

Rettet til
Maersk Oil

Dokumenttype
Rapport

Dato
Maj 2016

MAERSK OIL ESIA-16 **REDEGØRELSE FOR** **MILJØMÆSSIGE OG** **SOCIALE VIRKNINGER -** **TYRA**

Denne danske udgave er en oversættelse af den originale engelske udgave. I tilfælde af uoverensstemmelse er den engelske udgave gældende

**MAERSK OIL ESIA-16
REDEGØRELSE FOR MILJØMÆSSIGE OG SOCIALE
VIRKNINGER - TYRA**

Revision **6**
Dato **24/05/2016**
Udarbejdet af **DMM, MIBR, HEH, HSK**
Tjekket af **CFJ/HEH**
Godkendt af **CFJ**
Beskrivelse **Redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger –
TYRA**

Ref.: 1100014310

INDHOLD

1.	Indledning	1
1.1	Baggrund	1
2.	Retlig baggrund	3
2.1	EU-lovgivning og dansk lovgivning	3
2.2	Internationale konventioner	4
2.3	Initiativer truffet af industri og myndigheder	6
3.	Projektbeskrivelse	7
3.1	Eksisterende faciliteter	7
3.2	Planlagte aktiviteter	16
3.3	Utilsigtede hændelser	21
3.4	Projektalternativer	21
4.	Metode	22
4.1	Rochdale Envelope-metoden	22
4.2	Metodik til vurdering af virkningerne	22
5.	Beskrivelse af eksisterende forhold	26
5.1	Klima og luftkvalitet	26
5.2	Bathymetri	26
5.3	Hydrografiske betingelser	27
5.4	Vandkvalitet	28
5.5	Sedimenttype og -kvalitet	29
5.6	Plankton	30
5.7	Bentiske samfund	31
5.8	Fisk	33
5.9	Havpattedyr	37
5.10	Havfugle	39
5.11	Kulturarv	41
5.12	Beskyttede områder	41
5.13	Arealanvendelse af havområder	42
5.14	Fiskeri	43
5.15	Turisme	44
5.16	Beskæftigelse	45
5.17	Skatteindtægter	46
5.18	Olie- og gasafhængighed	46
6.	Vurdering af virkninger: Planlagte aktiviteter	47
6.1	Virkningsmekanismer og relevante receptorer	47
6.2	Vurdering af potentielle virkninger på miljøet	49
6.3	Vurdering af potentielle sociale virkninger	76
6.4	Resumé	80
7.	Vurdering af virkninger: Utilsigtede hændelser	81
7.1	Virkningsmekanismer og relevante receptorer	81
7.2	Vurdering af potentielle virkninger på miljøet	102
7.3	Vurdering af potentielle sociale virkninger	109
7.4	Resumé	113

8.	Afværgeforanstaltninger	114
8.1	Afværgerisici i forbindelse med planlagte aktiviteter	114
8.2	Afværgerisici i forbindelse med utilsigtede hændelser	115
9.	Maersk Oils miljøstandarder og -procedurer	117
9.1	Miljøledelsessystem	117
9.2	Miljømæssige og sociale virkninger i forbindelse med projektmodning	117
9.3	Påvisning af BAT/BEP	117
9.4	Beredskabsplan for oliespild	119
9.5	Løbende overvågning	120
10.	Natura 2000-screening	122
10.1	Indledning	122
10.2	Udpegede arter og habitater	122
10.3	Screening	125
10.4	Konklusion	125
11.	Grænseoverskridende virkninger	126
11.1	Indledning	126
11.2	ESPOO-konventionen	126
11.3	TYRA-projektet	126
11.4	Identificerede virkninger – planlagte aktiviteter	128
11.5	Identificerede virkninger – utilsigtede hændelser	129
12.	Mangel på information og usikkerhed	130
12.1	Projektbeskrivelse	130
12.2	Beskrivelse af eksisterende forhold	130
12.3	Vurdering af virkninger	130
13.	Referencer	132

BILAG

Bilag 1

Tekniske afsnit

LISTE OVER FIGURER

Figur 1-1 Matrix for Maersk Oil ESIA-16 med syv generelle tekniske afsnit og fem ESIS.	1
Figur 1-2 Projektspecifik redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger (ESIS) udarbejdet for Nordsø-projekterne TYRA, HARALD, DAN, GORM og HALFDAN.	2
Figur 3-1 Oversigt over eksisterende faciliteter ved TYRA-projektet (ikke målfast).	7
Figur 3-2 Tyra Øst.	8
Figur 3-3 Tyra Vest.	9
Figur 3-4 Tyra Sydøst.	10
Figur 3-5 Roar.	10
Figur 3-6 Valdemar A.	11
Figur 3-7 Valdemar B.	11
Figur 3-8 Svend.	12
Figur 3-9 Forenklet diagram over processen på Tyra Vest.	13
Figur 3-10 Forenklet diagram over processen på Tyra Øst.	14
Figur 3-11 Den maksimale samlede forventede produktion af olie, gas og vand fra TYRA-projektet. Mængderne for olie og vand er angivet som standardtønder pr. dag, mens gasmængderne er angivet som 1.000 standardkubikfod gas pr. dag. Der foretages ingen re-injektion ved TYRA-projektet, og alt produceret vand udledes. Stigningen i mængden af udledt produceret vand skyldes samtidige udviklingsprojekter på Tyra og Roar.	18
Figur 3-12 Mængde af olie udledt for TYRA-projektet. Olieindholdet i udledt produceret vand forventes at ligge på mellem 8 mg/l og 13 mg/l).	19
Figur 5-1 Bathymetrien i Nordsøen. Figur gengivet ud fra Maersk Oil Atlas /3/.	27
Figur 5-2 Venstre: Generel vandcirkulation i Nordsøen. Pilenes bredde angiver transportens størrelse /10/. Højre: Potentiale for hydrografiske fronter i Nordsøen /10//2/.	28
Figur 5-3 Havbundssedimenter i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.	29
Figur 5-4 Fytoplanktonfarveindeks (PCI) for Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.	30
Figur 5-5 Benthiske faunasamlinger i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.	33
Figur 5-6 Gydepladser for torsk, hvilling, makrel og rødspætte i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.	36
Figur 5-7 Marsvinets udbredelse i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.	38
Figur 5-8 Beskyttede områder. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.	41
Figur 5-9 Skibstrafik og infrastruktur i 2012. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/. Skibstrafik omfatter alle skibe udstyret med AIS-system, dvs. skibe med en bruttotonnage på over 300 GT i international skibsfart, fragtskibe med en bruttotonnage på over 500 GT, der ikke er i international skibsfart, og passagerskibe uanset størrelse. De manglende data for den centrale del af Nordsøen skyldes manglende AIS-modtagedækning og ikke mangel på skibe. Tyskland deltager ikke i AIS-datadelingsprogrammet for Nordsøen.	43
Figur 5-10 Beskæftigede efter branche i Danmark in 2013 /39/.	45
Figur 6-1 Sedimentation af udledt vandbaseret boremudder modelleret for en typisk brønd /1/.	57
Figur 6-2 Sedimentation af vandbaserede borespåner modelleret for en typisk brønd /1/.	58

Figur 7-1 Mindre utilsigtede olie-, diesel- og kemikaliespild fra Maersk Oils platforme i Nordsøen /161/	83
Figur 7-2 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km kan blive påvirket af olie i tilfælde af et fuldstændigt rørledningsbrud /152/	85
Figur 7-3 Placering af fire modellerede Maersk Oil-brønde, hvor oliespild er blevet modelleret. Siah NE-1X, Xana-1X og Svend anses for at være repræsentative for TYRA-projektet	87
Figur 7-4 Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /152/. Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb	89
Figur 7-5 Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /152/	90
Figur 7-6 Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /152/	91
Figur 7-7 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km ² kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/	93
Figur 7-8 Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/	94
Figur 7-9 Sandsynlighed for, at en kystlinjecelle kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/	95
Figur 7-10 Maksimal gennemsnitlig samlet oliekoncentration over tid for de to scenarier. Øverste kort: Juni-november. Nederste kort: December-maj /5/. Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb	96
Figur 7-11 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km kan blive berørt. Bemærk, at olieforurening af overfladen ikke er sandsynlig, når tærsklen på 1 MT/km ² anvendes /26//27/	98
Figur 7-12 Sandsynlighed for, at en vandsøjle-gittercelle på 1 km kan blive berørt /26//27/	99
Figur 7-13 Sandsynlighed for, at kystlinje-gitterceller kan blive berørt /26//27/	100
Figur 7-14 Maksimal gennemsnitlig samlet oliekoncentration over tid i vandsøjleceller /26//27/	101
Figur 9-1 Illustration af bedste tilgængelige teknik /157/	117
Figur 9-2 Tyra Øst oversigt system produceret vand	118
Figur 9-3 Tyra Vest oversigt system produceret vand	119
Figur 9-4 Akustisk overvågning af havpattedyr (foto: Aarhus Universitet, DCE)	121
Figur 10-1 Natura 2000-lokaliteter i Nordsøen	122
Figur 11-1 Maersk Oil-projekter i Nordsøen: TYRA, HARALD, DAN, GORM og HALFDAN	127

LISTE OVER FORKORTELSER

ALARP	Så lavt som praktisk muligt
API	American Petroleum Institute-massefylde. Industristandard, der bruges til at bestemme og klassificere olie efter dens massefylde
BAT	Bedste tilgængelige teknik
BEP	Bedste miljøpraksis
BOPD	Tønder olie pr. dag
BWPD	Tønder vand pr. dag
CO ₂	Kuldioxid
DEA	Energistyrelsen
DEPA	Miljøstyrelsen
DNA	Naturstyrelsen
DUC	Dansk Undergrunds-Consortium, et joint venture mellem A. P. Møller – Mærsk, Shell, Chevron og Nordsøfonden
VVM	Vurdering af virkninger på miljøet
EIF	Faktor for virkninger på miljøet
ESIA	Vurdering af miljømæssige og sociale virkninger
ESIS	Redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger
FTEE	Ansatte omregnet til fuldtidsstillinger
GBS	Gravitationsfundament
Hz	Hertz
ITOPF	International Tanker Owners Pollution Federation
KSCF	1000 standard kubikfod gas
MBES	Multibeam-ekkolod
MMO	Havpattedyrsobservatør
MMSCFD	Million standard kubikfod gas pr. dag
NMVOG	Flygtige organiske forbindelser, som ikke er metan
NORM	Naturligt forekommende radioaktivt materiale
NO	Nitrogenoxid
NO ₂	Nitrogendioxid
NO _x	Generisk term for mono-nitrogenoxider NO og NO ₂ (nitrogenoxid og nitrogendioxid)
OSPAR	Oslo- og Paris-konventionen om beskyttelse af havmiljøet i det nordøstlige Atlanterhav
PAM	Passiv akustisk monitorering
PEC	Forventet miljøkoncentration
PLONOR	Udgør lille eller ingen risiko
PM _{2.5}	Partikler med en diameter under 2,5 mikrometer
PNEC	Beregnet nuleffekt-koncentration baseret på økotoksicitetsdata
PPM	Dele pr. million
RBA	Risikobaseret metode
ROV	Fjernstyret undervandsfartøj
SO ₂	Svovldioxid
SO _x	Henviser til alle svovloxider, hvoraf de to vigtigste er svovldioxid og svovltrioxid
SSS	Sidesøgende sonar
STB	Standardtønder

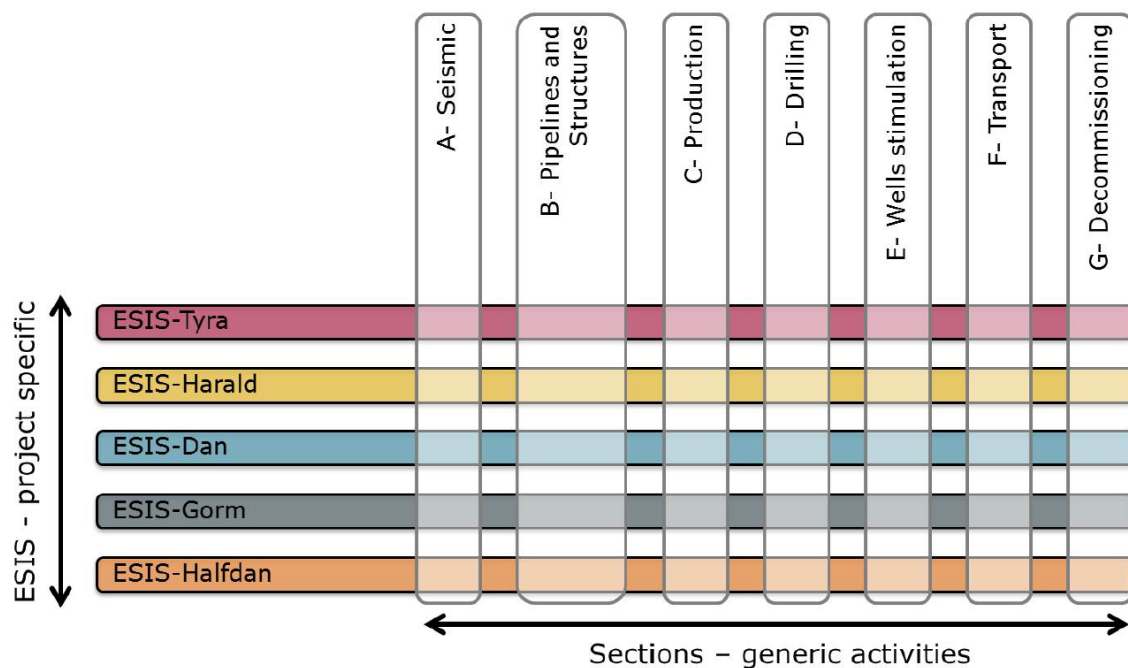
1. INDLEDNING

1.1 Baggrund

I forbindelse med Maersk Oils igangværende og fremtidige olie- og gasefterforskning samt produktions- og afviklingsaktiviteter i den danske del af Nordsøen udarbejdes en redegørelse (ESIA-16) med det overordnede formål at identificere og vurdere virkningen af Maersk Oils aktiviteter på miljømæssige og sociale receptorer.

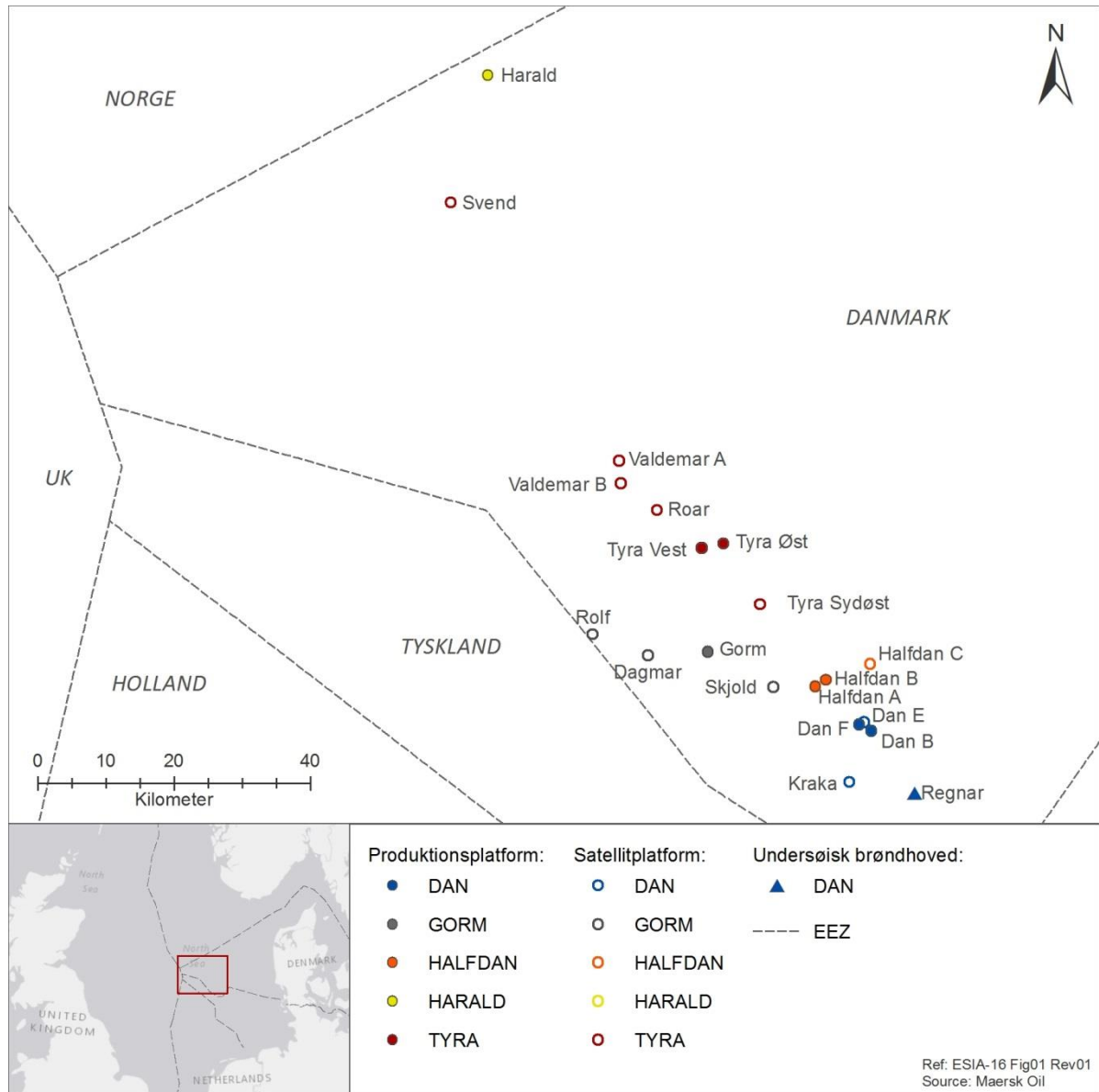
ESIA-16 erstatter den VVM, der blev udført i 2010 /1/, som gælder for perioden 1. januar 2010 til 31. december 2015. ESIA-16 dækker de igangværende projekters levetid og hele levetiden fra efterforskning til afvikling for planlagte projekter.

ESIA-16 består af fem uafhængige projektspecifikke redegørelser for miljømæssige og sociale virkninger (ESIS) for TYRA, HARALD, DAN, GORM og HALFDAN, der indeholder syv generelle, tekniske afsnit, som beskriver de typiske aktiviteter (seismiske undersøgelser, rørledninger og konstruktioner, produktion, boring, stimulering af brønde, transport og afvikling, jf. bilag 1) i igangværende og planlagte Maersk Oil-projekter. Boring af særskilte undersøgelsesboringer og udskiftning af rørledninger er ikke omfattet af ESIA-16 og undersøges separat i overensstemmelse med bekendtgørelse 1416 af 3. december 2015.



Figur 1-1 Matrix for Maersk Oil ESIA-16 med syv generelle tekniske afsnit og fem ESIS.

Redegørelsen for miljømæssige og sociale virkninger for TYRA-projektet beskriver aktiviteterne i forbindelse med eksisterende og planlagte projekter for Tyra-faciliteterne (Øst og Vest) og deres satellitplatforme Tyra Sydøst, Valdemar A, Valdemar B, Roar og Svend. Platformene er beliggende i Nordsøen ca. 230 km fra Jyllands vestkyst (Figur 1-2).



Figur 1-2 Projektspecifik redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger (ESIS) udarbejdet for Nordsø-projekterne TYRA, HARALD, DAN, GORM og HALFDAN.

2. RETLIG BAGGRUND

2.1 EU-lovgivning og dansk lovgivning

2.1.1 Direktivet om vurdering af indvirkning på miljøet (VVM-direktivet)

I henhold til direktivet om vurdering af visse offentlige og private projekters indvirkning på miljøet (direktiv 85/337/EØF) som ændret ved direktiv 7/11/EF, 2003/35/EF og 2009/31/EF skal der foretages en vurdering af virkningen på miljøet, inden en tilladelse gives. For offshore-efterforskning og -indvinding af kulbrinter er dette direktiv gennemført i Danmark ved bekendtgørelse nr. 1416 af 3. december 2015. Denne bekendtgørelse er under omarbejdelse med henblik på gennemførelse af ændringerne i direktiv 2014/52.

ESIA-16 er udarbejdet i overensstemmelse med bekendtgørelse nr. 1416 af 3. december 2015 om VVM, konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder og beskyttelse af visse arter ved efterforskning og indvinding af kulbrinter, lagring i undergrunden, rørledninger, m.v. offshore. Redegørelsen for miljømæssige og sociale virkninger (ESIS) omhandler:

- betydelige negative virkninger på miljøet på tværs af landegrænser (afsnit 8) i overensstemmelse med direktivets artikel 7 og ESPOO-konventionen
- beskyttelse af visse arter nævnt i direktivets artikel 12 (afsnit 6)
- en Natura 2000-screening (afsnit 10) i overensstemmelse med direktivets artikel 9 og 10.

ESIS og det tilhørende ikke-tekniske resumé offentliggøres på Energistyrelsens websted med henblik på offentlig høring. Den offentlige høringsperiode skal være på mindst otte uger i overensstemmelse med direktivets artikel 6.

2.1.2 Beskyttelse af havmiljøet

Den konsoliderede lov nr. 963 af 3. juli 2013 med senere ændringer om beskyttelse af havmiljøet har til formål at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet.

Lovbekendtgørelsen og de tilknyttede bekendtgørelser omhandler f.eks. udledninger og emissioner fra platforme. Relevante bekendtgørelser omfatter: bekendtgørelse nr. 394 af 17. juli 1984 om udledning af stoffer og materialer til havet fra visse havanlæg, bekendtgørelse nr. 270 af 18. april 2008 om udtømning af kloakspildevand, bekendtgørelse nr. 9840 af 12. april 2007 om forebyggelse af luftforurening fra skibe og bekendtgørelse nr. 909 af 10. juli 2015 om beredskab.

2.1.3 Natura 2000 (habitatdirektivet og fugledirektivet)

"Natura 2000"-nettet er verdens største økologiske netværk af beskyttede naturområder, som sikrer biodiversitet ved at beskytte naturlige habitater og naturlig fauna og flora på EU's område. Nettet består af særlige bevaringsområder, der er udpeget i medfør af direktivet om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter (habitatdirektivet, direktiv 1992/43/EØF). Natura 2000 omfatter også særlige bevaringsområder, der er klassificeret i henhold til fugledirektivet (direktiv 2009/147/EF). Direktiverne er gennemført i dansk lovgivning ved en række bekendtgørelser eller lovgivningsinstrumenter.

Natura 2000-beskyttelse er omhandlet i bekendtgørelse nr. 1416 af 3. december 2016 (afsnit 2.1.1).

2.1.4 Direktivet om nationale emissionslofter

Direktivet om nationale emissionslofter for visse luftforurenende stoffer (direktiv 2001/81/EF) fastsætter øvre grænser for hver medlemsstats samlede emissioner af de fire forurenende stoffer nitrogenoxid (NO_x), flygtige organiske forbindelser (VOC), ammoniak (NH₃) og svovldioxid (SO₂).

Dette direktiv er under revision, så det kommer til at omfatte partikler med en diameter under 2,5 mikrometer (PM_{2,5}). Direktivet er gennemført ved bekendtgørelse nr. 1325 af 21. december 2011 om emissionslofter.

2.1.5 Havstrategirammedirektivet

Havstrategirammedirektivet (direktiv 2008/56/EF) har til formål at sikre en "god miljøtilstand" for EU's havområder inden 2020. Direktivet er gennemført i Danmark ved lov nr. 522 af 26. maj 2010 om havstrategi. Naturstyrelsen har udviklet en havstrategi, som omfatter en detaljeret vurdering af miljøtilstanden, en definition af "god miljøtilstand" på regionalt plan og fastsættelse af miljømål og overvågningsprogrammer (www.nst.dk).

2.1.6 Direktivet om industrielle emissioner

Direktivet om industrielle emissioner (direktiv 2010/75/EU) har til formål at minimere forureningen fra forskellige industrielle kilder. Direktivet omhandler integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening baseret på den bedste tilgængelige teknik (BAT). Direktivet er gennemført ved lovbekendtgørelse nr. 879 af 26. juni 2010 om miljøbeskyttelse og bekendtgørelse nr. 1449 af 20. december 2012, for så vidt angår offshoreanlæg.

2.1.7 Emissionskvoter

EU's emissionshandelsordning blev lanceret i 2005 som et led i indsatsen for at bekæmpe klimaændringer og er en vigtig søjle i EU's klimapolitik. I overensstemmelse med "cap & trade"-princippet er der fastsat et loft for den samlede mængde drivhusgasser, der må udsendes af alle deltagende anlæg.

Handelsordningen er gennemført ved lov nr. 1095 af 28. november 2012 om CO₂-kvoter.

2.1.8 Direktivet om sikkerheden i forbindelse med offshore olie- og gasaktiviteter

Direktiv 2013/30/EU om sikkerheden i forbindelse med offshore olie- og gasaktiviteter har til formål at sikre, at bedste sikkerhedspraksis gennemføres på tværs af alle aktive offshore-regioner i Europa. Direktivet er gennemført ved lov nr. 1499 af 23. december 2014 om sikkerhed m.v. for offshoreanlæg og ved lov nr. 535 af 29. april 2015 om ændring af lov om anvendelse af Danmarks undergrund.

2.2 Internationale konventioner

2.2.1 ESPOO-konventionen

Konventionen om vurdering af virkningerne på miljøet på tværs af landegrænserne (ESPOO-konventionen) trådte i kraft i 1991. Konventionen fastsætter parternes forpligtelser til på et tidligt stadium i planlægningen at vurdere visse aktiviteters miljøpåvirkning. Den fastlægger også landenes overordnede forpligtelse til indbyrdes udveksling af information og rådslagning vedrørende alle større projekter, som er under overvejelse, og som muligvis kan have betydelige, skadelige virkninger på miljøet på tværs af grænserne.

ESPOO-konventionen gennemføres ved VVM-direktivet. I Danmark administrerer Miljøministeriet ESPOO-konventionens regler, og det er den ansvarlige myndighed for processen for udveksling af relevant information mellem projektejer og potentielt berørte lande og eventuelle kommentarer fra disse lande i forbindelse med ESPOO-høringsprocessen.

2.2.2 Konventionen om forebyggelse af havforurening ved dumpning af affald og andre stoffer

Den Internationale Søfartsorganisations konvention om forebyggelsen af havforurening ved dumpning af affald og andre stoffer (London-konventionen) har været i kraft siden 1975. Den har til formål at fremme effektiv kontrol af alle kilder til havforurening og træffe alle praktisk mulige foranstaltninger til forebyggelse af havforurening ved dumpning af affald og andre stoffer.

- 2.2.3 Den internationale konvention for administration og kontrol af skibes ballastvand og sediment
Den internationale konvention for administration og kontrol af skibes ballastvand og sediment blev vedtaget i 2004. Konventionen har til formål at forhindre spredning af skadelige vandorganismer fra én region til en anden ved at fastlægge standarder og procedurer for administration og kontrol af skibes ballastvand og sediment.
- 2.2.4 Ramsar-konventionen
Ramsar-konventionen sigter mod bevaring og ansvarlig anvendelse af alle vådområder gennem lokale og nationale foranstaltninger og internationalt samarbejde med henblik på at opnå bæredygtig udvikling i hele verden.
- 2.2.5 Konventionen om beskyttelse af havmiljøet i det nordøstlige Atlanterhav
Konventionen om beskyttelse af havmiljøet i det nordøstlige Atlanterhav (OSPAR-konventionen) trådte i kraft i 1998. OSPAR-konventionen omfatter en række bilag, der fokuserer på forebyggelse og kontrol af forurening fra forskellige typer aktiviteter. OSPAR tager udgangspunkt i forsigtighedsprincippet og fokuserer på anvendelsen af de bedste tilgængelige teknikker (BAT), bedste miljøpraksis (BEP) og rene teknologier.

En række strategier og anbefalinger fra OSPAR er relevante for TYRA-projektet, herunder navnlig:

- årlig OSPAR-rapport om udledninger, lækager og emissioner fra olie- og gasanlæg offshore
 - begrænsning af udledningen af den samlede oliemængde i det producerede vand og performancestandarden for dispergeret olie på 30 mg/l (OSPAR-anbefaling 2001/1)
 - harmoniseret obligatorisk kontrolsystem for anvendelsen af og begrænsning af udledningen af kemikalier offshore (OSPAR-beslutning 2005/1)
 - liste over stoffer/præparater, der anvendes og udledes offshore, og som vurderes at udgøre en lille eller ingen risiko for miljøet (PLONOR) (OSPAR-beslutning 2005/1)
 - udfasning inden 1. januar 2017 af udledningen af offshore-kemikalier, der er eller indeholder stoffer, der er udpeget som kandidater til substitution, bortset fra kemikalier, hvor det trods en betydelig indsats kan påvises, at det ikke er muligt af tekniske eller sikkerhedsmæssige årsager (OSPAR-anbefaling 2006/3)
 - risikobaseret tilgang til vurdering af udledt produceret vand (OSPAR-anbefaling 20012/5)
 - beslutning 98/3 om bortskaffelse af offshore-anlæg, der ikke anvendes.
- 2.2.6 Konventionen om adgang til oplysninger, offentlig deltagelse i beslutningsprocesser samt adgang til klage og domstolsprøvelse på miljøområdet
UNECE-konventionen om adgang til oplysninger, offentlig deltagelse i beslutningsprocesser samt adgang til klage og domstolsprøvelse på miljøområdet (Århus-konventionen) blev vedtaget i 1998. Konventionen omhandler regeringsansvarlighed, gennemsigtighed og responsivitet. Århus-konventionen giver offentligheden rettigheder og indfører forpligtelser for parter og offentlige myndigheder med hensyn til adgang til oplysninger og offentlig deltagelse. Århus-konventionen er bl.a. gennemført i Danmark ved lov nr. 960 af 13. september 2013 om anvendelse af Danmarks undergrund.
- 2.2.7 Konventionen om biologisk diversitet
Konventionen om biologisk diversitet (Rio konventionen) trådte i kraft i 1983. Den har tre hovedformål:
- Bevaring af biologisk diversitet
 - Bæredygtig udnyttelse af elementer af biologisk diversitet
 - Retfærdig fordeling af fordele ved udnyttelse af genetiske ressourcer

2.2.8 Konventionen om bevaring af vandrende arter af vilde dyr (Bonn konventionen)

Konventionen om bevaring af vandrende arter af vilde dyr er en mellemstatslig traktat indgået under Forende Nationers miljøprogram. Konventionen retter sig mod at bevare landbaserede, akvatiske, og luftbårne vandrende arter i hele deres udbredelse.

Konventionen fungerer som en rammekonvention. Aftalerne kan spænde for lovgyldigt bindende traktater til mindre formelle foranstaltninger, som aftalememorandum, og kan tilpasses kravene i særlige regioner. En række aftalememoranda er indgået under konventionen. Aftaler i regi af konventionen retter sig mod at bevare:

- Populationer af europæiske flagermus
- Hvaler i Middelhavet, Sortehavet og tilstødende Atlanterhav
- Småhvaler i Baltiske Hav, Nordøst Atlanten, Irske Hav og Nordsøen
- Søler i Vadehavet
- Afrikansk-Euroasiske trækkende vandfugle
- Albatrosser og petrels
- Gorillaer og deres habitater

Aftalen om bevaring af småhvaler i Baltiske Hav og Nordsøen (ASCOBANS) blev sluttet i regi af konventionen om vandrende arter i 1991.

2.3 Initiativer truffet af industri og myndigheder

2.3.1 Handlingsplan for offshore

En handlingsplan for offshore blev gennemført af Miljøstyrelsen og de danske operatører i 2005 med det formål at begrænse udledningen af kemikalier og olie i produceret vand.

En revideret handlingsplan for 2008-2010 blev gennemført med det formål at begrænse emissionerne til luft og yderligere begrænse udledningerne.

2.3.2 Handlingsplan for energieffektivitet

En handlingsplan for energieffektivitet blev gennemført af Energistyrelsen og de danske olie- og gasoperatører for 2008-2011 og 2012-2014 for at forbedre energieffektiviteten for olie- og gasindustrien. Mere specifikt indeholdt handlingsplanen foranstaltninger vedrørende energiforvaltning og initiativer til reduktion af flaring og energiforbruget.

3. PROJEKTBEKRIVELSE

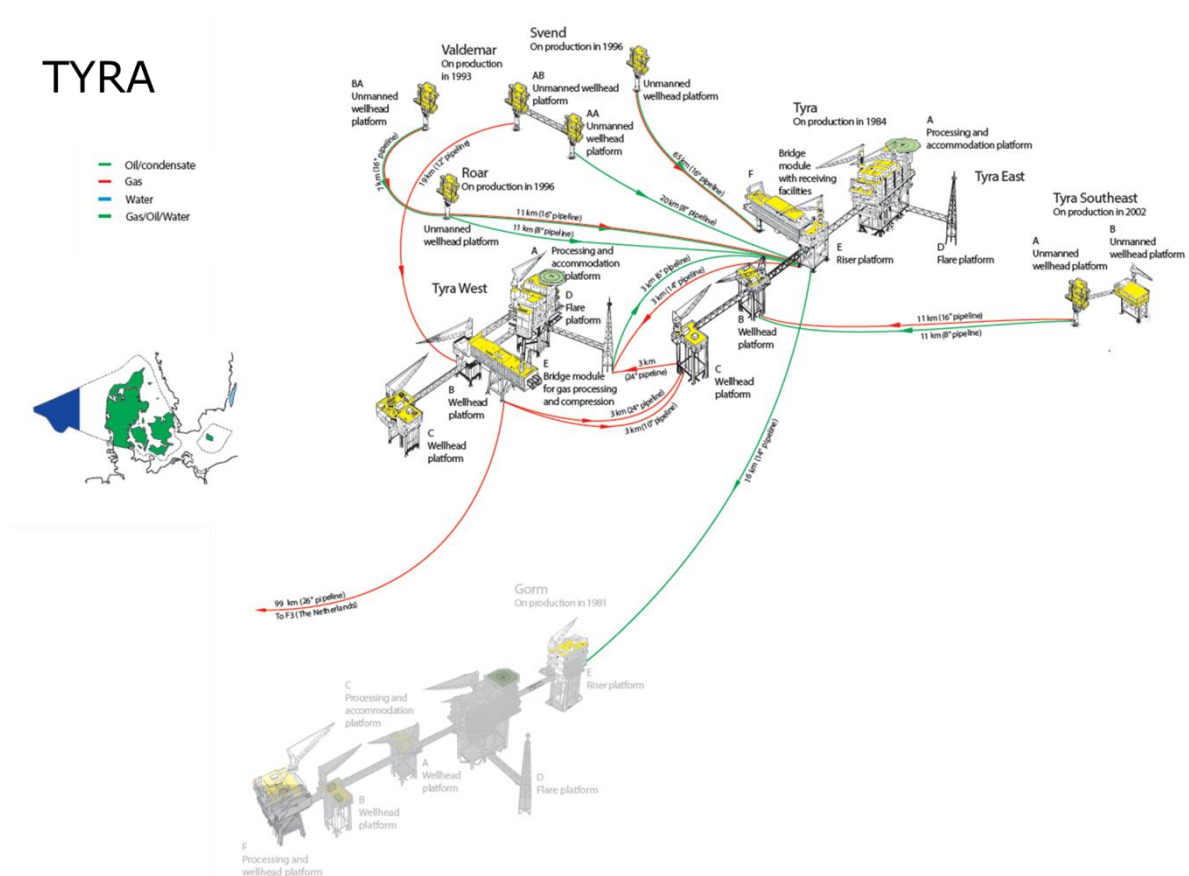
Projektbeskrivelsen for TYRA-projektet er baseret på input fra Maersk Oil og på de tekniske afsnit (bilag 1). TYRA-projektet henviser til de eksisterende og planlagte aktiviteter for Tyra-faciliteterne (Øst og Vest) samt satellitplatformene Tyra Sydøst, Valdemar (A og B), Roar og Svend. TYRA-projektet (versaler) henviser til projektet, mens Tyra henviser til platformene.

3.1 Eksisterende faciliteter

3.1.1 Oversigt

De primære behandlings- og produktionsfaciliteter Tyra Øst og Vest samt satellitplatformene Tyra Sydøst, Valdemar (A og B) samt Roar og Svend er forbundet vha. undersøiske rørledninger, hvori olie, gas og vand transporteres mellem TYRA-faciliteterne og til Gorm E (olie) og til Nederlandene (gas) for videre behandling eller eksport til land. Rørledninger, som løber fra Tyra (Øst, Vest og Sydøst), Valdemar (A og B) samt fra platformene Roar og Svend, anses for at være en del af TYRA-projektet.

I Figur 3-1er der en oversigt over de eksisterende rørledninger og konstruktioner for TYRA-projektet.



Figur 3-1 Oversigt over eksisterende faciliteter ved TYRA-projektet (ikke målfast).

3.1.2 Rørledninger og konstruktioner

3.1.2.1 Tyra

Tyra befinder sig i den sydvestlige del af den danske sektor af Nordsøen, ca. 230 km vest for Esbjerg. Vanddybden ved Tyra er 39-41 m.

Der er to primære behandlingsfaciliteter i forbindelse med TYRA-projektet: Tyra Øst (Figur 3-2) og Tyra Vest (Figur 3-3).

Tyra Øst består af seks platforme, der er forbundet med broer, hvorfra alle forbindelsesrørledninger og tjenester styres.

- Tyra Øst A (TØA) er hovedplatformen, som rummer beboelsesfaciliteter, installationer og livsunderstøttende systemer samt behandlingsfaciliteter for behandling af gas-/kondensatproduktionen fra Tyra Øst-reservoiret samt faciliteter for modtagelse og behandling af råbrøndsproduktionen fra satellitplatformene Valdemar, Roar, Svend og Tyra SØ samt kondensat fra Tyra V.
- Tyra Øst B (TØB) er en brøndhovedplatform, som omfatter 24 brøndslots.
- Tyra Øst C (TØC) er en brøndhovedplatform, som omfatter 12 brøndslots.
- Tyra Øst D (TØD) er en gasafbrændingsplatform.
- Tyra Øst E (TØE) er en riser-platform til undersøiske rørledninger fra Roar, Valdemar og Tyra V samt til gasrørledningerne fra Dan FB og Gorm E.
- Tyra Øst F (TØF) er et bromodul, der tjener som støtte for gas- og væskemodtagemodulet TEE og som riser-platform for Svend/Harald-rørledningen.



Figur 3-2 Tyra Øst.

Tyra Vest består af fem platforme, som er forbundet med broer, hvorfra alle forbindelsesrørledninger og tjenester styres.

- Tyra Vest A (TVA) er hovedplatformen, som rummer beboelsesfaciliteter, installationer og livsunderstøttende systemer samt behandlingsfaciliteter for behandling af gas-/kondensatproduktionen fra den vestlige flanke af Tyra-reservoiret, vandvåd gas fra Valdemar AB, lavtryksgas fra Roar og Tyra SØ, højtryksgas fra Halfdan (blandet med gas fra Dan) og rågas fra Tyra Øst inkl. dens satellitplatforme samt fra Harald, Lulita og Trym (norsk felt).
- Tyra Vest B (TVB) er en brøndhovedplatform, som omfatter 12 brøndslots og riser-platform til den indgående 18 km 12" gasrørledning fra Valdemar AB.
- Tyra Vest C (TVC) er en brøndhovedplatform, som omfatter 24 brøndslots.
- Tyra Vest D (TVD) er en gasafbrændingsplatform.
- Tyra Vest E (TVE) er en kombineret bromodul- og riser-platform, som rummer det primære anlægsmodul til gaskomprimering- og konditionering samt tjener som riser-platform for to gasrørledninger til Tyra Øst C; gasrørledningen fra Halfdan BA og gaseksportrørledningen til F3 (NOGAT).



Figur 3-3 Tyra Vest.

Platformene Tyra Øst og Vest udgør eksportcentret for al den gas, der produceres af Maersk Oil i Danmark. Størstedelen af den producerede gas komprimeres og eksporteres på to måder; enten via Tyra Øst til Nybro i Danmark eller fra Tyra Vest via NOGAT-rørledningen til Den Helder i Nederlandene.

Løbende kontrol og overvågning af satellitplatformene Tyra Sydøst, Roar, Valdemar og Svend fjernstyres fra Tyra Øst og Vest.

3.1.2.2 Tyra Sydøst.

Tyra Sydøst er beliggende ca. 10 km sydøst for Tyra Øst. Vanddybden ved Tyra Sydøst er 38 m.

Tyra Sydøst-faciliteterne er udviklet som en satellit til Tyra Øst. Tyra Sydøst omfatter TSA, der er en ubemandet STAR-brøndhovedplatform uden helikopterdæk, og TSB, som er en brøndhovedplatform installeret i 2014 (Figur 3-4). Efter separation transporteres produktionen til Tyra Øst i to rørledninger for behandling og efterfølgende eksport til land.

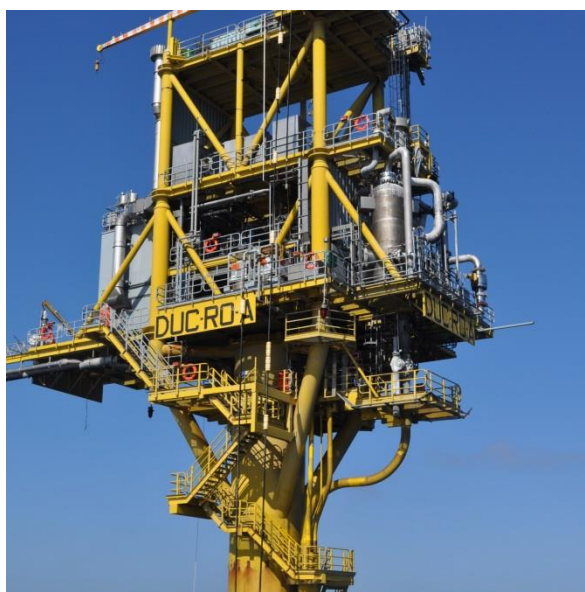


Figur 3-4 Tyra Sydøst.

3.1.2.3 Roar

Roar ligger ca. 11 km nordvest for Tyra Øst. Vanddybden ved Roar er 41 m.

Roar er en satellitplatform til Tyra Øst-installationen. Roar er en ubemandet STAR-brøndhovedplatform uden helikopterdæk. Efter separation sendes de producerede kulbrinter via to rørledninger til Tyra Øst for behandling og eksport.



Figur 3-5 Roar.

3.1.2.4 Valdemar

Valdemar ligger ca. 17 km nordvest for Tyra Øst. Vanddybden ved Valdemar er 40 m. Valdemar består af to satellitinstallationer til Tyra Øst, nemlig Valdemar A og Valdemar B.

Valdemar A omfatter to ubemandede STAR-brøndhovedplatforme (VAA og VAB) uden helikopterdek, der er forbundet med en bro. Efter separation sendes produktionen til Tyra Vest for behandling og transport til land/eksport, mens kondensater transporteres til Tyra Øst for behandling og eksport til land.



Figur 3-6 Valdemar A.

Valdemar B omfatter en ubemandet STAR-brøndhovedplatform (VBA) uden helikopterdek, ca. 4 km fra anlægget Valdemar VAA/VAB. Produktionen fra Valdemar VBA sendes til Tyra Øst via Roar gennem en flerfaserørledning. Produktionen fra Valdemar VBA-platformen transporteres til Tyra Øst for behandling og eksport til land.



Figur 3-7 Valdemar B.

3.1.2.5 Svend

Svend er placeret ca. 64 km nordvest for Tyra Øst. Vanddybden ved Svend er 64 m.

Svend-feltet produceres via en satellitplatform til Tyra Øst. Svend er en ubemandet STAR-brøndhovedplatform uden helikopterdek (Figur 3-8). De producerede kulbrinter sendes til Tyra Øst for behandling og eksport.



Figur 3-8 Svend.

3.1.2.6 Rørledninger

Produktionsanlæggene er forbundet vha. undersøiske rørledninger, hvori der transporteres olie, gas og vand. Rørledningerne er nedgravet i en dybde på 2 m eller dækket af sten på de steder, hvor de løber oven på havbunden. Figur 3-1 viser en oversigt over de eksisterende rørledninger og rørledningernes indhold.

3.1.3 Borebrønde

Der er i øjeblikket i alt 111 brønde i TYRA-projektet: 36 ved Tyra Øst, 36 ved Tyra Vest, 7 ved Tyra Sydøst, 5 ved Svend, 4 ved Roar, 14 ved Valdemar A og 9 ved Valdemar B.

Der er 24 ledige brøndslots til rådighed for boring: 16 ved Tyra Sydøst, 2 ved Svend, 3 ved Roar, 2 ved Valdemar A og 1 ved Valdemar B.

3.1.4 Behandlingskapacitet

Behandlingskapaciteten på TYRA-faciliteterne (Tyra Vest og Tyra Øst) er angivet i Tabel 3-1. Anlæggene er beregnet til kontinuerlig drift 24 timer i døgnet. Vedligeholdelsen er normalt tilrettelagt, så det kun er en del af anlægget, der lukkes ned. På den måde bliver produktionen kun delvist berørt. Anlæggene bliver kun lukket ned i deres helhed i tilfælde af alvorlige uheld eller i forbindelse med større vedligeholdelsesarbejde.

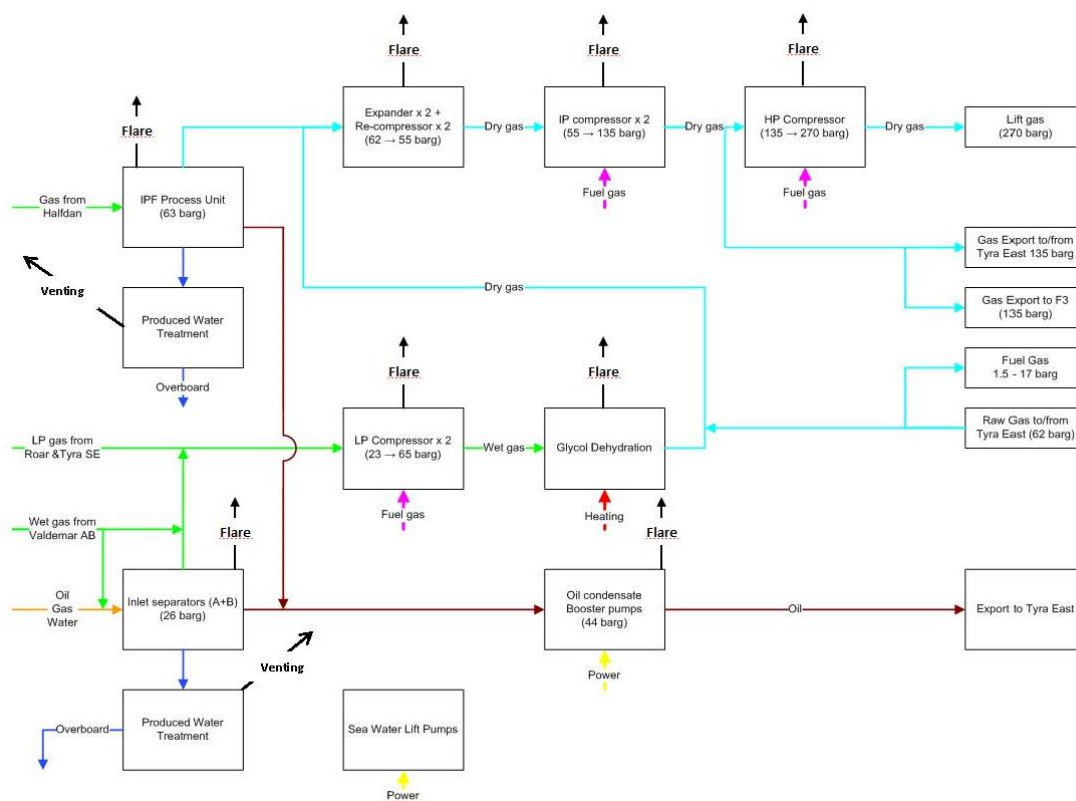
Tabel 3-1 Behandlingskapacitet på TYRA-faciliteterne (Tyra Vest og Tyra Øst).

Proces	Enhed	Tyra Vest	Tyra Øst
Væske separation	BOPD	94.350	182.410
Gasse separation	MMscfd	634	933
Behandling af produceret vand	BWPD	82.399	88.060
Gasdehydrering	MMscfd	933	709
Højtryksgaskomprimering	MMscfd	933	597
Lavtryksgaskomprimering	MMscfd	485	ikke oplyst
Kulbrintedugpunkt kontrol	MMscfd	ikke oplyst	597
Stabilisering	BPD	ikke oplyst	70.448

På Tyra Vest-anlægget er der 2 primære processer:

- Separationsprocess
- Gaskomprimerings- og dehydreringsproces, herunder vanddehydrering og kulbrintestabilisering.

Diagrammet i Figur 3-9 viser den samlede proces som et forenklet procesblokdiagram over olie- og gasproduktionsanlægget, på Tyra Vest. Et mere detaljeret diagram visende processen for behandling af produceret vand findes i afsnit 9.3.

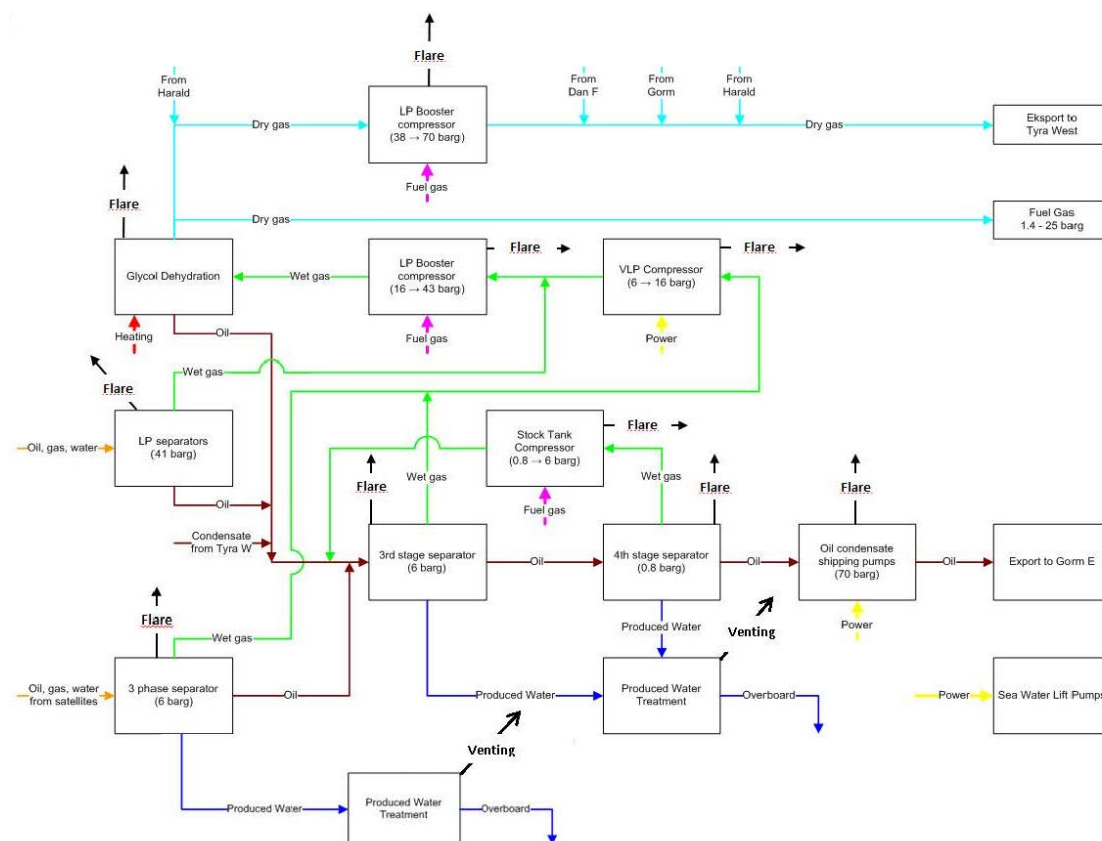


Figur 3-9 Forenklet diagram over processen på Tyra Vest.

På Tyra Øst-anlægget er der 2 primære processer:

- Separationsproces
- Gaskomprimerings- og dehydreringsproces

Diagrammet i Figur 3-10 viser den samlede proces som et forenklet procesblokdiagram over olie- og gasproduktionsanlægget på Tyra Øst. Et mere detaljeret diagram visende processen for behandling af produceret vand findes i afsnit 9.3.



Figur 3-10 Forenklet diagram over processen på Tyra Øst.

Energiforsyningen til TYRA-anlæggene består af selvproduceret naturgas samt diesel, der leveres med skib.

Naturgas benyttes som brændstof i gasturbiner, der driver f.eks. el-generatorer, gaskompressorer og højtryksvandinjektionspumper.

Diesel benyttes i dual-fuel gasturbiner, til kraner og til beredskabsudstyr, som f.eks. brandsprøjter.

Flaring ved kompressorindløb-/udløb kan være nødvendig i korte perioder i tilknytning til planlagte og kontrollerede procesoperationer (f.eks. opstart) og af sikkerhedsmæssige årsager i forbindelse med uforudsete procesafbrydelser, som forårsager overtryk i procesudstyr og trykfald i udstyr på platformen i nødsituationer. Den største kilde til cold venting er afgassing.

3.1.5 Affald

Maersk Oil transporterer alt affald fra de danske faciliteter i Nordsøen til land, hvor det bliver genanvendt, afbrændt eller deponeret i overensstemmelse med gældende lovgivning. I løbet af de seneste fem år er der gennemsnitligt indsamlet 10.000 tons affald, der er blevet transporteret i land fra alle Maersk Oil-faciliteter. I denne periode er ca. 99 % af affaldet gået til genbrug eller forbrænding. Affald til deponi består delvist af sandblæsningsmaterialer. Siden 2014 er størstedelen af sandet blevet genbrugt til vejanlæg og andre byggematerialer, hvilket har medført en væsentlig reduktion af mængden af affald til deponi.

3.1.6 Naturally Occurring Radioactive Material (NORM)

Naturally Occurring Radioactive Material (NORM), f.eks. sand, rustskaller og oprensingsmaterialer fra slanger, ventiler eller rørledninger, opsamles og føres i land, hvor materialerne behandles, så kulbrinte-forbindelser og rustskaller fjernes. Efter behandling opbevares NORM under sikre forhold. Den samlede gennemsnitlige mængde NORM, der blev oplagret i 2013-2014, var omkring 70 tons. Mængden af NORM forventes at stige, efterhånden som felterne udvikles, og Maersk Oil er i øjeblikket ved at evaluere de bedste løsningsmuligheder for håndtering af NORM-affald.

3.1.7 Udledninger

Der forventes en række udledninger som et led i de planlagte aktiviteter, herunder boremudder og -spåner, produceret vand og kølevand. Disse er beskrevet i afsnit 3.2 og bilag 1.

Endelig vil størstedelen af det spildevand, der genereres af fartøjer og platforme, indeholde:

- gråt vand (vand fra madlavningsaktiviteter, brusebads- og tøjvaskfaciliteter, dækafløb og andre ikke-olieholdige spildevandsafløb (bortset fra spildevand))
- behandlet sort vand (spildevand)
- afløbsvand
- brugsvand/motorkølevand.

Alle udledninger vil overholde kravene i den internationale konvention om forebyggelse af forurening fra skibe af 1973 som ændret ved 1978-protokollen (MARPOL 73/78) og bilagene hertil.

3.2 Planlagte aktiviteter

Her præsenteres de planlagte aktiviteter for TYRA-projektet med henvisning til de syv tekniske afsnit (bilag 1).

3.2.1 Seismiske undersøgelser

Der gennemføres seismiske undersøgelser for at indhente oplysninger om den geologiske struktur under overfladen for at kunne identificere placering og volumen af potentielle kulbrintereserver og for at sikre, at bund- og overfladeforhold er velegnede til de planlagte aktiviteter (f.eks. boring og anlæg af produktionsfaciliteter).

I forbindelse med TYRA-projektet skal der indhentes flere forskellige typer seismiske data:

- 4D-seismiske undersøgelser er 3D-seismiske undersøgelser, der er gentaget over en tidsperiode, og som kan tage flere måneder at gennemføre. Der er planlagt 4D-seismisk undersøgelse af et område på et par hundrede km² for 2016 eller 2017, og den forventes at skulle gentages hvert fjerde år.
- "Site surveys" (der forventes én pr. år) kan omfatte 2D HR multikanal- og enkeltkanal-seismisk, sidesøgende sonar, singlebeam- og multibeam-ekkolod, kerneboring af havbunden samt magnetometer. Den typiske varighed af den type undersøgelse er én uge, og den dækker et område på 1x1 km.
- Der gennemføres seismiske borehulsundersøgelser (der forventes én pr. år) med en række geofoner, der nedsænkes i en borebrønd for at indsamle data. De varer normalt en eller to dage.

3.2.2 Rørledninger og konstruktioner

Der vil dog blive gennemført regelmæssig vedligeholdelse af de eksisterende rørledninger og konstruktioner ved TYRA-projektet, herunder udvendig visuel inspektion ved hjælp af et fjernstyret undervandsfartøj (ROV). Endelig vil der blive gennemført indvendig inspektion/rengøring af rørledningerne (ved hjælp af grise). Hvis inspektionen afslører, at det er nødvendigt med en udskiftning af de eksisterende rørledninger, gennemføres en særskilt projekt- og miljøscreening.

I forbindelse med TYRA-projektet er ni udviklingsprojekter under overvejelse. Formålet med projekterne er at optimere den nuværende TYRA-produktion og muligvis få adgang til nye ressourcer. Udviklingsprojekterne er ikke angivet i detaljer på dette stadie, og der er således kun tale om skitserede forslag:

- Optimering af Valdemar LC-udviklingsområdet: en brøndhovedplatform (SLIC-type, 8 brøndslots) med 6 nye olieproducerende brønde og en 1 km flerfaserørledning til den eksisterende Valdemar BA-platform.
- Valdemar LC gasinjektion: en brøndhovedplatform (SLIC-type, 10 brøndslots) med 10 nye gasinjektionsbrønde og 2 nye gasrørledninger (på hver 18 km) til Tyra.
- Boje-udviklingsområdet: en brøndhovedplatform (SLIC-type, 8 brøndslots) med 6 nye olieproducerende brønde og en 8 km flerfaserørledning til den eksisterende Valdemar AA-platform.
- Bo Syd-udviklingsområdet: en brøndhovedplatform (SLIC-type, 4 brøndslots) med 4 nye olieproducerende brønde og en 5 km flerfaserørledning til den eksisterende Valdemar BA-platform.
- Adda fase I + II: en brøndhovedplatform (4-benet type, 16 brøndslots) med 8 nye brønde (7 gasproducerende og 1 olieproducerende) samt 2 nye gasrørledninger (på hver 12 km) til Tyra.
- Tyra LC-udviklingsområdet: en brøndhovedplatform (SLIC-type, 4 brøndslots) med 3 nye olieproducerende brønde (ingen nye rørledninger).

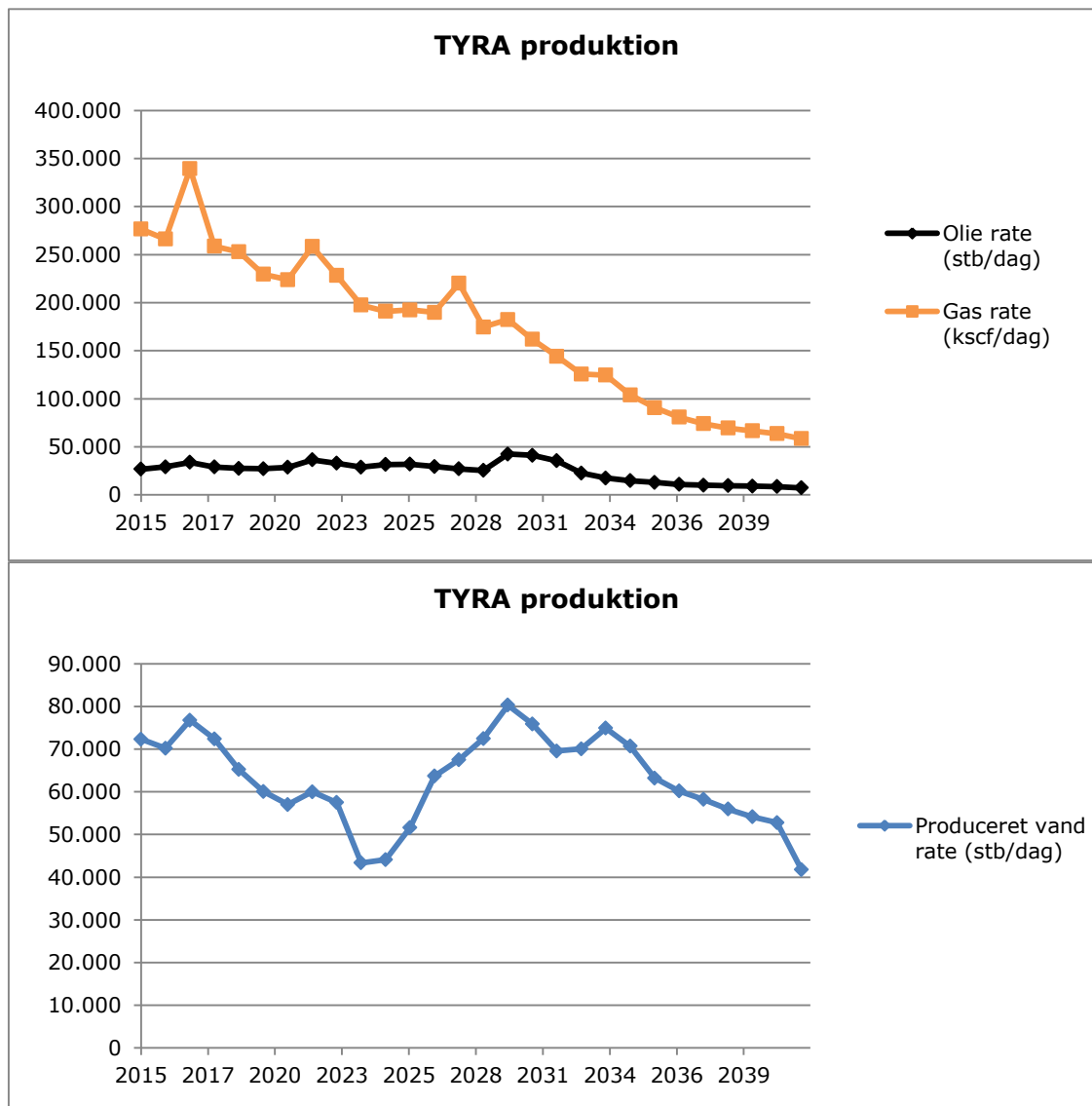
- Tipo (Svend): en brøndhovedplatform (SLIC-type, 10 brøndslots) med 10 nye olieproducerende brønde og en 1 km flerfaserørledning til den eksisterende Svend-platform.
- Ella (Svend): en brøndhovedplatform (SLIC-type, 6 brøndslots) med en ny gasgenerator og en 20 km gasrørledning til den eksisterende Tyra-platform.
- Farsund: en brøndhovedplatform (SLIC-type, 40 brøndslots) med 40 nye olieproducerende brønde og en 10 km flerfaserørledning til den eksisterende Valdemar BA-platform.

3.2.3 Produktion

Produktionen startede på Tyra i 1984, Valdemar i 1993, Roar i 1996, Svend i 1996 og derefter fulgte Tyra Sydøst i 2002. Produktionen for TYRA-projektet udgør for perioden 1984-2014 i alt 338 mio. tønder olie (STBO) og 4.418 mia. standardkubikfod gas (125 mia. kubikmeter). Den samlede årlige produktion fra TYRA-projektet toppede omkring 2005, og der sker nu løbende et naturligt fald. Dette er tegn på, at størstedelen af felterne har nået en relativt moden fase i produktionscyklussen. I 2014 havde TYRA en årlig produktion på 10 mio. tønder olie og 74 mia. standardkubikfod gas.

I løbet af oliebrøndes produktive levetid vil de fleste producere olie, gas og vand. Blandingen kommer fra reservoiret og består i starten mest af kulbrinter. Efterhånden stiger andelen af vand, og væskebehandlingen bliver mere krævende. Samtidig falder det samlede volumen af væske der skal behandles. Behandlingen er nødvendig for at få separeret den væske, der hentes op fra reservoierne. Separation af olie, gas og vand sker sædvanligvis i flere trin ved udnyttelse af gravitet. Maersk Oil anvender kemikalier til at optimere processen med væskeproduktion, separation og transport. Kemikalier er nødvendige for en effektiv separation af olie og vand, reducerende koncentrationen af olie i det producerede vand som udledes til havet (se Bilag 1).

Figur 3-11 viser den maksimale samlede forventede produktion af olie, gas og vand fra TYRA-projektet. Der er i øjeblikket ingen re-injektion som del af TYRA-projektet.

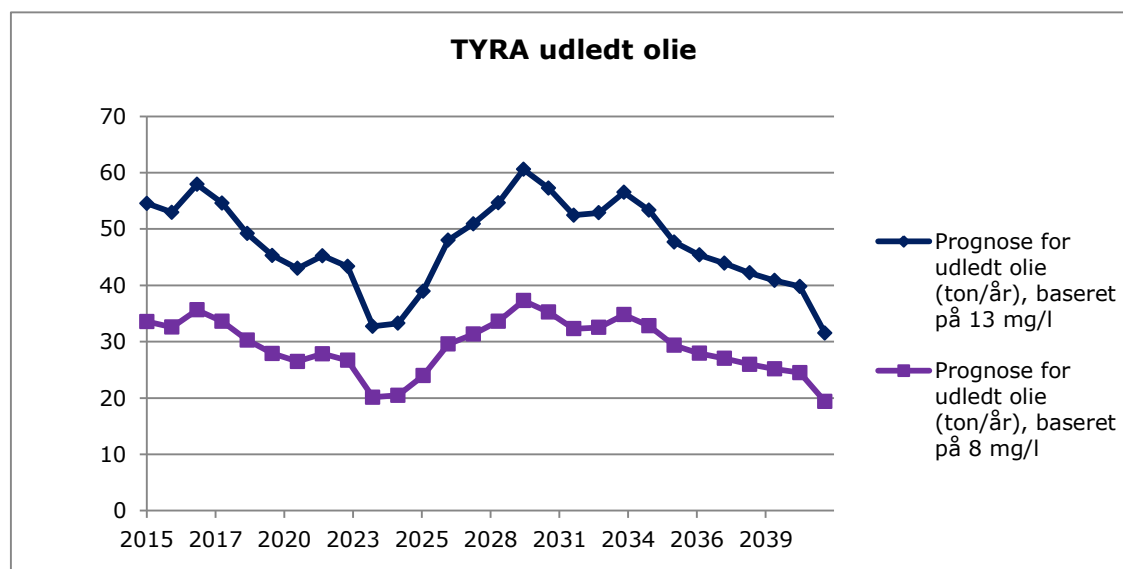


Figur 3-11 Den maksimale samlede forventede produktion af olie, gas og vand fra TYRA-projektet. Mængderne for olie og vand er angivet som standardtønder pr. dag, mens gasmængderne er angivet som 1.000 standardkubikfod gas pr. dag. Der foretages ingen re-injektion ved TYRA-projektet, og alt produceret vand udledes. Stigningen i mængden af udledt produceret vand skyldes samtidige udviklingsprojekter på Tyra og Roar.

Maersk Oil benytter produktionskemikalier (f.eks. midler til fjernelse af svovlbrinte og biocider) til at optimere behandlingen af den producerede væske. Bilag 1 indeholder en fortegnelse over de væsentligste kemikalier, som Maersk Oil benytter, og deres generelle anvendelse og opdeling i vand-/oliefasen. En del af olien og kemikalierne indgår i det behandlede producerede vand, der udledes. Udledning af produceret vand til havet er kun tilladt efter godkendelse fra Miljøstyrelsen.

Angivelserne af karakter, type og mængde af kemikalier, der benyttes i produktionen og udledes til havet, forventes at blive opdateret, så de følger ændringer i produktion og teknisk udvikling. I 2013-2014 blev der benyttet 2.575 tons kemikalier til produktionen ved TYRA-projektet, og der blev udledt ca. 1.850 tons kemikalier til havet. Generelt følger mængden af anvendte kemikalier mængden af produceret vand. For TYRA-projektet forventes mængden af udledt produceret vand at falde indtil 2023, hvorefter den stiger for at kulminere i 2029 og derefter falde (Figur 3-12). I fremtiden vil Maersk Oil fortsat reducere risikoen for, at udledningerne vil påvirke havmiljøet, ved at reducere mængden af udledte kemikalier, forbedre behandlingsprocesserne eller vælge alternative kemikalier (se afværgeforanstaltninger i afsnit 8).

Karakter, type og mængde af anvendte kemikalier samt mængden af olie, der er udledt til havet, rapporteres til Miljøstyrelsen. Nyeste udledningstilladelse er tilgængelig ved henvendelse til MST.



Figur 3-12 Mængde af olie udledt for TYRA-projektet. Olieindholdet i udledt produceret vand forventes at ligge på mellem 8 mg/l og 13 mg/l).

TYRA-projektet bidrager til den samlede mængde olie i udledningerne af produceret vand til havet. Estimerne for olieudledninger (gennemsnitlige og maksimale Figur 3-11) er baseret på prognoser for udledning af produceret vand og historik om olieindholdet i vand ved TYRA-projektet. Den anslåede årlige oliemængde i produceret vand på Tyra varierer fra 20 til 60 tons frem til 2042.

Olieindholdet i produceret vand er reguleret af DEPA baseret på OSPAR-regler. Maersk Oil's udledningstilladelse fastsætter maksimalt tilladelig udledning af olie med udledning af produceret vand fra eksisterende Maersk oil installationer. I 2015 er den maksimalt tilladelige mængde 202 tons.

Installationer til behandling af produceret vand justeres enten direkte på Tyra eller på andre procesinstallationer til overholdelse af kravene fastsat af MST i udledningstilladelsen.

Maersk Oil benytter flowmetre, som kontinuerligt måler mængden af udledt produceret vand, og der indsamles regelmæssigt vandprøver til analyse af olieindhold.

Mængden af olie i produceret vand, der udledes til havet, rapporteres til Miljøstyrelsen.

3.2.4 Boring

Det er nødvendigt at bore brønde for at kunne udvinde olie- og gasressourcer. Brønde benyttes til at transportere væsken (en blanding af olie, gas, vand, sand og ikke-kulbrintegasser) op fra det geologiske reservoir til Maersk Oils anlæg, hvor behandlingen af væsken finder sted. Brønde bruges også til injektion af vand (havvand eller produceret vand) eller gas for at opnå et højere reservoirtryk og dermed en forbedret olie- og gasindvindingseffekt.

For TYRA er der 24 eksisterende brøndslots til rådighed for boring (16 ved Tyra Sydøst, 2 ved Svend, 3 ved Roar, 2 ved Valdemar B og 1 ved Valdemar A). Maersk Oil har endnu ikke besluttet, hvorvidt der skal bores på disse ledige slots. Derudover forventes boret 106 brøndslots i

forbindelse med de mulige TYRA-udviklingsprojekter. I forbindelse med TYRA-projektet forventes der ikke at ske genanvendelse af slots eller udført genboringer i eksisterende brønde.

Bilag 1 viser typiske brøndtyper. Det er ikke besluttet, hvilken type brønd der vil være velegnet til TYRA-projektet. Boring foretages fra en borerig, der er anbragt på havbunden (med et forventet areal på nogle få hundrede m²). Det tager op til 150 dage at bore en ny brønd. Der anvendes forskellige typer boremudder baseret på brøndens og reservoirets egenskaber. Vandbaseret mudder og vandbaserede spåner udledes til havet, mens oliebaseret mudder og oliebaserede spåner bliver bragt i land til tørring og forbrænding. Udledning til havet er kun tilladt efter godkendelse fra Miljøstyrelsen. Vandbaseret boremudder og borespåner kan indeholde spor af olie. Olieindholdet i det vandbaserede boremudder og i borespånerne overvåges regelmæssigt, så det sikres, at indholdet ikke overstiger 2 % i gennemsnit. Det anslås, at der i gennemsnit kan udledes 7 tons olie pr. 1.000 m reservoirafsnit til havet, hvilket svarer til en maksimumudledning på 28,8 tons olie pr. brønd (type 2 og 4 med et reservoirafsnit på 5.000 m).

3.2.5 Stimulering af brønde

Formålet med brøndstimulering er at forbedre kontakten mellem brønden og reservoiret med det formål at fremme kulbrinteudvindingen (ved en produktionsbrønd) eller vandinjektionen (ved en injektionsbrønd). "Well test" udføres for at vurdere en brønds produktionspotentiale efter stimulering.

Ved TYRA-projektet kan de nye brønde (op til 23 i eksisterende brøndslots og op til 106 brønde i nye konstruktioner) underkastes matricebaseret syrestimulering eller fracking. Ved de nuværende brønde ved TYRA-projektet kan der udføres matricebaserede syrestimuleringer (i alt op til 2 pr. år). Anvendelse og udledning (f.eks. i forbindelse med boring og vedligeholdelse) af kemikalier er beskrevet i bilag 1. Udledninger til havet er kun tilladt efter godkendelse fra Miljøstyrelsen.

3.2.6 Transport

Der transporteres dagligt både personer og forsyninger til Maersk Oils produktion og boreaktiviteter via helikoptere, forsyningsfartøjer og overvågningsfartøjer. Der kan indsættes standbyfartøjer i forbindelse med boring og opgaver, der kræver arbejde udført ud over siden af anlægget.

3.2.7 Afvikling

Afvikling vil ske i overensstemmelse med den tekniske viden, lovgivningen, industrierfaring, internationale konventioner og de retlige rammer, der er gældende på afviklingstidspunktet. Afviklingen vil blive planlagt i overensstemmelse med OSPARs beslutning 98/3 om bortskaffelse af offshoreinstallationer, der ikke længere anvendes.

Det forventes, at:

- Brøndene bliver permanent forsegle ind mod reservoiret, og casingen over havbunden bliver fjernet.
- Platformsfaciliteter og -kapper bliver rengjort, fjernet og ført i land til demontering. Kulbrinter og affald bliver transporteret i land til bortskaffelse.
- Nedgravede rørledninger renses, fyldes med havvand og efterlades in situ.

Afviklingen af TYRA-faciliteterne forventes at generere op til 81.500 tons affald, der skal transporteres i land og behandles efter forskrifterne. Hovedkilden til affald forventes at komme fra det stål, der bliver frigjort fra kappen, og fra topside-faciliteterne.

3.3 Utilsigtede hændelser

De utilsigtede hændelser, der er omhandlet her, er hændelser, der kan indtræffe i forbindelse med efterforsknings-, produktions- og afviklingsaktiviteter ved TYRA-projektet, og som kan have miljømæssige eller sociale virkninger.

Der kan også forekomme mindre operationelle utilsigtede oliespild, kemikaliespild eller gasudslip.

Desuden kan der forekomme et stort udslip (olie, gas eller kemikalie). Generelt er det hændelsesforløb, der fører til sådanne hændelser, usandsynligt, komplekst, og der kan opstilles en lang række scenarier (f.eks. /136//137/).

De scenarier, der er knyttet til Maersk Oils aktiviteter ved TYRA-projektet, og som kan medføre alvorlige ulykker med fare for større alvorlige påvirkninger, fremgår af de tekniske afsnit og omfatter skibskollisioner, rørledningsbrud som følge af korrosion, erosion eller kontakt, "blow out" fra borebrønde og påvirkning af udstyr på hovedplatform.

3.4 Projektalternativer

Maersk Oil har overvejet flere forskellige alternativer til de planlagte aktiviteter. Alternativerne er blevet evalueret ud fra tekniske, økonomiske, miljømæssige og sikkerhedsmæssige parametre.

3.4.1 0-alternativet

0-alternativet (nulalternativet) er en projektion af den forventede fremtidige udvikling uden realisering af projektet, og det beskriver det potentielle resultat, hvis der ikke gøres noget. I TYRA-projektets tilfælde ville det betyde, at produktionen ophører.

Olie- og gasproduktionen offshore har stor betydning for den danske økonomi. Tusinder af mennesker er beskæftiget i offshoreindustrien, som også bidrager med betydelige skatteindtægter til Danmark. Statens samlede indtægter anslås at ligge mellem DKK 20 og DKK 25 mia. om året for perioden fra 2014 til 2018.

Den danske regering har fastsat et mål om, at 30 % af det danske energiforbrug skal komme fra vedvarende energi i 2020. Som et element i Danmarks langsigtede energistrategi anses olie- og gasproduktionen for at være et middel til opretholdelsen af en høj forsyningssikkerhed. Danmark forventes at være nettoeksportør af naturgas til og med 2025, og Maersk Oil har driftslicens indtil 2042 /35/.

Hvis Maersk Oil ikke opretholder en produktion ved TYRA-projektet i Nordsøen, kan TYRA-projektet ikke bidrage til den danske økonomi eller den danske forsyningssikkerhed.

3.4.2 Tekniske alternativer

Bilag 1 indeholder de tekniske alternativer til seismiske undersøgelser, rørledninger og konstruktioner, produktion, boring, brøndstimulering, transport og afvikling.

4. METODE

Denne redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger (ESIS) er baseret på North Sea Atlas 2014, tekniske rapporter, VVM'er, videnskabelige artikler, der har været genstand for peer review, Maersk-overvågningsrapporter og industrirapporter.

4.1 Rochdale Envelope-metoden

Ved hjælp af Rochdale Envelope-metoden kan der udføres en meningsfuld ESIA ved at definere et "realistisk worst case-scenarie", som beslutningstagere kan anvende, når de skal afgøre, om et projekts virkning på miljøet er acceptabel eller ej.

Med Rochdale Envelope-metoden kan en projektbeskrivelse defineres bredt. Projektet kan beskrives ved en serie af maksimale omfang – det "realistiske worst case-scenarie". Projektet kan derfor planlægges i detaljer inden for denne ramme, uden at den tilhørende ESIA bliver ugyldig.

Hvis der er tale om et interval, f.eks. mængde produceret vand eller volumen af boremudder, vurderes det mest skadelige i hvert tilfælde. Vurderingen af virkninger for TYRA-projektet er f.eks. baseret på den maksimale mængde udledt produceret vand og det maksimale antal brønde samt gennemførelsen af nye udviklinger.

4.2 Metodik til vurdering af virkningerne

De potentielle virkninger af TYRA-projektet på de miljømæssige og sociale receptorer (f.eks. vandkvalitet, klima og fiskeri) vurderes med hensyn til efterforskning, produktion og afvikling.

Vurderingen omfatter de direkte og indirekte, kumulative og grænseoverskridende, permanente eller midlertidige samt positive og negative virkninger af projektet. Virkninger evalueres med udgangspunkt i deres karakter, type, reversibilitet, intensitet, omfang og varighed i forhold til de øvrige receptorer (sociale og miljømæssige).

Den metodik, der foreslås anvendt til at vurdere virkninger, omfatter følgende kriterier for kategorisering af miljømæssige og sociale virkninger:

- Receptorens værdi
- Virkningens art, type og reversibilitet
- Virkningens intensitet, geografiske omfang og varighed
- Samlet betydning af virkningerne
- Konfidensniveau

4.2.1 Receptorens værdi

Der bruges forskellige kriterier til at bestemme værdien/følsomheden af hver receptor, herunder modstandsdygtighed over for ændringer, sjældenhed og værdi for andre receptorer (Tabel 4-1).

Tabel 4-1 Kriterier for vurdering af receptorers værdi.

Værdi	
Lav	En receptor, der ikke har betydning for det omgivende økosystems/samfunds funktioner/ydelser, eller som er vigtig, men modstandsdygtig over for ændringer (i forbindelse med projektaktiviteterne), og som naturligt og hurtigt vil vende tilbage til status før påvirkningen, når aktiviteterne ophører.
Middel	En receptor, der har betydning for det omgivende økosystems/samfunds funktioner/ydelser. Den er muligvis ikke modstandsdygtig over for ændringer, men den kan aktivt føres tilbage til status før påvirkningen, eller den vender efterhånden naturligt tilbage til denne status.
Høj	En ressource/receptor, der er afgørende for økosystemets/samfundets funktioner/ydelser, og som ikke er modstandsdygtig over for ændringer og ikke kan føres tilbage til status før påvirkningen.

4.2.2 Virkningernes art, type og reversibilitet

Virkninger beskrives og klassificeres efter deres art, type og reversibilitet (Tabel 4-2).

Tabel 4-2 Klassifikation af virkninger: Virkningernes art, type og reversibilitet

Virkningens art	
Negativ	Virkninger, der anses for at repræsentere en negativ ændring i forhold til eksisterende forhold.
Positiv	Virkninger, der anses for at repræsentere en forbedring i forhold til eksisterende forhold.
Virkningens type	
Direkte	Virkninger, der skyldes direkte interaktion mellem en planlagt projektaktivitet og det berørte miljø.
Indirekte eller sekundære	Virkninger, der ikke er et direkte resultat af projektet, men som er et resultat af en proces (f.eks. miljømæssig). Kaldes også sekundære virkninger.
Kumulative	Virkninger, der følger af trinvis ændringer forårsaget af tidligere, nuværende eller forholdsvist forudselige menneskeskabte aktiviteter i forbindelse med projektet.
Grad af reversibilitet	
Reversible	Virkninger på receptorer, der ophører, når en projektaktivitet er afsluttet.
Irreversible	Virkninger på receptorer, der ikke ophører, når en projektaktivitet er afsluttet.

4.2.3 Virkningers intensitet, geografiske omfang og varighed

Potentielle virkninger defineres og vurderes med hensyn til virkningens omfang og varighed (Tabel 4-3).

Tabel 4-3 Klassifikation af virkninger med hensyn til intensitet, omfang og varighed

Virkningernes intensitet	
Ingen	Ingen virkninger på receptoren i det berørte område.
Lille	Små virkninger på individer/enheder i det berørte område, men receptorens generelle funktionalitet berøres ikke.
Middel	Delvise virkninger på individer/enheder i det berørte område. Generelt mister receptoren delvist sin funktionalitet i det berørte område.
Stor	Delvise virkninger på individer/enheder i det berørte område. Generelt mister receptoren delvist eller fuldstændigt sin funktionalitet i det berørte område.
Virkningernes geografiske omfang	
Lokal	Virkninger er begrænset til det område, hvor aktiviteten gennemføres (inden for 10 km).
Regional	Der er virkninger uden for den umiddelbare nærhed af projektområdet (lokale virkninger) og op til omkring 10 km uden for projektområdet.
National	Virkningerne er begrænset til den danske sektor.
Grænseoverskridende	Virkningerne kan opleves uden for den danske sektor.
Virkningernes varighed	
Kortvarig	Virkninger i hele den periode, som projektaktiviteten omfatter, og op til et år efter.
Mellemlangvarig	Virkninger, der strækker sig over en længere periode, dvs. mellem et og ti år efter projektaktiviteten.
Langvarig	Virkninger, der strækker sig over en længere periode, dvs. mere end ti år efter projektaktiviteten.

4.2.4 Samlet betydning

Definitionen af niveauerne for samlet betydning af virkninger er opdelt efter miljømæssige og sociale receptorer (Tabel 4-4).

Tabel 4-4 Klassifikation af samlet betydning af virkninger.

Samlet betydning	Virkninger på miljømæssige receptorer	Virkninger på sociale receptorer
Positiv	Positive virkninger på receptorens struktur eller funktion	
Ingen/ubetydelig negativ	Ingen målbare virkninger på receptorens struktur eller funktion	
Mindre negativ	Virkningen på receptorens struktur eller funktion er lokal og omgående eller kortvarig. Når aktiviteten ophører, genoprettes det berørte område naturligt til dets status før påvirkningen.	Virkning, der er generende for et lille antal individer uden langvarige følger for kultur, livskvalitet, infrastruktur og ydelser. Den berørte receptor kan relativt nemt tilpasse sig ændringen og opretholde sit levebrød som før påvirkningen.
Moderat negativ	Virkningen på receptorens struktur eller funktion er lokal og kort- til mellemlangvarig. Receptorens funktion i strukturens/økosystemet kan gå delvist tabt. Bestande eller habitater kan blive negativt berørt, men økosystemets funktioner bevares. Når aktiviteten ophører, genoprettes det berørte område til dets status før påvirkningen naturligt eller ved en vis indgriben.	Virkning, der er generende for adskillige individer, hvad angår kultur, livskvalitet, infrastruktur og ydelser. Den berørte receptor kan med nogen vanskelighed tilpasse sig ændringen og opretholde sit levebrød som før påvirkningen med en vis støtte.
Væsentlig negativ	Virkningen på receptorens struktur eller funktion er regional, national eller international og mellemlangvarig eller langvarig. Bestande eller habitater og økosystemers funktion berøres meget negativt. Receptoren kan ikke genoprettes til dens status før påvirkningen uden indgriben.	Virkning, der er udbredt og sandsynligvis umulig at vende om. De berørte receptorer kan ikke tilpasse sig eller fortsætte med at opretholde deres levebrød som før påvirkningen uden indgreb.

4.2.5 Konfidensniveau

Det er vigtigt at fastsætte usikkerheden eller pålideligheden af data, der anvendes til at forudsige omfanget af virkninger og receptorernes sårbarhed, fordi de afgør konfidensniveauet for den samlede betydning.

Der er tre konfidensniveauer for virkninger:

- Lav: Der er kun begrænset viden om og dokumentation for interaktioner. Forudsigelser er ikke modelbaserede, og kort er baseret på ekspertfortolkninger foretaget ved brug af ingen eller begrænsede kvantitative data. Information/data har ringe fysisk dækning/opløsning.
- Middel: Der er viden om og en vis dokumentation for interaktioner. Forudsigelser er muligvis modelbaserede, men er ikke blevet valideret og/eller kalibreret. Kort understøttes af en moderat negativ grad af dokumentation. Information/data har relativt moderat negativ fysisk dækning/opløsning.
- Høj: Der er god viden om og dokumentation for interaktioner. Forudsigelser er sædvanligvis modelbaserede, og fortolkningsbaserede kort understøttes af en stor datamængde. Information/data har omfattende fysisk dækning/opløsning.

5. BESKRIVELSE AF EKSISTERENDE FORHOLD

Beskrivelsen af eksisterende forhold indeholder en generel beskrivelse af hver potentiel receptor og evt. bopstedsspecifikke oplysninger vedrørende TYRA-projektet.

Beskrivelsen omfatter følgende potentielle receptorer:

- **Miljømæssige receptorer**
 - Klima og luftkvalitet
 - Bathymetri
 - Hydrografiske betingelser
 - Vandkvalitet
 - Sedimenttype og -kvalitet
 - Plankton (fytoplankton og zooplankton)
 - Benthiske samfund (fauna og flora)
 - Fisk
 - Havpattedyr
 - Havfugle

- **Sociale receptorer**
 - Kulturarv
 - Beskyttede områder (Natura 2000, UNESCO-verdensarv og nationale naturreservater)
 - Arealanvendelse af havområder
 - Fiskeri
 - Turisme
 - Beskæftigelse
 - Skatteindtægter
 - Olie- og gasafhængighed

5.1 Klima og luftkvalitet

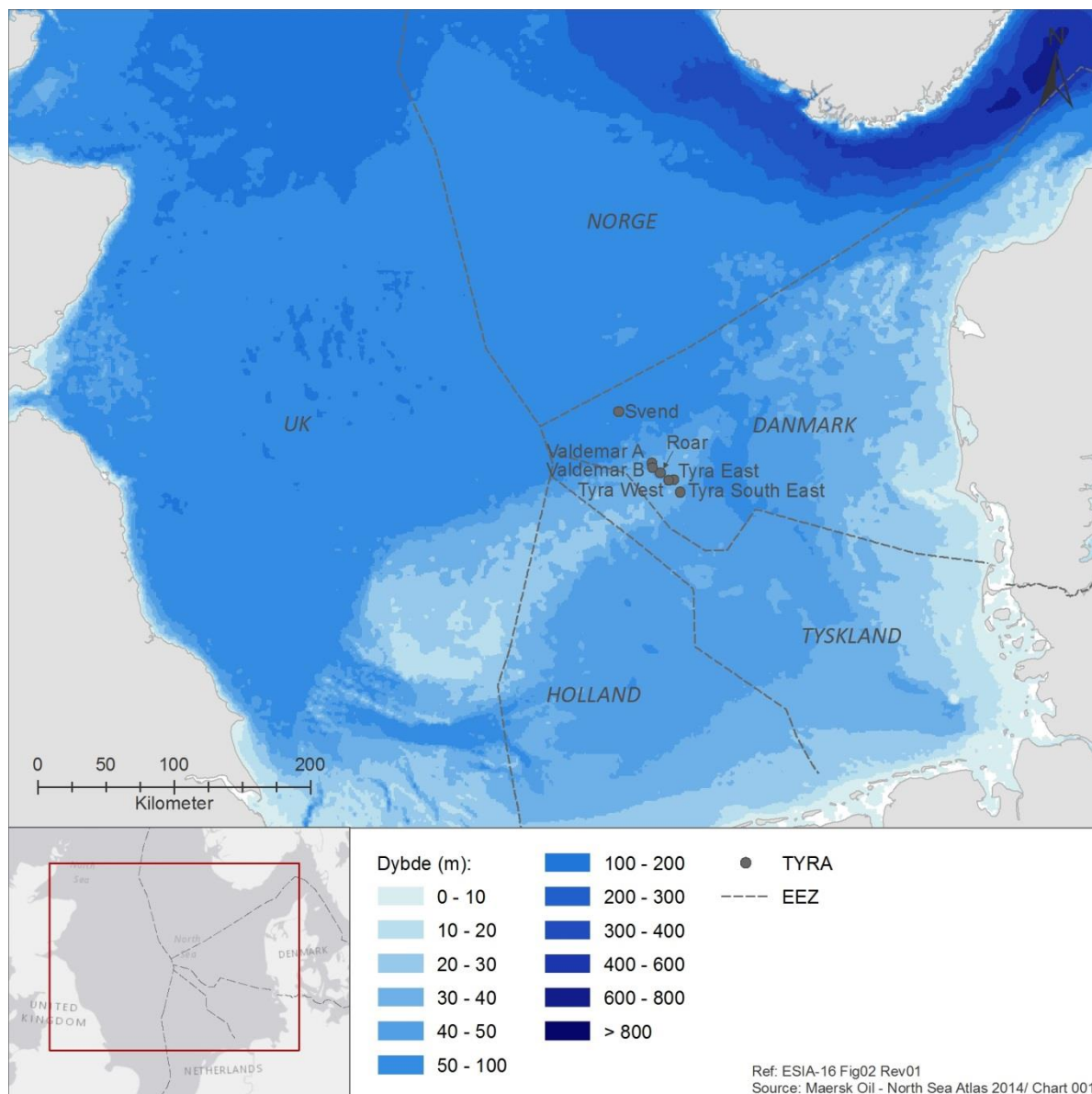
Nordsøen er beliggende på tempererede breddegrader med et klima, der er kendetegnet ved store kontraster mellem årstiderne. Klimaet er stærkt påvirket af tilstrømningen af oceanvand fra Atlanterhavet og af den generelt vestlige luftcirkulation, der ofte indeholder lavtrykssystemer /10/.

Luftkvaliteten i Nordsøen er en kombination af globale og lokale emissioner. Industrialiseringen af kysten og de kystnære områder omkring visse dele af den centrale del af Nordsøen har ført til en forøget koncentration af forurenende stoffer i disse områder, der falder med afstanden til kysten. Skibstrafik og platforme udgør dog kilder til atmosfærisk forurening /141/.

5.2 Bathymetri

Nordsøen er en del af det nordøstlige Atlanterhav, som er beliggende mellem De britiske Øer og det nordvesteuropæiske kontinent. Den vestlige del af den danske Nordsø er relativt lavvandet med vanddybder fra 20-40 m, mens den nordlige del er dybere (f.eks. Norske Rende og Skagerrak; Figur 5-1).

TYRA-projektet er beliggende i den mest lavvandede del af Maersk Oils aktivitetsområde, hvor dybden varierer fra ca. 38 til 64 m /3/.

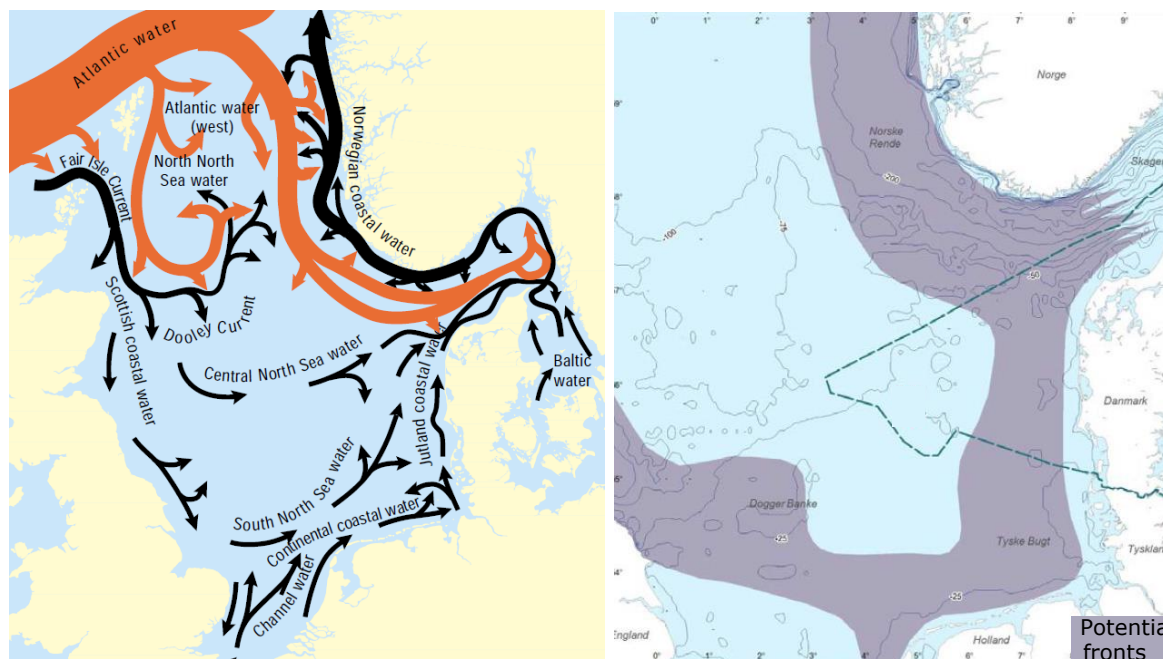


Figur 5-1 Bathymetrien i Nordsøen. Figur gengivet ud fra Maersk Oil Atlas /3/.

5.3 Hydrografiske betingelser

Nordsøen er et halvlukket havområde. Vandcirkulationen bestemmes af indstrømningen fra Nordatlanten, vand gennem Den Engelske Kanal, flodudstrømning fra Rhinen og Maas og den udgående strøm fra Østersøen gennem Skagerrak (Figur 5-2). Disse vandtilstrømninger skaber i tæt interaktion med tidevandskræfter og vind- og lufttryk et kompliceret strømningsmønster i Nordsøen. TYRA-projektet er beliggende i den centrale del af Nordsøen, hvor den dominerende vandcirkulation er østgående.

Hydrografiske fronter skabes de steder, hvor forskellige vandmasser mødes, og omfatter opstrømningsområder, tidevandsfronter og saline fronter. Hydrografiske fronter vurderes at være af stor betydning for økosystemerne i Nordsøen. Der er ikke identificeret et potentiale for hydrografiske fronter i den centrale del af Nordsøen, hvor TYRA-projektet er beliggende.



Figur 5-2 Venstre: General vandcirkulation i Nordsøen. Pilenes bredde angiver transportens størrelse /10/. Højre: Potentiale for hydrografiske fronter i Nordsøen /10//2/.

5.4 Vandkvalitet

Saltholdighed: Saltholdigheden i Nordsøen varierer fra saltvand i vest til brakvand langs kystområderne mod øst. I området for TYRA-projektet er der ikke store sæsonbestemte udsving i saltholdigheden, idet saltholdigheden ved overfladen og bunden er 34-35 psu /3/.

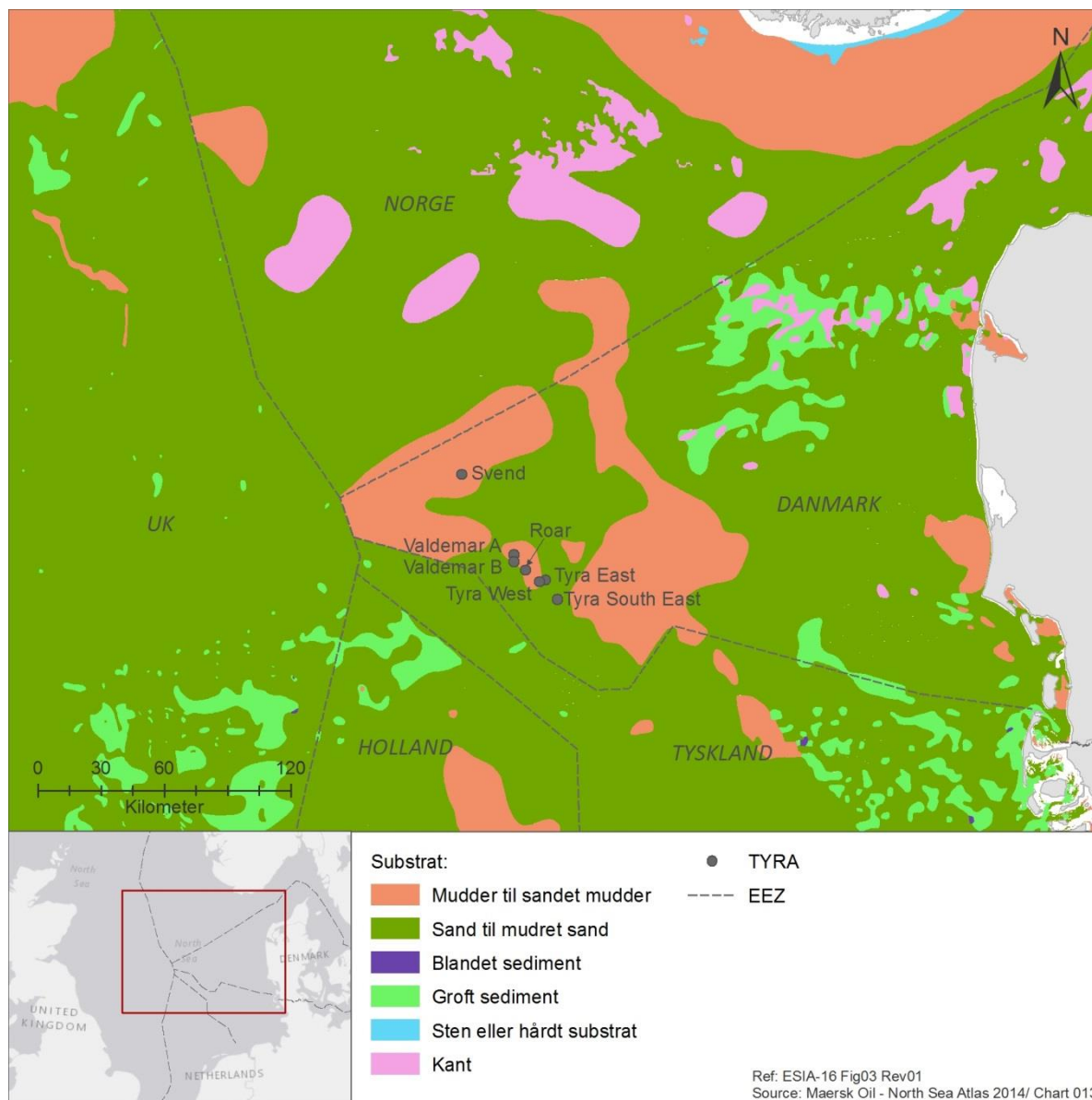
Temperatur: Temperatur i Nordsøen varierer efter årstiden. De laveste temperaturer findes i den nordlige del af Nordsøen, og den højeste temperatur findes i de mere lavvandede områder i den sydlige del af Nordsøen. I området for TYRA-projektet er overfladetemperaturen ca. 7 °C om vinteren (januar) og mellem 15-19 °C om sommeren (august), mens bundtemperaturen varierer fra 6-8 °C om vinteren (januar) og 8-18 °C om sommeren (august) /3/.

Næringsstoffer: Koncentrationen af næringsstoffer i Nordsøens overfladelag er blevet modelleret /3/. Koncentrationerne er højest (>0,04 mg/l for fosfat og >0,30 mg/l for nitrat) langs kystområderne nær de store floders udløb. Koncentrationerne i overfladelaget i området for TYRA-projektet varierer mellem 0,025-0,035 mg/l for fosfat og mellem 0,1-0,15 mg/l for nitrat /3/.

Tungmetaller: Koncentrationen af metaller i Nordsøens vand varierer for cadmium fra 6-34 ng Cd/l, kobber 140-360 ng Cu/l, bly 20-30 ng Pb/l, kviksølv 0,05-1,3 ng Hg/l og nikkel 100-400 ng Ni/l /29/. Metalcyklusserne i havet reguleres af årstidsafhængige fysiske og biologiske processer. De biologisk regulerede metaller (Cd, Cu og Ni) følger næringsstoflignende distributioner med højere koncentration på dybt vand. Visse metaller, herunder Cd og Cu, findes i højere koncentrationer nær og på soklen sammenlignet med de åbne havområder /29/. Der findes ingen bostedsspecifikke oplysninger om metaller i havvand.

5.5 Sedimenttype og -kvalitet

Den danske sektor af Nordsøen er generelt kendetegnet ved sedimenter bestående af sand, mudret sand og mudder samt mindre områder med moræneler med grove sedimenter. TYRA-projektet er beliggende i et område med substrattypen "sand til mudret sand" (Figur 5-3).



Figur 5-3 Havbundssedimenter i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.

Overvågning i maj 2009 ved TYRA Ø-plattformen viser, at overfladen består af fint sand med en median kornstørrelse (D50) på 0,15-0,19 mm. Silt-/lerindholdet i sedimentet er ca. 1 % af indholdet af tørstof (TS). Sedimentets indhold af tørstof er højt, ca. 80 %, hvilket er typisk for sand. Indholdet af organisk materiale målt som glødetab (LOI) er lavt og udgør omkring 0,5 % af sedimentets tørstof. Indholdet af total organisk kulstof (TOC) er lavt og varierer fra < 0,50-1,4 g/kg TS /6/.

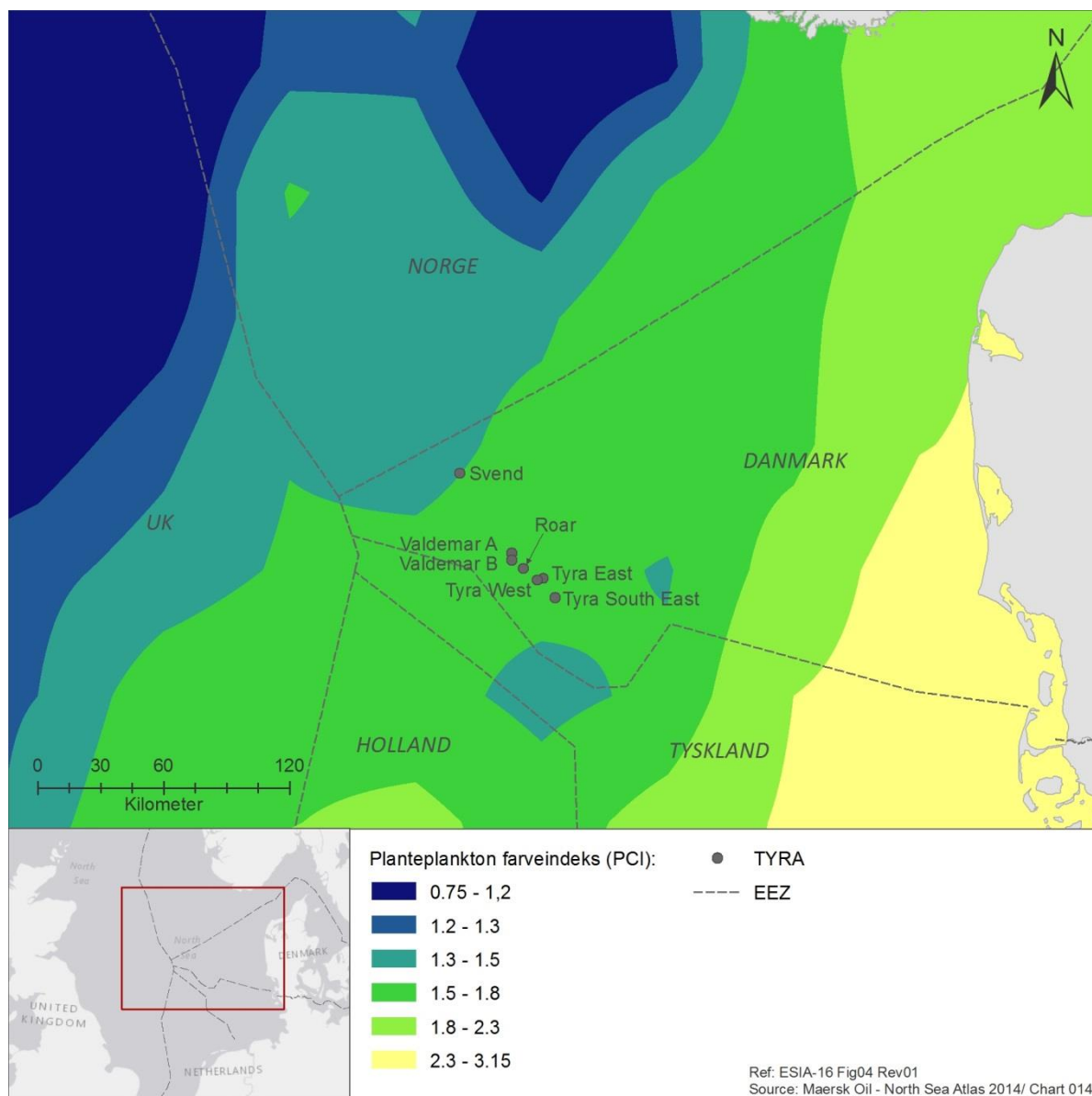
Koncentrationen af THC i overfladesedimentet ligger på mellem < 1 og 18 mg/kg TS, koncentrationen af polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) er lav, mellem < 0,001-0,003 mg/kg TS, mens koncentrationen af alkylerede aromatiske kulbrinter (NPD) ligger på under 0,001 mg/kg TS /6/.

Koncentrationerne af metaller (Cd, Cr, Cu, Pb og Zn /6/) ligger under Miljøstyrelsens nedre aktionsniveauer for dumpning af havbundsmateriale og karakteriseres derfor som "gennemsnitlige baggrunds niveauer eller ubetydelige koncentrationer, hvor der ikke forventes effekter på havorganismer" /8/.

5.6 Plankton

Planktonsamfundet kan bredt opdeles i to kategorier: planteplankton (fytoplankton) og dyreplankton (zooplankton). Plankton udgør den dominerende primære og sekundære biomasse i havøkosystemer og spiller en grundlæggende rolle i fødekæden i havet.

I Nordsøen er fytoplankton primært begrænset af lyset om vinteren og af næringsstoffer i vandet over termoklinen om sommeren /10/. Figur 5-4 viser fytoplanktonfarveindekset (PCI) for Nordsøen i løbet af året. PCI er en direkte visuel estimering af biomassen og tætheden af fytoplankton. Den højeste biomasse og tæthed af fytoplankton findes i de østlige og sydlige dele af Nordsøen. TYRA-projektet er beliggende i et område med gennemsnitlig biomasse og tæthed sammenlignet med resten af Nordsøen, og fytoplanktonsamfundet domineres af dinoflagellater og diatomeer /3/.



Figur 5-4 Fytoplanktonfarveindeks (PCI) for Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.

Zooplankton udgør det led i fødekæden, hvorved den primære produktion af fytoplankton kanaliseres til de højeste trofiske niveauer via planktonædende fisk, som f.eks. sild (*Clupea harengus*), makrel (*Scomber scombrus*) og tobis (*Ammodytes* spp.). Generelt varierer tætheden af zooplankton fra område til område på grund af forskelle i produktion, rovdrift og transport. Zooplanktonsamfundet i den centrale del af Nordsøen er dog generelt ensartet /12/.

Med hensyn til biomasse og produktivitet domineres zooplanktonsamfundene i Nordsøen af copepoder, især *Calanus*-arter, som f.eks. *C. finmarchicus* og *C. helgolandicus* /3/. Calanoide copepoder er store krebsdyr (i sammenhæng med plankton), som størrelsesmæssigt varierer fra 0,5-6 mm, og som er et vigtigt byttedyr for mange arter på højere trofiske niveauer. I området for TYRA-projektet er tætheden af vandlopper middel sammenlignet med Nordsøen med 5,5-9,5 ind/m³ for *C. finmarchicus* og 6,5-12 ind/m³ for *C. helgolandicus* /3/.

Større zooplankton, også kaldet megaplankton, omfatter euphausiider (kril), thaliacea (salper og doliolider), rørgopler og meduser (gopler). Meroplankton omfatter larvestadierne af bentiske organismer og fisk, der i en kort periode af deres livscyklus er i et pelagisk stadium, inden de aflejres på bunden. Vigtige grupper i denne kategori omfatter larver af søstjerner og søpindsvin, krabber, hummere og visse fisk /11/.

5.7 Bentiske samfund

5.7.1 Bentisk flora

Makrofytter (makroalger og højere planter) vokser under betingelser med usædvanlige forskelligartede og dynamiske lysforhold. Vandets klarhed og hydrodynamiske forhold har betydelig virkning på kvantiteten og kvaliteten af det lys, der er tilgængeligt for havplanter på bestemte lokaliteter, og påvirker derfor direkte biomasse- og artssammensætningen i de bentiske samfund i Nordsøen. Dybden af den fotiske zone defineres som dybden, hvor 1 % af bestrålingsstyrken gør fotosyntese mulig /10/.

Vanddybden ved TYRA-projektet og dets nærhed er ca. 40 m (64 m ved Svend). Ved denne dybde er det højst usandsynligt, at der kan forekomme makrofytter.

5.7.2 Bentisk fauna

Den bentiske fauna består af epifauna og infauna (organismer, der lever henholdsvis på eller i havbunden), som f.eks. krebsdyr, bløddyr, ledorme og pighuder.

50 m-, 100 m- og 200 m-dybdelinjerne definerer bredt grænserne mellem de dominerende bentiske samfund i Nordsøen, hvor strukturen af de lokale samfund yderligere påvirkes af sedimenttypen /13//14/. Ifølge beskrivelser af den arealmæssige udbredelse af infaunale og epifaunale hvirvelløse dyr er diversiteten af infauna og epifauna lavere i den sydlige del af Nordsøen end i den centrale og nordlige del af Nordsøen. Epifaunale samfund domineres af fritlevende arter i den sydlige del og fastsiddende arter i den nordlige del. Større arealmæssige gradienter i biomassen er mindre udtalte /15/.

I forbindelse med biologisk overvågning i maj 2009 i området for TYRA-projektet blev der registreret 82 arter i 154 prøver indsamlet omkring TYRA E-plattformen og ved referencestationerne. Med hensyn til artsrigdom var den bentiske fauna domineret af børsteorme efterfulgt af krebsdyr, muslinger og andre taksonomiske grupper (søanemoner, phoronider og slimbændler) (/6/).

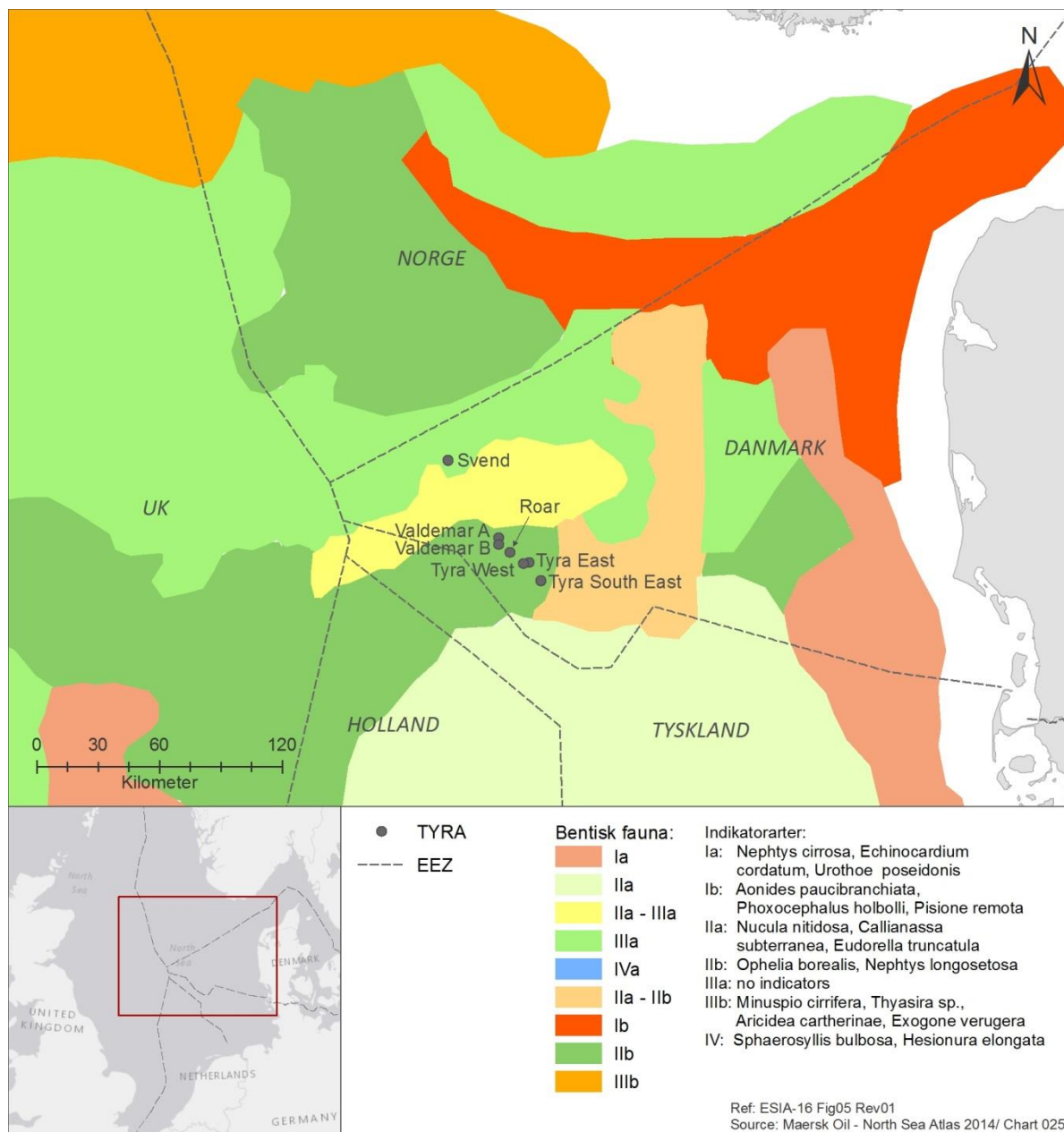
Børsteorme udgjorde 45 % af den bentiske tæthed, krebsdyr 22 %, andre taksonomiske grupper 12 % og pighuder 11 %. Muslinger og gastropoder (havsnegle) tegnede sig for hhv. 6 % og 3% af den bentiske tæthed. Muslinger var langt den vigtigste del af den bentiske biomasse (42 %) efterfulgt af pighuder (29 %) og krebsdyr (21 %).

Tabel 5-1 Sammensætning af den bentiske fauna Tyra E i maj 2009 /6/.

Taksonomisk gruppe	Antal arter*		Tæthed		Biomasse	
	2,2 m ⁻²	%	ind.m ⁻²	%	gDWm ⁻²	%
Børsteorm	31	38	281	46,3	1,3	5,4
Muslinger	13	16	36	5,9	10,4	42,4
Snegle	5	6	20	3,3	0,18	0,7
Krebsdyr	18	22	133	21,8	5,2	21,1
Pighuder	7	9	64	10,6	7,0	28,5
Andre taksonomiske grupper	8	10	73	12,0	0,42	1,8
I alt	82	100	607	100	24,4	100

* Summen af arter i de 154 indsamlede prøver (143 cm² hver = 2,2 m²)

Figur 5-5 viser bentisk fauna i Nordsøen efter indikatorarter. TYRA-området klassificeres efter indikatorarterne *Ophelia borealis* og *Nephtys longosetosa* (begge børsteorme).



Figur 5-5 Bentiske faunasamlinger i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.

5.8 Fisk

Der findes ca. 230 fiskearter i Nordsøen. Diversiteten af fiskearter er lav i den lavvandede sydlige del af Nordsøen og den østlige del af Kanalen og stiger mod vest. Artsdiversiteten er generelt højere tæt på kysten, hvor habitatdiversiteten stiger. Variabiliteten i fiskebestandene skyldes variation i æg- og larveoverlevelse, som angiveligt reguleres af forskellige faktorer, som f.eks. havtemperatur og -strømme, der påvirker larvernes drift til opvækstpladser, og tæthedsafhængig rovdrift på æg og larver. Den årlige variabilitet i rekrutteringen af unge dyr varierer med faktor 5 for ising, faktor 50 for søtunge og mere end faktor 100 for kuller. For de fleste arter varierer forholdene i forbindelse med fouragering og gydning /10/ i løbet af året og over flere år.

En fiskeundersøgelse blev gennemført i perioden fra november 2002 til juli 2003 ved Halfdan-platformen, som er beliggende ca. 25 km fra TYRA-projektet (Tyra Øst og Tyra Vest). Der blev registreret i alt 16 fiskearter: otte pelagiske og semipelagiske (hestemakrel, makrel, torsk, grå knurhane, sild, tobis, brisling og hvilling) og otte bentiske arter (håising, almindelig ising, sribet fløjfisk, rødspætte, kuller, panserulk, rødtunge og stenbider) /19/.

De dominerende arter var: brisling, sild, hvilling, grå knurhane, hestemakrel, makrel, almindelig ising, håising og rødspætte. Sild og brisling blev registreret om efteråret, mens hestemakrel og makrel blev registreret i sommerperioden. Almindelig ising, håising og grå knurhane blev registreret på alle årstider.

Bestandtætheden af fisk i den centrale del af Nordsøen er relativt lav sammenlignet med andre dele af Nordsøen. Fiskefaunaen er domineret af almindelig ising, grå knurhane og hvilling /150/.

Biologien for de dominerende arter, der er registreret i området, er beskrevet i Tabel 5-2.

Tabel 5-2 Udbredelse af og biologi for dominerende arter registreret i området /23//24/. Yderligere oplysninger om gydeområder og fangst findes for udvalgte arter i /3/.

Art	Udbredelse og biologi
Hestemakrel (<i>Trachurus trachurus</i>)	Hestemakrellens udbredelse er begrænset om sommeren med den største tæthed i den sydøstlige del af Nordsøen. Voksne findes også langs sokkelkanten i den nordlige del af Nordsøen. Arten findes ikke i den centrale del af Nordsøen. Unge hestemakreller er pelagiske arter, der lever af planktonorganismer. Større individer lever af små fisk (f.eks. sild, torsk og hvilling). Gydningen i Nordsøen toppe i maj og juni. Gydning finder sted ud for Belgiens, Nederlandenes, Tysklands og Danmarks kyster.
Håising (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	Håising findes i hele Nordsøen. Den foretrækker bløde bunde. Larver leder af plankton, diatomeer og copepoder. Den foretrukne føde for større fisk omfatter søpindsvin, slangestjerner, børsteorme, krebsdyr og småfisk. Gydning finder sted om foråret i 100-200 meters dybde.
Makrel (<i>Scomber scombrus</i>)	Makrel er udbredt i hele Nordsøen. Makrel lever af forskellige pelagiske krebsdyr og småfisk. I Nordsøen overvintrer makrel på dybt vand langs kanten af kontinentalsoklen, og om foråret migrerer den voksne makrel mod syd til gydeområderne i den centrale del af Nordsøen. Disse gydeområder strækker sig også langs Norges sydkyst og ind i Skagerrak. Gydning finder sted mellem maj og juli.
Alm ising (<i>Limanda limanda</i>)	Ising er en bundfisk. Den lever på sandbund ned til en dybde på ca. 150 m. Den foretrukne føde omfatter søpindsvin, slangestjerner, børsteorme, krebsdyr, muslinger og småfisk. I Nordsøen finder gydning sted mellem april og juni.
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	Rødspætte foretrækker sandede sedimenter, men ældre fisk kan også findes på grovere sand. I løbet af sommeren er unge rødspætter koncentreret i Southern Bight og Tyske Bugt, og de findes også langs den britiske kyst samt i Skagerrak og Kattegat. Unge fisk findes i lavere tætheder i den centrale del af Nordsøen, men de findes næsten ikke i den nordøstlige del. Rødspætte er en opportunistisk art, der primært lever af bløddyr og børsteorme. Rødspætte gyder om vinteren fra januar til marts. Gydning finder sted i den centrale del af Nordsøen og i Den Engelske Kanal.
Grå knurhane (<i>Eutrigla gurnardus</i>)	Grå knurhane findes i hele Nordsøen. Den er mest almindelig på sandede bunde, men findes også på mudder-, muslinge- og klippebund. Om vinteren er grå knurhane koncentreret nordvest for Doggerbanke i en dybde på 50-100 m, mens tætheden er lav i områder ud for den danske kyst, i Tyske Bugt og i den østlige del af Southern Bight. Unge fisk lever af forskellige små krebsdyr. Ældre fisk lever primært af større krebsdyr og småfisk. Udbredelseskortene viser et markant årstidsbestemt migrationsmønster fra nordvest til sydøst, som er ret usædvanligt. Bestanden er koncentreret i den centralvestlige del af Nordsøen om vinteren, hvorefter den breder sig til den sydøstlige del om foråret for at gyde. I den nordlige del af Nordsøen forekommer sådan migrering ikke. Gydning finder sted om foråret og sommeren.

Art	Udbredelse og biologi
Sild <i>(Clupea harengus)</i>	Sild findes overalt i Nordsøen. De pelagiske larver lever af copepoder og andre små planktonorganismer, mens unge fisk primært lever af calanoide copepoder, men lyskrebs, hyperiide amphipoder, unge tobis og fiskeæg indgår også i deres føde. Større sild lever primært af copepoder og sekundært af småfisk, pilorme og ctenophorer. Efter at have tilbragt de første leveår i opvækstområder nær kysten bevæger de toårige sild sig ud på dybere vand og tilslutter sig til sidst den voksne bestand i føde- og gydetrækkene til de vestlige dele af Nordsøen. Sild er demersale gydere, som lægger deres klæbrige æg i relativt lavvandede områder på grovsand, grus, muslingeskaller og mindre sten. Fiskene samles på traditionelle gydepladser, hvoraf mange findes på banker i relativt lavvandede områder.
Brisling <i>(Sprattus Sprattus)</i>	Brisling er mest udbredt syd for Doggerbanke og i Kattegat. Larverne lever af diatomeer, copepoder og skaldyrlarver. Efter metamorfose lever den også af større planktonorganismer. Gydning finder sted i både kystvand og offshore i løbet af foråret og sensommeren, men den toppe mellem maj og juni.
Hvilling <i>(Merlangius merlangus)</i>	Høj tæthed af både små og store hvillinger findes næsten overalt i Nordsøen. Arten findes typisk nær bunden på 10-200 m dybde. Pelagiske larver lever af copepoder i nauplii- og copepoditastadiet. Umodne hvillinger lever af krebsdyr, som f.eks. lyskrebs, pungrejer og crangonrejer, mens modne hvillinger næsten udelukkende lever af fisk. Gydning finder sted fra januar i den sydlige del af Nordsøen til juli i den nordlige del.

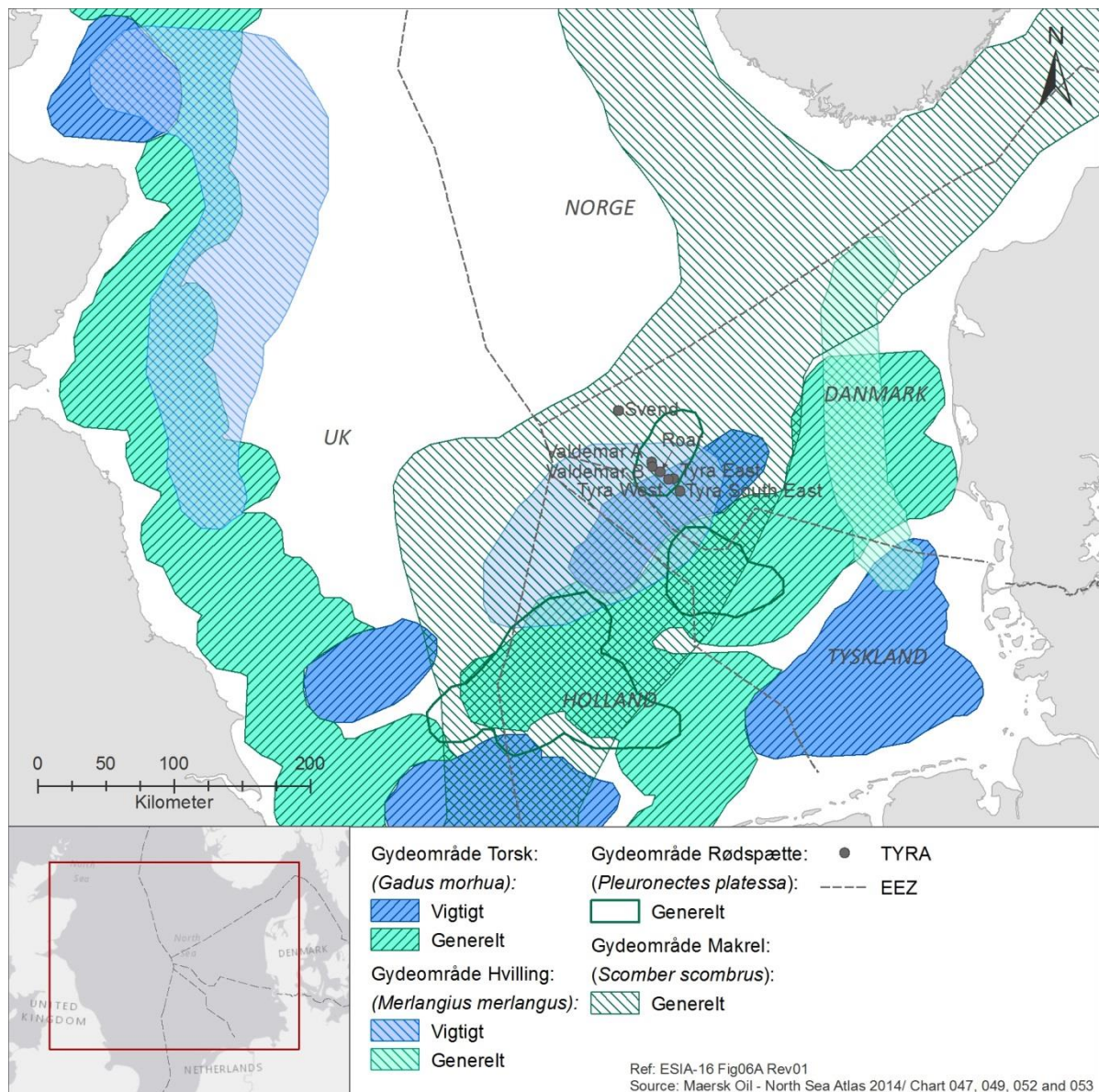
Der eksisterer to hovedformer for gydning: demersal og pelagisk gydning.

Demersale gydere lægger deres æg på havbunden, alger eller klipper. Det foretrukne habitat for demersale gydere afhænger af arten.

Pelagiske gydere har frit flydende æg, der næres i vandsøjlen. Gydepladserne for pelagiske gydere er ofte store og mindre veldefinerede, da de kan skifte fra år til år. Hydrografiske forhold, der er afgørende for pelagisk gydning, spiller en vigtig rolle for reguleringen af gydepladsernes grænser. Pelagisk gydning finder hovedsagelig sted på 20-100 m dybde. Pelagiske æg og larver føres mere eller mindre passivt rundt med havstrømmene. Nogle føres til opvækstområder, mens andre forbliver i vandsøjlen. Larvernes vækst og transporten af larver og æg påvirkes af en lang række miljøfaktorer, f.eks. strøm, vind og temperatur.

En fiskeundersøgelse blev gennemført i perioden fra november 2002 til juli 2003 ved Halfdan-plattformen, som er beliggende ca. 25 km fra området for TYRA-projektet (Tyra Øst og Tyra Vest). Fiskeæg fra følgende 13 arter blev registreret: almindelig ising, rødspætte, håsling, torsk, rødtunge, makrel, hvilling, pighvar, fjæsing, grå knurhane, tungehvarre, havkvabbe og stribet fløjfisk /19/. Da Halfdan og TYRA-projektet ligger forholdsvis tæt på hinanden (25 km), gyder disse arter sandsynligvis også ved TYRA-projektet.

TYRA-projektet er beliggende i et område, der er udpeget som en relativt vigtig gydeplads for torsk og hvilling. Makrel og rødspætte gyder også i området (Figur 5-6), men det er tilsyneladende ikke et vigtigt gyde- og opvækstområde for andre kommercielle arter /3//22/.



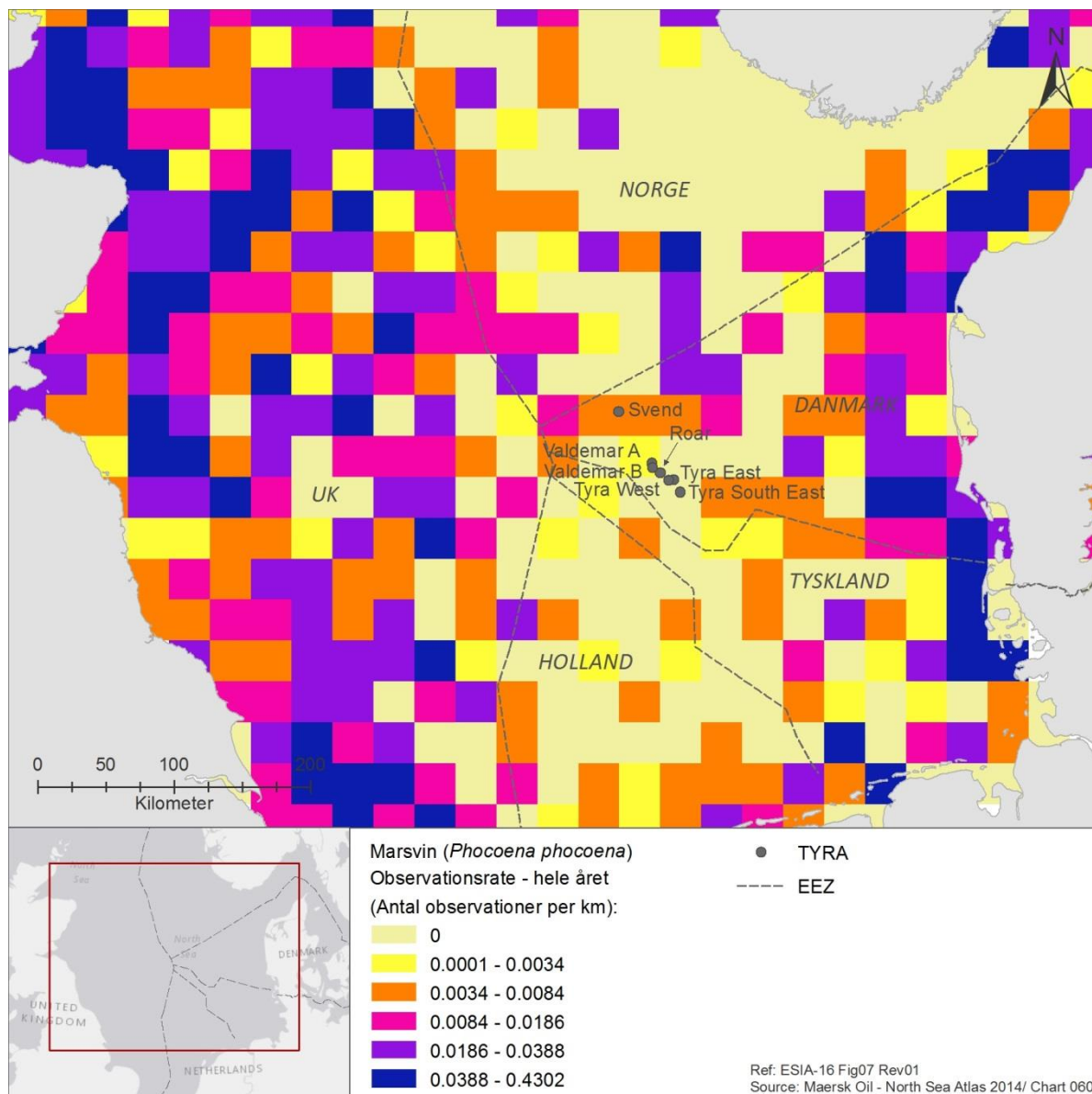
Figur 5-6 Gydepladser for torsk, hvilling, makrel og rødspætte i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.

5.9 Havpattedyr

Spættet sæl, gråsæl, hvidnæse, vågehval og marsvin er de mest udbredte havpattedyr i Nordsøen /28/. Udbredelsen af og biologien for disse arter og deres foretrukne habitater er beskrevet i Tabel 5-3. Stedbundenheden varierer mellem arter, og udbredelsen af havpattedyr udviser variationer både indenfor året og mellem år.

Tabel 5-3 Udbredelse af og biologi for de mest udbredte havpattedyr: spættet sæl, gråsæl, marsvin og hvidnæse /30//31//32//33//40/.

Art	Udbredelse og biologi
Spættet sæl <i>(Phoca vitulina)</i>	Spættet sæl er en af de mest udbredte pinnipedia. De findes i alle kystnære farvande på den nordlige halvkugle fra tempererede områder til polarområder. Spættede sæler findes primært i de kystnære farvande ved kontinentalsoklen og -skråningen og findes også ofte i bugter, i floder, ved flodmundinger og i tidevandszoner. På havet ses de oftest alene, men lejlighedsvis også i små grupper. Deres hvilepladser omfatter klipper, sand- og stenstrande, sandbanker, mudderbanker, vegetation og forskellige menneskeskabte konstruktioner /30/.
Gråsæl <i>(Halichoerus grypus)</i>	Gråsæl er udbredt i koldtempererede til subarktiske områder i Nordatlanten over kontinentalsoklen. De hviler ofte på land, især på isolerede øer og fjerntliggende kystlinjer, der er eksponeret for åbent hav /32/.
Hvidnæse (<i>Lagenorhynchus albirostris</i>)	Hvidnæser er udbredt og lever i koldtempererede til subarktiske områder i Nordatlanten. Hvidnæser findes overalt på kontinentalsoklen og offshore i koldtempererede til subpolare områder, men tællinger viser, at de primært lever i vand, der er under 200 m dybt. Arten findes over hele kontinentalsoklen, men især langs dens kant /33/. To hvidnæser blev observeret under luftundersøgelser i det sydlige Maersk Oil-område i marts 2008. Der er ikke registreret dyr ved akustisk overvågning, og arten vurderes at være ualmindelig i det sydlige Maersk Oil-område /40/.
Marsvin <i>(Phocoena phocoena)</i>	Marsvin findes i koldtempererede til subpolare farvande på den nordlige halvkugle. De findes sædvanligvis i farvandene på kontinentalsoklen og oftest i forholdsvis lavvandede bugter, flodmundinger og tidevandskanaler /31/. Marsvin er den mest almindelige hvalart i Nordsøen og det eneste havpattedyr, der ofte findes i Maersk Oil-området /40/. Populationen af Nordsømarsvin anslås til 320.000 – 340.000 /31/. De findes primært i den østlige, vestlige og sydlige del af Nordsøen, og de findes generelt i lave tætheder i den centrale del af Nordsøen (Figur 5-7). Området for TYRA-projektet er ikke særligt vigtigt yngleområde for marsvin, og der er kun observeret få individer. Luftundersøgelser i den sydlige del af Maersk Oil-området har påvist en tæthed på 0,25-0,4 marsvin/km ² i nærheden af platformen i maj og kun få dyr om efteråret. Høj aktivitet om efteråret er dog påvist ved hjælp af akustisk overvågning /40/. En nylig undersøgelse på Dan-platformen /139/ har påvist, at marsvin forekommer omkring platformen året rundt med den højeste ekkolokaliseringsaktivitet om efteråret og vinteren.
Vågehval <i>(Balaenoptera acutorostrata)</i>	Vågehval er en vidt udbredt art, der findes i alle have og på næsten alle breddegrader, herunder i det nordøstlige Atlanterhav. Vågehvalen forekommer i både kystnære områder og offshoreområder og lever af forskellige arter i forskellige områder. Der forventes færre end 0,025 dyr/km ² i den centrale del af Nordsøen /33/.



Figur 5-7 Marsvinets udbredelse i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.

De perioder, hvor dyrene kan være følsomme over for forstyrrelser, hænger sammen med deres forplantningscyklus (Tabel 5-3). Forplantningscyklussen for sæler foregår primært på land, mens den foregår til havs for marsvin.

Tabel 5-4 Årstid, hvor dyr yngler (B), fælder (M) eller parrer sig (A). Der findes ingen data for de øvrige arter.

Art	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Gråsæl		B	BA	A		M	M	M				
Spættet sæl						B	BA	M	M			
Marsvin					B	B	A	A				

5.10 Havfugle

Havfugle opholder sig til havs det meste af livet, men yngler på klippekyster og klinter. I Nordsø-området omfatter almindelige havfugle mallebukker, suler og alkefugle, rider og kjover.

Den arealmæssige udbredelse af de vigtigste havfuglearter er opsummeret i Tabel 5-5 med udgangspunkt i den udbredelse, der er anført i North Sea Atlas /3/, og tre års luftovervågning af havfugle gennemført i 2006-2008, som dækker området for TYRA-projektet /40/.

Tabel 5-5 Areal-mæssig udbredelse af de vigtigste arter /3//40/.

Art	Areal-mæssig udbredelse og biologi i Nordsøen
Rød- og sortstrubet lom (<i>Gavia stellata</i> , <i>G. arctica</i>)	De to arter, som er sårbare over for olieforurening, fordi de dykker for at finde føde, og på grund af deres ringe frugtbarhed, er ikke-ynglende gæster i Nordsøen. Deres sårbarehed over for olieforurening stiger i oktober-november (rødstrubet lom) og marts-april (sortstrubet lom) under fuglenes fjerskifte. Om foråret findes de største tætheder af rød- og sortstrubet lom langs Danmarks kyst, i Vadehavet og i Den Engelske Kanal. Om vinteren er udbredelsen mere begrænset, og de højeste tætheder findes langs Danmarks kyst og i den nordlige del af de lavvandede områder ud for Vadehavet. Næsten alle fugle findes i farvande med tilstrømning fra floder, som er lavere end 35 m, og begge arter er sjældne (0 fugle/km ²) i området for TYRA-projektet /3/ med kun få observationer i løbet af luftundersøgelsen /40/.
Mallebuk (<i>Fulmarus glacialis</i>)	Arten er den mest udbredte havfugl i Nordsøen. Om sommeren er tætheden af mallebuk forholdsvis høj mange steder i Nordsøen. De højeste tætheder findes ved den sydlige kant af Norske Rende. Om vinteren findes de højeste tætheder vest for Norge og nordvest for Jyllands Banke. I den sydlige del af Nordsøen findes mallebuk i lavere tætheder om vinteren end om sommeren. I området for TYRA-projektet findes mallebuk i forholdsvis høje tætheder (op til 24 fugle/km ² /40/ eller 10 fugle/km ² /3/).
Sule (<i>Morus bassanus</i>)	Sule findes i høje tætheder øst og nord for Storbritannien fra forår til efterår. I sensommeren/efteråret findes høje tætheder også i områder nær de tyske og nederlandske kyster. Om vinteren er sulen spredt og findes i lave til høje tætheder i hele Nordsøen. I området for TYRA-projektet findes sulen hovedsagelig i lave tætheder (< 0,5 fugle/km ²) hele året rundt /3//40/, men forholdsvis høje tætheder (op til 23 fugle/km ²) er observeret om efteråret /40/.
Storkjove (<i>Stercorarius skua</i>)	Storkjove forekommer i lave tætheder fra området nordøst for Store Fiskerbanke til Norske Rende, nord for den britiske kyst og i små isolerede områder. I modsætning til foråret/sommeren findes storkjove over det meste af Nordsøen i sensommeren og efteråret. I området for TYRA-projektet findes arten primært i lave tætheder (0-0,1 fugle/km ² /3/) med få observationer under luftundersøgelser /40/.
Stormmåge (<i>Larus canus</i>)	Stormmåge er ikke blevet observeret i det meste af Nordsøen, men i mellemhøje til høje tætheder langs den østlige del af Nordsøen (f.eks. Vadehavet, Tyske Bugt, Jyllands Banke og visse isolerede områder langs den britiske østkyst). I området for TYRA-projektet er arten sjælden (0 fugle/km ² /3/).
Sildemåge (<i>Larus fuscus</i>)	Sildemåge findes generelt ikke i de fleste centrale og nordvestlige dele af Nordsøen og er primært koncentreret i de østlige dele af Nordsøen. I området for TYRA-projektet findes arten i lave tætheder (0 fugle/km ² /3/).
Sølvmåge (<i>Larus argentatus</i>)	Sølvmågen findes i de fleste kystområder i den østlige del af Nordsøen, især omkring Norge og i Skagerrak. Relativt høje tætheder findes i Tyske Bugt og ud for Nederlandenes kyst. Om vinteren findes den også længere til havs i områder, som f.eks. Doggerbanke. Både udbredelsen og bestanden af sølvmåge bestemmes tilsyneladende primært af forekomsten af trawlere. Arten er sjælden i området for TYRA-projektet (0 fugle/km ² /3/).
Svartbag (<i>Larus marinus</i>)	Udbredelsen og bestanden af svartbag i aktivitetsområderne bestemmes tilsyneladende primært af forekomsten af trawlere. Arten er sjælden i hele Nordsøen om vinteren, og de højeste tætheder findes syd og vest for Doggerbanke. I området for TYRA-projektet er arten sjælden (0 fugle/km ² /3/).

Art	Arealmæssig udbredelse og biologi i Nordsøen
Ride (<i>Rissa tridactyla</i>)	Om sommeren er arten primært koncentreret i den vestlige del af Nordsøen. Uden for ynglesæsonen findes arten i hele Nordsøen med udbredte områder med mellemhøj til høj tæthed. De største koncentrationer findes langs de sydlige kanter af Norske Rende, nordvest for Doggerbanke, ud for Borkum og i Kanalen. I området for TYRA-projektet findes arten i mellemhøj tæthed (0-5 fugle/km ² /3//40/), og om foråret og efteråret er der observeret store flokke /40/.
Split-terne (<i>Sterna sandvicensis</i>)	Arten er hovedsagelig udbredt i kystområderne på begge sider af Nordsøen. Om foråret findes de højeste tætheder ud for den tyske kyst og Nederlandene. Om sommeren og efteråret findes de højeste tætheder ud for den britiske kyst lige nord for The Wash. I området for TYRA-projektet er arten sjælden (0 fugle/km ² /3/), og de få observationer under luftundersøgelserne bekræfter de lave tætheder /40/.
Fjordterne (<i>Sterna hirundo</i>)	Arten findes ikke i de fleste offshoredele af Nordsøen. Om foråret findes de højeste tætheder ud for den nordtyske kyst og Nederlandene. I sensommeren findes de højeste tætheder ud for den danske kyst og ud for Nederlandene. I området for TYRA-projektet er arten sjælden (0 fugle/km ² /3/), og de få observationer under luftundersøgelserne bekræfter de lave tætheder /40/.
Langnæbbet lomvie (<i>Uria aalge</i>)	Langnæbbet lomvie er den næstmest udbredte havfugl i Nordsøen. I begyndelsen af sommeren findes de højeste tætheder i de vestlige dele, mens arten findes i lavere tætheder i andre dele af Nordsøen. I sensommeren findes arten i de højeste tætheder i de centrale og østlige dele, idet de bevæger sig hen over Nordsøen til fældningsområder syd for Norske Rende. Arten er meget sårbar over for olieforurening, fordi den dykker for at finde føde, og i august og september kan hverken de voksne fugle eller de ledsagende ungfugle flyve, og det gør dem meget sårbare over for forurening. Ligesom for mange andre havfuglearter hænger de højeste antal i aktivitetsområderne tilsyneladende sammen med områder med den laveste vanddybde. I området for TYRA-projektet findes arten primært i lave tætheder (0-5 fugle/km ² /3/).
Alk (<i>Alca torda</i>)	I begyndelsen og slutningen af sommeren findes alken generelt ikke i størstedelen af Nordsøen, og fuglene er koncentreret i den vestlige del. Højere tætheder er observeret i sensommeren end i begyndelsen af sommeren. Alken findes generelt ikke i størstedelen af den nordlige og centrale del af Nordsøen om vinteren, hvor de fleste fugle findes i Skagerrak og Kattegat og ud for Storbritanniens og Nederlandenes kyst. I området for TYRA-projektet findes arten i tætheder på op til 2,5 fugle/km ²
Søkonge (<i>Alle alle</i>)	Søkonge er koncentreret langs Norske Rende og området nordvest for Doggerbanke om vinteren, og arten findes i ret lave tætheder (<5 fugle/km ² /3/) i området for TYRA-projektet.

De fire mågearter (stormmåge, sildemåge, sølvmåge og svartbag) er sjældne (0 fugle/km²) /3/. I luftundersøgelser er der dog gjort hyppige observationer, og tæthedsestimater for måger går op til 11 måger/km² med de højeste tætheder om efteråret /40/.

5.10.1 Important Bird Areas (IBA)

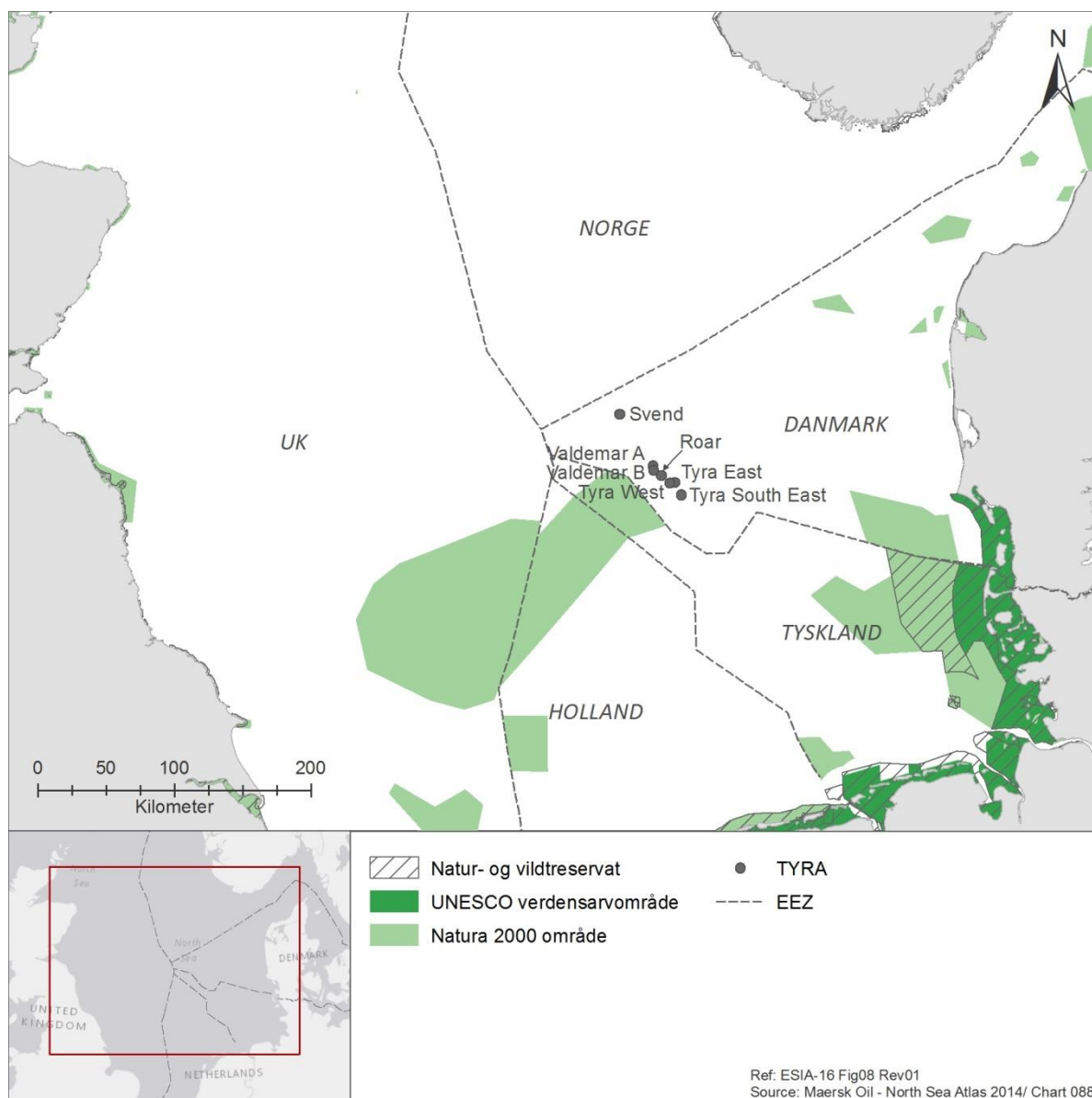
IBA-områder er centrale lokaliteter for fremtidig beskyttelse. En lokalitet anerkendes kun som et IBA-område, hvis den opfylder visse kriterier baseret på forekomsten af vigtige fuglearter, som risikerer global udryddelse, eller hvis bestande på anden måde ikke kan erstattes. Vadehavet (i nederlandsk, tysk og dansk farvand) og Skagerrak/den sydvestlige del af Norske Rende er begge anerkendte IBA-områder, men ligger mere end 100 km fra TYRA-projektet. Der findes ingen IBA-områder i den centrale del af Nordsøen /34/.

5.11 Kulturarv

Kulturarv i Nordsøen omfatter undersøiske forhistoriske lokaliteter, der tidligere var landjord, andre kystanlæg, som f.eks. tidlige fiskefælder, undersøiske forsvarsværker fra Verdenskrigene og skibsvrag fra alle tider. En del af Nordsøens bund er undersøisk land, og et antal landsbyer i Southern Bight er blevet oversvømmet af havet.

5.12 Beskyttede områder

Beskyttede områder vises i Figur 5-8. Beskyttede områder omfatter Natura 2000-lokaliteter, Ramsar-områder, steder på UNESCO's verdensarvliste og nationalt udpegede områder.



Figur 5-8 Beskyttede områder. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/.

5.12.1 Natura 2000-lokaliteter

Natura 2000-netværket omfatter:

- lokaliteter udpeget i henhold til habitatdirektivet (lokaliteter af fællesskabsbetydning og særlige bevaringsområder) af medlemsstaterne med henblik på bevaring af habitattyper og dyre- og plantearter opført på listen i EU's habitatdirektiv
- lokaliteter udpeget i henhold til fugledirektivet (særlige bevaringsområder) med henblik på bevaring af fuglearter, der er angivet i EU's fugledirektiv, samt trækfugle.

Natura 2000-lokaliteter er blevet udpeget i den centrale del af Nordsøen for Doggerbanke i Storbritannien, Nederlandene og Tyskland (Figur 5-8). Grundlaget for udpegning er præsenteret i afsnit 10.

5.12.2 Ramsar-områder.

Ramsar-områder er vådområder af international betydning og findes i Nordsøens kystområder. I henhold til Ramsar-konventionen skal de kontraherende parter "udforme og gennemføre deres planlægning med henblik på at fremme beskyttelsen af de vådområder, der er optaget på listen, og på så vidt muligt at fremme en fornuftig anvendelse af vådområder inden for deres territorium" (artikel 3, stk. 1).

Alle Ramsar-områder i den danske sektor af Nordsøen er også udpeget som Natura 2000-lokaliteter.

5.12.3 Steder på UNESCO's verdensarvliste

Vadehavet i Danmark, Tyskland og Nederlandene er optaget på UNESCO's verdensarvliste (Figur 5-8).

Vadehavet er verdens største sammenhængende system af tidevandssand og mudderbanker. Det er et stort, tempereret og relativt fladt kystområde, der er dannet af komplicerede interaktioner mellem fysiske og biologiske faktorer, som har resulteret i udviklingen af et væld af habitater i overgangen til havet med tidevandskanaler, sandbanker, søgræsenge, muslingebede, sandrevler, mudderbanker, saltmarsker, flodmundinger, strande og klitter. Området sikrer et habitat til talrige plante- og dyrearter.

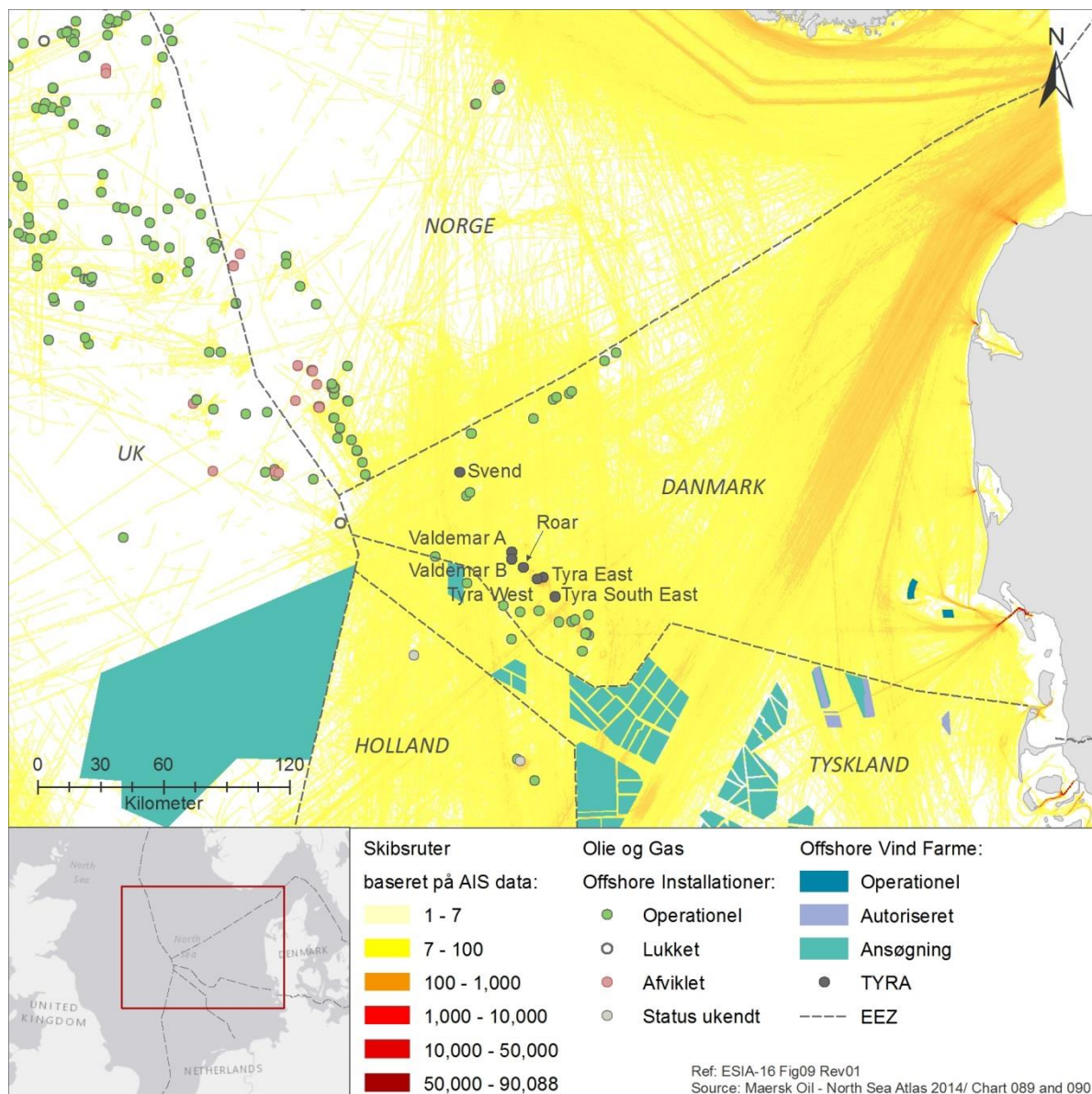
5.12.4 Nationalt udpegede områder

I Danmark er Vadehavet udpeget som en nationalpark. Der er desuden udpeget en række natur- og vildtreservater i Danmark langs Jyllands vestkyst og forskellige naturreservater længere inde på land (f.eks. Nissum Fjord og Ringkøbing Fjord) (Figur 5-8).

5.13 Arealanvendelse af havområder

TYRA-projektet er ikke beliggende i et område med vigtige skibsfartsruter for de største skibe udstyret med automatiske identifikationssystemer (Figur 5-9, < ca. 100 om året) /3/.

Infrastrukturen til olie, gas og vind omfatter både eksisterende og planlagte anlæg. I Nordsøen er en række olie- og gasanlæg i drift, og yderligere anlæg er under planlægning. Aktive vindmølleparker findes kun i dansk farvand ud for Esbjerg, men en række vindmølleparker er under planlægning i britisk og tysk farvand. Rørledninger og kabler, der forbinder platforme, vises ikke i figuren, men bør også tages i betragtning ved planlægningen af nye projekter.



Figur 5-9 Skibstrafik og infrastruktur i 2012. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/. Skibstrafik omfatter alle skibe udstyret med AIS-system, dvs. skibe med en bruttotonnage på over 300 GT i international skibsfart, fragtskibe med en bruttotonnage på over 500 GT, der ikke er i international skibsfart, og passagerskibe uanset størrelse. De manglende data for den centrale del af Nordsøen skyldes manglende AIS-mottagedækning og ikke mangel på skibe. Tyskland deltager ikke i AIS-datadelingsprogrammet for Nordsøen.

Yderligere områdemæssige restriktioner omfatter militærområder, dumpningsområder og landindvindingsområder. Dumpningsområder og landindvindingsområder ligger hovedsageligt relativt tæt på kysten og findes ikke i den centrale del af Nordsøen. Militære formål udgør en lille del af hav- og kystaktiviteterne omkring Nordsøen. Der er store øvelsesområder, primært i Storbritannien, men også langs Jyllands vestkyst (Danmark).

5.14 Fiskeri

Fiskeri er en vigtig industri i Nordsøen. Hovedfangsten for kommercielt storfiskeri er torsk, kuller, hvilling, sej, rødspætte, tunge, makrel, sild, sperling, brisling, tobis, jomfruhummer og dybhavsrejer. Sperling, brisling og tobis er primært mål for industrielt fiskeri til fiskefoder og -olie, mens de andre arter fiskes med henblik på konsum /10/.

En historisk oversigt over fiskeriets produktion, handel, beskæftigelse og flådestørrelse i Danmark findes i Tabel 5-6 /36/.

Tabel 5-6 Historisk oversigt over fiskeriets produktion, handel, beskæftigelse og flådestørrelse i Danmark /36/.

	1990	2000	2010
Produktion (tusind tons)			
På land	36	37	23
Til havs	1482	1541	840
• Akvakultur	42	44	35
• Fangst	1476	1534	828
I alt	1518	1578	863
Handel (mio. USD)			
Import	1116	1806	2958
Eksport	2166	2756	4140
Beskæftigelse (tusinder)			
Akvakultur	0	0,8	0,4
Fangst	6,9	4,6	2,4
I alt	6,9	5,4	2,9
Flåde (tusinder)			
I alt	3,8	4,1	2,8

Landinger af tobis, rødspætte, sild, torsk, brisling og sperling fremgår af North Sea Atlas /3/. Landingerne er præsenteret for et år (2013) og viser, at den centrale del af Nordsøen, herunder området for TYRA-projektet, har en vis betydning for det danske tobisfiskeri. Fiskeri finder desuden i et vist omfang sted i den centrale del af Nordsøen, især efter torsk, brisling og rødspætte.

Da variationen fra år til år kan være betydelig, er der udtrukket data for en periode på 10 år fra Natur- og Erhvervsstyrelsen /37/. Data er blevet udtrukket for danske fartøjer for område IVB, som dækker et areal på 280.000 km² fra vestkysten af Jylland til Storbritanniens østkyst.

Den anslåede værdi af landingen fra danske fartøjer i Nordsøen for de sidste 10 år viser, at området IVB, hvor TYRA-projektet er beliggende, er vigtigt for fiskeriindustrien (Tabel 5-7) /37/.

Tabel 5-7 Landinger i alt og samlet værdi af fiskeri som landet fangst for vigtige kommercielle arter i den centrale del af Nordsøen (område IVB) /37/.

	Samlet		Landet fangst efter art (tons)			
	Landet fangst i alt (tons)	Værdi i alt (DKK)	Tobis	Torsk	Brisling	Rødspætte
2005	405.067	824.527.622	129.776	4.365	233.306	9.382
2006	376.174	894.837.171	239.144	3.556	97.208	9.721
2007	239.469	700.252.302	142.309	2.317	64.047	6.918
2008	320.488	696.990.031	231.321	2.596	62.680	6.854
2009	409.143	652.075.835	272.865	2.792	110.650	6.827
2010	344.744	858.381.192	250.676	3.359	68.827	7.837
2011	388.927	990.124.457	263.971	2.736	98.484	9.932
2012	160.556	746.792.906	47.439	2.547	70.907	9.557
2013	263.373	875.992.562	183.330	1.917	46.258	10.707
2014	328.063	855.349.857	147.963	2.712	135.366	9.551

5.15 Turisme

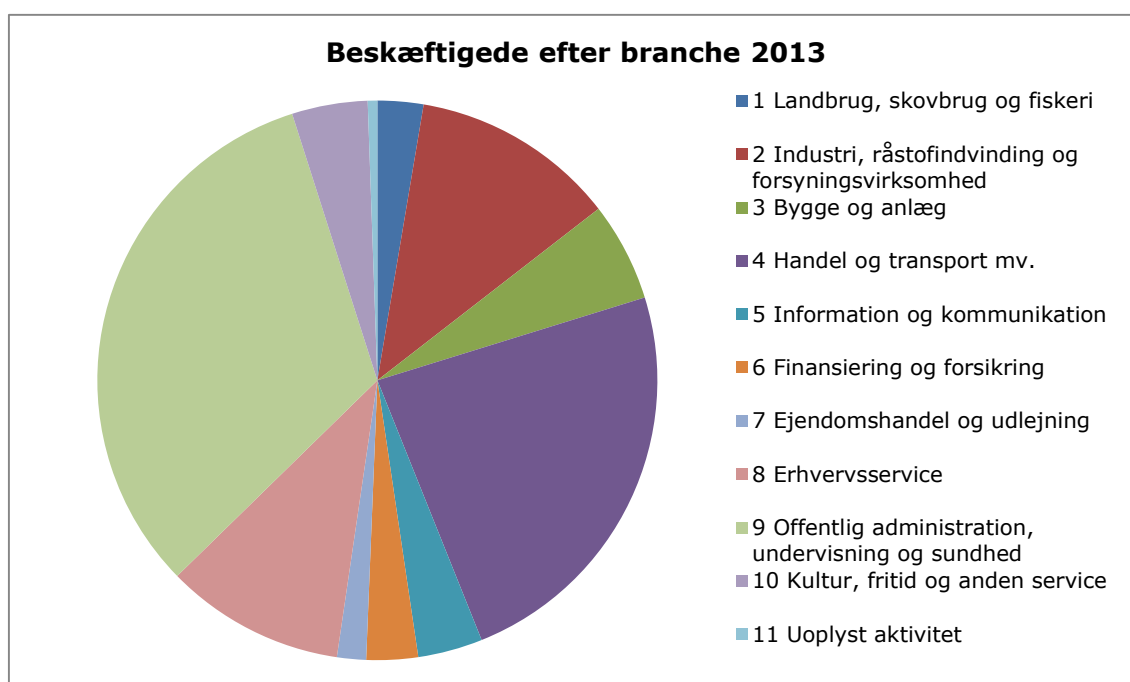
Turisme er en tværgående aktivitet og omfatter både traditionel turisme, som f.eks. overnatning, samt arrangementer i forbindelse med konferencer, musik og sport. De fleste turister i Danmark er danskere og tyskere. I mindre omfang kommer der også turister fra Sverige, Norge og Nederlandene.

I henhold til en nylig rapport med data fra 2012 fra Visit Danmark /38/ tegner turisme sig for 122.500 FTEE (ansatte omregnet til fuldtidsstillinger), hvilket svarer til ~4 % af de samlede antal ansatte omregnet til fuldtidsstillinger i Danmark. Disse arbejdspladser er primært inden for restaurationsbranchen, transport og handel. Turisme skaber en direkte økonomisk merværdi på DKK 24 mia.

Turisme forbindes med land- og kystområder, og der findes ingen turisme i den centrale del af Nordsøen.

5.16 Beskæftigelse

I henhold til Danmarks Statistik /39/ tegnede den offentlige sektor og handel/transport sig for de fleste arbejdspladser i 2013.



Figur 5-10 Beskæftigede efter branche i Danmark in 2013 /39/.

Olie- og gasaktiviteter i Nordsøen skaber et betydeligt antal arbejdspladser både på land og på havet /35/. Olie- og gasssektoren beskæftiger ca. 15.000 i Danmark /53/. Af disse er ca. 1.700 direkte ansat af olieselskaberne. Det betyder, at der skabes ca. otte arbejdspladser i relaterede industrier for hver ansat i olie- og gasselskaberne. En stor del af de indirekte aktiviteter består eksempelvis i rådgivende ingeniørvirksomhed og anden konsulentvirksomhed. Beskæftigelsen i sektoren varierer betydeligt på tværs af jobtyper, men der er generelt et højt uddannelsesniveau, og ca. 60 % af jobbene findes i området omkring Esbjerg.

5.17 Skatteindtægter

Skatteindtægter og olie- og gassektorens overskud har en positiv virkning på den danske økonomi. Statens samlede indtægter anslås at variere fra DKK 20 til DKK 25 mia. om året for perioden 2014-2018 /35/.

Sektorens virkning i forhold til skatter og afgifter er også betydelig, og det samme gælder forretningssektoren, som bidrager med langt den største andel af skatter og afgifter. I 2010 beløb det samlede bidrag af direkte skatter og afgifter sig til ca. DKK 24 mia. /53/.

5.18 Olie- og gasafhængighed

Danmark er blevet forsynet med gas fra dets felter i Nordsøen siden 1980'erne og har også eksporteret naturgas, primært til Sverige og Tyskland. Denne produktion har haft stor betydning for Danmarks forsyningssikkerhed og handelsbalance. Danmark forventes fortsat at være nettoeksportør af naturgas til og med 2025, og Maersk Oil har licens til drift indtil 2042 /35/.

Som en del af Danmarks langsigtede energistrategi medvirker olie- og gasproduktionen til at opretholde en høj forsyningssikkerhed, samtidig med at vedvarende energi kommer til at udgøre en stadig større del af det danske energimiks /53/.

6. VURDERING AF VIRKNINGER: PLANLAGTE AKTIVITETER

6.1 Virkningsmekanismer og relevante receptorer

6.1.1 Potentielle virkningsmekanismer

De virkningsmekanismer, der potentielt kan gøre sig gældende i forbindelse med de planlagte aktiviteter under TYRA-projektet, er opsummeret med udgangspunkt i projektbeskrivelsen (afsnit 3) og de tekniske afsnit (bilag 1).

De potentielle virkningsmekanismer omfatter:

- Undervandsstøj
- Fysisk forstyrrelse af havbunden
- Suspenderet sediment
- Udledninger (fysiske og kemiske)
- Fast affald
- Emissioner
- Lys
- Ressourceforbrug
- Zoner med restriktioner
- Beskæftigelse og skatteindtægter
- Olie- og gasafhængighed

Kilden til de potentielle virkningsmekanismer er anført i Tabel 6-1. Kilderne til virkninger hænger sammen med de aktiviteter, der er beskrevet i de syv tekniske afsnit (bilag 1).

Tabel 6-1 Kilder til potentielle virkningsmekanismer for TYRA-projektet. "X" markerer relevant virkning, og "0" markerer ikke-relevant virkning.

Potentiel virkningsmekanisme	Seismiske undersøgelser	Rørledninger og konstruktioner	Produktion	Boring	Stimulering af brønde	Transport	Afvikling
Undervandsstøj	X	X	X	X	X	X	X
Fysisk forstyrrelse af havbunden	X	X	0	X	0	0	X
Suspenderet sediment	X	X	0	X	0	0	X
Udledninger	X	X	X	X	X	X	X
Fast affald	X	X	X	X	X	X	X
Emissioner	X	X	X	X	X	X	X
Lys	X	X	X	X	X	X	X
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner	0	X	X	0	0	0	X
Ressourceforbrug	X	X	X	X	X	X	X
Zoner med restriktioner	X	X	X	X	0	0	X
Beskæftigelse og skatteindtægter	X	X	X	X	X	X	X
Olie- og gasafhængighed	X	X	X	X	X	X	X

6.1.2 Relevante receptorer (miljømæssige og sociale)

De relevante miljømæssige og sociale receptorer, der er beskrevet under eksisterende forhold for TYRA-projektet, er anført nedenfor.

- Miljømæssige receptorer: Klima og luftkvalitet, hydrografiske forhold, vandkvalitet, sedimenttype og -kvalitet, plankton, bentiske samfund (flora og fauna), fisk, havpattedyr og havfugle
- Sociale receptorer: Kulturarv, beskyttede områder, arealanvendelse af havområder, fiskeri, turisme, beskæftigelse, skatteindtægter og olie- og gasafhængighed.

De relevante receptorer er blevet vurderet ud fra projektbeskrivelsen (afsnit 3) og de potentielle virkningsmekanismer (afsnit 6.1). Relevante receptorer for vurderingen af virkninger er opsummeret i Tabel 6-2.

Tabel 6-2 Relevante receptorer for vurderingen af virkningerne af planlagte aktiviteter i forbindelse med TYRA-projektet. "X" markerer relevant virkning, og "0" markerer ikke-relevant virkning.

Potentiel virkningsmekanisme – Planlagte aktiviteter	Miljømæssige receptorer									Sociale receptorer							
	Klima og luftkvalitet	Hydrografiske betingelser	Vandkvalitet	Sedimenttype og -kvalitet	Plankton	Bentiske samfund	Fisk	Havpattedyr	Havfugle	Kulturarv	Beskyttede områder*	Arealanvendelse af havområder	Fiskeri	Turisme	Beskæftigelse	Skatteindtægter	Olie- og gasafhængighed
Undervandsstøj	0	0	0	0	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
Fysisk forstyrrelse af havbunden	0	0	0	X	0	X	X	0	X	X	0	0	X	0	0	0	0
Suspenderet sediment	0	0	X	0	X	X	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0
Udledninger	0	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	0	0	0	0	0	0
Fast affald	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissioner	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lys	0	0	0	0	X	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
Tilstedeværelse / fjernelse af konstruktioner	0	X	0	X	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ressourceforbrug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoner med restriktioner	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0
Beskæftigelse og skatteindtægter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0
Olie- og gasafhængighed	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X

* Bemærk at en særskilt Natura 2000 vurdering præsenteres i afsnit 10.

6.1.3 Havstrategirammedirektivet – deskriptorer

Listen over receptorer og virkningsmekanismer, som er beskrevet i denne ESIS, kan relateres direkte til de deskriptorer, der er fastsat i havstrategirammedirektivet (MSFD; afsnit 2.1.5).

MSFD fastsætter 11 deskriptorer, der anvendes til at vurdere god miljøtilstand for havmiljøet.

Miljøtilstanden for de danske områder er Nordsøen er beskrevet i detaljer i Danmarks Havstrategi /158/.

1. Biodiversiteten er opretholdt. Kvaliteten og forekomsten af habitater samt udbredelsen og tætheden af arter svarer til de dominerende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.
2. Ikke-hjemmehørende arter indført ved menneskelige aktiviteter ligger på niveauer, der ikke ændrer økosystemerne i negativ retning.
3. Populationerne af alle fiske- og skaldyrsarter, der udnyttes erhvervmæssigt, ligger inden for sikre biologiske grænser og udviser en alders- og størrelsesfordeling, der er betegnende for en sund bestand.
4. Alle elementer i havets fødekæde, i den udstrækning de er kendt, er til stede og forekommer med normal tæthed og diversitet og på niveauer, som er i stand til at sikre en langvarig artstæthed og opretholdelse af arternes fulde reproduktionsevne.
5. Menneskeskabt eutrofiering er minimeret, navnlig de negative virkninger heraf, såsom tab af biodiversitet, forringelse af økosystemet, skadelige algeforekomster og iltmangel på vandbunden.
6. Havbundens integritet er på et niveau, der sikrer, at økosystemernes struktur og funktioner bevares, og at især benthiske økosystemer ikke påvirkes negativt.
7. Permanent ændring af de hydrografiske egenskaber påvirker ikke de marine økosystemer i negativ retning.
8. Koncentrationer af forurenende stoffer ligger på niveauer, der ikke medfører forureningsvirkninger.
9. Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum overstiger ikke de niveauer, der er fastlagt i fællesskabslovgivningen eller andre relevante standarder.
10. Egenskaberne ved og mængderne af affald i havet skader ikke kyst- og havmiljøet.
11. Indførelsen af energi, herunder undervandsstøj, befinder sig på et niveau, der ikke påvirker havmiljøet i negativ retning.

De receptorer, der er anført i ESIS, hænger sammen med MSFD-tilstandsindikatorerne for hydrografi (D7), fisk, marsvin og benthiske samfund (D1 og D6). Virkningsmekanismerne for planlagte aktiviteter i ESIS hænger sammen med MSFD's belastningsindikatorer for havbunden (D6), udledninger (D6, D8 og D9) og undervandsstøj (D11). Hver virkningsmekanisme vurderes yderligere for de relevante receptorer i afsnit 6.2 og 0.

6.2 Vurdering af potentielle virkninger på miljøet

Vurderingen af virkninger for planlagte aktiviteter for hver relevant miljømæssig receptor er præsenteret i de følgende afsnit.

6.2.1 Klima og luftkvalitet

Virkninger på klima og luftkvalitet vedrører atmosfæriske emissioner.

6.2.1.1 Emissioner

Emissioner er blevet vurderet for de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet og præsenteres i Tabel 6-3 for hver aktivitet.

Table 6-3 Oversigt over estimerede emissioner for planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet anført for hver aktivitet eller pr. år. De maksimale emissioner er anvendt. Estimater er beregnet af Ramboll baseret på input fra Maersk Oil. "-" henviser til en emission, der ikke er blevet kvantificeret.

Aktivitet (hyppighed)	Enhed, som estimeret er anført for (varighed)	Emissioner					
		CO ₂ (tons)	NO _x (tons)	N ₂ O (tons)	SO ₂ (tons)	CH ₄ (tons)	nmVOC (tons)
Seismiske undersøgelser							
4D-seismiske undersøgelser (Hvert 4. år)	Pr. undersøgelse (~1 måned)	3.330	60	0,2	2	0,3	2,5
"Site survey" (Hvert år)	Pr. undersøgelse (1 uge)	40	0,7	0,003	0,02	0,003	0,03
Seismisk borehulsundersøgelse (Hvert år)	Pr. undersøgelse (2 dage)	11	0,2	0,001	0,007	0,001	0,01
Rørledninger og konstruktioner							
Nye SLIC-/STAR-konstruktioner (8 platforme)	Pr. platform	3.300	61	0,2	2,1	0,2	2,5
Nye firbenede konstruktioner (1 platform)	Pr. platform	3.500	65	0,2	2,2	0,3	2,6
Nye rørledninger (105 km)	~ pr. km	74	1,4	0,005	0,047	0,006	0,05
	Pr. rørledningssektion	1.096	20,4	0,076	0,692	0,083	0,83
Boring							
Boring (24 ledige brøndslots, 106 nye brønde)	Pr. brønd (150 dage)	8.450	150	0,6	6	0,6	7
"Well test", workover	Ikke kvantificeret	-	-	-	-	-	-
Brøndstimulering							
Matricebaseret syrestimulering af brønd (2 pr. år)	Pr. brøndstimulering (2 uger)	625	12	0,04	0,4	0,05	0,5
Produktion							
Flaring, brændsel, afblæsning	Pr. år	492.900	1.375	34	5	2207	44
Transport							
Fartøjer, helikoptere	Pr. år*	27,6	0,5	0,002	0,02	0,002	0,03
Afvikling							
Efterladelse af brønde (111 brønde)**	Pr. brønd (20 dage)	1.125	20	0,08	0,8	0,08	0,9
Rensning og fjernelse af konstruktioner**	I alt for alle TYRA-projektplatforme	76.200	1.420	5	48	6	58

* I beregningen for fartøjer og helikoptere forudsættes 20% til hvert af de fem ESIS-projekter.

** Bemærk, at afvikling kun omfatter eksisterende konstruktioner og brønde. Hvis nye konstruktioner afvikles, vil dette medføre emissioner svarende til 150 % af de emissioner, der er beskrevet under rørledninger og konstruktioner.

Emissioner forårsages primært af afblæsning, gasflaring og brug af fossile brændsler til produktion.

Tabel 6-4 giver et overblik over de estimerede årlige emissioner (fra produktion, brøndstimulering, transport og seismiske undersøgelser) og samlede emissioner i forbindelse med boring, nye konstruktioner og afvikling fra TYRA-projektet samt de årlige danske emissioner i 2012.

Tabel 6-4 Emissioner fra aktiviteter ved TYRA-projektet og nationale emissionstal for Danmark /20//21/. "-" henviser til en emission, der ikke er blevet kvantificeret.

Emissioner	Årlige danske emissioner 2012 (tons)	Årlige emissioner i alt ved TYRA (ekskl. nye konstruktioner, boring og afvikling) (tons)	Årlige emissioner i alt for nye konstruktioner og rørledninger ved Tyra	Emissioner i alt fra boring af 130 brønde ved TYRA (tons)	Emissioner i alt fra afvikling af 111 eksisterende brønde og konstruktioner (tons)
CO₂	39.412.000	497.550	39.850	1.097.380	201.075
N₂O	-	35	3	76	14
NO_x	116.071	1.460	740	19.760	3.640
SO_x	12.510	8	25	750	137
CH₄	-	2.210	3	81	15
nmVOC	-	45	30	910	158

** Bemærk, at afvikling kun omfatter eksisterende konstruktioner og brønde.

6.2.1.2 Emissioner af CO₂, N₂O og CH₄

Drivhusgasser, som f.eks. CO₂, N₂O, SO_x og CH₄, har direkte virkning på klima og luftkvalitet.

Drivhusgasserne har forskelligt opvarmningspotentiale /141/, da nogle har en længere levetid i atmosfæren og en højere varmeabsorption end andre. CO₂ har pr. definition et globalt opvarmningspotentiale (GWP) på 1, mens GWP er 21 for CH₄ og 310 for N₂O /141/. Hvis de estimerede emissioner omregnes til GWP, ses det, at CO₂ udgør den største emission af drivhusgasser.

De årlige emissioner ved TYRA-projektet (ekskl. nye konstruktioner, boring og afvikling) bidrager med op til 1,2 % af den samlede årlige CO₂-emission for Danmark indtil 2042 (percentil afhænger af udviklingen i de årlige danske emissioner). Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af grænseoverskridende omfang og af lang varighed. Virkningen på klimaændring af emissioner ved TYRA-projektet vurderes at være af moderat negativ samlet betydning.

6.2.1.3 NO_x-, SO_x- og nmVOC-emissioner (luftforurening)

NO_x og SO_x er luftforurenende stoffer, der spredes med vinden og aflejres i omgivelserne. Stofferne har forsurende virkninger, der kan påvirke miljøet med hensyn til nåle- og bladtab og forringet levedygtighed for træer og faldende fiskebestande i syrefølsomme søer og floder. nmVOC'er kan have en række sundhedsskadelige virkninger for mennesker. Nogle har direkte toksiske virkninger (f.eks. kræftfremkaldende), men nmVOC'er kan også have indirekte sundhedsskadelige virkninger, idet de bidrager til udviklingen af ozon ved jordoverfladen, der giver respiratoriske og kardiovaskulære problemer.

Emissioner af NO_x fra TYRA-projektets produktion svarer til 1,2 % og SO_x svarer til 0,06 % af Danmarks samlede årlige emission indtil 2042 (percentil afhænger af udviklingen i de årlige danske emissioner). Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af grænseoverskridende omfang og af lang varighed. Virkningen på luftforurening af emissioner ved TYRA-projektet vurderes at være af moderat negativ samlet betydning.

6.2.1.4 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på klima og luftkvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-5.

Tabel 6-5 Potentielle virkninger på klima og luftkvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning	Konfidensniveau
Emissioner af CO₂, N₂O, SO_x og CH₄ (Klimaændring)	Lille	Grænseoverskridende	Langvarig	Moderat negativ	Middel
NO_x-, SO_x- og nmVOC-emissioner (luftforurening)	Lille	Grænseoverskridende	Langvarig	Moderat negativ	Middel

6.2.2 Hydrografi

Virkninger på hydrografi vedrører tilstedeværelsen og fjernelsen af konstruktioner.

6.2.2.1 Tilstedeværelse og fjernelse af konstruktioner

TYRA-projektet består af en række konstruktioner og rørledninger i den centrale del af Nordsøen. Der er planlagt nye konstruktioner og/eller rørledninger i forbindelse med TYRA-projektet, herunder op til ni platforme og 105 km nye rørledninger. Rørledninger kan få vandet til at strømme hurtigere foran rørledningen og dermed erodere havbunden foran eller skabe aflejringer bagved den, eller rørledningen kan få frie spænd. Kapper kan få vandet til at strømme hurtigere omkring pælene, således at der dannes et erosionshul omkring fundamentet. Ændringerne er kun synlige på grund af "spuleeffekten" tæt på havbunden, som medfører erosion eller aflejring af sand ved rørledningen eller kapperne. Virkningen af nye konstruktioner på hydrografien vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på hydrografien af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes at være af mindre negativ betydning.

Ved afviklingen af TYRA-projektet fjernes og bortskaffes de eksisterende platforme, mens rørledningerne efterlades in situ. Virkningen af fjernelsen af de eksisterende konstruktioner på hydrografien vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på hydrografien af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes at være af positiv samlet betydning.

6.2.2.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på hydrografien af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-5.

Tabel 6-6 Potentielle virkninger på beskrivelsen af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning	Konfidensniveau
Tilstedeværelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Langvarig	Mindre negativ	Middel
Fjernelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Kortvarig	Positiv	Middel

6.2.3 Vandkvalitet

Potentielle virkninger på vandkvalitet (turbiditet, kemikaliesammensætning osv.) er relateret til suspenderet sediment og kemikalieudledninger.

6.2.3.1 Suspenderet sediment

Forskellige aktiviteter ved TYRA-projektet forventes at medføre sedimentresuspension. Nye rørledninger tracéres og nedgraves til en dybde på ca. 1,5-2 m under havbundens overflade. Tracéring af rørledningen i havbunden foregår enten vha. pløjning, nedspuling eller mekanisk skæring. Under denne proces suspenderes sediment ind i vandsøjlen. Baseret på erfaringer fra andre rørledningsprojekter vurderes det, at det suspenderede sediment bundfældes inden for nogle få hundrede meter fra det forstyrrede område /131//159/. Under afvikling vil der opstå fysisk forstyrrelse i forbindelse med fjernelsen af den eksisterende kappe.

Virkningen på vandkvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Samlet set vurderes virkningen på vandkvaliteten af det suspenderede sediment ved TYRA-projektet at være af mindre negativ betydning.

6.2.3.2 Udledninger

Det er nødvendigt at bruge kemikalier for at optimere produktionen og boreaktiviteterne. Spor af kemikalier og olie kan forekomme i det producerede vand. Maersk Oil evaluerer hyppigt de bedste praktiske muligheder for at anvende mere miljøvenlige løsninger (se afværgeforanstaltninger i afsnit 8). Inden kemikalier godkendes til anvendelse og udledning offshore, skal en ansøgning indgives til de danske myndigheder (Miljøstyrelsen).

De udledte kemikalier er primært klassificeret i OSPAR-kategorien "grøn", som udgør en lille eller ingen risiko for miljøet, eller "gul" (afsnit 8.1.3). Udledning af røde kemikalier forventes ikke, men kan forekomme i meget begrænsede mængder. Røde kemikalier anvendes kun, hvis sikkerhedsmæssige, teknologiske og miljømæssige hensyn ikke kan imødekommes af alternative produkter.

Siden 2008 har Maersk Oil planlagt udfasningen af røde kemikalier, som indeholder komponenter, der bioakkumuleres eller nedbrydes langsomt (afsnit 8.1.3).

Anvendelse og udledning af kemikalier til havs tillades kun efter godkendelse fra Miljøstyrelsen.

Udledninger under produktion

Den forventede mængde udledt produceret vand og olie ved TYRA-projektet fremgår af Figur 3-12 (afsnit 3.2.3). Produceret vand kan indeholde spor af produktionskemikalier og olie

Spor af produktionskemikalier vil forekomme i det producerede vand. De udledte produktionskemikalier er typisk klassificeret som "grønne" eller "gule" kemikalier (afsnit 8.1.3). Under særlige forhold anvendes også røde kemikalier. En liste over produktionskemikalier, deres funktion og deres andel i vand-/oliefasen vises i bilag 1.

Indholdet af olie i produceret vand ved TYRA-projektet forventes at være mellem 8 mg/l og 13 mg/l. De forventede olie- og kemikaliemængder er anført i afsnit 3.

Flowmetre måler kontinuerligt mængden af udledt produceret vand, og der indsamles regelmæssigt vandprøver til analyse af olieindholdet i det producerede vand.

Produceret vand kan have toksiske virkninger på havmiljøet. Resultater af laboratorieforsøg viser, at den nuværende udledning af produktionsvand skal fortyndes fra 10 til 10.000 gange for at nå en koncentration, hvor der ikke forventes nogen akutte toksiske virkninger. Det producerede vands toksicitet bestemmes, bl.a. på grundlag af indholdet af dispergeret olie, BTEX,

PAH og rester af anvendte kemikalier. Emission af stoffer, der er persistente eller bioakkumulerbare, vil i princippet øge stoffets generelle baggrundsniveau, men på grund af de relativt små udledte mængder forventes det, at sådanne stigninger ikke vil blive målt i praksis /1/.

En hydrodynamisk spredningsmodel af produceret vand for TYRA-projektet viser, at udledninger af produceret vand relativt hurtigt fortyndes /42/. Desuden viser modelleringen, at der kan være en miljørisiko op til en afstand på 14 km fra Tyra-plattformen /42/. Det bør bemærkes, at beregningerne er meget konservative, og at overvågningsdata i andre områder af Nordsøen har påvist, at de miljømæssige virkninger af udledninger af produceret vand er lokale, begrænset til et område inden for 1-2 km fra udledningsstedet, og at miljørisikoen i forbindelse med udledningerne er lille /46/.

Virkningen på vandkvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt til regionalt omfang og af kort varighed på grund af fortynding. Samlet set vurderes virkningen på vandkvalitet af udledning af produceret vand ved TYRA-projektet at være af mindre negativ betydning.

Under produktionen finder andre mindre negative udledninger sted, herunder udledninger fra fartøjer og kølevand fra produktionsplatforme. Disse udledninger vurderes at være ubetydelige sammenlignet med det producerede vand og vurderes ikke yderligere.

Udledninger under boring

Der er i øjeblikket 24 ledige brøndslots ved TYRA-projektet, og de planlagte udviklingsprojekter omfatter konstruktionen af op til 9 satellitbrøndhovedplatforme med i alt 106 nye brøndslots. Det tager typisk mellem 60 og 150 dage at bore en brønd. Vandbaseret mudder og vandbaserede spåner udledes til havet, mens oliebaseeret mudder og oliebaseerede spåner føres i land med henblik på tørring og forbrænding.

De opsamlede spåner fra etableringen i brøndens vandbaserede mudderlag udledes til havet sammen med boremudder og materialer anvendt til cementering (primært cement og kemikalier).

Der udledes op til 1.800 tons spåner pr. brønd (bilag 1). Når vandbaseret mudder og vandbaserede spåner, der er slam af partikler af forskellige størrelser og tætheder i vand, der indeholder opløste salte og organiske kemikalier, udledes til havet, dannes der en fane, som hurtigt fortyndes, da den driver væk fra udledningsstedet med de dominerende vandstrømme. Feltundersøgelser af koncentrationen af suspenderede stoffer i faner af boremudder og -spåner i forskellige afstande fra boreaktiviteten har bekræftet dette mønster, og det kan konkluderes, at koncentrationen af suspenderede borespåner og -mudder falder meget hurtigt på grund af materialets sedimentation og fortynding /45//46/.

Udledninger af boremudder og cement pr. brønd vises i Tabel 6-7. De viste udledninger er baseret på worst case defineret som den brønd, der resulterer i den største mængde udledninger. De kemikalier, der forventes anvendt, er klassificeret i Danmark som "grønne" eller "gule" kemikalier i henhold til OSPAR klassifikationssystem for offshore kemikalier (afsnit 2.2.2 og 8.1.3). Grønne kemikalier udgør lille eller ingen risiko for miljøet (OSPAR).

Tabel 6-7 Anvendelse og udledning af boremudder og cement pr. brønd – worst case-udledningsscenario. Farvekoden for klassifikationen er forklaret ovenfor.

	Klassifikation	Anvendelse pr. Tons	Udledning pr. brønd Tons
Boremudder		2.421	2.421
		994	994
Cement		631	76
		14	1,7

På grundlag af en gennemgang af resultaterne af modellerings- og feltundersøgelser af boremudder er det konkluderet, at offshoreudledning af vandbaseret mudder og tilknyttede spåner har lille eller ingen skadelig virkning på organismer i vandsøjlen. Denne konklusion er baseret på den hurtige fortynding i vandsøjlen og den lave toksicitet for havorganismer af vandbaseret mudder og tilknyttede spåner /45/. De kemikalier, der udledes til havet under Maersk Oils borer, er blevet modelleret til VVM-undersøgelsen vedrørende Adda og Tyra /2/. Modelleringen blev udført for en typisk brønd og viste, at PEC (den forventede effektkoncentration) i vandsøjlen forekom op til 7 km nedstrøms fra platformen /2/. Disse estimater er meget konservative. Overvågningsresultater i andre områder af Nordsøen bekræfter, at virkningen af boreudledninger på miljøet er lokal og generelt begrænset til et område på 1-2 km fra udledningsstedet /46/.

Virkningen på vandkvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed på grund af fortynding. Virkningen på vandkvalitet af udledning af boremudder og -spåner ved TYRA-projektet vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

Udledninger under brøndstimulering

De potentielle 130 nye brønde ved TYRA-projektet kan blive underkastet brøndstimulering. Ud over stimulering af nye brønde forventes det, at der ca. vil blive gennemført to brøndstimuleringer af eksisterende brønde hvert år ved TYRA-projektet.

De forventede udledninger af kemikalier under brøndstimulering ved TYRA-projektet omfatter kemikalier, der er klassificeret som "grønne" eller "gule" kemikalier (afsnit 8.1.3). Typiske udledninger fra brøndstimulering vises i Tabel 6-8.

Tabel 6-8 Anvendelse og udledning af kemikalier pr. brøndstimulering. Farvekoden for klassifikationen er forklaret ovenfor.

	Klassifikation	Anvendelse pr. Tons	Udledning pr. brønd Tons
Matricebaseret brøndstimulering		220	140
		2.603	522
Brøndstimulering med fracking		194	134
		2.816	564

Mængden af udledning pr. brøndstimulering (Tabel 6-8) er betydeligt mindre end udledningerne under boring (Tabel 6-7). Modellering er udført for brøndstimulering som del af Adda VVM, visende maksimal afstand til PEC/PNEC på 7 km /2/. Modelleringen havde en varighed på to dage. Virkningen på vandkvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed på grund af fortynding. Samlet set vurderes virkningen på vandkvalitet af udledning under brøndstimulering ved TYRA-projektet at være af mindre negativ betydning.

Udledninger under test af nye rørledninger

Under klargøring fyldes rørledningen med behandlet havvand, som indeholder en lav koncentration af korrosionsinhibitor (typisk maks. 500 ppm) for at forhindre beskadigelse af rørledningen. Derefter renses rørledningen, og urenheder fjernes vha. grise. Efter rensning trykprøves rørledningen med behandlet havvand. Under disse operationer udledes der en samlet volumen af behandlet havvand, som svarer til ca. 305 % af rørledningens volumen.

Erfaring fra store rørledningsprojekter viser, at påvirkningen (defineret som overskridelse af NOEC) er indenfor få hundrede meter /163//164/. Det vurderes, at udledningen i tilknytning til klargøringen af en 11,6 km rørledning vil kunne udgøre en miljømæssig risiko i en afstand af op til 2,8 km fra udledningsstedet /2/.

Virkningen på vandkvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed på grund af fortynding. Samlet set vurderes virkningen på vandkvalitet af udledninger under klargøring ved TYRA-projektet at være af mindre negativ betydning.

Udledninger under afvikling

Mindre udledninger forventes under afviklingsaktiviteter. Generelt rengøres alle konstruktioner (kappe og topside) inden transport til land. De mindre udledninger under afvikling (f.eks. kølevand og gråt affaldsvand fra fartøjer) vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed på grund af fortynding. Samlet set vurderes virkningen på vandkvalitet fra udledning under afvikling ved TYRA-projektet at være af mindre negativ betydning.

6.2.3.3 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på vandkvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-9.

Tabel 6-9 Potentielle virkninger på vandkvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning	Konfidensniveau
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal/regional	Kortvarig	Mindre negativ	Høj

Mindre kumulative virkninger på vandkvaliteten mellem udledningerne fra produktion, boring og anlægsarbejder kan ikke udelukkes. På grund af udledningernes lave toksicitet og den hurtige opløsning vurderes virkningen at være lokal og kortvarig. En gennemgang af den kumulative virkning af udledninger fra den norske offshoreolieindustri baseret på overvågningsdata viser, at de kumulative virkninger af udledninger forbliver lokale, dvs. generelt begrænset til et område på få km fra platformene /46/.

6.2.4 Sedimenttype og -kvalitet

De potentielle virkninger på sedimenttypen og -kvaliteten hænger sammen med den fysiske forstyrrelse på havbunden og udledninger, der aflejres på havbunden, og som kan påvirke den kemiske og fysiske sammensætning.

6.2.4.1 Fysisk forstyrrelse på havbunden

Fysisk forstyrrelse på havbunden kan forekomme under "site surveys", 4D-seismiske undersøgelser, boring, installation af platforme og rørledninger samt afvikling. Den fysiske forstyrrelse forventes ikke at forekomme samtidigt.

Under "site surveys", der forventes at blive gennemført hvert år, foretages der en kerneboring af havbunden, og havbunden forstyrres det sted, hvor prøven udtages, typisk et område på 0,1-0,25 m². Under 4D-seismiske undersøgelser kan tilstedeværelsen af bundnoder og kabler påvirke havbunden. Området med sådanne noder og kabler forventes at være lille, da hver node er 40-50 cm. Under boring (op til 130 brønde) vil der være en borerig til stede. Boreriggens ben placeres på havbunden og forventes at synke 1-2 m ned i havbunden. Boreriggens ben dækker typisk et par hundrede m².

Nye rørledninger tracéres og nedgraves til en dybde på ca. 1,5-2,0 m under havbundens overflade. Mindre mængder sediment vil blive resuspenderet under installation af nye platforme. Når støttestrukturerne placeres på havbunden. Under afvikling vil der opstå fysisk forstyrrelse i forbindelse med fjernelsen af de eksisterende konstruktioner.

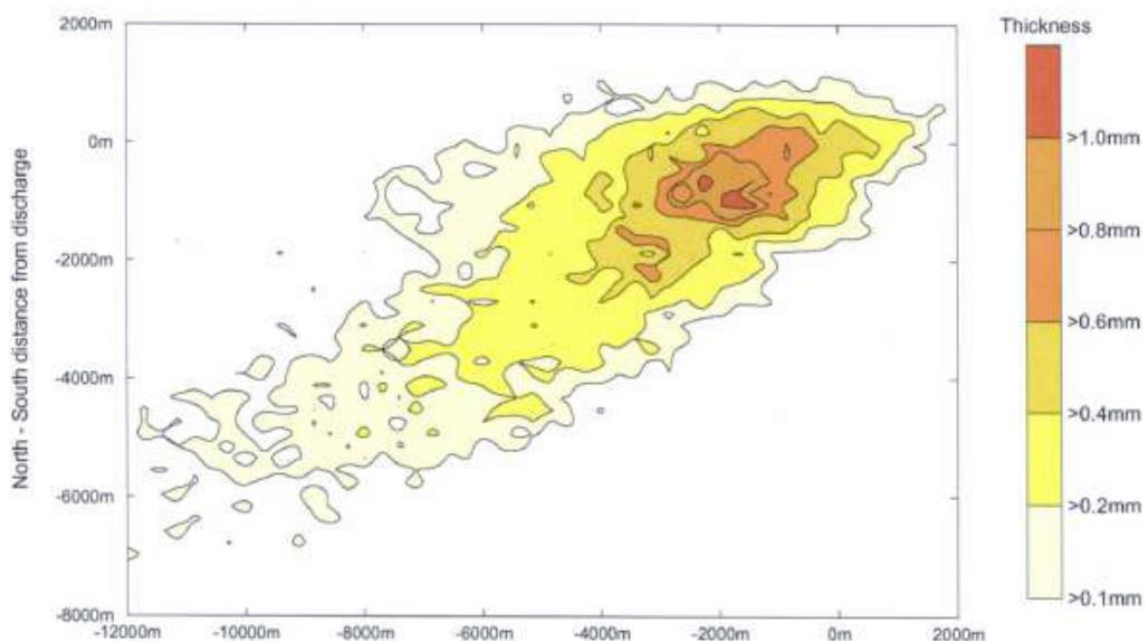
Forstyrrelsen af små områder med sandsedimenter forventes at være kortvarig, da sand naturligt genetableres i de forstyrrede områder som følge af naturlig erosion, aflejring og resuspension. Virkningen på sedimenttype og -kvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på sedimenttype og -kvalitet af fysisk forstyrrelse vurderes derfor at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.4.2 Udledninger under boring

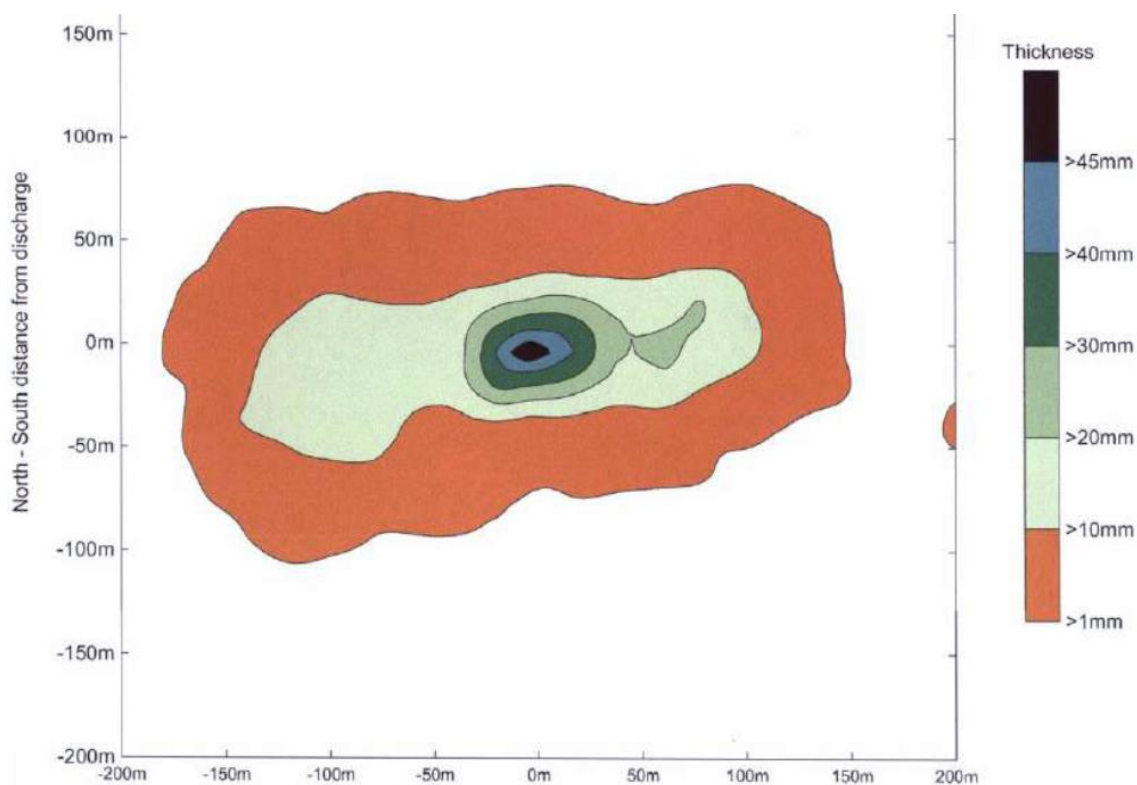
Vandbaseret boremudder og -spåner forventes udledt til havet fra op til 130 brønde. Udledningerne kan aflejres på havbunden og påvirke sedimentkvaliteten.

Adskillige feltundersøgelser, hvor koncentrationen af suspenderede stoffer er målt i faner af boremudder og -spåner i forskellige afstande fra borerigge har bekræftet, at koncentrationen af suspenderede borespåner og -mudder i vandsøjlen falder meget hurtigt på grund af materialets sedimentation og fortynding /45//46/.

Modellering af sedimentation af boremudder og -spåner for en typisk Maersk Oil-brønd viser, at boremudder aflejres på havbunden i et lag, der højst er 1 mm tykt. Størstedelen af boremuddet bundfældes i nærheden af udledningsstedet (1-2 km), afhængigt af strømforholdene (Figur 6-1). Borespåner er tungere end boremudder og bundfældes hurtigere. Modeldata for en lignende brøndudledning viser, at der kan forventes et lag på 50 mm spåner i et område på 50 m omkring brønden. Lagets tykkelse forventes at falde til <1 mm inden for 200 m fra udledningsstedet (Figur 6-2).



Figur 6-1 Sedimentation af udledt vandbaseret boremudder modelleret for en typisk brønd /1/.



Figur 6-2 Sedimentation af vandbaserede borespåner modelleret for en typisk brønd /1/.

Worst case-udledninger fra boring af en brønd er ca. 1800 tons spåner og ca. 3500 tons vandbaseret boremudder og cement. Hvis alle 130 brønde ved TYRA-projektet (24 eksisterende brønde og 106 slots i nye strukturer) udnyttes, vil det føre til en samlet udledning af 234.000 tons spåner og 455.000 tons vandbaseret boremudder. Worst case-scenariet vil angiveligt være, hvis brøndene bores efter hinanden. Det skal imidlertid bemærkes, at brøndene er placeret 14 forskellige steder i afstande af 4-64 km (se afsnit 3).

De kemikalier, der udledes med mudderet og spånerne, er klassificeret som "grønne" eller "gule" kemikalier (afsnit 6.2.2.1 og 8.1.3). Mudderet indeholder sædvanligvis baryt eller spor af tungmetaller, mens borespåner kan indeholde små mængder olie. Kemisk og biologisk overvågning af havbunden omkring Tyra Ø viser, at forhøjede koncentrationer af metaller, THC, PAH og NPD i sedimentet er lokale og hurtigt faldende i alle retninger med stigende afstand fra platformen /6/.

Sedimentation af boremudder og -spåner kan ændre sedimentets kornstørrelse. Overvågning af havbunden viser dog, at middelvariationen for kornstørrelse efter boring ved Tyra Ø og Valdemar-platformen er inden for det naturlige interval /6/.

Vandbaseret boremudder kan indeholde biologisk nedbrydelige organiske tilsætningsstoffer, der kan stimulere væksten af mikrobielle samfund, som kan føre til iltvind i sedimenterne. Anaerobe, sulfatreducerende bakterier kan yderligere nedbryde det organiske stof, så der dannes hydrogen sulfid /45/. Ifølge en overvågningsundersøgelse af havbunden omkring Tyra Ø-platformen var der sulfid til stede ved nogle få af de stationer, der ligger tættest på platformen (mindre end 1 km) /6/.

På grundlag af modelleringsresultaterne, typen af kemikalier i boremudder og -spåner og resultaterne af havbundsovervågningen vurderes virkningen at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af lang varighed. Det kan konkluderes, at virkningen på sedimenttype og -kvalitet af udledninger vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.4.3 Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner

Der findes eksisterende rørledninger og konstruktioner i området. Områder, der tidligere var sand, er blevet ændret, så de indeholder hårde overflader. Der er planlagt ni nye konstruktioner og 106 km rørledninger i forbindelse med TYRA-projektet. De eksisterende konstruktioner fjernes, når TYRA-projektet afvikles. Virkningen af tilstedeværelsen og fjernelsen af konstruktioner på sedimentkvaliteten omfatter f.eks. ændret overfladesediment.

Virkningen på sedimenttype og -kvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på sedimenttype og -kvalitet af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.4.4 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på sedimenttype og -kvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-10.

Tabel 6-10 Potentielle virkninger på sedimenttype og -kvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Udledninger af borespåner	Lille	Lokal	Langvarig	Mindre negativ	Høj
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Høj

Der kan forekomme mindre kumulative virkninger mellem de forskellige udledninger for TYRA-projektet, f.eks. fra sedimentation af boremudder og -spåner, som kan lægge sig ovenpå nyligt udledt boremudder og -spåner (ved boring i det samme område). Baseret på Maersk Oils viden fra undersøgelser af strukturer er det kendt, at små og mudder udledes til sidst. Samlet set vurderes de kumulative virkninger at være lokale.

6.2.5 Plankton

De potentielle virkninger på plankton (fyto- og zooplankton) hænger sammen med undervandsstøj, suspenderet sediment, udledninger og lys.

6.2.5.1 Undervandsstøj

Undervandsstøj er en form for energi, der kan påvirke plankton, f.eks. på grund af nedbrydning af celler (cellelyse). Undervandsstøj ved TYRA-projektet kan genereres fra seismiske aktiviteter (luftkanoner, multibeam-ekkolod og sidesøgende sonar), spunsramning under konstruktion af nye platforme, ramning af konduktorer, boring og forskellige fartøjer. Tabel 6-11 viser typiske frekvenser og støjniveauer for disse aktiviteter.

Der er kun udført begrænset forskning i virkningerne af undervandsstøj på plankton, primært med fokus på energi udsendt fra luftkanoner under seismiske undersøgelser. Dødelighed for plankton er observeret på tæt hold (inden for 5 m) fra kilden til det seismiske skud /54//55/. En undersøgelse har fastslået, at emission af seismisk lyd tæt på (2 m) snekrabbeæg havde virkninger på larvens udvikling og fæstning /66/. På baggrund af målinger på stedet forventes

adfærdsmæssige og fysiologiske virkninger på hvirvelløse bunddyr og planktonlarver inden for nogle få meter fra støjilden på 240 dB re 1 μ Pa /61/. Generelt forventes effekten af støj kun at gøre sig gældende for organismer tæt på (inden for få meter) kraftige støjkilder, f.eks. seismiske undersøgelser og spunsramning /64/ /65/.

På grundlag af planktonpopulationernes bestandtæthed og deres høje reproduktion forventes planktonpopulationer at genoprette sig selv efter forstyrrelsen. Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på plankton af undervandsstøj vurderes at være af ubetydelig negativ samlet betydning.

Tabel 6-11 Typisk frekvens og støjniveau fra aktiviteter ved TYRA-projektet (baseret på bilag 1, /2//48/). i/o betyder ikke oplyst.

Aktivitet	Frekvens	Enhed	Støjniveau ved 1m afstand fra kilde
Seismiske undersøgelser			
Luftkanon (2D-/3D-/4D- seismiske undersøgelser)	0,005-0,200 kHz	Peak-to-peak (dB re 1 μ Pa)	244
	0,005-80 kHz	RMS (dB re 1 μ Pa)	179-266
		SEL (dB re 1 μ Pa ² s)	202-216
Multibeam-ekkolod	70-100 kHz	RMS (dB re 1 μ Pa ²)	225-232
Sidesøgende sonar	100-900 kHz	RMS (dB re 1 μ Pa)	220-226
Rørledninger og konstruktioner			
Pæleramning*	0,03-20 kHz	Ikke oplyst (dB re 1 μ Pa ² s)	228
Produktion			
Produktionsplatform	0,01-10 kHz	RMS (dB re 1 μ Pa)	162
Boring og brøndstimulering			
Ramning af konduktorer	0,03-20 kHz	Ikke oplyst (dB re 1 μ Pa ² s)	228
Borerig	0,002-1,2 kHz	Ikke oplyst (dB re 1 μ Pa ² s)	163
Transport			
Hjælpefartøj	0,01-20 kHz	RMS (dB re 1 μ Pa)	122-192
Afvikling**			
Ikke oplyst			i/o

*Pælediameter på 1,5 meter ved 30 meters dybde.

**Støjniveauer for afvikling foreligger ikke, da aktiviteterne ikke er anført for TYRA-projektet. Det forventes, at der ikke vil forekomme sprængninger.

6.2.5.2 Suspenderet sediment

Suspenderede sedimenter vil potentielt kunne reducere lystilgængeligheden for fytoplankton og påvirke zooplanktions nedsvælgningshastighed, ægproduktion og -udklækning samt overlevelseshastighed. Der forventes imidlertid kun at blive suspenderet små mængder sediment i forbindelse med TYRA-projektet som en del af konstruktionen af ni nye platforme og rørledninger samt fra afvikling (se afsnit 6.2.3.1).

Mange larvearter bruger deres syn i forbindelse med fouragering, og en øget turbiditet kan gøre det sværere for larver af arter såsom rødspætte, søtunge, pighvar og torsk at se deres bytte.

Larver kan dog leve nogle dage uden mad /86//119/, og en kortvarig stigning i suspenderet sediment forventes at være ubetydelig.

Pelagiske fiskeæg kan blive påvirket, hvis suspenderet materiale klistrer til æggene og dermed gør, at de synker ned til bunden, hvor der er risiko for iltvind/85/. En laboratorieundersøgelse af sildeæg har vist, at kortvarig eksponering for en relativ høj koncentration af suspenderet materiale ikke påvirker udviklingen af fiskeæg /87/. Bentiske æg forbindes med bløde sedimenter og vurderes at være mindre følsomme end pelagiske æg. Da planktons regenereringsevne desuden er stor, og området for TYRA-projektet er et lille område i den centrale del af Nordsøen, forventes ingen påvirkning på populationsniveau.

Sedimentspredningen vil være lokal, midlertidig og arealmæssigt fordelt langs nye rørledninger og konstruktioner under tracéring og afvikling og vil hovedsagelig være begrænset til de lavere dele af vandsøjlen. Det vurderes, at en eventuel virkning på fytoplankton og zooplankton fra suspenderet sediment vil være ubetydelig.

6.2.5.3 Udledninger

De potentielle virkninger på plankton fra udledninger er indirekte forbundet med virkningerne fra forskellige aktiviteter på vandkvaliteten, der er beskrevet i afsnit 6.2.2.1.

Undersøgelser viser, at udledninger af vandbaserede borekemikalier kan have kortvarige virkninger på fyto- og zooplanktonsamfund /45//46//58/. Udledningerne af kemikalier i forbindelse med produktion, boring og stimulering kan påvirke fyto- og zooplanktonsamfundene. Generelt forventes det, at offshoreudledninger fortyndes hurtigt, og at kun plankton fundet i vandsøjlen tæt på udledningsstedet vil blive påvirket. Laboratorie- og feltdata bekræfter, at risikoen for betydelig biologisk virkning er begrænset til et område på 1-2 km omkring udledningerne /46/. Virkningen af udledninger af kemikalier forventes at være mindre negativ, lokal og akut/ikke-vedvarende. Den samlede virkning vurderes derfor at være af mindre negativ betydning.

6.2.5.4 Lys

Visse fytoplankton- og zooplanktonarters vertikale migration i vandsøjlen kan blive påvirket af lys fra bemandede platforme.

Det er konstateret, at lys er en grundlæggende faktor, som regulerer zooplanktons daglige vertikale migration /60/. Plankton migrerer tættere på overfladen i mørke nætter end i klare nætter med måneskin /62/. Nogle planktonarter fouragerer i mørket for at undgå at blive ædt, og de ædes kun intensivt, når de oplyses af den opgående fuldmåne /63/. Planktonorganismer bæres dog pr. definition af de dominerende strømme, og planktonorganismer forventes kun at kunne registrere lys i nærheden af platformene.

De potentielle virkninger forventes at være lokale og kan berører individer, men ikke hele planktonpopulationer i Nordsøen. Virkningen på plankton af lys ved TYRA-projektet vurderes at være af ubetydelig negativ samlet betydning.

6.2.5.5 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på plankton af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-12.

Tabel 6-12 Potentielle virkninger på plankton af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Middel
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Lys	Lille	Lokal	Umiddelbar	Ubetydelig negativ	Lille

Den kumulative virkning på plankton kendes ikke. Der forventes imidlertid kun en mindre geografisk overlapning mellem de forskellige virkninger. Som følge af planktons høje reproduktionskapacitet forventes det, at eventuelle kumulative virkninger vil være ubetydelige negative.

6.2.6 Benthiske samfund

De potentielle virkninger på det benthiske samfund sammen med undervandsstøj, fysisk forstyrrelse på havbunden, suspenderet sediment, udledninger og fysisk tilstedeværelse af konstruktioner.

6.2.6.1 Undervandsstøj

Undervandsstøj kan potentielt påvirke benthiske samfund gennem f.eks. adfærdsmæssige og fysiologiske virkninger.

De fleste hvirvelløse dyr har typisk ikke skrøbelige organer eller væv, hvis akustiske impedans er væsentligt forskellig fra vand. Med hensyn til virkningen af undervandsstøj på hvirvelløse dyr og planktonlarver forventes generelt kun meget få adfærdsmæssige og fysiologiske virkninger, medmindre organismerne befinder sig få meter fra støjkluder på omkring 240 dB re 1 μ Pa /61/.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkingen på benthiske samfund af undervandsstøj vurderes at være af ubetydelig negativ samlet betydning.

6.2.6.2 Fysisk forstyrrelse på havbunden

Fysisk forstyrrelse på havbunden kan påvirke den benthiske fauna. For TYRA-projektet er det forstyrrede område relateret til rørlægningen, tilstedeværelsen af kabler fra seismiske undersøgelser og ben fra boreriggen og nye platforme. Under afvikling vil der opstå fysisk forstyrrelse i forbindelse med fjernelsen af de eksisterende konstruktioner.

Anbringelsen af boreriggens fødder og installationen af den nye platform vil medføre lokal forstyrrelse af havbunden og den tilknyttede fauna. Genetablering af den benthiske fauna afhænger af de tilstedeværende arter og deres livscyklus, men undersøgelser fra Nordsøen viser, at benthiske faunasamfund på en sandet havbund generelt genetabes inden for en periode på 2-5 år efter forstyrrelsen /67/.

Intensiteten af virkningen af fysisk forstyrrelse af havbunden vurderes at være lille, af lokalt omfang og af mellemlang varighed. Generelt vurderes virkningen at være ubetydelig negativ.

6.2.6.3 Suspenderet sediment

Efter installationen af nye platforme og rørledninger, spredes der sedimenter i vandsøjlen. Virkningen afhænger af koncentrationen af suspenderede sedimenter og varigheden. Forhøjede koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen kan negativt påvirke bentisk fauna ved f.eks. tilstopning af åndedræts- og spiseorganer. Kvælning på grund af resuspenderet sediment, når det aflejres på havbunden, kan have direkte mekaniske virkninger.

Hvirvelløse dyr på havbunden har generelt dårlig, hvis i det hele tage nogen, synsevne og vil højst sandsynligt ikke blive påvirket negativt af suspenderede stoffer. Arter, der filtrerer føden, kan anses for at være mest følsomme over for sedimentsuspension og sedimentation. Virkningen fra et sandudvindingsområde på arter, der filtrerer føden, resulterede i lavere aktivitet og reduceret fourageringsfrekvens op til en afstand af 1-1,5 km, og der blev ikke registreret nogen langvarig virkning /75/.

Virkningen af sedimentresuspension på den bentiske fauna forventes generelt at være kortvarig. En undersøgelse af effekterne af rørlægning på hvirvelløse bunddyr på havbunden viste, at der seks måneder efter forstyrrelsen ikke var nogen forskel af betydning mellem det gennemsnitlige, samlede antal individer i det påvirkede område og i referenceområderne /72/. Andre undersøgelser har vist, at bestandene af hvirvelløse bunddyr hurtigt begyndte at rekolonisere et forstyrret havbundsområde, men at det kan tage op til fem år for samfundets struktur at genvinde sin oprindelige sammensætning /73/.

På grund af den begrænsede mængde spredte sedimenter og sedimentation under konstruktion af nye platforme og rørledninger vurderes virkningerne at være meget lokale. Målbare virkninger på det bentiske samfund vurderes at ligge inden for 10 meter fra aktiviteten.

Intensiteten af virkningen fra suspenderet sediment vurderes at være lille med et lokalt omfang og en kort varighed. Generelt vurderes virkningen at være af mindre negativ betydning.

6.2.6.4 Udledninger

De potentielle virkninger på bentiske samfund hænger sammen med udledninger, der kan føre til ændringer i vandkvalitet (afsnit 6.2.2.1) og sedimentkvalitet (afsnit 6.2.4).

Undersøgelser viser, at virkningerne af boreudledninger på de bentiske faunasamfund er mindre og næsten altid begrænset til en zone på ca. 100 m omkring udledningsstedet for vandbaseret boremudder og vandbaserede spåner /45//46/. Der er ikke bevis for økologisk betydelig bioakkumulering af metaller eller kulbrinter i bentisk fauna, der er anbragt i bure nær udledningsstedet for vandbaseret boremudder og vandbaserede spåner. Den manglende bioakkumulering eller toksicitet af boreaffaldskomponenter er en indikation for, at virkningerne af vandbaseret boremudder og vandbaserede spåner er meget lokale og ikke overføres til den lokale fødekæde /45//46/. Overvågning ved platformene Tyra E og Valdemar i 2009 viste en svag virkning på den bentiske fauna fra platformens boreoperation. Den bentiske fauna ved 100 m, 250 m og 750 m stationerne var væsentligt forskellig fra den bentiske fauna ved referencestationerne. Den observerede geografiske forskel i den bentiske ensartethed kombineret med det lavere antal arter og lavere bestandtæthed tæt på platformen i forhold til referencestationerne kan fortolkes som en virkning, der er relateret til udledninger fra platforme. Kontamineringen af sedimentet var imidlertid lav, og følsomme arter var almindelige tæt på platformen /6/.

Sedimentation af vandbaseret boremudder og vandbaserede spåner på havbunden kan begrave en del af den fastsiddende bentiske fauna. Ændringer i sedimentets kornstørrelse og tekstur kan betyde, at visse arter ikke fæstner sig og vokser dér, men man samtidig gør substratet mere attraktivt for andre opportunistiske arter. Organisk berigelse kan medføre ændringer i det bentiske samfunds udbredelse, artssammensætning og diversitet /45/. Et højere indhold af

silt/ler og en svag lugt af svovlbrinte i sedimentet tæt på platformen er sandsynligvis på grund af borerelaterede udledninger /6/.

Udledninger af vandbaseret boremudder og vandbaserede spåner i vandsøjlen vil kortvarigt øge turbiditeten og vil derefter lægge sig på havbunden. Det er fastslået, at udledninger forårsager virkninger ved koncentrationer over 0,5 mg/l, som typisk er begrænset til en radius på mindre end 1 km fra udledningsstedet /46/. Hvirvelløse dyr på havbunden har generelt dårlig, hvis i det hele tage nogen, synsevne og vil højst sandsynligt ikke blive påvirket negativt af suspendede stoffer. Kvælning som følge af aflejring af sediment har dog direkte mekaniske virkninger på epifauna og infauna og kan føre til ændring af det underliggende lag. Sediment kan direkte tilstoppe spise- og åndedrætsorganerne hos arter, der filtrerer føden. Virkningen afhænger af sammensætningen af kornstørrelser i de aflejrte sedimenter og den artsspecifikke modstandsdygtighed over for øgede forekomster af sedimentation og akkumulering. Det er dokumenteret, at vandbaseret boremudder og vandbaserede spåner påvirker benthos i en tykkelse på 3 mm og derover. Lag af denne tykkelse er normalt begrænset til en afstand på 100-500 m /46/. Mudder og spåner for en Maersk Oil-brønd aflejres ifølge en modellering kun i et lag, der er mere end 1 mm tykt, inden for 200 m fra udledningen (afsnit 6.2.4).

Risikoen for udbredt og langvarig virkning af driftsmæssige udledninger på bentiske populationer vurderes i øjeblikket at være lav /46/. Ifølge en overvågning af havbunden omkring platformene Tyra Ø og Valdemar er målelige virkninger på det bentiske samfund begrænset til området umiddelbart omkring udledningsstedet (nogle få hundrede meter, men er sandsynligvis af lang varighed /6/.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af lang varighed. Virkningen på bentiske samfund af udledninger vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.6.5 Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner

Platformskappen skaber et nyt habitat for bentiske samfund på et hårdt underlag, som ikke findes normalt i miljøer med blødt sediment. Inspektioner af konstruktioner i området viser, at marin vækst (f.eks. søanemoner, tang, bløde koraller, søpunge og svampe) ofte findes i de øverste 15-20 m under vandoverfladen.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på bentiske samfund af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes at være af mindre negativ samlet betydning for den eksisterende fauna.

6.2.6.6 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på bentiske samfund af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-13.

Tabel 6-13 Potentielle virkninger på de bentiske samfund af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Lille
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Middel	Lokal	Mellemlangvarig	Mindre negativ	Høj
Suspended sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal	Langvarig	Mindre negativ	Høj
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Høj

Den kumulative virkning på benthiske samfund kendes ikke i den videnskabelige litteratur, men overvågning ved platforme viser, at der er en vis virkning af alle disse aktiviteter og således en kumulativ virkning. Virkningen af boring af en enkelt brønd er lille, mens løbende boring af flere brønde i det samme område vurderes at have moderate kumulative virkninger.

6.2.7 Fisk

De potentielle virkninger på fisk hænger sammen med undervandsstøj, fysisk forstyrrelse på havbunden, suspenderet sediment, udledninger, lys og fysisk tilstedeværelse af konstruktioner.

Virkninger på fiskeæg og -larver er vurderet som en del af plankton i afsnit 6.2.5.

6.2.7.1 Undervandsstøj

Det omfang, hvori undervandsstøj kan påvirke fisk, afhænger af forskellige faktorer, herunder niveauet af støj, der produceres ved kilden, de frekvenser, hvorved støjen produceres, hvor hurtigt lyden svækkes (hvilket varierer afhængigt af frekvens og miljøforhold), forskellige arters og individers sårbarhed over for forskellige støjstyrker og -frekvenser. Støj kan påvirke fisk på forskellige måder, herunder:

- skade på andet væv end hørevæv
- skade på hørevæv (generelt sanseceller i øret)
- høretab som følge af midlertidig hørenedsættelse
- maskering af kommunikation
- adfærdsmæssige virkninger (f.eks. undvigelse).

Der er ikke fuld klarhed over fisks adfærdsmæssige reaktioner i forhold til støj. Lydtryksniveauer, der kan afskrække nogle arter, kan tiltrække andre. I nogle tilfælde "lammes" fiskene og bliver på stedet, så de udsættes for potentielle skader. Hvis fiskene svømmer væk, kan virkningerne minimeres. På den anden side kan det få en fisk til at forlade et vigtigt fouragerings-, parrings- eller gydeområde, og det kan have en signifikant virkning, hvis der er langvarige effekter /46/.

Der er flere kilder, der udsender støj fra de planlagte aktiviteter (herunder boreaktiviteter, seismiske undersøgelser, konstruktion af nye platforme (spunsramning) og fartøjer).

Undervandsstøj fra seismiske undersøgelser

Støj, der udsendes under seismiske undersøgelser, kan have en virkning gennem skadelige fysiologiske virkninger eller adfærdsmæssige virkninger.

Forskning har vist, at skader og forhøjet dødelighed kan forekomme i afstande på under 5 m fra luftkanoner, og at fisk i de tidlige livsstadier er mest udsatte. Risikoen for skader på individuelt niveau i forbindelse med seismiske undersøgelser vurderes at være lav, og det forventes ikke at have nogen betydelig negativ virkning på fisk på populationsniveau /99/. Nogle undersøgelser har påvist skadelige virkninger på voksne fisks sanseceller /92/. Fiskene blev holdt i bure, og det seismiske fartøj passerede burene langs linjer, der lå i en afstand på 400-800 m i begyndelsen og op til 5-15 m fra burene. Da forsøgsfiskene befandt sig så tæt på luftkanonerne, kan det diskuteres, om denne type skader er repræsentative for voksne, frit svømmende fisk.

Adfærden for sildestimer eksponeret for 3D-seismisk undersøgelse blev observeret. Der blev ikke observeret ændringer i svømmehastighed, svømmeretning eller stimestørrelse, der kunne tilskrives det transmitterende seismiske fartøj, da det nærmede sig fra en afstand på 27 km til 2 km over en periode på seks timer /96/. Den uventede manglende reaktion på den seismiske undersøgelse blev tolket som en kombination af en stærk motivation for fouragering, den manglende pludselighed af påvirkningen fra luftkanonen og øget tilvænning til seismisk skyderi.

Ændring i fiskenes adfærd kan have følger for gydning og migration til gydepladserne. Dette kan ændre fiskenes ankomsttidspunkt til gydepladserne, så gydebetingelserne bliver mindre gunstige. Det skal også understreges, at virkningerne skal fortolkes i lyset af det forhold, at de er unikke for hver art, og at sårbarheden og virkningen af eksterne stimuli afhænger af livsstadiet. Da gydepladserne imidlertid er store i Nordsøen (afsnit 5.8), og ændringen i adfærd ligger inden for nogle få kilometer, forventes ingen virkning på gydningen.

Seismiske luftkanoner kan påvirke fisks adfærd i området tæt på det seismiske fartøj. Det forventes dog, at seismiske undersøgelser generelt ikke vil føre til langvarige ændringer i fiskebestandenes størrelser /97/.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på fisk af undervandsstøj fra seismiske undersøgelser vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

Undervandsstøj fra spunsramning og ramning af konduktorer

Der er adskillige eksempler i litteraturen på ramning af monopæle i forbindelse med havvindmølleparker, som har forårsaget fiskedød i umiddelbar nærhed af spunsramningsaktiviteten. Dødelighed rapporteres typisk inden for en afstand af 50 m fra ramningsaktiviteten /93/. Fisk vil højst sandsynligt bevæge sig væk fra lydkilden. Det vurderes eksempelvis, at flynder og torsk vil reagere inden for en afstand af hhv. 500 m og 2 km. /95/.

Der er væsentlig forskel på spunsramning til sådan et monotårn med pælefundament i forbindelse med en vindmøllepark og ramning af spunsæle og konduktorer til en olie- og gasinstallation. Under installation af en platform fastgøres kappen til havbunden med spunsæle med en diameter på op til 80 cm. Støjniveauet fra spunsramning forventes at være sammenligneligt med ramningen af konduktorer i forbindelse med boring. Ramningen vil normalt blive udført inden for 2 timer for den pæl, der anvendes til kappen, og 6-8 timer for konduktorer (130 nye brønde), der anvendes til boring af en ny brønd. Ramning af konduktorer kan enten foretages som batch eller mellem hver brønd.

Indvirkningerne på fisk som følge af spunsramning vurderes at være små, lokale og kortvarige. Det kan konkluderes, at de samlede virkninger vil være mindre negative. Afværgeforanstaltninger, f.eks. opstartsprocedurer/bløde opstartsprocedurer, hvor de første hammerslag sker ved nedsat slagbrudenergi, hvilket gør det muligt for støjfølsomme fisk at flygte fra den umiddelbare nærhed af støjen, reduceres virkningen yderligere.

Undervandsstøj fra andre aktiviteter

Feltundersøgelser har vist, at nogle arter forstyrres af støjen fra passerende skibe, mens andre ikke berøres. Arter såsom torsk og kuller, der ofte forekommer i store stimer omkring offshoreplatforme, reagerer ikke på støj fra passerende fartøjer. Andre arter bevæger sig ofte væk fra passerende fartøjer. Reaktionsafstanden varierer fra 100-200 m for mange typiske fartøjer, men 400 m for støjende fartøjer /77/. Det forhold, at borerigge og offshore platforme tiltrækker fisk, indikerer, at støj fra boring eller behandling og produktionsplatform generelt ikke berører fisk eller at fisk tolererer støjen /78//79//80//80/. Observationer fra platforms- og undervandsinspektioner ved TYRA-projektet bekræfter også tilstedeværelsen af fiskestimer.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på fisk af undervandsstøj fra andre aktiviteter vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.7.2 Fysisk forstyrrelse på havbunden

Den potentielle virkning på fisk af fysisk forstyrrelse på havbunden kan være forstyrrelse af demersale fisk eller fragmentering af habitater som følge af ændringer af havbunden.

Den fysiske forstyrrelse på havbunden er begrænset til rørlægning, sedimentprøvetagning og forstyrrelse af havbunden på grund af tilstedeværelsen af kabler under 4D-seismiske undersøgelser og anbringelsen af boreriggens fødder eller nye platforme. Rørledninger forventes at blive nedgravet. Det forventede område forventes at være kort. Det vurderes, at naturlige processer såsom erosion eller sediment vil gendanne det forstyrrede område til dets oprindelige tilstand inden for højst et par år.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på fisk af fysisk forstyrrelse vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.7.3 Suspenderet sediment

Fiskenes følsomhed over for suspenderede partikler varierer kraftigt mellem arterne og deres livsstadier og afhænger af sedimentsammensætning, koncentration og eksponeringens varighed. Høje niveauer af suspenderet sediment i en kort periode kan være et mindre problem end et lavere niveau i længere tid. Afhængigt af eksponeringen kan virkningernes betydning gå fra ændring i adfærd til skadelige og dødelige virkninger.

Både laboratorie- og feltundersøgelser har vist, at sild og smelt begyndte at flygte fra områder med finkornet suspenderet sediment, når koncentrationen nåede op på hhv. ca. 10 mg/l og 20 mg/l /82/. Fladfisk er særligt modstandsdygtige over for relativt høje koncentrationer af suspenderet sediment. Undersøgelser af rødspætter med koncentrationer på 3.000 mg/l viste ingen øget dødelighed i en periode på 14 dage /83/.

Mange arter bruger deres syn til at fouragere, og sildeyngels fourageringsaktivitet har vist sig at blive påvirket ved koncentrationer af suspenderet materiale på over 20 mg/l /85/. De mest sandsynlige virkninger på grund af suspenderet materiale vil være undvigereaktioner eller fiskearter, der flygter fra et område under anlægsaktiviteter. Disse undvigereaktioner er midlertidige og vil ikke have nogen langvarig virkning på fisk og fiskebestande.

Baseret på den begrænsede mængde sediment, der spredes under rørlægning og andre aktiviteter ved TYRA-projektet, vil eventuelle virkninger være begrænset til den umiddelbare nærhed af det forstyrrede havbundssediment. Fødekilder, der lever i havbunden, f.eks. børsteorm, bliver eksponeret under rørlægning/tracéring, og fisk, som ikke påvirkes af støj eller øget turbiditet, vil sandsynligvis blive tiltrukket af anlægsstedet /88//89//90/.

Fiskenes følsomhed i forbindelse med sedimentspredning i vandsøjlen vurderes at være lav. Den samlede indvirkning på fisk som følge af øget turbiditet vurderes til at være lille, lokal og generelt kortvarig. Det konkluderes, at de samlede virkninger på fisk og fiskebestande fra sedimentspredning vil være mindre negative.

6.2.7.4 Udledninger

Udledningers potentielle virkninger på fisk hænger sammen med udledninger, der kan påvirke vandkvaliteten (afsnit 6.2.2.1).

Beregning af risikoen for virkning af det udledte producerede vand ved TYRA-projektet viser, at en virkning på vandsøjlen kan forekomme op til 14 km fra de kombinerede udledninger ved platformene Tyra Øst og Tyra Vest /42/. En nylig undersøgelse af de miljømæssige virkninger af udledninger af produceret vand og boreaffald fra den norske offshoreolieindustri har vist, at virkningerne af udledninger er lokale og generelt begrænset til et område på 1-2 km fra

udledningsstedet både i vand og på havbunden, og at risikoen for udbredt virkning af de driftsmæssige udledninger er lav /46/.

Undersøgelser har vist, at forbindelser, der er til stede i produceret vand, potentielt kan have hormonforstyrrende effekt i fisk. De undersøgte forsøgsmæssige eksponeringsniveauer omfatter forskellige koncentrationer af produceret vand, som typisk findes tæt på udledningsstederne. De kan derfor have virkning på fisk, der opholder sig tæt på platforme. Det konkluderes dog, at udbredte og langvarige virkninger af produceret vand på fiskenes populationsniveau er usandsynlige /46/.

Ifølge resultater af modellering aflejres boremudder generelt på havbunden i en afstand på 12 km nedstrøms fra udledningsstedet, og størstedelen aflejres inden for et par km. Borespånere aflejres inden for en afstand på 200 m (afsnit 6.2.4). Flere feltundersøgelser, hvor man har målt koncentrationen af suspenderede stoffer i faner af boremudder og -spånere i forskellige afstande fra boreriggene, bekræfter dette mønster. Ifølge målingerne falder koncentrationen af suspenderede borespånere og mudder i vandsøjlen meget hurtigt på grund af sedimentation og fortynding af materialet /45//46/. En overvågning af havbunden omkring Tyra Øst-platformen har påvist, at de målelige virkninger på kontaminanter i sedimentet er begrænset til området umiddelbart omkring udledningsstedet/6/, og alle virkninger på fisk vurderes at falde inden for dette område.

På grundlag af modelleringsresultaterne og den udledte type kemikalier vurderes intensiteten af virkningen af udledninger at være lille, af lokalt omfang og af mellemlang varighed. Generelt vurderes virkningen at være af mindre negativ betydning.

6.2.7.5 Lys

Selv om der findes sikkerhedsbelysning på alle platforme og fartøjer, er det kun de bemandede platforme Tyra Øst og Tyra Vest, der er oplyst. Platforme kan udgøre et gunstigt fourageringsmiljø for larver, unge og voksne fisk, fordi de giver tilstrækkeligt lys til at lokalisere og fange bytte og positivt koncentrerer fototaksiske byttearter. For unge fisk er der sandsynligvis tale om en afvejning mellem at leve og fouragere i et kunstigt oplyst natmiljø. Den øgede belysning sætter dem i stand til at æde zooplankton, som har koncentreret sig i lysfeltet nær overfladen, men det samme lys gør dem mere sårbare over for rovfisk.

Den potentielle forstyrrelse af fisk fra lys på rigge, platforme og fartøjer forventes at være lokal og sprede sig 90-100 m fra kilden /98/. Virkninger på fisk af lysemissioner betragtes følgelig som mindre og lokale.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på fisk af lys ved TYRA-projektet vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.7.6 Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner

Hårde overflader i vandsøjlen skaber en overflade, som kan koloniseres af arter, der normalt ikke findes i miljøer med blødt sediment. Inspektioner af konstruktioner og rørledninger i områder viser, at der ikke findes makrofytter på havbunden, og at marinevækst (f.eks. søanemoner, tang, bløde koraller, søpunge og svampe) findes på de øverste 15-20 m af de eksisterende konstruktioner.

Det kunstige rev, der stammer fra den eksisterende og nye kappe, eller det område, der er dækket som følge af dumping af sten, giver fisk et nyt habitat til at finde skjulesteder og fourageringsområder /148/. Det nye habitat er især gunstigt for revfisk, som f.eks. havkarusse, savgylte og hundestejle. Disse fisk tiltrækkes af de store sten med deres forskelligartede habitater, der skaber et væld af skjulesteder, hvor f.eks. små fisk og yngel kan skjule sig fra rovfisk. Men også torsk og hvilling tiltrækkes af den ofte større forsyning af føde, der findes i heterogene strukturer, f.eks. stenrev /149/.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed, da alle konstruktioner fjernes under afviklingen. Den overordnede virkning på fisk af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes at være af ubetydelig negativ betydning for arter, der forbindes med sandsediment. For nogle fiskearter vil virkningen dog være positiv på grund af en lokal reveffekt.

6.2.7.7 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på fisk af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-14.

Tabel 6-14 Potentielle virkninger på fisk af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Lille
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Lille
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Lille
Udledning	Lille	Lokal	Mellemlangvarig	Mindre negativ	Høj
Lys	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Lille
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ/positiv	Lille

Den kumulative virkning på fisk kendes ikke. Tilstedeværelsen af fiskesamfund rundt om olie- og gasplatformen ved TYRA-projektet i Nordsøen viser, at en eventuel virkning er lille. Der forventes dog en mindre geografisk overlapning, og det forventes, at de kumulative virkninger vil være af mindre omfang.

6.2.8 Havpattedyr

De potentielle virkninger på havpattedyr hænger sammen med undervandsstøj, fysisk forstyrrelse, udledning, lys og tilstedeværelse af fartøjer og platforme.

Alle hvalarter er opført i habitatdirektivets bilag IV, og særlige beskyttelsesforanstaltninger er fastlagt for bevidst fangst af eller drab på individer af disse arter i det fri og for forringelse eller ødelæggelse af deres yngle- eller hvilesteder. Området for TYRA-projektet er ikke et kendt ynglested for hvaler, og der forventes ikke bevidst fangst eller drab.

6.2.8.1 Undervandsstøj

Hørelsen er den primære sans for mange havpattedyr, som bruger den til at registrere bytte og rovdyr og til kommunikation og navigation i miljøet. Undervandsstøj, der tilføres miljøet, kan potentielt påvirke havpattedyr.

Havpattedyr defineres sædvanligvis efter funktionel høregruppe baseret på båndbredden for deres hørelse /41/. Høregrupperne og båndbredden for havpattedyr i Nordsøen vises i Tabel 6-15.

Tabel 6-15 Funktionelle høregrupper og båndbredde for typiske arter ved området for TYRA-projektet /41/.

Arter i Nordsøen	Funktionel høregruppe	Båndbredde for hørelse
Sæler (pinnipedia)		
Gråsæl, spættet sæl	Pinnipedia i vand	75 Hz til 22 kHz
Hvaler (cetaceaner)		
Marsvin	Højfrekvens	200 Hz til 180 kHz
Hvidnæse	Mellemfrekvens	150 Hz til 160 kHz
Vågehval	Lavfrekvens	7 Hz til 22 kHz

Virksomheden af undervandsstøj på havpattedyr kan generelt inddeles i fire brede kategorier, der i høj grad afhænger af dyrenes afstand til lydkilden: Detektion, maskering, adfærdsmæssige ændringer og fysiske beskadigelser /41/. Grænserne for hver virkningszone er ikke skarpe, og der er et betydeligt overlap mellem de forskellige zoner.

- Detektion er, når dyrene kan høre støjen. Detektionsområder afhænger af baggrundsstøjniveauer og den artsspecifikke hørelse /41/.
- Maskering er, når støjen overdøver andre lyde, f.eks. kommunikation mellem individer. Virkningen på f.eks. kommunikation kendes ikke /41/.
- Det er vanskeligt at vurdere adfærdsmæssige ændringer. De strækker sig fra meget kraftige reaktioner, f.eks. undvigelse, til mere moderate reaktioner, hvor dyret vender sig mod lyden eller langsomt trækker sig væk. Dyrenes reaktion afhænger dog i høj grad af årstid, adfærdsmæssig tilstand, alder, køn samt den intensitet, frekvens og tidsstruktur, hvormed lyden forårsager adfærdsmæssige ændringer /41/.
- Fysiske skader på havpattedyr vedrører skader på høreorganerne. Fysiske beskadigelser af høreorganerne fører til permanente ændringer i dyrenes registreringstærskel (permanent hørenedsættelse, PTS). Dette kan opstå ved ødelæggelse af sensoriske celler i det indre øre eller ved metabolisk afstødelse af sensoriske celler, støttceller eller endog celler i hørenerven. Høretab kan også være af midlertidig karakter (midlertidig hørenedsættelse, TTS), hvor dyret genvinder sin oprindelige registreringsevne efter en restitutionsperiode. Ved PTS og TTS er lydintensiteten en vigtig faktor for graden af høretab, og det samme gælder frekvens, eksponeringens varighed og længden af restitutionsperioden /41/.

I forbindelse med udviklingen af offshorevindmøller i Danmark har en ekspertgruppe vedrørende havpattedyr og undervandsstøj anbefalet tærskler for PTS, TTS og adfærdsmæssige ændringer for sæler og marsvin i danske farvande /138/. Tærskelværdierne fremgår af Tabel 6-16. Tærskelværdierne for påførsel af virkning er fastsat ud fra en vurdering af data indhentet fra den videnskabelige litteratur, der er baseret på laboratorieundersøgelser af dyr. Ekspertgruppen kunne ikke anbefale en tærskelværdi for adfærdsmæssige ændringer for sæler, da der kun foreligger meget begrænset dokumentation for, hvordan og hvornår sæler reagerer på undervandsstøj.

Tabel 6-16 Tærskelværdier for PTS, TTS og adfærdsmæssige ændringer på grund af spunsramning som anbefalet af en dansk ekspertgruppe /138/. Alle niveauer er uvægtet SEL. (- viser, at der ikke er nogen tilgængelig tærskel)

Art	Adfærdsmæssig reaktion (dB re 1 µPa SEL)	TTS (dB re 1 µPa SEL cum)	PTS (dB re 1 µPa SEL cum)
Gråsæl og spættet sæl	-	176	200
Marsvin	140 (enkelt slag)	≥164	≥183

I en nylig undersøgelse har man konkluderet, at datagrundlaget for vurdering af virkningen på andre arter, der er relevante for danske farvande, især hvidnæse og vågeval, er meget begrænset /142/. Indtil yderligere data foreligger, er TTS-tærsklerne for øresvin de bedste tilgængelige data. Disse undersøgelser har vist, at TTS induceret ved lydeksponeringsniveauer i området 190-210 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$, afhængigt af stimulusfrekvens og -varighed. Der foreligger ikke solide data, som kan udgøre grundlaget for anbefalinger vedrørende adfærdsmæssige reaktioner for begge arter.

De højeste støjniveauer i Nordsøen forårsages af pæleramning i tilknytning til udvalgte konstruktioner, navnlig vindmølleparker. De mulige virkninger af støj på populationen af marsvin i Nordsøen blev vurderet for nylig ved modellering af bestandtæthederne og fordelingerne i forbindelse med forskellige pæleramningsscenarier. Selv om resultaterne bør betragtes som midlertidige, antydede de mønstre, der blev genereret af den aktuelle version af modellen, ikke nogen klare langtidsvirkninger af støj fra pæleramning på den gennemsnitlige bestandtæthed af marsvin og dynamikken i Nordsøen /153/.

Der er væsentlig forskel på pæleramning til en monopæl til en vindmøllepark og til en olie- og gasinstallation. Mens monopæle til en vindmøllepark kan være flere meter i diameter, kan pælene til en olie- og gasinstallation have en diameter på op til 80 cm. Støjniveauet fra pæleramning forventes at være sammenligneligt med ramningen af konduktorer i forbindelse med boring. Ramningen vil normalt blive udført inden for 2 timer for den pæl, der anvendes til kappen, og 6-8 timer for konduktorer (130 nye brønde), der anvendes til boring af en ny brønd. Ramning af konduktorer kan enten foretages som batch eller mellem hver brønd.

Undervandsstøj fra seismiske undersøgelser

De seismiske data, der planlægges indhentet for TYRA-området, kræver, at der foretages 4D-seismiske undersøgelser med luftkanoner (et område på et par hundrede km^2 med en varighed på et par måneder), seismiske undersøgelser af borehuller med luftkanoner (med en varighed på nogle dage) og geofysiske undersøgelser på lavt vand med små luftkanoner og elektrisk genererede kilder, sidesøgende sonar samt singlebeam- og multibeam-ekkolod (typisk område på 1 km^2 med en varighed på ca. en uge). Typiske støjniveauer og frekvenser for de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet vises i Tabel 6-11 (afsnit 6.2.5).

Niveauerne af undervandsstøj, der genereres under seismiske aktiviteter ved TYRA-projektet, kan potentielt ligge over de tærskelværdier, der er fastsat for PTS, TTS og adfærdsmæssige virkninger. De højeste støjniveauer genereres af de kilder, der bruges til 3D-, 4D- og andre seismiske havundersøgelser.

Der er udført en vurdering af virkninger for en tilsvarende 4D-seismisk havundersøgelse i området /144/. Denne konkluderede, at:

- sandsynligheden for, at undersøgelsesfartøjet støder på havpattedyr og andre havarter, er lille
- evt. virkninger på havarter vil finde sted ved eller inden for 30 m fra luftkanonen, og ingen havdyr vil blive eksponeret for lydniveauer, der kan forårsage PTS, og at der kun vil være tale om TTS og adfærdsmæssig virkning.

For TYRA-projektet afhænger omfanget af virkningen af de endelige betingelser for den seismiske undersøgelse. Vurderingen af virkninger fra 2012 konkluderede, at virkningerne af en seismisk undersøgelse var lokale. Da lydniveauet er højere, vurderes det område, hvor PTS, TTS eller adfærdsmæssige virkninger kan forekomme, at være større.

I et studie af marsvin under en 2D-seismisk undersøgelse i Moray Firth blev det konstateret, at dyr udviste adfærdsmæssige reaktioner inden for 5-10 km /151/, mens en vurdering i den

centrale del af Nordsøen påviste adfærdsmæssige reaktioner inden for en afstand på 20 km /2/. Samlet set kan virkningerne på havpattedyr være lokale (PTS, TTS) eller regionale (adfærdsmæssige).

Både PTS, TTS og adfærdsmæssige virkninger vurderes at være af lille intensitet, da der vil være delvise virkninger på individer inden for det berørte område. Området for TYRA-projektet er ikke af særlig betydning for marsvin, og der er kun observeret få individer. Det vurderes videre, at populationerne af havpattedyr i Nordsøen ikke vil blive væsentligt mindre som følge af seismiske aktiviteter ved TYRA-projektet.

Permanent hørenedsættelse (PTS) vurderes at være en potentiel virkning af lang varighed, da virkningen er permanent for de berørte individer og vil vare ved. Midlertidig hørenedsættelse (TTS) og adfærdsmæssige virkninger vurderes generelt at være potentielle virkninger med kort varighed, da virkningen ikke er permanent. I et studie af marsvin under en 2D-seismisk undersøgelse i Moray Firth blev det konstateret, at dyr udviste adfærdsmæssige reaktioner, men blev typisk detekteret igen inden for få timer. Tilvænning til undervandsstøj blev også observeret /151/. Samlet set vurderes de potentielle virkninger af seismiske aktiviteter for havpattedyr at være mellemlangvarige (TTS og adfærdsmæssig virkning) til langvarige (PTS).

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt eller regionalt omfang og mellemlangvarige eller langvarige. Den overordnede virkning på havpattedyr af undervandsstøj fra seismiske undersøgelser vurderes at være af moderat negativ overordnet betydning.

Hvis afværgeforanstaltninger (afsnit 8.1) gennemføres, f.eks. blød start, kan virkningen på havpattedyr af seismiske undersøgelser reduceres.

Undervandsstøj fra boring og spunsramning

Undervandsstøj er primært forbundet med ramning af konduktorer, som har en varighed på 6-8 timer, og ramning af spunspele til nye konstruktioner. De planlagte boreaktiviteter er forbundet med boringen af op til 130 brønde og ni nye platforme.

Vurderingen af virkninger for boreaktiviteter ved TYRA-projektet er generelt baseret på /140/, hvor undervandslydmåling blev foretaget for baggrunds niveauer, boring og ramning af konduktorer. Der potentielle virkninger på havpattedyr blev vurderet på grundlag af måleresultaterne:

- Undervandslyd ved boring: Undervandsstøjen fra boreriggen blev maskeret af baggrundslyd i et område på 500-1000 m fra riggen. Det blev konkluderet, at der ikke kunne forventes skadelige virkninger (hørenedsættelse eller adfærdsmæssige reaktioner) for havpattedyr.
- Ramning af konduktorer: De støjniveauer, hvor der er risiko for at forårsage høreskader for havpattedyr, er begrænset til et område meget tæt på boreriggen eller meget usandsynlige tilfælde af langvarig eksponering for kontinuerlig lyd. Adfærdsmæssige virkninger vil sandsynligvis forekomme i et område på få km fra boreriggen, og permanent eksklusion forventes ikke.

For boring og ramning af konduktorer forventes omfanget af virkningen at være lokalt /140/, af lille intensitet og af kort varighed. Den overordnede virkning af støj fra bore- og konstruktionsaktiviteter vurderes derfor at være af mindre negativ betydning.

Hvis afværgeforanstaltninger (afsnit 8.1) gennemføres, f.eks. blød start, kan virkningen på havpattedyr af seismiske undersøgelser reduceres.

Undervandsstøj fra produktion, fartøjer og tilknyttede aktiviteter

Der udsendes også støj fra produktion og tilknyttede aktiviteter og fra fartøjer i området. De typiske støjniveauer og frekvenser vises i Tabel 6-11 (afsnit 6.2.5). Fartøjer, som f.eks. pramme og forsyningskibe, producerer støj med et energiindhold under 1 kHz, og det samme gør borerigge og platforme. Havpattedyr i området (marsvin, midtfrekvenshvaler, spættede sæler og gråsæler) er mere følsomme over for støj ved højere frekvenser.

Nogle af de mest trafikerede områder i dansk farvand er også områder med meget store bestande af marsvin /120/. Tilstedeværelsen af havpattedyr året rundt, som er observeret ved Maersk Oils platforme, viser, at dyrene vejer støjniveauer op mod den sandsynlige højere bestandstæthed af byttedyr /139/. Enhver fortrængning af marsvin på grund af denne type støj forventes derfor at være kortvarig og over relativt korte afstande.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkingen på havpattedyr af undervandsstøj fra produktion og fartøjer vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.8.2 Udledninger

De væsentligste udledninger er relateret til produktionen på Tyra Øst og Tyra Vest og boreaktiviteter på Tyra Sydøst, Svend, Roar, Valdemar B og Valdemar A samt ni potentielle nye brøndhovedplatforme. Konservative estimater viser, at der kan være en risiko for nogle arter op til maksimalt 14 km fra produktionsudledningerne og op til maksimalt 7 km fra boreudledningerne (afsnit 6.2.2.1). De potentielle virkninger på havpattedyr er således begrænset til det lokale miljø omkring platforme, borerigge og fartøjer. Risikoen for bioakkumulering er artsspecifik og afhænger af byttetyper. Bioakkumulering forventes ikke af det kemikalie, der forventes anvendt (afsnit 8.1.3).

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkingen på havpattedyr af udledninger vurderes at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.8.3 Lys

Selv om der findes sikkerhedsbelysning på alle platforme og fartøjer, er det kun de bemandede platforme Tyra Øst og Tyra Vest, der er fuldt oplyst. Navigationslys og arbejdsbelysning på dæk til oplysning af arbejdsområdet er kilder til kunstigt lys, der spredes til omgivelserne. Lys kan tiltrække plankton og fisk (afsnit 6.2.5 og 6.2.7), der er bytte for havpattedyr.

En nylig undersøgelse på Dan-plattformen /139/ viste, at marsvin i nærheden af platformen havde variabel akustisk døgnaktivitet, men de havde generelt højere akustisk aktivitet om natten tæt på platformen. Længere væk fra platformen blev dette mønster ikke observeret. Tilstedeværelsen af havpattedyr ved Maersk Oils platforme indikerer, at havpattedyr ikke undviger lys.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkingen på havpattedyr af lys vurderes at være af ubetydelig negativ samlet betydning.

6.2.8.4 Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner og fartøjer

Tilstedeværelse af konstruktioner og fartøjer kan medvirke til, at dyr tilvænnedes menneskers aktiviteter, og kan potentielt øge risikoen for eksempelvis kollisioner. Havpattedyrs reaktion på skibe er ofte ændringer i deres generelle aktiviteter (f.eks. fra at hvile eller fouragere til aktiv undvigelse), ændringer i deres cyklus med overflade-respiration-neddykning samt ændringer i hastighed og bevægelsesretning. Adfærdsændringerne reduceres ofte, når dyrene aktivt deltager i en specifik aktivitet, f.eks. fouragering eller socialisering /122/.

Ud over de eksisterende konstruktioner ved TYRA-projektet planlægges ni nye platforme med forbindelsesrørledninger. Tilstedeværelsen af havpattedyr året rundt, som er observeret ved Maersk Oils platforme, /139/ viser, at dyrene ikke bliver afskrækket af platformene.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på havpattedyr af tilstedeværelsen af fartøjer vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

Fjernelse af konstruktioner vil forårsage undervandsstøj. Når konstruktionerne først er afviklet, forventes ingen virkning på havpattedyr.

6.2.8.5 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på havpattedyr af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-17.

Tabel 6-17 Potentielle virkninger på havpattedyr af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj fra seismiske undersøgelser	Lille	Lokal/regionalt	Mellemlangvarig eller langvarig	Moderat negativ	Middel
Undervandsstøj fra boring	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Undervandsstøj fra produktion, fartøjer osv.	Lille	Lokal	Mellemlangvarig	Mindre negativ	Middel
Udledninger	Lille	Lokal	Mellemlangvarig	Mindre negativ	Høj
Lys	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner og fartøjer	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj

Den kumulative virkning på havpattedyr kendes ikke. Der forventes dog en mindre geografisk overlapning mellem aktiviteterne (afsnit 6.2.2.1 og 6.2.3), og det forventes, at de kumulative virkninger vil være mindre. Aktuelle data fra et langvarigt overvågningsprogram af havpattedyr omkring flere Maersk Oil-platforme viser, at der skal være en afvejning mellem den potentielle forstyrrelse, der er forbundet med de nuværende offshoreaktiviteter, og det yderligere fourageringsområde, som platformenes tilstedeværelse tilvejebringer /139/.

6.2.9 Havfugle

Havfugle kan potentielt påvirkes af støj, udledninger og lys.

6.2.9.1 Undervandsstøj

Støj kan negativt påvirke havfuglene som følge af fysisk beskadigelse eller adfærdsmæssig reaktion.

Der foreligger kun meget begrænset viden om dykkende havfugles hørelse under vand, og oplysninger om virkningerne af undervandslyd på fugle er knappe, men observationer fra seismiske fartøjer i Det Irske Hav har ikke afsløret adfærdsmæssige reaktioner hos havfugle over for undersøgelsesaktiviteterne /146/.

Fugle, der dykker på få meters afstand af et batteri af luftkanoner, risikerer at få beskadiget deres hørelse. Fugle har imidlertid evnen til at regenerere sansecellerne i det indre øre, og derfor vil en eventuel høreskade kun være midlertidig.

Takket være fuglenes særdeles mobile natur anses de normalt ikke for at være følsomme over for støj fra undersøgelser /147/.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på havfugle af støj vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.9.2 Udledninger

Udledninger er beskrevet i afsnit 6.2.2.1 og vurderes at have mindre negativ virkning på vandkvaliteten.

Havfugle kan blive påvirket, hvis de kommer i kontakt med udledningerne. Virkingen kan omfatte både direkte virkninger (kontakt) og indirekte virkninger (indtagelse af forurenede organismer) og afhænger af den olie eller de kemikalier, der er tale om. Potentielle virkninger er således begrænset til det lokale miljø omkring udledningsstedet. Bioakkumulering forventes ikke af det kemikalie, der forventes anvendt (afsnit 8.1.3).

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på havfugle af udledninger vurderes at være af mindre negativ betydning.

6.2.9.3 Lys

Selv om der findes sikkerhedsbelysning på alle platforme og fartøjer, er det kun de bemandede platforme Tyra Øst og Tyra Vest, der er fuldt oplyst. Lys og belysning kan tiltrække havfugle, når det er mørkt, eller under særlige vejrforhold. Det er også observeret, at Maersk Oil-platformene kan fungere som hvileplads for havfugle, og sjældne dødsfald er observeret. Den potentielle tiltrækning vedrører individer og vurderes ikke at have betydning for populationen i Nordsøen.

Virkingen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på havfugle af lys vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.9.4 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på havfugle af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-18.

Tabel 6-18 Potentielle virkninger på havfugle af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Lys	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj

6.3 Vurdering af potentielle sociale virkninger

Vurderingen af virkninger for planlagte aktiviteter for hver relevant samfundsmæssig receptor er præsenteret i de følgende afsnit.

6.3.1 Kulturarv

De potentielle virkninger på kulturarv vedrører fysisk forstyrrelse.

Der er fastlagt love og procedurer, som sætter nationale myndigheder i stand til at undgå virkninger på kulturarv af anlægsprojekter. Der er kun begrænset kendskab til kulturarv i Nordsøen, og der udføres undersøgelser inden anlægsaktiviteter.

6.3.1.1 Fysisk forstyrrelse

Før påbegyndelse af boring eller anlægsarbejde gennemføres en "site survey" for at undersøge, om der er kulturarvsobjekter i området. Hvis sådanne genstande findes, skal der træffes de nødvendige foranstaltninger for at vurdere de fundne genstande og for at håndtere dem korrekt. I den forbindelse inddrages Kulturstyrelsen, som er den ansvarlige myndighed for kulturarv i Danmark. Vrag, der er mere end 100 år gamle, er beskyttet af museumsloven.

Virkningen af fysisk forstyrrelse på kulturarv vurderes at være uden betydning.

6.3.1.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på kulturarv af de planlagte aktiviteter ved GORM-projektet er opsummeret i Tabel 6-19.

Tabel 6-19 Potentielle virkninger på kulturarv af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Fysisk forstyrrelse	-	-	-	Ingen	Høj

6.3.2 Beskyttede områder

De potentielle virkninger på beskyttede områder er forbundet med udledninger.

Natura 2000-lokaliteterne er vurderet i en separat screening (afsnit 10). Andre beskyttede områder omfatter naturreservater langs Jyllands vestkyst og UNESCO-området Vadehavet.

6.3.2.1 Udledninger

Da der er mere end 100 km mellem TYRA-projektet og Vadehavet, og afstanden til naturreservaterne langs vestkysten er mere end 200 km, forventes ingen virkning fra de planlagte aktiviteter.

6.3.2.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på beskyttede områder (med undtagelse af Natura 2000) af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-20.

Tabel 6-20 Potentielle virkninger på beskyttede områder (ekskl. Natura 2000) af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Udledninger	-	-	-	Ingen	Høj

6.3.3 Arealanvendelse af havområder

De potentielle virkninger på arealanvendelse af havområder vedrører zoner med restriktioner. Virkninger på fiskeri er behandlet i et særskilt afsnit.

6.3.3.1 Zoner med restriktioner

En sikkerhedseksklusionszone på 500 m omgiver platformene, dvs. ingen adgang for uautoriserede fartøjer, mens der er en sikkerhedszone på 200 m på hver side af rørledningerne, hvor opankring og trawling ikke er tilladt.

I forbindelse med TYRA-projektet forventes ni nye platforme, og de nye sikkerhedseksklusionszoner vil kunne udvides op til ca. 7 km² samt 42 km², hvor der er begrænsninger for opankring og trawling. Ved undersøgelses- og boreaktiviteter kan der indføres midlertidige restriktioner i den korte periode (dage/måneder), aktiviteterne gennemføres.

Når TYRA-projektet er afviklet, fjernes konstruktionerne. Da de nedgravede rørledninger imidlertid efterlades in situ, kan der stadig være visse begrænsninger for anvendelsen af havbunden.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed (undersøgelse eller boring) eller lang varighed (sikkerhedszoner omkring platforme). Den overordnede virkning på arealanvendelse af havområder i zoner med restriktioner vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.3.3.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på arealanvendelse af havområder af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-21.

Tabel 6-21 Potentielle virkninger på arealanvendelse af havområder af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Zoner med restriktioner	Lille	Lokal	Kortvarig/langvarig	Mindre negativ	Høj

6.3.4 Fiskeri

De potentielle virkninger på fiskeriet hænger sammen med tilstedeværelse på havbunden, restriktioner og en indirekte virkning, hvis fangstmålene påvirkes.

6.3.4.1 Fysisk forstyrrelse på havbunden

I forbindelse med TYRA-projektet er der planlagt ni nye platforme og 105 km rørledning. Desuden er fysisk forstyrrelse af havbunden relateret til "site surveys" og midlertidig anbringelse af boreriggenes ben på havbunden.

Forstyrrelsen forventes i nærheden af nye og eksisterende konstruktioner, som allerede er eller bliver omfattet af en zone med restriktioner for fiskeriet. Det vurderes generelt, at den fysiske forstyrrelse ikke vil have nogen virkninger på fiskeriet.

6.3.4.2 Zoner med restriktioner

Midlertidige zoner med restriktioner indføres evt. i forbindelse med undersøgelses- og boreaktiviteter. Udvidelse af zonen med restriktioner kan medføre midlertidige restriktioner for fiskeriet i den korte periode (dage/måneder), aktiviteterne gennemføres.

Den landede fangst i forbindelse med fiskeri i området IVB (280.000 km²), hvor TYRA-projektet er vist i afsnit 5.14. Det samlede område for den nye permanente eksklusionszone forventes at være op til 7 km² omkring de nye platforme, og det samlede område for den nye zone med restriktioner forventes at være ca. 42 km² for nye rørledninger (6.3.3). Disse områder er små i forhold til det samlede fiskeriområde (hhv. < 0,003 % og < 0,02 %)

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed (undersøgelse eller boring) eller lang varighed (sikkerhedszoner omkring platforme). Den overordnede virkning på fiskeri af zoner med restriktioner vurderes at være af mindre negativ betydning.

6.3.4.3 Ændringer af fangstmål

De potentielle virkninger på fiskeriet kan f.eks. være forbundet med seismiske undersøgelser, der bevirker, at fisk midlertidigt søger væk fra lydkilden, hvilket kan forårsage en lokal reduktion i fiskefangsten tæt på den seismiske kilde. Virkninger på fisk er i afsnit 6.2.7 vurderet at være ubetydelige - mindre negative. Virkningen vurderes derfor at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort til lang varighed. Den overordnede virkning på fiskeri af ændringer af fangstmål vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.3.4.4 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på fiskeri af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-22.

Tabel 6-22 Potentielle virkninger på fiskeri af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Ingen	-	-	Ingen	Høj
Zoner med restriktioner	Lille	Lokal	Kortvarig/langvarig	Mindre negativ	Høj
Ændringer af målarter	Ingen	-	-	Ubetydelig negativ	Høj

6.3.5 Turisme

Potentielle virkninger på turisme i forbindelse med zoner med restriktioner ved TYRA-projektet.

6.3.5.1 Zoner med restriktioner

De planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet finder sted offshore i en afstand af 200 km fra kysten. Turisme er knyttet til områder nær og ved kysten, og der forventes ingen virkninger af zoner med restriktioner på turisme.

6.3.5.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på turisme af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-23.

Tabel 6-23 Potentielle virkninger på turisme af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Zoner med restriktioner	Ingen	-	-	Ingen	Høj

6.3.6 Beskæftigelse og skatteindtægter

De potentielle virkninger på beskæftigelse og skatteindtægter er forbundet med beskæftigelsen ved TYRA-projektet.

6.3.6.1 Beskæftigelse

Den fremtidige udvikling af Maersk Oils aktiviteter i TYRA-projektet omfatter navnlig seismiske undersøgelser, vedligeholdelse af rørledninger og konstruktioner, boring af op til 130 nye brønde, etablering af op til 9 nye platforme samt produktion på de eksisterende anlæg ved TYRA-projektet. Alle disse aktiviteter vil bidrage positivt til beskæftigelsen.

Offshoreolie- og gasproduktionen er vigtig for den danske økonomi, da flere tusinde er beskæftiget i offshoreindustrien (afsnit 3.4.1 og 5).

Virkningen vurderes at være af middel intensitet, af lokalt eller nationalt omfang og af mellemlang varighed. Den overordnede virkning på beskæftigelsen af aktiviteter ved TYRA-projektet vurderes at være af positiv betydning.

6.3.6.2 Skatteindtægter

Skatteindtægterne fra TYRA-projektet er ikke blevet kvantificeret, men statens skatteindtægter fra olie- og gasaktiviteterne er betydelige. Statens samlede indtægter anslås at variere fra DKK 20 til DKK 25 mia. om året for perioden 2014-2018 (afsnit 3.4.1 og 5).

Virkningen vurderes at være af middel intensitet, af lokalt eller nationalt omfang og af mellemlang varighed. Den overordnede virkning på skatteindtægter af aktiviteter ved TYRA-projektet vurderes at være af positiv betydning.

6.3.6.3 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på beskæftigelse og skatteindtægter af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-24.

Tabel 6-24 Potentielle virkninger på beskæftigelsen af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning	Konfidensniveau
Beskæftigelse	Middel	Lokal/national	Mellemlangvarig	Positiv	Middel
Skatteindtægter	Middel	Lokal/national	Mellemlangvarig	Positiv	Middel

6.3.7 Olie- og gasafhængighed

6.3.7.1 Afhængighed

Som et element i Danmarks langsigtede energistrategi anses olie- og gasproduktionen for at være et middel til opretholdelsen af en høj forsyningssikkerhed. Danmark forventes at være nettoeksportør af naturgas til og med 2025, og Maersk Oil har driftslicens indtil 2042 (afsnit 3.4.1 og 5).

Hvis Maersk Oil ikke opretholder en produktion ved TYRA-projektet i Nordsøen, kan TYRA-projektet ikke bidrage til den danske økonomi eller den danske forsyningssikkerhed.

Virkningen vurderes at være af middel intensitet, af lokalt eller nationalt omfang og af mellemlang varighed. Den overordnede virkning på afhængigheden af aktiviteter ved TYRA-projektet vurderes at være af positiv betydning.

6.3.7.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på olie- og gasafhængighed af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-24.

Tabel 6-25 Potentielle virkninger på olie/gas afhængighed af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning	Konfidensniveau
Olie- og gasafhængighed	Middel	Lokal/national	Mellemlangvarig	Positiv	Middel

6.4 Resumé

De potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-26. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor.

Tabel 6-26 Resumé af potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor.

Receptor	Worst case potentiel virkning
Klima og luftkvalitet	Moderat negativ
Hydrografi	Mindre negativ
Vandkvalitet	Mindre negativ
Sedimenttype og -kvalitet	Mindre negativ
Plankton	Mindre negativ
Bentiske samfund	Mindre negativ
Fisk	Mindre negativ
Havpattedyr	Moderat negativ
Havfugle	Mindre negativ
Kulturarv	Ingen
Beskyttede områder*	Ingen
Arealanvendelse af havområder	Mindre negativ
Fiskeri	Mindre negativ
Turisme	Ingen
Beskæftigelse og skatteindtægter	Positiv
Olie- og gasafhængighed	Positiv

* en separat Natura 2000 vurdering præsenteres i afsnit 10.

7. VURDERING AF VIRKNINGER: UTILSIGTEDE HÆNDELSER

7.1 Virkningsmekanismer og relevante receptorer

7.1.1 Potentielle virkningsmekanismer

De virkningsmekanismer, der potentielt kan gøre sig gældende i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet, er gennemgået med udgangspunkt i projektbeskrivelsen (afsnit 3) og de tekniske afsnit (bilag 1).

De potentielle virkningsmekanismer omfatter:

- mindre utilsigtede hændelser (gasudslip eller spild af kemikalier, diesel eller olie)
- alvorlige utilsigtede hændelser (oliespild eller gasudslip).

Kilden til de potentielle virkningsmekanismer er anført i Tabel 7-1.

Tabel 7-1 Kilder til potentielle virkningsmekanismer for TYRA-projektet. "X" markerer relevant virkning, og "0" markerer ikke-relevant virkning.

Potentiel virkningsmekanisme	Seismiske undersøgelser	Rørledninger og konstruktioner	Produktion	Boring	Stimulering af brønde	Transport	Afvikling
Mindre utilsigtede hændelser (gas, kemikalier, diesel eller olie)	X	X	X	X	X	X	X
Alvorlige utilsigtede hændelser (olie eller gas)	0	0	X	X	X	0	0

7.1.2 Relevante receptorer (miljømæssige og sociale)

De miljømæssige og sociale receptorer, der er beskrevet under eksisterende forhold (afsnit 5), er anført nedenfor.

- Miljømæssige receptorer: Klima og luftkvalitet, hydrografiske forhold, vandkvalitet, sedimenttype og -kvalitet, plankton, bentiske samfund (flora og fauna), fisk, havpattedyr og havfugle
- Sociale receptorer: Kulturarv, beskyttede områder, arealanvendelse af havområder, fiskeri, turisme, beskæftigelse, skatteindtægter og olie- og gasafhængighed.

De relevante receptorer er blevet vurderet ud fra projektbeskrivelsen (afsnit 3) og de potentielle virkningsmekanismer (afsnit 7.1). De relevante receptorer er opsummeret i Tabel 7-2.

Tabel 7-2 Relevante receptorer for vurderingen af virkningerne af utilsigtede hændelser for TYRA-projektet. "X" markerer relevant virkning, og "0" markerer ikke-relevant virkning.

Potentiel virkningsmekanismer – utilsigtede hændelser	Miljømæssige receptorer								Sociale receptorer								
	Klima og luftkvalitet	Hydrografiske betingelser	Vandkvalitet	Sedimenttype og -kvalitet	Plankton	Bentiske samfund	Fisk	Havpattedyr	Havfugle	Kulturarv	Beskyttede områder	Arealanvendelse	Fiskeri	Turisme	Beskæftigelse	Skatteindtægter	OogG afhængighed
Gasudslip	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kemikaliespild*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oliespild	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0

*et worst case-kemikaliespild er meget lokalt og vurderes ikke yderligere.

** en separat Natura 2000 vurdering præsenteres i afsnit 10.

7.1.3 Havstrategirammedirektivet – deskriptorer

Listen over receptorer og virkningsmekanismer, som er beskrevet i denne ESIS, kan relateres direkte til de deskriptorer, der er fastsat i havstrategirammedirektivet (MSFD; afsnit 2.1.5). MSFD fastsætter 11 deskriptorer, der anvendes til at vurdere god miljøtilstand for havmiljøet (se præsentationen af deskriptorer i afsnit 6.1.3).

De receptorer, der er anført i ESIS, vedrører MSFD-tilstandsindikatorerne for hydrografi (D7), marsvin og bentiske samfund (D1 og D6). Virkningsmekanismerne for utilsigtede hændelser i ESIS er relateret til MSFD's belastningsindikatorer for udledninger (D6, D8 og D9). Hver virkningsmekanisme vurderes yderligere for de relevante receptorer i afsnit 7.2 og 7.3.

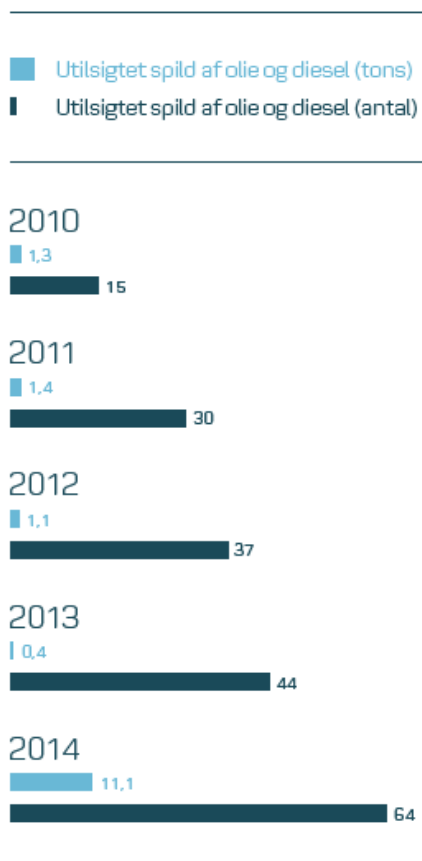
7.1.4 Mindre utilsigtede hændelser

En mindre utilsigtet hændelse er et spild/udslip, hvor udslipsmængden er begrænset.

Mindre spild kan være kemikalie- eller dieselspild og kan opstå efter f.eks. fartøjskollision, rørledningslækage eller brud på en kemikaliebeholder. Statistiske analyser viser, at kollisioner mellem fartøjer, platforme, riser osv. er meget usandsynlige og typisk sker mellem $1,4 \cdot 10^{-7}$ og $6,5 \cdot 10^{-4}$ gange om året.

Mindre gasudslip på flere m^3 kan også forekomme under afblæsning.

Utilsigtet spild af olie og diesel



Utilsigtet spild af kemikalier



Figur 7-1 Mindre utilsigtede olie-, diesel- og kemikaliespild fra Maersk Oils platforme i Nordsøen /161/.

Figur 7-1 viser en oversigt over utilsigtet spild på Maersk Oil-anlæg i perioden 2010-2014. Antallet af årlige rapporterede spild varierede fra 15-94 i perioden 2010-2014 og var i gennemsnit på mindre end 100 liter. I 2014 bidrog to større dieseludledninger på Harald og på en beboelsesrig til en stigning i mængden af olie- og dieseludledninger. I 2013 og 2014 bidrog metanoludledning på Tyra og Harald til mere end tre fjerdedele af den samlede kemikalieudledning i samme periode. Metanol er klassificeret som et grønt kemikalie (se afsnit 8.1.3). Der er truffet foranstaltninger til at fjerne risikoen for, at sådanne udledninger kan forekomme igen, bl.a. ved at udskifte pumpedele og øge behovet for at udvise den yderste forsigtighed ved bunkring af diesel. Siden 2011 rapporteres alle uheld med udledninger af olie og kemikalier, uanset mængden. I løbet af 2014 indførte Maersk Oil en mere systematisk måde at rapportere udledninger på, hvilket delvist kan være årsagen til den konstaterede stigning i antallet af rapporterede udledninger.

7.1.4.1 Mindre kemikaliespild (brud på kemikaliebeholder)

Et kemikaliespild blev modelleret for biocid ved DONG-platformen Hejre /43/. Spildet var defineret som lækage af biocid fra en beholder, som blev betragtet som worst case med hensyn til potentiel virkning. Det modellerede spild var på 4.500 l biocid til havet, hvilket svarer til mængden i en typisk kemikaliebeholder. Resultater viste, at virkninger kan opstå (PEC-/PNEC-forhold på 1) i en afstand på 500 m /43/. Et mindre kemikaliespild er således begrænset med virkninger inden for 500 m. På grund af den korte afstand, hvor potentielle virkninger kan forekomme, vurderes et mindre kemikaliespild ikke yderligere.

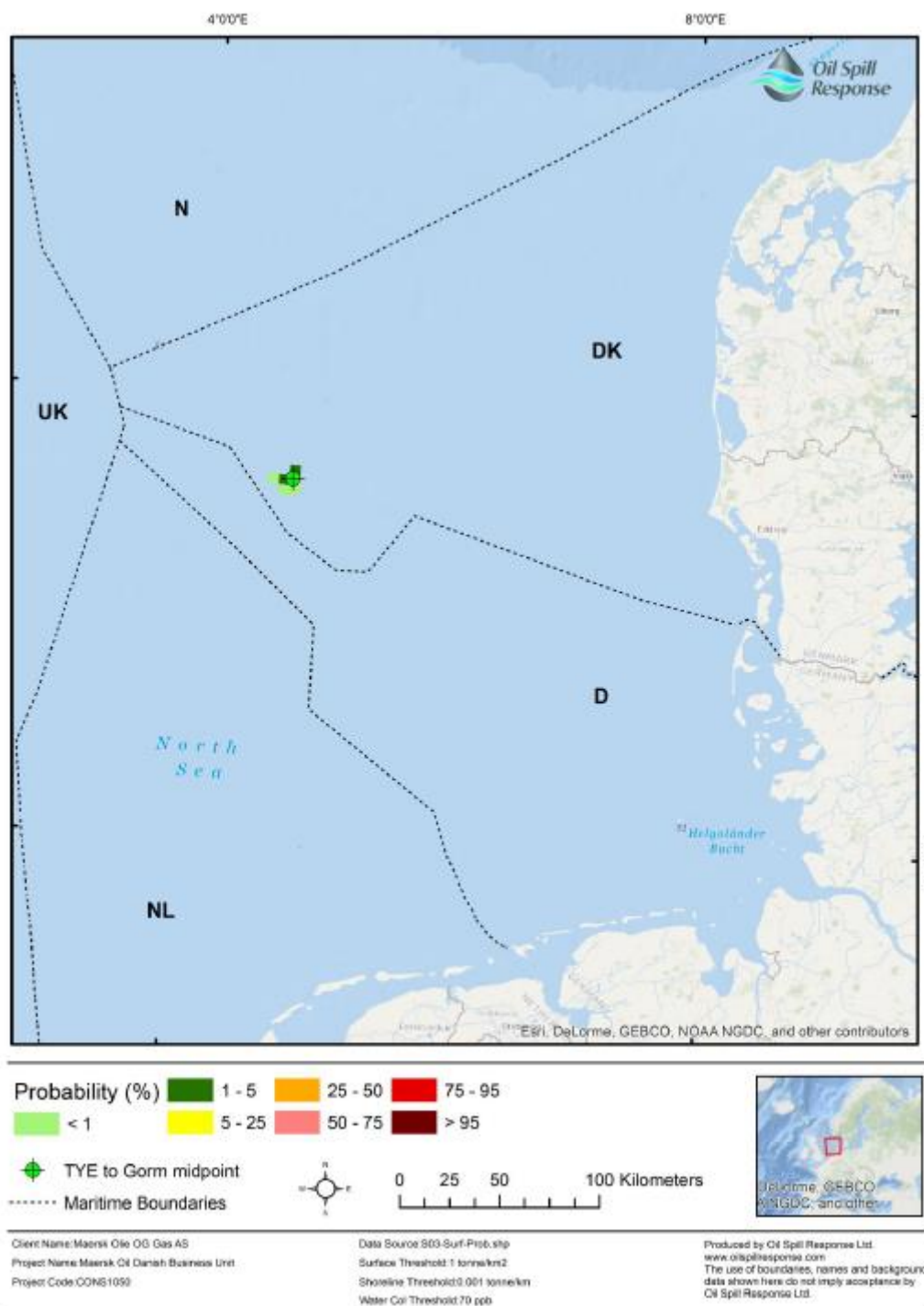
7.1.4.2 Mindre oliespild (fartøjskollision)

Et dieselspild efter en fartøjskollision blev modelleret til et spild af marinediesel svarende til en typisk tankstørrelse på 1.000 m³ i løbet en time, hvilket svarer til mængden i fartøjets tank /5//25/. Ifølge resultaterne af modelleringen ville der ikke forekomme nogen virkninger på kystlinjen, og virkninger forventes kun i det lokale område. Resultaterne viser desuden, at størstedelen af olien ville fordampe eller emulgere i vandsøjlen efter syv dage, og på dag 20 er den spildte olie ikke længere mobil. Den er fordampet eller er blevet biologisk nedbrudt /5//25/.

7.1.4.3 Mindre oliespild (brud på rørledning)

Et fuldstændigt brud på en rørledning ved TYRA-projektet i et worst case-scenarie er et brud på rørledningen fra Tyra Øst til Gorm E. Nødafspæringsventiler lukkes automatisk for at isolere rørledningen, og den forventede maksimale mængde fra et rørledningsbrud er et spild på 10.000 STBO råolie.

Et fuldstændigt rørledningsbrud er modelleret for et spild på 10.000 STBO i løbet af en time ved TYE til Gorms midtpunkt /152/. Resultaterne viser, at olien spredes lokalt (Figur 7-2), og at olien næppe vil krydse en maritim grænse. Der er ikke påvist nogen risiko for, at olie vil ramme kysten.



Figur 7-2 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km kan blive påvirket af olie i tilfælde af et fuldstændigt rørledningsbrud /152/.

7.1.5 Alvorlige utilsigtede hændelser

Et større spild opstår som følge af et ukontrolleret spild af en stor mængde olie, der ofte kræver indgriben for at blive stoppet. Større spild opstår ofte i forbindelse med "blow out"-hændelser. "Blow out"-hændelser er meget usandsynlige og kan opstå i borings- og afslutningsfasen eller i enhver driftsfase for en brønd. Frekvensen for brønd-"blow out" og brøndspild ligger i intervallet (laveste frekvens "blow out" – højeste frekvens brøndspild) $7,5 \times 10^{-6}$ til $3,3 \times 10^{-4}$ om året i vedligeholdelses- og driftsfaserne /162/. For udviklingsbrønde er frekvenserne i intervallet $3,8 \times 10^{-5}$ til $6,6 \times 10^{-3}$ pr. brønd /162/. Da de fleste reservoirer indeholder en blanding af olie og gas,

kan et "blow out" resultere i både et oliespild og et gasudslip. Gas spredes i sidste ende i atmosfæren, mens oliens skæbne er vanskeligere at forudsige.

Når olie slippes ud, gennemgår den fysiske processer, som f.eks. fordampning, spredning, opløsning i vandsøjlen og sedimentation på havbunden. Til sidst er olien i havet elimineret fra havmiljøet som følge af biologisk nedbrydning. Disse processers hastighed og betydning afhænger af typen og mængden af olie og de dominerende vejrforhold og hydrodynamiske forhold. Modeller anvendes til at forudsige udviklingen af oliespild og vurdere den potentielle virkning på relevante miljømæssige og sociale receptorer.

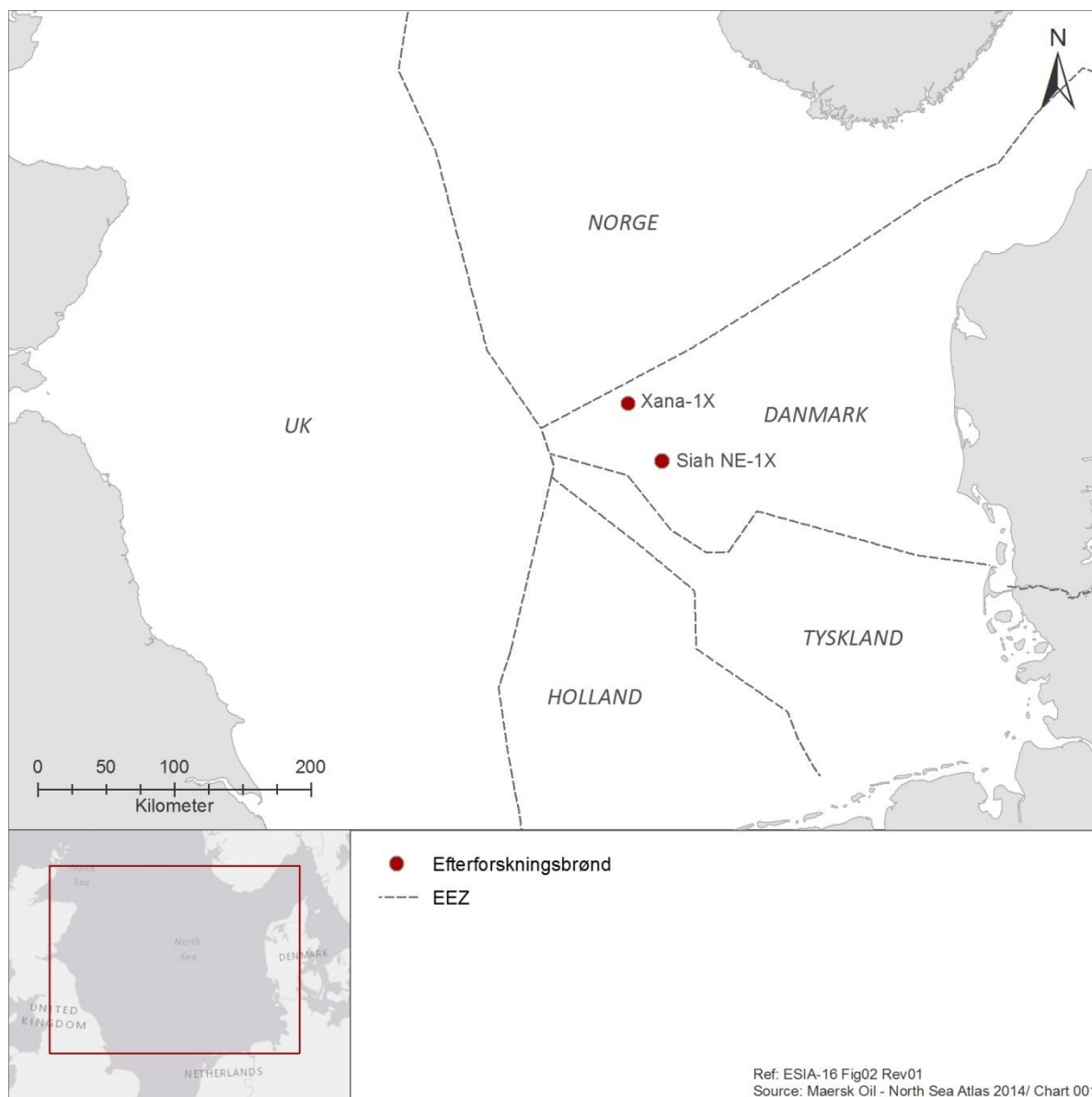
Olier klassificeres efter ITOPF-klassifikationen, så deres sandsynlige udvikling kan forudsiges /154/. Gruppe 1-oiler (API>45) spredes ofte helt gennem fordampning, mens gruppe 2 (API: 35-45) og gruppe 3 (API: 17,5-35) kan miste op til 40 % af deres mængde ved fordampning, men ofte danner en emulsion. Group 4-oiler (API< 17,5) er meget viskøse og fordamper og spredes ikke. Gruppe 4 er den mest persistente olietype. For TYRA-projektet er olien forskelligartet med en relativt let olie med en API på 60 ved Tyra Øst og Roar, 52 ved Tyra Vest, 47 ved Tyra Sydøst (gruppe 1), midlertidig API på 42 ved Valdemar (gruppe 2) og 29 ved Svend (gruppe 3).

De maksimale forventede indledende "blow out"-rater fra eksisterende produktionsbrønde ved TYRA-projektet er 8.330 STBO/dag (1.300 m³/dag) for Tyra Sydøst, 2.400 (380 m³/dag) for Tyra Vest, 32.340 STBO/dag (5.100 m³/dag) for Roar, 4.200 STBO/dag (660 m³/dag) for Svend og 5.415 STBO/dag (850 m³/dag) for Tyra Øst /162/.

Oliespildet blev modelleret ved hjælp af OSCAR-modellen (Oil Spill Contingency and Response). OSCAR er et 3D-modelleringsværktøj, der er udviklet af SINTEF med det formål at forudsige oliens bevægelse og skæbne på både overfladen og gennem vandsøjlen /5//25//26//27/. Modellen simulerer mere end 150 udviklingsforløb under en lang række vejrforhold og hydrodynamiske forhold, der er repræsentative for TYRA-området. Resultatet af modellen er statistiske kort baseret på simuleringerne, som definerer de områder, der er i størst risiko for at blive påvirket af et oliespild. Modelleringen udføres på et ikke-antændt spild uden indgriben over for oliespildet (f.eks. mekanisk genopretning; afsnit 8 og 9).

Tre modeller blev anvendt til at undersøge den mulige skæbne for et oliespild i ITOPF-gruppe 1 (Xana-1X), ITOPF-gruppe 2 (Siah NE-1X) og ITOPF-gruppe 3 (Svend) ved en af brøndene i det eksisterende TYRA-projekt eller et nyt udviklingsprojekt. Et oliespild fra TYRA-projektet kategoriseres i ITOPF-gruppe 2. De modellerede undersøgelsesscenarier svarer til et kontinuerligt spild i 16 dage med en flowhastighed på henholdsvis 8.534 STBO/dag for olie i ITOPF-gruppe 3 (Xana-1X) og 40.432 STBO/dag for olie i ITOPF-gruppe 2 (Siah NE-1X), 4.200 STBO/dag for ITOPF-gruppe 1 (Svend). Varigheden af de modellerede "blow outs" er baseret på det forhold, at de fleste undersøgelsesboringer, f.eks. Xana-1X og Siah NE-1X, ville falde sammen inden for en periode på 16 dage /156/. Casingen i en produktionsbrønd er konstrueret, så den forhindrer, at brønden falder sammen, og det kan blive nødvendigt med en aflastningsbrønd for at standse et "blow out". Et sådant indgreb varer omkring 90 dage.

Den samlede mængde af det modellerede oliespild for Siah NE-1X og Xana-1X (høj flowhastighed og kort varighed) er højere end eller lig med den maksimale mængde, der kan forventes fra en produktionsbrønd over længere tid. Det forventes endvidere, at en høj spildhastighed over en kort periode er et mere alvorligt tilfælde end en lavere hastighed (for et produktions scenarie) over en længere periode. Resultaterne for Siah NE-1X og Xana-1X er derfor repræsentative for det værste tænkelige "blow out"-tilfælde ved TYRA-projektet.



Figur 7-3 Placering af fire modellerede Maersk Oil-brønde, hvor oliespild er blevet modelleret. Siah NE-1X, Xana-1X og Svend anses for at være repræsentative for TYRA-projektet.

Modelleringen af oliespildet blev anvendt til at bestemme, hvor hurtigt olien ville nå kystlinjen, og hvilke lande der kunne blive berørt. Den bruges også til at afgøre de forskellige oliespildsskæbner og de relevante receptorer ved TYRA-projektet. Resultaterne bruges også i forbindelse med udvikling af en tilpasset beredskabsplan for oliespild (afsnit 9.4).

Det udviklingsforløb, der resulterer i mest olie på kysten, er fremhævet for at illustrere den potentielle skæbne af et større oliespild ved TYRA-projektet i yderligere detaljer /152/. Resultaterne af modellen er opsummeret i Tabel 7-3.

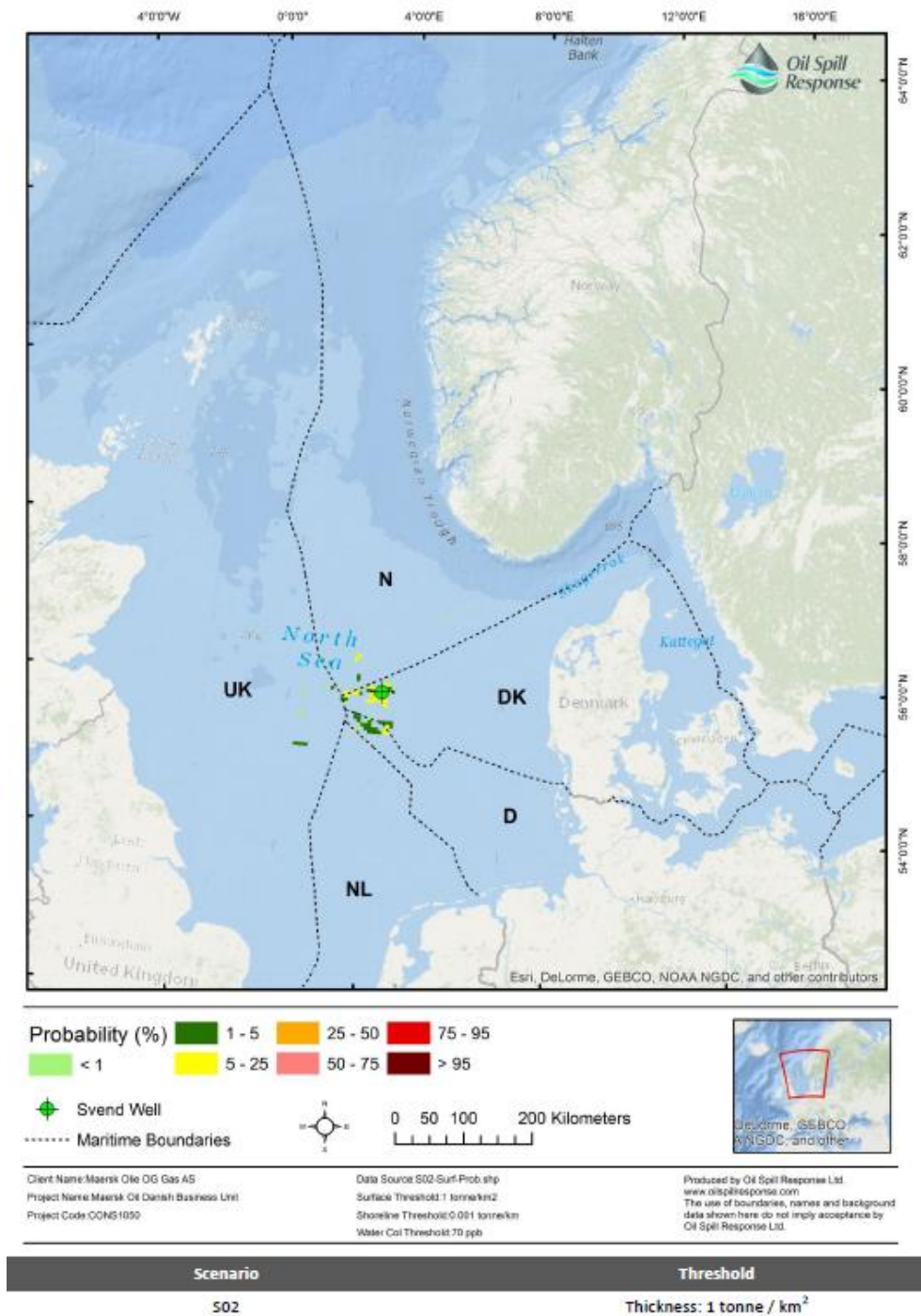
Tabel 7-3 Resultater af værste tænkelige scenarier for "blow out" fra brønd ved Tyra-projektet: Svend, Siah NE-1X og Xana 1X /152//5//25//26//27/. Bemærk, at modelleringen er udført uden olieopsamling.

Parameter	Svend	Siah NE-1X Scenarie 1	Siah NE-1X Scenarie 2	Xana 1X
Modelbetingelser				
Tid på året	Hele året	Juni-november	December-maj	Marts-september
Spildhastighed	4.200 STBO/dag	40.432 STBO/dag	40.432 STBO/dag	8.534 STBO/dag
Spildperiode	90 dage	16 dage	16 dage	16 dage
Mængde spildt i alt	53.400 MT (378.000 STBO)	90.004 MT (646.912 STBO)	90.004 MT (646.912 STBO)	19.016 MT (136.544 STBO)
Modelperiode	118 dage	44 dage	44 dage	44 dage
ITOPF (API)	3 (API på 17,5-35)	2 (API på 35-45)	2 (API på 35-45)	1 (API på > 45)
Sandsynlighed for at nå kysten				
% af simuleringer, der når kysten	98 %	100 %	96 %	21 %
Minimumstid til ankomst på kysten (dage)				
Danmark	10 dage	14 dage	15 dage	14 dage
Sverige	60 dage	ikke oplyst	ikke oplyst	ikke oplyst
Tyskland	17 dage	ikke oplyst	ikke oplyst	ikke oplyst
Norge	71 dage	37 dage	37 dage	24 dage
Danmark	ikke oplyst	ikke oplyst	ikke oplyst	ikke oplyst
Skæbne for olie ved slutningen af simulation (MT/%)¹				
På land	400 MT (<1 %)	10.450 MT (12 %)	11.600 MT (13%)	<0,2 MT (<0,5 %)
Overflade	17 MT (<0,1 %)	14 MT (<1 %)	15 MT (<1 %)	<0,1 MT (<0,5 %)
Vandsøjle	1.150 MT (2 %)	370 MT (<1 %)	730 MT (<1 %)	30 MT (<0,5%)
Fordampet	21.500 MT (40 %)	37.700 MT (39%)	35.400 MT (39%)	2.500 MT (13%)
Sedimentation	25.500 MT (48 %)	26.000 MT (29%)	26.900 MT (30%)	8.400 MT (44%)
Biologisk nedbrudt	4.850 MT (9 %)	15.470 MT (17%)	15.359 MT (17 %)	8.100 MT (42 %)

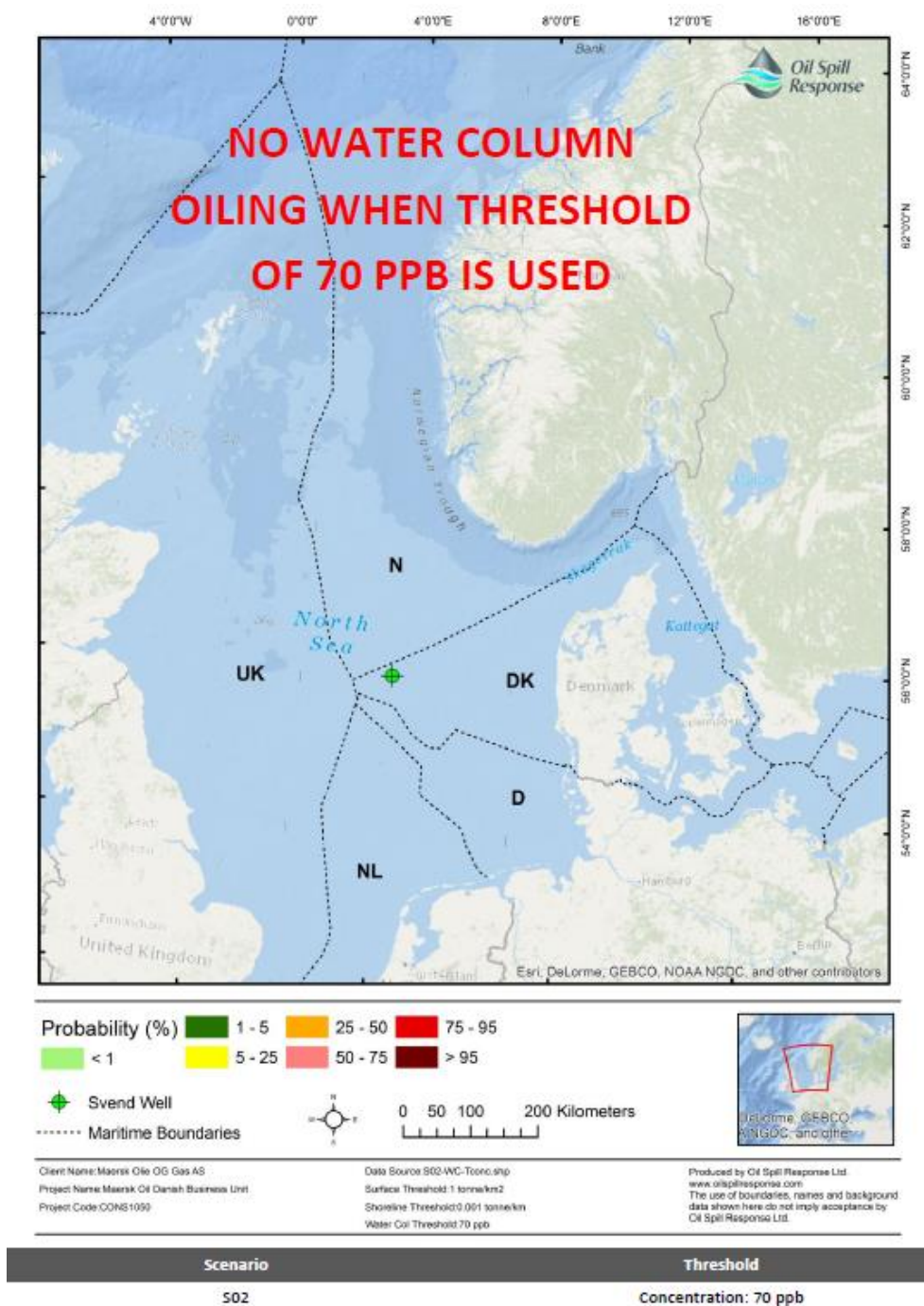
7.1.5.1 Modellering af spild fra Svend (type 3-olie)

Udvalgte resultater af modelleringen af oliespild fra Svend præsenteres i det følgende /152/:

- Figur 7-4: Dansk, tysk, britisk og norsk overfladevand kan blive påvirket.
- Figur 7-5: Der konstateres ingen olie i vandsøjlen, hvis der anvendes en tærskel på 70 ppb.
- Figur 7-6: Danske, svenske og norske kystlinjer vil mest sandsynligt blive påvirket. Den britiske kystlinje kan også blive berørt.

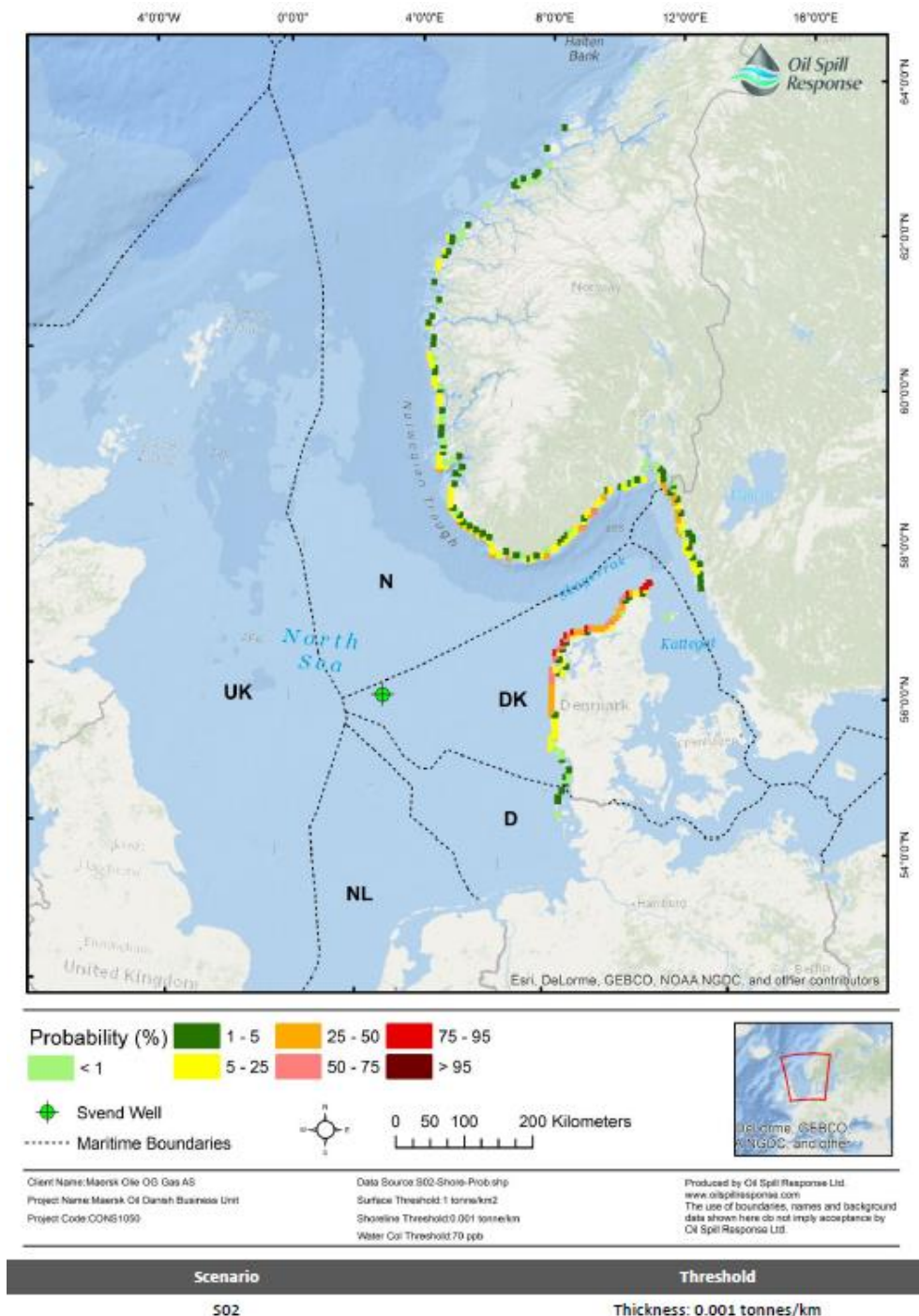


Figur 7-4 Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /152/. Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-5 Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /152/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-6 Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /152/.

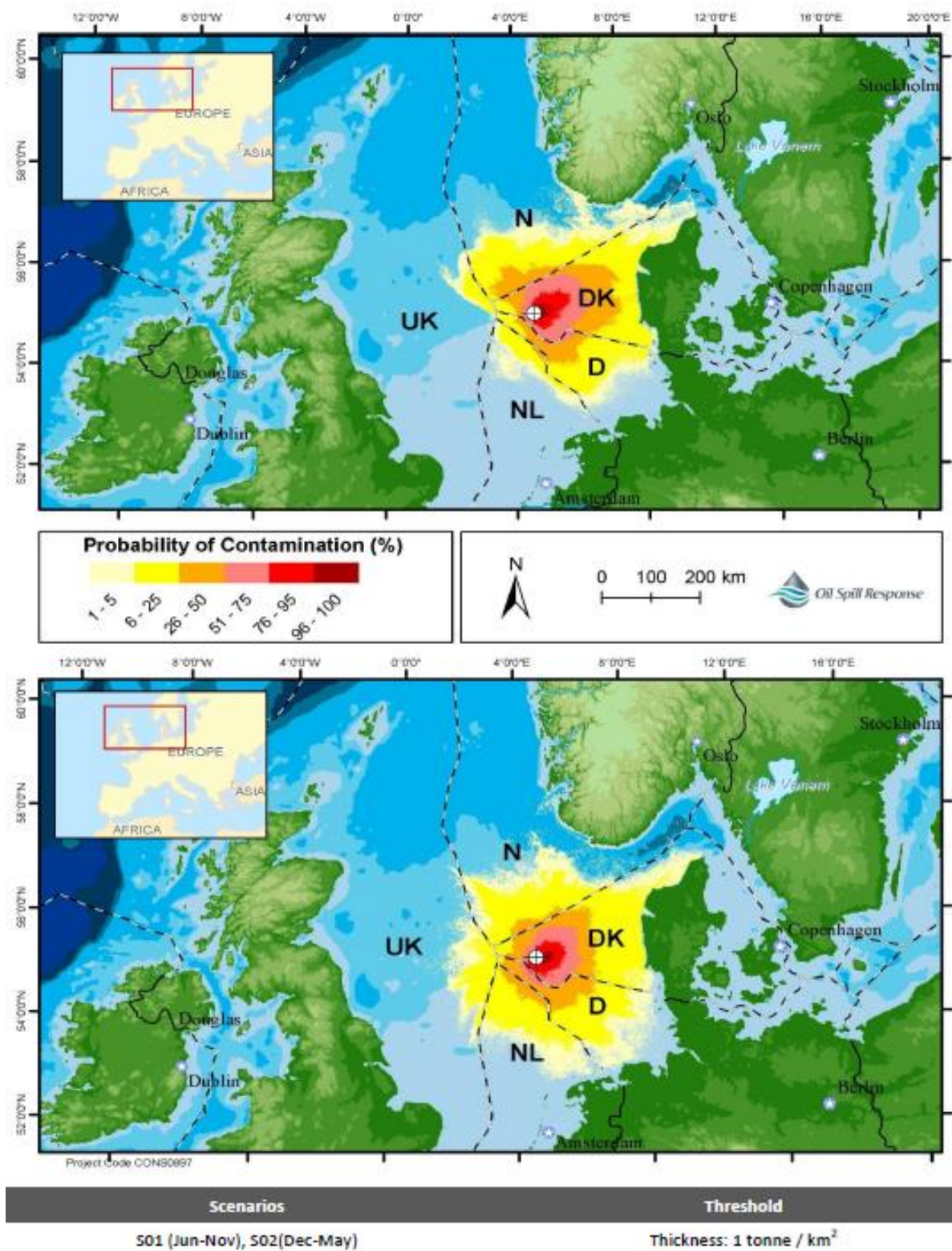
Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.

7.1.5.2 Modellering af spild fra Siah NE-1X (type 2-olie)

Udvalgte resultater af modelleringen af oliespild fra Siah NE-1X præsenteres i det følgende /5//25/:

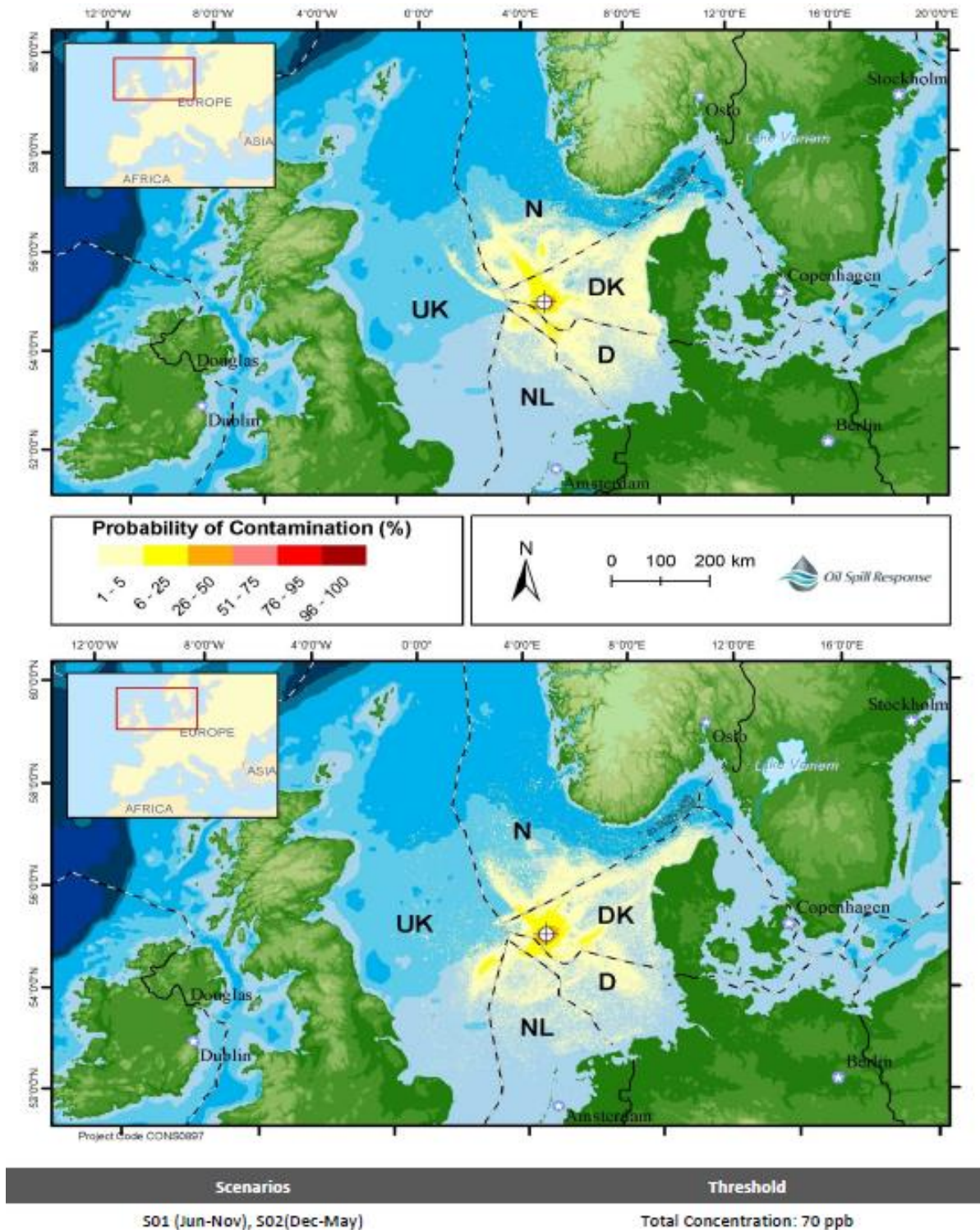
- Figur 7-7. For norsk, tysk og nederlandsk overfladevand er risikoen for at blive olieforurennet i disse scenarier på 50 %, mens den for britisk overfladevand er mindst 6 %. For dansk vand (hvor spildstedet er beliggende) er risikoen for at blive olieforurennet på 100 %.
- Figur 7-8. For norsk, tysk, britisk og nederlandsk overfladevand er risikoen for at blive olieforurennet i disse scenarier på 25 %. For dansk vand (hvor spildstedet er beliggende) er risikoen for at blive olieforurennet på 100%.
- Figur 7-9. Danske, norske, tyske og nederlandske kystlinjer kan blive berørt i scenarie 1. Den britiske kystlinje kan også blive berørt i scenarie 2. Den danske kystlinje er i størst risiko for at blive berørt i begge scenarier.
- Figur 7-10. I begge scenarier er den samlede koncentration af olie i vand generelt under 150 ppb, men den kan nå op på 300 ppb i norsk, dansk, tysk, nederlandsk og britisk farvand.

For TYRA-projektet findes olietype 2 ved Valdemar med en API på 42.



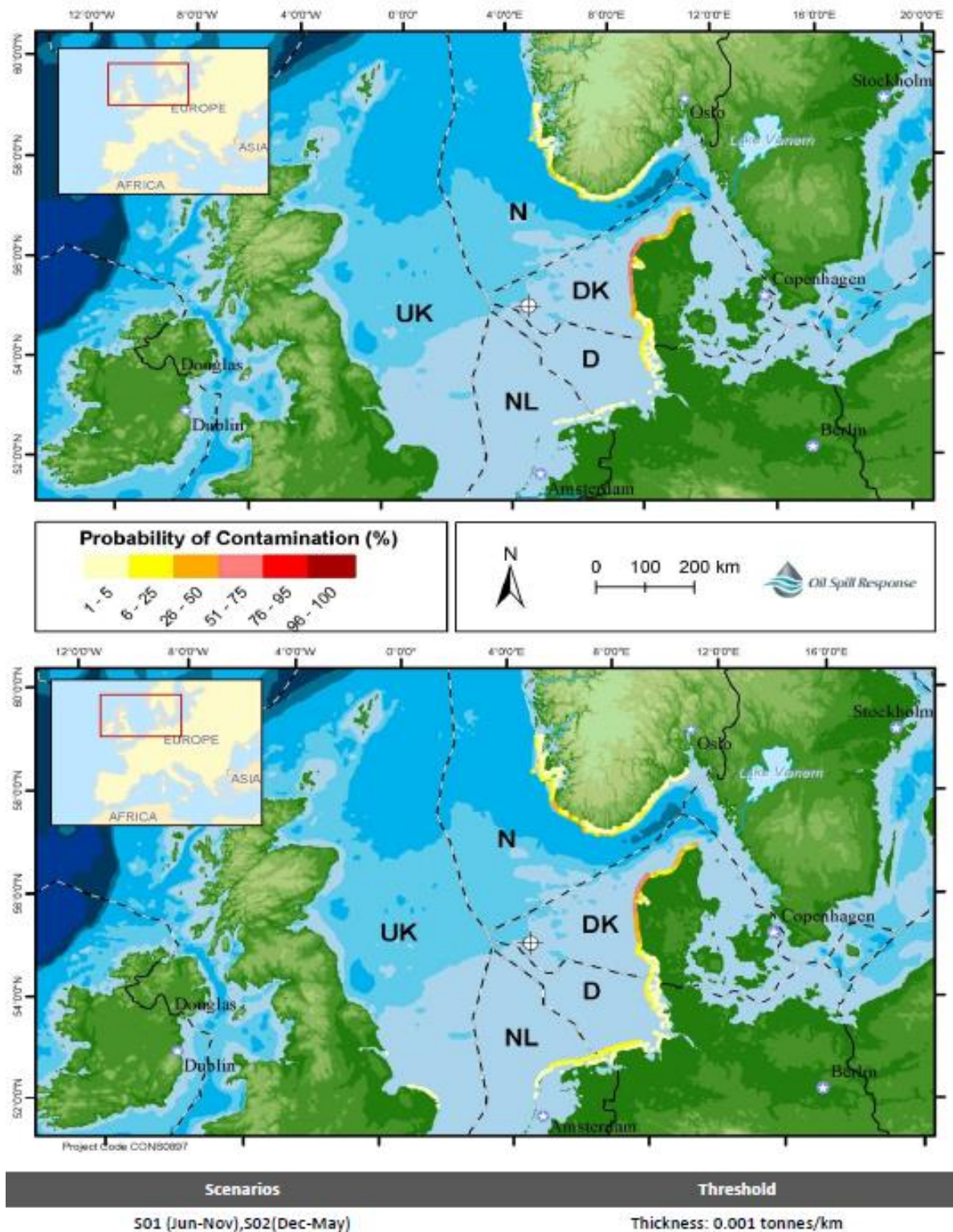
Figur 7-7 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km² kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



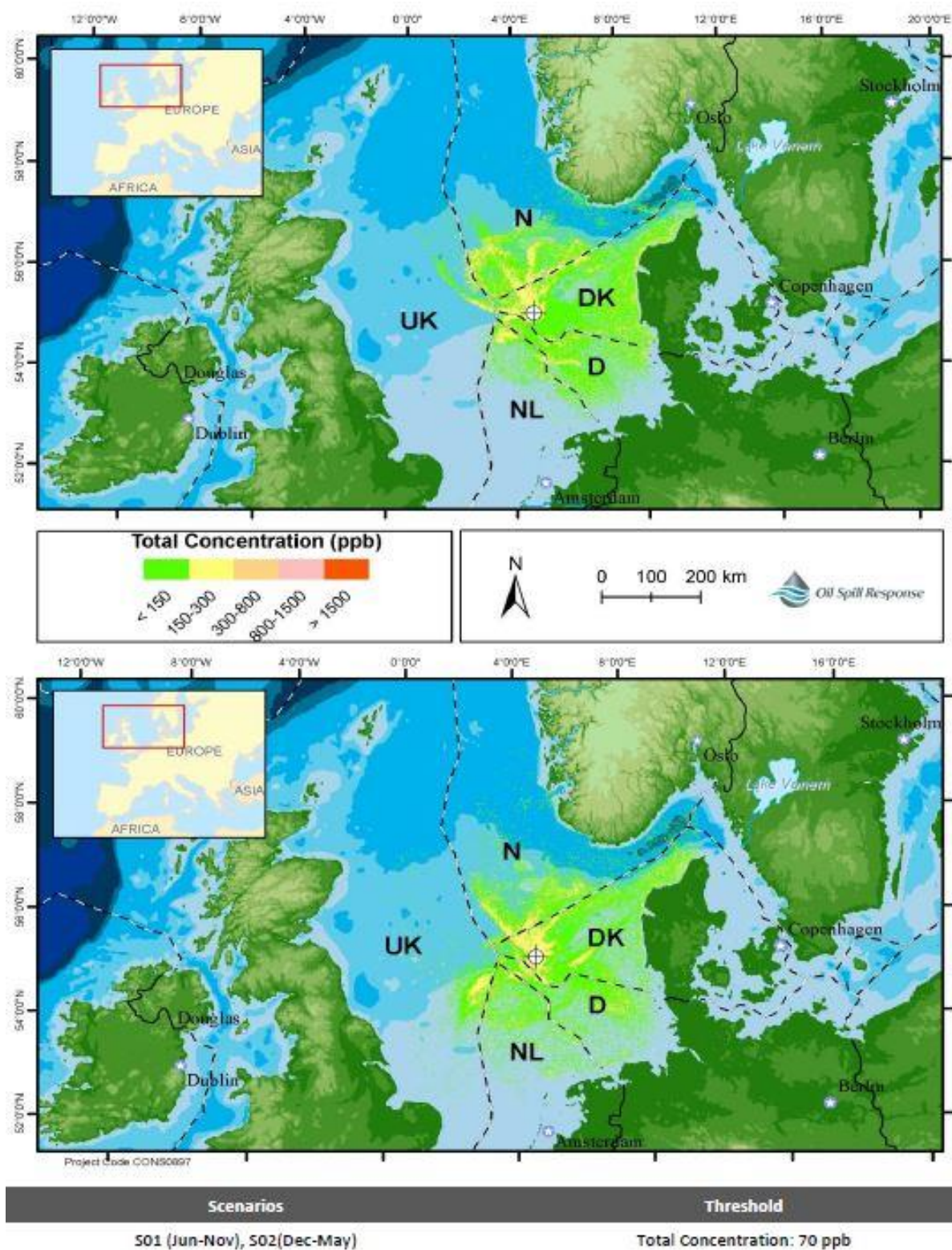
Figur 7-8 Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-9 Sandsynlighed for, at en kystlinjecelle kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5/ /25/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-10 Maksimal gennemsnitlig samlet oliekoncentration over tid for de to scenarier. Øverste kort: Juni-november. Nederste kort: December-maj /5/. Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.

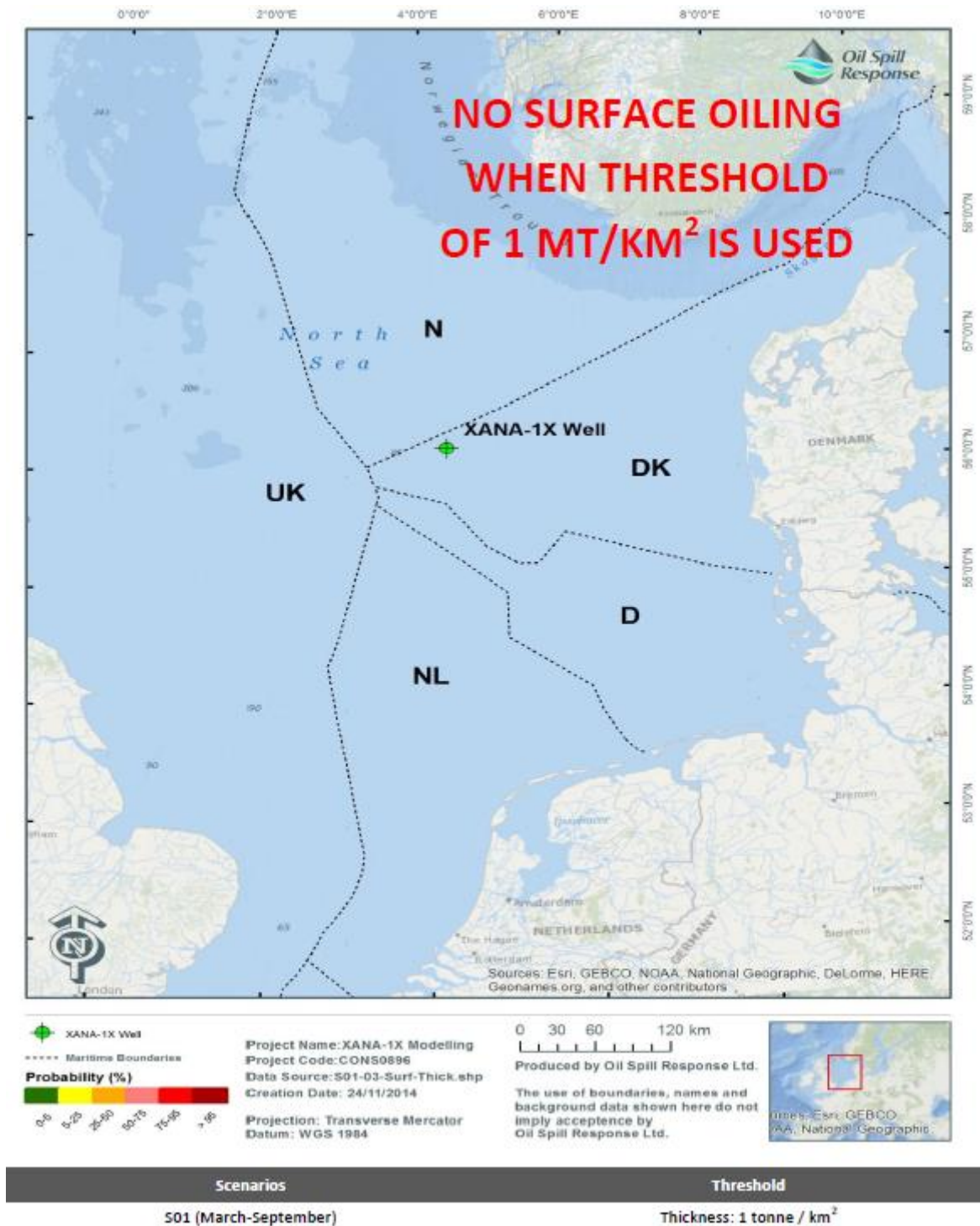
Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.

7.1.5.3 Modellering af Xana 1X-spild (type 1-olie)

Et scenarie er blevet modelleret for et større oliespild ved Xana. Udvalgte resultater af modelleringen af oliespild fra Xana 1X præsenteres i det følgende /26//27/:

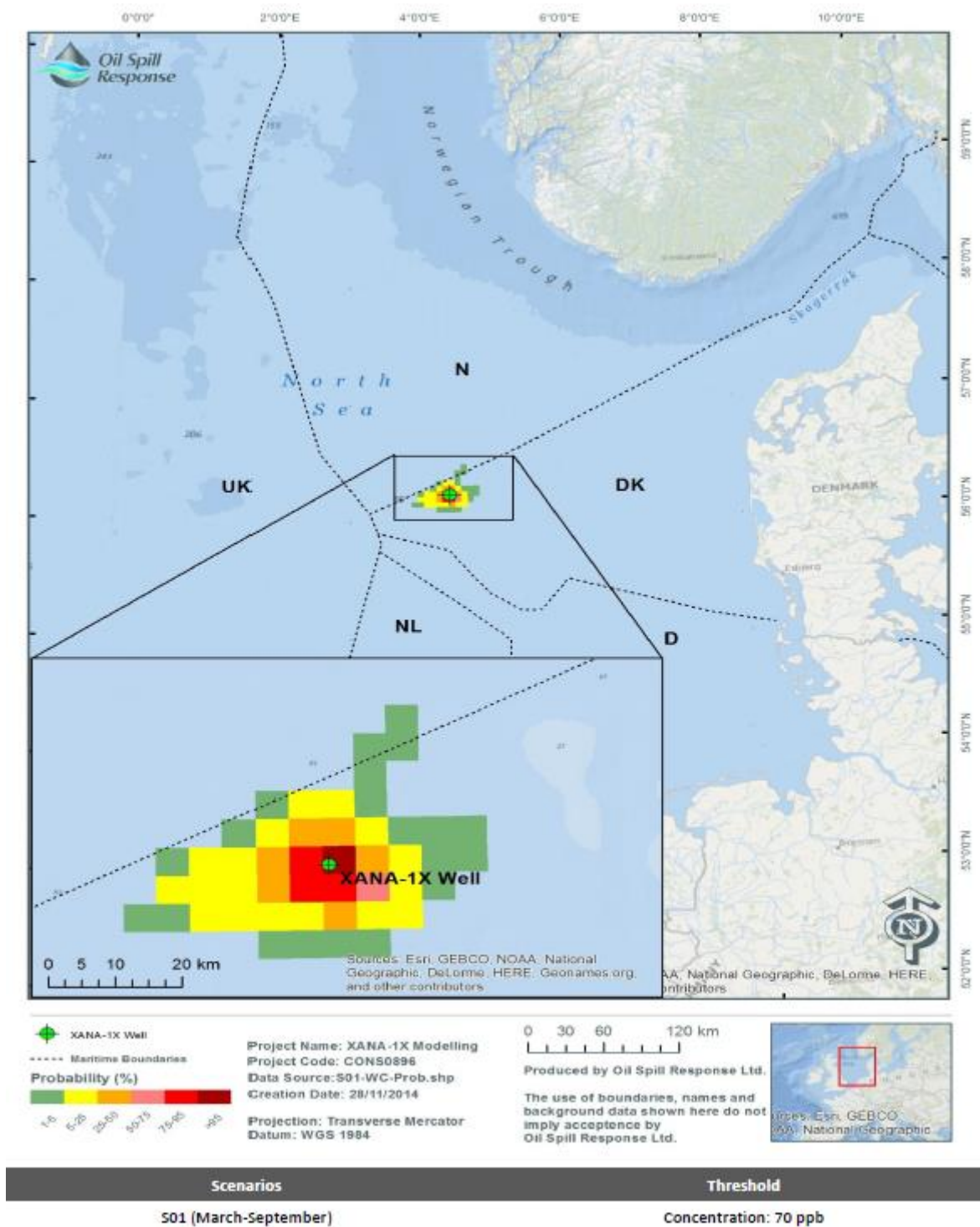
- Figur 7-11: Olieforurening af overfladen er ikke sandsynlig, når tærsklen på 1 MT/km² anvendes, selvom en olieglans kan observeres nær udslipstedet.
- Figur 7-12: Bortset fra Danmark er Norge det eneste land, hvor vandsøjlen kan blive påvirket af et oliespild.
- Figur 7-13: Kun danske og norske kystlinjer kan blive berørt af et spild.
- Figur 7-14: Koncentrationer kan være over 1.500 ppb omkring spildstedet. Oliekoncentrationen falder yderligere med afstanden til stedet. Hvis norsk farvand forurenes, forventes koncentrationen at være under 300 ppb.

For TYRA-projektet findes type 1-olie ved Tyra Øst og Roar (API på 60), ved Tyra Vest (API på 52) og ved Tyra Sydøst (API på 47).



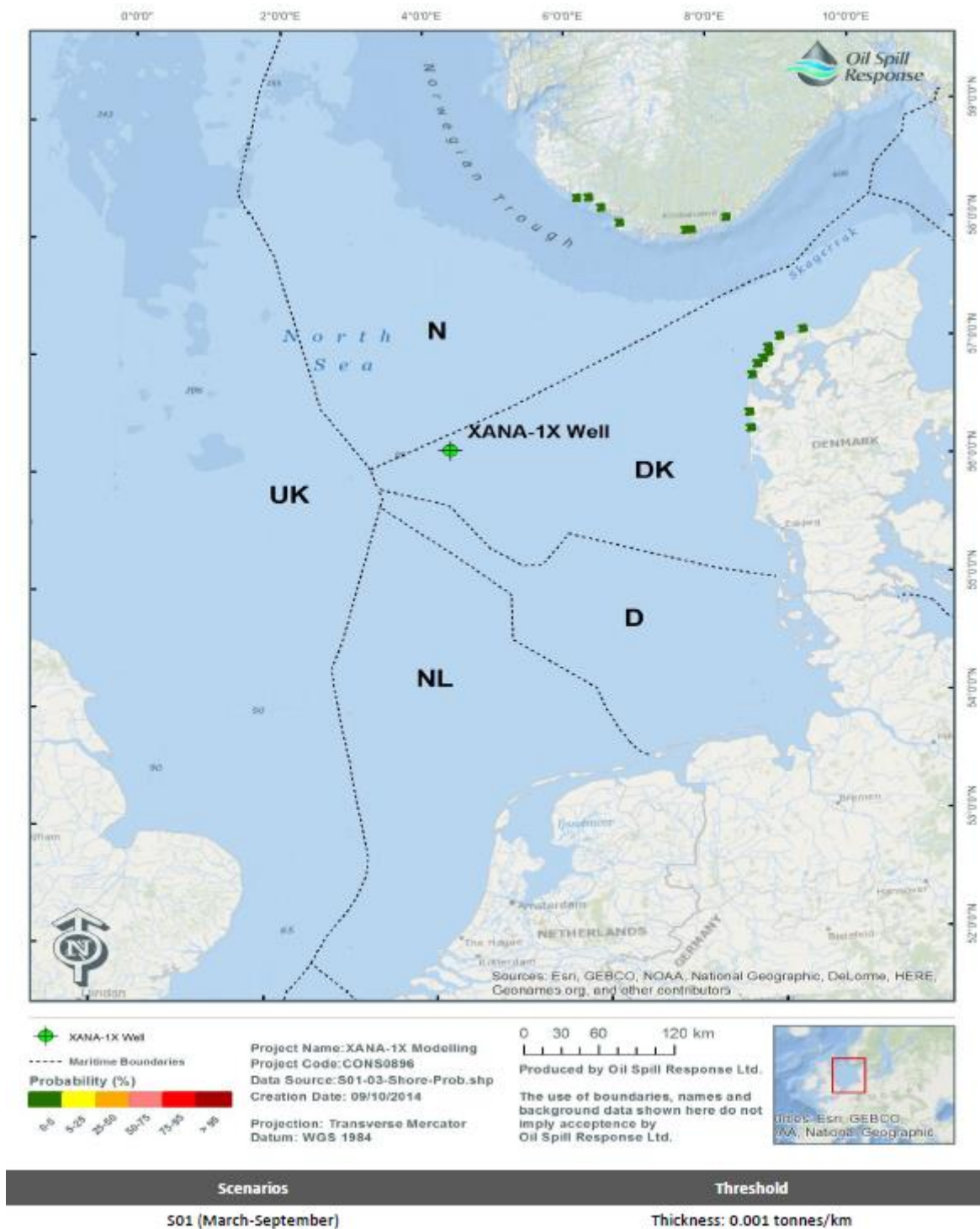
Figur 7-11 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km kan blive berørt. Bemærk, at olieforurening af overfladen ikke er sandsynlig, når tærsklen på 1 MT/km² anvendes /26//27/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliestød. De præsenterer et statistisk billede baseret på 400 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



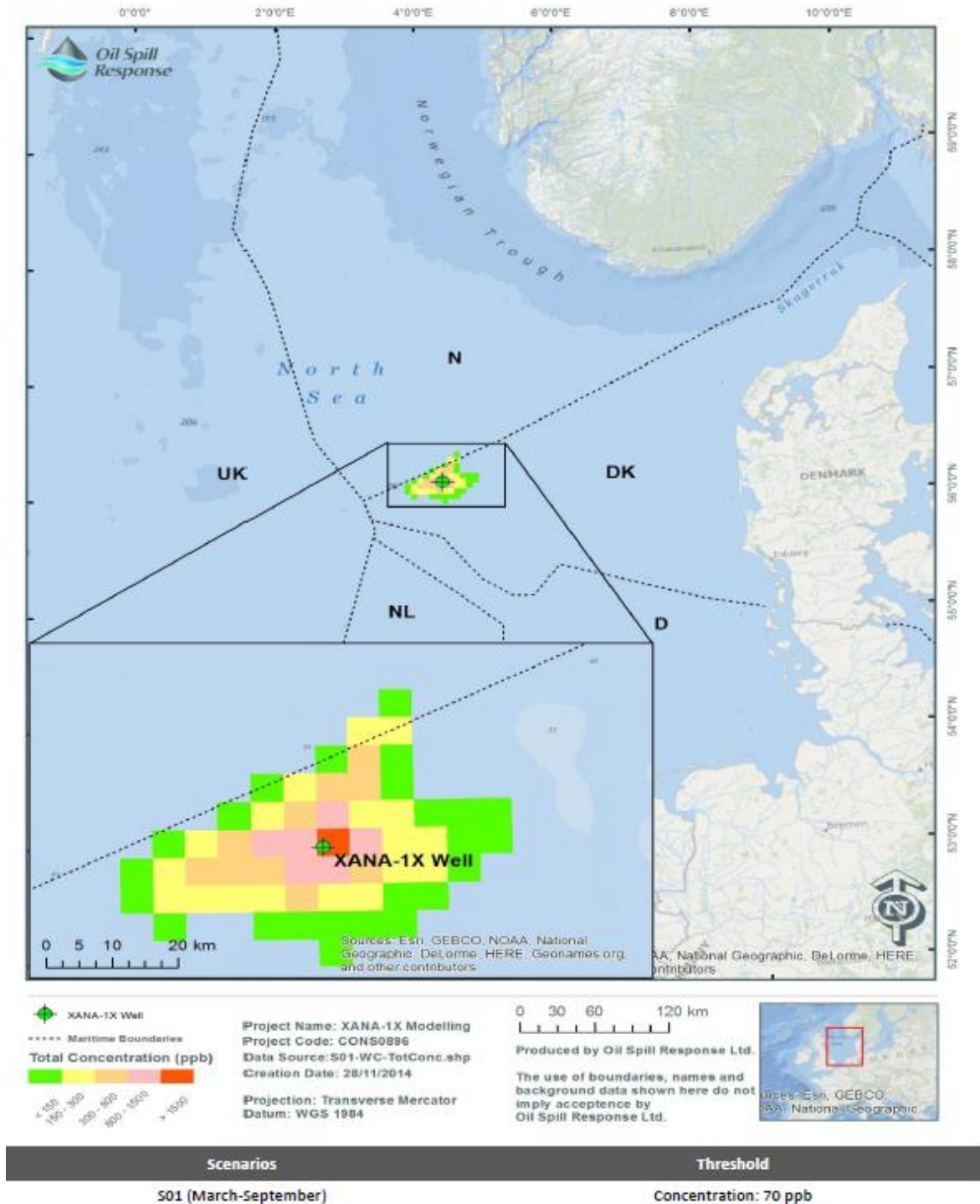
Figur 7-12 Sandsynlighed for, at en vandsøjle-gittercelle på 1 km kan blive berørt /26//27/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 400 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-13 Sandsynlighed for, at kystlinje-gitterceller kan blive berørt /26//27/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 400 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-14 Maksimal gennemsnitlig samlet oliekoncentration over tid i vandsøjleceller /26//27/.

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et oliespild. De præsenterer et statistisk billede baseret på 400 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.

7.2 Vurdering af potentielle virkninger på miljøet

Vurdering af virkninger for de relevante miljømæssige receptorer præsenteres i dette afsnit vedrørende utilsigtede hændelser. Vurderingen er baseret på modelleringsdata, når omfanget evalueres, mens data fra den videnskabelige litteratur anvendes, når virkningens intensitet og varighed vurderes.

7.2.1 Klima og luftkvalitet

Utilsigtede hændelsers potentielle virkninger på klimaet og luftkvaliteten af hænger sammen med gasudslip.

7.2.1.1 Større gasudslip

Gasudslippet i tilfælde af et større udslip er primært sammensat af metan CH₄ eller CO₂, hvis gassen antændes. I tilfælde af et ukontrolleret gasudslip frigives gas til atmosfæren. CH₄ og CO₂ er drivhusgasser, og et større udslip vil bidrage til den globale pulje af drivhusgasser (se afsnit 6.2.1).

Virkingen på klima og luftkvalitet af et ukontrolleret gasudslip ved TYRA-projektet vurderes at være af middel intensitet, af grænseoverskridende omfang og af lang varighed. Den overordnede betydning af virkningen vurderes at være moderat negativ.

7.2.1.2 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-4.

Tabel 7-4 Potentielle virkninger på klima og luftkvalitet i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Større gasudslip	Middel	Grænseoverskridende	Langvarig	Moderat negativ	Lille

7.2.2 Vandkvalitet

De potentielle virkningsmekanismer for vandkvalitet fra utilsigtede spild hænger sammen med mindre og større oliespild.

7.2.2.1 Mindre oliespild

Resultaterne af modellering af et spild af marinediesel fra et fartøj viser, at al den spildte olie ikke længere er mobil 20 dage efter spildet. Den er fordampet eller blevet biologisk nedbrudt (afsnit 7.1.4). Resultaterne af modellering af et rørledningsbrud viser, at spredningen er lokal omkring bruddet.

Den fysiske tilstedeværelse af en stor olieepøl vil forårsage betydelige ændringer af de fysiske og kemiske parametre for havvandets kvalitet, f.eks. reduceret lys- og oxygenniveau. Den forhøjede koncentration af oliebestanddele (THC, PAH osv.) vil desuden ændre vandkvaliteten.

På grundlag af resultaterne af modelleringen vurderes virkningen på vandkvaliteten at være lokal. Intensiteten vurderes at være lille med kort varighed, da olien fordamper, bundfælder eller nedbrydes biologisk. Generelt vil virkningen på vandkvaliteten af et mindre oliespild være af mindre negativ betydning.

7.2.2.2 Større oliespild

Baseret på modelleringen af et stort oliespild (afsnit 0) vil koncentrationerne af oliekomponenter sandsynligvis være over 1.500 ppb omkring spildstedet, mens koncentrationerne sandsynligvis generelt vil ligge under 150 ppb i vandsøjlen. Ved slutningen af modelsimuleringen er størstedelen af olien drevet på land, fordampet, bundfældet eller nedbrudt biologisk (afsnit 0).

Den fysiske tilstedeværelse af en stor olieplume vil forårsage betydelige ændringer af de fysiske og kemiske parametre for havvandets kvalitet, f.eks. reduceret lys- og oxygenniveau. Den forhøjede koncentration af oliebestanddele (THC, PAH osv.) vil desuden ændre vandkvaliteten. Omfanget af virkningen afhænger i høj grad af de dominerende meteorologiske forhold.

På grundlag af resultaterne af modelleringen vurderes virkningen at være af middel intensitet, af grænseoverskridende omfang og mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på vandkvaliteten af et større oliespild være af moderat negativ betydning.

7.2.2.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-5.

Tabel 7-5 Potentielle virkninger på vandkvalitet i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Lille	Regional	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Middel	Grænseoverskridende	Mellemlangvarig	Moderat negativ	Middel

7.2.3 Sedimenttype og -kvalitet

De potentielle virkningsmekanismer for sedimenttype og -kvalitet fra utilsigtede spild hænger sammen med mindre og større oliespild.

7.2.3.1 Mindre oliespild

Resultaterne af modellering af et spild af marinediesel fra et fartøj viser, at al den spildte olie ikke længere er mobil 20 dage efter spildet. Den er fordampet eller blevet biologisk nedbrudt (afsnit 7.1.4).

På grundlag af resultaterne af modelleringen vurderes intensiteten af virkningen at være lille med et potentielt regionalt omfang og af kort varighed. Generelt vil virkningen på sedimenttypen og -kvaliteten af et oliespild være af mindre negativ betydning.

7.2.3.2 Større oliespild

Ifølge modelleringen af et større oliespild kan der opstå betydelige virkninger på sedimenttypen og -kvaliteten. Modelleringen af fem forskellige scenarier (afsnit 0) viser, at 29-55 % af olien ender på havbunden, hvilket svarer til op til 159.000 MT over et stort område i Nordsøen. Resten driver enten i land, fordampes eller nedbrydes biologisk.

Fuld genopretning kræver nedbrydning eller nedgravning af forurenende stoffer kombineret med naturligt langsomme processer, der følger efter hinanden. Nedbrydning af olie i havmiljøet er begrænset af temperatur, tilgængelige næringsstoffer (især nitrogen og fosfor), den biologiske nedbrydelighed af olieprodukter, tilstedeværelsen af organisk kulstof og tilstedeværelsen af mikroorganismer med olienedbrydende enzymer /123//124/.

På grundlag af resultaterne af modelleringen vurderes intensiteten af virkningen af et større oliespild at være middel med et grænseoverskridende omfang og mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på sedimenttypen og -kvaliteten være af moderat negativ betydning.

7.2.3.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-6.

Tabel 7-6 Potentielle virkninger på sedimenttype og -kvalitet i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanismer	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Lille	Regional	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Middel	Grænseoverskridende	Mellemlangvarig	Moderat negativ	Middel

7.2.4 Plankton

De potentielle virkningsmekanismer for plankton hænger sammen med mindre og større oliespild.

7.2.4.1 Mindre oliespild

På grundlag af den vurderede virkning på vandkvaliteten (afsnit 7.2.2) vurderes et mindre oliespild at have begrænset virkning på planktonsamfundet. Planktonorganismer kan blive påvirket, men planktons høje reproduktionspotentiale vurderes at kunne kompensere for dette.

Intensiteten af virkningen vurderes at være lille med et lokalt omfang og en kort varighed. Generelt vurderes virkningen på plankton at være af mindre negativ betydning.

7.2.4.2 Større oliespild

Toksicitetsforsøg i laboratorier har påvist stor variation blandt planktonorganismer med hensyn til virkningerne af oliespild, hvor fytoplankton generelt vurderes at være mindre følsomt end zooplankton /125/.

Test i beholdere med naturligt forekommende alger og en vandopløselig fraktion af oliekoncentrationerne i Nordsøen på 0,1 mg/l (=100 ppb) påviste ingen betydelige virkninger på den samlede primære produktion /126/. Toksiske virkninger, herunder lavere vækstrate og påvirkning af fotosyntesen, er blevet observeret i fytoplankton, der er eksponeret for vandopløselige fraktioner af oliekoncentrationer fra 1.000 ppb til 10.000 ppb /127/.

Akutte dødelige virkninger på zooplankton er blevet observeret ved kontakt med vandopløselige fraktioner af oliekoncentrationer på mere end 200 ppb /125/. Skadelige virkninger på zooplankton, herunder fysiologiske, biokemiske og adfærdsmæssige virkninger, er blevet observeret ved en tiendedel af de dødelige koncentrationer /125/. Sådanne toksicitetsforsøg i laboratorier har dog vist sig at være af begrænset relevans for forudsigelsen af de langvarige virkninger på de naturlige populationer. Sådanne forsøg er sædvanligvis kortvarige og bruger

robuste arter, som er nemme at håndtere, men som ikke er repræsentativ for den store variation af planktonorganismer, der findes naturligt. Selv om sådanne forsøg har påvist, at oliespild påvirker plankton, viser feltobservationer typisk minimale eller forbigående virkninger /125/.

Der er ingen eksempler på langvarige virkninger på planktonbestandene efter oliespild. Det skyldes planktons reproduktionskapacitet og vandcirkulationen, som tilfører nyt plankton fra områder uden for det berørte område /128//129/. Planktonpopulationer er derfor ikke særligt sårbare over for oliespild og kan kompensere for eventuelle virkninger med deres høje reproduktionspotentiale.

Ifølge den vurderede virkning på vandkvaliteten (afsnit 0) er varigheden af virkningen på plankton kort. Intensiteten af virkningen vurderes at være middel med et grænseoverskridende omfang og en kort varighed. Generelt vil virkningen på planktonsamfundet af et større oliespild være af mindre negativ betydning.

7.2.4.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-7.

Tabel 7-7 Potentielle virkninger på plankton i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Lille	Grænseoverskridende	Kortvarig	Mindre negativ	Middel

7.2.5 Bentiske samfund

De potentielle virkningsmekanismer for bentiske samfund hænger sammen med mindre og større oliespild.

7.2.5.1 Mindre oliespild

På grundlag af den vurderede virkning på sedimenttypen og -kvaliteten (afsnit 7.2.3) vurderes de betydelige virkninger på bentiske samfund at være begrænsede. Intensiteten af virkningen vurderes at være ingen/lille med et regionalt omfang og af mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på sedimenttypen og -kvaliteten af et oliespild være af mindre negativ betydning.

7.2.5.2 Større oliespild

Dødelige og skadelige virkninger på benthos kan omfatte dødelighed og ændret tilgang, vækst og reproduktion samt ændringer i samfundets struktur, herunder artsrigdom. Ikke-selektive sedimentædende arter såsom børsteorme og nematoder har udvist modstandsdygtighed over for de negative virkninger af oliespild /130/. Omvendt forventes tætheden af krebsdyr, f.eks. amphipoder og vandlopper, at falde på grund af deres kendte følsomhed over for virkningerne af olie /130/.

De biologiske virkninger af olie på havbunden og benthos afhænger i høj grad af den spildte olies skæbne og den additive toksicitet af aromatiske kulbrinter.

I henhold til modelberegninger ender omkring halvdelen af olien på havbunden, dvs. en stor masse over et stort område (afsnit 7.1.5). Det kan ikke udelukkes, at oliebestanddele i en vis grad kan påvirke bundfauna i det berørte område. Det er dokumenteret, at genopretning af blødbunds-benthos efter tidligere oliespild på lavt vand kan tage år eller årtier /123//124/.

Intensiteten af virkningen vurderes at være middel med et grænseoverskridende omfang og mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på det bentske samfund af et større oliespild være af væsentlig negativ betydning.

7.2.5.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-8.

Tabel 7-8 Potentielle virkninger på bentske samfund i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanismer	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Ingen/lille	Regional	Mellemlang-varig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Middel	Grænse-overskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Middel

7.2.6 Fisk

De potentielle virkningsmekanismer for fisk hænger sammen med mindre og større oliespild. Virkninger på fiskeæg og -larver er vurderet som en del af plankton.

7.2.6.1 Mindre oliespild

På grundlag af den vurderede virkning på vandkvaliteten (afsnit 7.2.2) og sedimenttypen og -kvaliteten (afsnit 7.2.3) vurderes et mindre oliespild at have begrænset virkning på fisk. Virkningen af et mindre oliespild er begrænset til virkninger på individer og ikke populationer. Intensiteten af virkningen vurderes at være lille med et regionalt omfang og en kort/mellemlang varighed. Virkningen på fisk af et mindre oliespild vurderes generelt at være af mindre negativ betydning.

7.2.6.2 Større oliespild

Laboratorieforsøg har påvist en række dødelige og skadelige virkninger af olie på fisk /131/, men de kulbrinte-koncentrationer, som disse virkninger er forekommet ved, har generelt været betydeligt højere end koncentrationerne i forbindelse med oliespild /125/. Fisk er tilsyneladende mere følsomme over for kortvarig akut toksicitet fra de lettere aromatiske bestanddele, hvilket sandsynligvis skyldes, at de besidder de enzymer, der er nødvendige for at fordøje skadelige koncentrationer af kulbrinter /125//131/.

Laboratorieforsøg har vist, at voksne fisk kan registrere olie i vand i meget lave koncentrationer, og et stort antal døde fisk er kun sjældent rapporteret efter oliespild /132/ /133/. Det tyder på, at unge og voksne fisk kan undgå vand, der er forurenede med høje koncentrationer af olie.

Fisk er mest følsomme over for virkningerne af oliespild i deres tidlige livsstadier, især i æg- og planktonlarvestadierne, hvor de kan blive ført med den spildte olie. Kontakt med oliedråber kan mekanisk beskadige embryoers og larvers spise- og åndedrætsorganer /134/. De toksiske bestanddele af olie i vand kan føre til genetiske skader, fysiske deformiteter og ændret udvikling for larver og æg, der er eksponeret endda for lave koncentrationer over længere tid (dage til uger) /134/. Mere skjulte, kroniske virkninger på fisks levetid som følge af eksponering for olie i de tidligere livsstadier omfatter forstyrrelse af kompleks adfærd, f.eks. undvigelse af rovfisk samt reproduktiv og social adfærd /132/. Langvarig eksponering af æg og larver for varierende

koncentrationer af olie i vand har også vist sig at forårsage immunosuppression og tillade udvikling af virale sygdomme /132/. Virkningen af et oliespild på en fiskepopulation i et område med fiskelarver og/eller -æg og omfanget for eventuelle negative virkninger afhænger i høj grad af de dominerende oceanografiske og økologiske forhold på tidspunktet for spildet og dets kontakt med fiskeæg og -larver.

Det er dokumenteret, at koncentrationer på 100 ppb THC (kulbrinter i alt) forårsager akut død for fiskeæg og -larver /135/. I henhold til modelresultaterne er der stor sandsynlighed for at finde koncentrationer på 70-150 ppb i vandsøjlen ud til en afstand på 200-300 km. Ved denne koncentration påvirkes fiskeæg og -larver sandsynligvis.

På grundlag af resultaterne af modelleringen og ovennævnte oplysninger vurderes virkningen at være af middel intensitet, af grænseoverskridende omfang og af kort til mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på fiskesamfundet af et større oliespild være af moderat negativ betydning.

7.2.6.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger på fisk er opsummeret i Tabel 7-9.

Tabel 7-9 Potentielle virkninger på fisk i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanismer	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Lille	Regional	Kortvarig/mellemlangvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Middel	Grænseoverskridende	Kortvarig/mellemlangvarig	Væsentlig negativ	Middel

7.2.7 Havpattedyr

De potentielle virkningsmekanismer for havpattedyr hænger sammen med mindre og større oliespild.

7.2.7.1 Mindre oliespild

Oliespild fra kollisioner eller rørledningsbrud kan påvirke havpattedyr, der kommer i kontakt med spildet. Havpattedyr undviger generelt olieplet, men virkninger på individer kan opstå som følge af nedsvælgning, inhalation eller indtagelse af forurenede organismer. Omfanget af et mindre oliespild er lokalt (afsnit 7.1.4). Intensiteten af virkningen vurderes at være lille med en kort varighed. Den overordnede virkning på havpattedyr ved TYRA-projektet vurderes at være af mindre negativ betydning.

7.2.7.2 Større oliespild

Et større oliespild kan påvirke havpattedyr, der kommer i kontakt med spildet. Virkningerne opstår ved direkte kontakt med olien, hvor sæler kan blive indsmurt med betændelse, infektion, kvælning, underafkøling og forringede vandskyende evner til følge /25/. Hvaler og delfiner har ikke hår og kan ikke blive indsmurt. Både hvaler og sæler kan akkumulere giftstoffer gennem nedsvælgning (som kan føre til fordøjelseskomplikationer), inhalation (som kan føre til skader på respirationsorganerne, lammelse eller død) eller indtagelse af forurenede havorganismer.

De følsomme måneder for havpattedyr i forbindelse med et større oliespild er fastsat ud fra de måneder, hvor arterne er til stede i Nordsøen /25/. Gråsæl, spættet sæl og marsvin er følsomme hele året, mens vågehval og hvidnæse er følsomme om sommeren (maj-september).

I henhold til resultater af modellering kan olie påvirke både de danske, svenske, tyske, nederlandske, britiske eller norske sektorer af Nordsøen, og omfanget vurderes derfor at være grænseoverskridende. Intensiteten af virkningen vurderes at være stor, da både individer og hele populationer kan blive berørt.

Sæler kan også miste deres habitat på land, hvis olie skylles op på deres hvilepladser. Modellering af oliespild har udpeget Danmark, Sverige og Norge som de mest følsomme over for olie, der skylles på land, men Tyskland, Storbritannien og Nederlandene kan også blive berørt.

Intensiteten af virkningen af et større oliespild er stor og kan påvirke økosystemets struktur for havpattedyr i Nordsøen. Virkningen er langvarig, og den overordnede betydning for havpattedyr af et større oliespild vurderes at være af væsentlig negativ betydning.

7.2.7.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-10.

Tabel 7-10 Potentielle virkninger på havpattedyr i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Høj

7.2.8 Havfugle

De potentielle virkningsmekanismer for havfugle hænger sammen med mindre og større oliespild.

7.2.8.1 Mindre oliespild

Et mindre oliespild kan påvirke havfugle, hvis de kommer i kontakt med olien (se beskrivelsen af sårbarhed nedenfor). Omfanget af et mindre oliespild vurderes at være lavt og af mellemlang varighed. Intensiteten vurderes at være lille, da virkningen af et mindre oliespild påvirker individer og ikke populationer. Den overordnede virkning på havfugle af et mindre oliespild vurderes at være af moderat negativ betydning.

7.2.8.2 Større oliespild

Havfugle er sårbare over for oliespild i havmiljøet. Olie kan ødelægge de isolerende og vandskyende egenskaber og reducere fjerdragstens opdrift, hvilket betyder, at fuglen kommer til at lide af underafkøling, sult eller i alvorlige tilfælde drukner. Desuden kan fugle blive forgiftet som følge af indtagelse eller indånding af brændstof, når de renser deres fjer eller fouragerer på forurenede føde. Forgiftning kan forårsage irritation af fordøjelsessystemet, skader på nyrer, lever og saltkirtler og føre til blodmangel. Virkningernes intensitet vurderes derfor at være stor /25/.

Fugle ligger ofte på rede sidst på foråret og om sommeren, og det betyder, at unge er mest sårbare over for oliespild i forårs- og sommermånederne, selv om voksne af mange arter findes i Nordsøen året rundt. Trækfugles sårbarhed afhænger af, om de opholder sig langs Nordsøens kyster om sommeren eller vinteren.

Et større oliespild vurderes at have et grænseoverskridende omfang og lang varighed. Virkningen på havfugle af et større oliespild vurderes at være af væsentlig negativ samlet betydning.

7.2.8.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-11.

Tabel 7-11 Potentielle virkninger på havfugle i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Stor	Lokal/regional	Mellemlangvarig	Moderat negativ	Middel
Større oliespild	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Høj

7.3 Vurdering af potentielle sociale virkninger

Vurdering af virkninger for de relevante sociale receptorer præsenteres i dette afsnit vedrørende utilsigtede hændelser. Vurderingen er baseret på modelleringsdata, når omfanget evalueres, mens data fra den videnskabelige litteratur anvendes, når virkningens intensitet og varighed vurderes.

7.3.1 Kulturarv

De potentielle virkninger på kulturarv vedrører oliespild.

Kulturarv, f.eks. vrag eller undersøiske bosteder, kan blive påvirket, fordi de smøres ind i olie i forbindelse med mindre eller større oliespild.

Virkningen afhænger af typen af kulturarv og typen af spildt olie. Intensiteten af de potentielle virkninger vurderes at være middel med et grænseoverskridende omfang og en mellemlang varighed. Den overordnede virkning på kulturarv af et oliespild ved TYRA-projektet vurderes at være af moderat negativ betydning.

7.3.1.1 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-12.

Tabel 7-12 Potentielle virkninger på kulturarv i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre og større oliespild	Middel	National	Mellemlangvarig	Moderat negativ	Lille

7.3.2 Beskyttede områder

De potentielle virkningsmekanismer hænger sammen med mindre og større oliespild. De potentielle virkninger på beskyttede områder vedrører naturreservater langs Jyllands vestkyst og UNESCO-området Vadehavet.

7.3.2.1 Mindre oliespild

Kemikaliespild og oliespild efter fartøjskollision eller rørledningsbrud er alle hændelser, der ifølge den præsenterede modellering vurderes at være af lokalt omfang (afsnit 7.1). Da TYRA-projektets aktiviteter alle gennemføres offshore (200 km fra kysten), vurderes mindre oliespild ikke at have nogen virkning på beskyttede områder.

7.3.2.2 Større oliespild

Større oliespild er blevet modelleret (afsnit 7.1). Det potentielt berørte område omfatter Vadehavet og naturreservaterne langs Jyllands vestkyst. Med udgangspunkt i et forsigtighedsprincip vurderes intensiteten af de potentielle virkninger at være stor med et grænseoverskridende omfang og en lang varighed. Den overordnede virkning på beskyttede områder af et større oliespild vurderes at være af væsentlig negativ betydning.

7.3.2.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-13.

Tabel 7-13 Potentielle virkninger på beskyttede områder i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Ingen	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Større oliespild	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Middel

7.3.3 Arealanvendelse af havområder

Potentielle virkningsmekanismer hænger sammen med mindre og større oliespild og større gasudslip.

7.3.3.1 Mindre oliespild

Mindre oliespild fra f.eks. kollisioner vil påvirke skibstrafikken i form af risiko for brand, forurening af fartøjer og områder med restriktioner, hvor beredskabsforanstaltninger gennemføres. Intensiteten af virkningerne vurderes at være lille med et nationalt omfang og en kort varighed. Den overordnede virkning på skibstrafikken af et mindre oliespild vurderes at være af mindre negativ betydning.

7.3.3.2 Større oliespild

Et større oliespild vil påvirke skibstrafikken i form af risiko for brand, forurening af fartøjer og områder med restriktioner, hvor skibstrafik er forbudt under håndteringen af nødsituationen. Virkningen vil være af middel intensitet med et grænseoverskridende omfang og mellemlang varighed. Den overordnede virkning på skibstrafikken af et mindre oliespild vurderes at være af moderat negativ betydning.

7.3.3.3 Større gasudslip

Et ukontrolleret gasudslip vil sandsynligvis påvirke skibstrafikken indirekte gennem områder med restriktioner i forbindelse med sikkerhedsafstand til "blow out"-stedet og brandfare. Virkningen vurderes at være af middel intensitet, af grænseoverskridende omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på skibstrafikken af et større gasudslip ved TYRA-projektet vurderes at være af mindre negativ betydning.

7.3.3.4 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på skibstrafik af utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 7-14.

Tabel 7-14 Potentielle virkninger på arealanvendelse af havområder i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Mindre oliespild	Lille	National	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild	Middel	Grænse-overskridende	Mellemlangvarig	Moderat negativ	Middel
Større gasudslip	Middel	Grænse-overskridende	Kortvarig	Mindre negativ	Middel

7.3.4 Fiskeri

Potentielle virkningsmekanismer i forbindelse med oliespild og gasudslip.

7.3.4.1 Større gasudslip

Et ukontrolleret gasudslip vil sandsynligvis påvirke skibstrafikken indirekte gennem områder med restriktioner i forbindelse med sikkerhedsafstand til "blow out"-stedet og brandfare. Virkningen vurderes at være af middel intensitet, af grænseoverskridende omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på skibstrafikken af et større gasudslip ved TYRA-projektet vurderes at være af mindre negativ betydning.

7.3.4.2 Større oliespild

Et større oliespild kan påvirke fiskeriet gennem risikoen for forurening af fartøjer, udstyr og målarter samt områder med restriktioner, hvor beredskabsforanstaltninger gennemføres. Intensiteten af virkningerne vurderes at være middel med et regionalt omfang og en kort varighed. Den overordnede virkning på fiskeriet af et større oliespild vurderes at være af mindre negativ betydning.

Fysiske virkninger for målarter for fiskeri kan have andre konsekvenser for fiskeriet. Da virkningerne på fisk og hvirvelløse vanddyr forventes at være væsentlige negative, vurderes det, at fiskeriet vil blive påvirket. Yderligere virkninger på fiskeriet kan opstå som følge af markedets opfattelse af ringe produktkvalitet (ingen købere eller prisnedsættelser osv.). Et større oliespild i Nordsøen kan i betydelig grad forringe købernes lyst til at købe fisk og skaldyr fra området. Dette kan føre til tab og påvirke den lokale økonomi. En sådan udvikling er vanskelig at forudsige, da købernes opfattelse ikke nødvendigvis afspejler de faktiske (fysiske) virkninger af spildet. Med udgangspunkt i et forsigtighedsprincip vurderes intensiteten af de potentielle virkninger at være stor med et grænseoverskridende omfang og en lang varighed. Den overordnede virkning på fiskeriet af et større oliespild vurderes at være af væsentlig negativ betydning.

7.3.4.3 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-15.

Tabel 7-15 Potentielle virkninger på fiskeriet i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Gasudslip	Middel	Grænse-overskridende	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større oliespild Virkninger på målarter	Middel	Grænse-overskridende	Mellemlangvarig	Væsentlig negativ	Lille
Større oliespild Opfattelse/omdømme	Stor	Grænse-overskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Lille

7.3.5 Turisme

De potentielle virkningsmekanismer for turisme hænger sammen med større oliespild.

7.3.5.1 Større oliespild

Virkninger på turisme fra utilsigtede hændelser omfatter olieforurening på strandene langs Jyllands vestkyst, virkninger på nationalparkerne ved Vadehavet og muligvis også virkninger på Norges sydkyst.

Modelleringen af oliespild viser, at danske, norske, tyske, nederlandske og britiske kyster kan blive berørt af olie, men den danske kystlinje er i størst risiko for at blive berørt. Det omdømme, der opstår i forbindelse hermed, kan få turister til at undlade at komme tilbage i årevis og kan medføre tab og påvirke den lokale økonomi. Et oliespild kan derfor have langvarige virkninger for tiltrækningen af turister.

Intensiteten af virkningerne vurderes at være stor med et grænseoverskridende omfang og en lang varighed. Den overordnede virkning på turisme af et større oliespild ved TYRA-projektet vurderes at være af væsentlig negativ betydning.

7.3.5.2 Overordnet vurdering

De potentielle virkninger er opsummeret i Tabel 7-16.

Tabel 7-16 Potentielle virkninger på turisme i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Intensitet	Omfang	Varighed	Samlet betydning af virkningen	Konfidensniveau
Større oliespild	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Middel

7.4 Resumé

De potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-26. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor.

Tabel 7-17 Resumé af potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer for utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor.

Receptor	Worst case potentiel virkning
Klima og luftkvalitet	Moderat negativ
Vandkvalitet	Moderat negativ
Sedimenttype og -kvalitet	Moderat negativ
Plankton	Mindre negativ
Bentiske samfund	Væsentlig negativ
Fisk	Væsentlig negativ
Havpattedyr	Væsentlig negativ
Havfugle	Væsentlig negativ
Kulturarv	Moderat negativ
Beskyttede områder*	Væsentlig negativ
Arealanvendelse af havområder	Moderat negativ
Fiskeri	Væsentlig negativ
Turisme	Væsentlig negativ

* en separat Natura 2000 vurdering præsenteres i afsnit 10.

8. AFVÆRGEFORANSTALTNINGER

Maersk Oil har identificeret flere afværgeforanstaltninger for planlagte aktiviteter og utilsigtede hændelser, hvor der er risiko for betydelige virkninger på miljømæssige eller sociale receptorer. Der er etableret afværgeforanstaltninger for at eliminere eller reducere risikoen for påvirkninger så meget som muligt (ALARP). Ud over afværgeforanstaltningerne gennemføres adskillige overvågningsprogrammer omkring Maersk Oils platforme (afsnit 9.5).

8.1 Afværgerisici i forbindelse med planlagte aktiviteter

8.1.1 Foranstaltninger med henblik på at reducere emissioner

Maersk Oil arbejder kontinuert på at reducere emissioner til miljøet og på at forbedre energieffektiviteten offshore ved at holde nøje fokus på forbrug af brændsel og flare gas og indarbejde energireducerende overvejelser tidligt i designforløbet for alle større projekter og modifikationer. Produktionen er blevet mere energieffektiv gennem årene, og Maersk Oil's energiledelsessystem blev ISO 14001 certificeret i 2013. Certificeringen indebærer årlige audits af systemoverholdelse og gen-certificering hvert tredje år.

8.1.2 Afværgeforanstaltninger mod undervandsstøj

Risikoen for, at undervandsstøj påvirker havpattedyr i forbindelse med geofysiske aktiviteter og anlægsprojekter, afværges ved hjælp af følgende tiltag:

- Planlægning og effektiv udførelse af geofysisk dataindsamling og anlægsprojekter, så varigheden af arbejdet forkortes.
- Overvågning af havpattedyrenes tilstedeværelse inden iværksættelse af støjende aktiviteter og i forbindelse med geofysisk dataindsamling eller anlægsarbejde.
- På steder, hvor det må forventes, at der vil ske en påvirkning af havpattedyr, vurderes den bedste tilgængelige teknologi.
- Der etableres en eksklusionszone, hvor arbejdet bliver udsat, hvis der viser sig at være havpattedyr til stede inden arbejdets påbegyndelse.
- Procedurer til blid opstart, også kaldet ramp-up, skal benyttes i de områder, hvor der er påvist aktivitet af havpattedyr. Det betyder, at lydsignalniveauet gradvist forøges til fuldt operationelt niveau.

8.1.3 Afværgeforanstaltninger i forbindelse med udledning

Maersk Oil benytter kemikalier i forbindelse med aktiviteterne. Anvendelse og udledning af disse kemikalier er under konstant overvågning. Maersk Oil har nultolerance for skadelig udledning. Inden kemikalier godkendes til anvendelse og udledning offshore, skal en ansøgning indgives til de danske myndigheder. Et element i ansøgningen er en miljømæssig klassificering af det enkelte kemikalie. Klassificeringen udføres i overensstemmelse med OSPARs anbefaling 2010/4 om en harmoniseret forudgående screeningsordning for offshore-kemikalier. Klassificeringen anvender et farvekodningssystem, der benyttes af Maersk Oil ud fra de kriterier, der er skitseret i OSPAR, 2010 /44/:

- **Sort:** Sorte kemikalier indeholder en eller flere komponenter, der er registreret på OSPARs "List of Chemicals for Priority Action". Anvendelsen af sorte kemikalier er forbudt med undtagelse af særlige omstændigheder. Maersk Oil har ikke anvendt disse kemikalier siden 2005, men har fået dispensation i 2015 til at benytte sort "Pipe Dope" i en del af casingen ved boring af efterforskningsbrønde ved højt tryk og høje temperaturer.
- **Rød:** Disse kemikalier er miljøfarlige og indeholder en eller flere komponenter, der f.eks. akkumuleres i levende organismer, eller som nedbrydes langsomt. Det er OSPARs anbefaling, at udledningen af disse kemikalier skal være bragt til ende den 1. januar 2017. Siden 2008 har Maersk Oil udfaset røde kemikalier og kun brugt dem i de tilfælde, hvor sikkerhedsmæssige, teknologiske og miljømæssige forhold kræver dem brugt. Udledningerne er faldet kraftigt siden 2010.

- **Grøn:** Disse kemikalier indeholder miljømæssigt acceptable bestanddele, der på OSPARs PLONOR-liste har fået kommentaren: "udgør lille eller ingen risiko for miljøet". Kemikalier på OSPARs liste over stoffer anvendt og udledt offshore som antages at have lille eller ingen risiko for miljøet (PLONOR) eller omfatter af REACH EC1907/2006 Annex IV eller Annex V.
- **Gul:** Disse kemikalier er ikke omfattet af de andre klassificeringer, og er defineret ved, at de har én af egenskaberne svært nedbrydelig, toksisk eller bioakkumulerbar. Gule kemikalier er underlagt rangordning, og kan normalt udledes.

Risikoen for miljøpåvirkninger forårsaget af operationelle udledninger i forbindelse med produktion forebygges med styring af produceret vand ved hjælp af en Risk Based Approach (RBA) i overensstemmelse med OSPARs retningslinjer og anbefalinger /4/.

RBA anvendes til gennemgang af styringsfunktioner, evaluering af foranstaltninger og udvikling og implementering af platformsspecifikke tiltag for at reducere de miljømæssige risici ved udledning af produktionskemikalier, der ikke er tilstrækkeligt kontrollerede. Foranstaltninger til risikoreduktion kan bl.a. bestå af følgende:

- tekniske foranstaltninger, f.eks. hindringer ved kilden i kraft af ombygning af de benyttede processer (vandventil i brønden)
- kemikaliesubstitution
- anvendelse af lukkede systemer (f.eks. injektion af produceret vand)
- end-of-pipe-teknikker, som f.eks. separation eller klarificeringsteknikker til behandling af produceret vand inden udledning og
- organisatoriske foranstaltninger, som f.eks. ledelsessystemer (uddannelse, instruktioner, procedurer og rapportering).

Et vigtigt redskab inden for RBA er anvendelsen af hydrodynamiske modeller til forudsigelse af dispersion af den producerede vandudstrømning ved hjælp af en substratbaseret metode /155/. Det giver mulighed for at identificere de vigtigste årsager til risikoen og evaluere de kemiske substitutionsmuligheder og samtidig sikre anvendelsen af BAT/BEP.

8.2 Afværgerisici i forbindelse med utilsigtede hændelser

MAersk Oil rapporterer alle uheld med udledninger af olie og kemikalier, uanset mængden. Der er indført foranstaltninger for at reducere mængden og antallet af spild, f.eks. ved hjælp af inspektioner og uddannelse. Maersk Oil følger industriens bedste praksis for forebyggelse af ulykker baseret på identifikation af alvorlige farer, der har været genstand for risikovurdering /136/.

Maersk Oil arbejder målrettet for at reducere risikoen for alvorlige uheld til ALARP-niveauet (så lavt, som det med rimelighed er praktisk muligt) ved at identificere alvorlige farer gennem risikoanalyse og udvikling af hindringer (f.eks. procedurer, uddannelse og konstruktion). Anlæggene er f.eks. beskyttet mod kollision, idet der er monteret bådfendere på kapperne. Behandlingsfaciliteter, brønde og rørledninger er beskyttet mod større spild ved hjælp af sikkerhedsventiler. Der er fastsat en sikkerhedszone omkring rørledninger og platforme for at forhindre kollisioner fra bundtrawl eller ankre. Der er indført procedurer til begrænsning af trafik af forsyningsfartøjer og slangehåndtering i tilfælde af hårdt vejr (se også bilag 1).

Risikovurderingen og reducerende tiltag opdateres regelmæssigt i tilfælde af vigtig ny viden eller teknologisk udvikling.

Arbejdstilsynet vurderer implementeringen af risikoreducerende tiltag hos Maersk Oil, i overensstemmelse med ALARP princippet, i forbindelse med udstedelse af tilladelse til eksempelvis idriftsættelse af offshore installationer.

Der er ligeledes udviklet nødberedskab og beredskabsplanlægning med henblik på at begrænse følgerne af alvorlige ulykker i forbindelse med Maersk Oils projekter. Maersk Oils beredskabsplan for oliespild er opsummeret i afsnit 9.

9. MAERSK OILS MILJØSTANDARDER OG -PROCEDURER

9.1 Miljøledelsessystem

Maersk Oil arbejder med et ISO 14001-certificeret miljøledelsessystem /121/.

Miljøledelsessystemets formål er at minimere påvirkningen af miljøet ved kontinuerligt at forbedre miljøindsatsen.

Dette formål opfyldes ved at:

- opretholde et komplet og effektivt miljøledelsessystem
- gennemføre en rettidig og effektiv innovativ indsats for at reducere miljøpåvirkningen
- fremme bevidstheden om miljømæssige aspekter på alle organisationsniveauer
- minimere miljøpåvirkningen ved at følge principper for den bedste tilgængelige teknologi (BAT) og den bedste miljøpraksis (BEP).

9.2 Miljømæssige og sociale virkninger i forbindelse med projektmodning

Maersk Oil har netop implementeret en standard for vurdering af miljømæssige og sociale virkninger /160/. Den fastlægger processen for risikostyring i forbindelse med miljømæssige og sociale virkninger af nye større projekter. Standarden fastsætter en ramme inden for Maersk Oils projektmodningsproces, der anvendes fra start og gennem de forskellige faser for udvikling af fremtidige udviklingsprojekter.

9.3 Påvisning af BAT/BEP

I henhold til OSPAR-konventionen fra 1992 skal de kontraherende parter anvende de bedste tilgængelige teknikker (BAT) og den bedste miljøpraksis (BEP), herunder ren teknologi, hvis det er relevant, i deres indsats for at forebygge og eliminere havforurening.

I henhold til definitionen i OSPAR-konventionen forstås ved BAT *det seneste udviklingsstadium i processer, faciliteter eller driftsmetoder, der angiver en bestemt forholdsregels egnethed i praksis til at begrænse udledninger, emissioner og affald*. BEP defineres som *anvendelse af den bedst egnede kombination af miljøforanstaltninger og -strategier*.

Det følger heraf, at BAT og BEP for en bestemt kilde ændres med tiden som følge af teknologiske fremskridt, økonomiske og sociale faktorer og ændringer i den videnskabelige viden og forståelse.

BAT er også gennemført ved EU-direktiv 96/61/EF og EU-direktiv 2010/75/EU. Loven om beskyttelse af havmiljøet henviser til BAT og BEP (§ 3). BAT-princippet er illustreret i Figur 9-1.

Best	Available	Techniques
Mest effektiv til at opnå generelt høj beskyttelse af miljøet som helhed	Udviklet i en skala, der kan implementeres i den pågældende industrisektor under økonomisk og teknisk realistiske betingelser med balance mellem fordele og omkostninger	Den anvendte teknologi og den måde, hvorpå anlægget er konstrueret, er bygget, vedligeholdes, drives og afvikles

Figur 9-1 Illustration af bedste tilgængelige teknik /157/.

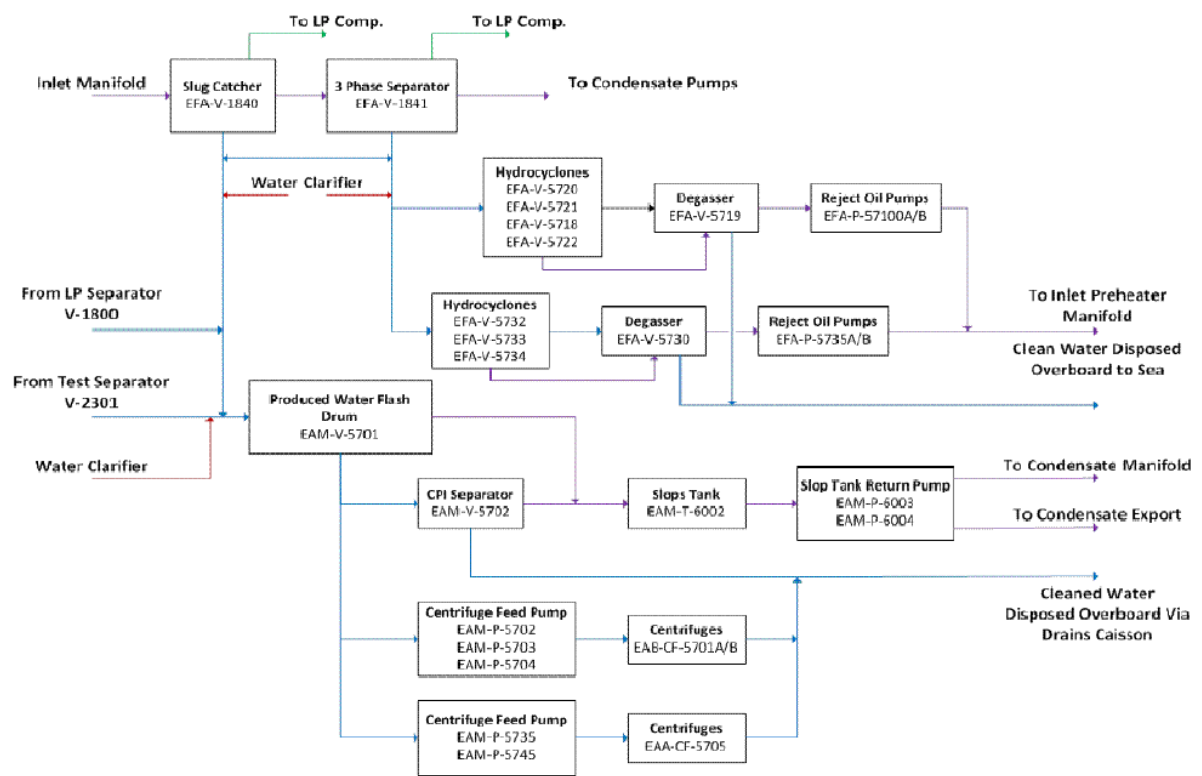
Det er Maersk Oils mål at gennemføre BAT- og BEP-principperne som et led i indsatsen for at minimere de potentielle virkninger på miljøet af dets aktiviteter i Nordsøen. Det betyder, at miljøhensyn inddrages allerede i planlægningsfasen. BAT-/BEP-princippet er anvendt i konstruktionen og driften af Maersk Oils anlæg og behandlingsudstyr og ved udvælgelse af materialer og stoffer.

Eksempler på hvordan Maersk Oil anvender BAT og BEP omfatter foranstaltninger der har til formål at:

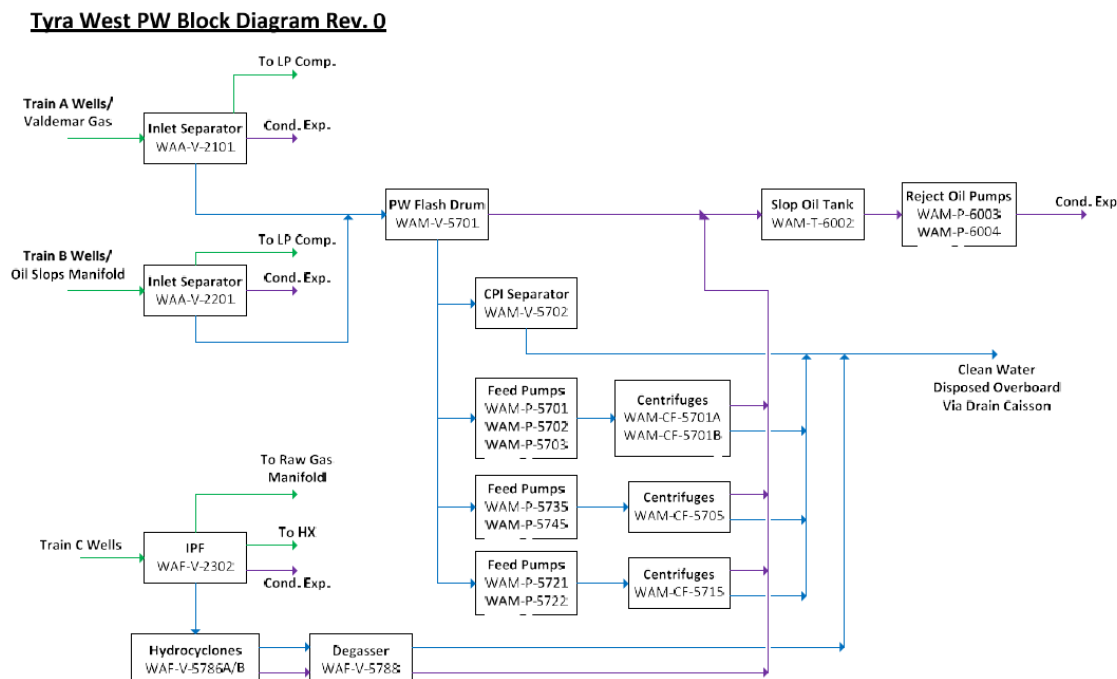
- forbedre energieffektiviteten
- overvåge og minimere emissioner
- optimere anvendelsen og udledningen af kemikalier, med målsætning om nul udledning
- støtte udviklingen af kemikalier med mindre virkning på miljøet
- bruge effektivt udstyr til "well test"
- løbende revidere og vurdere projekter og anvendt udstyr.

Tyra installationer er udstyret med teknologier som hydrocycloner til behandling af produceret vand, hvilket er beskrevet i OSPAR-baggrundsdokumentet om teknikker for håndtering af produceret vand fra offshore installationer, en oversigt fra 2002 over bedste tilgængelige teknologi for håndtering af produceret vand. Oversigt over systemet for produceret vand på Tyra Øst og Tyra Vest er vist i Figur 9-2og Figur 9-3.

Tyra East PW Block Diagram Rev. 0



Figur 9-2 Tyra Øst oversigt system produceret vand



Figur 9-3 Tyra Vest oversigt system produceret vand

I nugældende udledningstilladelse anfører Maersk Oil initiativer til forbedring af miljøpræstationer på Tyra, omfattende optimering af procedurer og udstyr. Aktuelt vurderes muligheden for at udskifte centrifuger på Tyra Øst og Tyra Vest for at forbedre procesydelsen.

Nyeste udledningstilladelse indeholdende liste over initiativer er tilgængelig ved henvendelse til MST.

9.4 Beredskabsplan for oliespild

Maersk Oils beredskab i forbindelse med alvorlige hændelser offshore på og omkring Maersk Oils anlæg og i danske koncessionsområder, der indehaves af A.P. Møller-Mærsk, er koncentreret om og koordineres af permanent nedsatte beredskabsudvalg.

Maersk Oil har udviklet en beredskabsplan for oliespild /121/, der beskriver, hvordan eventuelle oliespild bekæmpes. Scenarier for oliespild til og med det værst tænkelige udledningsscenario for Maersk Oils faciliteter og brønde er blevet vurderet for at sikre, at der kan ydes den nødvendige trinvis indsats.

- Trin 1: Små spild under driften
 - Fartøj til overvågning af oliespild mobiliseres.
 - Oliespildets bevægelse modelleres.
 - Der anvendes fartøjer inden for feltet med boom-/250 m³ pr. time-skimmer-udstyr, som kan mobiliseres inden for otte timer.
- Trin 2: Mellemstort spild
 - Trin 1-foranstaltninger.
 - Der anvendes yderligere ressourcer (boom, adskillige 200 m³ pr. time-skimmer og overførselspumpe/-slanger) mobiliseret fra Esbjerg eller fra det danske lager inden for 20 timer for at kunne håndtere mere end 1.500 tons pr. dag.
 - Affald fjernes af særligt tankskib.
- Trin 3: "Blow out"

- Trin 2-foranstaltninger.
- Yderligere fartøj med 1200 m-boom, skimmer og overførselspumpe/-slinger mobiliseres inden for 30 timer. Uddannet personale og yderligere udstyr mobiliseres fra Oil Spill Response Ltd (OSRL).
- Affald fjernes af særligt tankskib.
- Ekstern aflastning mobiliseres.
- Interesseorganisationer konsulteres vedrørende naturberedskab.

Maersk Oil har adgang til beredskabsudstyr offshore og i Esbjerg, der straks kan mobiliseres til stedet for et oliespild. Om nødvendigt kan yderligere udstyr mobiliseres fra det danske lager og OSRL. Maersk Oil er deltagende medlem af OSRL og har adgang til deres verdensomspændende pulje af personale og udstyr. OSRLs hovedudstyrslager i Europa har base i Southampton, Storbritannien, men yderligere udstyr findes også i Stavanger.

Anvendelsen af dispergeringskemikalier til at øge oliens dispergering, fortynding og naturlige nedbrydning evalueres, når det er relevant. Brugen af dispergeringskemikalier er reguleret og skal godkendes af Miljøstyrelsen.

Der gennemføres beredskabsøvelser (oliespild) mindst hvert tredje år for at uddanne og motivere personalet, teste udstyret og sikre, at de beskrevne planer er effektive. De relevante myndigheder deltager i øvelserne.

9.5 Løbende overvågning

Maersk Oil benytter flowmetre, der løbende måler mængden af udledt produceret vand, og der indsamles regelmæssigt vandprøver til analyse af olie- og kemikalieindhold. Karakter, type og mængde af anvendte kemikalier samt mængden af olie, der er udledt til havet, rapporteres til Miljøstyrelsen.

Sedimentkvalitet og bentisk fauna overvåges regelmæssigt omkring Maersk Oils platforme /6/.

- De fysiske og kemiske analyser omfatter analyse af kornstørrelse, tørstof (TS), glødetab (LOI), totalt indhold af organisk kulstof (TOC), metaller (barium (Ba), cadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), bly (Pb), zink (Zn), kviksølv (Hg) og aluminium (Al)), kulbrinter i alt (THC), polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) og oliespecifik gruppe af alkylede aromatiske kulbrinter (NPD).
- Prøver indhentet med henblik på identifikation og kvantificering af bentisk fauna.

Maersk Oil overvåger desuden undervandsstøj og havpattedyr gennem passiv akustisk overvågning og et offshore-observationsprogram, hvor offshorepersonale indberetter observationer af havpattedyr nær platforme.



Figur 9-4 Akustisk overvågning af havpattedyr (foto: Aarhus Universitet, DCE).

10. NATURA 2000-SCREENING

10.1 Indledning

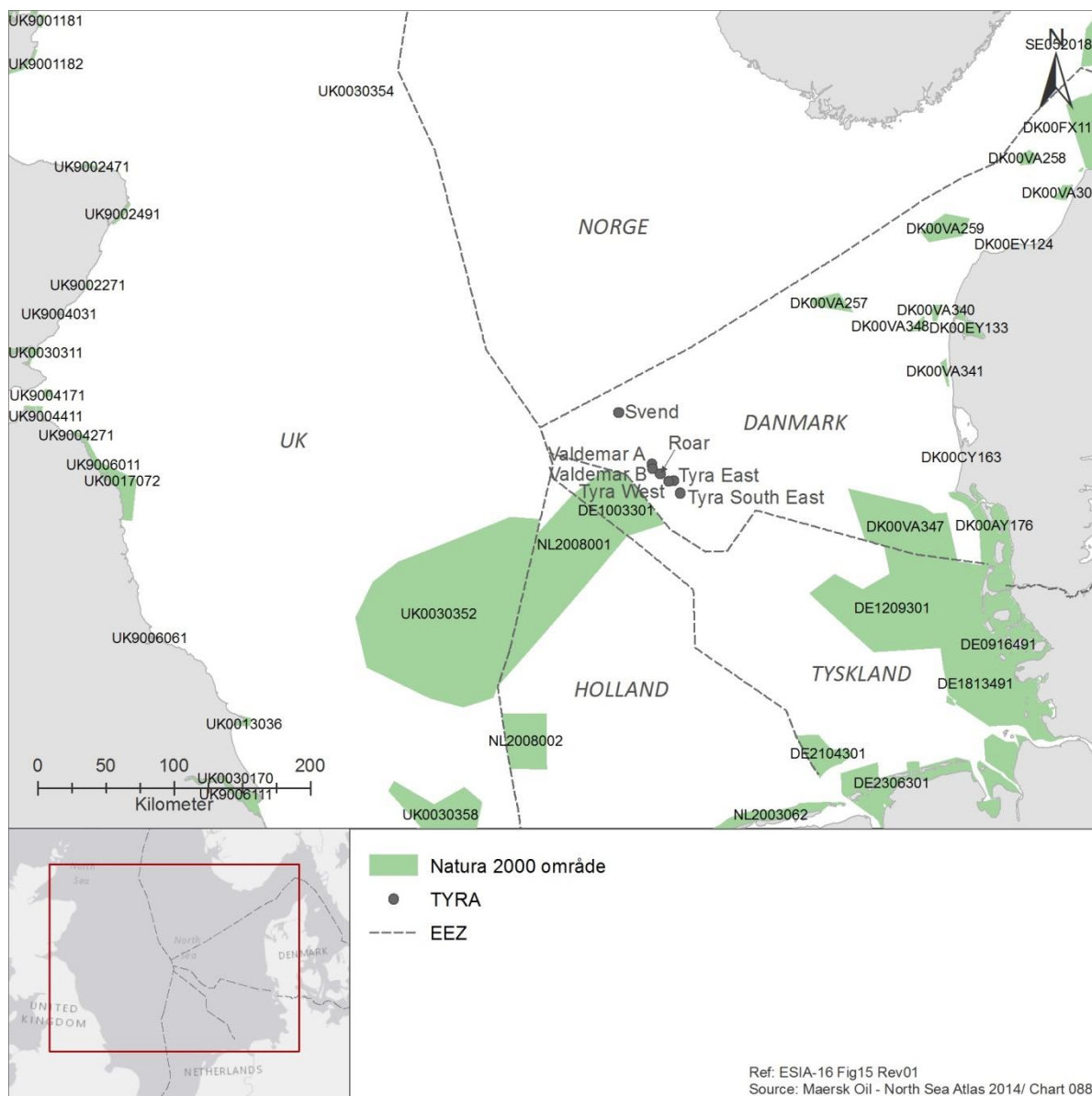
Natura 2000-netværket omfatter:

- Lokalteter udpeget i henhold til habitatdirektivet (lokaliteter af fællesskabsbetydning og særlige bevaringsområder) af medlemsstaterne med henblik på bevaring af habitattyper og dyre- og plantearter opført på listen i EU's habitatdirektiv.
- Lokalteter udpeget i henhold til fugledirektivet (særlige bevaringsområder) med henblik på bevaring af fuglearter, der er angivet i EU's fugledirektiv, samt trækfugle.

Dette afsnit udgør den Natura 2000-screening, der kræves i henhold til EU's habitatdirektiv og bekendtgørelse nr. 408/2007, § 7.

10.2 Udpegede arter og habitater

De udpegede Natura 2000-lokaliteter vises i Figur 10-1.



Figur 10-1 Natura 2000-lokaliteter i Nordsøen.

Natura 2000-lokaliteter i den centrale del af Nordsøen er beskrevet i Tabel 10-1.

Tabel 10-1 Natura 2000-lokaliteter i den centrale del af Nordsøen.

Natura 2000 Kode for lokalitet	Navn	Udpegede saltvandsarter og habitattyper
UK0030352	Doggerbanke	<ul style="list-style-type: none"> • 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand • 1351 <i>Phocoena phocoena</i> • 1364 <i>Halichoerus grypus</i> • 1365 <i>Phoca vitulina</i>
NL2008002	Klaverbanke	<ul style="list-style-type: none"> • 1170 Rev • 1351 <i>Phocoena phocoena</i> • 1364 <i>Halichoerus grypus</i> • 1365 <i>Phoca vitulina</i>
NL2008001	Doggerbanke	<ul style="list-style-type: none"> • 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand • 1351 <i>Phocoena phocoena</i> • 1364 <i>Halichoerus grypus</i> • 1365 <i>Phoca vitulina</i>
DE1003301	Doggerbanke	<ul style="list-style-type: none"> • 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand • 1351 <i>Phocoena phocoena</i> • 1365 <i>Phoca vitulina</i> • <i>Fulmarus glacialis, Larus fuscus, Morus bassanus, Rissa tridactyla, Uria aalge</i>
DE1209301	Sylter Außenriff	<ul style="list-style-type: none"> • 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand • 1170 Rev • 1351 <i>Phocoena phocoena</i> • 1364 <i>Halichoerus grypus</i> • 1365 <i>Phoca vitulina</i> • 1103 <i>Alosa fallax</i> • <i>Gavia arctica, Gavia stellata, Lampetra fluviatilis, Larus canus, Larus fuscus, Larus marinus, Larus minutus, Morus bassanus, Rissa tridactyla, Sterna hirundo, Sterna paradisaea, Sterna sandvicensis, Uria aalge</i>
DK00VA347	Sydlig Nordsø	<ul style="list-style-type: none"> • 1110 Sandbanker med lavvandet vedvarende dække af havvand • 1351 <i>Phocoena phocoena</i> • 1364 <i>Halichoerus grypus</i> • 1365 <i>Phoca vitulina</i> • <i>Gavia stellata, Gavia arctica, Larus minutus, Sula bassana, Somateria mollissima, Melanitta nigra, Stercorarius skua, Uria alge, Alca torda, Alle alle</i>
DK00VA257	Jyske Rev	<ul style="list-style-type: none"> • 1170 Rev • 1351 <i>Phocoena phocoena</i>

Gunstig bevaringsstatus for arter defineres som:

- Populationsdynamiske data på pågældende art indikerer at den er stabil på langt sigt som en levedygtig komponent af dens naturlige habitat, og;
- Den naturlige udbredelse af arten er hverken under reduktion eller sandsynlig reduktion i forudsigtelig fremtid, og;
- Der er, og vil sandsynligvis fortsætte med at være, et tilstrækkeligt stort habitat til at vedligeholde dens population på langt sigt.

Gunstig bevaringsstatus for habitattyper kræver at:

- Dets naturlige udbredelse og arealer som habitatet dækker indenfor denne udbredelse er stabil eller stigende, og;
- Den specifikke struktur og funktioner, som er nødvendige for dets bevaring på langt sigt, eksisterer og vil med sandsynlighed fortsætte med at eksistere indenfor forudsigelig fremtid, og;
- Bevaringsstatus for dets typiske arter er gunstig.

10.3 Screening

Screeningen udføres for at identificere alle de elementer i projektet eller planen, der alene eller i kombination med andre projekter eller planer kan have signifikante virkninger på Natura 2000-lokaliteten.

Der planlægges ingen aktiviteter i forbindelse med TYRA-projektet inden for de udpegede Natura 2000-lokaliteter. Afstanden fra TYRA-projektet til den nærmeste Natura 2000-lokalitet er 18 km.

De planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er vurderet i afsnit 6. De potentielle virkninger på Natura 2000-lokaliteter omfatter undervandsstøj og udledninger.

10.3.1 Undervandsstøj

En række aktiviteter ved TYRA-projektet kan generere undervandsstøj, herunder seismiske undersøgelser, boring og tilstedeværelse af produktionsplatforme og fartøjer. Der er ingen geografisk overlapning mellem TYRA-området og Natura 2000-lokaliteter, men undervandsstøj fra seismiske undersøgelser og ramning af konduktorer kan sprede sig. Baseret på afstanden mellem TYRA-projektet og de nærmeste Natura 2000-lokaliteter (18 km), og den korte varighed af seismiske undersøgelser og pæleramning, vurderes det imidlertid, at undervandsstøj ikke vil have signifikante miljøvirkninger på bevaringsmålene for habitattyperne og arterne i Natura 2000-lokaliteterne.

10.3.2 Udledninger

De primære udledninger hænger sammen med produktion og boring, men andre mindre negative udledninger kan forekomme (f.eks. fra fartøjer).

- Udledninger af vandbaseret mudder og vandbaserede spåner under planlagte boreaktiviteter forventes at forekomme ved en borerig (ved eksisterende og nye brøndhovedplatforme). Det område, hvor det pelagiske miljø kan blive påvirket, er tidligere blevet modelleret for en typisk brønd og er på op til 7 km fra udledningsstedet (afsnit 6). Det område, hvor virkninger kan forekomme, afhænger af strømmene og følger sandsynligvis de dominerende nordgående strømme. Det område, hvor virkninger på sedimentkvaliteten kan forekomme, er også blevet modelleret og vurderes at være et område på nogle få hundrede meter omkring boreriggen (afsnit 6.2.4). Afstanden fra udledningsstedet (Tyra Øst og Tyra Vest) til den nærmeste Natura 2000-lokalitet er mindst 18 km. Det vurderes derfor, at produktionsaktiviteterne ikke vil have signifikante miljøvirkninger på bevaringsmålene for habitattyperne og arterne i Natura 2000-lokaliteterne.
- Udledninger fra produktion forventes at fortsætte indtil 2042 og vil forekomme ved Tyra Øst og Tyra Vest. Størrelsen af det område, hvor det pelagiske miljø kan blive påvirket, er blevet modelleret og er på op til 14 km omkring udledningsstedet (afsnit 6). Det område, hvor virkninger kan forekomme, afhænger af strømmene og følger sandsynligvis de dominerende nordgående strømme. Afstanden fra udledningsstedet (Tyra Øst og Tyra Vest) til den nærmeste Natura 2000-lokalitet er mindst 18 km. Det vurderes derfor, at boreaktiviteterne ikke vil have signifikante miljøvirkninger på bevaringsmålene for habitattyperne og arterne i Natura 2000-lokaliteterne.

10.4 Konklusion

Det vurderes, at de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet ikke vil have betydelige miljøvirkninger på bevaringsmålene for habitattyperne og arterne i Natura 2000-lokaliteterne.

11. GRÆNSEOVERSKRIDENDE VIRKNINGER

11.1 Indledning

TYRA-projektet henviser til platformene Tyra Øst og Tyra Vest og satellitplatformene Tyra Sydøst, Valdemar (A og B), Roar og Svend. En vurdering af miljømæssige og sociale virkninger (ESIA-16) udarbejdes for de igangværende projekters resterende levetid og hele levetiden fra efterforskning til afvikling for planlagte projekter. ESIA-16 erstatter den VVM, der blev gennemført i 2010 "Vurdering af virkningen på miljøet fra yderligere olie- og gasaktiviteter i Nordsøen, juli 2011", som gælder for perioden 1. januar 2010 til 31. december 2015.

Meddelelser vedrørende TYRA-projektet blev fremsendt til de relevante myndigheder i overensstemmelse med artikel 3, stk. 1, i ESPOO-konventionen.

I dette afsnit gives der et resumé af TYRA-projektet og dets sandsynlige grænseoverskridende virkninger. Afsnittet har til formål at give tilstrækkelige oplysninger til at identificere mulige grænseoverskridende virkninger. Rationalet bag og begrundelsen for det fastsatte niveau af betydning og omfang findes i de relevante afsnit i ESIS (afsnit 6 og 7).

11.2 ESPOO-konventionen

I henhold til ESPOO-konventionen skal de parter, der sandsynligvis berøres af grænseoverskridende negative betydelige virkninger, informeres om og gives mulighed for at indgive bemærkninger eller indsigelser til den foreslåede aktivitet.

TYRA-projektet er opført som punkt 15 (Offshoreproduktion af kulbrinter) på listen over aktiviteter i bilag I til konventionen, der sandsynligvis vil have betydelig negativ grænseoverskridende virkning.

11.3 TYRA-projektet

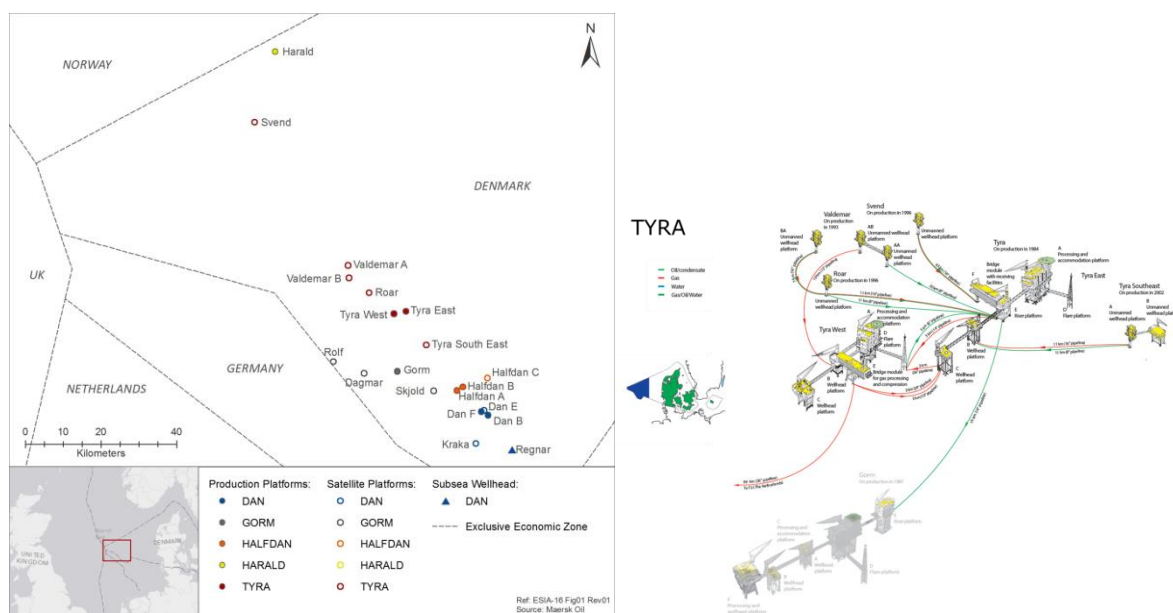
11.3.1 Eksisterende produktions- og behandlingsfaciliteter

TYRA-projektet henviser til platformene Tyra Øst og Tyra Vest og satellitplatformene Tyra Sydøst, Valdemar (A og B), Roar og Svend. Produktionen startede på Tyra i 1984, og derefter fulgte Tyra Sydøst (2002), Valdemar (1993), Roar (1996) og Svend (1996). Den samlede produktion toppede i 2005, og siden er der sket et naturligt fald i produktionen. Maersk Oil har licens til efterforskning og produktion af olie og gas indtil den 8. juli 2042.

Tyra Øst og Vest er primært olie- og gasproducerende/-behandlende platforme, der modtager, behandler og sender den samlede gasproduktion til land. Behandlet produceret vand udledes til havet ved Tyra Øst og Vest

Valdemar (A og B) består af tre ubemandede brøndhovedplatforme, mens Tyra Sydøst, Roar og Svend hver omfatter en ubemandet brøndhovedplatform.

Behandlingsfaciliteterne omfatter udstyr til behandling af kulbrinter (oliestabilisering, gasbehandling og behandling af produktionsvand), sikkerhedssystemer, som f.eks. nødnedlukningssystem, nødnedblæsningssystem, brand- og gasdetektionssystem, brandslukningssystem osv.



Figur 11-1 Maersk Oil-projekter i Nordsøen: TYRA, HARALD, DAN, GORM og HALFDAN.

11.3.2 Planlagte udviklingsaktiviteter

Følgende hovedaktiviteter planlægges med det formål at videreføre og optimere produktionen under TYRA-projektet og potentielt udnytte nye kulbrinteressourcer:

- Der gennemføres seismiske undersøgelser for at indhente oplysninger om den geologiske struktur under overfladen og for identificere placeringen og mængden af potentielle nye kulbrintereserver. Seismiske data indhentes også som et led i "site surveys" for at kortlægge og identificere potentielle farer for placeringen af borerigge og selve boringen. Seismiske data indhentes endvidere som et led i geofysiske undersøgelser af havbunden og lavvandede områder for at kortlægge forholdene på havbunden og i lavvandede områder med henblik på konstruktion og anlæg af rørledninger, platforme og andre konstruktioner.
- Nye konstruktioner og rørledninger forventes som en konsekvens af udviklingsprojekter planlagt inden for faciliteternes resterende levetid. Etableringen af op til 9 nye brøndhovedplatforme med forbindelsesrørledninger.
- Boring af op til 24 brønde i ledige brøndslots og 106 brønde ved de nye konstruktioner kan foretages under TYRA-projektet. Genanvendelse af slots eller genboring fra eksisterende brønde forventes ikke. Boring sker fra en borerig, der er placeret på havbunden. Der vil blive brugt forskellige typer boremudder afhængigt af brønd- og reservoirgenskaber. Vandbaseret mudder og vandbaserede spåner vil blive udledt til havet, mens oliebaseeret mudder og oliebaseerede spåner bliver bragt i land til tørring og forbrænding.
- Brøndstimulering foretages for at fremme udvindingen af kulbrinter (for en produktionsbrønd) eller injektionen af vand (for en injektionsbrønd).
- Afvikling vil ske i overensstemmelse med den tekniske viden, industrierfaring, relevante internationale konventioner og de retlige rammer, der er gældende på afviklingstidspunktet.

11.3.3 Utsigtede hændelser

Som en del af produktionen kan der opstå utilsigtede gasudslip eller spild af olie eller kemikalier. Der er risiko for ulykker, der kan have betydelige miljømæssige og sociale virkninger, f.eks. fartøjskollisioner eller "blow out" fra borebrønd. Risikoen for "blow out" fra borebrønde er meget lille.

11.3.4 Alternativer

Projektalternativ

0-alternativet (nulalternativet) er en projektion af den forventede fremtidige udvikling uden realisering af projektet, og det beskriver det potentielle resultat, hvis der ikke gøres noget. I TYRA-projektets tilfælde ville det betyde, at produktionen ophører. Hvis Maersk Oil ikke opretholder en produktion ved TYRA-projektet i Nordsøen, kan TYRA-projektet ikke bidrage til den danske økonomi eller den danske forsyningsikkerhed.

Tekniske alternativer

Bedste miljøpraksis for de forskellige typer aktiviteter, der er planlagt for TYRA-projektet (seismiske undersøgelser, rørledninger og konstruktioner, produktion, boring, brøndstimulering, transport og afvikling), overvåges løbende og anvendes, når det er muligt.

Alternativ placering

TYRA-projektet er en fortsættelse af produktion og aktiviteter på eksisterende faciliteter. Der er som sådan ingen alternativ placering til projektet.

11.4 Identificerede virkninger – planlagte aktiviteter

De potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er vurderet i 6. Et resumé af de potentielle worst case-virkninger er præsenteret i Tabel 11-1.

Tabel 11-1 Resumé af potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor (uden afværgeforanstaltninger).

Receptor	Worst case potentiel virkning	
	Omfang	Samlet betydning af virkningen
Klima og luftkvalitet	Grænseoverskridende	Moderat negativ
Hydrografi	Lokal	Mindre negativ
Vandkvalitet	Lokal	Mindre negativ
Sedimenttype og -kvalitet	Lokal	Mindre negativ
Plankton	Lokal	Mindre negativ
Bentiske samfund	Lokal	Mindre negativ
Fisk	Lokal	Mindre negativ
Havpattedyr	Lokal/regional	Moderat negativ
Havfugle	Lokal	Mindre negativ
Kulturarv	Ingen	Ingen
Beskyttede områder (UNESCO, naturreservat)	Ingen	Ingen
Natura 2000	Ingen betydelige miljøvirkninger	
Arealanvendelse af havområder	Lokal	Ubetydelig negativ
Fiskeri	Lokal	Ubetydelig negativ
Turisme	Ingen	Ingen
Beskæftigelse og skatteindtægter	Lokal/national	Positiv
Olie- og gasafhængighed	Lokal/national	Positiv

Der er identificeret grænseoverskridende negative virkninger for klima og luftkvalitet, hvor emissionerne fra TYRA-projektet kan bidrage til klimaændring og luftforurening. Maersk Oil planlægger at implementere en struktureret energieffektiviseringsproces og gennemføre en omfattende undersøgelse, der skal afdække forskellige metoder til forbedring af energieffektiviteten offshore. Produktionen er de senere år blevet mere energieffektiv, og i 2013 blev energiledelsessystemet hos Maersk Oil ISO-14001-certificeret.

Der er ikke identificeret betydelige negative grænseoverskridende virkninger for de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

En Natura 2000-screening præsenteres for de planlagte aktiviteter. Det vurderes, at de planlagte aktiviteter ikke vil have betydelige miljøvirkninger på bevaringsmålene for habitattyperne og arterne i de nationale og internationale Natura 2000-lokaliteter (afsnit 10).

11.5 Identificerede virkninger – utilsigtede hændelser

De potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af utilsigtede hændelser fra TYRA-projektet er vurderet i 7. Et resumé af de potentielle worst case-virkninger (uden afværgeforanstaltninger) er præsenteret i Tabel 11-2.

Tabel 11-2 Resumé af potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer for utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor (uden afværgeforanstaltninger).

Receptor	Worst case potentiel virkning	
	Omfang	Samlet betydning af virkningen
Klima og luftkvalitet	Grænseoverskridende	Moderat negativ
Vandkvalitet	Grænseoverskridende	Moderat negativ
Sedimenttype og -kvalitet	Grænseoverskridende	Moderat negativ
Plankton	Grænseoverskridende	Mindre negativ
Bentiske samfund	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ
Fisk	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ
Havpattedyr	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ
Havfugle	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ
Kulturarv	National	Moderat negativ
Beskyttede områder (UNESCO, naturreservat)	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ
Arealanvendelse af havområder	Grænseoverskridende	Moderat negativ
Fiskeri	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ
Turisme	Grænseoverskridende	Væsentlig negativ

Ved et større oliespild er der risiko for væsentlige negative grænseoverskridende virkninger. Risikoen for et større oliespild er meget lille, men kan potentielt have betydelige, negative grænseoverskridende virkninger. Oliespild kan krydse maritime grænser til Norge, Tyskland, Nederlandene og Storbritannien. Modellering af oliespild har udpeget den nordlige og vestlige del af Danmark og den sydlige del af Norge som de mest følsomme over for olie, der skylles på land, men Tyskland, Storbritannien og Nederlandene kan også blive berørt.

Maersk Oil følger industriens bedste praksis for forebyggelse af ulykker baseret på identifikation af alvorlige farer, der har været genstand for risikovurdering. Beredskab og beredskabsplaner udvikles med henblik på at begrænse følgerne af alvorlige ulykker i forbindelse med Maersk Oils projekter.

12. MANGEL PÅ INFORMATION OG USIKKERHED

Usikkerhed kan betragtes som en uundgåelig del af vurderingen af virkningen af planer, programmer eller projekter.

12.1 Projektbeskrivelse

Projektbeskrivelsen er baseret på input fra Maersk Oil. Projektbeskrivelsen er baseret på et scenarie med maksimale aktiviteter, emissioner og udledninger.

For nogle aktiviteter er placeringen og/eller tidspunktet endnu ikke fastlagt. Det vil ske i forbindelse med den detaljerede planlægning af aktiviteterne. ESIS er udarbejdet ud fra en worst case tilgang, og ændringer af placering og/eller tidspunkt vurderes at have mindre betydning for vurderingerne.

TYRA-projektets rolle i forbindelse med beskæftigelse og skatteindtægter er ikke beskrevet specifikt og i detaljer. Vurderingen er baseret på det overordnede DUC-bidrag.

12.2 Beskrivelse af eksisterende forhold

Den centrale del af Nordsøen er relativt velundersøgt, og beskrivelsen af eksisterende forhold vurderes generelt at være tilstrækkelig for ESIS.

Enkelte receptorer er dog ikke undersøgt i detaljer:

- Oplysningerne om udbredelsen af og biologien for ikke-kommercielle fiskearter er knappe, og kendskabet til gydeområder er begrænset.
- Variabiliteten i udbredelsen af havpattedyr inden for og mellem år er ikke veldokumenteret, ligesom yngle- og fældeperioder (for sæl) og -steder ikke kendes med vished.
- Fiskeriet er kortlagt ved hjælp af North Sea Atlas, som anvender ICES-data. Variabiliteten mellem år er dog ikke beskrevet i detaljer til brug for denne ESIS.

12.3 Vurdering af virkninger

Prognoser for virkninger kan udarbejdes ved hjælp af forskellige metoder lige fra kvalitative og faglige vurderinger til kvantitative teknikker, f.eks. modellering. Med kvantitative teknikker kan ændringer i eksisterende miljøforhold og sociale forhold forudsiges med rimelig nøjagtighed. Det er imidlertid ikke nemt at kvantificere eller modellere alle de vurderede virkninger, og det kan derfor være nødvendigt med faglige vurderinger.

Der er taget højde for usikkerhed i denne ESIS ved at angive et konfidensniveau for hver af vurderingerne i afsnit 6 og 7. Konfidensniveauet omfatter interaktioner mellem virkningsmekanismer og receptorer, tilgængelig eksisterende viden og modellering (afsnit 4).

Generelt er virkningerne vurderet på grundlag af den aktuelle teknologiske viden. Maersk Oil forventer, at den teknologiske udvikling vil føre til en reduktion af emissioner og udledninger, som vil reducere den vurderede virkning.

12.3.1 Planlagte aktiviteter

De potentielle miljømæssige virkninger er vurderet for hver receptor (f.eks. plankton og beskæftigelse). Vurderingen af virkning er baseret på empiriske undersøgelser, videnskabelig litteratur, modelleringsresultater og tidligere VVM'er.

Resultater af tidligere modelleringer er anvendt i denne ESIS uden bopstedsspecifik modellering. Lignende aktiviteter er tidligere blevet vurderet for det samme område, og modellering er blevet gennemført for eksempelvis spredning af boremudder og -spåner, fortynding af produceret vand og udbredelse af undervandsstøj. Maersk Oil udfører endvidere EIF- og PEC-/PNEC-beregninger for hvert af de fem projekter inden for "CHARM"-modellen (Chemical Hazard Assessment and Risk Management), som er udviklet af myndighederne og offshoreindustrien. Disse beregninger er behæftet med visse svagheder (som beskrevet i /1/), men de vurderes at være gyldige for vurderingen af virkninger.

Det vurderede projekt ligger ved eller i nærheden af eksisterende platforme, hvor man i mange år har overvåget de kemiske og biologiske forhold. Disse undersøgelser giver et godt billede af eksisterende forhold og en forståelse af de miljømæssige virkninger.

Virkningerne af undervandsstøj er ikke velundersøgt, og tærskler for potentiel virkning drøftes i øjeblikket.

12.3.2 Utsigtede hændelser

Der er udført modellering af oliespild for en række udvalgte spildscenarier. Spildraterne for "blow outs" kan dog ikke sammenlignes direkte, men betragtes som egnet til et worst case-scenarie.

12.3.3 Kumulative virkninger

Der er ingen generel metode til at kombinere virkninger på tværs af forskellige geografiske målestokke og som følge af forskellige belastninger. Det er derfor generelt vanskeligt at vurdere sværhedsgraden af den kumulative miljøvirkning på økosystemet. Usikkerhed og manglende kendskab til arternes populationsstatus, omfanget af og den økologiske status for habitattyper og de kombinerede virkninger af miljøbelastningerne bidrager også til usikkerheden ved vurderinger af kumulative virkninger på miljøet. Miljøovervågning kan give oplysninger om nogle virkninger og reducere usikkerheden.

13. REFERENCER

- /1/ Maersk Oil. 2011. Vurdering af virkningen på miljøet fra yderligere olie og gas aktiviteter i Nordsøen.
- /2/ Maersk Oil. 2014. Vurdering af virkninger på miljøet (VVM) for etablering og drift af Adda og Tyra N.
- /3/ DHI/Ramboll. 2014. Maersk Oil Atlas of Environment and Industrial Activities in the North Sea.
- /4/ IRIS. 2014. Risk based approach to produces water management. EIF calculations Dan 2013.
- /5/ OSRL. 2014. Oil spill modelling report: Siah NE-1X. Doc CONS0874, rev 02.
- /6/ DHI, 2009. Chemical and biological monitoring of the seabed around the Tyra E platform in May 2009.
- /7/ Statens Forurensning Tilsyn. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA-2229/2007.
- /8/ Vejledning fra By – og Landskabsstyrelsen. 2008. Dumpning af optaget havbundsmateriale – klapping. Vejl. nr. 9702 af 20/10 2008.
- /9/ OSPAR Commission. 2012. CEMP 2011 assessment report.
- /10/ OSPAR. 2000. Quality Status Report 2000, Region II - Greater North Sea. OSPAR Commission, London, 136 pages.
- /11/ UK Offshore Energy - Department of Energy and Climate Change. 2009. Strategic Environmental Assessment Future Leasing for Offshore Wind Farms and Licensing for Offshore Oil and Gas and Gas Storage. Appendix 3a Biodiversity, habitats, flora and fauna.
- /12/ SAHFOS. 2001. Technical report produced for Strategic Environmental Assessment – SEA2. An overview of plankton ecology in the North Sea.
- /13/ Callaway, R., Alsvåg, J., de Boois, I., Cotter, J., Ford, A., Hinz, H., Jennings, S., Kröncke, I., Lancaster, J., Piet, G., and Prince, P. 2002. Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. ICES Journal of Marine Science, 59: 1199-1214.
- /14/ Künitzer, A., Basford, D., Craeymeersch, J. A., Dewarumez, J. M., Dorjes, J., Duineveld, G. C. A., Eleftheriou, A., Heip, C., Herman, P., Kingston, P., Niermann, U., Rachor, E., Rumohr, H., and de Wilde, P. A. J. 1992. The benthic infauna of the North Sea: species distribution and assemblages. ICES Journal of Marine Science, 49: 127-143.
- /15/ ICES Advice. 2008. Book 6 North Sea.
- /16/ VKI. 1999. Analysis of Impact on Sediment and Bottom Fauna in Relation to Offshore Activities in the Danish Sector of the North Sea 1989-1998. North Sea Operators Committee – Denmark.
- /17/ DHI - Water Environment Health. 2008. Analyses and assessment of biological and chemical monitoring data from offshore platforms in the Danish sector of the North Sea in 1989-2006. Report to Danish Operators.
- /18/ Olsgard, F. and J.S. Gray. 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on benthic communities of the Norwegian continental shelf. Marine Ecology Progress Series Vol.122: 277-306.
- /19/ Mærsk Olie og Gas AS. 2003. Registrering af fiskesamfund og fiskeæg omkring Halfdan-Feltet. Hovedrapport. Udarbejdet af Carl Bro, Bio/consult og Simråd.
- /20/ Mærsk Oil, Miljøstatusrapport 2013, Den danske Nordsø
- /21/ DCE Emission Inventories, <http://envs.au.dk/en/knowledge/air/emission-inventories/emissioninventory/>.
- /22/ Worsøe, L.A, Horsten, M.B and Hoffmann, E. 2002. Gyde og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU rapport nr. 118-02.
- /23/ ICES FishMap <http://www.ices.dk/marine-data/maps/Pages/ICES-FishMap.aspx>.
- /24/ Muus, B.J., Nielsen, J.G., Dahlstrøm, P. and Nyström, B.O. 1998. Havfisk og fiskeri. Gads Forlag.
- /25/ OSRL. 2014. Oil spill risk assessment: Siah NE-1X. Doc CONS0874.
- /26/ OSRL. 2014. Oil spill modelling report: Xana-1X. Doc CONS0896.
- /27/ OSRL. 2014. Oil spill risk assessment: Xana-1X. Doc CONS0848.
- /28/ Naturstyrelsen. 2012. Danmarks Havstrategi – Basisanalyse. www.nst.dk.
- /29/ OSPAR. 2014. OSPAR/ICES Workshop on evaluation and update of BRCs and EACs. OSPAR report 214.
- /30/ Thompson, D. and Härkönen, T. (IUCN SSC Pinniped Specialist Group) 2008. Phoca vitulina. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 July 2014.

- /31/ Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K., Karczmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S. and Wilson, B. 2008. *Phocoena phocoena*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 July 2014.
- /32/ Thompson, D. and Härkönen, T. (IUCN SSC Pinniped Specialist Group) 2008. *Halichoerus grypus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 July 2014.
- /33/ Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K.A., Karczmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S. and Wilson, B. 2012. *Lagenorhynchus albirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 July 2014.
- /34/ Birdlife: Marine IBAs. <http://maps.birdlife.org/marineIBAs/default.html>. Accessed February 2nd 2015.
- /35/ Danish Energy Agency. 2014. Oil and gas production in Denmark 2013.
- /36/ FAO. 2013. Fishery Statistics and Information Unit in May 2013. <http://www.fao.org/fishery/facp/DNK/en>
- /37/ NaturErhvervstyrelsen. 2014. Dataudtræk fra landingsdatabasen. Accessed February 10th 2015.
- /38/ Visit Denmark. 2014. Turismens økonomiske betydning i Danmark 2012. ISBN: 978-87-93227-00-2
- /39/ Statistics Denmark. 2015. Beskæftigede efter branche og tid – RAS150. Accessed February 10th 2015.
- /40/ Skov, H. and Piper, W. 2009. Kortlægning af havfugle og havpattedyr i Nordsøen 2006-2008. Rapport over flytællingsresultater. Mærsk Olie og Gas A/S.
- /41/ Southall, B., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Greene, C. R. Jr., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Richardson, W. J., Thomas, J. A., Tyack, P. L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. *Aquatic mammals* 33(4).
- /42/ IRIS. 2014. Risk based approach to produced water management: EIF calculations Tyra 2013. Ref 2014/390
- /43/ DONG Energy. 2010. Vurdering af virkninger på miljøet for udbygning af Hejre-felter, licens 05/98. Ref CO86-COWI-S-DG-0002.
- /44/ OSPAR, 2010. OSPAR Recommendation 2010/4 on a Harmonised Pre-screening Scheme for Offshore Chemicals.
- /45/ Neff, J.M. 2010. Fate and effects of water based drilling muds and cuttings in cold water environments. Review prepared for Shell Exploration and Production Company Houston Texas. May 25, 2010.
- /46/ Bakke, T., Klungsøyr, J. and Sanni, S. 2013. Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research* 92 (2013) 154-169.
- /47/ Popper, A.N. and Hastings, M.C. 2009. The effects of human generated sound on fish. *Integrative Zoology*. 4: 43-52.
- /48/ Genesis. 2011. Review and assessment of underwater sound produced from oil and gas sound activities and potential reporting requirements under the marine strategy framework directive. Doc J71656-Final Report_G2.
- /49/ OSPAR. 2014. OSPAR inventory of measures to mitigate the emission and environmental impact of underwater noise
- /50/ JNCC. 2010. JNCC guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys
- /51/ Expert Working Group 2014. Memorandum prepared for Energinet.dk. »Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving. « 21. 01 2015.
- /52/ Centre for Energy, Environment and Health. 2011. Assessment of Health-Cost Externalities of Air Pollution at the National Level using the EVA Model System. CEEH Scientific Report No 3
- /53/ QUARTZ+CO. 2012 The Danish oil and gas sector's development and social impact (1992-2022)
- /54/ Boertmann, D. and Mosbech, A. (eds.). 2011. Eastern Baffin Bay - A strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities. Scientific Report no 9, from Danish Centre for Environment and Energy. s. 270.
- /55/ Christian, J.R., Mathieu, A., Thomson, D.H., White, D., and Buchanan, R.A. 2003. Effects of Seismic Energy on Snow Crab (*Chionoecetes opilio*). Report from LGL Ltd. and Oceans Ltd. for the National Energy Board, File No.: CAL-1-00364, 11 April 2003.

- /56/ Sherk, J.A., O'Connor, J.M., Neumann, D.A., Prince, R.D. and Wood, K.V. 1974. Effects of suspended sediment on feeding activity of the copepods *Eurytemora affinis* and *Acartia tonsa*. I: Effects of suspended and deposited sediments on estuarine organisms, phase 11. Final Report, chapter 8. Reference nos. 74-20. Natural Resources; Institute, University of Maryland, Prince Frederick, p.166-200.
- /57/ Paffenhöfer, G.A. 1972. The effects of suspended "Red mud" on mortality, body weight and growth of the marine planktonic copepod *Calanus helgolandicus*. *Water, Air and Soil Pollution* 1 (1972) 314-321
- /58/ Alldredge, A.L., Elias, M. and Gotschalk, C.C. 1986. Effects of drilling muds and mud additives on the primary production of natural assemblages of marine phytoplankton. *Marine Environmental Research* 19: 157 to 176.
- /59/ Neff, J.M. 2005. Composition, environmental fates and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment: A synthesis and annotated bibliography. Prepared for Petroleum Environmental Research Forum (PERF) and American Petroleum Institute.
- /60/ Haney, J.F. 1993. Environmental control of diel vertical migration behaviour, *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol* 39, pp. 1-17.
- /61/ Vella, G., Rushforth, I., Mason, E., Hough, A., England, R., Styles, P., Holt, T. and Thorne, P. 2001. Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife. ETSU W/13/00566/REP – DTI/Pub URN 01/1341. 107 pages.
- /62/ Dietz, R.S. 1962. The sea's deep scattering layers. *Scientific American*.
- /63/ Gliwicz, Z.M. 1986. A lunar cycle in zooplankton. *Ecology* 67, pp. 883-97.
- /64/ U.S. Geological Survey. 2011. Final programmatic environmental impact statement for marine seismic research funded by the national science foundation or conducted by the U.S. Geological Survey.
- /65/ Vella, G., Rushforth, I., Mason, E., Hough, A., England, R., Styles, P., Holt, T. and Thorne, P. 2001. Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife. ETSU W/13/00566/REP – DTI/Pub URN 01/1341.
- /66/ Christian, J.R., Mathieu, A., Thomson, D.H., White, D. and Buchanan, R.A. 2003. Effects of seismic energy on snow crab (*Chionoecetes opilio*). Report from LGL Ltd. and Oceans Ltd. for the National Energy Board, File No.: CAL-1-00364, 11 April 2003.
- /67/ de Groot, S. J. 1986. Marine sand and gravel extraction in the North Atlantic and its potential environmental impact, with emphasis on the North Sea, *Ocean Management*, Vol. 10, pp. 21- 36.
- /68/ Currie, D.R. and Parry, G.D. 1996. Effects of scallop dredging on a soft sediment community: a large scale experimental study. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 134, s. 131-150.
- /69/ Caddy, J.F. 1973. Underwater observations on tracks of dredges and trawls and some effects of dredging on a scallop ground. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, Vol. 30, pp. 173-180.
- /70/ Chapman, C.J., Mason, J. and Drinkwater, J.A.M. 1977. Diving observations on the efficiency of dredges used in the Scottish fishery for the scallop, *Pecten maximus* (L.). *Scottish Fisheries Research*, vol. 10.
- /71/ Ramsay, K., Kaiser, M.J. and Hughes, R.N. 1998. Responses of benthic scavengers to fishing disturbance by towed gears in different habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 224, pp. 73-89.
- /72/ Turk, T.R. and Risk, M.J. 1981. Effect of sedimentation on infaunal invertebrate populations of Cobequid Bay, Bay of Fund. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 38, pp. 642-648.
- /73/ Lewis, L.J., Davenport, J. and Kelly, T.C. 2002. A study of the impact of a pipeline construction on estuarine benthic invertebrate communities, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 55.
- /74/ Turk, T.R. and Risk, M.J. 1981. Effect of sedimentation on infaunal invertebrate populations of Cobequid Bay, Bay of Fund. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 38, pp. 642-648.
- /75/ Lisbjerg, D., Petersen, J.K. and Dahl, K. 2002. Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Faglig rapport fra DMU, nr. 391.
- /76/ Currie, D.R. and Parry, G.D. 1996. Effects of scallop dredging on a soft sediment community: a large scale experimental study, *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 134, pp. 131- 150.
- /77/ Mitson, R.B. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Cooperative Research Report 1995;209:61.

- /78/ Fabi, G., Grati, F., Lucchetti, A. and Trovarelli, L. 2002. Evolution of the fish assemblages around a gas platform in the northern Adriatic Sea. ICES Journal of Marine Science. Vol. 59, Supplement 1, October 2002 pp. S309-S315.
- /79/ Løkkeborg, S., Humborstad, O.B., Jørgensen, T. and Soldal, A.V. 2002. Spatiotemporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platforms. ICES Journal of Marine Science Vol 59, Supplement 1 October 2002 pp S294- S299.
- /80/ Soldal, A.V., Svellingen, I., Jørgensen, T. and Løkkeborg, S. 2002. Rigs to reefs in the North Sea: hydroacoustic quantification of fish in the vicinity of a "semi-cold" platform. ICES Journal of Marine Science 59: S281-S287.
- /81/ Whomersley, P. and G.B. Picken. 2003. Long-term dynamics of fouling communities on offshore installations in the North Sea. Journal of the Marine Biological Association of the UK. 83: 897-901. Cambridge University Press.
- /82/ COWI/VKI joint venture. 1992. Öresund impact assessment. Sub-report nr. 2. The Öresundskonsortiet. Environmental impact assessment for the fixed link across the Öresund.
- /83/ Moore, P.G. 1991. Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals. - Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 15: 335-363.
- /84/ Popper, A.N., Smith, M.E., Cott, P.A., Hanna, B.W., MacGillivray, A.O., Austin, M.E. and Mann, D.A. 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. Journal of the Acoustical Society of America 117 (6): 3958-3971.
- /85/ Engell-Sørensen, K. and Skytt, P.H. 2001. Evaluation of the Effect of Sediment Spill from Offshore Wind Farm Construction on Marine Fish. Report to SEAS, Denmark.
- /86/ Johnston, D.D. and Wildish, D.J. 1982. Effect of suspended sediment on feeding by larval herring (*Clupea harengus harengus* L.). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, vol. 29, 261-267.
- /87/ Rönbäck, P. and Westerberg, H. 1996. Sedimenteffekter på pelagiska fiskägg och gulesäckslarver. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Frölunda, Sweden.
- /88/ Caddy, J.F. 1973. Underwater observations on tracks of dredges and trawls and some effects of dredging on a scallop ground. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, Vol. 30, pp. 173-180.
- /89/ Chapman, C.J., Mason, J. and Drinkwater, J.A.M. 1977. Diving observations on the efficiency of dredges used in the Scottish fishery for the scallop, *Pecten maximus* (L.), Scottish Fisheries Research, vol. 10
- /90/ Ramsay, K., Kaiser, M.J. and Hughes, R.N. 1998. Responses of benthic scavengers to fishing disturbance by towed gears in different habitats. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol. 224, pp. 73-89.
- /91/ Kioerboe, T., Frantsen, E., Jensen, C. and Nohr, O. 1981. Effects of suspended-sediment on development and hatching of herring (*Clupea harengus*) eggs. Estuarine, Coastal and Shelf Science, vol. 13, 107-111.
- /92/ Booman, C., Dalen, J., Leivestad, H., Levsen, A., van der Meeren, T. and Toklum, K. 1996. Effekter av luftkanonskyting på egg, larver og yngel. Undersøkelser ved Havforskningsinstituttet og Zoologisk Laboratorium, UiB. (Engelsk sammendrag og figurtekster). Havforskningsinstituttet, Bergen. Fisken og Havet, nr. 3 (1996). 83 s.
- /93/ McCauley, R.D., Fewtrell, J., and Popper, A.N. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. Journal of the Acoustical Society of America 113: 638-642.
- /94/ Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. and Piper, W. 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. COWRIE Ltd.
- /95/ Parvin, S.J., Nedwell, J.R. 2006. Underwater noise survey during impact piling to construct the Barrow offshore windfarm. Report Reference: 544R0602.
- /96/ Peña, H., Handegard, N.O. and Ona, E. 2013. Feeding herring schools do not react to seismic air gun surveys. ICES Journal of Marine Science, 70: 1174-1180.
- /97/ Norwegian Oil Industry Association (OLF). 2003. Seismic surveys impact on fish and fisheries by Ingebret Gausland.

- /98/ Browse FLNG Development 2010. Environmental Resources Management 2010. Browse Upstream LNG Development: Light Impact. Appendix F16. Assessment, Report produced for Woodside Energy Limited. Draft Environmental Impact Statement EP BC 2013/7079
- /99/ DNV ENERGY. 2007. Effects of seismic surveys on fish, fish catches and sea mammals. Report for the Cooperation group - Fishery Industry and Petroleum Industry. Report no.: 2007-0512.
- /100/ Forteath, G.N.R., Picken, G.B., Ralph, R. and Williams, J. 1982. Marine growth studies on the North Sea Oil Platform Montrose Alpha. Mar. Ecol. Prog. Ser Vol 8: 61- 68
- /101/ Love, M.S. and Nishimoto, M.M. 2012. Completion of fish assemblage surveys around manmade structures and natural reefs off California. Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara, California. BOEM Cooperative Agreement No.: M10AC2001.
- /102/ Scarcella, G., Grati, F. and Fabi, G. 2011. Temporal and spatial Variation of the fish assemblage around a gas platform in the Northern Adriatic Sea, Italy, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 11: 433-444.
- /103/ Jørgensen, T., Løkkeborg, S. and Soldal, A.V. 2002. Residence of fish in the vicinity of a decommissioned oil platform in the North Sea. ICES Journal of Marine Science. Vol 59, Supplement 1, October 2002, pp S288-S293.
- /104/ Love, M.S., Saiki, M.K., May, T.W. and Yee, J.L. 2013. Whole-body concentrations of elements in three fish species from offshore oil platforms and natural areas in the Southern California Bight. USA Bulletin of Marine Science, Volume 89, Number 3, July 2013 , pp. 717-734(18).
- /105/ Oceans inc. 2013. Monday April 22, 2013. US geological Survey study helps inform rigs-to-reef plans (www. Oceans inc.org).
- /106/ Clarke, D.G and Wilber, D.H. 2000. Assessment of potential impacts of dredging operations due to sediment resuspension. DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-E9), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.
- /107/ Moore, P.G. 1977. Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 15: 225-363.
- /108/ Levings, C.D. 1982. The ecological consequences of dredging and dredge spoil disposal in Canadian waters. National research council of Canada. NRCC Associate committee on scientific criteria for environmental quality. Publication NRCC No. 18130.
- /109/ Redding, J.M and Schreck, C.B. 1987. Physiological effects in Coho salmon and steelhead of exposures to suspended solids. Trans. Am. Fish. Soc., 116: 737-744.
- /110/ Noggle, C.C. 1978. Behavioural, physiological and lethal effects of suspended sediments on juvenile salmonids. Master Thesis. University of Washington, Seattle, USA.
- /111/ Auld, A.H. and Schubel, J.R. 1978. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: A laboratory assessment. Estuarine and Coastal Marine Science, 6. Page 153-164.
- /112/ Birklund, J. and Wijsman, j.W.M. 2005. Agregate Extraction: A Review on the effect on ecological functions. - Prepared for: EC Fifth Framework Programme Project SANDPIT: 54
- /113/ Rönbäck, P. and Westerberg, H. 1996. Sedimenteffekter på pelagiska fiskägg och gulesäckslarver. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Frölunda, Sweden.
- /114/ Kioerboe, T., Frantsen, E., Jensen, C. and Nohr, O. 1981. Effects of suspended-sediment on development and hatching of herring (*Clupea harengus*) eggs. Estuarine, Coastal and Shelf Science, vol. 13, 107-111.
- /115/ Caddy, J.F. 1973. Underwater observations on tracks of dredges and trawls and some effects of dredging on a scallop ground. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, Vol. 30, pp. 173-180.
- /116/ Chapman, C.J., Mason, J. and Drinkwater, J.A.M. 1977. Diving observations on the efficiency of dredges used in the Scottish fishery for the scallop, *Pecten maximus* (L.), Scottish Fisheries Research, Vol. 10
- /117/ Ramsay, K., Kaiser, M.J. and Hughes, R.N. 1998. Responses of benthic scavengers to fishing disturbance by towed gears in different habitats. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol. 224, pp. 73-89.
- /118/ Moles, A. and Norcross, B.L. 1995. Sediment preference in juvenile pacific flatfishes. Netherlands Journal of Sea Research 34 (1-3). Page 177-182.

- /119/ Groot, S.J. De. 1980. The consequences of marine gravel extraction on the spawning of herring, *Clupea harengus*. Linne. Journal of Fish Biology, 16: 605-611.
- /120/ Sveegaard S., Teilmann J., Tougaard J., and Dietz R. (2011) High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking. Marine Mammal Science, 27, 230-246.
- /121/ Maersk Oil. 2014. Environmental Management System: Danish Business Units. DK-HSE-PRO-0026 Rev 3.0.
- /122/ Richardson, W.J., C.R. Greene Jr., C.I. Malme, and D.H. Thomson. (1995). Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego. 576 p.
- /123/ Boucher, G. 1985. Long term monitoring of meiofauna densities after the Amoco Cadiz oil spill. Mar Pollut Bull 16: 328-333.
- /124/ Dauvin, J.C. 1998. The fine sand *Abra alba* community of the Bay of Morlaix twenty years after the Amoco Cadiz oil spill. Mar Pollut Bull 36: 669-676.
- /125/ Volkman, J.K., Miller, G.J., Revill, A.T. and Connell, D. W. 1994. Oil spills. Part 6. I: Environmental Implications of Offshore Oil and Gas Development in Australia – The Findings of an Independent Scientific Review. Eds. Swan, J. M., Neff, J. M. and Young, C. P. Australian Petroleum Exploration Association, Sydney. pp. 509-695.
- /126/ Davies, J.M. 1980. Some effects of oil-derived hydrocarbons on a pelagic food web from observations in an enclosed ecosystem and a consideration of their implications for monitoring. Rapp. P.-v. Reün. Cons. int. Explor. Mer. vol. 179, pp. 201-211.
- /127/ Neff, J.M. 1991. Water quality in Prince William Sound and the Gulf of Alaska.
- /128/ Anon (1985). Oil in the sea. Inputs, fates and effects. National Academy Press, Washington D.C 1985.
- /129/ Varelaa, M. et al. 2006. The effect of the "Prestige" oil spill on the plankton of the N-NW Spanish coast. Marine Pollution Bulletin Volume 53, Issues 5-7, 2006, Pages 272-286.
- /130/ Wei, C.L., Rowe, G.T., Esobar-Briones, E., Nunnally, C., Soliman, Y. and Ellis, N. 2012. Standing stocks and body size of deep-sea macrofauna: Predicting the baseline of 2010 Deepwater Horizon oil spill in the northern Gulf of Mexico. Deep-Sea Research I, 69, 82-99.
- /131/ Neff, J.M., Anderson, J.W. 1981. Response of marine animals to petroleum and specific petroleum hydrocarbons. Halsted Press. New York.
- /132/ Hjermmann, D.O., Melsom, A., Dingsor, G.E., Durant, J.M., Eikeset, A.M., Roed, L.P., Ottersen, G., Storvik, G. and Stenseth, N.C. 2007. Fish and oil in the Lofoten-Barents Sea system: synoptic review of the effect of oil spills on fish populations. Marine Ecology Progress Series, 339, 283-289.
- /133/ Edwards, R. and White, I. 1999. The Sea Empress Oil Spill: Environmental Impact and recovery. In International Oil Spill Conference (IOSC) Conference Proceedings 199, 97-102).
- /134/ Fodrie, F.J. and Heck, K.L.Jr. 2011. Response of Coastal Fishes to the Gulf of Mexico Oil Disaster. PLoS ONE 6(7).
- /135/ OLF. 2008. Metodikk for miljörisiko på fisk ved akutte oljeutslipp. Oljeindustriens Landsforening. DNV Energy.
- /136/ Ramboll, 2012. Dan Quantitative Risk Assessment (QRA), Prepared for Maersk Oil.
- /137/ Ramboll, 2012. Kraka Quantitative Risk Assessment, Prepared for Maersk Oil.
- /138/ Marine mammal working group. 2015. Marine mammals and underwater noise in relation to pile driving – Working Group 2014. Revision 2, 21.01.2015. For Energinet.dk.
- /139/ Balle, J.D., Clausen, K.T., Mikkelsen, L., Wisniewska, D.M. and Teilmann, J. 2014. Harbour porpoises and noise around an operating oil and gas production platform in the North Sea – Status report. DCE.
- /140/ Henriksen, O.D., Maxon, C. and Degn, U. 2005. Underwater sound from offshore drilling activities. Potential effects on marine mammals. DDH consulting 362 05 124, rev4.
- /141/ DCE. 2015. <http://envs.au.dk/videnudveksling/luft/emissioner/>. Accessed April 29th 2015.
- /142/ Tougaard, J. 2014. Vurdering af effekter af undervandsstøj på marine organismer. Del 2 – Påvirkninger. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 51 s. -Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 45 <http://dce2.au.dk/pub/TR45.pdf>
- /143/ Teilmann J. and Carstensen J. (2012) Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic - evidence of slow recovery. Environmental Research Letters, 7, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045101.
- /144/ COWI. 2012. Assessment of impacts on marine mammals of seismic survey in DUC area in 2012. AU28981.

- /145/ OSPAR. 2009. Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment.
- /146/ Stemp, R. (1985): Observations on the effects of seismic exploration on seabirds. p. 217-233 In: G.D. Greene, F.R. Engelhardt, and R.J. Peterson (eds.), Proceedings of workshop on effects of explosives use in the marine environment. Cdn. Oil and Gas Admin., Env. Prot. Branch, Tech. Rep. No. 5. Ottawa.
- /147/ Evans, P.G.H., Lewis, E.J. and Fisher, P. (1993): A study of the possible effects of seismic testing upon cetaceans in the Irish Sea. Rep. by Sea Watch Foundation, Oxford, to Marathon Oil UK Ltd. Aberdeen. 35 p.
- /148/ Santos, M.N., Monteiro, C.C. and Lassère, G. (1996). Finfish attraction and fisheries enhancement on artificial reefs: a review. I: Jensen, A.C. (Ed.) European artificial reef re-search. Proceedings of the 1st EARRN conference, Ancona, Italy, March 1996. Pub. Southampton Oceanography Centre: 97-114.
- /149/ Valdemarsen, J.W. (1979). Behaviour aspects of fish in relation to oil platforms in the North Sea. ICES C.M., B:27
- /150/ Callaway, R. J. Alsvåg, I. de Boois, J Cotter, A Ford, GH. Hinz, S. Jennings, I. Kröncke, J. Lancaster, G. Piet, P. Prince and As. Ehrich (2002). Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. ICES Journal of Marine Science 59: 1199-1214.
- /151/ Thompson, P., Brookes, K., Cordes, L., Barton, T., Cheney, B. and Graham, I. 2013. Assessing the potential impact oil and gas exploration operations on cetaceans in the Moray Firth. November 18th 2013.
- /152/ OSRL. 2015. Oil spill modelling report: Danish Business Units. CONS1050-R01.
- /153/ DCE. 2015. Disturbance Effects on the Harbour Porpoise Population in the North Sea (DEPONS): Status report on model development.
- /154/ International tanker owners pollution federation (ITOPF). Handbook 2014/2015.
- /155/ OSPAR. 2012. Guidelines in support of Recommendation 2012/5 for a Risk-based Approach to the Management of Produced Water Discharges from Offshore Installations
- /156/ ACONA. Blowout and dynamic wellkill simulations. Rev1. Report for Maersk Oil.
- /157/ EU. 2015. https://www.era-comm.eu/EU_Law_on_Industrial_Emissions/module_2/bat.html.
- /158/ Naturstyrelsen. Danmarks Havstrategi. Miljømålsrapport.
- /159/ Nord Stream. 2009. Environmental Impact Assessment: Documentation for Consultation under the Espoo Convention Nord Stream Espoo Report: Key Issue Paper Seabed Intervention: Works and Anchor Handling.
- /160/ Maersk Oil. 2015. Environmental and Social Impact Management in Projects Standard. MOG-HSE-ENV-STD-0042, rev1.
- /161/ Maersk Oil. 2015. Maersk Oil's oil and gas production in the Danish North Sea Environmental Status Report 2015.
- /162/ Maersk. 2015. DBU Oil spill risk assessment. DK-HSE-PRD-0001 Rev 1.0
- /163/ Statoil. 2012. NSGI konsekvensutredning.
- /164/ Nord Stream. 2009. Environmental Impact Assessment.

BILAG 1

TEKNISKE AFSNIT