

OKTOBER 2023
LILLEBÆLT VIND A/S

MILJØKONSEKVENSS- VURDERING LILLEBÆLT SYD VINDMØLLEPARK

BILAG H SEJLADSSIKKERHED

OKTOBER 2023
LILLEBÆLT VIND A/S

MILJØKONSEKVENSS- VURDERING LILLEBÆLT SYD VINDMØLLEPARK

BILAG H SEJLADSSIKKERHED

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A234064	A23406-007

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	25.11.2022	Sejladssikkerhedsvurdering	MRIL/JRSS	MGNN	MEAS
2.0	27.10.2023	Sejladssikkerhedsvurdering	MGNN	ALBL	MEAS

INDHOLD

1	Indledning og sammenfatning	7
1.1	Metode og grundlag	8
1.2	Resultater og konklusioner	9
1.3	Anbefalinger	10
2	Metode og grundlag	12
2.1	Projektbeskrivelse	12
2.2	Dybdeforhold	13
2.3	Strøm og vind	13
2.4	Vindmølleparkens layout	14
2.5	Skibstrafikdata	16
2.6	Hasardidentifikation	17
3	Metode for den kvantitative del	19
3.1	Metode for sejlene skibe under kontrol	19
3.2	Metode for drivende skibe	21
3.3	Kollisioner fra fartøjer som ikke følger ruterne	26
3.4	Skyggevirkning fra møller	27
4	Trafikken i området	29
4.1	Nuværende situation	29
4.2	Nye ruter	32
4.3	Matematisk beskrivelse af rutetrafikken	33
4.4	Trafikken på ruterne	34
4.5	Trafik uden for ruterne	35
4.6	Fremtidig trafik	36
5	Analyse af ulykkesfrekvensen	37
5.1	Nuværende situation	37
5.2	Møllekollision efter etablering	38
5.3	Kvalitativ vurdering af alternative møllelayouts	45

6	Konsekvensbetragtninger	47
7	Vurdering af risiko i anlægsfasen	49
8	Referencer	50

BILAG

Bilag A	HazID-protokol	51
A.1	Fareidentifikationsprotokol vedr. sejladsforhold i driftsfasen	53
A.2	Fareidentifikationsprotokol vedr. sejladsforhold i anlægsfasen	58

1 Indledning og sammenfatning

Dette bilag er en del af den samlede miljøkonsekvensvurdering for projektet. Målgruppen for rapporten er Søfartsstyrelsen, der skal godkende den sejladssikkerhedsmæssige del af projektet. Desuden har Tyskland i deres Espoo-høringssvar angivet, at de er interesseret i konklusionerne.

I bilaget gennemgås, hvad Scenarie 4 layoutet med 23 vindmøller à 7.2 MW placeret nordøst for Als vil betyde for sejladssikkerheden i området. Rapporten giver nogle anbefalinger til, hvordan risikoen kan reduceres, hvis de 23 møller opstilles. Der er desuden inkluderet en beskrivelse og vurdering af tre alternative designlayouts (scenarie 1, 3 og 5) med henholdsvis 10, 11 og 14 møller. Den kvantitative analyse er baseret på layoutet med 23 møller, da det giver den største effekt på sejladssikkerheden. Der er argumenteret for, at risikoen for skib-skibskollisioner samt grundstødninger ikke påvirkes væsentligt af vindmølleparkens opførsel.

Der er endvidere en grov vurdering af sejladsrisikoen i anlægsfasen. Vurdering gøres på basis af estimater for frekvensen af skibstrafikken forbundet med anlægsfasen samt de forventede ruter arbejds-skibene måtte tage.

En sammenfatning af anbefalinger og konklusioner findes i afsnit 1.4.

1.1 Tabel med ændringer

Nedenstående tabel fremhæver de væsentligste ændringer mellem hver revision

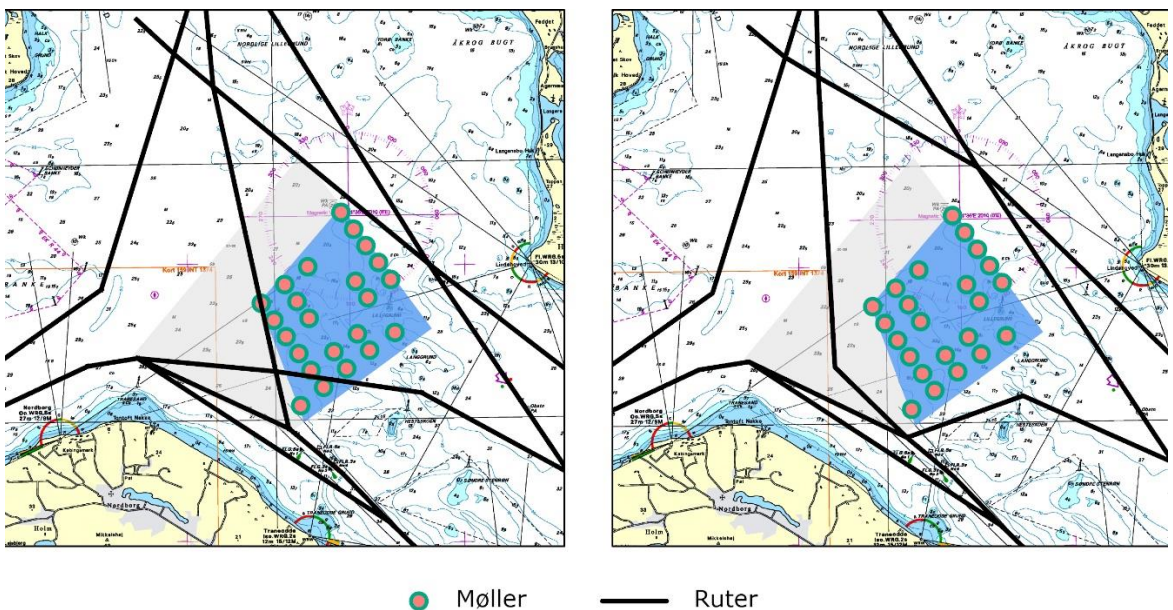
Afsnit	Ændringer i forbindelse med revision 2.0
Afsnit 4.6	Paragraf tilføjet vedr. den potentielle forbindelse mellem Als og Fyn og dennes relation til mølleparken.

Afsnit 2.5.4	Paragraf tilføjet vedr. lystbådes størrelse og maste-højde
Afsnit 6	Uddybet vurdering af risiko for kollision mellem lyst-både og møller inklusive møllevinger
Afsnit 2.4.1	Justering af krav til afmærkning

1.2 Metode og grundlag

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 Sønderborg med interessenterne fra området.

Til at vurdere de farer, som blev identificeret ved workshoppen, er der opstillet en trafikmodel ud fra skibenes AIS-data. Da lystbåde og fiskeskibe under 15 m ofte ikke er udstyret med AIS, er der korrigeret herfor ved at gange AIS trafikken for disse med en faktor på 5. Den matematiske model til beskrivelsen af skibstrafikken og ulykkesfrekvenserne stemmer overens med den, der er blevet benyttet ved andre vindmølleprojekter f.eks. Horn Rev 3, Kriegers Flak samt Vesterhav Nord og Syd. Der undersøges både normalt sejlene skibe og drivende skibe. Sejladsruterne for nuværende og fremtidig situation er vist i se Figur 1-1. Endvidere inkluderes to fiktive ruter gennem mølleparken for at tage højde for lystbåde der ønsker a sejle igennem mølleparken.



Figur 1-1 Til venstre ses sejladsruterne i projektområdet i dag, til højre de mulige fremtidige ruter. Det grå område er der, hvor der er givet forundersøgelsestilladelse, det blå område er der, hvor møllerne planlægges opført.

1.3 Resultater og konklusioner

1.3.1 Anlægsfasen

I anlægsfasen forventes 1-3 ture om dagen med større anlægsfartøjer i en periode på 6 måneder samt 1-5 ture dagligt med servicebåde i ca. 9 måneder. Trafikken i området er i dag også begrænset og den relative stigning vil således være mærkbar i anlægsperioden. Samlet set er sejladsen dog så begrænset at det ikke forventes at påvirke sejlads og sejladssikkerheden disproportionalt så længe arbejdet følger gældende retningslinjer og er koordineret med Søfartsstyrelsen.

1.3.2 Driftsfasen

For det nye rutenet udregnes, hvor mange skib-møllekollisioner der kan forventes efter anlægget af vindmølleparken. Den beregnede returperiode er 10 år. Betragter man kun den normalt sejlede kommercielle trafik, vil den medføre en møllekollision hver 930. år. Scenariet, hvor kommercielle skibe får maskinstop og driver mod møllerne, medfører møllekollisioner hver 75. år. I alt vil fragtskibene opleve en møllekollision hver 69. år. For vindmølleparken Horns Rev 3 blev møllekollisionsfrekvensen til sammenligning fundet til én hver 44. år for fragtskibe. Ved Horns Rev er der væsentligt flere forbi-sejlede skibe end ved den planlagte vindmøllepark Lillebælt Syd, hvor skibene til gengæld sejler tættere på møllerne.

Lystbåde udgør hovedparten af trafikken i sommerperioden, og der sker adskillige grundstødninger om året. Det forventes at mølleparken ikke får væsentlig betydning for risikoen for grundstødninger. Det kan potentielt føre til en reduceret risiko da bådene i højere grad forventes at holde sig til de etablerede sejladsruter i området på grund af møllernes tilstedeværelse. En stor del af hændelser vurderes i dag at komme fra både, der sejler spredt uden for ruterne.

At et skib rammer en mølle, er ikke nødvendigvis alvorligt for skibet eller møllen. Analysen estimerer antallet af alvorlige møllekollisioner med fragtskibe til én hver 195. år, og for småskibe (fiskeskibe og lystbåde) 29. år. Disse frekvenser er baseret på sandsynligheden for forskellige konsekvenser ved kollisioner mod vindmøllerne etableret for Horns Rev 3 samt en vurdering af andelen af skibe med mastehøjde over 20 m. Vurderingen af konsekvenser viser at de beregnede frekvenser kan nedsættes markant ved inddragelse af konsekvensbetragtningerne. En mere detaljeret konsekvensanalyse synes ikke nødvendig.

Trafikken er fra maj til september domineret af lystbåde. Fragtskibsintensiteten er lav sammenlignet med de øvrige danske stræder. 3-4 mindre fragtskibe på mellem 1.500 og 12.000 tons dødvægt passerer området om dagen. Ca. to gange om ugen sejler store bulkskibe og olietankere langs Als til og fra Aabenraa. Mølleparken vil resultere i mindre ruteændringer for de små ruter, der i dag går gennem det planlagte mølleområde. Dette vil mest påvirke lystbådene, da langt den største del af fragtrafikken sejler øst eller vest om mølleområdet. Det skal understreges, at det vil være tilladt at sejle gennem området med lystbåde.

Analysen viser, at der efter møllernes etablering for fragtskibes vedkommende forventes en hændelse (en møllekollision) hver 69. Det er altovervejende drivende fragtskibe, der vurderes at kunne komme i konflikt med vindmølleparken.

For lystbåde er resultatet noget mere usikkert, da disse sejler mere spredt, og fordi deres uddannelsesniveau er meget varierende. Analysen viser, at returperioden for møllekollisioner med lystbåde samlet bliver 12 år hvor drivende kollisioner er dominerende. Langt den største del af hændelserne kommer fra lystbåde, som sejler på ruterne. For skibe med en mastehøjde under 20 m forventes drivende kollisioner mellem lystbåde og møllefundamenter ikke at have alvorlige konsekvenser. Ca. 10% af lystbådene forventes at have en mastehøjde højere end 20 m og for disse kan en kollision i yderste fald have store konsekvenser hvis møllevingerne rammer masten.

Ved at inddrage sandsynligheden for alvorlige skader på skibene er der groft argumenteret for, at frekvensen af alvorlige hændelser ligger markant under den generelle kollisionfrekvens. For fragtskibene vil returperioden for alvorlige skader være op mod 195 år og for småskibe og lystbåde 29 år. Alvorlige skader defineres her som enten olieforurening eller personskade i størrelsesordenen tab af liv. Den samlede returperiode for alvorlige skader på alle skibe og både estimeres til 25 år.

1.4 anbefalinger

Analysen viser, at den sydligste mølle (nr. 6) giver højeste bidrag til risikoen i forhold til de andre møller. Det skyldes at mølle 6 ligger tæt på ruterne i den sydlig del af parken samt at den dominerende drivretning er mod nordøst. Det kunne overvejes at markere de mest udsatte møller, men det forventes ikke at give en betydelig reduktion til risikoen.

Da den lystbådstrafik, som i dag sejler gennem det sydvestlige mølleområde, forventes at sejle sydligere og måske syd om det lavvandede område Hesteskoen syd for projektområdet (Figur 1-1), kan det overvejes, om Hesteskoen bør markeres med en afmærkning mod syd, og om det vil have en gavnlig virkning. En grundstødning på Hesteskoen forekom i september 2011 med det hollandske fragtskib Ennio Marnix's. Opmærksomheden på de to grunde syd for parken kan risikere at drukne i forhold til opmærksomheden på møllerne. Generelt gælder det, at den samlede afmærkning i området bør vurderes, når mølleparkens layout og afmærkning er kendt.

Det er vigtigt, at den røde fyrlinje fra Traneodde Fyr (Figur 1-1) er fri, da den bruges af skibene, som kommer fra Aabenraa og drejer sydpå. Dette er opfyldt med de nuværende møllelayouts.

Fra et sejladsikkerhedsmæssigt synspunkt er et layout med færre møller at foretrække, da antallet af møllekollisioner er væsentligt større i et scenario med 23 møller i forhold til et med 10 møller. Som nævnt er det langt fra alle disse kollisioner, som giver alvorlige skader og derfor er det ikke kritisk at et layout med mange møller vælges fra et sikkerhedsmæssigt perspektiv.

Vurderingen af møllekollisionssandsynligheden vha. grove konsekvenssandsynligheder viser, at en yderligere risikovurdering med detaljeret konsekvensvurderinger ikke er nødvendig.

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.
- > Vindmøller ses fint på radar.

Generelle risikoreducerende tiltag kan være:

- > Beredskabsplaner: Operatøren har deres egen beredskabsplan, der dog kun omfatter egen bemanning. Hvis denne ikke slår til, vil VFK træde til med det formål at redde menneskeliv og ikke materiel.
- > Nødstop af møller: Møllerne kan stoppes ved kollision, så konsekvensen kan reduceres.
- > Afmærkning (jf. overvejelserne vedrørende Hesteskoen tidligere ovenfor)
- > Kollisionsvenlige fundamentter (ingen skarpe kanter)
- > Mindst 20 m frihøjde til vingespids

2 Metode og grundlag

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:

- > Identificering af uønskede hændelser
- > Risikoanalyse
- > Risikoreducerende tiltag
- > Cost-benefit vurdering
- > Anbefaling til beslutningstagere.

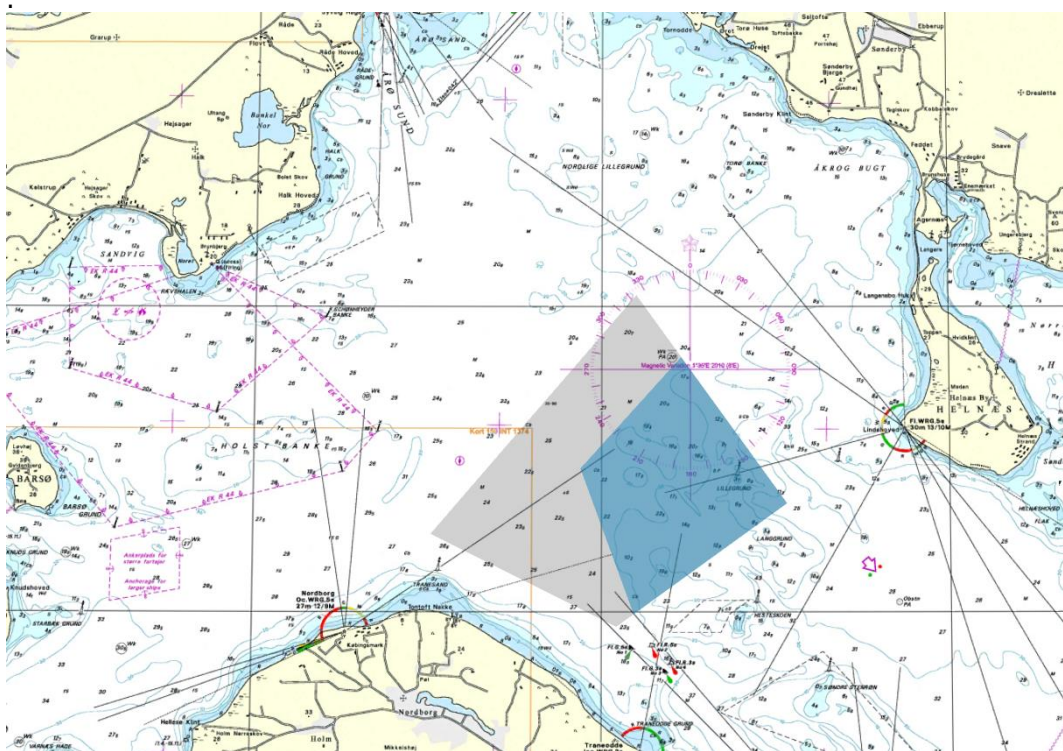
Den specifikke metode anvendt for den sejladssikkerhedsmæssige analyse er udarbejdet mellem DNV og COWI, se (JV, 2013). Det blev gjort for at sikre, at samme metoder blev anvendt både for Horns Rev 3 og Kriegers Flak. Metoden indeholder følgende punkter:

Skridt 0:	Opstilling af metode til den sejladssikkerhedsmæssige del på grundlag af de i /JV, 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, og indeholder ulykkesfrekvenser og konsekvensbetragtninger.

2.1 Projektbeskrivelse

Den planlagte vindmøllepark skal ligge i det sydlige Lillebælt mellem Als og Fyn, se Figur 2-1. Den skal have en kapacitet på 160 MW og der haves fire potentielle vindmøllelay-outs beskrevet i sektion 2.4. Afstanden mellem møllerne vil være mellem 1,0 og 2,0 km (array). Diameteren af mølletårnet over vandet vil være 7.5 m eksklusiv iskonus og 12.5 m inklusiv iskonus. Strømmen skal føres ind til en transformerstation på Nordals gennem et undersøisk strømkabel.



Figur 2-1 Projektområdet. Det grå område er forundersøgsområdet. Det blå område er der, hvor møllerne forventes opstillet. HazID workshoppen tog stilling til det blå område.

2.2 Dybdeforhold

Det sydlige Lillebælt, hvor møllerne ønskes opstillet, er karakteriseret ved meget varierende dybdeforhold, se Figur 2-2. Udmundningen af Aabenraa Fjord er over 25 m dyb, og sejlrunden langs Nordals er 25 m dyb. Langs Fyn er dybden de fleste steder over 7 m. Midt i Lillebælt er der en række grunde med meget lav vanddybde. Det er i nærheden af disse, at møllerne planlægges placeret. Den nordlige og vestlige del af mølleområdet har vanddybde på omkring 12 m. Havbunden er primært sand og mudder, men grundene består af sten af forskellig størrelse.

2.3 Strøm og vind

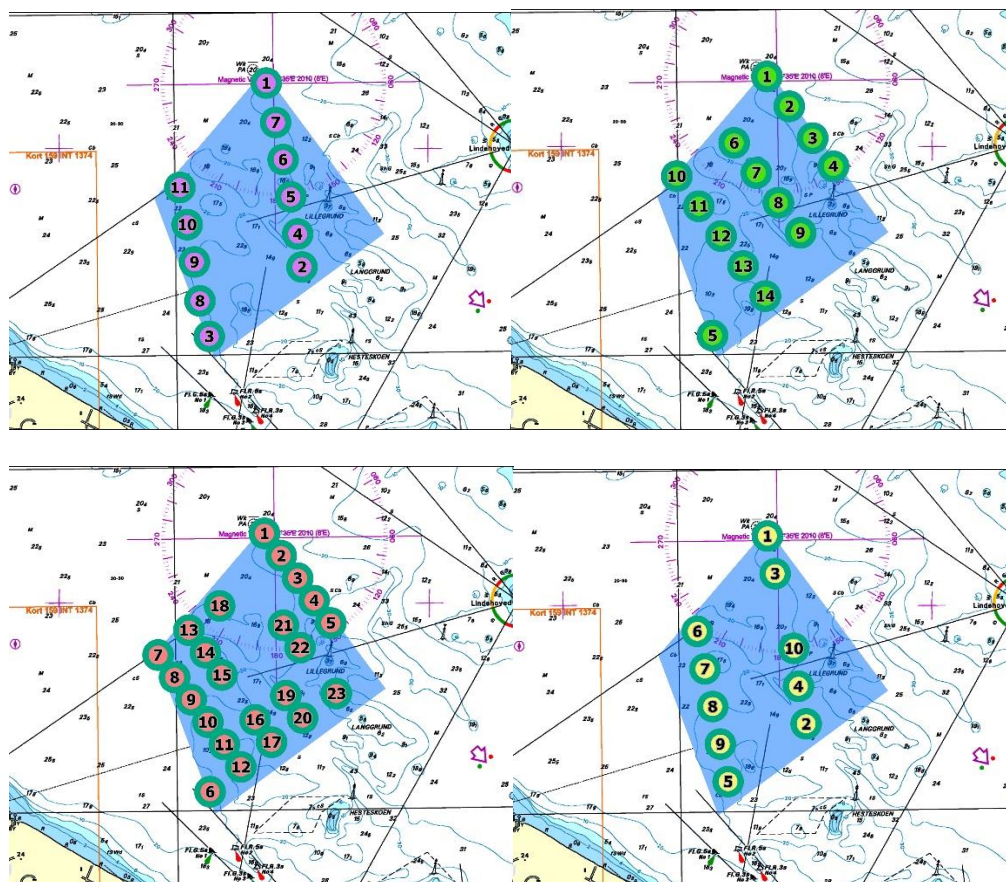
Strømmen i Lillebælt er nord-sydgående halvdelen af tiden hver vej. Øerne i bæltet kan dog afbøje strømmen. Strømmen er bestemt af vinden, både her og nu, men også vinden de foregående dage. Hvis vinden har presset vand ned i Østersøen, bliver strømmen de næste dage nordgående og omvendt. Strømhastigheden kan være op til 3 knob, men ligger normalt under 1,5 knob. Der er så godt som intet tidevand i området. Strømmen har formentlig ikke den store betydning for de kommercielle skibe, der sejler nord-syd,

medmindre de får maskinhavari. Ellers har de instrumenter til at kompensere. Lystbådene er mest strømpåvirkede, mens fiskerne antages at være godt bekendt med forholdene i området.

Den dominerende vindretning (Niras, 2016) er vestlig (75 %) og i nogen grad sydlig. Vindhastigheden er i 10 m højde gennemsnitligt 6 m/s. Over længere tid (6 timer) er den sjældent over 12 m/s. Dette svarer godt til de tal fra DMI, der er anvendt til vindrosen, se afsnit 3.2.1.

2.4 Vindmølleparkens layout

Der er foreløbigt diskuteret fire vindmøllelayouts med henholdsvis 10, 11, 14 eller 23 turbiner à 15 MW, 14 MW, 11 MW og 7.2MW. De fire layouts er vist i figur 2-2. Under alle omstændigheder vil møllerne holde sig inden for det markerede område. Afstanden mellem møllerne vil typisk være mindst 1.000 m for de store (MW) møller og mindst 600 m for de mindre. Transformerstationen placeres på Nordals og dermed inde på land. Det skal understreges, at det område HazID-workshoppen tog stilling til, var det blå i figuren. Møllernes diameter er i alle scenarier 7.5m. Efter installation af møllerne monteres de forventeligt separat med en iskonus, så diameteren af hver mølle er 12.5m ved vandoverfladen ($\pm 2m$).



Figur 2-2 Vindmøllelayout scenarier: Øverst tv Scenarie 1 med 11 møller, øverst th Scenarie 3 med 14 møller, nederst tv Scenarie 4 med 23 møller, nederst th Scenarie 5 med 10 møller. Det blå område er det område, møllerne placeres inden for, og det område, HazID workshoppen tog stilling til.

2.4.1 Markering af møllerne

Navigationslys på møllerne skal overholde følgende krav af hensyn til sejladsikkerheden: Alle møller placeret i hjørnerne eller i skarpe vinkler langs området's periferi skal markeres med et gult lys. Derudover skal møller placeret langs periferien markeres, så der er en maksimal afstand på 2 sømil mellem markeringerne.

Lysene skal være synlige 180 grader i forhold til området's periferi og 210-270 grader for hjørnemøllerne. Der kan være krav om 360 graders afmærkning på udvalgte møller. Lysene placeres typisk i en højde på 5-10 m. Lysene skal blinke synkront med 5 blink for hver 10. sekund og skal normalt kunne ses på mindst 5 sømils afstand. Afstandskravet kan eventuelt reduceres grundet farvandets størrelse. Inde i selve mølleområdet skal møllerne ikke markeres, men alle møllefundamenter skal være malet gult. Alle møllerne skal have tydelig identifikation med et nummer. Nummer skal være sort på gul baggrund og skal være belyst.

. Disse krav er gældende for Horns Rev, men den præcise markering aftales med Søfartsstyrelsen.

Der haves ikke krav om RACON.

Planerne om den konkrete udformning af afmærkningen forelægges Søfartsstyrelsen inden udførelse.

2.5 Skibstrafikdata

AIS-data fra 2021 er brugt som basis for sejladsanalysen.

2.5.1 AIS-data

Trafikken i området er primært fastlagt ud fra AIS-data for 2021 leveret af Søfartsstyrelsen. Skibe over 300 bruttoregister-ton skal have en AIS-transponder om bord. Den sender med korte intervaller oplysninger om skibets position, hastighed og kurs. Oplysninger om skibets MMSI-nummer, IMO-nummer, skibstype, størrelse m.m. udsendes også. Selvom det kun er større skibe, hvor AIS er lovpligtigt, har mange mindre skibe det også. Det gælder de fleste erhvervsfartøjer og mange lystbåde.

2.5.2 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) kan detaljerede oplysninger om skibene findes. De fleste erhvervsfartøjer har et IMO-nummer.

2.5.3 Fiskeri

Vessel monitoring system data (VMS) er baseret på Global Positioning System (GPS) og bruges i kommercielle fiskerfartøjer til at overvåge fiskeskibenes position. VMS er lovpligtigt for fiskeskibe længere end 12 m, mens AIS er lovpligtigt for skibe længere end 15 m. Da mange af de skibe, som fisker i det sydlige Lillebælt, er kortere end 12 m, er deres ruter ikke dokumenteret. VMS-data er således ikke brugt i den analyse.

Samtaler med fiskere, der medvirkede i HazID workshoppen, er derfor eneste kilde til de mindre fiskeskibes sejlads-mønstre. Antallet af fiskeskibe ganges ligesom antallet af lystfartøjer med en faktor 5 (jf. næste afsnit).

2.5.4 Data for lystfartøjer

Alle skibe over 300 bruttotons skal have AIS ombord. Det samme skal alle fiskeskibe over 15 m, som er bygget efter den 30. november 2019. De fleste lystbåde har ikke AIS

om bord, og det ikke er et krav. En del vælger dog at anskaffe sig en klasse-B-transponder og det er en stigende trend. Det vil som hovedregel være de nye, større lystbåde, der har AIS. Ud fra nummeret på AIS-senderen kan nationaliteten bestemmes. I det sydlige Lillebælt er langt de fleste (mere end 50%) af AIS-lystbådene udenlandske, primært tyske, som ikke er den reelle fordeling for alle bådene, men snarere et udtryk for, at de udenlandske både er større og bedre udrustede end de danske, som ofte er lokale og befinder sig tæt på hjemhavnen.

Af havnefogederne i de omkringliggende havne (Sønderborg Havn, Fynshav Bådehavn, Assens Havn, Middelfart Lystbådehavn, Marstal Havn, Aabenraa Sejlklub) har Sønderborg Havn og Assens Havn oplyst at omkring 20-25% af lystbåde og fiskeskibe var udstyret med AIS i 2021. Der findes dog ikke nogen reel opgørelse og de øvrige havne havde ikke noget estimat på hvor mange lystbåde/fiskeskibe, som er udstyret med transmittere. På baggrund af beretningerne fra Sønderborg Havn og Assens Havn samt erfaringer fra tidligere lignende projekter, vurderes skyggetallet (ikke observeret af AIS data) af lystbåde og fiskeskibe til at være 80%. Af den grund skaleres antallet af lystbåde og fiskeskibe med en faktor 5.

Lystbådenes størrelse og dermed også mastehøjde kan have betydning for konsekvenserne ved en eventuel ulykke. Der haves krav om mindst 20 m frihøjde til vingspids og det er derfor relevant at forstå hvilke lystbåde som potentielt kan have en højde over 20 m. Der er ved tidligere studier (Majflak) undersøgt hvordan lystbådes længde og højde er korreleret. Gennemsnitligt vil sejlbåde med en længde på mere end 15 meter forventes at have en mastehøjde på mindst 20 m.

2.5.5 Råstofudvindingsområder

Umiddelbart vest for den planlagte vindmøllepark ligger et sandudvindingsområde. HazID-workshoppens deltagere vurderede ikke dette område som en fare for sejladsen. Dels bruges det ikke ret tit, dels ligger det i et lavvandet område, hvor der ikke sejler skibe. Nord for det planlagte område ligger også et udvindingsområde. Dette er ligeledes sjældent brugt og vurderes ikke at have anden indflydelse på sejladssikkerheden end i dag.

2.6 Hasardidentifikation

Hasardidentifikationsmødet (HazID) blev afholdt hos Sønderborg Forsyning i Sønderborg den 6. marts 2018. Der deltog 12 personer med kendskab til området, deriblandt havneoperatører, to fiskere, en lods, en lystsejler og en vindmølleekspert. Derudover deltog Søfartsstyrelsen, projektlederen fra Sønderborg Forsyning, tre medarbejdere fra COWI, herunder projektlederen og to specialister i sejladssikkerhed, der ledede mødet. HazID-protokollen kan findes i bilag A.

Resultaterne af HazID-mødet kan inddeles i følgende grupper:

- > Identifikation og evaluering af ulykkesscenarier på både de eksisterende ruter og mulige nye ruter
- > Identifikation af ulykkesfrekvenser og konsekvenser
- > Identifikation af mulige risikoreducerende tiltag.

Da HazID-mødet blev afholdt, var den endelige møllepositioner ikke fastlagt. Deltagerne blev derfor bedt om at give deres vurderinger ud fra et overordnet område, hvor møllerne planlægges opstillet inden for.

Fiskerne mente ikke, at fiskeskibene vil få sejladssikkerhedsmæssige problemer med vindmøllerne. De var dog bekymrede for, om deres fiskeområde vil blive indskrænket.

Deltagerne mente ikke, at færgeruten Fynshav-Bøjden vil blive påvirket eller vil påvirke den øvrige skibstrafik, udover hvad den påvirker i dag. Skib-skibskollisioner generelt kan blive et problem, hvis sejladsruterne bliver smallere, især for ruten langs Fyn. Det forventes tilmed, at skibene bliver større i fremtiden. Især var man bekymret for skib-lystbådkollisioner som følge af ruteomlægninger på grund af møllernes tilstedeværelse. Der kan heraf i yderste konsekvens blive tab af menneskeliv.

Følgende farer blev identificeret under workshoppen, og de vil denne i rapport blive behandlet med varierende detaljeringsgrad.

- > Skib-møllekollisioner pga. drivende skibe
- > Skib-møllekollisioner pga. fejl på skibet eller fra besætningen
- > Grundstødninger
- > Skib-skibskollisioner.

3 Metode for den kvantitative del

Til at estimere antallet af skib-mølle kollisioner deles disse hændelser i to dele: Fra sejlede skibe under kontrol, og fra drivende skibe der ikke er under kontrol. I det følgende bruges ordet hændelser om skib-mølle kollisioner fra drivende skibe og skibe som normalt sejler på ruter (motordrevende).

3.1 Metode for sejlede skibe under kontrol

Antallet af sejlede hændelser beregnes ud fra nedenstående ligning og metoden er illustreret i Figur 3-1.

$$N_c = N_s P_g P_c R$$

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 om bord eller afmærkning af objektet.

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

3.1.1 Hændelser på ruten

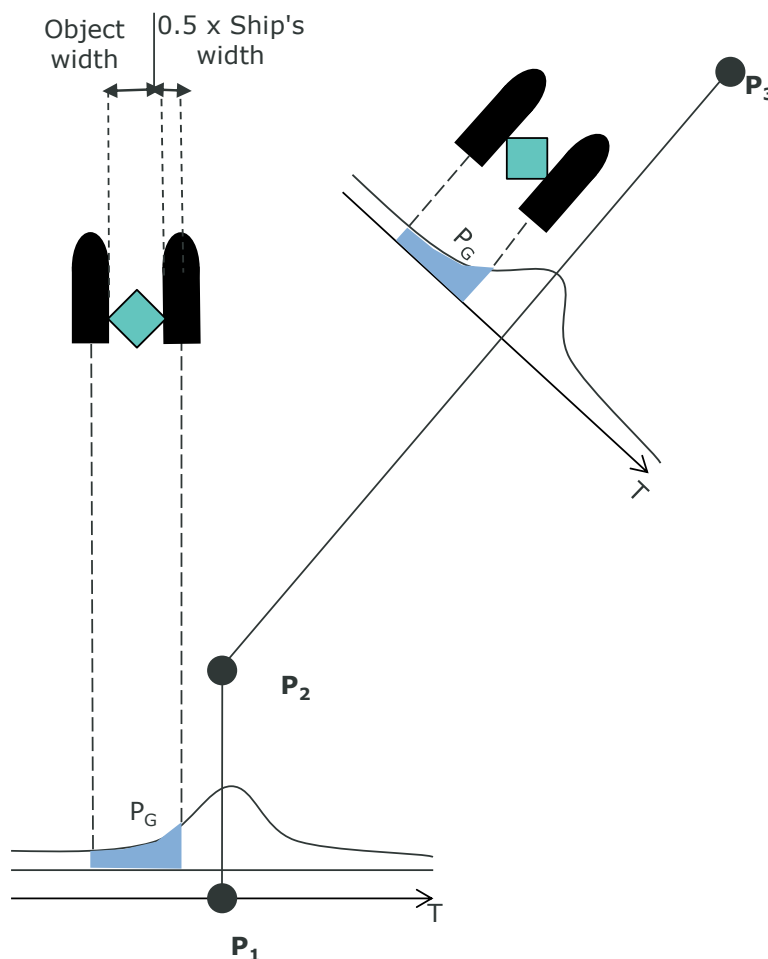
I Figur 3-1 er en rute defineret ved tre punkter P_1 and P_2 and P_3 . Sandsynligheden for, at et skib rammer et objekt fordi skibsføreren enten ikke ligger rigtigt på ruten eller glemmer at dreje ved punkt P_2 udregnes fra skibenes fordeling tværs over ruten. Tværfordelingen fastlægges ud fra AIS-data og tilpasses en matematisk fordeling. Her bruges en kombination af normalfordelingen og den uniforme fordeling i forhold til de forskellige ruter. Normalfordeling bruges fra skibene der sejler på de planlagte ruter, se Figur 4-, og en uniform fordeling bruges for lystfarttøjerne og fiskerskibene på de fiktive ruter igennem mølleparken, se Figur 3-10. P_g udregnes ud fra skibes bredde og objektets projicerede bredde ind på tværfordelingslinjen. Herefter kan sandsynligheden beregnes ud fra den matematisk estimeret tværfordeling.

3.1.2 Skibet glemmer at dreje

For enden af hvert ruteben er der en sandsynlighed for at skibet glemmer at dreje. Den sættes til $1.25 \cdot 10^{-4}$ baserede fra studier gjort i forbindelse med Storebæltsbroen. Herefter er der en sandsynlighed for at 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 om bord 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 3-1 Geometrisk beregning af sandsynligheden for rutekollision og glemme-at-dreje-kollision.

3.1.3 Risikoreducerende faktorer i dag

I følge lodsloven er skibe, der sejler til eller fra dansk havn eller ankrer op i dansk farvand, omfattet af lodspligt, hvis skibene:

- 1 Er lastede med olie eller har urensede lasttanke, som ikke er sikrede med inaktiv luft
- 2 Er lastede med kemikalier,
- 3 Er lastede med gasarter,
- 4 Har mere end 5.000 t bunkersolie om bord eller
- 5 Er lastede med højradoaktivt materiale.

I det sydlige Lillebælt sejler der skibe, som er omfattet af punkt 1 til 4. At et skib har lods om bord, modelleres ved at reducere sandsynligheden for hændelsen. Et tidligere COWI-studie /Lentz & Kroon 2010/ har vist, at lods om bord reducerer ulykkesfrekvensen med 66 %.

3.2 Metode for drivende skibe

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

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

hvor:

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

Figur 3-2 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 (lige som for skibe under kontrol, jf. afsnit 3.1). Ruten er defineret fra punkt P1 til P2.

Sandsynligheden for, at skibet får et blackout, $P(D)$, sættes til $2,5 \cdot 10^{-4}$ per time /GL 2010/.

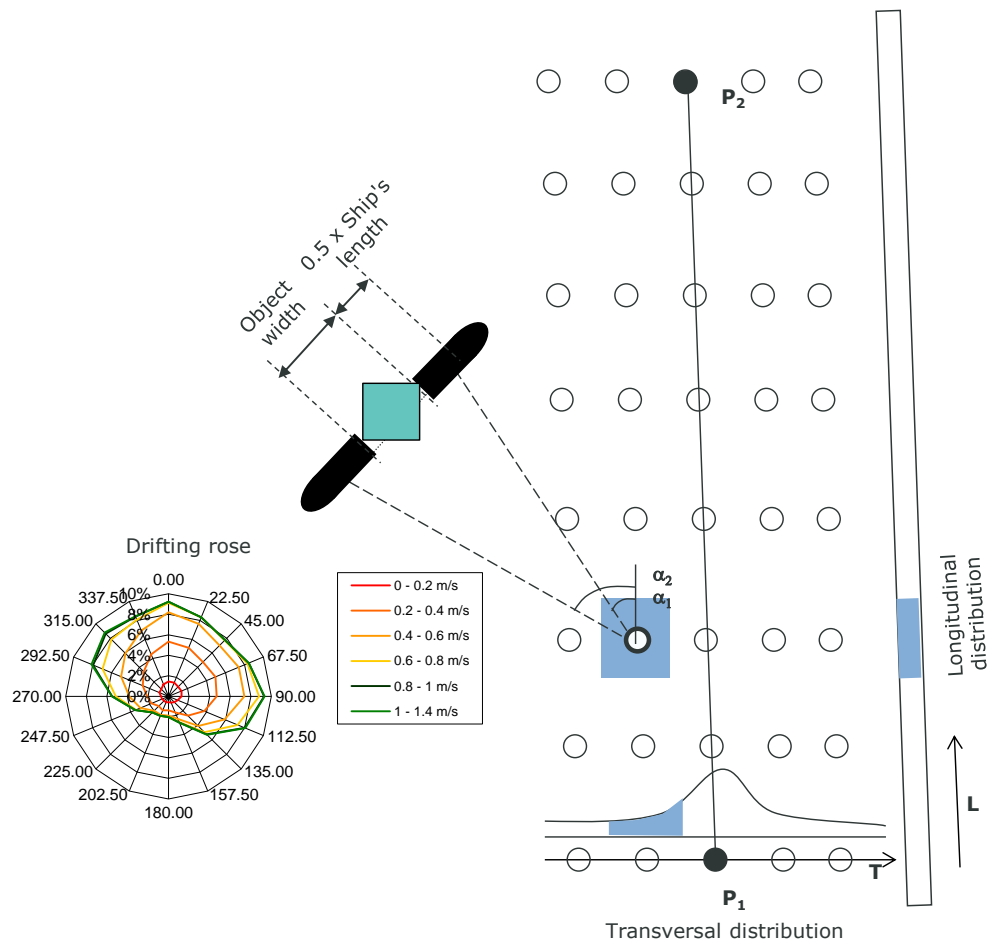
Sandsynligheden for, at skibet ikke repareres, inden det rammer et objekt, er $P(NR)$. Den tid man har til at reparere skibet, afhænger af drivhastighed og afstand til objektet. /GL 2010/ anbefaler følgende funktion for, at skibet ikke repareres:

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

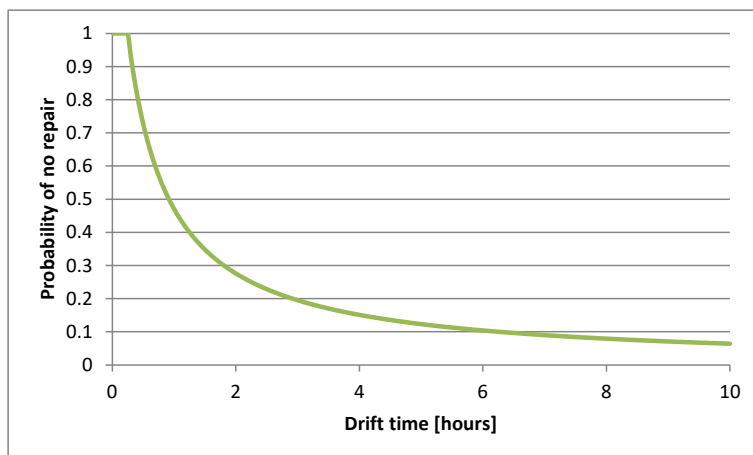
$$f_{\text{no repair}}(t) = 1/(1.5(t-0.25)+1) \quad \text{for } t > 0.25\text{h}.$$

Figur 3-2 viser fordelingen af sandsynlighed for ingen reparation. Sandsynligheden for, at ankeret fejler, $P(NF)$, er vist i Figur 3-4. Fordelingen stammer fra /GL, 2010/. Da Lillebælt er et meget mere beskyttet farvand i forhold til Nordsøen eller Østersøen forventes en høj ankersandsynlighed.

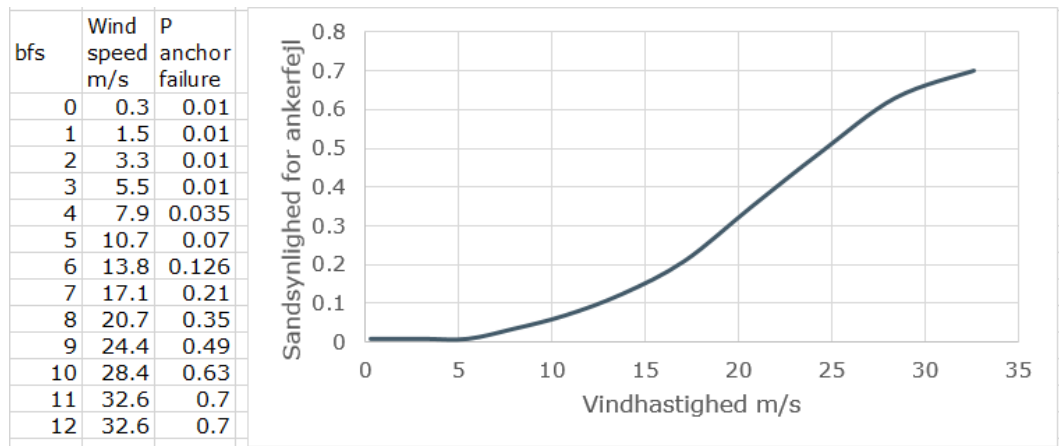
Endelig er $P(D_{\alpha_j, k})$ sandsynligheden for, at skibet driver mod et objekt. Den afhænger af strøm og vind. Ud fra sandsynligheden for forskellige vindretninger, vindhastigheder, strømretninger og strømhastigheder kan en drivrose opstilles. Herudfra kan sandsynligheden for, at skibet driver mod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



Figur 3-2 Illustration af modellen for drivende kollisioner fra forskellige positioner langs ruten.



Figur 3-3 Sandsynlighed for reparation som funktion af tiden, (GL, 2010).



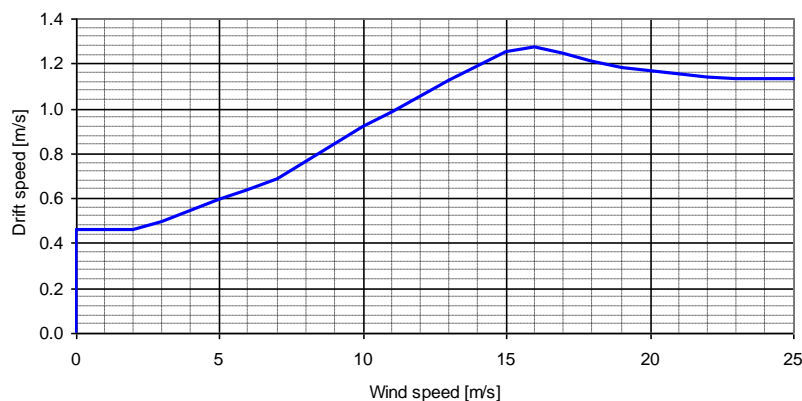
Figur 3-4 Sandsynlighed for ankringsfejl. Fra /GL, 2010/.

3.2.1 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 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.

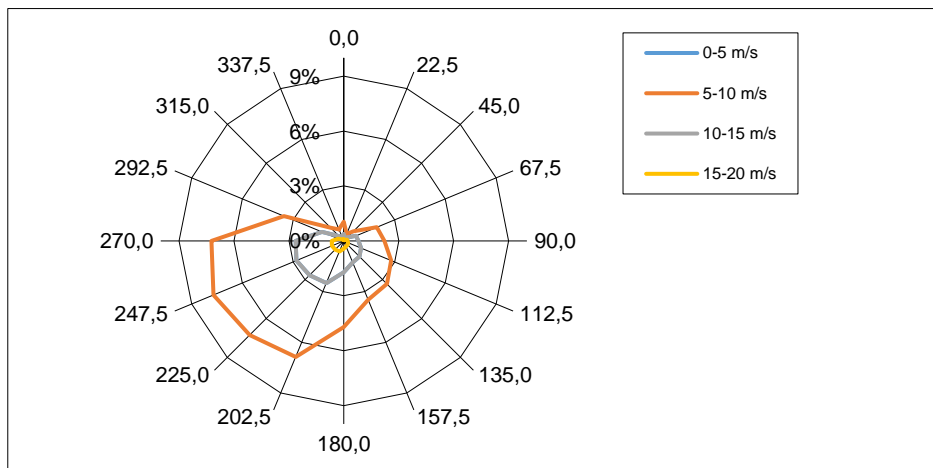


Figur 3-5 Skibets drivhastighed som funktion af vindhastigheden (Vinnem, 2007).

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

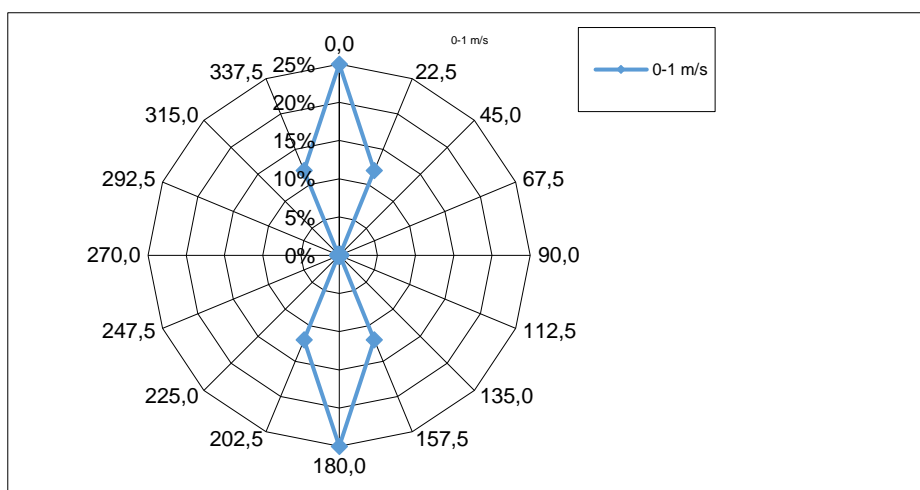
Øvrige data og skibenes forskellige profiler er det rimeligt at antage, at skibet driver på tværs.

Vindrosen for det sydlige Lillebælt er vist i Figur 3-6. Vinddata er fra dmi.dk for det sydlige Jylland. Da vinden er kraftigere ude over vandet, er vindhastighederne ganget med 1,5. Retningerne antages at være de samme som over land. 0-5 m/s ses ikke på figuren, da den falder sammen med 10-15 m/s. Data er opsamlet ca. 2 gange om dagen, og hastigheden er målt for middelvinden.



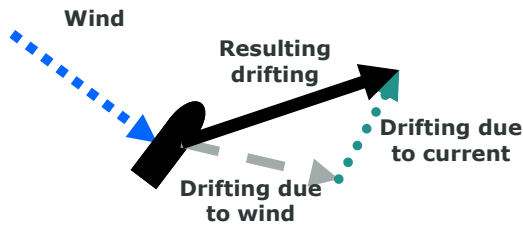
Figur 3-6 Vindrose for the sydlige Lillebælt. Vinder kommer primært fra sydvest

Strømrosen for området er vist i Figur 3-7. Strømmen er udelukkende nord-sydgående. Hastigheden kommer ikke over 1 m/s. I analysen regnes med en middelhastighed på 0.5 m/s eller 1 knob.

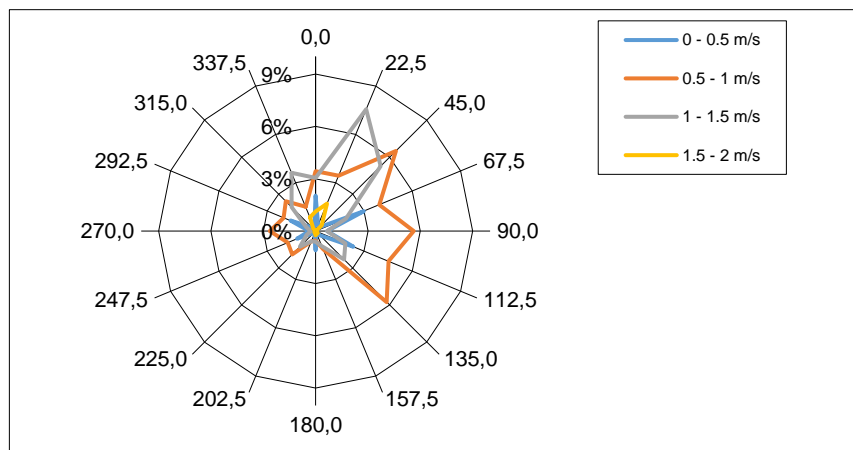


Figur 3-7 Strømrose for the sydlige Lillebælt. Strømmen er nord-sydgående

De to roser kombineres til en samlet drivrose ved at sammenlægge deres vektorer. Dette er illustreret i Figur3-8 og resultatet vist i Figur3-9.



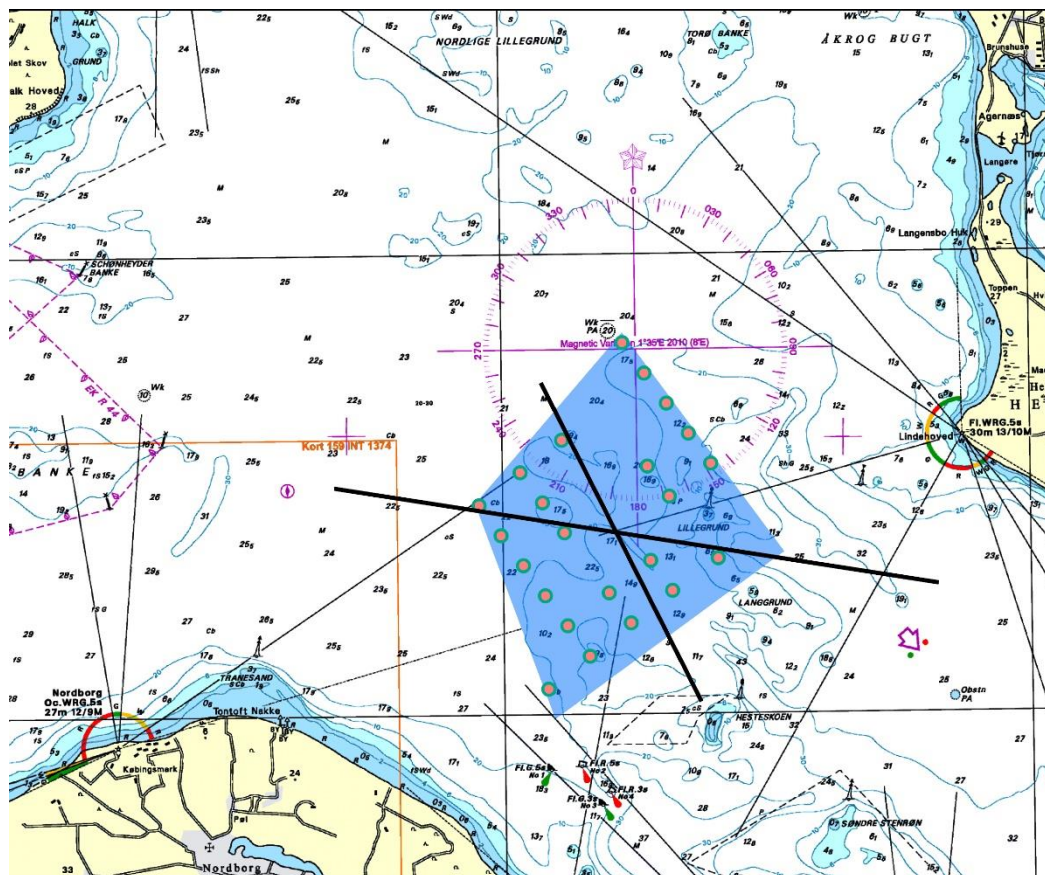
Figur3-8 Sum af strøm- og vindbidrag for at få den endelige drivhastighed og drivretning.



Figur3-9 Drivrose for the sydlige Lillebælt som summen af strøm og vind

3.3 Kollisioner fra fartøjer som ikke følger ruterne

Specielt lystbåde og fiskeskibe sejler ikke kun på ruterne. For at inkludere disse, lægges 2 fiktive ruteben gennem mølleområdet. Tværfordelingen af skibe på de 2 fiktive ruteben er uniform med en bredde der svarer omtrent til mølleområdets størrelse. Antallet af møllekollisioner findes nu på samme måde som for kategori I (motordrevet) og V (drivende skibe) kollisionerne beskrevet i kapitel 4. Det antages konservativt at de skibe som i dag sejler igennem mølleområdet (bortset fra rute 4) fortsat vil gøre det efter at møllerne er opstillet.



Figur 3-10 To fiktive ben for trafik, som ikke følger ruterne. Tværfordelingen er uniform med en bredde som svarer til det blå områdes bredde. Den nuværende trafik antages at fortsætte gennem mølleparken efter etablering. Kun lystbåde og fiskeskibe er lagt på de to ben.

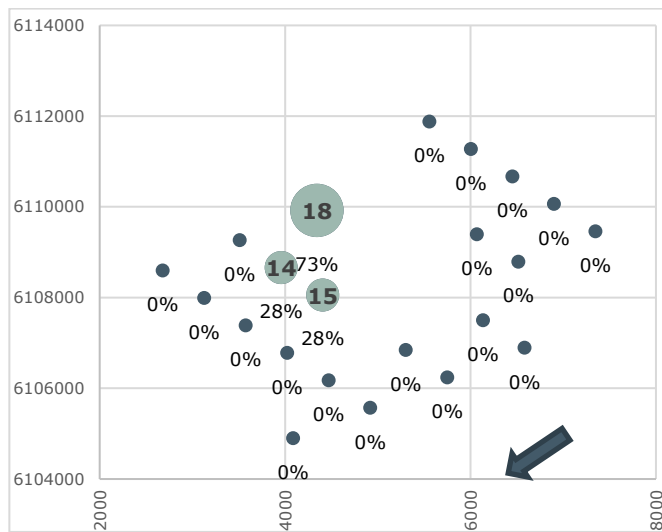
3.4 Skyggevirkning fra møller

Et skib kan have en kollisionskurs med mølleparken, hvor det teoretisk er i stand til at kollidere med flere møller hvis man ikke tager højde for at vindmøller kan skygge for hinanden. Dette gælder både for drivende og sejlede kollisioner. Et skib vil dog ofte stoppe efter kollisionen med den første mølle i stedet for at fortsætte kollisionskursen. Derfor opstår der en skyggevirkning og risikoen for kollisioner for de bagvedliggende møller reduceres.

Størrelsen af reduktionen bestemmes ud fra geometrien af møllerne og skibene. Hver mølle har en diameter på 12.5 m da iskonus medtages. Skibene inddeles i repræsentative længde- og breddegrupper på baggrund af skibene observeret i 2021 med AIS data.

Hvorvidt en mølle skygger for en anden, afhænger naturligvis også af fra hvilken retning skibet kommer fra.

For sejlene kollisioner er kollisionskursen givet ud fra indfaldsvinkel af ruterne, som er indtegnet i Figur 1-1. For drivende kollisioner vil drivrosen i Figur 3-9 også have en effekt og derfor bestemmes indfaldsvinklen som et vægtet gennemsnit imellem rutens kurs og drivrosens retning. I Figur 3-113- er skyggeeffekten for sejlene kollisioner vist for rute 4 for et skib med en bredde på 10 m. Skibe på ruten kommer fra nordøst og derfor vil de yderligst placerede møller ikke opleve nogen skyggeeffekt. Derimod vil mølle 18 opleve en reduktion på 73% og mølle 14 og 15 en reduktion på 28%. Der er ingen skyggeeffekt for de bagvedliggende møller. Det skyldes rutens orientering.



Figur 3-113- Skyggeeffekt for sejlene kollisioner på rute 4

Den overordnede absolutte reduktion for både sejlene og drivende kollisioner er:

$$SV_{\text{sejlende}} = 1\% \text{ og } SV_{\text{drivende}} = 7\%$$

Grunden til de lave reduktioner for især sejlene kollisioner, skyldes at de ruter som har den højeste skyggeeffekt, også er de ruter med lavest kollisionsfrekvens og derfor er den absolutte effekt relativt lille.

4 Trafikken i området

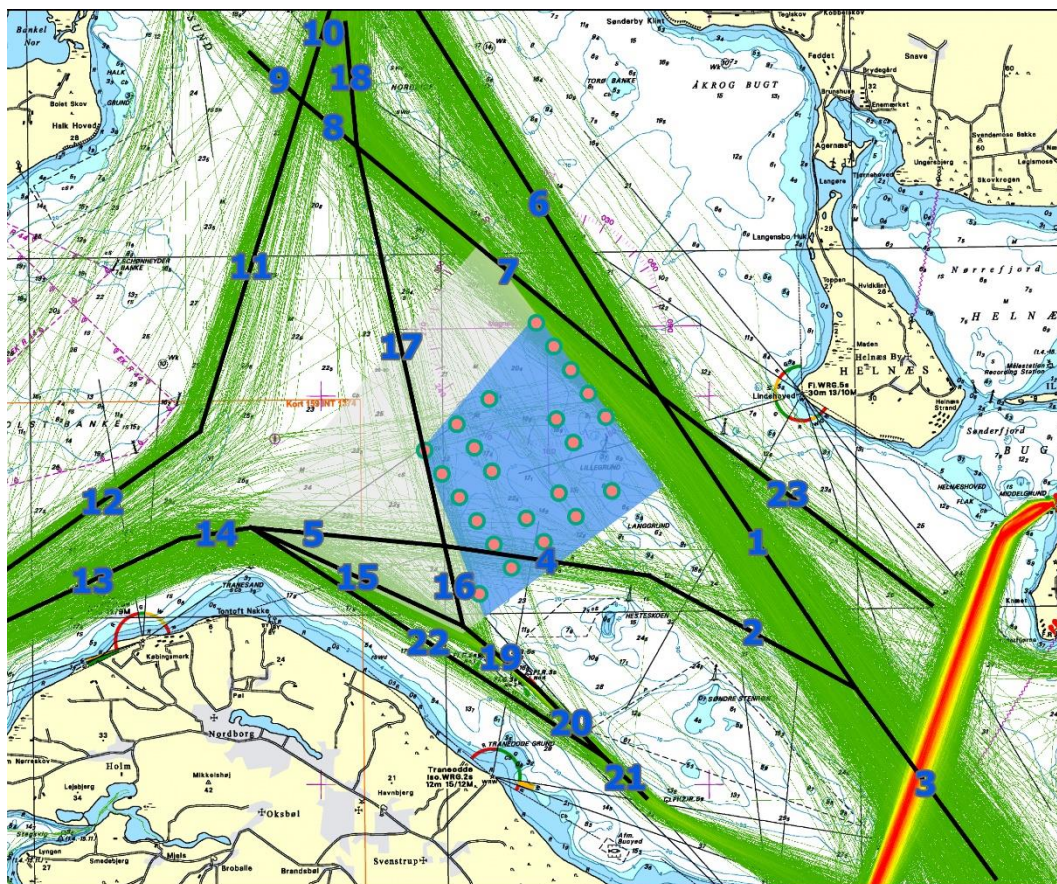
4.1 Nuværende situation

Der ses på tre typer skibe: Kommercielle skibe, fiskeskibe og lystfartøjer.

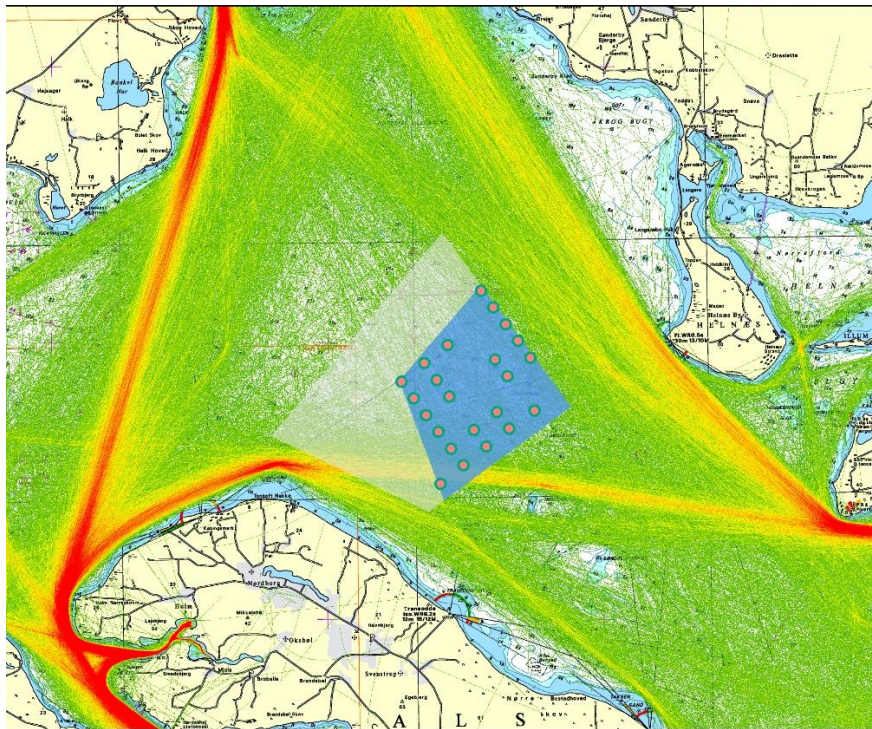
Figur 4-1, Figur 4-2 og Figur 4-3 viser skibenes sejlads mønster omkring den planlagte vindmøllepark. Figurene er fremkommet ved at dele området op i celler på 10 m x 10 m og tælle antallet af skibe i hver celle. Afhængig af antallet af skibe, farves cellen fra grøn til gul til rød, hvor rød indikerer høj densitet af skibe.

Det samlede antal erhvervsfiskere der benytter området er omkring 16 skibe. De kommer fra Assens, Aabenraa, Årø, Faaborg, Mommark og Søby. Det lave antal og HazID-workshoppens vurdering af at fiskeskibe ikke ville påvirke sejladssikkerheden betyder at vi her ikke vil behandle disse separat.

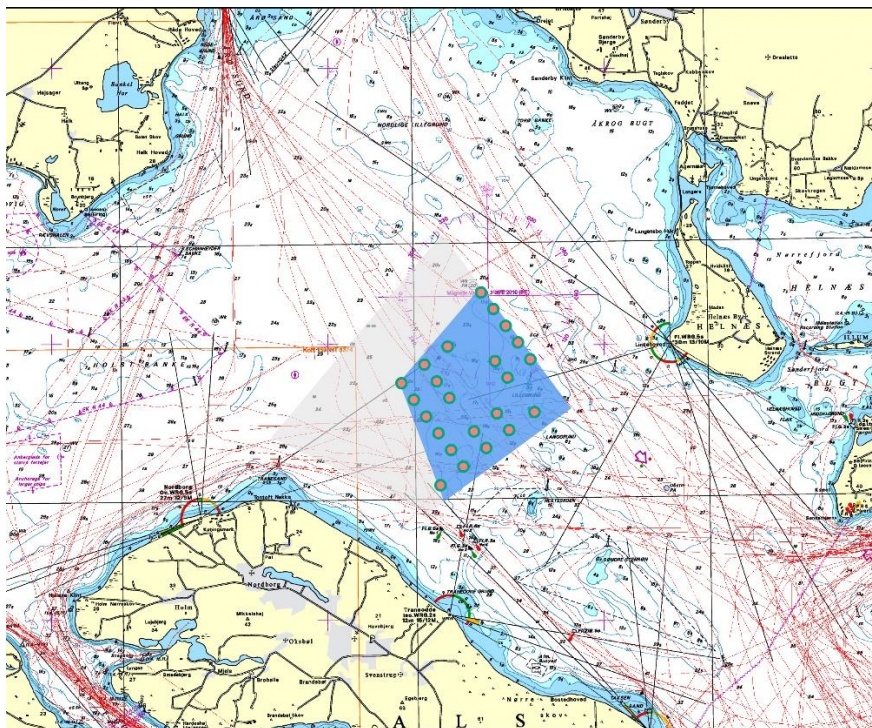
I sommerperioden er lystfartøjerne den dominerende skibstype i området. Udover at lystfartøjer sejler mere spredt end den kommercielle trafik, ses det at de næsten følger samme ruter når de sejler over længere stræk. Dog lægger de sig ud i siderne af ruten tættest på land.



Figur 4-1 Observeret kommerciel trafik i det sydlige Lillebælt. Scenarie 4 vindmølle layout er vist med orange cirkler. Ruterne er angivet som sorte linjer med numre angivet med blå. Densitetsplottets opløsning er på 10 m x 10 m.



Figur 4-2 Lystbåde med AIS i 2021. Der er i virkeligheden flere bevægelser, da de ikke altid sender deres position.



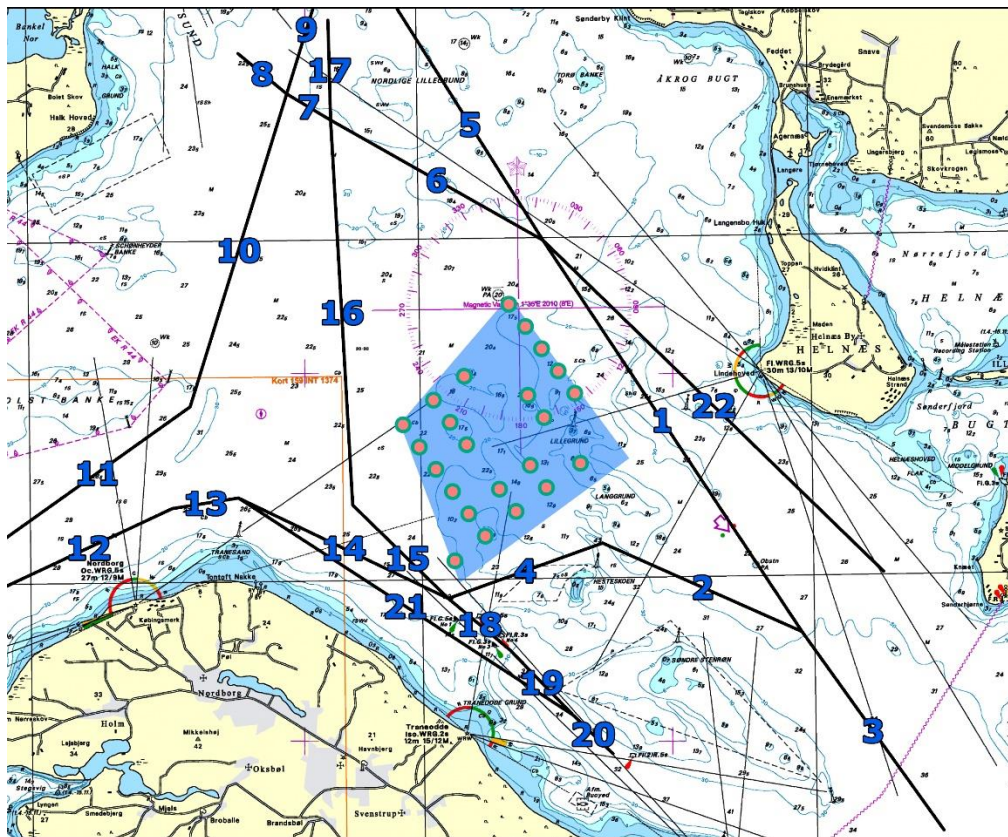
Figur 4-3 Fiskeskibe med AIS i 2021. Der er i virkeligheden flere bevægelser, da de ikke altid sender deres position.

4.2 Nye ruter

Møllernes placering kræver, at noget af skibstrafikken ændrer deres nuværende ruter. I Figur 4-4 er vist, hvordan rutenettet forventes at blive. Da ruteben 5 er udgået, er nummereringen også ændret. Skibene sejler naturligvis ikke præcist på linjerne, men med en given fordeling langs linjerne.

Alle de skibe, som i dag sejler gennem det planlagte område, er lystbåde (ca. 1000), og små kommercielle skibe (ca. 130) under 100 m og 39 er mellem 100 og 150 m. Disse forventes at ændre deres rute, således at de kommercielle skibe ændrer kurs et godt stykke syd for parken. Selvom de godt må sejle gennem parken, vurderes det at langt de fleste ikke gør, og derfor laver et drej mellem Hesteskoen og Langgrund (knæk mellem ruteben 2 og 4, hvor ben 4 potentielt også kunne orienteres lidt mere øst-vest end vist). Med den nuværende afmærkning vil de fleste formentligt ikke gå syd om Hesteskoen. En sydlig afmærkning af Hesteskoen vil ændre dette (markeret rute 4).

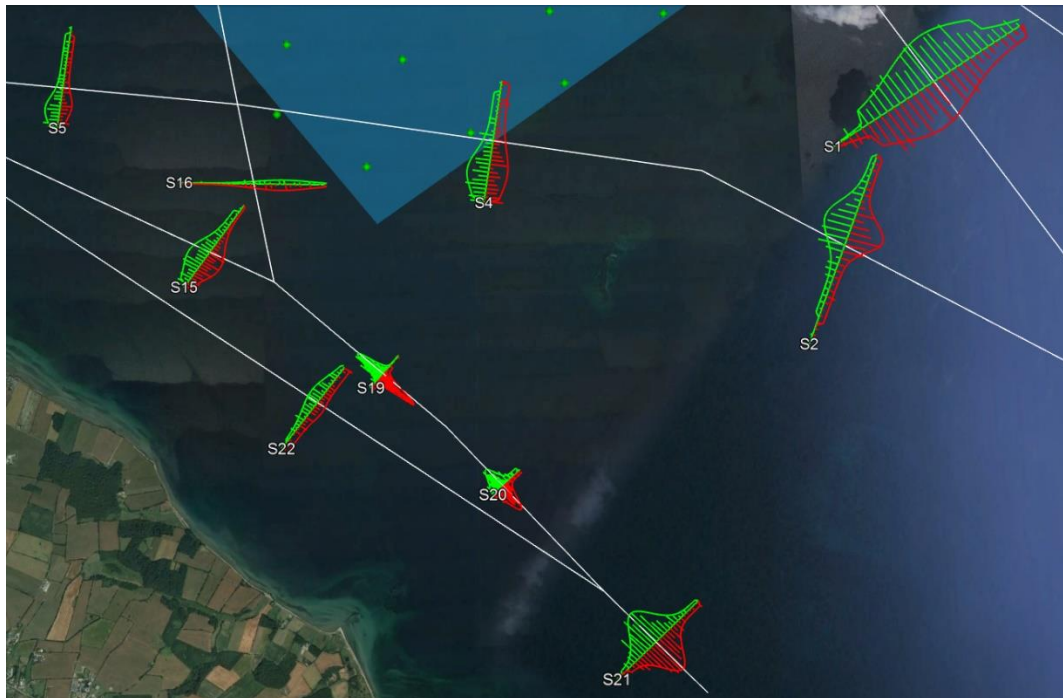
De nuværende ruteben 16 og 17 (nye 15 og 16) forventes flyttet mod vest, så de går fri af parken. Særlig mindre skibe vil potentielt sejle lidt tættere på parken end her angivet, men da der ikke er meget trafik, ændrer det ikke noget. Den store hovedrute 3-1-5 langs Fyn forventes også at ændres. Skibene vil potentielt bruge møllerne som sømærke og sejle tæt forbi som diskuteret på workshoppen. Afstanden mellem møller og rute er defineret baseret på erfaring fra Krigers Flak.



Figur 4-4 Definition af nye ruter efter at møllerne er opsat.

4.3 Matematisk beskrivelse af rutetrafikken

For hver krydsningslinje tælles antallet af skibe som passerer og hvor på linjen de passerede. Det giver et histogram hvor til der kan bestemmes en matematisk sandsynlighedsfordeling. I de fleste tilfælde, hvor der sejler både kommercielle og lystfartøjerne, er denne fordeling en normalfordeling eller en kombination af en normalfordeling og en uniform fordeling. I denne analyse er en normalfordeling antaget for ruterne vist i Figur 4-4. I Figur 4-5 ses nogle eksempler på histogrammer og de tilhørende sandsynlighedsfordelinger syd for møllerne.



Figur 4-5 Eksempler på matematisk beskrivelse af skibenes tværfordeling henover rutebenene.

4.4 Trafikken på ruterne

Ca. 3.500¹ AIS-fartøjer sejler årligt gennem Lillebælt øst om mølleområdet. Omkring 2.500 AIS-fartøjer sejler langs Als til og fra Aabenraa. Nogle af de sidste skibe har stor dybgang, og kan ikke sejle øst om mølleområdet. Omkring 3.500 fartøjer sejler til og fra Aabenraa fra nord. De vil ikke få problemer med møllerne. En del af trafikken er arbejdsfartøjer, inkluderende slæbebåde, lodser, SAR og flådefartøjer. Disse antages ikke at få problemer med vindmøllerne, da de kender området og er forholdsvis små. Det ses med det samme, at den midterste del af området er forholdsvis lidt trafikeret. I Tabel 4-1 er den samlede trafik på de enkelte ruter vist. I de tre følgende figurer er AIS-trafikken vist mere detaljeret for tre repræsentative ruteben 1, 4 og 20.

¹ Tallene er antal passager og altså ikke individuelle fartøjer. Det samme fartøj passerer ofte den samme passagelinje henover året.

Tabel 4-1 Oversigt over trafikken på de 22 ruteben i begge retninger (nuværende situation) baseret på AIS fra 2021. Ruterne referer til Figur 4-4. Tallene for fiskeskibe og lystfartøjer er ganget med 5.

Ruteben	Bulk	General cargo[1]	Passenger	Tanker gas	Tanker oil	Fishing	Pleasure	Other	Total
1	1	857	16	58	24	35	2375	263	3629
2	4	74	9	2	7	45	3430	182	3753
3	5	890	19	60	27	70	1935	257	3263
4	4	66	8	0	2	50	3330	156	3616
5	0	423	12	4	0	45	3280	289	4053
6	0	504	9	55	31	20	2000	140	2759
7	23	324	6	32	33	25	2115	86	2644
8	2	108	8	0	0	30	2150	68	2366
9	90	178	4	12	18	5	1790	69	2166
10	87	92	2	0	8	15	1565	47	1816
11	71	81	3	0	4	15	995	34	1203
12	83	301	11	0	100	70	7380	495	8440
13	62	279	13	0	96	85	7155	499	8189
14	52	142	3	0	92	30	1420	115	1854
15	0	33	2	2	19	25	615	33	729
16	0	31	4	3	21	15	720	71	865
17	11	403	5	52	53	5	1580	102	2211
18	52	174	1	3	113	15	840	111	1309
19	51	178	2	3	114	15	795	112	1270
20	57	234	6	4	120	25	1650	392	2488
21	5	56	3	0	0	5	1215	214	1498
22	0	83	11	0	0	25	2255	136	2510

4.5 Trafik uden for ruterne

Den væsentligste trafik, som ikke sejler på de fundne ruter, er lystbåde og fiskeskibe. Ud fra AIS er det fundet, at der i 2021 sejlede 192 AIS-lystbåde og 1 AIS-fiskeskibe nord-syd og øst-vest på hver af de to fiktive ruteben. Disse er ganget med 5, som argumenteret for i afsnit 2.5.4, dvs. 960 lystbåde og 5 fiskeskibe per rute. Det antages således at 965 lystbåde og fiskeskibe pr. år sejler igennem området.

4.6 Fremtidig trafik

De største destinationer for fragttrafik i Lillebælt er Fredericia og Aabenraa. Men Assens, Skærbæk, Kolding, Vejle og Horsens er også mål for fragttrafikken i Lillebælt. Aabenraa Havn forventer, at der mindst vil anløbe det samme antal skibe og formentligt flere på sigt (Email 20-11-2017 fra Henrik Thykjær fra Aabenraa Havn). Trafikken af skibe med en dybgang op til 17 m fortsætter efter Enstedværkets lukning. Store olietankere sejler til olieterminalen og bulkcarriers til kulhavnen, der fungerer som transithavn for kul. Efterhånden, som kul udfases, vil denne trafik ophøre.

Ikke kun ændringen i antallet af skibe skal vurderes, men også at skibene formentligt generelt forsætter med at bliver større. For de indre danske farvande er vanddybden dog en begrænsende faktor for størrelsen. Men i stedet for øget dybgang kan det forventes, at skibene bliver bredere.

For lystbåde er de store destinationer Sønderborg Havn, Assens Havn og Fynshavn Havn. COWI kontaktede havenene i for at få et indblik i hvordan lystådetrafikken har ændret sig siden 2017. Sønderborg Havn observerede en stigning fra ca. 10.000 anløb i 2017 til ca. 14.000 anløb i 2022 svarende til en stigning på 30%. Assens Havn meddelte de i perioden 2018-2020 havde observeret en stigning på 18%. De havde ikke tal for 2017 og 2022. Fynshavn Bådehavn anslog en stigning på ca. 30% siden 2017, men har ikke nogle konkrete tal. COWI kontaktede desuden Marstal Havn og Middelfart Havn, men de vendte ikke tilbage på henvendelsen.

Stigningerne i besøgstal i havnene omkring Lillebæltette skyldes formentligt en øget interesse for lystfart og den forventes at stige i de fremtidige år. Såfremt der opleves en meget væsentlig stigning kan en eventuel opdaering af sejladsanalysen overvejes.

Der er et forundersøgelingsprojekt i gang om en fast forbindelse mellem Als og Fyn ca. 10 sømil syd for Lillebælt Syd vindmøllepark. På nuværende tidspunkt haves ikke et konkret projekt og linjeføring og placering af potential gennemsejling er ikke kendt. Generelt kan det ikke afvises at en broforbindelse kan have betydning for sejladsområdet i umiddelbar nærhed af vindmølleparken men den store afstand mellem møllepark og forbindelse gør at påvirkningen forventes at være begrænset. På nuværende tidspunkt er det ikke muligt at lave kvalificerede vurderinger af en sådan påvirkning da informationsgrundlaget er begrænset og projektet er i forundersøgelingsstadiet og potentielt mange år ude i fremtiden, hvis det overhovedet realiseres. Hvis projektet om en fast forbindelse mellem Fyn og Alt fortsættes så der skal laves miljøkonsekvensvurdering anbefales det, at de kumulative effekter på vindmøllen undersøges og vurderes her.

5 Analyse af ulykkesfrekvensen

5.1 Nuværende situation

5.1.1 Historiske ulykker

Helcom² udgiver årligt en rapport om skibsumlykker i Østersøen og Kattegat. Heraf fremgår det, at fra 2000 til 2013 var der tre grundstødninger i det sydlige Lillebælt. Den Maritime Havarikommission oplyser, at der var to grundstødninger i perioden 2014-2016. Så i alt var der fem grundstødninger i perioden 2000-2016, hvilket er ca. én hvert tredje år. På trods af, at der sejler forholdsvis få skibe, vurderes dette som en del grundstødninger. Ingen af de fem førte til udslip af olie. Den ene var fragtskibet Ennio Marnix grundstødning på 4.540 t, der i 2011 grundstødte på Hesteskoen på vej til Aabenraa i umiddelbar nærhed af møllerne, hvilket giver én hver 16. år i undersøgelsesområdet. De specifikke omstændigheder er ikke angivet i datamaterialet. De registrerede grundstødninger er for større kommercielle skibe. Pga. områdets meget varierende dybdeforhold, specielt i den sydlige del af mølleområdet, sker der hvert år adskillige grundstødninger med lystfartøjer. Disse medfører sjældent person- eller materielskade, da de foregår i forholdsvis godt vejr. De registreres derfor ikke af myndighederne. Grundstødninger af denne art er som hovedregel lystfartøjer, som ikke kan sættes på de specifikke ruter, men sejler på mere tilfældige ruter.

Der var ingen registrerede kollisioner i perioden, hvilket heller ikke er overraskende pga. den forholdsvis lave trafik, som gør, at det er sjældent skibe møder hinanden i åbent farvand. Som beskrevet i begyndelsen af denne rapport analyseres grundstødning og skib-skibskollisioner ikke videre pga. den lave sandsynlighed, samt fordi møllerne ikke vurderes at ændre væsentligt på dette. Der argumenteres i afsnit 5.1.2 og 5.1.3 kort for dette.

5.1.2 Grundstødninger

Der er tre hovedområder, som kan forårsage grundstødninger i og omkring det planlagte område for vindmølleparken: Hesteskoen, Lillegrund og Langegrund. Langegrund befinder sig inde i vindmølleparken, Lillegrund lige syd for og Hesteskoen ca. 2 km syd for.

Risiken for grundstødninger ved disse grunde er størst for kommercielle skibe da lystbådernes dybgang sjældent er mere end 2 m og derfor kan de sejle henover de fleste grunde som ligger langs ruterne.

² <http://www.helcom.fi>

Trafikken igennem vindmølleparken for skibe med dybgang til at grunde på Lillegrund og Langegrund vil falde betydeligt, og dermed forventes at føre til et fald i grundstødninger i vindmølleparken.

Omlægning af den gamle rute 4 igennem vindmølleparken vil føre til en øget trafik tæt på Hesteskoen for trafikken på den nye rute 4. Det kan muligvis forøge risikoen for antallet af grundstødninger på Hesteskoen. En potentiel stigning vil dog være marginal da den kommercielle trafik på rute 4 i forvejen er meget lille. Samtidigt kan det tænkes at meget af den kommercielle trafik mod Aabenraa af ruteben 3 vil rette ind på ruteben 20 længere sydpå og dermed helt undgå at passere tæt på Hesteskoen (se afsnit 4.2).

Det forventes altså at det samlede antal grundstødninger er uændret eller marginalt ændre som følge af møllernes opførelse. Af den grund foretages der ikke nogen yderligere sikkerhedsvurdering af vindmølleparkens effekt på grundstødninger i området.

5.1.3 Skib-skibskollisioner

Kollisioner mellem skibe behandles ikke detaljeret i denne rapport. Begrundelsen herfor er, at antallet af skibe i området er så lille at større skibe ikke møder hinanden i væsentligt omfang. På det mest trafikerede ruteben 1 var antallet af møder i 2017 for skibe længere end 40 m indenfor 1 time 85 eller 16 % af møderne. I alt var der 533 mulige møder mellem skibe længere end 40 m. På det mindre trafikerede, men snævrere ruteben 20 var antallet af møder inden for ½ time 9 eller 3 % af de mulige møder. Ruteben 20 tager højst 30 minutter at passere.

Antallet af lystbåde i området er i modsætning til de kommercielle skibe ganske stort. De sejler primært i yderkanten af ruterne ind mod land. De ruteben som ændres indeholder mange lystbåde, men ændringerne har ikke stor betydning for antallet af båd-bådsmøder.

På baggrund af de få mødesituationer samt de meget begrænsede ændringer i sejlru-terne forventes antallet af skib-skib kollisioner ikke at stige væsentligt som følge af vindmølleparken. Denne hændelse analyseres således ikke yderligere.

5.2 Møllekollision efter etablering

Med de nye ruter bliver den samlede ulykkesfrekvens (møllekollisioner) 0.1 svarende til en returperiode på 10 år. Møllekollisioner fra den sejlen- de rutetraffic spiller en mindre rolle. Drivende skibe udgør langt den største del af hændelserne. Lystfartøjerne og Fiskerskibene står for 85 % af alle møllekollisionerne.

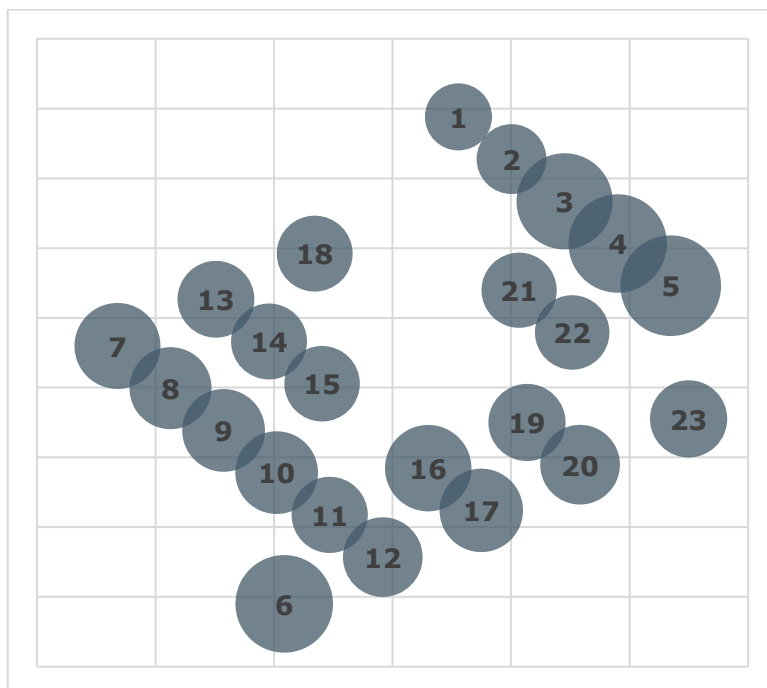
Tabel 5-1 Returperioder opdelt i hændelsestype og skibstype med nye ruter

Hændelsestype	Fragtskibe mm.	Lystfartøjer & Fiskeskibe	Begge skibstyper
Møllekollisioner fra ruter	930	145	126
Drivende møllekollisioner fra ruter	75	19	15
Møllekollisioner fra skibe der ikke sejler på ruterne (kun fiskeskibe og lystbåde)	-	67	67
Drivende møllekollisioner fra skibe uden for ruterne (kun fiskeskibe og lystbåde)	-	160	160
Alle møllekollisioner	69	12	10

I det følgende diskuteres de ovenstående returperioder for kollisioner. Møllekollisionsfrekvensen fra rutetrafficen (skibe der sejler på ruterne) er 1 hver 69 år for fragtskibene og 17 år for lystbådene. Den samlede returperiode for møllekollisioner fra rutetrafficen er 1 hver 13 år.

Møllekollisionsfrekvensen uden for rutetrafficen er 1 hver 47 år for lystbådene og fiskeskibene.

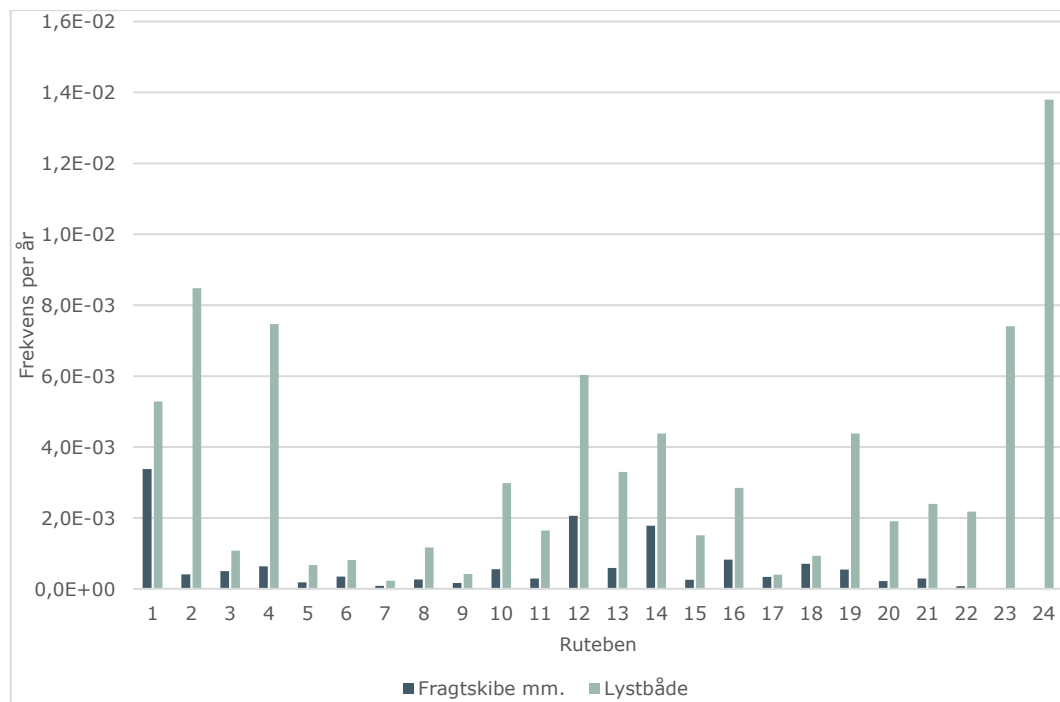
På Figur 5-1 er det vist, hvilke møller der bliver ramt af rutetrafficen fra sejlede skibene. Det ses, at de nordligste og sydligste møller står for stor del af skib-møllekollisionerne.



Figur 5-1 Andelen af sejrende skib-møllekollisioner fordelt på de enkelte møller

Figur 5-2 viser frekvensen af mølle kollisioner opdelt på de definerede sejlruiter. Bemærk at ruterne 23 og 24 er de fiktive ruter for lystbåde som sejler igennem mølleparken.

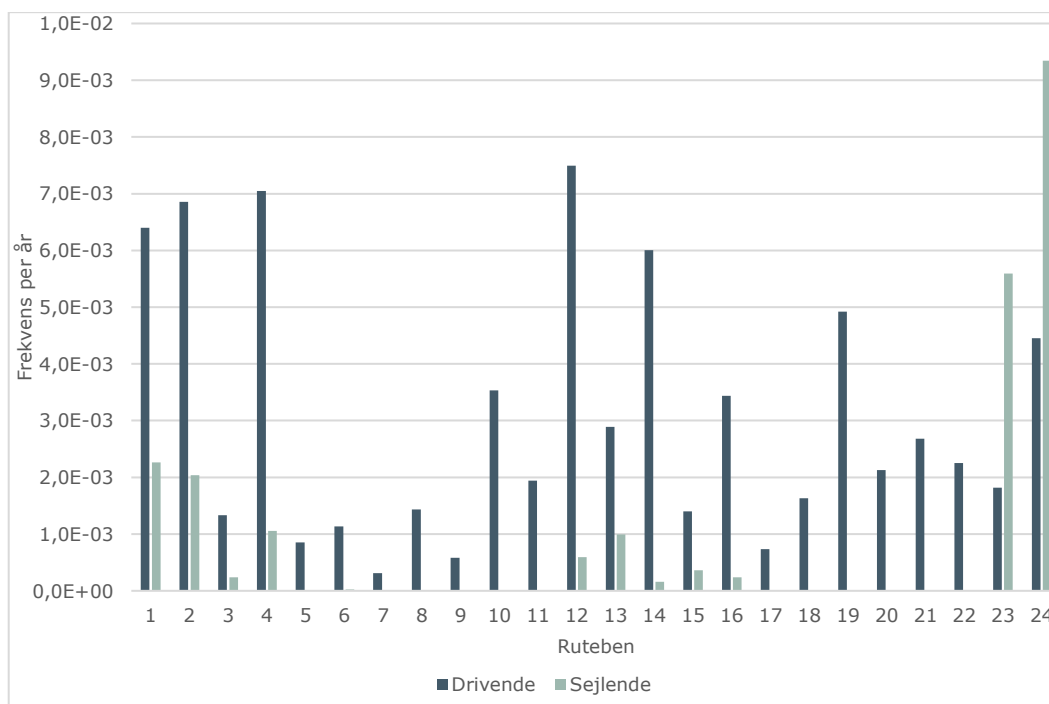
Som det ses på Figur 5-2 involverer en stor del af kollisionerne lystbåde. Da de primært sejler i godt vejr og forholdsvis langsomt, vil kollisioner med møllerne ikke være så kritiske. Drivende lystbåde vil i nogle tilfælde kunne fortøje til møllerne og dermed standse driften.



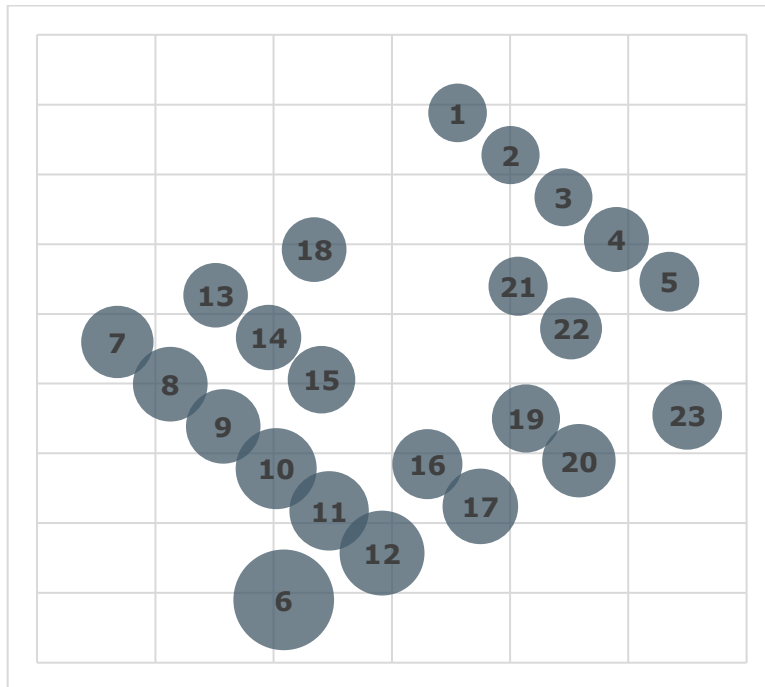
Figur 5-2 Alle hændelser fordelt på skibstype og ruteben. 23 og 24 er de fiktive ruteben med ikke rutesejlende trafik (Lystbåde og fiskeskibe)

På Figur 5-3 ses, at for rutetrafikken er den dominerende hændelse drivende kollisioner. Ruteben 1, 2, 4, 12 og 14 giver ca. halvdelen af risikoen i forhold til drivende kollisioner, hvor på ruteben 1 skibene sejler langs Fyn med en stor spredning og kan ramme de nordøstlige møller. Risikoen fra ruteben 2 og 4 bidrag mest til vindmøllerne sydøst af parken og risikoen fra ruteben 12 og 14 bidrag mest til vindmøllerne sydvest af parken. Igen vil møllerne nok reelt fungere som et sømærke, så de retter tidligere ind. Ruteben 23 og 24 er den trafik, der ikke sejler på ruterne.

Drivende skibe rammer møllerne som vist på Figur 5-3Figur 5-4. Det ses her, at da de drivende skibe kan komme fra næsten alle retninger, men en stor del af risikoen kommer fra vindmøllerne ligger syd af parken. Det er tydeligt fra drivrose at sandsynlighed for skibe at drive mod nordøst i meget højere i forhold til andre retninger. Derfor bidrag ruter, der ligger i den sydlige del af parken, mest til risikoen.

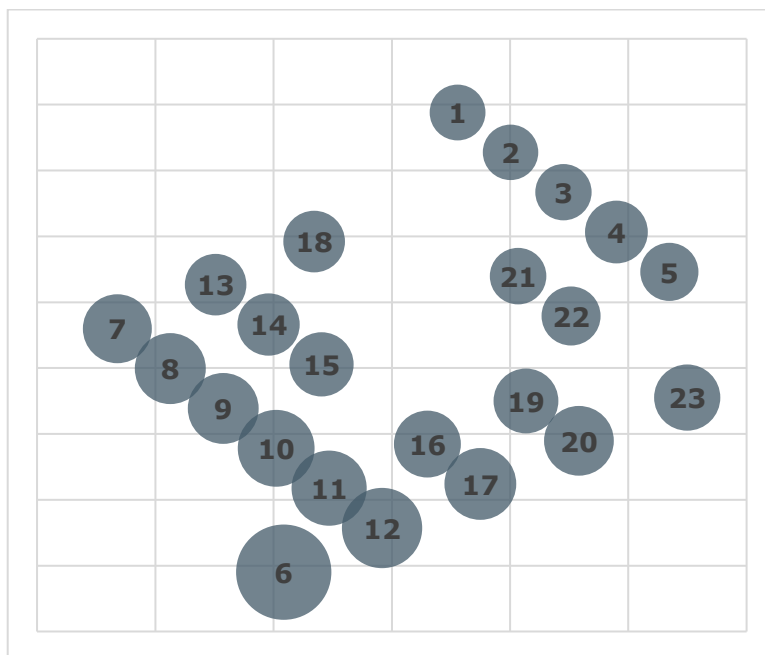


Figur 5-3 Møllekollisionerne fordelt på drivende (Cat V) og sejlede hændelser (Cat I-IV)



Figur 5-4 Andelen af drivende møllekollisioner fordelt på de enkelte møller. Centrum af hver cirkel er en mølle

I figuren nedenfor ses en illustration af den totale risiko for hver mølle. Her ses det, at det de sydvestlige møller, som er mest udsatte.



Figur 5-5 Andelen af totale (drivende og sejlede) møllekollisioner fordelt på de enkelte møller. Centrum af hver cirkel er en mølle.

Tabel 5-2 viser returperioder opdelt på forskellige vindmøller. Det ses, at mølle nr. 6 bidrager mest til risikoen efterfulgt af mølle nr. 12. Det skyldes at mølle 6 ligger tæt på ruterne i den sydlige del af parken og drivretningen er således at skibene fra de sydlige ruter vil drive hen mod mølle 6.

Tabel 5-2 Returperioder opdelt i vindmøllerne

Mølle nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Returperiode (år)	35.6	36.3	36.5	29.0	34.3	12.1	23.4	22.0	22.1	18.7	19.4	17.0
Mølle nr.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	-
Returperiode (år)	29.4	28.7	26.9	25.0	21.5	29.3	26.4	22.7	35.1	32.0	25.3	-

5.3 Kvalitativ vurdering af alternative mølleylayouts

I dette afsnit, vurderes risikoen til andre vindmølleylayouts (Scenarie 1, Scenarie 3, Scenarie 5) med henholdsvis 11, 14 og 10 vindmøller kvalitativt.

For at vurdere hvordan sejladsrisikoen måtte ændres som følge af de tre nye scenarier sammenlignes en række forhold med det analyserede Scenarie 4. Følgende parametre er identificeret til at have størst betydning for denne vurdering:

- > Antallet af møller
- > Fysisk størrelse (diameter) af møllerne
- > Layout (afstand mellem møllerne og indbyrdes/relative beliggenhed i arrays herunder ændring i trafikmønstre som følge af møllernes indbyrdes beliggenhed
- > Afstand til skibstrafik/ruter udenfor mølleparken

Til vurdering af ovenstående er en række nøgleparametre samlet i Tabel 5-3

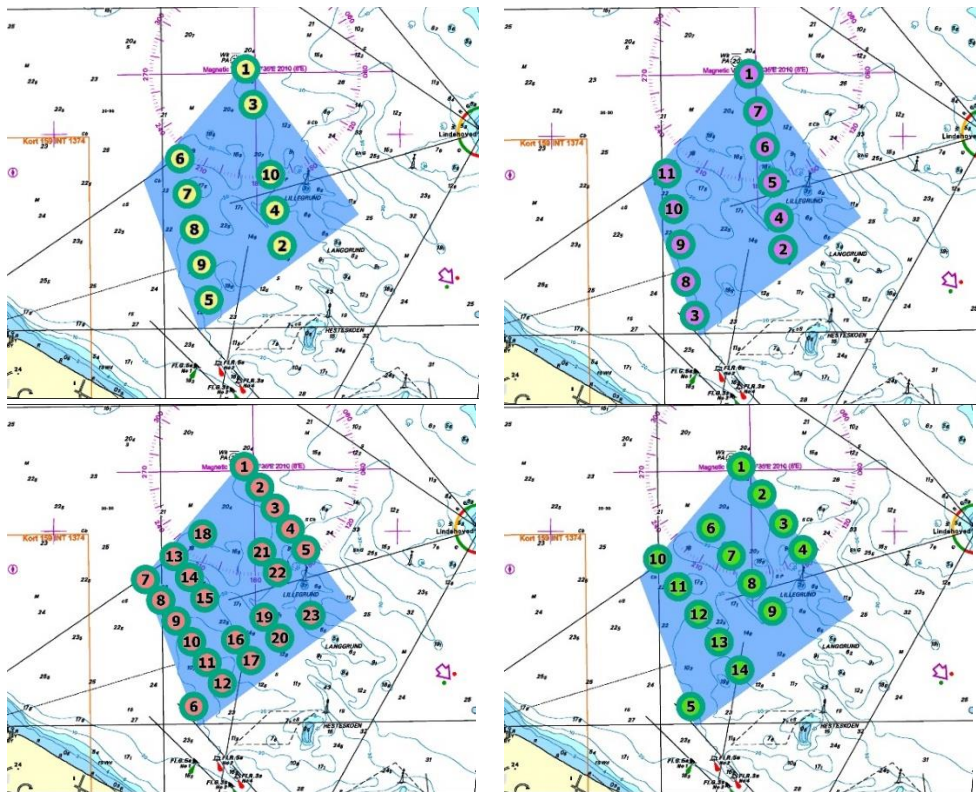
Tabel 5-3 *Oversigt over nøgleparametre til sammenligning af de tre aktuelle vindmøllescenarier med basisscenariet.*

Scenarier	Antal møller	Ydeevne per mølle	Diameter af mølle (inklusive iskonis)	Nacelle-Højde (m over HAT)	Afstand mellem møllerne (array)
Basisscenarie (Scenarie 3)	23	7,2 MW	7,5 m (12,5)	106	1,3-1,7
Scenarie 1	11	11 MW	7,5 m (12,5)	131	2.1
Scenarie 3	14	11 MW	7,5 m (12,5)	120	2.1
Scenarie 5	10	15 MW	7,5 m (12,5)	138	1,3-1,7

Det overordnede projektområde er uændret og samtlige scenarier er vist i figuren nedenfor sammen med layoutet for basisscenariet.

For de alternative scenarier 1, 3 og 5 havs der væsentlig færre møller som generelt også er placeret længere fra skibstrafikken mod øst og vest. Her forventes således en reduceret risiko for kollision med møllerne. Yderligere er de bredere og mere tydeligt definerede korridorer nord/syd gennem parken, som gør det nemmere for lystbåde at sejle igennem. Det kan muligvis også medføre en risiko for at fragtskibe fejlagtigt prøver at sejle igennem mølleparken med fare for at komme på afveje og potentielt kollidere med møllerne inde i parken.

Samlet set forventes risikoen for samtlige alternativer at være mindre end for basiscenariet (Scenarie 3).



Figur 5-6 Oversigt over de fire aktuelle scenarier. Øverst tv Scenarie 1 med 11 vindmøller, øverst th Scenarie 3 med 14 møller, nederst tv Scenarie 4 med 23 møller og nederst th Scenarie 5 med 10 møller. Her ses variationen i placering og antal af vindmøller for de forskellige scenarier.

6 Konsekvensbetragtninger

Der vil i dette kapitel blive vurderet, hvordan frekvenser fundet i det forrige kapitel ændres hvis man medtager de konsekvenser møllekollisioner kan have. Konsekvenserne udregnes ikke i penge, men i hvor mange år, der går mellem de forskellige konsekvenser.

Frekvensanalysen i det forrige kapitel viser, at drivende skibe er den altdominerende kilde til hændelser. Sejlende skibe på eller uden for ruterne spiller kun en underordnet rolle.

Konsekvenserne inddeles i:

- > Kollisionskonsekvenser
 - > Tab af skib og/eller personskafe som direkte følge af en kollision
 - > Tab af skib og/eller personskafe som indirekte følge af en kollision (nedfaldne mølledele).
- > Miljøkonsekvenser
 - > Bunkerolieudslip
 - > Udslip fra Olie og Gas tankere

I sejladsanalysen for Horns Rev 3 blev sandsynligheden for forskellige konsekvenser ved kollisioner mod vindmøllerne vurderet, se Tabel 6-1.

Tabel 6-1 *Forskellige konsekvensscenarier og antaget sandsynlighed af alvorlige hændelser af hvert scenarie*

Sandsynligheden	Drivende	Motordrevet
-Kollaps af vindmølle -Alvorlig skade på skibet -Personskade/dræbt	0%	33%
-Ingen vindmøllekollaps -Væsentlig skade på skibet - Personskade/dræbt	33%	33%
-Ingen vindmøllekollaps på skibet -Ingen væsentlig skade på skibet	67%	33%

For dette projekt ses det at kollisioner med drivende lystbåde er altdominerende og konsekvenserne ved sådanne situationer vurderes herunder.

Drivende kollisioner med lystbåde forventes generelt at være sandsynlig i mølleparkens levetid grundet det væsentlige antal lystbåde i området og vindmølleparkens beliggenhed i lokalt farvande. Typisk vil man forvente at stødet mellem skib og mølle i drivende kollisioner ikke vil have væsentlige skader da drivhastigheden er lav svarende til et skib der lægger til i havn.

Foruden stødet mellem møllefundament og båd findes også en risiko for både med mastehøjde højere end 20 m kan at blive ramt af vindmøllevingerne. Et skibs mastehøjde er ikke dokumenteret i AIS og er derfor vurderet baseret på tidligere studier af dette som nævnt i afsnit 2.5.4 samt kontakt med havnene i området. På denne basis vurderes det at skibe længere end 15 m gennemsnitligt kan forventes at have mastehøjde over 20 m og at det omtrentlig svarer til ca. 10% af lystbådene i området. Da trafikken er domineret af lystbåde er det således konservativt at antage at 33% af alle drivende kollisioner kan medføre personskafe/dræbt.

Baseret på antagelserne angående kollisionsekvenserne i Tabel 6-1 estimeres returperioden for alvorlige møllekollisioner med fragtskibe og småskibe (fiskeskibe og lystbåde), se Tabel 6-2.

Tabel 6-2 Returperioder af alvorlige hændelser

Hændelsestype	Fragtskibe mm.	Lystfartøjer & Fiskeskibe	Begge skibstyper
Møllekollisioner fra ruter	1409	220	190
Drivende møllekollisioner fra ruter	226	57	45
Møllekollisioner fra skibe der ikke sejler på ruterne (kun fiskeskibe og lystbåde)	-	101	101
Drivende møllekollisioner fra skibe uden for ruterne (kun fiskeskibe og lystbåde)	-	484	484
Alle møllekollisioner	195	29	25

Angående miljøkonsekvenser antages det konservativt at der vil være bunkerolieudslip i alle hændelser, hvor der sker alvorlig/væsentlig skade på skibet efter kollision, se Tabel 6-1. Derfor, antages det at returnperioden for bunkerolieudslip vil blive en fraktion af alle alvorlige hændelser, der vist i Tabel 6-2.

Skader på vindmøller, der ikke medfører konsekvenser for tredjepart eller miljøet ligger uden for rapportens omfang.

7 Vurdering af risiko i anlægsfasen

Anlægsperioden forventes at være ca 1 år. Der vil være øget aktivitet i området ved og omkring vindmølleparken. Der forventes brug af opmudringsfartøjer diverse konstruktionsfartøjer, pramme og serviceskibe til persontransport, se detaljeret beskrivelse af anlægsfasen i Miljøkonsekvensvurdering afsnit 3.2.

Sejlads med materiale til klappads forventes at tage ca 6 måneder med ca 1-3 sejlads per dag. Klappadsen er ikke bestemt men forventes at være i umiddelbar nærhed til anlægsområdet. Påvirkninger på sejlads og sejladssikkerhed fra denne transport håndteres i separat miljøkonsekvensvurdering og medtages således ikke her.

Der forventes derudover følgende sejlads i anlægsfasen.

- > 1-3 ture/dag i 6 måneder med større anlægsfartøjer som flydekran, jackup, pram mf. Disse forventes at blive udskibet fra større havne som Grenå, Esbjerg, Aalborg, Lindø, Rostock, Swinoujscie eller Stettin
- > 1-5 ture per dag i 10 måneder for persontransport, fra enten Sønderborg, Assens, Fåborg eller Aabenraa havne.

Der forventes således maksimalt 550 ture med større anlægsfartøjer og 1500 med persontransport i løbet af anlægsperioden. Set i sammenhæng med den eksisterende trafik er det en væsentlig stigning. Samlet set forventes det daglige antal ture stadig at være yderst begrænset uden at føre til væsentlig påvirkning af sejladssikkerheden.

8 Referencer

- COWI, 2009 Skibskollisioner, grundlag og beregninger. A/S Storebælt. 2009. Report no. 57846-007, COWI
- Eurocode, 2007 Eurocode DS/EN 1991-1-7, 2007
- GL, 2010 Offshore Windparks – Parameter für Risikoanalysen im Genehmigungsverfahren und Wirksamkeit kollisionsverhindernder Maßnahmen, rapportnummer SO-ER 2010.095, version 1.0, Germanischer Lloyd (GL)
- HR3, 2017 Horns Rev 3 Offshore Wind Farm. NAVIGATIONAL RISK ANALYSIS. 2017, Orbicon og COWI
- IHS, 2017 IHS Fairplay: Maritime Intelligence and Publications. Database, 2013. Web: www.ihs.com
- IMO, 2002 International Maritime Organization (IMO), *Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for use in IMO rule-making process*. 5 April 2002
- JV, 2013 Memo omkring sejladsforhold: Koordinering af metoden for Horns Rev 3 og Kriegers Flak, Af DNV & COWI, 2013
- Lentz & Kroon, 2010 Oil Spill Risk and the Socio-economic Effect of Mandatory Pilotage. Albrecht Lentz and Inger B. Kroon. COWI A/S International Journal of Engineering Under Uncertainty 2010
- NIRAS 2016 NIRAS. LILLEBÆLT SYD VINDMØLLEPARK. ANALYSE AF AREALER TIL VINDMØLLEPARK OG MULIGE NETTILSLUTNINGSPUNKTER. Juni 2016
- Peter Friis-Hansen 2008 Basic Modelling Principles for prediction of collision and grounding frequencies. DTU. 2008
- SFS AIS-data in the area received from the Danish Maritime Authority for 2017
- Vinnem, 2007 Offshore Risk Assessment – Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, 2 edition, Springer 2007 af Jan Vinnem

Bilag A HazID-protokol

Fareidentifikationsmødet (HazID) blev afholdt hos Sønderborg Forsyning i Sønderborg den 6. marts 2018.

Deltagere

Navn	Stilling	Firma/institution
Ole Knudsen	Havnechef	Assens Havn
Flemming Sørensen	Nautisk konsulent	Søfartsstyrelsen
Rolf Bonnichsen		Stema Shipping A/S
Henrik Thykjær	Havnedirektør	Aabenraa Havn
Steffen Esbensen	Business Manager	Shipping.dk
Chresten Nissen		Ensted Havn
Jóhann Petersen		Fredericia Havn
Hans Mortensen		Inter Terminals, Aabenraa
Henrik Bode	Fisker	Mommark
John J Bork	Fisker	Årø
Knud Erik Pedersen	Lods	DanPilot
Morten Hørlyck	Lystsejler	Fynshav Sejlklub
Iben Nielsen	Senior Project Manager	Sønderborg Forsyning
Stig Balduin Andersen	Chefkonsulent, vind	HOFOR
Anne Eiby	Projektchef, vand og miljø	COWI A/S
Albrecht Lentz	Specialist/delprojektleder, risikoanalyse	COWI A/S
Erik Sonne Ravn	Specialist risikoanalyse	COWI A/S

A.1 Fareidentifikationsprotokol vedr. sejladsforhold i driftsfasen

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

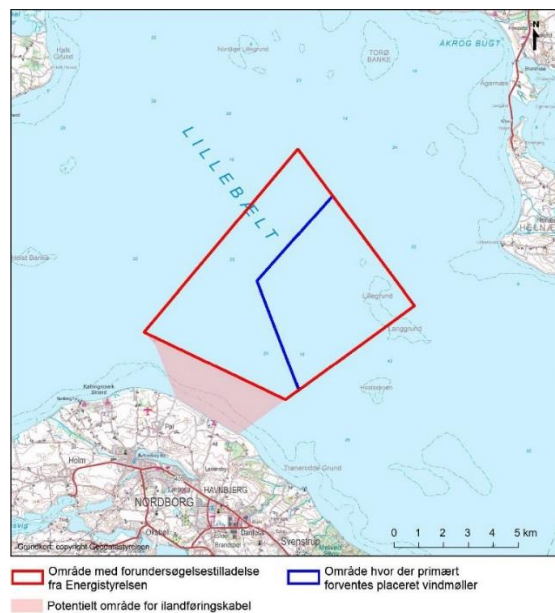
- 1 Identificering af alle sejladsrelaterede farer, der kan tænkes at opstå i forbindelse med tilstedeværelsen af en ny vindmøllepark
- 2 Identificering af de specifikke farer på de enkelte ruter, inkl. kommentarer til deres hyppighed, alvor og mulige sikkerhedsforanstaltninger.

Generel gennemgang af sejladsrelaterede farer i forbindelse med vindmølleparken

Fare	Konsekvens	Alvor	Kommentar
Skib-skibskollisioner	<ul style="list-style-type: none"> > Personskader > Oliespild 	Beredskabet? Flydespærringer? Alvoren kan være større, da Lillebælt er begrænset af land på alle sider. Andre stoffer end Olie. Kemikalier og asfalt	Husk at skibene ændrer sig. De bliver større. Ensted nogle gange 300.000t. Tankskibe har lodspligt. Tørlast skibene er generelt ringere i stand end tank. >11m anbefalet lods. Vindmøllerne forstyrrer ikke radar.
Grundstødninger	<ul style="list-style-type: none"> > Oliespild 	Blød bund mindsker alvoren. Større sten kan alligevel give brud på skrog. Bunkerolie ligger oftest bag i skibet	Skibsbrand kan være medvirkende til, at et skib begynder at drive.
Kollisioner med vindmøller	<ul style="list-style-type: none"> > Oliespild > Strømslag (personskade) > Faldende møllekomponenter (personskade) 	Strømslag anses ikke som relevant, da skibet jo altid er jordet (skroget ligger i vandet)	

Fire typer af hasarder vil være repræsenteret i analysen for hver sejlroute (hvis relevante):

- > Sejlene skibe som laver navigationsfejl.
- > Drivende skibe der kolliderer med mølle (som følge af drift eller motorstop)
- > Kollision mellem eksisterende skibe som følge af trafikoplægning
- > Risiko for grundstødning som følge af trafikoplægning



Figur A-8-1 Projektområdet

DET SKAL UNDERSTREGES, AT DELTAGERNE HAR GIVET DERES MENINGER UNDER FORUDSÆTNING AF, AT DET PLANLAGTE MØLLEOMRÅDE FORBLIVER INDEN FOR FIRKANTEN MARKERET MED BLÅT I Figur A-8-1.

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
A1-1	Skib-skibskollision: Skibe vil gå over mod Helnæs. Men ikke længere end afmærkningen. Flere lystsejlere ind på ruten. Mindre plads til undvigemanøvre	Marker den østlige side af parken da skibene så vil turde at gå tættere på og dermed mindre koncentration.	Større hyppighed for kollisioner med mindre skibe. Større hyppighed i kollision, men stadig lav. Husk at skibene ikke nødvendigvis fordeles ligeligt over døgnet.	Mindre tørlastskibe har bunkerolie helt ud mod skroget og i bundtanke.	De skibe som nu går gennem parken syd-nord (A5) vil gå over på denne rute. Koncentration stiger. Lystsejlerne går i forvejen tæt på kysten. Så de er separeret fra fragtrafikken
A1-2	Grundstødning	Marker den østlige side af parken da skibene så vil turde at gå tættere på parken og dermed mindre koncentration.	Ikke større hyppighed	Generelt blød bund som ikke giver brud på skrog. Men der ligger større sten som kan give det.	Pga. tyske regler vil tyske sejlere gå ud i ruten. Skibe vil generelt ikke gå gennem parken, selv om de må.

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
A1-3	Drivende skibe	Op til 20.000 t kan standses med anker Store skibe kan ikke standses når de driver med mere en 1½ knob.	Er ikke en meget sjælden hændelse. Men kun ved østenvind rammer de møllerne	Alle skibe på denne rute er under 10.000 t.	Man har ikke kontrol med skibet i det øjeblik maskinen stopper. Der går et stykke tid for hastigheden er nede på f.eks. 2 knob før anker kastes.
A1-4	Fiskeskibskollision	Ingen ud over kollisionsalarmer	Ikke større end i dag		Denne rute ikke et problem. Men der fiskes i hele det planlagte område. Kun i den lille trekant i det sydøstlige hjørne fiskes ikke.
A2-1	Skib-skibskollision	Det nordligste hjørne bør mindskes eller markeres. Så vil trafikken på denne rute kunne fortsætte som nu.	Ikke større.	Ved nedsejling af lystbåd er der stor sandsynlighed for tab af menneskeliv	Det kritiske er ikke fragtskibe mod fragtskibe, men fragtskibe mod lystbåde. Store skibe har svært ved at se små skibe tæt på stævnen
A2-2	Grundstødning		Ikke større end i dag.		Kvalitet af opmåling ikke så god, da det er gamle målinger
A2-3	Drivende skibe		Er ikke en meget sjælden hændelse. Men kun ved østenvind rammer de møllerne		
A2-4	Møllekollision	Advarsler hvis mølledele driver rundt	Sjældent	Påsejling af vinger mm.	
A3-1	Grundstødning	Ruten er allerede godt afmærket	Sjældent	Blød bund	
A3-2	Grundstødning oven på kabel		Sjældent	Ikke værre end andre grundstødninger. Men regningen kan ende hos skibsejeren.	
A3-3	Drivende skibe		Ved vestenvind som er hyppigst i Danmark, kan skibene ramme møllerne.	Større skibe kan vælte møller og få bunden revet op på spidserne fra brud.	De helt store skibe vil grundstøde inden.

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hyppeghed	Konsekvens	Kommentar
A3-4	Møllekollision			Større skibe kan vælte møller og få bunden revet op på spidserne fra brud.	De helt store skibe grundstøder inden. De mindre sejler i forvejen et stykke fra møllerne
A4					Denne rute rykker ned på A3.
A4-1	Skib-skibskollision	Kunne man fjerne den sydlige 'trekant' og flytte møllerne nordpå?	Flere	Flere skibe i dybvandsruten	Skibene vil flytte over på A3. 'Trekanten' kan være et problem for enkelte skibe. Men så presses møllerne mod A1
A4-2	Fiskeskib, trawler: Kabel rives over	Kablet skal graves ned. Møllejer skal give tilladelse til at trawle.	Hænder.	Ingen sikkerhedsmæssige konsekvenser	
A4-3	Fynshav-færgen kollision. Kan ruteændring give færgen problemer?	Færger er sikre end alm. skibe. Færgerne kender deres område rigtig godt.	Meget sjældent. Tænk på Helsingør-Helsingborg	Kan være meget stor	Deltagerne mente ikke det ville blive et problem.
A5-1	Drivende skibe. Ved vestenvind kan de hurtigt ramme møllerne		Motorstop sker. Måske 1-2 gang om året.	Kan give hul i skroget. Men den største konsekvens er nok nedfaldne dele fra møllen, hvis den kollapser pga. påsejlingen.	Denne rute rykker lidt mod vest
A6-1	Drivende skibe. Ved vestenvind kan de ramme møllerne	Deres anker bør kunne sætte sig fast inden de når møllerne	Motorstop hænder forholdsvis ofte. Et skib har måske 1 om året.	Kan give hul i skroget. Men den største konsekvens er nok nedfaldne dele fra møllen, hvis den kollapser pga. påsejlingen.	

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
B1-1	Drivende lystbåde	I godt vejr kan de ankre.	Hænder	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.	
B7-1	Grundstødning på Hesteskoen.	Hesteskoen kan afmærkes bedre. Man bør informere lystsejlere om at de godt må sejle gennem mølleparken. Langt de fleste vil søge at undgå det.	Oft	Tab af båden hvis vejret er hårdt. Hvis ikke lystbåden har radio eller nødraketter kan der opstå fare for liv.	Bådene vil enten sejle igennem mølleparken eller lave et knæk nord for Hesteskoen. B7 er nok den eneste rute der direkte påvirker lystbådene
Andet-1	Møller som mulig udelukkelsesgrund for brug af redningshelikoptere	Krav fra forsvaret om at møllerne afmærkes med lys			Er der et redningsproblem med helikoptere. Kan de fire folk op/ned? Spørg Forsvaret.
Andet-2	Vindparkens forsyningskibe				Forsyningskibene kommer Fynshav, Aabenraa eller Assens. Servicefartøjerne giver ingen problemer, da de er få.
Andet-3	Råstofindvinding i indvindingsområder		Meget lav sejladsaktivitet		

A.2 Fareidentifikationsprotokol vedr. sejladsforhold i anlægsfasen

Rute/Scenario	Beskrivelse af uheld	Sikkerhedsforanstaltninger	Hypighed	Konsekvens	Kommentar
E1	Kollision med kabelskib, graveskibe eller kran-skibe	Området lukkes af for uvedkommende trafik. Skal afmærkes godt. I opstillingsfasen er møllerne svære at se. Større sandsynlighed for at ramme dem. Radar-reflektor sættes på dem.			Byggefasen: Skibene kommer nok fra Aabenraa havn. Også Fra Lindø/Odense. Mange elementer vil nok komme langt fra.
E2	Byggefartøjer kolliderer indbyrdes	Byggefartøjer sejler ikke under dårlige vejrforhold.			
E3	Byggefartøj rammer møl-lefundamenter, møller og andet udstyr	Byggefartøjer sejler ikke under dårlige vejrforhold. Sejlafstanden er så kort så man venter hvis vejret er dårligt og til gode vejrmeldinger. - Skibe i problemer kan hjælpes af andre skibe – risikoreducerende.		Specielt alvorligt, når der drejer sig om større byg-gefartøjer. - Mindre byggefartøjer: Er i mindre omfang til fare for byggepladsen.	
E4	Skibe driver ind i bygge-området	Byggeskibe kan hjælpe og beredskabs-kæden kan hurtigt sættes i gang. Slæbe-både, dykkerskibe og crewboats til stede. Kun til stede ved godt vejr. Ellers er der ingen til stede.			