

NOVEMBER 2019  
VATTENFALL

# HAVVINDMØLLEPARK VESTERHAV SYD

SEJLADSRISIKOVURDERING



**COWI**



NOVEMBER 2019  
VATTENFALL

# VESTERHAV SYD HAVVINDMØLLEPARK

SEJLADSRISIKOVURDERING

PROJEKTNR.

A122740

DOKUMENTNR.

A122740-003

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

08.11. 2019

BESKRIVELSE

-

UDARBEJDET

ESRA

KONTROLLERET

ALBL

GODKENDT

ALBL



# INDHOLD

1	Resume	7
2	Indledning	10
2.1	Baggrund	10
2.2	Metode	10
2.3	Tematisk afgrænsning	11
3	Grundlag	12
3.1	Projektbeskrivelse	12
3.2	Batymetri	12
3.3	Strøm og vind	13
3.4	Skibstrafikdata	13
4	Fareidentifikation	16
4.1	Fareidentifikationsmøde (HAZID)	16
4.2	Relevante scenarier	16
5	Skibstrafikken i området	17
5.1	Nuværende trafiksituation	17
5.2	Nuværende sejlruiter	19
5.3	Nye ruter	21
5.4	Trafikken på de endelige ruter	24
5.5	Fiskeri inde i vindmølleområdet	25
5.6	Råstofindvinding	26
5.7	Fremtidig trafik	26
6	Driftsfasen	28
6.1	Analyse af ulykkesfrekvensen	28
6.2	Konsekvensbetragtninger og mulige tiltag	32

7	Anlægs- og nedtagningsfasen	33
7.1	Anlægsfasen	33
7.2	Nedtagningsfasen	33
8	Analyse af kumulative effekter	34
9	Konklusioner	35
10	Forkortelser	36
11	Referencer	37

## BILAG

Bilag A	HAZID-protokol	38
A.1	Deltagere	38
A.2	Definition af sejlrufterne i området	39
A.3	Sejldsrelaterede farer i driftsfasen	41
A.4	Sejldsrelaterede farer i etableringsfasen	49
A.5	Sejldsrelaterede farer i nedtagningsfasen	50
A.6	Yderligere sejldsrelaterede farer fra tidligere HAZID i 2014	50
Bilag B	Kollisionsmodel	51
B.1	Metode for sejlene skibe under kontrol	51
B.2	Hændelser på ruten	51
B.3	Skibet glemmer at dreje	51
B.4	Metode for drivende skibe	53
Bilag C	Definition af oprindelige sejlrufter	57
Bilag D	Definition af nye sejlrufterne	63
Bilag E	Eksempel på trafik før og efter etablering af vindmøllepark	69

# 1 Resume

Rapporten analyserer og konkluderer på sejladsikkerheden i området vest for Hvide Sande omkring den planlagte vindmøllepark Vesterhav Syd med 20 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. Der opererer nogle sandsugere lige øst for vindmøllerne. Det antages, at de er så kendt med området, at møllerne ikke udgør nogen fare for dem. 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 sejlede og drivende skibe.

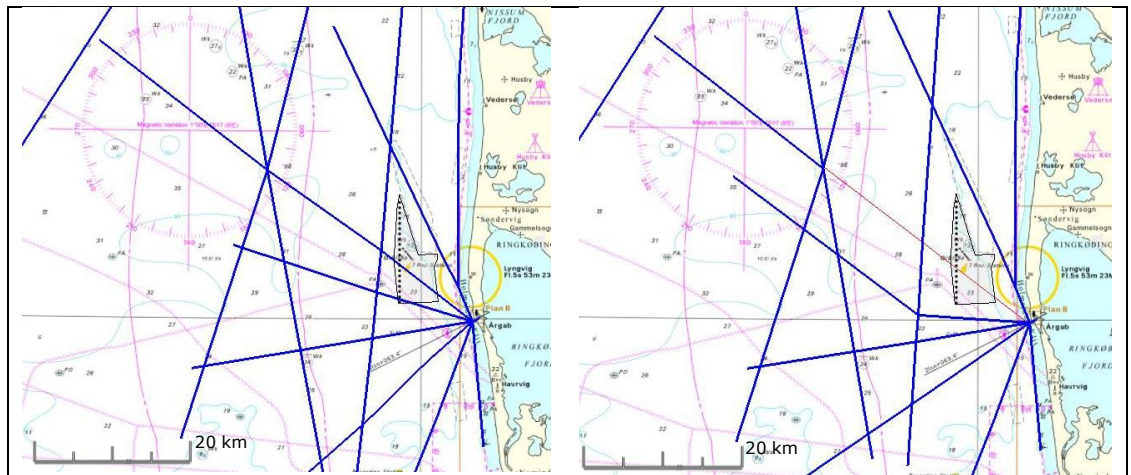
På Figur 1-1 ses til venstre de ruter, som kan identificeres i dag ud fra AIS signaler. Til højre ses, hvordan de kan komme til at se ud efter opførelse af møllerne. De store skibe, som i dag sejler gennem mølleparken, vil efter opførelsen sejle syd om ad nye ruter. Nogle fiskeskibe og mindre både vil fortsætte med at sejle gennem parken. Den nord-sydgående rute vest for møllerne flytter længere mod vest, hovedsageligt for at kunne gå fri af den parallelt projekterede møllepark Vesterhav Nord beliggende nord for Vesterhav Syd.

Der fiskes i dag i væsentligt omfang i specielt den sydlige del af mølleområdet. Dette fiskeri udføres også af mindre både uden AIS. Det forventes, at der fortsat vil fiskes i området fremover. Skibe, der fisker, sejler langsomt og en eventuel møllekollision vil typisk ikke bringe båden i fare. Det vurderes derfor, at møllerne ikke udgør nogen sejladsmæssig fare for skibe, der trawler eller sætter net og de medtages ikke i den beregnede kollisionsfrekvens.

Antallet af skibe i området er, sammenlignet med andre danske farvande, begrænset og domineret af fiskeskibe og skibe under 100 m længde. Nogle få skibe på den nord-sydgående rute vest for møllerne kommer op på 150 m. I 2018 var der omkring 2300 AIS-passager af området med skibe kortere end 25 m og 1600 passager af skibe længere end 25 m.

Den meget trafikerede rute fra Skagen til den Engelske Kanal, hvor mange store skibe sejler, ligger mellem 20 km og 60 km fra møllerne. Et drivende skib herfra vil drive i mindst fire timer, inden det når møllerne. Uden møllernes tilstedeværelse ville det strande på vestkysten en time senere. I de fleste tilfælde vil det tage noget længere tid inden møllerne nås af et drivende skib og et hjælpefartøj vil derfor kunne nå frem i tide.

Figur 1-1 Sejlruter før og efter møllepark



Ruterne i dag

Mulige fremtidige ruter. Den tynde røde linje fra Hvide Sande mod nordvest repræsenterer de fiskeskibe samt andre mindre skibe, der fortsætter med at sejle gennem mølleområdet af den oprindelige rute.

På Tabel 1-1 ses antallet af skibspassager i den umiddelbare nærhed af mølleparken. I kolonne to er den samlede kollisionsfrekvens beregnet, hvis skibene efter, at møllerne er opført, fortsætter med at sejle som i dag. Dette worst-case-scenarie giver en samlet kollisionsfrekvens på 57 år. I kolonne tre vises et mere realistisk scenarie, hvor alle større skibe lægger ruten om, mens 75 % af fiskeskibene og de helt små skibe fortsætter



som i dag. Det giver en samlet kollisionsfrekvens på 130 år. Andelen af drivende kollisioner er i forhold til de sejlene kollisioner meget lille, hvilket skyldes, at den store skibstrafik sejler 20-60 km vest for møllerne.

Det ses tydeligt, at de skibe som omlægger ruten, får et dramatisk fald i kollisionsandsynlighed. Det er de skibe, som fortsat sejler gennem mølleområdet, der dominerer kollisionerne. Kollisionsfrekvensen vil forventeligt være noget lavere for disse skibe end tallene viser, da det må forventes, at skibe der forlader Hvide Sande ikke sætter kursen direkte på en mølle kort efter, at de har forladt havnen.

Med en meget lille kollisionsfrekvens på over 1000 år for de større skibe og omkring 100 år for fiskeskibene og de helt små skibe (L<25m) vurderes det ikke, i overensstemmelse med proceduren, at være nødvendigt at lave en konsekvensanalyse. Konklusionen er, at driften af de 20 møller i Vesterhav Syd ikke vil udgøre en fare for skibsfarten i området.

Tabel 1-1 *Returperiode af skib-møllekollisioner afhængigt af skibenes rutevalg efter etableringen af Vesterhav Syd.*

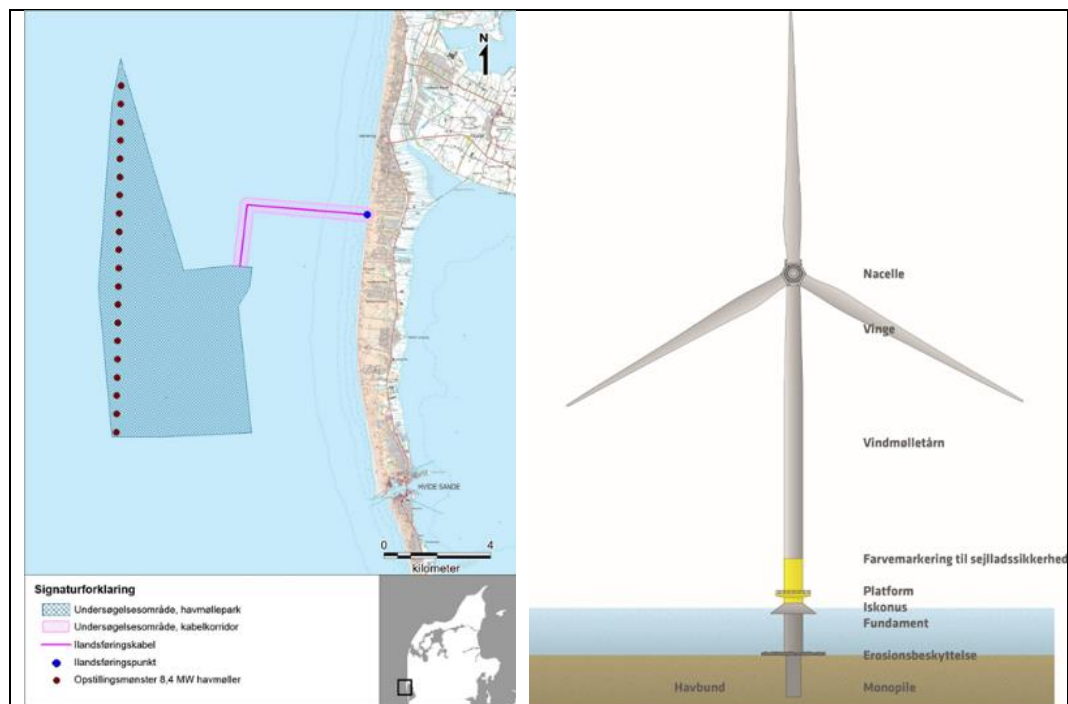
Skibenes valg af sejlroute	Returperiode hvis alle skibe sejler som i dag	Returperiode hvis 75 % af de mindre skibe <sup>1</sup> sejler som i dag	Returperiode hvis 50 % af de mindre skibe sejler som i dag	Returperiode hvis 25 % af de mindre skibe sejler som i dag	Returperiode hvis alle skibe følger de nye ruter
Sejler som i dag	57 år	137 år	200 år	401 år	-
Følger de nye ruter	-	2801 år	2281 år	1924 år	1644 år
Alle skibe	57 år	130 år	184 år	332 år	1664 år

<sup>1</sup> Defineret som fiskeskibe under 50 m længde samt andre skibe under 25 m længde

## 2 Indledning

### 2.1 Baggrund

Vattenfall planlægger at opføre 20 havvindmøller à 8,4 MW nordvest for Hvide Sande. 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 forventes at blive.



Figur 2-1 Vattenfalls mølleplacering og mølledesign for Vesterhav Syd.

### 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 den anvendte metode var den samme, som blev benyttet ved sejladsrisikoanalyserne for vindmølleparkerne 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:	Udregn 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 Bilag 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).

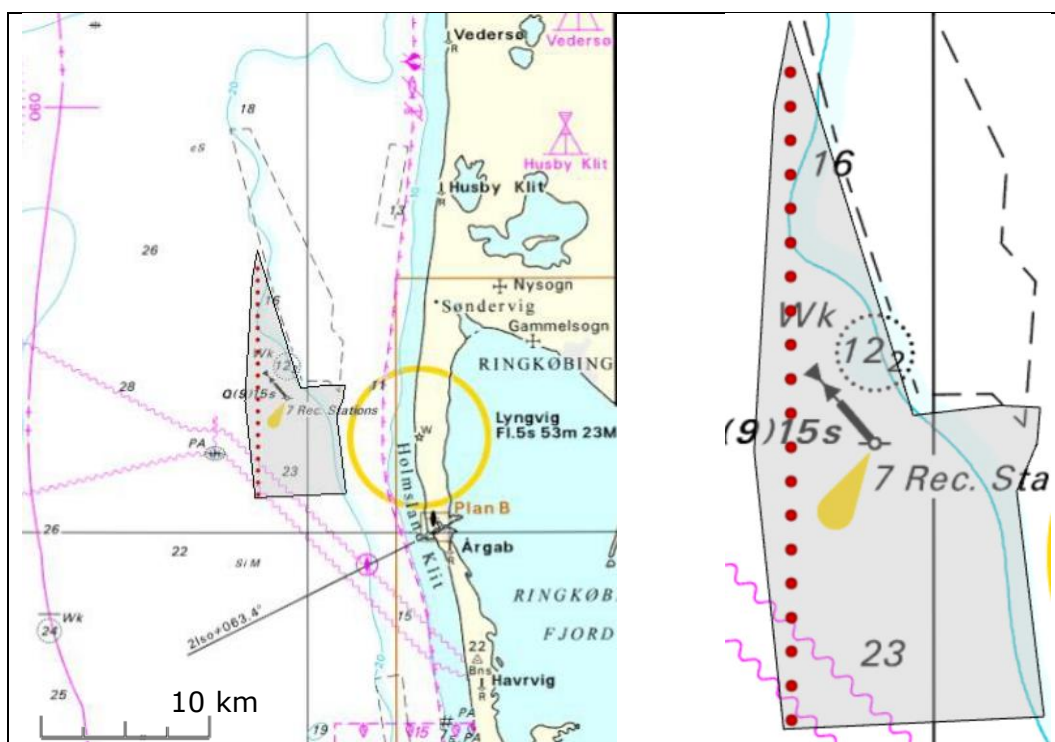
## 2.3 Tematisk afgrænsning

Sejladsrisikoanalysen 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 20 havvindmøller à 8,4 MW nordvest for Hvide Sande. Møllerne placeres på en nord-syd-gående akse, ca. 10 km fra kysten og med en afstand på 700 m mellem hver mølle. Vanddybden i området er mellem 15 og 25 meter. Møllerne installeres på monopæle med en diameter på 6-7 m. Møllenavet er ca. 110 m over vandoverfladen og højden fra vandoverfladen til øverste vingespids 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 samlekabel føres i land ved Klegod nord for Hvide Sande.



Figur 3-1 Placering af de 20 vindmøller for Vesterhav Syd. Det grå område er undersøgel sesområdet

#### 3.2 Batymetri

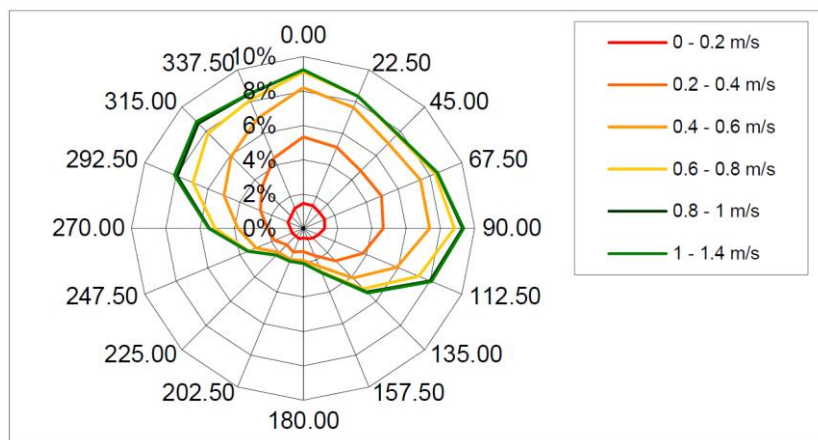
Vanddybden omkring møllerne er mellem 15 og 20 m. Vest for møllerne er der over 20 m dybt. Øst for de sydlige 10 møller er vanddybden ligeledes over 20 m, mens den er 15 m øst for de 10 nordlige møller. Alle skibe vil derfor kunne sejle ind til møllerne og der er heller ingen rev, der vil kunne standse et vildfarent eller drivene skib ved grundstødning, inden det når frem til møllerne. Havbunden består primært af sand samt enkelte grusede og stenede områder.

### 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 den 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/.

Til at bestemme, hvordan skibene kan drive i tilfælde af maskinsvigt, kombineres vind og strøm i en drivrose (Figur 3-2). Den angiver sandsynligheden for at et skib driver i en given retning med en given drivhastighed. I denne analyse anvendes drivrosen fundet ved sejladsanalysen for Horns Rev 3, som ligger cirka 40 km mod syd ved samme kyst /HR3, 2017/. I modsætning til de indre danske farvande er drivemønstret i den danske Nordsø stort set styret af vindforholdene, som er forholdsvist upåvirkede af den relative korte afstand mellem Horns Rev 3 og Vesterhav Syd set fra et sejladsperspektiv. Drive-rosens overordnede form ligner i vidt omfang vindrosens. Sammenhængen mellem vind, strøm, og skibets oprindelige orientering beskrives i Bilag B, afsnit B.4.



Figur 3-2 Drivrose for Horns Rev 3, som også anvendes i denne rapport

### 3.4 Skibstrafikdata

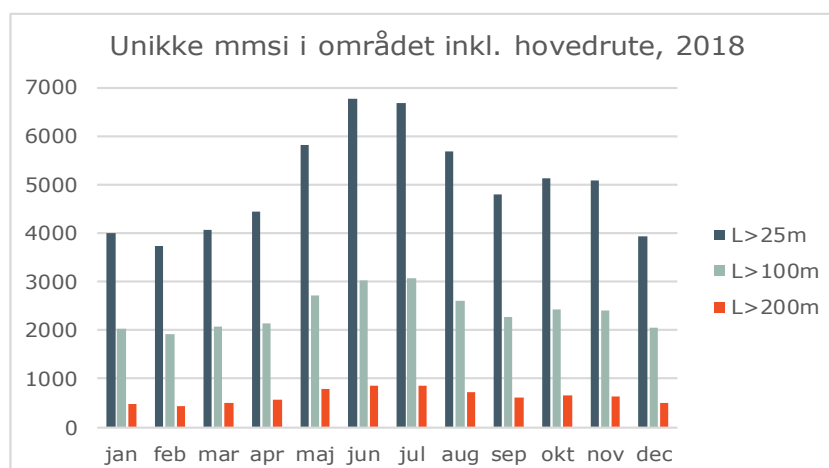
#### 3.4.1 AIS-data

Automatic Identification System (AIS) tjener som det primære datagrundlag for skibstrafikken i området. Skibe over 300 bruttoregister-ton, alle passagerskibe og fiskeskibe over 15 meter skal have en AIS-transponder ombord. Den sender med korte intervaller

oplysninger om skibets position, hastighed og kurs. Oplysninger om skibets unikke identitet (MMSI<sup>2</sup>, IMO-nummer<sup>3</sup>), 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 3-3 viser, at der er en tydelig sæsonvariation blandt skibene; 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 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 mølleområdet vurderes at have AIS. AIS-fiskeskibene i det kystnære område bør derfor ganges med 2 i de kystnære zoner.

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



Figur 3-3 Unikke skibe (unikke MMSI) i området pr. måned for forskellige skibslængder fra AIS-data i søområdet omkring den planlagte vindmøllepark.

### 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.

<sup>2</sup> Maritime Mobile Service Identity

<sup>3</sup> Internationalt skibsregisternummer

### 3.4.3 VMS-data

Vessel Monitoring System-data (VMS) er baseret på Global Positioning System (GPS) og bruges i kommercielle fiskefartøjer 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 erhvervsfiskefartøjer i Nordsøen har AIS. I de kystnære områder er der også mindre deltidsfiskefartøjer uden AIS. På HAZID-mødet blev det vurderet, at der i Hvide Sande er det samme antal skibe uden AIS som med AIS, jf. afsnit 3.4.1. 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. VMS-data blev derfor ikke indhentet.

### 3.4.4 Data for lystfartøjer

Der sejler meget få lystbåde ved mølleområdet Vesterhav Syd 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. Delatagerne ved HAZID-mødet så heller ikke noget problem her. Lystbåde behandles derfor ikke i denne rapport.

### 3.4.5 Lods og VTS

Der er ingen trafikovervågning i form af Vessel Traffic Service (VTS) eller tilsvarende i området. Under opførelsen af vindmøllerne overvåger bygherren sejladsen i området med noget man måske kan kalde et mini-VTS. Men det drejer sig ikke om et VTS-center med de krav, der stilles hertil.

Ingen skibe vurderes at have lods. Lods tages normalt først ombord ved ankomst til Skagen eller Limfjorden.

## 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:

- > Sejlene 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 (fortrængnings-effekt)

Beskadigelse af søkabler ved skibsankre 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 Etablerings- og nedtagningsfasen

Samtlige identificerede scenarier fra Bilag A betragtes som relevante:

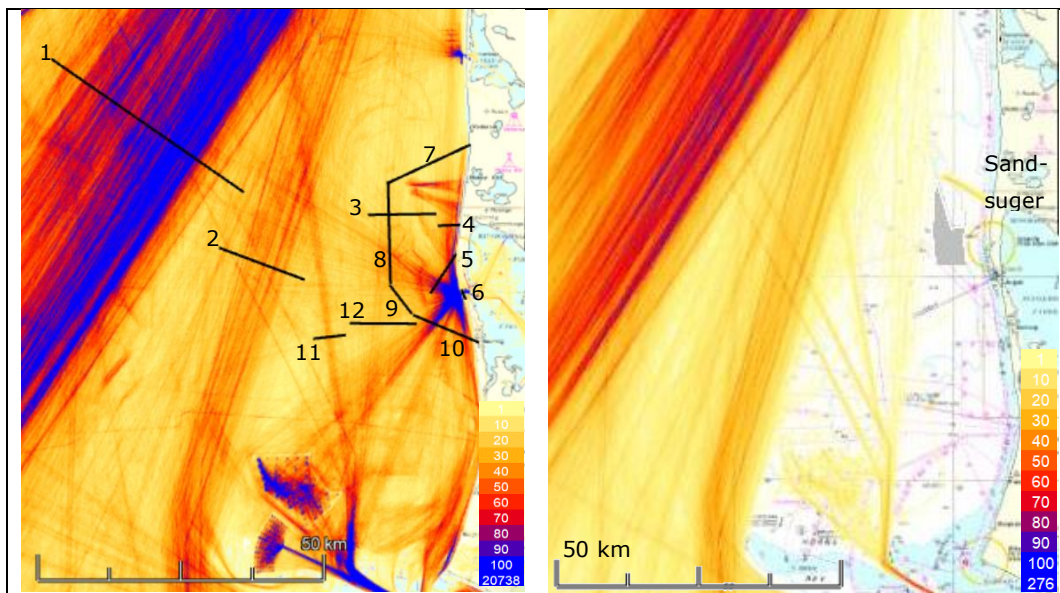
- > Sejlads fra Esbjerg ved udskibning af møller: Skib-skibskollision
- > Drivende skibe, der driver ind i bygeområdet
- > Kollision med kabellægningsskib, graveskibe eller kranskibe



## 5 Skibstrafikken i området

### 5.1 Nuværende trafiksituation

AIS-trafikken er på Figur 5-1 vist som tæthedsplot med en cellestørrelse på 100 x 100 m. Antallet af skibe i hver celle er vist på farveskalaen. Lysegul svarer til mindre end 10 skibe per år, mens blå svarer til mere end 100 skibe per år.



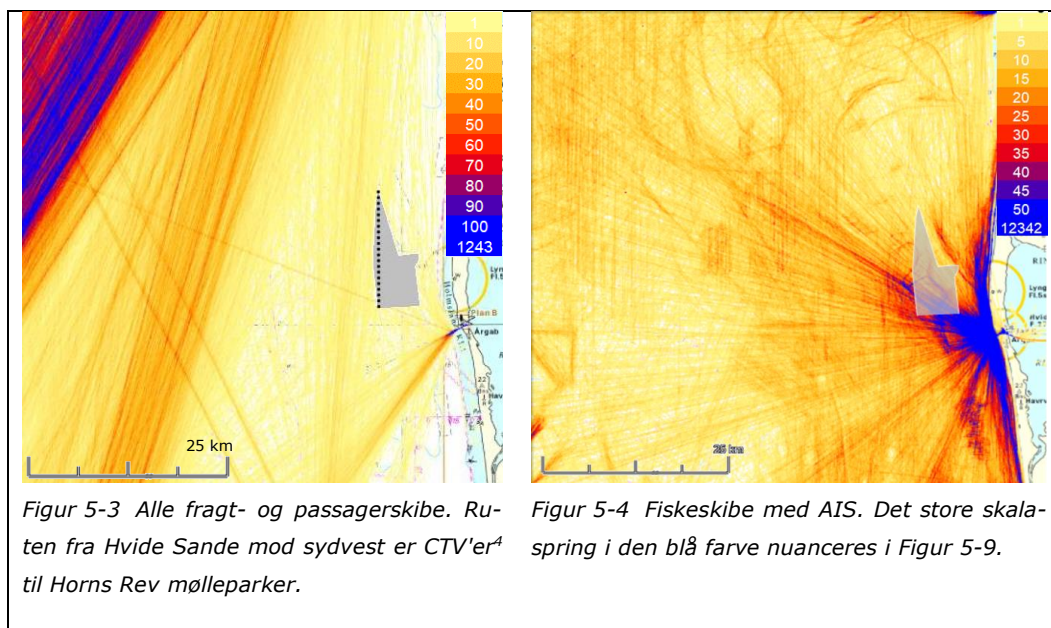
Figur 5-1 Alle AIS-skibe i 2018 med repræsentative passagelinjer for Vesterhav Syd.

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

<b>1</b>	Fragt & passager	16156	loa<400 m	<b>7</b>	Fragt & passager	330	loa<120 m	LineId	Δvinkel
	Fiskeskibe (AIS)	136	dwt<202.347 t		Fiskeskibe (AIS)	591	dwt<3900 t	1	20
	Andre	453			Andre	352		2	20
	<b>Total</b>	<b>16745</b>			<b>Total</b>	<b>1273</b>		3	20
<b>2</b>	Fragt & passager	2405	loa<400 m	<b>8</b>	Fragt & passager	3	loa<120 m	4	20
	Fiskeskibe (AIS)	86	dwt<194.829 t		Fiskeskibe (AIS)	218	dwt<3900 t	5	40
	Andre	170			Andre	9		6	180
	<b>Total</b>	<b>2661</b>			<b>Total</b>	<b>230</b>		7	120
<b>3</b>	Fragt & passager	363	loa<148 m	<b>9</b>	Fragt & passager	6	loa<95 m	8	30
	Fiskeskibe (AIS)	178	dwt<8100 t		Fiskeskibe (AIS)	137	dwt<3319 t	9	40
	Andre	291			Andre	9		10	40
	<b>Total</b>	<b>832</b>			<b>Total</b>	<b>152</b>		11	20
<b>4</b>	Fragt & passager	65	loa<95 m	<b>10</b>	Fragt & passager	73	loa<95 m	12	20
	Fiskeskibe (AIS)	765	dwt<3319 t		Fiskeskibe (AIS)	989	dwt<3319 t		
	Andre	163			Andre	696			
	<b>Total</b>	<b>993</b>			<b>Total</b>	<b>1758</b>			
<b>5</b>	Fragt & passager	49	loa<95 m	<b>11</b>	Fragt & passager	32	loa<179 m		
	Fiskeskibe (AIS)	1368	dwt<3319 t		Fiskeskibe (AIS)	81	dwt<18.972 t		
	Andre	60			Andre	314			
	<b>Total</b>	<b>1477</b>			<b>Total</b>	<b>427</b>			
<b>6</b>	Fragt & passager	413	loa<95 m	<b>12</b>	Fragt & passager	252	loa<143 m		
	Fiskeskibe (AIS)	5605	dwt<3319 t		Fiskeskibe (AIS)	200	dwt<13.060 t		
	Andre	3089			Andre	149			
	<b>Total</b>	<b>9107</b>			<b>Total</b>	<b>601</b>			

De sorte linjer i Figur 5-1 er passagelinjer (også kaldet krydsninslinjer), 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 havmølleområde. Tallene under Figur 5-1 er antal skibspassager for henholdsvis handelsskibe (fragt- og passagerskibe), fiskeskibe samt andre skibe for alle 12 passagelinjer. Desuden vises det største skib for hver passagelinje iht. dødvægt (DWT). Sidste kolonne er det vinkelrum for, hvilket skibe er medtaget (f.eks. "20" = -10° til +10°).

Hovedtrafikken mellem Den Engelske Kanal og Skagen forløber i stor afstand fra vindmølleområdet hen over passagelinje 1. En mindre, men stadig stor trafikstrøm løber fra Den Tyske Bugt og Esbjerg mod nord uden om Horns Rev og hen over passageline 2. Passagelinje 11 omfatter trafikken, der sejler mod nord gennem Slugen, dvs. inden om Horn Rev. Bortset fra disse overregionale trafikstrømme sejler der både handels- og fiskeskibe til og fra havnene i området (Hvide Sande, Esbjerg og Thorsminde). Handelskibene tilslutter sig de overregionale trafikstrømme, mens fiskeskibene opererer spredt over hele nærområdet. 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.



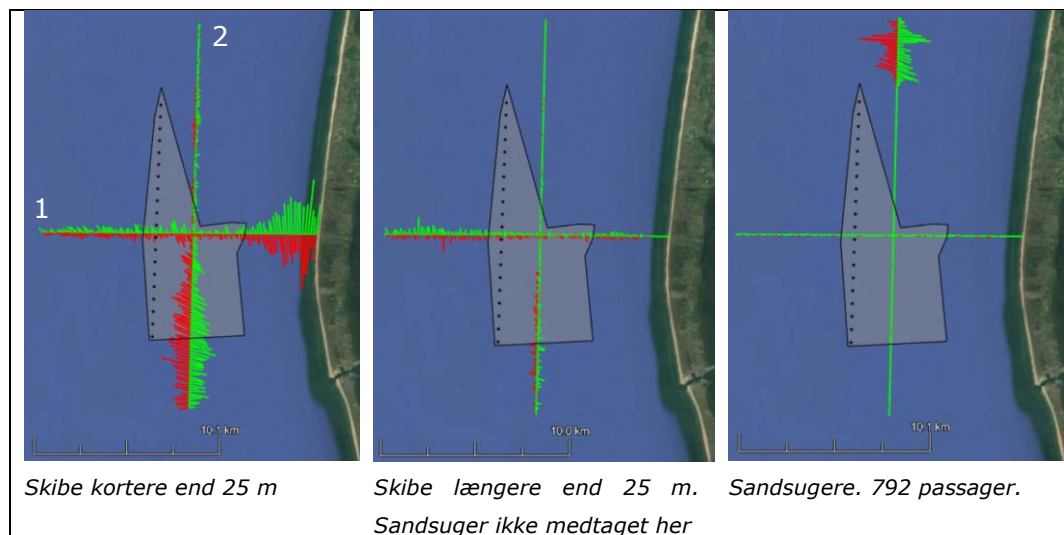
På Figur 5-2 ses, at det er meget få store skibe (LOA>100 m), der kommer i nærheden af møllerne. Der er omkring 20 km fra møllerne ud til den første store rute (repræsenteret ved passagelinje 2, jf. figur 5-1), hvor der passerer ca. 2400 handelsskibe. 363

<sup>4</sup> Crew transfer vessels

handelsskibe (1 om dagen) sejler nord-syd og passerer de planlagte møllepositioner umiddelbart vestom.

Fra Hvide Sande mod nordvest (passagelinje 5) er der 1368 AIS-passager af fiskeskibe. HAZID-mødet kom frem til, at halvdelen af fiskeskibene fra Hvide Sande, som fisker kystnært, ikke har AIS (jf. Bilag A). Derfor regnes cirka med de dobbelte antal skibe.

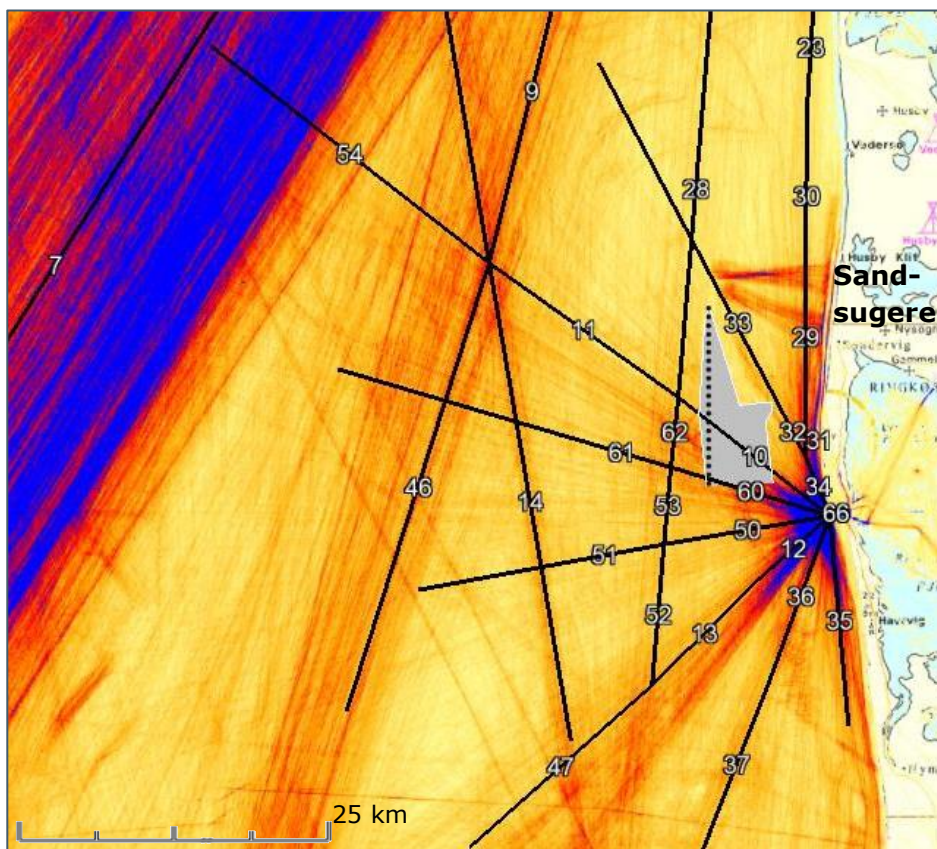
På nedenstående tre figurer ses, hvordan AIS-trafikken sejler gennem to passagelinjer indlagt med centrum i mølleområdet. Det er tydeligt, at de små skibe <25 m (primært fiskere) enten sejler langs kysten eller sejler gennem den sydlige halvdel af området. De større skibe sejler primært vest og syd for møllepositionerne på deres vej ind og ud af Hvide Sande.



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

## 5.2 Nuværende sejlruiter

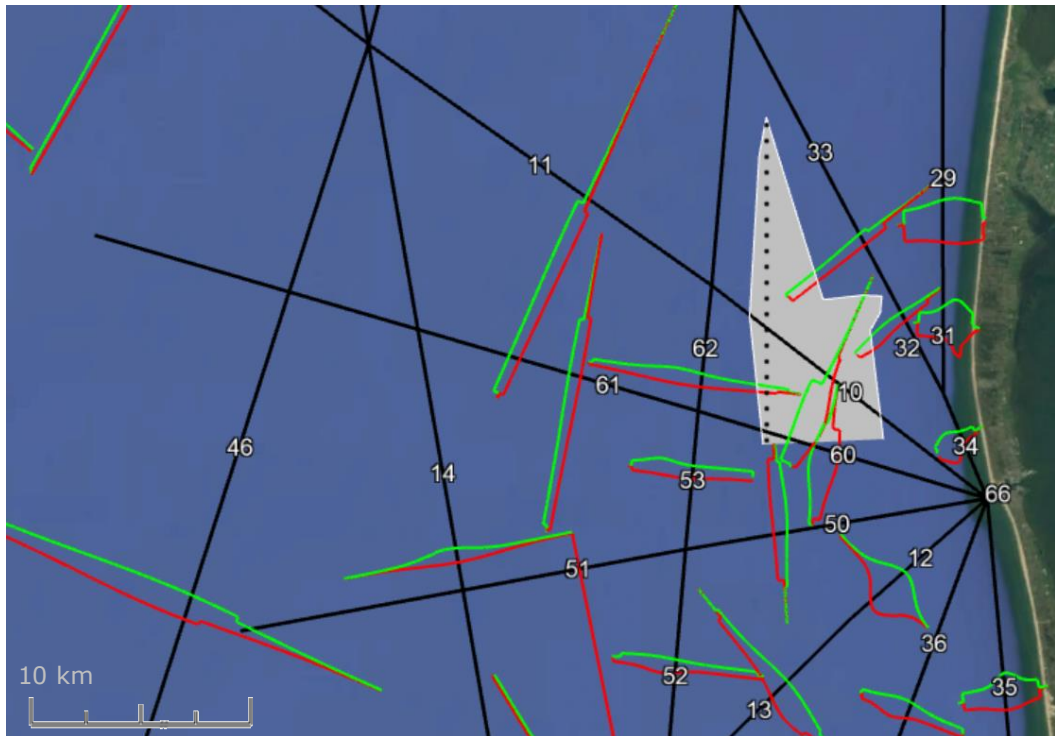
Figur 5-6 viser et net af idealiserede ruter, der repræsenterer den nuværende trafik i området omkring Vesterhav Syd. De enkelte ruter er opdelt i flere afsnit, såkaldte ruteben. Ruterne behøver ikke at stemme nøjagtigt overens med den tætteste trafik; den egentlige modeltekniske information ligger i de tværgående fordelinger, der er tilknyttet til hvert ruteben og er vist på Figur 5-7. Det ses f.eks. på fordelingsfunktionerne for ruteben 10 og 11, at skibene primært sejler syd for linjen, hvilket tæthedsplottet også viser. Da området ikke har så meget trafik, er ruterne ikke altid så tydelige, som f.eks. i de indre danske farvande.



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.



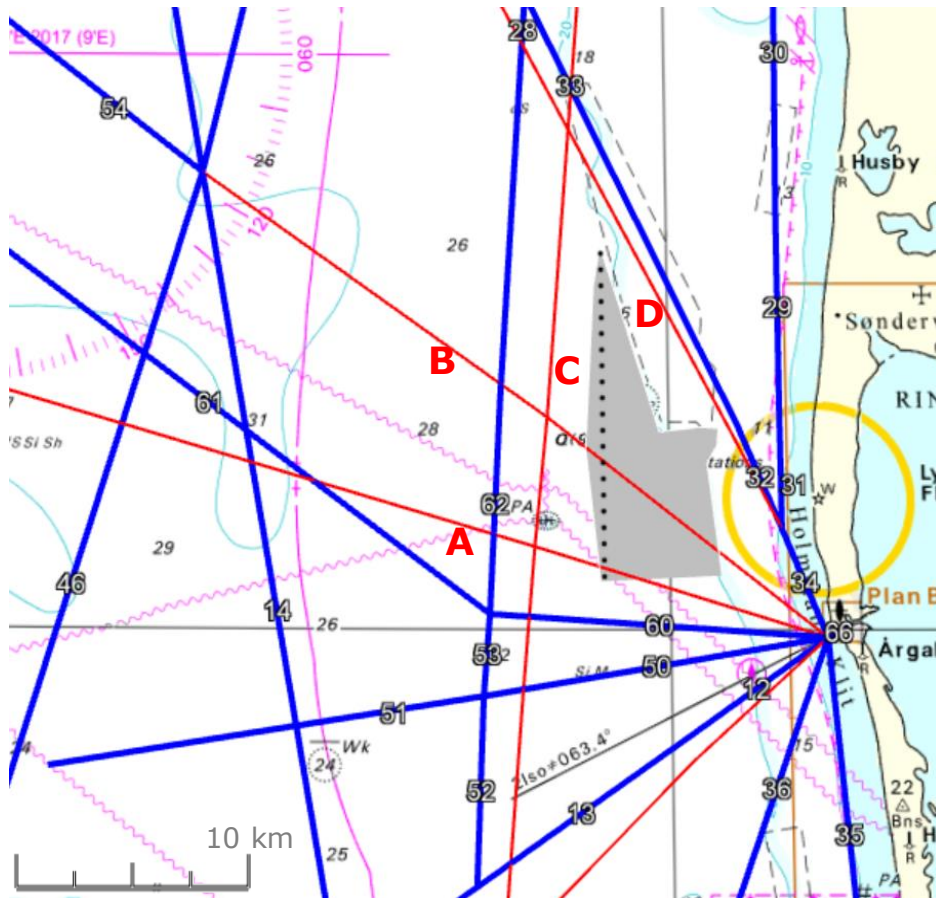


Figur 5-7 *Eksempler på tværfordelinger af trafikken på de enkelte ruteben. Fordelingerne er kombinerede normal- og uniforme fordelinger. F.eks. er ruteben 14 98 % normalfordel, mens ruteben 11 er 90% uniform. Det ses, at trafikken på ruteben 10 og 11 primært sejler syd for linjen, hvilket tæthedsploppet også viser.*

### 5.3 Nye ruter

Møllernes placering betyder, at noget af skibstrafikken vil ændre deres nuværende ruter. Skønt det ikke er forbudt at sejle igennem vindmølleparken, så længe man holder 200 m sikkerhedsafstand til de enkelte møller, 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 havmølleområdet 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 sejladsmønster og de, 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.

På Figur 5-8 er vist, hvordan rutenettet forventes at blive for de skibe, der ændrer deres sejladsmønster.



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

Trafikken på de to gamle ruter, på Figur 5-8 kaldet A og B, flytter ned på hhv. ruteben 60/61 og 10/11. Mange mindre skibe vil dog fortsætte ad rute A og B gennem mølleparken, jf. diskussionen i forudgående paragraf. De endelige resultater vil inkludere forskellige procentandele, som forsætter af rute B.

For at skibene på den gamle rute C også skal gå fri af den planlagte møllepark Vesterhav Nord, vil ruten flyttes ruteben 52/53/62/28 4 km mod vest, se diskussion længere nede i dette afsnit.

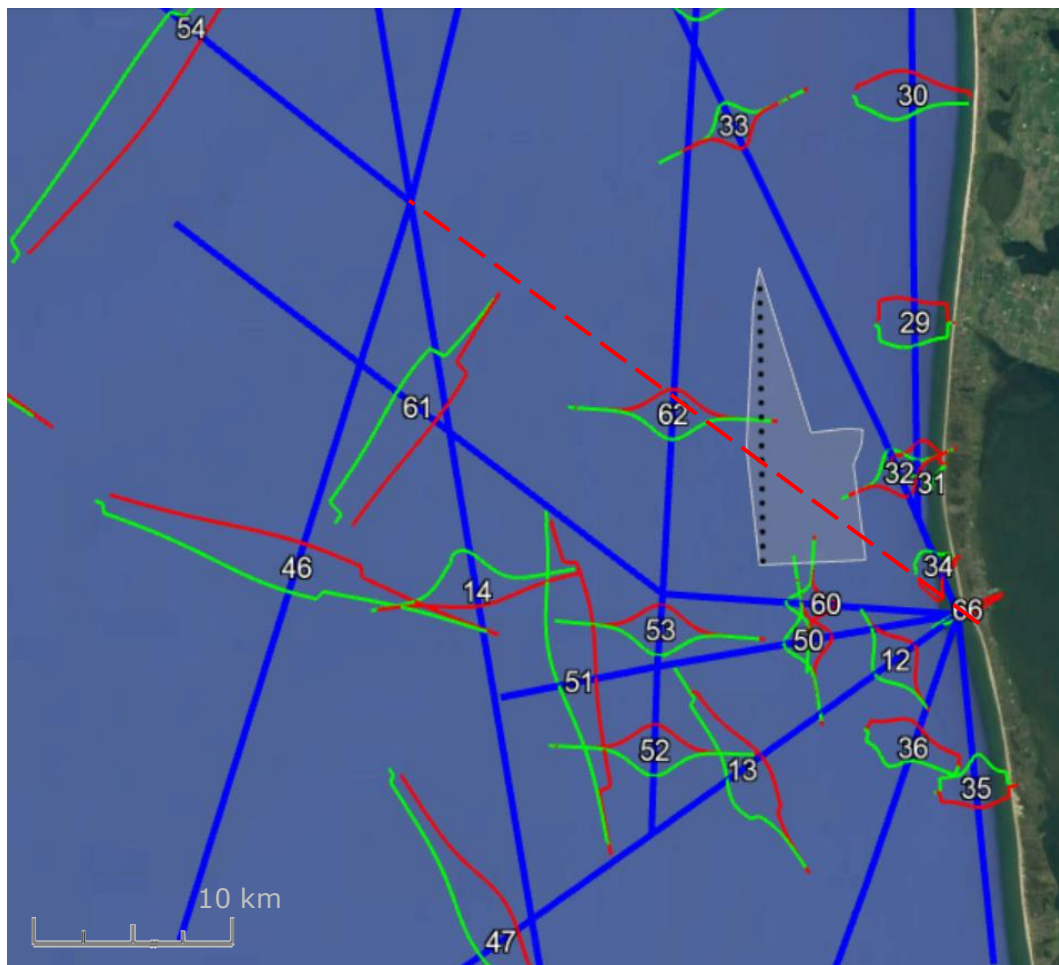
Den NNV-gående trafik, rute D, flyttes lidt mod øst så der minimum er 2 km til møllerne til ruteben 32 og 33.

Ruteben 54 beholdes for at kunne medtage nogle af de skibe, som langt ude sætter kurs direkte på Hvide Sande uden at tænke over møllerne.

Når man ser på figuren, skal det huskes, at skibene ikke sejler præcist på linjerne, men med en given fordeling på tværs af linjerne. Dermed er det afgørende, hvor middelværdien for den tværgående fordeling ligger og hvor stor spredningen (standardafvigelsen) er.

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 omlejringseffekten. 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 middelfast på 2400 m og en spredning 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 5-9 Nye ruter omkring møllerne og deres statistiske beskrivelse. Den røde stiplede linje er de fiske- og småskibe som fortsat sejler gennem området efter møllernes etablering (blå linje = endelige ruteben, rød stiplede linje = oprindelige ruteben, røde/grønne kurver = skibenes tværgående fordeling i hver deres sejlretning)

Noget af trafikken på ruteben 33 gik før gennem de nordligste møller, jf. Figur 5-7. Nu er middelværdien 2300 meter målt fra den nordligste mølle. Spredningen,  $\sigma$ , er sat til 600 m.

Ruteben 60, som før snittede det sydvestlige hjørne af området, har nu en middelfast på 1850 meter og en spredning på 400 m, svarende til 2/3 af de 600 m observeret ved Horns Rev 3. Denne værdi virker mere realistisk i nærheden af en havneindsejling, men er formodentligt stadig på den konservative side.

Ruteben 62, som før havde en afstand på 1800 m, flyttes på tilsvarende vis pga. mølleparken Vesterhav Nord længere mod nord ud for den samme kyst. Dette betyder, at rutebenet får en middelfast på mindst 4000 m over for Vesterhav Syd. Spredningen sættes til 1000 m, dvs. en fjerdedel af afstanden til nærmeste mølle (baserende på observationerne ved Horns Rev 3). Vesterhav Nord projekteres parallelt med Vesterhav Syd.

Når ruteben 60 og 61 sættes til en middelfast på ca. 2000 m, skyldes det, at skibene er på vej til og fra Hvide Sande og dermed vil sejle mindre spredt.

Trafikmønstret på rute 32, 60 og 62 præger også de ruter, der ligger i direkte forlængelse af de førstnævnte. Rute 50 og 12 ligger syd for rute 60. Afstanden til mølleparken er derfor større og der antages tilsvarende en større spredning på tværs af ruteaksen.

Fiskeskibe og andre skibe under 25 m længde, der i forvejen sejler på de ovennævnte ruter forventes delvist at følge samme trafikmønster som før omlægningen, da de generelt vil sejle tættere på møllerne end de større skibe. Denne antagelse er konservativt valgt.

Trafikmønstret på alle øvrige ruter 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. Rute 10, markeret med rød, er de skibe, som i dag sejler gennem mølleområdet. Det forventes, at alle handelsskibene derfra vil flytte ned på ruteben 60, mens en vis del af fiskeskibene og småskibene vil forsætte som i dag. I kapitel 6 regnes kollisionsfrekvenserne for forskellige procentdele af fiskeskibe mm. der forsætter gennem mølleområdet som i dag.

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



*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 C og D*

Ruteben	Cargo	Tanker	Passager	Fiskeskibe	Andre	Total
<b>7</b>	11690	3614	158	272	826	16561
<b>13</b>	43	0	6	403	694	1146
<b>14</b>	44	4	0	183	360	591
<b>29</b>	15	0	0	897	244	1156
<b>33</b>	15	0	0	372	19	407
<b>35</b>	4	0	0	1019	135	1158
<b>46</b>	2277	266	7	114	296	2960
<b>50</b>	27	1	0	663	36	727
<b>54</b>	17	0	0	506	18	541
<b>60</b>	5	0	0	444	4	454
<b>62</b>	209	37	2	125	193	566
<i>10/B<sup>*)</sup></i>	<i>16</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>538</i>	<i>10</i>	<i>565</i>

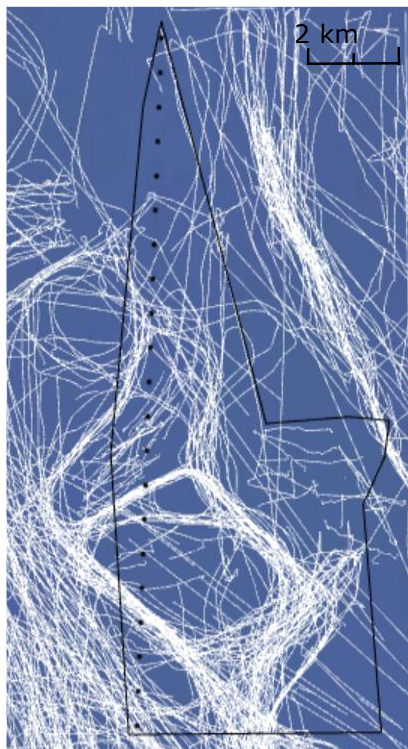
*\*)Kaldet B på Figur 5-8*

## 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 mølleområdet. 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 overholde en respektafstand på 200 m til de enkelte møller.

Til at vurdere fiskeriet omkring møllerne er AIS-fiskeskibe, der sejler under 5 knob plottet i Figur 5-10. Fiskerskibe, der sejler 6 knob og hurtigere betragtes som skibe i transit (jf. udtalelser fra fiskere ved HAZID-mødet). Figuren viser 46 individuelle fiskeskibe, der fiskede omkring møllerne i 2018. Skulle et fiskeskib kolliderede 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 bekræftedes da også 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<sup>5</sup>, se afsnit 5.4.



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

## 5.6 Råstofindvinding

Umiddelbart øst for de ti nordligste møller ligger et indvindingsområde, hvor der sejler sandsugere. Skibenes AIS-spor kan ses tydeligt både på Figur 5-1 og på Figur 5-2, samt fra en anden betragtningsvinkel på Figur 5-5; her kan det ses, at skibene i hvert fald i 2018 har holdt sig nord for den nordligste møllerposition.

## 5.7 Fremtidig trafik

Trafikken i mølleområdet 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 Hvide Sande. Trafikken længere ude i Nordsøen vil givetvis vokse på linje med de overordede internationale

<sup>5</sup> Den i afsnit 3.4 omtalte korrekturfaktor på 2 for kystnære fiskeskibe anvendes kun på skibe under fiskeri, ikke på skibe i transit, da disse er på vej til og fra mere kystfjerne havområder.

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 forventeligt vil falde lidt.

## 6 Driftsfasen

### 6.1 Analyse af ulykkesfrekvensen

#### 6.1.1 Påvirkning af nuværende ulykkes-scenarier

Visse ulykkestyper som grundstødninger og skib-skibskollisioner 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 mølleområdet. Da vindmøllerne placeres ca. 10 km fra kysten, vil den nuværende kystnære trafik forløbe næsten uændret. Møllerne vil derfor ikke give anledning til et forøget antal grundstødninger.

##### Skib-skibskollisioner

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 end i dag. Det gælder specielt for ruteben 32, 61 og 62. Der vil dog stadig være så meget plads, at skib-skibskollisioner ikke betragtes som et forøget problem.

#### 6.1.2 Sejlene og drivende kollisioner med møllerne

Metoden til udregning af kollisionsfrekvenserne er beskrevet i Bilag B.

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 Hvide Sande ligger redningsbåden Robin. Udover at redde liv, kan den også sejle ud for at redde et drivende skib. Skibe under 50 m vil, afhængigt af vejret, kunne slæbes af redningsbåden. Dette er dog ikke medtaget i estimatet af kollisionsfrekvensen.

Antallet af sejlene kollisioner er bestemt ud fra de skibe, som bliver ved med at sejle gennem og tæt på mølleområdet. Hvis alle skibe flytter over på de nye ruter, beregnes en returperiode for kollisioner på 1644 år. Returperioden er den i gennemsnit forventede tid mellem to hændelser, hvis betingelserne i øvrigt er uændrede. Anderledes sagt er der tale om en hændelsessandsynlighed på  $1/1644 = 0,06\%$  i et givent år. Hvis alle handelsskibene flytter over på de nye ruter, og mellem 0 og 100 % af fiskeskibene samt skibe kortere end 25 m følger de gamle ruter, giver det en returperiode på mellem 76

og 1664 år. I Tabel 6-1 er kollisionsfrekvenserne udregnet for forskellige andele af skibe, der følger de gamle ruter 10 og 11.

*Tabel 6-1 Beregnede returperioder for skib-møllekollisioner afhængigt af andelen af fiskeskibe og småskibe, der sejler uden om havmølleparken. Tallene i parentes er for skibe, der sejler som før + skibe, der følger de nye ruter<sup>6</sup>*

Scenario	Sejlende kollisioner Returperiode	Drivende kollisioner Returperiode	I alt
Alle skibene sejler præcist som i dag.	$(58^{-1}+0)^{-1}$ 58 år	$(6434^{-1}+0)^{-1}$ 6434 år	$(57^{-1}+0)^{-1}$ 57 år
100 % af fiskeskibe <sup>7</sup> og småskibe (L<25 m) sejler som før. Handelsskibe følger de nye ruter.	$(100^{-1}+6108)^{-1}$ 98 år	$(29397^{-1}+8928^{-1})^{-1}$ 6848 år	$(100^{-1}+3627^{-1})^{-1}$ 97 år
75 % af fiskeskibe og småskibe (L<25 m) sejler som før. Handelsskibe følger de nye ruter.	$(137^{-1}+4194)^{-1}$ 133 år	$(39196^{-1}+8429^{-1})^{-1}$ 6937 år	$(137^{-1}+2801^{-1})^{-1}$ 130 år
50 % af fiskeskibe og småskibe (L<25 m) sejler som før. Handelsskibe følger de nye ruter.	$(201^{-1}+3194)^{-1}$ 189 år	$(58794^{-1}+7982)^{-1}$ 7028 år	$(200^{-1}+2281)^{-1}$ 184 år
25 % af fiskeskibe og småskibe (L<25 m) sejler som før. Handelsskibe følger de nye ruter.	$(402^{-1}+2579)^{-1}$ 348 år	$(117587^{-1}+7580)^{-1}$ 7121 år	$(401^{-1}+1924)^{-1}$ 332 år
Alle skibe følger de nye ruter.	$(0+2162)^{-1}$ 2162 år	$(0+7217)^{-1}$ 7217 år	$(0+1644)^{-1}$ 1644 år

Det fremgår tydeligt, at de skibe, som bidrager mest til kollisionsfrekvensen (mindste returperiode) er dem, som bliver ved med at sejle som før. Den trafik, der følger de nye ruter, har en meget lille sandsynlighed for at kolliderer med møllerne (1 størrelesordenen 1 kollision hver 1000 år). Selv hvis de nye ruter lægges tættere på møllerne vil deres bidrag ikke have betydning sammenlignet med de skibe, som følger de gamle ruter. Overordnet set dominerer de sejlede kollisioner næsten fuldstændigt det samlede resultat.

### 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

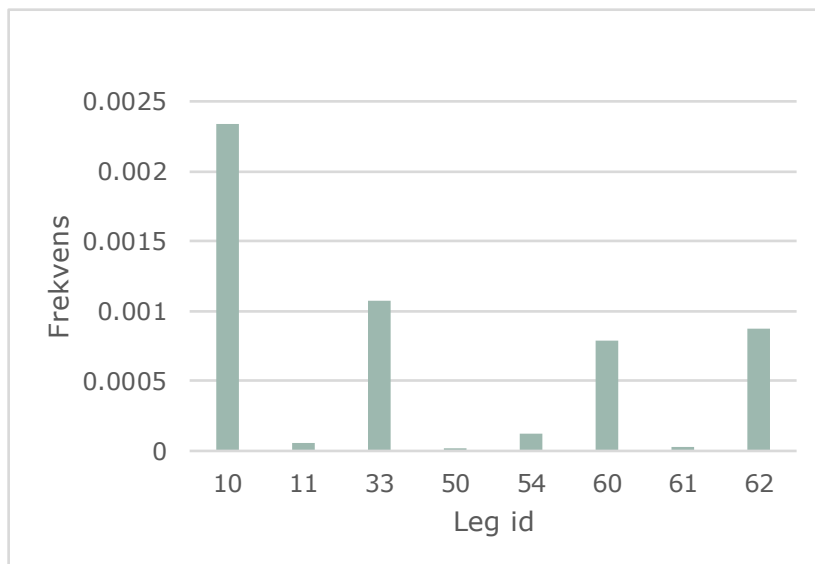
<sup>6</sup> Oprindelige ruter ("som før") = ruterne jf. Bilag C, nye ruter = ruterne jf. Bilag D. Bemærk, at nogle ruter ikke ændrer sig, dvs. her viser Bilag C og D de samme ruteparametre.

<sup>7</sup> Fiskeskibe under 50 m; større fiskeskibe indgår i tallet for handelsskibe.

de gamle ruter. Da kollisionsfrekvenserne er ret små, skal dette mest tjene til at vise, at modellen giver fornuftige resultater.

Forklaringer til Figur 6-1

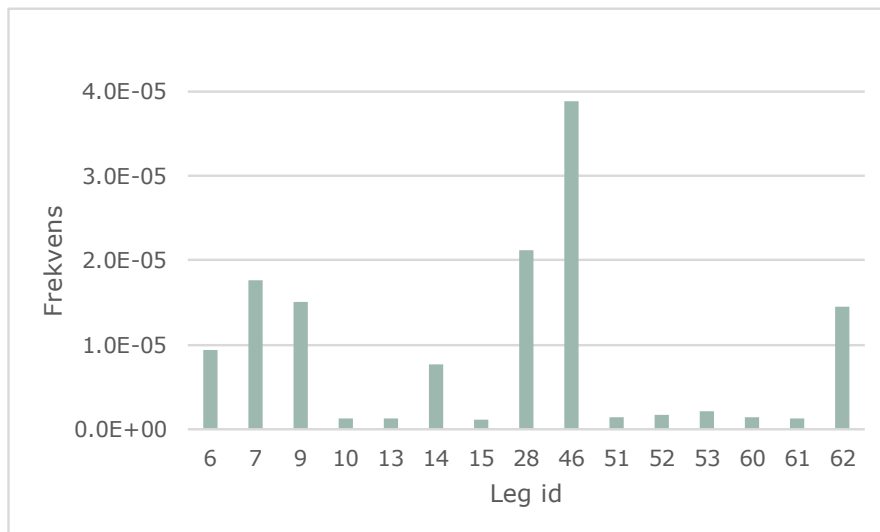
- 10, 11 Er de småskibe, som bliver ved med at sejle gennem mølleområdet.
- 33 Ruten, som går øst for møllerne.
- 50 Rute til/fra Hvide Sande syd for møllerne med bred fordeling.
- 54 De skibe, der langt ude sætter kurs direkte på Hvide Sande uden tanke på møllerne.
- 60 Skibene, der sejler øst-vest syd for møllerne.
- 61 Bred fordeling inden den snævrer ind på ben 60.
- 62 Nord-sydruten vest for møllerne. Størstedelen af skibene fra de nye ruter er vildfarne skibe (jf. Bilag B). Tallet inkluderer halvdelen af småskibene som bliver ved med at sejle på den oprindelige rute 62.



Figur 6-1 Kollisionsfrekvens for sejlede skibe på ruter

Forklaringer til Figur 6-2

- 6, 7 Den store hovedrute ude i Nordsøen. Den er 60 km væk. Men fordi der er så mange skibe, giver den et synligt bidrag.
- 9, 46 Den mindre hovedrute ude i Nordsøen. Den er 20 km væk. Men fordi der er så mange skibe, giver den et synligt bidrag.
- 14 Drivrosens retninger passer 'perfekt' til at dette rutebens skibe kan ramme møllerne
- 28, 62 Få store skibe, som til gengæld passerer lige vest for møllerne.



Figur 6-2 Kollisionsfrekvens for drivende skibe på ruter

Ruteben 10 (B på Figur 5-8) dominerer kollisionsfrekvensen for fiskeskibe og småskibe med 45 % af de drivende kollisioner, hvis disse skibe fortsætter som i dag. Ruteben 33, 60 og 62 bidrager med cirka 15-20 % hver.

For de skibe, som forlader Hvide Sande, er de beregnede frekvenser nok for høje, da det må formodes, at skibsføreren er vågen og ikke med det samme sætter kurs mod møllerne. I det hele taget er meget af trafikken lokal og har derfor et kendskab til området.

At bidraget fra de drivende skibe er så lille som beregningen viser, skyldes at de store trafikerede ruter ligger langt vest for møllerne, mens rute 62 umiddelbart vest for møllerne er forholdsvist lidt trafikeret. Fiskeskibene og småskibene sejler i stort omfang øst for møllerne og vil derfor strande på vestkysten, da den dominerende drivretning er vestlig.

#### 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 fisker, i området omkring vindmøllerne, flere skibe end AIS-data viser.

#### 6.1.5 Sandsugningsfartøjer

Sandsugningsfartøjer forventes ikke at give et væsentligt bidrag til skib-møllekollisionsfrekvensen, da de netop ikke sejler frem til eller forbi møllerne. Dermed kan de kun kollidere med møllerne som led af følgende to scenarier:

- > Sandsugningsfartøj sejler fejlagtigt forbi indvindingsområdet vestlige yderkant uden at standse i tide. Dette anses dels som meget usandsynligt på grund af skibenes lokalkendskab. Dels 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.
- > Sandsugningsfartøj begynder at drive. I lyset af den relative position af møllerne set fra indvindingsområdet og den forventede drivretning (jf. drivrosen på Figur B-7) er sandsynligheden for, at fartøjet driver hen mod en af møllerne kraftigt nedsat.

Den generelle opfattelse, at møllerne ikke påvirker sandsugningsfartøjernes sikkerhed, deltes af også af HAZID-workshoppens deltagere, jf. Bilag A.

## 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 installationsfartøjer vil formentlig ankomme fra sydvest fra Esbjerg. Arbejderne sejles hver morgen ud til området og hjem igen hver aften. Det vil formentlig ske fra Hvide Sande eller Esbjerg. Under arbejdet overvåges området med en slags mini-VTS, der kan kalde skibene op, hvis der er tegn på farlige situationer eller bare for at orientere skibsfarten om, hvad der foregår.

Der er som udgangspunkt forholdsvis lidt trafik i området, som derudover er fordelt over et forholdsvis stort område. Derfor vil skib-skibskollisioner både indbyrdes mellem de øvrige skibe eller også mellem anlægsrelaterede skibe og den øvrige trafik være et scenario af underordnet betydning. Grundstødninger af anlægsrelaterede skibe kan forekomme, men er ikke mere sandsynlige end for den øvrige trafik.

Anlægsfasen må derfor antages ikke at øge risikoniveauet for skibsfarten i området i nævneværdigt omfang.

Ulykker inde i anlægsområdet (f.eks. under løft af materialer, ved persontransfer eller indbyrdes kollisioner af anlægsfartøjer) kan forekomme, men skal håndteres ved at overholde de specifikke regler.

### 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

Ovenstående frekvensanalyse bygger på AIS-data fra året 2018, hvor vindmølleparken Horns Rev 3 har været under anlæg. AIS-dataene afspejler dermed Horns Rev 3's tilstedeværelse og det samme gælder for den beregnede ulykkesfrekvens.

Trafikmodellen tager højde for vindmølleparken Vesterhav Nord længere mod nord, som påvirker geometrien af en af ruterne (svarende til ruteben 52, 53, 62 og 28) og dermed ulykkesfrekvensen. Denne kumulative virkning er derfor også medtaget.

I fremtiden medregnes derudover opførelsen af havvindmølleparken Thor længere ude i Nordsøen, nordvest for Vesterhav Syd. Der er ikke tilstrækkelig klarhed over udformningen af denne møllepark endnu, som derfor ikke indgår i den kumulative betragtning. Omvendt vil sejladsrisikoanalysen af Thor, når den i sin tid kommer, skulle tage højde for kumulative effekter på grund af Vesterhav Syd.

## 9 Konklusioner

Beregningerne i rapporten viser, hvad 20 stk. 8,4 MW vindmøller, placeret i havet nordvest for Hvide Sande, 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 området er domineret af fiskeskibe og andre skibe under 50 m. Der er en mindre trafik af handelsskibe umiddelbart vest for det planlagte mølleområde, alle under 150 m eller 12.000 t dødvægt. Herudover er der sandsugeraktivitet og serviceskibe til mølleparken Horns Rev 3.

Foruden at sejle gennem vindmølleområdet til og fra fiskepladserne ude i Nordsøen, fisker en del af de mindre både i den sydlige del af mølleområdet. Hvis dette fortsætter efter etableringen, vurderes møllerne ikke at være til fare for de fiskende skibe, da en eventuel kollision sker med meget lav hastighed.

Møllerne vil betyde, at skibenes ruter vil forløbe lidt anderledes end i dag. Den nord-sydgående rute vest for møllerne forventes at rykke ca. 2 km mod vest, hvilket i væsentlig grad skyldes den parallelt projekterede vindmøllepark Vesterhav Nords placering længere mod nord. Skibe, som sejler fra Hvide Sande mod nordvest, skal nu sejle 10 km mod vest inden de kan sætte kurs mod nordvest. 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 det beregnet, at returperioden for møllekollisioner vil være 3627 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 mølleområdet, hvilket sagtens kan lade sig gøre med en mølleafstand på 700 m. Hvis alle fiskeskibene og de mindre både fortsætter med at sejle gennem mølleområdet som i dag, bliver returperioden for møllekollisioner for disse skibe 100 år. Hvis kun halvdelen fortsætter gennem området bliver returperioden 200 år. Den reelle kollisionsfrekvens for disse skibe er nok noget lavere end tallene viser, da det må forventes at skibe, som forlader Hvide Sande ikke sætter kursen direkte på en mølle kort efter, at de har forladt havnen.

Med en returperiode på over 1000 år for handelsskibe, og omkring 100 år for fiskeskibe samt skibe under 25 m, vurderes de 20 møller ikke at udgøre en nævneværdig fare for skibsfarten i området.

## 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

- /HR3, 2017/ COWI/Orbicon for Vattenfall: Horns Rev 3 Offshore Wind Farm. Navigational Risk analysis. 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
- /Peter Friis-Hansen 2008/ Peter Friis-Hansen: Basic Modelling Principles for prediction of collision and grounding frequencies. DTU. 2008
- /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
- /NIRAS 2015/ NIRAS for Kystdirektoratet: 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>
- /DNV/COWI, 2013/ DNV & COWI: Memo omkring sejladsforhold: Koordinering af metoden for Horns Rev 3 og Kriegers Flak, Af, 2013
- /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

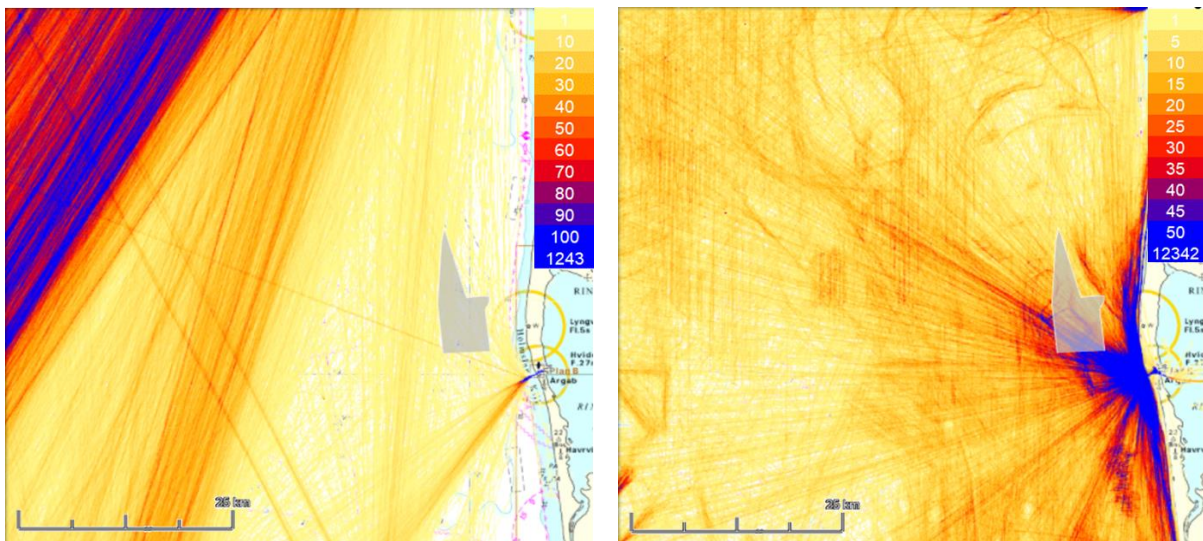
Tabel A-1 Deltagerliste

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.

## A.2 Definition af sejlruterne i området

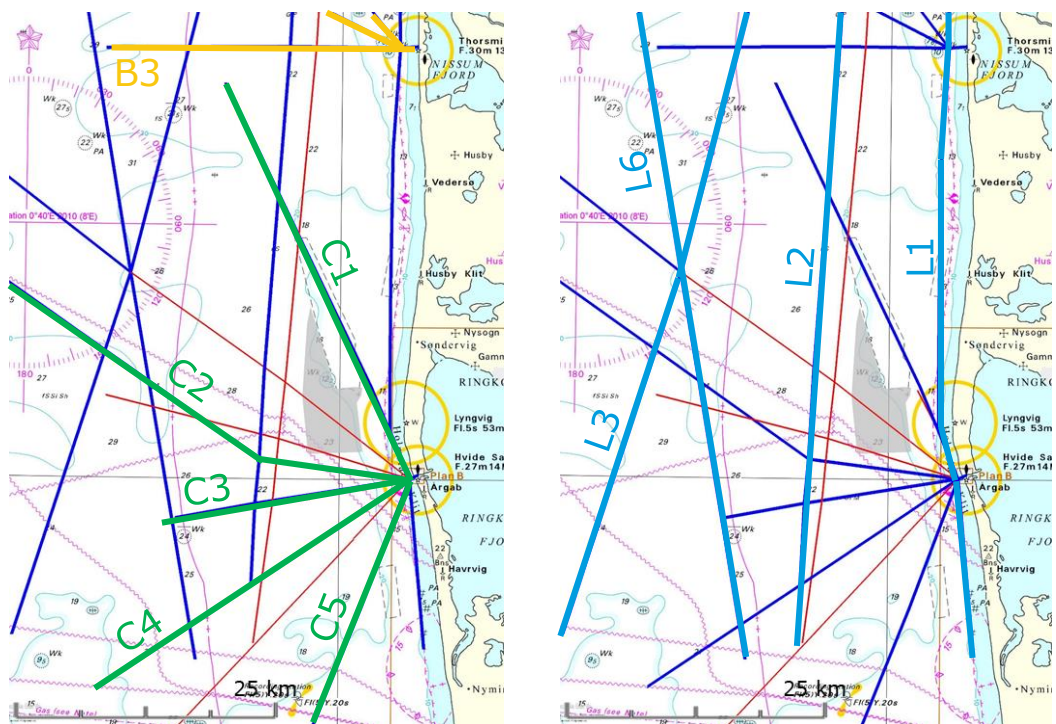
Sejlruterne i området omkring den planlagte vindmøllepark er baseret på AIS-data, der beskriver skibstrafiktætheden. Data er indsamlet over hele kalenderåret 2018, jf. afsnit 3.4.1. AIS-trafikintensitetsplottene jf. Figur A-1 blev vist under workshoppen.



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

Fare	Konsekvens	Alvor	Kommentar
Søkabel rammes med anker	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Brud på kabel</li> <li>&gt; Ingen sikkerhedsmæssige konsekvenser</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Nedgravning af søkabler</li> <li>&gt; Afdækning som følge af sandvandring pga. strømforhold</li> <li>&gt; Der lægges to parallelle søkabler med 50-100 m mellem (også mellem møller er der to)</li> </ul>
Nedfaldende is fra møller om vinteren	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Personskade</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Vattenfall: Ingen de-icing</li> </ul>
Ulykker med lystbåde	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 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.</li> </ul>		

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 lystsejladsen i området.
- > Må man slæbe/fiske mellem møllerne i driftsfasen? Ifølge Vattenfall vil der typisk gælde en sikkerhedsafstand på 200 m.
- > Fiskerbåde trækker langs med sten og rev.
- > Krabbefiskeri foregår inde ved kysten (små fartøjer)
- > Sandsuger operer for langt fra møllerne, for at de reelt kan blive påvirket.
- > 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
C1-1	Skib-skibskollision pga. fortætning af trafikken (se også L1-1)		Ikke væsentlig øgning		
C1-2	Drivende handelsskibe mm. rammer møllerne ved østenvind	Skibe op til 20.000 DWT kan standses med anker. Større skibe kan ikke standses når de driver med mere en 1½ knob. Mindre handelsskibe (coastere) sejler gerne langs med kysten, når det blæser fra øst (mindre bølger/læ). Redningsbåden kan hjælpe den skibe på den størrelse, som kommer til Hvide Sande (i starten).		Kan give hul i skroget. Men den største konsekvens er nok nedfaldne dele fra møllen, hvis den kolliderer pga. påsejlingen.	
C1-3	Drivende fiskeskibe og småskibe rammer møllerne ved østenvind	Redningsbåden kan hjælpe den skibe på den størrelse, som kommer til Hvide Sande (i starten).	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) <sup>8</sup>	Kan give hul i skroget.	Ved 10-12 m/s vind og mere holder små fiskeskibe sig i havn. Op til 20 m/s store fiskeskib holder sig på læsiden.

<sup>8</sup> 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
C1-4	Handelsskibe mm. kolliderer med møllerne		Anses ikke som særlig sandsynligt, der er rigelig med plads og skibene vil holde sig på afstand		
C1-5	Fiskeskibe kolliderer med møllerne.	Forslag om at lave en større åbning i midten af parken (langs med sten).			Fiskeskibe vil delvist blive fortrængt over til C1 og C2, medens nogle vil fortsat sejle igennem området, dvs. mellem møllerne. Kan også vælge at sejle til andre havne i stedet for at sejle udenom (korteste vej).
C1-6	Fiskeskib, trawler: Kabel rives over / beskadigelse af kabel. Kan forårsages af fiskegrej (f.eks. bundtrawl) eller anker (nødankring 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	Fiskere sejler i området, og passer ikke med ruter (C1, C2, L1).  <u>Note:</u> Der graves 2 parallelle søkabler med 50-100 m imellem → 200+100+200 = 500 m
C2-1	Skib-skibskollision		Ikke ændret væsentligt		
C2-2	Drivende handelsskibe mm.: Rammer møllerne	Som C1-2		Som C1-2	

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
	ved søndenvind, eventuelt drives af strøm fra syd mod nord.				
C2-3	Drivende fiskeskibe og småskibe: Rammer møllerne ved søndenvind, eventuelt drives af strøm fra syd mod nord.	Som C1-3	Som C1-3	Som S1-3	Bl.a. CTV'er på vej til/fra værft i UK
C2-4	Handelsskibe mm. kolliderer med møllerne		Anses ikke som særlig sandsynligt, der er rigelig med plads og skibene vil holde sig på afstand		
C2-5	Fiskeskibe kolliderer med møller.	Forslag om at lave en større åbning i midten af parken (langsmed sten).			Fiskeskibe vil delvist blive fortrængt over til C1 og C2, medens nogle vil fortsat sejle igennem området, dvs. mellem møllerne. Kan også vælge at sejle til anden havne i stede for at sejle udenom (korteste vej).
C3-1	Handelsskibe næsten ikke påvirket. Fiskeskibe næsten ikke påvirket		Meget lille sandsynlighed for drivende møllekollisioner		

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
C4-1	Handelsskibe næsten ikke påvirket Fiskeskibe næsten ikke påvirket		Meget lille sandsynlighed for drivende møllekollisioner		
C5-1	Handelsskibe næsten ikke påvirket. Fiskeskibe næsten ikke påvirket		Meget lille sandsynlighed for drivende møllekollisioner		Bl.a. CTV'er til vindparken Horns Rev 3
L1-1	Skib-skibskollision pga. fortætning af trafikken (se også C1-1).		Ikke væsentlig øgning		
L1-2	Drivende handelsskibe mm rammer møllerne ved østenvind	Redningsbåden kan hjælpe den større skibe, som kommer til Hvide Sande (i starten). Deres anker bør kunne sætte sig fast inden de når møllerne			Skibe til/fra nord/Norge går indenfor i dag og vil fortsætte på denne måde.
L1-3	Fiskeskib, trawler: Kabel rives over / beskadigelse af kabel. Kan forårsages af fiskegrej (f.eks. bundtrawl) eller anker (nøddankring af drivende skib)	Se C1-6	Hænder	Ingen sikkerhedsmæssige konsekvenser	Fiskere sejler i hele området, passer ikke med ruterne (C1, C2, L1).  <u>Note:</u> Der graves 2 parallel søkabler med 50-100 m imellem → 200+100+200 = 500 m
L2-1	Drivende Handelsskibe mm.	Slæbebåd: Redningsbåde i alle havne, kan slæbe kystnært. Større skibe: Esbjerg havn.			Ruten vil blive skubbet yderligere mod vest af ny

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
		Fiskerikontrollens skibe. Deres anker bør kunne sætte sig fast inden de når møllerne CTV'er kan også hjælpe ved motorstop af mindre skibe.			vindmøllepark ved Vesterhav Nord. Strømmen løber N-S.
L2-2	Fiskeskib, trawler: Motorstop med grejet ude (sejler N/S). Kan drive hen over kabel med grejet på bunden.	Slæbebåd: Redningsbåde i alle havne, kan slæbe kystnært. Større skibe: Esbjerg havn. Fiskerikontrollens skibe.			
L3-1	Handelsskibe næsten ikke påvirket. Fiskeskibe næsten ikke påvirket		Meget lille sandsynlighed for drivende møllekollisioner		(langt ude)
L6-1	Handelsskibe næsten ikke påvirket. Fiskeskibe næsten ikke påvirket		Meget lille sandsynlighed for drivende møllekollisioner		(langt ude)



## A.4 Sejladsrelaterede farer i etableringsfasen

Tabel A-4 Gennemgang af sejladsrelaterede farer i etableringsfasen

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
E-1	Sejlads fra Esbjerg ved udskibning af møller: Skib-skibskollision	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 manøvredegytighed. Marinekoordinering, med base i Esbjerg. Parkens afgrænsningsområde er markeret med udlagte bøjer.			Store skibe kommer formentlig fra Esbjerg ved etablering af mølleparken. De store skibe sejler udenom Horns Rev 3/ Slugen. CTV'er fra Vattenfall og møllekonstruktør sejler formentlig også fra Hvide Sande. Ca. 4 CTV'er i mølleområdet. Formodentlig intet afviserfartøj i parken.
E-2	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 kontrolcenter ("mini-VTS") for parken.			CTV'er morgen og aften; Havnen taler med dem (kanaler mv.). Ligger ved egen kaj, separat fra fiskefartøjerne.

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
E-3	Kollision med kabellægningsskib, graveskibe eller kranskibe	Løbende zone 3-400 m fra kabelskib 200 m zone på hver side af kabel. Transformerstation 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 kontrolcenter ("mini-VTS") for parken.			Vattenfall ejer eksportkabellet. Marinekoordination holder også øje med parken i driftsfasen. Nogle parker har radar ude på hjørnerne, og kameraer som Marinekoordinering 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 etableringsfasen.

## 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 HAZIS gennemgået med henblik på mulige oversete farescenarier. Det viser sig, at alle relevante farer fra 2014 er blevet identificeret. Nogle af de i 2014 identificerede farer er ikke længere relevante, fordi mølleområdet "finger" på tværs af rute C1 ikke længere findes. Andre 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 sejlene 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 sejlene skibe under kontrol

Antallet af sejlene 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.

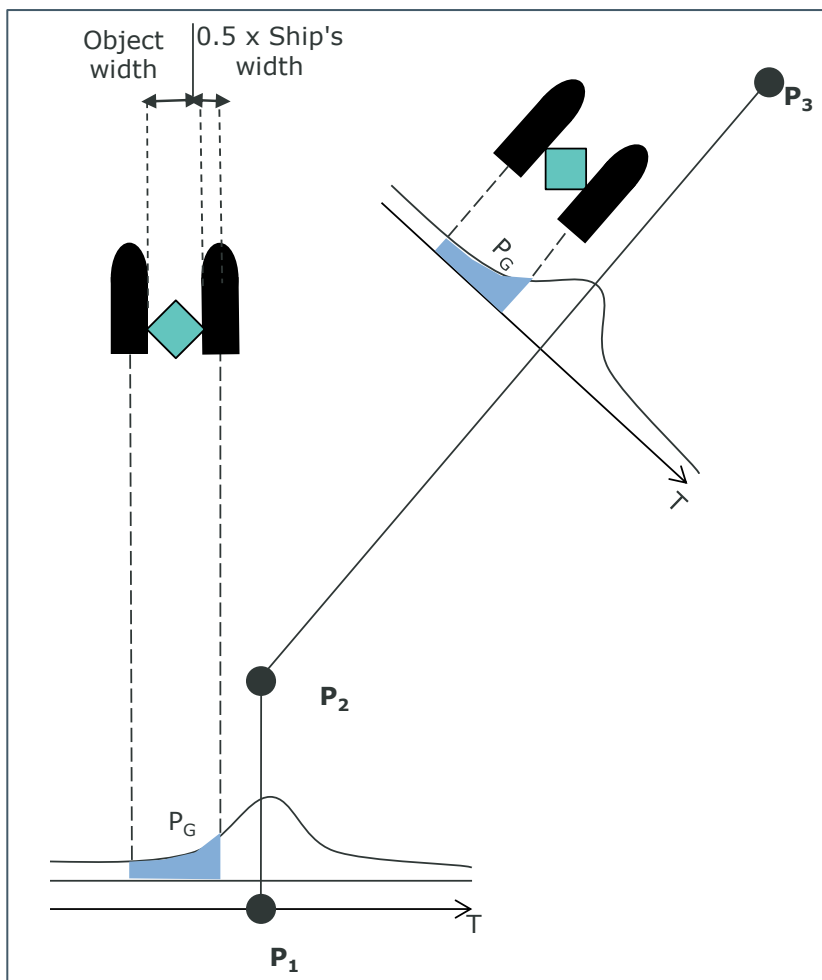
### B.3 Skibet glemmer at dreje

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 startposition 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  $P_1$  til  $P_2$ .

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 drivrose opstilles. Herudfra kan sandsynligheden for at skibet driver mod et bestemt objekt udregnes.

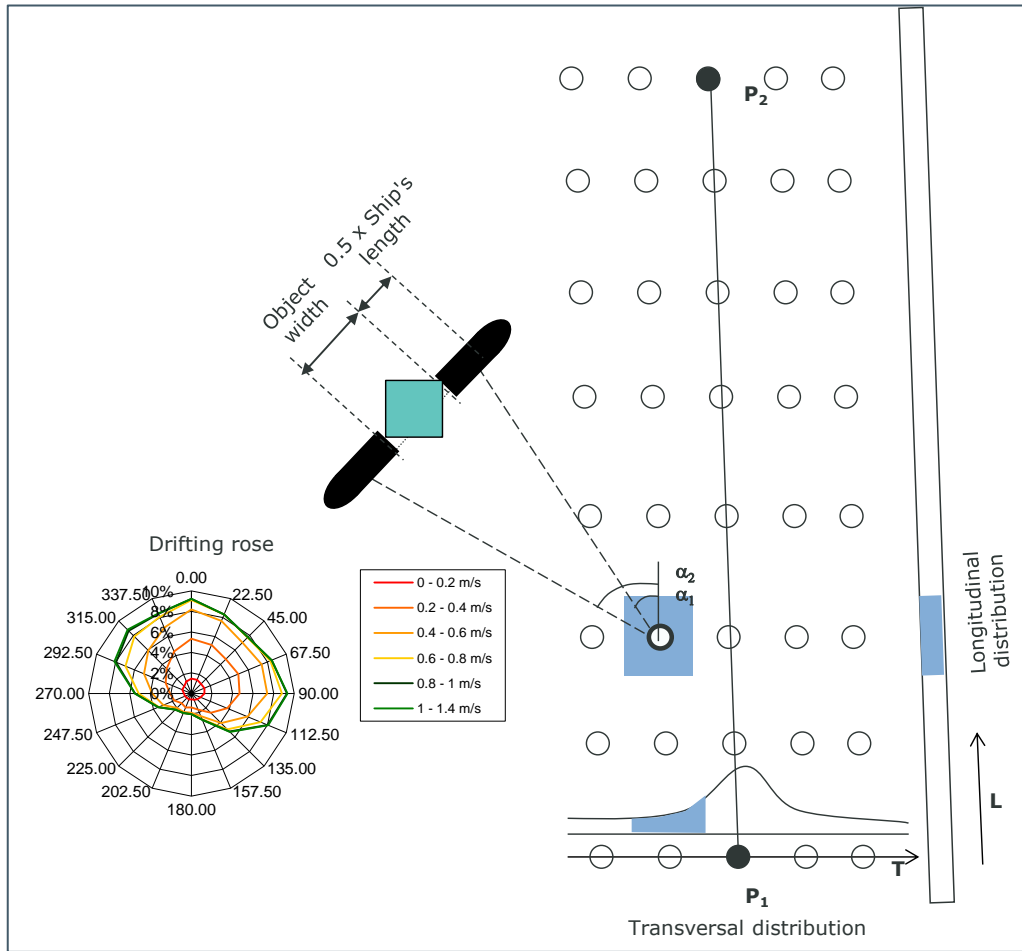


Figure B-2 Illustration af modellen for drivende kollisioner fra forskellige positioner langs ruten

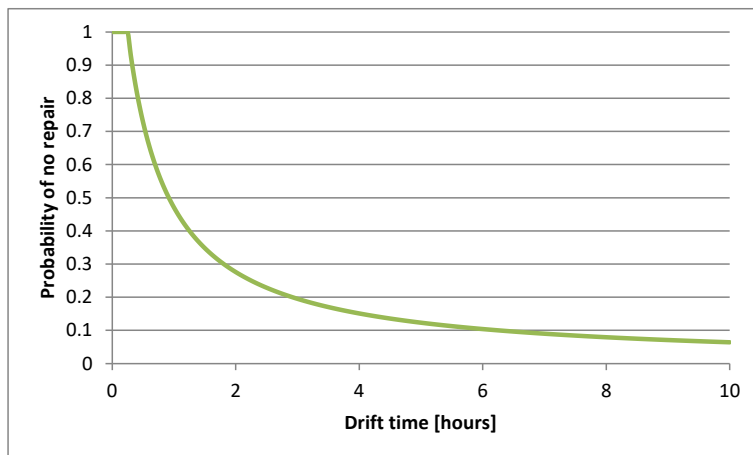
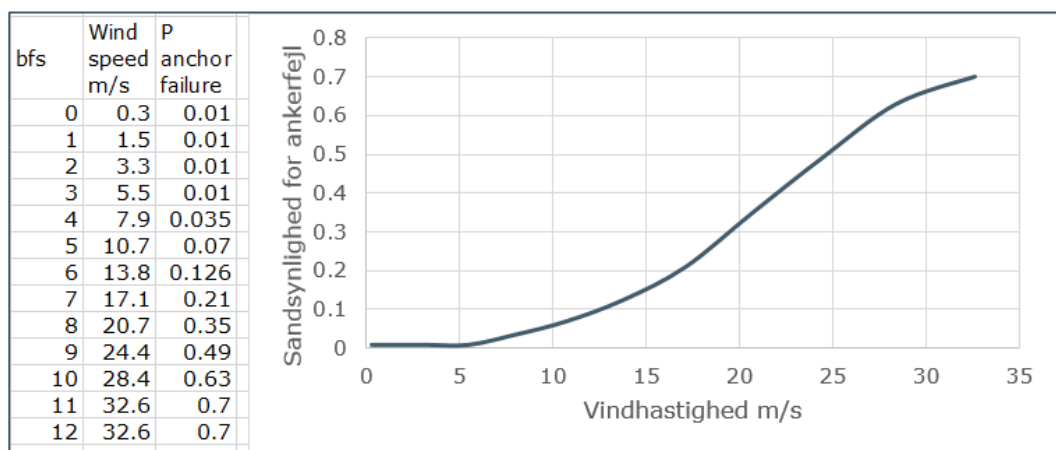


Figure B-3 Sandsynlighed for reparation som funktion af tiden, /GL, 2010/



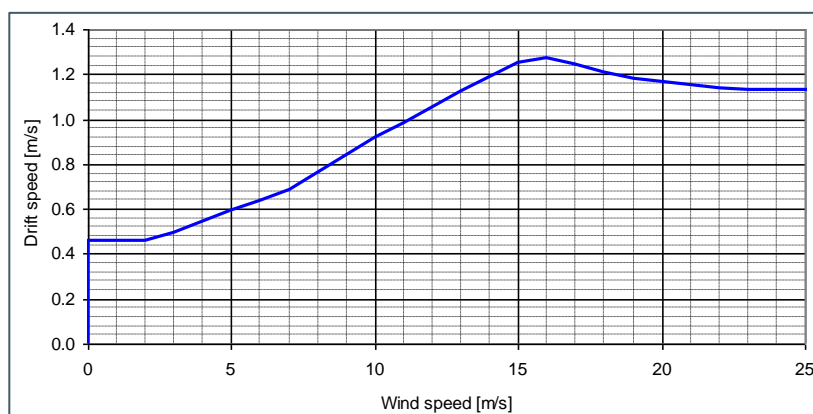
Figur B-4 Sandsynlighed for ankringsfejl. Fra /GL, 2010/

## B.4.1 Drivrose

En drivrose 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

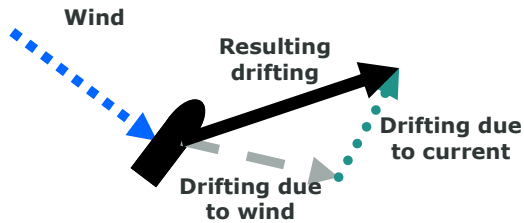
Den anvendte model for drivhastighed som funktion af vindhastigheden er beskrevet i /Vinnem, 2007/ og gælder skibe mellem 5.000 og 15.000 DWT. For mindre og større skibe bliver drivhastigheden generelt lavere. Her vælges det at bruge den på alle skibe, hvorved drivhastighederne bliver lidt konservative.



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

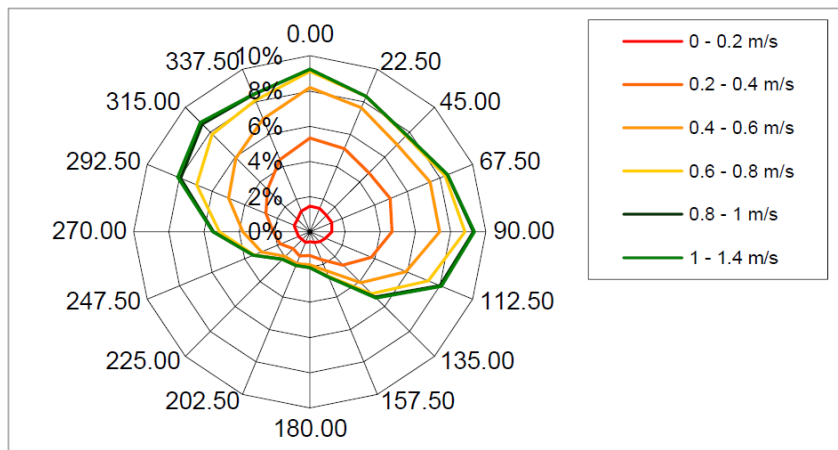
Det antages, at skibet driver på tværs af drivretningen. Der findes modeller, der angiver, at skibet driver med en given vinkel ( $\pm 20$  grader) foran for tværs. Givet usikkerheden i

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 vindrosen på Figur B-7 anvendt /HR3, 2017/. Den anvendes også i denne analyse.

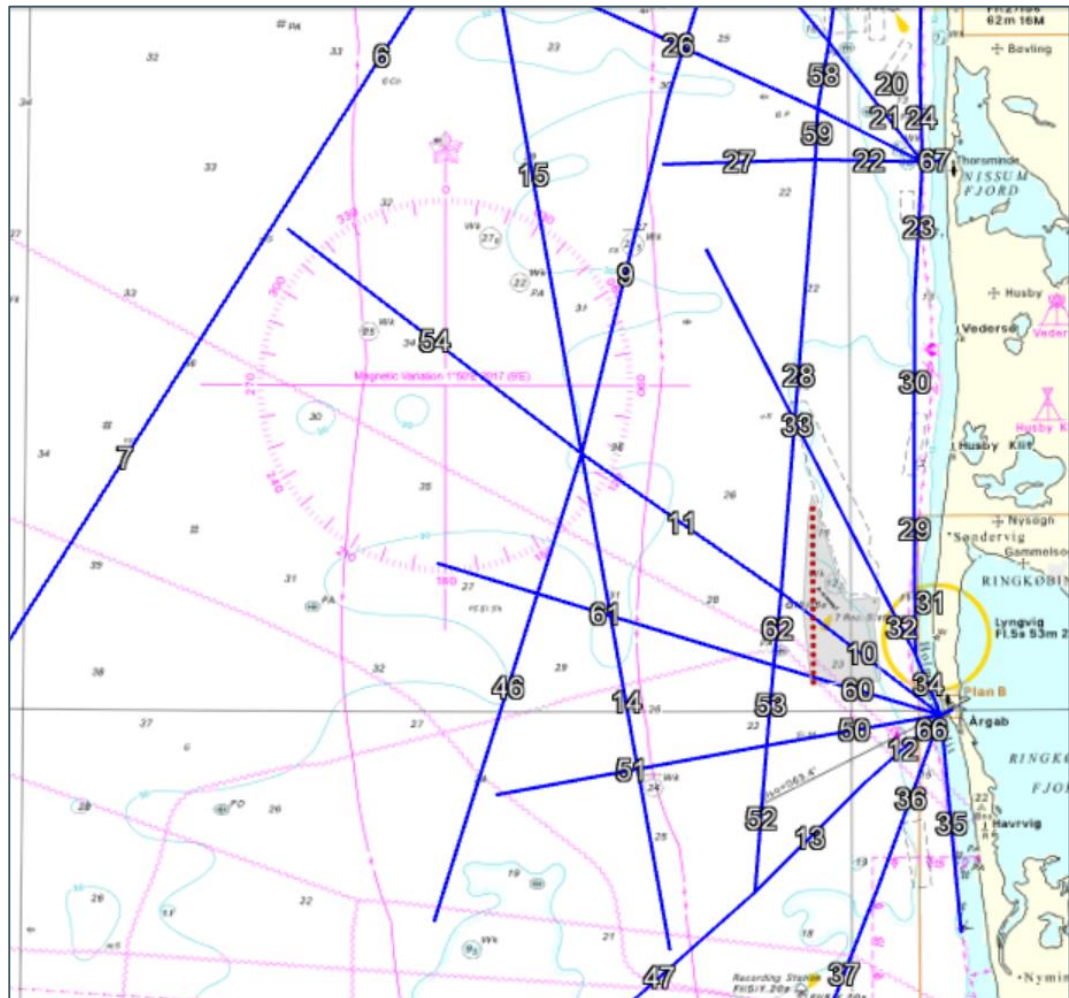


Figur B-7 Drivrose for Horns Rev 3 som summen af strøm og vind /HR3, 2017/



## Bilag C Definition af oprindelige sejlruter

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



Figur C-1 De oprindelige ruter og deres ID i området omkring Vesterhav Syd

### Waypoints og ruteben (Inkluderer Vesterhav Nord)

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 (-)							
		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	0.90	-9051	9288	NormUni	-10723	11312	0.91	9051	7669
5	25762	0.5	NormUni	-12421	12750	0.99	10293	9749	NormUni	-12079	12634	0.94	10296	7167
6	27920	0.5	NormUni	-10106	13391	0.85	-9484	2790	NormUni	-11676	13168	0.84	8816	7440
7	38045	0.5	NormUni	-9216	16855	0.82	-8252	3805	NormUni	-14994	14224	0.76	8049	5975
8	13767	0.5	NormUni	-4342	6855	0.69	694	6015	NormUni	-6728	5677	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	10000	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

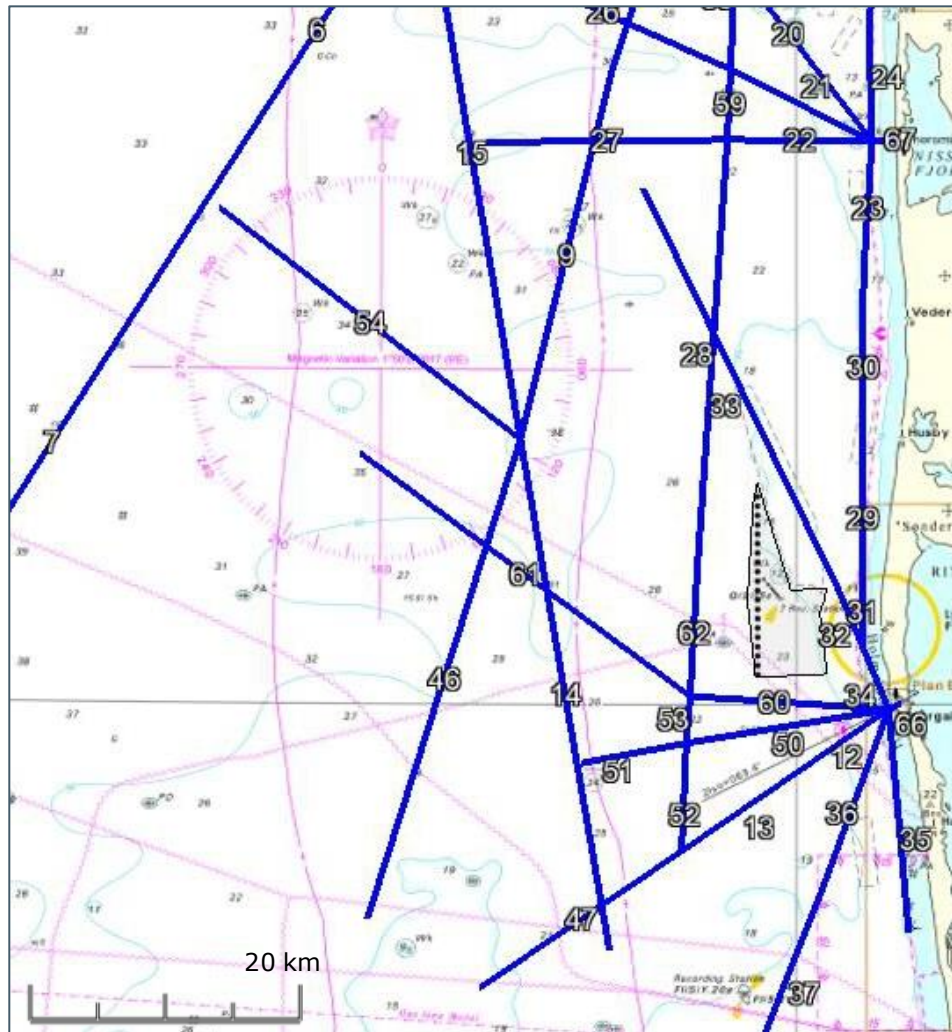
## Stokastiske fordelinger for de oprindelige ruter

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	10000	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	10000	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 nye sejlrufterne

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



Figur D-8 De reviderede ruter og deres ID for Vesterhav Syd.



### Waypoints og ruteben (inkluderer Vesterhav Nord)

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



## Stokastiske fordelinger

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. 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	0.90	-9051	9288	NormUni	-10723	11312	0.91	9051	7669
5	25762	0.5	NormUni		-12421	12750	0.99	10293	9749	NormUni	-12079	12634	0.94	10296	7167
6	27920	0.5	NormUni		-10106	13391	0.85	-9484	2790	NormUni	-11676	13168	0.84	8816	7440
7	38045	0.5	NormUni		-9216	16855	0.82	-8252	3805	NormUni	-14994	14224	0.76	8049	5975
8	13767	0.5	NormUni		-4342	6855	0.00	0	1300	NormUni	-6728	5677	0.00	0	1300
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	1121.494	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	10000	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		-2725	2544	0.00	0	1000	NormUni	-2581	2702	0.00	0	1000
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

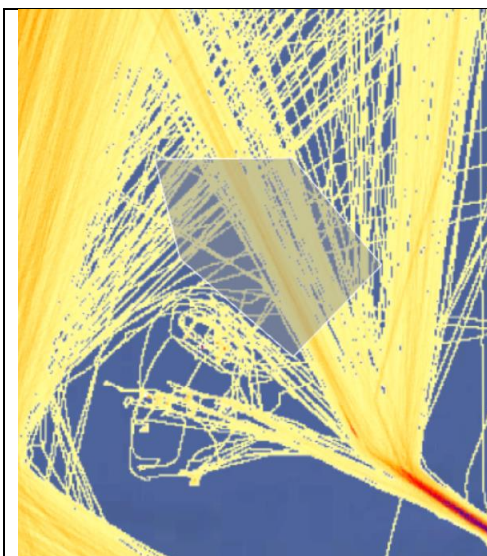
Distribut	Cat IV		Cat I (+)					Cat I (-)							
	Lineid	Width(m)	Rel.leg pos	DistType(+)	Low(+)	High(+)	pUni(+)	Mu(+)	Sigma(+)	DistType(-)	Low(-)	High(-)	pUni(-)	Mu(-)	Sigma(-)
	35	4003	0.5	NormUni	-1733	1594	0.68	264	426	NormUni	-1578	1763	0.64	-213	757
	36	4907	0.5	NormUni	-2385	2302	0.72	825	489	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	9000	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	10000	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	10000	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	10000	0.5	NormUni	-2725	2544	0.00	0	1000	NormUni	-2581	2702	0.00	0	1000
	53	10000	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	5057	0.5	NormUni	-2521	2466	0.80	1873	504	NormUni	-2421	2359	0.67	-1809	504
	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	4950	0.5	NormUni	-2455	2415	0.77	1725	967	NormUni	-2416	2187	0.63	-1736	526
	65	10000	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

## Bilag E Eksempel på trafik før og efter etablering af vindmøllepark

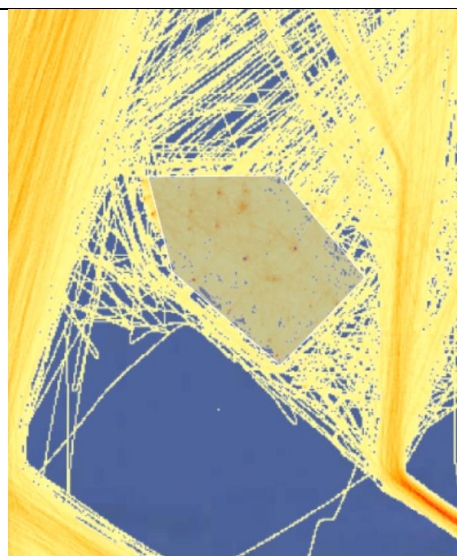
Vindmølleparken Horns Rev 3 åbnede i august 2019. Det giver mulighed for at se, hvordan skibene sejlede før (Figur E-1) og efter den blev bygget (Figur E-2). AIS data for januar-august 2012 og januar-august 2019 er analyseret og vist herunder. Selvom parken først åbnede i august 2019, gik nogle af møllerne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

De to første tæthedsplot viser AIS-handelsskibe 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 nord nordvest efter, at de er fri af møllerne.

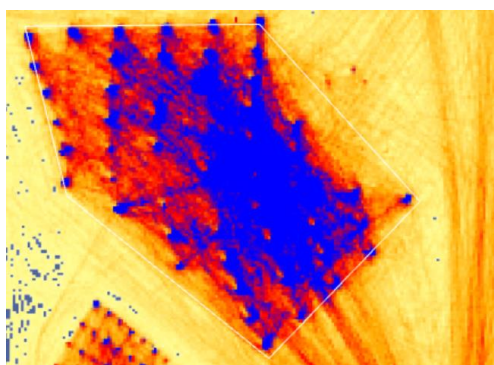
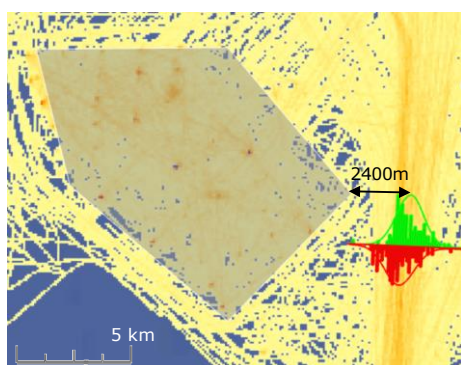
På Figur E-3 er der fittet en normalfordelingsfunktion til skibene, som sejler nord-syd. Denne har en standardafvigelse på 600 m og middelfstanden til den yderste østlige mølle er 2400 m. Man kan naturligvis ikke generalisere dette til andre mølleparken, men det kan bruges som inspiration, når ruteændringer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



Figur E-1: AIS-handelsskibe 2012 i området omkring Horns Rev 3



Figur E-2: AIS-handelsskibe 2019 i området omkring Horns Rev 3



*Figur E-3: Fordelingsfunktion og middelf-stand til yderste østlige mølle. Plottet er for handelsskibe i 2019*

*Figur E-4: AIS plot af alle skibe, hvorved møl-lerne også ses.*