



---

# TECHNICAL REPORT

---

## DONG ENERGY

HAZARD IDENTIFIKATION OG KVALITATIV RISIKO  
EVALUERING AF SEJLADSSIKKERHEDEN FOR 6  
VINDMØLLER VED FREDERIKSHAVN

REPORT No. 646046-HAZ01

REVISION No. B

DET NORSKE VERITAS



DET NORSKE VERITAS AS  
DNV Consulting

Veritasveien 1  
1322 Høvik, Norway  
Tel: +47 67 57 99 00  
Fax: +47 67 57 99 11  
http://www.dnv.com  
Org. No: NO945 748 931 MVA

## TECHNICAL REPORT

Date of first issue: 2007-09-07	Project No.: 646046
Approved by:  Tove Feld	Organisational unit: DNV Energy Copenhagen
Client: DONG Energy	Client ref.: Tove Kjær Hansen Pernille Holm Skyt

### Summary:

Det Norske Veritas har fået til opgave, at udføre en analyse af sejladsikkerheden i forbindelse med etableringen af 6 vindmøller ved Frederikshavn. Analysen følger IMO "Guidelines for Formal Safety Assessment", hvor det første step jfr. retningslinierne er, at få identificeret de mulige hazarder (uønskede hændelser), der kan medføre person skade, skade på miljøet eller økonomiske tab. Som baggrund for denne øvelse er skibstrafikken kortlagt i området baseret på AIS-data og data fra Frederikshavn Havn. HAZID'en blev udført på Scandic Hotel i Frederikshavn torsdag d. 30. august 2007.

Report No.: <b>646046-HAZ01</b>	Subject Group:	
Report title: Hazard Identifikation og Kvalitativ Risiko Evaluering af Sejladsikkerheden for 6 Vindmøller ved Frederikshavn		
Work carried out by: Claus F. Christensen <i>Claus Christensen</i>		
Work verified by:		
Date of this revision: 2007-10-05	Rev. No.: B	Number of pages: 5

### Indexing terms

HAZID

- No distribution without permission from the client or responsible organisational unit, i.e. free distribution within DNV after 3 years
- Strictly confidential
- Unrestricted distribution



***Indholdsfortegnelse***

***Side***

1	RESUME .....	1
	Baggrund	1
2	ORGANISERING AF STUDIET .....	2
2.1	HAZID mødet	2
2.2	HAZID gruppen	3
2.3	Risiko vurdering	3
2.4	Rapportering	5
2.5	Konklusion	5

Appendix A [HAZID tabel](#)



## 1 RESUME

Det Norske Veritas har fået til opgave, at udføre en analyse af sejladsikkerheden i forbindelse med etableringen af 6 vindmøller ved Frederikshavn. Analysen følger IMO "Guidelines for Formal Safety Assessment", hvor det første step jfr. retningslinierne er, at få identificeret de mulige hazarder (uønskede hændelser), der kan medføre person skade, skade på miljøet eller økonomiske tab. Som baggrund for denne øvelse er skibstrafikken kortlagt i området baseret på AIS-data og data fra Frederikshavn Havn. HAZID'en blev udført på Scandic Hotel i Frederikshavn torsdag d. 30. august 2007.

Hazard gruppen identificerede hazarder relateret til fiskeri, lystsejlere og flåde fartøjer samt skibe dækket af AIS. For de identificerede hazarder er frekvenser og konsekvenser skønnet og på baggrund af dette er risikoen evalueret ud fra den opstillede risikomatrice.

Endelig blev der i relation til de forskellige hazarder identificeret forskellige mulige risiko reducerende tiltag. Indførelsen af nogle af disse tiltag, som ikke umiddelbart implementeres eller forkastes, bør baseres på en kost-nytte evaluering, men dette arbejde udestår.

Risikoen fra hazarder relateret til fiskeri i området er ikke evalueret, da HAZID deltagerne ikke var i stand til dette. Vurderingen af disse er derfor udskudt til november, hvor en analyse af fiskeriet i området udført af konsulent Carsten Krog vil foreligge.

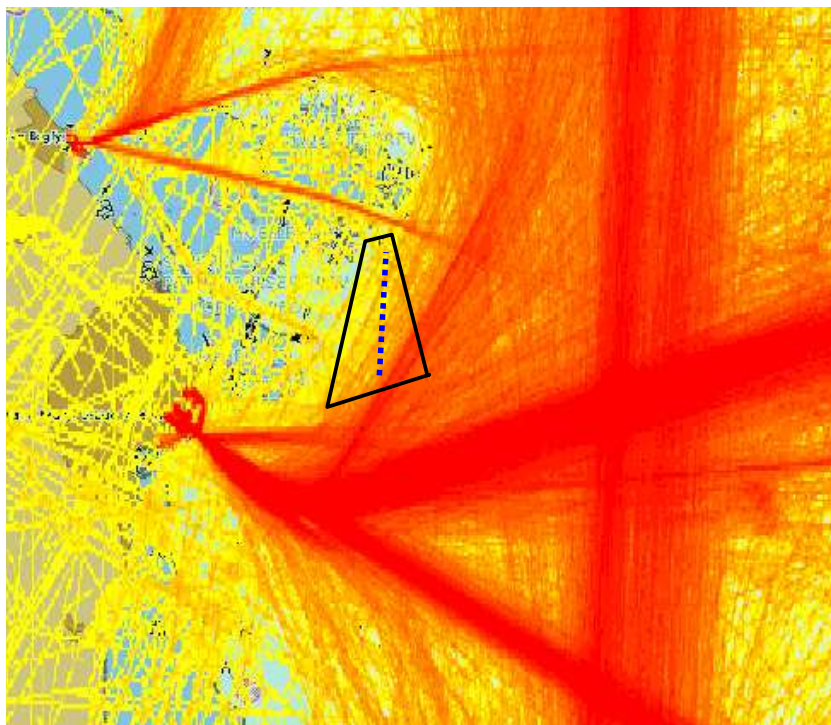
Det skal bemærkes, at de fundne hazarder er identificeret under antagelse at de 6 møller er placeret på en linie ca. midt i forundersøgelserområdet, se Figur 1. Det blev påpeget under HAZID'en, at den mest hensigtsmæssige placering set fra et sejladsikkerheds synspunkt vil være langs den vestlige side af forundersøgelserområdet. På grund af andre forhold, har DONG Energy dog skønnet at denne placering ikke er mulig. Den evaluerede placering af de 6 møller midt i forundersøgelserområdet er således et kompromis, der kunne være bedre set ud fra et sejladsikkerhedssynspunkt.

De identificerede hazarder vil dog ikke ændre sig ved en ændring af placeringen af møllerne, men frekvensen (sandsynligheden) for at de forekommer vil formentlig ændres.

## Baggrund

DONG Energy har fået tilladelse fra Energistyrelsen til at lave forundersøgelser for placering af seks store vindmøller øst for Frederikshavn og i den forbindelse skal møllernes indflydelse på skibsfarten vurderes.

Placeringen af de 6 møller i forundersøgelserområdet er givet i Figur 1, sammen med skibstrafikken i området.



**Figur 1: Forundersøgningsområde med tilhørende skibstrafik, hvor den blå linie indikere placering af de 6 møller ved Frederikshavn.**

De forskellige hazarder er evalueret på baggrund af den kortlagte skibstrafik omkring forundersøgelses i området givet i DNV rapport 646046-REP01, Rev. A, dateret 2007.08.27.

## 2 ORGANISERING AF STUDIET

### 2.1 HAZID mødet

HAZID blev udført på Scandic Hotel i Frederikshavn torsdag d. 30. august 2007.

Hoved formålet var at identificere risiko scenarier, som vil være forårsaget af etablering af de 6 møller ved Frederikshavn. Den nuværende generelle sejladsrisiko i området, er således ikke omhandlet, men kun den forøgede risiko forårsaget af etableringen af de 6 møller.

Da der er tale om en første overordnet vurdering af sejladsikkerhed i området, blev der ikke anvendt standard spørgeord som ofte anvendes i HAZOPs. I stedet blev der foretaget en "systematisk brain-storming", hvor hver skibstype blev gennemgået for både installationsfasen og operationsfasen. Herudover er generelle emner som møllernes indflydelse på navigation i området og SAR (Search And Rescue) operationer kort diskuteret.

Skibstrafikken er opdelt i følgende grupper:

- Fiskefartøjer
- Lystsejlere
- Flådefartøjer
- Færger til Læsø, Gøteborg og Oslo
- Skibe med AIS (hovedsagelig tankere og cargo skibe på rute B)



## TECHNICAL REPORT

Placeringen af mølleparken er antaget at være som vist i Figur 1, og den ændrede sejladsikkerhed som følge af de 6 møller er diskuteret for installationsfasen og operationsfasen samt møllernes påvirkning af navigation, SAR operationer i området, samt generelle anbefalinger til fundamenternes udformning (kollisions venligt).

## 2.2 HAZID gruppen

Sammensætningen af HAZID gruppen afspejlede de forskellige interessenter i området, samt forskellige professioner således, at gruppen dækkede så bredt som muligt.

NAVN	FIRMA / ORGANISATION / PROFESSION
Svend Erik Andersen	Strandby havn og fiskeriforening
Erik Nielsen	Strandby havn og fiskeriforening
Peter Frey	Søfartsstyrelsen
Jesper Thomsen	Frederikshavn Havn A/S
Flemming S. Sørensen	Farvandsvæsnet
Søren A. Nielsen	NearshoreLAB
Ole Riis	Lods
Peter Have	Skov og Naturstyrelsen
Christian Muff	Frederikshavn Marina
Ole Beck	Stena Line Danmark A/S
Kim Møller Pedersen	Søværnets Operative Kommando
Tommy Pedersen	Flådestationen Frederikshavn
Louis Sørensen	A7S Em Z. Svitser
Claus Christensen	DNV . HAZID leder
Pernille Holm Skyt	DONG Energy
Tove Kjær Hansen	DONG Energy

**Tabel 1: HAZID deltagere og profession og / eller organisation**

## 2.3 Risiko vurdering

Konsekvenserne er inddelt i følgende kategorier:

P: Person sikkerhed

D: Skade relateret til materiel

E: Skade på miljøet

For hver kategori er konsekvensen inddelt i forskellige klasser som vist i Tabel 2.



## TECHNICAL REPORT

C#	Konsekvens / alvorlighed	Beskrivelse	Omkostning
4	Katastrofe	P: Tab af mere end 2 menneskeliv D: Omkostning for skib – skib eller skib - mølle kollision E: Olie spild på mere end 280 tons	Mere end 100 mio. dkr
3	Alvorlig	P: Tab af et til 2 menneskeliv D: Omkostning for skib – skib eller skib - mølle kollision E: Olie spild mellem 28 og 280 tons	Mellem 10 og 100 mio. dkr
2	Moderat	P: Moderat skade, syge fravær, hospitalsbehandling, invalidering D: Omkostning for skib – skib eller skib - mølle kollision – mindre skader E: Olie spild mellem 3 og 28 tons	Mellem 1 og 10 mio. dkr
1	Lav	P: Mindre skade - syge fravær. D: Omkostning for skib – skib eller skib - mølle kollision – mindre skader E: Olie spild mindre end 3 tons	0 til 1 mio. dkr

**Tabel 2: Konsekvens klasser**

Sandsynligheden (frekvensen) er på same måde inddelt i 4 grupper som vist i Tabel 3.

P#	Sandsynlighed per år	Beskrivelse
-4	Sjælden 1/1000 to 1/10 000	Vil med meget høj sandsynlighed ikke forekomme mølleparkens levetid
-3	Lav 1/100 to 1/1000	Vil formentlig ikke ske i mølleparkens levetid
-2	Moderat 1/10 to 1/100	Kan forekomme i mølleparkens levetid
-1	Høj 1 to 1/10	Vil formentlig forekomme flere gange i mølleparkens levetid

**Tabel 3: Sandsynligheds klasser**

Baseret på den skønnede konsekvens og frekvens kan risikoen for den evaluerede hazard bestemmes. En grov risiko screening gøres ud fra risikomatrixen givet i Tabel 3, hvor det afgøres om hazarden er uacceptabel og risikoreducerende tiltag skal evalueres yderligere eller om den er acceptable uden at gøre mere, afhængig af de samlede omkostninger ved hændelsen.

Konsekvens / Alvorlighed		Sandsynlighed / Likelihood			
		-4	-3	-2	-1
Katastrofe	4	0,1	1	10	100
Alvorlig	3	0,01	0,1	1	10
Moderat	2	0,001	0,01	0,1	1
Lav	1	0,0001	0,001	0,01	0,1

**Tabel 4: Risiko matrice – samfundsøkonomisk tab i mio. kr per år.**

Følgende betegnelser er anvendt i ovenstående matrice:

Rødt område: Uacceptable risiko. Risikoen skal reduceres (Årlige omkostninger på mere end 1 mio. kr)

TECHNICAL REPORT

---

Gult område: Medium risiko. Skal overvejes ved hjælp af ALARP (As Low As Reasonably Practicable) (Årlige omkostninger på omkring 0,1 mio. kr)

Grønt område: Acceptable risiko. Ingen yderligere aktion påkrævet (Årlige omkostninger på under 10.000 kr)

Bemærk at risikoen angivet i tabellerne i appendiks A er under antagelse af at eventuelle risikoreducerende tiltag (angivet i yderste kolonne) ikke er implementeret. Hvis de angivne tiltag indføres vil risikoen reduceres.

## 2.4 Rapportering

De identificerede hazarder fra HAZID'en er rapporteret og præsenteret i appendiks A i nærværende rapport. Forskellige mulige aktionspunkter og risikoreducerende tiltag er også angivet.

## 2.5 Konklusion

HAZID'en dækkede hazarder/hændelser som er forårsaget af en etablering af de 6 møller ved Frederikshavn.

For hazarder relateret til fiskeri omkring møllerne udestår risiko evalueringen. Denne kan udføres når fiskeriet i området er kortlagt. Herudover er enkelte risikoreducerende tiltag udestå en nærmere ALARP analyse for at vurdere om tiltaget skal indføres eller ej.

- o0o -





## **APPENDIKS A**

---

### **HAZID TABEL**

**OPERATIONS FASE – 6 VINDMØLLER VED FREDERIKSHAVN**

Hazarder som påvirker den almindelige skibstrafik i området når de 6 møller er installeret og er i drift er angivet nedenfor.

#	Delsystem	Afvigelse	Hazard	C	P	R	Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation
1	Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Bølger kan medføre person skade ved overførsel mellem mølle og skib	2	-1	1	Procedure skal sikre at personoverførsel ikke sker mens hurtigfærge passere. Hvis dette tiltag implementeres vurderes det at hazarden er acceptabel. (R<0)
2	Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Øget design bølgelast ved tæt passage (ca. 0.5 sømil)	3	-3	0	Bølgelast fra en passerende hurtigfærge skal medtages i design basis for møllerne. Dette vil medføre at hazarden er acceptable (R<0)
3	Hurtigfærge	Havari / black-out	Drivende kollision med mølle	3	-4	-1	Slæbebåd i Frederikshavn vil kunne komme til undsætning
4	Hurtigfærge	Menneskelig fejl eller teknisk svigt	Direkte påsejling	4	-4	0	AIS og racon på ydermøllerne
5	Konventionel færge	Ruten skal ændres mod syd for færger til Norge	Drivende kollision med mølle	3	-3	0	Slæbebåd i Frederikshavn vil kunne komme til undsætning
6	Konventionel færge	Ruten skal ændres mod syd for færger til Norge	Direkte påsejling	4	-3	1	AIS (Automatic Identification System) på møllerne og racon (Radar og Beacon) på yderste mølle i hver ende
7	Fiskeri	Fisker i mølle område	Mindre kollision med mølle som følge af mindre/ingen manøvreedygtighed	1	?	?	Evaluering udestår. Afventer analyse af fiskeriet i området.
8	Fiskeri	Fisker i mølle område	Større kollision med mølle som følge af mindre/ingen manøvreedygtighed	2	?	?	Evaluering udestår. Afventer analyse af fiskeriet i området.
9	Fiskeri	Fisker sejler igennem møllerne	Drivende kollision med mølle	1	-2	-1	Bedst muligt afmærkning af møllerne Pga. den korte driv afstand vil slæbebåd ikke være en risikoreducerende foranstaltning

10	Fiskeri	Fisker sejler igennem møllerne	Direkte påsejling	2	?	?	Evaluering udestår. Afventer analyse af fiskeriet i området.
<b>#</b>	<b>Delsystem</b>	<b>Afvigelse</b>	<b>Hazard</b>	<b>C</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation</b>
11	Lystsejlere (Sejlbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Drivende kollision med mølle	1	-3	-2	Evt. forbudsområde omkring møllerne
12	Lystsejlere (Sejlbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Direkte påsejling	2	-3	-1	Evt. forbudsområde omkring møllerne
13	Lystsejlere (Sejlbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Kollision mellem vinge og mast	2	-4	-2	Minimums afstanden er 30 m og dermed er antallet af sejlbåde med mast der kan nå møllevinge yderst begrænset
14	Lystsejlere (Motorbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Direkte påsejling	2	-2	0	Evt. forbudsområde omkring møllerne
15	Lystsejlere (Motorbåde)	Nord-syd gående trafik går langs med møllerne	Drivende kollision med mølle	1	-2	-1	Evt. forbudsområde omkring møllerne
16	Skibe i transit i rute B	Menneskelig fejl eller teknisk svigt	Direkte påsejling	2	-2	0	AIS på møllerne og racon på yderste mølle i hver ende
17	Skibe i transit i rute B	Havari / black-out	Drivende kollision med mølle	2	-2	0	Slæbebåd i Frederikshavn vil kunne komme til undsætning da driv længden typisk vil være 4-5 km før kollision
18	Tankere	STS operationer	Drivende kollision med mølle	3	-4	-1	Sikkerhedsafstand mellem mølle og STS (Ship To Ship) operation skal etableres
19	Skibe til/fra Frederikshavn fra/mod nord	Menneskelig fejl eller teknisk svigt	Direkte påsejling	3	-2	1	AIS på møllerne og racon på ydermøllerne
20	Skibe til/fra Frederikshavn fra/mod nord	Havari / black-out	Drivende kollision med mølle	2	-1	1	Slæbebåd i Frederikshavn vil i nogle tilfælde komme til undsætning, men for den korteste driv længde ca. 1 km vil dette have begrænset effekt
21	Alle	Radarskygge ved nederste mølle ved udsejling af Frederikshavn	Kollision	3	-4	-1	

**INSTALLATIONS FASE – 6 VINDMØLLER VED FREDERIKSHAVN**

Hazarder som påvirker den almindelige skibstrafik i området under installationsfasen er angivet nedenfor.

#	Delsystem	Afvigelse	Hazard	C	P	R	Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation
22	Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Bølger kan medføre person skade	2	-1	1	Installation bør ikke ske i perioden 15/6-15/8 Procedure skal sikre at installation ikke sker ved passage af hurtigfærge Hvis disse tiltag implementeres vurderes det at hazarden er acceptabel. (R<0)
23	Hurtigfærge	Kursændring pga. nord-syd gående trafik eller andet trafik ind/ud af Frederikshavn	Materiel skade	3	-2	1	Installation bør ikke ske i perioden 15/6-15/8, da dette er højsæson for hurtigværgen (mange daglige ture) Procedure skal sikre at installation ikke sker ved passage af hurtigfærge Hvis disse tiltag implementeres vurderes det at hazarden er acceptabel. (R<0)
24	Installationsfartøjer		Kollision			*)	Arbejdsområde og sejladskorridor Koordinering af skibstrafikken relateret til installation Perioden med kun fundamenter installeret bør minimeres

\*) Kollision i forbindelse med installationen af de 6 møller vil baseret på erfaringer fra Rødsand formentlig være høj. Det vurderes dog, at hvis der udlægges arbejdsområde og sejladskorridor sammen med trafikkontrol eventuelt i samarbejde med Frederikshavn Havn, samt at perioden med fundament uden tårn minimeres, så er hazarden begrænset i overensstemmelse med ALARP.

**GENERALE HAZARDER RELATERET TIL UDFORMNING AF FUNDAMENT**

#	Delsystem	Afvigelse	Hazard	C	P	R	Risiko reducerende tiltag/ Rekommandation
25	Fundament		Oprivning af bunden ved kollision			*)	Konsekvensen ved skibskollision skal indgå i designet

\*) Fundamentsudformningen er endnu ukendt og en vurdering eller risikoreducerende tiltag kan derfor ikke diskuteres.

o0o -