

Nautisk riskanalys.

Rapport Nr: RE20211385-01-00-A
Nautisk riskanalys vindpark Poseidon



KonTiki Vind AB

Att: Simon Landqvist, Projektchef

simon@zephyrvind.se, Tel: 0706 02 34 27

RAPPORT

Datum

2022-11-03

SSPA Rapportnummer:

RE20211385-01-00-A

Projektleddare:

Björn Forsman

Författare

Nelly Forsman

+46 (730) 729160

nelly.forsman@sspa.se

Nautisk riskanalys vindpark Poseidon

KonTiki Vind AB avser söka tillstånd för att uppföra vindkraftparken Poseidon i svensk ekonomisk zon i Skagerack och Kattegatt. Parken är delad i två områden; en större del kallad Nord, belägen väster om Tjörn och Orust samt en del kallad Syd belägen väster om Göteborgs norra skärgård. Under samrådsprocessen har yttranden framförts att en maritim riskanalys ska tas fram för att identifiera risker förknippade med vindkraftsparken och sjötrafiken i området. Föreliggande rapport omfattar efterfrågad riskanalys och är avsedd att kunna utgöra en bilaga till miljökonsekvensbeskrivningen vilken är en del av tillståndsansökan.

SSPA Sweden AB

SSPA Sweden AB

Jonny Nisbet
Avdelningschef
Maritime Consulting



Björn Forsman
Projektleddare
Maritime Consulting

SSPA Sweden AB

Huvudkontor: Box 24001, 400 22 Göteborg • Telefon: 031-772 90 00 • Fax: 031-772 91 24

Besöksadress: Chalmers Tvärgata 10, 412 58 Göteborg.

Lokalkontor: Fiskargatan 8, 116 20 Stockholm • Telefon: 031-772 90 00 • Fax: 08-31 15 43

Webb: www.sspa.se • E-post: postmaster@sspa.se • Org. nr.: SE556224191801

Revisionshistorik

Rev.	Datum	Beskrivning	Signatur
UTKAST	2022-10-16	Utkastversion för granskning	NEF
	2022-10-28	Uppdaterat utkast	
A	2022-11-03	Slutlig version	BEF

Sammanfattning

KonTiki Vind AB avser att söka tillstånd för anläggande av vindpark Poseidon i södra delen av Skagerack. Vindparken består av två delområden; Poseidon Nord och Posiedon Syd, och är planerad att omfatta 61 - 94 vindkraftverk med en totalhöjd på 260 – 340 m.

I södra Skagerack förekommer omfattande sjöfart och med anledning av vindparkens närhet till sjöfartstrafik har påverkan på sjöfarten och de nautiska riskerna som vindparken kan innebära analyserats. Analysen omfattar så väl direkta effekter som kan påverka säkerheten för sjöfarten, som indirekta effekter när sjöfartens framkomlighet begränsas och förändras till följd av en vindkraftsetablering i området. Sjötrafikanalysen baseras på historisk AIS-data insamlad under 2021.

Ca 2,2 M (4 km) sydväst om Poseidon Nord finns en *Precautionary Area* och ca 2,5 M väster om Poseidon Syd ligger trafiksepareringen TSS Skagen East där all in- och utgående trafik till och från Kattegatt och Östersjön passerar, totalt ca 27 000 fartygspassager per år. Utmed Poseidon Syds södra rand passerar fartygstrafiken till och från Göteborgs hamn, totalt ca 5 900 fartygspassager/år. Trafiken på detta stråk omfattar fartyg med en längd på upp till 400 m. Mellan Poseidon Syd och Nord passerar ca 1 800 fartygspassager/år, varav en stor del, ca 800 passager, utgörs av fisketrafik.

I samband med riskidentifieringen och den Hazid-workshop som genomfördes identifierades flera faror kopplade till att avståndet mellan fartygsstråken och vindkraftparkens delområden var litet. Efter detta första steg bestämdes därför att i nästa steg även undersöka och jämföra alternativ där Poseidon Syds utbredning i sydväst minskats för att öka säkerhetsavståndet. Även vid Poseidon Nords södra sida bedömdes det nödvändigt att analysera alternativ med mindre utbredning för att få acceptabelt säkerhetsavstånd och risknivå.

Riskbedömningen har således omfattat alternativa reducerade utbredningar för såväl Poseidon Nord som Syd. Genomförda beräkningar av sannolikhet för allision samt kollision omfattar totalt fem olika fall med alternativa utbredningar:

- *A: Utan vindpark* - Utgör ett nollalternativ och beräknas för att kunna jämföra hur olyckssannolikheter påverkas av en etablering.
- *B: Ursprungligt område för vindpark* – område vilket avsågs i riskidentifieringen, utan säkerhetsavstånd mellan vindpark och fartygsstråk
- *C: Reducerat område för vindpark*
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 0,5 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 1 M
- *D: Reducerat område för vindpark*
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 0,5 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 1,5 M

- *E: Reducerat område för vindpark*
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 1 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 1,5 M

Det modellerade området omfattar de stora fartygsstråken vid Skagen med all trafik till och från Kattegatt. Det aktuella trafikmönstret innebär också många korsande fartygsstråk samt punkter där två eller fler fartygsstråk går ihop. Sammantaget medför detta att sannolikheten för kollision i det modellerade området är relativt hög redan innan vindkraftparken introduceras. Införandet av vindparken innebär ett förändrat trafikmönster och ruttomläggning för fartyg på två av de modellerade fartygsstråken vilket medför att sannolikheten för kollision ökar med 3%.

Utöver ett förändrat trafikmönster innebär vindparken att en ny typ av risk introduceras i området, allision (ett fartyg driver eller seglar in parken), vilket leder till att sammanlagda sannolikheten för någon typ av olycka eller incident i området ökar påtagligt.

Genom att införa säkerhetsavstånd på 0,5 M respektive 1 M i fall C reduceras sannolikheten för så väl *drifting* som *powered allision* i betydande omfattning (24%) i jämförelse med fall B, utan säkerhetsavstånd. De större säkerhetsavstånden i fall D och E får en mindre effekt på den beräknade allisionssannolikheten. I fall D, som innebär ett ökat säkerhetsavstånd till Poseidon Syd (1,5 M), minskar den totala allisionssannolikheten med 5% jämfört med C. I fall E där även säkerhetsavståndet till Poseidon Nord ökas (från 0,5 M till 1 M) minskar allisionssannolikheten med ytterligare 8%.

Av de utredda alternativa utbredningarna för parkområdena har KonTiki Vind AB har valt att gå vidare med alternativ C som innebär ett säkerhetsavstånd på 0,5 M till Poseidon Nord och 1 M till Poseidon Syd. I fall C beräknas en allision med vindparkens område ske en gång på ca 3,5 år. En allision med parken beräknas dock endast i ca en sjättedel av fallen leda till en faktisk allision med något av vindkraftverken i parken, en gång på ca 21 år. Denna förväntade returperiod kan ställas i relation till den uppskattade sannolikheten för kollision fartyg-fartyg som idag, utan vindpark, ger en returperiod av 5 år för samma modellerade analysområde.

Beräkningarna visar att det är Poseidon Nord som bidrar mest till den ökade riskbilden för sjöfarten i området, och då i första hand genom risken för *drifting allision* för fartygstrafiken som passerar genom trafiksepareringarna och *Precautionary Area* vid Skagen.

Göteborgs Hamn är en av Sveriges viktigaste hamnar. Fartygsstråket söder om Poseidon Syd bedöms därför ha ett högt värde som riksintresse för sjöfart. Stråket trafikeras också av fartyg med en längd på upp till 400 m, och i framtiden kan än större fartyg komma att trafikera Göteborgs Hamn. Baserat på detta bedöms det viktigt att vindparkens påverkan på denna trafik minimeras och att ett tillräckligt säkerhetsavstånd mellan Poseidon Syd och stråket upprätthålls.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte.....	8
1.3	Omfattning	8
1.4	Avgränsningar.....	8
1.5	Metodik	8
2	Sjötrafikanalys och områdesbeskrivning.....	10
2.1	Passagestatistik	15
2.1.1	Passagelinje 1 - Poseidon Nord	16
2.1.2	Passagelinje 2 - Poseidon Syd.....	17
2.1.3	Passagelinje 3 - mellan Poseidon Syd och Nord	17
2.1.4	Passagelinje 4 - TSS Skagen E	18
2.1.5	Passagelinje 5 - söder om Poseidon Syd – trafik till Göteborgs hamn	19
2.1.6	Passagelinje 6 - Hätteberget	20
2.1.7	Passagelinje 7 - Brofjorden.....	21
2.1.8	Variationer mellan år.....	23
3	Riskidentifiering	24
3.1	Hazid.....	24
3.1.1	Trafik söder om Poseidon Syd; Göteborg - Skagen TSS East	24
3.1.2	Trafik mellan Poseidon Syd och Nord; Hätteberget - Skagen TSS East	25
3.1.3	Övrig sjötrafik kring och genom Poseidon Syd samt förutsättningar för räddningstjänstinsatser	25
3.1.4	Ost-västlig trafik genom Poseidon Nord; Hätteberget - nord om Skagen TSS.....	26
3.1.5	Nordost-sydvästlig trafik genom Poseidon Nord; Brofjorden – Skagen	26
3.1.6	Nordväst-sydöstlig trafik och övrig trafik genom Poseidon NORD; Norge – Kattegatt.....	27
3.1.7	Trafik väster och norr om Poseidon Nord, Riksintresse Sjöfart; Norge – Skagen	27
3.1.8	Trafik öster Poseidon Nord om och övrig trafik samt förutsättningar för räddningstjänstinsatser i Poseidon Nord	27
3.1.9	Möjliga kumulativa effekter av eventuella närliggande parkområden vid Poseidon Nord och Syd	28
3.1.10	Övrig sjötrafik/allmänt	28
3.1.11	Anläggningsfas.....	29
3.2	Resultat riskidentifiering	29

4	Riskbedömning anläggningsfas	32
4.1	Korsande trafik under anläggningsfasen	34
5	Riskbedömning driftsfas	36
5.1	Beräkning av grundstötnings-, kollisionss- samt allisionssannolikhet	36
5.1.1	Förändrat trafikmönster på grund av vindpark Poseidon	40
5.1.2	Matematisk modell	41
5.1.3	Resultat.....	42
5.2	Uppskattning av sannolikhet för övriga identifierade faror.....	45
5.2.1	Radarstörningar.....	45
5.2.2	Service/underhållsfartyg som korsar de rekommenderade rutterna.....	46
5.2.3	Svårigheter att bekämpa ett eventuellt utsläpp	47
5.2.4	Övrig trafik i området	48
5.3	Uppskattning av konsekvenser.....	49
5.3.1	Nödankring	49
5.3.2	Interaktion med vindpark och allision med vindkraftverk	50
6	Riskvärdering	54
7	Riskreducerande åtgärder	59
7.1	Ökat avstånd mellan vindparken och fartygsstråken.....	59
7.2	Övriga identifierade riskreducerande åtgärder.....	59
8	Osäkerhets- och känslighetsanalys	62
8.1	Framtida trafikintensitet	62
8.2	Framtida trafikmönster	62
8.3	IWRAP.....	62
9	Slutsatser	64
10	Referenser.....	66

Bilaga 1 Hazid-protokoll

Definitioner, ord och begrepp

Förkortning/Begrepp	Förklaring
M	Nautisk mil (distansminut), distansenhet som används till sjöss; 1M = 1 852 m.
Knop	Hastighetsenhet som används av fartyg; 1 knop = 1 M/h = 0,514 m/s.
DWT	<i>DeadWeight Tonnage</i> , dödvikt, mått för fartygets totala lastförmåga, enhet ton.
AIS	<i>Automatic Identification System</i> , Säkerhetssystem obligatoriskt för större fartyg, som via VHF-ansluten transponder sänder information om identitet, position, kurs mm.
Allision	Fartyg seglar eller driver in i fast struktur, exempelvis vindkraftpark och vindkraftverk. Skilt från kollision vilket avser två fartyg som seglar in i varandra.
ARPA	<i>Automatic Radar Plotting Aid</i> . ARPA är en funktion på en radar som kan markera radarmål för att få information om beräknad skärningspunkt mellan olika fartygs kurser.
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 1 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.
TSS	<i>Traffic Separation Scheme</i> , Trafiksepareringssystem som styr fartyg till trafikstråk där mötande trafik separeras genom tvingande trafiksepareringszoner.
Precautionary Area (PA)	Uppmärksamhetsområde, område där fartyg måste framföras med särskild uppmärksamhet
SSA	SjöSäkerhetsAnordning, exempelvis fyrar, bojar, prickar och enslinjer.
VTS	<i>Vessel Traffic Service</i> , trafikcentraler som bland annat ger trafikinformation och annan service till sjöfarten vid några av landets mest trafikerade eller miljökänsliga havsområden
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 (<i>shipping route</i>).
Peka-på-kurs	Fartygets stävriktning. Används i sammanhanget när fartyget stäv pekar mot något, exv. en fast struktur, ett grund eller en vindpark
Rutt	Ett fartygs vägval till destinationen via ett antal girpunkter (<i>waypoints</i>).

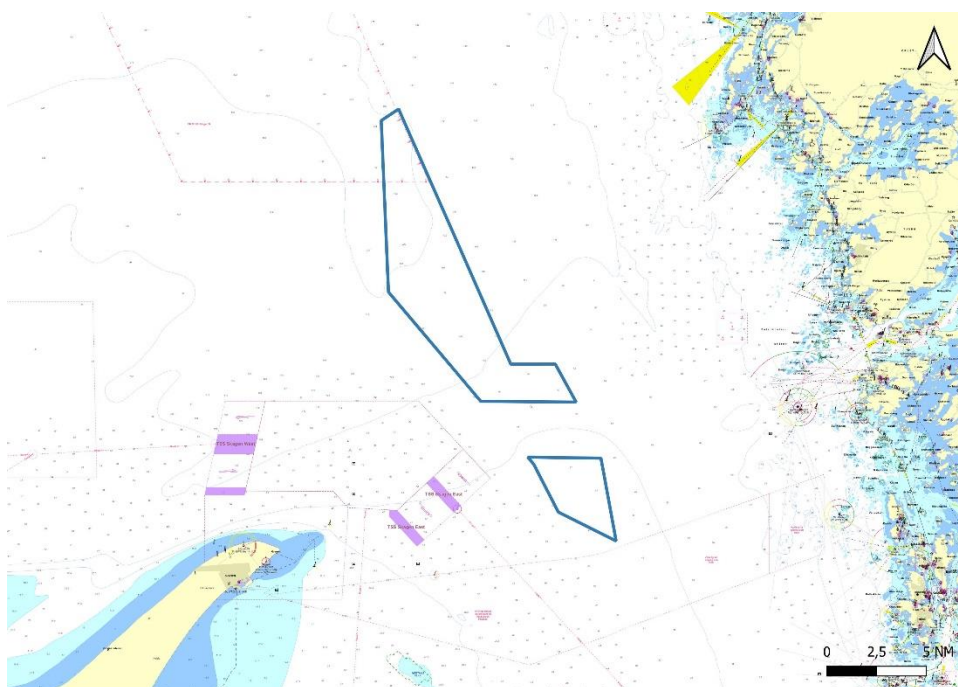
Förkortning/Begrepp		Förklaring
Passagelinje		Linje definierad i trafikanalysen för kvantitativ och kvalitativ karaktärisering av trafikflödet som passerar linjen och trafikerar området. Baseras på registrerad AIS-data och presenteras statistiskt vanligen på årsbasis.
Riksintresse sjöfart – farled		Vägledande anspråk utpekad av Trafikverket. <i>RI sjöfart –farled</i> utgör inte farleder i sjökort och har därmed ingen praktisk betydelse för sjötrafiken.
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
Fartygstyper	Container	Fartyg konstruerat för att transportera containrar.
	General cargo	Lastfartyg konstruerat för transport av styckegods, förpackade varor.
	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

1 Inledning

Kontiki Vind AB, som är ett bolag som ägs gemensamt av Vattenfall och Zephyr, avser att söka tillstånd för anläggande av vindpark Poseidon i södra delen av Skagerack. I samband med detta finns det ett behov av att utreda risker och påverkan på sjöfarten.

1.1 Bakgrund

Vindparken består av två delområden; Poseidon Nord och Poseidon Syd. Båda delområdena är belägna mellan Sverige och Danmark, i södra Skagerack, ca 40 km nordväst om fastlandet vid Göteborg, se Figur 1.1. Projektområdet ligger i Sveriges ekonomiska zon utanför gränsen för Sveriges territorium, och direkt i anslutning till Danmarks ekonomiska zon med ett minsta avstånd till danska fastlandet på ca 25 km.



Figur 1.1 Översiktligt ursprunglig utformning av Poseidon Nord och Poseidon Syd, belägna i södra Skagerack.

I den ursprungliga utformningen för vindparken har det norra delområdet en yta på omkring 160 km² och den södra delen har en ungefärlig yta på 35 km², exklusive tillhörande korridorer för anslutning till land.

Vattendjupet i det södra delområdet varierar mellan 41 och 49 m medan det norra delområdet är djupare, mellan 56 och 216 m. Havsbottensedimenten utgörs av mjuka bottenstrukturer, såsom lera, lergyttja och gyttjelera.

Vindparken är planerad att omfatta 61 - 94 vindkraftverk med en totalhöjd på 260 – 340 m. Total installerad effekt förväntas bli ca 1 400 MW vilket ger en uppskattad elproduktion av 5,5 TWh/år. I det norra delområdet gör det stora vattendjupet att bottenfasta fundament för vindkraftverken inte är möjligt. I södra delområdet är det tekniskt möjligt med bottenfasta fundament men båda delområdena planeras att byggas ut med flytande fundament.

Elektriciteten som vindkraftverken producerar överförs via ett internkabelnät till en eller flera transformatorstationer inom vindparken. Efter omformning till högspänd likström eller transformering till högre växelspanning överförs sedan elen till land via bottenförlagda kablar.

I södra Skagerack förekommer omfattande sjöfart och med anledning av vindparkens närhet till sjöfartstrafik behöver eventuell påverkan på sjöfarten och de nautiska riskerna som vindparken kan innebära analyseras.

1.2 Syfte

Studien syftar till att utreda eventuell påverkan på sjöfarten till följd av en etablering av vindpark Poseidon. Primärt analyseras de nautiska riskerna genom beräkning av sannolikhet för grundstötning, kollision mellan fartyg samt sannolikhet för att fartyg seglar eller driver in i vindparken.

Rapporten avses kunna utgöra en bilaga till miljökonsekvensbeskrivningen vilken är en del av tillståndsansökan.

1.3 Omfattning

Analysen omfattar såväl direkta effekter som kan påverka säkerheten för sjöfarten som indirekta effekter när sjöfartens framkomlighet begränsas och förändras till följd av en vindkraftsetablering i området. Analysen behandlar och kvantifierar i huvudsak risker under driftsfasen. Beräkningar av sannolikhet för kollision mellan fartyg genomförs med verktyget IWRAP¹. Även sannolikhet för att fartyg driver eller seglar in i området, så kallad allision, samt sannolikheten för allision med något av vindkraftverken beräknas med IWRAP. Sjöfartsrelaterade risker i samband med byggnation av vindparken identifieras och bedöms övergripande.

Analysen redogör för generella rekommendationer avseende säkerhetsavstånd mellan vindpark och fartygsstråk. Analysen omfattar bedömning av de nautiska riskerna med beaktande av lokala förhållanden.

1.4 Avgränsningar

Analysen är begränsad till eventuella risker för sjöfarten i området, och behandlar i huvudsak risker där de slutliga konsekvenserna antas vara kollision mellan fartyg eller att fartyg seglar eller driver in i vindkraftsområdet. Analysen avser i huvudsak påverkan på handelssjöfart samt de nautiska riskerna för trafiken i området. Risker i samband med eventuellt fiske i vindkraftparken behandlas inte. Kvantitativa beräkningar av konsekvenser i form av skadekostnader eller antal skadade vid ett olycksscenario omfattas inte. Beräkningar av konsekvenserna för det påseglade vindkraftverket eller det påseglande fartyget vid en eventuell påsegling omfattas inte heller.

1.5 Metodik

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. I aktuell studie har en något förenklad metodik använts men där de huvudsakliga komponenterna ingår, se Figur 1.2.

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

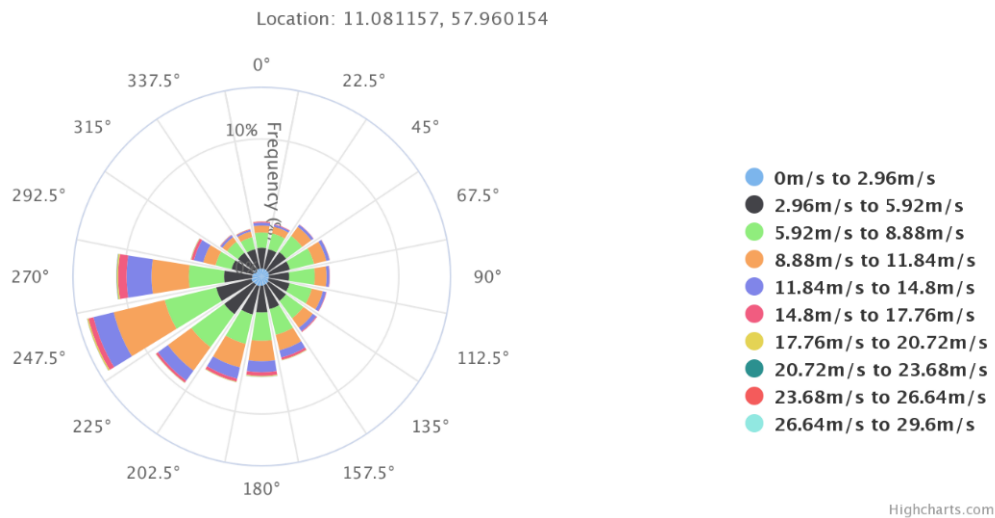


Figur 1.2 Ingående komponenter i riskanalys.

2 Sjötrafikanalys och områdesbeskrivning

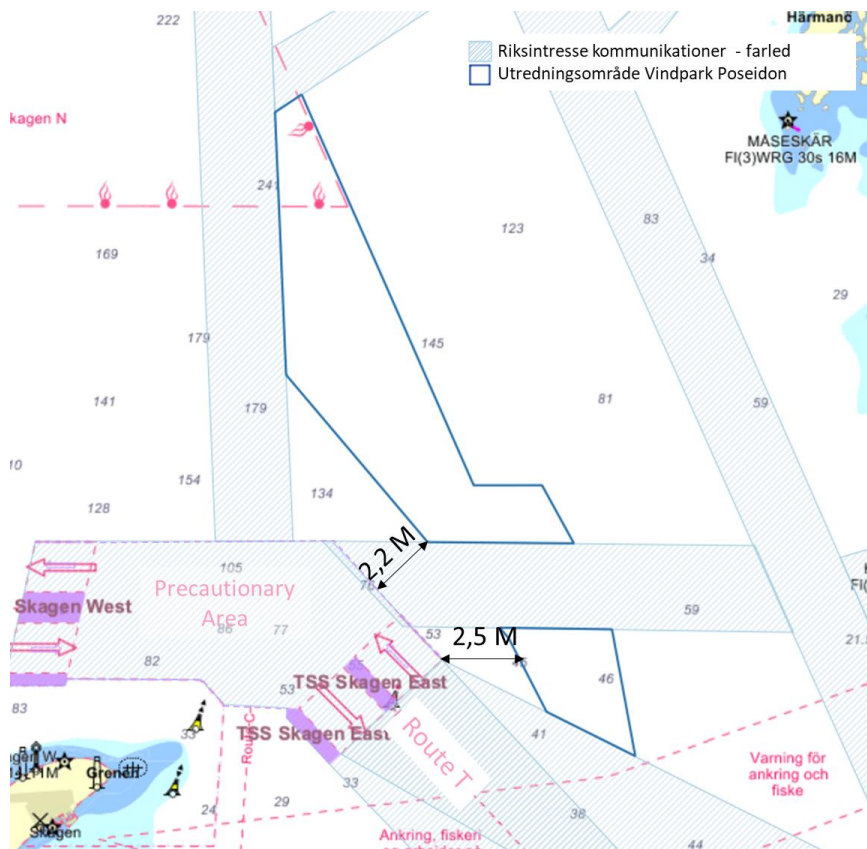
Poseidon Nord och Syd är belägna i södra Skagerack, ca 17 M (25 km) väster om svenska västkusten och i ett område med stort vattendjup, utan några grundområden i närheten. Den förhärskande vindriktningen i det aktuella området är västsydväst, Figur 2.1 visar vindros baserad på vindstatistik för området.

Global, Met. Parameters (incl. 10m wind) at 0.2 deg., Climate Forecast System
Reanalysis (CFSR), NCEP NOAA



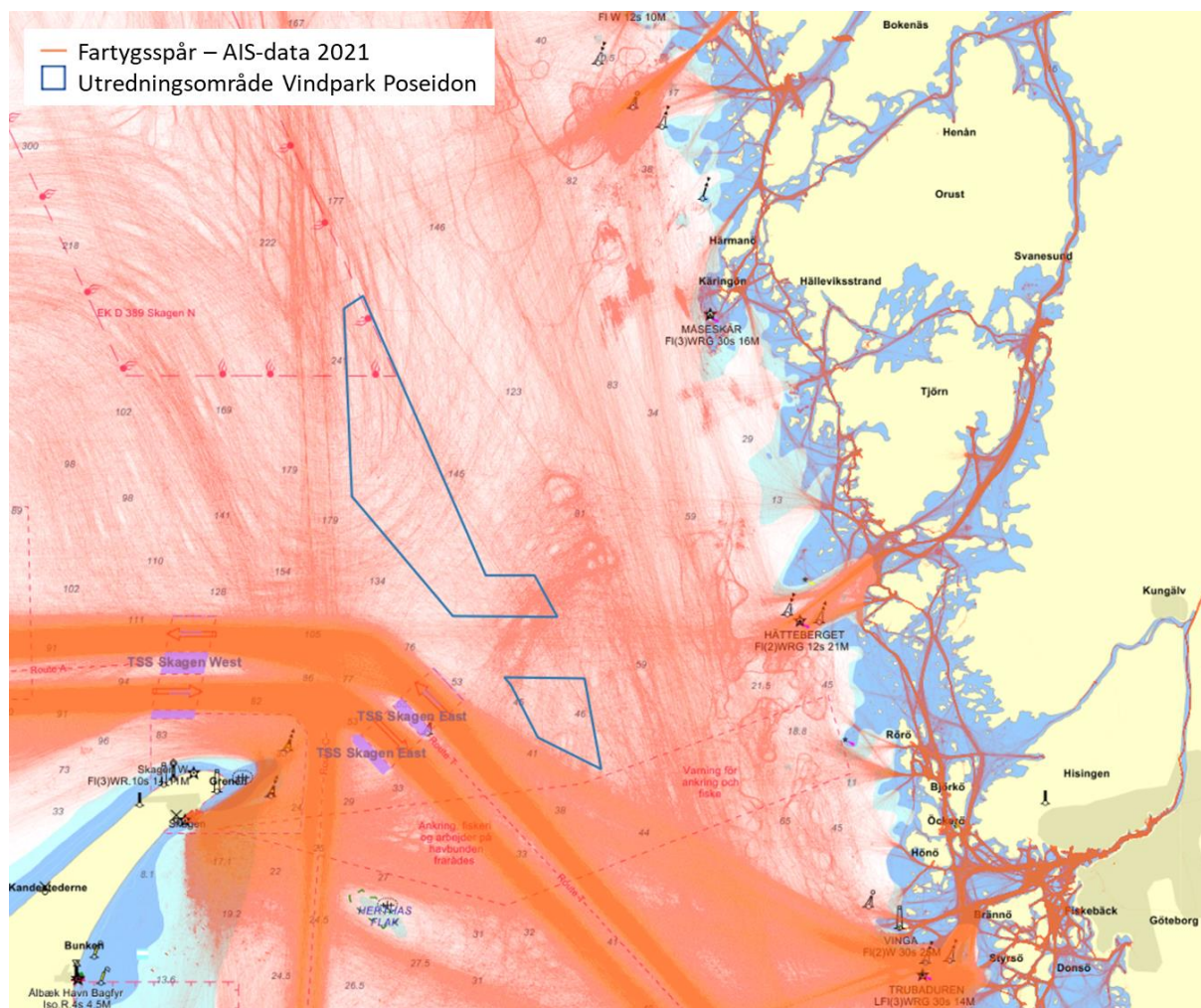
Figur 2.1 Vindros baserat på vindstatistik i aktuellt område (DHI, 2022).

I södra Skagerack är sjötrafiken tät och Poseidon Nord och Syd är belägna nära viktiga fartygsstråk som ingår i så kallade ruttsystem. Dessa utgör en sjötrafikreglerande åtgärd, i syfte att dirigera sjötrafiken till särskilda områden eller riktningar för att minska olycksrisken samt påverkan på miljön. Ca 2,2 M (4 km) sydväst om Poseidon Nord finns en *Precautionary Area* och ca 2,5 M väster om Poseidon Syd ligger trafiksepareringen TSS Skagen East där all in- och utgående trafik till och från Kattegatt och Östersjön passerar, se Figur 2.2. *Route T* (T-rutten) som stäcker sig sydväst om Poseidon Syd och upp till TSS Skagen East, utgör rekommenderad rutt för all trafik mellan Skagen och Östersjön genom Kattegatt. I området finns också flera områden utpekade som riksintresse kommunikationer – farled, se Figur 2.2.



Figur 2.2 Vindpark Poseidon ligger 2,5 M från trafiksepareringen TSS Skagen East respektive 2,2 M från Precautionary Area Skagen. Områdena söder samt väster om Poseidon är utpekade som riksintresse kommunikationer - farled.

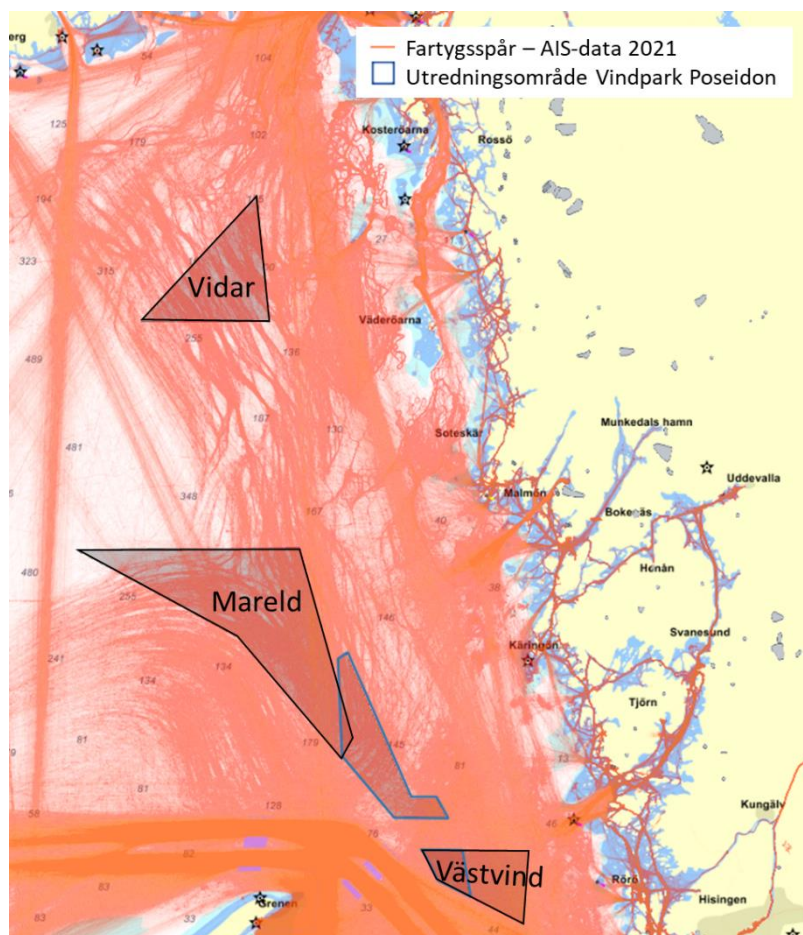
Figur 2.3 visar trafikmönstret i området baserat på AIS-data från 2021. Fartygstrafiken till och från Göteborgs hamn passerar utmed Poseidon Syds södra gräns. Öster och norr om vindparken, samt väster om Poseidon Nord, är trafikflödena mindre intensiva, dock förekommer fartygstrafik samt fiskebåtstrafik även här.



Figur 2.3 Trafikmönster baserat på fartygsspår från AIS-data för 2021.

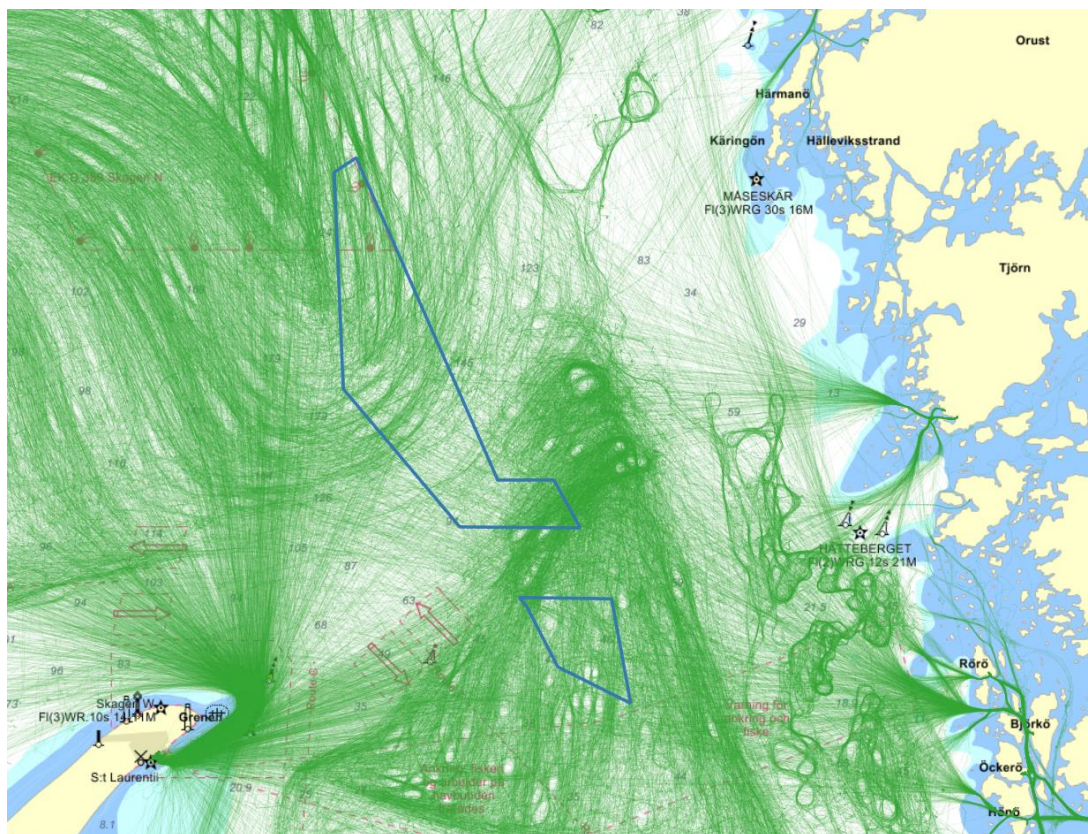
Det finns flera andra områden för vindparksetableringar som utreds i direkt anslutning eller i närheten av Poseidon, se Figur 2.4. Vindpark Vidar utvecklas också av KonTiki Vind AB, medan Mareld och Västvind tillhör andra aktörer.

Poseidon Nord överlappas till en mindre del av området Mareld och Poseidon Syd överlappas helt av det större området för vindkraftpark Västvind. Flera vindparker inom ett sjötrafikområde har generellt en större påverkan på sjötrafiken än ett enskilt område, i synnerhet om området är tättrafikerat eller begränsat utrymmesmässigt, av exempelvis djupförhållanden eller land.

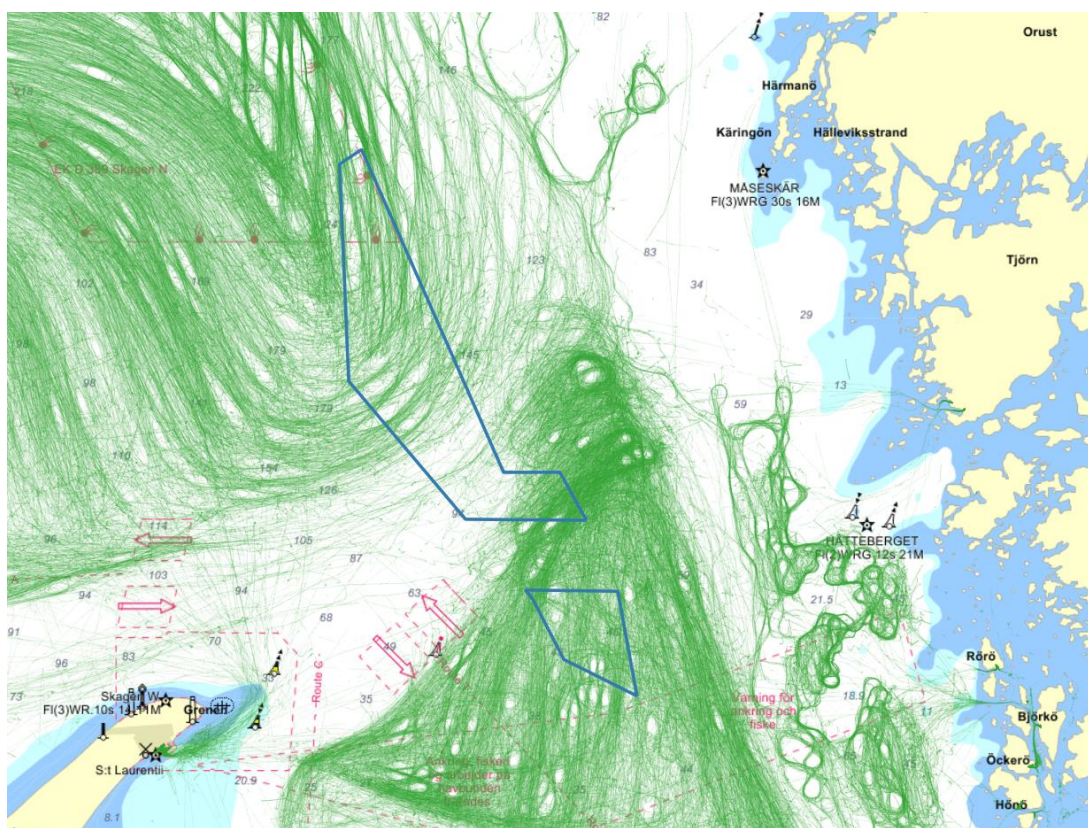


Figur 2.4 Utöver Poseidon finns i Skagerak flera andra områden som också utreds för vindkraftsetableringar. Mareld överlappar delvis Poseidon Nord och Poseidon Syd överlappas helt av det större området för Västvind.

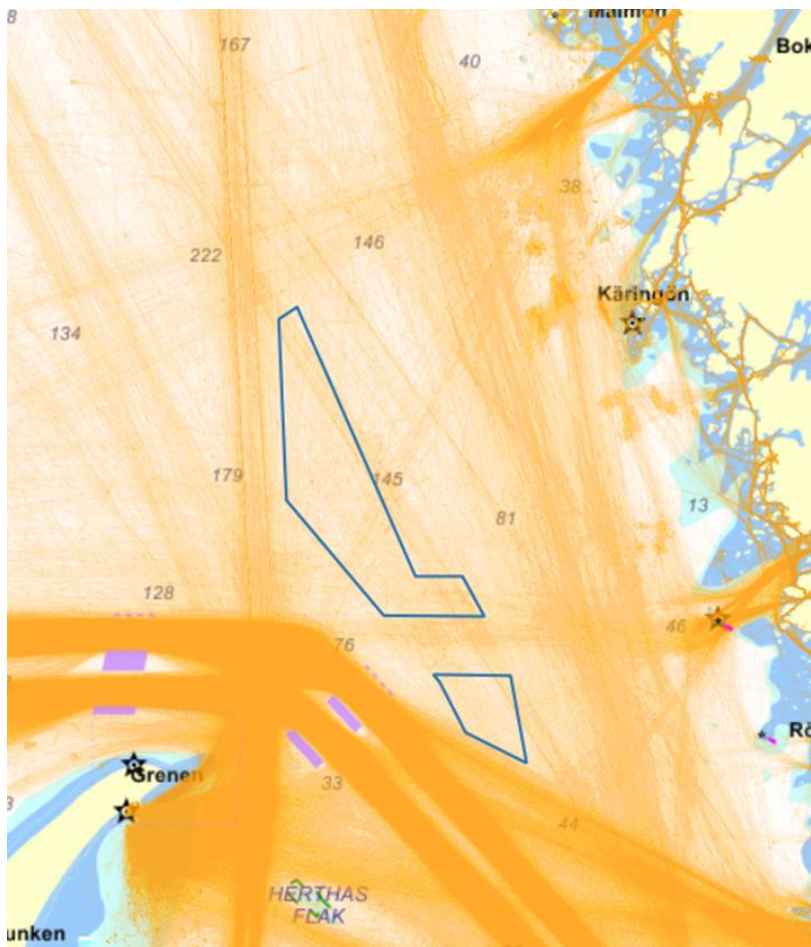
Utöver en intensiv handelssjöfart är området för vindkraftsetablering också ett område för intensivt fiske. Figur 2.5 och Figur 2.6 visar fiskefartygstrafiken för år 2021. Huruvida fiske kommer kunna fortsätta bedrivas i området är osäkert. Typ av fundament, placering av enskilda vindkraftverk samt inbördes avstånd mellan verken antas vara av stor betydelse för förutsättningarna för framför allt trålfiske, såväl demersalt som pelagiskt. Flytande fundament med en stor radie för ankring antas försämra förutsättningarna för fiske. För att åskådliggöra trafikmönstret för handelssjöfarten har fartygsspår från fiskebåtar som passerat genom Poseidon filtrerats bort i Figur 2.7.



Figur 2.5 Fartygsspår från fiskebåtar som trafikerade Poseidon Nord och Syd under 2021.



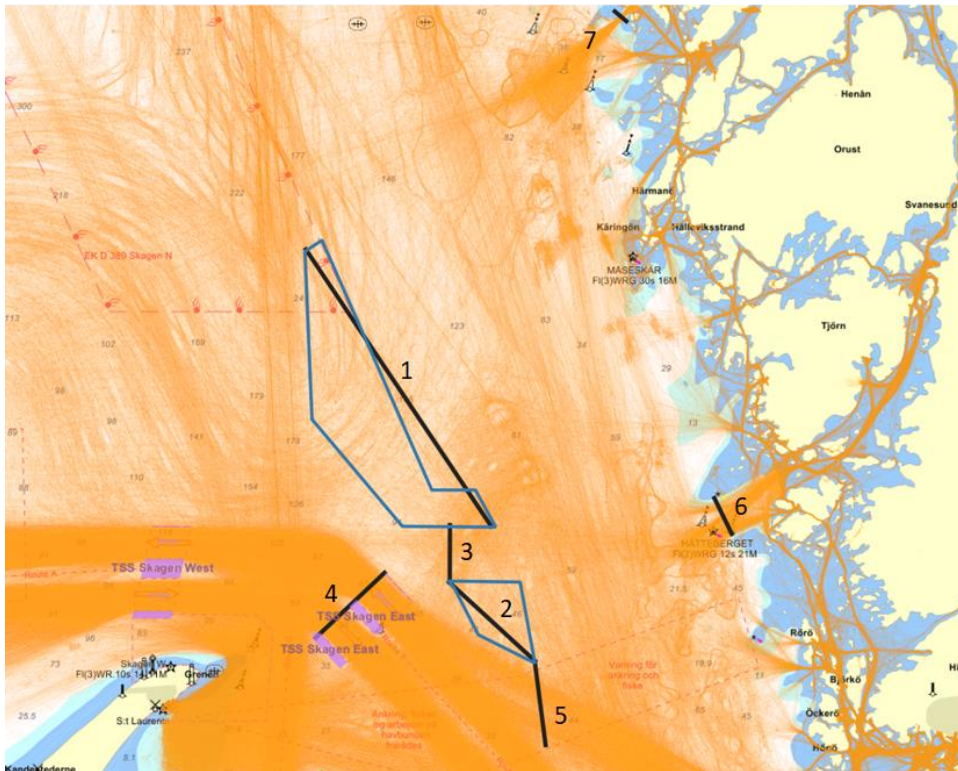
Figur 2.6 Fartygsspår från fiskebåtar med en hastighet lägre än 5 knop som trafikerade Poseidon Nord och Syd under 2021.



Figur 2.7 Trafikmönster för handelssjöfart baserat på AIS-data från 2021. Fartygsspår från fiskefartyg som trafikerat genom Poseidon under 2021 har exkluderats.

2.1 Passagestatistik

För att analysera fartygstrafiken definieras passagelinjer runt vindkraftsområdena, i aktuellt fall sju olika linjer för att täcka in samtliga trafikflöden som bedömts vara av vikt, se Figur 2.8.



Figur 2.8 Definierade passagelinjer runt och inom vindkraftområden Poseidon Nord och Syd.

Baserat på antalet passager över passagelinjerna som avser tydliga fartygsstråk klassificeras trafikintensitet på respektive fartygsstråk enligt Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Klassificering för bedömning av fartygsstråks trafikintensitet baserat på antal fartygspassager årligen.

Klassificering	Trafikintensitet fartygsstråk	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

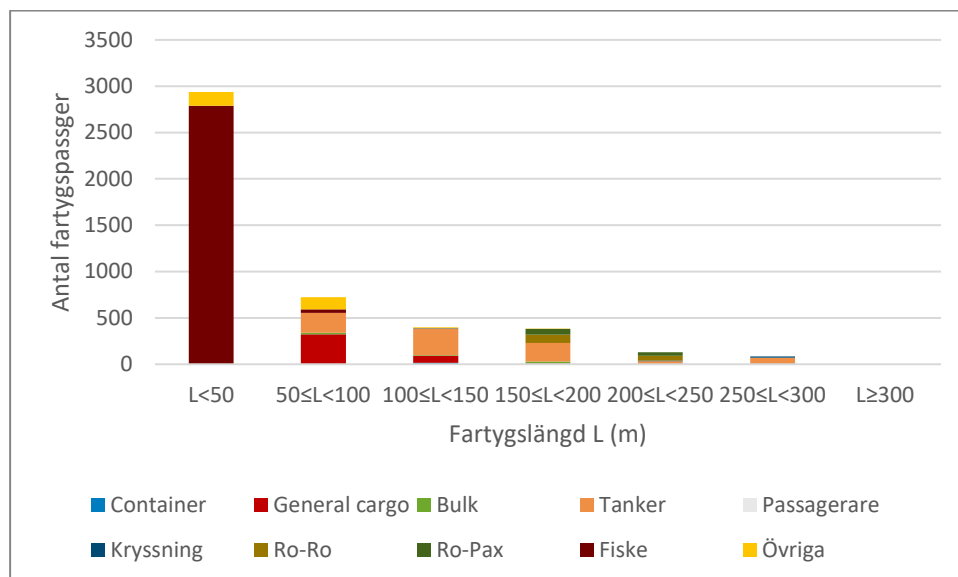
Klassificeringen är framtagen av SSPA för att vara applicerbar på fartygstrafiken i svenskt vatten där trafikintensiteten endast på ett fåtal fartygsstråk överstiger 20 000 passager/år.

För passagelinjerna söder om parken och mellan områdena har 98,5-percentilen beräknats vad gäller fartygslängd. Detta har gjorts för att få en indikation på dimensionerande fartygsstorlek (fartygslängd) och kan användas för uppskattning av behov av säkerhetsavstånd mellan vindkraftpark och fartygsstråk. Lokala förutsättningar spelar dock in.

2.1.1 Passagelinje 1 - Poseidon Nord

Under 2021 passerade totalt 4 659 fartyg över linje 1, se Figur 2.9, varav drygt 2 800 utgjordes av mindre fiskefartyg med en längd under 30 m. Den kategori av handelsfartyg som var vanligast förekommande under 2021 var tankfartyg. Totalt passerade ca 800 tankfartyg över linje 1 under 2021, där merparten hade en längd under 200 m, men det förekom också tankers i segmentet

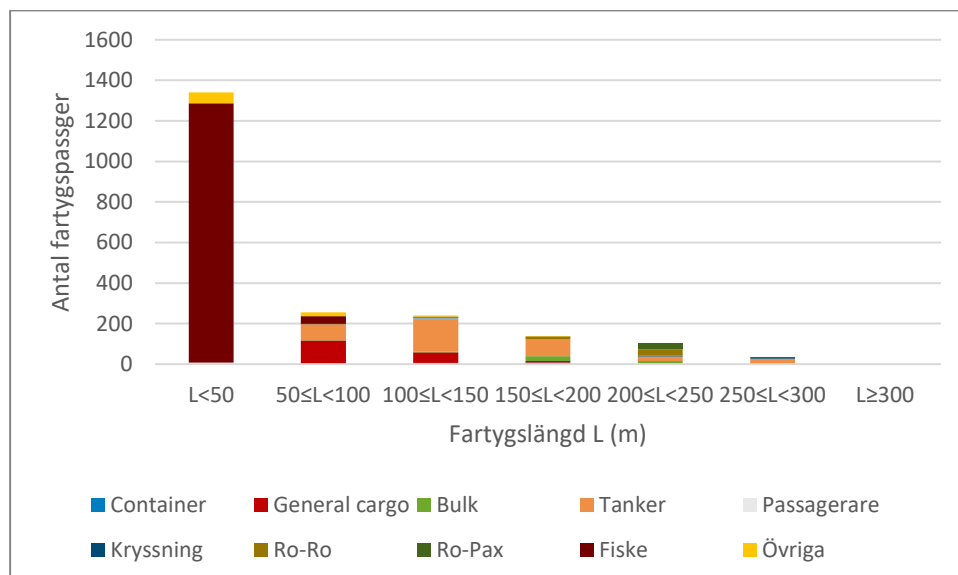
250 - 300 m. Det enskilt största fartyget under 2021 var kryssningsfartyget Odyssey of the Seas, 348 m x 42 m (L x B), med en resa över passagelinje 1.



Figur 2.9 Antal passager över passagelinje 1 genom Poseidon Nord. Trafikdata för 2021.

2.1.2 Passagelinje 2 - Poseidon Syd

Genom Poseidon Syd och över passagelinje 2 passerade ca 2 100 fartyg under 2021, varav ca 1 300 var fiskefartyg, se Figur 2.10. Liksom för Poseidon Nord utgörs den nästa största segmentet av tankfartyg, som i snitt passerar ca 1 gång per dag. Den mest förekommande storleken är upp till 200 m längd men enskilda större, upp till 300 m, fartyg förekommer, ca 1 gång varannan vecka. Kryssningsfartyget Odyssey of the Seas passerade även genom Poseidon Syd under 2021, totalt 2 gånger.

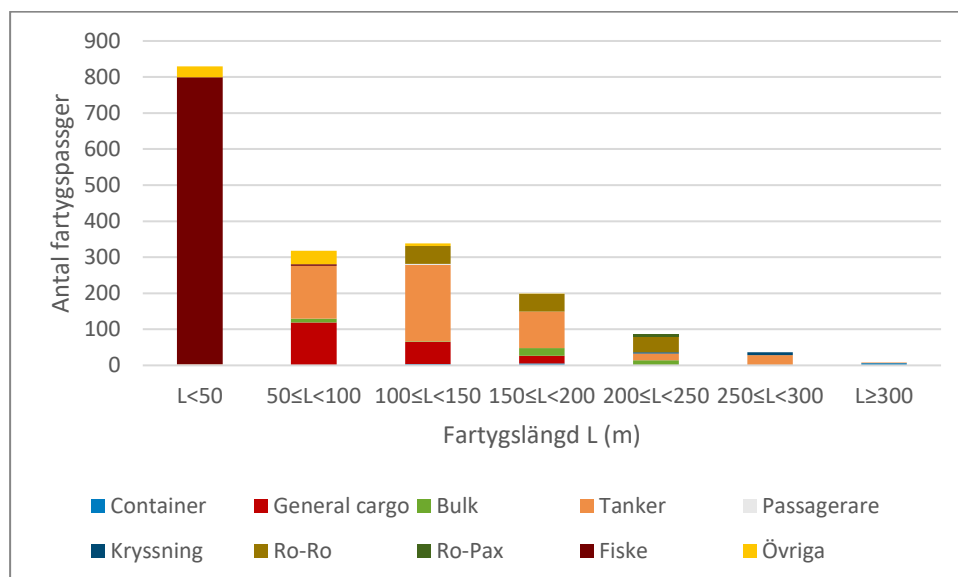


Figur 2.10 Antal passager över passagelinje 2 genom Poseidon Syd. Trafikdata för 2021.

2.1.3 Passagelinje 3 - mellan Poseidon Syd och Nord

Mellan Poseidons två delområden finns ett utpekat riksintresse, där förekommande trafik företrädesvis nyttjar den norra delen av stråket. Trafikintensiteten är mycket låg, totalt passerade ca

1 800 fartyg över passagelinje 3 under 2021, se Figur 2.11. Även i detta område var fiskefartyg den vanligaste förekommande fartygstypen följt av tankfartyg. Fördelningen i fartygsstorlek är liknade som över passagelinje 1 och 2 där majoriteten av handelsfartygen har en längd på upp till 200 m. Därtill förekommer knappt ett fartyg var tredje dag med en längd på upp till 400 m. De största fartygen, i längdsegmentet över 300 m, är tankfartyg och containerfartyg mellan en längd på 330 – 400 m, som stod för 8 passager under 2021. 98,5 % av fartygstrafiken är 252 m eller kortare.

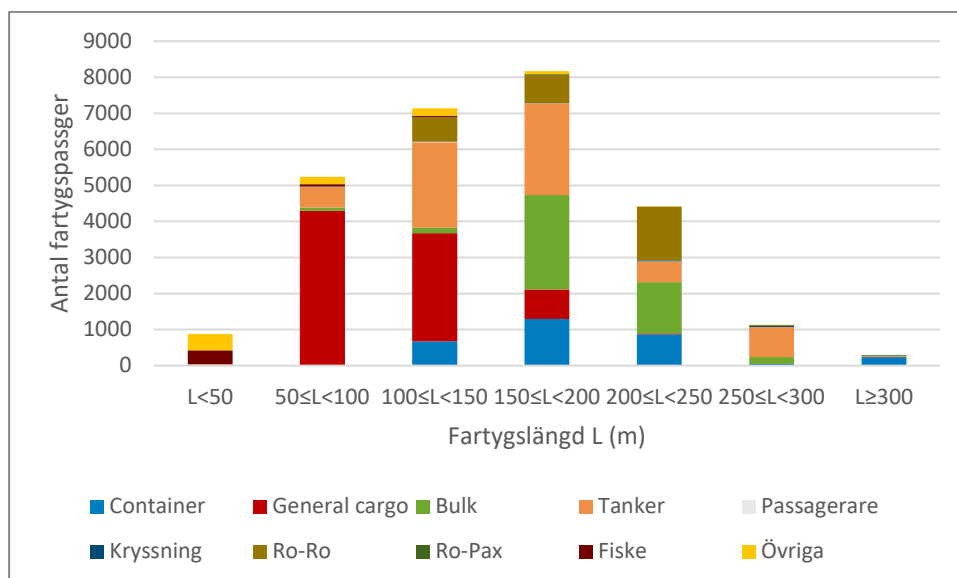


Figur 2.11 Antal passager över passagelinje 3, mellan Poseidon Nord och Poseidon Syd. Trafikdata för 2021.

2.1.4 Passagelinje 4 - TSS Skagen E

Över passagelinje 4 är trafikintensiteten mycket hög med över 27 000 passager per år, se Figur 2.12. All trafik på väg in och ut ur Kattegatt och Östersjön passerar genom väldefinierade ruttsystem som utgörs av trafiksepareringssystem, och området utgör ett mycket viktigt område för handelssjöfarten i denna del av världen. Alla kategorier av fartyg och längdsegment förekommer och de största fartygen, med en längd över 300 m, förekommer dagligen. Den enskilt största kategorin är general cargofartyg som står för en tredjedel av all trafik över passagelinje 4. Hälften av general cargo-fartygen har en längd på 100 m eller mindre, men general cargofartyg med en längd på mellan 100 och 200 m förekommer också med en frekvens på ca 10 passager per dygn. Tankfartyg utgör en fjärdedel av fartygstrafiken inom TSS Skagen East, från mindre kusttankers med en längd på under 100 m till stortank på 340 m x 60 m (L x B). Ro-Ro- och Containerfartyg står vardera för ca 11 % av trafiken medan andelen bulkfartyg är något högre, ca 16 %. Passagerar- och kryssningsfartyg förekommer vid enstaka tillfällen. En del fiskefartyg passerar också linje 4, i snitt ett till två per dag, på sin väg till fiskeområdena som ligger längre åt nordost.

98,5-percentilen motsvaras av en fartyglängd på 292 m, dock passerar ungefär ett fartyg per dag som är större än så.

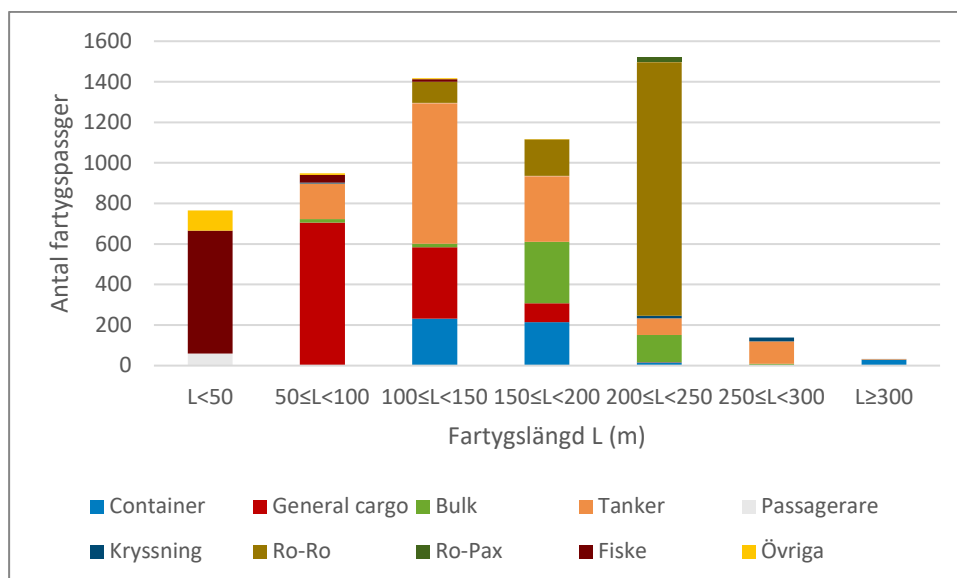


Figur 2.12 Antal passager över passagelinje 4 vid TSS Skagen East. Trafikdata för 2021.

2.1.5 Passagelinje 5 - söder om Poseidon Syd – trafik till Göteborgs hamn

Trafikintensiteten söder om Poseidon Syd är medelhög, dock i den nedre delen av spannet enligt Tabell 2.1. Trafiken utgörs av trafiken till och från Göteborg, som är en av Sveriges corehamnar² och är således att anse som ett viktigt fartygsstråk där trafiken kan förväntas öka både i antal anlöp och vad gäller fartygsstorlekar. Totalt passerade under 2021 dryga 5 900 fartyg över linje 5, se Figur 2.13. Göteborgs hamn har i sina prognoser med ett framtida maxfartyg på 430 m x 65 m. Dagens trafik utgörs till ca 25% av tankfartyg och till ca 25% av Ro-Rofartyg. General cargo -fartyg utgör ca en femtedel av den totala trafiken. Även containertrafik är relativt vanlig förekommande med anlöp varje till varannan dag totalt sett, och med linjetrafik ungefär var tionde dag med bland annat Maersks största containerfartygsklass, som har en längd på 399 m och en bredd på 59 m. Fartyg med en längd på över 250 m förekommer ungefär varannan dag och 98,5-percentilen för det aktuella stråket är 277 m.

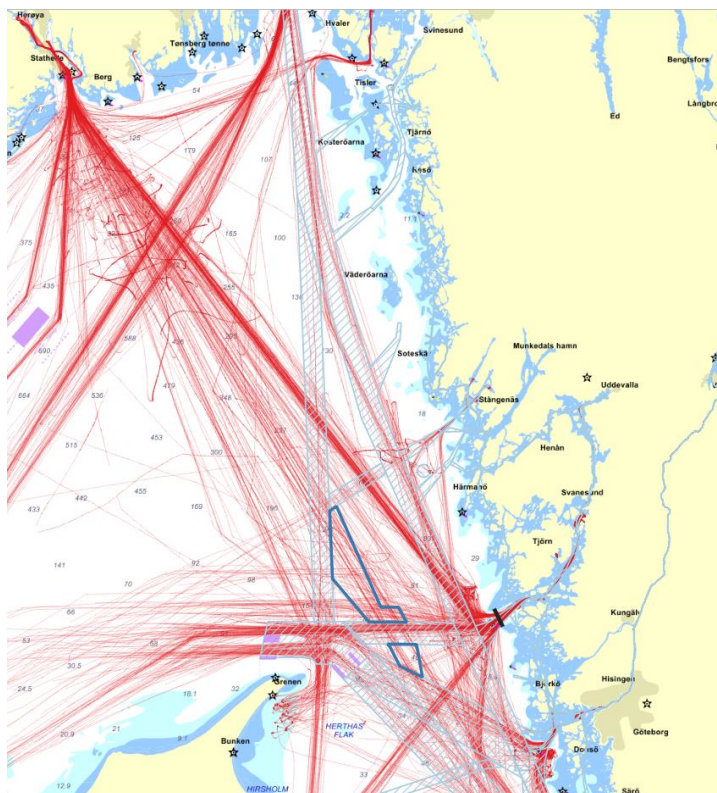
² corehamn: Kärnhamn, enligt EU-initiativet TEN-T (Trans-European Network-Transport) för att stärka och länka samman transportsystemen i unionen. Göteborg är en av fem svenska corehamnar.



Figur 2.13 Antal passager över passagelinje 5, söder om Poseidon Syd. Trafikdata för 2021.

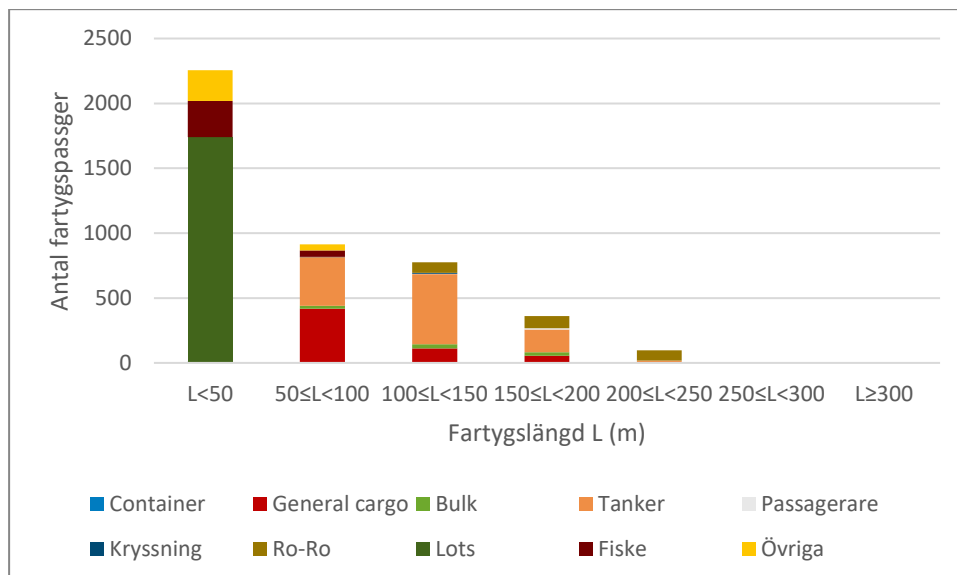
2.1.6 Passagelinje 6 - Hätteberget

Fartygstrafik till och från hamnarna innanför Hätteberget, första hand Wallhamn och Stenungsund samt Uddevalla, skulle troligen påverkas vid en etablering av vindpark Poseidon. Figur 2.14. visar fartygspår från fartyg över 75 m som passerade över linje 6 år 2021. Trafik mellan Hätteberget och TSS Skagen East passerar på stråket mellan de två delområdena av vindparken. En del fartyg trafikerar också rutten genom det norra delområdet. En del av trafiken som passerar över passagelinje 6 syns också gå tvärs igenom Poseidon Syd i riktning mot Skagen, troligen för bunkring.



Figur 2.14 Fartygspår från fartyg som passerade över passagelinjen vid Hätteberget, 6 gånger eller mer under 2021 (totalt 83 olika fartyg), i figuren är fartyg under 75 m längd bortfiltrerade.

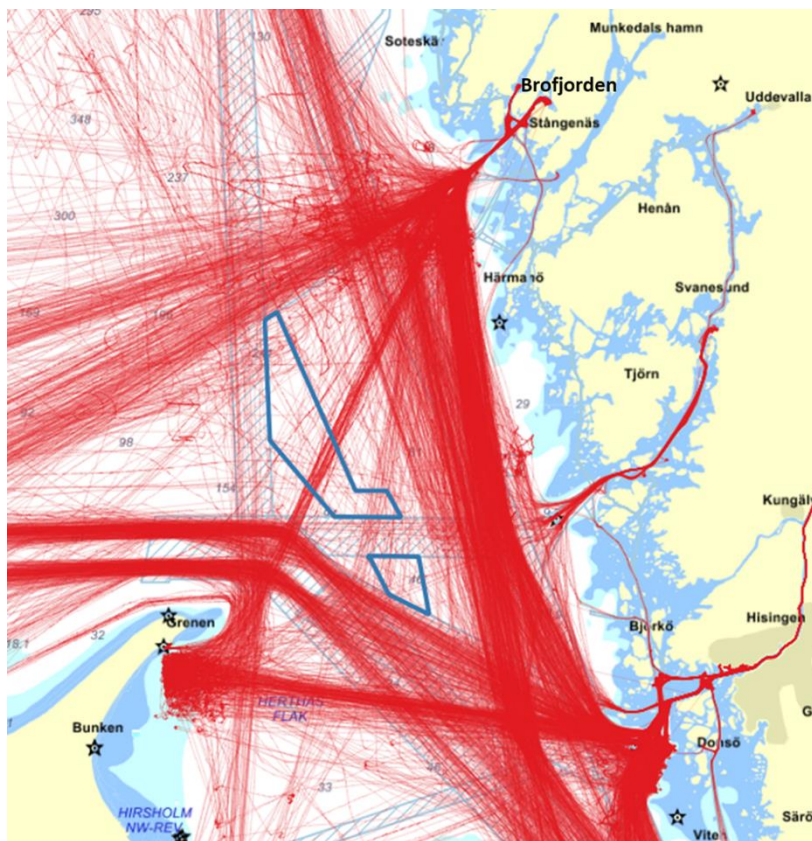
Totalt passerade drygt 4 400 fartyg över linje 6 under 2021, av vilka ca 2 200 var under 50 m och till största del utgjordes av lotsbåtar (ca 1 700), se Figur 2.15. Det största fartyget som passerade var biltransportfartyget Morning Lady, med en längd på 232 m. I detta storlekssegment, mellan 200 – 250 m längd, syns ytterligare ca 90 fartyg på årsbasis.



Figur 2.15 Antal passager över passagelinje 6 - Hätteberget. Trafikdata för 2021.

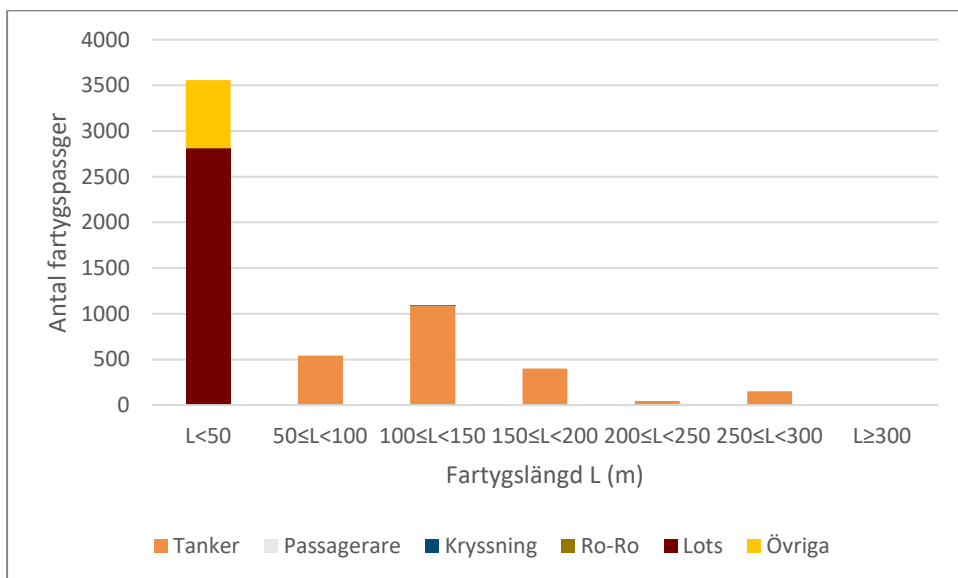
2.1.7 Passagelinje 7 - Brofjorden

Fartygstrafiken till och från Brofjorden, som i huvudsak utgörs av tankfartyg till raffinaderiet, kommer sannolikt också att påverkas av en etablering av Poseidon. I första hand påverkas trafik på stråket mellan Brofjorden och Skagen som går genom Poseidon Nord, se Figur 2.16. Trafik mellan Brofjorden och Nordsjön passerar norr om Poseidons nordspets.



Figur 2.16 Fartygsspår från fartyg som trafikerade Brofjorden frekvent under 2021. (Fartyg med längd över 75 m som gjorde 10 eller fler passager i Brofjorden, totalt 48 olika fartyg).

Över passagelinje 7 registrerades totalt ca 5 800 passager under 2021, dock stod lotsbåtar för ca 2 800 av dessa, se Figur 2.17. I huvudsak utgörs resterande trafik av tankfartyg, merparten i segmentet mellan 100–150 m, även fartyg större än så förekommer dock stadigt, med ca 2 passager per dag. Det största fartyget som registrerades för passage under 2021 var shuttle tankern Greta Knutsen på 277 m x 46 m.



Figur 2.17 Antal passager över passagelinje 7 - Brofjorden. Trafikdata för 2021.

2.1.8 Variationer mellan år

Tabell 2.2 visar en sammanställning av antal fartygspassager över linje 5, trafik till och från Göteborg söder om Poseidon Syd, för åren 2017 – 2021. Det totala antalet passager var högst år 2018, ca 14% högre än under 2020 när antal passager var lägst. Under 2020 var det i först hand antalet fartyg i segmentet 150–200 m och huvudsakligen Ro-Ro samt Ro-Pax-fartyg som var lägre än tidigare år. Även under 2021 var antalet passager av fartyg i denna storlek lågt. Detta kan antas vara en effekt av coronapandemin.

Tabell 2.2 Jämförelse av antal fartygspassager över linje 1 åren 2017 - 2021.

	2017	2018	2019	2020	2021
L<50	693	465	759	699	765
50≤L<100	927	896	872	934	949
100≤L<150	1 423	1 640	1 392	1 420	1 417
150≤L<200	1 821	1 967	1 917	999	1 118
200≤L<250	1 157	1 209	1 182	1 357	1 520
250≤L<300	177	138	139	112	138
L≥300	51	53	49	43	34
Totalt	6 249	6 368	6 310	5 563	5 941

Trafiken över linje 5 omfattar alla typer av fartyg och storlekssegment. Variationen i trafikintensitet över linje 5 bedöms därför vara representativ även för variationen för övriga passagelinjer och antas återspegla hur trafikintensiteten har varierat under de senaste åren.

3 Riskidentifiering

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

Fartygstrafiken i det aktuella området är omfattande med ett stort ruttsystem sydväst om Poseidon och med viktiga, om än inte lika trafikintensiva, fartygsstråk söder om Poseidon Syd. Även på övriga sidor av, samt genom, parkerna går det fartygstrafik. 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 och därmed eventuell risk för kollision 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*), där representanter från Zephyr Vind AB (idag Kontiki Vind AB) samt såväl nautiker som riskanalytiker från SSPA deltog tillsammans med representanter för Göteborgs Hamn och myndigheterna Transportstyrelsen, Sjöfartsverket och Kustbevakningen.

Totalt behandlades 11 olika områden vid haziden, varav 8 är kopplade till fartygstrafikstråk i närheten av vindkraftområdet. De övriga tre områdena behandlar kumulativa effekter, eventuella faror kopplade till övrig sjötrafik samt faror kopplade till anläggningsfasen.

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

Riskidentifieringen, och därmed hazid-workshopen, utgick från på det ursprungliga området för vindkraftparken i enlighet med Figur 2.2 samt Figur 2.3. Nedan redovisas de huvudsakliga identifierade farorna kopplade till vindparkerna Poseidon Nord och Poseidon Syd tillsammans med bakgrund och motivering till dessa baserat på diskussionerna under workshopen.

3.1.1 Trafik söder om Poseidon Syd; Göteborg - Skagen TSS East

På södra sidan av Poseidon Syd tangerar fartygstrafikstråket den södra gränsen på vindparken. De faror som identifieras för sjötrafiken på södra sidan om Poseidon Syd härrör sig främst till detta begränsade avstånd, genom att:

- Utrymmet för undanmanöver är starkt begränsat för fartyg som följer fartygsstråkets norra gräns, och det uppstår en ökad sannolikhet för kollision såväl som allision. Skulle ett fartyg få ett tekniskt fel i form av blackout och driva mot parken, vilket bedöms vara det mest sannolika eftersom vindriktningen i området är sydväst-väst, uppstår en allisionsrisk. Vid ett tekniskt fel som roderfel med oavsiktlig gir mot parken ger det lilla eller icke-existerande avståndet till vindparkens gräns en ökad sannolikhet för s.k. powered allision (allision med park under framfart).
- Avsaknaden av avstånd mellan fartygsstråk och vindpark kan också ge upphov till radarstörningar vilket i sin tur kan leda till försenad upptäckt av andra fartyg eller båtar med en ökad sannolikhet för kollision som följd.
- Den nordvästgående trafiken förväntas försöka hålla ett större avstånd till vindparken och därmed förskjuts det nordvästgående stråkets centrum åt sydväst och antas också få en minskad lateral spridning vilket kan medföra en ökad sannolikhet för kollision inom fartygsstråket.

- Risken för iskast vid passage nära parken vilket kan leda till lokal skada på passerande fartyg eller personskada.

Ytterligare identifierade faror:

- Trafik som idag går genom området kan tvingas till nya rutter och nya girpunkter. Korsningar kan då uppstå i närheten av vindparken, vilket ökar sannolikheten för kollision och därtill allision om utrymmet för undanmanöver vid sådana nya girpunkter är begränsat.
- Vid användning av flytande fundament; förankringslinor för flytande fundament tar större bottenarea i anspråk än bottenfasta verk. Skador på förankringssystem från fartyg kan uppstå. Om vindkraftverk på flytande fundament placeras nära parkområdets södra gräns kan detta eventuellt innebära en inskränkning för framtida utveckling av trafiken till Göteborg.

3.1.2 Trafik mellan Poseidon Syd och Nord; Hätteberget - Skagen TSS East

Det begränsade navigationsområdet mellan vindparkens delområden är den huvudsakliga orsaken till identifierade faror för trafiken som går mellan Poseidon Nord och Syd. I synnerhet gäller detta för västgående trafik då det faktiska fartygstråket mellan Poseidon Nord och Syd ligger förskjutet mot norra kanten av utpekad riksintresse. Ett litet avstånd till vindparken och ett begränsat utrymme kan få följande konsekvenser:

- Ökad sannolikhet för kollision mellan fartyg om fartyg hindras eller underlåter att vidta adekvata åtgärder vid behov av undanmanöver på grund av vindparken.
- Allision om ett fartyg vid undanmanöver kommer in parkområdet.
- Allision till följd av tekniskt eller mänskligt fel och ett litet avstånd till vindparken.
- Radarstörningar vilket i sin tur kan leda till försenad upptäckt av andra fartyg eller båtar med en ökad sannolikhet för kollision som följd.
- Västgående trafik förväntas försöka hålla avstånd till parkområdet och därmed centreras trafiken och får en mindre lateral spridning vilket i sin tur leder till ökad sannolikhet för kollision.

I tillägg identifieras en fara genom att den trafik som tidigare passerat genom föreslaget parkområde tvingas till ruttomläggning med tillkommande girpunkter och nya korsningar och passage nära vindparkens hörn som följd, vilket kan öka sannolikheten för kollision och allision.

3.1.3 Övrig sjötrafik kring och genom Poseidon Syd samt förutsättningar för räddningstjänstinsatser

I tillägg till faror för trafik på enskilda stråk söder och norr om Poseidon Syd identifieras följande faror vid etablering av det södra området:

- Trafik mellan Hätteberget och Ålbæk som under 2021 passerat genom föreslaget område Syd tvingas välja en rutt söder eller norr om detta område, vilket ger upphov till nya korsningar, tillkommande girpunkter och sannolikt passage nära parkens hörn. Detta ökar sannolikheten för kollision såväl som allision.
- Den luftburna SAR³-kapaciteten begränsas på grund av att flygande enheter ogärna opererar bland höga vindkraftverk, i synnerhet vid dålig sikt vilket kan leda till att räddningsinsatser försenas.

³ SAR: Search and Rescue

SSPA Sweden AB - Your Maritime Solution Partner

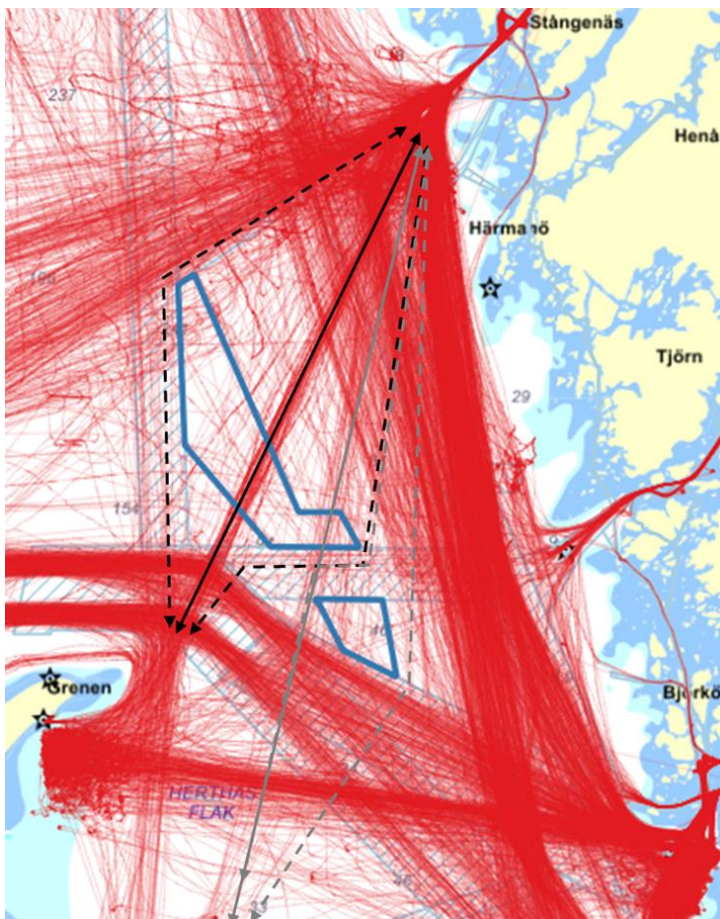
- Omhändertagning av olja eller andra skadliga ämnen kan försvåras genom att miljöskyddsfartyg inte kan operera helt nära verken och miljöräddningsinsatser i parkområdet kan bli mindre effektiva och mer tidskrävande.

3.1.4 Ost-västlig trafik genom Poseidon Nord; Hätteberget - nord om Skagen TSS

Trafik som under 2021 trafikerat en rutt genom Poseidon Nord mellan Hätteberget och norr om TSS Skagen East (se Figur 2.14 ovan) tvingas till ruttomläggning och antas välja en rutt söder om det norra delområdet. Detta kan leda till en något förtätad trafik mellan Poseidon Nord och Syd viket leder till en ökad sannolikhet för allision, i första hand med Poseidon Nord.

3.1.5 Nordost-sydvästlig trafik genom Poseidon Nord; Brofjorden – Skagen

Trafik som under 2021 passerat Poseidon Nord på rutten Brofjorden – Skagen tvingas till ruttomläggning och kan välja alternativ rutt norr eller söder om Poseidon Nord. Båda alternativa rutterna innebär tillkommande girpunkter med små vinklar och passage förbi vindparkens hörn med en ökad kollisions- och allisionssannolikhet som följd. Vid en rutt norr och väster om Poseidon uppstår en större rutförlängning men en rutt med färre girpunkter, än vid en rutt söder om, se Figur 3.1. Även trafik mellan Brofjorden och Ålbæk bugt tvingas till ruttomläggning med tillkommande girpunkter och passage nära vindparken hörn som följd, se grå streckade linjer i Figur 3.1. Trafiken på denna rutt är dock mycket begränsad.



Figur 3.1 Trafik mellan Brofjorden och Skagen passerar genom Poseidon nord (svart pil). Alternativa rutter för trafik mellan Brofjorden och Skagen (svartstreckade linjer) samt alternativa rutter för trafik mellan Brofjorden och Ålbæk bugt (gråstreckade linjer).

- Den luftburna SAR-kapaciteten begränsas på grund av att flygande enheter ogärna opererar bland höga vindkraftverk, i synnerhet vid dålig sikt vilket kan leda till att räddningsinsatser försenas.
- Omhändertagning av olja eller andra skadliga ämnen kan försvåras genom att miljöskyddsfartyg inte kan operera helt nära verken och miljöräddningsinsatser i parkområdet kan bli mindre effektiva och mer tidskrävande.

3.1.9 Möjliga kumulativa effekter av eventuella närliggande parkområden vid Poseidon Nord och Syd

Vid etablering av flera vindparker i närheten av varandra påverkas sjötrafiken i större utsträckning än vid en enskild parketablering. För Poseidon är det i synnerhet den norra delen som tillsammans med vindpark Mareld ger upphov till kumulativa effekter med stor påverkan på sjötrafiken.

- En etablering av vindpark Mareld blockerar nord-sydgående trafik i riksintresset som löper utmed Poseidon Nords västra kant, och denna trafik skulle då tvingas till en rutt längre österut. Etableras även Poseidon tvingas trafiken i nord-sydlig riktning till än större ruttomläggning för att passera öster om Poseidon Nord. Detta skulle innebära stora omvägar, samt en ökad trafikkoncentration och nya girpunkter vid Poseidon Nords södra hörn. Detta skulle i sin tur öka sannolikheten för kollision och även allision med parken.
- Etablering av båda vindparkerna enligt plan kan blockera trafiken mellan Nordsjön och Brofjorden, vilket också leder till att fartygstrafiken kan tvingas göra stora omvägar.
- Kollisionssannolikheten ökar om parkområdena tränger ihop sjötrafik i färre stråk och nya snäva girpunkter kring parkområdenas yttre hörnpunkter.
- Vid en etablering av båda vindparkerna uppstår sannolikt ett nytt fartygstrafikstråk norr om Marelds norra kant. I samband med detta uppstår, i synnerhet för den ostgående trafiken, en ökad allisionssannolikhet.

3.1.10 Övrig sjötrafik/allmänt

Ett antal faror identifieras för övrig sjötrafik, som exempelvis fritidsbåtstrafik och fiskefartygstrafik:

- Mänskligt fel ombord fritidsbåtar genom missbedömning av avståndet till vindparken eller till enskilda vindkraftverk inom vindparken, vilket kan leda till allision med vindkraftverk.
- Mänskligt fel ombord fritidsbåtar genom missbedömning av avstånd till andra båtar inom vindparken och begränsat utrymme för undanmanöver vilket kan leda till en kollision.
- En på grund av vindparken försvårad räddningsinsats för ytbärgare vid exempelvis olycka med fritidsbåt, på grund av svårighet att operera luftburna enheter inom en vindpark.
- Radarstörningar kan göra det svårt att upptäcka båtar som går genom vindparken.
- Fartyg som inte är medvetna om vindparken eller ej har uppdaterade sjökort riskerar att hålla kurs mot vindparken vilket medför risk för allision.
- Mänskligt fel genom att befäl ombord på fartyg i närheten av parken somnar och håller kurs mot parken, vilket kan leda till allision.
- Ökad trafik till och från vindparken genom servicefartyg för underhåll av vindkraftverk. Dessa fartyg kan avvika från etablerade ruttor och ge upphov till en ökad kollisionssannolikhet för övrig sjötrafik kring parken.

- Mindre fartyg kan eventuellt välja en rutt genom vindparken, och fartyg som trafikerar etablerade stråk utanför parkområdet är inte beredda på att fartyg dyker upp på korsande kurser från parkområdet. Detta kan leda till kollision mellan fartyg, men även allision vid en eventuell undanmanöver.
- Fasadbelysning på vindkraftverken kan möjligen påverka navigationssäkerheten runt parken genom att nya ljuskällor kan försvåra identifiering av SSA-ljus och positionsljus från fartyg. Tornen kommer dock att vara utmärkta enligt gällande regler.
- Områdena trafikerar flitigt av fiskefartyg/trålare. Fiskebåtar kan möjligen segla nära vindkraftverken och vid ett mänskligt eller tekniskt fel kan det ske allision med vindkraftverk.
- Vid en allision som medför ett haveri av ett vindkraftverk kan oljeutsläpp ske och inom vindparken kan sanering av ett utsläpp försvåras och fördröjas och miljöskador uppstå.
- Vid en eventuell atmosfärisk nedisning eller drivande havsis kan känsliga RACON-bojar dras in och ersättas av enklare utmärkning vilket kan leda till felnavigering. Drivande havsis mycket ovanligt men kan försvåra navigation.

3.1.11 Anläggningsfas

Under anläggningsfasen ökar fartygstrafiken, av olika typer av fartyg, till parken i relativt stor omfattning. För denna fas identifieras särskilt faror kopplade till transporterna till och från parken, men även faror genom stillaliggande eller långsamtgående fartyg i eller i direkt anslutning till vindparksområdet:

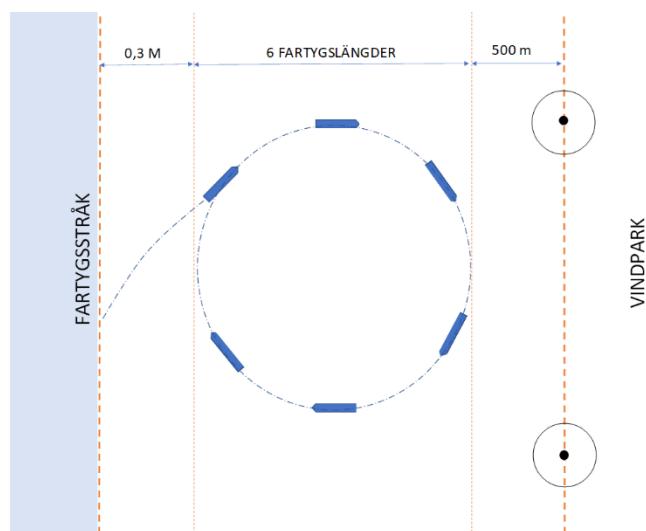
- Ökad trafikintensitet med stora fartyg och anläggningsplattformar som avviker från rekommenderade rutter och korsar fartygsstråk, vilket leder till en ökad kollisionssannolikhet.
- Ökad trafikintensitet med mindre snabbgående fartyg och båtar som avviker från rekommenderade rutter och korsar fartygsstråk, vilket leder till en ökad kollisionssannolikhet om än i mindre utsträckning av för större, långsamtgående och mer svårmanövrerade fartyg.
- Arbete med fartyg/plattformar utanför parkområdet. Fartyg/plattform kan finnas i direkt närhet till fartygsstråk och ger upphov till ett begränsat utrymme för undanmanöver för att undvika kollision.
- I samband med kabelförläggning förekommer stillaliggande fartyg eller långsamtgående fartyg med avvikande kurs samt arbetsbåtar i fartygsstråk i samband med detta. Detta kan leda till ökad kollisionssannolikhet och även skador på arbetsfartyg och eller plattform.

3.2 Resultat riskidentifiering

Många av de identifierade farorna härrör till att avståndet mellan fartygsstråken och vindkraftparkens delområden är litet. Vid Poseidon syds södra sida passerar trafiken till och från Göteborgs hamn i direkt närhet. Trafikintensiteten på stråket bedöms som medelhög men omfattar fartyg med en längd på upp till 400 m. Med anledning av detta har det, efter genomförd riskidentifiering, antagits nödvändigt att anpassa Poseidon Syds utbredning i söder för att åstadkomma ett säkerhetsavstånd mellan parken och fartygsstråket. Även vid Poseidon Nords södra sida kan ett säkerhetsavstånd till fartygsstråket med trafik till och från Hätteberget vara nödvändigt för att uppnå acceptabla risknivåer. Med anledning av detta beslutades att riskbedömningen ska omfatta beräkningar för alternativa utbredningar för såväl Poseidon nord som syd.

Enligt guidelines och rekommendationer avseende säkerhetsavstånd mellan vindkraftparker och fartygsstråk bör det vara möjligt för fartygen att uppfylla COLREG. Det ska därmed vara möjligt för fartygen som passerar vindparken att göra en undanmanöver i form av en 360-gradersgir åt styrbord

för att undvika en kollision (PIANC, 2018). Erforderligt avstånd för en 360-gradersgir beräknas enligt Figur 3.3 som 0,3 M plus 6 fartyglängder plus 500 m från fartygsstråkets yttre gräns (PIANC, 2018) (NorthSEE Project, 2018).



Figur 3.3 Schematisk bild över beräkning av rekommenderat erforderligt avstånd mellan fartygsstråk och vindpark för att möjliggöra en 360-gradersgir. (NorthSEE Project, 2018) (PIANC, 2018).

Vid utvärdering och fastställande av säkerhetsavstånd ska dock även lokala förutsättningar beaktas. Baserat på 98,5-percentilen för fartygstrafiken på stråket söder om Poseidon Syd kan en fartyglängd om 277 m (dvs. endast 1,5% av trafiken har längd på över 277 m) antas vara dimensionerande för beräkning av säkerhetsavstånd enligt Figur 3.3. Detta ger ett erforderligt avstånd på 1,47 M (2 718 m) mellan fartygsstråkets ytterkant och vindkraftparkens kant.

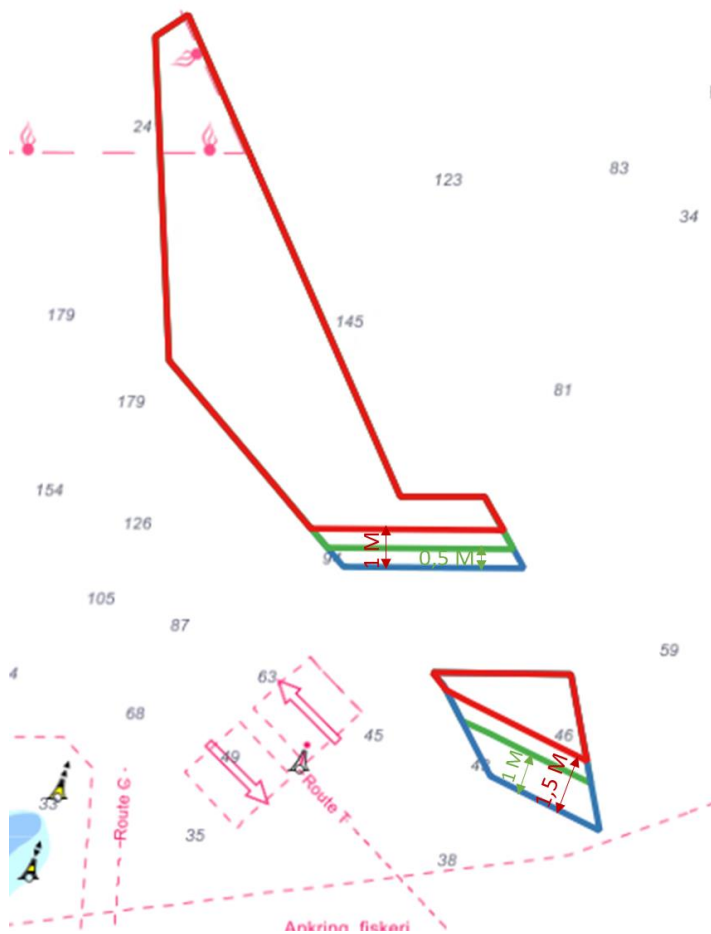
På stråket söder om Poseidon Nord utgör en fartyglängd om 252 m 98,5-percentilen vilket ger ett erforderligt avstånd av 1,39 M (2 568 m) för en 360-gradersgir. Trafikintensiteten på stråket är dock mycket låg, 1 800 passager under 2021 varav 800 var fiskebåtar. Sannolikheten för mötande trafik och behov av undanmanöver i form av 360-gradersgir bedöms därför som mycket låg och avsteg från rekommendationerna gällande säkerhetsavstånd bedöms därför som möjligt.

I syfte att analysera hur olika säkerhetsavstånd påverkar de beräknade olyckssannolikheterna genomförs beräkningar för två alternativa utbredningar av så väl Poseidon Nord som Syd. I jämförande syfte genomförs också beräkningar för de ursprungliga delområdena, dvs. utan säkerhetsavstånd till de närliggande fartygsstråken.

För Poseidon Syd utreds två alternativa utbredningar som innebär olika säkerhetsavstånd till fartygsstråket i söder som trafikeras av fartyg till och från Göteborg; 1 M respektive 1,5 M.

För Poseidon Nord utreds två alternativa utbredningar som innebär olika säkerhetsavstånd till fartygsstråket som löper mellan de två delområdena; 0,5 M respektive 1 M.

Figur 3.4 visar alternativa utbredningar för Poseidon Nord respektive Syd som omfattas av beräkningar i riskbedömningen.



Figur 3.4 Alternativa utbredningar för Poseidon Nord och Syd, vilka innebär olika säkerhetsavstånd till fartygsstråken, och som omfattas av beräkningar i riskbedömningen för vindparken.

4 Riskbedömning anläggningsfas

Anläggningsfasen för den planerade vindkraftparken är relativt kort jämfört med parkens operativa driftstid. Anläggningsfasen innebär dock en ökad aktivitet i området och sjöfarten i området kan komma att påverkas i högre grad under denna fas. I underlaget för avgränsningssamrådet anges planerad etableringsfas omfatta 2028-2030, dvs upptill tre års varaktighet.

Riskbedömning av anläggningsfasen utgår från en parklayout som omfattar totalt 94 verk på flytande konstruktioner, varav 81 i det norra delområdet och 13 i det södra delområdet. En sådan layout antas representera ett fall med mest omfattande anläggningsarbeten och är därmed dimensionerande för anläggningsfasens riskbedömning. I tillägg antas att två OSS:er (*Offshore Sub Station*) kommer att anläggas på bottenfasta plattformar inom parkområdet.

Detaljer kring utformning av verken är ännu inte fastställda och därmed kan inte heller hamnar för materielupplag, byggnation och montage pekas ut. För flytande konstruktioner kommer bogsering av färdiga strukturer att tillämpas i hög grad och urvalet av möjliga bashamnar begränsas av tillgängligt djup. Korta transportvägar kommer att eftersträvas och för denna analys antas transporterna främst ske från svenska västkusten till parken.

Generellt sett indelas anläggningsfasen för en vindkraftpark med flytande verk i följande tre huvudetapper:

- 1) *Pre-lay* av ankare
- 2) Installation av kompletta flytande fundament med vindturbin
- 3) kabelläggning och inkoppling

För anläggningar med flytande verk kan plattformen först bogseras ut och förankras på platsen varefter turbinen transporteras till och monteras på plattformen. Alternativt kan turbin och plattform byggas och monteras ihop i hamn för att därefter bogseras till parkområdet, förankras på platsen och anslutas till ledningsinfrastrukturen.



Figur 4.1. Exempel på kranplattform som används för installation av TLP-plattformar för offshoreindustri och som skulle kunna användas för installation av flytande fundament och montering av vindkraftsturbiner (Heerema).

Användning av kran- och transportfartyg under anläggningsfasen är mycket kostnadsintensiv och planeras noggrant för att minimera att fartyg är sysslösa, men oförutsägbara väderförhållanden gör att viss tidsbuffert ändå måste inkluderas i planerna. För fasta verk tar det omkring en dag att resa ett verk på ett fast fundament, vilket också kan antas rimligt för installation på en flytande plattform.

Av de identifierade riskerna för anläggningsfasen bedöms riskerna kopplade till den ökade trafikintensiteten och korsandet av etablerade fartygsstråk som mest kritisk, se avsnitt 4.1 nedan.

Utöver de stora och tunga transporterna i samband med installation av plattformar och verk, tillkommer ett stort antal transporter med mindre fartyg. Dessa är av varierande storlek, exempelvis båtar för besättning, pråmekipage för fundamenttransporter, mudderverk, kabellägningsfartyg, kranfartyg/plattformar och andra typer av offshore supply-fartyg. För flytande installationer utgör bogsering av färdiga plattformar med installerade turbiner, särskilt kritiska transportrörelser med låg hastighet och stort utrymmesanspråk. Antalet sådana transporter begränsas dock väsentligen till det antal verk som ingår i parken.

De olika fartygen rör sig på olika ruttor och med olika frekvens till parkområdet och har således olika stor påverkan. Även storleksmässigt och manövermässigt skiljer sig dessa fartyg åt. En besättningsbåt är en liten enhet, ca 15 – 25 m lång, med god manöverförmåga, medan exempelvis ett pråmekipage för transport av fundament och turbiner som har en totallängd på ca 250 m, är relativt långsam och är manövermässigt trög.

Enheterna rör sig 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. Varken installationshamn eller utskleppningshamn har fastställts ännu. Troligen kommer en eller flera hamnar på den svenska västkusten att nyttjas, men för större komponenter till området, såsom fundament, torn och rotorblad, kan transporter komma att ske även från andra och mer avlägsna hamnar. Uppskattningarna av trafikinteraktion nedan skall därför främst betraktas som exempel på möjliga effekter.

Tabell 4.1 visar en sammanställning av uppskattat antal fartygsrörelser till och från etableringsområdet (tur-och-returresor, dvs passagefrekvensen är dubbelt så stor) under respektive huvudetapp under anläggningsfasen. Totalt uppskattas antalet fartygsrörelser under anläggningsfasen uppgå till storleksordningen 1 400 för layout omfattande 94 vindkraftverk.

Tabell 4.1 Sammanställning av uppskattat antal fartygsrörelser under anläggningsfasen.

Etapp	Antal fartygsrörelser till och från området (ToR)
1. Pre-lay av ankare	560
2. Installation av WTG	500
3. Kabelläggning och inkoppling	300
<i>Totalt</i>	<i>1360</i>

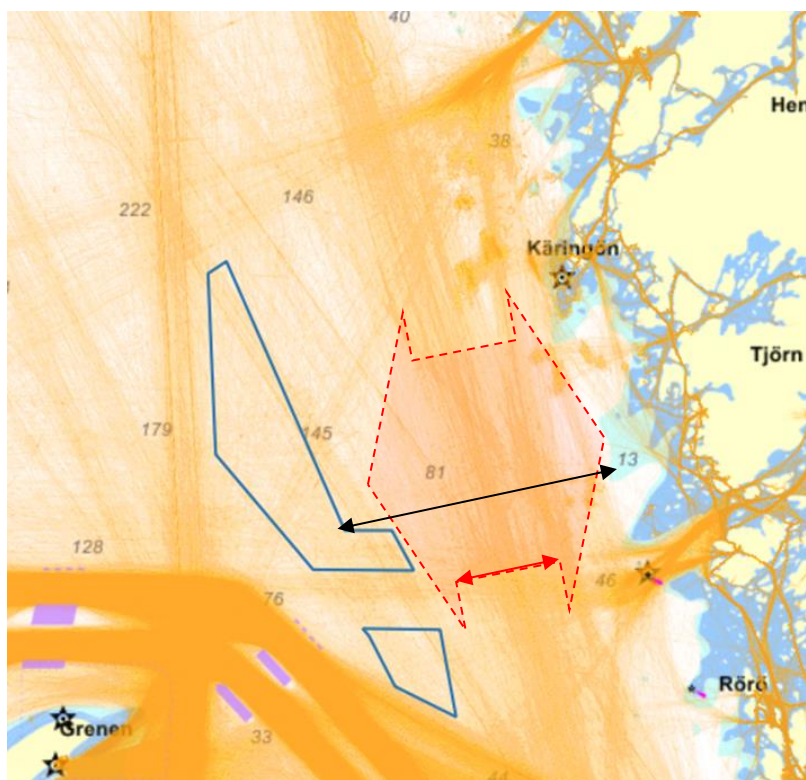
Utöver den ökade trafikintensiteten och den därmed ökande risken för kollisioner identifierades även risker kopplade till arbetena i sig och stillaliggande fartyg och arbetsplattformar i områdets yttre rand, vilka kan begränsa det manöverutrymmet för passerande fartyg samt eventuellt försvåra upptäckt av andra fartyg på grund av bländande ljus eller radarstörningar. Sannolikheten för dessa typer av faror bedöms dock som lägre. Även konsekvenserna bedöms i de flesta fall vara mindre allvarliga.

Riskreducerande åtgärder i form av tydlig och frekvent information via Ufs/NtM⁴ och navigationsvarningar/NAVTEX om att anläggningsarbete pågår i området eller särskilda transporter utförs som kan påverka annan sjötrafik är viktiga. Kontinuerlig uppdatering av information och varningar via dessa kanaler antas ha en riskreducerande effekt på merparten av de identifierade farorna. Även åtgärder såsom att området utmärks visuellt med fysiska bojar utrustade med racon 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.

För att begränsa eventuella störningar för passerande sjötrafik i form av bländande belysning från arbetsplattformar och -fartyg i anläggningsområdet, bör sådan arbetsbelysning i möjligaste mån skärmis av mot passerande trafik.

4.1 Korsande trafik under anläggningsfasen

För att uppskatta omfattningen av möjliga tillkommande faror orsakade av interaktion mellan passerande sjötrafik och trafik kopplad till anläggningsarbeten vid vindkraftparken, antas de ovan uppskattade 1 400 fartygsrörelserna ske i ost-västlig riktning mellan svenska västkusten och parkområdet och därmed korsa de nord-sydgående sjötrafikflöden som passerar längs västkusten öster om parkområdet, se Figur 4.2. Utslaget över en treårsperiod motsvarar anläggningstrafiken ca 470 fartygsrörelser per år motsvarande en passagefrekvens av 940 per år.



Figur 4.2 Principiell huvudriktning för korsande trafik under anläggningsfasen markerad med rödstreckad pil.

Eftersom bashamnar för anläggningsfasen ännu inte är bestämda kan korsande trafikrörelser antas ske var som helst inom, nord eller syd om den markerade pilen för huvudriktning av anläggningsfartygsrörelser. Det passerande nord-sydgående trafikflödet kan inte heller kopplas till ett specifikt stråk. Det passerande trafikflödet över den i Figur 4.2 i svart markerade passagelinjen,

⁴ Ufs, Underrättelser för sjöfarande/Notice to mariners. Publiceras av Sjöfartsverket och innehåller exempelvis notiser med sjökortsrättelser.

uppgick 2021 till ca 8 000 passager, och inkluderar även viss trafik som passerar området men som under anläggningsfasen kan antas välja en justerad rutt öster om området.

Sannolikheten för ett scenario där anläggningsfartyg och passerande nord-sydgående fartyg samtidigt korsar varandras kurser i en viss position uppskattas enligt Tabell 4.2. Ett sådant scenario betyder dock inte en faktisk kollision men skulle kunna leda till kollision om inga åtgärder vidtas av fartygen (denna ansats benämns ibland som "blind navigation").

Tabell 4.2 Sammanställning av uppskattade beräkningar för korsande kurser mellan anläggningsfartyg och fartyg på trafikstråk öster om Poseidon

A: Anläggningsfartyg som korsar fartygsstråk öster om Poseidon		B: Fartyg på stråk öster om Poseidon	
Längd (m)	200	Längd (m)	200
Hastighet (knop)	10	Hastighet (knop)	12
Antalet passager per år	940	Antalet passager per år	8 000
A Exponerar sig för att bli påseglad av B under sammanlagt (min/år)		601	
B exponerar sig för att bli påseglad av A under sammanlagt (min/år)		4 323	
Sannolikhet att B håller korsande kurs mot A (tillfällen per år)		9,3	
Sannolikhet att A håller korsande kurs mot B (tillfällen/år)		7,7	
Sammanlagd sannolikhet för korsande kurser mellan A och B (tillfällen/år)		17,0	

Baserat på beräkningarna i Tabell 4.2 kan en situation där ett anläggningsfartyg och fartyg på stråk öster om Poseidon har korsande kurser förväntas uppstå ca 17 gånger under varje år som anläggandet sker, vilket innebär totalt ca 50 gånger. Denna sannolikhet skall dock ej förväxlas med sannolikheten för kollision eftersom fartygen i en plats av korsande trafikflöden förutsätts iakttä gällande sjövägsregler och att det väjningsskyldiga fartyget justerar kurs eller fart så att en närsituation undviks. Sedvanliga "causation factors", dvs. olyckssannolikhet per möte, är i storleksordningen 10^{-4} , vilket skulle innebära en olyckssannolikhet på cirka 0,0017 per år eller en returperiod av ca 590 år.

Bevakningsfartyg samt besättningsfartygen som troligen står för de flesta av passagera 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 fartygsstråken. De större installationsfartygen kan dock antas ha sämre förutsättningar att anpassa kurs, men med hänsyn till navigationsvarningar och liknande riskreducerande åtgärder kan uppmärksamheten hos passerande fartyg antas vara extra hög vid passage av området.

Uppskattningen att de tillkommande korsande fartygsrörelserna kan bli av storleksordningen 940 per år kan också värderas i relation till de befintliga trafikflöden som ur kollisionssynpunkt också kan betraktas som korsande till den nord-sydgående passerande trafiken. Vid Brofjorden registrerades exempelvis 5 800 fartygspassager och vid Hätteberget 4 400 för år 2021. I jämförelse med dessa dryga 10 000 fartygsrörelser framstår de under Poseidons treåriga anläggningsfas tillkommande 940 passagera per år (ca 9%) som små.

5 Riskbedömning driftsfas

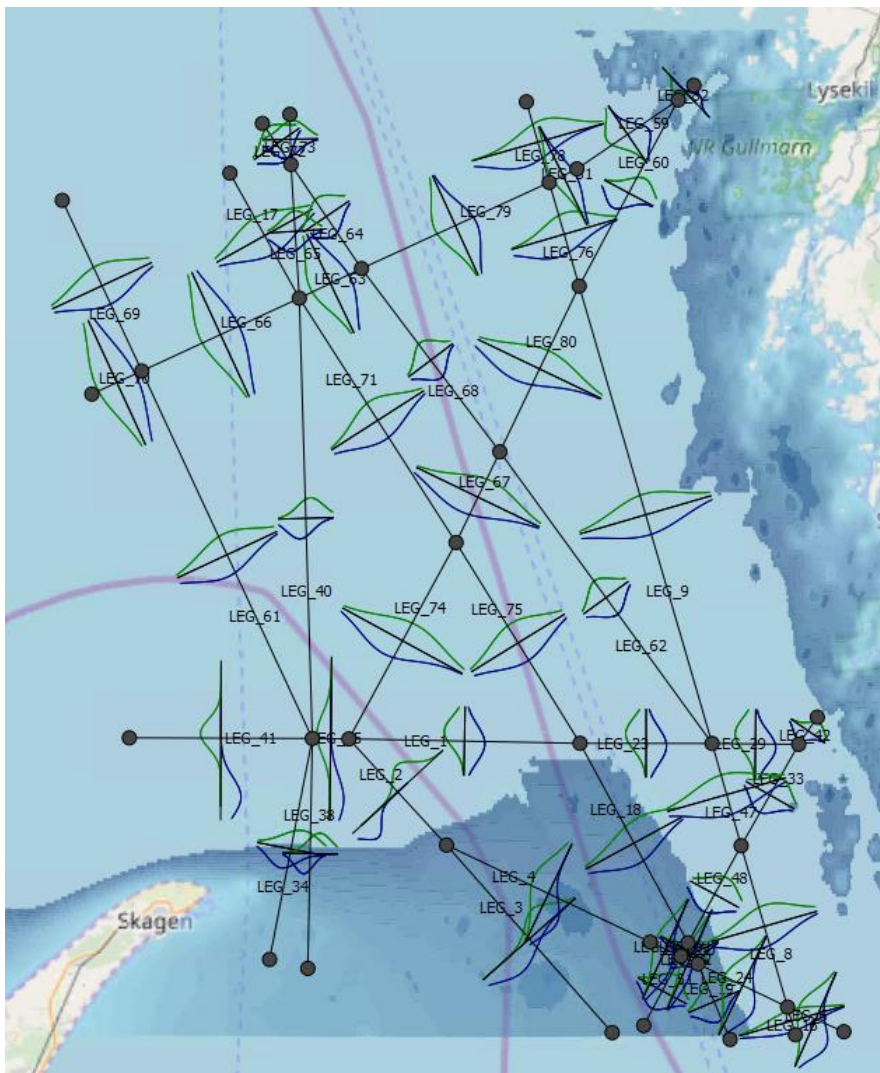
Riskerna bedöms dels baserat på sannolikheten för att ett olycksscenario ska uppstå, dels baserat på hur allvarliga konsekvenser respektive olycksscenario kan antas medföra. Sannolikheten för identifierade risker och olyckshändelser beräknas och kvantifieras där så är möjligt. Hur allvarliga möjliga konsekvenser av respektive olycksscenarier kan antas bli, uppskattas och bedömts kvalitativt på en femgradig skala. I samband med detta har beaktanden avseende säkerhetsavstånd för undanmanöver och möjligheter till nödankring gjorts.

5.1 Beräkning av grundstötnings-, kollisions- samt allisionssannolikhet

För att bedöma om och hur vindparken kan komma att påverka sannolikheten för kollisioner mellan fartyg samt för att uppskatta sannolikheten för att fartyg seglar eller driver in i vindparken, används programmet IWRAP Mk2 (*IALA Waterway Risk Assessment Program*). Programmet kan också användas för att beräkna sannolikheten för grundstötning men eftersom Poseidon är beläget i ett område med stort vattendjup och inte antas påverka risken för grundstötning omfattar de aktuella beräkningarna inte sannolikheten för grundstötning.

Baserat på AIS-data modelleras det aktuella området genom att fartygstråk, 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 fartygstråk 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. Figur 5.1 visar IWRAP-modellen som beräkningarna utan vindkraftpark baseras på. Modellen kompletteras också med en vindkraftpark för att beräkna sannolikheten för allisioner med parken, dvs. sannolikheten för att fartyg kommer in i vindkraftparken.



Figur 5.1 IWRAP -modell utan vindpark för beräkning av sannolikhet för kollisioner.

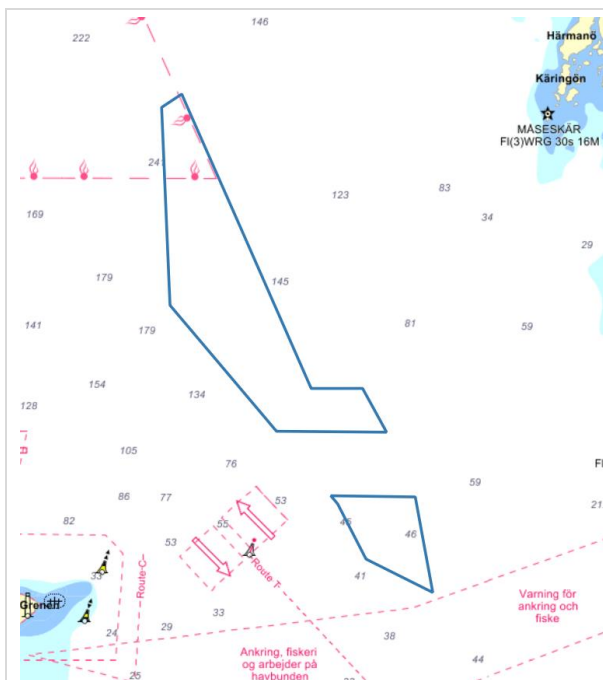
Totalt genomförs beräkningar för fem olika scenarier, ett utan vindpark samt för fyra fall med alternativa utbredningar av de två delområdena:

- **A: Utan vindpark**
Utgör ett nollalternativ och beräknas för att kunna jämföra hur olyckssannolikheter påverkas av en etablering. Modellen avser avspejla aktuellt trafikmönster i området.
- **B: Ursprungligt område för vindpark och justerat trafikmönster,**
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 0 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 0 M
Avser fallet när vindpark Poseidon har etablerats i ursprungligt projektområde, utan säkerhetsavstånd till fartygsstråk söder om respektive delområde. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går genom vindparken.
- **C: Reducerat område för vindpark och justerat trafikmönster,**
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 0,5 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 1 M
Avser fallet när en mindre vindpark har etablerats. Poseidon Nords södra gräns har förskjutits 0,5 M norr ut och Poseidon Syds södra gräns har förskjutits 1 M norrut så att

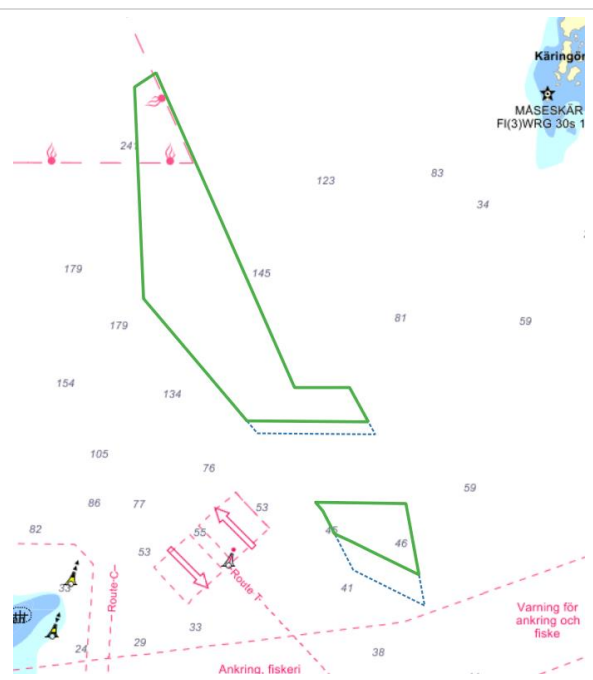
säkerhetsavstånd på 0,5 M respektive 1 M upprätthålls. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindkraftparken, likt fall B.

- *D: Reducerat område för vindpark och justerat trafikmönster,*
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 0,5 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 1,5 M
Avser fallet när en mindre vindpark har etablerats. Poseidon Nords södra gräns har förskjutits 0,5 M norr ut, likt i fall C, och Poseidon Syds södra gräns har förskjutits 1,5 M norrut jämfört med fall B, så att säkerhetsavstånd på 0,5 M respektive 1,5 M upprätthålls. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindkraftparken, likt fall B och C.
- *E: Reducerat område för vindpark och justerat trafikmönster,*
Säkerhetsavstånd Poseidon Nord: 1 M
Säkerhetsavstånd Poseidon Syd: 1,5 M
Avser fallet när en mindre vindpark har etablerats. Poseidon Nords södra gräns har förskjutits 1 M norr ut, jämfört med fall A, och Poseidon Syds södra gräns har förskjutits 1,5 M norrut, i likhet med fall D, så att säkerhetsavstånd på 1 M respektive 1,5 M upprätthålls. Jämfört med fall A har trafikmönstret justerats så att inga fartygsstråk går igenom vindkraftparken, likt fall B, C och D.

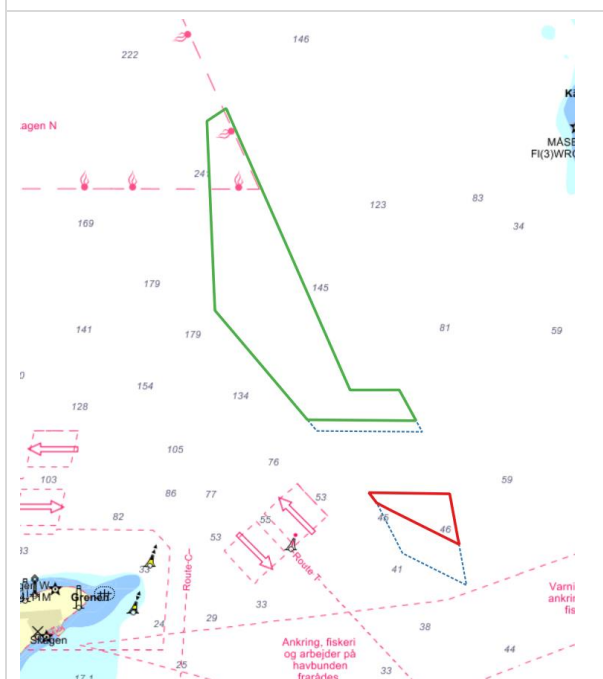
Figur 5.2 – Figur 5.5 visar de modellerade områdena för vindparken i respektive fall.



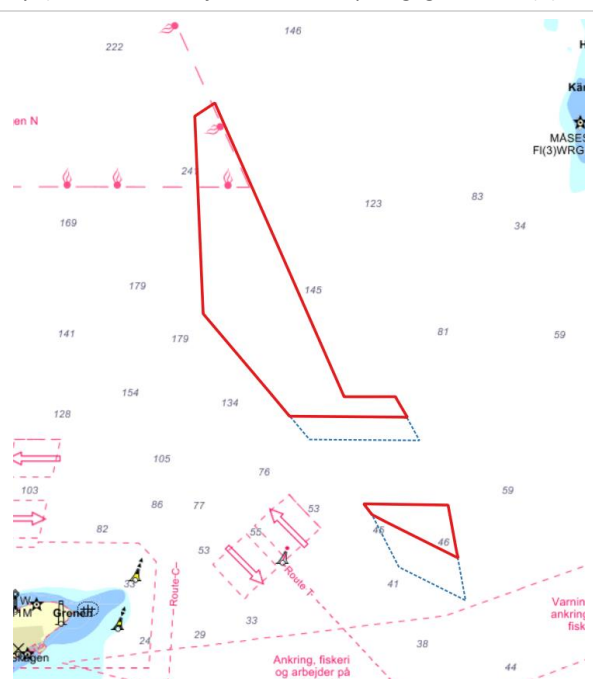
Figur 5.2 Modellerat vindkraftområde i fall B (inget säkerhetsavstånd).



Figur 5.3 Modellerat vindkraftområde i fall C (Säkerhetsavstånd: 0,5 M Poseidon Nord, 1 M Poseidon Syd) Blå streckad linje markerar ursprungligt område (B).



Figur 5.4 Modellerat vindkraftområde i fall D (Säkerhetsavstånd: 0,5 M Poseidon Nord, 1,5 M Poseidon Syd) Blå streckad linje markerar ursprungligt område (B).



Figur 5.5 Modellerat vindkraftområde i fall E (Säkerhetsavstånd: 1 M Poseidon Nord, 1,5 M Poseidon Syd) Blå streckad linje markerar ursprungligt område (B).

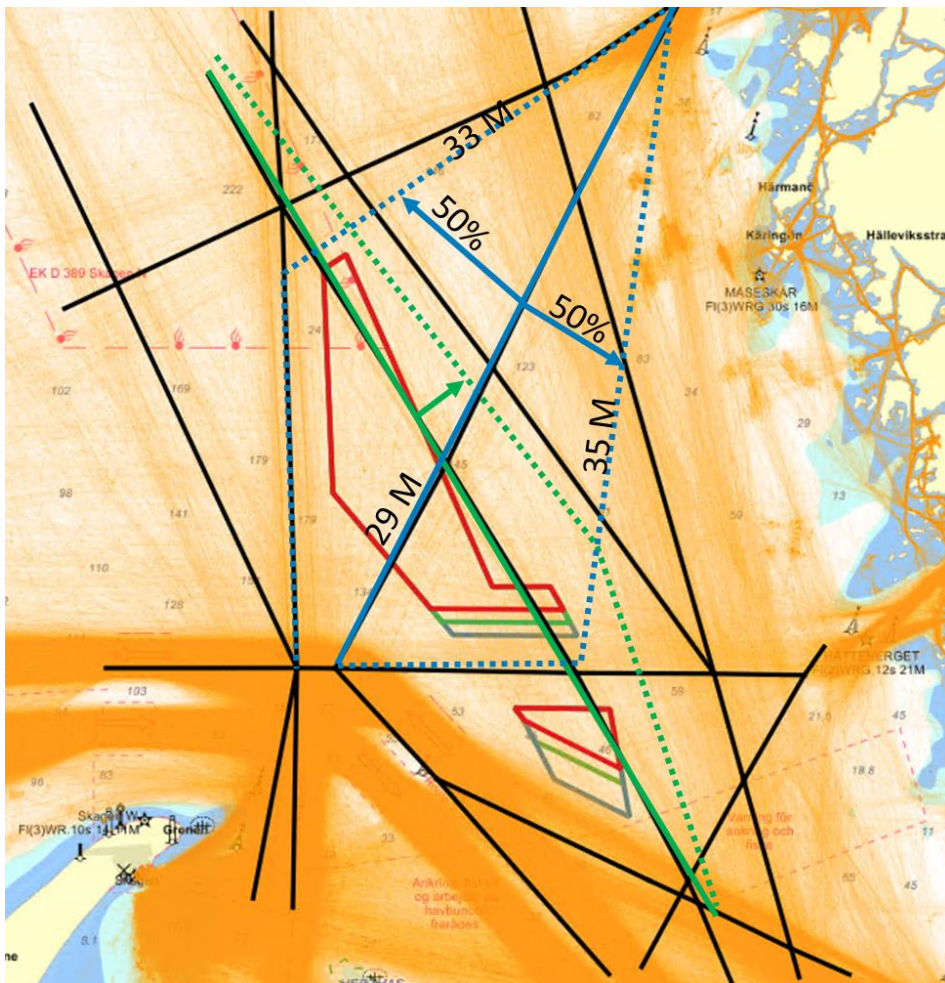
Vilken riktning ett fartyg kommer att driva påverkas i första hand av vindriktning. IWRAP-modellen har därför kompletterats med sannolikhet för olika drifriktningar baserat på vindrosen i Figur 2.1. Förhärskande vindriktning i det aktuella området är sydväst – väst, vilket gör att fartyg med blackout i de flesta fall kommer att driva åt nordost-ost.

Förutom de förhärskande vindriktningarna inverkar även strömriktningen på förloppet vid scenarion med *drifting grounding* och *drifting allision*. Havsströmmarnas hastighet är i regel måttlig i de aktuella farvattnen och dess riktning kan variera temporärt beroende på aktuellt väderläge. Inverkan av ström är inte beaktad i de presenterade IWRAP-beräkningarna.

5.1.1 Förändrat trafikmönster på grund av vindpark Poseidon

Efter en etablering av Poseidon antas handelsfartyg som tidigare passerat på rutten genom området trafikera andra rutten, vilket antas innebära ett 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 den aktuella IWRAP-modellen modelleras vindkraftparken som ett 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.

Av de stråk (legs) som definierats i IWRAP-modellen för dagens trafik är det två stråk som går igenom projektområdet och som därmed förändras när vindkraftparken introduceras i modellen, se Figur 5.6. För fartygen på stråket mellan Kattegatt och Porsgrunn i Norge (grön linje i Figur 5.6) innebär Poseidon endast en mindre ruttomläggning när dessa antas välja en ny rutt öster om Poseidon Syd och Nord med en tillkommande girpunkt. Exakt rutt kommer troligen att variera och placeringen av girpunkten i modellen är därmed osäker. Den antagna nya rutten innebär en förlängning med 1 M, från 31 M till 32 M. Fartygstrafik mellan Brofjorden och Skagen som idag passerar genom Poseidon Nord (blå linje i Figur 5.6) kommer tvingas till en större ruttomläggning. Vilken rutt fartyg på denna rutt kommer att välja efter en etablering av Poseidon är osäkert och antas vara starkt beroende av aktuella väder- och vindförhållanden. I modellen har hälften av trafiken på stråket mellan Brofjorden och Skagen antagits trafikera en rutt runt Poseidons norra hörn och längs med den västra sidan och den andra hälften antas trafikera en rutt öster om Poseidon Nord med passage mellan delområde Nord och Syd. Den ostliga rutten innebär en större rutförlängning, 6 M jämfört med 4 M, men antas vara att föredra vid kraftiga sydvästliga vindar.



Figur 5.6 Dagens trafikmönster (exklusive fiskefartyg) baserat på AIS-data samt leg definierade i IWRAP-modellen (svarta linjer). Två stråk/leg går igenom området (blå respektive grön heldragen linje) för den planerade vindkraftparken. I modeller där vindkraftparken introducerats antas trafiken på dessa stråk tvingas till ruttomläggning. Grön streckad linje visar antagen ruttomläggning för trafiken på det gröna stråket. Trafiken på det blå stråket antas fördela sig jämnt mellan de två blåstreckade stråken.

5.1.2 Matematisk modell

Den matematiska modellen 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 ingen åtgärd vidtas, respektive sannolikheten för att två fartyg kolliderar med varandra i en viss *waypoint* eller längs med något av "legsen" 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 grundstötningsscenario vilka karaktäriseras enligt nedan:

Kollision (mellan två fartyg) – beroende på var de uppstår kategoriseras som:

head-on – kollision mellan mötande fartyg

overtaking – kollision vid omkörning i samma fartygsstråk

crossing – kollision vid korsande fartygsstråk

merging – kollisioner i nodpunkter där fartygsstråk sammanstrålar eller

bend – kollisioner i nodpunkter där farleden kröker.

Grundstötning karaktäriseras som antingen:

Powered grounding – då fartyget pga. mänskligt fel grundstöter under framdrivning eller

Drifting grounding – då fartyget pga. tekniskt fel typ blackout driver på grund utan att framdrivningsmaskineriet är igång.

Allisioner karaktäriseras på motsvarande sätt som grundstötning:

Powered allision – då fartyget pga. mänskligt fel seglar in i vindkraftparken under framdrivning eller

Drifting allision – då fartyget pga. tekniskt fel typ blackout driver in i vindkraftparken utan att framdrivningsmaskineriet är igång.

De redovisade numeriska värdena för kollisions-, grundstötnings- och allisionssannolikheter är beräknade med de standardvärden (default) som finns för de olika *causation factors* (se avsnitt). I brist på omfattande registrerad incidentstatistik från det aktuella området 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.

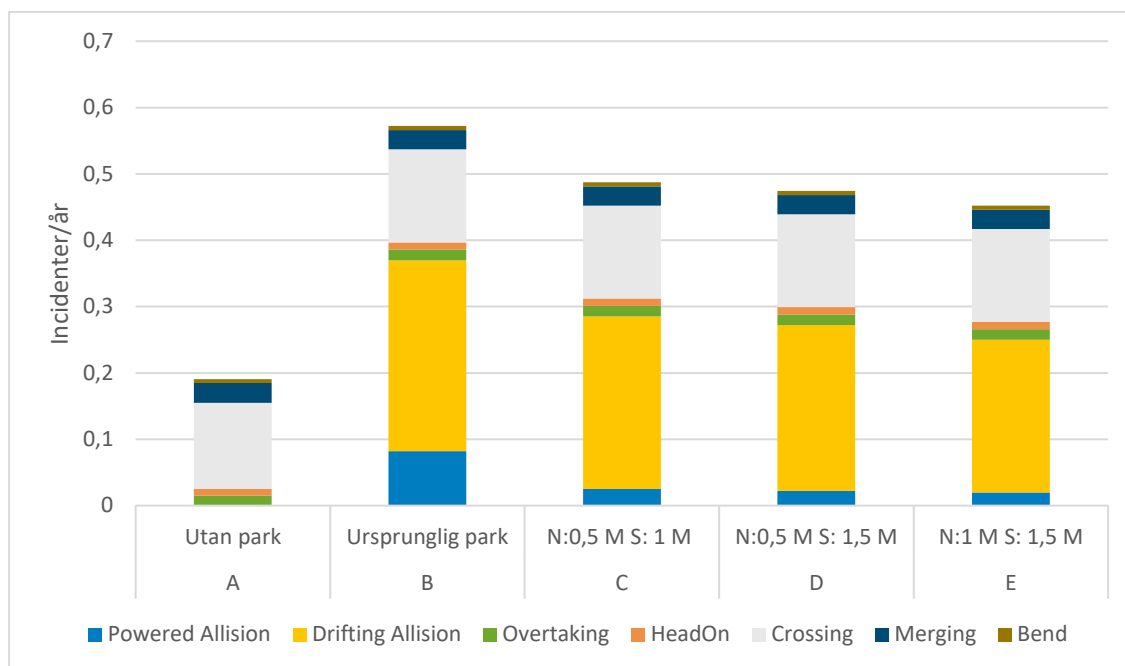
5.1.3 Resultat

För varje beräkningsfall presenteras sannolikhet för kollisioner och allisioner med vindkraftparken (dvs. sannolikheten för att ett fartyg kommer in i parkområdet) i tabellform, se Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Beräknade sannolikheter (incidenter/år) för respektive beräkningsfall. E anger tiopotensfaktor, exempelvis E-04 = 10^{-4} .

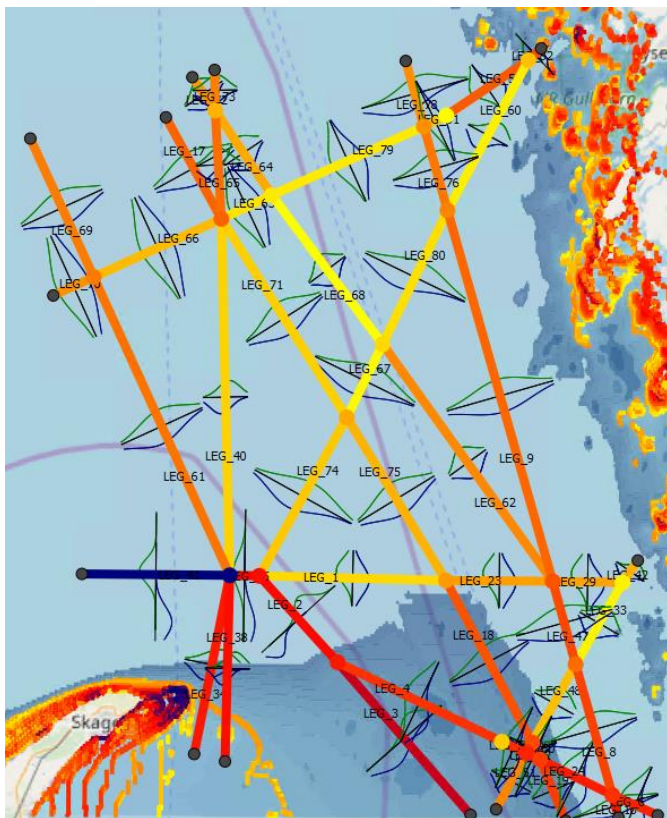
Incidenter/år	A Utan park	B Ursprunglig park	C N:0,5 M S: 1 M	D N:0,5 M S: 1,5 M	E N:1 M S: 1,5 M
Powered Allision	---	8,19E-02	2,5E-02	2,2E-02	2,0E-02
Drifting Allision	---	2,88E-01	2,6E-01	2,5E-01	2,3E-01
Total Allisions	---	3,70E-01	2,8E-01	2,7E-01	2,5E-01
Overtaking	1,5E-02	1,6E-02	1,6E-02	1,6E-02	1,6E-02
HeadOn	1,0E-02	1,1E-02	1,1E-02	1,1E-02	1,1E-02
Crossing	1,3E-01	1,4E-01	1,4E-01	1,4E-01	1,4E-01
Merging	3,0E-02	2,9E-02	2,9E-02	2,9E-02	2,9E-02
Bend	5,6E-03	6,2E-03	6,2E-03	6,2E-03	6,2E-03
Total Collisions	1,9E-01	2,0E-01	2,0E-01	2,0E-01	2,0E-01
Total Incident	1,9E-01	5,7E-01	4,8E-01	4,7E-01	4,5E-01

Sannolikheten för kollision är samma i fall B, C, D och E. Resultaten visar dock att sannolikheten för så väl *powered* som *drifting allision* minskar med de ökande säkerhetsavstånden i fall C, D och E. Figur 5.7 visar en jämförelse av resultaten för de olika beräkningsfallen.

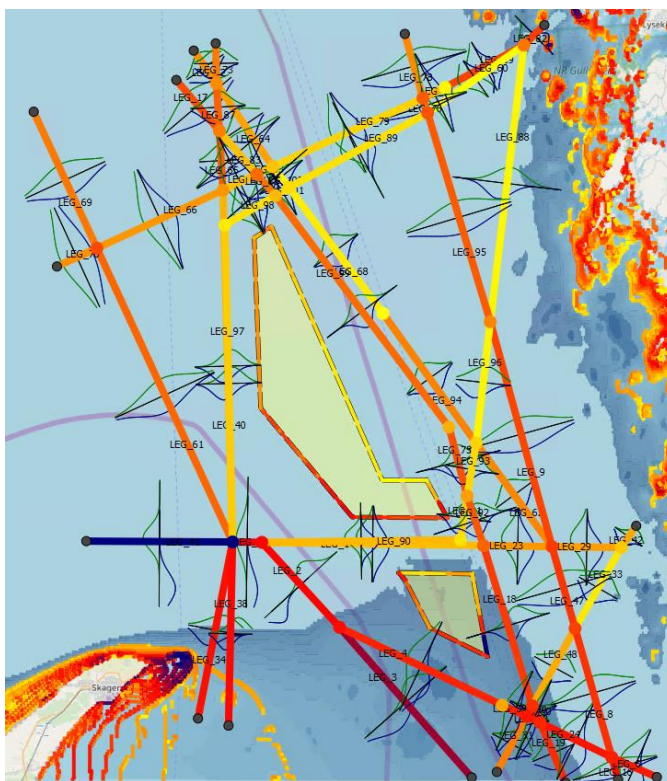


Figur 5.7 Den sammanlagda sannolikheten för någon typ av olycka eller incident ökar när en vindpark introduceras. Beroende på parkens utbredning varierar drifting samt powered allision.

Figur 5.8 visar en IWRAP-illustration som indikerar vid vilka *leg* och *waypoints* som sannolikheten för kollision är som högst i fall A, utan vindpark. Figur 5.9 visar motsvarande illustration för fall B där det också framgår utmed vilken del av vindkraftsparken som sannolikheten för en allision är högst. På färgskalan som används i illustrationerna representerar blå det som är mest utsatt och gul det som är minst. Färgskalan är relativ inom varje IWRAP-beräkning, dvs en viss färg kan vara kopplad till olika absolutbelopp på frekvenser i olika körningar. Av illustrationerna framgår att sannolikheten för kollision är som högst i waypointsen samt stråket som avser trafiken vid TSS Skagen East.



Figur 5.8 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för fall A. Färgskalan är relativ där det leg respektive den waypoint med högst sannolikhet för kollision markeras i blått.



Figur 5.9 Färgkodad illustration av beräknad sannolikhet för fall B. Färgskalan är relativ där det leg, den waypoint respektive den delen av vindkraftparken med högst sannolikhet för kollision/allision markeras i blått.

5.2 Uppskattning av sannolikhet för övriga identifierade faror

I samband med Hazid-workshopen identifierades faror vilka inte direkt antas innebära kollision, grundstötning eller allision och därmed inte kan kvantifieras och beräknas med IWRAP. För dessa faror görs i stället kvalitativa bedömningar och uppskattningar.

5.2.1 Radarstörningar

Fartyg som passerar nära vindparken 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 används primärt som en översiktsradar, men är nödvändig för en tidig upptäckt av radarmål. De två radartyperna kompletterar varandra och båda typerna används ombord på fartyg.

När ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*) används för att följa radarmål i närheten av en vindkraftpark, exempelvis ett mindre fartyg som passerar genom vindparken, kan ARPA:n tappa sin plot och i stället hoppa till ett annat mål, s.k. "*target swap*". Även möjligheten att följa ett radarmål och få viktiga data om CPA (*Closest Point of Approach*, dvs. på vilket avstånd passage av målet beräknas ske) och TCPA (*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 turbiner 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 en vindkraftpark på ett avstånd mindre än 1,5 M (2 778 m) göra så att störningar på fartygsradarns S-band uppstår vilket utgör en medelhög risk eftersom detta kan innebära s.k. "*small target loss*" (PIANC, 2018). 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 medför en mycket hög risk (PIANC, 2018) för att inte upptäcka fartyg eller båtar på radarn i tid.

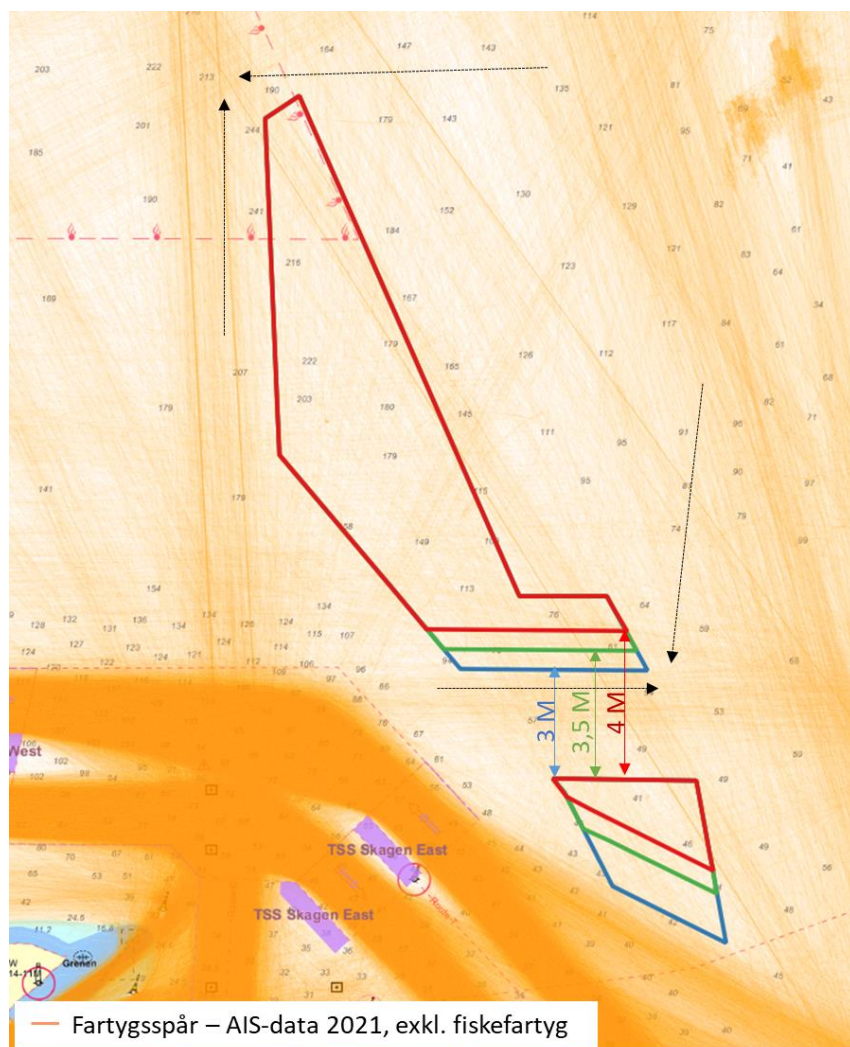
Exakt vilka och hur mycket störningseffekter som uppstår beror på flera saker. Generellt ger ett ökat avstånd mellan turbiner en mindre påverkan, medan större vindkraftverk ger en viss ökning i störningseffekt. Hur mycket störningar som uppstår beror också på var det enskilda fartyget har sin radar placerad (L.S.Rashid, *Impact modelling of wind farms on marine navigational radar*, 2007). Vad den faktiska radarstörningseffekten blir i en vindpark med stora verk men med ett större avstånd mellan varje verk behöver modelleras och studeras för varje enskild vindkraftpark för att exakt svara på hur radarbilden påverkas.

Störst risk för radarstörningar bedöms uppstå för fartygen som passerar mellan de två delområdena. Avståndet mellan delområdena är ca 3 M, 3,5 M eller 4 M beroende på Poseidon Syds utbredning, se Figur 5.10, och det bör därmed vara möjligt för fartygen att passera på ett avstånd av 1,5 M eller större från vindkraftverken på båda sidor. Nuvarande trafikmönster visar dock att de flesta fartygen passerar i den norra delen av passagestråket och att många fartyg därmed kommer att passera mindre än 1,5 M från Poseidon Nord. För fartyg som passerar mellan områdena kan eventuella radarstörningar göra att fiskebåtar eller andra mindre fartyg som trafikerar inom vindparkerna upptäcks sent.

Radarstörningar kan också göra att sydgående trafik på Poseidon Nords östra sida, som är väjningsskyldiga för ostgående fartyg, upptäcker ostgående fartyg mellan delområden sent. Ett sådant scenario kan bidra till en ökad sannolikhet för kollisioner vid Poseidon Nords sydöstra hörn, se Figur 5.10.

Med utbredningen av Poseidon Syd som innebär ett säkerhetsavstånd på 1,5 M till fartygstråket med Göteborgstrafiken bedöms sannolikheten för radarstörningar i detta område som litet. Med utbredningen som innebär ett säkerhetsavstånd på 1 M föreligger, enligt PIANC:s guideline, risk för radarstörningar.

Även utmed Poseidon Nords västra sida samt nordspets kan fartyg komma trafikera nära vindparken med risk för radarstörningar som följd. Radarstörningar kan därmed medföra en ökad sannolikhet för kollisioner vid Poseidon Nords nordspets om nordgående fartyg, som är väjningsskyldiga, inte upptäcker västgående fartyg i tid, se Figur 5.10.



Figur 5.10 Radarstörningar kan uppstå för fartyg som passerar nära vindparken, detta bedöms kunna öka sannolikheten för kollisioner vid Poseidon Nords nordspets samt vid Poseidon Nords sydöstra hörn. Svarta pilar indikerar fartygsrutter där försenad upptäckt på grund av radarstörningar kan leda till kollision.

Förutom radar använder de flesta fartyg också AIS för att se andra fartyg i närområdet. Detta bidrar till att begränsa konsekvenserna av eventuella radarstörningar eftersom fartyg då kan upptäckas via AIS trots att de inte upptäcks via radar. Radar utgör dock den primära informationskällan medan AIS är en indirekt informationskälla.

5.2.2 Service/underhållsfartyg som korsar de rekommenderade rutterna

Under driftsfasen kommer vindparken medföra tillkommande trafik i form av service- och underhållsfartyg till och från parken. Vilken hamn dessa fartyg kommer att utgå ifrån är inte

fastslaget, en hamn på den svenska västkusten bedöms dock som troligt. Service- och underhållsfartygen kommer därmed behöva korsa fartygsstråket (/trafikflödet svårt att definiera ett entydigt fartygsstråk då trafiken har stor lateral spridning) på östra sidan av parken för att ta sig till och från området, vilket innebär risk för kollisioner mellan dessa fartyg och trafiken på fartygsstråket i nord-sydlig riktning.

Trafik till och från vindparken med service- och underhållsfartyg förväntas ske dagligen, vilket innebär ca 700 passager per år. Tabell 5.2 visar sammanställning av antaganden och beräkningar för uppskattning av sannolikheten för ett scenario där service- / underhållsfartyg och fartyg öster om parken är på korsande kurs med varandra.

Tabell 5.2 Sammanställning av uppskattande beräkningar för korsande kurser mellan service-/underhållsfartyg och fartyg på trafikstråket öster om Västvind.

A: Servicefartyg som korsar fartygsstråk öster om Västvind		B: Fartyg på stråk öster om Västvind	
Längd (m)	50	Längd (m)	200
Hastighet (knop)	15	Hastighet (knop)	12
Antal passager per år	700	Antal passager per år	8 000
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)		4 323	
Sannolikhet att B håller korsande kurs mot A (tillfällen/år)		1,2	
Sannolikhet att A håller korsande kurs mot B (tillfällen/år)		5,8	
Sammanlagd sannolikhet för korsande kurser mellan A och B (tillfällen/år)		6,9	

Baserat på beräkningarna i Tabell 5.2 kan en situation där ett service/underhållsfartyg är på kollisionskurs med fartyg på stråket öster om Poseidon förväntas uppstå 7 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. Servicefartygen antas, baserat på sina egenskaper, ha goda förutsättningar att kunna undvika en potentiell kollision med ett fartyg på fartygsstråket.

5.2.3 Svårigheter att bekämpa ett eventuellt utsläpp

Vindkraftverken kan försvåra framkomligheten och tillgängligheten inom etableringsområdet. Skulle ett utsläpp av olja ske i närheten av det aktuella området kan vindparken därmed medföra svårigheter för Kustbevakningen avseende begränsning av utsläpp och upptagning av olja. Med anledning av den omfattande trafiken i området kring parken och de stora tättrafikerade fartygsstråken sydväst om Poseidon, vilken även omfattar transport av oljeprodukter, kan sannolikheten för att ett utsläpp sker i parkens närhet anses vara betydande. I första hand kan ett utsläpp på den västra och sydvästra sidan av Poseidon antas försvåras av vindparken eftersom den förhärskande vindriktningen sydsydväst-väst gör att oljan i många fall kommer att driva mot Poseidon Nord och eller Syd. Vid ett utsläpp på östra eller norra sidan, där det också är mindre trafik, kommer oljan i de flesta fall att driva mot fastlandet på svenska västkusten och sannolikheten för att vindparken försvårar bekämpningen är då lägre.

Sannolikheten för att ett större utsläpp sker inom parkområdet bedöms vara mycket liten eftersom parkområdet förutsätts trafikerats främst av service- och underhållsfartyg. Eventuellt kan dock mindre läckage av olja eller andra kemikalier uppstå i samband med underhåll av verken, men komponenter

med kemikalier antas vara utrustade med uppsamlingskärl eller liknande konstruktioner för att minimera risken att något kommer ut i havet vid en skada på strukturen. Även oljan i växellådan antas rymmas så att olja inte kan komma ut, och dieselaggregat förutsätts stå på spilltråg.

5.2.4 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.

Poseidon ligger långt från den svenska kusten vilket bidrar till att begränsa fritidsbåtstrafiken i området. Densitetsplottar avseende fritidsbåtar (MarineTraffic, 2022) visar dock att det förekommer en del fritidsbåtstrafik i området. Denna trafik utgörs i första hand av trafik mellan den svenska västkusten och Skagen, med ett identifierbart stråk mellan Marstrand och Skagen vilket går genom Poseidon Nord. Även mellan Skagen och Göteborg finns ett identifierbart stråk, detta stråk passerar dock söder om Poseidon.

Med ett avstånd på ca 1 000 - 1 400 m mellan vindkraftverken bedöms det möjligt för fritidsbåtar att passera på ett säkert sätt genom vindkraftparken. Sannolikheten för att allision med något av vindkraftverken bedöms som låg tack vare det stora avståndet mellan vindkraftverken samt eftersom fritidsbåtsintensiteten är låg. Under sommarsäsongen, när trafikintensiteten är som högst, är ofta väderförhållanden goda vilket också bidrar till att begränsa sannolikheten för allision.

En del fritidsbåtar antas dock vilja undvika att passera genom området, förutsatt att det inte innebära en alltför stor omväg, därmed kan en del fritidsbåtar antas välja att passera mellan de två delområdena i stället.

Radarstörningar kan göra det svårt för fartyg på de närliggande fartygstråken att upptäcka eventuella fritidsbåtar som passerar genom vindkraftparken. Med beaktande av att fritidsbåtar i första hand trafikerar under sommarmånaderna och när siktförhållandena är goda kommer fritidsbåtarna i de flesta fall att vara visuellt synliga vilket bidrar till att begränsa sannolikheten för kollisioner till följd av radarstörningar.

Figur 2.5 och Figur 2.6 visar att fiskebåtar trafikerar området frekvent samt att fiske bedrivs i de båda delområdena. De flesta fiskefartygen är små med längd på ca 15 – 25 m vilket gör att de antas kunna passera genom området. Under 2021 skedde ca 2 800 passager av fiskebåtar över passagelinje 1 vilken avser avspegla trafiken genom Poseidon Nord. Antalet passager av fiskebåtar över linje 2, vilken avser trafiken genom Poseidon Syd, uppgick till 1 300 under 2021. Huruvida, och i vilken omfattning, området kommer kunna nyttjas för fiske efter en etablering är inte fastställt. Om fisket i området begränsas skulle detta potentiellt kunna leda till en ökad intensitet av fiskefartyg utanför området. Detta skulle i sin tur kunna medföra en viss ökning av sannolikheten för kollisioner utanför området mellan två fiskefartyg samt mellan fiskefartyg och fartyg som trafikerar de närliggande fartygstråken. Var fisketrycket och fiskeverksamhet bedrivs styrs dock i första hand av förekomst av fisk/räka/kräfta och lämpliga bottenförhållanden. Därför kan en förskjutning av fiskeverksamhet till områdena utanför vindparken endast förväntas ske i mycket begränsad utsträckning om vindparken stängs för fiske.

Om fiske tillåts och bedrivs i vindkraftparken i samma utsträckning som idag kan fiskebåtar komma att passera nära vindkraftverken vilket skulle medföra en relativt hög sannolikhet för allision med vindkraftverk. Radarstörningar på grund av vindkraftverken kan försvåra möjligheterna att upptäcka även fiskefartyg som trafikerar genom området för fartyg på omkringliggande fartygstråk.

5.3 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. Fartyget kan också få stora stabilitetsproblem med förlisning som följd. Eventuell bärgning av fartyg som förlist försvåras avsevärt om detta ska göras på djupt vatten efter en kollision jämfört med om detta behöver ske till följd av en grundstötning. Även eventuella utsläpp av last eller fartygsbränsle riskerar vanligen 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 kommer i de flesta fall inte bli allvarlig, 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 och på jämförande basis. Dessa bedömningar omfattas av Hazid-protokollet i bilaga 1. Bedömningarna är gjorda på en femgradig skala där konsekvenser i form av kollision har bedömts till 5, *powered allision* till 4 och *drifting allision* eller interaktion med vindparken till 3. Avsnitt 5.3.1 och 5.3.2 beskriver aspekter som beaktats vid bedömning av konsekvenser.

5.3.1 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. Utmed Poseidon Nord är vattendjupet större än 50 m, vid den södra gränsen är vattendjupet ca 60 m och utmed den västra sidan uppgår vattendjupet till över 200 m. För fartyg som driver mot Poseidon Nord utgör därmed nödankring i de flesta fall inget alternativ. Eventuellt kan fartyg söder om Poseidon Nord, trots dåliga förutsättningar, försöka nödankra som en sista utväg för att undvika en allision.

För fartyg som driver mot Poseidon Syd är förutsättningarna för nödankring något bättre. Vattendjupet utmed Poseidon Syd är ca 40 – 50 m vilket gör att nödankring antas möjligt, det relativt stora djupet gör dock nödankringen svår och chanserna till lyckad nödankring begränsas.

De flytande fundamenten i Poseidon kommer att ha kättingar eller förankringsdon som sträcker sig ner till botten. Dessa antas ha en längd på ca tre gånger vattendjupet. Förankringarnas diameter vid ett vindkraftverk på 100 m djup kan därmed antas ha en diameter på ca 600 m. På 200 m djup kan förankringarnas diameter antas uppgå till ca 1 200 m. I de fall nödankring kan vara möjligt förväntas detta i de flesta fall ske på ett avstånd större än 600 m från vindkraftverken och det finns då ingen risk att ankaret fastnar i någon förankringskätting. Ett drivande fartyg med fällda och draggande ankare kan dock tänkas kroka fast i vindkraftverkets förankringar och eventuellt skada dessa.

Innan försök till nödankring sker kommer 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 de beräknade sannolikheterna för *drifting allision* har beaktat nödankring.

I ett scenario där ett fartyg driver och vattendjupet i området omöjliggör ankring för att få stopp skulle bogseringsassistans kunna utgöra en utväg för att undvika en allision med vindparken. För fartyg som vid passage genom *Precautionary Area Skagen* drabbas av blackout och börjar driva mot vindparken med en hastighet av 0,5 – 1 knop kommer det dröja ca 5 – 10 timmar innan en allision med parken sker (avståndet mellan *Precautionary Area Skagen* och Poseidon Nord är ca 5 M).

Avståndet från Göteborg, där nödbogseringsfartyg finns tillgängliga, till Poseidon Nords sydvästra sidan är ca 37 M och ett nödbogseringsfartyg från Göteborg bedöms kunna nå platsen inom ca 4-5 h (15 knop, 2 h mobilisering). Baserat på detta kan nödbogsering utgöra en åtgärd för att undvika en allision i vissa fall. Nödbogsering omfattas dock inte av IWRAP och har inte beaktats i beräkningarna.

5.3.2 Interaktion med vindpark och allision med vindkraftverk

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 och konsekvenserna för ett sådant scenario bedöms som mindre allvarliga. En allision med ett av vindkraftverken kan dock få allvarliga konsekvenser. Vindkraftverken antas inte vara dimensionerade för att klara den kraft som det skulle innebära när de största fartygen driver in i verket och det kan därmed antas ge vika. Detta skulle, i värsta fall, kunna innebära att såväl rotorblad som nacell faller ner och träffar fartyget.

Konsekvenserna av en allision kan i flera fall antas bli lägre med flytande fundament jämfört med fasta fundament. Med en flexibel förankring kommer plattformen att röra på sig vid en allision och deformationen blir därmed mindre och skadorna på fartyg kan förväntas bli mindre. Beroende på förankringssätt och kättingarnas utbredning kan fartyg också komma att segla in i kättingen innan en allision med plattformen sker, vilket skulle innebära en inbromsning av fartyget och därmed en allision i lägre hastighet. Om vindkraftverket fortfarande roterar, och beroende på hur brant kättingarna är förankrade i botten, finns dock risk att fartyget träffas av rotorbladen innan en inbromsning av kättingarna sker. I den slutliga layouten kommer vindkraftverken vara placerade innanför parkområdets gräns, uppskattningsvis ca 0,2 M innanför, för att säkerställa att även förankringarna av de flytande plattformarna är innanför områdesgränsen för vindparken. Detta medför att det faktiska avståndet mellan fartygsstråken och vindkraftverkens torn kommer att vara större än de säkerhetsavstånd som modellerats i beräkningsfallen C -E.

Vindkraftverken kan ha en maximal totalhöjd på 260 - 340 m, och en rotordiameter på upp till 310 m. Beroende på tornhöjd och rotordiameter kommer rotorbladens spetsar att nå ner till ca 20–30 m ovanför vattenytan. Många av de fartyg som passerar på fartygsstråken vid Poseidon, med risk att driva in i vindparken, har ett större *airdraft*, dvs. höjd över vattnet, än 20–30 m. Om dessa driver nära något av verken och passerar under rotorbladens svepyta kan de därmed skadas.

Ett bulk-/tankfartyg av panamax-, aframax- och suzmaxtyp, vilka är frekventa fartygsstorlekar på stråket söder om Poseidon Syd, har ett *airdraft* på ca 35–40 m. Även mindre tankbåtar, med en längd på ca 150 m, har en höjd på ca 30 m. De största containerfartygen som trafikerar Göteborg har ett *airdraft* på ca 59 m. Även stora kryssningsfartyg kan ha en *airdraft* på uppemot 59 m.

För att inte riskera att träffas av en rotorbladspets måste de största fartygen passera på ett avstånd större än 103 m från vindkraftverkens 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.

För att uppskatta i hur stor utsträckning en interaktion med vindparken kan innebära en allision med något av verken har kompletterande beräkningar gjorts där vindparkens utbredning har ersatts med

flera små cirkulära områden med en diameter på 160 m. Den modellerade layouten omfattar totalt 94 vindkraftverk, 81 i Poseidon Nord och 13 i Poseidon Syd, och utgår från en parkutbredning motsvarande fall C, dvs. ett säkerhetsavstånd på 0,5 M för Poseidon Nord och 1 M för Poseidon Syd. Avståndet mellan vindkraftverken i den modellerade layouten är ca 0,75 M (1 400 m). Den modellerade layouten utgör ett "worst case" eftersom 94 utgör maximalt antal vindkraftverk som kan bli aktuellt, och en layout med färre antal vindkraftverk kommer uppta en mindre totalyta inom vindparken och skulle därmed innebära en lägre sannolikhet för allision med något av vindkraftverken. När vindparken etableras kommer den utöver vindkraftverk också omfatta två transformatorstationer. Dessa omfattas dock inte av beräkningarna trots att allision skulle kunna ske även vid dessa strukturer. De kommer troligen att vara placerade centralt i parkområdena vilket gör att sannolikheten för allision med dessa kommer att vara låg.

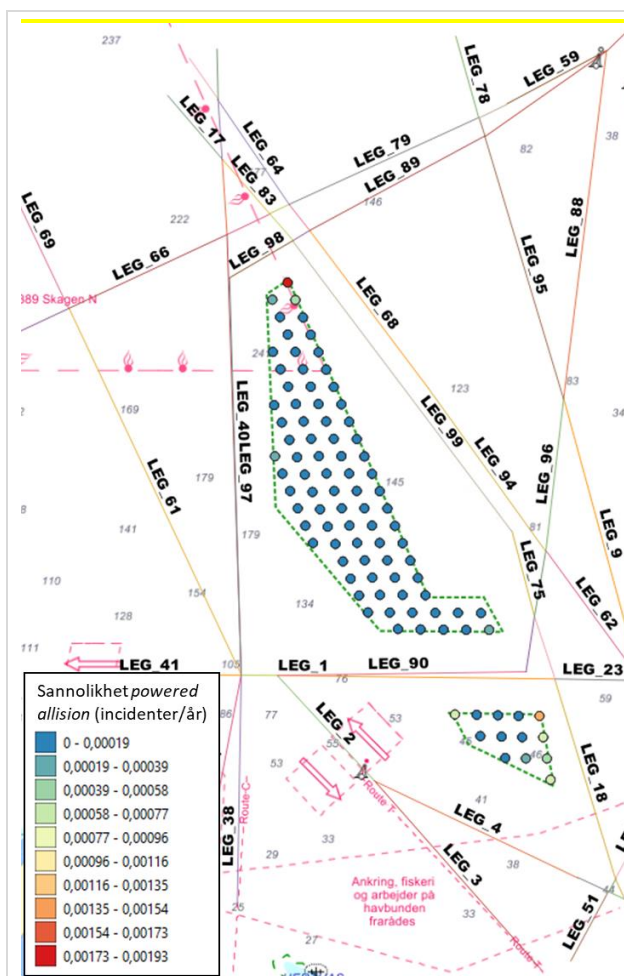
Tabell 5.3 visar resultat av beräkningarna med 94 vindkraftverk samt, för jämförelse, resultat av motsvarande beräkningar med vindparksområdet och utan vindpark.

Tabell 5.3 Jämförande av resultat vid modellering av enskilda vindkraftverk (VKV) och vindparkområdet enligt fall C, samt jämfört med resultat för fall A, utan vindkraftpark.

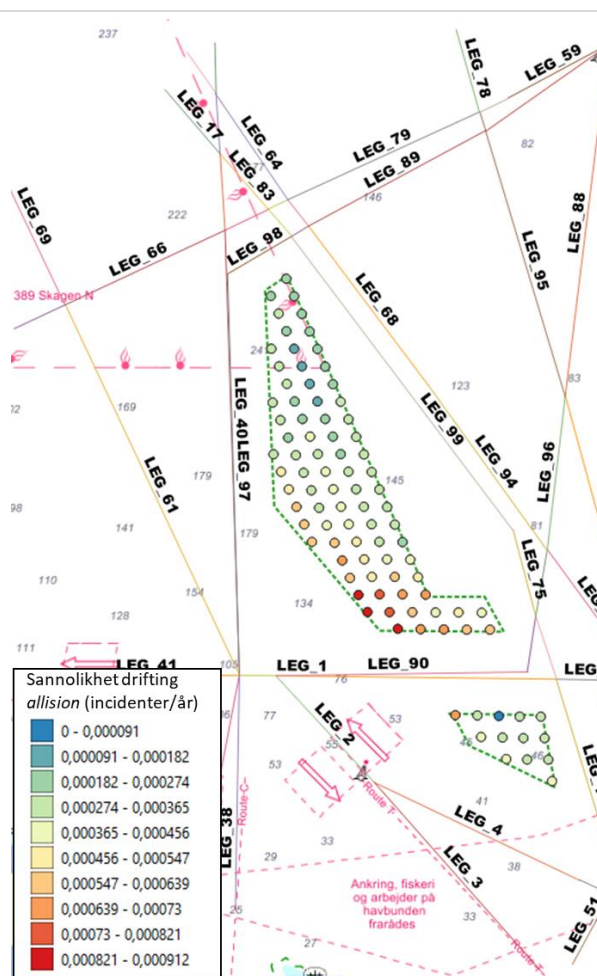
Incidenter/år	A Utan park	C - Vindparksområde N:0,5 M S: 1 M	C – 94 VKV N:0,5 M S: 1 M
Powered Allision	---	2,5E-02	9,0E-03
Drifting Allision	---	2,6E-01	3,8E-02
Total Allisions	---	2,8E-01	4,7E-02
Overtaking	1,5E-02	1,6E-02	1,6E-02
HeadOn	1,0E-02	1,1E-02	1,1E-02
Crossing	1,3E-01	1,4E-01	1,4E-01
Merging	3,0E-02	2,9E-02	2,9E-02
Bend	5,6E-03	6,2E-03	6,2E-03
Total Collisions	1,9E-01	2,0E-01	2,0E-01
Total Incident	1,9E-01	4,8E-01	2,5E-01

Av Tabell 5.3 framgår att den totala sannolikheten för en allision i beräkningarna reduceras till en sjättedel när enskilda vindkraftverk modelleras jämfört med tidigare beräkningar när sannolikheten för allision beräknats baserat på vindparkområdets utbredning. Baserat på resultaten kan det antas att fartyg kommer att segla eller driva in i vindparken en gång på ca 3,5 år, men att en allision med något av verken i vindparken kan väntas ske en gång på ca 21 år.

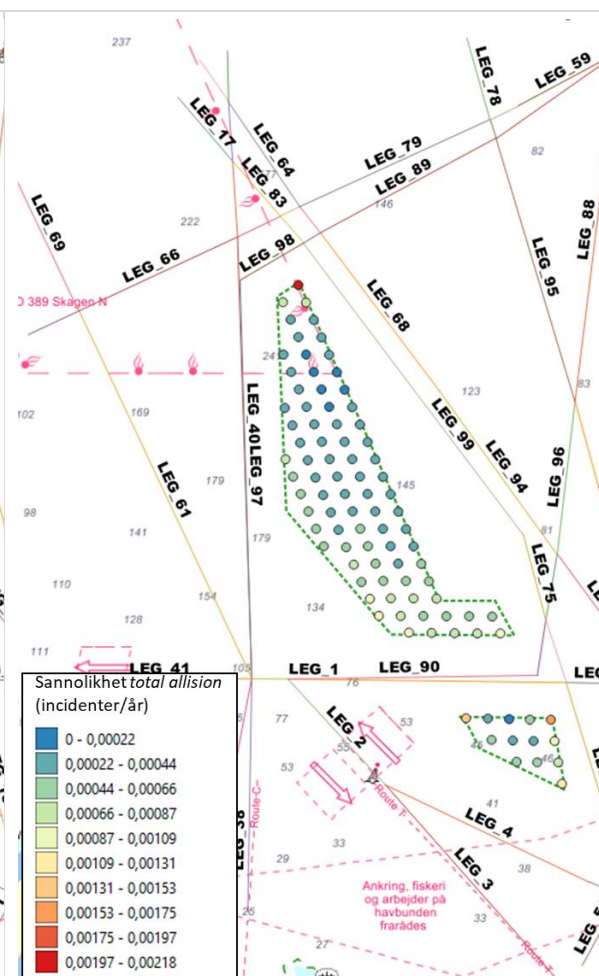
Figur 5.11, Figur 5.12, och Figur 5.13 illustrerar med en färgskala sannolikheten för *powered allision*, *drifting allision* respektive *total allision* (*powered + drifting*) vid respektive vindkraftverk. Av Figur 5.11 framgår att sannolikheten för *powered allision* är högst vid det nordligaste vindkraftverket. Detta beror på att trafiken på leg 99 och 98 har modellerats att passera nära detta hörn. Även för vindkraftverket i det nordöstra hörnet av Poseidon Syd är sannolikheten för *powered allision* hög, detta på grund av att trafiken på leg 18 i modellen passerar nära detta hörn. Av Figur 5.12 framgår att sannolikheten för *drifting allision* är högst vid vindkraftverken i den sydvästra delen av Poseidon Nord. En stor del av *drifting allision* härrör till drivande fartyg från leg 41, leg 38 samt leg 2 eftersom dessa i många fall kommer att driva mot vindparken på grund av den förhärskande vindriktningen från sydväst, och eftersom det stora vattendjupet gör att det inte går att nödankra.



Figur 5.11 Beräknad sannolikhet för powered allision vid respektive vindkraftverk med layout med 94 vindkraftverk. I modellen är vindkraftverken modellerade som cirklar med en diameter på 160 m, motsvarande rotordiametern. För att figuren ska bli enklare att läsa har cirklarna i figuren förstorats.



Figur 5.12 Beräknad sannolikhet för drifting allision vid respektive vindkraftverk med layout med 94 vindkraftverk. I modellen är vindkraftverken modellerade som cirklar med en diameter på 160 m, motsvarande rotordiametern. För att figuren ska bli enklare att läsa har cirklarna i figuren förstorats.



Figur 5.13 Sannolikhet för total allision (drifting + powered).

6 Riskvärdering

Det modellerade området omfattar TSS Skagen East samt den norra delen av T-rutten där den största delen av trafiken genom TSS Skagen East går. Trafikintensiteten i det modellerade området är därmed mycket hög med ca 27 000 passager årligen genom TSS Skagen East. Det aktuella trafikmönstret innebär också många korsande fartygsstråk samt punkter där två eller fler fartygsstråk går ihop. Sammantaget medför detta att sannolikheten för kollision i det modellerade området är relativt hög redan innan vindkraftparken introduceras. För fall A, utan vindkraftpark, är sannolikheten för en kollision $1,9 \times 10^{-1}$, vilket motsvarar att en kollision kan förväntas ske en gång på ca 5 år i det modellerade området. Vindkraftparken kommer innebära vissa förändringar i trafikmönstret när fartyg inte längre kommer att kunna trafikera rutten genom området. I IWRAP-modellen med vindpark, fall B, C, D och E har två fartygsstråk justerats. Trafikmönstret antas inte förändras beroende på vindparkens utbredning och samma justeringar av fartygsstråk antas för samtliga fall med vindpark dvs. fall B, C, D och E. De justerade stråken innebär fler girpunkter, vilket ökar sannolikheten för *bend collision*, och att de förändrade stråken kommer närmare andra stråk med trafik samt att trafiken på de justerade stråken antas få en mindre lateral spridning vid passage förbi vindparken vilket gör att sannolikheten för så väl *overtaking* som *HeadOn collision* ökar. Det justerade trafikmönstret i fall B, C, D och E beräknas därmed öka sannolikheten för en kollision i det modellerade området med totalt 3%, se Tabell 6.1. Procentuellt ökar sannolikheten för *bend collision* mest. Av de olika kollisionstyperna är dock sannolikheten för *crossing collision* högst, och ökningen av sannolikheten för crossing collision utgör därmed den största faktiska ökningen; en ökning på 0,01 incidenter/år.

Tabell 6.1 Beräknade kollisionssannolikheter. Det förändrade trafikmönstret i fall B och C innebär att sannolikheten för någon typ av kollision ökar med 9%.

Incidenter/år	A Utan park	B/C/D/E Med vindpark - ruttomläggningar	Ökning B/C/D/E jmf A
Overtaking	1,5E-02	1,6E-02	3%
HeadOn	1,0E-02	1,1E-02	2%
Crossing	1,3E-01	1,4E-01	4%
Merging	3,0E-02	2,9E-02	-3%
Bend	5,6E-03	6,2E-03	10%
Total Collisions	1,9E-01	2,0E-01	3%

Utöver ett förändrat trafikmönster innebär vindparken att en ny typ av risk introduceras i området, allision, vilket leder till att sammanlagda sannolikheten för någon typ av olycka eller incident i området ökar. Tabell 6.2 visar en sammanställning och jämförelse av hur den summerade sannolikheten för någon typ av incident förändras med en vindpark i området. Beräkningsfall B innebär att sannolikheten för olycka eller incident blir tre gånger högre än i fallet utan park, dvs en ökning på 200% jämfört med fall A. Konsekvenserna av en allision med vindparken, dvs en att ett fartyg kommer in i området, kommer dock i de flesta fall vara mindre allvarliga än en kollision. Endast i de fall allision med parken leder till en faktisk allision med ett vindkraftverk förväntas konsekvenserna bli allvarliga. I beräkningsfallet där en layout med 94 vindkraftverk modelleras i stället för parkområdet blir ökningen 30%.

Tabell 6.2 Sammanställning och jämförelse av summerad sannolikhet för kollision och allision (incidenter/år) för respektive beräkningsfall.

Beräkningsfall	Sannolikhet allision	Sannolikhet kollision	Summerad sannolikhet	Ökning jämfört med A (%)
A	---	1,90E-01	1,90E-01	
B	3,70E-01	2,00E-01	5,70E-01	200%
C	2,80E-01	2,00E-01	4,80E-01	153%
D	2,70E-01	2,00E-01	4,70E-01	147%
E	2,50E-01	2,00E-01	4,50E-01	137%
C – 94 vkv	4,66E-02	2,00E-01	2,47E-01	30%

En eventuell framtida trafikökning kommer att öka olyckssannolikheten i området. En ökning av trafikintensitet på stråken i modellen kommer medföra att sannolikheten för allisioner ökar i samma utsträckning eftersom allisionssannolikheten i IWRAP är direkt proportionell mot trafikintensiteten. Kollisionssannolikheten ökar dock med kvadraten av trafikintensitetsökningen vilket innebär att om trafikintensiteten på samtliga stråk/legs antas öka med 20% medför detta att den beräknade kollisionssannolikheten ökar med 44% medan allisionssannolikheten ökar med 20%. Tabell 6.3 visar uppskattade allisions- och kollisionssannolikheter för ett trafikscenario med 20% högre trafikintensitet i det modellerade området. Tabellen visar också hur mycket den summerade sannolikheten (allision + kollision) ökar för respektive beräkningsfall med vindpark jämfört med fallet utan vindpark. Med en ökad trafikintensitet minskar inverkan från vindparken och allisionssannolikheten till den summerade sannolikheten eftersom kollisionssannolikheten ökar i högre grad. Bidraget från allisionssannolikheten är dock fortsatt hög.

Tabell 6.3 Uppskattade incident- och olyckssannolikheter för ett scenario med 20% högre trafikintensitet i det modellerade området.

Beräkningsfall	20% TRAFIKÖKNING			
	Sannolikhet allision	Sannolikhet kollision	Summerad sannolikhet	Ökning jämfört med A (%)
A		2,74E-01	2,74E-01	
B	4,44E-01	2,88E-01	7,32E-01	168%
C	3,36E-01	2,88E-01	6,24E-01	128%
D	3,24E-01	2,88E-01	6,12E-01	124%
E	3,00E-01	2,88E-01	5,88E-01	115%
C – 94 vkv	5,59E-02	2,88E-01	3,44E-01	26%

Införandet av säkerhetsavstånd i fall C samt de ökande säkerhetsavstånden i D och E minskar i första hand sannolikheten för *powered allision*, se Tabell 6.4. Även *drifting allision* minskar, dock i mindre grad.

Tabell 6.4 Jämförelse av sannolikheten (incidenter/år) för powered, drifting samt total allision för respektive beräkningsfall.

	B	C	C jämfört B	D	D jämfört B	E	E jämfört B
Powered Allision	8,2E-02	2,5E-02	-0,057(-69%)	2,2E-02	-0,060 (-73%)	2,0E-02	-0,062 (-76%)
Drifting Allision	2,9E-01	2,6E-01	-0,031(-11%)	2,5E-01	-0,042 (-15%)	2,3E-01	-0,060 (-21%)
Total Allisions	3,7E-01	2,8E-01	-0,088 (-24%)	2,7E-01	-0,10 (-28%)	2,5E-01	-0,12 (-33%)

Den beräknade sannolikheten för *powered allision* är starkt beroende av det antagna trafikmönstret i modellen och den exakta placeringen av legs i närheten av vindparken, samt vilken lateralfördelning av trafiken som ansätts på dessa legs. Det går inte att på förhand veta hur fartygen kommer att välja att lägga sina rutter när en vindpark har etablerats. Hur nära vindparken fartyg kommer att passera beror troligen bl. a. på fartygets storlek samt på befälhavaren vana att segla i området och i närhet till vindparker. Ingen befälhavare kommer dock medvetet att förlägga sin rutt så allision med något vindkraftverk sker. *Powered allision* kan därmed antas vara resultat av ett tekniskt fel i form av roderfel som gör att fartyget inte girar som planerat alternativt att en gir inte går att häva. Även mänskligt fel i form av felaktig kurs och därmed kurs mot vindkraftparken, alternativt att befälhavare somnar eller av annan anledning inte uppmärksammar vindparken, skulle potentiellt kunna leda till *powered allision*.

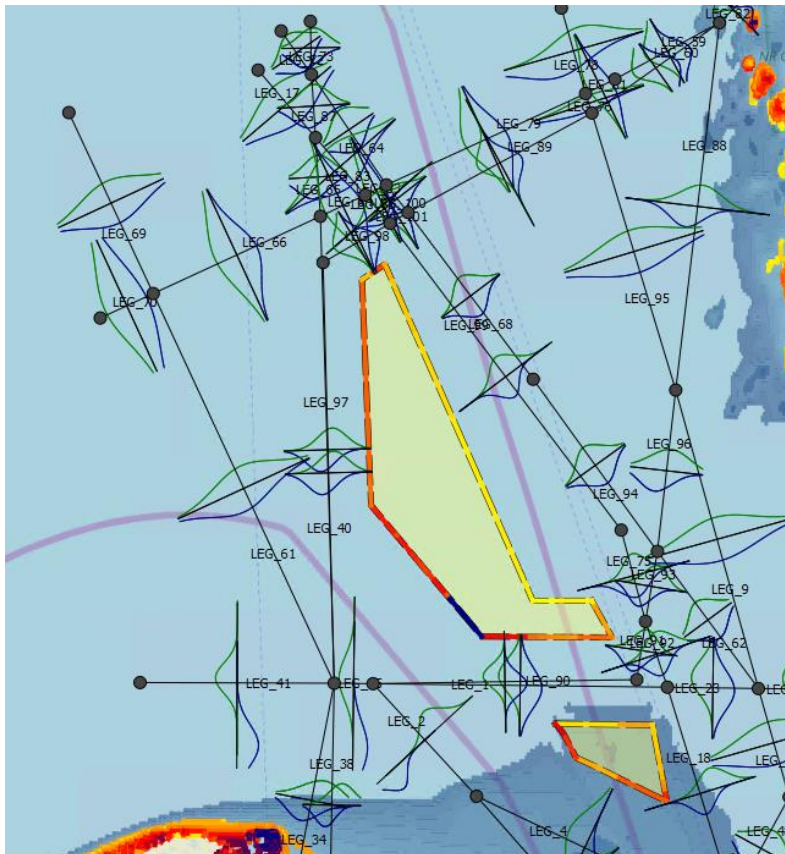
Genom justeringar av trafikmönster samt trafikens lateralfördelning på respektive leg kan den beräknade sannolikheten för *powered allision* reduceras i betydande omfattning. Osäkerheten är stor och de beräknade sannolikheterna för *powered allision* bör inte ses som absoluta värden utan främst användas i jämförande syfte mellan beräkningsfall. De beräknade sannolikheterna för *powered allision* bedöms vara konservativa och den faktiska sannolikheten för en *powered allision* är troligen lägre.

Utan säkerhetsavstånd, i fall B, är sannolikheten för *powered allision* högre vid Poseidon Syd än vid Poseidon Nord. I fallen med säkerhetsavstånd, fall C, D och E, är dock sannolikheten för *powered allision* högre vid Poseidon Nord, se Tabell 6.5. Sannolikheten för *drifting allision* är högre vid Poseidon Nord än vid Poseidon Syd för samtliga beräkningsfall.

Tabell 6.5 Beräknad allisionssannolikhet (incidenter/år) för Poseidon Nord och Poseidon Syd för respektive beräkningsfall.

	Beräkningsfall	Poseidon Nord	Poseidon Syd	Total
Powered	B	2,7E-02	5,4E-02	8,2E-02
	C N:0,5 M S:1 M	1,3E-02	1,2E-02	2,5E-02
	D N:0,5 M S:1,5 M	1,3E-02	9,3E-03	2,2E-02
	E N:1 M S:1,5 M	1,0E-02	9,3E-03	2,0E-02
Drifting	B	2,1E-01	7,6E-02	2,9E-01
	C N:0,5 M S:1 M	2,1E-01	4,8E-02	2,6E-01
	D N:0,5 M S:1,5 M	2,1E-01	3,7E-02	2,5E-01
	E N:1 M S:1,5 M	1,9E-01	3,7E-02	2,3E-01
Total	B	2,4E-01	1,3E-01	3,7E-01
	C N:0,5 M S:1 M	2,2E-01	6,0E-02	2,8E-01
	D N:0,5 M S:1,5 M	2,2E-01	4,7E-02	2,7E-01
	E N:1 M S:1,5 M	2,0E-01	4,7E-02	2,5E-01

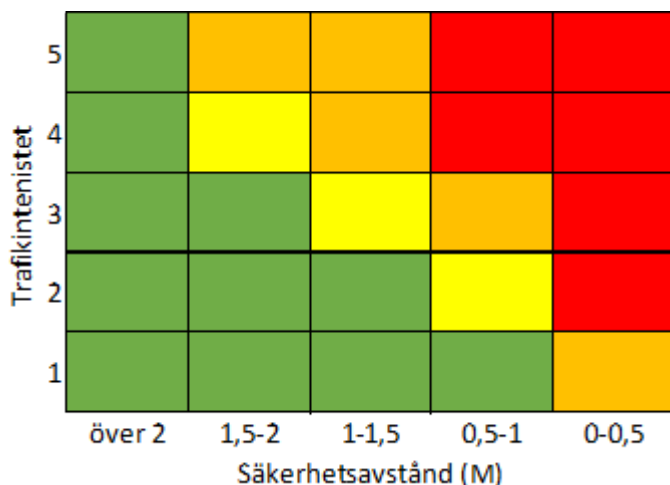
Figur 6.1 visar en illustration av var sannolikheten för allision är som högst för beräkningsfall C. *Drifting allision* utgör det största bidraget, och det i första hand trafik på stråken/legs med hög trafikintensitet i sydväst som bidrar till detta, leg 2, 35 samt 41. Den höga trafikintensiteten medför en högre frekvens av blackout på dessa legs jämfört med övriga och med en förhärskande vindriktning från sydväst kommer fartyg på dessa legs som fått blackout i många fall driva mot Poseidon Nord. Vattendjupet mellan dessa stråk och vindparken är över 50 m vilket gör att nödankring inte antas möjligt. Detta bidrar till hög sannolikhet för *drifting allision* vilken inte kommer reduceras i betydande omfattning med ökat säkerhetsavstånd mellan vindparken och stråken.



Figur 6.1 Färgkodad illustration av beräknad allisionssannolikhet för fall C. Färgskalan är relativ där den delen av vindparken med högst sannolikhet för allision markeras i blått.

Säkerhetsavståndet mellan en vindkraftpark och närliggande fartygsstråk bedöms generellt ha stor påverkan för de nautiska riskerna. Genom att väga samman trafikintensitet med säkerhetsavstånd kan en generell värdering av risknivå göras. Figur 6.2 visar en matris som kan användas för att göra en övergripande värdering av risknivå avseende de nautiska riskerna med hänsyn till trafikintensitet baserat på klassificeringen i Tabell 2.1 samt säkerhetsavstånd mellan vindkraftpark och fartygsstråk. Matrisen kan också användas som referens för att jämföra risknivåer för olika vindkraftparker. I en slutlig värdering av risknivå bör dock även andra förutsättningar beaktas, såsom eventuella girpunkter i närhet till vindkraftparken där "peka-på-kurser" uppstår, närhet till område med korsande fartygsstråk, fartygstrafikens karaktär i form av fartygsstorlekar och erforderligt utrymme för undanmanövrar.

De röda fälten innebär att riskerna värderas som höga, de gröna fälten indikerar förhållandevis låga risker. Gul och orange indikerar medelhög risk där lokala förutsättningar, det faktiska säkerhetsavståndet samt fartygstrafikens karaktär måste beaktas för att avgöra risknivå.



Figur 6.2 Matris för övergripande värdering av risknivå för nautiska risker baserat på trafikintensitet och säkerhetsavstånd.

För Poseidon är det i första hand säkerhetsavståndet till fartygstråket med trafik till och från Göteborg och trafikintensiteten på detta stråk som är av intresse att värdera i matrisen. Trafikintensiteten (5 900 passager/år) klassas som medelhög (3) och med ett säkerhetsavstånd på 1 M alternativt 1,5 M så värderas de nautiska riskerna som medelhöga (gult) i matrisen.

Även säkerhetsavståndet mellan Poseidon Nord och fartygstrafik mellan de två delområdena kan värderas med matrisen. Trafikintensiteten på stråket mellan delområdena (1 800 passager/år, varav ca 800 fiskebåtar) klassas som mycket låg (1) och med ett säkerhetsavstånd på över 0,5 M så värderas de nautiska riskerna som acceptabla.

7 Riskreducerande åtgärder

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

7.1 Ökat avstånd mellan vindparken och fartygsstråken

I samband med riskidentifieringen identifierades flera faror kopplade till avsaknaden av säkerhetsavstånd mellan Poseidon Syd och fartygstrafiken på stråket mellan Göteborg och TSS Skagen East, samt avsaknaden av säkerhetsavstånd mellan Poseidon Nord och fartygsstråket mellan de två delområdena. Genomförda beräkningar visar att genom att införa säkerhetsavstånd på 0,5 M respektive 1 M, fall C, reduceras sannolikheten för så väl *drifting* som *powered allision* i betydande omfattning i jämförelse med fall B, utan säkerhetsavstånd. Utan säkerhetsavstånd finns det inte heller utrymme för nordostgående trafik förbi Poseidon Syd samt ostgående fartyg förbi Poseidon Nord att göra en 360-gradersgir vilket skulle leda till en högre sannolikhet för kollisioner. IWRAP-beräkningar tar dock inte hänsyn till möjligheterna för 360-gradersgir som kollisionsundvikande åtgärd och den beräknade sannolikheten för kollision är därmed samma för de olika beräkningsfallen med vindpark.

Genom att införa säkerhetsavstånd på 0,5 M respektive 1 M i fall C reduceras sannolikheten för så väl *drifting* som *powered allision* i betydande omfattning (24%) i jämförelse med fall B, utan säkerhetsavstånd. De större säkerhetsavstånden i fall D och E får en mindre effekt på den beräknade allisionssannolikheten. I fall D som innebär ett ökat säkerhetsavstånd till Poseidon Syd (1,5 M) minskar den totala allisionssannolikheten med 5% jämfört med C. I fall E där även säkerhetsavståndet till Poseidon Nord ökas (från 0,5 M till 1 M) minskar allisionssannolikheten med ytterligare 8%.

Med ett säkerhetsavstånd på 1 M kan fartyg med en längd på upp till 133 m göra en 360-gradersgir, vilket inbegriper 42% av fartygen på stråket söder om Poseidon Syd samt 79% av fartygen som passerade på stråket mellan Poseidon Nord och Syd.

Ett säkerhetsavstånd på 1,5 M till Poseidon Syd gör att fartyg med längd på upp till 287 m kan göra en 360-gradersgir, vilket inbegriper 99% av alla fartyg som passerade på stråket under 2021. Med ett säkerhetsavstånd på 1,5 M kan även risken för radarstörningar anses liten enligt många guidelines, bl. a. PIANC. Med ett än större säkerhetsavstånd, tex. 2 M, kan sannolikheten för *drifting allision* antas reduceras ytterligare något, dock endast i liten omfattning eftersom det största bidraget till *drifting allision* härrör till fartygstrafiken på de större stråken i väster och allisioner på Poseidon Nord.

På stråket mellan Poseidon Nord och Syd är trafikintensiteten mycket låg med ca 1 800 passager/år, varav ca 800 var fiskefartyg. Med anledning av detta bedöms det vara av mindre viktigt för fartygen att kunna göra en 360-gradersgir eftersom sannolikheten för mötande fartyg och kollisionsscenarier på detta stråk är låg. Med ett säkerhetsavstånd på 0,5 M finns risk för radarstörningar. Ett ökat avstånd till 1 M bedöms kunna reducera risken men inte helt eliminera den.

7.2 Övriga identifierade riskreducerande åtgärder

I tillägg till ovan riskreducerande åtgärd i form av ökat avstånd mellan vindpark och fartygsstråk har ytterligare åtgärder identifierats. Tabell 7.1 redovisar åtgärder som finns kravställda enligt gällande förordningar och myndighetskrav och som därmed förutsätts 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.
Nödbogseringsresurser finns tillgängliga i Göteborg (KBV 001), ca 37 M från Poseidon Nord och ca 28 från Poseidon Syd.	Nödbogseringsfartyg kan antas kunna assistera inom ca 4–5 h i ett scenario med ett fartyg som driver mot vindparken. Avståndet mellan Precautionary Area Skagen och Poseidon Nord är ca 5 M. Med en drifthastighet av 0,5–1 knop finns därmed möjlighet till assistans, vilket skulle kunna förhindra en <i>drifting allision</i> .
Anläggningsfas	
Information om pågående arbete via Ufs/ Notice to Mariners, navigationsvarningar/NAVTEX, 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 vindparken 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.

Möjlig åtgärd	Förväntad effekt
Vindkraftverken utmed den södra sidan av Poseidon Syd samt Nord placeras på linje parallellt med fartygsstråken.	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.
Placering av vindkraftverk längst ut i den nordöstra spetsen av området undviks.	Minskar sannolikheten för <i>powered allision</i> för fartygstrafiken som tidigare passerat genom vindkraftområdet och som kan komma att passera nära det nordöstra hörnet.
Service-och underhållsfartyg i vindparken kan bistå vid sjöräddningsinsatser.	Kan minska effekten av försvårade räddningsinsatser med flygande enheter.
Etablera samarbete med Kustbevakningen. - Fler underhålls-/arbetsbåtar i området med anledning av vindparken 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)/ NtMs (Notice to Mariners) om att anläggningsarbete pågår.	Ökad kunskap från passerande fartyg om pågående arbete.
Styrning av anläggningstrafik till och från området genom att tillsätta en "marine coordinator".	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

8.1 Framtida trafikintensitet

De flesta prognoser tyder på att fartygstrafiken kommer att öka i framtiden. Hur stor trafikökning som kan uppstå fram till och under vindparkens driftsfas är dock osäkert. Samtidigt är trafikintensiteten av avgörande roll för riskbilden i området, och då i första hand avseende kollisionsrisken. Beräkningsresultaten är känsliga för en ökning av trafik då sannolikheten för en kollision inte är linjär mot trafikintensiteten, utan snarare ökar med kvadraten på trafikökningen.

8.2 Framtida trafikmönster

Vindparken kommer medföra att trafikmönstret förändras när en del fartyg kommer behöva gå på andra rutter än i dag för att inte gå igenom vindparken. Exakt hur trafikmönstret kommer att se ut och vilka rutter fartygen kommer att välja går inte att fastställa. Hälften av trafiken i nordostlig-sydligvästlig riktning genom parken har i beräkningarna antagits välja att passera väster om vindkraft, och andra hälften på östra sidan av parken. Hur den faktiska fördelningen kommer att bli går inte att fastställa. 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 genomförda beräkningar.

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

	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

För *drifting allision* baseras beräkningarna i IWRAP på en blackoutfrekvens på 0,7 per fartygsår för passagerarfartyg samt RoRo-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: 7 gånger fartygets designdjupgående och minsta ankringsavstånd från grund: 3 gånger fartygslängden), samt

en funktion för drifriktning (här justerad för att återspegla lokala vindförhållanden med en förhärskande vindriktning från västsydväst) och medeldrifthastighet (1 knop). Värdena är generella defaultvärden och det kan inte förutsättas vara helt representativa för det aktuella området.

Beräkningar är gjorda i syfte att kunna bedöma potentiell påverkan av vindparken 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 vindparken.

De redovisade sannolikheterna är beräknade för den specificerade modellen. Beroende på hur stort område, och med vilken noggrannhet detta modelleras, kommer sannolikheterna att variera. Med ett större modellerat område hade kollisionssannolikheterna blivit högre och vindparkens relativa påverkan hade då blivit mindre.

9 Slutsatser

Den planerade vindparken ligger nära trafiksepareringen TSS Skagen East och därmed också nära fartygsstråk med mycket hög trafikintensitet. Detta bidrar till att kollisionssannolikheten i området, i första hand väster om vindparken, är relativt hög redan idag. Vindparken kommer att medföra att en del trafik kommer att tvingas till ruttomläggning. De nya rutterna innebär fler girpunkter för fartygen vilket bidrar till öka sannolikheten för *bending collision*. Trafikintensiteten på de berörda stråken är dock låg vilket gör att den sammanlagda kollisionssannolikheten endast ökar med 3% i beräkningsfallen med vindpark.

Införandet av en vindpark i området medför också att en ny typ av risk uppstår; allision, vilket gör att den sammanlagda sannolikheten för någon typ av olycka eller incident (kollision och allision) ökar väsentligt. I beräkningarna där vindparken modelleras som ett område är sannolikheten för allision, dvs att fartyg driver eller seglar in i vindparksområdet, i samtliga fall högre än sannolikheten för kollision. Att fartyg driver eller oavsiktligt seglar in i parkområdet bedöms utgöra en risk. Det är dock inte alla allisioner med vindparken som kommer leda till en faktisk allision med ett vindkraftverk och med allvarliga konsekvenser som följd. Avståndet mellan vindkraftverken kommer att uppgå till ca 0,54 M– 0,75 M (1 000 m - 1 400 m) vilket gör att fartyg kan driva mellan verken och att en del kommer att driva igenom parken utan att en allision med något av verken sker. Beräkningarna där parkområdet ersätts med 94 små områden, som ska representera en möjlig layout av vindkraftverk, indikerar att en allision med ett vindkraftverk kan förväntas ske en gång på ca 21 år. Hur allvarliga konsekvenserna blir är svårt att uppskatta men antas bero av fartygets storlek och dess hastighet vid allisionen samt vilken typ av fundament som vindkraftverken är placerade på. Flytande fundament, bedöms eventuellt kunna innebära något mindre allvarliga konsekvenser vid en allision, jämfört med bottenfasta fundament. Detta tack vare en flexibel förankring som gör att plattformen rör sig och därigenom minskar deformationen.

Beräkningarna visar att det är Poseidon Nord som bidrar mest till den ökade riskbilden för sjöfarten i området, och då i första hand genom risken för *drifting allision* för fartygstrafiken som passerar genom trafiksepareringarna och *Precautionary Area* vid Skagen. De över 27 000 fartygspassagera och en förhärskande vindriktning från sydväst som ger en driftriiktning mot Poseidon Nord gör, i kombination med stort vattendjup som omöjliggör nödankring, att sannolikheten för *drifting allision* vid Poseidon Nords sydvästra hörn är hög.

Den reducerade parkutbredningen av Poseidon Nord i fall E (säkerhetsavstånd på 1 M till stråket mellan delområdena) medför en reduktion av sannolikheten för *drifting allision* med 8% och reduktion av total allision med 9% jämfört med fall C och D som avser en större parkutbredning (säkerhetsavstånd på 0,5 M till stråket mellan delområdena). Den minskade utbredningen i söder gör att flera fartyg kommer att driva mellan de två delområdena och att *drifting allision* i vissa fall därmed undviks.

I fall D (1,5 M säkerhetsavstånd till stråket i söder), där Poseidons Syds utbredning minskas jämfört med C (1 M säkerhetsavstånd till stråket i söder) medför det en reduktion av *drifting allision* med 4% och *total allision* med 5%. Baserat på detta framstår en minskning av Poseidon Nord som en mer effektiv åtgärd för att reducera allisionsrisken.

Göteborgs Hamn är en av Sveriges viktigaste hamnar. Fartygstråket söder om Poseidon Syd bedöms därför ha ett högt värde som riksintresse för sjöfart. Stråket trafikeras också av fartyg med en längd på upp till 400 m, och i framtiden kan än större fartyg komma att trafikera Göteborgs Hamn. Baserat på detta bedöms det viktigt att vindparkens påverkan på denna trafik minimeras och att ett tillräckligt säkerhetsavstånd mellan Poseidon Syd och stråket upprätthålls. Närheten till TSS Skagen East samt till den punkt där trafiken på T-rutten och Göteborgstrafiken sammanstrålar gör att området väst och sydväst om Poseidon Syd är kritiskt ur kollisionssynpunkt. Även detta bedöms vara

en faktor som påverkar erforderligt säkerhetsavstånd till Poseidon Syd. Med ett säkerhetsavstånd på 1 M till trafiken från Göteborg finns det endast för ca 42% av fartygen tillräckligt med utrymme för att kunna göra en 360-gradersgir. För att möjliggöra för 90% av dagens fartyg att göra en 360-gradersgir krävs ett avstånd på ca 1,3 M. Med ett avstånd på 1,5 M finns möjlighet för 99% av fartygen som idag trafikerar stråket. De flytande fundamenten kommer att vara positionerande ca 0,2 M innanför parkområdes gränserna för att säkerställa att även bottenförankringarna är innanför parkområdet. Detta gör att det faktiska avståndet mellan fartygsstråk och vindkraftverk som kan nyttjas för en undanmanöver blir större än de här utredda alternativa avstånden på 0,5 M och 1 M respektive 1 M och 1,5 M.

Med ett avstånd på 0,54 M– 0,75 M (1 000 m – 1 400 m) mellan vindkraftverken kan det i vissa fall, beroende på fartyget befinner sig, gå att nyttja utrymmet mellan vindkraftverken för att göra en 360-gradersgir. En sådan manöver antas dock vara förenad med risker och antas därför endast utgöra en sista utväg för att försöka undvika allvarliga konsekvenser av en kollision eller allision med vindkraftverk.

Under riskidentifieringsfasen, som avsåg utbredningar av så väl Poseidon Nord som Syd utan säkerhetsavstånd till de närliggande stråken, identifierades säkerhetsavstånd som en preventiv säkerhetsåtgärd för många av de identifierade farorna. Med anledning av detta har den efterföljande analysen utvärderat reducerade utbredningar av de två delområdena. Införandet av säkerhetsavstånd minskar risken så väl *drifting* som *powered* allision. Även risken för radarstörningar samt risken för kollisioner bedöms minska när avståndet mellan vindparken och fartygstrafiken ökar även om detta dock inte avspeglas i genomförda IWRAP-beräkningar.

Av de utredda alternativa utbredningarna för parkområdena har KonTiki Vind AB har valt att gå vidare med alternativ C som innebär ett säkerhetsavstånd på 0,5 M till Poseidon Nord och 1 M till Poseidon Syd. Med dessa säkerhetsavstånd reduceras sannolikheten för så väl *drifting* som *powered* allision i betydande omfattning och ger 24% lägre allisionssannolikhet i jämförelse med fall B, utan säkerhetsavstånd.

Övriga riskreducerande åtgärder i form av tydlig utmärkning av vindkraftverk, placering parallellt med fartygsstråk samt undvikande av placering av vindkraftverk i det nordöstra hörnet bedöms kunna bidra till att minska risken för *powered allision*. Ingen av dessa åtgärder bedöms dock kunna minska risken för *drifting allision* vilket utgör det störta bidraget till ökningen av olycks-/incidentensannolikheten. Närheten till Göteborgs hamn och de nödbogseringsresurser (KBV 001) och andra bogserfartyg, som finns där kan dock reducera risken för *drifting allision*.

Av de identifierade riskerna för anläggningsfasen bedöms riskerna kopplade till den ökade trafikintensiteten och korsandet av fartygsstråket öster om vindparken som mest kritisk. Risken för kollision förväntas dock kunna begränsas genom riskreducerande åtgärder i form av tydlig och frekvent information via Ufs/NtMs om att anläggningsarbete pågår. För att ytterligare minska risken för kollisioner mellan anläggningsfartyg och övrig fartygstrafik kan införande av "*marine coordinator*" för styrning av anläggningstrafik övervägas.

10 Referenser

DHI. (den 19 Juli 2022). *Metocean Data Portal - On-demand data and analytics globally*. Hämtat från DHI: <https://www.metocean-on-demand.com/#/main>

L.S.Rashid. (2007). *IMPACT MODELLING OF WIND FARMS ON MARINE*. MACS Engineering Research Group.

L.S.Rashid. (2007). *Impact modelling of wind farms on marine navigational radar*. MACS Engineering Research Group.

Maritime & Coastguard Agency. (2021). *MGN 654 (M+F) Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) - Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response*. Maritime & Coastguard Agency.

NorthSEE Project. (2018). *Improving the co-existence of Offshore Energy Installations & Shipping*. Interreg North Sea region.

PIANC. (2018). *MarCom WG Report n° 161 - 2018, Interaction between offshore wind farms and maritime navigation*. PIANC The World Association for Waterborne Transport Infrastructure.

Rasmussen, F., Melchild, K., Hansen, M., Jensen, T., LehnSchiöler, 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.

Transportstyrelsen. (2017). *TSFS 2017:66 Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om utmärkning till sjöss med sjösäkerhetsanordningar*.

Bilaga 1 Hazid-protokoll

Id.	Primär orsak	Fara	Preventiv säkerhetsåtgärd*	Konsekvenser omedelbara och slutliga**	Konsekvensreducerande säkerhetsåtgärder	Kommentar	Sannolikhet (1-5)	Konsekvens liv/hälsa (1-5)	Risk
1 Trafik söder om Poseidon SYD; Göteborg - Skagen TSS East									
1.1	Begränsat utrymme mellan parken och nordvästgående trafik från Gbg mot TSS Skagen East.	Begränsat utrymme för <u>undanmanövr</u> för att undvika kollision (COLREG 8 - Action to avoid collision). Undanmanövr uteblir eller misslyckas.	<i>Minska parkens utbredning i sydväst för att skapa ett större säkerhetsavstånd.</i>	Kollision mellan fartyg.		Riksintresse sjöfart. Väldefinierat stråk som ansluter till TSS Skagen. Rät linje av verk längs stråk kan underlätta navigation - prallellindex. Bottenfasta eller flytande verk planeras för Poseidon SYD. Hur mycket rör sig ett flytande verk? Påverkar möjlighet att nyttja verken för navigationshjälpmedel? Hur stort svaj i förankring?	2	5	7
1.2	Begränsat utrymme mellan parken och nordvästgående trafik från Gbg mot TSS Skagen East.	Begränsat utrymme för <u>undanmanövr</u> för att undvika kollision (COLREG 8 - Action to avoid collision). Undanmanövr uteblir eller misslyckas.	<i>Minska parkens utbredning i sydväst för att skapa ett större säkerhetsavstånd.</i>	Allision		Riksintresse sjöfart. Väldefinierat stråk som ansluter till TSS Skagen. Rät linje av verk längs stråk kan underlätta navigation - prallellindex. Bottenfasta eller flytande verk planeras för Poseidon SYD. Hur mycket rör sig ett flytande verk? Påverkar möjlighet att nyttja verken för navigationshjälpmedel? Hur stort svaj i förankring?	2	3	5
1.3	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet. Nordvästgående mest utsatta.	Tekniskt fel typ <u>blackout</u> och sydvästlig (förhärskande vind), fartyg driver mot parkområdet.	<i>Minska parkens utbredning i sydväst</i>	Mycket begränsat (eller inget) utrymme för att kunna nödankra. Interaktion med parkområdet (allision med verk). Relativt stort vattendjup (40-50 m).		Eventuellt försöka ankra i utkanten av trafikstråket. Utkomsten av en blackout beror här mycket på om styrförmågan är bibehållen eller ej, och också på om det blir ett roderfel med en roderlåsning som för fartyget mot parken Se Id 1.4). Förhärskande vindriktning från sydväst medför att fartyg i många fall driver mot parken.	2	3	5
1.4	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Tekniskt fel, <u>roderfel</u> som ger oavsiktlig gir mot parken.		Powered allision.		Litet avstånd till parken ger kort tid/sträcka för fartreduktion/minskning.	1	4	5
1.5	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Störning på fartygs navigationsutrustning, spökekon, lost targets på radar. <u>Radarstörningar</u> i form av "small target loss" och "swapping targets" riskerar att ske vid passage närmare än 1,5 M. Så kallade spökekon eller falska ekon kan förekomma redan vid passage närmare än 0,25 M.	<i>Minska parkens utbredning i söder för att möjliggöra passage utan radarstörningar.</i>	Svårigheter att navigera. Sen upptäckt av andra fartyg och båtar. Kollision.	<i>Verken utrustas med racon och/eller virtuell AIS och utgör då alternativa navigationshjälpmedel.</i>	Hur stora radarstörningarna blir beror på verkens höjd och inbördes position till varandra, det är svårt att slå fast radarstörningseffekterna för Poseidon innan parken står på plats.	1	5	6
1.6	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Begränsat utrymme för nordvästgående trafik, trafiken förväntas försöka hålla avstånd till parkområdet och därmed kan trafiken i stråket förskjutas eller centreras och därmed få en <u>mindre lateral spridning</u> .	<i>Minska parkens utbredning i söder.</i>	Ökad sannolikhet för kollisioner mellan fartyg i samma riktning. Förskjutning mot sydväst kan också ge interaktion (kollisionsrisk) med trafik i skäringspunkt mellan sydostgående från TSS Skagen mot Göteborg och nordvästgående på T-rutten från Kummelbanke TSS mot Skagen TSS.		Rak linje av tornen parallellt med stråket kan vara fördelaktigt och underlätta avståndskontroll (parallellindex).	1	5	6

Bilaga 1 Hazid-protokoll

1.7	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Iskast från närliggande verk kan träffa passerande fartyg.	tillräckligt avstånd.	Lokal skada, personskada.		Energimindighetens rapport (Nedisning och riskavstånd) anger $d = (D + H) \times 1.5$ där d står för riskavstånd i meter [m], D står för rotordiameter [m] och H står för navhöjd [m]. Riskavstånd rekommenderas används som säkerhetsavstånd gällande iskast. Aktuella parametrar ger en uppskattning av storleksordning 750 m.	1	4	5
1.8	Trafik som i dagsläget går genom föreslaget parkområde tvingas välja andra rutter förbi parken.	Trafik passerar nära hörn av parken, <u>nya girpunkter</u> och korsningar. Begänsat utrymme för undanmanöver		Kollision		Trafikförändringen kan innebära att spridda rutter koncentreras till mer väldefinierade stråk.	1	5	6
1.9	Trafik som i dagsläget går genom föreslaget parkområde tvingas välja andra rutter förbi parken.	Trafik passerar nära hörn av parken, <u>nya girpunkter</u> och korsningar. Begänsat utrymme för undanmanöver		Allision		Trafikförändringen kan innebära att spridda rutter koncentreras till mer väldefinierade stråk.	1	3	4
1.10	Förankringssystem för flytande verk kan ta större bottenarea i anspråk än bottenfasta verk.	Om verkens position anges med en koordinatpunkt kan det vara missvisande för bestämning av säkerhetsavstånd, säkerhetszon och ev buffertzona, om förankringssystemets utbredning inte beaktas.		Skador på förankringssystem vid nödankring. Inskränkning av framtida eventuell farledsutveckling/breddning av fartygsstråk.		Förankringssystemets utbredning på botten måste beaktas då säkerhetsavstånd, säkerhetszon och eventuell buffertzona för möjlig framtida breddning av fartygsstråk definieras. Möjlig framtida trafik med större tonnage på spotmarknad till Uddevalla och Stenungsund bör beaktas.	1	3	4
2 Trafik mellan Poseidon SYD och NORD; Hättebeget - Skagen TSS East									
2.1	Begränsat navigationsområde pga parkområde för trafiken ffa västgående fartyg. Faktiskt fartygsstråk ligger förskjutet mot norr i utpekade riktningar.	Begränsat utrymme för <u>undanmanöver</u> för att undvika kollision (COLREG 8 - Action to avoid collision). Gäller västgående och Poseidon Nords södra rand. Undanmanöver uteblir eller misslyckas.	<i>Minska NORDs utbredning i söder för att skapa ett större säkerhetsavstånd. Om vindkraftsparkens ytterkant är parallell med fartygsstråket möjliggör detta för trafiken att använda parallellindex och vindkraftsverken kan då utgöra navigatorisk hjälp.</i>	Kollision mellan fartyg		Hur mycket kan flytande verk röra sig kring förankringen? Kan rörelser försvåra nyttjande av verken för parallellindex och som navigatoriska referenspunkter?	1	5	6
2.2	Begränsat navigationsområde pga parkområde för ffa för västgående fartyg.	Begränsat utrymme för <u>undanmanöver</u> för att undvika kollision (COLREG 8 - Action to avoid collision) Gäller ffa sydgående trafik. Undanmanöver görs trots att utrymmet inte är tillräckligt.	<i>Minska NORDs utbredning i söder för att skapa ett större säkerhetsavstånd. Om vindkraftsparkens ytterkant är parallell med fartygsstråket möjliggör detta för trafiken att använda parallellindex och vindkraftsverken kan då utgöra navigatorisk hjälp.</i>	Interaktion/allision med vindkraftpark, kollision/allision med vindkraftverk		Går eventuellt att göra en undanmanöver mellan vindkraftverken, ca 1 km mellan verken, dock risk för roderproblem vid snabb undanmanöver. Svårt att sicksacka med 250 m-fartyg. Troligen bättre med raka rader av verk. Det kan vara svårt att häva en kraftig gir så raka rader av verk är ingen garanti, men underlättar förmodligen en planerad undanmanöver.	2	3	5
2.3	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Tekniskt fel typ <u>blackout</u> och sydvästlig (förhärskande) driver fartyget mot parkområdet. Även ostgående kan driva mot endera parkområde.	<i>Minska NORDs utbredning i söder för att skapa ett säkerhetsavstånd.</i>	Allision (drifting). Mycket begränsat (eller inget) utrymme för att kunna nödankra och dessutom relativt stort vattendjup. (allision med verk)		Eventuellt försöka ankra i utkanten av trafikstråket. Förhärskande vindriktning från sydväst medför att fartyg i många fall kan driva mot parken. Strömförhållanden kan påverka driftriktning.	3	3	6

Bilaga 1 Hazid-protokoll

2.4	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Tekniskt fel i form av <u>roderfel</u> på västgående fartyg som kan gira oavsiktligt in i Poseidon Nord.	<i>Minska NORDs utbredning i söder för att skapa ett säkerhetsavstånd.</i>	Allision (powered)			2	4	6
2.5	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Störning på fartygs navigationsutrustning, spökekon, lost targets. <u>Radarstörningar</u> i form av "small target loss" och "swapping targets" riskerar att ske vid passage närmare än 1,5 M. Så kallade spökekon eller falska ekon kan förekomma redan vid passage närmare än 0,25 M.	<i>Minska NORDs utbredning i söder för att möjliggöra passage utan radarstörningar.</i>	Svårigheter att navigera. Sen upptäckt av ex. fritidsbåtar vilket kan leda till kollision.	<i>Verken utrustas med racon och/eller virtuell AIS och utgör då alternativa navigationshjälpmedel.</i>		1	5	6
2.6	Litet avstånd mellan fartygsstråk och parkområdet.	Begränsat utrymme för västgående trafik, trafiken förväntas försöka hålla avstånd till parkområdet och därmed centreras trafiken och får en <u>mindre lateral spridning</u>	<i>Minska Poseidon NORDs utbredning i söder.</i>	Ökad sannolikhet för kollisioner mellan fartyg			1	5	6
2.7	Trafik som tidigare passerat genom föreslaget parkområde tvingas ändra rutt till passage mellan NORD och SYD.	Trafik passerar nära hörn av parken, <u>nya girpunkter och korsningar</u> . Begänsat utrymme för undanmanöver		Ökad sannolikhet för kollision			2	5	7
2.8	Trafik som tidigare passerat genom föreslaget parkområde tvingas ändra rutt till passage mellan NORD och SYD.	Trafik passerar nära hörn av parken, <u>nya girpunkter och korsningar</u> . Begänsat utrymme för undanmanöver		Ökad sannolikhet för allision			2	3	5
3 Övrig sjötrafik kring och genom Poseidon SYD samt förutsättningar för räddningstjänstinsatser									
3.1	Trafik Hätteberget - Aalbæk som 2021passerat föreslaget område SYD, tvingas välja rutt norr eller söder om SYD	Trafik passerar nära hörn av parken, <u>nya girpunkter och korsningar</u> . Begänsat utrymme för undanmanöver		Ökad sannolikhet för kollisioner	Kan mindre fartyg passera genom parken? Tankbåtar med farligt gods väljer troligen att gå runt parkområdet.	Fiskebåtsrörelser dominerar. ¶Men ca 200 passager med tankbåtar upp till 200 m	2	5	7
3.2	Trafik Hätteberget - Aalbæk som 2021passerat föreslaget område SYD, tvingas välja rutt norr eller söder om SYD	Trafik passerar nära hörn av parken, <u>nya girpunkter och korsningar</u> . Begänsat utrymme för undanmanöver		Ökad sannolikhet för allision	Kan mindre fartyg passera genom parken? Tankbåtar med farligt gods väljer troligen att gå runt parkområdet.	Fiskebåtsrörelser dominerar. ¶Men ca 200 passager med tankbåtar upp till 200 m	2	3	5
3.3	Flygande enheter opererar ogärna bland höga vindkraftverk	Luftburen SAR-kapacitet begränsas.	<i>Stoppa och ställa vingar i lämpligt läge. Nödläges/räddningsplaner kommer att utformas</i>	Luftburna SAR-operationer vid dålig sikt försenas.		Nödstopp kan fjärrstyras. Bemannad kontrollstation i land tillgänglig. Kan larma JRCC. Hur mycket utrymme behövs, räcker 1000-1500 mellan verken? Diskussion pågår inom SAR-org. Sikt påverkar. Söklinjer kan påverka. Radarinflygning kräver mer utrymme och kan påverka insatser även utanför parken.	2	3	5
3.4	Miljöskyddsfartyg kan inte operera helt nära verken.	Omhändertagning olja eller andra skadliga ämnen kring verken försvåras.	<i>Stoppa och ställa vingar i lämpligt läge. Nödläges/räddningsplaner kommer att utformas</i>	Miljöräddningstjänstinsatser i parkområdet mindre effektiva och mer tidskrävande.		Möjligen skulle verken kunna nyttjas för förankring av länsor och visuell övervakning av drift och spridning. Minst 20 m fri höjd under rotorblad. Hydraulolja - vilka kvatiteter och kvaliteter okända faktorer	2	3	5

Bilaga 1 Hazid-protokoll

3.5	Arbetsplatsolyckor eller brand i verk	Personräddning eller evakuering av personal i stora vindparker kan försvåras av begränsad tillgänglighet i stora strukturer och höga torn.	Nödlägesplaner för sjukvårdande insatser och evakuering av personal ska tas fram	Bristande planering och träning kan försena räddningsinsatser.				1	4	5
4 Ost-västlig trafik genom Poseidon NORD; Hätteberget - nord om Skagen TSS										
4.1	Trafik som 2021 passerat Hätteberget-Skagen på en rutt norr om Skagen TSS och PA och genom planerat parkområde NORD tvingas välja rutt söder om Poseidon NORD	Förtätad trafik mellan Poseidon Nord och SYD samt i Skagen TSS West och PA	Minska NORDs utbredning i söder för att skapa ett större säkerhetsavstånd och minska rutförändring för passage norr om Skagen TSS och PA.	Kollision. Jfr kategori 2.			Vilka fartyg är det som tycks vilja undvika att passera Skagen TSS och PA?	2	5	7
4.2	Trafik som 2021 passerat Hätteberget-Skagen på en rutt norr om Skagen TSS och PA och genom planerat parkområde NORD tvingas välja rutt söder om Poseidon NORD	Förtätad trafik mellan Poseidon Nord och Syd samt i Skagen TSS West och PA	Minska NORDs utbredning i söder för att skapa ett större säkerhetsavstånd och minska rutförändring för passage norr om Skagen TSS och PA.	Allision Poseidon NORD.			Vilka fartyg är det som tycks vilja undvika att passera Skagen TSS och PA?	2	3	5
5 Nordost-sydvästlig trafik genom Poseidon NORD; Brofjorden - Skagen										
5.1	Trafik som 2021 passerat Poseidon NORD på ruten Brofjorden - Skagen/Aalbæk bugt kan tvingas välja alternativ rutt norr eller söder om Poseidon NORD.	Tillkommande snäva girpunkter kring parkområdets norra eller sydöstra hörn.		Ny och förlängd rutt norr och väster om Poseidon NORD eller söder därom. Ökad sannolikhet för kollision samt allision.	Kan mindre fartyg förväntas passera genom parken?	Troligen främst bunkerbåtar på denna rutt men även stortank som lossat vid Brofjorden ibland väljer att gå till Skagen för att bunkra. Bunkerpris styr.		1	4	5
6 Nordväst-sydöstlig trafik och övrig trafik genom Poseidon NORD; Norge - Kattegatt										
6.1	Trafik som 2021 gått på rutt genom Poseidon Nord på rutt mellan Porsgrunn- Kummelbamke TSS tvingas välja rutt öster om Poseidon NORD.	Tillkommande girpunkter med små vinklar och passage förbi parkområdets hörn.		Obetydligt längre väg öster om Poseidon. Endast ett mindre flöde/fåtal fartyg påverkas. Ökad sannolikhet för kollision samt allision.				1	4	5
7 Trafik väster och norr om Poseidon NORD, Riksentresse Sjöfart; Norge - Skagen										
7.1	Reguljär färjetrafik Oslo- Fredrikshamn i riksentresse farled som angränsar till Poseidon NORDs västra rand.	Teknisk fel typ blackout eller roderfel väster om och relativt nära Poseidon NORD.		Drifting allision i västlig vind. För djupt för ankring.		Trafiken är relativt gles och visar på mycket väldefinierad rutt i separerade smala stråk i nordlig respektive sydlig riktning.		1	3	4
8 Trafik öster Poseidon NORD om och övrig trafik samt förutsättningar för räddningstjänstinsatser i Poseidon NORD										
8.1	Trafik i spridda fartygsstråk kring riksentresse farled längs svenska kusten.	Blackout, felnavigering		Allision. Stort avstånd till parken. Förhärskande vind från väst.				2	3	5
8.2	Flygande enheter opererar ogärna bland höga vindkraftverk.	Luftburen SAR-kapacitet begränsas.	Stoppa och ställa vingar i lämpligt läge. Nödläges/räddningsplaner kommer att utformas	Luftburna SAR-operationer vid dålig sikt försenas.		Nödstopp kan fjärrstyras. Bemannad kontrollstation i land tillgänglig. Kan larma JRCC. Hur mycket utrymme behövs, räcker 1000-1500 mellan verken? Diskussion pågår inom SAR-org. Sikt påverkar. Söklinjer kan påverka. Radarinflygning kräver mer utrymme och kan påverka insatser även utanför parken.		1	5	6

Bilaga 1 Hazid-protokoll

8.3	Miljöskyddsfartyg kan inte operera helt nära verken.	Omhändertagning olja eller andra skadliga ämnen kring verken försvåras.	<i>Stoppa och ställa vingar i lämpligt läge. Nödläges/räddningsplaner kommer att utformas</i>	Miljöräddningstjänstinsatser i parkområdet mindre effektiva och mer tidskrävande. Tidig upptäckt av ev spill tack vare fler fartyg/arbetsbåtar i området.		Möjligen skulle verken kunna nyttjas för förankring av länsor och visuell övervakning av drift och spridning. Minst 20 m fri höjd under rotorblad. Hydraulolja - vilka kvatiteter och kvaliteter okända faktorer	2	3	5
8.4	Arbetsplatsolyckor eller brand i verk	Personräddning eller evakuering av personal i stora vindparker kan försvåras av begränsad tillgänglighet i stora strukturer och höga torn.	<i>Nödlägesplaner för sjukvårdande insatser och evakuering av personal ska tas fram</i>	Bristande planering och träning kan kan försena räddningsinsatser.			1	4	5
9 Möjliga kumulativa effekter av eventuella närliggande parkområden vid Poseidon NORD och SYD									
9.1	Ev park Mareld och dess utbredning i ost	Blockerar trafik i riksintresse väster om Poseidon Nord	Parkens utsträckning begränsas så trafikstråk i befintligt riksintresse kan fortgå.	Trafik kan tvingas göra stora omvägar. Trafikkoncentration och nya girpunkter vid Poseidon NORDs södra hörn. Kollision			2	5	7
9.2	Ev park Mareld och dess utbredning i nordväst	Kan blockera trafik till/ från Nordsjön mot Brofjorden		Trafik kan tvingas göra stora omvägar. Kollisionsfaran ökar om parkområdena tränger ihop sjötrafik i färre stråk och nya snäva girpunkter kring parkområdenas yttre hörnpunkter.			2	5	7
9.3	Ev park Mareld och dess utbredning i nordväst	Kan blockera trafik till/ från Nordsjön mot Brofjorden		Trafik kan tvingas göra stora omvägar. Allisionsrisk vid nytt stråk längs Marelds norra rand.			2	3	5
10 Övrig sjötrafik/allmänt									
10.1	Mänskligt fel	Fritidsbåtar missbedömer närhet till vindkraftverk och andra fartyg.		Allision med parkområde (kollision med vindkraftverk) och med andra fartyg/båtar inne i parkområdet.		Båtar kan lägga till vid fundament vid behov eller nödsituation exempelvis pga maskinproblem.	1	3	4
10.2	Fritidsbåtstrafik över fartygsstråken nära vindkraftsparken.	Fritidsbåtar som missbedömer närhet till vindkraftverk och andra fartyg. Handelsfartyg tvingas väja för fritidsbåtar. Begränsat utrymme för undanmanöver pga vindkraftsparken		Kollision med fritidsbåt.			1	5	6
10.3	Fritidsbåtstrafik över fartygsstråken nära vindkraftsparken.	Fritidsbåtar som missbedömer närhet till vindkraftverk och andra fartyg. Handelsfartyg tvingas väja för fritidsbåtar. Begränsat utrymme för undanmanöver pga vindkraftsparken		Allision			1	3	4
10.4	Flygande enheter opererar ogärna bland höga vindkraftverk.	Sjöräddningsinsatser med ytbärgare försvåras	<i>Servicefartyg finns på plats och fungerar som utmärkt för räddningsinsatser. Positionering av nödställda underlättas .</i>	Fritidsbåtar skadas vid allision/kontakt med torn eller rotor		Inga erfarenheter av att fritidsbåtstrafik försvåras framkom. Vindkraftverken (med synlig märkning) underlättar positionsbestämning/navigation för fritidsbåtar.	1	4	5

Bilaga 1 Hazid-protokoll

10.5	Radarstörningar	Båtar i parken kan vara svåra att upptäcka på radar i parken.		Kollision		Delade meningar refererades från sjöfartsnärningen ang omfattning av och risker pga radarstörningar. Parker med stora glesa verk kan ev ge andra störningseffekter än dagens parker med små verk som står relativt tätt.	1	5	6
10.6	Fartyg följer inte etablerade rutter.	Fartyg inte medvetna om vindkraftparken, ej uppdaterade sjökort, väljer närmaste rutt, fartyg har kurs mot parkområde	Utmärkning av vindkraftsverk (<i>radarreflektorer (passiva), AIS, Målade piles, navigationsljus, yttre turbiner och hörn förstärkt utmärkning</i>)	Powered allision. Interaktion med parkområde (kollision med vindkraftverk)			1	4	5
10.7	Mänskligt fel	Vakthavande befäl somnar av trötthet eller berusning, håller fel kurs, missar girpunkt.		Powered allision. Interaktion med parkområde (kollision med vindkraftverk)			1	4	5
10.8	Fartyg till/från parkområdet (för service/underhåll av vindkraftverk)	Avviker från etablerade rutter. Begränsat utrymme för undanmanöver.	Servicetrafik kan styras till lämpliga stråk.	Kollision med andra fartyg.			1	5	6
10.9	Vissa mindre fartyg väljer att trafikera rutter genom parkområdet.	Fartyg som trafikerar etablerade stråk utanför parkområdet inte beredda på att fartyg dyker upp på korsande kurser från parkområdet.		Kollision.		Någon form av reglering av vilken typ av trafik som tillåts genom parkområdet och vilka korridorer som kan/bör användas för genomfart kan eventuellt behövas.	1	5	6
10.10	Vissa mindre fartyg väljer att trafikera rutter genom parkområdet.	Fartyg som trafikerar etablerade stråk utanför parkområdet inte beredda på att fartyg dyker upp på korsande kurser från parkområdet.		Allision vid undanmanöver.		Någon form av reglering av vilken typ av trafik som tillåts genom parkområdet och vilka korridorer som kan/bör användas för genomfart kan eventuellt behövas.	1	3	4
10.11	Fasadbelysning av tornen.	Nya ljuskällor kan försvåra identifiering av SSA-ljus och positionsljus från fartyg.		Försvårad navigering. Grundstötning/allision.		Utmärkning enl TSF och IALA. Tillståndsprövning förutsätts.	1	4	5
10.12	Förbättrade förhållanden för fisk. Ökad intensitet av fiskebåtsrörelser/trafik i och kring parkområdet.	Områdena trafikeras flitigt av fiskefartyg/trålare. Fiskebåtar seglar nära vindkraftverken. Mänskligt eller tekniskt fel.		Allision (fiskebåt) med vindkraftverk.		Vindkraftsparken kan eventuellt förbättra förutsättningarna för fisk i området. Segelfrihöjd under rotor beror på turbinval: De flesta fiskbåtar kan passera under vingpetsarna utan att skadas. Osäkerhet kring var "segelfri höjd" anges.	1	3	4
10.13	Allision som medför haveri av vindkraftverk	Oljeutsläpp från vindkraftverk		Olja i parkområdet. Svårigheter för Kustbevakningen att kunna omhänderta vid ett eventuellt oljeutsläpp, miljöskador		Information kring oljekvaliteter samt kvantiter i vindkraftverken är av betydelse för KBVs beredskapsplanering	1	2	3
10.14	Atmosfärisk nedisning och havsis	Känsliga RACON-bojor som dras in och ersatts av enkalre utmärkning kan leda till felnavigering. Drivande havsis mycket ovanligt men kan försvåra navigation.		Allision			1	3	4

11 Anläggningsfas

