Laine Offshore Wind Oy

Laine, havsbaserat vindkraftsparksprojekt, Bottenviken

Havsbaserad vindkraftspark och vätgasproduktion i Finlands ekonomiska zon, energiöverföring i Finlands ekonomiska zon och territorialvatten samt energiöverföring på fastlandet

Bilaga till den finska nationella MKB:n enligt Esbokonventionen för bedömning av gränsöverskridande konsekvenser
April 2025

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy (OX2)

Eftertryck förbjuds. Detta dokument, dess bilagor eller någon del av det får inte kopieras, reproduceras, publiceras, distribueras eller modifieras på något sätt utan skriftligt tillstånd från Laine Offshore Wind Ltd.

AFRY Finland Oy:s projektnummer är 101017094.

Omslagsfoto: © OX2 Finland Oy

Bildernas bakgrundskartor: Lantmäteriverkets baskartor, öppna data 2023–2024 om inget annat anges.

Indata för djup- och kvalitetsdata för havsbotten:

Material	**Område**	**Källa**
Djupdata	Havsbaserad vindkraftspark, detaljerat material	Geofysiska undersökningsdata Arctia Meritaito Oy, bearbetning och analys COWI
	Kabelsträckningar, detaljerat material	Geofysiska undersökningsdata och bearbetning Geologiska forskningscentralen GTK (MVE1, MVE2 och MVE3)
		Geofysiska undersökningsdata Arctia Meritaito Oy, bearbetning och analys COWI (MVE4/MVE5)
		Traficom data, bearbetning Ramboll Finland Oy
	Kabelsträckningar, offentliga data	EMODnet
Havsbottens jordarter	Havsbaserad vindkraftspark, detaljerat material	Geofysiska undersökningsdata Arctia Meritaito Oy, bearbetning och analys COWI
	Kabelsträckningar, detaljerat material	Geofysiska undersökningsdata och bearbetning Geologiska forskningscentralen GTK
	Havsbaserad vindkraftspark och kabelsträckningar, offentliga data	GTK Hakku
Tjockleken på det mjuka lagret	Havsbaserad vindkraftspark, detaljerat material	Geofysiska undersökningsdata Arctia Meritaito Oy, bearbetning och analys COWI
	Kabelsträckningar, detaljerat material	Geofysiska undersökningsdata och bearbetning Geologiska forskningscentralen GTK

Kontaktuppgifter och framläggande

Projektansvarig:

Laine Offshore Finland Oy

Projektchef Olli Takalammi

olli.takalammi@ox2.com

tfn +358 40 091 3788

https://www.ox2.com/fi/

Kontaktmyndighet:

Närings-, trafik och miljöcentralen i Södra Österbotten

Överinspektör Pia Jaakola

pia.jaakola@ely-keskus.fi

tfn +358 295 027 638

Kontaktmyndighet för internationella samråd:

Finlands miljöcentral

Överinspektör Ulla Helminen

ulla.helminen@syke.fi

tfn +358 295 525 357

www.syke.fi

MKB-konsult:

AFRY Finland Oy

Karoliina Jaatinen, MKB-projektledare för det internationella samrådet

karoliina.jaatinen@afry.com

tfn +358 40 660 4407

www.afry.com

Finlands nationella MKB-dokument finns tillgängligt i elektronisk form på svenska på följande adress, där man bl.a. hittar de bilagor som nämns i detta dokument (separata utredningar):

ymparisto.fi/lainemerituulivoimaYVA

miljo.fi/lainehavsvindkraftMKB

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Innehåll

MKB-arbetsgruppen 10

1 Introduktion 16

2 Sammanfattning av de viktigaste konsekvenserna för Sverige 20

3 Beskrivning av projektet och alternativ som ska granskas 26
3.1 Den projektansvarige och syftet med projektet 26
3.2 Projektalternativ 26
3.3 Förändringar i projektet som gjorts efter MKB-programmet 29
3.4 Tidplan 32
3.5 Andra kända och pågående projekt 33
3.5.1 Andra havsbaserade vindkraftsprojekt i Finlands ekonomiska zon 35
3.5.2 Projekt på den svenska sidan 35
3.5.3 Internationellt vätgasledningsprojekt 39
3.5.4 Projektet Fast förbindelse mellan Finland och Sverige 40

4 MKB-processen 41
4.1 Internationell MKB-process 41
4.1.1 Bedömning av gränsöverskridande konsekvenser allmänt 42
4.2 MKB-process i Finland 42
4.3 Miljökonsekvensbedömning 43
4.4 Avgränsning av gransknings- och influensområden i MKB-processen 44
4.5 Särskilda utredningar som gjorts i projektet 49
4.6 Lindrande av olägenheter och uppföljning av konsekvenser 50

5 Teknisk beskrivning av den havsbaserade vindkraftsparken 50
5.1 Planeringsgrunder 50
5.2 Havsbaserade vindkraftverk 55
5.2.1 Färg, märkning och belysning 58
5.2.2 Kemikalier i anslutning till drift av havsbaserade vindkraftverk 59
5.3 Utvecklingen av havsbaserad vindkraft 59
5.4 De havsbaserade vindkraftverkens placering 60
5.5 Fundament för havsbaserade vindkraftverk 61
5.5.1 Gravitationsfundament 62
5.5.2 Pålfundament (monopile) 63
5.5.3 Fackverksfundament (jacket) 63
5.5.4 Hybridfundaments alternativa eller kompletterande förankring 63
5.6 Elöverföring inom den havsbaserade vindkraftsparken och från vindkraftsparken till kusten 63
5.6.1 Vindkraftsparkens interna kablar 63
5.6.2 Överföringskabel till fastlandet och havsbaserad elstation 67

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5.7 Anläggning av den havsbaserade vindkraftsparken och elöverföringen 73
5.7.1 Bottenförhållanden och undersökning av botten 74
5.7.2 Installation av fundament och vindkraftverk samt kablar 75
5.7.3 Stenmaterial och marksubstanser som behövs för byggandet av projektet 76
5.7.4 Deponering av sediment 76
5.8 Drift och underhåll av havsbaserade vindkraftverk och sjökablar 78
5.9 Avveckling av havsbaserade vindkraftverk och sjökabel 78
5.10 Säkerhet 79

6 Teknisk beskrivning av vätgasproduktionen 79
6.1 Planeringsgrunder 80
6.2 Vätgasekonomins principer 80
6.3 Översikt av vätgasproduktion 82
6.3.1 Distribuerad vätgasproduktion i nedre delen av vindkraftverkets torn 85
6.3.2 Produktion av vätgas centralt på en station i vindkraftsparksområdet 85
6.4 Vätgasproduktion genom elektrolys 85
6.4.1 Elektrolysör 85
6.4.2 Kemikalier relaterade till vätgasproduktion 86
6.4.3 Vattenbehov och -behandling 87
6.4.4 Kylning 88
6.4.5 Syrgas 88
6.4.6 Uppförande av en anläggning för vätgasproduktion 89
6.4.7 Drift, underhåll och reparation av anläggningar för vätgasproduktion 89
6.4.8 Avveckling av anläggningar för vätgasproduktion 89
6.5 Överföring av vätgas 89
6.5.2 Drift, underhåll och service av vätgasledningar 91
6.5.3 Avveckling av vätgasledningen 91
6.6 Lagring av vätgas 91
6.7 Säkerhet 91
6.7.1 Vätgas 92
6.7.2 Syrgas 93
6.7.3 Gasledningar under vatten 93
6.7.4 Bränder 93
6.7.5 Storolyckor 93

7 Tillstånd, planer och beslut i Finland som krävs för projektet 94
7.1 MKB-process 95
7.1.1 Internationell MKB-process 96
7.2 MKB-process i anslutning till Unesco-avtalet 96
7.3 Natura-bedömning 96
7.4 Lag om Finlands ekonomiska zon 97

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

7.4.1 Tillstånd av statsrådet ... 97
7.5 Tillstånd enligt vattenlagen ... 98
7.6 Miljötillstånd ... 98
7.7 Flyghindertillstånd ... 99
7.8 Tillstånd för omfattande industriell hantering och lagring av kemikalier ... 99
7.9 Begäran om utlåtanden ... 99
7.9.1 Försvarsmaktens godkännande ... 99
7.9.2 Konsekvenser för tv- och radiosändningar ... 100
7.9.3 Påverkan på väderradar ... 100

8 Beskrivning av miljöns nuvarande tillstånd i projektområdet ... 101
8.1 Havsplan ... 101
8.2 Planläggning ... 103
8.3 Bebyggelse och rekreation ... 103
8.4 Naturmiljö ... 106
8.4.1 Beskrivning ... 106
8.4.2 Havsområde ... 107
8.4.3 Fiskbestånd och yrkesfiske ... 126
8.4.4 Marina däggdjur ... 138
8.4.5 Fladdermöss ... 138
8.4.6 Fågelbestånd ... 141
8.4.7 Naturskyddsområden ... 159
8.4.8 Mark och berggrund ... 161
8.5 Naturlandskap ... 168
8.5.1 Den finska sidan ... 168
8.5.2 Sveriges sida ... 168
8.6 Kulturmiljö ... 169
8.6.1 Sveriges sida ... 169
8.7 Luftkvalitet ... 171
8.8 Klimat ... 171
8.8.1 Internationella, nationella och regionala mål ... 172
8.8.2 Allmänna prognoser om effekterna av klimatförändringarna ... 173
8.9 Buller och vibrationer ... 174
8.10 Sjötrafik och hamnar ... 177
8.10.1 Den finska sidan ... 177
8.10.2 Havsbaserade vindkraftsparkers säkerhetsavstånd ... 183
8.10.3 Sveriges sida ... 192
8.11 Luftfart ... 194
8.11.1 Den finska sidan ... 194
8.11.2 Sveriges sida ... 196

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9 Bedömning av gränsöverskridande konsekvenser 197
9.1 Havsplan 197
9.2 Landskap och kulturmiljö 198
9.2.1 Konsekvensmekanismer och bedömningsförfaranden 198
9.2.2 Bedömning av konsekvenser 200
9.3 Marin miljö, fauna, marina däggdjur och fladdermöss 202
9.3.1 Konsekvensmekanismer och bedömningsförfaranden 203
9.3.2 Konsekvenser under byggtiden 205
9.3.3 Konsekvenser under driften 219
9.3.4 Konsekvenser efter att driften upphört 232
9.3.5 V0 projektet genomförs inte 232
9.3.6 Samverkande konsekvenser 232
9.3.7 Osäkerheter i bedömningen 234
9.3.8 Förebygga och lindra skador 236
9.4 Fiskbestånd och fiske 239
9.4.1 Påverkansmekanismer och bedömningsmetoder 240
9.4.2 Konsekvenser under byggtiden 240
9.4.3 Konsekvenser under driften 247
9.4.4 Konsekvenser efter att driften upphört 253
9.4.5 Projektet genomförs inte VE0 253
9.4.6 Samverkande konsekvenser 253
9.4.7 Osäkerheter i bedömningen 254
9.4.8 Förebygga och mildra negativa effekter 254
9.5 Fågelbestånd 255
9.5.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 255
9.5.2 Bedömning av konsekvenser 257
9.5.3 Konsekvenser efter att driften upphört 258
9.5.4 Projektet genomförs inte VE0 258
9.5.5 Samverkande konsekvenser med andra havsbaserade vindkraftsprojekt 258
9.5.6 Osäkerheter i bedömningen 259
9.5.7 Förebygga och lindra olägenheter 259
9.6 Vegetation, naturtyper och naturskyddsområden 260
9.6.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 260
9.6.2 Bedömning av konsekvenser 260
9.6.3 Projektet genomförs inte VE0 261
9.6.4 Samverkande konsekvenser 261
9.6.5 Osäkerheter i bedömningen 261
9.6.6 Förebygga och mildra negativa effekter 261
9.7 Mark och berggrund 262
9.7.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 262

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.7.2 Konsekvenser under byggtiden 262
9.7.3 Konsekvenser under driftstiden 265
9.7.4 Konsekvenser efter att driften upphört 266
9.7.5 Projektet genomförs inte VE0 266
9.7.6 Samverkande konsekvenser 266
9.7.7 Osäkerheter i bedömningen 267
9.7.8 Förebyggande av negativa effekter 267
9.8 Luftkvalitet 268
9.8.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 268
9.8.2 Bedömning av konsekvenser 269
9.8.3 Konsekvenser efter att driften upphört 270
9.8.4 Projektet genomförs inte VE0 270
9.8.5 Samverkande konsekvenser 270
9.8.6 Osäkerheter i bedömningen 270
9.9 Klimat 271
9.9.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 272
9.9.2 Bedömning av konsekvenser 273
9.9.3 Projektet genomförs inte VE0 280
9.9.4 Ytterligare påverkan på sjötrafikens utsläpp 281
9.9.5 Samverkande konsekvenser 281
9.9.6 Klimatförändringarnas effekter på projektet och klimatanpassning till havs 281
9.9.7 Osäkerheter i bedömningen 284
9.9.8 Förebygga och mildra negativa effekter 285
9.10 Sjötrafik, radar och kommunikationförbindelser 286
9.10.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 287
9.10.2 Bedömning av konsekvenser 289
9.10.3 Konsekvenser efter att driften upphört 303
9.10.4 Projektet genomförs inte VE0 303
9.10.5 Osäkerheter i bedömningen 303
9.10.6 Förebygga och mildra negativa effekter 304
9.11 Buller och vibrationer 307
9.11.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 308
9.11.2 Bedömning av konsekvenser 308
9.11.3 Konsekvenser under driftstiden 316
9.11.4 Konsekvenser efter att driften upphört 322
9.11.5 Projektet genomförs inte VE0 323
9.11.6 Samverkande konsekvenser 323
9.11.7 Samverkande konsekvenser av buller och vibrationer under vattenytan 323
9.11.8 Osäkerheter i bedömningen 324
9.11.9 Förebygga och mildra negativa effekter 324

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.12 Roterande skugga 326
9.12.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar 326
9.12.2 Bedömning av konsekvenser 326
9.12.3 Samverkande konsekvenser 327
9.12.4 Osäkerheter i bedömningen 327
9.12.5 Förebygga och mildra negativa effekter 328
9.13 Ekonomi och näringar 328
9.14 Naturresurser 329
9.15 Människors levnadsförhållanden, trivsel och rekreation och hälsa 330
9.16 Säkerhet 330
9.17 Sammanfattning av gränsöverskridande samverkande konsekvenser av andra kända projekt 331
9.18 Konsekvenser efter driftstiden 335
9.19 Konsekvenserna av att projektet inte genomförs (VE0) 335

10 Förslag till övervakningsprogram 336
10.1 Fågelbestånd 336
10.2 Buller 337
10.3 Vattendrag, undervattensnatur och fiskbestånd 337

11 Termer och förkortningar 340

12 Kjällförteckning 342

Bilagor

Bilaga 1	Beaktande av inkomna utlåtanden på MKB-programmet vid bedömning av gränsöverskridande konsekvenser
Bilaga 2	Bedömning av konsekvenser för landskapet på den svenska sidan (AFRY Sverige 2024) och siktområdesanalyser (OX2 2024)
Bilaga 3	Laine havsbaserade vindkraftspark, hydrodynamik, simulering av sediment- och saltvattenspridning (Niras 2023a)
Bilaga 4	Konsekvensbedömning av undervattensbuller, fisk och marina däggdjur (Niras 2023b)
Bilaga 5	Trafikanalys, Laine havsbaserade vindkraftspark, plan för 150 vindkraftverk (Sweco 2023a)
Bilaga 6	Riskbedömning för sjötrafik, Laine havsbaserade vindkraftspark, plan för 150 vindkraftverk (Sweco 2023b)
Bilaga 7	Riskbedömning för sjötrafik, Laine havsbaserade vindkraftspark, plan för 113 vindkraftverk (Sweco 2023c)
Bilaga 8	Riskbedömning för sjötrafik, Laine havsbaserade vindkraftspark, jämförelse av planer för 150 och 113 vindkraftverk (Sweco 2023d) (på engelska)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

MKB-arbetsgruppen

AFRY Finland Oy har som konsultarbete ansvarat för att utarbeta miljökonsekvensbedömningen. Experterna i MKB-arbetsgruppen presenteras i vidstående tabell 1. I arbetsgruppen ingår både den finska nationella arbetsgruppen för MKB-förfarandet och experter från Sverige, som har ansvarat för bland annat bedömningen av landskapskonsekvenserna.

Tabell 1. MKB-konsultens arbetsgrupp och de sakkunnigas kompetenser.

AFRY Finland Oy:s arbetsgrupp				
UTBILDNING		**NAMN**	**ROLL**	**ERFARENHET**
AFM	Limnologi	Karoliina Jaatinen	MKB-projektledare för internationellt samråd (bedömning av gränsöverskridande konsekvenser), bedömning av samverkande konsekvenser, bedömning av gränsöverskridande konsekvenser i samarbete med MKB-teamet	Ledande expert, miljökonsult. Arbetslivserfarenhet 16 år. Flera MKB-projekt och konsekvensbedömningar i roller som projektledare, projektkoordinator eller expert. Specialkunskap om konsekvenser för vattendrag. Flera års erfarenhet av havsbaserade vindkraftsprojekt (bland annat projekten Laine, Tyrsky, Korsnäs, Storsand och Tahkoluoto). Erfarenhet även av internationellt samråd (t.ex. Finest Bay Area Development Oy:s Tallinn Tunnel-projekt och BalticConnector-projektet)
FD	Limnologi	Juha Niemistö	Projektkoordinator, konsekvenser för vattendrag	Ledande expert, miljökonsult. 15 års erfarenhet av näringscirkulationsforskning i Finlands insjöar och kustområden i Östersjön. Erfarenhet av ansökningar om tillstånd för infrastruktur-, industri- och energisektorerna och miljökonsekvensbedömningar av vattennaturen.
FM	Biologi, botanik	Thomas Bonn	Kvalitetssäkring	Mer än 20 års erfarenhet som projektledare inom energibranschen och expert i bl.a. MKB-projekt. Arbetade intensivt med vindkraft i 20 år och var projektledare för MKB-projektet i Storsands havsbaserade vindkraftspark 2008–2009.
FM	Planeringsgeografi	Arto Ruotsalainen	Markanvändning och planläggning	Mer än 20 års yrkeserfarenhet av konsekvensbedömningar av markanvändning med konsekvensutredningar och MKB-processer för program, strategier, olika planeringsnivåer samt projekt.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

FM	Stadsforskning och planering	Tommi Toikkanen	Markanvändning och planläggning	Miljöexpert. Arbetslivserfarenhet över 1 år. Som yngre expert inom MKB- och planläggningsuppgifter i anslutning till markanvändning och geodata, t.ex. vindkraft och elöverföringsprojekt.
FM	Geografi	Stella Selinheimo	Konsekvenser för människor, hälsa	Cirka 8 års arbetslivserfarenhet i olika projekt för bedömning av sociala konsekvenser. Arbetat som expert inom flera olika sektorers MKB-processer, inkl. vindkraft.
FM	Geografi	Matleena Kastikainen	Boendeenkät och konsekvenser för människor	Cirka två års erfarenhet av att arbeta med MKB-projekt med fokus på bedömningar av sociala konsekvenser. Arbetat främst med MKB-processer relaterade till vindkraft.
DI	Miljöteknik	Henna Tihinen	Utnyttjande av naturresurser och människors levnadsvillkor, trivsel, rekreationsanvändning och hälsa	Expert på hållbar utveckling, miljökonsult. Arbetslivserfarenhet 4 år. Flera MKB-projekt och konsekvensbedömningar i roller som projektkoordinator och/eller expert. Erfarenhet även av projekt inom cirkulär ekonomi.
DI	Miljöteknik	Mira Vähkyrä	Utnyttjande av naturresurser	Miljöexpert. Arbetslivserfarenhet 3 år. Projekt som i anslutning till bevarande och hållbar användning av naturresurser och MKB-processer i en expertroll.
AFM	Limnologi	Lotta Lehtinen	Vattendrag och vattenekosystem	Mer än 10 års erfarenhet av vattendragsutredningar, kontrollskyldighet och miljö- och vattentillståndsprocesser i olika slags MKB-projekt.
FM	Geografi	Petra Saari	Vattenekosystem, undervattenshabitat	Miljöexpert. Erfarenhet av kartläggning av undervattenshabitat och hotade arter och av modellering av artutbredning.
PTM	Human- och djurgeografi, miljöplanerare	Hanna Halonen	Marina däggdjur, kulturarv under vatten, sammanställa data om kulturarv på fastlandet och bistå med konsekvensbedömningar	8 års erfarenhet som forskningstekniker (marin forskning, 5 års erfarenhet av undervattensinventeringar, inklusive design och implementering av en vrakpark, kunskap om kulturarv under vatten, expert inom sociala konsekvensbedömningar

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

FM	Akvatiska vetenskaper, fiskbiologi	Anna Väisänen	Vattenekosystem, fiskbestånd	Mer än 10 års yrkeserfarenhet av fiskeriekonomiska och vattenbiologiska studier. Har deltagit i MKB-förfaranden samt miljö- och vattentillståndsprocesser inom flera olika branscher (inkl. vindkraft).
FM	Markgrundsgeologi	Pekka Keränen	Mark och berggrund, grundvatten	Mer än 20 års erfarenhet av MKB-processer: ansvarig för konsekvensbedömningar med anknytning till berg- och markgrund samt grundvatten i ett stort antal MKB-projekt.
FM	Biologi, botanik	Ella Kilpeläinen	Växter och livsmiljöer, skyddsområden	Tio års erfarenhet av MKB-förfaranden. Deltagit i utredningar i av nästan 30 vindkraftsprojekt. Särskild kompetens Natura- och naturkonsekvensbedömningar.
FM	Biologi, zoologi	Terhi Alsila	Växtlighet och naturtyper, flygekorre, terrängutredningar	Miljöexpert. 2 års erfarenhet av terrängarbete och rapporter för naturutredningar.
FD	Biologi, zoologi	Petri Lampila	Fåglar (del B) och övrig fauna	Miljöexpert. Mer än 20 års erfarenhet av olika fågelinventeringar i många olika länder och tre års erfarenhet av MKB-processer.
DI	Industriell miljöteknik	Maiju Lahtinen	Klimat och luftkvalitet	Cirka 4,5 års erfarenhet av olika konsekvensbedömningar av klimat och utsläpp. Arbetat som expert i flera MKB-processer inom olika sektorer.
AFM	Miljö - och naturresursekonomi	Helena Rantala	Klimat och luftkvalitet, konsekvenser för regional ekonomi och näringsliv	Expert inom miljö- och resursekonomi, med mer än 2 års arbetslivserfarenhet inom beräkning av koldioxidavtryck och livscykelbedömning relaterad till MKB-processer samt mångsidig konsekvensbedömning relaterad till klimateffekter och luftkvalitetseffekter.
DI	Produktionsekonomi	Juho Peltoniemi	Trafikpåverkan	2 års erfarenhet av MKB-processer och fungerar som expert på att utreda olika slags projekts konsekvenser för trafiken. Två års erfarenhet av trafikkonsekvensbedömningar inom planeringsbranschen och dessförinnan 1,5 års erfarenhet av trafikforskningsarbete.
Sjökapten, YH, EMBA		Eeva-Mari Lantta	Sjötrafik	20 års erfarenhet inom sjöfart, hamnar samt olje- och kemiterminaler. Efter att ha arbetat som däcksbefäl på

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

				handelsfartyg i flera år och i planeringsbranschen i tre år, med särskilt fokus på HSE-aspekter och -uppdrag.
DI	Energiteknik	Carlo Di Napoli	Buller	Mer än 15 års erfarenhet av simulering och bedömning av buller i vindkraftsprojekt (bl.a. MKB, planer) i Finland och utomlands.
DI	Maskinteknik	Tapio Lukkari	Vibrationer	7 års arbetslivserfarenhet, inklusive miljökonsekvensbedömningar av buller, vibrationer och stomljud i flera MKB-, planerings- och tillståndsprocesser.
FD	Tillämpad matematik	Mika Laitinen	Skuggeffekt	10 års erfarenhet av projektutveckling och MKB-förfaranden för vindkraftsprojekt (simulering av skuggeffekter, siktområdesanalyser och fotomontage).
Ingenjör, YH	Elkraftsteknik	Mikko Pihlajasaari	Teknisk expert, riskbedömning	Mer än fem års erfarenhet av el- och automationsteknik. Deltagit i allt från små utvecklingsprojekt till storskaliga projekt för kraftverk och vindkraftsparker. Fokuserat främst på förnybar energi och huvudsakligen har arbetsuppgifterna omfattat bland annat elplanering av vind- och solkraftsprojekt, studier av Due-diligence, granskning av vindturbiner samt produktion av Owners Engineering-tjänster.
Ingenjör, YH	Elektronik	Eemeli Hurmerinta	Geografiska datamängder, kartor	15 års erfarenhet av olika slags miljöutredningar, rapporter och uppgifter inom geografisk information.
Andra konsulter som deltagit i MKB-arbetet				
UTBILDNING		**NAMN**	**ROLL**	**ERFARENHET**
Landskapsarkitekt	Maisema-arkkitehtitoimisto Väyrynen Oy	Marko Väyrynen	Landskap och kulturmiljö på den finska sidan	Över 10 års yrkeserfarenhet. Bedömt landskaps- och kulturutredningar i ett stort antal vindkraftsprojekt och utarbetat analyskartor och fotomontage.
FM	Keski-Pohjanmaan Arkeologia-palvelu Ay	Hans-Peter Schulz	Inventering av fornlämningar på land och projektets relation till fornlämningar på land	Arbetat i mer än 15 år som forskare och utgrävningschef på Museiverket och har genomfört utgrävningar och inventeringar över hela Finland. Åren 2010–2014 arbetade han som arkeolog och specialplanerare på Forststyrelsen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Merkonom	FCG Finnish Consulting Group Oy	Harri Taavetti	fåglar, skyddsområden när det gäller den havsbaserade vindkraftsparken och sjökabelsträckningarna	Mer än 10 års erfarenhet av fågelutredningar för vindkraftsprojekt samt konsekvensbedömningar och Natura-bedömningar av vindkraftsprojekt på land och till havs. Har deltagit i tiotals vindkraftsprojekt runt om i Finland. Långvarig båtlivserfarenhet i finska havsområden.
AFM, Fiskeriveten-skap	Kala- ja vesitutkimus Oy	Sauli Vatanen	Utredningar av fiskbestånd och bottenfauna	Mer än 20 års erfarenhet av fiskbeståndsundersökningar och undersökningar relaterade till fiske, inklusive flera havsbaserade vindkrafts- och elöverföringsprojekt med start på 2000-talet.
FM, Geofysik, Marinveten-skap	Luode Consulting Oy	Antti Lindfors	Lodningar av havsområden, strömmar och vattenkvalitet, undervattensbuller, sedimentprovtagning	25 års erfarenhet av mångsidiga undersökningar av havsområdet, inklusive flera havsbaserad vindkrafts- och elöverföringsprojekt samt kärnkrafts- och gasledningsprojekt med start på 2000-talet.
FM, Hydrobiologi	Alleco Oy	Jouni Leinikki	Undersökningar av strömming och undervattenshabitat	Mer än 30 års erfarenhet av mångsidiga undersökningar av havsområdet, inklusive flera havsbaserad vindkrafts- och elöverföringsprojekt med start på 2000-talet.
DI Akustik och buller	NIRAS A/S	Mark Mikaelsen	Undervattensbuller	Mer än 12 års erfarenhet av att analysera akustiska signaler från undervattensbuller i MKB-processer för havsbaserade vindkraftsparker.
DI Hydraulisk modellering	NIRAS A/S	Tony Erik Bergøe	Påverkan på vattenkvalitet (simulering av turbiditetsspridning)	34 års erfarenhet av simulering av vattendrag för sediment- och turbiditetsspridning, särskilt i samband med havsbaserade vindkraftsparker
DI Teknisk fysik	Sweco Sverige AB	Anna Bjereld	Riskanalyser och rapport om navigationsrisker	Mer än 15 års erfarenhet av riskhantering, särskilt inom sjöfartssektorn, bl.a. i havsvindkraftsparks- och broprojekt.
DI Energiteknik	Gaia	Waltteri Salmi	Utredning av regionalekonomi	Gedigen erfarenhet av ledning, affärsanalys och genomförbarhetsstudier i bland annat flera projekt inom vätgas, power-to-X och förnybar energi.
DI Energiteknik	Gaia	Jussi Lehtonen	Utredning av regionalekonomi	Expertområdena omfattar energimarknader, vätgasekonomi, högtemperaturvärmepumpar och beräkning av koldioxidavtryck.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Landskapsarkitekt	AFRY Sweden	Cecilia Smedbro	Landskap och kulturmiljö på den svenska sidan	Landskapsarkitekt, fungerat som projektledare och ansvarat för utarbetande av flera landskapsanalyser för såväl land- som havsbaserade vindkraftsprojekt. Erfarenhet av projekt i tidig fas, där det görs analyser och miljökonsekvensbedömningar av landskapseffekter.
Landskapsarkitekt	AFRY Sweden	Klara Kållberg	Landskap och kulturmiljö på den svenska sidan	Landskapsarkitekt som deltagit i utarbetandet av analyser för flera land- och havsbaserade vindkraftsprojekt. Erfarenhet av projekt i tidig fas, där det görs analyser och miljökonsekvensbedömningar av landskapseffekter.
Kulturmiljöexpert	AFRY Sweden	Sigrid Tuvall	Landskap och kulturmiljö på den svenska sidan	AFRY:s kulturmiljöexpert med mer än 20 års erfarenhet inom såväl offentlig som privat sektor. Arbetat med tillståndsärenden enligt den svenska miljöbalken och kulturmiljölagen samt i miljökonsekvensbedömningar och bakgrundsutredningar.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

1 Introduktion

Finland är part i konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang (Esbokonventionen FördrS 67/1997 [1]), vars syfte är att främja samarbetet mellan stater och medborgarnas möjligheter att delta när ett projekt som planeras för en viss stat (orsakaren) sannolikt kommer att ha gränsöverskridande miljökonsekvenser inom en annan stats territorium (målparten).

Detta dokument är en sammanfattning av MKB-dokumentet för Laine Offshore Wind Oy:s planerade havsbaserade vindkraftsprojekt Laine, för internationellt samråd, dvs. anmälan enligt Esbokonventionen och hörande av myndigheterna och medborgarna i målparterna. Sammanfattningen har utarbetats i enlighet med bilaga II till Esbokonventionen. Sammanfattningen innehåller information om projektet och dess alternativ samt om vilka miljökonsekvenser som har utretts inom ramen för detta förfarande och hur utredningarna har genomförts. Denna sammanfattning beskriver det nuvarande tillståndet för miljön i projektområdet i Finland fram till gränsen för den svenska ekonomiska zonen och i väsentliga delar även det nuvarande tillståndet för havet och kusten på den svenska sidan. I dokumentet bedöms betydelsen av de centrala gränsöverskridande konsekvenserna och metoderna för att förebygga och lindra negativa konsekvenser. I dokumentet behandlas också de osäkerheter som eventuellt ingår i konsekvensbedömningarna.

En sammanfattning för allmänheten av projektets viktigaste konsekvenser presenteras i kapitel 2 i denna sammanfattning.

Utöver detta material finns Finlands nationella MKB-dokument som är översatt till svenska och där de beskrivningarna av nuläget samt konsekvensbeskrivningarna finns i sin helhet: miljo.fi/lainehavsvindkraftMKB.

Laine Offshore Wind Oy planerar det havsbaserade vindkraftsprojektet Laine inom Finlands ekonomiska zon utanför Jakobstad. Projektområdet ligger cirka 35 kilometer väster om Jakobstad, 29 kilometer från kusten. Den havsbaserade vindkraftsparkens område är cirka 450 km^2 stort, och områdets djup varierar mellan 18 och 70 meter. MKB-processen för projektet omfattar den havsbaserade vindkraftsparken, dess interna elöverföring/vätgasledningar, havsdeponeringsområden under byggtiden, de havsbaserade elstationerna och de havsbaserade vätgasproduktionsanläggningarna samt sjökabeln och vätgasledningen till fastlandet och elöverföringen på fastlandet (Figur 1-1 och Figur 1-2). I projektet granskas möjligheten att producera vätgas vid vätgasproduktionsstationer till havs, varifrån vätgasen transporteras med vätgasledningar till en lagringsanläggning på fastlandet.

Detta dokument fokuserar på den potentiella gränsöverskridande påverkan på Sverige, och därmed på de verksamheter som är belägna till havs i den finska ekonomiska zonen eller vars konsekvenser bedöms sträcka sig till den svenska sidan. I enlighet med ovanstående princip har bedömningen av konsekvenserna av energiöverföringsvägar från projektområdet till den finska kusten eller elöverföringsvägar på det finska fastlandet inte beaktats annat än på en mycket allmän nivå, eftersom dessa verksamheter inte förväntas ha gränsöverskridande effekter på den svenska sidan.

I Finland regleras MKB-processen genom MKB-lagen (252/2017) och MKB-förordningen (277/2017). MKB-processen tillämpas på projekt, och ändringar av dem, som sannolikt har betydande miljökonsekvenser. Dessutom beaktas den ovan nämnda Esbokonventionen på grund av eventuella gränsöverskridande miljökonsekvenser (67/1997).

Beroende på projektets typ och storlek tillämpas MKB-processen antingen direkt med projektförteckningen i MKB-förordningen som grund eller med ett beslut som fattas i enskilda fall som grund. Vindkraftsprojekt

[1] Förordning om genomförande av konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang; 67/1997. https://finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/1997/19970067#idm46111191873360

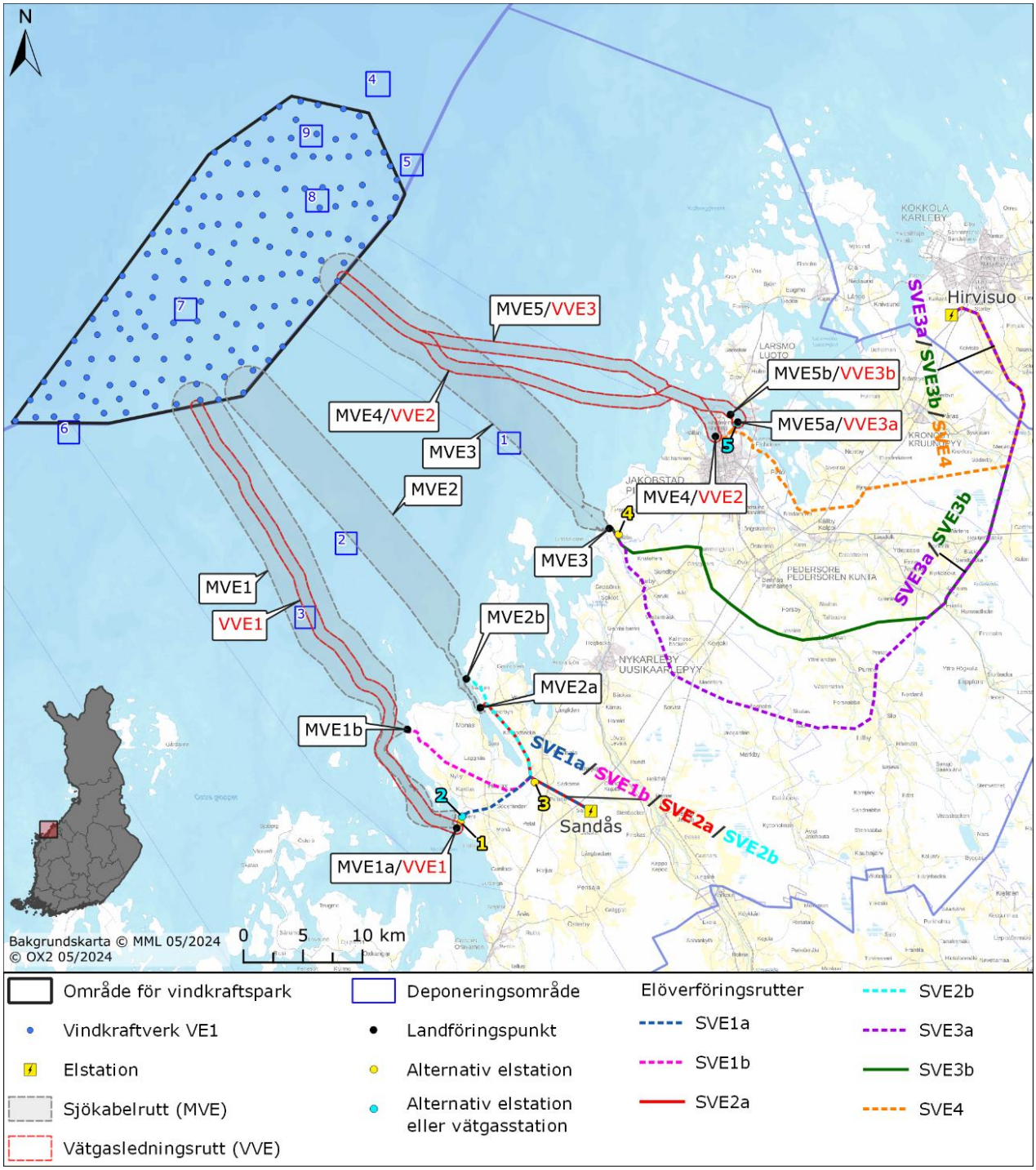
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kräver alltid en process enligt MKB-lagen när antalet enskilda kraftverk är minst 10 eller den totala effekten är minst 45 MW. Den totala effekten för den havsbaserade vindkraftsparken Laine är uppskattningsvis cirka 2,25–2,8 GW.

Miljökonsekvensbedömningen granskar olika genomförandealternativ som skiljer sig åt i fråga om antalet vindkraftverk, enhetseffekt, energiöverföringsrutter och elöverföringsrutter på fastlandet. Konsekvenserna av vätgasproduktion och -överföring ingår också i granskningen i MKB, och vätgasledningen har tre ruttalternativ från vindkraftsparken till fastlandet. När det gäller havsdeponering av sediment granskas nio olika områden, av dessa ligger sex i den ekonomiska zonen inne i den havsbaserade vindkraftsparken eller dess omedelbara närhet och tre i territorialvattnen längs energiöverföringsrutterna.

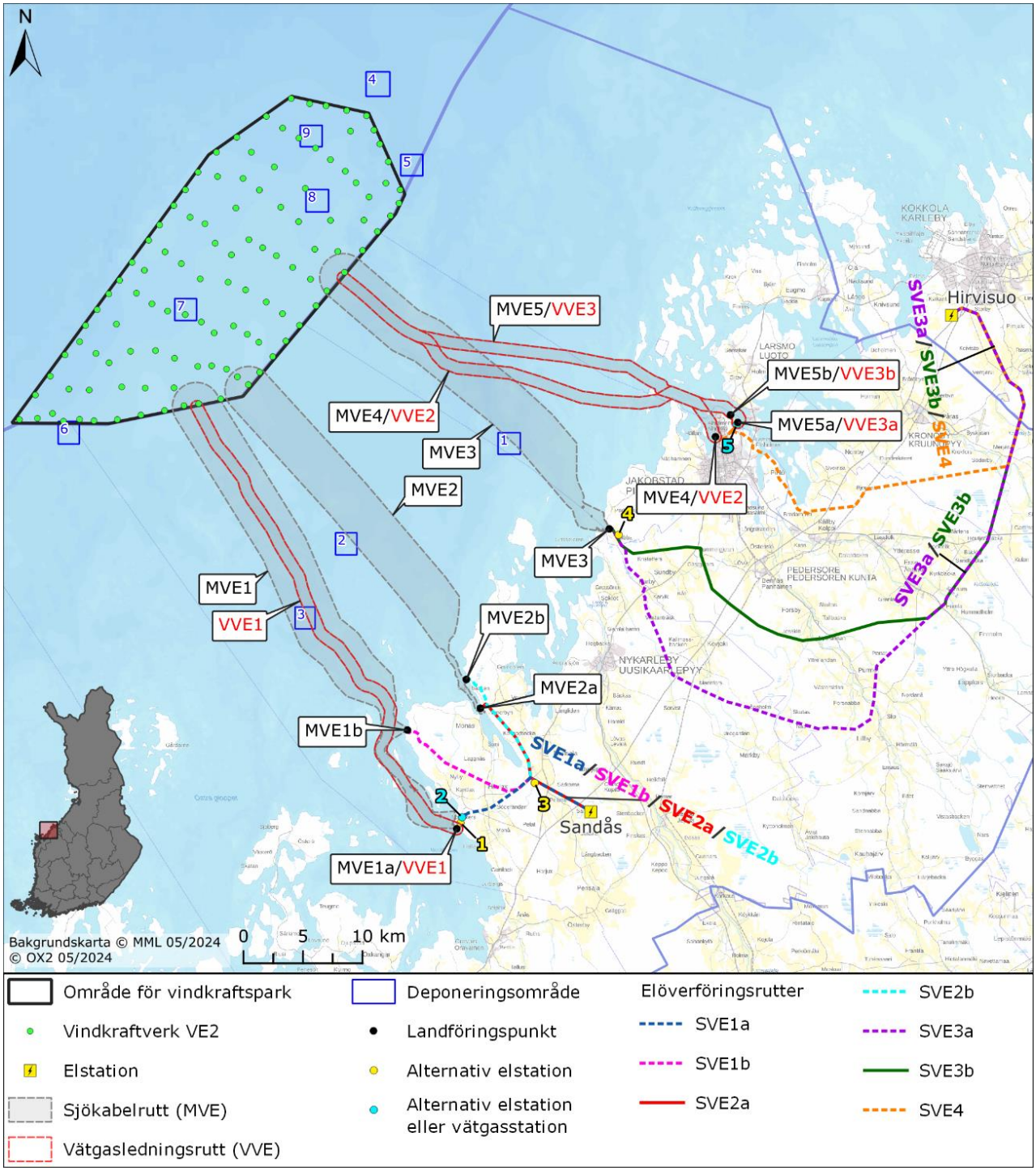
I projektets MKB-process granskas två alternativ för genomförande av vindkraftsprojektet (VE1 och VE2), flera sjökabelsträckningar (MVE1a, MVE1b och MVE2a, MVE2b, MVE3, MVE4, MVE5a, MVE5b), flera vätgasledningssträckningar från vindkraftsparken till fastlandet (VVE1, VVE2, VVE3a ja VVE3b) och flera kraftledningssträckningar på land (SVE1a, SVE1b, SVE2a, SVE2b, SVE3a, SVE3b, SVE4). Dessutom granskas det s.k. nollalternativet (VE0), där vindkraftsprojektet inte genomförs. Projektets genomförandealternativ VE1 omfattar upp till 150 kraftverk (maximal höjd upp till 370 m, enhetseffekt upp till 15 MW) och VE2 upp till 113 kraftverk (maximal höjd upp till 370 m, enhetseffekt upp till 25 MW) och 3–8 havsbaserade elstationer eller vid vätgasproduktion vätgasstationer. Den havsbaserade vindkraftsparkens storlek är samma i båda projektalternativen (cirka 450 $km^{2)}$. Uppskattad årlig produktion är cirka 11 TWh.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 1-1. Projektområdets läge enligt genomförandealternativ VE1. Den havsbaserade vindkraftsparkens områdesavgränsning (VE1, 150 kraftverk), alternativa sjökabelrutter, vätgasledningsrutter, deponeringsområden samt elstationer, vätgaslagringsområden och elöverföringsrutter på fastlandet. De sjökabel- och vätgasledningssträckningar som visas på kartan är 4 kilometer breda korridorer, inom vilka de slutliga sjökabelsträckningarna eller vätgasledning som preciseras under planeringens gång är placerade. Korridorerna är smalare vid landföringsplatserna.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 1-2. Projektområdets läge enligt genomförandealternativ VE2. Den havsbaserade vindkraftsparkens områdesavgränsning (VE2, 113 kraftverk), alternativa sjökabelrutter, vätgasledningsrutter, deponerings-områden samt elstationer, vätgaslagringsområden och elöverföringsrutter på fastlandet. De sjökabel- och vätgasledningssträckningar som visas på kartan är 4 kilometer breda korridorer, inom vilka de slutliga sjökabelsträckningarna eller vätgasledning som preciseras under planeringens gång är placerade.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

2 Sammanfattning av de viktigaste konsekvenserna för Sverige

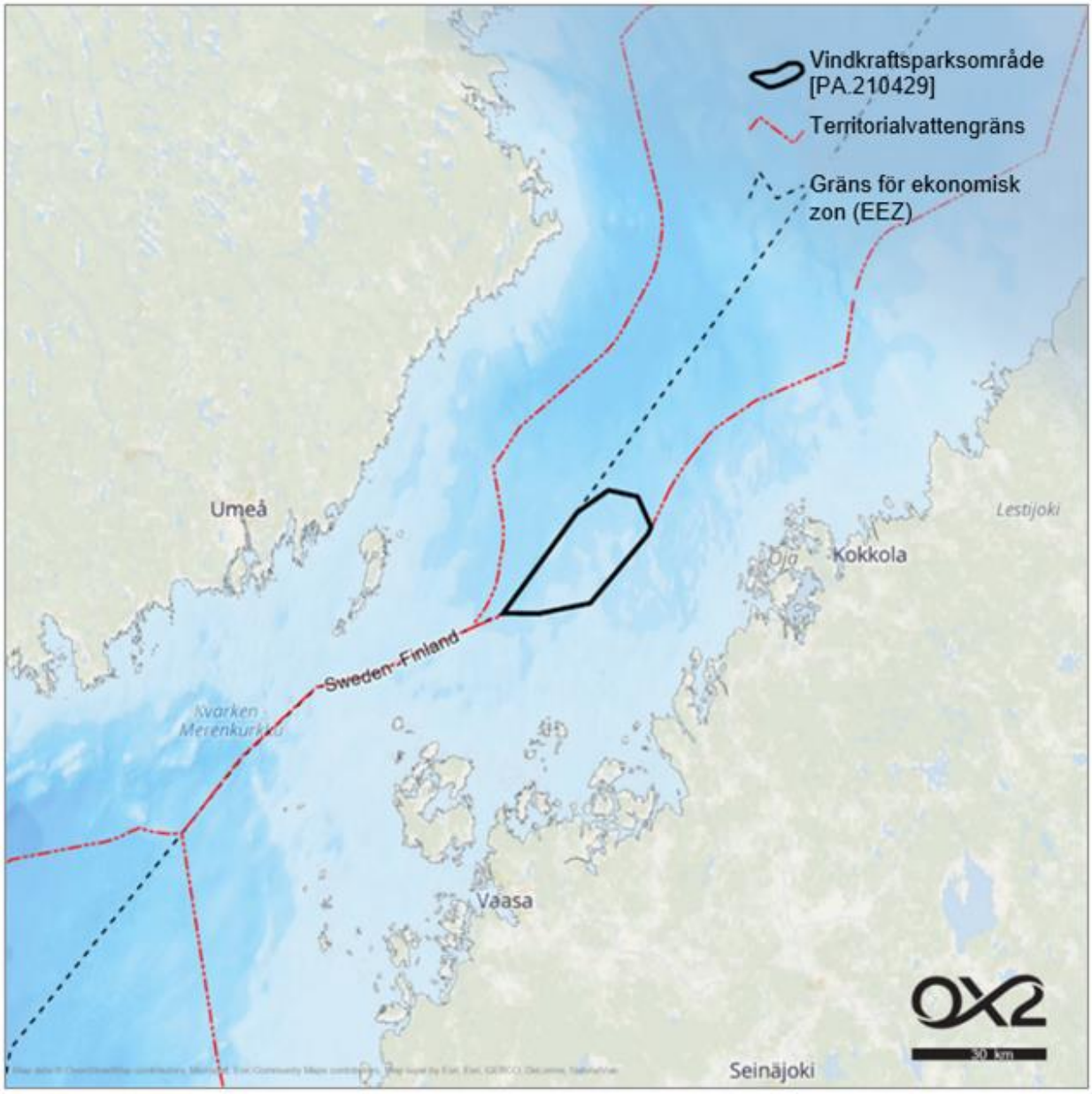
Nedan följer en kort sammanfattning av projektets viktigaste konsekvenser och de metoder som använts för att bedöma dem, i enlighet med bilaga II (i) till Esbokonventionen. Mer detaljerade konsekvensbedömningar finns i kapitel 9. Förebyggande och lindring av olägenheterna har behandlats i samband med konsekvensbedömningarna.

Utöver konsekvenserna på finskt område har MKB-förfarandet bedömt projektets potentiella gränsöverskridande konsekvenser på den svenska sidan, inklusive Sveriges ekonomiska zon, territorialvatten och potentiella gränsöverskridande negativa konsekvenser på fastlandet. Sverige har underrättats om projektet i enlighet med Esboavtalet och ges möjlighet att delta i samrådet.

Sammanfattningen av bedömningen av gränsöverskridande konsekvenser presenteras i detta dokument i enlighet med kontaktmyndighetens vägledning. I konsekvensbedömningarna har EU:s anvisning *"Guidance on the Application of the Environmental Impact Assessment Procedure for Large-scale Transboundary Projects*" (*Europeiska unionen 2024*) utnyttjats. Projektets gränsöverskridande konsekvenser samt både direkta och indirekta totala konsekvenser, har bedömts med hjälp av anvisningen. Vid bedömningarna av de totala konsekvenserna utnyttjas kvantitativa och kvalitativa bedömningar som gjorts inom olika delområden för att skapa en helhetssyn av projektets gränsöverskridande konsekvenser.

Byggande, rivning och produktionsaktiviteter i anslutning till Laineprojektet sker i fråga om havsområdet både inom Finlands ekonomiska zon och inom Finlands territorialvatten. Gränsen till Sveriges regionala vattenzon ligger som närmast cirka 5 kilometer väster om projektområdets södra kant. Den närmaste ön på svenska sidan är ögruppen Holmöarna cirka 30 kilometer väster om projektområdet Laine, där även den närmaste bebyggelsen ligger. Det är cirka 40 kilometer till den svenska kusten från projektområdet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 2-1. Läget för den havsbaserade vindkraftparken Laine i havsområdet i förhållande till Sveriges ekonomiska zon och territorialvatten.

Projektets konsekvenser har bedömts nedan enligt det alternativ med störst konsekvenser. Alternativen för placering av kraftverk VE1 (150 kraftverk) och VE2 (113 kraftverk) ger inte upphov till väsentligt olika konsekvenser. En jämförelse av alternativen presenteras i kapitlet med den egentliga konsekvensbedömningen 9.

Som stöd för konsekvensbedömningarna har omfattande utredningar av havsområdet i vindkraftsparken och längs energiöverföringsrutterna och i deras närhet gjorts. Med befintliga uppgifter och utredningar av havsområdet som grund har det gjorts simuleringar som stöd för konsekvensbedömningen. De metoder som använts är de finska myndigheternas riktlinjer och rekommendationer samt de metoder för konsekvensbedömning som är allmänt accepterade och används i Finland. Mer detaljerade terrängutredningar

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

och metoder för konsekvensbedömning, inklusive data och osäkerhetsfaktorer, anges i samband med respektive konsekvensbedömning i kapitel 9.

De totala gränsöverskridande konsekvenserna av de åtgärder som ska vidtas inom Finlands ekonomiska zon under byggtiden och under driftstiden är **som helhet relativt små enligt uppskattningarna och konsekvenserna bedömdes i huvudsak vara begränsade till byggtiden till det område som ligger nära vattenbyggnadsobjekten (omgivningen till den havsbaserade vindkraftsparken) innanför Finlands ekonomiska zons gränser eller i ringa utsträckning till den svenska ekonomiska zonens sida.**

De viktigaste konsekvenserna som identifierades var grumling under byggtiden, undervattensbuller och ökad risk för kollision med fartyg på grund av ökad sjötrafik under byggtiden. Den mest betydande gränsöverskridande konsekvensen under driftsfasen bedömdes vara negativ påverkan på sjöfart, fågel- och fiskvandring, kommersiellt fiske samt landskap.

Å andra sidan kommer projektet att ha en positiv inverkan på klimatet på global nivå genom att ersätta icke-förnybar energi. De största positiva klimatkonsekvenserna av projektet uppstår genom att vindkraftverken beräknas producera 11 TWh förnybar el per år. Projektet (havs- och landbaserade funktioner) bedöms ha en mycket betydande positiv påverkan på klimatet - under drift bedöms projektet ha en hög positiv påverkan vid produktion av 100 procent el och en mycket hög påverkan vid produktion av 100 procent vätgas. Förnybar energiproduktion är i hög grad i linje med klimatmålen. Under byggtiden bedömdes konsekvenserna vara stora och negativa. Byggandet i sig är inte direkt i linje med klimatmålen, men den kommer att bidra till att uppnå den energiinfrastruktur som är i linje med målen.

All projektverksamhet är belägen i Finlands ekonomiska zon eller territorialvatten. Projektet kan dock ha en direkt påverkan på det svenska **yrkesfisket**, till exempel om svenska kommersiella fiskare fiskar i Laineområdet. Enligt aktuella uppgifter fiskar inga svenska fiskare i området. Fiskemöjligheterna kommer sannolikt att påverkas, eftersom stora handelsfartyg och fiskefartyg av säkerhetsskäl sannolikt inte kommer att kunna navigera i området för den havsbaserade vindkraftparken i framtiden.

Svensk **handelssjöfart** bedöms inte utsättas för direkta negativa konsekvenser, även om området för Laine havsbaserade vindkraftpark inte skulle kunna korsas i framtiden utan måste kringgås. Svensk handelssjöfart passerar som utgångspunkt inte genom Laines projektområde i nuläget, utan efter Kvarken seglar fartygen i Sveriges territorialvatten eller ekonomiska zon innan de når svenska hamnar. Sådan handelssjöfart som går mellan finska och svenska hamnar i Bottenviken är relativt liten och då är inte Laines projektområde på rutten. De indirekta trafikeffekterna under projektets gång kan dock sträcka sig utanför Finlands gränser till Sverige och bedömdes vara små negativa. Om Laineprojektet genomförs och den finska fartygstrafiken flyttar till att använda sjöfartsrutter på den svenska sidan ökar fartygstätheten i dem vilket han ha indirekta konsekvenser på bland annat kollisionsrisker.

Projektet innebär **sjötrafik** på havsområdet för transport av konstruktioner och byggnadsmaterial för den havsbaserade vindkraftparken och de funktioner som den behöver samt för transport av muddermassor. Projektet påverkar **användningen av farleder** direkt under såväl byggtiden som drifttiden endast för rutterna MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3 i Finland, eftersom de leder till en hamn för handelssjöfart i närheten av Jakobstad. Risken för fartygskollisioner ökar under anläggningsarbetet, när det är mer sjötrafik än normalt i havsområdet. Det bör dock noteras att under byggnationen av Laine som ligger på den finska sidan kommer trafiken att gå mellan projektområdet och finska hamnar och det finns för närvarande inga planer på att använda hamnar på den svenska sidan. I takt med att byggnadsarbetet fortskrider kommer dock farbara områden och rutter som används av sjöfarten att tas ur bruk, vilket ökar risken för olyckor, ökar kostnaderna för sjötransporter och ökar utsläppen, vilket kan innebära gränsöverskridande konsekvenser. För transporter baseras bedömningen på en separat riskbedömning för navigering och på studier av den aktuella trafiksituationen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

De negativa effekterna av den havsbaserade vindkraftsparken på sjöfarten kan lindras på många sätt. Den första utgångspunkten är att fastställa tydliga och genomförbara säkerhetsavstånd mellan vindkraftsparken och sjöfarten, till exempel baserat på en riskbedömning. I Swecos riskbedömningsrapport anges att risken från den havsbaserade vindkraftsparken är acceptabel om lindrande åtgärder vidtas. Slutsatsen att risknivån i den detaljerade planeringen bedöms som acceptabel (med riskreducerande åtgärder) innebär att planen kan godkännas ur risksynpunkt, även om det rekommenderade skyddsavståndet (ca 1,9–5,6 km) inte skulle uppfyllas. Det rekommenderade skyddsavståndet uppfylls om trafiken skulle flytta längre söderut. I nuläget finns ingen farled söder om Laines projektområde, så projektutvecklaren ser det som möjligt att flytta trafiken längre söderut än idag.

För att mildra effekterna bör projektoperatören fortsätta att samordna aktiviteterna med sjöfartsmyndigheterna på nationell och även internationell nivå. Innan byggnationen kan påbörjas måste projektet bland annat erhålla ett vattentillstånd och godkännande från sjöfartsmyndigheterna.

Mindre gränsöverskridande påverkan på den **marina miljön** bedömdes uppstå indirekt under anläggningsarbetet, bland annat genom spridning av fast substans från muddring. Uppgifterna och bedömningarna av påverkan på vattenmiljön under byggtiden baseras på de undersökningar av bottenkvaliteten som genomförts (fastställande av behovet av muddring och kartlagda data om sedimentpartiklarnas fördelning och kvalitet) och på modellering av havsområdet (simulering av spridningen av grumlighet och fast substans samt termisk belastning och salthalt samt simulering av undervattensbuller).

Baserat på simuleringen som gjorts kommer belastningen av fasta partiklar på vattnet, dvs. grumlingseffekten, från anläggning av de havsbaserade vindkraftverkens fundament och installationen av interna sjökablar och/eller vätgasledningar huvudsakligen att stanna inom den havsbaserade vindkraftsparkens område och därmed på den finska sidan. Havsdeponering kommer att ha störst inverkan, och grumlighet kan spridas några kilometer från projektområdet, särskilt i det bottennära vattenskiktet och därigenom kan små konsekvenser sträcka sig till den svenska sidan under byggtiden. Det finns ingen signifikant skillnad mellan VE1 och VE2 när det gäller påverkan på turbiditeten under anläggningsfasen. Det bör dock noteras att simuleringen för byggfasen har genomförts som överskattning med principen om maximal påverkan där hela vindkraftsparken byggs under en säsong med öppet vatten.

Under driftsfasen är konsekvenserna relaterade till förändringar i strömmar, vågbildning och istäcke inom vindkraftsparksområdet som orsakas av både bottenbearbetning för vindkraftverkens fundament och kraftverksstrukturerna. Vätgasproduktion orsakar också små lokala värme- och saltbelastningar i närheten av vindkraftverken. Vid decentraliserad vätgasproduktion (vätgasstationer vid vindkraftverk) finns det en liten lokal värme- och saltbelastning i närheten av vindkraftverken, eller vid centraliserad vätgasproduktion (3–8 vätgasstationer), i närheten av vätgasstationerna på den finska sidan. Den förlust av ytvind som vindkraftverken orsakar har mer vidsträckta effekter på havsströmmar, skiktning, temperatur och transport av ämnen som sträcker sig utanför projektområdet och till den svenska sidan. De hydrodynamiska förändringarna bedömdes dock vara lindriga baserat på simuleringen, även om det kan finnas en tydlig lokal påverkan när det gäller skiktning nära vindkraftsparken. Konsekvenserna för den marina miljön under driftsfasen (bland annat hydrodynamiska förändringar) bedömdes som små när det gäller gränsöverskridande konsekvenser.

I Bottenviken planeras flera havsbaserade vindkraftsprojekt. Närmast Laine ligger Statkrafts havsbaserade vindkraftsprojekt Kappa, vars närmaste kraftverk ligger på cirka 1,8 km avstånd från Laines kraftverk. Andra projekt på den finska sidan är Lunni, Voima och Reimari, som ligger på samma område som Laine och kan inte genomföras samtidigt på samma område.

Enligt preliminära tidplaner byggs vindkraftverken och elöverföringen för Kappa efter bygget av Laine, så dessa projekt har inga samverkande konsekvenser för den marina naturen under byggtiden. Laine byggs enligt preliminära tidplaner 2029–2031 och Kappa 2031–2033. Endast byggande ovan vattnet sker

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

samtidigt. Byggandet av de havsbaserade vindkraftsprojekten skulle enligt den preliminära tidplanen i huvudsak ske vid olika tidsperioder och därmed är **samverkande konsekvenser** för vattenkvaliteten under byggfasen osannolika. I simuleringen av turbiditetens spridning och ökad sedimentation observerades att fasta substanser inte sprider sig i betydande mängder särskilt långt utanför projektområdet, så uppkomsten av samverkande konsekvenser skulle också kräva samtidigt byggande av närliggande objekt. Med koordination av projekten och planering av byggplatser och tidpunkter kan samverkande konsekvenser förebyggas.

I fallet med den havsbaserade vindkraftsparken Laine kan kumulativa bullereffekter uppstå om det samtidigt byggs andra vindkraftsparker eller andra projekt som ger upphov till undervattensbuller. Eftersom undervattensbyggandet i Laine och Kappa sker olika år, görs ingen pålning på de två projektområdena samtidigt. Eventuella samverkande konsekvenser för buller av vindkraftsparkerna Laine och Kappa under byggtiden förväntas därför vara obefintliga.

Om alla vindkraftsprojekten genomförs uppstår sannolikt samverkande konsekvenser i vindkraftverkens områden i driftsfasen genom vindförändringar. För Laine visar simulering att vindförlust påverkar ytströmmar och vidare vattnets omblandning och därigenom temperatur, salthalt och skiktning över ett ganska stort område. De samverkande konsekvenserna av två stora projekt kan grovt bedömt fördubbla styrkan i strömningsförändringarna. Förändringarna i strömmar skulle ändå bara vara några millimeter per sekund, så förändringen är lindrig även om den kan sträcka sig över ett stort område. Bromsade ytströmmar kan medföra att språngskiktet flyttas uppåt i vattenpelaren och å andra sidan kan accelererade strömmar ge motsatt effekt. Förändringarna i skiktning kan i sämsta fall försämra syresituationen i djuphålor och exponera havsbotten för lägre syrehalt. Syresituationen i området är för närvarande utomordentlig, så risken för försämrad syresituation bedömdes som liten.

Laineprojektet kommer att ha gränsöverskridande konsekvenser för **landskapet** på den svenska sidan. Avståndet från den havsbaserade vindkraftsparken Laine till de närmast öarna på den svenska sidan är cirka 30 km och avståndet till den svenska kusten cirka 40 km.

Den havsbaserade vindkraftsparken Laine kan ses i horisonten från de närmaste landområdena och yttersta öarna på den svenska sidan. Det stora avståndet mellan granskningsplatserna för landskapet och vindkraftsparken påverkar starkt hur stor den förändring som parken medför upplevs i landskapet; ju längre bort vindkraftsparken ligger, desto lindrigare upplevs den negativa förändringen av landskapet. Den visuella förändringen som vindkraftsparken Laine orsakar i landskapet bedömdes som liten eller högst som måttlig.

De havsbaserade vindkraftverken syns från de yttersta öarna i kustzonen under goda siktförhållanden, så konsekvensen bedömdes som måttlig eftersom kraftverken kan upplevas stå i motsats till skärgårdens karaktär (naturlandskap). Närmare den svenska kusten minskar den visuella effekten, vilket beror även på högre växtlighet och mindre landskapsrum (mindre öppet landskap) i områden där det finns skog samt i områden där det finns ålandskap och odlingslandskap.

Världsarvet Höga kusten i Sverige och Kvarkens skärgård i Finland bildar tillsammans en plats för att uppleva och förstå landhöjningen sedan senaste istiden. Världsarvet Höga kusten på den svenska sidan ligger 127 kilometer från det närmaste kraftverket i Laine, och Laineprojektet påverkar därmed inte världsarvet på den svenska sidan visuellt negativt.

Den huvudsakliga påverkansmekanismen för **fåglar** som gäller för den havsbaserade vindkraftsparken Laine bedöms vara de barriär- och störningseffekter som orsakas av byggandet och driften av kraftverken och den mänskliga aktiviteten under byggandet och driften, dvs. fartygens rörelser i projektområdet. För flyttfåglar har kraftverken i första hand en hindrande effekt, vilket kan leda till lokala förändringar i flyttvägarna när fåglarna kringgår den havsbaserade vindkraftsparken. Betydelsen av konsekvensen bedöms

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

vara liten negativ. Observationer visar att flyttfåglar huvudsakligen flyger lågt på öppet hav, nära havsytan, så risken för kollision med kraftverk är mycket liten. För häckande fåglar kan påverkan begränsa födosöket för fåglar som söker föda till havs. Av enskilda arter bedömdes de mest betydande konsekvenserna uppstå för havsörn, och för havsörn bedömdes konsekvenserna på grund av artens kollisionskänslighet och långsamma reproduktion som måttligt negativa till sin betydelse. Konsekvenserna för andra fåglar bedömdes vara små negativa till sin betydelse.

Laine och Kappaprojektet på den svenska sidan bedömdes också ha gränsöverskridande **samverkande konsekvenser för fåglar**. Även om avståndet mellan projektområdesavgränsningarna är litet så ligger kraftverken långt från varandra, det finns fritt område mellan dem som fåglar kan utnyttja som flygrutt. Den kraftverksfria sektorn mellan projektområdena är riktad sydväst-nordost, det vill säga i praktiken enligt fåglarnas observerade huvudflyttriktning. Därmed bedöms att om fåglar som flyttar från sydväst mot Laines projektområde kringgår Laines helhet på den västra sidan, är korridoren mellan projektområdena tillräcklig för att fåglarna kan flytta genom den och behöver därför inte kringgå också Kappa-projektets kraftverk, vilket skulle orsaka en betydligt längre omväg. På det hela taget förväntas inte betydelsen av konsekvenserna för fåglar öka med de samverkande konsekvenserna, dvs. de är som mest måttliga till sin betydelse för havsörn och små för andra fåglar.

Laine-projektets effekter **på marina däggdjur (sälar)**, dvs. fördrivning på grund av buller, kommer huvudsakligen att uppstå under byggtiden och det finns ingen betydande skillnad mellan projektalternativen. Effekterna är tillfälliga och övergående och kan lindras genom bullerdämpande åtgärder (bubbelskärmar, skrämmor). Storleken och omfattningen av pålningsbullrets effekt bedömdes som liten negativ, eftersom det är frågan om en liten del av sälarnas hela livsmiljö och påverkan på den är tillfällig, det vill säga även om påverkansavstånden är relativt stora (19,1 km), är sannolikheten för förekomst av undvikandebeteende liten. Sammantaget bedömdes konsekvenserna för sälar av undervattensbuller från pålning i projektområdet för Laine havsbaserade vindkraftspark vara små, utan någon påverkan på sälbestånden på kort eller lång sikt, inte heller på den svenska sidan.

Under byggtiden är de samverkande konsekvenserna för marina däggdjur med Kappaprojektet större än under driften och består främst av undervattensbuller från byggnation, muddring och bottenbearbetning samt sprängning när arbetsmoment i flera projekt genomförs samtidigt. Enligt nuvarande uppgifter sker vattenbyggandet i Kappaprojektet dock under andra år än i Laine.

De samverkande konsekvenserna för marina däggdjur under drift är mindre än under byggtiden. Storleken på de samverkande konsekvenserna ökas av att vindkraftsparkerna ligger nära varandra så att det gemensamma influensområdet är större. Under driften kommer de huvudsakliga samverkande konsekvenserna att vara undervattensbuller och vibrationer i samband med driften av kraftverken och eventuella förändringar i isförhållanden och vattenströmmar i området, vilket kan påverka livsbetingelserna för marina däggdjur.

När projektets verksamhet upphör avlägsnas de havsbaserade kraftverken och elstationerna, samt eventuella vätgasproduktionsanläggningar, helt med motsvarande metoder som vid uppförandet, men i omvänd ordning. Fundamenten kan avlägsnas helt eller delvis. Vid delvis avlägsnande tas de bort ner till havsbottnens nivå eller strax under den, medan den återstående delen blir kvar. Konsekvenserna för vattenkvaliteten, bottnen, vattenvegetationen, bottenfaunan och naturtyperna är samma som i byggfasen. Om fundamenten lämnas kvar delvis är konsekvenserna mindre, eftersom grumlingen av vattnet är mindre och därmed är också de gränsöverskridande konsekvenserna mindre.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

3 Beskrivning av projektet och alternativ som ska granskas

3.1 Den projektansvarige och syftet med projektet

Projektutvecklare och ägare av projektet är Laine Offshore Wind Oy (senare projektutvecklare), som ägs av OX2 AB och Ingka Investments. Laine Offshore Wind Oy är det projektbolag som bildats för Laine havsbaserade vindkraftsprojekt.

OX2 utvecklar, bygger, och förvaltar produktion av förnybar energi. OX2 är en pionjär inom förnybar energi och en av de ledande utvecklarna av vindkraft i Europa. OX2 har verksamhet i tio europeiska länder och i Australien. OX2 har bedrivit verksamhet i Finland sedan 2012. OX2 sysselsätter cirka 100 personer i Finland och har kontor i Helsingfors, Tavastehus, Uleåborg, Tammerfors och Vasa. OX2:s projektutvecklingsportfölj i Finland omfattar över 6 000 MW landbaserad vindkraft, cirka 6 000 MW havsbaserad vindkraft och cirka 1 000 MW solkraft. Bolaget utvecklar också lösningar för lagring av el och utforskar Power-to-X-tekniken.

Ingka Investments är ett av Ingka-koncernens tre centrala affärsområden. Ingka Investments är den största ägaren av IKEA Retail. Ingka Investments investerar i projekt, förvaltar bolag och bedriver strategisk affärsverksamhet för att skapa och bibehålla värde för Ingka-koncernen och IKEA. Ingka Investments har hittills investerat cirka 4 miljarder euro i förnybar energiproduktion, inklusive vind- och solkraft.

3.2 Projektalternativ

Den finska nationella miljökonsekvensbedömningen (MKB) granskar genomförandealternativen som skiljer sig åt när det gäller antalet vindkraftverk och deras effekt, energiöverföringsrutter och elöverföringsrutter på land. Konsekvenserna av produktion, transport och lagring av vätgas och deponering av sediment omfattas också av MKB-förfarandet. Vätgasledningen har tre sträckningsalternativ från vindkraftsparken till fastlandet och havsdeponeringen har nio alternativa placeringar (sex inom vindkraftsparken eller i dess närhet och tre nära sjökabelsträckningarna). För vätgaslagring granskas två områden på land.

Dessutom granskas ett nollalternativ (VE0), dvs. en situation där projektet inte genomförs.

Projektets elöverföring planeras ske med sjökablar till strandområde i Jakobstad och/eller Nykarleby och vidare med jordkablar fram till projektets elstation. Därifrån kommer elöverföringen att ske via luftledning (400 kV), som i så stor utsträckning som möjligt dras parallellt med de befintliga ledningskorridorerna. Projektområdet och överföringsalternativen visas i figurerna (Figur 1-1, Figur 1-2).

Vid fastställandet av omfattningen av vindkraftsprojektet Laine har man strävat efter att skapa alternativ som medför minsta möjliga olägenhet för användningen av området, för invånarna i närområdet och för miljön, men som ändå är produktionsmässigt och ekonomiskt lönsamma och genomförbara enligt förhandsbedömningar. Projektområdets gränser har utformats med hänsyn till kända naturvärden och markanvändningsmönster i området, vilka har utretts under MKB-processen. Placeringen av kraftverken och energiöverföringsrutternas sträckningar kommer att förfinas i den fortsatta planeringsprocessen, baserat på resultaten av MKB-processen, den motiverade slutsatsen och återkopplingen om projektet.

Nedan följer en beskrivning av de projektalternativ som kommer att granskas i MKB-processen, varav ett är att projektet inte genomförs (Tabell 3-1).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 3-1. Projektalternativ som granskas i det finska MKB-förfarandet.

Alternativ	Beskrivning
VE0	• Projektet genomförs inte: den havsbaserade vindkraftsparken byggs inte.
VE1	• På den havsbaserade vindkraftsparkens område placeras högst 150 kraftverk (Figur 1-1), med en total höjd på högst 370 meter och en enhetseffekt på högst 15 MW. Havsvindkraftsparkens areal är cirka 450 km^2. • Elektriciteten kommer att överföras till fastlandet via sjökablar och 3-8 havsbaserade elstationer kommer att byggas i området för den havsbaserade vindkraftsparken. Planerna omfattar också fem alternativa sjökabelsträckningar, varav några är uppdelade i underalternativ (MVE1a och b, MVE2a och b, MVE3, MVE4, MVE5a och b) till kusten (Figur 1-1). För sjökablarna (högst 10 st.) behövs högst två olika sträckningar till landföringspunkterna därifrån elen överförs till olika elstationer på fastlandet (Sandås och Hirvisuo). • Vindkraftverken ansluts till Fingrids befintliga och planerade elstationer, beroende på sjökabelrutten i Nykarleby- eller Karlebyområdet. Det finns 4 ruttalternativ av vilka en del är indelade i underalternativ (SVE1a och b, SVE2a och b, SVE3a och b, SVE4) (Figur 1-1). För att ansluta till elnätet behövs högst två 400 kV kraftledningsrutter som leder till olika elstationer, Sandås och Hirvisuo. • Vätgasproduktion till havs kommer att ske antingen vid centraliserade havsbaserade stationer (3–8 st.) eller i en enhet som installeras längst ned i varje kraftverkstorn. Vätgasen leds till fastlandet via ett transportrör på havsbottnen. För vätgasledningen granskas tre alternativa sträckningar (VVE1, VVE2 och VVE3a, VVE3b). Den uppskattade årliga elproduktionen i projektet är cirka 11 TWh, vilket har använts som utgångspunkt för att bedöma effekterna av vätgasproduktionen.
VE2	• På den havsbaserade vindkraftsparkens område placeras högst 113 kraftverk (Figur 1-2), med en total höjd på högst 370 meter och en enhetseffekt på högst 25 MW. Havsvindkraftsparkens areal är cirka 450 km^2. • Elektriciteten kommer att överföras till fastlandet via sjökablar och 3-8 havsbaserade elstationer kommer att byggas i området för den havsbaserade vindkraftsparken. Planerna omfattar också fem alternativa sjökabelsträckningar, varav några är uppdelade i underalternativ (MVE1a och b, MVE2a och b, MVE3, MVE4, MVE5a och b) till kusten (Figur 1-2). För sjökablarna (högst 10 st.) behövs högst två olika sträckningar till landföringspunkterna därifrån elen överförs till olika elstationer på fastlandet (Sandås och Hirvisuo). • Vindkraftverken ansluts till Fingrids befintliga och planerade elstationer, beroende på sjökabelrutten i Nykarleby- eller Karlebyområdet (MKB-dokumentet Del B). Det finns 4 ruttalternativ av vilka en del är indelade i underalternativ (SVE1a och b, SVE2a och b, SVE3a och b, SVE4) (Figur 1-2). För att ansluta till elnätet behövs högst två 400 kV kraftledningsrutter som leder till olika elstationer, Sandås och Hirvisuo. • Vätgasproduktion till havs kommer att ske antingen vid centraliserade havsbaserade stationer (3–8 st.) eller i en enhet som installeras längst ned i varje kraftverkstorn. Vätgasen leds till fastlandet via ett transportrör på havsbottnen. För vätgasledningen granskas tre alternativa sträckningar (VVE1, VVE2, VVE3a, VVE3b). Den uppskattade årliga elproduktionen i projektet är cirka 11 TWh, vilket har använts som utgångspunkt för att bedöma effekterna av vätgasproduktionen.
MVE1a/VVE1	• Sjökabelsträckningen MVE1a börjar i vindkraftsparken och har landfäste vid Kanäs i Nykarleby. Vätgasledningsrutten VVE1 följer samma rutt som MVE1a. Sträckan är cirka 44,0 km lång.
MVE1b	• Sjökabelsträckningen MVE1b börjar i vindkraftsparken och har landfäste vid Kalholmsviken i Nykarleby. Sträckan är cirka 33,3 km lång.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Alternativ	Beskrivning
MVE2a	• Sjökabelsträckningen MVE2a börjar i vindkraftsparken och har landfäste vid Korsörudden i Nykarleby. Rutten är cirka 34,0 km lång.
MVE2b	• Sjökabelsträckningen MVE2b börjar i vindkraftsparken och har landfäste vid Brännskatagrundet i Nykarleby. Sträckan är cirka 31,2 km lång.
MVE3	• Sjökabelsträckningen MVE3 börjar i vindkraftsparken och har landfäste vid Pörkenäs/Nabba i Jakobstad. Sträckan är cirka 31,4 km lång.
MVE4/VVE2	• Sjökabelsträckningen MVE4 utgår från den havsbaserade vindkraftsparken och förs iland på den sydvästra sidan av Jakobstads industriområde (Alholmen). Vätgasledningsrutten VVE2 följer samma rutt som MVE4. Sträckan är cirka 36,6 km lång.
MVE5a/VVE3a	• Sjökabelsträckningen MVE5a utgår från den havsbaserade vindkraftsparken och förs iland på den norra sidan av Jakobstads industriområde (Alholmen). Vätgasledningsrutten VVE3a följer samma rutt som MVE5a. Sträckan är cirka 36,9 km lång.
MVE5b/VVE3b	• Sjökabelsträckningen MVE5b utgår från den havsbaserade vindkraftsparken och förs i land norr om Jakobstads industriområde (Alholmen) (cirka 800 meter sydost om landföringspunkten för MVE5a-sträckningen). Vätgasledningsrutten VVE3b följer samma rutt som MVE5b. Sträckan är cirka 35,9 km lång.
SVE1a	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE1a som börjar från landföringsplatsen MVE1a är 13,8 km, av detta består 0,4–8,5 km av jordkabel. Kraftledningen VVE1 (400 kV) utgår från elstation nr 1, 2 eller 3 (av vilka nr 2 är vätgaslager för vätgasledningsrutten VVE1 om vätgas produceras) i Nykarleby och ansluter till den nya planerade elstationen i Sandås.
SVE1b	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE1b som börjar från landföringsplatsen MVE1b är 18,5 km, av detta består 13,2 km av jordkabel. Kraftledningen (400 kV) börjar vid elstation nr 3 i Nykarleby och ansluter till den planerade nya elstationen i Sandås.
SVE2a	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE2a som börjar från landföringsplatsen MVE2a är 13,9 km, av detta består 8,6 km av jordkabel. Kraftledningen (400 kV) börjar vid elstation nr 3 i Nykarleby och ansluter till den planerade nya elstationen i Sandås.
SVE2b	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE2b som börjar från landföringsplatsen MVE2b är 16,2 km, av detta består 10,9 km av jordkabel. Kraftledningen (400 kV) börjar vid elstation nr 3 i Nykarleby och ansluter till den planerade nya elstationen i Sandås.
SVE3a	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE3a som börjar från landföringsplatsen MVE3a är 73,9 km, av detta består en km av jordkabel. Kraftledningen (400 kV) börjar vid elstation nr 4 i Jakobstad och ansluter till elstationen i Hirvisuo.
SVE3b	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE3b som börjar från landföringsplatsen MVE3b är 63,4 km, av detta består en km av jordkabel. Kraftledningen (400 kV) börjar vid elstation nr 4 i Jakobstad och ansluter till elstationen i Hirvisuo.
SVE4	• Den totala längden på elöverföringsrutten SVE4 som börjar från landföringsplatsen MVE4, MVE5a eller MVE5b är 45,6–48,1 km, av detta består 0,1–2,5 km av jordkabel. Kraftledningen (400 kV) utgår från elstation nr 5 (som vid produktion av väte är vätgaslager för vätgasledningsrutten VVE2 eller VVE3) i Jakobstad och ansluter till elstationen i Hirvisuo.

I miljökonsekvensbedömningen har de maximala konsekvenserna under uppförande och drift av projektet bedömts. Konsekvenserna efter att driften upphört har också granskats. Konsekvensbedömningarna för

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

vindkraftverken har gjorts för den teoretiska maximala kapaciteten och de maximala dimensionerna för det största kraftverksalternativet.

I båda projektalternativen (VE1 och VE2) produceras antingen el eller väte, eller möjligen båda, t ex i förhållandet 40 % väte och 60 % el. De största konsekvenserna under byggtiden beräknas orsakas av en projekthelhet där 100 procent el skulle produceras, eftersom det då skulle byggas ett större antal sjökablar (flera elkablar) jämfört med en projekthelhet där 100 procent vätgas skulle produceras och endast en vätgasledning, placerad i någon av rutterna VVE1–VVE3, skulle behövas. Dessutom har man bedömt de maximala konsekvenserna under drifttiden, som uppstår från en projekthelhet där 100 procent av den elektriska energin används för vätgasproduktion, vilket, förutom konsekvenserna av havsbaserad vindkraftsproduktion, skapar en värme- och saltbelastning på havsvattnet.

Beroende på vilken teknik för överföringskablar som väljs kan projektet behöva sammanlagt högst 10 sjökablar från vindkraftsparken till fastlandet. Kablarna behöver ett avstånd mellan 50 och 300 meter från varandra beroende på bottenförhållandena för att ett reparationsfartyg ska kunna arbeta säkert om en kabel går sönder. Avståndet mellan kablarna minskar när man kommer närmare stranden, och i landföringsområdet behöver kablarna omkring 80 meter utrymme, beroende på plats. Den typiska ytterdiametern på ett vätgasrör är cirka 60 cm och landföringsplatsen behöver en bredd på cirka 20 meter.

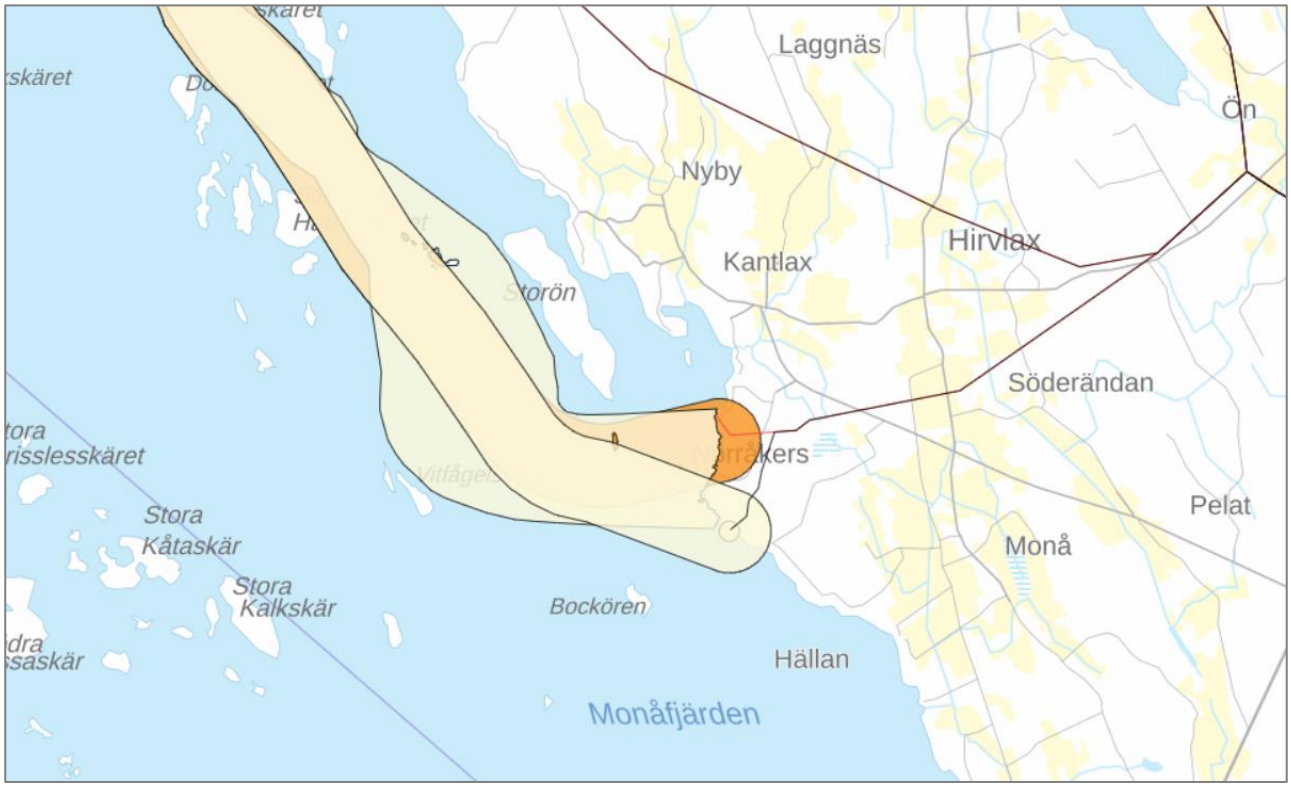
I en projekthelhet där 100 procent el skulle produceras skulle sjökablarna placeras i två olika MVE-rutter. För att ansluta till elnätet behövs därmed två olika SVE-rutter som leder till olika elstationer (Sandås och Hirvisuo). I konsekvensbedömningarna har hänsyn tagits till alla möjliga ruttkombinationer, som totalt är 20 till antalet.

3.3 Förändringar i projektet som gjorts efter MKB-programmet

Nedan beskrivs de alternativ som har uteslutits av teknisk-ekonomiska och miljömässiga orsaker eller tagits med för granskning efter MKB-programmet. Dessutom beskrivs de viktigaste förändringarna som gjorts i projektet i samband med övergången till MKB-dokumentfasen.

Energiöverföringsrutternas landföringspunkt har justerats för rutten MVE1a/VVE1, där landföringspunkten har flyttats mot söder. Nedan visas ändringen på kartan (Figur 3-1), där det orangea området beskriver ruttens tidigare landföringsplats och den röda linjen i ruttens bakgrund den tidigare början av elöverföringsrutten SVE1a. Ändringen efter MKB-programmet har gjorts baserat på responsen från Nykarleby stad gällande landföringsplatsen.

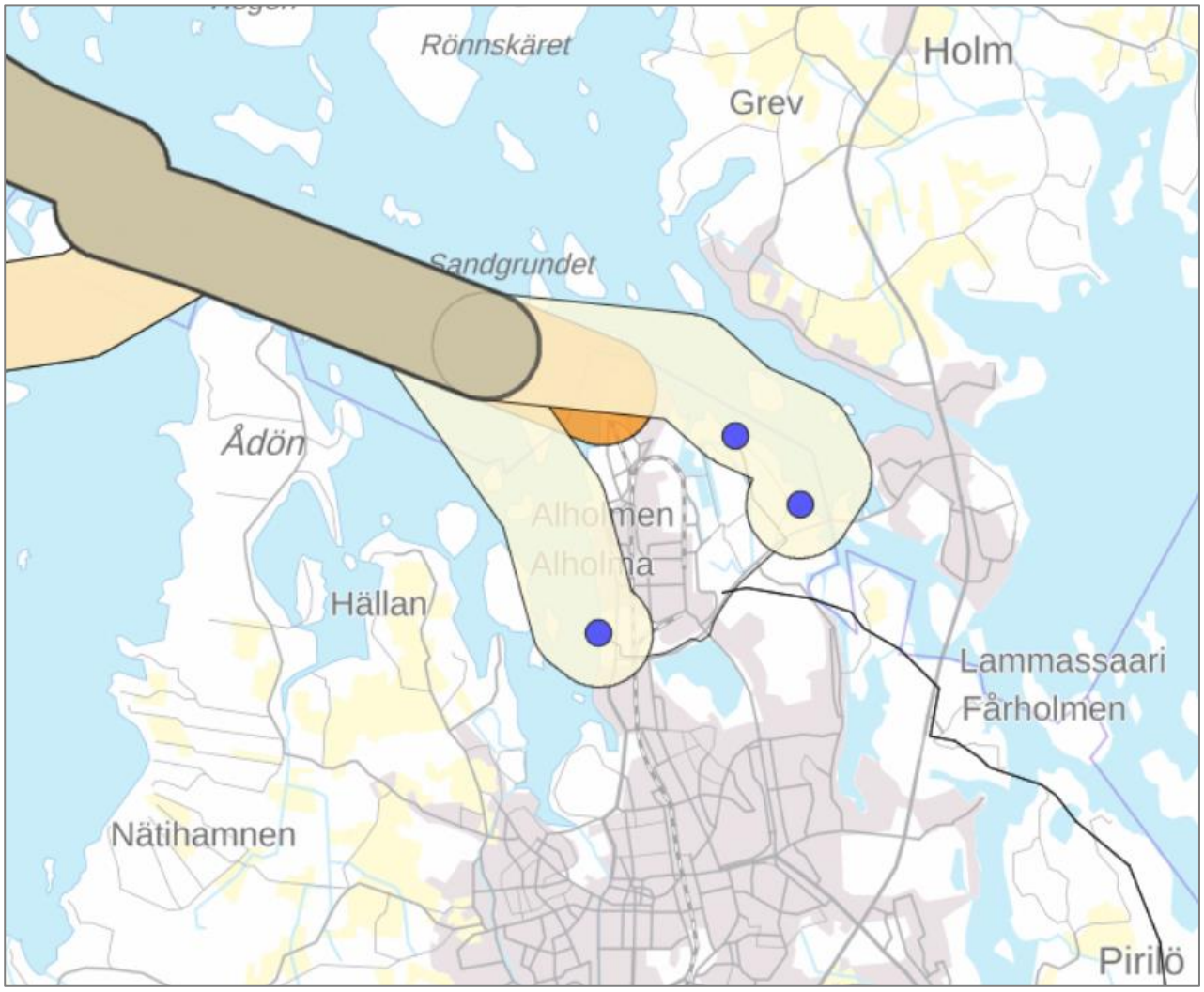
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 3-1. Flytt söderut av landföringsområdet för energiöverföringsrutt MVE1a/VVE1 efter MKB-programmet. Orange färg beskriver det tidigare planeringsläget.

Dessutom har det gjorts ändringar i landföringen av sjökablarna/vätgasledningen MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3, dessa visas i följande figur (Figur 3-2). I kartan visas det tidigare landföringsområdet i orange, dessutom utgick vätgasledningarna från olika platser i vindkraftsparken. I den rutt som nu presenteras i MKB-dokumentet utgår rören från samma plats, men går skilda vägar från ruttens mitt. Efter MKB-programmet gjordes en förändring för att kunna göra kabelkorridorerna smalare och mera enhetligare till MKB-dokumentet. Rutterna preciseras i den senare tekniska planeringen och tillståndsprocessen. I kartan (Figur 3-2) visas möjliga landföringspunkter med blå cirklar. Landföringsområdena för dessa sjökablar/vätgasledningar har ändrats baserat på den respons som erhållits från Jakobstads hamn och Jakobstads stad.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 3-2. Ändringar gällande sjökabel- och vätgasledningsrutterna MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3 som har gjorts i planeringen efter MKB-programmet. Orange färg beskriver det tidigare planeringsläget.

Energiöverföringsrutternas landföringsområden justerades som ett resultat av fältundersökningar, de smalnade då av till maximalt 80 meters bredd i landföringspunkten.

I projektet inkluderades dessutom ytterligare ett projektalternativ och därigenom bildades två projektalternativ: VE1 (150 kraftverk) och VE2 (113 kraftverk). Alternativen skiljer sig åt för såväl antal kraftverk som kraftverkens effekt.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

3.4 Tidplan

Det havsbaserade vindkraftsprojektet Laine befinner sig för närvarande i förprojekteringsfasen. Arbetet med projektets program för miljökonsekvensbedömning inleddes hösten 2021 och lämnades till kontaktmyndigheten i september 2022. Separata utredningar har utarbetats för projektområdet sedan 2021 och de har fortsatts under 2022–2023. Hösten 2022 inleddes MKB-dokumentskedet och de egentliga miljökonsekvensbedömningarna. Efter MKB-processen går projektet vidare till tillståndsfasen, om projektet beviljas utnyttjandetillstånd för området.

Projektets MKB-dokument lämnas till kontaktmyndigheten i april 2025. Kontaktmyndighetens motiverade slutsats fås inom två månader från det att tidsfristen för att lämna utlåtanden och framförande av synpunkter har löpt ut.

En lag om havsbaserad vindkraft i den ekonomiska zonen har beretts under perioden 2023–2024. Detta beror på att de nuvarande bestämmelserna i lagen om ekonomisk zon är dåligt anpassade till havsbaserade vindkraftsprojekt. Den nya lagen om den ekonomiska zonen trädde i kraft den 1.1.2025. Anbudsförfarandet för projektområdena kommer att genomföras av Energimyndigheten under 2025 och den första vinnaren av ett anbudsförfarande förväntas i slutet av 2026. Enligt den preliminära tidplanen skulle byggandet av vindkraftsparken därefter produktionen kunna inledas tidigast i början av 2030-talet.

Lagen om Finlands ekonomiska zon (1058/2004) reglerar projektverksamheter inom den ekonomiska zonen. Enligt 6 § i lagen om den ekonomiska zonen kan *"Statsrådet efter ansökan lämna samtycke till utnyttjande av naturtillgångar på havsbottnen och i dess underlag i den ekonomiska zonen liksom också till forskning som åsyftar detta och till att i den ekonomiska zonen idkas annan verksamhet som avser ekonomiskt utnyttjande av zonen (utnyttjanderätt)...".* Om byggande stadgas dessutom särskilt i lagens 7 §. Enligt den *"kan statsrådet efter ansökan lämna samtycke till att uppföra och använda konstgjorda öar, anläggningar och konstruktioner för de verksamheter som avses i 6 § samt sådana övriga anläggningar och konstruktioner som kan störa utövandet av de rättigheter som Finland enligt folkrätten har i den ekonomiska zonen..."*.

Laine-projektet har fått statsrådets samtycke 13.1.2022 (ANM/2022/3) till undersökningsverksamhet som syftar till ekonomiskt utnyttjande av Finlands ekonomiska zon. Den projektansvarige har med stöd av undersökningstillståndet utfört geofysiska och geotekniska undersökningar och utreder djupförhållandena på havsbottnen i undersökningsområdena samt strukturen på botten och underliggande skikt under åren 2022 och 2023.

OX2 har den 23 december 2022 ansökt hos statsrådet om utnyttjanderätt för området för Laineprojektet, så att OX2 skulle få en områdesreservation, dvs. en exklusiv rätt att utnyttja de områden som omfattas av projektet för havsbaserad vindkraftsproduktion. Den 2 maj 2024 beslutade regeringen att avslå samtliga 16 pågående ansökningar om utnyttjanderätt, inklusive en ansökan gällande Laine (statsrådets beslut ANM/2024/44). I beslutet anges bland annat att *"Statsrådets beslutsfattande enligt lagen om den ekonomiska zonen baseras enligt beslutet på en ändamålsenlighetsprövning. Lagens ordalydelse ger statsrådet (finska staten) omfattande prövningsrätt när det gäller utnyttjanderätt enligt kapitel 3 i lagen om Finlands ekonomiska zon. I statsrådets beslut har det bl.a. varit fråga om att göra en avvägning mellan olika aspekter av den enskilde sökandens/bolagets intressen och statens övergripande intresse i en situation där det finns intresse för samma projektområden i den ekonomiska zonen bland flera sökande. I lagen om ekonomiska zoner anges inte under vilka förutsättningar en utnyttjanderätt enligt kapitel 3 ska beviljas eller när en ansökan ska avslås. Statsrådets synsätt som talar för ett negativt beslut har varit övervägande i denna tillståndsprövning*."*(Statsrådet 2024*)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I enlighet med den finska statsministern Petteri Orpos regeringsprogram kommer Finland att främja havsbaserad vindkraft genom att sätta ett ambitiöst mål för havsbaserad vindkraftskapacitet 2035 och skapa en konkurrensfördel för Finland jämfört med Östersjöländerna. Lagen om havsbaserad vindkraft i den ekonomiska zonen (934/2024) och de lagar som har samband med den trädde i kraft den 1 januari 2025. Den nya lagen syftar till att främja havsbaserad vindkraft genom att skapa tydliga spelregler för den ekonomiska zonen. Den ekonomiska zonen utgör internationellt havsområde, som den finska staten har rätt att utnyttja ekonomiskt. Enligt lagen är det statsrådet som beslutar om vilka områden som är lämpliga för havsbaserad vindkraft och om konkurrensutsättning av dem. När regeringen väljer ut platser tar den hänsyn till annan användning av havet, till exempel sjöfart, fiske och andra havsbaserade vindkraftsprojekt, samt till miljöfaktorer som helhet. Operatören kommer att väljas ut genom en öppen och transparent upphandling som organiseras av Energimyndigheten. Både kvalitativa faktorer och det erbjudna priset spelar en roll i valet av vinnande anbudsgivare. Vinnaren av anbudsförfarandet kommer att ha ensamrätt att hos statsrådet ansöka om utnyttjandetillstånd för ett visst område. Utnyttjandetillståndet beviljas av statsrådet.

Ett havsbaserat vindkraftsprojekt förutsätter tillstånd för vattenhushållning enligt vattenlagen (587/2011). Tillstånd kan beviljas först när MKB-processen har avslutats.

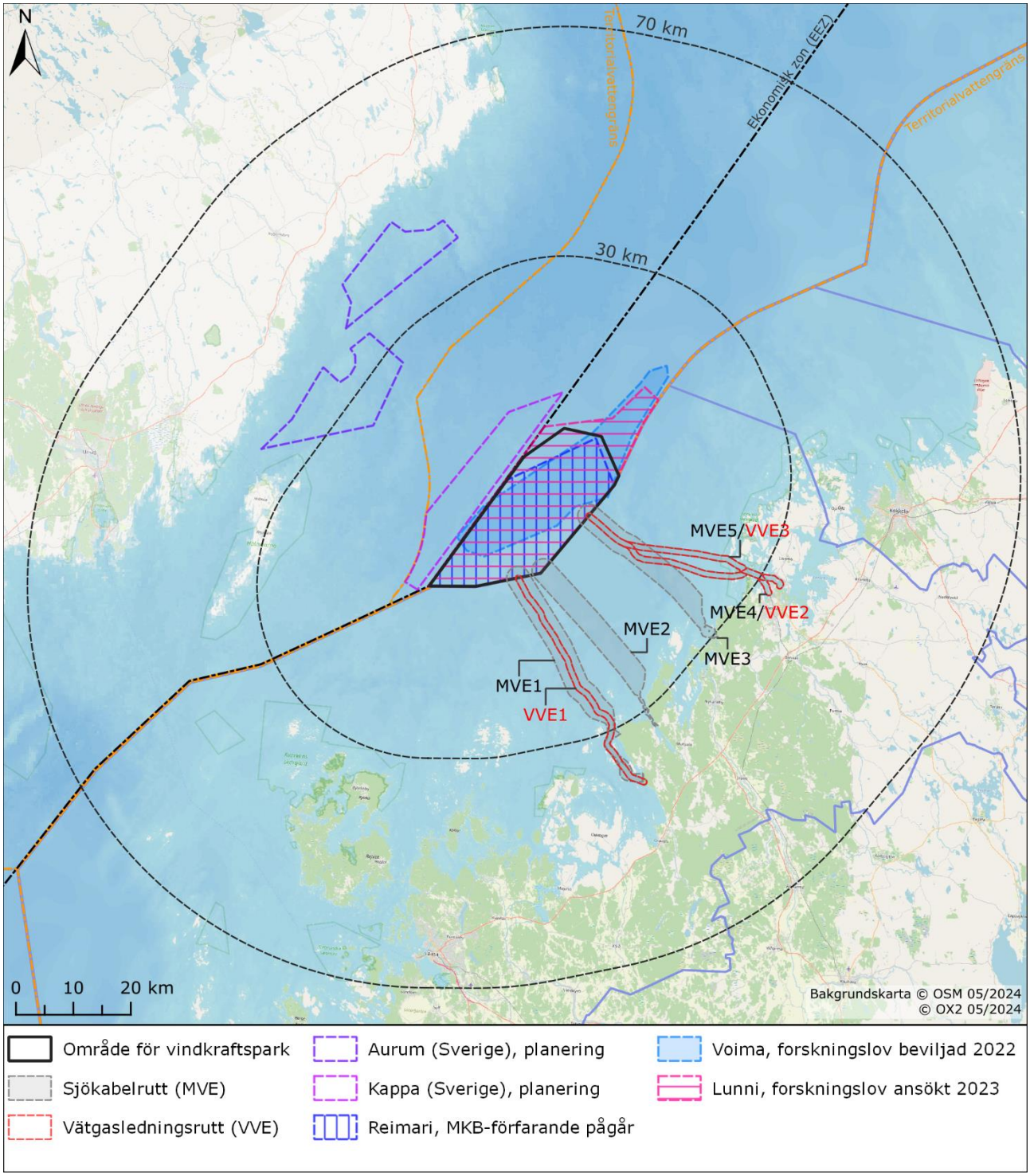
3.5 Andra kända och pågående projekt

De övriga officiellt kända och pågående projekten på den svenska sidan som är relevanta för bedömning av gränsöverskridande konsekvenser beskrivs nedan. De havsbaserade vindkraftsparker som planeras i Finlands ekonomiska zon och territorialvatten bedöms inte medföra direkta gränsöverskridande konsekvenser tillsammans med Laine, eftersom de är belägna på mer än 90 km avstånd från Laines projektområde.

Alla officiellt pågående och kända havsbaserade vindkraftsprojekt i närområdet visas i följande figur (Figur 3-3). Bedömningen av samverkande konsekvenser presenteras i anslutning till varje konsekvensbedömningskapitel som ett eget stycke. I konsekvensbedömningen har endast de projekt beaktats som det har erhållits tillräckliga uppgifter om och som det pågår ett officiellt förfarande om, såsom planläggning eller miljökonsekvensbedömning. Projektens status i såväl Finlands som Sveriges ekonomiska zoner förändras ständigt i viss mån, och i denna bedömning har projekt enligt de uppgifter som erhållits vid uppgörandetillfället beaktats. I bedömningen av samverkande konsekvenser är det inte möjligt att beakta sådana projekt där till exempel endast projektområdets gränser är kända.

Ett sammandrag av bedömningen av samverkande konsekvenser presenteras senare i kapitel 9.17.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 3-3. Havsbaserade vindkraftsprojekt i närheten av vindkraftsparken Laine. Källa: Finska Vindkraftföreningen rf 2023a, arbets- och näringsministeriet 2024, gränserna för projektområden på den svenska sidan har erhållits av projektutvecklarna. Avgränsningen av Kappas projektområde grundar sig på material från samrådsförfarandet 2023 (Njordr Offshore Wind AB 2022).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

3.5.1 Andra havsbaserade vindkraftsprojekt i Finlands ekonomiska zon

I ett område som är nästan identiskt med Laine-projektet har tre andra vindkraftsoperatörer ansökt om undersökningstillstånd för havsbaserade vindkraftsprojekt, varav en också har inlett MKB-förfarandet. Nedan följer en beskrivning av dessa projekt, baserad på offentligt tillgängliga uppgifter. Projekten är alternativ till Laine-projektet och därför kan endast ett projekt gå vidare till tillståndsfasen.

Skyborn Renewables Offshore Finland Oy planerar att bygga en ny havsbaserad vindkraftspark **Reimari** i Finlands ekonomiska zon utanför Karleby, Jakobstad och Nykarleby. Vindkraftsparken är belägen cirka 25 kilometer från den finska kusten och cirka 40 kilometer från den svenska kusten. De närmaste orterna på fastlandet till vindkraftsparken är Larsmo (ca 33 km), Jakobstad (ca 35 km), Nykarleby (ca 37 km) och Karleby (ca 45 km). Vattendjupet i området varierar från cirka 20 meter till 60 meter. Vindkraftsparkens areal är 405 km^2. Vindkraftsprojektet Reimari omfattar högst 120 kraftverk, med en maximal höjd på 390 m och en enhetseffekt på högst 30 MW. Vindkraftsproduktionen har en totaleffekt på högst 3,6 GW. I projektet bedöms också möjligheten till decentraliserad produktion av vätgas vid varje kraftverk eller centraliserat i 1–3 produktionsanläggningar till havs, vätgastransport till fastlandet samt transport till fastlandet av biprodukter som uppstår vid vätgasproduktionen, såsom syrgas. (*Skyborn Renewables Offshore Finland Oy 2022*)

I samband med projektet Reimari överförs från den havsbaserade vindkraftsparkens område till fastlandet el och/eller vätgas och syrgas längs olika kabel- och rörledningar (s.k. transportkorridorer). Elöverföringen sker med sjökablar från vindkraftverkens område och med 400 kV kraftledning på fastlandet. Det krävs 1–3 anslutningsstationer beroende på det projektalternativ som genomförs. (*Skyborn Renewables Offshore Finland Oy 2022*) Reimaris MKB-program har varit framlagt 14.10–12.12.2022 och kontaktmyndighetens utlåtande om MKB-programmet har lämnats 11.1.2023.

Ilmatar Offshore Ab:s (tidigare Ilmatar Energy Oy) undersökningstillstånd (VN/4390/2022-TEM-15) har erhållits 29.12.2022 (*Statsrådet 2022*). Projektområdet **Voima** är beläget i Finlands ekonomiska zon utanför Jakobstad och har storleken cirka 323 km^2.

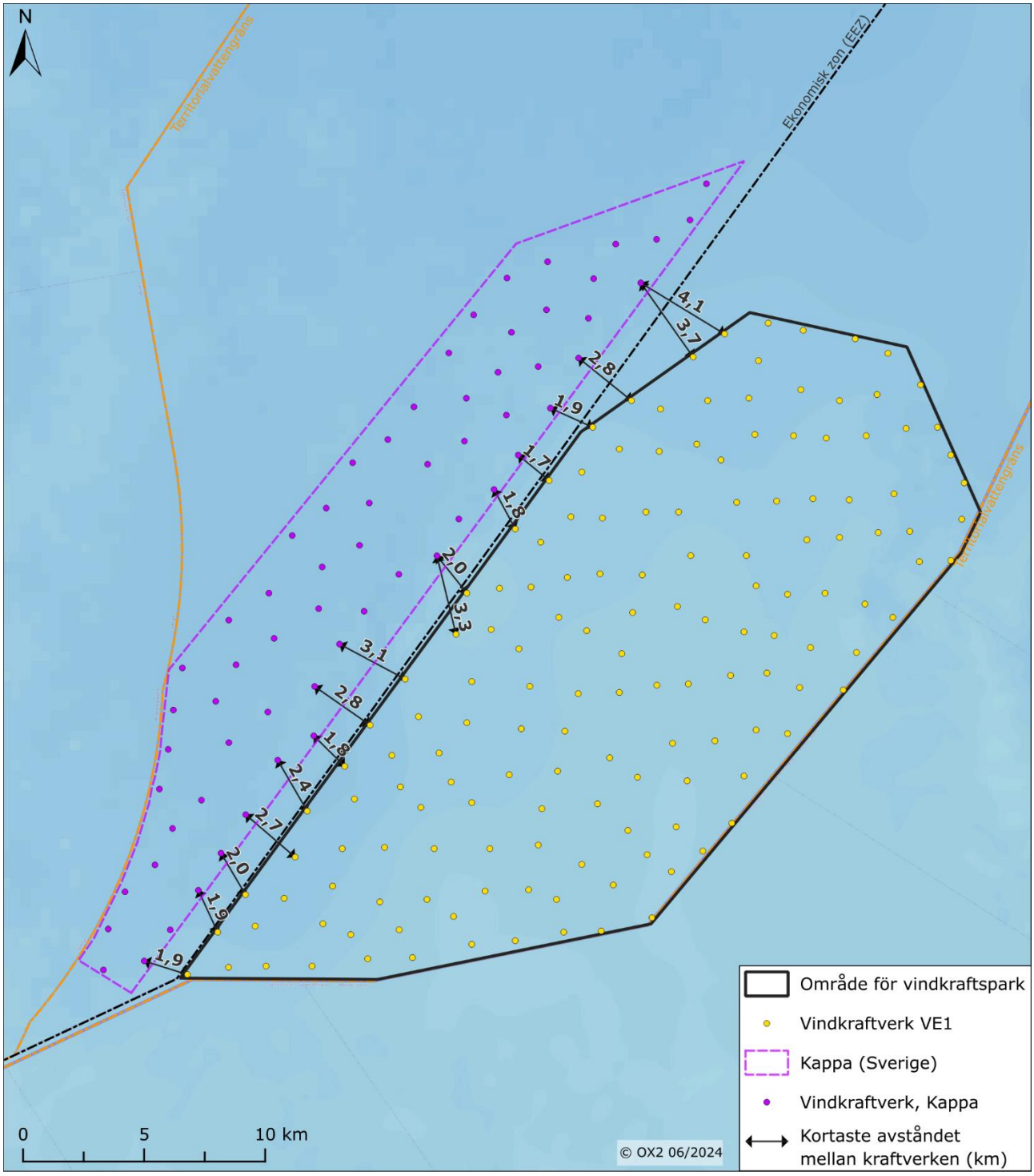
Dessutom har Suomen Hyötytuuli Oy anhängiggjort en ansökan om undersökningstillstånd (17.8.2023) i samma område och en ansökan om utnyttjanderätt (1.11.2023) för det havsbaserade vindkraftsprojektet **Lunni** OWF (*Statsrådet 2023*). Projektområdet ligger inom Finlands ekonomiska zon, utanför kommunerna Larsmo, Jakobstad, Nykarleby och Vörå i Bottenviken norr om Kvarken. Vindkraftsområdet som omfattas av ansökan ligger i djupzonen 23–70 m och täcker en yta på cirka 540 km^2. Den havsbaserade vindkraftsparken ligger cirka 30 km från Jakobstad, Tankar ligger cirka 29 km bort och Stubben på cirka 24 km avstånd.

3.5.2 Projekt på den svenska sidan

3.5.2.1 Kappa

I Sveriges ekonomiska zon väster om Laineprojektet planeras det havsbaserade vindkraftsprojektet Kappa. I detta MKB-dokument har bedömningen av samverkande konsekvenser mellan projekten Laine och Kappa gjorts med materialet från 2022 på vars grund Finland inledde det internationella samrådet 22.8.2023 (*Njordr Offshore Wind AB 2022*: antal kraftverk 74 st. och avstånd från närmaste kraftverk i Laine 1,7 km, Figur 3-4).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

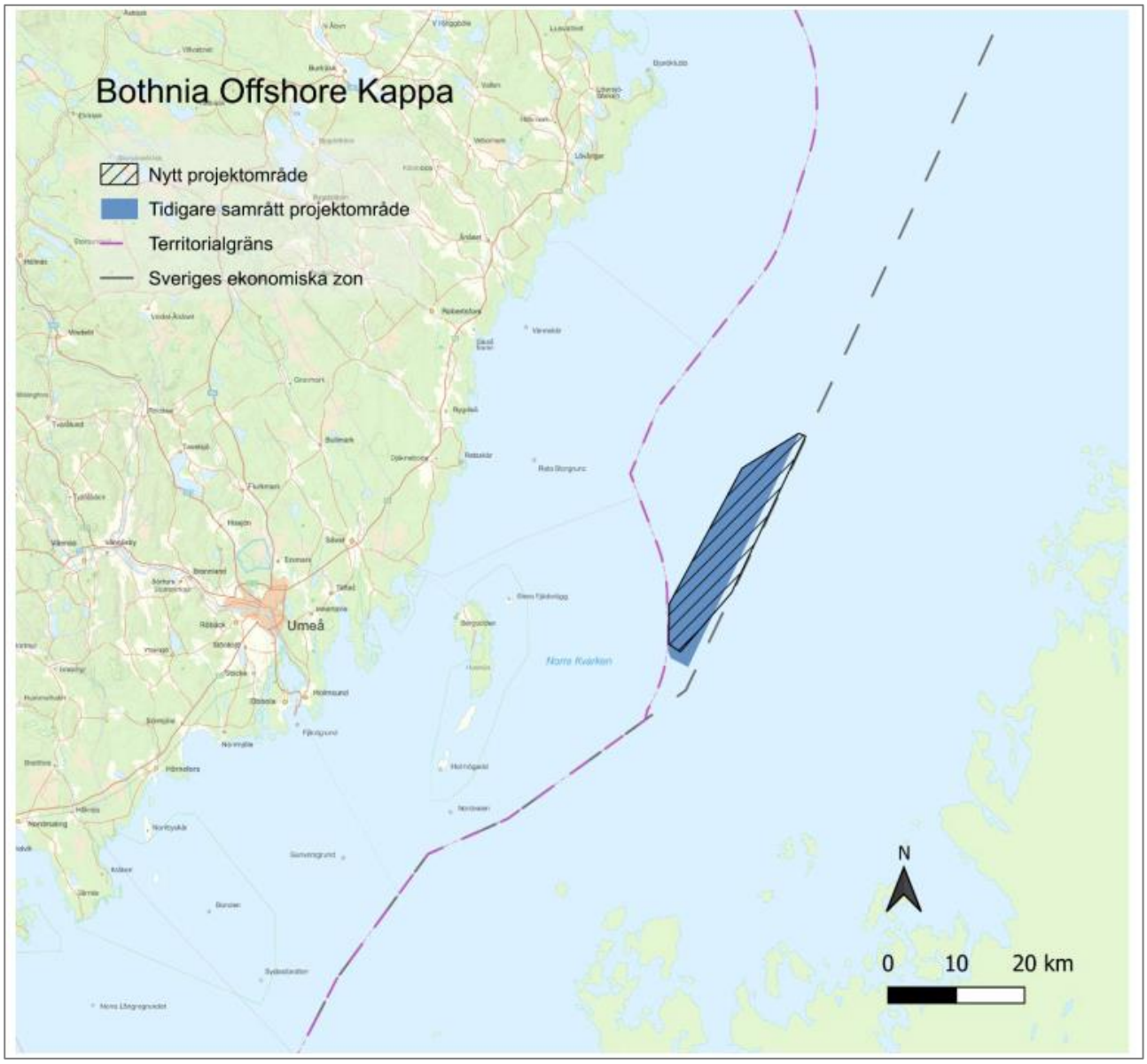


Figur 3-4. En noggrannare karta över avstånden mellan projektens kraftverk för bedömning av samverkande konsekvenser mellan projekten Laine och Kappa. Uppgifterna om placeringen av Kappas kraftverk grundar sig på e-postuppgifter: Njordr (nuvarande Statkraft) Offshore Wind AB 2023.

Kappas projektområde har ändrats 2024 så att det når den ekonomiska zonens gräns och ligger nu cirka 100 meter från Laines projektområde. Antalet kraftverk har minskats till 64 stycken, men den närmare kraftverksplaceringen fanns inte tillgänglig som geografisk information när detta MKB-dokument färdigställdes. Projektets planerade totaleffekt är 1 400 MW (tidigare 1 240 MW) och årsproduktionen ökade till

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5,6 TWh (tidigare 4,9 TWh). Den norra delen av Kappas projektområde ligger i Bottenvikens havsområde och den södra delen i den norra delen av Bottenhavets och Kvarkens havsområde. Den havsbaserade vindkraftsparkens byggperiod uppskattas till 2031–2033. (*Statkraft Offshore Wind AB 2024)*



Figur 3-5. Ett internationellt samråd ordnades 2023 om MKB-processen för den havsbaserade vindkraft-sparken Bothnia Offshore Kappa. Med samrådet som grund har projektområdet ändrats genom att minska området från söder och utvidga området mot öster, på grund av detta har ett nytt samrådsförfarande inletts. (Statkraft Offshore Wind AB 2024)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Figur 3-6. Exempel på kraftverksplaceringen i vindkraftsprojektet Kappa. (Statkraft Offshore Wind AB 2024)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

3.5.2.2 Aurum

Väster om Kappaprojektet på cirka 16,5 kilometers avstånd från Laineprojektet pågår Aurum Offshore AB:s havsbaserade vindkraftsprojekt Aurum *(Eolus 2023)*. Projektet är beläget inom Sveriges territorialvatten i Bottenhavet på cirka tre kilometers avstånd från den svenska kusten i Robertsfors och Skellefteå kommuners område i Västerbottens län. Vattendjupet i vindkraftsparkens utredningsområde är cirka 10–70 meter och i kablarnas utredningskorridorer cirka 0–70 meter. Den största delen av vindkraftsparkens utredningsområde och kablarnas tre utredningskorridorer är belägna i territorialhavet på Robertsfors kommuns område.

Projektområdets utredningsområde är indelat i två områden. Det norra utredningsområdet omfattar cirka 152 km² och det södra utredningsområdet omfattar cirka 198 km². Sammanlagt planeras högst 147 vindkraftverk på områdena, med en maximal höjd på 365 meter. Ett enskilt kraftverk har högst 30 MW effekt. Den planerade effekten uppskattas till cirka 2 200 MW och årsproduktionen till cirka 8,4 TWh. Ett alternativ är att använda elen helt eller delvis för vätgasproduktion, som bedöms uppgå till högst 170 000 ton per år.

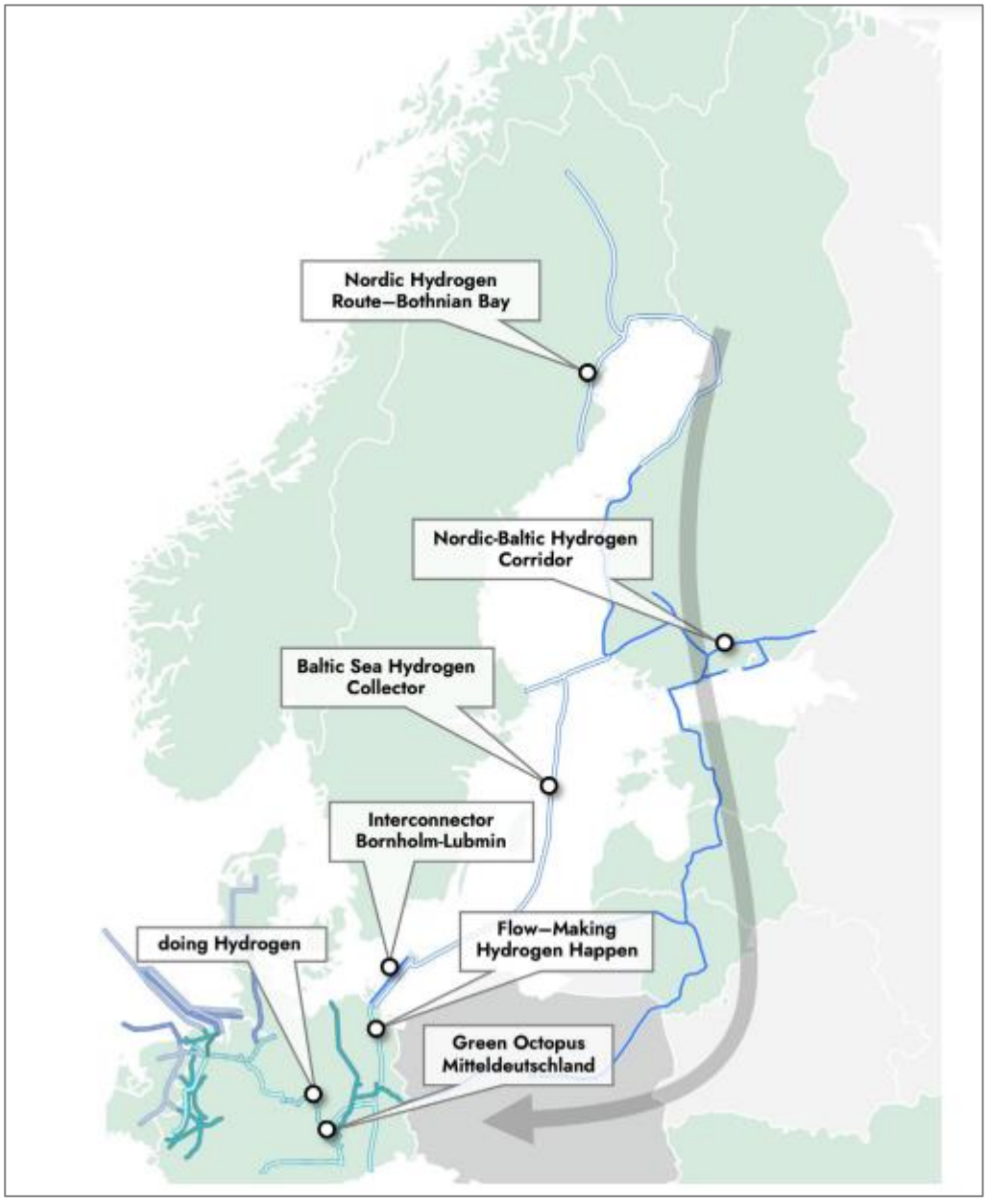
3.5.3 Internationellt vätgasledningsprojekt

Vätgasen som produceras i Laineprojektet kan antingen transporteras till fastlandet, vilket behandlas som en del av denna MKB-process, eller möjligen också till ett internationellt vätgasledningsnät, som inte granskas som en del av denna MKB-process, utan vid behov görs en egen MKB-process för det.

Projektet The European Hydrogen Backbone (EHB) strävar efter att främja vätgasekonomin genom att bygga ett vätgasledningsnät över statsgränserna i Europa för att uppnå EU:s vätgasmål. Projektet har som mål att främja koldioxidneutral elproduktion, vätgasnätverkets driftsäkerhet och samarbete mellan olika länder. För Finlands del är vätgasnätet planerat att byggas runt Bottenviken, så att vätgasen som produceras i vindkraftsprojektet skulle kunna matas in direkt i vätgasnätverket. (*EHB 2023*)

Enligt EHB-projektets preliminära planer skulle ledningen gå enligt kartan (Figur 3-7) från Sydvästra Finland till Åland och Sverige och vidare till Europa. Om vätgasen som produceras i Laineprojektet skulle transporteras till Europa via EHB-ledningen, skulle vätgasen i början av sträckan gå längs kusten på fastlandet till Sydvästra Finland och därifrån med en ledning på havsbotten till Åland. Därmed bedöms att inga egentliga samverkande konsekvenser uppstår, eftersom projektet skulle ersätta den vätgaslagring som tas upp i denna MKB-process, eftersom vätgasen skulle transporteras vidare direkt via ledningen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 3-7. Den preliminära planen enligt projektet The European Hydrogen Backbone (EHB) om en eventuell vätgasledningsrutt från Finland till Europa. (EHB 2023)

Dessutom utvecklar OX2 och Copenhagen Infrastructure Partners tillsammans med Gasgrid Finland Oy och Nordion Energi AB projektet Baltic Sea Hydrogen Collector (BHC) om ett omfattande vätgasledningsnät över statsgränserna. Avsikten är att vätgasledningsnätet ska förena Finland, Åland, Sverige, Danmark och Tyskland för att skapa en enhetlig vätgasmarknad. Det finns ännu inte tillgång till närmare kartor över nätverket. (*OX2 2022*)

3.5.4 Projektet Fast förbindelse mellan Finland och Sverige

Det har redan under många år funnits ett projekt från Vasa i Finland till Umeå i Sverige där det planeras för att bygga en fast förbindelse mellan länderna. Detta nämns i det utlåtande Umeå kommun lämnat om MKB-programmet. Projektplatsens webbplats: https://www.kvarken.org/projekt/fast-forbindelse/.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Det finns inte tillgång till närmare uppgifter eller rutt för projektet, så det granskas inte närmare i denna MKB-process. Om projektet skulle framskrida i framtiden, kan eventuella samverkande konsekvenser mellan det och Laineprojektet granskas till exempel i tillståndsfasen.

4 MKB-processen

4.1 Internationell MKB-process

Projektet ligger inom Finlands ekonomiska zon (Figur 2-1). Eftersom det havsbaserade vindkraftsprojektet har en potentiell internationell dimension iakttas Esboavtalet om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser (5 kap. samt 28 och 29 § i MKB-lagen 252/2017).

Ett internationellt avtal om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser har slutits genom den s.k. Esbokonventionen (Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context). Konventionen från FN:s ekonomiska kommission för Europa ratificerades av Finland 1995. Avtalet trädde i kraft 1997. I Finland har skyldigheterna enligt konventionen verkställts genom MKB-lagen samt genom förordning om ikraftträdande av konventionen om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser (FördrS 67/1997).

De avtalsslutande parterna har rätt att delta i förfarandet för miljökonsekvensbedömning i ett annat land om det projekt som bedöms kan få negativa miljökonsekvenser för det landet ("målstaten"). Ett havsbaserat vindkraftsprojekt hör inte direkt till de projekt i bilaga I till Esbokonventionen där det är fråga om internationellt samråd om projektet sannolikt har betydande gränsöverskridande skadliga konsekvenser. Miljöministeriet har dock på grund av eventuella internationella miljökonsekvenser bestämt ett förfarande enligt Esboavtalet för projektet.

I detta projekt är Finland upphovspart och Sverige är utsatt part. Miljömyndigheten i det land där projektet är beläget, det vill säga upphovsstaten, underrättar miljömyndigheterna i de utsatta staterna om att ett MKB-förfarande har inletts och frågar om de är villiga att delta i MKB-förfarandet. Om målstaten beslutar att delta i förfarandet ska den lägga fram det material om projektet som det land där den är belägen tillhandahåller offentligt för sina medborgare för deras synpunkter. Miljömyndigheten i målstaten samlar in synpunkterna och vidarebefordrar dem till den stat som ligger bakom projektet.

Vid internationellt samråd enligt Esbokonventionen fungerar miljöministerierna som behöriga myndigheter i Finland och Sverige. Miljömyndigheten ska vidarebefordra de synpunkter som erhållits till den nationella kontaktmyndighet som ansvarar för MKB-förfarandet, som i sitt eget yttrande ska beakta de synpunkter som lämnats.

Från Sverige har sexton utlåtanden på MKB-programmet inkommit. Beaktandet av utlåtandena i MKB-dokumentet och i detta dokument Bedömning av gränsöverskridande konsekvenser beskrivs i en separat bilaga 1.

I utlåtandena har bland annat följande konsekvenser uppmärksammats och följande krav framförts:

- För bedömning av konsekvenserna för fåglar måste omfattande utredningar göras på havet (födosökning, vila och flytt), kumulativa konsekvenser över hela Östersjön, flaskhalseffekt.
- Landskapskonsekvenser göras omfattande med utnyttjande av fotomontage (med beaktande av natt och flyghinderljus) och video, dessutom måste även Kvarkens världsarv och konsekvenserna för naturlandskapet beaktas
- Buller och skuggeffekt: även lågfrekvent buller måste beaktas i bullergranskningen

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

- Fiske och fiskars reproduktion: spridning av grumling och spridning av fasta substanser måste utredas, långsiktiga omfattande kumulativa konsekvenser i hela Östersjöområdet måste granskas, Torne älv och de svenska gränsälvarna, Öurans fiskehamn måste beaktas
- Konsekvenser och samverkande konsekvenser för farleder måste bedömas, omfattande riskbedömningar på internationell nivå måste göras, bedömning av konsekvenser för isbildning bedömas och framtida verksamhetsförutsättningar för isbrytare garanteras

4.1.1 Bedömning av gränsöverskridande konsekvenser allmänt

Detta dokument har bedömt de potentiella gränsöverskridande negativa konsekvenserna av projektaktiviteterna på Sverige. I bedömningen beskrivs sannolika, betydande gränsöverskridande konsekvenser. Sverige underrättas om projektet i enlighet med Esboavtalet och ges möjlighet att delta i samrådet.

En sammanfattning av bedömningen av gränsöverskridande konsekvenser ingår i dokumentationen för MKB-förfarandet. Denna sammanfattning har utarbetats i enlighet med bilaga II till Esbokonventionen. Konsekvensbedömningen har också utnyttjat EU:s *vägledning "Guidance on the Application of the Environmental Impact Assessment Procedure for Large-scale Transboundary Projects*"(Europeiska unionen 2024). Projektets gränsöverskridande konsekvenser samt både direkta och indirekta totala konsekvenser, har bedömts med hjälp av anvisningen. Vid bedömningarna av de totala konsekvenserna utnyttjas kvantitativa och kvalitativa bedömningar som gjorts inom olika delområden för att skapa en helhetssyn av projektets gränsöverskridande konsekvenser. I kapitel 9 beskrivs de metoder som används för att bedöma gränsöverskridande konsekvenser.

4.2 MKB-process i Finland

I Finland regleras MKB-processen genom MKB-lagen (252/2017) och MKB-förordningen (277/2017). MKB-processen tillämpas på projekt, och ändringar av dem, som sannolikt har betydande miljökonsekvenser. Syftet med MKB-lagen är att främja bedömningen av miljökonsekvenser och ett enhetligt beaktande av bedömningen vid planering och beslutsfattande. Samtidigt är syftet att öka tillgången till information och möjligheterna till medbestämmande för alla parter.

Projektets miljökonsekvenser ska utredas i en lagenlig bedömningsprocess i ett så tidigt skede som möjligt av projektplaneringen när alternativen ännu är öppna. En myndighet får inte bevilja tillstånd att genomföra ett projekt och inte heller fatta något annat därmed jämförbart beslut innan bedömningen har slutförts. I MKB-processen fattas inga beslut gällande projektet, utan dess mål är att ta fram information som grund för beslutsfattande.

Med deltagande i MKB-processen avses växelverkan vid miljökonsekvensbedömning mellan den projektansvarige, i Finland kontaktmyndigheten och andra myndigheter, dem vars förhållanden eller intressen kan påverkas av projektet samt sammanslutningar och stiftelser vars verksamhetsområde kan beröras av konsekvenserna av projektet. Ett centralt mål med deltagande är att samla åsikter från olika parter.

I Finland informerar kontaktmyndigheten om framläggande av MKB-programmet på sin webbplats. I kungörelsen anges var MKB-programmet finns framlagt i kommunen samt när utlåtanden och synpunkter om programmet senast ska lämnas. Under framläggningstiden kan samfund, boende och övriga berörda i närområdet framföra sina synpunkter om till exempel behovet av att utreda projektets konsekvenser samt om de uppgifter och planer som presenteras i MKB-programmet tillräckliga.

I MKB-dokumentet beskrivs deltagande under MKB-processen samt hur de synpunkter och ställningstaganden som erhållits under deltagandet har beaktats i de utredningar som gjorts. MKB-dokumentet kommer att vara framlagt och utlåtanden och synpunkter kan lämnas på samma sätt.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

4.3 Miljökonsekvensbedömning

I det första skedet av förfarandet för miljökonsekvensbedömning (MKB-processen) utarbetas ett program för miljökonsekvensbedömning (MKB-programmet), som är en plan (arbetsprogram) för hur MKB-processen ska organiseras och de utredningar som krävs för detta. MKB-programmet innehåller följande uppgifter:

- En beskrivning av projektet, dess syfte, planeringsfas, lokalisering, omfattning, markanvändningsbehov och projektets koppling till andra projekt.
- Uppgifter om den projektansvariga samt en uppskattning av projektets planerings- och genomförandetidplan.
- Projektets alternativ och nollalternativet.
- Uppgifter om de planer och tillstånd som projektets genomförande kräver.
- En beskrivning av miljöns nuvarande tillstånd och utveckling i det sannolika influensområdet.
- Ett förslag om identifierade miljökonsekvenser som ska bedömas (inklusive samverkan med andra projekt).
- Uppgifter om utarbetade och planerade utredningar gällande miljökonsekvenser samt om de metoder som används vid anskaffning och bedömning av materialet och anknytande antaganden.
- Uppgifter om kompetensen hos dem som utarbetar bedömningsprogrammet.
- En plan om hur bedömningsprocessen och tillhörande deltagande organiseras samt hur dessa ansluter till projektets planering.
- En uppskattning av tidpunkten när MKB-dokumentet färdigställs.

Miljökonsekvensbedömningsarbetet utförs i det andra skedet av MKB-processen i MKB-dokumentet som utarbetas på basis av MKB-programmet och kontaktmyndighetens utlåtande. I bedömningen granskas enligt MKB-lagen projektets miljökonsekvenser för:

- befolkningen samt människors hälsa, levnadsförhållanden och trivsel
- marken, markgrunden, vattnet, luften, klimatet, växtligheten och organismer samt för naturens mångfald
- samhällsstrukturen, materiell egendom, landskapet, stadsbilden och kulturarvet
- utnyttjandet av naturresurser samt för
- växelverkan mellan dessa faktorer.

Miljökonsekvensbedömningen fokuserar på sannolikt viktiga miljökonsekvenser av projektet. I projektet har man identifierat följande **viktigaste** miljökonsekvenser som bedömningsarbetet fokuserar på.

För havsområdet:

- påverkan på användningen av havsområdet, t.ex. sjöfart, fiskenäringar
- konsekvenser för vattenmiljön
- konsekvenser för fåglar
- konsekvenser för landskapet.

För landområden (ej relevant för detta dokument):

- konsekvenser för landskap och kulturmiljö
- konsekvenser för skogsbruket
- konsekvenser för naturvärden
- konsekvenser för människors levnadsförhållanden och rekreation

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Information om frågor som medborgarna och intressegrupper upplever som viktiga har fåtts bland annat i samband med informations- och samrådsförfaranden samt uppföljningsgruppsmöten.

I miljökonsekvensbedömningen har utöver konsekvenser under drift även konsekvenserna av anläggning och avveckling beaktats. I konsekvensbedömningen granskas miljökonsekvenserna av funktionerna inom projektområdet (område där havsvindkraftsparken, sjökabeln/vätgasledningen och kraftledningen placeras) och av de funktioner som sträcker sig utanför projektområdet. Konsekvenserna av att projektet inte genomförs har också bedömts (det s.k. nollalternativet). Dessutom har projektets eventuella samverkande konsekvenser med andra projekt som finns eller planeras i området granskats. Bedömningen har också belyst de osäkerhetsfaktorer och åtgärder för lindring av negativa konsekvenser som är förknippade med bedömningen, liksom planer för uppföljning av miljöpåverkan.

4.4 Avgränsning av granskningss- och influensområden i MKB-processen

Gränserna för de influensområden som används i den finska nationella miljökonsekvensbedömningen beskrivs nedan.

Utöver de avgränsningar gällande Finland som nämns nedan har man i detta dokument granskat projektets potentiella gränsöverskridande konsekvenser i enlighet med kraven i Esbokonventionen. I dessa fall sträcker sig granskningsområdet så långt som konsekvenserna kan uppskattas sträcka sig. Ytterligare information om avgränsningen av influensområdena har erhållits genom utredningar och simuleringar samt erfarenheter från andra liknande projekt.

I den första figuren (Figur 4-1) visas granskningsområden närmare projektområdet till ett avstånd på cirka 70 kilometer och i den andra (Figur 4-2) syns dessutom den svenska kusten och zoner ända till 100 kilometer.

Med granskningsområde avses här ett för varje konsekvensslag definierat område inom vilket den ifrågavarande miljökonsekvensen utreds och bedöms. Granskningsområdets omfattning beror på den granskade miljökonsekvensen. Man har strävat efter att göra granskningsområdena så stora att inga betydande miljökonsekvenser kan antas uppstå utanför området. Om det under bedömningsarbetet ändå framgår att någon miljökonsekvens har ett större influensområde än man i förväg bedömt, kommer granskningss- och influensområdets omfattning att definieras om för ifrågavarande konsekvens. Den egentliga definitionen av influensområden görs alltså som ett resultat av bedömningsarbetet i miljökonsekvensbeskrivningen. För miljökonsekvenserna har det preliminärt bestämts influensområden enligt följande:

Den havsbaserade vindkraftsparken och vätgasproduktionen bidrar positivt till ***klimatförändringen och luftkvaliteten*** genom att minska utsläppen av växthusgaser och andra rökgaser i elproduktionen. Grön vätgasproduktion har också positiva klimateffekter. Projektets negativa klimateffekter har bedömts genom att man beräknar koldioxidavtrycket, dvs. utsläppen av växthusgaser under projektets livscykel. Klimateffekterna har granskats på regional och global nivå.

Granskningsområdet för ***påverkan på markanvändningen*** från den havsbaserade vindkraftsparken och vätgasproduktionen är den havsbaserade vindkraftsparken och dess omedelbara omgivning. Konsekvenserna för markanvändningen av sjökabelsträckningarna och vätgasledningen har granskats i området för sträckningarna och i närområdet. Konsekvenserna för samhällsstrukturen och planläggningen granskas även som en del av en större helhet.

I fråga om **landskapet och kulturmiljöobjekten** har som granskningsområde preliminärt definierats ett avstånd av cirka 35 kilometer från vindkraftsparkens område. Även om kraftverken kan synas på längre avstånd är de visuella konsekvenserna för landskapsvärden eller olika miljötypers karaktär sannolikt inte

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

längre betydande på avstånd större än detta. I konsekvensbedömningen har vindkraftverkens konsekvenser för landskapet granskats vid objekt på som mest cirka 60 kilometers avstånd. Konsekvenserna har också bedömts med fotomontage som gjorts från den svenska kusten mot havet som grund.

Konsekvenserna för ***fornlämningar*** har granskats på de områden vars markanvändning ändras som en följd av byggande i anslutning till projektet och där konsekvenser kan uppstå. Bedömningen av direkta effekter har begränsats till den omedelbara närheten av byggarbetsplatserna, dessutom har potentiella indirekta effekter också beaktats, inklusive de som är relaterade till spridningen av fasta substanser. Inga gränsöverskridande direkta eller indirekta konsekvenser bedöms uppstå för fornlämningar.

När det gäller konsekvenser för ***vattenmiljön*** har det största influensområdet som erhållits i vattendragssimuleringen använts som granskningsområde. Influensområdet för förändringar av strömmar under vindkraftsparkens drifttid sträcker sig enligt modellen i genomsnitt till cirka 30–40 kilometers avstånd från vindkraftsparken, men i augusti som längst till mer än 100 km ända till den svenska kusten. De kraftigare och betydande konsekvenserna av muddringar och havsdeponering under byggtiden stannar dock inom ett mer begränsat avstånd, cirka 5–10 kilometer från byggområdet (vindkraftsparken och dess konstruktioner, energiöverföringsrutter, havsdeponeringsområden) och sträcker sig därigenom även till den svenska sidan.

Påverkan på ***fisk och fiske*** har beaktats i området för den havsbaserade vindkraftsparken och i området där grumling sprids under anläggningsfasen, som till stor del är begränsat till parkens område. Även vätgasproduktion, energitransportvägar och havsdeponeringsområden har beaktats. Den bredare regionala betydelsen av effekterna på det kommersiella fisket har också bedömts. Konsekvenserna för det kommersiella fisket bedöms bl.a. genom att man undersöker var befintliga fångstredskapsplatser finns i förhållande till den vindkraftspark som byggs. På basis av de fiskbeståndsinventeringar som görs i området har projektets konsekvenser för lekområden och vandringsleder för fisk bedömts. Hänsyn har också tagits till gränsöverskridande konsekvenser.

Konsekvenserna för ***naturen*** har bedömts inom havsvindkraftsparkens och de planerade energiöverföringssträckningarnas områden. För ***flyttfåglar*** har utöver projektområdet också fågelbeståndet som flyttar i dess närhet granskats, som bedöms utsättas för gränsöverskridande konsekvenser. Konsekvenser för ***skyddsområden*** har bedömts för de skyddsområden som ligger i projektområdets närhet och vars skyddsgrunder eventuellt påverkas av projektet.

Gränsöverskridande konsekvenser för ***mark och berggrund (bottenförhållanden)*** har granskats inom projektområdet och särskilt på de byggplatser dit vindkraftverk eller andra konstruktioner preliminärt lokaliseras, såväl till havs som på land. Inga direkta konsekvenser bedöms uppstå och indirekta konsekvenser blir mycket små.

I fråga om ***trafikkonsekvenser*** granskas de rutter på land och till sjöss som används vid transporter under projektets byggfas samt vid underhållsarbeten. Till havs är granskningsområdet vindkraftsparkens område samt havsområdet mellan det och fastlandet, där energiöverföringssträckningarna är belägna. Dessutom har havsområdet väster om Laine beaktats i nödvändig omfattning, som bedöms utsättas gränsöverskridande trafikkonsekvenser. När det gäller vägtransporter är granskningsområdet bland annat antagna transportrutter i Finland för material.

Konsekvenserna av ***buller, vibrationer och skuggfenomen (blänk)*** har granskats i fråga om vindkraftsparken i den omfattning som simuleringar visar att projektet orsakar påverkan. Granskningsområdet för påverkan beror också på vindkraftverkens läge i förhållande till bebyggelse och andra potentiellt känsliga objekt. Påverkan av lågfrekvent buller har bedömts genom simulering för närmaste eventuellt störda objekt. Undervattensbuller har också beaktats genom simulering. Bullersimuleringsområdet omfattar byggområdet och de omgivande havsområdena så långt att betydande bullereffekter inte längre kan upptäckas. Konsekvensbedömningen har också beaktat vätgasproduktion och energiöverföring samt havsdeponering

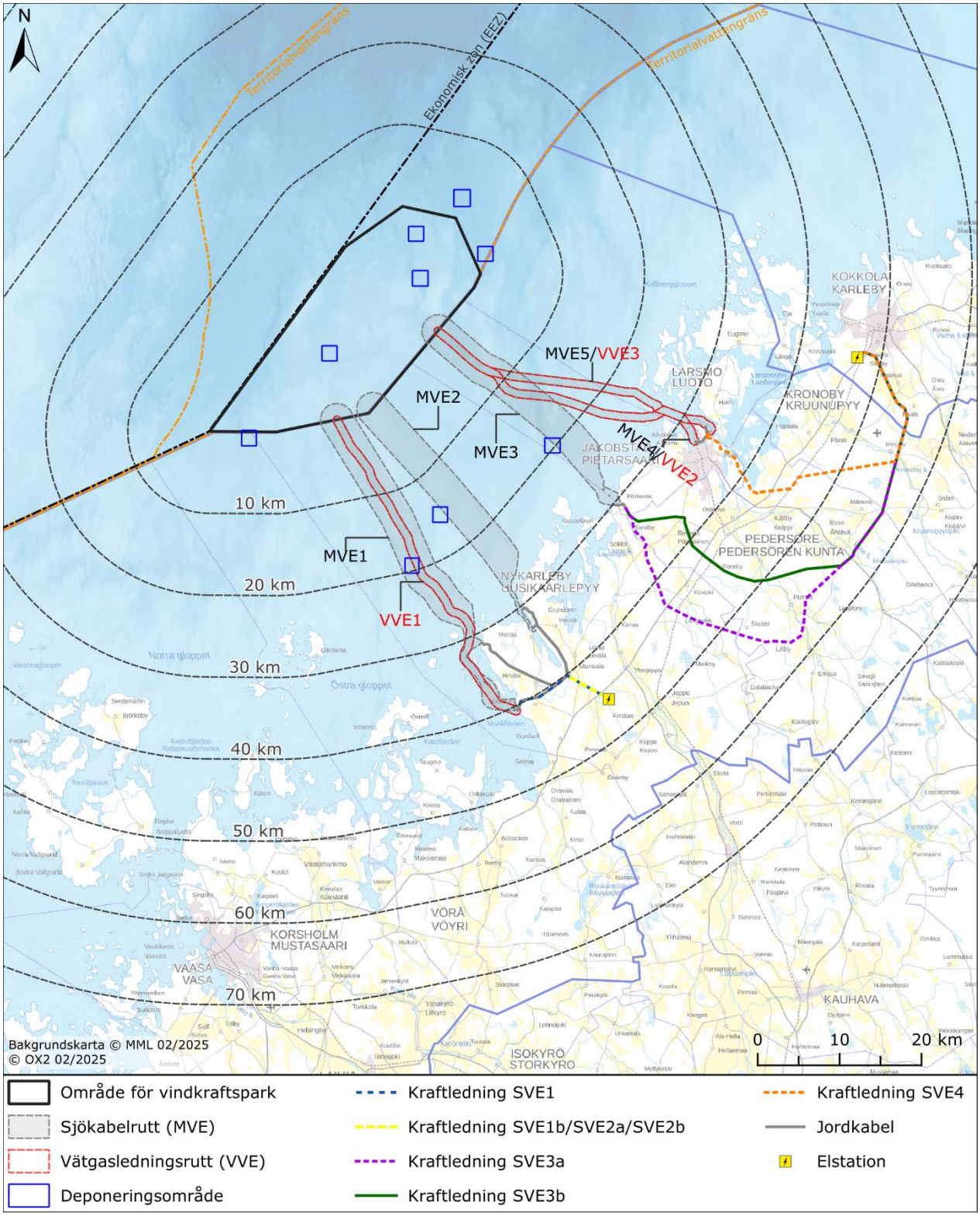
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

under byggtiden. Buller och vibrationer bedöms orsaka gränsöverskridande konsekvenser liksom skuggeffekter. Konsekvenserna av buller ovan vattenytan och skuggeffekter sträcker sig dock inte till de närmaste störda objekten på den svenska sidan beroende på det långa avståndet mellan projektområdet och den svenska skärgården och kusten.

Gränsöverskridande konsekvenser för ***människors levnadsförhållanden och trivsel*** har bedömts inom det område dit vindkraftsprojektets eventuella betydande konsekvenser (t.ex. störning orsakad av trafik under byggtiden och konsekvenser för landskapet under drifttiden) sträcker sig.

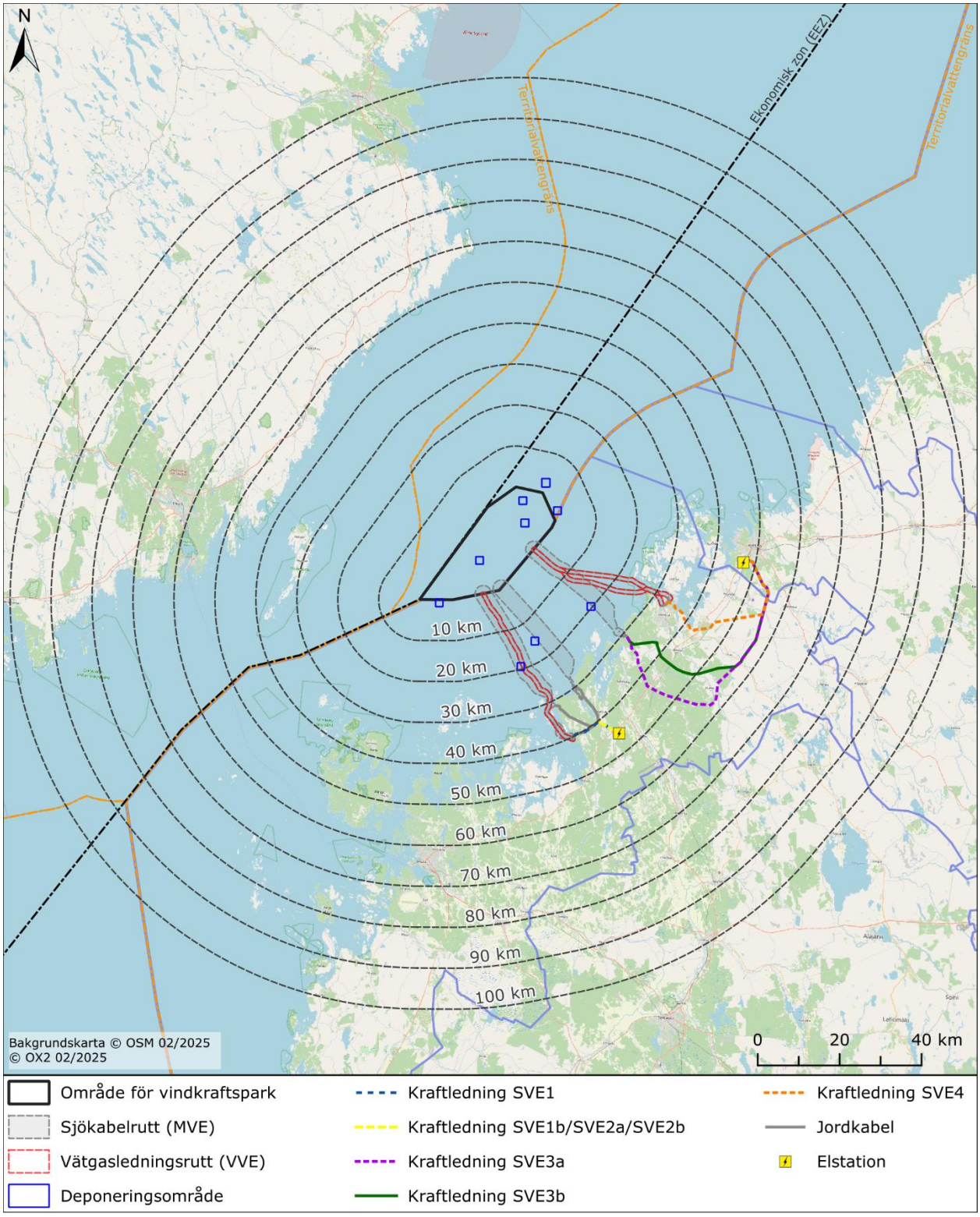
Konsekvenser för ***näringar*** (på t.ex. kommersiellt fiske) har bedömts inom projektområdet och inom ett område dit projektets eventuella gränsöverskridande konsekvenser, t.ex. konsekvenser för landskap och vattendrag, sträcker sig. Dessutom beaktas andra betydande objekt i närområdet där projektet kan ha konsekvenser för näringar som turismtjänster. Konsekvenser för ***ekonomin*** har bedömts på lokal, nationell och global nivå med beaktande bland annat av sysselsättningseffekter och köp av lokala tjänster.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 4-1. Illustration av granskningsområdenas omfattning gällande vindkraftsparken inom en radie på 70 kilometer.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 4-2. Illustration av granskningsområdenas omfattning gällande vindkraftsparken inom en radie på 100 kilometer.

Utöver de ovan nämnda begränsningarna granskas projektets eventuella **gränsöverskridande konsekvenser** i enlighet med kraven i Esbokonventionen. I dessa fall sträcker sig granskningsområdet så långt

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

som konsekvenserna kan uppskattas sträcka sig. Ytterligare information om avgränsningen av influensområdena har erhållits genom utredningar och simuleringar samt erfarenheter från andra liknande projekt.

Samverkande konsekvenser bedöms i den mån detta projekt bedöms orsaka samverkande konsekvenser med eventuella andra kända pågående projekt. Bedömningen av samverkande konsekvenser presenteras i anslutning till varje konsekvensbedömningskapitel som ett eget stycke. Ett sammandrag av bedömningen av samverkande konsekvenser presenteras senare i kapitel 9.17.

Med *samverkande konsekvenser* avses projektets konsekvenser tillsammans med andra befintliga och/eller godkända projekt som avses i MKB-lagen (252/2017). Samverkande konsekvenser definieras generellt som en situation där mindre och separata effekter inte var för sig orsakar betydande konsekvenser, men kan vara betydande tillsammans med andra konsekvenser i influensområdet (*Lohilahti 2020*). Samverkande konsekvenser består av liknande eller olika typer av effekter tillsammans med andra tidigare orsakade, aktuella eller rimligen förutsebara effekter. Exempelvis buller- och dammeffekter från flera källor kanske inte orsakar betydande miljökonsekvenser när de betraktas var för sig, men kan tillsammans orsaka samverkande konsekvenser när de riktar sig mot samma objekt.

I MKB-programmet ska den geografiska omfattningen av de miljökonsekvenser som ska bedömas definieras, som vid behov kommer att preciseras i MKB-dokumentfasen, t.ex. baserat på simulering. Typiskt sett är det geografiska granskningsområdet för samverkande konsekvenser relativt begränsat, t ex när det gäller landskapet i havsområdet till cirka 35 kilometer (baserat på siktområdesanalysen kan det utökas), medan det när det gäller bedömningen av kumulativa effekter till och med hela norra Europa föreslagits som granskningsområde. Kontaktmyndigheten för MKB-förfarandets tar i sitt utlåtande ställning till omfattningen av de influensområden som presenteras i MKB-programmet.

Med kumulativa miljöeffekter avses i denna MKB-process ackumulerade liknande effekter orsakade av mer än en havsbaserad vindkraftspark, vilka är riktade mot en viss del av miljön. Kumulativa miljökonsekvenser definieras som påverkan som ackumuleras i ett geografiskt brett område på grund av att flera projekt orsakar liknande utsläpp eller belastning.

I utlåtandena om MKB-processer krävs numera ofta mycket omfattande bedömning av de samverkande och kumulativa konsekvenserna av havsbaserade vindkraftsprojekt. Ur MKB-lagens och förordningens synvinkel ska de samverkande konsekvenserna med andra befintliga och/eller godkända projekt i alla fall utvärderas i varje pågående bedömningsprocess för miljökonsekvenser, på den nivå som är möjlig. I anslutning till den nationella MKB-lagstiftningen vore det viktigt att klargöra hur noggrant de kumulativa effekterna som omfattar till exempel hela Nordeuropa kan bedömas i en enstaka MKB-process. Inte ens på statlig nivå finns det till exempel någon enhetlig databas över alla pågående projekt och därmed är möjligheterna att utvärdera omfattande kumulativa effekter ganska begränsade i ett enskilt projekt.

Att utreda de kumulativa påverkansmekanismer som uppträder i geografiskt stora områden kräver år av forskningsarbete och internationellt samarbete, och en enskild projektutvecklare kan inte åta sig en sådan uppgift. Bedömningen av omfattande kumulativa effekter bör följaktligen ske i en myndighetsledd samverkan mellan olika projektutvecklare och inte i en enskild MKB-process. I en enskild MKB-process kan istället litteraturgenomgångar göras utifrån befintlig information på teoretisk nivå, bland annat genom att utnyttja till exempel observationer av vindkraftsparker till havs i Danmark i relevanta delar.

4.5 Särskilda utredningar som gjorts i projektet

Som en del av projektets MKB genomfördes följande utredningar under 2021–2024 för att stödja det befintliga materialet (bilagans nummer inom parentes hänvisar till bilagorna till Laines nationella MKB-dokument, som finns på webbplatsen ympäristö.fi miljo.fi/lainehavsvindkraftMKB; bilagorna till den internationella samrådssammanfattningen, dvs. detta dokument, anges separat i början av dokumentet):

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

- Lodning av havsområdet för att klarlägga bottenegenskaperna
- Växtlighets- och naturtypsutredningar till havs (bedömning av naturtillståndet under vatten utifrån befintliga data och som fältarbete, utredning av undervattensbiotoper) (del A bilaga 3)
- Fiskbestånds- och fiskeutredningar (del A bilagorna 8, 9 och 11)
- Fågelinventeringar (del A, ingen separat bilaga)
- Inventering av sediment och bottenlevande djur (del A bilagorna 4 och 5)
- Ström- och vattenkvalitetsmätningar i området för vindkraftsparken och sjökabel- och vätgasledningarna (del A bilagorna 4 och 5)
- Simulering av spridning av grumlighet, värme och saltvatten i havsområdet (del A bilaga 2)
- Siktområdesanalys (del A bilaga 1)
- Åskådliggörande av landskapspåverkan genom fotomontage (del A bilaga 1)
- Bullermodellering av buller ovan jord (del A bilaga 20)
- Simulering av undervattensbuller (del A bilaga 7)
- Simulering av blänk/simulering av skuggfenomen (del A bilaga 21)
- Boendeenkät (del A bilaga 10)
- Natura-behovsbedömningar/Natura-bedömningar (del A bilaga 13)
- Utredning av nuläget för sjöfarten och riskbedömning på dess grund (del A bilagorna 15–19)
- Konsekvensanalys för sjöfartens radarsystem och trådlösa kommunikationsnät (separat utredning lämnas endast till myndigheter)
- Utredning av regional ekonomi (del A, ingen separat bilaga)
- UXO-utredning om odetonerad ammunition (del A bilaga 24)
- Ekologisk riskbedömning (del A bilaga 6)
- Beräkning av växthusgaser (del A bilaga 14)

De ovan nämnda utredningarna och deras resultat beskrivs närmare i kapitlen om varje typ av konsekvens senare i detta dokument.

Utöver de ovan nämnda utreddes i samband med fågelinventeringar samt på basis av nulägesuppgifter populationerna av marina däggdjur inom projektområdet. Undervattensarkeologi- och kulturarvsutredningen gjordes i MKB-dokumentskedet på basis av nulägesuppgifter och kompletteras före vattentillståndsfasen med terrängkarteringar med den noggrannhet som behövs på områdena för vattenbyggande.

4.6 Lindrande av olägenheter och uppföljning av konsekvenser

Under bedömningsarbetet utreds möjligheterna att förebygga och begränsa projektets skadeverkningar med planering och genomförandemetoder. En utredning om åtgärder för att lindra skador ingår i MKB-dokumentet.

Enligt miljöskyddslagen ska verksamhetsidkaren vara medveten om miljökonsekvenserna av sin verksamhet. I samband med att konsekvenserna klarläggs upprättas till MKB-dokumentet ett förslag till innehåll för uppföljningsprogrammet för miljökonsekvenser. Uppföljningens mål är att

- generera kunskap om projektets konsekvenser
- klarlägga vilka förändringar som är en följd av projektets genomförande
- klarlägga hur konsekvensbedömningens resultat motsvarar verkligheten
- klarlägga hur åtgärder för att lindra skador har fungerat
- inleda nödvändiga åtgärder om det uppträder oförutsedda, betydande skador.

Ett mer detaljerat kontrollprogram för miljökonsekvenser presenteras senare i samband med ansökan om vattenhushållningstillstånd.

5 Teknisk beskrivning av den havsbaserade vindkraftsparken

5.1 Planeringsgrunder

Den havsbaserade vindkraftsparken Laine ligger i Finlands ekonomiska zon, som närmast omkring 35 kilometer väster om Jakobstad, 29 kilometer från kusten (Figur 5-1 och Figur 5-2). Den havsbaserade

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

vindkraftsparkens område är cirka 450 km^2 stort, och områdets djup varierar mellan 18 och 70 meter (Figur 5-3). Den totala effekten för den havsbaserade vindkraftsparken är cirka 2,3–2,8 GW.

Vindkraftsparken består av högst 150 vindkraftverk som installeras på fundament i havet (VE1, Figur 5-1) (VE2, 113 vindkraftverk, Figur 5-2). Vindkraftverkens totala höjd över havet är högst 370 meter och avståndet mellan kraftverken i huvudvindriktningen är mer än 2 kilometer. I andra riktningar kan avståndet mellan kraftverken vara mindre, ungefär 1,5 km. I vissa situationer kan avståndet mellan kraftverken också vara mindre än 1,5 km, men minst 1 km, t.ex. i situationer där vissa områden måste undantas från kraftverk på grund av havsbottenförhållanden. Förutom kraftverken omfattar den havsbaserade vindkraftsparken också intern elöverföring, dvs. elkablar mellan kraftverken och havsbaserade transformatorstationer.

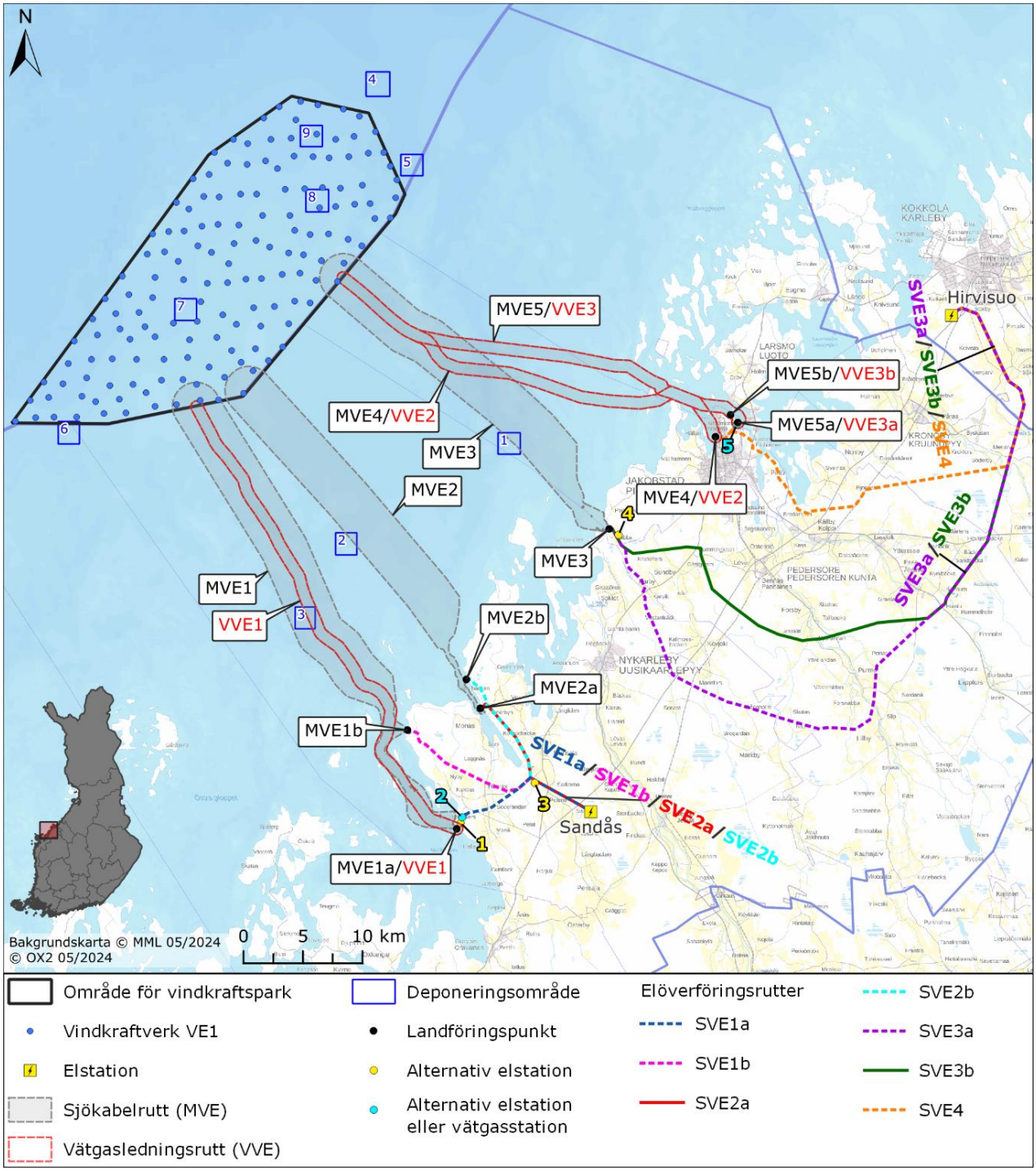
El som produceras till havs förs i land från havsbaserade elstationer via sjökablar. För sjökablarna granskas fem alternativa sträckningar, där två väljs ut för genomförande och vissa har alternativa landföringsplatser (MVE1a, MVE1b, MVE2a, MVE2b, MVE3, MVE4, MVE5a, MVE5b). Högst 5 kablar kommer att placeras på en sjökabelsträckning. På fastlandet överförs elen med jordkablar i strandområdet till projektets transformatorstation på fastlandet, varifrån den överförs via stolpmonterade kraftledningar (MKB-dokumentet del B) till stamnätet. Området för vindkraftsparken till havs och de olika alternativen för elöverföring som ingår i den beskrivs på kartan i figurerna nedan (Figur 5-1 och Figur 5-2).

I projektet kan också vätgas produceras till havs. Vätgas kan produceras antingen i centraliserade vätgasstationer (upp till 3–8 stationer i vindkraftsparksområdet) eller av en enhet som installeras längst ned i varje torn på varje havsbaserat vindkraftverk. Överföring av vätgas från vindkraftsparksområdet till fastlandet sker med vätgasledning som har tre alternativ, VVE1, VVE2 och VVE3, varav en kommer att väljas. Väteekonomin har behandlats närmare i kapitlet 6. **I båda projektalternativen (VE1 och VE2) produceras antingen el eller vätgas, eller möjligen båda, t ex i förhållandet 40 % vätgas och 60 % el. I miljökonsekvensbedömningen har de maximala konsekvenserna av byggande, drifttid och rivning bedömts. De största konsekvenserna under byggtiden beräknats orsakas av en projekthelhet där 100 procent el skulle produceras, eftersom det då skulle byggas ett större antal sjökablar (högst 10 st.) jämfört med en projekthelhet där 100 procent väte skulle produceras och endast en vätgasledning skulle behövas. Dessutom har man bedömt de maximala konsekvenserna under drifttiden, som uppstår från en projekthelhet där 100 procent av den elektriska energin används för vätgasproduktion (11 TWh), vilket, förutom konsekvenserna av havsbaserad vindkraftsproduktion, skapar en värme- och saltbelastning på havsvattnet.**

Den mängd energi som produceras av den havsbaserade vindkraftsparken beror på kraftverkens enhetseffekt och antal, lokala vindförhållanden, de vindförluster som kraftverken orsakar varandra och de förluster som elöverföringen medför. Effekten i ett enstaka kraftverk uppskattas till mellan 15 och 25 MW och parkens beräknade årsproduktion är cirka 11 000 000 MWh (11 TWh).

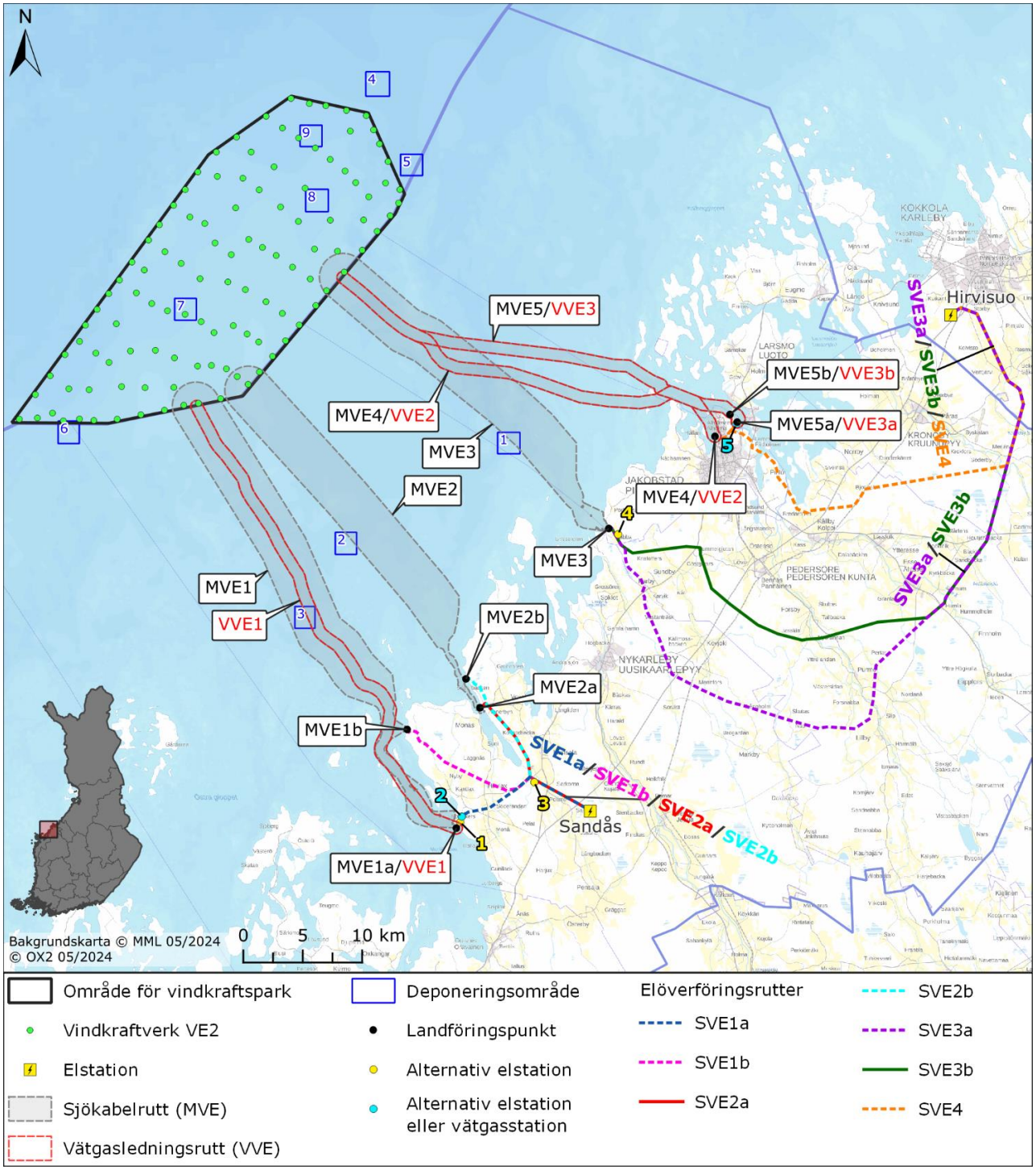
När det gäller de olika typerna av påverkan från havsbaserad vindkraft varierar orsaken till påverkan från en typ av påverkan till en annan. Exempelvis är kraftverkseffekt en avgörande faktor för få typer av påverkan. Istället är effekterna mer relaterade till exempelvis kraftverkens yttre dimensioner, deras placering, kraftverkets ljudemissionsnivå eller storleken på fundamentet. De simuleringar som gjorts och de projektdata som använts i detta MKB-förfarande har utförts i syfte att uppskatta den maximala påverkan för varje typ av påverkan. Till exempel har den största fundamenttypen som orsakar mest grumling använts vid simulering av grumlingsspridning. I bullersimuleringen för byggtiden har installation av pålfundament bedömts, som alstrar mest buller.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



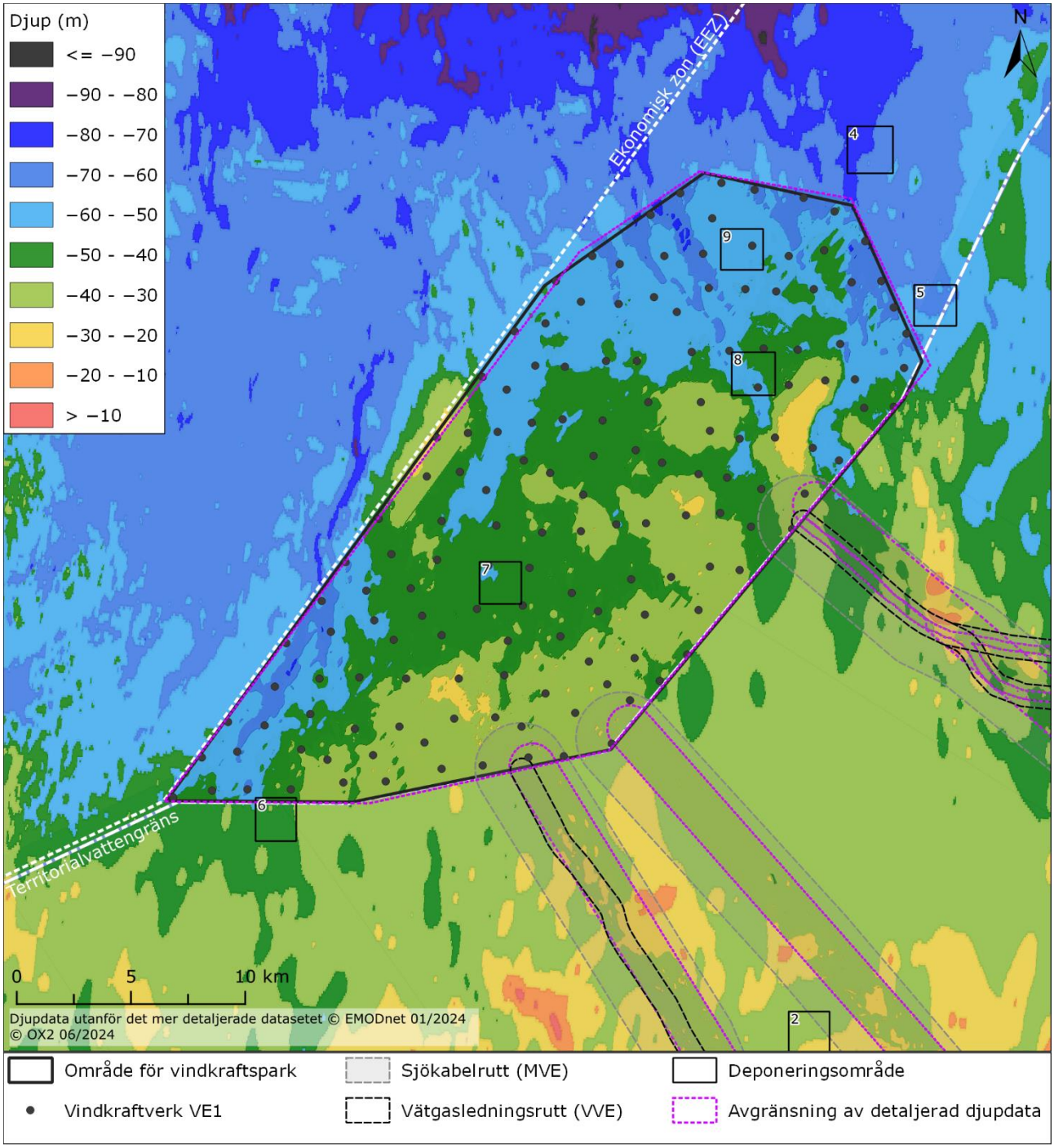
Figur 5-1. Projektområdets läge. Den havsbaserade vindkraftsparkens områdesavgränsning (VE1, 150 vindkraftverk), sjökabelsträckningar, vätgasledningssträckningar, deponeringsområden under byggtiden samt elstationer, vätgaslagringsområden och elöverföringsrutter på fastlandet. De sjökabel- och vätgasledningssträckningar som visas på kartan är högst 4 kilometer breda korridorer, inom vilka de slutliga sjökabelsträckningarna som preciseras under planeringens gång är placerade.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 5-2. Projektområdets läge. Den havsbaserade vindkraftsparkens områdesavgränsning (VE2, 113 vindkraftverk), alternativa sjökabelrutter, vätgasledningsrutter, deponeringsområden under byggtiden samt elstationer, vätgaslagringsområden och elöverföringsrutter på fastlandet. De sjökabel- och vätgasledningssträckningar som visas på kartan är 4 kilometer breda korridorer, inom vilka de slutliga sjökabelsträckningarna som preciseras under planeringens gång är placerade.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



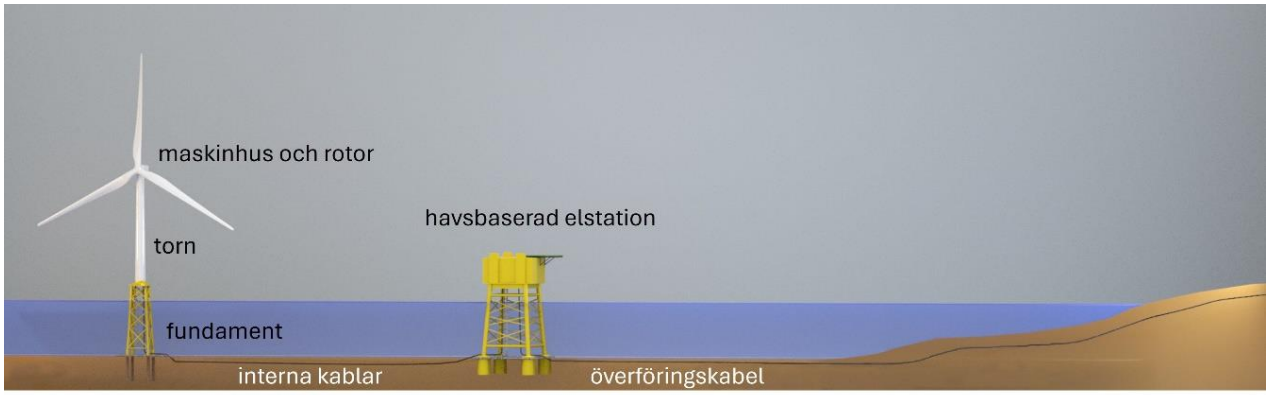
Figur 5-3. Djupdata för den havsbaserade vindkraftsparken. Kartan visar också funktioner i den havsbaserade vindkraftsparken.

Den havsbaserade vindkraftsparken består av vindkraftverk som är monterade på fundament som är fästa på havsbottnen på olika sätt, samt interna kablar som kopplar samman vindkraftverken. Kablarna har, beroende på omständigheterna, antingen lagts på botten eller grävts ned i havsbottnen och är utrustade med en fiberkabel för informationsöverföring till vindkraftverken. De interna kablarna från vindkraftverken är anslutna till en havsbaserad elstation och projektets elstationer är i allmänhet anslutna till varandra. En havsbaserad elstation omfattar elektriska apparater såsom transformatorer, kopplingsanordningar och

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kompensationsutrustning, för att höja spänningen till en högre nivå så att elen kan överföras effektivt (Figur 5-4) (MKB-dokumentet Del B).

Från havselstationen till fastlandet sker elöverföringen med det antal överföringskablar som behövs, högst 10 st. Överföringskablarna från havet leds på fastlandet till en elstation, från vilken elöverföringen fortsätter med en 400 kV luftledning ända till stamnätets anslutningspunkt.



Figur 5-4. Ett exempel på de olika delarna i en havsbaserad vindkraftspark (OX2 2021).

5.2 Havsbaserade vindkraftverk

Ett havsbaserat vindkraftverk består av ett torn, ett maskinhus, ett nav och en rotor och installeras på ett fundament som är fäst på havsbottnen. Den el som varje vindkraftverk producerar överförs med vindkraftsparkens interna kablar till en havsbaserad elstation. Vindkraftsparkens interna kablar ligger på havsbottnen mellan vindkraftverken och optokabeln i dem som används som förbindelselänk till vindkraftverken.

De mest effektiva och hittills mest byggda vindkraftverken är horisontala vindkraftverk med tre blad. Vindkraftverkets detaljerade konstruktion beror på modellen och tillverkaren.

Vindkraftverken börjar generera el vid en vindhastighet på ca 3 m/s och når maximal produktion vid vindhastigheter på 10–14 m/s. Vindkraftverken genererar el vid vindhastigheter upp till ca 30 m/s. Anläggningarna är konstruerade så att de automatiskt stängs av när vindhastigheten överstiger denna nivå och på så sätt skyddar sig mot haveri.

De havsbaserade vindkraftverk som nu är tillgängliga har en planerad livslängd på 20–25 år, men genom att förnya maskineri och komponenter kan den förlängas såvida skicket för övriga konstruktioner såsom torn och fundament så tillåter. På grund av den snabba teknikutvecklingen beräknas livslängden till 35-40 år vid tidpunkten för uppförandet av den havsbaserade vindkraftsparken.

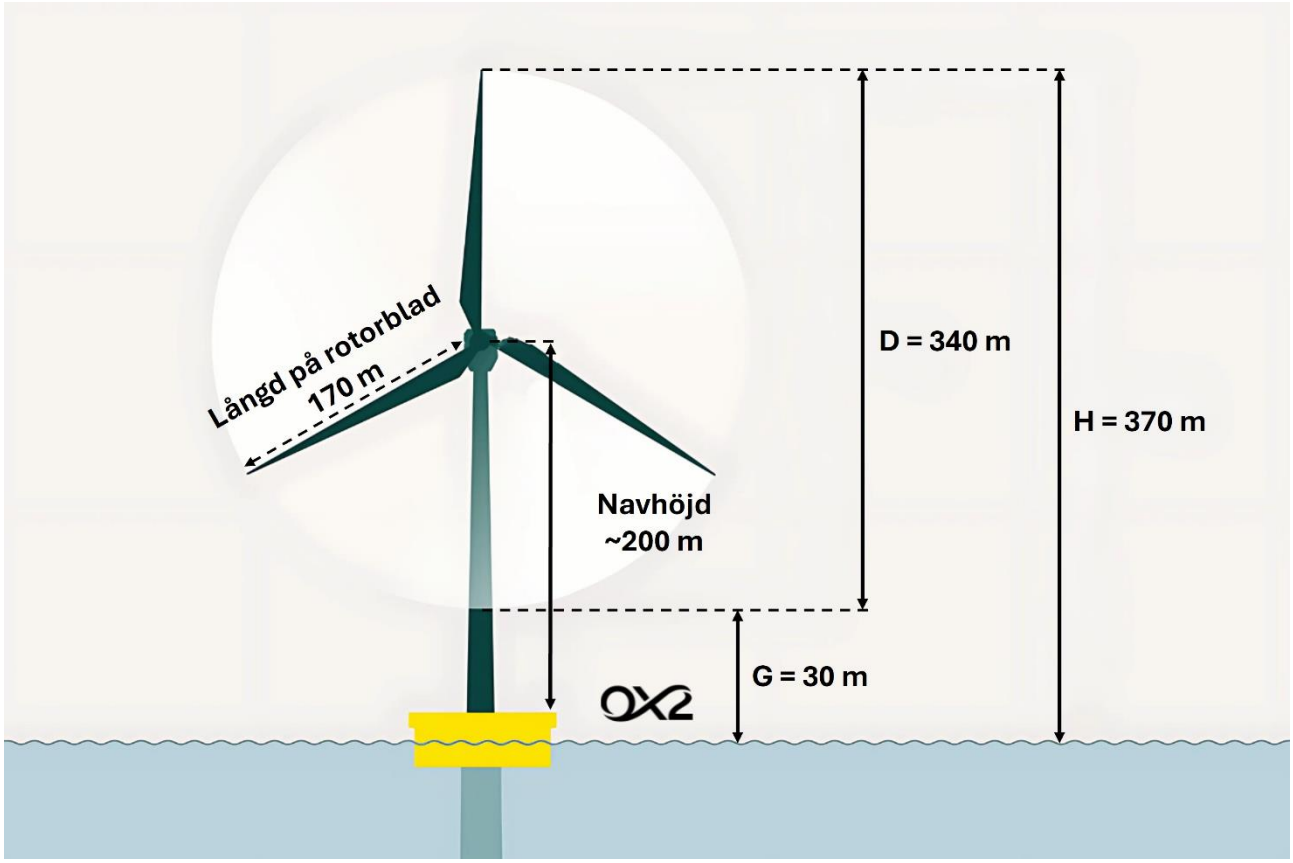
Vindkraftverkens slutliga antal, kapacitet och storlek bestäms av den tekniska utvecklingens hastighet. För närvarande finns det redan 15 MW havsbaserade vindkraftverk på marknaden. På grundval av de framsteg som hittills gjorts och tillverkarnas prognoser förväntas effekten på ett vindkraftverk vara ca 25 MW år 2030. Tabellen (Tabell 5-1) och figuren (Figur 5-5) visar exempel på dimensioneringen av havsbaserade vindkraftverk som bedöms i detta MKB-dokument.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 5-1. Exempel på tekniska värden för havsbaserade vindkraftverk. Det bör noteras att enhetseffekten och de uppskattade dimensionerna för kraftverken inte är signifikanta för varje konsekvenstyp, och att påverkan kan bero på andra faktorer än de som anges i tabellen, t.ex. ljudemissionsnivåer eller installationsmetoder.

Alternativ	VE1	VE2
Antal vindkraftverk	150	113
Den havsbaserade vindkraftsparkens areal	450 km^2	450 km^2
Effekt per enhet	15 MW	25 MW
Total effekt	2,3 GW	2,8 GW
Beräknad årlig produktion	11 TWh	11 TWh
Rotordiameter D (m)	340	340
Maximal höjd H (m)	370	370
Navhöjd (m)	cirka 200	cirka 200
Rotorbladets längd (m)	170	170
Fri höjd G (m)	30	30

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 5-5. Maximala dimensioner för vindkraftverken i miljökonsekvensbedömningen. (OX2 2024)

Projektet kommer att kräva bearbetning av havsbotten enligt följande tabell (Tabell 5-2), inklusive muddring, högtrycksspolning för kabelinstallation, förberedelse av botten för fundamenten till kraftverk och transformatorstationer med stenmateriallager samt deponering. Deponiernas områden visas för varje alternativ. Vindkraftsparkens deponiområden är alternativa sinsemellan. Kabelsträckningarnas deponiområden är också alternativa sinsemellan. Uppgifterna om deponiområdena, såsom antalet områden och deras läge, preciseras när planeringen fortskrider. Bottenbearbetning behöver ske på högst ca 5,2 km^2 eller ca 1,2 % av de ca 450 km^2 som utgör vindkraftsparkens areal (när uppskattningsvis högst 400 ha av deponiområdenas areal tas i bruk). Dessutom beräknas sjökablarna inkl. deponier i Finlands territorialvatten kräva bottenbearbetning på ett cirka 2,6 km^2 stort område som högst.

Tabell 5-2. Det maximala antalet projektfunktioner och de resulterande bottenbearbetningsarealerna och muddringsvolymerna.

Projektfunktion	Maximalt antal (st.) /Maximal längd (m)	Bottenareal som måste bearbetas (ha)	Muddringsvolym som krävs (m^3)
Vindkraftverk	150 st.	24,0 (gravitationsfundament)	2 000 000 – 2 200 000 (gravitationsfundament)
Havsbaserade elstationer*	8 st.	3,2 (gravitationsfundament)	(ingår i beräkningen av vindkraftverk)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Projektfunktion	Maximalt antal (st.) /Maximal längd (m)	Bottenareal som måste bearbetas (ha)	Muddringsvolym som krävs (m^3)
Kabeldragning inom projektområdet*	271 000 m	95	(ingår i beräkningen av vindkraftverk)
Sjökablar från projektområdet till fastlandet	452 000 m (10 st.)	158	630 000
Havsdeponeringsområden längs kabelsträckningarna 1–3 (100 ha/område)		100**	
Havsdeponeringsområden längs kabelsträckningarna 4–9 (400 ha/område)*		400**	
Totalt		780	**2 630 000 – 2 830 000**

** beläget i vindkraftsparksområdet*

*** uppskattad areal som används för havsdeponeringsområden*

5.2.1 Färg, märkning och belysning

Vindkraftverkens typiska färg, inklusive torn och blad, är ljusgrå (t.ex. RAL 7030). Kraftverkens fundament kan behöva markeras med gult från havsytans nivå upp till en viss höjd över havsytan i enlighet med internationella standarder. Pålgrunder målas vanligen gula med undantag för yttre plattformar och eventuella iskon-/kragkonstruktioner som vanligen är ljusgrå. Dessutom är det möjligt att nattljus kommer att installeras på kraftverken enligt IALA:s riktlinjer (G1162 The marking of offshore man-made structures - IALA AISM, iala-aism.org).

I och med uppdateringen (934/2024) av lagen om Finlands ekonomiska zon tillämpas bestämmelserna om flyghinder i luftfartslagen (864/2014) från och med den 1 januari 2025 på konstgjorda öar, anordningar och andra konstruktioner samt ledningar och kablar som hänför sig till deras drift. Märkningspraxis för vindkraftverk som ligger i den ekonomiska zonen kommer att säkerställas i den fortsatta planeringen och tillståndsgivningen, i samarbete med myndigheten och i enlighet med gällande lagstiftning och internationella standarder.

De exakta märkningskraven fastställs i enlighet med myndigheternas krav samt enligt nationella och internationella krav. Vindkraftverk kan kräva belysning och märkning för att upptäckas från flygplan och fartyg. För att garantera säkerheten för flygtrafiken kommer kraftverken vid behov att utrustas med flyghinderljus i enlighet med föreskrifter och flyghindertillståndet för kraftverken. Valet av flyghinderljus baseras på kommunikationsverkets (Traficom) riktlinjer och krav. Flyghinderljuset är antingen vitt eller rött. Flyghinderljusen på vindkraftparkerna måste blinka synkront. Under natten kan ljuset också vara fast. Ljusens placering och antal ska vara utformade så att minst ett maskinrumsljus och två hinderljus för varje mellanliggande höjd är synliga från alla inflygningsriktningar för flygplan, oavsett kraftverkets struktur. I utformningen av flyghinderbelysningen strävar man efter att ta hänsyn till åtgärder som kan lindra belysningens inverkan på den omgivande miljön. (Kommunikationsverket Traficom 2020)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5.2.2 Kemikalier i anslutning till drift av havsbaserade vindkraftverk

I havsbaserade vindkraftverk används vanligen olika slags kemikalier, som olja och smörjmedel samt kylmedel. Mängderna varierar beroende på kraftverksmodell och storlek. Vindkraftverket kan också innehålla koldioxid eller annan gas som brandskydd.

Kraftverkskomponenter eller konstruktioner som innehåller kemikalier som olja eller smörjmedel är utformade som slutna system för att förhindra läckage. I undantagsfall leds kemikalieutsläpp till ett lämpligt spillkontrollsystem, t.ex. en uppsamlingsbassäng. Förvaringen av kemikalier kommer att utformas i enlighet med säkerhetsföreskrifter och -krav, inklusive lämpligt spillskydd. Detaljer om lagring kommer att specificeras ytterligare när planeringen fortskrider. De kemikalier som krävs, deras mängder, förvaring och användning kommer i nödvändig omfattning i de kommande tillståndsfaserna. Den totala mängden kemikalier och oljor i ett vindkraftverk uppskattas till högst 20 000–25 000 liter.

Beroende på den exakta typen och konstruktionen av de havsbaserade elstationerna kan de innehålla kylmedel, oljor och gas som brandskydd. Runt transformatorn finns en spillbassäng för att samla upp eventuella oljespill som kan uppstå i exceptionella situationer. En dieselgenerator eller annan likvärdig reservkraftkälla kommer att installeras vid havselstationen, om det behövs

5.3 Utvecklingen av havsbaserad vindkraft

Havsbaserad vindkraft utvecklas kraftigt, vilket gör det svårt att exakt förutsäga vilken teknik som finns tillgänglig vid tidpunkten för byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken. Under de senaste åren har vindkraftverken blivit allt större och effektivare, vilket gör det möjligt att öka elproduktionen per kraftverk. Kraftverkens storleksökning under åren illustreras i följande figur (Figur 5-6).

Den tekniska utvecklingen när det gäller effekt är främst en följd av den ökande rotorstorleken, vilket leder till en ökning av kraftverkseffekten. Detta innebär en större total höjd och ett ökat avstånd mellan vindkraftverken i havsbaserade vindkraftsparker, så att kraftverken inte skuggar eller tar varandras vind för mycket. Fundamenten till vindkraftverk och installationsteknikerna utvecklas och förbättras också hela tiden. Kablarnas kapacitet har ökat, och det har också blivit möjligt att bygga olika havselstationer som lämpar sig för olika typer av vindkraftsparker. Produktionskostnaderna för el från vindkraft till havs har minskat kraftigt till följd av den ovan nämnda utvecklingen, och kostnadsminskningen fortsätter.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Figur 5-6. Illustration av utvecklingen av havsbaserad vindkraftsteknik från 2,3 MW kraftverk år 2007 till de 15 MW kraftverk som offentliggjorts idag samt prognoser om utvecklingen av kraftverkstekniken under de kommande åren till kraftverk på mer än 20 MW. Näsinneula till höger på bilden ger en känsla av storleksklassen. Näsinneulas totala höjd till antennens topp är 168 meter. (OX2 2011)

Många faktorer, t.ex. vindkraftverkens exakta placering i vindkraftparken, valet av fundament och de installationstekniker som ska användas, kommer att avgöras i senare skeden när den detaljerade planeringen fortskrider. Den tekniska beskrivningen grundar sig på olika beskrivningar av de tekniska lösningar och installationsmetoder som för närvarande används samt antaganden om deras utveckling.

I MKB-processen strävar man efter att så långt som möjligt förutse den framtida tekniska utvecklingen och att bedöma projektets påverkan på de olika aspekterna av projektet enligt principen om maximal påverkan, med hänsyn tagen till exempelvis en uppskattning av storlek och effekt på framtida vindkraftverk som kommer att vara större än dagens och den påverkan de kommer att ha.

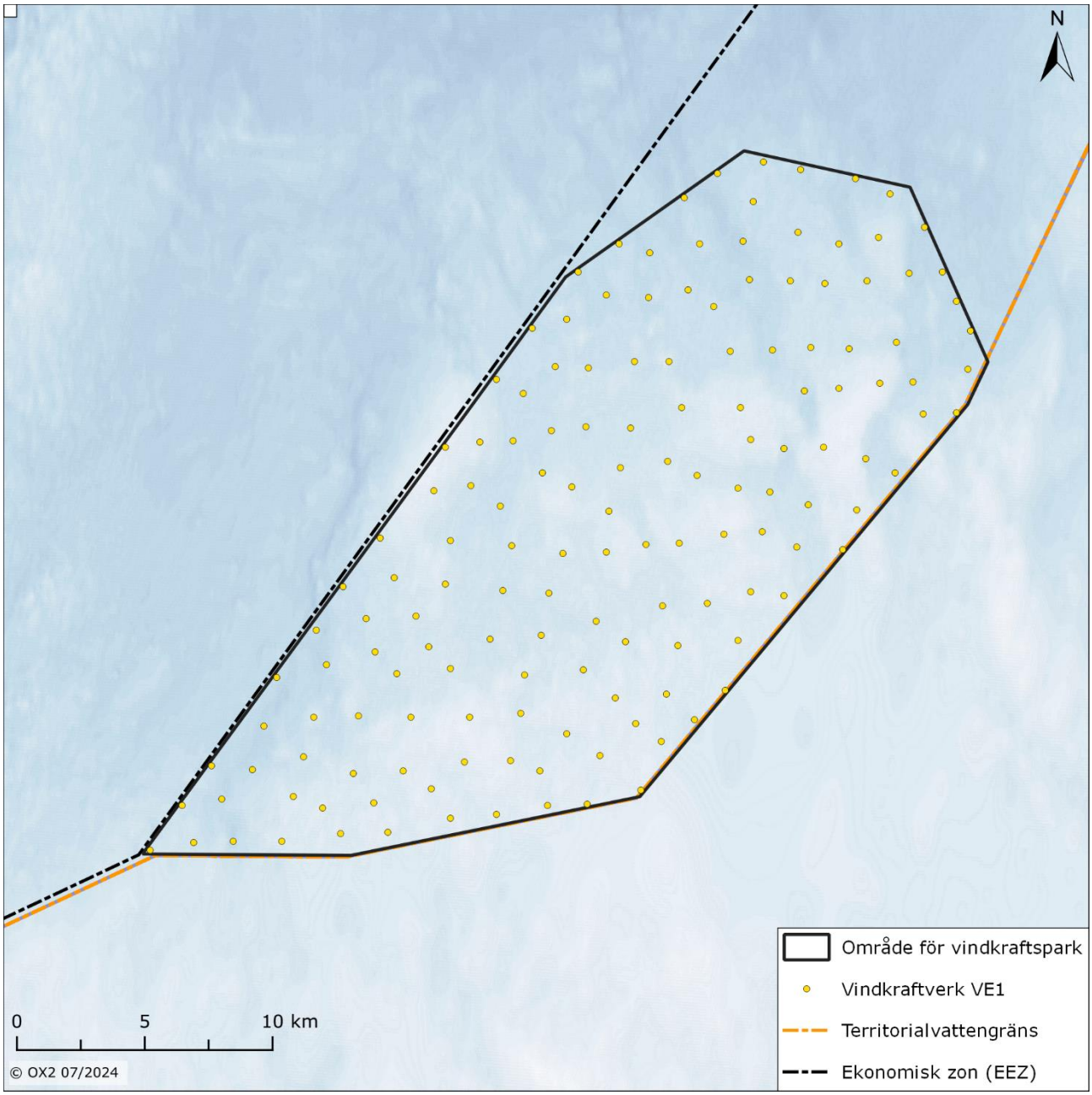
5.4 De havsbaserade vindkraftverkens placering

Planeringen av en vindkraftspark till havs, placeringen av kraftverk, kablar och transformatorstationer i området anpassas alltid till förhållandena i området. Planeringen tar hänsyn till många faktorer, bland annat klimat, vågor, strömmar, isförhållanden, vattendjup och havsbottens geologiska egenskaper samt projektets miljökonsekvenser.

Avståndet mellan kraftverken bedöms vara mer än 2 kilometer i huvudvindriktningen så att kraftverken inte tar för mycket kraft från varandras vindar. I andra riktningar kan avståndet mellan kraftverken vara mindre, ungefär 1,5 km. Följande figur visar ett exempel på placering av Laines havsbaserade vindkraftverk

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

(Figur 5-7). Vindkraftverkens antal och placering kommer att specificeras ytterligare i takt med att projektplaneringen fortskrider.



Figur 5-7. Exempel på placering av 150 vindkraftverk i Laines havsbaserade vindkraftspark (VE1).

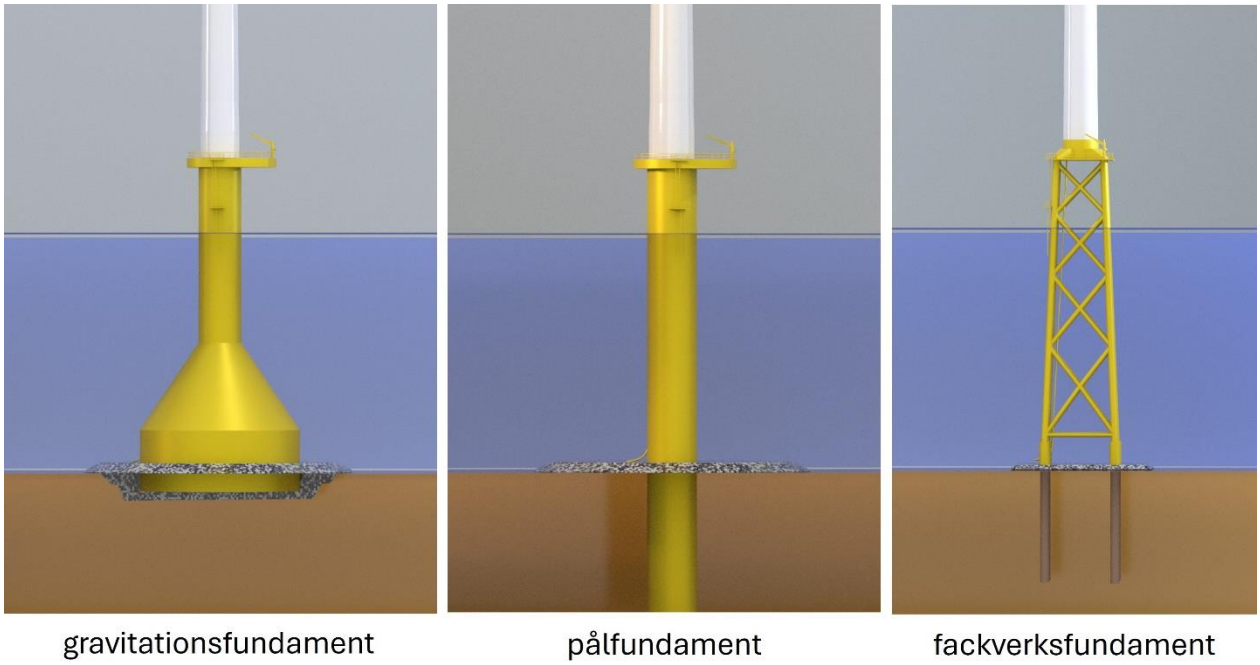
5.5 Fundament för havsbaserade vindkraftverk

Valet av fundament beror på många faktorer, där de viktigaste är vattendjup, havsbottnens geologi, vind, vågor och isförhållanden samt fundamentens miljökonsekvenser och kostnader. Eftersom både vattendjupet och de geologiska förhållandena varierar i området, kan olika slag av fundament komma att användas i vindkraftsparken. Med dagens teknik bedöms kraftverk kunna byggas på havsbotten med hjälp av tre olika typer av permanenta fundament: gravitations-, pål- och fackverksfundament (Figur 5-8). Dessutom

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kan de tre fasta grundtyperna kombineras till hybridfundament. Här följer en beskrivning av dessa fundamenttyper. De dimensioner på fundamenten som anges i texten är uppskattade maximidimensioner och kommer att preciseras i den fortsatta utformningen av projektet efter noggrannare undersökningar av bottenförhållandena. Den slutliga storleken på fundamentet bestäms av ett antal faktorer, t.ex. kraftverkets storlek, mark- och isförhållanden samt vattendjupet. Storleken på fundamentet kan variera mellan olika kraftverksplatser.

Vid behov installeras ett erosionsskydd runt grunden för att skydda och stödja strukturen. Erosionsskyddet består vanligen av ett undre grusskikt och ett övre lager av blandad sten.



Figur 5-8. Exempel på olika slag av fasta fundament (OX2 2024).

5.5.1 Gravitationsfundament

Ett gravitationsfundament är vanligen en stor betong- eller stålkonstruktion, som hålls på plats av tyngdkraften. Gravitationsfundament har installerats i finska, svenska och danska vatten och är särskilt lämpliga i områden där det förekommer större islaster. För gravitationsfundament behövs en relativt fast havsbotten. Det krävs en jämn havsbotten för att installera gravitationsfundament, och havsbottnen kan behöva förberedas innan installation. Havsbottnens yta kan avlägsnas genom muddring, varefter botten görs jämn och fast genom tillsats av kross eller grus.

Planeringen av gravitationsfundament är beroende av kraftverkets storlek, eftersom det har till uppgift att motverka den rörelse som kraftverket skapar, och dessutom måste man ta hänsyn till våg-, is- och djupförhållandena. Erosionsskydd kan krävas på grund av strömmar, vågor och de översta skikten av havsbottnen. För att dämpa isens inverkan på fundamentet kan en iskon-/kragkonstruktion installeras. Diametern på gravitationsfundamentet uppskattas till högst cirka 52 meter utan erosionsskydd, vilket ger en högsta yta på cirka 2 100 m^2 för basen av ett fundament.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5.5.2 Pålfundament (monopile)

Pålfundament är en rörformig stålpåle som slås eller borras ned i havsbottnen. Pålfundament är den mest använda grundläggningstypen i branschen. I de flesta fall behövs ingen beredning av havsbottnen innan fundamentet installeras.

Pålfundament är tekniskt genomförbara för olika typer av havsbotten och utformas för projektspecifika parametrar såsom vattendjup, isförhållanden och bottentyp. Erosionsskydd kan krävas på grund av strömmar, vågor och de översta skikten av havsbottnen. För att dämpa isens inverkan på fundamentet kan en iskon-/kragkonstruktion installeras. Pålfundamentets diameter är högst 18 meter utan erosionsskydd, varvid grundens bottenyta är cirka 255 m^2.

5.5.3 Fackverksfundament (jacket)

Fackverksfundament är en fackverksstödkonstruktion av stål som består av rörformade ståldelar och svetsade kopplingar. Installationen av konstruktionerna kan kräva en betongbas- eller pålkonstruktion, men i de flesta fall behöver havsbottnen inte förberedas före installationen. Fackverksfundament väljs vanligen för mjuka bottentyper och djupa vatten. Iskoner eller kragar kan monteras på benen på fackverksfundamentet för att dämpa isens inverkan på fundamentet. Den maximala bredden på benen i ett fackverksfundament är högst 30–55 meter, men området som byggs på själva havsbottnen är mycket mindre. Antalet ben mot havsbottnen i fackverksfundament är 3 eller 4 och varje ben har en eller två pålar som försänks i havsbottnen. Den sammanlagda ytan av de delar som byggs på havsbotten är högst 190 m^2.

5.5.4 Hybridfundaments alternativa eller kompletterande förankring

I Laines område kan man i samband med ovan beskrivna standardfundament överväga att använda hybridfundament och ytterligare förankring på grund av Bottniska vikens geologi och väderförhållanden. I hybridfundament kombineras de olika tekniker som beskrivs ovan. Till exempel kan betongben läggas till en pålad konstruktion eller mikropålar användas tillsammans med eller i stället för andra typer av pålar. De maximala måtten på hybridfundament överskrider inte storleksklassen för de andra fundamenttyper som nämns ovan.

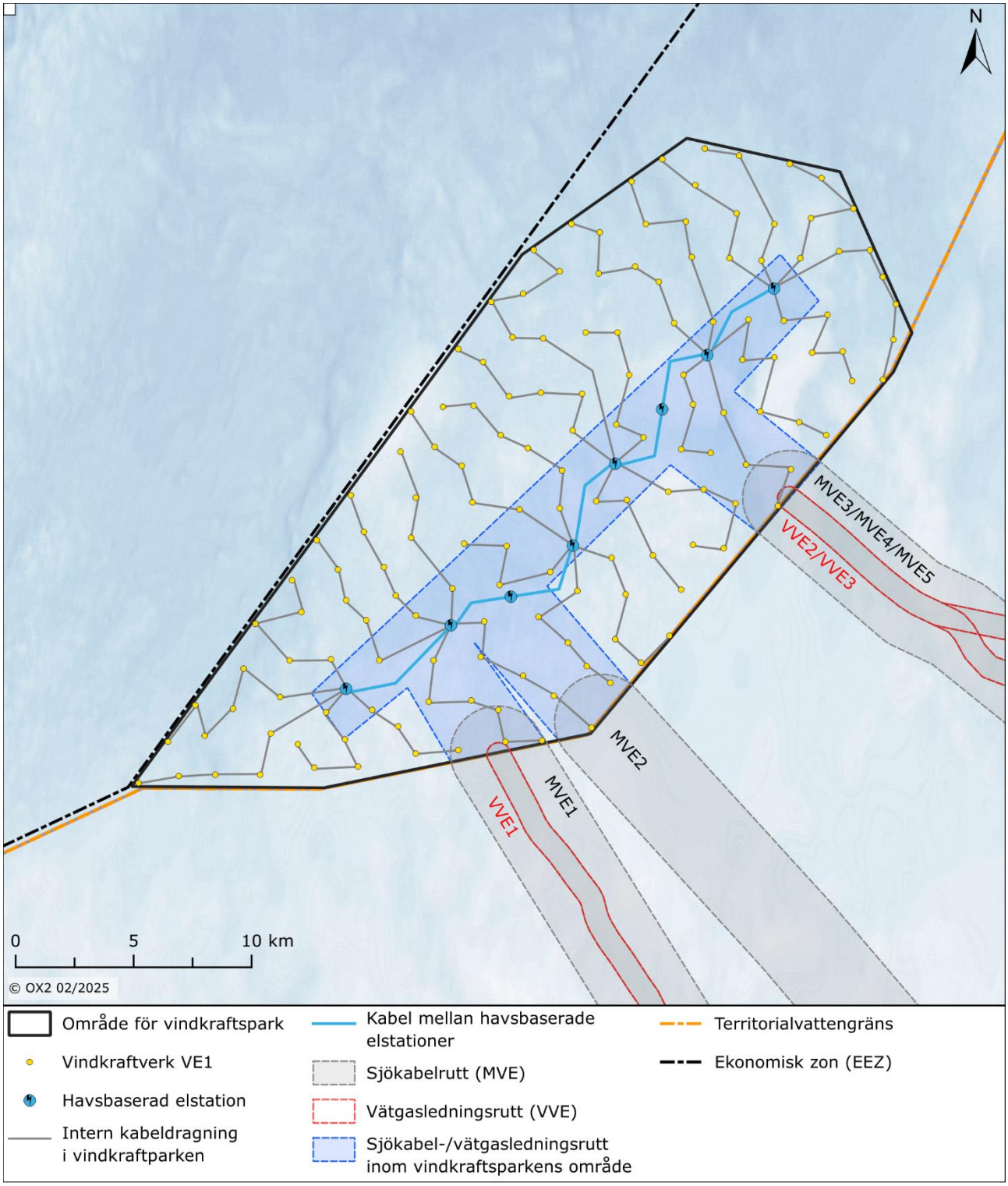
5.6 Elöverföring inom den havsbaserade vindkraftsparken och från vindkraftsparken till kusten

5.6.1 Vindkraftsparkens interna kablar

Vindkraftsparkens interna kablar förbinder de havsbaserade vindkraftverken med varandra och den havsbaserade transformatorstationen. De interna kablarna kan projekteras på olika sätt beroende på vilken teknik som väljs. Antalet kablar, kabeltyp, spänningsnivå och antal vindkraftverk beror på vindkraftverkens enhetseffekt.

Den för närvarande tillgängliga kabeltekniken gör det möjligt att t.ex. skapa ett internt nät på 66 kV, vilket möjliggör en total effekt på cirka 80–100 MW per kabel. Detta innebär att sex vindkraftverk på 15 MW kan anslutas till en kabelgren. Spänningen i interna nät i vindkraftsparker förväntas öka till 132 kV eller till och med högre under de kommande fem till tio åren, vilket skulle öka den totala överföringskapaciteten för varje kabel och därmed minska antalet kabelgrenar och den totala längden på kablarna. I följande figur ges ett exempel på internt kabelnät för havsvindkraftsparken Laine (Figur 5-9).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 5-9. Exempel på kabeldragning i vindkraftsparkens interna nät. Exemplet har 150 vindkraftverk, 66 kV-kablar och åtta havsbaserade transformatorstationer/centraliserade vätgasproduktionsstationer. Det beräknas att högst 3–8 stationer kommer att byggas.

En intern kabel i vindkraftsparken kan, beroende på förhållandena på havsbottnen, läggas på havsbottnen eller installeras på olika sätt ner i havsbottnen: genom vattenspolning, plogning eller grävning av diken. I

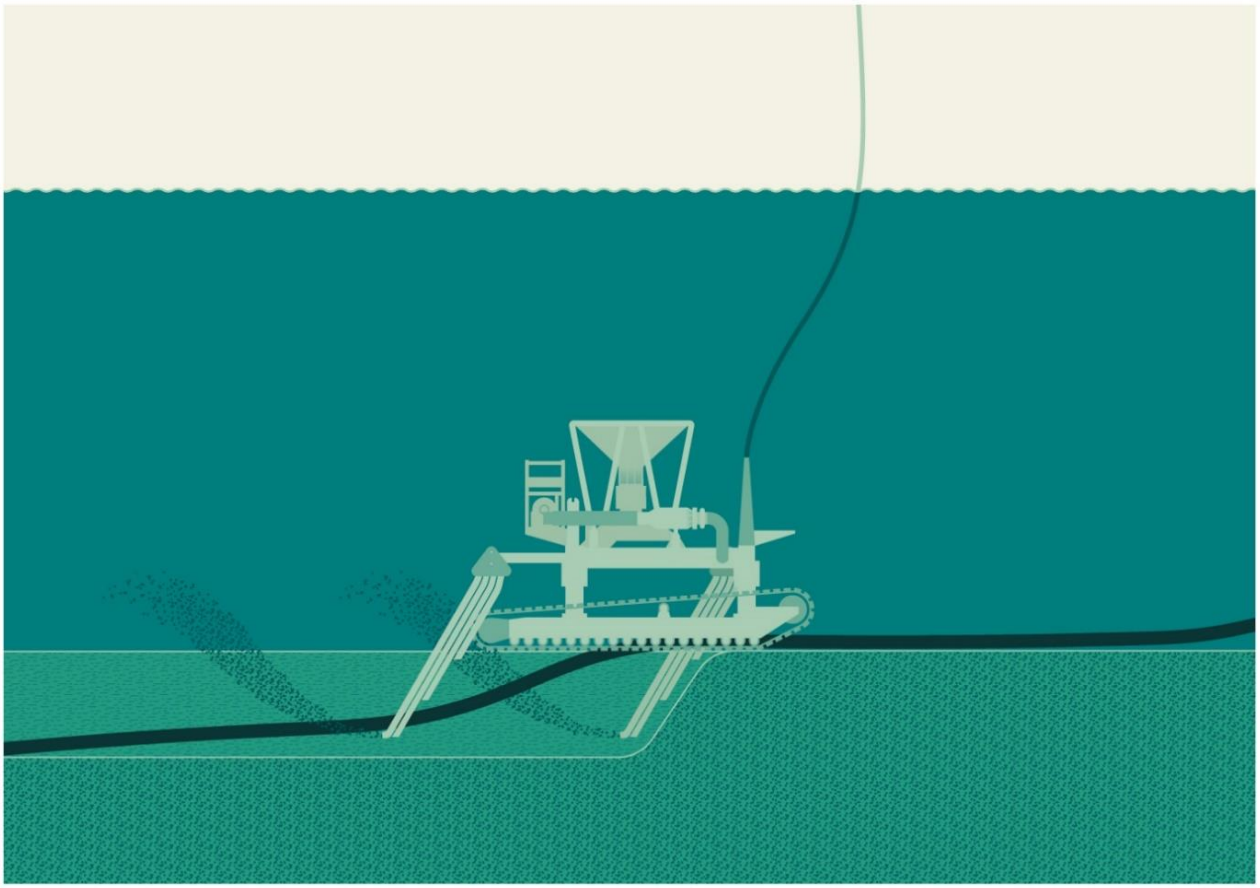
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

områden där det inte är möjligt att gräva på havsbottnen kan det vara nödvändigt att skydda kabeln med stenblock eller betongskydd. Försänkningsdjupet i havsbottnen är cirka 1–2 meter för att skydda kablarna från bl.a. is, utrustning och/eller ankaren. Kabelgravens maximala bredd är 3,5 meter per kabel. Avståndet mellan kablarna och djupet på kabelgraven varierar bland annat beroende på bottenförhållandena.

Vid behov kan sjökablar installeras djupare ner i havsbotten, till exempel vid korsning av en farled. Det slutliga förläggningsdjupet för kabeln beror bland annat på de geologiska förhållandena i området och den skyddsnivå som krävs. En analys av den erforderliga skyddsnivån *(Cable Burial Risk Assessment*, CBRA) kommer att genomföras under den fortsatta projekteringen av projektet.

5.6.1.1 Vattenspolning

Vattenspolning av kablar är en effektiv metod för kabelförläggning i områden med ett tjockt lager mjuka ytsediment som silt och sand. Denna metod använder en anordning med vattenstråle, t.ex. en fjärrstyrd plattform som sprutar vatten under högt tryck och gör sedimentet flytande så att kabeln sjunker till det definierade djupet enligt nedanstående figur (Figur 5-10). När havsbottnen är mycket mjuk kan man göra ett relativt smalt dike, vars exakta bredd beror på sedimentets egenskaper och kabelns storlek. Ett smalt dike skyddar kabeln bäst. Beroende på omständigheterna och dimensioneringen kan diket fyllas igen, eller så fyller strömmarna igen havsbottnen automatiskt över tiden. Tryckvattenspolning skapar inget behov av att deponera massor på havsbotten.

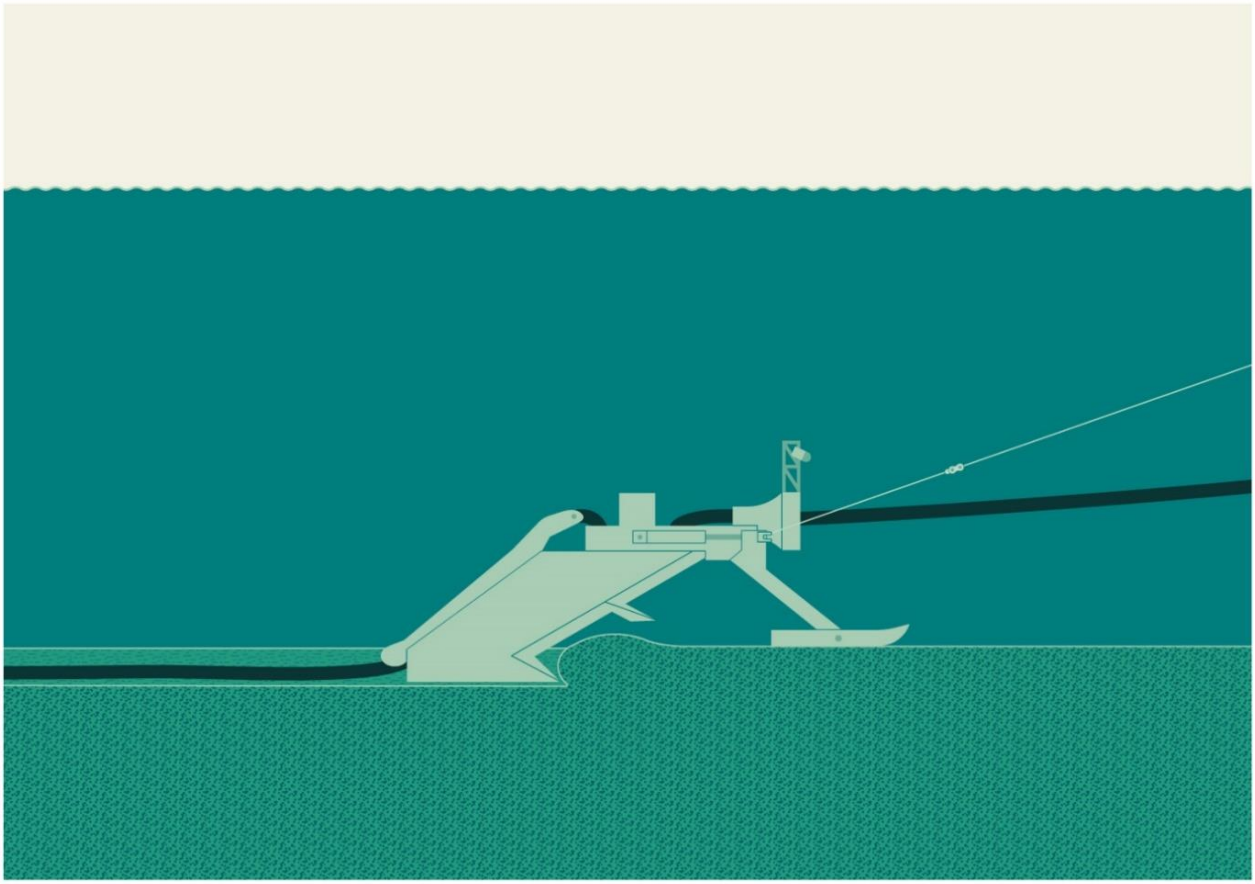


Figur 5-10. Exempel på en maskin för förläggning med vattenspolning. Observera att bilden inte är skalenlig (OX2 2024).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5.6.1.2 Plogning

Genom denna metod begravs kablarna direkt på havsbottnen med hjälp av en plog som bogseras av ett fartyg enligt följande figur (Figur 5-11). Kabeln matas genom plogen så att den lägger sig på havsbottnen längs en smal kanal. Olika former av plogar finns tillgängliga för olika förhållanden på havsbottnen. Dessutom kan en plog eller en vertikal injektor med stöd av vattenspolning användas. Tekniken passar bra för installationer på relativt små djup där det finns ett behov av att installera kabeln djupt ner i botten.



Figur 5-11. Ett exempel på en plogmaskin. Observera att bilden inte är skalenlig (OX2 2024).

5.6.1.3 Diken

Färdiggrävda diken är en effektiv metod i områden där jordmånen är hård, t.ex. lera eller kompakterad sand, där diket kan färdigställas i förväg. Kabeln läggs på havsbottnen i ett tidigare grävt dike och kan sedan skyddas genom att fylla på med stenar eller grus för att säkerställa ett tillräckligt skydd. När utgrävningen genomförs kommer den jord som grävs upp från havsbotten vid behov att dumpas i projektets deponiområden.

5.6.1.4 Kabelskydd

Kabelskydd kan behövas i områden där havsbottnen inte tillåter grävning, vilket är typiskt i grunda vatten. Att skydda kabeln kan t.ex. innebära skyddsrör, att lägga ett stentäcke över kablarna eller betongplattor. Betongplattorna i följande figur (Figur 5-12) är prefabricerade skydd som placeras över kabeln. Betongskydd är tidskrävande att installera och används ofta bara för korta sträckor. Som ett alternativ till betongplattor kan stensäckar användas som skydd eller för att hålla eller stabilisera kabeln, särskilt i närheten av fundament.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

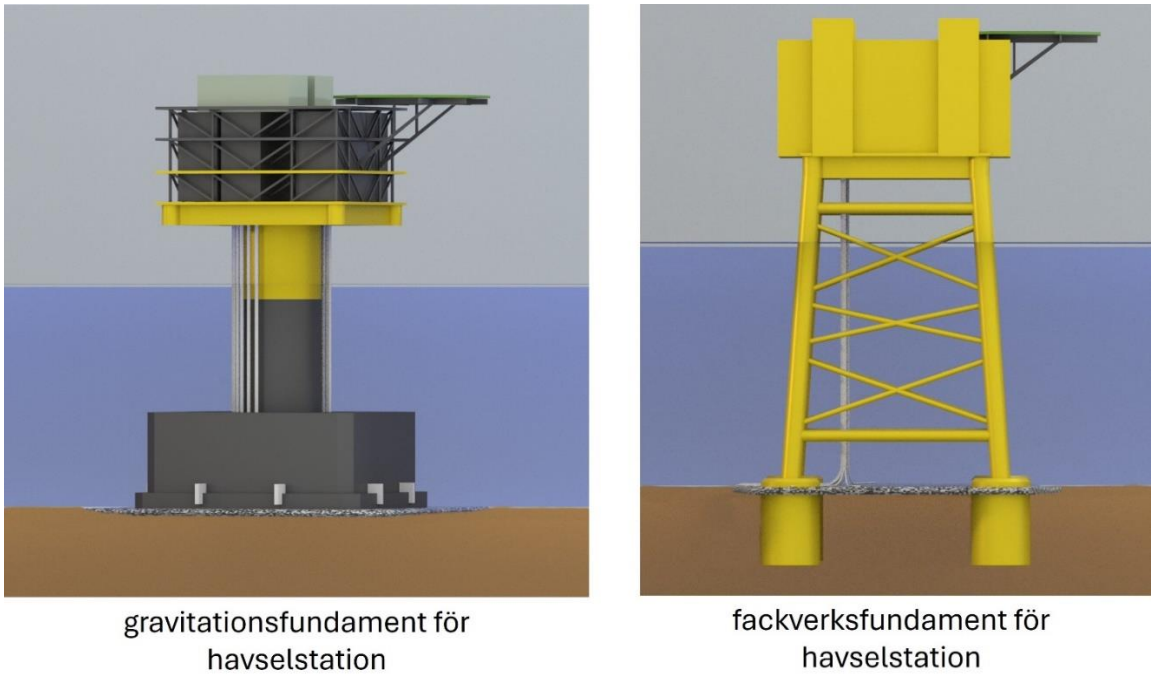
Figur 5-12. Exempel på ett betongskydd för kabel (Subsea Protection Systems 2024).

5.6.2 Överföringskabel till fastlandet och havsbaserad elstation

Elöverföringen från vindkraftsparken till en anslutningspunkt på land sker antingen med växelström (HVAC) eller likström (HVDC). Överföringskablarnas sträckning och längd bestäms av den slutliga anslutningspunkten och förhållandena i området, som geologi, andra verksamheter och miljö.

För omvandling av spänningsnivån i vindkraftsparkens interna nät till högre spänning och eventuell omvandling till likström krävs en eller flera transformatorstationer (HVAC) eller konverterstationer (HVDC). Transformator- och konverterstationer kallas i detta sammanhang gemensamt för havselstationer. Det beräknas att mellan 3 och 8 stationer kommer att byggas. Fundamenttyperna för havsbaserade kraftverk är i stort sett desamma som för havsbaserade vindkraftverk, men de är betydligt större. Följande figur (Figur 5-13) visar olika fundament för havsbaserade elstationer, t.ex. tyngdkrafts- (gravitation) eller fackverksfundament (jacket). Följande bilder visar exempel på typiska havsbaserade elstationer (Figur 5-14 och Figur 5-15). I den här MKB:n har konsekvenserna bedömts enligt gravitationsfundament för elstationen. Kylningen av elstationer till havs beräknas ske genom luftkylning, där luft som tas från utsidan av stationen används för att kyla transformatorerna. Kylningen medför ingen termisk belastning på havsvattnet

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 5-13. Exempel på fundament för havsbaserade elstationer till havs (OX2 2023).

Figur 5-14. Ett exempel på en havsbaserad elstation (HVDC DolWin Alpha, gul byggnad) med ett fackverksfundament och ett kranfartyg som används vid byggandet av elstationen. Den havsbaserade vindkraftsparken beräknas omfatta 3-8 havsbaserade elstationer (Overdick-offshore 2024).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds. April 2025

Figur 5-15. Ett exempel på en självinstallerande elstation till havs (HVDC HelWin Alpha) som lyfts upp med hjälp av lyftben. Den havsbaserade vindkraftsparken beräknas omfatta 3-8 havsbaserade elstationer (Overdick-offshore 2024).

Hur många havsbaserade elstationer som behövs för projektet beror på vilken teknik som väljs och den teknik som lämpar sig för projektet. Exempelvis skulle tre större eller åtta mindre havsbaserade elstationer kunna byggas för att genomföra projektet. I den tidigare figuren (Figur 5-9) ges ett exempel på en lösning med två havsbaserade elstationer i ett projekt med 150 vindkraftverk. Den beräknade storleken på gravitationsfundamentet för en havsbaserad elstation är upp till 71,5 m i diameter, vilket ger en bottenyta på cirka 4 000 m^2, och då byggs tre stationer. Vid användning av ett fundament med fackverkskonstruktion med 4 till 8 ben behövs en yta på cirka 160 m^2 utan erosionsskydd. Konstruktionen ovanpå grunden, som omfattar havselstationen och konstruktioner som skyddar den, är högst 185 x 95 meter i storlek.

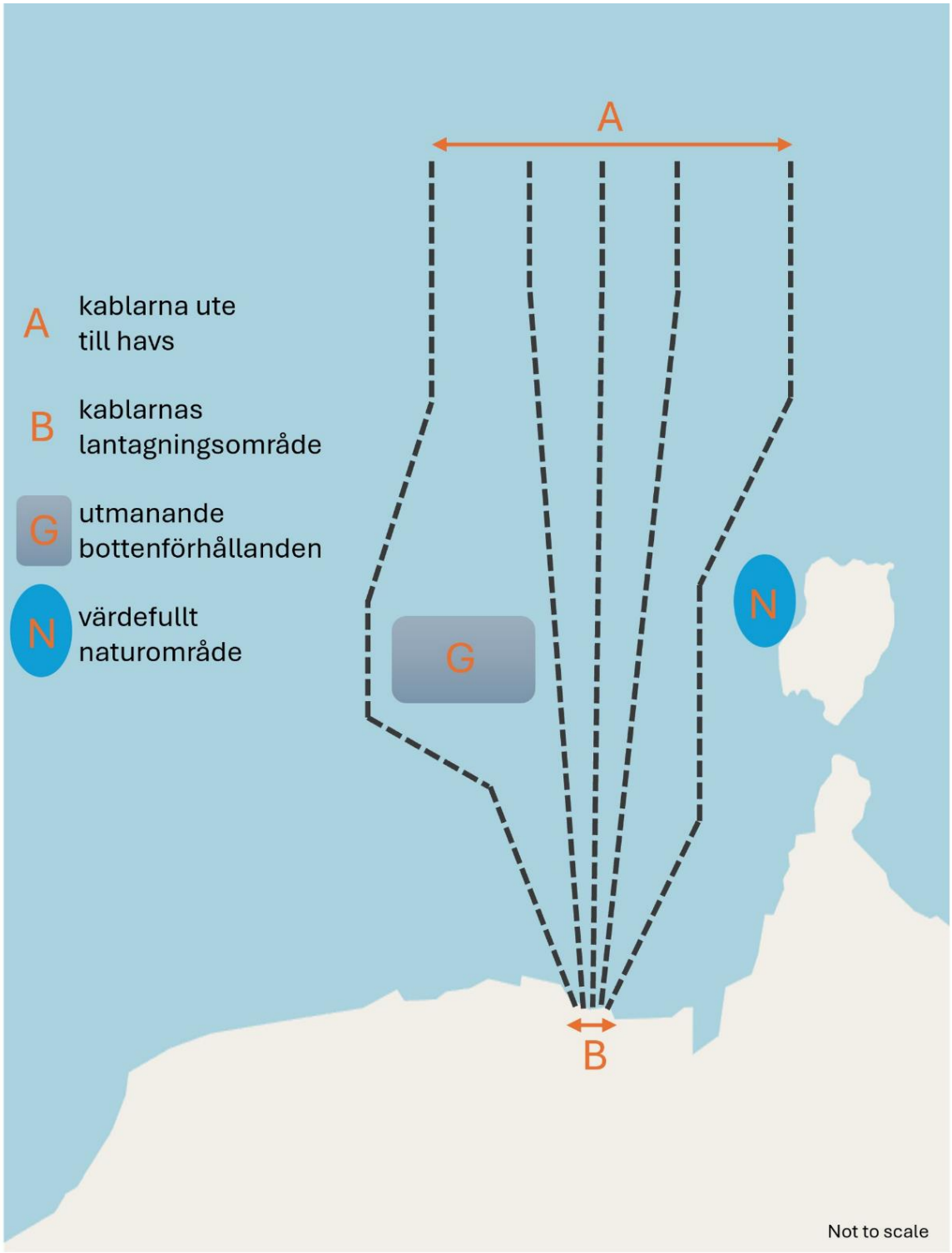
I detta MKB-förfarande bedöms projektets anslutning till tre trafikplatser (Sandås och Hirvisuo) längs olika sträckningsalternativ (Figur 5-17). De alternativa kabelkorridorerna är cirka fyra kilometer breda till havs, men för en enskild kabel på havsbottnen behöver bredden inte vara mer än några meter (Figur 5-16). De slutliga sträckningarna för sjökabeln och kraftledningen kommer att beslutas efter MKB-förfarandet i den fortsatta planeringen, baserat på tekniska och miljömässiga överväganden och Fingrids syn på möjliga slutliga kopplingspunkter till stamnätet.

Projektet kommer att kräva upp till 10 överföringskablar totalt från vindkraftsparken till fastlandet, beroende på vilken typ av överföringskabel som väljs och projektets slutliga totala effekt. Kablarna behöver ett avstånd mellan 50 och 300 meter från varandra beroende på bottenförhållandena för att ett reparationsfartyg ska kunna arbeta säkert under service- och undantagsförhållanden, t.ex. om en kabel går sönder. Avståndet mellan kablarna minskar när man kommer närmare stranden, och i landföringsområdet behöver

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kablarna sammanlagt högst 80 meter utrymme, beroende på plats. Följande bild (Figur 5-16) visar en principiell bild av de fem överföringskablarnas placering. Högst två olika sträckningar (högst 5 kablar per sträckning) behövs för sjökablarna där elen överförs från landföringspunkterna till två olika elstationer (Sandås och Hirvisuo). I denna MKB-rapport har man bedömt situationen där antingen en vätgasledning eller sjökablar installeras på en energiöverföringssträcka. De slutliga sträckningarna väljs beroende på tillgängligt utrymme samt tekniska och miljömässiga aspekter.

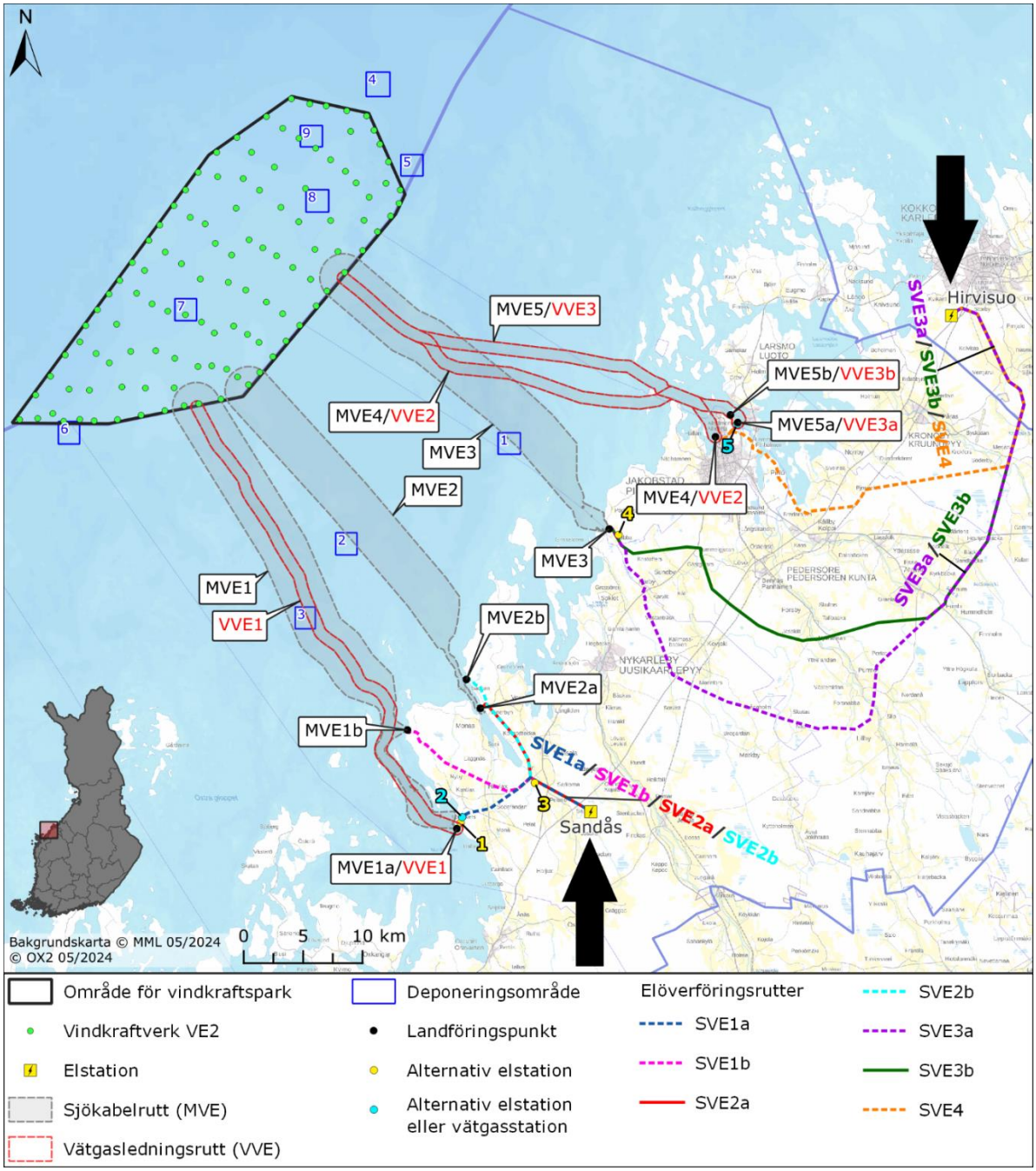
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 5-16. Principskiss över dragningen av fem sjökablar från utsjön till kusten. I djupare områden ligger kablarna längre ifrån varandra, och avståndet mellan dem minskar ju närmare stranden man kommer. Avståndet mellan kablarna ute på öppet hav är cirka 50–300 meter (A) och vid landföring kräver alla kablar bara en sammanlagd bredd på högst 80 meter (B). Den mer detaljerade utformningen av sträckningen kommer att ta hänsyn till både bottenförhållanden och miljöperspektiv. (OX2 2024)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

För att kunna använda den el som projektet producerar måste projektet vara anslutet till elnätet via en anslutningspunkt till Fingrids stamnät. Fingrid har planerade anslutningspunkter i närheten av Laines havsbaserade vindkraftsprojekt, vilka visas i följande figur (Figur 5-17). Den exakta punkten för anslutning till stamnätet kommer att fastställas i samarbete med Fingrid allteftersom projektet fortskrider.



Figur 5-17. Fingrids befintliga och planerade nätanslutningspunkter i närheten av Laines havsbaserade vindkraftsprojekt markerade med pilar.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5.7 Anläggning av den havsbaserade vindkraftsparken och elöverföringen

Byggfasen omfattar de faser som är förknippade med byggförberedelserna (t.ex. havsbottenundersökningar) och installationen av den havsbaserade vindkraftsparken. Byggandet av projektet sker i flera faser och omfattar vanligtvis förberedelse av havsbotten och installation av fundament, vindkraftverk, sjökablar och elstation. Byggfasen som helhet beräknas ta cirka tre år och under denna tid kommer sjötrafiken mellan området för den havsbaserade vindkraftsparken och bygghamnarna att öka.

Vid byggnationen kommer man att använda en hamn eller hamnar nära projektområdet (preliminärt Karleby hamn) för lagring och installation av komponenter. Uppskattningsvis 12 500 m^2 vattenområde i anslutning till kajen kommer att behövas för installations- och transportfartyg. Vattendjupet vid kajområdet bör vara cirka 10–12 meter. När det gäller de olika komponenterna i kraftverken uppskattas att hamnområdet bör kunna lagra upp till 80 kraftverkskomponenter, förutsatt att projektet bygger upp till 160 kraftverk. Maximalt 160 000 m^2 lagringsutrymme behövs för torn, 50 000 m^2 för maskinhus och 300 000 m^2 för rotorblad. För fundamenten krävs ett djup på cirka 10–15 m och 12 500 m^2 kajutrymme för installations- och transportfartyg. Beroende på typ av fundament är det maximala lagringsutrymmet som krävs cirka 170 000 m^2 för gravitationsfundament och cirka 96 000 m^2 för pålfundament. Övergångsdelen (*eng. transition piece*) mellan kraftverkstornet och pålfundamentet skulle kräva maximalt cirka 23 500 m^2 utrymme.

Sjökablarna från vindkraftparken förs i land vid den utvalda landföringsplatsen. Beroende på markförhållandena kan sjökablarna vid strandsättningsområdet antingen grävas ner i marken för skydd eller så kan olika specialtekniker såsom riktningsborrning användas för att föra kablarna till land. I ett strandsättningsområde kräver projektets sjökablar att utrymmet under byggtiden är cirka 80 meter brett, men det exakta utrymmesbehovet beror på installationsmetoden. Efter att ha förts i land kan sjökabeln vid behov omvandlas till jordkabel i en skarvpunkt för kablarna, t.ex. innanför ett betongelement som placeras under jord. Byggandet i strandsättningsområdet är kortvarigt och lokalt och inget behov av lagring bedöms finnas där under byggtiden.

Uppförandet av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att ske i uppskattade 14-dagars arbetscykler. Personalen kommer att transporteras med lämpliga fartyg för transport av besättning och inkvarteras ombord på inkvarteringsfartyg. Centrum i byggfasen kommer att vara hamnarna i närheten av projektområdet, vilket i detta projekt som utgångspunkt är Karleby hamn. De material som krävs för byggandet transporteras huvudsakligen sjövägen i lastfartyg till hamnområden, där de till exempel förmonteras och tas i drift, och transporteras sedan till platsen för den havsbaserade vindkraftparken i fartyg som är lämpliga för byggnadsarbete. Byggandet leds från ett separat fartyg eller från fastlandet och små personalfartyg kan användas för att stödja byggnadsarbetet utöver de fartyg som används för själva installationsarbetet.

Uppförandet av den stora havsbaserade vindkraftsparken förväntas ske i etapper. Byggnationen beräknas pågå under totalt tre år i öppet vatten, varav grundläggningen beräknas ta två år. Till exempel kan det första byggåret ägnas åt att installera hälften av fundamenten, det andra året åt att installera de återstående fundamenten och hälften av kraftverken och det tredje året åt att installera de återstående kraftverken. Den exakta tidsplanen för byggandet av projektet kommer att fastställas i den mer detaljerade planeringen. Anläggningsarbetena kommer att utformas så att endast ett område av projektet kommer att anläggas under en säsong med öppet vatten, så att samma område inte påverkas under anläggningsarbetet och kumulativa effekter inte uppstår från bottenbearbetning och därmed t.ex. sedimentspridning.

När det gäller sjökablar byggs en komplett kabelsträckning under en säsong med öppet vatten, dvs. högst fem sjökablar byggs i samma kabelkorridor under den öppna säsongen. Överföringskablar från öppet hav till fastlandet kommer att byggas som en helhet med vindkraftsbygget, så att de kraftverk som byggs kan anslutas till stamnätet. Om projektet genomförs fullt ut kommer de första fem sjökablarna att byggas under

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

den öppna säsongen och de övriga fem under nästa öppna säsong. Sediment som muddras under bygget av sjökablarna kommer att deponeras i andra deponeringsområden än sediment som uppkommer vid installationen av kraftverken, bl.a. på grund av de långa transportsträckorna.

Torn, maskinhus och rotorer transporteras till bygghamnen med lastfartyg. Installationen av vindkraftverken kommer att ske med ett jack-up-fartyg (Figur 5-18) eller med ett annat fartyg som är lämpligt för arbetet. Själva installationsfartyget kommer att stödjas av två mindre personaltransportfartyg och, om nödvändigt, en helikopter för att hjälpa till med lyftet (se utrymmesbehov och tidsplanering för bygget i kapitel 5.7).

Figur 5-18. Installation av ett havsbaserat vindkraftverk med ett jack-up-fartyg (COWI 2021).

Under byggandet i projektet uppkommer avfall huvudsakligen i hamnen, där delar i projektet transporteras, lagras och sätts ihop för transport till projektområdet. Avfallet är huvudsakligen konventionellt avfall, t.ex. skyddsplast, förpackningsmaterial och material för att skydda delar. Avfall som uppkommer i hamnen samlas in och behandlas på lämpligt sätt, t.ex. genom återvinning. Om projektet genererar avfall till havs kommer det att samlas in och skickas till fastlandet för lämplig behandling.

5.7.1 Bottenförhållanden och undersökning av botten

Innan vindkraftsparken och sjökablarna projekteras i detalj och installeras kommer befintliga uppgifter om havsbottens kvalitet att samlas in och undersökningar av havsbotten kommer att genomföras för att mer i detalj fastställa bland annat områdets geologiska förhållanden och sedimentens kvantitet och kvalitet. I

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Finland finns det för närvarande endast uppgifter på grov nivå om havsbottnen i den ekonomiska zonen. Havsbottenundersökningar utförs till exempel genom lodning, sedimentprover (t.ex. trycksondering och vibracore-metoder) och i ett senare skede även geotekniska borrningar. Den insamlade informationen utgör grunden för det slutliga valet av fundamenttyp eller -typer och för en detaljerad planering av vindkraftsparken och kablar. Undersökningarna säkerställer också att byggandet kan genomföras bland annat utan risk för att träffa på t.ex. odetonerade projektiler eller skada marinarkeologiskt värdefulla objekt.

5.7.2 Installation av fundament och vindkraftverk samt kablar

5.7.2.1 Installation av fundament

Gravitationsfundamenten tillverkas på lämplig plats i eller i närheten av hamnområden. Betongen till fundamenten kommer att tillverkas på plats och övrigt material kommer att levereras till hamnen sjövägen. Vid användning av gravitationsfundament bereds havsbottnen på grundläggningsplatsen genom att materialet på havsbottnens översta lager ersätts med ett homogent och jämnt grusskikt. Fundamenten transporteras därefter på en pråm, med bogserbåt eller något annat lämpligt fartyg. Fundamentet sänks därefter ned på gruslagret med vinschar och fylls försiktigt med ballast. Det material som uppstår vid muddring av havsbotten kommer att deponeras med prånar eller andra lämpliga fartyg i särskilt utsedda deponeringsområden där ström- och bottenförhållandena är mest lämpade för deponering.

Pålfundament förs till hamnen sjövägen. Installationsarbetet utförs vanligtvis i cykler om fem fundament. Fundamenten kommer att transporteras från hamnen till vindkraftsparken ombord på ett installationsfartyg eller flytande. Pålen lyfts upp och placeras på havsbottnen med hjälp av t.ex. ett jack-up-fartyg eller en flytande kran. Den slås sedan ned i havsbottnen genom pålning, vibrering eller borrning. Beroende på omständigheterna kan en kombination av dessa metoder användas vid installationen.

Fundament med fackverkskonstruktion kräver att havsbottnen är relativt jämn. Det kan därför vara nödvändigt att jämna ut havsbotten före installationen. Fundamentet transporteras till området med pråm eller monteringsfartyg och placeras på havsbottnen med en jack-up-pråm eller flytande kran. Om småpålar används, pålas, vibreras eller borras stålrören ned i havsbottnen vid fundamentets hörn. Pålarna fästs sedan vid fundamentet genom gjutning eller mekanisk förankring.

Det tar cirka två säsonger med öppet vatten att installera fundamenten. Installationsarbetet utförs året runt när vädret tillåter. Isläggning av havsområdena under vintern påverkar om installationsarbete kan utföras. Efter att fundamentet har installerats används vid behov skydd för att förhindra erosion av den omgivande havsbottnen och försämring av förankringen. Erosionsskyddet består vanligen av ett undre grusskikt och ett övre lager av blandad sten.

De jordmassor som ska muddras bedöms vara som störst i vindkraftsparkens område i en situation där varje vindkraftverk och elstation i projektet byggs på gravitationsfundament. I det fallet finns högst cirka 2 000 000–2 200 000 m^3 muddermassor (Tabell 5-2). Mängden muddermassor preciseras när planeringen och bottenundersökningarna framskrider och behandlas närmare i vattentillståndet. Massorna är avsedda att placeras i havsvindkraftparkens område på områden som är särskilt anvisade för deponering och som lämpar sig för detta. I området för den havsbaserade vindkraftsparken uppskattas den maximala yta som påverkas av bottenbearbetning för fundament, elstationer, sjökablar och havsdeponering till 1,2 procent av parkens totala yta.

Bottenbearbetningsarealen för installation av överföringskabeln uppskattas till högst 2,6 km^2 (inkl. havsdeponering) och den maximala muddringsvolymen till 630 000 m^3 (Tabell 5-2).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

5.7.2.2 Havsbaserade elstationer

Havsbaserade elstationer installeras vanligen på sitt fundament med en flytande kran. Havselstationen med fundament kan, beroende på planeringen, även flyttas eller installeras med andra lyftmetoder, t.ex. egna stödben. Komponenterna till elstationerna förs till hamnar via sjö- och landtransport.

5.7.2.3 Vindkraftsparkens interna kablar och överföringskablar

Vindkraftsparkens interna kablar och överföringskablarna läggs ut från ett lämpligt kabelfartyg. Kabelläggningsarbetet utförs separat av ett lämpligt kabelläggningsfartyg och ett mindre fartyg för att stödja byggnadsarbetet. De olika installationsmetoderna beskrivs ovan i kapitel5.6.

5.7.3 Stenmaterial och marksubstanser som behövs för byggandet av projektet

Byggandet av projektet kommer att kräva en betydande mängd kross och marksubstanser, t.ex. för att skydda kraftverksfundament och undervattenskablar. I nedanstående tabell (Tabell 5-3) visas uppskattningar av de mängder bergkross som behövs för projektet. När det gäller fundament för kraftverk behövs det mest stenmaterial för gravitationsfundament eftersom botten måste förberedas och jämnas ut, och stenmaterial behövs också för erosionsskydd. För skyddet av sjökablarna har man antagit en situation där projektet endast producerar elektricitet och kräver totalt 10 sjökablar för elöverföringen. Den mängd kross som behövs för att skydda vätgasledningen är mindre än den mängd som behövs för att skydda sjökablarna. Vid uppskattningen av kvantiteterna har det antagits att sjökablarna och vätgasledningen skyddas upp till ett vattendjup på 15 meter sett från stranden. Under förhållanden som är djupare än så anses det inte nödvändigt att skydda sjökablarna eller vätgasledning med stenmaterial. Kablar kan också skyddas genom att de försänks i havsbotten. I följande tabell (Tabell 5-3) ges dock en uppskattning för en situation där undervattenskablarna eller vätgasledningen skyddas i hela sin längd med stenmaterial.

Tabell 5-3. En uppskattning av de mängder stenkross som behövs för att bygga projektet.

Uppskattning av de mängder krossad sten som behövs för byggandet	Beräknad volym (m^3)
Fundament för kraftverk (förberedelse av botten och erosionsskydd)	148 000–384 000
Skydd av sjökablar (vattendjup mindre än 15 m) (totalt 10 sjökablar)	315 000
Skydd av sjökablar (längs hela kabelns längd) (totalt 10 sjökablar)	1 590 000

Målet är att skaffa kross och marksubstanser på ett logistiskt rationellt sätt, t.ex. är järnvägstransport av stora mängder stenmaterial ett bra alternativ ur utsläpps- och risksynpunkt, även om transportavståndet är längre. Alternativt kan stenmaterial skeppas eller transporteras på väg från hamnens närhet (mindre än 50 km). I miljökonsekvensbeskrivningen antas att Karleby hamn kommer att användas för byggnation och drift. Det är möjligt att andra hamnar i regionen också kan komma att användas under byggandet och driften av projektet.

5.7.4 Deponering av sediment

De preliminära alternativen för havsdeponeringsområden i Laines havsbaserade vindkraftspark (Figur 5-1) har dimensionerats så att kapaciteten i ett preliminärt deponeringsområde är tillräckligt för den maximala muddringsvolymen (högst 2 830 000 m^3) i parkens område och att kapaciteten i ett av de preliminära deponeringsområdena för muddringsmassor från kabelsträckningarna är tillräcklig för den maximala muddringsvolymen från kabelsträckningarna (630 000 m^3) (se Tabell 5-2). Man fastnade för separata deponeringsområdesalternativ för den havsbaserade vindkraftsparken och kabelsträckningarna då vindkraftsparken ligger långt från kabelsträckningarnas muddringsområden. Det är möjligt att planera deponeringen av

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

sediment som ska muddras vid byggandet av vindkraftverken så att sedimenten under en öppen säsong deponeras i en del av deponeringsområdet och under en annan öppen säsong i en annan del, och på så sätt minimera den kumulativa effekten av deponeringen. Eventuella sediment som muddras under installationen av sjökablarna kommer att deponeras i andra deponeringsområden än sediment som uppkommer vid installationen av kraftverken, på grund av de långa transportsträckorna.

När både kabelsträckningarna och vindkraftsparkens muddringsvolymer preciseras kommer de slutliga havsdeponeringsområdena att dimensioneras inom de preliminärt angivna områdena enligt den kapacitet som behövs. De föreslagna områdesgränserna är för närvarande vägledande, och arealen har fastställts så att alla de massor som föreslås för deponering i området kan spridas över området med en deponeringstjocklek på 1 meter. Vattnets djup varierar mellan 32 och 44 m i alla preliminära havsdeponeringsområden. De preliminära områden som anges för massorna från kabelsträckningarna är cirka 100 ha/område och de preliminära områden som anges för massorna från vindkraftsparken är cirka 400 ha/område.

Deponeringsområdena har valts ut med beaktande av kända utgångsdata som utgörs av bland annat: befintlig infrastruktur på området (bl.a. farleder, kända rör och kablar), skyddsområden, restriktionsområden (t.ex. Försvarsmakten), vattendjup i området.

På grundval av tillgängliga data (såsom sjökortsdata) har man försökt att placera havsdeponeringsområdena i djuphålor, så att områdets högsta nivå i slutfasen skulle ligga på eller under den omgivande havsbottnen och så att strömhastigheterna i området är låga, vilket minimerar spridningen av de deponerade massorna under alla vind- och strömförhållanden.

Projektets havsdeponeringsdugliga muddermassor transporteras antingen från vindkraftsparkens område eller från kabelrutterna till havsdeponeringsområdena med pråmar, vars tonnage uppskattas till cirka 400–1000 m^3 beroende på muddringsutrustning vars val beror på vattendjupet vid muddringsplatsen. Vattendjupet varierar avsevärt beroende på om muddring sker på kabelsträckningarna till exempel nära kusten eller på öppet hav i vindkraftsparkens område.

Havsdeponeringen av muddrade massor infaller under perioden med öppet vatten vid tiden för grundläggningen av vindkraftverkens fundament. Med tanke på det stora område som den havsbaserade vindkraftsparken täcker kommer fundamenten att förberedas under ett par år. När muddringsutrustningen finns på plats bedrivs arbetet intensivt och vid behov dygnet runt och alla dagar i veckan. Muddring och havsdeponering orsakar grumling av vattnet i ett ganska begränsat område inom några kilometer från en enskild arbetsplats.

I simuleringen av spridning av fasta substanser och grumlighet (*Niras 2023a, bilaga 3*) har det antagits att byggandet sker under en säsong med öppet vatten för att få fram maximal miljöpåverkan från muddring och deponering.

Sedimentundersökningar i området för den havsbaserade vindkraftparken och energiöverföringssträckorna har identifierat skadliga ämnen vars koncentrationer och spridning beskrivs mer detaljerat i kapitel 8.4.2 och deras effekter på marint liv i bilaga 6 om ekologisk riskbedömning (det nationella MKB-dokumentet).

För att minimera influensområdet för byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken och risken för transport av skadliga ämnen från sediment rekommenderas att muddermassorna från parkområdet placeras i deponeringsområde 7 (Figur 5-1 och Figur 5-3) inom vindkraftsparken, vilken kan kompletteras med deponeringsområdena 8 eller 9, med beaktande av begränsningarna för deponeringsduglighet. Om det av teknisk-ekonomiska skäl också finns ett behov av en god deponeringsplats för muddermassor från den norra delen av vindkraftsparkens område (t.ex. på grund av kortare transportavstånd), kan deponeringsområde 4 i nordost utanför parken ingå i den fortsatta granskningen eftersom det klassificeras som ett gott havsdeponeringsområde. Område 6 söder om vindkraftsparken är granskat men olämpligt för deponering.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Av de deponiområden (Figur 5-1) som övervägs i närheten av kabelsträckningarna är område 3 den mest lämpliga för deponering. Det finns behov av ytterligare undersökningar av bottenförhållandena i deponeringsområde 2. På grund av strömförhållandena i deponeringsområde 1 är området inte lämpligt för deponering. Av ovanstående deponeringsområden ligger 3 inom energiöverföringssträckningen MVE1/VVE1, 2 i omedelbar närhet av MVE2 och 1 i omedelbar närhet av MVE4/VVE2.

5.8 Drift och underhåll av havsbaserade vindkraftverk och sjökablar

Havsbaserade vindkraftverk förväntas hålla i cirka 35 år, bland annat på grund av den tekniska utvecklingen. Vindkraftverkens livslängd kan förlängas genom att man till exempel byter ut maskiner och komponenter.

Kraftverken kommer att underhållas efter behov under hela året när tillåter. Under normal drift fjärrövervakas havsbaserade vindkraftverk och elstationer. Underhållet av en vindkraftspark kräver att personal och nödvändiga delar transporteras till kraftverken med mindre underhållsfartyg, fartyg eller helikoptrar. Underhållsarbetet utförs huvudsakligen av ett specialiserat underhållsfartyg eller annat fartyg som transporterar personal. För större underhållsarbeten, t.ex. byte av stora delar, kan även t.ex. lyftfartyg och helikoptrar användas. På grund av isförhållanden kan till exempel isbrytare behövas vid underhållsarbete.

Sjökablar inspekteras vid behov, till exempel för att säkerställa att de är ordentligt skyddade. Om kabeln skadas repareras den med hjälp av ett kabelfartyg som lyfter upp det skadade kabelavsnittet för reparation och sedan sänker tillbaka kabeln till havsbotten med samma metod som i anläggningsfasen. För att skydda kablarna från skador i vindkraftsparkens område eller längs kabelrutterna bör bottentrålning inte tillåtas.

Under driften av den havsbaserade vindkraftparken uppstår avfall, t.ex. vid underhåll och service. Avfall genereras främst från exempelvis byte av olika oljor, vilket beräknas generera cirka 600–1 000 liter spillolja per kraftverk och år. Avfall kan också genereras av t.ex. reparerade eller utbytta delar. Underhåll av kraftverken utförs endast vid behov, varför mängden avfall som genereras av de reparerade eller utbytta delarna förväntas förbli måttlig. Mängden avfall som uppstår är osäker och beror på vilka vindkraftverk som väljs.

Avfallet kommer att levereras i enlighet med gällande lagstiftning och eventuella efterföljande tillstånd som utfärdas för projektet. Avfallet kommer att levereras till en behandlingsanläggning som är godkänd för att behandla och lagra de typer av avfall som uppstår i projektet. Avfall som genereras under driften samlas in separat på ett lämpligt fartyg och transporteras till fastlandet för lämplig behandling.

Under driften av vindkraftsparken förväntas inga betydande mängder avfall uppstå från drift eller underhåll av sjökablarna.

5.9 Avveckling av havsbaserade vindkraftverk och sjökabel

När driften av ett havsbaserat vindkraftverk upphör iakttas gällande lagstiftning och bästa praxis så att vindkraftsparken återställs i den mån det är nödvändigt. Under avvecklingen strävar man efter att minimera miljöpåverkan.

Vindkraftverken och de havsbaserade elstationerna rivs och avlägsnas helt och hållet med hjälp av motsvarande fartyg och metoder i omvänd ordning som används vid installationen. Fundamenten kan avlägsnas helt eller delvis. Vid partiell borttagning utförs borttagningen på eller strax under havsbottennivån så att den återstående delen stannar kvar i havsbotten. Kablar tas bort eller lämnas kvar där det är möjligt, t.ex. av säkerhetsskäl. Om det är nödvändigt att ta bort kablarna är processen i huvudsak densamma som vid utläggningen av kabeln, men i omvänd ordning. Eventuellt erosionsskydd kommer sannolikt att bli kvar,

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

eftersom den största delen antas ha sjunkit ner i havsbottnen, vilket skulle leda till större skada om den togs bort än om den lämnades kvar i området.

Mer än 80–95 procent av ett vindkraftverk kan numera återvinnas. De flesta komponenterna i kraftverken är av metall och kan därför återvinnas i sin helhet. Hittills har den mest utmanande delen att återvinna varit rotorbladen, som huvudsakligen består av ett kompositmaterial med glasfiber. Men kraftverkstillverkarna har redan publicerat planer på helt återvinningsbara rotorblad och dessutom har man utvecklat teknik för återvinning av bladen. Det uppskattas att avfallet från bladen kommer att uppgå till cirka 200 ton per kraftverk efter avslutad drift, förutsatt att bladen inte kan återvinnas utan behandlas som avfall i sin helhet. I övrigt förväntas avvecklingsprocessen huvudsakligen generera konventionellt avfall.

5.10 Säkerhet

Tidig identifiering och beaktande av säkerhetsrisker i anslutning till anläggning och drift av havsbaserad vindkraft är avgörande under hela planeringsprocessen. Den miljöriskbedömning som genomförts inom ramen för MKB-förfarandet för projektet presenteras i kapitel 9.16. Räddningslagen (379/2011) ålägger verksamhetsutövarna att egen beredskap (§ 14):

- förebygga eldsvådor och uppkomsten av andra farliga situationer
- ha beredskap att skydda personer, egendom och miljön i farliga situationer
- ha beredskap att släcka eldsvådor och för andra sådana räddningsinsatser som de på egen hand förmår göra
- vidta åtgärder för att trygga utrymning vid eldsvådor och andra farliga situationer samt åtgärder för att underlätta räddningsverksamheten

Ovanstående skyldigheter har i nödvändiga delar beaktats i den riskbedömning som utförts under MKB-förfarandet. Dessa skyldigheter beaktas i den fortsatta planeringen av projektet och i planeringen av driften bereder man sig för eventuella nödsituationer och incidenter.

Före installations- och driftsfaserna kommer en säkerhetsplan att upprättas för den havsbaserade vindkraftsparken, som definierar säkra metoder, hur man förebygger och minimerar risker och hur man hanterar olyckor. I säkerhetsplanen beaktas de olika olycksmöjligheter som vindkraftverkens drift och underhåll kan medföra.

Oljor används i transformatorer i elstationer. Transformatoroljor är i allmänhet inte särskilt brandfarliga, men kan ändå fatta eld om temperaturen blir tillräckligt hög. På havsbaserade elstationer finns potentiell brandbelastning i bland annat elsystem, som kan bidra till att en brand fortsätter och sprids i en nödsituation.

Dessutom behandlas de risker för sjötrafiken som det havsbaserade vindkraftsprojektet eventuellt orsakar separat i konsekvensbedömningen för trafik i kapitel 9.10. Man strävar redan i förväg efter att förebygga olyckor mellan vindkraftsparken till havs och sjöfarten genom god planering av sjöfarten och samarbete med trafikmyndigheterna redan under projektets utvecklingsfas.

6 Teknisk beskrivning av vätgasproduktionen

Laines havsbaserade vindkraftsprojekt kan producera antingen el eller vätgas med hjälp av el i området för den havsbaserade vindkraftsparken. Vätgasen kommer att ledas till fastlandet via en överföringsledning på havsbotten, som alternativt förs i land vid Kanäs i Nykarleby eller Alholma i Jakobstad (Figur 5-1). Det finns tre alternativa sträckningar för vätgasledningen (VVE1, VVE2 och VVE3) och de följer samma sträckning som de alternativa elöverföringssträckningarna.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

6.1 Planeringsgrunder

Det uppskattas att vindkraftsparken skulle kunna producera cirka 200 000 ton vätgas per år. Planeringen förutsätter att elektrolysutrustningen kan placeras till havs antingen vid centraliserade obemannade havsbaserade stationer (maximalt 3–8 stationer, Figur 5-9), eller på en plattform som byggs längst ned i varje vindkraftverkstorn (högst 150 kraftverk).

När det gäller de olika typerna av påverkan från havsbaserad vindkraft varierar orsaken till påverkan från en typ av påverkan till en annan. Exempelvis är kraftverkseffekt en avgörande faktor för få typer av påverkan. Istället är konsekvenserna mer relaterad till exempelvis kraftverkets yttre dimensioner, dess placering, vindkraftverkets ljudemissionsnivå eller storleken på fundamentet. De simuleringar som gjorts och de projektdata som använts i detta MKB-förfarande har valts i syfte att uppskatta den maximala påverkan för varje konsekvenstyp. För vätgasproduktion innebär detta att t.ex. salt- och värmelasterna har beräknats med hänsyn till den maximala beräknade årsproduktionen för projektet (11 TWh), dvs. den maximala elproduktionen för projektet som används fullt ut för vätgasproduktion. I detta fall kommer den värme- och saltbelastning som genereras av projektet att vara i linje med principen om maximal påverkan.

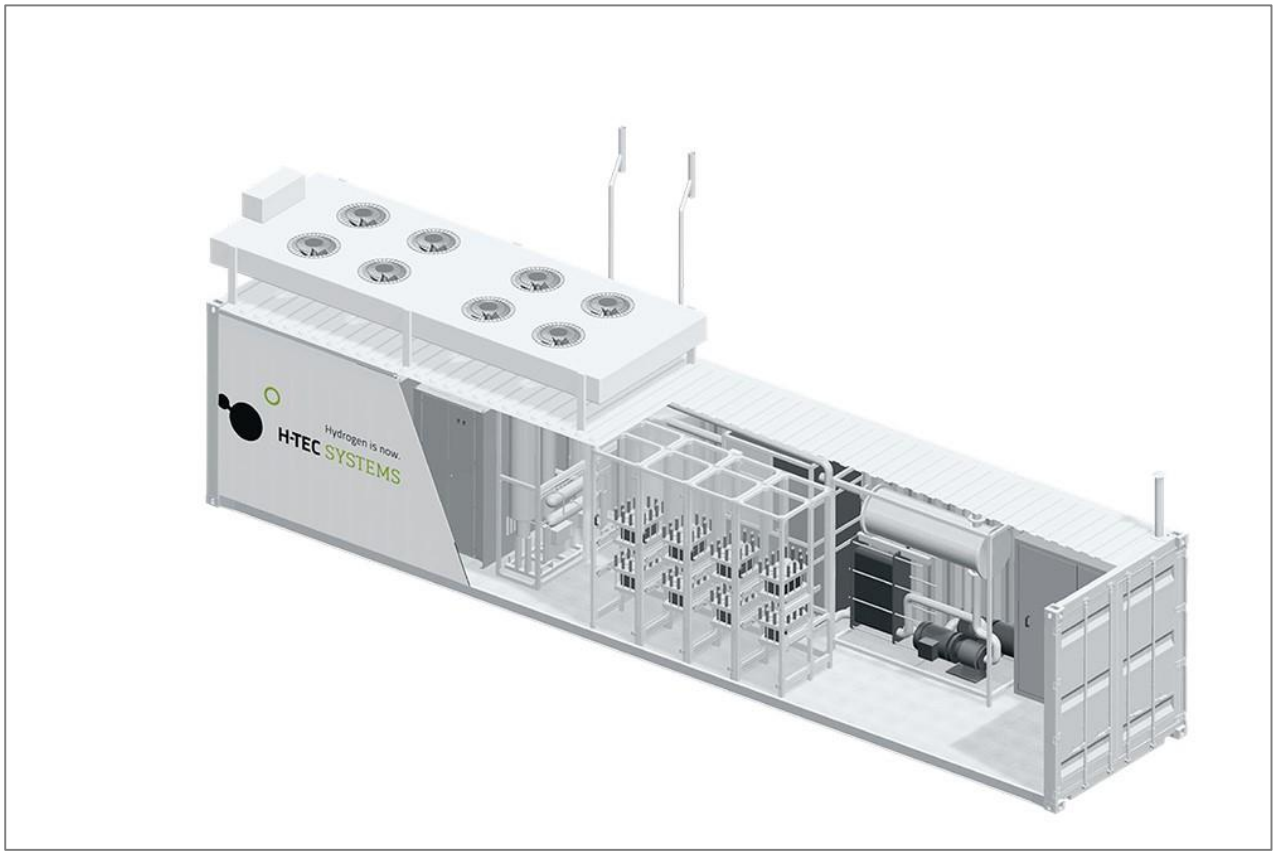
6.2 Vätgasekonomins principer

Vätgas är ett grundämne och kan framställas från en mängd olika energikällor, fossila eller icke-fossila. Vätgas har en stor potential som energibärare i ett framtida energisystem där energi produceras till exempel från sol, vind och vatten. Vätgas kallas energibärare, eftersom vätgas i sig inte är en primär energikälla, men kan användas för att lagra, transportera eller producera energi.

Vätgasmolekylen består av endast två väteatomer och därför är dess kemiska beteckning H_2. Väte är det vanligaste och lättaste grundämnet. Vid rumstemperatur och normalt tryck är väte en gas och kondenserar till vätska först vid mycket låga temperaturer (-253 °C). Väte är mycket brandfarligt. Vätgas brinner rent utan koldioxidutsläpp och innehåller mer energi per kilogram än fossila bränslen.

Väte kan produceras på olika sätt. Nästan allt väte som industrin för närvarande använder framställs av fossil naturgas genom så kallad ångreform. Väte framställd på detta sätt är av fossilt ursprung och dess tillverkningsprocess orsakar stora koldioxidutsläpp. Ett miljövänligt sätt att framställa väte är elektrolys. I det elektrolyssystem som visas i figuren nedan (Figur 6-1) sönderdelas vatten med hjälp av elektricitet till väte och syre. Om el från förnybara energikällor, såsom sol eller vind, används vid elektrolysen kallas produkten vanligtvis "grön” eller fossilfri vätgas.

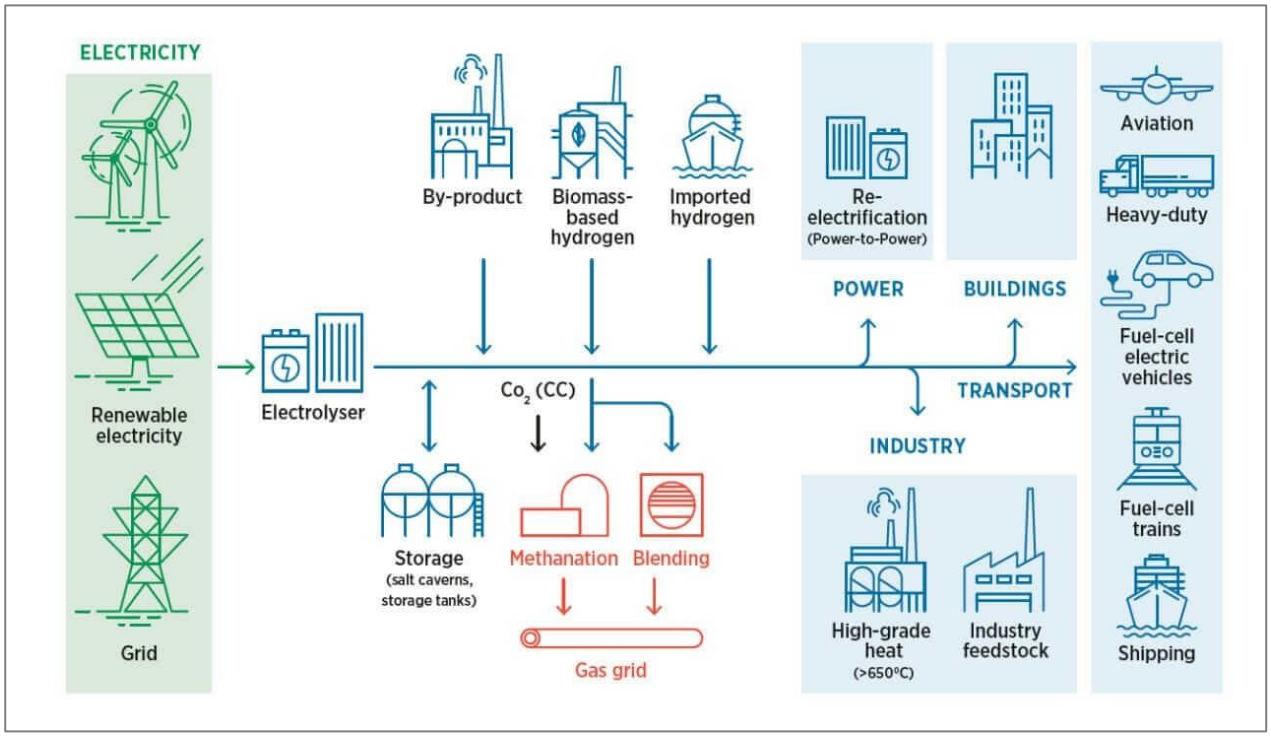
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 6-1. En elektrolysanläggning i modulform med en storlek på ca 2 MW (energi.se 2021).

Förnybar el kan genereras från solstrålning och vind, som sedan kan användas för att producera vätgas som kan lagras för vidare användning. Lagrad vätgas kan omvandlas till el, t.ex. med hjälp av en bränslecell, t.ex. för att driva bilar eller matas in i nätet, såsom visas i figuren (Figur 6-2). I bränslecellen reagerar väte och syre kontrollerat och bildar elektricitet, vatten och värme.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 6-2. Värdekedjan för vätgas från el till slutanvändare (Sadeq m.fl. 2024).

Vätgas har använts i industrin i över hundra år, vilket innebär att det finns stor erfarenhet och kunskap om säker hantering av gas. Industriella tillämpningar håller på att utvecklas, till exempel för att ersätta kol som reduktionsmedel vid ståltillverkning, där vätgas används för att omvandla järnoxid till järn. Förutom vätgasproduktion planerar många aktörer inom sektorn för närvarande och i framtiden koldioxidavskiljning för produktion av bland annat metanol.

Den stora utmaningen i vår tid är att klara energiförsörjningen, samtidigt som fossila bränslen gradvis överges. Många håller med om att "grönt" väte kan spela en central roll i övergången från fossila bränslen till förnybara energikällor och hållbara energisystem. Intresset för vätgas ökar därför över hela världen.

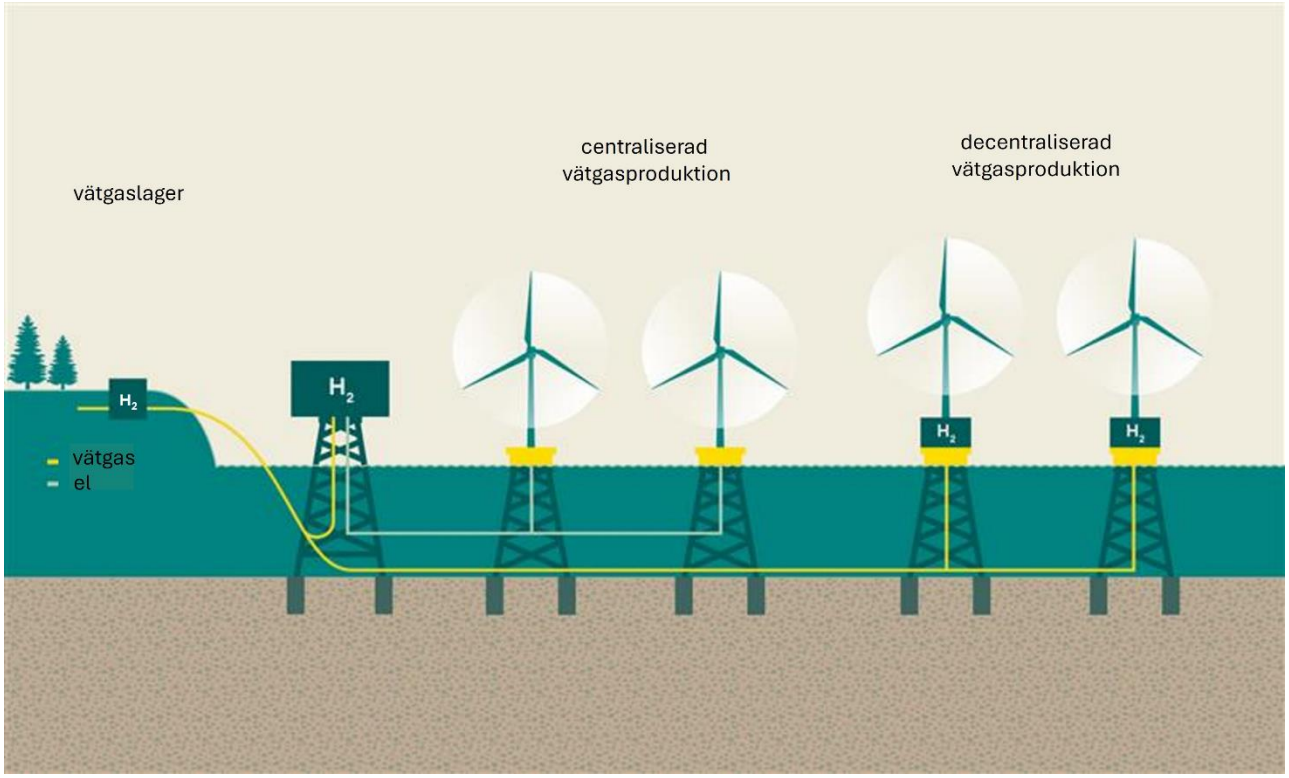
För att öka andelen förnybar energi i energisystemet krävs en viss grad av reglerkraft, särskilt när det gäller väderberoende produktionsmetoder. Vätgas kan i detta sammanhang fungera för att utjämna toppar och dalar i efterfrågan och för lagring av överskottsenergi. Detta kan göra det möjligt att t.ex. öka vindkraften i energisystemet, eftersom vindkraften producerar en varierande mängd el beroende på hur blåsigt det är. Vätgaslagring kan lagra mer energi under längre perioder än batterier.

6.3 Översikt av vätgasproduktion

Laines havsbaserade vindkraftsprojekt har två möjliga produktionsalternativ, som sammanfattas nedan och visas i följande figur (Figur 6-3).

1. Produktion av vätgas i nedre delen av vindkraftverkstornet
2. Centraliserad produktion av vätgas vid havsbaserade stationer i området för den havsbaserade vindkraftsparken

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 6-3. Illustration av de två olika alternativen för vätgasproduktion till havs: produktion vid en centraliserad havsbaserad station (vänster) och decentraliserad vätgasproduktion längst ned i kraftverkstornen (till höger i bilden) (OX2 2024).

Funktionsprinciperna för en vätgasproduktionsanläggning är samma oavsett vilket koncept som valts för genomförande. Vätgas kan framställas genom elektrolys, där elektricitet används för att bryta ner vatten till väte och syre. Förutom vätgas producerar elektrolysprocessen värme, syre och vatten med en högre salthalt än det havsvatten som tas in. Beroende på teknik behövs cirka 50–55 kWh el för att producera ett kilogram väte. Laines havsbaserade vindkraftspark beräknas producera cirka 200 000 ton vätgas per år. Elektrolysens verkningsgrad uppskattas till cirka 60 procent. Resterande 40 procent av elenergin beräknas omvandlas till värme. Följande tabell (Tabell 6-1) visar uppskattningar av vätgasproduktionsvolymerna för Laines havsbaserade vindkraftspark, de råvaror som krävs och de salt- och värmelaster som genereras.

Tabell 6-1. Nyckeltal för vätgasproduktionen i Laines havsbaserade vindkraftspark och uppskattningar av vilka mängder råvaror som krävs.

Nyckeltal för vätgasproduktion i Laines havsbaserade vindkraftspark	
Beräknad årlig elproduktion för projektet	11 TWh
Vätgasproduktion (per timme)	cirka 22 t
Vätgasproduktion (per dag)	cirka 540 t
Vätgasproduktion (per år)	cirka 200 000 t
Vattenförbrukning vid elektrolys (genomsnitt per timme)	cirka 230 m^3
Vattenförbrukning vid elektrolys (maximalt per timme)	cirka 460 m^3
Vattenförbrukning vid elektrolys (per dag)	cirka 5 500 m^3

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Nyckeltal för vätgasproduktion i Laines havsbaserade vindkraftspark	
Vattenförbrukning vid elektrolys (per år)	cirka 2 000 000 m^3
Vattenförbrukning för vattenrening (per år)	cirka 4 000 000 m^3
Mängd salt processavloppsvatten (per år)	cirka 2 000 000 m^3
Saltbelastning (per år)	cirka 6 600–11 000 ton
Förbrukning av kylvatten (per år)	cirka 200 000 000 m^3
Värmelast från kylning (per år)	12 000 TJ

Projektet kommer att medföra ett behov av att bearbeta havsbotten enligt följande (Tabell 6-2), inklusive muddring, vattenspolning för installation av vätgasledningen, förberedelse av fundamenten för de centraliserade vätgasstationerna med stenmateriallager och deponering. Den maximala bredden på vätgasledningens dike är cirka 3,5 meter. Deponiområdenas yta visas för varje alternativ i den tabell som presenterades tidigare (Tabell 5-2). Det område som krävs för vätgasledningen är mindre än det område som krävs för sjökablarna, så produktionen och transporten av vätgas överstiger inte den tidigare presenterade uppskattningen av det totala område som ska bearbetas i projektet.

Tabell 6-2. De maximala mängderna vätgasproduktion och vätgasöverföring från projektet och de areor för bottenbearbetning och muddringsvolymer detta ger upphov till. Den yta som krävs för havsdeponeringsområden visas i Tabell 5-2.

Projektfunktion	Maximalt antal (st.) Maximal längd (m)	Bottenareal som måste bearbetas (ha)	Muddringsvolym som krävs (m^3)
Vindkraftverk (decentraliserad vätgasproduktion)	150 st.	24,0 (gravitationsfundament)	2 000 000 – 2 200 000 (gravitationsfundament)
Centraliserad vätgasproduktion	8 st.	3,2 (gravitationsfundament)	(ingår i beräkningen av vindkraftverk)
Vätgasledning inom projektområdet (decentraliserad vätgasproduktion)	150 st. 271 000 m	95	(ingår i beräkningen av vindkraftverk)
Vätgasledning inom projektområdet (centraliserad vätgasproduktion)	1 st. 35 000 m	12	(ingår i beräkningen av vindkraftverk)
Vätgasledning från projektområdet till fastlandet	44 000 m	15,4	
Totalt		**150**	

Vätgasproduktion genom elektrolys beskrivs längre fram i kapitel 6.4.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

6.3.1 Distribuerad vätgasproduktion i nedre delen av vindkraftverkets torn

I framtiden kan vätgas produceras direkt i den nedre delen av vindkraftverkens torn. Elektrolysörer och andra komponenter installeras i sjöcontainrar som placeras på plattformar fästa på tornet, såsom visas i följande figur (Figur 6-4). Vätgasproduktionen ändrar inte storleken på kraftverkets fundament. Vätgasen leds med hjälp av rörledningar till en central plats i vindkraftsparken, varifrån huvudöverföringsrör leder vätgasen till fastlandet.

Figur 6-4. Exempel på vätgasproduktion i den nedre delen av tornet i ett havsbaserat vindkraftverk (Siemens-Gamesa 2021).

6.3.2 Produktion av vätgas centralt på en station i vindkraftsparksområdet

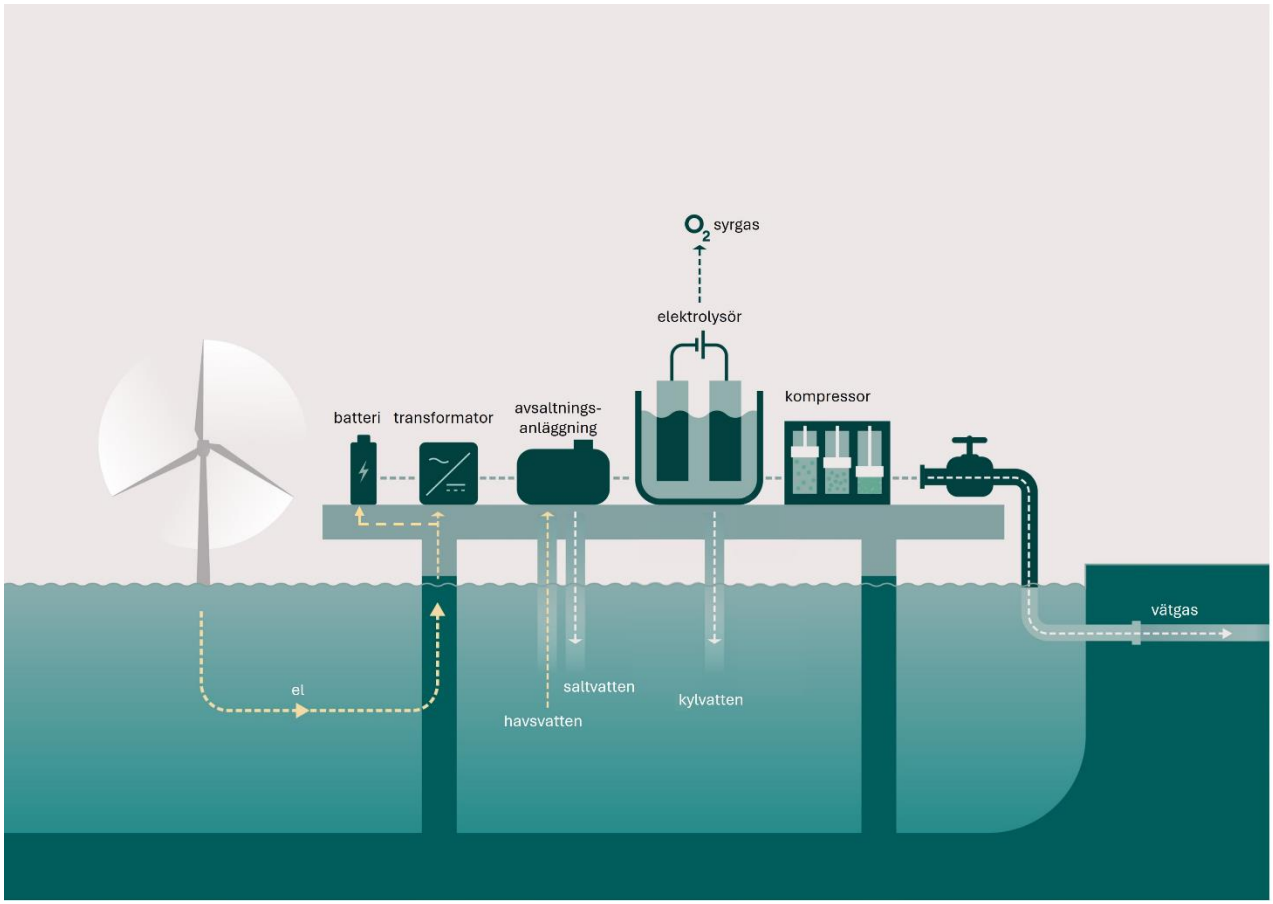
Laines vindkraftspark skulle kräva cirka 3–8 centraliserade stationer för vätgasproduktion (se Figur 5-9 för placeringen av dessa stationer). Fundamentet till stationen för vätgasproduktion är lika stort som fundamentet till en havsbaserad elstation. I de tidigare figurerna visas exempel på typiska havsbaserade elstationer (Figur 5-14 och Figur 5-15), som till sin utformning liknar en centraliserad station för vätgasproduktion.

6.4 Vätgasproduktion genom elektrolys

6.4.1 Elektrolysör

Det finns flera olika elektrolystekniker för vätgasproduktion, varav vissa redan är etablerade på marknaden och andra fortfarande är under utveckling. Det forskas ständigt på elektrolystekniker och den teknik som ska användas kommer att fastställas i ett senare planeringsskede. Elektrolysörer är ofta modulära och består av flera moduler (Figur 6-5), som i sin tur består av flera celler. Varje cell består, enkelt uttryckt, av en anod, en katod och en elektrolyt däremellan.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 6-5. Processdiagram för elektrolysanläggning (OX2 2024).

Flera olika tekniker kan användas för att producera vätgas i projektet. Ett möjligt alternativ är att använda PEM-elektrolys *(Polumer Electrolyte Membrane)*. Som en alternativ teknik planeras alkalisk elektrolys. Vilken teknik som ska användas kommer att fastställas i takt med att planeringen fortskrider och konsekvenserna av de båda teknikerna har bedömts vara likvärdiga.

6.4.2 Kemikalier relaterade till vätgasproduktion

De kemikalier och mängder som kan behövas för vätgasproduktion och dess processer kommer att specificeras när projekteringen fortskrider, beroende på vilken teknik som väljs. Preliminära kemikalieuppgifter anges i följande tabell (Tabell 6-3).

Tabell 6-3. Preliminära uppskattningar av de kemikalier som används och deras kvantiteter.

Kemikalie	Förbrukning per år	Användning	Faroklassificering
Kaliumhydroxid (KOH) (20–35 %)	2 930–18 000 t	Vätgasproduktion	Met. Corr. 1, H290, Eye irri. H302, Skin Corr. 1A, H314
Natriumhydroxid (NaOH)	34–68 t	Vattenrening	Met. Corr. 1, H290 Skin Corr. 1A, H314 Eye Dam. 1, H318
Svavelsyra (H_2SO_4)	68–113 t	Vattenrening	Met. Corr. 1, H290 Skin Corr. 1A, H314

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Beroende på vilken teknik som väljs för elektrolys kan den kemikalie som används i elektrolysören vara t.ex. kaliumhydroxid (KOH). Kemikalien lagras inte vid produktionsanläggningarna, utan används kontinuerligt i processen. Kemikalien förbrukas inte i elektrolysprocessen och förväntas inte ge upphov till utsläpp under normala förhållanden.

De vanligaste kemikalierna för vattenrening, såsom natriumhydroxid och svavelsyra, förväntas användas. De kemikalier som används och deras mängder kommer att specificeras i den fortsatta planeringen och tillståndsgivningen.

Produktionsanläggningarna använder kväve för inertering, vilket lagras i gasform i små mängder. Kylsystemen använder typiska köldmedier, t.ex. glykol, i slutna system.

Alla kemikalier kommer att förvaras i egna behållare och detaljerna kring förvaringen kommer att preciseras när projekteringen fortskrider. De kemikalier som krävs, deras mängder, förvaring och användning kommer i nödvändig omfattning i de kommande tillståndsfaserna. Förvaringen av kemikalier kommer att utformas i enlighet med säkerhetsföreskrifter och -krav, inklusive lämpligt spillskydd.

6.4.3 Vattenbehov och -behandling

Elektrolys kräver cirka 4 miljoner kubikmeter havsvatten per år, varav cirka 2 miljoner kubikmeter processvatten om vindkraftparken endast producerar vätgas (Tabell 6-1). Placeringen av havsvattenintaget, t.ex. djup och läge, kommer att väljas i ett senare designskede för att skapa optimala miljöförhållanden. Det bör noteras att vattenbehovet för elektrolys varierar beroende på produktion.

Vattnet som används för elektrolys renas från orenheter för att förlänga elektrolysörernas livslängd. För vattenrening kan t.ex. filtrering eller avsaltning användas. Reningen av havsvattnet förhindrar t.ex. korrosion av utrustningen och ansamling av mineraler i elektrolysören. Reningsprocessen producerar avjoniserat vatten *(demineraliserat vatten)* som produkt och processavloppsvatten med hög salthalt som en biprodukt. Vanligtvis kräver elektrolys demineraliserat vatten som råmaterial, vilket har en mycket låg elektrisk ledningsförmåga. Processvattnet leds till elektrolysören medan vattnet med högre salthalt leds tillbaka till havet.

Dessutom används vatten för kylning, vilket diskuteras i kapitel 6.4.4

6.4.3.1 Rening av havsvatten

Havsvattenbehandlingen avlägsnar organiskt material, lösta joner och olösliga fasta ämnen. Det finns olika tekniker för vattenbehandling.

Den består vanligtvis av flera mellansteg, där det första steget avlägsnar större partiklar och organiskt material, t.ex. genom filtrering, och det andra steget avlägsnar joner som är lösta i vattnet. Det finns olika tekniker för att ta bort salt, den vanligaste är omvänd osmos. Tekniken innebär att vattnet sätts under tryck och leds genom ett halvgenomträngligt membran. Processen kan upprepas flera gånger för elektrolys.

En annan vattenreningsteknik som kan komplettera eller ersätta omvänd osmos är ett jonbytarmembran. Då strömmar vatten genom ett membran som innehåller katjonbytargrupper och anjonbytargrupper. Dessa grupper kan binda joner från vatten såväl som släppa ut dem i vatten. Fördelarna med jonbytarmembran jämfört med omvänd osmos är bland annat mindre energibehov och möjligheten att uppnå högre flödeshastigheter. Å andra sidan kan de vara känsligare för smuts och kräver regelbunden regenerering eller byte av membran. Andra vattenbehandlingsmetoder kan också användas för att rena havsvatten, t.ex. elektrodialys, indunstning eller vakuumdestillation.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

6.4.3.2 Renat processvatten och processavloppsvatten

Förhållandet mellan demineraliserat vatten som är lämpligt för processen och som produceras i vattenbehandlingen och salthaltigt processavloppsvatten kan variera. De flesta elektrolysörer på marknaden idag producerar 45–65 procent processvatten och 35–55 procent processavloppsvatten.

Processvattnet leds in i elektrolysörer för vätgasproduktion, medan processavloppet släpps ut i havet. Återvinning, behandling och utsläpp av processavloppsvatten i havet kommer att studeras och utvecklas i takt med att projektplanerna fortskrider för att skapa optimala förhållanden och minimera miljöpåverkan. Processavloppsvatten kan t.ex. släppas ut i havet tillsammans med kylvatten, vilket ytterligare späder ut salthalten vid utsläppspunkten.

De olika vattenreningsteknikerna har det gemensamt att de skapar processavloppsvatten med högre salthalt än det omgivande havsvattnet. Mängden och salthalten i processavloppsvattnet beror på vald teknik och kan justeras för att minimera miljöpåverkan. Det beräknas att reningsprocessen årligen kommer att avlägsna cirka 6 600–11 000 ton salt från havsvattnet. Mängden salt som ska avlägsnas beror t.ex. på den lokala havsvattenkvaliteten (t.ex. salthalt).

Mängden avloppsvatten som genereras av elektrolys kommer att påverkas av tekniska lösningar som kommer att förfinas i takt med att projekteringen fortskrider. Olika tekniker, t.ex. för att minska mängden processavloppsvatten eller för att påverka avloppsvattnets kvalitet, kommer att undersökas och förfinas allteftersom projekteringen fortskrider och i projektets fortsatta tillståndsprocesser.

6.4.4 Kylning

I elektrolysprocessen uppstår värme och för att optimera driftstemperaturen måste utrustningen kylas. Både vatten- och luftkylning utreds. Ett alternativ är att använda havsvatten för att kyla elektrolysörerna. På grund av de stora värmeförlusterna undersöks möjligheterna att använda spillvärme i andra delprocesser, t.ex. vattenrening. Mer detaljerad information om den värme som genereras och dess potentiella användningsområden tas fram som en del av projektplaneringen.

I MKB-processen har processkylning antagits ske genom vattenkylning. Enligt beräkningarna krävs det årligen högst 200 miljoner ton havsvatten för att kyla elektrolysörerna. Under kylningen beräknas kylvattentemperaturen öka med cirka 15 °C jämfört med inloppstemperaturen, vilket beräknas ge en extra värmelast på cirka 12 000 TJ. Mängden och temperaturen på kylvattnet beror på vald teknik, rådande förhållanden och i vilken utsträckning värmen kan utnyttjas i andra delar av processen.

Man strävar efter att minska den mängd kylning som krävs för elektrolysen genom tekniska lösningar som kommer att preciseras i takt med att projekteringen fortskrider. Kylningen av elektrolysprocessen, såsom kylvattnets mängd och temperatur och de tekniska lösningar som påverkar den, kommer att behandlas och vid behov fastställas i projektets fortsatta tillståndsprocesser.

6.4.5 Syrgas

Förutom väte producerar elektrolysprocessen också syre. Syrgasproduktionen beräknas uppgå till högst cirka 1 600 000 ton per år (Tabell 6-4). Den syrgas som produceras genom elektrolysprocessen beräknas släppas ut i atmosfären, men uppsamling av syrgas och dess användning kommer att undersökas i takt med att projektplaneringen fortskrider.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 6-4. Beräknad syrgasproduktion i vätgasproduktionen.

Syrgasproduktion	Beräknad årlig produktion per produktionsstation (ton/år)
Centraliserad vätgasproduktionsstation (3 enheter)	530 000
Centraliserad produktionsstation för vätgas (8 enheter)	200 000
Decentraliserad vätgasproduktion (150 enheter)	11 000
Uppskattning av den totala mängden syrgas som produceras i projektet	**1 600 000**

6.4.6 Uppförande av en anläggning för vätgasproduktion

Efter att vindkraftverken har installerats kommer vätgasproduktionsanläggningarna att byggas antingen i vindkraftverkens torn (distribuerad produktion) eller i en byggnad som liknar en elstation (centraliserad produktion). Uppförandet av stationerna för vätgasproduktion förväntas sammanfalla med uppförandet av vindkraftsparken. Vid decentraliserad vätgasproduktion byggs elektrolysörerna huvudsakligen som modulära containrar på en plattform som är monterad på kraftverkstornet. Komponenterna för vätgasproduktion monteras i hamnen och transporteras sedan till varje kraftverk för separat installation. Byggandet av centraliserad produktion är i princip likvärdigt med byggandet av en havsbaserad elstation. Antalet containrar som krävs, övrig utrustning som behövs för produktionen och deras utformning preciseras allt eftersom projekteringen fortskrider.

6.4.7 Drift, underhåll och reparation av anläggningar för vätgasproduktion

Vätgasproduktionsanläggningarna inspekteras och underhålls vid behov cirka 1-2 gånger per år och vid behov, t.ex. i händelse av störning eller nödsituation.

Vid vätgasproduktion uppstår syre, saltvatten från rening av havsvatten och värme som biprodukter i processen. Man räknar med att elektrolyten som används i elektrolysen byts ut ungefär vart femte år. Den använda lösningen överförs till en tank och vidare till fastlandet för behandling. Dessutom genererar vätgasanläggningen avfall från rening av avloppsvatten och små mängder spilloljor och fetter. Produktionen av vätgas genererar inte något annat avfall som måste behandlas under driften.

6.4.8 Avveckling av anläggningar för vätgasproduktion

Avvecklingen av vätgasproduktionen motsvarar byggfasen och dess konsekvenser. Rivningsarbetet kommer att orsaka bland annat buller och vibrationer och en ökning av trafiken från fastlandet till projektområdet. Avvecklingen av vätgasproduktionen beräknas ta ungefär lika lång tid som rivningen av vindkraftverken, så effekterna av avvecklingen kommer att vara tillfälliga och kortlivade. Vid nedmontering av anläggningar för vätgasproduktion ska hänsyn tas till bestämmelserna i eventuella tillstånd, t.ex. vattentillstånd, som rör avveckling.

6.5 Överföring av vätgas

Projektets vätgasöverföring består av en transportledning från vindkraftsparken till kusten samt i det decentraliserade vätgasproduktionskonceptet av ett rörledningsnät inom parken. Vid decentraliserad produktion ansluts det interna rörledningsnätet till uppsamlingsstationer till havs, varifrån ledningen fortsätter till

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

land. Vid centraliserad vätgasproduktion överförs el från vindkraftverk till vätgasproduktionsstationer och vätgas förs till land via ledningar från stationerna. Vätgasledningar kan vara konstruerade av stål-, komposit- eller plaströr.

Stålröret är uppbyggt av prefabricerade moduler som sammanfogas med längsgående svetsfogar. På insidan behandlas röret med en friktionsreducerande beläggning och på utsidan med en korrosionshämmande beläggning. Vanligtvis gjuts också en betongbeläggning runt röret.

Flexibla plast- och kompositrör är ett annat material som lämpar sig väl för marina förhållanden. De är lätta och deras låga böjningsradie gör dem betydligt enklare att installera och transportera än stålrör. Rören är lätta, så tyngder eller förankring kan krävas för installationen. Vätgasrörets typiska yttre diameter är cirka 60 cm. Olika installationsmetoder för sjökablar, vilka beskrivs i kapitel 5.7, är också lämpliga för installation av vätgasledningar. Installationsmetoden beror bland annat på rörtypen och havsbottnens geologi.

6.5.1.1 Anläggning av vätgasledning

En vätgasledning byggs från havet till fastlandet, t.ex. till en lagringstank för vätgas. Vätgasledningen är ca 37,8 km lång och har en diameter på ca 60 cm. Bredden på vätgasledningens dike kommer inte att överstiga cirka 3,5 meter. Anläggningen av en vätgasledning består av förberedelse och anläggande av ett dike samt installation av rörledningen. Förberedelse av rörledningsdiket omfattar formning av havsbotten så att ledningen kan läggas utan att skapa onödig påfrestning eller belastning på rörprofilen. Bearbetningsåtgärderna utförs lokalt, t.ex. genom muddring eller uppläggning av stenmaterial. Uppläggning av stenmaterial är också avsedd att stödja och skydda ledningen där så behövs. Byggandet av en vätgasledning kan kräva skydd av ledningen beroende på lokala förhållanden. För vätgasledningen uppskattas att den mängd kross som krävs inte överstiger den mängd kross som uppskattas för sjökablar. Rörläggning är en kontinuerlig process där rörsektionerna sammanfogas innan de sänks ned på havsbotten.

Den mängd kross som behövs för att skydda vätgasledningen är mindre än den mängd som behövs för att skydda sjökablarna. Vid uppskattningen av kvantiteterna har det antagits att vätgasledningen ska skyddas tills vattendjupet är minst 15 meter sett från stranden, men ledningarna kan kräva skydd även i andra fall. I förhållanden som är djupare än 15 meter bedöms det dock inte finnas behov av att skydda vätgasledningen med stenmaterial. Rörledningen kan också skyddas genom att den försänks i havsbotten. För vätgasledningen överskrids inte den i tabell (Tabell 5-3) ovan uppskattade mängden kross som behövs för sjökablarna.

Det finns flera **sätt att installera röret** i landföringsområdet. Installation av en vätgasledning i ett bergigt område är möjlig till exempel genom horisontell riktad borrning. Ett annat alternativ är att gräva ett öppet dike på samma sätt som ett kabeldike. Alternativt kan landföringen göras genom att en kaj eller bro byggs för att korsa strandområdet. Den erforderliga bredden på landföringsplatsen är cirka 20 meter. Om ett öppet dike används för installationen snyggas området till efter byggandet. På rörledningens område är användningen av fordon och skogsbruk begränsad. Ledningens landföringsområde samt ledningens område på fastlandet måste hållas fria från träd.

I fråga om vätgasledningarnas landföring granskas fyra alternativa områden (Figur 5-1).

De tre vätgasledningsalternativen VVE2, VVE3a och VVE3b är belägna runt Alholmen i Jakobstads hamn, cirka 30 km öster om den havsbaserade vindkraftsparken. Det finns andra befintliga industriella verksamheter i området. Det finns utrymme för samarbete mellan olika aktörer i området, t.ex. för att förädla vätgas till andra bränslen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Vätgasledningens landföringsalternativ VVE1 är beläget i Kanäs hamnområde i Nykarleby. Kanäs ligger cirka 40 km sydost om den havsbaserade vindkraftsparken. Kanäsområdet har tidigare använts för industriella ändamål.

6.5.1.2 Havsdeponering

Som utgångspunkt beräknas muddringsbehoven för vätgasledningen vara högst lika stora som för elöverföringskablarna. För deponering av sediment skulle projektets planerade deponeringsalternativ användas. Som utgångspunkt princip är installationsmetoderna för vätgasledningen desamma som för elöverföringskablar. Muddringsmängderna överstiger dock inte de mängder som uppskattats för elöverföringskablarna eftersom en vätgasledning kan överföra hela den potentiella vätgasproduktionen, medan högst 10 överföringskablar behövs för elöverföring (Tabell 5-2).

6.5.2 Drift, underhåll och service av vätgasledningar

För att säkerställa vätgasledningens säkerhet kommer ett drift- och säkerhetssystem att upprättas för att bland annat säkerställa kontroll av ledningen och upptäckt av eventuella gasläckor. Planerat underhåll och periodiska inspektioner av vätgasledningarna kommer att utföras i enlighet med gällande lagstiftning och andra krav. Om omfattande underhållsarbete utförs på vätgasledningarna kommer det att schemaläggas utanför vintermånaderna. Vätgasledningen förväntas inte generera avfall under normala förhållanden.

6.5.3 Avveckling av vätgasledningen

Efter att driften upphört kommer vätgasledningen och dess strukturer i första hand grävas upp, lyftas upp ur havet och föras till fastlandet för återvinning. Detsamma gäller för landföringsområden och fastlandet. Ett andra alternativ är att låta röret sitta kvar om myndigheterna anser att detta är ett mer lämpligt alternativ. Åtgärderna vid avlägsnandet av rörledningen motsvarar byggandet av rörledningen.

6.6 Lagring av vätgas

I detta MKB-dokument bedöms lagring av vätgas på fastlandet. Vätgas lagras vanligen under tryck eller i flytande form. Förvaring av flytande väte kräver att vätet kyls till cirka -253 °C. För närvarande omfattar möjliga lagringsmetoder för vätgas bland annat trycksatta vätgastankar och sfäriska isolerade tankar. Lagringen av vätgas och bedömningen av dess konsekvenser beskrivs mer detaljerat i del B av MKB-dokumentet.

6.7 Säkerhet

Tidig identifiering och beaktande av säkerhetsrisker är centralt under hela projekteringen. Den miljöriskbedömning som genomförts inom ramen för MKB-förfarandet för projektet presenteras i kapitel 9.16.

Räddningslagen (379/2011) ålägger verksamhetsutövarna att egen beredskap (§ 14):

- förebygga eldsvådor och uppkomsten av andra farliga situationer
- ha beredskap att skydda personer, egendom och miljön i farliga situationer
- ha beredskap att släcka eldsvådor och för andra sådana räddningsinsatser som de på egen hand förmår göra
- vidta åtgärder för att trygga utrymning vid eldsvådor och andra farliga situationer samt åtgärder för att underlätta räddningsverksamheten

Ovanstående skyldigheter har i nödvändiga delar beaktats i den riskbedömning som utförts under MKB-förfarandet. Dessa skyldigheter beaktas i den fortsatta planeringen av projektet och i planeringen av driften bereder man sig för eventuella nödsituationer och incidenter.

I följande kapitel presenteras de risk- och säkerhetsfaktorer som ska beaktas i samband med produktionsprocessen, transport och lagring av vätgas.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

6.7.1 Vätgas

Vätgas är en mycket lätt gas. Det innebär att vätgasen vid en eventuell olycka kan stiga högt upp i luften utan att påverka miljön. Vätgas är dock en mycket brandfarlig gas, vilket innebär att vätgas i undantagsfall kan antändas om det finns en värmekälla i närheten av gasläckan. Vid högt tryck kan vätgas också självantända utan någon yttre antändningskälla.

Vätgas kan antändas på olika sätt beroende på tidpunkten för antändningen, typen av läckage och lågan. Ett kontinuerligt vätgasutsläpp kan resultera i en jetflamma, vars storlek beror på faktorer som tryck och läckagehålets storlek. Om en stor mängd vätgas antänds samtidigt kan gasen brinna explosionsartat.

Förbränning av vätgas kan medföra konsekvenser för människor genom den värmestrålning som genereras av förbränningen. Tryckvågor från explosioner kan också orsaka materiella skador, t.ex. skador på anläggningsstrukturer.

6.7.1.1 Elektrolysörer och kompressorer

Elektrolys använder el från vindkraftverk för att bryta ner vatten till väte och syre. I en elektrolysör är vätgasen vid normalt atmosfärstryck. För elektrolys har eventuella vätgasläckage identifierats som risk. Användningen av vätgas i olika delar av anläggningen kräver trycksättning av vätgasen. Detta görs av kompressorer i anläggningen, som komprimerar vätgasen till önskat tryck, varefter vätgasen transporteras eller lagras i rör. I kompressorer är riskerna liknande dem för elektrolysörer, men det högre trycket kan få större effekter.

Vätgasläckage från elektrolysörer och kompressorer har beräknats orsaka olyckor som kan ha lokala effekter på underhållspersonal vid anläggningar eller personer ombord på fartyg. Ett läckage kan leda till en jetflamma eller en explosion. Ett läckage som inte antänts förväntas stiga och snabbt försvinna ut i miljön.

6.7.1.2 Lagring

Mekaniska stötar eller bränder kan få tanken att gå sönder och leda till även stora läckage. Mekaniska stötar kan t.ex. orsakas av en kollision med ett fartyg.

Möjliga olyckssituationer är jetflammor och explosioner i gasmoln om gasen antänds med fördröjning. I händelse av en olycka med lagring av vätgas förväntas inte tryckhöjning som leder till att lagringstanken går sönder inträffa på grund av kokande vätska eller expanderande ånga inträffa (*Boiling liquid expanding vapour explosion*, BLEVE). En trycksatt tank kan också utgöra en risk om trycket i tanken stiger, t.ex. till följd av extern uppvärmning. En tryckökning kan exempelvis leda till att lagringstanken exploderar.

6.7.1.3 Rörsystem

Oavsett implementeringskoncept kommer den havsbaserade vätgasproduktionen att ha enstaka och centraliserade transportrörledningar inom parken. Ett rörbrott kan ha en inverkan på miljön och på människor i omedelbar närhet av olycksplatsen. Små läckor kan till exempel orsakas av otäta röranslutningar, otillräckligt underhåll eller felaktig installation av rörsystemet.

Större läckage, som rörbrott, anses få betydande konsekvenser lokalt men också längre bort från olycksplatsen. Stora läckage kan orsakas av externa mekaniska stötar, t.ex. från sjöfart eller underhållsarbete. Stora rörläckor kan orsaka jetflammor i atmosfären ovanför havsytan när de stiger upp till ytan. Under havsytan bildar läckorna vätgasbubblor, som när de släpps ut i luften bildar gasmoln. Gasmoln kan orsaka explosioner om de antänds.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

6.7.2 Syrgas

Elektrolysen ger också syre som biprodukt, vilket är gasformigt vid normal temperatur och tryck (20 °C, 1 bar). Till skillnad från vätgas är syrgas inte en brandfarlig gas och utgör därför inte någon brandrisk i sig själv. Syrgas är dock en oxiderande gas och kan främja pågående bränder.

De viktigaste riskerna med syrgas är:

- Syre kan främja en pågående brand i omgivningarna.
- Överskott av syre som reagerar med olja eller fett (t.ex. kraftverksolja eller transformatorolja) kan orsaka brand eller till och med explosion.

6.7.3 Gasledningar under vatten

Rörledningsnätet för den havsbaserade vindkraftsparken består huvudsakligen av ett internt rörsystem för vätgas när projektet har decentraliserad vätgasproduktion, och överföringsledningar från det havsbaserade vindkraftsområdet till fastlandet. Vätgasledningarna placeras på havsbotten fram till landföringspunkten.

Läckor i undervattensledningar leder till att vätgas läcker ut i havsvattnet och vidare ut i atmosfären. Sannolikheten för att små utsläpp ska inträffa har bedömts vara högre än för stora utsläpp, men i olycks-situationer är effekterna av stora utsläpp sannolikt mer betydande. Möjliga orsaker till stora läckor i en undervattensledning för vätgas kan vara följande:

- Felaktig eller vårdslös ankring av fartyg
- Felaktigt underhåll av rörledningar
- Felaktig eller ovarsam bottentrålning
- Vandalism

Vid ett läckage stiger gasen upp till vattenytan, där den kan bilda ett brandfarligt gasmoln innan den sprids i luften. Om ett fartyg passerar genom ett gasmoln kan en antändningskälla ombord antända gasmolnet och orsaka brand eller explosion. Ett stort gasutsläpp under vattnet skapar också gasbubblor, som kan orsaka lokala densitetsskillnader i vattnet och minska vattnets flytkraft, vilket kan få ett fartyg i närheten av gasutsläppet att sjunka.

6.7.4 Bränder

Väte är ett mycket brandfarligt ämne, vilket innebär att hantering av det medför en uppenbar risk för antändning och/eller spridning av brand. En stor brand kan leda till att en stor mängd rök sprids i omgivningen.

Stora bränder kan orsaka en storolycka i projektområdet om den inkommande elden kan sprida sig från en produktionsenhet till en annan. Till exempel kan en storskalig brand medföra att temperaturen stiger utanför vätgastanken, vilket kan leda till att trycket i tanken stiger och att tanken brister.

6.7.5 Storolyckor

En storolycka kan inträffa i vätgasrörsystemet, där en lokal onormal situation kan sprida sig okontrollerat till ett område i eller utanför anläggningen och orsaka t.ex. en vätgasläcka, brand eller explosion. I det fallet är risken att en lokal olycka utvecklas till en storolycka, situationer som leder till detta kan vara t.ex:

- En stor antändning i en vätgasledning eller en fördröjd antändning av ett vätgasmoln kan orsaka skador på intilliggande vätgasproduktionsanläggningar och/eller vindkraftverk. Denna skada kan i sin tur leda till ytterligare vätgasläckage och vätgasantändning, och därmed till skador på fler intilliggande kraftverk och/eller vätgasproduktionsanläggningar.
- En större avvikelse i anläggningen, till exempel ett vätgasläckage, kan påverka passerande fartyg och orsaka en olycka.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

- En brand och samtidigt stort syreläckage kan skada t.ex. vätgasledningar, vilket kan leda till vätgasläckage och ytterligare explosioner. Detta kan i sin tur skada närliggande strukturer, t.ex. vindkraftverk.

7 Tillstånd, planer och beslut i Finland som krävs för projektet

Efter att MKB-processen avslutats framskrider projektet till tillståndsfaserna. MKB-dokumentet och kontaktmyndighetens motiverade slutsats om det bifogas till tillståndsansökningarna. I nedanstående tabell (Tabell 7-1) och i följande kapitel beskrivs kortfattat vilka förfaranden, tillstånd och beslut som projektet kan kräva i Finland. I detta avsnitt av MKB-sammanfattningen ligger fokus endast på tillstånd gällande den havsbaserade vindkraftsparkens område, och tillstånden för verksamhet i territorialvatten och på fastlandet har inte behandlats eftersom de inte är relevanta för det internationella samrådet. Tillståndsbehoven utreds närmare när planeringen av projektet framskrider.

Tabell 7-1. Förfaranden, tillstånd och beslut som krävs för projektet (x = eventuellt behov finns).

Process/tillstånd/beslut	Havsbaserad vindkraftspark och tillhörande muddring och deponering	Vätgasproduktion
Miljökonsekvensbedömning	x	x
MKB-process i anslutning till Unesco-avtalet	(x)	
Natura-bedömning	x	x
Samtycke till undersökningsverksamhet inom Finlands ekonomiska zon	x	x
Statsrådets samtycke till att utnyttja den ekonomiska zonen och bygga i den ekonomiska zonen	x	x
Undersökningstillstånd enligt inlösningslagen		x
Tillstånd enligt vattenlagen (587/2011) (anläggande av vattendrag, placering av konstruktioner i vattendrag, utvinning av marksubstanser från den ekonomiska zonen)	x	x
Tillstånd enligt miljöskyddslagen (527/2014)		x
Flyghindertillstånd	x	
Andra tillstånd och avtal som eventuellt krävs		
Tillstånd enligt kemikaliesäkerhetslagen (390/2005)		x

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Process/tillstånd/beslut	Havsbaserad vind-kraftspark och tillhö-rande muddring och de-ponering	Vätgasproduktion
Tillstånd enligt 49 § i sjö-trafiklagen (782/2019)	x	
Anslutningsavtal till elnätet	x	
Tillstånd till undantag från naturvårdslagen	x	
Tillståndsförfarande som följer av att man inkräktar på en fornlämning	x	
Specialtransporttillstånd	x	
Begäran om utlåtanden		
Försvarsmaktens godkän-nande	x	
Konsekvenser för tv- och radiosändningar	x	
Påverkan på väderradar	x	

7.1 MKB-process

I Finland regleras miljökonsekvensbedömning genom MKB-lagen (252/2017) och MKB-förordningen (277/2017). MKB-processen tillämpas på projekt, och ändringar av dem, som sannolikt har betydande miljökonsekvenser.

Beroende på projektets typ och storlek tillämpas MKB-processen antingen direkt med projektförteckningen i MKB-förordningen som grund eller med ett beslut som fattas i enskilda fall som grund. Vindkraftsprojekt kräver alltid en process enligt MKB-lagen när antalet enskilda kraftverk är minst 10 eller den totala effekten är minst 45 megawatt.

Det rör som krävs för vätgasöverföring i vindkraftsparken Laine överskrider gränsvärdet 40 kilometer för sin längd och kräver därigenom också att en process enligt MKB-lagen tillämpas (MKB-lagens projektför-teckningsbilaga 1 punkt a).

Lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (MKB-lagen 252/2017) och statsrådets förordning om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning (MKB-förordningen 277/2017) förutsätter att MKB-förfa-randet tillämpas på energiöverföringsprojekt som omfattar minst 220 kilovolt kraftledningar ovan jord, som är längre än 15 kilometer.

I Laine havsbaserade vindkraftspark bedöms miljökonsekvenserna av huvudprojektet (havsbaserad vind-kraftspark) och tillhörande projekt (havsbaserad vätgasproduktion, sjökablar och vätgasledning, sediment-muddring, 400 kV kraftledningar) i samma MKB-förfarande. Projektets MKB-process omfattar utarbetande av MKB-program och MKB-dokument. MKB-dokumentet och kontaktmyndighetens (i detta projekt NTM-

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

centralen i Norra Österbotten) motiverade utlåtande om det utgör en förutsättning för att få tillstånd för projektet.

7.1.1 Internationell MKB-process

Eftersom det havsbaserade vindkraftsprojektet har en potentiell internationell dimension iakttas Esbokonventionen om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser (kap. 5 samt 28 § och 29 § i MKB-lagen 252/2017).

Ett internationellt avtal om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser har slutits genom den s.k. Esbokonventionen (*Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context*). Konventionen från FN:s ekonomiska kommission för Europa ratificerades av Finland 1995. Avtalet trädde i kraft 1997. I Finland har skyldigheterna enligt konventionen verkställts genom MKB-lagen samt genom förordning om ikraftträdande av konventionen om bedömning av gränsöverskridande miljökonsekvenser (FördrS 67/1997).

7.2 MKB-process i anslutning till Unesco-avtalet

Havsvindkraftsprojektet påverkar Unescos världsarvsområde Kvarken, och därför kan byggandet av projektet kräva en bedömning av projektets inverkan på världsarvets värden, utöver det MKB-förfarande som föreskrivs i nationell lagstiftning. På naturarvsområden tillämpas vid behov den s.k. separata EIA-processen. En separat MKB-process genomförs med materialet i projektets MKB-process som grund, men typiskt först efter att den nationella MKB-processen avslutats. Effekterna på världsarvet har sammanställts i ett kapitel (kapitel 4.3.3.4) i det nationella MKB-dokumentet del A i enlighet med IUCN:s rekommendationer. I den separata MKB-processen för världsarvsobjekt, om en sådan skulle tillämpas på detta projekt, granskas projektets inverkan på de värden som har fört upp området som världsarv. Unesco, tillsammans med bland annat IUCN har publicerat vägledningen ”Guidance and Toolkit for Impact Assessment in a World Heritage Context” (2022). Vägledningen har utnyttjats i bedömningen av Laineprojektets miljökonsekvenser.

7.3 Natura-bedömning

Natura 2000-nätverket är ett ekologiskt nätverk som täcker Europeiska gemenskapen. I 35 § i naturvårdslagen (09/2023) stadgas att om ett projekt eller en plan antingen i sig eller i samverkan med andra projekt eller planer sannolikt betydligt försämrar de naturvärden i ett område som ingår i nätverket Natura 2000, för vars skydd området har införlivats i nätverket, ska den som genomför projektet eller gör upp planen på behörigt sätt bedöma dessa konsekvenser. Enligt 39 § i naturvårdslagen får en myndighet inte bevilja tillstånd för genomförande av ett projekt eller godkänna eller fastställa en plan, om det av det bedömnings- och utlåtandeförfarandet som avses i 35 § 1 och 2 mom. framgår att projektet eller planen på ett betydande sätt försämrar de naturvärden till vars skydd området har införlivats eller kommer att införlivas i nätverket Natura 2000. Trots vad som föreskrivs ovan får tillstånd för ett projekt som i övrigt uppfyller förutsättningarna i lagstiftningen dock beviljas eller planen godkännas eller fastställas, om det inte finns någon alternativ lösning för projektet eller planen och statsrådets allmänna sammanträde beslutar att projektet eller planen ska genomföras av ett skäl som är tvingande på grund av ett ytterst viktigt allmänt intresse.

För projektet har det utarbetats en Naturabedömning för fem Naturaområden Nykarleby skärgård, Larsmo skärgård, Kvarkens skärgård, Fänäsnabban och Gubbträskberget. Naturabedömningarna finns som bilagor till MKB-dokumentet del A och B.

Det närmaste skyddsområdet till projektområdet är Holmöarnas Natura 2000-område (SPA) (SE0810010). Till övriga skyddsområden på den svenska sidan är avståndet över 40 km. Det bedöms att inga miljökonsekvenser uppstår för de ovan nämnda Natura 2000-områdena på grund av de stora avstånden, och det

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

har inte ansetts nödvändigt att göra Natura-bedömningar. Natura-områdena på den svenska sidan beskrivs närmare i kapitel 8.4.7.

7.4 Lag om Finlands ekonomiska zon

Lagen om Finlands ekonomiska zon (1058/2004) reglerar projektverksamheter inom den ekonomiska zonen.

En lag om havsbaserad vindkraft i den ekonomiska zonen (934/2024) har beretts under 2023–2024. Detta beror på att de nuvarande bestämmelserna i lagen om ekonomisk zon är dåligt anpassade till havsbaserade vindkraftsprojekt. Lagen skulle bland annat reglera urvalet av operatörer för havsområden och nödvändiga tillstånd. Syftet med lagförslaget är att lösa följande frågor: hur man väljer en operatör i havsområden i linje med EU:s regler för statligt stöd, vilka tillstånd som behövs och vilken lagstiftning som gäller för havsbaserade vindkraftsprojekt i den ekonomiska zonen.

Den nya lagen (934/2024) kommer att tillämpas på havsbaserade vindkraftsprojekt i den ekonomiska zonen parallellt med och delvis i stället för den nuvarande lagen om Finlands ekonomiska zon (1058/2004). Regeringen överlämnade den 3 oktober 2024 en proposition till riksdagen med förslag till lag om havsbaserad vindkraft i den ekonomiska zonen och till lagar som har samband med den (RP 147/2024 rd). Lagen trädde i kraft den 1 januari 2025, varefter en förordning kommer att utarbetas. I och med uppdateringen av lagen om Finlands ekonomiska zon tillämpas Finlands och EU:s lagstiftning om el- och gasmarknaden, lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (390/2005), lagen om tryckbärande anordningar (1144/2016), lagen om utsläppshandel (1270/2023) och luftfartslagens (864/2014) bestämmelser om flyghinder på konstgjorda öar, anordningar och andra konstruktioner samt rörledningar och kablar som hänför sig till deras drift. Med anordning eller konstruktion avses i propositionen inte rör eller kabel. Dessutom regleras förhindrandet av föroreningar från fartygs normala verksamhet i den ekonomiska zonen av miljöskyddslagen för sjöfarten (1672/2009), och åtgärder för att förhindra oljeutsläpp och kemikalieutsläpp från fartyg regleras av räddningslagen (379/2011). Dessutom tillämpas avfallslagen (646/2011) i den ekonomiska zonen.

7.4.1 Tillstånd av statsrådet

Enligt 6 § i lagen om den ekonomiska zonen kan *"Statsrådet efter ansökan lämna samtycke till utnyttjande av naturtillgångar på havsbottnen och i dess underlag i den ekonomiska zonen liksom också till forskning som åsyftar detta och till att i den ekonomiska zonen idkas annan verksamhet som avser ekonomiskt utnyttjande av zonen (utnyttjanderätt)...".* Om byggande stadgas dessutom särskilt i lagens 7 §. Enligt den kan "*statsrådet efter ansökan lämna samtycke till att uppföra och använda konstgjorda öar, anläggningar och konstruktioner för de verksamheter som avses i 6 § samt sådana övriga anläggningar och konstruktioner som kan störa utövandet av de rättigheter som Finland enligt folkrätten har i den ekonomiska zonen...*".

Finlands statsråd har 10.1.2022 beviljat samtycke till undersökningar i den ekonomiska zonen (VN/12504/2021). Den projektansvarige har med stöd av undersökningstillståndet utfört geofysiska och geotekniska undersökningar och utreder djupförhållandena på havsbottnen i undersökningsområdena samt strukturen på botten och underliggande skikt under åren 2022 och 2023.

OX2 har den 23 december 2022 ansökt hos statsrådet om utnyttjanderätt för området för Laineprojektet, så att OX2 skulle få en områdesreservation, dvs. en exklusiv rätt att utnyttja de områden som omfattas av projektet för havsbaserad vindkraftsproduktion. Den 2 maj 2024 beslutade regeringen att avslå samtliga 16 pågående ansökningar om utnyttjanderätt, inklusive en ansökan gällande Laine (statsrådets beslut ANM/2024/44). I beslutet anges bland annat att *"Statsrådets beslutsfattande enligt lagen om den ekonomiska zonen baseras enligt beslutet på en ändamålsenlighetsprövning. Lagens ordalydelse ger statsrådet*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

(finska staten) omfattande prövningsrätt när det gäller utnyttjanderätt enligt kapitel 3 i lagen om Finlands ekonomiska zon. I statsrådets beslut har det bl.a. varit fråga om att göra en avvägning mellan olika aspekter av den enskilde sökandens/bolagets intressen och statens övergripande intresse i en situation där det finns intresse för samma projektområden i den ekonomiska zonen bland flera sökande. I lagen om ekonomiska zoner anges inte under vilka förutsättningar en utnyttjanderätt enligt kapitel 3 ska beviljas eller när en ansökan ska avslås. Statsrådets synsätt som talar för ett negativt beslut har varit övervägande i denna tillståndsprövning."*(Statsrådet 2024*)

I den ekonomiska zonen tillämpas bland annat miljöskyddslagen (527/2014), lagen om vattenvårds- och havsvårdsförvaltningen (1299/2004), vattenlagen (587/2011) och 8 a kap. om havsplanering i markanvändnings- och bygglagen (132/1999).

7.5 Tillstånd enligt vattenlagen

Tillstånd enligt vattenlagen (587/2011) ska sökas för byggande av vindkraftverks fundament och sjökablar samt för därtill knuten muddring och deponering av sediment. I MKB-förfarandet behandlas inte frågor som gäller mark- och vattenområdenas ägande och ersättningsförfarandet, utan de kommer att behandlas i tillståndsförfarandet enligt vattenlagen. Vattenlagen tillämpas både inom Finlands territorialvatten och inom Finlands ekonomiska zon. I den ekonomiska zonen är Regionförvaltningsverket i Södra Finland tillståndsmyndighet enligt miljöskyddslagen och vattenlagen (lagen om Finlands ekonomiska zon 1058/2004 § 18).

Processen enligt vattenlagen omfattar även internationellt samråd för projekt som ligger i Finlands ekonomiska zon.

Om marksubstanser tas från den ekonomiska zonen i ett havsområde gäller vattenlagen för täkten av marksubstanser.

7.6 Miljötillstånd

För vindkraftverk kan det från fall till fall krävas miljötillstånd enligt miljöskyddslagen (527/2014) om de kan medföra besvär enligt lagen angående vissa grannelagsförhållanden (26/1920). I fallet vindkraftverk kan konsekvenser som innebär besvär vara buller och blinkande skuggeffekter från rotorbladens rotation. Det är inte troligt att miljötillstånd krävs för havsvindkraftsparken Laine på grund av det betydande avståndet till de närmaste störda objekten. I den ekonomiska zonen är Regionförvaltningsverket i Södra Finland tillståndsmyndighet enligt miljöskyddslagen och vattenlagen (lagen om Finlands ekonomiska zon 1058/2004 § 18).

Vätgasproduktion till havs kräver tillstånd enligt miljöskyddslagen. Lagring av vätgas i gasform under tryck kräver inte automatiskt tillstånd enligt miljöskyddslagen. Projekt för överföring och lagring av vätgas kan dock kräva miljötillstånd i enskilda fall på grund av deras påverkan.

En anläggning för vätgasproduktion är en direktivanläggning. Vid planeringen av vätgasanläggningen beaktas bästa tillgängliga teknik där så är möjligt. Anläggningen har bedömts vara en direktivanläggning enligt 27 § 1 mom. och bilaga 1 punkt 4a i miljöskyddslagen (527/2014). Det finns inga direkt tillämpliga BAT-slutsatser för verksamheten. En bedömning av bästa tillgängliga teknik kommer att göras i samband med ansökan om miljötillstånd för anläggningen i enlighet med 53 § i miljöskyddslagen. I granskningen beaktas horisontella BREF-dokument: CWW BREF (rening av avloppsvatten och gaser från kemisk industri), ENE BREF (energieffektivitet) och EFS BREF (utsläpp från lagring).

Processen enligt miljöskyddslagen omfattar även internationellt samråd för projekt som ligger i Finlands ekonomiska zon.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

7.7 Flyghindertillstånd

Säkerheten och smidigheten för flygtrafiken kan försvåras av så kallade flyghinder. 158 § i luftfartslagen (864/2014) som trädde i kraft i november 2014 förutsätter att det krävs flyghindertillstånd för att placera anordningar, byggnader, konstruktioner och märken som eventuellt medför fara för luftfarten. Om villkoren i lagrummet uppfylls och flyghindertillstånd krävs, ska den som förelägger flyghinder reda ut flyghindrets konsekvenser med hjälp av flyghinderutlåtande från leverantören av flygtrafikledningstjänster. För flyghindertillstånd ska sökanden först begära att den berörda leverantören av flygtrafikledningstjänster, Fintraffic Lennonvarmistus Oy (f.d. ANS Finland) lämnar ett flyghinderutlåtande.

158 § i luftfartslagen har ändrats (174/2023). I lagen har också tillagts bestämmelser om beviljande av flyghindertillstånd och om lufthinderregistret (158 a–d §§). Ändringarna träder i kraft den 1 oktober 2023. I fråga om vindkraftverk som byggs på havsområdet behövs för flyghindertillstånd även Gränsbevakningsväsendets utlåtande (158 § i luftfartslagen).

Enligt luftfartslagen får inte flyghinder störa flygtrafiken eller anläggningar som tjänar luftfarten och får inte sättas upp på ett sådant sätt att det av misstag kan förväxlas med anläggningar eller märken som tjänar luftfarten. Innan byggande av varje vindkraftverk söks flyghindertillstånd enligt luftfartslagen.

I och med uppdateringen av lagen om Finlands ekonomiska zon tillämpas bestämmelserna om flyghinder i luftfartslagen (864/2014) från och med den 1 januari 2025 på konstgjorda öar, anordningar och andra konstruktioner samt rörledningar och kablar som hänför sig till deras drift.

7.8 Tillstånd för omfattande industriell hantering och lagring av kemikalier

Industriell hantering och lagring av kemikalier regleras av lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (390/2005, kemikaliesäkerhetslagen). Enligt lagens 23 § får omfattande industriell hantering och upplagring av en farlig kemikalie endast utövas med Säkerhets- och kemikalieverkets tillstånd. (Tukes). Tillstånd krävs om relationstalet för de kemikalier som lagras på området överskrider de gränsvärden som anges i statsrådets förordning om övervakning av hanteringen och upplagringen av farliga kemikalier (685/2015). Det eventuella behovet av tillstånd för Laine havsbaserade vindkraftsprojekt gäller produktion och lagring av vätgas, och det närmare behovet av tillstånd kommer att fastställas när planeringen fortskrider. Ett tillstånd för omfattande industriell hantering och lagring av kemikalier kan beviljas efter att kontaktmyndigheten har lämnat sin motiverad slutsats om MKB-dokumentet.

I och med uppdateringen av lagen om Finlands ekonomiska zon kommer lagen om säkerhet vid hantering av farliga kemikalier och explosiva varor (390/2005) att tillämpas på konstgjorda öar, utrustning och andra konstruktioner samt rörledningar och kablar i anslutning till deras drift från och med den 1 januari 2025.

7.9 Begäran om utlåtanden

7.9.1 Försvarsmaktens godkännande

Under planeringen klarläggs med den finska försvarsmakten hur vindkraftsbyggandet påverkar den militära luftfarten samt hur Försvarsmaktens övervaknings- och vapensystem fungerar och andra omständigheter som påverkar användningen av trupper och områden. Huvudstaben ger utlåtande om vindkraftsområdenas slutliga godtagbarhet. Den projektansvarige ska därför begära ett utlåtande om den planerade vindkraftsparken från Försvarsmaktens huvudstab. Godkännandet är en förutsättning för att genomföra projektet.

Projektet har fått ett positivt yttrande från Finlands Huvudstab den 22 december 2021. I sitt utlåtande konstaterar Huvudstaben att Finlands Försvarsmakt inte motsätter sig att vindkraftverk enligt planen byggs inom Bottenvikens ekonomiska zon.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

7.9.2 Konsekvenser för tv- och radiosändningar

I samband med MKB-processen begärs ett utlåtande från Digita Oy i Finland om projektets konsekvenser för tv- och radiosändningar.

7.9.3 Påverkan på väderradar

Vindkraftverk kan påverka funktionen för väderradar om radaranläggningen ligger nära vindkraftverken. I samband med MKB-processens samråd begärs utlåtande från finska Meteorologiska institutet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8 Beskrivning av miljöns nuvarande tillstånd i projektområdet

I följande kapitel beskrivs status för det öppna havsområdet runt den havsbaserade vindkraftsparken Laine såväl på den finska som den svenska sidan. Skärgården och den svenska kusten har beskrivits till de delar som det har ansetts nödvändigt med beaktande av konsekvensernas omfattning. Andra MKB-processer som genomförts i området samt offentligt tillgängliga svenska och internationella material, som den svenska miljöförvaltningens webbplats och webbplatser i anslutning till internationellt yrkesfiske har utnyttjats som underlag.

8.1 Havsplan

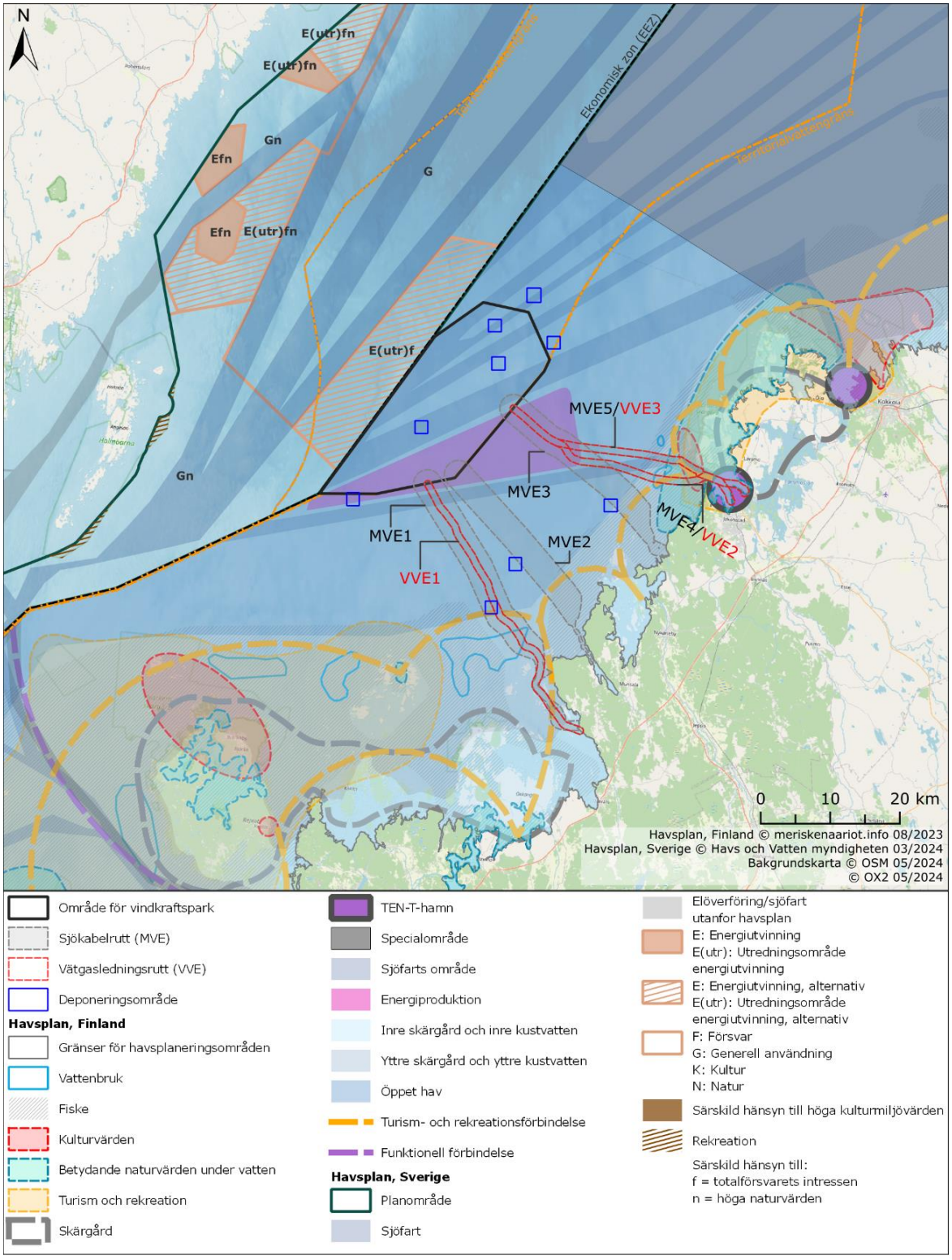
I och med den ändring av Finlands markanvändnings- och bygglag som trädde i kraft 1.10.2016 har de landskapsförbund, vars område omfattar territorialvatten, fått i uppgift att planera havsområdet inom landskapets territorialvatten och ekonomiska zon. Österbottens förbund utarbetade en gemensam havsplan för Norra Bottenhavet, Kvarken och Bottenviken med Lapplands, Mellersta Österbottens och Norra Österbottens förbund. Landskapsfullmäktige i Österbottens förbund godkände förslaget till havsplan för Bottenhavets norra del, Kvarken och Bottenviken 2.11.2020. (*Österbottens förbund 2023a*)

Havsplanen är en strategisk vision för hållbar användning av havsområdet och främjande av god miljöstatus i havet, och den stöder landskapsplanering och regional utveckling. Även om havsplanering regleras i markanvändnings- och bygglagen och havsplanen har indirekta styreffekter, är havsplanen inte en del av planeringssystemet för markanvändning och saknar rättsverkan. Planen är möjliggörande och vägledande till sin natur och beskriver målbilden för 2030. *(Havsplanering 2023)* Havsplaneringen främjar hållbar utveckling och tillväxt av olika användningsområden inom havsområdet, hållbart utnyttjande av naturresurser samt uppnående av god miljöstatus i den marina miljön (*Österbottens förbund 2023*). Havsplanen omfattar Finlands territorialvatten och ekonomiska zon. I Finlands havsplan anvisas viktiga och potentiella energiproduktionsområden, dessa ska inte tolkas som områdesreserveringar.

Läget för projektets sträckningsalternativ för sjökabel och vätgasledning, deponeringsområden och vindkraftspark inom havsplanen visas i figur (Figur 8-1). Vindkraftsparkens södra del och delvis den östra delen anvisats som område för energiproduktion, enligt beskrivningen för beteckningen som ett potentiellt område för havsbaserad vindkraft. I vindkraftsparkens västra och norra delar har områden för sjöfart anvisats i sydväst-nordostlig riktning.

Sverige har tagit fram havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet (Figur 8-1). Havsplanering främjar en effektiv och hållbar användning av havsområdet och anger de lämpligaste användningsområdena för olika delar av havet *(Havs- och vattenmyndigheten 2024)*.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-1. Utdrag ur havsplanen för Norra Bottenhavet, Kvarken och Bottenviken 2030 och läget för den havsbaserade vindkraftsparken Laine och energiöverföringsvägarna (MVE/VVE). I kartan har Finlands och Sveriges gällande havsplaner kombinerats. (Havsplanering 2023 och Havs- och vattenmyndigheten 2024)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Laines vindkraftpark gränsar i väster till ett utredningsområde för alternativ energiutvinning som identifierats i den svenska havsplanen och i sydväst till ett område för allmänt bruk. På den svenska sidan finns dessutom sjöfartsområden.

8.2 Planläggning

Projektområdet för den havsbaserade vindkraftparken är beläget inom Finlands ekonomiska zon och hör inte till landskapsplanerat område.

Österbottens landskapsplan 2040 *(Österbottens förbund 2020)* är i kraft på en del av områdena för de planerade sjökabelsträckningarna och vätgasledningssträckningarna på den finska sidan.

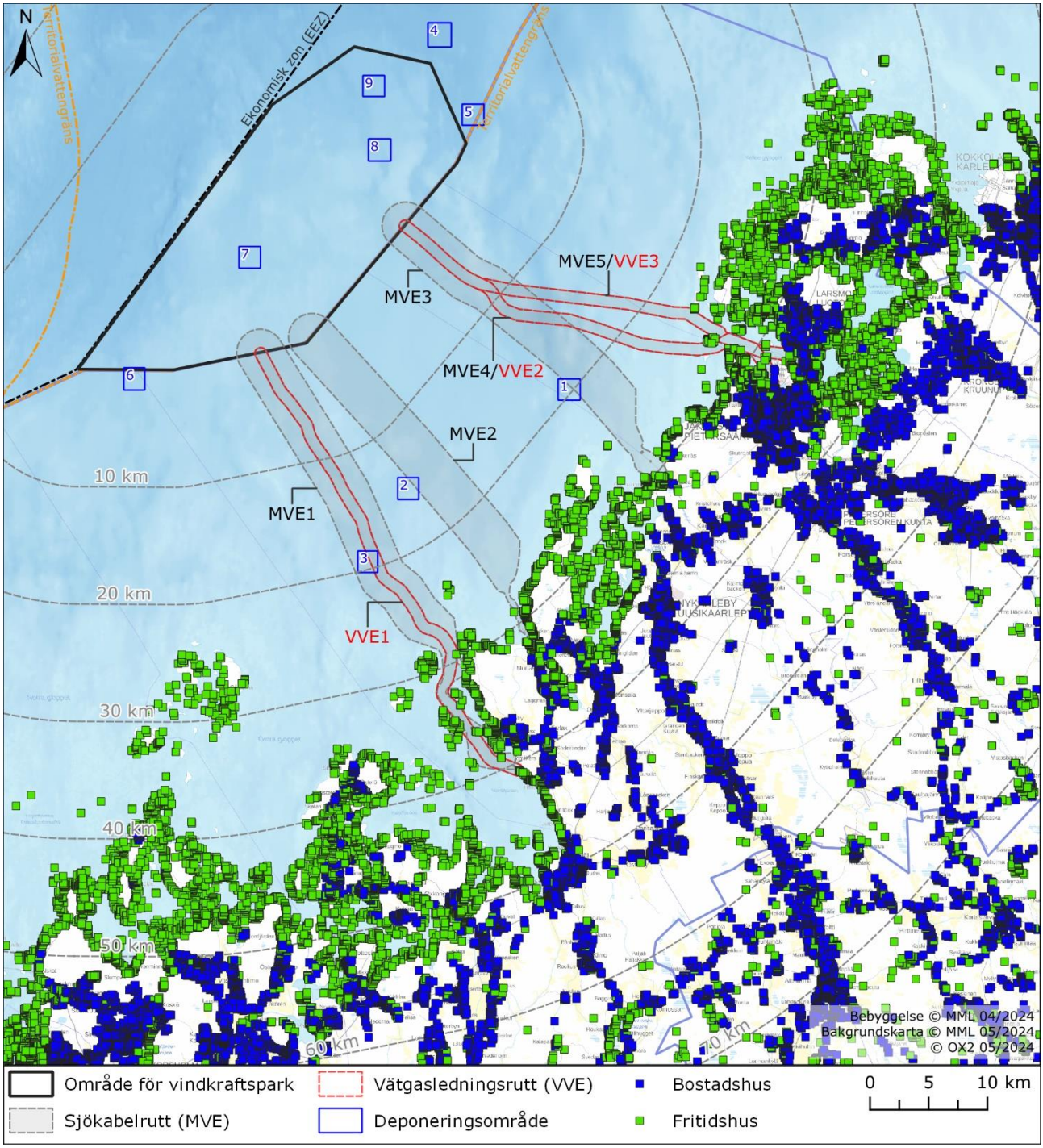
Österbottens förbund har övergått till rullande planläggning och landskapsstyrelsen har den 28 september 2020 beslutat att inleda utarbetandet av **Österbottens landskapsplan 2050**. Planen utarbetas som en helhetslandskapsplan som omfattar hela landskapet och som behandlar alla delområden som har en betydande inverkan på samhällsstrukturen och markanvändningen. När Österbottens landskapsplan 2050 träder i kraft ersätter den Österbottens landskapsplan 2040.

De närmaste planlagda områdena på den svenska sidan finns i närheten av kusten.

8.3 Bebyggelse och rekreation

Området för den havsbaserade vindkraftsparken ligger på öppet hav på cirka 29 kilometers avstånd från det finska fastlandet. Kusten och skärgården har omfattande landsbygdsbebyggelse, men även byar och tätorter. Kust- och skärgårdsbebyggelsen är till största delen fritidsbebyggelse (Figur 8-2). De närmaste tätorterna ligger i Larsmo så att avståndet till vindkraftsparksområdet är cirka 32 kilometer som närmast. Avståndet till Jakobstads tätort är cirka 35 kilometer. Tätortsområdena i Nykarleby ligger på ett avstånd av drygt 36 kilometer. Till Karleby centrum är avståndet från vindkraftsparksområdet cirka 50 kilometer och till Vasa centrum drygt 60 kilometer.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-2. Bostads- och fritidshus i närheten av vindkraftsparken och de alternativa sjökabelrutterna.

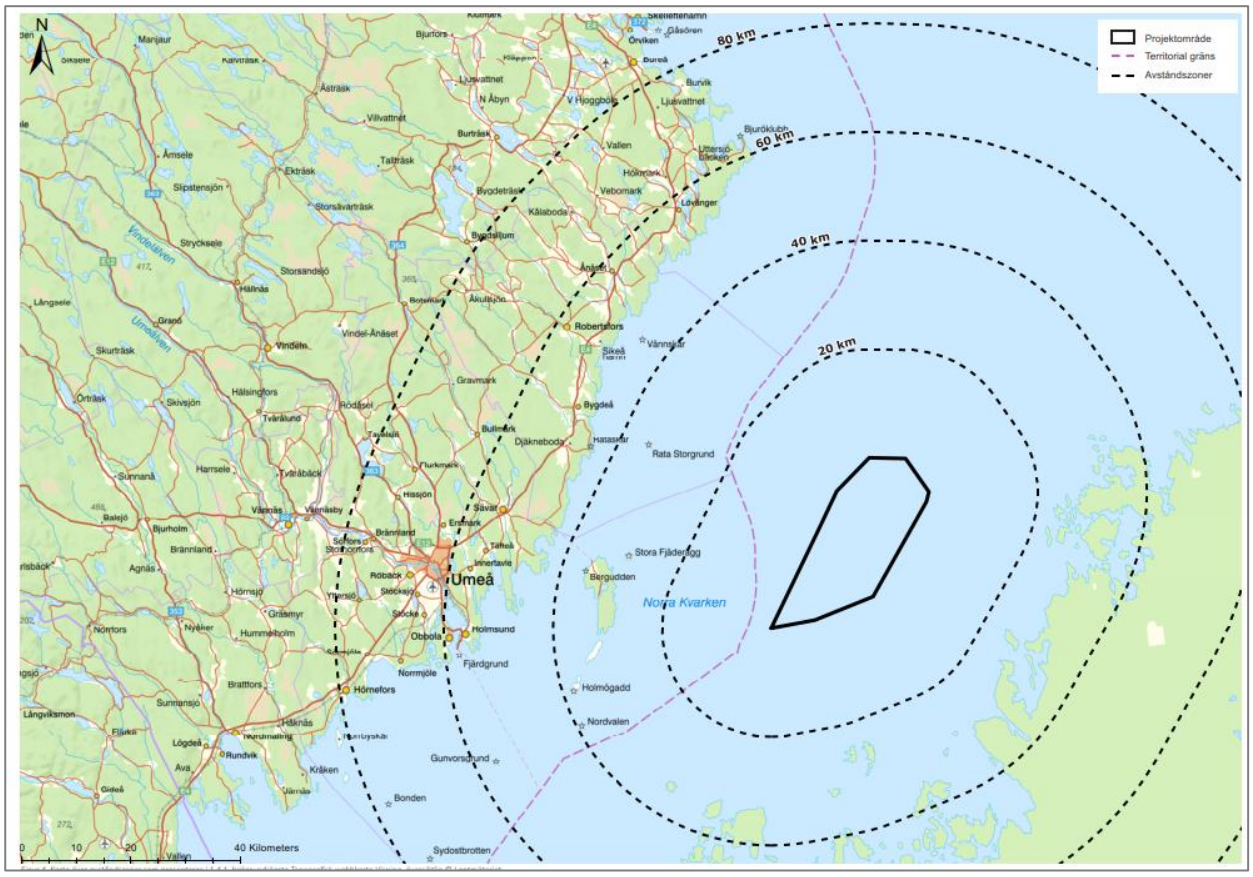
Den planerade havsbaserade vindkraftsparken Laine är belägen i Bottniska vikens område i höjd med norra Kvarken och granskningsområdet omfattar en del av Västerbottens kustzon. Laines projektområde är belägen cirka 40 km från den svenska kusten. Inom en 80 km avståndszon finns bland annat kustområden i Umeå och Robertsfors kommuner, i norr dessutom Skellefteå kommun med mindre delar.

Den största delen av befolkningen i 80 km granskningszonen finns i kommunerna Umeå, Robertsfors och Skellefteå. Invånarantalet är störst i Umeå (nära 133 000 invånare), i Robertsfors kommun är

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

invånarantalet lägre, cirka 6700 invånare. Permanent bebyggelse finns längs hela fastlandskusten och dessutom på Holmön utanför Umeå. Kusten karaktäriseras av jordbruk, fiske och sälfångst, men även många möjligheter till fritidsaktiviteter som finns i hela kustområdet. Många fritidshus har numera ändrats till permanentbostäder.

Den närmaste ön på svenska sidan är ögruppen Holmöarna cirka 30 kilometer väster om projektområdet Laine, där även den närmaste bebyggelsen ligger. Det är cirka 40 kilometer till den svenska kusten från projektområdet (Figur 8-3).



Figur 8-3. Avståndszoner från vindkraftsparken Laine till de närmaste öarna och kusten i Sverige. (Bakgrundskarta: © Lantmäteriet, projektets funktioner och avstånd: AFRY Sverige 2024)

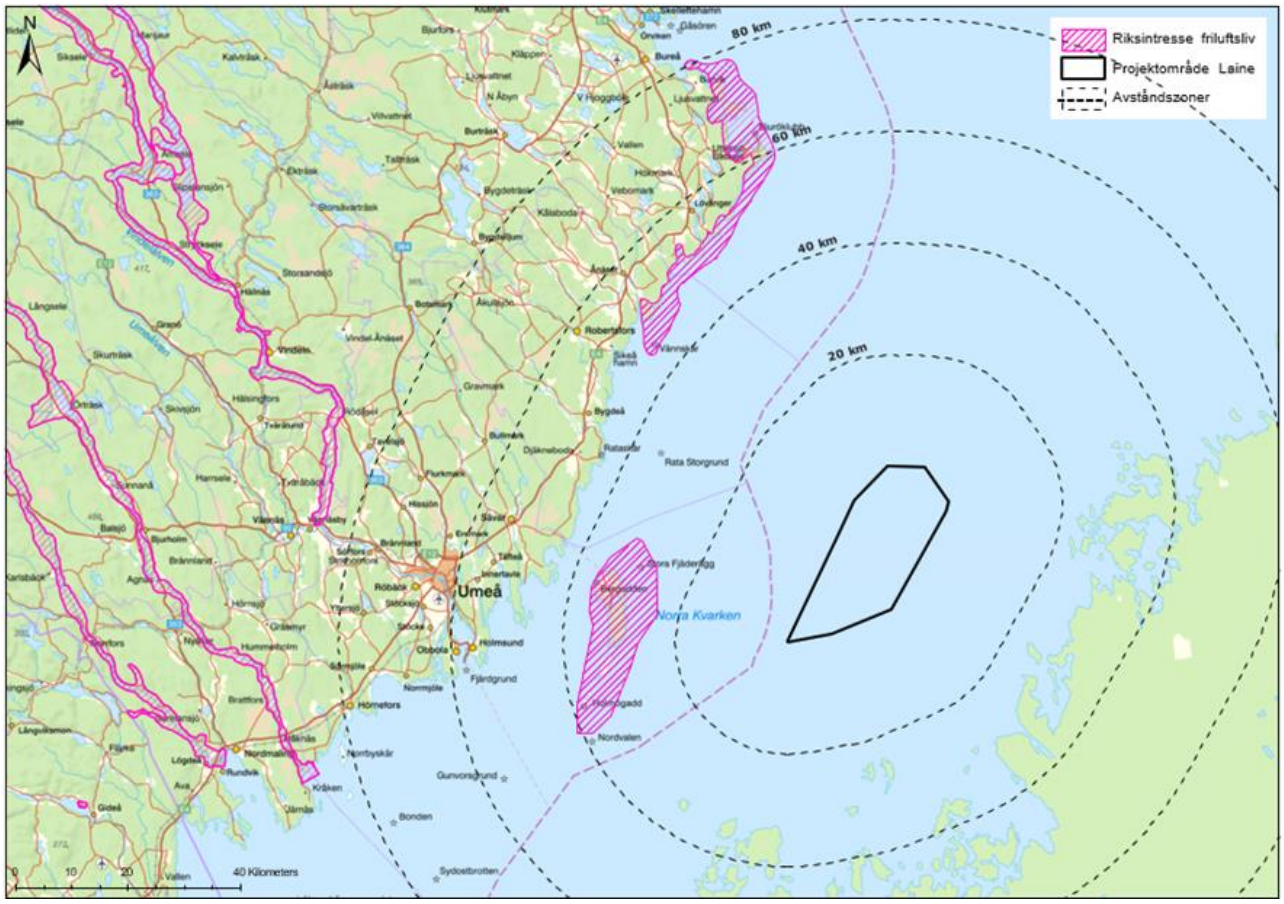
De svenska kustmiljöerna är allmänt sett viktiga för rekreation och friluftsliv, eftersom det finns natur-, kultur- och friluftsområden i området. Västerbottens kust och stränder i analysområdet utgör närområde till Umeå och är med undantag för Holmöarna relativ outnyttjade, vilket betyder att det finns många tysta, orörda och ostörda platser.

Många kustbyar har också traditionellt haft fiskebyar på de yttre öarna. Kusten används i allmänhet mer för rekreation och friluftsliv än de yttre öarna. Delvis för att den är mer lättillgänglig och inte kräver båt och delvis för att det finns mer friluftsobjekt där, såsom gästhamnar, naturhamnar, bryggor, farleder, hyresstugor, campingområden, grillplatser och utmärkta stigar.

Friluftslivet varierar med årstiden och avståndet till kusten eller havsområdet. Sommartid, när solen skiner många timmar per dygn, kan man i skärgården ägna sig åt båtliv (fritidsbåtliv, segling, paddling) simning och strandliv samt windsurfing. Vandrings- och naturstigar finns till exempel på Holmön.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I granskningsområdet finns två nationellt viktiga friluftsområden (Figur 8-4). Ett är Holmöarna. Syftet med regleringen är att skydda och bevara en mångsidig miljö på Holmöarna och i omgivningarna, som huvudsakligen används för friluftsliv. Det andra området är Lövängerskusten, som ligger på mer än 40 km avstånd från Laines område. Syftet med regleringen är att skydda och bevara en mångsidig miljö och kustlandskapet, som används för friluftsliv.



Figur 8-4. Karta över rekreationsområden mellan vindkraftsparken Laine och Sverige, som regleras i lag. Källa: Naturvårdsverket (2024) skyddade områden: riksintresse för friluftsliv enligt 3 kap Miljöbalken. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet. (AFRY Sverige 2024)

8.4 Naturmiljö

8.4.1 Beskrivning

Beskrivningen av den nuvarande situationen baseras på befintliga uppgifter och analysen har baserats på bland annat kartgranskningar, lokalkännedom hos AFRY Finlands och AFRY Sveriges experter samt information från andra projekt i havsområdet (t.ex. de pågående MKB-förfarandena för havsbaserade vindkraftsprojekt i Sverige och materialet från deras internationella samråd).

Den havsbaserade vindkraftsparken ligger i Finlands ekonomiska zon på öppet hav, och det finns inga öar eller skär i projektområdet där landlevande djur kan förekomma. Sälar påträffas ibland i projektområdet, men det finns inga fortplantnings- eller viloplatser.

Naturlandskapet i granskningsområdet präglas starkt av närheten till havet och spåren efter istiden. Kustområdet i Västerbottens län kallas ibland låga kusten; landskapet är jämnt och domineras av långa smala

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

moränformationer, så kallade drumliner. Stora delar av kusten har också hittats under Höga kusten. Drumlinerna bildades under istiden och har avtecknats i berget i isens och dess smältriktning (i huvudsak nordväst till sydost). De fortsätter under vattenytan där botten karakteriseras av kanaler och åsar i samma riktning. Berggrunden vid kusten är flack och i området finns breda vikar, från vilka åar och större bäckar rinner ut i Östersjön. Kustområdet består av jämna områden, vars höjd varierar från 10 till cirka 50 meter över havsytan. Västerbottens kust är splittrad och innehåller många små öar, kobbar och grundområden. Öarnas karaktär varierar; närmare kusten finns fler skogklädda öar och längre ut i havet är öarna kargare med bland annat klapperstensfält. Skogsbruk har numera och har även tidigare påverkat de stora skogklädda öarna starkt, där det ställvis bedrivs intensivt skogsbruk.

Den största delen av Västerbottens kust är belägen i ett grunt havsområde som kallas norra Kvarken. Det största djupet är 26 meter och havsområdet utgör en låg bräckvattentröskel mellan Bottenhavet och Bottniska viken. En stor del av Västerbottens kust är ganska öppet för hav och vindar, och i de kust- och skärgårdsområden som är mest utsatta för årstidernas förhållanden finns i huvudsak steniga och blockrika skogspartier, där det inte förekommer högre växtlighet. Högre växtlighet i form av barr- och lövträd förekommer i skyddade lägen samt kusten och längre in i landet. Tydliga jordbrukslandskap finns i huvudsak vid kusten, nära större åar och bäckar.

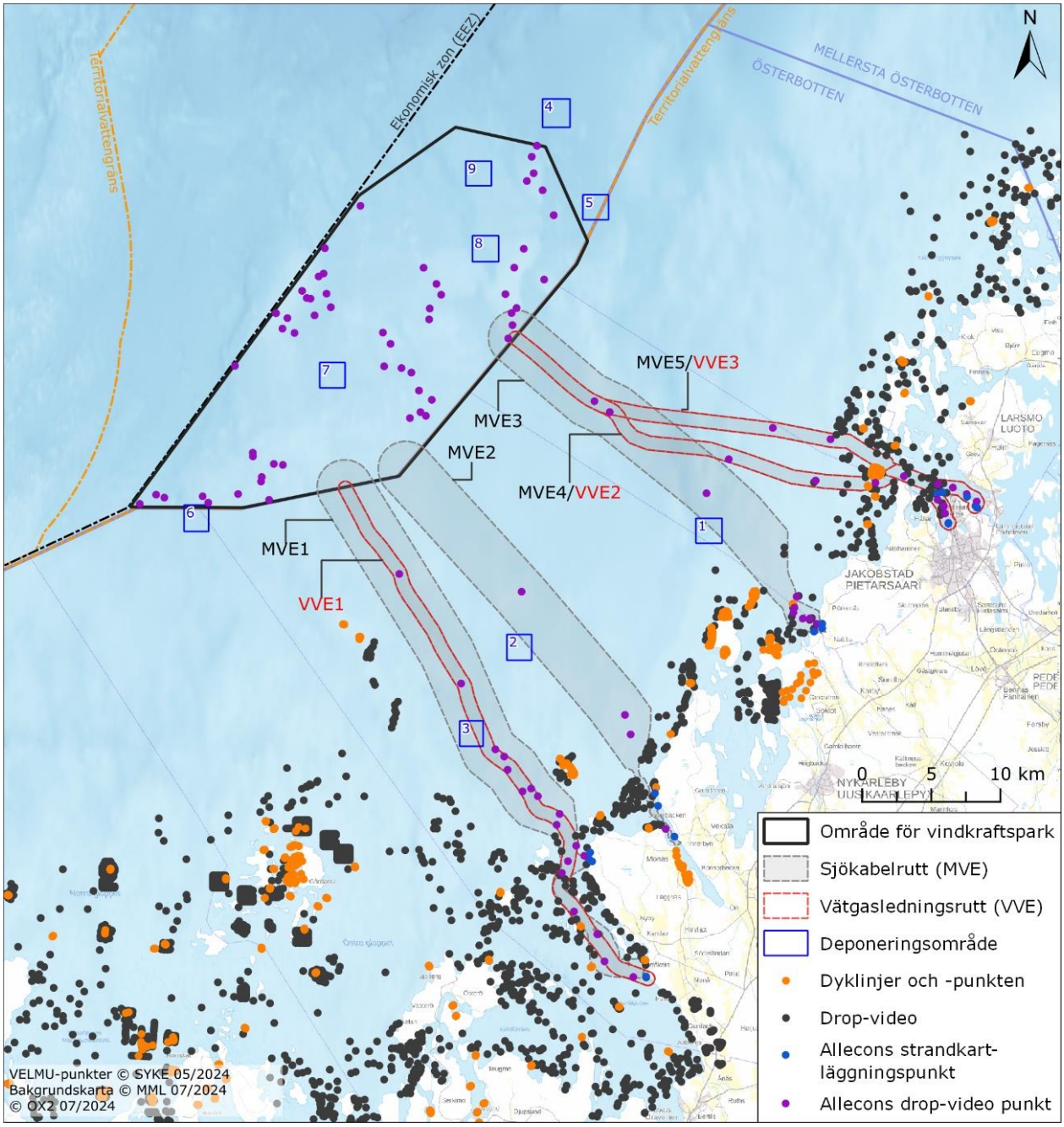
8.4.2 Havsområde

8.4.2.1 Den finska sidan

Material som används för att beskriva nuläget

Vattenvegetationen, bottenfaunan och livsmiljöerna i projektområdet studerades genom att sammanställa och analysera registerdata från VELMU-projektet. Sedan 2004 har VELMU-projektet tillhandahållit en mängd ny information om arter och organismsamhällen under vattnet i Östersjön. VELMU-data består huvudsakligen av punktdata från videoinspelningar och dykningar. Inom ramen för VELMU-projektet har den undervattensnatur som finns i Bottenvikens kuster kartlagts på ett omfattande sätt, vilket innebär att det finns en hel del information om vattenväxter, alger och bottendjur i undersökningskorridorerna för sjökablar och vätgasledningar. Drop-videopunkter har filmats i kabel- och vätgasledningsområdet sedan 2011, och bottnar har undersökts genom dykning eller vadning redan 2006, varefter uppgifterna har kompletterats fram till 2022. De VELMU-data som används i MKB:n är huvudsakligen från 2014–2020, men vissa av observationerna av klotalg är från 2013. Det finns mycket lite tidigare kartläggningsdata från området för den havsbaserade vindkraftparken (Figur 8-5). VELMU-projektet har använt kartläggningsdata för att skapa modeller för gynnsamma miljöförhållanden för förekomsten av arter och livsmiljöer *(Environment Finland 2022a).*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-5. Undersökningar utförda i projektets havsområde. I VELMU-projektet har den undervattensnatur som finns i kustområdena kartlagts på ett omfattande sätt, vilket innebär att det finns en hel del information om vattenväxter, alger och bottenfaunan i de kustnära områdena för sjökabel- och vätgasledningssträckningarna (orange och svarta punkter på kartan). Det finns inga tidigare kartläggningsdata för området för den havsbaserade vindkraftsparken och sträckningarna för sjökablar/vätgasledningar. De mer detaljerade utredningarna av undervattensnaturen genom dykning och undervattensvideo inriktades på de områden inom den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna som är mest värdefulla och som har den största biologiska mångfalden (blå och violetta punkter).

De mer detaljerade naturinventeringarna under vattnet som genomfördes för projektet inriktades på de mest värdefulla och mångsidiga områdena (Figur 8-5). Undersökningarna omfattade vadarundersökningar av hotade växtarter och habitat vid de alternativa landföringsplatser för kabel- och

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

vätgasledningssträckningarna, dropvideoundersökningar av undervattenshabitat av grundare rev och revliknande objekt i det område som påverkas av kabel- och vätgasledningssträckningarna samt kartläggning av habitat på hårdbotten med dropvideo i området för den havsbaserade vindkraftsparken. I den havsbaserade vindkraftsparkens område fokuserades kartläggningen på hårda bottnar enligt modellen för hård och mjuk havsbotten. Modellen bygger på kartdata från Geologiska forskningscentralen (GTK), Finlands miljöcentrals (SYKE) och Forststyrelsens jordartsobservationer samt data om miljövariabler från Inventeringsprogrammet för undervattensnaturens mångfald (VELMU), i synnerhet modellerna för djup och bottenöppenhet. Rev och revliknande platser längs kabel- och vätgasledningsrutter identifierades med hjälp av Traficoms sjökortsdata. De senaste gällande VELMU-metodologiska riktlinjerna *(Finlands miljöcentral & Forststyrelsen 2022)* följdes i kartläggningen. Klassificeringen av livsmiljöer baserades på den internationella metoden IUCN Red List of Ecosystems. Undersökningarna utfördes av Alleco Oy, ett finskt företag som specialiserat sig på kartläggning av undervattensnatur.

Rev och revliknande platser, liksom platser som klassificeras som hårda bottnar, inom influensområdet för kabelrutter och vätgasledningar identifierades med hjälp av kart- och sonderingsdata och kartlades med hjälp av en dropvideokamera. De data som användes var Traficoms sjökortsdata och GTK:s, SYKE:s och Forststyrelsens modell av havsbottnens hårda och mjuka områden. Det fanns 60 drop-videopunkter i området för den havsbaserade vindkraftsparken och 38 längs kabelsträckningarna (Figur 8-5). Varje videoinspelning innehöll data från ett område på cirka två kvadratmeter. Videofilmerna analyserades med avseende på bottensedimentmängd, bottenkvalitet, artsammansättning, vegetationens täckning, antal djur och andel fastsittande djur. (*Vasama & Leinikki 2023*)

I projektet Laine finns sex alternativa landföringsområden för kablar och vätgasledningar (Figur 8-5). Vattenvegetationen runt varje landföringsplats kartlades med hjälp av vadningsmetoden *(Finlands miljöcentral & Forststyrelsen 2022).* De områden som kartlades sträckte sig minst 100 meter längs stranden i båda riktningarna från de avsedda landföringsplatserna. Känsliga naturtyper som hittades längre bort under kartläggningen inkluderades också i resultaten.

Bottendjursprover togs under två år (2022, 2023) från både den havsbaserade vindkraftsparken och kabelrutterna. Proverna för bottendjursanalys togs med hjälp av en Van Veen-gripprovtagningssond. Prov togs från totalt 57 stationer under 2022 *(Lindfors et al. 2023a bilaga 4,* det nationella MKB-dokumentet*)* och 37 stationer under 2023 *(Lindfors et al. 2024, bilaga 5,* det nationella MKB-dokumentet), och sammanlagt togs 168 prover. Provtagningen, hanteringen och definieringen av proverna utfördes i huvudsak i enlighet med anvisningarna HELCOM COMBINE. År 2022 togs parallella prover 1/station, år 2023 3/station. Undersökningen 2022 var av kartläggningstyp, varefter antalet parallella prov ökades för nästa provtagningsår, med hänsyn till synpunkter från myndigheterna.

Art- och biomassaanalysen av de sållade och etanolkonserverade proverna utfördes av en expert med nödvändiga kvalifikationer. Bottendjuren ska bestämdes till art och deras individtäthet och biomassa beräknades.

Ur bottenfaunaundersökningsdata beräknades för båda åren BBI (Brackish Water Benthic Index) och BBI-ELS (ekologiskt kvalitetskvot), som har utvecklats för att beskriva den ekologiska statusen för bottendjurssamhällena på Östersjöns mjuka bottnar. Benthic Quality Index (BQI) (Korpinen et al. 2018) har utvecklats för att bedöma de bentiska samhällena ovanför haloklinen på öppet hav och beräknades för båda åren. BQI-index beräknades också från djupa prover, eftersom ingen uppenbar haloklin som inducerar skiktning upptäcktes i området baserat på CTD-mätningar. Dessutom bedömdes förekomsten av vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar (LuTu-naturtyp). Utifrån materialet drogs slutsatser om nuläget för bottenfaunan. I bedömningen har man också använt sig av andra data från övervakning av bottenfauna i området.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Uppgifterna om projektområdets nuvarande status kompletterades till dokumentfasen med kontinuerliga mätningar av strömmar och vattenkvalitet *(Lindfors et al. 2023a)*. Dessutom har tillgänglig information från andra liknande projekt använts.

Under konsekvensbedömningen utreddes befintliga uppgifter om planeringsområdets och dess närområdes betydelse som utbrednings- och reproduktionsområde för gråsäl och östersjövikare (bland annat Naturresursinstitutets sälinventeringar). Även sälar beaktades under fågelinventeringarna, och alla observerade sälar registrerades i GIS.

Tabell 8-1. Data som används för att beskriva nuläget.

Material som använts i konsekvensbedömningen
Miljöförvaltningens Hertta-databas
Vattenkvalitetsregistret Vesla
Vattenförvaltning och vattenförekomster
Hydrodynamisk vattendragsmodell och sedimentspridning, 3D-modellering, Niras 2023a, kompletterad 2024 (bilaga 3 till detta dokument)
Sedimentundersökningar i området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna 2022 och 2023, Luode Consulting Oy, Lindfors et al. 2023 och 2024 (bilaga 4 och 5 till det nationella MKB-dokumentet)
Ekologisk riskbedömning av skadliga ämnen i sedimentet år, AFRY Finland Oy 2024 (bilaga 6 till det nationella MKB-dokumentet)
Ström- och vattenkvalitetsmätningar i eller nära den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna 2022 och 2023, Luode Consulting Oy, Lindfors et al. 2023 och 2024 (bilaga 4 och 5 till det nationella MKB-dokumentet)
Isutredning för projektområdet (endast för myndighetsbruk)
Karttjänsten VELMU
VELMU-artobservationer (2011–2022)
Platser för VELMU dyk- och dropvideoinventeringspunkter
Modellerade hotade LuTu-naturtyper
Livsmiljötyper enligt habitatdirektivet
Marina skyddsområden och ekologiskt viktiga undervattensnaturområden i Finland (HELCOM MPA, Natura 2000-områden, EMMA)
Drop-video- och vadningsundersökningar med VELMU-metoden i de mest värdefulla områdena för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna 2022 och 2023, Alleco Oy, Vasama & Leinikki 2024 (bilaga 3 till det nationella MKB-dokumentet)
Vattenväxter, alger och bottendjursarter som observerats i kartläggningar med dropvideo och vadning
LuTu-naturtyper som observerats i kartläggningar med dropvideo och vadning
Information från uppföljningar av bottenfaunan i området som registrerats i bottenfaunaregistret

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Material som använts i konsekvensbedömningen
Provtagning av bottenfauna åren 2022 och 2023, Luode Consulting Oy, Lindfors et al. 2023 och 2024 (bilaga 4 och 5 till det nationella MKB-dokumentet)
Forskningslitteratur om påverkansmekanismer
Artdatacentralens observationer av hotade arter
Simulering av undervattensbuller, Niras 2023b (bilaga 4 till detta dokument)
Marina däggdjur: LUKE:s sälmaterial och observationer av marina däggdjur i samband med fågelgranskningar

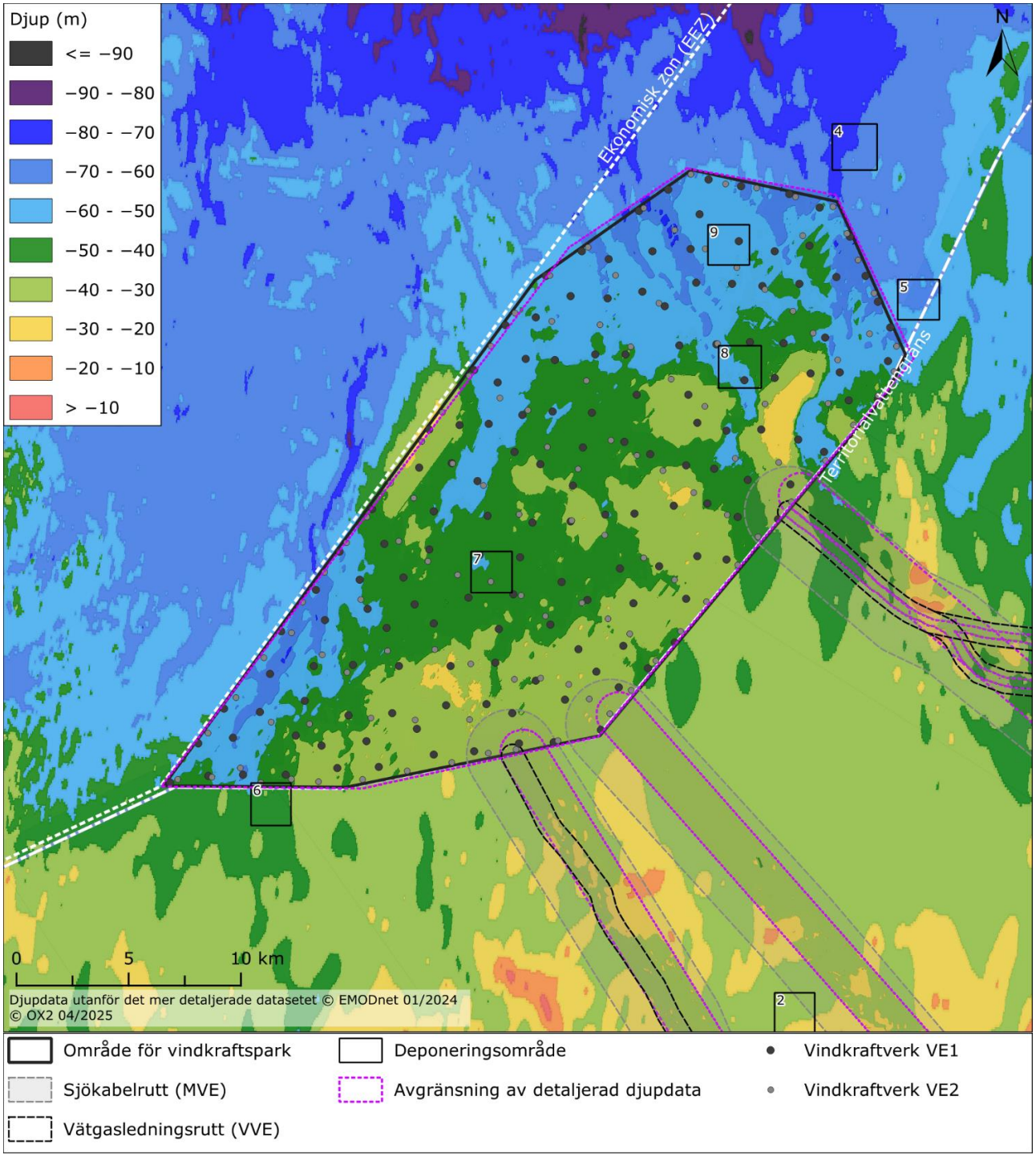
Allmänt

Havsvindkraftsparken och anknytande funktioner, eventuell vätgasproduktion, deponeringsområdena och sjökabel-/vätgasledningssträckningarna ligger i Bottenvikens södra del i Kvarken utanför Jakobstad och Nykarleby på ett avstånd av cirka 25 kilometer från kusten. Den havsbaserade vindkraftsparkens område är cirka 450 km^2 stort, och områdets djup varierar mellan 18 och 70 meter. Avsikten är att de muddrade massorna deponeras på havsdeponeringsområden inom och i närheten av vindkraftsparkens område samt i närheten av energiöverföringsrutterna. Havsvindparksområdet saknar öar och vattenområdets allmänna hydrografiska förhållanden motsvarar förhållandena i södra Bottenviken.

Bottentopografi

De material om djup som använts i granskningen beskrivs i en tabell i början av dokumentet (se sidan om upphovsrätt). Djupet i den havsbaserade vindkraftsparkens område varierar mellan 18 och 70 meter. De djupaste områdena finns i den norra och sydvästra delen. Merparten (86,7%) av området ligger inom djupintervallet 20–50 m (Figur 8-6).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-6. Djupförhållanden på öppet hav i området för den havsbaserade vindkraftsparken. (EMODnet 01/2024, Cowi 2023)(de material om djup som använts i granskningen beskrivs i en tabell i början av dokumentet, se sidan om upphovsrätt)

Isförhållanden

På grund av det nordliga läget och den låga salthalten fryser Bottenviken vanligen helt på vintern. I Kvarken och södra delen av Bottenviken varar isvintern i genomsnitt tre till fyra månader. Isbildningen börjar

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

vanligen i början av december och isen har gått under april månad. Antalet isdagar i området åren 1991–2020 var i genomsnitt cirka 110–140 dagar (*Meteorologiska institutet 2021*). I allmänhet förväntas istjockleken och den maximala isutbredningen minska under de kommande årtiondena på grund av klimatförändringen.

Havsistäcket består av fast is vid kusten och skärgården och på andra ställen drivis. Fastisen är hel och jämn och förblir stabil utom i början och slutet av vintern. Fastisen växer från sin nedre yta till kärnis i havsvattnet och från sin övre yta till stöpis i snömodden.

Området för den havsbaserade vindkraftsparken ligger i en zon med drivis, och den belastning som detta medför har beaktats i planeringen av de havsbaserade vindkraftverken, och en separat utredning av isförhållandena i den havsbaserade vindkraftsparken har genomförts (VTT 2022, endast för myndighetsbruk). Den maximala istjockleken som beräknas återkomma om 50 år är 80 cm. Vid fyren Norströmsgrund i Sverige har ishastigheter på upp till 60 cm/s och i genomsnitt 11 cm/s uppmätts, och detta bedöms vara realistiskt även i på den finska sidan.

Vindarna och havsströmmarna formar isen särskilt i den yttre skärgården och på öppna havet. Särskilt hård vind från sydväst kan bryta upp isen och samla den på Finlands sida. Isvallarna består av isflak av olika storlekar. Vallarna kan vara mycket höga, vilket gör att de även sträcker sig under vattenytan. Packis bildas särskilt ovanpå grundområden. Ibland driver vindarna den fasta isen till höga vallar på stranden. Det kan också bildas ishögar framför breda konstruktioner.

Packisen formar starkt öarnas stränder och grunda bottnar. I allmänhet sträcker sig dock effekten endast till några meters djup. Andra isformationer är den s.k. tallriksisen, som bildas av snö och issörja under vågornas inverkan, samt den mörka och glänsande spröda isen. *(Kronholm m.fl. 2005)*

Saliniteten på öppna havet i området för den havsbaserade vindkraftsparken är cirka 3–5 PSU, nära kusten på många ställen lägre på grund av påverkan från flodvatten. Saltskiktningen är i allmänhet svag och förhindrar inte egentligen omblandning, vilket bidrar till områdets allmänt goda syrgasstatus. Den ekologiska statusen för kustvatten som omfattas av vattenförvaltningen är mestadels god, särskilt i de yttre områdena, och mestadels nöjaktig i kustnära områden och vikar. Statusen för området utanför Jakobstad klassas bara som otillfredställande. Utanför Jakobstad finns belastning av avlopps- och nedkylningsvatten från industrin och bosättning samt humushaltiga och tidvis sura vatten som rinner ut ur sötvattensbassängen i Larsmo-Öjansjön. Vattnet utanför Nykarleby påverkas av vatten från Vörå älv, Lappo älv och Kyro älv.

Under åren 2022 och 2023 utreddes strömmar, vattentemperatur, salthalt, grumlighet och bottennära syresituation mera i detalj i området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna med automatmätningar. På sina ställen förekommer i området ganska starka strömmar, med maximala flöden på 22–34 cm/s. Resultaten från mätningarna användes också för att granska vilka deponeringsområden som var mest gynnsamma. I mätpunkterna hölls de bottennära syrehalterna på en god nivå och grumlighetsvärdena i huvudsak låga, även om grumligheten tidvis ökade nära botten som en följd av strömmar och resuspension.

Naturtyper och bottenfauna

I området för den havsbaserade vindkraftsparken finns inga skyddsområden, men det kan finnas hotad revnaturtyp och hotade vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar. Kartläggningar av området för den havsbaserade vindkraftsparken visade inte på några fastsittande bottenlevande djur eller makrofyter. Reven i de djupliggande områdena är mycket karga och artfattiga, och klassas om rev huvudsakligen på basis av sina geologiska särdrag. De kan dock vara viktiga för fiskbeståndet, eftersom fiskar kan dra nytta av reven som lekområden.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

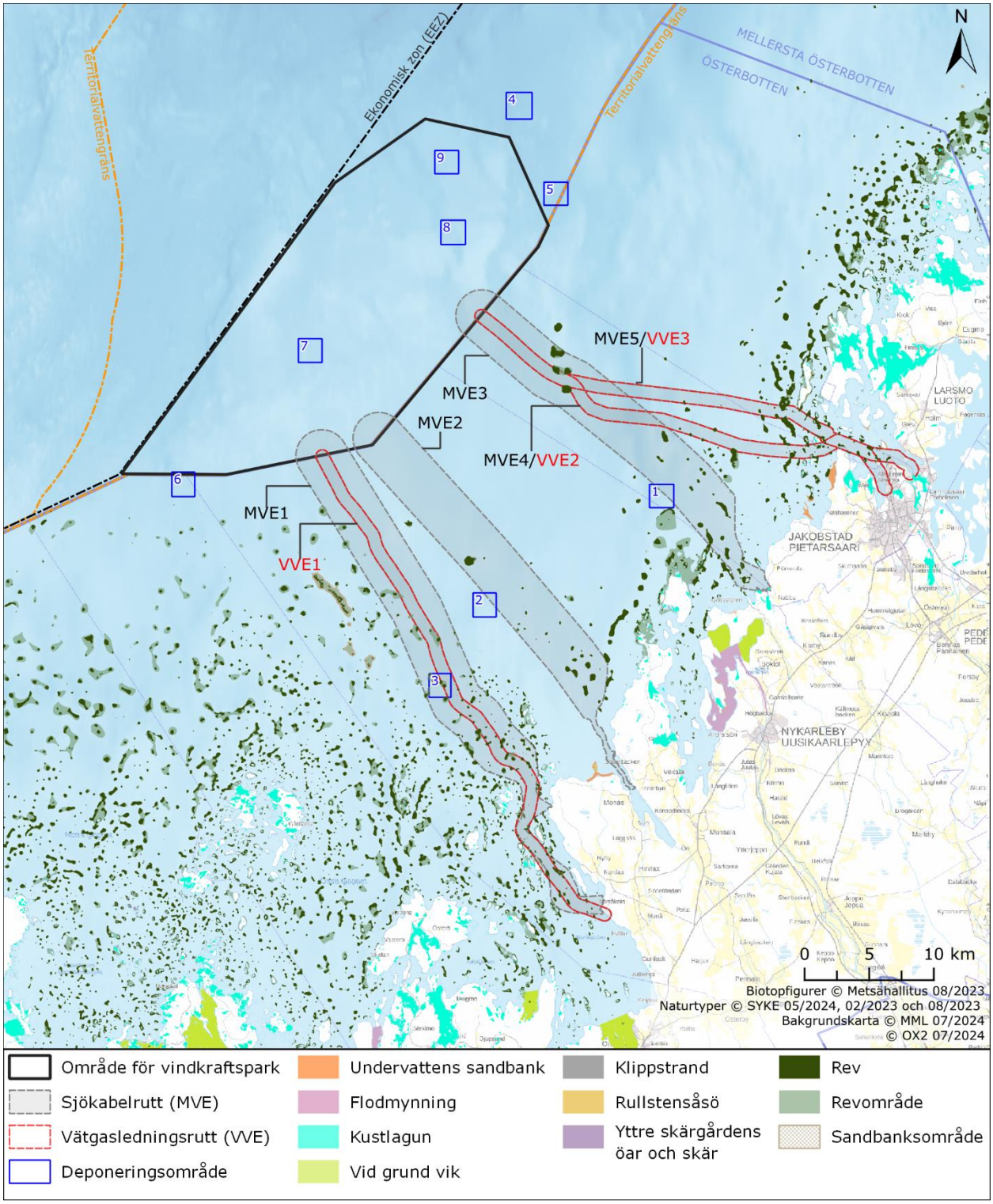
Naturtyper skyddas genom lagstiftning och genom olika internationella avtal. Av de skyddsvärda Natura-naturtyperna enligt bilaga I till habitatdirektivet är sex marina naturtyper under vatten: laguner (1150), stora grunda vikar och sund (1160), smala vikar i Östersjön (1650), rev (1170), sublittorala sandbankar (1110) och estuarier (1130). Även rullstensåsar (1610) och ytterskärgårdens skär och öar (1620) har delar under vatten. Av de Natura-habitat som skyddas enligt habitatdirektivet är kustlaguner en prioriterat skyddad naturtyp. De är mångsidiga livsmiljöer och viktiga för bland annat hotade sträfseförekomster på skyddade bottnar och för vårlekande fiskar. Livsmiljötyper enligt habitatdirektivet är naturtyper vars naturliga förekomstområde är mycket litet eller som riskerar att försvinna från unionens område. Habitattypsdata utanför Naturaområdena kan användas för att beskriva tillståndet för områdets undervattensnatur, dessutom kan områden utanför nätverket till exempel väsentligt förbättra nätverkets ekologiska enhet och de funktionella kopplingarna mellan Natura 2000-områden.

Det finns en del moräntäckta bottnar i eller nära området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna, men nästan inga berghällar under vattnet, så den största delen av de revliknande förhöjningarna är morän *(Kaskela & Rinne 2018).* Reven i Bottenviken, som skiljer sig från reven i andra finska havsområden, beskrivs inte i Natura 2000-naturtypsguiden (Airaksinen & Karttunen 2001). I Bottenhavet är revens mångfald störst på 2–5 meters djup, nära åmynningar och när det finns olika arter av vattenlevande mossor *(Keskinen 2024).* Blåstång, som används i naturtypsguiden för att bestämma revets representativitet, förekommer inte i projektområdet, utan i Bottenviken består växtligheten på reven av vattenmossor, kärlväxter, sträfsor, trådalger och klotalg, och av de fastsittande djuren, klubbpolyper och svampen Ephydatia fluviatilis. Blåmussla saknas också i Bottenviken. Det finns ingen tydlig zonindelning på reven i Bottenviken, utan de vattenväxter och alger som beskrivs ovan växer delvis sida vid sida. På mer än sju meters djup är Bottenhavets rev mycket karga med få arter och är rev endast till sina geologiska egenskaper (*Keskinen 2024*). Området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna ligger i södra Bottenhavet, så reven i området kan ha drag av rev från både sydligare och nordligare områden. Potentiella revmiljöer förekommer särskilt utanför sandområden på hårda bottnar men även inom sandområden *(Kaskela & Rinne 2018).*

Området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna hör huvudsakligen till modelldelen Bottenhavet. Modelleringen visar att det finns rev i alla områden längs sjökabel- och vätgasledningssträckningarna, med den högsta förekomsten i MVE1/VVE1-området (Figur 8-7).

I de kartläggningar som riktades mot området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna (bilaga 3 till det nationella MKB-dokumentet) utreddes artbeståndet på revliknande ansamlingar av sten och stenblock som reser sig från den omgivande havsbottnen *(Vasama & Leinikki 2024).* Nära kusten bildade klotalg (*Aegagropila linnaei*) en zon på 2–5 meters djup, under vilken det på sina ställen fanns en ganska svag zon av svampen Ephydatia fluviatilis eller polyper *(Hydrozoa*). Inga vattenväxter eller vattenmossor påträffades under undersökningarna av den havsbaserade vindkraftsparken eller sträckningarna för sjökabeln/vätgasledningarna. Inga fastsittande alger eller bottendjur observerades på de steniga ytorna i området för den havsbaserade vindkraftsparken.

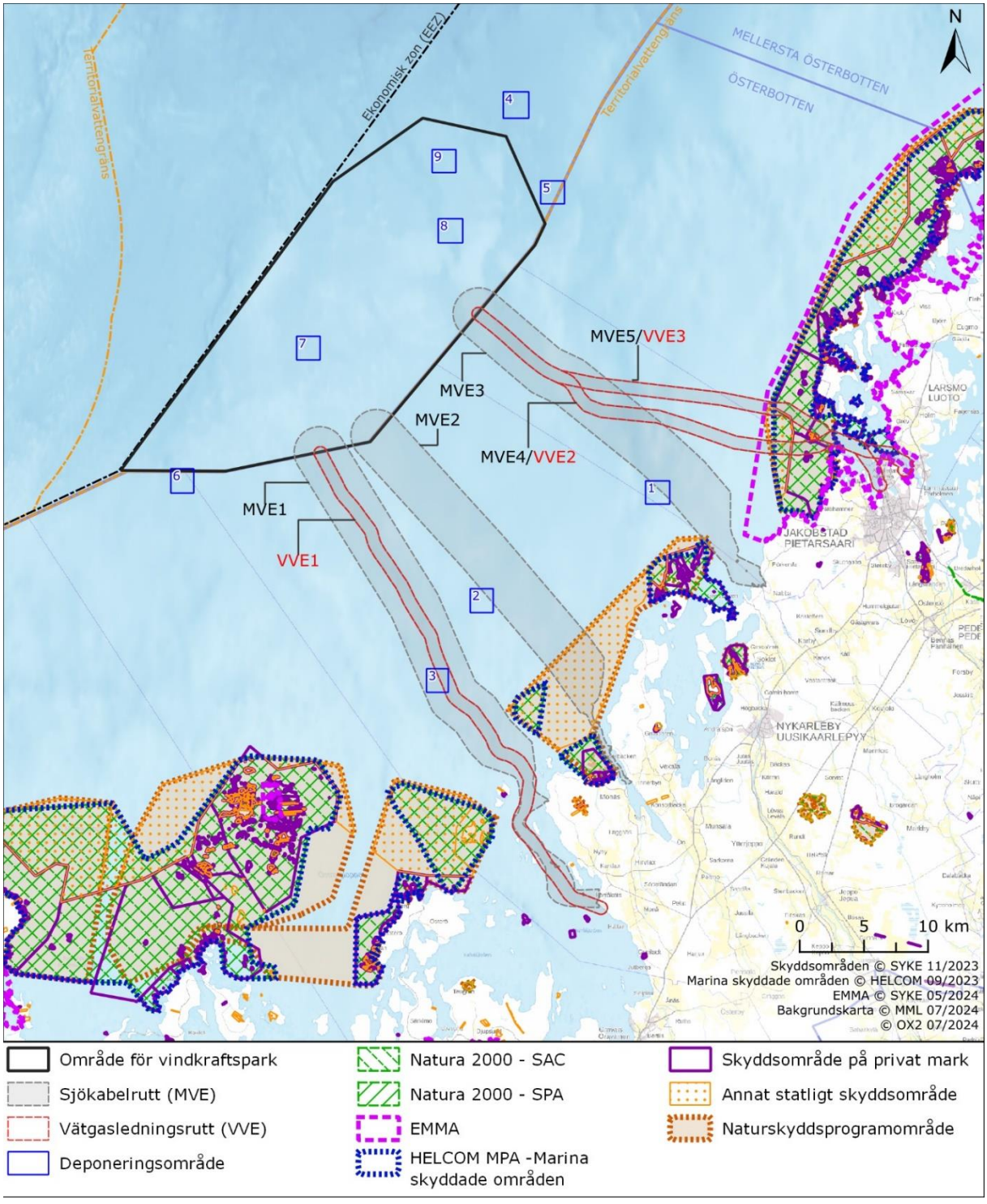
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-7. Naturtyper som omfattas av habitatdirektivet inom eller i närheten av området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna. Reven, revmiljöerna och sandrevsmiljöerna baseras på en modell från 2015 av förekomsten av dessa naturtyper som tagits fram av Geologiska forskningscentralen och Åbo Akademi, eftersom det finns lite kartlagd information om förekomsten av dessa naturtyper.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I närheten av vindkraftsparken finns inga av Finlands ekologiskt betydelsefulla marina undervattensmiljöer (EMMA-områden), utan de närmaste finns i närheten av kusten (Figur 8-8).

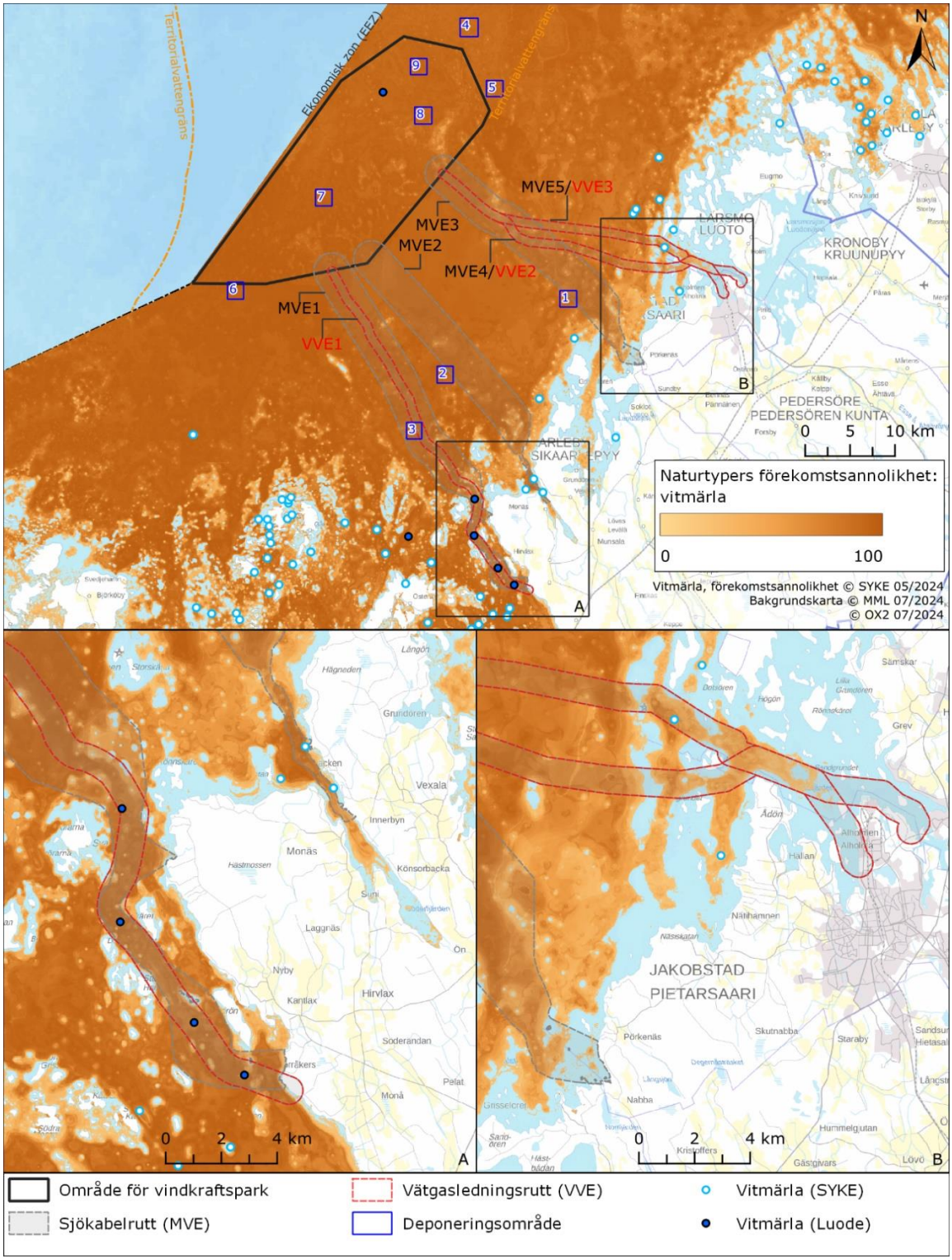


Figur 8-8. Skyddsområden och EMMA-områden nära den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I hotbedömningen av finska naturtyper som publicerades 2018 klassas olika undervattenshabitat som s.k. För LuTu naturtyper och olika grader av hotkategorier *(Kontula & Raunio 2018).* Ett område måste uppfylla vissa kriterier för att klassas som ett LuTu-habitat, så alla områden är inte med. För till exempel rödalg-bottnar (EN) ska vegetationen täcka minst 10 % av botten och andelen rödalger i vegetationen ska vara minst 50 % *(Kontula & Raunio 2018).* Områden där algernas täckning är 100 % och andelen rödalger är 40 % räknas därför inte som rödalgsbottnar, trots att där växer rikligt med rödalger. Alla områden där det växer rikligt med rödalger uppfyller därför inte definitionen av en livsmiljötyp med hotad klassificering, men kan ändå vara värdefulla vad gäller exempelvis rödalgsbeståndet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



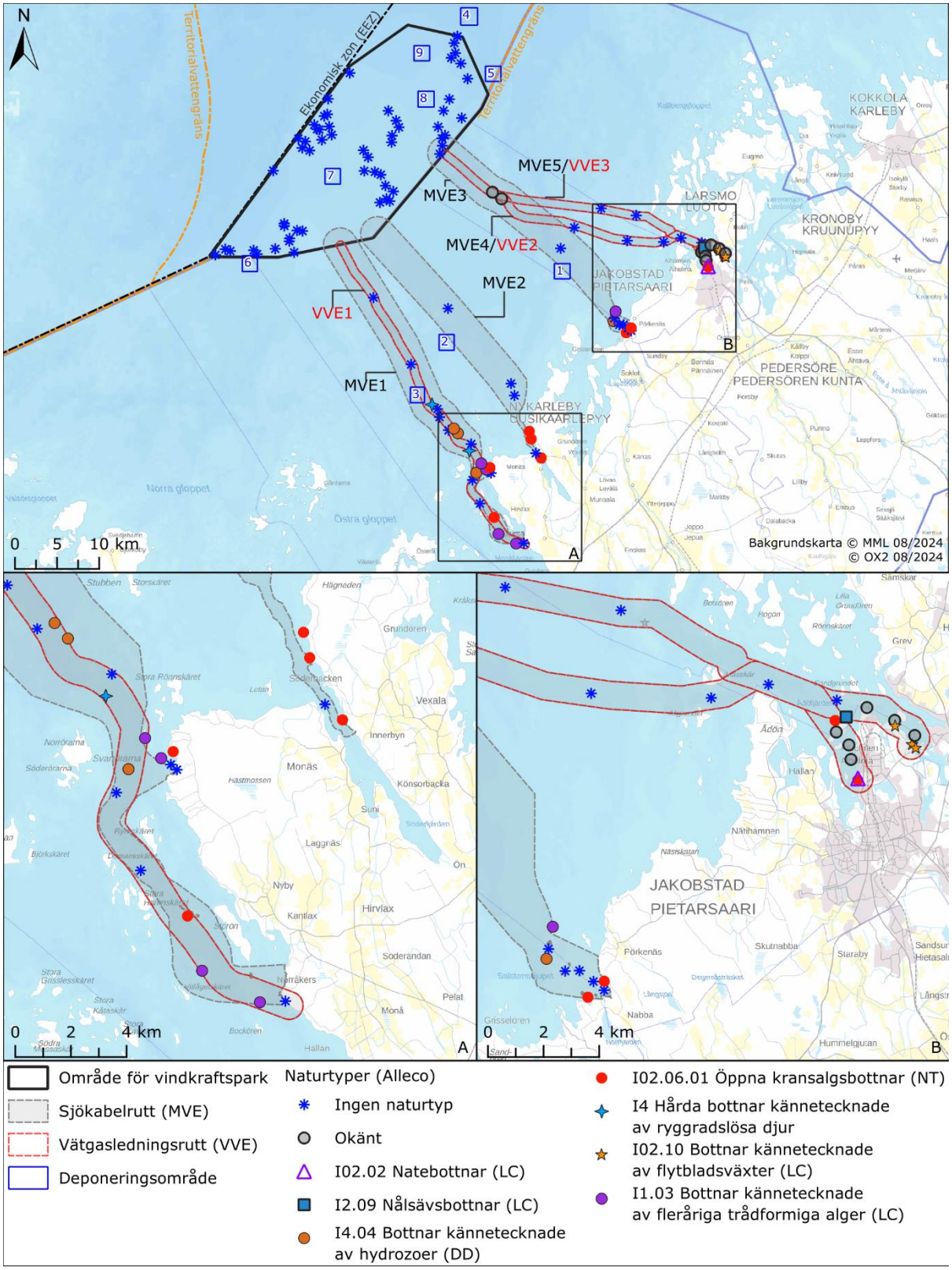
Figur 8-9. De starkt hotade vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnarna (artens andel av biomassan > 50 %) påträffades på en plats i området för den havsbaserade vindkraftsparken i provtagningarna 2022 och på några platser i området för MVE1/VVE1 i provtagningarna både 2022 och 2023. Individer av vitmärla förekom på alla provtagningsplatser i den havsbaserade vindkraftsparken och sannolikhetsmodellen för förekomst visade att arten kan förekomma i nästan hela projektområdet. Arten har även tidigare noterats i området för MVE2 och MVE5/VVE3.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Som starkt hotade naturtyper (EN) bedömdes tångbottnar, rödalgbottnar, stormusselbottnar, vitmärl-Pontoporeia femorata-bottnar och estuarier, som sårbara naturtyper (VU) bedömdes skyddade sträfsebottnar, bandtångsbottnar, flador och gloar, och som missgynnade (NT) naturtyper öppna sträfsebottnar, möjebottnar, tång- och natingbottnar samt havsnajasbottnar. Övriga livsmiljötyper är antingen livskraftiga (LC) eller dåligt kända (DD). I enlighet med den nya naturvårdslagen (9/2023) har de skyddade kransalgsbottnarna och bandtångsbottnar dessutom definierats som skyddade livsmiljöer. Bland de mycket hotade naturtyperna tyder sannolikhetsmodellerna för förekomst av arter i VELMU-projektet på att vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar kan förekomma i området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna (Figur 8-9). På grundval av sannolikhetsmodellerna i VELMU-projekten kan vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar förekomma i hela Kvarkens havsområde, vilket innebär att det är troligt att de förekommer både i området för den havsbaserade vindkraftsparken och längs alternativen för vätgasledningar. I vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar ska andelen vitmärla och/eller Pontoporeia femorata av provets totala biomassa vara över 50 % *(HELCOM 2013, Miljöministeriet 2018)*.

Baserat på dropvideokartläggningarna hittades inga naturtyper enligt LuTu-klassificeringen av naturtyper i området för den havsbaserade vindkraftparken *(Vasama & Leinikki 2024*, bilaga 3 till det nationella MKB-dokumentet). Bottnen bestod huvudsakligen av sand, grus och stenar, utan någon fastsittande vegetation eller djur på stenarna. På botten fanns det en hel del kräftdjur och ishavsgråsuggor på vissa ställen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-10. Naturtyper som observerades i kartläggningspunkterna i området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna.

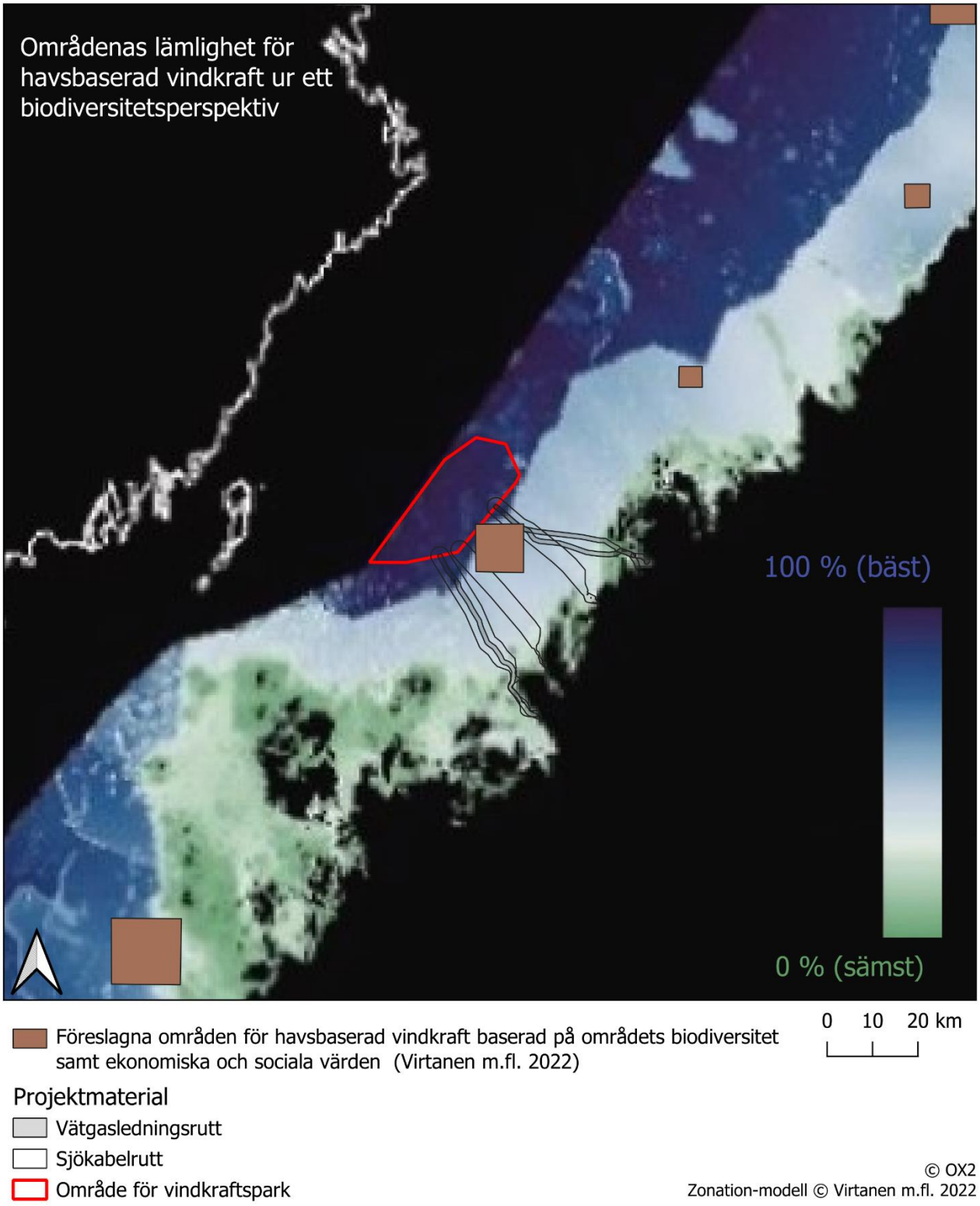
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Bottenfaunan i vindkraftsparken och de deponeringsområden som planeras innanför och i närheten av den är för området typiskt ganska artfattigt såväl på mjuka som hårda bottnar. På basis av de kartläggningar som har genomförts förekommer den starkt hotade naturtypen vitmärlbottnar vid en station i den havsbaserade vindkraftsparken. I proverna var vitmärlan vanlig, även om kriterierna för naturtypen inte uppfylldes på alla stationer. De vanligaste arterna utöver vitmärla är den främmande arten Marenzelleria. I området för den havsbaserade vindkraftsparken uppvisade bottenfaunan en god och utmärkt ekologisk status, med totalt fyra arter (Marenzelleria, ishavsgråsugga, vitmärla, östersjömussla). I videoundersökningen av hårda bottnar i den havsbaserade vindkraftsparken påträffades ishavsgråsugga och pungräkor, och på energiöverföringsrutterna bland annat polyper och svampen Ephydatia fluviatilis.

Områden med hög biologisk mångfald

Under 2022 genomfördes en zonations-modellering för att utreda de mest lämpliga områdena för havsbaserad vindkraft (*Virtanen et al. 2022*). Den havsbaserade vindkraftsparken Laine ligger i ett område som är mycket gynnsamt för den biologiska mångfalden (Figur 8-11). Kabelsträckningarna löper genom mindre gynnsamma områden, eftersom de högsta värdena för den biologiska mångfalden finns längs kusten. Förutom värdena för den biologiska mångfalden ligger Laine-projektet i ett gynnsamt område vad gäller ekonomiska och sociala variabler. Det material som använts i undersökningen är i stort sett detsamma som det som använts i denna bedömning av miljökonsekvenserna för undervattenshabitat och vegetation.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-11. Laine-projektets läge i förhållande till zonation-modelleringen av värden för biologisk mångfald i marina områden och föreslagna områden för havsbaserade vindkraftsparker, som har lokaliserats med beaktande av ekonomiska och sociala värden utöver biologisk mångfald (Virtanen m.fl. 2022).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Sedimentets kvalitet

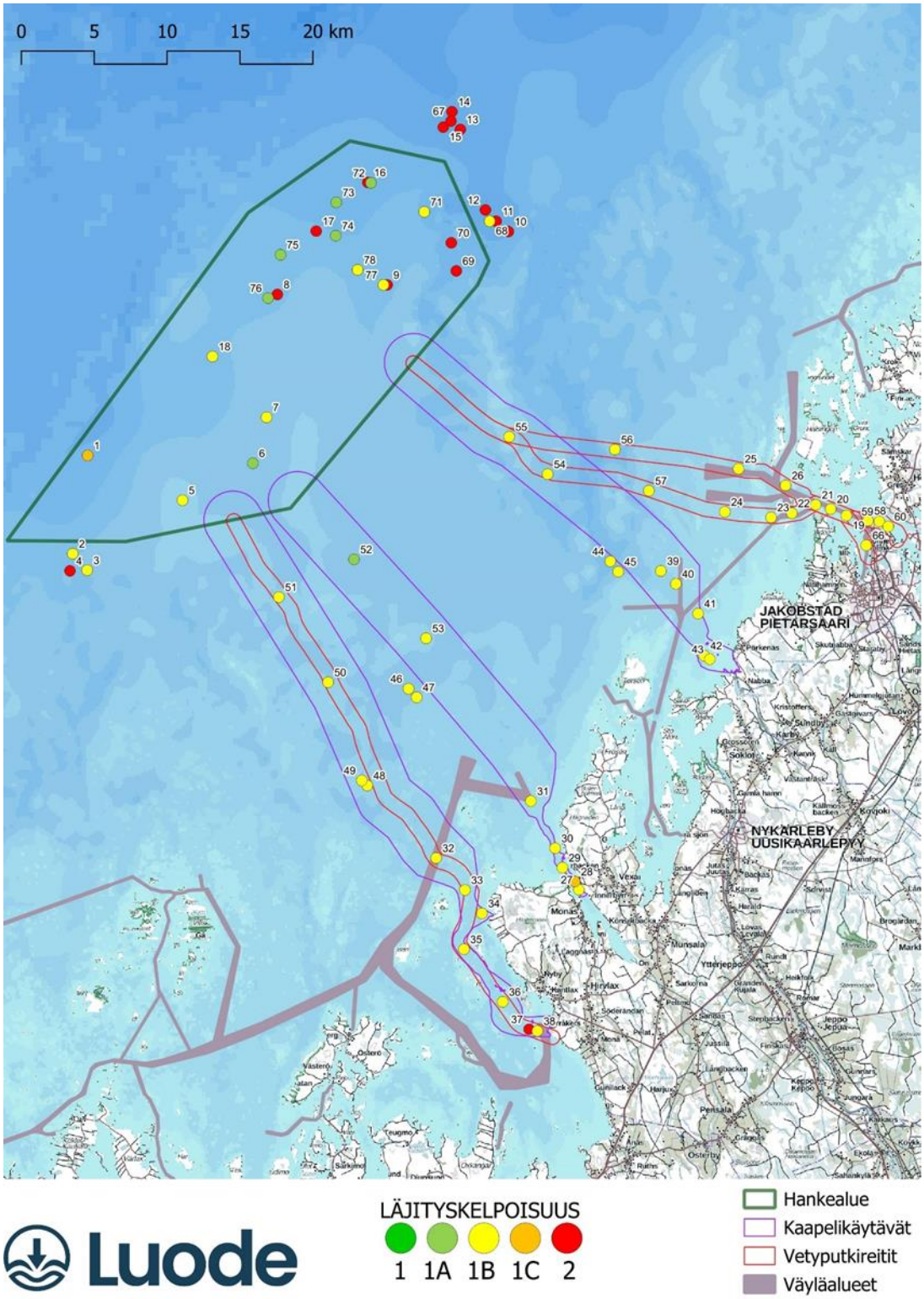
Havsbottnen i området för den havsbaserade vindkraftsparken består huvudsakligen av grovkorniga jordarter, men det finns också områden med mjuk botten, särskilt i de västra och sydvästra delarna. Av sjökabel-/vätgasledningssträckningarna ligger alternativen MVE1/VVE1 huvudsakligen på hårdbottenområdet, de övriga sträckningarna (MVE2 och MVE3) i huvudsak på områden med mjuk jordart (gyttja....sand). Det finns inget mer detaljerat ekolodningsmaterial för sträckningarna MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3, men översiktliga markdata tyder på att blandade sediment, lera och gyttjig sand är de dominerande jordarterna i området.

I området för den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna genomfördes sedimentundersökningar under 2022 och 2023, och prov togs från totalt 12 platser i det egentliga området för den havsbaserade vindkraftsparken. År 2022 fanns det 57 provtagningsstationer, från vilka 105 prover togs och 2023 tillkom 16 nya platser, från vilka 40 prover togs. Under 2022 och 2023 fanns det totalt 73 provtagningsplatser, från vilka totalt 145 prover togs *(Lindfors et al. 2023 och 2024*, bilaga 4 och 5 till det nationella MKB-dokumentet).

Förorenade sediment påträffades i den norra delen av den havsbaserade vindkraftsparken (bilaga 5 till det nationella MKB-dokumentet). Allmän deponeringsduglighet för sediment presenteras i (Figur 8-12). Halterna av oljekolväten och nickel var som högst i sedimentproverna på koncentrationsnivå 1–2 enligt anvisningen för muddring och deponering, där nivå 2 i allmänhet beskriver en nivå som är olämplig för deponering. Koppar och PCDD/F-föreningar förekom också i koncentrationer som översteg nivå 1B (kan deponeras i ett deponeringsområde som är minst tillfredsställande). Resultaten för oljekolväten och PCDD/F-föreningar var dock motsägelsefulla, men förekomsten kan inte uteslutas. Nickel förekom också utanför den havsbaserade vindkraftsparken, i sedimenten i de planerade deponeringsområdena 4 och 5 i nordost. Dessutom är arsenikkoncentrationerna i sedimentet något förhöjda, men främst på grund av naturliga faktorer. På basis av sedimentundersökningarna längs sträckningarna MVE1/VVE1, MVE2a och MVE3 var halterna av skadliga ämnen låga, och de potentiella muddermassorna lämpar sig för deponering på både goda och nöjaktiga deponeringsområden. Längd de mer nordliga kabel- och vätgasledningssträckningarna MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3 nära kusten finns utbredd förekomst av både skadliga ämnen och erosionskänsliga sediment.

På landföringsrutten MVE1a konstaterades nickel i enskilda prover i en koncentrationsnivå på 2 och andra metaller i en maximal nivå på 1A. Vid en intilliggande provtagningspunkt låg metallkoncentrationerna på nivå 1–1A. Behovet av ytterligare undersökningar kommer att bedömas i framtiden och eventuellt kan små förorenade områden kringgås. I landföringsalternativet MVE2b konstaterades enstaka prover innehålla PCDD/F-föreningar över nivå 1C och dessa massor bör endast deponeras på goda deponeringsområden. I landföringsalternativen MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3 förekommer PCDD/F-föreningar i den högsta koncentrationsnivån 1C, med hänsyn till sedimentets erosionskänslighet, och dessutom förekommer bland annat tributyltenn och oljekolväten i koncentrationsnivå 1B.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-12. Sedimentens allmänna deponeringsduglighet baserat på provtagning 2022–23 (Lindfors m.fl. 2024). De nordligaste rutterna VVE2 och VVE3 för vätgasledningar kan också vara sjökablar MVE4 och MVE5. Hankealue = Område för vindkraftspark, Kaapelikäytävät = Sjökabelrutt, Vetyputkireitti = Vätgasledningsrutt, Väyläalueet = Farledsområden, Läjityskelpoisuus = Lämplighet för deponi.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I samband med MKB-dokumentet utarbetades en separat ekologisk riskbedömning för att möjliggöra en mer detaljerad bedömning av de skadliga ämnen som observerats i sedimenten. Denna finns som bilaga 6 till det nationella MKB-dokumentet.

Resultaten av sedimentkartläggningen presenteras i sin helhet i del A av Finlands nationella MKB-dokument som finns översatt till svenska.

Deponeringsområden och strömmar

Muddring krävs såväl i vindkraftsparkens område som längs kabel- och rörsträckningarna, och muddermassorna måste i praktiken deponeras i havet på ett separat godkänt deponeringsområde. För deponeringsområden granskas 9 områden (Figur 8-36). Kriterierna är bland annat bottenförhållanden och erosionskänslighet i deponeringsområdet, kontamineringsgrad för de massor som ska deponeras, strömförhållanden och resuspension i deponeringsområdet, deponeringsområdets bottenfauna, fiskbestånd, fågelbestånd och bottenvegetation. För valet av deponeringsplats krävs en ström- och vattenkvalitetssimulering med valideringar som godkänns av Finlands myndigheter.

Nuläget för strömmar och vattenkvalitet i projektområdet bedömdes genom att placera kontinuerligt arbetande mätutrustning på nio platser *(Lindfors m.fl. 2023, 2024)*. I tabell (Tabell 8-2) anges maximala strömhastigheter och medelströmhastigheter per mätplats samt preliminär lämplighet för havsdeponering baserat på strömhastigheten. En separat simulering har gjorts om sedimenttransport under byggtiden *(Niras 2023a,* bilaga 3*).*

Tabell 8-2. Uppmätta strömhastigheter på mätplatserna Laine-1…Laine-9, samt preliminär lämplighet för havsdeponering baserat på strömhastigheten på skalan grön (god), gul (nöjaktig), röd (dålig). (Lindfors m.fl. 2024). Mittausasema = Mätstation, Havaintojen lukumäärä = Antal observationer, Maksimi virtausnopeus pohjalla = Maximal flödeshastighet vid botten, Keskimääräinen virtausnopeus pohjalla = Genomsnittlig flödeshastighet vid botten, Hyvä läjityspaikka, virtausnopeus > 10 cm/s harvakseltaan = Bra deponeringsplats, flödeshastighet > 10 cm/s sällan, Tyydyttävä läjityspaikka, virtausnopeus >15 cm/s harvakseltaan = Tillfredsställande deponeringsplats, flödeshastighet > 15 cm/s sällan, x cm/s havainnoista = x cm/s av observationerna, %-osuus kaikista = %-andel av alla.

Mittausasema	Havaintojen lukumäärä	Maksimi virtausnopeus pohjalla	Keskimääräinen virtausnopeus pohjalla	Hyvä läjityspaikka, virtausnopeus >10 cm/s harvakseltaan		Tyydyttävä läjityspaikka, virtausnopeus >15 cm/s harvakseltaan	
				>10 cm/s havainnoista	%-osuus kaikista	>15cm/s havainnoista	%-osuus kaikista
Laine 1	8643	34 cm/s	7 cm/s	1691	20 %	884	10 %
Laine 2	8634	22 cm/s	5 cm/s	757	9 %	101	1 %
Laine 3	8627	24 cm/s	5 cm/s	665	8 %	60	1 %
Laine 4	6237	27 cm/s	5 cm/s	458	7 %	117	2 %
Laine 5	6235	26 cm/s	5 cm/s	763	12 %	216	3 %
Laine 6	6236	33 cm/s	13 cm/s	3983	64 %	2685	43 %
Laine-7	6624	19 cm/s	5 cm/s	335	5 %	30	0 %
Laine-8	6625	31 cm/s	6 cm/s	906	14 %	236	4 %
Laine-9	6624	23 cm/s	8 cm/s	1601	24 %	329	5 %

Enligt muddrings och deponeringsanvisningen är en god deponeringsplats en sådan där risken för transport av den deponerade massan är liten. Återsuspenderat sedimentmaterial och deponerat sediment som utsätts för vågkrafter, transporteras enligt huvudströmriktningarna nära botten och bottnens

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

lutningsriktning. På ett nöjaktigt deponeringsområde är risken för transport måttlig. Områdets bottentyp är sedimentationsbotten eller sedimentations-transportbotten. Topografi, skyddat läge, vattendjup och strömförhållanden- och -hastigheter är sådana att det tidvis är möjligt att det sker viss transport av den deponerade massan.

8.4.2.2 Sveriges sida

Norra Bottenvikens bentiska samhällen är relativt artfattiga, särskilt jämfört med andra marina områden längre söderut i Sverige. Begränsande faktorer i den marina miljön är bland annat låg salthalt och stark ispåverkan. Den istäckta säsongen kan variera mellan åren, men den varar vanligtvis från november till april. Av denna anledning är det mesta av växtligheten i området ettårig. Arter som lever i sedimentet på öppet hav i Bottenviken och Bottenhavet är bland annat ringmaskar, östersjömussla, vitmärla och Marenzelleria som hör till ringmaskarnas släkte. Östersjömusslan och vitmärlan lever några centimeter ner i mjuka havsbottnar och påträffas på olika djup beroende på område. Östersjömusslan är en vanlig art ner till 30 meters djup, men förekommer ner till 140 meters djup på den svenska sidan. Vitmärla påträffas från ett par meters djup ända ner till 70 meter (*Lajitietopankki 2022a; Lajitietopankki, 2022b*). Många arter som lever i Östersjön, såsom blåmussla och blåstång, har sin norra utbredningsgräns vid Bottenhavet (*havet.nu 2022*).

Erosionseffekten som orsakas av is påverkar **vegetationszonen** som sträcker sig ner till ett djup på cirka 10 meter. (*Forsberg & Pekkari 1999*).

Bottenmaterialet i Bothia Offshore Kappas projektområde, som ligger nära Laine, består närmast av postglaciallera och gyttjelera med inslag av silt och sand. Ytmaterialet i projektområdet är närmast mjuk lera, sand, grus och sten samt fin sand (*SGU 2022b*).

Artbeståndet följer inte landsgränser och det ovan beskrivna artbeståndet i projektområdet kan antas i sina huvuddrag motsvara artbeståndet i djupa områden på öppet hav på den svenska sidan.

8.4.3 Fiskbestånd och yrkesfiske

8.4.3.1 Den finska sidan

Material som används för att beskriva nuläget

Fiskbeståndet i havsområdet där Laineprojektets funktioner ska placeras har utretts utifrån befintliga data, enkäter till yrkesfiskare och fiskinventeringar som genomförts i havsområdet. Dessutom har fritidsfisket undersökts genom den obligatoriska kontrollen i området och genom en enkätundersökning bland de boende som genomförts inom ramen för detta projekt.

Avseende det **kommersiella fisket** i området för den havsbaserade vindkraftsparken och ledningssträckningarna har man genom en **undersökning om fisket** 2021 och 2022 tagit reda på fiskeområden, antalet fiskare, fångstdata och fiskeansträngningen i delområde 18, 19 och 24 *(Kala- ja vesitutkimus Oy 2022*, bilaga 8 till det nationella MKB-dokumentet och *Kala- ja vesitutkimus Oy 2023a*, bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet). Undersökningen tillhandahöll även information om fiskarter och lekområden i området, förekomsten av vandringsfisk och deras vandringsvägar samt kommersiellt viktiga fiskarter. Avseende trålfisket inhämtades även de öppna geografiska data som samlats in av Naturresursinstitutet i Finland **(VMS-data**, åren 2018–2022) *(Lappalainen et al. 2023)*. **Förekomsten av vandringsfisk** undersöktes med hjälp av undersökningsinformationen och en **litteraturöversikt** samt annan befintlig information (t.ex. återlämning av fiskmärken) *(Kala- ja vesitutkimus Oy 2023a*, bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet).

Informationen avseende **fritidsfisket** baseras på områdets **obligatoriska kontroller** och en **invånarundersökning** som genomförts under projektet (bilaga 10 till det nationella MKB-dokumentet).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I områden med en eventuell förekomst av bottenfisk (områden med 20–30 meters djup) genomfördes **undersökande fiske med COASTAL-nät** under terrängsäsongen 2022*(Kala- ja vesitutkimus Oy 2023b*, bilaga 11 till det nationella MKB-dokumentet). De undersökta områdena låg huvudsakligen nordost och söder om den planerade havsbaserade vindkraftsparken. Det undersökande fisket genomfördes under totalt 60 nätter med nät och fiskeansträngningen delades upp i två fångster.

Avseende de alternativa kabel- och vätgasledningssträckningarna har man undersökt **kombinerade lek- och yngelområden** *(Kala- ja vesitutkimus Oy 2023a*, bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet). Flera olika data användes i undersökningen som beskrivs närmare i bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet.

Uppgifter om rev- och bankliknande objekt som lämpar sig för fisk och andra biotoper har samlats in genom de **kartläggningar av undervattensnaturen** som genomförts i projektet under terrängperioden 2022 och 2023 *(Vasama & Leinikki 2024*, bilaga 3 till det nationella MKB-dokumentet).

Till stöd för bedömningen av **undervattensbullrets påverkan** har man **genomfört en modellering** som även inkluderar en bedömning av konsekvenserna för fiskbeståndet samt genomfört en omfattande litteraturöversikt *(Niras 2023b*, bilaga 4). Dessutom har man gjort **en ekologisk riskbedömning** (bilaga 6 till det nationella MKB-dokumentet) av skadliga ämnen i sedimentet kopplat till riskerna med muddring och deponering, i vilken man även har gjort en bedömning av riskerna för fiskbeståndet.

Tabell 8-3. Material som använts i konsekvensanalysen för fiskbeståndet och fisket.

Material som använts i konsekvensbedömningen
Undersökning om det kommersiella fisket 2021 (delområden 18, 19, 24) (bilaga 8 till det nationella MKB-dokumentet)
Undersökande fiske med COASTAL-nät som genomfördes 2022 i de grunda områdena i den havsbaserade vindkraftsparken (bilaga 11 till det nationella MKB-dokumentet)
Undersökning om det kommersiella fisket 2022 (delområden 18, 19, 24) (bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet)
Expertbedömning och en litteraturgenomgång om förekomsten av vandringsfisk. Naturresursinstitutets uppgifter om återlämning av fiskmärken och resultaten från fiskeundersökningar (bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet)
Expertbedömning av fiskarnas fortplantningsområden (sammanfattning baserad på olika uppgifter) (bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet)
Kartläggningar av undervattensnaturen 2022 och 2023 (bilaga 3 till det nationella MKB-dokumentet)
Andra tillgängliga uppgifter (obligatoriska kontroller, VMS-data från Naturresursinstitutet, data från VELMU-projektet, litteraturuppgifter, till exempel fiskeområdets plan för nyttjande och vård och forskningslitteratur)
Modellering av undervattensbuller och litteraturgenomgång (bilaga 4 till detta dokument)
Simulering av vattendrag (bilaga 3 till detta dokument)
Boendeenkät (frågor om fritidsfiske) (bilaga 10 till det nationella MKB-dokumentet)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Utifrån resultaten från ovannämnda bedömningar och utredningar har man skapat en sammanfattning med bedömningar av biotans anpassning till de potentiellt ändrade förhållandena och av de tillfälliga och eventuellt bestående effekterna på fiskbestånden och fisket i havsområdet. Influensområdet som granskas utgörs av projektområdet (den havsbaserade vindkraftspark och energiöverföringsvägar) och det uppskattade spridningsområdet för grumlighet under byggfasen med beaktande av eventuella gränsöverskridande konsekvenser.

Fiskarter

De grunda vikarna i Kvarkens skärgård i södra delen av Bottenviken är viktiga områden för många fiskar. I området finns omkring 40–50 fiskarter, och bland annat kungstobisen och tångsnällan har sitt nordligaste utbredningsområde i Kvarken. Den mest sällsynta fisken i området är den akut hotade (CR) harren. Denna harrtyp som leker i bräckt vatten är en endemisk art i Bottniska viken, och harrbeståndet hanteras med hjälp av utplantering. Harren förekommer huvudsakligen i områden i Kvarken som ligger jämförelsevis långt från projektområdet i Vasa skärgård (*Keränen 2015*).

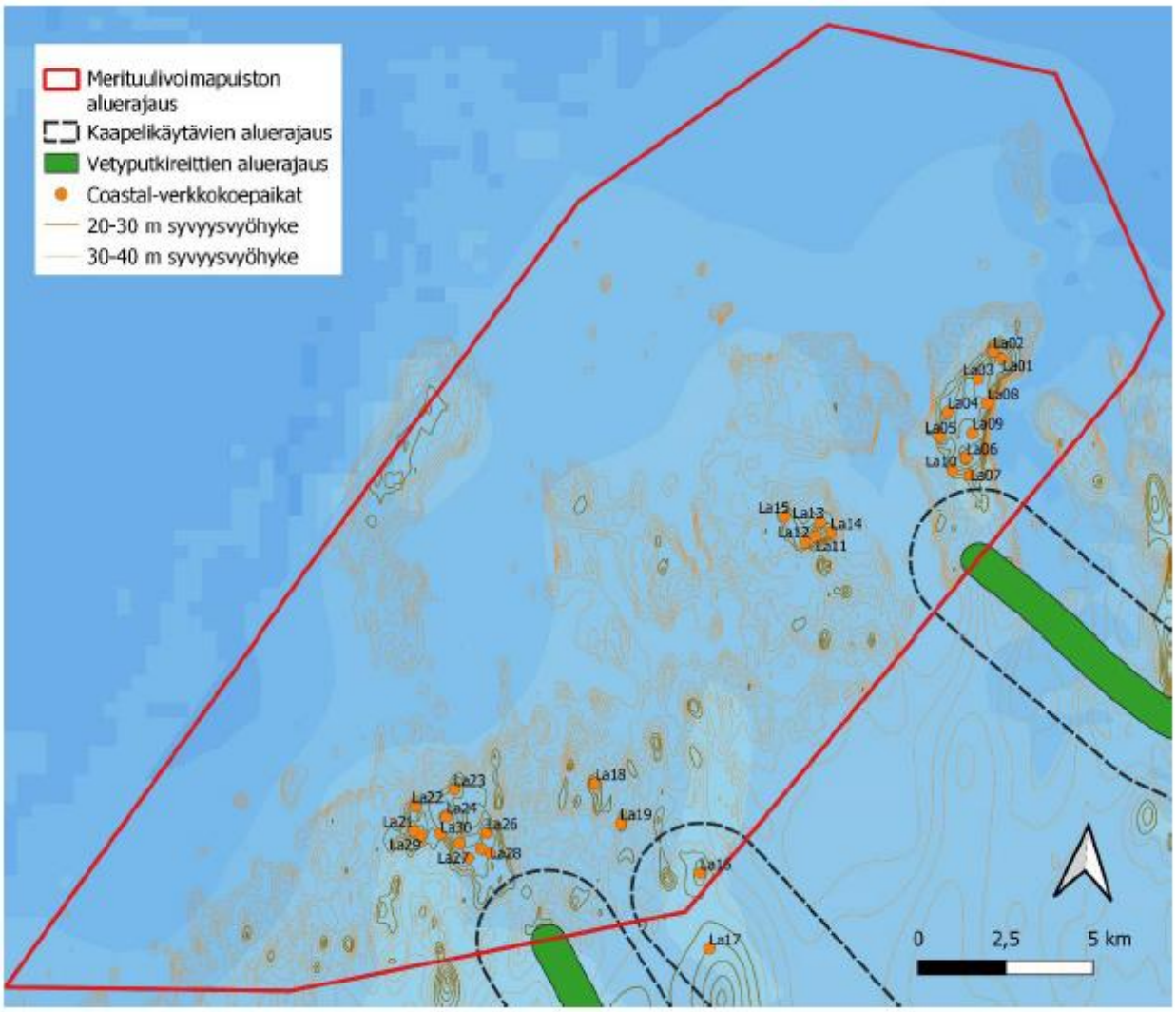
Den nordliga gränsen för havsfiskarna flundra, skarpsill och torsk ligger i Kvarken. Den nordliga gränsen för tångsnälla och kungstobis ligger också i Kvarken. Siklöjan som är en sötvattensart förekommer endast i Kvarken i Östersjön och längre norrut i Bottenviken. Strömmingen i Kvarken, Bottenhavet och Bottenviken räknas sedan 2017 in i strömmingsbeståndet i Bottniska viken *(Raitaniemi och Sairanen 2022).*

Kvarken är ett viktigt område för abborr- och sikfiske i Bottenhavets kustområde. I Kvarkens södra delar har läget för beståndet av havssik försämrats eftersom förutsättningarna för lek har försämrats på grund av övergödning och havens uppvärmning vintertid *(Raitaniemi och Sairanen 2022).* Bland kustfiskarna är abborren nu den viktigaste fiskarten inom det kommersiella fisket, och Kvarkenområdet står för en tredjedel av fiskarnas totala fångst *(Norra kust – Österbottens fiskeområde 2021).* Sik bildar lokala bestånd i bland annat Larsmo skärgård (bl.a. *Wistbacka 2016*). Vandringsfisk passerar genom området, men det finns inget lokalt laxbestånd. Statusen för de kommersiella fiskbestånden har i sin helhet bedömts som god (*Korpinen m.fl. 2018*). Fiskbeståndets ekologiska status i havsområden bedöms inte på samma sätt som i insjöar.

Nykläckta och ettåriga yngel av vandringssik, havsöring och så kallade "Larsmosik" planteras ut i havsområdet kring Nykarleby, Jakobstad och Larsmo *(Norra Kust-Österbottens fiskeriområde 2021).*

Området för den havsbaserade vindkraftsparken är så djupt (18–70 m) att det sannolikt inte har någon betydelse som lekområde för kommersiellt viktiga fiskarter utifrån tillgängliga uppgifter, men på grund av otillräckliga undersökningsdata kan det inte helt uteslutas, särskilt när det gäller strömmingen i projektområdets grundaste delar. Fiskbeståndet i området består av pelagiska stimfiskar (främst strömming och spiggar), vandringsfiskar (lax och öring) och bottenlevande fiskar (såsom hornsimpa). Enligt det undersökande fisket med COASTAL-nät i vindkraftsparkens 30 m djupa områden (Figur 8-13) ligger mängden fisk på låga nivåer, både avseende antalet arter (6 fiskarter) och antalet fiskar (fångst 45 kg/1 086 fiskar). Generellt hittades strömming, hornsimpa, rötsimpa och nors i det undersökande fiskets nätfångst. Enstaka fiskar av arterna sik och gärs förekom också. Alla arter som fångades var fiskar som föredrar kyligare eller kalla vatten, och vattentemperaturerna vid det undersökande fisket låg också på 3–6°C. De största fångsterna fick man från näten i de djupaste områdena (30 m). Det är osannolikt att området för den havsbaserade vindkraftsparken utgör en lämplig livsmiljö för fiskar som föredrar varmare vatten (t.ex. abborrar), inte ens under den varmare årstiden. Bottenlevande fisk däremot förekommer sannolikt även i områden som är djupare än djupet för det undersökande nätfisket (20–30 m), men även i grundare områden eftersom dessa utgör ett lämpligt skydd för bottenlevande fiskar. Enligt bedömningen förekommer en viss mängd strömming i alla vattenskikten i parkområdet, beroende på årstid. (*Kala- ja vesitutkimus Oy 2023b,* bilaga 11 till det nationella MKB-dokumentet)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-13. Platserna för undersökande fiske med COASTAL-nät i området för den havsbaserade vindkraftsparken. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2022b) Merituulivoimapuiston aluerajaus = Område för vindkraftspark, Kaapelikäytävien aluerajaus = Sjökabelrutt, Vetyputkireittien aluerajaus = Vätgasledningsrutt, Coastal-verkkokoepaikat = Coastal-testnäten, Syvyysvyöhyke = Djupzonen.

I den havsbaserade vindkraftsparkens planeringsområde eller dess närhet anmäldes inga lekområden för kommersiella fiskarter. Lek- och yngelområden för de flesta fiskarter är i huvudsak belägna i grunda djupzoner, där bland annat ljusmängden gör det möjligt för växtlighet som lämpar sig som lekunderlag och gömställen för yngel att utvecklas och där vattentemperaturen är högre än i djupare områden. Djupet är också indirekt en faktor som påvisar lämplighet som lekområden, eftersom skyddade och kustnära områden ofta är grunda. Även bottenkvaliteten är en central faktor för lek- och yngelområden; till exempel leker strömmingen på alger och vattenväxter, som förutsätter hårt underlag, och havslekande sik och siklöja föredrar i stället huvudsakligen sandbottnar som reproduktionsområden, även om de även utnyttjar grövre lekunderlag. När det gäller havslekande sik och siklöja saknas närmare uppgifter, eftersom uppgifterna om lekbottnarnas kvalitet (lekplatstyper och djup) i huvudsak grundar sig på intervjuer med fiskare (bland annat *Veneranta m.fl. 2013*). Strömmingen kan utöver på växter även leka på t.ex. blåmusslor.

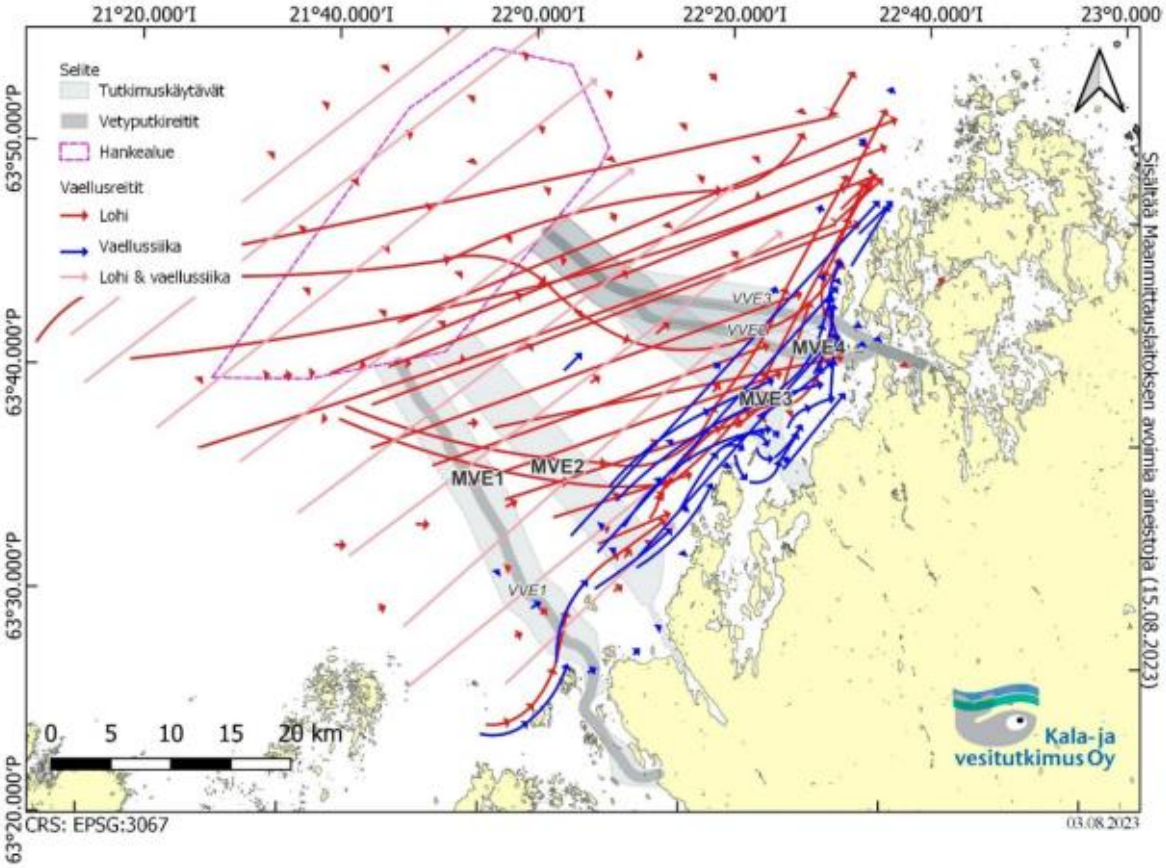
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Förekomst av vandringsfiskar och vandringsrutter

Med enkäter om kommersiellt fiske i projektområdet och dess närhet som grund fiskas vandringsfiskar framförallt i området för kabel- och vätgasledningsrutterna. Vandringsfiskar fås som fångst i området från maj till oktober, tyngdpunkten i mängden fisk ligger dock på sommarmånaderna. De vandringsfiskar som påträffas i området härstammar längre bort ifrån, men även från åarna i närområdet vandrar i viss mån sik och öring samt eventuellt flodnejonöga och ål. Med sammanställda forsknings- och fångstuppgifter vandrar lax, öring och sik längs med kusten i området, såväl under födosöknings- som lekvandring (Figur 8-14). Från öppna havet finns endast sporadiska enstaka observationer av vandringsfiskar, och från den egentliga vindkraftsparkens område saknas observationer helt. Några enstaka återlämnade fiskmärken från havsöringar har dock registrerats i havsområdena nära planeringsområdet för den havsbaserade vindkraftsparken. (*Kala- ja vesitutkimus Oy 2023b,* bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet)

Projektets områden (vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna) är belägna i övergångszonen för havsströmmar i Bottenviken och Bottenhavet. I Kvarken är Bottniska viken som smalast, området är grundare än genomsnittet och havsvattnets temperatur i området är i allmänhet högre än på öppet hav. Förhållandena i Kvarken är uppenbart fördelaktiga för vandringsfiskars smidiga övergång från en kust till en annan. Enligt befintlig kunskap och allmän uppfattning kan vandringsfiskar röra sig i båda riktningarna i detta område. Utöver vandringen i nord-sydlig riktning sker sannolikt även tvärgående rörelser i området och vandringsfiskars rörelser är enligt den bedömning som gjorts även möjliga i vindkraftsparkens planeringsområde och längre bort från kusten. (*Kala- ja vesitutkimus Oy 2023a,* bilaga 9 till det nationella MKB-dokumentet)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-14. Vandringsrutter för lax och vandringssik som meddelats av fiskarna i området för vindkraftsparken samt kabel- och vätgasledningsrutterna. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2023) Tutkimuskäytävät = Sjökabelrutt, Vetyputkireitit = Vätgasledningsrutt, Hankealue = Område för vindkraftspark, Vaellusreitit = Vandringsleder, Lohi = Lax, Vaellussiika = Vandringssik, Lohi & vaellussiika = Lax & vandringssik.

Kommersiellt fiske

Uppgifterna om det kommersiella fisket baseras på två separata fiskeundersökningar *(Kala- ja vesitutkimus Oy 2022a*, *Kala- ja vesitutkimus Oy 2023*), vars resultat skiljer sig åt av tekniska skäl. Enligt bedömningen har det inte skett några betydande förändringar avseende fisket i området, och i detta avseende anses de två separata undersökningsåren ge en god bild av de viktigaste fiskemetoderna och fångstplatserna i området. Baserat på undersökningarna har man uppskattat antalet fiskare (Tabell 8-4) som enligt undersökningen 2022 uppgick till totalt 25 hushåll, varav majoriteten fiskade i områdena kring kabel- och vätgasledningssträckningarna och inte i vindkraftsparkens område.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

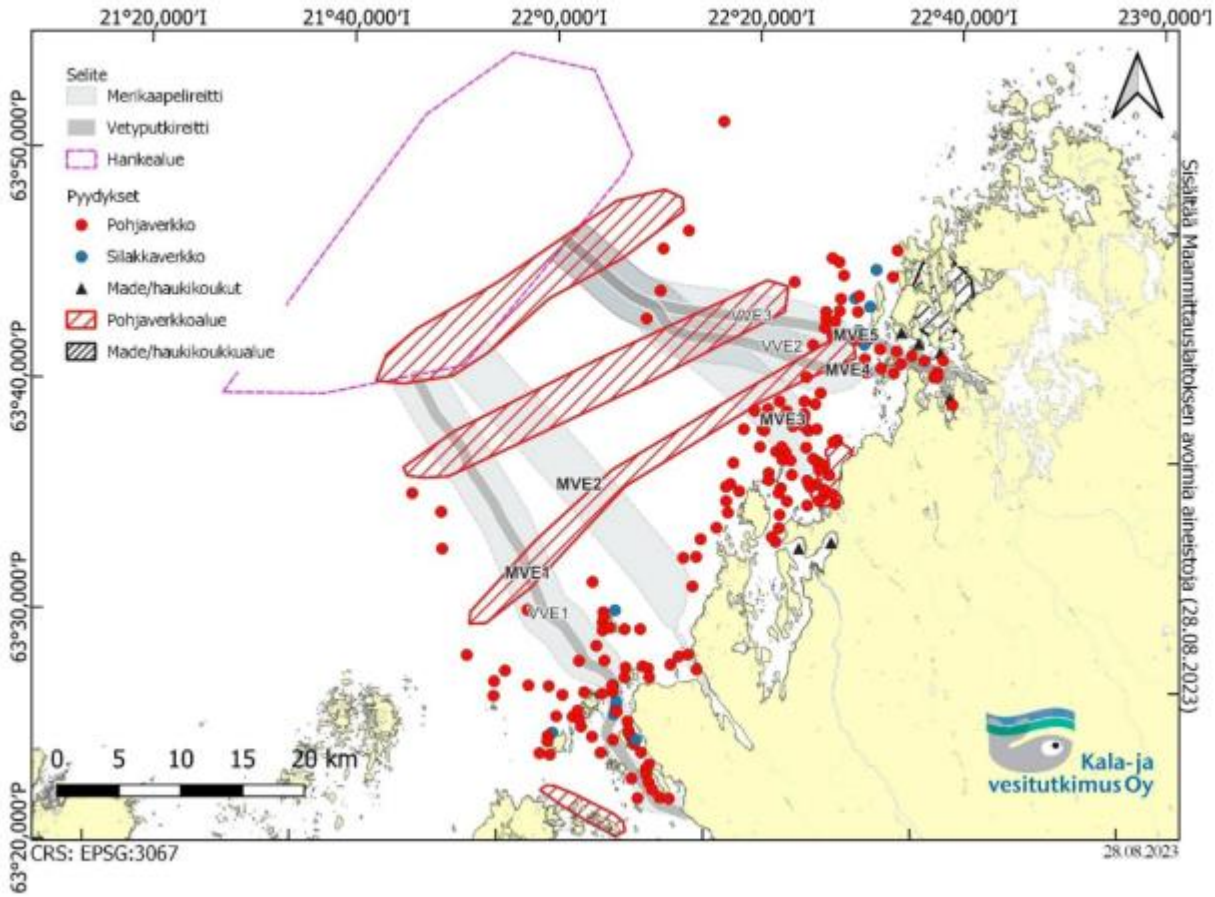
Tabell 8-4. Antal kommersiella fiskare i närheten av planeringsområdet för den havsbaserade vindkraftsparken och alternativa sträckningar för kabel- och vätgasledningar 2021–2022. En fiskare kan ha fiskat i flera olika områden. En del fiskare kanske inte längre fiskar i området. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2023). I klass 1 ingår fysiska personer eller sammanslutningar, vars genomsnittliga omsättning under de tre senaste redovisningsperioderna från försäljning av fisk de själva fångat eller fiskprodukter som förädlats från det, överskrider 10 000 euro. I klass II ingår kommersiella fiskare som inte ingår i grupp I.

	1 kl.	2 kl.
Planeringsområdets näromgivningar/vindkraftsparkens område	2	1
kabelrutt MVE1	5	5
kabelrutt MVE2	5	4
kabelrutt MVE3	13	9
vätgasledningsrutt VVE2 & VVE3 (MVE4/MVE5)	13	6

Fisket i området för den havsbaserade vindkraftsparken är begränsat och huvudsakligen koncentrerat till ett fåtal nätplatser där sik är den viktigaste fångstarten. Inom vindkraftsparkens område bedrivs inte trålning (Figur 8-15).

För fritidsfiske finns inga exakta uppgifter tillgängliga, men antagligen ligger vindkraftsparkens område så långt bort och dessutom i ett djupt område, att det knappast bedrivs fritidsfiske där. I projektet har en boendeenkät genomförts (bilaga 10 till det nationella MKB-dokumentet) enligt vilken 26 procent av respondenterna (605 personer) ägnar sig åt fritidsfiske i vindkraftsparkens område. Fisket är dock i huvudsak sporadiskt med tyngdpunkten på perioden med öppet vatten, endast cirka 13 procent ägnar sig åt fiske regelbundet året runt, på motsvarande sätt ägnar sig 13 procent åt fiske i området en gång per år. I sjökabel-/vätgasledningsrutternas område ägnade sig 25 procent av respondenterna åt fritidsfiske. Av de svarande som bedriver fritidsfiske i området för sjökablar och/eller vätgasledningar uppgav 65 procent att de gör det sporadiskt under perioden med öppet vatten. Knappt en tredjedel (27 %) av de tillfrågade fiskar regelbundet under hela året. Åtta procent av de tillfrågade fiskar i området för sjökablar och vätgasledningar ungefär en gång om året.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



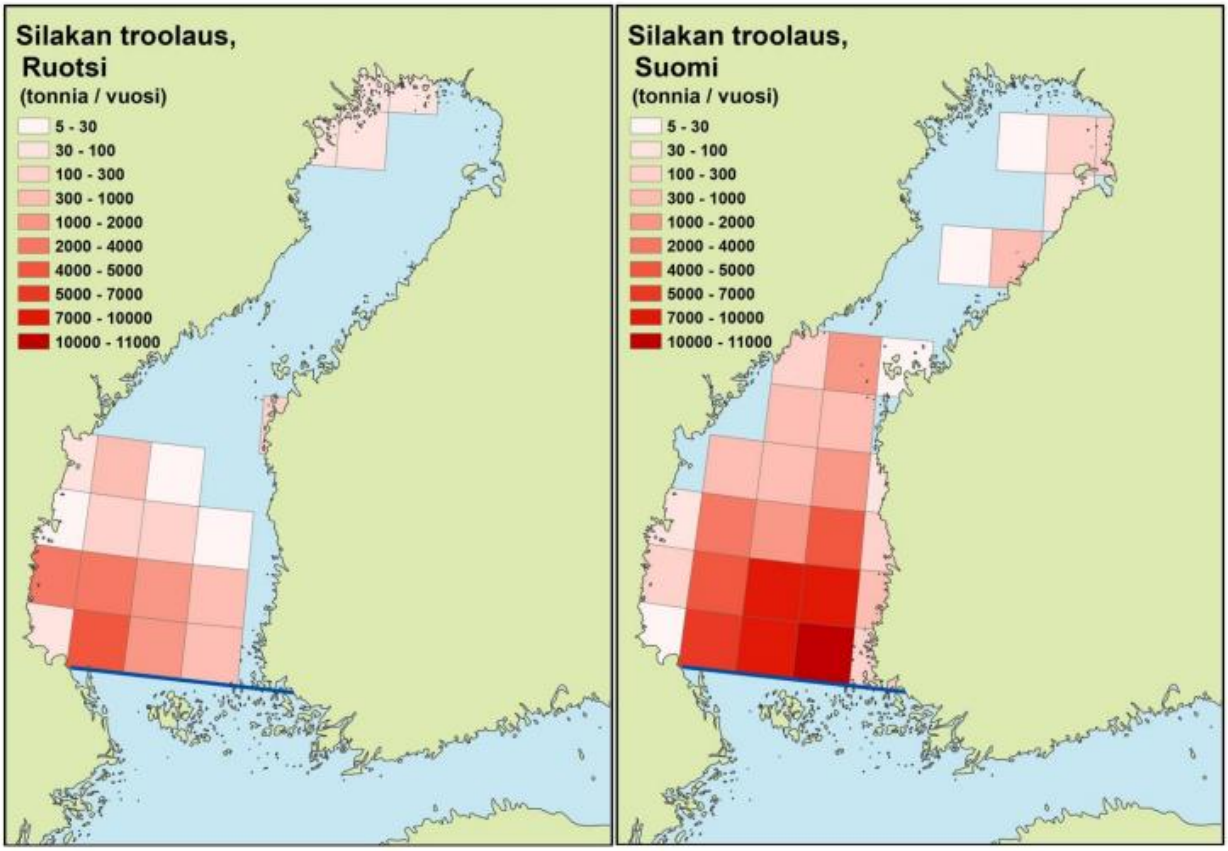
Figur 8-15. Nätfiskeplatser och -områden som meddelats av kommersiella fiskare 2021 och 2022. Även lak-/gäddsaxar ingår. (Kala- ja vesitutkimus Oy 2023) Merikaapelireitti = Sjökabelrutt, Vetyputkireitti = Vätgasledningsrutt, Hankealue = Område för vindkraftspark, Pyydykset = Fångstredskap, Pohjaverkko = Bottennät, Silakkaverkko = Strömmingsnät, Made/haukikoukut = Lake/gäddkrokar, Pohjaverkkoalue = Bottennätområde, Made/haukikoukkualue = Lake/gäddkrokarområde.

I Laines projektområde på den finska sidan bedriver inte svenska yrkesfiskare fiske. Här intill finns en länk till AIS-material där åren 2012–2024 syns.

Av materialet som nås via länken ses tydligt att svenskarnas fiske i Bottenviken begränsar sig till den egna kustens närhet. https://globalfishingwatch.org/map/index?start=2012-01-01T00%3A00%3A00.000Z&end=2024-12-31T23%3A59%3A59.999Z&longitude=22.684014692652582&latitude=63.72237760095409&zoom=8.066707003003424

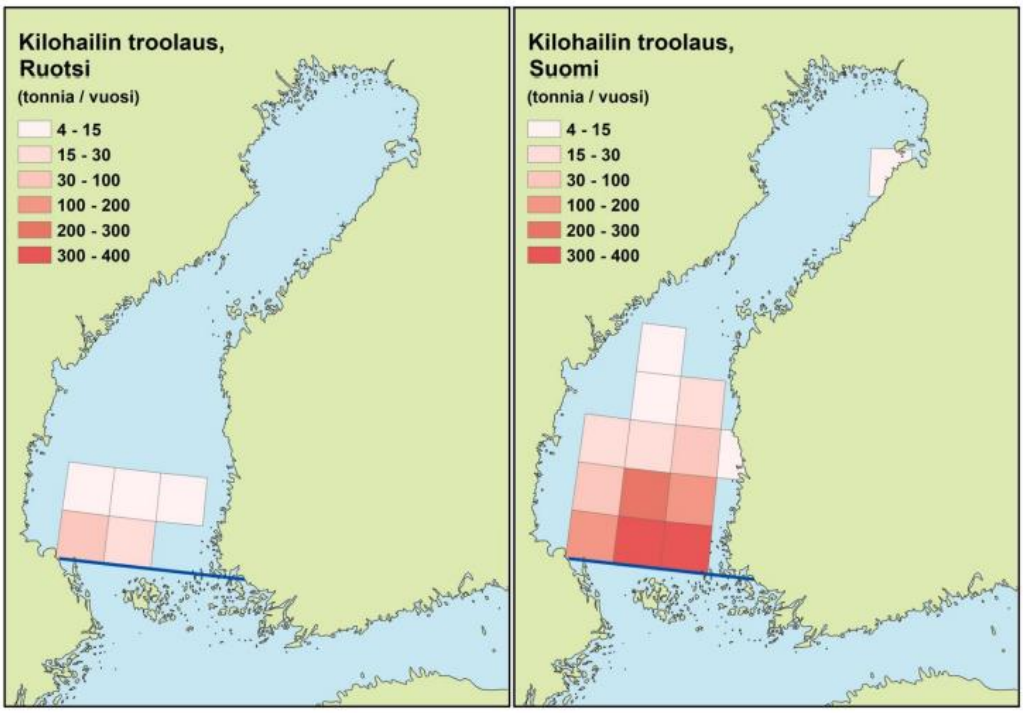
I trålarrapporten från Finlands Naturresursinstitut (*LUKE 2023*) visas svenskarnas strömmingstrålning (Figur 8-16), skarpsilltrålning (Figur 8-17) och siklöjetrålning (Figur 8-18) baserat på material från åren 2018–2022. I Laines område bedrivs inte ovannämnda trålningsformer.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

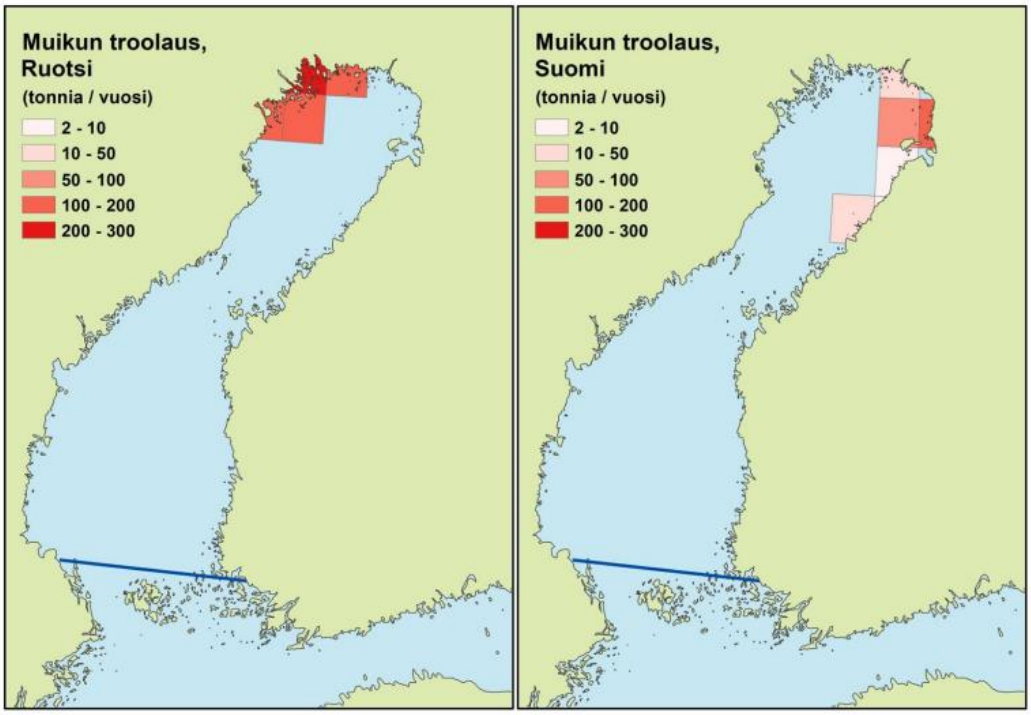


Figur 8-16. Årsgenomsnitt för Sveriges och Finlands trålflottors strömmingsfångster per statistikruta i Bottniska viken under perioden 2018–2022 (Sveriges medelvärde 15 miljoner kg/år; Finlands medelvärde 63 miljoner kg/år). Silakan troolaus, Ruotsi/Suomi (tonnia / vuosi) = Strömmingströlning Sverige/Finland (ton / år).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-17. Årsgenomsnitt för Sveriges och Finlands trålflottors skarpsillfångster per statistikruta i Bottniska viken under perioden 2018–2022 (Sveriges medelvärde 0,1 miljoner kg/år; Finlands medelvärde 1,5 miljoner kg/år). Kilohailin troolaus, Ruotsi/Suomi (tonnia / vuosi) = Skarpsilltrålning Sverige/Finland (ton / år).



Figur 8-18. Årsgenomsnitt för Sveriges och Finlands trålflottors siklöjefångster per statistikruta i Bottniska viken under perioden 2018–2022 (Sveriges medelvärde 769 miljoner kg/år; Finlands medelvärde 307 miljoner kg/år). Muikun troolaus, Ruotsi/Suomi (tonnia / vuosi) = Siklöjstrålning Sverige/Finland (ton / år).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8.4.3.2 Sveriges sida

I Bottenviken förekommer totalt cirka 25 **fiskarter**, av vilka endast tre betraktas som marina arter. Den låga salthalten förklarar det låga antalet marina arter i norra Bottenviken. Närmare kusten domineras fiskartsbeståndet av sötvattensarter, och på öppet hav, där salthalten är något högre, förekommer de enda äkta marina fiskarterna i Bottenviken.

De mycket grunda områdena i Holmöarnas skärgård och Kvarkens skärgård i Finland är mycket viktiga för många fiskarter och utgör viktiga lekplatser för dem. Holmöarnas skärgård utgör en av få lekplatser i Bottniska viken för den havslekande harren (*Länsstyrelsen Västerbotten, u.å och Forststyrelsen, u.å i publikationen Njordr Offshore Wind AB 2022*).

En av de kommersiellt viktiga sötvattensarterna i Bottenviken är siklöja (*Coregonus albula*). Siklöjan skiljer sig något från andra sötvattensarter genom att vara en pelagisk stimfisk, det vill säga den rör sig också mycket på öppet hav. Under sommaren sprider sig siklöjan över hela Bottenviken och vandrar sedan under hösten mot norra Bottenvikskusten för att leka. Beståndets storlek kan variera kraftigt mellan åren, och det vid varje år kläckta beståndets storlek beror bland annat på temperatur och salthalt (*Bryhn m.fl. 2021*). En annan kommersiellt viktig art i området är strömming. Strömmingen leker i kustområden längs Sveriges hela östkust.

I Bottenviken förekommer också lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*), och de är viktiga arter för såväl yrkes- som fritidsfisket. Båda arternas yngel vandrar bort från de vattendrag där de kläcks, tillbringar ett eller flera år i havet och återvänder sedan till sina födelsevatten för att leka. Vandringen är svår, och under färden möter fiskarna många hinder som människan byggt, som dammkonstruktioner, som har bidragit till att reproduktionen har minskat flera år i rad (*Havs- och Vattenmyndigheten 2021*).

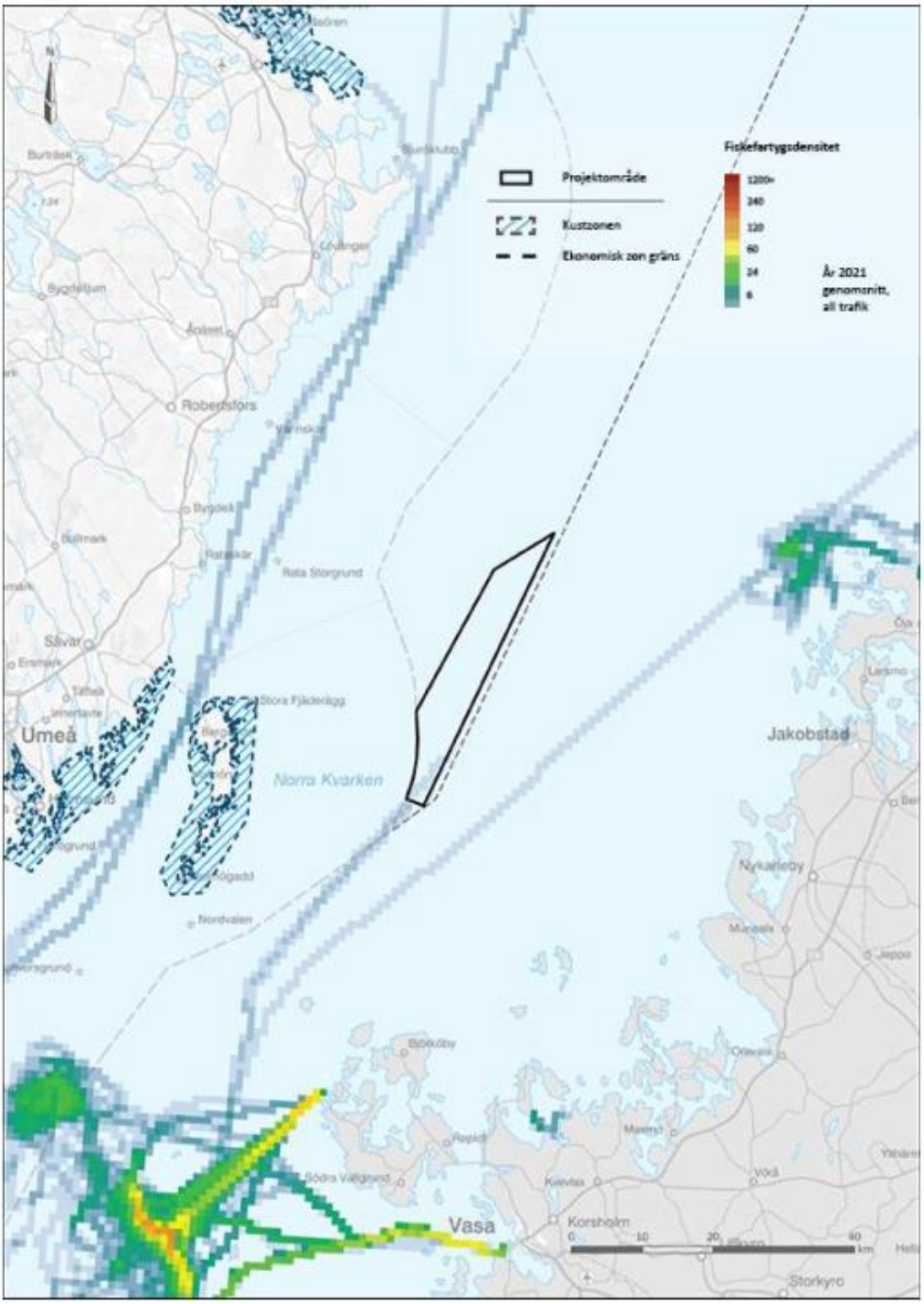
Fiske har en lång kulturell tradition och en viktig roll på havet i Sverige (*Boverket 2021*). Yrkesfisket ger samhället många värden: såväl affärsmässiga värden i form av fisk- och skaldjursmarknaden som nationalekonomiska värden i form av bevarande av öppna hamnar, kulturmiljöer, livskraftiga kustsamhällen, turism och lockande boendemiljöer (*Waldo & Lovén 2019*). Fiske efter siklöjans rom är mycket viktigt i området och en viktig lokal inkomstkälla. Romfiske bedrivs i huvudsak genom trålning vid kusten, alltså inte i granskningsområdet.

Det fiske som bedrivs i Bottenviken sker mestadels med passiva fångstredskap (*Havs- och Vattenmyndigheten 2021*). Kommersiellt fiske i området bedrivs i huvudsak med trål och ryssjor, men i yrkesfisket används relativt ofta även nät och mer sällan mjärde och not.

Yrkesfiske är en marin näring som har betydelse för livsmedelsberedskapen och livsmedelsproduktionen. Yrkesfiske kräver relativt stora områden, eftersom olika fiskemetoder och fångstarter är förknippade med olika slags fiskeområden, som varierar beroende på årstid och från år till år och långsiktigt (*Sveriges Havs- och vattenmyndigheten 2022*). Enligt havsplanen är inte projektområdet speciellt avsett för yrkesfiske, utan för allmänt bruk och sjöfart (*Sveriges Havs- och vattenmyndigheten 2022*). I Västerbottensområdet fiskas i huvudsak sik, abborre och lax med oftast passiva fångstredskap (*Länsstyrelsen Västerbotten 2023*).

I projektområdet för Kappa som planeras i Sverige väster om Laineprojektet, eller i dess omedelbara närhet, finns inte område anvisat för yrkesfiske i havsplanen. Det närmaste nationellt betydelsefulla området för yrkesfiske är Holmön, som ligger cirka 20 kilometer väster om projektområdet. Enligt EMODnet (*2022*) är antalet fiskefartyg som rör sig i Kappas projektområde och dess närhet mycket begränsat (Figur 8-19). I den sydligaste delen av Kappas projektområde finns viss trafik av fiskefartyg.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-19. Nationellt betydande yrkesfiskeområden i kustzonen och fiskefartygstätheten i granskningsområdet. I kartan är Kappas projektområde utmärkt, Laines projektområde ligger öster om det. Källa: Njordr Offshore Wind AB 2022/EMODnet 2022.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8.4.4 Marina däggdjur

8.4.4.1 Den finska sidan

Av **marina däggdjur** påträffas enligt aktuella uppgifter i projektområdet (den havsbaserade vindkraftsparken, deponeringsområdena och sträckningarna för sjökablar/vätgasledningar) den vanligaste sälarten i Östersjön, gråsäl *(Halichoerus grypus),* och östersjövikare *(Pusa hispida botnica*). Ibland kan mer sällsynta marina däggdjur såsom tumlare påträffas. *(Jord- och skogsbruksministeriet 2007)*.

Både gråsälen och östersjövikaren är viltarter. Arterna får jagas under områdes- och artspecifika jakttider samt med undantagstillstånd som beviljats av Finlands viltcentral enligt 41 § i jaktlagen (Jaktlagen *28.3.1993/615)*.

Det sälskyddsområde som ligger närmast projektområdet är Snipansgrund-Medelkallan, som ligger cirka 40 km söder om området för den havsbaserade vindkraftsparken. Det närmaste sälskäret ligger utanför Österö, cirka 25 km sydost om den havsbaserade vindkraftsparken och mindre än 10 km sydväst om energiöverföringsalternativet MVE1/VVE1*(Naturresursinstitutet 2023b)*. Området för den havsbaserade vindkraftsparken anses inte vara ett särskilt viktigt födosöksområde för gråsälen eller östersjövikaren. I projektområdet kan det förekomma reproducerande östersjövikare och gråsälar under våren i mars-april, om istäcket är tillräckligt (bilaga 7 till del A av det nationella MKB-dokumentet).

8.4.4.2 Sveriges sida

De marina däggdjur som förekommer i Bottenviken är på samma sätt som på den finska sidan östersjövikare *(Pusa hispida botnica*) och gråsäl *(Halichoerus grypus)* (*Havs- och vattenmyndigheten 2021*). Gråsälsbeståndet är störst av de tre sälarterna i Sverige (Sveriges vattenmiljö 2021). Enligt artdatabanken (*2022d*) bedöms gråsälspopulationen i Östersjön som livskraftig. Gråsälar kan röra sig över stora områden och förekommer i hela Östersjön där de rör sig och söker föda. Mest frekvent påträffas de i norra delen av egentliga Östersjön, Bottenhavet och Bottenviken (*HELCOM 2017* och *Sveriges Havs- och vatten-myndighet 2019*). Gråsälarna parar sig i slutet av april och kutarna föds under en period från slutet av februari till början av april nästa år (*Sveriges Havs- och vatten-myndighet 2019).*

Östersjövikaren är den minsta av Sveriges tre sälarter. Vikaren är en tydligt arktisk art och är beroende av havsis för att ömsa päls och föda kutarna. Under isfri årstid lever vikarna i havet och kan tillfälligt söka sig till mindre stenar för att vila (*lajitietopankki 2022e*). I Östersjön påträffas de flesta vikarna i Bottenviken. På samma sätt som gråsälen kan vikaren röra sig över stora områden. Beståndet i Östersjön har länge ansetts sårbart och nära hotat, men har ökat under de senaste åren och betraktas nu som livskraftigt (*lajitietopankki 2022e*). Under tiden mellan februari och maj är vikaren som mest sårbar, eftersom den parar sig i slutet av april och föder sina kutar under februari-mars (*Vindval 2022*).

8.4.5 Fladdermöss

8.4.5.1 Den finska sidan

Fladdermössens flytt under finska förhållanden är fortfarande relativt okänd. Av de arter som förekommer i Finland betraktas (t.ex. *Ahlén m.fl. 2009*) trollpipistrell (*Pipistrellus nathusii*), sydpipistrell (*Pipistrellus pipistrellus),* dvärgpipistrell *(Pipistrellus pygmaeus), s*törre brunfladdermus (*Nyctalus noctula*), dammfladdermus (*Myotis dascyneme*) och Gråskimlig fladdermus (*Vespertilio murinus*) som flyttande. Av dessa arter har trollpipistrellen bedömts som sårbar i Finland (VU, *Hyvärinen m.fl. 2019*), de övriga anses sällsynta och åtminstone till en del sporadiska och har klassificerats som olämpliga för bedömning (NA). Dammfladdermusen lär dock vara en permanent art åtminstone i sydöstra Finland, under de senaste åren har nya uppgifter om artens förekomst framkommit (bl.a. *Karri Kuitunen muntl., egna observationer*). Ny kunskap har erhållits om trollpipistrellens flyttbeteende bland annat från Kvarken, där trollpipistrellens flyttrutt över

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Bottniska viken till Sverige har säkerställts (*Forststyrelsen 2018*). Ovan nämnda arter betraktas med undantag för dammfladdermusen som allra känsligast för kollisioner med vindkraftverk av de europeiska fladdermusarterna.

Fladdermössens flyttrutter på Östersjön i förhållande till landbaserade vindkraftsprojekt har undersökts av bland annat Gaultier m.fl. *(2020*) (Figur 8-20). Europas boreala biogeografiska område visas i ljusgrått på kartan. Undersökningsområdet täckte delar av Estland, Finland, Lettland, Litauen, Ryssland samt Sverige till de delar områdena ligger i det boreala området och nära Östersjön. Fladdermössens viktigaste flyttrutter visas på kartan med svarta pilar. Pil med streckad linje visar på osäkerhet om användningen av flyttrutten. Antalet fladdermusindivider och arter som använder flyttrutterna ökar betydligt ju längre man flyttar sig på flyttrutterna. På kartan visas dessutom befintliga landbaserade vindkraftsprojekt (mörkgrå trianglar) samt eventuellt kommande i framtiden (ljusgrå trianglar). Fladdermöss har observerats flytta över den åländska skärgården till Sverige förutom över Bottenhavet (*Gaultier m.fl. 2020*). I undersökningen har ingen motsvarande karta presenterats för havsbaserad vindkraft.

Figur 8-20. Fladdermössens flyttrutter på Östersjön. Förklaringar till figuren: Europas boreala biogeografiska område visas i ljusgrått på kartan. Undersökningsområdet täckte delar av Estland, Finland, Lettland, Litauen, Ryssland samt Sverige till de delar områdena ligger i det boreala området och nära Östersjön. Fladdermössens viktigaste flyttrutter visas på kartan med svarta pilar. Pil med streckad linje visar på osäkerhet om användningen av flyttrutten. På kartan visas dessutom befintliga landbaserade vindkraftsprojekt (mörkgrå trianglar) samt eventuellt kommande i framtiden (ljusgrå trianglar). (Gaultier m.fl. 2020)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Trollpipistrellen har beskrivits korsa Östersjön mellan Holmön och finska Valsörarna (*Västerbottens länsstyrelse 2018*). Fladdermössen korsar havet sannolikt helst där deras flygrutt är så kort som möjligt över öppet hav (*Västerbottens länsstyrelse 2018*). Det saknas dock fortfarande mycket kunskap om fladdermössens rörelser över havet. I undersökningar som gjorts i södra Sverige flög 11 av 18 undersökta fladdermusarter upp till 14 kilometer ut på havet för att söka föda (*Ahlén m.fl. 2009*). Detta kan jämföras med att närmaste ö (Fjäderägg) ligger på 23 kilometers avstånd från Kappas projektområde och fastlandet (Ratan) på cirka 36 kilometers avstånd. Fladdermöss flyger i allmänhet på mindre än tio meters höjd över havsytan, vilket betyder att de flyger under bladen för den rotor som planeras för Kappaprojektet. En jagande fladdermus kan dock ändra höjd snabbt och utsättas därigenom för risk att kollidera med bladen.

8.4.5.2 Sveriges sida

I samband med utarbetandet av samrådsdokumentet för det havsbaserade vindkraftsprojektet Polargrund Offshoren på den svenska sidan (mer än 100 km norr om Laines område) har det enligt wpd (*2022*) genomförts en preliminär undersökning gällande förekomsten av **fladdermöss**. Den hade som syfte att kartlägga tidigare kända fladdermusförekomster i området och eventuella flyttrutter. För den preliminära undersökningen kontaktades två fladdermusforskare som bland annat forskar på olika fladdermusarters flyttbeteende i Sverige och Finland. Även med en tjänsteman hos Västerbottens länsstyrelse med kunskap om fladdermöss har det enligt samrådsdokumentet förts diskussioner. Utöver detta har Artportalen-systemets och Finlands artdatacenters dokument granskats samt en rapport om fladdermöss som flyttar över Kvarken.

Av de fladdermusarter som förekommer i Sverige klassas fyra som långflyttande, och de kan flytt minst 1 500 kilometers sträckor i Europa (*Batlife Sweden 2022*). Sådana arter är *s*törre brunfladdermus (*Nyctalus noctula*), mindre brunfladdermus (*Nyctalus leisleri*), trollpipistrell (*Pipistrellus nathusii*) och gråskimlig fladdermus (*Vespertilio murinus*), av vilka mindre brunfladdermus är definierad som sårbar.

På havet flyger fladdermössen i allmänhet på högst 10 meters höjd över vattenytan, men vid födosökning på havet i närheten av fyrar, vindkraftverk och andra vertikala konstruktioner stiger fladdermössen betydligt högre upp och flyger till exempel runt vindkraftverkens blad. Baserat på observationer kan vindkraftverk som byggts på havet öka fladdermössens dödlighet. På havet söker fladdermössen i huvudsak föda i sådana områden där det finns gott om flygande insekter eller kräftdjur som trivs i vattenytan. (*Lutsar 2011, Ahlén m.fl. 2009*)

Enligt den enda finska undersökningen var fladdermössens kollisionsdödlighet liten också vid vindkraftverk nära kusten baserat på få fynd (*Aminoff 2014*). I den ifrågavarande undersökningen observerades under 16 undersökta kraftverk endast två fladdermusindivider som kolliderat, trots att kraftverken var belägna på den södra kusten och därigenom i områden med såväl fler arter som individer av fladdermöss jämfört med nordligare områden och områden i inlandet.

Vissa fladdermusarter (bl.a. *s*törre brunfladdermus och dvärgpipistrell) har tidvis observerats jaga även i närheten av havsbaserade vindkraftverk, troligen ätande insekter på flytt- eller vandringsresor som lockats av vindkraftverken (*Ahlén m.fl. 2009*). Den kollisionsdödlighet som detta beteende eventuellt orsakar har inte kunnat undersökas, men eftersom ett liknande jaktbeteende orsakar kollisioner på land så sker sådana också på havet (*Rydell m.fl. 2012*). Speciellt fladdermusarter som flyttar över havet utnyttjar antagligen insekter som samlas runt havsbaserade vindkraftverk och utsätts därigenom för en större kollisionsrisk än andra fladdermusarter (*Ahlén m.fl. 2009*).

I havsområden kan det tidvis, speciellt under flyttid, förekomma fladdermöss. Det finns dock inga uppgifter om i vilken utsträckning området har betydelse som flyttrutt för fladdermöss, eller hur många individer

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

som rör sig i havsområdet. Antagandet är att fladdermössen föredrar smalare ställen på havsområdet för att korsa havet.

8.4.6 Fågelbestånd

8.4.6.1 Den finska sidan

Material som används för att beskriva nuläget

Fågelbeståndet i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine och energiöverföringsrutterna till fastlandet har undersökts med hjälp av fältundersökningar under 2021–2023 (Tabell 8-5). I bedömningen har man också använt sig av med Laine-utredningarna samtidiga och med samma metod utförda inventeringar av den havsbaserade vindkraftsparken Halla som ligger längre norrut i Bottenviken och delvis även av inventeringar och anknytande resultat gällande den havsbaserade vindkraftsparken Tyrsky i Bottenhavet. Totalt 35 dagar på fältet ägnades åt att kartlägga fågelbestånden i vindkraftsområdet och längs energiöverföringsrutterna.

Tabell 8-5. Datum, platser och metoder för fågelundersökningar i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine och energiöverföringsrutterna 2021–2023.

Datum	Objekt	Metod	Observation
4.5.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Vårmigration
5.5.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Vårmigration
9.5.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Vårmigration
13.5.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Vårmigration
20.5.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Vårmigration
1.7.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
10.7.2022	Energiöverföringsrutter	Observation från marken	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
13.7.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
15.7.2022	Energiöverföringsrutter	Observation från marken	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
18.7.2022	Energiöverföringsrutter	Observation från marken	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
21.7.2022	Energiöverföringsrutter	Inventeringar från båtar	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
25.7.2022	Energiöverföringsrutter	Observation från marken	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
23.5.2022	Energiöverföringsrutter, landföringsplatser	Kartläggning	Häckande fåglar
26.5.2022	Energiöverföringsrutter, landföringsplatser	Kartläggning	Häckande fåglar

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Datum	Objekt	Metod	Observation
30.5.2022	Energiöverföringsrutter, landföringsplatser	Kartläggning	Häckande fåglar
2.6.2022	Energiöverföringsrutter, landföringsplatser	Kartläggning	Häckande fåglar
10.9.2021	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Höstmigration
14.10.2021	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Höstmigration
12.5.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Vårmigration
21.5.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Vårmigration
8.6.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
27.6.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
11.7.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
8.8.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
19.8.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Häckande fåglar, flygningar efter föda, rastande fåglar
10.9.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Höstmigration
30.9.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område	Inventering från båt	Höstmigration
18.5.2022	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från båt	Vårmigration
30.3.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	inventering från luften	Vårmigration
13.4.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	inventering från luften	Vårmigration
21.4.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från luften	Vårmigration
5.5.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från luften	Vårmigration

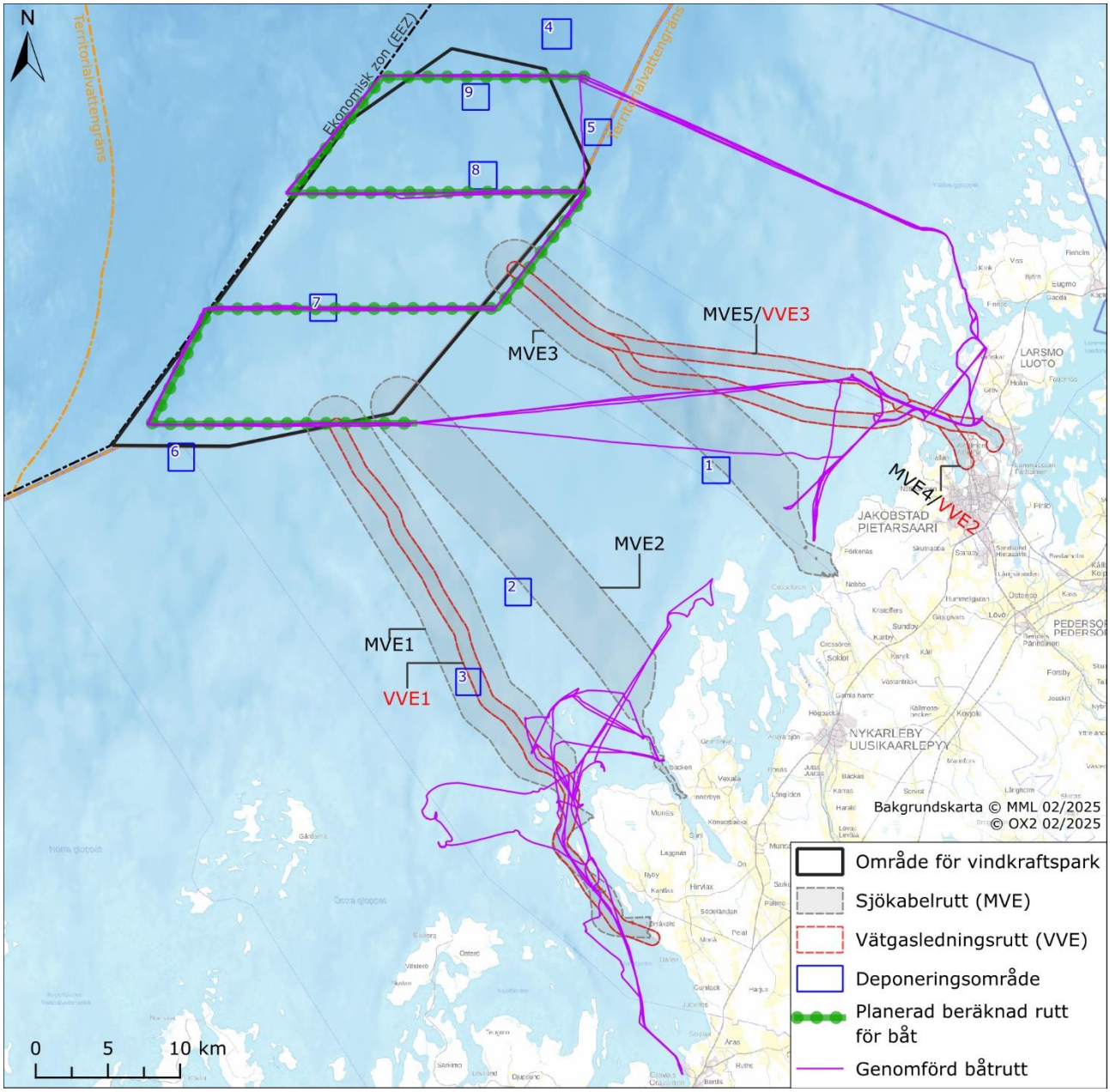
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Datum	Objekt	Metod	Observation
12.5.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från båt	Vårmigration
21.5.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från båt	Vårmigration
22.5.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från båt	Vårmigration
28.5.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från båt	Vårmigration
3.6.2023	Den havsbaserade vind-kraftsparkens område och energiöverförings-sträckningarna	Inventering från båt	Vårmigration

En kartläggning av fåglar som eventuellt rastar, äter och för övrigt rör sig i vindkraftsområdet och som migrerar genom området gjordes från havet och luften genom att följa en på förhand bestämd rutt längs med hela vindkraftsområdet både från båt och helikopter. För att utreda rutterna för höstmigrationen i området inleddes inventeringar från båt hösten 2021. Merparten av inventeringarna utfördes under 2022, då man gjorde inventeringar om vårmigrationen och observationer om födosök och inventeringar av rastande fåglar. På grund av väderförhållandena kunde inventeringarna av höstmigrationen 2021 inte genomföras som planerat, så de fortsatte hösten 2022. Baserat på utlåtandet från NTM-centralen i Södra Österbotten om MKB-programmet för Laine fortsatte inventeringarna våren 2023 med observationer av vårmigrationen, och då inleddes observationerna redan i slutet av mars och utfördes under perioden fram till islossningen från helikopter och senare i maj från båt. inventeringarna från båt 2023 fokuserade i huvudsak på fåglar som flyttade genom vindkraftsområdet, så i stället för att köra genom den planerade rutten observerades migrerande fåglar från en stillastående båt på flera platser i utkanten av vindkraftsområdet. Därför är resultaten för våren 2022 och 2023 inte helt jämförbara, men resultaten visar ändå på skillnader i fåglarnas migration genom området mellan åren. Totalt besöktes den havsbaserade vindkraftsparken 21 gånger (Tabell 8-5).

I fråga om inventering från båt anpassades inventeringsrutten till områdets omfattning, avståndet från de närmaste hamnarna och till tillgänglig flotta och så att inventeringsrutten kunde tillryggaläggas under den ljusa tiden på en dag. Den totala längden på inventeringsrutten i vindkraftsprojektet Laine uppgick till cirka 110 kilometer och den totala körsträckan till havs under inventeringsdagen var cirka 185 kilometer. Båtens hastighet under inventeringen varierade mellan 15 och 30 km/h beroende på väderförhållandena. På inventeringsrutten var avståndet mellan körlinjerna cirka 8 km (Figur 8-21 och Figur 8-22). Man strävande efter att optimera inventeringsrutten i enlighet med ovan nämnda randvillkor så att en tillräckligt omfattande översikt över den rastande och ätande fågelpopulationen på vindkraftsområdet kan erhållas som ett urval under den ljusa tiden under en inventeringsdag. I maj vid tiden för arktiska lom- och sjöfåglars flyttning strävade man också efter att i vindkraftparkens område följa en eventuell flyttning från en stillastående båt. I båten fanns alltid en båtförare och en fågelskådare. Vid några besök deltog även båtföraren i observationen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



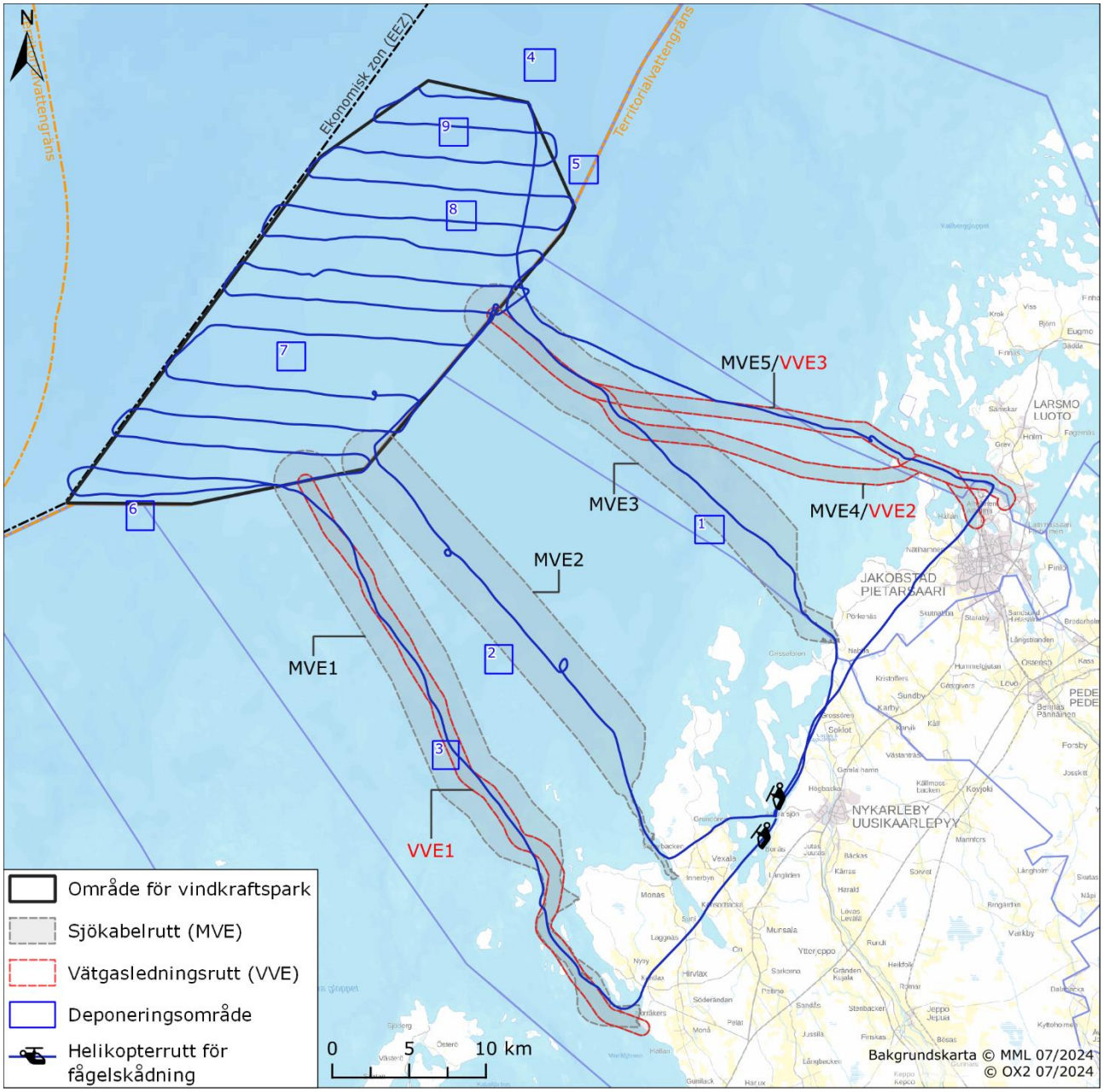
Figur 8-21. En inventeringsrutt med båt i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine som man försökte köra med båt vid varje besök. Ruttens längd på projektområdet är cirka 110 kilometer och inventeringslinjerna ligger i området med 8 kilometers mellanrum.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Figur 8-22. Observationerna gjordes från båtens däck med hjälp av kikare. Alla upptäckta fågelarter registrerades med hjälp av en surfplatta i ett geodataprogram (här fästad i båtens fönster). Förhållandena var som bäst vid stiltje, vid några besök försvårade svallvågorna observationerna och särskilt upptäckten av simmande fåglar. Figur: Harri Taavetti/FCG

Vad gäller inventeringar från helikopter skapades en avsevärt tätare flygrutt i området för den havsbaserade vindkraftparken med en "kam" på cirka två kilometer (Figur 8-23, Figur 8-24 och Figur 8-25). Hela vindkraftsområdet och energiöverföringsrutterna flögs under en flygdag. Under inventeringen från luften flög helikoptern på en höjd av ca 50 m och med en hastighet av ca 100 km/h. Den totala längden på den flygrutt som omfattar den havsbaserade vindkraftparkens område och energiöverföringsrutterna var cirka 495 km. Vid behov avvek man från den planerade flygrutten, man beräknade flyghöjden och sänkte hastigheten för att kunna identifiera de fåglar som upptäcktes. På våren då det ännu fanns is gjordes också extra turer till platser längs rutten där det fanns råkar. Helikopterpiloten är också en erfaren fågelskådare, så det fanns i praktiken två observatörer för då inventeringarna gjorde från luften.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-23. Flygrutten i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine, enligt genomförd flygning. Ruttens totala längd är cirka 495 kilometer och inventeringslinjerna ligger inom området med 2 kilometers mellanrum. Alla flygningar genomfördes längs samma rutt i fråga om vindkraftsområdet och energiöverföringsrutterna. Flygspåren visar på några cirklar då man för att fastställa en fågelart var tvungen att vända om.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

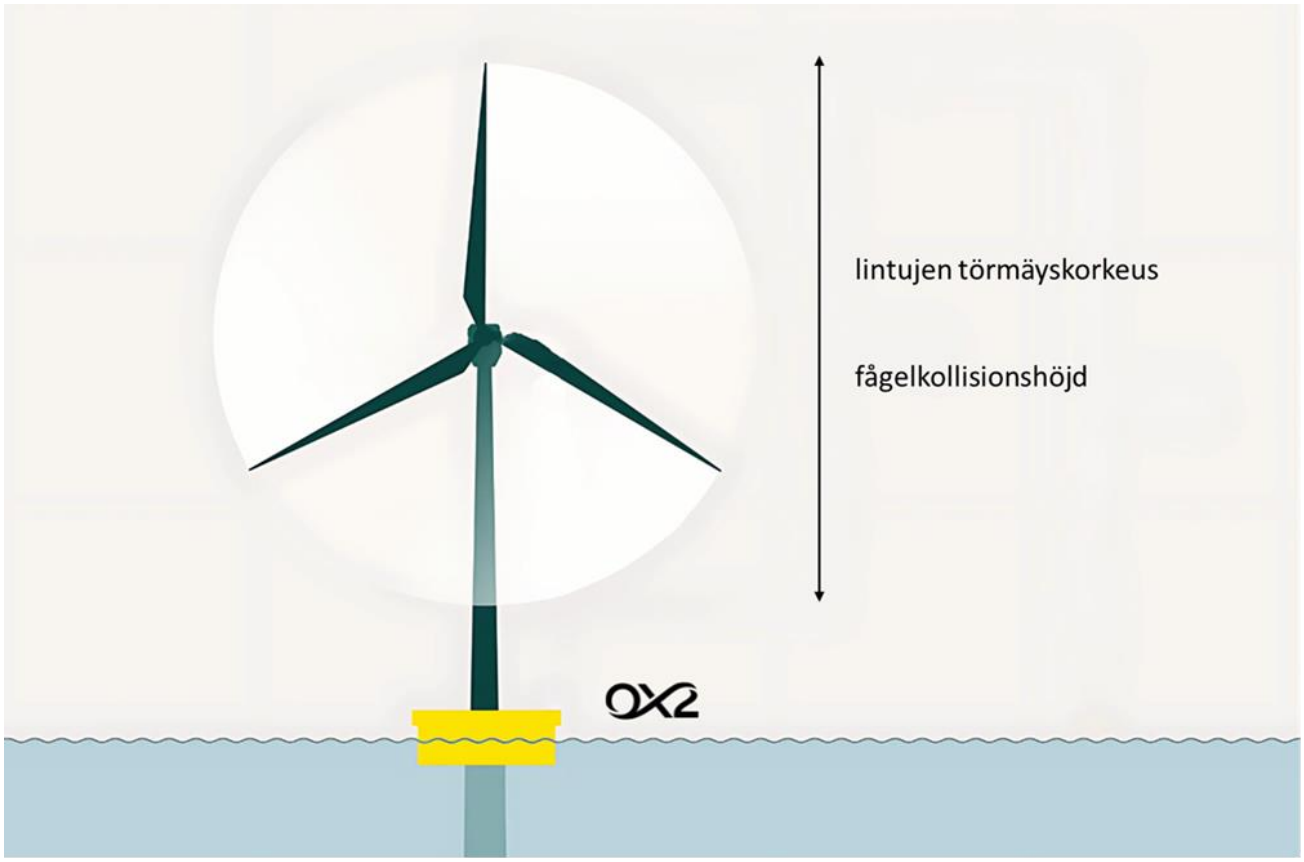
Figur 8-24. Helikoptern och bränsle-/servicebilen som användes för inventering ifrån luften i Laine. Fotot togs den första vårmorgonen under 2023-års inventering den 30 mars 2023. Figur: Harri Taavetti/FCG

Figur 8-25. Laine vindkraftsparks område 30.3.2023. Utsikten från en helikopter är nästan helt utan hinder vilket gör det lätt att se fåglar som simmar och flyger nedanför och fastställa arten. Vid tidpunkten för utredningarna tidig vår 2023 var havet fortfarande till stor del fruset, så förutom att flyga den på förhand planerade rutten gjordes noggrannare observationer vid upptäckta råkar. Vid behov är det också lätt att artbestämma fåglar som upptäckts från helikoptern genom att ta en tur på lägre höjd. Figur: Harri Taavetti/FCG

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

inventeringarna försökte man göra under tillräckligt svaga vindförhållanden för att möjliggöra en inventering av hela projektområdet och utan att väderförhållandena ändrades väsentligt under inventeringsdagen. I synnerhet när det gäller inventering från båt är våghöjden och vågriktningen de viktigaste faktorerna som påverkar inventeringen eftersom de påverkar möjligheten att upptäcka fåglar mellan vågorna samt båtens fart och stabilitet under inventeringen. Detta är av mindre betydelse när inventeringen sker från luften. Sikten är också en viktig faktor för framgångsrika observationer. Sikten var god vid alla besök (>10 km), endast vid några besök förekom dimma som tillfälligt försämrade sikten, men som inte nämnvärt påverkade observationerna.

inventeringarna genomfördes genom att observera/se med kikare fåglar från båt/helikopter och registrera var de befann sig och hur de rörde sig. Registreringen gjordes i ett geodataprogram på en surfplatta. I samband med inventering från båt gjordes vid behov uppehåll för att observera fåglarna. För varje upptäckt fågel noterades tid på dygnet, plats (båtens position i koordinater), art/artgrupp, antal, fågelns placering och riktning i förhållande till observationsplatsen, om fågeln flög eller låg stilla i vattnet, jagade osv. Även höjden på vilken fåglarna flög registrerades i höjdklasserna 0 m (=simmande fåglar), 1–10 m, 10–20 m, 20–50 m, 50–400 m och över 400 m. Höjdklasserna 20–50 m och 50–400 m klassificeras i bedömningen som potentiella kollisionshöjder för fåglar (se Figur 8-26). Den totala höjden på projektets planerade kraftverk är högst 370 meter. Uppskattningen av flyghöjderna baserades på observatörernas egen bedömning och tidigare erfarenhet av utredningar av vindkraftsparker.

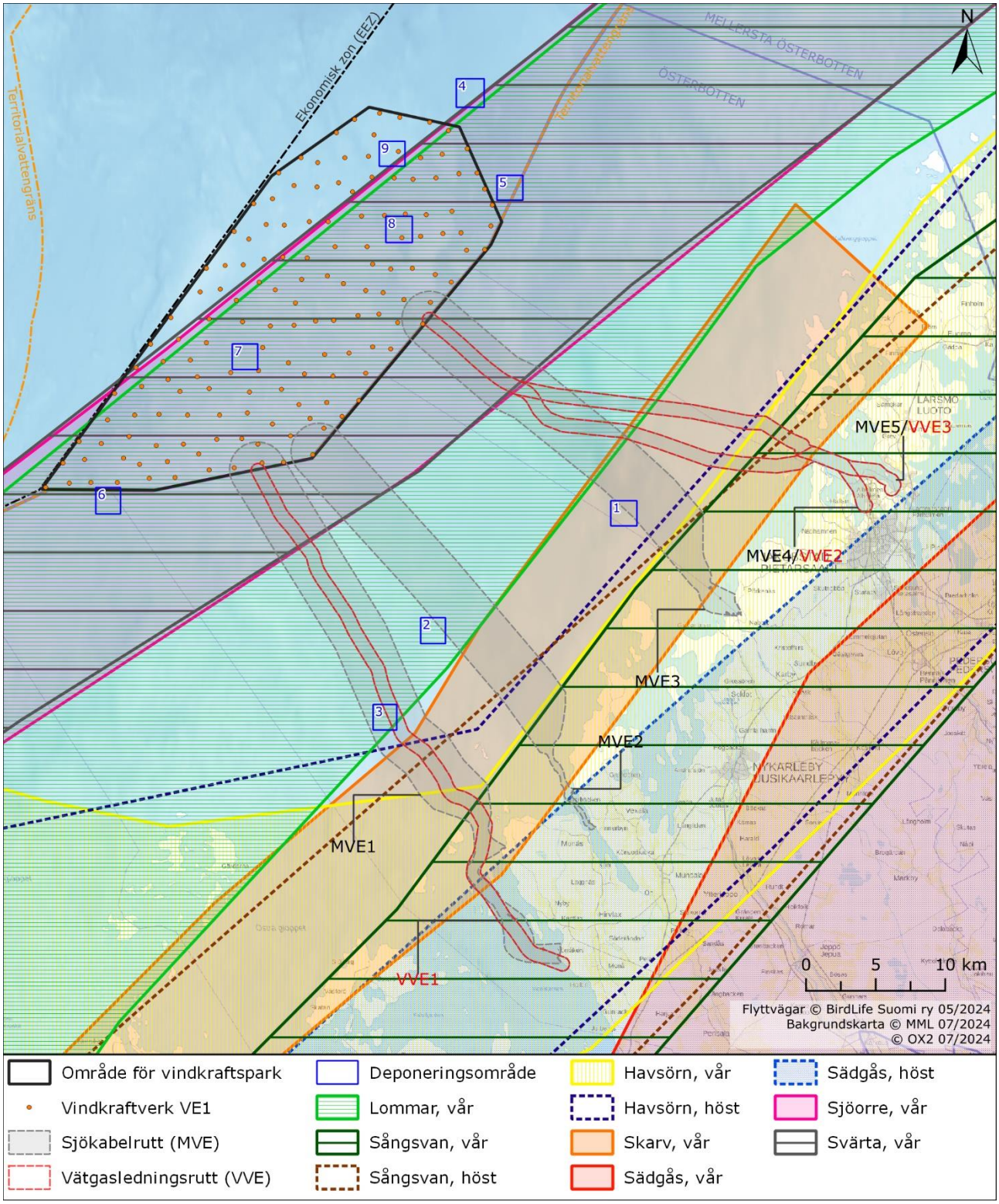


Figur 8-26. Kollisionshöjden för fåglar är den höjd över havet där fåglar potentiellt kan kollidera med de roterande bladen. I verkligheten sveper bladet cirka 30 meter över havsnivån, men i konsekvensbedömningen har kollisionshöjden klassificerats till 20-400 meter i enlighet med försiktighetsprincipen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Figur över fåglarnas viktigaste migrationsrutter i och runt området för det havsbaserade vindkraftsprojektet Laine (fastställt av BirdLife Finland (*2023*) (Figur 8-27). Migrationsrutterna går i huvudsak vid gränsen mellan vattenområdet och fastlandet nära kusten.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-27. Höst- och vårmigrationsrutter för lom, sångsvan, havsörn, storskarv, sädgås, sjöorre och svärta i förhållande till det havsbaserade vindkraftsprojekt (BirdLife Finland 2023). Av dessa fåglar migrerar svärta, sjöorre och även lom delvis genom Laine-projektområdet på våren.

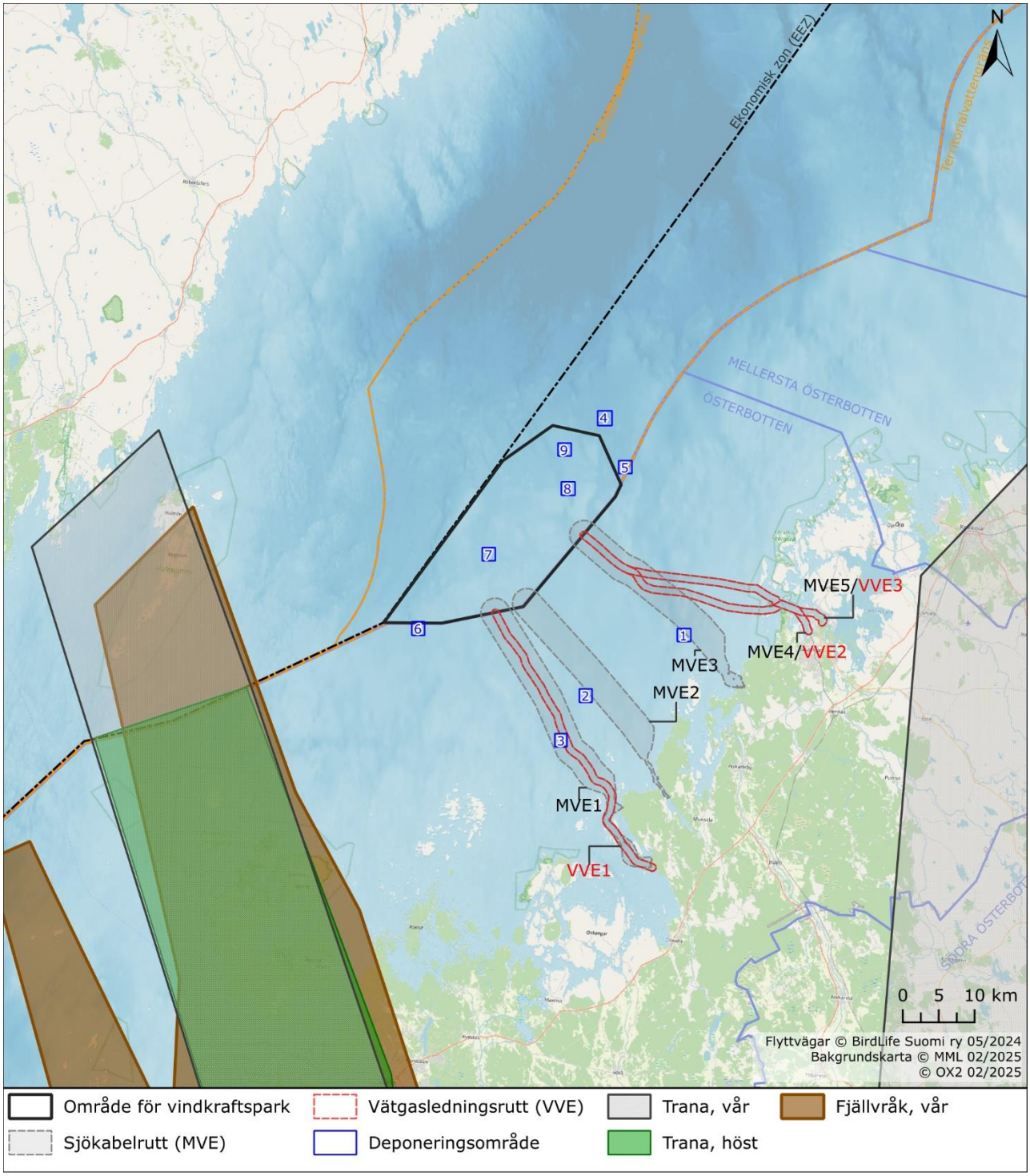
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Speciellt under våren utgör Bottenvikens och Bottniska vikens kust en av de viktigaste flyttstråken för många fågelarter som häckar i Finland och i övriga Nordeuropa och på den arktiska tundran (t.ex. *Toivanen et al. 2014*). Den rådande uppfattningen är att migrationen till största delen följer kustlinjen och att antalet minskar snabbt dels från kusten till det yttre havet och dels inåt landet.

På hösten är Bottenvikens migrationsrutter inte lika tydliga som på våren. Under vissa omständigheter, t.ex. vid ostlig vind, kan arterna också passera genom området för den havsbaserade vindkraftparken.

De viktiga flyttstråken för trana och fjällvråk i Bottniska viken ligger inte i vindkraftsparkens område (Figur 8-28)*(BirdLife Finland 2023*).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-28. Rutterna för tranans höst- och vårmigration och fjällvråkens vårmigration i förhållande till det havsbaserade vindkraftsprojektet (rutten för fjällvråkens höstmigration är koncentrerad till Bottenvikens båge och vidare mot sydost) (BirdLife Finland 2023).

Under inventeringarna 2021–2023 observerades totalt 8 042 fågelindivider och 36 arter i området för den havsbaserade vindkraftparker. Den överväldigande majoriteten av dessa 7 309 individer, upptäcktes i samband med besök under vårmigrationen (Tabell 8-6). Dock gjordes de flesta besök på våren, men resultatet visar tydligt att antalet fåglar i vindkraftsområdet är högst under vårmigrationen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 8-6. Sammanfattande tabell över alla fåglar som observerats under inventeringarna i projektområdet 2021–2023. Våren omfattar mars, april och maj, sommaren omfattar juni, juli och augusti och hösten omfattar september och oktober.

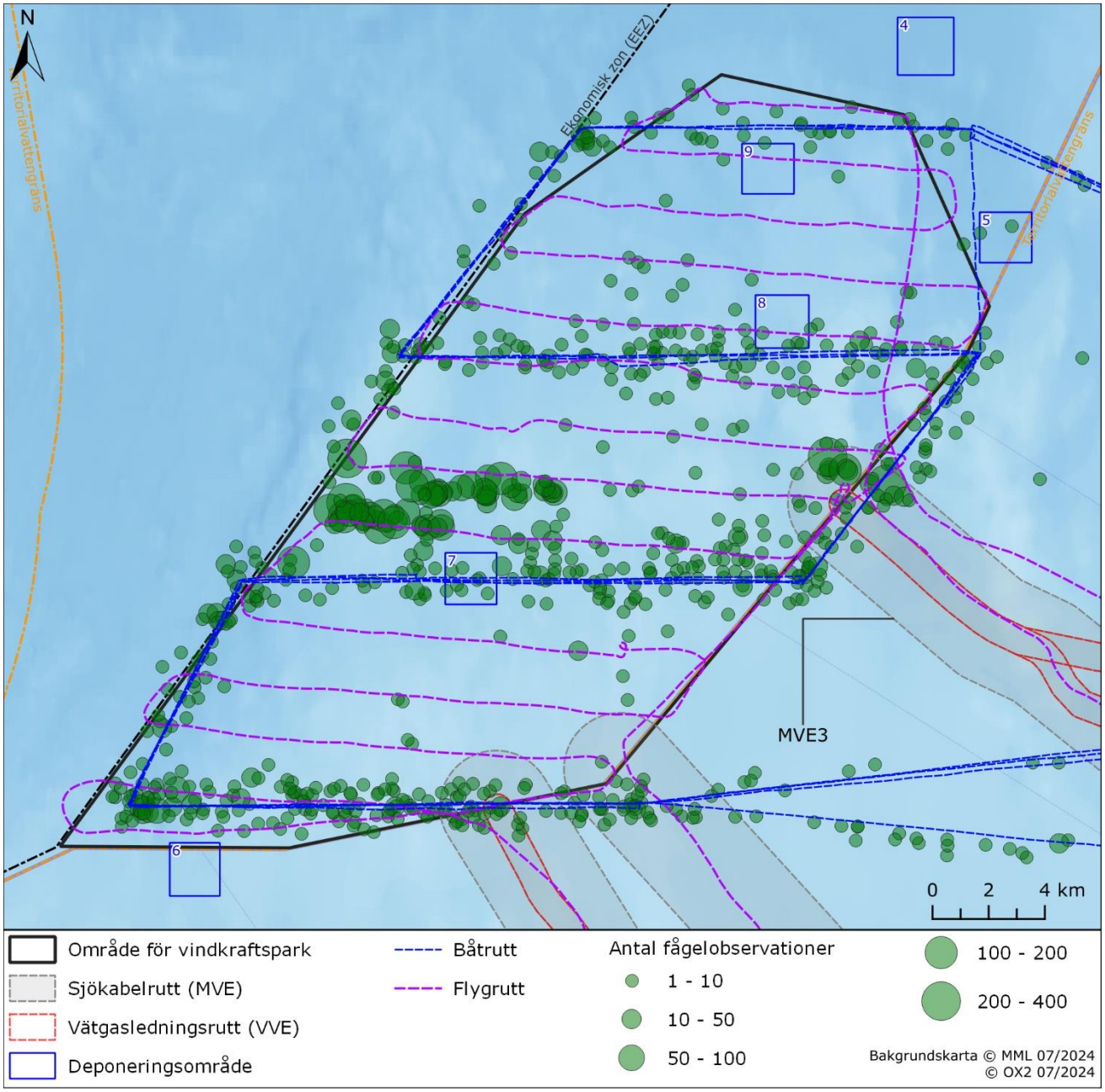
Art	Tot.	Hösten 2021	Våren 2022	Sommaren 2022	Hösten 2022	Våren 2023
Alfågel	280	6	273		1	
Sillgrissla	2		1	1		
Ejder	6		6			
Gråtrut	160	18	20	65	13	44
Storskrake	148	3	83	51	9	2
Stor-/små-skrake	36		26	10		
Brednäbbad simsnäppa	1		1			
Falkfåglar	1			1		
Vitnäbbad islom	2	1		1		
Smålom	25		15	5	3	2
Fisk-/silver-tärna	73		43	25	1	4
Fiskmås	68	8	4	41	7	8
Storlom	195	3	148	8	4	32
Lommar	193	6	168	3	2	14
Större hack-spett	1				1	
Måsfåglar	111	12	1	89	6	3
Labb	6		2		2	2
Havsörn	23					23
Havstrut	13		2	1		10
Storskarv	1			1		
Sädgås	8					8
Sjöorre	1933	2	1925		6	
Sjö-orre/svärta	3961		3960	1		
Skrattmås	2					2
Fink	8				8	
Fjällvråk	1				1	

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Art	Tot.	Hösten 2021	Våren 2022	Sommaren 2022	Hösten 2022	Våren 2023
Små fågel-arter	5				5	
Dvärgmås	6			6		
Svärta	243		240			3
Tobisgrissla	3		1	2		
Gravand	4			4		
Tordmule	162		83	65	1	13
Silltrut	134	3	5	115	11	
Jorduggla	1		1			
Knipa	31	8	6	6	9	2
Tornseglare	1			1		
Småskrake	7		2	5		
Vitkindad gås	1		1			
Sjöfågelart	165	8	125	2	21	9
Smalnäbbad simsnäppa	2			2		
Totalt	8023	78	7142	511	111	181

De fåglar som observerades vid inventeringarna under migrationstiden (vår och höst) samt under sommaren fördelade sig ganska jämnt över hela vindkraftsparkens område och inventerade rutters område utan några områden som skilde sig från omgivande havsområde med mer fågelindivider. I viss mån visade det sig att fågeltätheten i den allra nordligaste delen av området för vindkraftsparken var i genomsnitt mindre än i det övriga området för vindkraftsparken (Figur 8-29).

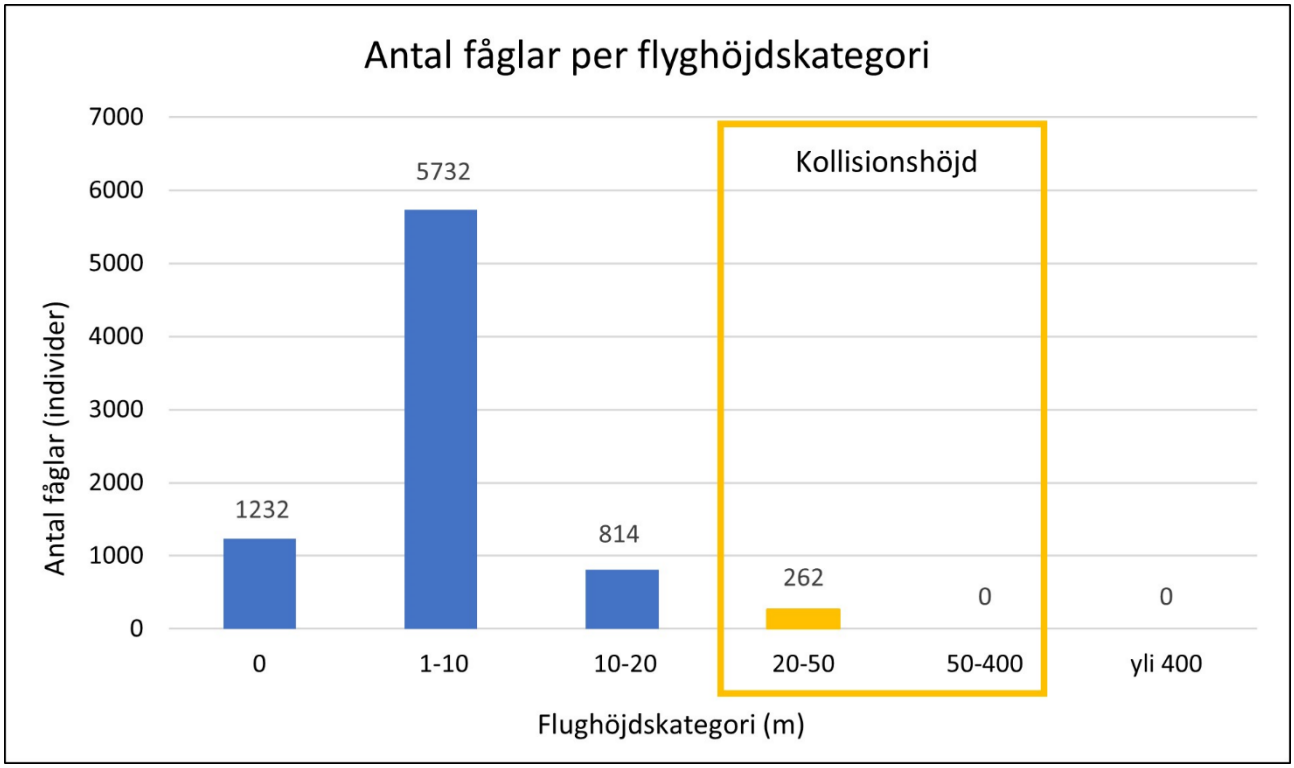
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-29. En sammanfattande karta över alla fågelobservationer som registrerats under 2021–2023 års inventeringar i området för vindkraftverket Laine, med exempel på förflyttningsvägar. De blå linjerna representerar rutter med båt, de lila med helikopter.

Sammanlagt observerades 6 762 flygande fåglar (Figur 8-30). Av dessa flög 84 procent inom höjdklassen 1–10 m. Endast 3,8 procent (262 individer) av fåglarna konstaterades flyga på kollisionshöjden (20–400 m). Observationerna tyder på att i öppna havsområden flyger både flyttfåglar och övriga fåglar i området huvudsakligen på låga höjder nära havsytan. Måsar var den enda artgrupp där individer regelbundet observerades flyga på högre höjder, även om majoriteten av dem flög under kollisionshöjden.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-30. Sammanfattande tabell över flyghöjder för alla observerade flygande fåglar (n=6 762 individer). Höjdklasserna 20–50 och 50–400 meter klassas som kollisionshöjd.

År 2023 genomfördes inventeringar av fågelbestånden under flera dagar i rad, i OX2:s tre olika projekt i Finlands ekonomiska zon på ett avstånd av 25–45 km från kusten, i Bottenviken i Laine- och Halla-projekten och i Bottenhavet i Tyrsky-projektet. Även enligt resultaten från Halla-utredningen flög endast 2,8 procent av de observerade fåglarna på kollisionshöjd och majoriteten under kollisionshöjd. Vid utredningarna av fågelbestånden i Bottenhavet konstaterades att det i fråga om rastande fåglar under migrationstiden förekom en betydande skillnad i antalet jämfört med antalet fåglar i Bottenviken. Söder om Kvarken fanns det på området enligt räkningarna upp till 20 000 sjöorrar samt tusentals ejdrar och svärtor. Norr om Kvarken mot Bottenviken förekom det praktiskt taget inga svärtor. Tidigare under våren berodde detta främst på att Bottenviken fortfarande var åtminstone delvis frusen, men fenomenet kunde fortfarande observeras efter att hela Bottenviken var isfri. Utifrån observationerna samlas arktiska vattenfåglar söder om Kvarken för att invänta gynnsamma väder och förhållanden för flyttning, och när de påbörjar sin flyttning stannar de sällan i området kring Bottenviken. Denna slutsats stöds också av fågelundersökningar som samtidigt utfördes under flera på varandra följande dagar på den havsbaserade vindkraftsparken Halla (OX2) som ligger i den ekonomiska zonen i Bottenviken: antalet lokala fåglar var mycket lågt och de flesta av de individer som observerades under flyttningen flyttade mot norr och nordost. Även i observationerna av vårmigrationen vid Korsnäs havsbaserade vindkraftspark i Bottenhavet 2021–2023 nådde migrationen sin topp i april, och antalet rastande sjöorrar nådde också sin topp i slutet av april *(Kannonlahti 2023)*, medan vårmigrationen och särskilt arktiska sjöfåglars migration enligt observationerna vid Maanahkiainens havsbaserade vindkraftspark vid Bottenvikens kust nådde sin topp mycket tydligt mellan den 15 och 20 maj *(Eurofins Ahma Oy 2023*).

Även när det gäller det stora antalet arktiska vattenfåglar som rastar i Bottenhavet kan man tydligt konstatera att praktiskt taget alla observerades inom ett avstånd om 20 km från kusten i områden där vattendjupet inte överstiger 20 meter. Vid Tyrsky-projektområdet som ligger i Bottenhavets ekonomiska zon upptäcktes inte fler arktiska sjöfåglar än jämfört med området kring Laine.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I del A av Finlands nationella MKB-dokument presenteras en artspecifik analys av de viktigaste observationerna och med tanke på de viktigaste arterna som påverkas av den havsbaserade vindkraftparken (materialet finns tillgängligt på svenska). Endast enskilda individer av andra arter än de som anges nedan kunde upptäckas och de behandlas inte separat.

8.4.6.2 Sveriges sida

Till stöd för konsekvensbedömningen och som underlag för de genomförda utredningarna inhämtades befintliga fågeldata och sammanställdes forsknings- och övervakningsrapporter om havsbaserade vindkraftparkers påverkan på fåglar, särskilt i Bottenviken och Östersjön. När det gäller nuläget för häck- och flyttfågelbeståndet inom vindkraftparken Laines influensområde samlades uppgifter ur offentliga svenska material om de viktigaste häckningsområdena och -arterna vid den svenska kusten (*Länsstyrelserna 2020*) samt observationer om flyttfåglars flyttrutter vid den svenska kusten och antalet flyttande fåglar (*Artportalen.se*).

Vid bedömning av vindkraftsparken Laines konsekvenser för fåglar beaktades häckfåglar och flyttstråk på såväl den finska som den svenska sidan. Vid bedömningen fästes särskild vikt vid fågelarter som har högt skyddsvärde, som bedömdes vara känsliga för vindkraftverkens påverkan och vid konsekvenser för platser som är värdefulla för fåglarna.

Under såväl vår- som höstflytten följer de flesta **rovfåglar** den svenska kustlinjen så långt som möjligt och flyger över vatten endast när det är nödvändigt. Helst korsar fåglarna vattendrag där det är kortast väg eller där det finns öar som förkortar flygsträckorna över öppet hav. Därigenom är det enligt wpd (*2022*) möjligt att med kartstudier hitta rovfåglarnas kortaste vattenleder och bedöma var rovfåglarna i första hand flyger. Då antas rovfåglarnas huvudsakliga flyttstråk mellan Sverige och Finland gå över Ålands hav eller där Bottenviken är som smalast, det vill säga i norra Kvarken nära Umeå. Denna uppfattning stärks också av rapporterna ”Koncentrationer av hotade termikflyttande fåglar i Fennoskandia” (*Hansson 2019*) och ”Flaskhalsar för flyttande rovfåglar i Fennoskandia” (*Hansson 2020*).

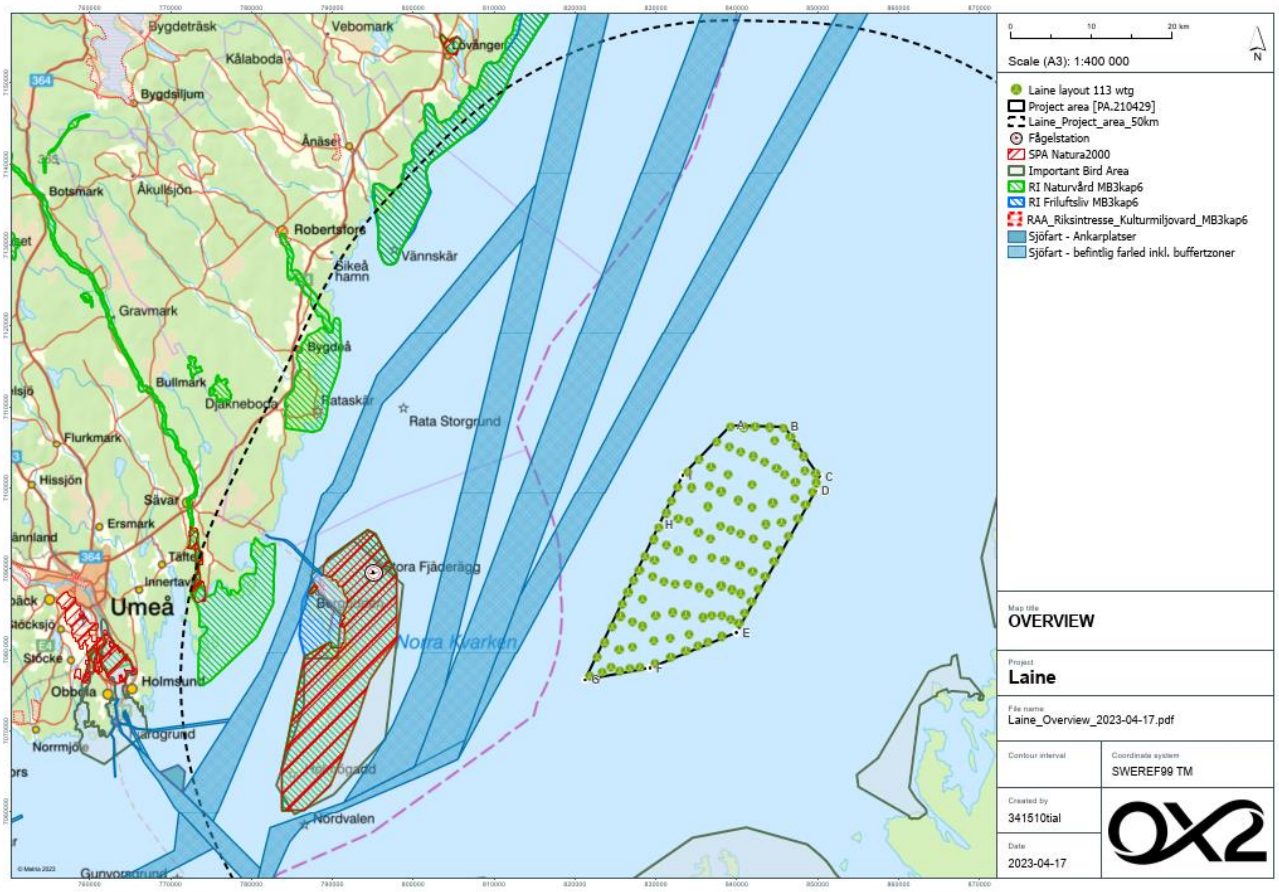
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Figur 8-31. Rovfåglars antagna huvudsakliga flyttstråk som har uppskattats genom kartgranskning (röda pilar). Den blå streckade linjen visar en möjlig flygrutt i det aktuella undersökningsområdet, vilket i princip skulle vara den längsta rutten över öppet hav jämfört med de huvudsakliga flyttstråken (wpd 2022). I kartan visas dessutom läget för vindkraftsparken Laine riktgivande med en pil.

De närmaste **områdena värdefulla för fågellivet** (SPA Natura 2000-områden samt IBA-områden), fågelstationer och andra skyddsområden på den svenska sidan visas i figuren (Figur 8-32).

De närmaste för fågellivet värdefulla Natura 2000-områdena samt IBA-områdena ligger cirka 24 km västerut från Laines område. Det närmaste skyddsområdet till projektområdet är Holmöarnas Natura 2000-område (SPA) (SE0810010), som också är ett IBA-område (med lite större avgränsning). Områdets areal är 24 209,6 hektar. Holmöns skärgård är den enda större gruppen av öar på i övrigt öppet hav. Växtligheten i Holmöarnas skärgårds Natura 2000-område är mångsidigt och där finns många växt- och djurgrupper representerade. Störningsfriheten i området gynnar en mångsidig fauna. Kusten är stenig och landhöjningen fortsätter efter istiden. Öarna är typiska exempel på kontinuerlig vegetationsutveckling från havsbotten till landvegetation i och med landhöjningen. Trädbeståndet domineras av gammal barrskog, med mest gran och dessutom finns spriddatallar i området. Delvis består öns trädbestånd också av lövträd, som björk, asp och salix. Genom området sträcker sig myrområden. Fågelbeståndet består av bland annat bivråk, fiskgjuse, fisk- och silvertärna, mindre flugsnappare, pärluggla, skräntärna, tordmule, smålom, storlom och sångsvan.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



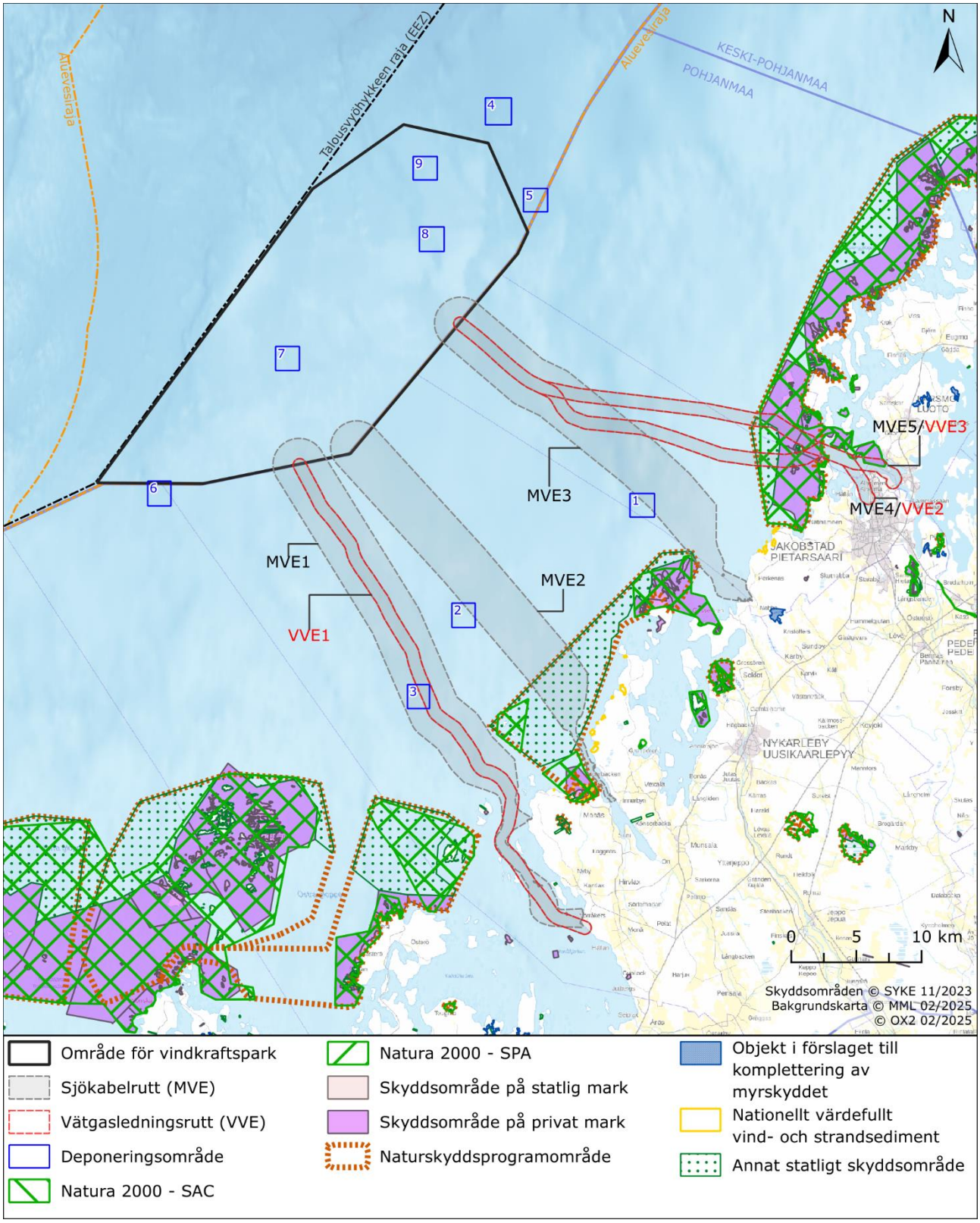
Figur 8-32. De områden värdefulla för fågellivet (SPA Natura 2000-områden samt IBA-områden), fågelstationer och andra skyddsområden på den svenska sidan som är belägna närmast vindkraftsparken Laine. (OX2 2023)

8.4.7 Naturskyddsområden

8.4.7.1 Den finska sidan

Det finns inga Natura 2000-områden eller andra naturskyddsområden inom en radie av 10 km från den havsbaserade vindkraftparken Laine. De närmaste Natura-områdena ligger på minst 20 kilometers avstånd (Figur 8-33). Längs energiöverföringsrutterna finns flera Natura 2000-områden. (*Miljöförvaltningen 2023b*)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

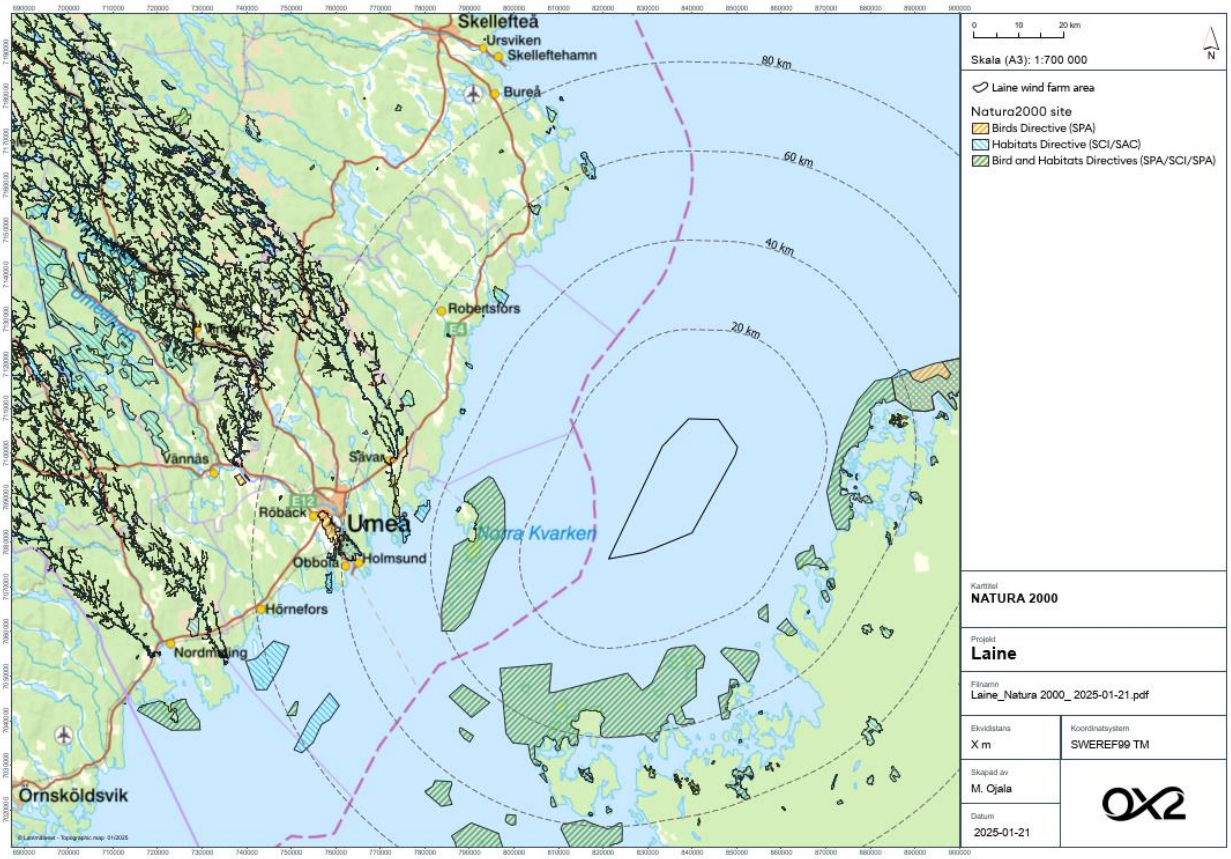


Figur 8-33. Natura 2000-områden, naturskyddsområden, naturskyddsprogramobjekt, objekt i kompletteringsförslaget till myrskydd och geologiskt värdefulla objekt som är belägna i närheten av projektområdet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8.4.7.2 Sveriges sida

De närmaste skyddsområdena på den svenska sidan visas i figur (Figur 8-32). Det närmaste skyddsområdet till projektområdet är Holmöarnas Natura 2000-område (SPA) (SE0810010) på cirka 30 km avstånd. Det beskrivs i föregående kapitel om fågelbestånd. Till övriga skyddsområden är avståndet över 40 km.



Figur 8-34. Vindkraftsparken Laines Natura 2000-områden på den finska och den svenska sidan. Källa: Naturvårdsverket (2024) skyddsområden: nationalpark, naturskyddsområde och nationellt intresse för naturskydd. Bakgrundskartan är den topografiska webbkartan. Vy, översikt. © Lantmäteriet. (OX2 2025)

8.4.8 Mark och berggrund

8.4.8.1 Den finska sidan

Material som använts för att beskriva nuläget

Beskrivningen av projektområdets nuläge grundar sig på offentligt tillgängliga uppgifter samt utredningar som gjorts i anslutning till projektet. Sedimentets fysikaliska egenskaper och koncentrationen av skadliga ämnen har undersökts ingående under MKB-förfarandet genom provtagning i olika områden och på samma punkter men på olika djup, och kommer vid behov att undersökas ytterligare under vattentillståndsfasen.

Projektets konsekvenser för bottenförhållanden bedömdes grundat på befintligt material och separata utredningar i anslutning till projektet. Separata utredningar i anslutning till sediment har genomförts av Luode Consulting Oy åren 2022 och 2023 *(Lindfors m.fl. 2023, 2024,* bilaga 4 och 5). I dessa har bland annat bottenförhållanden och sedimentkvalitet samt fysikaliska egenskaper utretts i vindkraftsparkens område,

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kabelrutter, vätgasledningsrutter och deponeringsområden. Uppgifter om nuläget uppdaterades till MKB-dokumentet. Konsekvenserna bedömdes med beaktande av största möjliga antal kraftverk (VE1) och för grundläggningssättet användes ett worst case-scenario, det vill säga ett grundläggningssätt som kräver bottenbearbetning (gravitationsfundament). I konsekvensbedömningen beaktades konsekvenser under byggtiden, deponeringen och drifttiden samt sedimentens sammansättning och skadliga ämnen.

Offentliga uppgifter är bland annat material tillgängligt på Geologiska forskningscentralens elektroniska tjänster (http://gtkdata.gtk.fi/maankamara/, https://hakku.gtk.fi/fi/). Dessutom har man använt sig av annat elektroniskt material (bl.a. *https://www.ostersjon.fi/fi-FI/*, https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmuviewers/) och uppgifter om MKB-projekt som genomförts i Bottenvikens områden (*Sito Oy 2016, Rajakiiri Oy 2017, WSP Environmental 2010, Pohjan Voima Oy 2010, Morenia Oy 2009*) samt resultaten från kontrollskyldigheten på havsområdet utanför Jakobstad och Karleby (bland annat *Mykrä 2017, Mykrä och Aaltonen 2017, Mykrä och Jutila 2021*). Dessutom har man kunnat använda resultaten från Geologiska forskningscentralens lodningar på kabelrutterna i augusti 2021 (*Sanila 2021*) och Arctia Meritaito Oy:s lodningar på vätgasledningsrutterna år 2022 (*COWI 2023*) (dessa data ingår dock inte i de kartor som presenteras här på grund av att behandlingen av materialet inte är klart). Under 2022 och 2023 har det gjorts separata utredningar om bottenförhållanden, sedimentets egenskaper och skadliga ämnen *(Lindfors m.fl. 2023, 2024).* För vindkraftsparkens område har det också utarbetats en konceptuell geologisk modell grundat på Arctias lodningar 2022 *(COWI 2023).*

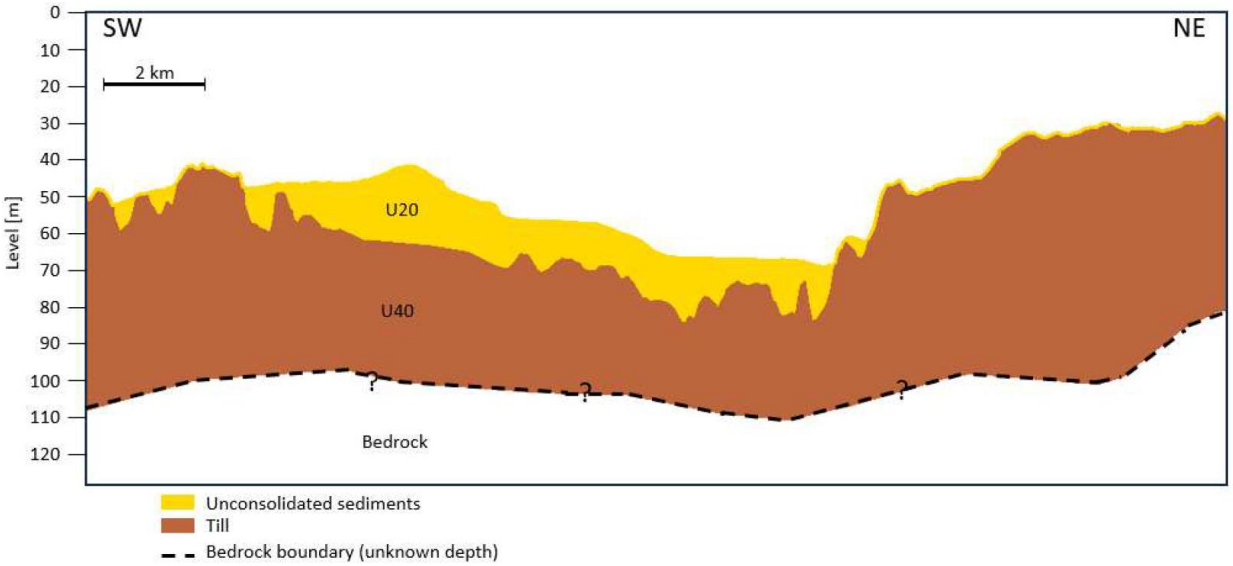
Allmänt

Området ligger i Bottenvikens södra del, delvis i Kvarkens område. Bottenvikens kust är låglänt och jämn; den flacka profilen fortsätter ut i havet, som är grunt ganska långt ut. I Bottenviken kan inte kusten klart delas upp i ytter-, mellan- och innerskärgård. Kusten är öppen: de låga öarna är få och ligger långt från varandra. Längre söderut, närmare Kvarkens område, är kusten mer bruten av skärgård. Under tidens lopp har vågorna transporterat sand till nya områden, och många sandiga öars form och storlek förändras ständigt. I älvmynningarna finns det gott om finkornigt material som åarna för med sig. Havsbottens former på öppet hav är relativt jämna, vilket är en följd av sedimentstensavlagringar på havsbottnen (*Leppänen m.fl. 2012*).

Landhöjningen är kraftig i Bottenviksområdet. Orsaken till landhöjningen är att jordskorpan som tryckts ned under inlandsisen återgår till ett isostatiskt jämviktsläge (glacial-isostasi). Under de senaste 3000 åren har landhöjningen varit omkring en meter per sekel. Karlö har till exempel stigit upp ur havet under loppet av ett par tusen år (*Taipale och Saarnisto 1991*). Landhöjningen fortsätter. Landhöjningen påverkar också sedimentens erosion, transport och avlagring (*Leppänen m.fl. 2012*).

Den berggrund (sedimentär bergart) som bildats genom avlagringar i Bottenviken täcker allmänt det kristallina urberget. Tydligen är de lager som är jämförbara med Muhos-formationen på vissa ställen täckta av upp till flera tiotals meter tjocka kvartär- och eventuellt även äldre skikt. I bilden intill (Figur 8-35) finns en konceptuell geologisk strukturmodell över området *(COWI 2023).*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



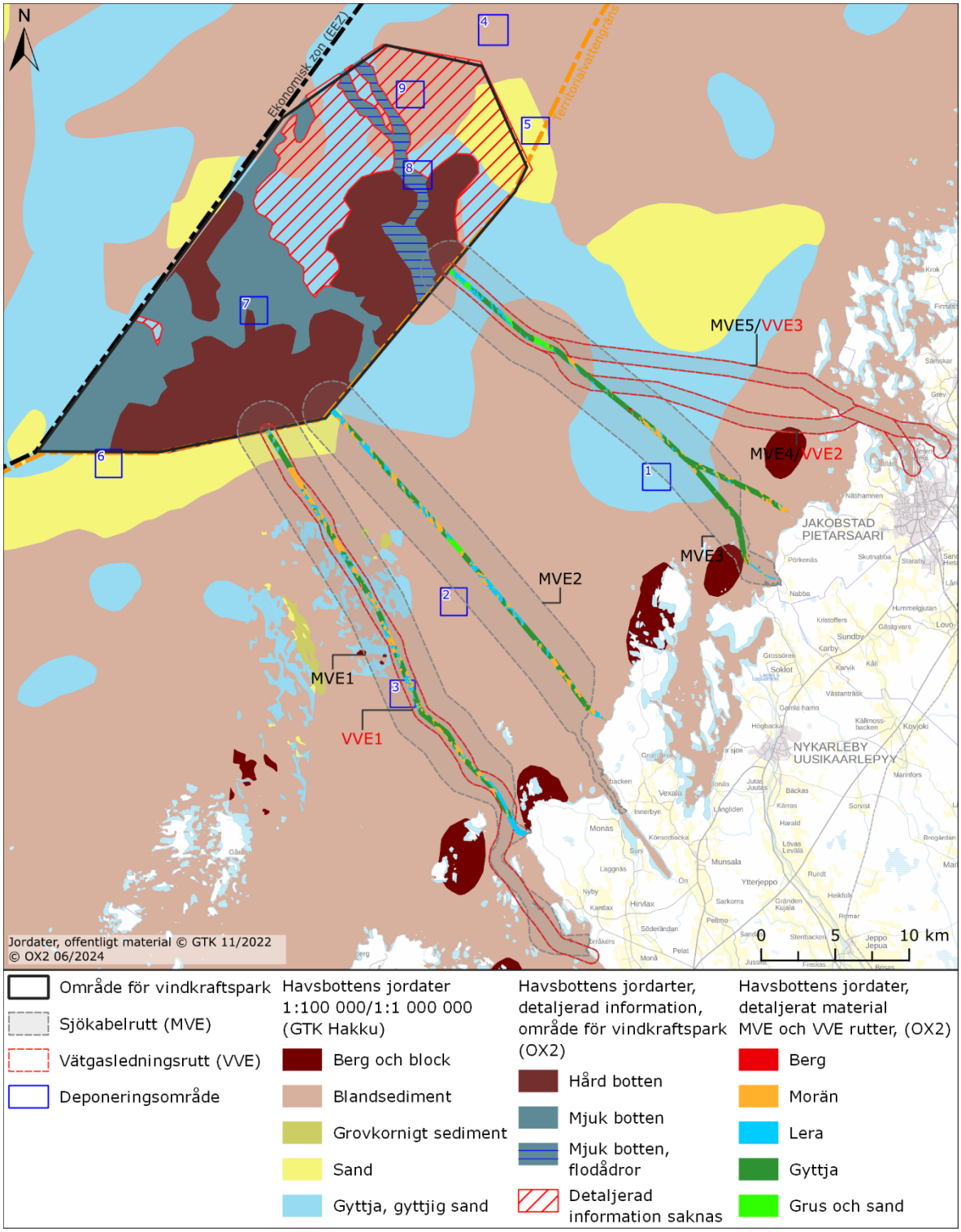
Figur 8-35. En konceptuell geologisk modell (eng.: "The conceptual geological model for the site") (COWI 2023).

Jordarter

Till följd av varierande processer kan det på havsbottnen finnas blottlagda avlagringar av olika åldrar från istiden eller tidigare sediment till unga, nyss avlagrade eller erosionssandlager. Därför är den lokala förekomsten av olika bottenbeskaffenheter mycket ojämn. Materialets erosion, transport och avlagring på havsbottnen varierar i såväl tid som plats. Sedimentationen är sällan kontinuerlig ens i djuphålor och är inte helt likadan någonstans (*Leppänen m.fl. 2012*).

Enligt en översiktlig karta (1:1 000 000) är jordarten vid havsvindkraftsparken och sjökabelrutterna huvudsakligen lera och lerblandad sand. I mindre utsträckning påträffas även blandsediment och sand. Enligt kartan över hårda och mjuka områden på havsbottnen (1:250 000) är ytskiktet på havsbottnen i vindkraftsparkens område huvudsakligen en mjuk jordart (Lj....Hk). Områden med hård botten (Sr....Ka) finns i vindkraftsparkens område och dess omgivningar.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

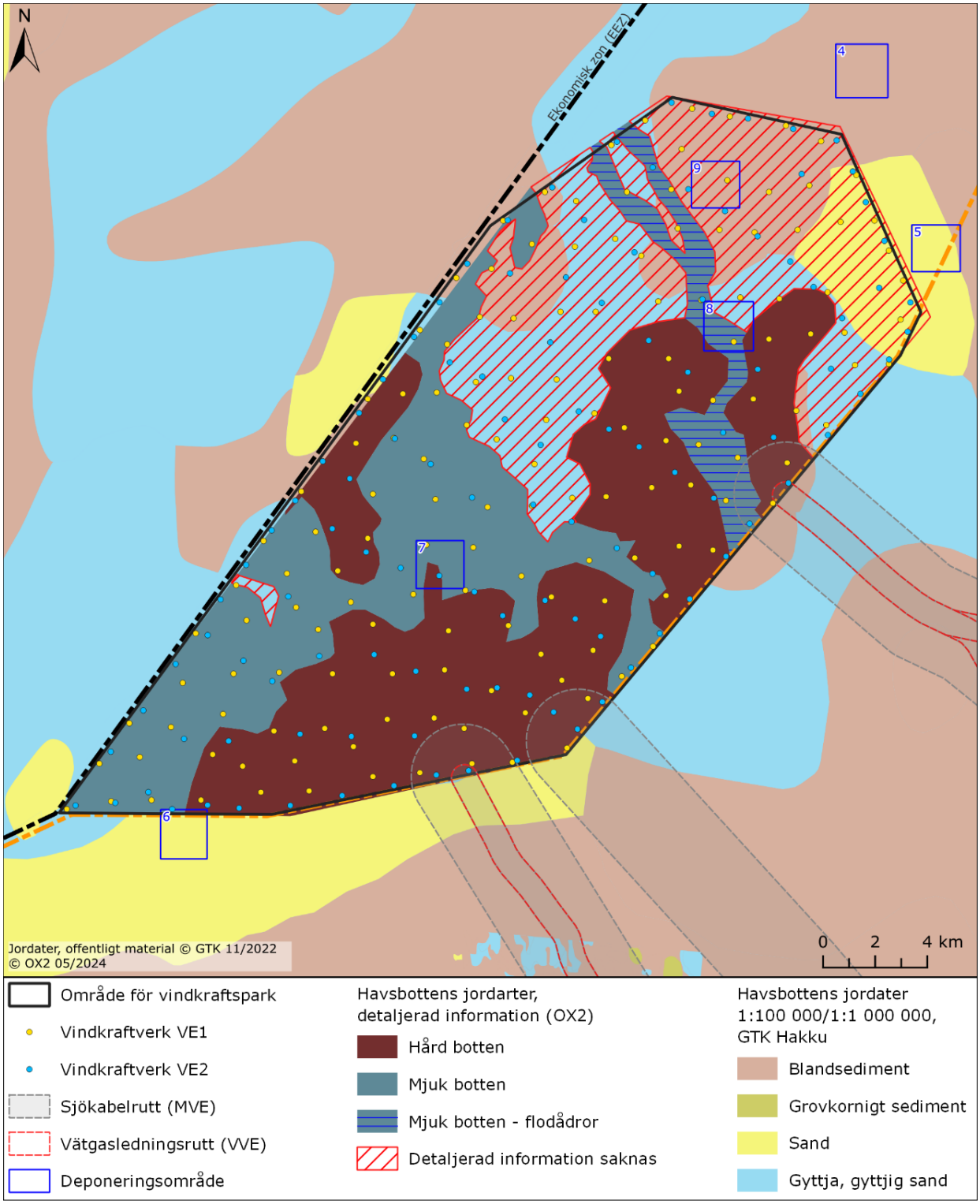


Figur 8-36. Hårda och mjuka områden på havsbotten. I bilden visas dessutom vindkraftsparkens område, energiöverföringsrutterna och de potentiella havsdeponeringsområdena. Havsbottnens jordarter i vindkraftsparkens södra delar har bestäms av COWI med Arctias lodningar som grund. Vindkraftsområdets norra del visas med GTK:s data som grund. Energiöverföringsrutterna visas med GTK:s noggrannare data som grund. (GTK 2024a, COWI 2023, Sanila 2021).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I figuren (Figur 8-37) visas jordarterna i havsbotten grundat på data från noggrannare lodningar. Enligt den är jordarten i vindkraftsparkens område i huvudsak grovt, i de västra och sydvästra delarna även slätt (mjukt). Den grova jordarten har med lodningen som grund bestämts som möjlig morän och den släta (mjuka) jordarten som lera, silt eller sand, varvid halvgrov jordart är en blandning av dessa. Lodningsanalysen är en preliminär uppskattning av jordarterna. Sammansättningen av jordarterna i projektområdets havsbotten preciseras under projektets fortsatta planering när lokal provtagning och till exempel geotekniska undersökningar görs.

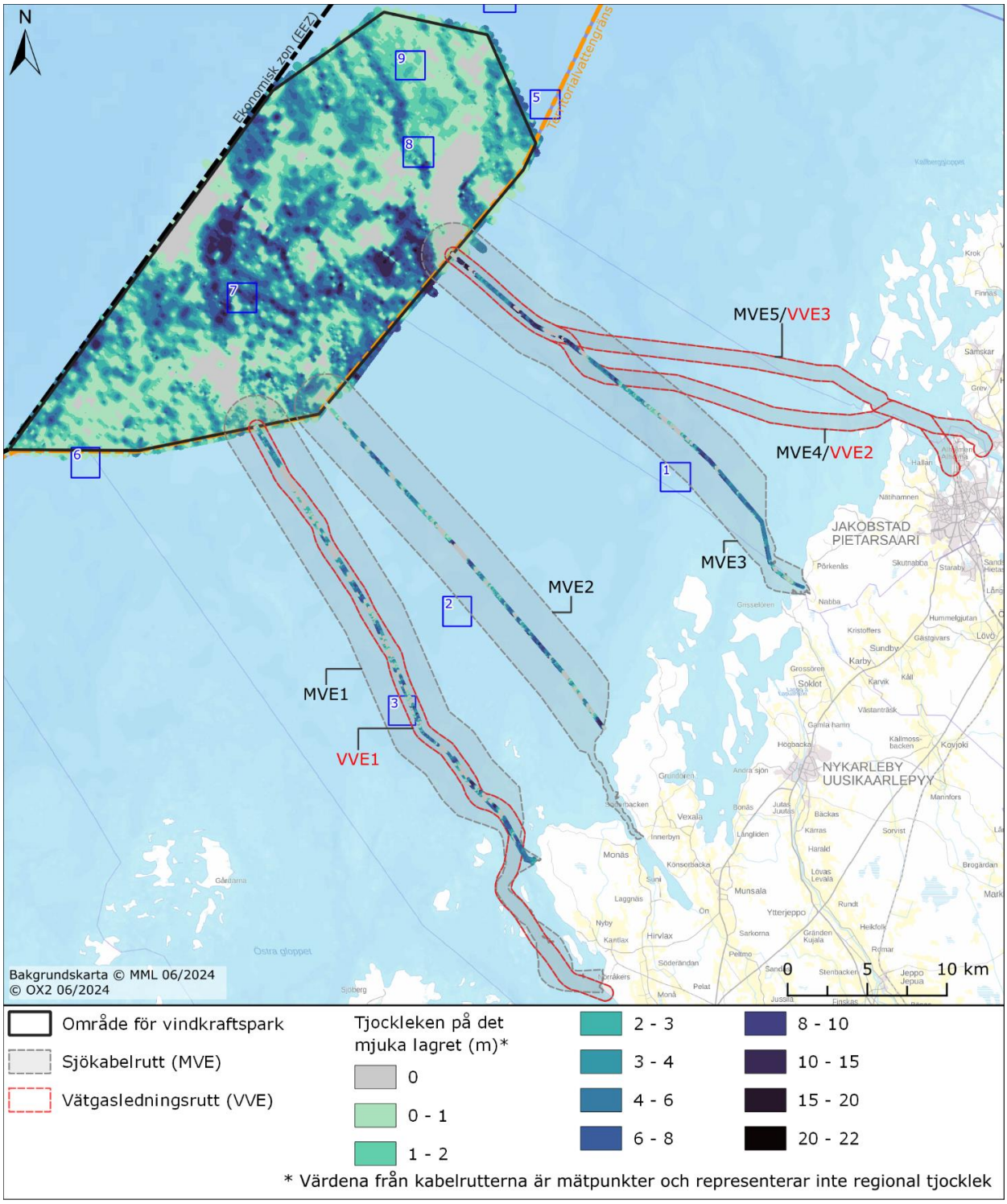
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-37. Havsbottens jordarter i vindkraftsparkens område och dessutom visas kraftverkens positioner i alternativen VE1 och VE2 samt de potentiella havsdeponeringsområdena på öppet hav. Havsbottnens jordarter i vindkraftsområdets södra delar har bestäms av COWI med Arctias lodningar som grund. Vindkraftsparkens norra del visas med GTK:s data som grund. (GTK 2024a, COWI 2023)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tjocklekar för det mjuka lagret i området för vindkraftsparken och kabelrutterna och vätgasrutterna visas i figur (Figur 8-38).



Figur 8-38. Tjockleken på det mjuka lagret. (GTK 2024b, COWI 2023)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Berggrund

I havsområden, bland annat Bottenhavet och Bottenviken täcks den prekambriska berggrunden av sedimentära bergarter. De hör till de yngsta bergarterna i Finland och är av meso- och neoproterosoisk ålder. Sedimentära bergarter har en utjämnande effekt på havsbottnens topografi/former. I allmänhet kan man konstatera att havsbottnen på område för den kristallina berggrunden är mer bruten och mångskiftande än på området för sedimentära bergarter (*Leppänen m.fl. 2012*).

Det finns ingen berggrundskarta för vindkraftsparkens område. Enligt en översiktlig berggrundskarta (1:200 000, *GTK 2021b*) är berggrunden direkt på den östra och sydöstra sidan av vindkraftsområdet granodiorit. Enligt en berggrundskarta över den fennoskandiska urbergsskölden (*GTK 2021a*) är berggrunden i vindkraftsparken huvudsakligen samma bergart som den östra sidan av vindkraftsområdet, dvs. granodiorit, i parkens norra del är berggrunden sandsten. Den berggrund (sedimentär bergart) som bildats genom avlagringar i Bottenvikens mellersta del täcker allmänt det kristallina urberget. Det finns ingen heltäckande säker information om bergytans djup i vindkraftsparkens område.

8.4.8.2 Sveriges sida

Botten i havsområdet på den svenska sidan nära Laine består i huvudsak av såväl fin som grov sand, grus, sten och i någon mån även lera enligt SGU:s karta (*SGU 2020*).

8.5 Naturlandskap

8.5.1 Den finska sidan

I Finlands nationell landskapsområdesindelning ligger vindkraftsparken utanför landskapsområdesindelningen enligt miljöministeriets arbetsgrupps betänkande. Bottenvikens kust vid havsvindkraftsparken hör till Södra Österbottens kustregion med undantag av Mellersta Österbottens älvområde och kust som börjar i Karleby centrum. De kraftledningar på fastlandet som är kopplade till projektet finns i kustregionen Södra Österbotten i landskapsområdet Österbotten.

8.5.2 Sveriges sida

Mellan vindkraftsparken Laine och den svenska kusten finns varierande kustlandskap, där det finns allt från de yttre öarnas kala klapperstensskogsdungar till grantäckta större öar närmare blockkusten, samt ådalslandskap där det finns odlingselement och skog längre in i landet. Typiska drag är ett mycket flackt landskap, där öarna har stigit upp över vattenytan med en jämn höjd under tidernas gång och där det finns spår av fiske, sälfångst och i viss mån betesgång.

I området finns tre dominerande landskapstyper, kustzonen, ålandskapet och odling samt skogsmark.

Kustzonens landskapstyp förekommer vid Västerbottens kust, där det i huvudsak är flackt, men ställvis även små backar, som är rösberg och sprickiga. Vid kusten finns vikar som sträcker sig långt till inlandet och som separeras av grundare vikar och små uddar. Vid stranden finns såväl sandstränder som bergiga eller steniga stränder. I landskapstypen finns högre vegetation, mest höglänta skogar med lövskogsdominerad och barrskogsdominerad blandskog, som närmare strandlinjen möter vassruggar. Områdets landmärken är fyrar och rester av fiskebyar.

Vegetationen och de yttersta öarna begränsar delvis vyerna mot havet från kusten. De största öarna, speciellt Holmöarnas ögrupp (med två stora öar, Holmön och Ängesön samt flera större och mindre öar och skär utanför Umeå), skiljer sig något från den övriga kustremsan. På de mindre öarna finns i huvudsak kalt berg i dagen. Från de yttre öarna öppnar sig vida vyer mot havet i Norra Kvarken och horisonten.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Landskapstypen ålandskap förekommer vid Västerbottenskusten och något i inlandet på analysområdet för landskapet. Typiskt för landskapstypen är öppna, tydliga dalar med en å eller bäck som rinner mitt i. Dalarna omges av något böljande mark bestående av lera och silt. De flesta åar och större bäckar rinner ut i Norra Kvarken vid kusten. Där åarna möter havet blir de bredare och mer deltaaktiga.

Sandstränder och dyner bildas när sediment samlas och sjunker ständigt till botten. Av samma orsak är ådalarna bördigare än annan mark och de har historiskt varit områden för jordbruk och betesgång. Det långsmala landskapsrummet i kombination med jordbruksmarken runt åarna ger en översiktsbild och ofta vida vyer i riktning mot ån eller bäcken beroende på hur täckta av vegetation stränderna och omgivningarna är.

Landskapstypen skogsmark förekommer vid Västerbottenskusten och men i huvudsak mot inlandet på analysområdet för landskapet. Typen karaktäriseras av en svagt böljande skog som domineras av tall- och granskog, men även lövskogsdominerade blandskogar (björk och asp) samt små öppna våtmarksområden. Markvegetationen domineras av ris, men speciellt runt bäckar finns även mer gräsdominerade remsor. Inne i skogen varierar trädbeståndets täthet och där finns även ekonomiskog så landskapstypen kan upplevas som sluten eller halvöppen. Trädens höjd och täthet begränsar sikten.

8.6 Kulturmiljö

8.6.1 Sveriges sida

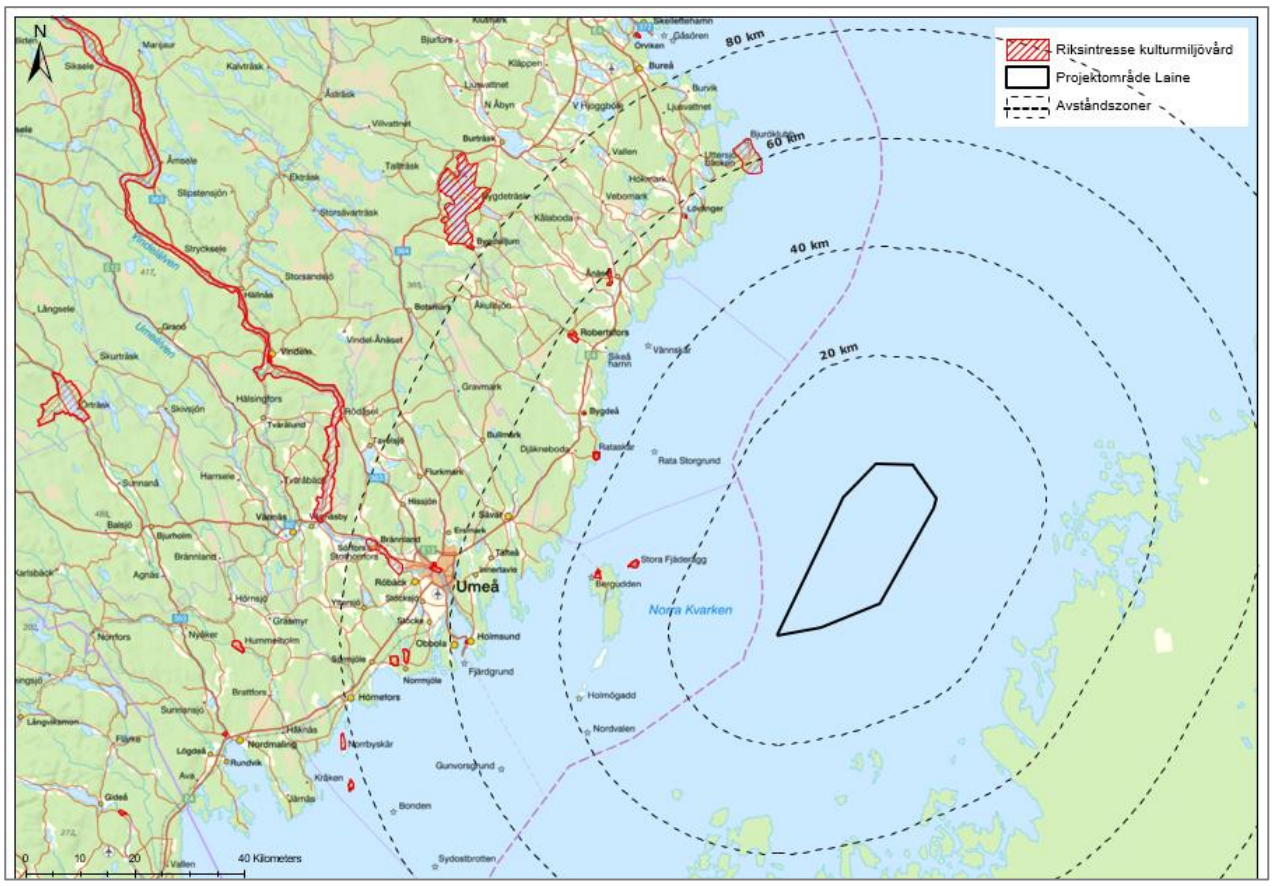
I beskrivningen fokuserar man på den svenska sidan, den finska sidan är beskriven i Finlands nationella MKB-dokument. En mer omfattande beskrivning av landskapet på den svenska sidan finns i bilaga 2 till detta dokument.

I området finns ett mångsidigt kulturlandskap med många historiska dimensioner och lämningar. Kustlandskapet har präglats av marin fiske-, säl- och båtindustri, men även småskaligt jordbruk och småskalig industri.

På grund av den kontinuerliga landhöjningen är de nuvarande kustområdena relativt unga, och strandlinjen har förändrats kraftigt med tiden. Äldre kustbosättningar från stenåldern finns därför längre bort i inlandet. Vid kusten och öarna som representerar den dåtida strandlinjen finns dock såväl gravkullar som s.k. tomtningar (lämningar av tillfälliga bostäder som byggdes i samband med fiske och säljakt) vid Västerbottenskusten. Där finns också gåtfulla lämningar i form av labyrinter och kompassrosor. Samtidigt som kusten och öarna utnyttjades mer finns det tecken på att jordbruket utvecklades tydligare och fiske, säljakt och insamling blev binäringar. Även handeln var viktig och fiskleverolja och sälskinn var viktiga handelsvaror.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I granskningsområdet finns skyddsområden för kulturmiljön, som nationellt värdefulla områden och en stor mängd fornlämningar på fastlandet, arkitektoniska monument och statens byggnadsminnesmärken (Figur 8-39). Vindkraftsparken Laine ligger på cirka 29 km avstånd från det närmaste skyddsområdet Stora fjäderägg. De nationellt värdefulla områdena representerar till stora delar de kulturhistoriska fenomenen vid såväl kustremsan som Holmöarna och Stora fjäderägg.



Figur 8-39. Karta över värdefulla kulturmiljöobjekt mellan vindkraftsparken Laine och Sverige. Källa: Riksantikvarieämbetet. Källa: © Lantmäteriet. (AFRY Sverige 2024)

Inom tio kilometers radie från Kappas projektområde i Sverige som är belägen direkt öster om Laine finns inga kända kulturhistoriska lämningar på den svenska sidan enligt den myndighet som ansvarar för frågor kring Sveriges kulturmiljö och kulturarv (*Njordr Offshore Wind AB 2022*).

8.6.1.1 Världsarvet höga kusten

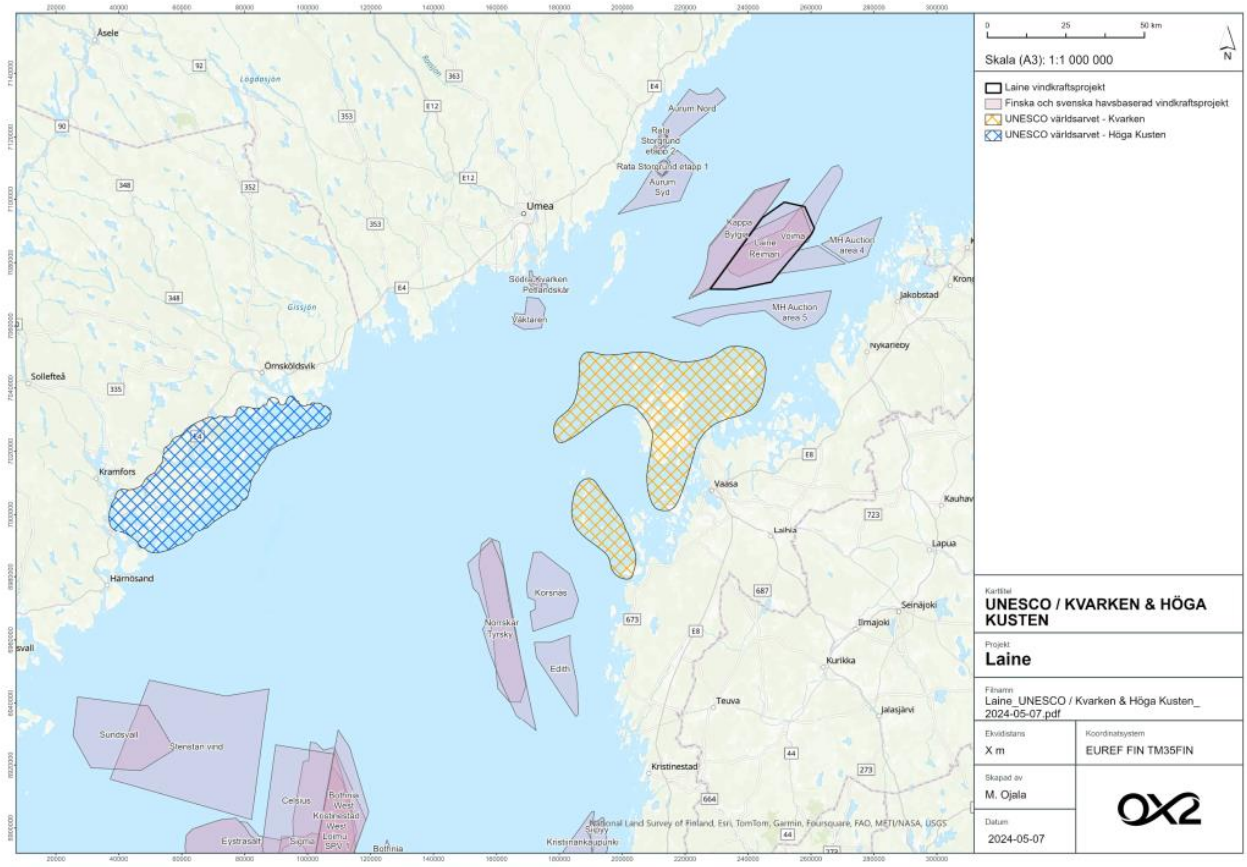
På grund av sina geologiska särdrag skrevs Kvarken in på UNESCO:s världsarvslista som Finlands första naturarv 2006. Tillsammans med Höga kusten i Sverige bildar den världsarvet Höga kusten – Kvarkens skärgård. *(UNESCO 2006)*

Höga kusten är ett kustområde vid Bottniska viken i Västernorrlands län i Sverige. I dess område finns Kramfors och Örnsköldsviks kommuner. Efter den senaste istiden har landet i området höjts med 800 meter, mer än någon annan stans. I den branta berg- och klippterrängen kan geologiska strandformationer av olika ålder och fornlämningar som uppstått vid stranden under landhöjningen ses på olika höjder i en några kilometer bred kustzon (*Höga kusten 2020*).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Höga kusten utsågs till UNESCO:s världsarv år 2000 (*UNESCO 2008*). Områdets areal är 1 425 kvadratkilometer. År 2008 preciserade Unesco benämningen på de två ländernas gemensamma världsarv till formen Höga kusten/Kvarkens skärgård. Naturen i området befinner sig i ständig förändring, eftersom jordskorpan återgår fortfarande efter ismassornas tyngd. Landhöjningen vid kusten är 9 mm per år. Avståndet från Höga kusten till Laines projektområde är mer än 120 km.

I nästa figur visas läget för Höga kusten/Kvarkens skärgård samt de andra havsbaserade vindkraftsparksprojekten som planeras i havsområdet utöver Laineprojektet.



Figur 8-40. I kartan visas läget för världsarvet Höga kusten/Kvarkens skärgård samt de andra havsbaserade vindkraftsparksprojekten som planeras i havsområdet utöver Laineprojektet.

8.7 Luftkvalitet

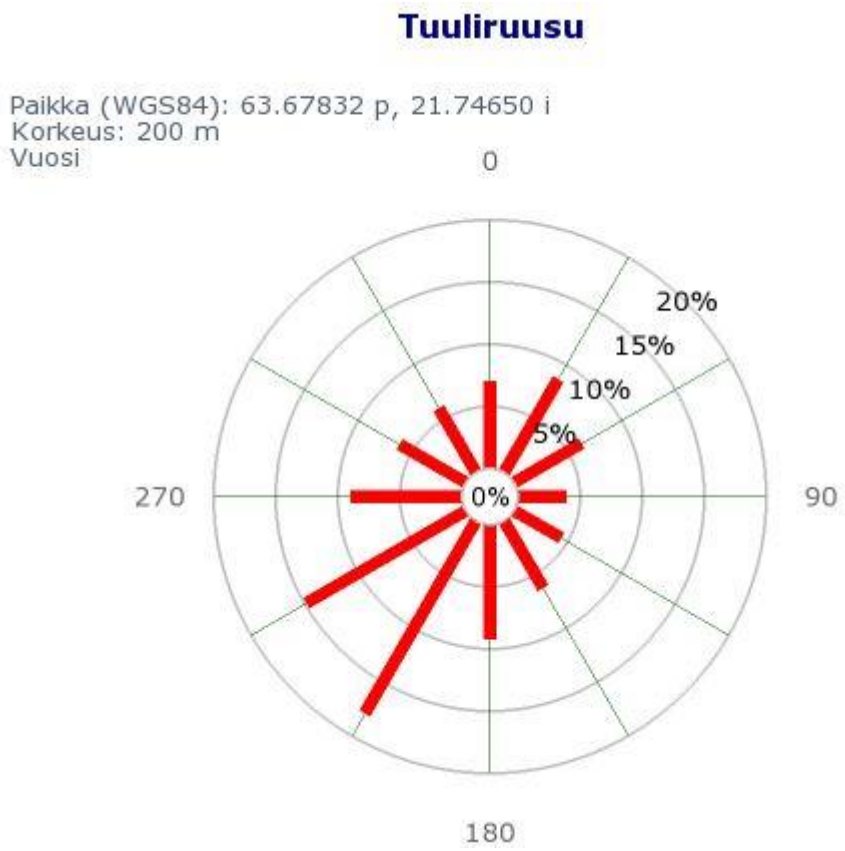
Luftkvaliteten på det öppna havet är mestadels god. På det öppna havet har fartygens utsläpp minskats av svaveldirektivet som trädde i kraft 2015 och som minskade gränsen för svavelhalt i bränslen som används i Östersjön från 1 procent till 0,1 procent (*Norden 2013*). I projektområdet är luftkvaliteten bättre än i fastlandsområden på grund av havets utspädande effekt, så de observationsvärden som används motsvarar inte helt den verkliga situationen.

8.8 Klimat

Projektområdet för den havsbaserade vindkraftsparken Laine ligger i den mellanboreala klimatzonen *(Meteorologiska institutet 2022).* År 2022 var medeltemperaturen i Jakobstad cirka 4,6 °C, vilket är 0,5 °C över genomsnittet för referensperioden 1991–2020. Årsnederbörden under samma år var 558 mm, vilket är ca 3 procent under genomsnittet för referensperioden. *(Meteorologiska institutet 2023c)*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Den dominerande vindriktningen i projektområdet är från sydväst (Figur 8-41). Den genomsnittliga vindhastigheten i projektområdet är cirka 9,1 m/s på 100 meters höjd och cirka 9,8 m/s på 200 meters höjd. *(Vindatlas 2023*)



Figur 8-41. Relativa andelar vind från olika riktningar i projektområdet på 200 meters höjd (Vindatlas 2023). Tuuliruusu = Vindros, Paikka = Läge, p = norr, i = öster, Korkeus = Höjd, Vuosi = År.

8.8.1 Internationella, nationella och regionala mål

EU:s klimatpolitik styr EU:s gemensamma och medlemsländernas politiska insatser för att begränsa klimatförändringarna och anpassa sig till dem. EU har åtagit sig att minska utsläppen av växthusgaser med minst 55 procent från 1990 års nivåer till 2030 och EU:s mål är att vara klimatneutralt 2050. När det gäller förnybar energi siktar EU på 32 procents andel av energiförbrukningen år 2030. *(Miljöministeriet 2023a*)

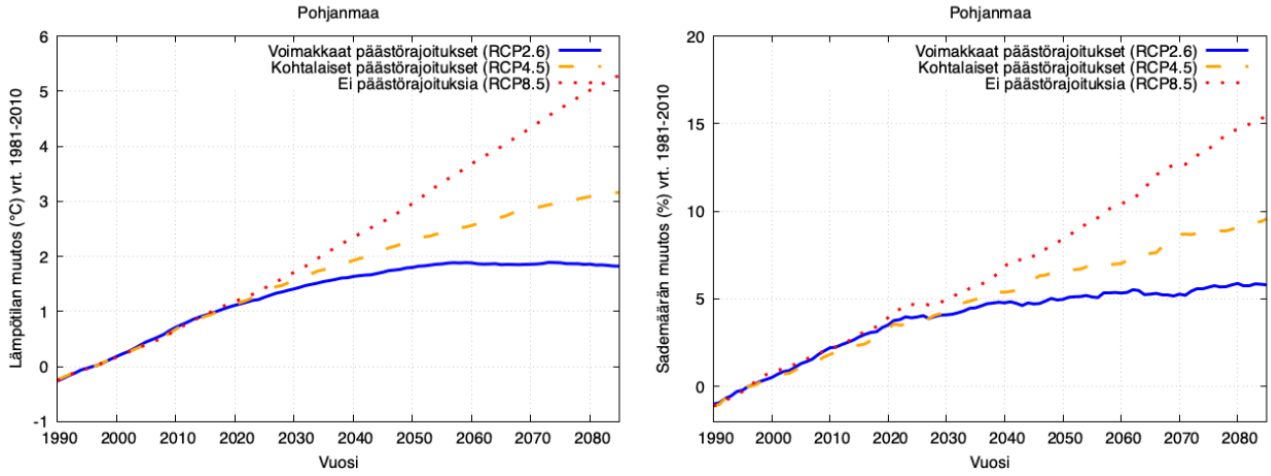
Den nationella reviderade klimatlagen (423/2022) trädde i kraft den 1 juli 2022. Den nya klimatlagen kräver en minskning av utsläppen av växthusgasutsläppen med minst 60 procent till 2030, minst 80 procent till 2040 och minst 90 procent till 2050 jämfört med 1990. Dessutom har Finland som mål att vara koldioxidneutralt senast 2035 och koldioxidnegativt kort därefter. Lagen utvidgades till att omfatta markanvändningssektorn och ett mål att stärka sänkorna har lagts till. *(Miljöministeriet 2023b*)

I visionen Energikusten 2040, som ingår i Österbottens klimatstrategi från 2016, fastställs målen för ett hållbart energisystem, en optimerad samhällsstruktur, noll avfall, kunskap, samarbete och respekt samt en klimatsmart landsbygd. Åtgärderna för att skapa ett hållbart energisystem omfattar ökad energieffektivitet och minskad energiförbrukning, smarta elnät för att möjliggöra decentraliserad kraftproduktion och ett nätverk av biobränslestationer. Visionen omfattar självförsörjning av energi, helt baserad på förnybara energikällor. *(Österbottens förbund 2016)*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8.8.2 Allmänna prognoser om effekterna av klimatförändringarna

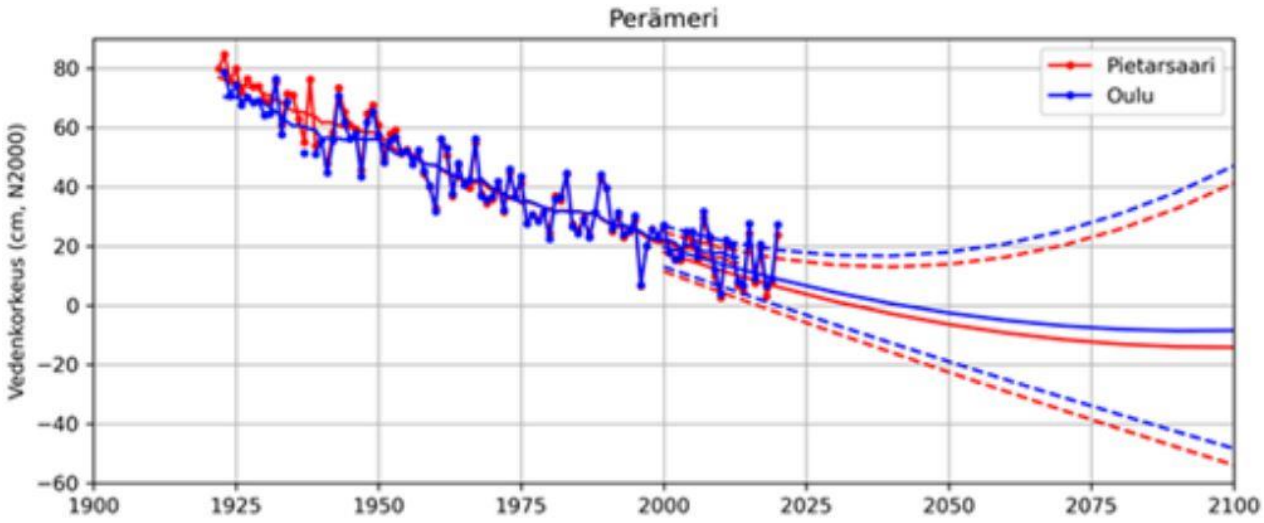
Klimatet i Österbotten förväntas bli varmare med cirka 1,9–5,2°C och nederbörden förväntas öka med 6–15 procent under innevarande århundrade jämfört med perioden 1981–2010 (Figur 8-42). Uppvärmningen beror på utvecklingen av de globala utsläppen av växthusgaser som har prognostiserats med hjälp av RCP-scenarierna. I scenariot RPC2.6 kommer utsläppen att vända till en kraftig minskning redan efter 2020 och vara nära noll i slutet av vårt sekel. I scenariot RCP4.5 ökar utsläppen inledningsvis något, men övergår till att minska runt 2040. I scenariot RCP8.5 kommer ökningen av växthusgasutsläppen att fortsätta att vara snabb i framtiden. *(Klimatguide 2022)* Konsekvenserna till havs kan skilja sig från konsekvenserna på land.



Figur 8-42. Beräknade förändringar i årsmedeltemperatur och nederbörd enligt Österbottens olika scenarier för växthusgasutsläpp fram till 2085. Förändringen har jämförts med perioden 1981–2010. (Klimatguide 2022) Pohjanmaa = Österbotten, Lämpötilan muutos = Temperaturförändring, Sademäärän muutos = Förändring i nederbörd, Vuosi = År, Voimakkaat päästörajoitukset = Strikta utsläppsgränser, Kohtalaiset päästörajoitukset = Måttliga utsläppsgränser, Ei päästörajoituksia = Inga utsläppsgränser.

Havsnivån i Bottenhavet har sjunkit med cirka 70 cm under det senaste århundradet på grund av landhöjningen, men minskningen har avtagit på grund av den globala havsnivåhöjningen (Figur 8-43). I scenarier kring RPC2.6 och RPC4.5 skulle minskningen fortsätta fram till slutet av seklet, då nivån skulle vara cirka 20–60 cm lägre än idag. I det högsta RPC8.5-scenariot skulle havsytan stiga med cirka 30 cm från dagens nivåer. *(Gregow et al. 2021)*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-43. Havsytans nivå i Bottenhavet och beräknad förändring under olika klimatscenarier. (Gregow m.fl. 2021) Perämeri = Bottenviken, Vedenkorkeus = Vattenstånd, Pietarsaari = Jakobstad, Oulu = Uleåborg.

8.9 Buller och vibrationer

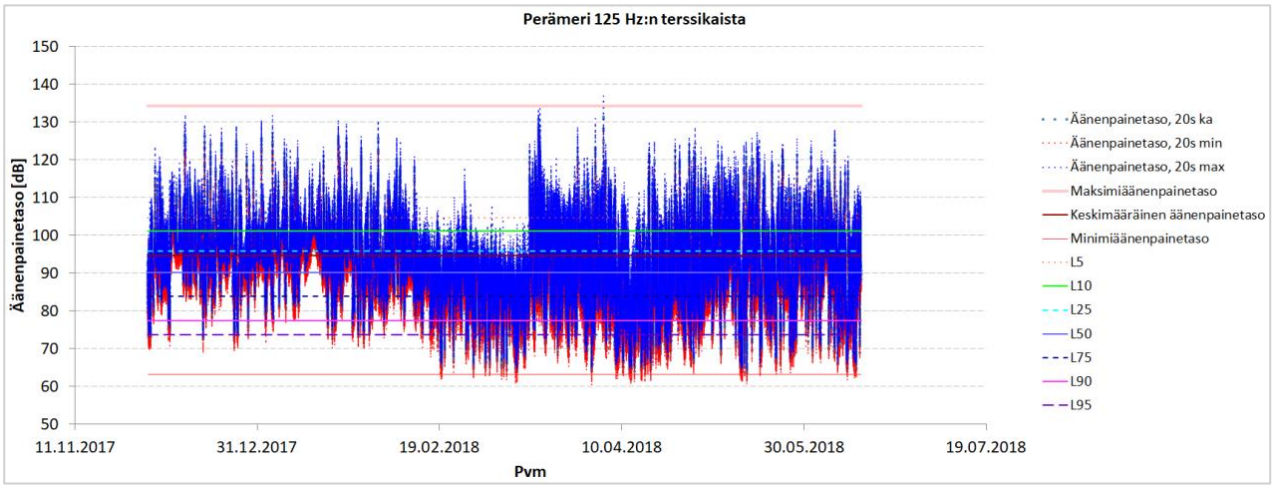
Den nuvarande situationen för omgivningsbuller över vatten i projektområdet och dess närområde även på den svenska sidan består i regel av driftsbuller från lastfartyg, fiskefartyg (yrkesfisket är dock litet i det ifrågavarande området) och andra tillfälliga fartyg.

Ljudlandskapet under vatten i Östersjön har undersökts i samband med projektet BIAS (The Baltic Sea Information on the Acoustic Soundscape). I projektet har ljudmätningar under vattnet gjorts i olika delar av Östersjön. I mätningarna har det observerats att vindstyrkan och den följande våghöjden är den bestämmande faktorn för bakgrundsbruset i Östersjön (*Sairanen 2014*). Fartygstrafiken genererar också sin del av bakgrundsbruset under vattnet. Bullret från avlägsen fartygstrafik är alltid närvarande i bakgrundsbruset i Östersjön, speciellt på låga frekvenser (63 Hz och 125 Hz, *Sairanen 2014*). Ljudtrycksnivåerna från fartyg inom fem kilometers radie överskrider bakgrundsbrusets ljudtrycksnivåer. (*Trafikverket 20/2018*)

Till skillnad från andra hav fryser Östersjön till delvis om vintrarna och ljudtrycksnivåerna under vattnet minskar under den istäckta tiden, eftersom vinden inte kan påverka bakgrundsbullret. Även människors fritidsaktiviteter och det buller de ger upphov till minskar under vintern och är kraftigast under sommaren (*Pajala m.fl. 2016, Sairanen 2014*).

I BIAS-projektet finns en undervattensmätpunkt med hydrofon i Bottenviken. Grundat på mätresultaten råder en kraftigt varierande situation för ljudnivå i området (se Figur 8-44).

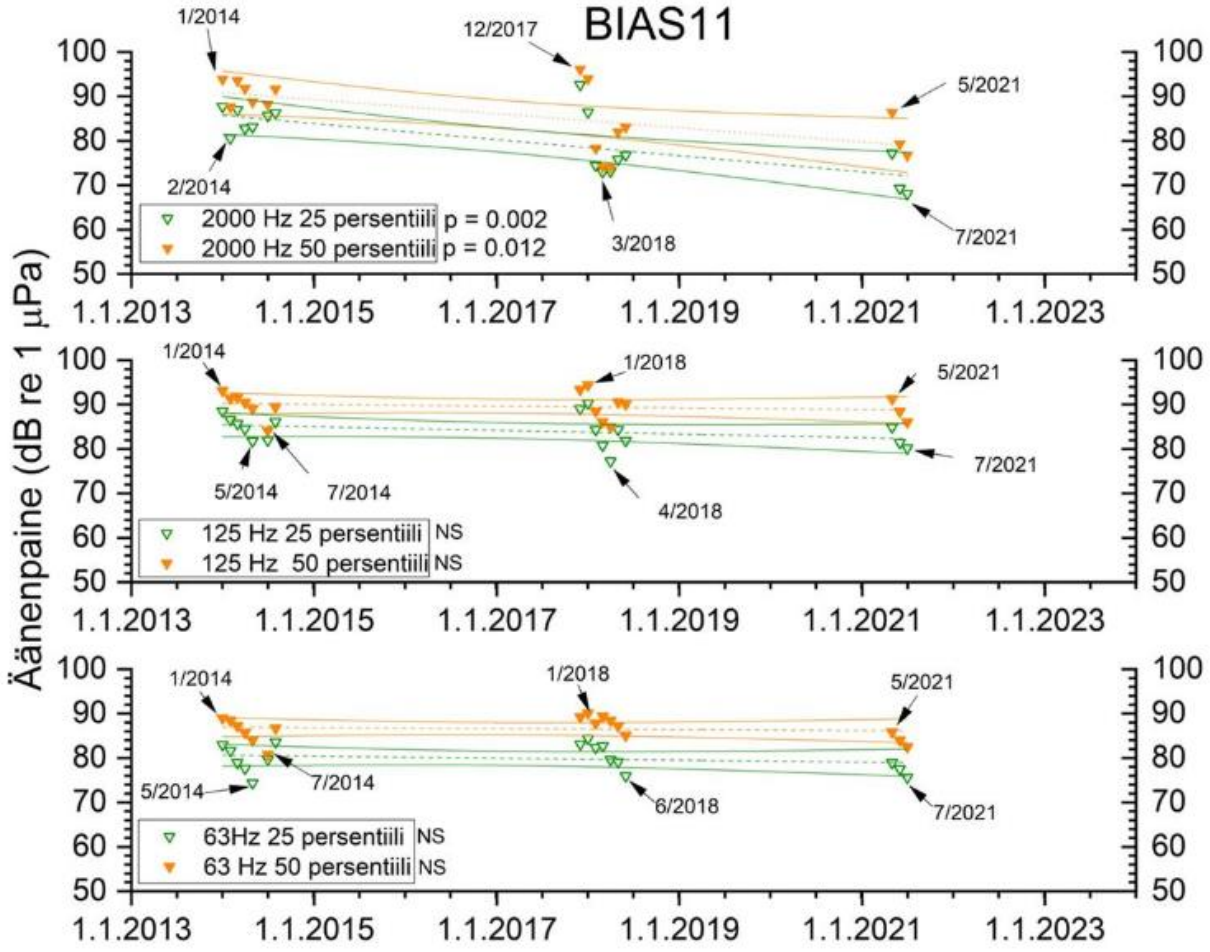
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-44. Variation i ljudnivån för hela mätmaterialet vid Bottenvikens mätpunkt vid 125Hz-tersbandfrekvens (Finlands miljöcentral 2019). Perämeri 125 Hz:n terassikaista = Bottenviken 125 Hz tersband, Äänenpainetaso [dB] = Ljudtrycksnivå [dB], Pvm = Datum, Äänenpainetaso 20s ka = Ljudtrycksnivå 20 s medel, Äänenpainetaso 20s min = Ljudtrycksnivå 20 s min, Äänenpainetaso 20s max = Ljudtrycksnivå 20 s max, Maksimiäänenpainetaso = Maximal ljudtrycksnivå, Keskimääräinen äänenpainetaso = Genomsnittlig ljudtrycksnivå, Minimiäänenpainetaso = Minimal ljudtrycksnivå.

I mätningarna var undervattensljudnivåerna 2021 i genomsnitt på nivån 90 dB (50 % percentil) i mätpunkten eller något under beroende på frekvens. Vid den högsta frekvensen 2000 Hz har ljudnivån enligt mätningarna sjunkit med cirka 5 dB sedan år 2014 under det att nivån vid övriga mätta frekvenser har hållit sig närmast konstant (Figur 8-45).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

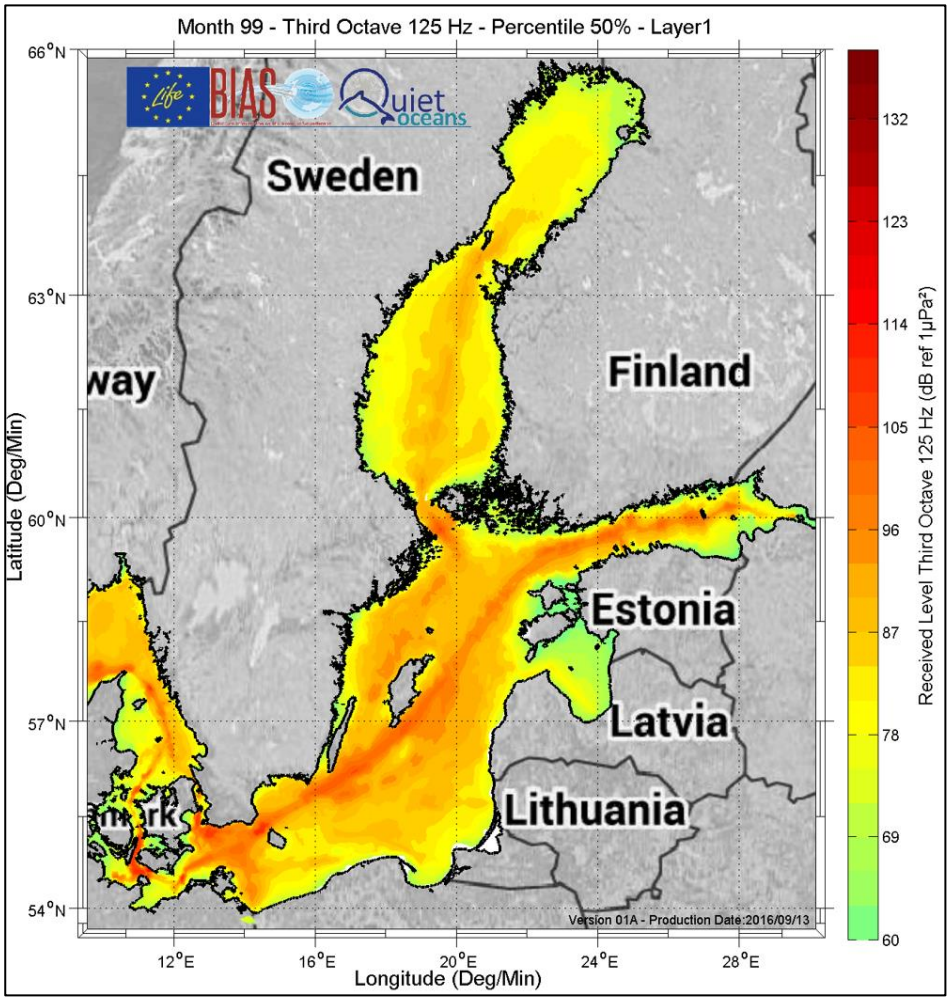


Figur 8-45. Styrkan i undervattensbullret i Bottenviken 2014–2021 (Itameri.fi 2023). Äänenpaine = Ljudtryck, Persentiili = Percentil.

Kvarken och Bottenviken har också modellerats för undervattensbuller i BIAS-projektet (*BIAS 2016*) för olika frekvenser.

Enligt simuleringsresultaten för undervattensbuller är området mindre belastat än Kvarken eller Finska viken. Simuleringsresultaten i Bottenviken är dock cirka 5–10 dB lägre vid frekvensen 125 Hz än mätresultaten (Figur 8-46). Simuleringsresultaten inkluderar dock inte det naturliga bakgrundsbruset i undervattensbullret utan endast undervattensbullret från fartyg.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-46. Simulering av undervattensbuller 125 Hz tersband för hela Östersjön enligt 50 % percentil (BIAS 2014).

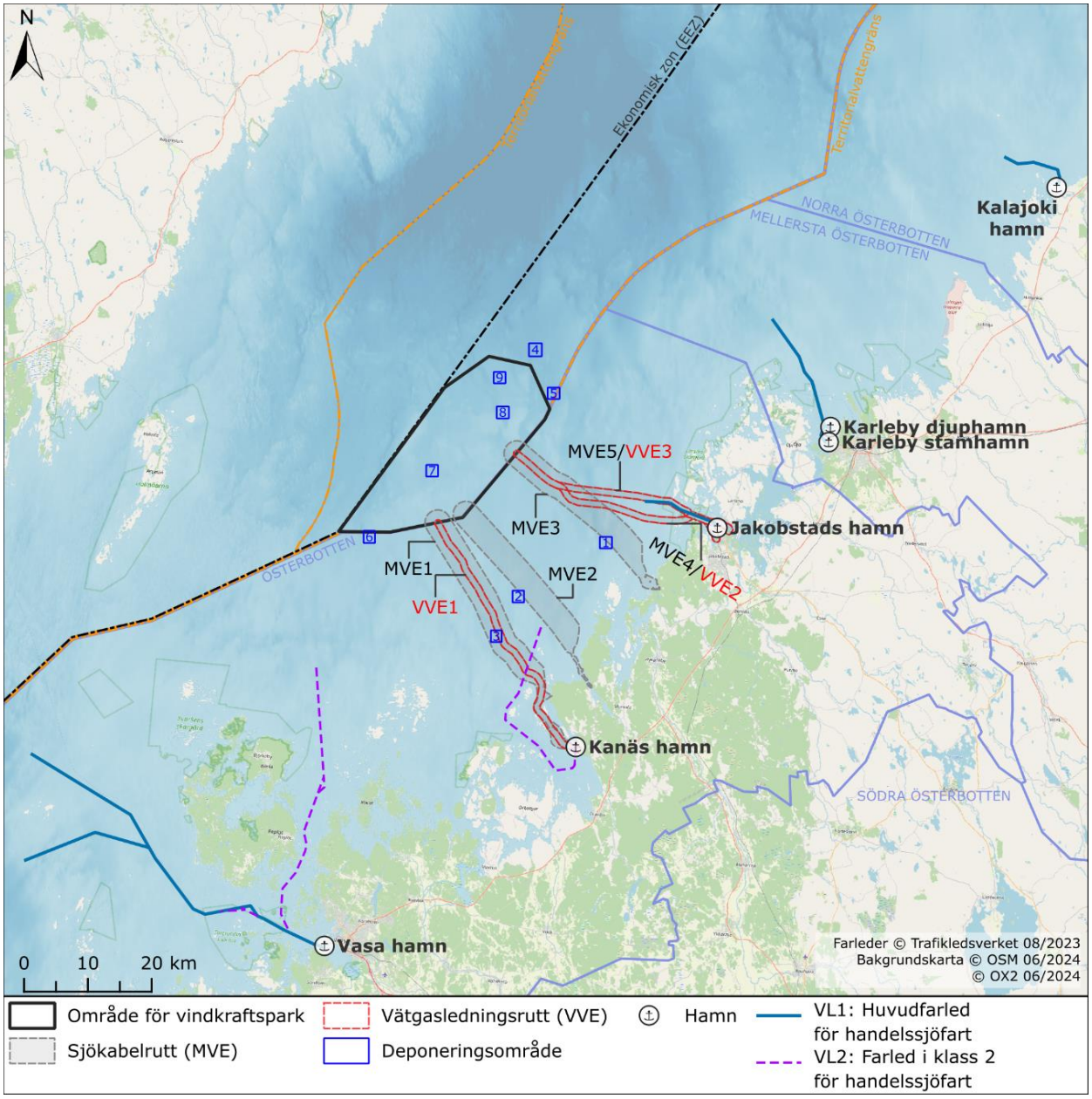
8.10 Sjötrafik och hamnar

8.10.1 Den finska sidan

8.10.1.1 Hamnar

Sjötrafiken spelar en viktig roll för Finlands import och export samt godstrafik, eftersom mer än 90 procent av handeln med utlandet sker till sjöss *(Traficom & Trafikledsverket 2023*). Enligt Finlands havsplan 2030 är Kvarkenområdet av central betydelse för sjöfarten. Sjöfarten är av avgörande betydelse för transporter, tillgänglighet och konkurrenskraft för industrin i regionen. Inom området finns betydande metall-, skogs- och kemiindustri, vilkas transporter sjöförbindelserna betjänar. På grund av kustvattnens grundhet är de farleder som leder till hamnarna av avgörande betydelse. (*Österbottens förbund m.fl. 2020*) Inom projektets centrala influensområde finns två internationellt viktiga hamnar i EU:s TEN-T (Trans European Transport Network)-nät: Karleby och Jakobstad. Längre bort i Vasa och Kalajoki finns också viktiga hamnar. Hamnarnas lägen visas i figuren (Figur 8-47).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-47. De viktigaste hamnarna inom projektets influensområde och de farleder som leder till dessa hamnar.

Jakobstads hamn är specialiserad på träförädlingsindustri och hantering av varor med anknytning till biomassabaserad energiproduktion. De viktigaste produkterna som transporteras via hamnen är pappersmassa, sågat virke, papper, cement och lut. De huvudsakliga importvarorna är cement, kemikalier, oljor, flis och massaved. Under de senaste åren har cirka 300 fartyg anlöpt hamnen varje år. *(Pietarsaaren Satama Oy 2023)*

Karleby hamn består av tre delar: Stamhamnen, Djuphamnen och Silverstenskajen. Varje år anlöper cirka 600 fartyg Karleby hamn. Djuphamnen är specialiserad på bulkgods och där hanteras till exempel järnpelletar, anrikningar, kol, torv, pyrit och järnoxid. I Stamhamnen hanteras containrar, styckegods och

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

ljusa bulkprodukter (t.ex. kalksten, aluminiumlera och gödselråvaror) som också hanteras i Silverstenskajen vid sidan av containrar. I hamnen utförs även projektlyft av stora stycken (Karleby Hamn Ab 2023).

Varje år anlöper cirka 650 fartyg **Vasa hamn** i Vasklot. Hamnen hanterar bränslen, jordbruksprodukter, projektlaster och transporter för regionens energi-, verkstads- och metallindustri. Mellan Vasa och Umeå trafikerar dagligen en bilfärjeförbindelse som transporterar både passagerare och gods. (*Kvarken Ports Ltd 2023)*

Varje år anlöper cirka 150 fartyg **Kalajoki hamn**. Hamnen är specialiserad på trävaror och huvudexportartikeln är sågat virke. Genom hamnen importeras bland annat mineraler som används av massa- och pappersindustrin samt projekttransporter. (***Kalajoen Satama Oy 2023*)**

I Kanäs hamn finns ett gammalt oljelager som tagits ur bruk, och som har plats för 90 miljoner liter. Fartygstrafiken till hamnen är numera mycket liten.

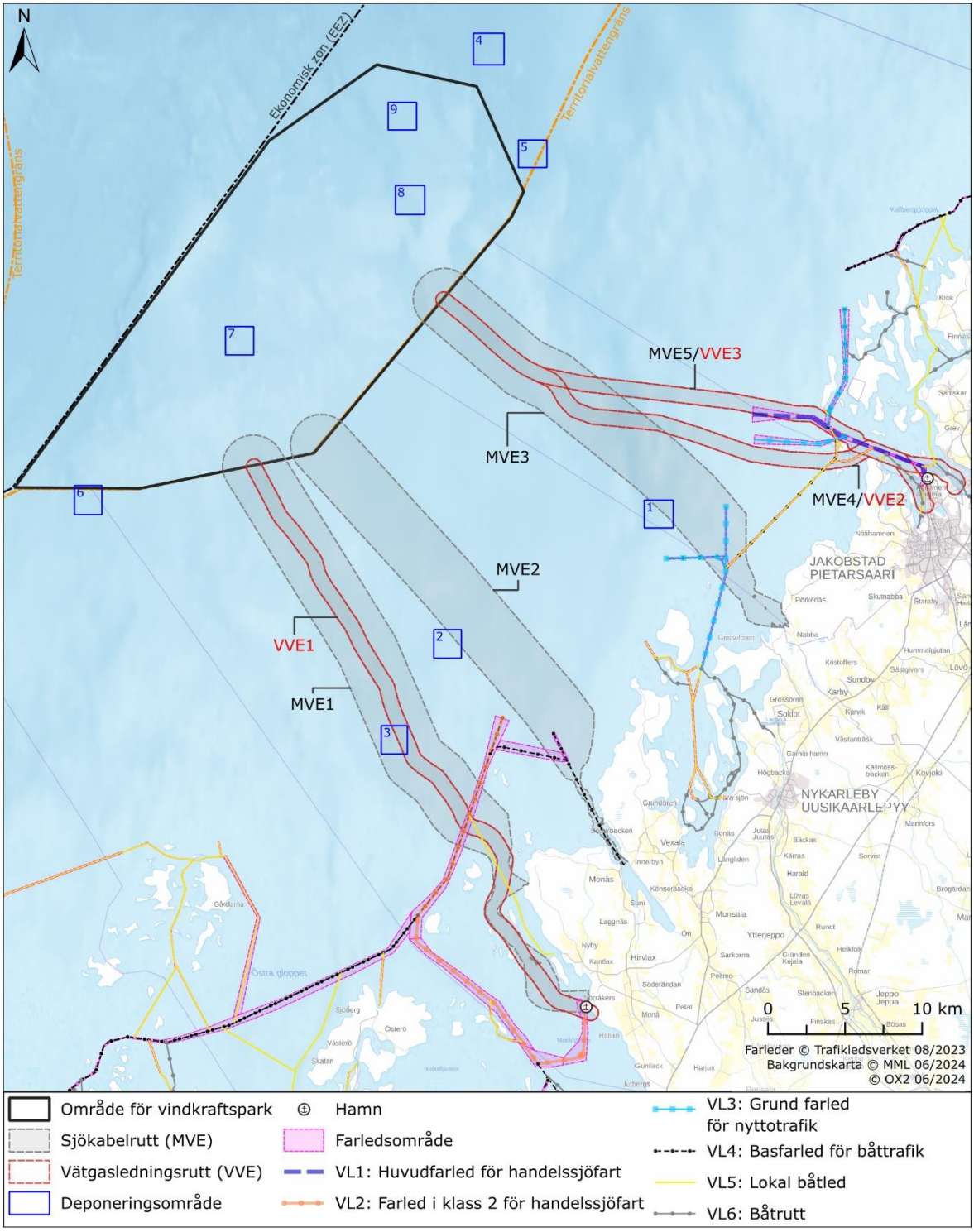
8.10.1.2 Farleder och sjöfartsområden

Farlederna är enhetliga rutter på vattenområden mellan sina slutpunkter, underhållna och utmärkta på kartan eller i terrängen. När det talas om farleder avses i allmänhet hela farledsområdet, som är det område som avgränsas av farledens kantlinjer. (*Traficom 2021a*). Farlederna är indelade i sex olika farledsklasser enligt deras användningsändamål. Farledsklasserna 1 och 2 är farleder för handelssjöfarten. Farledsklass 3 avser grund farled för nyttotrafik, som är byggd främst för annan nyttotrafik än handelssjöfart. Farledsklasserna 4–6 är farleder avsedda för båtliv. (*Traficom 2021b*)

Det finns även sjötrafik utanför de officiella farledsområdena. Med hjälp av AIS-data som följer sjötrafikens rörelser kan man särskilja viktiga trafikområden för sjöfarten med mycket trafik utanför lederna (i fortsättningen "sjötransportrutt". *(Traficom & Trafikledsverket 2023*). Sådana viktiga sjötransportrutter anges till exempel i Finlands havsplan som sjöfartsområden *(Österbottens förbund m.fl. 2020*).

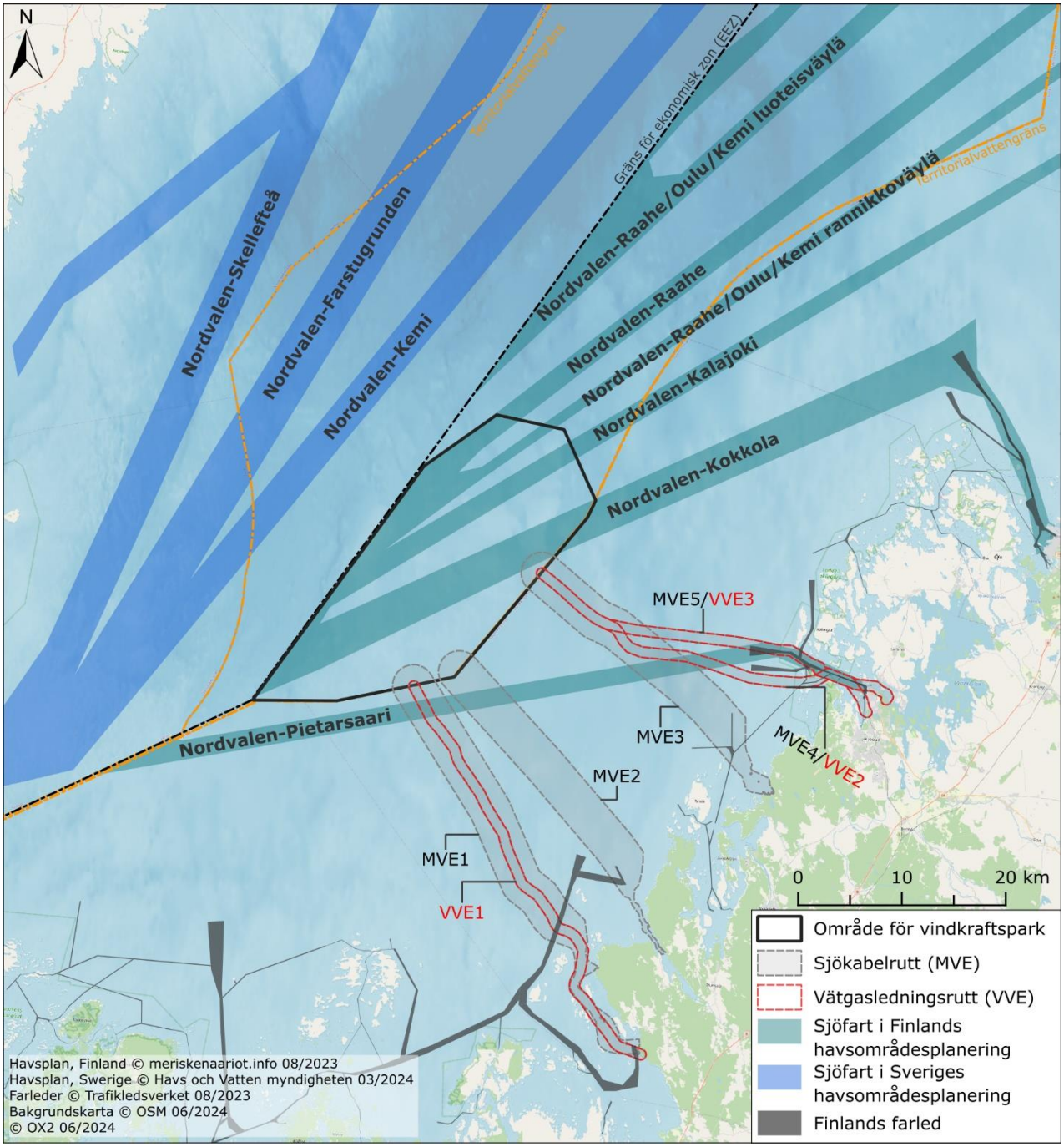
Farleder och sjötransportrutter i närheten av projektområdet visas i figurerna (Figur 8-48 och Figur 8-49).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-48. Officiella farleder i närheten av Laines projektområde.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



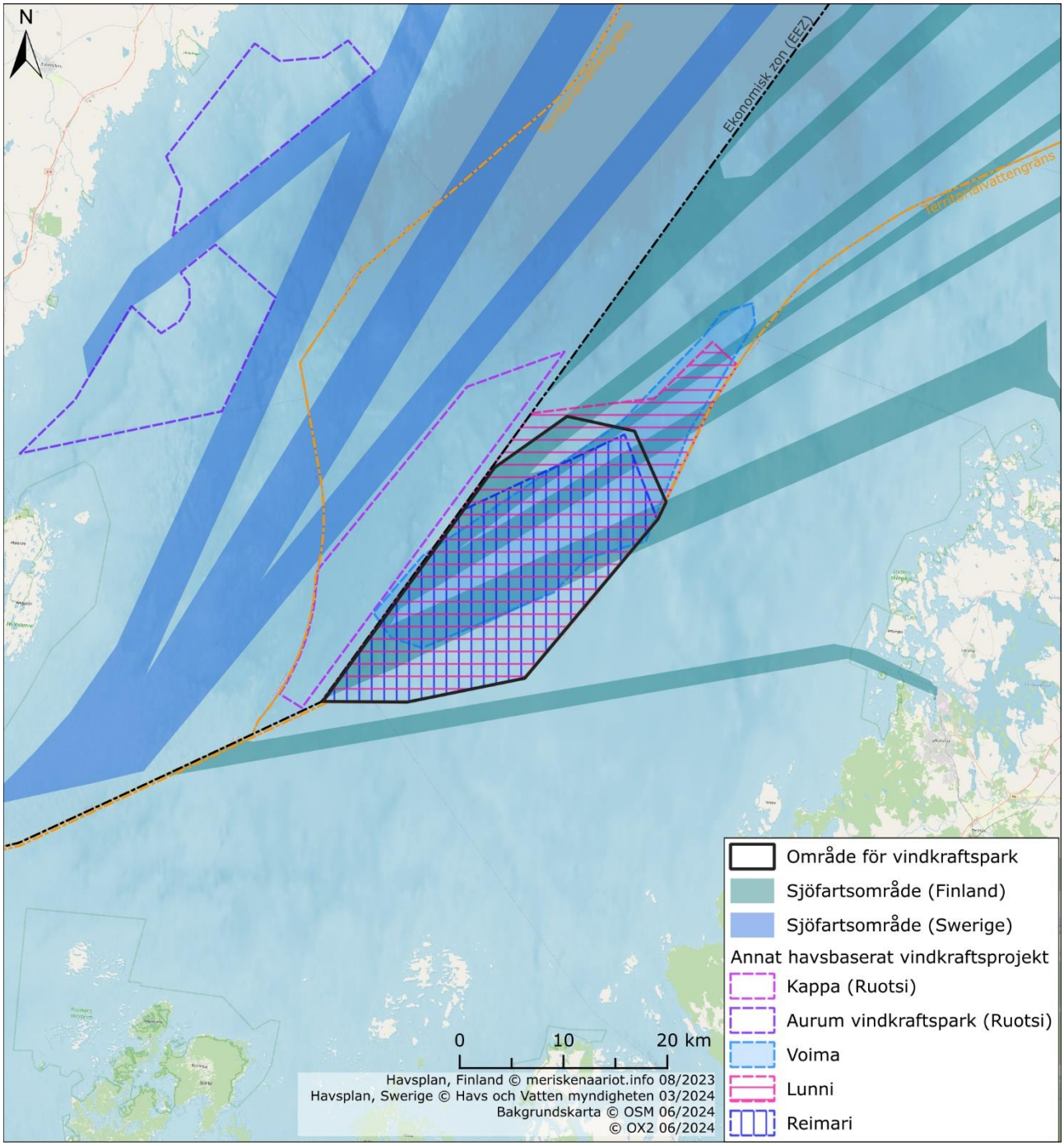
Figur 8-49. Sjötransportrutter i närheten av Laines projektområde.

Trafikledsverkets farleder är belägna i territorialvattnen, i granskningsområdet i närheten av kusten och det är rejält avstånd från dem till vindkraftsparken Laine på öppet hav. Sjökabel- och vätgasledningsrutterna korsar däremot med flera farleder.

8.10.1.3 Övriga närliggande havsbaserade vindkraftsprojekt

I Norra Kvarkens område i närheten av vindkraftsparken Laine planeras flera andra havsbaserade vindkraftsparker i Sveriges ekonomiska zon och territorialvatten. De visas i figuren (Figur 8-50).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-50. Karta över planerade havsbaserade vindkraftsprojekt i närheten till Laineprojektet och deras lägen. Källa: Finska Vindkraftföreningen rf 2023a, arbets- och näringsministeriet 2024, gränserna för projektområden på den svenska sidan har erhållits av projektutvecklarna.

Flera havsbaserade vindkraftsprojekt planeras i Finlands ekonomiska zon i samma område som Laine: Ilmatar Offshore Ab:s Voima, Suomen Hyötytuuli Oy:s Lunni och Skyborn Renewables Oy:s Reimari. Projekten konkurrerar sinsemellan om samma lokalisering.

Den ur Laineprojektets synvinkel viktigaste planerade vindkraftsparken är det havsbaserade vindkraftprojektet Kappa i Sveriges ekonomiska zon på cirka en kilometers avstånd (*Statkraft Offshore Wind AB 2022*).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Enligt den senaste informationen har Kappas projektområde ändrats så att det når gränsen till den ekonomiska zonen och ligger därigenom cirka 100 meter väster om från Laines vindkraftsområde *(Statkraft Offshore Wind AB 2024)*. Det andra projektet som planeras i territorialvattnet på den svenska sidan (Aurum) har inte lika viktig roll ur Laines perspektiv. Den havsbaserade vindkraftsparken Aurum är belägen som närmast cirka 25 km väster om vindkraftsparken Laine.

Inga skyddshamnar finns i projektområdet eller dess närhet. När det gäller Finlands territorialvatten justeras projektets energiöverföringsrutter i den mer detaljerade projekteringen efter MKB, så att skyddshamnar och ankarplatser kan beaktas.

8.10.1.4 Havsis

Den havsbaserade vindkraftsparken är belägen i Norra Kvarkens område, där det förekommer havsis årligen. I Östersjöområdet förekommer havsis som fast is och drivis. Fast is är is som sitter fast på öar, grund och grundområden och som inte rör sig. Fast is förekommer typiskt i skärgården och vid kusten, där vattendjupet ofta är mindre än 20 meter. På öppna havet är havsisen drivis som rör sig med strömmar och vindar. I Östersjön finns inga konstanta starka havsströmmar, så isens rörelser orsakas främst av vinden. Drivisens rörelse får isfältet att brytas till isflak vars diameter kan vara flera kilometer. Drivisens rörelser orsakar råkar och packis. Råkar uppstår när drivisen rör sig utåt från fast is eller ett fruset drivisfält. Råkens bredd kan vid hård vind öka med upp till 10–30 km per dygn. Packis uppstår när rörlig drivis möter ett hinder, som kanten på fast is. Då samlas isen i hög eller packas. Vid grundområden förankrar sig packisen i botten och kan växa upp till tio meters höjd i den synliga delen ovan ytan. Packis förekommer också på centrala havsområden där krokiga packisvallar uppstår när isflaken trycks mot varandra och de sönderbrutna bitarna samlas över eller under vattenytan. Den synliga delen av flytande packisvallar är typiskt 0,5–1,5 meter hög. *(Meteorologiska institutet 2022)*

Stora havsisfälts rörelser är ett typiskt fenomen i Östersjön. Ett sammanpressat isfält kan skada marina konstruktioner, som fyrar och vindkraftverk, eller fartyg som fastnat i isen. Vintersjöfarten i Östersjön försvåras mest av packisområden och band av issörja. Kraftiga, isförstärkta fartyg kan bryta jämn is med en tjocklek över en halv meter, men de kan inte röra sig i tjock packis eller issörja utan isbrytarassistans. Även den press som förekommer i isfält försvårar trafiken. En kraftig ispress kan till och med vara farlig för handelsfartyg, och kan försena dem med upp till flera dygn. *(Meteorologiska institutet 2022)*

Havsisen får konsekvenser för de rutter sjötrafiken använder. I vintersjöfarten på Bottenviken styrs fartygstrafiken i samarbete mellan Finland och Sverige till att gå i de lättaste områdena oberoende av fartygens utgångs- och destinationshamn *(Traficom & Trafikledsverket 2023*). Vintersjöfarten kan inte följa den kortaste möjliga rutten, utan man måste leta efter den bästa rutten i den rörliga ismassan. På grund av detta kan sjötrafikrutterna avvika från varandra under olika slags vintrar och de avviker ofta även från rutterna under den isfria perioden. VTS, det vill säga fartygstrafikservicen, i samarbete med isbrytarna styr trafiken vintertid i Norra Kvarkens område och bestämmer de rutter som ska följas. Det är riskabelt att ge sig utanför bestämda rutter och kan leda till lång väntetid om man fastnar i isen. Att använda optimala rutter under isförhållanden är en central faktor för att upprätthålla smidig sjöfart med låga utsläpp under vintertiden. Trafikledsverkets uppgift är att vid behov erbjuda isbrytarassistans för fartyg som anlöper Finlands hamnar och de lokala isförhållandena bestämmer behovet av isbrytning. Traficom definierar en isklass för fartygen med deras isklassmärkning som grund. Finska isbrytare assisterar endast fartyg som uppfyller tillräckliga krav för vintersjöfart baserat på isklassmärkningen. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

8.10.2 Havsbaserade vindkraftsparkers säkerhetsavstånd

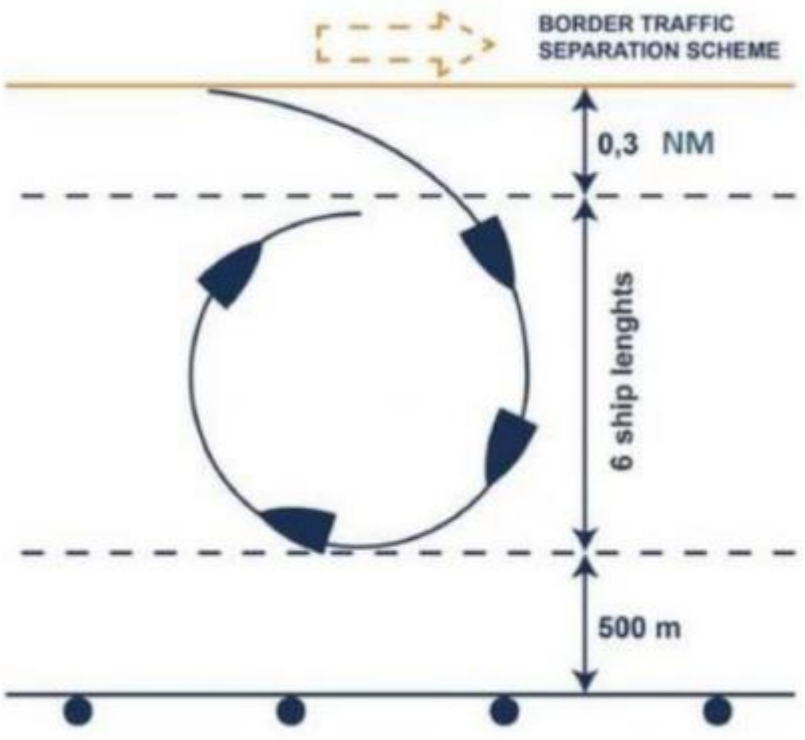
Som utgångspunkt väljs säkerhetsavståndet mellan vindkraftverk och sjötrafiken från fall till fall beroende på till exempel vindkraftsparkens läge, geografiska synpunkter och fartygstrafiken i området (*Sweco 2023b,* bilaga 6). I Finland finns tills vidare till exempel ingen lagstiftning som skulle bestämma

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

minimiavstånd mellan vindkraftverk och sjötrafik. Kommunikationsverket Traficom har givit riktlinjer att vindkraftverk inte ska planeras närmare farledskanter, ankringsområden eller skyddsområden för sjöfarten än 1,5 km för att säkerställa säkerhet och störningsfri trafik för sjöfarten. Avståndet mellan vindkraftsområden och trafikseparationssystem i den ekonomiska zonen och sjötrafikområden på öppet hav samt infartsområden för farleder vara beroende på fall 1–2 eller 1–3 nautiska mil (ca 1,9–5,6 km). I områden som är kända för att vara utmanande för vintersjöfart kan behovet av skyddsavstånd dock vara större än ovan nämnda rekommendationer. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

För säkerhetsavstånd till havsbaserade vindkraftsparker finns det flera olika nationella riktlinjer i världen och även den stora internationella organisationen PIANC (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure) inom vattenvägar och hamnar har skapat sina egna rekommendationer om skyddsavstånd mellan havsbaserad vindkraft och sjöfart. PIANC:s konceptplan ger en konservativ säkerhetsrekommendation om avståndet mellan vindkraftverk och fartyg under isfria förhållanden. Rekommendationen enligt konceptplanen är följande: avståndet från fartyg till vindkraftsparken ska vara sådant att fartyget kan utföra en hel 360 graders undanmanöver (gir). Ett sådant avstånd har bedömts uppnås med 5 fartygslängder. För att ge utrymme för störningar så har styrningsavståndet konservativt bedömts till cirka 6 fartygslängder. Dessutom kan en högst 500 meter lång säkerhetszon definieras för vindkraftsparken, där fartyg inte bör hamna. För att kunna säkerställa en säker undanmanöver även i samband med andra fartyg i närheten, så ökas säkerhetsavståndet på höger sida med 0,3 nautiska mil (ca 550 meter). På fartygets vänstra sida behövs inte motsvarande tillägg. Detta säkerhetsavstånd rekommenderas mellan en vindkraftspark och närmaste trafikseparationssystem (TSS, Traffic Separation Scheme) där det är klart varifrån avståndet kan mätas. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

Nedanstående figur (Figur 8-51) illustrerar PIANC:s konceptplan för säkerhetsavstånd mellan trafikseparationssystem och vindkraftsparker.



Figur 8-51. Säkerhetsavstånd mellan trafikseparationssystem och en havsbaserad vindkraftspark enligt PIANC:s konceptplan (360 graders gir åt höger). (Sweco 2023a, bilaga 5*)*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Med hjälp av den detaljerade planering som PIANC rekommenderar kan säkerhetsavståndet dock eventuellt ändras till mindre efter en grundlig marin riskanalys. Den navigationsriskgranskning som gjorts på Laines projektområde, med sina bilagor, strävar efter att skapa en utgångspunkt för att utarbeta en sådan detaljerad plan. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Internationella rekommendationer för säkerhetsavstånd för sjöfart och havsbaserad vindkraft är inte direkt tillämpbara i Finland, eftersom Finlands kust- och vinterförhållanden skiljer sig kraftigt från de områden där havsbaserade vindkraftsparker typiskt byggs i världen. Trafikseparеringssystem skulle kunna vara ett säkert sätt att ordna sjöfartens rörelser i områden där havsbaserade vindkraftsparker begränsar sjöfartens rutter till ett tätt område. Isförhållanden skapar dock en utmaning för trafikseparеringssystem, eftersom de påverkar användbara rutter för sjöfarten starkt. Inom Finlands områden för trafikseparеringssystem (till exempel i Kvarken) är det typiskt att de undanröjs tillfälligt med myndighetsbeslut när isförhållandena så kräver. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

8.10.2.1 Sjöfartens radar- och positioneringssystem samt trådlösa kommunikationsnätverk

Varje handelsfartyg har ett radarsystem som används för navigering och observation av objekt runt fartyget. En störningsfritt fungerande fartygsradar är en viktig del av sjöfartens säkerhet. Vindkraftsparker belägna på båda sidor om farleden eller vindkraftverk nära farleden kan orsaka oförutsägbara radarekon som försämrar funktionen för sjöfartsradar. Dessutom kan vindkraftverk som är placerade i områden där farleder eller fartygsstråk korsar orsaka skuggeffekter som försämrar fartygsradarns sikt till intilliggande farled eller fartygsstråk. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

Syftet med fartygstrafikservicen (Vessel Traffic Service, VTS) är att övervaka och styra sjötrafiken samt säkerställa dess säkerhet och smidighet (*Fintraffic 2024*). Fartygstrafikservicens viktigaste verktyg är radar och den måste ha en hinderfri sikt över sitt övervakningsområde. Alla farleder för handelssjöfart i Finland ingår i fartygstrafikservicen. Ett vindkraftverk eller en vindkraftspark kan orsaka ett skuggområde eller felaktiga ekosignaler för VTS-radar, som kan försvåra radarövervakningen samt försämrar upptäckt och lokalisering av fartyg. Som utgångspunkt ska inte befintliga VTS-radaranläggningar och deras konstruktioner inte flyttas. Radarsikten ska vid behov ökas på grund av byggnationen av ett vindkraftverk eller en vindkraftspark. Då ska den nya radarstationen placeras så att trafikservicen har tillgång till störningsfri sikt över hela övervakningssektorn. VTS-radar används också för att följa isläget och isens rörelse vid kusten och ingångsområden till farleder. Denna användning får inte störas på grund av vindkraftverk. Om en byggd vindkraftspark skulle påverka vintersjöfarten i området eller organiseringen av den, skulle man genom att lägga till kameror och/eller radar som lämpar sig för uppföljning av isläget och isens rörelser kunna förbättra uppföljningen av isläget som helhet samt fokusering av isbrytarassistans i rätt tid till området. Vindkraftsparker i närheten av sjöfartsområden ökar behovet av radarövervakning och -uppföljning, och sjöfartens säkerhet och smidighet kan förbättras betydligt med ett mer omfattande radarnätverk. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

Vindkraftverk kan också påverka fartygens satellitpositionering, det vill säga GNSS-system (Global Navigation Satellite System) så att satellitsignalerna reflekteras via vindkraftverken och ger upphov till felaktig positionering för fartyget som använder systemet. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

Enligt internationella avtal ska varje kuststat ha en kustradiostation som ansvarar för sjöfartens säkerhetsradiotrafik. Turku Radio är Finlands nationella kustradiostation som svarar för säkerhetsradiotrafiken vid kusten i Finland på de VHF-kanaler man använder. Vindkraftverks konstruktioner kan påverka VHF-vågornas utbredning och orsaka avbrott i förbindelserna. Om en byggd vindkraftspark orsakar störning eller olägenhet för sjöfartens trådlösa kommunikationsnät ska olägenheten kompenseras genom att öka antalet basstationer i området så att den störning eller olägenhet som vindkraftsparken orsakar trådlösa kommunikationsverk undanröjs. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8.10.2.2 Sjötrafikens nuläge och förändringskrafter

Konsultföretaget Sweco AB undersökte sjötrafiken i närheten av projektområdet 2022 med hjälp av data från det automatiska systemet för identifiering av fartyg (AIS). Med hjälp av AIS-data granskades sjötrafikvolymerna i området, deras fördelning i området och vilka typer av fartyg som trafikerade området. Uppgifterna visualiserades med hjälp av värmekartor. Som havsismånader definierades år 2022 januari, februari, mars, april och maj.

AIS-data för år 2022 har granskats eftersom det ger en färsk bild av sjötrafiken i Norra Kvarken. De rutter sjötrafiken använder under isfri tid är relativt etablerade när det gäller farleder och fartygsstråk, men små skillnader kan ändå ses mellan åren. Vintersjöfarten under tid med havsis uppvisar mycket stora skillnader i de rutter som sjötrafiken använder på grund av isläget. Vid granskning av AIS-data bör man fästa uppmärksamhet speciellt på antalet fartyg och deras typer, vilket man får en god bild av under ett år. När det gäller rutter kan man inte dra lika säkra slutsatser, speciellt under tiden med havsis. De rutter som sjötrafiken använder kommer att förändras om vindkraftsparkerna byggs. Av denna orsak är antalet fartyg och deras typer det väsentliga att granska, inte så mycket de rutter som används.

I nedanstående tabell (Tabell 8-7) har sammanställts fördelningen av fartygstyper, fartygens genomsnittliga längd och maximala längd (98,5 % konfidensintervall) i fartygsstråk nära Laines vindkraftsområde 2022 under månader utan havsis och månader med havsis.

Tabell 8-7. Fördelningen av fartygstyper och längder på farleder och fartygsstråk nära vindkraftsområdet (Figur 8-49) under isfria månader och månader med havsis år 2022. Fartyg som utgör mindre än 3 procents andel visas inte i tabellen. (Sweco 2023a, bilaga 5)

Fartygsstråk	Fartygstyp	Genom-snitt-slängd (m)	Maximilängd (m) (98,5% konfidensinter-vall)	Fartygstyp	Genom-snitt-slängd (m)	Maximilängd (m) (98,5% konfidensinter-vall)
	Havsismånader (januari–april)			Isfria månader (maj–december)		
Sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad	Last- och ro-ro-fartyg (86,5 %)	127	196	Last- och ro-ro-fartyg (81,5 %)	121	196
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (8,5 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (10,5 %)		
	Assistans- och säkerhetsfartyg (5 %)			Assistans- och säkerhetsfartyg (3 %)		
Sjötrafikrutten Nordvalen-Karleby	Last- och ro-ro-fartyg (80 %)	121	197	Last- och ro-ro-fartyg (76 %)	118	242
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (16 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (20 %)		
	Assistans- och säkerhetsfartyg (3,5 %)					
Sjötrafikrutten Nordvalen-Kalajoki	Last- och ro-ro-fartyg (86 %)	124	193	Last- och ro-ro-fartyg (82,5 %)	116	225

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Fartygsstråk	Fartygstyp	Genom-snitt-slängd (m)	Maximilängd (m) (98,5% konfidensinter-vall)	Fartygstyp	Genom-snitt-slängd (m)	Maximilängd (m) (98,5% konfidensinter-vall)
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (12 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (7 %)		
Sjötrafikrutten Nordvalen-Brahestad	Last- och ro-ro-fartyg (78 %)	124	193	Last- och ro-ro-fartyg (88 %)	124	200
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (14 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (5 %)		
	Assistans- och säkerhetsfartyg (7 %)			Assistans- och säkerhetsfartyg (5 %)		
Sjötrafikrutten Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi kustfarled	Last- och ro-ro-fartyg (73 %)	120	156	Last- och ro-ro-fartyg (87 %)	107	164
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (27 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (7 %)		
Sjötrafikrutten Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi nordvästfarled	Last- och ro-ro-fartyg (72 %)	125	193	Last- och ro-ro-fartyg (63 %)	134	229
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (19 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (31 %)		
	Assistans- och säkerhetsfartyg (8 %)			Assistans- och säkerhetsfartyg (4 %)		
Sjötrafikrutten Nordvalen-Kemi	Last- och ro-ro-fartyg (77 %)	121	190	Last- och ro-ro-fartyg (77 %)	128	193
	Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (17 %)			Last- och tank-fartyg, farliga ämnen (19,5 %)		
	Assistans- och säkerhetsfartyg (5 %)					
Alla sjötrafik-rutter totalt		124	193		124	229

På farlederna nära projektområdet utgjorde olika slags frakt- och roro-fartyg, tankfartyg samt olika slags assistans- och säkerhetsfartyg (isbrytare, lotsbåtar och bogserbåtar) den största delen av fartygstrafiken.

Mängden fartygstrafik i Norra Kvarken är mindre jämfört med till exempel södra Östersjön. I nedanstående tabell (Tabell 8-8) har antalet genomfarter i fartygsstråken nära vindkraftsparken sammanlagt under 2022

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

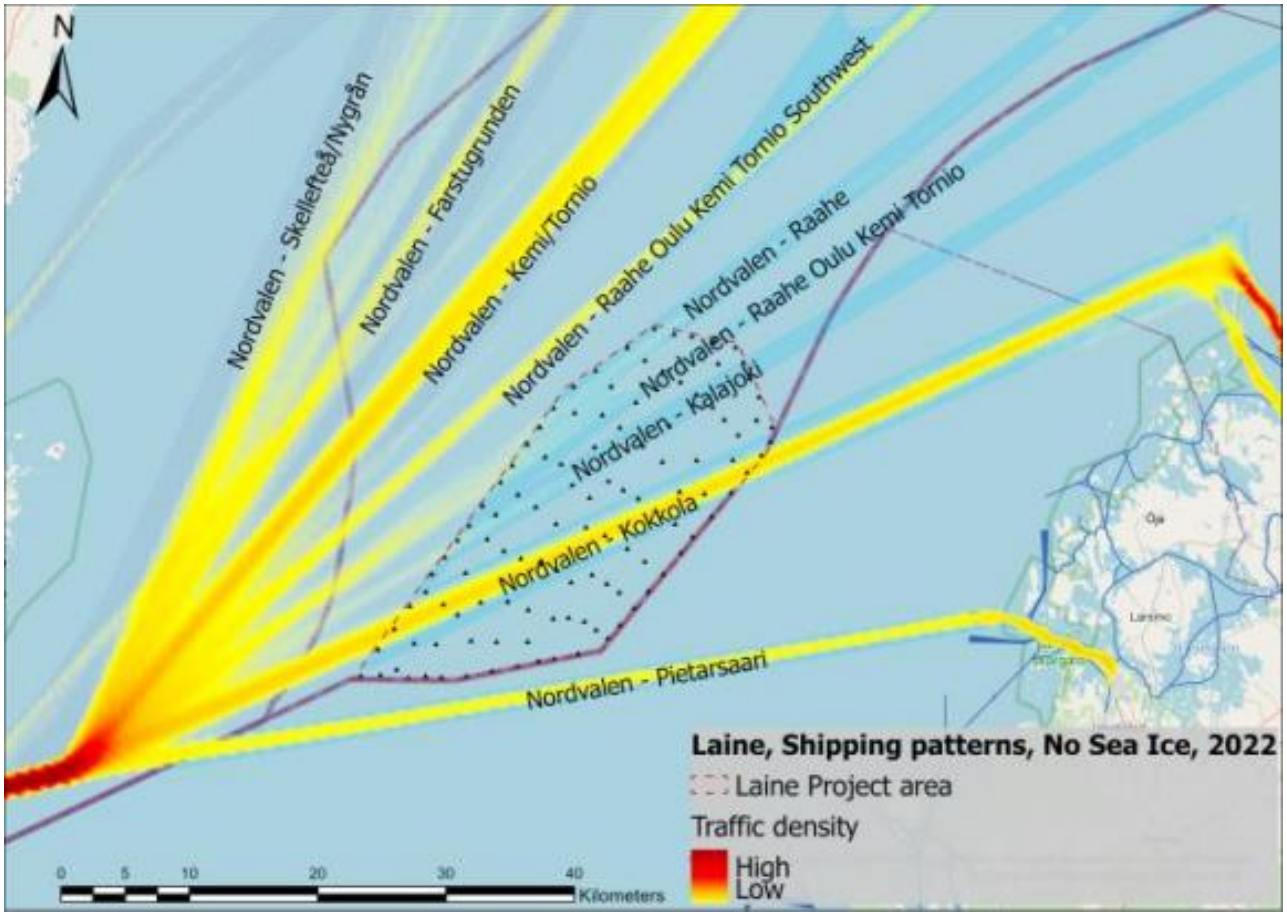
sammanställts samt den genomsnittliga dygnstrafiken. I tabellen anges värden för månader med havsis och isfria månader. Värdena kan ändras något om sjötrafikens medelvärde skulle beräknas för ett annat tvärsnittsställe. Som sammandrag visas även volymerna sjötrafik på alla visade fartygsstråk inom 5 nautiska mil från vindkraftsparken samt i området för Kvarkens trafikseparingssystem (TSS).

Tabell 8-8. Antal genomfarter i sjötrafiken per år och genomsnittligt antal fartyg per dag 2022 i områden i närheten av projektområdet. De dagliga siffrorna baseras på genomsnittlig trafik och är därför inte exakta. Dessutom är siffrorna från ett tvärsnitt/farled. Antalet kan därför variera i ett annat tvärsnitt. (Sweco 2023a, bilaga 5)

Rutt	Genomfarter totalt (2022)	Genomsnittligt antal fartyg per dag (*120 dagar)	Genomfarter totalt (2022)	Genomsnittligt antal fartyg per dag (*245 dagar)
	Havsismånader		Isfria månader	
Nordvalen-Jakobstad	148	1,2	193	0,8
Nordvalen-Karleby	208	1,7	593	2,4
Nordvalen-Kalajoki	224	1,9	143	0,6
Nordvalen-Brahestad	73	0,6	191	0,8
Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi kustfarled	22	0,2	99	0,4
Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi nordvästfarled	222	1,9	434	1,8
Nordvalen-Kemi	162	1,4	734	3
Alla rutter	1059	9	2387	10
inom 5 nautiska mil från vindkraftsområdet	1081	9	1894	8
TSS Kvarken	1581	13	3414	14

Under isfria månader (maj–december) var de överlägset mest trafikerade sjötrafikrutterna för fartygstrafiken 2022 Nordvalen-Karleby, Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi nordvästfarled och Nordvalen-Kemi. I närheten av Laine-projektområdet ligger dock sjötrafikrutterna mycket nära varandra, så rutterna är inte helt entydiga. Fartygstrafiken i området under isfria månader 2022 illustreras med en värmekarta baserat på AIS-data i figuren (Figur 8-52).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

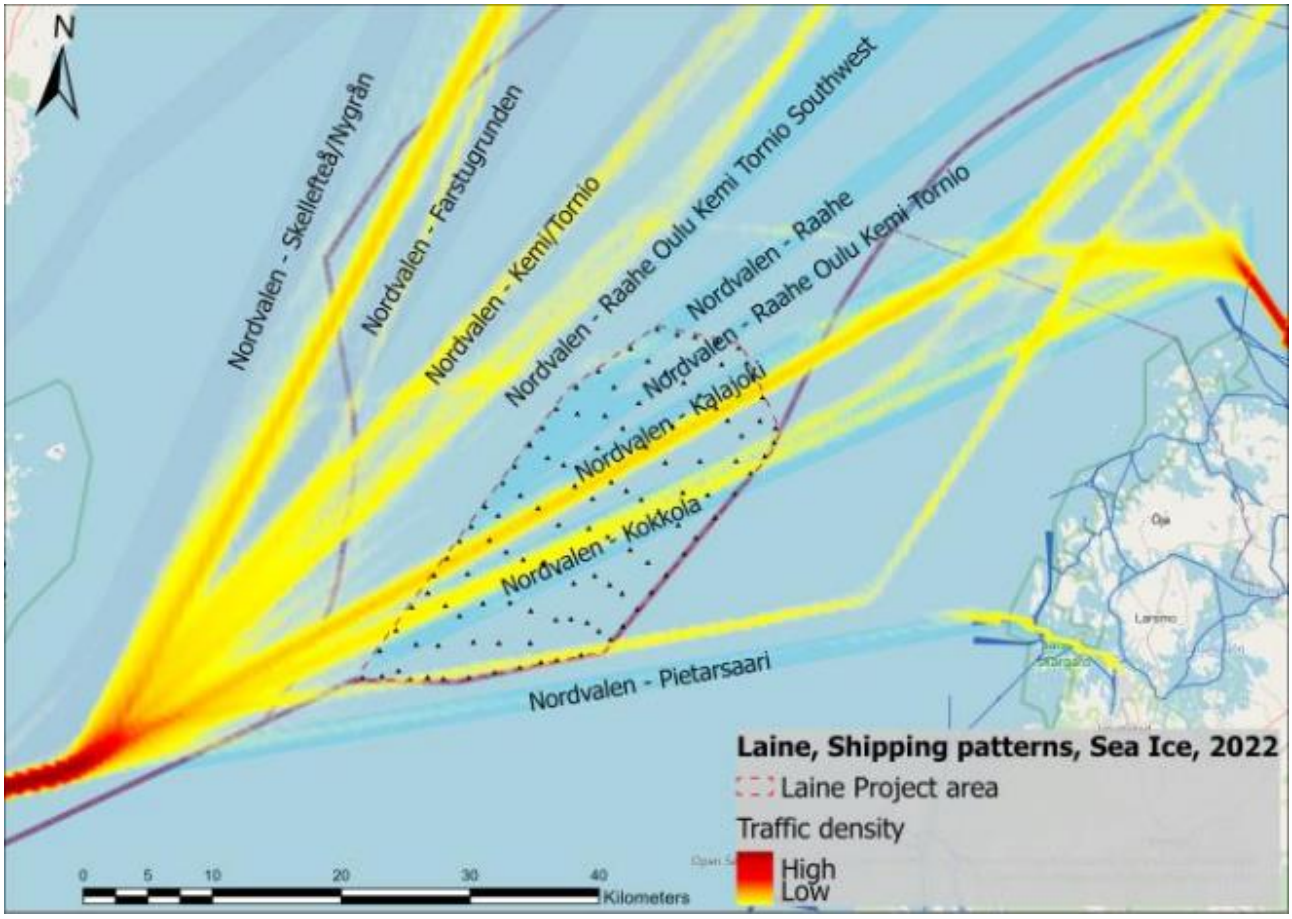


Figur 8-52. Värmekarta över de rutter som används av sjötrafiken runt Laine-projektområdet under den havsisfria perioden 2022 (maj–december). Hög trafiktäthet i rött och lägre trafiktäthet i gult i diagrammet. (Sweco 2023a, bilaga 5).

Figuren (Figur 8-52) visar att under den havsisfria perioden var sjötrafiken relativt väl fördelad längs de sjötrafikrutter som identifierats i Havsplanen 2030. Under den isfria perioden kan fartygstrafiken använda de kortaste möjliga rutterna, vilket förklarar de högre volymerna på populära rutter. En betydande mängd fartygstrafik passerade genom vindkraftsområdet på sjötrafikrutten Nordvalen-Karleby. Det finns också fartygstrafik på de övriga sjötrafikrutterna genom området, även om den är mycket mindre. Den livligt trafikerade sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad går nära den södra/sydöstra gränsen till Laine-vindkrafts-området, och den nordvästra farleden av Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi går nära den nordvästra gränsen till Laine. Den livliga huvudrutten Nordvalen-Kemi går längre bort från området.

Havsisen har en betydande inverkan på de rutter som används för sjötrafik. Då måste fartygen följa Trafikledsverkets föreskrifter om trafikrestriktioner och rutter, annars har de inte rätt till isbrytarassistans (utom i nödsituationer). Påverkan på rutterna är också tydligt märkbar i det granskade området under havsismånaderna (januari–april). Fartygstrafiken i området under havsismånaderna 2022 illustreras med ett färgdiagram baserat på AIS-data i figuren (Figur 8-53).

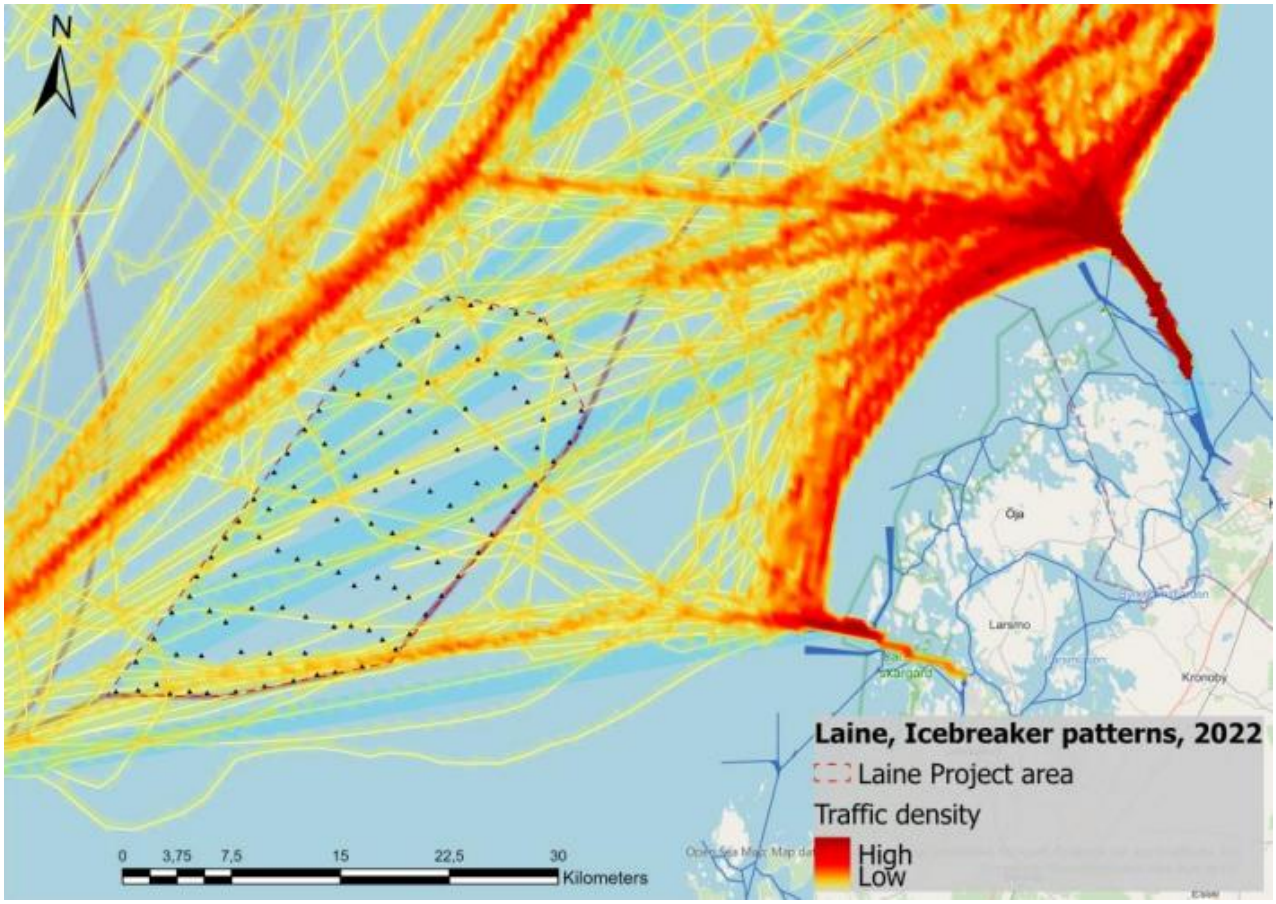
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-53. Färgdiagram över de rutter som används av sjötrafiken runt Laine-projektområdet under havsismånaderna 2022 (januari–april). Hög trafiktäthet i rött och lägre trafiktäthet i gult i diagrammet. (Sweco 2023a, bilaga 5).

Figuren (Figur 8-53) visar att 2022, när det fanns havsis, var sjötrafiken något mer utspridd och inte längre följde de sjötrafikrutter som identifierats i Havsplanen 2030. Under havsismånaderna minskade trafiktätheten på sjötrafikrutterna Nordvalen-Kemi och Nordvalen-Karleby jämfört med den havsisfria perioden. I synnerhet ökade trafiktätheten på sjötrafikrutten Nordvalen-Kalajoki avsevärt då det förekom havsis. Totalt sett flyttade sjötrafiken betydligt närmare den finska kusten då det förekom havsis. Denna förändring kan förklaras genom att granska isbrytarnas rörelser i området (Figur 8-54). Under 2022 passerade sammanlagt 11 olika isbrytare området och gjorde 137 genomgång. Isbrytarna gjorde sammanlagt 21 genomgång i Laine-vindkraftsområdet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-54. Färgdiagram över isbrytarnas rutter i närheten av Laine-vindkraftsområdet 2022. Förklaringar till diagrammet: Icebreaker patterns = isbrytarnas rutter, Project area = området för vindkraftsparken, Traffic density = trafiktäthet, High = hög, Low = låg. (Sweco 2023a, bilaga 5)

Baserat på AIS-data är det uppenbart att en del sjötrafik kommer att behöva hitta en ny rutt när projektet är etablerat. Utgångspunkten är att fartygstrafik i vindkraftsparkens område inte är tillåten för handelsfartyg och att en utvald rekommendation om säkerhetsavstånd (t.ex. PIANC) tillämpas på kanten av vindkraftsområdet. Baserat på AIS-data för 2022 gjorde 673 fartyg genomgång inom vindkraftsområdets gränser under perioden för havsis (cirka 5,6 fartyg/dag) och 1 061 fartyg under den havsisfria perioden (cirka 4,3 fartyg/dag). Med hänsyn tagen till de individuella rekommendationerna om säkerhetsavstånd enligt PIANC:s anvisning gjorde 735 fartyg genomgång under perioden för havsis (cirka 6,1 fartyg per dag) och 1 176 fartyg under den havsisfria perioden (cirka 4,8 fartyg per dag). År 2022 skulle dessa fartyg därför ha varit tvungna att välja en annan rutt om Laine redan hade etablerats. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

Etableringen av den havsbaserade vindkraftsparken Laine skulle leda till förändringar i sjötrafiken och trafikmodellen. Möjliga scenarier för omläggning av rutter är att trafiken flyttas till sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad, dvs. den sydöstra omvägen, och den nordvästra omvägen. Den sydöstra omvägen skulle förmodligen användas åtminstone av fartyg mellan Nordvalen och Karleby, eftersom där förlängs resan minst. Hamnar norr om Karleby skulle förmodligen använda den nordvästra omvägen för att minimera förlängningen av resan. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

Förutom flyttningen av den nuvarande fartygstrafiken ska man i området beakta prognoser för framtida sjötrafik. Traficom har tagit fram prognoser för sjötrafiken fram till 2060. Enligt prognosen kommer Finlands totala sjöfartsexport att vara cirka 9 procent större fram till 2060 än 2021. Den totala importen i sin tur väntas bli cirka 19 procent större. Det finns dock betydande osäkerheter i utgångspunkterna för

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

trafikprognoserna på grund av stora förändringar i verksamhetsmiljön. *(Traficom 2022)* Det finns flera orsaker till ökningen av andelen trafik och större fartyg. Till exempel tillåter djupgåendet i Uleåborgs sund och en ökning av djupgåendet i Ajosfarleden i Kemi större fartyg. Behovet av sjötransporter till hamnen i Ajos ökar betydligt när Metsä Groups nya bioproduktfabrik blivit klar. Förändringen kan dock även ses som en ökning av fartygens storlek och inte nödvändigtvis som ett ökat antal fartyg. Detta kan även gälla i omgivningarna till vindkraftsparken Laine. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

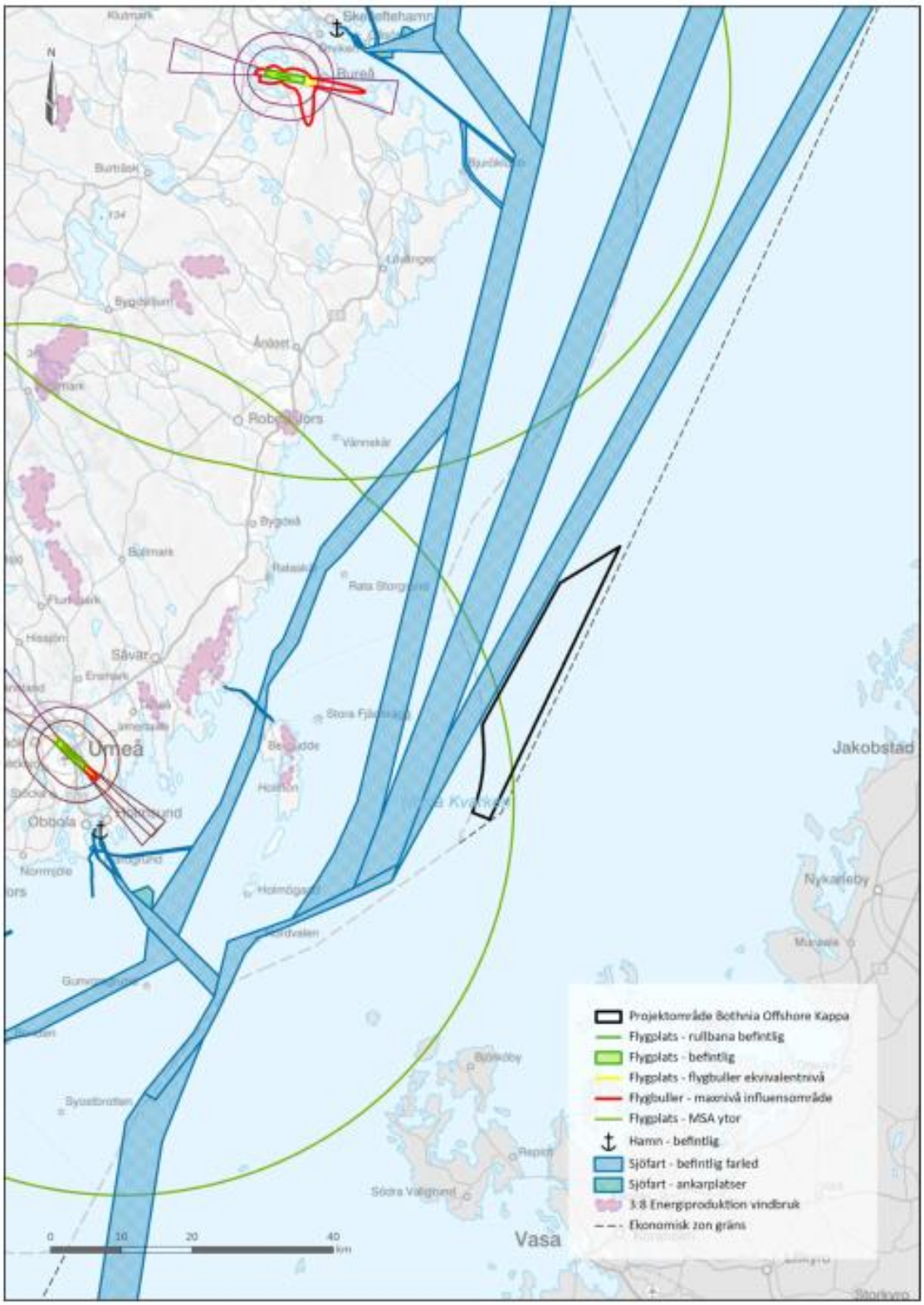
Även andra planerade havsbaserade vindkraftsparker på den svenska sidan (Figur 8-50) har eventuellt påverkan på sjötrafiken i Laines närområde. Av projekten förväntas speciellt vindkraftsparkerna Kappa och Aurum på den svenska sidan få konsekvenser för Laine. Vindkraftsparken Kappa har planerats i Sveriges ekonomiska zon på endast etthundra meters avstånd från Laines västra gräns. Aurum är planerad längre bort mot nordväst på cirka 16 kilometers avstånd från Kappas västra gräns. Bygget av Kappa och Aurum skulle innebära att en betydande del av trafiken till de nordligare hamnarna i Bottniska viken skulle koncentreras till området mellan dessa i Sveriges ekonomiska zon. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

8.10.3 Sveriges sida

I figur (Figur 8-55) visas större farleder, ankarplatser och hamnar på den svenska sidan av Laines projektområde. Väster om projektområdet Kappa finns en farled samt MSA-zonen för Umeå flygplats i den sydvästra delen av Kappas projektområde. Farleden Nordvalen-Kemi går parallellt med Kappas projektområde i nord-sydlig riktning på dess västra sida. Avståndet från den yttersta linjen i Kappas projektområde till farleden är cirka 500 meter. Väster om området finns dessutom flera farleder av riksintresse.

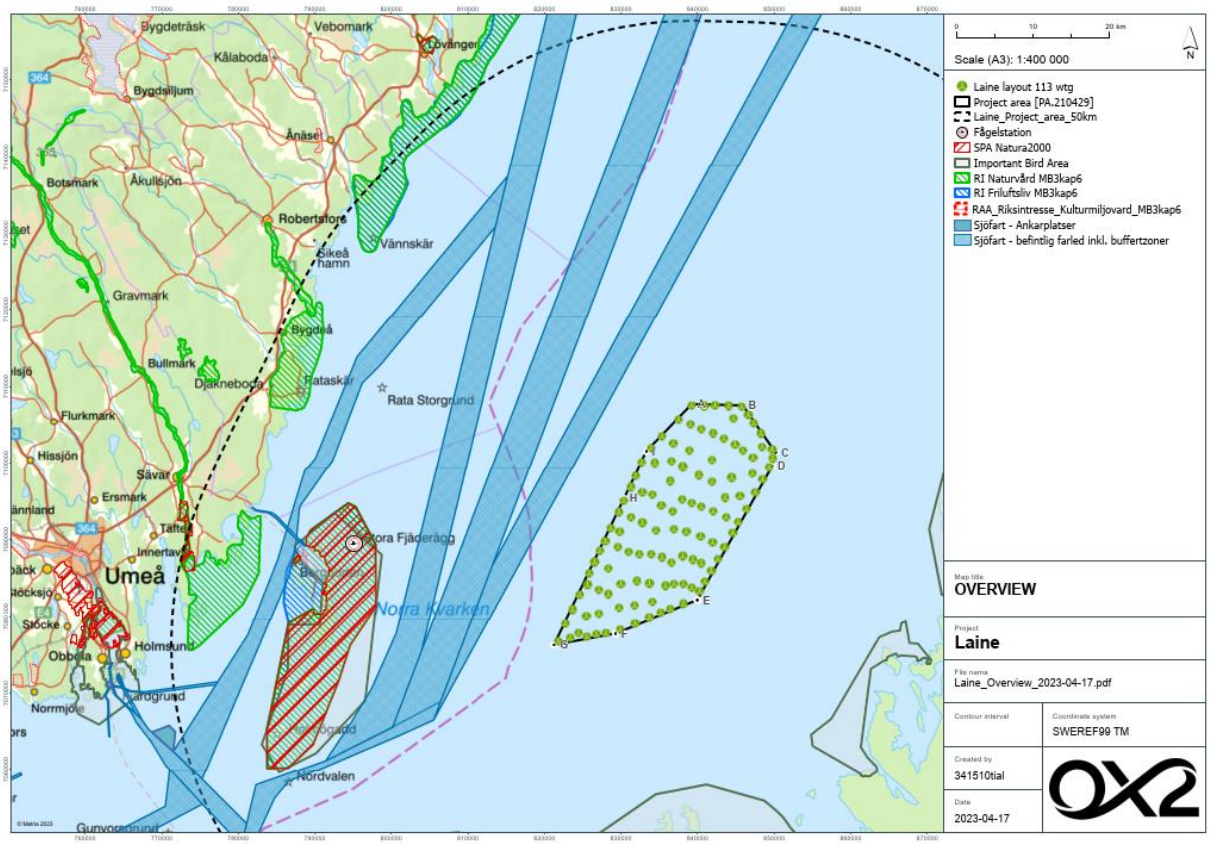
Den svenska försvarsmakten har inga utsedda områden som är av riksintresse för försvaret i Kappas projektområde eller i anslutning till det.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-55. Sjötrafik, fyrar, ankarplatser och hamnar i Sveriges havsområde (Trafikverket, 2021; HELCOM, 2016). (Källa: Njordr Offshore Wind AB 2022)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 8-56. Sjöfartsområden och ankarplatser på den svenska sidan. (OX2)

8.11 Luftfart

8.11.1 Den finska sidan

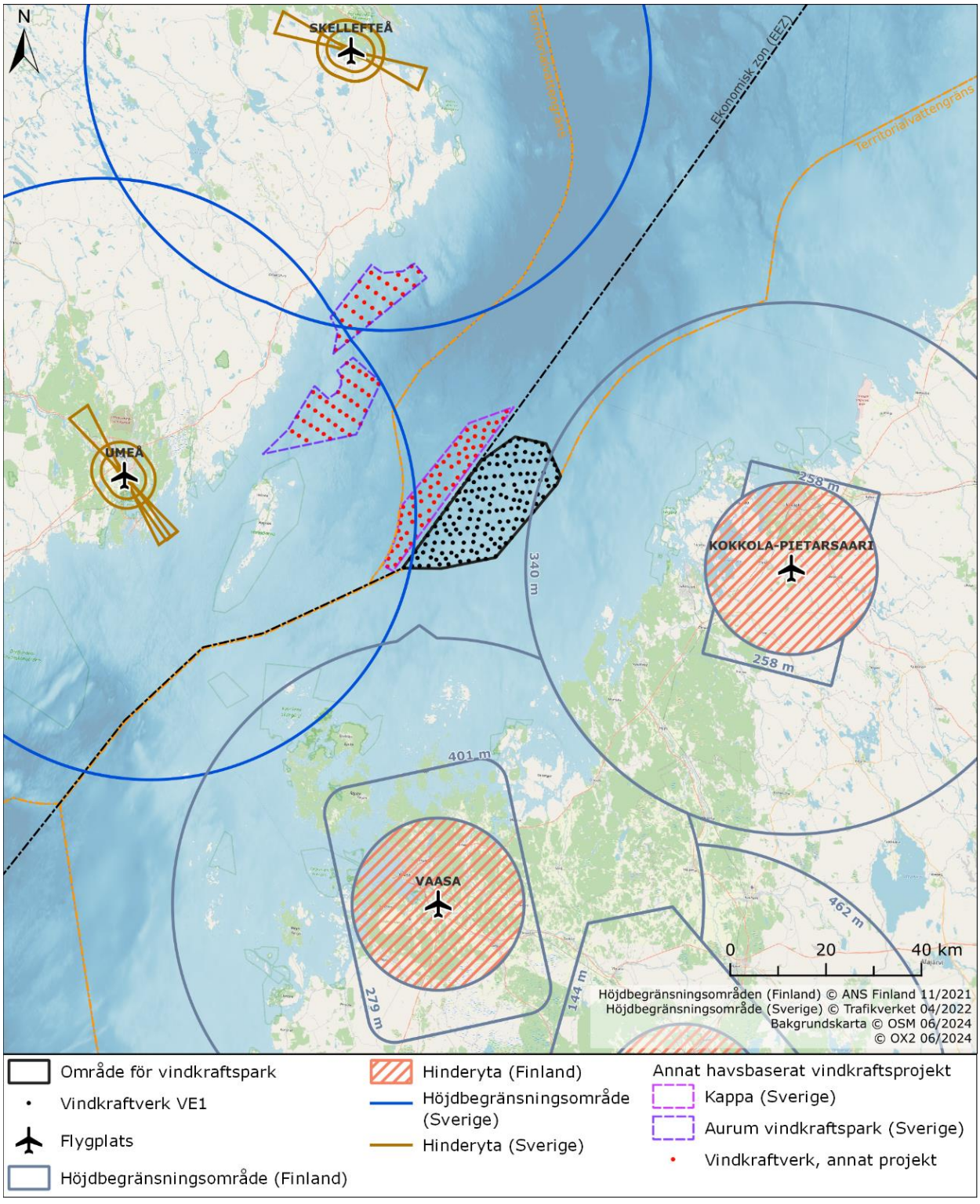
Den havsbaserade vindkraftsparkens område ligger som närmast på cirka 51 kilometers avstånd från Karleby-Jakobstads flygplats. Vindkraftsparkens nordöstra hörn sträcker sig till flygplatsens hinderyta (*Traficom 2023*). Avståndet till Vasa flygplats är som närmast cirka 67 kilometer och vindkraftsparken Laine ligger inte i dess hinderyta.

Närmaste oövervakade flygplats ligger i Kauhava, cirka 85 kilometer från vindkraftområdet, och näst närmaste flygplats, Kalajoki, på cirka 91 kilometers avstånd.

Begränsningsområden i luftrummet är R-området eller begränsningsområdet (restricted area), P-området eller området förbjudet för luftfart (prohibited area), områden med förbud mot flygfotografering enligt territorialövervakningslagen och UAS-luftrumszoner med förbud eller begränsning. R-områden är grundade för att skydda Försvarsmaktens verksamhet, P-områden är grundade för att skydda viktiga områden för staten eller industrin. Med flygfotograferingsförbudsområden skyddas Försvarsmaktens verksamhet. En del av luftrummet i Finland har reserverats som Försvarsmaktens begränsningsområden (R-områden, *Fintraffic ANS 2022*) och sådana områden finns ovanför Finlands territorialvatten och ekonomiska zon. Dessa områden aktiveras när deras användning så kräver. Det är obligatoriskt att söka tillstånd för att flyga i R-områden.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Vindkraftsområdets läge i förhållande till de närmaste flygplatsernas hinderytor visas i figur (Figur 8-57). Området för vindkraftsparken Laine sträcker sig i det nordöstra hörnet till Karleby-Jakobstads flygplats hinderyta och i det sydvästra hörnet till Umeå flygplats hinderyta.



Figur 8-57. Luftfartens hinderytor. (ANS Finland 2021)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

8.11.2 Sveriges sida

Umeå flygplats MSA-zon överlappar med projektområdet i områdets sydvästra del. Projektområdet överlappar som mest sex kilometer med MSA-zonen. En cirka 50 kvadratkilometer stor del av projektområdet ligger inom Umeå flygplats MSA-zon.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9 Bedömning av gränsöverskridande konsekvenser

Sammanfattningen av bedömningen av gränsöverskridande konsekvenser presenteras i detta dokument i enlighet med kontaktmyndighetens vägledning. I konsekvensbedömningarna har EU:s anvisning *"Guidance on the Application of the Environmental Impact Assessment Procedure for Large-scale Transboundary Projects*" (Europeiska unionen 2024) utnyttjats. Projektets gränsöverskridande konsekvenser samt både direkta och indirekta totala konsekvenser, har bedömts med hjälp av anvisningen. Vid bedömningarna av de totala konsekvenserna utnyttjas kvantitativa och kvalitativa bedömningar som gjorts inom olika delområden för att skapa en helhetssyn av projektets gränsöverskridande konsekvenser.

I följande stycken bedöms projektets eventuella gränsöverskridande konsekvenser för miljöns olika delområden, med fokus på sannolikt mest betydande konsekvenser. Dessutom beskrivs kortfattat de metoder som använts i konsekvensbedömningen och det material som samlats. De viktigaste separata utredningarna som gränsöverskridande konsekvenser har bedömts utifrån finns också som bilagor. Mer omfattande konsekvensbedömningar finns i del A av Finlands nationella MKB-dokument.

I följande stycken specificeras dessutom vilken typ av samverkande konsekvenser varje känt annat aktivt projekt skulle kunna ha med Laineprojektet. Viktiga konsekvenser som bedöms för samverkande konsekvenser är bland annat grumling av vattnet under byggtiden, undervattensbuller och störning i området och därigenom konsekvenser för den marina miljön, samt konsekvenser för sjötrafiken och att röra sig i området i rekreationsavsikt. Under drifttiden är konsekvenserna för landskapet, naturvärden, fiskbeståndet och fisket samt områdets rekreationsanvändning viktiga. I synnerhet har konsekvenser med större utsträckning bedömts, t.ex. effekterna på landskapet och fågelbeståndet. Vid konsekvensbedömningen bedömdes hur projekt i närområgivningen ökar eller minskar varandras konsekvenser. Dessutom har det gjorts en bedömning av hur eventuella konsekvenser kan lindras.

Vid bedömningen användes uppgifter om projekt i den närliggande miljön och i utredningar och konsekvensbedömningar som gjorts i dem. Som material har även utredningar som gjorts för landskapsplanläggning använts.

Konsekvensbedömningen har genomförts av en expertgrupp bestående av finska och svenska experter. Experterna finns listade i början av detta dokument under punkten "MKB-arbetsgrupp". Konsekvensbedömningen har gjorts som expertarbete i samarbete mellan experter inom olika områden, delvis med stöd av simuleringar som gjorts (som simuleringar av vattenkvalitet, buller och skuggeffekt samt siktområdesanalyser och fotomontage).

9.1 Havsplan

Laineprojektet förverkligar strategiska mål i havsplanen för området (som energiproduktion) och funktionerna kan samordnas. Energiöverföringens sträckningar från projektområdet till fastlandet kan påverka under byggtiden, inklusive påverkan på sjötrafiken, fisket och kortvariga störningar för t.ex. rekreation.

Havsplanens roll i Finland är strategisk och styrande, den är inte en del av planeringssystemet för områdesanvändning och har ingen rättsverkan.

Laineprojektet bedöms inte uppnåendet av de strategiska mål som anvisats i Sveriges havsplan på den svenska sidan och övriga funktioner i havsområdet, som sjöfartsområden, kan samordnas med planerna i Laineprojektet. Havsbaserade vindkraftsprojekt planeras i nära samarbete med sjöfartsmyndigheterna, även på internationell nivå, och eventuella nackdelar för bland annat sjöfartsområdenas användbarhet förebyggs till exempel genom tillräckliga säkerhetsavstånd.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.2 Landskap och kulturmiljö

SAMMANDRAG

Landskap

- Konsekvenserna av vindkraftsparken Laine för landskapet sträcker sig långt, men vindkraftsparken ligger samtidigt långt från fastlandet. Landskapspåverkan är störst inom eller i omedelbar närhet av vindkraftsparken.
- Den planerade vindkraftsparken Laine är belägen på cirka 30 km avstånd från de yttersta öarna på den svenska sidan och på cirka 40–60 km avstånd från den största delen av kusten.
- Vindkraftsparken syns i horisonten från de närmaste delarna av ytterskärgården vid vissa väderförhållanden. Man kan konstatera att det stora avståndet mellan landskapet och vindkraftsparken bestämmer förändringens grad.
- Vindkraftsparken bedöms påverka landskapet med storleken från något negativt till måttligt negativt beroende på betraktningspunkten.
- Sjökabelalternativen eller vätgasledningen ger inte upphov till konsekvenser för landskapet.
- De vindkraftsparker som planeras nära gränsen till Sverige (om de får tillstånd och byggs) syns sannolikt tydligare från de närmaste betraktningspunkterna i Sverige än vindkraftverken i Laine, som ligger bakom dem.
- Världsarvet Höga kusten på den svenska sidan ligger på 127 kilometers avstånd från det närmaste vindkraftverket i vindkraftsparken Laine, och riskerar inte att utsättas för visuell påverkan från vindkraftsparken.

Kulturarv under vatten

- Inom den havsbaserade vindkraftsparken Laines område finns inga kända fornlämningar eller andra kulturarvsobjekt. Uppgifterna om fornlämningar i området preciseras i en marinarkeologisk inventering före byggnationen.
- Inga direkta eller indirekta konsekvenser uppstår för eventuella fornlämningsobjekt på den svenska sidan.

9.2.1 Konsekvensmekanismer och bedömningsförfaranden

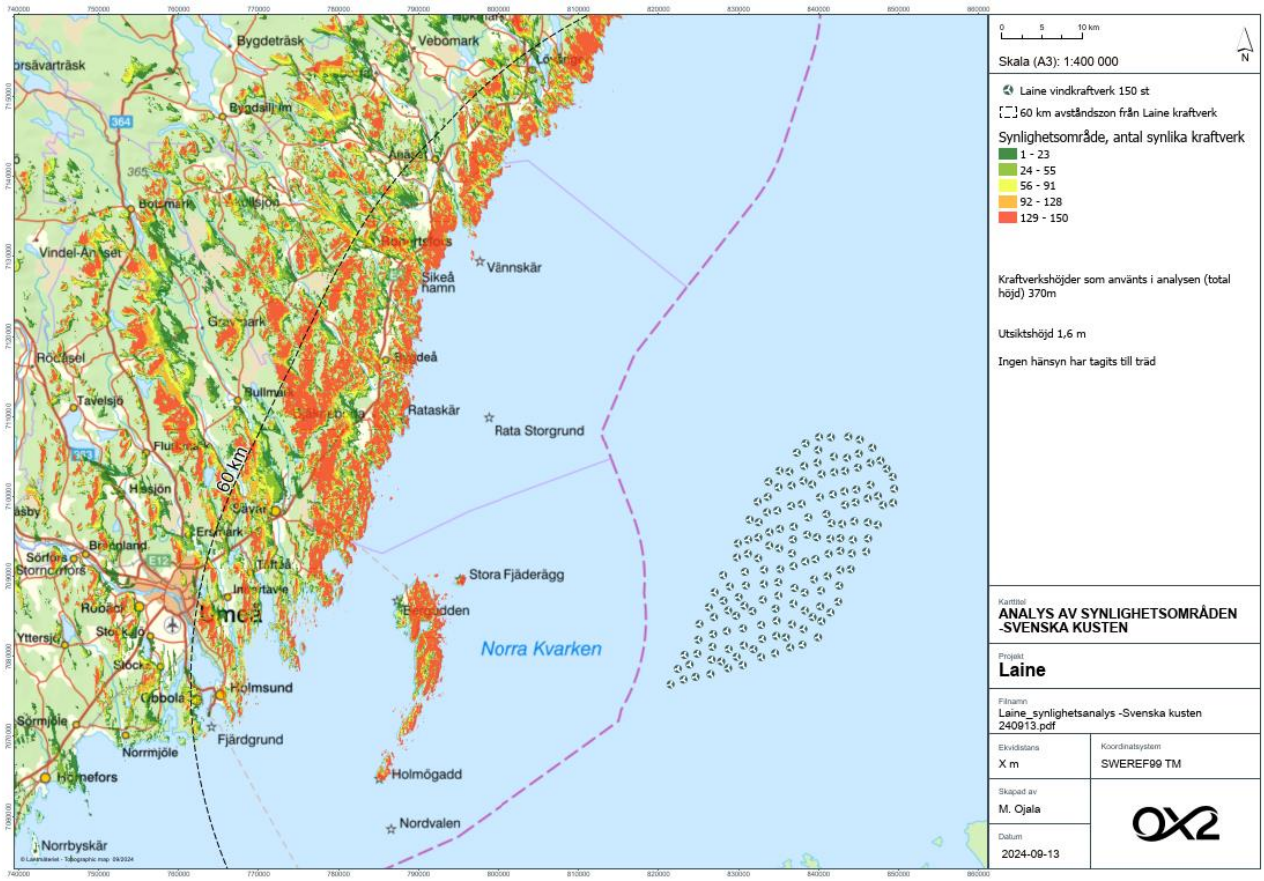
Bedömningen av konsekvenserna för landskapet och kulturmiljön på den svenska sidan baserar sig på projektets preliminära planeringsmaterial, kart- och flygbildsgranskningar, terrängbesök vid olika platser i Sverige samt befintliga utredningar.

I bedömningen ges en allmän bild av konsekvensernas inriktning, natur och betydelse. Några egna värderingar av landskapets värden, som landskapets "skönhet", görs inte för att bedömningen ska vara så objektiv som möjligt. Även samverkande konsekvenser med andra projekt och planer beskrivs verbalt och illustreras på motsvarande sätt med hjälp av datormodeller.

Granskningsområdet för landskapseffekter har i detta projekt fastställts till 35 km för havsvindkraftparken, vilket kan betraktas som ett teoretiskt maximalt siktområde (Figur 8-3). Även om kraftverken kan synas på längre avstånd (en enstaka bladspets kan ses på upp till 70 km avstånd vid goda siktförhållanden) är de visuella konsekvenserna för landskapsvärden eller olika miljötypers karaktär inte längre betydande på avstånd större än detta.

För konsekvensbedömningen gjordes en siktområdesanalys (Figur 9-1), med kartläggning av områden på den svenska sidan som har fri sikt mot kraftverken (*AFRY Sverige 2024,* OX2 2024). Konsekvenserna för landskapet har illustrerats med realistiska fotomontage från den svenska sidan. Bedömningen av landskapskonsekvenser på den svenska sidan presenteras i den separata bilagan 2 som innehåller metodbeskrivning, konsekvensbedömning, fotomontage och siktområdesanalysens bilder mer detaljerat.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-1. Siktområdesanalys från kusten på den svenska sidan i anslutning till vindkraftsparken Laine. I analysen uppstår siktområde även om bara en del av ett kraftverk syns. Allmänt har granskningsområdet för landskapskonsekvenser bestämts till 35 kilometer, detta kan anses vara det teoretiskt maximala siktområdet. En närmare figur finns i bilaga 2. (OX2)

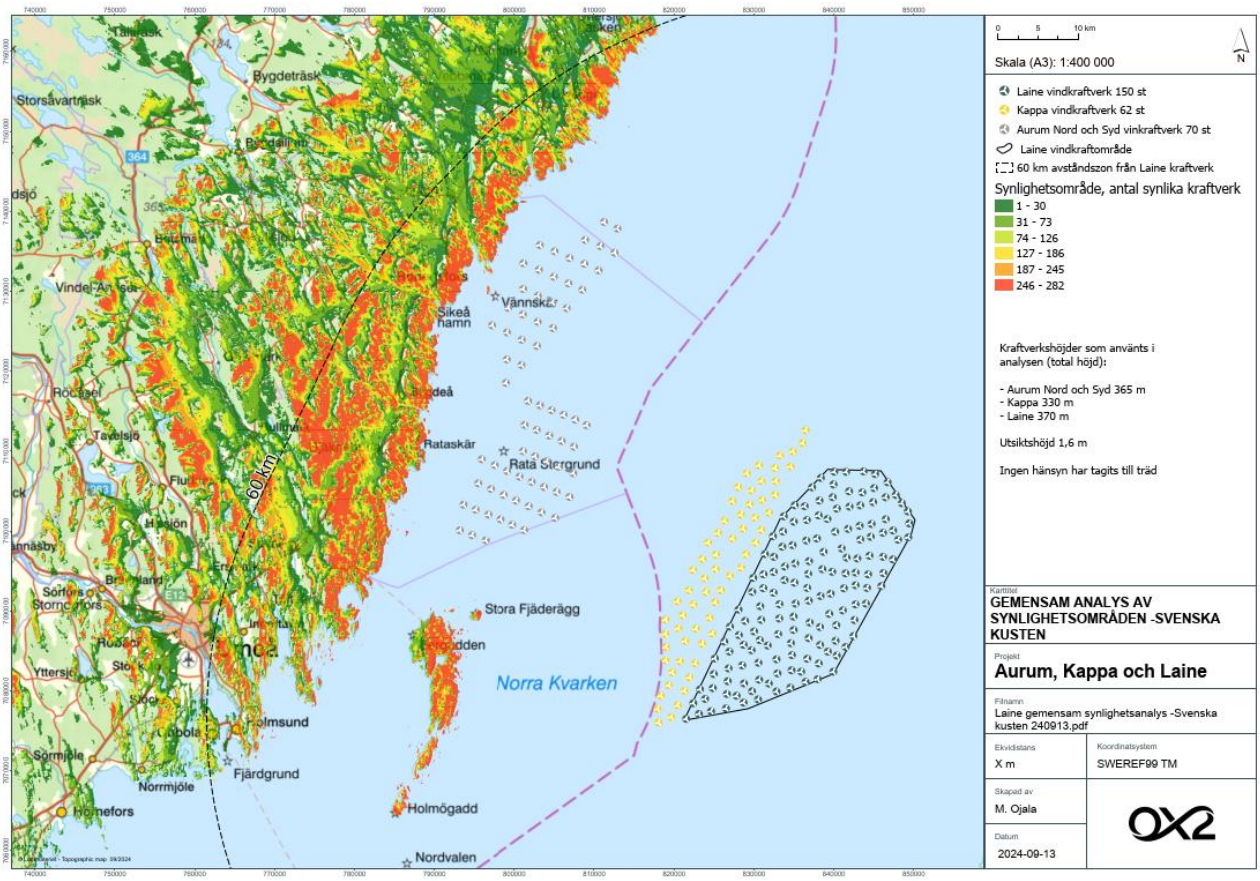
Syftet med siktområdesanalysen är att skapa en teoretisk bild av vindkraftsprojektet Laines synlighet i omgivningarna. För vindkraftsprojektet Laine utarbetades en separat siktområdesanalys för det internationella samrådet om projektets synlighet på den svenska sidan. Det gjordes två siktområdesanalyser, den ena för endast Laineprojektet och den andra för samverkande konsekvenser så att den utöver vindkraftsprojektet Laine också beaktade projekten Kappa samt Aurum Nord och Syd på den svenska sidan. Projektens placeringsplaner och de totalhöjder som använts i simuleringen visas i simuleringsbilderna (bilaga 2). De projekt som ingår i modellen valdes baserat på deras utvecklingsfas samt teoretiska synlighet till den svenska sidan i förhållande till Laineprojektet. Projekt där ingen aktiv utveckling sker eller som sett från Sverige inte bildar gemensamma vyer med Laine inkluderades inte i analysen.

Analysen har gjorts med geodataprogrammet ArcGIS. I analysen beaktades inte trädbeståndets skymmande effekt, det vill säga den har gjorts enligt maximipåverkansprincipen. I analysen är den totala höjden för Laines kraftverk den maximala höjden i MKB-processen, det vill säga 370 meter och i analysen bildas siktområde även om endast en del av kraftverket syns. Betraktningspunktens höjd är 1,6 meter och som höjdmodell har använts Lantmäteriverkets nationella höjdmodell 50 m. Analysens maximala avstånd är 100 km. Analysen har utarbetats för att visa projektens synlighet till landområden, så att synligheten till havsområden inte har beaktats även om kraftverk skulle synas dit. I simuleringen antas att vädret är klart så att kraftverkens synlighet är som bäst.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I siktområdesanalysen kan det ses att Laineprojektet syns till Holmöarna liksom till Sveriges fastland i Umeå, Robertsfors och Skellefteå kommuners östra kustområden. Sikten minskar med avståndet och mot inlandet.

I simuleringen av samverkande konsekvenser kan det ses att projekten närmare den svenska kusten ger upphov till större siktområden som sträcker sig längre in i inlandet (Figur 9-2). Skalfärgläggningen som illustrerar synliga kraftverk är relativ i förhållande till antalet kraftverk i varje analys, så det ska observeras att antalet synliga kraftverk i analysen av samverkande konsekvenser är större i olika färgskalor än i modellen som gäller endast Laineprojektet.



Figur 9-2. Siktområdesanalys från kusten på den svenska sidan i anslutning till vindkraftsparken Laine. En närmare figur finns i bilaga 2. (OX2)

9.2.2 Bedömning av konsekvenser

När projektet genomförs orsakas direkta landskapseffekter av vindkraftverkskonstruktionerna och i liten omfattning av de havsbaserade el- och vätgasstationerna. Sjökablar eller vätgasledningar till den finska kusten medför inga landskapseffekter under drift. I byggskedet är landskapseffekterna främst riktade mot projektområdena själva. Höga lyftkranar kan vara synliga också inom ett vidare område men deras inverkan är tillfällig. När byggfasen avslutats kommer vindkraftverken att synas inom ett stort område på grund av sin storlek och placering. Vyer mot projektområdet öppnas från öppna strandområden även på den svenska sidan. Vyer från omgivningarna mot vindkraftverken bryts av byggnader, konstruktioner och särskilt växtligheten. I t.ex. bebyggda och skogbevuxna områden finns det i allmänhet gott om element av denna typ som bryter långa siktaxlar.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Sjökablar eller vätgasledningar till den finska kusten medför inga landskapseffekter under byggnation eller drift.

I det följande finns ett sammandrag av rapporten om bedömning av landskapskonsekvenserna på den svenska sidan (*AFRY Sverige 2024*). Fotomontagen finns i bilaga 2.

I det följande beskrivs landskapets känslighet i granskningsområdet och de gränsöverskridande konsekvenser som vindkraftsparken Laine förväntas få på landskapet på den svenska sidan bedöms allmänt.

9.2.2.1 Landskapets känslighet

Granskningsområdet bedöms vara känsligt för flera synliga vertikala objekt, som vindkraftverk, som bryter horisontlinjen. Kraftverken urskiljs tydligt i det flacka och låga skärgårdslandskapet och påverkar därigenom vyer mot den obrutna horisonten. De vida vyerna gör dock trafiken i farlederna tydligt synlig, vilket sett ur vissa platser kan minska vindkraftens dominans något.

Skärgården erbjuder stora natur- och kulturvärden som värdesätts i rekreation och friluftsliv. Jämfört med sydligare skärgårdar är Norrbottens skärgård lugn, orörd och relativt obebyggd. Skärgårdens lugn karaktäriseras av bland annat att det finns få spår av mänsklig verksamhet, samt tysta områden. I ytterskärgården finns färre människor, och vindkraften är svår att se från fastlandet, men landskapet i ytterskärgården är känsligare för vindkraft till sin natur. Detta beror på att det finns få andra element på öppna havet som skulle bryta vyn mot havet. Människans aktiviteter på senare tid påverkar den här delen av skärgården minst.

I skärgården finns natur- och kulturmiljöer där förändringar sker långsamt. I dem påverkar synliga vindkraftverk upplevelsen mer eller mindre. Exempel på detta är öarna i Haparandas nationalpark, där det finns gamla fiskebyar. Moderna konstruktioner, som vindkraftverk, kan ses som motsats till den befintliga karaktären, vilket påverkar den nuvarande orörda skärgårdsmiljöns uttryck. Vindkraftverk kan också konkurrera med traditionella landmärken i området, som fyrar, vilket kan påverka orienteringen och uppfattandet av landskapet.

9.2.2.2 Vindkraftparkens visuella konsekvenser

Den planerade vindkraftsparken Laine är belägen på cirka 30 kilometers avstånd från de yttre öarna i Västerbottens kust och havsområde och på 40–60 kilometers avstånd från den största delen av kusten. Vindkraftsparken är synlig i horisonten på den närmaste landområdena, de yttre öarna, vid god sikt. Storleken på förändringen påverkas av avståndet mellan betraktningspunkten och vindkraftsparken. Se en närmare beskrivning av avståndets effekt på vindkraftsparkens synlighet i bilaga 2 kapitel 4.1.1.

Från Västerbottenskusten, som från fotopunkten Ratan/Ratansskär hamnar en stor del av vindkraftsparken under horisonten tack vare det stora avståndet. I dessa områden är den visuella påverkan mycket liten eftersom avståndet till parken och vegetationen på de yttersta strandområdena kan skymma vyerna mot horisonten.

Vindkraftsparkens visuella påverkan nattetid har illustrerats med fast rött flyghinderljus. Eftersom fotograferingspunkten Ratan ligger i den avlägsna zonen (40–60 km), syns vindkraftverkens maskinhus och flyghinderljusen som är monterade på dem över horisonten. Flyghinderljusen urskiljs som kluster av små röda ljuspunkter när siktförhållandena är goda. Längre ut från kusten, till exempel i Stora Fjäderägg, syns flyghinderljusen tydligare och skapar en större kontrasteffekt i förhållande till det annars öppna landskapet.

De yttersta öarna i havszonen har miljöer och landskap varifrån det öppnar sig en obruten vy mot horisonten och som har en egen karaktär. Från de yttre öarna, dit Holmöns skärgård hör, syns vindkraftsparken i en fokuserad del av horisonten, men inte i hela horisonten. I vyer, där vindkraftsparken syns vid goda siktförhållanden, som fotograferingspunkten Stora Fjäderägg, urskiljs kraftverkens blad från den

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

omgivande miljön, som upplevs som orörd och naturnära, och dessa egenskaper ses som värdefulla för rekreations- och friluftslivet. Från dessa platser ökar effekten av de visuella konsekvenserna, eftersom dessa områden är känsligare.

9.2.2.3 Samverkande konsekvenser

I omgivningarna till Laineprojektet planeras även andra havsbaserade vindkraftsprojekt som visas på kartan (Figur 3-3). Som det framgår av den kumulativa bilden från fotograferingspunkten Ratan (bilaga 2) så är vindkraftverken mycket närmare kusten klart synliga och ändrar därigenom landskapet från nuvarande. De vindkraftsparker som planeras nära gränsen till Sverige (om de får tillstånd och byggs) syns sannolikt mycket tydligare än vindkraftverken i Laine, som ligger bakom dem.

9.2.2.4 Konsekvenser för världsarvet Höga kusten i Sverige och Kvarkens skärgård i Finland

Höga kustens och Kvarkens skärgårds gemensamma världsarv utgör tillsammans en plats där man kan uppleva och förstå landhöjningen efter den senaste istiden. Världsarvet Höga kusten på den svenska sidan ligger på 127 kilometers avstånd från det närmaste vindkraftverket i vindkraftsparken Laine, och riskerar därmed inte att utsättas för visuell påverkan från vindkraftsparken.

En bedömning enligt IUCN:s guide av världsarvet Kvarken på den finska sidan finns i del A av det nationella MKB-dokumentet.

Som sammanfattning kan man konstatera att avståndet har en lindrande effekt på eventuell förändring i landskapsbilden vid den planerade vindkraftsparken. Vindkraftsparken bedöms påverka landskapet med storleken från något negativt till måttligt negativt beroende på betraktningspunkten. Kraftverkens blad syns under goda siktförhållanden närmast från de yttersta öarna i kustbandet, och konsekvensen är måttlig, eftersom den visuella påverkan kan konstateras stå i strid med öarnas speciella karaktär. Närmare kustbandet minskar den visuella effekten, vilket beror även på högre växtlighet och mindre landskapsrum i områden där det finns skog samt ålandskap och odling.

9.3 Marin miljö, fauna, marina däggdjur och fladdermöss

SAMMANDRAG

- Baserat på vattendragsmodelleringen som gjorts kommer belastningen av fasta substanser på vattnet, det vill säga grumlingseffekten, från anläggning av vindkraftverkens fundament och installationen av interna sjökablar och/eller vätgasledningar huvudsakligen att stanna inom vindkraftsparkens område med undantag för havsdeponeringen.
- Enligt simuleringen stannar det sediment som frigörs i samband med grävning av botten och deponering i huvudsak innanför vindkraftsparken, men fasta substanser transporteras i båda alternativen framför allt från deponeringsområdet även utanför vindkraftsparkens område, till några kilometers avstånd och därigenom kan små gränsöverskridande konsekvenser uppstå.
- Det finns ingen signifikant skillnad mellan VE1 och VE2 när det gäller påverkan på turbiditeten under anläggningsfasen. Det bör dock noteras att simuleringen för byggfasen har genomförts som överskattning med principen om maximal påverkan där hela vindkraftsparken byggs under en säsong med öppet vatten.
- Näringsämnen, främst fosfor, kan också frigöras från bottensedimentet under byggtiden, vilket ökar eutrofieringen lokalt. Skadliga ämnen har också påträffats i en del av sedimenten i projektområdet, och påverkan från dem kommer att minimeras i den mer detaljerade planeringen av byggandet av kraftverk och energiöverföringsvägar och deponeringen av muddermassor.
- Under driftsfasen är konsekvenserna relaterade till förändringar i strömmar, vågbildning och istäcke inom vindkraftsparksområdet som orsakas av både bottenbearbetning för vindkraftverkens fundament och kraftverksstrukturerna. Isfält rör sig i havsområdet och vindkraftsparken kan påverka deras struktur och rörelse. Detta kan också få konsekvenser på den svenska sidan.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

- Vätgasproduktionen orsakar också små lokala värme- och saltbelastningar i vindkraftverkens närhet eller vid centraliserad vätgasproduktion i närheten av vätgasstationerna på den finska sidan.
- Den förlust av ytvind som vindkraftverken orsakar har mer vittgående effekter på havsströmmar, skiktning, temperatur och transport av ämnen, och de sträcker sig utanför vindkraftparken ända till Sverige. De hydrodynamiska förändringarna till följd av vindkraftparken Laine bedömdes i huvudsak vara lindriga baserat på modelleringen, även om det kan finnas en tydlig lokal påverkan när det gäller skiktning söder om vindkraftparken på den finska sidan.
- Konsekvenserna under byggtiden för vindkraftsparkens naturtyper och vattenfauna bedömdes i båda alternativen (VE1 och VE2) som måttligt negativa. Området för den havsbaserade vindkraftsparken är stor och i området observerades hotade vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar och rev. Bottendjur med rörelseförmåga kan flytta till gynnsammare områden. Dessutom ska det observeras att ifrågavarande bottnar också förekommer brett i Bottenviksområdet utanför vindkraftsparken. Det förekommer ingen vattenvegetation i vindkraftsparkens djupa vattenområden och i kartläggningar observerades inga fastsittande bottendjur på vindkraftsparkens hårda bottnar. De förhöjningar högre än omgivande område som förekommer i området är därigenom rev närmast bara för sina geologiska egenskaper. Anläggandet av den havsbaserade vindkraftsparken bedöms inte ha skadliga effekter på en gynnsam skyddsnivå för naturtypen i Finland eller Sverige. Som en följd av att vindkraftverken byggs kan dock rev försvinna på den finska sidan, och preciserande kartläggningar bör genomföras under den fortsatta utvecklingen av projektet för att bättre kunna bedöma hur revmiljöerna bör beaktas.
- Under vindkraftsparkens drifttid kan fundamenten för havsbaserade vindkraftverk och eventuella kabelskydd (stenblock) skapa nya växtplattformar för arter som lever på hårda bottnar. Det kan dock ta flera år innan dessa nya livsmiljöer är helt koloniserade. Förändringar av strömmar kan i liten omfattning öka sedimentationen i vindkraftsparkens område och därmed bedömdes konsekvenserna för bottenfaunan som små och de begränsar sig till den finska sidan.
- Salthalten och värmebelastningen från vätgasproduktionen är så liten att den inte har någon inverkan på bottenfauna eller naturtyper.
- Konsekvenserna av sjökablarnas elektromagnetiska fält på bottenfaunan bedömdes som högst liten och de begränsar sig till den finska sidan.
- Projektets effekter på marina däggdjur (fördrivning på grund av buller) kommer huvudsakligen att uppstå under byggtiden och det finns ingen betydande skillnad mellan projektalternativen. Effekterna är tillfälliga och övergående och kan lindras genom bullerdämpande åtgärder (bl.a. bubbelskärmar, skrämmor). Inga konsekvenser uppstår för fladdermöss under vindkraftsparkens byggtid.
- I området för den havsbaserade vindkraftparken är migrationen av fladdermöss över havet sannolikt mycket liten, och den förväntas inte utgöra någon betydande risk för kollisioner i alternativ VE1 eller VE2. Fladdermössens huvudflyttstråk går söderut och följer öarna i Skärgårdshavet eller Kvarken. Som helhet bedömdes de gränsöverskridande konsekvenserna för faunan av vindkraftsparken som små.
- Konsekvenserna efter att driften upphört är liknande som konsekvenserna under byggnationen.

9.3.1 Konsekvensmekanismer och bedömningsförfaranden

Omfattningen och betydelsen av eventuella gränsöverskridande miljökonsekvenser varierar beroende på effekternas art och miljöförhållanden. T.ex. omfattningen av **spridningen av grumlighet och fasta substanser** som muddring och deponering ger upphov till samt **spridningen av näringsämnen** har utretts med hjälp av vattenkvalitetssimulering under konsekvensbeskrivningsskedet (*Niras 2023, bilaga 3)*. Även eventuella gränsöverskridande konsekvenser under drifttiden har bedömts (bl.a. undervattensbuller, förändrade ytströmmar samt vätgasproduktionens värme- och saltbelastning inklusive såväl distribuerad som centraliserad vätgasproduktion). De förändringar av strömmar som orsakas av fundamenten i den

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

havsbaserade vindkraftsparken har bedömts genom att simulera strömmarna i projektområdets närområde i nuläget och med konstruktionerna.

Även om simuleringsområdet inte direkt har sträckt sig till den svenska sidan, har simuleringen givit vägledande uppgifter om hur långt effekterna under bygg- och drifttiden kan sträcka sig i olika väderstreck, baserat på strömmarna. Alla simuleringar har gjorts med den kraftverks- och fundamenttyp som orsakar största möjliga konsekvens, för att komma fram till de maximala konsekvenser som projektet orsakar. Simuleringarna i sin helhet finns som bilaga till detta dokument (bilaga 3).

Direkta effekter orsakas inom området nära havsvindkraftsparken och sjökablarna bl.a. när **bottenfaunan** förändras på grund av muddring av havsbottnen och deponering av stenmaterial. Direkta bearbetningsarbeten på havsbottnen är inriktade på ett område av varierande storlek beroende på vilken grundläggningsmetod man väljer, men håller sig på den finska sidan. Indirekta effekter, t.ex. tillfällig grumlighet, sprider sig till ett större område beroende på var muddringen sker, bottnens kvalitet och vattnets strömning. Med muddring beror spridningen av fasta substanser som blandas upp i vattnet särskilt på sedimentets partikelstorlek, finare material följer lättare med vattnet och sprider sig längre, medan det grövre materialet snabbare sjunker ner i närheten av arbetsområdet.

Belastningen under byggnadsfasen beror på återsuspension av havsbottnens sediment till följd av byggnadsarbetena och eventuellt på suspension av finkornigt material i stenmaterialet som används för byggande. Byggnadsmaterialet kan också innehålla lösliga ämnen, t.ex. kväve som finns kvar av sprängämnet. Grunderna byggs av sprängsten, stenmaterial, stål eller betong som hämtas från andra platser. Det material som används för byggandet är sannolikt neutralt, dvs. nedbrytningen är långsam och inga betydande mängder skadliga ämnen eller näringsämnen löser sig i vattnet från stenen.

Muddringsarbetena leder till återsuspension av bottensedimentet och därigenom belastning av fast substans och näringsämnen. Sedimentet kan innehålla fosfor och kväve, syreförbrukande material samt organiska och oorganiska skadliga ämnen.

Sedimentets återsuspension och spridningen av finfördelat material samt näringsämnen (kväve och fosfor) under byggnadstiden har bedömts baserat på vattenkvalitetssimulering. Belastningsmängderna vid muddring, deponering och fyllning har beräknats på basis av den mängd material som muddras, bottens kvalitet och de arbetsmetoder som används, varefter transporten av substanser har bedömts kalkylmässigt med hjälp av simulering.

De muddringsmängder, muddringsmetoder, halter av näringsämnen och skadliga ämnen i sedimentet och deponeringsplatser som behövs som utgångsdata för simuleringen har klarlagts steg för steg, först på en allmän nivå under MKB-processen och uppgifterna preciseras under vattentillståndsfasen.

Som stöd för konsekvensbedömningen har provtagning av sediment och bottenfauna gjorts 2022 och 2023.

Projektets konsekvenser för **djur- och växtarter i havsområdet** har bedömts i fråga om eventuella gränsöverskridande effekter på grundval av uppgifter om projektets byggskede och en bedömning av inverkan på vattendraget samt erfarenheter från andra liknande projekt. Granskning och utvärdering av projektets konsekvenser har inriktats på fleråriga samhällen som anses vara viktiga för naturvärden och mångfald. Projektområdets undervattensnatur har utretts utifrån befintlig information och fältstudier under åren 2022 och 2023. Närmare undersökningar av undervattensnaturen har riktats till de mest värdefulla och mångskiftande områden som ligger i grundare områden. Utredningarna har omfattat kartläggningar av hotade växtarter som görs vid landföringsplatserna för kabelrutter och vätgasledningar, främst genom vadning, samt kartläggning av undervattensmiljöer i grunda områden inom det område som påverkas av rutterna genom drop-video och dykning. I vindkraftsparkens område har som metoder använts drop video, dykning samt när det gäller artbestånden på mjuka bottnar bottenfaunaprovtagning.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Vindkraftverkens fundament skapar nya växtplattformar för arter på hårda bottnar. Det tar emellertid flera år att kolonisera dessa bottnar och den eventuella ökningen av mångfalden i ett annars ganska monotont djupt havsområde beror på många faktorer, bland annat områdets artbestånd/vattnets salthalt, grundläggningssättet och materialet som används för inklädnad.

Under bedömningen av konsekvenser för marina däggdjur utreddes befintliga uppgifter om planeringsområdets och dess närområdes betydelse som utbrednings- och reproduktionsområde för gråsäl och östersjövikare (bland annat Naturresursinstitutets sälinventeringar). Även sälar beaktades under fågelinventeringarna, och alla observerade sälar registrerades i GIS. Den befintliga informationen om sälar har också kompletterats genom kontakt med en expert vid LUKE.

Som stöd för konsekvensbedömningen gjordes en 3D-modellering av spridning av undervattensbuller *(Niras 2023b*, bilaga 4) för att bedöma bullerpåverkan på fiskliv och marina däggdjur under byggnationen av den havsbaserade vindkraftsparken och bullerpåverkan från fartygstrafik under byggnationen och driften (underhåll) av den havsbaserade vindkraftsparken. Bullerpåverkan från byggnationen av energiöverföringsrutterna behandlades inte separat i bullermodelleringen, och dessa har bedömts genom expertbedömningar.

För bedömningen av konsekvenserna för marina däggdjur ansvarade en expert på marina däggdjur, deras livsmiljö och beteende.

När det gäller **fladdermöss** utreddes befintliga uppgifter från såväl den finska som svenska sidan och baserat på dem gjordes en expertbedömning om gränsöverskridande konsekvenser.

9.3.2 Konsekvenser under byggtiden

9.3.2.1 Havsbaserad vindkraftspark

Effekter på vattenkvaliteten

Nedan beskrivs effekterna under byggtiden för den havsbaserade vindkraftsparken och de potentiella deponeringsområden som planerats inom eller i närheten av parken.

Det bör noteras att bedömningen huvudsakligen baseras på vattendragsmodellering, som har överskattats på grund av antagandet att arbetena endast pågår under en säsong med öppet vatten. Det är troligt att vattendragsbyggandet kommer att fördelas över flera år, vilket också kommer att minska konsekvenserna. Man strävar efter att undvika upprepad grumling i samma område, och därmed kumulativa effekter, genom att bygga ett område av projektet i taget. Vad gäller sjökablar byggs fem sjökablar först på en sträckning, och eventuellt fem sjökablar till på en annan sträckning under följande säsong med öppet vatten. Påverkan från deponering kan också minimeras genom att endast använda ett område åt gången. Eventuella sediment som muddras på sjökabelsträckningarna kommer att deponeras i andra deponeringsområden än sediment som uppkommer vid installationen av kraftverken, på grund av de långa transportsträckorna.

Installationen av vindkraftverkens fundament och de havsbaserade elstationerna/vätgasstationerna, och elöverföringskablar och/eller vätgasrör kommer att kräva bearbetning av havsbottnen (muddring, utgrävning, eventuell sprängning) och deponering av sediment, vilket kommer att leda till att sediment blandas med vattnet. Detta återspeglas i grumlighet och spridning av fasta substanser i den marina miljön. I resultaten från modelleringen granskades grumligheten som varaktigheten för ökningen av koncentrationen av fasta substanser under beräkningsperioden, men ökningen av koncentrationen är inte nödvändigtvis kontinuerlig. En nivå på 10 mg/l är högre än den normala bakgrundsvariationen i området och representerar uppenbar grumlighet. En nivå på 100 mg/l indikerar en betydande grumlighet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I modelleringen antogs att det utgrävda materialet från den havsbaserade vindkraftsparken också kommer att deponeras inom området, fördelat på tre olika deponeringsområden 7, 8 och 9. Baserat på riskbedömningen av skadliga ämnen i sedimentet (nationella MKB-dokumentet bilaga 6) skulle deponeringsområde 4 också vara möjligt utanför den havsbaserade vindkraftsparken i norr, men detta har inte beaktats i modelleringen, utan ingår i denna konsekvensbedömning baserat på en expertbedömning. Influensområdet vid och kring deponeringsområde 4 kan uppskattas vara av samma storleksordning som den påverkan som modellerats för deponeringsområdena 7–9.

När det gäller gravitationsfundament är effekterna av grumling från havsbaserade vindkraftverk störst på grund av att bottnen bearbetas. I enlighet med principen om maximal påverkan har denna typ av fundament använts i vattendragsmodelleringen. Andra typer av fundament (pål-, fackverks- eller hybridfundament) bedömdes ha mindre påverkan. Mängden massa som ska grävas ut och jämnas ut i området för den havsbaserade vindkraftsparken, och därmed den belastning som släpps ut i vattnet, är av samma storleksordning för båda alternativen VE1 och VE2. Även om antalet kraftverk är lägre i VE2, är kraftverken större och därmed är även fundamentytan större. Volymen av bottenbearbetning vid installationen av anslutningskablar och elstationer är lägre.

Enligt simuleringen stannar det sediment som frigörs i samband med grävning av botten och deponering i huvudsak innanför vindkraftsparken, men fasta substanser transporteras i båda projektalternativen även utanför vindkraftsparkens område, till några kilometers avstånd och därigenom kan små gränsöverskridande konsekvenser uppstå. Områdena och varaktigheten för ökningar över 10 mg/l och 100 mg/l i ytnära och bottennära vattenlager visas i de bifogade figurerna (Figur 9-3 VE1 och Figur 9-4 VE2). Fler bilder finns i rapporten om modellering av turbiditetsspridning (bilaga 3).

En ökning till 100 mg/l av fasta substanser i vattenmassan med en varaktighet på en dag uppnås endast i ett litet område av vindkraftsparken nära deponeringsområdena. Kortvariga (6 timmar) ökningar på 100 mg/l sker i vattenpelaren över ett område på ca 3–14 km^2 och mycket mer omfattande nära bottnen, över ett område på ca 66–84 km^2 (Tabell 9-1). Haltpåverkan ≥10 mg/l sträcker sig till ett större område och överskrider vindkraftsparkens gränsen och kan därför på den västra sidan i liten omfattning sträcka sig till den svenska sidan. Totalt beräknas en kortvarig koncentrationsökning på 10 mg/l inträffa vid ytan på ett område av cirka 300 km^2 och nära botten på ett område av ca 430 km^2 (Tabell 9-1). I deponeringsområdena ökar vattnets innehåll av fasta partiklar till 10 mg/l eller mer, under totalt cirka 7–14 dagar.

Det är värt att notera att det eventuella deponeringsområdet 4, som inte har modellerats, skulle utvidga influensområdet norrut bortom området för den havsbaserade vindkraftsparken.

Tabell 9-1. Turbiditetsintensitet (10/100 mg/l), varaktighet (6h/2d) och utbredning (km^2) (Niras 2023a, bilaga 3). *) d = dag.*

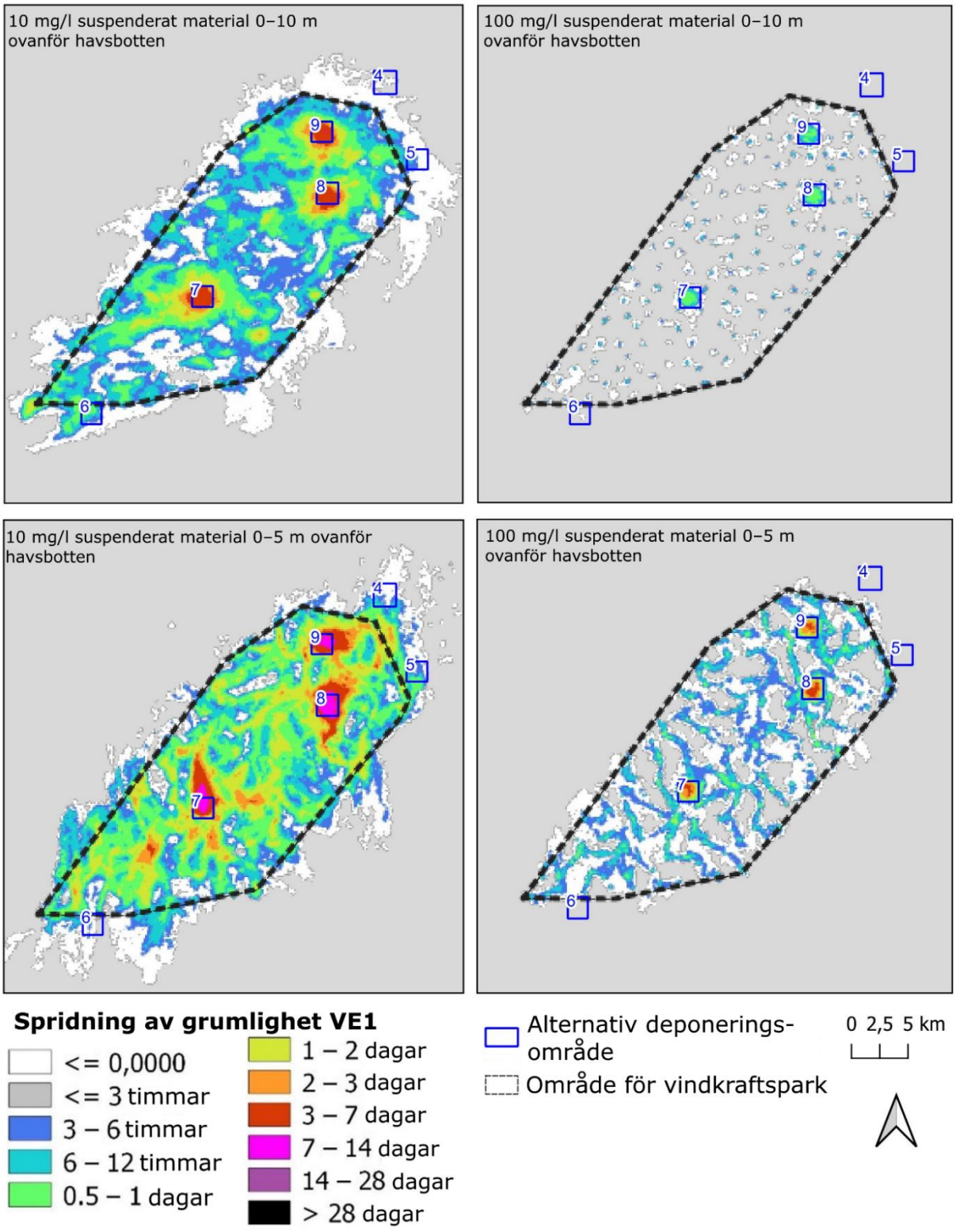
	VE1				**VE2**			
	10 mg/l		**100 mg/l**		**10 mg/l**		**100 mg/l**	
Vattendjup/grumlingens varaktighet och omfattning	6 h	2 d	6 h	2 d	6 h	2 d	6 h	2 d
0–10 m	296	18	12	-	297	22	14	-
10–20 m	63	2	4	-	76	4	4	-

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

	VE1				VE2			
20–30 m	55	0,8	4	-	59	4	3	-
30–40 m	195	4	14	-	202	2	13	-
botten + 5 m	428	46	84	5	425	36	66	5

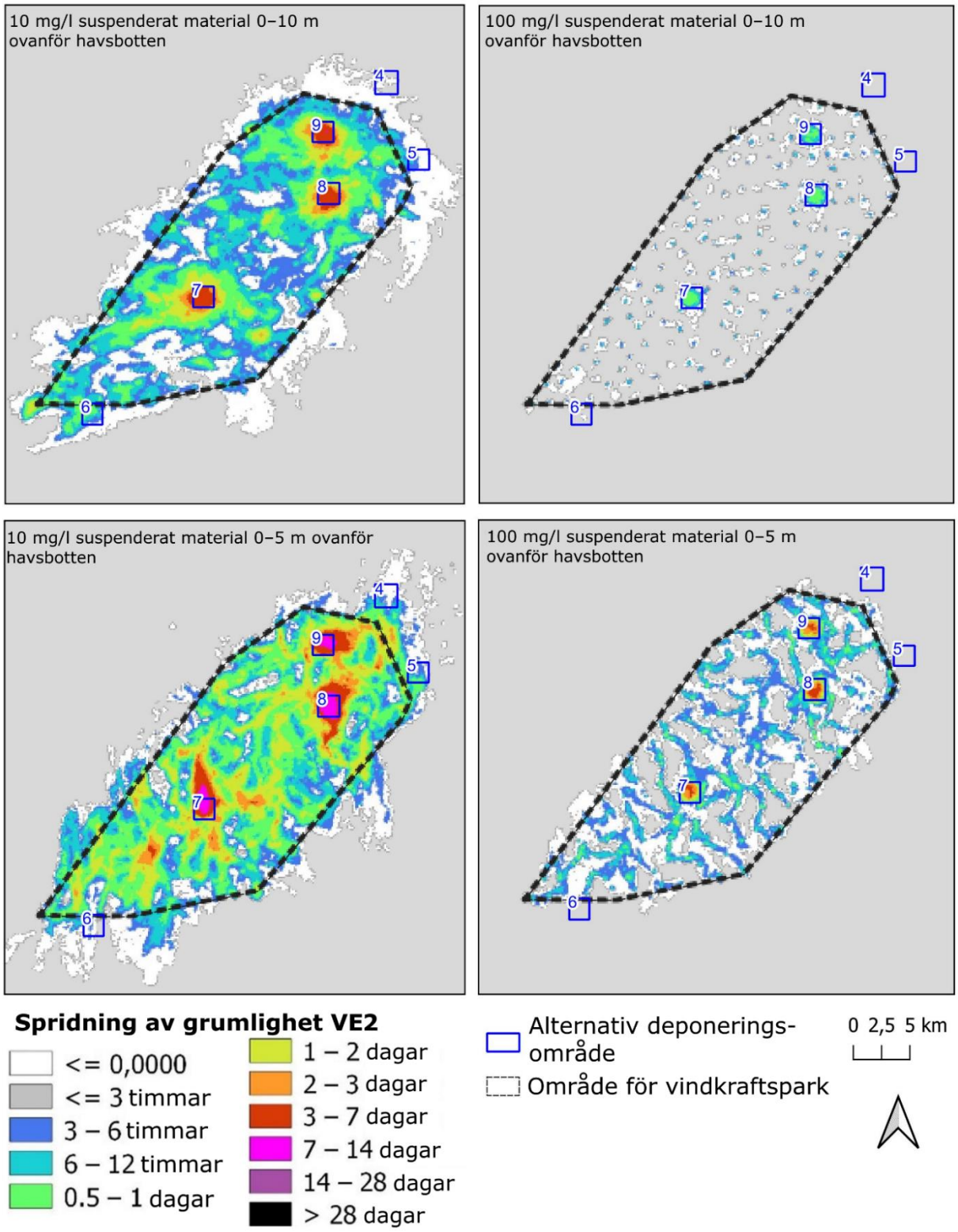
I alternativ VE2 är grumlingseffekterna och områdena något större än i alternativ VE1. Det finns dock ingen betydande skillnad mellan alternativen i byggskedet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-3. VE1: Varaktighet för sedimentkoncentration ≥10 mg/l (till vänster) och ≥100 mg/l (till höger) i de översta 10 m (figuren överst) och de nedersta 5 m (figuren nederst) av vattenpelaren. (Niras 2023a, bilaga 3). Obs! Figuren visar den maximala omfattningen av påverkan om allt byggarbete skulle utföras under en säsong med öppet vatten.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-4. VE2: Varaktighet för sedimentkoncentration ≥10 mg/l (till vänster) och ≥100 mg/l (till höger) i de översta 10 m (figuren överst) och de nedersta 5 m (figuren nederst) av vattenpelaren (Niras 2023a bilaga 3). Obs! Figuren visar den maximala omfattningen av påverkan om allt byggarbete skulle utföras under en säsong med öppet vatten.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I vindkraftsparkens område består sedimentets ytskikt huvudsakligen av mjuka finkorniga jordarter och sedimentbundna ämnen kan frigöras i samband med bottenbearbetning och deponering. Koncentrationen av näringsämnen kan stiga i vattnet under arbetets gång, och särskilt fosfor är ofta bundet till fasta substanser. Endast en liten del av näringsämnena beräknades dock vara i en form som är direkt användbar för primärproducenter, och grumlighet minskar också mängden ljus i vattnet, så muddringens eutrofieringseffekter är i allmänhet små även när det gäller gränsöverskridande effekter.

Skadliga ämnen som är bundna till sediment kan lösas i havsvattnet under byggtiden. Sedimentundersökningar har visat att sedimenten främst är förorenade av nickel och oljekolväten, särskilt i den norra delen av den havsbaserade vindkraftsparken (nationella MKB-dokumentet bilaga 6). Dessutom är arsenikkoncentrationerna i sedimentet förhöjda på grund av naturliga faktorer (se närmare del A och bilaga 6 till det nationella MKB-dokumentet). Lösning av skadliga ämnen minimeras genom noggrann planering av deponeringen, och därmed bedöms det inte uppstå mer än högst mycket små negativa gränsöverskridande konsekvenser kopplade till sedimentets kontamination.

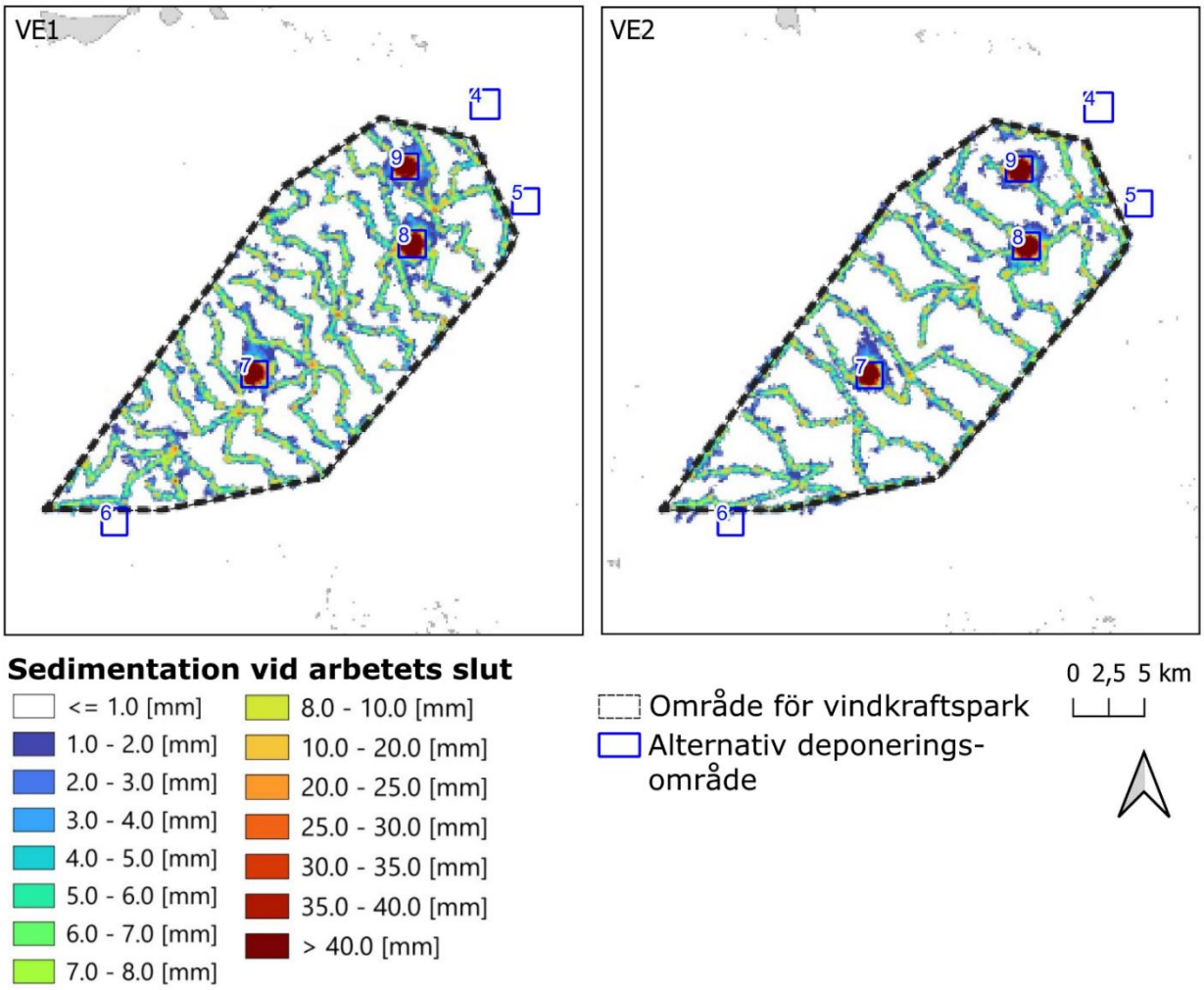
Ökad sedimentering

Vid muddring och deponering sjunker sedimentpartiklar som blandats med vatten tillbaka till bottnen. Ju finare bottenmaterial och ju starkare strömmar, desto längre bort transporteras och sjunker sedimentet.

Enligt vattendragsmodelleringen kommer sediment som förflyttas av utgrävningen och deponeringen i den havsbaserade vindkraftsparken att deponeras med en tjocklek på mer än 1 mm i närheten av anslutningskablarna och elstationerna. Totalt visar modelleringen att sedimentering på mer än 1 mm sträcker sig över ett område på cirka 195 km^2 i alternativ VE1 och 177 km^2 i alternativ VE2. Inom vindkraftsparken kommer cirka 3–4 cm sedimentering att uppstå i och runt deponeringsområdena och ≤1 cm längs anslutningskablarna (Figur 9-5). Totalt kommer cirka 1 cm sedimentering att uppstå över cirka 31 km^2 i alternativ VE1 och cirka 28 km^2 i alternativ VE2. Sedimenteringseffekten är därmed något lägre i alternativ VE2 på basis av antalet utgrävningar som beräknas utifrån kraftverkets dimensioner och sedimentets kvalitet och därmed sedimentbelastningen, men det finns ingen betydande skillnad mellan de två alternativen. De gränsöverskridande konsekvenserna för sedimentation bedöms som mycket små.

I projektet EMODnet Geology *(EMODnet 2024)* har uppgifter om sedimenteringshastigheter i europeiska havsområden publicerats. För Kvarken och Bottenviken finns material från både Finland och Sverige, bland annat på basis av sedimenteringshistoriken av antropogena radionuklider (137Cs). Enligt materialet är den årliga sedimenteringen i havsområdet utanför Jakobstad och Nykarleby är <0,5 cm. Även enligt Mattila m.fl. *(2006)* är sedimentackumulationen i Bottenviken 3,5 mm/a (0,35 cm). På djupare ackumulationsbottnar kan sedimenteringen vara större. I ett begränsat område där den modellerade sedimenteringen under byggfasen överstiger 10 mm skulle detta alltså ungefär motsvara en mångdubbling av den årliga sedimenteringshastigheten på grund av byggarbetena, även om byggtiden på enskilda platser är mycket kortare.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-5. Sedimentering (mm) i området för vindkraftsparken (VE1 till vänster och VE2 till höger).

Påverkan på undervattensnatur och organismer

Påverkan på alger, vattenväxter, bottenlevande djur och naturtyper under byggtiden kommer att orsakas av muddring, deponering och byggnation, vilket kommer att leda till att livsmiljöer på bottnen förstörs och grumling av vattnet, samt en tillfällig ökning av fasta ämnen i vattenpelaren. Den mångfaldigaste havsnaturen i projektets influensområde ligger nära strandlinjen. Det finns också värdefulla områden på andra håll, såsom vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar och skyddsområden.

När det gäller gravitationsfundament är effekterna av grumling från havsbaserade vindkraftverk störst på grund av att bottnen bearbetas. I enlighet med principen om maximal påverkan har denna typ av fundament använts i vattendragsmodelleringen. Andra typer av fundament (pål-, fackverks- eller hybridfundament) bedömdes ha mindre påverkan.

När en havsbaserad vindkraftspark byggs mister man havsbotten, vilket innebär att bottenfaunan försvinner i området kring vindkraftverkens fundament samt från bottnar där sjökablar placeras eller grävs ut, eller där deponeringsområden anläggs. Cirka 0,24 km^2 havsbotten kommer att gå förlorad under kraftverkens fundament (cirka 0,05 % av parkens yta), cirka 3,2 ha under de havsbaserade elstationerna och cirka

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

4 km^2 havsbotten under deponeringsområdena inom den havsbaserade vindkraftsparken. Dessutom orsakas störningar eller förändringar av bottnen under den havsbaserade vindkraftparkens interna kabel-/vätgasledningssträckningar på en yta av högst 95 ha. Trots den stora ytan på projektområdet bedömdes påverkan på bottenfaunan vara liten.

År 2022 förekom den starkt hotade livsmiljön vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar vid en punkt i området, och en större förekomst av naturtypen är möjlig. Rörliga arter kan dock söka sig till mer gynnsamma områden, och den observerade variationen mellan åren i förekomsten av vitmärla tyder på att naturtypen inte är stabil till sin karaktär. I förhållande till projektområdets storlek är nivån på bottenförlusten låg. Även i prov som tagits utanför projektområdet har mycket vitmärlor påträffats.

Grundläggningsarbetena kan orsaka skada på bottenlevande vattenlevande ryggradslösa djur samt vattenväxter då fasta substanser ökar i vattenpelaren och genom ökad sedimentering. Effekterna av muddring och installation av anslutningskablar är dock inte permanenta för faunan, utan tillfälliga till sin karaktär. Bottenfaunan i deponeringsområdena kommer till stor del att förstöras, men kommer att återvända till området när verksamheten avslutas och situationen stabiliseras när bottenfaunan återkoloniserar områdena. Området för den havsbaserade vindkraftsparken är huvudsakligen för djupt för att vattenväxter och makroalger ska trivas, och kartläggningar av området har inte heller visat på någon vattenvegetation. Bottenfaunan är artfattig.

Mängden sediment som grävs upp och frigörs i fall av VE2 är 7 % mindre än för VE1. I VE1 förekommer den mest utbredda och mest långvariga grumligheten 0–5 m över havsbottnen och den mest långvariga grumligheten (10 mg/l) förekommer nära deponeringsplatserna och varar i upp till två veckor. I VE2 är effekterna av sedimenteringen spridda över ett lika omfattande område och varar lika länge som i VE1.

I VE1 sprids sedimenteringen ca 300 m på båda sidor om sjökablarna inne i vindkraftsparken och överstiger inte 2 cm. I VE2 är sedimenteringspåverkan något mindre än i VE1, eftersom det finns färre kablar inne i vindkraftsparken. Sedimenteringen sprider sig på båda sidor om kablarna lika långt som i VE1 och den maximala sedimenteringstjockleken är också ca 2 cm. Sedimenteringen är störst i och kring deponeringsområdena, maximalt 4 cm. Sediment som deponeras ovanpå deponeringsmassorna kommer inte att ha någon negativ inverkan på bottenhabitat, eftersom de blir kvar under deponeringsmassorna. De vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar som observerades i den havsbaserade vindkraftsparken år 2022 förekom inte i de planerade deponeringsområdena. År 2023 observerades inga Vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar i den havsbaserade vindkraftsparken.

Med undantag för den del av havsbotten som upptas av havsbaserade vindkraftverksenheter och kablar återhämtar sig bottenfaunan relativt snabbt från störningar under byggtiden. Återhämtningen av bottenfauna efter exempelvis muddring har i allmänhet visat sig ta 1–3 år *(Vehanen m.fl. 2010)*, även om återhämtningen kan vara långsammare i djupare och mer stabila bottnar än i grundare, dynamiska områden. Även om bottenfaunan återvänder till området kan det ske förändringar i förhållandet mellan arternas förekomst, särskilt om kvaliteten på bottnen i området förändras, till exempel runt kraftverksenheterna. Stationära djur som livnär sig genom filtrering, till exempel musslor, påverkas mest av ökad sedimentering, men östersjömusslan som förekommer i området är inte särskilt känslig för ökade halter av fasta ämnen. Arten marenzelleria som är vanlig i projektområdet förväntas inte lida av den ökade sedimenteringen, utan snarare gynnas på bekostnad av känsligare arter, men detta förväntas inte ha någon betydande inverkan på det artfattiga och glesa bentiska samhället i projektområdet. Den totala skadan på bottenfaunan från grumlighet och ökad sedimentering bedömdes dock vara liten även för gränsöverskridande konsekvenser, utan några betydande skillnader mellan projektalternativen.

Dropvideokartläggningar som riktades till området för den havsbaserade vindkraftsparken visade att det inte växte några fastsittande alger eller bentiska organismer på de steniga ytorna av potentiella rev. Enligt VELMU-revmodelleringen förekommer inga rev i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine. De

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

upphöjningar av stenar och block som ligger högre än havsbottnen kring den havsbaserade vindkraftsparken är därmed rev främst till sina geologiska egenskaper, och har inte något större naturvärde jämfört med rev i grundare områden. Grumlighet, sedimentering och eventuella skadliga ämnen har ingen effekt på naturtypen rev, eftersom inga fastsittande arter observerades på dem. De kan dock vara viktiga för fiskbeståndet, eftersom fiskar kan dra nytta av reven som lekområden. Ytterligare undersökningar krävs dock för att fastställa de exakta lekområdena. Preciserande kartläggningar bör genomföras under den fortsatta utvecklingen av projektet för att bättre kunna bedöma hur revmiljöerna bör beaktas. Grumling och sedimentering från byggnationen av den havsbaserade vindkraftsparken kommer inte att spridas till skyddsområdena, och därmed kommer inga skadliga ämnen heller att spridas med sedimentet. Om byggandet fördelas över mer än ett år, kommer den årliga belastningen av fasta ämnen och sediment att vara mindre än de mängder som beskrivs i modellen. Att sprida ut belastningen av fasta ämnen över flera år i samma objekt kan ha en mer skadlig effekt på fisk som eventuellt leker i området än att rikta belastningen över ett enda år. Även om arbetet skulle pågå i flera år, kommer inget byggnadsarbete kopplat till bottenbearbetning att ske under mer än ett år på en och samma plats, eftersom projektet byggs färdigt område för område.

Konsekvenser för marina däggdjur och fladdermöss

De huvudsakliga konsekvenserna för marina däggdjur kommer att ske under byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken och sjökabelsträckningarna. Konsekvenserna under byggnationen kommer att vara tillfälliga och pågå under byggandet av vindkraftsparken och sjökablarna/vätgasledningarna. Buller under byggnationen (till exempel pålning) har större inverkan på marina däggdjur än buller under driften (*Madsen m.fl. 2006, Mooney m.fl. 2020, Han och Choi 2022*). Hörselskador kan uppstå om bullernivåerna överstiger 180 dB (re 1 µPa) och bullernivåer över 140 dB (re 1 µPa) upplevs som störande *(Nehls m.fl. 2007).* Olika tekniska lösningar kan dock användas för att påverka bullernivåerna och därmed minska konsekvenserna för marina däggdjur *(Nehls m.fl. 2007).* Lindring av skadorna för marina däggdjur diskuteras senare i detta avsnitt och potentiella synergier med andra närliggande projekt diskuteras också längre fram i detta avsnitt.

Effekterna av undervattensbuller på marina däggdjur har behandlats i den separata bilagan 4 *(Niras 2023b)* och en sammanfattning av resultaten presenteras här.

Modelleringsresultaten visar att om sälar befinner sig på ett avstånd av mindre än 100 m och 200 m från pålningsplatsen, när pålningen utförs med ett bullerdämpningssystem som motsvarar en dubbel bubbelridå och med en mjuk start- och förstärkningsfas, kan de också utsättas för permanent hörselskada och tillfällig hörselskada. På grund av de mycket korta påverkansavstånden är risken för hörselskador på sälar nästan noll, eftersom det är mycket osannolikt att marina däggdjur kommer att befinna sig mycket nära arbetsobjektet under byggarbetena.

Som en försiktighetsåtgärd har man antagit att sälar kommer att reagera på undervattensbuller från pålning på samma avstånd som tumlare (7,45 km i den aktuella modelleringen). Både östersjövikare och gråsälar kan förekomma i området för den havsbaserade vindkraftsparken, men eftersom avståndet till närmaste landstigningsplats för östersjösälar eller gråsälar är mer än 20 km från vindkraftsparken anses området inte vara av särskild betydelse för någondera av arterna. Detta stöds av det faktum att området för den havsbaserade vindkraftsparken har ett relativt lågt fiskbestånd, vilket innebär att det inte är ett särskilt bra födosöksområde för sälar. I projektområdet kan det förekomma reproducerande östersjövikare och gråsälar under våren i mars-april, om istäcket är tillräckligt. Det förväntas inte vara möjligt att installera fundamenten under perioder då havsis har bildats i projektområdet, och därför förväntas inte störningar för östersjövikare förekomma under den tid på året då marina däggdjur kan använda området. Om byggarbetena sammanfaller med sälarnas kutningstid anses byggarbetena dock ha en störande effekt på

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

sälarna. Byggarbetena kommer inte att ske samtidigt i hela området för den havsbaserade vindkraftsparken, utan området kommer troligen att byggas under flera år och koncentreras till ett visst område i taget. Därmed finns det på en stor havsyta områden för sälar där födseln kan ske utan störningar, men å andra sidan förlängs effekternas tidsmässiga varaktighet över flera år. Störningspåverkan bedöms som något negativ.

Beteendemässiga reaktioner på undervattensbuller kan variera från små förändringar i aktivitetsnivå till flyktreaktioner där individer undviker området helt och hållet. Sälarnas känslighet för beteendeeffekter bedömdes som måttlig, eftersom det förväntas att sälarna i viss utsträckning undviker influensområdet. Den teoretiska varaktigheten för pålning av fundamenten är cirka 5 månader (effektivt arbete). Detta förutsätter att ett fundament läggs per dag utan avbrott och att pålning utförs under 6 timmar per dag. Som nämnts är dock den totala installationstiden för fundamenten mer än 5 månader. Varaktigheten av den tillfälliga förlusten av livsmiljöer och beteendemässiga undvikande reaktioner anses dock vara kortvarig för båda arterna, eftersom sälarna kan återvända till området efter installationen av fundamenten.

Storleken och omfattningen av påverkan från pålningsbuller bedömdes vara något negativ, på grund av de relativt korta avstånden och det faktum att influensområdet inte är ett viktigt födosöksområde för östersjövikare eller gråsälar. Influensområdet är en relativt liten del av deras habitat, och effekterna på det är tillfälliga. Detta innebär att sannolikheten för beteendemässiga undvikande reaktioner är låg. Sammantaget bedöms konsekvenserna för sälar av undervattensbuller från pålning i projektområdet för Laine havsbaserade vindkraftspark vara små, utan någon gränsöverskridande påverkan på sälbestånden på kort eller lång sikt.

Byggnationen av en havsbaserad vindkraftspark omfattar inte bara byggande av vindkraftverkens fundament utan även bland annat installation av interna kablar/vätgasledningar och havsbaserade elstationer, och därför troligen även schaktning av havsbottnen, vilket kommer att generera undervattensbuller. Buller från schaktning under vattnet är kortvarigt och impulsaktigt, men ofta mycket intensivt och bredbandigt. Muddring och vattenspolning som behövs för installation av sjökablar/vätgasledningar bedöms ha betydligt lägre bullernivåer än schaktning.

Schaktning och sprängning under vatten kan orsaka ljudtrycksnivåer som är skadliga för tumlare och sälar. Baserat på undervattensmodellering i andra projekt och en utredning till trafikledsmyndigheten tyder modelleringen på att exponeringsavståndet för tillfällig hörselnedsättning vid schaktning under vatten kan vara cirka 1,5 km för tumlare och sälar, och exponeringsavståndet för permanent hörselnedsättning kan vara cirka 0,5 km *(Meriläinen & Lindfors 2018).*

Bullrets utbredning påverkas av vattnets djup, salthalt och temperatur i området och den stratifiering som uppstår på basis av dessa. Dessutom påverkar ljudets frekvens och förhållandena på havsbotten och havsytan ljudets reflektion och absorption. Förutom bullrets intensitet påverkas bullrets skadlighet av exponeringstid, fördelning av ljudenergi över olika frekvenser, bullrets kvalitet och artens individuella känslighet för buller.

Maximala flyktavstånd vid undervattenssprängningar kan vara upp till cirka 14 kilometer för både tumlare och sälar. De genomsnittliga exponeringsavstånden för schaktning genom sprängning är mindre än de som nämns ovan *(Meriläinen & Lindfors 2018).*

Sammantaget ansågs störningarna för marina däggdjur under byggtiden vara relativt små även för gränsöverskridande konsekvenser, eftersom projektområdet redan är utsatt för befintliga störningar och undervattensbuller (exempelvis från sjöfart), och det är osannolikt att det finns särskilt många marina däggdjur i området.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Om byggnationen av den havsbaserade vindkraftsparken skulle vara förknippad med sprängning under vatten ska mer detaljerad planering och vid behov modellering utföras under vattentillståndsfasen. Den fortsatta planeringen ska säkerställa att lämpliga avskräckande medel används för att flytta marina däggdjur tillräckligt långt från arbetsobjektet. Under de mest bulleralstrande arbetsskedena bör även lämpliga ljuddämpningsmetoder såsom bubbelridåer användas för att effektivt dämpa spridningen av undervattensbuller och därmed minska konsekvenserna. Konsekvenserna under byggtiden kommer att vara tillfälliga och övergående till sin natur, även om de beräknas pågå under flera säsonger med öppet vatten.

Fartygsbuller i samband med byggnationen kommer sannolikt att påverka sälar och deras beteende. Det kan till exempel orsaka förändringar i deras födosöksmönster i närheten av fartyg *(Richardson m.fl. 1995, Wisniewska m.fl. 2016)*.

Sälarnas känslighet för fartygsbuller bedömdes dock vara liten, eftersom effekten på deras beteende är begränsad och mycket kortvarig. Området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine eller närområdet på den svenska sidan har inte bedömts vara ett viktigt födosöksområde för vikare eller gråsälar, och undvikande reaktioner förväntas endast i fartygens omedelbara närhet. Storleken och omfattningen av påverkan från fartygsbuller bedömdes därför vara något negativ när det gäller gränsöverskridande konsekvenser. I konsekvensbedömningen ska man också beakta att projektområdet gränsar till och överlappar de viktigaste farlederna i Bottniska viken. Den ytterligare påverkan från fartygstrafik i samband med byggnation och underhåll under drift är därför obetydlig. Sammantaget bedömdes konsekvenserna av undervattensbuller från fartyg på sälar i projektområdet för den havsbaserade vindkraftsparken Laine vara små, utan några kortsiktiga eller långsiktiga effekter på populationerna. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Inga konsekvenser uppstår för fladdermöss under vindkraftsparkens byggtid.

Val av deponeringsområden för den havsbaserade vindkraftsparken och deras konsekvenser

Deponeringsområdena kommer att väljas så att de uppfyller minst de kriterier för ett tillfredsställande deponeringsområde som publicerats i Miljöförvaltningens anvisning från 2015 om muddring och deponering av sediment (*Miljöministeriet 2015)*. Strömhastigheterna nära botten av deponeringsplatserna är då vanligtvis låga (i genomsnitt överskrids 15 cm/s endast sällan). På en nöjaktig deponeringsplats är risken för transport, det vill säga att substans som redan har sedimenterats åter sätts i rörelse (resuspenderas), måttlig. På en god deponeringsplats är risken för transport låg. Vad gäller risken för transport har de marina deponeringsplatserna i Laine-projektområdet bedömts enligt den bifogade tabellen (Tabell 9-2). De andra deponeringsplatser som mättes uppfyllde inte kriterierna för en nöjaktig deponeringsplats och planeras därför inte att användas för deponering.

Det är möjligt att planera deponeringen av sediment som ska muddras vid byggandet av vindkraftverken så att sedimenten under en öppen säsong deponeras i en del av deponeringsområdet, t.ex. den norra delen, och under en annan öppen säsong i en annan del, t.ex. den södra delen, och på så sätt minimera de kumulativa konsekvenserna av deponeringen även när det gäller gränsöverskridande konsekvenser. Eventuella sediment som muddras under installationen av sjökablarna so huvudsakligen är belägna i Finlands territorialvatten kommer i princip att deponeras i andra deponeringsområden (område 1, 2 och/eller 3) än sediment som uppkommer vid installationen av kraftverken.

Tabell 9-2. Sedimentens kvalitet och lämplighet för deponering på Laine-projektets deponeringsplatser (Miljöministeriet 2015) (för mer information se avsnitt samt bilaga 4 och bilaga 5 till det nationella MKB-dokumentet).

Deponeringsplats	Uppfyller kriterierna för en deponeringsplats	Bottenkvalitet enligt sedimentprover
2	god	hård botten, enligt bottenproverna LSED-46 och LSED-47, av sand- och lertyp

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Depone-ringsplats	Uppfyller kriterierna för en deponeringsplats	Bottenkvalitet enligt sedimentprover
3	god	mjuk botten, enligt bottenproverna LSED-48 och 49, av gyttjetyp
4	god	mjuk botten, enligt bottenproverna LSED-13, 14 och 15, och är av gyttjetyp vid ytan och lertyp på djupet.
7	god	inga sedimentprover men lodningsresultaten (SBP) indikerar mjuk botten
5	nöjaktig	mjuk botten, enligt bottenproverna LSED-10, 11 och 12, och är av gyttjetyp vid ytan och gyttja eller lera på djupet.
8	nöjaktig	mjuk botten, enligt bottenproverna LSED-8, 9, och 77 och är av typen gyttja och dy på ytan och lera på djupet.
9	nöjaktig	mjuk botten, enligt bottenproverna LSED-16 och 72, och är av typen gyttja, sand och lera på ytan och lera på djupet.

Deponeringsområdet Laine-4 som ligger utanför den havsbaserade vindkraftsparken i norr är för sina strömningsförhållanden väl lämpat för deponering av massor från den havsbaserade vindkraftsparken (bilaga 5 till det nationella MKB-dokumentet). Det skulle eventuellt kunna användas för de massor som innehåller skadliga ämnen och som genereras under byggnationen av den norra delen av vindkraftsparken. Det finns inga skyddsområden, rev eller undervattenssandbankar i enlighet med bankmodellen i deponeringsområdet. På grund av djupet finns där inte heller någon vattenvegetation. Vid 2022 års provtagning av bottenfaunan var biomassan för märlor vid provtagningspunkten LSED-15 i deponeringsområdet Laine-4 ca 50 % (bilaga 4 till det nationella MKB-dokumentet), vilket innebär att bottnen kan tolkas som naturtypen för vitmärlbotten. Årlig variation i förekomsten av vitmärlor observerades (bilaga 4 och 5 till det nationella MKB-dokumentet), och därmed är det inte möjligt att på basis av resultaten med säkerhet säga huruvida vitmärlbottnar förekommer i deponeringsområdet under byggnationen. Eftersom de är rörliga kan de dock flytta på sig när störningen, det vill säga muddringen, börjar. Bottenfaunan kommer att försvinna från deponeringsområdet, men den totala påverkan på bottenfaunan bedömdes vara liten. Ingen spridning av grumlighet eller sedimentering har modellerats för det potentiella deponeringsområdet utanför projektområdet, men om spridningen av fasta substanser bedöms motsvara den från de deponeringsområden som modellerats inom vindkraftsparken, bedöms detta inte ha någon betydande negativ inverkan på undervattensnaturtyperna i influensområdet. Det finns inga skyddsområden eller vattenvegetation i det influensområdet.

Vad gäller dess strömningsförhållanden är deponeringsområdet Laine-7 i den havsbaserade vindkraftsparken väl lämpat för deponering av massor från den havsbaserade vindkraftsparken (bilaga 5 till det nationella MKB-dokumentet). Det kan användas för de rena massor som genereras under byggnationen av den södra delen av vindkraftsparken. Deponeringsområdet Laine-7 kan kompletteras med deponeringsområdena Laine-8 eller Laine-9, som bedömdes vara nöjaktiga deponeringsområden. När muddermassorna placeras i området för vindkraftsparken är påverkan från vattenbyggnationen utanför projektområdet liten. Det finns inga rev eller undervattenssandbankar i enlighet med rev- och bankmodellen i deponeringsområdena. I kartläggningarna år 2022 och 2023 förekom inga vitmärla-Pontoporeia femorata-bottnar i deponeringsområdena, och med tanke på djupet kan vattenvegetation inte heller förekomma i dessa områden. Bottenfaunan kommer att försvinna från deponeringsområdet, men den totala påverkan på bottenfaunan bedömdes vara liten eftersom rörliga arter kan söka sig till mer gynnsamma områden. Spridningen av fasta substanser från deponeringsområdet bedöms inte ha någon betydande negativ inverkan på undervattensnaturtyper i influensområdet på den finska eller svenska sidan. Det finns inga skyddsområden eller vattenvegetation i det influensområdet.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

När det gäller vattenbyggnation och havsdeponering har de potentiella transportriskerna och ekologiska riskerna med skadliga ämnen i sediment från den havsbaserade vindkraftsparken Laine och tillhörande kabel- och rörledningssträckningar vid framtida användning granskats i en separat bedömning av den ekologiska risken (bilaga 6 till det nationella MKB-dokumentet). Vid granskningen bedömdes effekterna av både sedimentbundna och vattenburna skadliga ämnen på vattenlevande biota genom att halterna av skadliga ämnen jämfördes med ekologiska referensvärden. Upplösningen av skadliga ämnen från sediment till vatten har uppskattats genom beräkning. Slutsatserna i rapporten beskrivs nedan.

Risken för transport av skadliga ämnen i sediment och skada på vattenlevande organismer bedömdes som försumbar eller låg beroende på område. I den södra delen av den havsbaserade vindkraftsparken låg sedimentets deponeringsduglighet i de undersökta områdena på koncentrationsnivå 1A och 1B, vilket innebär att det kan deponeras i ett gott eller nöjaktigt deponeringsområde, exempelvis Laine-7. I den norra delen är sedimentets deponeringsduglighet i de undersökta områdena som högst på koncentrationsnivå 2. Som utgångspunkt bör sediment på nivå 2 tas upp på land, såvida inte havsdeponering är ett mer hållbart alternativ totalt sett. De halter av skadliga ämnen som påträffas vid muddring förväntas inte orsaka betydande skada på organismer. Om det av teknisk-ekonomiska skäl också finns ett behov av en god deponeringsplats för muddermassor från den norra delen av projektområdet (kortare transportavstånd för prånen), kan deponeringsområdet Laine-4 som ligger utanför parken på dess nordöstra sida ingå i den fortsatta granskningen, eftersom det klassificeras som ett gott havsdeponeringsområde. I ett senare skede, när planeringen förfinas ytterligare i vattentillståndsskedet, måste man överväga om det är mer hållbart att deponera sediment med höga halter av skadliga ämnen från den norra delen av den havsbaserade vindkraftsparken i de nöjaktiga deponeringsområdena inne i parken eller i de utanförliggande goda deponeringsområdena i nordost.

Enligt finska miljöministeriets vägledning om muddring och deponering av sediment (*2015)* bör sediment med en haltnivå på 2 av skadliga ämnen i princip tas upp på land, såvida inte deponering till havs är ett mer hållbart alternativ totalt sett. Nivå 2-sediment får deponeras på en god deponeringsplats om det kan påvisas genom granskning och riskbedömning från fall till fall och med riskhanteringsåtgärder att deponering på land är miljömässigt sämre än deponering i vatten. Bedömningen ska jämföra platsalternativen och deras miljöpåverkan och kostnader, samt visa de övergripande miljöfördelarna. Baserat på denna riskbedömning uppskattades inga betydande risker för vattenlevande organismer från skadliga ämnen på nivå 2 i samband med vattenbyggnad. Om muddermassor på haltnivå 2 föreslås för havsdeponering bör dessutom en övergripande bedömning av de olika delarna och kostnaderna göras och deponeringen planeras noggrannare i den mer detaljerade planeringen av muddring och deponering, i nära samarbete med myndigheten. I detta sammanhang bör även möjligheterna att förhindra spridning av suspenderat material till havsmiljön under arbetet övervägas ytterligare.

Konsekvenser av ökad pråmtrafik i samband med byggnationen i området för den havsbaserade vindkraftsparken

Fartygens propellerströmmar kan medföra ständig grumling (*Koponen & Virtanen 1995, VTT 1996, Oulasvirta & Leinikki 2003*) och erosion av bottnen (*Rytkönen m.fl. 2000*), på livligt trafikerade farleder samt nära hamnar. Eftersom området för den havsbaserade vindkraftsparken är ett djuphavsområde bedöms den ökade fartygstrafiken under byggtiden inte ha någon märkbar inverkan på exempelvis havsbottnen, marina däggdjur eller den övriga marina miljön i området på den finska eller svenska sidan. Ökad trafik längs kusten kan öka grumligheten under byggnationen av den havsbaserade vindkraftsparken och påverka den marina miljön negativt. Det är dock utmanande att bedöma de exakta trafikvolymerna och fartygsrutterna under byggfasen innan mer detaljerade byggplaner har utarbetats. I den modellering som genomfördes i samband med bedömningen av miljökonsekvenser beaktades inte grumlingseffekterna av ökad trafik, så det finns en viss osäkerhet i uppskattningen av grumlingen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Eventuell radioaktiv förorening av sediment

Radioaktivt material från Tjernobylolyckan spreds ojämnt över Östersjön. De radioaktiva ämnen som släpptes ut i luften under olyckan fördes med luftströmmar och det mesta sköljdes ned av regn. Mängden och intensiteten i nederbörden varierade på olika håll, så mängden radioaktiva ämnen som nådde land- och havsytan varierade avsevärt. Nästan 40 år har gått sedan olyckan i Tjernobyl. Även den mest miljörelevanta radionukliden, Cs-137, har redan hunnit halveras en gång (Cs-137 har en halveringstid på 30 år). Enligt Strålsäkerhetscentralens bedömning kan sedimenten inte frigöra tillräckligt med radioaktiva ämnen för att ha några hälsoeffekter på människor eller biota (*Strålsäkerhetscentralen 2024*) och därmed bedöms att inte heller några gränsöverskridande konsekvenser uppstår.

9.3.2.2 Sjökabel-/vätgasledningsrutter

Vattenkvalitet

För sjökabel- och vätgasledningsrutterna som i huvudsak är belägna inom Finlands territorialvatten har två möjliga installationsmetoder simulerats. Byggnationen av sjökabel- och vätgasledningsrutterna bedöms inte orsaka gränsöverskridande konsekvenser på den svenska sidan, så de beskrivs kortfattat nedan närmast för att de är en väsentlig del av projekthelheten.

Elöverföringskablar och/eller vätgasledningar kan läggas på havsbotten eller installeras i sedimentet på olika sätt beroende på förhållandena på havsbottnen. För dessa har sedimentspridningsmodellen utförts med två olika möjliga installationsmetoder. I det första fallet antas utgrävningen utföras med hjälp av vattenspolning över hela sträckningen, varvid 100 % av sedimentets finmaterial frigörs i vattnet. I det andra fallet muddras de sektioner som är mindre än 15 meter djupa och massorna deponeras i deponeringsområde 2 eller 3. Det preliminära deponeringsområdet 1 visade sig vara olämpligt för deponering med avseende på strömförhållandena, och har därför uteslutits ur projektplanen, men ingick fortfarande i modelleringsfasen. I den fortsatta planeringen av projektet rekommenderas att man undersöker möjligheten att använda områdena 2 eller 3 för alla deponeringsbehov för energiöverföringsrutterna, eller att hitta ett nytt gott deponeringsområde i norr. Modellering har också utförts för alla de olika landföringsalternativen, med beaktande av de olika landföringsandelarna.

Sammanlagt användes fyra olika scenarier i modelleringen av vattenkvaliteten för sjökablarna (bilaga 3):

- 1a: vattenspolning längs hela kabelns längd, a-landföringsområden
- 1b: vattenspolning längs hela kabelns längd, b-landföringsområden
- 2a: vattenspolning i områden som är djupare än 15 m och i grundare områden muddring och deponering av muddermassorna, a-landföringsområden
- 2b: vattenspolning i områden som är djupare än 15 m och i grundare områden muddring och deponering av muddermassorna, b-landföringsområden

Modelleringen visar att effekterna av vattenspolning är mindre än effekterna av muddring under installationsfasen, framför allt på grund av effekterna av deponering, men även i grundare landföringsområden är påverkan mindre.

Enligt vattendragsmodelleringen är den maximala sedimenteringen på kabelsträckningarna med vattenspolning cirka 2 cm. För kabelsträckningarna visar modelleringen att sedimentering på mer än 1 mm sträcker sig till ett maximalt avstånd på cirka ±400 m på båda sidor av sträckningen.

Sammanfattning av konsekvenserna under byggnationen av energiöverföringsrutter

Baserat på modelleringen av spridning av fasta substanser observeras de minsta effekterna av muddring i kustzonen för kabelsträckningarna MVE2a och MVE3, vilket sannolikt till stor del påverkas av den rådande kornstorleken för sedimentet, som är sand. Sand sedimenterar snabbare och transporteras mindre än

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

finmaterial. Den minsta påverkan på biota i området från grumligheten i själva vattnet beräknades därmed från anläggandet av kabelsträckningarna MVE2a och MVE3. MVE3 är dock ett mer gynnsamt alternativ jämfört med MVE2, eftersom det inte finns några naturskyddsområden längs MVE3. Enligt modelleringen är grumlings- och sedimenteringseffekterna för MV3 även mindre än för MVE2, både vid vattenspolning och vid muddring och deponering. Det finns dock en kustnära lagun i landföringsområdet för MVE3-kablarna, dit sediment kan spridas om byggnationen sker nära lagunen. Byggnation nära den kustnära lagunen ska undvikas. I kartläggningarna bedömdes stränderna i MVE3 vara öppna kransalgsängar, liksom stränderna i MVE2. MVE3 anses ändå som det bästa alternativet för energiöverföringsrutterna.

9.3.3 Konsekvenser under driften

I vindkraftsparkens område leder modifiering av bottnen och konstruktionerna till förändringar av de lokala strömförhållandena på den finska sidan. Kraftverken ändrar också vindfältet i området, vilket i sin tur påverkar strömmarna, vågorna och vattenblandningen i ett mer omfattande område, vilket bedöms medföra små konsekvenser på den svenska sidan.

Dessutom genererar de havsbaserade vindkraftverken undervattensbuller. Undervattensbuller från havsbaserade vindkraftverk kommer huvudsakligen från två källor: mekaniska vibrationer från maskineriet (växellådor etc.) som överförs längs tornet och strålar ut i det omgivande vattnet, och undervattensbuller från vindkraftsparkens servicefartyg.

För att bedöma vindkraftsparkens konsekvenser under driften genomfördes en vattendragsmodellering, där förändringar i den fysiska miljön beaktades (kraftverkskonstruktioner och muddring), förändringar i vindfältet som orsakas av vindkraftsparken samt värme- och saltbelastning från vätgasproduktionen. Modelleringen presenteras i bilaga 3 till MKB-dokumentet *(Niras 2023a, kompletterad 2024*).

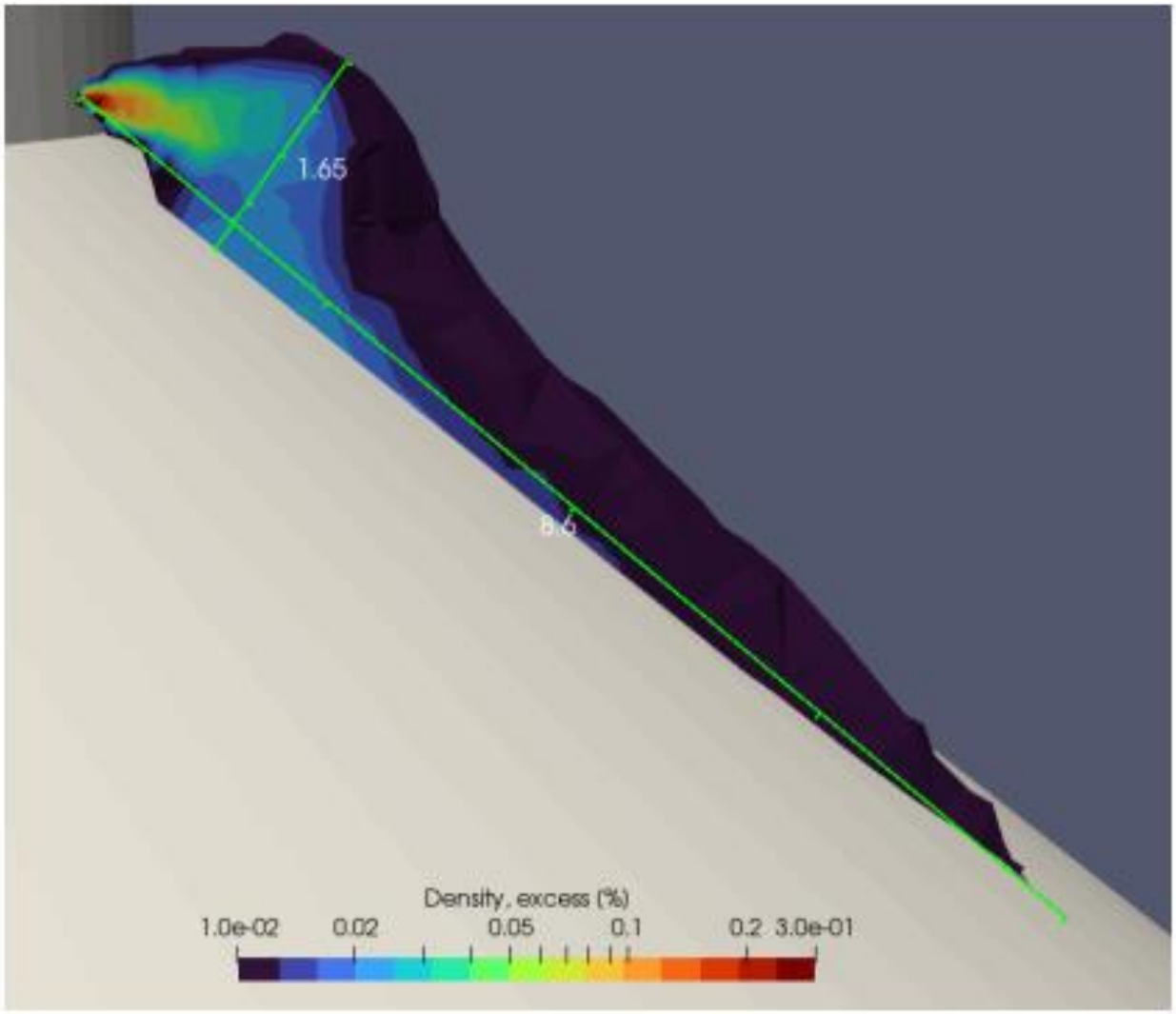
Den eventuella vätgasproduktionen kommer att kräva havsvatten för såväl elektrolysprocessen och kylningen, vilket kommer att tillföra värme och salt till vattnet. Förändringarna i temperatur och salthalt bedömdes i modelleringen av vattenkvaliteten *(Niras 2023a, kompletterad 2024)*.

Övriga konsekvenser under drift är främst relaterade till reparationsarbeten och eventuella störningssituationer.

Konsekvenser av vätgasproduktion

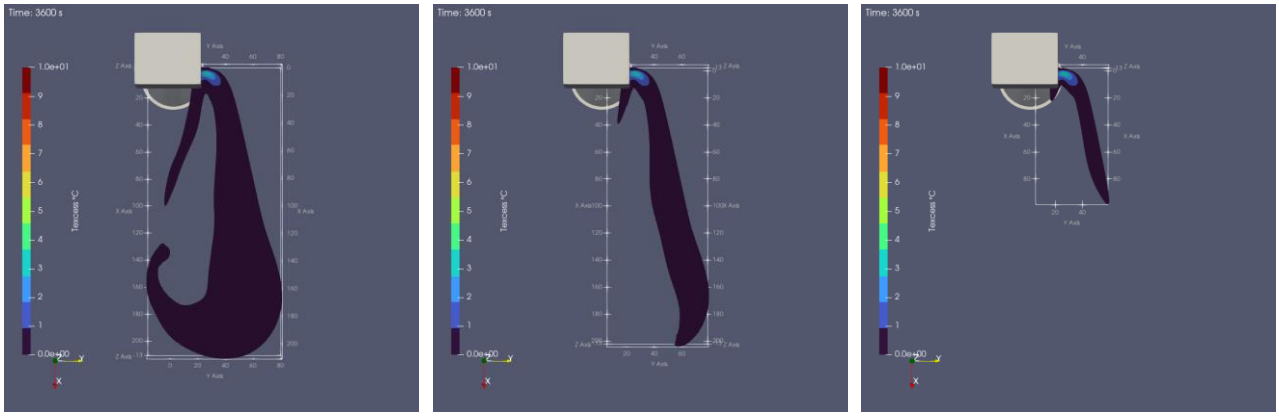
Avsikten är att producera vätgas antingen decentraliserat vid varje kraftverk eller centralt vid 3–8 vätgasstationer. Modelleringsresultat för distribuerad vätgasproduktion visar att det varma och salta vatten som frigörs från elektrolysören kommer att orsaka en plym i närheten av kraftverket med en bredd på cirka 8 m och en densitetsökning på 1 % (Figur 9-6). Förändringen i salthalt är av storleksordningen 0,1 PSU, vilket är obetydligt jämfört med den naturliga variationen. Det finns ingen betydande skillnad mellan alternativen VE1 och VE2 i detta avseende. I fall av eventuell centraliserad väteproduktion skulle påverkan på bottenvattnets temperatur och salthalt vara större, men modelleringen visar att utspädningen av plymen fortfarande är snabb, ner till 0,25–0,5 % på mindre än 100 meter. Utspädningen till 0,1 % och en temperaturökning på mindre än 1°C sker på ett avstånd av ca 200 m i ett scenario där väteproduktionen är fördelad över tre produktionsstationer (Figur 9-7 och Figur 9-8) (bilaga 3). I en skiktad situation antas vatten sugas in under termoklinen och släppas ut ovanför, varvid plymen blandas och kyls snabbt (Figur 9-8). I en skiktad situation uppstår endast mindre störningar i termoklinen. Även i fall av centraliserad väteproduktion skulle påverkan omfatta ett mycket begränsat område inom den havsbaserade vindkraftsparken och inte sträcka sig till den svenska sidan. Modelleringen av väteproduktion gjordes på ett konservativt sätt under stabila förhållanden, där till exempel strömriktningarna varierar i naturen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

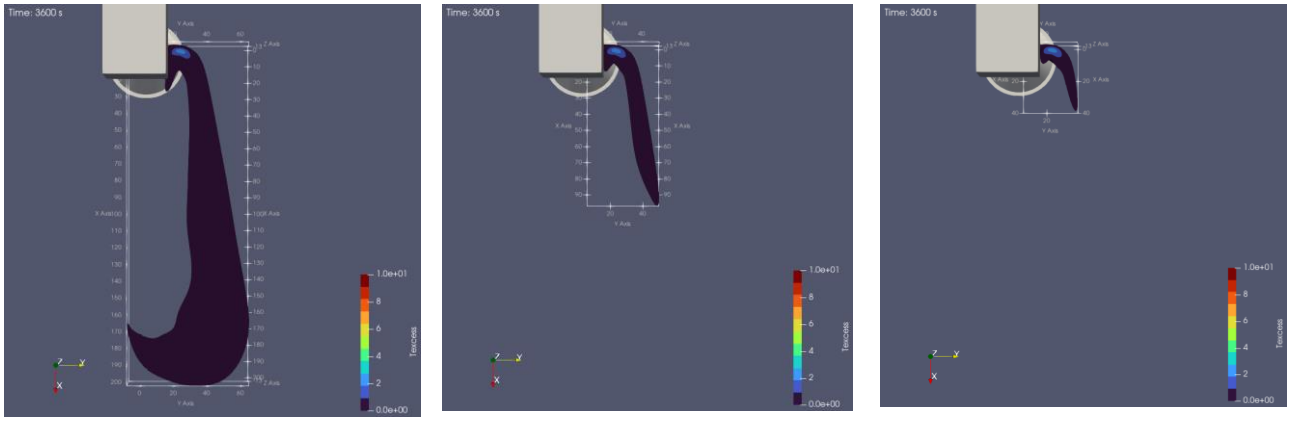


Figur 9-6. Tvärsnitt av den varma och salta vattenplymen från elektrolysören längs vindkraftverkets fundament (distribuerad vätgasproduktion). Förklaring: Density = densitet, excess =värdet överstiger en viss %-andel. (Niras 2023a, bilaga 3).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-7. Välblandad situation: omfattningen av den varma och salthaltiga vattenplym som uppkommer vid centraliserad vätgasproduktion efter 1 timme vid olika utspädningsnivåer (från vänster till höger 0,1 %, 0,25 % och 0,5 %), Vy uppifrån motströms. Axlarnas enheter är i meter (bilaga 3, Niras 2023a kompletterad 2024, mer detaljerade bilder i bilaga 3).



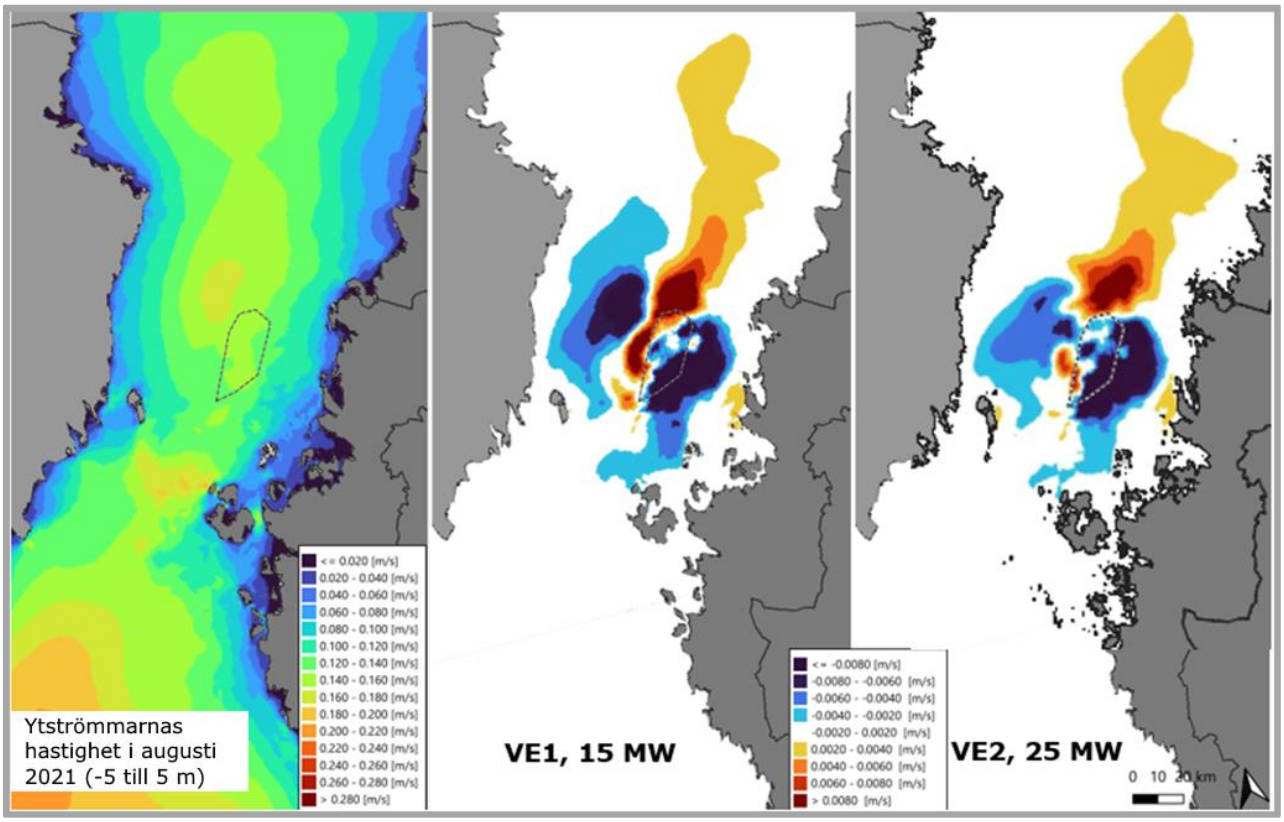
Figur 9-8. Skiktad situation: omfattningen av den varma och salthaltiga vattenplym som uppkommer vid centraliserad vätgasproduktion efter 1 timme vid olika utspädningsnivåer (från vänster till höger 0,1 %, 0,25 % och 0,5 %), Vy uppifrån motströms. Axlarnas enheter är i meter (bilaga 3, Niras 2023a kompletterad 2024, mer detaljerade bilder i bilagan).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Konsekvenser för strömmar, temperatur och salthalt

Den havsbaserade vindkraftsparkens förväntade påverkan på den genomsnittliga årliga vindhastigheten uppskattas till cirka 0,1 m/s 30 km söder och norr om anläggningen och cirka 10 km öster och väster om anläggningen, som sträcker sig till den svenska sidan i väster. Effekten är densamma för båda alternativen VE1 och VE2. Även om VE2 har färre kraftverk är de större och har en starkare individuell påverkan på vinden. Vindförändringar påverkar också strömmarna i havsområdet, eftersom vinden är den viktigaste faktorn som påverkar ytströmmarna, särskilt under säsongen med öppet vatten. Även vindkraftsparkens konstruktioner hindrar strömmar lokalt.

Enligt modelleringen kommer vindkraftsparken att minska ytströmmarna i området med cirka 15 % (cirka 1,5 cm/s) i genomsnitt per år. Samtidigt accelererar strömmarna i de djupare vattenlagren något, i genomsnitt med 0,5 cm/s. Effekten varierar under året och på sommaren, från juni till augusti, visar modellen en ökning av ytströmmarna. Enligt modellen sträcker sig influensområdet för förändringar av strömmar i genomsnitt till cirka 30–40 kilometers avstånd från vindkraftsparken, men i augusti som längst till mer än 100 km (Figur 9-9). I alternativ VE2 är influensområdet för strömförändringar något mindre än i alternativ VE1. Enligt modelleringen kan den genomsnittliga månatliga förändringen i strömhastigheten vara 4–5 cm/s på sina ställen. Även om förändringarna i strömhastighet kan vara relativt stora, varierar strömmarna i havsområdet naturligt främst med vinden, med maximala hastigheter på några tiotals cm/s.



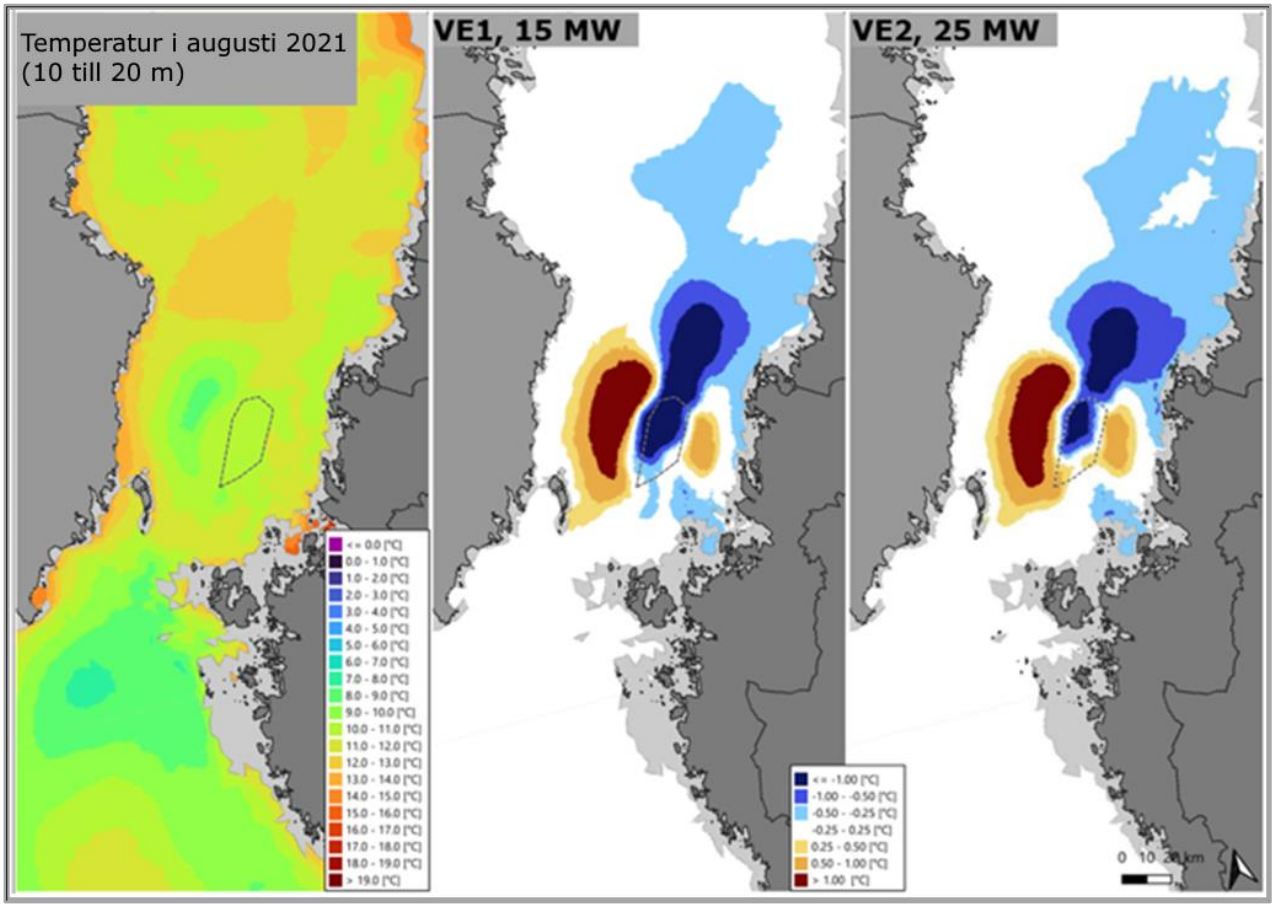
Figur 9-9. Genomsnittlig strömhastighet i augusti i vattenskiktet 0–5 m (vänster panel). I mitten förändringen i strömhastighet (m/s) i augusti orsakad av alternativen till vindkraftsparker 15 MW (VE1) och till höger 25 MW (VE2), vilket visar situationen med den mest omfattande påverkan. (Bilaga 3, Niras 2023a, kompletterad 2024). Inom det mörkaste området som visas i figuren är den maximala strömförändringen 2 cm/s.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Strömförändringar påverkar också vattnets temperatur, skiktning och blandning, och kan därför även påverka vattenkvalitet och biota. Dessutom har decentraliserad vätgasproduktion beaktats i temperaturmodelleringen, men effekterna är fortfarande mycket lokala på det sätt som beskrivs ovan. Enligt modelleringen *(Niras 2023a*, bilaga 3) värms utloppsvattnet från vätgasproduktionen upp till 15 °C, men utloppsvattenvolymen är endast några få liter per sekund.

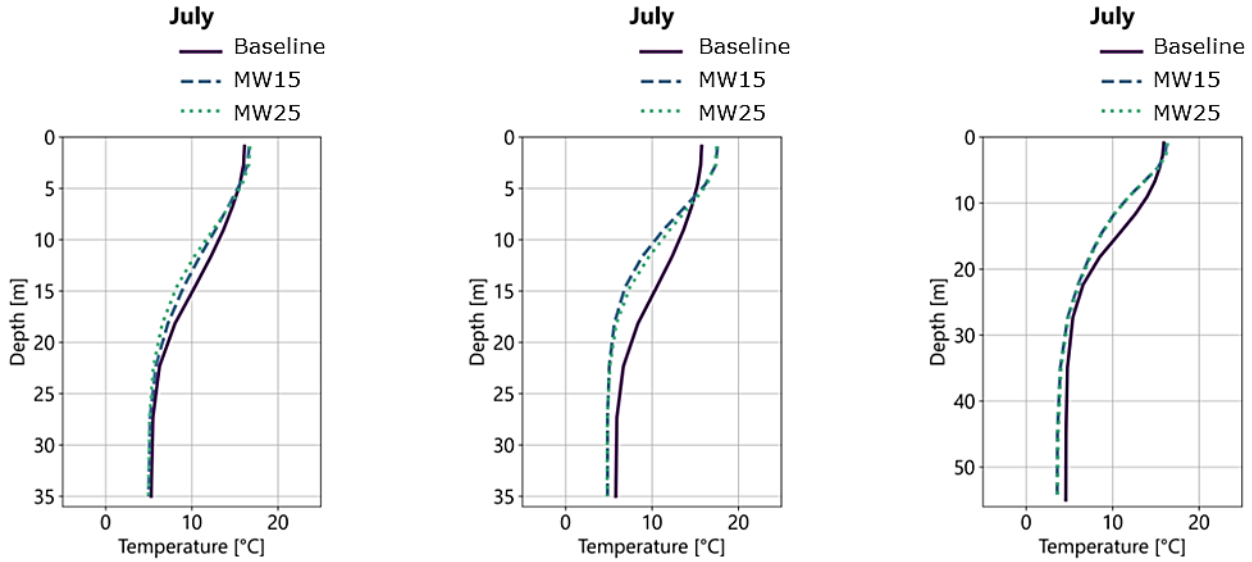
Den havsbaserade vindkraftsparkens påverkan på den genomsnittliga årliga vattentemperaturen är huvudsakligen cirka ±0,5 °C, men något högre på 10–20 meters djup, cirka ±1,0 °C. I området kring vindkraftsparken värms den genomsnittliga ytvattentemperaturen upp men kyls ned djupare och den kylande effekten sträcker sig upp till 130 km norr om parken i augusti (Figur 9-10). Väster om vindkraftsparken blir vattnet i genomsnitt varmare på större djup, med maximal påverkan i augusti nära den svenska kusten. Modelleringen tyder på att kylningen av de djupare vattenlagren i vindkraftsområdet i juli–september på grund av minskad omblandning orsakar termoklinbildning högre upp i vattenpelaren. Figur (Figur 9-11) visar den modellerade förändringen av termoklinen i mitten av, norr och söder om området för vindkraftsparken. Termoklinhöjningen beräknas ha störst påverkan i området för vindkraftsparken, med en mindre påverkan utanför vindkraftsparken i nord-sydlig riktning. På motsvarande sätt kommer vindkraftsparkens västra sida sannolikt att uppleva en liten nedåtgående effekt på termoklinen. Enligt modelleringen bryts sommarskiktningen normalt ned i september.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-10. Genomsnittlig vattentemperatur i vattenskiktet 10–20 m. I mitten förändringen i temperatur i augusti orsakad av alternativen till havsbaserade vindkraftsparker 15 MW (VE1) och till höger 25 MW (VE2), då förändringen är mest omfattande (Niras 2023a, kompletterad 2024, bilaga 3).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-11. Temperaturprofiler för vattenpelaren på norra sidan (bilden till vänster), i mitten (bilden i mitten) och på södra sidan (bilden till höger) av den havsbaserade vindkraftsparken i den nuvarande situationen (baseline) 2021 samt i alternativen till vindkraftspark 15 MW (VE1) och 25 MW (VE2). (bilaga 3, Niras 2023a, kompletterad 2024).

De förändringar i vattenblandningen som orsakas av den havsbaserade vindkraftsparken kommer också att påverka vattnets salthalt. Dessutom har det saltare vatten som frigörs vid vätgasproduktion också en inverkan i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken. Enligt modelleringen *(Niras 2023a*, bilaga 3) beräknades salthalten i utloppsvattnet från vätgasproduktionen ungefär fördubblas från 2,5 till 5 PSU, men utloppsvattenvolymen är bara några få liter per sekund.

Modelleringen visar att den minskade omblandningen och vätgasproduktionen i genomsnitt kommer att öka salthalten i vattnet i mellanvattenskikten (10–20 m) något. Salthalten vid ytan minskar i genomsnitt något (0,05 PSU). Situationen varierar från månad till månad, men förändringen i salthalt är för det mesta mycket liten, cirka ±0,1 PSU och tidvis endast mycket lokal 0,1–0,25 PSU. Jämfört med den naturliga variationen i salthalt är förändringarna små. En maximal salthaltsförändring på 0,25 PSU motsvarar mindre än 10 % av salthalten i Kvarken, som varierar från nära kusten till yttre havsområden på cirka 3–6 PSU.

Den vindförändring som orsakas av den havsbaserade vindkraftsparken och eventuell vätgasproduktion beräknas endast ha små effekter på vattenkvaliteten i havsområdet på den svenska sidan. Termoklinens förändring bedöms inte påverka underskiktets övriga kvalitet, såsom syresituationen, beroende på den goda syresituationen i områdets bottnar. Förändringen ökar också underskiktets volym och kan påverka temperaturen i några grundare (cirka 20 m) bottar i området med några grader.

Konsekvenser för istäcket

Det finns väldigt lite forskning om hur havsbaserade vindkraftsparker påverkar istäcket *(Statsrådet 2024)*. De årliga variationerna i istäcket är också naturligt stora, vilket försvårar bedömningen. I olika scenarier kan en havsbaserad vindkraftspark antingen bryta ett rörligt isfält eller stoppa dess rörelse, vilket kan medföra konsekvenser till den svenska sidan vad gäller vindkraftsparkens västra kant.

Havsbaserade vindkraftverk ökar i allmänhet isfältets retentionskraft i området för vindkraftsparken och isfältets rörelse kräver därför en högre friktionskraft från vind- och vattenströmmar än utan kraftverkskonstruktionerna. Å andra sidan bryts isen av isfältets rörelse mot kraftverken och eventuellt i någon mån

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

även av kraftverkens vibrationer. Isens sprickbildning mot kraftverken bromsar isens rörelse och is kan också ansamlas och fastna i området kring vindkraftverken, vilket orsakar isvallar och komprimering av isfältet. Den havsbaserade vindkraftsparken kommer att utformas för att minimera isens påverkan på kraftverken. Iskrafternas inverkan på havsbaserade vindkraftsparker kan minskas med hjälp av specialkonstruktioner, såsom iskoner, vars konstruktion och monteringssätt kommer att beslutas i ett senare skede av planeringen.

Vindförändringar orsakade av vindkraftverk har en större påverkan på strömmar, vågor och omblandning i havsområdet, vilket också påverkar vattentemperaturen på det sätt som beskrivs i föregående avsnitt. Enligt modelleringen stiger temperaturen i ytskiktet något i vissa delar av havet och sjunker i andra. Vindförändringens temperatureffekter är mestadels milda och ligger under 1°C på månadsnivå, men förändringen kan försena isbildningen i vissa områden och främja den i andra. Vätgasproduktionens konsekvenser för vattnets temperatur skulle enligt simuleringen bli mycket små och vidare skulle konsekvenserna på den svenska sidan bli mycket små.

Den havsbaserade vindkraftsparken kommer att ha en regional påverkan på havets istäcke och dess varaktighet, men intensiteten och omfattningen av påverkan kommer sannolikt att variera från år till år beroende på väderförhållandena. Det långa avståndet mellan enskilda kraftverk (ca 1,5–2 km) bidrar till att mildra effekterna på istäcket.

Potentiella skadliga ämnen

De viktigaste kemikalierna i anslutning till den havsbaserade vindkraftsparkens verksamhet är smörjmedel och kylvätskor i transformatorer och kraftverk. Vindkraftsparkerna har uppsamlingsbassänger för att förhindra att kemikalier släpps ut i miljön vid eventuella utsläpp. Små mängder skadliga ämnen ellermikroplaster (till exempel bisfenol A (BPA)) kan lösas i vattnet från havsbaserade vindkraftverk eller deras fundament (*Finska Vindkraftföreningen rf 2024*). Vindkraftverken är konstruerade för att stå emot de naturliga förhållanden de utsätts för och till exempel bladen är belagda med ett mycket slitstarkt polyuretanmaterial. Mycket små mängder dammigt inert material kan frigöras från det översta spetsområdet på bladen i närheten av kraftverken, där det huvudsakligen sjunker till botten och mineraliseras, och konsekvenserna sträcker sig inte till den svenska sidan.

Konsekvenser för naturtyper, vattenvegetation och bottenfauna

Fundamenten för havsbaserade vindkraftsparker och eventuella kabelskydd (stenblock) kan skapa nya växtplattformar för arter som lever på hårda bottnar. Det kan dock ta flera år att helt kolonisera dessa nya livsmiljöer, vilket också har observerats i undersökningar som utförts i området för den nuvarande havsbaserade vindkraftsparken Tahkoluoto *(KVVY Tutkimus Oy 2020a)*.

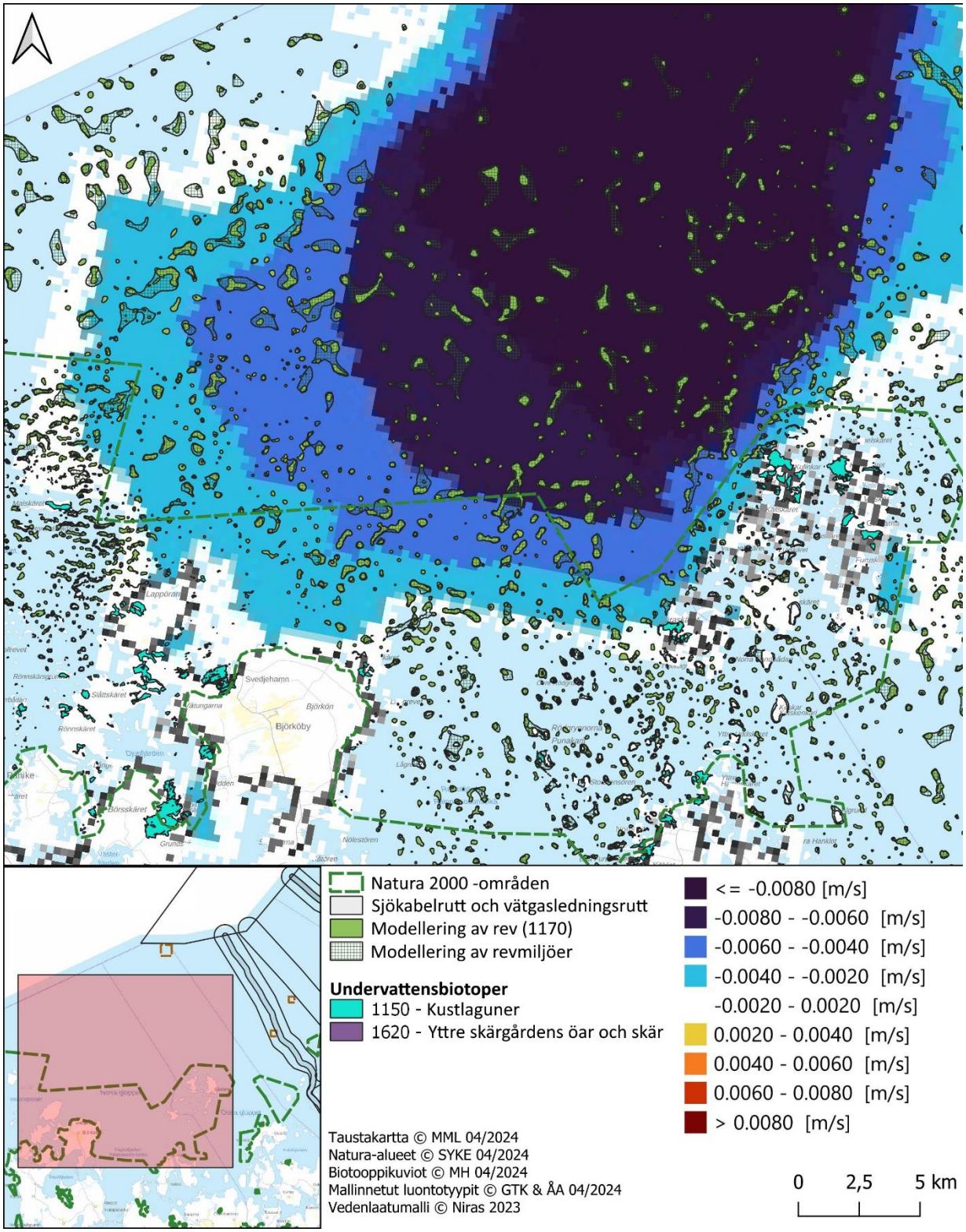
Arternas förmåga att fästa varierar dock beroende på typen av fundament. På basis av kartläggningsdata från VELMU-projektet *(KVVY Tutkimus Oy 2020a)* är sluttande eller vertikala ytor under vatten på fundamenten för havsbaserade vindkraftverk inte helt lämpliga för de arter som fäster vid ytor och som förekommer i Finland, och de sprängstenar som staplats runt vindkraftverken är inte en ersättning för grundare revområden, eftersom fundamentens erosionsskydd i allmänhet ligger för djupt för makroalger. Antalet arter av ryggradslösa vattenlevande djur har dock visat sig öka i områden med havsbaserade vindkraftsparker *(Linley m.fl. 2007)*, men det är osannolikt att detta är fallet i finska förhållanden, särskilt i djupare havsområden där antalet arter redan är mycket lågt och det finns få arter som fäster vid underlag. Bland de arter som förekommer kan arter som svampen Ephydatia fluviatilis och polyper potentiellt dra nytta av de nya ytor som skapas av fundament och kablar. Det bör också noteras att i projektområdet för Laine leder vinterns isförhållanden till att ytorna skrapas rena från biota, och det kan antas att alla arter som kan vara fästa vid fundamentens yta åtminstone då och då kommer att drabbas av isinducerad erosion. Detta kommer dock främst att påverka de delar av fundamenten som ligger nära ytan.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Strömmarna i havsområdet varierar naturligt mycket beroende på väderförhållandena, men förändringar i strömhastigheterna i samma områden under driften av en vindkraftspark kan påverka undervattensvegetationen och bottenfaunan, bland annat genom förändringar i sedimenteringen. När strömmarna blir långsammare kan sedimenteringen öka och när strömmarna blir snabbare kan sedimenteringen i området minska. De största förändringarna i strömmarna kommer att ske i och runt vindkraftsparken och sträcker sig inte till de grunda kustområdena i Sverige eller Finland där undervattensnaturen är som mest varierad och där det finns naturskyddsområden. I djupområdena öster om den havsbaserade vindkraftsparken finns dock rev som kan påverkas av förändringar i strömmarna i och med förändringar i sedimenteringen. Kartläggningar som utfördes i projektområdet visade att potentiella rev var karga och artfattiga, så påverkan på dessa bedömdes vara liten.

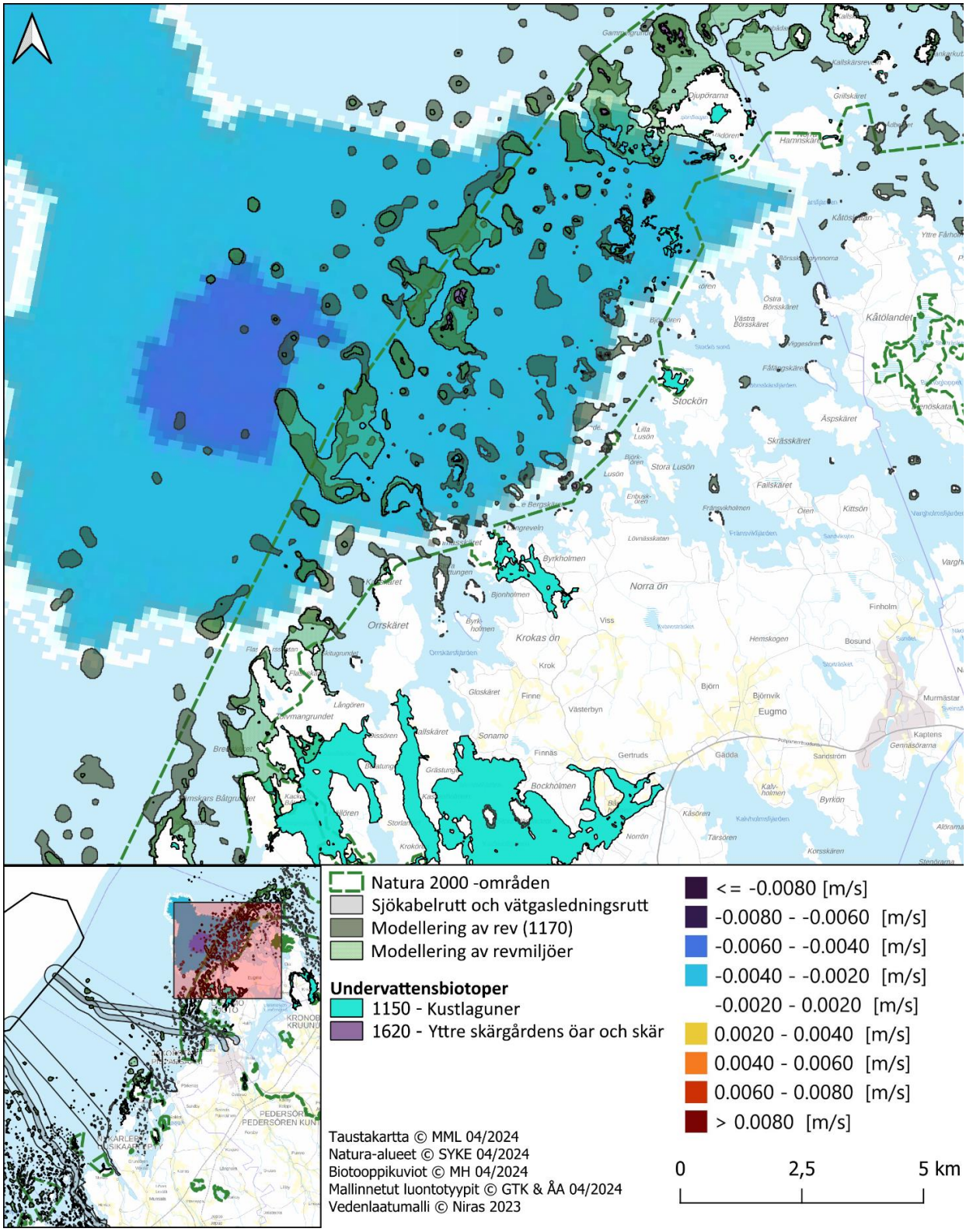
Den hydrodynamiska modellering som genomförts tyder på att små förändringar i strömmarna under vissa månader kan nå skyddsområdena vid den finska och svenska kusten. Ytvattnets strömmar snabbas upp på den havsbaserade vindkraftsparkens östra sida i januari, maj, juni, november och december och sträcker sig till det andra statliga skyddsområdet Nykarleby skärgård (RSO100061, HSO100094) och strandskyddsprogrammets område (RSO100061). I januari, maj, november och december snabbas strömmarna upp med 0,2–0,4 cm/s i skyddsområdet och i juni med 0,8 cm/s. I skyddsområdet Nykarleby skärgård kan ytströmmarna avta i februari (0,2–0,6 cm/s). I april, juni, augusti, november och december kan de långsammare ytvattenströmmarna (0,2–0,4 cm/s) nå Natura 2000-området Kvarkens skärgård (Figur 9-12). I september och november kan de snabbare strömmarna (0,2–0,4 cm/s) sträcka sig till den västra gränsen för Natura-området och EMMA-området Larsmo skärgård. Enligt modelleringen kan avmattningen av strömmarna sträcka sig till Natura-området Larsmo skärgård (Figur 9-13).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-12. Ytvattenflödena i Kvarkens skärgårds Naturaområde avtar under vissa månader. Bilden visar den modellerade förändringen för maj.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-13. Enligt modelleringen av vattenkvalitet kommer den havsbaserade vindkraftsparken att orsaka förändringar i strömmarna som sträcker sig till Natura-området Larsmo skärgård. Figuren visar hur ytvattenströmmarna avtar i juni.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I de norra delarna av Kvarkens skärgård på Mickelsörarna, nära vilka ytströmmarna förväntas avta under några månader, förekommer rikligt med kustnära laguner. Här ligger också EMMA-området Mickelsörarna, där flera skogsdammar och flador är viktiga födosöks- och fortplantningsplatser för fisk och vattenfåglar *(Lappalainen m.fl. 2020).* Vattnet i området är klart och det finns arter som lever på mjuk botten i området. I området finns en mångfald av alger och vattenväxter, och den utrotningshotade fyrlingen *(Crassula aquatica)* har observerats. Området är ett viktigt fortplantningsområde för det kommersiellt viktiga fiskbeståndet abborre, och även havslekande sik (VU) fortplantar sig i området. Avtagande strömning och den därav följande potentiella ökningen av sedimentering i området förväntas inte orsaka någon skada på kustlagunerna och deras fauna, eftersom lagunerna har naturligt låga vattenflöden och mjuka bottnar. På de rev som finns i området kan den långsammare strömningen eventuellt orsaka ökad sedimentering, varvid steniga ytor täcks mer av sediment och försvårar det för alger att fästa sig.

Den ökade strömhastigheten i de yttre delarna av Nykarleby skärgård under fem månader bedöms inte ha en negativ påverkan på områdets naturtyper eller artsammansättning. De naturtyper som förekommer i den yttre skärgården och som utgör skyddsgrunden för Natura-området Nykarleby skärgård omfattar rev och undervattenssandbankar. De förväntas inte påverkas negativt av att strömmarna blir snabbare. De långsammare strömmarna i februari bedöms inte ge upphov till negativa effekter i detta område, eftersom strömmarna i området bedöms öka i genomsnitt på årsnivå.

Förändringar i strömhastigheten kan höja termoklinen uppåt med några meter i området för havsbaserade vindkraftsparken, och förändringen är störst i juli. Området för den havsbaserade vindkraftsparken är så djupt att det inte påverkar bottenhabitaten i detta område.

Det finns ingen betydande skillnad i strömvariationer mellan de olika alternativen för den havsbaserade vindkraftsparken.

Avståndet till de närmaste skyddsområdena i Sverige är mer än 30 kilometer, så konsekvenserna för de närmaste Natura 2000-områdena på den svenska sidan blir ännu mindre än vad som beskrivs ovan.

Salthalten och värmebelastningen från vätgasproduktionen är liten jämfört med den naturliga variationen och har ingen inverkan på bottenfauna eller naturtyper på den svenska sidan.

Högst cirka 5,2 km^2 havsbotten kommer att gå förlorad i området för den havsbaserade vindkraftsparken, vilket motsvarar 1,2 % av vindkraftsparkens totala yta. Då projektutformningen fortskrider preciseras informationen om habitatspecifika förluster eller störningar. I vindkraftsparken är ungefär hälften av bottnen hård och hälften mjuk (bilaga 3 till det nationella MKB-dokumentet). Projektet orsakar ingen förlust av havsbotten på den svenska sidan.

Konsekvenser för marina däggdjur

Undervattensbuller från havsbaserade vindkraftverk kommer huvudsakligen från två källor: mekaniska vibrationer från maskineriet (växellådor etc.) som överförs längs tornet och strålar ut i det omgivande vattnet, och undervattensbuller från vindkraftsparkens servicefartyg. Den havsbaserade vindkraftsparken kan ha konsekvenser för fisklivet både under byggnation och drift, och därmed även marina däggdjur som använder fisk som föda. Effekterna av undervattensbuller på marina däggdjur under driften av den havsbaserade vindkraftsparken har bedömts med hjälp av undervattensmodellering i bilaga 4 *(Niras 2023b)*. Nedan följer en kortfattad beskrivning baserad på Niras rapport *(2023b)* och annan tillgänglig forskning.

Undersökningar av hur havsbaserade vindkraftsparker påverkar marina däggdjur i södra Östersjön har visat att de anpassar sig till vindkraftverkens konstruktioner, men att de störs av byggarbeten och ökad mänsklig aktivitet *(Dietz m.fl. 2000, 2003; Tougaard m.fl. 2004).* Det finns inga undersökningar om vindkraftverkens effekter på vikaren *(Vehanen m.fl. 2010).* Buller anses vara den mest betydande störningen för marina däggdjur, som använder hörsel och ljud mångsidigt för jakt, navigering och kommunikation

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

(Madsen m.fl. 2006, Nehls m.fl. 2007, Richardson m.fl. 1995). Negativa effekter kan vara att ljudkällan drar till sig (lockar djuret till platsen) eller stöter bort, att ljud blandas, att marina däggdjurs egna ljud maskeras eller att hörseln skadas permanent *(Vehanen m.fl. 2010).* Den mest kritiska påverkan anses vara på områden (vilo-, bobyggnads- och födosöksområden) eller perioder (förökning och bobyggnad) som är viktiga för de marina däggdjurens livscykel *(Vehanen m.fl. 2010).*

Den havsbaserade vindkraftsparken kommer också att ha en potentiell inverkan på säljakten på grund av den havsbaserade vindkraftsparkens barriäreffekt. I princip är dock jakt i parker inte förbjuden och tillträdet till parken begränsas främst av säkerhetsskäl endast under byggnationen av parken.
Den havsbaserade vindkraftsparken Laine ligger på öppna havet där det inte finns några vilo-, födosöknings- eller kutningsplatser som används av sälar, som till exempel skär eller öar. Sälar som rör sig i eller i närheten av området bedöms huvudsakligen vara enstaka, förbipasserande individer. Sälarna använder dock området för att föda sina ungar då det är täckt av is. Regionalt kan havsbaserade vindkraftsparker ha en liten inverkan på istäcket i havsområdet och förlänga dess varaktighet. Eftersom båda arterna, gråsälen och östersjövikaren, föder sina ungar på isen, och särskilt vikaren också vilar och byter päls på isen, kan ett istäcke som potentiellt varar längre till och med gynna sälarna. Det bör dock noteras att sälar sannolikt kommer att undvika områden nära havsbaserade vindkraftsparker och därför kan ovan nämnda fördel förbli teoretisk.

Gränsöverskridande konsekvenser för marina däggdjur under driften bedömdes vara mindre än under byggtiden. Den huvudsakliga påverkan under drift är det buller som genereras av verksamheten, vilket sälar kan uppfatta från cirka 100 m till några kilometer, men bullret under verksamheten bedöms inte orsaka hörselskador eller försämra kommunikationen *(Dietz m.fl. 2000, Tougaard m.fl. 2004).* I området för den havsbaserade vindkraftsparken finns det mer mänsklig aktivitet än på öppna havet, vilket kan skapa en störningsfaktor för faunan i området *(Vehanen m.fl. 2010).*

Sälarnas känslighet för undervattensbuller från vindkraftsparkens drift är låg eller obefintlig, vilket baseras på befintlig kunskap om sälarnas beteende i områden för havsbaserade vindkraftsparker. Området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine eller dess närområde på den svenska sidan är inte ett viktigt födosöksområde för vikare eller gråsälar. Storleken och omfattningen av påverkan från driftsbuller bedömdes vara försumbar. I konsekvensbedömningen ska man också beakta att projektområdet gränsar till och överlappar de viktigaste farlederna i Bottniska viken. Ytterligare påverkan av undervattensbuller från vindkraftsparken är därför obetydlig. Sammantaget bedömdes konsekvenserna av undervattensbuller från turbinerna på sälar vara obetydliga, utan några kortsiktiga eller långsiktiga effekter på sälpopulationerna på den svenska sidan.

Klimatförändringen utgör ett hot mot vikarpopulationen när istäcket i framtiden antagligen minskar ännu mera speciellt i de sydligare områden där arten förekommer. Enligt klimatscenariona finns gynnsamma isförhållanden för vikarens reproduktion i de nordligare havsområden, vilket understryker Bottenvikens vikt som bo- och reproduktionsområde för arten, speciellt i framtiden. Utöver klimatförändringen påverkas östersjövikarestammens livskraft av många slags mänsklig aktivitet i dess livsmiljö, samt de förändringar som följer med mänsklig aktivitet, såsom ökad fartygstrafik, byggande i havsområden och eventuella utsläpp från aktiviteterna, som indirekt kan orsaka till exempel ökat buller, kemikaliebelastning och eutrofiering. (*Halkka 2020*).

Kalkylmässigt utgör det mindre antalet kraftverk i VE2 en mindre kollisionsrisk jämfört med alternativ VE1, men skillnaden är inte signifikant.

Vindkraftsparken kan driva de känsligaste djuren längre bort från parken. Om fladdermöss migrerar i området kan vindkraftverken utgöra en kollisionsrisk för dem. Vindkraftverkens ljus, som lockar till sig

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

insekter, lockar fladdermöss till jakt. Fladdermöss, liksom de flesta landfåglar, migrerar främst så att de in i det sista försöker undvika stora vattendrag och utnyttjar ö-kedjor. Även om det vid kusten i Satakunta har observerats fladdermöss som flyger in från havet, och dessa eventuellt är migrerande fladdermöss, är det mer sannolikt att deras huvudsakliga migrationsstråk mot sydväst går mycket längre söderut i Finland än den havsbaserade vindkraftsparken, i Skärgårdshavet eller i Kvarkens skärgård. Därför är det osannolikt att den planerade vindkraftsparken kommer att ha någon betydande påverkan på fladdermössens dödlighet och därigenom inte heller betydande gränsöverskridande konsekvenser. Det är möjligt att enstaka fladdermöss, särskilt trollfladdermöss, migrerar över havet genom vindkraftsparken och eventuellt också i viss mån lockas till vindkraftverket av ljuset, men det bedömdes att påverkan på fladdermössen totalt sett kommer att vara liten, även när det gäller eventuella konsekvenser på den svenska sidan.

Driften av **sjökabel- och vätgasledningsrutterna** bedöms inte medföra gränsöverskridande konsekvenser för den marina miljön på den svenska sidan.

9.3.4 Konsekvenser efter att driften upphört

Havsbaserade vindkraftverk och elstationer samt eventuella vätgasproduktionsanläggningar i anslutning till dem avlägsnas helt med motsvarande metoder som vid uppförandet, men i omvänd ordning. Fundamenten kan avlägsnas helt eller delvis. Vid delvis avlägsnande planeras de tas bort ner till havsbottnens nivå eller strax under den, medan den återstående delen blir kvar.

Konsekvenserna för vattenkvaliteten, bottnen, vattenvegetationen, bottenfaunan och naturtyperna är samma som i byggfasen. Om fundamenten lämnas kvar delvis är konsekvenserna mindre, eftersom grumlingen av vattnet är mindre. Avlägsnandet av fundamenten påverkar eventuella organismer som kan ha spridit sig till området. Den s.k. reveffekten bedömdes dock vara liten i projektområdet, så rivningen av konstruktionerna bedöms inte orsaka någon betydande skada. Kablarna avlägsnas eller lämnas kvar. Om det är nödvändigt att ta bort kablarna är processen i huvudsak densamma som vid utläggningen av kabeln, men i omvänd ordning. Påverkan på naturtyper, vattenvegetation och bottenfauna bedöms då motsvara påverkan under installationen av rören. Eventuellt erosionsskydd kommer sannolikt att bli kvar, eftersom den största delen antas ha sjunkit ner i havsbottnen, vilket skulle leda till större skada om den togs bort än om den lämnades kvar i området. Att lämna erosionsskydd på botten kan upprätthålla biota för hårda bottnar i området om erosionsskyddet inte är inbäddat i sedimentet. Avlägsnandet av sjökablarna orsakar inga konsekvenser på den svenska sidan.

Marina däggdjur utsätts för liknande konsekvenser efter att verksamheten upphört som vid byggnationen (med undantag för bland annat pålning), när vindkraftsparkens konstruktioner och kableringar rivs. Konsekvenserna på den svenska sidan bedöms som små.

9.3.5 V0 projektet genomförs inte

Om den havsbaserade vindkraftsparken Laine inte byggs uppstår inga konsekvenser för vattenkvaliteten och havsbottnen på den finska eller svenska sidan. Statusen för naturtyper, vattenvegetation, bottenfauna och marina däggdjur förblir som den är i dag och kommer att utvecklas med tiden till följd av andra förändringar som orsakas av människan, såsom klimatförändringen, eutrofiering och byggandet av vattenvägar.

9.3.6 Samverkande konsekvenser

I Bottenviken planeras flera havsbaserade vindkraftsprojekt. Det projekt som ligger närmast Laine är det havsbaserade vindkraftsprojektet Kappa, cirka en kilometer västerut i den svenska ekonomiska zonen *(Njordr Offshore Wind AB 2022).* Enligt de senaste uppgifterna och projektets nya ägare Statkraft har Kappas projektområde ändrats så att det når gränsen till den ekonomiska zonen och ligger nu endast cirka

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

100 meter från Laines projektområde, men ingen ny kraftverksplacering är tillgänglig *(Statkraft Offshore Wind AB 2024)*.

Av övriga projekt kan nämnas Lunni, Voima och Reimari som ligger i samma område som Laine, så de kan inte genomföras samtidigt. Därför beaktas de inte vid bedömning av samverkande konsekvenser.

Samverkande konsekvenser under byggtiden

Enligt den preliminära tidsplanen för Laine-projektet kommer byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringsrutterna för projektet att äga rum 2029–2031 (kommersiell driftsättning 2030–2031). Enligt den preliminära tidsplanen för Kappa-projektet *(Njordr Offshore Wind AB 2022, Statkraft Offshore Wind AB 2024*) kommer byggnationen att ske 2031–2033. Förutom projektets framskridande påverkas tidpunkten för byggandet av väderförhållanden och årstid.

Baserat på dessa indikativa tidtabellsuppskattningar skulle potentiella samverkande konsekvenser under byggtiden inträffa under 2031.

Byggandet av de havsbaserade vindkraftsprojekten skulle enligt den preliminära tidplanen i huvudsak ske vid olika tidsperioder och därmed är samverkande konsekvenser för vattenkvaliteten under byggfasen osannolika, särskilt eftersom det grundbygge som är förknippat med fundamenten för kraftverken i Laine har planerats genomföras åren 2029–2030. I simuleringen av turbiditetens spridning och ökad sedimentation observerades att fasta substanser inte sprider sig i betydande mängder särskilt långt utanför projektområdet, så uppkomsten av samverkande konsekvenser skulle också kräva samtidigt byggande av närliggande objekt. Med koordination av projekten och planering av byggplatser och tidpunkter kan samverkande konsekvenser förebyggas.

I fallet med den havsbaserade vindkraftsparken Laine kan kumulativa bullereffekter uppstå om det samtidigt byggs andra vindkraftsparker eller andra projekt som ger upphov till undervattensbuller. Eftersom undervattensbyggandet i Laine och Kappa sker olika år, görs ingen pålning på de två projektområdena samtidigt. Eventuella samverkande konsekvenser för buller från vindkraftsparkerna Laine och Kappa förväntas därför vara obefintliga.

Under byggtiden är de samverkande konsekvenserna för marina däggdjur större än under driften och består främst av undervattensbuller från byggnation, muddring och bottenbearbetning samt sprängning när arbetsmoment i flera projekt genomförs samtidigt. Byggandet av en havsbaserad vindkraftspark omfattar både byggfasen för elöverföringsnätet och byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken. Av dessa innebär själva byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken mer buller och störande arbetsmoment än byggandet av elöverföringsnätet.

Samverkande konsekvenser under driften

Samverkande konsekvenser i vindkraftverkens områden i driftsfasen uppstår sannolikt genom vindförändringar. För Laine visar simulering att vindförlust påverkar ytströmmar och vidare vattnets omblandning och därigenom temperatur, salthalt och skiktning över ett ganska stort område. De samverkande konsekvenserna av två stora projekt kan grovt bedömt fördubbla styrkan i strömningsförändringarna. Förändringarna i strömmar skulle ändå bara vara några millimeter per sekund, så förändringen är lindrig även om den kan sträcka sig över ett stort område. Bromsade ytströmmar kan medföra att språngskiktet flyttas uppåt i vattenpelaren och å andra sidan kan accelererade strömmar ge motsatt effekt. Förändringarna i skiktning kan i sämsta fall försämra syresituationen i djuphålor och exponera havsbotten för lägre syrehalt. Syresituationen i området är för närvarande utomordentlig, så risken för en försämrad syresituation bedöms som liten. I en situation där flera vindkraftsparker byggs i närheten kommer skiktningsförändringarna också att bli mer uttalade. I princip kommer det också att vara möjligt att vid behov släppa ut syre från vindkraftsparken till havsområdet som en biprodukt av vätgasproduktionen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Förändringar i vattenomblandningen kan vidare påverka bland annat tillgången på näringsämnen och därmed växtplankton och övrig näringsväv. I fallet med flera vindkraftsparker skulle de ovannämnda fenomenen förmodligen överlappa varandra och eventuellt vara kumulativa.

De samverkande konsekvenserna för marina däggdjur under drift är mindre än under byggtiden. Storleken på de samverkande konsekvenserna ökas av att vindkraftsparkerna ligger nära varandra så att det gemensamma influensområdet är större. Under driften kommer de huvudsakliga samverkande konsekvenserna att vara undervattensbuller och vibrationer i samband med driften av turbinerna och eventuella förändringar i isförhållanden och vattenströmmar i området, vilket kan påverka livsbetingelserna för marina däggdjur. Sjökabelsträckningarna förväntas inte ge upphov till samverkande konsekvenser för marina däggdjur under driften av vindkraftsparken.

Samverkande konsekvenser efter att driften upphört

Konsekvenserna efter att driften upphört är liknande som konsekvenserna under byggnationen, men sannolikt mindre. Om rivning av havsbaserade vindkraftsparker sammanfaller kan samverkande konsekvenser uppstå under rivningen. Samverkande konsekvenser uppstår särskilt om rivningen sker samtidigt på platser som ligger nära varandra.

9.3.7 Osäkerheter i bedömningen

Bedömningen av det föreslagna projektets vattendragspåverkan baseras på tillgängliga undersökningar och de utredningar som genomförts inom ramen för MKB-förfarandet i projektområdet. Det finns få praktiska erfarenheter av havsbaserad vindkraft i finska förhållanden. Utvärderingen innehåller vissa osäkerhetsfaktorer, eftersom man vid utvärderingen ibland har varit tvungen att använda antaganden och till exempel utländska forskningsresultat på grund av brist på empiriska data och data baserade på finska förhållanden.

Det råder också osäkerhet om de undersökningsdata som använts, vilka med tanke på projektområdets stora omfattning inte är tillgängliga för mer än en del av projektområdet. Uppgifterna har dock samlats in under flera år, vilket kan anses öka uppgifternas tillförlitlighet och göra det lättare att ta hänsyn till variationer mellan åren i bedömningen.

Uppgifterna om naturtyperna baseras delvis på modellering, vilket förknippas osäkerheter, men uppgifterna har också kompletterats med terrängkartläggningar. De genomförda undersökningarna gav dock en översikt över havsbottnen, dess biota och naturtyper i projektområdet, och kartläggningsdata som samlats utanför projektområdet kunde användas i bedömningen.

För bedömningen av konsekvenser användes de uppgifter om egenskaperna och tillståndet för havsmiljön i området samt modellering av förändringar i grumlighet, sedimentering, temperatur, salthalt och strömmar *(Niras 2023a*, bilaga 3). En del av materialet var modelleringar och modellerna återspeglar inte verkligheten lika exakt som de uppgifter som observerats eller uppmätts i naturen. Modelleringarna har dock gjorts så omfattande som möjligt med hjälp av tillgängliga utgångsdata.

Projektets modellering av strömmar och vattenkvalitet användes som ett viktigt verktyg för att definiera influensområdet, med hjälp av mätningar av strömmar och vattenkvalitet som gjorts i projektområdet. Modellering är i bästa fall en förenklad matematisk beskrivning av vattenrörelser och transport av ämnen, och modellering är alltid förknippad med osäkerhet. Funktionaliteten för den modell som användes i projektet testades genom att kalibrera den till lokala förhållanden med hjälp av befintliga data om exempelvis vattennivåer, strömmar, temperatur och salthalt. Modelleringen krävde en hel del antaganden om till exempel de havsbaserade vindkraftverkens konstruktioner, arbetsmetoderna under byggskedet och de resulterande belastningarna samt tidsplanen för arbetena. Man strävade dock efter att göra antagandena

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

med principen om maximal effekt, och resultaten återspeglar därför största möjliga effekt och går i vissa fall längre än så.

Modelleringen kommer att preciseras i senare skeden av projektet i takt med att kraftverkens exakta placering, bottenundersökningar etc. preciseras allt eftersom projektet fortskrider. I allmänhet är simulering det bästa sättet att simulera de konkreta konsekvenserna av ett nytt projekt, och trots osäkerhetsfaktorerna ger beräkningen en bra bild av den maximala spridningen av sediment i vattendrag under byggperioden och av förändringarna i havsområdets hydrodynamik under driften. Vid tolkning av modellresultat bör man inte lägga för stor vikt vid enskilda beräkningsresultat, utan syftet med modelleringen som helhet är att hjälpa experter att dra slutsatser.

Andra modeller som användes var till exempel GTK:s modell för rev och sandbankar under vatten, SYKE:s modeller för hotade naturtyper, GTK:s modell för hårda och mjuka havsbottnar, som användes som underlag för kartläggningarna av undervattensmiljöerna i den havsbaserade vindkraftsparken. Kartläggningarna av den bottenfauna som fäster vid ytor riktades till hårda havsbottnar i området, och Traficoms marina kartdata, som användes som underlag för kartläggningarna av undervattensmiljöerna och bottenfaunan längs kabel- och vätgasledningssträckningarna riktades till de revliknande upphöjningarna.

Användningen av modeller är motiverad eftersom det finns begränsad befintlig information, särskilt i djuphavsområden, om till exempel bottenkvalitet och arter. VELMU-kartläggningarna i projektområdet har främst fokuserat på de grunda områden som har störst betydelse för den biologiska mångfalden. I fältkartläggningarna rapporterades utöver artsammansättningen även kvaliteten på bottnen, så att man i bedömningen kunde utnyttja mer exakta uppgifter än bottenkvaliteten från modellen. De insamlade uppgifterna ger tillsammans med VELMU-projektets material en sammanhängande och tillräckligt exakt uppfattning av naturvärdena under vattnet i området. Modellerna användes också för att undersöka förändringar i miljön som inte kan studeras med hjälp av observationsdata, så även här är användningen av modeller motiverad.

Det finns ingen information som är verifierad genom fältkartläggningar av projektområdet gällande förekomsten av rev och undervattenssandbankar i projektområdet. Placeringen av kartläggningspunkterna i den havsbaserade vindkraftsparken bestämdes i förväg utifrån GTK:s modell för hårda och mjuka bottnar, och av kabel- och vätgasledningssträckningarna utifrån Traficoms sjökortsdata i syfte att rikta kartläggningarna mot hårda bottnar och potentiella rev i området. Jordarter som klassificeras som hårda bottnar är grus till stenblock och berghällar, och som mjuka jordarter gyttja till sand. Utöver hårda bottnar riktades kartläggningarna till mjuka bottnar, särskilt sandbottnar, så modellen är förknippas med en viss osäkerhet vad gäller hårda och mjuka havsbottnar. I området för den havsbaserade vindkraftsparken låg 12 % av punkterna på hårda bottnar (hårda bottnar utgör mer än 50 % av den kartlagda arealen) och 27 % på kabel-/vätgasledningssträckningarna.

Sjökortsdata är också delvis modellerade, så det är inte säkert att en upphöjning på sjökortet verkligen är en upphöjning. Kartläggningarnas resultat gällande artsammansättningen och naturtyper ger inte en helt tillförlitlig bild av arterna på reven i området, eftersom kartläggningarna inte utfördes på rev som bekräftats genom fältkartläggningar.

Reven i Bottenviken saknas i beskrivningarna av Natura-naturtyper, och skiljer sig mycket från de rev som finns med i beskrivningarna av Natura-naturtyper. Reven i Bottenviken bör därför läggas till i förteckningen över Natura-naturtyper jämte beskrivningar av naturtypen som stöd för konsekvensbedömningen, så att alla ska ha en enhetlig uppfattning om statusen för de rev som är typiska för Bottenviken med tanke på deras representativitet och bevarande. Enligt Essi Keskinen, specialsakkunnig inom naturvård vid Forststyrelsen, är Bottenvikens rev som mest mångformiga på 2–5 meters djup, där det finns olika arter av vattenlevande mossor *(Keskinen 2024).* Denna bedömning baseras både på GTK:s modell för rev och på den ovan nämnda beskrivningen av mångfalden för rev i Bottenviken.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I fortsatta undersökningar för projektet bör läget för potentiella rev bestämmas på grundval av ekolodningar. Med hjälp av sidoseende ekolodning kan man fastställa kvaliteten på upphöjningarnas botten, så att man kan avgöra huruvida det rör sig om rev eller sandbankar, och kontrollera hur branta sluttningarna är för att säkerställa att de inte i själva verket huvudsakligen är flacka. Baserat på material från sidoseende ekolodning kan dropvideo- och dykkartläggningar riktas mot revaktiga upphöjningar för att kartlägga deras artsammansättning och till exempel förekomsten av lek och därmed bedöma naturvärdena för dessa rev. Osäkerhet förknippas bland annat med att de slutliga byggplatserna för havsbaserade vindkraftsparker ännu inte är exakt kända i detta skede. De slutliga platserna kommer att bestämmas först efter valet av kraftverksmodell, geotekniska undersökningar och mer detaljerad byggplanering.

Bedömningen av samverkande konsekvenser är förknippad med osäkerheter när det gäller tidsplanen för byggandet av havsbaserade vindkraftsparker. Konsekvensbedömningen har gjorts utifrån nuvarande information om tidtabeller, där Laine och Kappa byggs vid olika tidpunkter, men i verkligheten kan situationen förändras om det sker förändringar i tidtabellerna.

För deponeringsområde 4 har inga omfattande data funnits tillgängliga, vilket gör bedömningen mer osäker. Det rekommenderas att området undersöks ytterligare i ett senare skede före vattentillståndet, ifall det finns ett upplevt behov av att använda det.

Det finns osäkerheter kring konsekvenserna för **marina däggdjur**. Det har gjorts en del forskning om effekterna av havsbaserade vindkraftsparker på sälar, men inga omfattande forskningsdata är tillgängliga. Uppskattningarna av sälbestånd och årstidsmigration för sälar är vägledande och kan innehålla felaktigheter.

Mängden befintliga forskningsdata är begränsad. När det var möjligt observerades marina däggdjur under fågelinventeringar från helikoptrar under perioder med istäcke och vid båträkningar under säsongen med öppet vatten. Detta gav observationer av de individer som fanns i området, även om kartläggningen inte var särskilt utformad med tanke på sälövervakning. Myndigheten övervakar dock även sälar från helikopter, så även i detta avseende liknar kartläggningen den metod som myndigheten använder.

Både östersjövikaren och gråsälen använder regelbundet projektområdet för Laine havsbaserade vindkraftspark för att vila och föröka sig *(Helcom 2013).* Man kan anta att gråsälar använder projektområdet under hela året. De kan också eventuellt använda området för födosökning eller som en migrationskorridor från ett landstigningsområde till ett annat. Den havsbaserade vindkraftsparken Laine är dock inte ett viktigt födosöksområde för gråsälen eller vikaren, vilket stöds av det faktum att antalet fiskar i den havsbaserade vindkraftsparken Laine inte är betydande. Därför bedöms områdets betydelse för gråsälen i Östersjön som låg till måttlig och för östersjövikaren som måttlig. Även om ingen egentlig sälkartläggning genomfördes under MKB-förfarandet kan den information som erhållits om marina däggdjur i området därför anses vara tillräcklig för att stödja en tillförlitlig konsekvensbedömning.

9.3.8 Förebygga och lindra skador

Vattenkvalitet och undervattensnatur

I princip kan placeringen av havsbaserade vindkraftsparker i djuphavsområden förhindra de mest skadliga effekterna på den marina naturen. De områden som har den största biologiska mångfalden och är viktigast i Finlands havsområden ligger på grunda områden, som enligt nuvarande uppgifter inte finns i vindkraftsparkens område. Mindre skador i form av bottenförlust kan förebyggas genom att välja en grundläggningstyp som kräver minsta möjliga bottenareal. I förhållande till den totala ytan för den havsbaserade vindkraftsparken är dock den yta som upptas av alla fundamenttyper liten. Sjökablarna/vätgasledningen kommer att förläggas i så djupa områden som möjligt, varvid de grundaste och i genomsnitt mest mångfaldiga områdena kommer att lämnas utanför placeringsobjekten för kabeln/vätgasröret.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Byggnation av sjökablar i omedelbar närhet av skyddade undervattensnaturtyper kan i möjligaste mån förläggas så att det arbete som orsakar mest grumling utförs utanför de skyddade naturtypernas växtsäsong. Ett annat alternativ är att kringgå de mest värdefulla områdena på tillräckligt avstånd. En mer detaljerad planering av sträckningarna kommer att genomföras i ett senare skede planeringen och tillståndsansökan för projektet, även med beaktande av teknisk-ekonomiska krav och sträckningens genomförbarhet. Kablar/rör kommer att placeras i så djupa områden som möjligt, vilket också innebär att naturvärdena i grunda områden undviks. Valet av hur kablarna ska installeras kan förhindra potentiella negativa effekter, alternativen har bedömts i tidigare avsnitt. Med tanke på projektets omfattning ska dock byggandet kunna genomföras så flexibelt som möjligt och, särskilt på öppet hav, dra nytta av hela säsongen för öppet vatten.

De negativa effekterna av undervattensbuller under byggtiden, liksom grumlighet och spridning av fasta substanser, kan lindras genom användning av en bubbelridå under byggandet av kraftverkens fundament, vilket dämpar det buller som genereras och minskar spridningen av fasta substanser utanför byggområdet.

Marina däggdjur

De negativa effekterna bedömdes främst bero på undervattensbuller under byggtiden, som det finns tekniska lösningar för att minska, särskilt under byggtiden. Dämpningseffekten, som normalt ligger på cirka 10–20 dB, beror på vilken teknik som väljs *(Meriläinen 2019, Koschinski & Lüdemann 2013*). Bullerbekämpningsmetoderna omfattar dämpning av farligt höga bullernivåer under sprängningsarbeten för att minska risken för fysiska hörselskador på fisk och marina däggdjur, samt användning av avskräckande medel som kan testas före bullriga arbeten. En gradvis ökning av bullernivåerna kan också eftersträvas, vilket har en avskräckande effekt på marina däggdjur. En annan vanlig metod är bubbelridån (Figur 9-14), som särskilt används vid pålning och sprängning. Bubbelridån bildas genom att tryckluft släpps ut från bottnen genom en perforerad slang som är förankrad och viktad för att hållas kvar på bottnen. Luft och vatten har olika akustiska impedanser och när en ljudvåg träffar luftbubblor fungerar de som en tryckavlastare på grund av den stora skillnaden i impedans. Bubblor har också en resonansfrekvens som absorberar ljud. Effekten för bubbelridåer kan ökas genom att skapa bubblor av olika storlek och öka luftflödet. *(Meriläinen 2019, Koschinski & Lüdemann 2013.*)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Figur 9-14. Bubbelridå (Foto: Meriläinen 2019).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.4 Fiskbestånd och fiske

SAMMANDRAG:

- Fiskbeståndet är glest i området för den havsbaserade vindkraftsparken och i närliggande havsområde på den svenska sidan. Arterna är pelagiska stimfiskar, vandringsfiskar som passerar genom området och bottenlevande fiskar. I området förekommer dock strömming, den bedöms förekomma i alla vattenskikt beroende på årstid. Bottnen är till stor del karg sand- och stenbotten, med en del revliknande upphöjningar.
- Fisket i området för den havsbaserade vindkraftsparken är begränsat och huvudsakligen koncentrerat till ett fåtal nätplatser där sik är den viktigaste fångstarten. Enligt uppgifter bedrivs inget trålfiske. Fisket i närområdet på den svenska sidan är av mycket begränsad omfattning.
- Grumlighet, undervattensbuller och ökad fartygstrafik till följd av byggarbete och deponering av muddermassor i havet kan leda till att fisk, inklusive lax, fördrivs eller att vandringsvägarna ändras tillfälligt. Med tanke på vindkraftsparkens omfattning bedömdes påverkan på fiskbeståndet vara liten när det gäller gränsöverskridande konsekvenser och det fanns inga stora skillnader mellan alternativen (VE1 och VE2). De negativa effekterna orsakas av ökad sedimentering, som dock inte hotar kommersiellt viktiga fiskarter eller deras potentiella lekområden på den finska eller svenska sidan. Utifrån habitat- och bottenundersökningar är inte ens de grundaste delarna av vindkraftsparkens område särskilt varierade när det gäller marint liv eller fiskhabitat.
- Risken för transport av skadliga ämnen i sediment och skada på vattenlevande organismer bedömdes som obetydlig eller liten i fråga om gränsöverskridande konsekvenser. Muddring- och deponering i vindkraftsparkens område och installation av kablar/vätgasledningar till fastlandet (sträckningarna MVE1/VVE1, MVE2-MVE3) medför inte någon risk för ackumulering eller annan negativ påverkan på fiskbeståndet på den finska sidan och därmed inte heller gränsöverskridande konsekvenser. Förorenade sediment finns i områdena för sjökabel-/vätgasledningssträckningarna MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3, och muddring där kan skada vattenlevande organismer lokalt. Riskerna är huvudsakligen begränsade till vattenbyggnad (muddring och/eller högtrycksspolning) och till deponeringsverksamhet och är därmed kortvariga, lokala och berör endast den finska sidan.
- Konsekvenserna för fiskbeståndet av undervattensbuller under byggtiden bedömdes som måttliga på den finska sidan utan lindringsåtgärder. Användningen av lindringsåtgärder som bubbelgardiner kommer att minska konsekvenserna till små och de gränsöverskridande konsekvenserna till mycket små. Inga samverkande konsekvenser av undervattensbuller under byggtiden förväntas uppstå, eftersom vattenbyggnadsarbeten för den havsbaserade vindkraftsparken Kappa i den svenska ekonomiska zonen utifrån dagens planeringsuppgifter inte kommer att inledas förrän efter att Laine-projektets vattenarbeten har slutförts. Den eventuella byggnationen av två stora havsbaserade vindkraftsprojekt i följd kommer dock att öka varaktigheten för undervattensbuller i området, vilket kan ha en negativ inverkan på fisk på den finska och svenska sidan.
- Buller-, ljus- och skuggeffekterna på fiskbeståndet, inklusive laxfiskar, och den elektromagnetiska strålningen under driften är små och avser den finska sidan. Konsekvenserna av salt- och värmebelastning från vätgasproduktionen bedöms vara begränsade till den finska sidan.
- Av vindkraftsparkens konsekvenser under drift bedömdes den mest betydande vara den allmänna förändringen av fiskarnas livsmiljö (nya konstruktioner, förändringar i strömmar) och förlusten av havsbotten. Kraftverksenheterna kommer att placeras ut i ett stort havsområde på ett glest sätt så att de sannolikt inte utgör en fysisk barriär och på sätt påverkar beteendet eller rörelserna hos vandrande fiskar eller andra fiskarter, eftersom fiskarna kan undvika kraftverksstrukturerna. De rutter som fiskarna använder kan dock komma att

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

förändras, särskilt genom de samverkande konsekvenserna av de två projekten (Laine och Kappa), vilka kan avspeglas över statsgränserna.

- Generellt sett kan trålfisket försvåras i och med vindkraftsparken, men i nuläget bedrivs inget trålfiske på parkens område, och i närområdet på den svenska sidan bedrivs yrkesfiske i mycket liten omfattning. Vindkraftsparkens negativa påverkan på fisket under drifttiden bedömdes vara liten på den finska sidan, även med hänsyn till andra konsekvenser utöver förhindrandet av fiske (t.ex. buller, habitatförändringar och deras påverkan på fångsterna) och vidare mycket liten när det gäller gränsöverskridande konsekvenser.
- Energiöverföringsrutternas negativa konsekvenser för fisket på den finska sidan är små, eftersom man strävar efter att planera skyddet av sjökablarna/vätgasledningen så att inga olägenheter uppstår för fisket. Projektets energiöverföring bedöms inte ha gränsöverskridande negativa effekter på fisket.

9.4.1 Påverkansmekanismer och bedömningsmetoder

Projektets inverkan på fiskbeståndet och det kommersiella fisket har bedömts i form av expertbedömning, intervjuer och särskilda utredningar. Faktorer som kan påverka fiskbeståndet och fisket i området är bl.a. kraftverkskonstruktionerna, grumling av vattnet, förändringar i fiskarnas beteende eller fördrivning av fisk på grund av vattenkvalitet, ändrade strömmar eller buller samt hur fiskarnas lek påverkas. De begränsningar av rörelsefriheten som gäller området under byggnadstiden och under driftstiden (bl.a. användning av bottentrål och förbud mot ankring) kan också påverka fisket.

Den havsbaserade vindkraften och tillhörande strukturer kan generellt sett påverka fiskar och fisket genom bland annat själva kraftverks- och överföringsstrukturerna, vattnets grumlighet under byggtiden, fördrivning av fiskar eller förändringar i fiskarnas beteende på grund av vattenkvaliteten, flödesförändringar, elektromagnetiska fält eller buller som även kan påverka fisket. Det kan också uppstå förändringar för fisket, till exempel på grund av rörelsebegränsningar under byggtiden. Dessutom kan en potentiell vätgasproduktion leda till en ökad salthalten och temperatur i vindkraftsparkens område.

När det gäller kommersiellt fiske i området har fångstområden, antal fiskare, fångstuppgifter och fiskeansträngning utretts för relevanta ICES-statistikrutor.

Genom **intervjuer** med kommersiella fiskare i området har det tagits fram närmare uppgifter om fiskarter och lekområden, vandringsfiskar och deras vandringsvägar, hotade arter och kommersiellt viktiga fiskarter i området. Uppgifterna har i förekommande fall kompletterats med information om fritidsfiske som erhållits genom en enkät till boende. Dessutom har information om yrkesfisket på den svenska sidan inhämtats från offentliga källor.

De **separata utredningarna** av fiskbeståndet omfattar nätfångst och habitatkartläggning sommaren 2022 och 2023.

Utplanteringar av fisk i området har utretts och från Naturresursinstitutet har det inhämtats märkningsdata om vandrande fisk.

Resultaten av dessa utvärderingar och utredningar har varit underlag för en sammanfattning med bedömningar av djurlivets anpassning till de nya förhållandena och eventuella bestående effekter på fiskbestånden och fiskets lönsamhet i havsområdet. Som påverkansområde betraktas projektområdet samt det uppskattade spridningsområdet för grumlighet under byggnadsfasen på den finska och svenska sidan.

9.4.2 Konsekvenser under byggtiden

Anläggningen av vindkraftverkens och de havsbaserade el-/vätgasstationernas fundament och dragningen av interna kablar/vätgasledningar orsakar konsekvenser under byggtiden bl.a. vid bottenbearbetning. Utgrävning, täckning och utjämning av botten, installation av sjökablar/vätgasledningar och deponering av

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

muddermassor i havet kommer att leda till att fasta partiklar frigörs i vattenfasen, vilket orsakar grumlighet och ökad sedimentation. I allmänhet är grumlingen lokal och kortlivad, och sedimentets kvalitet (t.ex. kornstorlek) spelar också en roll, medan omfattningen av påverkan också beror på kvaliteten på havsbotten i deponeringsområdet, strömmarna nära havsbotten, den valda metoden och tidpunkten för deponeringen. Anläggningsarbetena kommer också att orsaka undervattensbuller och andra störningar, och skadliga ämnen och näringsämnen kan frigöras från sedimentet. Indirekt, under byggtiden, kommer det också att uppstå påverkan från ökad fartygstrafik. Ovanstående har också en inverkan på fisket. För en mer detaljerad beskrivning av projektets olika faser och omfattning, se den tekniska beskrivningen av projektet i 5 och 6.

9.4.2.1 Bottenbearbetning, grumling och ökad sedimentation

Anläggandet av **vindkraftsparkens** strukturer och kablar samt den tillfälliga deponeringen av muddermassor i havet kommer tillfälligt att förstöra bottenfaunan i anläggningsområdena på den finska sidan, vilket kan påverka demersala fiskarter. De bottenlevande organismerna förväntas återhämta sig snabbt i deponeringsområdena eller vid utgrävningarna för kabel- och vätgasledningar när deponeringen eller utgrävningen upphör, vilket betyder att effekterna på fiskarnas näringsväv i det avseendet endast blir tillfälliga. Fiskar kan också dö eller skadas fysiskt om de råkar fastna under massorna som bearbetas eller flyttas, men risken bedöms som liten eftersom fiskarna sannolikt har fördrivits innan dess. Fiskflykt bedöms förekomma i närheten av byggarbetsplatserna på grund av grumligt vatten under byggtiden och ökat undervattensbuller, men detta är tillfälligt.

Grumling från muddring och deponering kan minska fångsteffektiviteten hos fiskar som är visuella predatorer. Fasta ämnen som driver och sedimenterar kan täcka rommen och minska yngelproduktionen och dessutom förorena fiskeredskap. De kan också ha en indirekt effekt genom att störa den naturliga livsmiljön för fisk och bottenvegetation och täcka både botten och potentiella lekområden. Dessutom kan grumligheten stöta bort fisk och fiskstim.

Nykläckta yngel är känsliga för förhöjda halter av fasta partiklar, och grumlighet kan också hämma predationen för ynglen. Höga halter av fasta ämnen kan också orsaka dödlighet hos yngel. Artspecifika gränsvärden för fiskflykt har presenterats från 3 till 1 000 mg/l, vanligare 10 till 20 mg/l. Effekterna av koncentrationer på 10 mg/l avser främst de allra känsligaste arterna samt rom och små yngel *(Keller et al. 2006* och *Engel & Sorensen 2001*, i litteraturöversikten *Vehanen et al. 2010*). Även om det finns skillnader i känslighet mellan arter och deras livsstadier tyder studier på att vid maximala koncentrationer på 100 mg/l är effekterna små, om en koncentration på 100 mg/l varar mindre än 14 dygn. Kortvarigt (timmar) kan många arter tolerera koncentrationer på upp till 1000 mg/l. Planktonätande fiskar verkar vara de känsligaste arterna, och man har funnit att bl.a. strömming undviker så låga koncentrationer som 3 mg/l. För strömmingens del är yngelstadiet det känsligaste livsstadiet, medan romkornet klarar sig bättre i grumlighet och sedimentering. Yngel kan drabbas av fysiologiska effekter vid så låga koncentrationer som 100 mg/l om koncentrationen kvarstår kontinuerligt under ett dygn *(Karlsson et al. 2020).*

Fiskflykten är vanligtvis tillfällig, men om levnadsförhållandena förändras mycket kan den också vara permanent eftersom det, som nämnts ovan, finns skillnader i tolerans mellan olika fiskarter och åldersstadier. Det bör noteras att forskningsresultaten om hur fiskar påverkas av muddring och deponering är ibland svåra att verifiera, men för det mesta tyder övervaknings- och forskningsresultaten på att inga betydande effekter har observerats. Bland annat i en svensk uppföljningsstudie av muddring i havsbaserade vindkraftsparker konstaterades inga negativa effekter på fisksamhällena, och artkvantiteterna i referensområdet och påverkansområdet var liknande (60 m och 200 m från muddringsplatsen) *(Hammar et al. 2008).* Enligt det provfiske som genomfördes under byggandet av det havsbaserade vindkraftsprojektet Tahkoluoto i Björneborg fördrevs fisk i viss utsträckning från arbetsområdena, men antalet fiskar återgick till samma nivå som före byggandet efter att byggnadsarbetena hade slutförts. Enligt undersökningen kan

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

byggprojektet och de olika byggfaserna ha fördrivit laxen från projektområdet och dess närhet, men ingen liknande effekt observerades för öring och sik baserat på fångstdata *(Ojala 2019)*. Under byggfasen av havsbaserade vindkraftsparken Lillgrund i Sverige var koncentrationen av fasta ämnen 10 mg/l, men inga effekter på förekomsten av fisk och yngel observerades *(Bergström et al. 2012).*

Enligt den genomförda modelleringen (*Niras 2023a*, bilaga 3) sprider sig de sediment som frigörs vid **byggarbetena för den havsbaserade vindkraftsparken** (muddring, deponering) som längst några kilometer från området för vindkraftsparken, men de blir huvudsakligen kvar inom parken, och därmed är påverkan liten på den svenska sidan. De högsta koncentrationerna under arbetet observeras vid deponeringsområdena, där koncentrationer på 100 mg/l fasta ämnen bara observeras under en dag, om man beaktar hela arbetets längd (en säsong med öppet vatten). Kortvariga (6 timmar) ökningar av koncentrationen till 100 mg/l observeras i vattenpelaren över en sammanlagd yta på 3–14 km^2, och ett mer omfattande område nära botten (cirka 66–84 km^2). Topparna i höga koncentrationer av fasta ämnen är därför relativt kortlivade och begränsade till närheten av arbetsområdena på den finska sidan. Koncentrationseffekten ≥10 mg/l är klart mer utbredd och spridd över ett större område, även utanför den havsbaserade vindkraftsparken och delvis till den svenska sidan, och dess varaktighet är också längre. Enligt beräkningarna stiger vattnets innehåll av fasta ämnen i deponeringsområdena till 10 mg/l eller över under 7–14 dagar i sträck under hela arbetets varaktighet. Totalt sker en kortvarig koncentrationsökning på 10 mg/l över ett område på ca 300 km^2 vid ytan och ca 430 km^2 nära botten, dvs. över ett mycket stort område, även delvis på den svenska sidan, men det bör noteras att denna ökning inte är kontinuerlig utan pulserande. Det bör noteras att modelleringen har överskattats utifrån antagandet att arbetena endast kommer att pågå under en säsong med öppet vatten, vilket innebär att modelleringen överskattar den faktiska situationen, särskilt när det gäller deponering. Det är troligt att vattenbyggandet kommer att fördelas över flera, uppskattningsvis tre fältsäsonger. Om byggandet fördelas över mer än ett år, blir den årliga belastningen av fasta ämnen och sediment mindre än det som anges ovan. Det bör även noteras att ett eventuellt deponeringsområde 4, som inte har modellerats, skulle utvidga påverkansområdet norr om vindkraftsparken på den finska sidan. Det finns inga betydande skillnader mellan projektalternativen VE1 och VE2. Modelleringen har gjorts för gravitationsfundament, där effekterna är som störst. För andra typer av fundament kommer därför konsekvenserna att bli mindre.

Kortvariga större ökningar av koncentrationer av fasta ämnen (100 mg/l) kommer sannolikt att driva bort fisk från områden där större, tillfälligt höga koncentrationer kommer att finnas, särskilt i deponeringsområden, av vilka de närmaste ligger cirka 5 km från den svenska ekonomiska zonen. Pulserande koncentrationer på 10 mg/l är vanligare. Koncentrationer av fasta ämnen på 10 mg/l förekommer då och då även naturligt i projektområdets havsområde, men även den nivån kan ha negativa effekter på känsligare arter, medan å andra sidan vissa arter kan tolerera koncentrationer av fasta ämnen på upp till 100 mg/l under cirka 14 dygn *(Karlsson et al. 2020).*

Bland annat fiskens gälar är känsliga för utfällning av fasta ämnen. Exponering för fasta ämnen kan öka blodglukos- och kortisolnivåerna hos fisk, vilket tyder på en stressreaktion (t.ex. *Servizi & Martenz 1992*). Simförmågan försämras också ofta om det finns för mycket fasta ämnen i vattnet *(Berli et al. 2014)*. Fiskrommens dödlighet ökar hos flera sötvatten- och brackvattenarter vid koncentrationer av fasta ämnen på 100 mg/l–1000 mg/l *(Auld och Schubel 1978, Clarce och Wilber 2000, Engell-Sørensen och Skyt 2001,* i litteraturöversikten *Vehanen et al. 2010*). Däremot har till exempel strömmingsrommen visat sig tåla höga koncentrationer av fasta ämnen *(Kiørbe et al. 1981, Messieh et al. 1981, Birklund och Wijsman 2005* i litte2raturöversikten *Vehanen et al. 2010*). Yngel är mer känsliga än vad vuxna fiskar och även rom är för sämre syreupptagningsförmåga när fasta partiklar fälls ut i gälarna. Westerberg et al. (1996) fann att dödligheten för torskyngel var högre än för rom, och att dödligheten uppstod redan vid lägre koncentrationer av fasta ämnen (10 mg/l). Enligt Hansson (1995) orsakade koncentrationer av fasta ämnen på >100

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

mg/l dödlighet hos strömmingsyngel (referenser från litteraturöversikten *Vehanen et al. 2010*). Som nämnts ovan har det visat sig att strömmingen, i synnerhet i yngelstadier, är bland de känsligaste arterna.

Det är osannolikt att den havsbaserade vindkraftsparken har lekområden för kommersiellt viktiga fiskarter (t.ex. strömming), eftersom området oftast är för djupt för dem och bottnens kvalitet i stor utsträckning är olämplig för lek. Den eventuella leken för andra fiskarter och strömming (fullständigt säkra uppgifter om strömmingens reproduktion i området har inte erhållits) kommer sannolikt att störas under byggåren på grund av grumling och fördrivning. I allmänhet kan en fördelning av belastningen av fasta ämnen över flera år på samma plats ha en mer skadlig effekt på potentiellt lekande fisk i området än en fördelning av belastningen över ett år (modellerad situation) eftersom störningens varaktighet är längre. Bedömd påverkan kommer dock att vara lokal och tillfällig i förhållande till det större fiskbeståndet och kommer inte att sträcka sig till den svenska sidan i någon betydande grad. En del av de fiskar som potentiellt förökar sig i området (t.ex. hornsimpa) leker på vintern, då muddring, utgrävning och deponering inte utförs. Större delen av området för den havsbaserade vindkraftsparken är dessutom för djupt som lekområde för arten i fråga.

Enligt modelleringen är sedimentationen av fasta ämnen störst i deponeringsområdet och i områdena nära fundamenten och kablarna efter muddring. Sedimentationen beräknas variera mellan 1 och 4 cm (fundament och kabeldiken i den havsbaserade vindkraftsparken) och upp till cirka 4 cm i deponeringsområdena, vilket kan ha vissa negativa effekter till exempel på romkornen särskilt i deponeringsområdet, om de skulle täckas av de fasta ämnena som sedimenteras. Det finns dock inga kända lekområden för fisk eller andra värdefulla marina livsmiljöer i de planerade deponeringsområdena i yttre havsområdet, så de negativa effekterna är små på den finska sidan och obefintliga på den svenska sidan. I andra muddrade områden blir påverkan ännu mindre.

I dagsläget uppskattas sedimentationen i Kvarken-Bottenviken variera <1 cm/år *(EMODNET 2024)*. I områden där den modellerade sedimentationen under byggfasen överstiger 10 mm innebär det således en fördubbling eller flerdubbling av den genomsnittliga årliga sedimentationsmängden på grund av byggarbetet, även om byggtiden på enskilda platser är mycket kortare. Sedimentationen varierar dock beroende på område, vilket betyder att mer skyddade områden kan ha större sedimentation medan botten i andra områden kan rengöras av förekommande strömmar. I lämpliga deponeringsområden är dock strömningshastigheterna låga.

Förorenade sediment har påträffats i den norra delen av den havsbaserade vindkraftsparken (bilaga 5 i nationella MKB-dokumentet). Enligt den riskbedömning som utförts (bilaga 6 i nationella MKB-dokumentet) förväntas PCDD/F-föreningar som potentiellt kan lösas upp i vattnet inte ge skadliga effekter på organismer vid kortvarig exponering. Långvarig exponering kan potentiellt vara skadlig för fiskar. Muddring är dock ett kortvarigt arbetsmoment och därmed blir ökningen av fasta ämnen i vattnet också kortvarigt. Enligt bedömningen kommer fisken i regel att lämna området under muddringsprocessen, vilket leder till att de direkta effekterna av upplösta skadliga ämnen i vattnet blir små. För fiskar bedöms anrikningen av PCDD/F i näringskedjan (genom att organismerna får i sig sediment/fasta ämnen) vara en mer betydande exponeringsväg över tid än exponeringen för vattenburna skadliga ämnen i samband med muddringsarbetet. Avseende andra skadliga ämnen (petroleumkolväten, arsenik, nickel) förväntas ingen påverkan om de icke-ekologiska referensvärdena underskrids. Det bör dock noteras att det finns osäkerheter i de sedimentstudier som genomförts och därmed i riskbedömningen, vilka beskrivs mer ingående i bilaga 6 i nationella MKB-dokumentet. Skadliga ämnen i sedimenten förväntas inte orsaka gränsöverskridande konsekvenser.

Om grumlighet uppstår när fiskar vandrar kan det också potentiellt påverka hur framgångsrika vandringarna blir (t.ex. *Posford Duvivier Environment & Hill 2001*). På grund av grumligheten från muddring och deponering under byggtiden och allmän aktivitet i området, bl.a. fartygstrafik, kan laxens och andra vandringsfiskars vandringsvägar ändras när de tvingas runda de aktuella områdena, eftersom fiskar sannolikt

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kommer att undvika åtminstone de högsta koncentrationerna av fasta ämnen och de maskiner som används. Användningen av området som födosöksområde för fisk kan också påverkas. På grund av ovanstående mekanismer kan det uppstå gränsöverskridande konsekvenser, men dessa bedöms vara små totalt sett när man beaktar den relativt korta byggtiden i ett enskilt område (hela området kommer inte att byggas samtidigt).

Baserat på modelleringen kommer grumligheten under byggtiden att vara en relativt kortvarig händelse i området för den havsbaserade vindkraftsparken, men med hänsyn till projektområdets omfattning bedöms påverkan på fiskbeståndet vara måttlig på den finska sidan och liten på den svenska sidan. På finska sidan uppstår ytterligare negativa effekter från ökad sedimentering. Grumlighet och ökade sedimentation utgör dock inget hot mot hotade fiskarter, vandringsfiskar eller kommersiellt använda fiskarter på den finska eller svenska sidan. Risken från skadliga ämnen har bedömts som låg på den finska sidan och mycket låg på den svenska sidan, eftersom fiskar som nyttjar området sannolikt fördrivs innan de skadliga ämnena frigörs.

Enligt den genomförda modelleringen *(Niras 2023a*, bilaga 3) kommer **installationen av sjökablar/vätgasledningar,** huvudsakligen på finskt territorialvatten, i byggfasen medföra koncentrationsökningar på 100 mg/l inom högst några hundra meter från arbetsplatsen beroende på bottnens kvalitet, och därmed uppstår ingen påverkan på den svenska sidan. För båda installationsmetoderna i simuleringen pågår ökningen under högst 24 timmar när man beaktar hela arbetets tidslängd. Koncentrationsökningar av fasta ämnen på mer än 10 mg/l förekommer under maximalt cirka 3–14 dagar vid ytan och i det bottennära skiktet beroende på metod, och effekten sträcker sig några kilometer från arbetsplatsen och stannar på den finska sidan. Både omfattningen av påverkansområdet och grumlighetens varaktighet är störst närmast botten, särskilt i muddrings- och deponeringsmetoden. Muddring och särskilt deponering ger också upphov till grumlighet vid ytan under flera dagar, medan grumligheten som orsakas av vattenspolning endast når ytan i de grundaste landföringsområdena.

De kortvariga maximala värdena kan vara så höga som 200 mg/l på byggarbetsplatser, men 450 mg/l på muddrings- och deponeringsplatser.

Modelleringen visar att effekterna av vattenspolning är mindre än effekterna av muddring under installationsfasen, på grund av deponeringens effekter, men effekterna även i de grundare landföringsområdena blir mindre.

Grumligheten och ökningen av koncentrationen fasta ämnen kan ha en lokal inverkan, särskilt i de mest värdefulla och variationsrika områdena (t.ex. reven på den finska sidan), men det bör noteras att enligt modelleringen blir den mest störande och fördrivande effekten på fiskar kortvarig och fördelas över de olika sektionerna av rutten. Grumlingseffekten i den lokal fiskens livsmiljö varar i praktiken bara några dagar och de största koncentrationsökningarna kommer att vara stötvisa och kortlivade, även om de kan ha en bottentäckande effekt på den finska sidan genom sedimenteringen.

Enligt modelleringen ökar sedimenteringen som högst med 2 cm, om metoden med högtrycksspolning används. För kabelsträckningarna visar modelleringen att sedimentering på mer än 1 mm sträcker sig till ett maximalt avstånd på cirka 400 m på båda sidor av sträckningen och stannar på den finska sidan. Det finns också några sektioner i rutterna MVE3, MVE4/VVE1 och MVE5/VVE3 där sedimenteringen är mindre än 1 mm på grund av det grövre materialet.

I den partiella muddringsmetoden sker sedimenteringspåverkan på över 1 mm längs kabelsträckningarna på motsvarande sätt ungefär 400 meter på båda sidor om sträckningen och den stannar på den finska sidan. Sedimenteringen är störst, >4 cm, i och kring deponeringsområdena, vilket har ett starkt samband med bottenmaterialet. Sedimentering på cirka 2 cm förekommer också på många ställen vid de grundare landföringssektionerna, som finns på den finska sidan.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

På alla sträckningar på den finska sidan finns enligt uppgift lekområden för olika fiskarter (t.ex. strömming, sik), och minst antal lekområden har enligt uppgift MVE2. Dessa områden kan förstöras vid utgrävning, om man inte rundar de viktigaste lekområdena (revplatserna). Områden kan också bli täckta av fasta ämnen. Den störning och grumlighet som anläggningsarbetena orsakar kan störa eller fördriva lekande fiskstim, om verksamhet sker där under lekperioden. Muddring och deponering på de grundaste områdena kan potentiellt påverka fiskens fortplantning under flera år, särskilt om verksamhet sker i lekområdena, men dessa områden förväntas återhämta sig senare.

Bottenbearbetningen under kabelrutterna omfattar högst några tiotals hektar men sker inte samtidigt, vilket innebär att den totala påverkan på lokala fiskar kommer tillfälligt att vara måttlig, men liten på längre sikt vid alla sträckningar, och grumligheten och den ökade sedimenteringen från kabelinstallationerna kommer inte att ha någon påverkan på Kvarkens bredare artbestånd varken på den finska eller den svenska sidan. Påverkansnivåerna är i stort sett desamma för alla rutter, men generellt något högre för MVE1/VVE1 och MVE3. Avseende strandområdena är påverkansnivåerna högst för MVE4/VVE2 och MVE5/VVE3, där det också förekommer skadliga ämnen.

För vandrande fisk kan grumligheten och de generellt ökade störningarna från byggarbetet orsaka ett undvikandebeteende och därmed förändringar i fiskarnas vandringsvägar, men eftersom arbetena begränsas till vissa sektioner åt gången och grumlighetsområdet håller sig i närheten av arbetsplatsen, bedöms installationen av kablar/vätgasledningar inte ha mer än en tillfälligt måttlig påverkan och en liten påverkan på längre sikt och bedöms inte ha påverkan på den svenska sidan.

9.4.2.2 Undervattensbuller

När det gäller undervattensbuller under byggtiden för det **havsbaserade vindkraftsprojektet** kommer den största miljöpåverkan på fisk från installationsarbetet (t.ex. pålning av vindkraftverk) och fartygstrafiken under byggtiden. Pålning kommer sannolikt att ha den mest störande effekten på fiskbeståndet. Buller kan orsaka fysiologisk stress, dödlighet, fysiska skador eller påverka fiskarnas beteende. Effekterna av undervattensbuller och påverkansmekanismerna behandlas mer i detalj i kapitel 9.11 och i den separat bilagan 4 *(Niras 2023b).*

Enligt den genomförda modelleringen uppstår de värsta effekterna av pålningsrelaterat undervattensbuller (PTS = permanent hörselnedsättning och skada) hos individer i pålningsarbetets omedelbara närhet. Det beräknade avståndet är mindre än 100–1 100 meter för fisk och mindre än 650 meter för rom och yngel. Dessutom kommer de flesta fiskar att fly längre bort från tryckkällan och återvända när bullret har upphört, och drabbas eventuellt bara av en tillfällig hörselnedsättning som återhämtar sig med tiden. Vid TTS (tillfällig hörselnedsättning) är påverkansavståndet för fisk mellan 5,9 och 17,9 km från bullerkällan, beroende på fiskart. Risken för PTS eller dödlighet för ett stort antal fiskar anses vara obetydlig på grund av de korta påverkansavstånden (< 100–1 100 m) och eftersom man använder en mjuk start- och boostmetod som ger fiskarna tid att förflytta sig utanför påverkansavståndet. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Nära pålningskällan där undervattensbullret är högt, men ändå inte i ett område där fiskar lider skada, utlöser trycket en undvikandereaktion, vilket leder till att unga och vuxna fiskar flyr trycket och eventuellt endast drabbas tillfälligt av hörselnedsättning (TTS). Det bör noteras att fiskar använder området för den havsbaserade vindkraftsparken i måttlig grad jämfört med andra havsområden, men i låg grad jämfört med grundare områden vid kusten. Storleken och omfattningen av pålningsbullrets påverkan utan bullerdämpande åtgärder bedömdes vara måttligt negativ eftersom påverkansavstånden, särskilt för TTS (tillfällig hörselnedsättning), är relativt långa och kan i liten grad även sträcka sig till den svenska sidan och bedöms därmed också kunna beröra mer variationsrika kustområden på den finska sidan, men inte på den svenska. Därför anses det vara nödvändigt att använda bubbelgardiner eller motsvarande ljuddämpande metoder i samband med byggåtgärderna, så att påverkan kan minskas från måttlig till liten (*Niras 2023b,* bilaga 4*)*.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Under byggnationen av den havsbaserade **vindkraftsparken och sjökablarna och/eller vätgasledningen** kan det, beroende på bottenkvaliteten i området, bli nödvändigt att bryta eller spränga berg på sträckningen. Behovet av brytning och sprängning kommer att fastställas i den mer detaljerade planeringen av projektet före vattentillståndsfasen.

Enligt Meriläinen & Lindfors (*2018*) är bullret från sprängningar under vattnet kortvarigt och impulsaktigt, men ofta mycket intensivt och med ett brett spektrum. Brytning och sprängningar under vatten kan orsaka ljudtrycksnivåer som är skadliga för fiskar. Bullrets utbredning påverkas av vattnets djup, salthalt och temperatur i området och den stratifiering som uppstår på basis av dessa. Dessutom påverkar ljudets frekvens och förhållandena på havsbotten och havsytan reflektionen och absorptionen av ljud. Förutom bullrets intensitet påverkas bullrets skadlighet av exponeringstid, fördelning av ljudenergi över olika frekvenser, bullrets kvalitet och artens individuella känslighet för buller.

Enligt Meriläinen & Lindfors *(2018)* skiljer sig sprängningar från annat undervattensbuller genom att de genererar en mycket plötslig och abrupt stigande kraftig tryckvåg som färdas genom vattnet snabbare än ljudets hastighet. Sprängningarna har visat sig orsaka allvarliga skador för fiskar (bl.a. *Wright & Hopky 1998*). De snabba tryckförändringarna mellan övertryck och undertryck efter en explosion är den mest sannolika orsaken till fiskdöd. Baserat på undervattensmodellering i andra projekt och en rapport till farledsmyndigheten får de snabba vibrationerna som orsakas av tryckvågen från sprängningen luftblåsan att dra ihop sig (under övertrycket) och expandera (under undertrycket), vilket leder till inre skador och i värsta fall till döden *(Meriläinen & Lindfors 2018).* I synnerhet undertrycket har visat sig orsaka skador på fisk när den expanderande luftblåsan skadar omgivande organ (t.ex. njurar, lever och mjälte). Enligt Meriläinen & Lindfors *(2018)* är det en utmaning att fastställa tydliga gränsvärden för effekterna av sprängningarna, eftersom olika sprängämnen, olika fiskarter och olika laddningar ofta har använts i studierna.

Om byggnationen av energiöverföringsrutterna (huvudsakligen i Finlands territorialvatten) skulle kräva sprängningar under vatten ska en mer detaljerad planering och vid behov modellering utföras i vattentillståndsfasen. I den fortsatta planeringen ska det säkerställas att fiskarna förflyttas tillräckligt långt från arbetsplatsen med lämpliga avskräckande medel innan sprängningarna påbörjas. Under de mest bullerskapande arbetsfaserna bör även lämpliga ljuddämpningsmetoder, till exempel bubbelgardiner, användas beroende på område för att effektivt dämpa spridningen av undervattensbuller och därmed minska konsekvenserna. Konsekvenserna under byggtiden kommer att vara tillfälliga och övergående, även om de beräknas pågå under flera säsonger med öppet vatten.

I havsområdet genereras buller också av lämpliga rörläggningsfartyg, där bullret utbreder sig som normalt, progressivt ljud från havsgående fartyg och de främsta ljudkällorna är maskinernas luftintag, rökgaskanaler och ventilationsfläktar och -kanaler. Undervattensbuller består av buller från fartygens propellrar och maskiner. Konsekvenserna för fiskbeståndet är små och tillfälliga, men fördrivningen av fisk kan ha en tillfällig påverkan på fisket.

9.4.2.3 Konsekvenser för fisket

Grumligheten och störningarna som orsakas av muddring, deponering och kabelinstallationsarbeten samt bullret som orsakas av byggarbetet kan orsaka tillfällig fördrivning av fisk och öka undvikandebeteendet, vilket kan ha en negativ inverkan på det kommersiella fisket och fritidsfisket i området på den finska sidan och i liten grad på den svenska sidan. Konsekvenserna för vattenkvaliteten är sannolikt störst i områdena nära den finska kusten, där fisket är relativt omfattande. På grund av eventuella begränsningar av rörelsefriheten under arbetets gång kan fisket förhindras helt i vissa områden på den finska sidan eller så kan fiskeredskap inte sättas ut, eftersom de negativa effekterna av grumligheten kan tillfälligt vara större och till exempel förorena nätfångsten. Störningarna för fiskar orsakade av de ökade koncentrationerna av fasta ämnen kan variera stort, men sammantaget bedömdes de negativa effekterna på kort sikt vara måttliga i området för kabelsträckningarna i Finland och små i området för den havsbaserade vindkraftsparken, och

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

därmed mycket små på den svenska sidan. Det bör dock noteras att grumlingseffektens varaktighet är relativt kort. Det kommer att gå ut omfattande förhandsinformation om bygget och byggets tidsplaner.

9.4.3 Konsekvenser under driften

Olika studier har genomförts för att undersöka undervattensljud, vibrationer, ljus- och skuggeffekter från vindkraftverk i drift, liksom de elektromagnetiska fält som genereras av sjökablar (elöverföring) och deras effekter på fisk och andra vattenlevande organismer. Placeringen av kraftverken kan också påverka strömmar och andra hydrodynamiska förhållanden i havsområdet. När fundamenten för kraftverken och andra nödvändiga konstruktioner (t.ex. havsbaserade elstationer) byggs ändras också bottenförhållandena, dvs. livsmiljöer på botten försvinner permanent under konstruktionerna på den finska sidan, vilka endast täcker cirka 0,06 % av vindkraftsparkens areal. Vätgasproduktion kan orsaka salt- och värmebelastning i omgivande vatten, men är begränsad till den finska sidan. Bedömningen av konsekvenserna försvåras av bristen på kunskap, dvs. forsknings- och övervakningsdata om fenomenens faktiska betydelse i finska förhållanden, särskilt med avseende på utsjövindkraftparker.

9.4.3.1 Förändringar i livsmiljöer och flöden

Förändring och utveckling av livsmiljöer beror på de lokala miljöförhållandena, men i allmänhet kan fundament i grunda områden skapa förutsättningar för ökad biologisk mångfald genom att fungera som konstgjorda rev och skapa nya livsmiljöer för djur- och växtarter, vilket kan ha positiva effekter, särskilt för bottenlevande fisk. Det är allmänt känt att fiskar föredrar närhet till undervattensstrukturer som vrak, vågbrytare och bryggpålar sannolikt på grund av de ökade möjligheterna till skydd och föda. Fiskar har också lockats till flera havsbaserade vindkraftsparker *(*t.ex. *Bergström et al. 2012),* men effekten är artberoende: erosionsskyddskonstruktioner ökar inte nödvändigtvis förekomsten av strömming och skarpsill, men det har föreslagits att de potentiellt skulle kunna fungera som lekhabitat om alger växer på erosionsskyddets yta. Fiskar kan också söka skydd nära fundament *(Glarou et al. 2020).*

I finska förhållanden och särskilt på djupa botten i yttre havsområdet är denna effekt dock huvudsakligen teoretisk, och även i grunda områden har successionen av olika arter visat sig vara långsam, och ytorna på kraftverksfundamenten är oftast inte lämpliga för de alger och bottendjurarter som förekommer i Finland *(KVVY Tutkimus Oy 2020a)* och som kunde vara bra för fiskar till exempel som födokälla.

Ett enskilt stationärt kraftverk eller den valda fundamenttypen och dess erosionsskydd som en fysisk struktur kommer sannolikt inte att ha någon större inverkan på fiskbestånden i djupa områden. Hårdbottenarter (t.ex. hornsimpa) kan i viss mån gynnas av att mjukbotten ersätts med hård på platsen för erosionsskyddet.

För sjökablar (huvudsakligen i Finlands territorialvatten) förändras situationen väsentligt från nuläget endast i de områden där det inte är möjligt att sänka eller gräva ned kabeln på botten och kablarna istället täcks med till exempel stenblock. Beroende på djupet kan det skapa en potentiellt revliknande miljö som är lämplig för fiskar.

Det kommer att ske en permanent förlust av bottenyta på den finska sidan under fundamenten till de havsbaserade vindkraftverken och el- och vätgasstationerna. Bedömningen av förlusten av bottenytan har gjorts för gravitationsfundament där förlusten av bottenyta är störst. Den yta som krävs för fundamenten i projektalternativ VE2 är något större än i alternativet VE1, där antalet kraftverk är större än i VE2, men totalt sett förloras mer bottenyta i VE1. Enligt beräkningar förloras cirka 0,24 km^2 bottenyta under kraftverksfundamenten i både VE1 och VE2.

De grundaste områdena i den havsbaserade vindkraftsparken börjar på 18 meters djup. Gjorda studier tyder på att inte ens de grundaste delarna har någon större biologisk mångfald när det gäller marint liv eller fiskhabitat och att de förmodligen är för djupa som lekområden för kommersiellt viktiga arter, men

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

området är sannolikt viktigt som livsmiljö för flera bottenlevande fiskarter. Man bör komma ihåg att den ganska monotona botten och begränsade artrikedomen också är ett kännetecken för området. Förlusten av potentiella lekområden under kraftverksfundamenten kommer dock att vara begränsad, oavsett projektalternativ eller det slutliga valet av fundamenttyp, eftersom det inte finns några kända lekområden för strömming eller andra kommersiellt viktiga fiskarter i området och troligen inte heller för några andra arter, eftersom leken för de fiskarter som förekommer (bl.a. hornsimpa, rötsimpa, gärs) huvudsakligen sker i grundare vatten. Det kan ske små lokala förändringar i födosöksplatserna för fiskar som lever på bottendjur, eftersom den bottenlevande faunan i närheten av kraftverken kan förändras eller helt försvinna med kraftverkens erosionsskydd och under fundamenten. Bland de bottenlevande fiskarna som lever av bottendjur i projektområdet finns till exempel hornsimpa. Påverkan är dock inte betydande utan snarare teoretisk, eftersom fiskar som rörliga organismer kan söka sig till bättre förhållanden, och även om genomförda undersökningar av bottenfaunan tyder på att arterna i området är ganska få, beräknas bottenfaunan i fråga om biomassa ge tillräckligt med föda i alla delar av projektområdet, och den förändring som orsakas av kraftverken bedöms därmed inte ha betydelse för tillgången på fiskföda. Sammantaget bedöms de potentiella gränsöverskridande negativa effekterna på fiskbeståndet som indirekt orsakas av förlusten av botten vara mycket små.

Baserat på befintliga undersökningsdata, fångstdata och intervjuer med fiskare vandrar vuxen lax huvudsakligen längs kusten, men en del fiskar kan också vandra ut på öppet hav och en del kommer sannolikt att passera området för den havsbaserade vindkraftsparken, även tvärs över havet mellan Sverige och Finland. Några enstaka återlämnade fiskmärken från märkta havsöringar har registrerats i havsområdena nära den havsbaserade vindkraftsparken.

Fiskar kan undvika hinder när det behövs (t.ex. *Zwaka et al. 2022*), och kraftverken kommer att placeras ut så glest i ett stort vindkraftsområde att de inte utgör en fysisk barriär och på så sätt påverkar rörelserna eller beteendet hos vandrande fisk eller andra fiskarter på den finska eller svenska sidan. Antalet kraftverk är högre i projektalternativ VE1, och den eventuella negativa effekten kan i princip vara större i det avseendet, men är ändå ganska osannolik. Andra faktorer som kan påverka fiskbeståndet och som orsakas av driften av kraftverken (buller osv.) behandlas i följande stycken.

Havsbaserade vindkraftverk kan påverka flödesförhållandena eftersom de bildar en slags ny skärgård som kan påverka vindförhållandena mellan kraftverken. Enligt modelleringen kommer vindkraftsparken att minska ytströmmarna söder och norr om parken med cirka 15 %. Samtidigt tilltar strömmarna något i de djupare vattenskikten, och effekten varierar med årstiderna. Det område som påverkas av flödesförändringarna är relativt stort och sträcker sig 30–40 km från vindkraftsparken, även till den svenska sidan, men i augusti upp till mer än 100 km, ända till den svenska kusten. Flödesförändringarna påverkar också vattentemperaturen och skiktning samt i viss mån salthalten. Även vätgasproduktionen har beaktats i temperaturmodelleringen, men dess effekter förblir mycket lokala och berör endast den finska sidan. Förändringar i temperatur och salthalt behandlas längre fram i kapitlet i avsnittet *effekterna av vätgasproduktion*.

Flödesförändringen till följd av vindfältsförändringen har troligtvis ingen direkt betydande effekt på fiskbeståndets tillstånd i något av projektalternativen, och de väsentligaste effekterna orsakas sannolikt av temperaturförändringar. I princip kan flödesförändringar också leda till ökad sedimentering som kan ha en viss negativ effekt på känsliga arter. Påverkan på fiskebeståndet i det avseendet bedömdes dock vara liten, såväl på den finska som på den svenska sidan.

Sammantaget kommer livsmiljöerna och havsförhållandena att förändras i viss utsträckning av projektet bland annat på grund av förändrade flödesförhållanden, och livsmiljöer i ganska stor skala kommer att gå förlorade med tanke på den havsbaserade vindkraftsparkens omfattning och kabelsträckningarnas längd. När kablar/vätgasledningar har installerats kommer livsmiljön i området att återhämta sig, men den kan ha förändrats jämfört med ursprungsläget. Därför bedömdes de många negativa effekterna på fiskars

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

livsmiljö från driften av den havsbaserade vindkraftsparken och kabel-/vätgasledningssträckningarna som måttliga för båda projektalternativen. Vindkraftsparken kan även bedömas orsaka små negativa effekter på den svenska sidan genom ovannämnda mekanismer.

9.4.3.2 Undervattensbuller

Under den havsbaserade vindkraftsparkens drift genereras buller både från vindkraftverken och fartygstrafiken i samband med underhåll och service. Undervattenseffekterna av kraftverken under drift består av ljud från rotorbladen och maskineriet som fortplantas ned under vattnet längs tornet och fundamentet.

Fiskarnas hörselorgan ser olika ut för olika fiskarter, vilket betyder att hörseln varierar kraftigt mellan olika fiskarter. Undervattensbuller kan påverka havsdäggdjur och fisk, bland annat genom att ändra deras beteende eller orsaka tillfällig eller bestående hörselnedsättning. Hur stor effekten är beror på hur högt och långvarigt ljudet är. Med beteendeförändring avses i första hand undvikande beteende, som kan variera från en liten förändring, såsom en kort störning i födosökningen, till flykt från området. Enligt mätningar genomförda i Östersjön beräknas fiskar kunna höra driftljud från vindkraftverk inom en radie på flera kilometer *(Wahlberg & Westerberg 2005).* Driftljudet har dock inte visat sig störa fiskar, förutom vid de bullernivåer som råder i vindkraftverkets omedelbara närhet inom några meter. Ljudtrycksnivåer på 90–119 dB (re 1 µPa) *(Nedwell & Howell 2004*, *Thomsen et al. 2006*, i litteraturöversikten *Vehanen et al. 2010)*) har konstaterats orsaka beteendeförändringar och stress hos fiskar.

Området för Laine-projektets havsbaserade vindkraftspark överlappar delvis farlederna till Karleby och Jakobstad. Således domineras området redan av ett lågfrekvent undervattensbuller från fartygstrafiken, och fiskarna i området har sannolikt redan i viss mån anpassat sig till en viss mängd undervattensbuller. Det har beräknats att bullernivån för ett 25 MW kraftverk under drift vid nominell effekt kan vara mellan 155 och 160 dB (re 1µPa) 100 meter från projektområdet, vilket motsvarar bullret från fartygstrafik på 300–500 meters håll. Det finns i nuläget ingen information om de kumulativa effekterna av kraftverken. Den preliminära bedömningen tyder på att de bullernivåer som krävs för att fördriva till exempel laxen förekommer mycket närmare vindkraftverken än det avstånd där laxen kan höra ljudet från vindkraftverket. Wahlberg och Westerberg *(2005)* har uppskattat att det buller som fördriver fiskar endast sträcker sig 4 meter från fundamentet.

I den genomförda modelleringen *(Niras 2023b*, bilaga 4) bedömdes effekterna av undervattensbullret från driften av den havsbaserade vindkraftsparken vara måttliga för båda projektalternativen, främst på grund av osäkerheter kring bullereffektnivån av kraftverksstorleken under drift när det gäller ljudutsläpp och ljudets väg från tornet till fundamentet under vattenytan. Påverkan på den svenska sidan bedöms vara liten. Platsens känslighet avseende fiskbeståndet bedömdes dock vara låg när det gäller buller och den upplevda påverkan, och sammantaget är betydelsen av de negativa effekterna liten både på den finska och den svenska sidan.

9.4.3.3 Ljus- och skuggeffekter

Skuggningen som uppstår av en överflygande jagande fågel orsakar vanligtvis en flyktreaktion hos fiskar. Ljus- och skuggeffekten från de roterande bladen på ett vindkraftverk (se även kapitel 9.12) kan i princip orsaka en liknande reaktion, om fisken tolkar fenomenet som ett tecken på ett hot. I princip kan även kraftverkens belysning ha en effekt på fiskar, eftersom nyligen genomförda studier har visat att artificiellt ljus har en viss effekt på laxens *(Salmo salar)* beteende, även om mekanismerna bakom detta inte är tydliga (t.ex. *Riley et al. 2015, Newman et al. 2015*). Kraftverkens flyghinderljus är röda och bedöms dämpas i vatten redan på 1–2 meters djup, och därmed blir påverkan på fiskar mycket liten. Enligt en litteraturgenomgång *(Dodd & Briers 2021)* påverkar skuggeffekten (shadow flicker) från rotorbladen med all sannolikhet inte laxen *(Salmo salar)* i någon livscykelfas. Fiskar tros också snabbt kunna anpassa sig till

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

variationer mellan ljus och skugga *(Dodd & Briers 2021).* Mot bakgrund av de aktuella uppgifterna bedömdes även påverkan på andra fiskar vara liten *(Öhman 2023).*

Skuggfenomen är oftast tillfälliga och intensiteten beror på väderförhållandena. Ljus- och skuggfenomen försvagas till exempel av sjögång när havsytan bryts. Under istäckta perioder har fenomenet ingen effekt på fisk eller andra vattenlevande organismer.

Sammantaget bedöms de potentiella negativa effekterna i båda projektalternativen (VE1, VE2) vara små och huvudsakligen tillfälliga såväl på den finska som på den svenska sidan till följd av de varierande väderförhållandena och istäcket på vintern.

9.4.3.4 Elektromagnetisk strålning

Sjökablarna som används för elöverföring under driften av vindkraftverken producerar elektromagnetisk strålning i sin omgivning (t.ex. *Taormina m.fl. 2018, Hutchison m.fl. 2020a*). Det elektromagnetiska fältet sträcker sig flera meter från en sjökabel som är nedgrävd i havsbotten och dess intensitet minskar med ökande avstånd (*Hutchison et al. 2020a).* Sedimentlagret ovanpå kabeln dämpar, men förhindrar inte helt att strålning når vattenpelaren (*CMACS 2003*). Det elektromagnetiska fältet som elöverföringen orsakar under drift har ansetts kunna påverka fiskar. Effekterna av statiska magnetfält på vattenlevande organismer har dock hittills studerats i liten utsträckning (*Hutchison et al. 2020b*) och resultaten är också motsägelsefulla, vilket försvårar bedömningen (*Cresci et al. 2022*). Elektromagnetiska fält genereras både runt vindkraftsparkens interna kablar och runt elöverföringskablarna till fastlandet.

Känsligheten för elektromagnetisk strålning varierar mellan olika arter. Kablarnas typ och utformning har stor betydelse för deras elektromagnetiska effekter, och olika tekniska lösningar kan eventuellt minska påverkan på fiskar. Det rekommenderas till exempel att kablar grävs ned till minst en meters djup eller täcks med material som effektivt dämpar elektromagnetisk strålning för att minimera negativa effekter *(Soukissian et al. 2023).* Man kan också välja kablar med sådana egenskaper som gör det elektromagnetiska fältet så svagt som möjligt *(Öhman et al. 2007).*

Elektromagnetisk strålning från sjökablar har observerats kunna påverka rörelser och beteendeförändringar hos arter som migrerar, navigerar, betar eller jagar med hjälp av elektriska eller magnetiska fält (bl.a. *Hutchison et al. 2020b*; *Gill & Desender, 2020*), men resultaten är motsägelsefulla eller osäkra. Bland annat laxfiskar och ålar har ett magnetiskt sinne och använder jordens magnetfält för t.ex. navigering (bl.a. *Westerberg & Lagenfelt 2008, Putman 2015, Klimley et al. 2021, Naisbett-Jones & Lohmann 2022*). Studier har dock visat att laxens vandringar inte styrs av ett enda sinne (som att känna av jordens magnetfält) utan baseras på flera olika sinnen som varierar under olika vandringens olika stadier *(Døving & Stabell 2003).* De elektromagnetiska fältens effekter på laxens *(Salmo salar)* vandringsbeteende har dock inte undersökts (bl.a. *Gill & Bartlett 2010*).

Beteendemässiga reaktioner (t.ex. förändringar i migrationsbeteende eller fiskens utveckling) som observerats hos fiskarter som ofta används i studier (t.ex. ål, kungslax, rocka) har varit begränsade eller inte påvisats i fält (bl.a. *Hutchison et al. 2020b, Westerberg & Lagenfelt 2008, Klimley et al. 2017).* Effekterna av elektromagnetisk strålning har främst studerats i laboratorier eller i närheten av enskilda kablar, och få studier har beaktat effekterna av flera kablar på djur *(Gill & Desender 2020)*. I Kalifornien undersöktes förekomsten av ryggradslösa djur och fiskar i närheten av en 35 kV sjökabel med ett magnetfält som sträckte sig upp till en meter från kabeln, och man observerade att det inte fanns någon skillnad i djursamhällen längs kabelsträckningen jämfört med samhällen utanför området *(Love et al. 2017).* Tätheten i ett fisksamhälle nära en 245 kV-kabel i Ontariosjön förklarades mer av djup och bottnens kvalitet än av avståndet till kabeln *(Dunlop et al. 2016)*. Det är svårt att bedöma omfattningen av den elektromagnetiska strålningen i det här skedet av projektet, men enligt ovannämnda litteraturuppgifter förekommer en eventuell påverkan i kablarnas omedelbara närhet och den stannar således på den finska sidan. Beräknat enligt

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

ytan kan den teoretiska påverkan begränsas till ett område på högst några tiotals hektar i fråga om sjökablarna.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att även om fiskarna känner av magnetfälten är de magnetfält som genereras av överföringskablarna inte nödvändigtvis tillräckligt starka för att orsaka onormalt beteende eller andra förändringar hos fiskarna, även om två olika kabelrutter används, för vilka den valda kombinationen ännu inte är känd. Vätgasrören ger inte upphov till elektromagnetisk strålning. En noggrann planering av sjökablarnas placering (t.ex. avstånd till lekområden eller andra känsliga områden, placeringsdjup, vald typ av täckning) kan minimera de potentiella negativa effekterna, vilket betyder att i sin helhet bedöms de negativa effekterna av elektromagnetisk strålning vara små. Det är osannolikt att projektet påverkar laxfiskarnas vandring i det avseendet eftersom deras vandring styrs av flera sinnen som varierar i vandringens olika skeden, det finns dock vissa osäkerheter kring detta på grund av bristen på forskningsdata. Sannolikt påverkas inte till exempel reproduktionen på populationsnivå för någon art som förekommer i området i någon högre grad varken på den finska eller på den svenska sidan.

9.4.3.5 Konsekvenser av vätgasproduktion och temperaturförändringar

Enligt den genomförda modelleringen *(Niras 2023a kompletterad 2024*, bilaga 3) kommer den årliga genomsnittliga ökningen av salthalten till följd av vätgasproduktion (både centraliserad och decentraliserad) att vara liten i båda projektalternativen (VE1, VE2). Lokala variationer kan förekomma, särskilt i djupare vattenskikt, men ökningen är liten och förväntas inte ha någon inverkan på fiskbeståndet på den finska eller svenska sidan.

Den temperaturökning som orsakas av vindkraftsparken (förändring av vindfältet och vätgasproduktion) är begränsad till områdena i närheten av kraftverken på den finska sidan, med en uppskattad effekt på den årliga medeltemperaturen på cirka ±0,5°C och något högre på ett djup av 10–20 m, cirka ±1,0°C. Modelleringsresultaten per månad visar att de övre vattenskikten värms upp (0,25–0,50 °C) medan det sker en samtidig, men lokalt separat, uppvärmning och nedkylning på 5–30 meters djup som är störst under sommarmånaderna (skillnad på >±1 °C). Den kylande effekten, när den är som störst i augusti, sträcker sig upp till 130 kilometer norr om parken och kan då nå över till den svenska sidan. Väster om vindkraftsparken blir vattnet i genomsnitt varmare på större djup, och uppvärmningen sträcker sig som längst till den svenska kusten i augusti. Modelleringen tyder på att kylningen av de djupare vattenskikten i området kring vindkraftsparken i juli–september på grund av minskad blandning orsakar termoklinbildning högre upp i vattenpelaren. Termoklinen kan förflytta sig upp till cirka 10 meter. På motsvarande sätt uppstår en något nedåtgående effekt på termoklinen på vindkraftsparkens västra sida. Enligt modelleringen bryts sommarskiktningen normalt ned i september.

I sin helhet bedöms temperaturförändringarna vara så små att de inte har någon effekt på fiskbeståndet på den finska eller svenska sidan, men förflyttningen av termoklinen söder om vindkraftsparken i juni-september kan ha en liten effekt på bland annat förekomstdjup och födosök. Vandringsfiskarnas och särskilt laxens vandring kan påverkas av temperaturen utöver andra faktorer. Enligt uppgifter vandrar laxen huvudsakligen nära kusten *(Kala- ja vesitutkimus Oy 2023a*, bilaga 9 i nationella MKB-dokumentet) och i vatten nära ytan *(Karlsson et al. 1996)*, men lax har även observerats i vindkraftsparkens område. Det är därför osannolikt att termoklinförflyttningen har någon betydande effekt på laxens rörelser, eftersom temperaturförändringen inte påverkar kustnära områden och temperaturförändringen i sig inte är stor i ytvattnet. De största förändringarna observeras under sommarmånaderna, då laxen vanligtvis redan befinner sig i älvområdena, men eftersom det finns variationer i fiskens vandring och uppstigning till lekälvarna kan det inte helt uteslutas att även små temperaturförändringar kan ha en effekt. Det finns inga skillnader i effekter mellan projektalternativen (VE1, VE2). Effekten av temperaturförändringar på vandrande fisk på grund av förändringar i vindfältet bedöms vara liten såväl på den finska som på den svenska sidan. Det finns relativt få exakta uppgifter avseende icke vandrande fisk och nyttjandet av termoklinen. I allmänhet

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kan planktonätande fiskar nyttja termoklinen för att söka föda eftersom plankton ofta ansamlas i närheten av den. Vissa arter kan söka skydd i termoklinen från rovdjur eller använda den för värmereglering. Baserat på aktuella data bedöms termoklinförflyttningen dock inte ha någon betydande inverkan på fiskbeståndet, eftersom fiskar normalt drar nytta av temperaturvariationer och temperaturförändringen i sig är liten. Förflyttningen av termoklinen förväntas inte heller ha någon inverkan på syretillståndet i underskiktet i Finland eller Sverige.

9.4.3.6 Konsekvenser för fisket

I området för den havsbaserade vindkraftsparken och dess omgivningar på den finska och svenska sidan är det kommersiella fisket mycket begränsat och består huvudsakligen av nätfiske. I Finland fiskas huvudsakligen sik. Vid kabel- och ledningssträckningarna på den finska sidan bedrivs det däremot ett mångsidigt kommersiellt kustfiske med nät och ryssja samt trålning (bottentrålning på sträckningarna MVE2 och MVE3 och yt- och flyttrålning på alla sträckningar nära kusten).

Enligt genomförda undersökningar har kommersiella fiskare i Finland huvudsakligen en neutral eller negativ inställning till uppförandet av den havsbaserade vindkraftsparken. De var bland annat oroliga för att projektet skulle leda till eventuella förändringar i miljön och fiskbestånden som är svåra att förutse. Mer än hälften av de tillfrågade fiskarna i området ansåg att den planerade havsbaserade vindkraftsparken och elöverföringen till fastlandet var ett avsevärt problem för fisket. De tillfrågade ansåg dock att sälarna var det största problemet för fisket.

Generellt sett kan det bli svårare att använda trålare i området för den havsbaserade vindkraftsparken eftersom trålare vanligtvis kräver mycket utrymme för sin drift. Enligt statistiken fiskar inga svenska fiskare i Laine-området. Trålning av siklöja utförs vanligtvis med mindre fartyg som kräver mindre utrymme än större strömmingstrålare. Enligt preliminära beräkningar kommer avståndet mellan vindkraftverken i parken att vara cirka 1,5–2 km. Det utrymme som krävs för att stora trålarenheter ska kunna vända är dock cirka 2–3 km baserat på befintliga uppgifter (bl.a. *Lappalainen et al. 2023*), vilket innebär att dessa manövrar inte kan utföras av stora fartyg i området för vindkraftsparken. Mindre fartyg kommer sannolikt att kunna användas, men kablarna på botten kan göra det svårt att använda bottentrål, särskilt i grunda områden, på grund av risken för att trålen eller dess vikter trasslar in sig i kablarna eller deras täckmaterial (stenblock). För närvarande förekommer dock ingen trålning i vindkraftsparkens område, men nätfiske bedrivs i liten utsträckning.

Ingen påverkan på fiskbestånden har observerats under drift i de befintliga havsbaserade vindkraftverken i Tahkoluoto *(Ojala 2019),* men i en undersökning som genomfördes 2020 uppgav kommersiella fiskare att bullret hade haft en inverkan på att fångsterna minskade *(KVVY Tutkimus Oy 2020b)*. De negativa effekterna av undervattensbuller under drift har bedömts som små i Laine-projektet, och med hänsyn till den begränsade omfattningen av fisket i området förväntas bullret inte ha någon påverkan på fisket i parkområdet eller dess omgivningar på den finska eller svenska sidan, och det förväntas inte heller någon påverkan som skulle beröra kustfisket i Finland eller Sverige.

De eventuella små förändringar i isförhållandena som orsakas av vindkraftsparken kommer inte att påverka fisket på den svenska sidan.

Baserat på tillgängliga uppgifter är det kommersiella fisket inom vindkraftsparken av liten omfattning på den finska och svenska sidan, så de negativa effekterna på fisket under drifttiden bedöms som små i Finland och mycket små i Sverige, även med hänsyn till annan påverkan än hinder för fiske (t.ex. buller, förändring av livsmiljöer).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.4.4 Konsekvenser efter att driften upphört

Vindkraftverken och de havsbaserade elstationerna ska rivas och avlägsnas helt och hållet med hjälp av motsvarande fartyg och metoder (i omvänd ordning) som använts vid installationen. Fundamenten kan avlägsnas helt eller delvis. Kablarna avlägsnas eller lämnas kvar på ett säkert sätt. Om det är nödvändigt att ta bort kablarna är processen i huvudsak densamma som vid utläggningen av kabeln, men i omvänd ordning. Följaktligen kommer rivning och borttagning av konstruktioner att ha liknande effekter som under byggtiden (grumling av vatten, buller), men de kommer att vara mildare och på den svenska sidan blir effekterna mycket små.

9.4.5 Projektet genomförs inte VE0

Om vindkraftsparken och tillhörande konstruktioner inte byggs kommer fiskbeståndets status att förbli oförändrad och utvecklas som en följd av naturliga förändringar (t.ex. klimatförändringar). Fiskbeståndet och fisket kan också påverkas av andra mänskliga aktiviteter, som till exempel byggandet av leder.

9.4.6 Samverkande konsekvenser

Laine-projektet och andra planerade vindkraftsprojekt i Finlands territorialvatten och ekonomiska zon kan ha samverkande konsekvenser. Eftersom projektet är beläget långt ute till havs kommer kustnära verksamheter (t.ex. industri, jordbruk och belastning från dessa) inte att medföra samverkande konsekvenser.

I Kappa, det närmaste havsbaserade vindkraftsprojektet, förväntas vattenbyggnad inte ske samtidigt med Laine *(Njordr Offshore Wind AB 2022, Statkraft Offshore Wind AB 2024)*, så det bör inte medföra några samverkande konsekvenser från undervattensbuller eller grumlighet i vattnet under byggtiden. Projekten kan dock ha samverkande bullerkonsekvenser under driften i själva projektområdena beroende på kraftverkens storlek och antal. De samverkande konsekvenserna kan uppskattas ligga på eller under nivån för Laine-projektets påverkan under drifttiden när det gäller gränsöverskridande konsekvenser. Den elektromagnetiska strålningen från sjökablarna förväntas inte medföra några samverkande konsekvenser eftersom kabelsträckningarna för de olika projekten inte ligger i samma områden baserat på nuvarande uppgifter. Skuggeffekterna under drifttiden medför inte några samverkande konsekvenser.

I driftsfasen kan områdena för havsbaserad vindkraft sannolikt ha samverkande konsekvenser som är måttliga/betydande genom vindförändringar i både Finland och Sverige. För Laine visar modellering att vindförlust påverkar ytströmmar i havet över ett ganska stort område och i viss mån även temperaturen, salthalten och skiktningen, så att två intilliggande projekt har samverkande konsekvenser som beräknas vara större än för ett enskilt projekt. Samverkande konsekvenser för fiskbeståndet är svåra att bedöma utan mer detaljerade uppgifter. Om projekten går vidare till tillståndsfasen är det önskvärt att genomföra gemensam modellering för att stödja bedömningen.

De havsbaserade vindkraftsprojektens samlade negativa effekter på fisket kan vara betydande eftersom trålning kan förhindras helt till följd av de havsbaserade vindkraftverken placering. Det förekommer enligt uppgift ingen trålning i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine eller i närområdet i Sverige. Effekterna på fiskarnas vandring kan också vara måttliga om det finns flera hinder tätt placerade längs vandringsvägarna, men mer forskningsdata behövs. Om planeringen av de många vindkraftsprojekten i Finlands och Sveriges havsområde fortsätter vore det önskvärt att bedriva forskning om fiskvandring i samarbete mellan olika länder på internationell nivå. En enskild projektutvecklare har begränsad möjlighet att studera storskaliga kumulativa effekter.

Eftersom projektområdet ligger vid sjöfartsleder kan fartygstrafiken i närheten av byggområdet ha små samverkande konsekvenser i form av grumlighet och buller under byggtiden. Det kan också uppstå en mindre bullerpåverkan under driften av vindkraftsparken.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.4.7 Osäkerheter i bedömningen

Konsekvensbedömningen baseras på information från ett antal särskilda studier som genomförts under flera år om fiskbeståndet och annat marint liv i området och fisket som utövas i området såväl på den finska som på den svenska sidan, samt på uppgifter från litteraturen om den havsbaserade vindkraftens och de tillhörande strukturernas påverkan på fiskbeståndet under byggtiden och under driften. Resultaten har speglats mot resultaten från modelleringen av grumlighet, hydrodynamiska förändringar, effekterna av vätgasproduktionen och undervattensbuller som genomförts inom projektet.

En av de största osäkerhetsfaktorerna i bedömningen är projektets stora omfattning som skapar osäkerhet kring resultaten, trots mångsidiga fältundersökningar och andra studier. Dessutom är uppgifterna om förhållandena och fisksamhällena i det yttre havsområdet generellt sett bristfälliga i Finland. Avseende resultaten som baserar sig på litteraturen handlar osäkerheten bland annat om att det är svårt att studera fiskarnas beteende i naturliga förhållanden. Det finns viss osäkerhet i forskningsresultaten kring till exempel fiskarnas artspecifika egenskaper. Bedömningen försvåras också av att det inte finns någon praktisk erfarenhet i Finland av vattenförhållanden som motsvarar de i projektområdet.

Trots osäkerheterna anses bedömningen, både i det nationella MKB-förfarandet och för gränsöverskridande konsekvenser, vara tillräckligt exakt utifrån tillgängliga data. Data som använts är också ömsesidigt stödjande. Uppgifterna kommer att preciseras i vattentillståndsfasen.

9.4.8 Förebygga och mildra negativa effekter

I princip kan placering av havsbaserade vindkraftsparker i djupa områden förhindra de mest skadliga effekterna på marint liv. I Finlands havsområden finns den största mångfalden och de viktigaste områdena, däribland fiskarnas lekområden, på grunt vatten som enligt nuvarande uppgifter inte finns i vindkraftsparkens område, åtminstone inte för kommersiellt viktiga fiskarter. Mindre skadeverkningar i form av förlust av bottenyta kan förebyggas genom att man, om möjligt, väljer en fundamenttyp som kräver minsta möjliga bottenyta.

Arbetet med att anlägga sjökablar i närheten av de viktigaste lekområdena, som finns vid Finlands kust, kan planeras så att det utförs vid den mest gynnsamma tidpunkten för dessa områden, eller i bästa fall på ett sätt som kringgår de mest värdefulla områdena. Med valet av kabelinstallationsmetod kan man också förebygga eventuella negativa effekter, och alternativen har bedömts i MKB-dokumentet.

När det gäller undervattensbuller under byggtiden kan de negativa effekterna minskas genom att bl.a. använda skrämmare och bubbelgardiner, som dämpar det buller som genereras och därmed också minskar de gränsöverskridande konsekvenserna.

Negativa konsekvenser för kommersiellt kustfiske i Finland, t.ex. förlust av fångstplatser eller fångst, kan kompenseras med nationell fiskeersättning som definieras i vattentillståndet.

I vindkraftverk och eventuella tillhörande anläggningar för vätgasproduktion används ofta följande kemikalier: olja, smörjmedel och kylmedium. Mängderna varierar beroende på kraftverksmodell och storlek. Vindkraftverket kan också innehålla koldioxid eller annan gas som brandskydd. Komponenter som innehåller olja eller smörjmedel är konstruerade som slutna system för att förhindra läckage. Vid läckage rinner alla läckande kemikalier ut i skyddsbassänger eller motsvarande. Komponenter och kraftverksdelar är utformade så att kemikalierna inte under några omständigheter kan läcka ut i naturen. Den totala mängden kemikalier och oljor i ett vindkraftverk beräknas inte överstiga 20 000–25 000 liter. Det finns även vissa risker förknippade med vätgasproduktion, bland annat på grund av att vätgas är en brandfarlig gas.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tidig identifiering och beaktande av säkerhetsrisker i anslutning till anläggning och drift av havsbaserad vindkraft är avgörande under hela planeringsprocessen. Den miljöriskbedömning som genomförts inom ramen för MKB-förfarandet för projektet presenteras i kapitel 9.16.

Eftersom kemikalierna vid ett eventuellt oljeutsläpp samlas upp i spillbassänger eller motsvarande förväntas det inte ske något oljeutsläpp i havet, inte ens vid ett eventuellt oljeutsläpp från ett havsbaserat vindkraftverk, och därför bedöms det inte finnas några risker för fiskbestånden eller vattenmiljön på den svenska eller finska sidan. Olika olycksscenarier och deras konsekvenser, förebyggande åtgärder och kvarstående risker har bedömts i kapitel 9.16 och i separata bilagor till det nationella MKB-dokumentet.

9.5 Fågelbestånd

SAMMANDRAG:

- Den huvudsakliga gränsöverskridande påverkansmekanismen för fågellivet bedöms vara de barriär- och störningseffekter som orsakas av byggandet och driften av kraftverken och den mänskliga aktiviteten under byggnationen och driften, dvs. fartygens rörelser i projektområdet för den havsbaserade vindkraftsparken.

- För flyttfåglar har kraftverken i första hand en hindrande effekt, vilket kan leda till lokala förändringar i flyttvägarna när fåglarna tar en omväg runt den havsbaserade vindkraftsparken.

- Vid undersökningar av flygande fåglar i området för vindkraftsparken Laine flög majoriteten av fåglarna (84 %) nära ytan i höjdintervallet 1–10 m. Endast 3,8 % av fåglarna konstaterades flyga på kollisionshöjd (20-400 m). Observationerna tyder på att i öppna havsområden flyger både flyttfåglar och övriga fåglar i området huvudsakligen på låga höjder nära havsytan.

- Utifrån observationerna samlas arktiska vattenfåglar söder om Kvarken för att invänta gynnsamma väder och förhållanden för flyttning, och när de påbörjar sin flyttning stannar de sällan i området kring Bottenviken. Denna slutsats stöds också av fågelundersökningar som samtidigt utfördes under flera på varandra följande dagar på den havsbaserade vindkraftsparken Halla (OX2) som ligger i den ekonomiska zonen i Bottenviken: antalet lokala fåglar var mycket lågt och de flesta av de individer som observerades under flyttningen flyttade mot norr och nordost.

- Av de enskilda arterna bedöms de mest betydande konsekvenserna uppstå för silltrut och dessa konsekvenser bedöms som måttliga. För andra fåglar bedömdes de gränsöverskridande konsekvenserna vara små till sin betydelse.

- Eftersom projektalternativen (VE1 och VE2) endast skiljer sig åt i fråga om antalet kraftverk inom samma område är skillnaderna i fråga om omfattningen av förändringar av livsmiljöer och barriäreffekten små. Av samma anledning är också skillnaderna mellan kollisionspåverkan små.

9.5.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Vid bedömning av vindkraftsparken Laines konsekvenser för fåglar beaktades häckfåglar och flyttstråk på såväl den finska som den svenska sidan. Vid bedömningen fästes särskild vikt vid fågelarter som har högt skyddsvärde, som bedömdes vara känsliga för vindkraftverkens påverkan och vid konsekvenser för platser som är värdefulla för fåglarna.

De observationsdata som samlades in i samband med de projektbaserade utredningarna om fågelbestånden, inklusive i kapitel 8.4.6 nämnda befintliga data, analyserades och projektets konsekvenser för fågelbestånden utvärderades framför allt i form av en expertbedömning utarbetad av biologer och andra experter och så noggrant som möjligt utifrån befintliga data. Bedömningen av den havsbaserade vindkraftsparkens och energiöverföringsrutternas konsekvenser för fåglarna som rör sig i områdena grundar sig på

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

projektets olika typer av påverkan (byggande och drift av en havsbaserad vindkraftspark, installation av sjökablar och vätgasrör). Bedömningen tar hänsyn till konsekvenserna på både den finska och den svenska sidan.

Konsekvensbedömningen tog hänsyn till det skyddsvärde som de påverkade arterna har och arternas känslighet för olika påverkansmekanismer samt hur stor den olägenhet som verksamheten ger upphov till är. Dessutom har man i förhållande till den planerade placeringen av energiöverföringsrutterna undersökt platser som är viktiga för häckande fåglar, t.ex. grund och häckningsskär. Vid bedömningen fästes särskild vikt vid fågelarter som har högt skyddsvärde, som bedömdes vara känsliga för vindkraftverkens påverkan och vid konsekvenser för platser som är värdefulla för fåglarna.

Vid bedömningen dryftades också frågan om hur projektet påverkar arterna på närliggande värdefulla fågelområden och grunderna för att skydda dessa områden (t.ex. Natura, IBA, FINIBA och MAALI-områden). De kombinerade effekterna av andra närliggande vindkraftsparker och vindkraftsprojekt på fåglar har bedömts så exakt som möjligt utifrån tillgängliga uppgifter.

Vid konsekvensbedömningen kommer man också att överväga metoder för att mildra och kompensera effekterna och lägga fram ett förslag till ett program för övervakning av konsekvenserna för fåglar (kapitel 9.18).

En mer omfattande beskrivning av fågelbeståndet och en beskrivning av konsekvensbedömningarna finns i del A i det finska nationella MKB-dokumentet.

Modellering av kollisioner

Det ansågs inte ändamålsenligt att i samband med Laine-projektets konsekvensbedömning för fåglar utföra en kollisionsmodellering. De modelleringsresultat som bygger på antaganden och sannolikheter har inte visat sig motsvara det antal kollisioner som faktiskt inträffar i Finlands förhållanden. Till exempel i en bedömning av sammanlagda effekter som utarbetades i samband med MKB-förfarandet för vindkraftsparker som byggdes längs de livliga flyttstråken i Bottenvikens kustområde (Kalajoki, Pyhäjoki, Brahestad) uppskattade man utifrån kollisionsmodelleringar att det sker 35-118 kollisioner varje vår mellan olika arter av gäss och sångsvanar per vår *(FCG Finnish Consulting Group Oy 2012).* Däremot har inga kollisioner med dessa arter konstaterats i omfattande fågeluppföljningar (och inte heller i andra liknande uppföljningar) som utförts i samma vindkraftsområden *(FCG Finnish Consulting Group Oy 2014-2019, Suorsa 2019).*

I samband med andra havsbaserade vindkraftsparkers MKB-förfaranden i Finland utfördes ingen kollisionsmodellering i samband med MKB-förfarandet gällande utvidgningen av Tahkoluoto havsbaserade vindkraftspark *(Suomen Hyötytuuli Oy 2020).* Däremot genomfördes kollisionsmodellering för åtta arter i samband med miljökonsekvensbedömningen för den havsbaserade vindkraftsparken Suurhiekka (Bottenviken, utanför Haukipudas och Ijo) *(wpd Finland Oy 2009).* De modellerade årliga antalet kollisioner varierade från 25 individer (sjöorre) till 0,115 individer (havsörn).

I modellen ovan antogs 95 procent av fåglarna undvika kraftverken. Enligt utarbetade uppföljningar både i Finland och mer omfattande konstaterades att mängden fåglar som väjer undan för kraftverken uppgår till minst 98 procent, med undantag för några få enskilda arter. Exempelvis i en kollisionsmodellering som utfördes i Skottland i samband med en fågelinventering i anknytning till en havsbaserad vindkraftspark användes som väjningskoefficient olika procentsatser för olika arter och artgrupper. 98 procent för sjöfåglar och sångsvanar, 99 procent för gäss och 99,5 procent för måsar *(Moray offshore renewables Ltd 2019).* Om den ovan nämnda modelleringen i Finland hade beräknats med en väjningskoefficient på 98–99,5 procent skulle det årliga antalet kollisioner ha minskat betydligt och till exempel för Suurhiekka, som är det mest jämförbara projektet med Laine, skulle antalet kollisioner uppgå till högst några få individer per år. Det bör också noteras att i Suurhiekka-modelleringen baserades kollisionsmodelleringen för t.ex. sjöorre

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

på antagandena om att populationen av arten som passerar Suurhiekka består av 40 000 individer och att alla individer flyger på kollisionshöjden *(Pöyry Finland Oy 2009).* Så som det beskrivs nedan tyder Laine-utredningarna på att antalet sjöorrar som migrerar genom Laine är betydligt mindre, och därutöver konstaterades att sjöorrarna flyger antingen alldeles ovanom havsytan eller högt ovanom kollisionshöjden.

Enligt de fågelinventeringar som utfördes i vindkraftsområdet Laine var antalet fåglar som flög på kollisionshöjd mycket lågt. Därför bör kollisionsmodelleringen också utföras med ett litet antal individer, vilket oundvikligen ytterligare skulle minska tillförlitligheten i modelleringsresultatet. Intervallet för resultat som beräknas med ett litet antal individer blir så stort att användbarheten av det för konsekvensbedömning är svag.

Om det då planeringen av den havsbaserade vindkraftsparken Laine framskrider utförs kompletterande inventeringar i området, och man på så sätt få mer material för modellering kan utarbetandet av dessa granskas på nytt i samarbete med tillsynsmyndigheten.

Influensobjektets känslighet

Känsligheten hos de fågelarter som är föremål för bedömning i förhållande till påverkan på dem påverkas av ett antal faktorer. Känsligheten beror på arternas antal och utbredning, deras anpassningsförmåga och även deras förvaltningsstatus (t.ex. utrotningshotade och/eller EU:s fågeldirektiv).

För vanligt förekommande arter bestäms känsligheten utifrån livskraften hos de populationer som finns i området och utifrån livsmiljöernas mångfald, omfattning, mänskliga påverkan och arternas uppskattade anpassningsförmåga. Arter som är vanligt förekommande i havs- och kustområden bedömdes i huvudsak vara föga känsliga för förändringar, eftersom artbestånden i allmänhet är livskraftiga i Finland. Känsligheten kan dock variera mellan olika regioner och arter.

Känsligheten hos olika fågelarter beror också i hög grad på populationsstorleken och kullstorleken, vilka också varierar kraftigt mellan olika arter. Till exempel är populationerna av stora rovfågelarter ytterst små, och på lång sikt minskar ofta i populationsstorleken och kullstorleken och därmed sker reproduktionen långsamt, vilket gör dem betydligt känsligare för påverkan än vanligt förekommande och relativt stabila eller ökande arter av sparvar som ökar snabbt.

För hotade arter, särskilt skyddade arter och arter som nämns i EU:s fågeldirektiv är känsligheten högre, då man i bedömningen ska beakta de i naturvårdslagen och naturvårdsförordningen angivna villkoren för att skydda arter och deras livsmiljöer. De hotade arternas överlevnad i Finland anses vara äventyrad och risken att i synnerhet arter som ska skyddas försvinner är uppenbar, och därför ska den påverkan som de utsetts för utredas mer omfattande än i fråga om deras lokala och regionala förekomst.

9.5.2 Bedömning av konsekvenser

Nedan följer en kortfattad bedömning av de gränsöverskridande konsekvenserna. En mer omfattande bedömning av konsekvenserna på den finska sidan finns i del A i det nationella MKB-dokumentet.

Den huvudsakliga påverkansmekanismen för fågellivet bedöms vara de barriär- och störningseffekter som orsakas av byggandet och driften av kraftverken och den mänskliga aktiviteten under byggandet och driften, dvs. fartygens rörelser i projektområdet för den havsbaserade vindkraftsparken. För flyttfåglar har kraftverken i första hand en hindrande effekt, vilket kan leda till lokala förändringar i flyttvägarna när fåglarna rundar den havsbaserade vindkraftsparken. Betydelsen av konsekvensen bedöms vara liten. Observationer visar att flyttfåglar huvudsakligen flyger lågt på öppet hav, nära havsytan, så risken för kollision med kraftverk är mycket liten. För häckande fåglar kan påverkan begränsa födosöket för fåglar som söker föda till havs. Av enskilda arter bedöms de mest betydande konsekvenserna uppstå för havsörn, och dessa

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

bedöms vara måttliga till sin betydelse på grund av artens kollisionskänslighet och långsamma reproduktion. För andra fåglar bedöms de gränsöverskridande konsekvenserna vara små till sin betydelse.

9.5.3 Konsekvenser efter att driften upphört

Påverkan efter driften av den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringen beror på nedmonteringsåtgärder, t.ex. om fundamenten lämnas kvar eller rivs. Påverkansmekanismerna motsvarar påverkan under byggtiden. De största negativa effekterna på fågelbeståndet är störningseffekter till följd av nedmontering av konstruktioner och ökad mänsklig aktivitet. Dessutom orsakar en eventuell nedmontering av fundamenten tillfällig grumling av vattnet och störande effekter för bottenlevande fauna och fisk i nedmonteringsområdet, vilket gör att fåglar som lever på bottenlevande djur och fisk tillfälligt och lokalt får svårare att hitta föda. Efter rivningen kommer livsmiljön att bli återställd. Barriäreffekten och risken för kollisioner försvinner i och med att kraftverken nedmonteras.

9.5.4 Projektet genomförs inte VE0

Enligt alternativ VE0, som innebär att den havsbaserade vindkraftsparken inte byggs, uppstår ingen påverkan på grund av projektet, såsom till exempel störnings- och barriäreffekter eller risk för kollision och fåglarna blir inte föremål för de konsekvenser som framställs i denna rapport. Om projektet däremot inte genomförs kan det påverka fågelbeståndet indirekt om motsvarande mängd energi i stället produceras till exempel med fossila bränslen, med ny vattenkraft eller vindkraft som byggs på andra platser.

9.5.5 Samverkande konsekvenser med andra havsbaserade vindkraftsprojekt

Utöver Laine-projektet finns det flera andra havsbaserade vindkraftsprojekt på både den finska och den svenska sidan av Bottenviken som tillsammans med Laine kan ha samverkande konsekvenser för fåglar som rör sig i området.

Kappa-projektet på den svenska sidan bildar tillsammans med Laine ett nästan sammanhängande vindkraftsområde. Även om avståndet mellan projektområdena är mycket litet är den zon mellan projekten som är fri från kraftverk i praktiken större. Den kraftverksfria sektorn mellan projektområdena är riktad sydväst-nordost, det vill säga i praktiken enligt fåglarnas observerade huvudflyttriktning. Därmed bedöms att om fåglar som flyttar från sydväst mot Laines projektområde flyger runt Laines helhet på den västra sidan räcker korridoren mellan projektområdena till för flytten, så att fåglarna inte behöver ta en betydligt längre omväg runt Kappa-projektets kraftverk.

Utöver nämnda projekt kommer i princip alla projekt som ligger på samma migrationsrutt att ha samverkande konsekvenser för flyttfåglarna. Det är dock mycket svårt, för att inte säga omöjligt, att göra en korrekt bedömning av konsekvensernas betydelse. Det är dock osannolikt att till och med fler vindkraftsparker kommer att ha någon mer betydande påverkan utöver den lokala förändringen av migrationsrutten på grund av barriäreffekten. Sett till flyttfåglarnas långa migrationsrutter bedöms en mindre förändring av den lokala migrationsrutten inte ha mer än en liten betydelse, inte ens med flera vindkraftsparker.

När det gäller häck fåglar kan de havsbaserade vindkraftsprojekten i närheten av Laine ha samverkande konsekvenser för fåglar som söker föda på öppet hav, särskilt tordmule och silltrut. För båda arterna är de närmaste betydande häckningskolonierna belägna på den finska sidan, men det är möjligt att fåglar som häckar på den svenska sidan också flyger så långt som till Laine-området.

Om fåglar som häckar på den svenska sidan nyttjar Laines projektområde för att skaffa föda hamnar det planerade Kappa-projektet praktiskt taget mittemellan deras utgångsområde och Laines projektområde. Om Kappa förverkligas skulle det kunna hindra fåglar från att röra sig mot Laine ifall de undviker att flyga genom vindkraftsområdena. Det är därför osannolikt att Laine-projektet med sitt läge bakom Kappa-projektet kommer att ha samverkande konsekvenser. En liknande situation förväntas för de andra

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

havsbaserade vindkraftsprojekt som nämnts, dvs. det är osannolikt att enskilda fåglar skulle hamna inom påverkansområdet för flera havsbaserade vindkraftsparker under sina födosöksflygningar.

Om fåglarna till skillnad från förhandsbedömningarna inte undviker vindkraftsområdena under sina födosöksflygningar utan flyger in i och genom dem, bedöms de också kunna söka föda inom vindkraftsområdet, varvid betydelsen av de samverkande konsekvenserna blir liten. De lågflygande tordmularna bedöms inte utsättas för kollisionspåverkan medan silltrutarna, som i genomsnitt flyger högre och ibland även på kollisionshöjd, kan förväntas ha en ökad kollisionsrisk i och med de samverkande konsekvenserna. Dessa konsekvenser kan då även uppstå under projektens byggfas, när grumlighet i vattnet kan ha en lokal inverkan på fåglarnas födosök inom vindkraftsparkerna och i deras omgivningar. Om projekten byggs vid samma tid sprids byggåtgärdernas störningseffekt och grumling av vattnet samtidigt över ett större område. Om projekten byggs vid olika tider kommer byggandet av de andra parkerna att öka varaktigheten av dessa effekter.

På det hela taget förväntas inte betydelsen av konsekvenserna för fåglar öka med de samverkande konsekvenserna, dvs. de är som mest måttliga till sin betydelse för havsörn och små för andra fåglar.

9.5.6 Osäkerheter i bedömningen

Tillgängliga miljödata och konsekvensbedömningar är alltid förenade med antaganden och generaliseringar. Det finns redan mycket kunskap om hur havsbaserade vindkraftsparker påverkar fåglar, men undersökningarna har huvudsakligen utförts utanför Finland, så om de kan tillämpas lokalt på Laine-området kan det vålla osäkerhet och felaktigheter i bedömningsarbetet.

Överlag har fågeldata under MKB-förfarandet samlats in från mångskiftande befintliga data och genom en kombination av olika undersökningsmetoder, och utifrån materialet har man kunnat göra bedömningar med tillräcklig säkerhet för MKB-förfarandet.

Konsekvensbedömningen har utförts i enlighet med försiktighetsprincipen för att säkerställa att konsekvenserna inte underskattas. Enligt resultat från forskning i finska förhållanden (t.ex. *Suorsa 2019*) har de uppskattade konsekvenserna av vindkraftsprojekt i konsekvensbedömningarna, i synnerhet när det gäller kollisioner med fåglar, varit större än de faktiska konsekvenserna.

9.5.7 Förebygga och lindra olägenheter

När det gäller Laine-projektet är den viktigaste lindringsåtgärden en omfattande och relevant uppföljning av konsekvenserna och genomförandet av eventuella rekommendationer som kan lämnas på grundval av resultaten. Det kan till exempel handla om att utrusta de yttersta kraftverken i parken med ett fågelradarsystem för att stoppa dem om det, i motsats till konsekvensbedömningen, upptäcks fågelkollisioner. Studier har också visat att man genom att måla ett av rotorbladen svart lyckats minska antalet fågelkollisioner avsevärt *(May et al. 2020).*

Eftersom den huvudsakliga vindriktningen är densamma som fåglarnas huvudsakliga migrationsriktning är **det inte teknisk-ekonomiskt lönsamt att placera kraftverken efter varandra så att det mellan parallellt ställda kraftverk blir fria flygvägar genom hela parken.** Därför kommer en stor havsbaserad vindkraftspark i princip att skapa ett stort sammanhängande hinder för fåglarnas migration. Om det vore möjligt att i mitten av vindkraftsparken, i sydväst-nordostlig riktning, lämna en korridor som är bredare än resten av korridorerna utan vindkraftverk skulle fåglarna kunna använda den och då skulle både barriäreffekten och sannolikheten för att fåglarna hamnar mitt i oregelbundet placerade kraftverk minska.

De lampor som används som flyghinderljus för den havsbaserade vindkraftsparken bör ha så lite UV-strålning som möjligt, eftersom det lockar insekter och därmed fåglar till turbinernas närhet. En så svag belysning som möjligt kan också minska risken för kollisioner, särskilt för fåglar som flyttar på natten, eftersom

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

starka lampor lockar fåglar till turbinerna. Även till exempel rastande smålommar konstaterades i mindre grad undvika en havsbaserad vindkraftspark vid dimma eller under andra förhållanden med dålig sikt, vilket antogs bero på att kraftverkens flyghinderljus inte syntes så bra *(Heinänen et al. 2020).*

I fråga om energiöverföringsrutterna är den mesta betydande metoden att mildra konsekvenserna att tidsmässig förlägga anläggandet av kablar och andra konstruktioner utanför islossningsperioden, när antalet fåglar som rastar under vårmigrationen är som störst, och utanför den mest intensiva tiden när ungarna föds upp, dvs. juni–juli. Genom att i havs- och skärgårdsområden vid rätt tidpunkt vidta åtgärder som orsakar störningar och att vattnet grumlas är det möjligt att minska påverkan på fågelbestånden från liten till nästan obefintlig. Om grävningen av kabelsträckningarna på land också kan förläggas utanför fåglarnas häckningssäsong kan praktiskt taget all påverkan på fåglar undvikas.

9.6 Vegetation, naturtyper och naturskyddsområden

SAMMANDRAG:

- Den närmaste ön på svenska sidan är ögruppen Holmöarna cirka 30 kilometer väster om Laine-området och där finns även den närmaste vegetationen och naturtyperna. Avståndet till den svenska kusten från den havsbaserade vindkraftsparken Laine är cirka 40 kilometer. Det förväntas ingen påverkan på vegetation eller naturtyper på den svenska sidan.
- Den planerade vindkraftsparken Laine ligger cirka 30 km från Natura 2000-området Holmöarna (SPA) (SE0810010). Till övriga naturskyddsområden är avståndet över 40 km.
- Eftersom det närmaste Natura 2000-området ligger så långt bort från Laine förväntas ingen påverkan ske där under byggande, drift eller efter avslutad drift.

9.6.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Projektets påverkan på Naturaområden, naturskyddsområden, platser inom naturskyddsprogram och andra skyddsvärda områden har bedömts av experter baserat på befintliga data och data från MKB-förfaranden på den svenska sidan *(Njordr Offshore Wind AB 2022, Statkraft Offshore Wind AB 2024, Eolus 2023)*.

9.6.2 Bedömning av konsekvenser

Konsekvenserna för Natura 2000-områdena i Finland har bedömts i det nationella MKB-förfarandet.

Den planerade vindkraftsparken Laine ligger cirka 30 km från Natura 2000-området Holmöarna (SPA) (SE0810010). Eftersom det närmaste Natura 2000-området ligger så långt bort från den havsbaserade vindkraftsparken Laine förväntas ingen påverkan sträcka sig dit under byggande, drift eller efter avslutad drift. Enligt modelleringen av vattenkvaliteten kommer påverkan under byggtiden att sträcka sig några kilometer bort från området för den havsbaserade vindkraftsparken. Bullerpåverkan under byggtiden sträcker sig maximalt cirka 20 km från området för den havsbaserade vindkraftsparken. Bullerrelaterad påverkan under drift kommer inte att sträcka sig till de närmaste skyddsområdena i Sverige. Den förlust av ytvind som vindkraftverken orsakar har mer vittgående effekter på havsströmmar, skiktning, temperatur och transport av ämnen, och de sträcker sig utanför vindkraftsparken ända till Sverige. De hydrodynamiska förändringarna till följd av vindkraftsparken Laine bedömdes i huvudsak vara små baserat på modelleringen, även om det kan finnas en tydlig lokal påverkan när det gäller skiktning söder om vindkraftsparken på den finska sidan. För de närmaste naturskyddsområdena på den svenska sidan blir det som mest mycket små negativa effekter enligt bedömningen, och skyddsvärdena för det närmaste Natura 2000-området kommer inte att försämras.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.6.3 Projektet genomförs inte VE0

Om den havsbaserade vindkraftsparken Laine och den tillhörande överföringen av el och vätgas inte förverkligas uppstår det inga gränsöverskridande konsekvenser.

9.6.4 Samverkande konsekvenser

Flera havsbaserade vindkraftsprojekt planeras i Bottenviken. Det havsbaserade vindkraftsprojektet Kappa på den svenska sidan, ungefär en kilometer från Laine, kan delvis sammanfalla i tid med Laine-projektet när det gäller byggandet ovan vatten *(Njordr Offshore Wind AB 2022).* Enligt den senaste informationen har Kappas projektområde ändrats så att det når gränsen till den ekonomiska zonen och ligger cirka 100 meter från Laines projektområde *(Statkraft Offshore Wind AB 2024)*, men förändringen påverkar inte konsekvensbedömningen. Projekten Lunni, Voima och Reimari på den finska sidan ligger i samma område som Laine, så de kan inte genomföras samtidigt.

Byggandet av de havsbaserade vindkraftsprojekten skulle enligt den preliminära tidplanen i huvudsak ske vid olika tidsperioder och därmed är samverkande konsekvenser för vattenkvaliteten under byggfasen osannolika. När spridningen av grumlighet och ökad sedimentering simulerades observerades att fasta ämnen inte sprids i några betydande mängder särskilt långt utanför vindkraftsparkens område, så uppkomsten av samverkande konsekvenser skulle också kräva samtidigt vattenbyggande på närliggande objekt. Med koordination av projekten och planering av byggplatser och tidpunkter kan man även förebygga eventuella samverkande konsekvenser som är gränsöverskridande.

Om alla planerade vindkraftsparker i havsområdet förverkligas innebär den ökade barriäreffekten ökad risk för att fåglar kolliderar med kraftverk när de flyttar genom området och detta kan ha negativa gränsöverskridande konsekvenser för fågelbeståndet. Sammantaget förväntas betydelsen av konsekvenserna för fåglar inte öka till följd av samverkande konsekvenser, dvs. de är inte mer än måttliga för havsörn och små för andra fåglar.

För andra arter som Naturaområdena ska skydda uppstår det inga samverkande konsekvenser som kan identifieras ha betydelse för faunan eftersom området är beläget i yttre havsområdet.

9.6.5 Osäkerheter i bedömningen

Det finns än så länge få praktiska erfarenheter av havsbaserad vindkraft i finska förhållanden. Bedömningen innehåller vissa osäkerhetsfaktorer eftersom man ibland har varit tvungen att använda antaganden och till exempel utländska forskningsresultat på grund av brist på empiriska data och data baserade på finska förhållanden. Påverkan på Naturaområden och naturskyddsområden har bl.a. bedömts utifrån upprättade konsekvensbedömningar av t.ex. vattendragspåverkan. Bedömningen av det föreslagna projektets vattendragspåverkan baseras på tillgängliga undersökningar och de utredningar som genomförts inom ramen för MKB-förfarandet i området för den havsbaserade vindkraftsparken, sjökablarna och vätgasledningarna. Det råder också osäkerhet om de undersökningsdata som använts, vilka med tanke på utredningsområdets stora omfattning inte är tillgängliga för mer än en del av området.

9.6.6 Förebygga och mildra negativa effekter

Påverkan under byggtiden kan om möjligt förmildras genom att man väljer tidpunkt för anläggningen av kabeln/ledningen med hänsyn till de arter som ska skyddas. Vid anläggning till havs måste man dock ta hänsyn till verksamhetens väderkänslighet och den korta säsongen av öppet vatten, särskilt i Bottenviken.

När det gäller marina däggdjur och marin vegetation i skyddsområden presenteras alternativ för mildring i de tidigare kapitlen 9.3 och 9.4 om den marina miljön.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.7 Mark och berggrund

SAMMANDRAG:

- Havsbotten i området för den havsbaserade vindkraftsparken består huvudsakligen av grovkorniga jordarter, men det finns också områden med mjuk botten, särskilt i de västra och sydvästra delarna. Havsbottnens kvalitet varierar mer på områdena för energiöverföringsrutter i Finlands territorialvatten.
- Laine-projektet bedöms inte ha några direkta gränsöverskridande konsekvenser för mark eftersom alla Laine-konstruktioner är belägna på den finska sidan. Anläggning av fundament för vindkraftverk och el-/vätgasstationer på havsbotten kräver muddring och/eller utjämning, särskilt om gravitationsfundament används. Det beräknas att högst 0,06 procent av parkens totala yta kommer att beröras av bottenbearbetning och byggande. De direkta konsekvenserna för bottenförhållandena under uppförandet av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att vara lokala, huvudsakligen små och stanna på den finska sidan.
- Halterna av föroreningar i bottensedimenten i vindkraftsparkens område är i huvudsak låga. I den norra delen påträffades på vissa ställen koncentrationer som kan påverka muddermassornas deponeringsduglighet. På energiöverföringsrutten MVE1/VVE1 i Finlands territorialvatten observerades förhöjda metallhalter vid en punkt (nickel 64 mg/kg). Störningen av ytsedimentet under byggtiden vid anläggningen av kabeln bedöms inte orsaka mer än små, lokala och övergående effekter på förhållandena på havsbotten, och de är begränsade till den finska sidan. Skadliga ämnen kommer att beaktas i byggfasen och vid behov kommer man att använda konstruktioner som förhindrar spridning av fasta substanser i sedimentet, såsom siltdukar.
- I båda alternativen kommer påverkan på bottenförhållandena under anläggningen av den havsbaserade vindkraftsparken att vara liten, beröra anläggnings- och deponeringsområden, uppstå i anläggningsfasen (spridning av fasta ämnen) och inte sträcka sig till den svenska sidan med undantag för deponering i havet söder om parken, vilket kan ha små gränsöverskridande konsekvenser. Indirekta konsekvenser för den svenska ekonomiska zonen kan uppstå genom att fasta ämnen sprids under anläggningsarbetet och sedimenteras i små mängder på havsbotten på den svenska sidan.
- Inga eller försumbara konsekvenser uppstår under drifttiden.

9.7.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Det krävs en del muddring och/eller utjämning av botten för att anlägga fundamenten på havsbottnen. I konsekvensbedömningen beaktades konsekvenser under byggtiden, deponeringen och drifttiden samt sedimentens sammansättning och skadliga ämnen.

9.7.2 Konsekvenser under byggtiden

Vindkraftverken placeras i ett havsområde, vilket innebär att eventuell påverkan riktas mot havsbotten och sker huvudsakligen under byggfasen. Här har det ytmässigt största fundamentets (gravitationsfundamentet) påverkan bedömts, eftersom de övriga fundamenttypernas påverkan på bottenförhållandena bedöms vara mindre. Gravitationsfundamentets diameter är omkring 52 meter utan erosionsskydd, varvid fundamentets bottenyta är cirka 2 100 m^2.

Arbetet till havs inleds med muddring av fundamentplatserna och beredning av botten för fundamenten. Gravitationsfundamenten förbereds genom att fylla botten med kross. Grundkonstruktionen för ett gravitationsfundament med stålskal är en kombination av cylinder och trunkerad kon i en avstyvad stålkonstruktion med ringformad basplatta. Grunden är fylld med stenmaterial. Ovanpå plattan läggs kross och erosionsskydd samt eventuell stödfyllning. Konstruktionens mått beror på turbinens storleksklass, vattendjupet, vind-, våg- och isbelastningen samt bottnens jordarter och bärighet. Bottenbearbetningen och

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

byggnationen av gravitationsfundamenten beräknas maximalt (VE1 150 kraftverk) omfatta cirka 0,05 % av parkens totala yta (450 km^2).

Under byggnationen kommer bottenbearbetning även att ske i samband med att vindkraftsparkens interna kablar och de havsbaserade elstationerna installeras. Om vätgas produceras inom vindkraftsparken skulle det kräva 3–8 centraliserade vätgasproduktionsstationer eller alternativt en decentraliserad produktion vid varje kraftverk. Fundamentet för en centraliserad vätgasproduktionsstation är ungefär lika stor som fundamentet för en elstation till havs.

Antalet havsbaserade elstationer beror på valet av lämplig teknik för projektet. Området kommer att få uppskattningsvis 3–8 havsbaserade elstationer. Fundamentstorleken för en havsbaserad elstation beror på den valda fundamenttypen på samma sätt som för havsbaserade vindkraftverk. Uppskattad fundamentstorlek vid användning av ett runt gravitationsfundament är högst 71,5 meter i diameter, varvid bottenytan är cirka 4 000 m^2. En intern kabel i vindkraftsparken kan, beroende på förhållandena på havsbottnen, läggas på havsbottnen eller installeras på olika sätt: genom högtrycksspolning, plogning eller grävning av diken. I områden där det inte är möjligt att gräva på havsbottnen kan det vara nödvändigt att skydda kabeln till exempel med stenblock. Nedsänkningsdjupet i havsbottnen är cirka 1–2 meter för att skydda kablarna från bl.a. is, utrustning och/eller ankaren. Det slutliga djupet och installationsmetoderna varierar beroende på de undersökningar av havsbotten som utförs.

Bottenbearbetningen och byggnationen av gravitationsfundament till vindkraftverk och elstationerna/stationerna för vätgasproduktion beräknas maximalt omfatta cirka 0,06 % av parkens totala yta (450 km^2). Under installationen av vindkraftsparkens interna kablar sker också bottenbearbetning, men den påverkar ytsedimentet och har mindre varaktighet och påverkan. Å andra sidan är det ett relativt stort kabelnät som ska anläggas (95 ha bearbetad yta, 0,21 % av parkens yta).

Bergytans nivå i området för den havsbaserade vindkraftsparken är inte känd, men den bedöms ligga tillräckligt djupt för att inte påverkas. Om bergytan ligger nära havsbottens yta kan vissa platser för gravitationsfundamenten behöva brytas för att jämna ut eller mjuka upp havsbotten. Mängden brytning bedöms dock som liten, målet är att minimera den genom placeringen av kraftverken. Den berggrund (sedimentär bergart) som bildats genom avlagringar i Bottenviken täcker allmänt det kristallina urberget.

Inom den **havsbaserade vindkraftsparken** orsakar muddring och deponering av sediment i havet (områdena ligger delvis utanför vindkraftsparkens område) alltid grumling i ett relativt begränsat område i närheten av de enskilda arbetsplatserna, huvudsakligen på den finska sidan, och det är endast från södra deponeringsområdet nr 6 som kortvarig lätt grumlighet kan spridas till den svenska sidan. I allmänhet är grumligheten ganska lokal och vattnet börjar snabbt klarna när muddringsarbetet har avslutats. Grumligheten som orsakas av deponeringen påverkar främst vattenområdets bottenskikt. Spridningen av fasta ämnen vid större deponier är kortvarig. Påverkansområdet beror på deponins storlek, platsens och deponimassornas egenskaper samt rådande vind- och strömningsförhållanden. Spridningen av fasta partiklar från deponeringsplatsen, eventuellt under lång tid nära botten, är hundratals meter, upp till kilometer, beroende på ovannämnda faktorer. Sediment resuspenderas och transporteras också på naturlig väg *(Miljöministeriet 2015).*

För att bedöma kvaliteten på muddermassan och dess lämplighet för deponering måste de fysikalisk-kemiska egenskaperna bestämmas. De kan användas för att bedöma och förutsäga hur muddermassor beter sig i samband med muddring och deponering. Förutom koncentrationen av skadliga ämnen påverkas sedimentets lämplighet för deponering av dess känslighet för erosion. Ju mer erosionskänsligt det sediment som ska deponeras är, desto större är risken att det sprids från deponeringsplatsen och desto större blir de fördelar som kan uppnås genom riskhanteringsåtgärder i olika skeden av muddringsprojektet. Muddringsmassans erosionskänslighet beror på ett flertal faktorer – kornstorleksfördelning, förhållandet mellan finkorniga och grovkorniga fraktioner, skrymdensitet, kvantitet och kvalitet av organiskt material,

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

lermineralogi, salthalt och pH – och deras komplexa inbördes förhållanden. Dessa faktorer har också en väsentlig inverkan på hur eventuella skadliga ämnen beter sig *(Miljöministeriet 2015).*

Kraftverken kommer att uppföras på en fast havsbotten och enligt en preliminär bedömning är det material som ska muddras i huvudsak grovkornigt (sand, blandade sediment eller morän), men även finkorniga sediment förekommer. Beroende på jordart finns också en siltfraktion med i materialet. En del av det suspenderas vid muddring eller deponering, främst nära botten. Siltfraktionen transporteras med strömmarna och sjunker långsamt till botten. Grövre stenmaterial sjunker snabbt till botten. Det expanderande suspensionsmolnet i deponeringsområdet försvinner med tiden i bakgrundsgrumligheten. Det har gjorts en modellering av hur grumligheten sprids *(Niras 2023a*, bilaga 3).

Vid bottenundersökningar i till exempel den havsbaserade vindkraftsparken Tahkoluoto uppmättes siltinnehållet i blandsedimentet och moränen till cirka 20 % eller lägre. Om 5 % av siltfraktionen suspenderas under muddring och 5 % under deponering, blir den kortvariga ökningen av det lokala suspensionsflödet i genomsnitt 3 ton/h i både muddrings- och deponeringsområdet. Många älvar i Finland, däribland Kumo älv, släpper ut fasta ämnen i havet genom suspension och bottentransport i storleksordningen 10 000 ton/dygn under flödestopparna. Kontrollerna av vattendragen vid byggnationen av den befintliga havsbaserade vindkraftsparken i Tahkoluoto bekräftade ovanstående bedömningar *(KVVY ry 2016 och 2017).* Under 2016 (muddring och deponering) observerades emellanåt en liten ökning av grumligheten och koncentrationen av fasta ämnen i närheten av arbetsplatsen. Under 2017 (fyllning, övertäckning, erosionsskydd) låg grumligheten och koncentrationerna av fasta ämnen nära arbetsplatsen på samma nivåer som vid referenspunkten. Under stora stormar eroderas marginella mängder finmaterial, jämfört med flödet av fasta ämnen i omgivningen, från ytan på deponier och kabeltäckningar och sprids i närheten. Processen avslutas när det grövre materialet har separerats och bildat en skyddande yta. Man måste dock ta hänsyn till att den befintliga havsbaserade vindkraftsparken i Tahkoluoto är betydligt mindre än Laine.

De preliminära alternativen för havsdeponeringsområden i vindkraftsparken Laine har dimensionerats så att kapaciteten i ett preliminärt deponeringsområde är tillräckligt för den maximala muddringsvolymen (2 830 000 m^3) i projektområdet, och kapaciteten i ett av de preliminära deponeringsområdena för muddringsmassor från kabelrutterna är tillräcklig för den maximala muddringsvolymen vid kabelsträckningarna (630 000 m^3). De preliminära områdena som anges för massorna från kabelrutterna är cirka 100 ha och de preliminära områdena som anges för massorna från vindkraftsparken är cirka 400 ha. Havsdeponeringen av muddrade massor infaller under perioden med öppet vatten (maj–november) vid tiden för grundläggningen av vindkraftverkens fundament. Muddrings- och deponeringsvolymerna och platserna för åtgärderna kommer att specificeras under den tekniska planeringen och behandlas under vattentillståndsfasen. De föreslagna deponeringsområdesgränserna är för närvarande vägledande, och arealen har fastställts så att alla de massor som föreslås för deponering i området kan spridas över området med en deponeringstjocklek på högst en meter.

Enligt befintliga data och data som samlats in under projektet har sedimenten i delar av området som ska muddras sådana halter av skadliga ämnen att de kan påverka massornas lämplighet för deponering. De skadliga ämnena består främst av arsenik, nickel och oljekolväten. Sedimentens allmänna lämplighet för deponering beskrivs i ett tidigare kapitel, (Figur 8-12). Skadliga ämnen kommer beaktas under projektets genomförandefas. Den potentiella ekologiska risk som skadliga ämnen utgör har undersökts i en särskild utredning (bilaga 6 till nationella MKB-dokumentet).

Sammanfattningsvis är påverkan på bottenförhållandena under anläggningen av den havsbaserade vindkraftsparken lokal och oftast liten, och dessutom mycket liten i fråga om gränsöverskridande konsekvenser. Koncentrationerna av skadliga ämnen i sedimentet är huvudsakligen låga, men något förhöjda i vissa delar av projektområdet. Efter byggnationen kommer bottenförhållandena också att återgå till det normala i många avseenden. Det bör också noteras att transport och skiktning förekommer naturligt på havsbotten

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

beroende på lokala förhållanden (typ av havsbotten, sedimentkvalitet, topografi, strömningsriktningar, strömmarnas intensitet och vattendjup).

Beroende på vald överföringskabelteknik och eleffekten som ska överföras kan projektet behöva sammanlagt högst 10 **överföringskablar** från vindkraftsparken till finska fastlandet. Kablarna behöver vara 50–300 meter från varandra beroende på bottenförhållandena för att ett reparationsfartyg ska kunna arbeta säkert om en kabel går sönder och för att kablarna inte ska korsa varandra. Avståndet mellan kablarna minskar när man kommer närmare land i Finlands territorialvatten, och i landföringsområdet behöver kablarna bara omkring 80 meter i sidled beroende på plats. Två olika sträckningar (5 kablar per sträckning) behövs för sjökablarna till landföringsplatsen, varifrån elen överförs till elstationerna (Sandås och Hirvisuo). Slutgiltiga sträckningar väljs utifrån en helhetsbedömning, med hänsyn till bl.a. de anslutningspunkter som Fingrid indikerat, lokal el- eller vätgasanvändning, tillgängligt utrymme, teknisk och ekonomisk genomförbarhet samt miljömässiga och sociala aspekter.

Sjökablarna installeras på havsbotten med hjälp av ett installationsfartyg och innan kabeln läggs ut kan havsbottnen behöva bearbetas för att skapa ett kabeldike. Kabeldiken kan grävas med hjälp av en skopmuddringsmaskin eller med hjälp av andra muddringstekniker. Ett typiskt kabeldike är cirka tre meter brett och knappt en meter djupt. Högtrycksspolning ger ett smalare kabeldike och man undviker lyft och deponering av jordmassor. På energiöverföringsrutten MVE1/VVE1 observerades förhöjda metallhalter (nickel 64 mg/kg) på en plats (Figur 8-12, punkt 37). Störningen av ytsedimentet under byggtiden vid anläggningen av kabeln bedöms inte orsaka mer än små, lokala och övergående effekter på förhållandena på havsbotten, och de sträcker sig inte till den svenska sidan. Skadliga ämnen kommer att beaktas i byggfasen och vid behov används konstruktioner som förhindrar spridning av fasta ämnen i sedimentet, såsom siltdukar.

Oavsett implementeringskoncept kommer den havsbaserade vätgasproduktionen att ha interna vätgasledningar och en central transportrörledning. Vätgasrörets typiska yttre diameter är cirka 60 cm. Vätgasröret installeras på havsbotten med hjälp av ett installationsfartyg. Det finns flera sätt att installera rörledningen i landföringsområdet. Om området är klippigt kan det vara lämpligt för horisontell riktningsborrning. Ett annat alternativ är att gräva ett öppet dike på samma sätt som ett kabeldike. Alternativt kan landföringen göras genom att en kaj eller bro byggs för att korsa strandområdet. Den erforderliga bredden på landföringsplatsen är några tiotals meter. Om ett öppet dike används för förläggningen ska området snyggas till. Störningen av ytsedimentet under byggtiden vid anläggningen av vätgasledningen bedöms inte orsaka mer än små, lokala och övergående effekter på bottenförhållandena på den finska sidan.

9.7.3 Konsekvenser under driftstiden

Under driften kommer vindkraftverken inte att ha någon inverkan på bottenförhållandena. Vindkraftsparken drivs automatiskt, utan behov av separat bemanning eller åtgärder för att kontrollera produktionen. Dessutom påverkar inte underhållsbesök på vindkraftverken bottenförhållandena i Finland eller Sverige.

De viktigaste kemikalierna i driften av den havsbaserade vindkraftsparken är oljor och kylmedium i transformatorer och kraftverk. Vindkraftsparkerna har uppsamlingsbassänger för att förhindra utsläpp av kemikalier i miljön vid ett eventuellt, men osannolikt, läckage. Ett potentiellt läckage påverkar inte bottenförhållandena i Finland eller Sverige.

Inga skadliga ämnen kommer att lösas ut i miljön från vindkraftverken eller deras fundament. Kraftverkets rotorblad består huvudsakligen av glas- och kolfiber, epoxi- eller polyesterharts och kompositstrukturens kärnmaterial såsom balsaträ och plastskum. Bladen är konstruerade för att klara de förhållanden som de utsätts för, t.ex. regn, erosion, UV-strålning, iskyla och luftburna föroreningar. Bladens yta är täckt med ett skyddande lager färg eller gelcoat, möjligen med ett lager av spackelmassa under. I dag är det vanligt

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

att bladspetsens framkant är behandlad med ett mycket slitstarkt polyuretanmaterial ((leading-edge protection). Först under dessa lager finns det strukturella epoxilaminatet av armerad plast. Mycket små mängder dammigt inert material kan frigöras från det översta lagret på bladspetsens framkant. Det kommer främst från bladets färglager och hamnar ganska nära området det lossnar från. De små partiklarna som lossnar är tyngre än luft och vatten och mineraliseras successivt i kraftverkens omgivning på den finska sidan och överförs inte in i organismer. Rotorbladen inspekteras regelbundet och repareras om det finns slitage på ytskiktet. (*Finska Vindkraftföreningen rf 2024*)

Mikroplaster är syntetiskt framställda, icke biologiskt nedbrytbara plastpartiklar som är stabila även i vattenfasen och som består av blandningar av polymerer och tillsatser, med en minsta dimension på åtminstone ≥1 nm och en största dimension på 5 mm för partiklar och 5–15 mm för fibrer, beroende på tolkning. *(Fjäder et al. 2022)*

Bland mikroplasterna har särskild uppmärksamhet riktats mot bisfenol A (BPA). BPA är en vanligt förekommande mjukgörare som används vid tillverkning av polykarbonatplaster, epoxihartser och många vanligt förekommande föremål, inklusive leksaker, vattenrör, dryckesbehållare, glasögonlinser, sportutrustning, medicintekniska produkter och slangar samt konsumentelektronik. Ämnet används alltså i många produkter, men dess säkerhet ifrågasätts i stor utsträckning mot bakgrund av nuvarande kunskap, och därför begränsas användningen av ämnet i Europa. Mängden utsläpp av BPA som potentiellt hamnar i naturen eller människokroppen från vindkraftverken är liten. (*Finska Vindkraftföreningen rf 2024*)

Under normal drift kommer sjökabeln och vätgasledningens sträckning inte att påverka bottenförhållandena på den finska eller svenska sidan. Vid underhåll och reparation kan en viss begränsad grumlighet uppstå under arbetets gång.

9.7.4 Konsekvenser efter att driften upphört

Livscykeln för den havsbaserade vindkraftsparken planeras till cirka 35–40 år och kan eventuellt förlängas genom att man byter ut komponenter eller till exempel begränsar effekten och därmed belastningen. Det sista steget i den havsbaserade vindkraftsparkens livscykel är avveckling, återvinning av utrustning från vindkraftsparken och hantering av avfall. Arbetsmomenten och utrustningen vid rivning är i princip av samma typ som under byggnadsfasen men i omvänd ordning. Vid behov kommer vindkraftverkens fundament att helt eller delvis tas bort, om det anses nödvändigt och rimligt med avseende på miljön och om en mer varierad revliknande miljö har skapats i området (den potentiella effekten av ett ”konstgjort rev” nära vindkraftverkens fundament). Även sjökablarna kan avlägsnas när driftsfasen avslutats. Rivningens effekter på bottenförhållandena liknar dem som uppstår under byggfaserna. Påverkan kommer dock att vara lokal till sin natur, begränsad i tid samt mindre än under byggfasen och stanna på den finska sidan. Avvecklingen beräknas ske över flera säsonger med öppet vatten.

9.7.5 Projektet genomförs inte VE0

I nollalternativet uppstår inga konsekvenser för havsbotten av vindkraftsprojektet.

9.7.6 Samverkande konsekvenser

Det finns flera vindkraftsprojekt i olika utvecklingsstadier i Bottenviken, både på den finska och den svenska sidan. Det projekt som ligger närmast Laine-området är den havsbaserade vindkraftsparken Kappa *(Njordr Offshore Wind AB 2022)* i den svenska ekonomiska zonen, som närmast cirka en kilometer väster om Laine. Enligt de senaste uppgifterna har Kappas projektområde ändrats så att det når gränsen till den ekonomiska zonen och ligger nu endast cirka 100 meter från Laines projektområde, men ingen ny kraftverksplacering är tillgänglig som geografisk information *(Statkraft Offshore Wind AB 2024)*.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Direkta samverkande konsekvenser för havsbotten genom Kappa-projektet förväntas inte uppstå eftersom alla funktioner i Laine-projektet ligger minst en kilometer från Kappa, även om dess projektområdesgräns kommer att ligga cirka 100 meter från Laine-områdets gräns (inga vindkraftverk kommer att placeras inom en kilometer från varandra). Indirekt bedöms dock spridningen av fasta ämnen och grumligheten från bottenbearbetningen kunna ha små kumulativa konsekvenser om byggtiderna sammanfaller under säsongerna för öppet vatten.

9.7.7 Osäkerheter i bedömningen

Det finns inga betydande osäkerhetsfaktorer i bedömningen, baserat på tillgänglig information. Detaljerad information om bottenförhållandena i projektområdet kommer att erhållas från noggrannare bottenundersökningar på kraftverksplatserna och energiöverföringsrutterna under den fortsatta planeringen. Vid behov genomförs även kompletterande undersökningar avseende skadliga ämnen. Skadliga ämnen har observerats i den norra delen av den havsbaserade vindkraftsparken och vid en punkt längs sjökabel-/vätgasledningsrutten MVE1/VVE1.

9.7.8 Förebyggande av negativa effekter

Målet är att bygga i områden där havsbottenstrukturen är mest lämpad för byggnation. En mer detaljerad planering av kablarna nära landföringsplatsen kommer att ske i samarbete med olika intressenter, med hänsyn till framtida användningsbehov i området.

I muddrings- och deponeringsanvisningen för sediment *(Miljöministeriet 2015)* anges olika metoder för att hantera negativ miljöpåverkan från muddring och deponering. En av de viktigaste åtgärderna för att förebygga negativa effekter är att använda siltgardiner för att förhindra spridning av fasta ämnen under arbetet, men användningen av dessa på stora djup i öppet hav är ofta en utmaning: det är svårt att förankra gardinen på sådana djup och i kraftig sjögång. Även bubbelgardiner kan förhindra spridningen av fasta ämnen, men användningen av dessa innebär också tekniska utmaningar i stora muddringsområden. De ovanstående metodernas lämplighet för Laine-projektet kommer att undersökas i takt med att planeringen fortskrider.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.8 Luftkvalitet

SAMMANDRAG:

- Vid uppbyggnaden av den havsbaserade vindkraftsparken och vätgasproduktionen kommer påverkan från fartyg och maskiner, men det öppna havet späder ut effekterna på luftkvaliteten.
- Konsekvenser för luftkvaliteten under byggtiden kommer främst att orsakas av transporter, trafik med och användning av arbetsbåtar till havs. Påverkan består av avgasutsläpp från fordonsbränslen.
- Negativa effekter på luftkvaliteten under drift bedöms komma från service- och underhållstrafik.
- Fartyg som färdas till havs kommer att behöva ta en något längre väg runt vindkraftsparken, vilket leder till högre bränsleförbrukning och potentiella utsläpp som försämrar luftkvaliteten. Dessa förväntas dock inte vara betydande för luftkvaliteten när effekterna späds ut, och effekterna på den svenska sidan kommer att vara mycket små om man färdas mycket nära gränsen till den svenska ekonomiska zonen.
- Till havs kommer effekterna att vara lokala och tillfälliga och på grund av utspädning kommer de att vara små och inte ha någon påverkan på den svenska sidan.
- Om Laine-projektet i framtiden skulle producera elektrobränslen för att ersätta befintliga bränslen i sjötrafiken skulle det också kunna ha en positiv inverkan på luftkvaliteten på den svenska sidan.
- Påverkan på luftkvaliteten under avvecklingen beräknas bli något mindre än under byggtiden eftersom man kanske inte kan eller inte kommer att avlägsna allt som använts för uppförandet.

9.8.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Under uppförande och avveckling av den havsbaserade vindkraftsparken och vätgasproduktionen kan projektet ha lokal påverkan på luftkvaliteten genom eventuellt damm (från sprängsten som används vid uppförandet av parken) och luftutsläpp från arbetsmaskiner och fartygstrafik. Underhållstrafik orsakar också små luftutsläpp under driften. Till havs orsakas luftutsläpp av fartyg och maskiner, men utsläppssnåla bränslen och havets utspädande effekt på luftutsläppen minskar konsekvenserna för luftkvaliteten.

Både inandningsbara partiklar (PM_{10}) och fina partiklar ($PM_{2,5}$) kan genereras vid byggnadsarbeten och underhållstrafik. Partikelutsläpp av mindre storlek kommer med avgaserna från trafik och arbetsbåtar och är i fokus för övervakningen av luftkvaliteten eftersom de tränger in i luftvägarna med den luft vi andas. *(Meteorologiska institutet 2024a).* Avgaserna innehåller också bl.a. kväveoxider och svaveldioxid, som är skadliga för hälsan och orsakar försurning av ekosystemen (*Meteorologiska institutet 2024b och Meteorologiska institutet 2024c)*.

Luftutsläppen av kväve står för cirka 24 % av den totala mängden kväve i Östersjön. Kväveutsläppen kan transporteras långa sträckor och har störst påverkan på grunda och små vattensamlingar. Effekterna av surt regn har framgångsrikt kunnat minskas under åren. Kvävebelastningen i Östersjön är dock fortfarande för hög jämfört med målnivån och det finns en rad olika politiska åtgärder för att minska den (t.ex. Baltic Sea Action Plan: Minimera skadliga luftutsläpp) (*HELCOM 2023c*).

Konsekvensbedömningen gäller för de havsbaserade funktioner som behandlas i MKB-förfarandet. Funktionerna som omfattas är havsbaserade vindkraftverk, elöverföring med sjökablar, vätgasproduktion, vätgasöverföring samt muddring och deponering av sediment. Av dessa bedömdes konsekvenserna av havsbaserade vindkraftverk vara mest betydande.

Projektets konsekvenser för luftkvaliteten har här bedömts verbalt utifrån utsläppsberäkningar som presenteras i 9.9 och en expertbedömning.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.8.2 Bedömning av konsekvenser

9.8.2.1 Konsekvenser under byggtiden

Konsekvenser för luftkvaliteten under byggtiden kommer främst från transporter, trafik med arbetsbåtar och användning av maskiner i samband med byggnationen. Under byggtiden kommer luftkvaliteten att påverkas av transporter i samband med följande konstruktioner och funktioner: havsbaserade vindkraftverk, elöverföring med sjökablar, vätgasproduktion, vätgasöverföring och deponering av sediment. Av dessa bedömdes konsekvenserna av vindkraftverken vara mest betydande på grund av det stora material- och transportbehovet.

Vid decentraliserad vätgasproduktion är vätgasanläggningarna integrerade i de havsbaserade vindkraftverken, vilket i sin tur kan förväntas öka påverkan på luftkvaliteten under byggtiden i viss utsträckning jämfört med en situation där endast konventionella havsbaserade vindkraftverk byggs. Med planeringen i ett inledningsskede blir dock bedömningen endast riktgivande och den slutliga lösningen kan vara sådan att inga skillnader kan upptäckas.

Alternativet med centraliserad vätgasproduktion skulle innebära att 3–8 vätgasanläggningar byggs i anslutning till de havsbaserade elstationerna, men storleken på anläggningarna har ännu inte bestämts, vilket gör det svårt att i detta skede göra en jämförelse med decentraliserad vätgasproduktion. En central vätgasstation har ungefär samma storlek som en elstation, så anläggningsarbetets konsekvenser är också på samma nivå.

Anläggningsarbetets konsekvenser består av avgaser från de bränslen som används i fordon och maskiner. I vissa vattenbyggnadsfaser kommer sannolikt också helikopter att användas som hjälp. Damm från stenmaterial har en relativt stor partikelstorlek, medan andelen inandningsbara partiklar och fina partiklar (PM_{10}, $PM_{2,5}$) i damm från stenmaterial är mindre. Stora partiklar transporteras endast korta sträckor i luften. När det gäller damm är konsekvenserna och de största halterna begränsade till den omedelbara närheten av byggområdet till havs. De negativa effekterna av dammutsläpp från jord- och stenmaterial är av förorenande och störande karaktär.

Till havs kommer effekterna att vara lokala och tillfälliga och på grund av utspädningen små, och inga effekter förväntas på den svenska sidan. Den rådande vindriktningen i och kring Bottenviken är oftast sydvästlig, vilket ytterligare minskar ovannämnda konsekvenser för Sveriges del.

9.8.2.2 Konsekvenser under driftstiden

Inga direkta effekter på luftkvaliteten beräknas uppstå under driften eftersom energiproduktion med vindkraft inte ger upphov till några luftutsläpp. Vid vätgasproduktion producerar elektrolysprocessen syre, som sannolikt kommer att släppas ut i luften. Vätgasproduktionen bedöms därför inte ha någon direkt negativ effekt på havsområdet vad gäller luftutsläpp på den svenska sidan.

Indirekta negativa effekter på luftkvaliteten under drift bedöms komma från service- och underhållstrafik. Effekterna av funktioner till havs som försämrar luftkvaliteten bedöms vara mycket små, lokala och tillfälliga till havs och sträcker sig inte till den svenska sidan. Fartyg som färdas till havs kommer att behöva ta en något längre väg runt vindkraftsparken, vilket leder till högre bränsleförbrukning och potentiella utsläpp som försämrar luftkvaliteten. Dessa förväntas dock inte vara betydande för luftkvaliteten när effekterna späds ut, och effekterna på den svenska sidan kommer att vara mycket små om man färdas mycket nära gränsen till den svenska ekonomiska zonen. Den rådande vindriktningen i och kring Bottenviken är oftast sydvästlig, vilket ytterligare minskar ovannämnda konsekvenser för Sveriges del.

Om den producerade energin ersätter förbränningsbaserad energiproduktion undviks utsläpp av rökgaser på annat håll, till exempel i förbränningsanläggningar eller transporter, men dessa fördelar uppskattas komma på den finska sidan. Luftutsläppen från energiproduktionsanläggningar beror till stor del på hur

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

mycket produktion som behövs och på utveckling och uppgradering av utrustning. Generellt sett är dock gränsvärdena för utsläpp som påverkar luftkvaliteten från energiproduktion relativt strikta. I trafik kan vätgas eller så kallade elektrobränslen som tillverkas av den användas i sjö-, luft- och landtransporter, och el åtminstone i landtransporter. Om Laine-projektet i framtiden skulle producera elektrobränslen för att ersätta befintliga bränslen i sjötrafiken skulle det kunna ha en positiv inverkan på luftkvaliteten på den svenska sidan.

9.8.3 Konsekvenser efter att driften upphört

Konsekvenserna för luftkvaliteten efter att driften upphört beräknas bli något mindre än under byggtiden eftersom man kanske inte kan avlägsna eller inte lyckas avlägsna allt material som använts för uppförandet, eller om det inte är ändamålsenligt att avlägsna t.ex. erosionsskydd eller fundament med tanke på miljön. Detta kommer att minska behovet av att transportera avfallsmaterial och mängden avgasutsläpp från transporter. Med mindre trafik minskar också dammutsläppen som orsakas av förhållandena. De negativa effekterna på luftkvaliteten bedöms vara relativt små, lokala och tillfälliga och inte sträcka sig till den svenska sidan. Konsekvenserna i fråga om havsbaserade vindkraftverk ansågs vara den mest betydande av alla delområden i rivning av projektstrukturerna på grund av det stora material- och transportbehovet.

9.8.4 Projektet genomförs inte VE0

Att inte genomföra projektet har inga konsekvenser för och förändrar inte luftkvaliteten i området. Å andra sidan uppnås då inte heller de potentiella förbättringar av luftkvaliteten som skulle kunna uppnås på annat håll, eftersom utbyggnaden av renare energiproduktion och eventuella framtida elektrobränslen uteblir.

9.8.5 Samverkande konsekvenser

Uppförandet av det havsbaserade vindkraftsprojektet Kappa på den svenska sidan kan delvis sammanfalla i tid med det projekt som bedöms här. Detta kan medföra samlade effekter, som dock späds ut tack vare havsbrisen och förblir lokal för både Finland och Sverige. Effekterna kan försämra luftkvaliteten lokalt, men de bedöms vara små.

Under drift kan det uppstå en samlad effekt från underhållstrafik, men den bedömdes vara liten på grund av att de närmaste kraftverken ligger något under 2 km från varandra.

9.8.6 Osäkerheter i bedömningen

Spridningen av partikelutsläpp påverkas av årstider och väderförhållanden. Till exempel kommer starka vindar att sprida partiklar längre bort från projektområdet. Under torra perioder är marken på fastlandet mer benägen att damma. I bedömningsskedet befinner sig den mer detaljerade byggplaneringen fortfarande på en övergripande nivå.

9.8.6.1 Förebygga och mildra negativa effekter

Havsbrisen mildrar de negativa konsekvenserna för luftkvaliteten. Annars kan mängden lokala luftutsläpp påverkas bland annat genom att dela upp byggandet i etapper.

Till havs kan man minska avgasutsläppen genom att optimera transportvägarna till kortast möjliga, köra ekonomiskt eller använda elektriska transportmedel eller bränslen med låga utsläpp. Utsläpp under bygg- och rivningstiden kan minskas genom att välja utrustning med låga utsläpp och som underhålls på rätt sätt.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.9 Klimat

SAMMANDRAG

- Hela bedömningen av klimatpåverkan presenteras i en separat bilaga till det nationella MKB-dokumentet (bilaga 14, till det nationella MKB-dokumentet).
- För att uppnå klimatnyttan med projektet måste det förverkligas både till havs och på fastlandet. Därför kan klimatpåverkan från projektets funktioner inte delas upp efter geografisk plats.
- Denna sammanfattning av det internationella samrådet presenterar i korthet resultaten av den separata klimatberäkningen och bedömningen av projektets totala konsekvenser, dvs. konsekvenserna av alla funktioner till havs och på fastlandet som ingår i projektet.
- Det havsbaserade vindkraftsprojektet bedömdes ha en betydande positiv klimatpåverkan.
- Det havsbaserade vindkraftsprojektet kommer att orsaka både direkta klimatutsläpp och en minskning av kolsänkor och kollager under sin livscykel. De största negativa effekterna är relaterade till byggandet av vindkraftverken.
- Projektets direkta utsläpp och minskningen av kolsänkor kommer att kompenseras av en minskning av de totala utsläppen från den finska elproduktionen jämfört med idag (53 tCO_2e/GWh → 11 tCO_2e/GWh)
- Projektets **totala utsläpp (inklusive alla funktioner till havs och på land):**
    - De största positiva klimateffekterna av projektet uppstår genom att kraftverken beräknas producera 11 000 GWh el per år.
    - Om projektet producerar 100 % el, är intervallet för de totala utsläppen cirka 10,9–11,1 tCO_2e/GWh:
        - Utsläppen är minst i alternativet MVE2b (5 sjökablar) i kombination med alternativet SVE2b och i alternativet MVE5b (5 sjökablar) i kombination med alternativet SVE4.
        - Utsläppen är störst i alternativet MVE1a (5 sjökablar) i kombination med alternativet SVE1a och i alternativet MVE3 (5 sjökablar) i kombination med alternativet SVE3a.
    - Om projektet producerar 100 % vätgas är intervallet för de totala utsläppen cirka 9,8–9,9 tCO_2e/GWh.
        - De lägsta utsläppen finns i genomförandealternativet VVE1.
        - Utsläppen är störst i alternativen VVE2 och VVE3, som är nästan lika långa.
    - I alternativet VE0 bedöms en situation där vindkraftsparken inte byggs och därmed ingen ny förnybar el produceras. VE0 beräknas med följande alternativ:
        - VE0, 100 % elektricitet, om elektriciteten är el från elnätet (prognos): cirka 53 tCO_2e/GWh
        - VE0, 100 % vätgas, om vätgasen produceras med konventionella produktionsmetoder som huvudsakligen baseras på fossil metan: cirka 233 tCO_2e/GWh
        - VE0, 100 % vätgas om vätgasen produceras med el från nätet (prognos): cirka 53 tCO_2e/GWh
        - VE0, 100 % vätgas om LNG används i stället för vätgas: cirka 150 tCO_2e/GWh
- Utsläppen **från projektets havsbaserade funktioner (havsbaserad vindkraft, vätgasproduktion, intern kabeldragning/vätgasrör, havsbaserade elstationer, energiöverföring till fastlandet, havsdeponering):**
    - Vid 100 procent elproduktion utgör de specificerade havsbaserade funktionerna 92 procent av de totala utsläppen i minimialternativet och 90 procent i

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

maximialternativet. Utsläppen från de havsbaserade funktionerna varierar i sin helhet i intervallet cirka 3 837 700–3 837 800 tCO_2e och är i genomsnitt 10,0 tCO_2e/GWh i förhållande till producerad el.

  - Vid vätgasproduktion utgör utsläppen från de specificerade havsbaserade funktionerna 99,8 procent av de totala utsläppen. Vid 100 procent vätgasproduktion varierar utsläppen från de havsbaserade funktionerna från cirka 3 768 000 till 3 790 000 tCO2e och är cirka 9,8 tCO2e/GWh i förhållande till producerad el.

- Alla kombinationer av projektalternativ beräknades ha betydligt lägre utsläpp än VE0 där projektet inte genomförs.
- Om el producerad med vindkraft ersätter nätel enligt prognos i Finland, överväger de positiva effekterna de negativa efter ungefär tredje produktionsåret. Om man jämför användningen av vätgas som marint bränsle med LNG, så överväger de positiva effekterna de negativa efter cirka två års produktion, och detta kan ha positiva effekter även på den svenska sidan.
- Projektet (havs- och landbaserade funktioner) bedöms ha en mycket betydande positiv påverkan på klimatet - under drift bedöms projektet ha stor positiv påverkan vid produktion av 100 procent el och en mycket stor påverkan vid produktion av 100 procent vätgas. Förnybar energiproduktion är i hög grad i linje med klimatmålen.
- Under byggtiden bedömdes konsekvenserna vara stora och negativa. Byggandet i sig är inte direkt i enlighet med målen för utsläppsminskning, men det resulterar i en energiinfrastruktur i linje med målen och därmed en hög/mycket hög positiv sammanlagd konsekvens.

9.9.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Följande kapitel presenterar i korthet resultaten av den separata klimatberäkningen och bedömningen av projektets totala konsekvenser, dvs. konsekvenserna av alla funktioner till havs och på fastlandet som ingår i projektet. Presenterade övergripande resultat inkluderar alla projektfunktioner till havs och på fastlandet eftersom projektets betydelse endast kan bedömas på ett tillförlitligt sätt på grundval av de övergripande resultaten.

Projektet för havsbaserade vindkraftsparken Laine omfattar havsbaserade vindkraftverk, vätgasproduktion, interna sjökablar och vätgasrör, havsbaserade elstationer, havsdeponering under byggtiden, energiöverföring till fastlandet (sjökablar/vätgasledningar) och energiöverföring på fastlandet (jordkablar, kraftledningar och anslutningsstationer). I de följande kapitlen avser "projekt" denna uppsättning projekt.

Projektet har en positiv inverkan på klimatförändringarna genom att minska utsläppen av växthusgaser och andra rökgaser i elproduktionen. I konsekvensbedömningen beräknades de utsläpp som undvikits med vindkraft jämfört med framtidsscenariot för utsläppstrender för energi.

Projektets negativa klimateffekter bedömdes genom att beräkna koldioxidavtrycket, dvs. utsläppen av växthusgaser under projektets livscykel. Utsläppen av växthusgaser för de olika alternativen uppskattades kalkylmässigt baserat på planeringsuppgifter. Utsläppen beräknades för de alternativ för projektgenomförandet som beräknades ha de lägsta och högsta utsläppen. Detta gjorde det möjligt att fastställa intervallet för projektets utsläppspåverkan. Två scenarier granskades, där det ena producerar 100 procent el och det andra 100 procent vätgas. När produkten består av 100 procent el kommer sannolikt två elöverföringsrutter att byggas. När 100 procent vätgas produceras, kommer det förmodligen att finnas en enda transportrutt för vätgas.

Utifrån beräkningarna bedömdes projektets betydelse för att begränsa klimatförändringen. Dessutom granskades åtgärder för att minska projektets direkta eller indirekta utsläpp.

I bedömningen granskades dessutom effekterna på de regionala och nationella målen för utsläppsminskning av de växthusgasutsläpp som uppstår under projektets livscykel. Vid bedömningen beaktades också

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

anpassning till klimatförändringen särskilt med tanke på effekterna av extrema väderfenomen under projektets livscykel.

Nedan ges en kortfattad beskrivning av klimatpåverkan baserad på beräkningar, och utöver detta beskrivs även utgångsantaganden, beräkningsmetoder och osäkerheter i konsekvensbedömningen. En mer omfattande, separat utredning ingår som bilaga 14 till det nationella MKB-dokumentet.

9.9.2 Bedömning av konsekvenser

9.9.2.1 Havsbaserad vindkraftspark

Utsläppsberäkningen för den havsbaserade vindkraftsparken inkluderar i hög grad utsläpp för vindkraftverken och funktionerna i närområdet såsom kablar och fundament (exkl. elinfrastrukturen från vindkraftsparken till kraftnätet på fastlandet). Båda projektalternativen syftar till att producera 11 000 GWh el per år. Då detta är en produktionsbaserad beräkning av utsläppen kan klimatpåverkan under byggtiden konstateras vara lika stor för projektalternativen VE1 och VE2. Utsläppen för de olika delarna i den havsbaserade vindkraftsparken framgår av tabell (Tabell 9-3).

Tabell 9-3. Utsläpp för den havsbaserade vindkraftsparken

Del av livscykeln	Utsläpp för den havsbaserade vindkraftsparken VE1/VE2 [tCO_2e]
Utsläpp under byggtiden	3 248 800
Utsläpp under drift	311 100
Utsläpp under avveckling	33 800
Totalt	**3 593 700**

Påverkan under byggtiden omfattar utsläpp från byggandet av de havsbaserade vindkraftverken, t.ex. utsläpp från tillverkning av material och komponenter. Baserat på livscykelberäkningar bedöms utsläppen av växthusgaser under byggtiden stå för cirka 96% av de totala livscykelutsläppen för havsbaserade vindkraftsparker. Utsläppen under byggfasen bedöms uppgå till cirka 8,44 tCO_2e/GWh.

Påverkan under drift beskriver utsläppen från service och underhåll av vindkraftsparken. De uppstår till exempel vid inspektionsbesök och från materialåtgång, transporter och avfallshantering i samband med byte av delar. Verksamheten står för cirka 3 % av vindkraftens livscykelutsläpp. Utsläppen under drift beräknades till 0,81 tCO_2e/GWh.

När verksamheten avvecklas monteras vindkraftverken ned och de flesta komponenterna transporteras bort och återvinns. Till påverkan efter att verksamheten upphört räknades utsläppen från rivning av kraftverken och återvinning av komponenter. Beräknad påverkan efter att verksamheten upphört är cirka 1 procent av påverkan under livscykeln. Utsläppen efter att verksamheten upphört beräknades uppgå till 0,09 tCO_2e/GWh.

9.9.2.2 Elöverföring till havs och havsbaserade elstationer

Elöverföring till havs omfattar sjökablar och havsbaserade elstationer. De övergripande resultaten inkluderar utsläppen från de lägsta och högsta kombinationerna vid anläggning av 10 sjökablar på två elöverföringssträckningar. Syftet med denna minimi- och maximiberäkning är att ta reda på utsläppsintervallet. Båda kombinationerna omfattar samma antal elstationer (6).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Skillnaderna i utsläpp mellan de olika sträckningsalternativen beror på elöverföringens materialbehov, som påverkas av hur lång sträckningen är. Ju längre sträckning, desto mer material behövs för att bygga den. Skillnaderna mellan minimi- och maximiutsläppen beror främst på skillnader i utsläpp från elöverföringsförluster under drift. Utsläppen från elöverföringsförluster är teoretiska och fördelas över hela elinfrastrukturen (sjökabel + jordkabel + kraftledning) baserat på längd. Med tanke på kombinationerna beaktas också att elen överförs längs två sträckningar. Då fördelas överföringsförlusten lika mellan de olika sträckningarna.

Utsläppen för sjökablar framgår av tabell (Tabell 9-4). Utsläppen av växthusgaser under livscykeln för alternativen MVE2b och MVE5b i minimikombinationen är cirka 94 100 respektive 75 500 tCO_2e. Totalt är utsläppen för alternativen cirka 169 600 tCO_2e. För alternativen MVE1a och MVE3 som ingår i maximikombinationen är de totala utsläppen cirka 108 600 och 61 200 tCO_2e och deras sammanräknade utsläpp cirka 169 800 tCO_2e.

Tabell 9-4. Utsläpp för sjökablar.

Projektalternativ	MVE2b (ingår i minimikombination)	MVE5b (ingår i minimikombination)	MVE1a (ingår i maximikombination)	MVE3 (ingår i maximikombination)
Utsläpp under byggtiden	30 000	31 200	33 200	30 100
Utsläpp under drift	61 600	41 600	72 300	28 500
Utsläpp under avveckling	2 600	2 800	3 100	2 600
Totalt	**94 100**	**75 500**	**108 600**	**61 200**
Kombinationen sammanlagt	**169 600**		**169 800**	

Utsläppen från byggandet, dvs. utsläppen från materialtillverkning, transporter och bränsleförbrukning vid anläggning, beräknas till 31–49 procent av de totala utsläppen för sjökablar i de olika sträckningsalternativen. Utsläppen under drift, dvs. utsläppen från överföringsförluster och bränsleförbrukning för underhåll, beräknas till 47–67 procent av de totala utsläppen. Utsläppen under avveckling, dvs. utsläppen från bränsleförbrukning vid rivning, återvinning och transporter till återvinning, beräknas till 3–4 procent av de totala utsläppen.

Utsläppen för havsbaserade elstationer är desamma i varje projektalternativ oavsett kombination (Tabell 9-5).

Tabell 9-5. Utsläpp för havsbaserade elstationer.

Del av livscykeln	Utsläpp för havsbaserade elstationer [tCO_2e]
Utsläpp under byggtiden	64 200
Utsläpp under drift	8 800

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Del av livscykeln	Utsläpp för havsbaserade elstationer [tCO_2e]
Utsläpp under avveckling	1 300
Totalt	**74 300**

Utsläppen för havsbaserade elstationer kommer till största delen från byggandet. Byggutsläppen utgör cirka 86 % av de totala utsläppen för havsbaserade elstationer och inkluderar utsläpp från tillverkning och transport av material. Utsläppen under drift står för cirka 12 procent och består av direkta utsläpp av svavelhexafluorid (SF6). Utsläppen under avveckling står för cirka 2 procent av de totala utsläppen och består av utsläpp från nedmontering, återvinning och transport till återvinning.

9.9.2.3 Vätgasproduktion

Utsläppen för vätgasproduktionen är desamma i varje projektalternativ, så de visas i samma tabell (Tabell 9-6).

Tabell 9-6. Utsläpp från vätgasproduktion.

Del av livscykeln	Utsläpp från vätgasproduktion [tCO_2e]
Utsläpp under byggtiden	64 200
Utsläpp under drift	4 800
Utsläpp under avveckling	1 300
Totalt	**70 400**

Påverkan under byggtiden omfattar utsläppen från byggandet av vätgasproduktionsstationer, tillverkning av material (stål och betong), transport av material samt bränsleförbrukning vid byggnation. Baserat på livscykelberäkning bedöms utsläppen av växthusgaser under byggtiden stå för 91% av stationernas livscykelutsläpp.

Påverkan under drift beskriver utsläppen från bränsleförbrukningen för de underhållsfartyg som är verksamma i vätgasproduktionsområdet. Verksamheten står för 7 % av utsläppen under stationernas livscykel.

När driften upphör kommer vätgasproduktionsstationerna att monteras ned och materialen som använts att återvinnas. I påverkan efter drifttiden inräknas bränsleförbrukningen för nedmontering, materialåtervinning och transporter till närmaste avfallsanläggning. Beräknad påverkan efter att verksamheten upphört är cirka 2 procent av påverkan under vätgasproduktionens livscykel.

9.9.2.4 Vätgasöverföring till havs

Utsläppen för vätgasöverföring består av utsläpp från anläggning, underhåll, demontering och återvinning av vätgasrör, vilka tas upp i tabell (Tabell 9-7).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 9-7. Utsläpp för vätgasöverföring.

Del av livscykeln	Utsläpp för vätgasöverföring, VVE2/VVE3, min [tCO_2e]	Utsläpp för vätgasöverföring, VVE1, max [tCO_2e]
Utsläpp under byggtiden	88 800	108 000
Utsläpp under drift	1 000	1 200
Utsläpp under avveckling	13 900	16 900
Totalt	**103 700**	**126 100**

Utsläppen från byggandet består av utsläpp från tillverkning och transport av material samt utsläpp från byggbränslen. Utsläppen från byggandet beräknas stå för cirka 86 procent av de totala utsläppen för vätgasöverföring. För täckning av vätgasrörledningarna används dessutom stenmaterial, vilket inte har beaktats i beräkningarna. Mängden stenmaterial som används för vätgasrören är mindre än till exempel mängden stenmaterial som används för att täcka sjökablar.

Utsläpp under drift beskriver bränsleutsläpp från underhållet. Den el som används antas vara egenproducerad el. Utsläppen under drift beräknas till cirka 1 procent av de totala utsläppen för vätgasöverföring.

Avvecklingsutsläppen omfattar bränsleutsläpp från demontering och utsläpp från återvinning och avfallstransport till havs och på land. Utsläppen under avvecklingen beräknas uppgå till cirka 13 % av de totala utsläppen för vätgasöverföring.

9.9.2.5 Vätgaslager

Lagringstankarna för vätgas är landbaserade lager för vätgas och deras utsläpp visas i följande tabell (Tabell 9-8).

Tabell 9-8. Utsläpp från vätgaslagring.

Del av livscykeln	Utsläpp för vätgaslagring [tCO_2e]
Utsläpp under byggtiden	5 300
Utsläpp under drift	-
Utsläpp under avveckling	5
Totalt	**cirka 5 300**

Utsläppen från byggandet består av tillverkning och transport av material (nästan 100 % av de totala utsläppen för vätgastankar). Utsläpp under drift har inte fastställts i denna beräkning. Det är dock osannolikt att de kommer att vara särskilt betydande i förhållande till de totala utsläppen. Utsläppen från rivning består av utsläpp från återvinning av material och transport till återvinning (<1% av de totala utsläppen från vätgastankar).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.9.2.6 Elstation på land

Den största delen av utsläppen för elstationen på fastlandet uppstår under byggtiden. I detta projekt antas att det byggs två elstationer på fastlandet med sammanlagda livscykelutsläpp på cirka 34 900 tCO_2e. Utsläppen för elstationen på fastlandet är desamma för varje projektalternativ, så de presenteras i samma tabell (Tabell 9-9).

Tabell 9-9. Utsläpp från elstationer på land.

Del av livscykeln	Utsläpp för elstationer på land [tCO_2e]
Utsläpp under byggtiden	32 600
Utsläpp under drift	1 300
Utsläpp under avveckling	1 000
Totalt	**34 900**

Utsläppen under byggandet av en elstation på land består av de material som används (t.ex. stål, betong, koppar, transformatorolja och plast), deras transport och det bränsle som används för byggandet. Utsläppen från byggandet står för cirka 95 procent av de sammanlagda utsläppen för elstationerna på land.

Utsläppen under drift inkluderar mängden svavelhexafluorid (SF6) som beräknas avdunsta under 35 år. Utsläppen från detta motsvarar 4 procent av de totala utsläppen för en elstation på land.

Utsläppen från avvecklingen omfattar bränsleförbrukningen vid rivning samt återvinning och transport av rivningsmaterialet till närmaste avfallsanläggning. Utsläppen från avvecklingen står för cirka 2 procent av de totala utsläppen för elstationerna på land.

9.9.2.7 Elöverföring på fastlandet

Elöverföringen på fastlandet omfattar jordkablar och kraftledningar. I utsläppsbedömningen beräknades de minimala och maximala effekterna av olika kombinationer av elöverföring i ett scenario med två elöverföringsrutter. Syftet med denna minimi- och maximiberäkning är att ta reda på utsläppsintervallet. Bland elöverföringsalternativen på fastlandet tillhör SVE2b och SVE4 den lägsta kombinationen och SVE1a och SVE3a den högsta kombinationen, så endast deras resultat presenteras.

I likhet med elöverföringen på havet beror utsläppen från elöverföringen på fastlandet på mängden material, vilket påverkas av elöverföringssträckans längd. Dessutom påverkas utsläppsmängden av utsläppen från överföringsförluster, som teoretiskt delas upp efter elöverföringsavsnittets längd (sjökabel + jordkabel + kraftledning). Dessutom fördelas överföringsförlusterna lika mellan överföringsrutterna om elen överförs längs två rutter.

Utsläppen för elöverföringen framgår av tabell (Tabell 9-10). De totala utsläppen från alternativen SVE2b och SVE4 som ingår i minimikombinationen är cirka 34 700 och 60 900 tCO_2e, omfattande konsekvenserna av både jordkabeln och kraftledningen. De totala utsläppen för minimialternativet är cirka 95 600 tCO_2e. De totala utsläppen för alternativen SVE1a och SVE3a som ingår i maximikombinationen är cirka 23 800 respektive 77 300 tCO_2e, och deras sammanräknade utsläpp är cirka 101 100 tCO_2e.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 9-10. Utsläpp från elöverföring på fastlandet.

Projektalternativ	SVE2b (ingår i minimi-kombination)	SVE4 (ingår i minimi-kombination)	SVE1a (ingår i maxi-mikombination)	SVE3a (ingår i maxi-mikombination)
	Minimikombination		**Maximikombination**	
Utsläpp under jordkabelns byggtid	600	2 800	600	700
Utsläpp under jordkabelns drifttid	4 000	11 800	3 400	2 400
Utsläpp under avveckling av jordkabeln	10	50	10	10
Jordkablar sammanlagt	**4 600**	**14 600**	**4 000**	**3 200**
Utsläpp under kraftledningens byggtid	1 700	4 400	1 300	8 800
Utsläpp under kraftledningens drifttid	28 300	41 800	18 500	65 200
Utsläpp under avveckling av kraftledningen	30	70	20	100
Kraftledningar sammanlagt	**30 100**	**46 300**	**19 800**	**74 100**
Elöverföring på land sammanlagt	**34 700**	**60 900**	**23 800**	**77 300**
Kombinationen sammanlagt	**95 600**		**101 100**	

Av utsläppen för elöverföringen på land beräknas utsläpp från byggnation, det vill säga utsläppen från tillverkning och transport av material samt bränsleförbrukning vid byggnation, stå för cirka 7–12 procent av de totala utsläppen för elöverföringen på land. Utsläppen under drift, dvs. utsläppen från överförings-förluster och bränsle- och materialförbrukning för underhåll, beräknas uppgå till cirka 87–93 procent av de totala utsläppen för sjökablarna. Utsläppen under avvecklingen, dvs. utsläppen från bränsleförbrukning vid demontering, återvinning och transport till återvinning, beräknas uppgå till cirka 0,1–0,2 procent av de totala utsläppen för sjökablarna.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.9.2.8 Förlust av kolsänkor och kollager

Byggandet av de alternativa elöverföringsrutterna, vätgaslagret och elstationerna på land kräver röjning och avverkning av trädbestånd. För elöverföringen röjs trädbeståndet i jordkabel- och kraftledningsgatan. Vegetationen i kraftledningsgatan tillåts växa, men röjs i genomsnitt vart åttonde år, vilket innebär att vegetationens medelålder är fyra år. Den växande undervegetationen har tagits med i beräkningen för förlusten av kolsänkor. Antalet hektar och kubikmeter träd som ska avverkas framgår av tabell (Tabell 9-11).

Tabell 9-11. Skogsarealer som ska röjas totalt.

Genomförandealternativ	Skogsareal	
SVE1a kraftledning (ingår i maximikombinationen)	50	ha
	7 800	m^3
SVE3a kraftledning (ingår i maximikombinationen)	400	ha
	58 100	m^3
SVE2b kraftledning (ingår i minimikombinationen)	70	ha
	10 600	m^3
SVE4 kraftledning (ingår i minimikombinationen)	200	ha
	28 800	m^3
SVE1a kraftledning (ingår i maximikombinationen)	20	ha
	2 200	m^3
SVE3a jordkablar (ingår i maximikombinationen)	20	ha
	2 800	m^3
SVE2b jordkablar (ingår i minimikombinationen)	20	ha
	2 200	m^3
SVE4 jordkablar (ingår i minimikombinationen)	80	ha
	10 800	m^3
Elstation på fastlandet	30	ha
	4 300	m^3
Vätgaslager	1	ha
	100	m^3

Den beräknade förlusten av kolsänkor och kollager i projektet visas i tabell (Tabell 9-12).

Trädbeståndets kolsänka beskriver den mängd kol i beståndet som inte ökar under projektets livscykel. Förlusten av kollager beror på hur det avverkade virket används. Om trä används i en produkt binds kolet så länge som produkten används och inte förbränns. När en produkt bränns släpper den ut kol i atmosfären

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

och fungerar inte längre som ett kollager. Enligt en rapport från den internationella klimatpanelen är halveringstiden för träprodukter två år för papper, 25 år för träpaneler och 35 år för sågade varor *(Hiraishi et al. 2014)*. Halveringstiden beskriver den tid vid vilken hälften av materialet går förlorat.

Förlusten av kolsänka i skogsmark beskriver den situation där markens förmåga att binda koldioxid helt går förlorad under projektets livscykel. Riktigheten i den uppskattade mängden kolsänka som förlorats från marken beror på användningen av det röjda området, och det är osannolikt att kolsänkan kommer att gå helt förlorad. Som bedömning av jordmånen har den årliga tillväxttakten för mineraljord använts, som är betydligt lägre än kolsänkan i t.ex. torvbaserad jord.

Dessutom påverkar faktorer som borttagning av träd, återväxt av undervegetation, mängden förna och vattenbalans kolbalansen i kraftledningsgator. Dessa faktorer försvårar bedömningen av kolbalansen i marken.

Tabell 9-12. Förlust av kolsänkor och kollager på grund av projektet under projektets livstid.

Projektalternativ	Förlust av kollager i träd, tCO_2	Förlust av trädens kolsänka, tCO_2	Förlust av kolsänka i skogsmark, tCO_2
SVE1a kraftledning	10 800	17 300	2 500
SVE3a kraftledning	80 800	132 300	18 800
SVE2b kraftledning	14 800	23 600	3 400
SVE4 kraftledning	39 900	65 400	9 300
SVE1a jordkabel	3 000	4 800	700
SVE2b jordkabel	3 000	4 800	700
SVE3a jordkabel	3 900	6 300	900
SVE4 jordkabel	14 900	24 100	3 500
Elstation på fastlandet	6 000	9 800	1 400
Vätgaslager	200	300	50

9.9.3 Projektet genomförs inte VE0

Utsläppen för alternativ VE0 bestäms för scenarier med el- eller vätgasproduktion. För elproduktionsalternativet beräknades VE0 utifrån SYKE:s energiscenario *(Finlands miljöcentral 2020)* och har uppskattats för perioden 2030–2064. För alternativet med vätgasproduktion jämförs VE0 med ett scenario där vätgas ersätter konventionellt producerad vätgas och LNG som marint bränsle under 35 år. Utsläppen för alternativ VE0 visas i tabell (Tabell 9-13).

Tabell 9-13. Beräknade utsläpp för alternativ VE0 under projektets livscykel.

Projektalternativ		
Elproduktion VE1 och VE2	Mängd producerad el	11 000 GWh/år
	VE0, prognos SYKE	20 246 000 tCO_2e

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Projektalternativ		
Vätgasproduktion VE1 och VE2	Mängd energi i producerad vätgas	6 600 GWh/år
	VE0, om vätgasen produceras med konventionella produktionsmetoder	89 600 000 tCO_2e
	VE0, om vätgasen produceras med el från elnätet (=VE0, SYKEs prognos)	20 246 000 tCO_2e
	VE0, om fartygen drivs med LNG	57 637 000 tCO_2e

9.9.4 Ytterligare påverkan på sjötrafikens utsläpp

Den havsbaserade vindkraftsparken kommer att påverka sjötrafiken genom att förlänga restiderna. Den uppskattade årliga sträckan för omvägen runt vindkraftsparken är cirka 3 000 km och ökningen av bränsleförbrukningen är cirka 70 m^3 per år. Utsläppen från denna mängd bränsle är cirka 230 tCO_2e per år, eller ungefär 20 finländares årliga utsläpp. Påverkan på annan sjötrafik utgör cirka 0,2 % av de totala utsläppen för projektet.

Påverkan på sjötrafiken ingår inte i de totala utsläppen.

9.9.5 Samverkande konsekvenser

Det havsbaserade vindkraftsprojekt som ligger närmast Laine-projektet är Kappa (*Njordr Offshore Wind AB 2022)* i svensk ekonomisk zon, cirka en kilometer från Laine-området (Kappas projektområde har ändrats så att det når gränsen till den ekonomiska zonen, *Statkraft Offshore Wind AB 2024*, men ändringen påverkar inte konsekvensbedömningen). Uppförandet av kraftverken för Kappa-projektet kan delvis sammanfalla med uppförandet i Laine-projektet. Om projekten förverkligas är de i drift samtidigt. Det finns också andra projekt i närheten av Laine som befinner sig i ett tidigt planeringsskede. Om de havsbaserade vindkraftsparkerna tillsammans förlänger rutterna för fartygstrafiken kan de samverkande konsekvenserna vara negativa för klimatet. Effekterna av växthusgasutsläpp är dock globala och det är svårt att exakt definiera de samverkande konsekvenserna. Positiva samlade effekter kan beräknas uppstå i nämnda projekt ifall båda ersätter befintliga fossila energikällor i sina målländer.

Utsläpp av växthusgaser orsakar global uppvärmning och riskerna med den globala uppvärmningen leder till ett globalt sökande efter lösningar för att minska utsläppen. EU:s klimatlag sätter till exempel upp mål för att minska utsläppen av växthusgaser. Som en begränsningsåtgärd i detta fall är det teoretiskt möjligt att minska utsläppen från logistik genom gemensamma transporter när projekt byggs samtidigt.

Det bedöms inte som särskilt sannolikt att risker förenade med klimatförändringarna har samverkande konsekvenser, men som värsta tänkbara scenario skulle omfattande skogsbränder kunna påverka flera projektområden.

9.9.6 Klimatförändringarnas effekter på projektet och klimatanpassning till havs

Med klimatanpassning avses åtgärder för att minska, förbereda sig på och anpassa sig till klimatförändringarnas effekter och risker.

Klimatförändringar kan påverka projektet på bland annat följande sätt:

- Risker med havsvattenförändringar
- Risker förenade med översvämningar och stormar: känslighet för bl.a. översvämningar av vattendrag och skyfall.
    - Stigande havsnivåer i kombination med kraftigare stormar kan orsaka fler översvämningar i havet än tidigare

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

- Ökad medel- och maxtemperatur: Effekter på kylbehovet vid vätgasproduktion

Funktionen är genomförbar trots de fysiska klimatriskerna, men de väderförändringar och fysiska risker som orsakas av ett förändrat klimat måste identifieras redan i detta skede av projektet och beaktas i planeringen och genomförandet.

Anpassningen till klimatförändringarna bedömdes med hjälp av långsiktiga klimatscenarier för ungefär 2041–2100. Vindkraftverkens livslängd är cirka 35 år, men det är möjligt att förlänga livslängden.

9.9.6.1 Havsvattenförändringar

Som framgår av kapitel 8.8.2 beräknas havsnivån i Bottenviken enligt medelscenariot för klimatförändringarna sjunka med cirka 10–20 cm till 2050-talet och med cirka 20–30 cm till 2100 på grund av landhöjningen. I det högsta scenariot för klimatförändringarna antas å andra sidan att havsvattennivån i Bottenviken kan ligga kvar på samma nivå fram till 2050, varefter den kommer att stiga med cirka 30 cm fram till slutet av århundradet. *(Pellikka et al. 2018)*

Risken för översvämningar i havet korrelerar med förändringar i havsnivån. Risken för översvämningar i havet beräknas vara oförändrad eller minska fram till 2050. Fram till 2100-talet kommer risken för översvämningar i havet att vara oförändrad eller öka på grund av stigande havsnivå. (*Gregow et al. 2021*)

Östersjön beräknas försuras med 0,2 (mer positivt scenario för klimatförändringarna, cirka 550 ppm CO_2 i atmosfären) till 0,4 (värsta scenariot för klimatförändringarna, cirka 850 ppm CO_2 i atmosfären) pH-enheter fram till 2100-talet. *(Schneider et al. 2015)* Det genomsnittliga pH-värdet i Bottenviken är cirka 7,7 *(HELCOM 2023d*).

Havsisens tjocklek beräknas minska med cirka 6–7 cm per årtionde. Normalt är den maximala tjockleken i dag 40–75 cm, så på 2050-talet kan den maximala tjockleken vara cirka 19–48 cm och på 2100-talet cirka 0–19 cm. Mindre is förväntas intensifiera vågförhållandena under vintern och den tidiga våren *(Gregow et al. 2021).* Dessutom kan isflak i rörelse orsaka erosion av strukturer *(EPA 2023b)*.

Havsytans temperatur kommer att stiga till följd av klimatförändringarna. Temperaturökningen vid havsytan framgår av tabell (Tabell 9-14).

Tabell 9-14. Förändringar i havsytans temperatur enligt olika klimatscenarier i CMIP6-modellen (årsmedelvärden inom parentes) (IPCC 2023)

Ökning av havsytans temperatur	**Medellång sikt 2041–2060**		**Långt tidsintervall 2081–2100**	
Jämfört med 1981–2010	RCP4.3	RCP8.5	RCP4.3	RCP8.5
Juni-augusti	+2 °C (=+7 °C)	+2,5 °C (=+7,5 °C)	+3 °C (=+8 °C)	+5 °C (=+10 °C)
Januari-februari	+1,8 °C (=+3 °C)	+1,8 °C (=+3 °C)	+2 °C (=+3 °C)	+3 °C (=+4 °C)

Anpassning

Det är en god idé att ta hänsyn till risken för stigande havsvattennivåer redan i projekterings- och byggfasen genom att göra konstruktionerna tillräckligt höga.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Om förändringar i havsvattnets pH-värde påverkar betongkonstruktionernas hållbarhet bör även lägre pH-värden beaktas vid planering och användning.

En eventuell förtunning av havsisen kommer att förlänga säsongen för öppet vatten och minska användningen av isbrytare, vilket kan leda till bränslebesparingar. Å andra sidan blir det svårare att gå på is och den går inte att lita på. Då isflak bildas tätare (temperaturväxlingar på båda sidor om fryspunkten), driver och samlas kan det innebära en risk för erosion som kan vara värd att beakta vid utformningen av konstruktioner.

Risken för förändringar i havsytans temperatur måste beaktas utifrån de material som används i konstruktionerna för att säkerställa att de är utformade för maximal hållbarhet.

9.9.6.2 Vindförhållanden

När det gäller kraftverk påverkar vinden energiproduktionen, men maximala vindar utmanar också hållbarheten hos stora strukturer. Noggrannheten i de modeller som förutspår medelvindarna har inte bedömts vara särskilt god och osäkerheten kring förändringarna är stor, men det bedöms att klimatförändringarna kan innebära att vindarna ökar något i Finland. Det är osannolikt att det blir några större förändringar i det genomsnittliga antalet stormar och deras intensitet *(Gregow et al. 2021)*.

Anpassning

För att vara anpassade till stormvindar måste kraftverk och andra konstruktioner utformas och byggas så att de kan stå emot stormvindar.

I synnerhet västliga vindar som blåser från havet förutspås bli vanligare och starkare i och med klimatförändringarna, vilket kan gynna vindkraftsproduktionen i Finlands västra kustregioner *(Ruosteenoja et al. 2019).*

9.9.6.3 Ökad medel- och maxtemperatur

Medeltemperaturerna kommer att öka med 2,7–3,2 grader på medellång sikt i scenariot RCP4,3–RCP8,5 och med 3,8–6,5 grader på lång sikt. I tabell (*Tabell 9-15*) nedan visas de beräknade förändringarna i medel- och maxtemperaturerna i projektområdet.

Tabell 9-15. Temperaturförändringar (och framtida medelvärden) under olika klimatscenarier i CMIP6-modellen (IPCC 2023).

Förändringar i temperaturhöjning	Medellång sikt 2041–2060		Långt tidsintervall 2081–2100	
Jämfört med 1981–2010	RCP4.3	RCP8.5	RCP4.3	RCP8.5
Medeltemperatur Hela året	(=+2,7 °C) (=+4,0 °C)	+3,2 °C (=+4,7 °C)	+3,8 °C (=+5,1 °C)	(=+6,5 °C) (=+7,9 °C)
Medeltemperatur Juni-augusti	+2,5 °C (=+13,7 °C)	+3,2 °C (=+14,4 °C)	+3,6 °C (=+14,9 °C)	+6,1 °C (=+17,5 °C)
Medeltemperatur Januari-februari	+3,4 °C (=-4,7 °C)	+4,2 °C (=-3,9 °C)	+4,6 °C (=-3,6 °C)	+7,8 °C (=-0,3 °C)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Förändringar i temperaturhöjning	Medellång sikt 2041–2060		Långt tidsintervall 2081–2100	
Maximitemperatur Juni-augusti	+2,5 °C (=+16,2 °C)	+3,1 °C (=+16,8 °C)	+3,5 °C (=+17,2 °C)	+6,1 °C (=+19,7 °C)
Maximitemperatur Januari-februari	+3,0 °C (=-3,1 °C)	+3,7 °C (=-2,2 °C)	+3,9 °C (=-2,1 °C)	+6,9 °C (=+0,9 °C)

En närliggande risk med global uppvärmning är att det blir tätare frys- och smältcykler under kalla perioder. På varandra följande perioder av frysning och smältning kan orsaka ökat slitage på konstruktioner.

Anpassning

Ökningen av medel- och maxtemperaturer måste tas med i beräkningen i vätgasprocessen på grund av det ökade kylbehovet. Teknisk utrustning bör ta hänsyn till framtidens varmare förhållanden, om deras verkningsdrag påverkas av temperaturen och om maximala temperaturer fastställts för användningen av utrustningen.

I konstruktionernas hållbarhet måste man å andra sidan ta hänsyn till temperaturväxlingarna runt fryspunkten vintertid. Eventuell nedisning av rotorbladen kommer att beaktas och förebyggande åtgärder och beredskapsåtgärder kommer att övervägas. Detta har beaktats i OX2:s riskhantering.

Utrustningen för vätgasproduktion övervakas och justeras vid behov, även för konsekvenserna av yttre påverkan.

9.9.7 Osäkerheter i bedömningen

Man har strävat efter att göra bedömningen som överskattning och att undvika dubbelräkning. Resultaten av utsläppsberäkningarna är beräknade resultat som har uppskattats på grundval av tillgängliga utgångsdata och emissionsfaktorer som har bedömts vara tillämpliga och bör inte betraktas som absoluta sanningar.

Ansträngningar har gjorts för att hitta och använda verifierade LCA:er på grund av deras noggrannhet, men ofta har sådana inte varit tillgängliga. I övrigt har beräkningen gjorts på materialbasis, baserat på de största mängderna material, transporter och andra betydande utsläppskällor. I det fallet är beräkningen mer begränsad och innehåller mer osäkerhet.

Muddring och deponering av sediment beaktades inte specifikt i bedömningen av klimatpåverkan. För havsbaserade vindkraftverk antas dessa utsläpp ingå i den LCA som använts i beräkningen (EPD (Environmental Product Declaration) SG 14-236 av Siemens Gamesa för el producerad med havsbaserad vindkraft). LCA-rapporten omfattar utsläppen från maskindrift vid markarbeten på vindkraftverksområdet, men specificerar inte verbalt andelen för t.ex. muddring eller sediment. Eftersom utsläppen från muddring sannolikt inte är betydande jämfört med vindkraftverkens livscykel har utsläppen från muddring och deponering av sediment uteslutits för att undvika dubbelräkning. Dessutom har man inte tagit hänsyn till den eventuella förlusten av undervattenskollager vid muddring. Beräkningen motsvarar därför inte fullt ut det framtida genomförandet. De livscykelutsläpp för havsbaserad vindkraft som använts i detta arbete valdes som emissionsfaktor eftersom det är fråga om det största havsbaserade vindkraftverket för vilken en emissionsfaktor fanns tillgänglig vid tidpunkten för bedömningen. Referensemissionsfaktorn är dock för ett mindre kraftverk än den 25 MW storlek som planerats för detta projekt. Baserat på liknande arbeten tidigare ligger emissionsfaktorerna för vindkraftverk i stort sett på samma nivå i förhållande till producerad el, oavsett kraftverksstorlek. Det kan dock finnas fallspecifika skillnader (t.ex. är det inte känt i detta skede

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

om förhållandet mellan utsläpp och elproduktion kommer att förändras med en betydande ökning av kraftverksstorleken), vilket också är en osäkerhetsfaktor i denna bedömning eftersom vindkraftverken är den största utsläppskällan i projektet.

Den mest betydande osäkerheten är beräkningen av VE0, eftersom slutsatserna av bedömningen i hög grad baseras på den. Beräkning av VE0 med realistiska referensvärden har eftersträvats, men i verkligheten kommer projektets utsläppsminskande effekt att bero på den framtida utvecklingen av elproduktionsstrukturen och elförbrukningen.

Vid bedömningen av klimatförändringarnas effekter är det osäkert om de beräknade klimatscenarierna kommer att förverkligas under de kommande decennierna. Framför allt har modelleringsresultaten för vind stora intervall, vilket gör det svårt att göra tillförlitliga förutsägelser. Bedömningen baseras på uppgifter baserade på de bästa tillgängliga studierna.

Det råder också osäkerhet kring förlusten av kollager i träd och kolsänkor i mark. Kollagret i trädbeståndet antas i beräkningen gå förlorat omedelbart vid avverkningstillfället, men i verkligheten beror tidpunkten för förlusten på slutanvändningen av virket. Markens kolsänka har beräknats med hjälp av den genomsnittliga kolsänkkoefficienten för finsk mineraljordskog, vilket inte tar hänsyn till effekten av olika växtplatstyper på storleken på sänkan. Dessutom är det svårt att beräkna effekterna av skogsavverkning och annan markberedning på sänkorna.

9.9.8 Förebygga och mildra negativa effekter

Även om vindkraften i sig bidrar till att minska de totala effekterna måste man i framtiden också ägna mer uppmärksamhet åt utsläppen från byggandet av vindkraftverken och från produktionen av deras material.

Utsläppen av växthusgaser kan till exempel i projektets fall påverkas av vilka bränslen som används vid byggnation, underhåll och rivning och till exempel genom noggrann planering av logistiken. Valet av fordon och maskiner som ska användas under projektet kan till exempel påverkas av låga utsläpp, till exempel genom användning av bränslen med låga utsläpp.

Effektiv materialanvändning förhindrar onödig materialproduktion och logistik. Där så är möjligt kommer de mest betydande lindringarna av konsekvenser att uppnås genom att använda återvunna material med låga koldioxidutsläpp, men deras lämplighet för konstruktionen måste verifieras före användning för att säkerställa att konstruktionerna är säkra. Ett möjligt material med låga koldioxidutsläpp kan t.ex. vara betong med låga utsläpp. Koldioxidavtrycket kan också minskas genom att välja materialtillverkare som använder fossilfri energi i sin verksamhet. Dessutom kan återvinning och återanvändning av material minska användningen av jungfruliga material på andra ställen och, i de flesta fall, utsläppen i den totala bilden.

Projektets klimatpåverkan på trädbeståndet kan mildras genom hållbar användning av de avverkade träden och arbetsmetoder som förhindrar markförstöring. Trä kan användas i områden där det ger det bästa värdet med avseende på klimat och ekonomi. Det kan till exempel användas som ersättning för fossila kemikalier eller i tillämpningar för koldioxidbindning med lång livslängd.

Koldioxidavtrycket under driften av en kraftledning kan minskas genom att utföra de nödvändiga inspektionerna med en drönare, där så är möjligt. Koldioxidavtrycket efter drifttiden kan minskas genom återanvändning eller återvinning av de material som demonteras.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.10 Sjötrafik, radar och kommunikationförbindelser

SAMMANDRAG

- Som stöd för bedömningen av konsekvenserna för sjötrafiken gjorde Sweco AB en separat sjötrafikutredning och en riskbedömning för navigering samt en separat bedömning av radarpåverkan. Analysen av sjötrafiken användes för att bedöma de förändringar som den havsbaserade vindkraftsparken Laine skulle medföra för de rutter som används av sjötrafiken i framtiden och hur dessa förändringar skulle påverka verksamheten och säkerheten för sjötrafiken.
- Byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken medför en tillfällig betydande ökning av sjötrafiken i närheten av projektområdet, vilket kommer att öka risken för sjöolyckor. I takt med att byggnadsarbetet fortskrider kommer farbara områden och rutter som används av sjöfarten att tas ur bruk, vilket ökar risken för olyckor, ökar kostnaderna för sjötransporter något och ökar utsläppen något. Skillnaden mellan projektalternativen VE1 och VE2 uppstår i trafikvolymen under byggtiden, som är högre för VE1 på grund av det större antalet kraftverk. Betydelsen av trafikpåverkan under byggtiden bedömdes som stor negativ för båda projektalternativen. För att mildra effekterna bör projektaktören fortsätta att samordna verksamheterna med sjöfartsmyndigheterna. Innan byggnationen kan påbörjas måste projektet bland annat erhålla ett vattentillstånd och för att erhålla det bland annat ett godkännande från sjöfartsmyndigheterna.
- Anläggningen av sjökablar och vätgasledningar kommer att ha en tillfällig inverkan på sjötrafiken under installationen. Ibland kan sjötrafiken behöva regleras och omdirigeras. Konsekvenserna för trafiken under anläggningsarbetet bedömdes som *lite negativa* för sjökabelsträckningarna MVE1a, MVE1b, MVE2a, MVE2b och MVE3 samt vätgasledningssträckningen VVE1. För sjökabelsträckningarna MVE4, MVE5a och MVE5b samt vätgasledningssträckningarna VVE2, VVE3a och VVE3b bedömdes konsekvenserna under byggtiden som måttligt negativa, eftersom landföringsplatserna ligger utanför Jakobstads hamn, som är viktig för handelssjöfarten. Energiöverföringen kommer inte att ha någon påverkan på den svenska sidan.
- Driften av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att orsaka förändringar i sjötrafiken i norra Kvarken under parkens livslängd. Vissa av de befintliga lederna som används av sjötrafiken kommer att tas ur bruk och trafiken måste ledas om via omvägar från sydöstra eller nordvästra delen av parken. På de kringgående rutterna kommer sjötrafiken att flytta till mer tätt trafikerade områden och trafikdensiteten kommer att öka i dessa områden. Tillsammans med de fasta barriärer som vindkraftverken utgör ökar detta risken för olyckor i sjötrafiken, vilket kan få återverkningar på den svenska sidan vid en eventuell olycka. Sjötrafikens kostnader och utsläpp ökar endast i liten grad till följd av de längre rutterna. Hur stor påverkan blir på den svenska sidan beror på om mer av den framtida sjötrafiken kommer att passera nordväst eller sydost om Laine-området.
- Den havsbaserade vindkraftsparken kan också ha en inverkan på havsisbildningen i norra Kvarkenregionen, som fryser till årligen, vilket alternativt kan öka eller minska riskerna och kostnaderna för vintersjöfarten. Den havsbaserade vindkraftsparken kommer också att påverka radar- och positioneringssystem samt trådlösa kommunikationsnät som används av sjöfarten. I närheten av vindkraftsparken kan det förekomma störningar i deras funktion som även kan beröra sjötrafiken på den svenska sidan. Enligt Swecos bedömning är dessa störningar dock kända och hanterbara. Dessutom kommer sjöräddnings- och räddningsinsatser att försvåras av etableringen av vindkraftsparken. Det finns inga betydande skillnader mellan projektalternativen VE1 och VE2 när det gäller trafikkonsekvenser, även om det högre antalet kraftverk i VE1 ökar riskerna relativt sett mer. I båda projektalternativen bedömdes betydelsen av påverkan på trafiken som stor/negativ på den finska sidan och liten/negativ nära gränsen till den svenska ekonomiska zon, om den nuvarande sjötrafiken genom Laine-området i någon utsträckning skulle övergå till sjötrafikrutten Nordvalen-Kemi under drifttiden.
- Sjökablarna förväntas inte ha någon betydande inverkan på sjötrafiken under drifttiden varken på den finska eller svenska sidan. Vid välplanerad placering kommer sjökablarna främst att påverka ankringsmöjligheterna för sjötrafiken, och det är osannolikt att en eventuell ankring utgör en risk för själva fartyget. Betydelsen av konsekvenserna för trafiken under

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

drifttiden av sjökablar i alla alternativ MVE1a, MVE1b, MVE2a, MVE2b, MVE3, MVE4, MVE5a och MVE5b bedömdes som *liten/negativ*.

- Vätgasledningarnas konsekvenser för sjötrafiken under drifttiden liknar den som sjökablarna har. Konsekvenserna av ett eventuellt brott på vätgasrören är dock större. Betydelsen av vätgasledningarnas konsekvenser för trafiken under drift i alla projektalternativ VVE1, VVE2, VVE3a och VVE3b bedömdes som *måttlig/negativ*. I områden som används av fartyg kommer vätgasledningen att grävas ned djupt i havsbotten och skyddas om ankring anses utgöra en betydande risk för skador på röret. Genom aktiv riskhantering, god planering och samordning av verksamheter kan de negativa effekterna lindras. Riskhanteringsåtgärder kommer att överenskommas med sjöfartsmyndigheterna.
- Flera havsbaserade vindkraftsparker planeras i norra Kvarkenregionen. I synnerhet kommer genomförandet av de planerade havsbaserade vindkraftsparkerna i den närliggande svenska ekonomiska zonen (Kappa) och i Sveriges territorialvatten (Bothnia Offshore Kappa och Aurum) att ha samverkande konsekvenser som är ännu mer betydande för sjöfarten.
- De negativa effekterna av den havsbaserade vindkraftsparken på sjöfarten kan lindras på många sätt. Den första utgångspunkten är att fastställa tydliga och genomförbara säkerhetsavstånd mellan vindkraftsparken och sjöfarten, till exempel baserat på en riskbedömning, tillsammans med myndigheterna. I Swecos riskbedömning och i rapporten utifrån den konstateras att riskerna med den havsbaserade vindkraftsparken Laine ligger på en acceptabel nivå, förutsatt att de riskhanteringsåtgärder som identifierats i riskbedömningen genomförs.

9.10.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Under byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken kommer sjötrafikvolymerna i och kring Bottenviken att öka betydligt jämfört med nuläget när fartygsflottan för byggfasen rör sig i projektområdet och mot bashamnen, som ligger på den finska sidan. Ökad sjötrafik ökar risken för sjöolyckor. I takt med att byggarbetet fortskrider kommer de områden som är tillgängliga för sjötrafiken i och kring Bottenviken att minska och sjötrafiken kommer att behöva ta något längre vägar till sina destinationer, varav en del kan ligga på den svenska sidan. Detta kommer att öka sjötrafikens kostnader och utsläpp. En betydande del av komponenterna transporteras dock sjövägen till bashamnen på den finska sidan.

Driften av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att ha en bestående inverkan på sjötrafiken i och kring Bottenviken på den finska sidan och delvis kan det också få återverkningar på den svenska sidan. Vissa av de befintliga rutterna som används av sjötrafiken kommer att tas ur bruk och trafiken måste i stället ta en omväg väster eller öster om parken. När sjötrafiken omdirigeras till rutter runt den havsbaserade vindkraftsparken och de säkerhetszoner som parken kräver kommer trafiktätheten att öka i dessa områden. Tillsammans med de fasta hinder som vindkraftverken utgör ökar detta risken för olyckor i sjötrafiken. De förlängda sträckorna kommer att öka sjötrafikens kostnader och utsläpp. Det måste finnas tillräckliga säkerhetsavstånd mellan den havsbaserade vindkraftsparken och närliggande sjötrafikrutter, vilket kan kräva mindre ändringar av befintliga rutter.

Havsis förekommer årligen i och kring Bottenhavet och den havsbaserade vindkraftsparken har en potentiell påverkan på isbildningen. Svåra isförhållanden i området kan bli allt vanligare, vilket har konsekvenser för både säkerheten för sjötrafiken och för förutsättningarna för en effektiv isbrytning. Kostnaderna för vintersjöfarten kan faktiskt öka på grund av den havsbaserade vindkraftsparken, då de potentiellt mest optimala rutterna tas ur bruk och isbrytning sker under svårare förhållanden. Å andra sidan kan en koncentration av trafiken på samma rutter eller i samma områden också innebära fördelar för isbrytningen och för trafikens funktionalitet.

Den havsbaserade vindkraftsparken kommer också att påverka radar- och positioneringssystem som används av sjöfarten samt trådlösa kommunikationsnät på den finska sidan. Vindkraftsparken kan t.ex. förorsaka skuggzoner och felaktiga reflexionssignaler i systemen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Etableringen av den havsbaserade vindkraftsparken har en negativ påverkan även på sök- och räddningsverksamheten, dels på grund av radar- och kommunikationsstörningar, dels på grund av att parken skapar fysiska hinder. Under driften av den havsbaserade vindkraftsparken kan sjökablar och vätgasledningar påverka ankringsmöjligheterna för sjötrafiken på den finska sidan. Under driften av den havsbaserade vindkraftsparken kommer vindkraftverken att vara föremål för regelbunden underhållstrafik på den finska sidan.

För bedömningen av konsekvenserna för trafiken tog konsultföretaget Sweco AB fram en analys av sjötrafiken i närheten av Laines projektområde (bilaga 5, Sweco 2023a). I rapporten undersöktes sjötrafiken i närheten av projektområdet 2022 med hjälp av data från det automatiska systemet för identifiering av fartyg (AIS). AIS-data gav information om sjötrafikvolymerna i området, deras fördelning i området under det aktuella året och vilka typer av fartyg som trafikerade området. Analysen av sjötrafiken 2022 användes för att bedöma de förändringar som den havsbaserade vindkraftsparken Laine kan medföra för de rutter som används av sjötrafiken i framtiden och hur dessa förändringar kan påverka verksamheten och säkerheten för sjötrafiken. I bedömningen tittade man också på gränsöverskridande konsekvenser.

Som stöd för bedömningen av konsekvenserna för trafiken utarbetade konsultföretaget Sweco också separata rapporter om riskbedömning för sjöfarten för projektalternativen VE1 och VE2 (bilagorna 6, 7 och 8, Sweco 2023b, 2023c, 2023d). Syftet med riskbedömningen var att analysera hur etableringen av den havsbaserade vindkraftsparken Laine skulle kunna påverka navigeringssäkerheten för sjöfarten med beaktande av säkerheten för miljön och människorna. Rapporten möjliggjorde en bedömning av de riskfaktorer som etableringen av den havsbaserade vindkraftsparken skulle kunna innebära för säkerheten i sjöfarten. Bedömningen omfattade bland annat risker för olika typer av fartygs kollisioner, effekter på havsisbildning, radareffekter i sjöfarten samt effekter på sök- och räddningsinsatser. Dessutom undersöktes olika sätt och åtgärder för att minska riskerna. En separat utredning togs också fram om den havsbaserade vindkraftsparkens påverkan på radar och trådlösa kommunikationsnät *(Sweco 2024*, endast för myndighetsbruk). I bedömningen tittade man också på gränsöverskridande konsekvenser.

Den havsbaserade vindkraftsparken Laine ligger i ett viktigt område för sjötrafik, vilket är anledningen till att projektansvarig har inrättat en arbetsgrupp med viktiga finländska aktörer inom sektorn (inklusive Trafikledsverket, Traficom, Fintraffic VTS, Gränsbevakningsväsendet och Finnpilot). Arbetsgruppen har behandlat projektets konsekvenser för sjöfarten ur olika synvinklar och i samarbete även specificerat vilka ansträngningar som görs internationellt för samordning av sjöfarten och vindkraften. I MKB-dokumentet presenteras en utredning av rutterna för sjötrafiken i och kring området för vindkraftsparken samt data om isbrytartrafiken under den isvinter som användes i modelleringen. Utifrån ovan nämnda material har man bedömt projektets konsekvenser för sjöfarten med beaktande av vintersjöfarten. När det gäller sjökablar och vätgasledningar har man i konsekvensbedömningen beaktat bland annat farledsnätet och säkerhetsanordningarna för sjöfarten.

I konsekvensbedömningen har man i tillämpliga delar använt sig av internationella studier, utredningar och rekommendationer om samordning av havsbaserade vindkraftsparker och sjötrafik för att också få fram de gränsöverskridande konsekvenserna. Det bör dock noteras att det för närvarande inte finns en enda större havsbaserad vindkraftspark så långt från kusten i den arktiska regionen. De internationella rekommendationerna tar inte hänsyn till effekterna av havsis och är därför inte direkt tillämpliga på förhållandena i Laine. I konsekvensbedömningen har man beaktat utlåtanden från erfarna sjöfartsexperter om sjöfartens funktion. Dessutom har man i konsekvensbedömningen i möjligaste mån beaktat Traficoms och Trafikledsverkets anvisning om samordning av havsbaserad vindkraft och sjöfart samt sjöfartsinfrastruktur.

I konsekvensbedömningen av Laine granskades också gränsöverskridande konsekvenser för trafiken under byggnation, drift och avveckling. Bedömningen gjordes för alla trafikslag, men huvudfokus låg på det trafikslag som påverkas mest, dvs. sjötrafiken.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.10.2 Bedömning av konsekvenser

9.10.2.1 Konsekvenser under byggtiden

Sjötrafik som genereras av byggnationen

Byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken och sjökabel-/vätgasledningssträckningarna kommer att generera en betydande mängd olika typer av sjötrafik, och den ökade trafiken kommer att fördelas över ett mycket stort påverkansområde och en mycket lång tidsperiod. Exempelvis måste havsbottnen före byggandet undersökas med forskningsfartyg och muddras så att den blir lämplig för vindkraftverkens fundament samt kablarna/vätgasledningarna. Transporten och byggandet av fundament, vindkraftverk och el-/vätgasstationer kommer att generera mycket sjötrafik på grund av det stora antalet vindkraftverk. Sjötrafik genereras också av transport och installation av sjökablar/vätgasledningar, isbrytning och transport av arbetskraft. Fundamenten för vindkraftverken kommer att beläggas och sjökabel- och vätgasledningssträckningarna täckas åtminstone delvis med stenmaterial som förs in som sjö- eller spårtransport. Under byggfasen kommer en betydande fartygsflotta att röra sig i närheten av projektområdet, enligt beräkningarna bl.a. prålmar (på engelska: Barge), snabba små färjor (på engelska: High speed craft), drift- och underhållsfartyg (på engelska: O&M Vessel), isbrytare (på engelska icebreaker), lyftfartyg (på engelska: Jack up rig) och lastfartyg (på engelska: Cargo-ships) och eventuellt andra fartyg.

Det är utmanande att bedöma de exakta trafikvolymerna och fartygsrutterna under byggfasen innan mer detaljerade byggplaner har utarbetats. Trafiken förväntas dock huvudsakligen ske mellan bashamnen/bashamnarna och den havsbaserade vindkraftsparken. I denna fas av projektet har trafikvolymerna för de fartyg som används för byggandet beräknats per kilometer, baserat på byggfaserna och det arbete som ska utföras av fartygen. I fråga om Laine har man för att beräkna trafikvolymerna dividerat de kilometer som fartygen trafikerar med det uppskattade genomsnittliga avståndet på 65 kilometer från vindkraftsparken till bashamnen. Beräknat med denna metod är trafikvolymerna för de fartyg som används under projektets byggfas följande:

- Prålmar 1240 resor
- Snabba små färjor 422 resor
- Drift- och underhållsfartyg 484 resor
- Isbrytare 5 resor
- Lyftfartyg 112 resor
- Lastfartyg 1 565 resor

Dessa uppskattningar är vägledande och baserade på en förenklad modell. Det är troligt att de trafikvolymer som genereras under byggfasen kommer att vara betydligt lägre. Modellen beskriver varje 65 kilometer lång övergång som en enda resa. Dessutom beror den faktiska transportriktningen i stor utsträckning på vilken genomförandemodell som väljs.

Byggfasen för den havsbaserade vindkraftsparken beräknas ta cirka 3 år. Själva byggfasen föregås dock av en fas med mer detaljerade undersökningar av undervattensobjekt med hjälp av olika forskningsfartyg. Dessutom spelar väderförhållandena en mycket viktig roll vid byggandet av havsbaserad vindkraft. Enligt bedömningen kommer åtgärderna i samband med byggandet att vara obetydliga under havsistiden. I Norra Kvarken innebär detta i praktiken att byggnadsåtgärderna under cirka 4–5 månader per år sker i mycket liten skala. Trots osäkerheterna är det klart att byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att leda till en tydlig tillfällig ökning av trafikvolymerna i Norra Kvarken. Om några av de andra planerade havsbaserade vindkraftsparkerna byggs samtidigt blir påverkan på trafikvolymerna ännu större.

Konsekvenser under byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken

Byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att påverka sjötrafiken i hela Norra Kvarken. Effekterna ökar i takt med att arbetet fortskrider och de områden som är tillgängliga för trafik minskar.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Under byggtiden kommer ökningen av sjötrafiken i området att vara betydande. Oavsett bashamn kommer konsekvenserna att uppstå på sjötrafikrutterna i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken Laine. Dessa är Nordvalen-Kemi, Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi nordvästfarled, Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi kustfarled, Nordvalen-Brahestad, Nordvalen-Kalajoki, Nordvalen-Karleby och Nordvalen-Jakobstad. Beroende på bashamn kommer konsekvenserna att vara betydande för Jakobstads farled när det gäller Jakobstads hamn och för Karleby farled när det gäller Karleby hamn. Den tydliga ökningen av trafikvolymerna under byggfasen är tillfällig, men effekterna blir långvariga i och med att trafikerbara områden faller bort när projektets verksamhet inleds. Konsekvenserna för sjötrafiken under byggfasen kommer att klargöras ytterligare i takt med att byggplanerna preciseras. Samordning av trafiken under byggfasen och sjöfartens situationsmedvetenhet är viktiga metoder med tanke på riskhantering.

Konsekvenser under byggandet av sjökabel- och vätgasledningssträckningarna

Enligt Traficoms och Trafikledsverkets anvisningar *(2023)* bör man i möjligaste mån undvika att lägga sjökablar över farleder. Vindkraftsparken Laines sjökabelsträckningar MVE4, MV5a och MVE5b samt vätgasledningssträckningar VVE2, VVE3a och VVE3b korsar Jakobstads farled (VL 1), som är viktig för handelssjöfarten. Sjökabelsträckningarna MVE1a och MVE1b samt vätgasledningssträckningen VVE1 korsar Stubben-Munsala oljehamns farled (VL 2), som klassificeras som en farled för handelssjöfart, men dess trafikvolymer är mindre. Korsningar med lägre farledsklasser kommer att ske oavsett projektalternativ. Alla alternativ för Laines sjökabel- och vätgasledningssträckningar korsar sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad. När en sjökabel måste förläggas över en farled ska korsningen av farleden vara så kort som möjligt och kabeln i sin helhet (inklusive vikter) placeras under det ramade djupet i den farled som ska korsas. Om vattendjupet i farledsområdet är nära farledens ramade djup ska kabeln tyngas ned till botten så att den inte under några omständigheter, t.ex. på grund av propellerströmmar, stiger över farledens ramade djup. Dessa krav ska beaktas även när det gäller Laine.

Det rekommenderas att kabeln placeras minst 150 meter från bojar och 40 meter från sjöprickar. Placering av kablar i ankringsområden eller -platser, lastöverföringsområden och sjöfartens skyddsområden bör undvikas och ska överenskommas med Traficom. Vid planering av kabelsträckningen och dess eventuella skydd är det viktigt att ta hänsyn till fartygens nödankring, särskilt i farledsområden.

Eventuella framtida ändringar av farleder bör om möjligt beaktas vid planering av kabelsträckningar. I farledsområden ska kabeln om möjligt placeras i ett djupt vattenområde. Farleders korsningsområden bör undvikas, eftersom de är potentiella platser för sjöfartens flytande säkerhetsutrustning. Man kan försöka undvika att placera kablar i potentiella framtida muddringsområden, t.ex. genom att placera kabeln långt under det ramade djupet för den farled som ska korsas i ett djupare vattenområde.

I princip gäller rekommendationerna även byggande av rörledningar i vattendrag (t.ex. vätgasledningar), men regionala förhållanden kan kräva en mer detaljerad granskning, t.ex. på grund av eventuella förändringar i säkerheten för sjöfarten samt farlederna och fartygsbeståndet.

Installationsfasen för sjökablar och vätgasledningar orsakar en tillfällig störning i sjötrafiken när de dras över farleder. Om det inte är möjligt att runda installationsområdet, t.ex. på grund av djupförhållanden, orsakar detta ett tillfälligt trafikavbrott för fartyg på farleden. I fråga om MVE1a, MVE1b och VVE1 påverkas Stubben-Munsala oljehamns farled (VL 2) och Stubben-Bonäs farled (VL 5). I fråga om MVE2a och MVE2b påverkas Stubben-Monässundets farled (VL 4). I fråga om MVE3 påverkas farleden Nykarleby redd (VL 3) och Hällgrund-Mässkärs farled (VL 5). I fråga om MVE4 och VVE2 påverkas Jakobstads farled (VL 1), Hällgrund-Mässkärs farled (VL 5), Ådö farled (VL 5), Ådöfjärdens båtled (VL 6) och farleden för Segelsällskapet i Jakobstad (VL 5). I fråga om MVE5a, MVE5b, VVE3a och VVE3b påverkas Jakobstads farled (VL 1), Jakobstads södra infartsled (VL 3), Jakobstads norra infartsled (VL 3), Mässkärs farled (VL 5), Hällgrund-Mässkärs farled (VL 5), Ådö farled (VL 5), Ådöfjärdens båtled (VL 6), Sonamo båtled (VL 5) och Larsmosjöns

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

båtled (VL 6). Dessutom har alla projektalternativ konsekvenser för sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad. Konsekvenserna bedöms dock inte vara långvariga och de är därför små.

Konsekvenser för övriga trafikslag i byggfasen

Byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken Laine kommer att orsaka en betydande tillfällig ökning av trafikvolymerna på vägnätet nära bashamnen. Betydande transporter till hamnen är t.ex. betong- och ståltransporter för vindkraftverkens fundament. Fundament- och materialtransporter för eventuella havsbaserade elstationer och vätgasanläggningar samt transporter av sjökablar och vätgasledningar är också tänkta att gå till bashamnen. En betydande del av komponenttransporterna för vindkraftsparken (t.ex. komponenter för vindkraftverk) förs dock in från utlandet sjövägen. Enligt planerna ska även till exempel jordmassorna från muddringar i havsområdet deponeras till havs. Enligt den preliminära planen transporteras det stenmaterial som ska användas för att belägga fundamenten och täcka sjökabel-/vätgasledningssträckningarna sjövägen, t.ex. från Ingå, eller med järnväg. Fördelningen av transporterna mellan olika trafikslag kommer att preciseras i samband med den detaljerade planeringen. Detta påverkas av såväl planeringsvalen som tillgången på material och situationen på världsmarknaden. De vägtransporter som genereras beräknas vara fördelade över byggperioden (3 år) och ske i flera faser. De tillfälligt ökade volymerna av tung trafik ökar också risken för allvarligare trafikolyckor på grund av de stora massor som är inblandade.

Persontrafiken till bashamnen under byggfasen är livlig, eftersom byggandet av vindkraftsparken kräver en stor arbetsstyrka. Ökningen av persontrafiken förväntas vara delvis kontinuerlig, men tidtabellerna för sjötrafiken under byggfasen påverkar också i hög grad persontrafikens tidtabeller.

En mer omfattande konsekvensbedömning av verksamheter på fastlandet presenteras i del B av MKB-dokumentet.

Enligt de nuvarande planerna kommer järnvägstransporter inte att användas under byggfasen, åtminstone inte i stora volymer. Det är dock möjligt att till exempel en del av transporterna av stenmaterial sker på järnväg. Totalt sett förblir konsekvenserna dock små.

Den havsbaserade vindkraftsparken är belägen i hinderytan för Karleby-Jakobstad flygplats, så vid behov ska man för parken ansöka om flyghindertillstånd, eftersom luftfartslagen vid ingången av 2025 utvidgades så att den även omfattar Finlands ekonomiska zon. Vid behov ska man även ansöka om flyghindertillstånd hos de svenska myndigheterna om så krävs i lagstiftningen, eftersom det sydvästra hörnet av området för vindkraftsparken Laine ligger inom hinderytan för Umeå flygplats. De havsbaserade vindkraftverk som ska byggas måste också utrustas med flyghinderljus i enlighet med lagstiftningen.

9.10.2.2 Konsekvenser under driftstiden

Havsbaserad vindkraftspark

Genomförande av säkerhetsavståndet

PIANC ger vägledande riktlinjer om hur bred en farled ska vara. Farledens bredd bestäms i rekommendationen utifrån antalet fartyg som trafikerar farleden. Om den årliga trafikvolymen är mindre än 4 400 fartyg per år, föreslås att farledens bredd ska vara 2 parallella fartyg, och det tillåts 2 fartygslängder per fartyg. När trafikvolymen är 4 400–18 000 fartyg rekommenderas en bredd på 3 parallella fartyg. Fartygslängden baseras på den maximala längden på fartyg som använder rutten med ett konfidensintervall på 98,5 procent, dvs. endast 1,5 procent av fartygen är längre än så. Exempelvis har det nederländska ministeriet för infrastruktur och miljö funnit att de bredder på farleder som anges i riktlinjerna är lämpliga. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Enligt PIANC:s riktlinjer för bredden på farleder krävs för farleder i Norra Kvarken en bredd på cirka 1 350 meter. År 2022 gjordes totalt 4 995 genomfarter i Kvarkens trafikseparerингssystem, då kravet på farledens bredd är 3 parallella fartyg. Med hjälp av detta kan man även ta hänsyn till en eventuell framtida ökning av trafikvolymerna i området. När den maximala längden på fartygen i området fastställs till 225 meter (ett konfidensintervall på 98,5 procent för fartygstrafiken i området) baserat på AIS-data, är beräkningsformeln följande: 2 x 3 x 225 m = 1 350 m. Det bör dock noteras att PIANC:s riktlinjer inte tar hänsyn till effekterna av havsis.

Traficom har rekommenderat ett säkerhetsavstånd på 1,5 km mellan officiella farledsområden och havsbaserade vindkraftsparker. Denna rekommendation är lätt att uppfylla, eftersom de närmaste officiella farlederna ligger på ett avstånd av cirka 20 km från området för vindkraftsparken. Det finns dock flera trafikeringsområden för sjöfart inom och i närheten av Laines område. Traficoms riktlinjer för det rekommenderade avståndet från havsbaserade vindkraftsparker till den ekonomiska zonen till trafikseparerингssystem samt till trafikeringsområden för sjöfart på öppet hav och infartsområden för farleder är 1–3 nautiska mil (1,8–5,5 km). Exempelvis är avståndet från gränsen för vindkraftsparken Laine till gränsen för sjöfartsområdet Nordvalen-Jakobstad enligt Finlands havsplan som kortast cirka 1,3 km, vilket inte är i linje med rekommendationen. Havsplanen är dock inte en plan med rättsverkningar, och de gränser som definieras i den är inte officiella mätbara gränser för ett sjötrafikstråk (såsom trafikseparerингssystem eller gräns för farledsområde). I havsplanen är bredden på sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad vid samma punkt cirka 1,8 km, alltså större än den farledsbredd på 1,35 km som anges i PIANC:s riktlinjer. Avståndet mellan vindkraftsparken Laine och den nordvästra farleden för sjötrafikrutten Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi är cirka 2,3 km, så Traficoms rekommenderade minimiavstånd uppfylls. Även i detta fall är utmaningen dock en mätbar gräns. Det bör noteras att även Laine-området genomkorsas av sjötrafikområden enligt havsplanen, vilket innebär att handelssjöfarten i dessa områden i alla fall måste flyttas till nya rutter utanför den havsbaserade vindkraftsparken. Likaså måste de befintliga sjötrafikrutterna nära Laine-området ses över för att säkerställa att sjöfarten och den havsbaserade vindkraftsparken kan genomföras på ett säkert sätt.

Låt oss granska de rekommendationer som fastställs i PIANC:s konceptplan om säkerhetsavståndet mellan farleder och vindkraftsparker. Konceptplanen kräver att farledens gräns är tydligt mätbar. Det bör därför till exempel vara fråga om gränsen för ett markerat farledsområde eller trafikseparerингssystem (TSS). Säkerhetsavståndet till höger om farleden ska vara den rekommenderade marginalen på 0,3 nautiska mil (556 meter) + 6 fartygslängder (konfidensintervall 98,5 procent). Av detta kan man beräkna att säkerhetsavståndet måste uppskattas till 556 m + (6 x 225 m) = 1 906 m. Säkerhetsavstånden mellan projektet och sjöfarten ska fastställas i de följande tillståndsskedena och i samråd med sjöfartsmyndigheterna allteftersom planeringen av projektet och placeringen av kraftverken fortskrider. Effekterna av is- och andra lokala förhållanden, som inte beaktas i PIANC:s konceptplan, ska också bedömas när säkerhetsavstånden fastställs.

Den mest problematiska punkten för genomförandet av säkerhetsavstånden är området mellan Laine och det planerade Kappa-projektet på den svenska sidan. Detta förutsätter naturligtvis att båda projekten förverkligas. Avståndet mellan de havsbaserade vindkraftsparkerna är bara drygt 100 meter, så i praktiken uppfylls inte säkerhetskraven för sjötrafiken när det gäller säkerhetsavstånd ur någon av avståndsrekommendationernas perspektiv. Om både Laine och Kappa byggs skulle sjötrafiken behöva gå runt båda vindkraftsparkernas områden. Avståndet mellan de havsbaserade vindkraftsparkerna Kappa och Aurum på den svenska sidan, om båda förverkligas, är cirka 16 km, vilket är tillräckligt för att uppfylla säkerhetsrekommendationerna. Krav på större säkerhetsavstånd flyttar dock sjötrafiken till ett tätare område och förlänger resorna.

Konsekvenser för sjötrafiken: Farleder och antal fartyg

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Swecos sjötrafikanalys baserad på AIS-data för 2022 visar att i genomsnitt 1–3 fartyg per dygn trafikerar sjötrafikrutterna i närheten av Laine. Fartygstrafiken består huvudsakligen av last-/ro-ro-, tank- samt assistans- och säkerhetsfartyg. Detta beskriver hur viktiga vattenvägarna är i Finland för att möjliggöra handelsfartygens trafikering. År 2022 var den genomsnittliga längden på fartygen i området 100 m och det genomsnittliga konfidensintervallet på 98,5 procent i förhållande till maximilängden var 225 m, men till och med 292 m långa fartyg rörde sig i området. *(Sweco 2023a*, bilaga 5)

Etableringen av vindkraftsparken Laine har en betydande inverkan på sjötrafiken i området, eftersom handelsfartyg i fortsättningen måste runda området för vindkraftsparken. För närvarande passerar flera sjötrafikrutter (Nordvalen-Karleby, Nordvalen-Kalajoki, Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi kustfarled, Nordvalen-Brahestad) genom vindkraftsområdet, och trafiken på dessa rutter måste ledas om via omvägar runt vindkraftsparken. Under tiden med havsis är sjötrafikflödena mindre tydligt lokaliserade på sjötrafikrutterna och etableringen av vindkraftsparken leder till en minskning av alternativa rutter även för vintersjöfarten. Baserat på uppgifterna för 2022 skulle i genomsnitt 5–6 fartyg per dag behöva en ny rutt sydöst eller nordväst om Laine.

Det är inte helt enkelt att uppskatta längden på de omvägar som etableringen av vindkraftsparken Laine medför, eftersom det finns ett stort antal alternativa sträckningar. I en mycket förenklad modell är till exempel den kortaste vägen från Kvarkens trafikseparationssystem till kanten av Karleby farled som leder till Karleby hamn längs sjötrafikrutten Nordvalen-Karleby. Om detta ruttalternativ försvinner i och med vindkraftsparken måste man välja antingen den sydöstliga omvägen (via sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad) eller den nordvästliga omvägen (till exempel via sjötrafikrutten Nordvalen-Kemi). Den sydöstliga omvägen är cirka 2 km längre och den nordvästliga omvägen cirka 10 km längre jämfört med den mest direkta rutten. Dessa modeller beskriver dock avståndsökningen bara i ett fall och mellan två punkter till havs, så modellerna är mycket förenklade.

Trafikvolymerna på sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad söder och sydost om den havsbaserade vindkraftsparken Laine förväntas öka till följd av etableringen av vindkraftsparken under alla årstider. Sannolikt kommer åtminstone trafiken mellan Nordvalen och Karleby att övergå till den sydöstra omvägen och därmed delvis till sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad. Beroende på isförhållandena är det också möjligt att till exempel en del av trafiken mellan de nordliga hamnarna och Nordvalen övergår till sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad. De nuvarande låga trafikvolymerna på sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad (i genomsnitt 1,2 fartyg per dag under havsisperioden och 0,8 fartyg per dag under den isfria perioden 2022) förväntas dock möjliggöra ökade trafikvolymer även i framtiden. Ökade trafikvolymer ökar dock risken för olyckor. Placeringen av en sjötrafikrutt i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken kan kräva mindre ruttändringar i sydgående riktning för att fartyg på rutten ska kunna göra en säker undanmanöver. Det andra alternativet är att ändra placeringen av den havsbaserade vindkraftsparken och dess kraftverk i den fortsatta planeringen. Detta måste avgöras genom mer detaljerad planering och samråd med myndigheterna.

Trafikvolymerna på sjötrafikrutterna Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi nordvästfarled och Nordvalen-Kemi väster och nordväst om vindkraftsparken Laine förväntas öka till följd av etableringen av vindkraftsparken under alla årstider. Sannolikt kommer en betydande del av sjötrafiken mellan Nordvalen och Kalajoki samt Brahestad att övergå till den nordvästliga omvägen och därmed delvis till dessa sjötrafikrutter. Beroende på isförhållandena är det till exempel möjligt att en del av trafiken i Karleby hamn övergår till den nordvästliga omvägen. De nuvarande trafikvolymerna på sjötrafikrutten Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi nordvästfarled (i genomsnitt 1,9 fartyg per dag under havsisperioden och 1,8 fartyg per dag under den isfria perioden 2022) förväntas dock möjliggöra ökade trafikvolymer även i framtiden. Detsamma gäller för sjötrafikrutten Nordvalen-Kemi (i genomsnitt 1,4 fartyg per dag under havsisperioden och 3 fartyg per dag under den isfria perioden 2022). Ökade trafikvolymer ökar dock risken för olyckor. Särskilt placeringen av sjötrafikrutten Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken kan kräva mindre ruttändringar i nordvästlig riktning för att fartyg på rutten ska kunna göra en

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

säker undanmanöver. Det andra alternativet är att ändra placeringen av den havsbaserade vindkraftsparken och dess kraftverk i den fortsatta planeringen. Detta måste avgöras genom mer detaljerad planering och samråd med myndigheterna.

Mer detaljerad information om konsekvenserna av den havsbaserade vindkraftsparken Laine för sjötrafiken finns i trafikanalysen i bilaga 5.

Den projektansvarige har åtagit sig att vid behov göra mer detaljerade utredningar för projektets vattentillståndsskede efter den motiverade slutsatsen i miljökonsekvensbedömningen. Det krävs ett nära samarbete mellan myndigheterna för att planera eventuella ändringar av sjötrafikrutterna.

Driften av den havsbaserade vindkraftsparken leder till ökad sjötrafik i och kring Kvarken, främst på grund av underhållsåtgärder. Varje havsbaserat kraftverk ska i princip servas årligen, och utöver detta måste även oplanerade underhållsbesök planeras in. Enligt de preliminära planerna ska underhållsåtgärderna genomföras med hjälp av två snabba småfärjor (transport av underhållspersonal) och ett drift- och underhållsfartyg. Om varje havsbaserat vindkraftverk underhålls vid ett separat underhållsbesök och fartygen alltid reser från förbindelsehamnen till vindkraftverket och tillbaka, skulle det årliga antalet resor med småfärjorna vara 452 och 226 med drifts-/underhållsfartyget. Det faktiska antalet resor kan dock vara mindre om fler vindkraftverk kan underhållas vid ett och samma underhållsbesök.

Riskbedömningar för sjöfarten

Identifieringen av risker relaterade till sjötrafik i samband med den havsbaserade vindkraftsparken Laine genomfördes i HAZID-workshoppar (Hazard Identification workshop) som ordnades av konsultföretaget Sweco AB. Flera intressenter inom branschen deltog i workshopparna så att det var möjligt att identifiera risker på en så bred basis som möjligt. Bedömningen av de identifierade riskerna utfördes med hjälp av en riskmatris (Figur 9-15), där varje risk klassificeras efter frekvensen och allvarlighetsgraden av konsekvenserna. Matrisen är baserad på element i FSA-metodologin (Formal Safety Assessment) som föreslagits av IMO (International Maritime Organization). Risknivån beräknas som summan av frekvensindexet och allvarlighetsindexet.

		Allvarlighetsgrad			
		1 Liten	**2 Betydande**	**3 Allvarlig**	**4 Katastrofal**
Frekvens	**6 Sannolik** *En gång per år*	7	8	9	10
	5 Rimligt sannolikt *En gång på 10 år*	6	7	8	9
	4 Oväntad *En gång på 100 år*	5	6	7	8
	3 Avlägsen *En gång på 1 000 år*	4	5	6	7
	2 Mycket avlägsen *En gång på 10 000 år*	3	4	5	6
	1 Extremt avlägsen *En gång på 100 000 år*	2	3	4	5

Figur 9-15. Riskmatris för bedömning av riskerna med den havsbaserade vindkraftsparken (Sweco 2023c, bilaga 7).

De risker som är markerade med rött i figuren (Figur 9-15) bedöms som orimliga. Scenarier som klassificeras som röda är förknippade med en risk som kräver att riskhanteringsåtgärder vidtas för att uppnå en acceptabel risknivå. Risker som är markerade med gult bedöms som tolerabla om tekniskt och ekonomiskt rimliga åtgärder vidtas i enlighet med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). I scenarier som klassificeras som gula måste riskerna övervägas noga och rimliga åtgärder vidtas för att

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

minska riskerna. Gröna risker bedöms som acceptabla. I scenarier som klassificeras som gröna anses risknivåerna vara så låga att riskhanteringsåtgärder i princip inte behövs.

Sannolikheten eller frekvensen för risken beskrivs på en sexgradig skala. Beräkningen av riskfrekvensen baserar sig på modellering med IWRAP-programmet, som är IALA:s (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) program för bedömning av risker på vattenvägar för att beräkna frekvenser för fartygsolyckor. Konsekvenserna av risken indelas utifrån riskens allvarlighetsgrad enligt en fyrgradig klassificering.

Resultaten av riskbedömningen baserar sig alltså på de kalkylmässiga resultaten från modelleringsprogrammet och workshopdeltagarnas riskbedömningar.

Kollisionsrisker

När den havsbaserade vindkraftsparken Laine byggs kommer sannolikheten för olika typer av kollisioner att öka. Med kollision avses en situation där ett fartyg styrs eller driver mot ett stillastående objekt. Fasta strukturer i vindkraftsparken Laine är fundamenten (elstationen och vätgasanläggningen) och vindkraftverken inklusive deras roterande blad. En sammanfattning av kollisionsriskerna visas i tabell (Tabell 9-16). Enligt riskbedömningen för sjötrafiken har risken för en motordriven kollision med ett stillastående objekt klassificerats som acceptabelt värde endast för etablering av Laine-projektalternativen. Den högre risken för projektalternativ VE2 beror sannolikt på att fler havsbaserade vindkraftverk är belägna i den havsbaserade vindkraftsparkens gränszoner. Om även vindkraftsparkerna Kappa och Aurum etableras ligger riskerna för människors säkerhet på ALARP-nivån. Resultaten är dock känsliga för antaganden som görs om det avstånd på vilket fartygen passerar vindkraftsparken. Om man antar att fartygen passerar vindkraftsparken mycket nära är risken för en motordriven kollision mycket högre. Riskens exakta allvarlighetsgrad beror på hur trafikmodellen förändras. Sannolikheten för en kollision mellan navigerande fartyg minskar om trafiken är belägen längre bort från vindkraftsparken. Ju längre bort från parken den närmaste trafiken finns, desto lägre är sannolikheten för en kollision med vindkraftverk, men samtidigt ökar sannolikheten för kollisioner vid förbigång och frontalkollisioner med mötande fartyg på farlederna.

Risken för att ett drivande fartyg kolliderar med ett stillastående objekt ligger enligt klassificeringen på ALARP-nivån vad gäller människors säkerhet i alla scenarier. Riskerna för miljön har klassificerats som acceptabla. Den högre risken för projektalternativ VE1 jämfört med VE2 beror helt enkelt på det faktum att det i planen finns ett större antal fasta punkter som drivande fartyg kan kollidera med. Vid kollisioner med drivande fartyg är kraftverkens placering nära vindkraftsparkens gränser en mindre viktig faktor jämfört med motordrivna kollisioner. Av samma anledning ökar även etableringen av vindkraftsparkerna Kappa och Aurum riskerna för kollisioner med stillastående objekt. Det finns då fler objekt med potential för kollisioner.

De kollisionsrisker som presenteras ovan har modellerats under isfria förhållanden, men i Norra Kvarken måste man även ta hänsyn till riskerna från havsis. Vind, strömmar eller drivande is kan bilda isflak som fartyg kan fastna i och som kan föra fartyg mot den havsbaserade vindkraftsparken. Isens hastighet kan vara cirka 2–3 procent av vindhastigheten. IWRAP-modelleringsprogrammet är avsett för att beräkna frekvensen i öppet vatten, inte under isförhållanden. För att kunna beräkna scenariots frekvens i IWRAP har parametrarna och inställningarna justerats baserat på tillgängliga data för att återspegla vinterförhållandena, så de skiljer sig från de officiella parametrarna. Parametrarna justeras konservativt och risken för att ett fartyg som fastnat i isen driver mot ett vindkraftverk ligger på ALARP-nivån i fråga om båda projektalternativen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 9-16. riskbedömningstabell för ett fartygs kollision med ett stillastående objekt (Sweco 2023b & Sweco 2023c, bilaga 6 och 7).

Scenario	Projektalternativ	Risk	
		Människors säkerhet	Miljö
Kollision (kollision mellan ett fartyg och ett stillastående objekt)			
Ett fartyg styr in i ett vindkraftverk (motordriven kollision)	VE1	4,3	3,3
	VE2	4,6	3,6
	VE1 + övriga projekt	5,5	4,7
	VE2 + övriga projekt	5,5	4,7
Fartyg ur drift driver in i ett vindkraftverk (drivande kollision)	VE1	5,2	4,5
	VE2	5,1	4,4
	VE1 + övriga projekt	5,4	4,8
	VE2 + övriga projekt	5,3	4,7
Ett fartyg som fastnat i isen driver med isfältet mot ett vindkraftverk (drivande kollision)	VE1	6,6	5,9
	VE2	6,5	5,8

Frekvensen för fartygskollisioner har beräknats utifrån tillgängliga AIS-data för fartyg som rör sig på fartygslederna runt den havsbaserade vindkraftsparken Laine. Beräkningarna baseras på en trafikmodell under sommarförhållanden. Den beräknade risken antas konservativt vara representativ för kollisionsrisken under vinterförhållanden, då det finns färre fartyg i området, hastigheterna ofta är lägre och konsekvenserna av incidenter i allmänhet är mindre allvarliga. En sammanfattning av kollisionsriskerna visas i tabell (Tabell 9-17).

Den totala risken för fartygskollisioner ligger enligt klassificeringen på ALARP-nivån i fråga om etablering av båda Laine-projektalternativen. Eftersom båda projektalternativen är belägna i samma område för en vindkraftspark, förväntas inga skillnader i trafikens placering mellan de två planerna efter etableringen av vindkraftsparken. Risken för kollision förblir också oförändrad. När Laine etableras kommer det att påverka trafikmodellen så att det i området för vindkraftsparken i praktiken inte finns någon trafik och trafiken utanför vindkraftsområdet är tätare. Därmed uppstår nya situationer där kollisioner kan inträffa. Om förutom Laine även de havsbaserade vindkraftsparkerna Kappa och Aurum etableras, beräknas risken till och med minska jämfört med en situation där parkerna inte etableras alls. Detta kan verka ganska ologiskt, men om alla havsbaserade vindkraftsparker etableras kommer det att finnas färre alternativa fartygsleder. I det här fallet beräknades antalet frontalkollisioner och kollisioner vid förbigång öka, medan antalet korsningskollisioner, anslutningskollisioner och avsvängskollisioner beräknades minska. Den totala kollisionsrisken beräknades dock minska något.

Etableringen av vindkraftsparken Laine leder till en ökad sannolikhet för kollisioner vid förbigång, frontalkollisioner, korsningskollisioner och anslutningskollisioner. Risken för kollisioner ökar särskilt på grund av att den befintliga trafiken mellan Nordvalen och Karleby flyttas till rutten söder om parken (sjötrafikrutten Nordvalen-Jakobstad) och korsningen som uppstår i parkens sydöstra hörn. Kollisioner bedömdes dock fortfarande som avlägsna eller oväntade händelser. Risken för avsvängskollisioner förväntas inte öka till följd av etableringen av Laine.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Sammantaget antas frekvensen och allvarlighetsgraden av konsekvenserna av kollisioner minska, om de riskhanteringsåtgärder som anges nedan genomförs.

Tabell 9-17. riskbedömningstabell för en kollision mellan två fartyg (Sweco 2023b & Sweco 2023c, bilaga 6 och 7).

Scenario	Projektalternativ	Risk	
		Människors säkerhet	Miljö
Kollision mellan två fartyg			
Kollisioner totalt (alla typer)	VE1	6,2	6,4
	VE2	6,2	6,4
	VE1 + övriga projekt	Acceptabel	Acceptabel
	VE2 + övriga projekt	Acceptabel	Acceptabel
Kollision vid förbigång	VE1	5	5,2
	VE2	5	5,2
Frontalkollision	VE1	5,6	5,8
	VE2	5,6	5,8
Korsningskollision	VE1	4,5	4,7
	VE2	4,5	4,7
Anslutningskollision	VE1	6	6,3
	VE2	6	6,3
Avsvängskollision	VE1	Acceptabel	Acceptabel
	VE2	Acceptabel	Acceptabel
Kollision med ett arbetsfartyg på väg till/från hamnen	VE1	ALARP	ALARP
	VE2	ALARP	ALARP

I allmänhet har etableringen av den havsbaserade vindkraftsparken Laine inte någon större inverkan på risken för fartygs bottenkänning och det finns inga betydande skillnader mellan projektalternativen VE1 och VE2. Beräkningar tyder på att den totala risken för bottenkänning till och med kan minska något. Detta beror förmodligen på att vissa fartyg kolliderar med vindkraftverk istället för att gå på grund. Etableringen av både Laine-projektets alternativ VE1 och VE2 minskar risken för motordriven bottenkänning något (<

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

1%). Risken för drivande bottenkänning är något förhöjd. För båda projektalternativen bedömdes risken ligga på ALARP-nivån. Risken för bottenkänning är störst i grunda områden nära Finlands och Sveriges kuster. En sammanfattning av riskerna för bottenkänning visas i tabellen (Tabell 9-18).

Tabell 9-18. Riskbedömningstabell för fartygs bottenkänning (Sweco 2023b & Sweco 2023c, bilaga 6 och 7).

Scenario	Projektalternativ	Risk	
		Människors säkerhet	Miljö
Bottenkänning			
Motordriven bottenkänning	VE1	Acceptabel	Acceptabel
	VE2	Acceptabel	Acceptabel
Drivande bottenkänning	VE1	5,1	5,4
	VE2	5,1	5,4

Mer detaljerade riskbedömningar av kollisionsrisker finns i bilagorna 16, 17 och 18.

Konsekvenser för havsisbildningen och vintersjöfarten

Havsbaserade vindkraftsparker kan påverka isbildningen i havsområden, men än så länge finns inga konkreta exempel eller studier av effekterna tillgängliga *(Statsrådet 2024).* Det svenska Trafikverket har presenterat scenarier för eventuella effekter av vindkraftsparker på havsisbildningen. Vindkraftverkens fundament kan bryta upp isen, vilket bildar ny is och gör att drivisen kan fastna i området. Då bildas packis och isvallar i vindkraftsparkens område som gör det svårare för fartyg att röra sig i området vintertid. Den varierande vindriktningen kan få isen att driva fram och tillbaka över vindkraftsparkens område, vilket gör att isen brister och trycks ihop många gånger. I så fall kan det bildas ett tjockt isblock som inte släpper från området. Is som bryts av fundament kan också passera genom eller förbi vindkraftsparken, varvid den också orsakar problem utanför vindkraftsparken och försvårar fartygstrafiken och begränsar sjöfarten i området. Bedömningen av vindkraftsparkens påverkan på havsisbildningen försvåras också av de årliga variationerna i havsisbildningen. *(Sweco 2023b*, bilaga 6) Ett forskningsprojekt om en havsbaserad vindkraftsparks påverkan på isförhållandena i området har nyligen avslutats vid Aalto-universitetet (Polojärvi et al. 2024). Nya resultat och projektspecifika modelleringar kommer att användas i den fortsatta planeringen av projektet i mån av möjlighet.

Vindkraftsparken Laine kommer sannolikt att påverka havsisbildningen i området, och de risker som uppstår måste hanteras så effektivt som möjligt genom samarbete med isbrytningen. En central effekt på vintersjöfarten är att antalet alternativa vintersjöfartsrutter minskar. De förändringar i rutterna som anges i föregående kapitel (bortfall av sjötrafikrutterna Nordvalen-Karleby, Nordvalen-Kalajoki, Nordvalen-Brahestad, Nordvalen-Brahestad/Uleåborg/Kemi kustfarled) innebär att vindkraftsparken Laine måste rundas från den sydöstra eller nordvästra sidan av parken, beroende på isförhållandena. Vindkraftsparken kan därför blockera den snabbaste och enklaste rutten för vintersjöfarten och tvinga isbrytarna att välja en annan, mindre optimal rutt. Isbrytarnas möjligheter att manövrera genom till exempel stora isvallar är begränsade och även de måste hitta vägar förbi dem i svåra isförhållanden. Detta kan leda till att assistansen blir försenad och öka risken för att havsisen orsakar skador på fartyg. Dessutom ökar isbrytarnas och de assisterade fartygens bränsleförbrukning under mindre optimala förhållanden. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Stora vindkraftsparker som ligger vid farleder och sjötrafikområden ökar behovet av assistans för vintersjöfarten. Fartyg kan inte lämnas i rörlig is framför vindkraftverk i väntan på assistans, och de kan inte heller nödvändigtvis lämnas att passera mellan eller i omedelbar närhet av stora vindkraftsparker utan assistans för att garantera säkerheten för sjöfarten i svåra isförhållanden. Stora eller bredvidliggande vindkraftsparker kan innebära att säkra och lämpliga väntplatser för fartyg kan behöva anvisas betydligt långt bort på öppet hav, vilket för sin del binder även isbrytarkapacitet för allt längre assistansresor. Byggandet av stora vindkraftsparker i havsområdet kommer således sannolikt att öka behovet av isbrytningskapacitet jämfört med nuläget. Dessutom kommer bränsleförbrukningen för och utsläppen från isbrytning att öka till följd av förändringen *(Traficom & Trafikledsverket 2023)*. Vid bedömning av de samverkande konsekvenserna av projekten bör det noteras att alla planerade havsbaserade vindkraftsprojekt sannolikt inte förverkligas, åtminstone inte i den utsträckning som de är planerade. Det är därför viktigt att situationen övervakas i samarbete med projektoperatörer och myndigheter, så att potentiella effekter kan beaktas i den fortsatta planeringen och i de efterföljande tillståndsfaserna.

Efter etableringen av vindkraftsparken blir det särskilt viktigt med en effektiv samordning och operation av isbrytningen, eftersom detta bidrar till att minska riskerna. (*Sweco 2023b,* bilaga 6) Smidigheten för vintersjöfarten nära vindkraftsparken kan förbättras bland annat genom att lägga till kameror och/eller radar som lämpar sig för uppföljning av isens rörelser i vindkraftverkens kornstrukturer, vilket främjar uppföljningen av isläget som helhet och gör det möjligt att fokusera isbrytarassistans i rätt tid till området. *(Traficom & Trafikledsverket 2023*)

Konsekvenser för radar

Vid planering av vindkraftverkens placering ska man ta hänsyn till att radar används som det viktigaste verktyget för navigering och kollisionsvarning för fartygen i sjötrafiken. Radar är också centrala för vintersjöfarten och sjötrafikledningen. Tillförlitlig funktion av radarsystem är en viktig del i upprätthållandet av den övergripande säkerheten för sjöfarten. Vindkraftverkens konsekvenser för funktionen av radar, radionavigeringsutrustning, radioutrustning som är viktig för sjöfartens trådlösa kommunikationsnät, sjöfarten och trafikledningen ska bedömas i samband med vindkraftsprojektet *(Traficom & Trafikledsverket 2023).* För att utreda eventuella konsekvenser utarbetade konsultföretaget Sweco en rapport om bedömning av vindkraftsparken Laines konsekvenser för radar som en del av projektets riskbedömning *(Sweco 2024*, endast för myndighetsbruk). Enligt rapporten påverkar den havsbaserade vindkraftsparken Laine fartygs radar (inklusive isnavigering), befintliga VTS-radar samt sjöfartens trådlösa kommunikationsnät och mobilnät enligt följande:

- Konsekvenser för fartygs radar: S- och X-frekvensradar förväntas bli störda i närheten av turbinerna. Detta gäller även när de används specifikt för navigering i isiga förhållanden. Påverkan bedöms vara liten, eftersom huvudfarlederna och den havsbaserade vindkraftsparken ligger långt bort från varandra och fartygen har redundans. Synligheten av passiva hjälpmedel för navigering som kan upptäckas med radar (t.ex. fyrar och radarreflektorer) kan också påverkas.
- Konsekvenser för VTS-radar: Ingen påverkan på VTS-radars täckning.
- Konsekvenser för radiosystem och radiolänkar i sjöfarten: Den havsbaserade vindkraftsparken Laine har inte någon betydande inverkan på radiosystemen i sjöfarten. Vindkraftsparken ligger inte inom täckningsområdet för någon radiolänk som fungerar från punkt till punkt, så vindkraftverken påverkar inte sjöbevakningssektionens eller sjötrafikledningens VTS-radioförbindelser.
- Konsekvenser för satellitkommunikationsnät: Obetydlig.
- Konsekvenser för mobilnät: Eventuell påverkan på 2G- och 4G-mobilnätets täckning för vissa operatörer.
- Konsekvenser för satellitpositionering: Vindkraftverken kan orsaka störningar på många olika sätt och påverka noggrannheten och tillförlitligheten hos GNSS- och DGNSS-signaler

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

på fartyg som navigerar i närheten av turbinerna. Ingen påverkan på DGNSS-referensstationer.
- Konsekvenser för radionavigering: Liten för AIS. Ingen direkt påverkan på någon av radarfyrarna (racon). Radareffekter (spökobjekt) kan dock förekomma på fartyg som rör sig i närheten av vindkraftverk. *(Sweco 2024*)

Rapportens övergripande slutsats är att den havsbaserade vindkraftsparken Laine i allmänhet inte påverkar stationära objekts funktion (såsom kuststationer och fyrar). Vindkraftsparken Laine kan eventuellt påverka hörbarheten för några operatörers 2G- och 4G-mobilnät, och en mer detaljerad bedömning av detta rekommenderas. De vindkraftverk som ligger närmast de rutter som fartygen använder kan påverka fartygens radarsystem och därigenom fartygstrafiken. Dessutom kan enskilda fartyg utanför eller i närheten av farlederna ibland uppleva störningar i sina positionerings- och navigeringssystem. Dessa störningar förväntas dock inte överstiga en hanterbar nivå. För att klargöra konsekvenserna kan man utföra fältmätningar av radareffekterna när vindkraftsparken är färdigbyggd. *(Sweco 2024*)

Vindkraftsparken Laines konsekvenser för fartygs radar analyseras utifrån allmänna uppgifter om radarstörningar och havsbaserade vindkraftsparker. En exakt bedömning av de störningar som orsakas fartygens radarsystem och på vilket avstånd de förekommer kan göras först efter det att den havsbaserade vindkraftsparken är färdig och mätningar kan utföras.

En bedömning av risker relaterade till radarpåverkan i sjötrafiken ingår i riskbedömningarna för sjöfarten i samband med den havsbaserade vindkraftsparken Laine (Tabell 9-19). Den första risken är förknippad med fartygets radarstörning, dvs. förlust av objekt, vilket orsakar en kollision. Om trafiken passerar närmare än 1,5 nautiska mil från den havsbaserade vindkraftsparken kan radarstörningar uppstå. En sådan händelse anses sannolik, dvs. frekvensen är ungefär en gång per år. Sådana störningar förväntas dock inte leda till kollisioner mellan fartyg, eftersom radarstörningar är ett välkänt och regelbundet förekommande fenomen i den kommersiella sjöfarten. Det finns rutinåtgärder för att minimera störningarna som erfarna sjöfarare är medvetna om. Stora fartyg är utrustade med en mängd olika system. Risken bedömdes därför ligga på ALARP-nivån.

Den andra risken är förknippad med en radarstörning som orsakar ett navigeringsfel på fartyget. I detta scenario orsakar vindkraftsparken så betydande störningar på fartygets radar, AIS-, VHF-, GPS- och övriga navigerings- och kommunikationssystem att trafiken dirigeras fel och fartyget kolliderar med ett vindkraftverk. Det finns många hinder i fartygets radar och övriga navigeringsutrustning innan radarstörningarna gör att fartyget som passerar vindkraftsparken styr mot ett vindkraftverk. Enligt bedömningen krävs det flera radarbaserade och mänskliga fel för att slutresultatet blir en kollision med ett vindkraftverk. Sammantaget beräknas radarstörningar som leder till att ett fartyg kolliderar med ett vindkraftverk inträffa mer sällan än en gång på 10 000 år. Sammanfattningsvis kan man konstatera att sannolikheten för att störningar på grund av torn på detta avstånd ger så missvisande information att den leder till inexakt navigering och efterföljande kollision med ett vindkraftverk är obetydlig jämfört med andra bidragande faktorer. I scenariot där störningarna leder till en kollision antar man att fartyget navigerar utanför sjötrafikområdet, att sikten är dålig och att inga alternativa navigeringssystem finns tillgängliga. Detta leder till att fartyget av misstag kommer in i området för den havsbaserade vindkraftsparken och styr mot ett vindkraftverk. Risken för att störningar i fartygets radar och övriga navigeringsutrustning orsakar att fartyg i sjötrafikområden oavsiktligt navigerar in i vindkraftsparkens område och kolliderar med ett vindkraftverk anses således vara acceptabel.

Den tredje risken förknippad med radareffekter uppstår när man navigerar inom den havsbaserade vindkraftsparken. Fartyg som befinner sig i omedelbar närhet av vindkraftverk (inom 0,25 nautiska mil) kan uppleva störningar på fartygets radar, AIS, VHF och GPS. I detta scenario skapar den havsbaserade vindkraftsparken så stora störningar på fartygets radar och övriga navigerings- och informationssystem att fartygen i parken styr mot ett vindkraftverk. Konsekvenserna för den auktoriserade trafiken (arbets- och

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

underhållsfartyg) omfattas inte av riskanalysen för sjöfarten. Antagandet är att mindre fartyg som inte tillhör handelssjöfarten ändå kan passera genom området för den havsbaserade vindkraftsparken. Om man beaktar störningar i radar och andra system ökar risken olika mycket beroende på fartygets storlek och utrustning. Sammanfattningsvis kan man konstatera att risken består av externa fartyg med en bruttorymd på cirka 20–300 ton som navigerar in i vindkraftsparkens område, som navigerar i dålig sikt med endast radar och som styr mot ett vindkraftverk. Situationen där ett fartyg drabbas av en radarstörning, vilket leder till felaktiga beslut, antas konservativt inträffa 10 gånger per år (vilket motsvarar en händelse under en storm per månad och ett fartyg per storm). När ett fartyg närmar sig ett vindkraftverk antas det att felet kan identifieras, men sannolikheten för att den nödvändiga undanmanövern misslyckas är fortfarande $1{,}6 \cdot 10^{-4}$, dvs. en olycka vart 6 250:e år. Baserat på erfarenheter från liknande olyckor har allvarlighetsindexet satts ganska lågt. Totalt sett anses risken vara acceptabel. Tillträdet till området för icke auktoriserade fartyg bör dock begränsas där så är nödvändigt.

Tabell 9-19. Riskbedömningstabell för fartygs radarstörningar (Sweco 2023b & Sweco 2023c, bilaga 6 och 7).

Scenario	Projektalternativ	Risk	
		Människors säkerhet	Miljö
Fartygets radarstörning			
Fartygets radarstörning (förlust av objekt)	VE1	7,0	7,0
	VE2	7,0	7,0
Fartygets radarstörning (navigeringsstörning)	VE1	< 5	< 4
	VE2	< 5	< 4
Fartygets radarstörning inne i den havsbaserade vindkraftsparken	VE1	< 5	< 5
	VE2	< 5	< 5

OX2/Projektaktören har beaktat vindkraftverkens eventuella konsekvenser för radarfyrar (racon) i den radarutredning som gjordes för projektet: "Assessment of impact on maritime radar and wireless networks". I rapporten konstateras att den havsbaserade vindkraftsparken Laine inte har några direkta konsekvenser för radarfyrar (racon), men att radarreflektioner (spökobjekt) kan förekomma på fartyg som befinner sig i närheten av vindkraftverk. Om det i mer detaljerade utredningar konstateras att konsekvenser uppstår, kan tillståndsmyndigheterna i vattentillståndsskedet när kraftverksplaceringen preciseras närmare definiera eventuella ändringar som krävs för placeringen av radarfyrar.

Konsekvenser för sök- och räddningsverksamheten

Vindkraftverk kan ha negativa konsekvenser för sök- och räddningsverksamheten, dels på grund av radar- och kommunikationsstörningar, dels på grund av att de bildar fysiska hinder. Nödanrop kan vara svårare

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

att höra från platser som ligger i skuggan på grund av den havsbaserade vindkraftsparken. Radarstörningar, påverkan på positionsrapportering (inklusive AIS-rapportering och alternativa navigeringsverktyg) i kombination med dålig sikt kan leda till en utmanande beslutssituation ombord på ett räddningsfartyg vid en sök- eller räddningsoperation. Radioövervakning kan också vara svårare. Etableringen av den havsbaserade vindkraftsparken ökar risken för olyckor i området, vilket kan öka behovet av räddningsinsatser i framtiden. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Vid en olycka i eller i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken kan det vara svårare att navigera för både räddningsfartyg och helikoptrar. Detta innebär också att sökandet efter olycksoffer begränsas, eftersom en del av räddningspersonalen måste koncentrera sig på att navigera förbi vindkraftverken istället för att söka människor och/eller fartyg i nöd. Besättningen på fartyget i nöd måste också koncentrera sig mer på sin omgivning för att undvika att kollidera med ett vindkraftverk. Trots detta förväntas vindkraftverken inte utgöra något större hinder för sök- och räddningsverksamheten, eftersom avståndet mellan vindkraftverken är minst 1 kilometer och avståndet mellan havsnivån och den lägsta vingspetsen är mer än 30 meter. Detta ger räddningsfartygen utrymme att röra sig mellan och under vindkraftverken. Vindkraftverk kan också i vissa fall förenkla sjöräddningsinsatserna, eftersom tornen utgör tydliga referenspunkter. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Enligt PIANC bör havsbaserade vindkraftsparker placeras i ett regelbundet rutmönster där så är möjligt. Detta är inte alltid möjligt av tekniska och strukturella skäl, eftersom till exempel havsbottenförhållanden och variationer i vattendjup kan förhindra att kraftverk placeras i ett regelbundet mönster. Dessutom möjliggör kraftverkens placering i rutmönster inte minimering av eventuella slipströmmar (wake effect), där turbinerna hämmar varandras effekt. Detta fenomen innebär att det uppstår virvlar och ett område med avmattad vind bakom vindkraftverket, vilket kan påverka energiproduktionen för de vindkraftverk som ligger nära varandra i vindkraftsparken. Vindkraftverken i Laine-projektalternativen VE1 (150 vindkraftverk) och VE2 (113 vindkraftverk) är inte placerade i ett regelbundet rutmönster. För att maximera energiproduktionen har det inte varit möjligt att placera vindkraftverken i raka linjer. Detta skulle avsevärt öka skuggområdena och minska den årliga energiproduktionen samt förkorta vindkraftverkens livslängd. Det är svårt att bedöma hur mycket de utspridda vindkraftverken påverkar möjligheterna för sök- och räddningsverksamhet, men det är uppenbart att ett mer regelbundet rutmönster skulle underlätta sök- och räddningsverksamheten och navigeringen i allmänhet inom den havsbaserade vindkraftsparken. Projektalternativ VE1 försvårar sök- och räddningsverksamheten mer än alternativ VE2, eftersom det finns fler vindkraftverk i samma område. Dessutom är kraftverken i projektalternativ VE2 preliminärt placerade på mer enhetliga linjer än i projektalternativ VE1, vilket underlättar sök- och räddningsverksamheten. Sök- och räddningsverksamheten i området för vindkraftsparken kan också underlättas genom tydliga visuella märkningar, ljus och identifierare i vindkraftsparken. Vindkraftverken bör också ha tydliga nödstoppsfunktioner med fjärruppkoppling för att underlätta sök- och räddningsverksamheten i området. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Sjökabel-/vätgasledningssträckningar

På grund av placeringen av vindkraftsparken Laine kommer sjökabel- och vätgasledningssträckningarna att korsa farleder och sjötrafikrutter oavsett alternativ. Sjökablarna eller vätgasledningen bedöms dock inte ha någon betydande inverkan på sjötrafiken under vindkraftsparkens drift, förutsatt att fartygstrafiken är medveten om var sjökablarna och vätgasledningen finns. Den största risken för sjökablarna och vätgasledningen utgörs av eventuella ankringar. Obefogade ankringar eller nödankringar kan i värsta fall åtminstone delvis avbryta den havsbaserade vindkraftsparkens drift och kräva reparationsarbeten. De ekonomiska konsekvenserna kan därför bli mycket betydande. Om möjligt ska sjökablarna och vätgasledningarna installeras på havsbotten så att inte heller en eventuell nödankring skadar dem. Om ankaret av en eller annan anledning skulle träffa en sjökabel, bedöms detta dock inte utgöra någon risk för själva fartyget. Konsekvenserna av att en vätgasledning går sönder för säkerheten i sjötrafiken är däremot mindre kända,

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

och olika konstruktionslösningar (till exempel trycket i vätgasledningen) har en inverkan på riskerna. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

En av de bedömda riskerna hänför sig till att sjökablar eller vätgasledningar skulle förhindra nödankring. Det bedöms som mycket osannolikt att ett fartyg skulle behöva ankra direkt ovanför en sjökabel eller vätgasledning. Till exempel är drift en långsam händelse, vilket innebär att det finns gott om tid och utrymme för ankring även efter att fartyget passerat kabelområdena. Enligt en studie av SSPA driver fartyg i genomsnitt i en timme innan de kolliderar med ett objekt eller startar om. Med tanke på den låga trafikvolymen i området och det faktum att det är mycket osannolikt att fartyg behöver ankra direkt ovanför en anslutningskabel, antas risken totalt sett vara mycket liten. En större risk för den havsbaserade vindkraftsparken är avsiktlig skadegörelse på kablar och vätgasledningar med ankare. *(Sweco 2023b*, bilaga 6)

Konsekvenser för övriga trafikslag under drifttiden

Den totala påverkan av den havsbaserade vindkraftsparken Laine på övriga trafikslag under driften kommer att vara liten. Bashamnen tar emot transporter av material för underhåll, men jämfört med byggperioden är volymerna låga. Det förekommer regelbunden, men totalt sett begränsad, förflyttning av människor för att arbeta i vindkraftsparken. Underhållsoperationer är mer oregelbundna när det gäller passagerartrafik och kan orsaka en tillfällig ökning av trafikvolymerna. De totala volymerna är dock betydligt lägre än under byggfasen.

Under driften av den havsbaserade vindkraftsparken är det mycket osannolikt att järnvägstransporter kommer att användas. Konsekvenserna av eventuella enskilda järnvägstransporter förblir därför obetydliga.

Den havsbaserade vindkraftsparken ligger inom hinderytan för Karleby-Jakobstad och Umeå flygplatser, så vid behov ska ett flyghindertillstånd ansökas för parken. De havsbaserade vindkraftverk som ska byggas måste också utrustas med flyghinderljus i enlighet med lagstiftningen.

9.10.3 Konsekvenser efter att driften upphört

Konsekvenserna efter att driften upphört är jämförbara med konsekvenserna under byggtiden när det gäller nedmontering av de havsbaserade vindkraftverken. Trafikvolymerna i vindkraftsområdet ökar tillfälligt på grund av driften av de nödvändiga arbetsfartygen. Nedmonteringen av vindkraftverken från havet möjliggör återigen mångsidigare ruttalternativ för fartygstrafiken i området.

9.10.4 Projektet genomförs inte VE0

Om den havsbaserade vindkraftsparken Laine inte byggs bortfaller konsekvenserna för sjötrafiken helt och trafiken kan fortsätta i området som den är idag.

9.10.5 Osäkerheter i bedömningen

Osäkerheten om den havsbaserade vindkraftsparken Laines konsekvenser för sjötrafiken är exceptionellt hög, eftersom det för närvarande inte finns någon större havsbaserad vindkraftspark i den arktiska regionen så långt från kusten. Den största osäkerheten gäller effekterna av havsis. Det finns för närvarande inga forskningsdata om effekterna av vindkraftsparken på havsisens bildning och beteende, men det är möjligt att isförhållandena blir svårare när vindkraftsparken etableras. Positiva effekter är också möjliga. Förutom den havsbaserade vindkraftsparken har de årligen varierande väderförhållandena (temperaturer och vindar) en stor inverkan på den aktuella issituationen. Det finns inte heller någon tidigare erfarenhet av eller närmare forskningsdata om radareffekterna inom och i närheten av området för vindkraftsparken under perioden med havsis.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Det är också osäkert hur flera havsbaserade vindkraftsparker i och kring norra Kvarken kommer att påverka de rutter som används av sjöfarten. Analyserna har gjorts genom att undersöka sjötrafikrörelser utifrån AIS-data för endast ett år (2022). Särskilt vintersjöfarten ser mycket olika ut beroende på år på grund av variationerna i förekomsten av havsis. Det är därför mycket svårt att i denna planeringsfas bedöma hur sjötrafiken i verkligheten kommer att välja sin rutt efter de eventuella förändringarna. Detta påverkas naturligtvis av framtida anvisningar från exempelvis myndigheter.

Trafik- och fartygsvolymerna under anläggningen och driften av den havsbaserade vindkraftsparken är fortfarande mycket osäkra i denna planeringsfas. De faktiska trafikvolymer som genereras är sannolikt betydligt mindre än de konservativt beräknade volymerna.

Riskbedömningarna för sjöfarten innehåller också osäkerhet, eftersom de är baserade på kalkylmässiga modeller och expertbedömningar.

9.10.6 Förebygga och mildra negativa effekter

De negativa effekterna av den havsbaserade vindkraftsparken på sjöfarten kan lindras på många sätt. Den första utgångspunkten är att fastställa tydliga och genomförbara säkerhetsavstånd mellan vindkraftsparken och sjöfarten, till exempel baserat på en riskbedömning. Med detta som grund måste sjötrafikens rutter och/eller området för vindkraftsparken ändras för att motsvara säkra trafikeringsavstånd. Sannolikheten för en motordriven kollision med ett vindkraftverk minskar ju längre bort från vindkraftsparken man kommer, men samtidigt ökar sannolikheten för kollisioner i de smalare fartygslederna. Modelleringen visar att ett längre avstånd mellan sjötrafikområden och vindkraftverk inte är ett effektivt sätt att minska risken för kollisioner med drivande fartyg. Den detaljerade planeringen i Swecos riskbedömningsrapport tyder på att risken från den havsbaserade vindkraftsparken Laine är acceptabel om riskreducerande åtgärder vidtas.

Effekterna av vindkraftverken på havsissituationen är för närvarande inte tillräckligt väl kända. Därför måste forskning bedrivas aktivt i ett brett samarbete mellan olika organisationer och stater. Utvecklingen av havsbaserad vindkraft är också ur ett internationellt perspektiv mycket viktig för produktionen av förnybar energi. Det räcker dock inte med simuleringar, utan det krävs också praktisk erfarenhet av driften. Samma slutsats gäller för den havsbaserade vindkraftsparkens effekter på radar i sjöfarten. Exempelvis kan ytterligare utredningar och simuleringar användas för att få säkerhet om radareffekterna, men det behövs också praktisk erfarenhet. På så sätt kan man utveckla riskhanteringen och ta fram nya lösningar även framöver.

Den projektansvarige har åtagit sig att göra nödvändiga kompletteringar av utredningarna avseende navigering i vattentillståndsskedet efter den motiverade slutsatsen i miljökonsekvensbedömningen. Förändringar i den kommersiella sjötrafiken simuleras till nödvändiga delar. I projektplaneringen utreds dessutom eventuell påverkan på radioutrustning som är viktig för navigering och trafikledning, såsom VTS-radar och trådlösa kommunikationsnät för sjöfarten, såsom VHF-radiokommunikation, radiolänkar och positioneringsutrustning såsom GPS och GNSS samt mobilnät, så att dessa påverkas så litet som möjligt. Dessutom kommer den mer detaljerade planeringen av sträckningarna för sjökablar/vätgasledningar att beakta, där så är lämpligt, till exempel de rutter, farleder och säkerhetsanordningar som används av sjöfarten. Resultaten av utredningarna kommer att i tillämpliga delar beaktas vid utformningen av projektet. Projektplanerna kommer att diskuteras med Traficom och finska Trafikverket, bland annat för att fastställa tillräckliga säkerhetsavstånd.

I riskbedömningsdokumentet för den havsbaserade vindkraftsparken Laine presenteras åtgärder för att lindra riskerna för sjöfarten i anslutning till vindkraftsparken Laine *(Sweco 2023b*, bilaga 6). De kan delas in i administrativa/organisatoriska och tekniska/fysiska åtgärder:

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Administrativa och organisatoriska åtgärder

Nödstoppsförfarande för vindkraftverk	Nödstoppsförfaranden ska tas fram och göras tillgängliga lokalt och på distans, till exempel från en driftcentral.
Förfaranden i händelse av en miljöolycka	Åtgärder och förfaranden för att lindra miljöolyckor och läckage ska tas fram.
Beredskapsplan för nödsituationer	En beredskapsplan ska upprättas och uppdateras regelbundet, så att den operativa organisationen kan förbereda sig för eventuella nödsituationer, t.ex. kollisioner.
Diskussion med sjöfartsbranschens intressenter	Aktörer inom sjöfartsbranschen som påverkar riskerna, såsom rederier som trafikerar området med passagerar- och tankfartyg, ska involveras i diskussionen om risker.
Sjöfartskoordinator	Havsbaserade vindkraftsparker bör ha en särskild sjöfartskoordinator som ansvarar för att övervaka och samordna alla aktörer till havs. Denna person ansvarar för att övervaka fartygstrafiken i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken med hjälp av verktyg som radar och AIS. Sjöfartskoordinatorn skulle också ansvara för att larma Finlands samordningscentrum för internationell räddningstjänst.
Riskanalys av byggandet	En kompletterande riskanalys genomförs för byggfasen.
Förfaranden för arbetsfartyg	Före byggandet tas fram förfaranden för säker navigering av arbetsfartyg. Dessa förfaranden tas fram i samråd med relevanta intressenter, såsom fartygstrafikservicen (VTS).
Medvetenhet	Informationen om anläggningen ska offentliggöras och lämnas till berörda parter i god tid innan byggandet av energiparken inleds eller energiparken tas ur bruk.
Ishantering	Fartygen kan behöva vänta på isbrytarassistans på en säker plats. Myndigheterna avgör när fartygen får passera genom vissa svåra områden på egen hand eller endast med hjälp av isbrytare. Dessa områden förändras tidvis när isförhållandena förändras.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Effektivisering av samarbetet inom samt samordningen och regleringen av vintertrafiken	Myndigheter och andra relevanta intressenter bör delta i dialogen om strategier för korrekt ishantering i Östersjön, t.ex. att förbättra isbrytarsamarbetet i Finland/Sverige, förberedelserutiner för isbrytare, samordning av fartyg och isbrytare, ankrings-/vänteplatser längre ut till havs där det inte finns någon risk för att driva mot en vindkraftspark, planering av sjötrafikrutter och förbättring av regler och bestämmelser för fartygshantering under isförhållanden.

Tekniska och fysiska åtgärder

Nödstoppsfunktion för vindkraftverk	Nödstoppsfunktionen ska vara tillgänglig lokalt och på distans, t.ex. från en driftcentral.
Utrustning för läckage	Underhållsfartyg ska ha utrustning för att fördröja och begränsa miljöfarliga läckage.
Visuell märkning	Säkerställ att vindkraftverken och plattformarna är märkta i enlighet med den tillämpliga lagstiftningen eller standarderna inom branschen.
Radio- och radarmärkningar	För att förbättra energiparkens synlighet ska i utvalda vindkraftverk genomföras märkningar för AIS och radarfyrar (racon).
Mistlur	Installation av mistlurar i alla vindkraftverk eller utvalda vindkraftverk.
Identifierare	Vindkraftverken ska märkas med en unik identifierare för att underlätta räddningsinsatser.
Åtgärder mot radarstörning (förlorat objekt)	Installation av referensbojar på etablerade fartygsleder och andra åtgärder för att minska risken för att förlora objektet är åtgärder som ska övervägas och beslutas om innan den slutliga utformningen av energiparken.
Navigeringsljus	Extra navigeringsljus i vindkraftsparken.
Virtuell farled	En definierad rutt nära en havsbaserad vindkraftspark där fartyg måste navigera när de närmar sig parken för att motverka dimmans effekt på sikten.
Placering	Ett mer regelbundet rutmönster där vindkraftverken står i raka rader skulle underlätta sök- och räddningsverksamheten och navigeringen i allmänhet inom den havsbaserade vindkraftsparken. Sök- och räddningsaktörer bör delta i diskussionen om placeringen.
Omfattningen och den exakta utformningen av de tekniska och fysiska åtgärderna fastställs i samband med beslut om den slutliga placeringen av parken. Ett undantag är en lindrande åtgärd, där en undersökning av potentiella radarstörningar genomförs i samband med parkens etablering för att avgöra om åtgärder behövs för att förhindra radarstörningar.	

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.11 Buller och vibrationer

SAMMANDRAG:

- Den sammantagna betydelsen av bullerpåverkan på land och ovan vatten under anläggningen av den havsbaserade vindkraftsparken bedömdes vara mycket liten på den svenska sidan eftersom trafiken på land och ovan vatten främst påverkar livligt trafikerade hamnområden i Finland, finska vattenområden och områden ganska långt från den närmast exponerade fritids-/bostadsbebyggelsen på den finska eller svenska sidan.
- Konsekvenserna av undervattensbuller från den havsbaserade vindkraftsparken under byggtiden bedömdes med hjälp av en beräkningsmodell som använde omfattande 3D-modellering av undervattensbuller, i synnerhet för bedömningen av pålningsbuller, även om grundläggningsmetoden för projektets kraftverk ännu inte har valts. I simuleringen för bedömningsarbetet antogs att om ett pålfundament väljs är det inte möjligt att utföra pålningen utan lindringsåtgärder. Den totala betydelsen av konsekvenserna bedömdes vara måttlig även gränsöverskridande, och det fanns inga stora skillnader mellan projektalternativen. De andra fundamentalternativen har dock inte lika stark bullerpåverkan (gravitationsfundament minst) och skulle sannolikt kräva mindre omfattande eller inga bullerdämpande åtgärder. I det här fallet är bullerpåverkan högst lika stor som bullret från pålningen, medan platsens känslighet förblir oförändrad.
- Konsekvenserna av undervattensbuller under drift genomfördes som en expertbedömning av akustiker och experter på havsmiljö, med hjälp av data från andra liknande projekt utomlands och mätningar av påverkan från vindkraftverk och bl.a. underhållstrafik.
- Konsekvenserna av undervattensbuller från uppförandet av den havsbaserade vindkraftsparkens elstationer eller centraliserade vätgasproduktion bedömdes för två olika placeringsalternativ. Om en vätgasproduktionsanläggning byggs i anslutning till vindkraftverken är dess bullpåverkan överlag mindre eftersom anläggningen inte anses ha några betydande konsekvenser i form av undervattensbuller på den finska eller svenska sidan. Däremot bedömdes undervattensbuller från en fristående anläggning ha måttlig påverkan, dvs. lika stor som när ett vindkraftverk byggs, och den kan sträcka sig till den svenska sidan.
- Betydelsen av bullerpåverkan ovan vattenytan när vätgasproduktionen byggs upp bedömdes vara liten eftersom konsekvenserna på sin höjd är lokala, det redan finns fartygstrafik i området och anläggningarna ligger långt från den närmast exponerade bebyggelsen i Finland eller Sverige.
- Bullerpåverkan ovan och under vattenytan vid anläggning av vindkraftsparkens sjökablar och vätgasledning bedömdes vara liten därför att arbetsfaserna genererar buller i liten omfattning och av progressivt slag, och det uppstår inga konsekvenser på den svenska sidan.
- Simuleringar gjordes av hur bullret från kraftverk i drift sprids ovan vattenytan. Resultaten visar att driftsbullret inte överskrider riktvärdena för den genomsnittliga ljudnivån LAeq för vindkraftsbuller utomhus och åtgärdsgränserna för lågfrekvent buller inomhus på de närmast exponerade platserna, dvs. bebyggelse i Finland eller Sverige. För VE1 visade beräkningarna dock att lågfrekvent buller vid finska kusten låg nära åtgärdsnivån, men att den ändå underskreds på alla frekvenser (inkl. 50 Hz). Beräkningen använder konservativa beräkningsvärden för ljudutsläpp samt ett säkerhetsvärde och tar inte hänsyn till den maskerande effekten av annat bakgrundsbrus vid blåsigt väder. Konsekvenser uppstår inte på de närmast exponerade platserna i Sverige.
- Utifrån expertbedömningen beräknades konsekvenserna av undervattensbuller från vindkraftsparken vara måttligt negativa under drifttiden, främst på grund av osäkerheten kring hur kraftverkens storlek påverkar ljudutsläppen och ljudutbredningsvägen från tornet till fundamenten under vattenytan. Den samlade effekten på fiskar och sälar ansågs dock vara liten på grund av de relativt låga ljudnivåerna, vilket även gäller för gränsöverskridande konsekvenser.
- I närheten av den havsbaserade vindkraftsparken Laine planeras en annan havsbaserad vindkraftspark (Kappa, i den svenska ekonomiska zonen), vars byggfas inte kommer att sammanfalla med den planerade byggfasen för Laine (2029–2031). Under byggtiden

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kommer därför ingen pålning att ske i de två projektområdena samtidigt och de kumulativa effekterna av dessa havsbaserade vindkraftsparker förväntas bli försumbara.

- De samverkande effekterna av övervattensbuller från Laine- och Kappa-projekten under driftstiden bedömdes här vara mycket låga, eftersom projekten (Kappa på den svenska sidan) ligger långt från kusten. Förändringen av medelljudnivån på den finska sidan är sannolikt obefintlig och förändringen av lågfrekvent buller liten, eftersom redan det lågfrekventa bullret från kraftverk längst bort i Laine-området dämpas betydligt innan det når kusten, där det finns exponerad bostads- och fritidsbebyggelse.
- Under anläggningsfasen (schaktning och eventuell sprängning och fartygstrafik) och under driftsfasen, beroende på grundläggningsmetod och typ av kraftverk, kan vindkraftverk också orsaka undervattensvibrationer genom vindkraftverkens ram, men dessa förväntas inte ha någon betydande inverkan på vattenlevande organismer varken i Finland eller Sverige.

9.11.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Vindkraftsprojektet till havs genererar buller ovan och under vattenytan, och bullernivån varierar avsevärt mellan olika faser av projektet (uppförande, drift, avveckling).

Vid uppförandet består bullret ovan och under vattenytan av buller från anläggandet av kraftverksfundament, sjökablar, havsbaserade elstationer, vätgasproduktionsanläggningar och -ledningar.

Under drifttiden består bullret ovan och under vattenytan av buller från kraftverk i drift samt från fartygstransporter vid underhåll av kraftverken och landtransporter av t.ex. reservdelar.

Konsekvensbedömningen av projektets buller gjordes både som expertarbete och med hjälp av matematiska modelleringar för att simulera bullerspridning både ovan och under vattenytan. Utöver konsekvensbedömningen utarbetades separata rapporter om beräkningarna av bullerspridning ovan och under vattenytan. Rapporten om buller ovan vatten är bilaga 20 till det nationella MKB-dokumentet. De närmaste platserna i Sverige påverkas inte av bullret ovan vatten. Innehållet i ovannämnda bilaga tas upp utförligt i detta dokument. Rapporten om simulering av undervattensbuller är bilaga 4 till detta material.

9.11.2 Bedömning av konsekvenser

9.11.2.1 Konsekvenser under byggtiden

Bedömningen av projektets bullerpåverkan bygger på matematisk modellering av buller ovan och under vatten samt på en expertbedömning. Modelleringen genomfördes med hjälp av olika simuleringsmetoder, där de nationella riktlinjerna endast omfattar simulering av utomhusbuller.

Undervattenssimuleringen utfördes som ett expertarbete med hjälp av lämplig simuleringsprogramvara för uppgiften. Konsekvensbedömningen av buller är uppdelad i konsekvenser under byggtiden (huvudsakligen konsekvenser av undervattensbuller) och konsekvenser under drift (konsekvenser både ovan och under vatten).

Havsbaserad vindkraftspark

Bullerkonsekvenserna på land och ovan vatten under byggandet av de havsbaserade vindkraftverken består av eventuell muddring, transporter av stenmaterial, transporter av komponenter och byggbuller. Undervattensbuller genereras av byggandet och uppförandet av kraftverksfundament och användningen av fartyg och lyftanordningar.

Det undervattensbuller som har störst miljöpåverkan på fisk och marina däggdjur under byggtiden kommer från anläggningsarbetet (t.ex. pålning) och fartygstrafiken (*Madsen et al. 2006*). Marina djur kommer sannolikt att störas allra mest av pålning för anläggning av fundament. Pålningsbullret kan leda till maskering

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

av kommunikationssignaler, undvikandereaktioner, tillfällig (TTS) och permanent (PTS) hörselnedsättning och i värsta fall akustisk skada på annan än hörselvävnad (*Madsen et al. 2006).* Dessutom kan pålningsbuller orsaka tillfällig förlust av livsmiljöer när marina däggdjur och fiskar migrerar någon annanstans. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

För havsbaserade vindkraftsparker är de vanligaste fundamenten stålpålar eller fackverksfundament bestående av 3-4 mikropålar, eftersom de är lätta att installera i grunda eller medeldjupa vatten. Det vanligaste sättet att förankra monopiles eller mikropålar i havsbotten är hydraulisk slagpålning (hamring), som orsakar intensivt undervattensbuller kännetecknat av en kortvarig och brant höjning av energinivån (*Madsen et al. 2006, Bellmann et al. 2020*). Intensiteten hos undervattensbullret som orsakas av pålning beror bland annat på pålens diameter. Den större diametern orsakar mer pålningsbuller *(Bellmann et al. 2009). (Niras 2023b, bilaga 4)*

Byggandet av den havsbaserade vindkraftsparken och dess funktioner kan innebära schaktning och sprängning under vatten, vilket kan leda till vibrationer i vattenmiljön genom mark och berggrund. Tiden byggandet pågår är dock begränsad och således blir konsekvenserna i sin helhet små.

Metoder för bedömning av undervattensbuller

Detaljerad simulering av undervattensbuller utfördes för att bedöma effekterna av undervattensbuller från pålningen. Programvaran DBSea 2.3.4 för simulering av undervattensbuller användes för att skapa en akustisk 3D-modell med hjälp av detaljerad information från djupkartläggning av området, havsbottens sedimentsammansättning, vattenmassans salthalt, temperatur- och ljudhastighetsprofiler samt andra källmodeller baserade på bästa tillgängliga information. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Simuleringen av undervattensbuller baseras på rekommendationer från det danska energiministeriet (*Energistyrelsen 2022*) samt National Marine Fisheries Service (NMFS) (*2018*) och Southall et al. (*2019*). Vid simulering av undervattensbuller simuleras den kumulativa ljudexponeringsnivån (selcum) för en påle under hela den beräknade pålningstiden (med antagandet att en påle per dag installeras) och de avstånd där permanent (PTS) och tillfällig (TTS) hörselnedsättning uppstår uppskattas försiktigt. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Vid simuleringen har man också tagit hänsyn till riktlinjerna i Vattenmodellprojektet (https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163809).

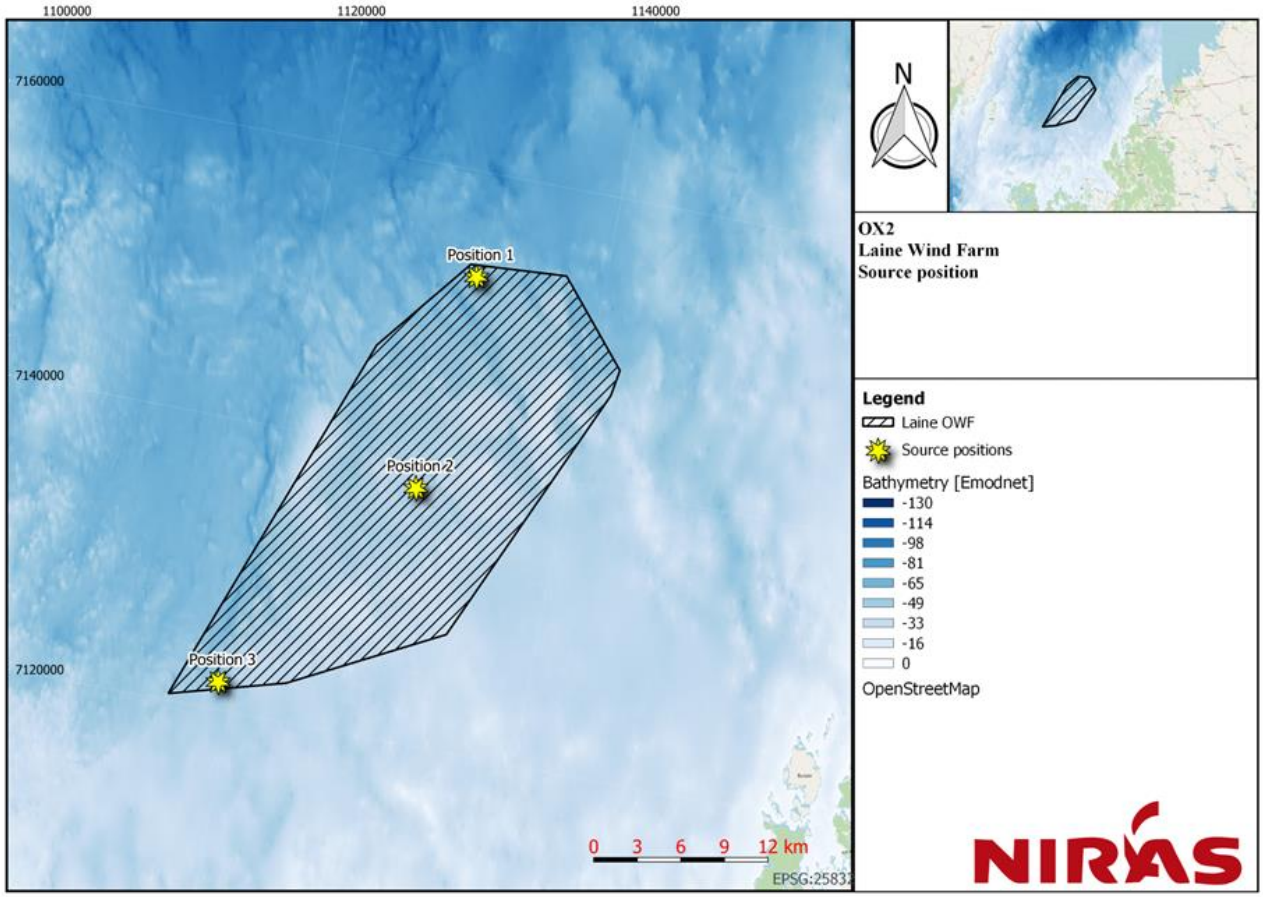
I beräkningarna antas det att en mjukstartsprocedur används. Då pålningsprocessen börjar utförs pålningsslagen med låg energi. Energin per slag ökar sedan successivt tills full energi används. I takt med ökad energimängd ökar det genererade bullret långsamt, vilket gör att marina djur kan förflytta sig från byggområdet innan bullret blir fysiskt skadligt för dem. Modellen antar också att djur som exponeras flyr undan bullret under pålningen. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Simulering av undervattensbuller gjordes för tre platser i området för den havsbaserade vindkraftsparken (se Figur 9-16). Platserna har valts för att representera den maximala förväntade utbredningen av undervattensbuller. Simuleringen gjordes för maj månad, som inom installationstidsramen är den sämsta möjliga tidpunkten med tanke på ljudets utbredning (månaden då ljudtransmissionen är som störst). *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Utsläpp av undervattensbuller beräknades för ett pålfundament (diameter 18 m) och ett förankrat fackverksfundament med 4 x 8 m mikropålar. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Buller från undervattenssprängningar har inte simulerats, utan deras konsekvenser har bedömts på expertbasis.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-16. Utvalda källplatser för simulering av ljudets utbredning (NIRAS 2023b, bilaga 4).

Installationsscenarierna baseras på ett realistiskt konservativt installationsförfarande i förhållande till den erforderliga hammarenergin (6000 kJ), antalet slag (10 400) och den tid som krävs för att slutföra pålningen samt en realistisk generaliserad mjukstarts-/intensifieringsfas. Pålinstallationsproceduren för båda fundamenttyperna omfattar en mjukstart (10 % av den maximala hammarenergin), en intensifieringsfas (20 % till 100%) och en konservativ uppskattning av installationens fulleffektfas vid 100 % hammarenergi. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Tabell 9-20 innehåller riktlinjer om tillfällig hörselnedsättning hos fiskarter. I tabellen representerar torsken fiskar som inte har en direkt koppling mellan simblåsan och innerörat, till exempel lax, nors och sik, som alla förekommer i projektområdet. Tabellen innehåller också gränsvärden för vävnadsskador och hörselnedsättning som medverkar till dödlighet hos fisk, rom och larver. Fiskarter som inte har simblåsa, dvs. främst demersala arter, är mycket mindre känsliga för buller, och man kan förvänta sig att de faktiska toleranströsklarna för demersala fiskar är högre än för pelagiska fiskar. På grund av de mycket begränsade uppgifterna om gränsvärden används dock i denna analys tröskelvärdena för de minst toleranta fiskarterna för alla arter, inklusive demersala fiskarter. *(Niras 2023b, bilaga 4)*

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 9-20. Ovägda tröskelvärden för fisk (tillfällig (TTS) och permanent (PTS) hörselnedsättning) (Andersson et al. 2016, Popper et al. 2014).

Art	Simhastighet [m/s]	Artspecifika oviktade gränsvärden (impulsbuller)	
		$L_{E,cum,24h,painottamaton}$	
		TTS [dB]	Skada (PTS) [dB]
Stationär fisk*	0	186	204
Juvenil torsk	0,38	186	204
Vuxen torsk	0,9	186	204
Strömming	1,04	186	204
Larver och rom	-	-	207
* Fiskar som inte flyr bullerpåverkan			

Baserat på den senaste vetenskapliga litteraturen rekommenderas det att $L_{E,cum,24h}$- och frekvensvägning används vid bedömning av TTS och PTS hos säldjur. Det finns inga kvantitativa uppgifter tillgängliga om undvikandebeteende och påverkansområden för sälar som utsätts för pålningsbuller, och det enstaka antalet befintliga studier pekar i olika riktningar. Som en försiktighetsåtgärd antas att sälar kommer att reagera på undervattensbuller från pålning på samma avstånd som tumlare, fastän detta troligtvis är ett konservativt sätt att se på saken. Den beteendemässiga gränsen för tumlare (103 dB $L_{p,125ms}$ VHF-viktad) används alltså även för sälar. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Tabell 9-21. Artspecifika viktade gränsvärdeskriterier för sälar (tillfällig (TTS) och permanent (PTS) hörselnedsättning). Detta är en reviderad version av NOAA:s tabell AE-1, som lyfter fram viktiga arter på projektområdet. (NOAA 2018)

Art	Artspecifika viktade gränsvärden (annat än impulsbuller)		Artspecifika viktade tröskelvärden (impulsbuller)		
	$L_{E,cum,24h,xx}$		$L_{E,cum,24h,xx}$		$L_{p,125ms,VHF}$
	TTS [dB]	PTS [dB]	TTS [dB]	PTS [dB]	Beteende [dB]
Säl (PCW)	181	201	170	185	103

Gränsvärdena för annat än impulsbuller tillämpas på kontinuerligt buller (t.ex. fartygsbuller), och även om impulsbuller förväntas övergå till kontinuerligt buller på längre avstånd från källan, förväntas denna förändring inte ske på de avstånd där permanent eller tillfällig hörselnedsättning potentiellt kan uppstå till följd av dessa åtgärder. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Beräkningsresultat för undervattensbuller från pålning

Högst 150 fundament kommer att installeras sammanlagt på området för den havsbaserade vindkraftsparken. Den totala installationstiden för en enda påle i ett fundament är cirka en dag, varav själva pålningen beräknas ta uppskattningsvis sex timmar. Installationen av fackverksfundament inkl. mikropålar beräknas ta lika lång tid. Den totala installationstiden för fundamenten är därför cirka 5 månader. Dessutom kan installationstiden bli längre, till exempel på grund av dåliga väderförhållanden, vilket innebär att pålning inte kan utföras varje dag. *(Niras 2023b* , bilaga 4)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine är olämpligt eller bedöms vara ofördelaktigt som lekområde för de flesta arter som nyttjar det. Strömming, siklöja, sik, tånglake, tobis och hornsimpa kan i viss utsträckning leka i de grunda delarna av parkens område, men troligen i begränsad omfattning jämfört med arternas huvudsakliga lekområden närmare kusten eller i saltare vatten längre söderut. Området är olämpligt som lekområde för de flesta fiskarter på grund av bristen på lämpliga bottnar, djupet och de låga vattentemperaturerna.

Flera arter, som sik, sik, nors, lax och siklöja, nyttjar vindkraftsparkens område för födosök och i viss utsträckning som vandringskorridor. Betydelsen av vindkraftsparken Laines område som lekområde för fisk bedömdes därför som liten, medan dess betydelse som födosöksområde och vandringskorridor för fisk bedömdes som liten eller måttlig.

Fiskar

De värsta konsekvenserna av pålningsrelaterat undervattensbuller (PTS, permanent hörselnedsättning, dvs. skada) uppstår hos individer i pålningsarbetets omedelbara närhet. Avståndet är mindre än 100–1100 meter för fisk och mindre än 650 meter för rom och larver (Tabell 9-22). Dessutom kommer de flesta fiskar att fly längre bort från tryckkällan och återvända när bullret har upphört, och drabbas eventuellt bara av en tillfällig hörselnedsättning som återhämtar sig med tiden (*Monroe et al. 2015, Smith et al. 2004*). Påverkansavståndet för tillfällig hörselnedsättning (TTS) för fisk är 5,9–17,9 km från bullerkällan, beroende på fiskart. Risken för permanent hörselnedsättning (PTS) eller dödlighet för ett stort antal fiskar anses vara obetydlig på grund av de korta påverkansavstånden (< 100–1100 m) och eftersom man använder en mjuk start-/intensifieringsprocedur som ger fiskarna tid att förflytta sig utanför påverkansavståndet. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Tabell 9-22: Gränsvärden för påverkansavstånd för fiskar vid användning av DBBC (dubbel bubbelgardin) för bullerdämpning för en 18 m monopile under den sämsta månaden, dvs. maj.

Läge	**Avståndets förhållande till gränsvärdet**		
	Skada (r_{vamma})		TTS (r_{TTS})
	Fiskar	Larver och rom	Fiskar
1	<100–975 m	525 m	6,9–11,5 km
2	< 100–1100 m	650 m	9,4–17,9 km
3	<100–875 m	525 m	5,9–13,9 km

Nära pålningskällan utanför det område som orsakar skador, men där undervattensbullret ändå är högt, utlöser trycket en undvikandereaktion, vilket leder till att unga och vuxna fiskar flyr trycket och eventuellt endast drabbas av tillfälligt hörselnedsättning (TTS). Fiskarna utnyttjar Laines vindkraftsområde i måttlig utsträckning jämfört med andra havsområden, men endast i liten utsträckning jämfört med kustområdena. Naturtyperna i omgivande områden understöder samma arters liv, i de flesta fall med högre täthet än i området för den havsbaserade vindkraftsparken. Känsligheten bedömdes därför vara låg. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Betydelsen och omfattningen av påverkan från pålningsbuller bedömdes vara måttligt negativ på grund av de relativt korta avstånden (upp till 17,9 km). Undervattensbullret från installation av pålar i projektområdet för havsbaserade vindkraftsparken Laine bedöms överlag ha små konsekvenser för fisk, och påverkar inte fiskbestånden på kort eller lång sikt (tabell 4.2 i bilaga 4). *(Niras 2023b*)

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Marina däggdjur

Simuleringsresultaten visar att om sälar befinner sig på ett avstånd av mindre än 100 m och 200 m från pålningsplatsen, när pålningen utförs med ett bullerdämpningssystem som motsvarar en dubbel bubbelgardin (DBBC) och med en mjukstarts- och intensifieringsfas, kan de också på de nämnda avstånden utsättas för permanent (PTS) och tillfällig (TTS) hörselnedsättning (Tabell 9-23). På grund av de mycket korta påverkansavstånden är risken för tillfällig hörselnedsättning (TTS) hos sälar mycket begränsad och risken för permanent hörselnedsättning nästan obefintlig. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Som en försiktighetsåtgärd antas att sälar kommer att reagera på undervattensbuller från pålning på samma avstånd som tumlare (7,45 km i den aktuella modelleringen). Både vikare och gråsälar kan förekomma i området för den havsbaserade vindkraftsparken. Avståndet från parkens område till närmaste landstigningsområde för vikare och gråsälar är över 20 km, och området anses inte vara särskilt viktigt som födosöksområde för någon av arterna. På vindkraftsparkens område kan det förekomma reproducerande vikare och gråsälar, men de finns där bara på våren i mars-april om istäcket är tillräckligt tjockt. Det förväntas inte vara möjligt att installera fundamenten under perioder då havsis har bildats på området, och därför orsakas inte heller några störningar för vikare. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Risken för att sälarna skulle drabbas av permanent (PTS) eller tillfällig (TTS) hörselnedsättning bedömdes vara obefintlig på grund av de mycket korta påverkansavstånden (mindre än 200 m). *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Beteendemässiga reaktioner på undervattensbuller kan variera från små förändringar i aktivitetsnivå till flyktreaktioner där individer undviker området helt och hållet. Sälarnas känslighet för beteendeeffekter bedömdes som måttlig, eftersom det förväntas att sälarna i viss utsträckning undviker influensområdet. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Teoretiskt tar det cirka 5 månader att påla fundamenten (effektivt arbete) med ett antagande om installation av ett fundament per dag utan pauser och 6 timmars pålning per dag. Som nämnts är dock den totala installationstiden för fundamenten mer än 5 månader. Varaktigheten av den tillfälliga förlusten av livsmiljöer och beteendemässiga undvikande reaktioner anses dock vara kortvarig för båda arterna, eftersom sälarna kan återvända till området efter installationen av fundamenten. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Baserat på modelleringen orsakar installation av fackverksfundament de längsta påverkansområdena för sälar, och den följande bedömningen av sälar baseras på det buller som genereras av den installationen. De resultat som använts för att bedöma konsekvenserna för sälar visas i tabell (Tabell 9-23). I den akustiska modelleringen antas att marina däggdjur i närheten rör sig bort från undervattensbuller under pålning, och en simhastighet på 1,5 m/s antas, vilket förmodligen är en konservativ uppskattning för båda sälarterna. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Tabell 9-23: Påverkansavståndens gränsvärden för fiskar när DBBC (dubbel bubbelgardin) används för fackverksfundament med 4 st. 8 m mikropålar under den sämsta månaden, dvs. maj (PTS permanent hörselnedsättning, TTS tillfällig hörselnedsättning).

Läge	**Avståndets förhållande till gränsvärdet**			
	PTS (r_{PTS})	TTS (r_{TTS})	Undvikande- ($r_{käytt.}$)	Påverkansområde (undvikande beteende)
	Säl	Säl	Sälar	Sälar
1	<100 m	<200 m	7,45 km	122 km^2
2	<100 m	<200 m	6,05 km	82 km^2

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Läge	Avståndets förhållande till gränsvärdet			
	PTS (r_{PTS})	TTS (r_{TTS})	Undvikande- ($r_{käytt.}$)	Påverkansområde (undvikande beteende)
	Säl	Säl	Sälar	Sälar
3	<100 m	<200 m	6,05 km	63 km^2

Storleken och omfattningen av påverkan från pålningsbuller bedömdes vara något negativ, på grund av de relativt korta avstånden och det faktum att det influensområdet inte är ett viktigt födosöksområde för östersjövikare eller gråsälar. Influensområdet är en relativt liten del av deras habitat, och effekterna på det är tillfälliga. Detta innebär att sannolikheten för beteendemässiga undvikande reaktioner är låg. Sammantaget bedöms konsekvenserna för sälar av undervattensbuller från pålning i projektområdet för vindkraftsparken Laine vara små och inte påverka sälbestånden på kort eller lång sikt (tabell 4.3 i bilaga 4). *(Niras 2023b*)

Under byggandet och det operativa underhållet av vindkraftsparken kan man förvänta sig en ökning av fartygstrafiken med både små och stora fartyg på och i närheten av Laines projektområde. Hur undervattensbullret sprids i det omgivande vattnet beror på bullrets frekvens, den omgivande miljön (t.ex. temperatur, salthalt och djup) och andra faktorer som t.ex. drifthastighet, fartygsstorlek, last etc. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Energiöverföringsrutter

Under byggtiden för sjökabel- och/eller vätgasledningssträckningen genereras buller i havsområdet också av rörläggningsfartyg, där bullret är progressivt ljud från havsgående fartyg och de främsta ljudkällorna är huvudmaskiner, rörläggningsutrustning, generatorer, luftintag och ventilation, propellerns kavitation och vibrationer samt hydrodynamiskt undervattensbuller från fartygsrörelser. Buller leds i vattnet antingen genom luft eller genom vibrationer från bottenstrukturen.

Där vätgasledningen och sjökablarna går i land kan buller orsakas av bergborrning och utgrävning på land eller på havsbotten i landföringsområdet. En av de planerade landföringsplatserna för vätgasledningen i Laine-projektet finns vid industriområdet på Alholmen i Jakobstad, där bullret under byggtiden blandas med annat buller från industriområdet.

Vätgasproduktion

Buller under uppbyggnaden av vätgasproduktionen beror på valet av produktionsmetod (fristående centrala stationer eller decentraliserat i nedre delen av vindkraftverken) och det valda grundläggningsalternativet. Bullerpåverkan under den tid då en fristående station byggs kan i huvudsak riktas under vattnet beroende på grundläggningsmetod. Störst bullerpåverkan kan uppstå om grundläggningen görs med pålar som slås ner i havsbotten. I detta fall kan undervattensbullret från pålningen motsvara bullret från pålning av ett vindkraftverksfundament, vilket förmodligen skulle kräva bullerbegränsningsåtgärder. Med fackverksfundament kan påverkan bli mindre eller lika stor, men med mindre omfattande begränsningsåtgärder. Under byggtiden kommer bullret ovan vatten att vara mindre än undervattensbullret på grund av områdets stora avstånd från kusten, vilket troligtvis dämpar bullerpåverkan avsevärt innan den når exponerad bostads- och fritidsbebyggelse. Eftersom det alltid finns en viss impulsivitet i bullret under byggtiden kan det färdas längre än det stabila buller som genereras under driften.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Elstationer

Bullerpåverkan under den tid då en fristående elstation anläggs till havs kan i huvudsak rikta sig under vatten beroende på grundläggningsmetod. Störst bullerpåverkan kan uppstå om grundläggningen görs med pålar som slås ner i havsbotten. I detta fall kan undervattensbullret från pålningen motsvara bullret från pålning av ett vindkraftverksfundament, vilket förmodligen skulle kräva bullerbegränsningsåtgärder. Med fackverksfundament kan påverkan bli mindre eller lika stor, men med mindre omfattande begränsningsåtgärder. Under byggtiden kommer bullret ovan vatten att vara mindre än undervattensbullret på grund av områdets stora avstånd från kusten, vilket troligtvis dämpar bullerpåverkan avsevärt innan den når exponerad bostads- och fritidsbebyggelse. Eftersom det alltid finns en viss impulsivitet i bullret under byggtiden kan det färdas längre än det stabila buller som genereras under driften.

Undervattensbuller och vibrationer från sprängning

Anläggningen av den havsbaserade vindkraftsparken och energiöverföringen kan eventuellt innebära schaktning och sprängning under vatten, vilket kan leda till vibrationer i vattenmiljön genom mark och berggrund.

Storleken på de vibrationer som uppstår vid sprängning påverkas mest av den momentana (samtidigt exploderande) sprängämnesmängden. Dessutom påverkas de vibrationer som uppstår av olika sprängtekniska omständigheter, såsom sprängämnets typ, borrnings- och tändningsriktning, användning av förladdning och val av tändsystem. Vibrationernas storlek påverkas också starkt av bergets och markgrundens struktur, deras fuktighet och temperatur samt topografin. På hård grund (till exempel fast berg och morän) dämpas vibrationer snabbt.

Vid sprängning uppstår en spänningsvåg i berget som ger upphov till vibrationer. Vibrationen kan beskrivas med dess svängningshastighet (mm/s) och frekvens (Hz). Närmare sprängplatsen kan svängningshastigheten beroende på förhållandena överstiga nivån 100 mm/s. På platser längre bort blir vibrationen ofta en tiondel av detta, eftersom spänningsvågen förlorar energi när avståndet ökar. Vibrationsfrekvensen på korta avstånd är cirka 50–220 Hz men minskar när avståndet ökar.

Allmänt sett kan vibrationerna vara skadliga för konstruktioner och känslig utrustning samt störande för människor och djur. Uppkomsten av skador på byggnader beror inte enbart på vibrationernas styrka utan även konstruktionens egen vikt, skick och andra egenskaper påverkar konstruktionens vibrationstålighet. Utrustning som är känslig för vibrationer är till exempel datorer, mikroskop och mätapparater som kan skadas eller gå sönder av vibrationer. I praktiken sträcker sig risken för att konstruktioner och apparater ska skadas som en följd av schaktningsvibrationer cirka 50–100 meter fågelvägen från schaktningen. Människor upplever vibrationer individuellt. Enligt forskningsinstitutet Bureau of Mines i USA kan människan förnimma vibration när dess svängningshastighet är 2–10 mm/s. Vibrationer med svängningshastigheter över 20 mm/s upplevs ofta som störande.

Generellt sett kan vibrationer vara störande för djur i yttre havsområdet. Vibrationseffekten som orsakas av sprängningar vid schaktning är kortvarig till sin karaktär. Vibrationerna från en sprängning varar i allmänhet några sekunder i taget. Vibrationen kan i allmänhet förnimmas på 500 meters avstånd från sprängplatsen när sprängningarna görs kontrollerat. Energiöverföringsrutterna är på vissa ställen närmare än 500 meter från de närmaste objekten som kan störas, dvs. från bebyggelse. Om schaktning är nödvändig på dessa platser kommer vibrationspåverkan att begränsas genom sprängningstekniker så att de vibrationer som genereras inte stör boendetrivseln eller skadar konstruktionerna. Byggandet har dock en begränsad tidsrymd för ett enskilt objekt och sammantaget blir konsekvenserna därmed små. Området för den havsbaserade vindkraftsparken ligger väldigt långt från de närmaste objekten som kan störas, som t.ex. bostäder.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Muddring och deponering av sediment

Som med alla undervattensljudkällor varierar källnivån för muddring och kan påverkas av många faktorer, t.ex. vilken typ av sediment som muddras, vattendjup, salthalt i havsvattnet och säsongsbetonade fenomen som temperaturskiktning (förekomst av termoklin) (*Robinson et al. 2014, Jensen et al. 2000*). Dessa faktorer påverkar också utbredningen av ljudet från muddringsverksamhet och påverkar utöver befintligt omgivningsljud det avstånd på vilket ljuden från mudderverket kan observeras (*Jensen et al. 2000, Reine et al. 2014*). Olika typer av mudderverk avger också olika ljudnivåer, som varierar ytterligare beroende på vilken aktivitet som utförs *(Reine et al. 2014, Reine et al. 2012*).

Muddring orsakar kontinuerligt bredbandigt buller och ljudtrycksnivån är i samma kategori som allmän sjöfartstrafik. Största delen av ljudenergin finns på de låga frekvenserna under 500 Hz. Bullerutsläppen från muddring varierar mellan 160 och 180 dB (re 1µPA) på ett avstånd av en meter från ljudkällan *(Meriläinen & Lindfors 2018).*

9.11.3 Konsekvenser under driftstiden

Bullerkonsekvenser av vindkraftverkens drift uppstår av aerodynamiskt och mekaniskt buller, som är de lägsta av de bullernivåer som behandlats i denna bedömning. Studier av andra havsbaserade vindkraftsparker har visat att de kumulativa bullernivåerna som genereras av flera vindkraftverk i drift ligger långt under bullernivåerna i områden med höga nivåer av fartygsbuller och höga vindhastigheter (*Niras 2023b,* bilaga 4). Detta bedömdes också vara fallet i området för den havsbaserade vindkraftsparken Laine. Vindkraftverksbullrets karaktär och intensitet innebär att det sannolikt kommer att upptäckas av ljudkänsliga pelagiska fiskar som skarpsill och sill. Det finns dock inget som tyder på att dessa fiskar skulle reagera med en beteendeförändring och fly eller söka sig någon annanstans. Som ett resultat av detta bedömdes bullret under drift medföra högst försumbara konsekvenser för fiskar och sälar i området.

Projektet har inte genomfört en separat simulering av undervattensbuller under drift. Som beskrivits ovan överstiger nivån på det kumulativa miljöbullret bullret från vindkraftverken. Buller under drift förväntas inte påverka fiskars eller sälars beteende i närheten av kraftverken, där bullernivåerna är som högst. Simulering av buller under drift är inte väletablerat, till exempel i grannländer som Danmark eller Sverige, och simulering utförs ibland i enskilda fall för särskilda, projektspecifikt känsliga platser eller konsekvenser. Simulering av undervattensbuller för driftsbuller bör göras på platsspecifik basis (till exempel med fokus på en viss art), eftersom olika arter och platser har olika känslighet för buller exempelvis när det gäller frekvens, och allmän simulering ger därför inte sådan information. Om projektet identifierar ett behov av simulering under drift, till exempel för en specifik plats eller för en mer detaljerad analys, kan detta vid behov utföras i samband med projektets fortsatta tillståndsprocess.

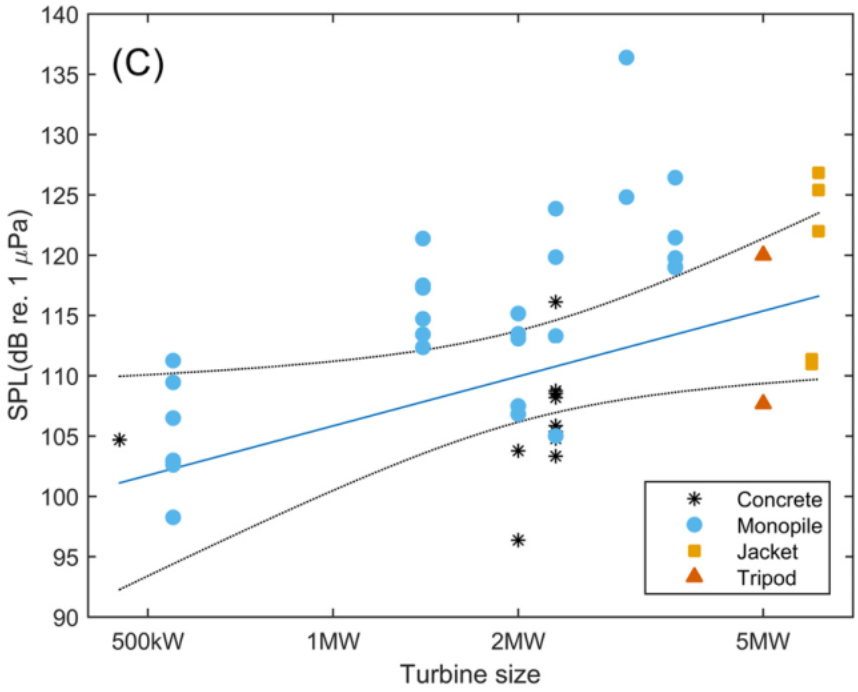
Havsbaserad vindkraftspark, undervattenspåverkan

Undervattenskonsekvenserna av kraftverk i drift består av ljud från vingarna och maskineriet som fortplantas ned under vattnet längs tornet och fundamentet. Maskineriet omfattar generator, eventuella växlar, elektrisk utrustning, utrustning för luftkonditionering/kylning och andra motorer som används för att positionera tornet och vingarna.

Vindkraftsbullret som förs vidare av kraftverksstommen är lågt och motsvarar ofta exempelvis fartygstrafikens undervattensbullernivåer flera hundra meter från fartygsleden. Konstruktionen av kraftverkets fundament har dock en betydande inverkan på överföringen av stomljud under vattnet beroende på grundläggningsmodell. Minst buller av dessa orsakar gravitationsfundament, där andelen för stomröret som överför stomljud normalt är lägst av alternativen. Beroende på vindkraftverkens modell och väderförhållanden kan det dock förekomma betydande smalbandighet på vissa platser, vilket kan bidra till påverkan från undervattensbuller. Dessutom är frekvensen på stomljudet ofta under 1000 Hz (*Tougaard et al. 2020*).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

I ett forskningsprojekt mättes vindkraftsbuller under vattnet från 14 olika havsbaserade vindkraftsparker med olika grundläggningsmetoder, och i regel låg ljudnivåerna cirka 10–20 dB under nivån för fartygstrafik på samma avstånd *(Tougaard et al. 2020).* I bullret observerades smalbandighet i frekvenserna 14 Hz – 400 Hz, där den typiska dominerande frekvensen låg under 200 Hz. Kraftverken i mätningen var dock mindre än 7 MW (200 kW – 6,15 MW) och äldre, så resultaten är inte helt jämförbara med större och nyare generationers kraftverk. Från mätdata kunde man göra en grov linjär korrelation av ljudnivån på 100 meters håll, se Figur 9-17 *(Tougaard et al. 2020)*.



Figur 9-17. Den anpassade regressionskurvan (blå) och variationsintervallen (svarta linjer) som visas på bilden för mätningsresultaten av ljudnivå normaliserade till 100 m från kraftverket. Svart är gravitationsfundament, blått är pålfundament, gult är fackverksfundament (fyr ben) och orange är ett trebent fundament med fackverkskonstruktion. (Tougaard et al. 2020).

På basis av den allmänna regressionskurvan (blå) på bilden ovan kan man grovt uppskatta att ljudnivån 100 meter från ett kraftverk på ca 25 MW under drift kan ligga på 155–160 dB (re 1µPa) vid kraftverkets märkeffekt, vilket är samma nivå som bullernivån från aktiva fartygsleder på ett avstånd av ca 300–500 meter när fartyget passerar observationspunkten. Detta är dock bara en mycket grov uppskattning av ljudnivån från ett enda kraftverk, så den kumulativa ljudnivån genereras av alla kraftverk i vindkraftsparken. Skalan innehåller dock betydande osäkerheter, eftersom ökningen av kraftverksstorleken inte nödvändigtvis korrelerar linjärt med ökningen av turbinstorleken, utan också kan följa den lägre regressionskurvan på skalan.

Under byggandet och det operativa underhållet av vindkraftsparken kan man förvänta sig en ökning av fartygstrafiken med både små och stora fartyg på och i närheten av Laines projektområde. Hur undervattensbullret sprid i det omgivande vattnet beror på bullrets frekvens, den omgivande miljön (t.ex. temperatur, salthalt och djup) och andra faktorer som t.ex. drifthastighet, fartygsstorlek, last etc. Det förväntas att både små och snabba båtar liksom större, långsammare fartyg används i området.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

På området för vindkraftsparken finns det redan nu fartygstrafik och området ligger i den omedelbara närheten av eller vidrör huvudlederna i Bottniska viken och Kvarken. Därför förväntas det höras i huvudsak lågfrekvent fartygsbuller på Laines projektområde. Baserat på data från BIAS-projektet uppskattades undervattensbullernivån uppmätt vid 500 Hz vara över 85–95 dB re 1uPa i de centrala delarna av vindkraftsområdet (50 % av tiden), särskilt under vintersäsongen, då ljudet tenderar att färdas längre än under sommarsäsongen. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Den havsbaserade vindkraftsparken Laine gränsar till och överlappar huvudfarlederna i Bottniska viken. Således domineras området redan av fartygstrafik som genererar undervattensbuller, och fiskarna i området har sannolikt redan anpassat sig till en viss mängd undervattensbuller. Området för vindkraftsparken Laine har sparsamt med fisk och det nyttjas relativt lite av fiskar, och både pelagiska och demersala fiskar har låg känslighet för undervattensbuller från fartygstrafik. Sammantaget bedömdes konsekvenserna av undervattensbuller från fartygen vara små när det gäller fisk, och bullret påverkar inte populationerna varken på kort eller lång sikt. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

Störst påverkan kommer fartygsbuller förmodligen att ha på sälar och deras beteende. Det kan till exempel orsaka förändringar i deras födosöksmönster i närheten av fartyg. Sälarnas känslighet för fartygsbuller bedömdes här dock vara låg, eftersom effekten på deras beteende är begränsad och mycket kortvarig. Området har inte bedömts vara ett viktigt födosöksområde för vikare eller gråsälar, och undvikande reaktioner förväntas endast i fartygens omedelbara närhet. Sammantaget bedömdes konsekvenserna av undervattensbuller från fartyg i Laines projektområde vara små för sälar, och bullret påverkar inte bestånden på kort eller lång sikt. *(Niras 2023b*, bilaga 4)

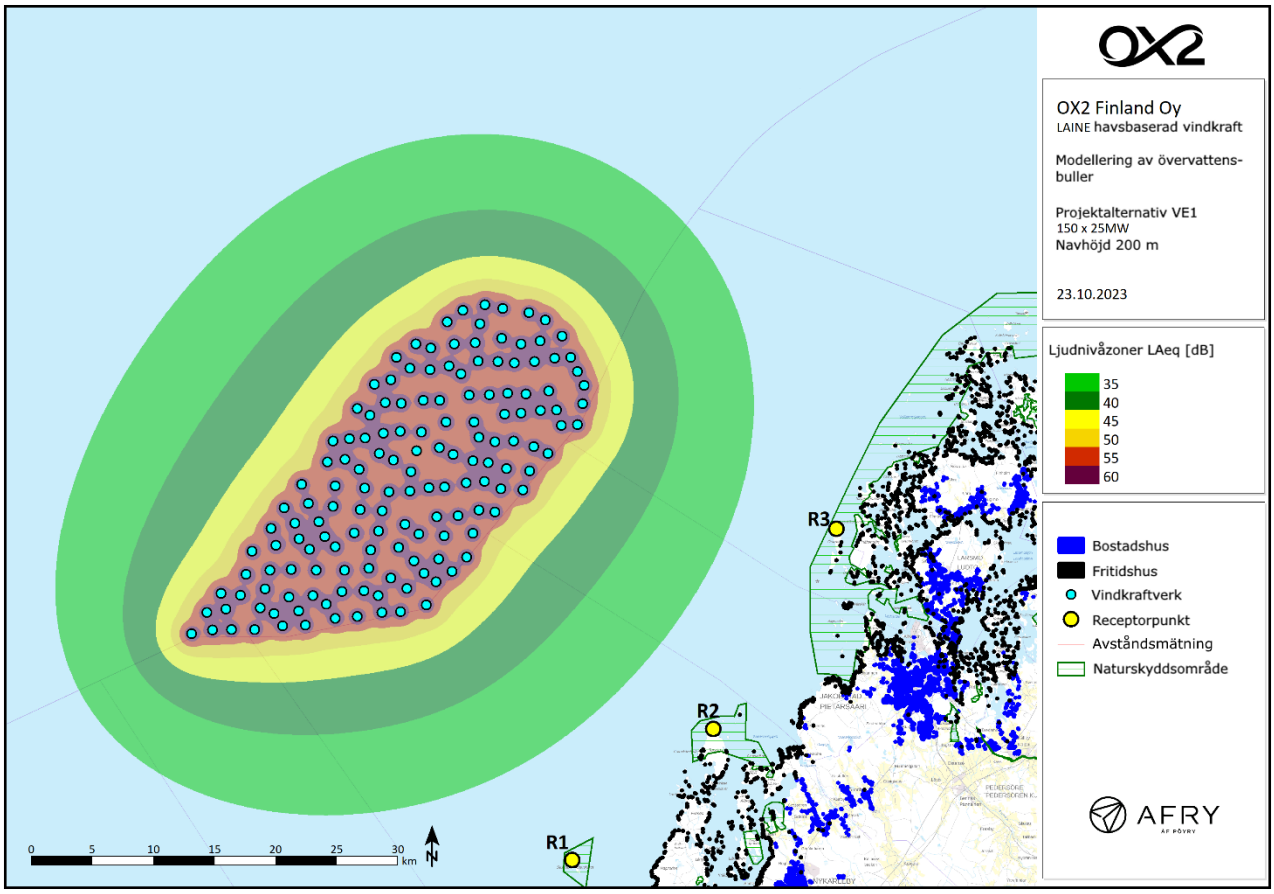
Beroende på grundläggningsmetod och typ av kraftverk kan vindkraftverk också orsaka undervattensvibrationer genom vindkraftverkens ram. På havsbottnen dämpas vibrationspåverkan i kraftverkens omedelbara närhet. Vibrationerna har inga konsekvenser för de närmaste objekten som kan störas.

Havsbaserad vindkraftspark, bullerpåverkan ovan vattenytan

Spridningen av buller ovan vatten från kraftverken i Laine VE1 och VE2 visas i bullerkartorna (Figur 9-18 och Figur 9-19). Resultaten av beräkningarna av lågfrekvent buller för de närmast utsatta objekten visas med en schematisk bild i nästa kapitel.

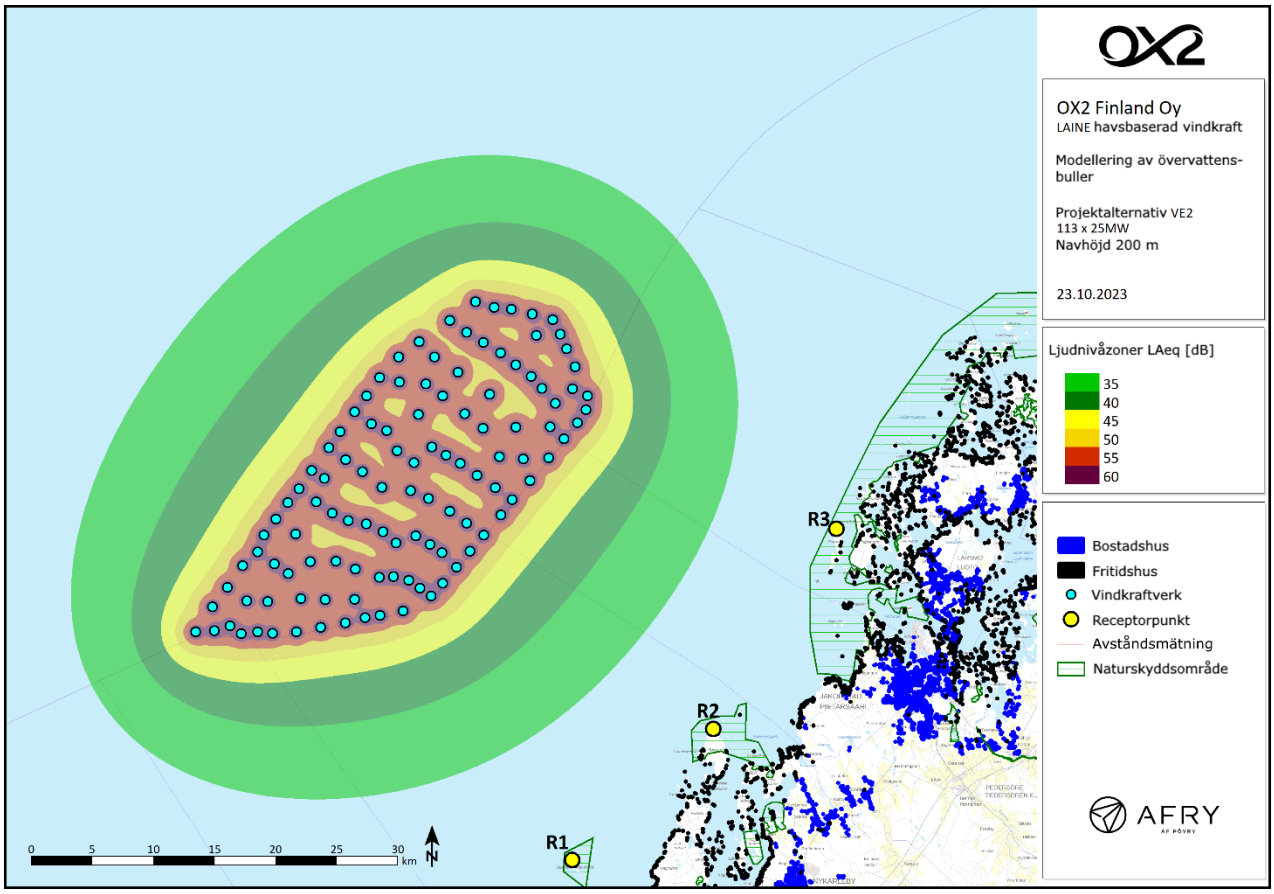
Resultaten för bullersimuleringens LAeq genomsnittliga ljudnivåer har beräknats upp till 35 dB-zonen. Figuren nedan visar bullerspridningskartan för VE1 vid medelljudnivå LAeq med bullerzoner. Bullerzonerna visas med 5 dB intervall, där den mörkgröna zonens gräns motsvarar en LAeq-nivå på 40 dB och den ljusgula zonens gräns motsvarar en nivå på 45 dB.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-18. Spridningskarta för buller ovan vattenytan enligt simulering, 150 kraftverk, VE1.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-19. Spridningskarta för buller ovan vattenytan enligt simulering, 113 kraftverk, VE2.

Förutom bullerspridningskartorna visar tabellen intill resultaten från receptorpunkterna för de närmast exponerade objekten på land (Tabell 9-24). Platserna för receptorpunkterna visas på kartorna ovan. De utvalda objekten har betecknats som fritidsbostäder i Lantmäteriverkets kartmaterial.

Tabell 9-24. Resultat av bullerberäkningen på land och ovan vatten vid tre olika receptorpunkter

Receptor-punkt	X	Y	Höjd [m]	LAeq VE1 [dB]	LAeq VE2 [dB]
R1	259427,2	7053285,7	4	30	29
R2	270961,7	7064005,7	4	31	30
R3	281048,9	7080377,3	4	30	29

På basis av beräkningarna av bullerspridning utomhus kommer riktvärdet nattetid på 40 dB för vindkraftsbuller inte att överskridas, trots de ganska konservativa ljudutsläppsvärdena för kraftverken. Till sin påverkan är VE2 cirka 1 dB lägre än VE1. Resultaten representerar det rena bidraget från vindkraftsbuller

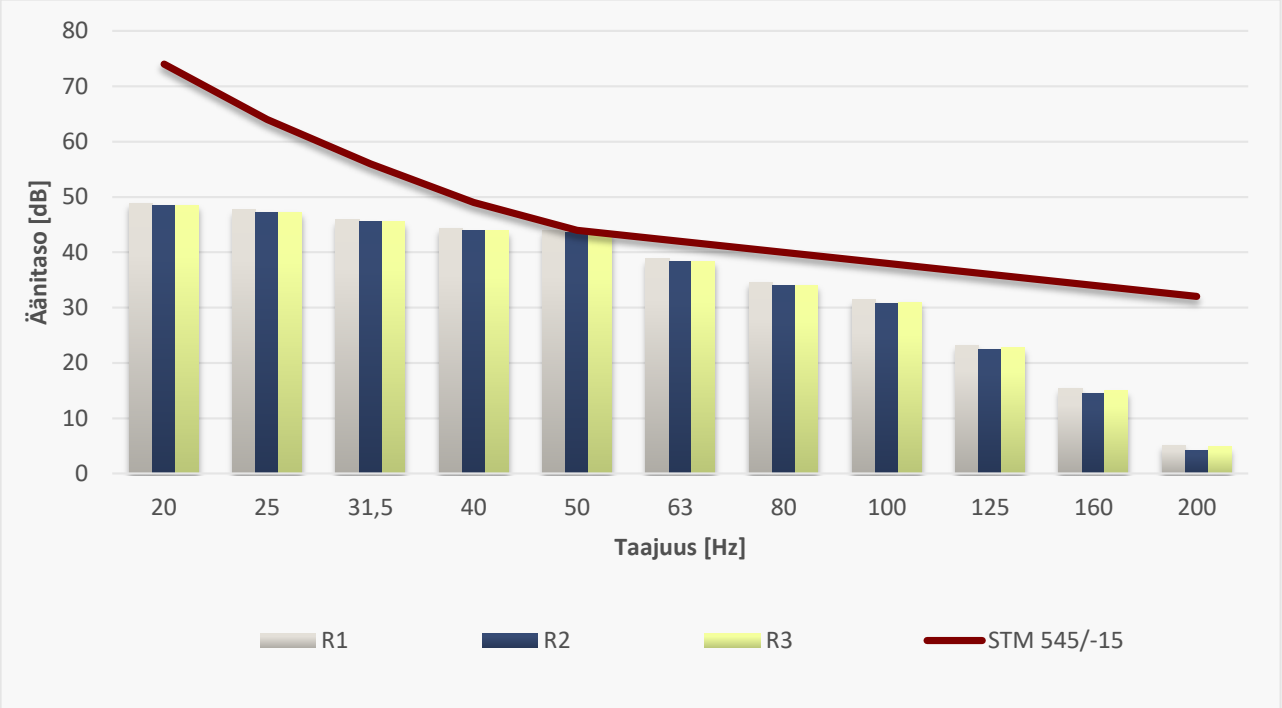
Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

och inkluderar inte det bakgrundsbrus som bidrar till maskeringseffekten, som är särskilt närvarande på stränderna mot öppet hav i kustområdet och där finns också de närmaste utvalda receptorpunkterna.

Vindbrus i till exempel trädbeståndet är till sitt frekvensband bredbandigt och beroende av vindriktning, trädart, årstid och vindhastighet. Ljudnivån för bruset från ett trädbestånd kan empiriskt stiga till över 60 dB med vindhastigheten på mäthöjden 1,5 meter (*Halstead & Tam 2019*). På samma sätt kan ljudnivåer på över 75 dB uppstå på nära håll när en våg bryts, mycket beroende på vågens och den mötande landytans storlek och form (*Bolin 2012*).

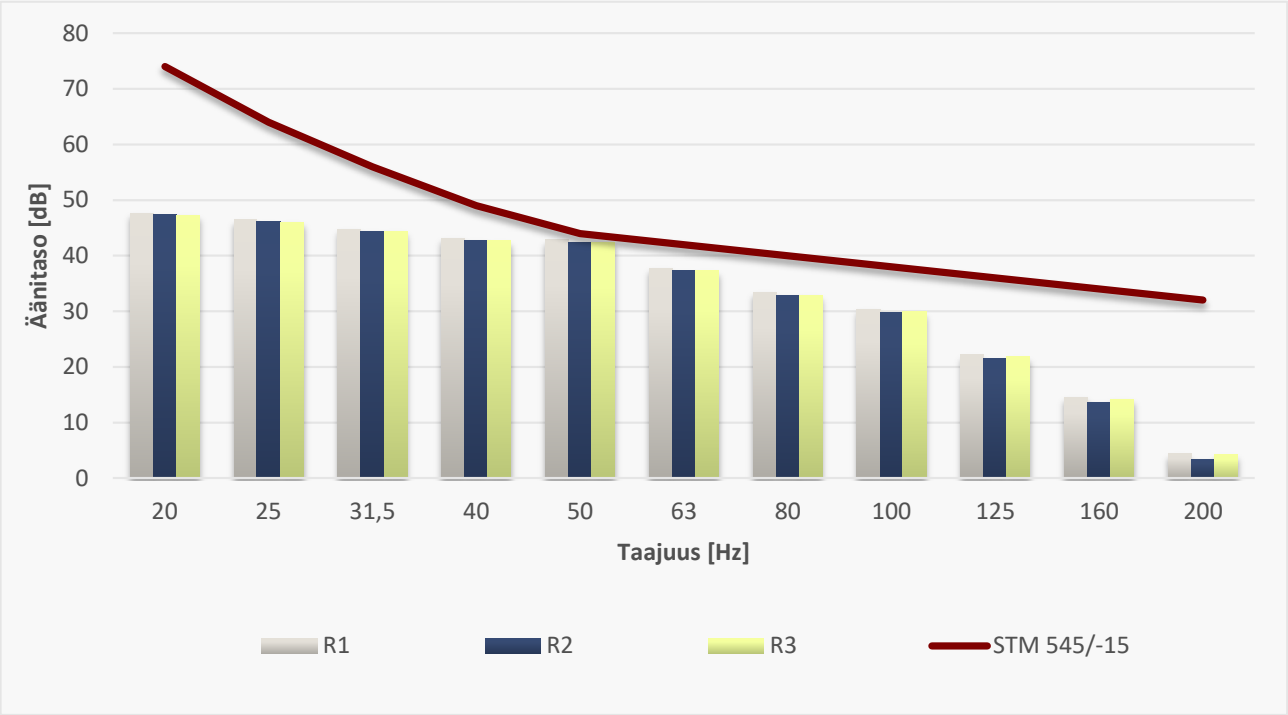
Simuleringsresultat för lågfrekvensbuller

Vindkraftverkens lågfrekventa buller beräknades med ovägda 1/3 oktavbandsdata för ljudeffektsnivån inom frekvensområdet 20-200Hz. Beräkningen utfördes enligt Miljöministeriets riktlinjer med estimatvärdena DL84 % och DL 90% från en finsk studie om ljudnivåskillnader i småhusfasader. Värdena är lägre än de tidigare DSO 1284-riktlinjerna *(Keränen et al. 2017 & 2019).*



Figur 9-20. Beräkningsresultat för lågfrekvensbuller vid de närmaste receptorpunkterna R1-R3, VE1. Äänitaso = Ljudnivå, Taajuus = Frekvens.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-21. Beräkningsresultat för lågfrekvensbuller vid de närmaste receptorpunkterna R1-R3, VE2. Äänitaso = Ljudnivå, Taajuus = Frekvens.

Enligt beräkning med frekvensen 50 Hz är alternativ VE1 på åtgärdsgränsen vid receptorpunkten R1, men både VE1 och VE2 underskrider gränsen vid alla andra receptorpunkter. Det är skäl att betona att beräkningen har utförts med konservativa värden för ljudutsläpp, frekvensfördelning och låg ljudisolering hos byggnader vid receptorpunkterna.

Sjökabel, vätgasproduktion och vätgasledning

Anläggningen för vätgasproduktion till havs genererar lokalt buller, särskilt från pumpar och fläktar. Eftersom produktionsanläggningen är belägen på öppet hav långt från fritidsbostäderna vid kusten eller i t.ex. Larsmo är bullerkonsekvenserna begränsade till havsområdet runt anläggningen och bullret är av jämn industriell karaktär.

Sjökablarna kommer inte att generera undervattensbuller under drift, och flödesbullret från vätgasledningen kommer att vara jämnt och lågt, vilket bara kan ge små negativa effekter av undervattensbuller.

Elstationer

En fristående elstation till havs vid vindkraftsparken kommer att generera lokalt, vanligtvis något smalbandigt buller, med huvuddelen av ljudenergin i den smala bandbredden och dess multiplar i enlighet med nätfrekvensen. Eftersom stationen är belägen på öppet hav långt från fritidsbostäderna vid kusten eller i t.ex. Larsmo är bullerkonsekvenserna begränsade till havsområdet runt stationen och bullret är av jämn industriell karaktär.

9.11.4 Konsekvenser efter att driften upphört

Efter driften kommer vindkraftverken att monteras ned, vilket kommer att generera visst lokalt buller ovan vattenytan från nedmonteringsarbetet och de verksamma nedmonteringsfartygen. Bullret på land i kustområdet är då i huvudsak vägtrafikbuller från tunga fordon. Nivån på vägtrafikbullret genereras av trafiktätheten, färdvägen och hastigheten för de laster som körs. Medelljudnivån som orsakas av transporterna

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

bedöms vara på samma nivå eller lägre än under byggfasen och kan variera avsevärt under de olika arbetsfaserna.

Undervattensbuller från rivningsarbetet kan framförallt uppstå vid borttagning av fundament, vilket kan innebära kapning av material och muddring av bottnen samt undervattensbuller från fartygstrafik vid flyttning av delar. Mängden undervattensbuller påverkas i hög grad av fundamenttypen och de valda rivningsmetoderna. Undervattensskärning av fundament kan vara en bullrig aktivitet och därmed orsaka bullerstörningar för fiskar och vattenlevande däggdjur (*Topham & McMillan 2017*). I sådana fall måste bullerstörningen från rivningen och bullerreducerande åtgärder för att undvika den värsta störningen granskas från fall till fall.

9.11.5 Projektet genomförs inte VE0

Det kommer inte att ske någon ökning eller minskning av bullerkonsekvenser ifall projektet inte genomförs.

9.11.6 Samverkande konsekvenser

Bedömningen av samverkande konsekvenser baseras på konsekvensbedömning av projektet och andra lokala eller regionala projekt eller planer som kan ha en inverkan på de kumulativa miljökonsekvenserna. Samverkande konsekvenser uppstår när flera projekt som planeras på samma område påverkar samma miljöreceptorer samtidigt. Här har man delat in de samverkande konsekvenserna i samverkande konsekvenser över och under vattenytan.

9.11.6.1 Samverkande konsekvenser av buller och vibrationer över vattenytan

De samverkande konsekvenserna av buller och vibrationer ovan vatten från Laine och de havsbaserade vindkraftsparkerna med uppskattningsvis samma projektutvecklingsfas bedömdes här som mycket små eftersom det intilliggande projektet, Kappa i svensk ekonomisk zon, ligger ungefär en kilometer från havsbaserade vindkraftsparken Laine och således långt från kusten. Enligt den senaste informationen har Kappas projektområde ändrats så att det delvis når gränsen till den ekonomiska zonen och ligger cirka 100 meter från Laines projektområde *(Statkraft Offshore Wind AB 2024)*, men förändringen påverkar inte konsekvensbedömningen. Förändringen i medelljudnivån på den finska sidan kommer sannolikt att vara obefintlig och förändringen i lågfrekvent buller kommer sannolikt att vara liten, eftersom beräkningen av lågfrekvent buller i Laine redan visar att påverkan från kraftverk längst bort är cirka 15–30 dB lägre än resultaten för lågfrekvent buller i projektalternativen VE1 och VE2.

9.11.7 Samverkande konsekvenser av buller och vibrationer under vattenytan

I fallet med den havsbaserade vindkraftsparken Laine kan kumulativa buller- och vibrationskonsekvenser uppstå om det samtidigt byggs andra vindkraftsparker eller andra projekt som ger upphov till konsekvenser av samma typ. Bedömningen baseras på projekt som har beviljats tillstånd, projekt i planeringsfasen och samtidig uppförande av de havsbaserade vindkraftsparkerna. En havsbaserad vindkraftspark (Kappa) planeras relativt nära utvecklingsområdet för den havsbaserade vindkraftsparken Laine. Baserat på dessa indikativa tidtabellsuppskattningar skulle anläggningen av fundamenten för kraftverken i Laine ske 2029–2030 medan anläggningen av Kappa påbörjas 2031. Då skulle inte fundamenten pålas på två projektområden under samma byggnadsår 2031. De kumulativa bullerkonsekvenserna av de havsbaserade vindkraftsparkerna Laine och Kappa förväntas därför vara obefintliga.

Projekten kan dock ha samverkande konsekvenser under driften i själva vindkraftsparkområdena beroende på kraftverkens storlek och antal. De samverkande konsekvenserna är uppskattningsvis på samma nivå eller mindre än konsekvenserna av Laine-projektet under dess drifttid.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.11.8 Osäkerheter i bedömningen

Osäkerheten i simuleringen ovan vatten har för drifttidens del beaktats genom att man gjort en korrigering som höjer ljudutsläppet med +2 dB för ljudutsläppet i enlighet med anvisningarna i Miljöministeriets promemoria (*YM9/5511/2016*). Simuleringen beräknar redan i princip den övre gränssituationen där bullerutsläppet från kraftverket har bedömts vara högt, vindriktningen motsvarar medvindssituationen från varje ljudkälla till varje analyspunkt och simuleringens övriga parametrisering har gjorts enligt Miljöministeriets simuleringsanvisningar (*Miljöministeriet 2014*).

Alla parametrar i simuleringen av undervattensbuller har osäkerhetsfaktorer, och i simuleringen tillämpades en realistisk ansats för värsta scenario. Utgångsnivån som ingår i beräkningen av pålfundamentets bullerspridning under vatten baseras på genomsnittliga empiriskt uppmätta data som extrapolerats till den föreslagna pålstorleken. För ljudutbredningen valdes konservativa värsta-fall-parametrar för sediment, salthalt och temperatur baserat på tillgängliga historiska data så att den simulerade ljudutbredningen kan betraktas som konservativ. Även om en lindrande åtgärd motsvarande dubbel bubbelgardin (DBBC) tillämpades i denna prognos måste det för pål- och fackverksfundament nämnas att en detaljerad beräkning av den faktiska lindringslösningen som används i den faktiska pålinstallationen också krävs när den slutliga grundläggningsplanen finns tillgänglig.

Drifttiden simulerades inte separat. Om projektet identifierar ett behov av simulering under drift, till exempel för en specifik plats eller för en mer detaljerad analys, kan detta vid behov utföras i samband med projektets fortsatta tillståndsprocess.

9.11.9 Förebygga och mildra negativa effekter

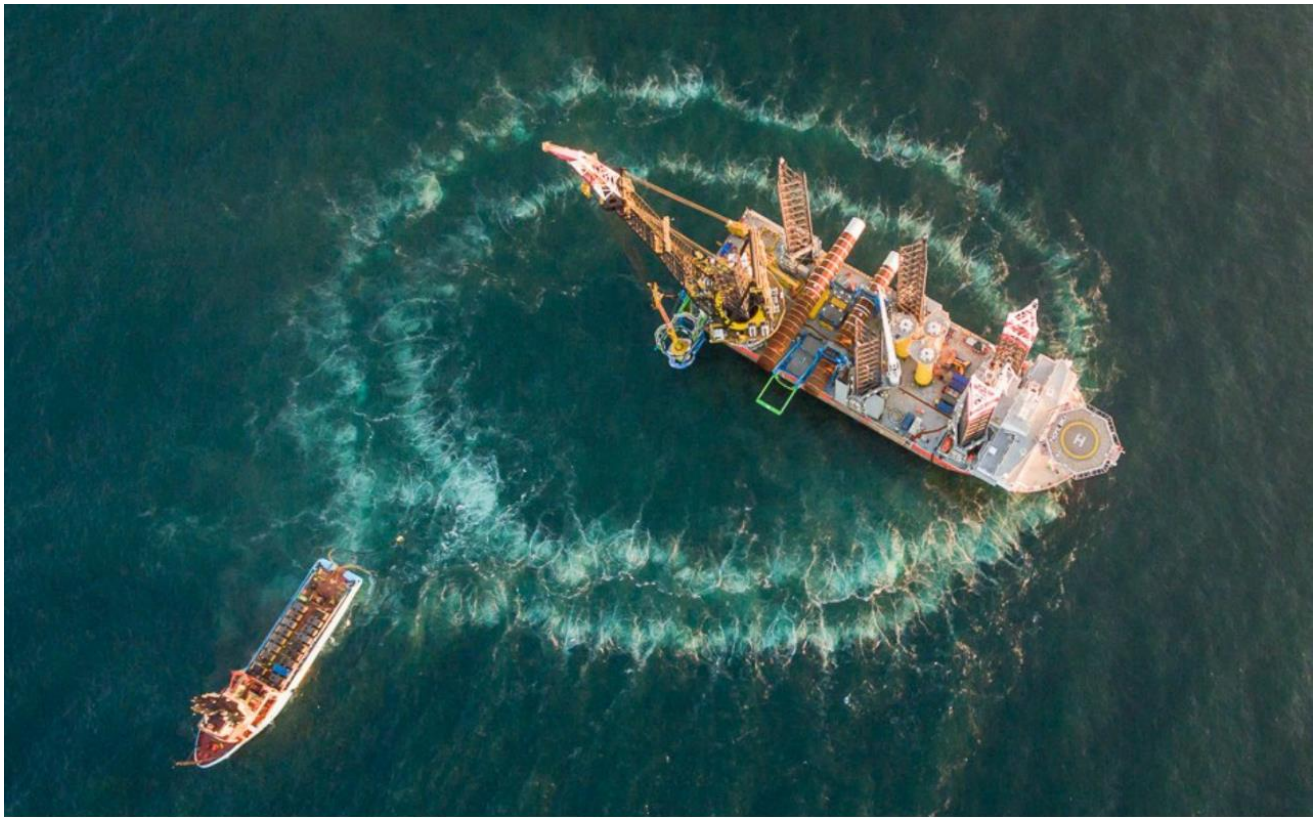
Det skadliga påverkansområdet för undervattensbuller kan påverkas genom att sänka bullerkällans ljudnivå, dämpa bullrets utbredning och ta hänsyn till de specifika egenskaperna hos de arter som förekommer i området.

9.11.9.1 Förebygga och mildra negativa effekter under byggtiden

Det finns numera flera tekniska alternativ för att mildra konsekvenserna av undervattensbuller från byggandet av projektet. Det viktigaste sättet att bekämpa undervattensbuller är att dämpa exponering för starkt ljud, t.ex. vid pålning med hjälp av bubbelgardiner eller bullerskydd och vid sprängningar för schaktning, vars dämpningseffekt beror på vilken teknik som väljs och som vanligtvis ligger i intervallet 5–18 dB (*Andersson et al. 2016*). Före arbetsfaser som genererar högt undervattensbuller används från fall till fall förfaranden för att gradvis öka bullernivån (ett så kallat "mjukstartsförfarande"), vilket gör det möjligt för till exempel fiskar och vattenlevande däggdjur att förflytta sig längre bort från byggarbetsplatsen. Bubbelgardinens påverkansområde för frekvenser som det dämpar är mellan 80-800 Hz och de högsta decibelvärdena för pålningsbuller ligger i frekvensområdet 100-300 Hz.

Bubbelgardiner är en av de vanligaste metoderna som används för att dämpa undervattensbuller, särskilt vid pålnings- och sprängningsarbeten. Bubbelgardinen bildas genom att släppa in tryckluft från botten genom en perforerad slang som är förankrad för att hållas fast på botten. Gardinerna kan vara i en eller två rader beroende på den mängd dämpning som krävs.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-22. Exempelbild på en tvåradig bubbelgardin (Meriläinen & Lindfors 2018).

Intensiteten i den chockvåg som genereras av sprängningar för schaktning på havsbotten kan också påverkas av explosionens laddningsstorlek. Om avståndet mellan borrhålen minskas kan mindre mängder sprängämnen användas. Även sprängämnet som används har betydelse för sprängningshastigheten. Precis som vid bekämpning av pålningsbuller kan man i samband med schaktning överväga ett så kallat "mjukstartsförfarande", där marina däggdjur fördrivs längre bort från schaktningsområdet med mindre laddningar innan den faktiska schaktningen äger rum. (*Meriläinen & Lindfors 2018*)

9.11.9.2 Förebygga och mildra negativa effekter under drift

Omfattningen av bullerkonsekvenserna ovan och under vatten under drifttiden kan påverkas med valet av tekniska dämpningslösningar, vindkraftverksmodellen och typ av vinge. Bullerkonsekvenserna ovan vatten och delvis under vatten kan påverkas genom att optimera drifteffekten så att vindkraftverken kan köras i så kallade bullerlägen, varvid man t.ex. begränsar rotorhastigheten vid högre vindhastigheter genom att justera bladvinkeln. Dessa optimeringslägen har vanligtvis olika nivåer beroende på vilken dämpning som krävs. Vindhastighet, vindriktning och tid på dygnet kan väljas som reglerparametrar. Bulleroptimerad körning begränsar inte bara produktionen av effekt, utan även kraftverkets bullerutsläpp. På basis av simuleringen av buller ovan vatten finns det dock inget behov av ett så kallat "bullerläge" i detta projekt.

Konsekvenser av undervattensbuller under drift förebyggs bäst i samband med planeringen av projektet. Lindringsåtgärderna under drifttiden är till viss del kopplade till samma optimering av bullernivån ovan vatten samt till underhållet av utrustningen

Vibrationskonsekvenserna av undervattenssprängningar nära stranden, där det finns fastigheter, kan minskas med god schaktningsplanering. Vid behov kan mängden sprängämne minskas eller avståndet mellan spränghål förtätas, så att vibrationseffekten når kortare.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.12 Roterande skugga

SAMMANDRAG

- Ett vindkraftverk kan ge upphov till blinkande skugga i sin närområdesmiljö när solljuset träffar vindkraftverkets roterande blad.
- Vindkraftsprojektets flimmerkonsekvenser bedömdes med hjälp av simulering.
- Enligt simuleringen av skuggeffekter uppstår inga skuggeffekter vid bebyggelse av det havsbaserade vindkraftsprojektet Laine med de beaktade planeringsalternativen (VE1 och VE2), turbinernas placering, navhöjder och rotordiametrar.
- Skuggeffekterna från kraftverken i Laine är begränsade till havet och sträcker sig inte till landområden i Finland eller Sverige.

9.12.1 Påverkansmekanismer och metodbeskrivningar

Skuggeffekterna som vindkraftsprojektet medför har bedömts med kalkylmässiga metoder med hjälp av programvara som utvecklats för detta ändamål. Kalkylmodellen tar hänsyn till projektområdets läge (solhöjd, dagsljus per dag), placeringsplanen för vindkraftverken, kraftverkens samlade skuggeffekt, vindkraftverkens mått (navhöjd, rotordiameter, bladprofil), höjdkurvor i terrängen samt valda kalkylparametrar.

För att illustrera resultaten har så kallade receptorpunkter definierats (närmaste bostadsobjekt på den finska sidan), för vilka mer detaljerade resultat har beräknats.

Som ett resultat av **skuggsimuleringen** fås skuggtid och tidpunkt för den granskade placeringsplanen för vindkraftsparken. Resultaten av simuleringen presenteras som kartor och numeriska värden per receptorpunkt.

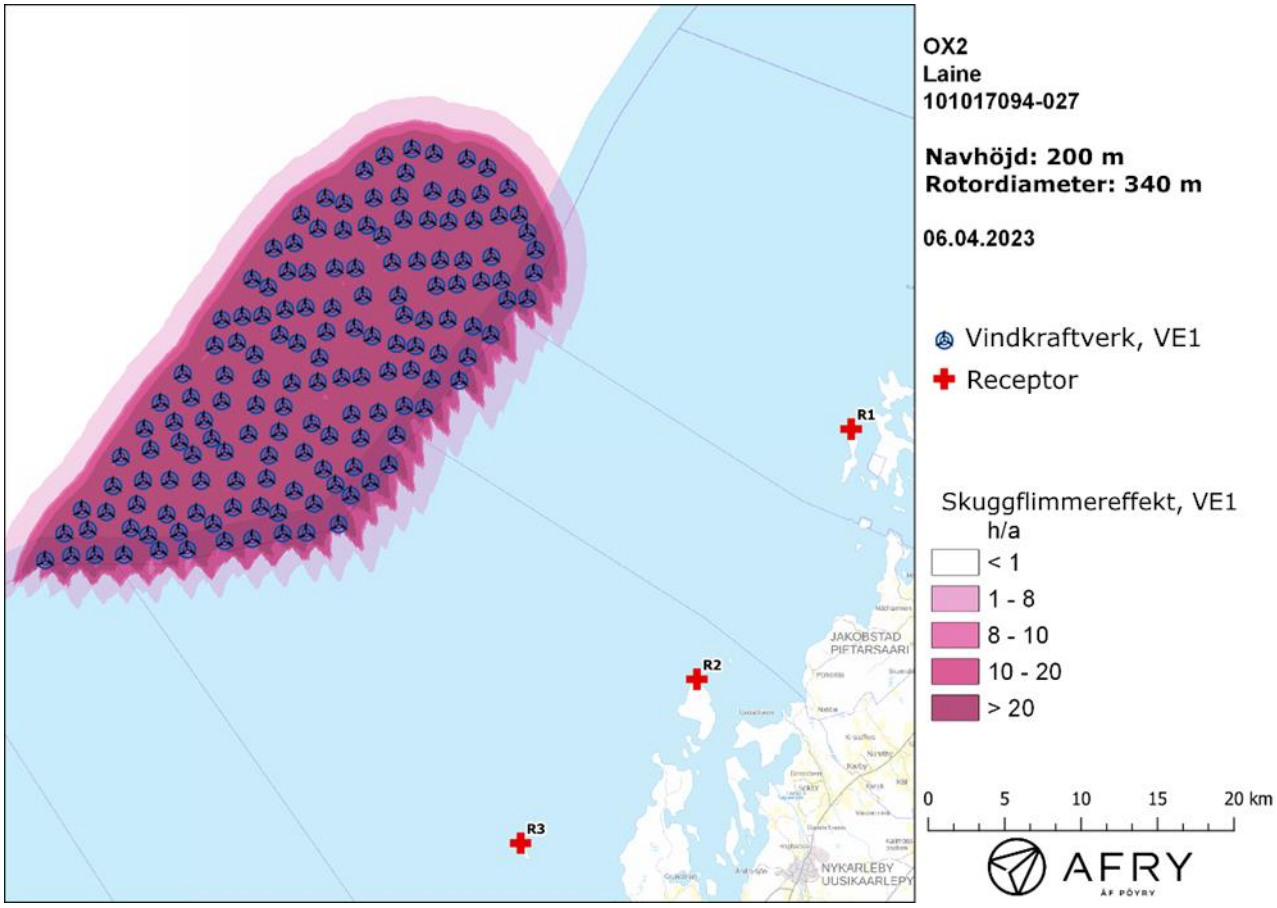
Projektets skuggsimulering har gjorts för kraftverkens totala höjd 370 meter. Eftersom exakta kraftverksplatser ännu inte har fastställts i projektets MKB-fas används exempel på platser och höjder (s.k. worst case-situationer) för modelleringen, så att man får maximal skuggeffekt på närmaste störda objekt. Resultaten av modelleringen har också använts riktgivande för att bedöma eventuella effekter på den svenska sidan.

Ett vindkraftverk kan ge upphov till rörlig skugga i sin omgivning när solljuset träffar vindkraftverkets rotorblad.

9.12.2 Bedömning av konsekvenser

Enligt simuleringarna medför Laine-projektet inga skuggeffekter på bebyggelse med de planeringsalternativ (VE1 och VE2), turbinplaceringar, navhöjder och rotordiametrar som granskats. Figur (Figur 9-23) visar simuleringskartan för projektalternativ VE1, dvs. det maximala antalet kraftverk. Konsekvenserna av VE2 kommer att bli mindre än så. Skuggeffekten från kraftverken i Laine är begränsad till havet och sträcker sig inte till landområden i Finland eller Sverige.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.



Figur 9-23. Sannolik årlig skuggeffekt i Laine alternativ VE1.

9.12.3 Samverkande konsekvenser

Skuggeffekten från vindkraftverken i Laine är begränsad till havsområdet och sträcker sig inte till landområden i Finland eller Sverige eller till de närmaste öarna, så Laine och de andra vindkraftsprojekten medför inte några samverkande konsekvenser för bebyggelse.

Därmed kommer det inte heller att uppstå några gränsöverskridande konsekvenser av vindkraftsparken Laine ihop med det havsbaserade vindkraftsprojektet Bothnia Offshore Kappa *(Njordr Offshore Wind AB 2022)*, som ligger intill Laine i Sveriges ekonomiska zon.

9.12.4 Osäkerheter i bedömningen

Modelleringen av en teoretisk maximal skuggeffekt ger en övre gräns för påverkansområdet och effektens varaktighet oberoende av väderförhållandena. Det finns därför ingen osäkerhet i uppskattningen av maximal skuggeffekt på grund av väder- eller säsongsvariationer.

Eftersom kraftverken i Laine ligger mer än 20 km från bebyggelse, är osäkerheten i andra uppskattningar av skuggeffekten också mycket liten när det gäller bebyggelsen. På grundval av bedömningen kan man med mycket stor säkerhet säga att skuggeffekten från Laines kraftverk inte kommer att påverka bebyggelse.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.12.5 Förebygga och mildra negativa effekter

Baserat på resultaten av denna studie påverkas inte bostads- och fritidsbyggnaderna i närheten av den havsbaserade vindkraftsparken Laine av skuggeffekten, och det finns inget behov av att begränsa effekten.

Om det behövs kan skuggeffekten minskas genom ett hanteringsverktyg med en ljussensor och applikation för varje kraftverk. Verktyget kan användas för att stoppa kraftverket, antingen baserat på det observerade solskenet och/eller vid önskad tid på året och tid på dygnet. Ett stoppat kraftverk orsakar inte någon skuggeffekt.

9.13 Ekonomi och näringar

De kvantitativa resultaten av bedömningen baseras på en studie som Gaia Consulting Oy har genomfört för Laine Offshore Wind Oy. Studien gjordes för det större projektalternativet VE1.

Uppförandet av den havsbaserade vindkraftsparken kommer att ha en rad positiva effekter på regionens ekonomi och näringsverksamhet på internationella nivå. De regionala ekonomiska effekterna kommer att vara störst under projektets byggfas, och de är betydande totalt sett och kan även sträcka sig utanför Finland. Konsekvenserna av projektalternativ VE1 är något större än konsekvenserna av VE2 på grund av det större antalet kraftverk som ska byggas.

Den beräknade investeringskostnaden för projektet uppgår till 5,5 miljarder euro, varav cirka 60 % avser vindkraftverk och vindkraftverksfundament. Enligt studien står de inhemska investeringskostnaderna för 15 % av totalsumman, varav en tredjedel är lokala. Merparten av investeringskostnaderna, 85 %, används utomlands. Den regionala ekonomiska potentialen är vanligtvis koncentrerad till företag som är involverade i byggandet av vindkraftsparkens infrastruktur, t.ex. fundament och elnät, samt i uppförandet av turbinerna, transport av byggmaterial och andra tjänster under byggfasen.

Projektets driftskostnader beräknas uppgå till 2,8 miljarder euro under dess livscykel, varav mer än hälften kommer att gå till underhåll, installationer och reservdelar. Både försäkringar under driftstiden och kostnader för överföring av el står för knappt 20 %. Den inhemska delen av driftskostnaderna är mer än 90 %, varav den lokala andelen är cirka en tredjedel. Cirka 9 % av rörelsekostnaderna riktar sig till utlandet.

Den beräknade sysselsättningseffekten i Finland av projektet uppskattas till 13 000 årsverken, varav cirka en tredjedel kommer att utgöras av lokal arbetskraft. Sysselsättningseffekterna uppstår bland annat av planering, byggande av vindkraftsparkens infrastruktur, transporter, installation och underhåll av vindkraftverk samt ledning och övervakning av produktionen. Den havsbaserade vindkraftsparken beräknas generera skatteintäkter på totalt cirka 7,3 miljarder euro för Finland under sin 35-åriga livscykel.

Projektet kommer också att ha en positiv regional ekonomisk inverkan genom skatteintäkter. Lokala arbetstagare som direkt eller indirekt är involverade i projektet betalar kommunalskatt på sina inkomster till sin hemkommun. Inkomstskatteintäkterna beräknas uppgå till 170 miljoner euro, varav den lokala andelen är cirka en tredjedel. Dessutom kommer investerings- och projektkostnaderna att omfattas av bolagsskatt, som beräknas uppgå till 41 miljoner euro.

Med fastighetsskatteintag jämförbara intäkter från projektet beräknas uppgå till cirka 310–620 miljoner euro, beroende på tillämpad fastighetsskattesats. Kraftverken ligger inte i någon kommuns område utan i Finlands ekonomiska zon. Vindkraften och de strukturer som ska byggas på platsen är för närvarande inte föremål för fastighetsskatt enligt lagen om den ekonomiska zonen (1058/2004), men för beräkningen har den inkomst som motsvarar fastighetsskatt beaktats med två olika teoretiska fastighetsskattesatser.

Dessutom betalas elskatt och elmoms på den el som produceras, vilket beräknas ge en total skatteintäkt på cirka 6 500–8 300 miljoner euro. Det antas att priset per megawattimme el ligger mellan 40 och 60 euro.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Verksamhetsförutsättningarna för närliggande farleder och hamnar bevaras som tidigare under vindkraftsparkens drifttid och eventuella negativa effekter kommer att minimeras genom planering inkluderande olika parter. Havsbaserade vindkraftsprojekt innebär betydande positiva möjligheter för hamnarna i regionen att utöka sin verksamhet genom att utveckla sina tjänster för att passa havsbaserade vindkraftsprojekt. Man strävar efter att undvika negativa effekter på sjöfarten och i förlängningen på handelssjöfarten.

De potentiella negativa samverkande konsekvenserna med Laine-projektet från andra projekt kommer främst att påverka turismen.

Projektet kan ha positiva ekonomiska effekter på den svenska sidan, om projektet gör anskaffningar i Sverige under byggnationen eller om svensk arbetskraft används under byggnation eller drift.

Projektet bedöms inte ha någon negativ inverkan på potentialen för näringarna på den svenska sidan, eftersom projektet är beläget långt från den svenska kusten, och det kan inte förväntas att svenskar i någon större utsträckning skulle bedriva verksamhet inom turistnäringen så långt utanför kusten som i Sveriges ekonomiska zon. Landskapsmässigt negativa effekter av kraftverken i Laine kan i viss mån minska möjligheterna till turism, men man måste beaktas att det i Sveriges ekonomiska zon, väster om Laine, planeras ett havsbaserat vindkraftsprojekt (Kappa) med kraftverk som kommer att vara mycket mer synliga från den svenska kusten och Sveriges havsområde än kraftverken i Laine.

9.14 Naturresurser

Ur ett resursanvändningsperspektiv är effekterna av en havsbaserad vindkraftspark och el- eller vätgasproduktion störst under projektets byggfas, då en stor mängd olika naturresurser och energi används för att tillverka och bygga de olika komponenterna. Dessa effekter kan vara gränsöverskridande, men i detta tidiga skede av planeringen är det ännu inte möjligt att bedöma om effekterna kommer att märkas i Sverige.

En havsbaserad vindkraftspark gör det möjligt att utnyttja vinden för att producera el, vätgas eller båda-dera. Vätgasproduktion från havsvatten är ett fossilfritt sätt att producera vätgas, som också möter behovet att spara på de knappa sötvattenresurserna.

För att bygga havsbaserade vindkraftsparker och generera el eller vätgas krävs framför allt stenmaterial, betong och stål liksom en mängd andra material. Produktionen av de material som används vid tillverkningen av komponenter kräver stora mängder råvaror och energi, vilket har en miljöpåverkan.

Muddring av havsbotten och deponering under byggtiden kan orsaka förändringar i vattenkvalitet och medföra grumlighet i närheten av byggplatsen. Kvalitetsförändringarna och grumligheten kan ha en negativ inverkan på den direkta och indirekta nyttan av naturresursen, t.ex. för rekreation eller som livsmiljö för fisk. Betydelsen av det yttersta havsområdet bedöms dock som relativt liten med avseende på rekreation och för fisk.

Underhåll och reparation av strukturer för havsbaserad vindkraft och el- eller vätgasproduktion kommer att kräva användning av naturresurser och energi på liknande sätt som under byggfasen, men den totala påverkan kommer att vara mycket mindre.

Den sista fasen i projektets livscykel är avveckling, återvinning av komponenter och material samt avfallshantering. För närvarande är de flesta av de material som används i vindkraftverk, särskilt metaller, lätt återvinningsbara. Den största utmaningen när det gäller återvinning är rotorblad tillverkade av glas- eller kolfiberkompositer, men tack vare den kontinuerliga utvecklingen inom sektorn förväntas återvinningsbarheten bli mycket bättre under avvecklingen av vindkraftsparken. Avvecklingen har på sin höjd små gränsöverskridande konsekvenser enligt bedömningen.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Med hänsyn till den mängd material som krävs för projektalternativen påverkar VE2 naturresursanvändningen något mer än vad VE1 gör eftersom effektivare kraftverk är större och kräver därmed mer resurser och energi vid tillverkning av konstruktionsdelarna.

När det gäller materialförbrukning har elproduktion en större inverkan på resursanvändningen än vätgasproduktion, eftersom den förbrukar mer material. Muddringsvolymen och därmed påverkan på naturresursanvändningen är betydligt större för elproduktion än för vätgasproduktion under byggfasen.

9.15 Människors levnadsförhållanden, trivsel och rekreation och hälsa

När det gäller människors levnadsförhållanden, trivsel och rekreation orsakas de mest betydande konsekvenserna under byggfasen av ökad sjötrafik samt störningar i havsområdet till följd av byggandet i projektområdet. Påverkan på rekreation kan omfatta tillfälliga störningar av aktiviteter som båtliv och fiske, men med tanke på den relativt låga användningen av det yttre havsområdet för dessa aktiviteter bedöms de gränsöverskridande konsekvenserna vara små.

Under driftsfasen kommer projektets påverkan på människor främst att uppstå av den havsbaserade vindkraftsparkens landskapseffekter. De havsbaserade vindkraftverken kommer att vara synliga över ett stort område så att de närmaste öarna och kustområdena med direkt utsikt mot den havsbaserade vindkraftsparken utsätts för måttlig landskapspåverkan. Från de närmaste öarna och kusten har man fri sikt över vindkraftsparken på ett avstånd av knappt 30 km. På övriga platser är konsekvenserna för landskapet försumbara. Projektets konsekvenser för landskapet under driftsfasen kommer att vara måttligt negativa, eftersom landskapet kommer att påverkas över ett stort område. Synligheten för hinder- och navigationsljus är också kopplad till förändringar i landskapet.

Bullerpåverkan från den havsbaserad vindkraftsparken på bebyggelse är försumbar eftersom den havsbaserade vindkraftsparken är belägen på öppet hav. Bullernivåerna överskrider inte de rikt- eller gränsvärden som fastställts för dem. Skuggeffekterna sträcker sig inte till närheten av bebyggelse, utan skuggeffekterna begränsar sig till havsområdet nära den havsbaserade vindkraftsparken. Vindkraftverken och deras buller- och skuggeffekter kan observeras när man rör sig i vindkraftsparkens närområde. Beroende på observatören kan de upplevas störande eller som ett intressant element i landskapet.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att ökande avstånd har en mildrande effekt på de förändringar i landskapsbilden som kan komma med den planerade vindkraftsparken. Kraftverken är synliga från yttre skärgården vid svenska kusten när sikten är god. Deras visuella påverkan avtar då man kommer närmare kusten och den inre skärgården.

Projektet kommer inte att påverka människor i form av buller eftersom de närmaste fastigheterna på den svenska sidan är så långt borta. Den havsbaserade vindkraftsparken kommer inte att ha direkta hälsoeffekter i något skede av projektet.

Enligt den öppna invånarenkät som genomfördes under det nationella MKB-förfarandet ansågs projektet ha en positiv inverkan, särskilt på kampen mot klimatförändringarna. De främsta farhågorna gällde projektets inverkan på landskapet. Det kom 605 svar på boendeenkäten. Svarsaktiviteten kan anses vara högre än vanligt jämfört med enkäter som genomförts i samband med andra MKB-förfaranden.

9.16 Säkerhet

Enigt bedömningen är de mest betydande riskerna under byggnationen utsläpp av kemikalier från utrustning eller fartyg samt olyckor på byggarbetsplatsen till havs och på stranden, till exempel under lyftarbeten. Bygg- och arbetarskyddsbestämmelserna följs i byggarbetet och en säkerhetsplan upprättas. Dessutom utarbetas arbetsspecifika riskbedömningar och anvisningar innan arbeten påbörjas, för att förebygga

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

olyckor. Säkerhetsplanen ska också beakta beredskap för att förhindra och hantera eventuella kemikalieutsläpp.

Andra risker som bedöms för byggtiden är sjöolyckor och brandincidenter. Det är osannolikt att sjöolyckor och bränder inträffar, men om något händer kan det få betydande konsekvenser. Tillträdet till det havsbaserade vindkraftsområdet kommer huvudsakligen att ske via farleder, i enlighet med säkerhetsriktlinjer och sjötrafikregler. En separat brandsäkerhetsplan kommer att upprättas för bränder. Olyckor och risker undviks också genom aktiv övervakning under byggnationen och samordning med olika myndigheter, vid behov även på internationell nivå, t.ex. med svenska myndigheter.

Baserat på en utredning om odetonerade projektiler och minor identifierades ingen förhöjd risk för att sådana skulle orsaka en olycka under anläggningsarbetet i området för den havsbaserade vindkraftsparken och därigenom få gränsöverskridande konsekvenser.

Riskerna i samband med sjöfart (bland annat kollisionsrisk, risker förknippade med navigations- och kommunikationsutrustning, risker förknippade med isbildning och vintersjöfart) behandlas i kapitel 9.10.

I samma kapitel behandlas Försvarsmaktens skjut- och skyddsområden. Påverkan på radarsystem beskrivs också i kapitlet.

På vintern kan is under lämpliga förhållanden ansamlas på vindkraftverkens blad och lossna. Isbildning kommer att förebyggas med antifrysmetoder. Risken för skador på den finska eller svenska sidan på grund av lös is är väldigt liten. De som rör sig i vindkraftsparkens område vintertid, t.ex. vid säljakt, är få.

Som möjliga farliga situationer har man bedömt att till exempel ett blad eller annan del av kraftverket faller ner. Sådana situationer är dock extremt sällsynta och förebyggs genom omfattande tester och inspektioner före idrifttagning. Under produktionen genomförs regelbundna underhålls- och kontrollbesök för att identifiera eventuella problem. Säkerhetsrisken ifall ett vindkraftverk går sönder kan anses som väldigt liten, och projektet förhindrar inte att området kan nyttjas för rekreation såsom båtliv.

Alternativt kommer den el som genereras av projektet att användas för att producera vätgas i området för den havsbaserade vindkraftsparken. Den vätgas som produceras transporteras till fastlandet via en vätgasledning.

De mest betydande riskerna i samband med vätgasproduktion bedöms vara vätgasläckage i produktionsutrustning och rörledningar samt antändning av vätgasläckage och därav följande brand eller explosion.

Teoretiskt skulle en brand som sprider sig via luften eller genom en intern vätgasledning i värsta fall kunna orsaka en storolycka. Vätgasläckor övervakas med hjälp av fjärrövervaknings- och -styrningsutrustning, som kan stoppa vätgasflödet i rörledningen, till exempel vid ett rörbrott. Dessutom skyddas vätgasrören vid behov mot mekaniska stötar för att förhindra att rören går sönder.

9.17 Sammanfattning av gränsöverskridande samverkande konsekvenser av andra kända projekt

Tabell (Tabell 9-25) nedan visar en sammanfattning av andra kända projekt på den svenska sidan och en bedömning av potentiell överlappning mellan dem och Laine-projektet under byggnation och drift, vilken skulle kunna leda till samverkande konsekvenser. Sedan följer en tabell som kortfattat beskriver de eventuella samverkande konsekvenserna per miljöaspekt och deras bedömda omfattning (Tabell 9-26).

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Tabell 9-25. Andra havsbaserade vindkraftsprojekt i närheten av Laine på den svenska sidan.

Projekt/Projektutvecklare	Land	Kapacitet	Avstånd till OX2 Laine-projektet	Fas	Tidplan för byggnation	Överlappning under byggnationen och bedömning av samverkande konsekvenser	Överlappning under drift
Bothnia Offshore Kappa / Statkraft	Sverige	1 400 MW / 64 turbiner	Avstånd mellan projektområdena 100 m, avstånd mellan de närmaste kraftverken minst 1 km	MKB pågår	2031–2033	Vattenbyggnad sammanfaller inte, Kappa kommer senare vad gäller byggnation. Byggnationen av kraftverkskonstruktionerna ovan vatten kommer att orsaka buller och ökad sjötrafik, vilket kan medföra samverkande konsekvenser för bl.a. fågelbestånd, marint liv, fiske och andra rörelser till havs (handelssjöfart, rekreation).	Är i drift vid samma tidpunkt.
Aurum/Eolus	Sverige	2 200 MW/147 kraftverk	16,5 km	MKB pågår	Byggtid okänd	Beläget på ett avstånd som inte medför samverkande konsekvenser under byggnationen. Det uppstår samverkande konsekvenser via landskapet.	Är i drift vid samma tidpunkt.

Tabell 9-26. Bedömd omfattning av de gränsöverskridande samverkande konsekvenserna av andra pågående och kända projekt i påverkansområdet för det havsbaserade vindkraftsprojektet Laine, efter påverkansobjekt. Tabellen beaktar endast konsekvenserna av den havsbaserade vindkraftsparken (VE1 och VE2), eftersom det inte finns några andra kända projekt i området för de planerade sjökabel- och vätgasledningssträckningarna.

Uppskattat påverkansobjekt	Storleken på samverkande konsekvenser
Samhällsstruktur och markanvändning	De samverkande konsekvenserna kommer främst att påverka havsområdet och särskilt sjötrafiken. De gränsöverskridande konsekvenserna bedöms som måttliga eller stora samt negativa beroende på hur byggnationen på Laine-området i slutändan påverkar användningen av sjötrafikrutterna.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Uppskattat påverkansobjekt	Storleken på samverkande konsekvenser
	Laine-projektet bedöms inte försvåra uppfyllelsen av de strategiska mål som anges i Sveriges havsplan för den svenska sidan, och övriga funktioner i havsområdet, som sjöfartsområden, kan samordnas med Laine-projektets planer.
Landskap och kulturmiljö	Det uppstår stora och negativa samverkande konsekvenser för landskapet i havsområdena, men det finns inga bostäder eller fasta utsiktspunkter till havs, vilket minskar den upplevda skadan. De vindkraftsparker som planeras nära gränsen till Sverige (om de får tillstånd och byggs) syns sannolikt klart tydligare från de närmaste utsiktspunkterna i Sverige än vindkraftverken i Laine, som ligger bakom dem. Världsarvet Höga kusten på den svenska sidan ligger på 127 kilometers avstånd från det närmaste vindkraftverket i vindkraftsparken Laine, och riskerar inte att utsättas för visuell påverkan från vindkraftsparken.
Vattenmiljön	Inga samverkande konsekvenser för undervattensnaturen eller vattenkvaliteten kommer att uppstå under byggnationen, eftersom vattenbyggnationen inte sammanfaller med Kappa-projektet. För marina däggdjur är de samverkande konsekvenserna under byggnationen (ökad trafik och undervattensbuller) mer negativa än under driften. Samverkande konsekvenser i vindkraftverkens områden i driftsfasen uppstår sannolikt genom vindförändringar. För Laine visar modellering att vindförlust påverkar ytströmmar och vidare vattnets omblandning och därigenom temperatur, salthalt och skiktning över ett ganska stort område. De samverkande konsekvenserna av två stora projekt kan grovt bedömt fördubbla styrkan i strömningsförändringarna. Förändringarna i strömmar skulle ändå bara vara några millimeter per sekund, så förändringen är liten, även om den kan sträcka sig över ett stort område.
Fiskbestånd och fiske	Konsekvenserna för fisket kan vara betydande och negativa, och för fiskvandring kan de vara måttligt negativa, men uppgifterna är ofullständiga och det är svårt att bedöma de samverkande konsekvenserna mer exakt. De vägar som fiskarna använder kan komma att förändras, särskilt till följd av de samverkande konsekvenserna av de två projekten (Laine och Kappa), som kan avspeglas över statsgränserna.
Mark och berggrund (bottenförhållanden)	Det finns inga direkta samverkande konsekvenser för havsbottnen, men de indirekta konsekvenserna kan vara något negativa, men bedöms inte sträcka sig till den svenska sidan annat än i mycket liten grad eller inte alls.
Växtlighet och naturtyper	De närmaste öarna på den svenska sidan är Holmöarna, cirka 30 kilometer väster om Laine-området, och där finns även vegetationen och naturtyperna som är närmast. Avståndet till den svenska kusten från den havsbaserade vindkraftsparken Laine är cirka 40 kilometer.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Uppskattat påverkansobjekt	Storleken på samverkande konsekvenser
	Det förväntas inga samverkande konsekvenser för vegetation eller naturtyper på den svenska sidan.
Fauna	På grund av den ökade risken för kollisioner kan det uppstå negativa samverkande konsekvenser för fladdermöss. Det finns inga samverkande konsekvenser för den övriga faunan.
Fågelbestånd	De gränsöverskridande samverkande konsekvenserna innebär en liten förändring som är negativ.
Skyddsområden	Ökad risk för kollisioner gör att de samverkande konsekvenserna innebär en liten, negativ förändring för fåglar. Inga samverkande konsekvenser för andra arter som utgör skyddsgrunder för Natura-områdena kommer att uppstå.
Luftkvalitet	För luftkvaliteten innebär de samverkande konsekvenserna en liten negativ förändring, som är direkt under byggnationen, indirekt under driften och kan i liten utsträckning beröra den svenska sidan.
Klimat	Det är sannolikt att angränsande projekt medför längre rutter för fartygstrafiken, varvid de samverkande konsekvenserna innebär en liten förändring som är negativ. Ersättandet av fossila energikällor kan i sin tur generera positiva samverkande konsekvenser.
Trafik	Negativa samverkande konsekvenser som är betydande uppstår för sjötrafiken eftersom säkerhetsavstånden inte kommer att uppfyllas och sträckorna kommer att bli längre.
Buller och vibrationer	De samverkande konsekvenserna av buller ovan vattnet är små och sträcker sig inte till de närmast utsatta platserna i Sverige. De samverkande konsekvenserna av undervattensbuller under byggnationen är små och negativa medan konsekvenserna under driften är måttliga och negativa (samma som under drift av enbart Laine).
Skuggeffekt	Skuggeffekten från den havsbaserade vindkraftsparken Laine kommer inte att ha några gränsöverskridande konsekvenser för bebyggelse.
Ekonomi och näringar	Inga direkta intäkter från fastighetsskatt kommer att uppstå på lokal nivå. För de hamnar som ansvarar för byggandet av flera havsbaserade vindkraftsprojekt kan det bli avsevärda positiva effekter. Byggnationen av Laine och Kappa har sammantaget även bredare positiva effekter, som också kan märkas på den svenska sidan.
Naturresurser	Under byggnationen uppstår negativa samverkande konsekvenser om projekten byggs samtidigt. Inga betydande samverkande konsekvenser för naturresurser kommer att uppstå under driften.
Människors levnadsförhållanden, trivsel, rekreation och hälsa	Under byggnationen kan trafiken medföra små gränsöverskridande konsekvenser som är negativa. Under driften kan det förändrade landskapet minska trivseln, och det finns en liten negativ bullerpåverkan. Skuggeffekten kommer inte att medföra samverkande konsekvenser.
Säkerhet samt radar och kommunikationsförbindelser	Inga samverkande konsekvenser av vattenbyggnationen. Vid byggnationen ovan vatten finns det en risk för olje- och bränsleläckage, men sannolikheten för samtidiga läckage är mycket låg. Två närliggande havsbaserade vindkraftsparker kan ge upphov till en förhöjd gemensam risk avseende radarns funktion.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

9.18 Konsekvenser efter driftstiden

Det sista steget i en havsbaserad vindkraftsparks livscykel är avveckling och återvinning av utrustning från den havsbaserade vindkraftsparken och hantering av avfall. Den planerade livslängden för de havsbaserade vindkraftverk som för närvarande finns tillgängliga är 25 år, vilket kan förlängas med underhåll och utbyte av komponenter upp till mer än 40 år när konstruktionernas skick så medger.

Vid avveckling av ett vindkraftverk till havs ska gällande lagstiftning och bästa praxis iakttas så att vindkraftsparken återställs i den mån det behövs. Under avvecklingsfasen eftersträvas en minimering av miljöpåverkan. För avvecklingsåtgärderna ansvarar vindkraftsaktören.

Vindkraftverken och de havsbaserade elstationerna ska rivas och avlägsnas helt och hållet med hjälp av motsvarande fartyg och metoder (i omvänd ordning) som använts vid installationen. Fundamenten kan avlägsnas helt eller delvis. Vid delvis avlägsnande tas de bort ner till havsbottnens nivå eller strax under den, medan den återstående delen blir kvar. Kablarna avlägsnas eller lämnas kvar på ett säkert sätt. Om det är nödvändigt att ta bort kablarna är processen i huvudsak densamma som vid utläggningen av kabeln, men i omvänd ordning. Havsbottnen störs när kablarna lyfts fram. Eventuellt erosionsskydd kommer sannolikt att bli kvar, eftersom den största delen antas ha sjunkit ner i havsbottnen, vilket skulle leda till större skada om den togs bort än om den lämnades kvar i området.

Mer än 80–95 procent av ett vindkraftverk kan numera återvinnas. De mest massiva komponenterna är av metall och därmed enkla att återvinna. Den del som hittills är svårast att återvinna är kraftverkets rotorblad. Men kraftverkstillverkarna har redan publicerat planer på helt återvinningsbara rotorblad och dessutom har man utvecklat teknik för återvinning av bladen.

Eventuella gränsöverskridande konsekvenser av avvecklingen behandlas specifikt för varje påverkansområde under respektive bedömningsavsnitt.

Konsekvenserna under avvecklingen beror på den metod som kommer att väljas och avvecklingsgraden. Om endast en del av fundamenten tas bort är påverkan genom grumling och sedimentspridning mindre än om alla fundamentstrukturer tas bort, men inga gränsöverskridande konsekvenser för vattensamlingar kan bedömas uppstå i något av alternativen. Det är dock osannolikt att alla fundament kommer att demonteras efter avslutad drift, och målet är att lämna åtminstone några av strukturerna på havsbotten eftersom de kan ha bildat ett s.k. konstgjort rev, och denna förändring kan vara positiv för ett varierat, djupt utsjöområde och skulle kunna avspeglas på artrikedomen på ett gränsöverskridande sätt. Med tanke på havsmiljön kan det vara motiverat att låta en del av konstruktionerna ligga kvar på havsbotten. Avvecklingen av projektet kommer att ske i enlighet med dåvarande lagstiftning och i samråd med myndigheterna innan rivningsarbetet påbörjas.

9.19 Konsekvenserna av att projektet inte genomförs (VE0)

I nollalternativet genomförs inte projektet, vilket innebär att den havsbaserade vindkraftsparken och tillhörande funktioner inte kommer att byggas. I nollalternativet uppkommer inga miljökonsekvenser av byggande och drift, inte heller på den svenska sidan, men det blir inte heller några positiva effekter för till exempel klimatet eller den regionala ekonomin. I nollalternativet bidrar det havsbaserade vindkraftsprojektet inte till Finlands självförsörjning av energi eller till ansträngningarna på EU-nivå att öka produktionen av förnybar energi och därigenom minska skadliga utsläpp och klimatpåverkan.

Naturförhållandena och människornas trivsel i Sverige kan emellertid påverkas av andra projekt som planeras på den svenska sidan, även om Laine-projektet inte genomförs.

Konsekvenserna av att inte genomföra projektet behandlas specifikt för varje påverkansområde under respektive bedömningsavsnitt.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

10 Förslag till övervakningsprogram

Enligt finska miljöskyddslagen (86/2000) ska verksamhetsidkaren vara medveten om miljökonsekvenserna av sin verksamhet. I miljötillståndsbeslutet krävs vanligtvis ett program för att övervaka påverkan från stora projekt. Övervakningens mål är att

- generera kunskap om projektets konsekvenser bl.a. utifrån målen för vatten- och havsvården
- klarlägga vilka förändringar som är en följd av projektets genomförande
- klarlägga hur konsekvensbedömningens resultat motsvarar verkligheten
- klarlägga hur åtgärder för att lindra skador har fungerat
- inleda nödvändiga åtgärder om det uppträder oförutsedda, betydande skador.

Skyldigheterna att övervaka miljöpåverkan anges i villkoren för projektets tillståndsbeslut och det slutliga övervakningsprogrammet godkänns av miljömyndigheten.

MKB-dokumentet ska innehålla ett förslag till nationellt övervakningsprogram för projektet. Uppföljningen täcker de viktigaste konsekvenserna för miljön, som betonats under utarbetandet av miljökonsekvensbedömningen. Genom uppföljningen fås information om konsekvenserna under vindkraftverkens bygg- och drifttid.

I detta avsnitt beskrivs översiktligt vad programmet för övervakning av projektets miljöpåverkan planeras innehålla och det täcker även in eventuella gränsöverskridande konsekvenser. Övervakningsprogrammet har utformats med beaktande av att rätten till undersökning enligt Statsrådets undersökningstillstånd för Laine-projektet enbart gäller Finlands ekonomiska zon.

Övervakningsprogrammet preciseras i samband med de tillstånd enligt vattenlagen (587/2011) och miljöskyddslagen (527/2014) som söks för projektet och lämnas alltid in till NTM-centralen för godkännande innan byggandet påbörjas. Tillståndsprocessen i enlighet med vattenlagen och miljöskyddslagen omfattar även internationellt samråd.

10.1 Fågelbestånd

När det gäller fågellivet är den största osäkerheten i konsekvensbedömningen den årliga variationen i fåglarnas flyttning genom projektområdet och bristen på kunskap om fåglarnas nattliga migration. Det finns för närvarande inga uppgifter om fåglarnas beteende på öppna havet i området för havsbaserade vindkraftsparker i Finland.

För fågelbeståndets del bör utredningarna kompletteras under kommande tillståndsfaser och vid övervakning av fågelbeståndet i samband med byggnation och drift. De övervakningar som kommer att genomföras före byggnationen fungerar som utgångsdata för övervakningen och kompletterar den befintliga informationen och den information som erhållits under utredningarna om situationen i Laine-området före byggnationen av den havsbaserade vindkraftsparken. Övervakning av fåglars migration och födosöksflygningar i området för den havsbaserade vindkraftsparken under byggnation och drift kan ge viktig information om flyttfåglarnas beteende i kraftverkens påverkansområde. Om möjligt inriktas kompletterande observationer och övervakningar också på observationer av nattlig migration med hjälp av fågelradar eller andra liknande tekniker. Målet är att på basis av resultaten kunna påvisa eventuella metoder för att säkerställa att genomförandet av projektet inte medför avsevärda konsekvenser för migrerande, födosökande eller rastande fåglar.

Tekniska metoder, såsom radar för observation av fåglar, utvecklas ständigt, och de metoder och tekniker för observation och övervakning som används väljs ut senare i samråd med experter och tillsynsmyndigheten för projektet. När så är möjligt kommer metoderna också att ta hänsyn till responsen från Sverige.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

10.2 Buller

Vid behov kan bulleröövervakning utföras genom mätningar på följande objekt:

- Uppföljning av undervattensbuller vid två mätpunkter i området för den havsbaserade vindkraftsparken, varav den ena kan vara belägen på den kant av projektområdet som vetter mot Sverige för att fastställa samverkande konsekvenser av Kappa-projektet på den svenska sidan (om byggandet sker under samma år) och den andra på den kant som vetter mot Finland. Mätperioderna genomförs under byggandet av fundamenten (i synnerhet eventuella pålnings- och sprängningsfaser) och driften av den havsbaserade vindkraftsparken, när alla kraftverk är i drift samtidigt. Om bergsprängning krävs på energiöverföringsrutterna föreslås också bulleröövervakning längs rutten, åtminstone nära en av sprängningsplatserna.
- Under driftfasen kan bulleröövervakning vid behov utföras vid de närmast exponerade platserna, i enlighet med miljöministeriets anvisning 4/2014. Eftersom förhållandena kan vara krävande för signal-brusförhållandet (svag signal och starkt bakgrundsbrus på grund av vind- och vågbrus) ska mätningen utföras noggrant och förmodligen på ett visst avstånd från strandlinjen för att minska vågbruset. Det rekommenderas också att mätningar görs vid en något lägre vindhastighet, så att resultaten vid referensvindhastigheten kan extrapoleras från regressionsresultaten. Anvisningarna ger möjlighet till detta.

Dessutom kan projektets modell för buller ovan vatten preciseras, till exempel i vattentillståndsfasen, genom bullergarantiuppgifterna för den kraftverkstyp som byggs, ifall typen skiljer sig från den som presenteras här.

10.3 Vattendrag, undervattensnatur och fiskbestånd

För att övervaka eventuella konsekvenser under byggnationen av den havsbaserade vindkraftsparken och elöverföringskablarna och/eller vätgasledningen utförs **övervakning av vattenkvaliteten** under vattengrumlande arbetsskeden. Övervakningen sker exempelvis genom att kombinera kontinuerliga automatiska mätningar med periodisk vattenprovtagning. Övervakningen utförs i närheten av arbetsobjekten på olika djup, med beaktande av de väsentliga övervakningsparametrarna. Vattenkvaliteten övervakas under arbetet när vattengrumlande arbeten såsom muddring och grävning av kabel-/vätgasrördiken utförs. Antalet övervakningspunkter planeras senare.

Övervakningen sker genom att vattenprover tas i närheten av arbetsobjektet på ett avstånd av cirka 50 meter i vindriktningen. Proverna tas från ytan (1 m), en meter över botten och halvvägs upp i vattenmassan om vattendjupet är större än 6 meter. Proverna analyseras med avseende på åtminstone temperatur, elektrisk ledningsförmåga, pH, grumlighet, fasta substanser, totalfosfor, fosfatfosfor, totalkväve och syrehalt.

Om vattenområdet är synligt grumligt tas ytterligare prover i grumlighetens spridningsriktning med intervaller på cirka 200–300 meter tills ingen grumlighet längre kan observeras. Förutom proverna registreras väderförhållanden och sensoriska observationer av vattenkvaliteten, och objekten fotograferas.

Det föreslås att övervakningen utförs en gång, cirka 2 veckor innan arbetena påbörjas, och ungefär varannan vecka under arbetena. I undantagsfall konsulteras myndigheterna och ytterligare övervakning ordnas vid behov.

Resultaten av övervakningen rapporteras till tillsynsmyndigheten i Finland, vilket sker årligen under det kalenderår som följer på övervakningsåret. I rapporteringen utnyttjas också öppna satellitdata från Finlands miljöcentral (TARKKA-tjänsten).

Arbetenas effekter och grumlingen övervakas även på byggarbetsplatsen genom att entreprenören för byggdagbok. När vattengrumlande arbeten utförs antecknas där väderförhållanden, arbetstider och typ av arbeten som kan ha inverkan på vattenkvaliteten. Åtgärder som begränsar användningen av

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

vattensamlingen antecknas också. Byggdagboken sparas i minst fem år efter det att arbetet har slutförts. Byggdagboken visas upp för tillsynsmyndigheten på begäran.

Den ovannämnda övervakningen ger också underlag för att bedöma eventuella gränsöverskridande konsekvenser för vattensamlingar under byggtiden.

Det finns inget förslag om att övervaka vattenkvaliteten under driften av vindkraftverken. För övervakning av vätgasproduktionen föreslås att bl.a. värmebelastning och salthalt finns med i de övervakade parametrarna. Det föreslås att övervakningen ska ske cirka 4 gånger per år under drifttiden med motiveringen att belastningen från vätgasproduktion i det yttre havsområdet bedöms ha små, lokala effekter. Enligt modelleringen är effekterna av vätgasproduktion mycket lokala, och den ovannämnda övervakningen förväntas ge tillräckligt underlag för att även bedöma eventuella gränsöverskridande konsekvenser.

Övervakning avseende bottenlevande djur utförs på mjuka bottnar i området för både vindkraftsparken och de utvalda energiöverföringsrutterna före och efter byggnationen. De prover som samlats in under MKB-fasen ingår i förhandsövervakningen. Eftersom flera års kartläggningsdata redan finns tillgängliga i MKB-fasen föreslås att endast ett prov tas före byggnationen. Provet ger kunskap om variationer mellan åren som komplement till de tidigare provserierna. Det föreslås att ett prov tas efter byggnationen. Det föreslås att övervakning avseende bottenlevande djur genomförs en gång, till exempel 2 år efter att parken tagits i drift, för att få en övergripande uppfattning om återhämtningen av den bentiska faunan i området efter byggnationen, och om huruvida bentiska djur har koloniserat områden med mjukbotten efter byggnationen (bland annat områden där energiöverföringsstrukturer sjunker till botten och mjuka sediment ackumuleras ovanpå).

För att övervaka den havsbaserade vindkraftsparkens påverkan under byggnation och drift föreslås att arter och habitat av vattenväxter och alger övervakas med hjälp av dyklinjer och/eller drop-videokartläggningar, och i grunda områden genom vadning/ytdykning under säsonger med öppet vatten en gång per säsong under hela byggnationen. Övervakningen omfattar visuell observation av artsammansättningens utveckling och mängden sediment på bottnen och över vegetationen. Övervakningspunkter placeras ut på reven i projektområdet för att övervaka effekterna av förändringar i sedimenteringen som orsakas av byggnationen och eventuella förändringar i strömmarna på reven och undervattenssandbankarna i området.

För att övervaka påverkan på artsammansättningen och naturtyperna samt mängden sedimentering under byggtiden föreslås vegetationsdyklinjer längs kabel- och vätgasledningssträckningarna (huvudsakligen i Finlands territorialvatten) eller i skyddsområden där sträckningen går. Dessutom bör förändringar i artsammansättningen i landföringsområdena i Finland övervakas.

Övervakningslinjerna kartläggs innan byggnationen påbörjas, under byggnationen, efter att byggnationen har slutförts och med regelbundna intervall under driften. Resultaten kan användas för att bedöma de negativa effekterna av eventuella förändringar och för att ändra byggmetoderna vid behov (till exempel genom att lägga till skyddskonstruktioner mot grumlighet och fasta substanser i havsområdet eller ändra sättet att anlägga energiöverföringsrutten).

Resultaten av uppföljningen kommer att ge grundläggande information om hur havsbaserade vindkraftsprojekt påverkar den marina undervattensmiljön. För närvarande råder det brist på sådan information från den finska kusten. Detta kommer att underlätta bedömningen av effekterna av havsbaserade vindkraftsprojekt i framtiden.

Effekterna av havsdeponeringen i samband med byggnationen kommer att följas upp före, under och efter deponeringen tills inga ytterligare effekter observeras. Övervakningen av deponeringsområdet omfattar

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

kontroll av bland annat grumlighet och vattenkvalitet. Detta ger underlag för att bedöma eventuella gränsöverskridande konsekvenser av det deponeringsområde som finns i den ekonomiska zonen.

Övervakning av fisket sker genom fiskebokföring och en fiskerienkät. Genom att övervaka yrkesfiskarnas fångster kommer man att kunna bedöma projektets inverkan på kommersiellt viktiga fiskarter, i synnerhet vandringsfisk och strömming. Övervakning kommer att utföras före och efter byggnationen och under driften enligt en senare vald zonindelning. Om myndigheterna kräver det kan övervakningen även omfatta svenska fiskare som eventuellt fiskar i området, men enligt nuvarande uppgifter finns det inga sådana.

Utöver ovanstående kommer vandringsfiskarnas beteende och eventuella förändringar i vandringsvägarna att utredas genom intervjuer eller enkäter med fritidsfiskare tre år efter att den havsbaserade vindkraftsparken har tagits i drift. Enkäten riktas till dem som fiskar i området.

Övervakningsmetoderna och -frekvensen kommer att avtalas närmare med finska NTM-centralen under vattentillståndsfasen, och ett mer detaljerat övervakningsprogram ska godkännas av NTM-centralen innan byggandet påbörjas.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

11 Termer och förkortningar

I MKB-dokumentet används följande termer och förkortningar:

TERM	FÖRKLARING
Territorial-vattengräns	Territorialvattnen delas in i inre territorialvatten och yttre territorialvatten, dvs. territorialhavet. Territorialhavet faller under statens kontroll, gränsen för det yttre territorialvattnet = gränsen mellan stater
CO_2	Koldioxid.
dB(A), decibel	Enhet för ljudstyrka. En höjning av bullernivån med tio decibel (=1 bel) innebär en tiodubbling av ljudenergin. Vid ljudmätningar används filtreringar som viktar olika frekvenser på olika sätt. Vanligast är A-filter som används för att beskriva ljudets påverkan på människan.
NTM-central	Finlands nationella närings-, trafik- och miljöcentral.
Energiöverföringsrutt	Avser antingen en sjökabel som överför el eller en rörledning som överför vätgas. Används om sträckningar när granskningen omfattar både sjökabeln och vätgasledningen.
FINIBA-område	Ett nationellt viktigt fågelområde (Finnish Important Bird Area).
IBA-område	Ett internationellt viktigt fågelområde (Important Bird and Biodiversity Area).
Projektområde	Avser i detta MKB-dokument det havsområde där vindkraftverken placeras och områdena för sjökabelsträckningarna och vätgasledningssträckningen samt elöverföringen på fastlandet. Dessutom omfattas deponeringsområdena till havs.
kV	Kilovolt, enhet för elektrisk spänning.
L_{Aeq}	För bedömning av omgivningsbuller används ljudets A-ljudnivå. A-viktning är avsedd för bedömning av människors upplevelse av bullerstörning. När varierande buller under lång tid och den hälso- eller trivselolägenhet som människan upplever ska beskrivas med ett tal används medelljudnivå. Andra benämningar på medelljudnivå är ekvivalent A-ljudnivå och ekvivalentnivå och den betecknas med L_{Aeq}. Medelljudnivån är inte bara ett vanligt medelvärde för bullerljudnivån. Den upphöjning i kvadrat som ingår i definitionen betyder att ljudtryck över medel får en större tyngd i slutresultatet.
MAALI-område	Ett fågelområde som är viktigt på landskapsnivå.
Mitigering	Mitigering eller mitigation handlar om riskhantering. Den går ut på att minska effekterna av olika risker och hot och att presentera metoder för detta.
m ö.h.	Meter över havsytan
MW	Megawatt, enhet för effekt (1 MW = 1 000 kW).
MWh (GWh, TWh)	Megawattimme (gigawattimme), enhet för energi (1 GWh = 1000 MWh, 1 TWh = 1000 GWh).
SAC-område	Område som med stöd av habitatdirektivet har valts till Natura 2000-nätverket (Site of Community Importance).
SPA-område	Område som med stöd av fågeldirektivet valts till Natura 2000-nätverket (Special Protection Area)
SVA	Bedömning av sociala konsekvenser.
Ekonomisk zon	Finlands ekonomiska zon är ett havsområde som ligger utanför Finlands territorialvatten, men där finska staten har rätt att undersöka och utnyttja levande och icke-levande naturresurser. Inom den ekonomiska zonen tillämpas också Finlands lag om skydd av den marina miljön. Alla stater har frihet till sjöfart och överflygning inom zonen
Vindförlust	En turbin saktar ner vinden och den långsammare vinden får nästa turbin om den ligger bakom turbinen i fråga. En sådan händelse kallas vindförlust. Fenomenet kan minskas genom att man placerar kraftverken på tillräckligt stort avstånd från varandra.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

MKB-program	I MKB-programmet presenteras projektområdets nuvarande tillstånd samt en plan för vilka konsekvenser MKB-dokumentet ska ta upp och hur utredningarna ska göras.
MKB-dokument	I MKB-dokumentet presenteras resultaten av konsekvensbedömningarna och jämförs enligt projektalternativ. Dokumentet innehåller också åtgärder för att lindra miljökonsekvenserna samt en beskrivning av uppföljningen av effekterna.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

12 Kjällförteckning

AFRY Sverige 2024. Visuell påverkan på landskapsbilden - gränsöverskridande sammanhang. OX2. Vindkraftpark Halla. 17.4.2024.

Ahlén, I., Baagøe, H.J. & Bach, L. 2009. Behavior of Scandinavian Bats during Migration and Foraging at Sea. Journal of Mammalogy 90: 1318–1323.

Airaksinen & Karttunen 2001 (toim). Natura 2000-luontotyyppiopas. Ympäristö-opas 46.

Aminoff, S. 2014. VINDKRAFTENS INVERKAN PÅ FLADDERMÖSS I FINLAND – en pilotstudie om undersökningsmetoderna i finländska förhållanden [Master thesis]. University of Helskinki.

Andersson, M., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B.L., Hammar, J., Persson, L.K., Phil, J., Sigray, P. & Wikström, A. 2016. A framework for regulating underwater noise during pile driving. A technical Vindval report, ISBN 978-91-620-6775-5, Swedish.

Artportalen 2024. [http://www.artportalen.se] (1.9.2024)

Batlife Sweden 2022. Om fladdermöss. https://batlife-sweden.se/om_oss/om-foreningen/. (20.6.2024)

Bellmann, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, P. & Brinkmann, J. 2020. Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values. Oldenburg, Germany: ITAP.

Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Ohlsson, H., Wahlberg, M., Rosenberg, R., & Åstrand Capetillo, N. 2012. Vindkraftens effecter på marint liv. En syntesrapport. Vindval Rapport 6488. Stockholm: Naturvårdsverket.**BIAS 2014.** Baltic Sea information on the Acoustic Soundscape. BIAS LIFE ENV/SE/841. [https://biasproject.wordpress.com/downloads/deliverables/]

BIAS 2014. Baltic Sea information on the Acoustic Soundscape. BIAS LIFE ENV/SE/841. [https://biasproject.wordpress.com/downloads/deliverables/]

BirdLife Suomie 2023. Lintujen päämuuttoreitit Suomessa. https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/paamuuttoreitit/. (18.5.2023)

Bolin, K. 2012. The Influence of Background Sounds on Loudness and Annoyance of Wind Turbine Noise. Acta Acustica united with Acustica, Vol 98 (2012) pages 741-748.

Boverket (2021). Yrkesfiske. [https://www.boverket.se/sv/PBL-

kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmanna-intressen/hav/maritima-naringar/yrkesfiske/] (1.8.2021)

Bryhn A. (2021) (toimittanut). Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020. Rapport 2021:6 [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/sidan-publikationer/resursoversikten/resursoversikt-2020-2021-02-15.pdf] (2.6.2024)

COWI 2023. Laine offshore wind farm. Conceptual geological model. Report. September 2023. Luottamuksellinen aineisto.

Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M. F., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. 2022. Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (Ammodytes marinus). Marine Environmental Research, 176.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Dietz, R., Teilmann, J. & Henriksen, O.D. 2000. EIA study of offshore wind farm at Rødsand - Technical report about seals. Ministry of the Environment and Energy & National Environmental Research Institute, 67 s

Dodd J. & Briers A.B. 2021. The Impact of Shadow Flicker or Pulsating Shadow Effect, Caused by Wind Turbine Blades, on Atlantic Salmon (Salmo salar) CD2020_08. Scotland's Centre of Expertise for Waters (CREW)

Dunlop, E. S., Reid, S. M., and Murrant, M. 2016. Limited influence of a wind power project submarine cable on a Laurentian Great Lakes fish community. Journal of Applied Ichthyology, 32(1), 18-31.

Døving, K.B. & Stabell, O.B. 2003. Trails in Open Waters, Sensory Cues in Salmon Migration. Teoksessa: Collin, S.P. & Marshall, N.J. (toim.), Sensory processing in Aquatic Environments. Springer, New York, ss. 39–52.

EHB, European Hydrogen Backbone 2023. IMPLEMENTATION ROADMAP — CROSS BORDER PROJECTS AND COSTS UPDATE. [https://ehb.eu/files/downloads/EHB-2023-20-Nov-FINAL-design.pdf]

EMODnet 2022. Human activities. The European Marine Observation and Data Network. www.emodnet-humanactivities.eu/view-data.php (6.10.2022).

EMODNET 2024. Karttapalvelu. Viitattu 5.1.2024

Energimyndigheten & Länsstyrelserna 2024. Vindbrukskollen -karttapalvelu. Energimyndigheten ja Länsstyrelserna. [https://vbk.lansstyrelsen.se/] (2.4.2024).

energi.se 2021. [https://www.energi.se/artiklar/2021/april-2021/vindkraftsbolaget-som-satsar-pa-vat-gas/] (18.4.2021)

Energistyrelsen 2022 (April). Guideline for underwater noise - installation of impact-driven piles. København: ens.dk.

Eolus 2023. Aurum vindkraftpark. Samrådsunderlag avgränsningssamråd och Sevesosamråd. 2023-05-03. [https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Samr%C3%A5dsun-derlag%20Aurum%203.5.2023.pdf] (3.5.2024).

EPA (United States Environmental Protection Agency) 2023a. What is Acid Rain? [https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain] (3.11.2023).

EPA 2023b. Climate Change Indicators: Snow and Ice [https://www.epa.gov/climate-indicators/snow-ice] (20.10.2023).

Eurofins Ahma Oy 2023. Maanahkiaisen merituulivoimapuiston muutonseuranta. Ramboll Finland Oy.

Euroopan unioni 2024. CIRCABC. Guidance on the Application of the Environmental Impact Assessment Procedure for Large-scale Transboundary Projects" [http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/Transboundry%20EIA%20Guide.pdf] (1.5.2024)

FCG Finnish Consulting Group Oy 2022. Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan tuulivoimaselvitys, raportti. 20.1.2022. Pohjanmaan liitto, Etelä-Pohjanmaan liitto ja Keski-Pohjanmaan liitto.

FCG Finnish Consulting Group Oy 2014–2019. Toiminnassa olevien tuulivoimapuistojen seurannat Kalajoen, Pyhäjoen, Raahen, Iin ja Simon rannikolla.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Fintraffic 2024. Fintraffic meriliikenteenohjaus. [https://www.fintraffic.fi/fi/vts/fintrafficin-meriliiken-teenohjaus-lyhyesti]

Forsberg, Å. & Pekkari, S. 1999. Undersökningar av undervattensvegetation och vattenkemi i nordligaste Bottenviken.

Fjäder Päivi, Korkalainen Merja, Kauppi Sari, Lehtiniemi Maiju, Salminen Jani, Selonen Salla, Setälä Outi, Sillanpää Markus, Sorvari Jaana, Suikkanen Sanna, Talvitie Julia, Turunen Topi, Virkkunen Henri ja Ala-Ketola Ulla 2022. Muovien haitalliset ympäristö- ja terveysvaikutukset. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 17/2022. 160 sivua. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/144561/SYKEra_17-2022_Muovien-haitalliset-vaikutukset.pdf?sequence=1&isAllowed=y] (15.3.2024).

Gaultier, S.P., Blomberg, A.S., Ijäs, A., Vasko, V., Vesterinen, E.J., Brommer, J.E., Lilley, T.M. 2020. Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic SeaCountries in the European Context of Power Transition andBiodiversity Conservation. Environ. Sci.Technol. 2020, 54, 10385-10398. [https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.0c00070?ref=article_openPDF] (10.9.2024)

Gill, A. B. & Bartlett, M. 2010. Literature review on the potential effects of electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments on Atlantic salmon, sea trout and European eel. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.401

Gill, A.B., and M. Desender. 2020. Risk to animals from electromagnetic fields emitted by electric cables and marine renewable energy devices. Pp. 86–103 in OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. No. PNNL-29976CHPT5 Pacific Northwest National Lab, Richland, WA, 18 pp

Glarou, M., Zrust, M., & Svendsen, J. C. 2020. Using artificial-reef knowledge to enhance the ecological function of offshore wind turbine foundations: Implications for fish abundance and diversity. Journal of Marine Science and Engineering, 8(5), 332.

Gregow, H., Mäkelä, A., Tuomenvirta, H., Juhola, S., Käyhkö, J., Perrels, A., Kuntsi-Reunanen, E., Mettiäinen, I., Näkkäläjärvi, K., Sorvali, J., Lehtonen, H., Hildén, M., Veijalainen, N., Kuosa, H., Sihvonen, M., Johansson, M., Leijala, U., Ahonen, S., Haapala, J., Korhonen, H., Ollikainen, M., Lilja, S., Ruuhela, R., Särkkä, J. & Siiriä, S-M., 2021. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Suomen ilmastopaneelin raportti 2/2021.

GTK 2024a. Hakku-palvelu. Meriluontotyypit ja geologia. [http://tupa.gtk.fi/paikkatieto/meta/meriluontotyypit.html] (15.3.2024).

GTK 2024b. Maankamara-karttapalvelu. [http://gtkdata.gtk.fi/maankamara] (15.3.2024).

Halkka, A. 2020. Changing climate and Baltic region biota. Väitöskirja, Helsingin Yliopisto. Saatavilla verkko-osoitteesta: [https://helda.helsinki.fi/items/88a6bdbb-8139-478a-b8a0-b06a71731f15] (20.10.2023).

Halstead, D. & Tam, N. 2019. A study of background noise levels measured during far-field receptor testing of wind turbine facilities. Conference Proceedings. 8th International Conference on Wind Turbine Noise, Lissabon, June 12-14, 2019.

Hammar, L. & Wikström 2005. Skottarevsprojektets inverkan på de marinbiologiska miljöförhållanderna: Havsbaserad vindskraft; sammanställning och tillämpad bedöming. Marine monitoring vid Kristineberg AB Sweden.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Hammar, L., Wikström, A., Börjesson, P., & Rosenberg, R. 2008. Studier på småfisk vid Lillgrund vindpark. Effektstudier under konstruktionsarbeten och installation av gravitationsfundament. Rapport 5831 från Vindval. Naturvårdsverket.

Han, DG. & Choi, JW. 2022. Measurements and Spatial Distribution Simulation of Impact Pile Driving Underwater Noise Generated During the Construction of Offshore Wind Power Plant Off the Southwest Coast of Korea. Frontiers in Marine Science 8: 654991.

Hansson P. 2020. Flaskhalsar för flyttande rovfåglar i Fennoscandia. ARCUM - Arctic Research Centre at Umeå University.

Hansson P. 2019. Koncentrationer av hotade termikflyttande fåglar i Fennoskandia. ARCUM - Arctic Research Centre at Umeå University.

Havet.nu 2022. Fakta om bottniska viken www.havet.nu/-bottniska-viken (27.9.2022)

Havs- och vattenmyndigheten 2024. Havsplanering [https://www.havochvatten.se/planering-forvaltning-och-samverkan/havsplanering.html] (23.5.2024)

Havs- och vattenmyndigheten 2021. https://www.havochvatten.se/fiske-och-handel.html (20.6.2024)

Heinänen, S., Žydelis, R., Kleinschmidt, B., Dorsch, M., Burger, C., Morkūnas, J., Quillfeldt, P. & Nehls, G. 2020. Satellite telemetry and digital aerial surveys show strong displacement of red-throated divers (*Gavia stellata*) from offshore wind farms. Mar. Environ. Res. 2020, 160, 104989.

HELCOM COMBINE ohjelman suosituksia: [http://www.helcom.fi/Documents/Action%20areas/Monitoring%20and%20assessment/Manuals%20and%20Guidelines/Manual%20for%20Marine%20Monitoring%20in%20the%20COMBINE%20Programme%20of%20HELCOM_PartC_AnnexC8.pdf]

HELCOM 2023a. Species information sheet. [HELCOM-Red-List-Phoca-hispida-botnica.pdf] (23.10.2023).

HELCOM 2023b. Species information sheet. [https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/HELCOM-Red-List-Halichoerus-grypus.pdf] (23.10.2023).

HELCOM 2023c. Total nitrogen (TN). HELCOM core indicator report. [https://indicators.helcom.fi/indicator/total-nitrogen-tn/] (3.11.2023).

HELCOM 2023d. Baltic Sea acidification. HELCOM element indicator report. Online. [https://indicators.helcom.fi/indicator/acidification/] (20.10.2023).

HELCOM 2019a. Fact sheet for HELCOM MPA 153 – Luoto archipelago. [https://mpas.helcom.fi/apex/f?p=103:12:::NO::P12_ID:153] (4.12.2023).

HELCOM 2019b. Fact sheet for HELCOM MPA 140 - Outer Bothnian Threshold Archipelago (The Quark). [https://mpas.helcom.fi/apex/f?p=103:12:::NO::P12_ID:140] (7.9.2023).

HELCOM 2018. Distribution of Baltic seals. Helcom core indicator report.

HELCOM 2017. Distribution of Baltic seals. HELCOM core indicator report. Heinäkuu 2017.

HELCOM 2014. HELCOM recommendation on coastal and marine baltic sea protected areas (HELCOM MPAs) 35/1. – . 5 S.

HELCOM 2013. Biotope Information Sheet – Baltic aphotic muddy sediment dominated by Monoporeia affinis and/or Pontoporeia femorata.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Hyvärinen, E, Juslén, A, Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U-M (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus, punainen kirja. The 2019 Red List of Finnish Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.

Hutchison, Z.L., D.H. Secor, and A.B. Gill. 2020a. The interaction between resource species and electromagnetic fields associated with electricity production by offshore wind farms. Oceanography 33(4):96–107

Hutchison, Z.L., A.B. Gill, P. Sigray, H. He, and J.W. King. 2020b. Anthropogenic electromagnetic fields (EMF) influence the behaviour of bottom-dwelling marine species. Scientific Reports 10(1):1–15

Ilmasto-opas 2022. Pohjanmaa – Pohjanlahden vaikutuksessa. [https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/pohjanmaa-pohjanlahden-vaikutuksessa]

Ilmatieteen laitos 2024a. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeustilastot]

Ilmatieteen laitos 2024b. Vedenkorkeusennätykset Suomen rannikolla. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeusennatykset-suomen-rannikolla]

Ilmatieteen laitos 2023a. Pienhiukkaset. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/pienhiukkaset-ilmansaasteena] (3.11.2023).

Ilmatieteen laitos 2023b. Ilmanlaatu Suomessa. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu] (1.11.2023).

Ilmatieteen laitos 2023c. Lämpötila- ja sadekarttoja vuodesta 1961. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/karttoja-vuodesta-1961]

Ilmatieteen laitos 2022. Suomen ilmastovyöhykkeet. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/suomen-ilmastovyohykkeet]

Ilmatieteen laitos 2021. Jäätalvet. [https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvet]

IPCC 2023. IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Advanced). Dataset: CMIP6. 20.10.2023.

IPCC 2007. Climate Change 2007. AR4 Synthesis Report. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf]

Itämeri.fi 2023. Vedenalainen melu. [https://www.itameri.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Itameren_tila/Vedenalainen_melu/Vedenalainen_melu_Itamerella] (1.3.2024).

Jensen, F., Kuperman, W., Porter, M. and Schmidt, H. 2000. Computational Ocean Acoustics. Modern Acoustics and Signal Processing. New York: Springer-Verlag.

Kala- ja vesitutkimus 2022. Laine merituulivoimapuiston ja vaihtoehtoisten kaapelireittikäytävien kaupallinen kalastus vuonna 2021. Kala- ja vesijulkaisuja nro 347. 15 s. + 2 liitettä.

Kala- ja vesitutkimus 2023a. Laine merituulipuiston kaloihin ja kalastukseen liittyvät lisäselvitykset. Sisältää: Kaupallisen kalastuksen kalastustiedustelu vuoden 2022 kalastuksesta, Asiantuntija-arvio ja kirjallisuuskatsaus vaelluskalojen esiintymisestä, Asiantuntija-arvio ja kirjallisuuskatsaus kalojen lisääntymisalueista. Kala- ja vesijulkaisuja nro 388. 58 s.+ 2 liitettä.

Kala- ja vesitutkimus 2023b. Laine merituulivoimapuiston suunnittelualueen koekalastus vuonna 2022. Kala- ja vesijulkaisuja nro 356. 7 s. + 3 liitettä.

Kalajoen Satama Oy 2023. Satamainfo. [https://portofkalajoki.fi/satamainfo/]

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Karlsson, M., Kraufvelin, P., & Östman, Ö. 2020. Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer. En synter av grumlingens dos och varaktighet. Aqua reports 2020:1. Drottningholm Lysekil Öregrund: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser.

Karlsson L., Ikonen E., Westerberg H. & Sturlaugsson J. 1996. Use of data storage tags to study the spawning migration of Baltic salmon (Salmo salar L.) in the gulf of Bothnia. Inter-national Council of the Exploration of the Sea. CM 1996/M9.

Kaskela, A. & Rinne, H. 2018. Vedenalaisten Natura-luontotyyppien mallinnus Suomen merialueella. GTK:n tutkimustyöraportti 6/2018.

Keränen, Hakala & Hongisto 2017. Pientalojen äänieristävyys ympäristömelua vastaan taajuuksilla 5–5000 Hz – infraäänitutkimus. Turun ammattikorkeakoulu, sisäympäristön tutkimusryhmä, Turku 2017. Akustiikkapäivät 2017.

Keränen, Hakala, Hongisto, Radun, Rajala, Maula, Saarinen & Virjonen 2019. Anojanssi -projektin tulokset: Ympäristömelun häiritsevyys. Turun ammattikorkeakoulu, sisäympäristön tutkimusryhmä, Turku 2019. Akustiikkapäivät 2019, s. 276–279.

Keränen, P.A. 2015. Meriharjuksen hoitosuunnitelma. Osa 1. Meriharjuskannan hoidon ja suojelun tausta. Metsähallitus.

Keskinen, E. 2024. Metsähallitus. Suullinen tiedonanto [Perämeren riutat, keskustelu Keskinen-Saari aiheesta Perämeren riuttojen monimuotoisuus"]. 22.7.2024.

Klimley A. P., Wyman, M. T., Kavet, R. 2017. Chinook salmon and green sturgeon migrate through San Francisco Estuary despite large distortions in the local magnetic field produced by bridges. PLoS ONE 12(6): e0169031.

Klimley, A. P., Putman, N. F., Keller, B. A., & Noakes, D. 2021. A call to assess the impacts of electromagnetic fields from subsea cables on the movement ecology of marine migrants. Conservation Science and Practice, 3: 1–8.

Kokkolan Satama Oy 2023. Satamat. [https://portofkokkola.fi/satamat/]

Koponen, J. & Virtanen, M. 1995. Vuosaaren sataman ruoppausten ja laivaliikenteen aiheuttamien sedimenttipäästöjen kulkeutumisen ja vaikutusten arvio. – Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus Oy. Raportti. 29 s.

Kontula T. & Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Luontotyyppien punainen kirja. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 5/2018. Osat 1 ja 2.

Korpinen, S., Laamanen, M., Suomela, J., Paavilainen, P., Lahtinen, T. & Ekebom, J. (toim.) 2018. Suomen meriympäristön tila 2018. SYKEn julkaisuja 4. Suomen ympäristökeskus.

Koschinski & Lüdemann 2013. Development of Noise Mitigation Measures in Offshore Wind Farm Construction 2013.

Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. (toim.) 2005. Perämeri Life. Perämeren toimintasuunnitelma. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1/2005.

Kvarken Ports Ltd 2023. Tietoa Vaasan satamasta. [https://kvarkenports.com/fi/vaasa/tietoasatamasta.4.4117ebf317b9aa1fe01bb.html]

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

KVVY Tutkimus Oy. 2020a. Suomen Hyötytuulen suunnitteilla olevan Tahkoluodon merituulipuiston laajennuksen vedenalaisen luonnon tilan arviointi. Raportti nro. 920/20.

KVVY Tutkimus Oy 2020b. Hyötytuulen suunnitteilla olevan merituulipuiston hankealueella tapahtuva kalastus. Raportti 1101/20.

Lajitietopankki (2022a). Itämerensimpukka. https://artfakta.se/artbestamning/taxon/106766 (12.12.2022)

Lajitietopankki (2022b). Valkokatka. https://artfakta.se/artbestamning/taxon/monoporeia-affinis-233408 (12.12.2022).

Lajitietopankki (2022d). Harmaahylje. https://artfakta.se/naturvard/taxon/halichoerus-grypus-100068 (12.12.2022).

Lajitietopankki (2022e). Norppa. https://artfakta.se/naturvard/taxon/pusa-hispida-100104 (12.12.2022)

Lappalainen, A., Setälä, J., Helminen, J., Lehtonen, T., Niukko, J., Rantanen, P., Saarni, K. & Söderkultalahti, P. 2023. Suomen troolilaivaston kalastusalueet Itämerellä vuosina 2010–2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 102/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 23 s.

Leppänen, J.-M., Rantajärvi, E., Bruun, J.-E. & Salojärvi, J. 2012. Meriympäristön nykytilan arvio. Suomen merenhoitosuunnitelman valmisteluun kuuluva. 28.9.2012. Ympäristöministeriö.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2020. Ohje tuulivoimaloiden päivämerkintään, lentoestevaloihin sekä valojen rytmitykseen. 7.9.2020. [https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Ohje%20tuulivoimaloiden%20p%C3%A4iv%C3%A4merkint%C3%A4%C3%A4n%2C%20lentoestevaloihin%20sek%C3%A4%20valojen%20ryhmitykseen_07SEP2020.pdf]

Lindfors, A., Meriläinen, T. & Vatanen, S. 2024. OX2 Laine -alueen sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenoton täydennyksen tulokset 2023. 25.3.2024. 58 sivua, 6 liitettä.

Lindfors A., Meriläinen T. & Vatanen S. 2023. OX2 Laine -alueen sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenoton sekä virtaus- ja vedenlaatutarkkailun tulokset 2022. Luode Consulting 27.1.2023. 66 sivua, 4 liitettä.

Linley A., Wilding, T., Black, K., Hawkins, S.J., Mangi S. 2007. Review of the reef effects of offshore windfarm structures and potential for enhancement and mitigation. Peer-reviewed report (2007): 132.

Love, M. S., Nishimoto, M. M., Snook, L., Schroeder, D. M., and Scarborough Bull, A. 2017. A Comparison of Fishes and Invertebrates Living in the Vicinity of Energized and Unenergized Submarine Power Cables and Natural Sea Floor off Southern California, USA. Journal of Renewable Energy, 13

Luonnonvarakeskus LUKE 2023. Lappalainen, A., Setälä, J., Helminen, J., Lehtonen, T., Niukko, J., Rantanen, P., Saarni, K. ja Söderkultalahti, P. Suomen troolilaivaston kalastusalueet Itämerellä vuosina 2010–2022. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 102/2023. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/554030/luke-luobio_102_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y] (17.12.2024)

Luonnonvarakeskus LUKE 2023b. Luonnonvaratieto. merihylkeet [https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=merihylkeet]. (31.10.2023).

Lutsar, L. 2011. Lepakkotutkimus Kõpun niemen läntisessä osassa ja sitä ympäröivillä merialueilla heinä- ja elokuussa 2011. Tilaaja: SA Eestimaa Looduse Fond.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Länsstyrelserna 2020. Häckande kustfåglar i Bottniska viken 2010–2020 Populationstrender, utbredningar och miljöindikatorer. Raportti. [https://catalog.lansstyrelsen.se/store/21/resource/14] (25.9.2023).

Länstyrelsen Västerbotten 2023. https://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten.html (20.6.2024)

Maa- ja Metsätalousministeriö (MMM) 2007. Itämeren hyljekantojen hoitosuunnitelma 4/2007. [https://mmm.fi/documents/1410837/1721042/4_2007_Itameren_hyljekantojen_hoitosuunnitelma.pdf/cdadf619-e901-427d-869b-43f4f9c7d96c] (31.10.2023).

Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K. & Tyack, P. 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals, implications of current knowledge and data needs. Marine Ecology Progress Series 309: 279–295.

May, R, Nygård, T, Falkdalen, U, Åström, J, Hamre, Ø & Stokke, BG. 2020. Paint it black: Efficacy of increased wind-turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecol Evol*. 2020; 10: 8927–8935. [https://doi.org/10.1002/ece3.6592] (2.10.2023).

Mooney, T.A., Andersson, M.H., Stanley, J. 2020. Acoustic Impacts of Offshore Wind Energy on Fishery Resources: An Evolving Source and Varied Effects Across a Wind Farm's Lifetime. Oceanography 33: 82–95.

Merialuesuunnittelu 2023. Merialuesuunnitelma 2030. https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/suunnitelma-johdanto/ (24.10.2023)

Meriläinen, T. 2019. Kirjallisuusselvitys vedenalaisen melun torjuntakeinoista. Luode Consulting Oy, 2019.

Meriläinen, T. Lindfors, A., 2018. Vedenalaisen melun hallinta. Pilottiprojekti. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä, 20/2018.

Metsähallitus 2024. Etusivu/Vastuullinen liiketoiminta/Ilmastoratkaisuja ja hyvinvointia tuulivoimalla/Merituulivoimassa suuret mahdollisuudet/Merituulivoimahankkeemme. [https://www.metsa.fi/vastuullinen-liiketoiminta/tuulivoima/merituulivoimassa-suuret-mahdollisuudet/tulevat-hankkeet/] (8.5.2024)

Metsähallitus 2024b. Hylkeidensuojelualueet ylläpitävät hyljekantoja. https://www.metsa.fi/maat-ja-vedet/suojelualueet/muut-luonnonsuojelualueet/hylkeidensuojelualueet/ (20.6.2024)

Metsähallitus 2018. Kvarken Flada -hanke (Interreg Botnia-Atlantica). https://www.metsa.fi/tiedotteet/ensimmaista-kertaa-selvitetty-pikkulepakon-muuttomatka-merenkurkun-yli-ruotsiin/. (10.9.2024)

Moray offshore renewables Ltd 2019. Telford, Stevenson & MacColl. Wind Farms and Associated Transmission Infrastructure: Environmental Statement. Chapter 7: Biological Environment. [https://marine.gov.scot/sites/default/files/chapter_7_-_biological_environment_ogs_ia.pdf] (6.10.2023).

Morenia Oy 2009. Perämeren merihiekan nosto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 2936-C8787. 16.11.2009.

Mykrä, M. 2017. Pietarsaaren edustan yhteistarkkailun tulokset 2017. [https://www.dropbox.com/sh/4cxr8zkfeij366x/AAA_Xkh7nqfQcoOZBfqAVFhBa?dl=0] Översättning (Curt Nyman): Resultaten från samkontrollen av havsområdet utanför Jakobstad år 2017. PRS_yhteenvetoraportti 2017_final_sv.

Mykrä M. & Aaltonen E-K 2017. PIETARSAAREN EDUSTAN MERIALUEEN TARKKAILUT/ Sedimentti- ja limakotiloselvitykset 2017. Pohjanmaan vesi- ja ympäristö ry, 26.6.2017.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Mykrä, M. & Jutila, H. 2021. Kokkolan edustan merialueen yhteistarkkailun tulokset 2020. - Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry:n julkaisuja 30. 66 s + 13 liitettä. Pietarsaari.

Naisbett-Jones, L. C., & Lohmann, K. J. 2022. Magnetoreception and magnetic navigation in fishes: a half century of discovery. Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology 208: 19–40

Naturvårdsverket (2023). Finland planerar ny havsbaserad vindkraftspark i norra Bottenviken, Halla. [https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/internationellt-miljoarbete/internationella-miljokonventioner/esbokonventionen--om-informa-tion-till-grannlander/finland-planerar-ny-havsbaserad-vindkraftspark-i-nor-ra-bottenviken/] (17.4.2024)

Nehls, G., Betke, K., Eckelmann, S. & Ros, M. 2007. Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. Collaborative Offshore Windfarm Research, London, U.K. 72

Njordr Offshore Wind AB 2022. Ennen Ruotsin talousvyöhykelain ja mannerjalustalain mukaisen luvan hakemista. Kuulemisasiakirja. Bothnia Offshore Kappa. Tuulipuisto ja siihen liittyvä sisäinen kaapeliverkko Ruotsin talousvyöhykkeellä Itämerellä. 19.6.2022. 84 s.

NIRAS 2023a. Laine offshore wind farm. Sediment & Brine Dispersal modelling.

NIRAS 2023b. Laine offshore wind farm. Underwater noise prognosis for construction phase.

NOAA 2018. Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0), NOAA Technical.

Ojala, S. 2019. Hyötytuuli Oy:n tuulivoimapuiston kalataloudellinen tarkkailu Porin

Tahkoluodon edustan merialueella vuosina 2016–2018. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusraportti nro 268/19.

Oulasvirta, P. & Leinikki, J. 2003. Veneilyn ympäristövaikutuksen luonnonsatamissa. Suomen ympäristö 605. Uudenmaan ympäristökeskus. 91 s.

OX2 2024. Toimitetut lähtötiedot.

OX2 2023. Toimitetut lähtötiedot.

OX2 2022. OX2 to investigate the possibility to develop offshore hydrogen pipeline in the Baltic Sea [https://www.ox2.com/newsroom/news/2022/ox2-to-investigate-the-possibility-to-develop-offshore-hydrogen-pipeline-in-the-baltic-sea]

OX2 2021. Toimitetut lähtötiedot.

Pajala, J., Klauson, A., Laanearu, J., Peltonen, H. & Mustonen, M. 2016. Underwater soundscape. Teoksessa "The Gulf of Finland Assessment". Toim. Raateoja, M. & Setälä, S., Reports of the finnish environment institute 27/2016 s. 292-304.

Pietarsaaren Satama Oy 2023. Satama. [https://portofpietarsaari.fi/satama/]

Pohjanmaan liitto 2023. Merialuesuunnittelu. [https://www.obotnia.fi/fi/aluesuunnittelu/merialuesuunnittelu/] (24.10.2023)

Pohjanmaan liitto 2020. Kaavakartta A, Pohjanmaan maakuntakaava 2040. [https://www.obotnia.fi/assets/DMS/Landskapsplanen-2040/Pohjanmaakuntakaava-2040/Kartblad-A-Karttalehti-A.pdf]

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Pohjanmaan liitto 2016. Pohjanmaan ilmastostrategia 2040. [https://www.obotnia.fi/assets/Sidor/1/60/Energiarannikko-Pohjanmaan-ilmastostrategia-2040-raportti-1.pdf]

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2023. Merialuesuunnittelu. [https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/merialuesuunnittelu/] (15.11.2023)

Pohjanmaan liitto, Keski-Pohjanmaan liitto, Pohjois-Pohjanmaan liitto & Lapin liitto 2020. Suomen Merialuesuunnitelma 2030. Pohjoinen Selkämeri, Merenkurkku ja Perämeri. [https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/suunnitelma-johdanto/]

Pohjoisen Rannikko-Pohjanmaan kalatalousalue 2021. Kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma.

Pohjan Voima Oy 2010. Oulun-Haukiputaan edustan merituulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 8.2.2010. 82120991.

Polojärvi, A., Petry, A., Owen, C., Prasanna, M., Muchow, M., Puolakka, O., Lehto, P. 2024. Tutkimusprojekti: Modelling engine to design, assess environmental impacts, and operate wind farms for ice-covered waters [https://research.aalto.fi/fi/projects/modelling-engine-to-design-assess-environmental-impacts-and-opera]

Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., & Travolga, W. 2014. Sound exposure guidelines for fishes and sea turtles: A technical report prepared by ANSI-accredited standards committee S3 s−1C1 and registered with ANSI. New York: Springer.

Putman, N. 2015. Inherited Magnetic Maps in Salmon and the Role of Geomagnetic Change. Integrative and Comparative Biology 55: 396-405.

Pöyry Finland Oy 2009. Suurhiekan merituulivoimapuisto ja sähkönsiirron reittivaihtoehdot. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. WPD Finland Oy.

Raitaniemi, J. & Sairanen, S. (toim.). 2022. Kalakantojen tila vuonna 2021 sekä ennuste vuosille 2022 ja 2023. Silakka, kilohaili, turska, lohi, meritaimen, siika, kuha, ahven ja hauki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 72/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 138 s.

Rajakiiri Oy 2010. Maanahkiaisen merituulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. 82122953, 1.12.2010

Reine, K. J., Clarke, D., Dickerson, C. & Wikel, G. 2014. Characterization of underwater sounds produced by trailing suction hopper dredges during sand mining and pump-out operations. US Army Corp of Engineers. Engineer Research and Development Center. ERDC/EL TR-14-3.

Reine, K. J., Clarke, D. G. & Dickerson, C. 2012. Characterization of underwater sounds produced by a backhoe dredge excavating rock and gravel. U.S. Army Engineer Research and Development Centre. DOER Technical Notes Collection ERDC TN-DOER-E36.

Richardson, W.J., Greene, C.R. Jr, Malme, C.I. & Thomson, D.H. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego. 576 s.

Riley, W.D., Davison, P.I., Maxwell, D.L., Newman, R.C. & Ives, M.J. 2015. A laboratory experiment to determine the dispersal response of Atlantic salmon (Salmo salar) fry to street light intensity. Freshwater Biology 60, 1016-1028.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Ruosteenoja K., Vihma T. & Venäläinen A. 2019. Projected changes in European and North Atlantic seasonal wind climate derived from CMIP5 simulations. Journal of Climate, 32(19), 6467-6490. [https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0023.1]

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto, HAV 2022. Ammattikalastusta koskeva kansallinen etu.

Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintavirasto 2019. Nationell förvaltningsplan för gråsäl (*Halichoerus grypus*) i Östersjön. Ruotsin meri- ja vesivarojen hallintaviraston raportti 2019:24.

Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J., Petterson, J. & Green, M. 2012. The effect of wind power on birds and bats. A synthesis. Report 6511. August 2012.

Rytkönen, J., Sassi J. & Koskivaara, R. 2000. Laivojen aiheuttama aalto- ja virtaushäiriö rannassa. Aalto- ja virtausmittaukset Airistolla 02.–05.05.2000. Espoo. VTT Valmistustekniikka VALB34-001016. 40 s. + liitteet.

Sadeq, A. M., Homod, R. Z., Hussein, A. K., Togun, H., Mahmoodi, A., Isleem, H. F., Patil, A. R. ja Maghaddam, A. H., 2024. Hydrogen energy systems: Technologies, trends, and future prospects. Science of Total Environment; volume 939. ISSN 0048-9697.

Sairanen, E. 2014. Baltic Sea underwater soundscape: Weather and ship induces sounds and the effect of shipping on harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) activity, Pro gradu –työ, University of Helsinki.

Sanila N. 2021. Cable route surveys in the Gulf of Bothnia. November 30, 2021. GTK/444/03.02/2021.

Schneider B., Eilola K., Lukkari K., Muller-Karulis B. & Neumann T. 2015. Environmental Impacts - Marine Biogeochemistry. BACC II Author Team 2015. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. New York: Springer-Verlag

Servizi, J.A. & Martens, D.W. 1992. Sub lethal responses of coho salmon (Oncorhynchus kisutch) to suspended sediments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49, 1389–1395.**Siemens Gamesa, 2023.** Electricity from a European offshore wind farm using SG 14-236 wind turbines. EPD. Saatavilla: [https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/ed639d2a-69c6-402e-da38-08dbb377d685/Data]

SGU (2022b). Visningstjänsterför maringeologi. [https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-i-visningstjanster-wms/visningstjanster-for-maringeologi/] (7.12.2022)

Siemens-Gamesa 2021. Siemens Gamesa's groundbreaking pilot project hits key milestone as first green hydrogen is delivered to zero emission vehicles – article. [https://www.siemensgamesa.com/global/en/home/press-releases/211110-siemens-gamesa-green-hydrogen-to-vehicles.html] (10.11.2021)

Sito Oy 2017. Seljänsuunmatalan merituulivoima-alueen selvitys. 9.5.2017. Metsähallitus Kiinteistökehitys.

Sito Oy 2016. Ulkonahkiaisen merituulivoima-alueen selvitys. 15.9.2016.

Skyborn Renewables Offshore Finland Oy 2022. Reimari merituulivoimahanke. YVA-ohjelma. 7.10.2022. [https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Skyborn_Renewables_Reimari_merituulivoimahanke_YVAohjelma_10102022.pdf] (22.4.2024).

Soukissian, T., O'Hagan, A. M., Azzellino, A., Boero, F., Brito e Melo, A., Comiskey, P., Gao, Z., Howell, D., Le Boulluec, M., Maisondieu, C., Scott, B. E., Tedeschi, E., Maheri, A., Pennock, S. (2023) European offshore renewable energy: Towards a sustainable future. Heymans, J. J., Kellett, P.,

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Alexander, B., Muñiz Piniella, Á., Rodriguez Perez, A., Van Elslander, J. [Eds.] Future Science Brief No. 9 of the European Marine Board, Ostend, Belgium.

Southall, B.L., Finneran, J.J., Reichmuth, C., Nachtigall, P.E., Ketten, D.R., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Nowacek, D.P. & Tyack, P.L. 2019. Marine mammal noise exposure criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. Aquatic Mammals, 45(2), 125–323.

Suorsa, V. 2019. Linnustovaikutusten seurantaa suomalaisissa tuulivoimapuistoissa. Linnut- vuosikirja 2018: 148–155.

Statkraft Offshore Wind AB 2024. Bothnia Offshore Kappa – ändrad utbredning 24.7.2024

Suomen Tuulivoimayhdistys ry 2024. Tuulivoima ja mikromuovi. (20.3.2024) [https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietopankki/tuulivoima-ja-mikromuovi]

Suomen Tuulivoimayhdistys 2023. Investoinnit. [https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tietoa-tuulivoimasta/taloudellisuus/investoinnit] (27.10.2023)

Suomen ympäristökeskus & Metsähallitus 2022. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma VELMU - Menetelmäohjeistus pohjan biotooppikartoitukseen 2022. Helsinki: Suomen ympäristökeskus ja Metsähallitus/Luontopalvelut, 2022.

Suomen ympäristökeskus 2019. Vedenalaisen melun vaikutusalueiden selvittäminen merialuesuunnittelun tarpeisiin ja haitallisten vaikutusten vähentäminen. Loppuraportti ajalta 1.1.2017–31.12.2019.

Sweco 2024. Laine OWF, Assessment of Impact on Maritime Radar and Wireless Networks. s. 28

Sweco 2023a. Liikenneanalyysi, Laineen merituulivoimapuisto (A osan liite 15).

Sweco 2023b. Merenkulun riskinarviointi, Laineen merituulivoimapuisto, 150 tuulivoimalan suunnitelma (A osan liite 16).

Sweco 2023c. Merenkulun riskinarviointi, Laineen merituulivoimapuisto, 113 tuulivoimalan suunnitelma (A osan liite 17).

Sweco 2023d. Merenkulun riskinarviointi, Laineen merituulivoimapuisto, vertailu 150 ja 113 tuulivoimalan suunnitelman välillä (A osan liite 18).

Säteilyturvakeskus 2024. Asiantuntija Vartti V.-P. sähköpostikeskustelu 10.10.2024

Taipale, K. & Saarnisto, M. 1991. Tulivuorista jääkausiin. Suomen maankamaran kehitys. WSOY.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N. & Carlier, A. 2018. A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. Renewable and Sustainable Energy Reviews 96:380–391

Toivanen, T., Metsänen, T. & Lehtiniemi, T. 2014. Lintujen päämuuttoreitit Suomessa. BirdLife Suomi ry, Helsinki. [https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/paamuuttoreitit/] (25.9.2023).

Topham, E. & McMillan, D. 2017. Sustainable decommissioning of an offshore wind farm. Renewable Energy 102 (2017) 470-480. [http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.066]

Tougaard, J., Ebbesen, I., Tougaard, S., Jensen, T. & Teilmann, J. 2004. Satellite tracking of harbour seals on Horns Reef. Syddansk Universitet. 43 s.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Traficom 2023. Hae lupaa lentoesteelle. [https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-lupaa-lentoesteelle]

Traficom 2022. Valtakunnalliset liikenne-ennusteet.

Traficom 2021a. Vesiväyliin liittyvät käsitteet. Ohje 16.11.2021.

Traficom 2021b. Vesiväyläluokitus. Ohje 14.06.2021.

Traficom & Väylävirasto 2023. Merituulivoiman ja merenkulun sekä merenkulun infrastruktuurin yhteensovittaminen. Ohje 7.11.2023.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2024. TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖ / FI / AJANKOHTAISTA / PÄÄTÖKSET. [https://tem.fi/paatokset] (3.5.2024)

Tuuliatlas 2023. Suomen Tuuliatlas, Ilmatieteen laitos. [http://tuuliatlas.fmi.fi/fi/]

UNESCO 2008. Decisions adopted at the 32nd session of the World Heritage Committee, s. 146. Quebec city: Unesco World Heritage Centre, 2008. [https://whc.unesco.org/archive/2008/whc08-32com-24reve.pdf] (2.10.2024).

UNESCO 2006. High Coast / Kvarken Archipelago. Nomination 898bis (inscribed extension) https://whc.unesco.org/en/list/898/documents/ Viitattu 3.9.2024

Valtioneuvosto 2024. Merituulivoiman edistäminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:4.

Valtioneuvosto 2023. Suomen Hyötytuuli Oy:n tutkimuslupahakemus (17.8.2023) ja hyödyntämisoikeushakemus. VN_24249_2023-SAAP-2. (11.1.2023).

Valtioneuvosto 2022. Päätösehdotukset. Suostumus tutkimustoiminnan suorittamiselle Suomen talousvyöhykkeellä.

Vasama, J. & Leinikki, J. 2024 Laine -merituulivoimapuiston meribiologiset selvitykset 2022–2023. Alleco Oy raportti n:o 31/2023. Alleco Oy 25.1.2024.

Vehanen, T., Hario, M., Kunnasranta, M. & Auvinen, H. 2010. Merituulivoiman vaikutukset rannikon kaloihin, lintuihin ja nisäkkäisiin. Kirjallisuuskatsaus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Selvityksiä 17.

Veneranta L., Hudd R. & Jokikokko E. 2013. Merikutuisen siian ja muikun poikastuotantoalueet. RKTL:n työraportteja 8/2013

Vindval 2022. Ekologiskt hållbar vindkraft i Östersjön. Rapport 7055.

Virtanen, E. A., Lappalainen, J., Nurmi, M., Viitasalo, M., Tikanmäki, M., Heinonen, J., Atlaskin, E., Kallasvuo, M., Tikkanen, H. & A. Moilanen. 2022. Balancing profitability of energy production, societal impacts and biodiversity in offshore wind farm design. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 158.

Västerbottenin lääninhallitus 2018. Liten fladdermus gör långa flyttningar över havet. [www.pressmachine.se/pressrelease/view/liten-fladdermus-gor-langa-flyttningar-over-havet-9443] (12.9.2022)

VTT 1996. Potkurivirtausten aiheuttama pohjaeroosio Vuosaaren satamassa. – VTT Valmistustekniikka. Raportti 50 s.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.

Wahlberg, M. & Westerberg, H. 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Marine Ecology Progress Series 288: 295–309.

Waldo S, Lovén I 2019. Värden i svenskt yrkesfiske, Agrifoods Economics Centre. RAPPORT 2019:1.

wpd 2022. Polargrund Offshore; Kuulemisasiakirja; Espoon yleissopimuksen mukainen kuuleminen. [https://www.skybornrenewables.com/markets/sweden/local/polargrund_offshore] (8.5.2024).

Wisniewska, D.M., Johnson, M., Teilmann, J., Rojano-Doñate, L., Shearer, J., Sveegaard, S., Miller, L.A., Siebert, U. & Madsen, P.T. 2016. Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises make them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. Current Biology, 26, 1-6.

Wistbacka, B. 2016. Fiskeriförfrågningen i havsområdet utanför Jakobstad 2015.

WSP Environmental 2010. Oulunsalo-Hailuoto –tuulipuiston ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Zwaka H., McGinnis O., Pflitsch P., Prabha P., Mansinghka V., Engert F. & Bolton A.D. 2022. Visual object detection biases escape trajectories following acoustic startle in larval zebrafish. Current Biology. Volume 32, Issue 23, 5 s. 5116-5125

Ympäristöhallinto 2023b. Suomen Natura 2000 -alueet. Suomen ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. [https://www.ymparisto.fi/natura]

Ympäristöministeriö 2023a. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. [https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka]

Ympäristöministeriö 2023b. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. [https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka]

Ympäristöministeriö 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018: Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 5(62–63).

Ympäristöministeriö 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015. 71 sivua + liitteet. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/154833/OH_1_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y] (15.3.2023).

Öhman, M.C., Sigray, P. & Westerberg, H. 2007. Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. Ambio 36: 630–633

Öhman, M. 2023. Effekter av havsbaserad vindkraft på fisk. Naturvårdsverket rapport 7115.

Internetkällor har kontrollerats mellan den 29 och 30 juli 2024, om inte annat anges.

Copyright © Laine Offshore Wind Oy. Eftertryck förbjuds.