
Bilaga 3.3b – Nautisk riskanalys

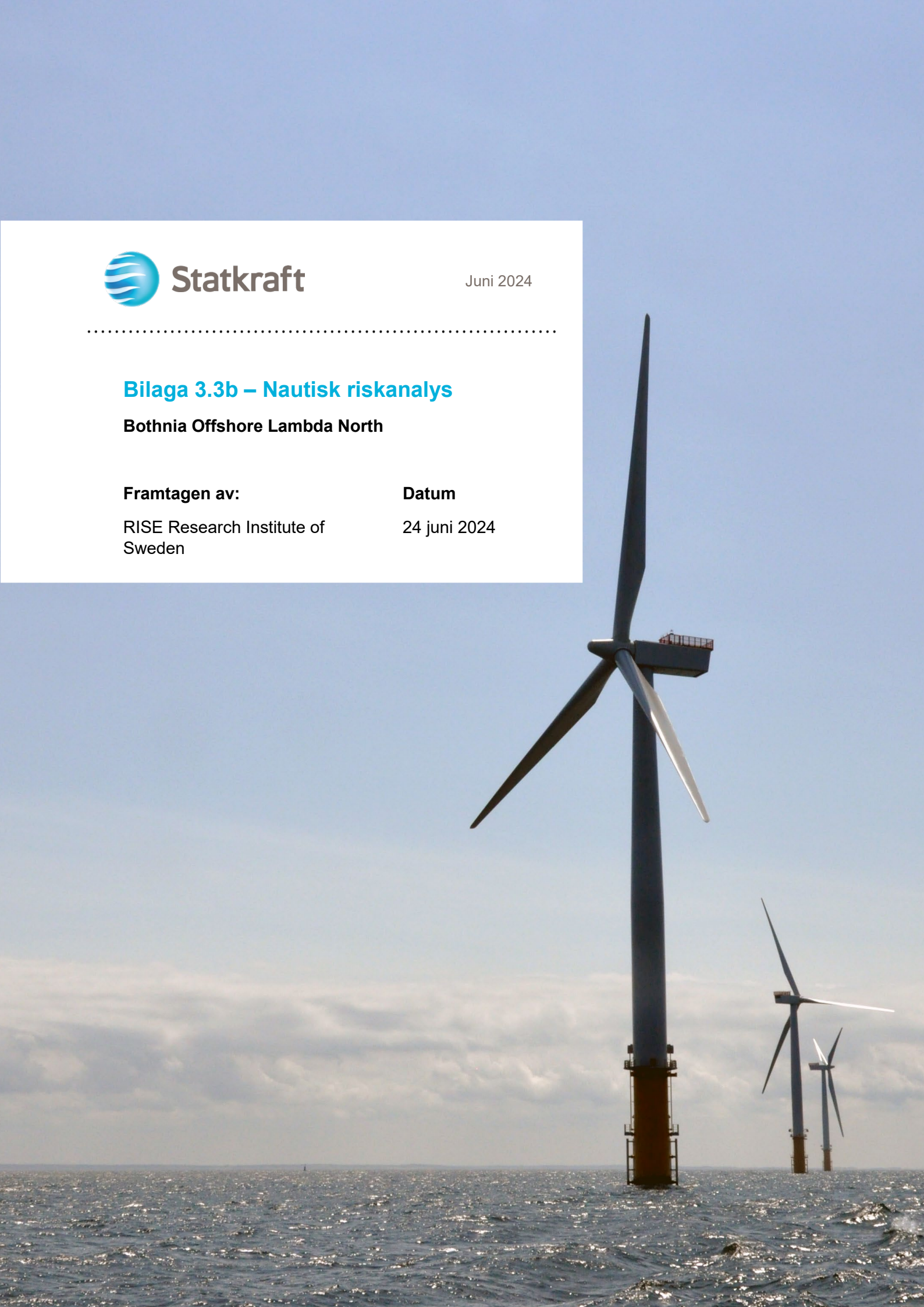
Bothnia Offshore Lambda North

Framtagen av:

RISE Research Institute of
Sweden

Datum

24 juni 2024



Nautisk riskanalys vindpark Bothnia Offshore Lambda

Bilaga

RE20231874-01-01-A

Beräkningar och bedömning av reducerat projektområde —
Bothnia Offshore Lambda North

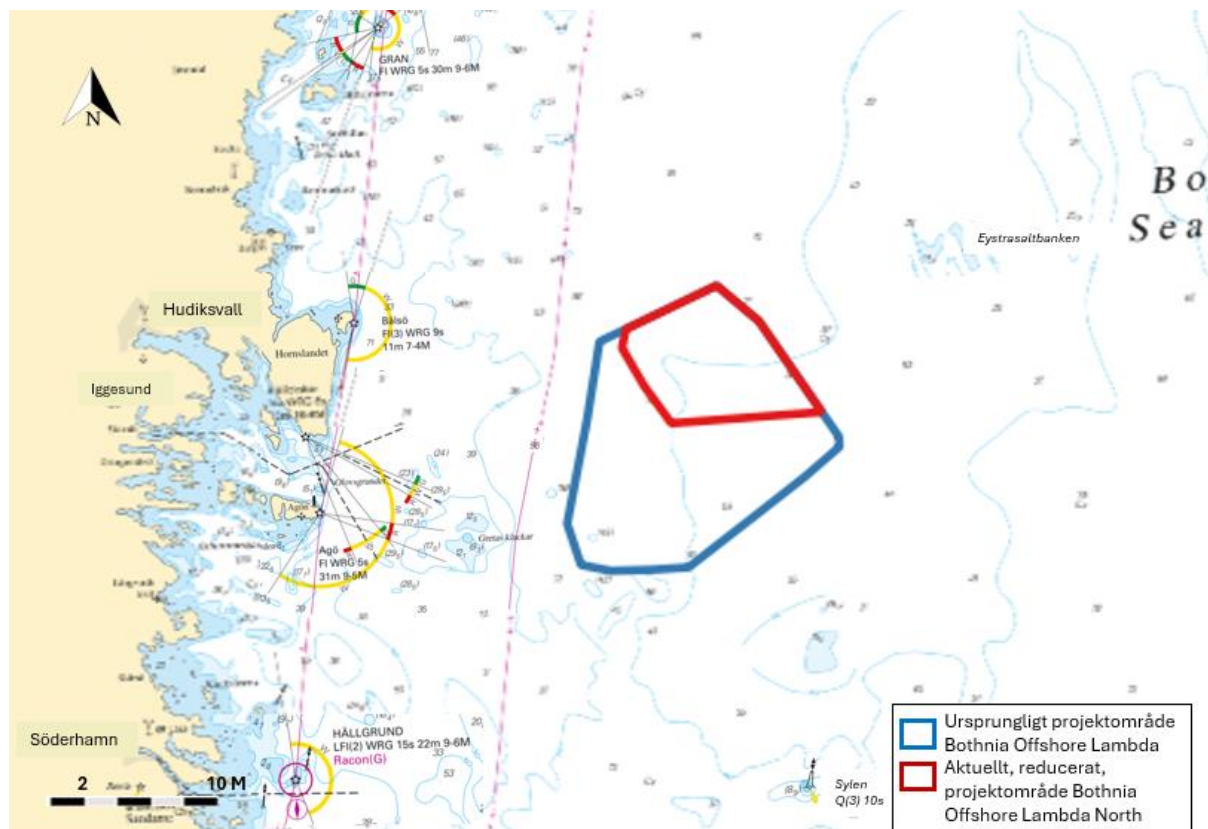
Publiceringstillstånd sjökort: © **Sjöfartsverket tillstånd nr 24-04268**

Rapport RE20231874-01-00-B Bothnia Offshore Lambda - Påverkan på nautiska risker och sjöfartens tillgänglighet omfattar analys av de nautiska riskerna och påverkan på sjöfartens tillgänglighet som uppstår på grund av vindparkens etablering, baserat på ett ursprungligt större projektområde.

I föreliggande PM redovisas beräkningar samt riskbedömningar för ett reducerat område av vindparken.

1 Inledning och bakgrund

En nautisk riskanalys och en analys av påverkan på sjöfartens tillgänglighet har genomförts för ett ursprungligt projektområde för vindpark Bothnia Offshore Lambda. Sedermera har projektområdet reducerats vilket har föranlett nya beräkningar av olyckssannolikheter och en bedömning av riskerna utifrån det nya, reducerade, projektområdet kallat Bothnia Offshore Lambda North. Se Figur 1.1 för skillnad mellan de båda områdena.



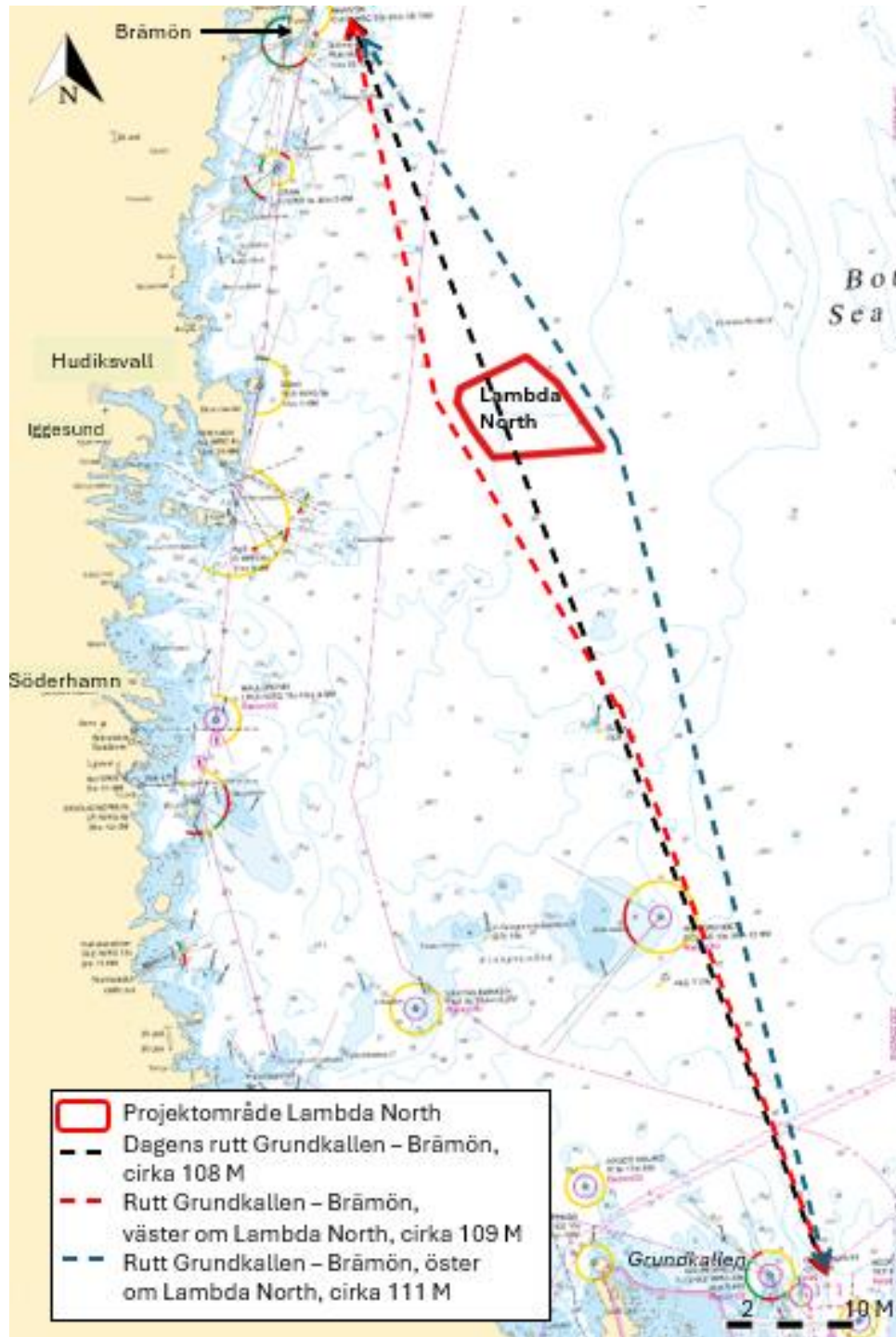
Figur 1.1 Ursprungligt (i blått) område för Lambda samt aktuellt, reducerat (i rött), projektområde för Lambda North.

Med det ursprungliga projektområdet antogs trafiken på stråket mellan Södra Kvarnen och Sundsvall (som idag går genom området för vindparken) välja en ny rutt öster om vindparken. Det reducerade projektområdet öppnar upp för ett scenario att trafiken istället väljer att gå på vindparkens västra sida. En rutt väster om skulle möjligen bli något kortare, cirka 2 M, än en rutt öster om vindparken (beroende på exakt placering av girpunkter), se Figur 1.2.

Den förhärskande vindriktningen är sydvästlig vilket gör att norrgående trafik till Sundsvall har vindparken på sin styrbordssida, och eventuell vindavdrift kan föra fartyg som passerar väster om vindparken mot densamma. Det är sannolikt att fartyg på stråket som idag går igenom området för Lambda North kommer att välja olika rutter förbi vindparken beroende på vädersituation.

I och med att den nya utformningen av vindparken kan medföra att trafiken väljer en rutt väster om vindparken, och att ett sådant ruttval innebär en kortare rutt än en rutt öster om vindparken, är det detta scenario som ligger till grund för följande beräkningar av olyckssannolikheter för det reducerade området.

Ett scenario där samtliga fartyg på det aktuella fartygsstråket genom Lambda North väljer en rutt öster om vindparken även vid det nu reducerade projektområdet kan jämföras med beräknat fall för ursprungligt område, dock med skillnaden att sträckan utmed vilken trafiken passerar vindparken är något kortare på östra sidan än i ursprungligt fall vilket får en viss positiv effekt på den beräknade olyckssannolikheten.



Figur 1.2 Dagens fartygsstråk (i svart) samt möjliga ruttval för sjötrafiken mellan Södra Kvarken och Sundsvall vid nytt, reducerat, projektområde (Lambda North). Beräkningar av olyckssannolikheter görs för rödmarkerad rutt då detta fall skiljer sig från ursprungligt fall.

2 Beräkning av grundstöttnings-, kollisions- samt allisionssannolikhet

Den nautiska riskanalysen omfattar beräkningar av sannolikheter för grundstötning, kollision samt allision under isfria förhållanden för ett fall utan vindpark samt för fallet när en vindpark har etablerats enligt ursprunglig utbredning. Kompletterande beräkningar har genomförts för ett fall med den reducerade utbredningen av vindparken. **Error! Reference source not found.** och Figur 2.2 visar IWRAP-modellerna för två olika fall, Fall A – utan vindpark och Fall C – med vindpark, reducerad utbredning (Lambda North).

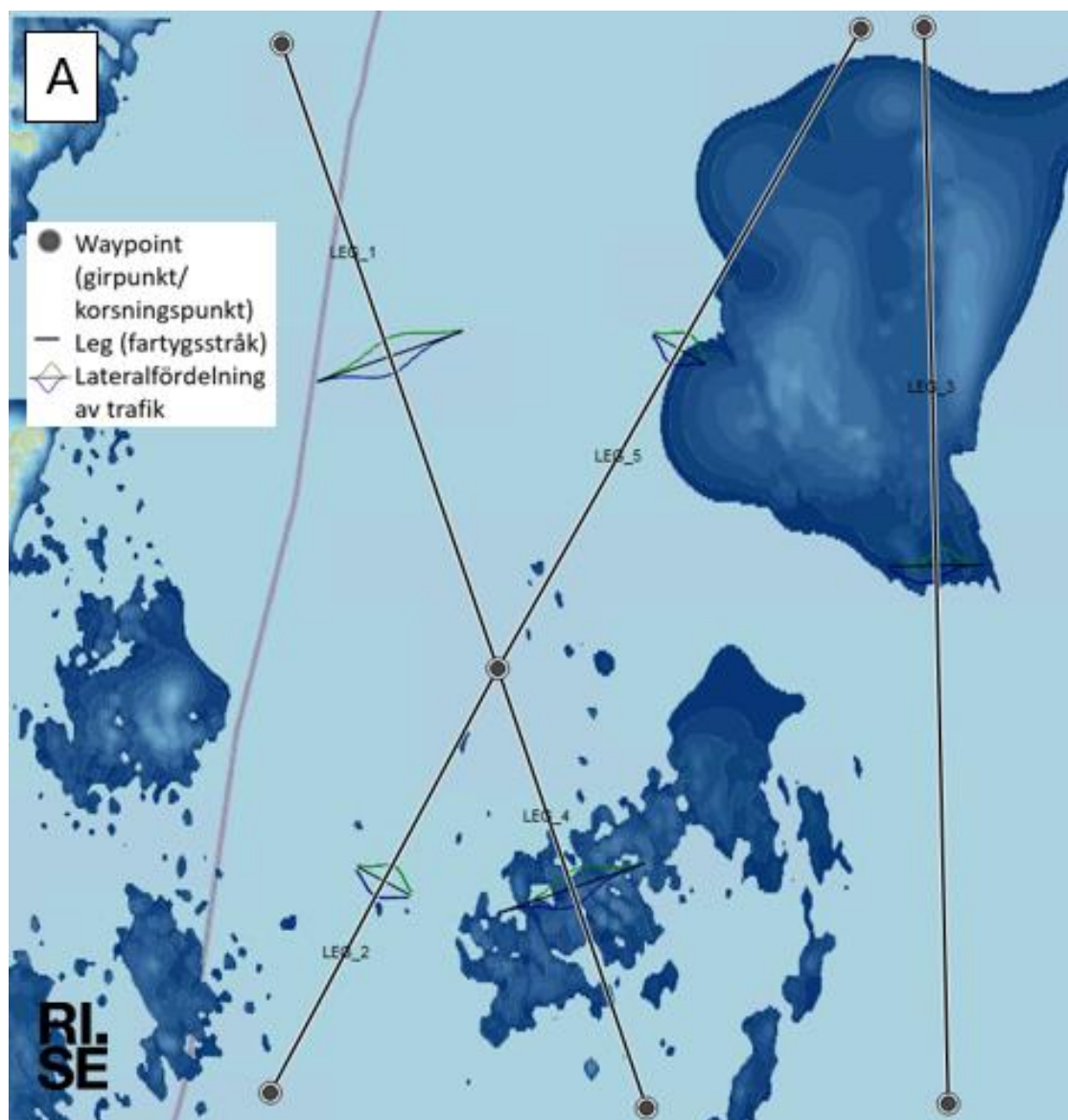
Beräkningar genomförs för två olika trafikscenarier:

- Scenario 1 - "nulägesscenario"
Trafikmönster samt trafikintensitet baserat på AIS-data från 2023 och representerar dagens trafikintensitet.
- Scenario 2 - "framtidsscenario"
Innebär en trafikökning på 20 % på samtliga *legs* jämfört med dagens trafik, det vill säga scenario 1.

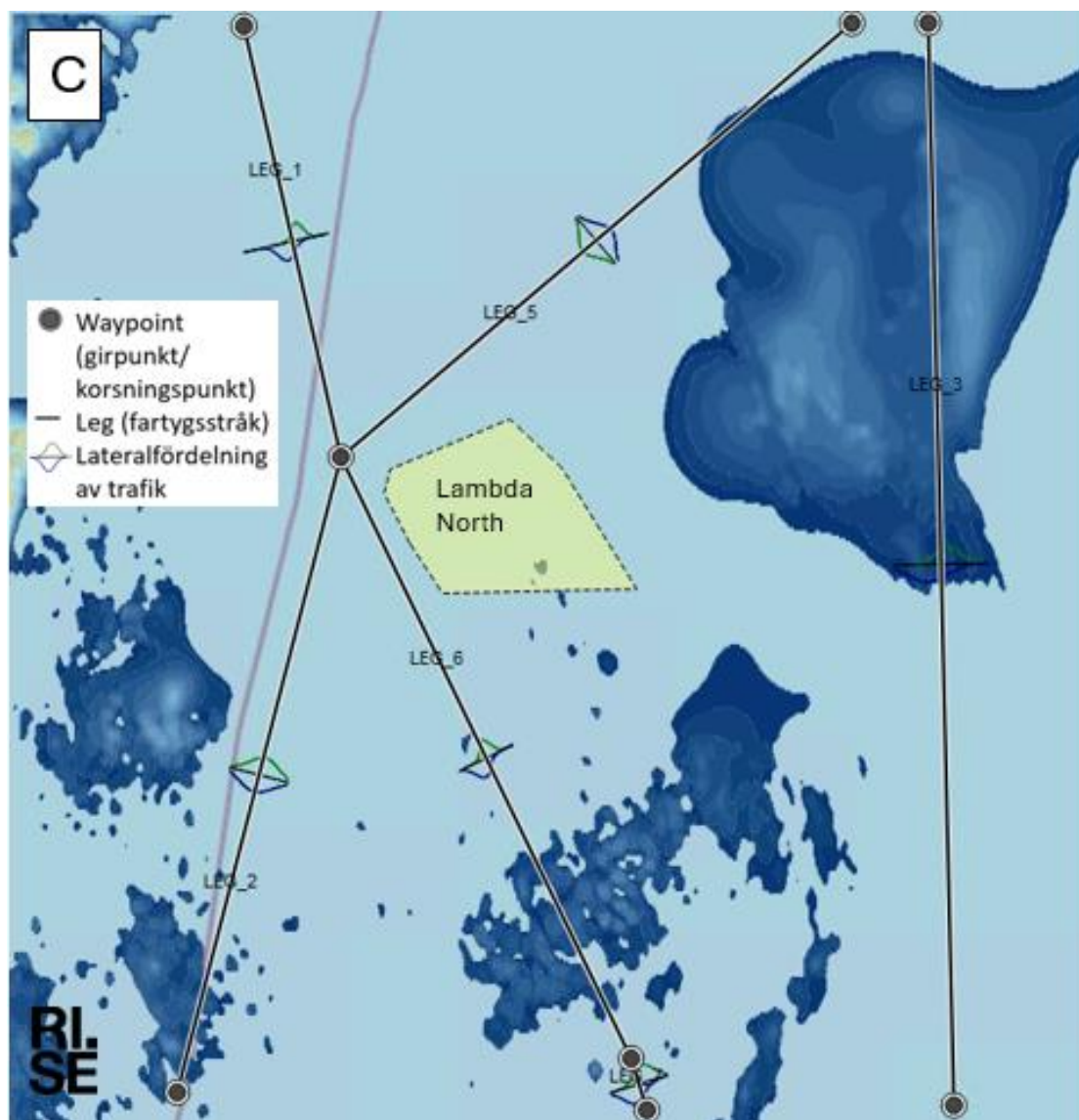
För respektive trafikscenarion görs beräkningar för två olika fall, se Figur 2.2

- *A: Utan vindpark*
Utgör ett nollalternativ och beräknas för att kunna jämföra hur olyckssannolikheter påverkas av en etablering. Modellen avser avspegla aktuellt trafikmönster i havsområdet.
- *C: Med vindpark Lambda North och justerat trafikmönster*
Avser fallet när en vindpark har etablerats. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindparken.

Nedan Figur 2.1 och Figur 2.2 visar IWRAP-modellerna för de båda fallen.



Figur 2.1 IWRAP-modell för fall A utan vindpark.



Figur 2.2 IWRAP-modell för fall C med reducerad vindpark (Lambda North).

2.1 Beräkningsresultat

Nedan följer beräkningsresultat för fall A och C. Beräkningsresultat och bedömning för fall B (ursprungligt projektområde, Bothnia Offshore Lambda) redovisades i den ursprungliga nautiska riskanalysen (*RISE rapport 20231874-01-00-B*).

De redovisade numeriska värdena för kollision-, grundstöttnings- och allisionssannolikheter är beräknade med de standardvärden (default) som finns för de olika *causation factors*, se Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Förinställda *causation factors* i IWRAP vilka har använts i aktuella beräkningar.

Olyckstyp	Causation factor
Merging	1,3E-4
Crossing	1,3E-4
Bend	1,3E-4
Head-on	0,5E-4
Overtaking	1,1E-4
Powered grounding	1,6E-4
Powered allision	1,6E-4

I brist på omfattande registrerad incidentstatistik från det aktuella havsområdet har standardvärdena inte justerats för att korrelera med de beräknade resultaten. Detta innebär att redovisade värden inte skall tolkas som absoluta tal, utan endast bör analyseras ur ett jämförande perspektiv för att identifiera eventuella signifikanta skillnader mellan nulägesbildens incidentsannolikheter och de som kan förväntas uppstå när vindparken har etablerats.

Tabell 2.2 visar en sammanställning av beräknade sannolikheter för scenario 1 för fall C, det aktuella, reducerade området, i förhållande till fall A utan vindpark. Beräkningarna är baserade på aktuell trafikintensitet i området (AIS-data för helår 2023) och att samtlig trafik på stråket Södra Kvarken – Sundsvall väljer en rutt väster om Lambda North.

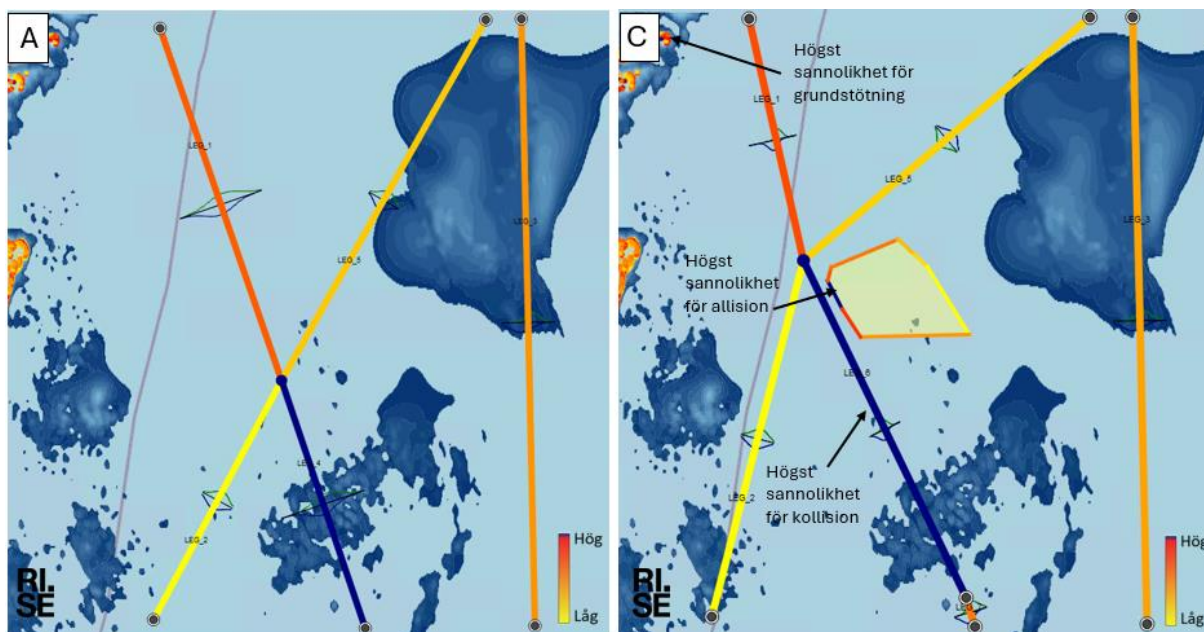
Tabell 2.2 Beräknade sannolikheter (incidenter/år) och returperioder (år mellan incidenter) för scenario 1, fall A och C. E anger tiopotensfaktor, exempelvis E-04 = 10^{-4}

SCENARIO 1	A: Utan vindpark		C: Med vindpark – reducerat område	
	Inc./år	År mellan inc.	Inc./år	År mellan inc.
Powered Grounding	---	---	---	---
Drifting Grounding	1,12E-04	8 949	1,60E-04	6 265
Total Groundings	1,12E-04	8 949	1,60E-04	6 265
Powered Allision	---	---	7,39E-05	13 529
Drifting Allision	---	---	1,07E-02	93
Total Allisions	---	---	1,08E-02	93
Overtaking	4,75E-06	210 425	1,40E-05	71 587
HeadOn	2,95E-05	33 945	4,92E-05	20 325
Crossing	8,00E-06	124 977	7,71E-06	129 665
Merging	---	---	---	---
Bend	---	---	4,22E-05	23 703
Total Collisions	4,22E-05	23 689	1,13E-04	8 844
<i>Total Incidents</i>	1,54E-04	6 495	1,11E-02	90

Den beräknade sannolikheten för grundstötning ökar något vid etablering av vindparken, vilket beror på att trafiken vid en rutt väster om vindparken går närmare grundområden än i fallet utan vindpark. Sannolikheten för grundstötning är dock fortsatt mycket låg.

När vindparken etableras tillkommer allisionsrisken, det vill säga risken för att ett fartyg driver eller seglar in i vindparken, som en ny risk. Den beräknade sannolikheten för allision är som högst utmed vindparkens västra sida och har en returperiod¹ på 93 år. Förhärskande vindriktning blåser mot vindparken men sträckan utmed vilken fartygen passerar väster om vindparken är relativt kort, cirka 6 M. Under cirka 4 M av dessa har fartygen antagits gå mer än 1 M från vindparken.

¹ Returperiod: Återger förväntat antal år mellan två incidenter. Beräknas som inversen av incidentsannolikheten, det vill säga returperiod=1/incidentsannolikheten.



Figur 2.3 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet fall A (till vänster): utan vindpark och fall C (till höger): med vindpark. 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 markeras i blått.

Den beräknade kollisionssannolikheten ökar med införandet av vindparken, från mycket låg till låg nivå, och returperioden går från cirka 23 700 år till cirka 8 900 år. Två girpunkter tillkommer, en vid grundet Sylen och en vid vindparkens nordvästra hörn. Girpunkten vid Sylen medför endast en kursändring mindre än 10°, varför IWRAP inte räknar med ett tillskott i *bend collisions* för denna girpunkt. Högst beräknad total kollisionssannolikhet är det på leg 6, vilket beror på att fartygen i beräkningsmodellen har trängts ihop något med anledning av vindparken öster om stråket. Ett antagande har gjorts om att fartygen som närmast går cirka en nautisk mil från vindparken och att nordgående stråk har en mindre lateralfördelning än sydgående, med anledning av att nordgående fartyg har vindparken på sin styrbordsida vilket har en påverkan på overtaking collisions. Trafikintensiteten på fartygsstråket är mycket låg, med cirka 1 100 passager per år, enligt klassificering från Sjöfartsverket och Transportstyrelsen (se Tabell 2.3). Därför har det vidare antagits att nord- och sydgående trafik på fartygsstråket lägger sina rutter i ungefär samma spår. I beräkningarna innebär detta att det finns ett visst överlapp mellan nord- och sydgående trafik, men att det är relativt liten. Överlappet påverkar dock den beräknade sannolikheten för head-on collisions. I realiteten finns det gott om manöverutrymme väster om vindparken och vid möte mellan två fartyg finns det således utrymme för ett tillräckligt passageavstånd mellan nord- och sydgående trafik.

Tabell 2.3 Klassificering för bedömning av fartygstråks trafikintensitet baserat på antal fartygspassager 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

Tabell 2.4 redovisar beräknade sannolikheter för scenario 2 för grundstötning, allision med vindparken (projektområdet) och kollision, samt den sammanlagda sannolikheten för någon typ av incident för de två olika fallen. För allision och grundstötning ökar incidentssannolikheten linjärt med trafikökning, det vill säga en trafikökning på 20 % motsvarar 20 % ökning av sannolikheten för allision och grundstötning. Sannolikheten för kollision ökar med kvadraten på trafikökningen.

Tabell 2.4 Beräknade olycks sannolikheter för scenario 2 (incidenter/år). E anger tiopotensfaktor, exempelvis E-04 = 10^{-4}

SCENARIO 2	A: Utan vindpark		C: Med vindpark – reducerat område	
	Inc./år	År mellan inc.	Inc./år	År mellan inc.
Powered Grounding	---	---	---	---
Drifting Grounding	1,34E-04	7 458	1,92E-04	5 221
Total Groundings	1,34E-04	7 458	1,92E-04	5 221
Powered Allision	---	---	8,87E-05	11 274
Drifting Allision	---	---	1,29E-02	78
Total Allisions	---	---	1,29E-02	77
Overtaking	6,84E-06	146 128	2,01E-05	49 713
HeadOn	4,24E-05	23 573	7,08E-05	14 114
Crossing	1,15E-05	86 789	1,11E-05	90 045
Merging	---	---	---	---
Bend	---	---	6,08E-05	16 460
Total Collisions	6,08E-05	16 451	1,63E-04	6 142
Total Incidents	1,95E-04	5 132	1,33E-02	75

3 Uppskattning av sannolikheter för övriga identifierade faror

I samband med haziden som genomfördes inom den nautiska riskanalysen för det ursprungliga projektområdet identifierades ett antal faror, vilka inte direkt antas innebära kollision, grundstötning eller allision och därmed inte kan kvantifieras och beräknas med IWRAP. Dessa faror anses gälla även för det aktuella reducerade projektområdet och diskuteras nedan:

- **Service-/underhållsfartyg korsar fartygsstråk**

Under driftfasen kommer vindparken medföra tillkommande trafik i form av service- och underhållsfartyg till och från Lambda North. Trafik till och från vindparken med service- och underhållsfartyg förväntas ske dagligen, med snabbgående båtar med god manöverförmåga. Sammantaget beräknas cirka 550 resor att ske per år. Hur service och underhåll av vindparken kommer att bedrivas under eventuella perioder då havsis förekommer i havsområdet och som gör att vindparken inte är tillgänglig för de ordinarie service- och underhållsfartygen är inte beslutat. Sannolikt kan nödvändig service utföras under isfria förhållanden, då det sällan förekommer havsis i området för Lambda North.

Servicetrafiken kommer att ge ett tillskott till det totala trafikflödet i havsområdet i närheten av vindparken, men ökningen sker från en mycket låg nivå och kollisionssannolikheten bedöms påverkas i liten grad.

- **Anläggningstrafik**

När mer detaljer kring vindparken, dess utformning och transporter i anläggningsfasen är kända, bör det genomföras en separat riskanalys för anläggningsfasen. 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.

För vindparkens totala utbyggnad om 74 turbiner och två plattformar förväntas totalt cirka 1 200 till 1 500 tur- och returesor mellan projektområdet och hamnen/hamnarna som nyttjas i processen att krävas. Anläggningstrafiken kommer att trafikera havsområdet till och från Lambda North under cirka två års tid.

Den tillkommande anläggningstrafiken som kan komma att korsa närliggande fartygsstråk kan innebära en ökad sannolikhet för kollision, men trafikintensiteten i det aktuella havsområdet är mycket låg.

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 racon² 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.

- **Övrig trafik i området i och runt vindpark Lambda North**

Genomförda IWRAP-beräkningar inkluderar inte fritidsbåtstrafik eftersom de flesta fritidsbåtar saknar AIS-transponder och därmed inte omfattas av tillgänglig AIS-data. Baserat på data Emodnet kan dock slås fast att förekomsten av fritidsbåtar endast förekommer vid kusten väster om Lambda North och att antalet fritidsbåtar i det aktuella havsområdet är noll. Skulle en fritidsbåt ändå segla genom vindparken bedöms det dock möjligt för dessa att passera på ett säkert sätt genom vindparken, eftersom avstånden mellan vindkraftverken

² Racon: Radar beacon, radarfyr, transponder installerad på SSA för hjälp med identifiering.

kommer att vara cirka 1,5 – 2 km (cirka 0,8 – 1,1 M i medel. Sannolikheten för att allision ska ske med något av vindkraftverken bedöms som låg tack vare det stora avståndet mellan vindkraftverken samt eftersom fritidsbåtsintensiteten är mycket låg.

Fiske förekommer nordost om vindparken och i passagestatistiken som är framtagen över trafiken runt området för 2023 finns fyra fiskefartyg registrerade. På samma sätt som för fritidsbåtar bedöms dock att eventuella fiskebåtar kan röra sig säkert genom vindparken och sannolikheten för en allision för ett fiskefartyg med anledning av den låga förekomsten bedöms som låg. De fiskefartyg som idag fiskar nordost om Lambda North bedöms inte påverka handelsfartygens ruttval. Handelsfartygen som går nordost om Lambda kommer sannolikt att korsa området för fiske något längre norrut än idag och nuvarande fiskemönster bedöms inte påverkas på grund av etablering av vindparken. Med aktuell trafikintensitet, spridd trafik i mycket låg omfattning, och det utrymme som finns nordost om vindparken bedöms det finnas tillräckligt med utrymme för såväl fiske som handelsfartyg även när Lambda North är etablerad.

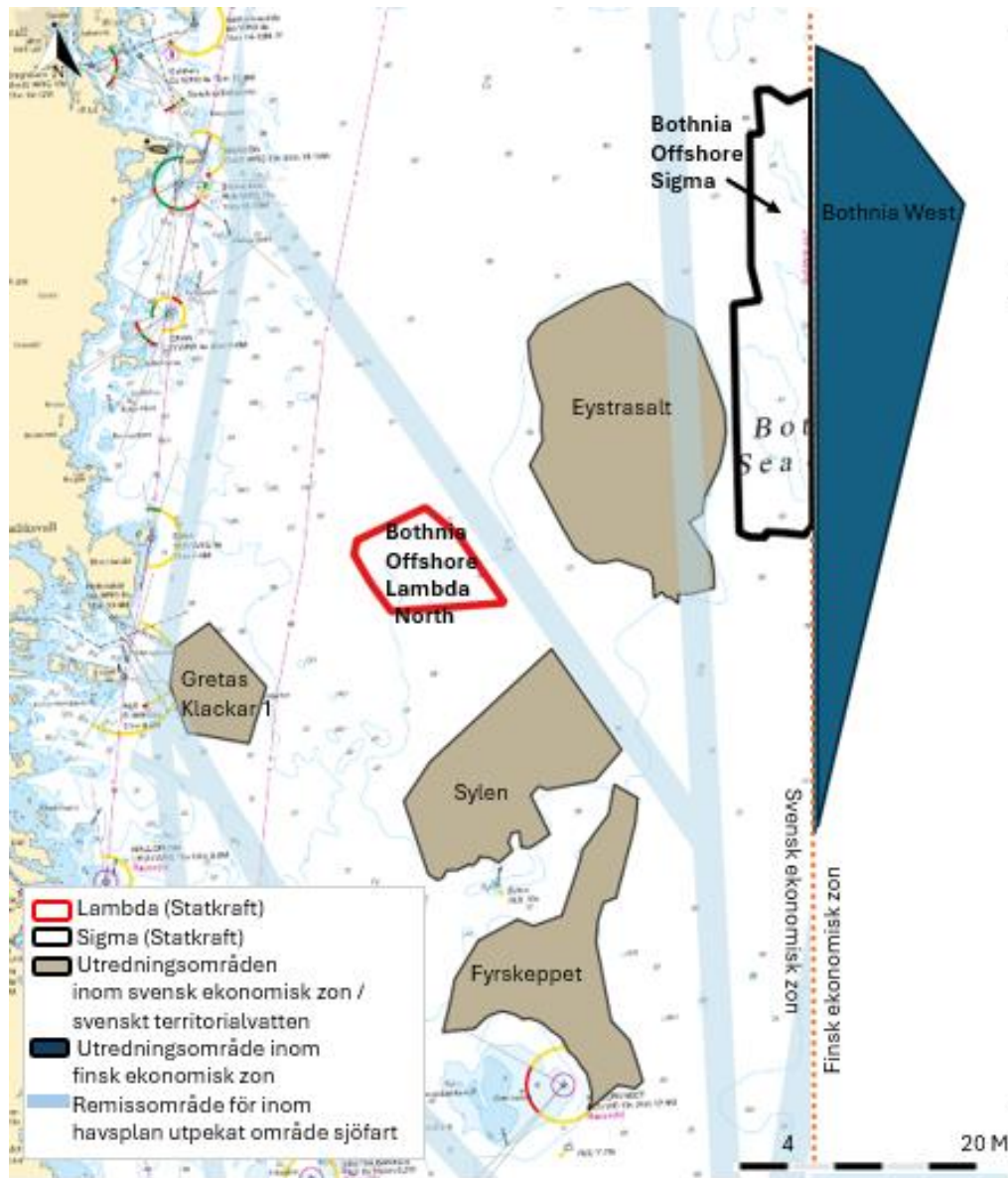
- **Störningar på marin radar**

Enligt PIANC kan passage av en vindpark på ett avstånd mindre än 1,5 M innebära att störningar på fartygsradarns S-band uppstår, vilket enligt PIANC utgör en medelhög risk eftersom detta kan innebära så kallad "*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 (cirka 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. Trafiken på fartygsstråket på Lambda Norths västra sida antas passera på ett avstånd om cirka 1 M, och kan möjligen erfara *small target loss*. Med anledning av den mycket låga trafikintensiteten i havsområdet och att vindparken sannolikt endast kommer att trafikeras av servicetrafik antas få situationer att uppstå där servicetrafiken behöver passera in eller ut ur vindparken vid tillfälle då ett handelsfartyg passerar. Därmed bedöms också sannolikheten för en olycka som beror på ett tappat radareko som låg. Samma antagna passageavstånd från vindparken gäller på den östra sidan av vindparken, om fartygen skulle välja en sådan rutt, och därmed också en viss sannolikhet för *small target loss*. På den östra sidan bedöms det mer osannolikt att servicefartyg passerar ut från vindparken. Det finns utrymme för fartygen att passera på en större distans från såväl Lambda Norths västra som östra sida.

Norr om Lambda North antas det också gå ett mindre fartygsstråk, bestående av de cirka 200 fartyg som idag passerar genom området för vindparken. Fartygen på detta stråk antas passera Lambda North på ett tillräckligt stort avstånd för att radarstörningar inte ska uppstå.

- Kumulativa effekter

I Bottenhavet finns flertalet utredningsområden för vindkraft, se Figur 3.1.



Figur 3.1 Utredningsområden för vindkraft i närheten av Lambda North.

Vid etablering av vindkraft inom flera eller samtliga utpekade utredningsområden kommer påverkan på sjöfarten att bli större än vid byggnation av en enstaka vindpark, genom omdirigeringar och sannolikt tillkommande girpunkter.

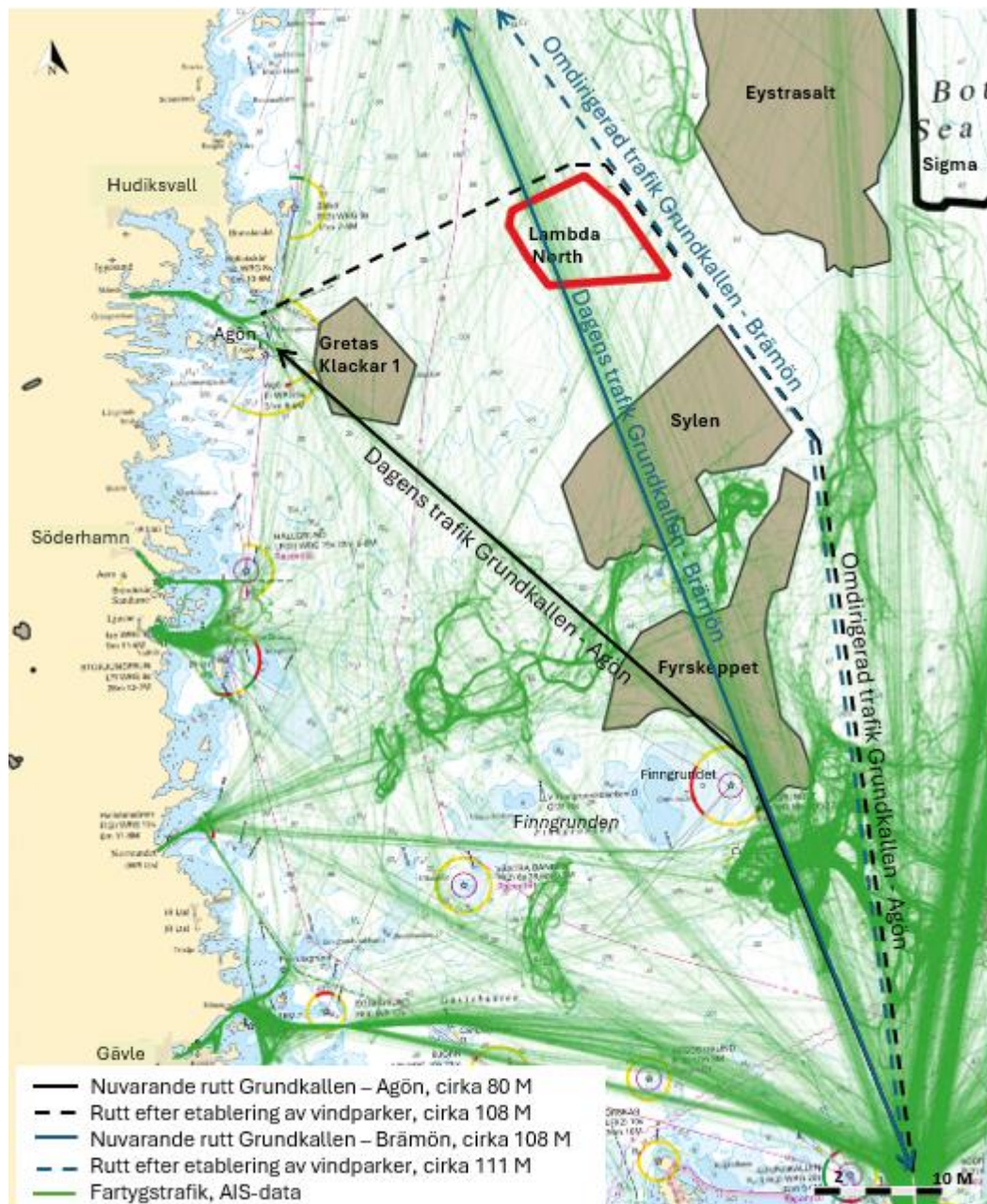
För trafikflödet till och från Sundsvall ger inte etableringen av Lambda North, i tillägg till Sylen och Fyrskippet, upphov till någon ytterligare rutförlängning. Trafiken kommer att passera öster om samtliga tre vindparker och rutförlängningen på sträckan Grundkallen – Brämön blir cirka 3 – 4 M vid etablering av Sylen och Fyrskippet, oaktat Lambda North. En sådan rutt är cirka en distansminut längre än vid etablering av endast Lambda North, om trafiken går öster om Lambda North. Om Fyrskippet och Sylen, eller någon av dessa två parker, byggs i tillägg till Lambda North tillkommer en girpunkt på sträckan mellan Grundkallen och Brämön i jämförelse med ett scenario utan vindparker, se **Error! Reference source not found..**

Lokaliseringen av girpunkten varierar något med vilka vindparker som byggs, men riskerna

med en tillkommande girpunkt påverkas inte av vid vilken vindpark den ligger. Med vindparker söder om Lambda North kommer trafiken till och från Sundsvall att fortsätta mot nordväst vid Lambda Norths norra hörn. Mellan dessa och fartygen som ska gira åt sydväst respektive sydost vid Lambda Norths norra hörn kan det komma att uppstå korsningspunkter och en ökad sannolikhet för kollision. Även sannolikheten för allision bedöms öka vid girpunkten

Om såväl Fyrskeppet som Sylen byggs utöver Lambda North kommer trafiken som idag går mellan Grundkallen och Agön utanför Hudiksvall / Iggesund att påverkas. Idag går denna trafik, med drygt 200 passager per år, strax norr om fyren Finngrundet genom utredningsområdet för Fyrskeppet och utgörs till största delen av SCAs linjetrafik (145 passager under 2023). Om Fyrskeppet, Sylen och Lambda North etableras enligt plan, och även Gretas Klackar 1 byggs, kommer trafiken att behöva välja en annan rutt. Det är inte möjligt för fartygen att passera söder om fyren Finngrundet, över Finngrundet, på grund av otillräckligt vattendjup för den aktuella trafiken. Två alternativa ruttval identifieras: Det ena alternativet är att gå norr om Lambda North för att sedan även passera norr om Gretas Klackar 1 och är ett *worst case* vad gäller ruttförlängning men som kan komma att väljas, i synnerhet i sämre väder. Det andra är att fartygen väljer en rutt mellan Lambda North och Sylen, vilket kan komma att bli ett normalfall.

Figur 3.2 återger nuvarande rutt och omdirigerad rutt enligt *worst case*-scenariot, där den senare har en ytterligare girpunkt och är cirka 28 M längre än den förra. Giren för denna rutt norr om Lambda North är cirka 90° och den nya rutten skulle sannolikt ligga cirka 1 M från Lambda Norths nordvästra gräns. Det finns dock utrymme för trafiken att hålla ett större avstånd till vindparken.

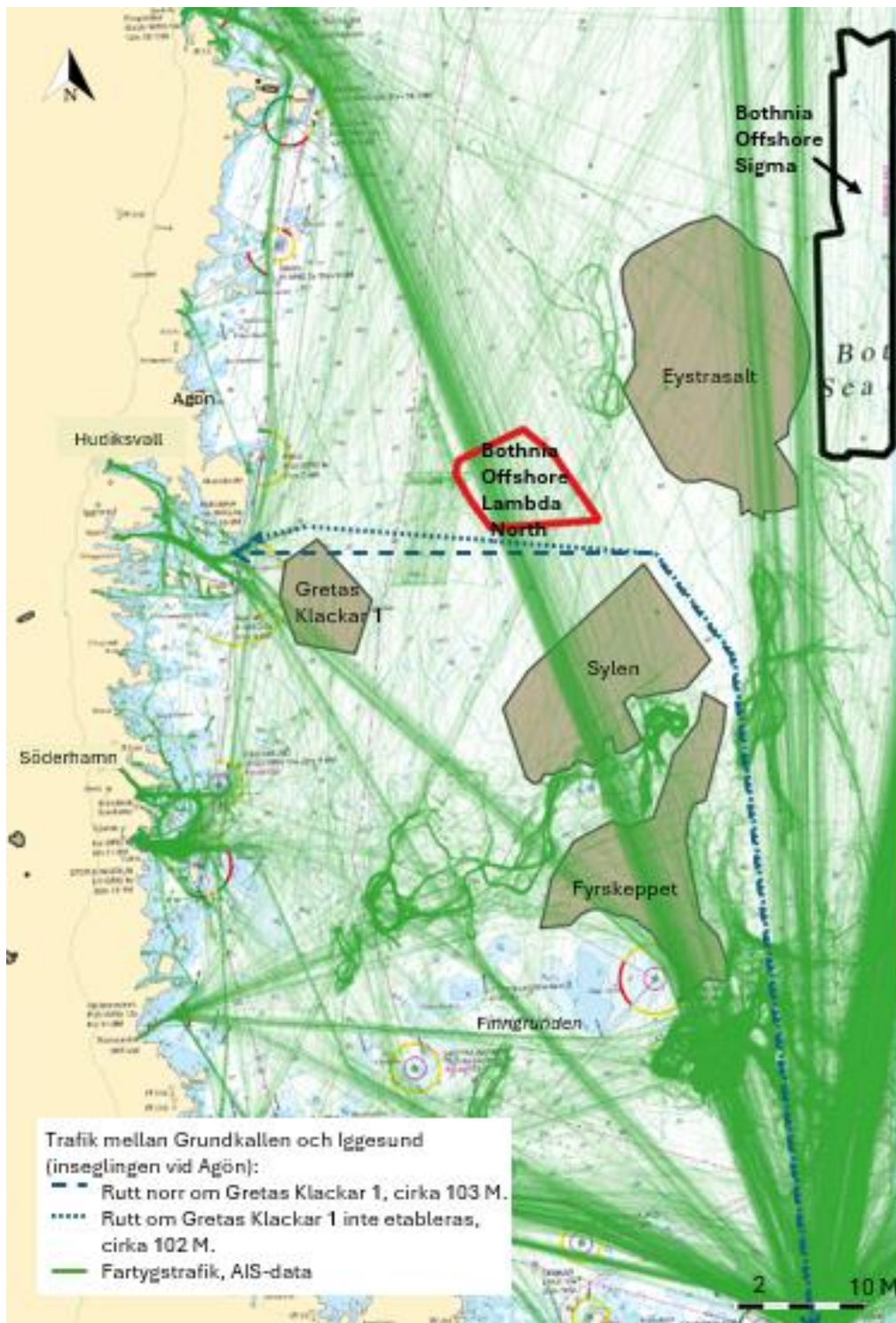


Figur 3.2 Ett alternativ på omdirigering av trafiken mellan Grundkallen och Agön. Figuren visar också omdirigeringen av trafiken mellan Grundkallen och Sundsvall om Fyrskuppet och Sylen byggs i tillägg till Lambda North.

Alternativ två, att fartyg på sin väg till och från Agön utanför Iggesund väljer en rutt mellan vindparkerna Lambda North och Sylen, återges i Figur 3.3. Det minsta avståndet mellan dessa vindparker är cirka 5 M. Med samtliga planerade vindparker innebär en sådan rutt ytterligare en tillkommande girpunkt genom att fartygen får gira norr om Sylen och även göra en svag gir norr om Gretas Klackar 1 på sin väg mot Iggesund. Väljer fartygen en rutt söder om Gretas Klackar 1 innebär detta ytterligare en girpunkt och en längre väg än det nordliga alternativet. Skulle inte Gretas Klackar 1 etableras tillkommer bara en girpunkt, precis som för fallet med en rutt norr om Lambda North. 90°-giren kvarstår, men kommer istället att ske vid Sylens nordliga spets.

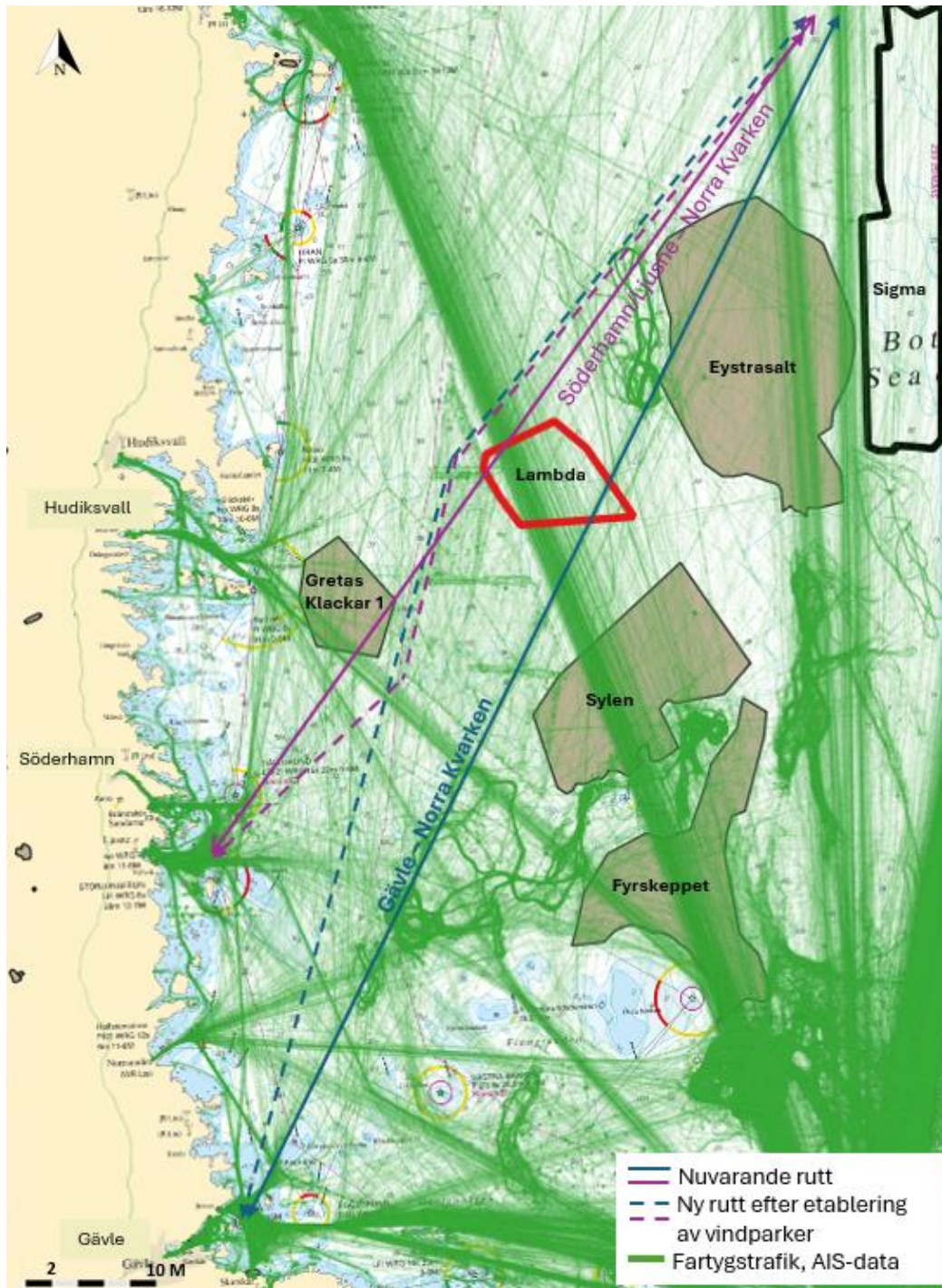
En rutt mellan Lambda North och Sylen innebär en cirka 5 – 6 M kortare rutt än ett ruttval norr om Lambda North. Den nya rutten till och från Iggesund, oavsett om rutten läggs norr om Sylen eller norr om Lambda North, innebär att det möjligen uppstår en korsningspunkt med

Sundsvallstrafiken nordost om respektive vindpark. Trafikintensiteten till och från Iggesund är mycket låg med ett par hundra fartyg per år. Även Sundsvallstrafiken hamnar inom samma klassning av trafikintensitet även om det handlar om cirka 1 100 fartyg per år.



Figur 3.3 Ett andra alternativ på omdirigering av trafiken mellan Grundkallen och Agön om Fyrskäppet och Sylen byggs i tillägg till Lambda North. Här antas trafiken passera mellan Lambda North och Sylen.

För trafiken som går mellan Söderhamn och Norra Kvarken enligt Figur 3.4 tillkommer också girpunkter när trafiken ska gå mellan Gretas Klackar och Lambda North. Väldigt få fartyg trafikerar rutten och sannolikheten för möten är mycket låg, därmed är också den tillkommande kollisionssannolikheten mycket låg.



Figur 3.4 Exempel på omdirigering av trafiken som går genom Lambda North i nordostlig - sydvästlig riktning.

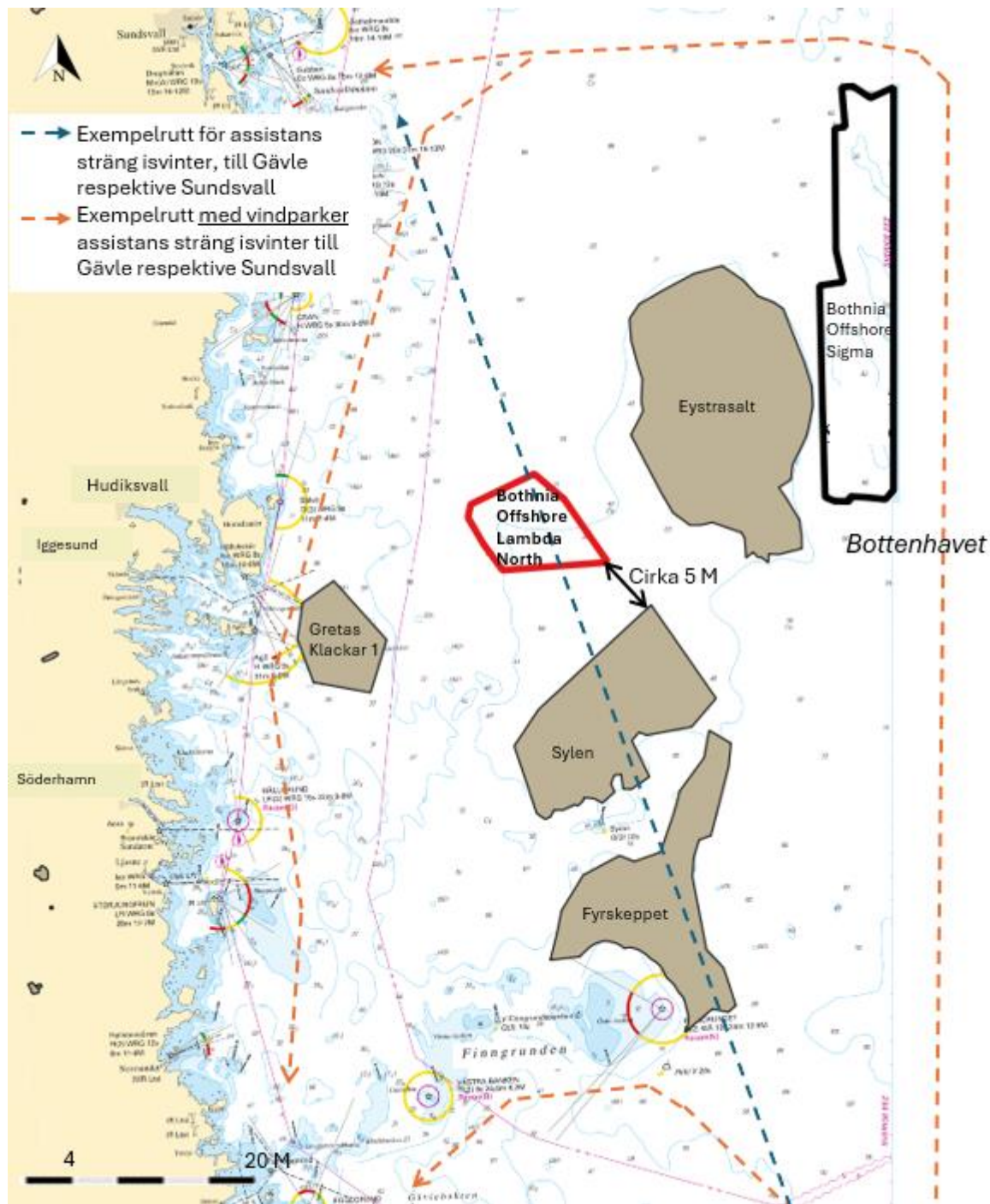
Med flera närliggande vindparker kommer befäl ombord på fartygen tvingas till skärpt uppmärksamhet under en större del av resan än vid passage av en enstaka vindpark. Sannolikheten för mänskliga fel genom uttröttning ökar, vilket i sin tur kan komma att öka sannolikheten för allision och kollision på grund av mänskligt fel.

- **Vintersjöfart**

Enligt samtal med Amund Lindberg, Affärsområdeschef Vintersjöfart, Sjöfartsverket den 21/11-2023, sker en sträng isvinter ungefär vart tionde år. Det innebär att det är sannolikt att minst ett par stränga isvintrar kan komma att inträffa under vindparkens livstid. Vid stränga isvintrar kan det förekomma havsis i Bottenhavet, i den del där Lambda North planeras, som påverkar sjöfarten i området.

Vid stränga isvintrar kan isen medföra förhållanden som gör att farleder och etablerade trafikstråk uttraderas vintertid och allt tillgängligt vatten med tillräckligt stort djup kan behöva nyttjas av fartygen. Vid svåra isvintrar krävs mer utrymme för fartyg och isbrytareheter och en vindpark kan vid sådana tillfällen komma att påverka sjöfartens framkomlighet. Fartygen, ibland med assistans av isbrytare, väljer den rutt genom isen som är säkrast och enklast att ta sig fram på. Vilken rutt som är mest lämplig varierar ofta mycket snabbt och förändras beroende på framför allt vindriktningen.

Vid sträng isvinter och ispress från nord till nordost sker idag isassistans för trafik till och från Södra delen av Bottenhavet upp mot söder om Finngrundén för att sedan vända ner söder om Västra Banken och in mot Gävle. Som ett *worst case scenario* med flera vindparker i Bottenhavet mellan Finngrundén och Lambda North kan, vid en sträng isvinter, assistans till Gävle innebära att fartyg från söder kommer att behöva dras upp till norr om Lambda North innan fartygen kan gå ner till Gävle längs med kusten. Om enbart Lambda North etableras kan det finnas möjlighet att assistera fartyg mellan Finngrundén och Lambda North. Mellan Lambda North och den mest närliggande vindparken söder om, Sylén, är det cirka 5 M som närmast. Exempelrutter för isbrytarassistans till Gävle för nuläge respektive för ett *worst case scenario* med flertalet vindparker i Bottenhavet återges i Figur 3.5. Angivna rutter är endast ungefärliga. Vilka rutter som är möjliga för assistans och hur lång omdirigering som kan komma att krävas beror på vilka vindparker som etableras, samt väder- och vindförhållande vid varje enskild assistans.



Figur 3.5 Exempelrutter för isbrytarassistans till Gävle och Sundsvall vid sträng isvinter, nuläge och vid ett worst case scenario med flertalet vindparker i Bottenhavet.

Längre assistanssträckor och längre transitrutter för isbrytarna till följd av vindparkerna i området innebär ett ökat behov av isbrytarkapacitet. Det ökade behovet av isbrytarassistans kan under vissa tillfällen leda till isbrytarkapacitetsbrist och långa väntetider med förseningar som följd om dagens isbrytarkapacitet inte förstärks. I ett värsta scenario med svårt isläge i Bottenhavet och brist på isbrytarresurser kan tillgängligheten till hamnarna i området komma att begränsas. Svåra isförhållanden förväntas dock uppstå endast cirka en gång var tionde år och då under en tidsperiod om cirka 1,5 vecka till cirka 1,5 månad, där Lambda Norths påverkan på en effektiv isbrytning är mycket liten.

Det rådande kunskapsläget om hur etableringen av vindkraft till havs kommer att påverka isbildning, isdrift, vallbildning och därmed vintersjöfarten samt den taktiska isbrytningen är begränsad. Forskning pågår inom området och vidare utredningar för det aktuella fallet behövs för att kunna påvisa hur isförhållandena kommer att påverkas av vindparker.

4 Ökad bränsleförbrukning och ökade utsläpp

Ruttförlängningar innebär ökad bränsleförbrukning för fartygen, vilket i sin tur innebär ökade utsläpp av koldioxid. En ökad bränsleförbrukning innebär också ökade bränslekostnader för de berörda fartygen.

För fartyg som trafikerar en rutt mellan någon av hamnarna Gävle, Söderhamn eller Hudiksvall och Norra Kvarken blir det ingen nämnvärd ruttförlängning med anledning av de planerade vindparkerna i Bottenhavet, men för trafiken som idag rundar fyren Finngrundet på sin väg mellan Iggesund/Hudiksvall och Södra Kvarken blir ruttförlängningen större om flera vindparker byggs. Den initiala påverkan kommer från vindpark Fyrskeppet men med både Sylen och Lambda North norr om Fyrskeppet blir omdirigeringen större. Fartygen kan komma att passera mellan Sylen och Lambda North med en ungefärlig ruttförlängning på 22 – 23 M. Som ett *worst case scenario*, kan fartygen komma att gå norr om samtliga tre vindparker i enlighet med Figur 3.2 vilket innebär en ruttförlängning på cirka 28 M. För SCA:s fartyg, som primärt är de som påverkas av omdirigeringen, blir den uppskattade ökningen i bränsleförbrukning i *worst case*-scenariot 316 680 kg/år och vad gäller CO₂-utsläpp 990 640 kg/år, se sammanställning i Tabell 4.1. Etablering av enbart vindpark Lambda North påverkar inte denna trafik på sträckan Grundkallen – Agön.

Tabell 4.1 Uppskattning av bränsleförbrukning samt CO₂-utsläpp för sträckan Grundkallen – Agön vid scenariot med flera vindparker, och ny rutt norr om Fyrskeppet, Sylen och Lambda North respektive en rutt mellan Lambda och Sylen, i jämförelse med dagens rutt.

SCAs RoRo-fartyg: Nuvarande rutt norr om Finngrundet.						
Antal resor per år	Distans Grundkallen – Agön (M)	Bränsleförbrukning (kg/M)	Emissioner (kg CO ₂ /M)	Bränsleförbrukning (kg /år)	CO ₂ -utsläpp (kg CO ₂ /år)	Bränslekostnad/resa
145	80 M	78	244	904 800	2 830 400	47 986
SCAs RoRo-fartyg: Rutt norr om Lambda North, Sylen och Fyrskeppet (<i>Worst Case</i>)						
Antal resor per år	Distans Grundkallen – Agön ny rutt (M)	Bränsleförbrukning (kg/M)	Emissioner (kg CO ₂ /M)	Bränsleförbrukning (kg /år)	CO ₂ -utsläpp (kg CO ₂ /år)	Bränslekostnad/resa
145	108	78	244	1 221 480	3 821 040	64 781
SCAs RoRo-fartyg: Rutt mellan Lambda North och Sylen (Trolig rutt i normalfallet)						
Antal resor per år	Distans Grundkallen – Agön ny rutt (M)	Bränsleförbrukning (kg/M)	Emissioner (kg CO ₂ /M)	Bränsleförbrukning (kg /år)	CO ₂ -utsläpp (kg CO ₂ /år)	Bränslekostnad/resa
145	102	78	244	1 153 620	3 608 760	61 182

Uppskattningarna i Tabell 4.1 är baserade på data för genomsnittlig bränsleförbrukning (kg bränsle/M) samt årsgenomsnitt för CO₂-utsläpp (kg CO₂/M) som rapporterats enligt MRV-direktivet för de mest frekventa fartygen på respektive stråk.

Tabellen innefattar också en ungefärlig uppskattning av bränslekostnad per resa för fartygen på nuvarande rutt respektive rutt norr om Lambda North, Sylen och Fyrskeppet samt rutt mellan Lambda North och Sylen. Uppskattningarna baseras på ett bränslepris av 7,69 SEK/kg vilket motsvarar ett ungefärligt genomsnittligt pris för MGO samt ULSFO i Rotterdam under de senaste tre åren (Ship & Bunker, 2023).

Ruttförlängningarna innebär högre bränslekostnader för fartygen på de aktuella stråken. I jämförelse med fartygens totala bränsleförbrukning per år, vilken enligt MRV-data uppgår till cirka 7 000 miljoner ton för SCAs fartyg, bedöms kostnadsökningen på grund av de aktuella vindparkerna som liten.

5 Riskvärdering

I samband med riskvärderingar används ofta en logaritmisk skala för att indexera sannolikheter. I **Error! Reference source not found.** har en sexgradig skala applicerats för att illustrera hur de beräknade sannolikheterna generellt kan värderas. Skalan liknar till stora delar den som föreslås och exemplifieras i *Revised guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process* (IMO, 2018). Konsekvenserna vid en kollision antas bli svårare än vid så väl grundstötning som *powered allision* och *drifting allision*, och en *powered allision* antas medföra svårare konsekvenser än *drifting allision*. Med anledning av detta har kolumnen för kollision placerats längst till höger i det som kan liknas vid en riskmatris där konsekvenserna ökar från vänster till höger. Då någon uppskattning av de faktiska konsekvenserna inte har gjorts kan dock konsekvenserna inte graderas på någon skala och tabellen utgör därmed ingen egentlig riskmatris.

Tabell 5.1 Beräknade sannolikheter kan värderas på en sex-gradig logaritmisk skala. *Drifting allision* antas innebära minst allvarliga konsekvenser följt av *powered allision* och grundstötning. Kollision antas innebära svårast konsekvenser och är därför placerat i kolumnen längst till höger.

Förekomst	Intervall sannolikhet (p)	Index (nedre gräns)	Drifting Allision	Powered Allision	Total Groundings	Total Collisions
Mycket hög sannolikt	$p > 10^0$	6 – en gång per år				
Hög sannolikt	$10^{-1} \leq p < 10^0$	5 – en gång på 10 år				
Medelhög sannolikt	$10^{-2} \leq p < 10^{-1}$	4 – en gång på 100 år	✖ Fall C: $1,07 \times 10^{-2} = 4,1$			
Låg sannolikt	$10^{-3} \leq p < 10^{-2}$	3 – en gång på 1 000 år				
Mycket låg sannolikt	$10^{-3} \leq p < 10^{-4}$	2 – en gång på 10 000 år				
Extremt låg sannolikt	$p < 10^{-4}$	1 – en gång på 100 000 år eller mer sällan		✖ Fall C: $7,39 \times 10^{-5} = 1,9$	✖ Fall C: $1,6 \times 10^{-4} = 2,2$ ✖ Fall A: $1,12 \times 10^{-4} = 2$	✖ Fall C: $1,13 \times 10^{-4} = 2$ ✖ Fall A: $4,22 \times 10^{-5} = 1,6$

Konsekvenser

Enligt skalan i **Error! Reference source not found.** bedöms sannolikheten för *drifting allision* med vindparken som medelhög (4), på gränsen mot låg. Sannolikheten för en *powered allision* med vindparken bedöms som extremt låg (1), på gränsen till mycket låg. Sannolikheten för allision, både *drifting allision* och *powered allision*, avser dock sannolikheten för att ett fartyg driver eller seglar in över gränsen till området för vindparken och inte en allision med ett enskilt vindkraftverk. Sannolikheten för en grundstötning (*total groundings*) bedöms enligt skalan i tabellen som extremt låg (2) på gränsen mot mycket låg (1), i fallet utan vindpark (Fall A). I fallet med vindpark (Fall C) bedöms sannolikheten som mycket låg (2). Sannolikheten för en kollision (*total collisions*) bedöms enligt skalan i tabellen som mycket låg (2) på gränsen till extremt låg (1) i fallet med vindpark samt extremt låg (1) i fallet utan vindpark.

Genomförda IWRAP-beräkningar avser isfria förhållanden. Sannolikheten för allision och kollision vintertid, när det är is i området som påverkar sjöfarten kan inte kvantifieras då verktyg saknas för detta, samt då sannolikheten kommer att variera kraftigt mellan olika år beroende på isförhållanden. Även vintertid bedöms det dock, i de flesta fall, finnas möjlighet för fartyg att passera på ett tillräckligt avstånd från Lambda North utan betydande risk för allision. Vid förekomst av havsis erfordras isbrytarassistans, men vid en etablering av Lambda North antas assistansförmågan inte påverkas i nämnvärd utsträckning då det finns gott om

vatten på samtliga sidor om Lambda North. Detta antagande förutsätter att Lambda är den enda vindparken som etableras i närområdet, en eller flera andra vindparker i området kan påverka assistansrutter och dirigeringsvägar. Enbart Lambda North bedöms inte påverka riskerna för vintersjöfarten i någon betydande grad.

6 Samlad bedömning

En etablering av Lambda North påverkar primärt fartygstrafiken till och från Sundsvall, genom en mindre omdirigering om cirka en respektive cirka tre nautiska mil vid ny rutt väster respektive öster om vindparken. Då en passage väster om Lambda North innebär en kortare resväg bedöms det vara ett sannolikt ruttval, men vilken rutt som väljs i realiteten kommer förmodligen att variera beroende på rådande väderförhållanden. Möjligen kommer fartygen att välja olika rutter förbi vindparken, vilket i så fall innebär färre fartyg per stråk. Vid en vald rutt väster om blåser den förhärskande vinden mot vindparken, men sträckan utmed vilken fartygen passerar vindparken blir relativt kort, cirka 6 M, och trafikintensiteten mycket låg.

Vid etablering av en vindpark till havs tillkommer en risk för allision. Den beräknade allisionssannolikheten vid en passage på västra sidan av vindpark Lambda North motsvarar en returperiod på 93 år, om samtliga fartyg som idag passerar genom området för vindparken, till och från Sundsvall, går på den västra sidan av vindparken. En *drifting allision* bedöms vara en mindre risk än en *powered allision*, eftersom den innebär att ett fartyg driver in i området för vindparken i låg fart (cirka 1 knop). En *powered allision* innebär att fartyg, för framdrift, kör in i området för vindparken med bibehållen fart. För Lambda North värderas den beräknade allisionssannolikheten för *drifting allisions* att ligga i det nedre spannet av medelhög sannolikhet, och för *powered allisions* extremt låg. En allision innebär inte nödvändigtvis en faktisk allision med ett vindkraftverk och genomförda beräkningar ger allisionssannolikhet för ett fartygs passage över gränsen in till vindparken. Den faktiska yta som vindkraftverken upptar är avsevärt mindre än området för vindparken, vilket gör att den faktiska allisionssannolikheten är avsevärt lägre än den beräknade.

Den beräknade sannolikheten för kollision ökar med införandet av vindparken, från extremt låg till mycket låg. Den beräknade sannolikheten för kollision är mycket låg även vid en trafikökning på 20 procent. En ny korsningspunkt uppstår vid Lambda Norths nordvästra hörn, mellan trafiken i nordvästlig – sydöstlig riktning mellan Sundsvall och Grundkallen vid Södra Kvarnen och trafiken i nordöstlig och sydvästlig riktning mellan Söderhamn och Norra Kvarnen. Det finns gott om vatten nordväst och norr om vindparken och en korsningspunkt mellan trafik på de olika stråken kan, vid behov av undanmanöver, ligga på ett tillräckligt säkerhetsavstånd från vindparken för att en allision inte ska behöva ske. Trafiken mellan Söderhamn och Norra Kvarnen är ringa, med cirka 200 fartyg per år, och fartygsstråket till och från Sundsvall har också mycket låg trafikintensitet och omfattar cirka 1 100 fartyg per år.

Den beräknade sannolikheten för grundstötning ökar något vid etablering av vindparken, vilket beror på att trafiken vid en rutt väster om vindparken går närmare grundområden än i fallet utan vindpark. Sannolikheten för grundstötning är dock fortsatt mycket låg.

Skulle vindparkerna söder om Lambda North etableras kan Lambda North ge en ytterligare ruttförlängning på cirka 5 M för trafiken till och från Iggesund från Grundkallen, om samma trafik skulle gå norr om även Lambda North. Avståndet mellan Sylen och Lambda North är dock som minst cirka 5 M, längst i öster, och ökar sedan till nästan 15 M under den sträcka i öst – västlig riktning som vindparkerna breder ut sig. I normalfallet bedöms det sannolikt att Iggesundstrafiken kommer att passera mellan Lambda North och Sylen, varpå Lambda North inte påverkar trafiken till och från Iggesund vad gäller en ruttförlängning.

Lambda North enskilt bedöms inte påverka fartygstrafiken i någon större utsträckning, vare sig under isfria förhållanden eller under perioder då havsis förekommer i eller i närheten av området.

7 Referenser

IMO. (2018). *REVISED GUIDELINES FOR FORMAL SAFETY ASSESSMENT (FSA) FOR USE IN THE IMO RULE-MAKING PROCESS*, MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2. Londn: International Maritime Organization.

Ship & Bunker. (den 24 November 2023). *Rotterdam Bunker Prices*. Hämtat från Ship & Bunker: <https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam#MGO>

Sjöfartsverket, T. (2023). Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens rekommendationer vid projektering och etablering av havsbaserad vindkraft.