

FEBRUAR 2020
VATTENFALL

HAVVINDMØLLEPARK VESTERHAV NORD

SEJLADSRISIKOVURDERING



COWI

FEBRUAR 2020
VATTENFALL

VESTERHAV NORD HAVVINDMØLLEPARK

SEJLADSRISIKOVURDERING

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.				
A122740	A122740-004				
VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
0.1	25.11.2019	1. Udkast	ESRA	ALBL	ALBL
0.2	17.12.2019	Udkast til Søfartsstyrelsens kommentering	ESRA, ALBL	ALBL, JK	ALBL
0.3	21.01.2020	Revideret udkast til Søfartsstyrelsens kommentering	ESRA, ALBL	ALBL, JK	ALBL
0.4	06.02.2020	Revideret efter Søfartsstyrelsens kommentering	ESRA, ALBL	ALBL, JK, HRNA	ALBL

INDHOLD

1	Resume	7
2	Indledning	11
2.1	Baggrund	11
2.2	Metode	11
2.3	Tematisk afgrænsning	12
3	Grundlag	13
3.1	Projektbeskrivelse	13
3.2	Bathymetri	13
3.3	Strøm og vind	13
3.4	Skibstrafikdata	15
4	Fareidentifikation	18
4.1	Fareidentifikationsmøde (HAZID)	18
4.2	Relevante scenarier	18
5	Skibstrafikken i området	19
5.1	Nuværende trafiksituation	19
5.2	Nuværende sejlruiter	23
5.3	Endelige ruter	24
5.4	Trafikken på de endelige ruter	27
5.5	Fiskeri inde i vindmølleområdet	28
5.6	Råstofindvindingsområder	29
5.7	Fremtidig trafik	30
6	Driftsfasen	31
6.1	Analyse af ulykkesfrekvensen	31
6.2	Konsekvensbetragtninger og mulige tiltag	35

7	Anlægs- og nedtagningsfasen	36
7.1	Anlægsfasen	36
7.2	Nedtagningsfasen	37
8	Analyse af kumulative effekter	38
9	Konklusioner	39
10	Forkortelser	40
11	Referencer	41

BILAG

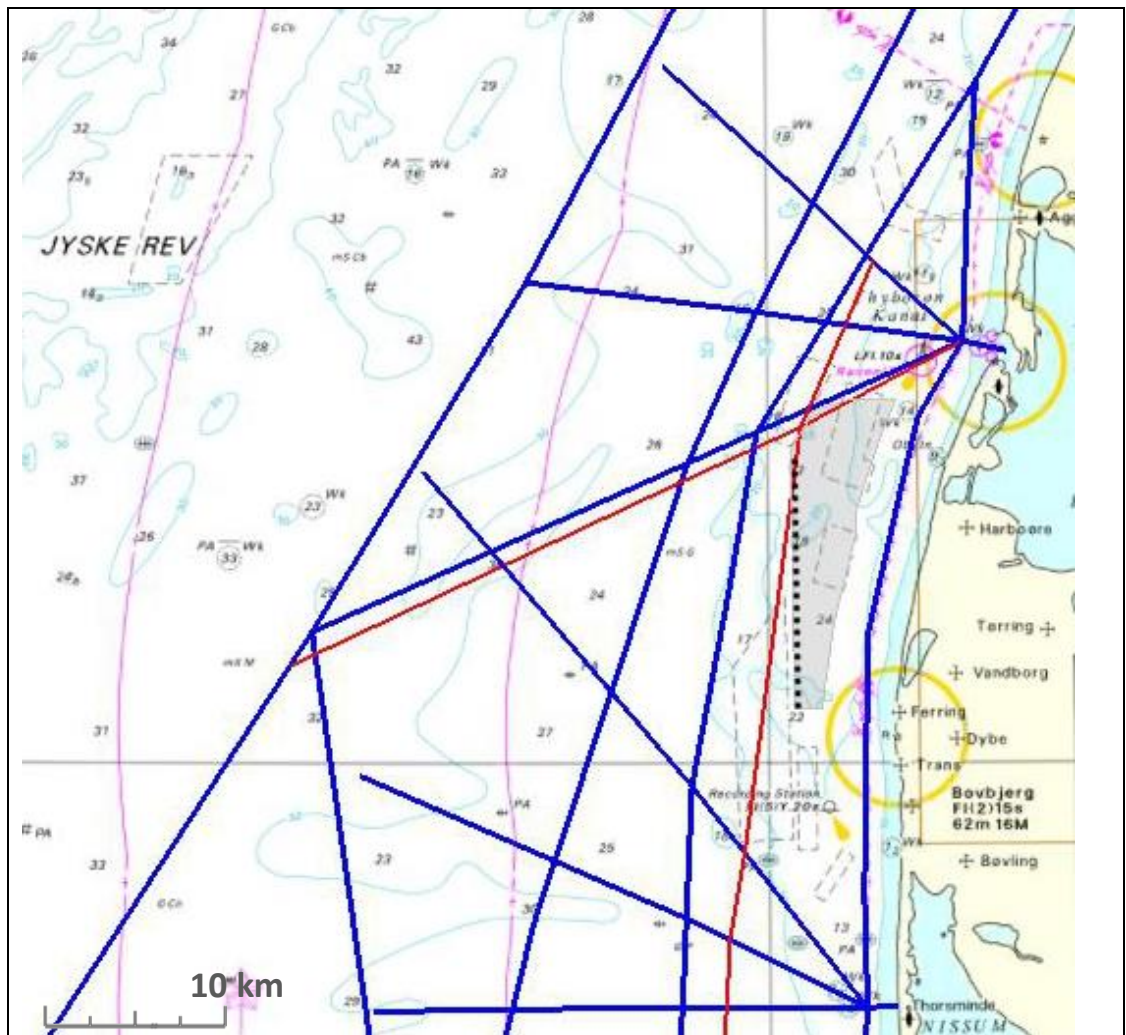
Bilag A	HAZID-protokol	43
A.1	Deltagere	43
A.2	Definition af sejlrufterne i området	44
A.3	Sejlsrelaterede farer i driftsfasen	46
A.4	Sejlsrelaterede farer i anlægsfasen	52
A.5	Sejlsrelaterede farer i nedtagningsfasen	53
A.6	Yderligere sejlsrelaterede farer fra tidligere HAZID i 2014	54
Bilag B	Kollisionsmodel	55
B.1	Metode for sejlskibe under kontrol	55
B.2	Hændelser på ruten	55
B.3	Skibet glemmer at dreje	55
B.4	Metode for drivende skibe	57
Bilag C	Definition af oprindelige sejlrufter	61
Bilag D	Definition af de endelige sejlrufter	66
Bilag E	Eksempel på trafik før og efter etablering af vindmøllepark	72

1 Resume

Rapporten analyserer og konkluderer på sejladsikkerheden i området vest for Thyborøn omkring den planlagte vindmøllepark Vesterhav Nord med 21 møller à 8,4 MW. Rapporten er en del af den samlede miljøkonsekvensvurdering for projektet. Målgruppen for rapporten er Søfartsstyrelsen, der skal godkende den sejladsikkerhedsmæssige del af projektet.

Analysen er baseret på 'Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA)' udgivet af den Internationale maritime Organisation IMO /IMO, 2002/. For at få en forståelse af sejladsforholdene i området og identificere farerne i forbindelse med vindmølleparken, er der afholdt en HAZID-workshop i Hvide Sande d. 2. oktober 2019 med interessenter fra området. Resultaterne fra workshoppen er indarbejdet i vurderingen.

Til at vurdere de farer, som blev identificeret ved workshoppen, er der opstillet en trafikmodel ud fra skibenes AIS-data fra hele kalenderåret 2018. Fiskeskibe kortere end 15 m er ikke pligtige til at have AIS. Disse kystnære både vurderes ikke at give et relevant risikobidrag med henblik på farescenarier forvoldt af møllerne. Den matematiske model til beskrivelsen af skibstrafikken og ulykkesfrekvenserne stemmer overens med den, der er blevet benyttet ved andre havvindmølleprojekter f.eks. Horn Rev 3 /HR3, 2017/ og Kriegers Flak /KF, 2015/. Der undersøges både kollisioner i forbindelse med sejlen og drivende skibe.



Figur 1-1 Sejlsruter før og efter anlæg af vindmølleparken. De røde ruter er dem, skibene følger i dag, men ikke forventes at følge efter møllerne er opstillet. Den nord-sydgående røde rute forventes at flytte 3-5 km mod vest. Den øst-vestgående røde rute forventes at flytte 1-2 km mod nord.

På Figur 1-1 ses rutenettet identificeret ud fra AIS-signaler. De røde ruter er dem, hvor skibe sejler i dag, men hvor det må forventes, at de flytter væk fra, når møllerne er opsatte. De skibe, der sejler umiddelbart vest for møllerne, flytter et par kilometer længere vestpå. De skibe, der sejler nord for møllerne, vil flytte et par kilometer længere nordpå. De øvrige ruter forventes ikke at ændre sig.

De skibe, som i dag sejler inden for 3 km af møllerne, er næsten alle mindre skibe med en længde under 100 m. Men allerede 5 km vest for møllerne begynder den store hovedrute med skibe fra Hamborg mod Skagen. 10 km vest for møllerne begynder den meget trafikerede rute fra Skagen til den Engelske Kanal, hvor der sejler skibe af alle størrelser og typer. For disse skibe udgør møllerne dog kun en risiko i fald skibene får maskinstop og driver ukontrolleret.

Der fiskes ikke i væsentligt omfang i undersøgelsesområdet, hvor vindmølleparken Vesterhav Nord kommer til at ligge. Enkelte fiskeskibe til og fra Thyborøn sejler i dag gennem undersøgelsesområdet. Nogle af disse fiskeskibe vil forsætte med at sejle gennem området, mens andre vil sejle udenom. I rapporten er regnet på et scenarie, hvor halvdelen fortsætter med at sejle gennem området efter opstilling af møllerne. Der foregår råstofindvinding med sandsugningsfartøjer både nord, vest og sydvest for undersøgelsesområdet. Risikoen for kollisioner mellem sandsugningsfartøjer og møller i den sydlige del af vindmølleparken kunne ikke på forhånd afvises; nogle indledende beregninger viser imidlertid, at den er forsvindende lille sammenlignet med de øvrige møllerrelaterede risici i området.

I Tabel 1-1 ses antallet af skib-møllekollisioner for forskellige scenarier. I kolonne to er den samlede returperiode beregnet for scenariet, hvor skibene, efter at møllerne er opført, forsætter med at sejle som i dag. Dette worst-case-scenarie giver en samlet returperiode på 48 år. I kolonne fire vises det mest realistiske scenarie, hvor alle større skibe lægger ruten om, mens 50 % af fiskeskibene og de helt små skibe fortsætter som i dag. Det giver en samlet kollisionsfrekvens på 161 år. Andelen af drivende kollisioner i forhold til de sejlede kollisioner er meget lille.

Det ses tydeligt, at de skibe, som omlægger ruten, får et stort fald i kollisionssandsynlighed. Det er de skibe, som fortsat sejler gennem vindmølleparken, der bidrager disproportionalt til kollisionsrisikoen. Kollisionsfrekvensen vil givetvis være noget lavere for disse skibe end tallene viser, da det må forventes at skibe, der forlader Thyborøn, ikke sætter kursen direkte på en mølle kort efter, at de har forladt havnen.

Med en samlet returperiode for skib-møllekollisioner på 161 år, 245 år for skibene på de endelige ruter og 471 år for de tilbageværende fiskeskibe og små skibe (længde over alt <25m) på de oprindelige ruter i det mest realistiske scenarie, vurderes det, i overensstemmelse med den med Søfartsstyrelsen aftalte procedure, ikke at være nødvendigt at lave en konsekvensanalyse. Det vurderes, at de 21 møller i Vesterhav Nord ikke vil udgøre en væsentlig fare for skibsfarten i området.

Tabel 1-1 *Returperiode af skib-møllekollisioner afhængigt af skibenes rutevalg efter etablering af vindmølleparken Vesterhav Nord.*

Skibenes valg af sejlroute	Returperiode, hvis alle skibe sejler som i dag	Returperiode, hvis alle mindre skibe ¹ sejler som i dag	Returperiode, hvis 50 % af de mindre skibe sejler som i dag	Returperiode, hvis alle skibe følger de endelige ruter
Følger de oprindelige ruter	48 år	235 år	471 år	-
Følger de endelige ruter	-	282 år	245 år	217 år
Alle skibe	48 år	128 år	161 år	217 år

¹ Defineret som fiskeskibe under 50 m længde samt andre skibe under 25 m længde

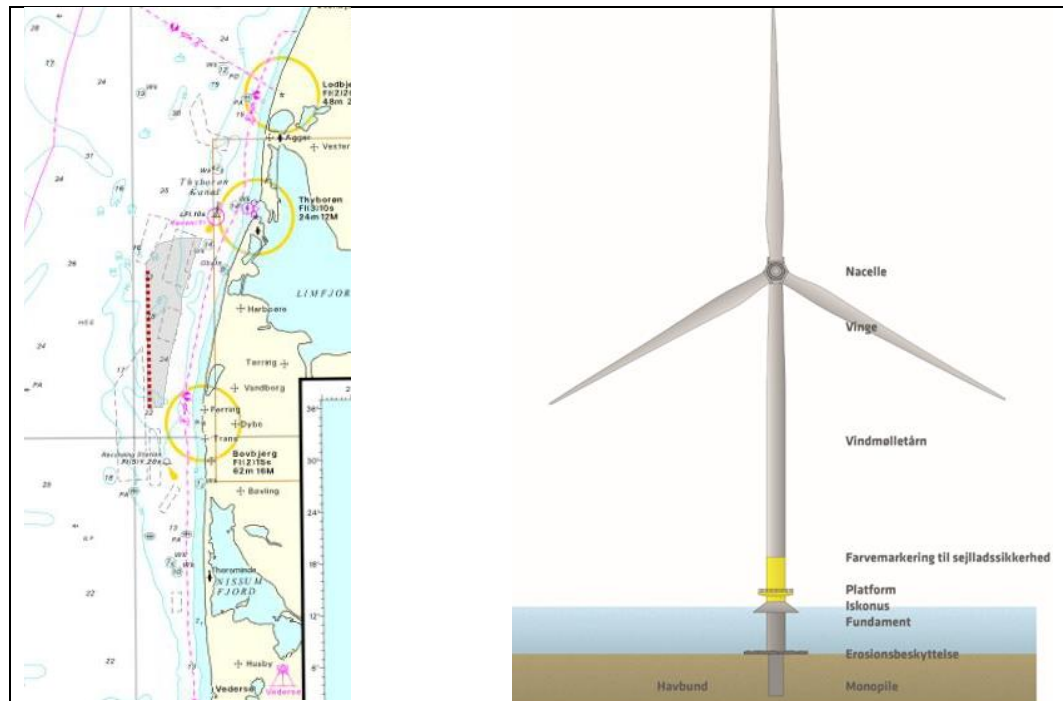
I anlægsfasen falder returperioden for skib-skibkollisioner fra cirka 100 år for nuværende situation til knap 15 år som følge af de mange anlægsrelaterede skibe, hvis der ikke indføres nogen risikorelaterede tiltag. Det skal bemærkes, at beregningerne af situationen i anlægsfasen tager udgangspunkt i en forenklet fremgangsmåde med konservative træk. Derfor kan den faktiske risiko sagtens være en del lavere, svarende til en længere returperiode.

Med den planlagte trafikovervågning (maritimt koordinationscenter) bliver returperioden imidlertid længere end 50 år, hvilket anses som en rimelig håndtering af den midlertidige tillægsrisiko.

2 Indledning

2.1 Baggrund

Vattenfall planlægger at opføre 21 havvindmøller à 8,4 MW sydvest for Thyborøn. Området er af Energistyrelsen udlagt som muligt vindmølleområde. Som led i den lovpligtige VVM-undersøgelse beskrives i denne rapport, hvad konsekvenserne for skibsfarten i området bliver.



Figur 2-1 Mølleplaceringer (røde prikker) og mølledesign for Vesterhav Nord.

2.2 Metode

Analysen er baseret på 'Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA)' udgivet af den Internationale Maritime Organisation IMO /IMO, 2002/.

En FSA består af følgende fem punkter:

- 1 Identificering af uønskede hændelser
- 2 Risikoanalyse
- 3 Risikoreducerende tiltag
- 4 Cost-benefit vurdering
- 5 Anbefaling til beslutningstagere

Den specifikke metode anvendt for den sejladsikkerhedsmæssige analyse er udarbejdet mellem DNV og COWI, se /DNV/COWI, 2013/. Det blev gjort for at sikre at samme metoder blev anvendt både for Horns Rev 3 og Kriegers Flak. Metoden indeholder følgende punkter:

Skridt 0:	Opstilling af metode til den sejladsikkerhedsmæssige del på grundlag af de i /DNV/COWI, 2013/ fastlagte krav og principper
Skridt 1:	Udregning af ulykkesfrekvenserne. Analysen præsenteres for Søfartsstyrelsen
Skridt 2:	Hvis Søfartsstyrelsen ikke kan acceptere antallet af beregnede ulykker laves også en konsekvensanalyse, hvorved den samlede risiko fremkommer. Denne præsenteres så igen for Søfartsstyrelsen
Skridt 3:	Hvis Søfartsstyrelsen ikke kan acceptere den beregnede risiko udarbejdes en analyse med risikoreducerende tiltag. Denne præsenteres så for Søfartsstyrelsen

Denne rapport er resultatet af den etablerede metode, Skridt 0 og Skridt 1. Metoden til udregning af ulykkesfrekvenserne er beskrevet i B.

Analysen tager udgangspunkt i detaljerede trafikdata fra hele året 2018, suppleret med oplysninger fra deltagerne ved fareidentifikationsworkshoppen (HAZID), som blev afholdt d. 2. oktober 2019 i Hvide Sande (jf. HAZID-protokol i Bilag A).

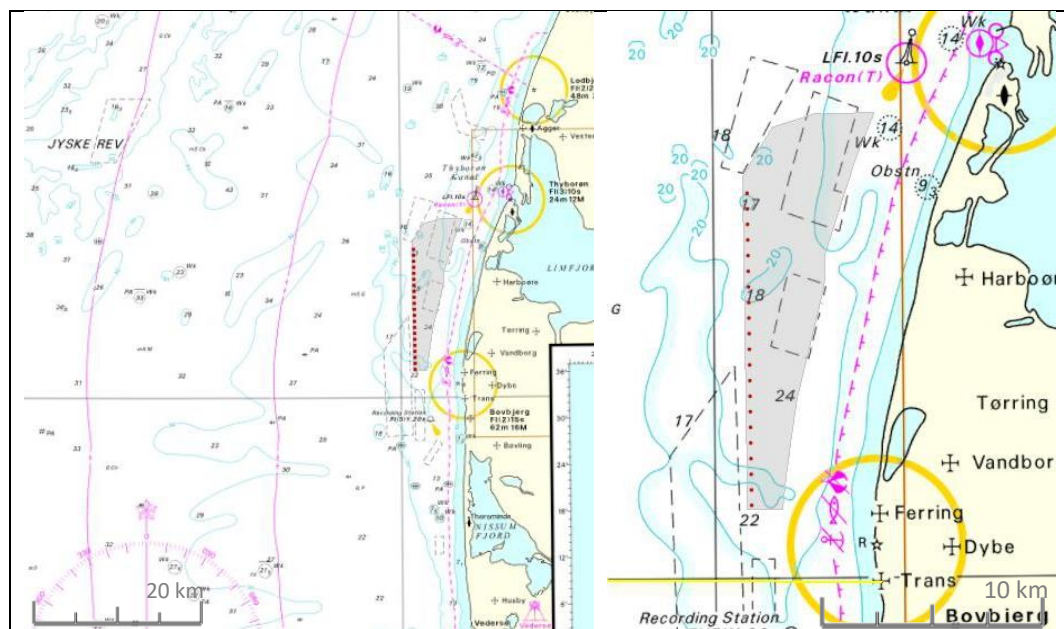
2.3 Tematisk afgrænsning

Sejladrisikovurderingen betragter udelukkende den risiko, som skibene og deres besætninger samt havmiljøet udsættes for. Skader på Vattenfalls anlæg (møller, kabler mm.) er ikke genstand af analysen, medmindre de kan tænkes at medføre følgeskader på søfarende og miljøet.

3 Grundlag

3.1 Projektbeskrivelse

Der planlægges 21 havvindmøller à 8,4 MW sydvest for Thyborøn. Møllerne placeres på en nord-syd-gående akse, hvor den nordligste mølle er 9 km fra kysten og den sydligste 6 km fra kysten. Afstanden mellem de enkelte møller er 700 m. Vanddybden i området er mellem 15 og 25 meter. Møllerne sidder i monopiles med en diameter på 6-7 m. Møllenavet er ca. 110 m over vandoverfladen og højden fra vandoverfladen til øverste vingspids er 193 m. Rotordiameteren er 167 m, hvilket betyder, at nederste møllespids er ca. 26 m over havoverfladen. Møllerne forbindes med nedspulede kabler og et samle kabel føres i land mellem Vejlbj og Harboøre syd for Thyborøn.



Figur 3-1 Placering af de 21 vindmøller for Vesterhav Nord. Det grå område er undersøgelsesområdet

3.2 Bathymetri

Vanddybden omkring møllerne er mellem 15 og 20 m. Alle skibe vil derfor kunne sejle ind til møllerne og der er heller ingen rev eller sandbanker, der vil kunne standse et vildfarent eller drivende skib ved grundstødning. Havbunden omkring møllerne består primært af sand og delvist af grus.

3.3 Strøm og vind

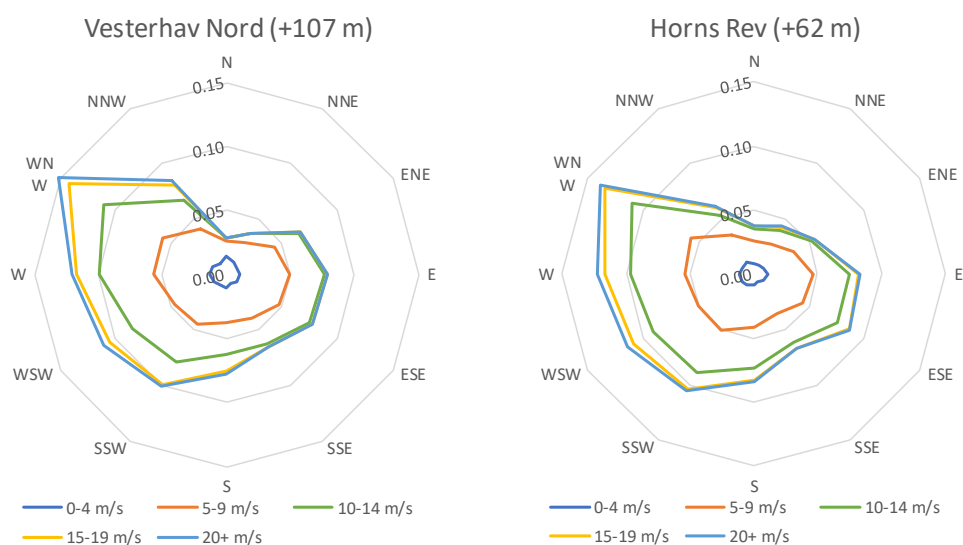
Strømmen langs den jyske vestkyst er altid nord-syd-gående og bestemt af vind og tidevand. Grunden til strømretningen er, at når vandet kommer ude fra Nordsøen,

afbøjes strømmen enten mod syd eller nord, når det nærmer sig kysten. Strømhastigheden i området er normalt mellem 0,1 og 1 knob, men kan komme op på 2 knob.

Den dominerende vindretning er vestlig (75 %). Hastighederne er typisk i intervallet mellem 5-10 m/s, afbrudt jævnligt i vinterhalvåret af storme med hastigheder i intervallet 15-20 m/s /NIRAS 2015/.

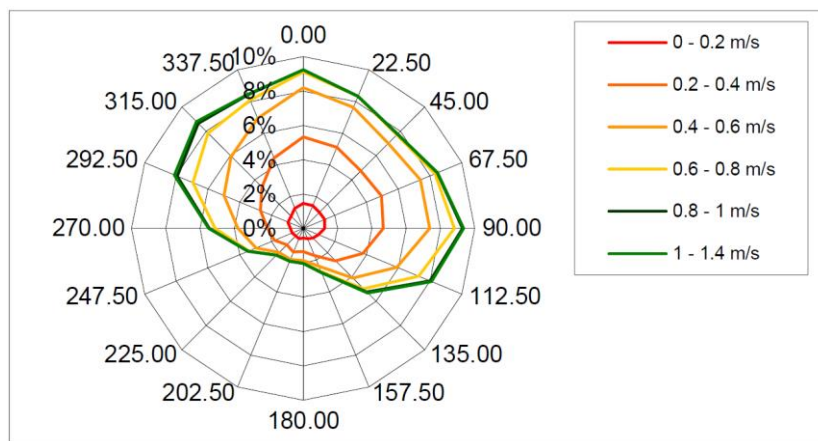
Vind og strøm er afgørende for, hvordan skibe driver i tilfælde af tab af manøvreringsevne. Disse to faktorer kombineres i en såkaldt driverose, som angiver sandsynligheden for, at et skib driver i en given retning med en given drivhastighed. I denne analyse anvendes driverosen fundet ved sejladsanalysen for Horns Rev 3, som ligger cirka 110 km mod syd ved samme kyst /HR3, 2017/. Dette anses som en rimelig modelbeslutning i lyset af følgende to faktorer:

- > I modsætning til de indre danske farvande er drivemønstret i den danske del af Nordsøen stort set styret af vindforholdene, mens strømforholdene kun spiller en underordnet rolle.
- > Vindforholdene er forholdsvist upåvirkede af afstanden mellem Horns Rev 3 og Vesterhav Nord set fra et sejladsperspektiv. Sammenligningen af vindroserne for de to havområder viser, at Vesterhav Nord har lidt højere hyppighed af vind fra vestnordvest og østnordøst, mens bidraget af de mellemliggende vindretninger nord og nordnordøst er tilsvarende lidt lavere. Det samlede bidrag fra de nordlige vindretninger er derfor nogenlunde ens. De vestlige, østlige og sydlige vindretninger ligner hinanden i endnu højere grad. Afstandene mellem de enkelte vindhastighedskonturer i vindroserne er stemmer ligeledes godt overens, hvilket tyder på en ensartet fordeling af de forskellige vindhastigheder.



Figur 3-2 Vindrose for Vesterhav Nord /COWI, 2017/ og Horns Rev /Tech-Wise, 2002/

Driverosen fra Horns Rev 3 /HR3, 2017/, som anvendes i denne analyse, er vist på Figur 3-3. Driverosens overordnede form ligner i vidt omfang vindrosens. Sammenhængen mellem vind, strøm, og skibets oprindelige orientering beskrives i mere detalje i Bilag B, afsnit B.4. Driverosen viser, at skibe uden manøvrevevne i de fleste tilfælde vil drive mod øst, nord eller nordvest, mens de sydlige driveretninger er tydeligt mindre sandsynlige.



Figur 3-3 Driverose for Horns Rev 3, som også anvendes i denne rapport

3.4 Skibstrafikdata

3.4.1 AIS-data

Automatic Identification System (AIS) tjener som det primære datagrundlag for skibstrafikken i området. Skibe over 300 bruttoregister-ton, alle passagerskibe og fiskeskibe over 12 meter skal have en AIS-transponder ombord. Den sender med korte intervaller oplysninger om skibets position, hastighed og kurs. Oplysninger om skibets unikke identitet (MMSI², IMO-nummer³), skibstype, størrelse mm. udsendes også. Selvom AIS kun er lovpligtig for ovennævnte skibe, har mange mindre skibe det også. Det gælder de fleste erhvervsfartøjer og nogle af lystbådene. Figur 3-4 viser, at der er en tydelig sæsonvariation blandt skibene, også blandt de større; antallet af skibe, der færdes i området, er tydeligt højere om sommeren end om vinteren. Denne tendens gælder både de mindre skibe – typisk fiskere – og de større handelsskibe (dvs. fragtskibe og kommercielle passagerskibe).

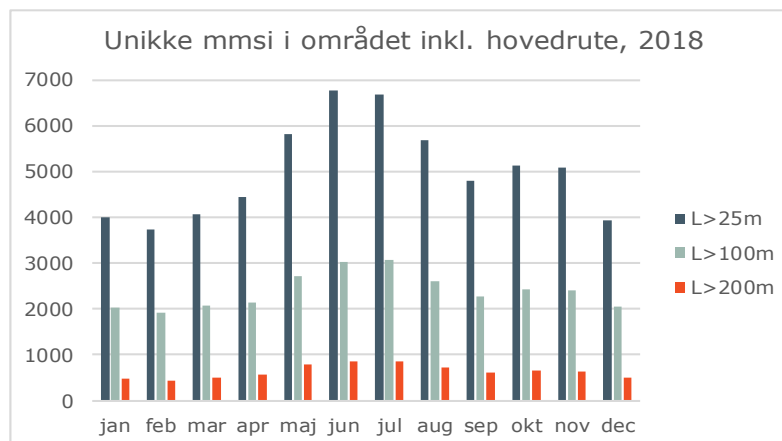
AIS-data fra 2018 er brugt som basis for sejladsrisikoanalysen. Der var på HAZID-mødet lidt uenighed om, hvor stor en del af fiskeflåden der har AIS. Det blev vurderet, at alle

² Maritime Mobile Service Identity

³ Internationalt skibsregisternummer

de fiskeskibe, som sejler gennem vindmølleområdet på vej mod fiskepladser længere væk, har AIS. Halvdelen af de skibe, der fisker kystnært og dermed også i projektområdet vurderes at have AIS. AIS-fiskeskibene fra det kystnære område bør derfor ganges med 2 i de kystnære zoner. Fiskeri i projektområdet er dog ikke udbredt.

Trafikken i området er primært fastlagt ud fra AIS-data for 2018 leveret af Søfartsstyrelsen.



Figur 3-4 AIS-data: Unikke skibe (unikke MMSI) mellem Blåvand og Klitmøller inden for ca. 75 km ud fra kysten pr. måned for forskellige skibslængder.

3.4.2 IHS Fairplay-skibsregister

Skibes IMO-nummer kan findes fra ud fra deres AIS-oplysninger. Ved at bruge dette som nøgle i IHS Fairplay-registeret (tidligere Lloyds Register) kan detaljerede oplysninger om skibene findes. De fleste erhvervsfartøjer har et IMO-nummer.

3.4.3 VMS-data

Vessel Monitoring System-data (VMS) er baseret på Globalt Positioning System (GPS) og bruges i kommercielle fiskerfartøjer til at overvåge fiskeskibenes position. VMS er lovpligtigt for fiskeskibe længere end 12 m, mens AIS er lovpligtigt for skibe længere end 15 m. Det vurderes, at alle erhvervsfiskerfartøjer i Nordsøen har AIS. I det kystnære område er der også mindre deltidsfiskerfartøjer uden AIS. På HAZID-mødet blev det vurderet, at der i Hvide Sande er det samme antal skibe uden AIS som med AIS, jf. Bilag A. Samme forhold må formodes at gælde fiskeskibe fra Thyborøn og Thorsminde, hvor forholdene ellers i høj grad er sammenlignelige. Disse deltidsfiskeskibe er under 12 m og har derfor heller ikke VMS. Det er derfor kun intervallet mellem 12 og 15 m, hvor skibe skal være udstyret med VMS uden i alle tilfælde at være udstyret med AIS. Tabel 5-2 indikerer, at antallet af fiskeskibe mellem 12 og 15 m, hvor VMS-data kan afsløre skibe, som ikke skal udstyres med AIS, er ret lavt. VMS-data blev derfor ikke indhentet.

3.4.4 Lystbåde

Der sejler meget få lystbåde ved projektområdet for Vesterhav Nord og Dansk Sejlunion ser ikke nogen sejladsikkerhedsmæssige problemer mht. lystbåde, jf. HAZID-protokollen (Bilag A). Generelt anses lystfartøjer ikke som berørte af vindmøllerne, da de vil holde sig tæt inde på kysten både af sikkerhedsårsager og fordi der ikke er nogle havne eller andre destinationer, der vil kunne give anledning til at fjerne sig fra kysten. Deltagerne ved HAZID-mødet så heller ikke noget problem her. Lystbåde behandles derfor ikke i denne rapport.

3.4.5 Lods, VTS og maritim koordinering

Der er ingen trafikovervågning i form af Vessel Traffic Service (VTS) eller tilsvarende i området. Under opførelsen af vindmøllerne overvåger bygherren sejladsen i området ved at indrette et maritimt koordinationscenter (marine coordination center). Men det drejer sig ikke om et VTS-center med de krav, der stilles hertil.

Ingen skibe vest for møllerne vurderes at have lods. Lods tages normalt først ombord ved ankomst til Skagen. De større skibe, som sejler gennem Limfjorden, tager lods ombord ud for Thyborøn. Nogle af skibene nord for møllerne kan derfor have lods. Dette er ikke medtaget i analyserne, da det er forholdsvist få skibe.

4 Fareidentifikation

4.1 Fareidentifikationsmøde (HAZID)

Hasardidentifikationsmødet (HAZID) blev afholdt i Hvide Sande den 2. oktober 2019, se Bilag A.

4.2 Relevante scenarier

Relevansen af et farescenario afgøres af dets iboende risiko, dvs. dets forventede hyppighed gange konsekvenserne.

Alle scenarier, hvis risiko ligger flere størrelsesordener under de mest risikobehæftede scenarier, betragtes som negligible. En størrelsesorden svarer til en faktor 10, dvs. flere størrelsesscenarier svarer til *mindst* en faktor $10 \times 10 = 100$.

Alle farescenarier fra HAZID (jf. Bilag A), der ikke i forvejen er åbenlyst negligible i henhold til ovenstående definition, betragtes som relevante scenarier og analyseres derfor i de efterfølgende kapitler.

4.2.1 Driftsfasen

Følgende ulykkes scenarier betragtes som relevante:

- > Sejlende skibe, som laver navigationsfejl
- > Drivende skibe, som kolliderer med en mølle (som følge af drift eller motorstop)
- > Kollision mellem eksisterende skibe som følge af trafikoplægning
- > Grundstødning som følge af trafikoplægning på grund af møllerne (fortrængningseffekt)

Beskadigelse af søkabler ved skibssankre eller fiskegrej betragtes ikke som relevant scenario, da HAZID-workshoppens deltagere ikke har kunnet identificere nogen negative følger for de involverede skibe og deres besætninger.

4.2.2 Anlægs- og nedtagningsfasen

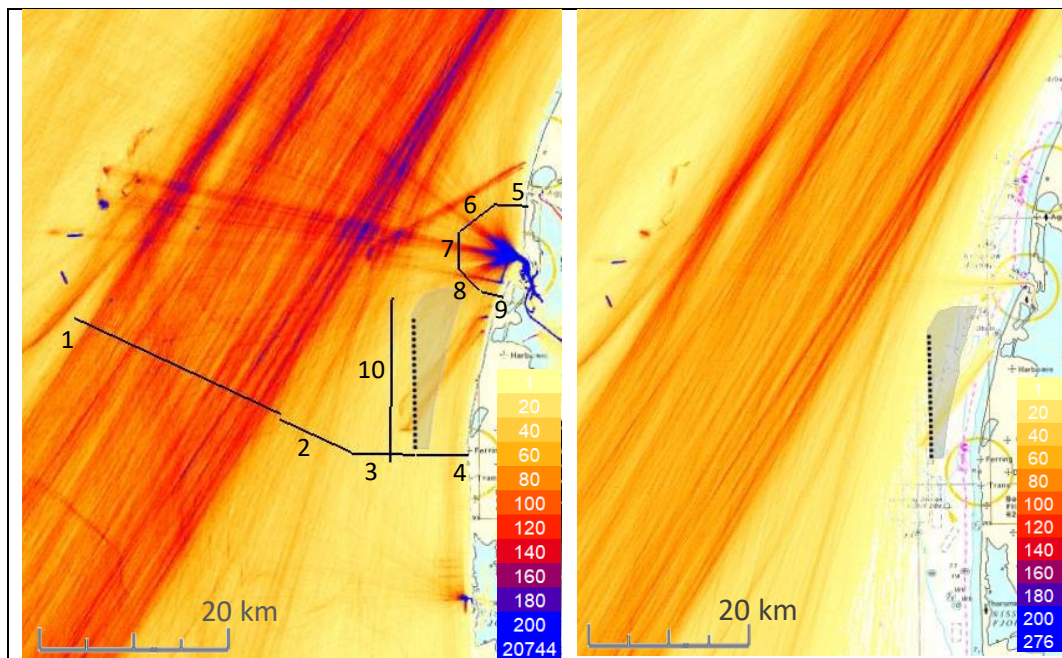
Samtlige identificerede scenarier fra Bilag A betragtes som relevante:

- > Sejlads fra Esbjerg ved udskibning af møller: Skib-skibkollision
- > Udskibning via Thyborøn: Tab af kontrol ved manøvrering af pram i havn
- > Drivende skibe, der driver ind i anlægsområdet
- > Kollision med kabellægningsskib, graveskibe eller kranskibe

5 Skibstrafikken i området

5.1 Nuværende trafiksituation

AIS-trafikken er i Figur 5-1 vist som tæthedspot med en celledørrelse på 100x100 m. Antallet af skibe i hver celle er vist på farveskalaen. Lysegul svarer til mindre end 20 skibe per år, mens blå svarer til mere end 200 skibe per år per celle.



Figur 5-1 Alle AIS-skibe i 2018 med repræsentative passagelinjer for Vesterhav Nord.

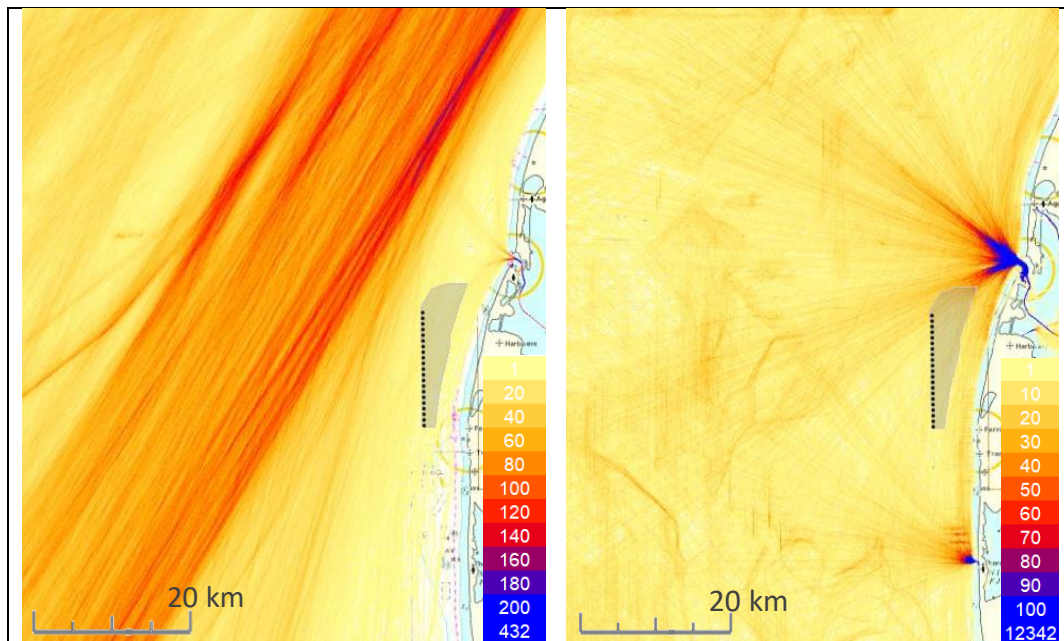
Figur 5-2 AIS-skibe længere end 100 m (længde over alt, LOA). Skalaen viser antallet af skibe i 100x100m celler.

1	Fragt & passager	16999	loa<400 m
	Fiskeskibe (AIS)	616	dwt<202.347 t
	Andre	685	
	Total	18300	
2	Fragt & passager	2473	loa<277 m
	Fiskeskibe (AIS)	234	dwt<81.358 t
	Andre	228	
	Total	2935	
3	Fragt & passager	529	loa<232 m
	Fiskeskibe (AIS)	184	dwt<30.765 t
	Andre	237	
	Total	950	
4	Fragt & passager	91	loa<139 m
	Fiskeskibe (AIS)	243	dwt<11.249 t
	Andre	370	
	Total	704	
5	Fragt & passager	245	loa<137 m
	Fiskeskibe (AIS)	496	dwt<6.053 t
	Andre	300	
	Total	1041	

6	Fragt & passager	194	loa<149 m
	Fiskeskibe (AIS)	1247	dwt<13.709 t
	Andre	410	
	Total	1851	
7	Fragt & passager	63	loa<149 m
	Fiskeskibe (AIS)	994	dwt<13.709 t
	Andre	1111	
	Total	2168	
8	Fragt & passager	185	loa<142 m
	Fiskeskibe (AIS)	818	dwt<11.249 t
	Andre	267	
	Total	1270	
9	Fragt & passager	89	loa<136 m
	Fiskeskibe (AIS)	353	dwt<9.000 t
	Andre	375	
	Total	817	
10	Fragt & passager	10	loa<232 m
	Fiskeskibe (AIS)	269	dwt<30.765 t
	Andre	65	
	Total	344	

De sorte linjer i Figur 5-1 er passagelinjer (også kaldet krydsningslinjer), som bruges til at tælle antallet af skibspassager. Linjerne er valgt således, at der gives et repræsentativt billede af trafikmængden på de vigtigste ruter i regionen samt på ruterne i og gennem det planlagte vindmølleområde. Tallene under Figur 5-1 er antal skibspassager for henholdsvis handelsskibe (fragt- og passagerskibe), fiskeskibe samt andre skibe for alle 10 passagelinjer. Desuden vises det største skib for hver passagelinje iht. dødvægt (DWT). Tallene omfatter skibene, der sejler inden for et vinkelrum på 60° eller ±30° grader til vinkelret på passagelinjen.

Hovedtrafikken mellem Den Engelske Kanal og Skagen forløber i nogle kilometers afstand fra vindmølleområdet hen over passagelinje 1 og kan ses som bred trafikstrøm fra sydvest mod nordvest på Figur 5-1. En mindre, men stadig stor trafikstrøm løber fra Den Tyske Bugt og Esbjerg mod nord uden om Horns Rev og hen over passagelinje 2. Bortset fra disse overregionale trafikstrømme sejler der både handels- og fiskeskibe til og fra havnene i området (Thyborøn og Thorsminde). Handelsskibene tilslutter sig de overregionale trafikstrømme, mens fiskeskibene opererer spredt over hele nærområdet. Sandsugerne, som sejler ud fra kysten både nord og syd for Thyborøn, kan ses som røde streger med sydvestlig kurs; dem, der sejler syd for Thyborøn, indvinder sand umiddelbart vest for de kommende møllepositioner. De overordnede forhold bliver endnu tydeligere, når der vises trafikken af skibe over 100 m (Figur 5-2), handelsskibe af alle størrelser (Figur 5-3) og fiskeskibe (Figur 5-4) hver for sig.

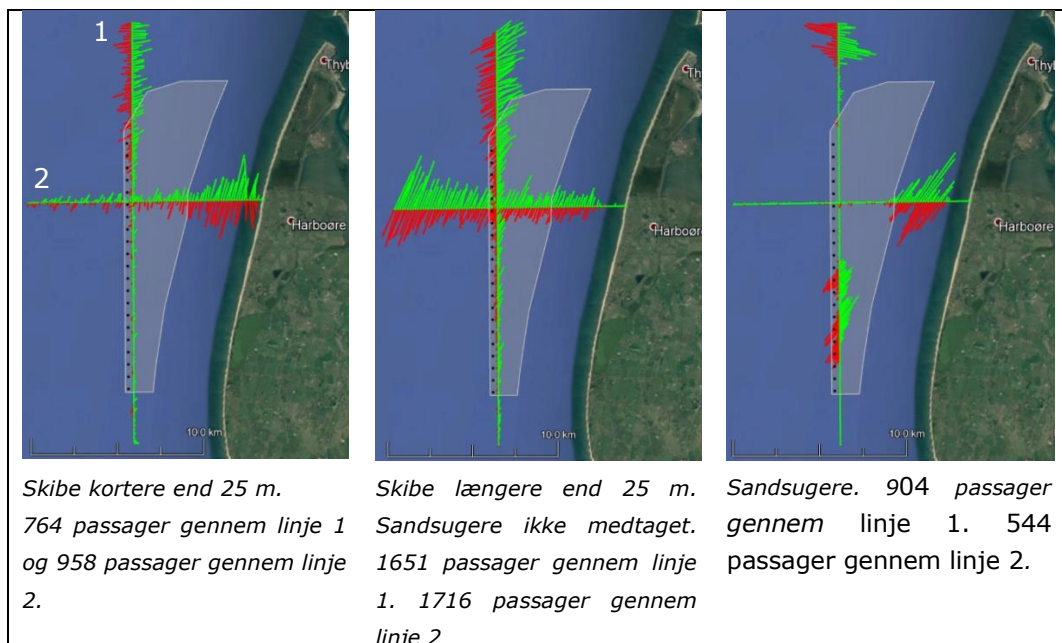


Figur 5-3 Alle AIS handelsskibe længere end 75 m. Figur 5-4 Fiskeskibe med AIS.

På Figur 5-2 ses, at det er forholdsvis få store skibe (længde over alt/LOA > 100 m), der sejler i selve den planlagte møllepark samt til og fra Thyborøn. Der er omkring 5 km fra møllerne ud til den første store rute (passagelinje 2). Passagelinje 3 og 8 giver en idé om, hvor mange skibe, der fremover kommer til at sejle direkte uden om vindmølleparken; 529 handelsskibe (under 2 om dagen) sejler nord-syd og vil fremover skulle passere de planlagte møllepositioner umiddelbart vestom. 185 handelsskibe sejler umiddelbart nord om møllerne (passagelinje 8). Det skal bemærkes, at mange skibe tælles både på passagelinje 3 og 8 på samme rejse. Det gælder specielt de skibe, der kommer fra syd og sejler ind til Thyborøn og tilbage igen. Næsten ingen handelsskibe sejler gennem den planlagte møllepark i øst-vestlig sejlretning (passagelinje 10, jf. tabel under Figur 5-1).

Der passerer 269 AIS fiskeskibe (under 1 om dagen) gennem projektområdet i øst-vestlig sejlretning (passagelinje 10) og 818 umiddelbart nord for møllerne til og fra Thyborøn (passagelinje 8). Desuden foregår der kystnært fiskeri 4-7 km øst for møllerne. Som beskrevet i afsnit 3.4.3 er der efter bedste skøn cirka det dobbelte antal fiskeskibe tæt på kysten end her fundet, da ikke alle har AIS (jf. Bilag A). Men det overordnede billede er, at fiskeskibe kun passerer møllerne i transit, mens der praktisk ikke fiskes omkring møllerne (jf. afsnit 5.5).

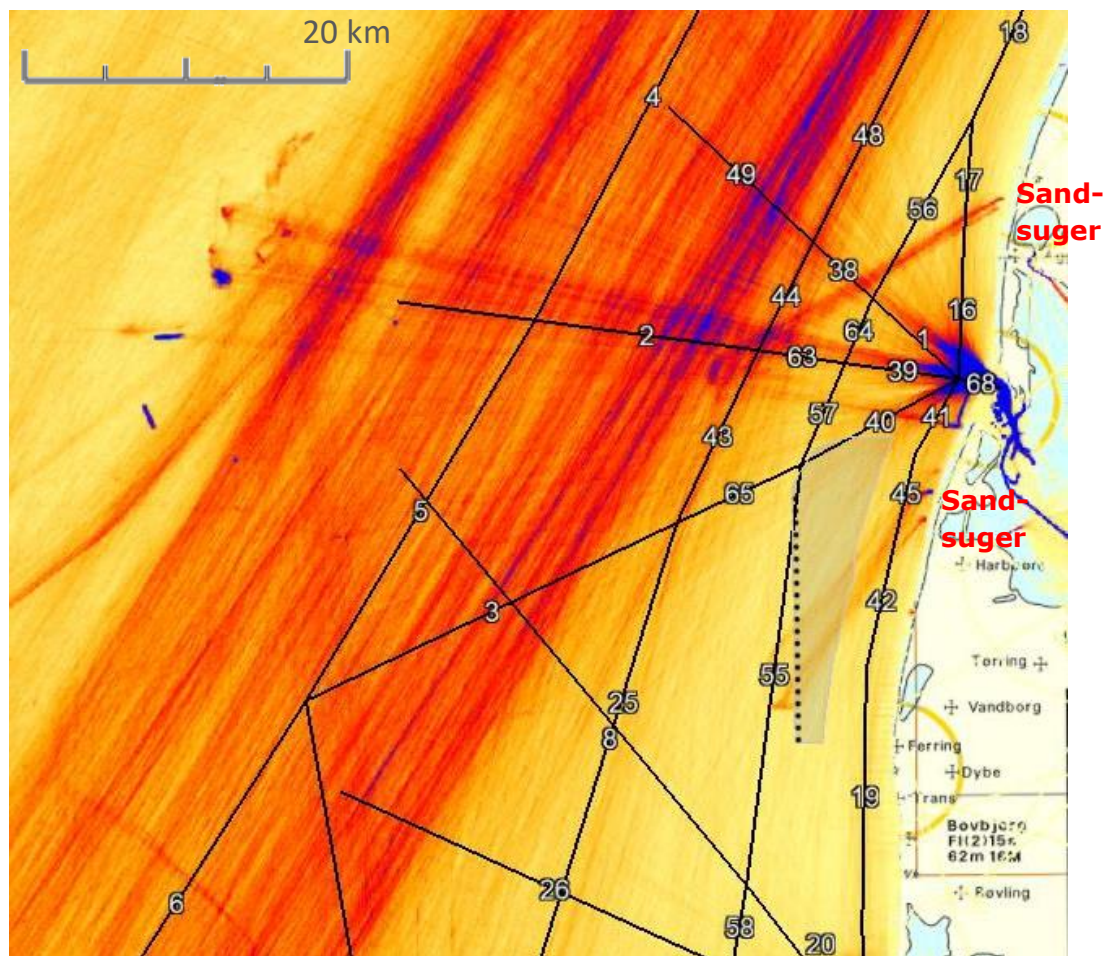
På nedenstående tre figurer ses, hvordan AIS-trafikken sejler gennem to passagelinjer indlagt med centrum i projektområdet. Det er tydeligt, at de små skibe < 25 m (primært fiskere) enten sejler langs kysten eller sejler gennem den nordligste del af vindmølleområdet. De større skibe sejler mest vest og nord for møllepositionerne, men delvist også hen over de nordlige møllepositioner. De skibe over 25 m, der sejler gennem området øst for møllerne, er større fiskeskibe.



Figur 5-5 To passagelinjer, som viser, hvordan skibstrafikken sejler gennem projektområdet.

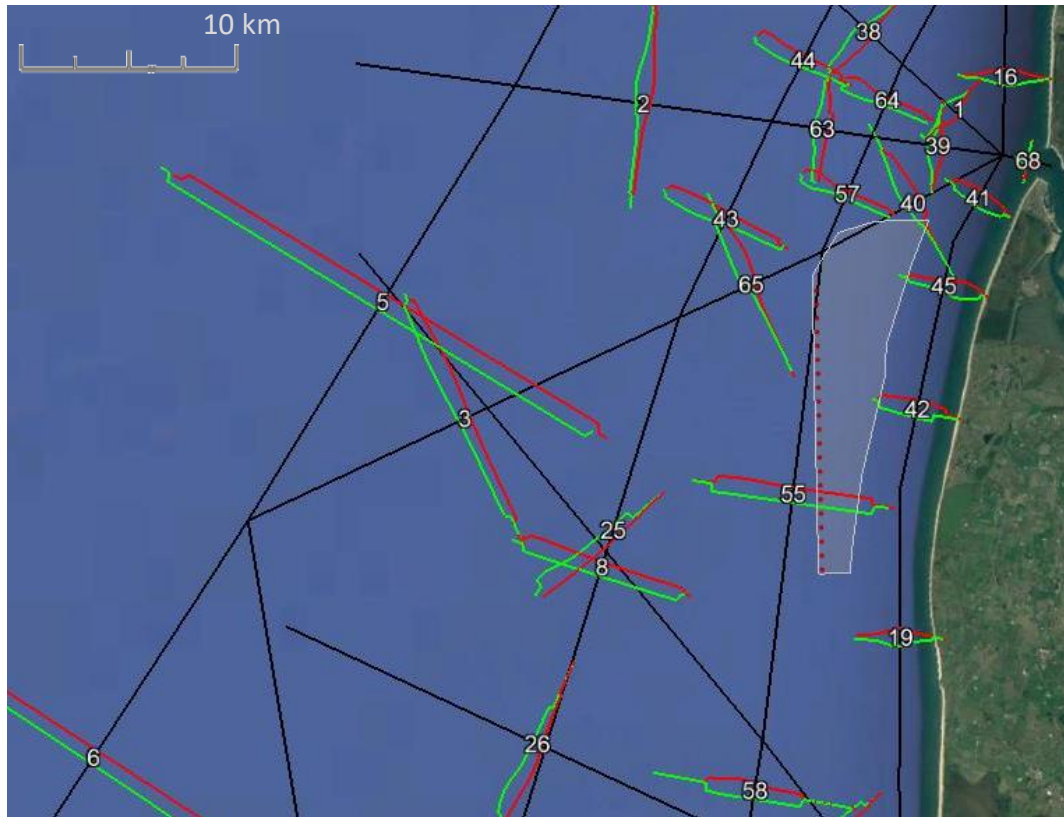
5.2 Nuværende sejlruiter

Figur 5-6 viser et net af idealiserede ruter, der repræsenterer den nuværende trafik i området omkring Vesterhav Nord. De enkelte ruter er opdelt i flere afsnit, såkaldte ruteben. Ruterne behøver ikke at stemme nøjagtigt overens med den tætteste trafik; den egentlige modeltekniske information ligger i de tværgående fordelinger, der er tilknyttet til hvert ruteben og er vist på Figur 5-7. Ruteben 4 og 5 er således meget brede ruter med næsten uniformt (jævnt) fordelt trafikintensitet på tværs af ruteaksen. Ruteben 19, 55 og 58 kan være svære at identificere på plottet, men ændrer man farveskalaen, vil de træde frem.



Figur 5-6 Nuværende sejlruiter ud fra alle AIS skibe 2018. Rutebenene skal ses som reference linjer for de statistiske fordelinger, der lægges på tværs af ruterne. Rutebenenes helt præcise placering er derfor ikke afgørende.

Detaljerne vedrørende ruternes geometri og de tværgående fordelingsfunktioner er beskrevet i Bilag C.



Figur 5-7 Eksempler på tværfordelinger af trafikken på de enkelte ruteben. Fordelingerne er kombinerede normal- og uniformfordelinger.

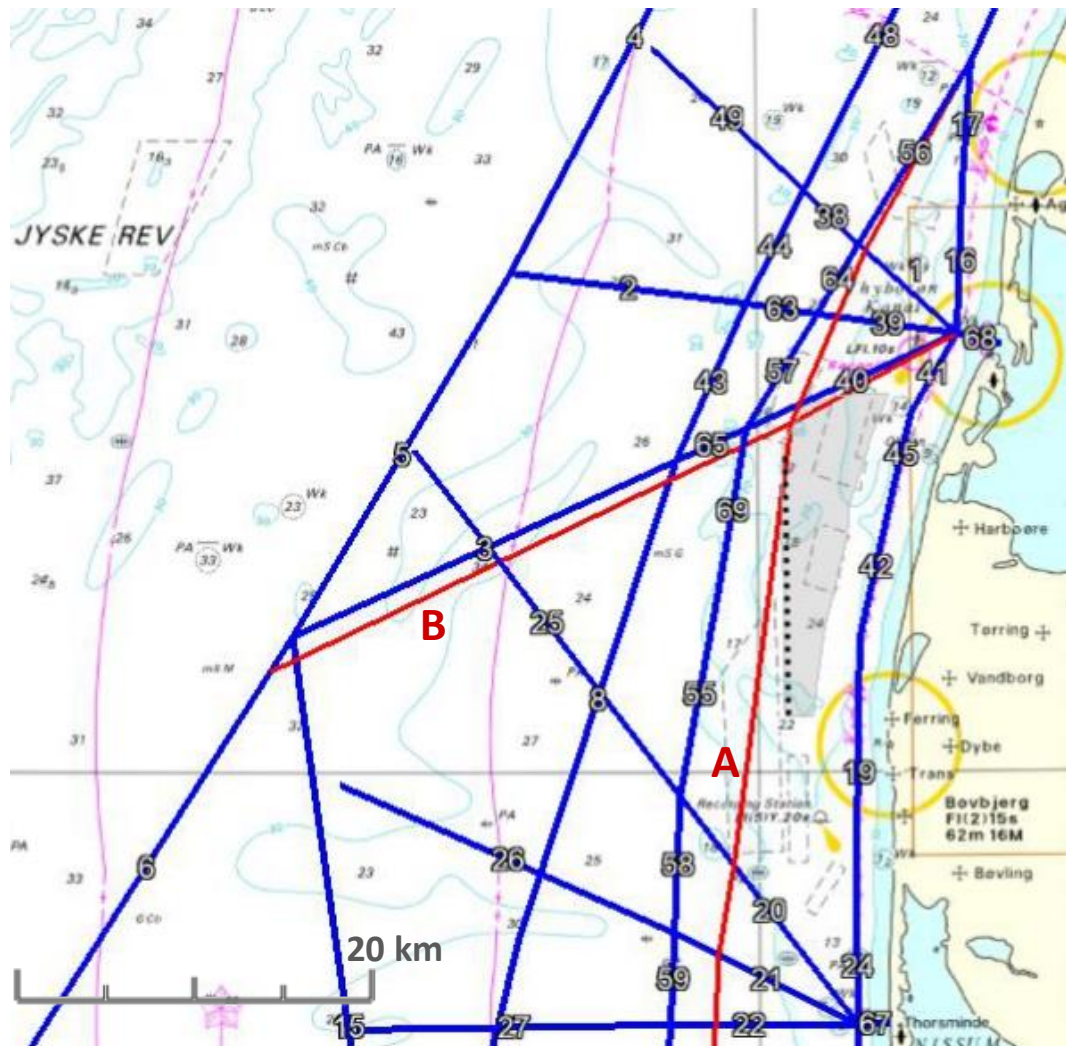
5.3 Endelige ruter

Møllernes placering betyder, at noget af skibstrafikken vil ændre deres nuværende ruter. På Figur 5-8 er vist, hvordan rutenettet forventes at blive. Skønt det ikke er forbudt at sejle igennem vindmølleparken, vil ingen store skibe vælge denne ruteføring. Dette svarer til almindeligt godt sømandskab og blev også bekræftet af HAZID-workshoppens deltagere, jf. Bilag A. Mange af de mindre skibe, især fiskeskibe, forventes imidlertid at sejle gennem vindmølleområdet som før på grund af deres mindre størrelse, manøvreevne, lokalkendskab og ikke mindst forekomsten af fisk. Det præcise forhold mellem de mindre skibe, der ændrer deres sejlads mønster og dem, der ikke gør, kendes i sagens natur ikke i forvejen. Derfor betragter risikoanalysen af driftsfasen flere mulige scenarier (jf. Kapitel 6). I anlægsfasen er det ikke tilladt at sejle mellem møllerne og der gælder en generel sikkerhedsafstand på 500 m rundt om parken.

Det er i sagens natur uvist, hvordan skibe kommer til at sejle i fremtiden, dvs. efter at vindmøllerne er blevet installeret. Derfor bruges sejladsen ved den nyligt opførte vindpark Horns Rev 3, som befinder sig lidt længere syd ud for samme kyst, som pejlemærke for omløringseffekten. Bilag E ser på situationen før og efter installationen af Horns Rev 3; skibe, der sejler forbi den østlige del af det nye Horns Rev 3, passerer

denne med en middelfastand på 2400 m og en spredning, dvs. standardafvigelse, på 600 m.

Denne viden kan bruges som baggrundsinformation, når man estimerer den fremtidige omlejring af trafikken som følge af møllernes tilstedeværelse i farvandet.



Figur 5-8 Definition af de endelige ruter efter etableringen af Vesterhav Nord. De blå ruter er de endelige, mens de røde er de gamle, som flyttes.

Figur 5-8 er viser, hvordan det endelige rutenet forventes at blive, efter at skibene har ændret deres sejlads mønster. Trafikken på de to gamle ruter, på Figur 5-8 kaldet A og B, flyttes. Rute A flytter mod vest, så afstanden til den nordligste mølle bliver 2400 m baseret på den ved Horns Rev 3 observerede omlejringseffekt. Rute B flytter mod nord så mindste afstand til den nordligste mølle ligeledes bliver 2400 m.



Figur 5-9 Endelige ruter omkring møllerne og deres statistiske beskrivelse (blå linje = endelige ruteben, rød stiplede linje = oprindelige ruteben, røde/grønne kurver = skibenes tværgående fordeling i hver deres sejlretning).

Figur 5-9 viser skibenes tværgående fordelinger på de enkelte ruteben i den endelige situation efter anlæg af vindmølleparken. Fordelingerne er et udtryk for skibenes afstand fra ruteaksen, når de følger et givent ruteben. Ruteben 40 og 69 er de to, som er tættest på møllerne. Deres afstand er sat til 2400 m og spredningen, σ , er sat til 600 m i overensstemmelse med iagttagelserne ved Horns Rev 3.

Ruteben 55, som leder op til ruteben 69. Dets spredning er sat til 800 m. Det ben, som leder op til ben 55, altså ruteben 58, er sat til 1000 m. I sejladsrisikovurderingen af den parallelt projekterede vindmøllepark Vesterhav Syd begrundes og anvendes samme spredning på 1000 m på et ruteben, der ligger langt længere mod syd i direkte forlængelse af benene 69/55/58 /VH Syd, 2019/. Derfor anses antagelsen af den hurtige tiltagen af spredningen fra 600 til 1000 m på rutebensekvensen 69/55/58 som en konservativ overestimering.

Ruteben 57 og 64 længere mod nord på samme rute er sat til 600 m og 800 m på lignende vis. Her er spredningen af mindre betydning, fordi disse ruteben kun bidrager

til risikoen for drivende skib-møllekollisioner, jf. metodikken i Bilag B. Sandsynligheden for denne type kollision er ikke nær så følsom over for spredningen som det er tilfældet for sejlede kollisioner.

Ruteben 65 leder op til ruteben 40. Dets spredning er igen sat til 800 m. Det tilstødende ruteben 3 modelleres med en spredning på 1300 m.

Trafikmønstret på de øvrige ruter omkring Vesterhav Nord svarer til den nuværende situation uden ændringer.

Detaljerne er beskrevet i Bilag C og D.

5.4 Trafikken på de endelige ruter

I Tabel 5-1 ses antallet af skibe på ruterne tæt ved møllerne, fordelt på skibstype og størrelser. Det forventes at alle handelsskibene vil flytte ud på de endelige ruter, som er minimum 2400 m fra møllerne. En del af fiskeskibene og småskibene vil forsætte som i dag. I afsnit 6.1.2 regnes kollisionsfrekvenserne for at 50 % af fiske- og småskibe forsætter som i dag.

Desuden vil der være regelmæssig trafik med servicefartøjer mellem møllerne og de nærliggende havne, især Thyborøn.

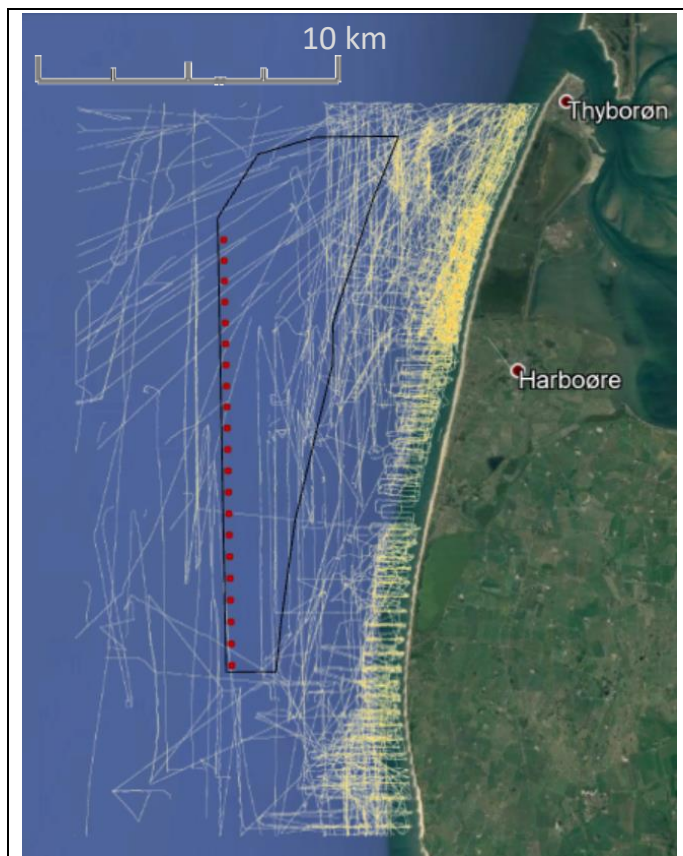
Tabel 5-1 Oversigt over trafikken på repræsentative ruteben i begge retninger (ruter efter etablering af møllerne) baseret på AIS fra 2018. For alle ruteben se Bilag D

Ruteben	Fragt uden tanker	Tanker	Passager	Fiskeskibe	Andre	Total
1	86	20	1	1078	324	1510
5	12222	3608	161	127	665	16783
8	2802	208	3	121	277	3411
19	35	2	0	210	261	508
20	5	0	0	219	11	235
39	50	5	0	745	1090	1891
40	42	8	0	699	277	1026
41	154	3	4	458	321	941
43	2678	185	1	42	205	3110
57	282	26	0	34	83	425
65	16	3	0	481	123	624
69	415	30	2	187	308	942

5.5 Fiskeri inde i vindmølleområdet

Ingen handelsskibe vil bevidst sejle tæt på møllerne. Fiskeskibene og de helt små skibe vil til en vis grad fortsætte med at sejle gennem mølleparken. Da møllerne kommer til at stå på en nord-sydakse helt ude i den vestlige del, vil fiskeskibene fortsætte med at fiske i det meste af det udlagte område. Det vil imidlertid ikke være tilladt at fiske mellem selve møllerne og i det hele taget hen over søkablerne, mens denne indskrænkning ikke gælder for garnfiskeri. Alle skibe skal under fiskeriaktivitet overholde en sikkerhedsafstand på 200 m til søkablerne, der forbinder møllerne samt til samlekalet, der forbinder møllerne med kysten.

Til at vurdere fiskeriet omkring møllerne er AIS-fiskeskibe, som sejler under 5 knob plottet på Figur 5-10. Fiskerskibe, der sejler 6 knob og hurtigere, betragtes som skibe i transit (jf. udtalelser fra fiskere ved HAZID-mødet). Figuren viser de 50 individuelle fiskeskibe, der fiskede inden for 5 km af møllerne i 2018. Inden for 2 km af møllerne var der 24 individuelle AIS fiskeskibe, der sejlede under 5 knob. Skulle et fiskeskib kollidere med en mølle under fiskeri, vil det generelt ikke medføre kritiske skader på skibet og typisk heller ikke udsætte fiskerne for en væsentlig fare. Denne opfattelse blev ligeledes bekræftet af de tilstedeværende fiskere ved HAZID-mødet. Fiskeri omkring møllerne anses derfor ikke som et sejladsikkerhedsmæssigt problem. Derfor analyseres fiskeskibenes trafikmønster under fiskeri ikke nærmere. Fiskeskibenes sejlads under transit gennem området behandles som al anden trafik på ruterne, se afsnit 5.4.



Figur 5-10 AIS-plot af fiskeskibe, der sejler langsommere end 5 knob og dermed formentlig fisker.

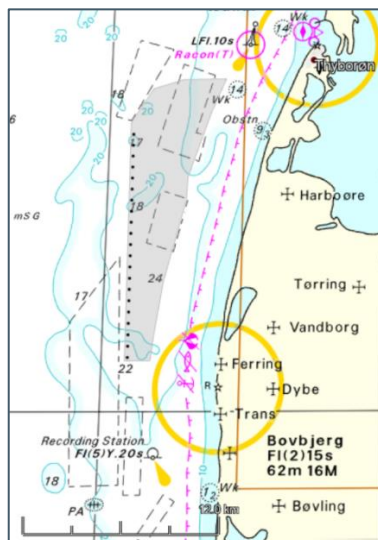
Tabel 5-2 Antal unikke AIS-fiskeskibe i Thyborøn og Thorsminde (2018) fordelt iht. længde over alt

Havn	L<12 m	12≤L<15	15≤L<30	30≤L<50	L≥50	I alt
Thyborøn	39	4	91	83	32	249
Thorsminde	3	4	9	-	-	16

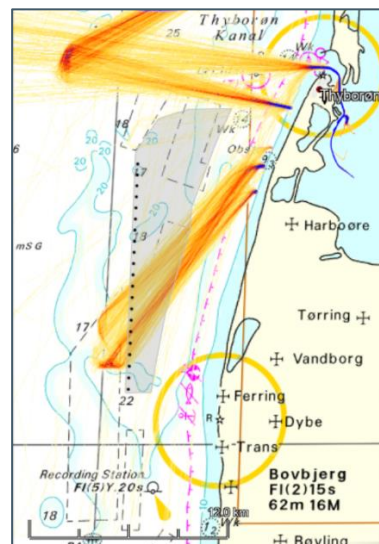
5.6 Råstofindvindingsområder

Øst og nord for de 10 nordligste møllepositioner ligger tre sandindvindingsområder (562-OE Agger, 562-PA Thyborøn og 562-AE Thyborøn A). Umiddelbart vest for de 10 sydligste møllepositioner ligger også et større sandudvindingsområde (562-AD Ferring). Ud over de nævnte fire indvindingsområder findes der et yderligere område umiddelbart 2,5 km vest for de midterste møllepositioner (562-KD Jyske Rev E), som ikke er vist i Figur 5-11 og Figur 5-12. Skibe på vej til de sydvestlige og vestlige områder forventes at sejle mellem møllerne.

På grund af den store sandudvindingsaktivitet i området omkring Vesterhav Nord bør man nok sammen med myndigheder og råstofvindere vurdere, hvordan indvindingen skal foregå i fremtiden. Nedenstående figurer viser råstofindvindingsområderne og at der i 2018 er gravet vest for de sydligste møller.



Figur 5-11 Råstofindvindingsområder i området. De stiplede arealer er råstofindvindingsområder.



Figur 5-12 AIS-plot af sandsugere i 2018. Sandindvindingsaktivitet ses vest for de sydligste møller samt nordvest for de nordligste møller.

5.7 Fremtidig trafik

Trafikken forventes ikke at ændre sig væsentligt i fremtiden. Den vil stadig være domineret af fiskeri og der er ikke noget, der tyder på et ændret mønster blandt de få handelsskibe, der sejler tæt på kysten og ind til Thyborøn. Trafikken længere ude i Nordsøen vil givetvis vokse eller falde på linje med de overordede internationale trends, men er af underordnet betydning for risikobilledet. Trenden for fiskeskibe har i mange år været at de mindre skibe forsvinder og erstattes af større skibe. Det vil betyde at antallet af fiskeskibe omkring møllerne vil falde lidt.

6 Driftsfasen

6.1 Analyse af ulykkesfrekvensen

6.1.1 Påvirkning af nuværende ulykkes-scenarier

Visse ulykkestyper som grundstødninger og skib-skibkollisioner kan allerede forekomme i dag, men påvirkes potentielt i fremtiden af møllernes tilstedeværelse.

Grundstødninger

Vanddybden i området gør, at grundstødninger kun sker på Jyllands vestkyst og ikke inden for mølleparken. Da vindmøllerne placeres mellem 6 og 9 km fra kysten, vil den nuværende kystnære trafik forløbe næsten uændret. Møllerne vil derfor ikke give anledning til et forøget antal grundstødninger.

Skib-skibkollisioner

Kollisioner mellem skibe er i dag ikke nogen væsentlig udfordring i området, da der er forholdsvist lidt trafik og meget plads at sejle og manøvrere på. Tilstedeværelsen af møllerne vil gøre, at skibene kommer til at sejle lidt tættere nord og vest for de nordligste møllepositioner end i dag. Der vil dog stadig være så meget plads, at skib-skibkollisioner ikke betragtes som et forøget problem.

6.1.2 Sejlene og drivende kollisioner med møllerne

Metoden til udregning af kollisionsfrekvenserne er beskrevet i Bilag AB.

På HAZID-mødet blev black-out diskuteret, dvs. kilden til drivende kollisioner. Seks fiskere havde inden for 10 år i gennemsnit haft et black-out. Dette er markant mindre end de 1,6 per år per skib, der regnes med i denne analyse med udgangspunkt i data fra handelsskibe. Det skal her påpeges, at de 1,6 hændelser medtager selv de mindste black-outs, hvor skibet kun kortvarigt er ude af kontrol.

I Tabel 6-1 er kollisionsfrekvenserne udregnet for forskellige scenarier. Hvis skibene sejler, som de gør i dag, bliver returperioden 48 år. Returperioden er den i gennemsnit forventede tid mellem to hændelser, hvis betingelserne ellers er uændrede. Anderledes sagt er der tale om en hændelsessandsynlighed på $1/48 = 2,1\%$ i et givent år. Hvis alle skibe flytter over på de endelige ruter, beregnes en returperiode for kollisioner på 217 år. Hvis alle handelsskibene flytter over på de endelige ruter, og halvdelen af fiskeskibene samt skibe kortere end 25 m følger de gamle ruter, giver det en returperiode på 161 år. Dette scenarie er nok det mest realistiske. Det fremgår, at størstedelen af kollisionerne stammer fra sejlene skibe, mens det drivende bidrag er forholdsvist lavt. Når bidraget fra drivende skibe på de gamle ruter er så lavt, at det svarer til en returperiode på over 200.000 år, skyldes det ganske enkelt, at der kun

sejler meget få fiskeskibe ved møllepositionerne. Dette fremgår meget tydeligt af Figur 5-10.

På næste side ses, hvilke ruteben der bidrager mest til kollisionsfrekvensen og hvordan de bidrager. For de sejlene skibe kommer over halvdelen af bidragene fra skibe, der glemmer at dreje fra et ruteben til et andet. Disse bidrag er formentligt i overkanten af de reelle, da det må formodes, at skibe er lidt mere opmærksomme tæt på den havn, de skal ind eller ud af.

Tabel 6-1 Beregnede returperioder for skib-møllekollisioner afhængigt af andelen af fiskeskibe og småskibe, der sejler uden om vindmølleparken. Tallene i parentes er for skibe, der sejler som før + skibe, der følger de endelige ruter⁴

Scenario	Sejlende kollisioner Returperiode	Drivende kollisioner Returperiode	I alt
Alle skibene sejler præcist som i dag.	$(50^{-1}+0)^{-1}$ 50 år	$(1198^{-1}+0)^{-1}$ 1198 år	$(48^{-1}+0)^{-1}$ 48 år
Alle fiskeskibe ⁵ og småskibe (LOA<25 m) sejler som før. Handelsskibe følger de endelige ruter.	$(236^{-1} + 361^{-1})^{-1}$ 143 år	$(104496^{-1} + 1287^{-1})$ 1271 år	$(235^{-1} + 282^{-1})^{-1}$ 128 år
50 % af fiskeskibe og småskibe (LOA<25 m) sejler som før. Handelsskibe følger de endelige ruter.	$(472^{-1}+304^{-1})^{-1}$ 185 år	$(208991^{-1}+1280^{-1})^{-1}$ 1273 år	$(471^{-1}+245^{-1})^{-1}$ 161 år
Alle skibe følger de endelige ruter.	$(0+262^{-1})^{-1}$ 262 år	$(0+1274^{-1})^{-1}$ 1274 år	$(0+217^{-1})^{-1}$ 217 år

6.1.3 De enkelte rutebens bidrag

For at se hvilke ruteben, der bidrager mest til skib-møllekollisionerne, er Figur 6-1 og Figur 6-2 opstillet for scenariet, hvor halvdelen af de små skibe bliver ved med at følge de gamle ruter.

Forklaringer til Figur 6-1

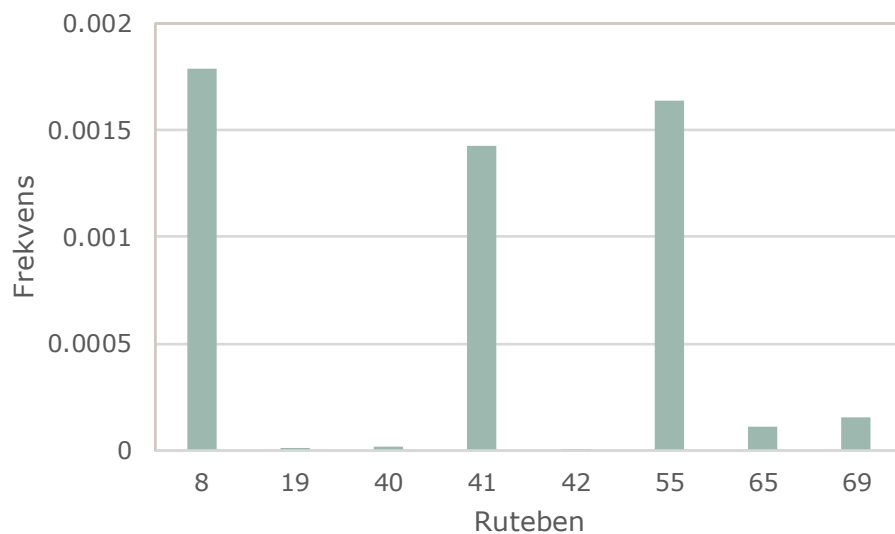
- 8 Den nord-sydgående rute 6-10 km vest for møllerne. Skibene her sejler meget spredt og bidrager med 30 % af alle de sejlene kollisioner. Er forventeligt i overkanten, da skibene sikkert vil snævre lidt ind.

⁴ Oprindelige ruter ("som før") = ruterne jf. Bilag C, endelige ruter = ruterne jf. Bilag D. Bemærk, at nogle ruter ikke ændrer sig, dvs. her viser Bilag C og D de samme ruteparametre.

⁵ Fiskeskibe under 50 m; større fiskeskibe indgår i tallet for handelsskibe.

- 19 Rutebenet øst for de sydligste møller. Størstedelen er vildfarne skibe (CAT IV jf. Bilag B)
- 40, 65 Skibe, der sejler på ruterne lige nord for møllerne.
- 41 Skibe, som sejler ud fra Thyborøn og glemmer at dreje sydpå. Bidrager med 28 % af de samlede sejrende kollisioner.
- 42 Ruten langs den jyske kyst øst for møllerne. Sejler for tæt til at de vil ramme møllerne.
- 55, 69 Den nord-sydgående rute lige vest for møllerne. Størstedelen er vildfarne skibe (jf. Bilag B). Bidraget fra ruteben 69 er lille, da skibene her har snævret ind. Bidraget fra ruteben 55 og 69 er 35 % af den samlede

Frekvensen for sejrende skib-møllekollisioner er således i vidt omfang domineret af skibe på de to ruter, der forløber vest for møllerne samt skibe, der vil sejle øst om møllerne, men når ikke at dreje efter at have forladt Thyborøn havn.



Figur 6-1 Kollisionsfrekvens for sejrende skibe for de mest bidragende ruteben.

Forklaringer til Figur 6-2, drivende skibe

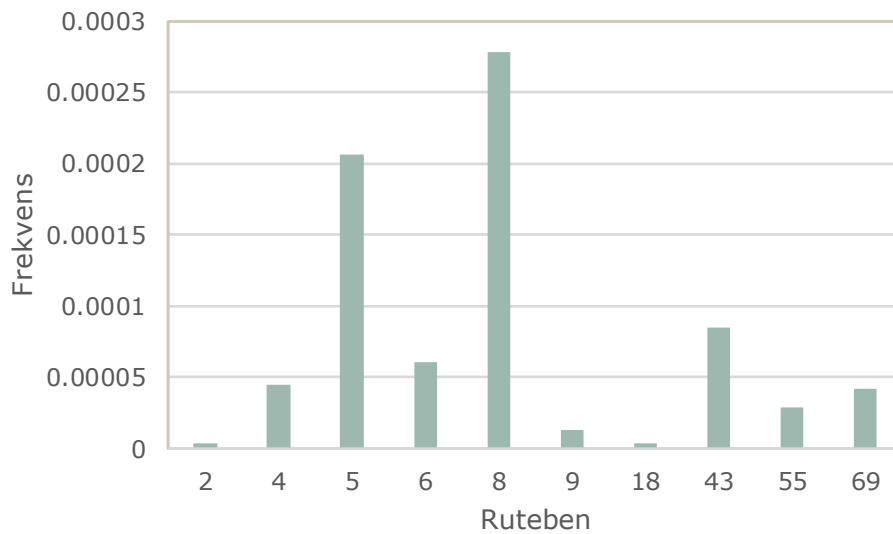
- 4, 5, 6 Den store hovedrute ude i Nordsøen. Den er 20 km væk fra møllerne. Men fordi der er så mange skibe og de sejler meget spredt, giver den et synligt bidrag.
- 8, 9, 43 Den mindre hovedrute ude i Nordsøen⁶. Den er mellem 5 og 10 km væk fra møllerne.

⁶ Rute 9 er den sydlige forlængelse af rute 8 på Figur 5-8 (rutenumret er ikke synligt på figuren)

55, 69 Den nord-syd gående rute lige vest for møllerne.

2, 18, 65 Små bidrag fra ruteben med mange skibe⁷.

Frekvensen for drivende skib-møllekollisioner er dermed domineret af skibe, der sejler vest for parken, hvilket både skyldes den intense trafik og den overvejende driveretning, jf. også Figur 3-3. Der sejler kun forholdsvis få skibe øst for møllerne, hvilket forklarer, at de ikke bidrager til kollisionsfrekvensen i væsentligt omfang.



Figur 6-2 Kollisionsfrekvens for drivende skibe for de mest bidragende ruteben.

⁷ Rute 18 er den nordlige forlængelse af rute 56 på Figur 5-8 (rutenumret er ikke synligt på figuren)

6.1.4 Skibe der fisker inde i området

Som beskrevet i afsnit 5.5 giver dette ikke væsentlige påvirkninger af sejladsikkerheden, da en evt. kollision sker ved meget lav hastighed. Der fiskes, i området omkring vindmøllerne, flere skibe end AIS-data viser. I forhold til Vesterhav Syd er det meget få skibe som fisker omkring Vesterhav Nord møllerne.

6.1.5 Sandsugningsfartøjer

De sandsugningsfartøjer, som opererer i området, må forventes at være bekendt med møllerne. Det regnes med, at fartøjerne vil sejle mellem møllerne på vej til og fra indvindingsområderne vest for møllerne. Da de sejler en forholdsvis kort distance, vil styrmanden næppe være uopmærksom i længere perioder eller endda falde i søvn på vej ud til området. Desuden må det forventes, at skibene vil bevæge sig langsomt det sidste stykke af deres vej ind til indvindingsområdet, hvilket må forventes at begrænse skaderne, hvis der imod al forventning skulle ske en kollision. Den tilbageværende risiko for en kollision med en mølle ved fuld hastighed betragtes som ubetydelig sammenlignet med de øvrige skibs-møllekollisionsscenarier, jf. afsnit 6.1.2 og 6.1.3.

Der er dog mulighed for at fartøjet kan få maskinproblemer og begynde at drive. Fartøjerne, som opererer nord for mølleparken vil med altovervejende sandsynlighed drive væk fra møllerne, jf. positionen af de nordlige indvindingsområder (Figur 5-11 og Figur 5-12) og driverosen (Figur 3-3). Men dem, som opererer i de sydlige og vestlige indvindingsområder, har mulighed for at drive mod møllerne.

I 2018 var der 544 passager af de sydlige møllepositioner med sandsugningsfartøjer. Med udgangspunkt i modellen for drivende skibe jf. Bilag B, afsnit B.4, beregnes returperioden for drivende skib-møllekollisioner som cirka 9000 år. Sammenlignet med det totale antal drivende kollisioner for hele modellen, er dette tal forholdsvis stort. Det skyldes at sandsugerne sejler forholdsvis tæt på møllerne, selv når de sejler lige midt mellem to møllepositioner, hvilket de forventes at gøre i det fleste tilfælde. Møllerne 700 m fra hinanden, hvilket giver en passage i 350 meters afstand. Drivmodellen er naturligt nok meget følsom over for afstanden til møllerne, da denne afstand afgør, om skibet kan nå at reparere sig selv. Resultatet er imidlertid ufølsomt overfor, om driveafstanden er 350 m eller en mindre, fordi alle afstande under 350 m er for korte til, at skibet kan repareres inden kollisionen, når man tager udgangspunkt i antagelserne i /GL, 2004/. Sammenligner man kollisionsfrekvensen med de samlede kollisionsfrekvenser for samtlige skibe, dvs. sejlede og drivende skibe, er risikoen ubetydelig.

6.2 Konsekvensbetragtninger og mulige tiltag

Dette kapitel har vist, at frekvensen for skib-møllekollisioner er meget lav (skridt 1). Ifølge proceduren (jf. afsnit 2.2) vurderes det derfor ikke at være nødvendigt at gå videre med en konsekvensvurdering (skridt 2) eller en vurdering af mulige risikoreducerende tiltag (skridt 3).

7 Anlægs- og nedtagningsfasen

7.1 Anlægsfasen

Under etableringen forventes hele området at være lukket med en bufferzone på ca. 500 m. Kranskibe, kabelinstallationsfartøjer, fartøjer til mølletransport og installationsfartøje vil formentlig komme fra Hanstholm eller Esbjerg, muligvis også fra Thyborøn. Arbejderne sejles hver morgen ud til området og hjem igen hver aften. Det vil formentlig ske fra Thyborøn. Under arbejdet overvåges området med et maritimt koordineringscenter, der kan kalde skibene op, hvis der er tegn på farlige situationer eller bare for at orientere skibsfarten om, hvad der foregår.

Uanset om anlægsfartøjerne kommer fra Hanstholm, Esbjerg eller Thyborøn, vil de ikke have anledning til at tilslutte sig hovedruten fra Den Engelske Kanal til Skagen (ruteben 4/5/6), da dette ville være en omvej. I området mellem mølleparken og hovedruten sejler cirka 4000 skibe om året i nord-sydgående retning og cirka samme antal i øst-vestgående retning, altså omtrent 11 skibe om dagen ad hver af disse to hovedakser.

Der er lavet nogle overslagsberegninger baseret på de generelle principper for skib-skibkollisionsmodellering, jf. f.eks. /BRISK, 2012/ samt nogle konservativt valgte antagelser:

- > Alle nuværende skibe sejler med 12 knob
- > Alle anlægsskibe sejler med 5 knob
- > Der er 4000 anlægsskibe om året
- > Alle skibe er 150 m lange og 30 brede
- > Alle skibe på samme rute sejler med præcis samme tværgående fordeling med ens middelværdi og en spredning på 600 m
- > Alle skibe sejler uden lokalkendskab og uden speciel opmærksomhed på situationen omkring anlægsområdet
- > Der er ingen trafikovervågning, lodsning eller lignende

Det skal bemærkes, at lange og brede skrog samt langsom sejlads øger sandsynligheden for en kollision mellem de involverede skibe. Det samme gælder for en lille spredning, altså en snæver tværgående fordeling.

Med disse antagelser fås en nuværende returperiode for krydsende og modgående kollisioner på cirka 100 år. Sejlads med anlægsskibe reducerer returperioden til cirka 14 år med de valgte ugunstige antagelser. I virkeligheden vil mange skibe vil have omfattende lokalkendskab. Desuden vil der være et maritimt koordineringscenter, der koordinerer den anlægsrelaterede sejlads og derudover har mulighed for at kalde anlægsrelaterede og tredjepartsskibe op, hvis de er på kollisionskurs, jf. afsnit 3.4.5. Med dette tiltag regnes med en forlængelse af returperiode med cirka en faktor 4, jf. /GL, 2010/, svarende til mere end 50 år. Når antagelserne er ugunstigt valgte, kan der generelt regnes med, at en mere detaljeret beregning ville kunne eftervise en endnu

længere returperiode for skib-skibkollisioner både for udgangssituationen og for anlægsperioden.

Grundstødninger af anlægsrelaterede skibe kan forekomme, men er ikke mere sandsynlige end for den øvrige trafik.

Selvom den anlægsrelaterede skibstrafik forventes at påvirke risikoen for skib-skibkollisioner, vurderes tillægget ikke som urimelig stort i forhold til projektets størrelse og formål. Dette forudsætter imidlertid, at det maritime koordineringscenter faktisk iværksættes som risikoreducerende tiltag i anlægsfasen.

Kollisioner på grund af passerende skibe, der forvilder sig ind i anlægsområdet, kan forekomme, men forventes ikke at være mere sandsynlige end det tilsvarende scenario i driftsfasen (skibs-møllekollisioner, jf. kapitel 6).

Ulykker inde i anlægsområdet uden involvering af passerende skibe (f.eks. under løft af materialer, ved persontransfer eller indbyrdes kollisioner af anlægsfartøjer) kan forekomme, men skal håndteres ved at overholde de specifikke regler. Det samme gælder ulykker med pramme i Thyborøn Havn ved mulig udskibning fra denne havn.

7.2 Nedtagningsfasen

Vindmøllerne forventes at have en levetid på 25-30 år. Nedtagningen vil langt hen ad vejen være den modsatte proces af opsætningen af møllerne. Da opsætningen af mølleparken ikke forventes at give problemer for skibsfarten, forventes nedtagningen heller ikke gøre det. Men hvordan situationen ser ud om 25 år eller mere er i sagens natur vanskeligt at sige.

8 Analyse af kumulative effekter

Trafikmodellen tager højde for vindmølleparken Vesterhav Syd længere mod syd, som projekteres parallelt med Vesterhav Nord; det er dog Vesterhav Nord, der påvirker trafiksituationen ved Vesterhav Syd og ikke omvendt. Denne kumulative virkning er derfor medtaget i sejladsrisikovurderingen af Vesterhav Syd /VH Syd, 2019/.

Der er planer om opførelse af vindmølleparken Thor længere ude i Nordsøen, vest for Vesterhav Nord. Der er ikke tilstrækkelig klarhed over udformningen af denne vindmøllepark endnu, som derfor ikke indgår i den kumulative betragtning. Omvendt vil sejladsvurderingen af Thor, når den til sin tid kommer, skulle tage højde for kumulative effekter på grund af Vesterhav Nord.

9 Konklusioner

Beregningerne i rapporten viser, hvad 21 stk. 8,4 MW vindmøller, placeret i havet sydvest for Thyborøn, vil betyde for sejladsikkerheden i området. Beregningerne er baseret på AIS-data samt antagelser om møllernes påvirkning på det fremtidige trafikmønster og samt oplysninger fra HAZID-workshoppens deltagere. Skibstrafikken i nærområdet er domineret af fiskeskibe og skibe under 100 m.

Møllerne vil betyde, at skibenes ruter vil forløbe lidt anderledes end i dag. Den nord-sydgående rute vest for møllerne forventes at rykke mellem 3 og 5 km mod vest. Den øst-vestgående rute nord for møllerne forventes at rykke 1-2 km nordpå. Det drejer sig alt i alt om beskedne ændringer i skibenes ruter.

Analysen viser, at møllerne ikke udgør nogen væsentlig fare for handelsskibene i området. Når sidstnævnte ændrer deres ruter som forventet, er der beregnet, at returperioden for skib-møllekollisioner vil være 282 år. I det tal indgår skibe som er længere end 25 m, men ingen fiskeskibe.

En del fiskeskibe og småskibe vil fortsætte med at sejle gennem vindmølleområdet, hvilket sagtens kan lade sig gøre med en mølleafstand på 700 m. Hvis alle fiskeskibene og de mindre både fortsætter med at sejle gennem vindmølleområdet som i dag, bliver returperioden for skib-møllekollisioner for disse skibe 235 år. Hvis kun halvdelen fortsætter gennem området, bliver returperioden 471 år for de tilbageværende skibe på de oprindelige ruter. Den reelle kollisionsfrekvens for disse skibe vil givetvis være noget lavere end tallene viser, da det må forventes at skibe, som forlader Thyborøn, ikke sætter kursen direkte på en mølle, kort efter at de har forladt havnen. Returperioden for den anden halvdel af fiske- og småskibene, der flytter over på de endelige ruter, bliver 1891 år.

Med en returperiode på over 200 år for handelsskibe samt skibe længere end 25 m, og over 400 år for fiskeskibe og de helt små skibe, vurderes det, i overensstemmelse med proceduren /DNV/COWI, 2013/, ikke at være nødvendigt med en konsekvensanalyse. De 21 møller vil altså ikke udgøre en nævneværdig fare for skibsfarten i området.

I anlægsfasen falder returperioden for skib-skibkollisioner fra cirka 100 år for nuværende situation til knap 15 år som følge af de mange anlægsrelaterede skibe, hvis der ikke indføres nogen risikorelaterede tiltag. Med den planlagte trafikovervågning (maritimt koordineringscenter) bliver returperioden imidlertid længere end 50 år, hvilket anses som en rimelig håndtering af den midlertidige tillægsrisiko.

10 Forkortelser

AIS	Automatic Identification System (radiobaseret digitalt system, hvor skibe sender beskeder med deres position, fart, kurs, dimensioner, skibstype, identitet mm. i regelmæssige intervaller)
CTV	Crew transfer vessel (fartøj til mandskabstransport til og fra offshore-installationer)
DWT	Dødvægt (dead weight tonnage)
GT	Bruttotonnage (gross tonnage)
HAZID	Hazard identification (formel fareidentifikationsproces)
IMO	International Maritime Organization
IMO-nummer	Internationalt skibsregisternummer iht. IMO-regler, tildeles af IHS Markit
LOA	Længde over alt (length over all)
MMSI	Maritime Mobile Service Identity (9-cifret kaldenummer, der bruges til at identificere skibe, kystradiostationer og grupper af samme, i forskellige former for radioudstyr og i AIS-udstyr.)
VMS	Vessel Monitoring System (radiobaseret digitalt system, hvor fiskeskibe sender beskeder med deres position, identitet, type af fiskeriaktivitet mm. i regelmæssige intervaller)
VTS	Vessel Traffic Service (døgnbemandet overvågning og vejledning af trafikken i et afgrænset søområde)

11 Referencer

- /BRISK, 2012/ COWI for Søværnets Operative Kommando: Project on sub-regional spill of oil and hazardous substances in the Baltic Sea. Model report: Part 4 – Frequency and quantity of spill of oil and hazardous substances. Rapport nr. P-70618-3.1.3-04, 01.05.2012
- /COWI, 2017/ COWI for Vattenfall: Vesterhav Nord Offshore Wind Park. Wind and site conditions report. Rapport nr. A094816-01-01, ver. 3.0, 19.07.2017
- /DNV/COWI, 2013/ DNV & COWI: Memo omkring sejladsforhold: Koordinering af metoden for Horns Rev 3 og Kriegers Flak, 2013
- /DNV, 2014/ DNV for Energinet: Hazardidentifikation og kvalitativ risikoevaluering af sejladsikkerheden for Vesterhav Nord Havmølleprojekt. Rapport nr. PD-644204-18PYFR2-2, rev. 0, 27.02.2014
- /HR3, 2017/ COWI/Orbicon for Vattenfall: Horns Rev 3 Offshore Wind Farm. Navigational Risk analysis. 2017, Rapport nr. HR3-TR-036, version 01, 17.02.2017
- /GL, 2010/ Germanischer Lloyd (GL): Offshore Windparks – Parameter für Risikoanalysen im Genehmigungsverfahren und Wirksamkeit kollisionsverhindernder Maßnahmen, rapportnummer SO-ER 2010.095, version 1.0, 2004
- /IMO, 2002/ International Maritime Organization (IMO): Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in IMO rule-making process. 5. april 2002
- /KF, 2015/ DNV-GL for NIRAS: Kriegers Flak Havmøllepark. Sejladsforhold. VVM-redegørelse. Teknisk baggrundsrapport, oktober 2015
- /Lentz & Kroon, 2010/ A. Lentz & I.B. Kroon, Oil spill risk and the socio-economic effect of mandatory pilotage
- /NIRAS 2015/ NIRAS for Kystdirektoraktet: Spredning af klapmateriale på klappads i Nordsøen, version 2, 27. november 2015
<https://naturstyrelsen.dk/media/183618/bilag-7-spredning-af-klapmateriale-paa-klapplads-i-nordsoeen.pdf>

- /Peter Friis-Hansen 2008/ Peter Friis-Hansen: Basic Modelling Principles for prediction of collision and grounding frequencies. DTU. 2008
- /Tech-Wise, 2002/ Tech-Wise: Wind resources at Horns Rev. Rapport nr. D-160949, december 2002
- /VH Syd, 2019/ COWI for Vattenfall: Havvindmøllepark Vesterhav Syd: Sejladsrisikovurdering. Rapport nr. A122740-003, version 1.0, 08.11.2019
- /Vinnem, 2007/ Jan Vinnem: Offshore Risk Assessment – Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, 2nd edition, Springer, 2007

Bilag A HAZID-protokol

Fareidentifikationsmødet (HAZID) blev afholdt i Menighedshuset i Hvide Sande den 2. oktober 2019.

A.1 Deltagere

Tabel A-1 Deltagerliste

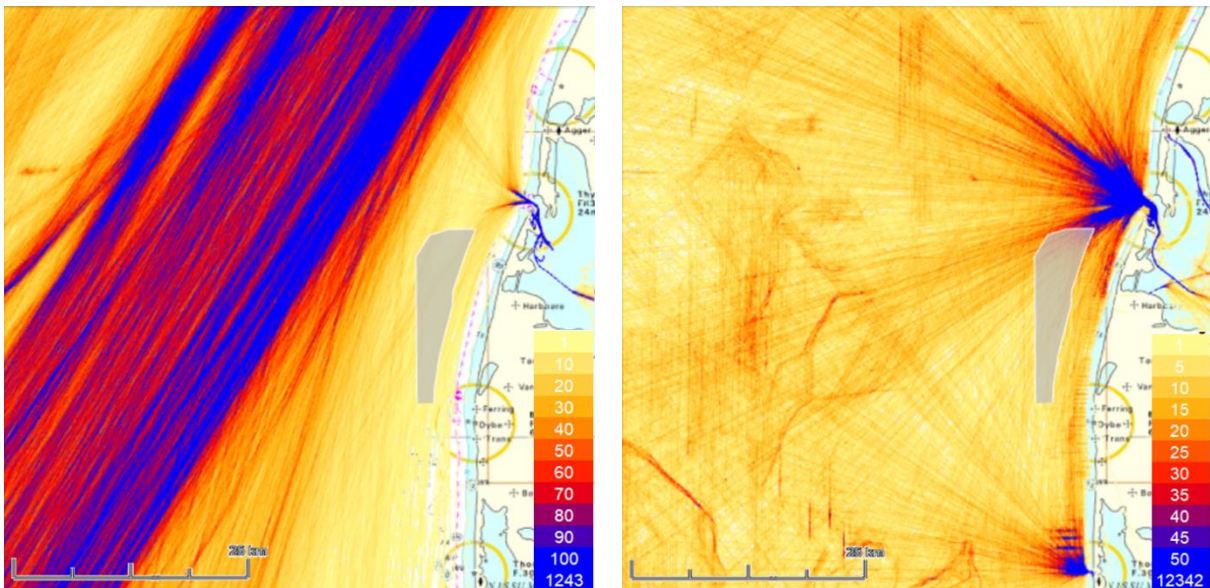
Navn	Stilling	Firma/institution
Brian Lohmann	Maritime Operationer - Operationsstaben	Søværnet
Henrik Kinch	Havnevagt	Hvide Sande Havn
Michael Fries	Teamleder	Esbjerg Havn
Kurt Mathiesen	Havneassistent	Esbjerg Havn
Christen Fjord	Fiskeskipper	(baseret i Hvide Sande)
Kurt Adersen	Fiskeskipper	(baseret i Hvide Sande)
Lars Høj	Fiskeskipper	(baseret i Hvide Sande)
Lasse G. Sörns	Formand	Rømø - DFPO - Danmarks Fiskeriforening Producent Organisation
Ingeborg Boserup Frich	Sekretær	Sydvestjysk Fiskeriforening
Henning Yde	Maritim Chef	Hvide Sande Havn
Peter Dam	Nautisk konsulent	Søfartsstyrelsen
Enevold Mose	Fisker	(baseret i Hvide Sande)
Thomas Hansen	Fisker	(baseret i Hvide Sande)
Arne Rahbek	Senior Policy & Communication Advisor	Vattenfall
Bettina Skovgaard Jensen	Environmental Specialist	Vattenfall
Bettina Ousen	Project Management Officer	Vattenfall
Albrecht Lentz	Seniorspecialist, risikoanalyse	COWI
Erik Sonne Ravn	Seniorspecialist, risikoanalyse	COWI
Per Ulrik Holmsen	Specialist, risikoanalyse	COWI

Dansk Sejlunion deltog ikke, men gav inden workshoppen skriftlig besked til Vattenfall om, at de ikke ser nogen konflikter mellem den planlagte vindmøllepark og lystsejladser i området.

De fleste deltagere ved workshoppen var tilknyttet Hvide Sande Havn, hvilket formodentlig skyldtes den parallelt afholdte HAZID-workshop for vindmølleparken Vesterhav Syd. Det skal imidlertid fastholdes, at interessenter med overvejende tilknytning til Thyborøn Havn og Thorsminde Havn havde været inviteret i samme omfang. De fleste deltagere gav imidlertid udtryk for, at de godt kender området ved Vesterhav Nord, både i forbindelse med sejlads, fiskeri og anløb af Thyborøn Havn og at de føler sig kvalificeret for at dække begge områder. Det er også COWIs vurdering, at deltagerne udviste det fornødne lokalkendskab.

A.2 Definition af sejlruterne i området

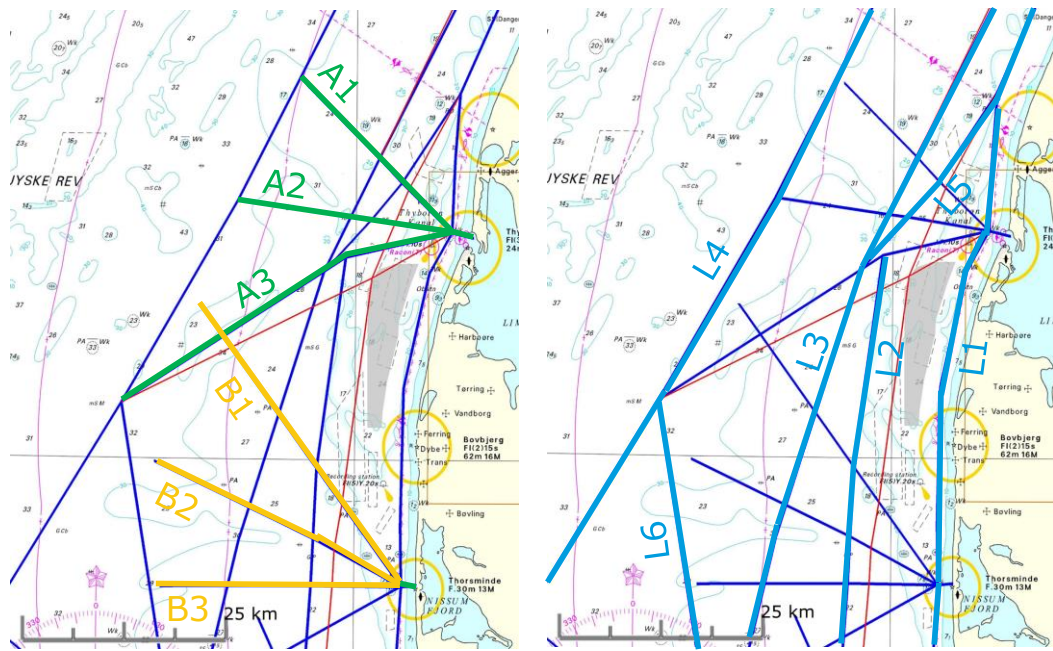
Sejlruterne i området omkring den planlagte vindmøllepark er baseret på AIS-data, der beskriver skibstrafiktætheden. Data er indsamlet over hele kalenderåret 2018, jf. afsnit 3.4.1. AIS-trafikintensitetsplottene jf. Figur A-1 blev vist under workshoppen.



Figur A-1 Trafikintensitetsplot af handelskibe (venstre) og fiskeskibe (højre) baseret på AIS-data fra 2018 (hele året)

Sejlruterne i Figur A-2 er defineret med det formål at forenkle kommunikationen mellem HAZID'ens deltagere. Derudover tjener de som overordnet struktur, dvs. ruterne diskuteres en efter en. Da mange af ruterne har de samme forhold, gøres der mere ud af nogle ruter.

Tallene vist under Figur 5-1 blev ligeledes vist under HAZID-workshoppen.



Figur A-2 Rutedefinitionerne, som blev brugt under HAZID

A.3 Sejladsrelaterede farer i driftsfasen

For at holde processen simpel, er fareidentifikationen brudt ned til to hovedtrin:

- 1 Identificering af alle sejladsrelaterede farer, der kan tænkes at opstå i forbindelse med tilstedeværelsen af en ny vindmøllepark
- 2 Identificering af de specifikke farer på de enkelte ruter, inkl. kommentarer til deres hyppighed, alvor og mulige sikkerhedsforanstaltninger.

A.3.1 Generel gennemgang af sejladsrelaterede farer

Tabel A-2 Generel gennemgang af sejladsrelaterede farer under drift af vindmølleparken

Fare	Konsekvens	Alvor	Kommentar
Skib-skibkollisioner	<ul style="list-style-type: none"> > Personskader > Oliespild 		
Grundstødninger	<ul style="list-style-type: none"> > Oliespild 		
Kollisioner med vindmøller	<ul style="list-style-type: none"> > Personskade ved kollision/forlis > Oliespild > Strømslag (personskade) > Faldende møllekomponenter (personskade) 	Større skibe kan vælte møller og få bunden revet op på spidserne fra brud.	Sejlende skibe <ul style="list-style-type: none"> > Møller er synlige på radar. > Møller markeres hensigtsmæssig med lys. Drivende skibe <ul style="list-style-type: none"> > I godt vejr kan de ankre. > Redningsbåden kan hjælpe den størrelse som kommer til Hvide Sande (i starten).

Fare	Konsekvens	Alvor	Kommentar
Søkabel rammes med anker	<ul style="list-style-type: none"> > Brud på kabel > Ingen sikkerhedsmæssige konsekvenser 		<ul style="list-style-type: none"> > Nedgravning af søkabler > Afdækning som følge af sandvandring pga. strømforhold > Der lægges to parallelle søkabler med 50-100 m mellem (også mellem møller er der to)
Nedfaldende is fra møller om vinteren	<ul style="list-style-type: none"> > Personskade 		<ul style="list-style-type: none"> > Vattenfall: Ingen de-icing
Ulykker med lystbåde	<ul style="list-style-type: none"> > Et lystfartøj som driver ind i en mølle burde kunne klare det. Kan ligefrem være en mulighed for at fortøje båden. Afhænger dog af vejret. 		

Generelle kommentarer:

- > Vindmøller er ikke designet til kollision, hvilket betyder, at alle kollisioner bortset fra meget små skibe med lav hastighed kan betragtes som uønskede.
- > Søfartsstyrelsen har ingen indberetninger om vindmøllekollisioner i Danmark.
- > Havvindmøller ses fint på radar.

Generelle risikoreducerende tiltag kan være:

- > Beredskabsplaner: Operatøren har sin egen beredskabsplan, der dog kun omfatter egen bemanning. Hvis denne ikke slår til, vil Værnsfælles Forsvarskommando (VFK) træde til med det formål at redde menneskeliv men ikke materiel.
- > Nødstop af møller: Møllerne kan stoppes ved kollision, så konsekvensen kan reduceres.

A.3.2 Gennemgang af sejlruterne i området

Generel diskussion:

- > Søfartsstyrelsen kommenterer, at der er mange små skibe og lystbåde, som ingen AIS har inde ved kysten. De tilstedeværende fiskere vurderer, at cirka halvdelen af de små fiskeskibe under 15 m længde (dvs. uden AIS-pligt), der sejler tæt på kysten, ikke er udstyret med AIS.
- > Dansk Sejlunion deltog ikke, men gav inden workshoppen skriftlig besked til Vattenfall om, at de ikke ser nogen konflikter mellem den planlagte vindmøllepark og lystsejladser i området.
- > Må man slæbe/fiske mellem møllerne i driftsfasen? Ifølge Vattenfall vil der typisk gælde en sikkerhedsafstand på 200 m fra alle kabler.
- > Fiskerbåde trækker langs med sten og rev.
- > Krabbefiskeri foregår inde ved kysten (små fartøjer)
- > Ifølge deltagerne sejler ingen store skibe ind til Limfjorden/Thyborøn. AIS-dataene viser, at der i hvert fald sejler nogle mellemstore skibe op til 150 meters længde over alt og op til 14.000 DWT (jf. Figur 5-1).
- > Handelsskibe (små coastere) foretrækker at sejle tættere mod kysten (dvs. inden om møllerne), når det blæser fra øst (mindre bølger/læ).
- > Adskillelse af fiskende fiskeskibe og fiskeskibene i transit på AIS:
 - > Fiskeri ved 2,6-3 knob, op til 6 knob ved bundtrawl → ≤6 knob = fiskeri
 - > > 6 knob = transit

Tabel A-3 Gennemgang af sejladsrelaterede farer i driftsfasen

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
A1-1	<i>Bliver ikke særlig berørt</i>				
A2-1	<i>Bliver ikke særlig berørt</i>				Transit til Jyske Rev. Nord for "Bette Rende".
A3-1	Drivende handelsskibe rammer møllerne	Handelsskibe vil holde afstand. Op til 20.000 DWT kan standses med anker. Støre skibe kan ikke standses når de driver med mere en 1½ knob. Redningsbåden og Fiskerikontrollens skibe kan hjælpe skibe op til en vis størrelse (i starten).			Nord-sydgående strøm. Vind fra vest presser skibe ind i området.
A3-2	Drivende Fiskeskibe rammer møllerne.	Redningsbåden og Fiskerikontrollens skibe kan hjælpe.	Fiskere fra 6 fiskeskibe tilstede ved workshoppen – motorstop sidste 10 år: 1x1, 1x2 (havareret motor og vand i brændstof). 6×10år = 60 skibsår vs. 3 havarier → 1/20 = 0,05 havari per år for fiskeskibe (1 hvert 20. år) ⁸	Kan give hul i skroget.	Fiskeskibe bruger ruten i transit; især større skibe (til Tobis osv.)

⁸ Det har stået lidt uklart, om ikke der endda kunne have været tale om det dobbelte antal, dvs. 6 havarier i alt; for en sikkerheds skyld bruges derfor det dobbelte, dvs. 0,1 havarier per år, som rettesnor.

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
A3-3	Drivende Sandsugningsfartøjer rammer møllerne.	Redningsbåden og Fiskerikontrollens skibe kan hjælpe.			Kommer fra Limfjorden. Sejler i dag gennem området. Der ligger mulige sandindvindingsområder i området.
B1-1	<i>Bliver ikke særlig berørt. samme gælder rute B2 og B3</i>				
L1-1	Fiskeskibe rammer møllerne (sejlende eller drivende påsejling)		Meget lille sandsynlighed		Langs med kysten sydover: Fiskeri af stedbider, garnfiskeri. Transit til Hvide Sande.
L1-2	Handelsskibe rammer møllerne (sejlende eller drivende påsejling)		Meget lille sandsynlighed		
L1-3	Fiskeskib, trawler: Kabel rives over / beskadigelse af kabel. Kan forårsages af fiskegrej (f.eks. bundtrawl) eller anker (nødkring af drivende skib)	Kablet skal graves 1-1,5 meter ned. Dog kan kraftig N-S strøm i vandet medføre sandvandring og kan blotte dele af kabel. Stensætning ca. 50 m fra møllerne – påbudt sikkerhedsafstand 200m. Forbud mod at fiske over kabel med bundredskab. Møllejer skal give tilladelse til at trawle.	Hænder	Ingen sikkerhedsmæssige konsekvenser	<u>Note:</u> Der graves 2 parallelle søkabler med 50-100 m imellem → 200+100+200 = 500 m

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
L2-1	Handelsskibe rammer møllerne (sejlende eller drivende påsejling)	Drivende skibe: Som A3-1			Bliver presset noget ud mod vest
L2-2	Fiskeskibe rammer møllerne (sejlende eller drivende påsejling)	Drivende skibe: Som A3-2			
L3-1	Handelsskibe rammer møllerne (sejlende eller drivende påsejling)	Drivende skibe: Som A3-1			Rute L2 og L3 vil muligvis smelte sammen. Den endnu ikke projekterede havvindmøllepark Thor vil kunne give ændringer i ruterne.
L4-1	Drivende handelsskibe rammer møllerne	Drivende skibe: Som A3-1	Meget lille sandsynlighed		Den endnu ikke projekterede havvindmøllepark Thor vil kunne give ændringer i ruterne.
L5-1	Drivende handelsskibe rammer møllerne	Drivende skibe: Som A3-1	Meget lille sandsynlighed		Den endnu ikke projekterede havvindmøllepark Thor vil kunne give ændringer i ruterne.

A.4 Sejladsrelaterede farer i anlægsfasen

Tabel A-4 Gennemgang af sejladsrelaterede farer i anlægsfasen

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hyppighed	Konsekvens	Kommentar
E-1	Sejlads fra Esbjerg, Thyborøn eller Hanstholm ved udskibning af møller: Skib-skibkollision	Relativt lavt trafikeret område. Sikkerhedszone ca. 500 m udenfor hele opstillingsområdet (så der ikke behøves at laves ændringer af zonen under hele etableringsperioden). CTV'erne har erfaring med at sejle i området, med høj manøvreedygtighed. Marinekoordinering, med base i Esbjerg. Parkens afgrænsningsområde er markeret med udlagte bøjer.			Store skibe kommer formodentlig fra Esbjerg ved etablering af mølleparken. De store skibe sejler udenom Horns Rev 3/ Slugen. CTV'er fra Vattenfall og møllekonstruktør sejler formodentlig fra Thyborøn. Ca. 4 CTV'er i mølleområdet. Formodentlig intet afviserfartøj i parken.
E-2	Mulig udskibning fra Aalborg via Limfjorden til Thyborøn giver travlhed i havnen				Eventuelt tab af kontrol ved manøvrering af pram i havn med slæbebåd

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
E-3	Drivende skibe driver ind i byggeområdet	Skibe op til 20.000 DWT kan standses med anker. Store skibe kan ikke standses når de driver med mere en 1½ knob. Slæbebåd: Redningsbåde i alle havne, kan slæbe kystnært. Større skibe: Esbjerg havn. Fiskerikontrollens skibe. Eventuelt CTV'er De har kontakt med et maritimt koordineringscenter for parken.			CTV'er morgen og aften; Havnen taler med dem (kanaler mv.). Ligger ved egen kaj, separat fra fiskefartøjerne.
E-4	Kollision med kabellægningskib, graveskibe eller kranskibe	Løbende zone 300-400 m fra kabelskib 200 m zone på hver side af kabel. Transformestation på land ikke offshore. Nogle kabelskibe har afviserfartøj. Marinekoordination (24/7) og kabelskibe holder øje og kontakter. Kan etablere arbejdskorridor fra land til park (midlertidigt søkort; information til søfarere). De har kontakt med et maritimt koordineringscenter for parken.			Vattenfall ejer eksportkabelet. Marinekoordination holder også øje med parken i driftsfasen. Nogle parker har radar ude på hjørnerne, og kameraer som Marinekoordination kan styre. Yderligere info kan Vattenfall komme med ved behov.

A.5 Sejladsrelaterede farer i nedtagningsfasen

Workshoppens deltagere identificerede ikke nogen farer, der adskiller sig fra anlægsfasen.

A.6 Yderligere sejladsrelaterede farer fra tidligere HAZID i 2014

I forbindelse med en tidligere miljøkonsekvensvurdering af samme vindmøllepark blev der allerede i 2014 gennemført en HAZID /DNV, 2014/. Efter den aktuelle HAZID blev rapporten fra den tidligere HAZID gennemgået med henblik på mulige oversete farescenerier. Det viser sig, at alle relevante farer fra 2014 er blevet identificeret. Nogle af forhold anses som for perifer, f.eks. mulig vanskeliggørelse af søredningsaktioner (SAR-aktioner) på grund af møllernes tilstedeværelse eller som underordnet, f.eks. drivende gods fra forbisejlende skibe.

Bilag B Kollisionsmodel

Til at estimere antallet af grundstødninger og skib-mølle kollisioner deles disse hændelser i to dele: For sejlede skibe under kontrol, og for drivende skibe der ikke er under kontrol. I det følgende bruges ordet hændelser om både grundstødninger og skib-mølle kollisioner hvis det ikke er nødvendigt at skelne.

B.1 Metode for sejlede skibe under kontrol

Antallet af sejlede hændelser beregnes ud fra nedenstående ligning og metoden er illustreret på Figur B-1.

$$N_c = N_s P_g P_c R$$

Hvor:

N_c	...	Antal hændelser per år
N_s	...	Det årlige antal skibe på den enkelte rute
P_g	...	Den geometriske sandsynlighed for at skibet har kurs mod objektet
P_c	...	Sandsynligheden for at skibet ikke afværger kollisioner, f.eks. ved at ændre kurs
R	...	Risikoreducerende faktorer fra f.eks. VTS, lods, særlige hjælpemidler ombord eller afmærkning af objektet

Det samlede antal kollisioner fås så ved at summere over alle skibe og ruter.

B.2 Hændelser på ruten

På Figur B-1 er en rute defineret ved tre punkter P_1 and P_2 and P_3 . Sandsynligheden for at et skib rammer et objekt fordi skibsføreren enten ikke ligger rigtigt på ruten eller glemmer at dreje ved punkt P_2 udregnes fra skibenes fordeling tværs over ruten. Tværfordelingen fastlægges ud fra AIS-data og fittes til en matematisk fordeling. Her bruges en kombination af normalfordelingen og den uniforme fordeling. P_g udregnes ud fra skibes bredde og objektets projicerede bredde ind på tværfordelingslinjen. Herefter kan sandsynligheden beregnes ud fra den matematisk estimeret tværfordeling. Udover at anvende AIS-fordelingen, antages det også at 2 % af skibene på hvert ruteben ikke sejler helt regelret og nogle helt uden for ruten. Det modelleres med en uniformfordeling.

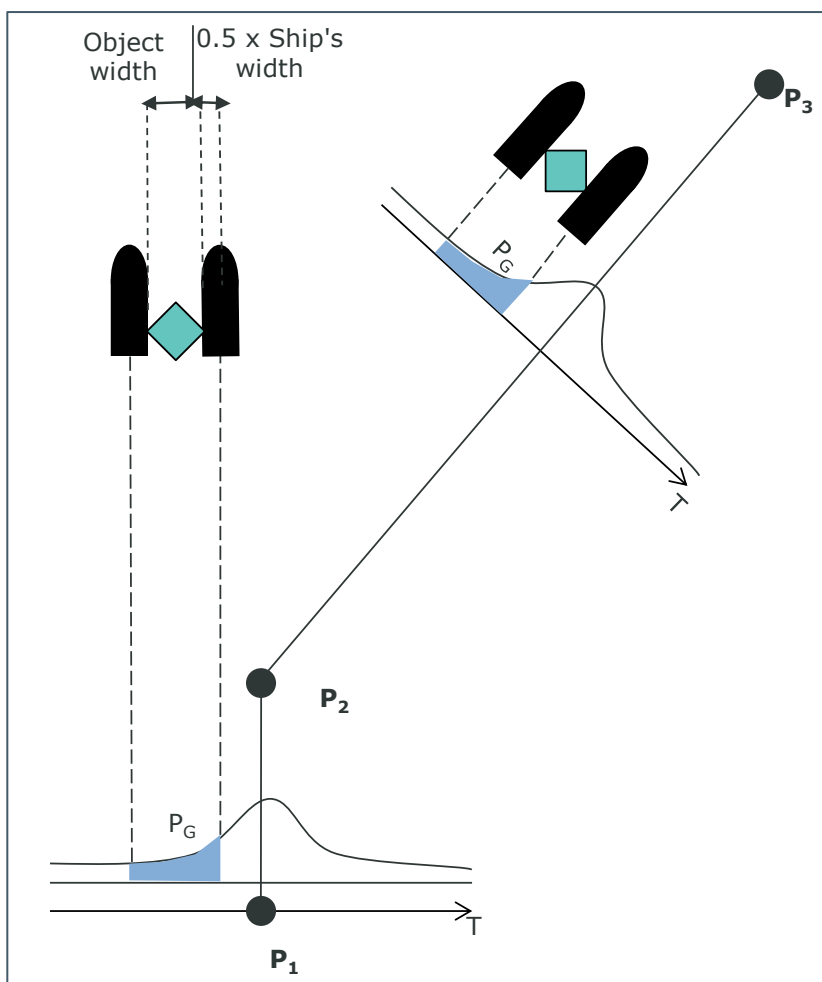
B.3 Skibet glemmer at dreje

For enden af hvert ruteben er der en sandsynlighed for at skibet glemmer at dreje. Den sættes til $3.0 \cdot 10^{-4}$ baseret på studier gjort i forbindelse med Storebæltsbroen. Herefter

er der en sandsynlighed for, at skibet opdager fejlen og retter den ved at gå ind på den rigtige kurs. Dette modelleres ved følgende:

- > 90% af skibene antages at kontrollere deres position hver gang skibet har sejlet 8 skibslængder. Sandsynligheden for at de ikke gør det sættes til 1 %.
- > 10 % af skibene fortsætter uden at kontrollere deres position. Det antages at 5% af disse "vågner" hver gang skibet har sejlet 8 skibslængder.

For skibe med lods ombord antages der 0,5 % sandsynlighed for at skibene ikke kontrollerer deres position. Kun 1 % af skibene antages ikke at kontrollere deres position hver 8. skibslængde.



Figur B-1 Geometrisk beregning af sandsynligheden for rutekollision og glemme-at-dreje-kollision

B.4 Metode for drivende skibe

Til at beregne hvor mange drivende skibe der grundstøder eller rammer møllerne anvendes følgende model:

$$P(I) = \sum_{i,j,k} N_i P(D) P(NR_{j,k}) P(D\alpha_{j,k}) P(T_j) P(L_j)$$

hvor:

$i \dots$	Indeks for skib af en given type og størrelse
$j \dots$	Indeks for skibets start position på ruten
$k \dots$	Index for forskellige drivhastigheder
$N_i \dots$	Antal skibe af en given type og størrelse
$P(D) \dots$	Sandsynlighed for at et skib begynder at drive på ruten
$P(NR_{j,k}) \dots$	Sandsynlighed for at skaden ikke kan repareres
$P(NF_{j,k}) \dots$	Sandsynlighed for at skibe ikke kan bruge ankeret
$P(D\alpha_{j,k}) \dots$	Sandsynlighed for at det drivende skib er på kollisionskurs med et objekt
$P(T_j) \dots$	Tværgående sandsynlighed
$P(L_j) \dots$	Langsgående sandsynlighed

Figur B-2 viser princippet i drivmodellen. De mulige positioner hvorfra skibe kan drive er vist som små cirkler. Sandsynligheden for hver position kan udregnes fra den langsgående fordeling (uniform) og den tværgående fordeling. Ruten er defineret fra punkt P1 til P2.

Sandsynligheden for at skibet får et blackout, $P(D)$, sættes til $2,5 \cdot 10^{-4}$ per time /GL 2010/. Et skib antages at sejle 75 % af året, hvilket giver 1,6 blackout per år. /Peter Friis-Hansen 2008/ brugte 0,75 per år. Så de 1,6 brugt i dette studie giver muligvis lidt konservative værdier.

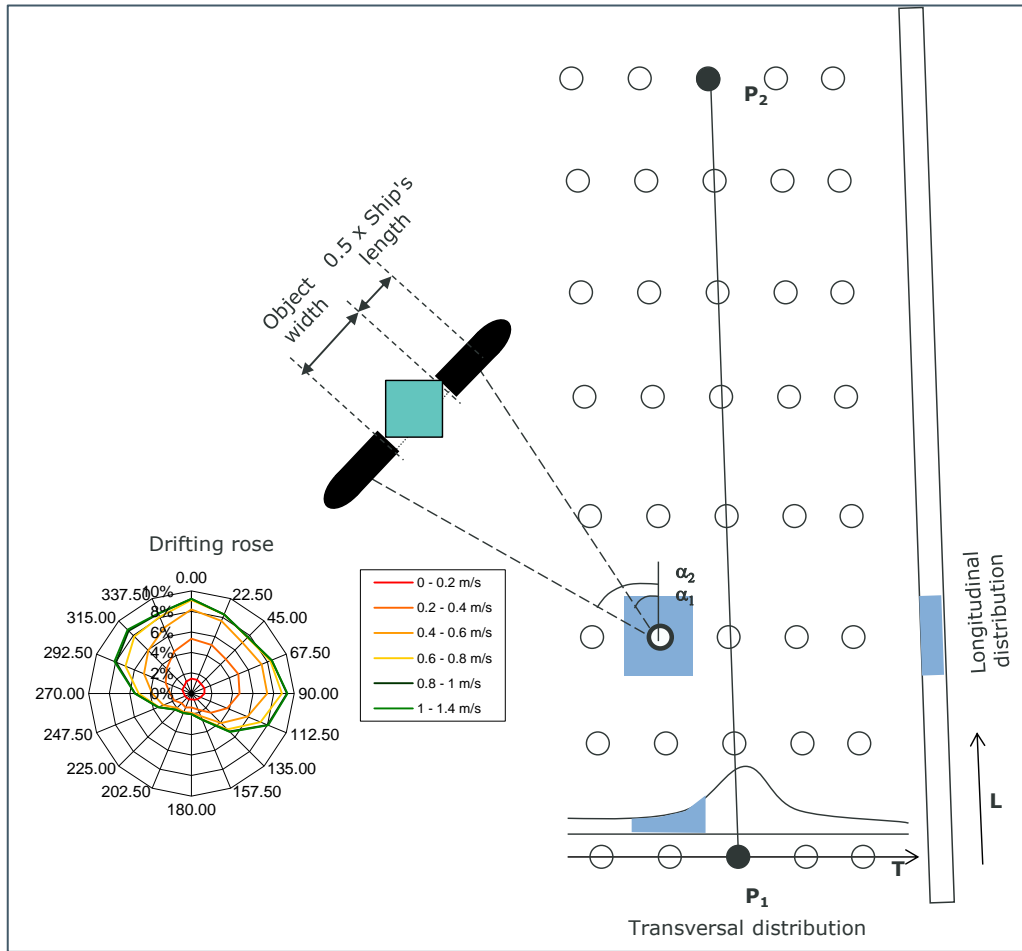
Sandsynligheden for at skibet ikke repareres inden det rammer et objekt er $P(NR)$. Den tid man har til at reparere skibet afhænger af drivhastighed og afstand til objektet. /GL 2010/ anbefaler følgende funktion for at skibet ikke repareres:

$$f_{\text{no repair}}(t) = 1 \quad \text{for } t < 0.25\text{h}$$

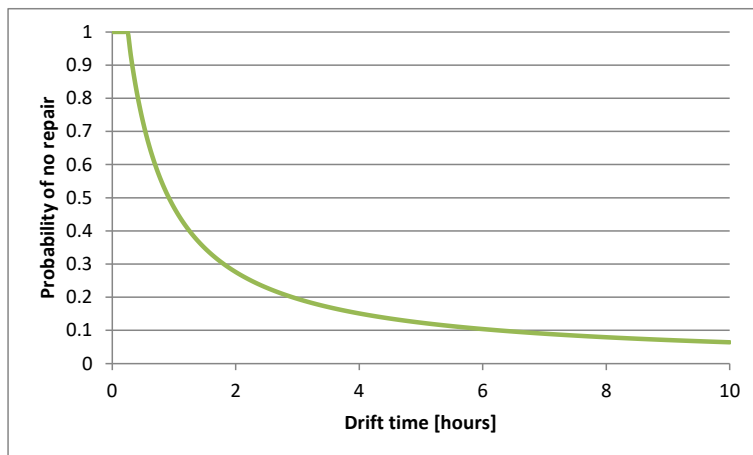
$$f_{\text{no repair}}(t) = 1/(1.5(t-0.25)+1) \quad \text{for } t \geq 0.25\text{h}$$

Figur B-3 viser fordelingen af sandsynlighed for ingen reparation. Sandsynligheden for at ankeret fejler, $P(NF)$, er vist på Figur B-4. Fordelingen stammer fra /GL, 2010/.

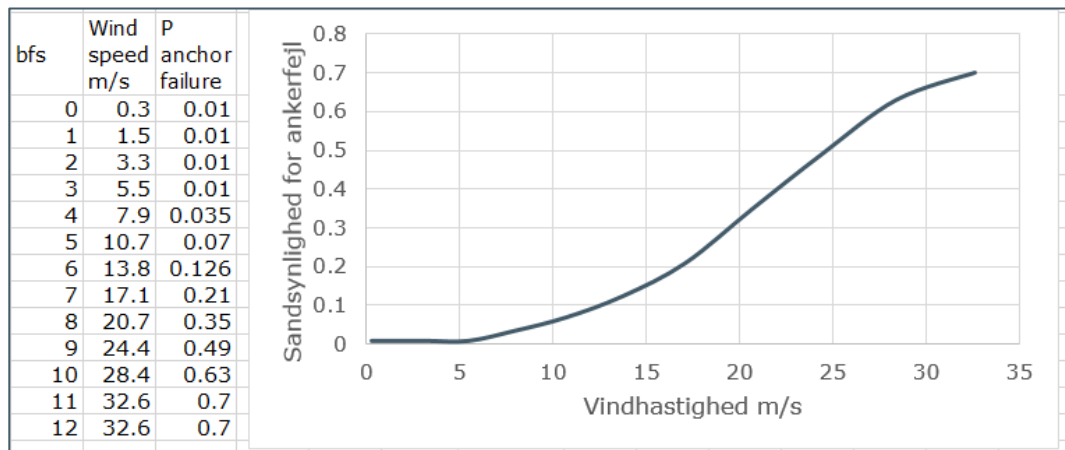
Endelig er $P(D\alpha_{j,k})$ sandsynligheden for at skibet driver mod et objekt. Den afhænger af strøm og vind. Ud fra sandsynligheden for forskellige vindretninger, vindhastigheder, strømretninger og strømhastigheder kan en driverose opstilles. Herudfra kan sandsynligheden for at skibet driver mod et bestemt objekt udregnes.



Figur B-2 *Illustration af modellen for drivende kollisioner fra forskellige positioner langs ruten*



Figur B-3 *Sandsynlighed for reparation som funktion af tiden, /GL, 2010/*



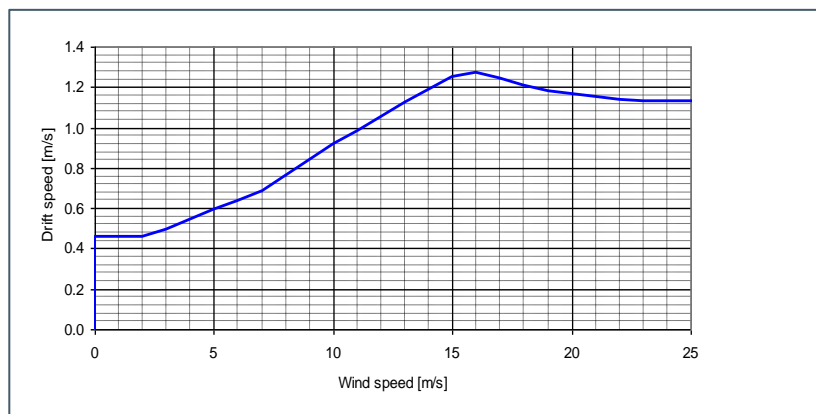
Figur B-4 Sandsynlighed for ankringsfejl. Fra /GL, 2010/

B.4.1 Driverose

En driverose beskriver sandsynligheden for at skibet driver i en given retning med en given hastighed. Den består af følgende komponenter:

- > En vindrose; som regel med fra data fra et meteorologisk institut
- > Model for drivretning som funktion af strøm og vind
- > Model for drivhastighed som funktion af vindhastigheden
- > En strømrose; som regel ud fra data fra et meteorologisk institut

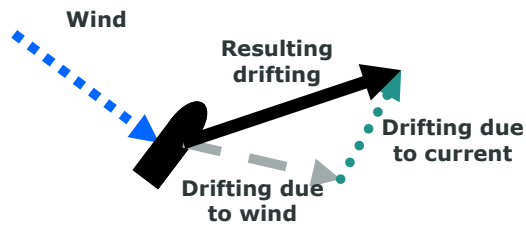
Den anvendte model for drivhastighed som funktion af vindhastigheden er beskrevet i /Vinnem, 2007/ og gælder skibe mellem 5.000 og 15.000 DWT. For mindre og større skibe bliver drivhastigheden generelt lavere. Her vælges det at bruge den på alle skibe, hvorved drivhastighederne bliver lidt konservative.



Figur B-5 Skibets drivhastighed som funktion af vindhastigheden /Vinnem, 2007/

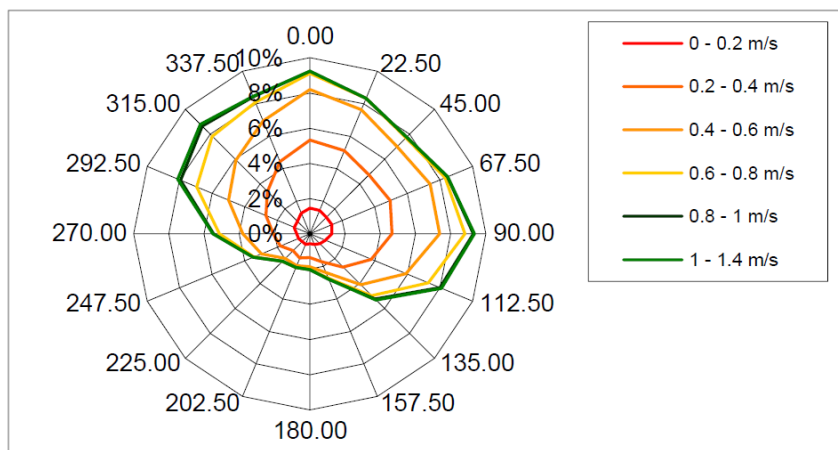
Det antages, at skibet driver på tværs af drivretningen. Der findes modeller der angiver at skibet driver med en given vinkel (± 20 grader) foran for tværs. Givet usikkerheden i

de øvrige data og skibenes forskellige profiler, er det rimeligt at antage at skibet driver på tværs.



Figur B-6 Sum af strøm- og vindbidrag for at få den endelige drivhastighed og drivretning.

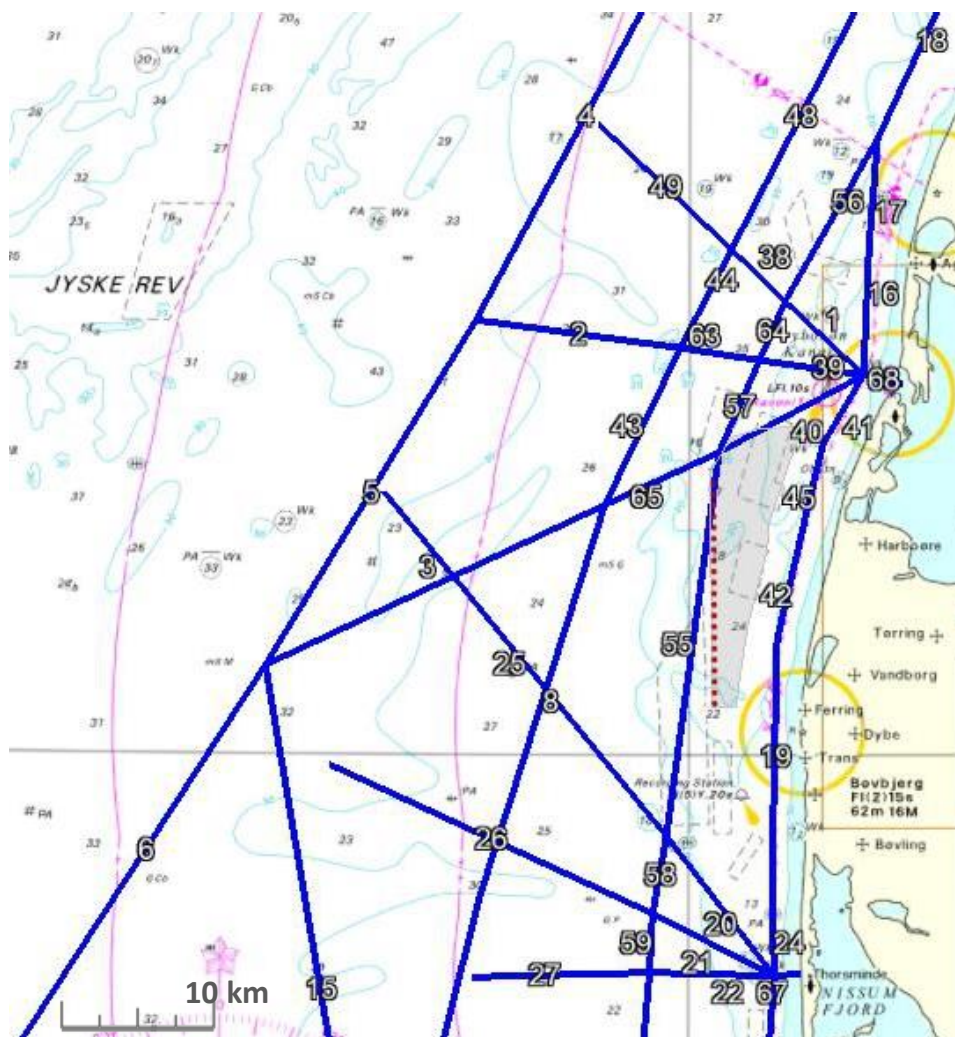
Fra sejladsanalysen af Horns Rev 3 blev driverosen på Figur B-7 anvendt /HR3, 2017/. Den anvendes også i denne analyse. Dette valg begrundes nærmere i afsnit 3.3.



Figur B-7 Driverose for Horns Rev 3 som summen af strøm og vind /HR3, 2017/

Bilag C Definition af oprindelige sejlruter

Nedenstående figur viser de enkelte ruteben og deres ID for de oprindelige ruter for Vesterhav Nord modellen. På de efterfølgende sider vises data for modellen.



Figur C-1

De oprindelige ruter og deres ID i området omkring Vesterhav Nord

Waypoints og ruteben (Inkluderer Vesterhav Syd)

Waypoints					Legs							
id	WPname	Lon	lat	Wptype	id	Name	wp1	wp2	Length(m)	Angle	Dir(+)	Dir(-)
1	wp 1	8.0049	56.9890	Endpoint	1	L1	53	46	6970.5	-43.8	WNW	ESE
2	wp 2	7.7728	56.7511	Crossing	2	L2	44	2	13370.9	-8.4	West	East
3	wp 3	6.9353	56.0050	Endpoint	3	L3	8	47	24308.6	24.5	WSW	ENE
4	wp 4	7.3051	56.3347	Continue	4	L4	2	1	30023.7	61.0	SSW	NNE
5	wp 5	7.7796	56.4157	Continue	5	L5	8	2	26121.0	57.8	SSW	NNE
6	wp 6	8.0137	55.9510	Continue	6	L6	4	8	28427.5	56.2	SSW	NNE
7	wp 7	7.7801	55.8392	Endpoint	7	L7	3	4	43304.5	56.4	SSW	NNE
8	wp 8	7.552867	56.55011	Crossing	8	L8	5	47	26670.0	71.5	SSW	NNE
9	wp 9	8.18956	56.79298	Continue	9	L9	36	5	27633.2	75.2	South	North
10	wp 10	8.279198	56.94995	Endpoint	10	L10	49	43	15178.4	-38.4	WNW	ESE
11	wp 11	8.087343	56.43041	Continue	11	L11	43	36	18296.0	-35.8	WNW	ESE
12	wp 12	7.71068	56.62799	Endpoint	12	L12	6	49	7828.8	40.5	WSW	ENE
13	wp 13	7.6204	56.49297	Endpoint	13	L13	33	6	11513.0	43.7	WSW	ENE
14	wp 14	7.771601	56.3697	Endpoint	14	L14	7	36	37910.9	-80.9	North	South
15	wp 15	8.076962	56.16184	Continue	15	L15	36	8	42461.4	-81.1	North	South
16	wp 16	8.079187	56.28193	Continue	16	L16	53	9	8157.7	86.8	South	North
17	wp 17	8.076962	56.08368	Continue	17	L17	9	37	7140.1	84.8	South	North
18	wp 18	7.82503	56.31256	Endpoint	18	L18	37	10	11454.6	64.1	SSW	NNE
19	wp 19	8.043914	56.07419	Continue	19	L19	11	24	15141.6	88.1	South	North
20	wp 20	8.077333	56.03851	Crossing	20	L20	51	38	11431.4	-53.0	NNW	SSE
21	wp 21	8.131368	55.84991	Endpoint	21	L21	51	40	8848.0	-27.8	WNW	ESE
22	wp 22	7.945934	55.76069	Endpoint	22	L22	22	51	8078.8	-2.3	West	East
23	wp 23	8.032969	55.8841	Continue	23	L23	16	51	9924.6	85.5	South	North
24	wp 24	8.092374	56.56641	Bend	24	L24	51	11	6624.6	-89.6	North	South
25	wp 25	8.122563	56.6382	Continue	25	L25	38	12	25491.8	-51.1	NNW	SSE
26	wp 26	8.140729	56.67975	Bend	26	L26	40	13	23124.3	-25.4	WNW	ESE
27	wp 27	7.496021	55.85865	Endpoint	27	L27	14	39	11570.1	0.7	West	East
28	wp 28	7.65173	55.76346	Endpoint	28	L28	43	39	32624.4	84.3	South	North
29	wp 29	8.151295	56.90572	Endpoint	29	L29	17	15	8700.0	89.2	South	North
30	wp 30	7.902717	56.86486	Endpoint	30	L30	15	16	13366.9	88.6	South	North
31	wp 31	8.043596	56.79258	Crossing	31	L31	20	17	5027.3	89.5	South	North
32	wp 32	7.7036	55.9577	Endpoint	32	L32	20	19	4483.3	-63.1	NNW	SSE
33	wp 33	7.882512	55.87842	Crossing	33	L33	19	18	29807.0	-63.8	NNW	SSE
34	wp 34	7.897033	55.97747	Crossing	34	L34	49	20	4951.6	-68.1	NNW	SSE
35	wp 35	7.314979	56.32573	Endpoint	35	L35	21	49	16487.3	-85.6	North	South
36	wp 36	7.673356	56.17456	Crossing	36	L36	23	49	13457.4	68.9	SSW	NNE
37	wp 37	8.198828	56.85692	Crossing	37	L37	22	23	14778.2	67.5	SSW	NNE
38	wp 38	7.976123	56.4521	Crossing	38	L38	46	31	4825.1	-44.7	WNW	ESE
39	wp 39	7.958822	56.37277	Crossing	39	L39	53	45	6815.9	-8.7	West	East
40	wp 40	7.961911	56.40703	Crossing	40	L40	48	53	10638.2	27.3	WSW	ENE
41	wp 41	7.49841	56.10056	Endpoint	41	L41	26	53	5173.9	58.7	SSW	NNE
42	wp 42	7.905683	56.03156	Crossing	42	L42	24	25	8203.0	76.2	South	North
43	wp 43	7.914951	56.08069	Crossing	43	L43	47	44	11262.2	63.5	SSW	NNE
44	wp 44	7.989562	56.7354	Crossing	44	L44	44	31	7171.1	61.7	SSW	NNE
45	wp 45	8.07344	56.72826	Crossing	45	L45	25	26	4757.6	75.7	South	North
46	wp 46	8.100504	56.76253	Crossing	46	L46	27	36	36860.6	71.4	SSW	NNE
47	wp 47	7.910132	56.64416	Crossing	47	L47	28	33	19308.6	40.5	WSW	ENE
48	wp 48	8.030497	56.67475	Crossing	48	L48	31	29	14204.7	61.7	SSW	NNE
49	wp 49	8.107919	55.99746	Crossing	49	L49	31	30	11775.2	-44.0	WNW	ESE
50	wp 50	8.122351	56.00117	Endpoint	50	L50	34	49	13344.1	8.8	West	East
51	wp 51	8.089567	56.37091	Crossing	51	L51	32	34	12273.8	9.3	North	South
52	wp 52	8.118522	56.37227	Endpoint	52	L52	33	34	11061.9	84.4	South	North
53	wp 53	8.183734	56.71976	Crossing	53	L53	34	42	6044.4	84.0	South	North
54	wp 54	8.225479	56.71455	Endpoint	54	L54	36	35	27863.9	-38.4	WNW	ESE
					55	L55	38	48	25008.7	81.5	South	North
					56	L56	46	37	12100.8	59.5	SSW	NNE
					57	L57	48	45	6511.1	65.4	SSW	NNE
					58	L58	40	38	5092.9	79.2	South	North
					59	L59	39	40	3817.9	86.3	South	North
					60	L60	49	42	13167.8	-17.6	WNW	ESE
					61	L61	42	41	26496.9	-17.9	WNW	ESE
					62	L62	42	43	5498.7	83.1	South	North
					63	L63	45	44	5193.4	-9.6	West	East
					64	L64	45	46	4158.3	65.8	SSW	NNE
					65	L65	47	48	8127.1	23.9	WSW	ENE
					66	L66	49	50	990.4	23.9	WSW	ENE
					67	L67	51	52	1795.0	4.1	West	East
					68	L68	54	53	2620.2	-13.5	West	East

Antal skibe på hvert ruteben for de oprindelige ruter

	Cargo	Tanker	Passager	Fiskeskibe	Andre	Total
1	86	20	1	1078	324	1510
2	21	1	0	592	964	1578
3	29	5	0	597	111	742
4	12071	3694	170	129	622	16686
5	12222	3608	161	127	665	16783
6	11690	3614	158	272	826	16561
7	11690	3614	158	272	826	16561
8	2802	208	3	121	277	3411
9	2105	233	10	121	238	2707
10	16	1	0	538	10	565
11	16	1	0	904	29	950
12	33	0	6	467	803	1310
13	43	0	6	403	694	1146
14	44	4	0	183	360	591
15	99	15	4	237	386	741
16	171	88	1	605	278	1142
17	184	91	1	449	255	980
18	992	128	0	507	399	2026
19	35	2	0	210	261	508
20	5	0	0	219	11	235
21	6	0	0	306	12	324
22	11	0	9	280	23	323
23	16	1	0	126	240	383
24	24	1	0	337	253	615
25	0	0	0	169	9	178
26	7	0	1	324	19	351
27	11	0	8	291	12	322
28	322	40	2	179	290	832
29	15	0	0	897	244	1155
30	19	1	0	210	251	480
31	12	0	0	809	208	1029
32	10	0	0	262	20	292
33	15	0	0	372	19	406
34	13	0	0	476	122	612
35	4	0	0	1019	135	1158
36	21	0	1	561	181	763
37	31	0	1	460	182	674
38	34	10	1	821	248	1114
39	50	5	0	745	1090	1891
40	42	8	0	699	277	1026
41	154	3	4	458	321	941
42	86	3	1	195	377	662
43	2678	185	1	42	205	3110
44	2088	132	2	32	192	2446
45	113	4	2	340	384	844
46	2277	266	7	114	296	2960
47	53	0	4	327	359	743
48	1921	135	2	42	193	2293
49	39	10	1	758	196	1004
50	11	0	0	663	26	700
51	17	1	0	610	25	653
52	155	31	2	188	157	534
53	154	24	1	139	150	469
54	17	0	0	506	18	541
55	415	30	2	187	308	942
56	327	17	0	72	131	548
57	282	26	0	34	83	425
58	196	16	0	82	153	447
59	190	16	1	62	144	413
60	5	0	0	444	4	453
61	17	1	0	780	14	812
62	209	37	2	125	193	566
63	18	1	0	589	1098	1706
64	330	25	0	41	108	505
65	16	3	0	481	123	624
66	161	6	9	5572	3360	9108
67	20	0	9	1129	672	1830
68	658	151	6	4461	3026	8303

Stokastiske fordelinger for de oprindelige ruter

De stokastiske fordelinger for rutebene. 'Width' er den bredde der er brugt for AIS passagelinjen og som bruges til Cat IV (jf. metodebeskrivelse i Bilag B). 'Rel.leg.pos=0.5' betyder at passagelinjen er symmetrisk omkring rutebenet (er altid 0,5). Fordelingernes nulpunkt regnes fra rutebenet. Hvis passagelinjen f.eks. er 1000 m bred, så er der 500 m på hver side af rutebenet.

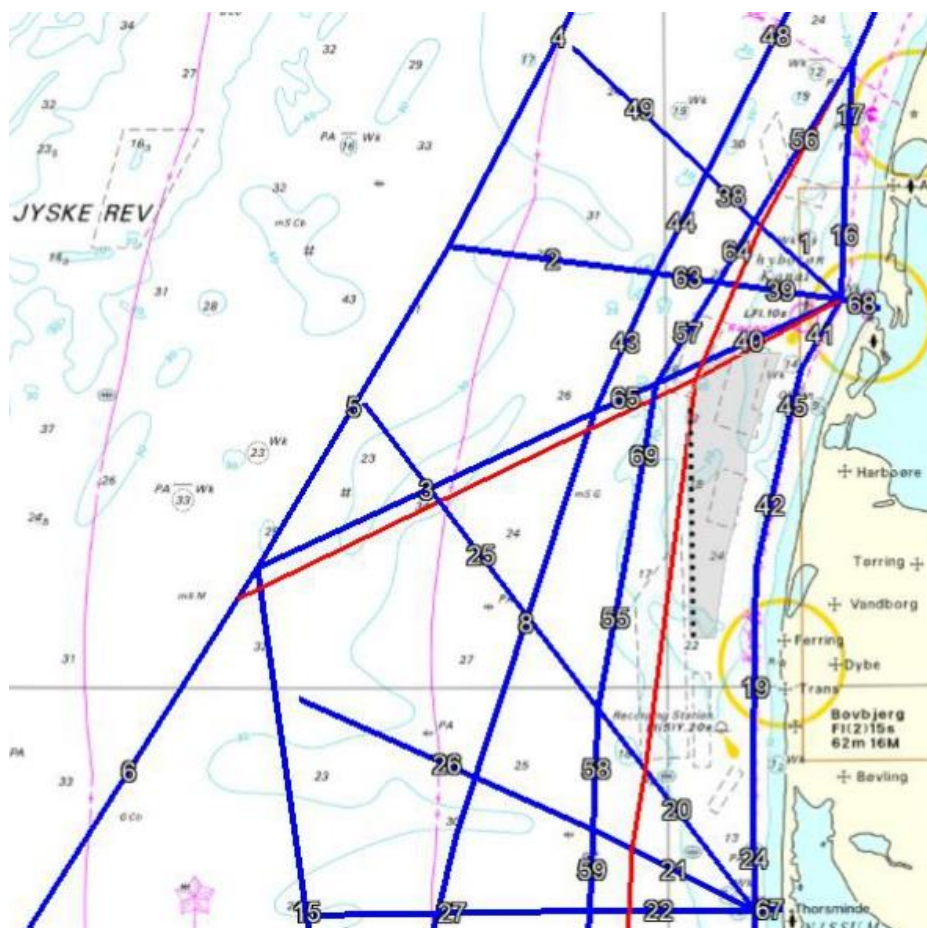
Distribut	Cat IV		Cat I+II (+)					Cat I+II (-)						
	Lineid	Width(m)	Rel.leg.pos	DistType(+)	Low(+)	High(+)	pUni(+)	Mu(+)	Sigma(+)	DistType(-)	Low(-)	High(-)	pUni(-)	Mu(-)
1	4264	0.5	NormUni	-2122	-2083	0.02	-153	606	NormUni	-1120	2081	0.23	212	561
2	10563	0.5	NormUni	-4739	5265	0.52	965	1118	NormUni	-4913	4801	0.53	-983	1190
3	13631	0.5	NormUni	-5351	6617	0.78	3036	1965	NormUni	-6643	5734	0.71	-2709	2009
4	22653	0.5	NormUni	-11313	11177	1.00	-9051	9288	NormUni	-10723	11312	1.00	9051	7669
5	25762	0.5	NormUni	-12421	12750	1.00	10293	9749	NormUni	-12079	12634	1.00	10296	7167
6	27920	0.5	NormUni	-10106	13391	1.00	-9484	2790	NormUni	-11676	13168	1.00	8816	7440
7	38045	0.5	NormUni	-9216	16855	1.00	-8252	3805	NormUni	-14994	14224	1.00	8049	5975
8	9167	0.5	NormUni	-4142	4062	0.69	694	6015	NormUni	-4028	4377	0.64	-4171	2095
9	14760	0.5	NormUni	-3501	7343	0.61	-1235	3916	NormUni	-7058	6859	0.59	-1285	3824
10	9079	0.5	NormUni	-4409	-681	0.76	-1277	1408	NormUni	-637	4433	0.29	2462	1184
11	20155	0.5	NormUni	-9806	-794	0.72	-2229	3394	NormUni	1101	9805	0.68	1754	3274
12	5603	0.5	NormUni	-1507	2715	0.11	-652	707	NormUni	-2729	-217	0.02	425	886
13	11244	0.5	NormUni	-2193	3981	0.46	-1111	1121.494	NormUni	-4366.2	2571.232	0.29	299	1626
14	10163	0.5	NormUni	-962	5062	0.22	-443	1012	NormUni	-5062	-5052	0.07	-93	1852
15	20723	0.5	NormUni	-10295	10195	0.58	896	2063	NormUni	-10278	10295	0.74	-1591	2063
16	4735	0.5	NormUni	-2042	2246	0.30	-164	769	NormUni	-2263	2190	0.21	145	778
17	5311	0.5	NormUni	-2481	2578	0.21	254	1015	NormUni	-2508	1388	0.48	147	1061
18	7234	0.5	NormUni	-2909	3515	0.86	2885	721	NormUni	-3503	2853	0.79	-2663	721
19	4500	0.5	NormUni	-1621	2547	0.60	159	511	NormUni	-2525	1721	0.42	32	660
20	6065	0.5	NormUni	-2363	2017	0.70	-1857	604	NormUni	-2292	2822	0.47	490	1317
21	3355	0.5	NormUni	-1634	1133	0.67	-1005	473	NormUni	-1671	1634	0.66	214	706
22	4416	0.5	NormUni	-1453	1604	0.62	598	724	NormUni	-2159	1511	0.45	-285	576
23	4913	0.5	NormUni	-2391.44	2386.395	0.23	519.43	929.6624	NormUni	-2438.21	1833.359	0.68	-69.9544	632.0153
24	4486	0.5	NormUni	-1508	1992	0.55	-393	847	NormUni	-2228	1466	0.54	458	747
25	8025	0.5	NormUni	-3667	2122	0.74	-3116	799	NormUni	-2605	3980	0.26	705	2445
26	8764	0.5	NormUni	-4022	1945	0.65	-2844	873	NormUni	-2787	4280	0.38	1271	1446
27	8082	0.5	NormUni	-2833	3187	0.70	1842	1339	NormUni	-3826	1611	0.68	70	1932
28	10000	0.5	NormUni	-6731	6584	0.15	-839	3780	NormUni	-6671	6706	0.24	-280	3712
29	3878	0.5	NormUni	-1639	1770	0.66	508	909	NormUni	-1768	1658	0.85	-841	765
30	5782	0.5	NormUni	-2881	2825	0.50	889	994	NormUni	-2825	2881	0.23	-557	1331
31	2930	0.5	NormUni	-740	1233	0.66	-706	292	NormUni	-1210	1105	0.56	332	471
32	6000	0.5	NormUni	-2289	2334	0.15	-468	1223	NormUni	-1553	2276	0.73	1369	588
33	8000	0.5	NormUni	-3923.54	571.0336	0.65	644.7029	1204.416	NormUni	-1298.95	3870.012	0.79	1188.61	3667.966
34	2351	0.5	NormUni	-1071.01	763.226	0.52	-422.152	416.7813	NormUni	-806.72	1147.612	0.36	571.8032	331.3772

Stokastiskefordelinger for de oprindelige ruter

Distribut	Cat IV	Rel.leg pos	Cat I+II (+)					Cat I+II (-)						
			Width(m)	DistType(+)	Low(+)	High(+)	pUni(+)	Mu(+)	Sigma(+)	DistType(-)	Low(-)	High(-)	pUni(-)	Mu(-)
35	4003	0.5	NormUni	-1733.49	1593.647	0.68	263.5782	425.7016	NormUni	-1578.06	1763.053	0.64	-213.007	757.2211
36	4907	0.5	NormUni	-2385.05	2302.379	0.72	824.8778	489.258	NormUni	-2394.23	2318.426	0.60	-551.8	785.1187
37	9160	0.5	NormUni	-4094.86	4445.798	0.63	1106.808	913.5332	NormUni	-4552.62	3859.229	0.64	-660.525	913.5332
38	5829	0.5	NormUni	-2841.24	45.01611	0.51	-169.379	899.1684	NormUni	-634.743	2846.613	0.52	396.3256	1301.984
39	4718	0.5	NormUni	-2113.01	1581.369	0.30	-284.026	535.1785	NormUni	-348.634	2298.346	0.25	149.0472	649.9364
40	9000	0.5	NormUni	-1178.49	3216.606	0.28	610.631	1149.973	NormUni	-2861.27	852.3226	0.58	-324.572	1234.344
41	3813	0.5	NormUni	-1509.5	1339.98	0.49	-205.797	778.8891	NormUni	-1460.42	1474.92	0.50	-129.064	842.6887
42	4500	0.5	NormUni	-870.836	1978.067	0.71	-214.66	1150.751	NormUni	-1990.41	1466.145	0.68	-41.4094	961.2592
43	6815	0.5	NormUni	-3212.86	3316.761	0.67	1723.42	1139.274	NormUni	-3331.34	2962.126	0.62	-1671.12	1680.122
44	5428	0.5	NormUni	-2584.04	2650.328	0.45	1038.148	1293.464	NormUni	-2600.18	2125.464	0.83	-2136.28	541.2265
45	4500	0.5	NormUni	-1912.37	1889.89	0.67	-765.017	543.5348	NormUni	-1797.07	1821.569	0.66	919.7558	568.2568
46	20151	0.5	NormUni	-1609.94	10044.14	0.41	443.0551	3523.414	NormUni	-9984.5	3065.584	0.43	111.4649	4135.195
47	18760	0.5	NormUni	-7723.61	9325.325	0.51	443.2234	2238.199	NormUni	-9325.32	7610.819	0.56	-1390.97	1871.594
48	3925	0.5	NormUni	-1801.87	1953.333	0.55	256.7012	1090.681	NormUni	-1911.39	1879.657	0.73	-609.866	1071.619
49	9740	0.5	NormUni	-4739.6	-69.4334	0.47	-697.528	1668.268	NormUni	-1805.06	4746.536	0.22	1331.449	1947.007
50	7850	0.5	NormUni	-2018.61	3253.052	0.83	1827.987	1366.688	NormUni	-3108.64	2324.529	0.45	-957.235	1376.419
51	15890	0.5	NormUni	-7766.16	7732.476	0.10	1716.507	2804.87	NormUni	-5633.52	5203.225	0.65	-3131.2	2375.904
52	6674	0.5	NormUni	-3276.03	3259.841	0.71	1043.545	665.2881	NormUni	-2947.81	3053.434	0.67	-1657.22	1174.799
53	5466	0.5	NormUni	-2725.41	2543.902	0.72	169.6502	951.8268	NormUni	-2580.67	2702.246	0.82	-1314.15	544.8553
54	27775	0.5	NormUni	-13625.6	84.28461	0.56	-511.237	5032.042	NormUni	-13839.9	13548.89	0.10	5059.321	5512.933
55	10000	0.5	NormUni	-4138.65	4130.034	0.92	-3310.95	3148.829	NormUni	-3938.03	4002.705	0.86	-2646.75	1174.367
56	5902	0.5	NormUni	-2419.76	2871.669	0.77	1899.591	663.1433	NormUni	-2882.54	2616.139	0.53	-2082.24	651.5271
57	5057	0.5	NormUni	-2521.37	2465.744	0.80	1872.631	504.2044	NormUni	-2420.61	2358.97	0.67	-1809.19	504.2044
58	10000	0.5	NormUni	-2493.07	2427.805	0.92	1095.967	1071.141	NormUni	-2439.64	2495.649	0.78	-744.553	655.4447
59	10000	0.5	NormUni	-2461.53	2413.882	0.98	1418.592	1863.147	NormUni	-2409.47	2461.534	0.78	-845.382	963.6786
60	6278	0.5	NormUni	-3060.22	1376.067	0.28	-327.408	1106.029	NormUni	-1185.28	2793.639	0.59	131.3402	1058.257
61	13212	0.5	NormUni	-6300.04	2747.32	0.72	967.6422	2380.024	NormUni	-2881.82	6486.809	0.73	-695.642	2756.391
62	10000	0.5	NormUni	-3631.85	4645.748	0.30	316.675	2221.488	NormUni	-4484.87	4101.602	0.69	-845.089	967.4135
63	5543	0.5	NormUni	-2756.87	2604.692	0.68	-21.8149	673.299	NormUni	-898.094	2744.259	0.58	-871.823	912.6648
64	4950	0.5	NormUni	-2454.82	2415.38	0.77	1724.84	966.8031	NormUni	-2415.53	2186.937	0.63	-1736.14	525.895
65	10000	0.5	NormUni	75.6945	3613.232	0.65	494.617	1498.572	NormUni	-3649.31	3721.437	0.13	-1492.13	1365.749
66	994	0.5	NormUni	-195.822	485.4721	0.01	0	50	NormUni	-485.47	220.0846	0.01	0	50
67	753	0.5	NormUni	-375.324	367.8935	0.01	0	50	NormUni	-367.894	375.3236	0.01	0	50
68	2265	0.5	NormUni	-1105.96	395.1183	0.01	0	100	NormUni	-305.484	1105.978	0.01	0	100

Bilag D Definition af de endelige sejlruter

Nedenstående figur viser de enkelte ruteben og deres ID for Vesterhav Nord modellen. På de efterfølgende sider vises data for modellen.



Figur D-2 De reviderede ruter og deres ID for området omkring Vesterhav Nord. De røde linjer er de oprindelige ruter

Waypoints og ruteben (inkluderer Vesterhav Syd)

Waypoints					Legs							
id	WPname	Lon	lat	WPtype	id	Name	wp1	wp2	Length(m)	Angle	Dir(+)	Dir(-)
1	wp 1	8.0049	56.9890	Endpoint	1	L1	53	46	8025.4	-43.2	WNW	ESE
2	wp 2	7.7728	56.7511	Crossing	2	L2	44	2	13370.9	-8.4	West	East
3	wp 3	6.9353	56.0050	Endpoint	3	L3	8	47	27797.2	30.5	WSW	ENE
4	wp 4	7.3051	56.3347	Continue	4	L4	2	1	30023.7	61.0	SSW	NNE
5	wp 5	7.7796	56.4157	Bend	5	L5	8	2	26121.0	57.8	SSW	NNE
6	wp 6	8.0067	55.9586	Continue	6	L6	4	8	28427.5	56.2	SSW	NNE
7	wp 7	7.7801	55.8392	Endpoint	7	L7	3	4	43304.5	56.4	SSW	NNE
8	wp 8	7.552867	56.55011	Crossing	8	L8	5	47	31099.7	70.7	SSW	NNE
9	wp 9	8.18956	56.79298	Continue	9	L9	36	5	27633.2	75.2	South	North
10	wp 10	8.279198	56.94995	Endpoint	10	L10	55	56	26199.1	23.8	WSW	ENE
11	wp 11	8.087343	56.43041	Continue	11	L11	55	56	26199.1	23.8	WSW	ENE
12	wp 12	7.7045	56.6462	Endpoint	12	L12	6	49	7655.3	33.6	WSW	ENE
13	wp 13	7.6166	56.4928	Endpoint	13	L13	33	6	10740.4	33.4	WSW	ENE
14	wp 14	7.6305	56.36956	Endpoint	14	L14	7	36	37910.9	-80.9	North	South
15	wp 15	8.076962	56.16184	Continue	15	L15	36	8	42461.4	-81.1	North	South
16	wp 16	8.079187	56.28193	Bend	16	L16	53	9	8157.7	86.8	South	North
17	wp 17	8.076962	56.08368	Continue	17	L17	9	37	7140.1	84.8	South	North
18	wp 18	7.8177	56.33979	Endpoint	18	L18	37	10	11454.6	64.1	SSW	NNE
19	wp 19	8.0479	56.07713	Bend	19	L19	11	24	15141.6	88.1	South	North
20	wp 20	8.077333	56.03851	Crossing	20	L20	51	38	16361.2	-53.1	NNW	SSE
21	wp 21	8.131368	55.84991	Endpoint	21	L21	51	40	11626.8	-27.6	WNW	ESE
22	wp 22	7.945934	55.76069	Endpoint	22	L22	51	39	10618.3	-1.3	West	East
23	wp 23	8.032969	55.8841	Continue	23	L23	16	51	9924.6	85.5	South	North
24	wp 24	8.092374	56.56641	Bend	24	L24	51	11	6624.6	-89.6	North	South
25	wp 25	8.122563	56.6382	Continue	25	L25	38	12	22378.5	-53.3	NNW	SSE
26	wp 26	8.140729	56.67975	Bend	26	L26	40	13	20552.6	-24.9	WNW	ESE
27	wp 27	7.496021	55.85865	Endpoint	27	L27	14	39	17741.7	-0.3	West	East
28	wp 28	7.6287	55.8141	Endpoint	28	L28	43	39	23618.4	85.2	South	North
29	wp 29	8.151295	56.90572	Endpoint	29	L29	17	15	8700.0	89.2	South	North
30	wp 30	7.902717	56.86486	Endpoint	30	L30	15	16	13366.9	88.6	South	North
31	wp 31	8.043596	56.79258	Crossing	31	L31	20	17	5027.3	89.5	South	North
32	wp 32	7.746267	55.96199	Endpoint	32	L32	20	19	4672.7	-67.7	NNW	SSE
33	wp 33	7.8646	55.9043	Crossing	33	L33	19	18	32537.2	-64.9	NNW	SSE
34	wp 34	7.869729	55.97525	Crossing	34	L34	49	20	4951.6	-68.1	NNW	SSE
35	wp 35	7.314979	56.32573	Endpoint	35	L35	21	49	16487.3	-85.6	North	South
36	wp 36	7.673356	56.17456	Crossing	36	L36	23	49	13457.4	68.9	SSW	NNE
37	wp 37	8.198828	56.85692	Crossing	37	L37	22	23	14778.2	67.5	SSW	NNE
38	wp 38	7.9271	56.4871	Crossing	38	L38	46	31	3773.4	-46.2	NNW	SSE
39	wp 39	7.917677	56.3717	Crossing	39	L39	53	45	9531.6	-9.5	West	East
40	wp 40	7.921458	56.418	Crossing	40	L40	48	53	12763.6	11.7	West	East
41	wp 41	7.48415	56.16489	Endpoint	41	L41	26	53	5173.9	58.7	SSW	NNE
42	wp 42	7.8743	56.0061	Crossing	42	L42	24	25	8203.0	76.2	South	North
43	wp 43	7.8918	56.16	Continue	43	L43	47	44	6820.9	62.0	SSW	NNE
44	wp 44	7.989562	56.7354	Crossing	44	L44	44	31	7171.1	61.7	SSW	NNE
45	wp 45	8.02978	56.73275	Crossing	45	L45	25	26	4757.6	75.7	South	North
46	wp 46	8.08695	56.76844	Crossing	46	L46	27	36	36860.6	71.4	SSW	NNE
47	wp 47	7.938676	56.68089	Crossing	47	L47	28	33	17856.7	33.2	WSW	ENE
48	wp 48	7.980166	56.69505	Crossing	48	L48	31	29	14204.7	61.7	SSW	NNE
49	wp 49	8.107919	55.99746	Crossing	49	L49	31	30	11775.2	-44.0	WNW	ESE
50	wp 50	8.122351	56.00117	Endpoint	50	L50	34	49	15065.5	8.6	West	East
51	wp 51	8.089567	56.37091	Crossing	51	L51	32	34	7846.9	9.9	West	East
52	wp 52	8.118522	56.37227	Endpoint	52	L52	33	34	7903.4	86.7	South	North
53	wp 53	8.183734	56.71976	Crossing	53	L53	34	42	3445.5	84.3	South	North
54	wp 54	8.225479	56.71455	Endpoint	54	L54	36	35	27863.9	-38.4	WNW	ESE
55	Dummy1	6.242743	56.51867	Endpoint	55	L55	38	48	23376.0	81.1	South	North
56	Dummy2	6.625984	56.62167	Bend	56	L56	46	37	11985.8	54.5	SSW	NNE
					57	L57	47	45	8027.5	45.1	SSW	NNE
					58	L58	40	38	7699.5	86.5	South	North
					59	L59	39	40	5159.0	86.5	South	North
					60	L60	49	42	14602.1	-4.6	West	East
					61	L61	42	41	30032.3	-37.1	WNW	ESE
					62	L62	42	43	17164.5	85.4	South	North
					63	L63	45	44	2478.3	-7.7	West	East
					64	L64	45	46	5292.2	47.9	SSW	NNE
					65	L65	47	48	2990.7	30.9	WSW	ENE
					66	L66	49	50	990.4	23.9	WSW	ENE
					67	L67	51	52	1795.0	4.1	West	East
					68	L68	54	53	2620.2	-13.5	West	East

Antal skibe på hvert ruteben

Line id	Cargo	Tanker	Passager	Fiskeskibe	Andre	Total
1	86	20	1	1078	324	1510
2	21	1	0	592	964	1578
3	29	5	0	597	111	742
4	12071	3694	170	129	622	16686
5	12222	3608	161	127	665	16783
6	11690	3614	158	272	826	16561
7	11690	3614	158	272	826	16561
8	2802	208	3	121	277	3411
9	2105	233	10	121	238	2707
10	16	1	0	538	10	565
11	16	1	0	904	29	950
12	33	0	6	467	803	1310
13	43	0	6	403	694	1146
14	44	4	0	183	360	591
15	99	15	4	237	386	741
16	171	88	1	605	278	1142
17	184	91	1	449	255	980
18	992	128	0	507	399	2026
19	35	2	0	210	261	508
20	5	0	0	219	11	235
21	6	0	0	306	12	324
22	11	0	9	280	23	323
23	16	1	0	126	240	383
24	24	1	0	337	253	615
25	0	0	0	169	9	178
26	7	0	1	324	19	351
27	11	0	8	291	12	322
28	322	40	2	179	290	832
29	15	0	0	897	244	1155
30	19	1	0	210	251	480
31	12	0	0	809	208	1029
32	10	0	0	262	20	292
33	15	0	0	372	19	406
34	13	0	0	476	122	612
35	4	0	0	1019	135	1158
36	21	0	1	561	181	763
37	31	0	1	460	182	674
38	34	10	1	821	248	1114
39	50	5	0	745	1090	1891
40	42	8	0	699	277	1026
41	154	3	4	458	321	941
42	86	3	1	195	377	662
43	2678	185	1	42	205	3110
44	2088	132	2	32	192	2446
45	113	4	2	340	384	844
46	2277	266	7	114	296	2960
47	53	0	4	327	359	743
48	1921	135	2	42	193	2293
49	39	10	1	758	196	1004
50	27	1	0	663	36	727
51	17	1	0	610	25	653
52	155	31	2	188	157	534
53	154	24	1	139	150	469
54	17	0	0	506	18	541
55	415	30	2	187	308	942
56	327	17	0	72	131	548
57	282	26	0	34	83	425
58	196	16	0	82	153	447
59	190	16	1	62	144	413
60	5	0	0	444	4	453
61	17	1	0	780	14	812
62	209	37	2	125	193	566
63	18	1	0	589	1098	1706
64	330	25	0	41	108	505
65	16	3	0	481	123	624
66	161	6	9	5572	3360	9108
67	20	0	9	1129	672	1830
68	658	151	6	4461	3026	8303

Ruteben 69 har samme trafik som ruteben 55 og vises ikke særskilt i tabellen.

Stokastiske fordelinger

De statistiske fordelinger for rutebene. 'Width' er den bredde der er brugt for AIS passagelinjen og som bruges til Cat IV (jf. metodebeskrivelse i Bilag B). 'Rel.leg.pos=0.5' betyder at passagelinjen er symmetrisk omkring rutebenet (er altid 0,5). Fordelingernes nulpunkt regnes fra rutebenet. Hvis passagelinjen f.eks. er 1000 m bred, så er der 500 m på hver side af rutebenet. Nye fordelinger er markeret med grønt.

Distribut	Cat IV			Cat I (+)				Cat I (-)							
	Lineid	Width(m)	Rel.leg pos	DistType(+)	Low(+)	High(+)	pUni(+)	Mu(+)	Sigma(+)	DistType(-)	Low(-)	High(-)	pUni(-)	Mu(-)	Sigma(-)
1	4264	0.5	NormUni		-2122	-2083	0.02	-153	606	NormUni	-1120	2081	0.23	212	561
2	10563	0.5	NormUni		-4739	5265	0.52	965	1118	NormUni	-4913	4801	0.53	-983	1190
3	13631	0.5	NormUni		-5351	6617	0.00	0	1300	NormUni	-6643	5734	0.00	0	1300
4	22653	0.5	NormUni		-11313	11177	1.00	-9051	9288	NormUni	-10723	11312	1.00	9051	7669
5	25762	0.5	NormUni		-12421	12750	1.00	10293	9749	NormUni	-12079	12634	1.00	10296	7167
6	27920	0.5	NormUni		-10106	13391	1.00	-9484	2790	NormUni	-11676	13168	1.00	8816	7440
7	38045	0.5	NormUni		-9216	16855	1.00	-8252	3805	NormUni	-14994	14224	1.00	8049	5975
8	9167	0.5	NormUni		-4142	4062	0.69	694	6015	NormUni	-4028	4377	0.64	-4171	2095
9	14760	0.5	NormUni		-3501	7343	0.61	-1235	3916	NormUni	-7058	6859	0.59	-1285	3824
10	9079	0.5	NormUni		-4409	-681	1.00	-1277	1408	NormUni	-637	4433	1.00	2462	1184
11	20155	0.5	NormUni		-9806	-794	1.00	-2229	3394	NormUni	1101	9805	1.00	1754	3274
12	5603	0.5	NormUni		-1507	2715	0.00	0	800	NormUni	-2729	-217	0.00	0	800
13	11244	0.5	NormUni		-2193	3981	0.46	-1111	1121	NormUni	-4366	2571	0.29	299	1626
14	10163	0.5	NormUni		-962	5062	0.22	-443	1012	NormUni	-5062	-5052	0.07	-93	1852
15	20723	0.5	NormUni		-10295	10195	0.58	896	2063	NormUni	-10278	10295	0.74	-1591	2063
16	4735	0.5	NormUni		-2042	2246	0.30	-164	769	NormUni	-2263	2190	0.21	145	778
17	5311	0.5	NormUni		-2481	2578	0.21	254	1015	NormUni	-2508	1388	0.48	147	1061
18	7234	0.5	NormUni		-2909	3515	0.86	2885	721	NormUni	-3503	2853	0.79	-2663	721
19	8500	0.5	NormUni		-1621	2547	0.60	159	511	NormUni	-2525	1721	0.42	32	660
20	6065	0.5	NormUni		-2363	2017	0.70	-1857	604	NormUni	-2292	2822	0.47	490	1317
21	3355	0.5	NormUni		-1634	1133	0.67	-1005	473	NormUni	-1671	1634	0.66	214	706
22	4416	0.5	NormUni		-1453	1604	0.62	598	724	NormUni	-2159	1511	0.45	-285	576
23	4913	0.5	NormUni		-2391	2386	0.23	519	930	NormUni	-2438	1833	0.68	-70	632
24	4486	0.5	NormUni		-1508	1992	0.55	-393	847	NormUni	-2228	1466	0.54	458	747
25	8025	0.5	NormUni		-3667	2122	0.74	-3116	799	NormUni	-2605	3980	0.26	705	2445
26	8764	0.5	NormUni		-4022	1945	0.65	-2844	873	NormUni	-2787	4280	0.38	1271	1446
27	8082	0.5	NormUni		-2833	3187	0.70	1842	1339	NormUni	-3826	1611	0.68	70	1932
28	10000	0.5	NormUni		-2462	2414	0.98	1419	1863	NormUni	-2409	2462	0.78	-845	964
29	3878	0.5	NormUni		-1639	1770	0.66	508	909	NormUni	-1768	1658	0.85	-841	765
30	5782	0.5	NormUni		-2881	2825	0.50	889	994	NormUni	-2825	2881	0.23	-557	1331
31	2930	0.5	NormUni		-740	1233	0.66	-706	292	NormUni	-1210	1105	0.56	332	471
32	6000	0.5	NormUni		-2289	2334	0.00	0	600	NormUni	-1553	2276	0.00	0	600
33	8000	0.5	NormUni		-4160	334	0.00	0	600	NormUni	-1062	4107	0.00	0	600
34	2351	0.5	NormUni		-1071	763	0.52	-422	417	NormUni	-807	1148	0.36	572	331

Stokastiske fordelinger

Distribut	Cat IV		Cat I (+)					Cat I (-)						
	Lineid	Width(m)	Rel.leg pos	DistType(+)	Low(+)	High(+)	pUni(+)	Mu(+)	Sigma(+)	DistType(-)	Low(-)	High(-)	pUni(-)	Mu(-)
35	4003	0.5	NormUni	-1733	1594	0.68	264	426	NormUni	-1578	1763	0.64	-213	757
36	4907	0.5	NormUni	-2385	2302	0.72	825	489	NormUni	-2394	2318	0.60	-552	785
37	9160	0.5	NormUni	-4095	4446	0.63	1107	914	NormUni	-4553	3859	0.64	-661	914
38	5829	0.5	NormUni	-2841	45	0.51	-169	899	NormUni	-635	2847	0.52	396	1302
39	4718	0.5	NormUni	-2113	1581	0.30	-284	535	NormUni	-349	2298	0.25	149	650
40	7000	0.5	NormUni	-2306	1408	0.00	0	600	NormUni	-1734	2661	0.00	0	600
41	3813	0.5	NormUni	-1509	1340	0.49	-206	779	NormUni	-1460	1475	0.50	-129	843
42	8000	0.5	NormUni	-871	1978	0.71	-215	1151	NormUni	-1990	1466	0.68	-41	961
43	6815	0.5	NormUni	-3213	3317	0.67	1723	1139	NormUni	-3331	2962	0.62	-1671	1680
44	5428	0.5	NormUni	-2584	2650	0.45	1038	1293	NormUni	-2600	2125	0.83	-2136	541
45	8000	0.5	NormUni	-1912	1890	0.67	-765	544	NormUni	-1797	1822	0.66	920	568
46	20151	0.5	NormUni	-1610	10044	0.41	443	3523	NormUni	-9985	3066	0.43	111	4135
47	18760	0.5	NormUni	-7724	9325	0.51	443	2238	NormUni	-9325	7611	0.56	-1391	1872
48	3925	0.5	NormUni	-1802	1953	0.55	257	1091	NormUni	-1911	1880	0.73	-610	1072
49	9740	0.5	NormUni	-4740	-69	0.47	-698	1668	NormUni	-1805	4747	0.22	1331	1947
50	7850	0.5	NormUni	-3299	1137	0.00	0	600	NormUni	-946	3032	0.00	0	600
51	15890	0.5	NormUni	-7766	7732	0.10	1717	2805	NormUni	-5634	5203	0.65	-3131	2376
52	6674	0.5	NormUni	-2725	2544	0.00	0	1000	NormUni	-2581	2702	0.00	0	1000
53	5466	0.5	NormUni	-2725	2544	0.00	0	1000	NormUni	-2581	2702	0.00	0	1000
54	27775	0.5	NormUni	-13626	84	0.56	-511	5032	NormUni	-13840	13549	0.10	5059	5513
55	10000	0.5	NormUni	-2493	2428	0.00	0	800	NormUni	-2440	2496	0.00	0	800
56	5902	0.5	NormUni	-2420	2872	0.77	1900	663	NormUni	-2883	2616	0.53	-2082	652
57	6000	0.5	NormUni	-2521	2466	0.00	0	600	NormUni	-2421	2359	0.00	0	600
58	10000	0.5	NormUni	-2493	2428	0.00	0	1000	NormUni	-2440	2496	0.00	0	1000
59	10000	0.5	NormUni	-2462	2414	0.00	0	1000	NormUni	-2409	2462	0.00	0	1000
60	6278	0.5	NormUni	-3299	1137	0.00	0	400	NormUni	-946	3032	0.00	0	400
61	13212	0.5	NormUni	-6300	2747	0.72	968	2380	NormUni	-2882	6487	0.73	-696	2756
62	10000	0.5	NormUni	-2725	2544	0.00	0	1000	NormUni	-2581	2702	0.00	0	1000
63	5543	0.5	NormUni	-2757	2605	0.68	-22	673	NormUni	-898	2744	0.58	-872	913
64	6000	0.5	NormUni	-2455	2415	0.00	0	800	NormUni	-2416	2187	0.00	0	800
65	7000	0.5	NormUni	-2000	500	0.00	0	800	NormUni	-3649	3721	0.00	0	800
66	994	0.5	NormUni	-196	485	0.01	-58	99	NormUni	-485	220	0.01	60	99
67	753	0.5	NormUni	-375	368	0.01	-76	75	NormUni	-368	375	0.01	75	75
68	2265	0.5	NormUni	-1106	395	0.01	0	100	NormUni	-305	1106	0.01	0	100
69	7000	0.5	NormUni	-2493	2428	0.00	0	600	NormUni	-2440	2496	0.00	0	600

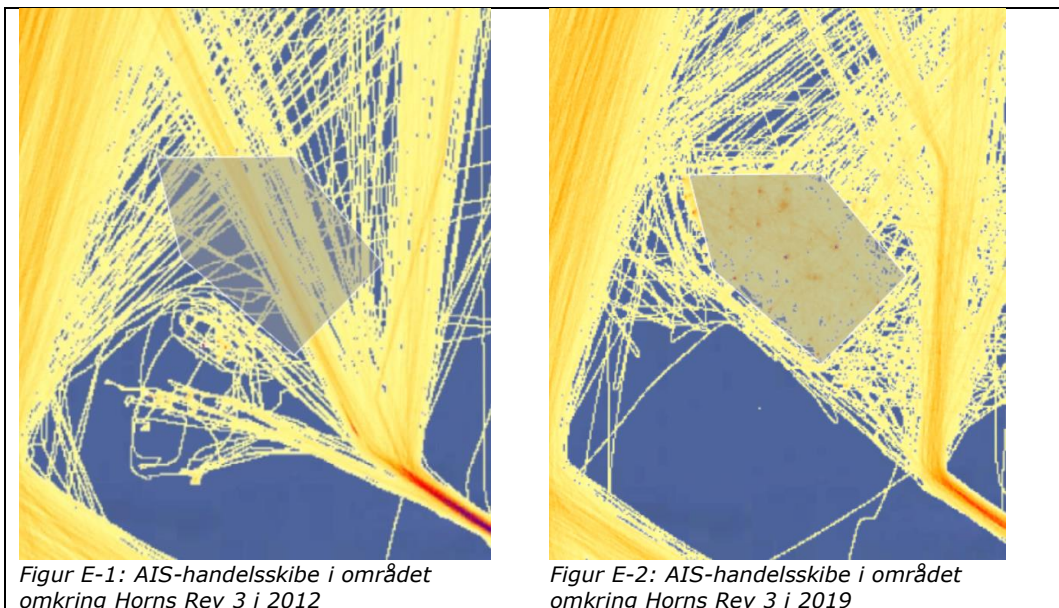
Bemærk, at ruteben 69 ikke findes blandt de oprindelige ruter i Bilag C; trafikoplægningen nødvendiggør imidlertid en opsplitning af det oprindelige ruteben 55 i et ny, forkortet ben 55 og en nyt ben 69, så hvert ben kan have sin egen stokastiske fordeling.

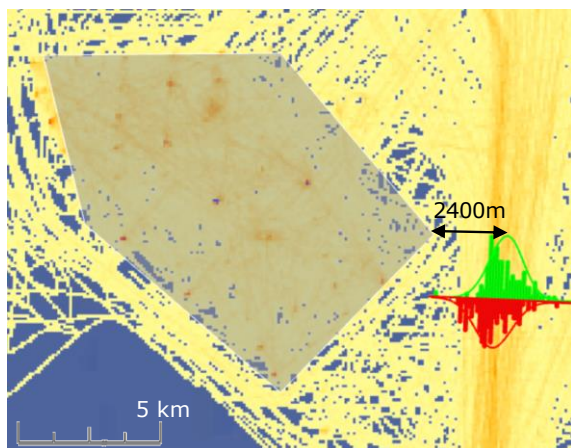
Bilag E Eksempel på trafik før og efter etablering af vindmøllepark

Vindmølleparken Horns Rev 3 åbnede i august 2019. Det giver mulighed for at se, hvordan skibene sejlede før (Figur E-1) og efter den blev bygget (Figur E-2). AIS data for januar-august 2012 og januar-august 2019 er analyseret og vist herunder. Selvom parken først åbnede i august 2019, gik nogle af møllerne allerede i drift i december 2017, mens de øvrige møller var under anlæg.

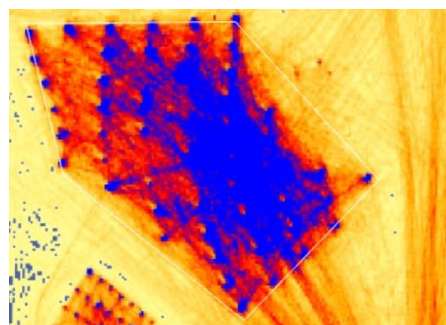
De to første tæthedsplot viser AIS-handelsskibe i området omkring Horns Rev 3. Det ses tydeligt, at de skibe, som før sejlede fra Slugen og nordvest på eller omvendt, i dag sejler øst om parken og drejer så af mod nordnordvest, efter at de er fri af møllerne.

På Figur E-3 er der fittet en normalfordelingsfunktion til skibene, som sejler nord-syd. Denne har en standardafvigelse på 600 m og middelfstanden til den yderste østlige mølle er 2400 m. Man kan naturligvis ikke generalisere dette til andre mølleparken. Men det kan bruges som inspiration, når ruteændringer skal forudsiges. Figur E-4 viser trafikken for samtlige skibstyper.





Figur E-3: Fordelingsfunktion og middelfast til yderste østlige mølle. Plottet er for AIS-handelsskibe i 2019



Figur E-4: AIS plot af alle skibe hvorved møllerne også ses.