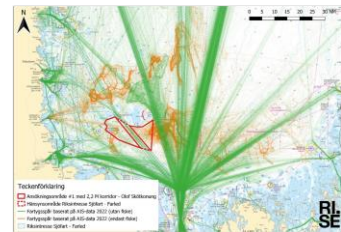
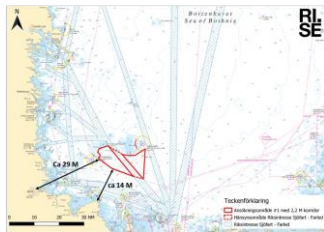


Nautisk riskanalys

Nr: RE20221684-01-00-A

Nautisk riskanalys vindkraftpark Olof Skötkonung



Deep Wind Offshore
Haukelivegen 25
5519 Haugesund
Norge

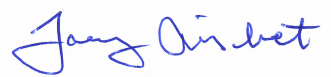
Referens:
Sara Barkevall

RAPPORT

Datum
2023-11-30
RISE Rapportnummer:
RE20221684-01-00-A
Projektledare:
Anna Örtberg
Författare
Anna Örtberg
+46 (730) 729042
anna.ortberg@ri.se

Nautisk riskanalys vindkraftpark Olof Skötkonung

RISE Research Institutes of Sweden AB



Jonny Nisbet
Enhetschef
Maritime Consulting

RISE Research Institutes of Sweden AB



Anna Örtberg
Projektledare
Maritime Consulting

Revisionshistorik

Rev.	Datum	Beskrivning	Signatur
UTKAST	2023-11-06	Utkastversion för granskning	ANO
A	2023-11-30	Slutrapport inkl. justeringar baserat på granskningskommentarer samt kompletterat med sammanfattning.	ANO

Publiceringstillstånd sjökort: © Sjöfartsverket tillstånd nr 23-06107

Sammanfattning och rekommendationer

Deep Wind Offshore har för avsikt att ansöka om erforderliga tillstånd för uppförande och drift av en havsbaserad vindkraftpark, benämnd Olof Skötkonung, belägen i Sveriges ekonomiska zon ("EEZ") i södra Bottenhavet. Ansökansområdet för vindkraftparken är, exkluderat planerat hänsynsområde för befintligt riksintresse sjöfart – farled, ca 370 km² stort och ligger ca 26 km från närmaste fastlandspunkt. Närmaste stad är Gävle som ligger ca 53 km väster om den planerade vindkraftparken. Vindkraftparken kommer maximalt omfatta 70 vindkraftverk med en maximal totalhöjd på 370 m.

I området för den planerade vindkraftparken förekommer sjöfart som trafikerar hamnar i Bottenhavet och Bottenviken. Med anledning av detta har eventuell påverkan på sjöfarten och de nautiska riskerna som vindkraftparken kan innebära analyserats. Primärt analyseras de nautiska riskerna genom beräkning av sannolikhet för grundstötning, kollision mellan fartyg samt sannolikhet för allision, dvs. att fartyg seglar eller driver in i området för vindkraftparken.

Genom och runt ansökansområdet för vindkraftpark Olof Skötkonung går flera fartygsstråk med mycket låg trafikintensitet. Stråket mellan Grundkallen och Söderhamn/Hudiksvall är utpekat som riksintresse *kommunikationer sjöfart – farled*. Ansökansområdet täcker, för Ansökningsområde #1 (med 2,2 M bred korridor respektive 3,5 M bred korridor), en större yta än det planerade området för vindkraftparken då hänsyn planeras till riksintresset (*benämnt hänsynsområde för farled i samrådsunderlaget*) inom vilka inga vindkraftverk planeras placeras för dessa ansökningsalternativ. I föreliggande riskanalys har även ett alternativt ansökningsområde analyserats, benämnt "Ansökningsområde #2 utan korridor".

Vindkraftparkens utbredning överlappar delvis dagens fartygsstråk och handelstrafiken kommer att behöva anpassa sina rutter för att kunna passera vindkraftparken på ett säkert sätt. Antagna ruttomläggningar medför rutförlängningar i varierande grad (ca 2 M – 7 M) för trafiken som idag går igenom området för vindkraftparken. Påverkan på sjötrafiken samt tillgängligheten till berörda hamnar med anledning av det ändrade trafikmönstret analyseras vidare i en tillgänglighetsanalys för Olof Skötkonung, se RISE rapport RE20221684-02-00-A Tillgänglighetsanalys Olof Skötkonung (RISE, 2023), vilken avses läsas som en bilaga till föreliggande riskanalys.

En del mindre fartyg, såsom fiskebåtar, mindre arbets- och servicebåtar samt fritidsbåtar, kommer troligen att passera mellan vindkraftverken i vindkraftparken.

Den beräknade sannolikheten för grundstötning är något högre i fallet utan vindkraftpark än i fallen med vindkraftpark. Detta då antagna omdirigeringar av trafiken efter etablering av vindkraftparken leder till mindre trafik närmare grundområden såsom Västra och Östra banken. Den beräknade returperioden för grundstötning går från ca 260 år i fallet utan vindkraftpark till ca 270 år i fallen med vindkraftpark.

Det förändrade trafikmönstret bidrar till att trafiken trängs ihop samt att nya girpunkter behövs. För samtliga utredda fall med vindkraftpark ökar den beräknade sannolikheten för kollision i jämförelse med fallet utan vindkraftpark. Ökningen är störst för fall D (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor*), där en ökning sker med 19 %, dock från en låg nivå till en fortsatt låg nivå. Den beräknade returperioden går från ca 2 081 år i fallet utan vindkraftpark (A) till ca 1 906 år för fall B (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 2,2 M bred korridor*), ca 1 933 år för fall C (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 med 3,5 M bred korridor*) och till ca 1 744 år för fall D (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor*). Den totala beräknade kollisionssannolikheten är något lägre i fallen med korridor jämfört med fallet utan korridor.

Utöver ett förändrat trafikmönster innebär vindkraftparken att en ny typ av risk introduceras i området; allision, dvs. att ett fartyg seglar eller driver in i området för vindkraftparken. Den beräknade sannolikheten för en allision med vindkraftparken motsvaras av returperioder på 49, 56 respektive 60 år för fall B, C respektive D med dagens trafikintensitet. De beräknade sannolikheterna för allision avser sannolikheten för att ett fartyg ska komma in i området för vindkraftparken. I de flesta fall kommer en interaktion med vindkraftparken inte innebära en allision med något av vindkraftverken eftersom dessa bara upptar en liten andel av områdets yta. Avståndet mellan vindkraftverken kommer i medel att vara ca 1,3 M (2,5 km) vilket gör att fartyg kan driva mellan vindkraftverken och att en del kommer driva igenom vindkraftverken utan att en allision med något av vindkraftverken sker.

Högst sannolikhet för *powered allisions* är det på stråket öster om parken för samtliga fall. I fallet utan korridor, fall D, bidrar stråket öster om Olof Skötkonung till 99 % av alla *powered allisions*. I fallen med korridor, fall B och C, bidrar stråket öster om parken med ca 80 %, följt stråket igenom parken som bidrar med ca 20 %.

Av den totala sannolikheten för allision utgörs mer än 99% av *drifting allisions*. I fall B och C (med 2,2 M bred korridor respektive 3,5 M bred korridor) bidrar stråket igenom korridoren till störst andel av alla *drifting allisions*, 32 % i fall B och 27 % i fall C. Med ett begränsat utrymme mellan fartygsstråket genom korridoren och gränsen för västra respektive östra delområdet av vindkraftparken, har fartygen kort tid för återstart/försök till nödankring vid händelse av ett tekniskt fel såsom blackout. Med rådande vindriktning från sydväst är det troligast att ett fartyg som går i korridoren och får en blackout skulle driva åt nordost. Vattendjupet är delvis över 50 m vilket försvårar möjligheterna till nödankring.

Det dimensionerande fartyget för stråket inom den eventuella korridoren genom ansökningsområdet (utmed riksintresse sjöfart – farled) antas vara 173 m långt enligt trafikstatistik för 2022. Med ett dimensionerande fartyg på 173 m krävs ett säkerhetsavstånd på ca 1,13 M (2 094 m) mellan vindkraftparkens gräns och fartygsstråkets ytterkant för att uppfylla kriteriet gällande acceptabelt säkerhetsavstånd för undanmanöver enligt

rekommendationerna från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. För att upprätthålla ett rekommenderat säkerhetsavstånd om 1,13 M från östra ytterkanten av stråket för norrgående fartyg genom korridoren till östra delområdets västra gräns, samt 1,13 M från västra ytterkanten av stråket för sydgående fartyg genom korridoren till västra delområdets östra gräns krävs sammantaget ett avstånd om 2,26 M. Därtill förväntas mötande trafik hålla ett passageavstånd om ca 1,0 M mellan fartygen. Vid fint väder och god sikt samt tydliga intentioner mellan mötande fartyg skulle passageavståndet kunna minskas till ca 0,5 M. Sammantaget ger detta ett behov av tillgängligt utrymme i korridoren om ca 2,8 M - 3,3 M.

Enligt brittiska Maritime & Coastguard Agency's vägledning "MGN 654 (M+F) Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) – Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response" (Maritime & Coastguard Agency, 2021) bör bredden på korridoren vara proportionerlig mot längden på korridoren baserat på en 20 graders kursavvikelse för att ta höjd för vindavdrift i hårt väder, när vindkraftverk är placerade på båda sidor om en korridor för sjöfart. Samma rekommendation ges i PIANCs rapport "MarCom WG Report 161: Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation" (PIANC, 2018). I en korridor med en längd som i aktuellt fall, ca 10 M, och med rådande vindar som trycker mot sidan av passerande fartyg bedöms inte avsteg från rekommenderad korridorsbredd (ca 3,4 M) enligt MGN 654 vara lämplig.

Det dimensionerande fartyget på stråket utmed den östra sidan antas vara 190 m långt enligt trafikstatistik för 2022. Med ett dimensionerande fartyg på 190 m krävs ett säkerhetsavstånd på ca 1,19 M (2 196 m). Avståndet mellan ytterkanten på fartygsstråket på sydgående öster om vindkraftparken och vindkraftparkens östra gräns är som minst ca 1,2 M (med ökande avstånd söderut), vilket innebär att det finns tillräckligt utrymme för ett dimensionerande fartyg på 190 m på sydgående att göra en undanmanöver. För fartygen på nordgående finns inga hinder, annat än fartygstrafik, för undanmanöver åt styrbord.

Trafik som går till och från Gävle och som idag passerar genom södra delen av ansökningsområdet i nordostlig/sydvästlig riktning antas i stället passera söder om ansökningsområdet. Det dimensionerande fartyget på stråket söder om vindkraftparken antas vara 184 m långt enligt trafikstatistik för 2022. Med ett dimensionerande fartyg på 184 m krävs ett säkerhetsavstånd på ca 1,17 M (2 160 m). Vilket avstånd från vindkraftparken denna trafik kommer att upprätthålla är mycket osäkert och kommer troligen variera i hög grad. I analysen har för beräkning av olyckssannolikheter en antagen rutt förlagts med en girpunkt ca 1 M söder om det sydöstra hörnet, dock finns det utrymme att passera på en rutt med större avstånd från vindkraftparken.

För samtliga alternativ har en reduktion av det nordöstra hörnet gjorts baserat på identifierade faror under riskidentifieringen, detta bedöms vara en åtgärd som reducerar riskerna avsevärt för de fartyg som passerar öster om vindkraftparken och som går inom det riksintresse mellan Grundkallen och Sundsvall som löper här.

Riskreducerande åtgärder i form av utmärkning och information till sjöfarten i enlighet med gällande regelverk och praxis förutsätts. I övrigt föreslås att undvika att placera vindkraftverk i den sydligaste spetsen av det östra delområdet av vindkraftparken, för att reducera påseglingsrisken för passerande fartyg.

Sammantaget bedöms de nautiska riskerna vid en etablering av Olof Skötkonung vara acceptabla för Fall C (Ansökningsområde #1 med 3,5 M bred korridor) och D (Ansökningsområde #2 utan korridor), förutsatt införandet av relevanta riskreducerande åtgärder. Ur ett påverkansperspektiv för sjöfarten får dock ett alternativ med korridor minst påverkan på sjöfartens framkomlighet, se vidare analys i tillgänglighetsanalysen för Olof Skötkonung (RISE, 2023). Även påverkan avseende vintersjöfart behandlas vidare i tillgänglighetsanalysen.

Riskerna under anläggningsfasen förväntas bli acceptabla förutsatt införande av relevanta riskreducerande åtgärder. Detta bör dock verifieras i en separat mer detaljerad riskanalys för anläggningsfasen vilken bör genomföras i ett senare skede när mer detaljer kring vindkraftparken, dess utformning och transporter i anläggningsfasen är kända. Detta för att kunna identifiera de mest kritiska momenten och därvid kunna vidta lämpliga säkerhetsåtgärder, och på så vis säkerställa att arbetena kan ske på ett säkert sätt. Inför avvecklingen bör också en ny separat riskanalys genomföras.

Utöver Olof Skötkonung planeras det även för andra vindkraftparker i Bottenhavet. De kumulativa effekterna beror på hur många och vilka av vindkraftparkerna som etableras. Närmast nordost om Olof Skötkonung planeras Fyrskeppet vindkraftpark och närmast söder om/delvis överlappande med Olof Skötkonung planeras Najaderna vindkraftpark. Skulle en etablering ske av både Olof Skötkonung vindkraftpark, Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark söder om Olof Skötkonung, innebär detta ett förändrat trafikmönster med rutförlängningar i varierande grad (ca 2 M – 26 M) för trafiken som idag går igenom dessa områden. De kumulativa effekterna med påverkan på sjötrafiken i form av rutförlängningar samt påverkan avseende tillgängligheten till berörda hamnar med anledning av det ändrade trafikmönstret analyseras vidare i tillgänglighetsanalysen för Olof Skötkonung (RISE, 2023).

I tillägg till IWRAP-beräkningar av olyckssannolikheter för enbart vindkraftpark Olof Skötkonung har ett större geografiskt område modellerats där Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark inkluderats i beräkningar av kumulativa olyckssannolikheter.

Den beräknade sannolikheten för kollision (*total collisions*) ökar med ca 138 % i fallet med vindkraftparker jämfört med fallet utan vindkraftparker, dock från en låg nivå till en fortsatt låg nivå. Med dagens trafikintensitet beräknas en kollision ske en gång på ca 1 706 år utan vindkraftparker och en gång på ca 718 år med vindkraftparker.

Beräkningar för trafikscenario 1, med vindkraftparker, visar att en allision med någon av de inkluderade vindkraftparkerna kan förväntas ske en gång på ca 35 år. Högst sannolikhet för allision (*total allision*) är det utmed södra sidan av Najaderna med mycket trafik som passerar på ett begränsat avstånd.

Den kumulativa effekten vad gäller den sammanlagda incidentsannolikheten blir betydande (går från en returperiod med en incident på ca 200 år till en returperiod med en incident på ca 29 år) men utgörs still största del av den beräknade sannolikheten för *drifting allisions*.

Definitioner, ord och begrepp

Förkortning/Begrepp		Förklaring
AIS		<i>Automatic Identification System</i> , Obligatoriskt informationssystem för större fartyg, som via VHF-ansluten transponder sänder information om identitet, position, kurs mm.
Allision		Fartyg seglar eller driver in i fast struktur, eller i ett område med fast struktur, exempelvis vindkraftpark och vindkraftverk. Skilt från kollision vilket avser två fartyg som seglar in i varandra. <i>Powered allision</i> : fartyg seglar in i vindkraftparken under framdrivning. <i>Drifting allision</i> : fartyg driver in i vindkraftparken utan att framdrivningsmaskineriet är i gång.
Buffertzoon		Avståndszon utanför den navigerbara ytan/bredden av en farled av riksintresse, avsedd att ta höjd för framtida eventuella utvecklings-/expansionsbehov av farleden, exempelvis pga. större tonnage. Sjöfartsverket har i samband med precisering av sjöfartens riksintressen definierat buffertzonen för farledsklass 1 till 200 m på vardera sidan om farledsytan.
COG		<i>Course over ground</i> , kurs över grund: Fartygets faktiska kurs över grund.
DWT		<i>Deadweight Tonnage</i> , dödvikt, mått för fartygets totala lastförmåga, enhet ton.
Farled		Sjöväg utmärkt med svart streckad linje i sjökort eller anvisad av utmärkning, SSA.
Fartygsstråk		Lateralt avgränsat stråk inom vilket många fartygs ruttval och AIS-spår återfinns (shipping route).
Fartygstyper	Container	Fartyg konstruerat för att transportera containrar.
	General cargo	Lastfartyg konstruerat för transport av olika typer av gods, fristående förpackat eller palleterat.
	Bulk	Lastfartyg konstruerat för transport av gods i lösvikt, t.ex. kol, malm etc.
	Tanker	Tankfartyg konstruerat med lasttankar för transport av flytande gods eller gas.
	Cruise	Kryssningsfartyg.
	Ro-Ro	Roll on-roll off, fartyg för transport av gods på rullande lastbärare, t.ex. trailers.
	Ro-Pax	Roll-on/roll-off passenger vessel, färja som transporterar både frakt och passagerare.
FSA		Formal Safety Assessment, strukturerad och systematisk metodik för riskanalyser utvecklad av IMO som syftar till att förbättra sjösäkerheten.

IALA		International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IMO		International Maritime Organization
IWRAP		IALA Waterway Risk Assessment Program, ett maritimt modelleringsverktyg för beräkning av kollision-, allisions- och grundstötningsfrekvens.
Knop		Hastighetsenhet som används för fartyg; 1 knop = 1 M/h = 0,514 m/s
Kollisionstyper	Head-on	Kollision mellan mötande fartyg.
	Overtaking	Kollision vid omkörning i samma fartygsstråk.
	Crossing	Kollision vid korsande fartygsstråk.
	Merging	Kollision i nodpunkter där fartygsstråk sammanstrålar.
	Bend	Kollision i nodpunkter där fartygsstråk kröker.
Leg (term i IWRAP)		Indikerar den rutt som fartygen går på, visas som heldragen svart linje i en IWRAP-modell.
M		Nautisk mil (distansminut), distansenhet som används till sjöss; 1M = 1 852 m.
NtM		Notice to Mariners, sjökortsrättelser och annan information av vikt för sjöfart på engelska
Passagelinje		Linje definierad i trafikanalysen för kvantitativ och kvalitativ karaktärisering av trafikflödet som passerar linjen och trafikerar området. Baseras på registrerad AIS-data och presenteras statistiskt vanligen på årsbasis.
Peka-på-kurs		Fartygets stävriktning. Används i sammanhanget när fartyget stäv pekar mot något, exv. en fast struktur, ett grund eller en vindkraftpark.
PIANC		The World Association for Waterborne Transport Infrastructure, global organization som ger guidning och tekniska råd gällande hamn och farleder.
Precautionary area		Område där särskilt uppmärksamhet krävs, förekommer exempelvis där olika trafiksepareringssystem möts.
Sannolikhet för olycka / incident		Anges i incidenter/år och återger beräknad eller uppskattad sannolikhet för en oönskad händelse, incident eller olycka. Incidentsannolikheten är vanligtvis mindre än en incident/år och återges därför i tiopotensform där E anger tiopotensfaktor, exempelvis E-04 = 10 ⁻⁴ .
Returperiod		Anges i år och återger förväntat antal år mellan två incidenter. Beräknas som inversen av incidentsannolikheten, dvs returperiod=1/incidentsannolikheten.
Risk		Sammanvägning av sannolikhet för oönskad händelse samt dess potentiella konsekvenser.
Riksintresse sjöfart – farled		Vägledande anspråk utpekat av Trafikverket. RI sjöfart –farled utgör inte farleder i sjökort och har därmed ingen praktisk betydelse för sjötrafiken.
Rutt		Ett fartygs vägval till destinationen via ett antal girpunkter (waypoints).

SSA	SjöSäkerhetsAnordning, exempelvis fyrar, bojar, prickar och enslinjer.
Säkerhetsavstånd	Avstånd mellan ytterkant av fartygsstråk och vindkraftparkens ytterkant.
Säkerhetszon	Avstånd eller radie från vindkraftverk, inom vilken sjötrafik ej tillåts för att undvika risk för vindkraftverk och fartyg.
TSS	Traffic Separation Scheme, Trafiksepareringssystem som styr fartyg till trafikstråk där mötande trafik separeras genom tvingande trafiksepareringszoner.
Ufs	Underrättelser för sjöfarande, sjökortsrättelser och annan information av vikt för sjöfart i svenska farvatten som publiceras av Sjöfartsverket.
Waypoint (här term i IWRAP)	Används som term i IWRAP för girpunkt, dvs punkt där fartyg girar till ny kurs.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	10
1.1	Bakgrund	10
1.2	Syfte	11
1.2.1	Omfattning.....	11
1.3	Avgränsningar.....	12
1.4	Metod.....	12
1.4.1	Läsanvisning.....	13
1.4.2	Styrande dokument och riktlinjer för vindkraft till havs och nautiska riskanalyser ...	14
2	Områdesbeskrivning och sjötrafikanalys.....	18
2.1	Is.....	21
2.1.1	Framtida isförhållanden.....	24
2.2	Trafikmönster och passagestatistik.....	25
2.2.1	Passagelinje 1 – trafik genom ansökningsområdet.....	29
2.2.2	Passagelinje 2 – trafik öster om ansökningsområdet (utmed riksintresse sjöfart – farled)	42
2.2.3	Passagelinje 3 – trafik söder om ansökningsområdet	46
2.2.4	Variationer mellan år	47
2.3	Framtida trafikscenario.....	48
3	Riskidentifiering.....	49
3.1	Hazid.....	49
3.1.1	Trafik öster om vindkraftparken	49
3.1.2	Trafik genom korridor (riksintresse sjöfart – farled / hänsynsområde) genom vindkraftparken.....	50
3.1.3	Trafik söder om/sydväst om vindkraftparken.....	51
3.1.4	Trafik väster om vindkraftparken	51
3.1.5	Förutsättningar för räddningsinsatser	51
3.1.6	Möjliga kumulativa effekter.....	52
3.1.7	Vintersjöfart.....	52
3.1.8	Övrig sjötrafik/allmänt.....	52
3.1.9	Anläggningsfasen.....	53
3.1.10	Sammanställning av identifierade risker.....	54
3.2	Alternativa ansökningsområden för vindkraftpark Olof Skötkonung samt minskad utbredning av nordöstra hörnet	55
4	Riskbedömning driftsfas	58

4.1	Beräkning av grundstötnings-, kollisionss- samt allisionssannolikhet.....	58
4.1.1	Förändrat trafikmönster på grund av Olof Skötkonung vindkraftpark.....	60
4.1.2	Matematisk modell	64
4.1.3	Resultat.....	68
4.2	Beräkning av kumulativa olyckssannolikheter	75
4.2.1	Förändrat trafikmönster på grund av kumulativa effekter	77
4.2.2	Matematisk modell	79
4.2.3	Resultat kumulativa effekter	81
4.3	Uppskattning av sannolikheter för övriga identifierade faror	86
4.3.1	Störningar på marin radar	86
4.3.2	Svårigheter att bekämpa ett eventuellt utsläpp	87
4.3.3	Service/underhållsfartyg	87
4.3.4	Övrig trafik i området.....	88
4.4	Uppskattning av konsekvenser	89
4.4.1	Säkerhetsavstånd.....	89
4.4.2	Interaktion med vindkraftpark och allision med enskilt vindkraftverk	92
4.4.3	Nödankring.....	94
5	Identifiering och uppskattning av risker under anläggningsfas	96
5.1	Korsande trafik under anläggningsfas	97
6	Riskvärdering.....	99
7	Riskreducerande åtgärder	109
7.1	Mindre utbredning av vindkraftparken	109
7.2	Övriga identifierade riskreducerande åtgärder.....	109
8	Osäkerhets- och känslighetsanalys.....	112
8.1	Framtida trafikintensitet.....	112
8.2	Framtida trafikmönster	112
8.3	IWRAP.....	112
9	Slutsatser.....	114
	Referenser	117

BILAGA 1 Hazid-protokoll

1 Inledning

Deep Wind Offshore har för avsikt att ansöka om erforderliga tillstånd för uppförande och drift av en havsbaserad vindkraftpark, benämnd Olof Skötkonung, i Sveriges ekonomiska zon ("EEZ") i Bottenhavet. I samband med detta finns det behov av att utreda nautiska risker och möjlig påverkan på sjöfarten.

1.1 Bakgrund

Ansökansområdet för vindkraftparken är, exkluderat planerat hänsynsområde för befintligt riksintresse sjöfart - farled, ca 370 km² stort och ligger ca 26 km från närmaste fastlandspunkt. Närmaste stad är Gävle som ligger ca 53 km väster om den planerade vindkraftparken, se Figur 1.1.



Figur 1.1 Översiktsskarta lokalisering Olof Skötkonung vindkraftpark med angivet hänsynsområde för farled inom ansökansområde. ©Deep Wind Offshore

Vindkraftparken planeras omfatta maximalt 70 vindkraftverk med en totalhöjd om maximalt 370 m. Vindkraftparkens exakta utformning, inklusive placering av vindkraftverk och kablar har inte fastställts ännu, detta beslutas i ett senare skede. Tabell 1.1 redovisar preliminära uppgifter gällande vindkraftparkens utformning.

Tabell 1.1 Preliminära data för vindkraftpark Olof Skötkonung.

Egenskap	Mått/kvantitet, preliminära uppgifter
Antal vindkraftverk	Max 70
Installerad effekt per vindkraftverk	20-25 MW
Vindkraftverkens totala höjd över havsytan	Max 370 m
Rotordiameter	Max 350 m
Förväntad frigångshöjd över vattenytan	Ca 20 m
Vindkraftparkens yta	Ca 370 km ²
Avstånd från land	Ca 26 km
Avstånd mellan enskilda vindkraftverk	Medel 2,5 km (ca 1,3 M)
Uppskattad total installerad effekt	1600-1800 MW
Uppskattad årlig elproduktion	7,5 Twh
Fundament vindkraftverk	Bottenfast, fundamentsmodell inte fastställd
Förväntad livslängd	30-35 år

I området för den planerade vindkraftparken förekommer sjöfart som trafikerar hamnar i Bottenhavet och Bottenviken. Med anledning av detta behöver eventuell påverkan på sjöfarten och de nautiska riskerna som vindkraftparken kan innebära analyseras.

1.2 Syfte

Föreliggande studie syftar till att utreda eventuell påverkan på sjöfarten till följd av en etablering av vindkraftpark Olof Skötkonung. Studien avser bedöma och analysera hur vindkraftparken påverkar de nautiska riskerna genom beräkningar av sannolikheten för grundstötning, kollisioner mellan fartyg samt sannolikhet för att fartyg seglar, eller driver, in i vindkraftparken, så kallad allision.

Rapporten avses kunna utgöra en bilaga till tillståndsansökan.

1.2.1 Omfattning

Analysen omfattar såväl direkta effekter som kan påverka säkerheten för sjöfarten som indirekta effekter som kan uppstå när sjöfartens framkomlighet begränsas och förändras. Analysen behandlar och kvantifierar i huvudsak risker under vindkraftparkens driftsfas. Beräkningar av olyckssannolikheter för grundstötningar, kollisioner mellan fartyg samt allisioner, dvs. att fartyg seglar eller driver in i området, genomförs med verktyget IWRAP¹. Även påverkan på sjöfarten i form av eventuella justeringar av trafikmönster och ruttförlängningar redovisas. Sjöfartsrelaterade risker i samband med byggnation och avveckling av vindkraftparken identifieras och bedöms övergripande.

Påverkan på sjötrafiken samt tillgängligheten till berörda hamnar med anledning av det ändrade trafikmönstret analyseras vidare i en tillgänglighetsanalys för Olof Skötkonung, se

¹ IWRAP: IALA Waterway Risk Assessment Program, ett maritimt modelleringsverktyg för beräkning av kollisions-, allisions- och grundstötningsfrekvens.

RISE rapport RE20221684-02-00-A Tillgänglighetsanalys Olof Skötkonung (RISE, 2023), vilken avses läsas som en bilaga till föreliggande riskanalys.

1.3 Avgränsningar

Analysen baseras på AIS-data från området, eventuella mindre fiskefartyg eller fritidsbåtar som saknar AIS-transponder av typ A² omfattas inte av tillgängliga data och omfattas därmed inte i de kvantitativa beräkningarna.

Studien är begränsad till att analysera eventuella risker för sjöfarten i området och behandlar i huvudsak risker där de slutliga konsekvenserna antas vara grundstötning, kollision mellan fartyg eller att fartyg seglar eller driver in i området för vindkraftparken.

Kvantitativa beräkningar av konsekvenser i form av skadekostnader eller antal skadade vid ett olycksscenario omfattas inte. Analysen omfattar inte beräkningar av konsekvenserna för det påseglande vindkraftverket eller det påseglande fartyget vid en eventuell påsegling.

Eventuell påverkan på sjöfarten med anledning av exportkabeln omfattas inte i detta skede.

1.4 Metod

Metodiken för aktuell studie baseras på etablerad metodik för maritima riskanalyser i form av ISO standard 31000 och 31010, liksom den av IMO rekommenderade FSA-metodiken där så bedöms vara möjligt. Figur 1.2 visar ingående komponenter för aktuell studie. Dessa stämmer också väl överens med de steg som bör ingå enligt Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer gällande omfattning av nautisk riskanalys för etablering av havsbaserade vindkraftparker (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

² Fartyg över 300 ton, samt fiskebåtar över 15 m och alla passagerarfartyg på internationella resa, måste enligt gällande krav vara utrustade med AIS-transponder av typ A. Även många mindre fiskebåtar samt en del fritidsbåtar har dock också AIS-transponder av säkerhetsskäl.



Figur 1.2 Struktur av ingående komponenter i aktuell riskanalys.

Aktuell riskanalys har delats in två steg där det första steget omfattar de tre första komponenterna i Figur 1.2, inledning, områdesbeskrivning och förutsättningar samt riskidentifiering. De efterföljande stegen omfattas av steg 2.

1.4.1 Läsanvisning

Rapportens uppbyggnad följer strukturen i Figur 1.2.

Efter inledningen (kap 1) redovisas i kapitel 2 de geografiska förutsättningarna och den sjötrafikanalys som har gjorts för att kunna analysera den fartygstrafik som trafikerar området runt ansökansområdet. Trafikanalysen baseras på AIS-data, huvudsakligen från år 2022 eftersom detta är det senaste helåret som finns tillgängligt, och ligger till grund för den riskidentifiering som görs i kapitel 3. Hazid-workshopen utgör en mycket viktig del av riskidentifieringen och syftar till att identifiera samtliga nautiska faror och eventuell påverkan på sjöfarten som kan komma att uppstå vid en etablering vindkraftparken. I detta steg görs ingen värdering av identifierade faror. Riskidentifieringen tjänar som underlag för de efterföljande stegen i riskanalysen.

Kapitel 4 omfattar riskbedömning av vindkraftparken. Detta kapitel redovisar resultat från genomförda beräkningar av grundstötnings-, kollisions- samt allisionssannolikhet (med IWRAP) samt genomförda beräkningar av kumulativa olyckssannolikheter. Kapitel 4 redovisar också uppskattning av sannolikhet av faror som inte kan kvantifieras med beräkningar, samt en uppskattning och bedömning av konsekvenser.

Kapitel 5 omfattar övergripande identifiering av sjöfartsrelaterade risker i samband med anläggning och avveckling av vindkraftparken.

Kapitel 6 utgörs av riskvärdering och omfattar tolkningen av beräkningsresultaten.

Kapitel 7 redovisar identifierade riskreducerande åtgärder samt beskrivning av förväntad effekt av respektive åtgärd.

Kapitel 8 omfattar en osäkerhets- och känslighetsanalys där osäkerhet i data och riskmodeller beskrivs.

Kapitel 9 utgörs av slutsatser från genomförd studie.

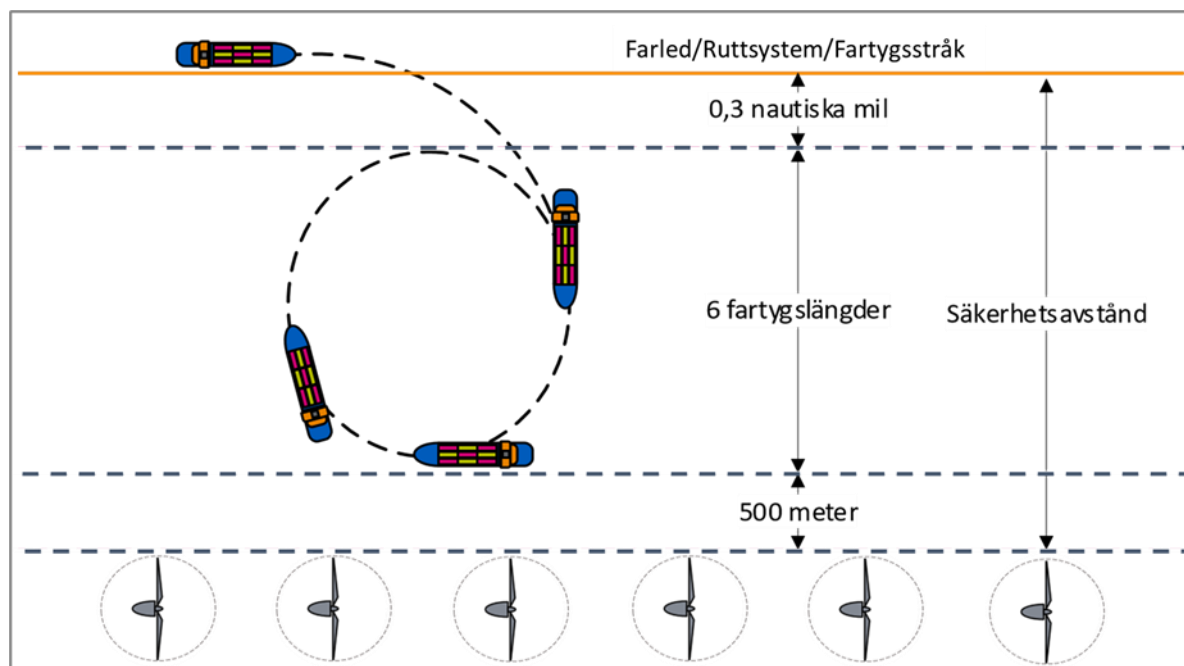
1.4.2 Styrande dokument och riktlinjer för vindkraft till havs och nautiska riskanalyser

Det finns idag inga styrande regler gällande accepterade risknivåer för vindkraftparker och gällande minsta avstånd mellan vindkraftparker och fartygsstråk, så kallat säkerhetsavstånd. Sedan juni 2023 finns dock rekommendationer från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. Rekommendationerna beskriver vad som bör ingå i en nautisk riskanalys för vindkraftsetablering i svenska farvatten samt riktlinjer för minsta acceptabla säkerhetsavstånd.

Enligt rekommendationerna ska säkerhetsavståndet bestämmas för ett dimensionerande fartyg baserat på tre kriterier: manöverutrymme, trafikens intensitet och komplexitet samt störningar på navigationsutrustning. Erforderligt säkerhetsavstånd bestäms av kriteriet som ger det största säkerhetsavståndet.

Manöverutrymme

Erforderligt säkerhetsavstånd för kriteriet manöverutrymme utgår från att fartyg ska kunna vida åtgärder för att undvika kollision med andra fartyg i enlighet med sjövägsreglerna. Kriteriet definieras därmed genom att avståndet mellan fartygsstråkets ytterkant och vindkraftparkens gräns ska vara tillräckligt stort för att det dimensionerade fartyget ska kunna göra en 360-gradersgir. För att ett fartyg ska kunna utföra den manövern krävs ett avstånd som motsvarar $0,3 \text{ M} + 6 \text{ fartygslängder} + 500 \text{ m}$, se Figur 1.3. Detta är i enlighet med flera andra nationella riktlinjer samt de internationella riktlinjerna från PIANC; *MarCom WG Report no 161 – 2018, Interaction between offshore Wind farms and maritime navigation* (PIANC, 2018), vilka Sjöfartsverket och Transportstyrelsen hänvisar till.



Figur 1.3 Säkerhetsavstånd enligt kriteriet för manöverutrymme.

Enligt rekommendationerna kan det dimensionerande fartyget i normala fall definieras som det största fartyget i 98-percentilen av samtliga fartygspassager av fartyg med en längd som överstiger 70 m.

Trafikintensitet och komplexitet

Trafikintensiteten på närliggande fartygsstråk, farleder eller ruttsystem samt dess komplexitet är av stor betydelse för olyckssannolikheten och bör därför också beaktas vid utvärdering av erforderligt säkerhetsavstånd enligt rekommendationerna. Vid en hög trafikintensitet kan ett högre säkerhetsavstånd krävas än vad kriteriet avseende manöverutrymme ger.

Trafikintensiteten på farleder, ruttsystem och fartygsstråk kan enligt rekommendationerna klassas enligt Tabell 1.2.

Tabell 1.2 Klassificering för bedömning av fartygsstråks trafikintensitet baserat på antal passager årligen (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

Klassificering	Trafikintensitet	Passager per år
1	Mycket låg	0 – 2 000
2	Låg	2 000 – 5 000
3	Medel	5 000 – 10 000
4	Hög	10 000 – 20 000
5	Mycket hög	Över 20 000

Det minsta säkerhetsavståndet mellan farleder, ruttsystem eller fartygsstråk och vindkraftsparker med hänsyn till trafikintensiteten kan bestämmas genom matrisen i Figur 1.4. Gröna fält indikerar säkerhetsavstånd som generellt kan antas vara acceptabla. Gula fält indikerar ALARP och indikerar att säkerhetsavståndet endast är tillämpligt när riskbedömningen i sin helhet kan visa på små risker förknippade med etableringen av vindkraftparken, t.ex. då risken för kollision med vindkraftparken begränsas av naturliga hinder för en stor del av fartygen som trafikerar området. Röda fält indikerar att säkerhetsavståndet är för litet och antas medför oacceptabla risker. Om det i området kring vindkraftparken råder en komplex trafiksituation och andra faktorer också påverkar sjösäkerheten kan större säkerhetsavstånd erfordras för att anses acceptabla. Faktorer som att farleden, ruttsystemet eller fartygsstråket pekar rakt mot vindkraftparken, dvs. att fartyg kommer att ha en så kallad peka-på-kurs på vindkraftparken, kan också föranleda behov av större säkerhetsavstånd.

Trafikintensitet	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		Över 2	1,5-2	1-1,5	0,5-1	0-0,5

Figur 1.4 Matris för bedömning av säkerhetsavstånd baserat på trafikintensitet (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

Navigationsutrustning

Fartyg använder radar för navigering och för att upptäcka andra fartyg i dess närhet. Vindkraftverk kan innebära att det uppstår störningar på fartygens radar, vilket kan leda till att fartyg inte upptäcks i tid för att kunna vidta åtgärd för att undvika kollision. Störningarna kan också medföra att landmärken inte syns vilket kan försvåra navigationen. Sjöfartsverket och Transportstyrelsen hänvisar till PIANCs riktlinjer (PIANC, 2018), enligt vilka det kan uppstå störningar på fartygsradar vid avstånd till vindkraftverk på upp till 1,5 M, samt att sannolikheten för störningar ökar med minskade avstånd mellan sjötrafik och vindkraftverk. Vid avstånd mindre än 0,25 M kan även störningar på X-bandsradar uppstå, vilket kan medföra spökekon. Detta utgör enligt PIANC en mycket hög risk.

Även annan navigationsutrustning såsom AIS, GPS och radioutrustning kan störas av vindkraftparken vilket bör beaktas vid riskbedömningen.

Vid utformning av vindkraftparker rekommenderar Sjöfartsverket och Transportstyrelsen att proportionerlig hänsyn tas till risker med störningar på navigationsutrustning. Hänsyn bör tas till trafikintensiteten i området och svårigheter i navigationen såsom girar och grundområden i närhet av vindkraftparken.

Omfattning riskanalys

Om avståndet mellan vindkraftparken och närmaste närmsta farled, ruttsystem eller fartygsstråk är större än 3 M kan det enligt Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer räcka med en grovanalys av sjötrafiken i området. Är avståndet mindre bör en mer ingående analys genomföras. Den mer ingående analysen bör åtminstone omfatta:

Riskbedömningen bör åtminstone innehålla:

- Riskbedömningens omfattning, förutsättningar och kriterier.
- Beskrivning av sjötrafiken och andra förutsättningar i området.

- Identifiering av risker (HAZID).
- Analys och värdering av risker.
- Eventuella riskförebyggande åtgärder.
- Osäkerhetsanalys av data och riskmodell.
- Rekommendationer för beslutsfattare samt information om identifierade risker.

Andra riktlinjer

De svenska myndigheterna hänvisar i många avseende till de internationella riktlinjerna från PIANC gällande säkerhetsavstånd. Många andra länders nationella riktlinjer, t.ex. de brittiska och nederländska baserar sig också på PIANC:s riktlinjer, och tillräckligt manöverutrymme för en 360-gradrsgir utgör ett viktigt kriterium i de flesta riktlinjerna (Maritime & Coastguard Agency, 2021), (Government of the Netherlands, 2014). Figur 1.5 visar en tabell med allmänna riktlinjer för säkerhetsavstånd samt aspekter som bör beaktas vid planering av vindkraftparker enligt PIANC.

Distance in miles of the first wind generator row from the shipping route	Factors for consideration	risk	Tolerability for SOLAS ships
< 0.25 NM (500 m)	Inter-turbine spacing only recommended for small craft	VERY HIGH	Intolerable Unless for very small craft (small leisure craft)
0.5 NM (926 m)	Distance between a high traffic navigation route, used by ships covered by the SOLAS Convention and a wind farm	VERY HIGH	
1 NM (1,852 m)	Distance between a high traffic navigation route, used by ships covered by the SOLAS Convention and a wind farm	HIGH	Tolerable if ALARP (As Low As Reasonably Practicable)
2 NM (3,704 m)	Compliance with COLREGs becomes less challenging	MEDIUM	
5 NM (9,260 m)	Distance between shipping route and a wind farm in restricted waters	LOW	Acceptable
10 NM (18,520 m)	Ideal distance between a TSS and a wind farm	VERY LOW	

Figur 1.5 Tabell med allmänna riktlinjer för planering av säkerhetsavstånd mellan ett fartygsstråk och vindkraftpark (PIANC, 2018).

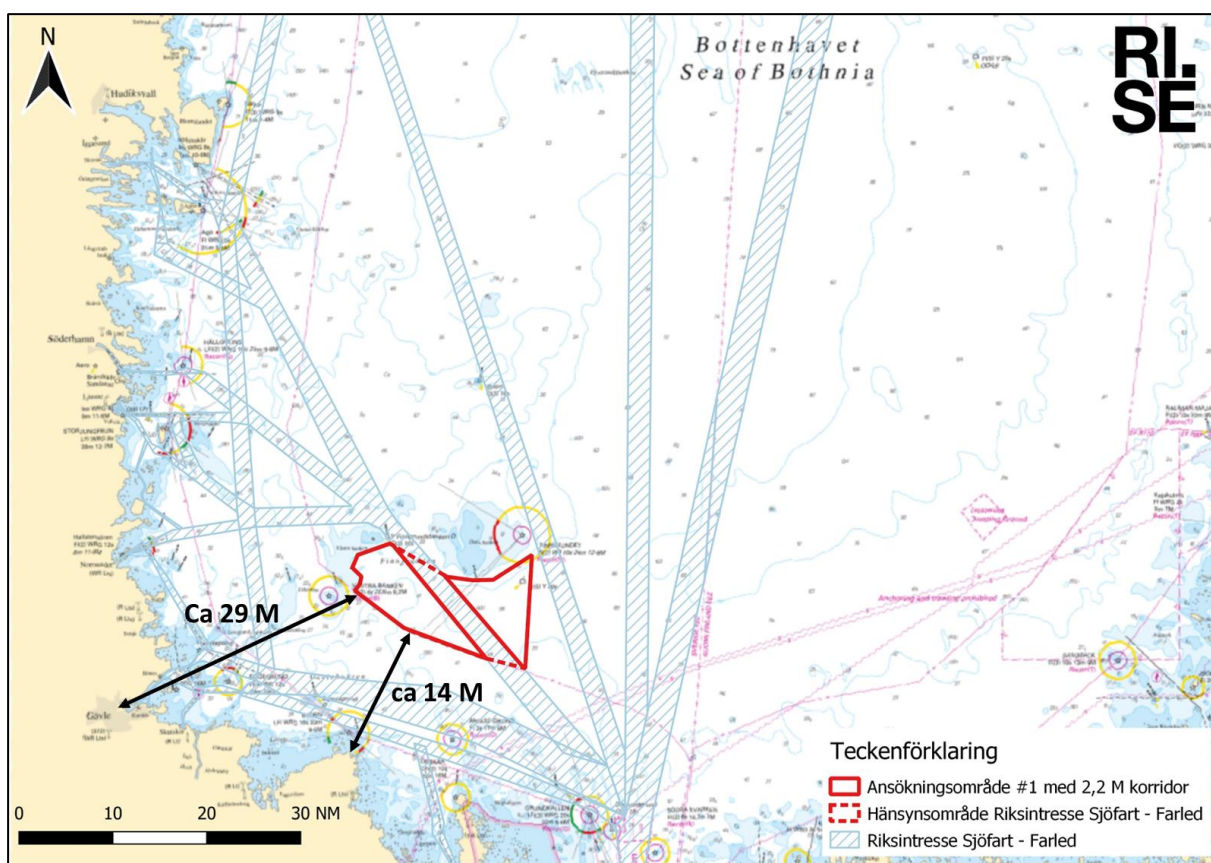
2 Områdesbeskrivning och sjötrafikanalys

Ansökansområdet för vindkraftpark Olof Skötkonung ligger i Sveriges ekonomiska zon i den södra delen av Bottenhavet, ca 14 M (26 km) från närmaste fastlandspunkt. Närmaste stad är Gävle som ligger ca 29 M (53 km) väster om den planerade vindkraftparken, se Figur 2.1 Den södra gränsen för ansökansområdet ligger utmed territorialgränsen.

Genom ansökansområdet går ett stråk mellan Grundkallen och Söderhamn/Hudiksvall utpekat som riksintresse *kommunikationer sjöfart - farled*, se Figur 2.1. Ansökansområdet täcker en större yta än det planerade området för vindkraftparken då hänsyn planeras till riksintresset (*benämnt hänsynsområde för farled i samrådsunderlaget*) inom vilka inga vindkraftverk planeras placeras.

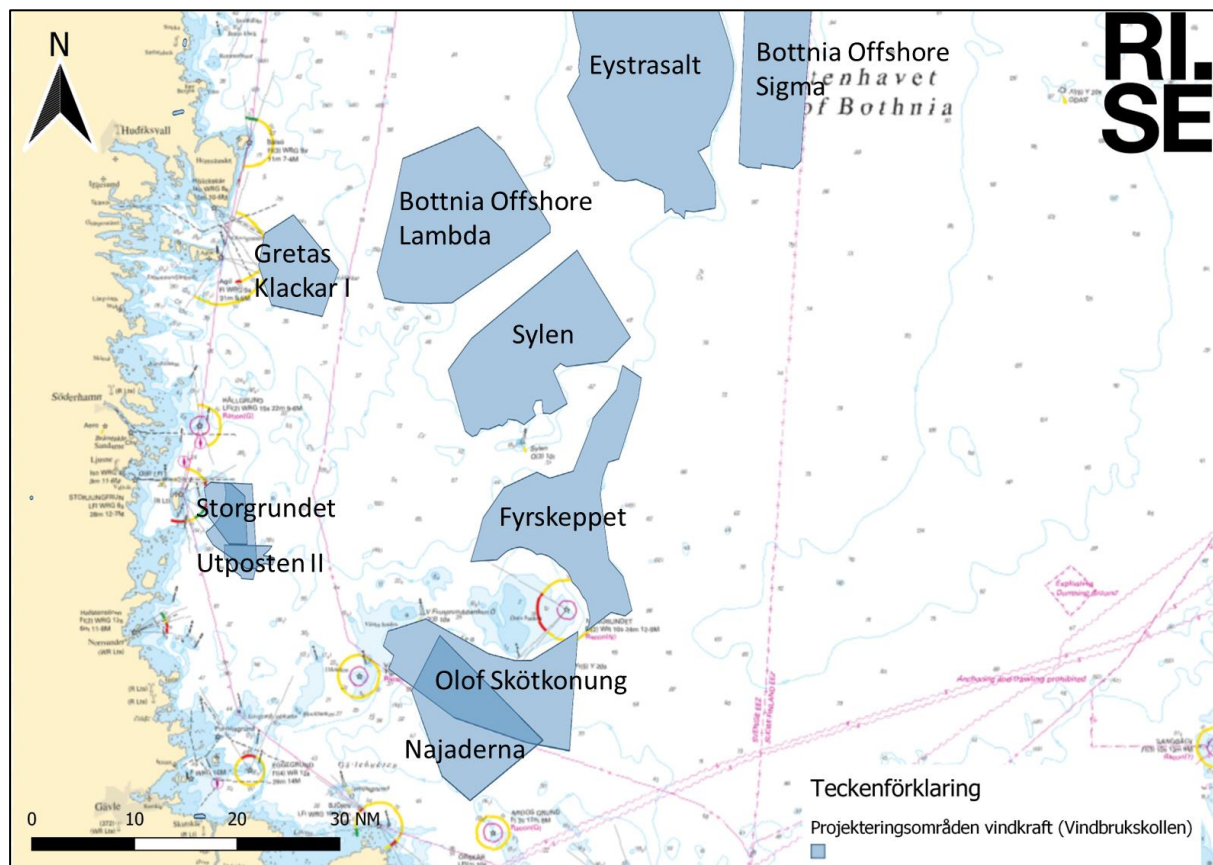
Det går även ett stråk öster om ansökansområdet mellan Grundkallen och Sundsvall utpekat som riksintresse *kommunikationer sjöfart - farled* samt ett stråk utpekat som riksintresse *kommunikationer sjöfart - farled* ca 4,5 M söder om ansökansområdet mellan Grundkallen och Gävle, se Figur 2.1.

Riksintressen är vägledande anspråk utpekade av Trafikverket (senast beslutade 2022-09-26) men är inte farleder markerade i sjökort, d.v.s. själva riksintresset har ingen praktisk betydelse för ett fartygs navigation men kan sammanfalla med faktiska fartygsstråk.



Figur 2.1 Ansökansområde Olof Skötkonung samt områden utpekade som riksintresse sjötrafikstråk (Trafikverket, 2022)

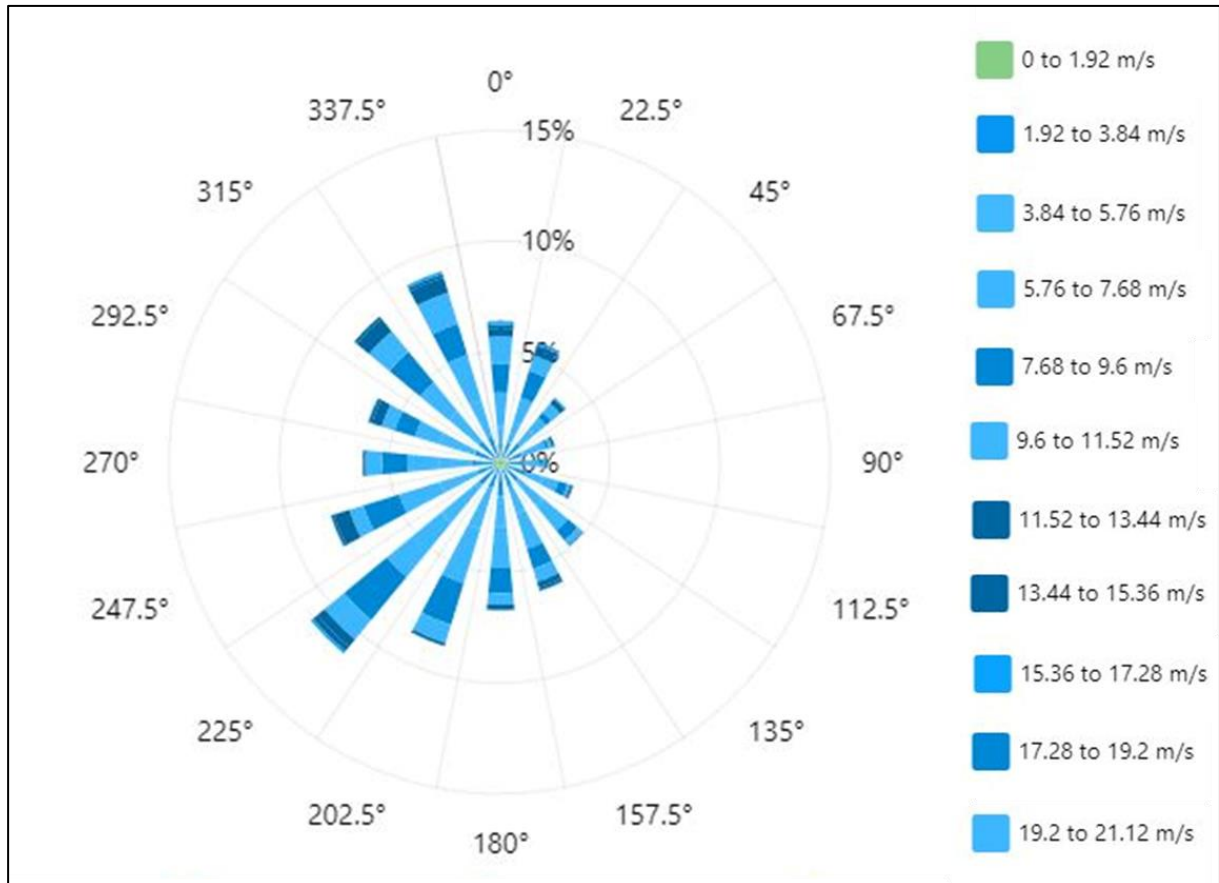
Utöver Olof Skötkonung planeras det även för andra vindkraftparker i Bottenhavet, se Figur 2.2. Vid tidpunkten för denna analys är det endast Storgrundet som är tillståndsgiven.



Figur 2.2 Projekteringsområden för vindkraft i Bottenhavet (Vindbrukskollen, 2023)

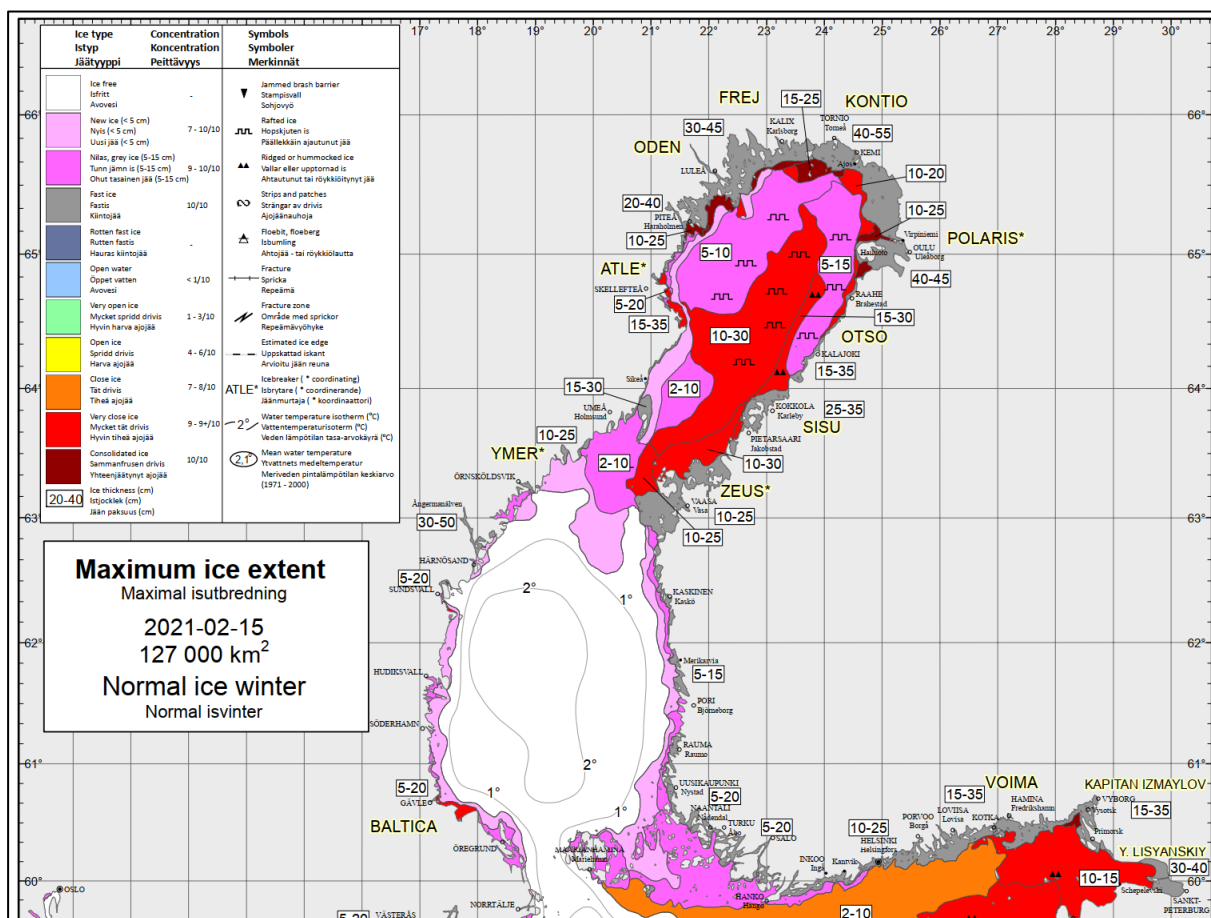
Vattendjupet i det aktuella området varierar mellan ca 18 – 75 m. Bottenstrukturen domineras av morän, lera och sand.

Den förhärskande vindriktningen i det aktuella området är sydväst, se Figur 2.3 som visar vindros baserad på vindstatistik för området för perioden 2022-04-01 – 2023-04-01. I det aktuella området bedöms inte strömförhållanden vara sådana att de påverkar fartygen i någon betydande omfattning, vindriktning antas vara av större betydelse.



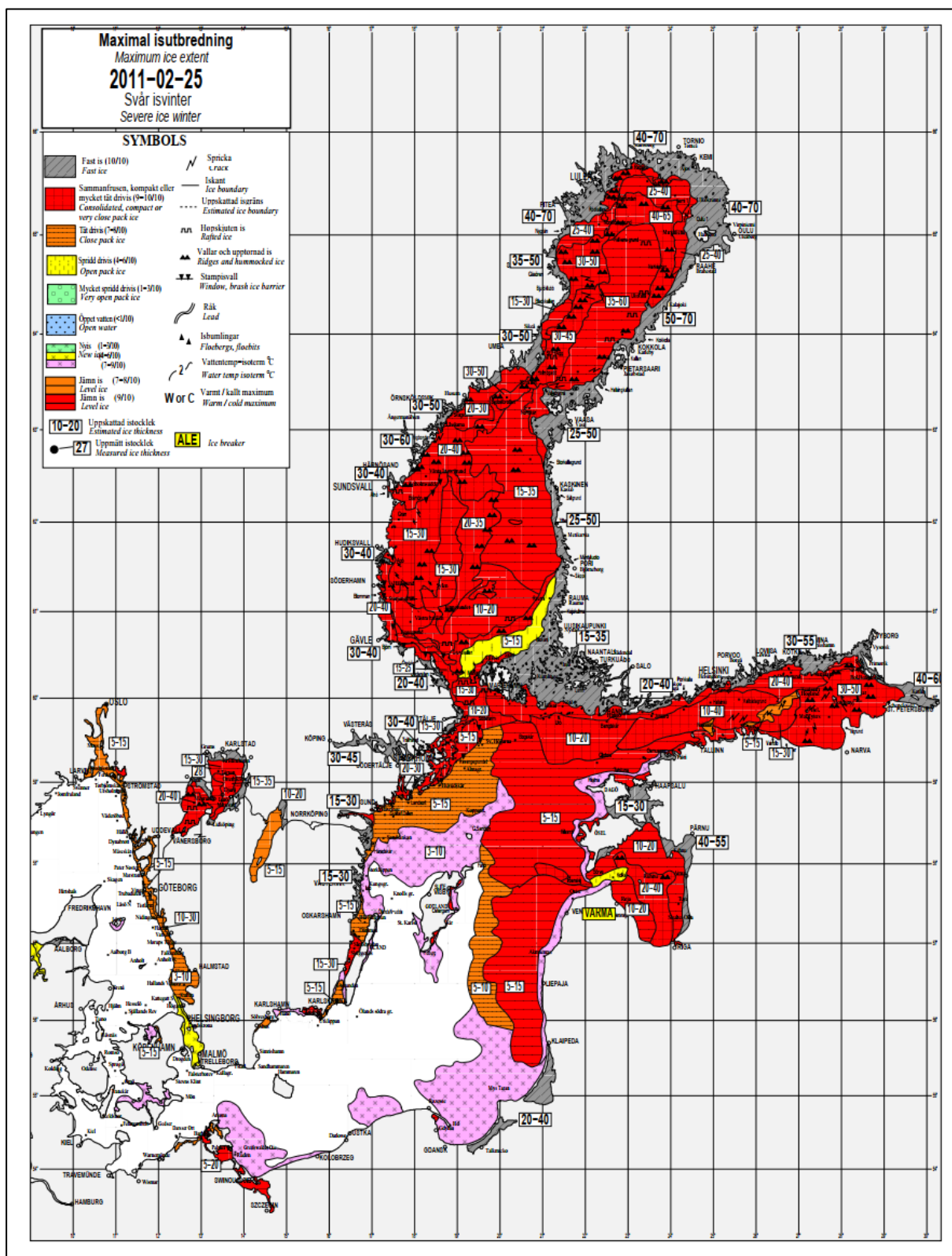
Figur 2.3 Vindros baserad på vindstatistik för aktuellt område (DHI, 2023).

Säsongen 2020/2021 var senast som isvintern klassades som normal och den maximala isutbredningen uppmättes den 15 februari 2021, se Figur 2.5.



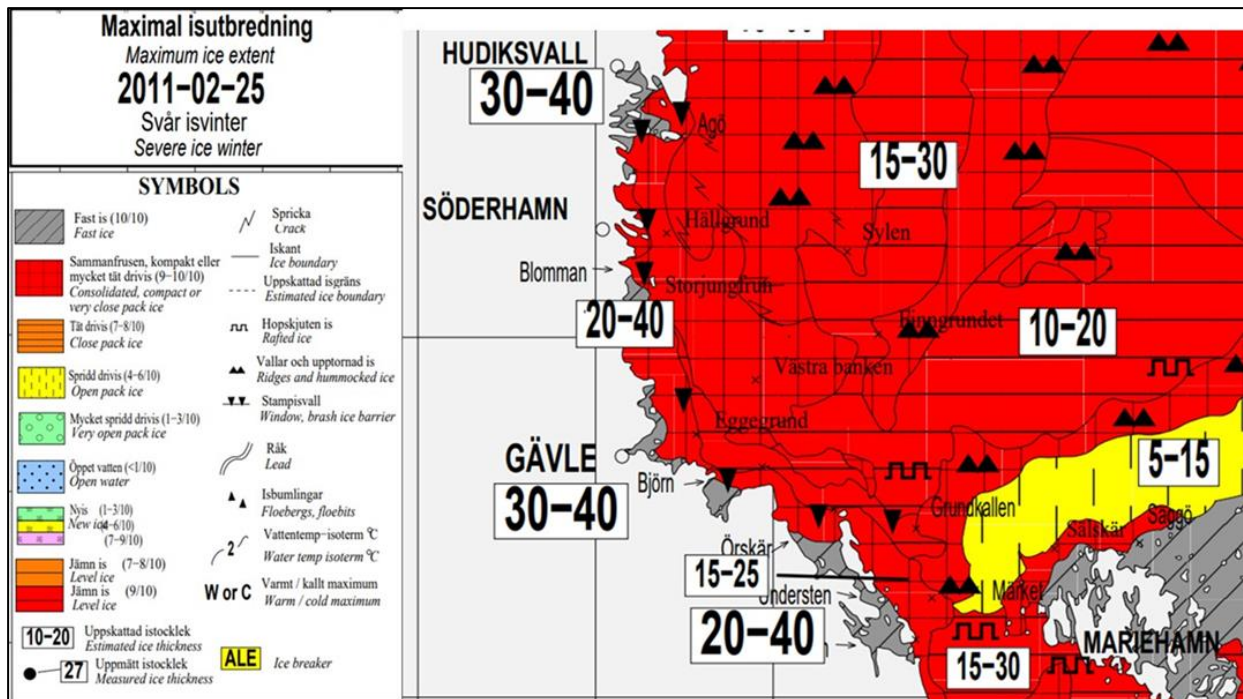
Figur 2.5 Maximal isutbredning en normal isvinter (2021-02-15)

Säsongen 2010/2011 var senast som isvintern klassades som sträng. Den 25 februari 2011 uppmättes den största isutbredningen i Östersjön sedan 1987, ca 300 000 km², se Figur 2.6.



Figur 2.6 Maximal isutbredning en svår isvinter (2011-02-25).

Figur 2.7 visar iskarta över Bottenhavet från 2011-02-25.

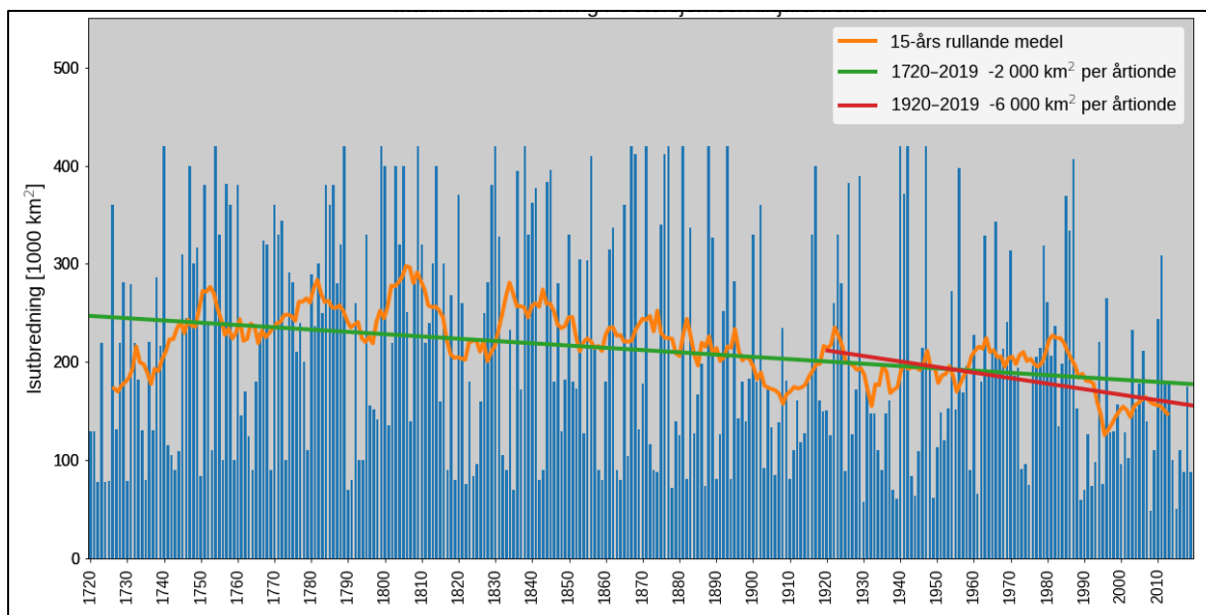


Figur 2.7 Iskarta över Bottenhavet från den 25 februari 2011 när den största isutbredningen sedan 1987 uppmättes.

2.1.1 Framtida isförhållanden

Den genomsnittliga maximala isutbredningen i Östersjön och Bottenhavet kommer att minska i framtiden när klimatet blir varmare. Isvinterns längd kommer troligtvis att minska och även isens genomsnittliga tjocklek kommer troligen att minska. Inget pekar dock på att havsisen helt kommer att försvinna från Östersjöregionen under nuvarande sekel. Variationerna år från år kommer att vara stora även i framtiden (SMHI, 2023).

Isläget i Östersjöregionen har kartlagts varje år sedan 1950-talet. Forskare har återskapat dataserier över isens maximala utbredning från början av 1700-talet. Figur 2.8 visar den observerade maximala isutbredningen i Östersjön för perioden 1720 – 2020. För de senast 100 åren syns en tydlig nedgång med en minskning på ca 6 000 km² per årtionde (SMHI, 2023).

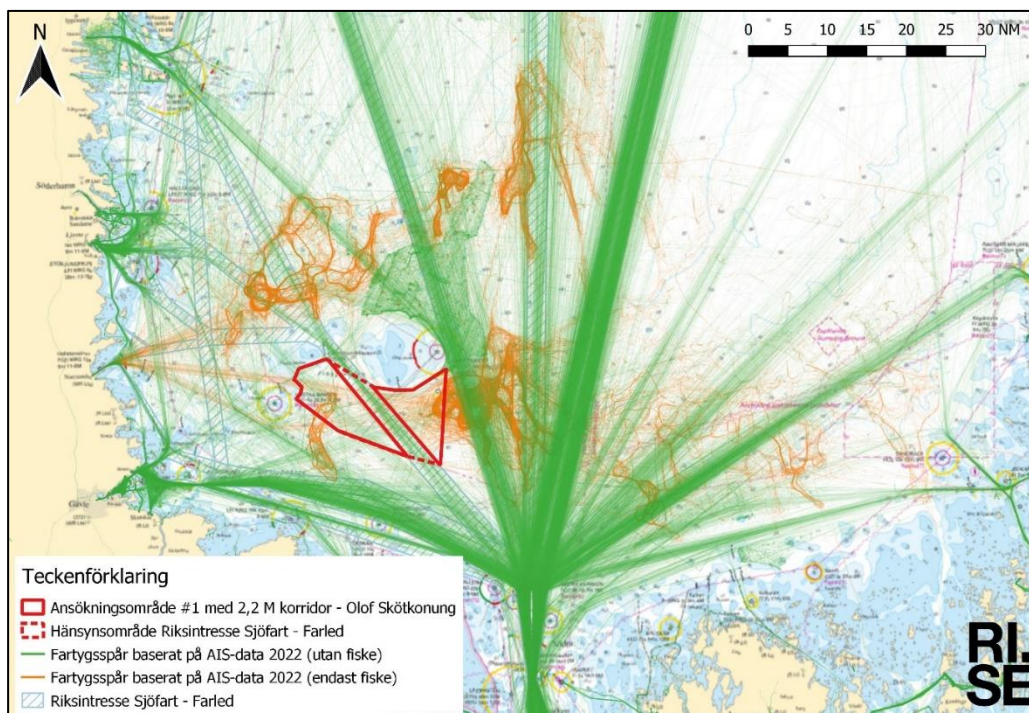


Figur 2.8 Observerad årlig maximal isutbredning baserat på data från det Finska Meteorologiska Institutet (blå staplar), dess rullande medelvärde med ett 15-års intervall (orange) samt den linjära trenden för hela tidsperioden (grön) och de sista 100 åren (röd) (SMHI, 2023).

2.2 Trafikmönster och passagestatistik

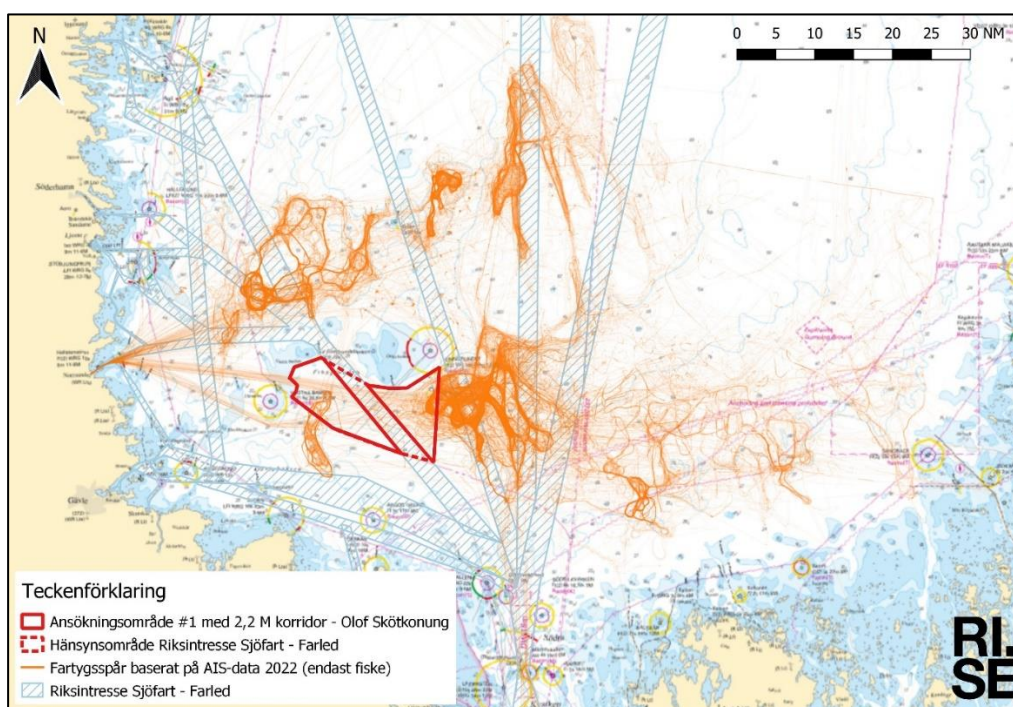
Sjötrafiken i området baseras på AIS-data från primärt 2022. Trafikmönstret analyseras och statistik avseende antal fartygspassager förbi området redovisas i diagram. För att identifiera eventuella förändringar i trafikintensitet på fartygsstråken mellan olika år redovisas kompletterande passagestatistik för åren 2018 – 2021.

Figur 2.9 visar trafikmönstret i det aktuella området baserat på AIS-data från 2022. I figuren är fartygsspår från fiskefartyg utrustade med AIS-A transponder markerade med orange färg och övrig trafik i grön färg.



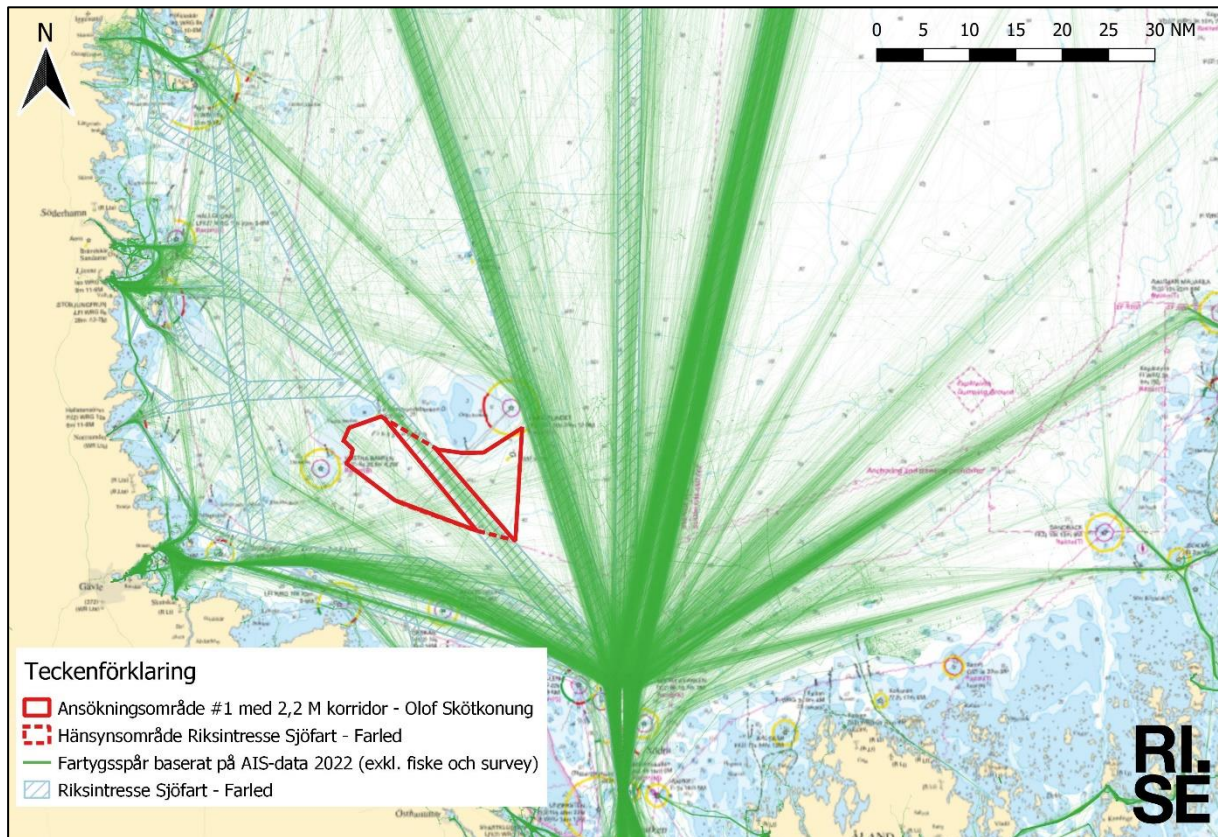
Figur 2.9 Översigtsbild av ansökningsområdet för Olof Skötkonung vindkraftpark samt trafikmönster i området baserat på AIS-data från 2022.

Tydliga trafikstråk syns gå till/från Södra Kvarken och fördelar sig genom, öster och söder / sydväst om ansökningsområdet. Trafikstråk syns även gå tvärs ansökningsområdet i ost-västlig riktning, där en del av trafiken utgörs av fiskefartyg. Ca 20 olika fiskefartyg bedriver aktivt fiske i området, se Figur 2.10 för översikt över trafikmönster under 2022 för fiskefartyg utrustade med AIS-A transponder. Noteras bör att trafikmönster för fiskefartygen varierar från år till år beroende på var fiske sker.



Figur 2.10 Översigtsbild trafikmönster fiskefartyg utrustade med AIS-A baserat på AIS-data från 2022.

Figur 2.11 visar trafikmönstret i det aktuella området, exklusive fiskefartyg och surveyfartyg, baserat på AIS-data från 2022.

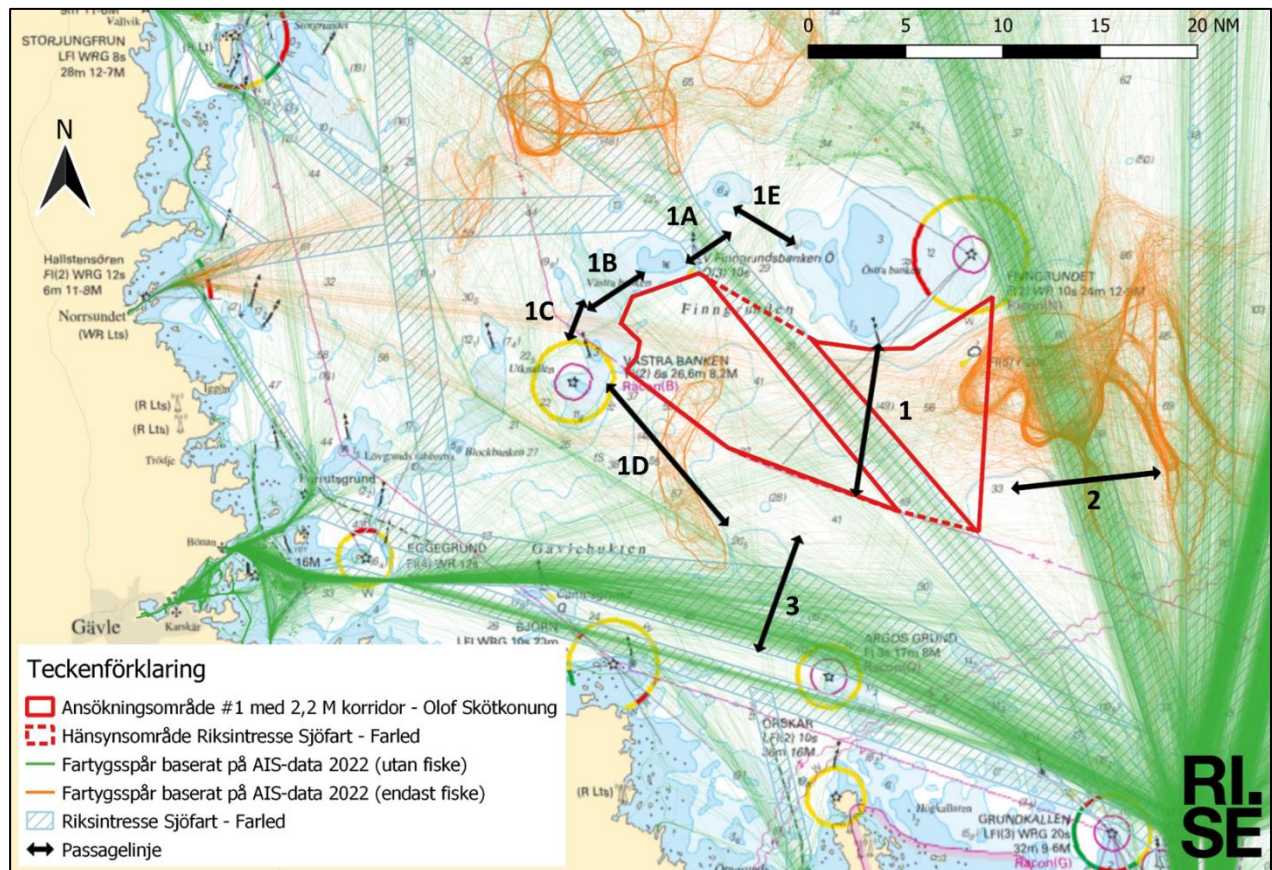


Figur 2.11 Översiktsbild av ansökningsområdet för Olof Skötkonung vindkraftpark samt trafikmönster i området exklusive fiskefartyg samt surveyfartyg baserat på AIS-data från 2022.

För att analysera fartygstrafiken runt ansökningsområdet för Olof Skötkonung har åtta passagelinjer definierats, se Figur 2.12. Passagelinje 1 avser trafik som passerat genom ansökningsområdet i ost - västlig riktning. För att tydligare kunna analysera den trafik som passerar genom ansökningsområdet har ytterligare fem passagelinjer skapats, passagelinje 1A - 1E. Passagelinje 1A avser trafik som passerat genom ansökningsområdet i nordvästlig-sydöstlig riktning utmed riksintresse sjöfart - farled som löper genom ansökningsområdet. Passagelinje 1B avser trafik som passerat genom ansökningsområdets västra del i nordvästlig - sydöstlig riktning. Passagelinje 1C avser trafik som passerat genom norra delen av ansökningsområdet i ost - västlig riktning. Passagelinje 1D avser trafik till/från Gävle som passerar genom ansökningsområdet i nordöstlig - sydvästlig riktning. Passagelinje 1E avser trafik som passerat genom ansökningsområdets västra del (mellan västra och östra banken).

Passagelinje 2 avser trafik som passerat öster om ansökningsområdet och företrädesvis utmed riksintresse sjöfart - farled i nordnordvästlig - sydsydöstlig riktning.

Passagelinje 3 avser trafik som passerat söder om ansökningsområdet, företrädesvis trafik till/från Gävle samt trafik till/från Norrsundet, Vallvik och Söderhamn.



Figur 2.12 Passagelinjer för analys av trafik genom och omkring ansökningsområdet för Olof Skötkonung vindkraftpark..

Trafikintensiteten på fartygstråken i och omkring vindkraftpark Olof Skötkonung är mycket låg (1) enligt klassificeringen av trafikintensitet i rekommendationerna från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, se avsnitt 1.4.2.

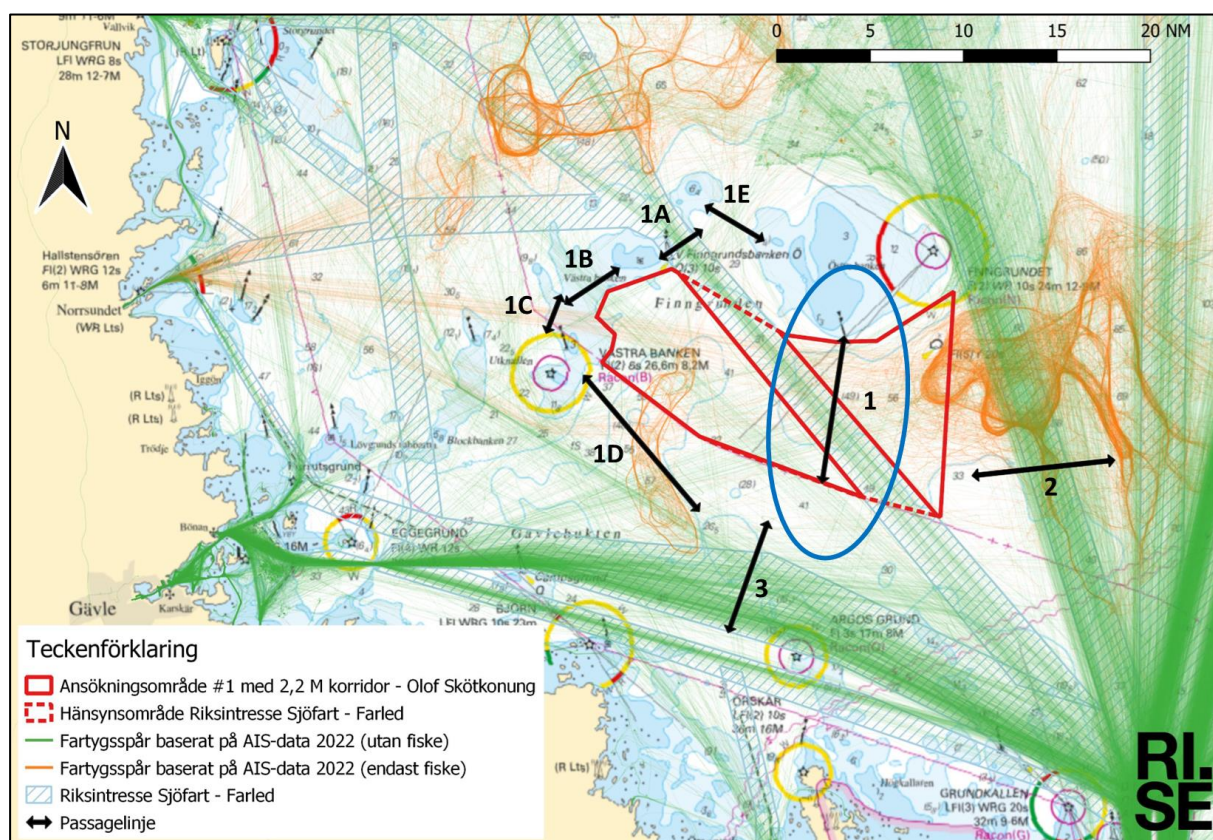
Se Tabell 2.1 för sammanställning per passagelinje baserat på AIS-data från 2022.

Tabell 2.1 Sammanställning över klassificering av trafikintensitet per passagelinje baserat på AIS-data från 2022.

Passagelinje	Trafikintensitet (passager/år)	Klassificering trafikintensitet
1	466	1 / Mycket låg
1A	172	1 / Mycket låg
1B	85	1 / Mycket låg
1C	67	1 / Mycket låg
1D	390	1 / Mycket låg
1E	108	1 / Mycket låg
2	1445	1 / Mycket låg
3	1352	1 / Mycket låg

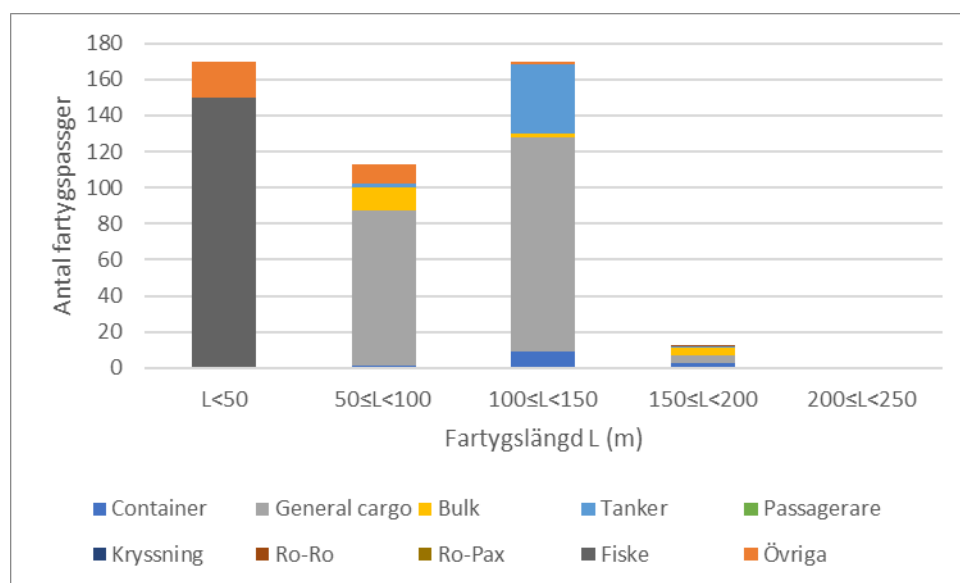
2.2.1 Passagelinje 1 – trafik genom ansökningsområdet

Passagelinje 1 avser trafik som passerat genom ansökningsområdet i ost – västlig riktning, se Figur 2.13.



Figur 2.13 Översikt passagelinje 1

Under 2022 skedde totalt 466 passager över linje 1. En stor del av denna trafik (209 passager), utgjordes av general-cargo fartyg med en längd på mellan 50 och 150 m, se Figur 2.14.



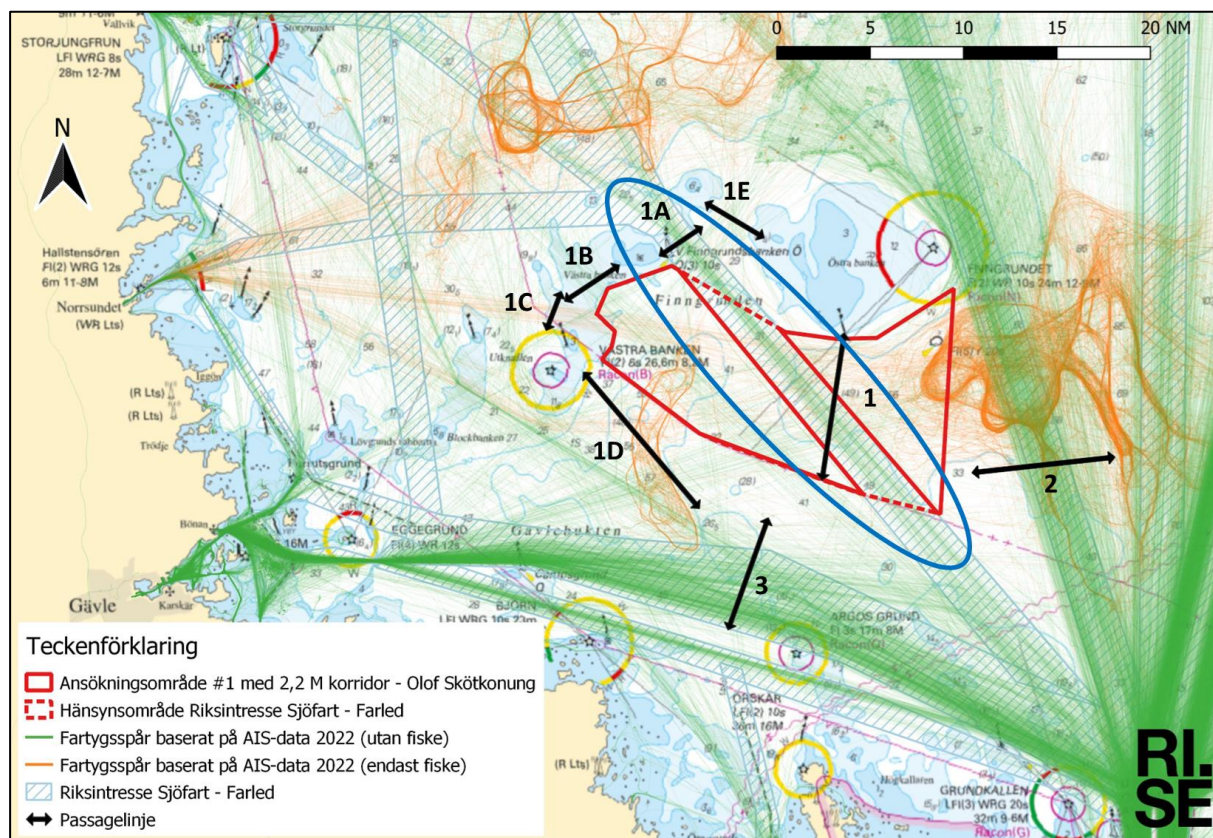
Figur 2.14 Antal fartygspassager över linje 1 under år 2022 fördelat på fartygstyp och längdintervall.

Även fiskefartyg är relativt frekventa i området, och står för ca 150 passager under 2022.

För att tydligare kunna analysera den trafik som passerar genom ansökningsområdet har ytterligare fem passagelinjer skapats; passagelinje 1A – 1E för vilka trafikanalys redovisas nedan.

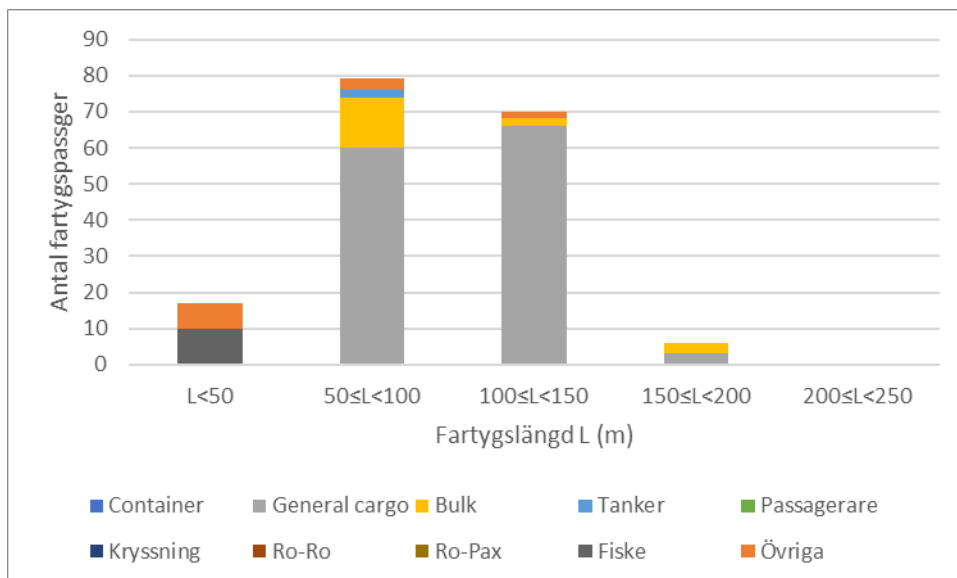
2.2.1.1 Passagelinje 1A – trafik genom ansökningsområdet (utmed riksintresse sjöfart – farled)

Passagelinje 1A avser trafik som passerat genom ansökningsområdet i nordvästlig - sydöstlig riktning utmed riksintresse sjöfart – farled som löper genom ansökningsområdet, inom planerat hänsynsområde, se Figur 2.15.



Figur 2.15 Översikt passagelinje 1A

Under 2022 skedde totalt 172 passager över linje 1A. Merparten av dessa passager utgjordes av general-cargo fartyg med en längd mellan 50 – 150 m, se Figur 2.16. Totalt skedde ca 129 passager med general-cargo fartyg.



Figur 2.16 Antal fartygspassager över linje 1A under år 2022 fördelat på fartygstyp och längdintervall.

Baserat på Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens kriterium för bedömning av manöverutrymme är det dimensionerande fartyget på stråket 173 m (det största fartyget i 98 percentilen av samtliga fartygspassager av fartyg med en längd större än 70 m).

Sex passager skedde med fartyg med en längd över 150 m, varav det längsta fartyget var bulkfartyget Hanze Genua med dimensionerna (L x B) 180 x 30 m, se Figur 2.17.



Figur 2.17 Bulkfartyget Hanze Genua, med en längd på 180 m var det längsta fartyget att passera linje 1A under 2022.

General cargo-fartyget Swe Carrier med dimensionerna (L x B) 99 x 13 m är det mest frekventa fartyget med 15 passager över linje 1A 2022, följ av bulkfartyget Envik (96 x 17) med 14 passager, general cargo-fartyget Dalarna (100 x 16) med 11 passager samt general-cargo fartyget Norrbotten (100 x 16) med 10 passager, se Figur 2.18 - Figur 2.21.



Figur 2.18 Swe Carrier



Figur 2.19 Envik



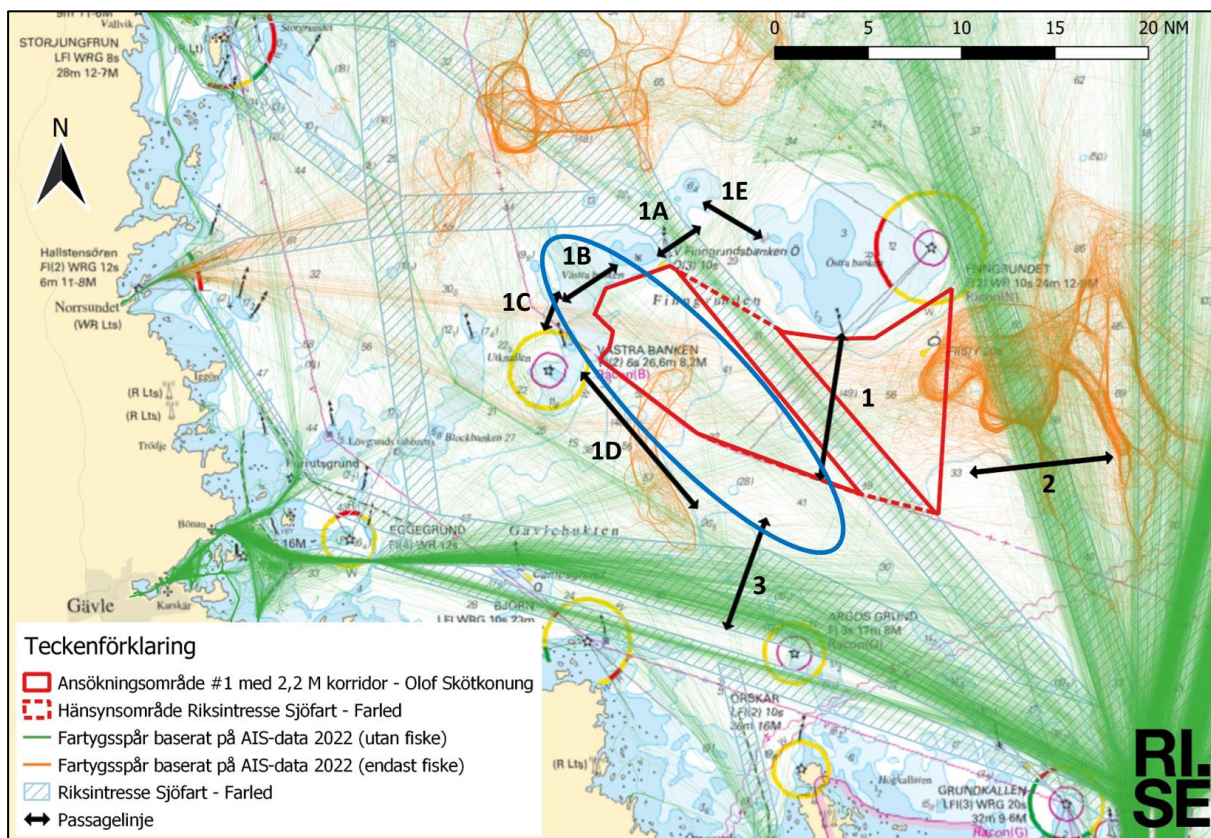
Figur 2.20 Dalarna



Figur 2.21 Norrbotten

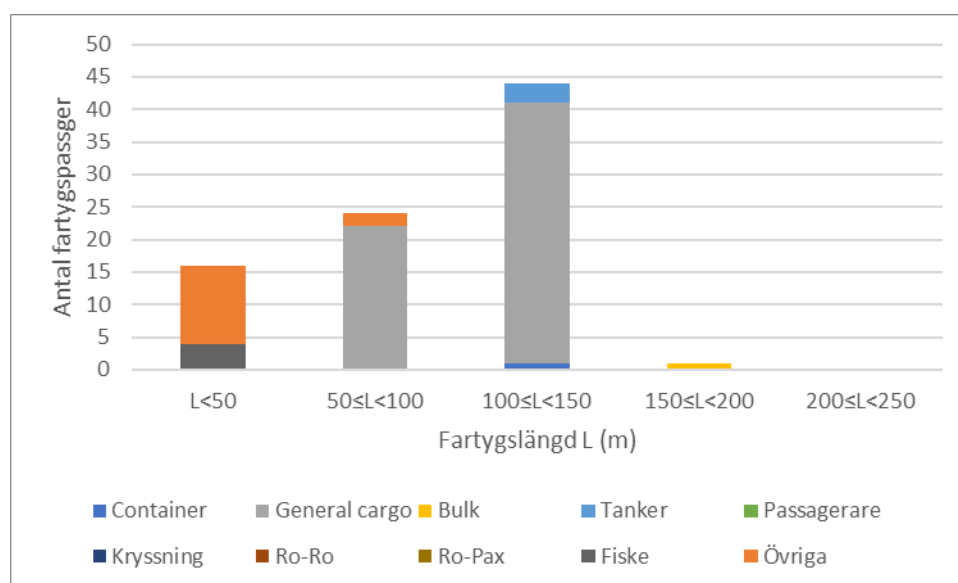
2.2.1.2 Passagelinje 1B – trafik genom ansökningsområdets västra del

Passagelinje 1B avser trafik som har passerat genom ansökningsområdets västra del i nordvästlig - sydöstlig riktning, se Figur 2.22.



Figur 2.22 Översikt passagelinje 1B

Under 2022 skedde totalt 85 passager över linje 1B. Merparten av dessa passager utgjordes av general-cargo fartyg med en längd mellan 50 – 150 m, se Figur 2.23. Totalt skedde 62 passager med general-cargo fartyg.



Figur 2.23 Antal fartygspassager över linje 1B under år 2022 fördelat på fartygstyp och längdintervall.

Bulkfartyget Asalet med dimensionerna (L x B) 169 x 27 m var det längsta fartyget att passera, se Figur 2.24.



Figur 2.24 Asalet

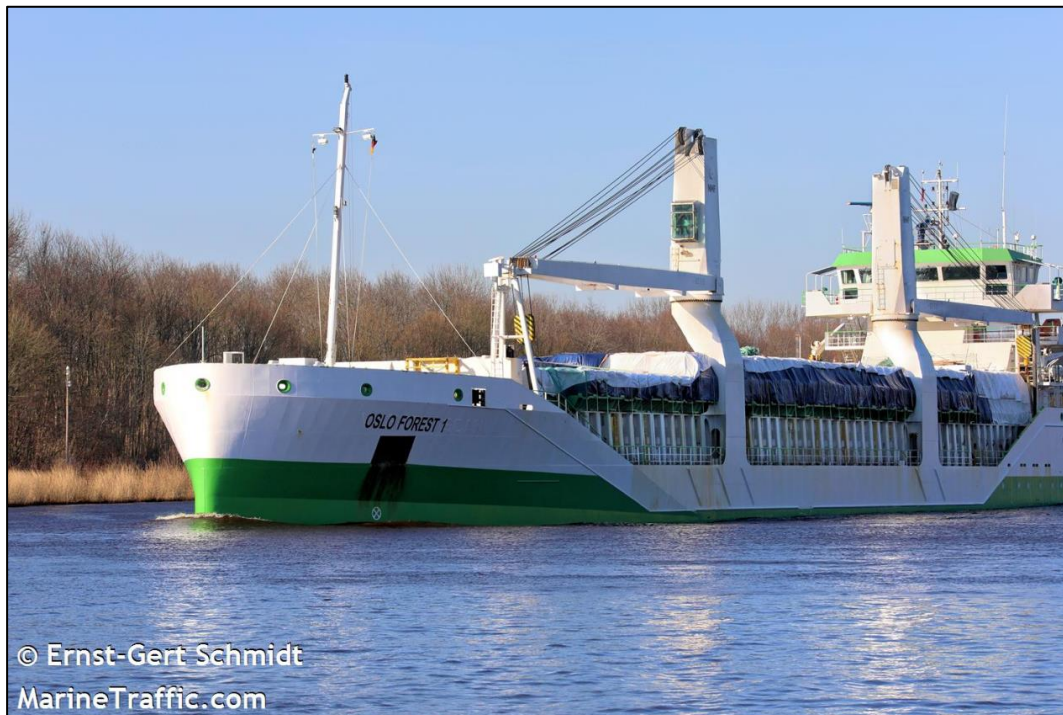
Flest passager utgjordes av bogserbåten Master med 11 passager (31 x 10 m), följt av general-cargo fartygen Ocean Carrier (107 x 18 m) samt Oslo Forest 1 (117 x 18 m) med 6 passager vardera, se Figur 2.25 - Figur 2.27.



Figur 2.25 Master



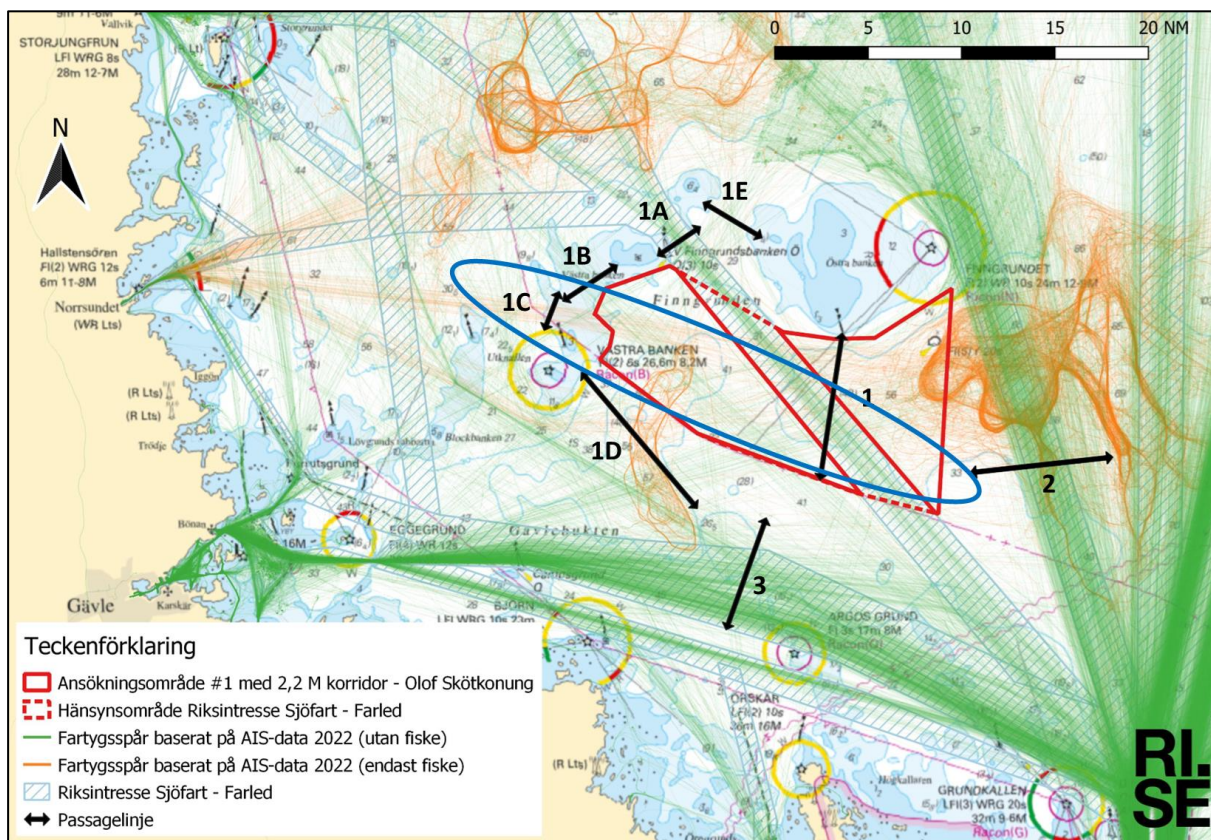
Figur 2.26 Ocean Carrier



Figur 2.27 Oslo Forest I

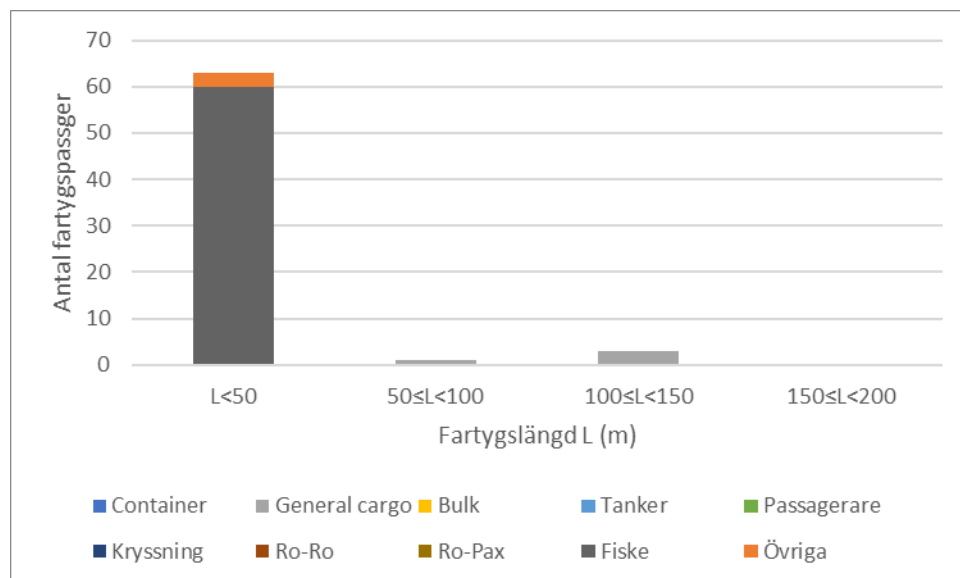
2.2.1.3 Passagelinje 1C – trafik genom ansökningsområdets norra del

Passagelinje 1C avser trafik till/från Norrsundet som passerat genom norra delen av ansökningsområdet i ost - västlig riktning, se Figur 2.28.



Figur 2.28 Översikt passagelinje 1C

Under 2022 skedde totalt 67 passager över linje 1C, där merparten (60 passager) utgjordes av fiskefartyg med en längd under 50 m, se Figur 2.29.



Figur 2.29 Antal fartygspassager över linje 1C under 2022 fördelat på fartygstyp och längdintervall.

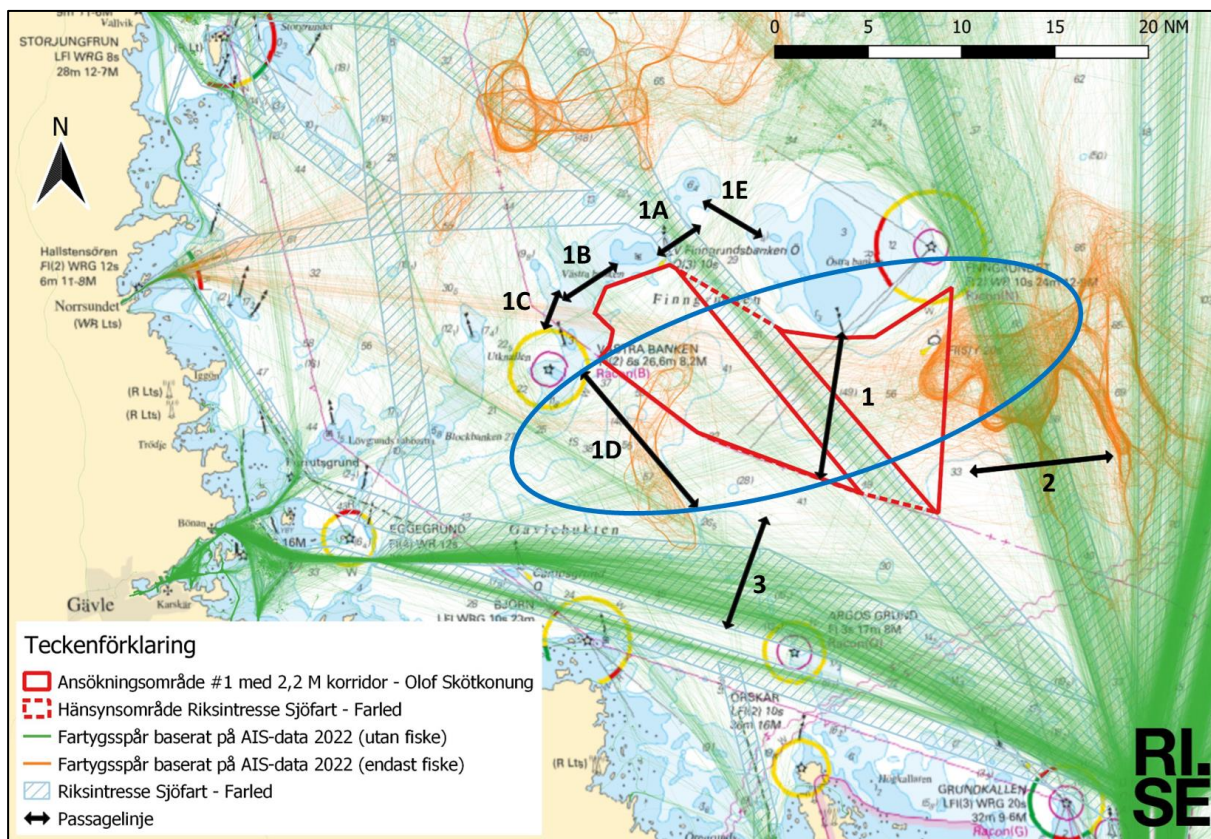
General-cargo fartyget Norrland med dimensionerna (L x B) 119 x 15 m var det längsta fartyget att passera, se Figur 2.30.



Figur 2.30 Norrland

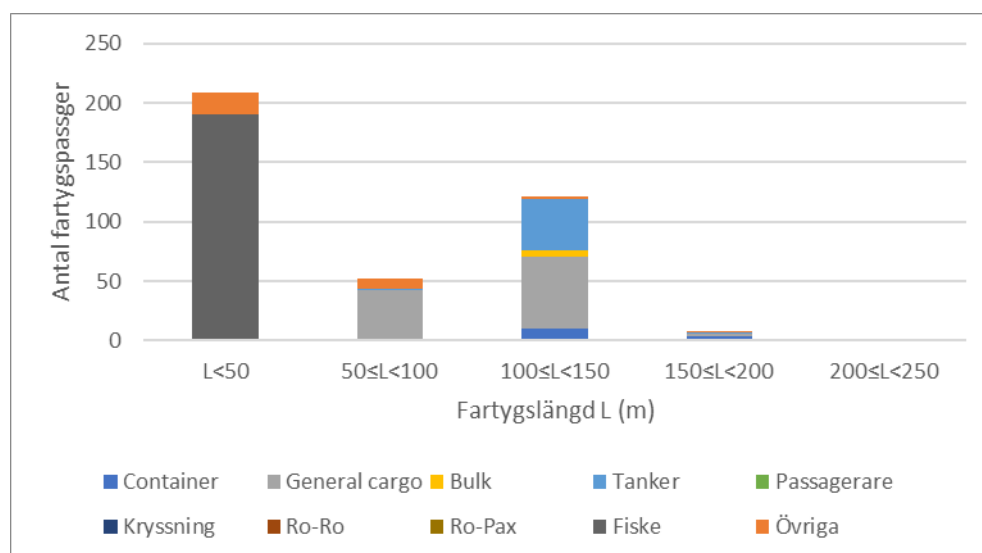
2.2.1.4 Passagelinje 1D – trafik till/från Gävle genom ansökningsområdet

Passagelinje 1D avser trafik till/från Gävle som passerar genom ansökningsområdet i nordostlig - sydvästlig riktning, se Figur 2.31.



Figur 2.31 Översikt passagelinje 1D

Under 2022 skedde totalt 390 passager över linje 1D, varav runt hälften (190 passager) utgjordes av fiskefartyg med en längd under 50 m. Övrig trafik består till stor del av general-cargo fartyg med en längd mellan 50–150 m samt tankfartyg med en längd mellan 100 – 150 m, se Figur 2.32.



Figur 2.32 Antal fartygspassager över linje 1D under 2022 fördelat på fartygstyp och längdintervall.

6 passager skedde med fartyg med en längd över 150 m. Längsta fartyg att passera var general-cargo fartyget Tian Zhen, med dimensionerna (L X B) 190 x 29 m, se Figur 2.33.



Figur 2.33 Tian Zhen

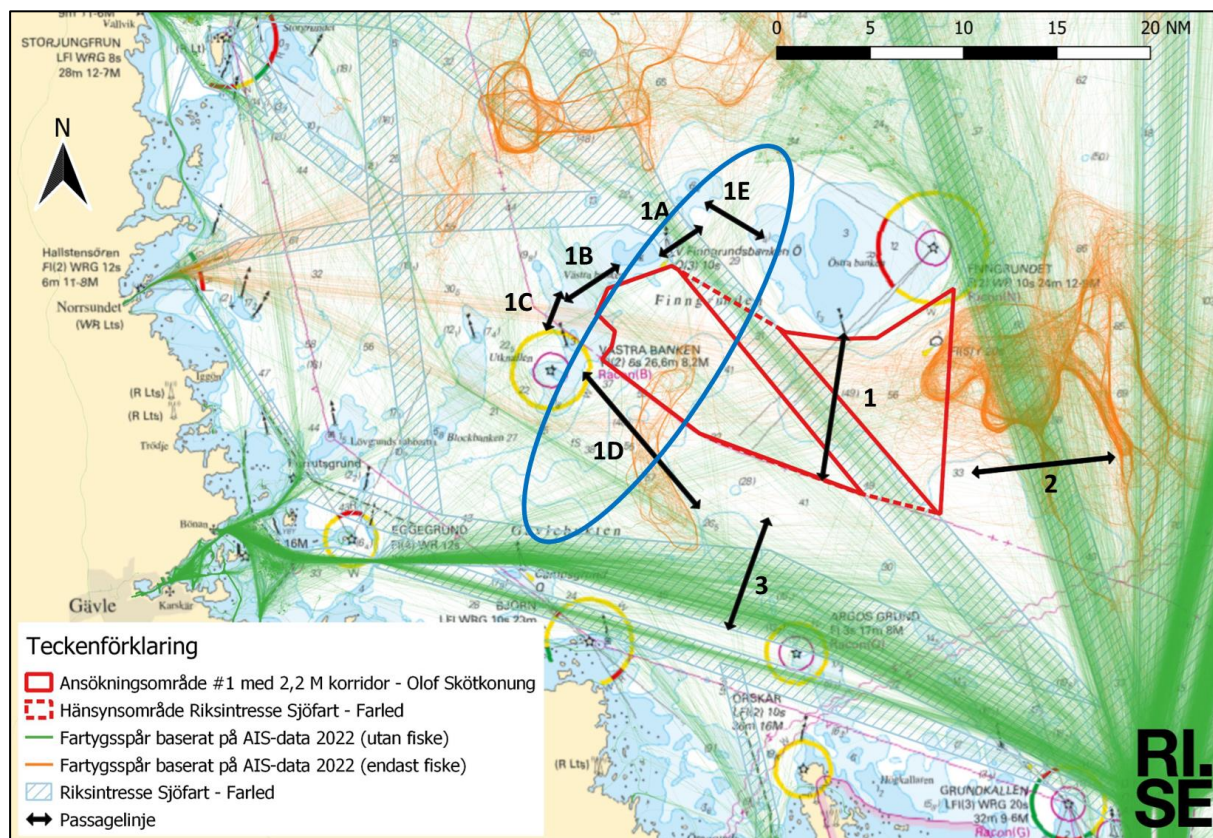
Utöver fiskefartygen var sjömättningsfartyget Northern Wind (19 x 5 m) det mest frekventa fartyget 2022 med 16 passager över linje 1D, se Figur 2.34.



Figur 2.34 Northern Wind

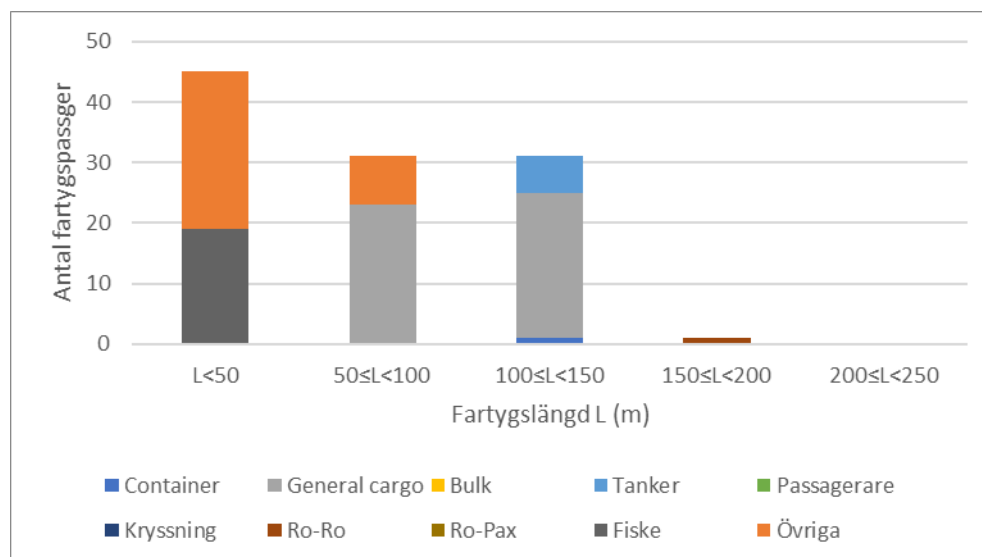
2.2.1.5 Passagelinje 1E – trafik genom västra delen av ansökningsområdet

Passagelinje 1E avser trafik som passerat genom västra delen av ansökningsområdet, med passage mellan östra och västra banken, se Figur 2.35.



Figur 2.35 Översikt passagelinje 1E

Figur 2.36 visar fördelningen av trafiken över linje 1E utifrån fartygstyp och fartyglängd.



Figur 2.36 Antal fartygspassager över linje 1E under 2022, fördelat på fartygstyp och längdintervall.

Under 2022 skedde totalt 108 passager över linje 1E. Det fartygssegment som står för den största andelen passager är general cargo-fartyg med en längd under 150 m. Övriga trafik består till stor del av surveyfartyg samt fiskefartyg med en längd under 50 m.

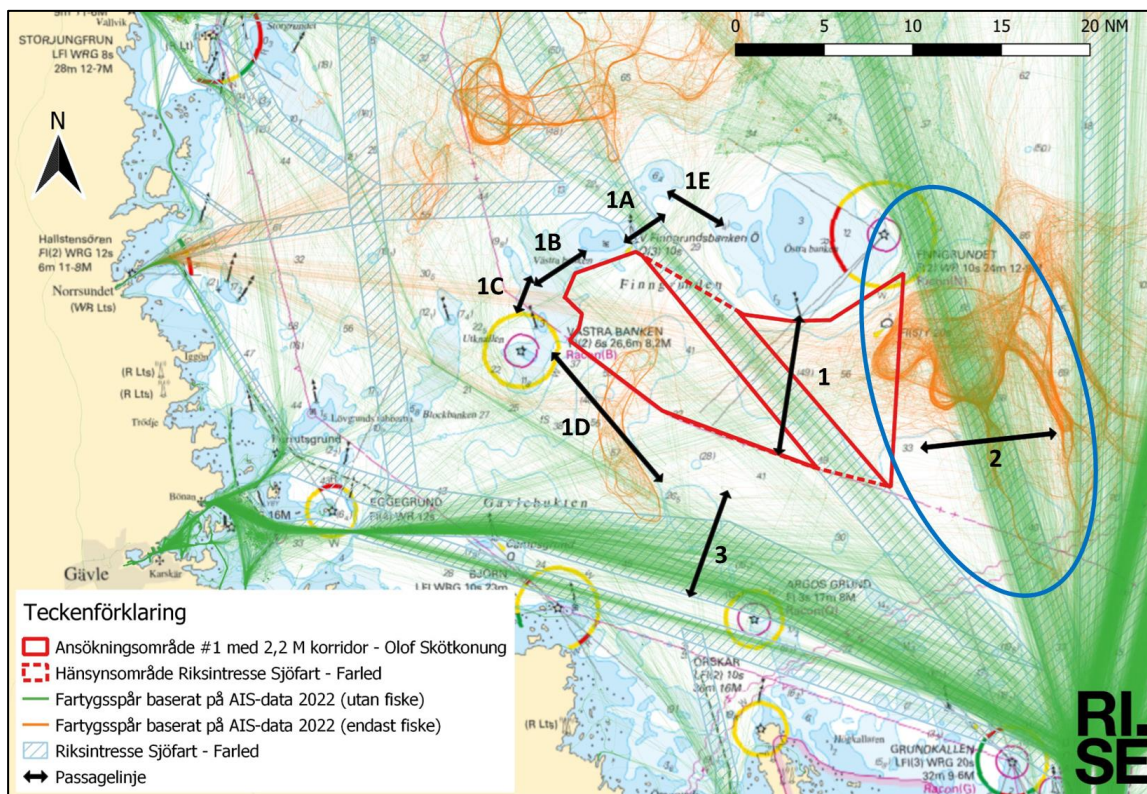
Det största (längsta) fartyget att passera linje 1E år 2022 var general-cargo fartyget Tundraland med dimensionerna (L x B) 190 x 26 m, se Figur 2.37.



Figur 2.37 Tundraland

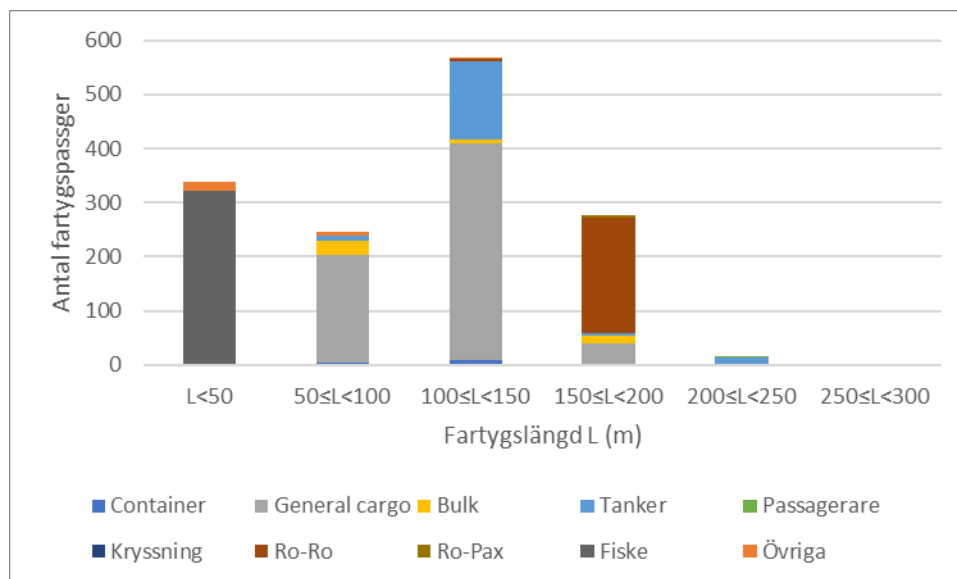
2.2.2 Passagelinje 2 – trafik öster om ansökningsområdet (utmed riksintresse sjöfart – farled)

Passagelinje 2 avser trafik som passerat öster om ansökningsområdet och företrädesvis utmed riksintresse sjöfart – farled i nordnordvästlig - sydsydöstlig riktning, se Figur 2.38.



Figur 2.38 Översikt passagelinje 2

Figur 2.39 visar fördelningen av trafiken över linje 2 utifrån fartygstyp och fartyglängd.



Figur 2.39 Antal fartygspassager över linje 2 under 2022, fördelat på fartygstyp och längdintervall.

Under 2022 skedde totalt 1445 passager över linje 2, varav 322 passager utgjordes av fiskefartyg med en längd under 50 m. Det fartygssegment som står för den största andelen passager är general cargo-fartyg med en längd under 150 m. Övrig fartygstrafik fördelar sig primärt i längdsegment upp till 200 m och består bl.a. av Ro-Ro- och tankfartyg.

Den dimensionerande fartyglängden för manöverutrymme på stråket är 190 m baserat på kriteriet det största fartyget i 98 percentilen för fartyg över 70 m.

Det största (längsta) fartyget att passera linje 2 år 2022 var kryssningsfartyget Amera med dimensionerna (L x B) 204 x 32 m, se Figur 2.40.



Figur 2.40 Kryssningsfartyget Amera med en längd på 204 m var det längsta fartyget att passera linje 2 år 2022.

15 passager skedde med tankfartyget Seapike, vilket var det största (längsta) tankfartyget att passera, med dimensionerna (L x B) 200 x 32 m, se Figur 2.41.



Figur 2.41 Tankfartyget Seapike med en längd på 200 m var det längsta tankfartyget att passera linje 2 år 2022.

SCAs Ro-Ro-fartyg med trafik till Iggesund och Sundsvall (SCA Obbola, SCA Ostrand samt SCA Ortviken om (L x B) 170 x 24 m) utgjorde de mest frekventa fartygen med ca 70 passager vardera över linje 2, se Figur 2.42, Figur 2.43 samt Figur 2.44.



Figur 2.42 SCA Obbola



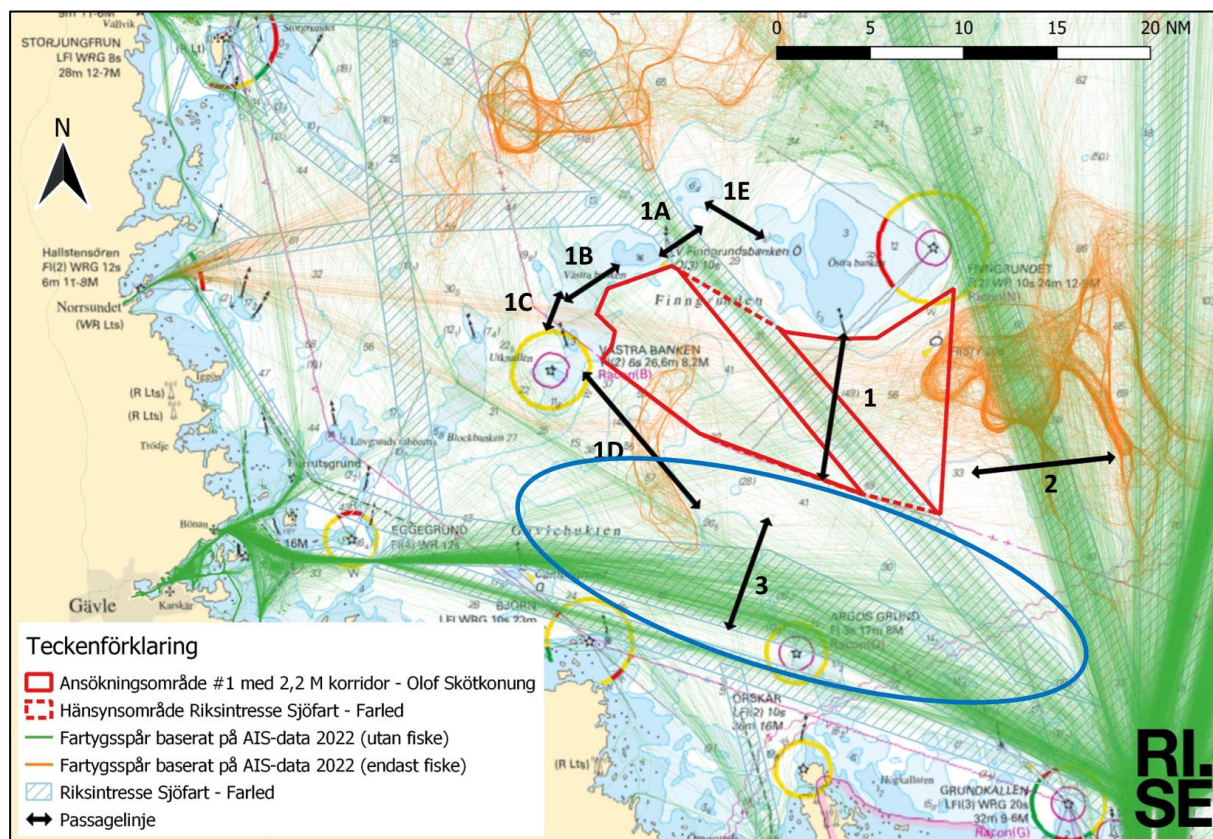
Figur 2.43 SCA Ostrand



Figur 2.44 SCA ortviken

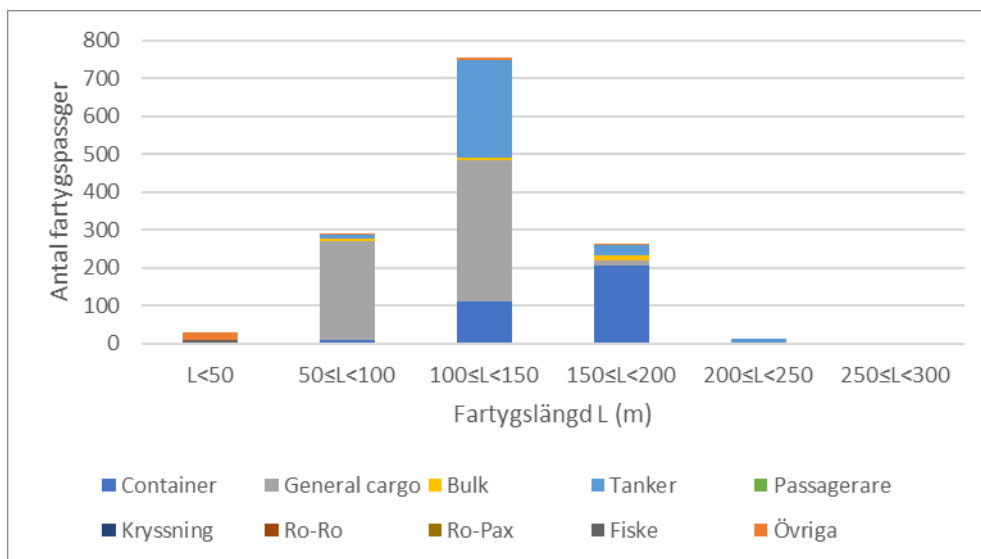
2.2.3 Passagelinje 3 – trafik söder om ansökningsområdet

Passagelinje 3 avser trafik som passerat söder om ansökningsområdet, företrädesvis trafik till/från Gävle samt trafik till/från Norrsundet, Vallvik och Söderhamn, se Figur 2.45.



Figur 2.45 Översikt passagelinje 3

Figur 2.46 visar fördelningen av trafiken över linje 3 utifrån fartygstyp och fartygslängd.



Figur 2.46 Antal fartygspassager över linje 3 under 2022, fördelat på fartygstyp och längdintervall.

Under 2022 skedde totalt 1352 passager över linje 3. Det fartygssegment som står för den största andelen passager är general cargo-fartyg med en längd under 150 m. Övrig

fartygstrafik fördelar sig primärt i längdsegment upp till 200 m och består bl.a. av containerfartyg samt tankfartyg.

Den dimensionerande fartygslängden för manöverutrymme på stråket är 184 m baserat på kriteriet det största fartyget i 98-percentilen för fartyg över 70 m.

Det största (längsta) fartyget att passera linje 2 år 2022 var tankfartyget Leyte Spirit med dimensionerna (L x B) 243 x 42 m, se Figur 2.47.



Figur 2.47 Leyte Spirit

2.2.4 Variationer mellan år

Globalt sett uppskattas sjöfarten under 2020 ha minskat med ca 4,1 % på grund av Covid-19 (UNCTAD, 2020). Jämförelse av trafikstatistik över passagelinje 1 för åren 2018 – 2022 visar på dock att trafiken här istället har ökat något just under 2020 för att under 2021 och 2022 återigen minska. Den numerära skillnaden i antal fartygspassager över passagelinje 1 är mycket liten, se Tabell 2.2

På de större fartygsstråken öster och söder om ansökningsområdet, över passagelinje 2 och 3, syns en faktisk nedgång under 2020, med ca 9 %. Trafiken för 2022 håller sig på ungefär 2020 års nivå. För linje 3, Gävletrafiken, syntes en dock en ökning till 2019 års nivåer under 2021.

Vad skillnaden mellan åren beror på är inte fastslagen men vid en jämförelse av numerären fartygspassager handlar det om ca en fartygspassage varannan till tredje dag till eller från, över linje två och tre vilket bedöms ha en mycket lite påverkan på den totala riskbilden då trafikintensiteten fortfarande är mycket låg.

Tabell 2.2 Trafikstatistik för passagelinje 1A, genom ansökningsområdet (riksintresse sjöfart – farled), åren 2018 - 2022, fördelat i längdsegment.

Fartygslängd	2018	2019	2020	2021	2022
L<50	9	33	31	19	17
50≤L<100	45	46	71	77	79
100≤L<150	121	108	102	82	70
150≤L<200	8	10	7	4	6
200≤L<250	0	0	0	0	0
Totalt	183	197	211	182	172

Tabell 2.3 Trafikstatistik för passagelinje 2, öster om ansökningsområdet, åren 2018 - 2022, fördelat i längdsegment.

Fartygslängd	2018	2019	2020	2021	2022
L<50	259	179	138	244	339
50≤L<100	347	380	338	281	247
100≤L<150	610	676	624	663	567
150≤L<200	349	389	364	310	276
200≤L<250	1	0	15	3	16
250≤L<300	0	0	0	1	0
300≤L<350	0	0	1	0	0
Totalt	1566	1624	1480	1502	1445

Tabell 2.4 Trafikstatistik för passagelinje 3, söder om ansökningsområdet, åren 2018 - 2022, fördelat i längdsegment.

Fartygslängd	2018	2019	2020	2021	2022
L<50	59	17	18	31	30
50≤L<100	355	388	278	286	292
100≤L<150	664	683	582	799	755
150≤L<200	373	382	421	340	263
200≤L<250	12	6	0	0	12
250≤L<300	0	0	0	0	0
Totalt	1463	1426	1299	1456	1352

2.3 Framtida trafikscenario

Enligt Trafikverkets trafikprognoser kan godstransporterna (tonkm/år) med sjöfart antas öka med ca 1,7 % årligen mellan 2017 och 2040 ((Trafikverket, 2023). Ökningen kan antas innebära en ökad fartygsfrekvens, dock kommer troligen en del av ökningen ske genom att fartygen i framtiden kommer att vara större och därmed kan transportera mer gods. Flera prognoser tyder på att när gamla och mindre fartyg tas ur operation ersätts de av nya större fartyg. Därmed finns det en trend som pekar på färre antal fartyg i de små segmenten och att det sker en förskjutning till större fartygssegment. För aktuellt område bedöms dock inte dagens maximala storlek på fartyg öka nämnvärt, på grund av det maximala möjliga djupgåendet på 15 m för att passera in i Östersjön. Den eventuella framtida storleksökningen bedöms främst påverka det något mindre tonnaget och bedömningarna om de ur ett riskperspektiv dimensionerande storlekarna anses gälla även i ett framtida trafikscenario.

Hur stor trafikökning som är att vänta under Olof Skötkonungs livstid är svårt att fastställa. För att modellera och beräkna hur sannolikheterna för en olycka i området påverkas av en eventuell framtida trafikökning antas dock ett trafikscenario som innebär en ökning på 20 % av antalet fartygsrörelser på samtliga rutter i modellen, jämfört med scenariot baserat på AIS-data för 2022. Baserat på prognoser om framtida godstransportökningar med sjöfart bedöms detta motsvara en möjlig framtida trafikintensitet.

3 Riskidentifiering

Trafikanalysen utgör ett viktigt underlag under riskidentifieringen där trafikmönster, trafikintensitet och fartygens karaktäristik är av stor vikt.

Fartygstrafiken i det aktuella området består dels av handelssjöfart dels av fiskefartygstrafik, där handelssjöfarten både passerar genom vindkraftparken och går i anslutning till densamma. Baserat på detta och utifrån tidigare riskanalyser i samband med vindkraftsetableringar till havs identifieras potentiella faror. I huvudsak avses faror som kan innebära en ökad risk för kollision och grundstötning för sjöfarten samt risk för interaktion med parkområdet, så kallad allision, och därmed eventuell risk för allision med vindkraftverken. Även indirekta faror, exempelvis möjligheterna till sjö- och miljöräddning samt eventuell påverkan på möjligheterna till nödankring identifieras.

3.1 Hazid

Riskidentifieringen genomfördes som en Hazid-workshop (HAZard IDentification workshop) den 7:e juni 2023. Vid mötet deltog representanter från Sjöfartsverket, Kustbevakningen, Holmen Iggesund och Deep Wind Offshore samt såväl riskanalytiker som nautiker från RISE. Även Transportstyrelsen, Gävle Hamn, Försvarsmakten samt konsulter ansvariga för miljökonsekvensbeskrivningen var inbjudna till workshopen men hade inte möjlighet att medverka. Efter genomförandet av workshopen har dokumentation från workshopen distribuerats till samtliga inbjudna som då också har erbjudits möjlighet att lämna synpunkter och inkomma med kompletteringar.

Identifierade faror har strukturerats genom uppdelning i nio olika delar: trafik öster om vindkraftparken, trafik genom korridor (riksintresse sjöfart – farled / hänsynsområde) genom vindkraftparken, trafik söder om/sydväst om vindkraftparken, trafik väster om vindkraftparken, förutsättningar för räddningsinsatser, möjliga kumulativa effekter, vintersjöfart, övrig sjötrafik/allmänt samt anläggningsfasen.

Samtliga identifierade potentiella faror, dess primära orsak, möjliga preventiva säkerhetsåtgärder samt omedelbara och slutliga konsekvenser dokumenterades i ett Hazid-protokoll, se bilaga 1.

Innan själva riskidentifieringen påbörjades redovisade RISE ett antaget förändrat trafikmönster med anledning av vindkraftparkens etablering som input till riskidentifieringen och vidare analys. Det förändrade trafikmönstret redovisades utifrån två scenarier, ett där korridoren genom ansökansområdet förutsattes och ett utan någon korridor. Riskidentifieringen genomfördes därefter med utgångspunkt från de antagna förändrade trafikmönstren.

Nedan redovisas de huvudsakliga identifierade farorna kopplade till Olof Skötkonung vindkraftpark tillsammans med bakgrund och motivering till dessa baserat på diskussionerna under workshopen.

3.1.1 Trafik öster om vindkraftparken

Ansökansområdets nordöstra hörn ligger ca 0,3 M väster om fartygsstråket som passerar öster om vindkraftparken i nordnordvästlig – sydsydöstlig riktning utmed det riksintresseanspråk sjöfart - farled som sträcker sig mellan Södra Kvarken och Sundsvall. Avståndet till fartygsstråket ökar utmed den östra sidan till som mest ca 3,0 M vid ansökansområdets sydöstra hörn.

Avståndet mellan trafiken på stråket och vindkraftparken är begränsat, främst vid det nordöstra hörnet. Ett begränsat utrymme för undanmanöver för att undvika kollision kan leda

till att undanmanöver misslyckas eller uteblir med en kollision eller allision (*powered*) som konsekvens.

Ett begränsat utrymme mellan fartygsstråk och vindkraftpark kan innebära att, vid ett tekniskt fel i form av blackout på fartyg och ostlig vind, fartyget driver mot vindkraftparken med en allision (*drifting*) som följd. Förhärskande vindriktning är sydväst vilket gör att fartygen vid ett tekniskt fel i de flesta fall driver från parken. Ett tekniskt fel som innebär en oavsiktlig gir mot parken kan, när utrymmet är begränsat mellan vindkraftpark och fartyg, leda till en *powered* allision.

Radarstörningar på fartygsradar kan uppstå vid begränsat utrymme mellan vindkraftpark och passerande fartyg, vilket kan leda till att mindre båtar eller andra mindre hinder inte syns på radarn och därmed upptäcks för sent. Även falska ekon kan uppstå. Sammantaget kan radarstörningar försvåra navigationen och bidra till sen upptäckt av mindre fartyg och båtar som trafikerar genom området för vindkraftparken, vilket kan leda till kollision.

Fartygsstråket öster om vindkraftparken kan komma att få ett tillskott av trafik som idag trafikerar genom riksintresse sjöfart - farled genom den tilltänkta korridoren (benämnt hänsynsområde) genom vindkraftparken samt av trafik som idag passerar igenom ansökningsområdets västra del. Trafiktillskottet ger en ökad trafikintensitet och ökad sannolikhet för kollision.

För fartyg på nordgående identifieras en fara att den vita sektorn från Finngrundet fyr kan skymmas av vindkraftverk placerade i nordöstra hörnet av projektområdet om dessa fartyg följer en rutt utmed västra sidan av farleden. Vid skymd sikt av navigatoriska hjälpmedel kan navigeringen försvåras med ökad sannolikhet för grundstötning som följd.

3.1.2 Trafik genom korridor (riksintresse sjöfart – farled / hänsynsområde) genom vindkraftparken

Riskidentifieringsmötet utgick från en korridor genom planerat hänsynsområde med en bredd på ca 2,2 M där bredden på korridoren motsvarar bredden på riksintresset för sjöfart – farled som löper genom ansökansområdet.

Korridoren innebär ett begränsat utrymme mellan fartygsstråk och vindkraftpark. Med vindkraftverk på båda sidor av korridoren begränsas utrymmet för undanmanöver för fartyg i båda riktningarna för att undvika kollision (COLREG 8 - Action to avoid collision), vilket kan leda till att en undanmanöver uteblir eller misslyckas med en kollision eller allision (*powered*) som konsekvens.

Trafiken som passerar genom korridoren förväntas vilja hålla avstånd till vindkraftområdet och därmed kan trafiken i stråket genom korridoren förskjutas eller centreras och därmed få en mindre lateral spridning (hopträngning av trafiken) som följd vilket kan leda till kollision. Sannolikheten för möte i korridoren är dock låg med anledning av den låga trafikintensiteten. Inberäknat tillskott av omdirigerad trafik förväntas ca 250 fartyg passera genom korridoren per år.

Ett begränsat utrymme mellan fartygsstråk och vindkraftpark kan innebära att, vid ett tekniskt fel i form av blackout på fartyg, fartyget driver mot vindkraftparken med en allision (*drifting*) som följd. Då vindkraftparken begränsar utrymmet på båda sidor av korridoren uppstår risken oaktat vindriktning. Ett tekniskt fel som innebär en oavsiktlig gir mot parken kan, när utrymmet är begränsat mellan vindkraftpark och fartyg, leda till en *powered* allision.

Radarstörningar på fartygsradar kan uppstå vid begränsat utrymme mellan vindkraftpark och passerande fartyg, vilket exempelvis kan leda till att mindre båtar eller andra mindre hinder inte syns på radarn och därmed upptäcks för sent. Även falska ekon kan uppstå. Sammantaget

kan radarstörningar försvåra navigationen och bidra till sen upptäckt av mindre fartyg och båtar som trafikerar genom området, vilket kan leda till kollision.

Korridoren medför ett begränsat utrymme mellan fartygsstråk och vindkraftpark för fartygen som passerar igenom korridoren att hålla upp fartyget mot vinden i stark vind. Vid kraftig vindavdrift genom en lång och smal passage riskerar fartygen att inte kunna hålla kursen genom korridoren, vilket kan leda till allision.

Vid vintrar med havsis kan fartyg tvingas till ruttomläggning om korridoren ej kan hållas öppen för vintersjöfart med längre resväg som följd.

Situationer med korsande trafik kan uppstå vid södra änden av korridoren, där trafik mellan Gävle och Rauma antas passera nära södra hörnet efter vindkraftparkens etablering. Ett begränsat utrymme för undanmanöver kan leda till ökad sannolikhet för kollision och allision (*powered*).

Situationer med korsande trafik kan även uppstå i korridoren då en del mindre fartyg förväntas fortsätta passera genom vindkraftparken. Ett begränsat utrymme för undanmanöver kan leda till ökad sannolikhet för kollision och allision (*powered*).

Från medverkande under riskidentifieringsmötet framkom synpunkter om att bredden på korridoren skulle kunna upplevas som trång i sin nuvarande utformning, speciellt vid möte i dålig sikt och/eller tuffa väderförhållanden då större passageavstånd erfordras mellan mötande fartyg.

3.1.3 Trafik söder om/sydväst om vindkraftparken

Trafik som idag passerar genom ansökansområdets södra del antas passera söder om parken vilket ger ett tillskott av trafik söder om vindkraftparken. Omdirigerad trafik kan komma att passera nära vindkraftparkens sydöstra hörn med ett begränsat utrymme för undanmanöver som följd, vilket kan leda till ökad sannolikhet för kollision och allision (*powered*).

Utifrån dagens trafikmönster passerar de flesta fartyg på ett avstånd större än 2 M till sydvästra/södra sidan.

Ett begränsat utrymme mellan fartygsstråk och vindkraftpark kan innebära att, vid ett tekniskt fel i form av blackout på fartyg och nordlig vind, fartyget driver mot vindkraftparken med en allision (*drifting*) som följd. Ett tekniskt fel som innebär en oavsiktlig gir mot parken kan, när utrymmet är begränsat mellan vindkraftpark och fartyg, leda till en *powered* allision.

3.1.4 Trafik väster om vindkraftparken

Trafik som idag passerar genom parkområdet (mellan östra och västra banken) tvingas till ruttomläggningar och ger trafiktillskott väster om vindkraftparken med passage utmed grundområden. Detta ökar dels sannolikheten för kollision i och med införande av nya girpunkter, dels ökar sannolikhet för grundstötning vid passage nära grundområden. Förstärkt utmärkning (SSA) av den nordöstra sidan lyftes som förslag på riskreducerande åtgärd med anledning av närliggande grundområden.

3.1.5 Förutsättningar för räddningsinsatser

Vindkraftverken försvårar framkomligheten och tillgängligheten i område då vindkraftparkens torn påverkar förutsättningarna för luftburna enheter, särskilt vid dåligt väder/nedsatt sikt. Detta kan leda till försenad räddning och reducerad kapacitet för eftersöks- & räddningsinsatser (SAR-insatser³).

³ SAR: Search and Rescue, benämning för eftersökning och räddning av personer i sjönöd / i vattnet.

Vindkraftverken försvårar framkomligheten och tillgängligheten i området för miljöräddning och kan försvåra begränsning och upptagning av ett oljeutsläpp som antingen uppstår inom vindkraftparken, om ett haveri av ett vindkraftverk sker, eller om olja från ett externt utsläpp driver in i vindkraftparken.

3.1.6 Möjliga kumulativa effekter

Närliggande utredningsområden för vindkraft innebär att kumulativa effekter eventuellt kan uppstå. I Bottenhavet är enligt Vindbrukskollen ett antal områden för utredning; närmast nordost om syns Fyrskippet och närmast söder om/delvis överlappande med Olof Skötkonung syns Najaderna. Övriga relativt närliggande områden för utredning är Storgrundet, Utposten II, Sylen, Bothnia Offshore Lambda, Gretas Klackar 1 samt Eystrasalt.

Då Olof Skötkonung och Najaderna är överlappande kan båda ej etableras i sin fulla utsträckning. Skulle (delar av) båda vindkraftparkerna byggas tar de dock ett större område i anspråk vilket kan leda till trafiktillskott samt hopträngning av trafiken mellan Argos Grund och södra delen av Najaderna.

Skulle Fyrskippet byggas nordost om Olof Skötkonung kan trafiken till Iggesund och Sundsvall påverkas, med trafiktillskott till den eventuella korridoren genom Olof Skötkonung som följd alternativt ruttomläggning öster/norr om Fyrskippet med rutförlängningar som följd.

Följden av såväl två som tre parker i anslutning till varandra blir en ökad sannolikhet för kollision genom längre resväg/fler girpunkter och en eventuell hopträngning på de nya stråken.

3.1.7 Vintersjöfart

Vid vintrar med havsis kan längre assistanstider uppstå med en eller flera vindkraftparker i Bottenhavet, vilket kan leda till att fartyg driver med isen vilket kan leda till en allision.

De mest kritiska förhållanden kopplat mot isbildningen i området är vid nordliga till nordostliga vindar där drivisen "fastnar" och bygger vallar på grundområdena samt packas mot land. Vid svår isvinter och ispress från nordost sker idag isassistans ända upp mot Finngrundet (söder om) för att sedan vända ner söder om Västra Banken och in mot Gävle. En etablering av vindkraftpark Olof Skötkonung skulle kunna innebära att vid ispress från nordost kommer fartygen på ingående/utgående till/från Gävle istället behöva assisteras via en längre rutt norr om Finngrundet varvid isassistans kan försvåras. En etablering av vindkraftparken kan leda till ett behov av ökad operativ förmåga för isbrytarna.

För fartyg i behov av nödankring kan isen medföra en misslyckad ankring pga. att fartyget riskerar att dragga/dras med av isen.

Huruvida en korridor genom parken kommer användas av isbrytare råder det i nuläget osäkerhet kring, då det beror på slutlig bredd på korridoren samt vilka isförhållanden som råder.

Senaste svåra isvintern var 2011, med det är sannolikt att minst en svår isvinter kommer inträffa under vindkraftparkens livstid.

3.1.8 Övrig sjötrafik/allmänt

- I och runt området för Olof Skötkonung förekommer väldigt lite fritidsbåtstrafik. Skulle fritidsbåtar ändå uppehålla sig inom eller runt Olof Skötkonung identifieras följande faror: Fritidsbåtar kan missbedöma närhet till vindkraftverk och andra fartyg, och handelsfartyg kan tvingas väja för fritidsbåtar. I och med det begränsade utrymme för undanmanöver

pga. vindkraftsparken kan detta leda till en ökad sannolikhet för kollision och allision. Sen upptäckt av fritidsbåtar pga. radarstörningar kan också leda till en ökad sannolikhet för nämnda konsekvenser.

- Fiskefartyg samt vissa mindre fartyg väljer att trafikera rutten genom parkområdet, och fartyg som trafikerar etablerade stråk utanför parkområdet är möjligen inte beredda på att fartyg dyker upp på korsande kurser från parkområdet. Sen upptäckt kan också bero på radarstörningar. Detta kan leda till en ökad sannolikhet för kollision.
- Mänskligt fel ombord på fartyg, exempelvis att vakthavande befäl somnar eller håller fel kurs, kan leda till allision (*powered*).
- Fartyg till/från parkområdet (för service/underhåll av vindkraftverk eller *crew transfer vessels* för besättning) kommer att ge ett trafiktillskott till det aktuella havsområdet. Dessa servicefartyg avviker från etablerade stråk och det uppstår tillkommande korsande trafik av mindre mer snabbgående enheter. Begränsat utrymme för undanmanöver kan leda till en ökad sannolikhet för kollision eller allision. Typ av servicefartyg samt uppskattad frekvens och utgångspunkt för dessa var inte fastställt vid tidpunkten för riskidentifieringsmötet. Efterföljande analys kommer utgå från "worst case" avseende korsande trafik.

Servicetrafik för underhåll och kontroll av vindkraftsparken kan komma att kompletteras / delvis ersättas av drönare vilket skulle kunna leda till färre båtar i området för vindkraftsparken vilket ger en minskad förmåga att upptäcka eventuella utsläpp.

- Haveri av vindkraftverk i form av bladhaveri kan leda till att nedfallande delar sprids över ett större område och kan träffa ett passerande fartyg eller servicetrafik inom vindkraftsparken.
- Nedisning av rotorbladen kan uppstå och iskast kan förekomma, vilka skulle kunna träffa servicefartyg som befinner sig inne i vindkraftsparken eller möjligen andra fartyg som passerar vindkraftsparken på nära håll, vilket kan leda till personskada eller skada på fartyg. Riskavståndet beräknas vara ca 800 m.

3.1.9 Anläggningsfasen

Typ av anläggningsfartyg samt uppskattad frekvens och utgångspunkt för dessa var inte fastställt vid tidpunkten för riskidentifieringsmötet. Efterföljande analys kommer att utgå från "worst case" avseende korsande trafik. Följande generella faror relaterat till anläggningsfasen identifierades dock:

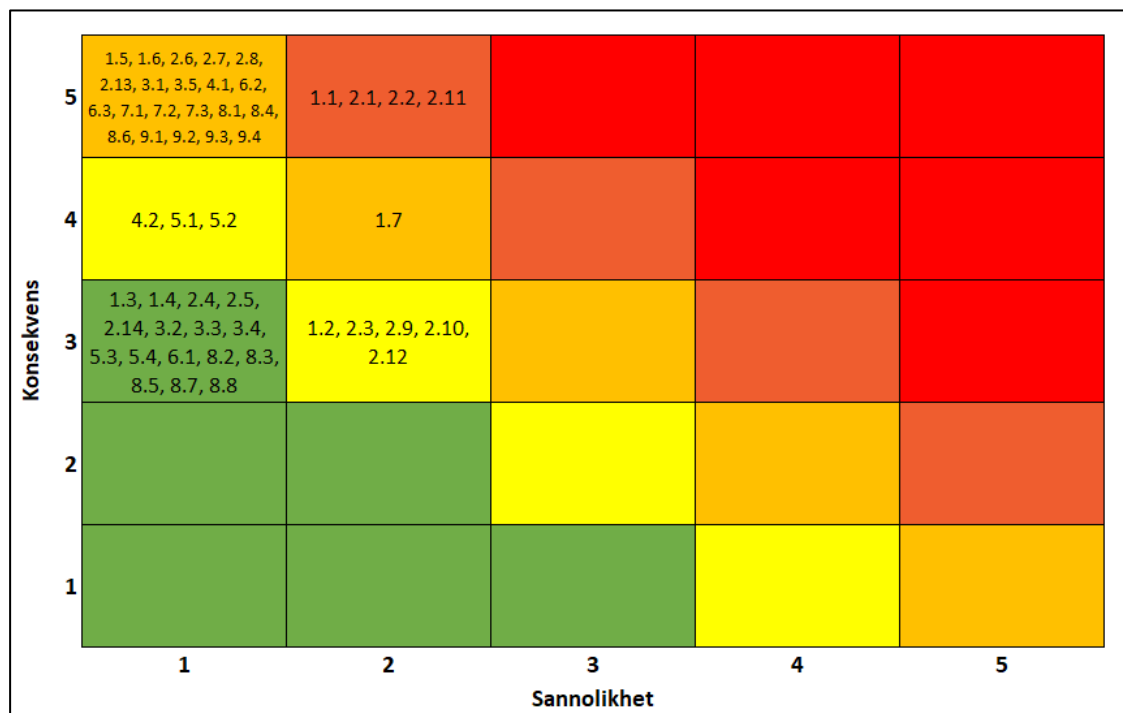
- Transporter till och från parkområdet ger en ökad trafikintensitet med stora fartyg och anläggningsplattformar som avviker från etablerade stråk och / eller korsar fartygstråk. Detta kan leda till att fartyg på fartygstråken måste hantera/väja för korsande trafik, vilket i sin tur leder till en ökad sannolikhet för kollision mellan fartyg på trafikstråken och fartyg till/från parkområdet.
- Arbete med fartyg/plattformar utanför parkområdet kan förekomma, där fartyg / plattform i direkt närhet till fartygsstråk begränsar utrymmet för undanmanöver för att undvika kollision.
- Arbetsbåtar i fartygsstråk i samband med kabelförläggning kan medföra stillaliggande fartyg / långsamtgående fartyg med avvikande kurs och leda till en ökad sannolikhet för kollision mellan fartyg och arbetsfartyg / plattform.

3.1.10 Sammanställning av identifierade risker

Totalt identifierades 50 faror. För respektive identifierad fara har sannolikheten samt konsekvensen bedömts på en femgradig skala, där fem innebär högst sannolikhet respektive svårast konsekvenser. Konsekvensen för faror som kan leda till kollision har genomgående bedömts till 5, för faror som kan leda till grundstötning har konsekvensen bedömts till 4 och för faror som kan leda till en allision har konsekvensen bedömts till 3. Bedömningarna är gjorda på en jämförande basis, dvs. farorna ställs i proportion till varandra, mellan de olika identifierade farorna i syfte att identifiera de mest kritiska. Bedömningarna avser scenarier då riskreducerande åtgärder inte har implementerats. För faror i anläggningsfasen har dock åtgärder i form av information om pågående arbete via Underrättelser för sjöfarande (Ufs)/ Notice to Mariners (NtMs) förutsatts.

Genom att väga samman den skattade sannolikheten och konsekvensen för respektive fara kan risken värderas i en så kallad riskmatris, se Figur 3.1. Siffrorna i matrisen refererar till Id-nummer för respektive fara i Hazid-protokollet, se Bilaga 1. Generellt för riskmatriser brukar en indelning i rött, gult och grönt representera risknivåer, men i föreliggande bedömning har ytterligare indelning gjorts och en femgradig skala i grönt, gult, orange, ljusrött och mörkrött används. De mörkröda områdena i matrisen representerar risknivåer som inte kan accepteras och där åtgärder krävs för att minska riskerna. De gröna områdena representerar låg risknivå och risker i dessa områden accepteras. De tre områdena däremellan representerar tre nivåer av en betydande risknivå men som kan tolereras. Åtgärder som minskar risken ska dock övervägas och implementeras där minskningen av risken står i rimlig proportion till kostnad för åtgärden.

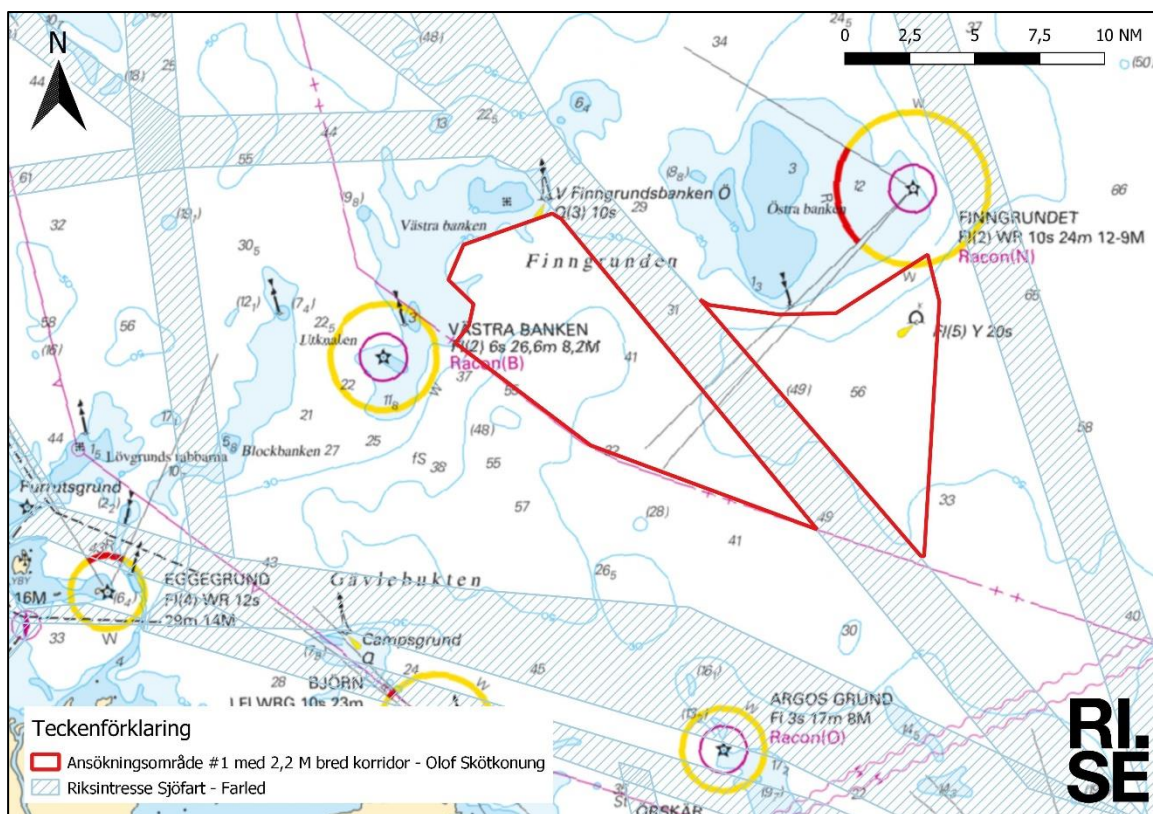
I det aktuella fallet, där inga kvantitativa beräkningar av sannolikheter och konsekvenser ännu har gjorts, används matrisen i första hand för att illustrera hur sannolikhet och konsekvens kan vägas samman samt för att identifiera de farorna som kan antas vara mest kritiska och därmed bli föremål för vidare analys.



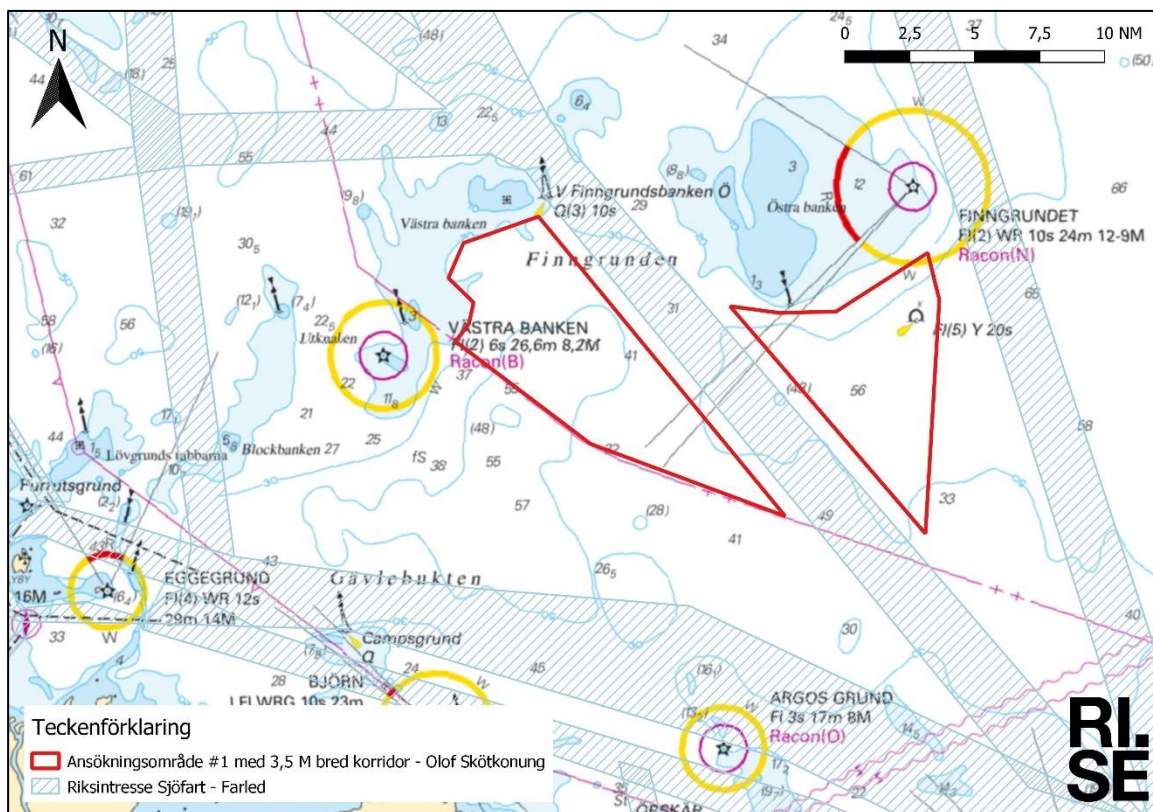
Figur 3.1 Riskmatris efter skattning av sannolikhet och konsekvens för faror identifierade under hazid workshop. Siffrorna i matrisen refererar till ID-nummer för identifierade faror, se bilaga 1 Hazid-protokoll. Skattningarna av sannolikhet och konsekvens i matrisen avser scenarier då riskreducerande åtgärder inte har vidtagits och är gjorda på en jämförande basis, dvs. farorna ställs i proportion till varandra.

3.2 Alternativa ansökningsområden för vindkraftpark Olof Skötkonung samt minskad utbredning av nordöstra hörnet

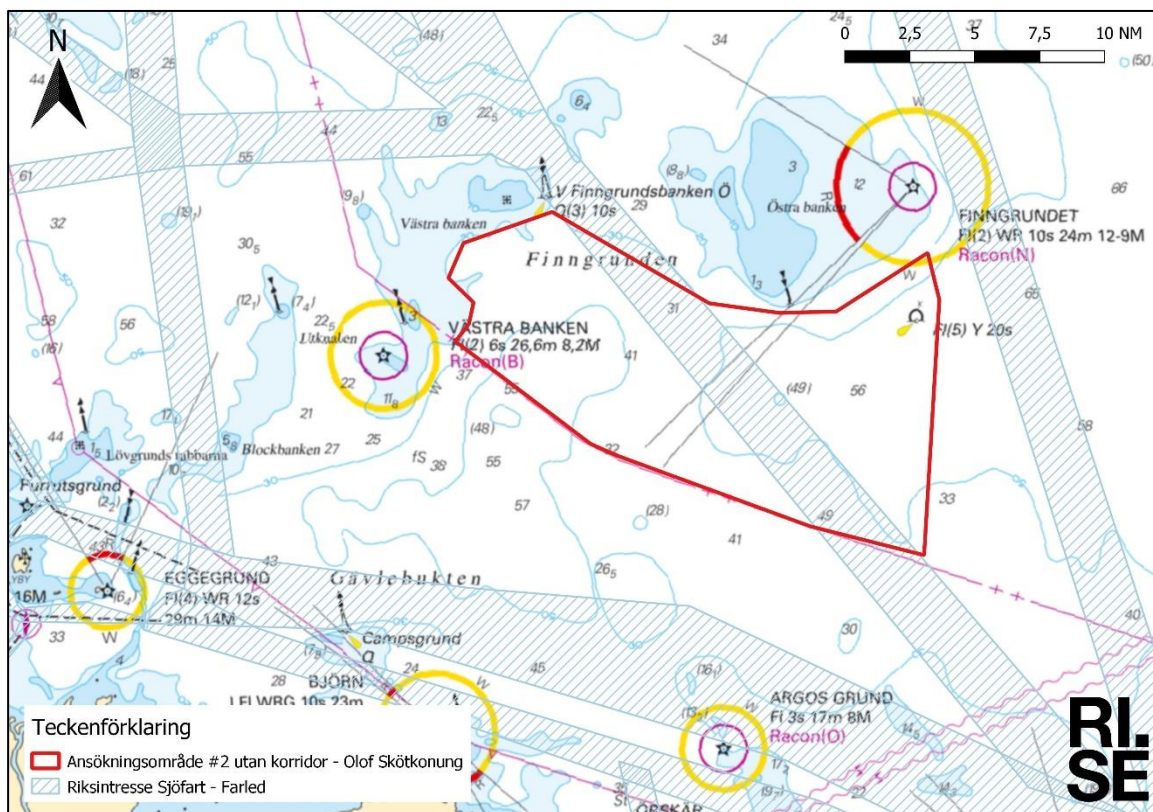
Efter genomförd riskidentifiering skedde en avstämning med Deep Wind Offshore och baserat på identifierade faror togs beslut att justera utbredningen för ansökningsområdet av den planerade vindkraftparken med en reduktion av det nordöstra hörnet. Beslut togs även att inkludera två alternativa utbredningar, benämnda "Ansökningsområde #1 med 3,5 M korridor" samt "Ansökningsområde #2 utan korridor". Det ursprungliga ansökningsområdet är benämnt "Ansökningsområde #1 med 2,2 M korridor", se Figur 3.2 - Figur 3.4.



Figur 3.2 Ansökningsområde #1 med 2,2 M bred korridor - Olof Skötkonung



Figur 3.3 Ansökningsområde #1 med 3,5 M bred korridor - Olof Skötkonung



Figur 3.4 Ansökningsområde #2 utan korridor - Olof Skötkonung

Alternativen med de två alternativa utbredningarna, "Ansökningsområde #1 med 3,5 M korridor" samt "Ansökningsområde #2 utan korridor" är inte avhandlade inom genomförd Hazid, men följande kvalitativa riskidentifiering redovisas nedan.

"Ansökningsområde #1 med 3,5 M korridor" bedöms reducera sannolikheten för allision, primärt *drifting*, genom att mer utrymme finns på båda sidorna om korridoren. Detta gör att ett fartyg har mer tid att vidta åtgärd såsom nödankring innan allision sker med vindkraftparken. Ett större utrymme mellan delområdena är också fördelaktigt där det finns vindavdrift. Även sannolikheten för kollision bedöms reduceras, genom att mer utrymme finns att tillgå vid ett eventuellt möte inom korridoren. Sannolikheten för powered allision bör minska något men skulle det ske ett tekniskt som ett roderfel med följden att det blir en oavsiktlig gir mot vindkraftparken är tiden visserligen längre än i ursprungsfallet för att kunna vidta åtgärd, men fortfarande relativt kort. Ett fartyg som ligger mitt i korridoren och som håller en fart på 12 knop kommer att nå vindkraftparken på mindre än tio minuter, om ett tekniskt fel med gir mot det ena eller andra delområdet sker.

"Ansökningsområde #2 utan korridor" reducerar sannolikheten för allision inom korridoren i och med att trafik då inte antas trafikera området regelbundet. Området kommer dock inte att vara avlyst varför enstaka fartyg kan komma att välja att segla igenom vindkraftparken, även om de flesta fartyg antas välja en rutt runt om vindkraftparken. Även korsande kurser mellan korridorstrafik och trafik utanför vindkraftsparken försvinner och därmed sannolikheten för kollision i dessa punkter. Dock påverkas fartygstrafiken genom omdirigeringar och nya girpunkter kommer att uppstå runt om Olof Skötkonung där trafiken som idag går genom området behöver välja en annan väg med varierande ruttförlängning samt skarpare gir för trafiken till och från Söderhamn och Vallvik. Trafiken ger också ett tillskott till mängden fartyg på primärt de stråk som idag går öster om området för Olof Skötkonung.

Både alternativ #1 med 2,2 M korridor, dvs. ansökningsområdet som legat till grund för riskidentifieringen, alternativ #1 med 3,5 M korridor samt alternativ #2 utan korridor, bedöms kvantitativt beräkningsfall B, C respektive D, se kapitel 4.

För samtliga alternativ har en reduktion av det nordöstra hörnet gjorts baserat på identifierade faror under riskidentifieringen.

4 Riskbedömning driftsfas

Identifierade olycksscenarier och faror bedöms dels baserat på sannolikheten för att ett olycksscenario ska uppstå, dels baserat på hur allvarliga konsekvenser respektive olycksscenario kan antas medföra. Sannolikheten för kollision, grundstötning och allision beräknas och kvantifieras med verktyget IWRAP.

Hur allvarliga möjliga konsekvenser av respektive olycksscenarier kan antas bli uppskattas och bedömts kvalitativt. I samband med detta har beaktanden avseende säkerhetsavstånd för undanmanöver och möjligheter till nödankring gjorts.

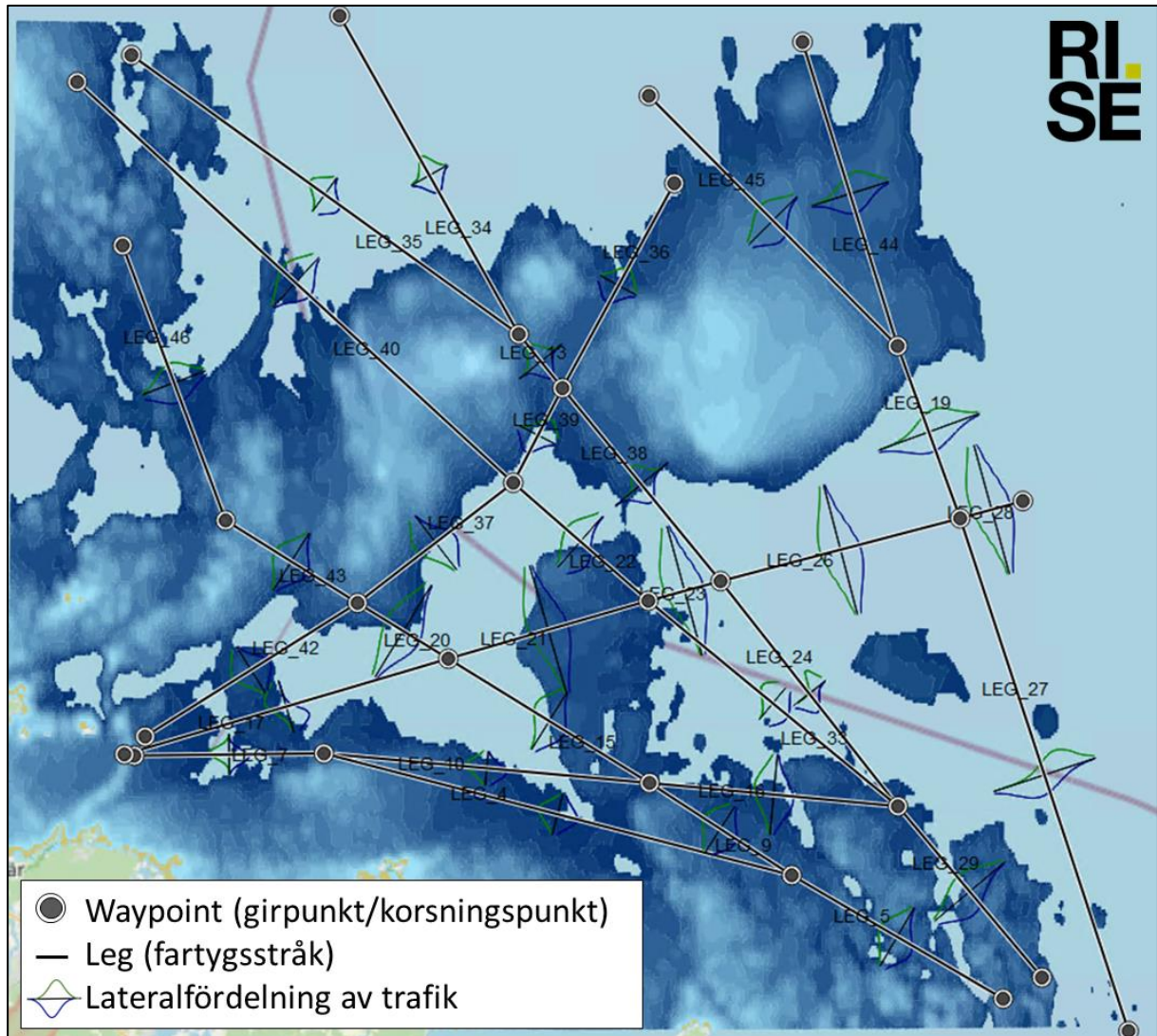
4.1 Beräkning av grundstötnings-, kollisions- samt allisionssannolikhet

För att bedöma om och hur vindkraftparken kan komma att påverka sannolikheten för grundstötningar och kollisioner mellan fartyg samt för att uppskatta sannolikheten för att fartyg seglar eller driver in i vindkraftparken, används programmet IWRAP Mk2 (*IALA Waterway Risk Assessment Program*).

Baserat på AIS-data modelleras det aktuella området genom att fartygsstråk, s.k. *legs*, samt nodpunkter, s.k. *waypoints* definieras för att likna det aktuella sjötrafikmönstret. Stråken går mellan två *waypoints*, och till varje *waypoint* kan flera stråk knytas för att definiera var fartygsstråk korsas eller konvergerar. I programmet beräknas, baserat på AIS-registreringarna, sedan för varje *leg*, en statistisk fördelning som beskriver hur långt ifrån centrumlinjen fartygen framförs (lateralfördelning).

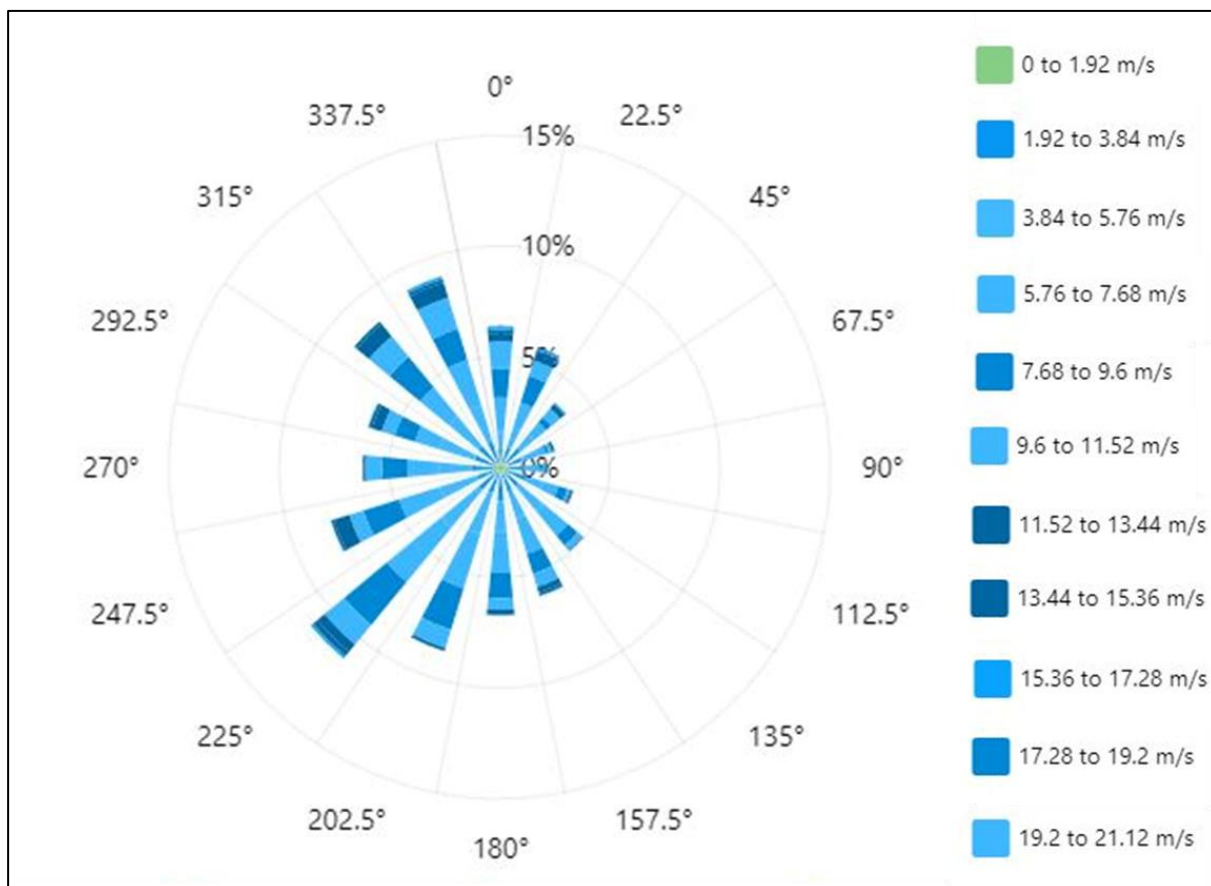
I programmet används AIS-data för att beräkna sannolikheten för kollisioner längs respektive *leg* och vid definierade *waypoints*. Sannolikheten för grundstötningar i fartygsstråkens närområde beräknas också längs definierade djupkurvor och landkonturer. Modellen kompletteras också med en vindkraftpark (tre alternativ vad gäller Olof Skötkonung) för att beräkna sannolikheten för allisioner med vindkraftparken.

Figur 4.1 visar IWRAP-modellen som beräkningarna utan vindkraftpark baseras på.



Figur 4.1 IWRAP-modell för beräkningar av olycks sannolikheter utan Olof Skötkonung vindkraftpark.

I IWRAP definieras en fördelning av sannolikhet för olika drifriktningar för fartyg som drabbats av blackout och driver. Vilken riktning ett fartyg kommer att driva i bestäms av vindriktning samt, i områden med mycket ström, av strömriktning. I det aktuella området bedöms inte strömförhållanden vara sådana att de kommer att påverka drifriktning i någon betydande omfattning, drifriktning antas därför i första hand bestämmas av vindriktning. I modellen har därför fördelning av drifriktning baserats på vindrosen i Figur 4.2. Den förhärskande vindriktningen från sydväst gör att fartyg som driver i många fall kommer att driva åt nordost.

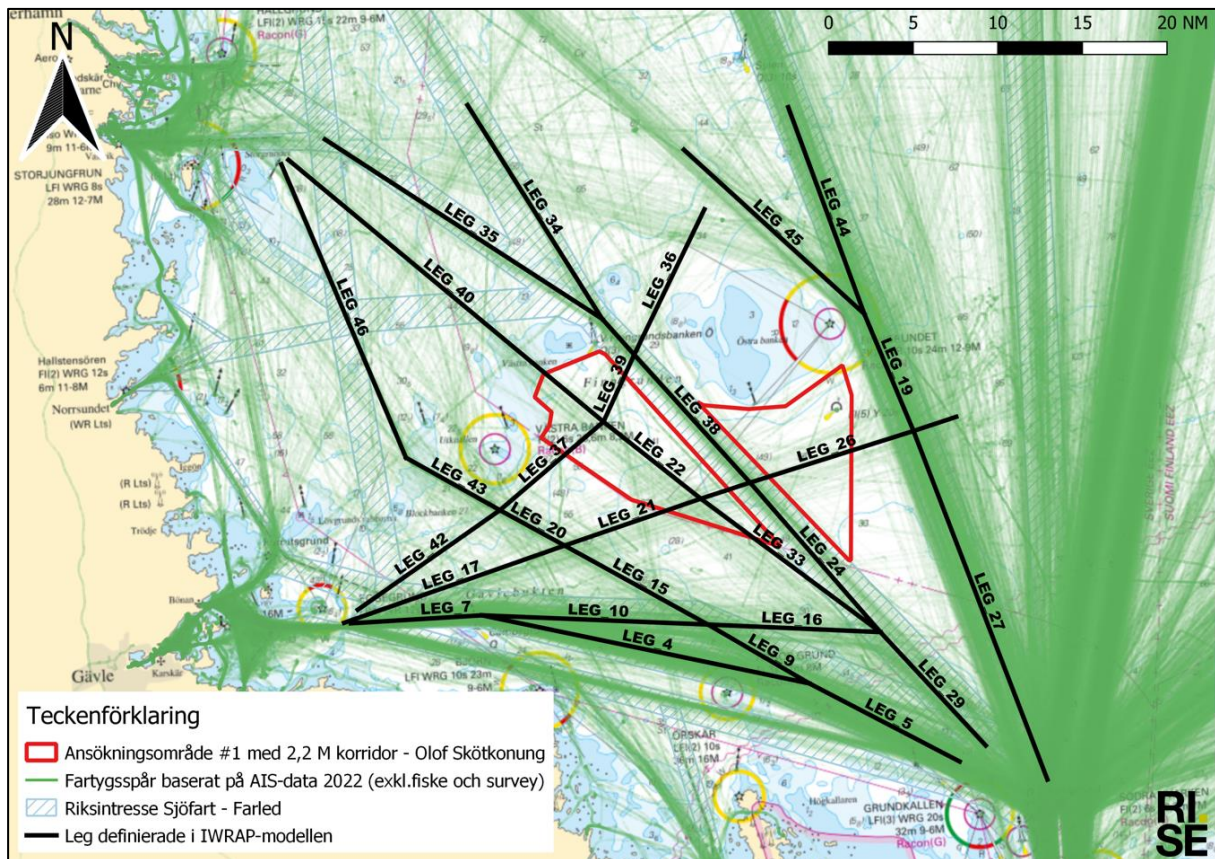


Figur 4.2 Vindros baserad på vindstatistik för aktuellt område (DHI, 2023).

4.1.1 Förändrat trafikmönster på grund av Olof Skötkonung vindkraftpark

Efter en etablering av Olof Skötkonung vindkraftpark antas handelsfartyg som tidigare passerat på rutter genom området att trafikera andra rutter, vilket antas innebära ett något förändrat trafikmönster med nya fartygsstråk. En del mindre fartyg, såsom fiskebåtar, mindre arbets- och servicebåtar samt fritidsbåtar, kommer troligen passera mellan vindkraftverken i parken. I de aktuella IWRAP-modellerna modelleras vindkraftparken som ett stängt område vilket gör att inga fartyg kan passera genom området. För beräkningar av incident- och olyckssannolikhet antas därför all trafik gå på stråk utanför vindkraftparken. I fallen med korridor modelleras vindkraftparken som två stängda delområden, ett för delområde väster och ett för delområde öster med en öppen korridor för fartygstrafik emellan.

Figur 4.3 visar dagens trafikmönster baserat på AIS-data från 2022 (exkl. fiske och survey) samt leg definierade i IWRAP modellen.



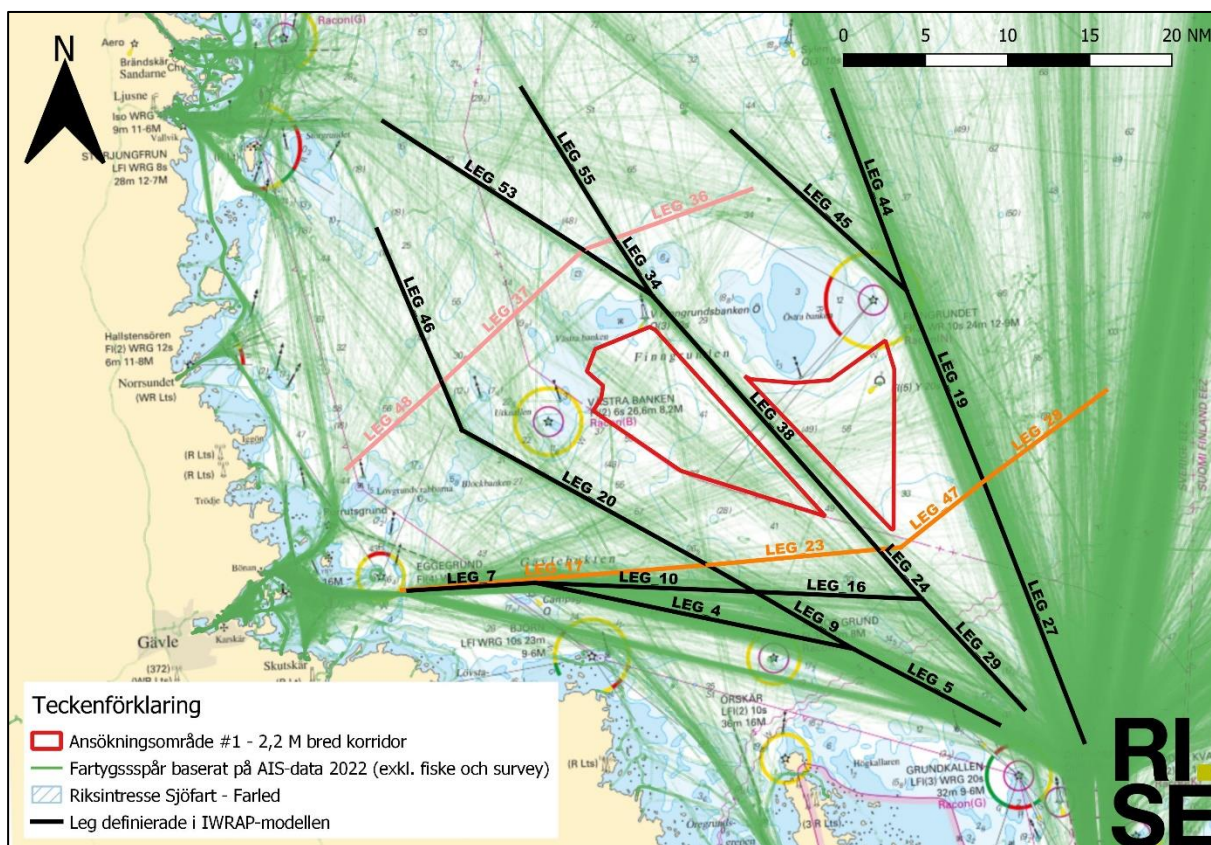
Figur 4.3 Dagens trafikmönster baserat på AIS-data från 2022 (exkl. fiske och survey) samt leg definierade i IWRAP-modellen.

Figur 4.4 - Figur 4.6 visar hur trafikmönstret antas förändras vid en etablering av Olof Skötkonung vindkraftpark för de olika utbredningarna av ansökningsområdet.

För alternativet med en 2,2 M bred korridor, benämnt "Ansökningsområde #1 - 2,2 M bred korridor", antas följande omdirigeringar:

- Av de stråk (legs) som definierats i IWRAP-modellen för dagens trafik är det ett stråk som går igenom västra delen av ansökningsområdet i nordvästlig/sydöstlig riktning (till och från Söderhamn och Vallvik) och som därmed förändras när vindkraftparken introduceras i modellen. Trafiken på detta stråk antas i stället gå igenom korridoren. Det förändrade tråket innebär en rutförlängning på ca 2 M (ca 3700 m) för fartygen som trafikerar stråket. Antagen omdirigering medför ett trafiktillskott på ca 70-80 fartyg per år på stråket igenom korridoren. Korridoren trafikeras efter antagen omdirigering av ca 250 fartyg per år. Då trafiken är begränsad på båda sidor i korridoren antas en hopträngning av trafiken att ske.
- Trafik som passerat mellan västra och östra banken antas välja en rutt nordväst om parken, nordväst om intilliggande grundområden. Ingen hopträngning antas av trafiken som omdirigeras nordväst om parken. Det förändrade stråket antas inte innebära någon rutförlängning för de fartyg som trafikerar där.
- Trafik som går till och från Gävle och som passerat södra delen av ansökningsområdet i nordöstlig/sydvästlig riktning antas i stället passera söder om ansökningsområdet. I

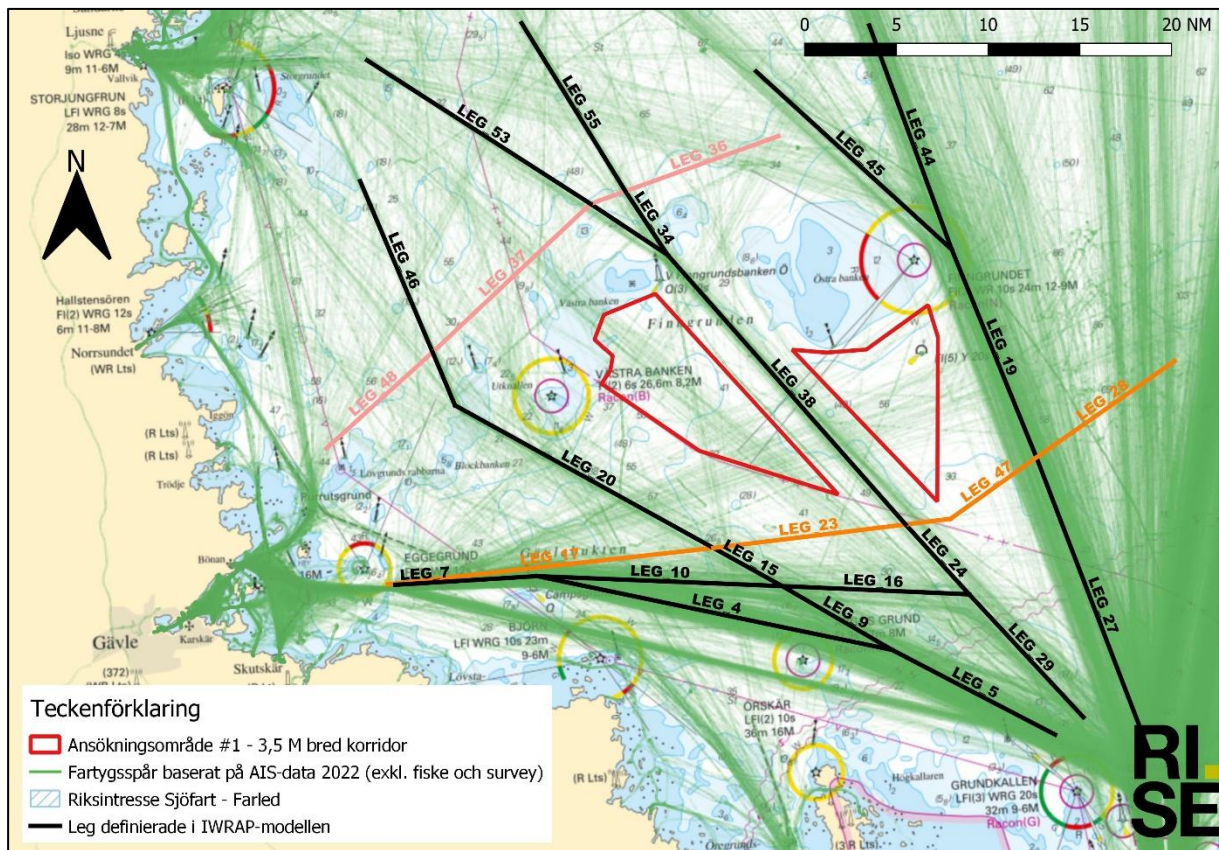
IWRAP-modellen har stråket lagts så att avståndet mellan centrum på stråket och sydöstra hörnet av vindkraftparken är ca 1,0 M. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 2 M (ca 3 700 m) för de ca 200 fartygen per år som trafikerar stråket.



Figur 4.4 Ansökningsområde #1 - 2,2 M bred korridor – antagen omdirigering av trafik som tidigare passerat genom området.

För alternativet med en 3,5 M bred korridor, benämnt "Ansökningsområde #1 – 3,5 M bred korridor", antas samma omdirigeringar som för alternativet med en 2,2 M bred korridor, med följande skillnader:

- Ingen hopträngning av trafiken förväntas genom korridoren, beräkningar utförs med ursprunglig lateral fördelning av trafiken.
- Det omdirigerade stråket söder om vindkraftparken kan förläggas något längre norrut jämfört med alternativet med den smalare korridoren då den sydöstra spetsen reduceras något med en bredare korridor.

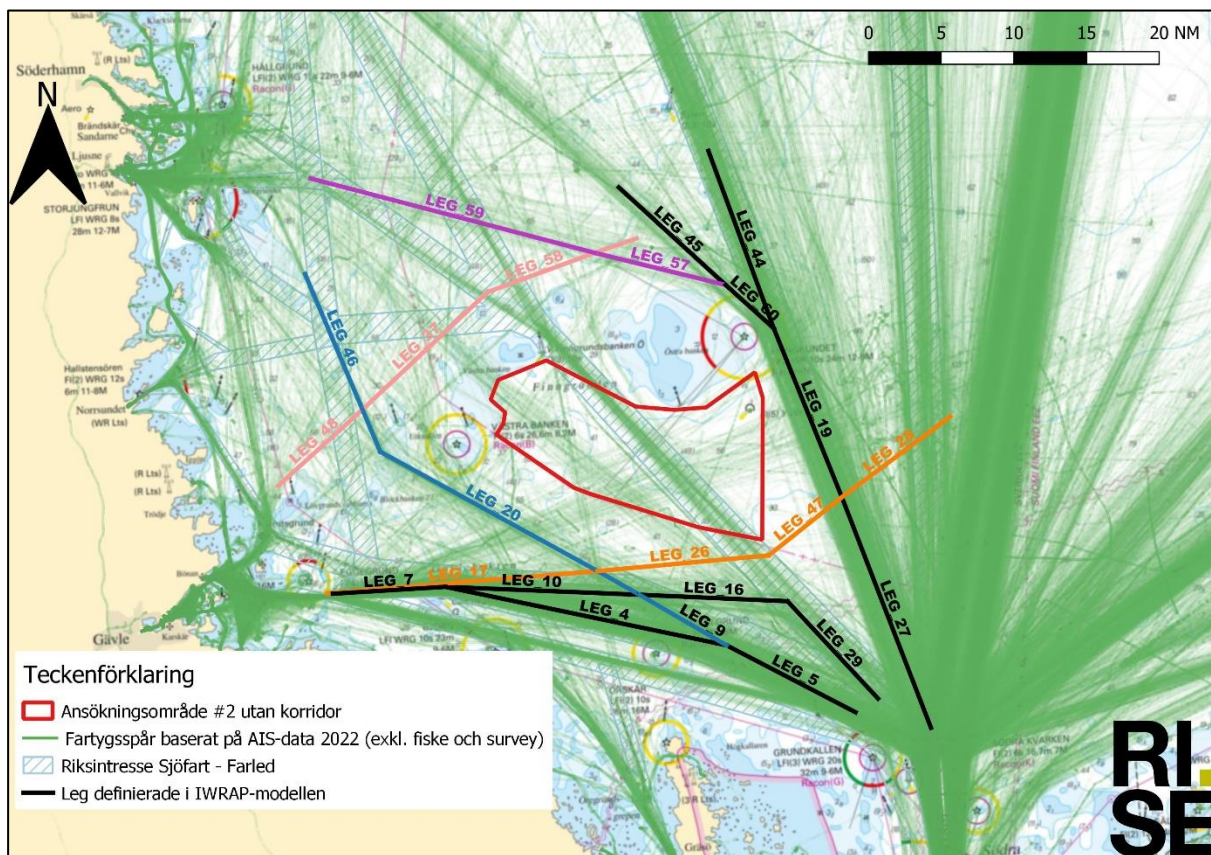


Figur 4.5 Ansökningsområde #1 - 3,5 M bred korridor – antagen omdirigering av trafik som tidigare passerat genom området.

För alternativet utan korridor, benämnt "Ansökningsområde #2 - utan korridor", antas följande omdirigeringar:

- Trafik som idag går igenom västra delen av ansökningsområdet i nordvästlig/sydöstlig riktning (till och från Söderhamn och Vallvik) antas istället gå väster om parken, med en rutförlängning på ca 3 M (ca 5560 m). Antagen omdirigering medför ett trafiktillskott på ca 70 - 80 fartyg per år på stråket sydväst om parken. Det sydvästra stråket trafikeras efter antagen omdirigering av ca 700 fartyg per år.
- Trafik som går till och från Iggesund samt Söderhamn och Vallvik och som idag går igenom riksintresset som löper genom ansökningsområdet antas välja en rutt öster om parken. Trafiken till och från Iggesund antas välja samma rutt som stråket benämnt leg 45 i IWRAP-modellen, vilket medför en rutförlängning om ca 2 M (ca 3 700 m). Trafiken till och från Söderhamn och Vallvik antas omdirigeras till en rutt som ansluter norr om Finngrundet till stråket benämnt leg 45, vilket medför en rutförlängning om ca 7 M (ca 13 000 m). Antagna omdirigeringar ger ett trafiktillskott på ca 150 - 200 fartyg per år på stråket öster om parken.
- Trafik som går till och från Gävle och som passerat södra delen av ansökningsområdet i nordöstlig/sydvästlig riktning antas i stället passera söder om ansökningsområdet. I IWRAP-modellen har stråket lagts så att avståndet mellan centrum på stråket och sydöstra hörnet av vindkraftparken är ca 1,0 M. Det förändrade stråket innebär en

ruttförlängning på ca 2 M (ca 3 700 m) för de ca 200 fartygen per år som trafikerar stråket.



Figur 4.6 Ansökningsområde #2 utan korridor – antagen omdirigering av trafik som tidigare passerat genom området.

4.1.2 Matematisk modell

Den matematiska modellen i IWRAP baseras på en probabilistisk modell där geometriska villkor definierar ett antal s.k. kollisions-/grundstötningskandidater, dvs. en modell för beräkning av sannolikheten för att fartyg ska gå på grund vid en viss position om en ingen åtgärd vidtas respektive sannolikheten för att två fartyg kolliderar med varandra i en viss waypoint eller längs med något av fartygsstråken (legs) om ingen åtgärd vidtas av fartygen. Antalet kandidater multipliceras med empiriskt bestämda s.k. *causation factors* som representerar sannolikheten att en farlig kurs, orsakad av tekniska eller mänskliga fel, inte skall korrigeras i tid och därmed leda till kollision eller grundstötning. Olika *causation factors* används för olika typer av kollisions- och grundstötningsscenarion vilka karaktäriseras enligt Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Kollisions- och grundstötningsscenarion

Kollision (mellan två fartyg) beroende var de uppstår kategoriseras som:	
<i>Head-on</i>	Kollision mellan mötande fartyg på samma fartygsstråk (<i>leg</i>)
<i>Overtaking</i>	Kollision vid omkörning i samma fartygsstråk (<i>leg</i>)
<i>Crossing</i>	Kollision vid korsande fartygsstråk (<i>leg</i>) i <i>waypoint</i>
<i>Merging</i>	Kollision i <i>waypoint</i> där fartygsstråk (<i>leg</i>) sammanstrålar
<i>Bend</i>	Kollision i <i>waypoint</i> där fartygsstråk (<i>leg</i>) kröker
Grundstötning karaktäriseras som någon av följande två kategorier:	
<i>Powered grounding</i>	Då fartyget p.g.a. mänskligt fel grundstöter under framdrivning
<i>Drifting grounding</i>	Då fartyget p.g.a. tekniskt fel typ blackout driver på grund utan att framdrivningsmaskineriet är igång.
Allisioner karaktäriseras på motsvarande sätt som grundstötning:	
<i>Powered allision</i>	Då fartyget p.g.a. mänskligt fel seglar in i vindkraftparken under framdrivning
<i>Drifting allision</i>	Då fartyget p.g.a. tekniskt fel typ blackout driver in i vindkraftparken utan att framdrivningsmaskineriet är igång.

De redovisade numeriska värdena för kollisions-, grundstötnings- och allisionssannolikheter avses analyseras ur ett jämförande perspektiv för att identifiera eventuella signifikanta skillnader mellan nulägesbildens incidentsannolikheter och de som kan förväntas uppstå när vindkraftparken har etablerats. Beräkningarna är baserade på de standardvärden (default) som finns för de olika *causation factors* (se avsnitt 8.3) och resultaten har inte korrelerats med faktiskt registrerad incidentstatistik i de aktuella farvattnen. De redovisade sannolikheterna ska därför inte tolkas som absoluta tal.

Beräkningar genomförs för två olika trafikscenarier.

- Scenario 1 - "base case"
Trafikmönster samt trafikintensitet baserat på AIS-data från 2022 och representerar dagens trafikintensitet.
- Scenario 2
Innebär en trafikökning på 20 % på samtliga *legs* jämfört med dagens trafik, dvs. scenario 1.

För respektive trafikscenarion görs beräkningar för fyra olika fall, se Figur 4.7 - Figur 4.10:

- *A: Utan vindkraftpark*
Utgör ett nollalternativ och beräknas för att kunna jämföra hur olycks sannolikheter påverkas av en etablering, se Figur 4.7. Modellen avser avspejla aktuellt trafikmönster i området.
- *B: Med vindkraftpark enligt Ansökningsområde #1 - 2,2 M bred korridor – och justerat trafikmönster.*

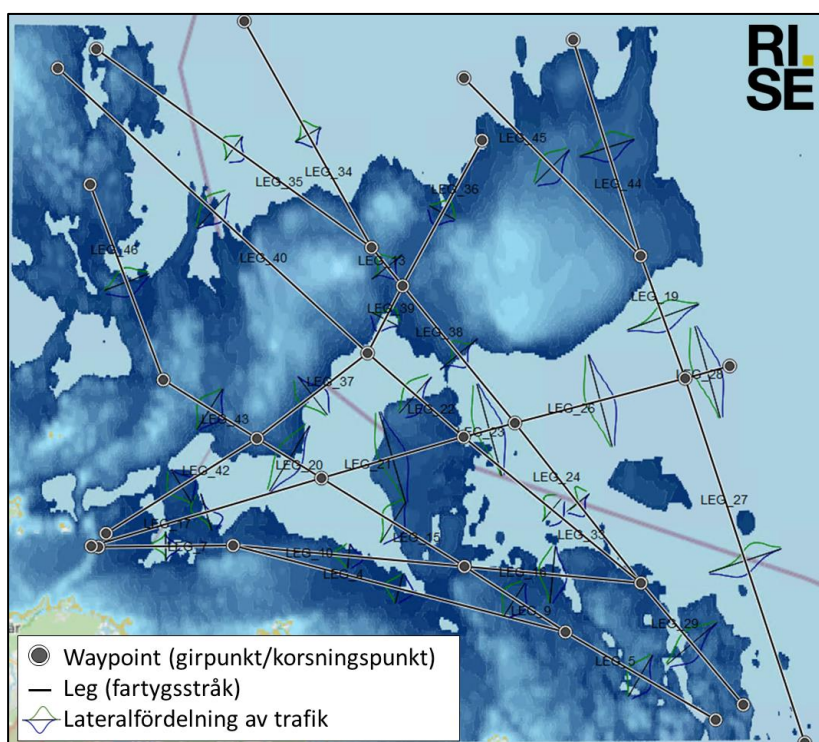
Avser fallet när en vindkraftpark har etablerats i enlighet med Figur 4.8. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindkraftparken.

- C: Med vindkraftpark enligt Ansökningsområde #1 – 3,5 M bred korridor – och justerat trafikmönster.

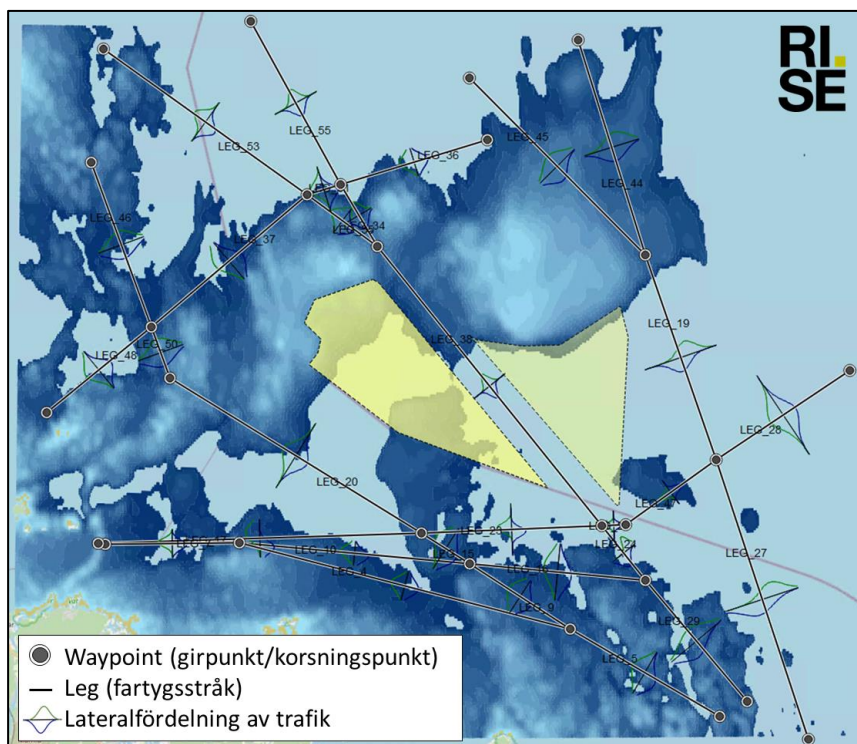
Avser fallet när en vindkraftpark har etablerats i enlighet med Figur 4.9. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindkraftparken.

- D: Med vindkraftpark enligt Ansökningsområde #2 – utan korridor – och justerat trafikmönster.

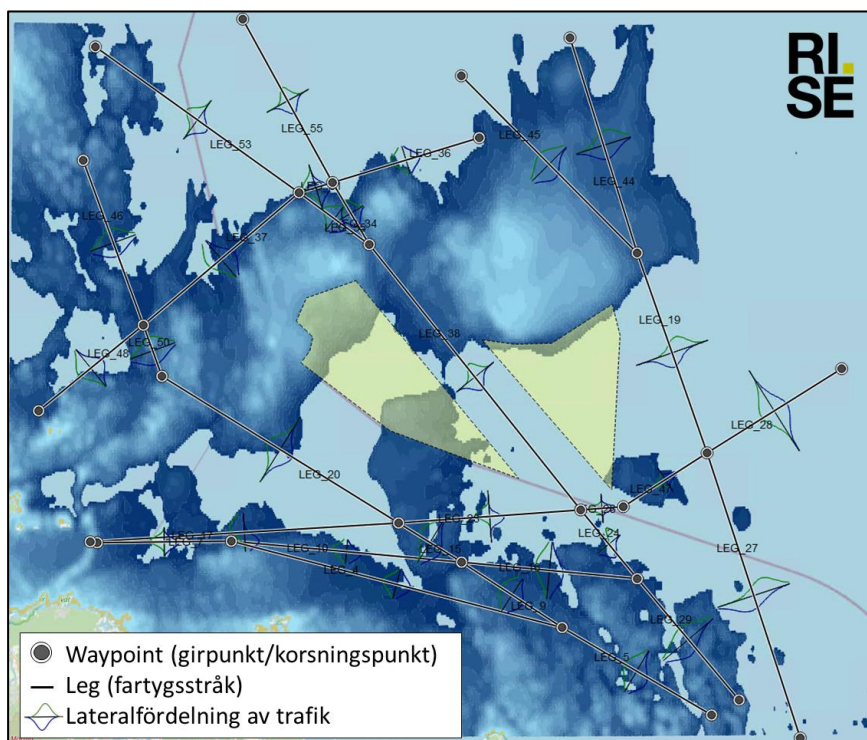
Avser fallet när en vindkraftpark har etablerats i enlighet med Figur 4.10. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindkraftparken.



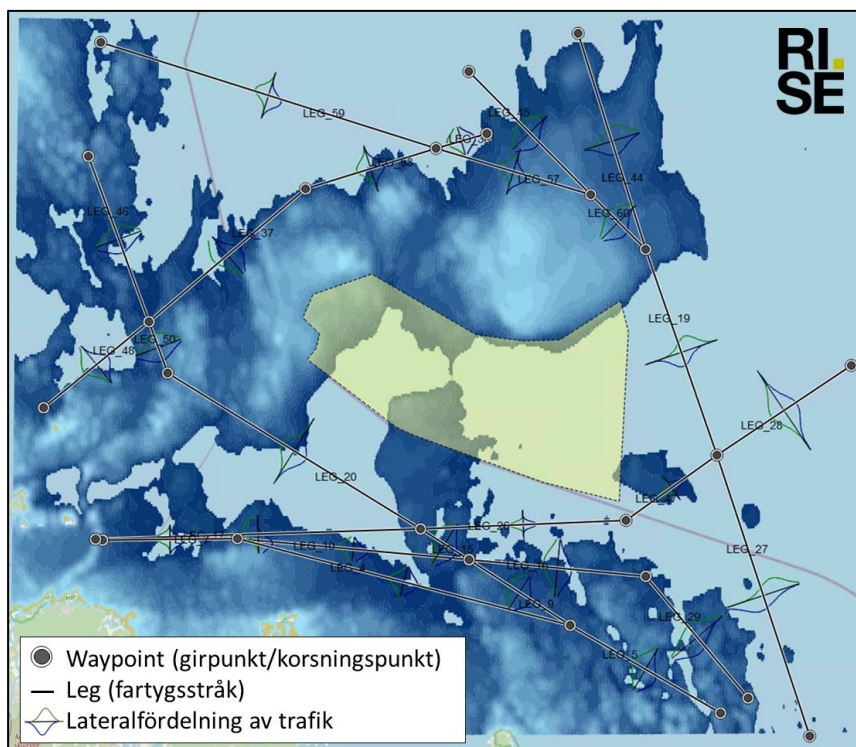
Figur 4.7 IWRAP-modell för fall A: Utan vindkraftpark



Figur 4.8 IWRAP-modell för fall B: Med vindkraftpark (Ansökningsområde #1 2,2 M bred korridor) och förändrat trafikmönster



Figur 4.9 IWRAP-modell för fall C: Med vindkraftpark (Ansökningsområde #1 3,5 M bred korridor) och förändrat trafikmönster



Figur 4.10 IWRAP-modell för fall D: Med vindkraftpark (Ansökningsområde #2 utan korridor) och förändrat trafikmönster

4.1.3 Resultat

Tabell 4.2 samt Tabell 4.3 redovisar beräknade sannolikheter för grundstötning, allision med vindkraftparken (dvs. sannolikheten för att ett fartyg kommer in i ansökningsområdet) och kollision, samt den beräknade sammanlagda sannolikheten för någon typ av incident för de olika beräkningsfallen.

Tabell 4.2 Beräknade olyckssannolikheter (incidenter/år) för trafikscenario 1 för respektive beräkningsfall. E anger tiopotensfaktor, exempelvis $E-04 = 10^{-4}$.

SCENARIO 1 ("base case" med nuvarande trafik)	A. Utan vindkraftpark	B. Med vindkraftpark (2,2 M bred korridor)	C. Med vindkraftpark (3,5 M bred korridor)	D. Med vindkraftpark (utan korridor)
Powered Grounding	6,19E-04	6,63E-04	6,52E-04	6,55E-04
Drifting Grounding	3,22E-03	3,06E-03	3,05E-03	3,09E-03
Total Groundings	3,84E-03	3,72E-03	3,70E-03	3,74E-03
Powered Allision	---	2,91E-06	2,85E-06	2,75E-06
Drifting Allision	---	2,05E-02	1,79E-02	1,66E-02
Total Allisions	---	2,05E-02	1,79E-02	1,66E-02
Overtaking	3,92E-05	4,77E-05	4,74E-05	5,41E-05
HeadOn	1,85E-04	2,05E-04	2,02E-04	2,24E-04
Crossing	1,18E-04	1,27E-04	1,23E-04	1,34E-04
Merging	2,70E-05	2,68E-05	2,68E-05	3,00E-05
Bend	1,12E-04	1,18E-04	1,19E-04	1,31E-04
Total Collisions	4,80E-04	5,25E-04	5,17E-04	5,74E-04
Total Incidents	4,32E-03	2,47E-02	2,21E-02	2,09E-02

Tabell 4.3 Beräknade olyckssannolikheter (incidenter/år) för trafikscenario 2 för respektive beräkningsfall. E anger tiopotensfaktor, exempelvis $E-04 = 10^{-4}$.

SCENARIO 2 (20 % trafikökning)	A. Utan vindkraftpark	B. Med vindkraftpark (2,2 M bred korridor)	C. Med vindkraftpark (3,5 M bred korridor)	D. Med vindkraftpark (utan korridor)
Powered Grounding	7,43E-04	7,96E-04	7,83E-04	7,86E-04
Drifting Grounding	3,86E-03	3,67E-03	3,66E-03	3,70E-03
Total Groundings	4,60E-03	4,47E-03	4,44E-03	4,49E-03
Powered Allision	---	3,49E-06	3,42E-06	3,31E-06
Drifting Allision	---	2,46E-02	2,15E-02	1,99E-02
Total Allisions	---	2,46E-02	2,15E-02	1,99E-02
Overtaking	5,65E-05	6,87E-05	6,83E-05	7,79E-05
HeadOn	2,66E-04	2,95E-04	2,91E-04	3,23E-04
Crossing	1,70E-04	1,83E-04	1,77E-04	1,93E-04
Merging	3,89E-05	3,86E-05	3,86E-05	4,31E-05
Bend	1,61E-04	1,70E-04	1,77E-04	1,89E-04
Total Collisions	6,92E-04	7,55E-04	7,45E-04	8,26E-04
Total Incidents	5,30E-03	2,98E-02	2,66E-02	2,52E-02

Den beräknade sannolikheten för grundstötning är något högre i fallet utan vindkraftpark än i fallen med vindkraftpark. Detta då antagna omdirigeringar av trafiken efter etablering av vindkraftparken leder till mindre trafik närmare grundområden såsom Västra och Östra banken. Den beräknade returperioden⁴ för trafikscenario 1, fall A (utan vindkraftpark), visar att en grundstötning beräknas ske en gång på ca 261 år och för fallen med vindkraftpark beräknas en grundstötning ske en gång på ca 269 år (fall B), en gång på ca 270 år (fall C) samt en gång på ca 267 år (fall D).

För samtliga fall med vindkraftpark ökar den beräknade sannolikheten för kollision (*total collision*) i jämförelse med fallet utan vindkraftpark. Detta eftersom viss hopträngning av trafiken sker samt att nya girpunkter införs efter etablering. För trafikscenario 1 beräknas en kollision ske en gång på ca 2081 år i fall A (utan vindkraftpark), en gång på ca 1906 år i fall B (med vindkraftpark - 2,2 M korridor), en gång på ca 1933 år i fall C (med vindkraftpark - 3,5 M korridor) och en gång på ca 1744 år i fall D (med vindkraftpark - utan korridor).

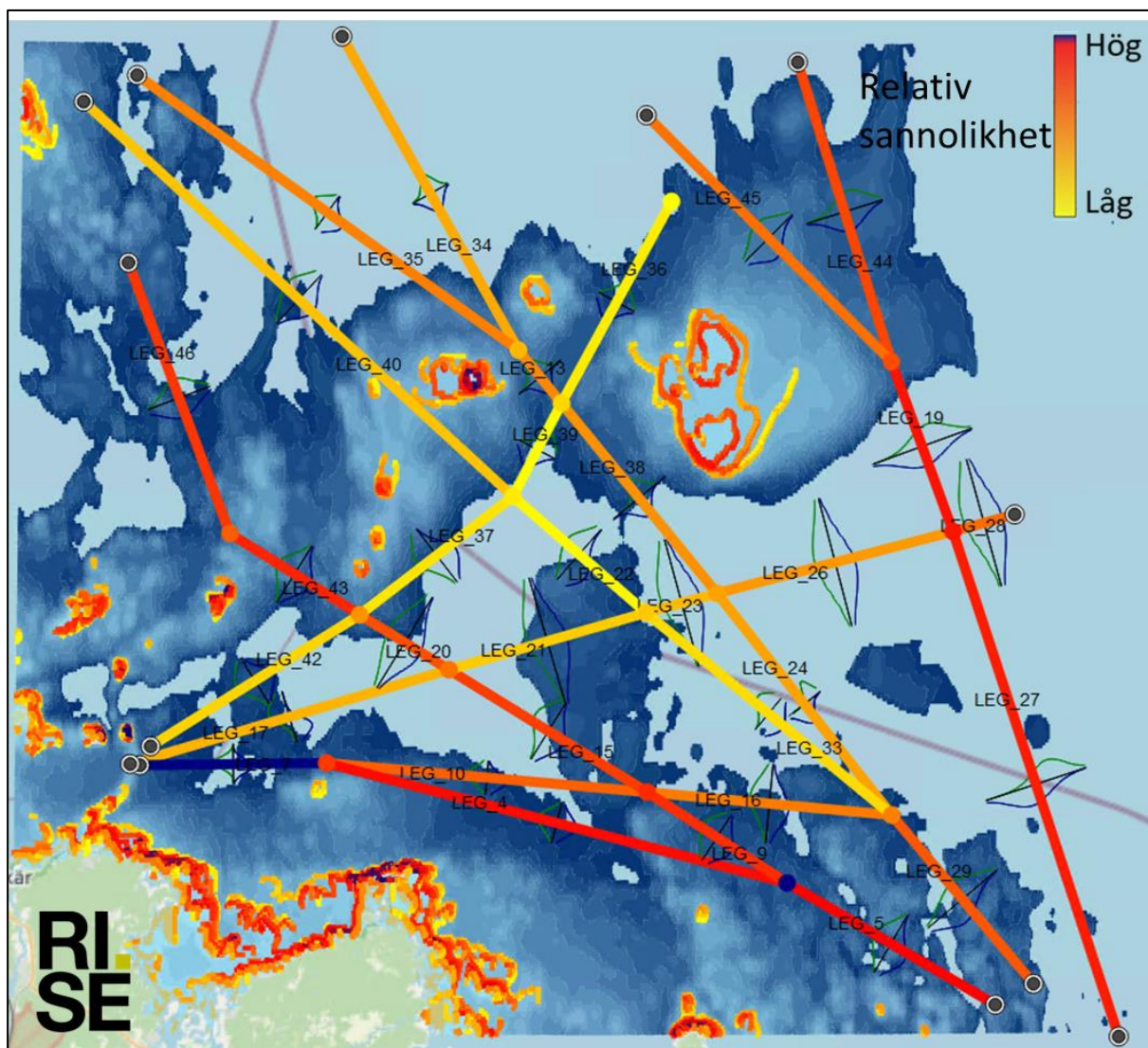
Beräkningarna för trafikscenario 1, fall B (med vindkraftpark - 2,2 M korridor), visar att en allision med vindkraftparken kan förväntas ske en gång på ca 49 år. För fall C (med

⁴ Returperiod: returperiod = $1/\text{incidentsannolikheter}$, beräknat antal år mellan olyckor.

vindkraftpark – 3,5 M korridor) är returperioden för allision ca 56 år och för fall D (med vindkraftpark – utan korridor) ca 60 år.

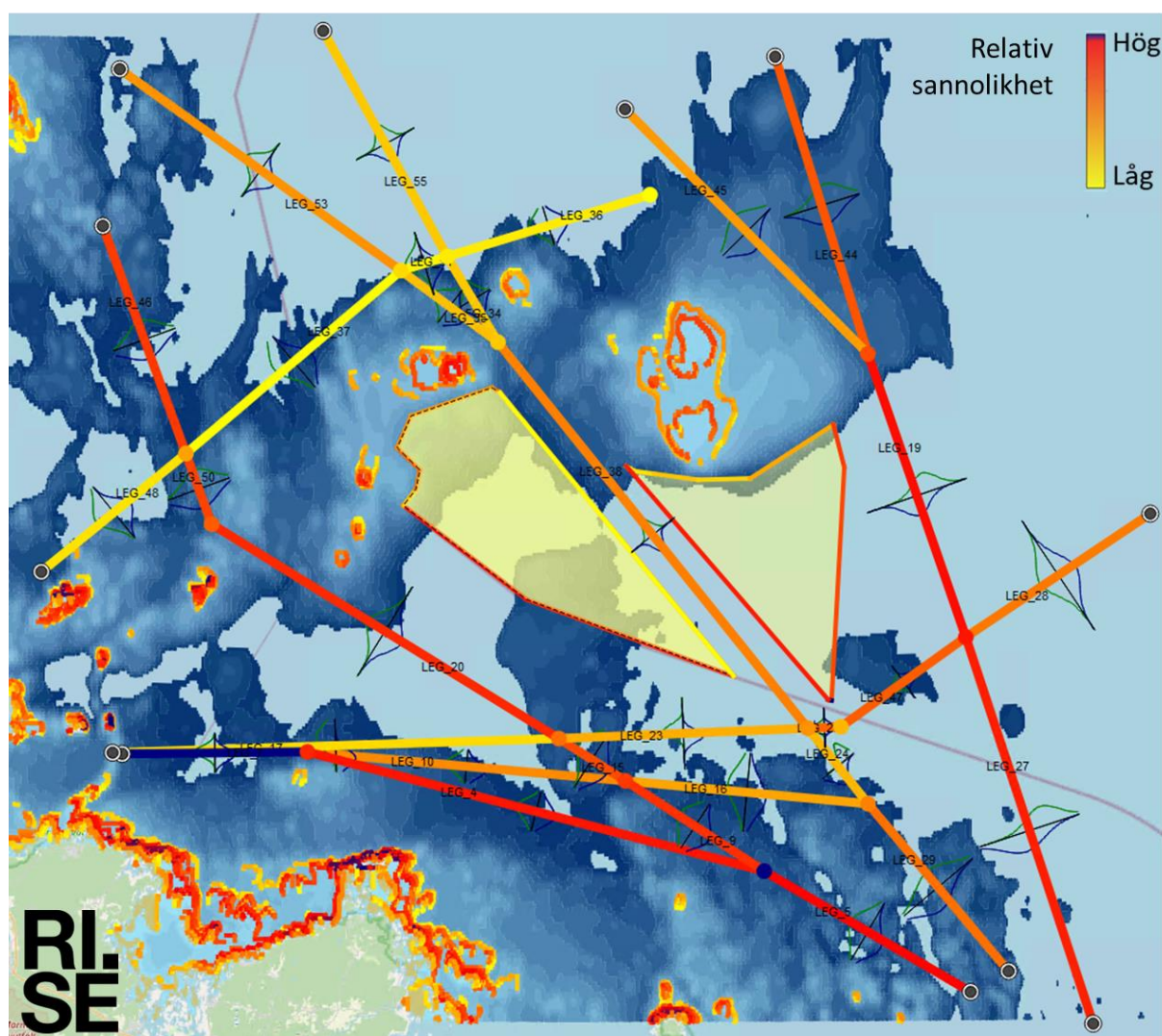
Den beräknade sannolikheten för en allision är högre än den för både grundstötning och kollision vilket gör att den sammanlagda incidentsannolikheten blir betydligt högre i fallen med vindkraftpark (B), (C) och (D) jämfört med utan (A). För fallet utan vindkraftpark (A) beräknas den sammanlagda incidentsannolikheten till $4,32 \times 10^{-3}$ incidenter/år för trafikscenario 1 vilket motsvarar en returperiod med en incident på ca 232 år. För fall B, C och D är motsvarande returperiod för den sammanlagda incidentsannolikheten ca 40 år för fall B, ca 45 år för fall C och ca 48 år för fall D.

Figur 4.11 - Figur 4.14 visar IWRAP-illustrationer som indikerar vid vilka *leg* och *waypoints* som sannolikheten för kollision är som högst samt utmed vilken del av vindkraftparken som sannolikheten för en allision är högst. I färgskalan, blå-röd-gul, som används i illustrationerna indikerar mörkblå det område, leg respektive den waypoint där sannolikheten är som högst. Rött indikerar en lägre sannolikhet och gul indikerar lägst sannolikhet. Färgskalan är relativ inom varje IWRAP-beräkning, dvs en viss färg kan vara kopplad till olika absolutbelopp på sannolikhet i olika körningar. I illustrationerna syns också grundområden med olyckssannolikheten indikerad i samma färgskala.



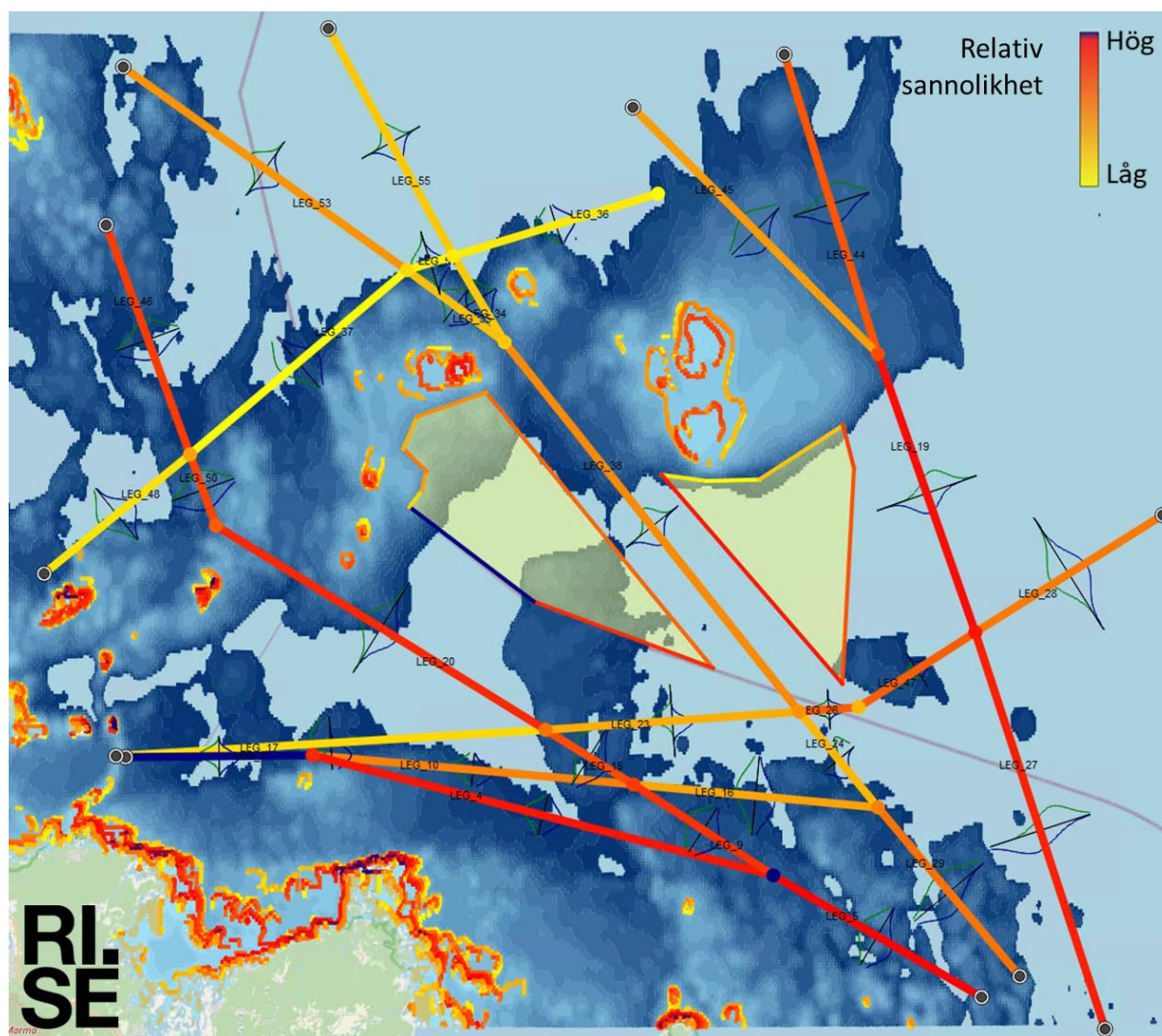
Figur 4.11 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall A (utan vindkraftpark). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För samtliga fall, både utan och med vindkraftpark, är den beräknade kollisionssannolikheten för en enskild punkt störst i waypointen nordost om Argos grund, där möte sker mellan fartyg på väg till/från Gävle samt fartyg på väg till/från Norrsundet och Vallvik. Det stråk där den beräknade kollisionssannolikheten är störst är stråket där trafiken går in till/ut från Gävle (leg 7), vilket också gäller för samtliga fall, oaktat vindkraftparkens etablering.



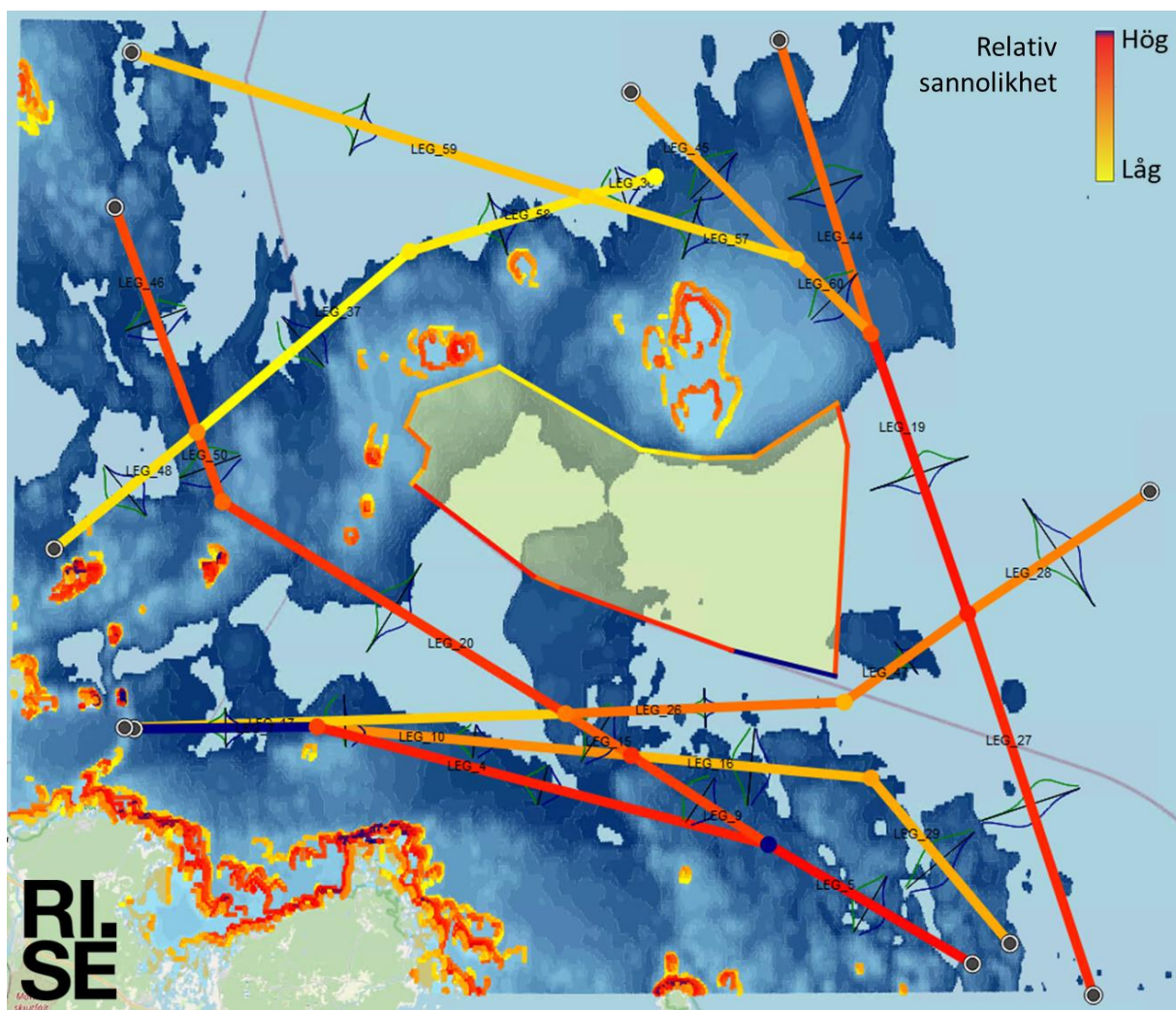
Figur 4.12 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall B (med vindkraftpark – 2,2 M korridor). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För fall B (med vindkraftpark – 2,2 M korridor), är den beräknade sannolikheten för allision som högst vid den södra spetsen av det östra delområdet.



Figur 4.13 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall C (med vindkraftpark – 3,5M korridor). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För fall C (med vindkraftpark – 3,5 M korridor), är den beräknade sannolikheten för allision som högst utmed den västra sidan av det västra delområdet.



Figur 4.14 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall D (med vindkraftpark – utan korridor). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

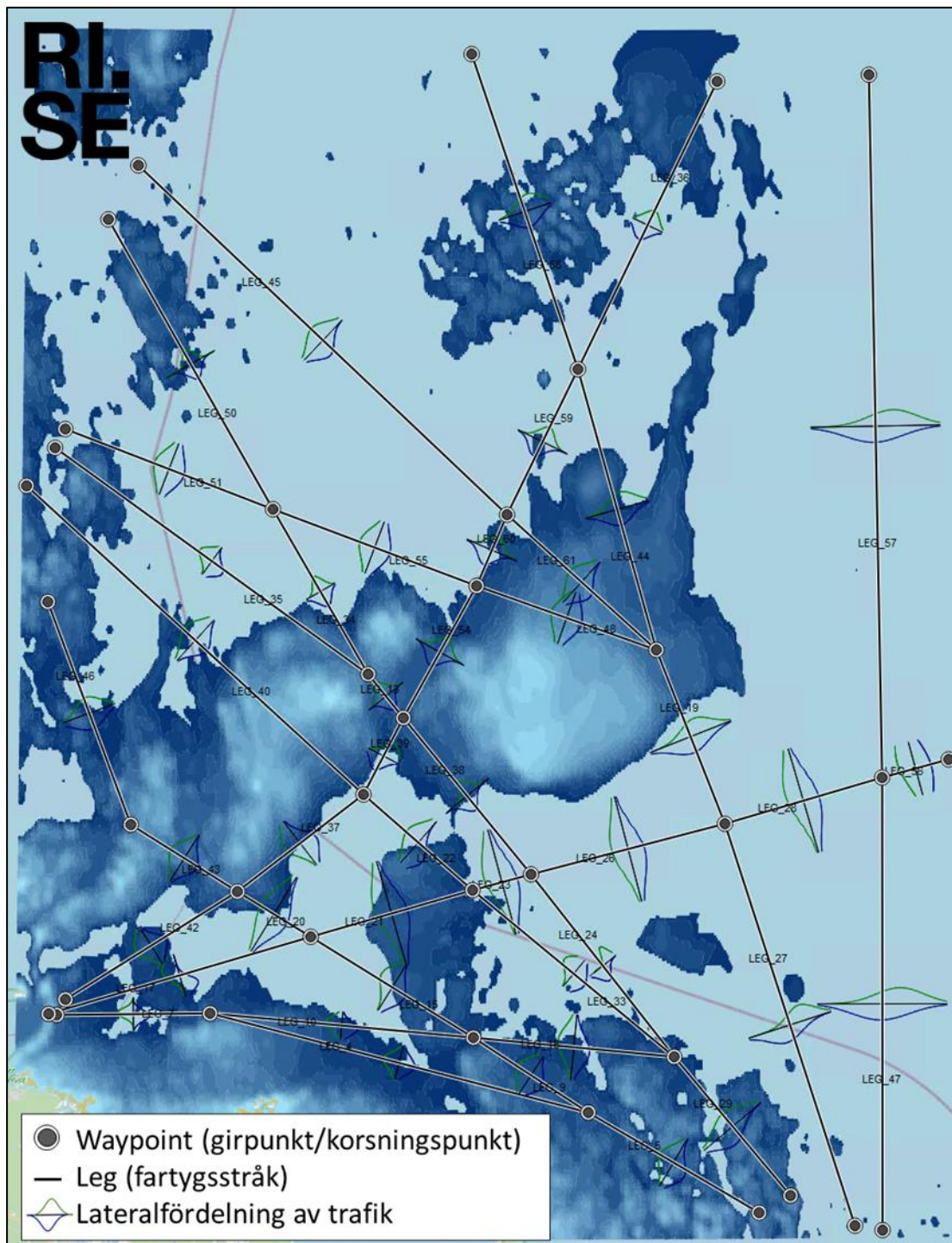
För fall D (med vindkraftpark – utan korridor), är den beräknade sannolikheten för allision som högst utmed den östligaste delen av den södra sidan.

4.2 Beräkning av kumulativa olyckssannolikheter

Utöver Olof Skötkonung planeras det även för andra vindkraftparker i Bottenhavet som i likhet med Olof Skötkonung förutsätter omdirigering av sjötrafik. I tillägg till IWRAP-beräkningar för enbart vindkraftpark Olof Skötkonung har därför ett större geografiskt område modellerats där Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark inkluderas. Utbredningar för Fyrskeppet och Najaderna antas enligt områden i Vindbrukskollen. Detta möjliggör en utvärdering av ett framtida antaget trafikmönster samt en kvantifiering av hur sjösäkerheten påverkas i form av förändrade kollisions-, grundstötnings- samt allisionssannolikheter i det fall samtliga tre vindkraftparker etableras. För vindkraftpark Olof Skötkonung har vindkraftparkens utbredning modellerats för alternativet utan korridor, "Ansökningsområde #2 utan korridor", då detta

utbredningsalternativ antas ge mest kumulativa effekter med hänsyn till sjötrafikens framkomlighet i området.

Figur 4.15 visar IWRAP-modellen som beräkningarna utan vindkraftparker baseras på.

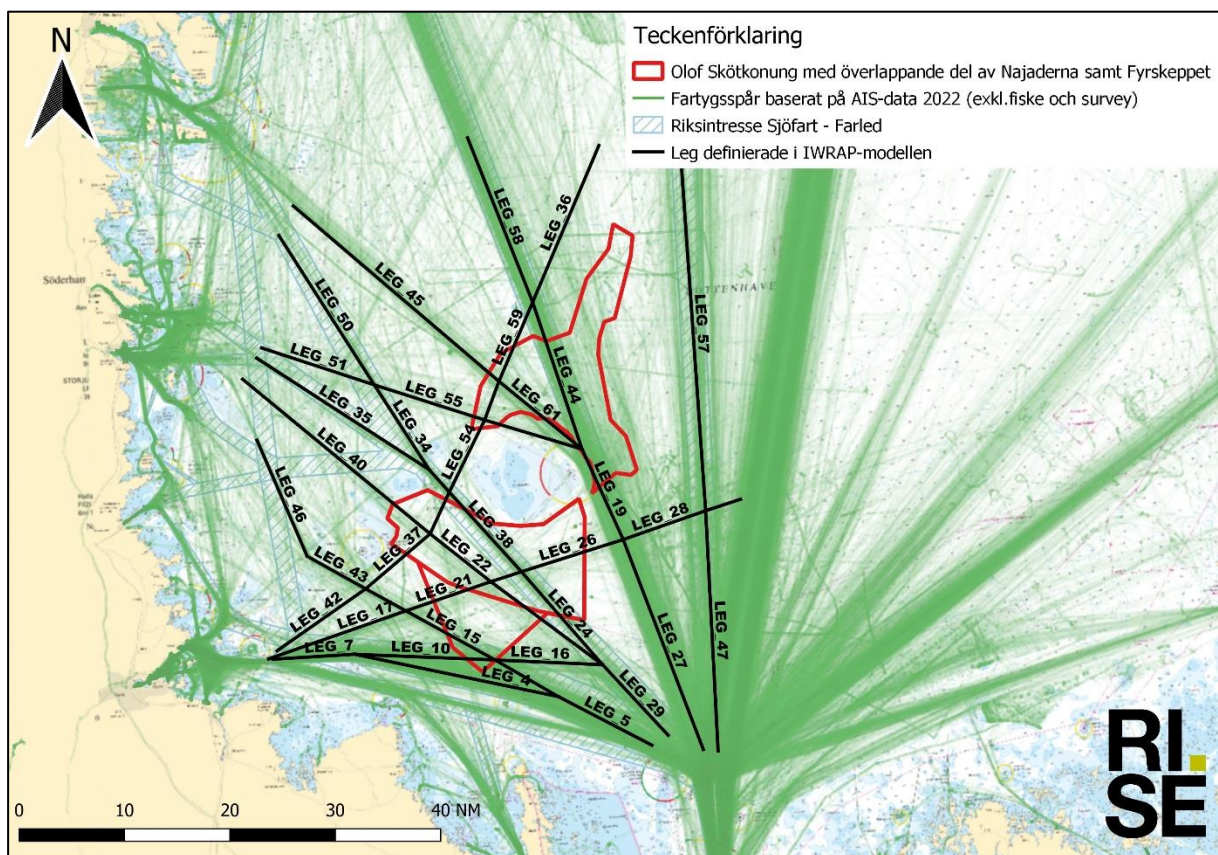


Figur 4.15 IWRAP-modell för beräkning av kumulativa olyckssannolikheter utan vindkraftpark Olof Skötkonung, Najaderna samt Fyrskeppet

4.2.1 Förändrat trafikmönster på grund av kumulativa effekter

Skulle en etablering ske av både Olof Skötkonung vindkraftpark (utan korridor), Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark söder om Olof Skötkonung, antas handelsfartyg som tidigare passerat på rutten genom dessa områden att trafikera andra rutten, vilket innebär ett förändrat trafikmönster med nya fartygsstråk. En del mindre fartyg, såsom fiskebåtar, mindre arbets- och servicebåtar samt fritidsbåtar, kommer troligen att passera mellan vindkraftverken i de aktuella parkerna. I de aktuella IWRAP-modellerna modelleras vindkraftparkerna som stängda områden vilket gör att inga fartyg kan passera genom dessa områden. För beräkningar av incident- och olyckssannolikhet antas därför all trafik gå på stråk utanför vindkraftparkerna.

Figur 4.16 visar dagens trafikmönster baserat på AIS-data från 2022 (exkl. fiske och survey) samt leg definierade i IWRAP modellen.



Figur 4.16 Dagens trafikmönster baserat på AIS-data från 2022 (exkl. fiske och survey) samt leg definierade i IWRAP-modellen.

Figur 4.17 visar hur trafikmönstret antas förändras vid en etablering av både Olof Skötkonung vindkraftpark, Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark söder om Olof Skötkonung.

Följande omdirigeringar antas:

Av de stråk (legs) som definierats i IWRAP-modellen för dagens trafik i det aktuella området är det ett stråk som går igenom området för Fyrskeppet vindkraftpark med trafik mellan Södra Kvarken och Sundsvall (leg 27, 19, 44, 58). Fartygen på detta stråk antas istället passera öster/norr om Fyrskeppet. I IWRAP-modellen har stråket lagts så att avståndet mellan centrum på stråket och det norra hörnet av vindkraftpark Fyrskeppet är ca 1,0 M. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 3 M för de ca 550 fartyg per år som trafikerar stråket.

Trafiken mellan Södra Kvarken och Iggesund som går genom Fyrskeppet (leg 27, 19, 61, 45) omdirigeras till en rutt öster/norr om Fyrskeppet. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 16 M för de ca 250 fartyg per år som trafikerar stråket.

Trafik som idag går till/från Iggesund (leg 50) och som idag går inom riksintresset som löper genom Olof Skötkonung antas välja en rutt öster/norr om Fyrskeppet. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 21 M för de ca 80 fartyg per år som trafikerar stråket.

Även trafiken som går till/från Söderhamn och Vallvik och som idag går genom sydvästra delen av Fyrskeppet (leg 55, 51) antas välja en rutt öster om Fyrskeppet. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 26 M för de ca 200 fartyg per år som trafikerar stråket.

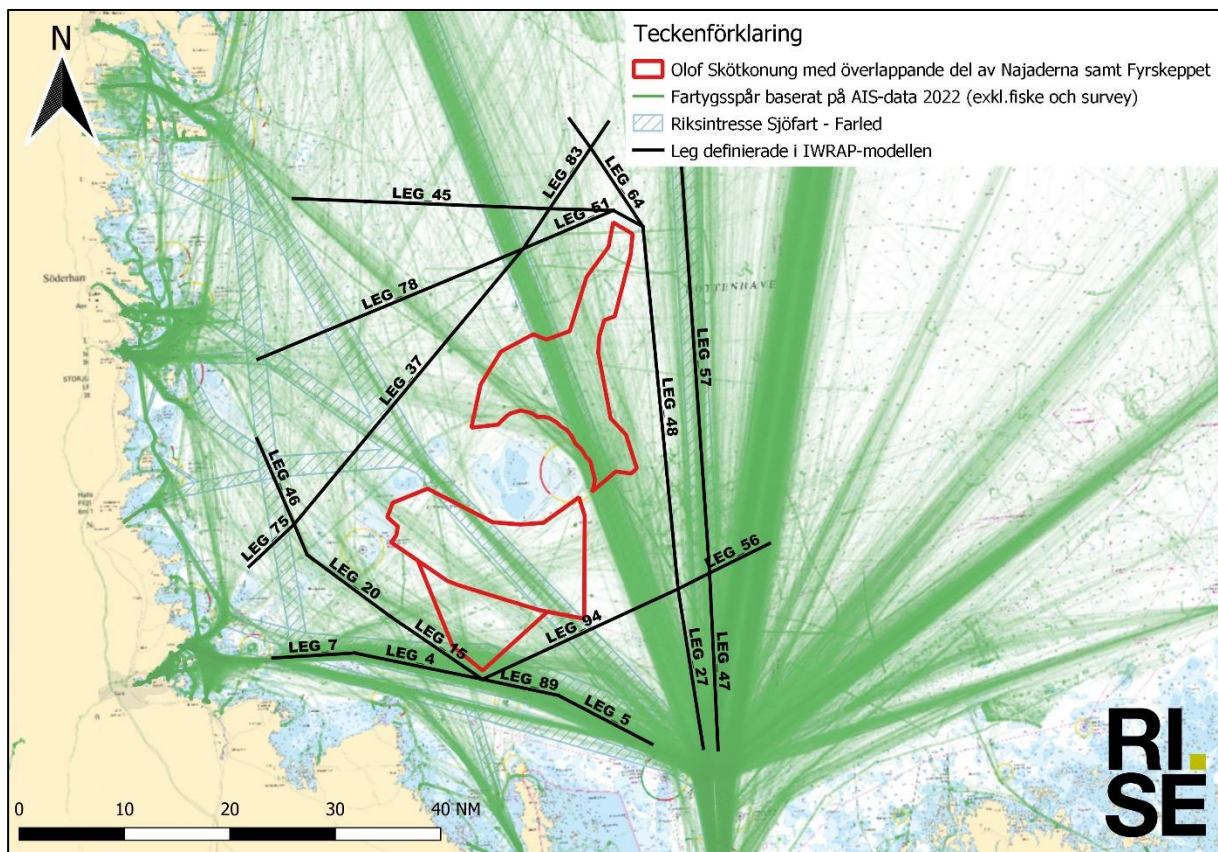
För trafiken som går till/från Söderhamn och Vallvik (leg 35) och som idag går inom riksintresset som löper genom Olof Skötkonung antas välja en rutt söder om Najaderna. I IWRAP-modellen har stråket lagts så att avståndet mellan centrum på stråket och södra spetsen av vindkraftpark Najaderna är ca 0,7 M. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 3 M för de ca 180 fartyg per år som trafikerar stråket.

Även trafiken som går till/från Söderhamn och Vallvik (leg 40) som idag går genom västra delen av Olof Skötkonung antas välja en rutt söder om Najaderna. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 3 M för de ca 80 fartyg per år som trafikerar stråket.

Trafik som går till och från Gävle och som passerar området för Najaderna och Olof Skötkonung i nordostlig/sydvästlig riktning (leg 17) antas i stället passera söder om Najaderna. Det förändrade stråket innebär en rutförlängning på ca 2 M för de ca 200 fartyg per år som trafikerar stråket.

Trafik som går till/från Gävle och som passerar södra delen av området för Najaderna i ost/västlig riktning antas även de omdirigeras till att gå söder om området för Najaderna. Det förändrade stråket innebär en minskning av rutten på ca 2 M för de ca 250 fartyg per år som trafikerar stråket.

För trafiken som passerar västra delen av området för Fyrskeppet samt passerar västra delen av området för Olof Skötkonung (leg 37) antas en rutt längre västerut, med passage väster om intilliggande grundområden. Det förändrade stråket antas inte innebära någon rutförlängning för de fartyg som trafikerar där.



Figur 4.17 Antagen omdirigering av trafik som tidigare passerat genom området för de aktuella vindkraftparkerna.

4.2.2 Matematisk modell

Se kapitel 4.1.2 för beskrivning av matematisk modell i IWRAP.

De redovisade numeriska värdena för kumulativa kollision-, grundstötnings- och allisionssannolikheter analyseras ur ett jämförande perspektiv för att identifiera eventuella signifikanta skillnader mellan nulägesbildens incidentsannolikheter och de som kan förväntas uppstå när vindkraftparkerna Olof Skötkonung (utan korridor), Fyrskeppet samt ej överlappande del av Najaderna har etablerats.

Beräkningar genomförs för två olika trafikscenarier.

- Scenario 1 - "base case"
Trafikmönster samt trafikintensitet baserat på AIS-data från 2022 och representerar dagens trafikintensitet.
- Scenario 2
Innebär en trafikökning på 20 % på samtliga legs jämfört med dagens trafik, dvs. scenario 1.

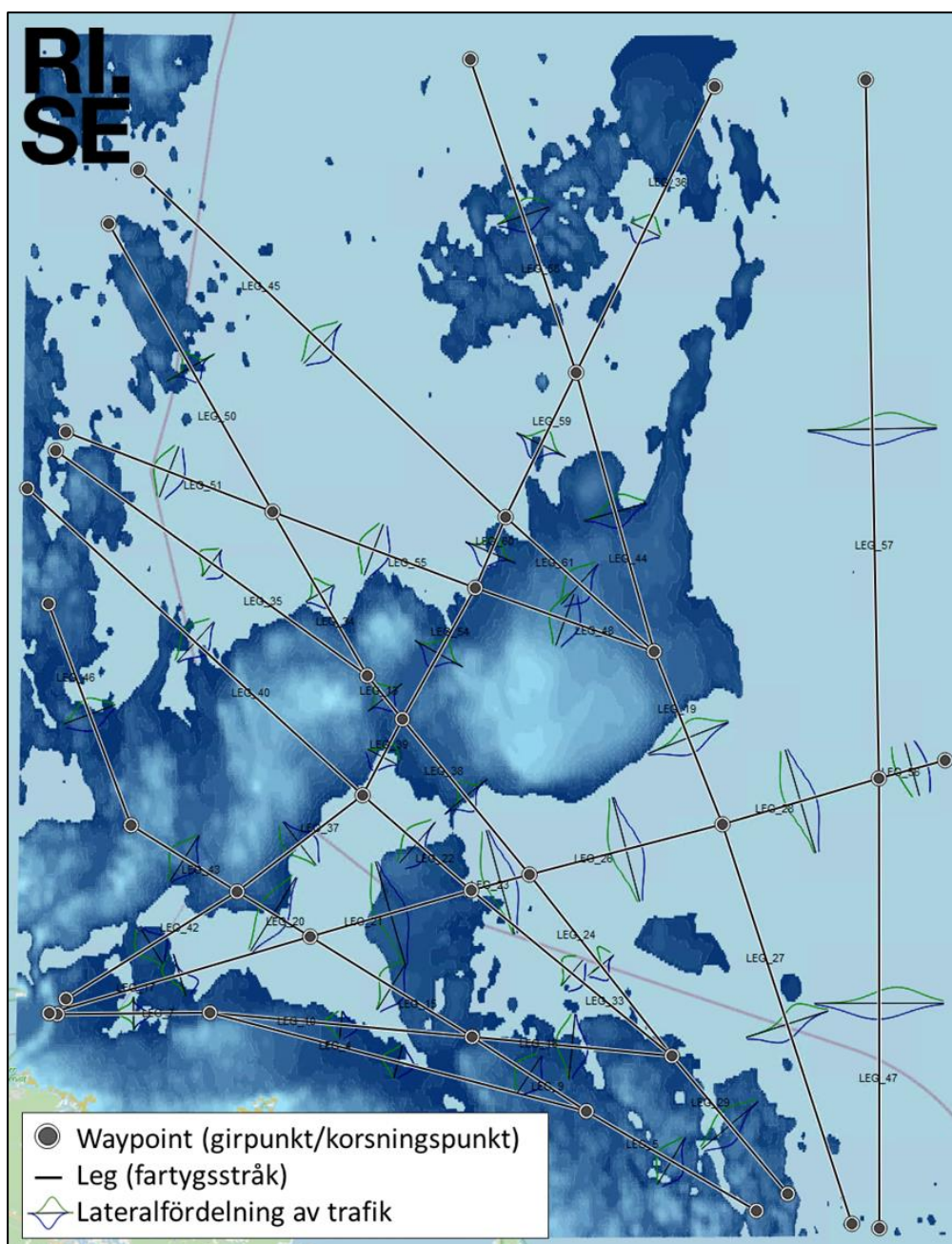
För respektive trafikscenarion görs beräkningar för två olika fall, se Figur 4.18 och Figur 4.19:

- *Utan vindkraftparker*

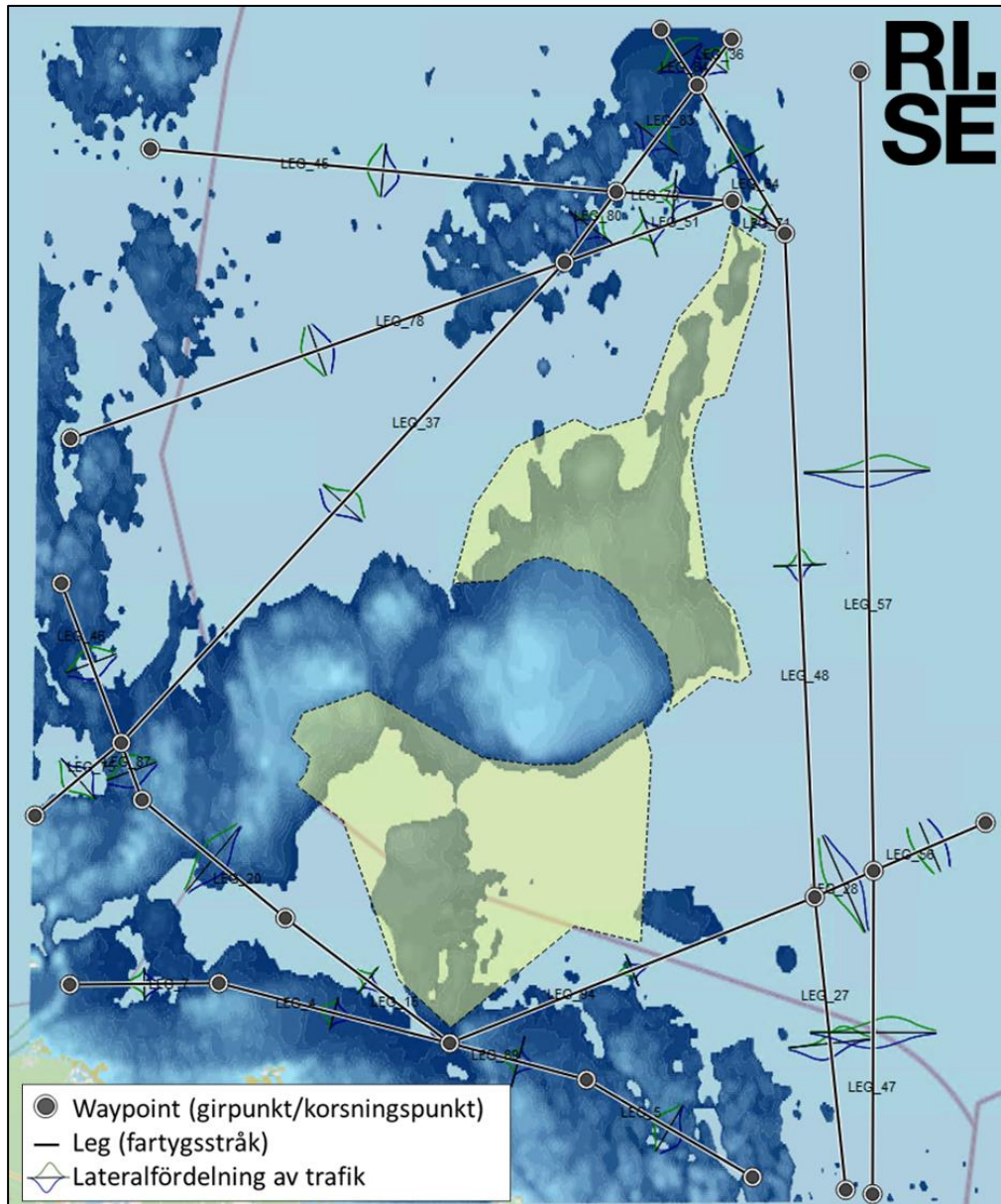
Utgör ett nollalternativ och beräknas för att kunna jämföra hur kumulativa olyckssannolikheter påverkas av en etablering. Modellen avser avspegla aktuellt trafikmönster i området.

- *Med vindkraftparker (Olof Skötkonung, Fyrskeppet samt ej överlappande del av Najaderna)*

Avser fallet när Olof Skötkonung vindkraftpark har etablerats i enlighet med "Ansökningsområde #2 – utan korridor", samt Fyrskeppet vindkraftpark och ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark (med utbredningar enligt Vindbrukskollen (Vindbrukskollen, 2023).



Figur 4.18 IWRAP-modell utan vindkraftparker



Figur 4.19 IWRAP-modell med vindkraftpark Olof Skötkonung (Ansökningsområde #2 utan korridor), Fyrskippet samt ej överlappande del av vindkraftpark Najaderna, med förändrat trafikmönster.

4.2.3 Resultat kumulativa effekter

Tabell 4.4 och

Tabell 4.5 redovisar beräknade sannolikheter för grundstötning, allision med någon av de ingående vindkraftparkerna och kollision, samt den beräknade sammanlagda sannolikheten för någon typ av incident för de olika beräkningsfallen.

Tabell 4.4 Beräknade olyckssannolikheter (incidenter/år) för trafikscenario 1 – kumulativa effekter. E anger tiopotensfaktor, exempelvis E-04 = 10^{-4}

SCENARIO 1 ("base case" med nuvarande trafik)	Utan vindkraftparker	Med vindkraftparker (Olof Skötkonung, Fyrskeppet samt ej överlappande del av Najaderna)
Powered Grounding	6,73E-04	1,07E-03
Drifting Grounding	3,28E-03	2,91E-03
Total Groundings	3,95E-03	3,98E-03
Powered Allision	---	3,64E-04
Drifting Allision	---	2,84E-02
Total Allisions	---	2,88E-02
Overtaking	4,68E-05	1,21E-04
HeadOn	2,22E-04	5,73E-04
Crossing	1,76E-04	1,70E-04
Merging	3,20E-05	4,32E-05
Bend	1,09E-04	4,86E-04
Total Collisions	5,86E-04	1,39E-03
Total Incidents	4,54E-03	3,42E-02

Tabell 4.5 Beräknade olyckssannolikheter (incidenter/år) för trafikscenario 2 – kumulativa effekter. E anger tiopotensfaktor, exempelvis $E-04 = 10^{-4}$.

SCENARIO 2 (20 % trafikökning)	Utan vindkraftparker	Med vindkraftparker (Olof Skötkonung, Fyrskeppet samt ej överlappande del av Najaderna)
Powered Grounding	8,07E-04	1,29E-03
Drifting Grounding	3,94E-03	3,49E-03
Total Groundings	4,75E-03	4,78E-03
Powered Allision	---	4,36E-04
Drifting Allision	---	3,41E-02
Total Allisions	---	3,46E-02
Overtaking	6,73E-05	1,74E-04
HeadOn	3,19E-04	8,25E-04
Crossing	2,54E-04	2,44E-04
Merging	4,61E-05	6,22E-05
Bend	1,57E-04	6,99E-04
Total Collisions	8,44E-04	2,01E-03
Total Incidents	5,59E-03	4,14E-02

Den beräknade sannolikheten för grundstötning (*total groundings*) ökar enbart marginellt i fallet med vindkraftparker. Den beräknade returperioden för trafikscenario 1, för fallet utan vindkraftparker, visar att en grundstötning beräknas ske en gång på ca 253 år. För fallet med vindkraftparker blir den beräknade returperioden ca 251 år.

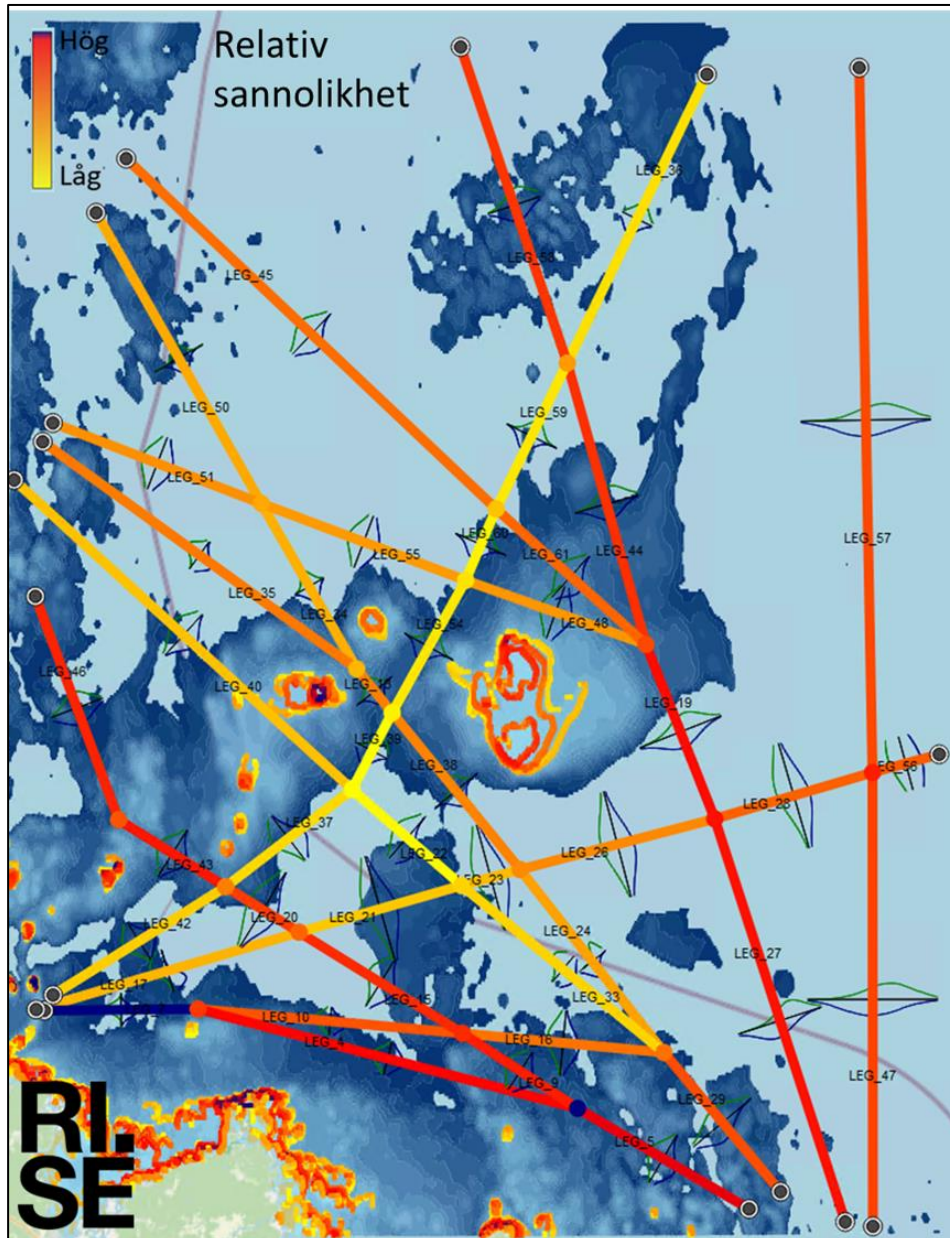
Den beräknade sannolikheten för kollision (*total collisions*) ökar med ca 138 % i fallet med vindkraftparker jämfört med fallet utan vindkraftparker. Detta eftersom en hopträngning av trafiken sker öster om Fyrskeppet samt söder om Najaderna. För trafikscenario 1 beräknas en kollision ske en gång på ca 1 706 år utan vindkraftparker och en gång på ca 718 år med vindkraftparker.

Beräkningar för trafikscenario 1, med vindkraftparker, visar att en allision med någon av de inkluderade vindkraftparkerna kan förväntas ske en gång på ca 35 år.

Den beräknade sannolikheten för en allision är högre än den för både grundstötning och kollision vilket gör att den sammanlagda incidentsannolikheten blir betydligt högre i fallet med vindkraftparker jämfört med utan. För fallet utan vindkraftparker beräknas den sammanlagda incidentsannolikheten till $4,54 \times 10^{-3}$ incidenter/år för trafikscenario 1, vilket motsvarar en returperiod med en incident på ca 220 år. För fallet med vindkraftparker är motsvarande returperiod för den sammanlagda incidentsannolikheten ca 29 år.

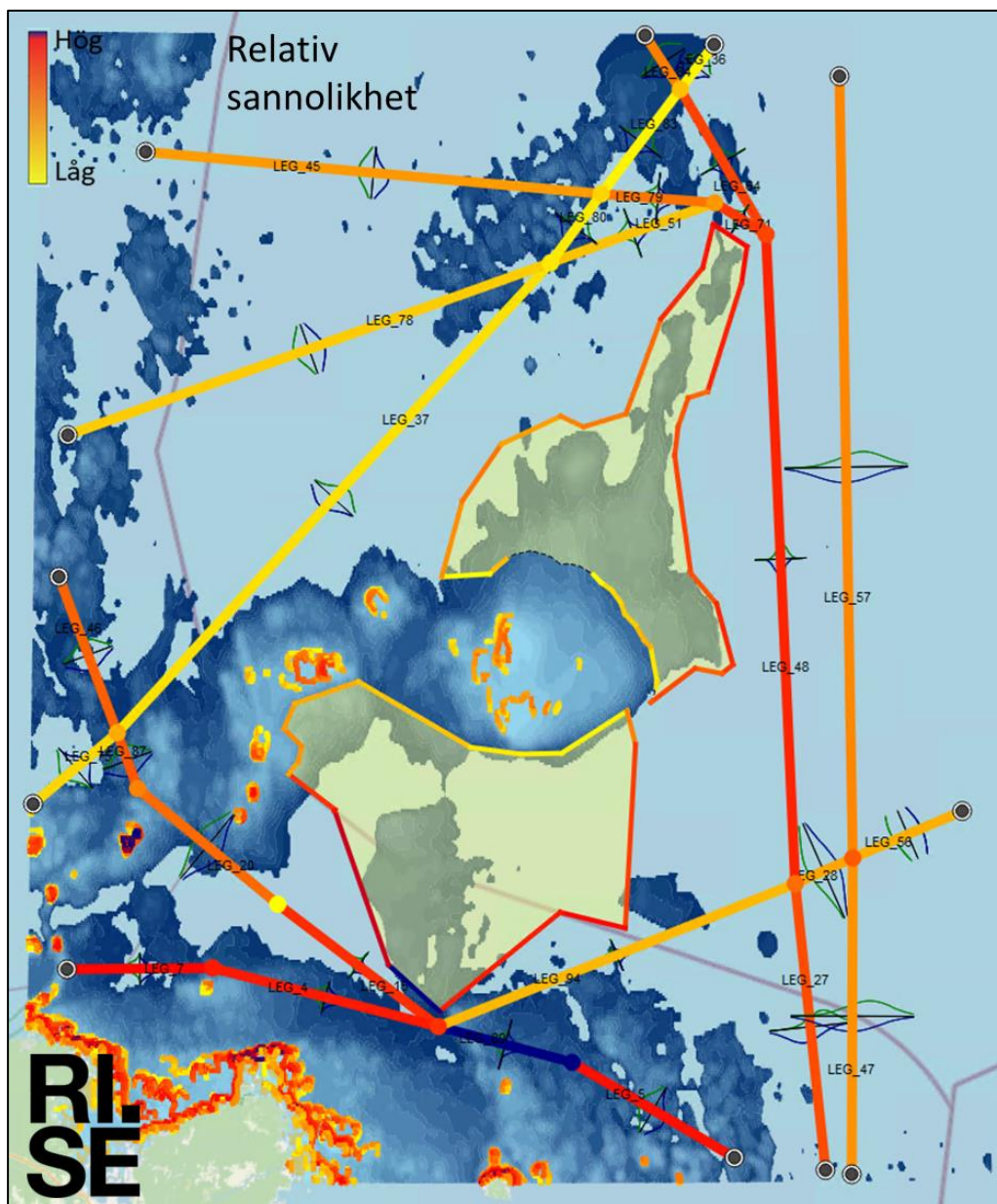
Figur 4.20 och Figur 4.21 visar IWRAP-illustrationer som indikerar vid vilka *leg* och *waypoints* som sannolikheten för kollision är som högst samt utmed vilken del av ingående vindkraftparkerna som sannolikheten för en allision är som högst. I färgskalan, blå-röd-gul,

som används i illustrationerna indikerar mörkblå färg det område, leg respektive den waypoint där sannolikheten är som högst. Rött indikerar en lägre sannolikhet och gul indikerar lägst sannolikhet. Färgskalan är relativ inom varje IWRAP-beräkning, dvs en viss färg kan vara kopplad till olika absolutbelopp på sannolikhet i olika körningar. I illustrationerna syns också grundområden med olyckssannolikheten indikerad i samma färgskala.



Figur 4.20 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för kumulativa olyckssannolikheter utan vindkraftpark Olof Skötkonung, Najaderna samt Fyrskeppet. Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För trafikscenario 1, utan vindkraftparker, är den beräknade kollisionssannolikheten för en enskild punkt störst i waypointen nordost om Argos grund, där möte sker mellan fartyg på väg till/från Gävle samt fartyg på väg till/från Söderhamn och Vallvik. Det stråk där den beräknade kollisionssannolikheten är störst är stråket där trafiken går in till Gävle (leg 7).



Figur 4.21 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för kumulativa olyckssannolikheter med vindkraftpark Olof Skötkonung, Najaderna samt Fyrskeppet. Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För trafikscenario 1, med vindkraftparker, är den beräknade kollisionssannolikheten för en enskild punkt fortsatt störst i waypointen nordost om Argos grund. Det stråk där den beräknade kollisionssannolikheten är störst är stråket där trafiken går till/från Gävle samt till/från Söderhamn och Vallvik. Högst sannolikhet för allision (*total allision*) är det utmed södra sidan av Najaderna med mycket trafik som passerar på ett begränsat avstånd.

4.3 Uppskattning av sannolikheter för övriga identifierade faror

I samband med haziden identifierades ett antal faror, vilka inte direkt antas innebära kollision, grundstötning eller allision och därmed inte kan kvantifieras och beräknas med IWRAP.

4.3.1 Störningar på marin radar

Fartyg som passerar nära vindkraftparken riskerar att få radarstörningar. Fartyg använder två olika radartyper; S-band, som har en våglängd på 10 cm, och X-band som har en kortare våglängd: 3 cm. För navigering i tättrafikerade och begränsade områden används primärt X-band, för bättre upptäckt av det som rör sig i närområdet. S-band är mer av en översiktsradar, men nödvändig för en tidig upptäckt av radarmål. De två radartyperna kompletterar varandra och båda typerna används ombord på fartyg.

När ARPA (Automatic Radar Plotting Systems) används för att följa radarmål i närheten av en vindkraftpark, exempelvis ett mindre fartyg som passerar genom vindkraftparken, kan ARPAn tappa sin plot och i stället hoppa till ett annat mål, s.k. "target swop". Även möjligheten att följa ett radarmål och få viktiga data om CPA⁵(Closest Point of Approach) och TCPA⁶(Time to Closest Point of Approach) går då förlorad. Studier har visat att särskild försiktighet bör iakttas vad gäller pulslängd, val av räckvidd och förstärkning upp till 1,5 M från vindkraftparken för att minimera radarstörningar. Interaktion mellan vindkraftverken och fartygsradar kan generera falska ekon och radarklutter (störningar i form av svaga ekon som kan dölja verkliga radarmål) kan då uppstå på samma avstånd från fartyget som vindkraftverket. (PIANC, 2018).

Enligt PIANC kan passage av vindkraftparken på ett avstånd mindre än 1,5 M (2 778 m) innebära att störningar på fartygsradarns S-band uppstår, vilket enligt PIANC utgör en medelhög risk eftersom detta kan innebära s.k. "small target loss". Detta kan exempelvis leda till att mindre båtar eller andra mindre hinder inte syns på radarn och därmed upptäcks för sent. Vid passage på ett avstånd mindre än 0,25 M (ca 500 m) kan även störningar på radarns X-band uppstå, vilket kan medföra spökekon, eller så kallade falska ekon, vilket enligt PIANC utgör en mycket hög risk.

Exakt vilka och hur mycket störningseffekter som uppstår beror på flera saker. Troligtvis ger ett ökat avstånd mellan vindkraftverken en mindre påverkan, medan större vindkraftverk troligtvis ger en viss ökning i störningseffekt. Hur mycket störningar som uppstår beror också på var det enskilda fartyget har sin radar placerad (L.S.Rashid, 2007). Vad den faktiska radarstörningseffekten blir i en vindkraftpark med stora vindkraftverk, men med ett större avstånd mellan varje vindkraftverk, behöver modelleras och studeras för varje enskild vindkraftpark för att kunna fastställas.

Det kan inte med säkerhet sägas hur fartygen kommer röra sig runt vindkraftpark Olof Skötkonung men varje befälhavare ansvarar för att framföra sitt fartyg på ett säkert sätt. Störningar på fartygens X-band bör av detta skäl inte uppstå då passage på mindre än 0,25 M skulle vara förenat med nautiska risker. Passager närmare än 1,5 M antas kan komma att ske varför störningar på S-bandsradar eventuellt kan uppstå.

⁵ CPA: Closest Point of Approach. Beräknat minsta passageavstånd, från radar till mål.

⁶ TCPA: Time to Closest Point of Approach: Tiden till minsta passageavstånd, om ingen åtgärd vidtas.

4.3.2 Svårigheter att bekämpa ett eventuellt utsläpp

Vindkraftverken kan försvåra framkomligheten och begränsa tillgängligheten inom vindkraftparken. Skulle ett utsläpp av olja ske i närheten av vindkraftparken kan begränsning och upptagning av olja försvåras genom att Kustbevakningens miljöskyddsfartyg inte kan agera fritt i området.

I närheten av Olof Skötkonung finns ett antal trafikerade fartygsstråk, där flera olika fartygstyper är representerade. Tankfartyg förekommer frekvent, men även andra fartyg har olja ombord i form av bunker och konsekvensen vid ett utsläpp från ett fartyg sydväst om vindkraftparken är att oljan sannolikt, på grund av de förhärskande sydvästliga vindarna, driver mot och genom vindkraftsparken. Trafikintensiteten på fartygsstråken sydväst om Olof Skötkonung är dock mycket låg enligt Tabell 1.2. På stråket in till Gävle gjordes under 2022 1 400 passager och på det mindre stråket mellan Gävlestråket och Olof Skötkonung beräknas det efter omdirigering göras ca 700 passager per år. Baserat på trafikintensiteten kan sannolikheten för ett oljeutsläpp i parkens närhet anses låg. Beroende på vindriktning, och eventuell strömriktning, skulle dock ett eventuellt oljeutsläpp från ett fartyg på dessa stråk ganska snabbt spridas in i parkområdet.

Sannolikheten för att ett större utsläpp sker inom vindkraftparkområdet bedöms vara mycket liten eftersom vindkraftsområdet i första hand förutsätts trafikeras av service- och underhållsfartyg samt mindre fartyg såsom fiskebåtar och fritidsbåtar.

4.3.3 Service/underhållsfartyg

Under driftfasen kommer vindkraftparken att medföra tillkommande trafik i form av service- och underhållsfartyg till och från parken. Vilken hamn dessa fartyg kommer att utgå ifrån är inte fastslaget, men troligen en hamn belägen i närområdet. Beroende på vilken hamn det blir kan service- och underhållsfartygen komma att behöva korsa fartygsstråket/fartygsstråken som går söder om parkområdet för att ta sig till och från området, vilket innebär risk för kollisioner mellan dessa fartyg och trafiken på fartygsstråket/fartygsstråken.

För att göra en konservativ bedömning antas den hamn som innebär ett *worst case scenario* som bashamn för servicetrafiken, och ett *worst case scenario* antas utifrån den hamn där det kommer att ske flest antal korsningar mellan fartygstrafik på stråken söder om Olof Skötkonung och servicetrafik, och Öregrund antas därför som *worst case scenario* i föreliggande riskanalys.

Trafik till och från vindkraftparken med service- och underhållsfartyg förväntas ske dagligen, vilket innebär ca 700 passager per år.

Tabell 4.6 visar sammanställning av antaganden och beräkningar för uppskattning av sannolikheten för ett scenario där service- / underhållsfartyg och fartyg på fartygsstråket söder om Olof Skötkonung är på korsande kurs med varandra.

Tabell 4.6 Sammanställning av uppskattande beräkningar för korsande kurser mellan service-/underhållsfartyg och fartyg på stråket söder om Olof Skötkonung.

A: Servicefartyg som korsar fartygsstråk söder om Olof Skötkonung		B: Fartyg på stråk söder om Olof Skötkonung	
Längd (m)	50	Längd (m)	200
Hastighet (knop)	15	Hastighet (knop)	12
Antal passager per år	700	Antal passager per år	1800
A exponerar sig för att bli påseglad av B under sammanlagt (min/år)		76	
B exponerar sig för att bli påseglad av A under sammanlagt (min/år)		973	
Sannolikhet att B håller korsande kurs mot A (tillfällen/år)		0,3	
Sannolikhet att A håller korsande kurs mot B (tillfällen/år)		1,3	
Sammanlagd sannolikhet för korsande kurser mellan A och B (tillfällen/år)		1,5	

Baserat på beräkningarna i Tabell 4.6 kan en situation där ett service- / underhållsfartyg är på kollisionskurs med fartyg på stråket söder om Olof Skötkonung förväntas uppstå ca 1 -2 gånger per år. Denna sannolikhet skall dock ej förväxlas med sannolikheten för kollision eftersom fartygen i en plats av korsande trafikflöden förutsätts iaktta gällande sjövägsregler och att det väjningsskyldiga fartyget justerar kurs eller fart så att en närsituation undviks. Service-/underhållsfartygen antas vara relativt snabbgående och ha god manöverförmåga vilket gör att de antas ha goda förutsättningar att kunna undvika en potentiell kollision med ett fartyg på fartygsstråket.

4.3.4 Övrig trafik i området

Genomförda IWRAP-beräkningar inkluderar inte fritidsbåtstrafik eftersom de flesta fritidsbåtar saknar AIS-transponder och därmed inte omfattas av tillgänglig AIS-data. Förekomsten av fritidsbåtar antas vara mycket låg i området, med tanke på Olof Skötkonungs läge i öppet hav ca 14 M ut från kusten.

Med ett avstånd på ca 1,3 M (2,5 km) mellan vindkraftverken bedöms det dock möjligt för fritidsbåtar att passera på ett säkert sätt genom vindkraftparken, om en fritidsbåt ändå skulle passera. Sannolikheten för allision med något av vindkraftverken bedöms som låg tack vare det stora avståndet mellan vindkraftverken samt eftersom fritidsbåtsintensiteten är mycket låg. Under sommarsäsongen, när trafikintensiteten är som högst, är ofta väderförhållanden goda vilket också bidrar till att begränsa sannolikheten för allision.

Fiske förekommer i området runt vindkraftparken och i passagestatistiken som är framtagen för trafiken runt området för 2022 finns ca 20 fiskefartyg registrerade, primärt öster och väster om projektområdet. Var fisket bedrivs kan dock variera mellan åren. För små fiskebåtar, under 13 m, finns dock inget krav på AIS men många små fiskebåtar har trots detta AIS av säkerhetsskäl, och de flesta fiskebåtarna kan därmed antas omfattas av trafikanalysen. På samma sätt som fritidsbåtar bedöms dock att eventuella fiskebåtar kan röra sig säkert genom vindkraftparken och sannolikheten för en allision för ett fiskefartyg med anledning av den låga förekomsten bedöms som låg.

Utöver service- och underhållsbåtar samt fiske- och fritidsbåtar kan även en del andra mindre båtar såsom små arbetsbåtar och sjöräddningsbåtar kan komma att passera genom området. Omfattningen av denna trafik bedöms dock som mycket låg.

4.4 Uppskattning av konsekvenser

Konsekvenserna vid en kollision mellan fartyg bedöms kunna bli allvarigare än vid en grundstötning eftersom en kollision kan ske med högre relativ hastighet och orsaka större skador på de fartyg som är inblandade, jämfört med grundstötning som i de flesta fall kommer att ske i låg fart. En kollision kan även bland annat leda till ett brandscenario, detta är mindre troligt vid en grundstötning. Fartyget kan också få stora stabilitetsproblem med förlisning som följd. Eventuell bärgning av fartyg som har förlit försvåras avsevärt om detta ska göras på djupt vatten jämfört med om detta behöver ske till följd av en grundstötning. Även eventuella utsläpp av last eller fartygsbränsle riskerar att bli större vid en kollision jämfört med vid en grundstötning. Störst konsekvenser kan förväntas uppstå vid en kollision där ett fartyg kör in i sidan av ett annat, vilket kan ske vid s.k. *crossing*-, *merging*- och *bend collision*.

Konsekvenserna vid en allision med vindkraftparken, dvs. interaktion med parkområdet, kommer i de flesta fall inte bli allvarig, endast i de fall interaktionen med vindkraftparken leder till en faktisk allision med ett av vindkraftverken. En *powered allision*, dvs. när ett fartyg seglar in i vindkraftparken, bedöms medföra allvarigare konsekvenser än *drifting allision* eftersom *drifting allision* sker med en låg hastighet, ca 1 knop, medan en *powered allision* kan antas ske med en hastighet på ca 10 - 15 knop.

Konsekvenserna för respektive fara kan inte uppskattas kvantitativt, i stället har konsekvenserna för respektive fara endast bedömts kvalitativt där olika typer av konsekvenser jämförs med varandra.

Avsnitt 4.4.1 till 4.4.3 beskriver aspekter som beaktats vid bedömning av konsekvenser.

4.4.1 Säkerhetsavstånd

Det dimensionerande fartyget för stråket inom den eventuella korridoren genom ansökningsområdet (utmed riksintresse sjöfart – farled) antas vara 173 m långt enligt trafikstatistik för 2022 (baserat på Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer, se avsnitt 1.4.2). Med ett dimensionerande fartyg på 173 m krävs ett säkerhetsavstånd på ca 1,13 M (2 094 m) mellan vindkraftparkens gräns och fartygsstråkets ytterkant för att uppfylla kriteriet gällande acceptabelt säkerhetsavstånd för undanmanöver enligt rekommendationerna (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

Största (längsta) fartyget att passera inom den eventuella korridoren enligt trafikstatistik för åren 2018 – 2022 hade en fartyglängd om 180 m, vilket enligt rekommendationerna kräver ett säkerhetsavstånd på ca 1,15 M (ca 2 136 m).

Kriteriet för undanmanöver utgår från att det ska vara möjligt för fartygen på stråket att göra en 360-gradersgir åt styrbord. En sådan manöver antas i första hand kunna utgöra en åtgärd för att undvika en *head-on collision*, alternativt för att undvika en *crossing* eller *merging collision*, om ingen annan åtgärd, som kursändring eller fartminskning, har avhjälpt situationen. Konsekvensen av ett mindre avstånd än vad som är tillräckligt för en 360-gradersgir kan eventuellt leda till en kollision om ett fartyg väljer att inte göra en undanmanöver i en situation där två fartyg befinner sig på kollisionskurs. Alternativt kan det leda till att manövern misslyckas och att en kollision därmed inte undviks, eller att en allision med vindkraftparken sker. Avståndet mellan vindkraftverken kommer i medel att vara ca 1,3 M (2,5 km) och beroende på var fartyget befinner sig kan det gå att göra en 360-gradersgir genom att nyttja

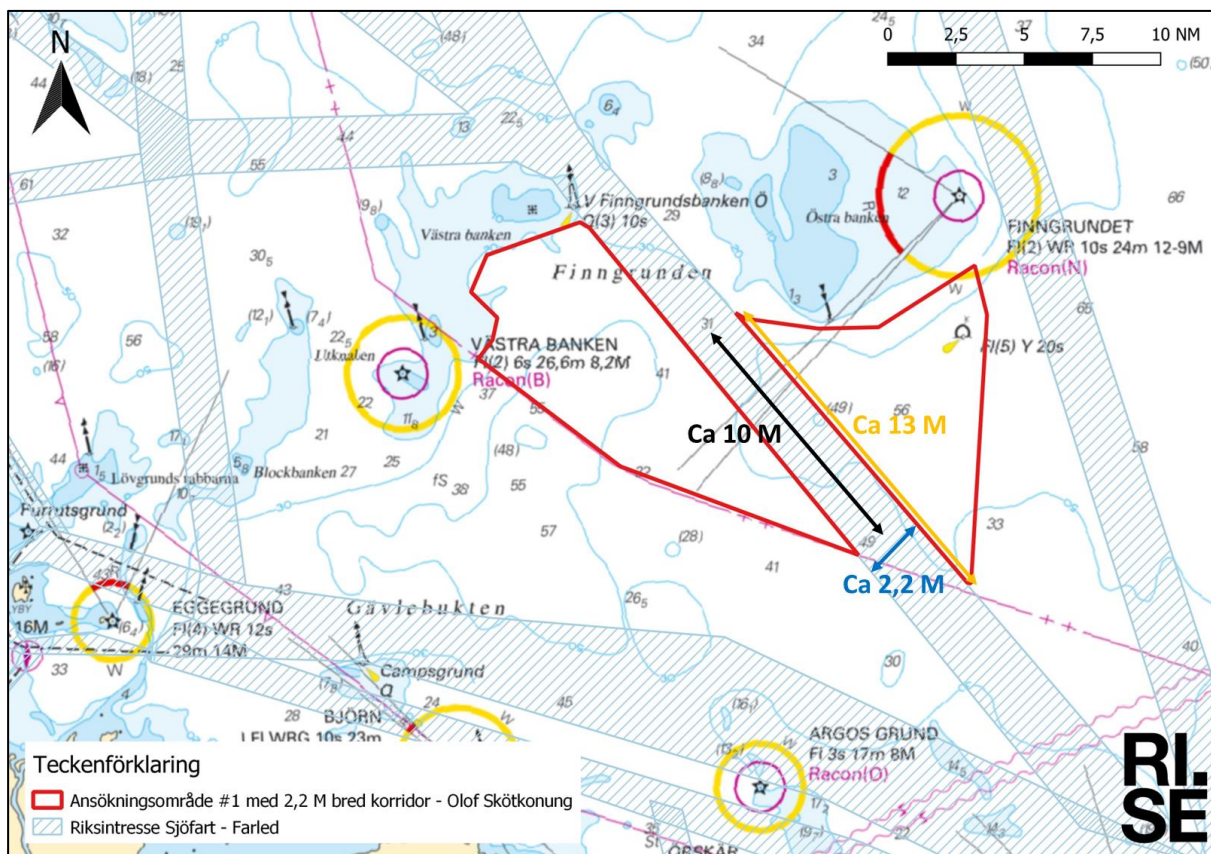
utrymmet mellan verken. En sådan manöver antas dock vara förenad med risker och antas därför endast utgöra en sista utväg för att försöka undvika kollision med ett annat fartyg.

Två alternativ utreds med olika bredd på korridoren (tilltänkt hänsynsområde) genom ansökningsområdet, vilka benämns "Ansökningsområde #1 med 2,2 M korridor" respektive "Ansökningsområde #1 med 3,5 M korridor". Tillgänglig utrymme är således 2,2 M respektive 3,5 M för de olika alternativen.

För att upprätthålla ett rekommenderat säkerhetsavstånd om 1,13 M från östra ytterkanten av stråket för norrgående fartyg genom korridoren till östra delområdets västra gräns, samt 1,13 M från västra ytterkanten av stråket för sydgående fartyg genom korridoren till västra delområdets östra gräns krävs sammantaget ett avstånd om 2,26 M. Därtill förväntas mötande trafik hålla ett passageavstånd om ca 1,0 M mellan fartygen. Vid fint väder och god sikt samt tydliga intentioner mellan mötande fartyg skulle passageavståndet kunna minskas till ca 0,5 M. Sammantaget ger detta ett behov av tillgängligt utrymme i korridoren om ca 2,8 M - 3,3 M.

Enligt brittiska Maritime & Coastguard Agency's vägledning "MGN 654 (M+F) Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) – Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response" (Maritime & Coastguard Agency, 2021) bör bredden på korridoren vara proportionerlig mot längden på korridoren baserat på en 20 graders kursavvikelse för att ta höjd för vindavdrift i hårt väder, när vindkraftverk är placerade på båda sidor om en korridor för sjöfart. Samma rekommendation ges i PIANCs rapport "MarCom WG Report 161: Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation" (PIANC, 2018).

Korridoren mellan östra och västra delområdet är ca 10 M lång utmed den sträcka där vindkraftverk kan komma att placeras på båda sidor av korridoren, se Figur 4.22. Räknat med en 20 graders kursavvikelse skulle det krävas en ca 3,42 M bred korridor enligt MGN 654 (Maritime & Coastguard Agency, 2021) samt PIANCs WG Report 161 (PIANC, 2018).



Figur 4.22 Illustration längd på korridor. Figuren visar alternativet för "Ansökningsområde #1 med 2,2 M bred korridor"

I MGN 654 anges även ett rekommenderat minsta avstånd om 3,5 M mellan vindkraftverk på vardera sida om en rutt (Maritime & Coastguard Agency, 2021).

På stråket igenom korridoren är trafikintensiteten mycket låg, med ca 250 passager per år efter antagna omdirigeringar, vilket innebär låg sannolikhet för möte och behov av undanmanövrer vid gång i korridoren.

Det dimensionerande fartyget på stråket utmed den östra sidan antas vara 190 m långt enligt trafikstatistik för 2022. Med ett dimensionerande fartyg på 190 m krävs ett säkerhetsavstånd på ca 1,19 M (2 196 m) mellan vindkraftparkens gräns och fartygsstråkets ytterkant för att uppfylla kriteriet gällande acceptabelt säkerhetsavstånd för undanmanövrer enligt rekommendationerna (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

Trafikstatistik för åren 2018 – 2022 visar på att totalt 2 fartygspassager skedde av större fartyg än det beräknat dimensionerande, i längdsegmenten mellan 250 – 350 m, utmed den östra sidan, varav det största (längsta) fartyget att passera hade en fartyglängd om 316 m. En fartyglängd om 316 m skulle enligt rekommendationerna kräva ett säkerhetsavstånd på ca 1,59 M (ca 2 952 m).

Efter att reducering av utbredningen kring det nordöstra hörnet gjorts för samtliga ansökningsalternativ är avståndet mellan ytterkanten på fartygsstråket på sydgående öster om vindkraftparken och vindkraftparkens östra gräns som minst ca 1,2 M (med ökande avstånd söderut), vilket innebär att det finns tillräckligt utrymme för ett dimensionerande fartyg på 190 m på sydgående att göra en undanmanövrer. För fartygen på nordgående finns inga hinder, annat än fartygstrafik, för undanmanövrer åt styrbord.

Trafik som går till och från Gävle och som idag passerar genom södra delen av ansökningsområdet i nordöstlig/sydvästlig riktning antas i stället passera söder om ansökningsområdet. Det dimensionerande fartyget på stråket söder om vindkraftparken antas vara 184 m långt enligt trafikstatistik för 2022. Med ett dimensionerande fartyg på 184 m krävs ett säkerhetsavstånd på ca 1,17 M (2 160 m) mellan vindkraftparkens gräns och fartygsstråkets ytterkant för att uppfylla kriteriet gällande acceptabelt säkerhetsavstånd för undanmanöver enligt rekommendationerna (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

Trafikstatistik för åren 2018 – 2022 visar att det största (längsta) fartyget att passera hade en fartygslängd om 243 m. En fartygslängd om 243 m skulle enligt rekommendationerna kräva ett säkerhetsavstånd på ca 1,36 M (2 514 m).

Vilket avstånd från vindkraftparken denna trafik kommer att upprätthålla är mycket osäkert och kommer troligen variera i hög grad. I analysen har för beräkning av olyckssannolikheter en antagen rutt förlagts med en girpunkt ca 1 M söder om det sydöstra hörnet, dock finns det utrymme att passera på en rutt med större avstånd från vindkraftparken.

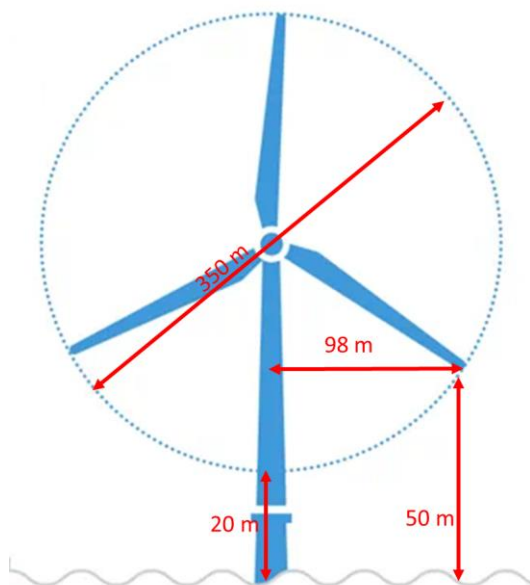
4.4.2 Interaktion med vindkraftpark och allision med enskilt vindkraftverk

De beräknade sannolikheterna för allision avser sannolikheten för att ett fartyg ska komma in i området för vindkraftparken. I de flesta fall kommer en interaktion med vindparken inte innebära en allision med något av vindkraftverken eftersom dessa bara upptar en liten andel av områdets yta. Avståndet mellan vindkraftverken kommer i medel att vara ca 1,3 M (2,5 km) vilket gör att fartyg kan driva mellan verken och att en del därmed kommer att driva igenom parken utan att en allision med något av verken sker. En del fartyg kan antas återfå manöverförmågan när de är i vindkraftparken och därefter lyckas manövrera ut ur vindkraftparken utan att en allision sker. Konsekvenserna för dessa typer av scenarier, där allision med något av vindkraftverken undviks, bedöms som mindre allvarliga.

Vindkraftverken kommer att ha en totalhöjd på upp till 370 m, och maximalt en rotordiameter på 350 m. Beroende på tornhöjd och rotordiameter kan avståndet mellan rotorbladens spetsar i nedersta läget och havsytan variera, den förväntade frigångshöjden är ca 20 m.

Många av de fartyg som trafikerar området för Olof Skötkonung, med risk att driva in i vindkraftparken, har ett större *airdraft*, dvs. höjd över vattnet, än 20 m. Om dessa driver nära något av verken och passerar under rotorbladens svepyta kan de därmed skadas. General cargo-fartyg med en längd på 100 – 150 m vilka är vanligt förekommande, har en *airdraft* på knappt 30 m. För att dessa fartyg inte ska riskera att träffas av rotorbladen behöver de passera på ett avstånd större än ca 58 m från vindkraftverkets torn.

Det förekommer även fartyg med *airdraft* upp mot ca 50 m. För att inte dessa fartyg ska riskera att träffas av rotorbladen behöver de passera på ett avstånd större än ca 98 m från vindkraftverkets torn, se Figur 4.23.



Figur 4.23 För att ett vindkraftverk med en totalhöjd på 370 m och en rotordiameter på 350 m når vingspetsarna ner till 50 m ovanför vattenytan på ett avstånd om ca 98 m från vindkraftverkets torn.

Om ett fartyg kommer in i området kan dock vindkraftverken stoppas och rotorerna försättas i s.k. "Bunny-ear-position", dvs. ett blad rakt ner och två snett upp. Fartygen kan då passera närmare vindkraftstornen (under bladen riktade snett uppåt) utan att skadas.

Ansökningsområdet (exkluderat planerat hänsynsområde) omfattar en yta av ca 370 km². Vindkraftverken upptar endast en liten del av denna yta. Om varje vindkraftverk antas uppta en yta motsvarande en cirkel med radie på 98 m och att det totalt byggs 70 vindkraftverk (maximalt) i parkområdet motsvarar vindkraftverkens yta endast ca 0,6 % av den totala ytan för parkområdet. Ett fartyg som driver in i vindkraftparken kan därmed antas driva in i något av vindkraftverken endast i en bråkdel av fallen.

Med anledning av att storskaliga vindkraftparker till havs är relativt nytt finns än så länge begränsat med erfarenheter från allisioner med vindkraftverk och vilka konsekvenser detta har fått. Utbyggnaden har kommit längre på bl.a. holländskt, brittiskt och tyskt vatten än i Sverige och från dessa finns ett fåtal händelser med allisioner rapporterade.

Den 31 januari 2022 drev det 190-meter långa bulkfartyget Julietta D in i ett vindkraftsfundament i en vindkraftpark som var under byggnation. Allisionen skedde under en storm, efter att fartygets ankarkätting gick av när det låg för ankare utanför Ijmuiden, Nederländerna (gCaptain, 2022). Efter att ankaret hade släppt kolliderade först Julietta D med ett tankfartyg varpå hon skadades och började ta in vatten. Besättning evakuerades och fartyget drev mot land och området för vindkraftparken, Hollandse Kust Zuid, som vid tillfället var under byggnation. Julietta D drev då in i ett fundament. Skadorna på fundamentet blev så pass stora att de inte gick att reparera och behövdes tas bort (Safety4Sea, 2022). Fartyget kunde senare bogseras in i säkerhet. Skadorna på fartyg uppstod i första hand vid kollisionen med tankfartyget. Det finns inga kända rapporter om tillkommande skador på fartyget som uppstått i samband med allisionen med fundamentet.

Den 24 april 2023 seglade det 74-meter långa general cargo-fartyget Petra L in i ett av vindkraftverken i vindkraftparken Gode Wind på tyskt vatten. Fartyget fick betydande skador med ett hål på ca 3 m x 5 m på styrbordssidan av fören (Royal Dirkzwager, 2023). Ingen ombord skadades. Det var vid tillfället lugnt väder och fartyget kunde trots sina skador ta sig

in till hamn utan hjälp, där det senare kunde repareras. Vindkraftverket stoppades efter allisionen men kunde efter inspektioner tas i drift igen. Fartyget avvek från sin tänkta rutt innan allisionen skedde men det är inte fastställt vad som orsakat olyckan.

Ytterligare en allision inträffade 23 april 2020. Servicefartyget Njord Forseti hade genomfört service i vindkraftparken Merkur i södra Nordsjön och var på väg tillbaka till hamn med en hastighet av 20 knop när allisionen med ett av vindkraftverken i vindkraftparken Borkum Riffgrund 1 skedde. Ombord fanns fyra personer varav två evakuerades med flyg till sjukhus, och en tredje behövde genomgå en efterföljande läkarundersökning. Skadorna var dock inte allvarligare än att de två evakuerade kunde lämna sjukhuset inom 24 timmar. Fartyget fick allvarliga skador men kunde föras till hamn för egen maskin av tillfällig besättning från ett systerfartyg. Olycksutredningen visar på att olyckan skedde på grund av att fartyget inte höll ordentlig uppsikt eftersom befälhavaren vid tillfället distraherades från sin primära roll (Jersey Maritime Administration, 2020).

Konsekvenserna vid de rapporterade allisionerna bedöms som relativt lindriga eftersom inga människor omkommit, och eftersom få människor skadats. I fallen med Petra L och Njord Forseti, som båda är relativt små fartyg, skadades inte vindkraftverken i betydande grad.

De dimensionerande fartygen i området runt Olof Skötkonung är mellan ca 170 – 190 m. Det är dock osäkert huruvida vindkraftverken skulle klara den kraft som en allision, *drifting* eller *powered*, av ett stort fartyg skulle innebära. Skulle vindkraftverkets torn ge vika, skulle det i värsta fall kunna leda till att såväl rotorblad som nacell faller ner och träffar fartyget. Ett sådant scenario skulle få mycket svåra konsekvenser, troligen med flera omkomna.

4.4.3 Nödankring

För fartyg som drabbats av blackout utgör nödankring ofta den sista åtgärden för att försöka bromsa in fartyget och förhindra att fartyget driver på grund alternativt driver in i vindkraftparken. Möjligheterna för en lyckad nödankring påverkas dock av vattendjupet, och på djup större än 50 m är möjligheterna små. Nödankring innebär en snabb och i många fall en relativt okontrollerad procedur med stora krafter. Detta kan göra att problem uppstår, exempelvis med kättingwischen eller bromsen på ankarspelet, och att kättingen lossnar, vilket då omtintetgör chanserna att få stopp på fartyget.

Oavsett vattendjup kommer, innan försök till nödankring sker, försök till att få i gång motorerna igen att ske. De flesta fartyg som drabbas av blackout återfår manöverförmågan relativt snabbt, uppskattningsvis kan ca 50 % antas lyckas återfå manöverförmågan inom 15 min (Rasmussen, o.a., 2012). Förutsatt hård vind kan fartyget antas driva med hastighet av 1,5 knop vilket innebär att 50 % av fartygen kommer hinna återfå manöverförmågan innan de drivit 700 m.

Beräkningsmodellen för IWRAP omfattar kriterier för nödankring och sannolikhet för att hinna återfå manöverförmågan. De beräknade sannolikheterna för *drifting allision* har beaktat en driftshastighet och ett avstånd till vindkraftparken enligt ovan och att många fartyg kommer hinna få igång motorerna innan en allision med vindkraftparken sker.

Vattendjupet varierar utmed vindkraftparkens sidor och således även möjligheterna till nödankring. Inom korridoren, utmed det östra delområdets sydvästra sida, är vattendjupet ca 50 m eller över varför nödankring kan vara svårt. Utmed det västra delområdets nordöstra sida är det bitvis något grundare. Med rådande vindriktning från sydväst är det dock troligast att ett fartyg som går i korridoren och får en blackout skulle driva åt nordost och därmed mot något djupare vattendjup.

Fartyg på stråken sydväst och söder om Olof Skötkonung kan med rådande vindriktning driva mot vindkraftparken. Närmast gränsen till området varierar vattendjupet och det finns ytor med ett djup på ca 20 – 30 m vilket gör att nödankring kan vara möjligt.

Utmed vindkraftparkens östra sida är det mestadels över 50 m, men sannolikheten för att ett fartyg driver mot parken från stråken öster om anses vara låg beaktat rådande vindar från sydväst.

Väster om vindkraftparken, vid Västra banken, finns goda möjligheter till nödankring, men också så pass grunda områden att en grundstötning kan komma att ske innan nödankring hinner göras. Dock förekommer det väldigt lite fartygstrafik väster om vindkraftparken.

5 Identifiering och uppskattning av risker under anläggningsfas

Anläggningsfasen för den planerade vindkraftparken är relativt kort jämfört med vindkraftparkens operativa driftstid. Anläggningsfasen innebär dock en ökad aktivitet i området och sjöfarten i området kan komma att påverkas i högre grad under denna fas, som beräknas pågå i ca 2 - 3 år.

Avvecklingsfasen, efter vindkraftparkens livstid, antas likna anläggningsfasen till stora delar och kommer också den att innebära tillkommande trafik i området.

Av de identifierade riskerna för anläggningsfasen bedöms riskerna kopplade till den ökade trafikintensiteten och korsandet av etablerade fartygsstråk som mest kritisk, se avsnitt 5.1 nedan.

Den tillkommande trafiken utgörs av fartyg av varierande storlek, exempelvis båtar för besättning, pråmekipage för fundamenttransporter, mudderverk, kabellägningsfartyg, kranfartyg/plattformar och andra typer av offshore supply-fartyg. Dessa enheter rör sig på olika ruttor och med olika frekvens till parkområdet och har således olika stor påverkan. Även storleksmässigt och manövernässigt skiljer sig dessa fartyg åt, allt från mindre enheter med god manöverförmåga till långa pråmekipage för transport av fundament och turbiner som är relativt långsamma och är manövernässigt tröga.

Enheterna rör sig till och från utskeppningshamn och till och från installationshamn. Installationshamnen är den hamn varifrån persontransporter samt transport av mindre komponenter sker och det är till och från denna hamn som korsande av fartygsstråk sker i störst utsträckning och mest frekvent, med dagliga resor tur och retur. Till största del utgörs denna trafik av besättningsbåtar.

Varifrån transporter av större komponenter till området, såsom fundament, torn och rotorblad, kommer att ske är inte känt vid tidpunkten för riskanalysen, men för analysen antas en hamn belägen söder om Åland som ett "worst case scenario" varvid de större enheterna som transporterar dessa kommer att passera genom Södra Kvarken för att sedan vika av in i projektområdet.

Tabell 5.1 visar en sammanställning av uppskattat antal fartygsrörelser till och från etableringsområdet (tur- och returesor, dvs. passagefrekvensen är dubbelt så stor) under respektive huvudetapp under anläggningsfasen. Totalt uppskattas antalet fartygsrörelser under anläggningsfasen uppgå till ca 1 050 för layout omfattande 70 vindkraftverk (maxscenario) med bottenfasta fundament.

Tabell 5.1 Sammanställning av uppskattat antal fartygsrörelser under anläggningsfasen

Ettapp	Antal fartygsrörelser till och från området (Tur- och retur)
1. Fundament	392
2. Infrastruktur/ledningar	154
3. Montering vindkraftverk + driftsättning	504
Totalt	1050

Utöver den ökade trafikintensiteten och den därmed ökande risken för kollisioner identifierades även risker kopplade till arbetena i sig och de stillaliggande fartygen i området vilka kan begränsa det manövrerbara området för passerande fartyg samt eventuellt försvåra

upptäckt av andra fartyg på grund av bländande ljus eller tappade radarekon p.g.a. radarstörningar.

Riskreducerande åtgärder i form av tydlig och frekvent information via Ufs och NtMs om att anläggningsarbete pågår förutsätts vidtas. Detta antas ha effekt på merparten av de identifierade farorna. Även åtgärder såsom att området markeras visuellt med bojar utrustade med racon⁷ eller radarreflektorer samt att området tydligt definieras och markeras i sjökort, bedöms vara effektiva riskreducerande åtgärder med effekt på de flesta av de identifierade riskerna. Även åtgärder för att begränsa påverkan från bländande belysning från plattformar i närheten av kringliggande fartygsstråk bör vidtas.

En separat mer detaljerad riskanalys för anläggningsfasen bör genomföras i ett senare skede när mer detaljer kring vindkraftparken, dess utformning och transporter i anläggningsfasen är kända. Detta för att kunna identifiera de mest kritiska momenten och därvid kunna vidta lämpliga säkerhetsåtgärder, och på så vis säkerställa att arbetena kan ske på ett säkert sätt. Inför avvecklingen bör också en ny separat riskanalys genomföras.

5.1 Korsande trafik under anläggningsfas

Det är i dagsläget inte fastställt varifrån olika typer av installations- och supportfartyg kommer att lokaliseras och utgå ifrån. Möjligen kan även olika typer av moment i anläggningsfasen utgå från olika hamnar.

Om samtliga av fartygen involverade i anläggningsfasen antas utgå från en hamn belägen söder om Åland kommer därmed den ingående anläggningstrafiken passera norrut genom Södra Kvarken för att därefter korsa sydgående trafik genom Södra Kvarken (förutom den utgående Gävletrafiken) när de girar västerut in till parkområdet. Fartygsstråket på sydgående genom Södra Kvarken kommer att korsas ca 1 050 gånger under anläggningsfasen, motsvarande en frekvens på 420 gånger per år om anläggningsfasen antas pågå i 2,5 år. Baserat på detta och med trafikstatistik för sydgående trafik genom Södra Kvarken (med avdrag för den utgående Gävletrafiken) kan sannolikheten för ett scenario där ingående anläggningsfartyg och sydgående trafik genom Södra Kvarken har korsande kurser uppskattas, se Tabell 5.2. Ett sådant scenario skulle kunna leda till en kollision om inga åtgärder vidtas av fartygen.

Tabell 5.2 Sammanställning av uppskattande beräkningar för korsande kurser mellan anläggningsfartyg på ingående till parkområdet och sydgående trafik genom Södra Kvarken baserat på AIS-data för år 2022).

A: Anläggningsfartyg på ingående till parkområdet korsar sydgående trafik genom Södra Kvarken		B: Fartyg på sydgående stråk genom Södra Kvarken	
Längd (m)	200	Längd (m)	150
Hastighet (knop)	7	Hastighet (knop)	12
Antal passager per år	420	Antal passager per år	4543
A exponerar sig för att bli påseglad av B under sammanlagt (min/år)		389	
B exponerar sig för att bli påseglad av A under sammanlagt (min/år)		1841	
Sannolikhet att B håller korsande kurs mot A (incidenter/år)		3,4	
Sannolikhet att A håller korsande kurs mot B (incidenter/år)		1,5	
Sammanlagd sannolikhet för korsande kurser mellan A och B (incidenter/år)		4,8	

⁷ Racon: RAdar beaCON, radarfyr, transponder installerad på SSA för hjälp med identifiering.

Den årliga sannolikheten för att ett anläggningsfartyg på ingående mot parkområdet och sydgående trafik genom Södra Kvarnen ska ha korsande kurser uppskattas till ca 5 gånger per år. Antaget att anläggningsfasen pågår i 2,5 år kan scenarier där fartyg har korsande kurser förväntas uppstå ca 12 gånger under anläggningsfasen för den ingående anläggningstrafiken. I de allra flesta fall kommer dock en faktisk kollision undvikas eftersom det väjningsskyldiga fartyget kommer att justera kurs eller fart så att en närsituation mellan fartygen undviks.

När anläggningstrafiken är på utgående från parkområdet antas de åter passera söderut genom Södra Kvarnen vilket innebär att de korsar ingående trafik till Gävle. Trafiken genom Södra Kvarnen kommer inte att korsas på returrasorna så länge hamnen för anläggningstrafiken ligger på svenska ostkusten. Fartygstråket på ingående till Gävle kommer att korsas ca 1 050 gånger under anläggningsfasen, motsvarande en frekvens på 420 gånger per år om anläggningsfasen antas pågå i 2,5 år. Baserat på detta och med trafikstatistik för ingående fartyg till Gävle kan sannolikhet för ett scenario där utgående anläggningsfartyg och fartyg på ingående till Gävle ha korsande kurser uppskattas, se Tabell 5.3. Ett sådant scenario skulle kunna leda till kollision om inga åtgärder vidtas av fartygen.

Tabell 5.3 Sammanställning av uppskattande beräkningar för korsande kurser mellan anläggningstrafik på utgående från parkområdet och fartyg på ingående mot Gävle (baserat på AIS-data för år 2022).

A: Anläggningsfartyg på utgående från parkområdet korsar fartygsstråk på ingående mot Gävle		B: Fartyg på stråk på ingående mot Gävle	
Längd (m)	200	Längd (m)	150
Hastighet (knop)	7	Hastighet (knop)	12
Antal passager per år	420	Antal passager per år	793
A exponerar sig för att bli påseglad av B under sammanlagt (min/år)		389	
B exponerar sig för att bli påseglad av A under sammanlagt (min/år)		321	
Sannolikhet att B håller korsande kurs mot A (incidenter/år)		0,6	
Sannolikhet att A håller korsande kurs mot B (incidenter/år)		0,3	
Sammanlagd sannolikhet för korsande kurser mellan A och B (incidenter/år)		0,8	

Den årliga sannolikheten för att ett anläggningsfartyg på utgående från parkområdet och fartyg på ingående stråk mot Gävle ska ha korsande kurser uppskattas till ca 1 gång per år. Antaget att anläggningsfasen pågår i 2,5 år kan scenarier där fartyg har korsande kurser förväntas uppstå ca 2 – 3 gånger under anläggningsfasen för den utgående anläggningstrafiken. I de allra flesta fall kommer dock en faktisk kollision undvikas eftersom det väjningsskyldiga fartyget kommer att justera kurs eller fart så att en närsituation mellan fartygen undviks.

6 Riskvärdering

Sjötrafiken omkring och genom det planerade vindkraftområdet är fördelad på flera stråk, men är sammantaget att betrakta som låg. Enskilda stråk har mycket låg trafikintensitet där antalet fartygspassager varierar från ett hundratal till ca 1 500 passager per år.

Vindkraftparkens etablering kommer att innebära att trafik som idag passerar igenom ansöksområdet kommer att behöva gå på andra rutter och nya korsningspunkter och girpunkter uppstår, vilket kan påverka sannolikheten för *crossing collision* och *bend collision*.

För Olof Skötkonung ökar sannolikheten för *crossing collision* med 8 % för fall B (med 2,2 M bred korridor), 4 % för fall C (3,5 M bred korridor) samt 13 % för fall D (utan korridor) vilket beror på införandet av nya girpunkter med anledning av det förändrade trafikmönstret. Även sannolikheten för *bend collision* ökar något, 6 % för fall B och C, och 18 % för fall D.

Den mer samlade trafiken på vissa stråk samt den förväntade hopträngningen av trafiken runtom parken ökar sannolikheten för *overtaking collision* med 22 % för fall B (med 2,2 M bred korridor), 21 % för fall C (med 3,5 M bred korridor) och 38 % för fall D (utan korridor) i jämförelse med fall A (utan vindkraftpark). Även sannolikheten för *head-on collision* ökar med anledning av den förväntade hopträngningen av trafiken i fallen med vindkraftpark, 11 % för fall B, 9 % för fall C samt 21 % för fall D.

För en enskild punkt är den beräknade kollisionssannolikheten störst i waypointen nordost om Argos grund, där möte sker mellan fartyg på väg till/från Gävle samt fartyg på väg till/från Norrsundet och Vallvik, oaktat vindkraftparkens etablering.

Sammantaget för ett helt stråk är den beräknade kollisionssannolikheten störst utmed stråket där trafiken går in till/ut från Gävle (leg 7), vilket också gäller för samtliga fall, oaktat vindkraftparkens etablering.

För samtliga fall med vindkraftpark ökar den beräknade sannolikheten för kollision (*total collision*) i jämförelse med fallet utan vindkraftpark. Ökningen är störst för fall D (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor*), där en ökning sker med 19 %, dock från en låg nivå till en fortsatt låg nivå. Den beräknade returperioden⁸ för trafikscenario 1 visar att en kollision kan förväntas ske en gång per ca 2081 år i fallet utan vindkraftpark (A). För fall B (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 2,2 M bred korridor*) är motsvarande returperiod ca 1906 år, för fall C (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 3,5 M bred korridor*) ca 1933 år och för fall D (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor*) ca 1744 år.

Skillnaderna i den beräknade kollisionssannolikheten mellan korridorsalternativen är väldigt liten. Dock är det något högre kollisionssannolikhet för den 2,2 M breda korridoren jämfört med den 3,5 M breda korridoren.

Se Tabell 6.1 för sammanställning och jämförelse av beräknad olyckssannolikhet samt Figur 6.1 - Figur 6.3 med utpekade områden för högst olyckssannolikhet.

⁸ Returperiod: returperiod = 1/incidentsannolikhet

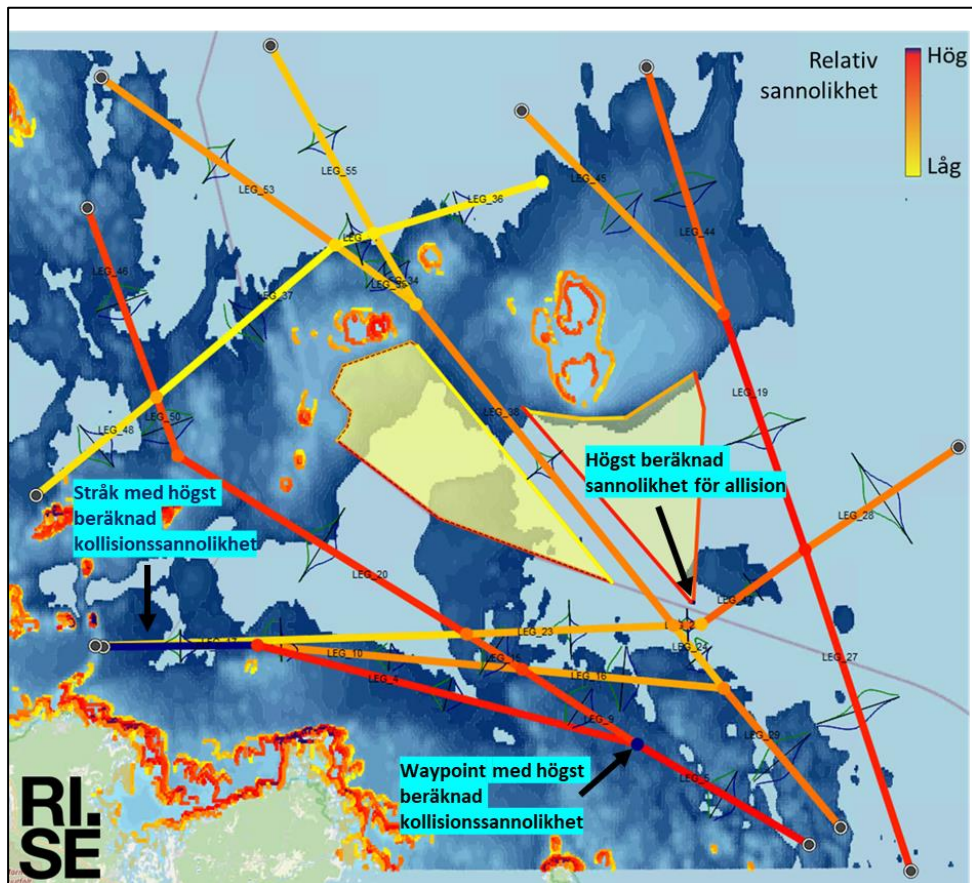
Tabell 6.1 Sammanställning och jämförelse av beräknad olyckssannolikhet utan (A) respektive med vindkraftpark för de olika beräkningsfallen (B, C samt D) för scenario 1.

SCENARIO 1 ("base case" med nuvarande trafik) Olyckstyp	A. Utan vindkraftpark	B. Med vindkraftpark (2,2 M bred korridor)	C. Med vindkraftpark (3,5 M bred korridor)	D. Med vindkraftpark (utan korridor)	Förändring Fall B jmf A (%)	Förändring Fall C jmf A (%)	Förändring Fall D jmf A (%)
Powered Grounding	6,19E-04	6,63E-04	6,52E-04	6,55E-04	+7 %	+5 %	+6 %
Drifting Grounding	3,22E-03	3,06E-03	3,05E-03	3,09E-03	-5 %	-5 %	-4 %
Total Groundings	3,84E-03	3,72E-03	3,70E-03	3,74E-03	-3 %	-4 %	-2 %
Powered Allision	---	2,91E-06	2,85E-06	2,75E-06	-	-	-
Drifting Allision	---	2,05E-02	1,79E-02	1,66E-02	-	-	-
Total Allisions	---	2,05E-02	1,79E-02	1,66E-02	-	-	-
Overtaking	3,92E-05	4,77E-05	4,74E-05	5,41E-05	+22 %	+21 %	+38 %
HeadOn	1,85E-04	2,05E-04	2,02E-04	2,24E-04	+11 %	+9 %	+21 %
Crossing	1,18E-04	1,27E-04	1,23E-04	1,34E-04	+8 %	+4 %	+13 %
Merging	2,70E-05	2,68E-05	2,68E-05	3,00E-05	-1 %	-1 %	+11 %
Bend	1,12E-04	1,18E-04	1,19E-04	1,31E-04	+6 %	+6 %	+18 %
Total Collisions	4,80E-04	5,25E-04	5,17E-04	5,74E-04	+9 %	+8 %	+19 %
Total Incidents	4,32E-03	2,47E-02	2,21E-02	2,09E-02	+573 %	+512 %	+484 %

Utöver ett förändrat trafikmönster innebär vindkraftparken att en ny typ av risk, allision, introduceras i området, vilket leder till att den sammanlagda sannolikheten för någon typ av olycka eller incident i området ökar. Den beräknade sannolikheten för en allision är större än den för både grundstötning och kollision tillsammans vilket gör att den sammanlagda incidentsannolikheten ökar avsevärt när vindkraftparken introduceras. Detta gäller för samtliga beräkningsfall (B, C och D). I scenario 1 blir den summerade olyckssannolikheten ca 6 gånger högre i fall B jämfört med A, och ca 5 gånger i fall C och D jämfört med A, se Tabell 6.2. Detta motsvarar att returperioden (år mellan incidenter) för någon typ av incident går från 232 i fall A till 40 i fall B, 45 i fall C samt 48 i fall D, se Tabell 6.3.

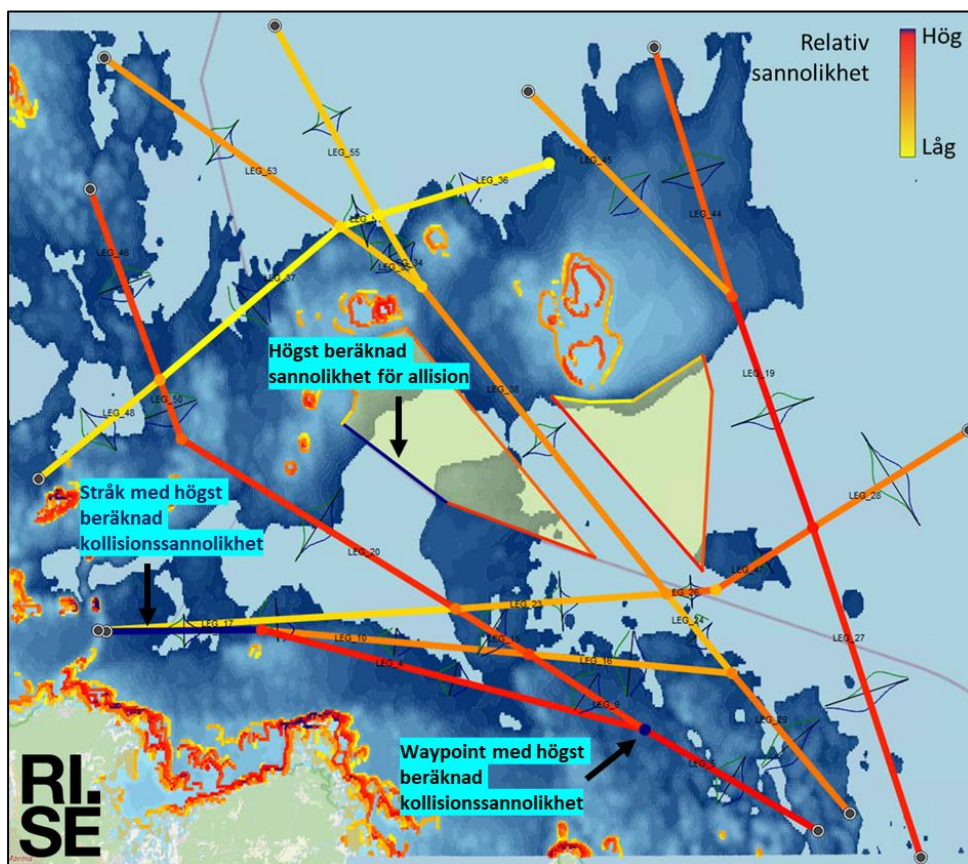
I scenario 2 är skillnaden mellan A och B/C/D något mindre jämfört med scenario 1. Detta eftersom trafikökningen på 20 % leder till att sannolikheten för kollision ökar med ca 44 % medan sannolikheten för allision endast ökar med 20 %.

För fall B (med vindkraftpark – 2,2 M korridor), är den beräknade sannolikheten för *total allision* (*drifting allision* + *powered allision*) som högst vid den södra spetsen av det östra delområdet, se Figur 6.1.



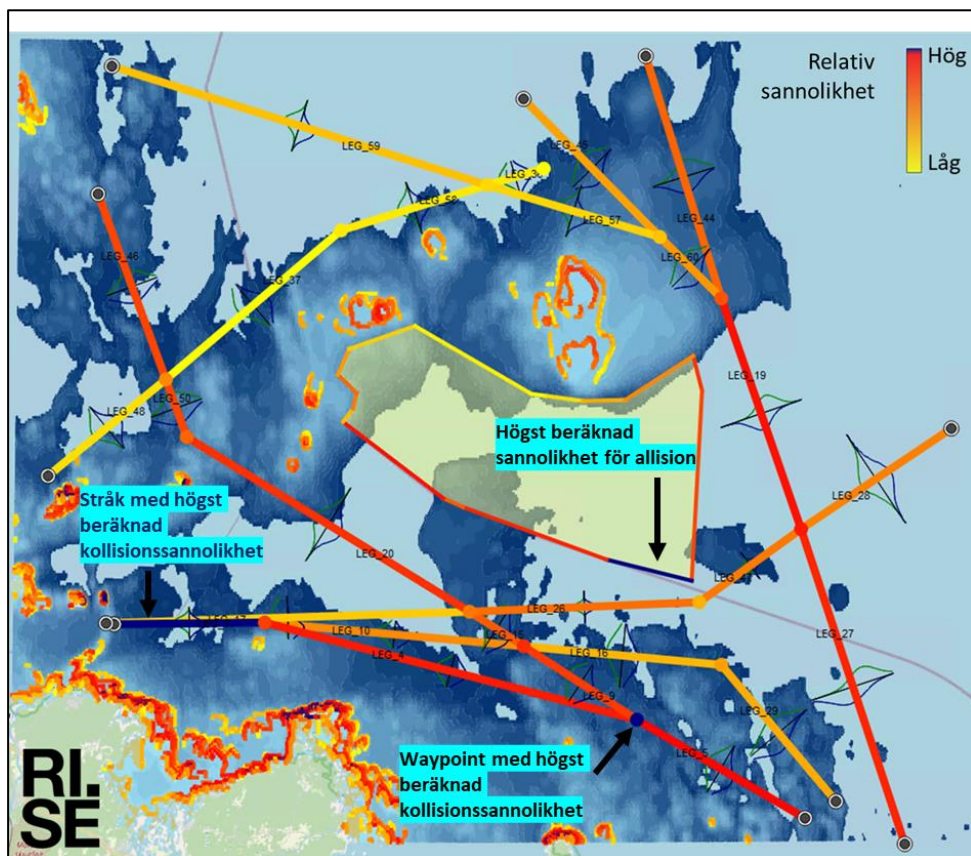
Figur 6.1 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall B (med vindkraftpark – 2,2 M korridor). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För fall C (med vindkraftpark – 3,5 M korridor), är den beräknade sannolikheten för *total allision* som högst utmed den västra sidan av det västra delområdet, se Figur 6.2.



Figur 6.2 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall C (med vindkraftpark – 3,5M korridor). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

För fall D (med vindkraftpark – utan korridor), är den beräknade sannolikheten för total allision som högst utmed den östligaste delen av den södra sidan, se Figur 6.3.



Figur 6.3 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för scenario 1, fall D (med vindkraftpark – utan korridor). Färgskalan är relativ där det leg (färgade streck i gult, orange, rött och blått), den waypoint (ifylld cirkel, färgad eller svart) respektive det grundområde med högst sannolikhet för kollision eller grundstötning markeras i blått.

Av den totala sannolikheten för allision utgörs mer än 99% av *drifting allisions*.

I fall B och C (med 2,2 M bred korridor respektive 3,5 M bred korridor) bidrar stråket igenom korridoren (leg 38) till störst andel av alla *drifting allisions*, 32% i fall B och 27% i fall C. Med ett begränsat utrymme mellan fartygsstråket genom korridoren och gränsen för västra respektive östra delområdet av vindkraftparken, har fartygen kort tid för återstart/försök till nödankring vid händelse av ett tekniskt fel såsom blackout. Med rådande vindriktning från sydväst är det troligast att ett fartyg som går i korridoren och får en blackout skulle driva åt nordost. Vattendjupet är delvis över 50 m vilket försvårar möjligheterna till nödankring. Leg 20 (stråket sydväst om parken) bidrar med 12 % av *drifting allisions* i fall B och 13 % i fall C vilket förklaras av den rådande vindriktningen från sydväst samt begränsade möjligheter till nödankring utmed den sydvästra sidan av vindkraftparken där vattendjupet överstiger 50 m. Leg 19 (stråket öster om parken) bidrar med 7 respektive 8 % i fall B respektive C och leg 4 (stråk sydväst om parken med mycket trafik) med 7 respektive 8 %.

Högst sannolikhet för *drifting allisions* för fall D, utan korridor, är det på leg 20 (stråket sydväst om parken) som bidrar med 18 % av alla *drifting allisions*, följt av leg 26 (stråket närmast söder om parken) som bidrar med 15 %. Leg 19 (stråket öster om parken) bidrar med 11 %, leg 15 (fortsättning av leg 20 sydväst om parken) med 10% och leg 4 (stråk sydväst om parken med mycket trafik) med 9 %.

Högst sannolikhet för *powered allisions* är det på leg 19 (stråket öster om parken) för samtliga fall. I fallet utan korridor, fall D, bidrar stråket öster om Olof Skötkonung till 99% av alla *powered allisions*. I fallen med korridor, fall B och C, bidrar stråket öster om parken med ca 80 %, följt av leg 38 (stråket igenom parken) som bidrar med ca 20 %.

Den beräknade sannolikheten för grundstötning är något högre i fallet utan vindkraftpark än i fallen med vindkraftpark. Detta då antagna omdirigeringar av trafiken efter etablering av vindkraftparken leder till mindre trafik närmare grundområden såsom Västra och Östra banken. Den beräknade returperioden⁹ för trafikscenario 1, fall A (utan vindkraftpark), visar att en grundstötning beräknas ske en gång på ca 261 år. För fallen med vindkraftpark beräknas en grundstötning ske en gång på ca 269 år (fall B), en gång på ca 270 år (fall C) respektive en gång på ca 267 år (fall D). I trafikscenario 2 beräknas en grundstötning ske en gång på ca 217 år för fall A, en gång på ca 224 år för fall B, en gång på ca 225 år för fall C respektive en gång på ca 223 år för fall D.

Tabell 6.2 Sammanställning av beräknade incident/olyckssannolikheter för fall A, B, C & D för respektive trafikscenario.

Trafikscenario	Beräkningsfall	Sannolikhet grundstötning	Sannolikhet allision	Sannolikhet kollision	Summerad olyckssannolikhet	Ökning jämfört med A
1	A	3,84E-03	-	4,80E-04	4,32E-03	
	B	3,72E-03	2,05E-02	5,25E-04	2,47E-02	573 %
	C	3,70E-03	1,79E-02	5,17E-04	2,21E-02	512 %
	D	3,74E-03	1,66E-02	5,74E-04	2,09E-02	484 %
2	A	4,60E-03	-	6,92E-04	5,30E-03	
	B	4,47E-03	2,46E-02	7,55E-04	2,98E-02	562 %
	C	4,44E-03	2,15E-02	7,45E-04	2,66E-02	503 %
	D	4,49E-03	1,99E-02	8,26E-04	2,52E-02	476 %

Tabell 6.3 visar returperiod för sannolikheten för respektive olyckstyp.

Tabell 6.3 Returperiod för sannolikheten för respektive olyckstyp.

Trafikscenario	Beräkningsfall		Grundstötning	Allision	Kollision	Summerat samtliga olyckstyper
1	A	År mellan incidenter	261	-	2081	232
	B		269	49	1906	40
	C		270	56	1933	45
	D		267	60	1744	48
2	A	År mellan incidenter	217	-	1445	189
	B		224	41	1324	34
	C		225	47	1343	38
	D		223	50	1211	40

⁹ Returperiod: returperiod = 1/incidentsannolikhet, beräknat antal år mellan olyckor.

En allision (interaktion med vindkraftparken) kan för trafikscenario 1 Fall B – *Med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 2,2 M bred korridor* – förväntas ske 1 gång på ca 49 år och 1 gång på ca 41 år för trafikscenario 2, se Tabell 6.4.

För fall C – *Med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 3,5 M bred korridor* – kan en allision förväntas ske 1 gång på ca 56 år för trafikscenario 1 och 1 gång på ca 47 år för trafikscenario 2.

För fall D – *Med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor* – kan en allision förväntas ske 1 gång på ca 60 år för trafikscenario 1 och 1 gång på ca 50 år för trafikscenario 2.

Skillnaderna i beräknad allisionssannolikhet mellan de olika alternativen är relativt små, dock är allisionssannolikheten som lägst för alternativet utan korridor vid jämförelse av de olika alternativen. Alternativet med den 3,5 M breda korridoren har något lägre allisionssannolikhet än alternativet med den 2,2 M breda korridoren.

Av den totala sannolikheten för allision utgörs endast ca 0,01 % av *powered allision*, dvs. när ett fartyg kör in i vindkraftparken, för fall B och ca 0,02 % för fall C och D, se Tabell 6.4.

Tabell 6.4 Sammanställning av sannolikhet (incidenter/år) för allisioner samt motsvarande returperiod (år mellan incidenter).

			Powered Allision	Drifting Allision	Total Allisions
Scenario 1	B	Incidenter/år	2,91E-06	2,05E-02	2,05E-02
		År mellan incidenter	343 761	49	49
		% av total	0,01	99,99	
	C	Incidenter/år	2,85E-06	1,79E-02	1,79E-02
		År mellan incidenter	350 914	56	56
		% av total	0,02	99,98	
	D	Incidenter/år	2,75E-06	1,66E-02	1,66E-02
		År mellan incidenter	363 029	60	60
		% av total	0,02	99,98	
Scenario 2	B	Incidenter/år	3,49E-06	2,46E-02	2,46E-02
		År mellan incidenter	286 459	41	41
		% av total	0,01	99,99	
	C	Incidenter/år	3,42E-06	2,15E-02	2,15E-02
		År mellan incidenter	292 423	47	47
		% av total	0,02	99,98	
	D	Incidenter/år	3,31E-06	1,99E-02	1,99E-02
		År mellan incidenter	302 526	50	50
		% av total	0,02	99,98	

Powered allision uppstår om ett fartyg på grund av mänskligt fel går på en rutt som sammanfaller med vindkraftparken alternativt om ett fartyg som har en kurs mot vindkraftparken, på grund av antingen mänskligt eller tekniskt fel, inte girar som planerat. Konsekvenserna av en *powered allision* med något av vindkraftverken förväntas dock bli värre än de av en *drifting allision* med något av vindkraftverken eftersom *powered allision* sker med en högre hastighet.

Det antagna förändrade trafikmönstret innebär att en del fartygsstråk (legs i IWRAP) passerar nära vindkraftparken. Den laterala fördelningen av trafiken på stråken antas vara normalfördelad och när fördelningens mittpunkt ligger nära vindkraftparken innebär detta att fartygen som går på en rutt i normalfördelningens ytterkant kommer att orsaka en *powered allision*. I modellerna med vindkraftpark har den laterala fördelningen på de legs som har förändrats, och som passerar nära vindkraftparken, justerats och minskats eftersom trafiken kommer att anpassa sig till vindkraftparken. Det är dock okänt hur den faktiska laterala fördelningen kommer att se ut efter en etablering.

För fall D (med vindkraftpark – utan korridor), har fartygen som kommer från sydost på leg 29 en peka-på-kurs mot vindkraftparken. I beräkningarna för Olof Skötkonung har ett antagande gjorts om att befäl ombord fartygen på detta stråk (leg 29), där vindkraftparken ligger ca 4,5 M framför stäven vid girpunkten in till Gävle, höjer sin uppmärksamhetsgrad med anledning av peka-på-kursen mot vindkraftparken och en girpunkt framför sig. Den höjda uppmärksamhetsgraden är justerad i IWRAP genom funktionen "*mean time between checks*" vilket anger tiden mellan varje kontroll av det egna fartygets position. För fall D (med vindkraftpark – utan korridor) är "*mean time between checks*" justerad från 180 sekunder till 60 sekunder på leg 29.

Säkerhetsavståndet mellan en vindkraftpark och närliggande fartygsstråk bedöms generellt ha stor påverkan för de nautiska riskerna och i synnerhet risken för allision. Utöver tillgängligt manöverutrymme och trafikens komplexitet är även trafikintensiteten på närliggande fartygsstråk av betydelse för riskerna och vilket minsta säkerhetsavstånd som erfordras.

Genom att väga samman trafikintensitet med säkerhetsavstånd kan en generell värdering av risknivån göras. Rekommendationerna från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen omfattar en matris för bedömning av minsta säkerhetsavstånd baserat på trafikintensitet, se Figur 6.4.

Grönt markerade områden kan normalt anses ge ett acceptabelt säkerhetsavstånd. Det gula området motsvarar ALARP och är, enligt rekommendationerna, endast tillämplig när riskbedömningen i sin helhet kan visa på små risker förknippade med etableringen av vindkraftparken, t.ex. då sannolikheten för allision med vindkraftparken begränsas av naturliga hinder för en stor del av fartygen som trafikerar området. Enligt rekommendationerna kan säkerhetsavståndet behöva utökas ytterligare vid komplexa trafiksituationer eller när andra faktorer påverkar sjösäkerheten för att ge extra manöverutrymme för fartyg.

Säkerhetsavståndet utvidgas även när farleder, ruttsystem eller fartygsstråk pekar direkt mot en vindkraftpark.

Trafikintensitet	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		Över 2	1,5-2	1-1,5	0,5-1	0-0,5

Figur 6.4 Matris för bedömning av säkerhetsavstånd baserat på trafikintensitet (Sjöfartsverket och Transportstyrelsen, 2023).

Skulle en etablering av vindkraftparken ske med något av korridorsalternativen kommer trafiken öka något genom korridoren när fartyg som tidigare passerat genom området istället kommer att trafikera stråket genom korridoren (utmed riksintresse *kommunikationer sjöfart – farled* mellan Grundkallen och Söderhamn/Hudiksvall). Korridoren trafikeras efter antagna omdirigeringar av ca 250 fartyg per år vilket gör att trafikintensiteten på stråket klassas som mycket låg (1) enligt klassificeringen i Tabell 1.2 där 2 000 utgör gräns mellan mycket låg och låg trafikintensitet. Enligt matrisen kan då ett säkerhetsavstånd på 0,5 – 1 M vara acceptabelt räknat från fartygsstråkets ytterkant och vindkraftparkens gräns. Därtill förväntas mötande trafik hålla ett passageavstånd om ca 1,0 M mellan fartygen. Vid fint väder och god sikt samt tydliga intentioner mellan mötande fartyg skulle passageavståndet kunna minskas till ca 0,5 M. Sammantaget ger detta ett behov av tillgängligt utrymme i korridoren om ca 1,5 M (0,5+0,5+0,5) till ca 3 M (1+1+1) för att uppnå ett acceptabelt säkerhetsavstånd enligt matrisen. Passage genom en korridor innebär dock en begränsning av manöverutrymme på båda sidor av korridoren vilket bl.a. begränsar möjligheterna att ta höjd för vindavdrift vid hårt väder. Enligt rekommendationerna från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen kan denna typ av faktorer innebära att större säkerhetsavstånd än de som indikeras i matrisen krävs för att riskerna ska anses acceptabla.

På fartygsstråket öster om den planerade vindkraftparken är trafikintensiteten mycket låg (1) men på gränsen till låg (2) med ca 1 600 passager per år efter antagna omdirigeringar. Efter att reducering av utbredningen kring det nordöstra hörnet gjorts för samtliga ansökningsalternativ är avståndet mellan ytterkanten på fartygsstråket på sydgående öster om vindkraftparken (dagens trafikmönster) och vindkraftparkens östra gräns som minst ca 1,2 M (med ökande avstånd söderut) vilket motsvarar ett acceptabelt säkerhetsavstånd enligt matrisen. Efter en etablering antas trafiken anpassa sig för att upprätthålla ett visst avstånd till parken. Vilket avstånd fartygen kommer att hålla till vindkraftparken är dock osäkert. För fartygen på nordgående på stråket öster om vindkraftparken finns inga hinder, annat än annan fartygstrafik, för undanmanöver åt styrbord.

Även på fartygsstråken söder om den planerade vindkraftparken är trafikintensiteten mycket låg (1) men på gränsen till låg (2) med ca 1550 passager efter antagna omdirigeringar. I IWRAP-modellerna för de olika alternativen har det tillkommande stråket närmast söder om vindkraftparken lagts så att avståndet mellan centrum på stråket och sydöstra hörnet av vindkraftparken är ca 1,0 M, vilket, beroende på lateral fördelning av fartygstrafiken kring stråket, motsvarar ett acceptabelt säkerhetsavstånd enligt matrisen. Efter en etablering antas trafiken anpassa sig för att upprätthålla ett visst avstånd till parken. Vilket avstånd fartygen kommer att hålla till vindkraftparken är dock osäkert.

7 Riskreducerande åtgärder

Under hazid-workshopen identifierades även, för en del av farorna, potentiella riskreducerande åtgärder. Nedan redovisas de åtgärder som bedöms kunna reducera antingen sannolikheten eller mildra konsekvenserna av de faror som har framkommit att vara de mest kritiska.

7.1 Mindre utbredning av vindkraftparken

Sedan haziden genomfördes med utgångspunkt enligt "Ansökningsområde #1 med 2,2 M bred korridor" har Deep Wind Offshore tagit fram två alternativa ansökningsområden; "Ansökningsområde #1 med 3,5 M bred korridor" samt "Ansökningsområde #2 utan korridor".

För samtliga alternativ har en reduktion av det nordöstra hörnet gjorts baserat på identifierade faror under riskidentifieringen.

De två tillkommande alternativen på ansökningsområden samt minskad utbredning av ansökningsområdet vid det nordöstra hörnet för samtliga alternativ är således inte avhandlat inom genomförd hazid, men är bedömt kvalitativt i kapitel 3 och kvantitativt i kapitel 4 och 6.

7.2 Övriga identifierade riskreducerande åtgärder

I tillägg till ovan riskreducerande åtgärd har ytterligare åtgärder identifierats. Tabell 7.1 redovisar åtgärder som finns kravställda enligt gällande förordningar och myndighetskrav och som därmed kan förutsättas komma att implementeras. Tabell 7.2 redovisar identifierade åtgärder som kan ha riskreducerande effekt och som kan övervägas.

Tabell 7.1 Kravställda riskreducerande åtgärder och åtgärder som är planerade att implementeras samt förväntade effekter av dessa åtgärder.

Kravställd åtgärd/Existerande säkerhetssystem	Förväntad effekt
Driftsfas	
Utmärkning av vindkraftparken sker i enlighet med gällande rekommendationer enligt TSFS 2017:66 (Transportstyrelsen, 2017)	Detta är en förutsättning och har beaktats i genomförd analys. Reducerar sannolikheten för <i>powered allision</i> .
Vindkraftparkens utbredning framgår tydligt i sjökort.	Detta är en förutsättning och har beaktats i genomförd analys. Reducerar sannolikheten för <i>powered allision</i> .
Framtagande och implementation av relevant och adekvat räddningsplan.	Kravställs från myndigheter. Kommer att tas fram innan driftsättning. Bidrar till att kunna minska konsekvenserna vid en eventuell olycka.
Anläggningsfas	
Information om pågående arbete via Ufs, Notice to Mariners, utmärkning i sjökort etc.	Medvetenhet om pågående arbeten och ökad beredskap hos förbipasserande fartyg. Reducerar sannolikheten för kollision mellan fartyg på fartygsstråken samt korsande etableringstrafik, samt eventuellt uppehållande arbetsfartyg i området

Tabell 7.2 Identifierade åtgärder som kan ha en riskreducerande effekt.

Möjlig åtgärd	Förväntad effekt
Driftsfas	
När vindkraftparken är byggd och driftsatt kartläggs och utvärderas eventuella radarstörningar för fartyg. Riskreducerande åtgärder i form av då tillgänglig teknik kan implementeras vid behov.	Minskar effekterna av eventuella radarstörningar vilket kan minska sannolikheten för kollisioner mellan mindre fartyg/fiskebåtar och fartyg som passerar på fartygsstråken.
Vindkraftverken utrustas med racon och/eller virtuell AIS.	Verken kan då utgöra alternativa navigationshjälpmedel. Kan förenkla navigation och eventuellt reducera effekterna av radarstörningar. Kan reducera sannolikheten för <i>powered allision</i> samt eventuellt minska sannolikheten för kollisioner mellan mindre fartyg/fiskebåtar och fartyg som passerar på fartygsstråken.
Vindkraftverken utmed den östra sidan placeras på linje parallellt med fartygsstråket.	Möjliggör för trafiken att använda parallellindex och vindkraftverken kan då utgöra navigatorisk hjälp. Kan reducera sannolikheten för <i>powered allision</i> samt eventuellt minska sannolikheten för kollisioner.
Undvik placering av vindkraftverk längst ut i det södra hörnet av området.	Minskar sannolikheten för <i>powered allision</i> för fartygstrafiken som tidigare passerat genom vindkraftområdet och som kan komma att passera nära det södra hörnet.
Service-och underhållsfartyg i vindkraftparken kan bistå vid sjöräddningsinsatser.	Kan minska effekten av försvårade räddningsinsatser med flygande enheter.
Placera vindkraftverken i raka rader snarare än mer oregelbunden layout.	Detta kan underlätta för SAR-operationer vid inflygning med helikopter på låg höjd i området, och därmed minska sannolikheten för försenade och försvårade räddningsoperationer.
Restriktioner för användning av stora fiskeredskap såsom trålar och redskap som vidrör botten.	Minskar sannolikheten för skador i samband med fiske i vindkraftområdet. Minskar eventuellt sannolikheten för att fiskefartyg alliderar med vindkraftverken.
Etablera samarbete med Kustbevakningen. - Fler underhålls-/arbetsbåtar i området med anledning av vindkraftparken kan bidra till att upptäcka eventuella spill tidigt. - Fundamenten kan eventuellt nyttjas för begräsning av spill och oljeupptagningsutrustning kan finnas tillgängligt i närheten/på driftcentralen.	Minskar konsekvenserna av försvårad bekämpning för kustbevakningen vid ett eventuellt oljeutsläpp i vindkraftparken

Anläggningsfas	
Extra utmärkning av området med bojar/specialmärken.	Tydliggör vindkraftparkområdets gräns och området där arbeten pågår. Reducerar sannolikheten för <i>powered allision</i> med verk under byggnation samt sannolikheten för kollision med arbetsfartyg.
Avskärmning av arbetsbelysning på plattformar/arbetsfartyg mot rutter.	Minskar störningseffekten för fartygstrafiken och kan bidra till att minska påverkan i form av försvårad upptäckt av andra fartyg.
Tillfällig trafikomläggning i samband med kabelförläggning genom fartygsstråk.	Skapa ett säkerhetsavstånd mellan förbipasserande fartygstrafik och fartyg som lägger kabel. Reducerar sannolikheten för kollision.
Tydlig och frekvent information via Ufs (Underrättelser för sjöfarande) och NtMs (Notice to Mariners) om att anläggningsarbete pågår.	Ökad kunskap från passerande fartyg om pågående arbete.
Styrning av anläggningstrafik till och från området genom en övervakningsfunktion.	Med information om övrig trafik kan trafiken till och från området styras så att korsning av fartygsstråket sker så att påverkan på övrig trafik minimeras. Kan bidra till att minska sannolikheten för kollision mellan anläggningsfartyg och övrig trafik.

Effekten av ovan riskreducerande åtgärder och dess potential att minska de identifierade riskerna är svår att bestämma och har inte kunnat kvantifierats. Åtgärder som innebär navigatoriska förbättringar kan minska sannolikheten för *powered allision* samt potentiellt bidra till att minska sannolikheten för kollisioner något. Ingen av åtgärderna bedöms dock bidra till att reducera sannolikheten för en *drifting allision*.

8 Osäkerhets- och känslighetsanalys

Genomförda beräkningar bygger på flera antaganden och det föreligger flera osäkerheter kring den framtida trafiken och framtida riskbilden.

8.1 Framtida trafikintensitet

De flesta prognoser tyder på att godstrafiken kommer att öka i framtiden. Hur stor del av godstransportökningen som kommer utgöras av större fartyg respektive en faktisk trafikökning är svårt att fastslå. För trafikscenario 2 har en trafikökning på 20 % antagits. Hur stor trafikökning som är att vänta tills att vindkraftparken är i drift är dock osäkert. Beräkningarna visar att trafikintensiteten är av betydelse för riskbilden i området. Den beräknade sannolikheten för allision är linjär mot trafikintensiteten och en trafikökning på 20 %, likt den i scenario 2, innebär därmed att sannolikheten för allision ökar med 20 %. Sannolikheten för en kollision är dock än mer känslig för en trafikökning och ökar med kvadraten på trafikökningen, och en trafikökning kommer leda till ökad olyckssannolikhet oberoende av om vindkraftparken etableras eller inte.

8.2 Framtida trafikmönster

Vindkraftparken kommer medföra att trafikmönstret förändras när en del fartyg kommer behöva gå på andra rutter än i dag för att inte gå igenom vindkraftparken. Exakt hur trafikmönstret kommer att se ut och vilka rutter fartygen kommer att välja går inte att fastställa, och valet av nya rutter kommer troligen att variera beroende av bl.a. fartygets storlek och dess djupgående, befälhavares enskilda val, destination samt på väder- och vindförhållanden. Se kapitel 4.1.1 för beskrivning av antaget förändrat trafikmönster för de olika alternativen. I beräkningarna har nya girpunkter antagits för de förändrade stråken, det råder dock osäkerhet kring den faktiska lokaliseringen för dessa.

Den laterala fördelningen av trafiken på *legs* som passerar nära vindparken är av stor betydelse för den beräknade sannolikheten för *powered allision*. Trafiken förväntas anpassa sig för att passera på ett säkert avstånd från vindparken men för trafiken på de stråk där en ruttomläggning är nödvändig råder det stor osäkerhet kring hur den laterala fördelningen kommer att se ut. En stor lateralfördelning, med stor standardavvikelse, innebär i många fall en hög sannolikhet för *powered allision*. Genom att minska standardavvikelsen för fördelningen samt genom att förskjuta dess centrum längre från vindparken kan den beräknade sannolikheten för *powered allision* reduceras.

8.3 IWRAP

De genomförda IWRAP-beräkningarna är baserade på förinställda *causation factors*. Beräkningsresultaten är direkt beroende av dessa faktorer och resultaten kommer att variera i direkt proportion till dessa.

I Tabell 8.1 redovisas causation factors vilka har använts i aktuella beräkningar.

Tabell 8.1 Förinställda Causation factors i IWRAP vilka har använts i aktuella beräkningar.

	Causation factor
Merging	1,300E-4
Crossing	1,300E-4
Bend	1,300E-4
Head-on	0,500E-4
Overtaking	1,100E-4
Powered grounding	1,600E-4
Powered allision	1,600E-4

För *drifting allision* och *drifting grounding* baseras beräkningarna i IWRAP på en blackoutfrekvens på 0,7 per fartygsår för passagerarfartyg samt Ro-Ro-fartyg och på 1,75 per fartygsår för resterande fartygstyper. Beräkningarna innefattar också en Weibullfördelning av self-repair tider för blackout, en faktor andelen lyckade/misslyckade nödankringsförsök (0,7), kriterier för ankring (max djup: 50 m och minsta ankringsavstånd från grund: 3 gånger fartyglängden), samt en funktion för driftriktning (här justerad för att återspegla lokala vindförhållanden med en förhärskande vindriktning från sydväst) och medeldrifthastighet (1 knop). Värdena är generella defaultvärden och de kan inte förutsättas vara helt representativa för det aktuella området. I samråd med nautiker har dock kriteriet för maximalt djup för ankring justerats; från IWRAP:s defaultinställning på 7 gånger fartygets designdjupgående till ett maxdjup för ankring på 50 m.

För fall D (Ansökningsområde #2 – utan korridor), har fartygen som kommer från sydost på leg 29 en peka-på-kurs mot vindkraftparken. I beräkningarna för Olof Skötkonung har ett antagande gjorts om att befälen ombord fartygen på detta stråk (leg 29), där vindkraftparken ligger ca 4,5 M framför stäven vid girpunkten in till Gävle, höjer sin uppmärksamhetsgrad med anledning av peka-på-kursen mot vindkraftparken och en girpunkt framför sig. Den höjda uppmärksamhetsgraden är justerad i IWRAP genom funktionen "*mean time between checks*" vilket anger tiden mellan varje kontroll av det egna fartygets position. För fall D (med vindkraftpark – utan korridor) är "*mean time between checks*" justerad från 180 sekunder till 60 sekunder på leg 29.

Beräkningar är gjorda i syfte att kunna bedöma potentiell påverkan av vindkraftparken och de beräknade sannolikheterna ska inte betraktas som faktiska värden. Genom att beräkna olyckssannolikheterna med och utan park samt för olika trafikscenarier bedöms det dock möjligt att jämföra olika scenarier och därmed analysera potentiell påverkan av vindkraftparken.

De redovisade sannolikheterna är beräknade för den specificerade IWRAP-modellen. Beroende på hur stort område, och med vilken noggrannhet detta modelleras, kommer sannolikheterna att variera. Hade IWRAP-modellen omfattat ett större geografiskt område hade såväl grundstötnings- som kollisionssannolikheterna blivit högre och vindkraftparkens relativa påverkan hade då blivit mindre.

9 Slutsatser

Genom och runt ansökansområdet för vindkraftpark Olof Skötkonung går flera fartygsstråk med mycket låg trafikintensitet. Stråket mellan Grundkallen och Söderhamn/Hudiksvall är utpekat som riksintresse *kommunikationer sjöfart – farled*. Ansökansområdet täcker, för Ansökningsområde #1 (med 2,2 M bred korridor respektive 3,5 M bred korridor), en större yta än det planerade området för vindkraftparken då hänsyn planeras till riksintresset (*benämnt hänsynsområde för farled i samrådsunderlaget*) inom vilka inga vindkraftverk planeras placeras för dessa ansökningsalternativ. I föreliggande riskanalys har även ett alternativt ansökningsområde analyserats, benämnt "Ansökningsområde #2 utan korridor".

Vindkraftparkens utbredning överlappar delvis dagens stråk och trafiken kommer att behöva anpassa sina rutter för att kunna passera vindkraftparken på ett säkert sätt. Antagna ruttomläggningar medför ruttförlängningar i varierande grad (ca 2 M – 7 M) för trafiken som idag går igenom området för vindkraftparken. Påverkan på sjötrafiken samt tillgängligheten till berörda hamnar med anledning av det ändrade trafikmönstret analyseras vidare i en tillgänglighetsanalys för Olof Skötkonung, se RISE rapport RE20221684-02-00-A Tillgänglighetsanalys Olof Skötkonung (RISE, 2023), vilken avses läsas som en bilaga till föreliggande riskanalys.

Den beräknade sannolikheten för grundstötning är något högre i fallet utan vindkraftpark än i fallen med vindkraftpark. Detta då antagna omdirigeringar av trafiken efter etablering av vindkraftparken leder till mindre trafik närmare grundområden såsom Västra och Östra banken. Den beräknade returperioden för grundstötning går från ca 260 år i fallet utan vindkraftpark till ca 270 år i fallen med vindkraftpark.

För samtliga utredda fall med vindkraftpark ökar den beräknade sannolikheten för kollision (*total collision*) i jämförelse med fallet utan vindkraftpark. Ökningen är störst för fall D (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor*), där en ökning sker med 19 %, dock från en låg nivå till en fortsatt låg nivå. Den beräknade returperioden för trafikscenario 1 visar att en kollision kan förväntas ske en gång per ca 2081 år i fallet utan vindkraftpark (A). För fall B (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 2,2 M bred korridor*) är motsvarande returperiod ca 1906 år, för fall C (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #1 3,5 M bred korridor*) ca 1933 år och för fall D (*med vindkraftpark enligt ansökningsområde #2 utan korridor*) ca 1744 år.

I och med etablering av en vindkraftpark införs en ny risk i området, den för allision, dvs. Att ett fartyg seglar eller driver in i området för vindkraftparken. Den beräknade sannolikheten för en allision med vindkraftparken motsvaras av returperioder på 49, 56 respektive 60 år för fall B, C respektive D med dagens trafikintensitet.

Högst sannolikhet för *powered allisions* är det på stråket öster om parken för samtliga fall. I fallet utan korridor, fall D, bidrar stråket öster om Olof Skötkonung till 99 % av alla *powered allisions*. I fallen med korridor, fall B och C, bidrar stråket öster om parken med ca 80 %, följt av leg 38 (stråket igenom parken) som bidrar med ca 20 %.

Av de totala sannolikheten för allision utgörs mer än 99% av *drifting allisions*.

I fall B och C (med 2,2 M bred korridor respektive 3,5 M bred korridor) bidrar stråket igenom korridoren till störst andel av alla *drifting allisions*, 32 % i fall B och 27 % i fall C. Med ett begränsat utrymme mellan fartygsstråket genom korridoren och gränsen för västra respektive östra delområdet av vindkraftparken, har fartygen kort tid för återstart/försök till nödankring vid händelse av ett tekniskt fel såsom blackout. Med rådande vindriktning från sydväst är det troligast att ett fartyg som går i korridoren och får en blackout skulle driva åt nordost. Vattendjupet är delvis över 50 m vilket försvårar möjligheterna till nödankring. I en korridor med en längd som i aktuellt fall, ca 10 M, och med rådande vindar som trycker mot sidan av

passerande fartyg bedöms inte avsteg från rekommenderad korridorsbredd (ca 3,4 M) enligt MGN 654 vara lämplig.

För samtliga alternativ har en reduktion av det nordöstra hörnet gjorts baserat på identifierade faror under riskidentifieringen, detta bedöms vara en åtgärd som reducerar riskerna avsevärt för de fartyg som passerar öster om vindkraftparken och som går inom det riksintresse mellan Grundkallen och Sundsvall som löper här.

Riskreducerande åtgärder i form av utmärkning och information till sjöfarten i enlighet med gällande regelverk och praxis förutsätts. I övrigt föreslås att undvika att placera vindkraftverk i den sydligaste spetsen av det östra delområdet av vindkraftparken, för att reducera påseglingsrisken för passerande fartyg.

Sammantaget bedöms de nautiska riskerna vid en etablering av Olof Skötkonung vara acceptabla för Fall C (*Ansökningsområde #1 med 3,5 M bred korridor*) och D (*Ansökningsområde #2 utan korridor*), förutsatt införandet av relevanta riskreducerande åtgärder. Ur ett påverkansperspektiv för sjöfarten får dock ett alternativ med korridor minst påverkan på sjöfartens framkomlighet. Detta analyseras vidare i tillgänglighetsanalysen för Olof Skötkonung (RISE, 2023). Påverkan kommer dock att skilja sig mellan sommar- och vintertid om det blir en vinter med havsis. Vid vintrar med havsis kan fartyg tvingas till ruttomläggning om korridoren, oavsett bredd, ej kan hållas öppen för vintersjöfart med längre resväg som följd. Eventuella restriktioner avseende användning av en korridor för vintersjöfarten under olika isförhållanden bör utredas i en fördjupad analys när slutlig layout av vindkraftparken är fastställd. Senaste svåra isvintern var 2011, sannolikt att minst en svår isvinter kommer inträffa under vindkraftparkens livstid vilket bör tas höjd för vid utformningen av vindkraftparken.

Riskerna under anläggningsfasen förväntas bli acceptabla förutsatt införande av relevanta riskreducerande åtgärder. Detta bör dock verifieras i en separat mer detaljerad riskanalys för anläggningsfasen vilken bör genomföras i ett senare skede när mer detaljer kring vindkraftparken, dess utformning och transporter i anläggningsfasen är kända. Detta för att kunna identifiera de mest kritiska momenten och därvid kunna vidta lämpliga säkerhetsåtgärder, och på så vis säkerställa att arbetena kan ske på ett säkert sätt. Inför avvecklingen bör också en ny separat riskanalys genomföras.

Utöver Olof Skötkonung planeras det även för andra vindkraftparker i Bottenhavet. De kumulativa effekterna beror på hur många och vilka av vindkraftparkerna som etableras.

Närmast nordost om Olof Skötkonung planeras Fyrskeppet vindkraftpark och närmast söder om/delvis överlappande med Olof Skötkonung planeras Najaderna vindkraftpark. I tillägg till IWRAP-beräkningar av olyckssannolikheter för enbart vindkraftpark Olof Skötkonung har därför ett större geografiskt område modellerats där Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark inkluderats i beräkningar av kumulativa olyckssannolikheter. Detta för att utvärdera ett framtida antaget trafikmönster samt kvantifiera hur sjösäkerheten påverkas i form av förändrade kollisions-, grundstötnings- samt allisionssannolikheter i det fall samtliga tre vindkraftparker etableras. För vindkraftpark Olof Skötkonung har vindkraftparkens utbredning modellerats för alternativet utan korridor, "Ansökningsområde #2 utan korridor", då detta utbredningsalternativ antas ge mest kumulativa effekter med hänsyn till sjötrafikens framkomlighet i området.

Beräkningarna av kumulativa olyckssannolikheter visar att den beräknade sannolikheten för kollision (*total collisions*) ökar med ca 138 % i fallet med vindkraftparker jämfört med fallet utan vindkraftparker. Detta eftersom en hopträngning av trafiken sker öster om Fyrskeppet samt söder om Najaderna. För trafikscenario 1 beräknas en kollision ske en gång på ca 1 706 år utan vindkraftparker och en gång på ca 718 år med vindkraftparker.

Beräkningar för trafikscenario 1, med vindkraftparker, visar att en allision med någon av de inkluderade vindkraftparkerna kan förväntas ske en gång på ca 35 år. Högst sannolikhet för allision (*total allision*) är det utmed södra sidan av Najaderna med mycket trafik som passerar på ett begränsat avstånd.

Den beräknade sannolikheten för en allision är högre än den för både grundstötning och kollision vilket gör att den sammanlagda incidentsannolikheten blir betydligt högre i fallet med vindkraftparker jämfört med utan. För fallet utan vindkraftparker beräknas den sammanlagda incidentsannolikheten till $4,54 \times 10^{-3}$ incidenter/år för trafikscenario 1, vilket motsvarar en returperiod med en incident på ca 220 år. För fallet med vindkraftparker är motsvarande returperiod för den sammanlagda incidentsannolikheten ca 29 år.

Beräkningarna av kumulativa olyckssannolikheter visar att den beräknade sannolikheten för grundstötning (*total groundings*) ökar enbart marginellt i fallet med vindkraftparker. Den beräknade returperioden för trafikscenario 1, för fallet utan vindkraftparker, visar att en grundstötning beräknas ske en gång på ca 253 år. För fallet med vindkraftparker blir den beräknade returperioden ca 251 år.

Skulle en etablering ske av både Olof Skötkonung vindkraftpark (utan korridor), Fyrskeppet vindkraftpark samt ej överlappande del av Najaderna vindkraftpark söder om Olof Skötkonung, krävs ett förändrat trafikmönster med ruttförlängningar i varierande grad (ca 2 M – 26 M) för trafiken som idag går igenom dessa områden. De kumulativa effekterna med påverkan på sjötrafiken samt påverkan på berörda hamnar kommer analyseras vidare i tillgänglighetsanalysen (ref. RISE rapport RE20221684-02-00-A Tillgänglighetsanalys Olof Skötkonung)).

Referenser

- DHI. (den 10 Januari 2023). *Metoccean Data Portal*. Hämtat från Global, Met. Parameters (incl. 10m wind) at 0.2 deg., Climate Forecast System Reanalysis (CFSR), NCEP NOAA: <https://www.metocean-on-demand.com/#/main>
- gCaptain. (den 1 Februari 2022). *Update: Abandoned Bulk Carrier Julietta D Arrives in Port, Ending Frantic Rescue*. Hämtat från gCaptain: <https://gcaptain.com/update-abandoned-bulk-carrier-julietta-d-arrives-in-port-ending-frantic-rescue/>
- Government of the Netherlands. (2014). *White Paper on Offshore Wind Energy - Partial review of the National Water Plan Holland Coast and area north of the Wadden Islands*. The Ministry of Infrastructure and the Environment, The Ministry of Economic Affairs.
- Jersey Maritime Administration. (2020). *INVESTIGATION INTO THE CAUSES OF AN ALLISION BETWEEN THE WINDFARM SUPPORT VESSEL NJORD FORSETI AND A WINDFARM TOWER IN THE SOUTHERN NORTH SEA ON 23RD APRIL 2020*. D A Thorrington, Chief Marine Surveyor, Jersey Maritime Administration.
- L.S.Rashid. (2007). *Impact modelling of wind farms on marine navigational radar*. MACS Engineering Research Group.
- Maritime & Coastguard Agency. (2021). *MGN 654*.
- Maritime & Coastgurd Agency. (2021). *MGN 654 (M+F) Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) - Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response*. Maritime & Coastgurd Agency.
- PIANC. (2018). *MarCom WG Report n° 161 - 2018, Interaction between offshore wind farms and maritime navigation*. PIANC The World Association for Waterborne Transport Infrastructure.
- PIANC, T. W. (2018). *MarCom WG Report no 161-2018, Interaction between offshore wind farms and maritime navigation*. PIANC.
- Rasmussen , F., Melchild, K., Hansen, M., Jensen, T., LehnSchöler, T., & Randrup-Thomsen, S. (2012). Quantitative assessment of risk to ship traffic in the Fehmarnbelt fixed link project. *Journal of Polish Safety and Reliability Association* 3(1), 123-134.
- RISE. (2023). *RE20221684-02-00-A Tillgänglighetsanalys Olof Skötkonung*.
- Royal Dirkzwager. (den 25 April 2023). *News: Cargo ship Petra L collides with Gode Wind farm*. Hämtat från Royal Dirkzwager: <https://dirkzwager.com/news/petra-l-accident-with-gode-wind-farm/>
- Safety4Sea. (den 22 December 2022). *Wind farm foundation to be removed after "Julietta D" collision*. Hämtat från Safety4Sea: <https://safety4sea.com/wind-farm-foundation-to-be-removed-after-julietta-d-collision/>

- Sjöfartsverket och Transportstyrelsen. (2023). *Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer vid projektering och etablering av havsbaserad vindkraft*.
<https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/sjofart/sjotrafik-och-hamnar/havsbaserad-vindkraft/sjofartsverkets-transportstyrelsens-rekommendationer-proj-etabl-havsbaserad-vindkraft.pdf>: Sjöfartsverket och Transportstrylsen.
- SMHI. (den 14 september 2023). *Hur förändras havsisen?* Hämtat från SMHI:
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimat effekter-i-havet/hur-forandras-havsisen-1.28291>
- SMHI. (2023). *Klimatindikator - maximal isutbredning*. Hämtat från Framtida isutbredning:
<https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-maximal-isutbredning-1.20049>
- Trafikverket. (2022). *Riksentressekartor*. Hämtat från
<https://riksintressenkartor.trafikverket.se/>
- Trafikverket. (2023). *Prognos för godstransporter 2040. Trafikverkets Basprognoser 2023*.
Hämtat från <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1749263/FULLTEXT01.pdf>
- Transportstyrelsen. (2017). *TSFS 2017:66 Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om utmärkning till sjöss med sjösäkerhetsanordningar*.
- UNCTAD. (2020). *Review of Maritime Transport 2020*. Geneva: United Nations.
- Vindbrukskollen. (2023). Hämtat från <https://vbk.lansstyrelsen.se/>