

Bilaga 18

**Nautisk riskbedömning, Jämförelse av planerna
för 113 och 150 vindkraftverk**

Nautisk riskbedömning av Laine vindkraftspark

Jämförelse av layout med 113
vindkraftverk och layout med 150
vindkraftverk



Författare: Jens Paulsson
Mobil: +46 768903146
jens.paulsson@sweco.se

Författare: Sara Hammar
Mobil: +46 733368239
sara.hammar@sweco.se

Granskad: Johan Nimmermark
Mobil: +46 767665414
johan.nimmermark@sweco.se

Sammanfattning av ändringar

Ver	Datum	Beskrivning	Granskad av	Godkänd av
1,0	2023-12-11	Slutrapport	Johan Nimmermark	Oscar Lindén
2,0	19.12.2023	Slutrapport – mindre ändringar	Jens Paulsson	Oscar Lindén

Upphovsrätt © Laine Offshore Wind Oy. Detta dokument, dess bilagor eller någon del därav får inte kopieras, reproduceras, publiceras, distribueras eller modifieras på något sätt utan skriftligt tillstånd från Laine Offshore Wind Ltd.

Sweco AB	RegNr 556542-9841
Projekt	OX2/Navigational Risk Assessment
Projektnummer	25008228
Kund	OX2
Ver	2,0
Datum	19.12.2023
Författad av	Sara Hammar och Jens Paulsson
Projektledare	Matti Lindmark

Innehållsförteckning

	Jämförelse av layout med 113 vindkraftverk och layout med 150 vindkraftverk.....	1
1.	Introduktion	4
2.	Jämförelse av risknivåer, 113 och 150 vindkraftverk	6
2.1	Allision	6
2.2	Kollision	9
2.3	Grundstötning.....	10
2.4	Vintersjöfart	10
2.5	Sökning och räddning	12
3.	Diskussion och slutsats	14
4.	Referenser	16

Förkortningar och begrepp

AIS	Automatiskt identifieringssystem
ALARP	As Low As Reasonably Practicable (område där risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder har vidtagits)
Allision	IWRAP skiljer mellan kollision (där två rörliga fartyg kolliderar) och allision där ett rörligt fartyg stöter in i ett stillastående objekt – en bro, pir, docka eller oljeplattform. Två typer av allision täcks av IWRAP: - Powered allision (manövrerbart fartyg stöter mot ett stillastående objekt). Uppstår antingen i frånvaro av ett fartygs manöver när farleden svänger, eller för fartyg som styr utanför farleden. - Drifting allision (drivande fartyg stöter emot ett stillastående objekt).
Orsaksfaktor	Antagande i IWRAP om sannolikheten för att kausalitet faller ut. En orsaksfaktor är den villkorade sannolikheten för ett mänskligt fel eller tekniskt fel i en olycka som annars kunde ha förhindrat olyckan
Kollision	Med kollision avses i denna rapport kollisioner mellan fartyg om inte annat anges. IWRAP skiljer mellan kollision (där två rörliga fartyg kolliderar) och allision där ett rörligt fartyg stöter in i ett stillastående objekt – en bro, pir, docka eller oljeplattform. Fem typer av kollision täcks av IWRAP: - Kollision stäv mot stäv - Omkörningskollision - Skärande kollision - Samgående kollision - Kollision i krök
Konceptdesign	Inkluderar preliminär utformning av vindkraftsparks- och sjöfartsområdenas layout med hjälp av data och formler som ges i designriktlinjer tillsammans med annan relevant data relaterad till fartyg och miljö. I det allra första konstruktionsstadiet görs endast grova uppskattningar av säkerhetsavståndet. Processen är avsedd att vara snabb i utförande och inte kräva överdriven indata, så att alternativ (för avvägningsstudier) kan utvärderas snabbt (PIANC, 2018)
Detaljerad design	Är en mer rigorös process avsedd att validera, utveckla och förfina konceptdesignen. Metoderna som används i detaljdesign bygger på numerisk analys (till exempel simulering) och kräver därför mer omfattande och detaljerad input, såväl som ordentlig bedömning och erfarenhet av tolkningen av deras utdata. Utdata från den detaljerade designen kan bli föremål för ytterligare kontroll av acceptans genom marin trafikanalys, riskanalys och kostnads-/nyttouppskattningar. Resultaten av dessa kontroller kan leda till justeringar och en ytterligare cykel av detaljdesign (PIANC, 2018)
EEZ	Exklusiv ekonomisk zon
Farled	Sjöväg i inre vatten, inlandet eller nära kusten, markerad med sjösäkerhetsanordningar eller markerad på sjökort eller i en nautisk publikation
FI	Frekvensindex, ett tal som representerar olycksfrekvensen (Maritime Safety Committee, 2018)
FSA	Formal Safety Assessment (Formell säkerhetsbedömning)
Bruttodräktighet (BRT)	Mått på fartygsstorleken (fartygets totala inre volym)

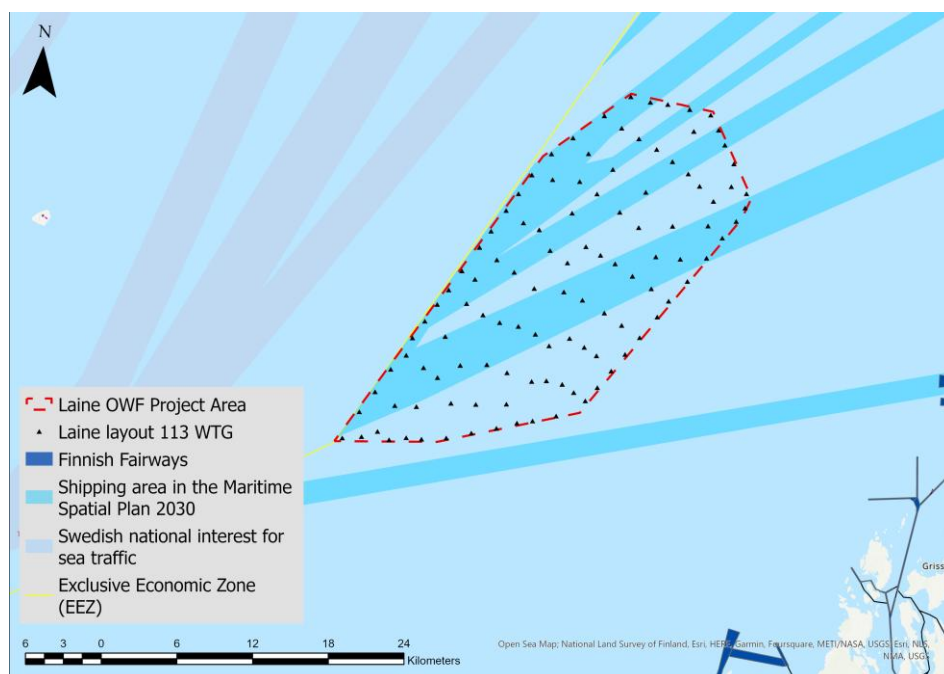
GW	gigawatt
HEP	Human Error Probability (Sannolikhet för mänskliga fel)
HRA	Human Reliability Assessment (Bedömning av mänsklig tillförlitlighet)
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IMO	Internationella sjöfartsorganisationen
IWRAP	IALA Waterway Risk Assessment Program (modelleringsverktyg för beräkning av olycksfrekvenser för fartyg)
kV	kilovolt
ben	Seglingssegment mellan två waypoints
M	nautisk mil (1 852 meter)
MW	megawatt
Vindkraftspark	Havsbaserad vindkraftspark
Plattform	Station för insamling och omvandling av den el som genereras av vindkraftverken. Det rymmer vanligtvis transformatorer, ställverk och, om tillämpligt, vätgas och nödvändig infrastruktur.
RI	Riskindex, ett tal som representerar riskens storlek (Maritime Safety Committee, 2018)
SI	Allvarlighetsindex; ett tal som representerar svårighetsgraden av följden av en olycka (Maritime Safety Committee, 2018)
Sjöfartsområde	Den maritima fysiska planeringen identifierar områden med betydande trafik som sjöfartsområden. Sjöfartsområden spelar en avgörande roll för den nuvarande och framtida användningen av havsområden (Maritime Spatial Plan 2030). I denna rapport används begreppet sjöfartsområde synonymt med fartygsområde.
TSS	Trafiksepareringssystem – ett område där mötande trafik separeras i olika trafikleder
Trafikled	En trafikled är ett avgränsat område där trafiken är enkelriktad. Naturliga hinder, inklusive de som bildar separationszoner, kan utgöra en gräns (IMO, n.d.)
Waypoint	Referenspunkt i navigering; nodpunkt i IWRAP
Vindkraftverk	Vindkraftverk

1. Introduktion

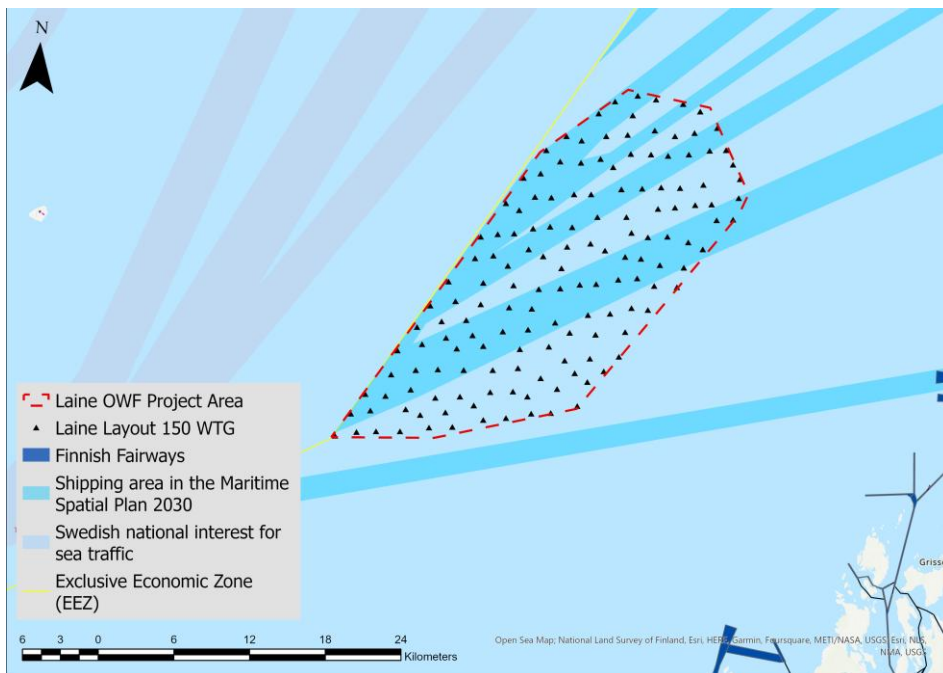
OX2 planerar att ansöka om tillstånd för byggandet av Laine vindkraftspark, som ligger cirka 32 km utanför kusten, väster om Jakobstad i Österbotten i Finland. Vindkraftsparksområdet är ca 450 km² och planeras för 113-150 vindkraftverk med en maxhöjd på 370 meter över havet.

Risikanalys och bedömning för två alternativa layouter, 113 vindkraftverk och 150 vindkraftverk, har genomförts. I denna rapport görs en jämförelse av risknivån mellan de två layouterna. Layouten med 113 vindkraftverk består av endast monopilefundament med en diameter på 16 meter. Layouten med 150 vindkraftverk består av 57 vindkraftverk med fackverksfundament med en bredd på 25 meter som används där vattnet är djupare än 50 meter, och 93 vindkraftverk med monopilefundament med en diameter på 16 meter där vattnet är mindre än 50 meter djupt.

Layouten med 113 vindkraftverk illustreras i Figur 1 och layouten med 150 vindkraftverk illustreras i Figur 2.



Figur 1. Laine projektområde, layout med 113 vindkraftverk.



Figur 2. Laine projektområde, layout med 150 vindkraftverk.

Båda layouterna ligger inom samma projektområde och upptar därmed samma area. I layouten med 150 vindkraftverk är kraftverken tätare placerade inne i projektområdet. Längs kanterna står dock kraftverken något glesare än vad de gör i layouten med 113 vindkraftverk. Även kraftverken i layouten med 113 vindkraftverk ligger på sina ställen närmare gränsen för projektområdet, till exempel längs området's södra kant.

Ingen av layouterna är upplagd i ett regelbundet ruttmönster men i layouten med 113 vindkraftverk är kraftverken ordnade på ett mer radliknande sätt medan de i layouten med 150 vindkraftverk är mer oregelbundet placerade inom projektområdet.

2. Jämförelse av risknivåer, 113 och 150 vindkraftverk

I detta kapitel görs en jämförelse mellan de två layouterna för Laine, med 113 respektive 150 vindkraftverk. Endast signifikanta resultat och skillnader mellan layouterna jämförs vad gäller allision, kollision, grundstötning och vinternavigering.

Beräkningarna i IWRAP av de nautiska riskerna har gjorts för fartygstrafik under månader med och utan havsis. Endast scenariot med den högsta risknivån presenteras i denna rapport.

2.1 Allision

När vindkraftsparken Laine etableras finns det en ökning av sannolikheten för olika typer av allision. Allision innebär att ett fartyg seglar eller driver in i ett stillastående objekt. Stationära objekt associerade till Laine vindkraftspark inkluderar plattformar, vindkraftverk och de roterande bladen.

Risken för allision med vätgasplattformar analyseras vidare i Seveso-bedömningen och presenteras därför inte i detta dokument. Risken att kollidera med ett rotorblad har bedömts som acceptabel för båda layouterna, 113 och 150 vindkraftverk, främst på grund av att händelsen anses vara extremt sällsynt. Därför presenteras endast riskerna för powered och drifting allision med själva vindkraftverken här.

Förändringen av risknivå mellan Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk illustreras i Tabell 1, Tabell 2 och Tabell 3 nedan.

Risken för powered allision (Tabell 1) minskar med etableringen av 150 vindkraftverk jämfört med etableringen av 113 vindkraftverk. Detta beror med största sannolikhet på att kraftverken i 113 vindkraftverkslayouten är tätare placerade längs kanten av projektområdet. På vissa ställen, till exempel längs södra kanten av projektområdet, placeras kraftverken även närmare kanten av projektområdet. För powered allision bidrar oftast kraftverken längs projektområdets kanter (kraftverken närmast fartygstrafiken) mest till risken.

Risken för drifting allision (Tabell 2) ökar något med 150 vindkraftverkslayouten. Det beror helt enkelt på att det finns fler fasta punkter för drivande fartyg att kollidera med. Vid närmare studier av risken för drivande kollision framgår att det inte bara är kraftverken närmast kanten av projektområdet som utgör en risk. Även kraftverk längre in i projektområdet bidrar till risknivån. Därför är placeringen av kraftverk nära projektområdets gränser inte lika viktig för drifting allision som för powered allision.

Risken för drifting allision mellan Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk ökar på liknande sätt med och utan is (jämför Tabell 2 och Tabell 3).

För powered och drifting allision (utan is) har risken även beräknats för scenarier med etablering av vindkraftsparkerna Aurum och Kappa. Allisionsrisken (både powered och drifting allision) ökar om fler vindkraftsparker etableras i området, eftersom det resulterar i etablering av fler fasta objekt som fartyg riskerar att kollidera med. Risknivån vid etablering av även Aurum och Kappa är dock oförändrad mellan de två layouterna, 113 och 150 vindkraftverk. Detta beror sannolikt på den relativt sett stora andelen av trafiken i området som passerar väster om Kappa vindkraftspark och öster om Aurum vindkraftspark. Detta gör att en relativt liten andel av trafiken passerar i närheten av Laine och att antalet vindkraftverk inom Laines projektområde därför har mindre effekt på den totala allisionsrisken.

Tabell 1. Beräknade risker för powered allision med vindkraftverk (fartyg navigerar in i ett vindkraftverk) för Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk.

Antal vindkraftverk	Scenario	Fara	Frekvens (FI)	Allvarlighet (SI)		Risk (RI)	
				Säkerhet för människor	Miljö	Säkerhet för människor	Miljö
113	Laine	Fartyg seglar in i ett vindkraftverk (powered allision)	1,6	3,0	3,0	4,6	3,6
150	Laine	Fartyg seglar in i ett vindkraftverk (powered allision)	1,3	3,0	3,0	4,3	3,3
113	Laine, Kappa och Aurum	Fartyg seglar in i ett vindkraftverk (powered allision)	2,5	3	3,2	5,5	4,7
150	Laine, Kappa och Aurum	Fartyg seglar in i ett vindkraftverk (powered allision)	2,5	3	3,2	5,5	4,7

Tabell 2. Beräknade risker för drifting allision med vindkraftverk (manöverodugligt fartyg driver in i ett vindkraftverk) för Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk.

Antal vindkraftverk	Scenario	Fara	Frekvens (FI)	Allvarlighet (SI)		Risk (RI)	
				Säkerhet för människor	Miljö	Säkerhet för människor	Miljö
113	Laine	Manöverodugligt fartyg som driver in i ett vindkraftverk (drifting allision)	3,1	2,0	2,3	5,1	4,4
150	Laine	Manöverodugligt fartyg som driver in i ett vindkraftverk (drifting allision)	3,2	2,0	2,3	5,2	4,5
113	Laine, Kappa och Aurum	Manöverodugligt fartyg driver in i ett vindkraftverk (drifting allision)	3,3	2	2,4	5,3	4,7
150	Laine, Kappa och Aurum	Manöverodugligt fartyg driver in i ett vindkraftverk (drifting allision)	3,4	2	2,4	5,4	4,8

Tabell 3. Beräknade risker för drifting allision med vindkraftverk under isförhållanden (fartyg fångas i is och driver med isfältet in i ett vindkraftverk) för Laine med 113 vindkraftverks och Laine med 150 vindkraftverks.

Antal vindkraftverk	Scenario	Fara	Frekvens (FI)	Allvarlighet (SI)		Risk (RI)	
				Säkerhet för människor	Miljö	Säkerhet för människor	Miljö
113	Laine	Fartyg fångas i isen och driver med isfältet in i ett vindkraftverk (drifting allision)	4,5	2,0	2,3	6,5	5,8
150	Laine	Fartyg fångas i isen och driver med isfältet in i ett vindkraftverk (drifting allision)	4,6	2,0	2,3	6,6	5,9

I beräkningarna som gjorts för allision ger Laine med 150 vindkraftverk en högre total allisionsfrekvens jämfört med Laine med 113 vindkraftverks. Detta eftersom drifting allision utgör den största delen av det totala riskbidraget för allision. Frekvensen för allision totalt är 1 olycka under cirka 805 år för Laine

med 113 vindkraftverk och 1 olycka under cirka 625 år för Laine med 150 vindkraftverk.

Sammanfattningsvis klassas risknivån för båda layouterna, i sämsta fallet, som ALARP.

2.2 Kollision

Kollisionsfrekvenser har beräknats för fartyg i farleder runt vindkraftsparken Laine baserat på tillgängliga AIS-data. Frekvenser för olika kollisionskategorier beräknas och jämförs för två olika simuleringsscenarier: 1) Laine vindkraftspark och 2) Laine, Kappa och Aurum vindkraftspark (omgivande vindkraftsparker)

Den totala kollisionsrisken för Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk såväl som för Laine inklusive närliggande vindkraftsparker, illustreras i Tabell 4. Eftersom båda layouterna med enbart Laine ligger inom samma projektområde förväntas ingen skillnad i hur trafiken placerar sig efter vindkraftsparksetableringen mellan de två layouterna. Detta lämnar också risken för kollision oförändrad. Om alla vindkraftsparker är etablerade beräknas risken minska i jämförelse med om ingen vindkraftspark etableras alls. Detta kan verka ganska ointuitivt, men beroende på vilken vindkraftspark som är etablerad ändras trafikmönstret (se bilaga C i huvudrapporten). Om alla vindkraftsparker är etablerade är färre farleder (val) möjliga eftersom vindkraftsparker täcker ett större område. Stäv mot stäv- och omkörningskollision bedöms sedan öka men skärande, samgående och girande kollision bedöms minska. Den totala kollisionsrisken beräknas dock minska något.

Tabell 4. Beräknad risk för effekter på människors säkerhet och miljö för kollision totalt (alla kollisionstyper). Index och färgkoder beskrivs i huvudrapporten. Tabellen jämför risknivåer för Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk.

Antal vindkraftverk	Scenario	Fara	Frekvens (FI)	Allvarlighet (SI)		Risk (RI)	
				Säkerhet för människor	Miljö	Säkerhet för människor	Miljö
113	Laine	Kollisioner totalt, orsakade av vindkraftsparken	3,2	3,0	3,2	6,2	6,4
150	Laine	Kollisioner totalt, orsakade av vindkraftsparken	3,2	3,0	3,2	6,2	6,4
113	Laine, Kappa och Aurum	Kollisioner totalt, orsakade av vindkraftsparken	-	-	-	Risken minskar med vindkraftsparken	Risken minskar med vindkraftsparken
150	Laine, Kappa och Aurum	Kollisioner totalt, orsakade av vindkraftsparken	-	-	-	Risken minskar med vindkraftsparken	Risken minskar med vindkraftsparken

2.3 Grundstötning

Risken för grundstötning påverkas generellt sett inte så mycket av etableringen av Laine. Enligt beräkningarna är det till och med så att risken för grundstötning minskar något. Anledningen till detta är inte så intuitiv, men en teori är att vindkraftverken har en dämpande effekt på risken för grundstötning då vissa fartyg kommer att kollidera med vindkraftverk istället för att gå på grund.

Etablering av både Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk innebär en minskad risk för grundstötning under färd (powered allision). En liten ökning av drifting grounding kan noteras, men med tanke på minskningen av frekvensen för powered grounding finns det en liten total minskning (<1 %) i den totala grundstötningsfrekvensen för både Laine 113 och Laine 150.

Sammanfattningsvis finns det inga skillnader i grundstötning mellan de två layouterna, Laine 113 och Laine 150.

2.4 Vintersjöfart

Laines projektområde och dess omgivning är täckta av is varje vinter. I allmänhet är isförhållandena sådana att drivis är vanlig och packis förekommer då och då. Fartyg blir ofta beroende av isbrytarassistans. Isläggning och -täckning under vinter- och vårmånaderna tvingar ofta fartyg att ta andra vägar än under månader utan havsis. Olika typer av istäcke kan också påverka fartygstrafiken på olika sätt. I tuffa väderförhållanden blir ishanteringsens roll viktig för att säkerställa sjöfartssäkerheten och ett smidigt flöde av trafik som anlöper hamnar.

Fysisk ishantering med isbrytare gör att verksamheten kan bedrivas säkert under hela issäsongen. Isövervakning och utvärdering av lokala isförhållanden ger avgörande beslutsstöd för isbrytarverksamheten¹. Isbrytare som verkar i området är därför en förutsättning för sjöfartens kontinuitet och säkerhet i området.

Vid etablering av havsbaserad vindkraft kan isbildningen i området förändras. Det är dock ännu inte känt hur förändringen i isbildning och istäckning kan se ut. Inga studier av hur havsbaserad vindkraft kan förändra bildandet av havsis har identifierats.

Följande bedömning har gjorts av konsekvenserna och risken för att vindkraftsparken förändrar isbildningen:

- **Vindkraftsparken påverkar isuppbbyggnaden:** När en vindkraftspark etableras leder det till fler fasta punkter i havet där is kan byggas upp på vindkraftverkens yta. Samtidigt kan etablering av vindkraftverk leda till att drivis bryter upp mot vindkraftverkens fundament.

Transportstyrelsen (2023) listar följande scenario angående havsis och etableringen av en vindkraftspark, som potentiellt kan förekomma:

¹ Isbrytare har övervakningsverktyg för att analysera rådande isförhållanden och prognoser för kommande issituationer baserat på satellitbilder, väderprognoser och sjöfartsförutsägelser. Det finns en mängd olika sätt att bryta eller avleda is, där det optimala beror på detaljerna för den operation som stöds och de tillgängliga fartygen.

- Isen kan brytas av vindkraftverkens fundament och drivas kan fastna i området. Isvallar kan bildas vid ispress och annan rörelse i isfältet mot landfast is eller mot långsammare drivande is och pressar ihop isen.
- Isen kan brytas av vindkraftverkens fundament och passera vindkraftsparken, vilket leder till att isen packas och bildar stora områden med vallar.
- Is kan driva fram och tillbaka i vindkraftsparkens område, vilket leder till att is bryts och pressas ihop vid flera tillfällen och bildar en tjock isvall som fastnar i området.

Dessutom kan is som har påverkats av vindkraftsparken driva och hindra fartygstrafiken på andra platser. Detta kan leda till förvärrade isförhållanden på andra håll och innebära begränsningar i sjöfarten och anlöpning av hamnar i Bottenviken. Utan lindrande åtgärder kan detta leda till svårare isförhållanden i Bottenviken.

Sammanfattningsvis betraktas risken som en försvårande omständighet för några av de andra olycksscenarierna som tas upp av de nationella regleringsmyndigheterna. Det kan inte enkelt utvärderas i samma skala som andra risker men klassificeras som risknivå *ALARP* för vidare hantering. Detta gäller för både Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk. Det har inte varit möjligt att identifiera några större skillnader i denna risk mellan de två layouterna. Men eftersom Laine med 150 vindkraftverk innebär etablering av fler fasta objekt till havs finns det fler punkter för isen att bryta mot. Detta kan ha större inverkan på isförhållandena i området jämfört med Laine med 113 vindkraftverk. Skillnaderna mellan de två layouterna förväntas dock vara minimala och båda layouterna anses fortfarande ligga inom kriterierna för *ALARP*.

Tabell 5. Beräknad risk för hur vindkraftsparken påverkar isuppbbyggnad, Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk.

Antal vindkraftverk	Scenario	Fara	Frekvens (FI)	Allvarlighet (SI)		Risk (RI)	
				Säkerhet för människor	Miljö	Säkerhet för människor	Miljö
113	Laine	Vindkraftsparken påverkar isuppbbyggnaden	-	-	-	ALARP	-
113	Laine	Vindkraftsparken påverkar isuppbbyggnaden	-	-	-	ALARP	-

Etablering av havsbaserad vindkraft kan också påverka möjligheten för fartyg att navigera under vintern, eftersom parken kan blockera vanliga stråk för vintersjöfart. Om vindkraftsparken blockerar de snabbaste och enklaste rutterna för vintersjöfart, måste isbrytare eller andra bogserbåtar ta en annan väg, vilket kan försena eller komplicera assistansen till fartyg. Denna risk är primärt en risk med administrativa och ekonomiska konsekvenser, som inte ingår i denna nautiska riskbedömning. Observera att risken för att ett fartyg fastnar i isen och driver in i ett vindkraftverk beräknas och klassificeras som *ALARP*, se avsnitt 2.1, Tabell 3.

Men det finns också potentiella konsekvenser för människors säkerhet och miljön. Fartyg som måste färdas längre sträckor under vinterförhållanden kan vara mer utsatta för risker med grundstötning, kollision och allision eftersom den tillryggalagda sträckan är längre. Sannolikheten att stöta på massiva isvallar blir större och stillastående fartyg som väntar på assistans utsätts för krafter i isen och risk för skrovsador. Hur mycket blockerade rutter bidrar till de totala vinterriskerna kan inte enkelt kvantifieras, men risken klassificeras konservativt som *ALARP* för att undersökas ytterligare.

Tabell 6. Uppskattad risk på grund av att vindkraftsparken blockerar vinternavigeringsvägar, för Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk.

Antal vindkraftverk	Scenario	Fara	Frekvens (FI)	Allvarlighet (SI)		Risk (RI)	
				Säkerhet för människor	Miljö	Säkerhet för människor	Miljö
113	Laine	Vindkraftsparken blockerar rutter för vintersjöfart (längre rutter som resulterar i grundstötning, kollision och allision)	-	-	-	ALARP	-
150	Laine	Vindkraftsparken blockerar rutter för vintersjöfart (längre rutter som resulterar i grundstötning, kollision och allision)	-	-	-	ALARP	-

Eftersom projektområdena, och därmed även de områden som upptas av vindkraftverk, är lika stora för både Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk, bedöms det inte föreligga någon signifikant skillnad i risknivå mellan de två layouterna.

Vad som dock kan nämnas är att eftersom upplägget med 150 vindkraftverk innebär fler fasta punkter inne i vindkraftsparken kan detta möjligen orsaka mer komplicerad navigering inom projektområdet om det måste göras, till exempel vid sök- och räddningsinsatser i parken.

2.5 Sökning och räddning

Endast mindre fartyg och arbetsfartyg är tillåtna inom vindkraftsparksområdet, men det betyder inte att stora fartyg inte av misstag kan komma in i vindkraftsparksområdet. Antingen genom att navigera fel eller driva in i vindkraftsparksområdet. Räddningsinsatser vid en olycka inom vindkraftsparksområdet kan bli något mer komplicerade och svårmanövrerade om 150 vindkraftverk etableras istället för 113. Detta beror på att vindkraftverken är tätare placerade i scenariot med 150 vindkraftverk. Navigering i en vindkraftspark kan vara svår och ingen av layouterna är upplagd i ett regelbundet ruttmönster vilket skulle underlätta navigering och sökning och räddning. I layouten med 113 vindkraftverk är kraftverken mer upplinjerade, jämfört med layouten med 150 vindkraftverk, vilket gör det lättare för fartyg och helikoptrar att navigera.

Ingen av layouterna har optimala förutsättningar för sök- och räddningsfartyg och andra fartyg att navigera inom vindkraftsparksområdet. För att maximera energiproduktionen kan vindkraftverk inte placeras i raka linjer. Det skulle öka väckningseffekten anmärkningsvärt och minska den årliga energiproduktionen samt förkorta vindkraftverkens livslängd. Det rekommenderas fortfarande att undersöka möjligheten att få vindkraftverken mer upplinjerade och diskutera saken med sök- och räddningsaktörer innan man bestämmer sig för den slutgiltiga layouten.

3. Diskussion och slutsats

I jämförelsen mellan Laine med 113 vindkraftverk och Laine med 150 vindkraftverk finns det inga större skillnader i risknivå. Eftersom projektområdet är samma för de två layouterna är det ingen skillnad i vare sig grundstötning eller kollision. Det beror på att trafiken inte förväntas förändras i någon märkbar utsträckning beroende på vilken layout som etableras.

Den enda risken som förändras i någon mån är risken för allision. Skillnaden i risk för allision mellan de två vindkraftverkslayouterna är dock liten och den högsta risken för powered allision är större för layouten med 113 vindkraftverk. Det kan tyckas konstigt eftersom Laine med 150 vindkraftverk består av fler vindkraftverk och därmed innebär fler fasta punkter för ett fartyg att kollidera med. Den mest sannolika anledningen till att risken för powered allision är högre för Laine med 113 vindkraftverk är att det finns fler vindkraftverk nära kanterna av projektområdet i layouten med 113 vindkraftverk. I Laine med 113 vindkraftverk är vindkraftverken också placerade närmare varandra nära kanterna och längre bort från varandra mitt i projektområdet. Det gör att det finns fler vindkraftverk inom kortare avstånd som de fartyg som passerar utanför projektområdet kan kollidera med. I Laine med 150 vindkraftverk är vindkraftverken mer utspridda längs kanterna. Därför är risken för powered allision något lägre för Laine med 150 vindkraftverk, trots att fler vindkraftverk har etablerats. Slutsatsen av detta är att placeringen av vindkraftverken har större betydelse för risknivån än antalet vindkraftverk. Frekvensen för drifting allision såväl som den totala allisionsfrekvensen (både powered och drifting allision) är något högre för Laine med 150 vindkraftverk. Drifting allision är inte lika beroende av antalet vindkraftverk nära kanterna av projektområdet eftersom fartyg kan driva förbi de yttre raderna av vindkraftverk och kollidera med kraftverk längre in i parken.

Fler vindkraftverk kan också ha större inverkan på vissa risker under vinterhalvåret, då havet är täckt av is. Fler vindkraftverk innebär fler punkter för isen att bryta mot vilket kan ha större inverkan på isförhållandena i området. Fler kraftverk i samma område kan också komplicera eventuella nödsituationer inne i projektområdet eftersom det finns fler fasta punkter runt vilka assistans- och säkerhetsfartyg behöver navigera. Dessutom är ingen av layouterna upplagd i ett regelbundet ruttmönster vilket skulle underlätta navigering och sök och räddning. I layouten med 113 vindkraftverk är kraftverken mer upplinjerade, jämfört med layouten med 150 vindkraftverk, vilket gör det lättare för fartyg och helikoptrar att navigera. Det rekommenderas att undersöka möjligheten att få vindkraftverken mer upplinjerade och diskutera saken med sök- och räddningsaktörer innan man bestämmer sig för den slutgiltiga layouten.

Ingen risk klassificeras som oacceptabel för vare sig Laine med 113 vindkraftverk eller 150 vindkraftverk. Det finns dock flera risker som har

klassificerats som ALARP för båda layouterna (se kapitel 7 i huvudrapporten). De mildrande åtgärderna för dessa risker bedöms vara av sådan karaktär att de är motiverade att genomföra. Omfattningen och den exakta utformningen av de tekniska och fysiska åtgärderna (K, L, M, N, O, P, Q, R, S och T) specificeras när den slutliga utformningen av parken beslutas. Undantaget är den mildrande åtgärden Q där en studie av möjlig radarstörning kommer att genomföras när parken etableras för att avgöra om det finns behov av att vidta åtgärder för att motverka radarstörningar.

De tekniska och fysiska riskreducerande åtgärderna är följande:

- K. Nödavstängningsfunktion för vindkraftverk. Nödavstängningsfunktioner bör finnas tillgängliga lokalt och på distans, till exempel i en kontrollcentral.
- L. Utrustning för utsläpp. Underhålls- och servicefartyg bör vara utrustade med redskap för att fördröja och begränsa miljöfarliga utsläpp.
- M. Visuellt markering. Säkerställ märkningen av vindkraftverk och plattformar i enlighet med tillämplig lagstiftning eller industristandarder.
- N. Radio- och radarmarkering. För att förbättra synligheten för vindkraftsparken ska AIS- och Racon²-märkning utföras på utvalda vindkraftverk.
- O. Mistlur. Installation av mistlurar på alla vindkraftverk eller utvalda vindkraftverk.
- P. ID-tagging. Vindkraftverk bör märkas med en unik ID-beteckning för att underlätta räddningsinsatser.
- Q. Åtgärder mot radarstörningar (förlorat mål). Installation av referensbojar i etablerade farleder och andra åtgärder för att minska risken för förlorade mål övervägs och beslutas innan den slutliga utformningen av vindkraftsparken.
- R. Navigationsljus. Ytterligare navigationsljus inom vindkraftsparken.
- S. Virtuellt farled. Fördefinierad rutt nära vindkraftsparken, där fartyg ska navigera när de närmar sig vindkraftsparken, för att motverka försämrade sikt på grund av dimma.
- T. Layout. Ett mer regelbundet ruttmönster med vindkraftverk i rakare linjer skulle underlätta sök- och räddningsinsatser och navigering i allmänhet inom vindkraftsparken. Sök- och räddningsaktörer bör ingå i dialog om layout.

² En Racon (Radar Beacon) är en transponder som används för identifiering och navigeringshjälp, vanligtvis installerad på strukturer som vindkraftverk eller fyrar.

4. Referenser

- IMO. (n.d.). *Ship's routing*. Retrieved from <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/ShipsRouteing.aspx> [2023-09-25]
- Maritime Safety Committee. (2018). *Revised Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-Making Process*. London: IMO (International Maritime Organization).
- Merialuesuunnittelu. (2023). *Maritime Spatial Plan 2030*. Retrieved from <https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/en/suunnitelma-johdanto-eng/> [2023-09-28]
- PIANC. (2018). *MarCom Wg 161: Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation (2018)*. PIANC.
- Transportstyrelsen; Sjöfartsverket. (2023). *Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer vid projektering och etablering av havsbaserad vindkraft*.

Tillsammans med våra
kunder och den samlade
kunskapen från våra 18 500
arkitekter, ingenjörer och
andra specialister
samskapar vi lösningar som
adresserar urbanisering,
fångar kraften i
digitaliseringen och gör våra
samhällen mer hållbara.

Sweco – Förvandla
samhället tillsammans