

Rettet til
Maersk Oil

Dokumenttype
Rapport

Dato
September 2017

ESIA MAERSK OIL DBU

REDEGØRELSE FOR MILJØMÆSSIGE OG SOCIALE VIRKNINGER – ESIS- TYRA

ESIA MAERSK OIL DBU REDEGØRELSE FOR MILJØMÆSSIGE OG SOCIALE VIRKNINGER – ESIS-TYRA

Revision **E**
Dato **17-09-2017**
Udarbejdet af **HFV, KEBS, MCO, CFJ**
Tjekket af **DMM, CFJ**
Godkendt af **CFJ**
Beskrivelse **Redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger –
TYRA**

Ref.: 1100022384
Dokument-ID NS-S-RA-000072

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S
Danmark
T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.com

INDHOLD

1.	Indledning	1
1.1	Baggrund	1
2.	Retlig baggrund	2
2.1	EU-lovgivning og dansk lovgivning	2
2.2	Internationale konventioner	4
2.3	Initiativer truffet af industri og myndigheder	6
3.	Projektbeskrivelse	7
3.1	Eksisterende faciliteter	7
3.2	TYRA-projekt - Tyra Future-genudvikling	16
3.3	Tyra-drift indtil 2042 – nye anlæg	28
3.4	TYRA-projektet - planlagte aktiviteter ud over Tyra Future	36
3.5	Utilsigtede hændelser	39
3.6	Alternativer	39
4.	Metode	40
4.1	Rochdale Envelope-metoden	40
4.2	Metodik til vurdering af virkningerne	40
5.	Beskrivelse af eksisterende forhold	44
5.1	Klima og luftkvalitet	44
5.2	Bathymetri	44
5.3	Hydrografiske betingelser	45
5.4	Vandkvalitet	46
5.5	Sedimenttype og -kvalitet	47
5.6	Plankton	48
5.7	Bentiske samfund	50
5.8	Fisk	52
5.9	Havpattedyr	55
5.10	Havfugle	58
5.11	Kulturarv	60
5.12	Beskyttede områder	60
5.13	Arealanvendelse af havområder	62
5.14	Fiskeri	63
5.15	Turisme	64
5.16	Beskæftigelse	65
5.17	Skatteindtægter	65
5.18	Olie- og gasafhængighed	66
6.	Vurdering af virkninger: Planlagte aktiviteter	67
6.1	Virkningsmekanismer og relevante receptorer	67
6.2	Vurdering af potentielle virkninger på miljøet	69
6.3	Havstrategirammedirektivet	110
6.4	Vurdering af potentielle sociale virkninger	113
6.5	Resumé	117
6.6	Kumulative virkninger	118
7.	Vurdering af virkninger: Utilsigtede hændelser	120

7.1	Virkningsmekanismer og relevante receptorer	120
7.2	Vurdering af potentielle virkninger på miljøet	141
7.3	Vurdering af potentielle sociale virkninger	148
7.4	Resumé	151
8.	Forebyggende foranstaltninger	153
8.1	Afværgerisici i forbindelse med planlagte aktiviteter	153
8.2	Specifikke foranstaltninger for Tyra Future	154
8.3	Afværgerisici i forbindelse med utilsigtede hændelser	156
9.	Maersk Oils miljøstandarder og -procedurer	157
9.1	Miljøledelsessystem	157
9.2	Miljømæssige og sociale virkninger i forbindelse med projektmodning	157
9.3	Projektspecifik plan for miljømæssig og social styring	157
9.4	Påvisning af BAT/BEP	158
9.5	Beredskabsplan for olieudslip	163
9.6	Løbende overvågning	164
10.	Natura 2000-screening	165
10.1	Indledning	165
10.2	Udpegede arter og habitater	165
10.3	Screening	167
10.4	Konklusion	168
11.	Grænseoverskridende virkninger	169
11.1	Indledning	169
11.2	ESPOO-konventionen	169
11.3	TYRA-projektet	169
11.4	Identificerede virkninger – planlagte aktiviteter	170
11.5	Identificerede virkninger – utilsigtede hændelser	171
12.	Mangel på information og usikkerhed	173
12.1	Projektbeskrivelse	173
12.2	Beskrivelse af eksisterende forhold	173
12.3	Vurdering af virkninger	173
13.	Referencer	176

BILAG

Bilag 1

Tekniske afsnit

LISTE OVER FIGURER

Figur 1-1 Maersk Oil/DUC-platforme i Nordsøen.....	2
Figur 3-1 Oversigt over eksisterende faciliteter ved TYRA-projektet (ikke målfast).....	8
Figur 3-2 Tyra Øst	9
Figur 3-3 Tyra Vest	10
Figur 3-4 Tyra Sydøst.....	11
Figur 3-5 Roar	11
Figur 3-6 Valdemar A	12
Figur 3-7 Valdemar B	12
Figur 3-8 Svend.....	13
Figur 3-9 Forenklet diagram over processen på Tyra Vest	14
Figur 3-10 Forenklet diagram over processen på Tyra Øst.....	15
Figur 3-11 Generel plan for Tyra-feltet – nuværende faciliteter.....	17
Figur 3-12 Generel plan for Tyra-feltet efter Tyra Future-genudviklingen	17
Figur 3-13 Layout for Tyra Øst-feltet	19
Figur 3-14 Layout for Tyra Vest-feltet.....	20
Figur 3-15 Midlertidige rørledninger	21
Figur 3-16 Tilførselsledning mellem Tyra Øst og Tyra Vest	21
Figur 3-17 Rørledninger, der skal afvikles	23
Figur 3-18 Analyse af Tyras affald og materialer, i driftstilstand og tømt til fjernelse, vægt %	28
Figur 3-19 Forenklet diagram over behandlingen på Tyra Øst efter Tyra Future-genudviklingen	31
Figur 3-20 Den samlede forventede produktion af olie fra TYRA-projektet i standardtønder pr. dag (opetid 90 %)	32
Figur 3-21 Forventet produktion af gas fra TYRA-projektet i mio. standardkubikfod pr. dag (opetid 90 %).....	33
Figur 3-22 Forventet produktion af vand fra TYRA-projektet i standardtønder pr. dag. Der gennemføres ingen re-injektion, og alt produceret vand udledes (opetid 90 %).....	33
Figur 3-23 Olie i vandudledning, høj og lav-prognoser baseret på høj og lav-prognoser for produceret vand. Olie-i-vand-indholdet forventes gennemsnitligt at være 8 mg/l indtil 2019 for eksisterende faciliteter og 6 mg/l efter Tyra Future-genudviklingsprojektet er gennemført.	34
Figure 3-24 Forventet udledning af NORM i form af Ra ²²⁸ i det producerede vand fra Tyra Future.	35
3-25 Forventet udledning af NORM i form af Ra ²²⁶ i det producerede vand fra Tyra Future.	36
Figur 5-1 Bathymetrien i Nordsøen. Figur gengivet ud fra Maersk Oil Atlas /3/	45
Figur 5-2 Venstre: Generel vandcirkulation i Nordsøen. Pilenes bredde angiver transportens størrelse /10/. Højre: Potentiale for hydrografiske fronter i Nordsøen /10//2/.....	46
Figur 5-3 Havbundssedimenter i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/	47
Figur 5-4 Farveindeks (PCI) for fytoplankton for Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/	49
Figur 5-5 Benthiske faunasamlinger i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/	52
Figur 5-6 Gydepladser for torsk, hvilling, makrel og rødspætte i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/	55

Figur 5-7 Marsvinets udbredelse i Nordsøen. Figuren er en gengtegning fra North Sea Atlas /3/	57
Figur 5-8 Beskyttede områder. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/	61
Figur 5-9 Skibstrafik og infrastruktur i 2012. Figuren er en gengtegning 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.	63
Figur 5-10 Beskæftigede efter branche i Danmark i 2013 /39/	65
Figur 6-1 Sedimentation af udledt vandbaseret boremudder modelleret for en typisk brønd /1/.	77
Figur 6-2 Sedimentation af vandbaserede borespåner modelleret for en typisk brønd /1/.	78
Figur 6-3 Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)	98
Figur 6-4 Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)	99
Figur 6-5 Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)	100
Figur 6-6 Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)	101
Figur 6-7 Konduktorramning – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)	102
Figur 6-8 Konduktorramning – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)	103
Figur 6-9 Konduktorramning – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)	104
Figur 6-10 Konduktorramning – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)	105
Figur 7-1 Mindre utilsigtede olie-, diesel- og kemikalieudslip fra Maersk Oils platforme i Nordsøen /160/	122
Figur 7-2 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km ² kan blive påvirket af olie i tilfælde af et fuldstændigt rørledningsbrud /151/	124
Figur 7-3 Placering af fire modellerede Maersk Oil-brønde, hvor olieudslip er blevet modelleret. Siah NE-1X, Xana-1X og Svend anses for at være repræsentative for TYRA-projektet.	126
Figur 7-4 Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /151/. Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et olieudslip. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.	128
Figur 7-5 Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /151/	129

Figur 7-6 Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /151/	130
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/	132
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/	133
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/	134
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 olieudslip. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.	135
Figur 7-11 Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km ² kan blive berørt. Bemærk, at olieforurening af overfladen ikke er sandsynlig, når tærsklen på 1 MT/km ² anvendes /26//27/	137
Figur 7-12 Sandsynlighed for, at en vandsøjle-gittercelle kan blive berørt /26//27/	138
Figur 7-13 Sandsynlighed for, at kystlinje-gitterceller kan blive berørt /26//27/	139
Figur 7-14 Maksimal gennemsnitlig samlet oliekoncentration over tid i vandsøjleceller /26//27/	140
Figur 9-1 Illustration af den bedste tilgængelige teknik /156/	158
Figur 9-2 Oversigt over systemet til produceret vand for Tyra Øst	159
Figur 9-3 Oversigt over systemet til produceret vand for Tyra Vest	160
Figur 9-4 Oversigt over system til produceret vand for Tyra Future	161
Figur 9-5 Akustisk overvågning af havpattedyr (foto: Aarhus Universitet, DCE)	164
Figur 10-1 Natura 2000-lokaliteter i Nordsøen	165

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
BPD	Tønder pr. dag
BWPD	Tønder vand pr. dag
CFR	Godkendt til fjernelse
CO ₂	Kuldioxid
DEA	Energistyrelsen
DEPA	Miljøstyrelsen
DNA	Naturstyrelsen
DUC	Dansk Undergrunds-Konsortium, 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	Tusinde standard kubikfod gas
MBES	Multibeam-ekkolod
MMO	Havpattedyrsobservatør
MMSCFD	Million standard kubikfod gas pr. dag
NMVOC	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
SIMOPS	Samtidige operationer
STBO	Stock tank barrels oil
SO ₂	Svovldioxid
SO _x	Henviser til alle svovloxider, hvoraf de to vigtigste er svovldioxid og svovltrioxid
SSS	Sidesøgende sonar
STB	Standardtønder

TEA	Tyra Øst A – beboelsesplatform
TEB	Tyra Øst B – brøndhoved- og riser-platform
TEC	Tyra Øst C – brøndhoved- og riser-platform
TED	Tyra Øst D – gasafbrændingsplatform
TEE	Tyra Øst E – riser-platform
TEF	Tyra Øst F – støtteplatform til bromodul
TEG	Tyra Øst G – ny procesplatform
TEH	Tyra Øst H – ny beboelsesplatform
TF	Tyra Future
TWA	Tyra Vest A – beboelsesplatform
TWB	Tyra Vest B – brøndhoved- og riser-platform
TWC	Tyra Vest C – brøndhovedplatform
TWD	Tyra Vest D – gasafbrændingsplatform
TWE	Tyra Vest E – riser- og bromodulplatform
WEEE	Elektronikskrot

1. INDLEDNING

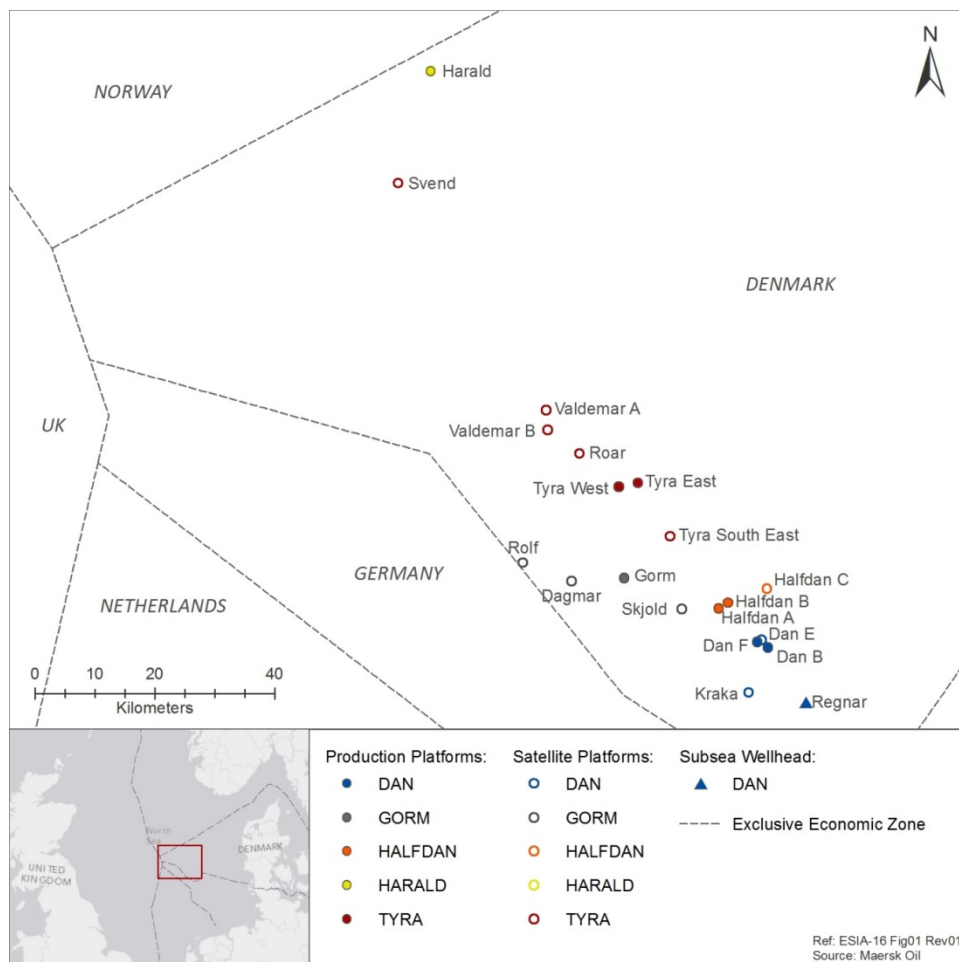
1.1 Baggrund

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). Det overordnede formål med ESIA er at identificere, vurdere og mindske virkningen af Maersk Oils aktiviteter på miljømæssige og sociale receptorer.

Dette dokument, ESIA Maersk OIL DBU – Redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger ESIS – Tyra, erstatter ESIS, der er udarbejdet i 2016 (ESIA-16) for TYRA. Det er en opdatering af ESIA-16 ESIS TYRA, der omfatter Tyra Future-genudviklingsprojektet, som har til formål at opgradere de eksisterende anlæg på Tyra-feltet. Anlægget har været i produktion i 30 år og er påvirket af havbundssænkning, alder og stadig stigende driftsomkostninger.

ESIS indeholder en beskrivelse af igangværende og planlagte projekter (fra efterforskning til afvikling), en beskrivelse af den potentielle indvirkning på miljøet og de sociale receptorer, samt de foranstaltninger, der er truffet for at undgå, forhindre eller reducere indvirkningen. ESIS understøttes af syv generiske, tekniske afsnit, der beskriver de typiske aktiviteter (seismiske aktiviteter, rørledninger og konstruktioner, produktion, boring, brøndstimulering, transport og afvikling (se bilag 1).

ESIS TYRA dækker de aktiviteter, der indgår i eksisterende og planlagte projekter for anlæggene Tyra (Øst og Vest) og deres satellitplatforme (Tyra Sydøst, Valdemar A, Valdemar B, Roar og Svend) indtil 2042. Platformene er beliggende i Nordsøen ca. 230 km fra Jyllands vestkyst (Figur 1-1).



Figur 1-1. Maersk Oil/DUC-platorme i Nordsøen

2. RETSLIG 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. Dette direktiv er gennemført i Danmark ved lov nr. 425/2016 Lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter og bekendtgørelse nr. 434/2017 om konsekvensvurdering vedrørende efterforskning og indvinding af kulbrinter, lagring i undergrunden, rørledninger, m.v. offshore. Denne ESIS er udarbejdet i overensstemmelse med den gældende lovgivning på meddelelsestidspunktet, dvs. bekendtgørelse nr. 1419 af 3. december 2015 om VVM, konsekvensvurdering vedrørende efterforskning og indvinding af kulbrinter, lagring i undergrunden, rørledninger, m.v. offshore.

ESIA er udarbejdet i overensstemmelse med bekendtgørelse nr. 1419 af 03-12-2015 om VVM, konsekvensvurdering vedrørende internationale naturbeskyttelsesområder og beskyttelse af visse arter ved efterforskning og indvinding af kulbrinter, lagring i undergrunden, rørledninger, m.v. offshore. ESIS opfylder kravene i bilag 2 i bekendtgørelse 1419/2015 og omfatter:

- Artikel 8: Der er vurderet grænseoverskridende negative virkninger og tilstrækkeligt kommunikeret i overensstemmelse med ESPOO-konventionen (afsnit 11),
- Artikel 9 og 10: Der præsenteres en Natura 2000-screening i denne ESIS (afsnit 10)

- Artikel 12: Beskyttelse af visse arter nævnt i habitatdirektivet, jf. afsnit 2.1.3 (afsnit 6)

ESIS og det tilhørende ikke-tekniske resumé offentliggøres websted med henblik på offentlig høring i en periode på mindst otte uger i henhold til artikel 6 i bekendtgørelse nr. 1419/2015.

2.1.2 Beskyttelse af havmiljøet

Den konsoliderede lov nr. 963 af 3. juli 2013 om beskyttelse af havmiljøet har til formål at beskytte miljøet, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag.

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. 270/2008 om udledninger af sort vand, bekendtgørelse nr. 9840/2007 om forebyggelse af luftforurening fra skibe, og bekendtgørelse nr. 909/2015 om beredskab i tilfælde af forurening fra visse havanlæg.

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 EUs 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. 1419/2015 (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" (GES) for EUs havområder inden 2020. Direktivet er gennemført i Danmark ved lov nr. 522/2010 om havstrategi. Miljøstyrelsen har efterfølgende udviklet en havstrategi med en overordnet vurdering af miljøets tilstand herunder en definition af GES på regionalt plan og etablering af miljømål og overvågningsprogrammer (www.svana.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. 879/2010 om miljøbeskyttelse og bekendtgørelse nr. 1449/2012, for så vidt angår offshoreanlæg.

2.1.7 Emissionskvoter

EUs emissionshandelsordning blev lanceret i 2005 som et led i indsatsen for at bekæmpe klimaændringer og er en vigtig søjle i EUs 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. 1605/2016 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 offshoreregioner i Europa. Direktivet er for nylig blevet implementeret i dansk lovgivning ved lovekendtgørelse nr. 831/2015 om offshoresikkerhed.

2.1.9 Affaldsrammedirektiv

Direktiv 2008/98/EF af 19. november 2008 om affald fastsætter en ramme for krav til affaldshåndtering for at forhindre eller reducere indvirkningen fra generering og håndtering af affald og for at øge interessen for genbrug og genanvendelse af affald. Dette direktiv er gennemført i Danmark ved bekendtgørelse nr. 1309/2012 om affald.

2.1.10 Forordning om affaldstransport

Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1013/2008 af 14. juni 2006 om affaldstransport fastlægger procedurer og kontrolforanstaltningerne for transport af affald, afhængig af transportens oprindelse, destination og rute, typen af affald og typen af behandling, som affaldet skal underkastes på destinationen. Forordningen finder anvendelse på transport af affald mellem medlemsstaterne inden for Unionen, transit gennem tredjelande og affald, der eksporteres fra Unionen til tredjelande. Forordningen gennemfører Baselkonventionen i EU.

2.1.11 Affald af elektrisk og elektronisk udstyr (WEEE)

Direktiv 2012/19/EU af 4. juli 2012 om affald af elektrisk og elektronisk udstyr (WEEE) fastsætter foranstaltninger for at beskytte miljøet og menneskers sundhed ved at forebygge eller mindske de negative følger af at frembringe og håndtere affald fra elektrisk og elektronisk udstyr (WEEE) ved at mindske de negative følger af ressourceudnyttelse og ved at forbedre effektiviteten af denne udnyttelse og derved bidrage til en bæredygtig udvikling.

BEK 132 af 6. februar 2014. Bekendtgørelse om overførsel af affald og overførsel af brugt elektrisk og elektronisk udstyr regulerer i dansk miljølovgivning den grænseoverskridende transport af affald af elektrisk og elektronisk udstyr, herunder specifikt indførsel i Danmark med henblik på bortskaffelse.

2.1.12 Dansk lovgivning vedrørende radioaktive materialer

Besiddelse, brug, transport og eksponeringsniveauer for radioaktivt materiale og lukkede kilder er beskrevet i lov nr. 94 af 31/3 1953 vedrørende brug af radioaktive stoffer og bekendtgørelser nr. 823 af 31/10 1997, nr. 954 af 23/10 2000, nr. 993 af 5/12 2001, nr. 192 af 2/4 2002, og nr. 985 af 11/7 2007.

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 aktiviteter 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 bestemmelser, og det er den ansvarlige myndighed for processen for udveksling af relevant information mellem projektejerne og potentielt berørte lande og eventuelle bemærkninger 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 MARPOL-konventionen
Den internationale konvention om forebyggelse af forurening fra skibe vedtaget i november 1973 af IMO (Den Internationale Søfartsorganisation). MARPOL-konventionen er den internationale hovedkonvention til forebyggelse af forurening af havmiljøet fra skibe som følge af operationelle eller utilsigtede årsager. Bilag I-V omhandler henholdsvis forebyggelse af olieforurening, giftige flydende stoffer i bulk, skadelige stoffer i pakket form, spildevand fra skibe og affald fra skibe.
- 2.2.4 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.
- 2.2.5 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.
- 2.2.6 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 offshorekemikalier, 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 2012/5)
 - beslutning 98/3 om bortskaffelse af offshoreanlæg, der ikke anvendes.
- 2.2.7 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.

2.2.8 Konventionen om den biologiske mangfoldighed (CBD)

Konventionen om den biologiske mangfoldighed (CBD eller Rio-konventionen) trådte i kraft i 1993. Den har tre hovedformål:

- bevarelse af den biologiske mangfoldighed
- bæredygtig anvendelse af komponenterne af den biologiske mangfoldighed
- Fair og ligelig deling af de fordele, der følger af udnyttelse af genetiske ressourcer.

2.2.9 Konvention om beskyttelse af migrerende arter af vilde dyr

Konvention om beskyttelse af migrerende arter af vilde dyr (CMS- eller Bonn-konventionen) er en mellemstatslig traktat indgået inden for rammerne af FNs miljøprogram. Konventionen har til formål at beskytte migrerende arter af landdyr, vanddyr og fugle i hele deres udbredelsesområde.

CMS er en rammekonvention. Aftalerne varierer fra retligt bindende traktater til mindre formelle instrumenter, f.eks. aftalememoranda, og kan tilpasses kravene i bestemte regioner. Inden for rammerne af konventionen om beskyttelse af migrerende arter af vilde dyr er der indgået en række aftaler og aftalememorandummer. Aftalerne indgået inden for rammerne af CMS har til formål at beskytte:

- Bestande af europæiske flagermus
- Hvaler i Middelhavet, Sortehavet og det tilstødende atlantiske område
- Små hvaler i Østersøen, Nordøst Atlanten, Det Irske Hav og Nordsøen
- Sæler i Vadehavet
- Afrikansk-Eurasiske migrerende vandfugle
- Albatrosser og stormfugle
- Gorillaer og deres habitater

Aftale om beskyttelse af småhvaler i Østersøen og Nordsøen (ASCOBANS) blev indgået inden for rammerne af konventionen om beskyttelse af migrerende 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

Denne ESIS dækker både planlagte udviklingsprojekter og den fremtidige drift af Tyra-feltet. Et større genudviklingsprojekt, Tyra Future-genudviklingsprojektet, påbegyndes efter planen i 2019 og vil bestå af installation af nye faciliteter og afvikling af gamle installationer og rørledninger. Feltet skal efter planen være i drift indtil 2042. TYRA-projektet omhandler den resterende driftslevetid for projekterne ved Tyra-feltet, herunder Tyra Future-udviklingsprojektet.

TYRA-projektet

TYRA henviser til det projekt, der dækker aktiviteterne for den forventede resterende levetid af driften ved Tyra-anlægget indtil 2042. Det dækker eksisterende og planlagte projekter for anlæggene Tyra Øst og Vest og deres satellitplatforme Tyra Sydøst, Valdemar (A og B), Roar og Svend, herunder alle rørledninger, der løber fra disse platforme.

TYRA-projektet består af aktiviteter vedrørende hvert af de syv tekniske afsnit (bilag 1): indhentning af seismiske data, regelmæssig vedligeholdelse og nyudvikling af rørledninger og konstruktioner, fortsat produktion og vedligeholdelse og justering af produktionsfaciliteterne for den resterende levetid af Tyra-feltet, boring af nye brønde, brøndstimulering, transport af personale og forsyninger til produktion og aktiviteter samt afvikling ved slutningen af anlæggets levetid.

Tyra Future

Tyra Future henviser til genudviklingen af de eksisterende Tyra Øst- og Tyra Vest-anlæg, der efter planen vil blive udført i perioden 2019-2023.

Tyra-feltet har været i produktion i 30 år, og anlægget er påvirket af havbundssænkning, alder og stadigt stigende driftsomkostninger. Der er derfor planer om at opgradere det eksisterende anlæg med nye topside-faciliteter, der hæves yderligere over havbunden sammenlignet med de nuværende topsides for at videreføre produktionen af de eksisterende reserver fra Tyra og tilhørende satellitter. Der vil også blive opført en ny behandlingsplatform og en ny beboelsesplatform.

De følgende afsnit indeholder en beskrivelse af det nuværende Tyra-anlæg og en beskrivelse af de planlagte genudviklingsprojekter og feltets fremtidige drift:

Afsnit 3.1 Eksisterende faciliteter (frem til ca. 2020)

Afsnit 3.2 TYRA-projekt - Tyra Future-genudvikling (ca. 2019-2022)

Afsnit 3.3 TYRA-drift indtil 2042

Afsnit 3.4 TYRA-projekt – andre planlagte aktiviteter

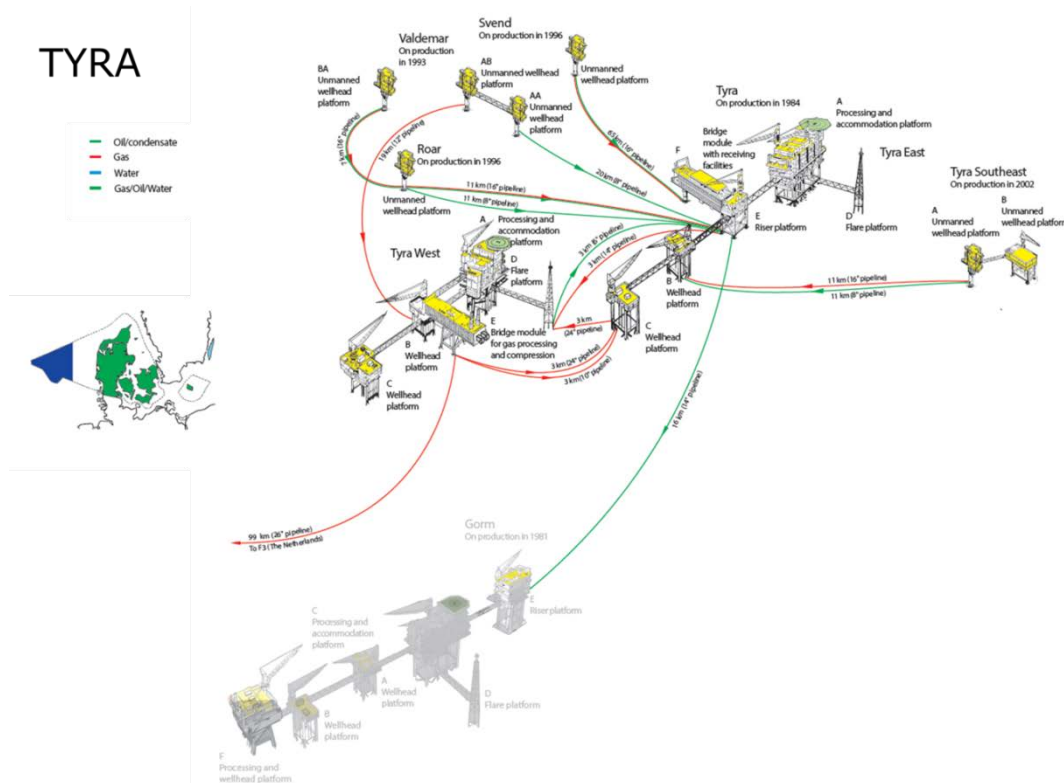
Afsnit 3.5 og 3.6 indeholder en beskrivelse af utilsigtede hændelser og projekialternativer.

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 3-1 er 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 (TEA) 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 (TEB) er en brøndhovedplatform, som omfatter 24 brøndslots.
- Tyra Øst C (TEC) er en brøndhovedplatform, som omfatter 12 brøndslots.
- Tyra Øst D (TED) er en gasafbrændingsplatform.
- Tyra Øst E (TEE) er en riser-platform til undersøiske rørledninger fra Roar, Valdemar og Tyra V samt til gasrørledningerne fra Dan FB og Gorm E og gasrørledningen til Nybro.
- Tyra Øst F (TEF) 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 og supplerende støttefunktioner er placeret.

- Tyra Vest A (TWA) 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 (TWB) er en brøndhovedplatform, som omfatter 12 brøndslots og riser-platform til den indgående 18 km 12" gasrørledning fra Valdemar AB.
- Tyra Vest C (TWC) er en brøndhovedplatform, som omfatter 24 brøndslots.
- Tyra Vest D (TWD) er en gasafbrændingsplatform.
- Tyra Vest E (TWE) 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 befinder sig ca. 10 km sydøst for Tyra Øst. Vanddybden ved Tyra Sydøst er 38 m.

Tyra Sydøst-anlægget er udviklet som en satellit til Tyra Øst. Tyra Sydøst omfatter TSA, der er en ubemandet STAR-brøndhovedplatform uden helikopterdek, 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 befinder sig 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 helikopterdek. 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 befinder sig ca. 17 km nordvest for Tyra Øst. Vanddybden ved Valdemar er 40 m.

Valdemar består af to satellitinstallationer til Tyra Øst, 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 multifaserledning. 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 befinder sig ca. 64 km nordvest for Tyra Øst. Vanddybden ved Svend er 64 m.

Svend er en satellitplatform til Tyra Øst. Svend er en ubemandet STAR-brøndhovedplatform uden helikopterdæk (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 forbundne af undersøiske rørledninger, hvori der transporteres olie, gas og vand. Rørledningerne er typisk nedgravet i en dybde på 2 m eller lagt på havbunden og overdækket af sten. Figur 3-1 viser en oversigt over de eksisterende rørledninger og rørledningernes indhold.

3.1.3 Brønde

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.

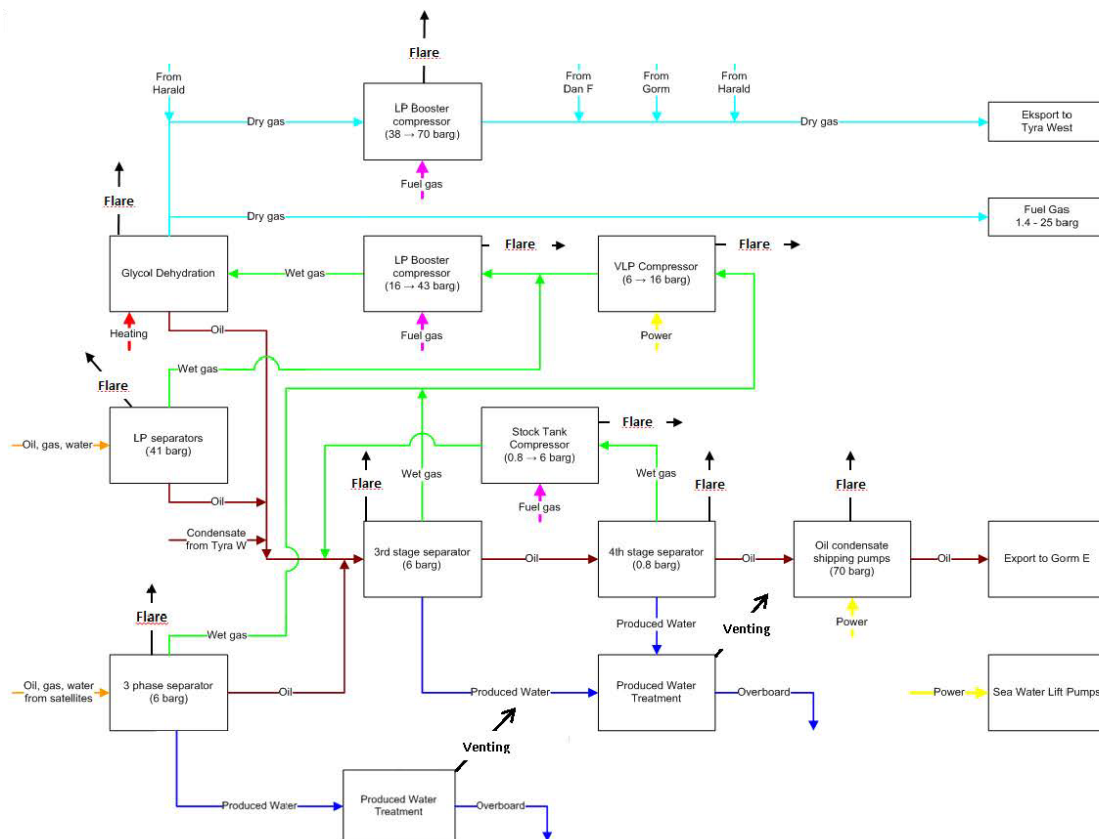
Der er 24 ledige brøndslots til rådighed for boring: 16 ved Tyra Sydøst, 2 ved Svend, 3 ved Roar, 2 ved Valdemar A og 1 ved Valdemar B.

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	i/o
Kulbrintedugpunkt kontrol	MMscfd	i/o	597
Stabilisering	BPD	i/o	70.448



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.

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 afgangning.

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 12.000 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, aflejringer og slam fra slanger, ventiler eller rørledninger, opsamles og føres i land, hvor materialerne behandles, så

kulbrinteforbindelser og rustskaller fjernes. Efter behandling opbevares NORM under sikre forhold. Den årlige 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.

NORM forekommer ofte i produceret vand fra oliefelter, hovedsageligt i form af Ra²²⁶, Ra²²⁸ or Pb²¹⁰. Produceret vand udledt fra Tyra indeholder Ra²²⁶ and Ra²²⁸, I mængder svarende til få Bq/l (Tabel 3-2).

Tabel 3-2. NORM niveauer målt i produceret vand fra Tyra feltet i årene 2012 – 2016. Værdier angiver Bq/l.

		2012	2013	2014	2015	2016
Ra ²²⁶	Tyra EA	1.05	1.32	1.56	1.82	0.82
	Tyra EF	2.33	1.91	2.57	1.33	2.00
	Tyra WA	1.14	1.34	1.03	0.74	1.17
Ra ²²⁸	Tyra EA	0.63	0.56	0.67	0.70	0.50
	Tyra EF	0.96	0.67	0.88	0.73	0.79
	Tyra WA	0.65	0.57	0.64	0.68	0.48

Niveauet af Pb²¹⁰ niveauer i det producerede vand fra Tyra er under detektionsgrænsen, dvs. mindre end 0.5-1 Bq/l. Niveauerne af det NORM der udledes fra Tyra monitoreres og rapporteres til Miljøstyrelsen og OSPAR som beskrevet i sektion 9.6.

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 3.3 og bilag 1.

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

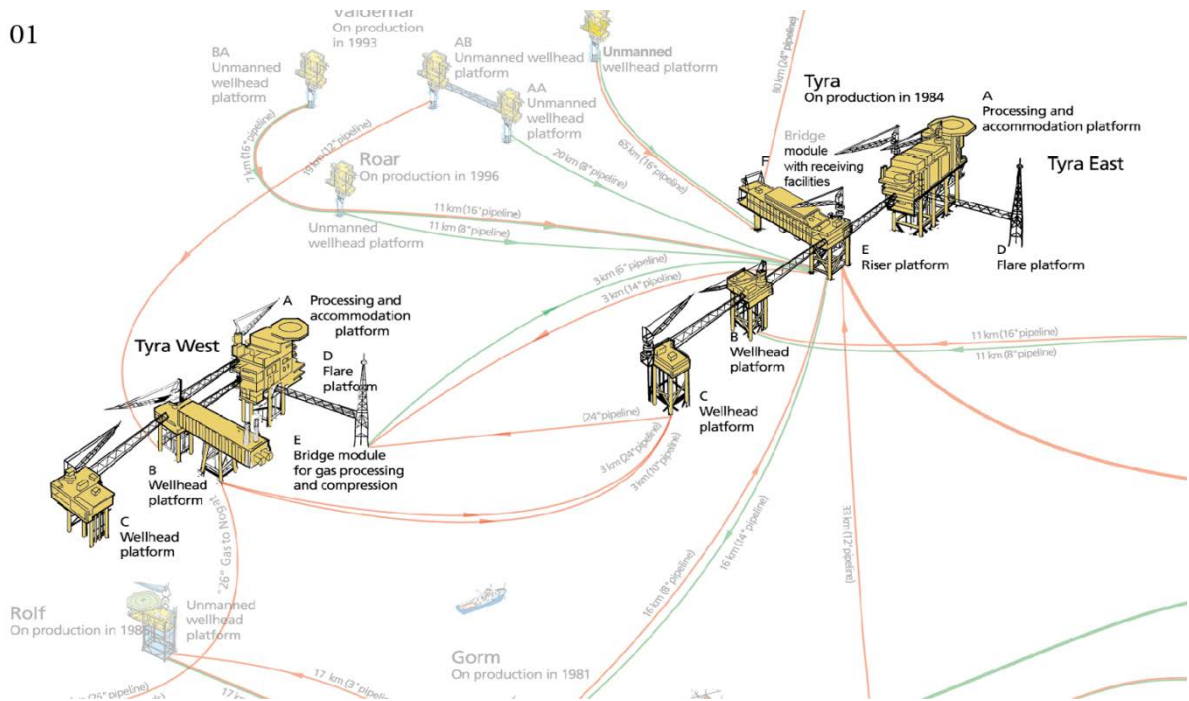
- Gråt vand (vand fra madlavningsaktiviteter, brusebads- og tøjvaskfaciliteter, dækafløb og andre ikke-olieholdige spildevandsafløb (bortset fra spildevand))
- Behandlet sort vand (spildevand)
- Afløbsvand
- Brugsvand/motorkølevand.

3.2 TYRA-projekt - Tyra Future-genudvikling

Tyra Future er et genudviklingsprojekt, der sigter mod at forlænge feltets produktionslevetid. Brøndene bliver midlertidigt lukket, inden genudviklingsarbejdet påbegyndes. Der vil blive anlagt nye behandlings- og beboelsesplatforme ved Tyra Øst, der bliver det nye feltcenter, og Tyra Vest bliver en ubemandet satellit. Seks af de nuværende jackets vil blive genbrugt som bundstruktur for nye brøndhoveder, når jackets er blevet forlænget for at afhjælpe nuværende og fremtidige havbundssænknninger. Alle gamle installationer bliver afviklet og sendt i land til behandling. Brøndene bliver åbnet igen, når genudviklingen er gennemført. Ikke-producerende brønde med potentielle integritetsproblemer bliver lukket midlertidigt eller afviklet.

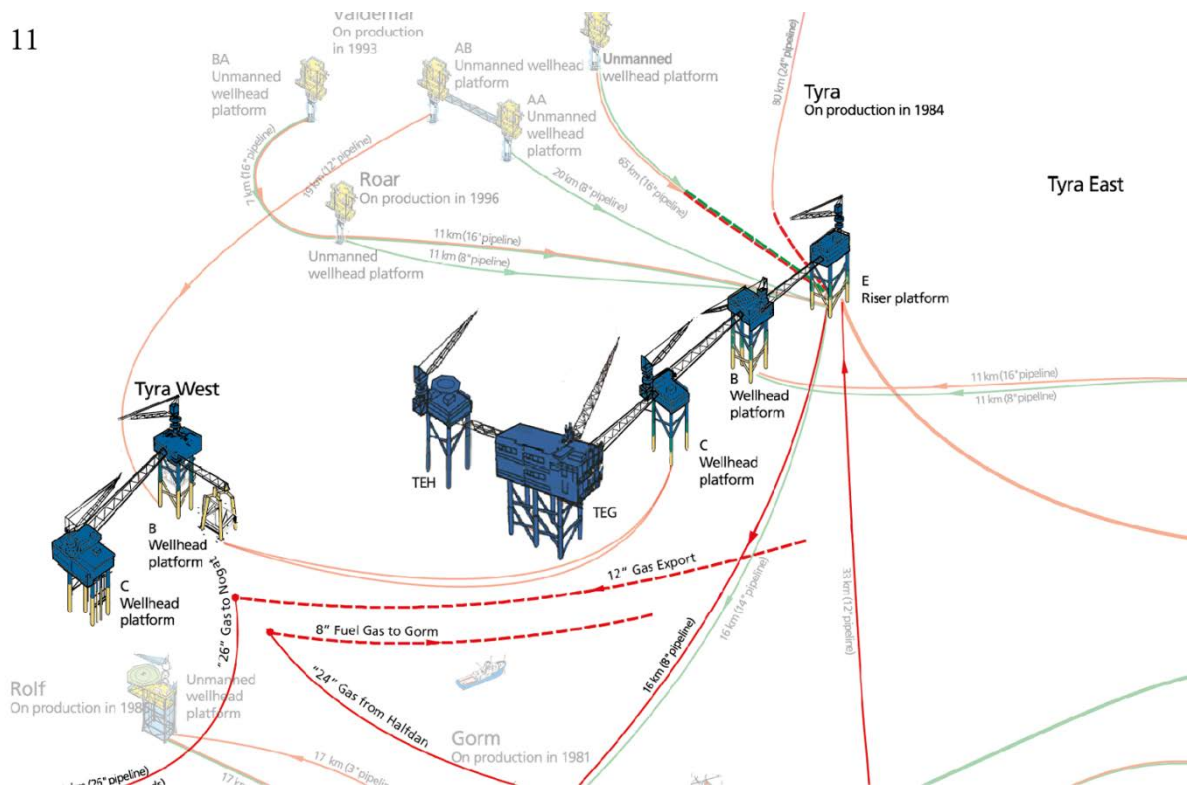
Figur 3-11 og Figur 3-12 viser en oversigt over ændringerne.

01



Figur 3-11. Generel plan for Tyra-feltet – nuværende faciliteter

11



Figur 3-12. Generel plan for Tyra-feltet efter Tyra Future-gendeviklingen

Genudviklingen udføres efter planen i perioden 2019-2023 (

Tabel 3-3). Produktionen ved Tyra Øst, Vest og producerende satellitplatforme (inkl. Harald) stoppes i ca. to år fra 2019-2020.

Tabel 3-3 Installationsplan

Kampagne	
2016-2018	Workover-operationer af brønde og efterladte installationer Midlertidige undersøiske rørledninger
2019	Omlægning af Dan/Halfdan-gas til NOGAT Gorm brændstofforsyning fra Halfdan Nedlukning af alle producerende platforme i Tyra og suspendering af Tyra-ressourcebrønde
2020	Installering af TEG- og TEH-jackets Fjernelse af eksisterende brøndhoveder, riser-moduler og broer Montering af nye brøndhoved- og riser-moduler Omlægning af Harald-rørledningen til TEE Anlæg af forsyningsrørledning fra TEG til TWE
2021	Installering af TEG- og TEH-moduler Færdiggørelse af opkobling og idriftsættelse af nye anlæg Omlægning af Dan/Halfdan-gas til TEG
2021+	Fjernelse af TEA- og TWA-topsides Fjernelse af TEA-, TED-, TEF-, TWA- og TWD-jackets

3.2.1 Rørledninger og konstruktioner

3.2.1.1 Tyra Øst

Et nyt gas- og oliebehandlingsmodul, TEG, og en ny beboelses- og hjælpeplatform, TEH med plads til 80 personer anlægges ved Tyra Øst. TEG og TEH bliver forbundet med broer, og TEG bliver forbundet med broer til TEC.

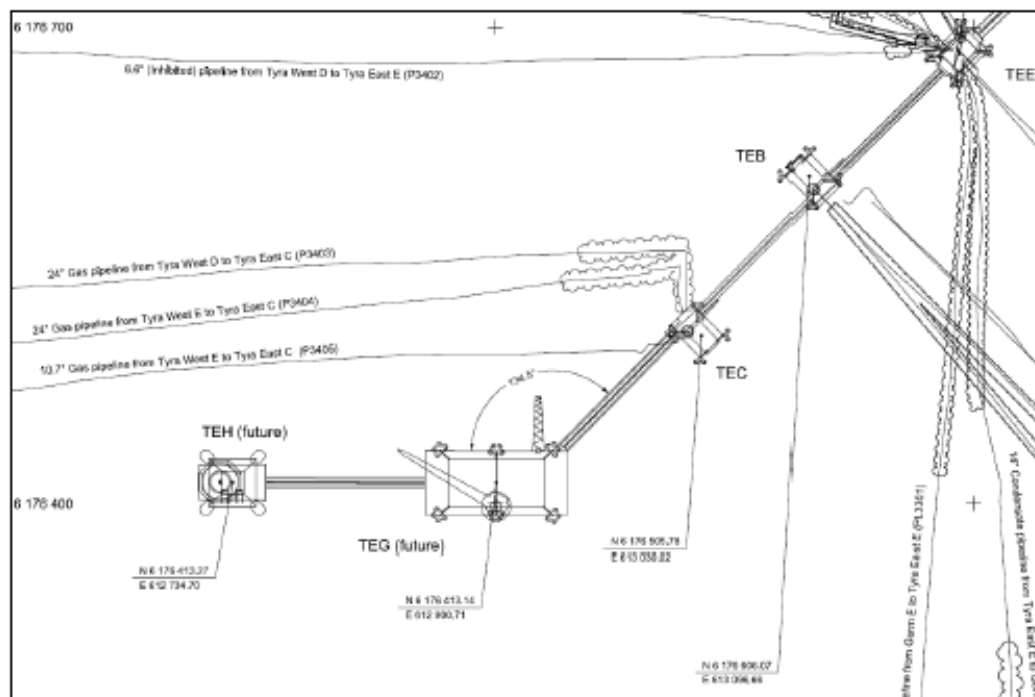
Nye hævede topsides og broer anlægges på TEC, TEB og TEE. Der vil blive opstillet ventiltræer, og riserne bliver forlænget til de hævede topsidemoduler.

Produktionen fra Harald, Lulita, Trym og Svend bliver omlagt fra TEF til TEE.

Den eksisterende beboelses- og installationsplatform TEA, gasafbrændingsplatformen TED og TEF-modulet, herunder jackets, bliver afviklet.

Der anlægges fem nye broer: to permanente broer som erstatning for de eksisterende broer (TEB-TEC, TEE-TEB), to nye permanente broer (TEH-TEG og TEC-TEG) samt en midlertidig bro (TEA-TEE).

Det færdige layout for feltet vises i Figur 3-13.



Figur 3-13. Layout for Tyra Øst-feltet

3.2.1.2 Tyra Vest

Der anlægges nye hævede topsides og broer på TWC og TWB. Ventiltræerne hæves, og riserne bliver forlænget til de hævede topsidemoduler.

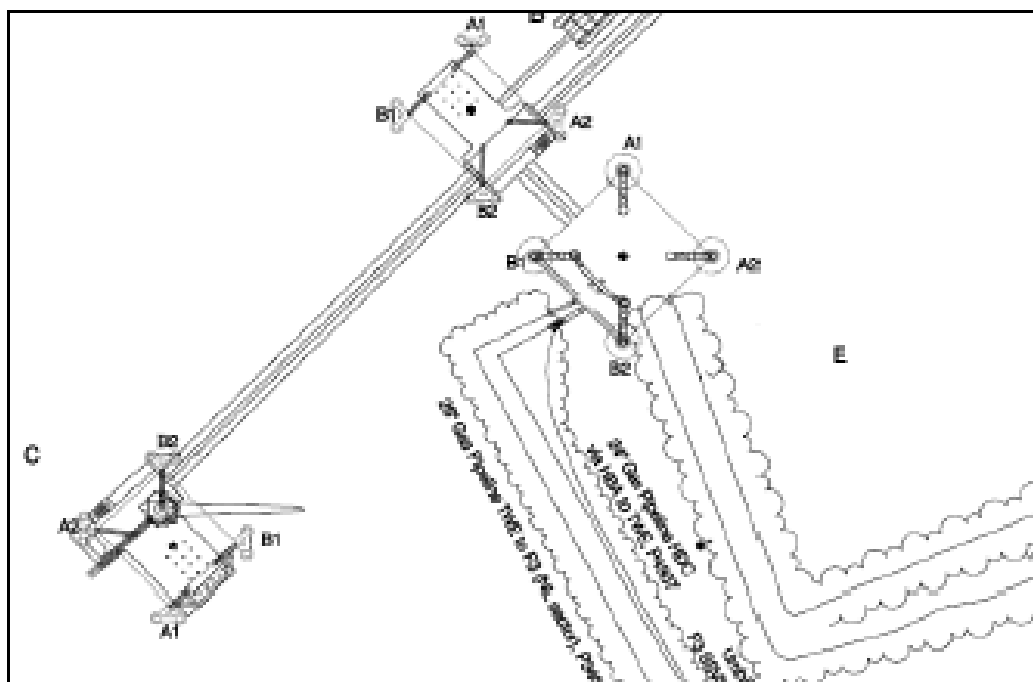
TWE-modulet bliver erstattet af et nyt, lettere modul på et højere niveau, der vil gøre brug af den eksisterende TWE-jacket. TWE vil fungere som en stigerørsplatform for eksisterende rørledningsrisere. Endelig bliver der anlagt en ny riser-caisson til forbindelsen fra Tyra Øst: strømforsyningskabel, kontrol- og kommunikationskabel, importlinje til metanol og importlinje til antikorrosionsmiddel.

TWB og TWE bliver forbundet med broer.

Den eksisterende beboelses- og behandlingsplatform, TWA, og gasafbrændingsplatformen TWD bliver afviklet.

Der bliver anlagt tre nye broer: to permanente broer som erstatning for eksisterende broer (TWB-TWC og TWE-TWB) samt en midlertidig bro (TWA-TWB) til brug under forbindelsesarbejdet.

Det færdige layout for feltet vises i Figur 3-14.



Figur 3-14. Layout for Tyra Vest-feltet

Tabel 3-4 viser en oversigt over nye installationer og afvikling af nedlagte faciliteter.

Tabel 3-4. Oversigt over nye installationer og afviklede faciliteter

Faciliteter	Installation	Afvikling
Topsides og jackets	TEG – Væske- og gasbehandling TEH – Beboelse og hjælpe	
Topside	TEB/TEC – Forhøjet brøndhoved TEE – Forhøjet riser TWB/TWC – Forhøjet brøndhoved TWE – Forhøjet riser	TEB/TEC – Brøndhoved TEE – Riser TEF – Væskebehandling TWB/TWC – Brøndhoved TWE – Gasbehandling
Topsides og jackets		TEA – Beboelse og behandling TED – Behandlingsplatform TWA – Beboelse og behandling TWD – Behandlingsplatform
Jacket		TEF – Væskebehandling

3.2.1.3 Rørledninger

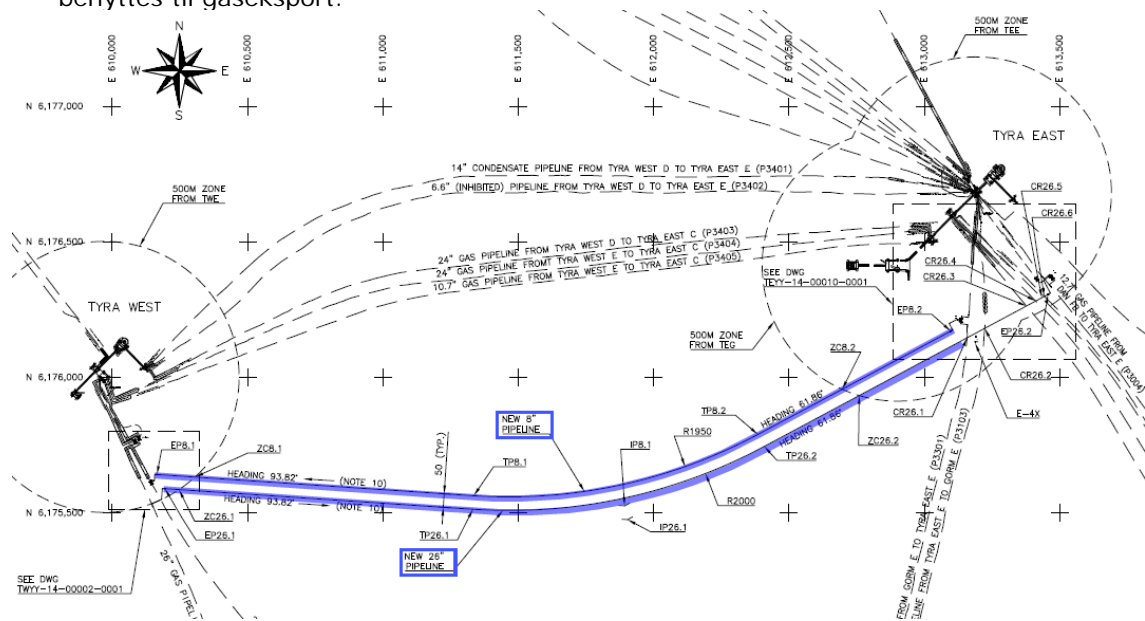
Ombygningen af rørledningen vil blive udført som vist i Figur 3-15:

- Et 26"-omløb på ca. 3,4 km vil blive anlagt mellem Tyra Øst og Tyra Vest via tie-in til en 12"-rørledning (P3004) ved Tyra Øst og en 26"-rørledning (P3406) ved Tyra Vest. Den nuværende gaseksport fra de sydlige felter sker fra Halfdan gennem en 24"-rørledning (P4307) til Tyra Vest og videre til Tyre Øst via en 24"-rørledning (P3404) og via en 30"-rørledning til Nybro. Den nye rørledning er nødvendig for at kunne eksportere gassen under anlægsarbejdet ved Tyra Future.

Efter gennemført genopbygning bliver 26"-omløbet afviklet fra 12"-rørledningen og sluttet til den nye riser ved TEE. De sydlige felter vil fortsat anvende 12"-rørledningen (P3004) til gaseksport til Nybro.

- En midlertidig 8"-rørledning på ca. 3,1 km vil blive anlagt mellem P4307 og 8"-rørledningen (P3301) til Gorm for at sikre brændstofforsyningen til Gorm i den periode, hvor Tyra ikke er i

drift, når gaseksporten via NOGAT er sat i værk, og 24"-rørledningen (P4307) ikke længere benyttes til gaseksport.



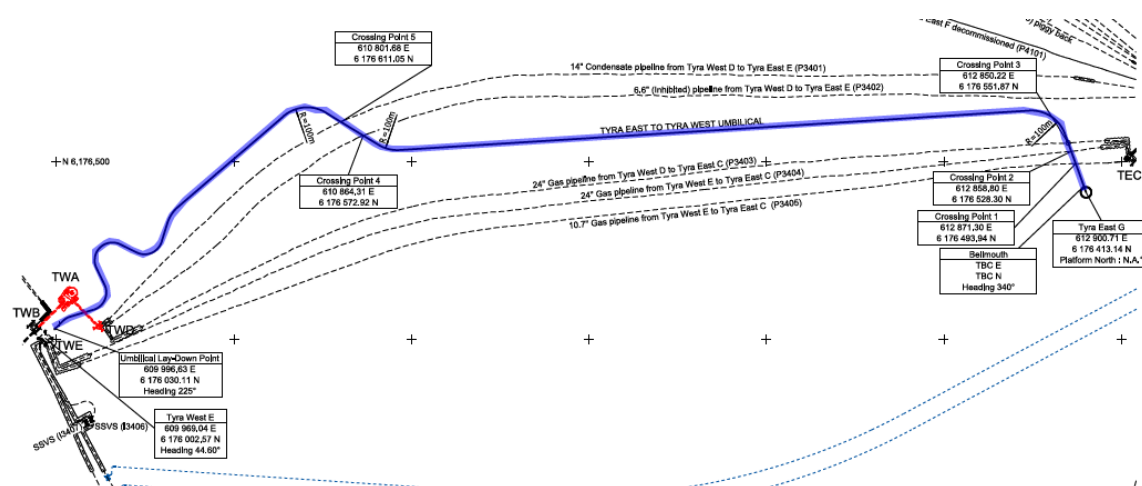
Figur 3-15. Midlertidige rørledninger

Rørledningerne bliver nedgravet.

Sammenkoblingen af rørledningen til eksisterende rørledninger etableres ved hjælp af en T-forbindelse, og der monteres ventiler til styring af flowet gennem hovedledningen eller omløbet. Omkring sammenkoblingen installeres en beskyttende struktur, som skal værne ventilerne mod påvirkninger fra f.eks. trawl og nedkastede genstande. De undersøiske rørstykker forbundet til det undersøiske ventilsystem bliver beskyttet ved hjælp af placerede sten.

Der skal etableres fire strukturer, alle inden for sikkerhedszonen på 500 m omkring platformene. Konstruktionerne bliver fastgjort til havbunden ved hjælp af pæle, der er 24" i diameter og rammet ca. 10 m ned i havbunden. Anlægget etableres ved hjælp af et CSV (Construction Support Vessel). Etableringen af ét anlæg varer typisk ca. 36 timer.

Tyra Vest forsynes med strøm og kemikalier via en ny 6,5"-tilførselsledning på 3,5 km, som anlægges mellem Tyra Øst og Tyra Vest (se Figur 3-16). Tilførselsledningen nedgraves.



Figur 3-16. Tilførselsledning mellem Tyra Øst og Tyra Vest

3.2.2 Brønde

Af de 36 brønde ved Tyra Øst vil 28 blive lukket midlertidigt (21 TEB, 7 TEC), og 8 vil blive afviklet (3 TEB, 5 TEC).

Af de 36 brønde ved Tyra Vest vil 30 blive lukket midlertidigt (11 TWB, 19 TWC), og 6 vil blive afviklet (1 TWB, 5 TWC).

Som forklaret i afsnit 3.1.3, er visse af de oprindelige brøndslots endnu ikke boret. I forbindelse med Tyra Future-genudviklingsprojektet er der aktuelt ingen planer om at producere fra alle brønde, da flere af brøndene allerede er tomme. Det er dog stadig en mulighed at bore nye produktionsbrønde som erstatning for tomme brønde.

3.2.3 Transport

Transporten af nye anlæg fra fabrikken til Tyra-feltet foregår typisk på pramme, der bugseres fra kysten til anlægsstedet. Der er endnu ikke truffet beslutning om oprindelseslandet for de nye anlæg, men det forventes, at der for TEG- og TEH-topsides vil være tale om et asiatisk land, og at der for TEB-, TEC-, TWB-, TWC-topsides og TEG- og TEH-jackets vil være tale om et europæisk oprindelsesland.

Transport- og installationsopgaverne er beskrevet i det tekniske afsnit: rørledninger og konstruktioner (bilag 1) og /183/.

3.2.4 Afvikling

I alt fem platforme og jackets skal afvikles: TEA, TED, TEF, TWA og TWD. Jackets fra de øvrige platforme: TEB, TEC, TEE, TWB, TWC og TWE vil blive genbrugt, dog ikke topsidemodulerne, som vil blive udskiftet. En oversigt over anlæg og deres vægt (ca. tør vægt, vægt af rent stål) fremgår af Tabel 3-5.

Tabel 3-5. Anlæg og deres vægt

	Topside Vægt (ton)	Jacket	
		Ben (antal)	Vægt (ton)
TEA	14.832	8	6.578
TED	170	3	690
TEF	2.359	3	1.476
TWA	8.021	4	2.826
TWD	241	3	1.076
TEB	1.227		Jackets, der skal genbruges
TEC	869		
TEE	1.224		
TWB	719		
TWC	932		
TWE	4.337		

Platformene renses med henblik på så vidt muligt at opnå kulbrintefrie forhold til etablering af en kold platform. Farlige stoffer identificeres og sikres. Alle platforme i feltet lukkes ned samtidig for at opnå et sikkert arbejdsmiljø og for at minimere samtidige arbejdsoperationer og reducere interfaces. Anlæggene udleveres til underleverandører, der udfører offshore nedtagning og onshore behandling.

Afviklingsarbejdet udføres i faser, der består af installationer, der er ensartede og uafhængige, hvilket giver alle potentielle underleverandører mulighed for at udføre forskellige dele af

projektet. I forbindelse med prækvalifikation og udbudsrunderne opfordres nedtagningsvirksomhederne til at udvikle innovative, sikre og effektive løsninger til udførelse af opgaven. Fjernelsen af mindre installationer bliver udført som enkeltoperationer, og de to større behandlings- og beboelsesmoduler kan enten fjernes i overensstemmelse med industristandarder i små dele, omvendt installation eller som single lift.

Alle installationer transporteres i land til behandling. Behandlingen udføres i overensstemmelse med affaldshierarkiet, og der tilstræbes forskellige muligheder for genbrug og genanvendelse af udstyr og materialer.

Følgende rørledninger skal ikke bruges længere og vil blive afviklet, se Figur 3-17:

P3401, 14", 3 km gasrørledning fra TWD til TEE

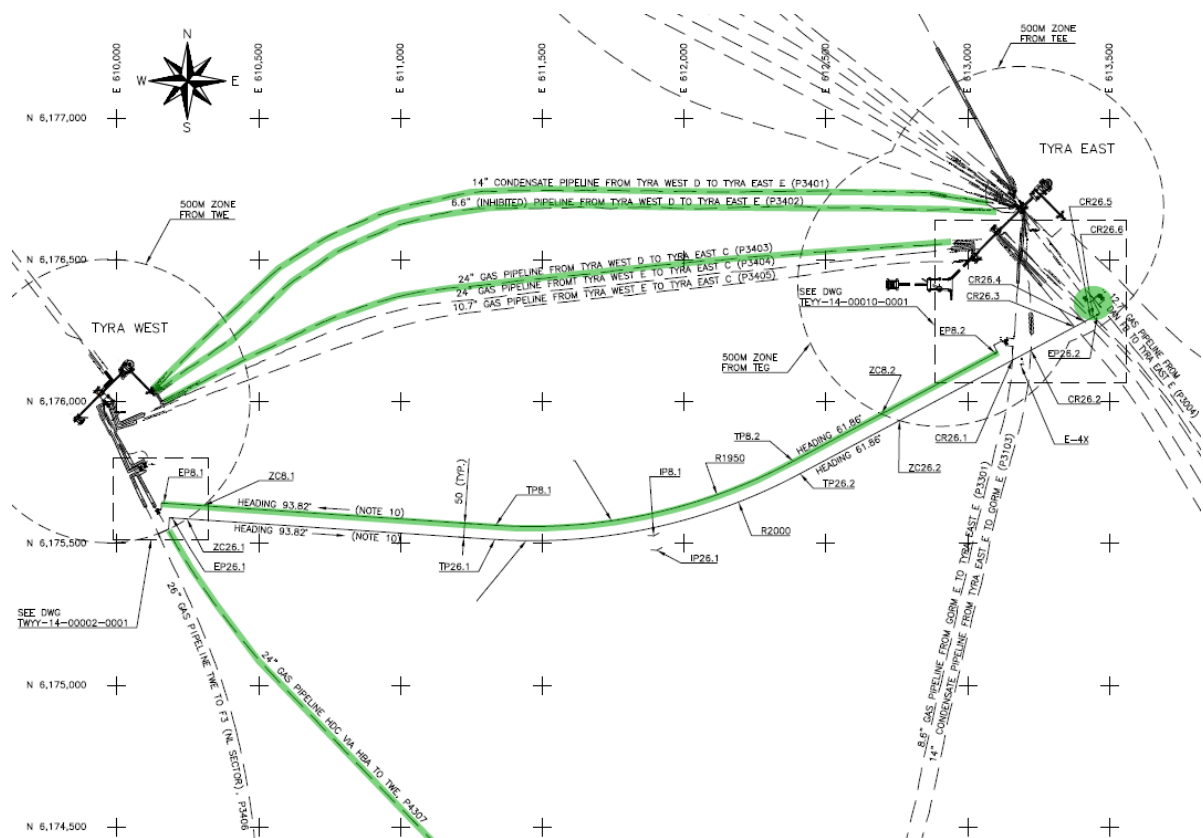
P3402, 6", 3 km kondensatrørledning fra TWD til TEE

P3403, 24", 3 km gasrørledning fra TWD til TEC

P4307, 30 km gasrørledning fra Halfdan til TWE

8"-gasrørledning fra Tyra Vest til Tyra Øst (midlertidigt omløb)

Afsnit af 26"-gasrørledning fra Tyra Øst (P3004) til Tyra Øst (NOGAT) (midlertidig rørledning)



Figur 3-17. Rørledninger, der skal afvikles

Afviklingsmetoder

Afviklingsmetoderne udføres generelt som beskrevet i de tekniske afsnit, bilag 1.

De specifikke afviklingsopgaver skitseres nedenfor. De er baseret på specifikke afviklingsprogrammer/175/.

3.2.4.1 Platforme

Rengøring

Platformene lukkes ned efter endt produktion for at fjerne eller sikre farlige stoffer og etablere sikre forhold for det forberedende arbejde og affaldshåndtering.

Brøndene forsegles med midlertidige plugs, og ventiltræerne fjernes.

Platformene lukkes systematisk ned, og urenheder i rørledninger, beholdere og udstyr bliver identificeret, rengjort og sikret. Forurenende stoffer bliver sendt i land i den originale emballage til genbrug. Skyllenvand og tilbageværende materialer i rørledninger og beholdere bliver behandlet i det eksisterende vandbehandlingssystem eller sendt via rørledninger til en anden platform og vil blive bortskaffet i havet i overensstemmelse med udledningstilladelser. Reststoffer som ikke kan benyttes offshore bliver sendt i land til bortskaffelse, hvis der ikke er andre muligheder.

Efter en indledende gennemskylning bliver udvalgte systemer damprenset for at opnå kulbrintefrie forhold. Affaldsstoffer fra rengøring og rengøringsvand bliver behandlet i et rensningsanlæg eller sendt i land.

Fjernelse

Alle topsides, broer og jackets, der ikke genbruges, fjernes. Systemerne isoleres, og udstyr og kabler frakobles som forberedelse til fjernelse. Fjernelsesmetoden er inddelt i tre grupper:

Gruppe 1: Brøndhoved og broer, der er relativt lette konstruktioner, vejer mellem 180 tons og 3.660 tons. Topsides skæres af jackets og løftes i single lift over i fartøjer med henblik på transport i land.

Gruppe 2: Produktions- og beboelsesplatformene TEA og TWA vejer henholdsvis 16.000 tons og 7.500 tons. Der opereres med to modeller for fjernelse: single lift eller piece large. Piece large kræver fjernelse ved flere løft, svarende til den oprindelige installering. Det tungeste løft af topsiden er på ca. 3.100 tons.

Gruppe 3: Jackets vejer fra 500 tons til 3.500 tons. Jackets fjernes ved single lift over i fartøjer med henblik på transport i land.

Bortskaffelse og genanvendelse i land

De fleste konstruktioner bliver lastet på pram eller fartøj og transporteres derefter i land med henblik på bortskaffelse på et affaldsanlæg i land. Her bliver konstruktionerne demonteret, ophugget og renses, og materialerne genbruges eller sendes til videre affaldsbehandling. Mærsk Olie vil sikre at modtageren har de nødvendige tilladelser til at udføre arbejdet.

3.2.4.2 Rørledninger

To alternative metoder til afvikling af rørledninger blev vurderet og sammenlignet /188/: at fjerne anlægget eller at efterlade anlægget ("leave in place"). Formålet med den sammenlignende vurdering var at evaluere den bedste afviklingsmetode med hensyn til sikkerhed, miljømæssige, tekniske, samfundsmæssige og økonomiske kriterier. Muligheden med at efterlade anlægget omfatter fjernelse af alt, hvad der befinder sig over havbunden, forsegling og overdækning af rørender med sten. Det konkluderes, at muligheden med at efterlade anlægget er mere sikker, har færre miljøindvirkninger, er teknisk mindre kompliceret og er forbundet med lavere økonomiske omkostninger end en fjernelse.

Aktiviteterne i forbindelse med en afvikling, hvor anlægget efterlades, omfatter rengøring ved hjælp af vandgennemskylning, demontering af rørledninger fra risere, fjernelse af ventilstationer, forsegling og tildækning med sten af rørledningsender og overvågning af de afviklede rørledninger.

3.2.4.3 Affaldshåndtering

En materieltegnelse udarbejdes som led i afviklingsprogrammet /176/ /177/. Materialerne inddeles i affaldstyper som vist i Figur 3-18.

Alle platformens materialer transporteres til et godkendt affaldsanlæg i land med henblik på klassificering og kildesortering. Affaldet vil blive bortskaffet i henhold til affaldshierarkiet hvor genbrug af materialer vil blive prioriteret. . Generelt bliver farligt affald på platformene forsejlet på stedet offshore for derefter at blive transporteret til et affaldsanlæg i land, hvilket er mere sikkert og omkostningseffektivt. Alle grænseoverskridende transporter af farlige materialer til affaldsanlæg gennemføres efter godkendelse og indgivelse af de krævede oplysninger til de nationale myndigheder. Nedenfor følger en oversigt over de vigtigste affaldsstrømme.

Farligt affald klassificeres efter indholdet af farlige stoffer i henhold til den europæiske affaldsliste /192/, baseret på prøver, der er udtaget fra materialerne og analyseret på et godkendt laboratorium. Affaldet bliver fjernet, emballeret og transporteret til et affaldsbehandlingsanlæg for nyttiggørelse, forbrænding eller deponi. Midlertidig opbevaring af farligt affald underkastes kontrol.

Behandlingsrørsystemet bliver rengjort for kulbrinterester ved hjælp af HP-jetting eller damprensning for at opnå en renhed, der er velegnet til genanvendelse af metal. Potentiel NORM- og Hg-forurening bliver fjernet og indsamlet.

Proceskemikalier benyttes hovedsagelig til støtte af processer inden for forskellige anvendelsesområder, som f.eks. rensningsstoffer, inhibitorer, biocider og rengøringsmidler, og i forbindelse med forskellige støttefunktioner, som f.eks. temperaturstyring. Kemikalierne er normalt syrer, baser og organiske opløsningsmidler, som f.eks. MEG, glykol og metanol. Proceskemikalierne bliver så vidt muligt returneret i land i de originale forsendelser.

Olier og brændstoffer bruges som smøremidler og energikilde i turbiner og findes i roterende udstyr, hydrauliske systemer og motorer. Generelt er disse produkter veldefinerede og befinder sig i indkapslede beholdere som en del af et udstyr. Det skal bemærkes, at spildolie ofte er en kompleks blanding af paraffinholdige, naftenholdige og aromatiske oliekuilbrinter, der kan indeholde én eller flere farlige stoffer, som f.eks. kræftfremkaldende forbindelser. Spildolie og brændstoffer skal aftappes og transporteres i land med henblik på affaldsbehandling.

Lukkede radioaktive kilder såsom måleudstyr, niveautransmittere, røgalarmer og små mængder radioaktivt materiale i selvlysende skilte bliver indsamlet og behandlet på særligt godkendte deponeringsanlæg.

Farlige fibre, som f.eks. asbest- og keramiske fibre, anvendes normalt i en række forskellige bygnings- og isoleringskonstruktioner på offshoreplatforme på grund af deres brandsikkerhed, isoleringsevne, kemiske modstandsdygtighed og trækstyrke. Asbest kan være blandet med andre materialer, som f.eks. cement i brandmure, eller vævet ind i stoffer, som f.eks. rørforseglinger og pakninger. Det må forventes, at der findes skjult asbest, idet registrering af asbest ofte er sparsom, og der ofte mangler original dokumentation fra forhandler.

Farlige bygningsmaterialer findes inden for en række forskellige områder. Prioriterede kemikalier, som f.eks. PCB og klorholdig paraffin, kan forefindes i forseglingsmiddel (fugemasse) og kølevæsker. Bromerede flammehæmmere og ftalater forefindes typisk i skumplast, rørisolering og gulvbeklædning. Tilsætningsstoffer med tungmetaller kan forefindes i plastik og maling.

Malingssystemer kan indeholde flere forskellige typer farlige materialer, som f.eks. tungmetaller, asbest, PCB og polyuretan. De fleste malingsystemer indeholder polyuretan, der udvikler isocyanat, når det udsættes for varmebehandling (skærebrænding). Malet stålskrot vil blive klassificeret og behandlet i overensstemmelse med affaldsrammedirektivet, på baggrund af en kemisk analyse og vurdering af den samlede risiko. Der kan derfor forekomme maling i det stålskrot, der leveres til omsmelting i overensstemmelse med praksis i industrien.

WEEE holdes adskilt fra andet affald og leveres til materialenyttiggørelse. Farlige stoffer, som f.eks. tungmetaller, asbest, flammehæmmere og plastik, bliver fjernet, og værdifulde spormetaller og legeringer genindvindes.

Størstedelen af materialerne på platformene er ikke-farligt affald, som f.eks. metalskrot og forskellige bygningsmaterialer. Disse materialer bliver sorteret på affaldsanlægget i land og genindvindes i overensstemmelse med affaldshierarkiet til den rene mest mulige affaldskategori. Efter at have udtømt mulighederne for genbrug, bliver metalskrottet sorteret og behandlet til genanvendelse. Andre materialer, som f.eks. plastik, glas, beton, træ og papir bliver sorteret med henblik på materialenyttiggørelse. Bortskaffelse af marin vækst omfatter nyttiggørelse eller genanvendelse.

Nyttiggørelse af brændbart affald til energi og inert affald til deponi minimeres så vidt muligt. Efter gennemførelse af alle andre behandlingsformer vil restmaterialer, som f.eks. blandet brændbart affald, der ikke er velegnet til materialenyttiggørelse, og brandbeskyttelse af letbeton og isoleringsmaterialer af mineraluld så vidt muligt blive brændt eller når dette ikke er muligt deponeret på affaldsanlæg.

Tabel 3-6. Oversigt over metoder til administration af strømmen af farligt affald

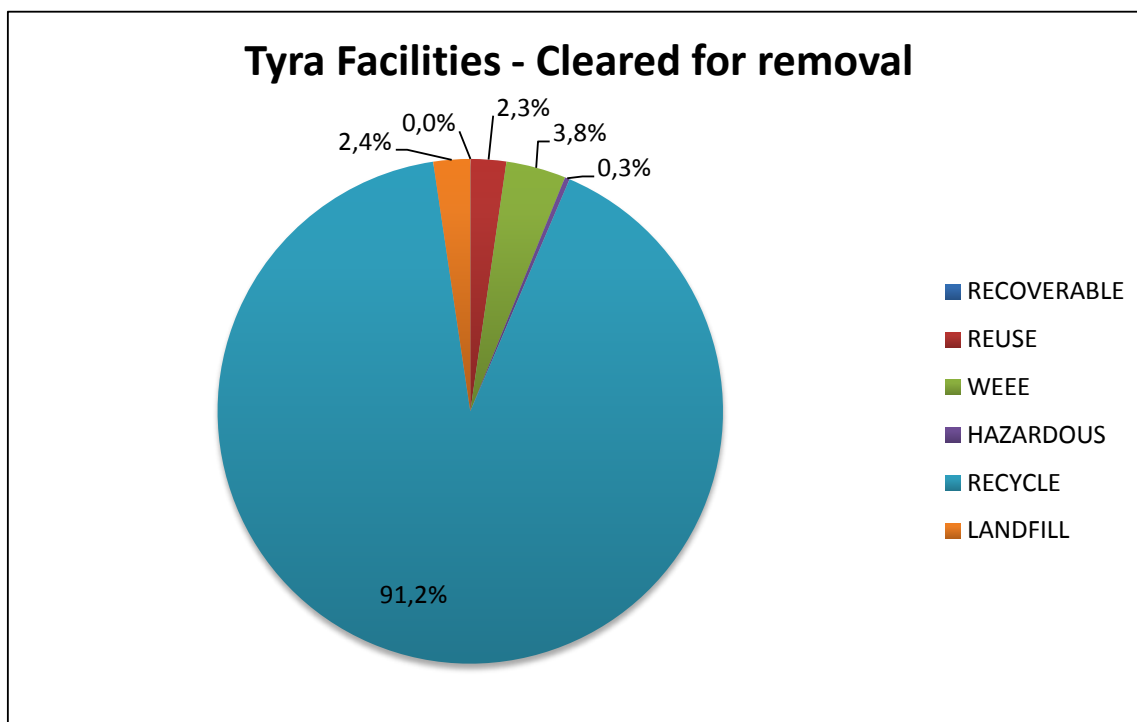
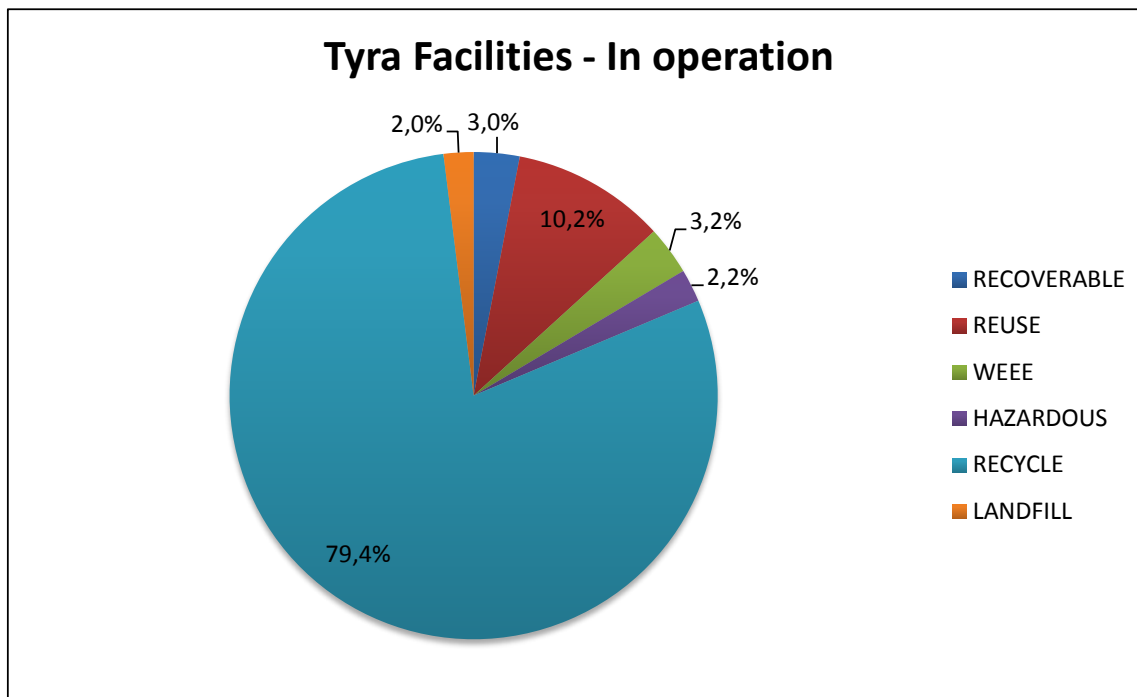
Affaldsstrøm	Metode til fjernelse og deponi
Kulbrinter	Kulbrintevæsker fra procesrør, beholdere og tanke aftappes og overføres til Gorm. Processystemerne gennemskylles med havvand. Der gennemføres yderligere rengøring i udvalgte områder afhængigt af fjernelsesmetode. Der udføres efter behov yderligere dekontaminering onshore inden genindvinding/genanvendelse.
Potentielle kemisk forurenende stoffer: NORM og Hg	Potentiel NORM- og Hg-forurening bliver identificeret offshore og opbevaret "in situ" med henblik på behandling på et affaldsanlæg onshore inden genindvinding/genanvendelse. Affald bliver deponeret på et særligt godkendt deponeringsanlæg.
Proceskemikalier	Rensningsstoffer, inhibitorer, biocider, rengøringsmidler og organiske opløsningsmidler, som f.eks. MEG, glykol og metanol transporteres så vidt muligt i land i de originale forsendelser. De tilbageværende stoffer bliver fjernet på affaldsanlægget onshore.
Olier og brændstoffer	Smøremidler, som f.eks. motorolie og hydraulikolie, vil hovedsagelig blive forseglet og opbevaret "in situ" med henblik på bortskaffelse på et affaldsanlæg i land. Brændstoffer bliver aftappet og transporteret i land med henblik på bortskaffelse. Olier og brændstoffer leveres til materialenyttiggørelse eller destrueres ved forbrænding.
Asbest og keramiske fibre	Potentiel asbest, som f.eks. CAF-pakninger og Bestobells-rørforsegling og keramiske fibre i isolering i branddøre, afmonteres og opbevares på stedet med henblik på bortskaffelse på et affaldsanlæg i land og deponering på et deponeringsanlæg.
Farlige anlægsmaterialer	BRF'er i rørisolering, ftalater i gulvbelægninger, klorholdige paraffiner og PCB-pakninger bliver identificeret offshore. Materialerne forbliver "in situ" med henblik på fjernelse ved hjælp af manuel dekontaminering på et affaldsanlæg i land og destrueret ved forbrænding.
Maling	Malet stålskrot leveres til genindvinding. Der er ikke yderligere krav til rengøring. I sikkerhedsprocedurerne bliver opmærksomheden rettet mod varmeudviklende arbejde på malede overflader, der forårsager udvikling af isocyanatholdig røg.
WEEE	Elektriske kabler, udstyr og efterladte dele dekontamineres ved manuel bortskaffelse på et affaldsanlæg i land. Via national affaldsrute for WEEE

Tabel 3-7. Oversigt over metoder til administration af strømmen af ikke-farligt affald

Oversigt over metoder til administration af strømmen af ikke-farligt affald	
Affaldsstrøm	Metode til fjernelse og deponi
Metalskrot	Adskilles fra andre anlægsmaterialer og behandles, indtil det er egnet til genanvendelse. Metalskrot anses ikke længere for affald i henhold til affaldsrammedirektivet.
Sorterede materialer	Affaldsfraktioner, som f.eks. plastik, glas, beton, træ og papir, sorteres med henblik på materialenyttiggørelse.
Marin vækst	Fjernelse af større mængder marin vækst i land. Mindre mængder fjernes offshore for at muliggøre ituskæring og løft. Behandlingen sker efter aftale med myndigheder og i overensstemmelse med lokal praksis. Mulig behandling afhængigt af affaldshierarkiet: nyttiggørelse, genanvendelse, deponering, kompostering, markspredning eller fortsat fastgørelse til jacket med henblik på stålsmelting.
Blandet brændbart affald	Blandet brændbart affald, der ikke er egnet til materialenyttiggørelse, som f.eks. blandede byggematerialer, GRP-skabe og kabelisolering, leveres til energinyttiggørelse ved forbrænding.
Inert affald	Tilbageværende materialer, når alle andre nyttiggørelsesmuligheder er anvendt, består af blandet stenuldsisolering, brandsikring af letbeton og restmaterialer fra skrotningsarbejdet. Disse materialer vil blive behandlet i overensstemmelse med affaldsrammedirektivet

Ifølge indledende materialeundersøgelser vil afviklingen af anlæggene (topsider og jackets) generere ca. 60.000 tons affald i hovedkategorierne: forberedelse med henblik på genbrug, genanvendelse, anden nyttiggørelse og bortskaffelse. Dette omfatter ikke marin vækst, der anslås at udgøre ca. 2.500 tons. Når anlæggene er forberedt til afvikling, vil vægten være faldet til ca. 51.000 tons. Den procentvise vægtfordeling vises i Figur 3-18.

Bemærk, at affaldsvægten og materialeanalysen repræsenterer foreløbige vurderinger af sorteringen i forskellige affaldstyper (kortlægning på niveau 1). I forbindelse med det næste kortlægningsniveau og i sidste ende på destruktionsanlægget vil de farlige affaldsrester blive raffineret, og genvindingsandelen forventes at stige. WEEE-affaldstypen vil i denne niveau 1-kortlægning f.eks. omfatte stålbacker og kobber fra kabler, der kan genvindes.



Figur 3-18. Analyse af Tyras affald og materialer, i driftstilstand og tømt til fjernelse, vægt %

Der skal iværksættes en plan for affaldshåndtering for at opnå sikker håndtering af materialer, optimere genvinding og minimere den mængde affald, der klassificeres som farligt og inert affald til deponi.

3.3 Tyra-drift indtil 2042 – nye anlæg

3.3.1 Beskrivelse af nye anlæg

Efter Tyra Future-gendviklingen består de nye anlæg af:

Tyra Øst:

TEG	Central behandlingsplatform
TEH	Beboelses- og hjælpeplatform
TEC	Brøndhoved- og riser-platform
TEB	Brøndhoved- og riser-platform
TEE	Riser-platform med modtageanlæg og slug catchers

Tyra Vest:

TWC	Produktionsplatform
TWB	Produktionsplatform, indgående risere og kabel J-rør
TWE	Riser-platform med landgang

Den generelle plan fremgår af Figur 3-12.

Satellitter: Tyra Sydøst, Roar, Valdemar og Svend: Her er der ikke planlagt genudvikling inden for Tyra Future-projektet. Anlæggene forbliver i drift som under eksisterende forhold (se afsnit 3.1.2.2-3.1.2.5). Planlagte aktiviteter ud over Tyra Future-genudviklingen er beskrevet i 3.4.

3.3.2 Brønde

Efter genudviklingen af Tyra Future vil der være 38 producerende platforme, 20 suspendede brønde og 14 forladte brønde:

18 brønde genåbnes som producerende brønde efter genudvikling (15 TEB, 3 TEC), mens 10 bliver efterladt suspendede (6 TEB, 4 TEC), og 8 forlades (3 TEB, 5 TEC).

20 brønde genåbnes som producerende brønde efter genudvikling (6 TWB, 14 TWC), mens 10 bliver efterladt suspendede (5 TWB, 5 TWC), og 6 forlades (1 TWB, 5 TWC).

3.3.3 Produktion

3.3.3.1 Proces

Hovedfunktionerne på procesanlæggene er:

- Separation af produceret gas, olie og vand
- Komprimering og behandling af den kombinerede DUC-salgsgasstrøm til salgsspecifikation og eksport til markederne
- Forsyning af Tyra og Tyras satellitfelter med løftegas
- Afvanding og stabilisering af Tyra Asset-olieproduktion til transport og salgsspecifikation og overførsel til Gorm E
- Rensning af produceret vand til specifikationer, der er acceptable for udledning i havet

Den gasdominerede satellit- og lokale brøndvæskestrømme samles i LP-gasseparatoren på TEG-platformen. Gassen komprimeres nedstrøms i forhold til LP-gasseparatoren, hvorefter den dehydreres, og HC-dugpunkt kontrolleres til salgsspecifikationerne og eksporteres i komprimeret form. Dehydreret gas komprimeres til løftegas-cirkulation. Importeret kølet gas fra Harald ledes ind nedstrøms i forhold til LP-kompressoren. Importeret dehydreret gas fra Dan/Halfdan ledes ind nedstrøms i forhold til dehydreringskolonnen. Konfigurationen i hovedgasstrømmen antages at være 1 x 100 % med undtagelse af HC-dugpunktbehandling af gas og eksportkompressorer, der antages at være 2 x 50 %.

De væskedominerede væskestrømme fra satellitbrønde samles i væske-slug catchere ved TEE. Væskerne opvarmes nedstrøms i forhold til væske-slug catchere og afvandes i væskeseparatorerne, hvorefter de stabiliseres i to trin, så de overholder salgsspecifikationerne og pumpes over til Gorm. Flash gas fra vækestabilisering komprimeres til 2 x 100 % flash gas-kompressorer og ledes til indgangen af LP-gasseparatoren. Væsker fra LTS og scrubbere ledes til vækestabilisering. Produceret vand behandles til udledningsspecifikation.

Gaseksporten vil ske fra TEE-plattformen til Nybro ved hjælp af den eksisterende 30"-rørledning. Eksporten af kondensat vil ske fra TEE til Gorm ved hjælp af den eksisterende 14"-rørledning (P3103). I den endelige konfiguration vil den eksisterende 12"-rørledning mellem Dan og TEE (P3004) og den 8"-rørledning mellem Gorm og Tyra Øst E blive ført tilbage til den oprindelige funktion.

Der vil blive installeret nye risere til betjening af Harald-, Svend- og Adda-produktion på TEE. Gorm vil fortsat modtage brændstof fra Tyra Øst via P3301.

Den dehydrerede gaseksport fra Dan og Halfdan bliver eksporteret fra Dan FB til TEE via P3004.

Efter gen-udviklingen vil Tyra Vest modtage strøm, styring og kommunikation via kabel fra Tyra Øst. Tyra Vest vil fortsat modtage gas fra Valdemar A-feltet. Gassen vil dog blive ledt til Tyra Vest-produktionen og eksporteret til Tyra Øst.

Den multiphase, der produceres på TWC og TWB, samles i produktionsmanifolden på TWB og eksporteres derefter fra TWE til Tyra Øst med henblik på behandling. Gas, der er produceret på Valdemar, modtages på TWB og eksporteres fra TWE til Tyra Øst sammen med den producerede multifase fra TWB og TWC. Løftegas til TWB og TWC forsynes fra Tyra Øst.

Produktionskemikalier bruges til at optimere behandlingen, og der vil forekomme spor af kemikalier og olie i det producerede vand (PW), der udledes, jf. afsnit 3.4. Siden 2008 har Maersk Oil planlagt udfasningen af røde kemikalier, som indeholder komponenter, der bioakkumuleres eller nedbrydes langsomt (afsnit 8.1.3). Der udledes i øjeblikket ca. 70.000 BWPD produceret vand i havet ved Tyra.

Det udledte vand indeholder ca. 9 mg/l olie, hvilket betyder, at der udledes 37 tons olie pr. år i havet sammen med det producerede vand. Det producerede vand fra olie- og gasproduktion fra Tyra-anlægget forventes at ligge på ca. 95.000 BWPD efter Tyra Future-genudviklingen, og den forventes at overholde et mål om et månedligt gennemsnit på 6 mg/l olie i vandet. Målet om 6 mg/l er afledt af antagelsen om at der udledes 37 ton olie med det producerede vand per år samt en maksimal rate af udledt vand fra de nye faciliteter (design kapaciteten af procesfaciliteten for produceret vand) med 91 % optimum.

Maersk Oil vurderer løbende de bedste praktiske muligheder for at reducere de risici og virkninger, der er knyttet til udledninger af produceret vand (se afværgeforanstaltninger i afsnit 8).

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

3.3.3.2 Behandlingskapacitet

Behandlingskapaciteten på Tyra-anlægget og Tyra Future-genudviklingen er vist i Tabel 3-8.

Tabel 3-8. Behandlingskapacitet på Tyra-anlægget og Tyra Future-genudvikling

Proces	Enhed	
Produktion af HC-væske	BOPD	40.000
Gasproduktion, salgsgas	MMscfd	300
Gasproduktion, løftegas	MMscfd	140
Vandproduktion	BWPD	115.000

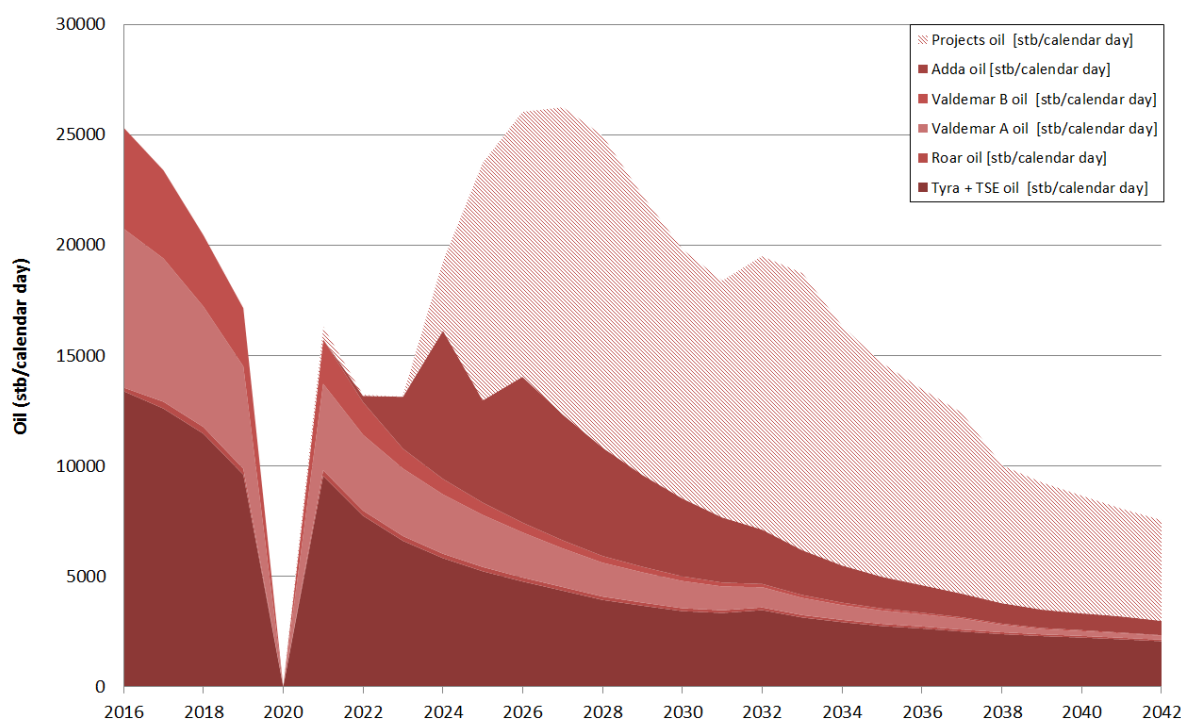
De nye Tyra faciliteter vil behandle gas fra Tyra og satellitter samt modtaget gas fra Harald og olieløfterne. Derfor kan det ikke forventes at hele proceskapaciteten vist i tabellen ovenfor er til rådighed for udviklingen af planlagte Tyra projekter.

3.3.3.3 Produktionsprofiler

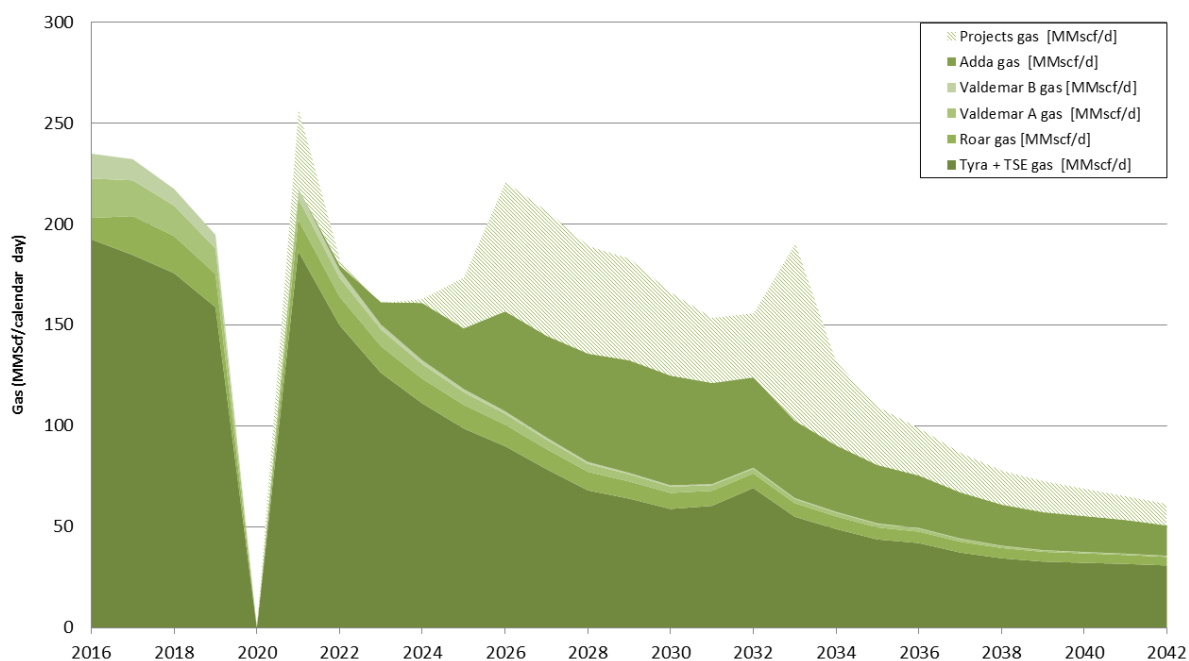
Produktionen startede på Tyra i 1984, Valdemar i 1993, Roar i 1996, Svend i 1996 og Tyra Sydøst i 2002. Produktionen på Tyra udgør for perioden 1984-2014 i alt 342 mio. tønder olie (stbo) og 4.472 mia. standardkubikfod gas. Den samlede årlige produktion fra TYRA-projektet toppede omkring 2005, og der sker nu løbende et naturligt fald. Dette er tegn på, at størstedelen af felterne har nået en relativt moden fase i produktionscyklussen. I 2015 havde TYRA en årlig produktion på 4 mio. tønder olie og 64 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 væske-separation og -behandling bliver mere krævende. Samtidig falder den samlede mængde væske, der skal behandles. Behandlingen er nødvendig for at få separeret den væske, der hentes op fra reservoirerne. Separation af olie, gas og vand sker normalt over flere trin ved hjælp af tyngdekraft.

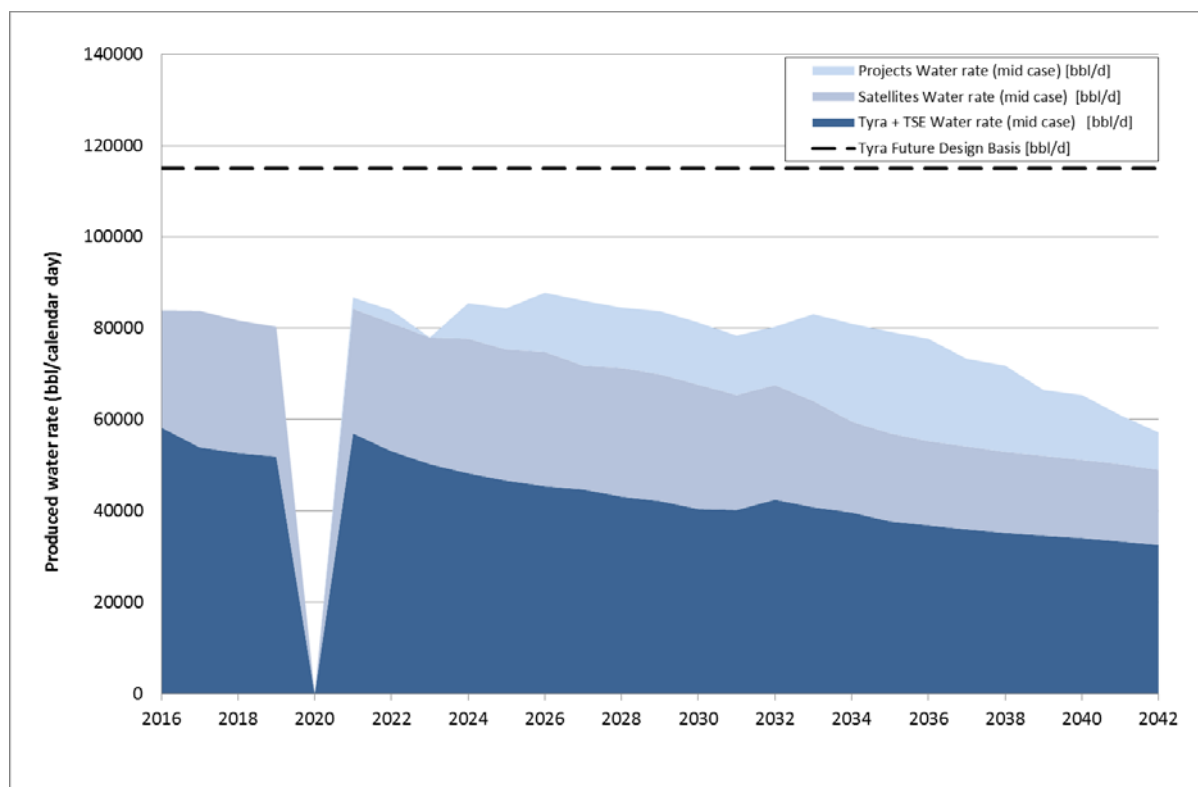
Den forventede produktion af olie, gas og vand fra TYRA-projektet fremgår af Figurerne 3-20 til 3-22. Produktionen bliver stoppet i 2020 i forbindelse med det omfattende genudviklingsarbejde. Der er i øjeblikket ingen re-injektion af vand som del af TYRA-projektet.



Figur 3-20. Den samlede forventede produktion af olie fra TYRA-projektet i standardtønder pr. dag (oppetid 90 %)



Figur 3-21. Forventet produktion af gas fra TYRA-projektet i mio. standardkubikfod pr. dag (opetid 90 %)



Figur 3-22. Forventet produktion af vand fra TYRA-projektet i standardtønder pr. dag. Der gennemføres ingen re-injektion, og alt produceret vand udledes (opetid 90 %)

Maersk Oil benytter produktionskemikalier (f.eks. midler til fjernelse af svovlbrinte og biocider) til at optimere behandlingen af den producerede væske. Kemikalier er påkrævet for at opnå en effektiv separation af olie og vand, idet koncentrationen af olie herved reduceres i det producerede vand, der udledes. De tekniske afsnit i bilag 1 indeholder en fortegnelse over de væsentligste kemikalier, som Maersk Oil benytter, og deres generelle anvendelse og opdeling i

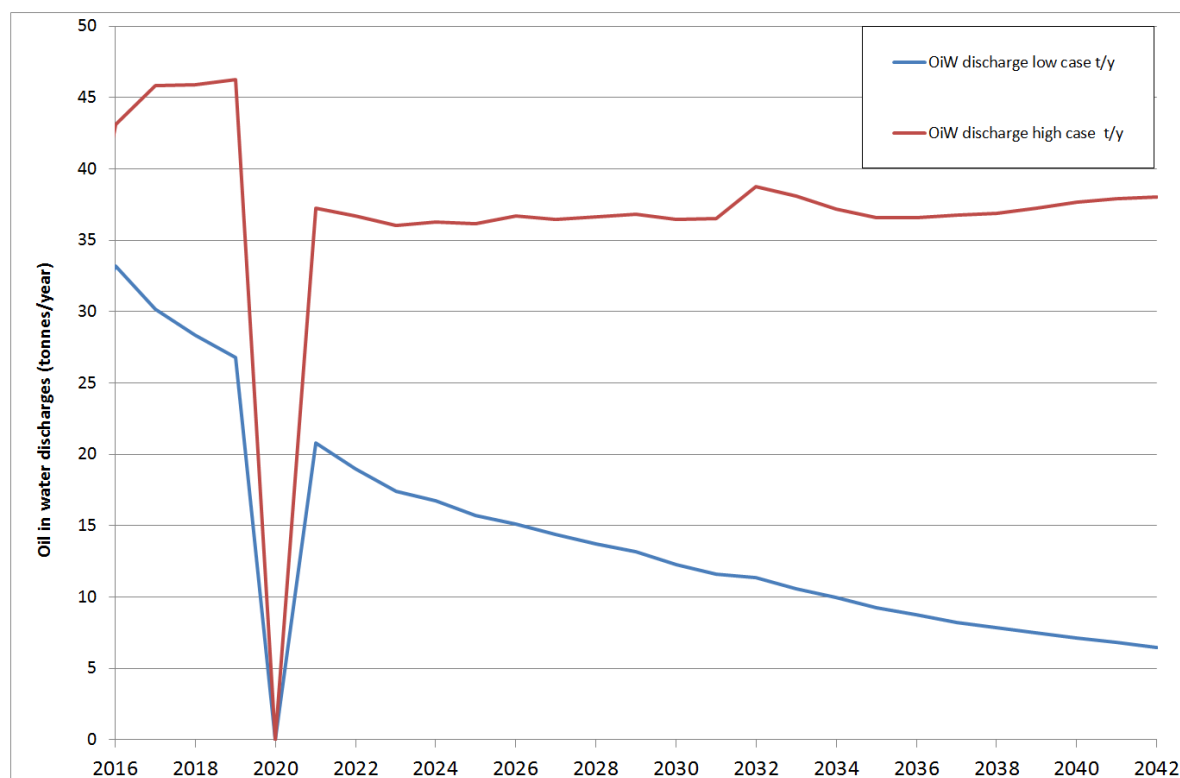
vand-/oliefasen. En del af olien og kemikalierne indgår i det behandlede producerede vand, der udledes. Udledning af produceret vand til havet er kun tilladt efter godkendelse fra Miljøstyrelsen.

Mængden af anvendte kemikalier afhænger af produktionen og mængden af produceret vand. 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 perioden 2012-2015 indgik ca. 4.250 tons kemikalier i produktionen ved TYRA-projektet, og det anslås, at der blev udledt 3.950 tons kemikalier i havet.

I fremtiden vil Maersk Oil fortsat mindske 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. Den nyeste udledningstilladelse kan ses på Miljøstyrelsens websted.

Olieindholdet i produceret vand er reguleret af Miljøstyrelsen på grundlag af OSPAR-bestemmelserne. Maersk Oils udledningstilladelse indeholder et loft for olieudledning med udledning af produceret vand fra de nuværende Maersk Oil-anlæg. I 2016 er loftet sat til 202 tons. TYRA-projektet bidrager til den samlede mængde olie i udledningerne af produceret vand til havet. Det anslås, at olieudledningerne ved TYRA udgør mellem 35 og 65 tons indtil 2020 og mellem 20 og 50 tons efter Tyra Future-genudviklingen (lav og høj, Figur 3-23).



Figur 3-23. Olie i vandudledning, høj og lav-prognoser baseret på høj og lav-prognoser for produceret vand. Olie-i-vand-indholdet forventes gennemsnitligt at være 8 mg/l indtil 2019 for eksisterende faciliteter og 6 mg/l efter Tyra Future-genudviklingsprojektet er gennemført.

I de seneste fem år har olieudledningen fra Tyra ligget stabilt under 40 tons/år. Mængden af produceret vand efter Tyra Future-genudviklingen forventes potentielt at stige til ca. 100.000 BWDP, men målet er at fastholde eller reducere den samlede olieudledning ved hjælp af en pakke

til behandling af produceret vand udviklet til at kunne reducere olie-i-vand-koncentrationen til 6 mg/l. Der stilles yderligere krav til opstrømsudstyr for at sikre en vellykket vandbehandling.

På de eksisterende anlæg har Maersk Oil placeret flowmetre, der kontinuerligt måler mængden af udledt produceret vand, og der indsamles regelmæssigt vandprøver til analyse af vandets olieindhold. Der vil blive anvendt lignende overvågningsudstyr og -procedurer på de nye anlæg.

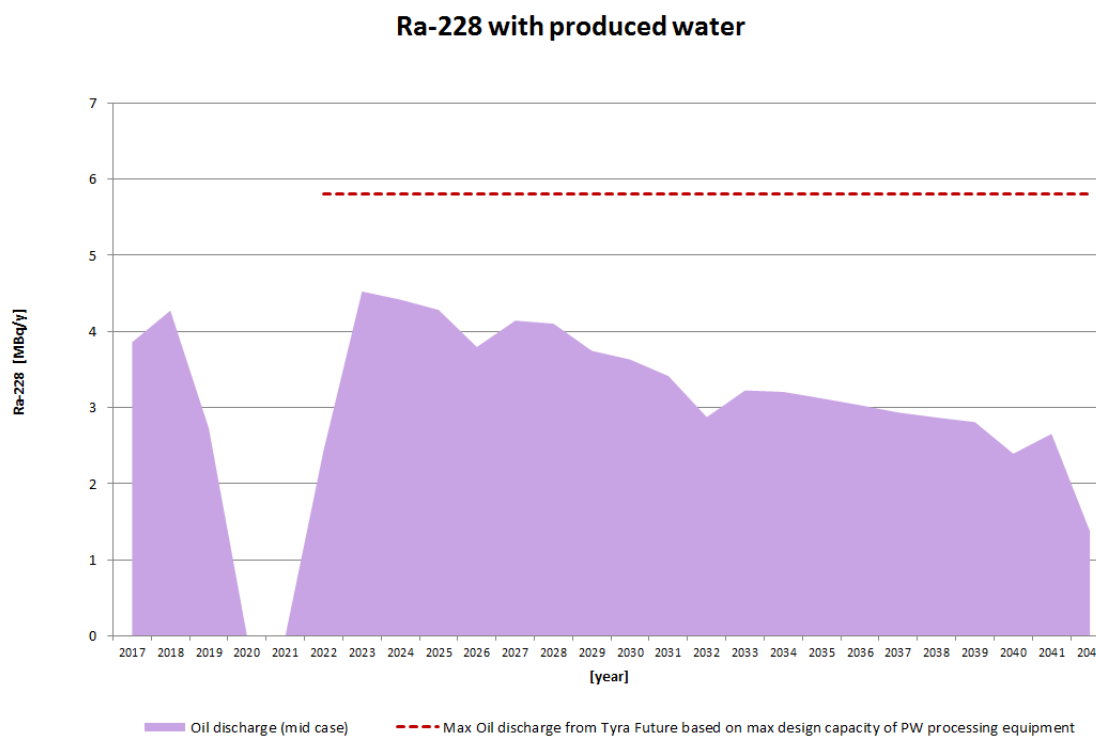
Mængden af olie i produceret vand, der udledes til havet, rapporteres til Miljøstyrelsen i overensstemmelse med kravene i udledningstilladelsen. Nye vandbehandlingsanlæg på Tyra vil blive konstrueret til at behandle vandet til et niveau, der er godkendt til udledning. Andre anlæg skal opfylde OSPAR-kravene og tilpasses løbende til at overholde grænserne for olieindholdet i vand.

3.3.4 Affald

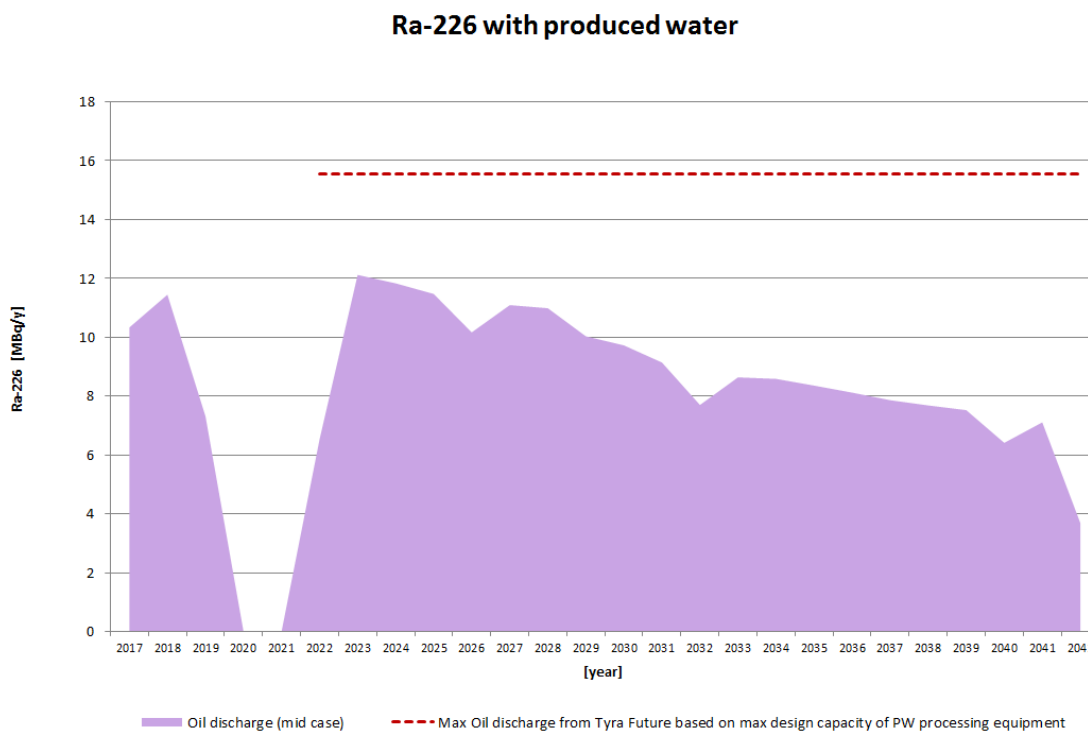
Se 3.1.5.

3.3.5 Naturally Occurring Radioactive Material (NORM)

De forventede mængder af mængder af NORM udledt med det producerede vand i årene 2017 til 2042 er vist i Figur 3-24.



Figur 3-24. Forventet udledning af NORM i form af Ra²²⁸ i det producerede vand fra Tyra Future.



Figur 3-25. Forventet udledning af NORM i form af Ra²²⁶ i det producerede vand fra Tyra Future.

3.3.6 Udledninger

Se 3.1.7.

3.4 TYRA-projektet - planlagte aktiviteter ud over Tyra Future

3.4.1 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 på et senere tidspunkt 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. En 4D-seismisk undersøgelse af et område på et par hundrede km². Den seneste undersøgelse blev udført i 2016, 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.

3.4.2 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 der en særskilt projekt- og miljøscreening.

For TYRA-projektet er en række 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 Lower Cretaceous-udviklingsområdet: en ny, normalt ubemandet brøndhovedplatform med 6 nye olie- og gas-producerende brønde som yderligere udvikler Valdemar og Bo Syd arealet. Produktionen eksporteres via en multifaserørledning på 1 km til den eksisterende Valdemar BA-platform.
- Valdemar Upper-Cretaceous: En ny brønd bores ned i upper cretaceous fra Valdemar A.
- 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.
- Boje: En ny, normalt ubemandet brøndhovedplatform med forventet 6 nye brønde. Produktionen eksporteres via en ny pipeline til Tyra Øst
- Tyra Lower Cretaceous-udviklingsområdet: Op til 4 brønde forventes boret ned til lower cretaceous under Tyra. Brøndene kan bores fra eksisterende Tyra brøndhoved platforme eller en ny brøndhovedplatform placeret tæt på Tyra.
- Tyra Upper Cretaceous yderligere udvikling: Et antal infill brønde ned i Tyra upper cretaceous formentlig boret fra tomme brøndslots eller slot recoveries fra eksisterende brøndhovedplatforme.
- Svend yderligere udvikling: Op til 3 nye brønde, boret fra den eksisterende Svend brøndhovedplatform. Produktionen eksporteres via eksisterende multifaserørledning til Tyra.

3.4.3 Produktion

Den forventede produktion af olie, gas og vand fra planlagte projekter er vist ovenpå den forventede produktion fra Tyra projektet i Figur 3-26 til 3-28. De tre produktionsprofiler præsenteret nedenfor viser dagrater baseret på årlig gennemsnitlig produktion og 100 % uptime. Adda er inkluderet i afsnit 3.4.2 som et planlagt projekt, men reserver fra Adda er inkluderet i Tyra Future projektreserverne.

3.4.4 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 ikke besluttet, hvorvidt alle frie slots skal bores. Desuden forventes boring af op til 32 slots i forbindelse med eventuelle TYRA-udviklingsprojekter. Det forventes ikke, at der afsættes brønde ved TYRA-projektet til genanvendelse af slots eller til fornyet boring, jf. de tekniske afsnit i bilag 1.

Typiske brøndtyper præsenteres i de tekniske afsnit i bilag 1. Det er ikke besluttet, hvilken type brønd der vil blive anvendt til TYRA-projektet. Boring foretages fra en borerig, der er anbragt på havbunden (med et forventet areal på nogle få hundrede m²). Boringen af en brønd indledes ved at hamre et conductorrør ned i havbunden. Det tager op til 150 dage at bore en ny brønd. Der vil blive brugt forskellige typer boremudder afhængigt af brønd- og reservoir egenskaber. Vandbaseret mudder og vandbaserede spåner vil blive udledt til havet, mens olieproduceret mudder

og oliebaserede spåner bliver bragt i land til tørring og forbrænding. Udledninger 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 tankafsniit i havet, hvilket svarer til en maksimal udledning på 28,8 tons olie pr. brønd.

3.4.5 Brøndstimulering

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). Der udføres brøndtests for at vurdere deres produktionspotentiale efter stimulering.

Ved TYRA-projektet kan de nye brønde (op til 23 i eksisterende brøndslots og op til 32 brønde i nye konstruktioner) underkastes matricebaseret syrestimulering eller syrefrakturering. 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 de tekniske afsnit i bilag 1. Udledning til havet er kun tilladt efter godkendelse fra Miljøstyrelsen.

3.4.6 Transport

Der transporteres dagligt både personer og forsyninger til Maersk Oils produktion og boreaktiviteter via helikoptere, forsyningsfartøjer og overvågningsfartøjer. Medarbejderstaben bliver reduceret fra ca. 180 til 80, når Tyra Vest bliver ubemandet. Der kan indsættes standbyfartøjer i forbindelse med boring og opgaver, der kræver arbejde udført ud over siden af anlægget.

3.4.7 Afvikling

De overordnede principper og metoder for afvikling fremgår af de tekniske afsnit i bilag 1. 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.
- Platforme, inkl. jackets, 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 ca. 60.000 tons affald, der skal transporteres i land og behandles efter forskrifterne. Materialefordelingen forventes at svare til den fordeling, der er vist for Tyra Future, jf. afsnit 3.2.4, dvs. størstedelen af materialerne (ca. 90 %) er stål fra jackets og topside-anlæg.

Affaldshåndteringen i land vil blive gennemført af en godkendt genanvendelses- og deponivirksomhed. Størstedelen af affaldet, som f.eks. stålskrot, bliver genanvendt. Endvidere skal farligt affald dokumenteres, og en del af affaldet (f.eks. NORM) skal returneres til oprindelseslandet i tilfælde af grænseoverskridende transport af platformene. Der udarbejdes en materialekonto til dokumentation og sporing af alle affaldsstrømme fra platformene.

3.5 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.

Desuden kan der forekomme et stort udslip (olie, gas eller kemikalier). Generelt er det hændelsesforløb, der fører til sådanne hændelser, usandsynligt og 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 brønde og påvirkning af udstyr på hovedplatform.

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

3.6 Alternativer

3.6.1 Projektalternativer

Olie- og gasproduktionen offshore har stor betydning for dansk forsyningssikkerhed og for den danske økonomi. Tyra har en estimeret produktionsreserve svarende til 250 mio. tønder olie. Der er beskæftiget ca. 500 medarbejdere på Tyra-anlægget, og derudover er 4.000 danske arbejdspladser afhængige af Tyra. Danmarks skatteindtægter fra projektet er betydelige. Statens samlede indtægter anslås til DKK 20 mia. pr. år.

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/.

TYRA-projektet er blevet undersøgt nærmere med hensyn til de økonomiske rammer for fortsat produktion af olie og gas fra TYRA. For det aktuelle projekt er der ingen alternativer til gennemførelse af en lignende genudvikling.

3.6.2 Genbrug af anlægget

Tidligt i projektmodningsprocessen blev der gennemført en række undersøgelser for at vurdere muligheden for genbrug/fortsat brug af det eksisterende anlæg. Disse muligheder omfattede bl.a. anlæg af en barrierevæg, der svarer til betonlagertanken, Ekofisk 2/4T, og jacking af platformene, på samme måde som Ekofisks ståljackets. Undersøgelserne viste, at disse muligheder enten var teknisk uigennemførlige, økonomisk urealistiske eller begge dele. Konklusionen er, at det eksisterende anlæg ikke har værdi for fortsat brug. Restværdien ligger i brøndene, og målet er at fortsætte produktionen fra de eksisterende brønde til nye anlæg.

3.6.3 Teknologiske alternativer

Det optimale valg af teknologi til designet af det nye anlæg evalueres ved hjælp af BAT/BEP-undersøgelser, jf. 9.4.

3.6.4 Tekniske alternativer

Tekniske alternativer til seismiske aktiviteter, rørledninger og konstruktioner, produktion, boring, brøndstimulering, transport og afvikling fremgår af de tekniske afsnit, bilag 1.

4. METODE

ESIS er baseret på oplysninger, der er indsamlet fra 2014 North Sea Atlas, tekniske rapporter, VVM'er, peer-reviewed videnskabelig litteratur, Maersk Oils overvågnings- og modelleringsrapporter samt 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 sandsynligt maksimale mængde udledt produceret vand, det maksimale antal brønde og det maksimale antal nye konstruktioner.

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 til vurdering af værdien af receptor

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.
Kumulativ	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 kan konstateres efter afslutning af en projektaktivitet.

4.2.3 Virkningens 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 inden for det påvirkede område.
Stor	Delvise virkninger på individer/enheder i det berørte område. Generelt mister receptoren delvist eller fuldstændigt sin funktionalitet inden for og uden for 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.
På mellemlang sigt	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 den samlede betydning af virkningen angives særskilt for miljømæssige og sociale receptorer (Tabel 4-4).

Tabel 4-4. Klassifikation af den samlede 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.
Væsentligt 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.
- **Mellem:** 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 lavtryksystemer /10/.

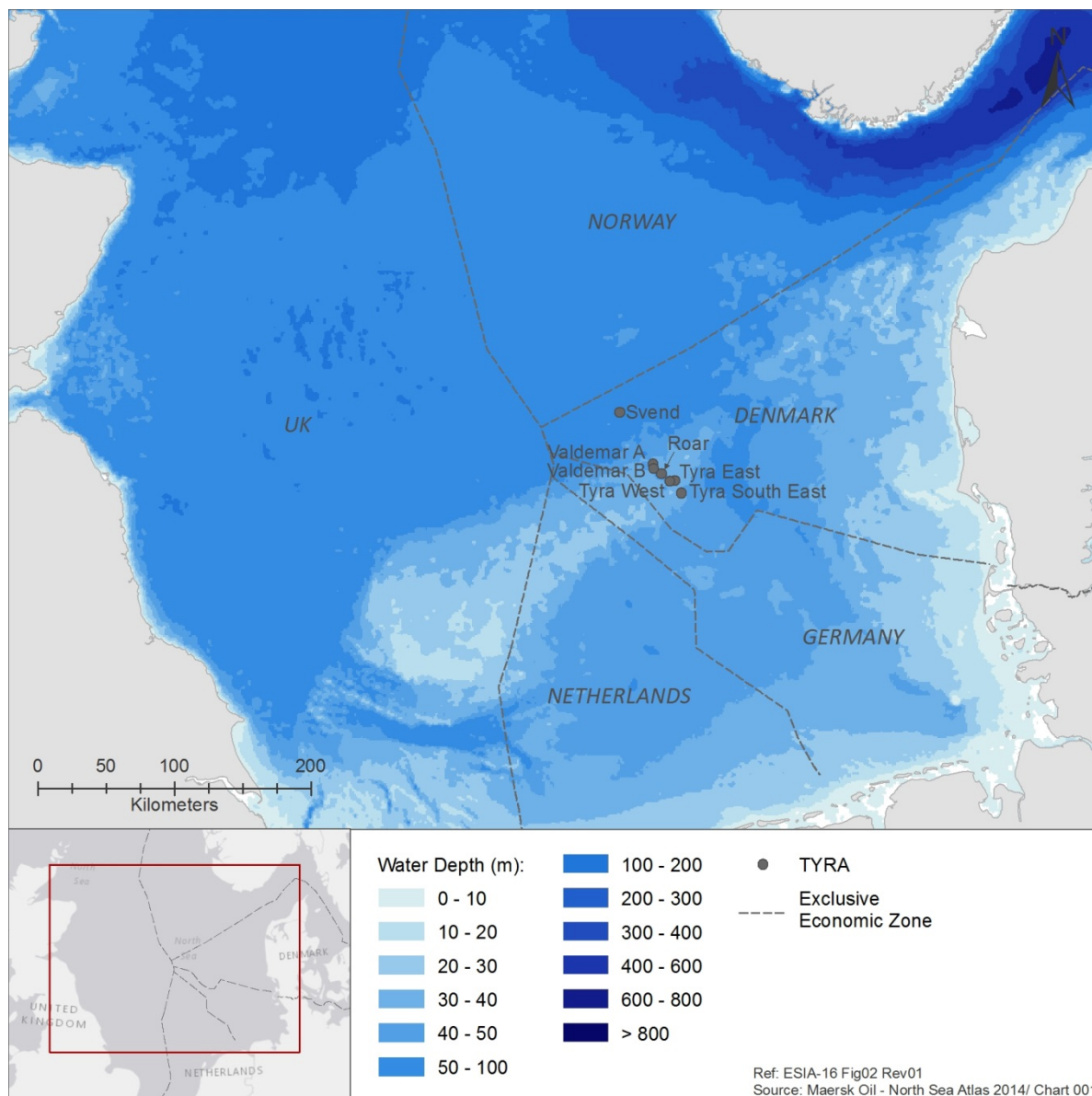
Luftkvaliteten i Nordsøen er en kombination af globale og lokale emissioner. Industrialiseringen af kysten og de kystnære områder omkring visse dele af den centrale del af Nordsøen har ført til en forøget koncentration af forurenende stoffer i disse områder, der falder med afstanden til kysten. Skibstrafik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

Dybden aftager yderligere sydvest for TYRA-projektet, hvor den store sandbanke Dogger Bank ligger inden for den tyske, hollandske og britiske EØZ.

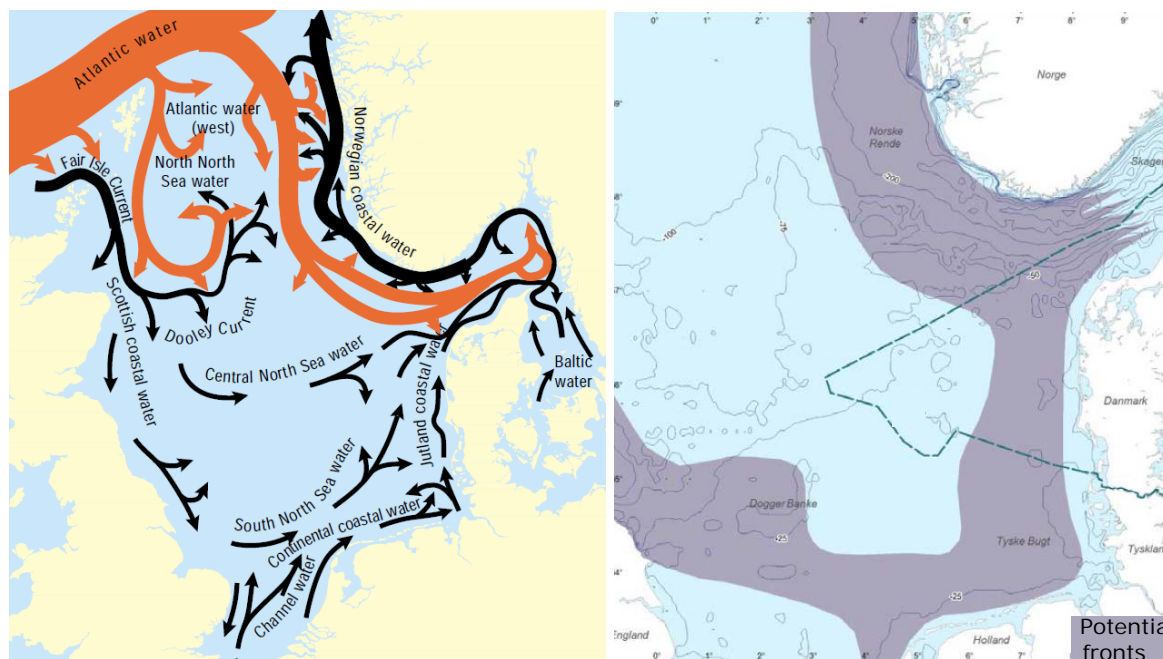


Figur 5-1. Bathymetrien i Nordsøen. Figur gengivet ud fra Maersk Oil Atlas /3/

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: Generel 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/.

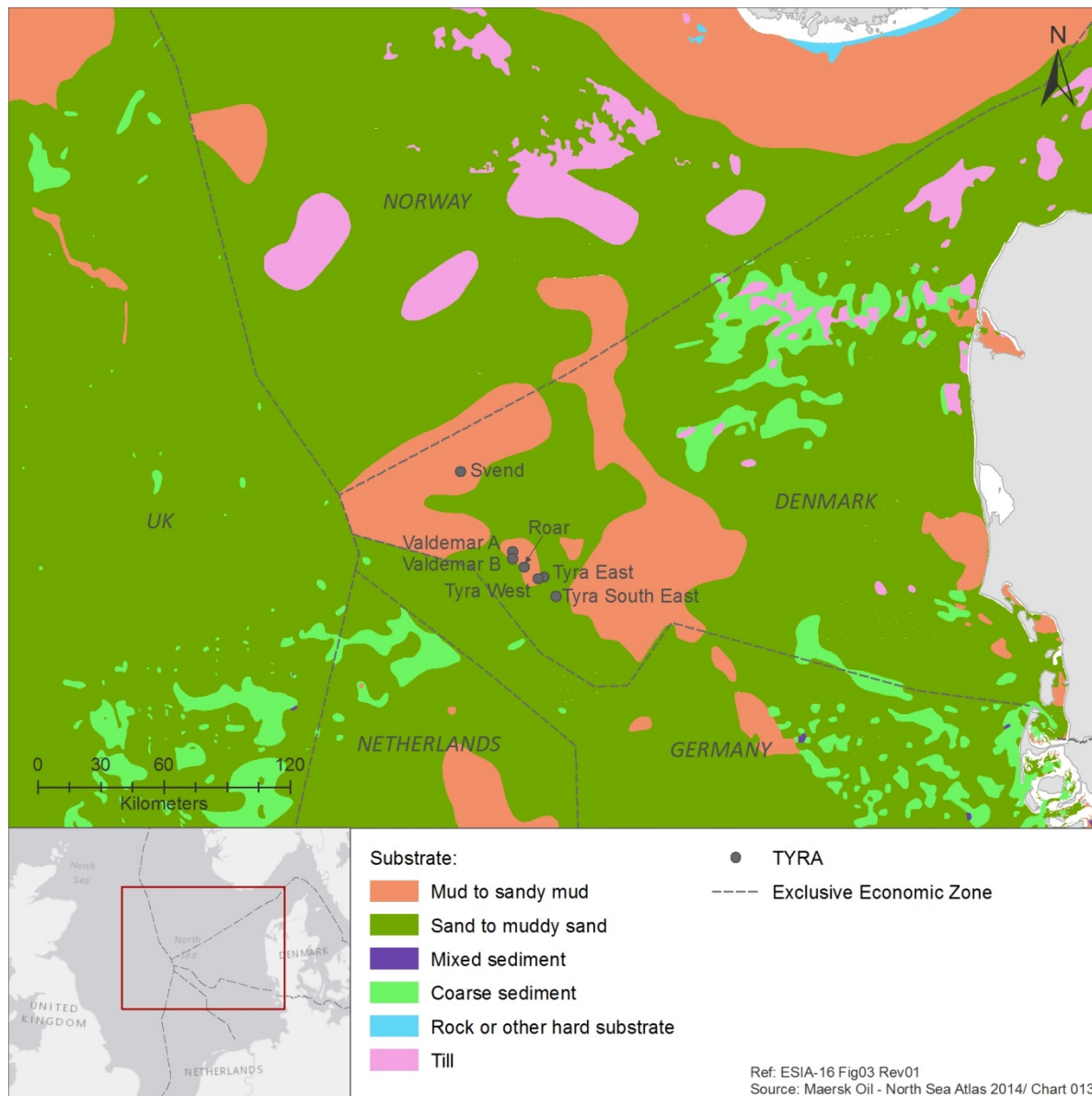
Temperatur: Temperatur i Nordsøen varierer efter årstiden. De laveste temperaturer findes i den nordlige del af Nordsøen, og den højeste temperatur findes i de mere lavvandede områder i den sydlige del af Nordsøen. I området for TYRA-projektet er overfladetemperaturen ca. 7 °C om vinteren (januar) og 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 borestedsspecifikke 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 på 0,15-0,19 mm. Silt-/lerindholdet i sedimentet er generelt under 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/.

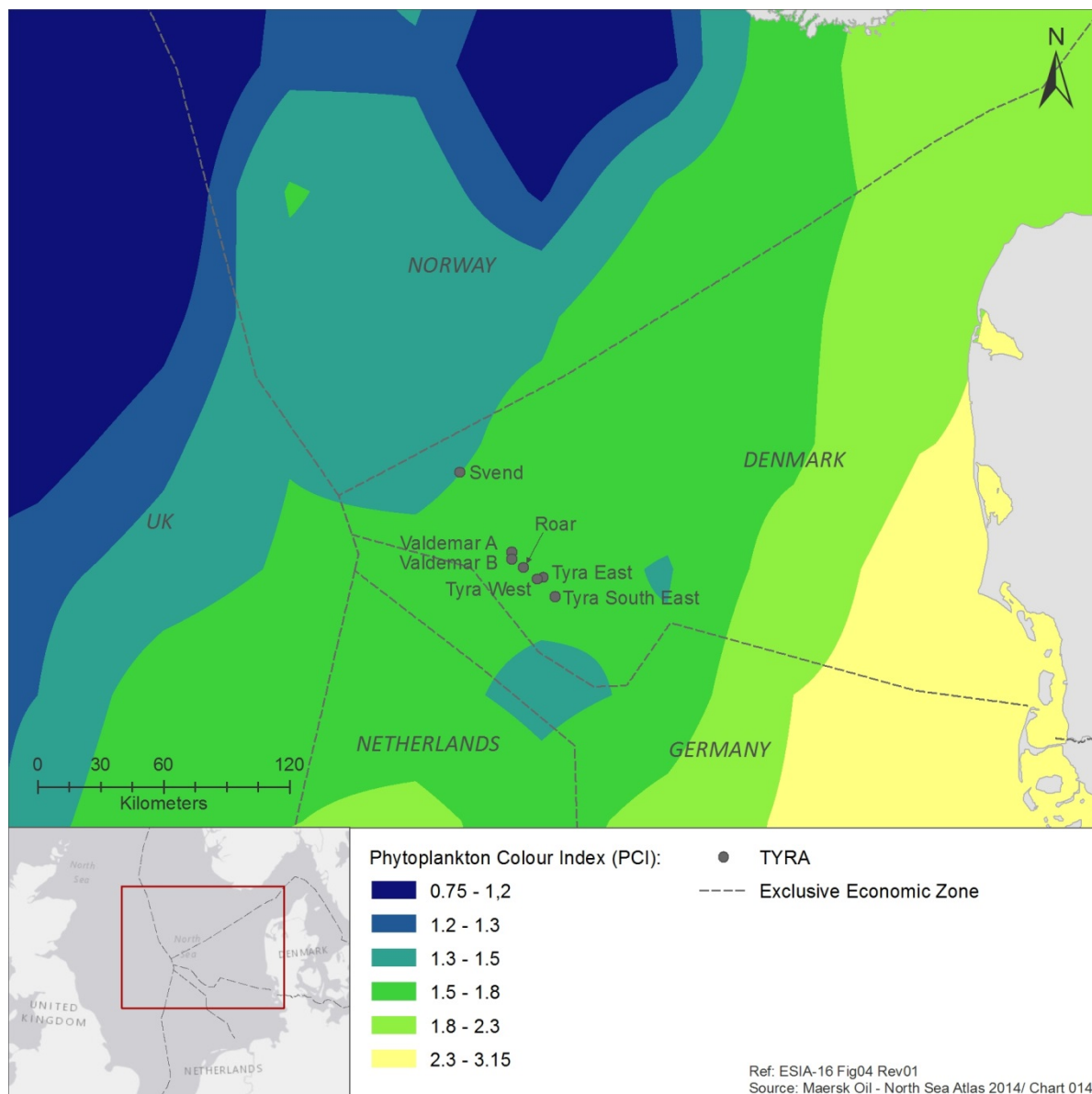
Koncentrationen af THC i overfladesedimentet ligger på mellem < 1 og 18 mg/kg TS, koncentrationen af polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) er lav, mellem < 0,001-0,003 mg/kg TS, mens koncentrationen af alkylerede aromatiske kulbrinter (NPD) ligger på under 0,001 mg/kg TS /6/.

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). I kraft af fotosyntese er fytoplankton hovedbidragsyderen til organisk stof i Nordsøen og dermed for det samlede havfødenet. Bortset fra lys afgøres kulstoffiksering af tilgængeligheden af næringsstoffer, primært nitrogen og fosfor. Kilden til næringsstoffer kan enten importeres udefra til den eufotiske zone, hvor fotosyntesen foregår, eller udledes af lokal remineralisering. Som følge af zooplanktons afgræsning og en deraf følgende nedbrydning af organisk stof er omsætningen af zooplankton og fytoplankton gensidigt forbundet.

I Nordsøen er fytoplankton primært begrænset af lyset om vinteren og af næringsstoffer i vandet over termoklinen om sommeren /10/. Figur 5-4 viser det gennemsnitlige årlige fytoplanktonfarveindex (PCI) for Nordsøen over en 30-års periode (1983-2003). PCI er en visuel proxy, der er direkte relateret til biomassen og tætheden af fytoplankton i nærheden af overfladen. Den højeste biomasse og tæthed af fytoplankton findes i de østlige og sydlige dele af Nordsøen. TYRA-projektet ligger i et område med en gennemsnitlig biomasse og tæthed, der er sammenlignelig med resten af Nordsøen. Fytoplanktonsamfundet er typisk domineret af dinoflagellater og diatomer /3/.



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

Doggerbanke er et meget produktivt område takket være den lave vanddybde, topografien, hydrografien og sedimenttyperne /166/. Området er påvirket af de kølige vandmasser fra Atlanterhavet, der kommer fra nord, og den varmere tilstrømning fra Kanalen mod syd, hvilket medfører dannelsen af en front i det nordlige område, hvor disse to vandmasser mødes. Produktionen af fytoplankton på banken foregår i løbet af hele året og bidrager til en høj biomasse med arter på højere trofiske niveauer hele året. Dermed er området biologisk enestående i Nordsøen /178/.

Zooplankton udgør leddet mellem primær produktion og højere trofiske niveauer i det pelagiske marine fødenet. Organisk produktion af fytoplankton varetages dermed af pelagiske 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 anses generelt for at være homogen /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* /13/.

Større zooplankton, også kaldet megaplankton, omfatter euphausiider (krill), thaliacea (salper og doliolider), rørgopler og meduser (gopler). Meroplankton omfatter pelagiske larvestadier af bentiske organismer og fisk, der i en kort periode af deres livscyklus befinder sig i de frie vandmasser, 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 transparens og hydrodynamiske forhold har betydelig virkning på kvantiteten og kvaliteten af det lys, der er tilgængeligt for bentisk flora, og påvirker derfor direkte biomassen, produktionen og artssammensætningen i de bentiske samfund i Nordsøen. Dybden af den fotiske zone defineres normalt 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 vanddybde er der ingen vækst af makrofytter. På den del af en jackets ben, der er under havoverfladen, vokser tangen især i form af brune og røde makroalger til ca. 10 m under havoverfladen. Deres samlede bidrag til den primære produktion er dog ubetydelig i forhold til den planktonproduktion, der finder sted i de gennemstrømmende vandmasser.

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 pighude.

Ved undersøgelser af den bentiske faunaudbredelse i Nordsøen er det konstateret, at 50 m-, 100 m- og 200 m-dybdelinjerne definerer bredt grænserne mellem de dominerende bentiske samfund, 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, som f.eks. slangestjerner, søstjerner og bryozoaer, i den sydlige del og fastsiddende arter, som f.eks. svampe og koraller, i den nordlige del. Større arealmæssige gradienter i biomassen er mindre udtalte /15/.

De bentiske habitater ved Doggerbanke består af moderat mobile, rene sandsedimenter (sand og grusholdigt sand) i fuld saltholdighed. Bunden er ubevokset, hvilket betyder, at den organiske forsyning til de bentiske samfund er baseret på primær produktion i det højereliggende overfladevand. De biologiske samfund består typisk af fint sand og sublitorale sedimenter af mudret sand /16/.

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

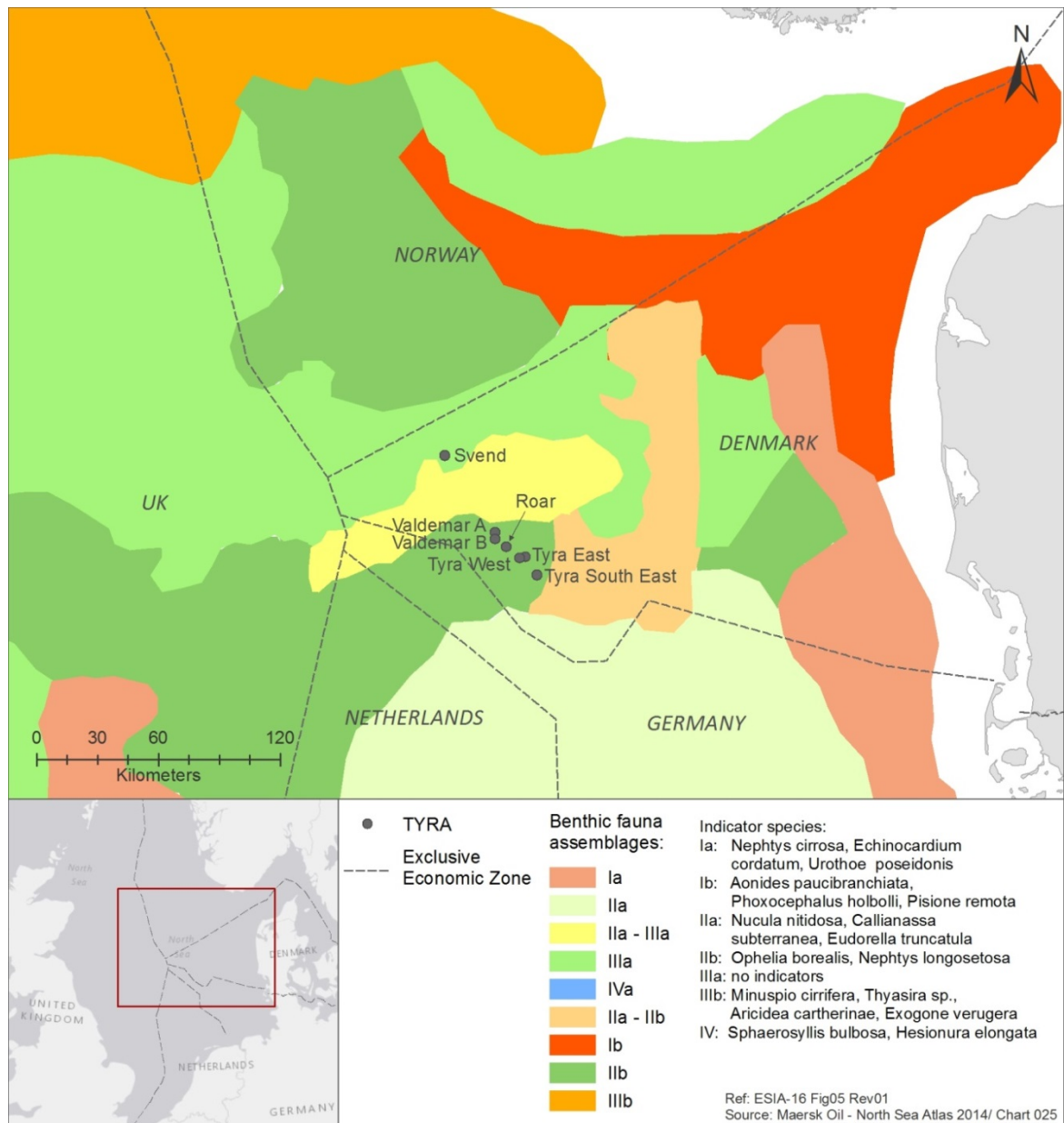
taksonomiske grupper 12 % og pighuder 11 %. Muslinger og gastropoder (havsnegle) tegnede sig for hhv. 6 % og 3 % af den bentiske tæthed. Muslinger var langt den vigtigste del af den bentiske biomasse (42 %) efterfulgt af pighuder (29 %) og krebsdyr (21 %).

Table 5-1. Sammensætning af den bentiske fauna omkring Tyra Øst 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)

I sammenligning med andre undersøgelser af makrofauna i Nordsøen /166//167/ ligger antallet af arter og biomassevolumet omkring Tyra E i den høje ende af skalaen. Figur 5-5 viser bentisk fauna i Nordsøen efter indikatorarter. TYRA-området klassificeres efter de to indikatorarter, nemlig børsteormene *Ophelia borealis* og *Nephtys longosetosa*.



Figur 5-5. Benthiske 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 Halddan-plattformen, 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 benthiske arter (håising, almindelig ising, stribet fløjfisk, rødspætte, kuller, panserulke, 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.

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 toppes 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 lever af plankton, diatomeer og vandlopper. 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.
Almindelig ising (<i>Limanda limanda</i>)	Ising er en bundfisk. Den lever på sandbund ned til en dybde på ca. 150 m. Dens 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 og 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.
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

Art	Udbredelse og biologi
	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 skaldyrslarver. 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 næste 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.

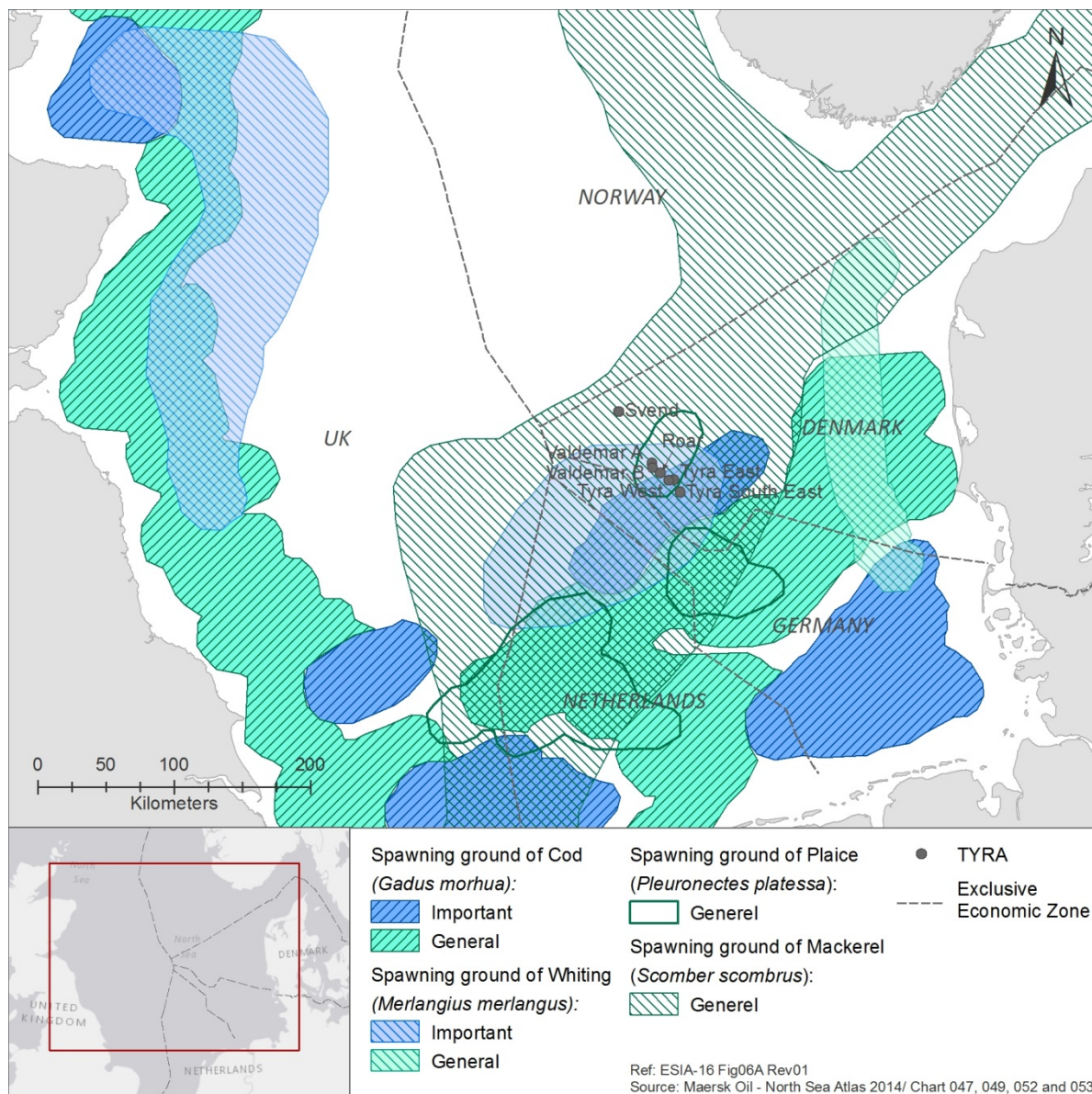
Der eksisterer to hovedformer for gydning: demersal og pelagisk gydning.

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

Pelagiske gydere har fritflydende 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, håising, 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/.



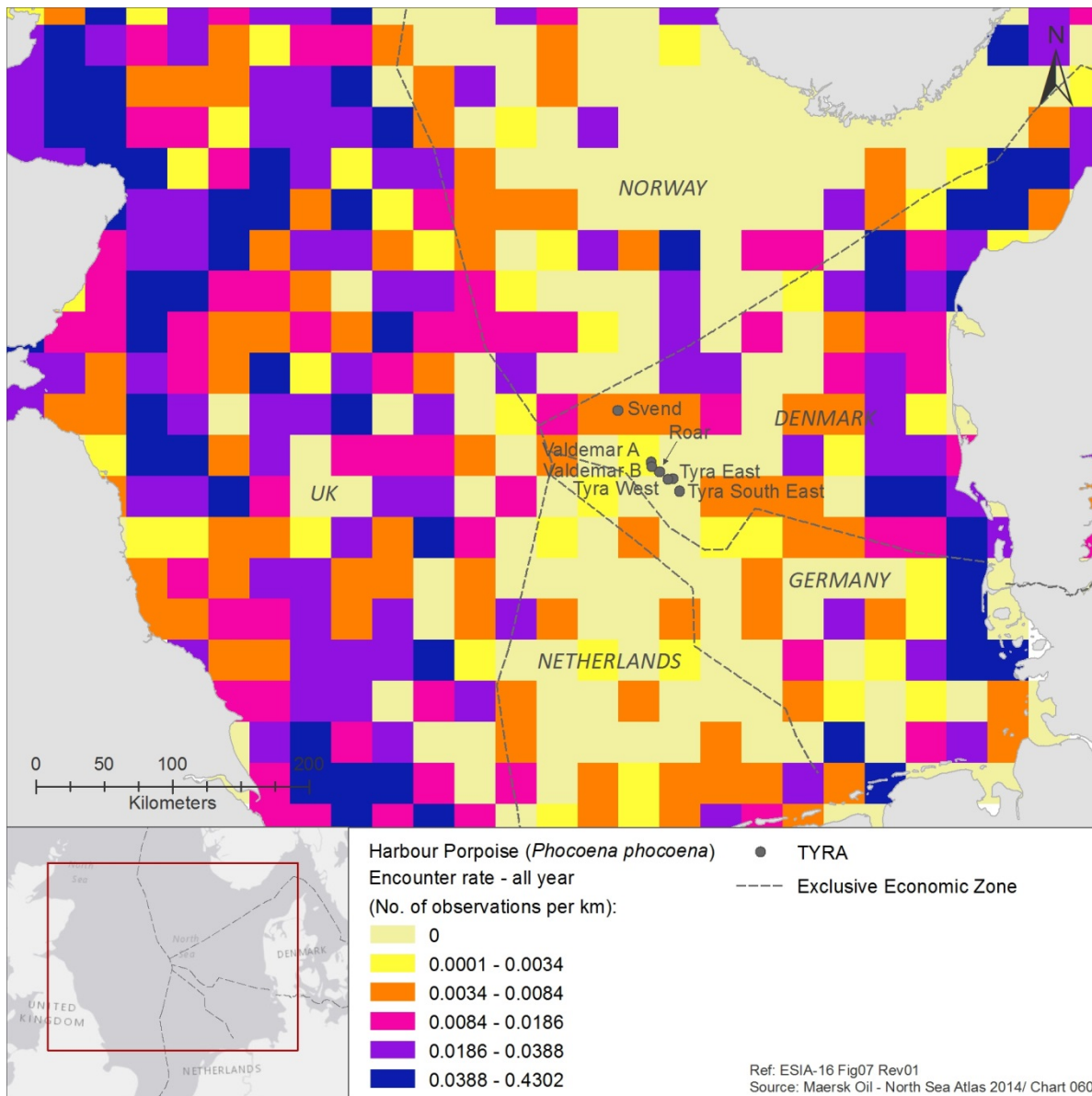
Figur 5-6. Gydepladser for torsk, hvilling, makrel og rødspætte i Nordsøen. Figur gengivet ud fra North Sea Atlas /3/

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 med hensyn til fødetilgængelighed er beskrevet i Tabel 5-3. Arternes loyalitet mod levesteder varierer blandt arterne, og fordelingen af havpattedyr viser variationer både i løbet af året og fra år til år.

Table 5-3. Udbredelse af og biologi for de mest udbredte havpattedyr: spættet sæl, gråsæl, marsvin, hvidnæse og vågehval /30//31//32//33//40//144/

Art	Udbredelse og biologi
Spættet sæl <i>(Phoca vitulina)</i>	<p>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/. Spættede sæler lever primært af fisk, som f.eks. sild, makrel, torsk, hvilling og fladfisk, og lejlighedsvist af rejer, krabber, bløddyr og blæksprutter/144/</p>
Gråsæl <i>(Halichoerus grypus)</i>	<p>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/. Den grå sæl lever af en lang række forskellige fisk, f.eks. tobis, torsk og andre torskefisk, fladfisk, sild og skader. De kan også finde på at tage blæksprutter og hummer/144/</p>
Hvidnæse <i>(Lagenorhynchus albirostris)</i>	<p>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/. De lever primært af fisk, f.eks. sild, torsk, kuller, hvilling og kulmule, men blæksprutter og bentiske krebsdyr indgår også i deres føde./144/.</p> <p>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/.</p>
Marsvin <i>(Phocoena phocoena)</i>	<p>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/.</p> <p>Marsvin er den mest almindelige hvalart i Nordsøen og det eneste havpattedyr, der ofte findes i Maersk Oil-området /40/. Marsvinebestanden i Nordsøen 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 som yngleplads for marsvin, og der observeres kun få individer.</p> <p>Luftundersøgelser i den sydlige del af Maersk Oil-området har påvist en tæthed på 0,25-0,4 marsvin/km² i nærheden af platformen i maj og kun få dyr om efteråret. Akustisk overvågning viser imidlertid høj aktivitet i efteråret /40/. En nylig undersøgelse på Dan-platformen /139/ har påvist, at marsvin forekommer omkring platformen året rundt med den højeste ekkolokaliseringssaktivitet om efteråret og vinteren. Marsvin lever normalt af fisk, f.eks. torsk, hvilling, makrel, sild og brisling/144/.</p>
Vågehval <i>(Balaenoptera acutorostrata)</i>	<p>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 mindre end 0,025 dyr/km² i den centrale del af Nordsøen /33/. Vågehvalen lever primært af pelagiske fisk, som f.eks. sild og brisling og af små krebsdyr /144/.</p>



Figur 5-7. Marsvინets udbredelse i Nordsøen. Figuren er en gentegning fra North Sea Atlas /3/

De perioder, hvor dyrene viser sig at være særligt følsomme over for forstyrrelser, er forbundet 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 Nordsøarter

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				

En nylig undersøgelse har vist, at marsvin har et højt energibehov, og at de derfor næsten konstant skal finde føde dag og nat /165/. Hvis de forstyrres af menneskeskabte aktiviteter under deres fødesøgning på en måde, der medfører et mindre fødeindtag, kan det få alvorlige konsekvenser for marsvინets helbredstilstand /165/.

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 relateret til fødetilgængelighed og 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 sårbarhed 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/. Begge arter lever af fisk i løbet af deres besøg i Nordsøen, primært torsk, sild og tobis.
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 op til 10 fugle/km ² /3/). Mallebuk lever af krebsdyr, fisk og fiskeaffald og andet affald, som den normalt finder på havoverfladen.
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/. Lever hovedsagelig af fisk op til en størrelse på 30 cm - ofte sild, tobis, torsk og blæksprutter. Kan jage byttet under vandet i op til 20 sekunder og på dybder ned til 22 m.
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/. Lever hovedsagelig af fisk ved at tage dem fra andre fugle eller ved at finde døde fisk. Lever også af små havfugle (f.eks. søpapegøjer). Fanger af og til levende fisk eller følger efter fiskefartøjer.
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/). Stormmågen har et meget alsidigt fødeudvalg og lever af næsten alt, som f.eks. fisk og fiskeaffald fra fiskefartøjer.

Art	Arealmæssig udbredelse og biologi i Nordsøen
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/). Som de fleste andre måger er den meget alsidig i sit fødeudvalg, og den kan leve af både fisk og andre små fugle.
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/). Sølvmågen er altædende men lever hovedsagelig af fisk, hvirvelløse dyr, planter, mindre fugle, ådsler og affald.
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/). Den væsentligste føde for svartbag er fisk, fugleæg, unge fugle, ådsler og affald.
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/. Lever af mindre fisk, som f.eks. tobis og mindre hvirveldyr, som den fanger i havoverfladen.
Splitterne (<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/. Lever primært af små fisk som tobis, brisling og sild, men krebsdyr, bløddyr og orme indgår også i føden. Fourageringsområderne ligger længere fra kysten end for andre ternearter.
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/. Lever primært af små fisk, som den fanger ved at styrtdykke.
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/). Langnæbbet lomvie lever primært af små fisk (maks. 20 cm), som f.eks. polartorsk, lodde, brisling, tobis, atlantehavstorsk og atlantehavssild.
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

Art	Arealmæssig udbredelse og biologi i Nordsøen
	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 . Alkens føde svarer stort set til langnæbbet lomvies føde. Den består generelt af fisk, som f.eks. lodde, tobis, ungtorsk, brisling og sild. Føden kan også bestå af krebsdyr og børsteorme.
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. Søkonge lever primært af krill og andre små krebsdyr men også af små fisk.

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).

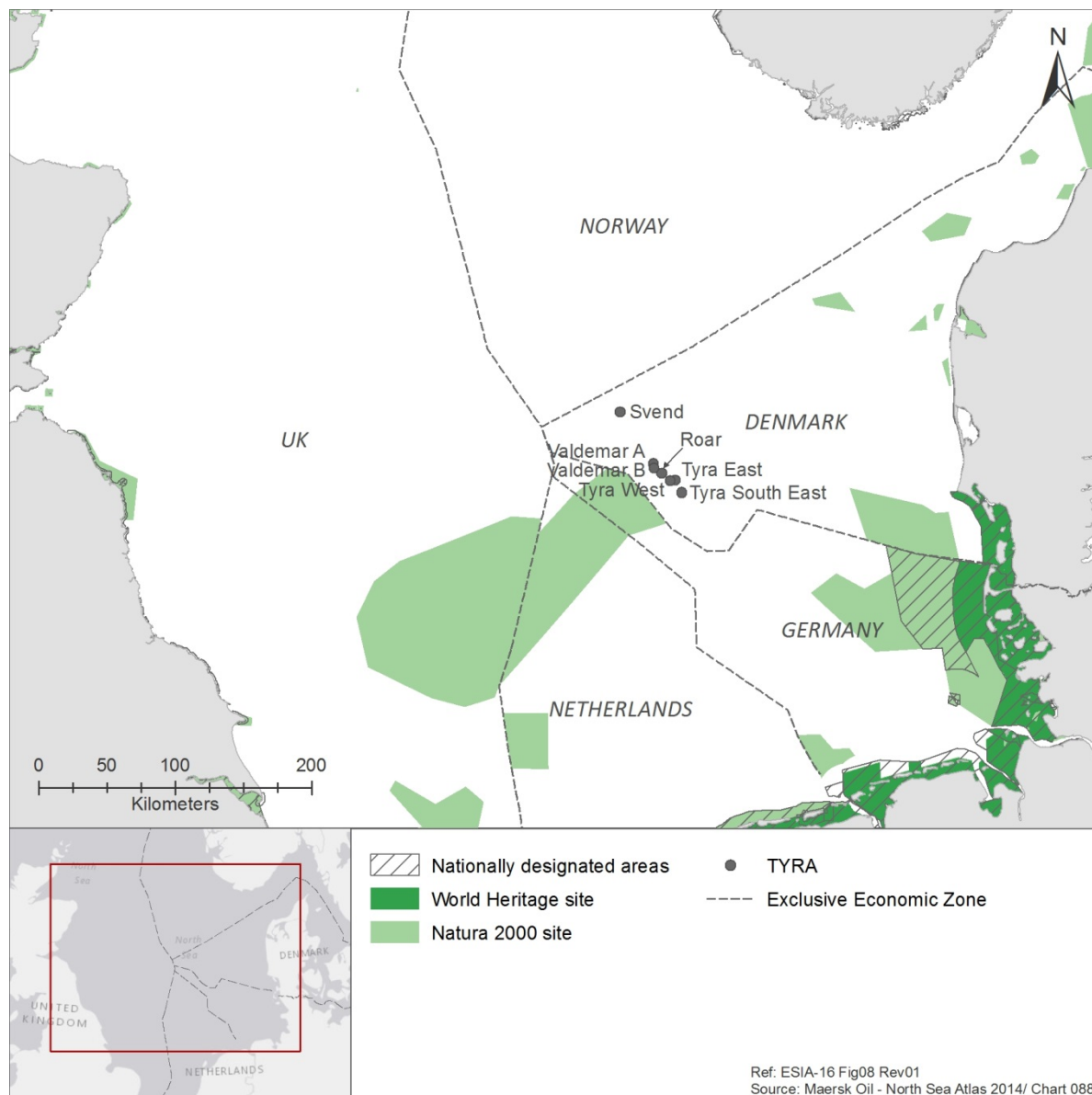
Important Bird Areas (IBA'er) er de væsentligste områder for fuglebeskyttelse i fremtiden. En lokalitet anerkendes kun som et IBA-område, hvis den opfylder visse kriterier baseret på forekomsten af vigtige fuglearter, som risikerer global udryddelse, eller hvis bestande på anden måde ikke kan erstattes. 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 UNESCOs 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 EUs 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 UNESCOs verdensarvliste

Vadehavet i Danmark, Tyskland og Nederlandene er optaget på UNESCOs 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.

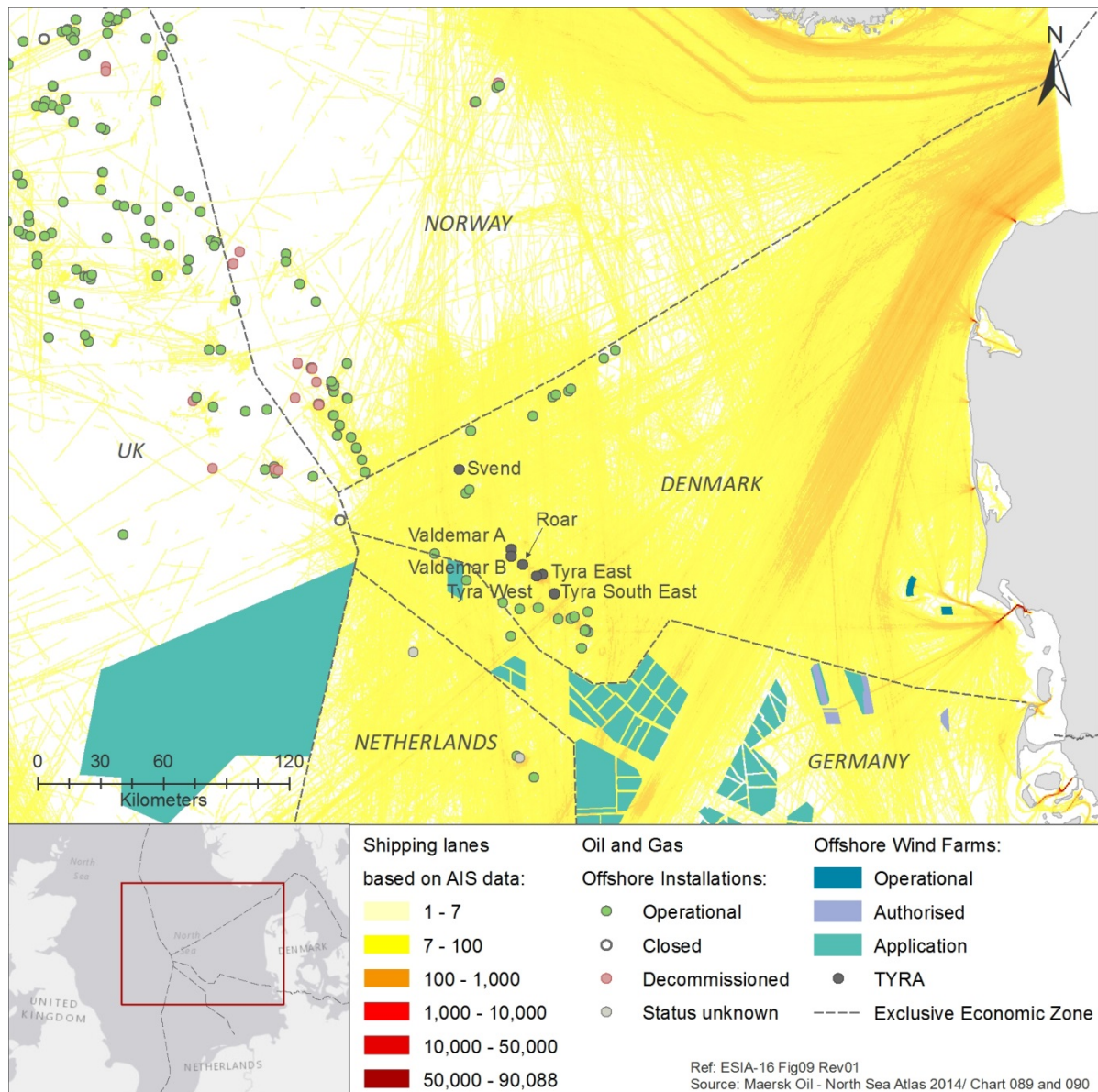
5.12.4 Nationalt udpegede områder

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. Figuren er en gengivelse 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 NaturErhvervstyrelsen /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/. Data fra 2015 foreligger ikke for den centrale del af Nordsøen (område IVB)

	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

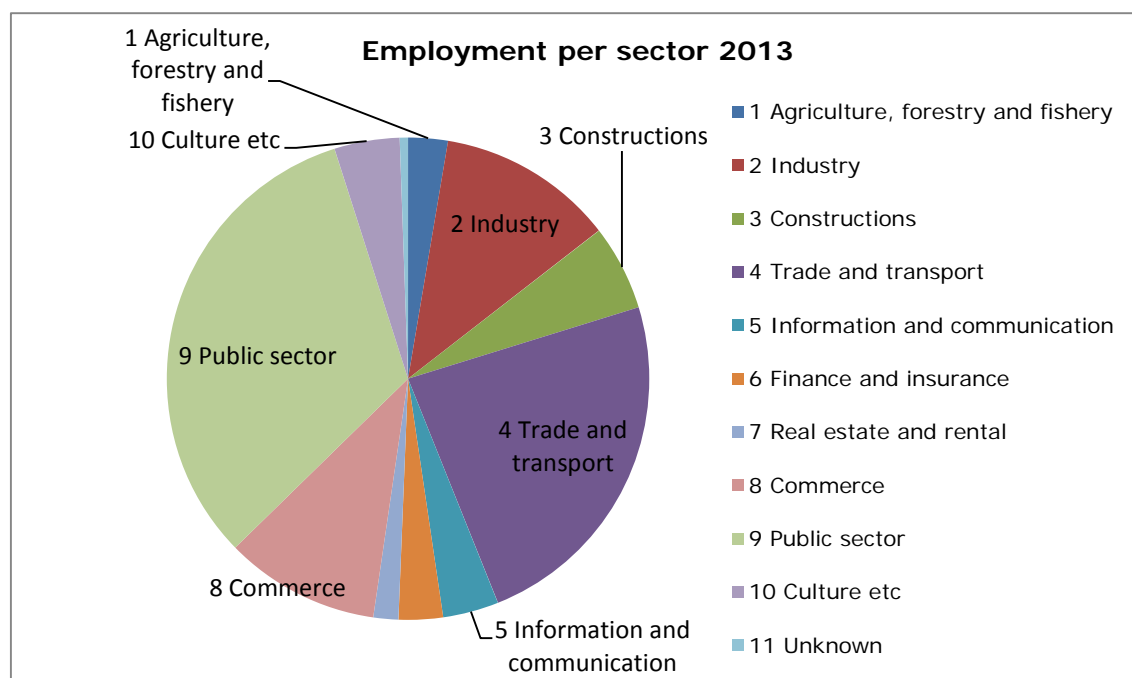
er danskere og tyskere. I mindre omfang kommer der også turister fra Sverige, Norge og Nederlandene.

I henhold til en nylig rapport med data fra 2012 fra VisitDenmark /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 i 2013 /39/

Olie- og gasaktiviteter i Nordsøen skaber et betydeligt antal arbejdspladser både på land og på havet /35/. Olie- og gass sektoren 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 gass sektorens 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 forsyningsikkerhed 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 forsyningsikkerhed, 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 på havbunden
- Suspenderet sediment
- Udledninger (fysiske og kemiske, inklusive NORM)
- Fast affald
- Emissioner
- Lys
- Anvendelse af ressourcer
- Zoner med restriktioner
- Beskæftigelse og skatteindtægter
- Olie- og gasafhængighed

Kilden til de potentielle virkningsmekanismer er anført i Tabel. 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	Brøndstimulering	Transport	Afvikling
Undervandsstøj	X	X	X	X	X	X	X
Fysisk forstyrrelse på 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
Anvendelse af ressourcer	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
Undervandssøj	0	0	0	0	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
Fysisk forstyrrelse på havbunden	0	0	0	X	X	X	X	0	X	X	0	0	X	0	0	0	0
Suspenderet sediment	0	0	X	0	X	X	X	X	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
Anvendelse af ressourcer	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 separat Natura 2000-vurdering findes i afsnit 10.

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.

Tabel 6-3. Oversigt over estimerede emissioner for planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet anført for hver aktivitet eller pr. år. TF står for Tyra Future. De maksimale emissioner er anvendt. "-" henviser til en emission, der ikke er blevet kvantificeret.

Aktivitet (hyppighed)	Enhed	Emissioner, tons					
		CO ₂	NO _x	N ₂ O	SO ₂	CH ₄	nmVOC
Seismiske undersøgelser							
4D-seismiske undersøgelser (1 hvert 4. år)	Pr. undersøgelse (1 måned)	3.329	62	0,2	2,1	0,3	2,5
Site survey (1 pr. år)	Pr. undersøgelse (1 uge)	38	0,7	0,003	0,02	0,003	0,03
Seismisk borehulsundersøgelse (1 pr. år)	Pr. undersøgelse (2 dage)	11	0,2	0,001	0,007	0,001	0,01
Rørledninger og konstruktioner							
Nye SLIC-/STAR-konstruktioner (TF: 0; Andre: 3)	Pr. platform	3.402	63	0,2	2,1	0,3	2,5
Nye firbenede konstruktioner (TF: 1; Andre: 1)	Pr. platform	3.723	69	0,3	2,3	0,3	2,8
Nye seksbenede konstruktioner (TF: 1; Andre: 0)	Pr. platform	4.253	79	0,3	2,7	0,3	3,2
Nye topsides (TF: 6; Andre: 0)	Pr. topside	1.913	36	0,1	1,2	0,1	1,4
Nye rørledninger* (37 km, TF: 2, i alt 7 km; Andre: 4, i alt 30 km)	Pr. km	74	1,4	0,005	0,05	0,006	0,05
	Pr. rørledning	1.096	20	0,08	0,7	0,08	0,8
Boring							
Boring (TF: 0; Andre: 56)	Pr. brønd (150 dage)	8.441	152	0,6	5,8	0,6	7,0
Welltest, workover	Ikke kvantificeret	-	-	-	-	-	-
Brøndstimulering							
Matricebaseret syrestimulering af eksisterende brønde (2 pr. år)	Pr. brøndstimulering (2 uger)	625	12	0,04	0,4	0,05	0,5
Produktion							
Flaring, brændsel,	Pr. år, præ-TF	492.900	1375	34	5,0	2207	44

afblæsning							
	Pr. år, post-TF	290.000	245	6	40	40	5
Transport							
Fartøjer, helikoptere	Pr. år**	23	0,4	0,002	0,02	0,002	0,02
Afvikling***							
Efterladelse af brønde (TF: 8; Andre: 159)	Pr. brønd (20 dage)	1.125	20	0,08	0,8	0,08	0,9
SLIC/STAR-konstruktioner (TF: 1; Andre: 9)	Pr. platform	5.103	95	0,3	3,2	0,5	3,8
3-benede konstruktioner (TF: 2; Andre: 0)	Pr. platform	5.103	95	0,3	3,2	0,5	3,8
4-benede konstruktioner (TF: 1; Andre: 9)	Pr. platform	5.585	104	0,5	3,5	0,4	4,2
6-benede konstruktioner (TF: 0; Andre: 1)	Pr. platform	6.380	119	0,5	4,1	0,5	4,8
8-benede konstruktioner (TF: 1; Andre: 0)	Pr. platform	6.380	119	0,5	4,1	0,5	4,8
Topsides (TF: 6; Andre: 0)	Pr. topside	2.869	54	0,2	1,8	0,2	2,1

*Emissioner fra rørlægnings-, undersøgelses-, tracerings- og DOS-fartøjer udgør 74 tons CO₂ pr. km. Vagtskibe og dykkerfartøjer tegner sig for yderligere 1096 tons CO₂ pr. rørledning (se teknisk afsnit B for flere oplysninger).

** I beregningen for fartøjer og helikoptere forudsættes en ligelig fordeling af 20 % til hvert af Maersk Oils fem platformkomplekser Tyra, Harald, Dam, Gorm og Halfdan.

*** Emissioner under afviklingen svarer til ca. 150 % af emissionerne under installationen.

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. Aktiviteter i forbindelse med Tyra Future vises separat i kolonnerne "Anlægsarbejde" og "Afvikling".

Tabel 6-4. Emissioner i tons 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	Samlede årlige emissioner i forbindelse med produktion		Emissioner i alt				
				Anlægsarbejde		Afvikling		Boring
		Præ Tyra future	Post Tyra future	Tyra Future	Andre	Tyra Future	Andre	
CO ₂	39.412.000	495,054	292,154	22,164	20,533	53,488	281,447	472,696
NO _x	-	1,416	286	414	380	992	5,090	8,512
N ₂ O	116.071	34	6	1	1	4	20	34
SO _x	12.510	6	41	14	13	34	192	325
CH ₄	-	2,207	40	1	2	4	21	34
nmVOC	-	46	7	16	15	40	220	392

6.2.1.2 Emissioner af CO₂, N₂O and 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/. Med disse GWP-korrektioner tegner CO₂-emissionerne sig for omkring 94 % af drivhuseffekten forårsaget af TYRA-projektet.

De årlige emissioner fra produktionen i forbindelse med TYRA-projektet (ekskl. nye konstruktioner, boring og afvikling) bidrager aktuelt med op til 1,2 % af den samlede årlige CO₂-emission for Danmark i 2012. Dette tal vil falde til omkring 0,9 % post Tyra Future. Yderligere emissioner i forbindelse med boring, konstruktioner og afvikling vil øge denne percentil, men eftersom de emissioner, der er opsummeret i kolonne 4-6 i Tabel 6-4, er totaler for en periode på 25 år, er denne forøgelse lille.

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 det omgivende miljø. 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. Flygtige organiske forbindelser, som ikke er metan (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 2012. Disse tal ændrer post Tyra Future til 0,2 % for NO_x og 0,4 % for SO_x. 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

Rørledninger er nedgravet til en dybde på ca. 1,5-2,0 m. De steder, hvor rørledningerne ligger på sedimentoverfladen (hævningskrumning eller i nærheden af platforme), kan de blokere eller

omdirigere bundvandsstrømme og derved påvirke de lokale hydrologiske forhold. Rørledninger på overfladen er dækket af sten for at forhindre uheld med f.eks. trawlere.

Tilstedeværelsen af jackets vil få vandstrømmen til at accelerere omkring konstruktionen.

Tilstedeværelsen af rørledninger og platformsben på havbunden kan påvirke strømforhold i vandsøjlen og ændre lokale mønstre af sedimenterosion og aflejring. Det estimeres at effekten heraf på blød havbund kan strække sig over et areal på 10-12 gange arealet af de synlige strukturer /198/.

Platformenes fodaftryk varierer fra få hundrede m² for satellitter til ca. 0.5 ha for procesplatforme. De fleste rørledninger er nedgravede, og hydrografiske påvirkninger begrænser sig til sektioner hvor rørledningerne er blotlagte som følge af opadrettet krumning eller sedimenterosion, eller hvor rørledningen er dækket af placerede sten eller andre støttestrukturer.

De mulige ændringer i havbundens tekstur i området omkring strukturerne vil ikke have nogen mærkbar virkning på de økologiske forhold i regionen.

Virkningen af tilstedeværelsen af konstruktioner på hydrografien vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Ændringen af de hydrografiske forhold i regionen omkring Dokkerbanke (Figur 5-1) anses for næsten ikke-eksisterende. Den overordnede virkning på hydrografien af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes at være af mindre negativ betydning.

Ved afviklingen af TYRA-projektet forventes det, at de eksisterende platforme fjernes og bortskaffes, mens rørledningerne efterlades in situ. Når jackets er fjernet, elimineres den mindre virkning, som de havde på den lokale hydrografi, hvilket anses for en lille positiv virkning. Virkningen af fjernelsen af konstruktioner på hydrografien vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på hydrografien af fjernelsen 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, og det kan føre til øget vandturbiditet og tilførsel af næringsstoffer (primært ammonium og fosfat), der kan stimulere bakterie- og fytoplanktonvækst i vandet. Andre sedimentbestanddele, f.eks. sulfid og organisk materiale kan også påvirke vandkvaliteten.

Forstyrrelse på havbunden opstår under rørledningstracering, placering og fjernelse af jackets og forankring af diverse fartøjer. Overfladesedimenter kan forskubbes af slæbe- og ankerliner. Den

mest intense virkning forårsages af tracering, hvor nye rørledninger nedgraves til en dybde på ca. 1.5-2 m under havbundsoverfladen. Tracering af rørledningen i havbunden foregår ved hjælp af pløjning, nedspuling eller mekanisk skæring. Under denne proces suspenderes havbundssediment 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//158//191/.

Virkingen 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

Udledninger under produktion

Den forventede mængde udledt produceret vand og olie ved TYRA-projektet fremgår af Figur 3-26 og Figur 3-28.

Ud over den tilbageværende olie vil det producerede vand indeholde spor af produktionskemikalier. De udledte produktionskemikalier er typisk kategoriseret som "grønne" eller "gule" kemikalier (se bilag 1, teknisk afsnit C). 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 er aktuelt mellem 8 mg/l og 13 mg/l. Efter implementeringen af Tyra Future-genudviklingsprojektet forventes olieindholdet at falde til et månedligt gennemsnit på 6 mg/l. De forventede mængder af udledt olie og kemikalier er anført i afsnit 3. Flowmetre måler kontinuerligt mængden af udledt produceret vand, og der indsamles dagligt vandprøver til analyse af olieindholdet i det producerede vand.

Produceret vand kan have toksiske virkninger på havmiljøet på grund af dets indhold af BTEX, PAH, dispergeret olie, metaller osv. 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. Udledninger af stoffer, der er persistente eller bioakkumulerbare, vil i princippet øge stoffets generelle baggrundsniveau, men på grund af de relativt små mængder forventes det, at sådanne stigninger ikke kan måles 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 miljøvirkningerne i forbindelse med udledningerne af produceret vand er små /46/.

Udledningerne af vand, olie og kemikalier indeholder også stoffer, der kan fungere som næringsstoffer for fytoplankton og bakterier i vandet.

Norm udledt fra offshore olie- og gasproduktion i Nordsøen påvirker ikke niveauet af radioaktivitet i miljøet mærkbart og/eller påvirker ikke biotaen mærkbart /197/.

Virkingen på vandkvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt til regionalt omfang og af kort varighed på grund af den konstante udledning i feltets levetid. Samlet set vurderes

virksomheden 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 slots ved TYRA-projektet: De planlagte udviklingsprojekter ved Valdemar, Bo Syd, Adda og Tyra C omfatter konstruktion af op til fire satellitbrøndhovedplatforme med i alt 32 nye brøndslots. Det tager typisk mellem 60 og 150 dage at bore en brønd. Vandbaseret mudder og vandbaserede spåner vil blive udledt til havet, mens oliebasert mudder og oliebaserte spåner bliver bragt i land til 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 konkluderes, at koncentrationen af suspenderede borespåner og -mudder i vandsøjlen 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 i Danmark klassificeret som "grønne" eller "gule" kemikalier i henhold til OSPARs klassificeringssystem for offshorekemikalier (afsnit 2.2.2 og 8.1.3).

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

	OSPAR-klassificering	Anvendelse pr. brønd	Udledning pr. brønd
		Tons	Tons
Boremudder		2421	2421
		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 boringer, 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 56 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 (se teknisk afsnit D). 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

	OSPAR-klassificering	Anvendelse pr. brønd	Udledning pr. brønd
		Tons	Tons
Matricebaseret brøndstimulering		220	140
		2603	522
Brøndstimulering med syrefrakturering		194	134
		2816	564

Mængden af udledning pr. brøndstimulering (Tabel 6-8) er betydeligt mindre end udledningerne under boring (Tabel 6-7). Modellering med henblik på brøndstimulering blev gennemført som et led i VVM-undersøgelsen vedrørende Adda, og den viste, at der kunne forekomme en miljøvirkning op til 7 km fra udledningsstedet /2/. Den modellerede brøndstimulering 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.

Ifølge erfaringer fra store rørledningsprojekter er miljøvirkningen (defineret som en koncentration, der overstiger NOEC) ubetydelig i afstande på mere end få hundrede meter fra udledningsstedet /162//163/. Det anslås, 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 (jacket og topside) inden transport til land. Skyllevand og vandrester i rørføring og vessels vil blive behandlet i det eksisterende vandbehandlingsanlæg eller på andre platforme og udledes til

havet i overensstemmelse med udledningstilladelsen. 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 i havvandet 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/.

Som nævnt ovenfor forventes der ingen miljøvirkninger fra udledningen af produceret vand uden for en radius på få km fra udledningsstedet ved TYRA-projektet. Det nærmeste andet oliefelt, hvor udledninger kan forekomme, er Gorm, som ligger ca. 16 km væk. Størstedelen af det producerede vand fra Gorm reinjiceres i reservoiret, og kumulative virkninger på vandkvaliteten fra udledningerne af andre olie- og gasanlæg i Nordsøen forventes ikke.

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. De fysiske forstyrrelser fra disse aktiviteter forventes ikke at forekomme samtidig.

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 for sådanne noder og kabler forventes at være lille, da hver node er 0,40-50 cm bred. Under boring (op til 56 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 tracers og nedgraves til en dybde på ca. 1,5-2 m under havbundens overflade, og det fører til sedimentsuspension langs rørledningens rute.

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.

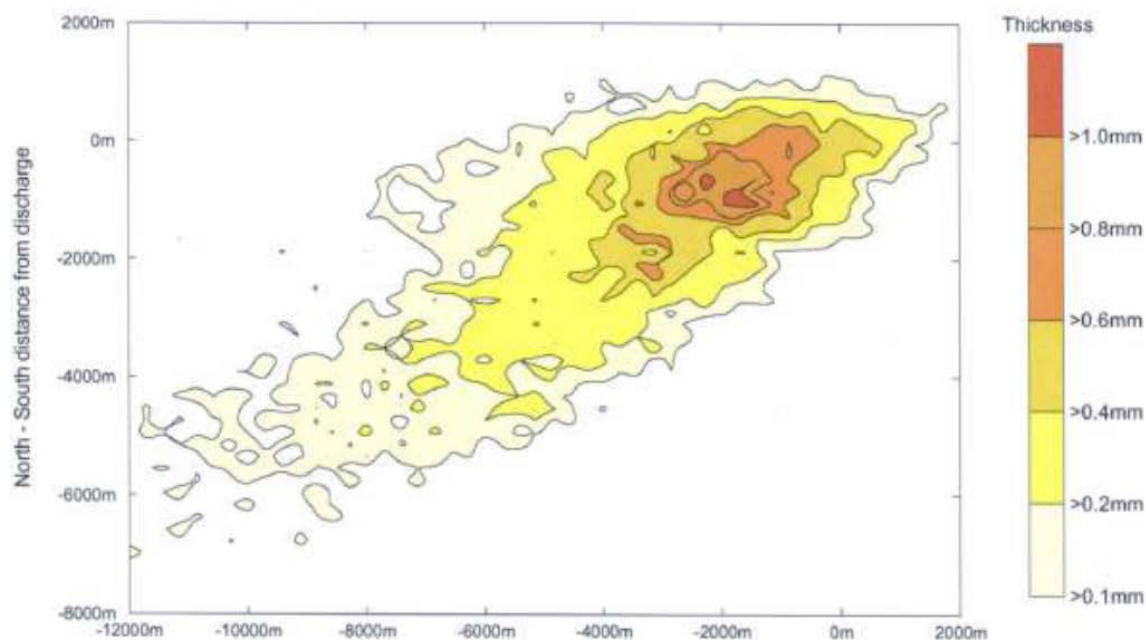
Forstyrrelsen af små områder med sandsedimenter forventes at være kortvarig, da sand hurtigt bundfælder sig på havbunden igen i nærheden af de forstyrrede områder. Virkningen på sedimenttype og -kvalitet vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på sedimenttype og -kvalitet af fysisk forstyrrelse vurderes derfor at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.4.2 Udledninger under boring

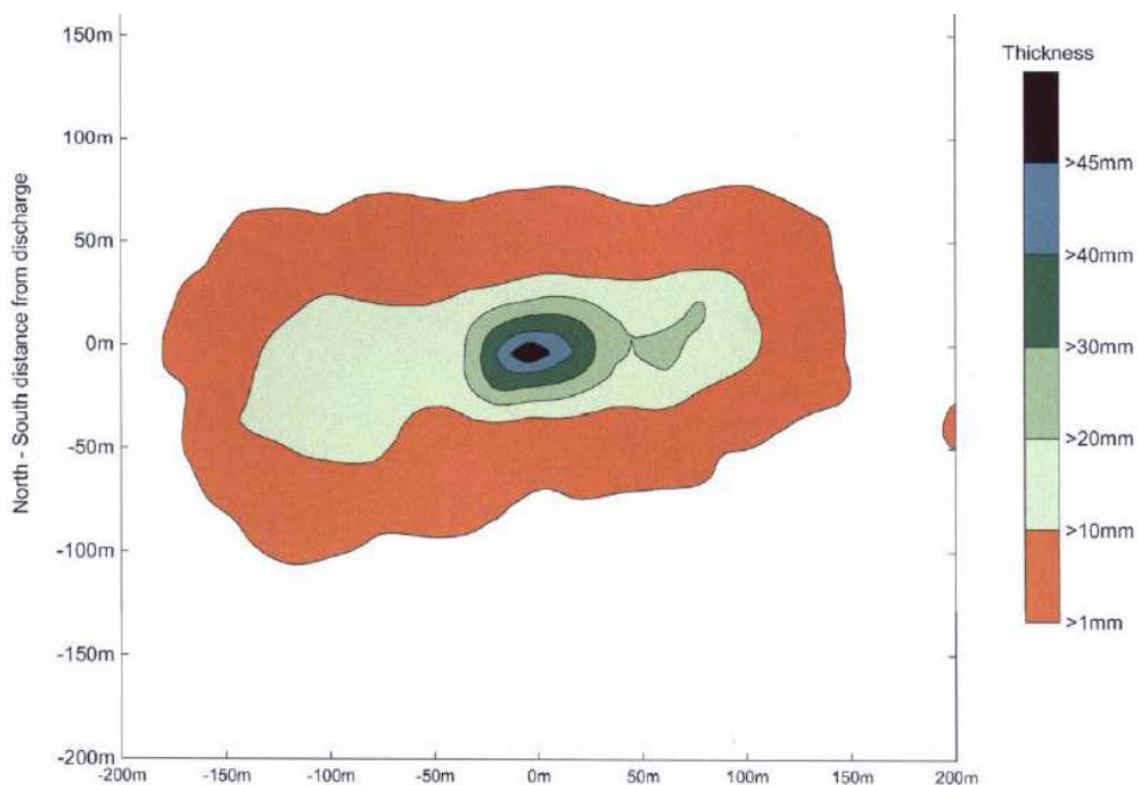
Vandbaseret boremudder og -spåner forventes udledt til havet fra op til 56 brønde. Udledningerne kan aflejres på havbunden og påvirke sedimentkvaliteten.

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 med afstanden på grund af materialets sedimentation og fortynding /45//46/.

Modellering af sedimentation af boremudder og -spåner for en typisk Maersk Oil-brønd viser, at størstedelen af boremudderen bundfældes i nærheden af udledningsstedet (1-2 km) (Figur 6-1). Laget af boremudder, der bundfældes på havbunden, vil højst være 1 mm tykt. Borespåner er tungere end boremudder og bundfældes hurtigere. Modeldata for en lignende brøndudledning viser, at der kan forventes et lag på 50 mm småspåner i et område på 50 m omkring brønden. Lagets tykkelse forventes at falde til <1 mm uden 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. 1.800 tons spåner og ca. 3.500 tons vandbaseret boremudder og cement. Hvis alle 56 eksisterende og planlagte slots ved TYRA-projektet anvendes, vil det føre til en samlet udledning af 101.000 tons spåner og 196.000 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 muddret og spånerne, er klassificeret som "grønne" eller "gule" kemikalier (afsnit 6.2.2.1 og 8.1.3). Muddret 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 (typisk inden for få hundrede meter) og hurtigt faldende i alle retninger med stigende afstand fra platformen /6/. Ifølge denne rapport overskrider kontaminanterne i sedimentet omkring Tyra Øst ikke på forhånd OSPAR-miljøvurderingskriterierne (EAC) eller EU's miljøkvalitetsstandarder (EQS), hvor der er fastsat relevante tærskler. Det forventes derfor, at koncentrationen af kontaminanter vil forblive under disse tærskelværdier i forbindelse med de aktiviteter, der er tilknyttet dette projekt.

Sedimentation af boremudder og -spåner kan ændre sedimentets kornstørrelse. Overvågning af havbunden viser dog, at middelværdien for kornstørrelse efter boring ved Tyra Øst 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 Øst-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. Virkningen på sedimenttype og -kvalitet af udledninger vurderes følgelig at være af mindre negativ samlet betydning.

6.2.4.3 Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner

Rørledninger kan få vandet til at strømme hurtigere foran rørledningen og dermed erodere havbunden og/eller skabe aflejringer bag den. Vandbevægelsen kan også bevirke, at bunden under rørledningen forsvinder. Rørledninger med tilknytning til TYRA-projektet nedgraves ved tracering eller dækkes med sten, hvilket minimerer erosionsvirkningerne.

Jackets kan også få vandet til at accelerere omkring pælene, så der opstår et eroderet hul ved foden. Ændringerne kan i nogle tilfælde ses på havbunden som erosion eller aflejring af sand i nærheden af jackets.

TYRA-projektets eksisterende og planlagte rørledninger og jackets tilvejebringer et hårdt underlag for vækst af dyr, planter og alger i et område, hvor der tidligere kun var sand. Alle jackets fjernes, når TYRA-projektet afvikles, mens rørledningerne eventuelt efterlades på stedet, men dækkes af sediment og/eller stendumping.

Virkingen 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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	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 konstruktioner er det kendt, at småspåner 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 i ekstreme tilfælde 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, afvikling 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 grundlag af feltmålinger forventes det, at virkninger på hvirvelløse dyrs og planktonlarvers adfærd og fysiologi kun vil opstå inden for få meter fra en støjkilde 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 støjkluder, f.eks. seismiske undersøgelser og spunsramning /64/ /65/.

På grundlag af planktonpopulationernes meget tætte bestandtæthed og deres høje reproduktion forventes plankton 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 betydning.

Tabel 6-11. Typisk frekvens og støjniveau fra aktiviteter ved TYRA-projektet (baseret på bilag 1 (tekniske afsnit), /2//48//140//180/). RMS er det gennemsnitlige lydtryk over en specifik periode med støj, og SEL er det lydeksponeringsniveau, der udtrykker den samlede energi i en specifik lyd. Peak-to-peak afspejler det faktiske maksimale lydtryk.

Aktivitet	Frekvens	Enhed	Støjniveau ekstrapoleret tilbage fra en afstand på 1 m fra kilden (@1m)
Seismiske undersøgelser			
Luftkanon (2D-/3D-/4D-seismiske undersøgelser)	0,005-0,200 kHz	Peak-to-peak (dB re 1µPa)	244 (ca.)
	0,005-80 kHz	RMS (dB re 1µPa)	179-266
		SEL dB re 1µPa ² s	202-216
Multibeam-ekkolod	70-100 kHz	RMS (dB re 1µPa)	225-232
Sidesøgende sonar	100-900 kHz	Peak-to-peak (dB re 1µPa)	220 (ca.)
	100-500 kHz	RMS (dB re 1µPa)	220-226
Rørledninger og konstruktioner			
Ramning af jackets	0,001-170 kHz	Peak-to-peak (dB re 1µPa)	230
Produktion			
Produktionsplatform	0,01-10 kHz	RMS (dB re 1µPa)	162
Boring og brøndstimulering			
Ramning af konduktorer	0,03-20 kHz	Peak-to-peak (dB re 1µPa)	219
Borerig	0,1-0,4 kHz	RMS (dB re 1µPa)	195
Transport			
Hjælpefartøj	0,01-20 kHz	RMS (dB re 1µPa)	122-192
Afvikling***			
Jetskæring i vand		RMS (dB re 1µPa)	195

***Sprængstoffer vil efter planen ikke blive anvendt til afvikling af anlæg.

6.2.5.2 Fysisk forstyrrelse på havbunden

Med hensyn til svampeorganismer, der lever på faste undervandskonstruktioner, vil disse fungere som filtre for den plankton, der findes i de gennemstrømmende vandmasser. Dette vil ændre den lokale fødekæde og dermed den lokale biologiske produktion og nedbrydning af organisk stof i området. Selv om dette vil påvirke økologien i et område, der er flere gange større end det område, der optages af felterne, er det stadig en mindre påvirkning af det regionale økosystem.

6.2.5.3 Suspenderet sediment

Suspenderede sedimenter vil potentielt kunne reducere lystilgængeligheden for fytoplankton og påvirke zooplanktons nedsvælningshastighed, ægproduktion og -udklækning samt overlevelseshastighed. Der forventes imidlertid kun at blive suspenderet relativt små mængder sediment i forbindelse med konstruktionen af nye platforme og rørledninger og deres afvikling (se afsnit 6.2.3.1).

Sedimentspredningen vil være lokal, midlertidig og arealmæssigt fordelt langs nye rørledninger og konstruktioner under tracering 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.

6.2.5.4 Udledninger

De potentielle virkninger på plankton fra udledninger er forbundet med virkningerne fra forskellige aktiviteter på vandkvaliteten, der er beskrevet i afsnit 6.2.3.

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, stimulering og rengøring af rørledninger inden afvikling på stedet kan påvirke fyto- og zooplanktonsamfundene. Generelt forventes det, at offshoreudledninger fortyndes hurtigt, og at kun plankton fundet 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 på plankton forventes at være lille, lokal og kortvarig. Den samlede virkning på planktonsamfund vurderes derfor at være af mindre negativ betydning.

6.2.5.5 Lys

Visse store zooplanktonarters vertikale migration i vandsøjlen kan blive påvirket af lys fra bemandede platforme.

Lys er en faktor, som regulerer zooplanktons daglige vertikale migration /60/. Det er konstateret, at visse former migrerer tættere på overfladen i mørke nætter end i klare nætter med måneskin /62/. Det anerkendes, at vandlopper fouragerer i mørket for at undgå at blive ædt, men de ædes intensivt, når de oplyses af den opgående fuldmåne /63/. Næsten alle former for planktonorganismer er ellers underkastet den fremherskende strøm og turbulens, og det forventes, at lys kun kan registreres af zooplanktonorganismer helt tæt på platformene.

De potentielle virkninger forventes at være lokale/190/ og kan berøre individer, men ikke hele planktonpopulationer i Nordsøen. Virkningen på plankton af lys ved TYRA-projektet vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.5.6 Overordnet vurdering

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

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

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Middel
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Lille	Lokal	På mellemlang sigt	Mindre negativ	Høj
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Lys	Lille	Lokal	Umiddelbar	Ubetydelig negativ	Lille

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/fjernelse af konstruktioner.

6.2.6.1 Undervandsstøj

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

Mange hvirvelløse dyr kan registrere og udnytte lyd og kan derfor være følsomme over for ændrede støjmønstre. Benthisk faunas adfærd som reaktion på støj er næste ukendt. Hvirvelløse dyr har typisk ikke 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 direkte skadelige virkninger (i modsætning til fisk med svømmeblære), medmindre organismerne befinder sig få meter fra støjkluder på omkring 240 dB re 1 μ Pa /61/.

Maskeringen af naturlig lyd er sandsynligvis en af de mest alvorlige trusler i forbindelse med menneskeskabt lyd mod levevilkårene for dyr i akvatiske miljøer /179/. Maskering er reduktionen af sporbarheden af bestemte lydbølger som følge af den samtidige forekomst af en anden lyd. Det kritiske spørgsmål med hensyn til de adfærdsmæssige virkninger af lyd er, om kunstig støj påvirker eller maskerer et dyrs evne til at registrere og reagere over for biologisk relevante lyde. Kødædende børsteorme bruger f.eks. lavfrekvente lyde til at lokalisere deres bytte. Der foreligger imidlertid ingen data om maskeringen af biologisk vigtige signaler hos børsteorme og andre grupper af benthiske hvirvelløse dyr som følge af menneskeskabte aktiviteter. I betragtning af den kortvarige virkning af støj fra forskellige aktiviteter i forbindelse med TYRA-projektet vil den skadelige virkning på levevilkårene for den benthiske makrofauna sandsynligvis være ubetydelig.

Der forventes følgelig ikke langvarige indvirkninger. Indvirkninger på den benthiske makrofauna af støj vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Det vurderes, at der kan være en lille indvirkning på enkelte individer, men ingen samlede indvirkninger på bestanden. Den overordnede virkning af støj fra projektet vurderes at være af ubetydelig negativ 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.

De faste konstruktioner kan påvirke det omgivende miljø ved at ændre det eksisterende økosystem. De benthiske samfund, der lever på den omkringliggende bløde bund, kan blive berørt af sedimentets øgede iltforbrug som en funktion af akkumuleringen af detritus og epifaunale organismer, der løsnes fra de undersøiske konstruktioner, af ændringen i kornstørrelse eller af rovdrift fra organismer, der tiltrækkes af anlæggene i feltet.

Anbringelsen af boreriggens fødder og installationen af den nye platform vil medføre lokal forstyrrelse på 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 genetablers inden for en periode på 2-3 år efter forstyrrelsen /67/.

Rørledningernes og benenes form på havbunden kan påvirke vandsøjlestrømmene og ændre de lokale mønstre for erosion og aflejring af sediment, f.eks. på grund af underminering ("scour"). Underminerings effekter på aflejnings- og erosionsprocesser på den bløde havbund kan forudsiges

i det nærmeste område, dvs. op til 10-12 gange arealet for den faste konstruktion /198/. Den mulige ændring af bundstrukturen i umiddelbar nærhed af rørledningerne, fordi de fungerer som et læbælte for tværgående strømme, vil ikke få betydning for de generelle økologiske forhold i regionen.

Forekomsten af en fast konstruktion, der stikker op fra havbunden i et stort blødt bundområde, som hovedsagelig består af mudret sand, vil tiltrække svampeorganismer, der ellers er sjældne i regionen. Dette er en generel observation i undersøgelser af kunstige havinstallationer /172//173/. Koloniseringen af epifauna (og epifytter, når lysforholdene tillader det) vil tiltrække andre organismer, f.eks. mobile krebsdyr og gastropoder, der søger føde og/eller ly /174/.

De fleste svampeorganismer, der koloniserer benene og de øvrige undersøiske konstruktioner, har ingen væsentlig betydning som bytte for højere trofiske niveauer i det marine fødenet. Størstedelen af den biomasse, der produceres på disse konstruktioner, ender i nedbrydningsfødenettet, primært på havbunden under riggene (se /181/). Dette vil tegne sig for et iltforbrug, men som følge af den eksisterende sædvanligvis tilstrækkelige vandudskiftning vil der kun forekomme iltfattige forhold tæt på den nedbrydende organisme.

Selv om indførelse af et kunstigt fast habitat i et blødbundet miljø generelt er positivt, må konstruktionens gavnlige virkning på de økologiske forhold i regionen ikke overvurderes. Dens bidrag til den samlede produktivitet i regionen er begrænset og vil derfor næppe have betydning for udbredelsen af marine livsformer. Dette skyldes igen, at de faste konstruktioner kun tegner sig for en ubetydelig del af den samlede produktive del af regionen, som opretholder økosystemet i denne del af Nordsøen. Sammenlignet med den tilstødende Doggerbanke anslås indvirkningen fra TYRA på produktiviteten at udgøre under 1 ‰. Omfanget af TYRA-projektets indvirkning på det omkringliggende benthiske samfund vurderes derfor at være lille. Dette vil følgelig også være tilfældet, hvis konstruktionerne fjernes efter deres afvikling.

Det eksisterende monitoringsprogram omkring platforme opereret af Maersk Olie i Nordsøen har vist at havbunden og bundfaunaen kan påvirkes i en afstand af op til 1,500 m fra procesplatforme og 100 m fra satellitplatforme /REF OGD rapport/. Det nuværende Tyra projekt inkluderer 2 proces platforme og 9 brøndhoved-, riser-, og flare-platforme på TE og TW, samt 7 satellitplatforme på Tyra SE, Svend, Valdemar A/B og Roar, hvilket svarer til et samlet påvirket havbundsareal på 14.6 km². Det ombyggede Tyra projekt vil inkludere 1 procesplatform og 6 brøndhoved-, riser-, og flare-platforme på Tyra samt de 7 satellitplatforme på Tyra SE, Svend, Valdemar A/B og Roar, svarende til et påvirket havbundsareal på 7,5 km². In addition, 9 new wellhead platforms are considered for the TYRA project (see Tyra ESIA-16 for details): Valdemar LC (2 platforms), Boje, Bo South, Adda, Tyra LC, Tipo, Ella, and Farsund. Together these 9 satellites may affect an area of 0.3 km²

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

6.2.6.3 Suspenderet sediment

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

Hvirvelløse dyr på havbunden har generelt dårlig, hvis i det hele taget 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 virkningerne 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 af individer i det påvirkede område og i referenceområderne /72/. Andre undersøgelser har vist, at bestandene af hvirvelløse bunddyr begyndte at rekolonisere et forstyrret havbundsområde meget hurtigt efter, men at det kunne tage op til fem år, før bestandens struktur var gendannet til den 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 og udledninger af havvand anvendt til rengøring 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 Ø 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 kan samtidig gøre 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 sandsynligt 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 taget nogen, synsevne og vil højst sandsynligt ikke blive påvirket negativt af suspenderede 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 aflejrede 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 under anlæg, drift og afvikling 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

Platformens jacket skaber et nyt habitat for bentiske samfund, der lever på hårde underlag, og som normalt ikke forekommer i miljøer med blødt sediment. Inspektioner af konstruktioner har vist, at marin vækst (f.eks. søanemoner, tang, bløde koraller, søpunge og svampe) findes på de fleste jackets ved Tyra. Afhængigt af årstiden (og den faste overflades egenskaber) begynder koloniseringen næsten straks efter nedsænkningen af konstruktionerne og kan ses med det blotte øje efter få måneder.

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Virkningen på bentiske samfund af tilstedeværelsen (eller fjernelsen) af konstruktioner vurderes at være af mindre negativ (eller positiv) samlet betydning for det eksisterende bentiske økosystem.

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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Lille
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Middel	Lokal	På mellemlang sigt	Mindre negativ	Høj
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal	Langvarig	Mindre negativ	Høj
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Høj

6.2.7 Fisk

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

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. Dette kan have en signifikant virkning, hvis der er langvarige effekter /46/.

Der er kun gennemført meget få undersøgelser af ægs og larvers reaktion på menneskeskabte lyde. Frekvensområdet for fiskelarvers hørelse svarer tilsyneladende til voksne fisks /182/.

Der er flere kilder, der udsender støj fra de planlagte aktiviteter, herunder boreaktiviteter (ramning af konduktorer), 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, fritsvømmende 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.

Hvis fisk ændrer adfærd, kan det have virkninger for deres 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/.

Virkningen 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 spunsramning i forbindelse med monotårne til 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 monotårne med pælefundament i forbindelse med en vindmøllepark og ramning af spuns pæle og konduktorer til en olie- og gasinstallation. Monotårne til vindmøller har typisk en diameter på 5-10 m og en spunsramningstid på 4-6 timer. Til sammenligning har spuns pæle til jackets en diameter på højst 2,4 m (96"). Konduktorer er mindre, normalt 26-30", og støjniveauet fra ramning af konduktorer er betydeligt lavere end fra spunsramning. Ramningen vil normalt blive udført inden for 2 timer for den pæl, der anvendes til en jacket (seks nye platforme), og 6-8 timer for konduktorer (56 nye brønde), der anvendes til boring af en ny brønd. Ramning af konduktorer kan enten foretages som batch eller separat efter færdiggørelsen af den enkelte brønd.

Indvirkningerne på fisk som følge af spunsramning vurderes at være små, lokale og kortvarige. Det 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, vil reducere virkningen yderligere.

Undervandsstøj fra andre aktiviteter

Da sprængning ikke planlægges i forbindelse med afviklingen, vil støjen fra fjernelsen af rigge og rørledninger være begrænset og primært være forbundet med brugen af driftsfartøjer og jetskæring.

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 offshoreplatforme tiltrækker fisk, indikerer, at støj fra boring eller behandling og produktionsplatform generelt ikke berører fisk, eller at fisk tolererer støj /78//79//80/. Observationer fra platforms- og undervandsinspektioner ved TYRA-projektet bekræfter også tilstedeværelsen af fiskestimer.

Virkningen 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 og på grund af afvikling. Rørledninger forventes at blive nedgravet til en dybde på 1,5-2,0 m under havbunden og efterfølgende at blive afviklet på stedet. Det påvirkede område forventes at være lille. Det vurderes, at naturlige processer såsom erosion eller sedimentation vil gendanne den forstyrrede havbund til dens oprindelige tilstand inden for 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. Larver kan 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 iltsvind/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 over for suspenderet materiale end pelagiske æg. Da området for TYRA-projektet er et lille område sammenlignet med det enorme ensartede miljø i den centrale del af Nordsøen, forventes ingen påvirkning på plankton på populationsniveau.

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/tracering, 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 den miljørisiko, der er forbundet med det udledte producerede vand ved TYRA-projektet, viser, at risikoen 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 de målte virkninger 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/. Udledningen af behandlet affaldsvand fra rengøringen af konstruktionerne under drift eller afvikling er lille sammenlignet med udledningen af produceret vand.

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. Borespåner 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 -spåner i forskellige afstande fra boreriggene, bekræfter dette mønster. Ifølge målingerne falder koncentrationen af suspenderede borespåner 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, og efter Tyra Future-genudviklingen, hvor Tyra Vest vil være ubemandet, vil kun Tyra Øst være 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//190/. Virkninger på fisk af lysemissioner betragtes følgelig som mindre og lokale.

Virkingen 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

Det er konstateret, at fisketætheden er højere i nærheden af platforme og andre konstruktioner sammenlignet med de omkringliggende åbne vandområder. De underliggende mekanismer, der tiltrækker fisk omkring disse konstruktioner, forstås imidlertid endnu ikke fuldt ud.

Det kunstige rev, der stammer fra den eksisterende og nye jacket, eller det område, der er dækket som følge af dumpning af sten, giver fisk et nyt habitat til at finde skjulesteder og fourageringsområder /148/. Det nye habitat er gunstigt for revfisk, som f.eks. havkarusse, savgylte og hundestejle. Disse fisk tiltrækkes af de faste konstruktioner med deres heterogene struktur, som skaber et væld af skjulesteder, hvor f.eks. små fisk og yngel kan skjule sig fra rovfisk. Også bentho-pelagiske fisk såsom torsk og hvilling tiltrækkes af den større fødemængde og den beskyttelse, som rigkonstruktioner og stenrev giver /149/.

Virkingen af platforme og tilknyttede installationer på fisk vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed, da de fleste konstruktioner fjernes under afviklingen. Den overordnede virkning på fisk af tilstedeværelsen af konstruktioner vurderes derfor at være af ubetydelig negativ betydning for arter, der forbindes med sandsediment. For fiskearter, der lever i revhabitater, og som tiltrækkes af kunstige faste konstruktioner, forventes en ubetydelig positiv virkning som følge af en lokal revvirkning. En ubetydelig virkning på fiskebestanden er også konsekvensen af fjernelsen af disse konstruktioner.

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	Virkingens intensitet	Omfang	Virkingens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	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
Udledninger	Lille	Lokal	På mellemlang sigt	Mindre negativ	Høj
Lys	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Lille
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ/positiv	Lav

6.2.8 Havpattedyr

De potentielle virkninger på havpattedyr hænger sammen med undervandsstøj, fysisk forstyrrelse, suspenderet sediment, udledninger, 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. Visse pinnipedia, f.eks. gråsæl og spættet sæl, er opført i habitatdirektivets bilag II og V. Bilag II-arter er særligt beskyttede arter, og habitatområder skal udpeges, hvor disse arters særlige behov beskyttes, og hvor artsfordelingen ikke påvirkes. For bilag V-arter skal der opretholdes en gunstig bevaringsstatus.

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 /164/

Arter i Nordsøen	Funktionel høregruppe	Båndbredde for hørelse
Pinnipedia		
Gråsæl, spættet sæl	Pinnipedia i vand	50 Hz til 86 kHz
Hvaler		
Marsvin	Højfrekvens	275 Hz til 160 kHz
Hvidnæse	Mellemfrekvens	150 Hz til 160 kHz
Vågehval	Lavfrekvens	7 Hz til 35 kHz

Virkingen 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. Virkingen 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 restitueringsperiode. Ved PTS og TTS er lydintensiteten en vigtig faktor for graden af høretab, og det samme gælder frekvens, eksponeringens varighed og længden af restitutionperioden /41/.

Uden for det generaliserede høreområde anses risikoen for virkninger på hørelsen fra lyd for højst usandsynlig eller meget lille (medmindre en lyd over/under dette område potentielt kan forårsage fysisk skade, dvs. skader i lunger eller mave-tarmkanalen som følge af detonation af sprængstoffer under vand)/164/.

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 permanent hørenedsættelse (PTS), midlertidig hørenedsættelse (TTS) og adfærdsmæssige virkninger hos gråsæl og spættet sæl (Phocid pinnipedia (ægte sæler i Water PW)) og marsvin (højfrekvenshvaler – HF) på grund af spunsramning som anbefalet af en dansk ekspertgruppe /138/. Alle niveauer er uvægtet SEL. (- viser, at der ikke er nogen tilgængelig tærskel). Data for vågehval og hvidnæser er fra lavfrekvenshvaler (LF) og mellemfrekvenshvaler (MF), fordi specifikke værdier for disse arter ikke er blevet dokumenteret /164/.

Art	Adfærdsmæssig reaktion (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL}$)	TTS (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$)	PTS (dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s SEL cum}$)
Gråsæl og spættet sæl (PW pinnipedia)	-	176	200
Marsvin (HF-hvaler)	140 (enkelt slag)	≥ 164	≥ 183
Vågehval (LF-hvaler)		168	185
Hvidnæse (MF-hvaler)		170	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 vågehval, er meget begrænset /142/. De generelle TTS- og PTS-grænser for LF- og MF-hvaler fra Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing /164/ anvendes derfor. Der foreligger ikke solide data, som kan udgøre grundlaget for anbefalinger vedrørende adfærdsmæssige reaktioner for begge arter.

De højeste støjniveauer i Nordsøen forårsages af seismisk aktivitet i forbindelse med olie- og gasindustrien og spunsramning i tilknytning til udvalgte konstruktioner, navnlig vindmølleparker. Sonarer, der bruges til militære aktiviteter eller fiskefartøjers ekkolokalisering for at lokalisere fisk, kan også forårsage høje støjniveauer /142/. 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 spunsramningsscenarioer. 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 spunsramning på den gennemsnitlige bestandtæthed af marsvin og dynamikken i Nordsøen /152/.

Der er væsentlig forskel på spunsramning i forbindelse med anlæg af en vindmøllepark og driften af olie- og gaskonstruktioner. Monotårne med pælefundament kan have en diameter på op til 10 m, mens pæle til en boreplatform har en diameter på højst 2 m, og derfor forventes mindre støj her /189/. Hamringen af pæle til platforme tager typisk højst 2 timer (6 nye konstruktioner planlægges under TYRA-projektet, herunder 2 i Tyra Future-genudviklingsprojektet). Projektet omfatter også pæle til understøtning af undersøiske konstruktioner, der skal beskytte ventilerne ved rørledningssammenkoblingerne (4 anlæg, se afsnit 3.2.1), og konduktorer til nye brønde (24 eksisterende slots og 32 nye brønde, 56 brønde i alt), dog med mindre dimensioner. Ramning af konduktorer kan enten foretages som batch eller mellem hver brønd.

Undervandsstøj fra seismiske undersøgelser

De seismiske data, der planlægges indhentet for TYRA-projektet, 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 geofoner (med en varighed på nogle dage) og risikoundersøgelser på slots, der kan omfatte 2D HR multikanal- og enkeltkanal-seismisk, sidesøgende sonar, singlebeam- og multibeam-ekkolod, kerneboring af havbunden samt magnetometer (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 2D-, 3D- og 4D-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
- risikoen for eventuelle virkninger på havarter vil opstå ved eller inden for 30 m fra luftkanonen ingen havdyr vil blive eksponeret for lyd-niveauer, 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. I et studie af marsvin under en 2D-seismisk undersøgelse i Moray Firth blev det konstateret, at dyr udviste kortvarig undvigeadfærd inden for 5-10 km omkring området for seismisk dataindsamling /150/. Samlet set kan risikoen for virkninger på havpattedyr være lokal (PTS, TTS) eller regional (adfærdsmæssig).

PTS-, TTS- og adfærdsmæssige virkninger vurderes at være af lille intensitet, da sandsynligheden for, at undersøgelsesfartøjer støder på havpattedyr og andre havarter i et område med risiko for virkning, er lille. Området for TYRA-projektet er ikke af særlig betydning for marsvin, og der er kun observeret få individer (0,4 marsvin/km² i området omkring platformene). Det vurderes, at populationerne af havpattedyr i Nordsøen ikke vil blive påvirket af seismiske aktiviteter ved TYRA-projektet. I studiet fra Moray Firth af de potentielle virkninger af seismiske undersøgelser på marsvins adfærd blev marsvinene typisk detekteret igen inden for få timer eller endda i løbet af den seismiske undersøgelse /150/. Det viser, at tolerancen over for undervandsstøj kan variere med tiden. Samlet set vurderes de potentielle virkninger af seismiske aktiviteter på havpattedyr at være af mellemlang (TTS og adfærdsmæssig virkning) til lang (PTS) varighed.

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 og etablering af en eksklusionszone, hvor arbejdet bliver udsat, hvis der viser sig at være havpattedyr til stede inden arbejdets påbegyndelse, 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 pr. pæl, og ramning af spunspæle til nye konstruktioner, som har en varighed på ½ time pr. pæl. De planlagte boreaktiviteter er forbundet med boringen af op til 56 brønde og seks 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: Støjniveauer, der udsætter havpattedyr for risiko for høreskade, forekommer kun i et område meget tæt på boreriggen. Adfærdsmæssige virkninger vil sandsynligvis forekomme i et område på få km fra boreriggen, og permanent eksklusion forventes ikke.

Undervandsstøj genereret af spunsramning og ramning af konduktorer i området for TYRA-projektet er blevet modelleret /184/. Den anvendte metode er beskrevet i detaljer af den danske arbejdsgruppe i /138/. Antallet af berørte pattedyr er et resultat af det beregnede samlede lydeksposteringsniveau (SELCum), som inkluderer stedsspecifikke kurver for udbredelse af undervandslyd, relevante støjildeniveauer (TTS eller PTS) og bløde opstartsprocedurer, hvor hamringsintensiteten stiger lineært /184/. Beregningen af SELCum gennemføres ved hjælp af en virtuel receptor for et undvigende dyr med en indledende afstand fra pælen, når ramningen begynder. SELCum beregnes som summen af den samlede lydenergi, som receptor eksponeres for under ramningen. Modellen beregner afstande fra spuns- eller konduktorramningen til de relevante tærskelniveauer anført i Tabel 6-16, dvs. den maksimale afstand fra støjilden, hvor pattedyr potentielt kan blive påvirket af støj over deres PTS- eller TTS-tærskel. Antallet af dyr fås ved at multiplicere bestandtætheden med området berørt af støj som en cirkel med en radius svarende til den angivne afstand til tærskelgrænserne. Resultater for spunsramning vises i tabel 6-17 (vinter) og tabel 6-18 (sommer), og resultaterne for konduktorramning vises i Tabel 6-19 (vinter) og Tabel 6-20 (sommer).

Tabel 6-17. Antal havpattedyr påvirket af undervandsstøj fra ramning af jackets over TTS- og PTS-niveau om vinteren. Antallet af dyr er bestandtætheden multipliceret med området berørt af støj som en cirkel med en radius svarende til den angivne afstand til tærskelgrænserne.

Art	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for PTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (PTS)	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for TTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (TTS)
Sæler (N = 0,01/km ²)	0	0	5.000	1
Marsvin (N = 0,4/km ²)	1.200	2	30.000	1.129
Vågehval (N = 0.025/km ²)	400	0	18.000	25
Hvidnæse (N = 0.025/km ²)	0	0	0	0

Tabel 6-18. Antal havpattedyr påvirket af undervandsstøj fra ramning af jackets over TTS- og PTS-niveau om sommeren. Antallet af dyr er bestandtætheden multipliceret med området berørt af støj som en cirkel med en radius svarende til den angivne afstand til tærskelgrænserne.

Art	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for PTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (PTS)	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for TTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (TTS)
Sæler (N = 0,01/km ²)	0	0	4.500	1
Marsvin (N = 0,25/km ²)*	800	<1 (0,5)	26.000	531
Vågehval (N = 0.025/km ²)	300	0	14.000	15
Hvidnæse (N = 0.025/km ²)	0	0	0	0

*lavere tætheder om sommeren

Tabel 6-19. Antal havpattedyr påvirket af undervandsstøj fra konduktorramning over TTS- og PTS-niveau om vinteren. Antallet af dyr er bestandtætheden multipliceret med området berørt af støj som en cirkel med en radius svarende til den angivne afstand til tærskelgrænserne.

Art	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for PTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (PTS)	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for TTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (TTS)
Sæler (N = 0,01/km ²)	0	0	300	0
Marsvin (N = 0,4/km ²)	0	0	18.000	407
Vågehval (N = 0.025/km ²)	0	0	7.000	4
Hvidnæse (N = 0.025/km ²)	0	0	0	0

Tabel 6-20. Antal havpattedyr påvirket af undervandsstøj fra konduktorramning over TTS- og PTS-niveau om sommeren. Antallet af dyr er bestandtætheden multipliceret med området berørt af støj som en cirkel med en radius svarende til den angivne afstand til tærskelgrænserne.

Art	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for PTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (PTS)	Afstand fra støjkilde til tærskelgrænser for TTS (meter)	Antal potentielt påvirkede dyr (TTS)
Sæler (N = 0,01/km ²)	0	0	200	0
Marsvin (N = 0,25/km ²)*	0	0	15.000	177
Vågehval (N = 0.025/km ²)	0	0	5.000	2
Hvidnæse (N = 0.025/km ²)	0	0	0	0

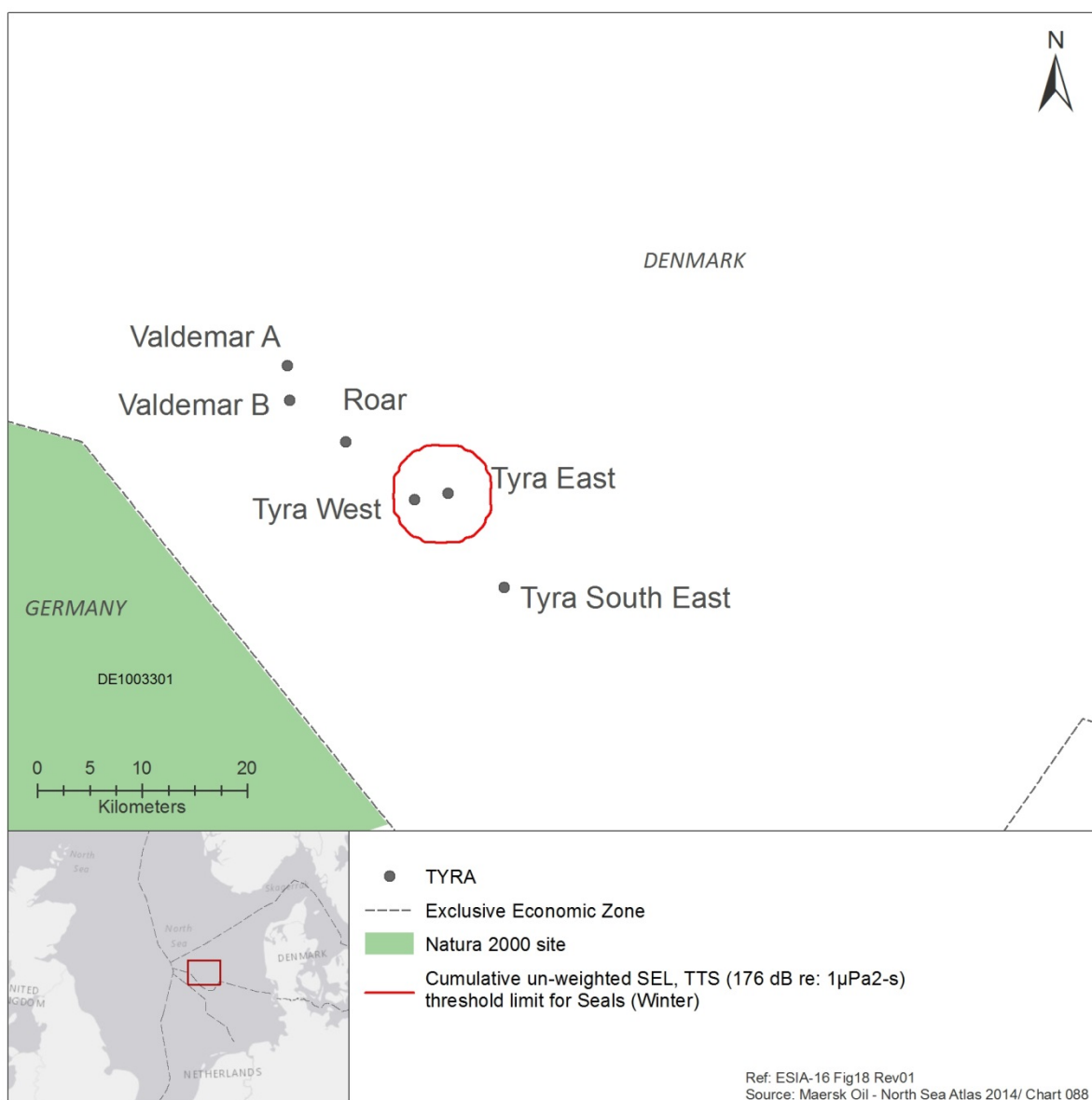
*lavere tætheder om sommeren

Marsvin, der befinder sig inden for 1.200 m om vinteren eller 800 m om sommeren fra spunsramningen, kan potentielt blive udsat for støjniveauer, der overstiger deres tærskel for permanent hørenedsættelse (PTS). Sæler, vågehvaler og hvidnæser er ikke i risiko for at blive udsat for støjniveauer over deres PTS. I betragtning af det lave antal marsvin i Tyra-området

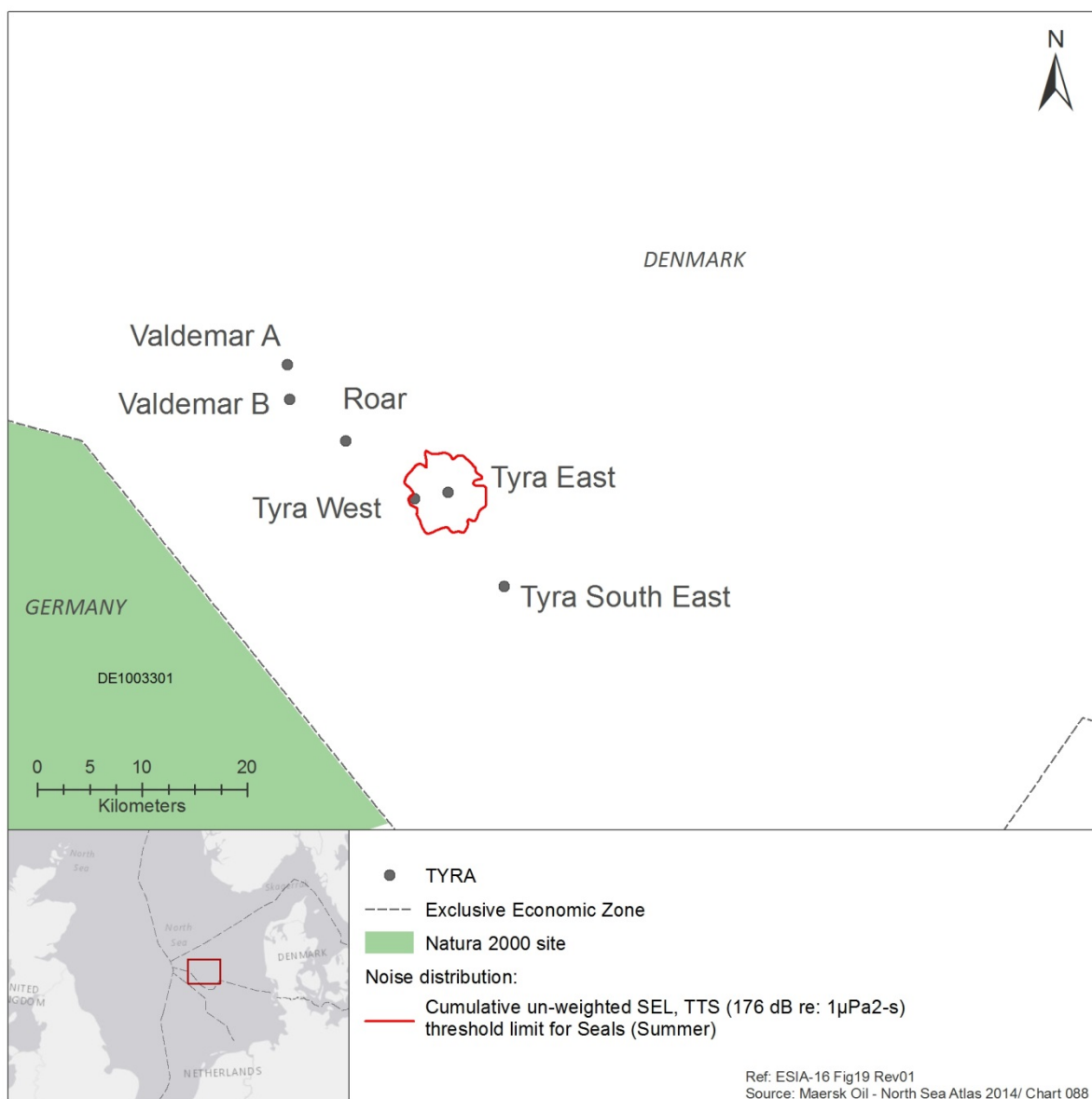
(Tabel 5-3) er muligheden for, at marsvin befinder sig inden for en afstand på 1200 m fra støjilden, relativt lille, og modelleringsresultatet viser, at der – baseret på worst case-scenariet – kan være op til to marsvin, der påvirkes af støj over deres PTS.

Den potentielle risiko for, at havpattedyr påvirkes af støj over deres TTS, varierer efter geografisk fordeling og antal afhængigt af art (Tabel 6-17). Baseret på worst case-scenariet risikerer marsvin, der befinder sig inden for en afstand på 30 km om vinteren og 26 km om sommeren, at blive udsat for støjniveauer, der overstiger den fastsatte TTS-grænse.

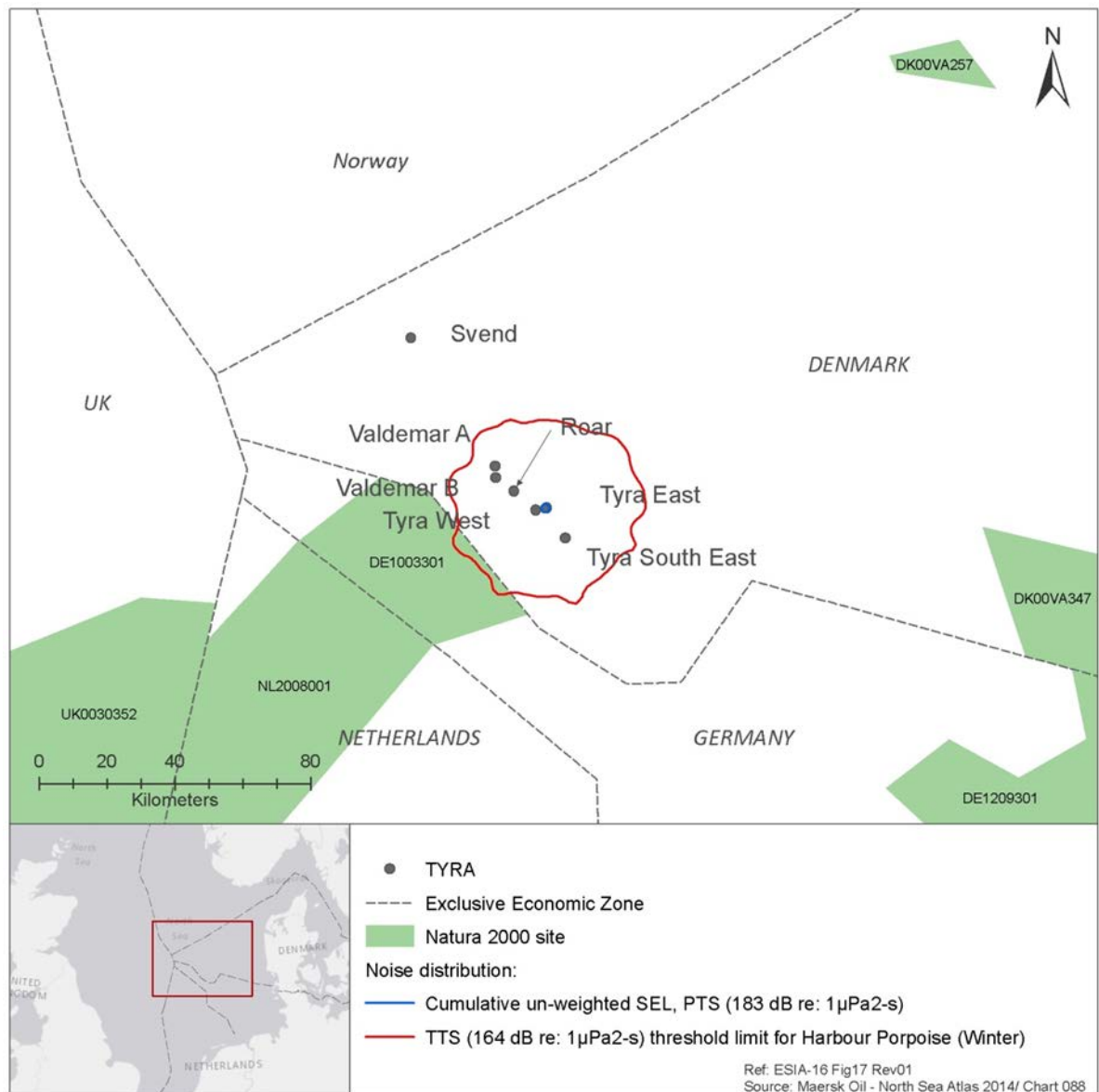
Konturpunkter af distributionen af undervandsstøj fra spuns- og konduktorramning fra TYRA-området (Figur 6-3-Figur 6-10) viser udbredelse af lyd over de fastsatte støjniveauer (TTS eller PTS) for sæler og marsvin /184/. Figur 6-3, Figur 6-4, Figur 6-5 og Figur 6-6 viser virkningen af ramning af jackets på sæler og marsvin om vinteren og sommeren, mens Figur 6-7, Figur 6-8, Figur 6-9 og Figur 6-10 viser virkningen af konduktorramning på sæler og marsvin om vinteren og sommeren.



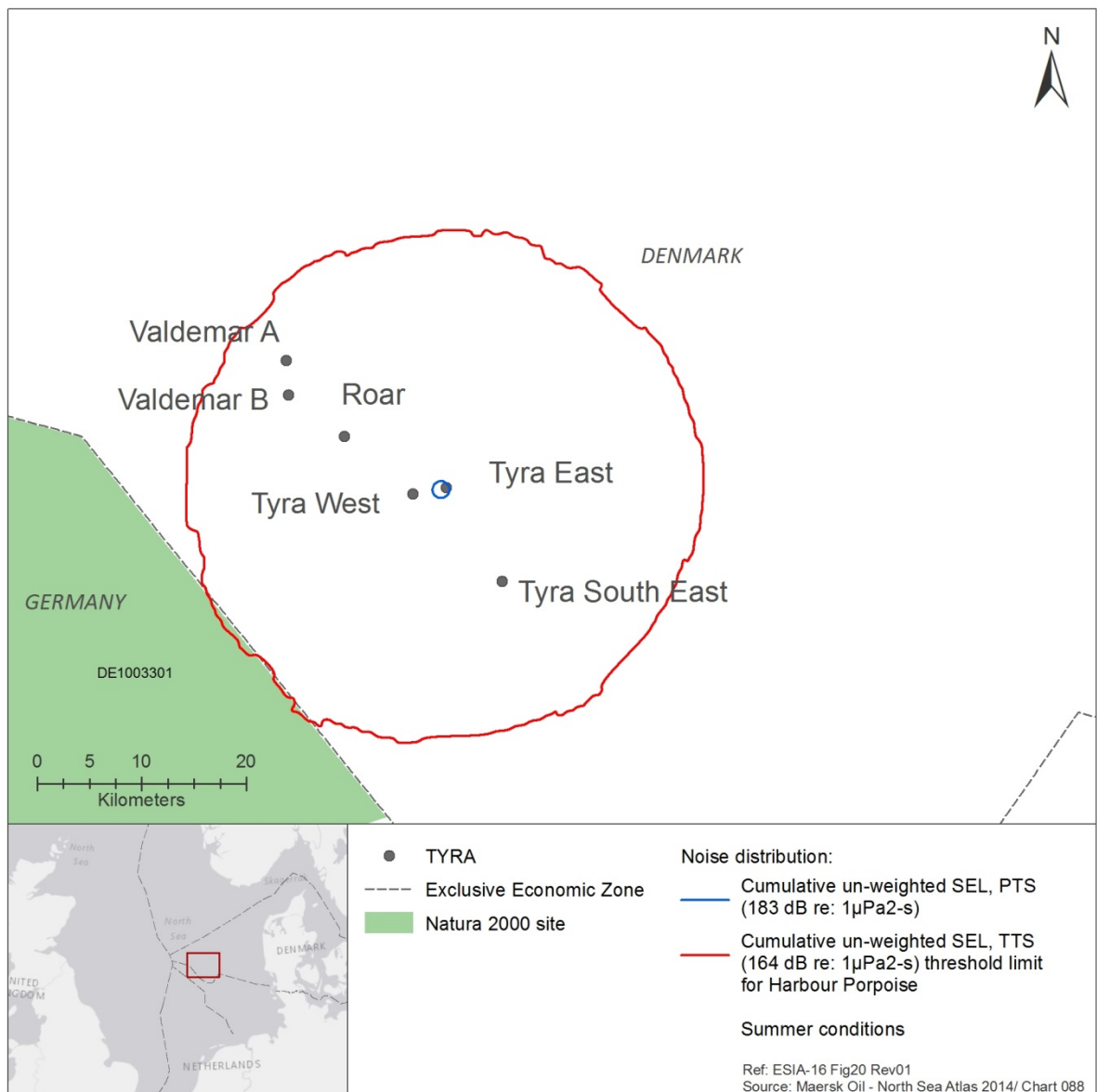
Figur 6-3. Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)



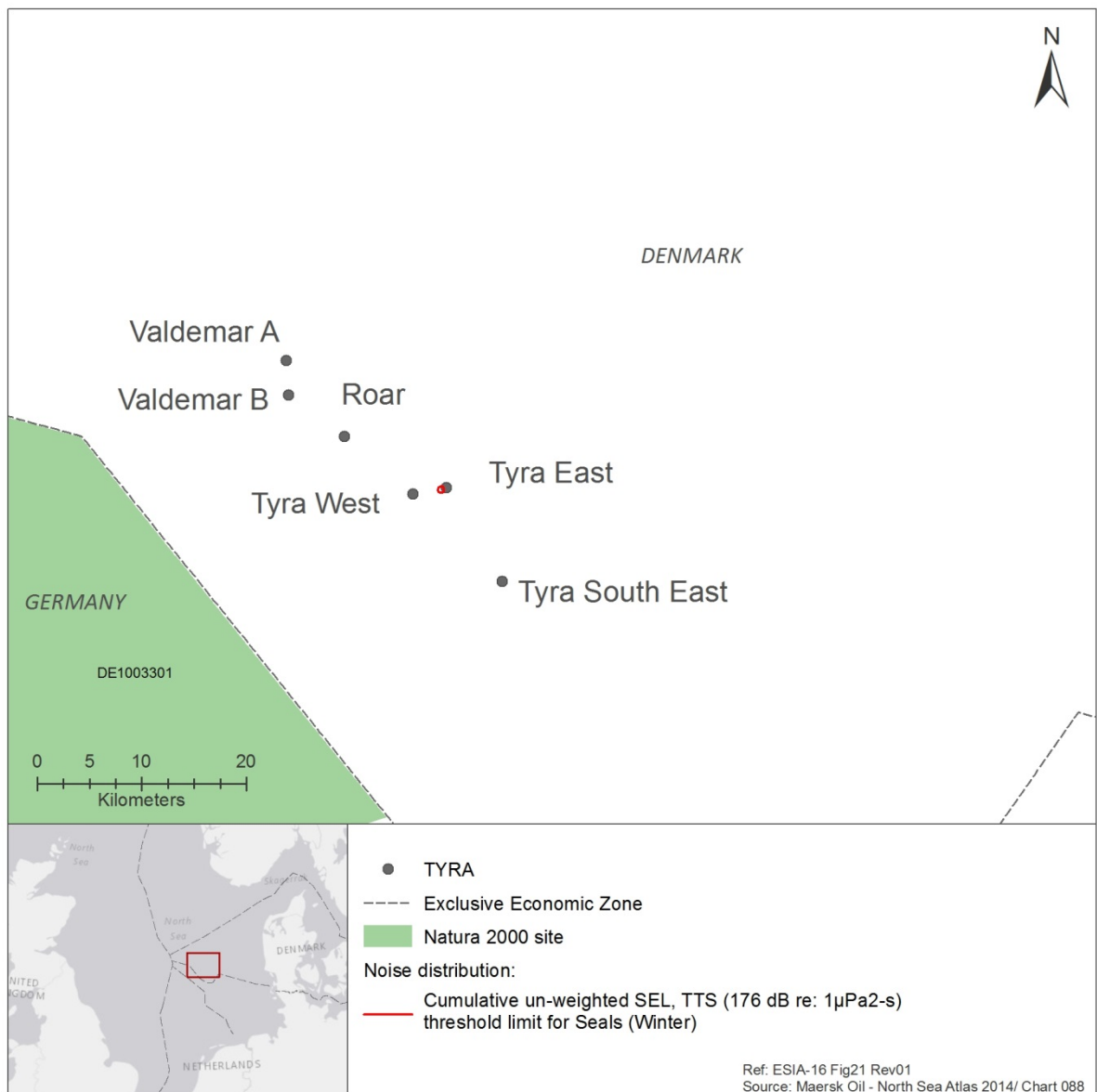
Figur 6-4. Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)



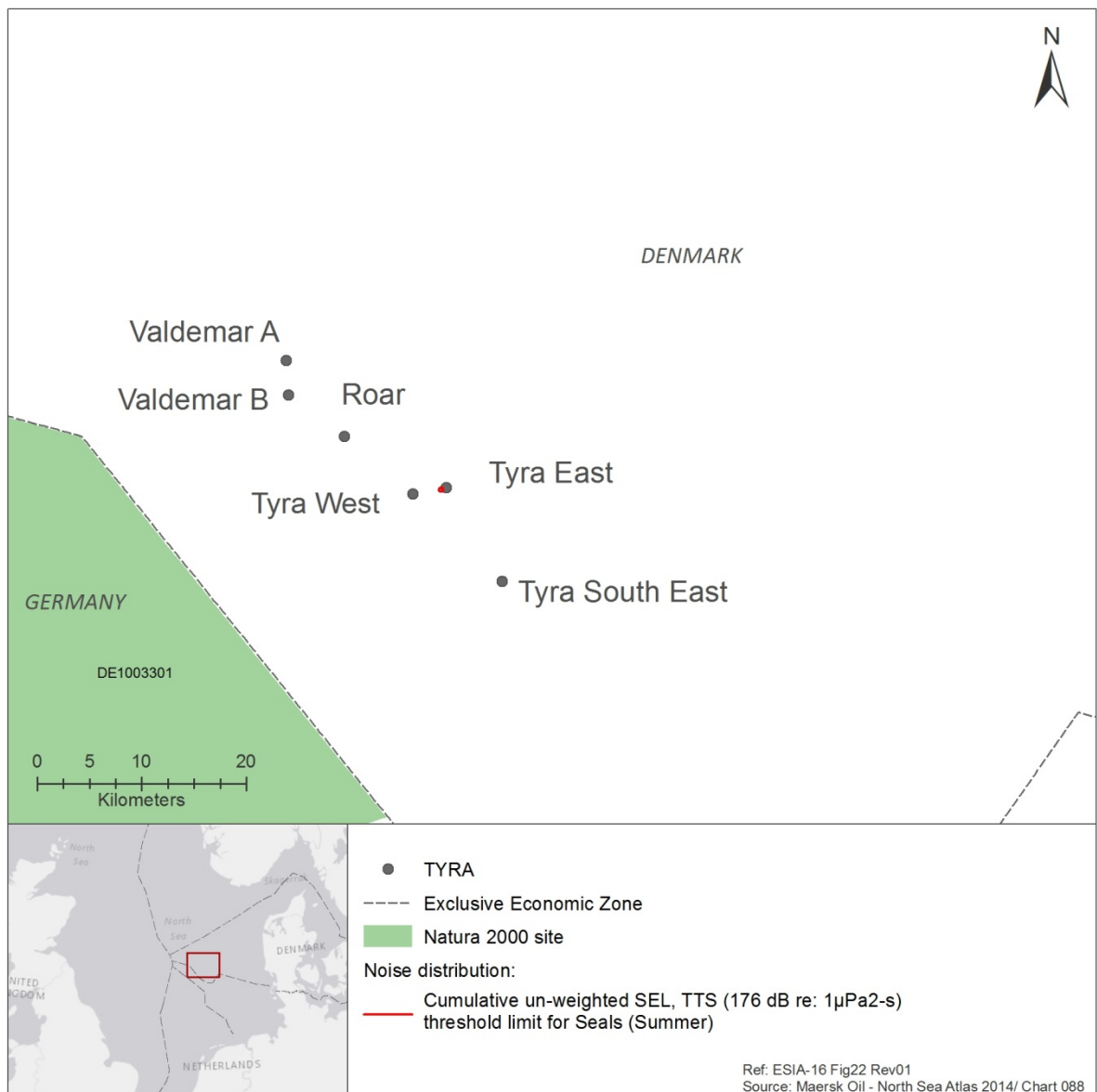
Figur 6-5. Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)



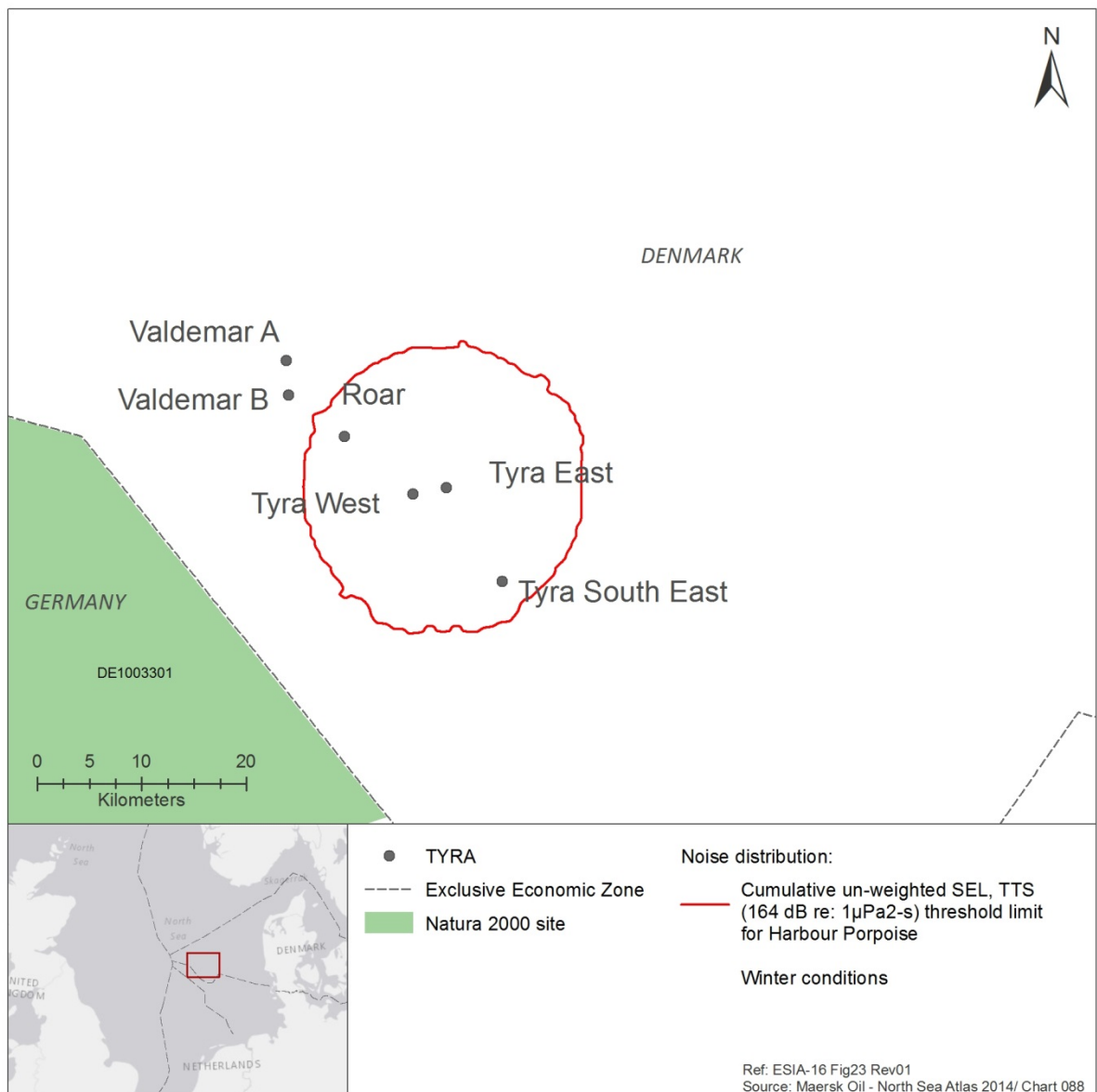
Figur 6-6. Ramning af jackets – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)



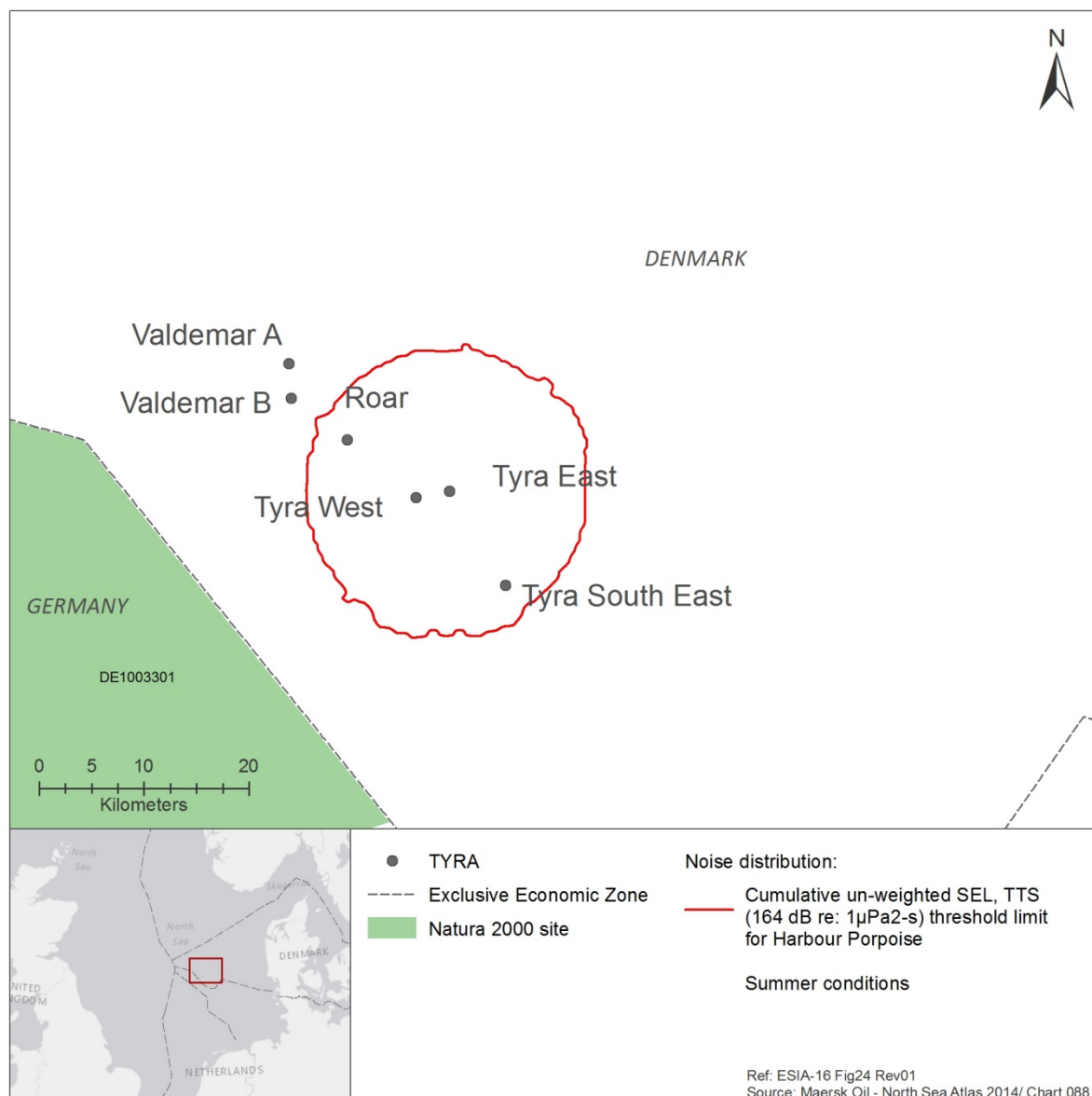
Figur 6-7. Konduktoramning – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)



Figur 6-8. Konduktorrøring – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for sæler, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)



Figur 6-9. Konduktorrøring – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, vinterforhold)



Figur 6-10. Konduktorråmning – uvægtet SELcum-tærskelgrænse – konturpunkter for marsvin, herunder undvigende dyr i hele ramningsperioden (Tyra, sommerforhold)

"PTS"- og "TTS"-afstande var betydeligt kortere for konduktorråmning, fordi den hammer, der anvendes til nedramningen af konduktoren i havbunden, er betydeligt mindre.

De potentielle virkninger af støjniveauer over TTS vil forsvinde igen efter kort tid (minutter) eller længere tid (timer) afhængigt af eksponeringstiden /138/. Den potentielle risiko for TTS anses ikke for kritisk for bestanden af marsvin i Nordsøen, da varigheden af spunsramningen kun er kort.

Omfanget af virkningen i forbindelse med boring og spunsramning forventes at være lokalt /140/, af moderat intensitet og af kort varighed. Baseret på modelleringsresultaterne i Tabel 6-17-Tabel 6-20 vurderes den overordnede virkning af støj fra bore- og konstruktionsaktiviteter at være af moderat negativ betydning.

Yderligere potentielle afværgeforanstaltninger med henblik på at reducere risikoen for skader for havpattedyr er beskrevet i afsnit 8.1.2 /184/.

Undervandsstøj fra produktion, fartøjer og tilknyttede aktiviteter samt afvikling

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, mellemfrekvenshvaler, 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/. I dette studie blev støjen fra det aktive oliefelt målt med 63 og 125 Hz frekvensbåndet i overensstemmelse med havstrategirammedirektivet. De foreløbige resultater viser medium støjniveauer på omkring 100 dB re 1µPa rms ved en afstand på 12.800 m fra platformen /139/, hvilket er under niveauet for adfærdsændringer hos marsvin. Enhver mulig risiko for virkninger på marsvin på grund af denne type støj forventes derfor at være kortvarig og over relativt korte afstande.

Under afviklingen vil støj være forbundet med fjernelsen af rigge og rørledninger. Da sprængning ikke planlægges i forbindelse med afviklingen, vil undervandsstøjen være forbundet med brugen af driftsfartøjer og jetskæring.

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

6.2.8.2 Suspenderet sediment

Suspenderede sedimenter vil potentielt kunne reducere sigtbarheden i vandet og dermed påvirke arter, f.eks. sæler, der bruger synet til at lokalisere bytte. Der forventes imidlertid kun at blive suspenderet relativt små mængder sediment i forbindelse med TYRA-projektet som en del af konstruktionen af seks nye platforme og tilslutning af rørledninger samt fra afvikling (se afsnit 6.2.3.1).

Virkningen vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på havpattedyr af suspenderet sediment som følge af konstruktion og afvikling vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.8.3 Udledninger

I forbindelse med de planlagte aktiviteter forventes en del udledninger (afsnit 6.2.3.2). 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 seks potentielle nye brøndhovedplatforme. Under afvikling forventes mindre udledninger af f.eks. kølevand og gråt affaldsvand fra fartøjer. Konservativ 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 byttetypen. Bioakkumulering forventes ikke af de kemikalier, der eventuelt vil blive anvendt (afsnit 8.1.3).

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

6.2.8.4 Lys

Der findes sikkerhedsbelysning på alle platforme og fartøjer, men kun de bemandede Tyra Øst- og Vest-platforme er oplyst, og når afviklingen er afsluttet, vil kun Tyra Øst være 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 og muligvis forfølger tiltrukket bytte /190/.

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

6.2.8.5 Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner og fartøjer

Tilstedeværelse af konstruktioner og fartøjer kan medvirke til, at dyr får større tolerance over for 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 seks 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.

Virkingen 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.

Når konstruktionerne først er afviklet, forventes ingen virkning på havpattedyr.

6.2.8.6 Overordnet vurdering

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

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

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj fra seismiske undersøgelser	Lille/middel	Lokal/regional	Mellemlangvarig eller langvarig	Moderat negativ	Middel
Undervandsstøj fra boring og spunsramning	Lille	Lokal	Kortvarig	Moderat negativ	Middel
Undervandsstøj fra produktion, fartøjer og tilknyttede aktiviteter samt afvikling	Lille	Lokal	På mellemlang sigt	Mindre negativ	Middel
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Udledninger	Lille	Lokal	På mellemlang sigt	Mindre negativ	Høj
Lys	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Tilstedeværelse/fjernelse af konstruktioner og fartøjer	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj

Med hensyn til de kumulative virkninger på havpattedyr forventes der 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 foretages en afvejning mellem den potentielle kumulative virkning, der er forbundet med de nuværende offshoreaktiviteter, og det yderligere fourageringsområde, som platformenes tilstedeværelse tilvejebringer /139/.

6.2.9 Havfugle

Havfugle påvirkes potentielt af støj, fysisk forstyrrelse på havbunden, suspenderet sediment, 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/.

Virksomheden 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 Fysisk forstyrrelse på havbunden

Fysisk forstyrrelse på havbunden kan forventes under produktions- og afviklingsaktiviteter. Dette kan potentielt påvirke visse fiskearter, som havfugle lever af (afsnit 6.2.6.2 og 6.2.7.2). De potentielle virkninger på havfugle er således begrænset til det lokale miljø omkring platformene og rørledningerne.

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

6.2.9.3 Suspenderet sediment

Suspenderede sedimenter vil potentielt kunne reducere sigtbarheden i vandet og dermed påvirke havfugles evne til at lokalisere bytte. Der forventes imidlertid kun at blive suspenderet små mængder sediment i forbindelse med TYRA-projektet som en del af konstruktionen af seks nye platforme og rørledninger samt fra afvikling (se afsnit 6.2.3.1).

Virksomheden vurderes at være af lille intensitet, af lokalt omfang og af kort varighed. Den overordnede virkning på havfugle af suspenderet sediment som følge af konstruktion og afvikling vurderes at være af ubetydelig negativ betydning.

6.2.9.4 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. Virksomheden 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 de kemikalier, der eventuelt vil blive anvendt (afsnit 8.1.3).

Virksomheden 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.

6.2.9.5 Lys

Der findes sikkerhedsbelysning på alle platforme og fartøjer, men kun de bemandede Tyra Øst- og Vest-platforme er oplyst, og når afviklingen er afsluttet, vil kun Tyra Øst være 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. Den potentielle tiltrækning vedrører individer og vurderes ikke at have betydning for populationen i Nordsøen.

Virksomheden 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.

6.2.9.6 Overordnet vurdering

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

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

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Undervandsstøj	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Fysisk forstyrrelse på havbunden	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Middel
Suspenderet sediment	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Middel
Udledninger	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Lys	Lille	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj

6.3 Havstrategirammedirektivet

Listen over receptorer og virkningsmekanismer, som er beskrevet i denne ESIS (se afsnit 6.1.2), 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 (Tabel 6-23). Miljøtilstanden for de danske områder er Nordsøen er beskrevet i detaljer i Danmarks Havstrategi /157/.

Deskriptorerne omfatter både receptorer og kilder til virkninger med henblik på at identificere den menneskelige indvirkning på økosystemerne i havet. Denne kombination af årsager og virkninger er beskrevet i generelle vendinger. MSFD indeholder ikke klare kriterier, som definerer en "god" miljøtilstand. Vurderingen af virkningerne af TYRA-projektet på MSFDs deskriptorer tager derfor udgangspunkt i mere specifikke tærskler (f.eks. OSPAR-konventionen).

De receptorer, der er anført i ESIS, er især knyttet til MSFDs tilstandsdeskriptorer, dvs. D1, D4, D6 og D7, som mere specifikt vedrørende havpattedyr (marsvin), fisk, bentiske samfund og hydrografi.

Virkningsmekanismerne for planlagte aktiviteter i ESIS er knyttet til MSFDs belastningsdeskriptorer D6, D8, D9 og D11, som mere specifikt vedrører havbundsforstyrrelse, udledninger og undervandsstøj (deskriptor 11). Virkningsmekanismerne vurderes yderligere for de relevante receptorer i afsnit 6.2 og 7.2.

De identificerede virkninger af TYRA-projektet på det fysisk-kemiske, biologiske og socioøkonomiske miljø er opsummeret generelt og vurderes yderligere med hensyn til den samlede virkning ud fra MSFDs deskriptorer (se Tabel 6-23). Det konkluderes samlet, at projektet ikke vil have nogen virkning eller kun vil have ubetydelig virkning på de forhold, der er omfattet af direktivets deskriptorer.

Tabel 6-23. Potentielle virkninger og samlet vurdering af virkningerne af Tyra-projektet baseret på de projektrelevante deskriptorer, der er fastsat i MSFD (direktiv 2008/56/EF) og beskrevet i Kommissionens afgørelse 2017/848 af 17. maj om fastlæggelse af kriterier og metodiske standarder for god miljøtilstand i havområder samt specifikationer og standardmetoder for overvågning og vurdering og om ophævelse af afgørelse 2010/477/EU. Konsekvensanalysen af deskriptorerne følger ESIS-vurderingerne beskrevet i afsnit 6.1.2.

Deskriptorer baseret på MSFD	Motivation	Mulig virkning	Samlet vurdering af virkningen
<p>Deskriptor 1. Biodiversitet: Kvaliteten og forekomsten af habitater samt udbredelsen og tætheden af arter svarer til de dominerende fysiografiske, geografiske og klimatiske forhold.</p>	<p>For at sikre biodiversiteten i projektområdet skal de tilknyttede habitater bevares i overensstemmelse med deres naturlige forudsætninger. Beskyttelse af levevilkårene for følsomme arter i området (f.eks. marsvin) vil medvirke til at nå dette mål.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Støj fra interventionsarbejde og fartøjer. • Midlertidig virkning fra sedimentation. • Omfordeling af forurenende stoffer og udledning af faste stoffer og kemikalier 	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 2 Ikke-hjemmehørende arter: indført ved menneskelige aktiviteter ligger på niveauer, der ikke ændrer økosystemerne i negativ retning.</p>	<p>Udledning af ballastvand eller begroning af skibsskrog</p>	<p>Skibstransport inden for den samme biogeografiske region. Ved at fastlægge standarder og procedurer for administration og kontrol af skibes ballastvand og sediment vil den internationale konvention for administration og kontrol af skibes ballastvand og sediment (som blev vedtaget i 2004 og træder i kraft den 8. september 2017) forhindre spredning af skadelige vandorganismer fra én region til en anden.</p>	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 3 Fiske- og skaldyrsarter, der udnyttes erhvervmæssigt: 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.</p>	<p>Vigtige fiskeriområder forekommer i nærheden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Støj fra interventionsarbejdet. • Midlertidig virkning fra sedimentation. • Zone med fiskeriforbud. 	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>

<p>Deskriptor 4 Fødekæder: 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.</p>	<p>Områder med rovdyr øverst i fødekæden findes i nærheden af projektet. Deres tilstedeværelse viser, at den lokale fødekæde fungerer</p>	<p>Lokal midlertidig virkning af sedimentation på bentisk fauna og pelagisk miljø. Midlertidig virkning fra støj på fisk og havpattedyr. Ændring af fødekæder (revvirkning).</p>	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 5 Eutrofiering: Menneskeskabt eutrofiering er minimeret, navnlig de negative virkninger heraf, såsom tab af biodiversitet, forringelse af økosystemet, skadelige algeforekomster og iltmangel på vandbunden.</p>	<p>Midlertidig virkning fra spredning og emission af næringsstoffer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Udledning af gråt/sort vand. • Kortvarig forsyning eller omfordeling af næringsstoffer. • Midlertidig omfordeling af havbundspartikler. • Omfordeling af forurenende stoffer. 	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 6 Havbundens integritet: Havbundens integritet er på et niveau, der sikrer, at økosystemernes struktur og funktioner bevares, og at især bentiske økosystemer ikke påvirkes negativt.</p>	<p>Dumpning af sten, platformskonstruktioner og tracering vil optage og lokalt ændre habitatsforholdene i forbindelse med havbunden</p>	<p>Permanent lokal virkning på leveforholdene på grund af tilstedeværelsen af faste konstruktioner.</p>	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 7 Hydrografiske forhold: Permanent ændring af de hydrografiske egenskaber påvirker ikke de marine økosystemer i negativ retning.</p>	<p>Blokerende virkning fra konstruktion og rørledninger. Midlertidig sedimentspredning under konstruktion.</p>	<p>Permanent strengt lokal virkning på vandmassernes fysiokemiske egenskaber (iltniveau, saltholdighed osv.)</p>	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 8 Forurenende stoffer ligger på niveauer, der ikke medfører forureningsvirkninger.</p>	<p>Midlertidig virkning fra sedimentspredning. Metallisk del, der er udsat for saltvand, kan bevirke, at metaller frigives til havmiljøet. Udledning af olie og kemikalier</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Midlertidig omfordeling af havbundspartikler og forurenende stoffer. • Kortvarig virkning, ingen bioakkumulering. • Ubetydelige koncentrationer af olie, metaller og kemikalier. • Omfordeling af forurenende stoffer. 	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 9 Forurenende stoffer i fisk og skaldyr: Forurenende stoffer i fisk og skaldyr til konsum overstiger ikke de niveauer, der er fastlagt i fællesskabslovgivningen eller andre relevante standarder.</p>	<p>Fordærvelse fra udledt vand som følge af boremudder og -spåner.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kortvarig virkning, ingen bioakkumulering. • Ubetydelige koncentrationer af olie, metaller og kemikalier. • Omfordeling af forurenende stoffer. 	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
<p>Deskriptor 10 Affald i havet: Egenskaberne ved og mængderne af affald i havet skader ikke kyst- og havmiljøet.</p>	<p>Affald i forbindelse med anlægsarbejde og drift</p>	<p>Ikke relevant, fordi der træffes foranstaltninger for at sikre, at alt affald til bortskaffelse returneres til land</p>	<p>Ingen indvirkning</p>

<p>Deskriptor 11 Energi, herunder undervandsstøj: Indførelsen af energi, herunder undervandsstøj, befinder sig på et niveau, der ikke påvirker havmiljøet i negativ retning.</p>	<p>Områder med følsomme arter findes i projektområdet</p>	<p>Ingen permanent virkning. Midlertidig virkning fra seismiske undersøgelser, interventionsarbejder og fartøjer. Det forudsættes, at OSPAR-retningslinjerne for emission af støj til søs overholdes /194/</p>	<p>Ingen eller ubetydelig virkning</p>
---	---	--	--

6.4 Vurdering af potentielle sociale virkninger

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

6.4.1 Kulturarv

De potentielle virkninger på kulturarv vedrører fysisk forstyrrelse på havbunden.

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, men der udføres undersøgelser inden anlægsaktiviteter.

6.4.1.1 Fysisk forstyrrelse

Før påbegyndelse af boring eller anlægsarbejde gennemføres en "site survey" for at undersøge, om der er genstande i området. Hvis sådanne genstande findes, 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.

6.4.1.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på kulturarv af de planlagte aktiviteter er opsummeret i Tabel 6-24.

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

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Fysisk forstyrrelse på havbunden	-	-	-	Ingen	Høj

6.4.2 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, som ligger mere end 100 km fra projektområdet.

6.4.2.1 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.

6.4.2.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på beskyttede områder (med undtagelse af Natura 2000 – se afsnit 10) af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-25.

Tabel 6-25. Potentielle virkninger på beskyttede områder (ekskl. Natura 2000) af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Udledninger	-	-	-	Ingen	Høj

6.4.3 Arealanvendelse af havområder

De potentielle virkninger på arealanvendelse af havområder vedrører zoner med restriktioner. Virkninger på fiskeri er behandlet i et særskilt afsnit (se afsnit 6.4.4).

6.4.3.1 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 seks nye platforme, og de nye sikkerhedseksklusionszoner vil kunne udvides op til ca. 4,7 km² samt 14,8 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, og zonerne med restriktioner omkring de afviklede platforme fjernes.

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.

6.4.3.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på arealanvendelse af havområder af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-26.

Tabel 6-26. Potentielle virkninger på arealanvendelse af havområder af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Zoner med restriktioner	Lille	Lokal	Kortvarig/langvarig	Mindre negativ	Høj

6.4.4 Fiskeri

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

6.4.4.1 Fysisk forstyrrelse på havbunden

I forbindelse med TYRA-projektet er der planlagt seks nye platforme og 37 km rørledning. Desuden er fysisk forstyrrelse på 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.

6.4.4.2 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 beliggende, vises i afsnit 5.14. Det samlede område for den nye permanente eksklusionszone forventes at være op til 4,7 km² omkring de nye platforme, og det samlede område for den nye zone med restriktioner forventes at være ca. 14,8 km² for nye rørledninger (6.4.3). Disse områder er små i forhold til det samlede fiskeriområde (hhv. < 0,0017 % og < 0,01 %)

Virkingen 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.

6.4.4.3 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. Virkingen 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.

6.4.4.4 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på fiskeri af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-27.

Tabel 6-27. Potentielle virkninger på fiskeri af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Virkingens intensitet	Omfang	Virkingens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	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

6.4.5 Turisme

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

6.4.5.1 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.

6.4.5.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på turisme af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-28.

Tabel 6-28. Potentielle virkninger på turisme af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Zoner med restriktioner	Ingen	-	-	Ingen	Høj

6.4.6 Beskæftigelse og skatteindtægter

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

6.4.6.1 Beskæftigelse

Den fremtidige udvikling af Maersk Oils aktiviteter i TYRA-projektet omfatter navnlig seismiske undersøgelser, vedligeholdelse af rørledninger og konstruktioner, boring af op til 56 nye brønde, etablering af op til seks nye platforme samt produktion på de eksisterende anlæg ved TYRA-projektet. Alle disse aktiviteter vil bidrage positivt til beskæftigelsen.

Olie- og gasproduktionen offshore har stor betydning for den danske økonomi. Statens samlede indtægter fra olie- og gasproduktion anslås til DKK 20 mia. pr. år. Omkring 4.500 mennesker er direkte eller indirekte beskæftiget på Tyra-anlæg og hos virksomheder, der er afhængige af Tyra (se afsnit 3.6 og 5.16).

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.

6.4.6.2 Skatteindtægter

Skatteindtægterne fra TYRA-projektet er ikke blevet kvantificeret, men statens skatteindtægter fra olie- og gasaktiviteterne er betydelige. Statens samlede indtægter anslås til DKK 20 mia. pr. år (afsnit 3.6).

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.

6.4.6.3 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på beskæftigelse og skatteindtægter af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-29.

Tabel 6-29. Potentielle virkninger på beskrivelsen 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

6.4.7 Olie- og gasafhængighed

6.4.7.1 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 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.

6.4.7.2 Overordnet vurdering

Den overordnede vurdering af virkningerne på olie- og gasafhængighed af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-30.

Tabel 6-30. Potentielle virkninger på klima og luftkvalitet af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet

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

6.5 Resumé

De potentielle virkninger på miljømæssige og sociale receptorer af de planlagte aktiviteter ved TYRA-projektet er opsummeret i Tabel 6-31. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor.

Tabel 6-31. 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 særskilt vurdering for Natura 2000 vises i afsnit 10.

6.6 Kumulative virkninger

Kumulative virkninger omfatter virkninger fra Tyra-projektet evalueret i forbindelse med eksisterende eller forventende virkninger fra andre projekter. Dette omfatter den samlede virkning på omgivelserne fra Tyra-feltet i interaktion med andre projekter eller anlæg med lignende virkninger.

I forbindelse med Tyra-projektet er der gennemført en foreløbig undersøgelse af projekter, der kan bidrage til de kumulative virkninger. På denne baggrund er der udpeget tre projekter, som anses for relevante (dvs. som overlapper zonen og tidspunktet for påvirkning), og som derfor er medtaget i vurderingen af kumulative virkninger. Projektet er de tre tilstødende olie- og gasfelter, dvs. Gorm, Dan og Halfdan (Tabel 6-32).

Tabel 6-32. Afstanden i km fra Tyra til de nærmeste nabofelter

Projekt	Tyra Øst	Tyra Vest	Tyra Sydøst
Gorm	16	15	10
Dan	33	34	23
Halfdan	24	26	14

De receptorer, der vurderes at være relevante til undersøgelse, er:

- miljøreceptorer: klima og luftkvalitet, havpattedyr og havfugle med hensyn til virkningsmekanismer, luftemission, støj og oliespild (i forbindelse med utilsigtet udledning, se afsnit 7)
- sociale receptorer: arealanvendelse af havområder, fiskeri, beskæftigelse og skatteindtægter med hensyn til virkningsmekanismer, fysisk forstyrrelse på havbunden, zoner med restriktioner samt beskæftigelse og skatteindtægter

Andre receptorer og virkningsmekanismer anses ikke for relevante i en kumulativ sammenhæng.

6.6.1 Klima og luftkvalitet

Virkninger på klima og luftkvalitet vedrører atmosfæriske emissioner af drivhusgasser som f.eks. CO₂, N₂O og CH₄. Som følge af den grænseoverskridende karakter af denne emission bør den kumulative virkning i princippet omfatte alle menneskeskabte emissioner for Danmark. I denne vurdering tages kun emissionerne fra konstruktioner af samme type som Tyra i betragtning som en del af den kumulative virkning. De samlede emissioner af drivhusgasser fra Halfdan-, Gorm- og Dan-felterne ligger inden for samme størrelsesorden som Tyra. En kumulativ virkning på omkring fire gange emissionen for Tyra anses i denne sammenhæng stadig for en virkning af moderat negativ betydning.

Miljøvirkningen af de luftbårne forurenende stoffer NO_x, SO_x og nmVOC er begrænset til det område, hvor de aflejres. Det kan ske flere hundrede kilometer væk, og derfor skal bidraget til denne emission fra de tre andre felter i regionen tages med i den kumulative virkning. Emissionen af NO_x, SO_x og nmVOC fra Halfdan, Gorm og Dan svarer til emissionen fra Tyra. Den samlede kumulative virkning på den zone omkring Tyra, der påvirkes af emissionen af NO_x, SO_x og nmVOC, vurderes at være af moderat negativ betydning.

6.6.2 Havpattedyr

For havpattedyr kan de kumulative virkninger være vigtige for så vidt angår niveauerne af undervandsstøj, der kan forårsage høretab. Midlertidigt høretab eller midlertidig adfærdændring anses ikke for skadelig for den samlede bestand af marsvin eller sæler.

Spunsramning i forbindelse med Tyra-projektet forventes ikke at ske samtidig med spunsramning i andre felter i nærheden. Der er ligeledes ikke tegn på, at seismiske undersøgelser vil finde sted

samtidig i de andre felter. Det er derfor usandsynligt, at der vil være havpattedyr, som potentielt eksponeres for kumulative virkninger af kritiske støjniveauer, der kan føre til permanent høretab.

6.6.3 Fugle

Kumulative virkninger på fugle vil indtræffe i tilfælde af samtidige uheld, der involverer oliespild. Dette kan påvirke havfugle, der lever på åbent hav, f.eks. alkefugle, lomvier og måger, der risikerer at få olie på fjerene, så fjerdragts beskyttende virkning ødelægges. Påvirkede fugle vil sandsynligvis omfatte arter af international betydning. Generelt forventes det, at den kumulative virkning af flere oliespild på samme tid på disse arter vil kunne sammenlignes med virkningerne fra et oliespild fra Tyra alene. Det er dog meget usandsynligt, at der vil ske flere oliespild samtidig.

6.6.4 Arealanvendelse af havområder

Arealanvendelse af havområder påvirkes, i det omfang området optages af anlæggene, og i det omfang der etableres sikkerhedszoner omkring anlæggene. Dette kan potentielt påvirke trafikken og anden arealanvendelse, og virkningen stiger, jo mere havområdet anvendes. I lyset af den begrænsede anvendelse af projektområdet som sejlruiter og den relativt store afstand til andre anlæg eller aktiviteter, og eftersom virkningen af anlæggene anses for lille og lokal, er en kumulativ virkning på arealanvendelsen af havområderne usandsynlig.

6.6.5 Fiskeri

Fiskeri påvirkes potentielt af fysisk forstyrrelse på havbunden og zoner med restriktioner og indirekte, hvis fiskearter påvirkes. Forstyrrelser på havbunden og zoner med restriktioner hænger direkte sammen, hvis forstyrrelsen forekommer inden for zonerne med begrænsninger. Det område, der er berørt af restriktioner i forbindelse med Tyra, er relativt lille sammenlignet med det samlede fiskeriområde (se 6.4.4), og virkningen fra Tyra vurderes at være lille og lokal. Det samlede område med nye eksklusionszoner som følge af Tyra-projektet udgør sammen med de omkringliggende olie- og gasfelter, der vurderes potentielt at kunne bidrage til kumulative virkninger, omkring 24 km², hvilket er et lille område (0,01 %) sammenlignet med det samlede fiskeriområde i den centrale del af Nordsøen, og virkningen vurderes at være af lille betydning.

Potentielle ændringer af målarter anses for en mulig konsekvens af aktiviteter, der skaber undervandslyd, hvilket fører til en lokal reduktion af fiskemængden, fordi fisk midlertidigt søger væk fra undervandslyden. Den mulige virkning fra Tyra og de øvrige vurderede projekter vurderes at være ubetydelig, og den samlede kumulative virkning vurderes at være ubetydelig.

6.6.6 Beskæftigelse og skatteindtægter

TYRA-projektet vurderes at have positiv virkning på både beskæftigelse og skatteindtægter, og den kombinerede virkning af Tyra og de øvrige projekter vurderes at være positiv.

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 udslip af kemikalier, diesel eller olie)
- Alvorlige utilsigtede hændelser (olie- eller gasudslip)

Kilden til de potentielle virkningsmekanismer er anført i Tabel.

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	Brændstimering	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 af	Fiskeri	Turisme	Beskæftigelse	Skatteindtægter	OogG afhængighed
Gasudslip	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kemikalieudslip *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olieudslip	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0

* et worst case-kemikalieudslip er meget lokalt og vurderes ikke yderligere (afsnit 7.1.4.1).

** en særskilt vurdering for Natura 2000 vises i afsnit 10.

7.1.3 Havstrategirammedirektivet – deskriptorer

Listen over receptorer og virkningsmekanismer, som er beskrevet i denne ESIS, kan generelt relateres 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 6.3).

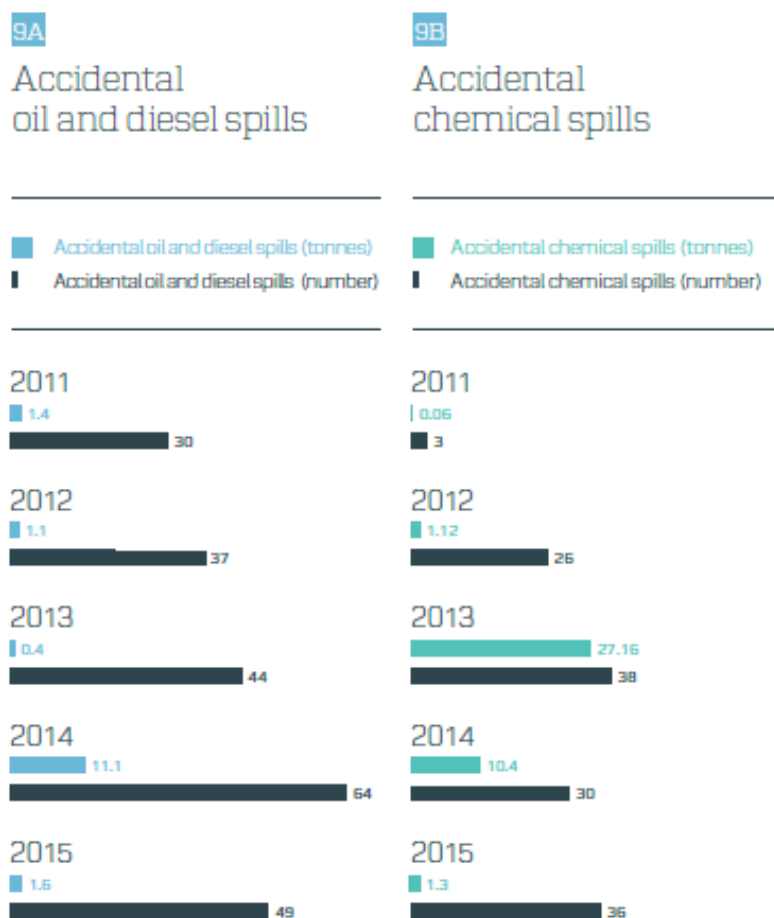
De identificerede receptorer i ESIS er forbundet med MSFD-tilstandsdeskriptorer dvs. D1, D4, D6 og D7, og virkningsmekanismerne er forbundet med MSFD-belastningsdeskriptorerne D6, D8, D9 og D11, jf. afsnit 6.1. Hver påvirkningsmekanisme er yderligere vurderet for de relevante receptorer i følgende sektioner 7.2 og 7.3.

7.1.4 Mindre utilsigtede hændelser

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

Mindre udslip kan være kemikalie- eller dieseludslip 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 (bilag 1).

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



Figur 7-1. Mindre utilsigtede olie-, diesel- og kemikalieudslip fra Maersk Oils platforme i Nordsøen /160/

Figur 7-1 giver et overblik over utilsigtede udslip på Maersk Oils anlæg i perioden 2011-2015. Der blev årligt rapporteret mellem 30 og 64 udslip i perioden 2011-2015, som i gennemsnit var på mindre end 100 liter. I 2015 faldt antallet af uheld med udledning af olie i havet kraftigt fra 11,1 til 1,6 tons. Der skete imidlertid to store udslip fra de sydlige felter Gorm og Halfdan i 2015, som tegnede sig for 68 % af den samlede mængde. Det samlede antal olieudslip faldt fra 64 i 2014 til 49 i 2015, og hovedparten af disse var af mindre omfang. I 2013 og 2014 udgjorde udslip af methanol ved Tyra og Harald mere end tre fjerdedele af den samlede mængde kemikalieudslip i denne periode. Mængden af kemikalieudslip faldt til kun 1,3 tons i 2015, og næsten halvdelen af disse var forårsaget af to metanoludslip fra de nordlige felter, Tyra og Harald. Begge udslip var forårsaget af defekte påfyldningsslangere – samt et udslip af kølemiddel fra Halfdan. Metanol klassificeres som et grønt kemikalie (se afsnit 8.1.3). Der er truffet foranstaltninger med henblik på at eliminere risikoen for en gentagelse af sådanne udslip, og der er nedsat en arbejdsgruppe, som skal løse problemet med utilsigtede olieudslip i forbindelse med påfyldning. Siden 2011 rapporteres alle uheld med udledning af olie og kemikalier, uanset mængden. I løbet af 2014 indførte Maersk Oil en mere systematisk måde at rapportere udslip på, hvilket delvist kan være årsagen til den konstaterede stigning i antallet af rapporterede udslip.

7.1.4.1 Mindre kemikalieudslip (brud på kemikaliebeholder)

Et kemikalieudslip blev modelleret for biocid ved DONG-platformen Hejre /43/. Udslippet var defineret som lækage af biocid fra en beholder, som blev betragtet som worst case med hensyn til potentiel virkning. Det modellerede udslip var på 4.500 l biocid til havet, hvilket svarer til rumfanget af en typisk kemikaliebeholder. Resultater viste, at virkninger kan opstå (PEC-/PNEC-forhold på 1) i en afstand på 500 m /43/. Et mindre kemikalieudslip er således begrænset med

virksomheder inden for 500 m. På grund af den korte afstand, hvor potentielle virkninger kan forekomme, vurderes et mindre kemikalieudslip ikke yderligere.

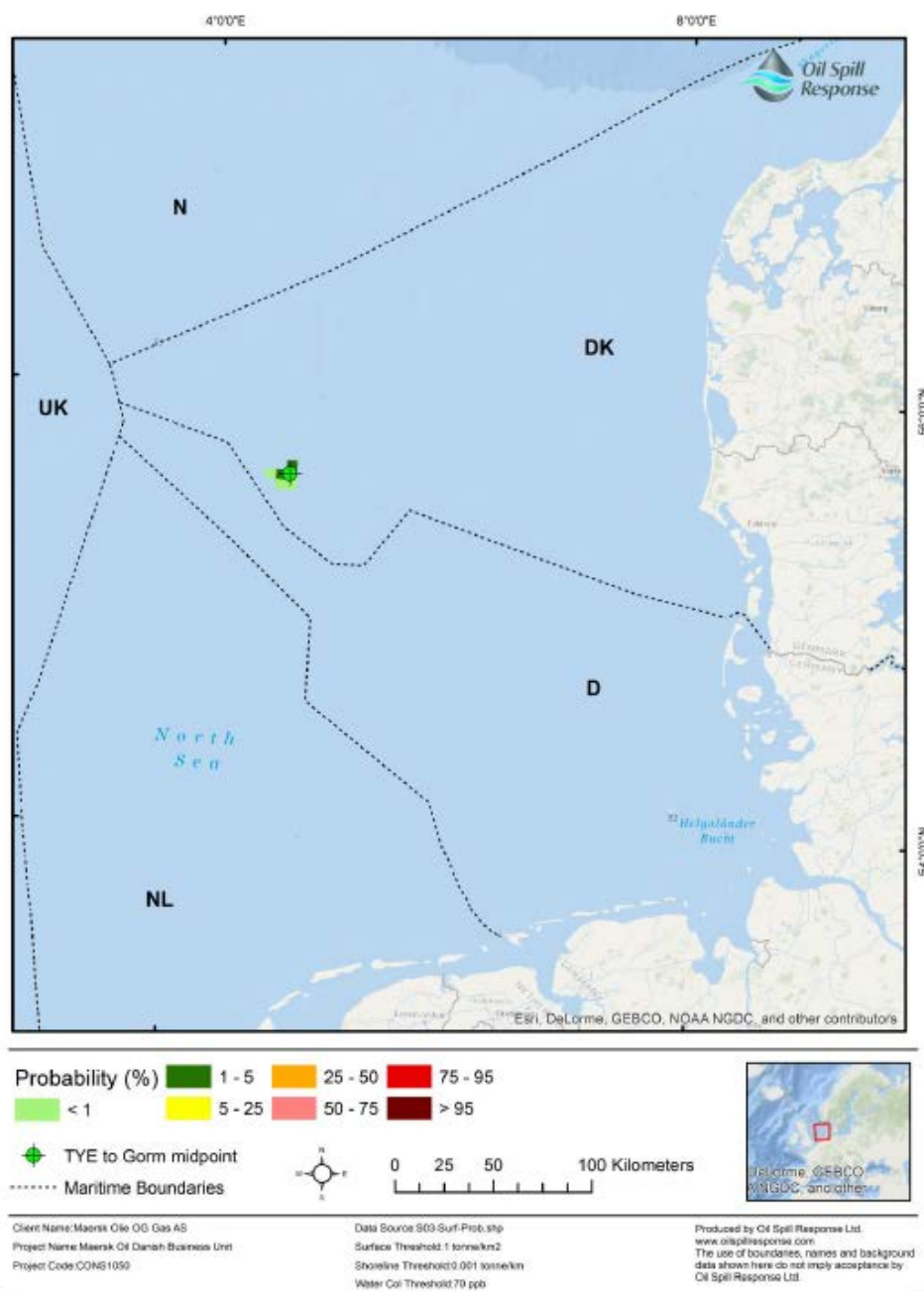
7.1.4.2 Mindre olieudslip (fartøjskollision)

Der er modelleret et dieseludslip som følge af en skibskollision med et udslip af marinediesel i en mængde, der svarer til en typisk tankstørrelse på 1.000 m³ i løbet af 1 time, hvilket svarer til rumfanget af 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 endvidere, 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 olieudslip (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. Nødafspærringsventiler lukkes automatisk for at isolere rørledningen, og den forventede maksimale mængde fra et rørledningsbrud er et udslip på 10.000 stbo råolie.

Et fuldstændigt rørledningsbrud er modelleret for et udslip på 10.000 stbo i løbet af en time ved Tyra Øst til Gorms midtpunkt /151/. 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 km² kan blive påvirket af olie i tilfælde af et fuldstændigt rørledningsbrud /151/

7.1.5 Alvorlige utilsigtede hændelser

Et større udslip opstår som følge af et ukontrolleret udslip af en stor mængde olie, der ofte kræver indgriben for at blive stoppet. Større udslip opstår ofte i forbindelse med blow out. 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 brøndudslip ligger i intervallet (laveste frekvens "blow out" – højeste frekvens brøndudslip) $7,5 \times 10^{-6}$ til $3,3 \times 10^{-4}$ om året i vedligeholdelses- og driftsfaserne /161/. For udviklingsbrønde ligger frekvensen i intervallet $3,8 \times 10^{-5}$ til $6,6 \times 10^{-3}$ pr. brønd /161/. Da de fleste reservoirer indeholder en blanding af olie og gas, kan et "blow out" resultere i både et olieudslip 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. fordamning, spredning, opløsning i vandsøjlen og sedimentation på havbunden. Til sidst bliver den olie, der er tilbage i

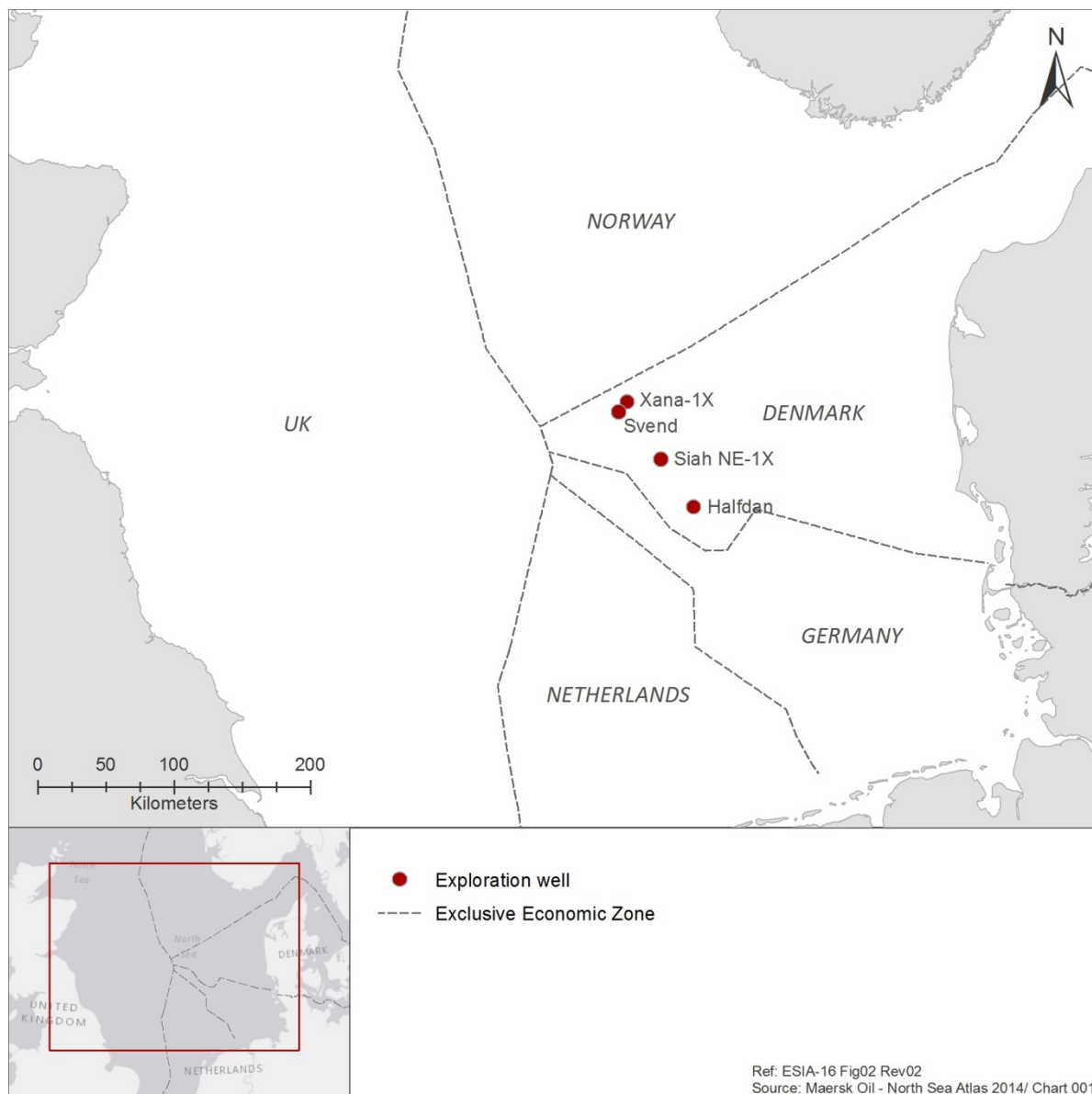
havet, elimineret fra havmiljøet som følge af biologisk nedbrydning. Disse processers hastighed og betydning afhænger af typen og mængden af olie og de dominerende vejrforhold og hydrodynamiske forhold. Modeller anvendes til at forudsige udviklingen af et olieudslip og vurdere den potentielle virkning på relevante miljømæssige og sociale receptorer.

Olier klassificeres efter ITOPF-klassifikationen, så deres sandsynlige udvikling kan forudsiges /153/. 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. Gruppe 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/d (1.300 m³/d) for Tyra Sydøst, 2.400 (380 m³/d) for Tyra Vest, 32.340 stbo/d (5.100 m³/d) for Roar, 4.200 stbo/d (660 m³/d) for Svend og 5.415 stbo/d (850 m³/d) /161/.

Olieudslippet 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 olieudslip. Modelleringen udføres på et ikke-antændt udslip uden indgriben over for olieudslippet (f.eks. mekanisk genopretning; afsnit 0 og 0).

Tre modeller blev anvendt til at undersøge den mulige skæbne for et olieudslip 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 olieudslip fra TYRA-projektet kategoriseres i ITOPF-gruppe 2. De modellerede undersøgelsesscenarier svarer til et kontinuerligt udslip i 16 dage med en flowhastighed på 8.534 stbo/d for olie i ITOPF-gruppe 3 (Xana-1X), 40.432 stbo/d for olie i ITOPF-gruppe 2 (Siah NE-1X) og 4.200 stbo/d for olie i 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 /155/. 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 olieudslip 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 udsliphastighed over en kort periode er et mere alvorligt tilfælde end en lavere hastighed (for et produktionsscenario) 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 olieudslip er blevet modelleret. Siah NE-1X, Xana-1X og Svend anses for at være repræsentative for TYRA-projektet.

Modelleringen af olieudslippet 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 olieudslipsskæbner og de relevante receptorer ved TYRA-projektet. Resultaterne bruges også i forbindelse med udvikling af en tilpasset beredskabsplan for olieudslip (afsnit 9.5).

Det udviklingsforløb, der resulterer i mest olie på kysten, er fremhævet for at illustrere den potentielle skæbne af et større olieudslip ved TYRA-projektet i yderligere detaljer /151/. Resultaterne af modellen er opsummeret i Tabel 7-3.

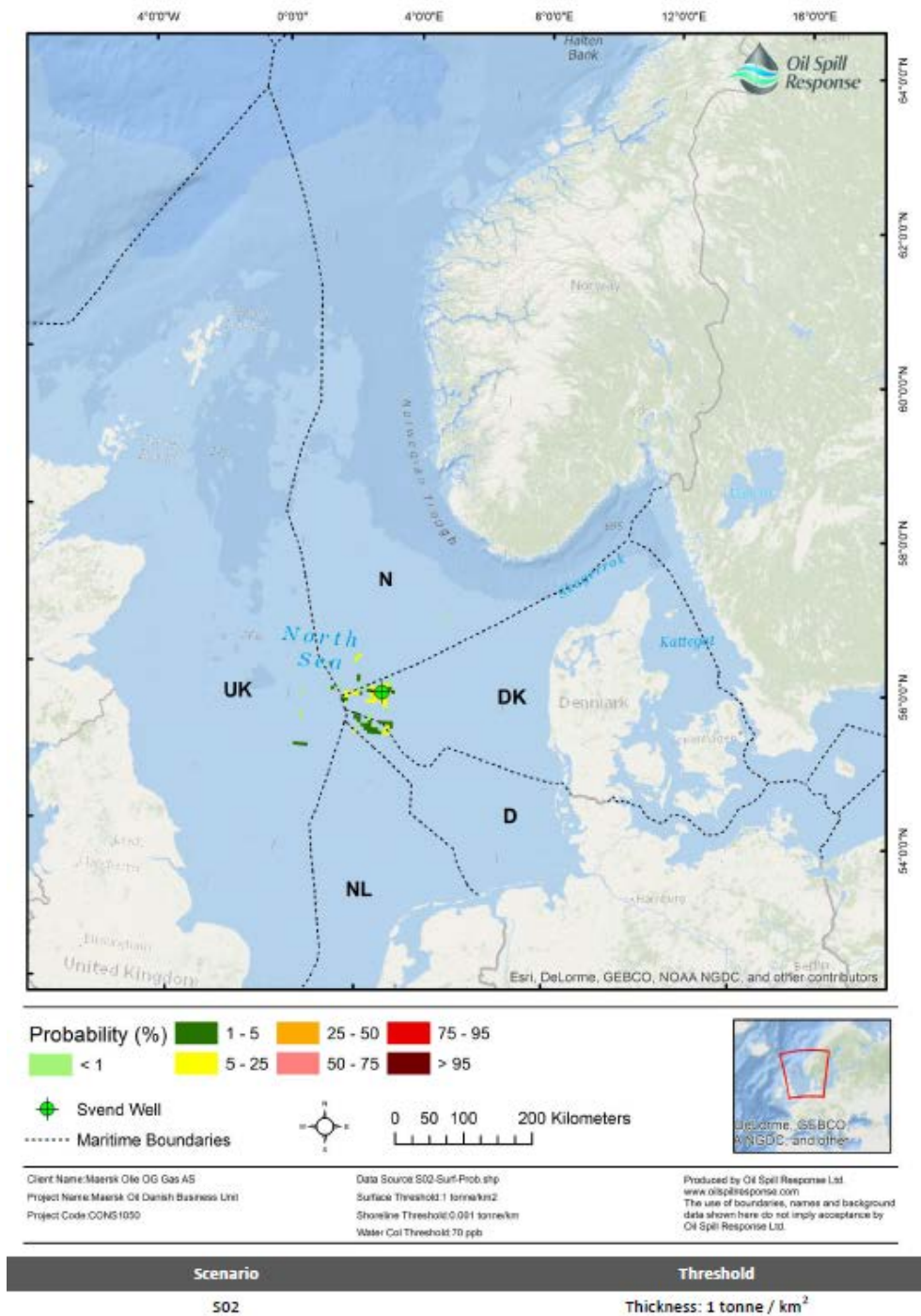
Tabel 7-3. Resultater af værste tænkelige scenarier for "blow out" fra brønd ved Tyra-projektet: Svend, Siah NE-1X og Xana 1X /151//5//25//26//27/. Bemærk, at modelleringen er udført uden olieopsamling.

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
Udslipshastighed	4.200 STBO/dag	40.432 STBO/dag	40.432 STBO/dag	8.534 STBO/dag
Udslipsperiode	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	i/o	i/o	i/o
Tyskland	17 dage	i/o	i/o	i/o
Norge	71 dage	37 dage	37 dage	24 dage
Storbritannien	i/o	i/o	i/o	i/o
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 %)

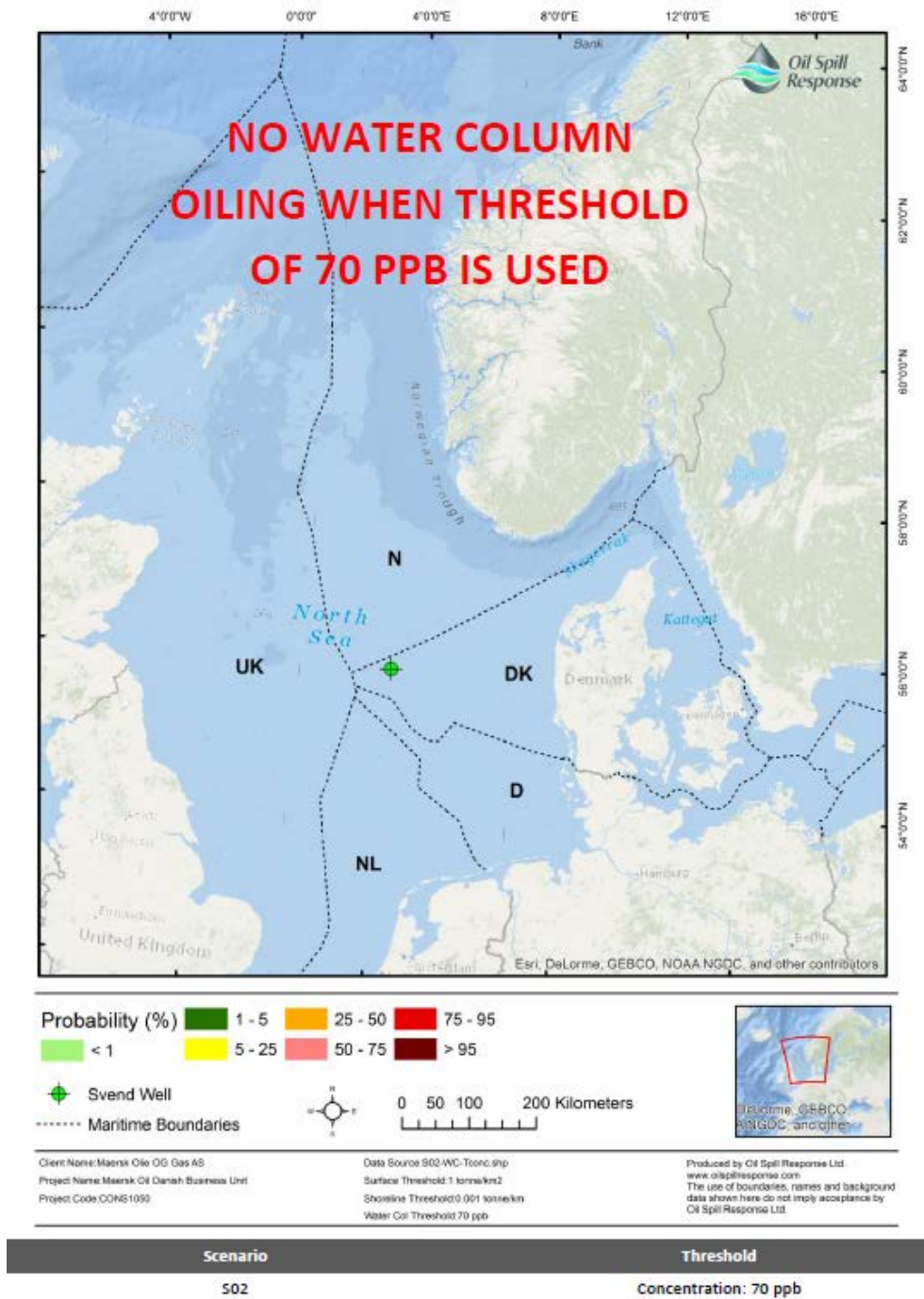
7.1.5.1 Modellering af udslip fra Svend (type 3-olie)

Udvalgte resultater af modelleringen af olieudslip fra Svend præsenteres i det følgende /151/:

- 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.

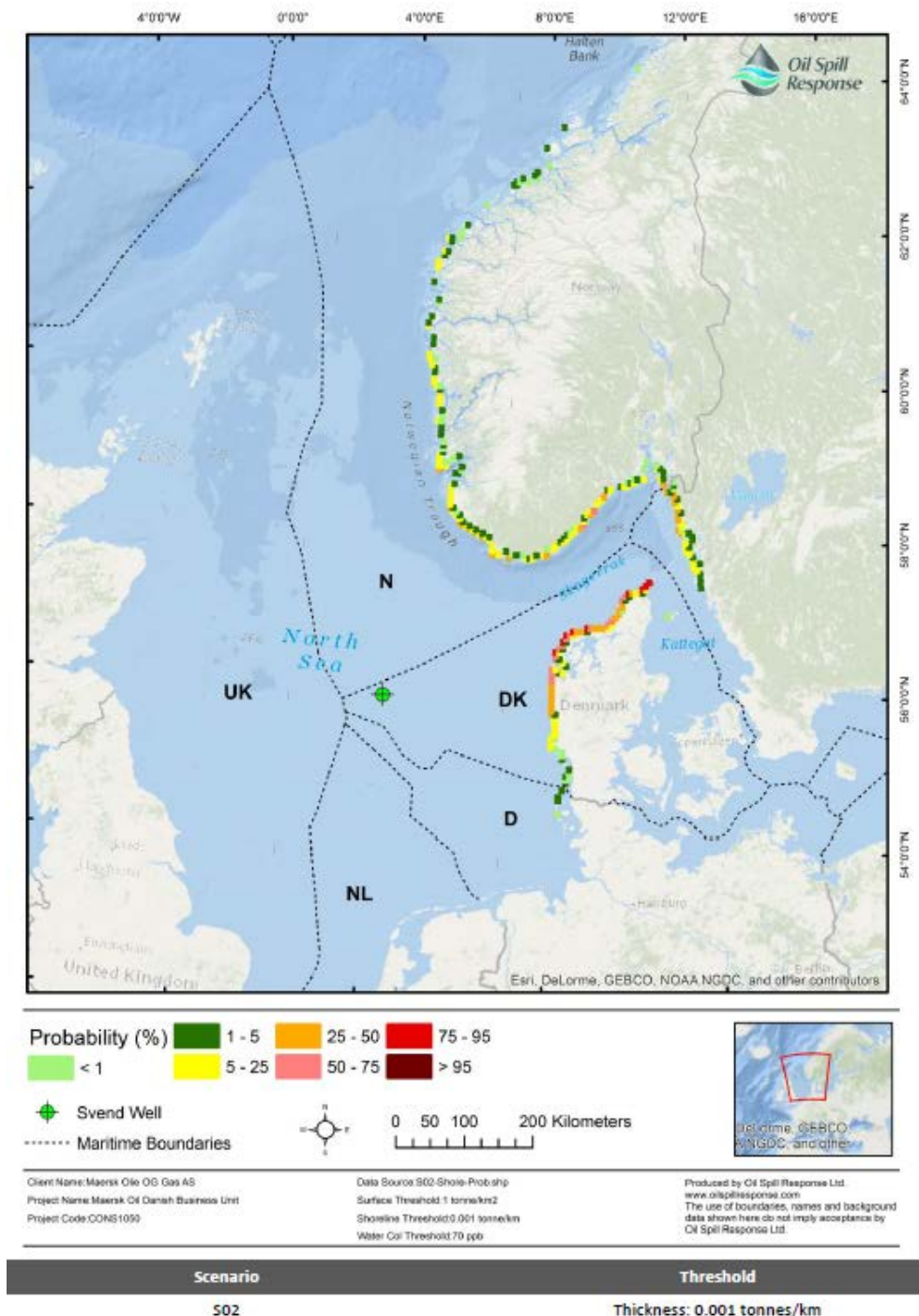


Figur 7-4. Sandsynlighed for, at en overfladecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /151/. Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et olieudslip. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.



Figur 7-5. Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i tilfælde af "blow out" til overfladen ved Svend-brønden /151/

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et olieudslip. 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 /151/

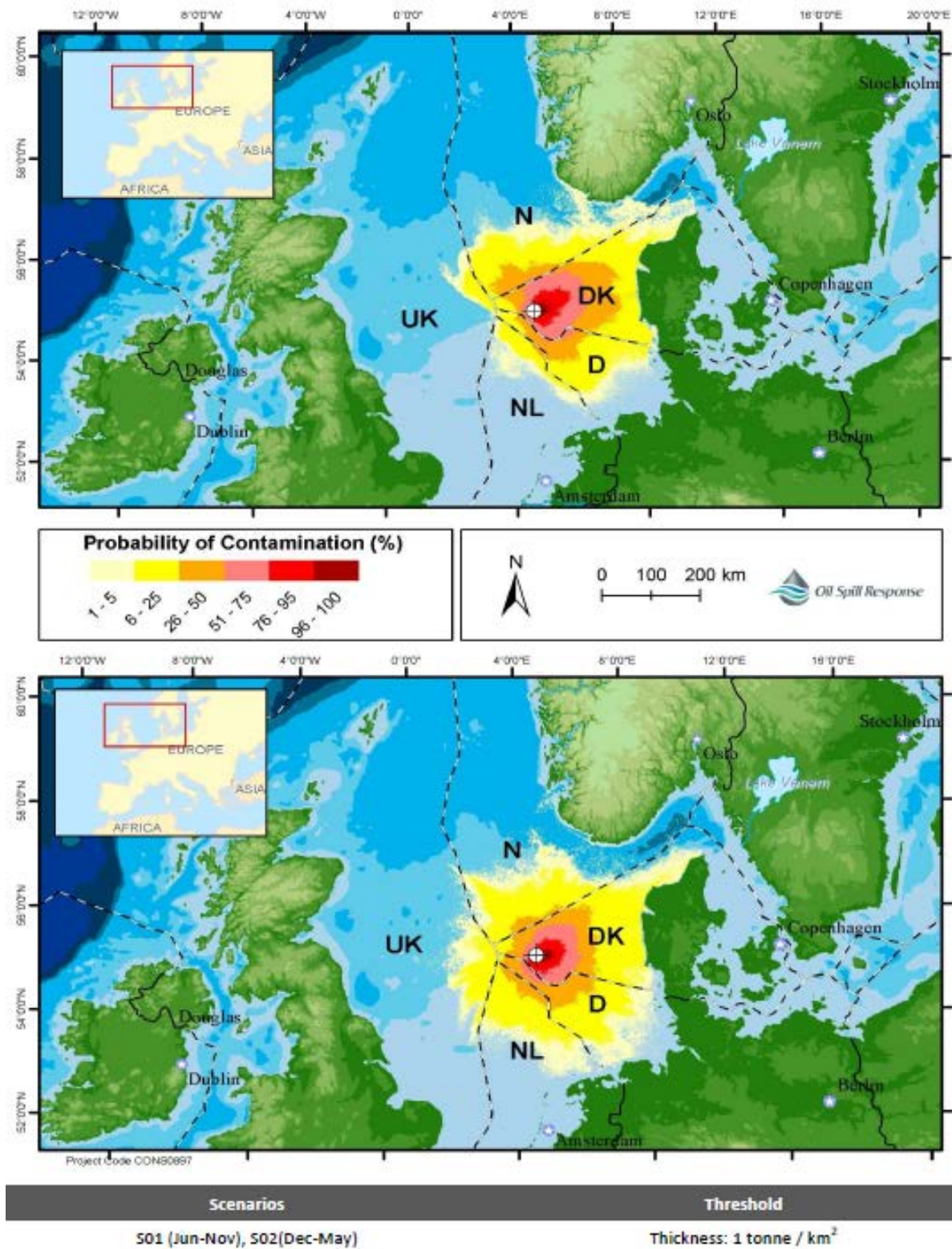
Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et olieudslip. De præsenterer et statistisk billede baseret på 159 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.

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

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

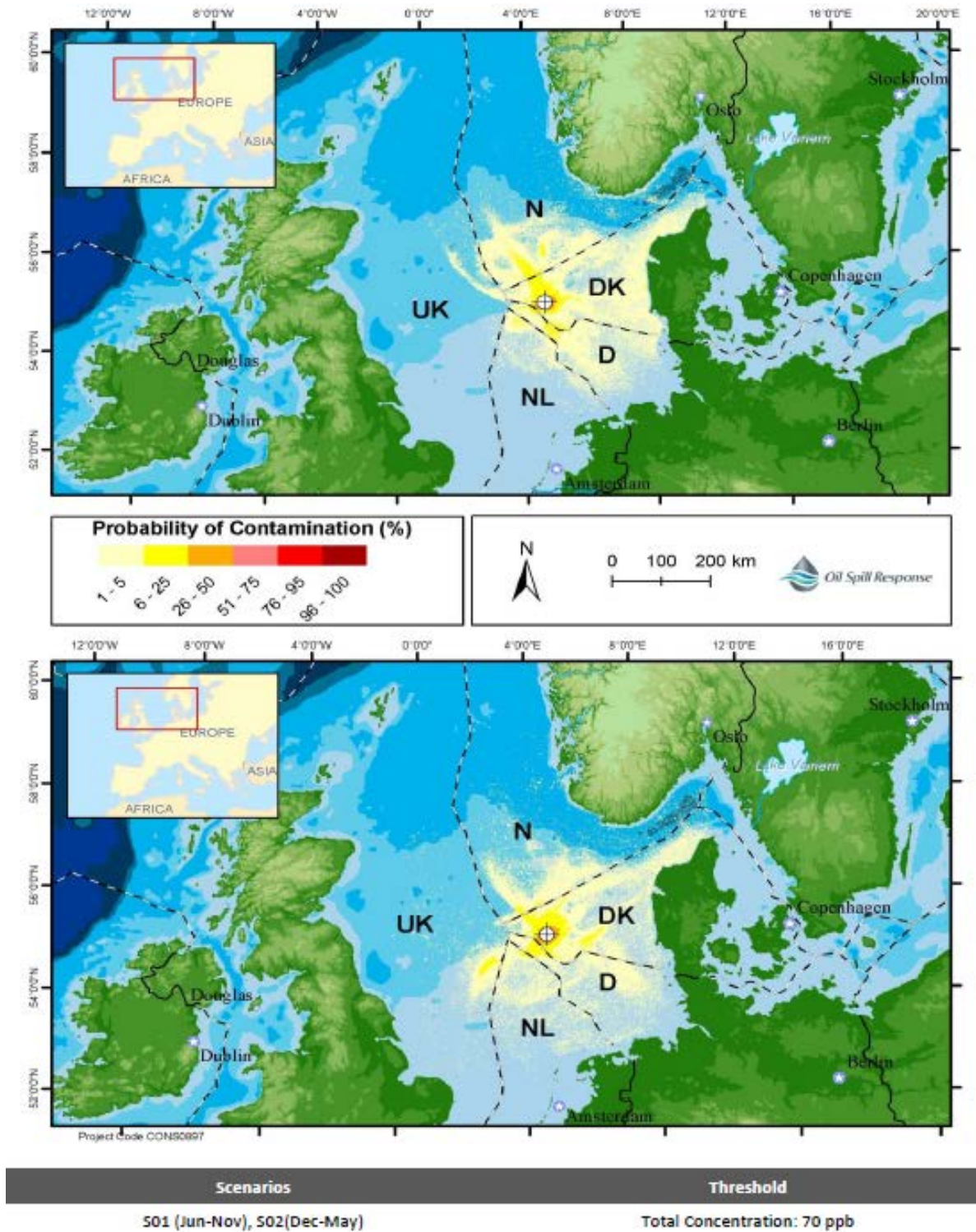
- Figur 7-7. For norsk, tysk og nederlandsk overfladevand er risikoen for at blive olieforurenede i disse scenarier på 50 %, mens den for britisk overfladevand er mindst 6 %. For dansk vand (hvor udslippsstedet er beliggende) er risikoen for at blive olieforurenede på 100 %.
- Figur 7-8. For norsk, tysk, britisk og nederlandsk overfladevand er risikoen for at blive olieforurenede i disse scenarier på 25 %. For dansk vand (hvor udslippsstedet er beliggende) er risikoen for at blive olieforurenede 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.



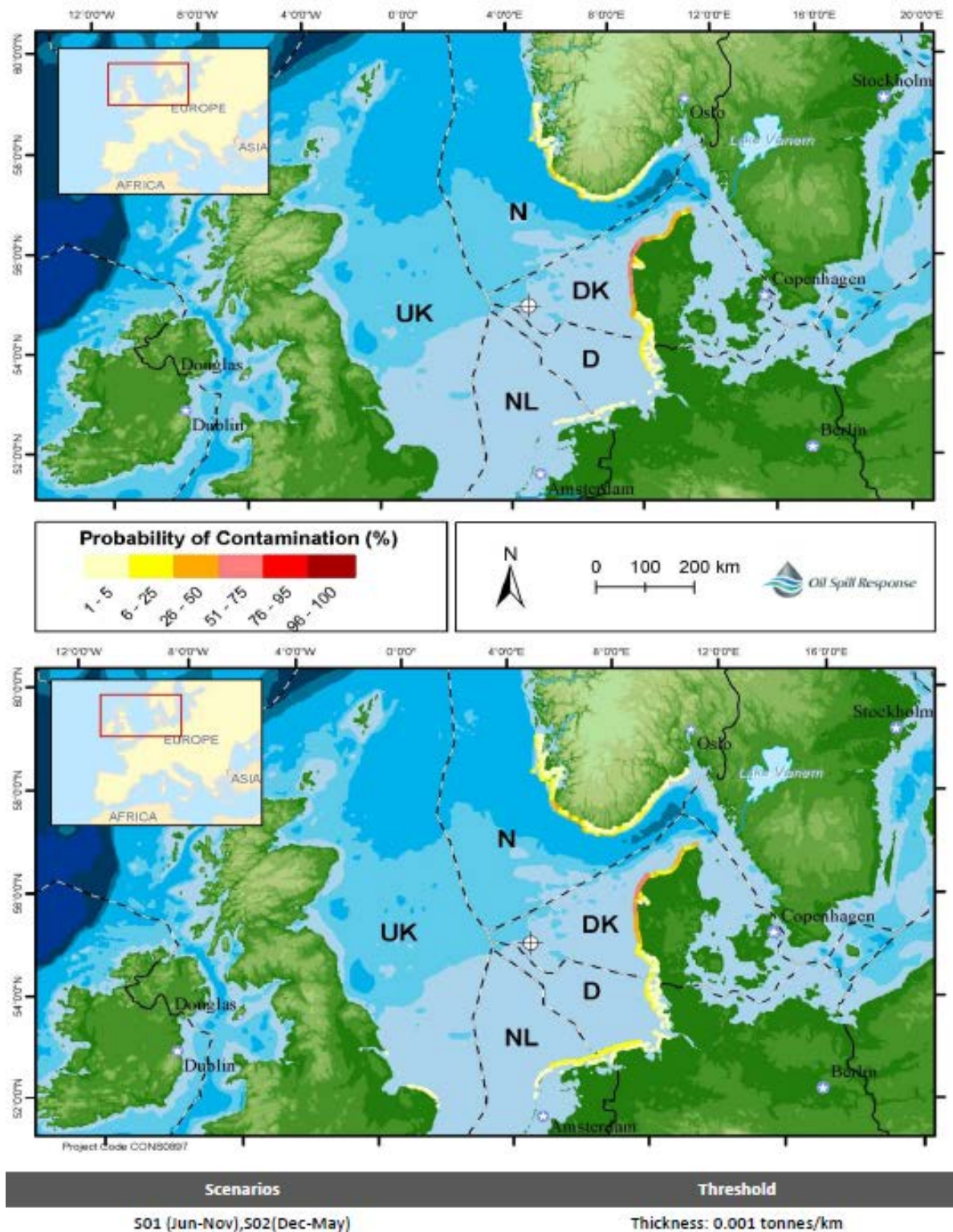
Figur 7-7. Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km² kan blive påvirket i scenarie 1 (blow out under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 (blow out under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/

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



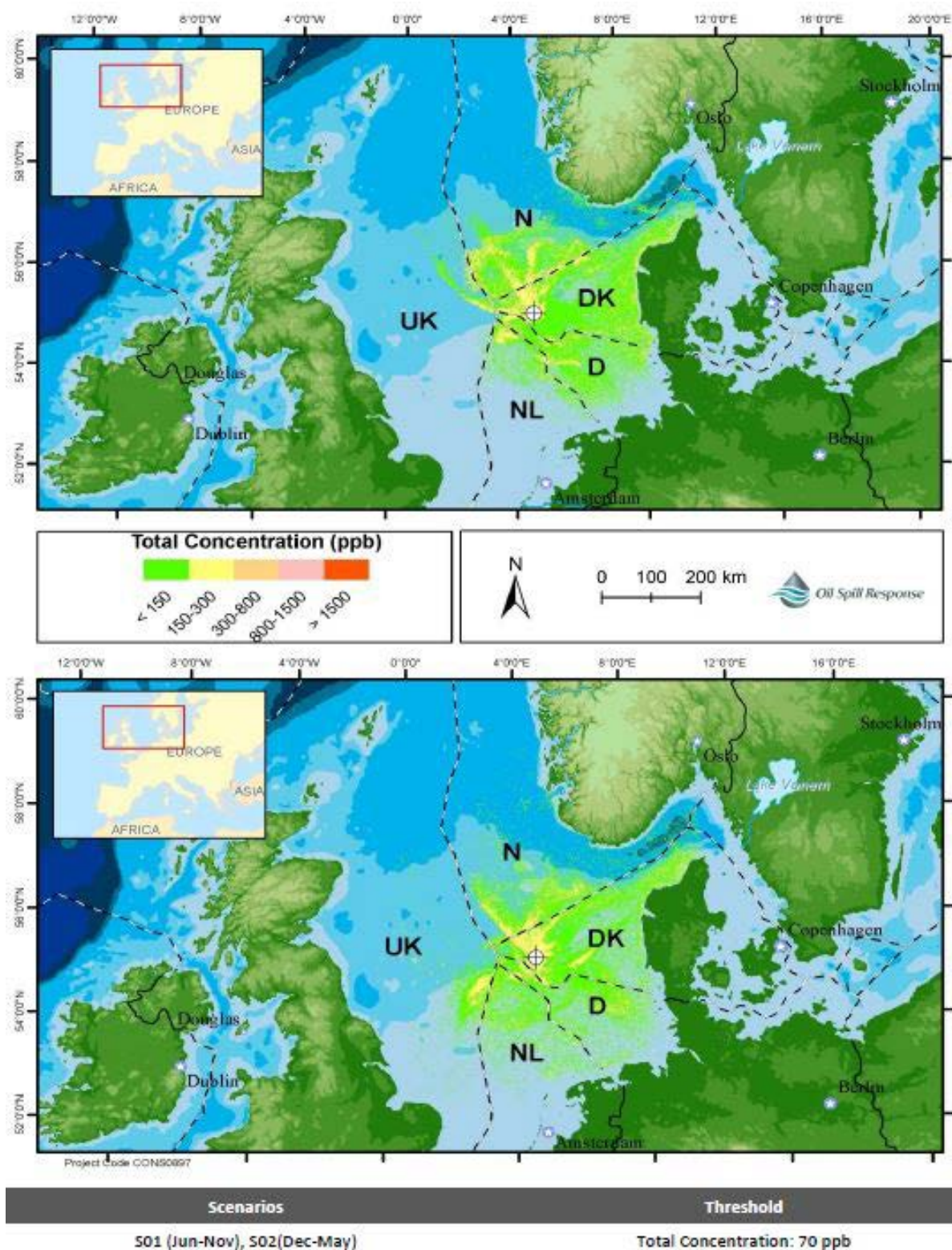
Figur 7-8. Sandsynlighed for, at en vandsøjlecelle kan blive påvirket i scenarie 1 ("blow out" under overfladen mellem juni og november, øverste kort) og scenarie 2 ("blow out" under overfladen mellem december og maj, nederste kort) /5//25/

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

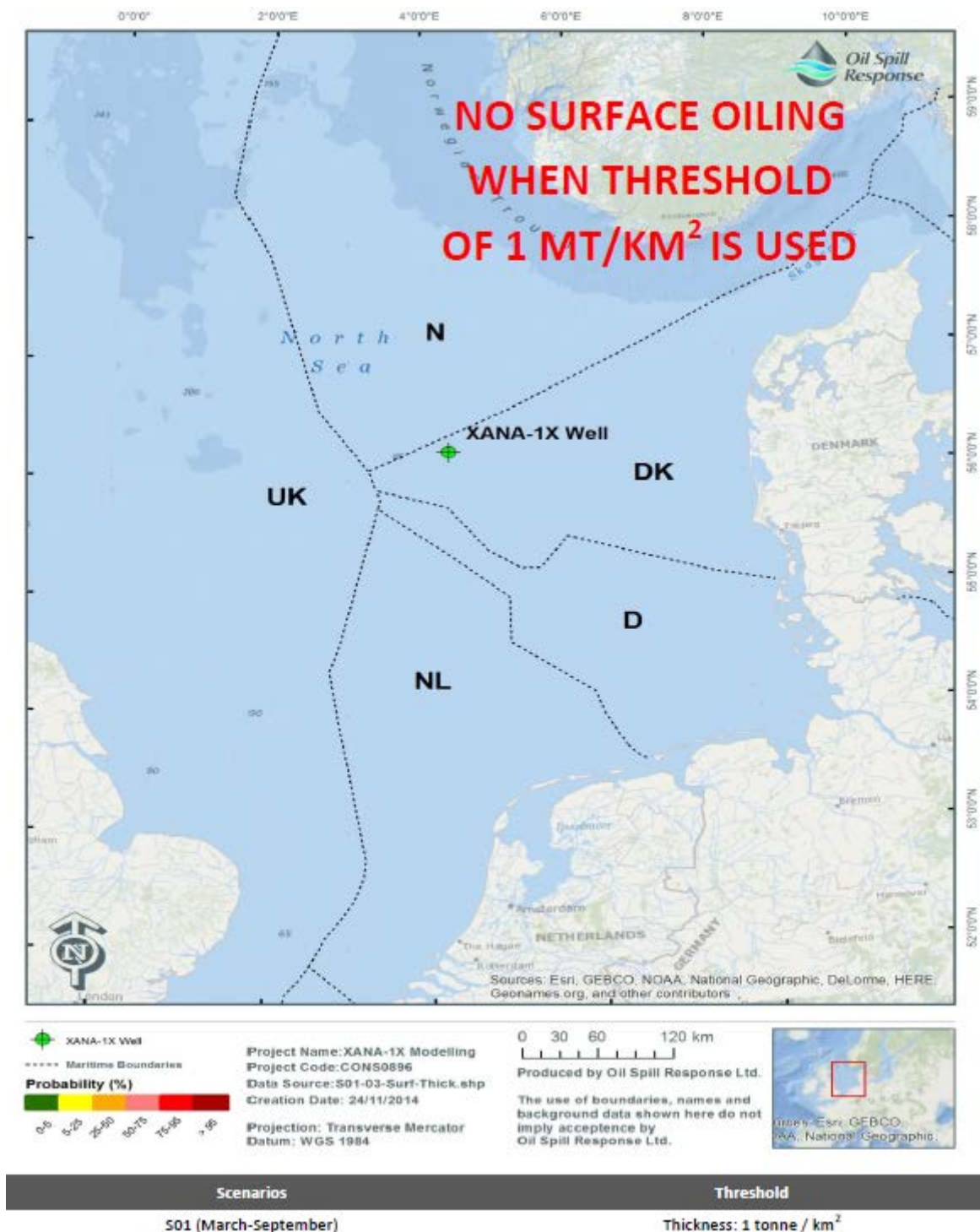
Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et olieudslip. De præsenterer et statistisk billede baseret på 168/167 uafhængigt simulerede udviklingsforløb.

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

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

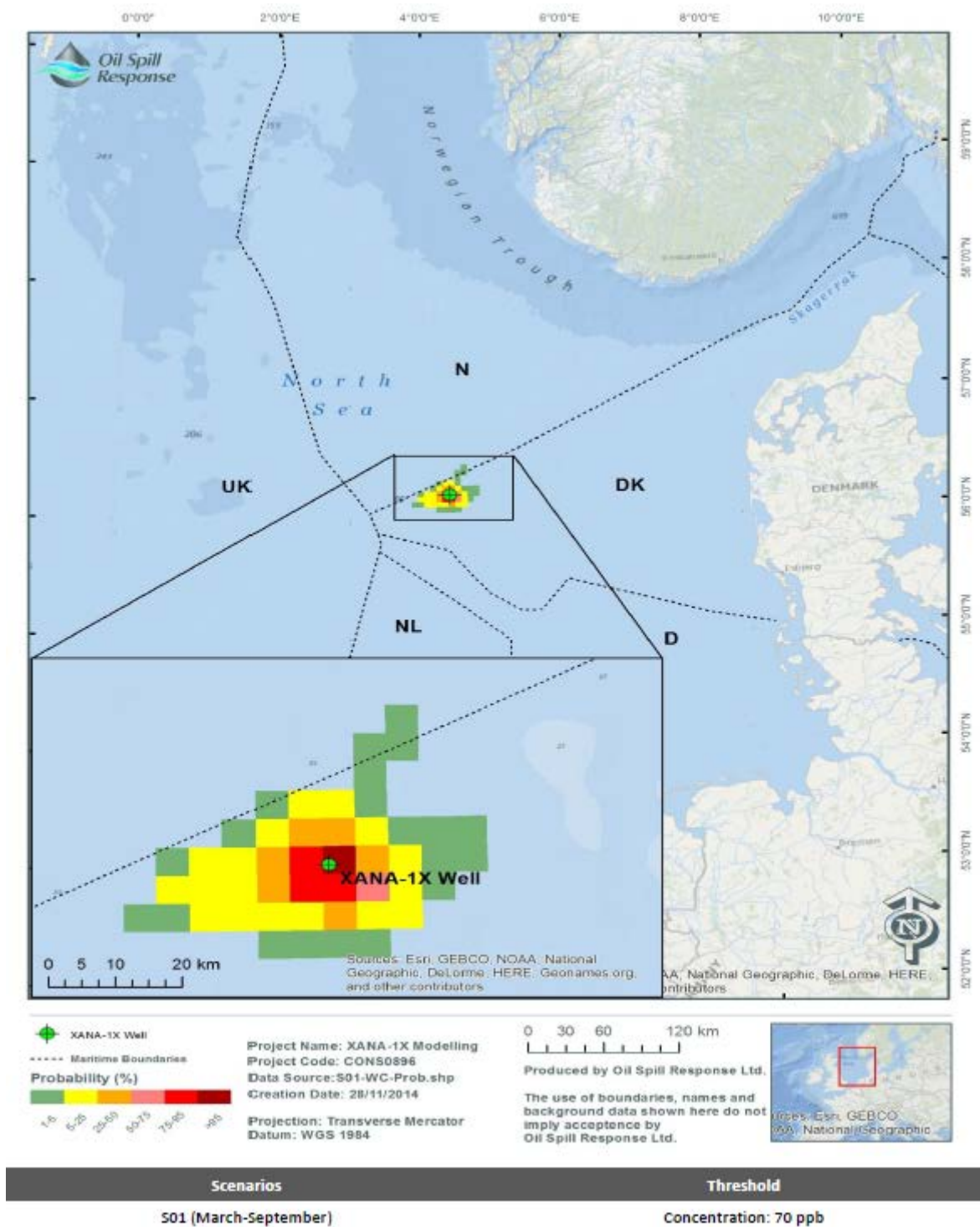
- Figur 7-11: Olieforurening af overfladen er ikke længere sandsynlig, når tærsklen på 1 MT/km² anvendes. Der vil dog muligvis kunne observeres en oliefilm i nærheden af udslipsstedet.
- Figur 7-12: Bortset fra Danmark er Norge det eneste land, hvor vandsøjlen kan blive påvirket af et olieudslip.
- Figur 7-13: Kun danske og norske kystlinjer kan blive berørt af et udslip.
- Figur 7-14: Koncentrationer kan være over 1.500 ppb omkring udslipsstedet. 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).



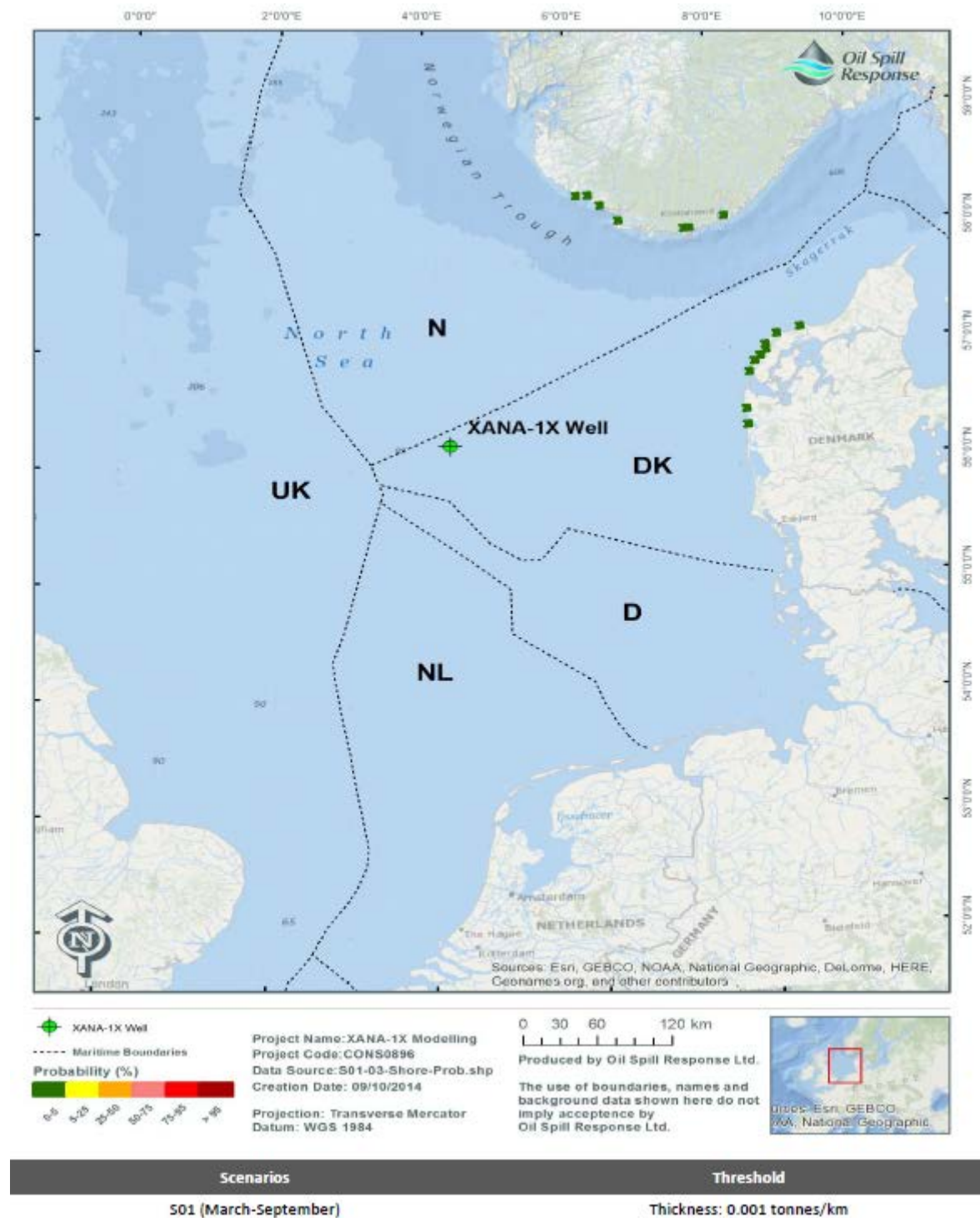
Figur 7-11. Sandsynlighed for, at en overfladecelle på 1 km² kan blive berørt. Bemærk, at olieforurening af overfladen ikke er sandsynlig, når tærsklen på 1 MT/km² anvendes /26//27/.

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



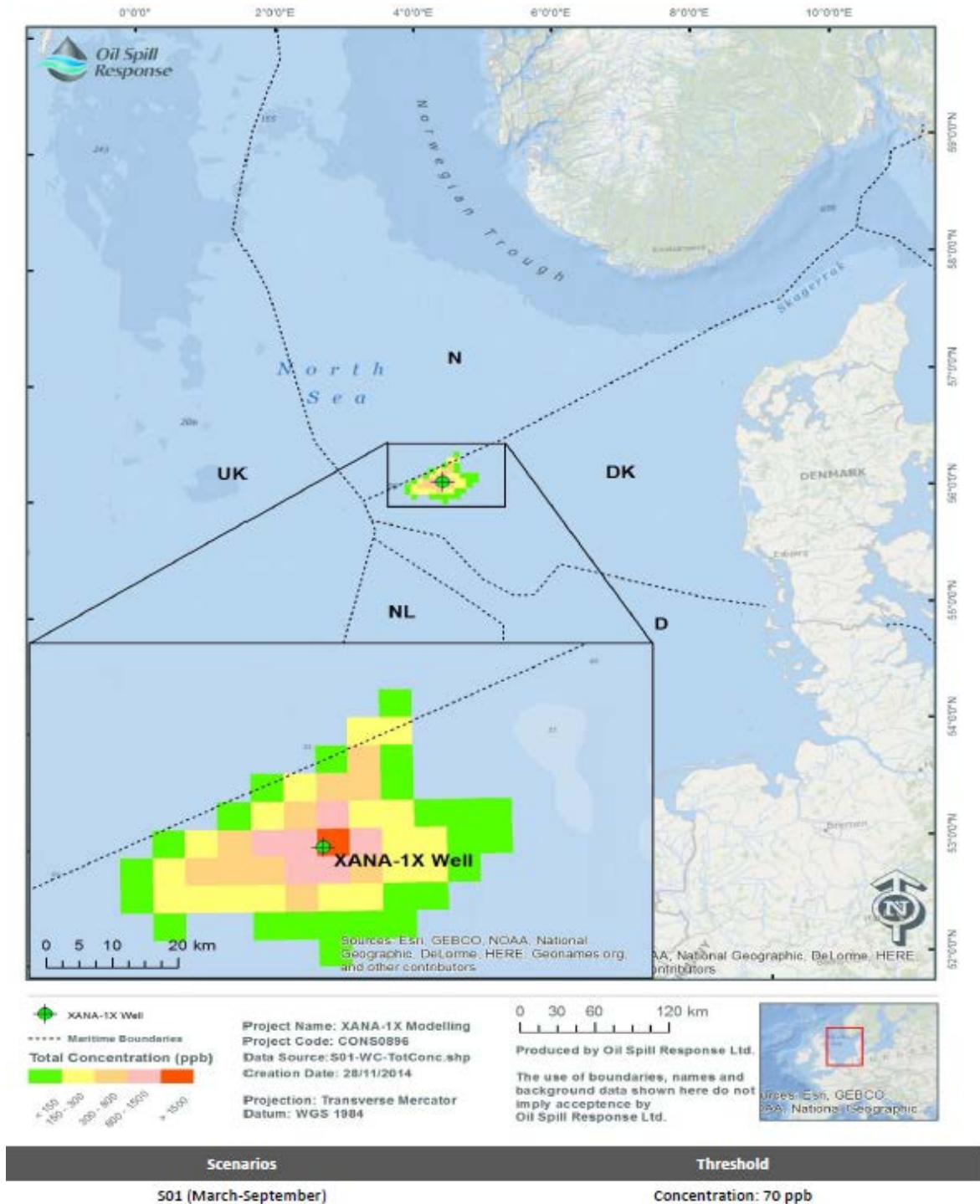
Figur 7-12. Sandsynlighed for, at en vandsøjle-gittercelle kan blive berørt /26//27/

Disse billeder viser IKKE det faktiske fodaftryk af et olieudslip. 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 olieudslip. 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 olieudslip. 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).

Virkningen 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 virkningsmekanis me	Virkningen s intensitet	Omfang	Virkningen s varighed	Samlet betydning af indvirkninge n	Konfidensnive au
Større gasudslip	Middel	Grænseoverskridende	Langvarig	Moderat negativ	Lille

7.2.2 Vandkvalitet

De potentielle virkningsmekanismer for vandkvalitet fra utilsigtede udslip hænger sammen med mindre og større olieudslip.

7.2.2.1 Mindre olieudslip

Resultaterne af modellering af et udslip af marin dieselolie fra et fartøj viser, at al den spildte olie ikke er mobil 20 dage efter udslippet. 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, som 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 olieudslip være af mindre negativ betydning.

7.2.2.2 Større olieudslip

Baseret på modelleringen af et stort olieudslip (afsnit 7.1.5) vil koncentrationerne af oliekomponenter sandsynligvis være over 1.500 ppb omkring udslipsstedet, 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 7.1.5).

Den fysiske tilstedeværelse af en stor olieplume vil forårsage betydelige ændringer af de fysiske og kemiske parametre for havvandets kvalitet, som 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 af mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på vandkvaliteten af et større olieudslip 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 vandkvaliteten i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet

Potentiel virkningsmekanisme	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Lille	Regional	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Middel	Grænseoverskridende	På mellemlang sigt	Moderat negativ	Middel

7.2.3 Sedimenttype og -kvalitet

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

7.2.3.1 Mindre olieudslip

Resultaterne af modellering af et udslip af marin dieselolie fra et fartøj viser, at al den spildte olie ikke er mobil 20 dage efter udslippet. 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 olieudslip være af mindre negativ betydning.

7.2.3.2 Større olieudslip

Ifølge modelleringen af et større olieudslip kan der opstå betydelige virkninger på sedimenttypen og -kvaliteten. Modelleringen af fem forskellige scenarier (afsnit 7.1.5) 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 olieudslip 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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Lille	Regional	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Middel	Grænseoverskridende	På mellemlang sigt	Moderat negativ	Middel

7.2.4 Plankton

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

7.2.4.1 Mindre olieudslip

På grundlag af den vurderede virkning på vandkvaliteten (afsnit 7.2.2) vurderes et mindre olieudslip 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 olieudslip

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/. Ikke-dødelige 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. Selvom sådanne forsøg har påvist, at olieudslip 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 olieudslip og kan kompensere for eventuelle virkninger med deres høje reproduktionspotentiale.

Ifølge den vurderede virkning på vandkvaliteten (afsnit 7.2.2.2) 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 olieudslip 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 virkningsmekanismer	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Lille	Grænseoverskridende	Kortvarig	Mindre negativ	Middel

7.2.5 Bentiske samfund

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

7.2.5.1 Mindre olieudslip

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 en mellemlang varighed. Generelt vil virkningen på sedimenttypen og -kvaliteten af et olieudslip være af mindre negativ betydning.

7.2.5.2 Større olieudslip

Dødelige og ikke-dødelige virkninger på benthos kan omfatte dødelighed og ændret tilgang, vækst og reproduktion samt ændringer i samfundets struktur, herunder artsrigdom. Ikke-selektive sedimentædende arter, som f.eks. børsteorme og nematoder, har udvist modstandsdygtighed over for de negative virkninger af olieudslip /130/. Omvendt forventes tætheden af krebsdyr, som f.eks. amphipoder og copepoder, 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 (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 olieudslip på lavt vand kan tage år eller årtier /123//124/.

Intensiteten af virkningen vurderes at være middel med et grænseoverskridende omfang og en lang varighed. Generelt vil virkningen på det bentiske samfund af et større olieudslip 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 benthiske samfund i forbindelse med utilsigtede hændelser ved TYRA-projektet.

Potentiel virkningsmekanismer	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Ingen/lille	Regional	På mellemlang sigt	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Middel	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Middel

7.2.6 Fisk

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

7.2.6.1 Mindre olieudslip

På grundlag af den vurderede virkning på vandkvaliteten (afsnit 7.2.2) og sedimenttypen og -kvaliteten (afsnit 7.2.3) vurderes et mindre olieudslip at have begrænset virkning på fisk. Virkningen af et mindre olieudslip 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 olieudslip vurderes generelt at være af mindre negativ betydning.

7.2.6.2 Større olieudslip

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 olieudslip /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 olieudslip 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, som 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 olieudslip 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 udslippet 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 olieudslip 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	Virkningsintensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Lille	Regional	Kortvarig/mellemlang varig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Middel	Grænseoverskridende	Kortvarig/mellemlang varig	Væsentlig negativ	Middel

7.2.7 Havpattedyr

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

7.2.7.1 Mindre olieudslip

Olieudslip 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 olieudslip 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 olieudslip

Et større olieudslip kan påvirke havpattedyr, der kommer i kontakt med udslippet. 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 olieudslip 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 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 olieudslip 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 olieudslip er stor og kan påvirke økosystemets struktur for havpattedyr i Nordsøen. Virkningen er langvarig, og den overordnede betydning for havpattedyr af et større olieudslip 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 virkningsmekanismer	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Lille	Lokal	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Høj

7.2.8 Havfugle

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

7.2.8.1 Mindre olieudslip

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

7.2.8.2 Større olieudslip

Havfugle er sårbare over for olieudslip 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, selvom 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 olieudslip vurderes at have et grænseoverskridende omfang og lang varighed. Virkningen på havfugle af et større olieudslip 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 virkningsmekanismer	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Stor	Lokal/regional	På mellemlang sigt	Moderat negativ	Middel
Større olieudslip	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 olieudslip.

Kulturarv, som 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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre eller større olieudslip	Middel	National	På mellemlang sigt	Moderat negativ	Lille

7.3.2 Beskyttede områder

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

7.3.2.1 Mindre olieudslip

Kemikalieudslip og olieudslip 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 olieudslip ikke at have nogen virkning på beskyttede områder.

7.3.2.2 Større olieudslip

Større olieudslip er blevet modelleret (afsnit 7.1). De potentielt berørte områder 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 olieudslip 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 virkningsmekanismer	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Ingen	Lokal	Kortvarig	Ubetydelig negativ	Høj
Større olieudslip	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Middel

7.3.3 Arealanvendelse af havområder

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

7.3.3.1 Mindre olieudslip

Mindre olieudslip 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 olieudslip vurderes at være af mindre negativ betydning.

7.3.3.2 Større olieudslip

Et større olieudslip 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 olieudslip 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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Mindre olieudslip	Lille	National	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip	Middel	Grænseoverskridende	På mellemlang sigt	Moderat negativ	Middel
Større gasudslip	Middel	Grænseoverskridende	Kortvarig	Mindre negativ	Middel

7.3.4 Fiskeri

Potentielle virkningsmekanismer i forbindelse med større olieudslip 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 olieudslip

Et større olieudslip kan påvirke fiskeriet gennem risikoen for et reduceret antal områder med mulighed for fiskeri, hvor beredskabsforanstaltninger gennemføres. Intensiteten af virkningerne på områder med mulighed for fiskeri vurderes at være middel med et regionalt omfang og en kort varighed. Den overordnede virkning på fiskeriet af et større olieudslip 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 olieudslip 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 udslippet. 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 olieudslip 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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Gasudslip	Middel	Grænseoverskridende	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip Virkninger på fiskeriområder	Middel	Regional	Kortvarig	Mindre negativ	Middel
Større olieudslip Virkninger på målarter	Middel	Grænseoverskridende	På mellemlang sigt	Væsentlig negativ	Lille
Større olieudslip Opfattelse/omdømmelse	Stor	Grænseoverskridende	Langvarig	Væsentlig negativ	Lille

7.3.5 Turisme

De potentielle virkningsmekanismer for turisme hænger sammen med større olieudslip.

7.3.5.1 Større olieudslip

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 olieudslip 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 olieudslip 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	Virkningens intensitet	Omfang	Virkningens varighed	Samlet betydning af indvirkningen	Konfidensniveau
Større olieudslip	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 7-17. Virkningen med den største overordnede betydning er anført for hver receptor. Sandsynligheden for alvorlige utilsigtede hændelser er meget lille med en hyppighed i størrelsesordenen 10^{-4} pr. år, jf. afsnit 7.1.5.

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 særskilt vurdering for Natura 2000 vises i afsnit 10.

8. FOREBYGGENDE FORANSTALTNINGER

Maersk Oil har identificeret flere afværgeforanstaltninger for planlagte aktiviteter og utilsigtede hændelser med miljømæssige eller sociale risici. 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 9.3).

8.1 Afværgerisici i forbindelse med planlagte aktiviteter

8.1.1 Foranstaltninger med henblik på at reducere emissioner

Generelt arbejder Maersk Oil til stadighed på at reducere udledningerne til miljøet og forbedre energieffektiviteten offshore ved at holde et skarpt fokus på forbruget af brændstof og afbrændningsgas og endvidere ved at lade hensyn til energieffektivitet indgå i planlægningen allerede tidligt i designfasen for alle større projekter og ombygninger. Produktionen er de senere år blevet mere energieffektiv, og i 2013 blev energistyringssystemet hos Maersk Oil ISO-14001-certificeret. Det omfatter bl.a. årlige revisioner af effektiviteten. Systemet skal certificeres igen hvert tredje år (se også BAT/BEP i kapitel 9).

8.1.2 Afværgeforanstaltninger mod undervandsstøj

Da der ikke findes dansk lovgivning eller specifikke krav fra de danske myndigheder, vil Mærsk Olie minimere risikoen for skader på havpattedyr under seismiske undersøgelser ved at følge JNCC's retningslinjer dateret august 2017 /195/. Risikoen for, at undervandsstøj påvirker havpattedyr i forbindelse med geofysiske aktiviteter og anlægsprojekter, afværges generelt ved hjælp af følgende tiltag:

- På steder, hvor det må forventes, at der vil ske en påvirkning af havpattedyr, vurderes den bedste tilgængelige teknologi.
- Planlægning og effektiv udførelse af geofysisk dataindsamling og anlægsprojekter, så den samlede varighed af arbejdet forkortes, og følsomme arters eksponering for støj minimeres.
- Overvågning af havpattedyrenes tilstedeværelse inden iværksættelse af støjende aktiviteter og i forbindelse med geofysisk dataindsamling eller anlægsarbejde.
- Der etableres en eksklusionszone, hvor arbejdet bliver udsat, hvis der viser sig at være havpattedyr til stede inden arbejdets påbegyndelse.
- Procedurer til blød 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, så dyret har mulighed for at fjerne sig fra de generende lyde. Derved reduceres risikoen for eventuelle påvirkninger fra den genererede undervandsstøj.

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 en målsætning om ingen skadelige udledninger. Inden kemikalier godkendes til anvendelse og udledning offshore, skal en ansøgning indgives til Miljøstyrelsen. 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 offshorekemikalier. 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 foringsrøret ved boring af efterforskningsbrønde ved højt tryk og høje temperaturer.

- **Rød:** Disse kemikalier er miljøfarlige og indeholder en eller flere komponenter, der kan akkumulere i levende organismer, nedbrydes langsomt, er specielt giftigt, eller en kombination af disse. 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 bedømmelsen: "udgør lille eller ingen risiko for miljøet". Kemikalier, der er opført på OSPARs liste over stoffer/præparater, der anvendes og udledes offshore, og som vurderes at udgøre en lille eller ingen risiko for miljøet (PLONOR), eller som er omfattet af REACH-forordning (EF) nr. 1907/2006, bilag IV eller V.
- **Gul:** Disse er kemikalier, der ikke hører ind under andre klassifikationer, som enten nedbrydes langsomt, er giftige eller bioakkumuleres. Gule kemikalier klassificeres og kan normalt udledes.

De miljømæssige risici og påvirkninger 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/.

Mærsk Olies standardprocedurer inkluderer sikkerhedsanvisninger til forebyggelse af udledning af radioaktivt materiale fra radioaktive kilder. Dette inkluderer procedurer til sikker opbevaring af radioaktive kilder, oprettelse af barrierer og afmærkning omkring arealer hvor de radioaktive kilder er opbevaret eller i brug, annoncering af arbejde involverende radioaktive kilder, og aktioner i tilfælde af uheld.

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, som 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 /154/. Det giver mulighed for at identificere de vigtigste årsager til risikoen og evaluere de kemiske substitutionsmuligheder og samtidig sikre anvendelsen af BAT/BEP.

Endelig gennemføres BAT/BEP-undersøgelser for nuværende og fremtidige anlæg. Formålet med undersøgelserne er at vurdere de forskellige muligheder og den endelige brug af teknologi og driftspraksis, der muliggør en økonomisk realistisk løsning med den største overordnede reduktion af risiko og virkninger (se kapitel 9).

8.2 Specifikke foranstaltninger for Tyra Future

Tyra Future-projektet repræsenterer generelt en trinvis forandring i forbindelse med rationalisering af de eksisterende anlæg.

De eksisterende anlæg har undergået en trinvis udvikling i løbet af de første 25 års drift, hvor de opnåede en spidskapacitet på ca. 1.300 MMscfd gas til salg og re-injektion. Siden 2006 har produktionen været faldende, og kapaciteten er reduceret med samme energiforbrug på grund af det gradvist reducerede tryk i reservoiret. De eksisterende anlæg er kendetegnet ved mange parallelle trains, der kører med reduceret belastning.

Tyra Future-projektet udgør i det væsentlige en rationalisering af mange parallelle trains til én proces, der er baseret på ét enkelt train, og en nedjusteret produktionshastighed i projektets tail-end.

8.2.1 Emissioner/afbrænding

Hovedkilderne til emissioner er elproduktion og flaring.

Tyra Futures elproduktion er baseret på en central produktion ved hjælp af gasturbiner. Alle hovedprocesdrivere, mindre procesdrivere og servicedrivere er elektriske.

Fordelen er dobbelt:

- Den samlede strøm, der kræves til hele anlægget, fordeles på fælles turbiner, som gør det muligt at optimere driftspunktet og dermed opnå en bedre økonomi for turbinerne i forhold til individuelle turbinedrivere til procesudstyr.
- Den væsentligste fordel er dog, at konfigurationen gør det muligt at vælge turbinemodeller med en meget højere brændstoffektivitet end de mindre modeller, der findes til mere enkle drivere.

Flare-emission er blevet reduceret som følge af flere forskellige foranstaltninger:

- Brug af nitrogen til rensning og dækgas
- Nyttiggørelse af hovedparten af flash gassen fra behandling af produceret vand til flash gas-kompressorerne
- Nyttiggørelse af hovedparten af flash gassen fra glykolgenindvinding til flash gas-kompressorerne.
- Potentiel brug af hermetisk tætte kompressorer, som forhindrer emissioner af tætningsgas.
- Brug af "cold finger"-teknologi til glykolgenindvinding. "Cold Finger"-teknologien skal maksimeres med henblik på at reducere brugen af strippinggas.

8.2.2 Kemisk anvendelse

Kemikalieforbruget i forbindelse med Tyra Future er optimeret og forventes reduceret i forhold til de nuværende faciliteter ved hjælp af adskillige foranstaltninger.

Rationaliseringen af mange parallelle trains til ét train, hvilket giver en mere effektiv operatøropmærksomhed og optimering af procesparametrene på grund af en mere stabil belastning og mindre udstyr.

Anvendelse af procesopvarmning i forbindelse med væske/væskeseperation forventes at reducere forbruget af demulgeringskemikalier.

Rejectstrømme fra hydrocykloner og skimmed-strømme fra afgasningsmidler og flotationsenheder genanvendes ikke tilbage til separatoren. Ved at forhindre genanvendelse af strømme, som indeholder produktionskemikalier, emulsioner og andre komponenter og urenheder, der påvirker separationsevnen, er det således muligt at opnå bedre kontrol med en nøjagtig og korrekt kemikaliedosering i processen.

8.2.3 Separation i åbne afløb

Der pumpes ikke vand fra åbne afløb (dækafløb) ind i HC-procesudstyr. I forbindelse med Tyra Future behandles vand fra åbne afløb i dedikeret separationsudstyr for at overholde kravene til udledningskvaliteten.

Vand fra åbne afløb indeholder regnvand blandet med snavs og urenheder fra platformsdæk, drypbakker, overløbsrør osv., f.eks. smøreolie, smørefedt, rustpartikler og sprængningssand, rengøringsmidler og ilt. Hvis dette vand med mellemrum pumpes ind i processtrømmen, vil det systematisk forstyrre processen, når pumpen starter.

8.3 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 alle jackets. Behandlingsfaciliteter, brønde og rørledninger er beskyttet mod større udslip 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 reduktionsforanstaltningerne opdateres regelmæssigt i tilfælde af vigtig ny viden eller teknologisk udvikling.

Som et led i godkendelsesprocessen vurderer Arbejdstilsynet de risikoforebyggende foranstaltninger for nye offshoreplatforme i overensstemmelse med ALARP-princippet.

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 olieudslip er opsummeret i afsnit 9.5.

9. MAERSK OILS MILJØSTANDARDER OG -PROCEDURER

9.1 Miljøledelsessystem

Maersk Oil benytter 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 /159/. 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.

Standarden har f.eks. været anvendt i en tidlig fase i TYRA Future-projektet. Der er gennemført flere undersøgelser i forbindelse med udviklingen af anlægget. Formålet med disse undersøgelser var så vidt muligt at reducere de miljømæssige virkninger ved driften af de nye anlæg, se afsnit 9.4.3. Dette omfattede BAT-undersøgelser om emissioner og om produceret vand /185//186/ samt et Environmental Aspect Register /187/.

9.3 Projektspecifik plan for miljømæssig og social styring

Der er udarbejdet en projektspecifik plan for miljømæssig og social styring (ESMP) for Tyra-projektet /193/. ESMP omfatter anlægs-, drifts- og afviklingsfaserne for projektet. ESMP er baseret på krav fastlagt i "Maersk Oil Standard – Environmental and Social Impact Management in Projects" /159/ med hensyn til aktiviteter og resultater vedrørende miljømæssig og social påvirkning, høring af lovgivere og myndigheder, vurdering af muligheder, basisundersøgelser, undersøgelser af bedste tilgængelige teknikker (BAT), vurdering af virkninger, administration af virkninger, planlægning og forebyggende procedurer og overvågningsprocedurer.

Formålet med ESMP er at skabe en ramme til sikring af, at systemer og processer er på plads for at fremme følgende forhold i forbindelse med anlæg, drift og afvikling:

- HSE-risici (ulykker) er reduceret til et niveau, der er As Low As Reasonably Practicable (ALARP),
- Udstyr og driftsformer anses for at være Best Available Technology (BAT).

Både HSE-risici og de miljømæssige virkninger minimeres som en integreret del af projekteringsarbejdet.

ESMP omhandler styring af miljømæssige og sociale risici, vurdering af virkninger på miljøet og samfundet, lovmæssige forhold og overholdelse, resultatmål og forbedringsplan og overvågnings- og styringsmekanismer.

Et register over miljømæssige aspekter er blevet udviklet og indberettet som en del af Tyra Future-genudviklingsprojektet (FEED /187/). Omfanget af dette aspektregister omfatter alle aktiviteter, der påvirker miljøet i forbindelse med driftsfasen for Tyra Øst, Tyra Vest, brøndhoved- og riser-platforme. Ud over den normale driftsfase omfatter registret over

miljømæssige aspekter virkninger af ikke-rutinesituationer i forbindelse med driftsfasen, som f.eks. vedligeholdelse, nødsituationer samt opstarts- og nedlukningsaktiviteter. De miljømæssige aspekter og virkninger blev identificeret for forbrug af energi og naturressourcer, udledninger i havet, udledninger i luften, affald, støj og afvikling.

De tekniske afsnit i bilag 1 til denne redegørelse for miljømæssige og sociale virkninger (ESIS) omfatter et register over miljømæssige aspekter, der gælder for hele projektet, er derfor det, der udgør grundlaget for vurdering af virkninger, som rapporteret i ESIS.

9.4 Påvisning af BAT/BEP

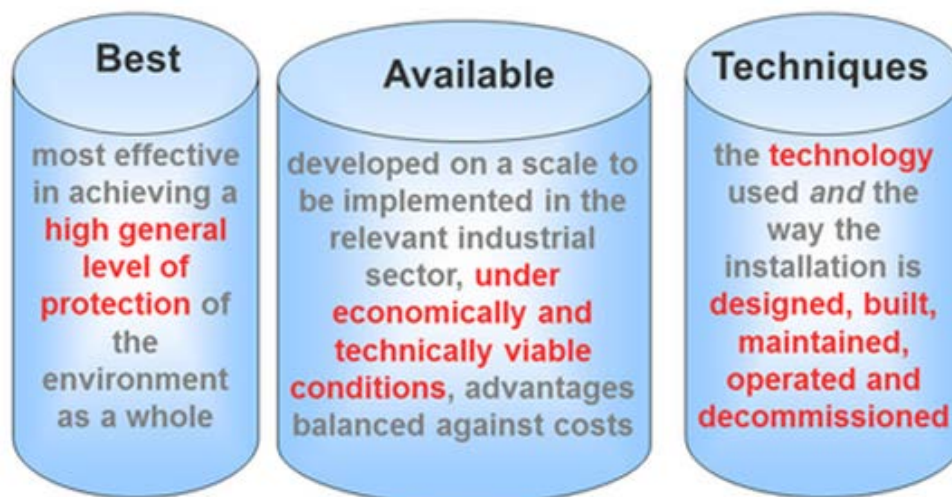
9.4.1 Generel filosofi

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. Den danske lov om beskyttelse af havmiljøet refererer til BAT og BEP (§3). BAT-princippet er illustreret i Figur 9-1.



Figur 9-1. Illustration af den bedste tilgængelige teknik /156/

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 procesudstyr og ved udvælgelse af materialer og stoffer.

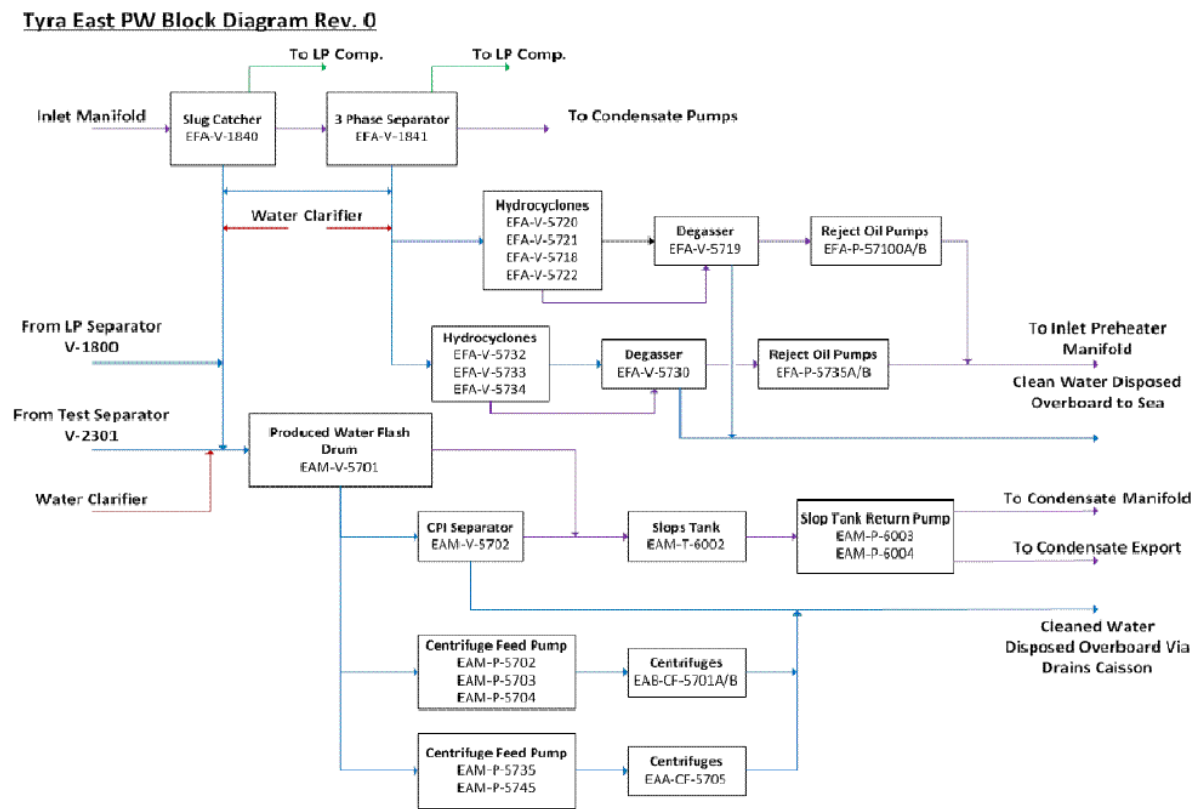
Eksempler på, hvordan Maersk Oil anvender BAT og BEP, omfatter foranstaltninger, der har til formål at:

- forbedre energieffektiviteten
- overvåge og minimere emissioner
- optimere brug og udledning af kemikalier med henblik på nul-udledning
- støtte udviklingen af kemikalier med mindre virkning på miljøet
- bruge effektivt udstyr til test af brønde
- løbende revidere og vurdere projekter og anvendt udstyr.

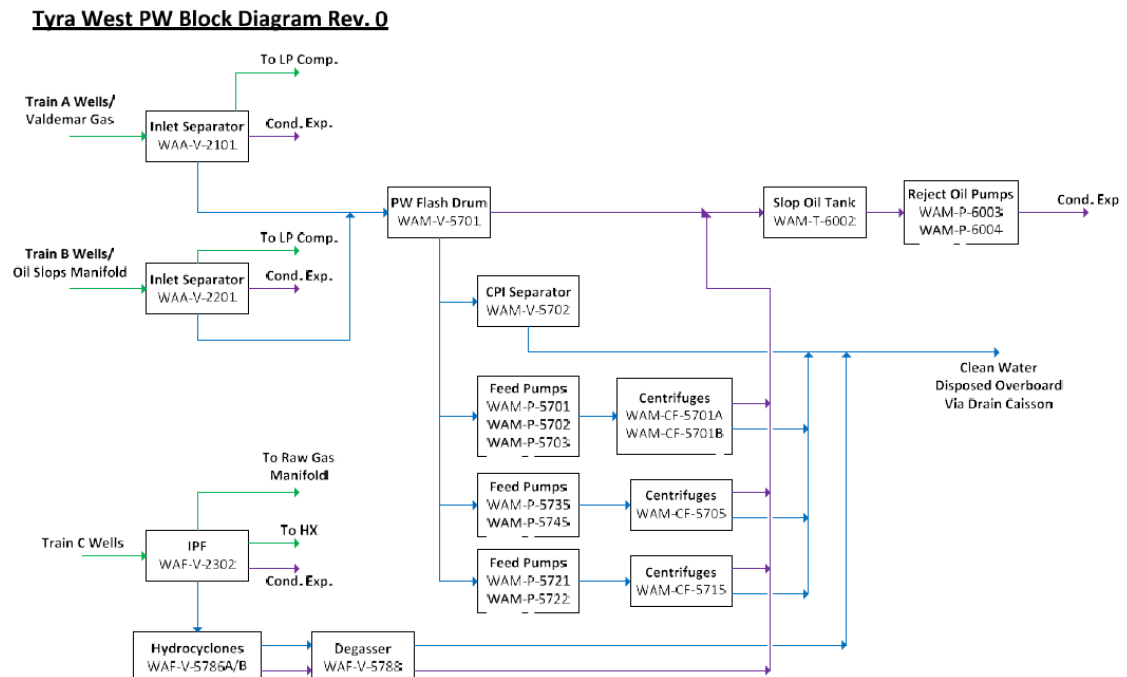
9.4.2 Behandling af produceret vand

9.4.2.1 Nuværende system

TYRA-anlægget er udstyret med teknologi, som f.eks. hydrocycloner til behandling af produceret vand, og som er inkluderet i OSPAR-dokumentet "Background Document concerning Techniques for the Management of Produced Water from Offshore Installations" fra 2013, som giver oversigt over BAT for håndtering af produceret vand. Figur 9-2 og Figur 9-3 viser en oversigt over systemet til produceret vand for Tyra Øst og Vest.



Figur 9-2. Oversigt over systemet til produceret vand for Tyra Øst



Figur 9-3. Oversigt over systemet til produceret vand for Tyra Vest

I den aktuelle udledningstilladelse anfører Maersk Oil en række initiativer, der skal forbedre miljøindsatsen på TYRA. Dette omfatter optimeringen af procedurer og udstyr. Den nyeste udledningstilladelse kan sammen med listen over initiativer fås ved direkte henvendelse til Miljøstyrelsen.

Som en del af disse initiativer blev der inden iværksættelsen af Tyra Future-projektet foretaget en vurdering af muligheden for at ændre centrifugerne på Tyra Øst og Tyra Vest for at forbedre resultatet af behandlingen af produceret vand. En BAT-undersøgelse med henblik på modernisering af det eksisterende behandlingsanlæg til produceret vand på Tyra indgik i denne vurdering. Undersøgelsen blev gennemført inden iværksættelsen af Tyra Future-projektet. Den vurderede en lang række teknologier baseret på OSPAR-baggrundsdokumentet vedrørende teknologier til behandling af produceret vand: centrifuger, hydrocykloner i kombination med CFU eller alternativt forskellige filtreringsteknologier, f.eks. valnøddeskalfiltrering, TORR™-enhed, Pall Coalescer, Mare's Tail® og Macro Porous Polymer Technology (MPPE).

Ingen af de ovennævnte filtreringsteknologier blev anset for at være egnet i forbindelse med nye Tyra Future-anlæg. Teknologier såsom TORR™-enhed eller Pall Coalescer eller MPPE er modtagelige for blokeringer med faste stoffer og kræver et meget rent fødeflow og et finfiltreringstrin forud for behandlingsenhederne. Af andre ulemper kan nævnes:

- høj vedligeholdelsesgrad og høj OPEX
- tilføjelse af mere installationsudstyr betyder ofte højere OPEX og procesafbrydelser
- teknologier, der sjældent benyttes i forbindelse med offshoreanvendelse.

Mare's Tail®, som blev udelukket af virksomheden på baggrund af en tidligere undersøgelse, der blev gennemført på begge Tyra-platformer, og som ikke påviste nogen mærkbar fordel, idet dråbestørrelsen var for stor til, at teknologien kunne have nogen effekt.

Centrifuger er en del af de eksisterende behandlingsanlæg til produceret vand på Tyra Øst og Vest. Det er en internt anerkendt, velkendt og gennemprøvet teknologi, som virksomheden har driftserfaringer med. Centrifugerne kan drives med små dråber uden opstrøms Hjælpemidler. En høj vedligeholdelsesgrad, hvilket reducerer tilgængeligheden af udstyr og medfører høje driftsomkostninger og et stort energiforbrug, betyder, at centrifuger rangerer under hydrocykloner.

9.4.2.2 Tyra Future genudviklet system

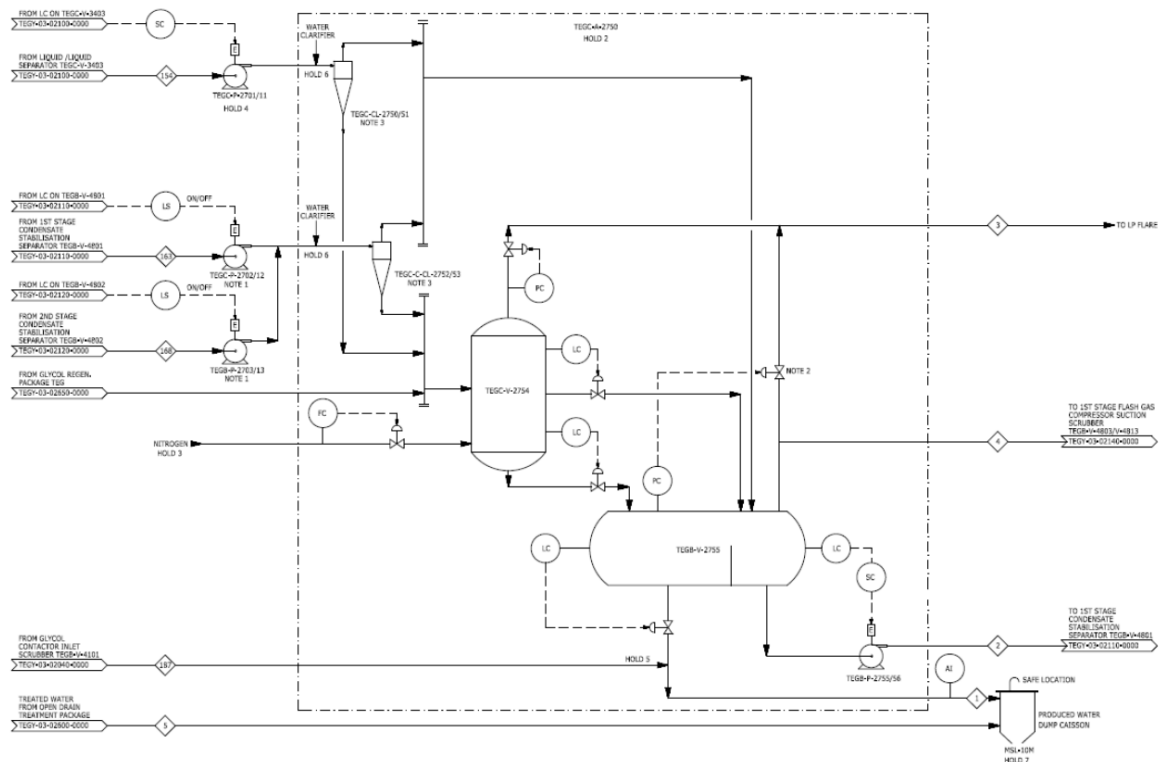
Teknologien, der identificeres som BAT, og som implementeres i Tyra Future-projektet, er baseret på hydrocycloner efterfulgt af induced gas flotation (IGF).

Det afhænger af det endelige valg af producent, om IGF skal gennemføres i et eller to trin.

Der skal være pumper til produceret vand til rådighed, som kan indsættes på et senere tidspunkt, hvis det påtænkes at reducere indløbstrykket.

Valget af teknologi suppleres af andre vigtige systemdesignprincipper, som indgår i det samlede systems funktionalitet. Det drejer sig eksempelvis om anvendelse af opvarmning til at understøtte separationen og forhindre genanvendelse af strømme tilbage til separatoren.

En generel konfiguration over det genudviklede system til produceret vand for Tyra Future vises i Figur 9-4.



Figur 9-4. Oversigt over system til produceret vand for Tyra Future

9.4.3 BAT-undersøgelser vedrørende Tyra Future-genudviklingen

Der er gennemført BAT-undersøgelser (Best Available Technology) i forbindelse med Tyra Futures projektplanlægning og anlæggets design. Formålet med BAT-undersøgelserne er at sammenligne alternative designmuligheder og vurdere de valgte teknologier og den driftspraksis, der giver den bedste miljøbeskyttelse.

En BAT-undersøgelse for udledninger i atmosfæren indeholder en oversigt over kilder til de atmosfæriske udledninger, der forventes fra projektet, og en prognose for den atmosfæriske udledning baseret på maksimal driftskapacitet. Formålet med undersøgelsen er at minimere udledningerne til luften ved at optimere energiforbruget og energiproduktionen og ved at minimere gasafbrændning og udluftning. Den forventede opdatering af "BAT Reference Document on Large Combustion Plants", som forventes i 2017, skal tages i betragtning, når den er offentliggjort.

BAT-undersøgelser om udledninger til havet omfatter en oversigt over udledninger af produceret vand og en prognose for udledninger i havet baseret på den maksimale driftskapacitet. I henhold til OSPAR-aftalen om reduktion af den samlede udledning i havet har DUC udledningstilladelsen

en betingelse om et loft for olie udledt i produceret vand på 202 tons/år. For Tyra har mængden af produceret vand for de seneste 3 år været ca. 70.000 bwpd med et indehold af ca. 9 mg/l, resulterende i ca. 37 tons/år olie udledt med produceret vand. Mængden af produceret vand i forbindelse med olie- og gasproduktion på Tyra forventes at stige til ca. 115.000 bwpd. I betragtning af at DUC bestræber sig på at bibeholde eller reducere den totale udledning af olie til miljøet, skal det nye procesanlæg til behandling af produceret vand på Tyra Future designes til at reducere olie-i-vand (OiW) indholdet til et månedligt gennemsnit på 6 mg/l. Pakken til behandling af produceret vand, der skal installeres i det genudviklede Tyra-behandlingsanlæg, udvikles til at kunne reducere olie-i-vand-koncentrationen helt ned til et månedligt gennemsnitsmål på maks. 6 mg/l.

Fastlæggelsen af designet for systemet til behandling af produceret vand og identificeringen af BAT har været en løbende proces, som startede i de meget tidlige stadier af Tyra Future-projektet.

Der har været en systematisk tilgang i forbindelse med valget af den rette teknologi til behandling af produceret vand og den bedste udstyrskonfiguration.

- 1) Kravet til ydeevne ved behandlingen af produceret vand i forbindelse med Tyra Future blev fastlagt på basis af historiske udledningmængder og kvaliteten af det producerede vand fra Tyra.
- 2) Ydeevnen for de eksisterende behandlingsanlæg til produceret vand på Tyra blev kortlagt med henblik på at fastlægge karakteristika for de producerede væskers separationsevne.
- 3) Teknologier, der betragtes som relevante for offshorebehandling af produceret vand, blev evalueret under hensyntagen til den seneste udvikling på dette område, der er anført i OSPAR-baggrundsdokumentet vedrørende behandlingsteknologier for produceret vand.

BAT-undersøgelsen screenede et reduceret antal teknologier med udgangspunkt i, at den ovennævnte tidligere BAT-undersøgelse af behandlingsanlæggene til produceret vand på Tyra allerede evaluerede den lange liste af teknologier, der er nævnt i OSPAR-baggrundsdokumentet vedrørende behandlingsteknologier for produceret vand. BAT-undersøgelsen vurderede de tekniske forslag, der var modtaget fra tre forskellige potentielle producenter. Alle tre producenter bekræfter, at 6 mg/l er opnåeligt.

De teknologier, der blev præsenteret i de forslag, der blev evalueret i BAT-undersøgelsen, er:

- *Hydrocykloner og Induced Gas Flotation (IGF)*: Denne kombination svarer til de allerede installerede behandlingssystemer til produceret vand på Maersk-platforme. Maersk har omfattende driftserfaringer med begge teknologier. Alle tre konsulterede producenter kan give en procesgaranti på 6 mg/l. Det kan være nødvendigt at anvende kemisk indsprøjtning af flokkuleringsmiddel og/eller andre kemikalier for optimal fjernelse af olie og suspenderede stoffer.
- *Hydrocykloner, EPCON Dual CFU og afgasningsmidler (EPCON dual CFU og afgasningsmidler er i grunden to trin af IGF med et lettere forskelligt design)*: En producent bekræftede, at med disse 3 trin for behandling af produceret vand vil det være muligt at nå det månedlige gennemsnitsmål på maks. 6 mg/l OiW. Dette forslag omfattede innovative, kompakte flotationsenheder (EPCON Dual CFU) med høj ydeevne, som ville rense vandet yderligere. Teknologien anvender brændgas til flotation. Brændgassen kan genvindes af genvindingsanlæg. Alternativt kan det være en mulighed at udskifte brændgassen med kvælstof. Dette kræver imidlertid meget ren kvælstof, hvilket er dyrt.
- *Hydrocykloner og TORR™*: En producent foreslog som alternativ teknologien TORR™. Teknologien blev allerede evalueret i en tidligere BAT/BEP-undersøgelse, og det er ikke en foretrukket teknologi på grund af den høje vedligeholdelsesgrad og behovet for opstrømsfiltre til forbehandling af vandet. Den høje vedligeholdelsesgrad hænger sammen med driftsprincippet TORR™, der ligesom flere andre teknologier anvender dråbesammenvoksning på overfladen af et særligt sammenflydende materiale. I sagens

natur ændres sådanne materialers tilbøjelighed til oliedråber over tid. En sådan ændring fremskyndes af forekomsten af partikler. Dette afspejles ved, at underleverandøren anmodede om en filtrering på 15 mikrometer ved indløbet til TORR™-enheden. Et sådant krav er i realiteten ensbetydende med en helt ny proces. Dertil kommer, at TORR™ ikke har været anvendt intensivt på offshoreinstallationer.

- *CTour™*: Teknologien blev evalueret på grundlag af tilgængelige procesvæsker, og det blev konkluderet, at Tyra-kondensatet ikke er egnet til at blive anvendt uden forudgående raffinering ved destillation, og indførelse af en destillationssøjle offshore foretrækkes ikke.

På baggrund af resultaterne af BAT-undersøgelsen kan det konkluderes, at hydrocykloner efterfulgt af IGF (induced gas flotation) er den bedste tilgængelige teknologi.

9.5 Beredskabsplan for olieudslip

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 olieudslip /121/, der beskriver, hvordan eventuelle olieudslip bekæmpes. Scenarier for olieudslip 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 for små spild under drift
 - Fartøj til overvågning af olieudslip mobiliseres
 - Olieudslippets bevægelse modelleres
 - Brug af fartøjer inden for feltet med bom/250 m³ pr. time. Skimmerudstyr mobiliseret inden for 8 timer
- Trin 2 for mellemstort udslip
 - Trin 1-foranstaltninger med yderligere foranstaltninger
 - Brug af yderligere ressourcer (bom, flere skimmere med en kapacitet på mere end 200 m³ pr. time og overførsel af pumpe/slanger) mobiliseret fra Esbjerg eller fra det danske lager inden for 20 timer med henblik på at håndtere mere end 1.500 tons pr. dag
 - Affald fjernes af særligt tankskib
- Trin 3 for blow out
 - Trin 2-foranstaltninger med yderligere foranstaltninger
 - Uddannet personale og yderligere udstyr mobiliseres fra Oil Spill Response Ltd (OSRL)
 - 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 olieudslip. 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.

9.6 Løbende overvågning

Maersk Oil benytter flowmetre til kontinuerlig måling af mængden af udledt produceret vand, og der indsamles regelmæssigt vandprøver til analyse af olieindhold. 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 alkylerede 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.

Mærsk Olie tager kvartalsvise prøver til måling af NORM i det producerede vand ved alle udledningpunkter. I overensstemmelse med lovgivningen, bliver årlige rapporter sendt til OSPAR via Miljøstyrelsen.

Aktuelt er der ikke installeret emissionsovervågning ved gasturbinerne på Tyra. Kontinuerte fremskrivende udregninger af udstødningsgaskvaliteten fra hovedgeneratorerne på nye platforme vil, i overensstemmelse med bekendtgørelse nr. 1449 af 20/12/2012, blive implementeret via et dedikeret Predictive Emissions Monitoring System (PEMS) på hver enhed kombineret med en årlig verifikation af PEMS kalibreringen i overensstemmelse med DS/EN 1481.



Figur 9-5. Akustisk overvågning af havpattedyr (foto: Aarhus Universitet, DCE)

10. NATURA 2000-SCREENING

10.1 Indledning

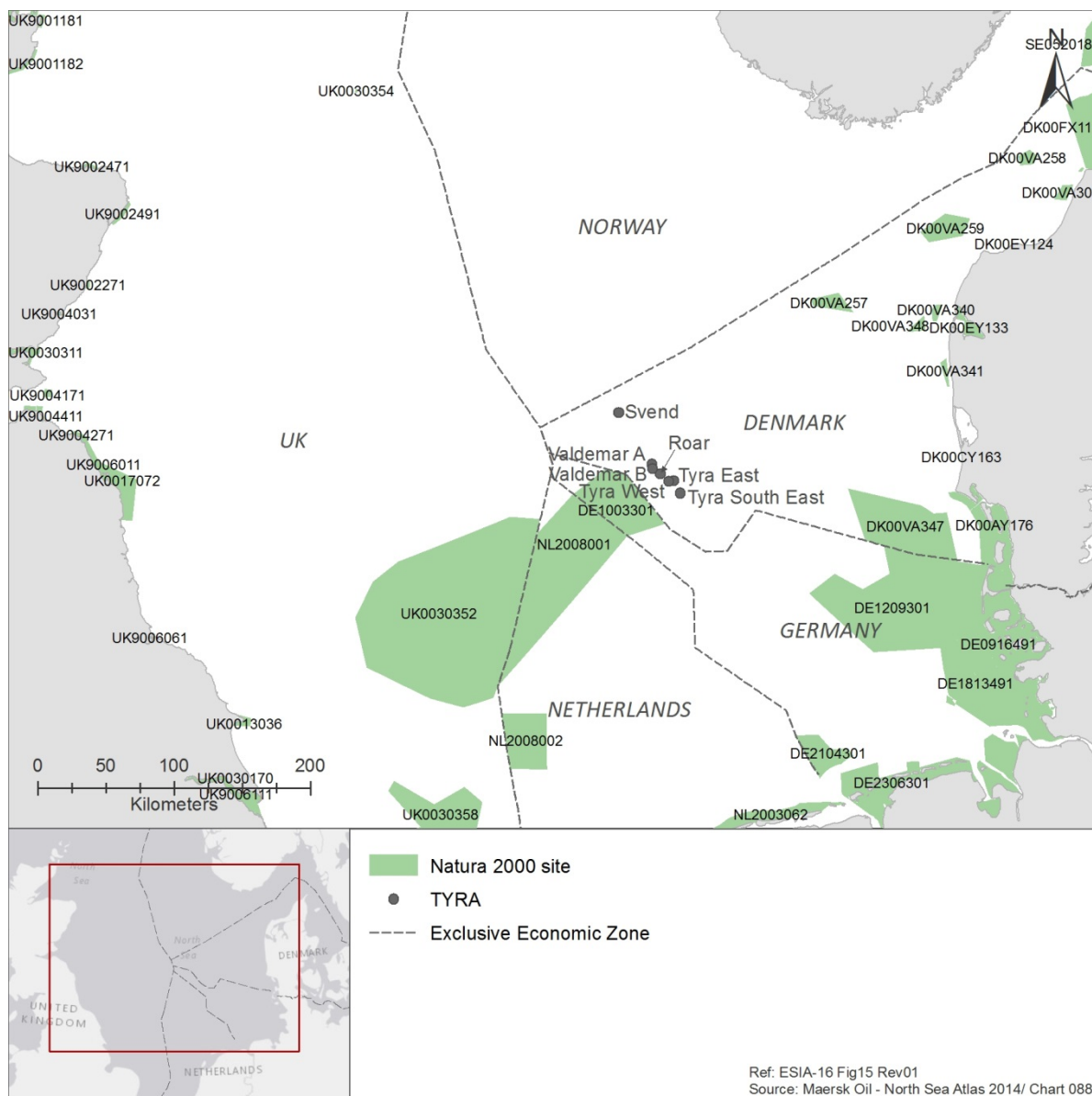
Natura 2000-netværket omfatter:

- 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 EUs 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 EUs 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, når:

- data vedrørende bestandsudviklingen af den pågældende art viser, at arten på lang sigt vil opretholde sig selv som en levedygtig bestanddel af dens naturlige levesteder, og
- artens naturlige udbredelsesområde hverken er i tilbagegang, eller der er sandsynlighed for, at det inden for en overskuelig fremtid vil blive mindsket, og
- der er og sandsynligvis fortsat vil være et tilstrækkeligt stort levested til på lang sigt at bevare dens bestande.

Gunstig bevaringsstatus for habitattyper kræver, at:

- det naturlige udbredelsesområde og de arealer, det dækker inden for dette område, er stabile eller i udbredelse, og
- den særlige struktur og de særlige funktioner, der er nødvendige for dets opretholdelse på lang sigt, er til stede og sandsynligvis fortsat vil være det i en overskuelig fremtid, samt når
- bevaringsstatus for de arter, der er karakteristiske for den pågældende naturtype, 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 betydelige 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, afvikling og tilstedeværelse af produktionsplatforme og fartøjer. Der er ikke geografisk overlapning mellem TYRA-området og Natura 2000-lokaliteter, men undervandsstøj spredt sig i vandet. Resultaterne fra modelleringen af virkningerne af undervandsstøj på havpattedyr er beskrevet i afsnit 6.2.8.1 og i /184/. Konturpunkterne for udbredelsen af undervandsstøj for ramning og ramning af konduktorer fra TYRA-området (Figur 6-3 til Figur 6-10) viser udbredelsen af lyd over definerede lydniveauer (TTS eller PTS) /184/.

Modelleringsresultaterne fra virkningerne af undervandslyd fra ramning på sæler viser ingen udbredelse af lyde over TTS-niveauer til de nærtliggende Natura 2000-lokaliteter. Figur 6-3 og Figur 6-4 viser resultaterne fra ramning af jackets, mens Figur 6-7 og Figur 6-8 viser resultaterne fra ramning af konduktorer.

På grundlag af modelleringsresultaterne om undervandslyd fra ramning af jackets i Tyra-området er der en overlapning på op til 0,6 km om sommeren og 4 km om vinteren mellem TTS-zonen for marsvin og Natura 2000-lokaliteten DE1003301 Doggerbanke (Figur 6-5 og Figur 6-6), når man ser på den kumulative undervandsstøj i løbet af den samlede ramningsperiode. Undervandsstøj fra ramning af konduktorer for marsvin påvirker mindre end ramning af jackets og spredt sig ikke ind i Natura 2000-lokaliteterne (Figur 6-9 og Figur 6-10).

Den potentielle risiko for, at havpattedyr påvirkes af støj over deres TTS, varierer efter geografisk fordeling og antal afhængigt af art (Tabel 6-17). Årstiden er også vigtig på grund af vandtemperaturens betydning for udbredelsen af lyd og på grund af den større forekomst af marsvin om vinteren. Ud fra et worst case-scenarie (vinterforhold) er marsvin inden for en afstand af 30 km i risiko for at opleve støjniveauer over TTS-niveau. De potentielle virkninger af støjniveauer over TTS vil forsvinde igen efter kort tid (minutter) eller længere tid (timer) afhængigt af eksponeringstiden /138/. Den potentielle risiko for TTS anses derfor ikke for kritisk for bestanden af marsvin i Nordsøen, da varigheden af spunsramningen kun er kort. Da modelleringsresultatet for ramning er baseret på worst case-scenariet, og da ramning af jackets har kort varighed, vurderes det, 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. Afstanden til det område, hvor det pelagiske miljø kan blive påvirket, er blevet modelleret og er på op til 14 km omkring udledningsstedet (afsnit 6). Området 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.
- Udledninger i forbindelse med afviklingsaktiviteter forventes at blive af mindre omfang (afsnit 6.2.3.2). Konstruktioner (jackets og topsides) rengøres før transport i land. De begrænsede udledninger i forbindelse med afvikling (f.eks. kølevand og gråt spildevand fra skibe) anses ikke for at have nogen væsentlig miljøpåvirkning for bevaringsmålene for habitattyper eller arter 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 refererer til det projekt, der omfatter aktiviteter for den resterende levetid af driften af Tyra-anlægget indtil 2042. Det dækker eksisterende og planlagte projekter for anlæggene Tyra Øst og Vest og deres satellitplatforme Tyra Sydøst, Valdemar (A og B), Roar og Svend, herunder alle rørledninger, der løber fra disse platforme. Tyra Future henviser til genudviklingen af de eksisterende Tyra Øst- og Tyra Vest-anlæg, der efter planen vil blive udført i perioden 2018-2022.

Dette dokument – Maersk Oil DBU ESIS TYRA – erstatter den ESIS, der er udarbejdet i 2016 (ESIA-16) for TYRA. Det er en opdatering af ESIA-16 ESIS TYRA og omfatter Tyra Future-genudviklingsprojektet.

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

Produktion startede på Tyra Øst og Vest 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.

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 at 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 32 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 reservoiregenskaber. Vandbaseret mudder og vandbaserede spåner vil blive udledt til havet, mens oliebaseret mudder og oliebaserede 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).

11.3.3 Utsigtede hændelser

Som en del af produktionen kan der opstå utilsigtede udslip af olie, gas 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 brønde er meget lille.

11.3.4 Alternativer

Olie- og gasproduktionen offshore har stor betydning for dansk forsyningssikkerhed og for den danske økonomi. Tyra har en estimeret produktionsreserve svarende til 250 mio. tønder olie. Der er beskæftiget ca. 500 medarbejdere på Tyra-anlægget, og derudover er 4.000 danske arbejdspladser afhængige af Tyra. Danmarks skatteindtægter fra projektet er betydelige. Statens samlede indtægter anslås til DKK 20 mia. pr. år.

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/.

På udgivelsestidspunktet for denne ESIS er de økonomiske rammer for fortsat produktion af olie og gas fra TYRA endnu ikke afklaret. Hvis det viser sig, at projektet ikke kan gennemføres, vil en række andre muligheder blive afprøvet, men for det aktuelle projekt er der ingen alternativer til gennemførelse af en lignende genudvikling.

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 hyppigt 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 indvirkningen
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 2010 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.

Table 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 indvirkningen
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 olieudslip er der risiko for væsentlige negative grænseoverskridende virkninger. Risikoen for et større olieudslip er meget lille, men kan potentielt have betydelige, negative grænseoverskridende virkninger. Olieudslip kan krydse maritime grænser til Norge, Tyskland, Nederlandene og Storbritannien. Modelling af olieudslip 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 miljøpåvirkninger er vurderet for hver enkelt relevant miljømæssig og social receptor (f.eks. vandkvalitet, havpattedyr, fiskeri og beskæftigelse). Vurderingen af virkning er baseret på empiriske undersøgelser, den bedste tilgængelige videnskabelige litteratur, modelleringsresultater og tidligere vurderinger af virkninger på miljøet.

Resultater af tidligere modelleringer er anvendt i denne ESIS med relation til Maersks olie- og gasproduktion i Nordsøen i det samme område, herunder modellering af f.eks. spredning af boremudder og -spåner, fortynding af produceret vand og udbredelse af undervandsstøj. Maersk Oil har endvidere udført EIF- og PEC-/PNEC-beregninger inden for Chemical Hazard Assessment and Risk Management (CHARM), 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 /3/ og en forståelse af de miljømæssige virkninger.

Virkningerne af undervandsstøj er ikke velundersøgt, og tærskler for potentiel virkning drøftes i øjeblikket.

12.3.2 Utilsigtede hændelser

Der er udført modellering af olieudslip for en række udvalgte udslipsscenarioer. Spildraterne for "blow outs" kan dog ikke sammenlignes direkte, men betragtes som egnet til et worst case-scenarie.

12.3.3 Kumulative virkninger

Inden for dette projekts geografiske omfang kan det konkluderes, at der ikke er nogen umiddelbare tegn på væsentlige samlede belastninger, der medfører en forværring af de pågældende receptorer. Der kan være en række alvorlige konsekvenser i tilfælde af samtidige utilsigtede olieudledninger. Et sådant scenarie anses imidlertid for at være usandsynligt.

Disse vurderinger omfatter direkte virkninger på identificerede receptorer, mens de mere indirekte virkninger er svære at afdække i detaljer. Der findes ingen klare avancerede og standardiserede metoder til beskrivelse af betydningen af den miljømæssige virkning for økosystemets funktion. Det 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, men de kumulative virkninger vil ikke kunne udledes i detaljer alene ved at betragte receptorernes status.

Havstrategirammedirektivet (MSFD – se afsnit 6.3) omfatter kildernes karakter og receptorerne for identifikation af den menneskelige indvirkning på økosystemerne i havet. Deskriptorerne i MSFD skal opfattes som generelle kriterier, der kan bruges til definition af miljøtilstanden. Som beskrevet ovenfor er der behov for et mere detaljeret kendskab til, hvordan systemet reagerer på forskellige eksterne virkninger, for at opnå en relevant vurdering af forskellige kumulative virkninger på systemniveau. Vi har stadig utilstrækkelig viden om de præcise økologiske virkninger fra forskellige menneskelige aktiviteter, der finder sted i denne del af Nordsøregionen, til, at vi kan udlede de mulige kumulative virkninger for tilstødende habitater til Tyra.

12.3.4 Monitoring under dekommissionering

Maersk Olie overvejer at udføre specifik monitoring af mulige miljøeffekter af dekommissioneringsarbejdet på Tyra og også af effekten af aktiviteter forbundet med ombygning

af installationerne. Maersk Olie vil diskutere dette og det fremtidige generelle monitoringsprogram med MST før Tyra lukkes ned i 2018, inklusive muligheden for at inkludere monitoring i vandsøjlen i monitoringsprogrammet.

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/ VisitDenmark. 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 and Gas AS.
- /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 funktions. - Prepared for: EC Fifth Framework Programme Project SANDPIT: 54
- /113/ Rönback, 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/ Hjermand, 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 miljørisiko 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 4, 17.04.2015. 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. South-ampton 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/ 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. Novembre 18th 2013.
- /151/ OSRL. 2015. Oil spill modelling report: Danish Business Units. CONS1050-R01.
- /152/ DCE. 2015. Disturbance Effects on the Harbour Porpoise Population in the North Sea (DEPONS): Status report on model development.
- /153/ International tanker owners pollution federation (ITOPF). Handbook 2014/2015.
- /154/ OSPAR. 2012. Guidelines in support of Recommendation 2012/5 for a Risk-based Approach to the Management of Produced Water Discharges from Offshore Installations
- /155/ ACONA. blow out and dynamic wellkill simulations. Rev1. Report for Maersk Oil.
- /156/ EU. 2015. https://www.era-comm.eu/EU_Law_on_Industrial_Emissions/module_2/bat.html.
- /157/ Naturstyrelsen. Danmarks Havstrategi. Miljømålsrapport.
- /158/ 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.
- /159/ Maersk Oil. 2015. Standard - Environmental and Social Impact Management in Projects. MOG-HSE-ENV-STD-0042
- /160/ Maersk Oil. 2015. Maersk Oil's oil and gas production in the Danish North Sea Environmental Status Report 2015.
- /161/ Maersk. 2015. DBU Oil spill risk assessment. DK-HSE-PRD-0001 Rev 1.0
- /162/ Statoil. 2012. NSGI konsekvensutredning.
- /163/ Nord Stream. 2009. Environmental Impact Assessment:
- /164/ National Marine Fisheries Service. 2016. Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing: Underwater Acoustic Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-55, 178 p.
- /165/ Wisniewska, Danuta Maria et al.(2016). Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. Current Biology , Volume 26 , Issue 11 , 1441 - 1446.
- /166/ Wieking, G. & Kröncke, I. 2005. Is benthic trophic structure affected by food quality? The Dogger Bank example. Marine Biology, 146, 387-400.
- /167/ Dauwe B, Herman PMJ & Heip CHR 1998 Community structure and bioturbation potential of macrofauna at four North Sea stations with contrasting food supply. Mar Ecol Prog Ser 173:67–83
- /168/ CEFAS. 2007. Multispecies Fisheries Management: A Comprehensive Impact Assessment of the Sand eel Fishery along the English East Coast. CEFAS Contract Report MF0323/01.
- /169/ Fox, C.J., Taylor, M., Dickey-Collas, M., Fosum, P., Kraus, G., Rohlf, N., Munk, P., Van Damme, C.J.G., Bolle, L.J., Maxwell, D.L. & Wright, P.J. 2008. Mapping the spawning grounds of North Sea cod (Gadus morhua) by direct and indirect means. Proceedings of the Royal Society B. 275: 1543-1548.
- /170/ Nordic Council of Ministers 1994. Fish and Shellfish - Shared Nordic Marine Stocks .TemaNord 1994:519.
- /171/ Møller, J. S. and Hansen, I. S., 1994, "Hydrographic processes and changes in the Baltic Sea", Dana, Vol. 10, pp. 87- 104.

- /172/ Jensen, A. C., Collins, K. J. and Lockwood, A. P. M., 2000, "Artificial reefs in European seas", Kluweer Academic Publishers.
- /173/ Carl Bro, 2003, "Registrering af fiskesamfund og fiskeæg omkring Halfdan-Feltet (in Danish)".
- /174/ Valdemarsen, J. W., 1979, "Behaviour aspects of fish in relation to oil platforms in the North Sea", ICES Fishing Technology Committee, Vol. 27.
- /175/ Maersk Oil, February 2017. Tyra Facilities. Decommissioning Program.
- /176/ DNV-GL, 2017. Level II Hazardous Material Inventory Mapping, 2017-4016, Rev.
- /177/ Ramboll, 2016. Tyra Future – Decommissioning and Environmental Engineering. Inventory Mapping.
- /178/ Kröncke I & Knust R. 1995. The Dogger Bank: a special ecological region in the central North Sea. Helgoländer Meeresunters, 49: 335-353.
- /179/ Popper, A.N., Hawkins, A.D., Fay, R.R., Mann, D.A., Bartol, S., Carlson, T.J., Coombs, S., Ellison, W.T., Gentry, R.L., Halvorsen, M.B., Løkkeborg, S., Rogers, P.H., Southall, B.L., Zeddies, D.G., Tavolga, W.N., 2014, "Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI". Springer Briefs in Oceanography.
- /180/ Xodus Group, 2015. Brae Field Decommissioning Noise Study. Marathon Oil Decommissioning Services LLC. Document Number: A-100057-S03-REPT-004.
- /181/ Bomkamp RE, Page HM and Dugan JE, 2004. Role of food subsidies and habitat structure in influencing benthic communities of shell mounds at sites of existing and former offshore oil platforms. Marine Biology 146: 201-211.
- /182/ Malishov, G. G., 1992, "The reaction of bottom-fish larvae to airgun pulses in the context of the vulnerable Barents Sea ecosystem. Fishery and offshore Petroleum Exploitation 2nd International Conference, Bergen, Norway, 6-8 April 1992".
- /183/ Maersk, 2016. Tyra Future Redevelopment – Technical Sections – Input to VVM.
- /184/ Ramboll, 2016. Maersk Oil DBU. Underwater noise modelling.
- /185/ CBI, 2016. Tyra Future redevelopment FEED. BAT Study Report for Atmospheric Emissions.
- /186/ CBI, 2016. Tyra Future redevelopment FEED. BAT Study Report for Discharges to Sea.
- /187/ CBI, 2016. Tyra Future redevelopment FEED. Environmental Aspects register.
- /188/ Ramboll, 2016. Tyra Future –Decommissioning and Environmental Engineering. Comparative Assessment for Pipelines.
- /189/ Joint Industry Programme on Sound and Marine Life Review of Existing Data on Underwater Sounds Produced by the Oil and Gas Industry.
- /190/ Keenan, S.F., Benfield, M.C., Blackburn, J.K., 2007. Importance of the artificial light field around offshore petroleum platforms for the associated fish community. Mar Ecol Prog Ser 331: 219-231.
- /191/ Todd VLG, Todd IB, Gardiner JC, Morris ECN, MacPherson NA, DiMarzio NA, Thomsen F, 2015. Review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. ICES Journal of Marine Science 72, 328–340.
- /192/ EU Waste Framework Directive. The European list of Waste Commission Decision 2000/532/EC
- /193/ Ramboll, 2016. Tyra Future Decommissioning and Environmental Engineering. Environmental and Social Management Plan.
- /194/ OSPAR Commission, 2011. MSFD Advice Manual and Background document on Good environmental status - Descriptor 11: Underwater noise (Version 11, April 2011)
- /195/ Joint Nature Conservation Committee, 2017. JNCC guidelines for minimising the risk of injury to marine mammals from geophysical surveys.
- /196/ Oil Gas Denmark, 2017. Descriptor-based review of 25 years of seabed monitoring data collected around Danish offshore oil and gas platforms
- /197/ Bakke, T., Klungsøyr, J., Sanni, S. 2013. Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. Marine Environmental Research 92, 154-169
- /198/ Delafosse M, Rahbek ML, Roesen L, Clausen KT, 2017. Marine mammals sightings around oil and gas installations in the central North Sea. Journal of the Marine Biological Society of the United Kingdom, p1-9.

BILAG 1

TEKNISKE AFSNIT