

Til
Siemens Wind Power A/S

Dokumenttype
Rapport

Dato
August, 2016

NISSUM BREDNING VURDERING AF SEJLADSSIKKERHED FOR VINDMØLLER I DRIFTSFASEN

NISSUM BREDNING VURDERING AF SEJLADSSIKKERHED FOR VINDMØLLER I DRIFTSFASEN

Revision **1**
Dato **2016-08-23**
Udarbejdet af **TOKJ**
Kontrolleret af **FMR**
Godkendt af **TOKJ**
Beskrivelse **Vurdering af sejladsikkerhed for vindmøller i driftsfasen**
Ref **1100023093**
Document ID **NBV-514-007**

Version	Dato	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af	Beskrivelse
1	2016-08-23	TOKJ	FMR	TOKJ	Vurdering af sejladsikkerhed for vindmøller i driftsfasen

INDHOLD

1.	INTRODUKTION	1
2.	NISSUM BREDNING OG VINDMØLLEPROJEKTET	2
2.1	Skibstrafik i området	3
2.2	Skibe og typer	5
2.2.1	Sælhundeholm Løb	5
2.2.2	Indsejling til Nissum Bredning	7
2.3	Vindmøllerne	8
2.4	Vindmøllefundamentet	9
2.5	Eksportkabel	9
2.6	Yderligere information	10
3.	KOMMENTARER OG INDSIGELSER FRA FARVANDETS BRUGERE	11
3.1	Kommentarer og indsigelser – driftsfasen	11
3.1.1	Thyborøn havn	11
3.1.2	Thyborøn fiskeriforening	12
3.1.3	Limfjord Pilot	12
3.2	Opsummering	12
4.	RISIKOVURDERING	13
4.1	Mulige farer	13
4.2	Konsekvens	13
4.3	Sandsynlighed	14
4.3.1	Kollision som følge af menneskelige fejl – en potentiel kollision undgås ikke	14
4.3.2	Styrefejl og motorproblemer	15
4.4	Samlet risikovurdering	15
4.5	Yderligere kommentarer	16
	REFERENCER	17

BILAG

Bilag 1

Vindmøllerne til Nissum Bredning

1. INTRODUKTION

Siemens Wind Power planlægger for I/S Nissum Bredning Vind opførelse af fire testvindmøller i Nissum Bredning. I forbindelse med planlægningen af vindmølleparken gennemfører Rambøll en sejladssikkerhedsanalyse af forholdene for skibstrafikken i driftsfasen med de fire vindmøller placeret i Nissum Bredning. Denne rapport indeholder en analyse af forholdene i Nissum Bredning, beskrivelser af det foreslåede vindmølleprojekt, samt en sejladssikkerhedsvurdering for driftsfasen med fire vindmøller placeret i Nissum Bredning.

Analysen af forholdene i Nissum Bredning er baseret på følgende:

- Søkort over området, 7. udgave, december 2015, samt Efterretninger for Søfarende (EFS) fra december 2015 til 2. august 2016.
- AIS-data dækkende perioden 1. juli 2015 til 30. juni 2016
- Information om vind- og strømforhold; se ref. /1/
- Kommentarer og input fra relevante interessenter

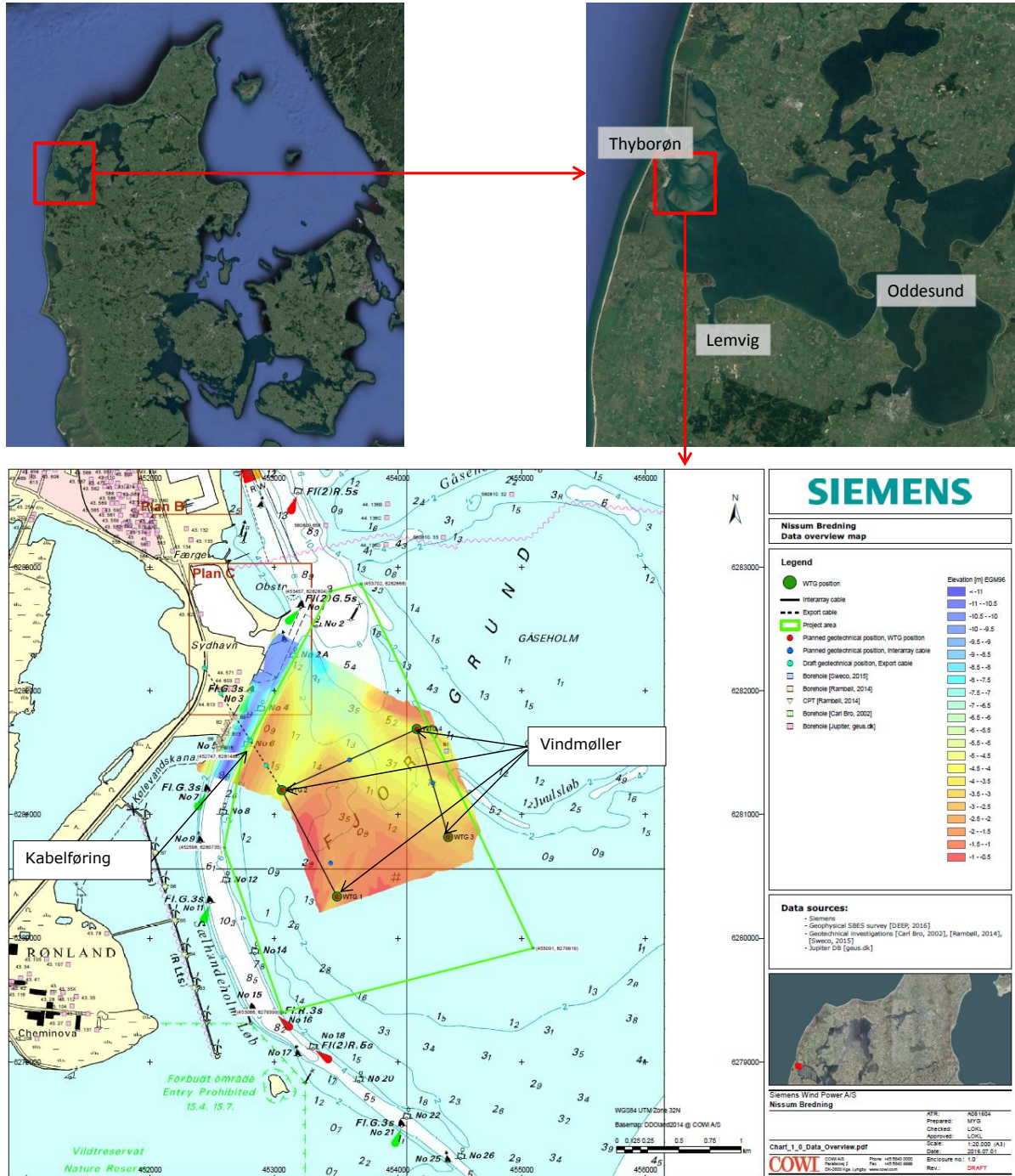
I forbindelse med beskrivelse af sejladsforholdene og vurdering af sejladssikkerheden har følgende relevante interessenter været hørt:

- Thyborøn Havn – Teknisk chef Christian Vrist samt havnekaptajn Theis Christensen
- Thyborøn Fiskeriforening – Formand Kurt Madsen
- Limfjord Pilot – Lods Lars Viberg med lokalkendskab

Udvælgelse af relevante interessenter til høring af farvandets brugere samt fastlæggelse af omfang af sejladssikkerhedsanalyse er sket i dialog med Søfartsstyrelsen.

2. NISSUM BREDNING OG VINDMØLLEPROJEKTET

Nissum bredning ligger i den vestligste del af Limfjorden i Nordjylland. Området er vist i Figur 1 sammen med placeringen af vindmøllerne samt kabelføringen til land.



Figur 1. Nissum Bredning i den vestligste del af Limfjorden, samt placering af vindmøller og kabelføring til land (udkast).

Alle fire vindmøller placeres øst for hovedsejlløbet, Sælhundeholm Løb. Vindmøllerne placeres alle på lavt vand; særligt de tre sydligste vindmøller, som alle står inden for 2-m-kurven. Den nordligste vindmølle planlægges placeret på lidt dybere vand i den nordlige del af Juuls løb, men dog stadig på ganske lavt vand. Vind, vand og strømforhold er beskrevet i ref. /1/ hvor det er noteret, at alle vindmøller placeres på omkring 2 m vand. I ref. /1/ er det ligeledes beskrevet, at

området er dynamisk, og dybdeforholdene ændres over tid i Sælhundeholm løb og den vestlige del af Nissum Bredning. Dette tages der højde for ved placering af vindmøllerne.

Nordvest for den nordligste vindmølle ligger en klappads, som iflg. en tidligere udført VVM anvendes af Kystdirektoratet, Thyborøn Havn, Thyborøn Sydhavn/ industrihavn og færgeselskabet Thyborøn-Agger. Placeringen af klappadsen ses i Figur 2.



Figur 2. Placering af klappads ved Thyborøn. Kilde: Miljøgis, Miljø- og Fødevarerministeriet.

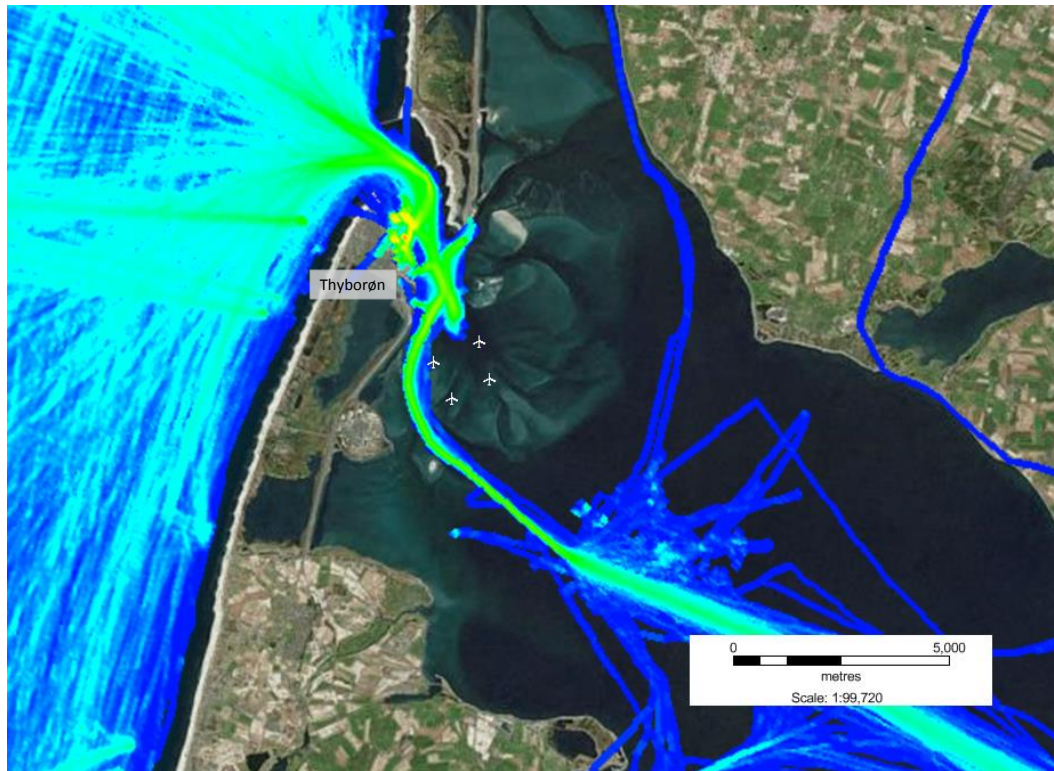
2.1 Skibstrafik i området

Skibstrafikken i området er analyseret med udgangspunkt i AIS-data¹ for perioden 1. juli 2015 til 30. juni 2016. Data er anvendt til at optegne intensitetsplots, der viser hvor skibstrafikken afvikles. Et oversigtskort visende den østlige del af Nissum Bredning ses i Figur 3. Enkelte datafejl ses at give anledning til skibsspor over land. Det er dog tydeligt, at størstedelen af trafikken koncentrerer sig omkring Thyborøn, hvor også passagerfærgen Thyborøn – Agger kan ses, og i Sælhundeholm Løb vest om de planlagte vindmøller. Syd for de planlagte vindmøller ses trafikken at koncentrere sig endnu mere, hvilket skyldes at de største skibe her må følge en uddybet rende med en dybde på 4 m, som markeret i søkortet. Øst for det lavvandede område, hvor vindmøllerne ønskes placeret, ses mere skibsaktivitet i området hvor dybden igen er 5-6 m.

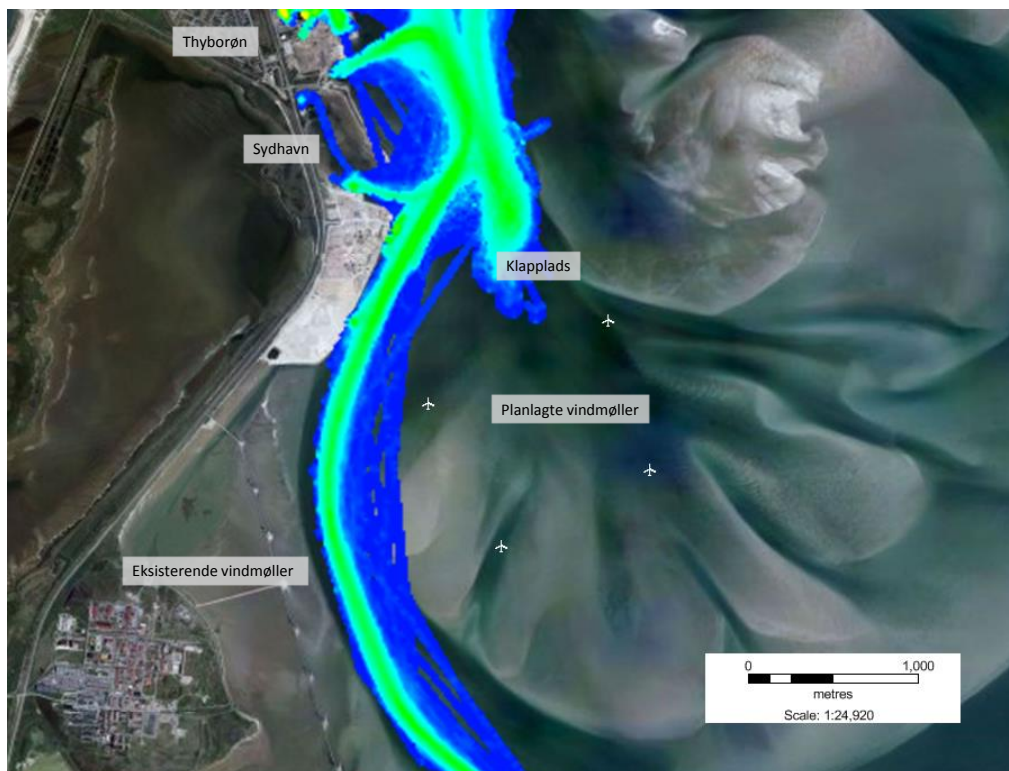
Figur 4 viser et mere detaljeret intensitetsplot af området umiddelbart omkring de planlagte vindmøller. Intensitetsplottet viser aktivitet ud for og ind i Thyborøn Sydhavn, og aktivitet omkring klappadsen mellem den nordligste, planlagte vindmølle og Thyborøn, samt i Sælhundeholm Løb vest om de planlagte vindmøller. På linje parallelt med Sælhundeholm Løb ses desuden en række eksisterende vindmøller.

Det ses, at enkelte skibe bevæger sig uden for Sælhundeholm Løb, men stadig er ingen skibe mellem 1. juli 2015 og 30. juni 2016 observeret i området, hvor vindmøllerne ønskes placeret.

¹ AIS (Automatic Identification System) er et system til identifikation af skibe, og oplysningerne samles af Søfartsstyrelsen. For alle skibe over 300 BT, alle passagerskibe og alle fiskeskibe er der krav om AIS-transpondere (klasse A). Mindre skibe uden krav om AIS-udstyr (f.eks. lystsejlere) kan anvende billigere AIS-transpondere (klasse B).



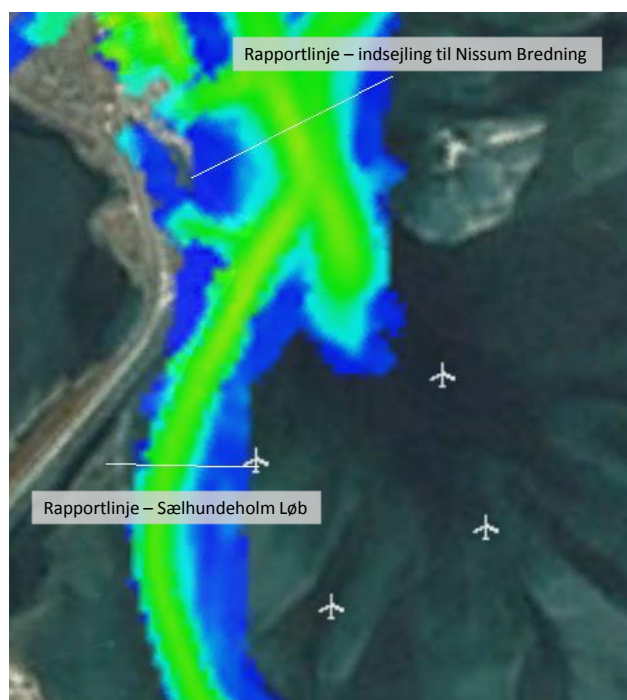
Figur 3. Intensitetsplot visende den vestlige del af Nissum Bredning baseret på AIS-data fra 1. juli 2015 til 30. juni 2016.



Figur 4. Intensitetsplot visende området i umiddelbar nærhed af de planlagte vindmøller baseret på AIS-data fra 1. juli 2015 til 30. juni 2016.

2.2 Skibe og typer

Skibe på vej ind forbi Thyborøn mod Nissum Bredning og skibe i Sælhundeholm Løb er optalt i de tilgængelige AIS-data. Passager over rapportlinjerne vist i Figur 5 er optalt og præsenteret i det følgende. Nogle skibe passerer den samme rapportlinje flere gange inden for ganske kort tid. Dette vurderes at være et udtryk for fejl i data, lystsejlere, der sejler frem og tilbage inden for kort tid eller tilnærmelsesvis på langs af rapportlinjen, eller større skibe, som ligger stille og derfor vil kunne bevæge sig en smule frem og tilbage i områderne ved rapportlinjerne. For at optælle unikke passager er gentagne passager af samme skib inden for 10 minutter af hinanden udeladt i optællingerne. Alle skibe er dog registreret med mindst et datapunkt, og gentagne passager med mere end 10 minutter imellem er registreret som unikke passager.



Figur 5. Rapportlinjer til optælling af skibstrafik.

Optællingerne er udført for en række forskellige skibstyper, samt hhv. efter en datoinddeling og efter inddeling i registreret dybgang. Ved indsejlingen til Nissum Bredning er skibene desuden opgjort i forhold til deres registrerede længde. Resultaterne er vist i det følgende for hhv. Sælhundeholm Løb og indsejlingen til Nissum Bredning.

2.2.1 Sælhundeholm Løb

Både nordgående og sydgående passager af rapportlinjen er medtaget i resultaterne nedenfor. I Tabel 1 er antal skibspassager vist for forskellige skibstyper fra juli 2015 til juni 2016, og i Tabel 2 er de samme skibspassager vist i forhold til skibenes registrerede dybgang.

Måned	Skibspassager, Sælhundeholm Løb - passager i begge retninger (fordeling over året)							Total
	Fragtskib	Tankskib	Passagerskib	Fisker	Lystsejler	Special	Andet, udefineret	
Juli 2015	17	0	0	23	96	28	9	173
August 2015	27	0	0	14	77	23	7	148
September 2015	30	1	3	10	26	17	10	97
Oktober 2015	21	0	1	6	6	19	5	58
November 2015	21	0	0	11	1	18	4	55
December 2015	18	0	0	15	5	15	1	54
Januar 2016	14	0	0	2	1	12	11	40
Februar 2016	23	0	0	9	3	6	14	55
Marts 2016	28	1	1	19	5	194	13	261
April 2016	11	0	3	11	10	12	8	55
Maj 2016	21	0	3	12	34	33	5	108
Juni 2016	27	0	0	23	98	16	6	170
Total	258	2	11	155	362	393	93	1274

Tabel 1. Skibspassager i Sælhundeholm Løb mellem juli 2015 og juni 2016.

Dybgang	Skibspassager, Sælhundeholm Løb - passager i begge retninger (dybgang)							Total
	Fragtskib	Tankskib	Passagerskib	Fisker	Lystsejler	Special	Andet, udefineret	
Ukendt	2	0	0	86	327	67	17	499
0,1 - 0,5 m	0	0	0	0	0	2	0	2
0,5 - 1,0 m	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0 - 1,5 m	0	0	0	0	10	0	20	30
1,5 - 2,0 m	0	0	0	6	1	15	4	26
2,0 - 2,5 m	4	1	5	9	3	44	7	73
2,5 - 3,0 m	29	0	4	6	14	60	2	115
3,0 - 3,5 m	103	0	0	43	5	195	26	372
3,5 - 4,0 m	82	1	0	3	0	10	15	111
> 4,0 m	38	0	2	2	2	0	2	46
Total	258	2	11	155	362	393	93	1274

Tabel 2. Skibspassager i Sælhundeholm Løb mellem juli 2015 og juni 2016 - fordelt efter dybgang.

Det ses, at størstedelen af skibene i Sælhundeholm Løb udgøres af skibe kategoriseret som specialskibe, efterfulgt af lystsejlere, fragtskibe og fiskere.

Kategorien "specialskibe" dækker over anlægsskibe, SAR (search and rescue), slæbebåde, etc. Det oftest observerede specialskib er en hopper dredger (Modi R), som udgør ca. 42 % af passagerne af specialskibe i Sælhundeholm Løb. Størstedelen af dette skibs bevægelser forekom i marts 2016, og skibet havde en registreret dybgang på 3 m. Begge dele ses at give udslag i tabellerne ovenfor.

Fordelt over året ses antallet af fragtskibe at være nogenlunde konstant varierende fra et skib pr. 1-2 dage i gennemsnit; medregnende passager i begge retninger. Sælhundeholm Løb er dermed ganske svagt trafikkeret. Intensiteten af lystsejlere er naturligt størst i sommermånedene, og der må i tillæg til opgørelserne ovenfor forventes yderligere lystsejlere, som ikke anvender AIS-udstyr.

For fragtskibe, fiskere og specialskibe ses dybgangen overvejende at være registreret til mellem 2,5 og 3,5 m. En del fiskere, lystsejlere og specialskibe har ikke opgjort dybgangen. Det må forventes, at disse skibe overvejende er mindre skibe. En registreret dybgang på mere end 3,5 m ses primært for de større fragtskibe.

I Tabel 3 er til sidst vist sejlhastigheder for forskellige længder af skibe i Sælhundeholm Løb. Skibe med opgjort hastighed på 0 knob eller over 50 knob er udeladt af gennemsnitsberegningen. Af tabellen ses desuden, at mere end halvdelen af skibene i Sælhundeholm Løb er under 40 m lange.

Længde	Antal	Gennemsnitshastighed [knob]
Ukendt	49	8.4
< 40 m	797	9.5
40 - 60 m	51	8.1
60 - 100 m	376	7.5
100 - 150 m	1	7.4

Table 3. Gennemsnitshastighed for skibe i forskellige længdeklasser ved passage gennem Sælhundeholm Løb.

Særligt for skibe på under 40 m dækker gennemsnitshastigheden over en stor variation, hvor både lystsejlere og specialskibe såsom SAR-skibe (kystvagt) er observeret med op til 40 – 45 knob.

2.2.2 Indsejling til Nissum Bredning

Ved indsejlingen til Nissum Bredning er kun passager ind mod vindmøllerne relevant i forhold til eventuelle konflikter med vindmøllerne. Derfor er der i det følgende udelukkende opgjort passager af rapportlinjen ved indsejlingen til Nissum Bredning i syd-vest-gående retning.

Måned	Skibspassager, indsejling til Nissum Bredning (retning mod vindmøller - fordeling over året)							Total
	Fragtskib	Tanker	Passagerskib	Fisker	Lystsejler	Special	Andet, udefineret	
Juli 2015	14	0	1	10	61	48	6	140
August 2015	22	0	0	9	39	50	4	124
September 2015	22	0	1	7	9	26	10	75
Oktober 2015	15	0	0	2	3	35	5	60
November 2015	16	0	3	7	1	20	4	51
December 2015	16	0	1	9	2	11	1	40
Januar 2016	12	0	0	3	0	34	9	58
Februar 2016	18	0	1	3	2	69	131	224
Marts 2016	21	0	1	5	1	219	58	305
April 2016	14	0	1	8	6	146	11	186
Maj 2016	24	0	1	8	15	126	4	178
Juni 2016	28	0	1	10	52	116	13	220
Total	222	0	11	81	191	900	256	1661

Table 4. Skibspassager ved indsejling til Nissum Bredning mellem juli 2015 og juni 2016

Dybgang	Skibspassager, indsejling til Nissum Bredning (retning mod vindmøller - dybgang)							
	Fragtskib	Tankskib	Passagerskib	Fisker	Lystsejler	Special	Andet, udefineret	Total
Ukendt	2	0	6	45	175	432	16	676
0,1 - 0,5 m	0	0	0	0	0	1	0	1
0,5 - 1,0 m	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0 - 1,5 m	0	0	0	0	5	0	10	15
1,5 - 2,0 m	0	0	0	3	1	8	92	104
2,0 - 2,5 m	2	0	2	4	1	44	85	138
2,5 - 3,0 m	15	0	2	2	5	139	2	165
3,0 - 3,5 m	61	0	0	22	3	61	14	161
3,5 - 4,0 m	75	0	0	2	0	8	8	93
> 4,0 m	67	0	1	3	1	207	29	308
Total	222	0	11	81	191	900	256	1661

Table 5. Skibspassager ved indsejlingen til Nissum Bredning mellem juli 2015 og juni 2016 - fordelt efter dybgang.

Det ses, at størstedelen af skibene ved indsejlingen til Nissum Bredning og med retning mod syd-øst udgøres af specialskibe, som her primært er uddybningsfartøjer. Også skibet, der bidrager til flere registreringer under kategorien "Andet, udefineret" i februar 2016 viser sig at være en dredger. Mange af disse skibe har i perioder flere daglige passager, og skibene vurderes at være relateret til lokale uddybningsaktiviteter og årsag til en stor del af trafikken til klapplassen.

Fragtskibene udgør her ca. en passage mod syd-øst pr. 1-2 dage. I forhold til opgørelsen for Sælhundeholm Løb i Tabel 1 er dette altså ca. dobbelt så mange skibe, da opgørelsen for Sælhundeholm Løb medregner begge sejlretninger. Dette skyldes, at nogle fragtskibe har destination i Thyborøn sydhavn.

Samlet set er der i AIS-data i gennemsnit registreret 4-5 skibspassager med retning ind mod Nisum Bredning pr. dag. Heraf udgør størstedelen specialskibe, hvoraf en stor del i perioder har mange bevægelser i området. Stort set alle fragtskibene og en stor del af specialskibene er registreret med en dybgang på 2,5 m og derover.

I Tabel 6 er til sidst vist sejlhastigheder for forskellige længder af skibe ved indsejling til Nisum Bredning. Skibe med opgjort hastighed på 0 knob eller over 50 knob er udeladt af gennemsnitsberegningen. Af tabellen ses desuden, at ca. halvdelen af skibene er under 40 m lange.

Længde	Antal	Gennemsnitshastighed [knob]
Ukendt	49	7.8
< 40 m	797	9.2
40 - 60 m	51	6.0
60 - 100 m	376	6.7
100 - 150 m	1	4.8

Tabel 6. Gennemsnitshastighed for skibe i forskellige længdeklasser ved indsejling til Nisum Bredning.

I lighed med ved Sælhundeholm Løb dækker gennemsnitshastigheden for skibe på under 40 m over en stor variation, hvor både lystsejlere og specialskibe såsom SAR-skibe (kystvagt) er observeret med op til 40 – 45 knob. Det ses dog, at gennemsnitshastighederne ved indsejlingen til Nisum Bredning er lidt lavere end gennem Sælhundeholm Løb; se Tabel 3.

2.3 Vindmøllerne

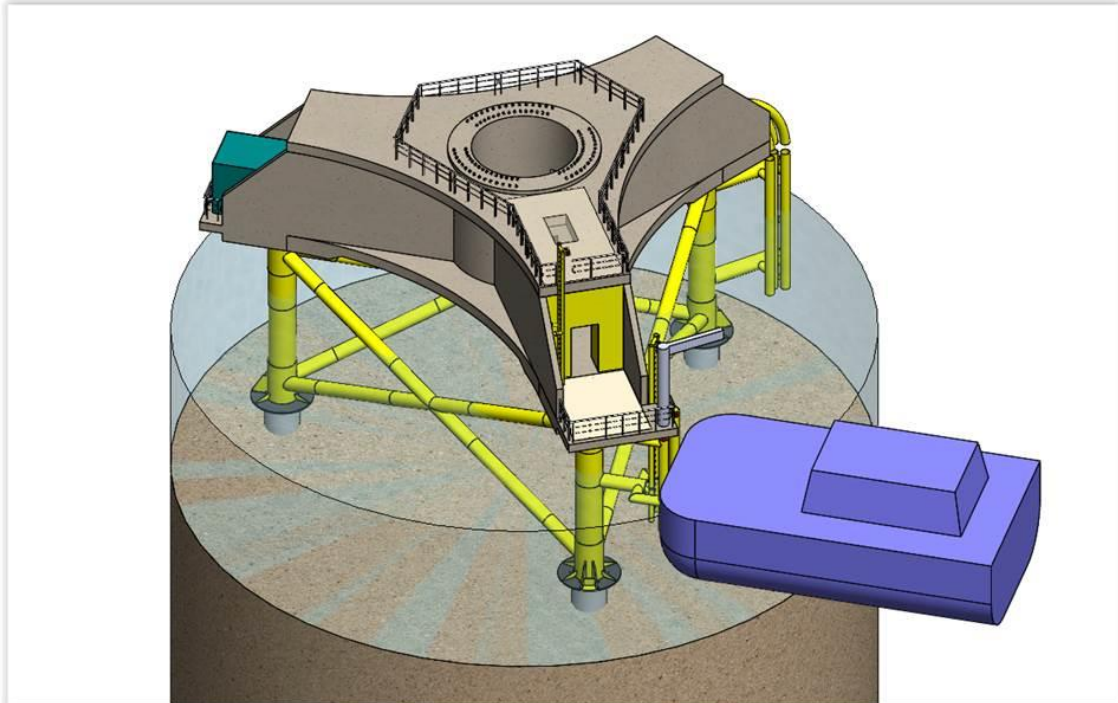
Grundlæggende data for vindmøllerne er vist i Tabel 7, og tegning med flere relevante dimensioner er vist bagest i notatet.

Vindmølletype	SWT-7.0-154 (Siemens)
Effekt	7 MW
Rotordiameter	154 m
Totalhøjde over MSL (mean sea level)	174 m
Diameter af tårn tættest på vandoverfladen	5,5 m

Tabel 7. Grundlæggende data for vindmøllerne.

2.4 Vindmøllefundamentet

Vindmøllefundamentene består af standardrør og en betonovergang til selve tårnet. Konceptet for Nissum Bredning er vist i Figur 6; se også illustration bagest i bilag.



Figur 6. Initialkoncept for fundering af vindmøller i Nissum Bredning (april 2016).

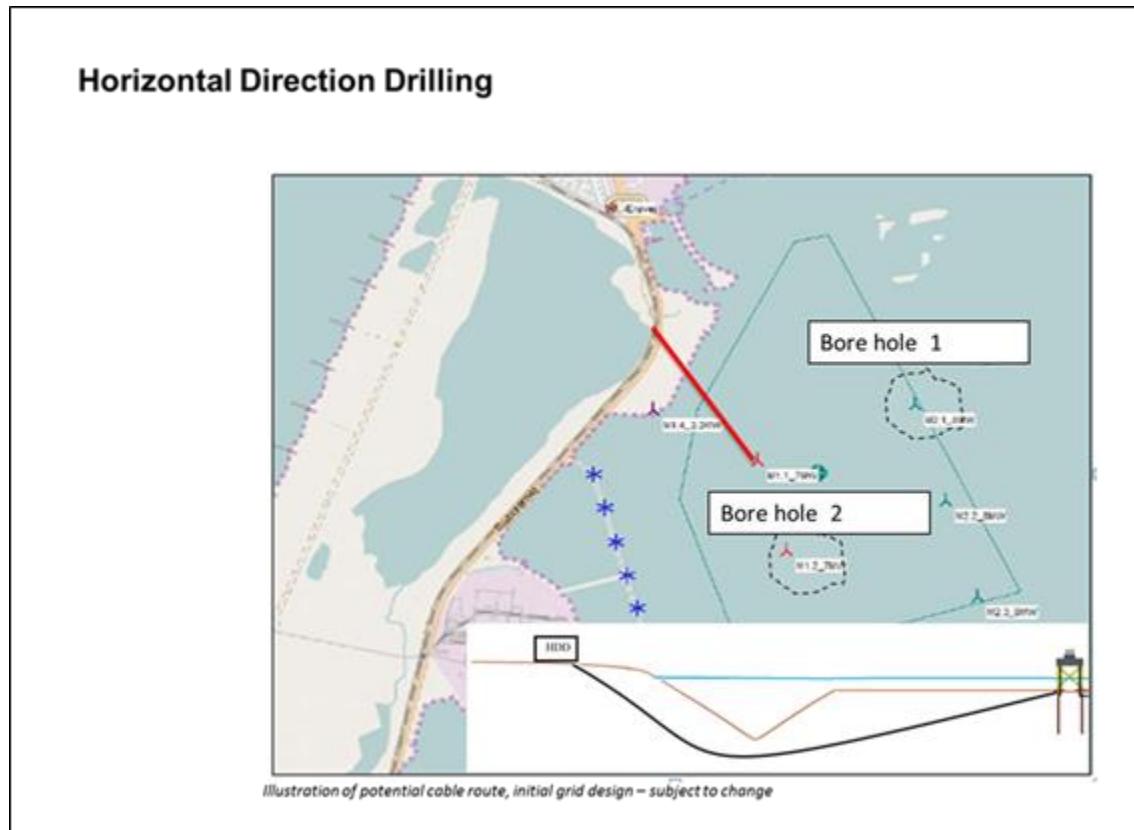
2.5 Eksportkabel

Til eksportkablet anvendes styret underboring for at minimere forstyrrelser af miljøet i og omkring Sælehundeholm Løb, samt for at kunne komme tilstrækkelig under til fremtidig uddybning.

Her installeres der HDPE-rør i boringen som kablet installeres i. Der installeres et rør pr. enkelt ledet plus et ekstra rør i samme underboring. Kablet er 72,5 kV standart landkabler. Kablet er med et tværsnit på 630 mm² massiv aluminium.

Spændingen bliver 60 kV AC og møllerne tilsluttes direkte til transformeren på Ærøvej i Thyborøn.

En illustration af underføringen af eksportkablet ses i Figur 7.



Figur 7. Illustration af underføringen af eksportkablet (udkast).

2.6 Yderligere information

Der foreligger VVM (Vurdering af Virkning på Miljøet) rapport for projektet fra 2011, samt dokumentation for yderligere undersøgelser, på Energistyrelsens hjemmeside; se <http://www.ens.dk/undergrund-forsyning/vedvarende-energi/vindkraft-vindmoller/havvindmoller/idriftsatte-parker-nye>

3. KOMMENTARER OG INDSIGELSER FRA FARVANDETS BRUGERE

Thyborøn havn, Thyborøn fiskeriforening og Limfjord Pilot har været hørt om de sejladsikkerhedsmæssige forhold i relation til placeringen af vindmøllerne i Nissum Bredning (driftsfasen). I dette afsnit opsummeres kommentarer og indsigelser.

Som baggrund for indsamling af kommentarer og indsigelser blev udarbejdet en kort beskrivelse af projektet, samt de sejladmæssige forhold i området; se ref. /2/. En tilsvarende, men mere detaljeret beskrivelse, ses i denne rapport i afsnit 2.

3.1 Kommentarer og indsigelser – driftsfasen

3.1.1 Thyborøn havn

Rambøll afholdt den 8. august 2016 et telefonmøde med teknisk chef Christian Vrist og havnekaptajn Theis Christensen, samt opfølgende telefonsamtale med Christian Vrist 10. august 2016.

Thyborøn havn pointerer placeringen af den aktive klappads mellem den nordligste, planlagte vindmølle og Thyborøn havn. Det kommenteres dog, at klappadsen, som også observeret i AIS-data, tilgås fra nord, og at adgangen til pladsen derfor ikke hindres af placeringen af vindmøllerne.

Thyborøn havn pointerer, at området omkring klappadsen desuden anvendes til ankring af skibe, som måtte vente på indsejling til havnen. Det vurderes dog heller ikke, at denne anvendelse hindres af placeringen af vindmøllerne.

Da vindmøllerne placeres på lavt vand og i et område, der ikke normalt besejles, har Thyborøn havn ikke yderligere kommentarer til sejladsikkerheden i forbindelse med de planlagte vindmøller.

Rambøll spurgte ind til risikoen for, at de planlagte vindmøller kunne udgøre et problem i forbindelse med radarskygge. Dette så Thyborøn havn umiddelbart ikke som et problem.

Thyborøn havn meddeler desuden, at de og Thyborøn fiskeriforening har talt sammen, og at fiskeriforeningen ikke har yderligere kommentarer.

Ved opfølgende telefonsamtale nævner Thyborøn havn bekymring for kabelføringen til land, som iflg. foreløbige tegninger (se Figur 1) rammer land omkring en planlagt off-shore-kaj. Thyborøn havn ønsker i fremtiden at kunne modtage større jack-up-fartøjer; f.eks. elementer fra olieplatforme. Thyborøn havn ser derfor en risiko for, at benene på disse fartøjer vil kunne ramme vindmøllernes eksportkabel. Thyborøn havn ønsker, at kablet placeres tilstrækkeligt dybt til ikke at udgøre en risiko, eller at det flyttes lidt mod nord, så kablet rammer land imellem den eksisterende Limfjordskaj og den nye offshore-kaj.



Figur 8. Ny offshore-kaj i Thyborøn Sydhavn (Visualisering: Thyborøn Havn).

3.1.2 Thyborøn fiskeriforening

Fiskeriforeningens formand, Kurt Madsen, meddeler på e-mail 8. august 2016, at fiskeriforeningen har talt med havnen, og at de er enige med havnen om, at placeringen af vindmøllerne ikke vil give problemer for besejling af området.

3.1.3 Limfjord Pilot

Rambøll afholdt den 10. august 2016 et telefonmøde med lods Lars Viberg fra Limfjord Pilot.

Limfjord Pilot nævner, at der også i fremtiden bør være mulighed for at kaste anker i Sælhundeholm Løb, hvilket hænder i forbindelse med manøvrering af skibe. Der udtrykkes bekymring for, om der vil komme ankringsrestriktioner i forbindelse med det underborede eksportkabel. Eksportkablet ønskes derfor placeret tilstrækkeligt dybt til ikke at give anledning til ankringsforbud.

Rambøll spurgte ind til risikoen for, at de planlagte vindmøller kunne udgøre et problem i forbindelse med radarskygge, samt om eksportkablet ville kunne give anledning til kritiske radarforstyrrelser eller forstyrrelse af andet elektronisk navigationsudstyr. Limfjord Pilot så ikke umiddelbart disse forhold som kritiske. Der vil evt. kunne være en mindre effekt af begge dele, men trafikintensiteten og forholdene i området i øvrigt gør, at dette ikke vil påvirke sejladsikkerheden.

Limfjord Pilot nævnte derudover de eksisterende vindmøller, som står placeret parallelt med Sælhundeholm Løb sydvest for de planlagte vindmøller; se Figur 4. Disse eksisterende vindmøller står placeret, så deres tilstedeværelse udgør en navigationsmæssig hjælp i området.

3.2 Opsummering

Generelt anser farvandets brugere ikke placeringen af vindmøllerne som en udfordring i relation til sejladsikkerheden i området. Følgende punkter bør dog tages i betragtning i projektet:

ID	Emne	Beskrivelse
1	Klappladsen	Klappladsen mellem den nordligste, planlagte vindmølle og Thyborøn er aktiv og besejlingen af denne bør ikke berøres af vindmøllernes placering.
2	Eksportkablet, ankring	I forhold til ankring i Sælhundeholm Løb bør det sikres, at eksportkablet ligger tilstrækkeligt dybt til ikke at give anledning til ankringsrestriktioner. Der bør også her tages højde for fremtidig uddybning.
3	Eksportkablet, jack-up-fartøjer	Der bør ved eksportkablets placering tages højde for fremtidige jack-up-fartøjer ved den nye offshore-kaj i Thyborøn sydhavn ud mod Sælhundeholm Løb. Eksportkablet bør placeres tilstrækkeligt dybt, eller med ankomst til land mellem den nye offshore-kaj mod syd og den eksisterende Limfjordskaj mod nord.

4. RISIKOVURDERING

Vurderingen af sejladsikkerheden er foretaget med udgangspunkt i Søfartsstyrelsens skema til vurdering af entreprenørarbejder til søs; se ref. /3/. Herfra er definitionerne af konsekvenstal og sandsynlighedstal gengivet i Tabel 8 og Tabel 9. Konsekvenserne dækker det samlede beløb for miljøoprydning, tab af værdier, tab af liv/tilskadekomst pr. år.

Konsekvenstal (K)	Beskrivelse
0	I størrelsen 20.000 kr. (begrænset)
1	I størrelsen 200.000 kr. (mindre)
2	I størrelsen 2.000.000 kr. (betydelig)
3	I størrelsen 20.000.000 kr. (alvorlig)
4	I størrelsen 200.000.000 kr. (katastrofal)

Tabel 8. Definition af konsekvenstal fra Søfartsstyrelsens skema, se ref. /3/.

Sandsynlighedstal (S)	Beskrivelse
7	10 ulykker pr. år (ofte) – ca. en gang om måneden
6	1 ulykke pr. år (forholdsvis ofte) – 1 gang om året
5	0,1 ulykke pr. år (sandsynlig) – 1 gang hvert 10. år
4	0,01 ulykke pr. år (mulig) – 1 gang hvert 100. år
3	0,001 ulykke pr. år (sjælden) – 1 gang hvert 1000. år
2	0,0001 ulykke pr. år (meget sjælden) – 1 gang hvert 10.000. år
1	0,00001 ulykke pr. år (ekstrem sjælden) – 1 gang hvert 100.000. år
0	0,000001 ulykke pr. år (usandsynligt sjælden) – 1 gang hvert 1.000.000. år

Tabel 9. Definition af sandsynlighedstal fra Søfartsstyrelsens skema, se ref. /3/.

Risikoindekset beregnes som $R = K + S$ og opgøres pr. mulig hændelse (fare) efter eventuelle risikoreducerende foranstaltninger. Et risikoindeks på 5 eller mindre vurderes normalt at være acceptabelt.

4.1 Mulige farer

I relation til vindmøllerne er der overordnet set tre typer af risikofyldte hændelser;

- kollisioner mellem skibe som følge af vindmøllernes placering eller eksportkablet,
- grundstødning som følge af vindmøllernes placering eller eksportkablet
- kollisioner mellem skibe og vindmøller.

Høringen af farvandets brugere har dog ikke givet anledning til identifikation af specifikke farer i relation til sejladsikkerheden i området, da området er lavvandet og derfor normalt ikke besejles; se afsnit 3. Indirekte påvirkning fra projektet på sandsynligheden for skibskollisioner og grundstødninger i området, såsom generende radarskygge og forstyrrelse af navigationsudstyr, gav ligeledes ikke anledning til identifikation af relevante farer.

I det følgende er derfor udelukkende vurderet faren for kollisioner mellem skibe og vindmøller baseret på analyse af skibstrafikken i området som præsenteret i afsnit 2.

4.2 Konsekvens

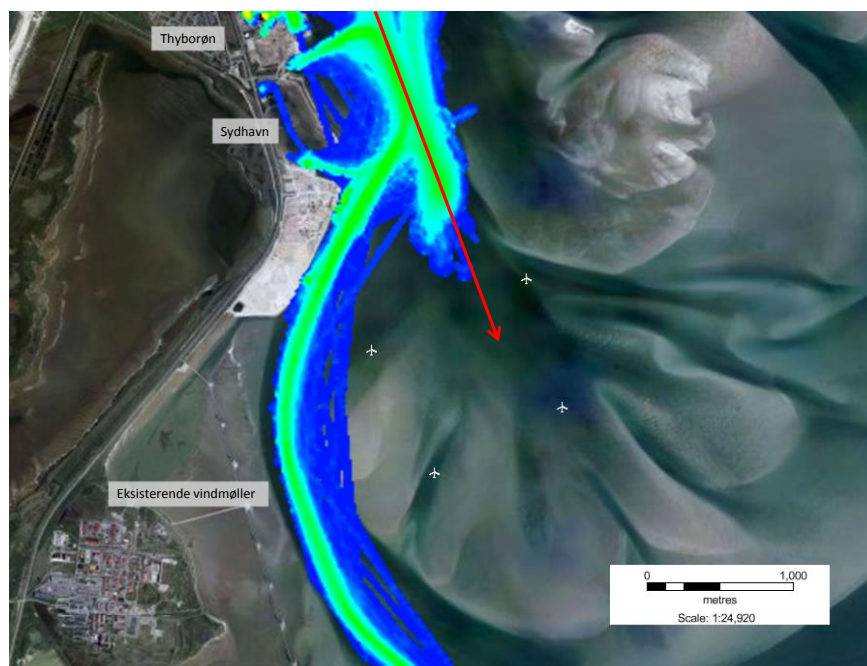
Konsekvensen af en kollision mellem et skib og en vindmølle afhænger af skibsstørrelsen og hastigheden. For mindre skibe (lystsejlere) vurderes konsekvenstallet at være 0 eller 1, da der oftest vil være tale om mindre kollisioner og småskrammer. For et større skib vurderes konsekvensen at ligge mellem 1 og 3 afhængig af, om der er tale om en overfladisk kollision eller en frontalkollision. Ved kollisioner med større oliespild til følge kan konsekvensen stige til konsekvenstal 4. Andelen af tankere i området ses dog af dataanalysen at være forsvindende lille, og der ses derfor bort fra konsekvenser relateret til større oliespild.

Den gennemsnitlige konsekvens for kollisioner mellem skibe og vindmøller vurderes derfor for mindre skibe at ligge på konsekvenstal 1 og for større skibe på konsekvenstal 2-3.

4.3 Sandsynlighed

Sandsynligheden for en kollision mellem et skib og en vindmølle vurderes til at være 'meget sjælden' (jævnfør Tabel 9) i Nissum Bredning; særligt for større skibe på grund af det lave vand. I AIS-data for perioden juli 2015 til juni 2016 er der ikke observeret et eneste skib i området, hvor vindmøllerne ønskes opstillet. Vindmøllerne vil dermed ikke skulle undviges, og de vil ikke føre til ændrede sejlads mønstre for den eksisterende trafik. Klappladsen vest for den nordligste vindmølle vil ligeledes kunne tilgås på sædvanlig vis.

Af intensitetsplottet ses hvor skibene sejler forbi Thyborøn og mod Nissum Bredning. Som illustreret i Figur 9 vurderes skibe, der benytter området ved klappladsen, primært at sejle mod et punkt lidt vest for den nordligste vindmølle. Selv i tilfælde af en menneskelig fejl, hvor skibet fortsætter lige ud efter klappladsen, vurderes sandsynligheden for, at vindmøllen rammes for meget lille; både som følge af retningen, og da der er en vis mulighed for, at skibet vil grundstøde på det lave vand.



Figur 9. Indikativ retning af trafik ved indsejling til Nissum Bredning.

På grund af de forholdsvis simple forhold i området er der ikke udført en omfattende modellering af kollisionfrekvenser. Følgende overordnede antagelser er dog gjort med udgangspunkt i parametrene anvendt til detaljeret frekvensmodellering i Femern Bælt.

Parameter	Frekvens
Menneskelig fejl; sandsynligheden for, at et skib på kollisionskurs med vindmøllen ikke rettes op i tide	2×10^{-4}
Motorproblemer, som fører til drivende skib	$1,5 \times 10^{-4}$ fejl pr. times sejlads
Styrefejl	$6,3 \times 10^{-5}$ fejl pr. times sejlads

Tabel 10. Grundlæggende fejlsandsynligheder; ref. /4/.

- 4.3.1 Kollision som følge af menneskelige fejl – en potentiel kollision undgås ikke
 En eventuel sejlrouting direkte mod en vindmølle optræder kun ved indsejlingen forbi Thyborøn. Baseret på dataanalysen ses, at der ankommer omtrent 800-900 mindre skibe (< 40 m) og omtrent det samme antal større skibe med sydøstlig kurs hvert år; se Tabel 6.

En del skibe er ved indsejlingen til Nissum Bredning allerede er i færd med at dreje ind mod Thyborøn Sydhavn eller har retning mod Sælhundeholm Løb. Da retningen fra indsejlingen mod vindmøllerne derudover rammer vest for den nordligste vindmølle, se Figur 9, vurderes maksimalt 1 af 100 skibe i udgangspunktet at have retning mod den nordligste vindmølle. Skibe med gentagent ærinde ved klapplassen vurderes at have større lokalkendskab og dermed i højere grad end passerende skibe at være opmærksomme på vindmøllerne. Derudover vil større skibe på kollisionskurs risikere at grundstøde på det lave vand inden de kolliderer med vindmøllen.

Baseret på ovenstående vurderes en kollision med vindmøllen kun at indtræffe for 1 af 100 af de mindre skibe og 1 af 1000 af de større skibe. Sammenholdt med sandsynligheden for, at der indtræffer en menneskelig fejl, samt det årlige antal skibe, vurderes dermed sandsynligheden for kollision med den nordligste vindmølle at være ca. 10^{-3} pr. år for mindre skibe og 10^{-4} pr. år for større skibe. Det resulterende sandsynlighedstal er dermed 3 for mindre skibe og 2 for større skibe. Der er i denne vurdering ikke taget højde for, at mange kollisioner vil være mindre alvorlige og ikke frontalkollisioner.

4.3.2 Styrefejl og motorproblemer

Kun styrefejl og motorproblemer, der opstår over nogle få kilometer omkring indsejlingen til Nissum Bredning og langs Sælhundeholm Løb, vil være kritiske. Gennemsnitshastigheden gennem Sælhundeholm Løb er for alle skibsstørrelser over 7 knob, se Tabel 3, og ved denne hastighed sejles der omtrent 13 km på en time. Både styrefejl og motorproblemer vurderes derfor at skulle indtræffe inden for et interval på op til ca. 15 minutter for at være kritiske. Dette svarer til en samlet årlig frekvens for disse fejl på ca. $5 \cdot 10^{-5}$.

Der er dog meget større sandsynlighed for grundstødning på det lave vand, end kollision med en af de opstillede vindmøller i tilfælde af, at et skib driver eller cirkler rundt som følge af styrefejl eller motorproblemer. Det vurderes derfor i lighed med situation for menneskelige fejl ved indsejling til Nissum Bredning, at kun 1 af 100 mindre skibe og 1 af 1000 større skibe vil kolliderer med en vindmølle efter styrefejl eller motorproblemer. Da trafikintensiteten i Sælhundeholm Løb er lavere end ved indsejlingen til Nissum Bredning, og da grundfrekvensen for styrefejl og motorfejle er lavere end frekvensen for menneskelige fejl vurderes dette bidrag til frekvensen at udgøre et sandsynlighedstal på 2 for mindre skibe og 1 for større skibe.

4.4 Samlet risikovurdering

Den samlede risikovurdering for kollisioner mellem skibe og vindmøller er opgjort i Tabel 11. Da konsekvenserne dækker over såvel overfladiske kollisioner som frontalkollisioner er risikoindekset angivet som et gennemsnit.

Skibsstørrelser	Konsekvenstal	Sandsynlighedstal	Risikoindeks
Mindre skibe (< 40 m)	0 - 1	3	3,5 (3 - 4)
Større skibe (> 40 m)	1 (overfladisk kollision) - 3 (frontal kollision)	2	4 (3 - 5)

Tabel 11. Samlet risikovurdering.

Risikoen for skibskollisioner mod vindmøllerne vurderes dermed at være acceptabel, da risikoindekset er under fem. Det største risikoindeks i intervallet for større skibe vurderes tilmed også kun at være 5, hvilket i sig selv er acceptabelt.

Den lave risiko skyldes såvel den forholdsvis lave trafikintensitet i området, som vindmøllernes placering på et lavvandet område, hvor skibene ikke naturligt vil sejle.

Vindmøllernes vurderes derfor ved deres placering at være så tilpas ikke-eksponeret for skibskollisioner, at risikoen vurderes at være acceptabel uden inddragelse af yderligere afværgetiltag.

4.5 Yderligere kommentarer

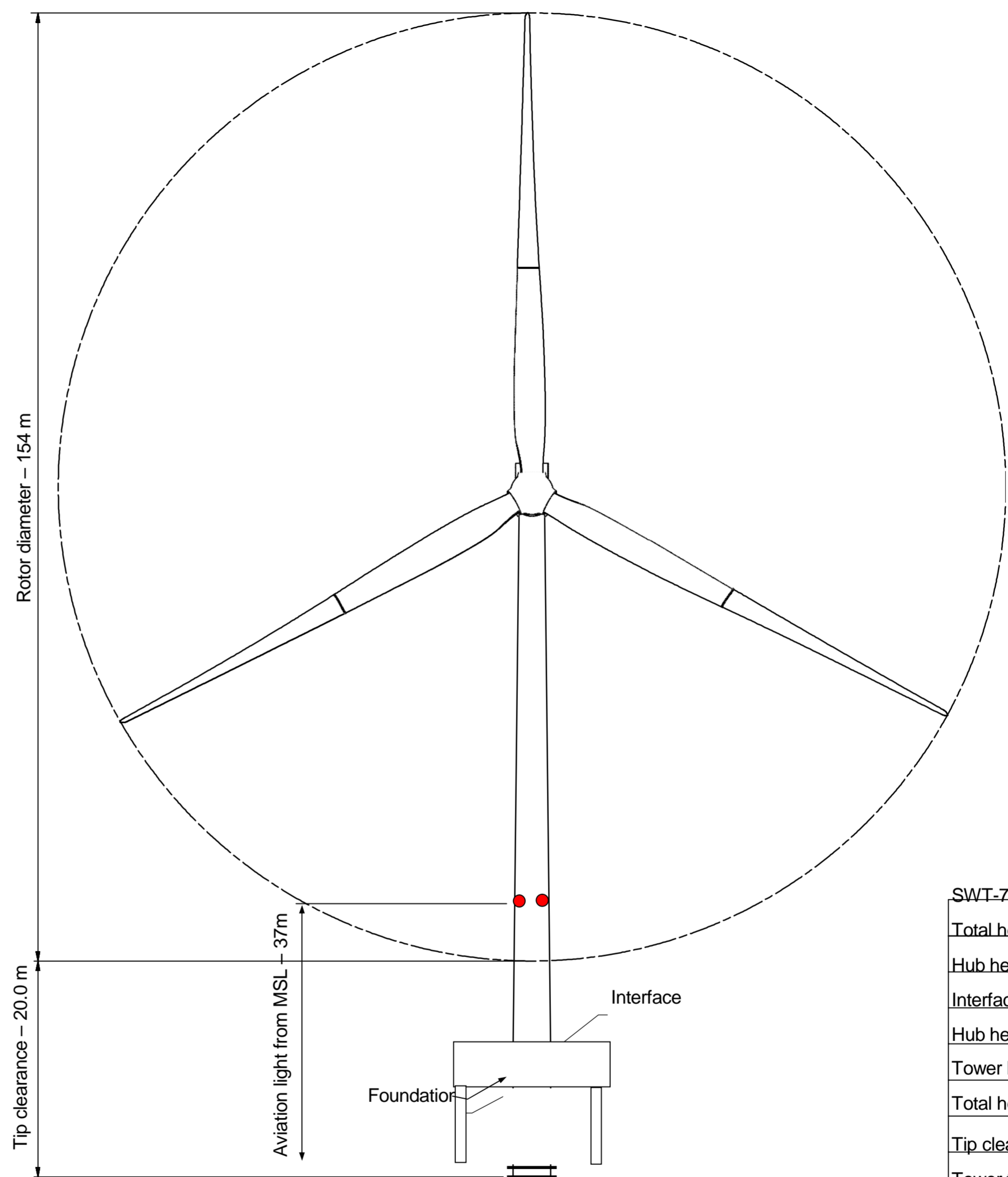
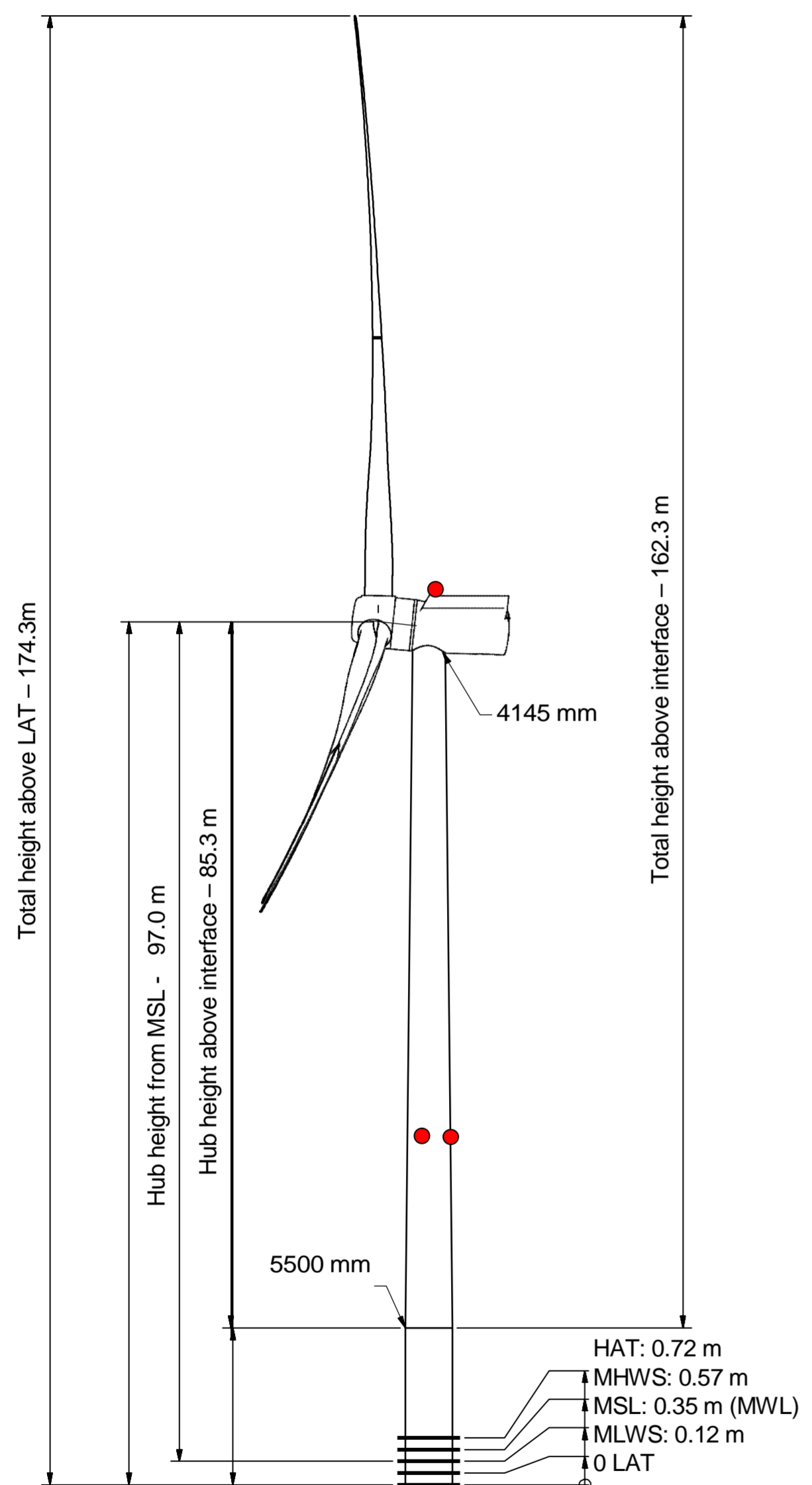
I relation til høringskommentarerne vedr. eksportkablet kan det nævnes, at designdybden på boringen under kajens spunsvæg og Sælhundeholm Løb bliver minimum 35-40 meter (spunsvæg) og minimum 40- op til 60 meter (Sælhundeholm Løb), og at det dermed ikke udgør et problem for ankring i Sælhundeholm Løb eller eventuelle jack-up-fartøjer ved den nye offshore-kaj i Thyborøn Sydhavn.

REFERENCER

- /1/ "Nissum Bredning Foundation Design Basis – Metocean and ice conditions", COWI for Siemens Windpower A/S, April 2016
- /2/ "Information til relevante interessenter - Vindmøller i Nissum Bredning", Rambøll, 15. juli 2016
- /3/ "Vurdering af sejladsikkerheden ved anlægsarbejder til søs", Søfartsstyrelsen, version af. 28. juli 2016
- /4/ "Quantitative assessment of risk to ship traffic in the Fehmarnbelt Fixed Link project", F. M. Rasmussen, et al., Journal of Polish Safety and Reliability Association, Summer Safety and Reliability Seminars, Volume 3, Number1-2, 2012

BILAG 1

VINDMØLLERNE TIL NISSUM BREDNING



SWT-7.0-154 DD Offshore	
Total height above LAT	174.3 m
Hub height above LAT	97.3 m
Interface height above LAT	12.0 m
Hub height above interface	85.3 m
Tower height above interface	83.04 m
Total height above interface	162.3 m
Tip clearance wrt MSL	20.0 m
Tower top diameter	4145 mm
Tower bottom diameter	5500 mm

Weight app.: Proprietary Class: conveyed confidentially as trade secret

Part:	Draw. format: ISO	Draw. scale	Sheet no.:
Elevation SWT-7.0-154 Nissum Bredning		A2	1 1
Siemens Wind Power A S Borupvej 16 DK-7330 Brande Tel. +45 9942 2222		ECN no.: xxxxxx	Revision: 001
SIEMENS		DXXXXXX	