

Saga  
Petroleum a.s.

Saga  
Petroleum a.s.  
INFORMASJONSSENTERET

05-  
L.nr.  
943891/F

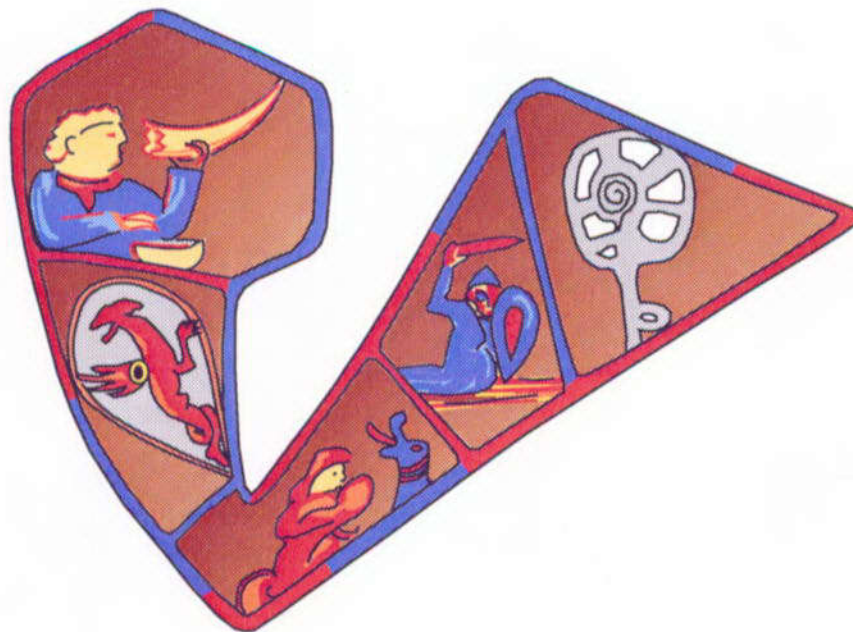
H6\*S

SIKKERHETSEKSEMPLAR

# Vigdis plan for utbygging og drift

## Konsekvensutredning

### Vedlegg VIII



R-EP-0032  
Oktober 1994



STATOIL



出光  
IDEMITSU



# VIGDIS PUD

## KONSEKVENsutREDNING

### INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	1
1 INTRODUKSJON	5
1.1 Vigdisfeltet	5
1.2 Rettighetshavere	5
1.3 Regionale betraktninger	6
1.4 Lovverkets krav til konsekvensutredningen	6
1.5 Formålet med konsekvensutredningen	6
1.6 Saksbehandling	6
2 SAMMENDRAG AV PLAN FOR UTBYGGING OG DRIFT	11
2.1 Reservoarbeskrivelse og utvinningsplan	11
2.2 Feltinstallasjoner	12
2.3 Økonomiske forhold	15
2.4 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)	17
3 BIOFYSISKE FORHOLD I INFLUENSOMRÅDET	35
3.1 Geografiske områder	35
3.2 Meteorologi og oseanografi	35
3.3 Bunnforhold	38
3.4 Plankton og bunnfauna	38
3.5 Fiskeressurser	39
3.6 Sjøfugl	40
3.7 Sjøpattedyr	41
3.8 Kystbundne ressurser	42
4 SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER	51
4.1 Investeringskostnader og investeringsprofil	51
4.2 Utgangspunkt for analysen av samfunnsmessige konsekvenser	51
4.3 Virkninger av Vigdisutbyggingen for investeringsnivået på norsk kontinentalsokkel	52
4.4 Leveranser av varer og tjenester til Vigdis	54
4.5 Sysselsettingsvirkninger av Vigdisutbyggingen på nasjonalt nivå	61

5	MILJØMESSIGE KONSEKVENSER .....	67
5.1	Rørlegging og installasjon av undervannsanlegg .....	67
5.2	Kontrollerte utslipp til sjø .....	67
5.3	Kontrollerte utslipp til luft .....	77
5.4	Utslipp ved driftsuhell .....	82
5.5	Avfall .....	93
6	KONSEKVENSER FOR FISKERIER OG HAVBRUK .....	123
6.1	Fiskerier .....	123
6.2	Havbruk .....	129
7	AVBØTENDE TILTAK .....	137
7.1	Utslipp til sjø .....	137
7.2	Utslipp til luft .....	137
7.3	Fjerning av installasjoner .....	137
8	OPPFØLGENDE ARBEID .....	139
9	KONSEKVENSER AV ALTERNATIVE LØSNINGER .....	141
9.1	Utbyggingsløsninger .....	141
9.2	Tekniske løsninger .....	144
	VEDLEGG A:	
	OVERSIKT OVER UTFØRTE STØTTEUTREDNINGER .....	145
	VEDLEGG B:	
	OVERSIKT OVER ANNET STUDIEGRUNNLAG .....	147

## **SAMMENDRAG**

Denne konsekvensutredningen er vedlegg til Plan for utbygging og drift (PUD) av Vigdisfeltet, datert oktober 1994 som legges fram på vegne av rettighetshaverne i utvinnings-tillatelse 089.

Vigdisprosjektet har robust økonomi og planlegges utført i en periode med fallende aktivitet i oljevirkosomheten. Basert på en samlet samfunnsmessig og miljømessig vurdering av konsekvenser av en utbygging og drift av Vigdisfeltet, er konklusjonen at dette vil bidra med positiv nettoeffekt for landet.

### **Plan for utbygging og drift**

Vigdis er et oljefelt med mindre mengder oppløst gass. Feltet ligger i Tampenregionen på blokk 34/7 i den nordlige delen av Nordsjøen, ca. 150 km vest av Florø. Vanddypt varierer fra 230 m i sør til 300 m i nord.

Vigdis ligger i et modent området med godt utbygget infrastruktur. Feltet vil komme i drift i en periode hvor produksjonen fra området forventes å falle slik at ledig behandlingskapasitet kan utnyttas. Vigdisfeltet er planlagt utbygd med et undervannsproduksjonsanlegg knyttet til Snorreplattformen. Dette muliggjør samordnet utnyttelse av Snorreplattformen. Anlegget har åtte produksjonsbrønner og fire injeksjonsbrønner. Fra undervannsproduksjonsanlegget vil brønnstrømmen føres i to 12 " rørledninger til Snorreplattformen for prosessering og videre eksport til Gullfaksfeltet for lagring og bøyelasting. Den assosierte gassen fra Vigdisfeltet vil bli tatt over av Snorre og brukt til driftsformål. Injeksjonsvannet leveres fra Snorreplattformen gjennom en 12" rørledning.

Produksjonsstart er planlagt til midten av 1997. Økonomisk utvinnbare reserver er beregnet til omlag 29 millioner kubikkmeter olje i løpet av 13 års produksjon. Topp produksjon er på omlag 15 000 kubikkmeter pr. strømningsdag og vil vare i bortimot tre år, hvoretter produksjonen avtar raskt.

### **Samfunnsmessige konsekvenser**

Utbyggingen av Vigdisfeltet har et samlet investeringsomfang på omlag 4,9 milliarder 1994-kroner, med hovedtyngden av investeringene i perioden 1995—1997. Dette kommer i en periode hvor det forventes moderat investeringsnivå på kontinentalsokkelen. Investeringene vil bli fordelt på flere kontrakter med bygging og installasjon av undervannsproduksjonssystemer, rørledninger mv., plattform-modifikasjoner og borevirkosomhet. Vigdisutbyggingen vil kunne innpasses i investeringsplanene på norsk kontinentalsokkel i den aktuelle periode

## *SAMMENDRAG*

og representerer en interessant mulighet for leveranser fra norsk og internasjonal industri-virksomhet.

Tidligere lignende utbyggingsprosjekt har hatt en total norsk andel av vare og tjenesteleveransene i utbyggingsfasen på rundt 60 %. En norsk andel på 60 %, ville gitt leveranser av varer og tjenester fra norsk næringsliv til Vigdisutbyggingen på i underkant av 3 milliarder 1994-kroner. For næringslivet er dette viktige oppdrag som gir vesentlige bidrag til å opprettholde aktivitetsnivået i offshore-rettet næringsliv. De totale sysselsettingsvirkninger av snaut 3 milliarder 1994-kroner er beregnet til i overkant av 9 000 årsverk som hvis leveransene kommer fra norsk næringsliv, erfaringsmessig kan fordele seg med ca. 40 % på direkte leveransevirkninger, ca. 30 % på indirekte leveransevirkninger og ca. 30 % på konsum virkninger. Dette vil primært bidra til å opprettholde aktivitetsnivået i allerede eksisterende bedrifter.

Drift av Vigdisfeltet vil bli integrert i driften av feltene Snorre og Tordis, og er planlagt utført innenfor det eksisterende bemanningsnivå for disse driftsorganisasjonene. På land vil drift av Vigdis bli integrert i Sagas driftsmiljøer i Stavanger og Florø. I driftsperioden er det anslått et forbruk på 100 millioner 1994-kroner pr. år hvorav hovedtyngden vil være til brønnvedlikehold. En stor del forventes å være leveranser fra nærområdet til driftsorganisasjonene.

Drift av Vigdisfeltet er forventet å gi en direkte sysselsettingsevirkning på totalt rundt 50 årsverk, dels i form av drift-sysselsetting på borerigger og andre fartøyer og dels som følge av driftsleveranser fra land. Inkludert ringvirkninger og konsumvirkninger er det anslått at den samlede sysselsettingseffekt av Vigdisfeltet kan representere 100 til 150 årsverk for det norske samfunn i et normalt driftsår.

### **Miljømessige konsekvenser**

Feltene Gullfaks, Statfjord og Snorre ligger alle innenfor en radius av ca. 25 km fra Vigdis. Utslippskilder og miljøpåvirkninger ved Vigdisutbyggingen vil være av samme kategorier som for de tre utbygde feltene i regionen, men av mindre omfang.

Det vil bores åtte produksjons- og fire injeksjonsbrønner på Vigdis Vest og Middel samt en letebrønn i Vigdis Øst frem til 1998. I samme periode vil det være høy boreaktivitet i hele regionen. Vigdisbrønnene vil i hovedsak bores med vannbasert borevæske med lav giftighet, av samme type som benyttes på Snorrefeltet. Det kan i tillegg være behov for andre typer borevæsker, spesielt for brønner med horisontal komplettering.

Borekaks og borevæske fra brønner boret med vannbasert borevæske vil deponeres på havbunnen. Utenom brønnene vil avsetningen skje som et meget tynt lag. Virkninger på bunn-dyr forventes å være begrenset. Ved bruk av andre typer borevæske vil borekaks og rester av borevæske bli behandlet i henhold til krav stilt i utlippstillatelser.

Utslipet av produsert vann vil på topp være ca. 13 900 m<sup>3</sup>/kalenderdag. Vigdisvannet vil slippes ut på Snorreplattformen og vil på topp øke utslippet fra denne plattformen med vel 30 %. En ny enhet tilsvarende det eksisterende rensesystemet på Snorreplattformen vil bli benyttet for produsert vann fra Vigdis.

Det forventes ingen registrerbare miljøkonsekvenser ved utslipp av produsert vann fra Vigdis. Vannet har lavt tungmetallinnhold og innhold av organiske komponenter tilsvarende produsert vann fra nabofeltene.

I forhold til utslipp på norsk sokkel i 1993 vil driften av Vigdisfeltet øke årlig utslipp til luft av CO<sub>2</sub> med ca. 2,4 %, NO<sub>x</sub> med ca. 1,3 % og VOC med ca. 7,2 %. VOC utslippet vil kunne reduseres vesentlig hvis et igangsatt prosjekt om gjenvinning av VOC ved bøyelasting blir realisert. Utslippene vil bidra til en generell oppbygging av drivhusgasser i atmosfæren, økt avsetning av nitrat over land og i Nordsjøen, og dannelsen av bakkenær ozon.

De potensielt største miljøkonsekvenser av Vigdisutbyggingen vil være knyttet til en ukontrollert utblåsning med oljeflak på havoverflaten og innblanding av olje i vannmassene. Sannsynlighet for en alvorlig forurensningssituasjon som følge av utblåsning er beregnet til omkring 1 pr. 10 000 år avhengig av aktivitetsnivået på feltet. Regnet pr. enhet olje produsert er dette tilnærmet det samme som for nabofeltene Tordis og Snorre.

Oljeflak fra et slikt utslipp på Vigdis vil kunne berøre områder på kystlinjen fra Jæren til Vikna. Stort sett er det samme kystsonen som vil bli berørt ved oljeutslipp fra bl.a. Statfjord, Gullfaks og Snorre. Den mest utsatte strekningen er fra Måløy til Ålesund. Oljespill fra Vigdis kan i ekstreme tilfelle strande her 3–4 dager etter at utslippet starter. Maksimalt kan 15–20 % av oljen nå land.

De viktigste sjøfugllokalitetene som kan rammes er Runde og Froan. Runde er det eneste større fuglefjellet i Sør-Norge og ligger innenfor influenssonen som er mest utsatt for å bli truffet av olje fra en utblåsning i den nordlige delen av Nordsjøen. Influensområdet omfatter også norske hovedområder for steinkobbe og havert, på henholdsvis Mørekynten og Froan.

Influensområdet langs kysten inneholder omkring 50 % av alle norske lokasjoner med konsesjon for oppdrett av matfisk.

I åpent hav kan oljeflak fra en utblåsning på Vigdis om våren overlape med forekomster av egg og larver av viktige fiskeslag som torsk, hyse, hvitting, sei og makrell. Oljeflak kan forårsake dødelighet av fiskeegg/-larver og kan medføre reduksjon i rekrutteringen til viktige bestander. Reduksjon vil neppe ha et omfang som vil gi seg i utslag i registrerbar reduksjon i fiskbare bestander.

## *SAMMENDRAG*

Influensområdet i åpent hav er viktig oppholdsområde for flere sjøfuglarter. Spesielt utsatt er alkefugler, særlig fra februar til august i havområder utenfor Runde. Olje som når inn hit kan redusere de norske bestander av alkefugler.

### **Konsekvenser for fiskerier**

Det er i hovedsak industritrålfiske etter øyepål som kan bli berørt av Vigdis undervannsinstallasjonene. I 1990 og 1992 rapporterte henholdsvis 16 og 13 fartøyer fangst av øyepål på statistikk lokasjonen som omfatter Vigdis, med førstehåndsverdi på henholdsvis 7,5 og 13 millioner kroner. Lokasjonen har størrelse tilsvarende seks oljeblokker og rommer også feltene Snorre, Tordis, Statfjord Øst, Gullfaks og Gullfaks Sør. Øyepålfangsten i statistikk lokasjonen har fra 1986 til 1992 svingt mellom 8 % og 25 % av den norske nordsjøfangsten av øyepål.

Utbyggingen er basert på tre firebrønns undervannsenheter plassert innenfor et område på ca 2 km x 3 km, med korteste akse langs dybdekontene. Undervannsinstallasjonene vil bli utformet for å være overtrålbare. Undervannsanleggene er 6–7 m høye.

Av sikkerhetsmessige og økonomiske årsaker vil det bli søkt om begrensningssoner. Hensikten med eventuelle soner vil være å redusere sannsynligheten for treff eller hekting av trålfiske, som kan medføre ekstra vedlikehold og eventuelt oljelekkasjer. Søknaden vil behandle sikkerhetsmessige behov, økonomisk konsekvens for utbygging og drift av ikke å ha soner, og økonomisk konsekvens for fiskerinæringen av soner.

Uten begrensningssoner vil Vigdisutbyggingen representere et begrenset arealbeslag, uten vesentlig innvirkning på trålingen langs eggakanten.

Med begrensningssone vil arealbeslaget av Vigdis være omkring 20 km<sup>2</sup>. Det vil i praksis være vanskelig å utnytte trålfelt mellom Vigdis og Statfjord Nord. Utbyggingen kan i en slik sammenheng være til hinder for trålfiske i området.

Rørledningene mellom Vigdis og Snorre TLP, og fra Snorre TLP til Gullfaks A, vil bli lagt i grøft. Ankermerker langs rørtraseene vil kunne unngås ved å benytte rørleggingsfartøy med dynamisk posisjonering.

# 1 INTRODUKSJON

## 1.1 Vigdisfeltet

Vigdisfeltet ligger i blokk 34/7 i den nordlige delen av Nordsjøen mellom feltene Statfjord, Tordis, Gullfaks og Snorre. Disse fire feltene ligger alle i hovedsak innenfor en radius av 25 km fra Vigdis (figur 1.1).

Blokk 34/7 omfatter også Tordis samt deler av Snorre og Statfjord Øst.

Vigdis består av flere mindre reservoarer. Samlede utvinnbare reserver i området er anslått til 29 millioner standard kubikkmeter ( $29 \times 10^6 \text{Sm}^3$ ) olje og 2 milliarder standard kubikkmeter ( $2 \times 10^9 \text{Sm}^3$ ) gass.

Feltet ble påvist i 1986. Siden er det boret flere brønner i området for å bestemme og avgrense feltets utstrekning. For å utvinne reservene er det planlagt en undervannsutbygging på 290 meters havdyp med produksjons- og vanninjeksjonsledninger samt kontroll-ledninger til Snorreplattformen for prosessering og videre transport i rørledning til Gullfaks A for lagring og lasting av olje.

## 1.2 Rettighetshavere

Utvinningsstillatelse 089 ble tildelt i 1984 i 8. konsesjonsrunde med Saga Petroleum a.s. som operatør. Utvinningsstillatelsen utløper 9. mars 2024.

Rettighetshaverne i utvinningsstillatelse 089 er:

Den norske stats oljeselskap a.s. (inkl. <i>SDØE</i> )	55,4 %
Esso Exploration and Production Norway AS	10,5 %
Idemitsu Petroleum Norge a.s.	9,6 %
Norsk Hydro Produksjon a.s	8,4 %
Saga Petroleum a.s.	7,0 %
Elf Petroleum Norge AS	5,6 %
DEMINEX NORGE AS	2,8 %
DNO Olje A/S <sup>*)</sup>	0,7 %

<sup>\*)</sup> DNO Olje A/S er eiet av Saga Petroleum a.s.



### 1.3 Regionale betraktninger

Regionen rundt Vigdisfeltet rommer en stor andel av norsk olje relatert virksomhet. I tillegg til de utbygde feltene Statfjord, Gullfaks, Snorre og Tordis kommer feltene Statfjord Nord og Øst som er under utbygging, og prospekter og funn under evaluering. I den siste kategorien er det nærliggende å nevne Visund, Rimfaks og Gullfaks Sør som planlegges utbygd. Det foregår en betydelig boreaktivitet i området i forbindelse med leting på prospekter og avgrensing av funn. Felles for de funn som blir utbygd i området er planer for tilknytning til eksisterende plattformer for å kunne utnytte prosesseringskapasitet som etterhvert blir ledig.

I denne konsekvensutredningen er Vigdis sett i sammenheng med feltene som er utbygd og vedtatt utbygget, mens prospekter og funn under evaluering er utelatt.

### 1.4 Lovverkets krav til konsekvensutredningen

Plan for utbygging og drift (PUD) for Vigdisfeltet er utarbeidet i henhold til Petroleumslovens paragraf 23.

### 1.5 Formålet med konsekvensutredningen

Formålet med konsekvensutredningen er å belyse de viktigste problemstillinger i forbindelse med utbygging og drift av Vigdisfeltet. Utredningen er basert på den valgte utbyggingsløsningen slik den er beskrevet i PUD for Vigdisfeltet. I planprosessen fram mot PUD er en rekke utbyggingsløsninger vurdert ut ifra økonomiske, tekniske og miljømessige hensyn.

De hovedområder som behandles i dette dokumentet er:

- Sammen drag av Plan for utbygging og drift
- Biofysiske forhold i influensområdet
- Samfunnmessige konsekvenser
- Miljømessige konsekvenser
- Konsekvenser for fiskerier og havbruk
- Konsekvenser av alternative løsninger

### 1.6 Saksbehandling

Konsekvensutredningen bygger på Saga Petroleum a.s, "Program for konsekvensutredninger Vigdis, blokk 34/7", datert november 1991 samt dokumentet "Vigdisfeltet, Plan for utbygging og drift, Vedlegg IX — Konsekvensutredning — Utkast" datert februar 1993. Utredningsarbeidet er utført i perioden fra mai 1992 til august 1994. Programmet ble sendt på høring til de berørte parter, og kommentarene fra høringsrunden ble formelt oversendt Saga Petroleum 14. februar 1992. Operatørens tiltak for å ivareta hensynet til hørings-

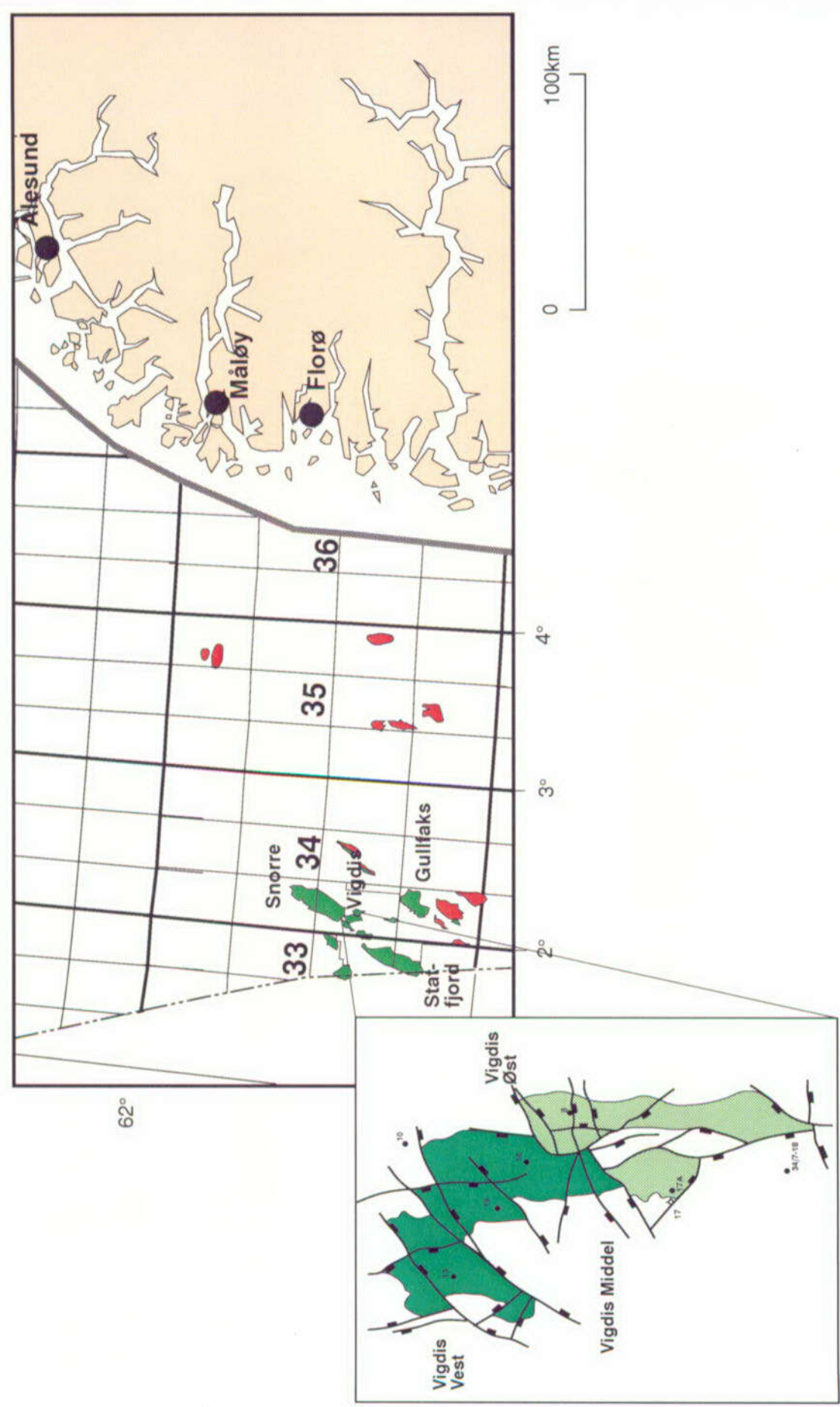
utalelsene ble presentert i møte med OED 6. mars 1992. OED meddelte i brev av 18. mars 1992 at tiltakene var tilfredsstillende.

I forbindelse med myndighetenes videre behandling av konsekvensutredningen vil presentasjoner for høringsinstansene bli arrangert etter behov eller ønske fra NOE.

## *INTRODUKSJON*



# Vigdis Konsekvensutredning



Figur 1.1 Lokalisering av Vigdisfeltet

## 2 SAMMENDRAG AV PLAN FOR UTBYGGING OG DRIFT

### 2.1 Reservoarbeskrivelse og utvinningsplan

Vigdisfeltet består av tre uavhengige strukturer: Vigdis Vest, Vigdis Middel og Vigdis Øst. Da Vigdis Øst har vesentlig større usikkerheter enn de andre strukturene, vil utbygging bli vurdert senere når flere data er tilgjengelig (figur 2.1). Hoveddata for strukturene er presentert i tabell 2.1.

	Areal km <sup>2</sup>	Vann-olje kontakt	Oljeinnhold 10 <sup>8</sup> Sm <sup>3</sup>	Økonomisk utvinnbare reserver 10 <sup>8</sup> Sm <sup>3</sup>	Merknader
Vigdis Vest	4,3	2 477	17,0	5,0	PUD basis -
Vigdis Middel	11,1	2 460	61,2	23,7	PUD basis
Vigdis Øst	4,9	2 460	8,5	-	Mulige tilleggsvolum

**Tabell 2.1** Vigdis, hoveddata for strukturene

Reservoarene i Vigdis Vest og Vigdis Middel består av sandsteiner fra Brentgruppen av Midtre Jura alder. Vigdis Øst har sandsteiner fra Statfjordformasjonen fra Nedre Jura Trias alder og dessuten sandsteiner også av Øvre Jura alder. Den nedre del av Brentgruppen er utviklet ganske likt med andre felt i nærheten, mens Øvre Brent har betydelig dårligere kvalitet enn man har sett lenger syd. Reservoarsandene er avsatt tilnærmet jevntykt over hele området, men har siden vært utsatt for kraftig erosjon. I hele Vigdis Vest og i store deler av Vigdis Middel er således hele Øvre Brent erodert vekk. Bergartene er avsatt som grunne strandsoneavsetninger eller i tilknytning til elveløpsystemer som har forandret posisjon over en lengre tidsperiode (figur 2.2).

Det er ikke antatt å være trykk-kommunikasjon mellom de tre strukturer. Trykket i Vigdis Vest synes å være påvirket av produksjon fra Statfjordfeltet, og reservoaret er derfor antatt å være i kontakt med et stort vannbasseng. Opprinnelig reservoartrykk og temperatur er omlag 340–370 bar og 90 °C.

Bergartene i Vigdis Vest og Middel har gode produksjonsegenskaper, og feltet inneholder en lett olje med lite gassinhold. Utvinningsplanen for feltet er basert på resultater fra full-felt, tredimensjonale simuleringsmodeller av reservoarene. Vigdis Vest og Middel er planlagt

utbygget med åtte produserende brønner og fire injiserende (figur 2.1). I tillegg er det planlagt å bore en letebrønn i Vigdis Øst. Det vil også være ekstra brønntilknyttinger tilgjengelig for mulig behov for ekstra brønner i Vigdis Vest og Middel og for produksjon fra Vigdis Øst og andre mulige reserver i dette området (tilleggsreserver). Det er forventet at man økonomisk kan utvinne omlag 29 MSm<sup>3</sup> fra Vigdis Vest og Middel i løpet av 13 års produksjon fra 1997. Dette utgjør en utvinningsgrad på omlag 37 %. Høyeste produksjonsrate er 13 785 Sm<sup>3</sup> pr. kalenderdag. Denne platåproduksjonen holdes i bortimot tre år fra midten av 1997 (figur 2.3). Hvis produksjon av tilleggsreserver er økonomisk og teknisk gjennomførbart, vil dette kunne medføre noen flere satelittbrønner, noe høyere totalproduksjon av olje og at undervannsanleggets design levetid på 15 år blir fullt utnyttet.

## **2.2 Feltinstallasjoner**

### **2.2.1 Beliggenhet og tilknytning**

Vigdisfeltet ligger sentralt i blokk 34/7 i den nordlige delen av Nordsjøen, ca. 150 km vest av Florø. Vandypet varierer fra 230 m i sør til 300 m i nord.

Vigdisinstallasjonene knyttes til Snorre TLP (Snorreplattformen), ca. 7 km nord-øst av feltinstallasjonene (figur 2.4).

### **2.2.2 Undervannsproduksjonssystemet**

Vigdisfeltet er planlagt utbygd med åtte produksjonsbrønner og fire injeksjonsbrønner.

Fra undervannsproduksjonssystemet vil brønnstrømmen føres i to 12 " rørledninger til Snorreplattformen for videre behandling. I tillegg går en 12 " vanninjeksjonsledning og to kontroll-ledninger til Snorreplattformen. Produksjonen styres fra kontrollsenteret på Snorre. Brønntesting vil bli utført ved bruk av strømningsmekaniske beregninger basert på trykk og temperatur måler og flerfase strømningsmåler, det såkalte IDUN systemet.

Vigdis vil bli utbygget med tre firebrønns undervannsenheter, to produksjonsenheter og en injeksjonsethet (figur 2.5). De to produksjonsethetene er plassert ca 2 km fra hverandre. Hver av produksjonsethetene er utstyrt med fire brønnsliiser og en dobbel samlerørledning slik at produksjonen fra brønnene kan ledes til begge rørledningene. Fra den ene produksjonsetheten går det to felles rørledninger til Snorreplattformen.

Undervannsproduksjonssystemet vil ha mulighet for å knytte inn ytterligere produksjons- og vanninjeksjonsbrønner.

Alle installasjonene utformes for å være overtrålbare. De vil dimensjoneres slik at sikkerheten for installasjonene blir opprettholdt ved eventuell kollisjon med fiskeredskap.

Det vil likevel bli søkt om trålfrie soner rundt innretningen av sikkerhetsmessige og økonomiske årsaker.

Undervannsproduksjonsanlegget baseres på gjennomprøvde komponenter, systemer og driftsprosedyrer. Siden utstyret blir plassert på ca. 290 meters vandyp, er alt utstyr planlagt vedlikeholdt ved bruk av fjernstyrte teknikker. Større vedlikeholdsoperasjoner vil bli utført med borerigg over anlegget, mens enklere operasjoner er planlagt utført fra et mindre fartøy. Bemannet intervensjon vil kun bli vurdert dersom fjernstyrte metoder ikke er gjennomførbare.

### 2.2.3 Snorre TLP

Fra undervannsproduksjonsanlegget vil brønnstrømmen føres til Snorreplattformen for prosessering og videre transport. Oljen vil bli prosessert i et eget tre trinns prosesseringsanlegg på Snorre TLP før transport til Gullfaksfeltet for lagring og bøyelasting (figur 2.6). Se forøvrig Snorre revidert PUD, Konsekvensutredning.

### 2.2.4 Lagring og lasting av Vigdis olje

Flere alternativ har vært vurdert for lagring og lasting av stabilisert Vigdis olje:

- Bruk av flytende lager ved Snorreplattformen
- Direkte lasting til skytteltanker via bøye ved Snorreplattformen
- Bruk av undervannsbetonglager og lastebøye ved Snorreplattformen
- Bruk av lager og lastebøye på Gullfaks A
- Bruk av lager og lastebøye på Staffjord B

Alle løsningene er vurdert å være teknisk og sikkerhetsmessig gjennomførbare. Både alternativet med undervannsbetonglager ved Snorreplattformen og bruk av lager og lastebøye på Gullfaks A for stabilisert Vigdis olje var økonomisk konkurransedyktig. 4. oktober 94 besluttet PL 089 lisensen å velge alternativet med transport av stabilisert Vigdis olje via rørledning til lagring og utskipning via bøyelasting på Gullfaks A.

### 2.2.5 Boring

Alle brønnene på Vigdisfeltet vil bli boret og komplettert med en konvensjonell borerigg med kapasitet til å installere nødvendig utstyr samt utføre nødvendige operasjoner. Det er planlagt at fem av brønnene vil være horisontale.

## **2.2.6 Organisasjon og gjennomføring av utbyggingen**

Gjennomføringen av utbyggingsprosjektet består av fem hovedaktiviteter:

- Systemdesign
- Undervannsinstallasjoner
- Snorre modifikasjoner
- Rørledning og tilknytning til Gullfaks A lager
- Boring og komplettering av produksjons- og injeksjonsbrønner.

Ansvarsdelingen mellom PL 089 og Snorre Unit vil være slik at PL 089 vil ha ansvar for drift og vedlikehold av Vigdis undervannsanlegg, rør fra Vigdis til Snorre TLP, og eksportrør fra Snorre TLP til Gullfaks lager. Snorre Unit vil ha ansvar for drift og vedlikehold av Vigdis prosessanlegg på Snorreplattformen.

Fremdriftsplan for utbygging er vist i figur 2.7. Produksjonsstart er planlagt til midten av 1997.

Utbyggingen av Vigdis planlegges styrt fra Sagas basisorganisasjon i Sandvika utenfor Oslo. Arbeidet vil gjennomføres i Divisjon for Teknologi og Utbygging i nært samarbeid med Driftsdivisjonen.

Saga vil ta i bruk en ny prosjektgjennomføringsmodell for å redusere kostnadene og gjennomføringstiden for prosjektet. Hovedelementene i denne modellen er tidlig valg av kontraktører og leverandører, bruk av standardisert utstyr så langt som mulig og integrering av Sagapersonell i hovedleverandørens organisasjoner.

Sagas kvalitetssikringssystem, som tilfredsstillter myndighetenes krav til internkontroll, vil bli anvendt i prosjektet. Systemet baseres på et prinsipp om desentralisert ansvar for kvalitetssikringen, der underkontraktører og leverandører vil etablere, gjennomføre og verifisere at Saga's og egne kvalitetskrav til varer og tjenester blir oppfylt. Kap. 9 i "Vigdis Field Plan for Development and Operation" inneholder en mer detaljert beskrivelse av internkontrollsystemet.

Behovet for arbeidskraft i utbyggingsfasen og driftsfasen er nærmere omtalt i kapittel 4 i dette dokumentet.

## **2.2.7 Fjerning av installasjoner**

Produksjonsutstyret kan kobles fra rørledninger og kontroll-ledninger. Manifoldene og beskyttelsesstrukturene kan fjernes etter feltets levetid. Skjørtfundament, brønnhoder og rørledninger kan steindumps for ikke å være til hinder for bunntål.



## 2.3 Økonomiske forhold

### 2.3.1 Kostnadsestimater

De totale investeringskostnadene er estimert til 4885 millioner 1994-kroner, tabell 2.2. De midlere årlige driftskostnader unntatt tariff for Vigdisfeltet er beregnet til 212 millioner 1994-kroner.

Den årlige CO<sub>2</sub> avgiften er anslått til omtrent 29 mill. NOK.

Hovedkomponent	Investering i millioner kroner
Undervannsproduksjonssystem	1563
Plattform modifikasjoner Snorre	1425
Rørledning og tilkobling Gullfaks A	493
Konsept studier	20
Boring, komplettering	1384
Sum kostnad	4885

Tabell 2.2 Vigdis, investering oppdelt på hovedkomponenter

### 2.3.2 Økonomiske resultater

Resultater av lønnsomhetsberegninger er knyttet til de antagelser som legges til grunn for beregningene. Viktig i denne forbindelse er oljepris- og inflasjonsutvikling, valutakurser og finansieringsbetingelser.

Alle økonomiske størrelser er oppgitt i 1994 kroner. I lønnsomhetsberegningene er det lagt til grunn en konstant reell oljepris på 660 kroner/Sm<sup>3</sup>. Dette tilsvarer 15 USD/fat ved en dollarkurs lik 7,00 kroner/USD. Inflasjonen er antatt å være 2 % pr. år i hele prosjektets levetid.

Skatteberegningene er i samsvar med gjeldende skatteregler. Det er for beregningsformål antatt at rettighetshaverne kan benytte de skattemessige fradrag straks de oppstår (konsolidert skatt). Videre er det for skatteberegningene antatt at alle investeringer finansieres med 50 % opplåning til en rente på 7 % og med nedbetaling som gir konstant gjeldsgrad på 50 % over feltes levetid.

## SAMMENDRAG AV PLAN FOR UTBYGGING OG DRIFT

Lønnsomheten av prosjektet er gitt som netto nåverdi og som reell internrente. Nåverdien viser den verdi (i kroner) som prosjektet har i dag når det tas hensyn til at fremtidige kontantstrømmer diskonteres med kalkulasjonsrenten. Beregningene er utført med 7 % og 10 % diskonteringsrate. Internrenten viser ved hvilken diskonteringsrate nåverdien er null, og gir dermed et uttrykk for avkastningen på den til enhver tid investerte kapital i prosjektet.

Både lisensøkonomisk og prosjektøkonomisk resultat er utarbeidet. PL 089 omfatter 70 % av Snorre, og 70 % av fortjeneste-elementet av tariffen som betales til Snorre Unit vil derfor tilfalle PL 089 eierne. Lisensøkonomien tar hensyn til denne effekten. Prosjektøkonomi er basert på bruttotariffer betalt til Snorre Unit.

I tabell 2.3 og 2.4 er hovedtallene i de økonomiske beregningene vist.

	7 %	10 %
Inntekter	12 330	10 450
– Investeringer	4 230	3 990
– Driftskostnader	1 620	1 300
– Tariffer	940	790
= Nåverdi før skatt	5 540	4 370
– Skatt	3 850	3 150
= Nåverdi etter skatt	1 690	1 220
Internrente før skatt 39 %		
Internrente etter skatt 23 %		

**Tabell 2.3 Lisensøkonomisk hovedtall (millioner kroner)**

	7 %	10 %
Inntekter	12 230	10 380
– Investeringer	4 230	3 990
– Driftskostnader	1 540	1 250
– Tariffer	1 540	1 300
= Nåverdi før skatt	4 920	3 840
– Skatt	3 390	2 760
= Nåverdi etter skatt	1 530	1 080
Internrente før skatt 36 %		
Internrente etter skatt 22 %		

**Tabell 2.4 Prosjektøkonomiske hovedtall (millioner kroner)**

Som tabellene viser er Vigdisutbyggingen et lønnsomt prosjekt. Balansepris beregninger viser at en oljepris på 380 kroner/Sm<sup>3</sup> (8,6 USD/fat) er nødvendig for å oppnå en reell lisensøkonomisk avkastning på 10 % før skatt.

Tilsvarende prosjektøkonomiske balansepris er 415 kroner/Sm<sup>3</sup> (9,4 USD/fat).

## **2.4 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)**

### **2.4.1 Styring av HMS**

Målsetting er vern av mennesker, miljø og materielle verdier og omfatter:

- Sikkerhet ved konstruksjon og utforming
  - Planlegging for å unngå farlige situasjoner og ulykker
  - Beskyttelse mot alvorlige konsekvenser i tilfelle ulykker
  - Operasjonelle rutiner og prosedyrer
- Leveringssikkerhet og driftsregularitet
- Arbeidsmiljø
- Ytre miljø
- Beredskap

Det er i Saga utarbeidet et Helse, Miljø og Sikkerhetsprogram (HMS-program) som dekker disse forhold. Dette skal også tilpasses Vigdisfeltet for å sikre en systematisk planlegging av HMS arbeidet og at dette arbeidet blir tilfredstillende koordinert, utført og dokumentert gjennom de ulike fasene av utbyggingen. Sikkerheten ved modifikasjoner og drift av Vigdisanleggene på Snorreplattformen vil bli ivaretatt og koordinert med de eksisterende sikkerhetsrutinene på plattformen.

### **2.4.2 Sikkerhetsvurdering**

Det er utført flere sikkerhetsrelaterte analyser i forbindelse med Vigdisutbyggingen. Disse analysene har konkludert med at utbygging og drift kan gjøres sikkerhetsmessig akseptabel. Innen alle områdene sikkerhetsbegrepet dekker, vil det bli gjort oppdaterte sikkerhetsanalyser.

Undervannsinstallasjonene vil bli konstruert og installert for å være overtrålbare og slik at fiskeredskap ikke påføres skade (i samsvar med sikkerhetsforskriften).

### **2.4.3 Arbeidsmiljø**

Prosjekteringsfasen av Vigdisutbyggingen vil inkludere aktiviteter som skal sikre at bygging, installering og drift av Vigdisinstallasjonene vil kunne bli gjennomført i henhold til gjeldende

## *SAMMENDRAG AV PLAN FOR UTBYGGING OG DRIFT*

myndighetskrav og selskapskrav med hensyn til arbeidsmiljø. Dette inkluderer nødvendige modifikasjoner på Snorre TLP.

For undervannsanleggene vil Arbeidsmiljøloven og arbeidsmiljøforskriften gjelde for borerigger og for potensielle bemannede intervensjoner.

Vigdisutbyggingen har blitt presentert for Arbeidsmiljøutvalget (AMU) i Saga basis og for AMU på Snorre TLP.

### **2.4.4 Beredskap**

Nødvendig beredskap i forbindelse med aktivitetene på Vigdisfeltet fremkommer gjennom sikkerhets- og risikoanalyser. Ettersom feltet blir utbygget med en løsning basert på havbunnsinstallasjoner, er de typiske beredskapssituasjonene på Vigdisfeltet begrenset til uhell med fallende last fra borerigg eller service fartøyer, utblåsning fra brønnhoder og lekkasjer fra rørledninger forårsaket av ankerhåndtering fra borerigg eller fiskeredskap fra tråler.

Behovet for borerigg på Vigdis vil være på topp i den første fasen i forbindelse med boring av produksjons- og injeksjonsbrønner. I denne fasen vil det foregå boring og produksjon samtidig. Senere vil det være behov for borerigg i forbindelse med brønnvedlikehold. Tilstedeværelse av borerigg kan således betraktes som midlertidige faser med operasjoner hvor spesielle beredskapstiltak blir evaluert. Spesielle beredskapstiltak vil også bli evaluert dersom dykkeroperasjoner skal gjennomføres.

### **2.4.5 Beredskap for personell**

Risiko for personell vil være forbundet med faresituasjoner under bore- og vedlikeholdsoperasjoner på feltet. Boreoperasjoner på Vigdis er ikke forskjellig fra slike operasjoner på andre felt i nærheten, og vil således enkelt kunne tilpasses eksisterende beredskap i Saga, som er beskrevet i Sagas Hovedberedskapsplan.

Aktivitetene på Vigdis er basert på dykkerløse operasjoner. Dersom dykking skulle bli nødvendig, vil beredskap for den aktiviteten bli etablert i henhold til myndighetenes og Sagas krav.

### **2.4.6 Beredskap ved oljeutslipp**

Oljeutslipp kan oppstå ved utblåsning som følge av tap av kontroll ved bore- og vedlikeholdsoperasjoner, ved skade på brønnhodet eller ved skade på rørledningene. Skader kan oppstå ved fallende gjenstander fra borerigg eller fartøy, eller fra redskap i forbindelse med fiske i området. Skader kan også oppstå i forbindelse med ankerhåndtering når en rigg skal posisjoneres eller forlate en lokasjon på Vigdis. Likeledes kan sleping av ankere under dårlig

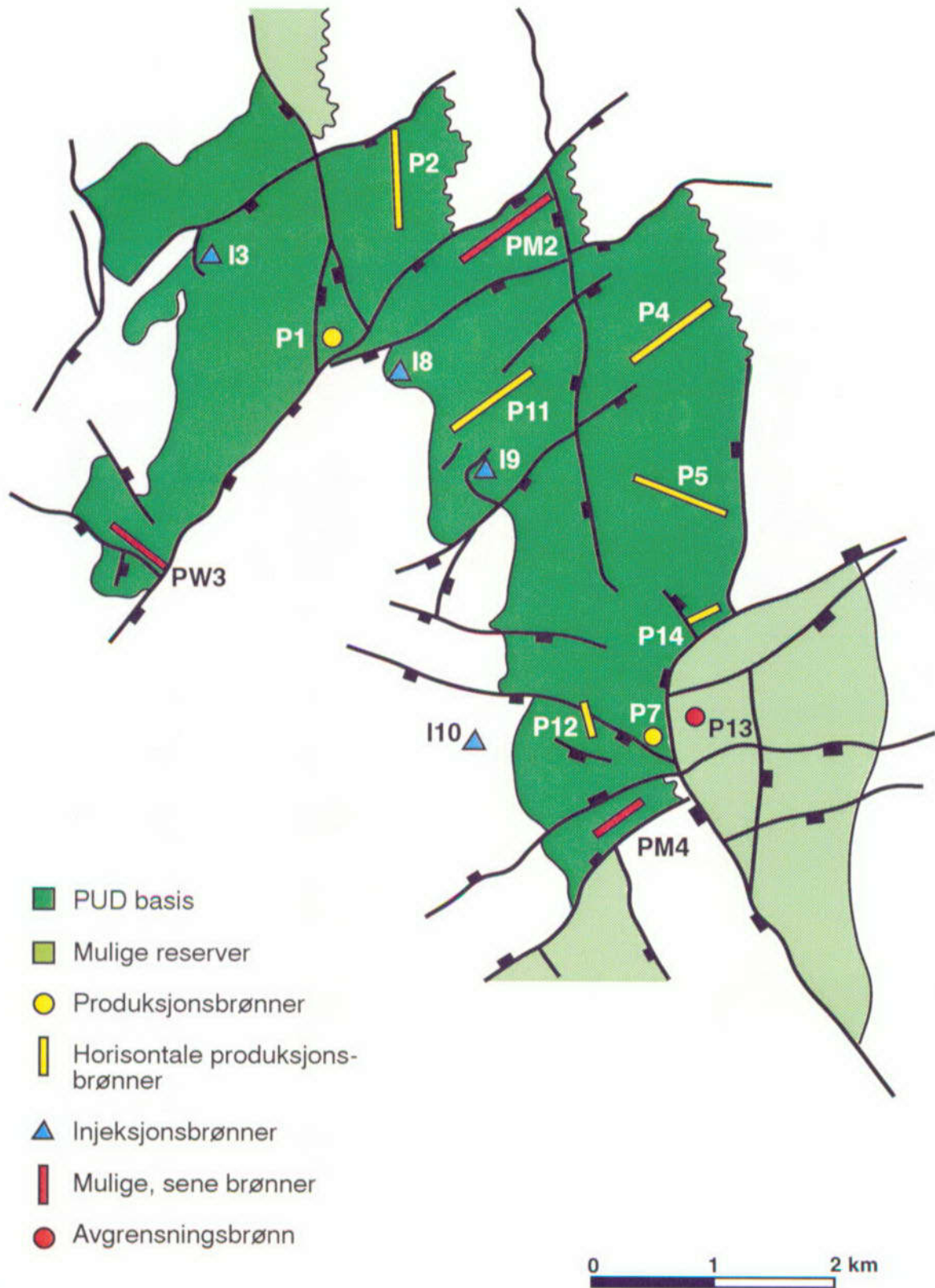
vær forårsake slike skader. En vellykket beredskapsaksjon vil være avhengig av om skaden oppdages på et tidlig tidspunkt gjennom kontrollsystemene plassert på Snorre og videre at intervensjonsutstyret er tilgjengelig og anvendelig.

Utstyr for oppsamling av olje fra sjøen vil være basert på de samme prinsipper som er lagt til grunn for eksisterende beredskap på Snorre; bruk av feltberedskap og NOFO organisasjon og utstyr. Utblåsningsraten fra en høyproduktiv brønn i tidligfase på Vigdis kan være 409 kg/s, som er innenfor det volum som anerkjent norm for beredskap mot akutt oljeforurensning tilsier. Prognoser for drift og spredning av olje fra en utblåsning er beskrevet i egen studie.

Sagas prinsipper for beredskap ved oljesøl er beskrevet i Saga's beredskapsplan for oljevern.

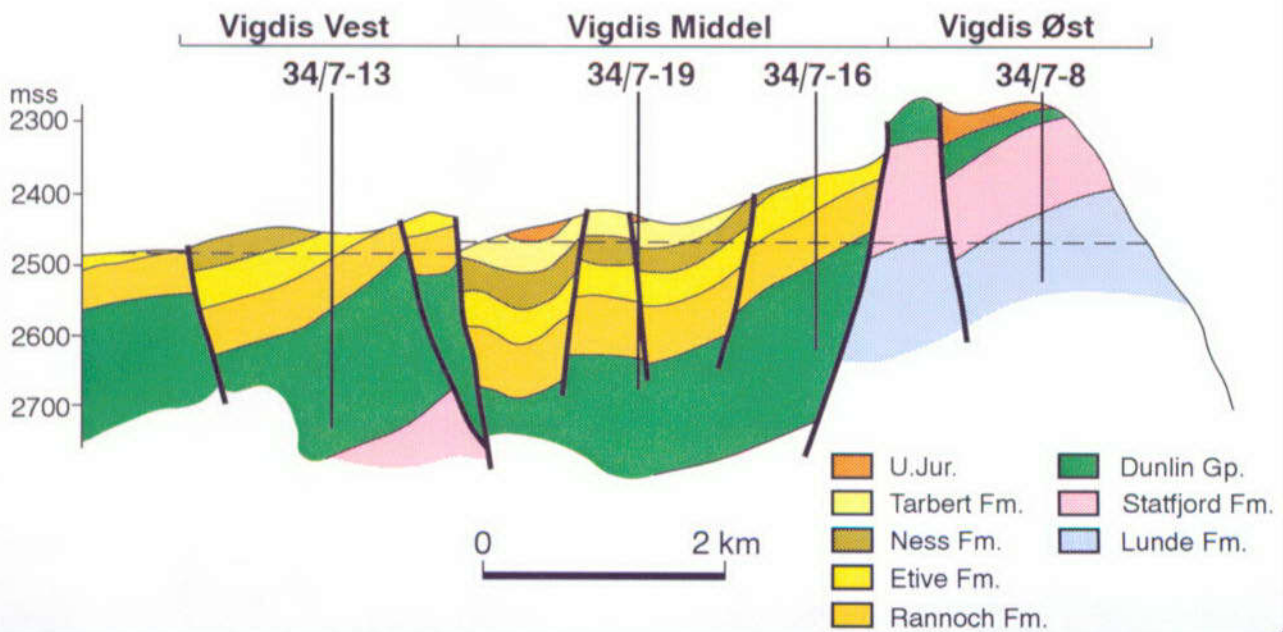
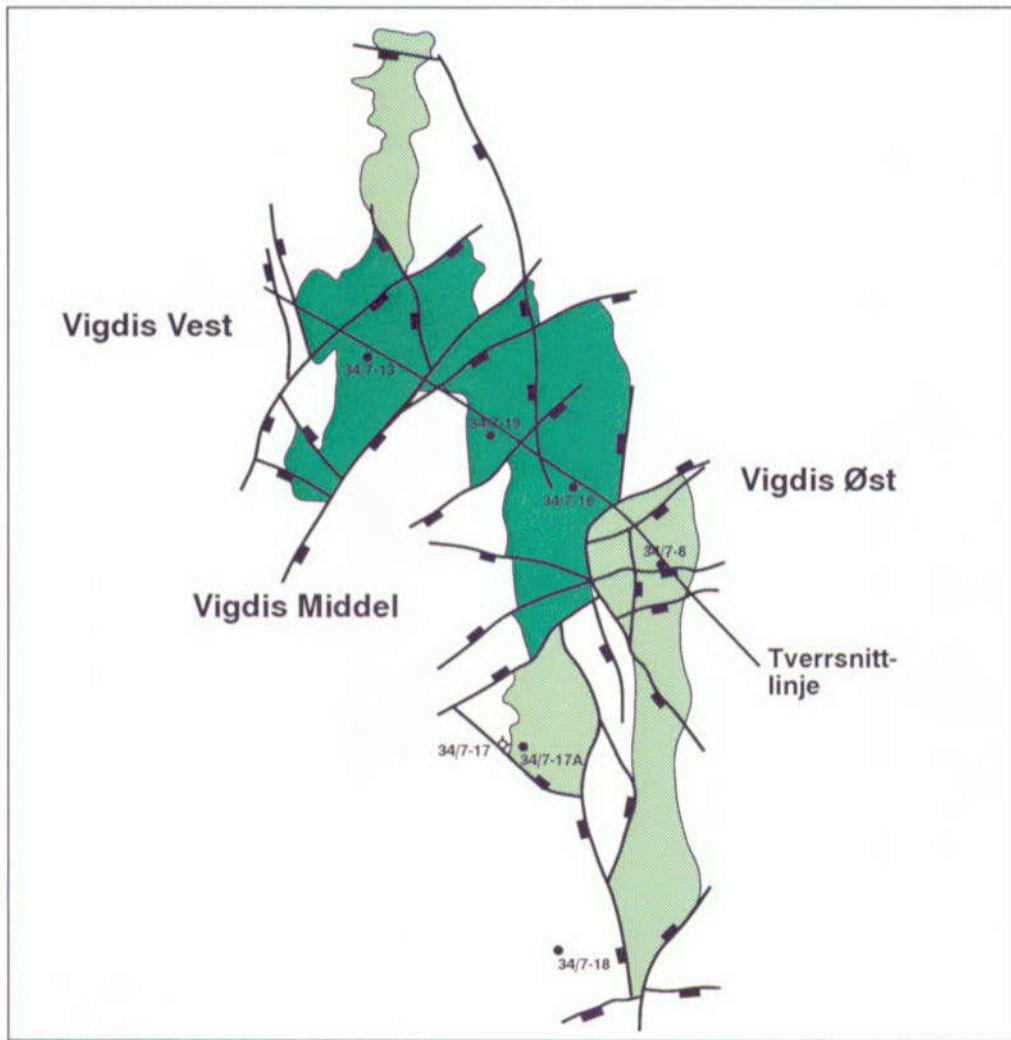
Som en del av oljevernberedskapen for Snorrefeltet er det utarbeidet en håndbok og et PC-program for Snorreoljens forvitringsegenskaper under ulike vær- og temperaturforhold. Dette verktøyet er utarbeidet ved IKU Petroleumsforskning, og viser en fordampning på ca. 40 % etter 5 dager og et vanninnhold i oljen ved vindstyrke 5—15 m/s på ca 90 % etter 12 timer. Håndboken gir også opplysninger om Snorreoljens viskositet som funksjon av tiden, oljens dispergerbarhet ved ulike viskositeter og resultater av laboratorieforsøk med 8 forskjellige dispergeringsmidlers effektivitet på Snorreoljen. Resultatene som er beskrevet i håndboken kan trolig også anvendes for olje fra Vigdisfeltet.

**SAMMENDRAG AV PLAN FOR UTBYGGING OG DRIFT**



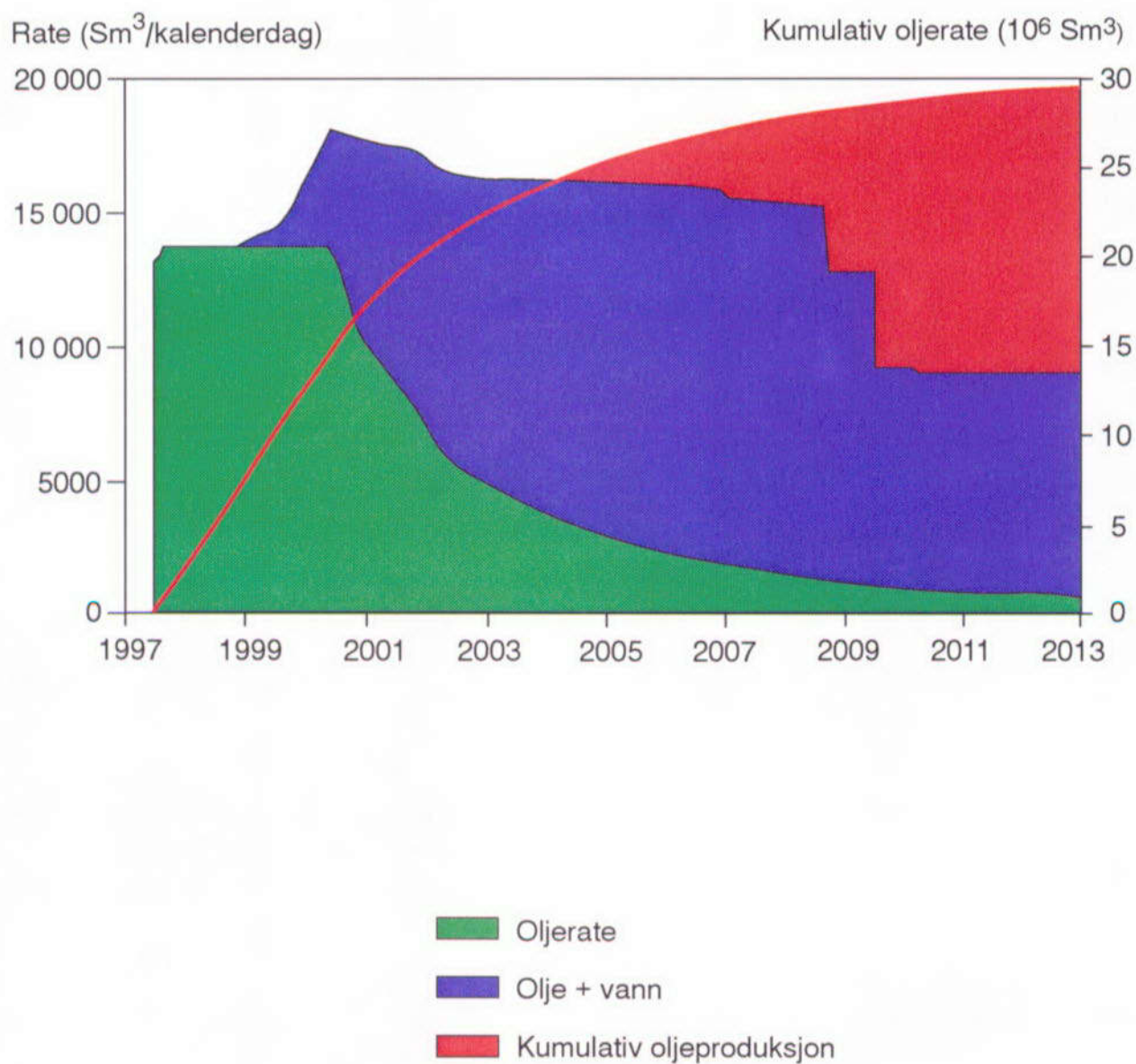
Figur 2.1 Kart over topp reservoar med brønnplassering

# Vigdis Konsekvensutredning



Figur 2.2 Tverrsnitt gjennom Vigdisfeltet

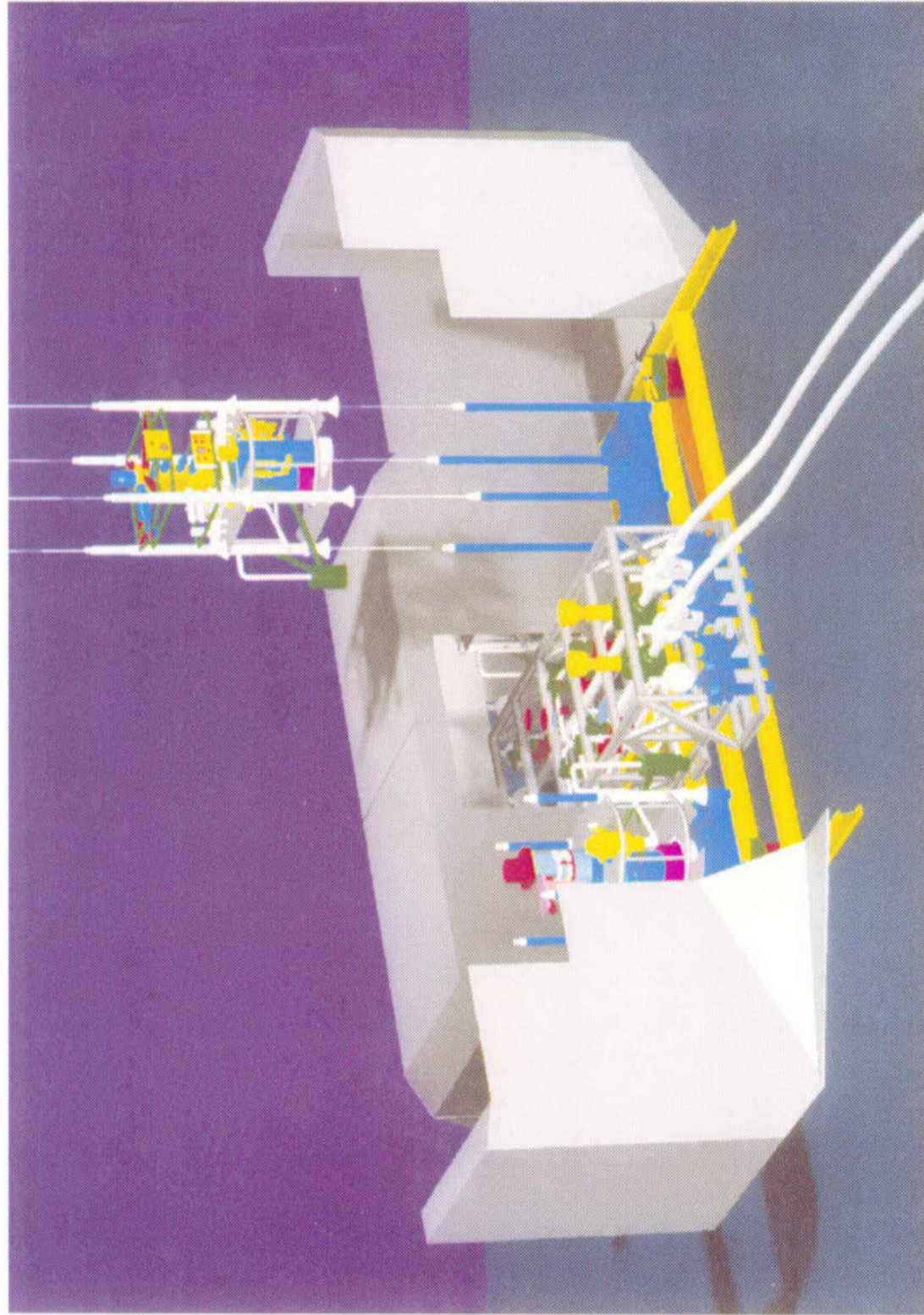




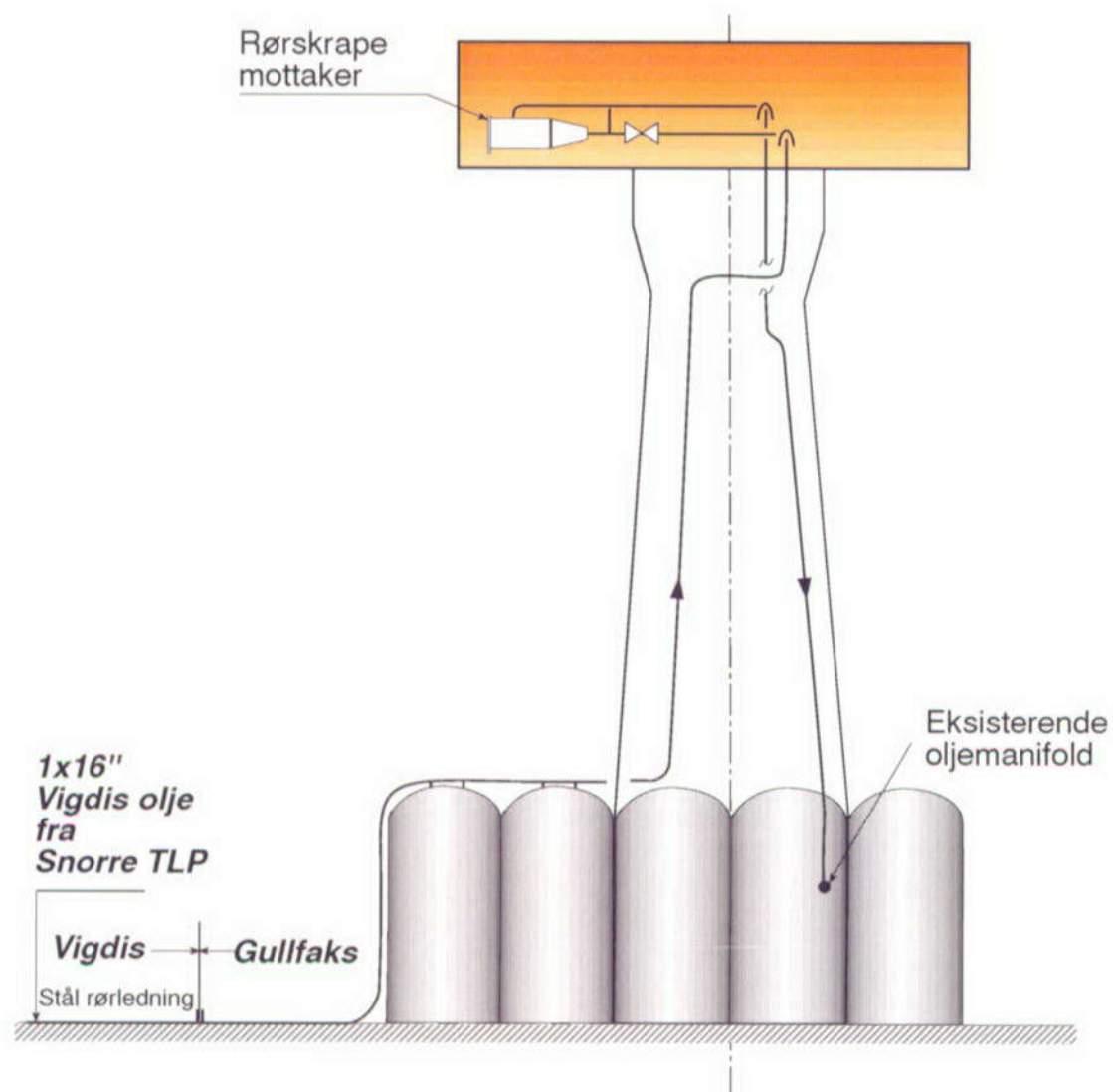
Figur 2.3 Produksjonsprofil for Vigdisfeltet



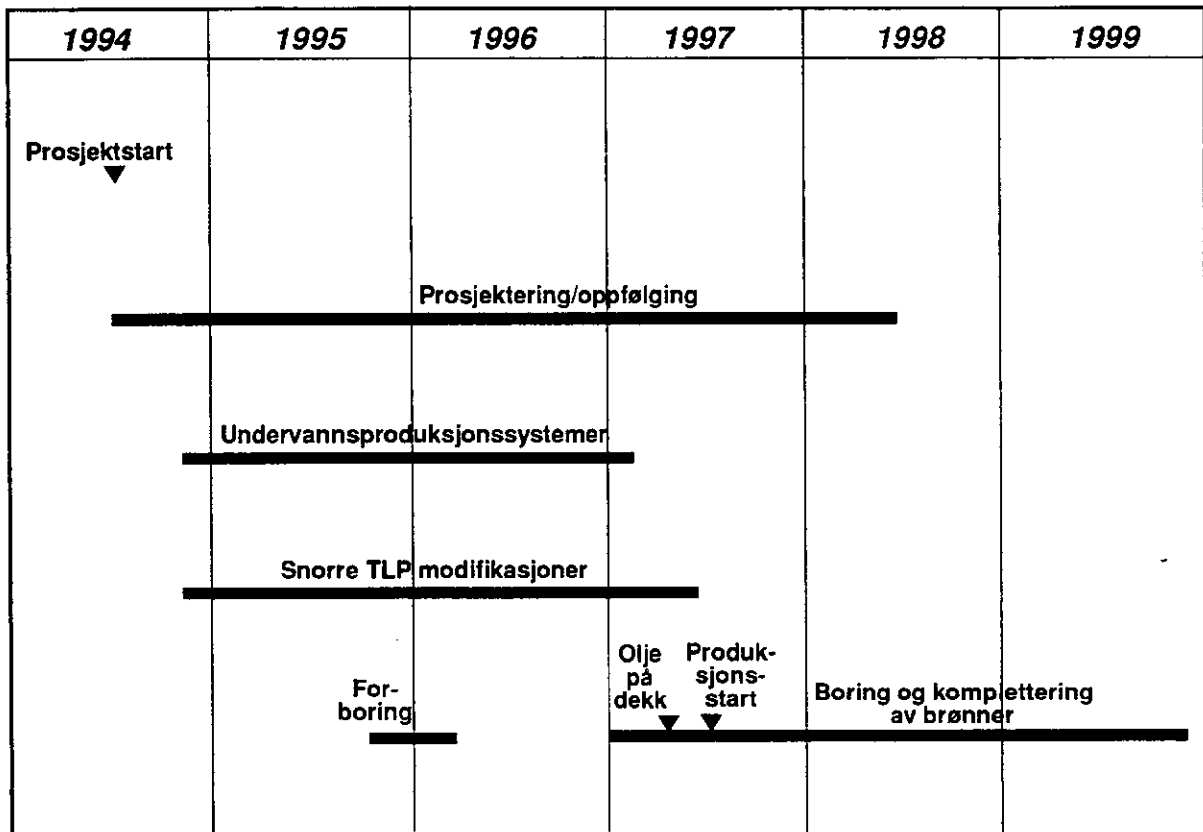
## Vigdis Konsekvensanalyse



Figur 2.5 Undervannsenhet med ventiltre



Figur 2.6 Lager og oljelasting på Gullfaks



Figur 2.7 Fremdriftsplan for utbygging

*SAMMENDRAG AV PLAN FOR UTBYGGING OG DRIFT*

### 3 BIOFYSISKE FORHOLD I INFLUENSOMRÅDET

Marin Ressurs Data Base (MRDB) er benyttet som kilde til opplysninger om marine og kystbundne ressurser. Dataene som nå er samlet i denne databasen er i stor grad benyttet også ved konsekvensutredninger for bl.a. Snorre og Tordis og gjengis derfor bare kortfattet. For detaljert fremstilling vises til underlagsrapporter fra Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Cooperating Marine Scientists a.s (CMS); se Vedlegg A.

#### 3.1 Geografiske områder

Utredningen omfatter kyststrekningen fra Hardangerfjorden i sør til grensen mellom Sør- og Nord-Trøndelag i nord og havområdene utenfor. Rammene er satt på grunnlag av beregnet drift og spredning av olje ved en utblåsning på Vigdisfeltet. I tillegg er langtransport av utslipp til luft vurdert.

Når det gjelder større oljespill er influensområdet til Vigdis tilnærmet det samme som for bl.a. Snorre-, Tordis- og Statfjordfeltene.

#### 3.2 Meteorologi og oseanografi

De oseanografiske og meteorologiske data gjengitt nedenfor er basert på målinger utført på Snorrefeltet og omkringliggende felter.

Vindforholdene i området er dominert av vestavindsfeltet hele året. Den høyeste månedsmiddelverdien er i januar, ca. 11 m/s, og den midlere vindstyrken avtar jevnt til et minimum, ca. 6 m/s, i juli/august. Gjennom høstmånedene øker den midlere vindstyrken raskt opp til maksimumsverdien. I tabell 3.1 er det gjengitt bearbejdede vindobservasjoner fra Statfjord A for perioden 1980–1991.

Som en følge av variasjonene i vindforholdene gjennom året, er det også store variasjoner i bølgeklimate. I vintersesongen er bølgefordingen strukket ut mot høye verdier og signifikante bølgehøyder på over 10,5 m forekommer. I sommersesongen faller 60 % av målingene i intervallet 1 til 2 m. Den dominerende bølgeretning er hele året vestlig.

Sannsynligheten for å få en situasjon med bølgehøyde over 4 m i januar er 42,8 %. Når situasjonen først er oppstått vil den i gjennomsnitt vare i 48 timer. En tilsvarende situasjon i juli vil vare i 18 timer i gjennomsnitt, og sannsynligheten for en slik bølgetilstand er 0,6 %.





Et generelt bilde av strømforholdene i den nordlige del av Nordsjøen og langs norskekysten er vist i figur 3.1. Vigdisfeltet ligger i et område hvor strømbildet er dominert av det innstrømmende atlantehavsvannet og den norske kyststrøm. Atlanterhavsvannet har en salt-holdighet over 35 promille og kommer inn i Nordsjøen mellom Orkenøyene og Shetland og nord for Shetland. De dypere liggende vannmasser, 100—300 m, følger dybdekonturene nordover rundt Shetland og inn i Nordsjøen hvor de gir opphav til en strøm, "The Shelf Edge Current", som følger vestskråningen av Norskerenna. Om sommeren finner vi denne strømmen under et ferskere overflatevannlag, mens den om vinteren kan nå helt opp i overflaten.

Hydrografien i den nordlige del av Nordsjøen er godt kjent. Havforskningsinstituttet har drevet regulære undersøkelser mellom Feie, på kysten av Vestlandet, og Shetland siden 1935. Også nordvestover fra Feie over Tampen er det gjort en rekke undersøkelser. I tillegg er det gjennomført hydrografiske undersøkelser på tvers av Norskerenna i tilknytning til det strømmålingsprogrammet over nærmere to år som Saga har gjennomført på Snorrefeltet.

I tabell 3.2 er midlere observerte strømhastighet og de høyeste strømhastighetene og deres retning gjengitt. Det foreligger ikke resultater fra alle dypene fra alle måleperiodene.

Stasjon nr. (posisjon)	Dyp (m)	Middel­hastighet (cm/s)	Maksimums- hastighet (cm/s)	Retning for maks.hast. (°)
1 61° 28' N 2° 10' Ø	5	15	59	337
	20	13	50	141
	50	13	52	136
	100	12	55	135
	200 mob	12	49	137
	20 mob	12	57	123
	3 mob	10	39	118
	2 mob	8	29	-
2 61° 20' N 2° 00' Ø	20 mob	23	60	132
	3 mob	21	54	153
3 61° 35' N 2° 11' Ø	20 mob	11	34	118
	3 mob	10	28	149

**Tabell 3.2** Midlere og høyeste strømhastigheter målt på Snorrefeltet  
(mob = meter over bunnen)

Retningen for de høyeste hastighetene ligger omkring sørøst, dvs. parallelt med skråningen av Norskerenna i de fleste dypene. I det øvre laget er imidlertid både strømhastighet og -retning sterkt påvirket av vinden.

### **3.3 Bunnforhold**

Vigdisfeltet ligger i vestskråningen av Norskerenna. Bunnen skråner svakt nedover mot nordøst. Innenfor feltet varierer dypet fra omkring 230 m til 300 m. Installasjonene er planlagt på ca. 290 m dyp. Rørledningene fra Vigdis vil gå på skrå av eggakanten ned til Snorreplattformen, der dypet er 310 m.

Området er relativt lite kupert, men erfaring fra nabofeltene tilsier at det kan forekomme pløyemerker etter isfjell, lokale erosjonsgroper ("pockmarks") og grøfter etter ankere fra annen olje-aktivitet.

Overflatesedimentet på Vigdis består av fin, siltig sand og leire, uten større variasjoner over feltet.

### **3.4 Plankton og bunnfauna**

Plankton er planter og dyr som stort sett driver med vannmassene. Planteplanktonets fotosyntese er grunnlag for næringskjedene i åpent hav. Dyreplanktonet har betydning bl.a. som føde for fisk og fiskelarver. Karakteristisk for planktonbestander er store variasjoner gjennom året og flekkvis, skiftende geografisk fordeling. Variasjonene er knyttet til strømforhold og lagdeling, tilgang på næringssalter og lys, og dels resultat av vekselvirkning mellom plante- og dyreplankton.

Planteplanktonets fotosyntese foregår i de øvre vannlag. Store tettheter av planteplankton kan finnes så dypt som 20—30 m. Utenfor norskekysten foregår hoveddelen av primærproduksjonen (50—80 %) under våroppblomstringen, som derfor er den mest sårbare perioden. I den nordlige delen av Nordsjøen starter våroppblomstringen normalt i april, inne ved kysten noe tidligere (mars—april).

Planteplanktonets primærproduksjon i nordlige del av Nordsjøen, der Vigdis ligger, er anslått til 90 g karbon/m<sup>2</sup> år, mot 250 g karbon/m<sup>2</sup> år sentralt i Nordsjøen.

Variasjonene i dyreplanktonet følger planteplanktonet, men forsinket i tid. En dominerende art er raudåta, som overvintrer på større dyp og trekker til øvre vannlag om våren. Raudåta er spesielt viktig fordi egg og larver er nødvendig føde for de yngste fiskelarvene av bl.a. sild og torsk.

Bunnfaunaen er viktig som føde for fisk som torsk, hyse og flyndre. Den har også betydning i omsetningen av sedimentert organisk materiale. Etter utbyggingsplanen for Vigdis vil

undersøkelse av bunnfauna utføres i 1995, før borestart. Undersøkelser på nabofeltene har vist 50–140 arter bunndyr i påvirkede overflatesedimenter, med store artsvariasjoner mellom feltene.

### 3.5 Fiskeressurser

Egg og larver er de livsstadiene til fisk som er mest sårbare for forurensning. Det er derfor fokusert på gytefelt og forekomster av fiskeegg og -larver innenfor influensområdet.

Vigdisfeltet ligger i gyte- og larveområder for bl.a. torsk, hyse, hvitting, sei og nordsjømakrell. I tillegg ligger gytefelt for bl.a. sild slik at de kan bli berørt ved eventuelle større oljesøl fra Vigdis. Også egg og larver fra andre gyteområder kan bli ført forbi Vigdisfeltet. Som eksempel er gyteområder og yngelforekomster for torsk og sild vist i figurene 3.2 og 3.3.

Den viktigste gyteperioden for arter som kan ha egg- og larveforekomster innenfor influensområdet til Vigdis er fra februar til juni, se tabell 3.3.

	Gyteperiode	Gytedyp (m)	Dybdeutbredelse av egg og larver (m)
Torsk	Jan – april	50 – 200	0 – 40
Hyse	Feb. – juni	100 – 150	10 – 40
Sei	Jan. – april	100 – 200	0 – 40
Vårgytende sild	Feb. – mars	10 – 250	0 – 40
Øyepål	Feb. – april	ca. 100	Pelagisk
Tobis	Nov. – feb.	Nær bunnen	På bunnen (egg)
Nordsjømakrell	Mai – juli	Nær overflaten	Nær overflaten

**Tabell 3.3 Gytekarakteristika for viktige fiskeslag i influensområdet for Vigdis**

Bestandsgrunnlaget er for tiden svakt for de fleste arter det drives fiske på i norsk sektor i Nordsjøen. Bestanden av nordsjø-sild har økt inntil de siste årene. Videre er det håp om en bedring i bestanden av øyepål på feltene langs Norskerenna.

### 3.6 Sjøfugl

Datagrunnlaget er NINAs sjøfugldatabase, oppdatert med registreringer fra 1990 og 1991 og supplert med data for sjøfugl i åpent hav sør for 62° N fra en felles Nordsjø-database.

Influensområdet til Vigdis omfatter hekke-, myte- og overvintringsområder av nasjonal og internasjonal betydning, se figur 3.4. Tidspunkt for de ulike periodene er vist i tabell 3.4.

Runde er det eneste større fuglefjellet i Sør-Norge og den viktigste hekkelokaliteten i Sør-Norge for lunde, alke, lomvi, toppskarv, havsule, havhest og krykkje. Fra februar til august/september oppholder en vesentlig del av de sør-norske alkefuglbestandene seg ved Runde eller i hav- og fjordområdene rundt. Mindre hekkelokaliteter for lunde, alke og lomvi er Veststeinen, Klovningen og Einevarden.

Froan er viktig hekke-, myte- og overvintringsområde for en rekke arter. Som hekkelokalitet er Froan av spesiell betydning for skarver, ærfugl og teist.

Lommer, dykkere, skarver, marine ender, grågås og teist myter og/eller overvintrer i betydelige antall i influensområdet. I tillegg til Froan er Ytre Romsdalsfjord, Smøla, Hitra, Frøya, Ørlandet og Trondheimsfjorden sentrale områder.

Datagrunnlaget for åpent hav innenfor influensområdet er ujevnt.

Unger og voksne hanner av alke og lomvi foretar svømmetrekk vekk fra hekkekoloniene i juli/august. Senere på året oppholder mange alker og lomvier seg i kystnære farvann, kanskje i tilknytning til forekomster av sild og brisling. Alkekonge er tilstede i åpent hav i vinterhalvåret, tildels i stort antall. Sammen med havhest, krykkje og polarmåke observeres alkekongen ofte langs eggakanten i vintermånedene, i frontsystemet mellom atlanterhavsvann og kystvann.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Hekking					█							
Svømmetrekk (alkefugler)					█							
Myteperiode (andefugler)							█					
Trekktider			█				█					
Overvintring	█									█		
Åpent hav	█						█					

Tabell 3.4 Viktige perioder i sjøfuglenes årssyklus

### 3.7 Sjøpattedyr

En lang rekke hvalarter kan opptre regelmessig i havområdet ved Vigdis. Nise og spekkhogger er de mest kystnære artene, med forekomst stort sett hele året.

Kysten fra Hardangerfjorden til Nord-Trøndelag har kolonier av kystsel (havert og steinkobbe) som totalt utgjør nær 50 % av bestandene langs norskekysten. Havert forekommer hovedsakelig fra Rogaland og nordover langs hele kysten, med hovedtyngden fra Trøndelag og nordover. Froan i Sør-Trøndelag har den største havertkolonien langs norskekysten, og er det viktigste kasteområdet for havert i landet.

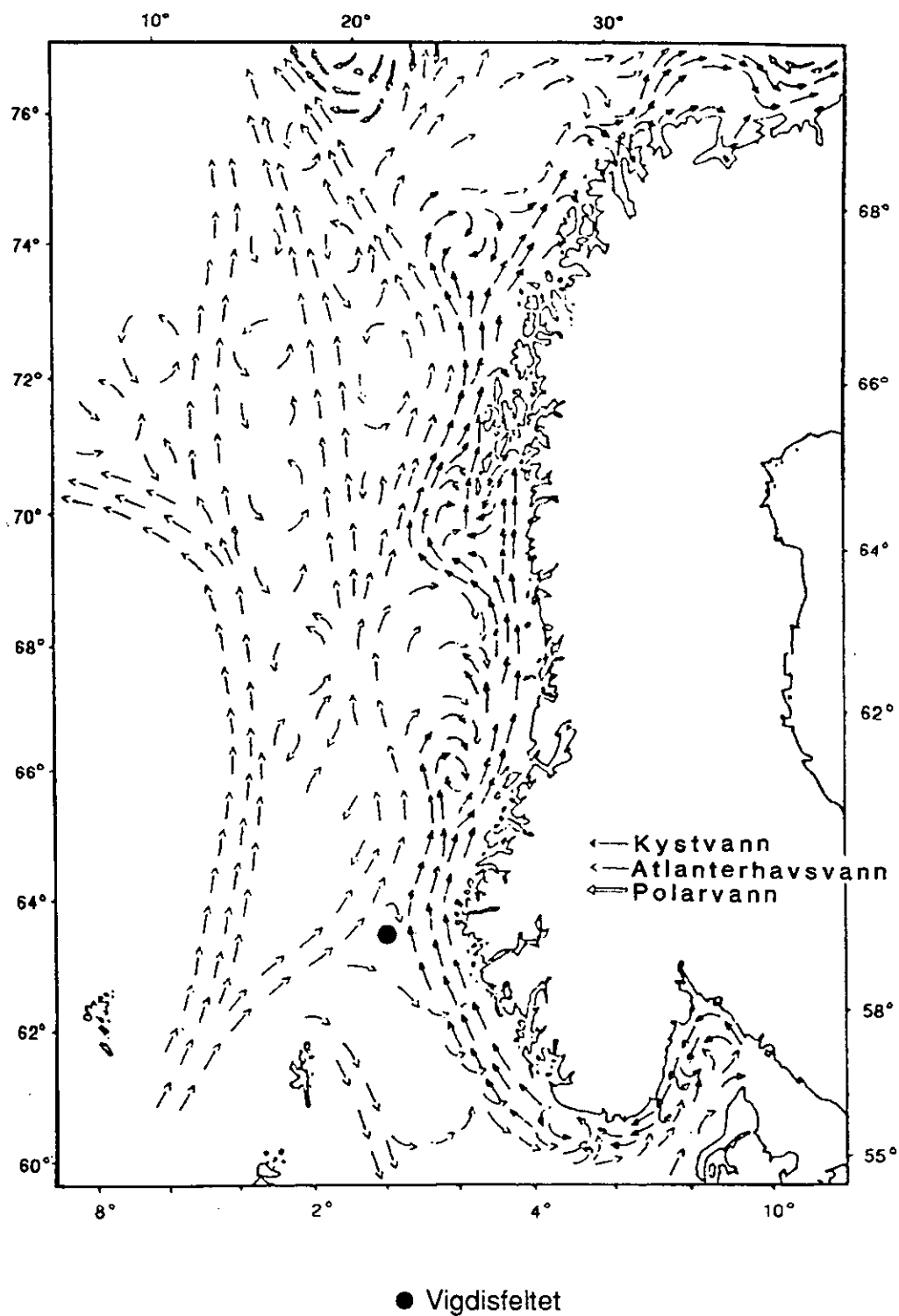
Steinkobbe forekommer i kolonier langs hele norskekysten. Hovedtyngen finnes i Møre og Romsdal, der Nordøyane og Orskjæra er viktige områder. Også Froan og Tarva i Sør-Trøndelag har forekomster av steinkobbe.

Kystselen både ernærer og forplanter seg inne ved kysten og er tilstede ved kysten hele året.

Oter og mink har begge vanligvis hvileplass og hi nær vannkanten. Næringssøk foregår i strandsonen eller ute i vannet.

### **3.8 Kystbundne ressurser**

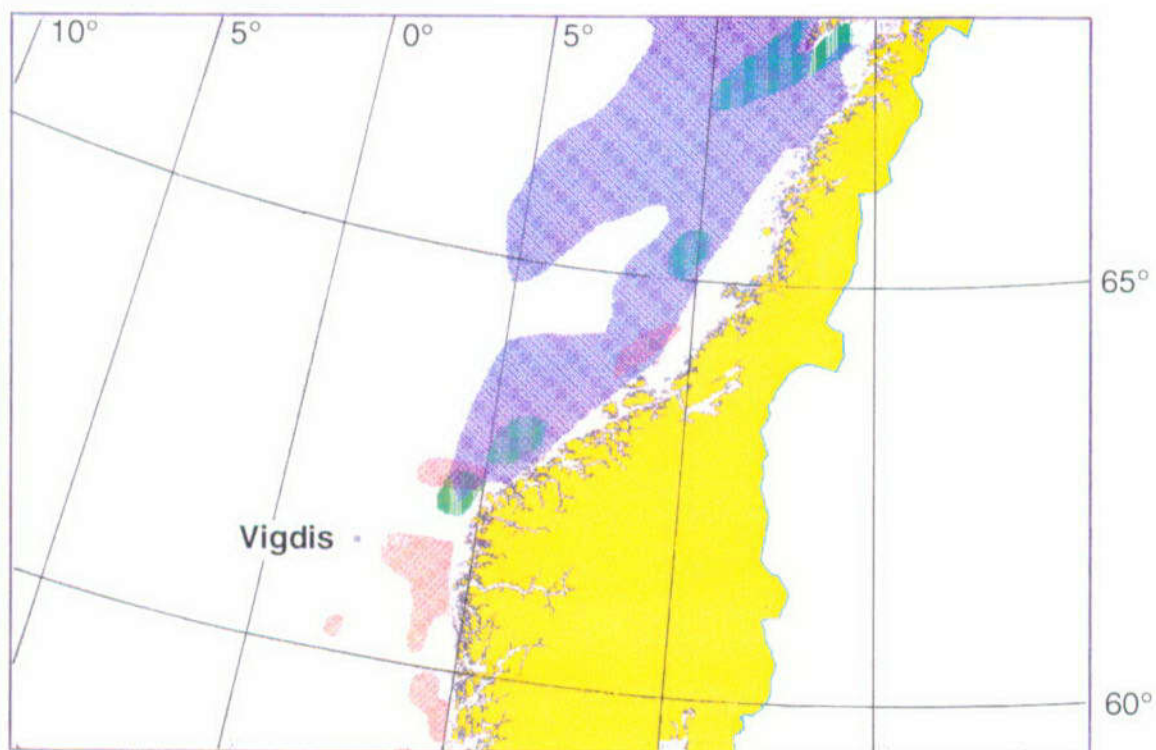
Marin Ressurs Data Base (MRDB) inneholder opplysninger om verneinteresse, verneverdi og beliggenhet for omkring 550 naturområder innenfor influensområdet til Vigdis. Områdene er fordelt over hele kysten. Verneinteressene inkluderer sjøfugl, våtmark, kvartærgeologi, havstrand og sjøpattedyr. Dette er data som vil bli benyttet ved en eventuell oljevernaksjon.



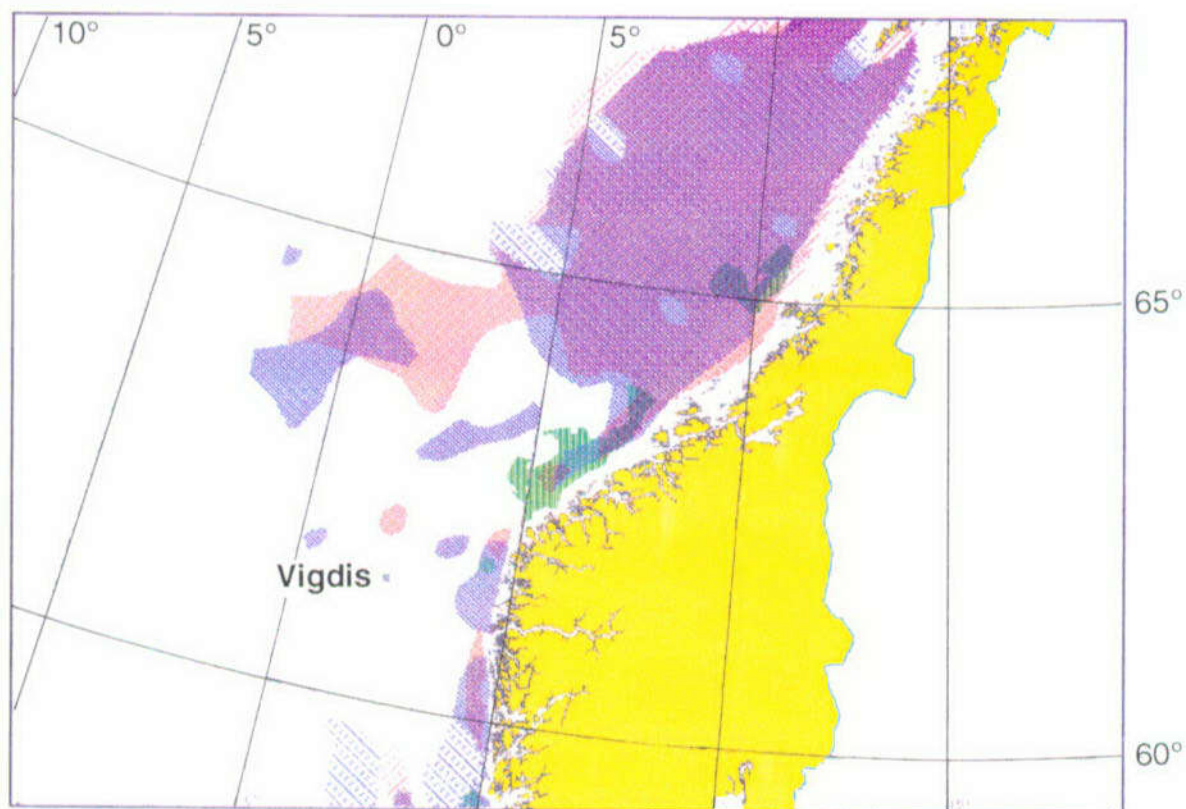
Figur 3.1 Vannmasser og strømfordeling nordlige del av Nordsjøen og i Norskehavet







Figur 3.2 Torsk; gyteområde (grønt) og yngelforekomster i juli - august 1988 (blå) og april - mai 1990 (rød)

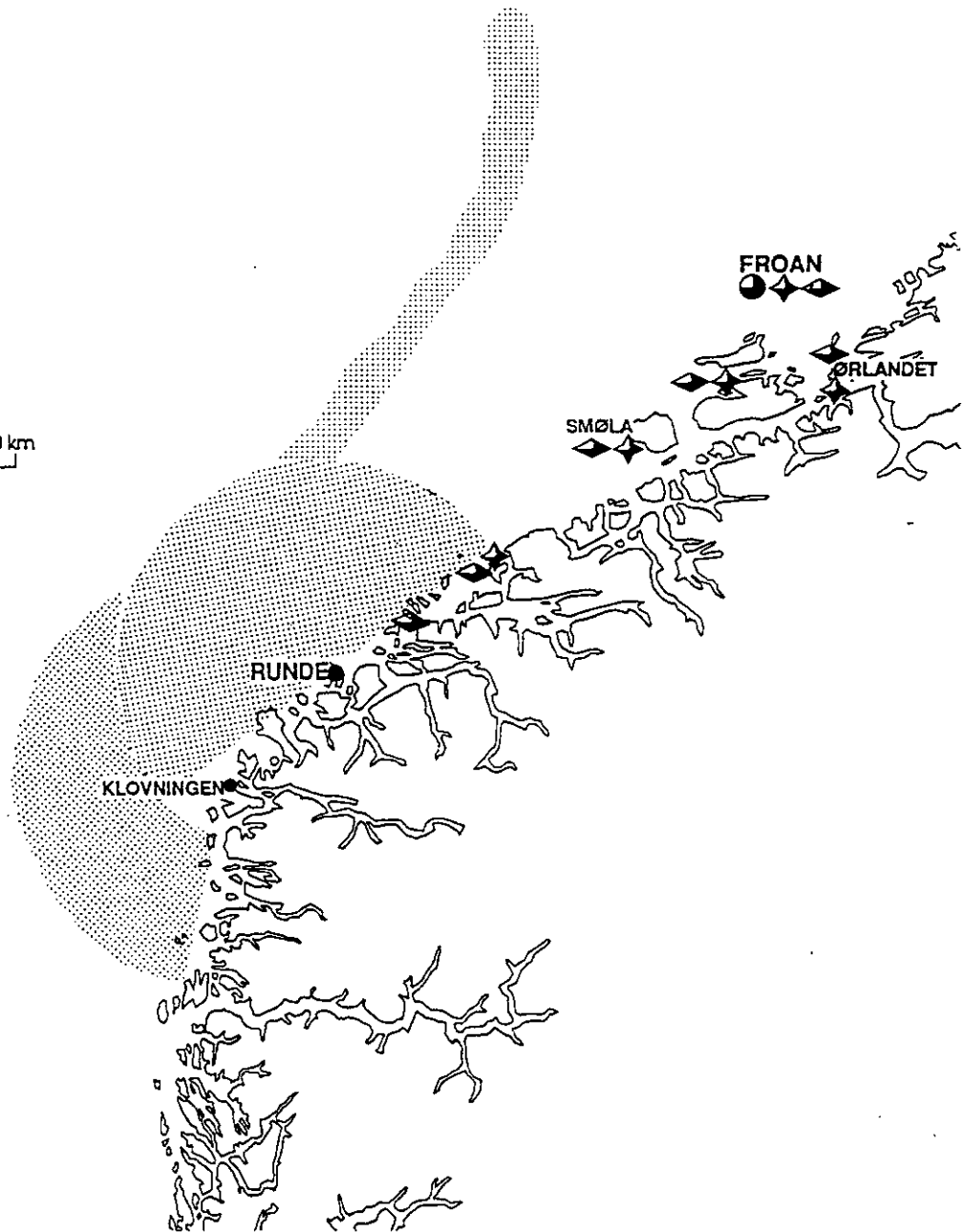


Figur 3.3 Norsk vårgytende sild; gyteområde (grønt) og yngel-forekomster i april - mai 1989 (blå) og 1990 (rød)

# Vigdis Konsekvensutredning

- Fuglefjell
- ▨ Åpent hav
- ◄ Overvintring
- Hekking
- ◆ Myting

0 60 km



Figur 3.4 De viktigste sjøfuglområdene i influensområdet til Vigdis



## 4 SAMFUNNMESSIGE KONSEKVENSER

Utbyggingen av Vigdis vil komme i en periode med fallende petroleumsrettede investeringer. Med investeringer på nær 4,9 mrd. kroner og et begrenset antall andre nye utbygginger i samme periode, er utbyggingen av Vigdis et så stort prosjekt at det er av vesentlig betydning for offshore-industrien. Utbyggingen vil gi muligheter for betydelige vare- og tjenesteleveranser fra norsk næringsliv.

I dette kapitlet beskrives de økonomiske ringvirkningene både nasjonalt og lokalt av Vigdis-utbyggingen. I utarbeidelsen er det benyttet underlagsmateriale fra Asplan VIAK Stavanger a s og Agenda a s, se Vedlegg A. Tallgrunnlaget for analysen er fra høsten 1994.

### 4.1 Investeringskostnader og investeringsprofil

Utbygging av Vigdisfeltet krever investeringer på til sammen 4,9 mrd.kr. Investeringene forventes å ha et tidsforløp som vist i tabell 4.1.

År	1994	1995	1996	1997	1998	Totalt
Investeringskostnader	106	1046	2178	1066	490	4885

*Tabell 4.1 Investeringer fordelt over år, mill. kr. (1994)*

Tabellen viser at investeringene i Vigdisfeltet fordeler seg over perioden 1994—1998, med investeringstopp 1995—1997. Boring av produksjons- og vanninjeksjonsbrønner foregår også etter produksjonsstart i 1997, og investeringsprogrammet avsluttes med siste brønn i 1998.

Når Vigdisfeltet er i full drift, er de årlige driftskostnadene beregnet til ca. 200 mill. 1994-kroner, inkludert forsikring. Driftsperioden antas å vare i 13 år, og driftskostnadene vil trappes ned mot slutten av perioden, etterhvert som brønner tas ut av drift.

### 4.2 Utgangspunkt for analysen av samfunnsmessige konsekvenser

Utbygging og drift av Vigdisfeltet vil gi direkte og indirekte sysselsettingsvirkninger for det norske samfunn. Særlig viktig er at utbyggingsfasen kommer i en periode med forventet fallende investeringsaktivitet knyttet til norsk oljevirksomhet.

## *SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER*

Ut fra planformål er det ønskelig å belyse følgende samfunnsmessige konsekvenser av Vigdisutbyggingen:

- Omfanget av Vigdisutbyggingen sett i forhold til det samlede investeringsnivå på norsk kontinentalsokkel.
- Hvilke leveransemuligheter norsk næringsliv kan få spesielt i utbyggingsfasen.
- Hvilke direkte og indirekte sysselsettingsvirkninger utbyggingen kan ha for det norske samfunn basert på erfaringer fra tidligere lignende prosjekter.

Det vil bli lagt mest vekt på å belyse virkningene i utbyggingsperioden fordi driftsfasen bare gir beskjeden sysselsettingseffekt. Mulige virkninger i forbindelse med nedstenging og fjerning vil ikke bli belyst.

### **4.3 Virkninger av Vigdisutbyggingen for investeringsnivået på norsk kontinentalsokkel**

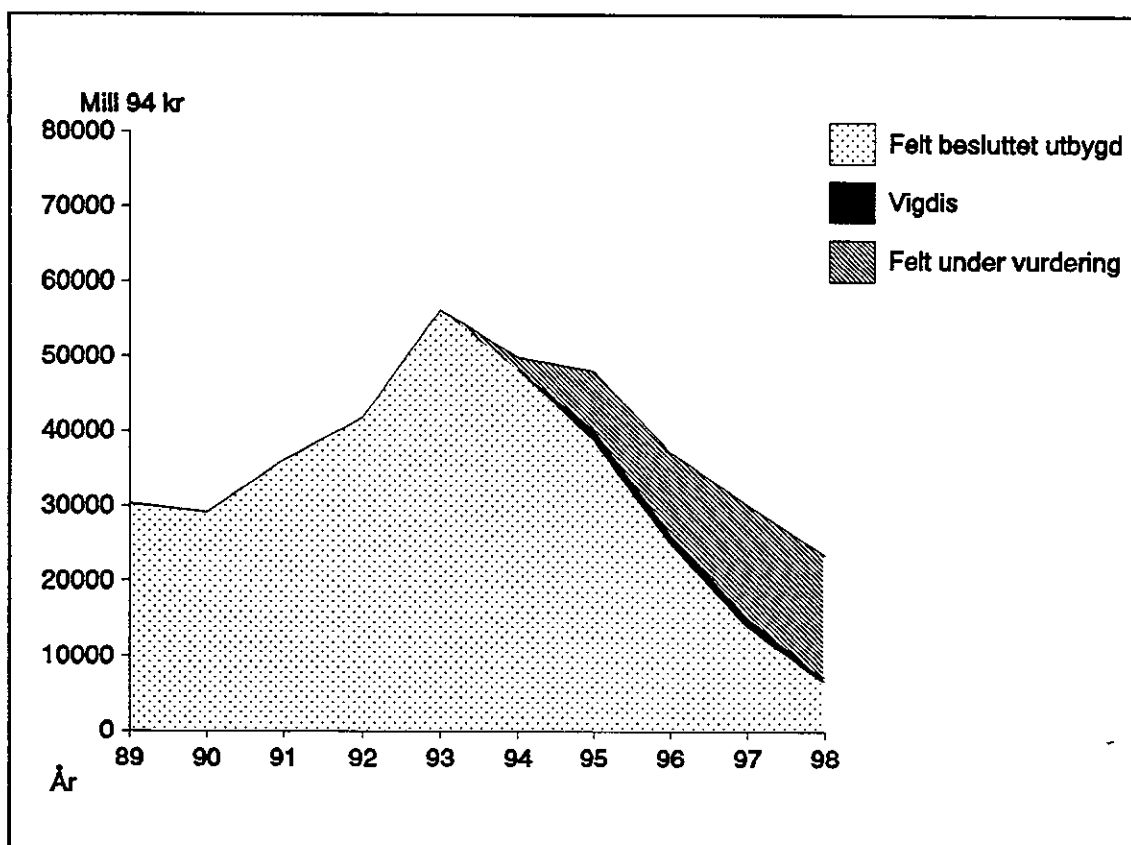
#### **4.3.1 Planlagte investeringer på norsk kontinentalsokkel**

De samlede investeringer i feltinstallasjoner og rørledninger på norsk kontinentalsokkel har frem til 1993 vist kraftig vekst, fra et nivå på 25—30 mrd. kroner pr. år på slutten av 1980-tallet til ca. 55 mrd. kroner i 1993.

Figur 4.1 viser vedtatte og planlagte investeringer på kontinentalsokkelen i årene frem til 1998, slik de fremstår høsten 1994. Underlagsmaterialet er fra Faktaheftet 1994 (Nærings- og energidepartementet) og regjeringens langtidsprogram 1994—1997. Vigdisutbyggingen er skilt ut spesielt.

Det fremgår av figur 4.1 at investeringer i felt besluttet utbygget ventes å falle raskt fra rundt 50 mrd. kroner i 1994, til rundt 40 mrd. i 1995, rundt 28 mrd. kroner i 1996 og videre ned mot 10 mrd. kroner i 1998. Det er grunn til å anta at bedrifter som leverer til utbyggingsvirksomheten vil oppleve et sterkt fallende offshoremarked i årene fra 1995 til 1997, som er den perioden da det meste av Vigdisutbyggingen skal gjennomføres.

Selv om det ikke foreligger bestemte mål for optimalt investeringsnivå på norsk sokkel, arbeider myndighetene for å holde investeringene i oljevirkosomheten på et jevnt nivå for å skape de best mulige forutsetninger for sysselsetting, verdiskapning og industriell utvikling. Utbyggingsplanens forslag til innfasing av Vigdisutbyggingen bør være i godt samsvar med denne målsettingen.



Figur 4.1 Investeringer på norsk kontinentalsokkel 1988-1998

#### 4.3.2 Innfasing av Vigdis i investeringsaktiviteten

Utbyggingen av Vigdisfeltet har et samlet investeringsomfang på rundt 4,9 mrd.kr. En innfasing av investeringene i perioden 1994–98, med hovedtyngden i årene 1995–97, vil representere et verdifullt tilfang av ny etterspørsel i et generelt fallende marked. Innenfor norsk leverandørindustri produktområder vil stadig svakere etterspørsel føre til at det kan bli svært mye ledig kapasitet i disse årene. Vigdisutbyggingen vil kunne bidra til å avhjelpe denne situasjonen.

Komponent	MNOK
Konseptfase	20
Undervannssystem	1563
Modifikasjoner av Snorreplattformen	1425
Eksportsystem	493
Boring og ferdigstillelse	1384
Sum	4885

Tabell 4.2 Vigdis, investeringer oppdelt på hovedkomponenter

## *SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER*

Den del av etterspørselen fra Vigdisutbyggingen som vil rette seg mot virksomhet på land omfatter prosjektering, komponenter og utstyr til undervannsanlegget og komponenter og utstyr til modifikasjon av Snorreplattformen for at den skal kunne ta imot, prosessere og eksportere produksjonen fra Vigdisfeltet. Til undervannssystemet blir det behov for brønnrammer med beskyttelsesstruktur, ventilarrangement, rørledninger og kontrollkabler. På plattformen skal det installeres en ny prosessmodul, nye stigerør for brønnstrøm og injeksjonsvann, utstyr for oljeeksport og rørledning, komponenter og utstyr til et nytt vanninjeksjonssystem, nye separasjons- og gassbehandlingsanlegg og et metanolssystem.

Arbeidene på Snorreplattformen vil hovedsaklig dreie seg om installasjon av nye komponenter og modifikasjoner av eksisterende systemer. Dette vil kreve fagfolk blant annet innenfor mekanisk montasje, sveising, rørfag, elektro og instrumentering.

Ute på Vigdisfeltet skal det bores produksjons- og injeksjonsbrønner ved hjelp av bore-rigger. Det vil også bli benyttet rigger og forsynings- og hjelpefartøyer til klargjørings- og installasjonsarbeider ute på feltet.

På alle disse områdene vil det være rikelig med ledig kapasitet i de perioder som er aktuelle for Vigdisutbyggingen. Det eneste markedsområdet hvor det selv i et svakt marked vil kunne oppstå periodiske kapasitetsbegrensninger, er for spesialfartøyer til installasjon av rørledninger og for tungløftfartøy for plassering av den nye prosessmodulen på Snorreplattformen.

### **4.4 Leveranser av varer og tjenester til Vigdis**

#### **4.4.1 Innledning**

Utbygging av Vigdisfeltet er en betydelig investering. Erfaringsmessig har denne type prosjekt medført betydelige leveranser av varer og tjenester for norsk næringsliv. Slike leveranser vil i neste omgang gi sysselsettingsvirkninger både i offshore-sektoren og i næringslivet for øvrig. For å kunne beregne slike virkninger er det nødvendig å gjøre forutsetninger om norsk andel av investeringer og driftskostnader. Norske andeler er vurdert på grunnlag av erfaringer fra liknende feltutbygginger.

I vurderingene av leveranseandeler skiller det mellom utbyggings- og driftsperioden. Utbyggingsperioden består av prosjektering, produksjon av komponenter til undervannssystemer, installasjons- og modifikasjonsarbeider, produksjonsboring og legging av rør. Saga bearbeider systematisk erfaringer fra tidligere prosjekter med sikte på kontinuerlig å forbedre prosjektgjennomføringen. Innkorting av gjennomføringstiden er et viktig element for å forbedre lønnsomhet i offshore utbyggingsprosjekter i tillegg til å videreutvikle de tekniske løsningene. I løpet av de siste par årene er det igangsatt omfattende samarbeidsprosjekter på dette området på begge sider av Nordsjøen. Saga deltar aktivt i det såkalte NORSOK-samarbeidet, der operatørselskapene, leverandørindustrien og myndighetene samarbeider om



å finne frem til tiltak som kan gjøre norsk sokkelvirksomhet mer konkurransedyktig. Dette har gitt viktige impulser til fremdriften av Vigdisutbyggingen og organiseringen av operatørens og leverandørenes roller.

Saga har i sine operatørprosjekter i praksis vist at det er mulig å korte ned på gjennomføringstiden i forhold til det som opprinnelig var planlagt. Det ble gjennomført innkortinger i Snorreutbyggingen, Tordisutbyggingen og gass- og vanninjeksjonsprosjektet Snorre VAG Pilot. Disse innkortingene ville ikke vært mulig uten konstruktive samarbeidsrelasjoner med et nett av nøye utvalgte leverandører.

Vigdisutbyggingen er i utgangspunktet planlagt med enda raskere gjennomføring enn de ovennevnte prosjekter. Sagas modell for akselerert gjennomføring er utviklet etter at selskapet har gjort en kritisk gjennomgang av prosjekteringen og av kommunikasjon og samspill med leverandørindustrien.

For å redusere tidsbruken i prosjekteringsfasen vil prosjekteringen i langt større grad ta utgangspunkt i leverandørenes standardløsninger, -systemer og -produkter. Saga vil så langt som mulig spesifisere behov, funksjon og ytelse fremfor i detalj å anvisse bestemte tekniske løsninger. For enkelte sentrale oppdrag vil det bli gjennomført en mer integrert organisering av arbeidsforholdet mellom operatør og sentrale hovedleverandører.

For å få til en prosjektgjennomføring langs disse linjer er det en forutsetning at sentrale hovedleverandører kommer med i prosjektet på et tidlig stadium, og at de deltar i prosjekteringen.

En slik organisering av prosjektet vil påvirke de krav som stilles til kvalifisering av leverandører. De sentrale hovedleverandørene må ha industrielle forutsetninger for på selvstendig måte å kunne bidra i alle faser av prosjektet. Det vil bli lagt vekt på at hovedleverandørene behersker brede tekniske og administrative fagområder, blant annet må de selv kunne gjennomføre store anskaffelser fra underleverandører. For leverandører som deltar i et prosjekt med en slik organisering vil såvel arbeidsformen i seg selv som de teknologiske utfordringene være verdifulle forutsetninger for bedriftens fortsatte industrielle og teknologiske utvikling.

Av vesentlig betydning for totaløkonomien er at utbygging og drift av Vigdisfeltet vurderes i sammenheng, slik at det finner sted en optimal utnyttelse av etablert infrastruktur. Dette gjelder ikke bare utnyttelsen av Snorreplattformen, men også verdien av opparbeidet kompetanse og kunnskap, gjenbruk av installasjonsverktøy fra undervannsanleggene på Snorre- og Tordisfeltet, utnyttelse av eksisterende fjernopererte spesialverktøy og reservedelslagre. Slike forhold vil bli trukket inn ved valg av løsninger og ved utvelgelse av leverandører.

## *SAMFUNNMESSIGE KONSEKVENSER*

Saga vil påse at alle anskaffelser gjøres i henhold til de til enhver tid gjeldende norske forskrifter. Selskapet er forberedt på at det vil komme nye norske forskrifter som trer i kraft når EØS-avtalens regler om anskaffelser til petroleumsvirksomheten tar til å gjelde i Norge fra 1. januar 1995.

### **4.4.2 Erfaringer med norske og lokale leveranseandeler**

Utgangspunktet for å vurdere mulige norske leveranseandeler i investerings- og driftsperioden er erfaringer fra liknende prosjekter. Tidligere prosjekter er imidlertid sjelden direkte sammenlignbare. Selv om en har oversikt over kontraktsfordelingen for tidligere undervannsutbygginger av denne art, er det i liten grad utført etterstudier som tar sikte på å kvantifisere norsk netto andel av leveransene.

Tidligere prosjekter viser at norsk andel av leveransene i utbyggingsperioden har variert betydelig, blant annet som følge av forskjeller i kontraktsstrategi, men at andelene som regel har ligget rundt 25—35 % for rørledningsprosjekter og 55—70 % for plattformbygging og undervannsproduksjonssystemer. Anslagene for driftsperioden har vært høyere, med norske andeler av leveransene helt opp mot 80—90 %.

Samlet sett er det likevel nødvendig å gjøre en del forutsetninger når en skal vurdere norsk andel i utbygging og drift av et felt som Vigdis. Forutsetningene må ta hensyn til blant annet kompetansenivå og mulige kapasitetsgrenser for de enkelte leveransetyper.

### **4.4.3 Nasjonale leveranser i investeringsfasen**

Når det gjelder gjennomføring av utbyggingen, vil Saga velge å sette ut et antall EPC-kontrakter (prosjektering, innkjøp, bygging) og overlate til hovedleverandøren å stå for innkjøp innenfor kontraktens ramme.

Nedenfor gjennomgås de enkelte kostnadskomponentene i investeringsfasen og det gis anslag over hvilke norske andeler som det bør være realistisk å forvente basert på det foreliggende erfaringsmateriale. Det understrekes at vurderingene er beheftet med betydelig usikkerhet.

#### **Konseptfasen:**

Konseptfasen består av forberedende planleggings- og konseptutformingsarbeid. Norsk leveranseandel vil erfaringsmessig være på rundt 95 %.

**Undervanns-produksjonssystem:**

**Prosjektering, administrasjon og forsikring.**

Prosjektering, administrasjon og forsikring er kostnadsberegnet til vel 330 mill. kroner. Samlet norsk andel anslås til rundt 90 %.

**Utstysleveranser**

Utstysleveransene til undervannssystemet er beregnet til rundt 620 millioner kroner. Flere bedrifter er totalleverandører av slike systemer. Store deler av de maskinelle utstysleveransene har tradisjonelt vært utenlandske. Basert på erfaring fra tidligere prosjekter vil samlet norsk andel kunne bli rundt 55 %.

**Marine operasjoner**

Marine operasjoner er kostnadsberegnet til rundt 60 mill. kroner. Installasjon på havbunnen vil bli foretatt ved hjelp av spesialfartøy. Det vil også være behov for en rekke støttefunksjoner som transporttjenester og leie av hjelpefartøyer. Norsk andel av leveranseverdien anslås til ca. 80 %.

**Rørledninger og styringskabler**

Rørledninger og styringskabler fra Vigdis til Snorre, er kostnadsberegnet til rundt 550 mill. kroner. Rørledninger av denne type produseres ikke i Norge, og det finnes heller ikke norske rørleggingsfartøy. En del tjenester i forbindelse med rørleggingen kan hentes fra norsk næringsliv. Norsk andel av totalleveransene for rørledninger og styringskabler blir lav, anslagsvis rundt 30 %.

Samlet gir dette en anslått norsk andel av leveransene til undervannssystemene på rundt 55 %.

**Boring, komplettering:**

Boring og komplettering av brønner er kostnadsberegnet til rundt 1.400 mill kroner. All boring av produksjons- og injeksjonsbrønner vil bli foretatt av flytende borerigger. Operatørselskapene inngår normalt langsiktige borekontrakter med riggselskapene, og bruker de samme boreriggene på boreoppdrag på forskjellige felt. Norske borerigger kan være aktuelle for boring på Vigdisfeltet. Kompletteringutstyret vil imidlertid bli produsert i utlandet, slik at norsk andel av totalleveransen anslås til rundt 70 %.

## *SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER*

### **Modifikasjonsarbeider Snorre:**

#### **Prosjektering, administrasjon og forsikring**

Prosjektering, administrasjon og forsikring i forbindelse med modifikasjonsarbeidene på Snorre er kostnadsberegnet til rundt 220 mill. kroner, med en anslått norsk andel på rundt 92 %.

#### **Modifikasjonsarbeider**

Modifikasjonene på Snorreplattformen er kostnadsberegnet til vel 400 mill. kroner. Arbeidene består i hovedsak av diverse ombyggingsarbeider og montering av nytt prosessutstyr. Det meste av dette kan utføres av norske installasjonsbedrifter. Videre kommer leie av et utenlandsk tungløftfartøy for å få på plass den nye prosessmodulen på Snorre. Samlet norsk andel av modifikasjonsarbeidene anslås til rundt 70 %.

#### **Prosessutstyr**

Prosessutstyret er kostnadsberegnet til rundt 800 mill kroner. Utstyret består av en større prosessmodul for behandling av produksjonen fra Vigdis og enkelte mindre systempakker. Norske bedrifter har bred erfaring fra liknende oppdrag. Mye av det maskinelle utstyret må imidlertid hentes fra utlandet, slik at norsk andel erfaringsmessig ligger rundt 60 %.

Samlet gir dette en norsk andel av modifikasjonsarbeidene på Snorreplattformen på rundt 68 %.

### **Eksportsystem:**

#### **Prosjektering, administrasjon, forsikring**

Prosjektering, administrasjon og forsikring i forbindelse med eksportsystemet er kostnadsberegnet til rundt 60 mill kroner. Norsk andel anslås å bli rundt 87 %.

#### **Rør og rørlegging**

Rør til eksportledning fra Snorre TLP til Gullfaks A samt legging av denne er kostnadsberegnet til rundt 310 mill. kroner. Norske leveransemuligheter er her som beskrevet for rørledningen mellom Vigdis og Snorre, og norsk andel av leveransene anslås til rundt 15 %.

#### **Modifikasjonsarbeider**

Vigdis investeringer i forbindelse med modifikasjonsarbeider er kostnadsberegnet til rundt 130 mill. kroner, og består i hovedsak av diverse ombyggings- og installasjonsarbeider på Gullfaks A. Antatt norsk andel er vurdert til å kunne bli 68 %.

Totalt sett gir dette en anslått norsk andel for eksportsystemet på rundt 35 %.

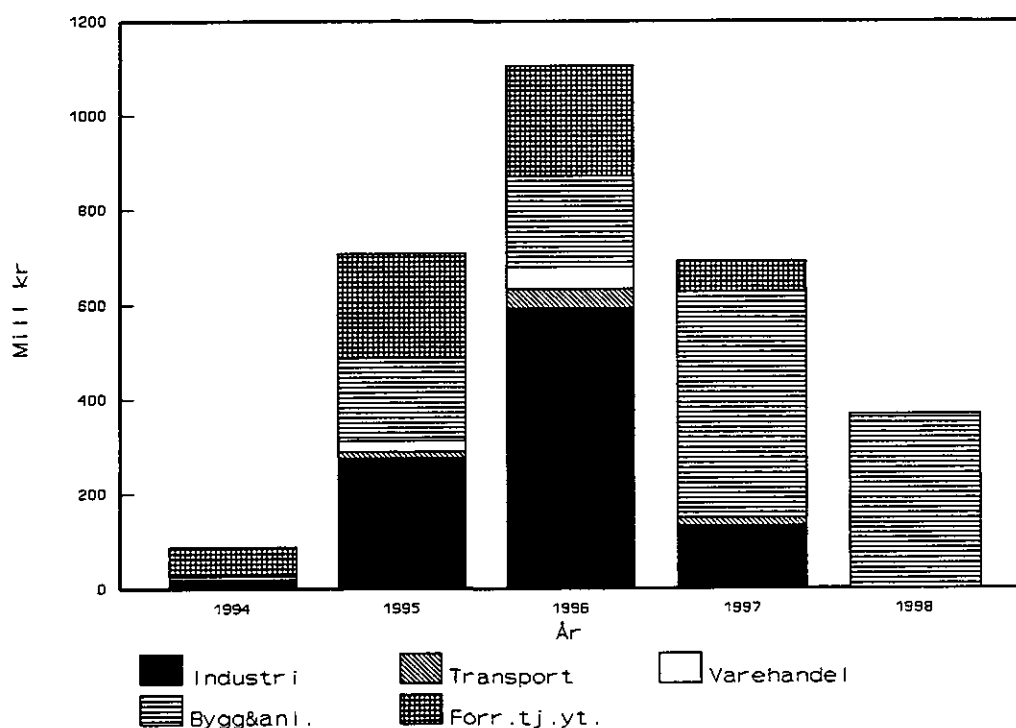
**Samlede norske vare- og tjenesteleveranser til Vigdisutbyggingen**

I tabell 4.3 er vist en samlet gjennomgang av anslåtte leveranser fra norsk næringsliv til Vigdisutbyggingen. Det fremgår her at norsk andel av vare- og tjenesteleveransene er anslått til ca. 3 mrd 1994-kroner eller rundt 61 % av investeringskostnadene. For en undervanns-utbygging med oppkoblinger til eksisterende infrastruktur er dette en anslått norsk andel som samsvarer godt med erfaringer fra liknende utbyggingsprosjekter de senere år.

Kostnadselement		Totalt MNOK	Norsk andel	Norske leveranser MNOK
Konseptfase		20	95 %	19
Undervannsproduksjons system	Prosjektering/adm/fors.	334	90 %	301
	Utstyr	619	55 %	340
	Marine operasjoner	58	80 %	46
	Rør og styringskabler	553	30 %	166
Boring, komplettering		1384	70 %	968
Modifikasjoner Snorreplattformen	Prosjektering/adm/fors.	222	92 %	205
	Modifikasjoner	406	70 %	284
	Prosessutstyr	798	60 %	479
Eksport-system	Prosjektering/adm/fors.	58	87 %	50
	Rør og rørlegging	309	15 %	46
	Modifikasjoner	129	68 %	87
Totalt		4885	61 %	2991

**Tabell 4.3 Anslåtte norske vare- og tjenesteleveranser til Vigdisutbyggingen**

Anslåtte norske vare- og tjenesteleveranser for ca. 3 mrd 1994-kroner vil gi verdifulle oppdrag til norsk offshorerettet næringsliv i noe som ser ut til å kunne bli en vanskelig periode fremover. En nærmere gjennomgang av de anslåtte leveransene gir en fordeling av disse på hovednæring som vist i figur 4.2.



Figur 4.2 Anslåtte norske vare og tjenesteleveranser til Vigdis fordelt på hovednæring og år.

Uttrykt i henhold til den offentlige nomenklatur for næringsinndeling, vil Vigdisutbyggingen få størst virkninger for bygge- og anleggsnæringen med rundt 1.200 mill. kroner, hovedsakelig som følge av betydelige modifikasjonsarbeider. Industrien ventes i tillegg å få leveranser for vel 1.000 mill. kroner, mens leveranser for nær 600 mill. kroner tilfaller forretningsmessig tjenesteyting. Utover dette ventes transportvirksomhet og varehandel hver å få leveranser i størrelsesorden 70–80 mill kroner.

Tidsfordelingen av leveransene følger samme mønster som prosjektets investeringsprofil, med hovedtyngden fordelt på årene 1995–1997. Toppåret for de norske vare- og tjenesteleveransene ventes å bli 1996, med rundt 1.100 mill 1994-kroner. En ser forøvrig at prosjektets næringsfordeling følger en normal profil, der leveranser fra forretningsmessig tjenesteyting, i hovedsak prosjektering og prosjektledelse, har sine største andeler i begynnelsen av prosjektet, industrileveransene dominerer mot midten av prosjektperioden, mens leveranser fra bygge- og anleggsnæringen har sitt tyngdepunkt mot slutten av prosjektet.

#### 4.4.4 Norske leveranser til Vigdis i driftsfasen

Drift av Vigdisfeltet starter etter planen opp i 1997, og pågår i ca. 13 år. Årlige driftskostnader er beregnet til rundt 200 mill. kroner. Av dette vil forsikring utgjøre rundt 15 mill. kroner pr. år. De årlige driftskostnadene avtar langsomt mot slutten av driftsfasen.

Ser en bort fra forsikring, lønn og interne leveranser av tjenester i Sagas organisasjon, står en igjen med leveranser av varer og tjenester til drift av Vigdis på rundt 100 mill. kroner pr. år. Norsk andel av disse vare- og tjenesteleveransene har erfaringsmessig ligget på rundt 80 % for liknende prosjekter.

#### 4.5 Sysselsettingsvirkninger av Vigdisutbyggingen på nasjonalt nivå

Verdien av norske leveranser av varer og tjenester som følge av investeringene på Vigdisfeltet, er i kapittel 4.3 estimert til nær 3 mrd. 1994-kroner, hvorav det meste i treårsperioden 1995—1997. Utbyggingen vil dermed ha svært positive konsekvenser for aktivitetsnivå og sysselsetting i norsk næringsliv.

##### 4.5.1 Beregningsmetodikk

Det er benyttet en forenklet kryssløpsbasert modell på nasjonalt nivå for å beregne de totale sysselsettingsvirkningene for norsk økonomi av investeringene. Ved hjelp av denne modellen tas det hensyn til både direkte og indirekte virkninger av leveranseoppdragene.

Analytisk kan de totale nasjonale sysselsettingsvirkninger skilles i to komponenter, en direkte og indirekte produksjonsvirkning og en generell konsumvirkning.

##### Produksjonsvirkninger

Produksjonsvirkningen omfatter både direkte og indirekte virkninger av leveranser av varer og tjenester rettet mot norsk næringsliv. Kontraktene direkte til utlandet er her holdt utenom. Den direkte arbeidskraftetterspørsel i Norge som følge av Vigdisutbyggingen vil i hovedsak rette seg mot bygge- og anleggsvirksomhet for modifikasjonsoppdrag, og mot verkstedsindustrien for fabrikkasjonsoppdrag. I tillegg kommer en del forretningsmessig tjenesteyting i forbindelse med prosjektledelse, prosjektering, uttesting av utstyr og anlegg m.v. Vigdisutbyggingen vil dermed bidra til å opprettholde sysselsettingen i disse næringssektorene i utbyggingsperioden.

Indirekte, gjennom vare- og tjenesteforbruket i leverandørbedriftene, vil avledet etterspørsel i tillegg bli rettet mot andre bedrifter i privat næringsliv og mot offentlige virksomheter. Disse ringvirkningseffektene mellom næringer er tallfestet ved hjelp av virkningskoeffisienter fra Statistisk Sentralbyrås nasjonale planleggingsmodell MODIS.

## *SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER*

Inngangsdata for beregning av produksjonsvirkningene er leveranseverdier fordelt på år og spesifisert etter hvilke næringssektorer som direkte er berørt. Modellen beregner på dette grunnlag den samlede produksjonsverdi som kan skapes i norsk næringsliv som følge av disse leveransene.

Beregnete produksjonsverdier blir til slutt regnet om til sysselsatte årsverk ved å benytte statistikk for produksjon pr. årsverk i ulike bransjer.

### **Konsumvirkninger**

Den andre typen ringvirkninger av leveranser til oljevirksomheten er at produksjonsaktivitet fører til inntekter for husholdningssektoren og private konsumenter, dels gjennom sysselsetting og dels gjennom lønnsvekst. Disse inntektene gir i sin tur grunnlag for økt skatt og økt privat konsumetterspørsel, og ytterligere produksjonsøkninger i norsk næringsliv.

Til forskjell fra produksjonsvirkningen, som primært berører offshore-relatert virksomhet, vil konsumvirkningen være en mer generell etterspørselsimpuls etter konsumvarer og privat tjenesteyting. Denne impulsen fører dermed til behov for større beskjeftigelse i offentlig sektor og i bedrifter som leverer varer og tjenester til privat forbruk.

For tallfesting av konsumvirkningen er det tatt utgangspunkt i erfaringstall som benyttes i Statistisk Sentralbyrå på nasjonalt plan i makroøkonomiske modeller. Tallene vil inneholde en del usikkerhet, særlig i en situasjon med betydelig arbeidsledighet.

### **Totale sysselsettingsvirkninger**

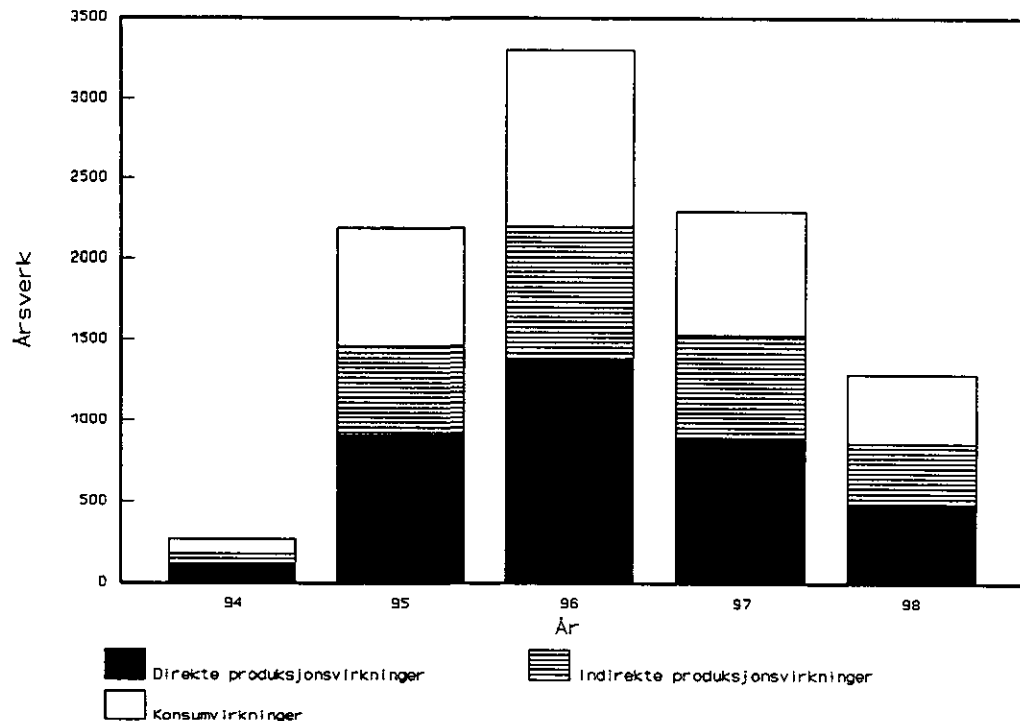
Den samlede sysselsettingseffekten fremkommer til slutt ved å legge sammen produksjonsvirkningen og konsumvirkningen. Dette gir anslag for de totale sysselsettingsvirkninger av investeringsleveransene fordelt på årene som omfattes av utbyggingsfasen.

#### **4.5.2 Sysselsettingsvirkninger av Vigdis i investeringsfasen**

De totale sysselsettingsvirkningene på nasjonalt nivå er beregnet ved hjelp av den forenklete kryssløpsmodellen som er beskrevet ovenfor. Resultatet av beregningene er vist i figur 4.3.

Figur 4.3 viser beregnet nasjonal sysselsettingseffekt som følge av utbyggingen av Vigdis, fordelt over år. Etter en forsiktig start på nær 300 årsverk i 1994 øker den samlede nasjonale sysselsettingseffekten raskt til nær 2.200 årsverk i 1995, og ca. 3.300 årsverk i toppåret 1996. Deretter avtar sysselsettingseffekten igjen til 2.300 årsverk i 1997 og knapt 1.300 årsverk i 1998. For hele perioden 1994—1998 er arbeidskraftetterspørselen beregnet til nær 9.350 årsverk.





Figur 4.3 Nasjonale sysselsettingsvirkninger av Vigdis-utbyggingen fordelt på type og år

Totalvirkningen på ca. 9.350 årsverk kan deles i direkte og indirekte produksjonsvirkninger av virkninger av vare- og tjenesteleveransene, og i konsumvirkninger. Av totalvirkningen er omlag 3.800 årsverk eller vel 40 prosent direkte leveransevirksomheter i leverandørbedriftene. Indirekte leveransevirksomheter fra underleverandørbedrifter utgjør vel 2.400 årsverk eller rundt 26 prosent, mens de resterende vel 3.100 årsverk eller 33 prosent er konsumvirkninger som oppstår når ansatte i bedriftene betaler skatt og bruker opptjente lønnsinntekter til konsumformål.

Det understrekes imidlertid at dette antagelig i liten grad er nye arbeidsplasser. I hovedsak vil Vigdisutbyggingen bidra til å opprettholde allerede etablerte arbeidsplasser i norsk offshore-rettet næringsliv i utbyggingsperioden.

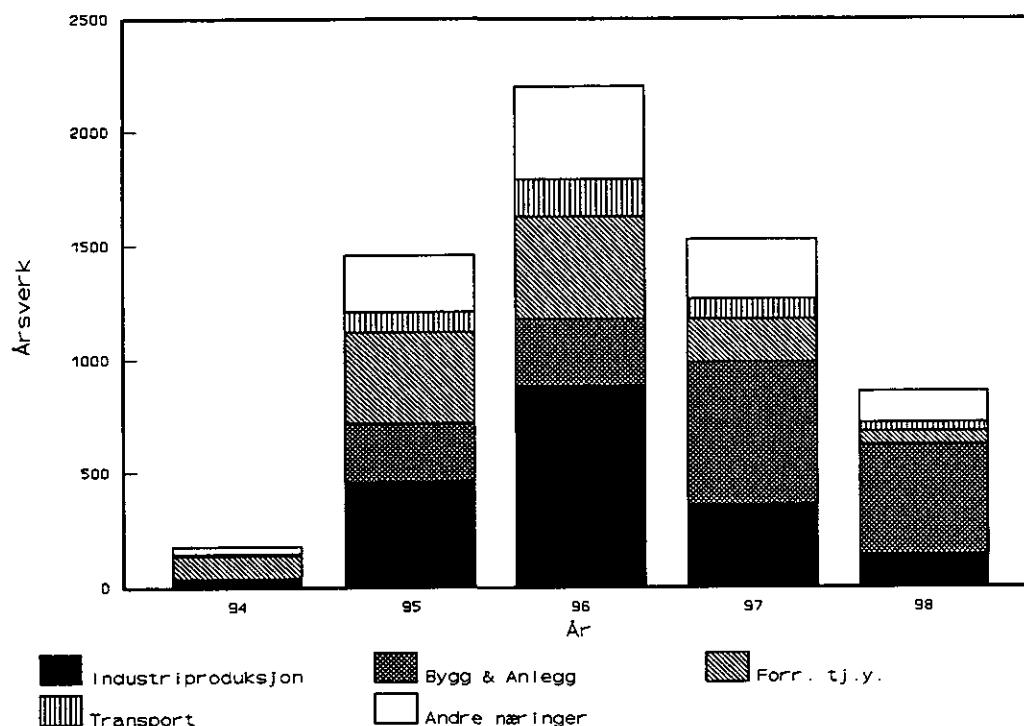
Det understrekes også at beregningene ovenfor er basert på en lang rekke anslag, og derfor inneholder betydelig usikkerhet. En usikkerhet i beregningene på pluss/minus 20 % bør en i allefall regne med.

I figur 4.4 er de direkte og indirekte produksjonsvirkningene fordelt på fem hovednæringer. Størst virkninger får utbyggingen for bygge- og anleggsnæringen med nær 1.900 årsverk. Industrivirksomhet får også betydelige sysselsettingseffekter med nær 1.700 årsverk, mens nær 1.200 årsverk tilfaller forretningsmessig tjenesteyting. Utover dette tilfaller nær 400 årsverk transportnæringen, mens de resterende nær 1.100 årsverk fordeler seg ut på andre

## SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER

næringer. Merk at konsumvirkningene her ikke er med, da beregningsmodellen ikke gir grunnlag for å næringsfordele disse.

Tidsmessig fremgår det at sysselsettingsvirkningene følger samme profil som de norske leveransene, med mesteparten av virkningene konsentrert om årene 1995—1997 og toppår i 1996. Som for leveransene, ser en også her at forretningsmessig tjenesteyting har sitt tyngdepunkt i begynnelsen av utbyggingsperioden, industriyssselsettingen har sitt tyngdepunkt på midten, mens sysselsetting innen bygge- og anleggsvirksomhet dominerer i monteringsfasen mot slutten av utbyggingsperioden.



Figur 4.4 Nasjonale produksjonsvirkninger av Vigdis-utbyggingen fordelt på næring og år. Årsverk.

### 4.5.3 Sysselsettingsvirkninger av Vigdisfeltet i driftsfasen

Drift av Vigdisfeltet vil bli integrert i driften av feltene Snorre og Tordis og er planlagt utført innenfor det eksisterende bemanningsnivå for disse driftsorganisasjonene. På land vil drift av Vigdis bli integrert i Sagas driftsmiljøer i Stavanger og Florø. Driften fører bare til beskjedne økninger i Snorreplattformens driftsleveranser, med tilsvarende små sysselsettingseffekter til følge.

For drift av Vigdisfeltet forventes det leveranser av varer og tjenester, spesielt til brønnvedlikehold, for 100 millioner kroner pr. år, hvorav en stor del forventes å være norske leveranser, særlig fra Stavangerområdet. I tillegg kommer forsikringer med rundt 15 millioner kroner pr. år, som har en begrenset norsk nettoandel.

Samlet regnes det med at drift av Vigdisfeltet gir en direkte sysselsettingsvirkning på rundt 50 årsverk, dels i form av driftssysselsetting og dels som følge av driftsleveranser. Inkludert ringvirkninger og konsumvirkninger gir dette en samlet sysselsettingseffekt av Vigdisfeltet for det norske samfunn på rundt 130 årsverk i et normalt driftsår.

I driftsfasen vil særlig Stavanger og Florø få øket aktivitet. Aktiviteten blir trolig størst i Stavangerområdet som følge av brønnvedlikehold og andre driftsaktiviteter. Likevel vil det trolig være i Florø at driften av Vigdis vil merkes mest i lokalmiljøet, selv om sysselsettingseffektene i antall årsverk er mindre enn for Stavanger.

Økningen i helikoptertrafikk vil bli neglisjerbar i driftsperioden.

## *SAMFUNNSMESSIGE KONSEKVENSER*

## 5 MILJØMESSIGE KONSEKVENSER

### 5.1 Rørlegging og installasjon av undervannsanlegg

Grøfting av rørledninger og installering av undervannsanlegg kan gi nedslamming med påvirkning av bunnfauna. Omfanget vil være lite sammenlignet med boreutslipp. Effekten vil være begrenset til ett eller noen få år, før det nye bunnsedimentet rekoloniseres ved bunnslåing av larver eller innvandring fra naboområder.

Rørleggingen mellom Vigdis og Snorre TLP, og fra Snorre TLP til Gullfaks A, kan gjennomføres med dynamisk posisjonert fartøy slik at forstyrrelser av bunnsedimenter i form av ankermerker unngås.

### 5.2 Kontrollerte utslipp til sjø

#### 5.2.1 Tømming av rørledninger

##### Mengder og sammensetning

I forbindelse med produksjonsstart vil det være behov for å tømme rørledningene for kjemikalietilsatt vann, som har stått i rørledningene siden leggingen. For dette vil det leveres en separate søknader om utslippstillatelse, der de miljømessige konsekvensene vil bli vurdert. Her skisseres en løsning, basert på erfaringer fra tilsvarende rørledninger mellom Tordis og Gullfaks C og mellom Snorre undervannsproduksjonsanlegg og Snorre TLP.

Rørledningsvolumene for Vigdis undervannsanlegg og tilknytning til Snorre TLP anslås til:

- 2 produksjonsrørledninger, tilsammen 830 m<sup>3</sup>
- produksjonsrørledninger mellom undervannsenhetene, tilsammen 250 m<sup>3</sup>
- 1 vanninjeksjonsrørledning 470 m<sup>3</sup>

Volumet av eksportørledningen mellom Snorre TLP og Gullfaks A anslås til omlag 1000 m<sup>3</sup>.

Rørledningene vil være fylt med vann tilsatt biocid, oksygenfjerner og fargestoff; se tabell 5.1.

Funksjon	Dosering	Aktiv komponent	Sum utslipp pr. tømning
Biocid	100 ppm	Glutaraldehyd	155 liter
Oksygenfjerner	285 ppm	Natrium bisulfitt	- 1)
Fargestoff	60 ppm	Fluorescein	95 liter

1) i hovedsak reagert før utslipp

**Tabell 5.1 Utslipp av rørledningskjemikalier ved tømning av rørledninger mellom Vigdis og Snorre**

Tømningen av rørledningene forventes å skje i forbindelse med oppstart vår/sommer 1997. Produksjonsrørledningene vil tømmes på Snorre TLP, sannsynligvis 15 m under havoverflaten via utslippsanordningen for produsert vann. Tømning av vanninjeksjonsrørledningen vil måtte skje ved vanninjeksjonsmanifoldene på bunnen på Vigdisfeltet, med mindre vannet har slik kvalitet at det kan injiseres i vanninjeksjonsbrønnene.

Tømning av eksportrørledningen fra Snorre TLP til Gullfaks A vil skje på en av de to plattformene, sannsynligvis ved innblanding i annen utslippsstrøm.

### Spredning

Ved tømning av produksjonsrørledningene via produsert vann systemet på Snorre forventes en fortykning 1:6 med Snorre produsert vann allerede før utslipp. Det produserte vannet forventes å ha så høy temperatur at utslippet stiger raskt til havoverflaten. Beregninger tyder på at det kjemikalietilsatte vannet totalt vil være fortyknet 1:150 når det når havoverflaten få meter fra utslippsstedet og 1:1000 maksimalt 300–400 m unna.

Til sammenligning ble det i desember 1992, ved tømning av tilsvarende rørledninger fra Snorre undervannsproduksjonsanlegg på Snorre TLP, registrert fortykning større enn 1:1000 bare 15 m fra utslippsstedet. I dette tilfellet bidro sterk vind (20–25 m/s) og grov sjø (midlere bølgehøyde 6,5 m) til den raske fortykningen.

Spredningsberegninger for tømning av vanninjeksjonsrørledning gjennom manifold og like over bunnen er gjort for tilsvarende tømning på Tordis, i forbindelse med søknad om utslippstillatelse. Disse viste for sjøvannsutslipp spredning langs bunnen og langsam fortykning; 5 m fra utslippstedet var fortykningen 1:7. "Skyen" med fortykning mellom 1:7 og 1:1000 hadde beregnet utstrekning ca. 950 m i lengderetning, 10–40 m i bredden og inntil 3–4 m opp fra bunnen. Dette bildet av en "sky" som sprer seg like over bunnen mens den gradvis fortynnes ble bekreftet ved ROV-observasjoner av utslipp på Tordis i mars 1994.

### Miljømessige virkninger

Miljøvirkninger vil være knyttet til eventuell akutt giftighet av biocid (glutaraldehyd) i utslippsvannet. Hverken biocidet glutaraldehyd eller fargestoffet fluorescein akkumuleres i særlig grad i organismer. Effekter på marint liv vil derfor i hovedsak være begrenset til organismer som kommer i direkte kontakt med lite fortynnet utslippsvann, gjennom de timene hvert utslipp vil pågå. For tømningen av produksjonsrørledningene kan dette være omkring 10 timer, mens vanninjeksjonsrørledningen kan tømmes i løpet av 4 timer. Testdata for de aktuelle kjemikaliene tyder på at akutt giftighet kan opptre inntil vannet er fortynnet omkring 1:250.

For utslipp på Snorre TLP og Gullfaks A vil fortynningen være så sterk og så rask at utslippene neppe vil medføre merkbar påvirkning.

Derimot vil utslippene ved bunnen på Vigdis kunne gi registrerbar påvirkning av bunnfauna. Beregningene gjort for tilsvarende utslipp på Tordis antyder at påvirkningsområdet ville strekke seg ca. 400 m nedstrøm utslippsstedet og dreie seg med tidevannsstrømmen. Erfaringer fra tømningen på Tordis vil foreligge januar 1995. Eventuell skadet bunnfauna vil gradvis restitueres, ved årlig bunnslåing av larver og ved innvandring fra naboerområder.

Vannet vil være oksygenfritt og kan inneholde rester av oksygenfjerner (natrium bisulfitt). Dette vil neppe gi registrerbare effekter, ettersom en fortynning med resipientvann av størrelsesorden 1:2 vil være tilstrekkelig til at blandingen har oksygeninnhold høyt nok til ikke å skade marint liv.

### 5.2.2 Borevæsker og kaks

#### Mengder og sammensetning

Boreprogrammet for Vigdis inkluderer 8 produksjonsbrønner og 4 injeksjonsbrønner, samt 1 letebrønn i Vigdis Øst. Boringen vil i hovedsak bli utført med vannbasert kaliumklorid (KCl) borevæske. For topphullet (36" og 24" seksjonene) vil det benyttes vannbasert bentonittslam. I brønnseksjoner med høy vinkel ( $> 70^\circ$ ) eller komplisert brønnbane kan det i tillegg være behov for borevæsker med egenskaper tilsvarende oljebasert borevæske, kalt pseudo-oljebasert boresvæske. Slike borevæsker er brukt og planlegges brukt videre på Snorre og Tordis. Hovedsammensetninger er vist i tabell 5.2.

Komponent	Bentonittslam	KCl borevæske	Pseudo-oljebasert borevæske
Bentonitt	70		
Ferskvann	960	680	150
Baritt		700	830
Finmalt borekaks		110	160
Kaliumklorid		160	40
Polyalkylen glykol		30	
Cellulosepolymerer o.l.		20	
Emulgator løst i baseolje			40
Baseolje			480

Tabell 5.2 Hovedkomponenter i aktuelle typer borevæske. (kg/m<sup>3</sup>)

Det vil bare benyttes kjemikalier godkjent av SFT. Borevæsker vil bli regelmessig testet gjennom SFTs system for giftighetstesting. Det kan også bli benyttet beredskapskjemikalier, f.eks. ved fastsetting av borestreng eller sirkulasjonstap.

Totalt er det estimert utslipp av ca. 9000 m<sup>3</sup> kaks og 35 000 m<sup>3</sup> slam på Vigdis gjennom årene 1996—98. Kaks og bentonittslam fra boringen av topphullet vil slippes ut direkte på havbunnen. Utslipp av kaks og KCl borevæske fra dypere seksjoner vil skje fra riggen. For seksjoner boret med pseudo-oljebasert borevæske vil behandling og deponering av kaks og borevæske reguleres av spesielle utslippstillatelser. På Snorre og Tordis idag bringes pseudo-oljebasert borevæske til land for destruksjon, mens kaks blir sluppet ut etter avrenning over siktemaskiner.

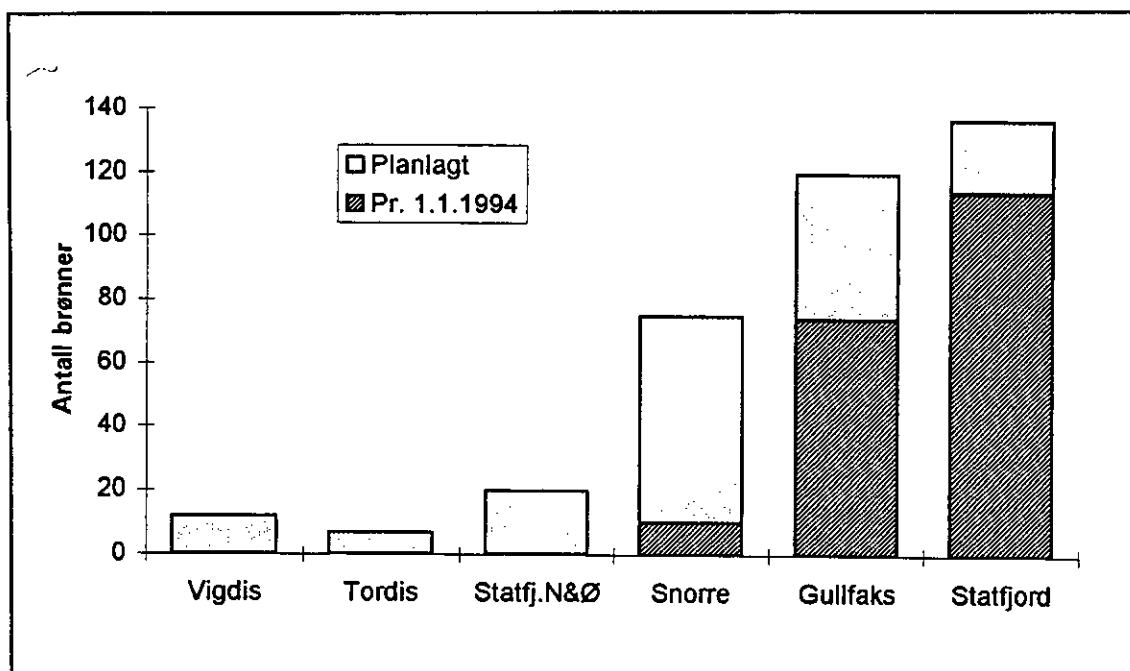
Det relativt lave utslippet av borevæske i forhold til kaks vil oppnås ved tilsetning av 3 % polyalkylenglykol. På Snorre og Tordis er mengden borevæske sluppet ut pr. m<sup>3</sup> brønn boret halvert ved tilsetning av glykol, fra 6,5 uten glykol til 3,1 med glykol.

Brønnantallet på Vigdis er lite sammenlignet med de store nabofeltene, se figur 5.1.

### Spredning

Det er gjennomført spredningsberegninger for utslipp av borekaks og vannbasert borevæske for den delen av utslippet som skjer fra riggen, basert på tilgjengelige strøm og tetthetsdata for Vigdisfeltet og de gitte utslippsdata.





Figur 5.1 Brønnantall på Vigdis og nabofelt

Den delen av borevæsken og finpartikkeldelen av borekaket som slippes ut kontinuerlig i boreperiodene vil innlagres i dyp mellom 17 m og 35 m med en fortykning ved innlagring på 10 til 85 ganger, størst for de største innlagringsdyp. Den delen av borevæsken som dumpes i porsjoner i løpet av boreperiodene vil derimot synke til bunnen og er den viktigste årsaken til avsetning av borevæske partikler og finpartikkeldelen av kaks på bunnen. Den største avsetningen på bunnen av disse delene av utslippet fra en brønn er mellom 600 g/m<sup>2</sup> (vinter) og 700 g/m<sup>2</sup> (sommer) som tilsvarer en lagtykkelse på mindre enn 0,5 mm. I tabell 5.3 er gitt radiell utstrekning av avsetning av borevæske partikler og finpartikkeldelen av borekaks fra en brønn.

Avsetning på bunnen g/m <sup>2</sup>	Radiell avstand fra borelokasjon i km	
	Vinterhalvåret	Sommerhalvåret
≥ 500	0,3	0,3
≥ 100	0,7	0,7
≥ 50	0,9	0,9
≥ 10	1,9	2,1
≥ 5	2,7	3,0
≥ 1	5,6	5,8

Tabell 5.3 Beregnet utstrekning av avsetning av borevæske partikler og finpartikkeldelen av borekaks fra en brønn på Vigdisfeltet

## MILJØMESSIGE KONSEKVENSER

Den største avsetningen av grovfraksjonen av kaksen, som antas å synke som frie partikler fra utslippspunktet, vil for en brønn være mellom 5000 g/m<sup>2</sup> og 7000 g/m<sup>2</sup> tilsvarende en lagtykkelse på ca. 5 mm. Avsetninger over 500 g/m<sup>2</sup> kan finnes ut til en radius på mellom 300 m og 400 m, se tabell 5.4. Dette tilsvarer en lagtykkelse på ca. 0,5 mm.

Avsetning på bunnen g/m <sup>2</sup>	Radiell avstand fra borelokasjon i km	
	Vinterhalvåret	Sommerhalvåret
≥ 5000	-	0,11
≥ 1000	0,29	0,27
≥ 500	0,36	0,33
≥ 100	0,50	0,44
≥ 50	0,57	0,49
≥ 10	0,76	0,68

**Tabell 5.4** Beregnet utstrekning av grovpartikkeldelen av borekaks fra en brønn på Vigdisfeltet

Spredningsberegningene omfattet også den samlede avsetning av henholdsvis finpartiklet og grovpartiklet materiale fra alle de 13 planlagte brønnene på Vigdisfeltet med den plasseringen som var planlagt da studien ble utført. Den nåværende brønnplasseringen avviker noe fra den som studiene ble utført på grunnlag av, men avvikene er så små at resultatene er gyldige for den nåværende plasseringen også. Beregningene for den samlede avsetningen av henholdsvis finpartiklet og grovpartiklet materiale sluppet ut fra brønnene viste at:

- Den største avsetningen av finpartiklet materiale er ca. 3000 g/m<sup>2</sup>, som tilsvarer en lagtykkelse på ca. 1,5 mm.
- Den største avsetningen av grovpartiklet materialet er ca. 40 kg/m<sup>2</sup>, som tilsvarer en lagtykkelse på ca. 30 mm.

At den største avsetningen av grovpartiklet materiale ikke blir større skyldes det store dypet materialet synker før det avsettes på bunnen.

Den totale lagtykkelsen nær brønnene vil være større enn disse beregningene viser siden borekaksen fra de to øverste seksjonene fra hver brønn vil bli sluppet ut på havbunnen.

Resultatene fra beregninger av konsentrasjonen av finpartiklet materiale fra utslippet i vannmassene er vist i figur 5.2 for en sommersituasjon. I figuren er konsentrasjonslag

skrellet av etterhvert slik at konsentrasjonen inne i utslippsskyen og nærmere utslippspunktet blir synlig. Resultatene fra en vintersituasjon vil bli tilsvarende, bortsett fra at utslippet ikke når så dypt. Figurene viser en situasjon fra boring av 16'' seksjonen hvor utslippsrate og mengde er størst.

### Miljømessige virkninger

Kjemisk vil det være mulig å påvise avsatte borevæske partikler over store områder; på Snorrefeltet er forhøyet innhold av barium i toppsedimentet påvist 4 km fra plattformen. Teoretisk sett skal slik spredning kunne påvises selv om avsetningen av baritt bare er 0,01 mm tykk.

Registrerbar påvirkning på bunndyrsamfunn vil være langt mer begrenset. Erfaring fra Nordsjøen er at utslipp fra boring med vannbasert borevæske kan påvirke bunndyrsamfunn 250—500 m fra brønnene og at påvirkningssonen er liten sammenlignet med felt der det er brukt oljebasert borevæske. Påvirkningen vil vesentlig skyldes nedslamming og ikke giftvirkninger. Spesielt for Vigdisfeltet er imidlertid at utslippene vil skje spredt og langt over bunnen (280 m), slik at spredningen blir stor og avsetningen i hovedsak blir som et meget tynt lag.

Svake endringer i bunndyrsamfunn kan finne sted over større områder. Erfaring fra overvåking rundt felt i Nordsjøen tilsier at disse effektene ved bruk av vannbasert borevæske vil være lite omfattende og kortvarige. En årsak kan være at partiklene nedblandes i sedimentet under, ved bunndyrenes egen aktivitet. Partiklene forventes ikke å gi giftvirkning i sedimentet.

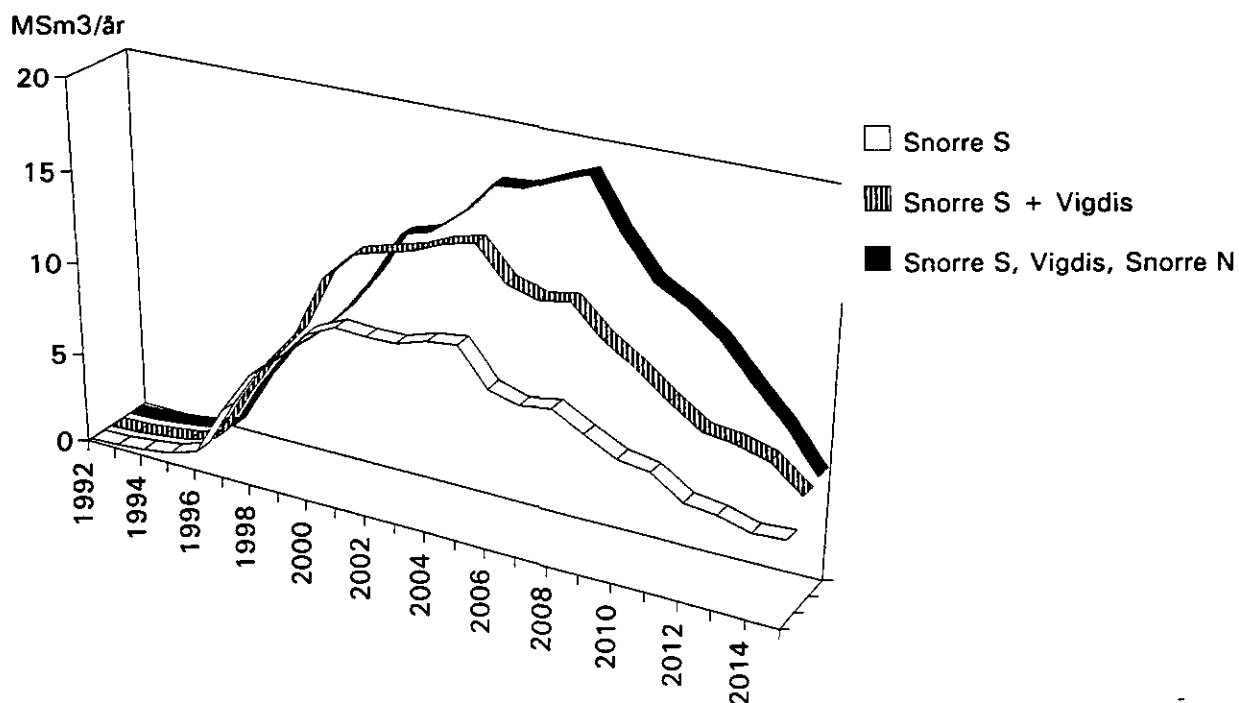
Det er foreløpig liten erfaring om miljøvirkninger av utslipp av kaks fra boring med pseudo-oljebaserte borevæsker. Erfaring fra Sagas bruk av henholdsvis eterbasert og polyalfaolefin basert borevæske på Snorre og Tordis vil foreligge januar 1995.

### 5.2.3 Produsert vann

#### Mengder og sammensetning

Utslipet av produsert vann fra Vigdis vil på topp komme opp i 13 900 m<sup>3</sup>/kalenderdøgn. Utslipet vil finne sted på Snorre TLP, sammen med produsert vann fra Snorrefeltet. Den største vannproduksjonen fra Vigdis er ventet å komme i år 2008, samtidig med den største vannproduksjonen på Snorrefeltet, se figur 5.3, og vil på det meste medføre en økning på vel 30 % i forhold til det som ville vært maksimumsnivå for plattformen ved produksjon bare fra Snorrefeltet.

Formasjonsvannet som vil bli produsert har saltsammensetning lignende sjøvann med saltholdighet i underkant av 30 ‰, men anriket på strontium og barium. Utdrag fra analyse av



Figur 5.3 Prognoser for produsert vann fra Snorre Sør, Snorre Nord og Vigdis

formasjonsvannet er gjengitt i tabell 5.5, sammen med tilsvarende data for sjøvann. Innholdet av organiske syrer, aromatiske hydrokarboner, fenoler og radioaktive komponenter er normalt for felt i Nordsjøen. Med unntak av barium er tungmetallinnholdet lavt, også sammenlignet med sjøvann. Innholdet av disse komponentene i vannet som slippes ut vil overvåkes med regelmessig prøvetaking på Snorreplattformen.

I tillegg vil det produserte vannet inneholde vannløselige kjemikalier tilsatt brønnstrømmen ved brønnhode eller manifold og under prosessering. Aktuelle kjemikalier er metanol (150 m³/år), korrosjonsinhibitor (300 m³/år) og avleiringshemmer (150 m³/år).

Komponent		Formasjonsvann	Sjøvann, Nordsjøen
Organiske forbindelser (mg/l)	Organiske syrer	480	
	Fenoler	6,1	
	Benzener (BTX)	3,8	
	Naftalener	0,4	
Radioaktivitet (Bq/l)	<sup>226</sup> Radium	3,7–4,7	0,0015
	<sup>3</sup> H (Tritium)	1	2
Tungmetaller (µg/l)	Barium	26 000	2
	Kobber	0,04	0,2
	Sink	0,1–0,3	0,6
	Kvikksølv	0,4	0,001
	Bly	0,2–0,35	0,03

**Tabell 5.5** Analyse av Vigdis formasjonsvann (brønn 34/7-19)

Rensesystemet som vil benyttes for Vigdisvannet er hydrosykloner av samme type som allerede finnes på Snorre TLP. Rensesystemet må utvides for ekstra kapasitet. Designkrav for rensesystemet er den eksisterende konsesjonsgrensen for hydrokarbon innhold i vannet på 40 mg/l. Overholdelse av kravet vil kontrolleres ved daglige analyser. I tillegg vil det tas prøver for å analysere innhold av bl.a. fenoler, aromater og tungmetaller, samt eventuelt rester av reservoarkjemikalier hvis dette er teknisk mulig. Ettersom det ennå ikke er utslipp av produsert vann på Snorre, mangler erfaring om hvordan utstyret vil virke for de aktuelle oljetyperne og reservoarene. På nabofeltene Statfjord og Gullfaks ga tilsvarende rensutstyr gjennomsnittsverdier på henholdsvis 14 mg/l og 20 mg/l i 1993.

Rensesystemet vil ikke virke på innhold av metaller og vannløste kjemikalier.

Vigdisfeltet kan på topp være kilde til 6–7 % av utslippet i regionen, definert som feltene Statfjord, Gullfaks, Snorre, Tordis og Vigdis; se tabell 5.6. Utslippene fra disse feltene kan i år 2000 utgjøre 2/3 av utslippene av produsert vann på norsk sokkel.

	1997	2000	2005
Vigdis	0	2,3	4,5
Snorre (inkl. Vigdis og Snorre Nord)	3,7	8,9	17,2
Sum for regionen (Statfjord, Gullfaks, Snorre, Tordis og Vigdis)	49,8	59,2	69,9
Norsk sokkel		90	
Britisk sokkel		230	

Tabell 5.6 Prognoser for utslipp av produsert vann (mill. m<sup>3</sup>/år)

### Spredning og virkninger på miljø

Spredning av produsert vann fra plattformer på feltene Gullfaks, Snorre og Statfjord er behandlet i en egen studie gjort av Oceanor; se Vedlegg A. Spesielt for Statfjord—Gullfaks—Snorreregionen er at feltene idag er kilde til hoveddelen av utslippene av produsert vann på norsk sokkel og ifølge prognosene vil fortsette å være det de nærmeste årene, se tabell 5.6. Spredningsberegningene tyder på at utslippene først vil kunne overlappes etter at de er svært fortynnet. Den store økningen i utslipp som forventes de neste 10—15 årene gjør imidlertid at hele regionen kan bli utsatt for en lav, kontinuerlig belastning.

Det produserte vannet inneholder komponenter som kan påvirke marint liv ved tilstrekkelig høye konsentrasjoner og som kan ha lang oppholdstid i miljøet. Et prosjekt for å undersøke miljøvirkninger av produsert vann er gjennomført i regi av Oljeindustriens Landsforening, der Saga er medlem. Grensen for akutt giftighet varierte mellom fortykning av størrelsesorden 1:50 til 1:2000, avhengig av testorganisme og felt. Tatt i betraktning den raske fortykningen av utslippsvannet forventes ikke direkte påvirkning av marint liv utenfor nærsonen til plattformene i regionen rundt Vigdis. Beregninger gjort for disse plattformene viser i hovedsak spredning nær havoverflaten, slik at det potensielt er plankton som kan bli påvirket direkte. Planktonet vil deler av året inkludere fiskeegg og -larver.

Utenfor nærområdene forventes hydrokarboner nedbrutt mikrobielt i vannmassene eller transportert til bunns ved adsorpsjon på sedimenterende partikler. Nivåer av tungmetaller og radioaktivitet i vannmassene vil raskt reduseres til bakgrunnsnivå ved fortykning og ved utfelling.

Beregningene av spredning og fortykning av utslippsvann fra Snorreplattformen viser at fortykning 1:1000 skjer omkring 3 km fra plattformen. Fortykning 1:10 000 kan om våren skje omkring 4,5 km fra utslippspunktet og sommer og høst 6—7 km unna. Figur 5.4 illustrerer spredning og fortykning i en sommersituasjon. Konsentrasjonen av utslippsvann er gitt i ppt (parts per thousand), slik at konsentrasjonen 1 ppt tilsvarer fortykning 1:1000.

For å finne konsentrasjonen av f. eks. olje må de beregnede konsentrasjoner multipliseres med konsentrasjonen i utslippsvannet da det ble sluppet ut.

#### 5.2.4 Fortrenningsvann

Eksporten av Vigdis olje via Gullfaks A vil medføre utslipp av fortrenningsvann fra lager-tankene på Gullfaks. Volumet vil være lik eksportvolumet, dvs. på topp omlag 15 000 m<sup>3</sup>/døgn, med mindre vann resirkuleres mellom tankene. Hydrokarboninnholdet i fortrenningsvann som slippes ut på norsk sokkel er erfaringsmessig lavt, 1–5 mg/l og uten behov for rensing.

#### 5.2.5 Andre utslipp til sjø

Det vil ikke bli etablert nye utslippssystemer på Snorreplattformen i forbindelse med tilknytning av Vigdis.

Kjemikaliebruk vil beskrives, med nødvendige miljømessige vurderinger, i senere søknader om utslippstillatelse. Nødvendige detaljer foreligger ikke på dette stadiet i prosjektet. Sagas intensjon er å bruke godt dokumenterte, nedbrytbare kjemikalier med lav giftighet.

### 5.3 Kontrollerte utslipp til luft

#### 5.3.1 Kilder og mengder

Hovedkilder til utslipp til luft vil være fra el-kraft produksjon ombord på Snorreplattformen, lasting av olje på Gullfaks A og ved fakling. Det er lagt til grunn utslipp i 365 dager/år i beregningene.

Den nødvendige gassmengde til produksjon av el-kraft, for behandling av produksjonen fra Vigdisfeltet og en samtidig utvidelse av behandlingsskapasitet på Snorreplattformen er beregnet til 214 000 m<sup>3</sup>/døgn. Det gir et CO<sub>2</sub>-utslipp på 473 tonn/døgn eller 173 000 tonn/år. NO<sub>x</sub>-utslippet vil bli på 1,4 tonn/døgn eller 509 tonn/år. Det er ikke forventet økning i gassmengden som vil bli brent i fakkel på Snorreplattformen som følge av behandlingen og eksport av olje og gass fra Vigdisfeltet på Snorre.

Utslipp av flyktige organiske forbindelser, utenom metan, (VOC) i forbindelse med lasting av Vigdis olje på Gullfaks A er beregnet til 6400 tonn/år, fordelt på 42 laster de årene produksjonen er størst.

### 5.3.2 Spredning, transport og virkninger

Konsekvensene av utslipp av CO<sub>2</sub> er knyttet til drivhuseffekten og er derfor av global natur. Virkninger av økt utslipp til atmosfæren er gjenstand for en rekke forskningsprosjekter både internasjonalt og her i landet. FNs klimapanel, IPCC, presenterte sine konklusjoner i omfattende rapporter i 1990 og 1992, og det er utarbeidet en egen norsk rapport basert på denne og en rekke norske utredninger, som var ferdig i mars 1991.

For CO<sub>2</sub>-utslipp har det fra myndighetenes side blitt bestemt at disse skal stabiliseres slik at de ikke er større i år 2000 enn tilfellet var i 1989. Økte utslipp fra Snorreplattformen som følge av utbyggingen av Vigdisfeltet og utvidelsen av behandlingsskapasiteten på Snorreplattformen vil gi en årlig økning på ca. 0,5 % i forhold til Norges totale CO<sub>2</sub> utslipp i 1989.

Utslipp av metan og flyktige organiske forbindelser, VOC, både fra diffuse kilder, energi-produksjon, lasting av olje på feltet og nødvendig fakling vil også bidra til oppbyggingen av drivhusgasser i atmosfæren. VOC vil dessuten bidra til dannelse av fotokjemiske oksidanter, som f.eks ozon.

Også nitrogenoksider, NO<sub>x</sub>, vil kunne bidra til dannelse av fotokjemiske oksidanter og særlig sammen med VOC. En økning av NO<sub>x</sub> i de luftmasser som føres inn over land kan dessuten føre til en økning av sur nedbør. Deler av NO<sub>x</sub> utslippene vil omdannes til nitrater og felles ut over havet. Mengden fotokjemiske produkter som dannes er sterkt avhengig av solstrålingens intensitet og det vil derfor være store variasjoner i mengden fotokjemiske produkter som dannes med årstiden.

Det norske meteorologiske institutt, DNMI, har på oppdrag av Saga Petroleum, gjennomført vurderinger av utslippene til luft i forbindelse med en utbygging av Vigdisfeltet og eventuelle virkninger av disse utslippene. Det er gjennomført to studier; en for spredning og nedfall av NO<sub>x</sub>-nitrat fra utslippene og en for modellering av effekten av VOC utslipp fra Vigdis for dannelse av bakkenær ozon.



**Spredning og nedfall av NO<sub>x</sub> -nitrat**

Basert på de angitte utslippsmengder og den vindfordeling som er gitt i tabell 3.1 er det beregnet hvor stor del av utslippene som vil utfelles over hav og fluks som når inn over norskekysten. De aktuelle områdene er Nordsjøen og den delen av norskekysten som omfattes av sektorene 9–12 på figur 5.5. Resultatene av beregningene av fluks som når inn til kysten er gitt i tabell 5.7 og avsetninger over Nordsjøen er gitt i tabell 5.8. Nordsjøen er her avgrenset på følgende måte:

I nord	62° N ( - ved Stadt )
I vest	5° V ( - Skottland )
I sør	51° N ( - ved Dover )
I øst	11° Ø ( - ved Skagen )

	Sektor 9 "Ålesund"	Sektor 10 "Florø"	Sektor 11 "Bergen"	Sektor 12 "Stavanger"
Avstand til land	300 km	220 km	265 km	400 km
Fluks som når land	49,9 t NO <sub>2</sub> /år	38,2 t NO <sub>2</sub> /år	32,6 t NO <sub>2</sub> /år	38,5 t NO <sub>2</sub> /år
i % av utslipp	9,8 %	7,5 %	6,4 %	7,6 %

**Tabell 5.7** Fluks av NO<sub>x</sub> som når land (se figur 5.5)

MILJØMESSIGE KONSEKVENSER

Sektor (se figur 5.5)	Utstrekning (km)	Avsetning (t NO <sub>2</sub> /år)	Avsetning i % av utslippet
1	1 000	20,9	4,10
2	600	9,3	1,84
3	450	3,1	0,61
4	400	2,1	0,41
5	200	1,2	0,24
6	100	1,3	0,25
7	100	1,8	0,35
8	100	1,8	0,35
9	200	3,4	0,67
10	220	2,8	0,55
11	265	3,1	0,61
12	800	13,9	2,74
Sum		64,7	12,7

**Tabell 5.8 Integrert avsetning over Nordsjøen fordelt i 30° sektorer (se figur 5.5)**

På grunnlag av det disse tabellene viser kan følgende oppsummering gjøres:

- den delen av utslippene som vil bli transportert inn over land i Vest-Norge som "NO<sub>x</sub>" og "nitrat" er på ca. 153 tonn NO<sub>2</sub> pr. år, og dette er ca. 30 % av de totale utslippene av NO<sub>x</sub> fra driften av Vigdisfeltet.
- de samlede nedfallene i Nordsjøen er på ca. 65 tonn NO<sub>2</sub> pr. år og dette er ca. 13 % av de samlede utslippene av NO<sub>x</sub> fra driften av Vigdisfeltet.

Disse resultatene er nesten fullstendig bestemt av fordelingen av vindretningen og modifieres bare svakt av andre medvirkende faktorer som nedbør, vindstyrke, transformasjonshastighet og utfellingsforhold.

Resultatene av beregningene viser også at utslipp og transport av NO<sub>x</sub> er et stor-skala fenomen, med lang oppholdstid i atmosfæren av N-komponentene og med derav følgende store transportdistanser.

Beregningene viser ellers at konsentrasjonene som kan nå norskekysten er lave, under  $0,1 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ . Avsetningen av oksidert nitrogen fra utslipp i forbindelse med drift av Vigdisfeltet vil etter disse beregningene være i størrelsesorden  $0,001 \text{ gN}/\text{m}^2\text{år}$ . Dette er lite sammenlignet med dagens avsetningstall for Vestlandet som er ca.  $0,30 \text{ gN}/\text{m}^2\text{år}$ . Tålegrensen for avsetning av nitrogen er mye diskutert, men tall i området  $1\text{--}2 \text{ gN}/\text{m}^2\text{år}$  har vært nevnt.

### **Virkning av VOC utslipp fra driften av Vigdisfeltet**

Modellen som er brukt for å modellere eventuelle virkninger av utslipp av VOC fra drift av Vigdisfeltet på dannelse av bakkenær ozon beregner konsentrasjoner av fotokjemiske oksidanter hver sjettede time for 709 kvadrater, hver på  $150 \times 150 \text{ km}$ , som dekker hele Europa. Denne modellen, EMEP MSC-W, blir benyttet i et samarbeidsprogram for overvåking og vurdering av langtransport av luftforurensninger i Europa. VOC inkluderer i denne modellen alle flyktige organiske forbindelser unntatt metan.

Det er antatt utslipp av 6400 tonn VOC pr. år fra lastning av Vigdis olje på Gullfaks A, fordelt på 42 lastinger. Dette er ca. 2,25 % av det årlige norske VOC utslippet i 1992. På de dagene lastning finner sted kan VOC-utslippene utgjøre en økning på ca. 20 % av norske utslipp. Det er sett på effekten av disse utslippene i en seks måneders periode (som regneeksempel er benyttet perioden april—september 1989).

Utslippet av  $\text{NO}_x$  fra driften av Vigdis er i disse beregningene satt til 2500 tonn/år i stedet for 509 tonn/år, men resultatene viser at ozondannelsen er svært lite sensitiv for størrelsen på utslippet av  $\text{NO}_x$ .

Resultatene av disse beregningene viser at det vil kunne bli en liten økning av konsentrasjonene av bakkenær ozon i de berørte områdene. (De største økningene i midlere 6 måneders perioden er ca. 0,003 % i forhold til nivået på forhånd).

En sammenligning av de forventede utslipp til luft fra drift av Vigdisfeltet med tilsvarende tall fra de andre feltene på norsk sokkel i dette området (Statfjord, Gullfaks og Snorre), og for norsk sokkel totalt er gitt i tabell 5.9.

## MILJØMESSIGE KONSEKVENSER

Felt	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOC	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O
Vigdis	173	0,5	6,4			
Region Statfj., Gullfaks, Snorre	2 183	10,7				
Norsk sokkel	7 400	39	60	28	22	0,4

**Tabell 5.9 Forventet utslipp til luft i år 2000 fra drift av Vigdisfeltet, i regionen Statfjord, Gullfaks og Snorre, og samlet på norsk sokkel. (Tallene i tabellen er angitt i 1000 tonn)**

### 5.4 Utslipp ved driftsuhell

#### 5.4.1 Kilder

Akutte utslipp som kan ha konsekvenser for miljøet vil være utblåsninger fra brønner, lekkasjer fra havbunnsutstyr og rørledninger og uhell ved lasting av olje. Sannsynlighet og omfang av slike utslipp er behandlet i en egen risiko analyse for utbyggingen. Mindre lekkasjer i prosess- og rørsystemet på plattformen hvor oljen og gassen blir behandlet vil bli tatt hånd om i drenasjesystemet ombord og renses sammen med dreneringsvannet.

#### Utblåsning fra produksjonsbrønnene

Utslipprater og sammensetning av væskestrømmen ved utblåsning fra en produksjonsbrønn er gitt i tabell 5.10 for et tilfelle med konstant utblåsning i 63 dager, som er den tiden det er antatt at boring av en avlastningsbrønn vil ta. Frekvens for utblåsninger med totalrate 96,3 kg/s og varighet 63 døgn er beregnet til mellom 1,1 og 2,0 pr 10.000 år, avhengig av aktivitetsnivået på feltet. I praksis er det sannsynlig at utblåsningsraten vil avta betydelig etter et par uker pga. trykkreduksjon i reservoaret. Videre vil produsert vann utgjøre mer enn halvdel av væskestrømmen allerede etter 4–5 års produksjon på feltet. Utblåsningens varighet vil være avhengig av reservoaregenskaper og effekt av mottiltak.

	Utslipp gjennom:	
	Ringrom	Produksjonsrør
Total rate	52,0 kg/s	93,6 kg/s
Oljerate	49,0 kg/s	88,5 kg/s
Gassrate	3,0 kg/s	5,1 kg/s
Oljeutslipp i løpet av 63 dager	267 000 tonn	482 000 tonn

**Tabell 5.10** Væskeutslipp ved oljeutblåsning på Vigdisfeltet

Som underlag for konsekvensutredningen er det utført beregninger av drift og spredning av olje på overflaten og innblanding av olje i vannmassene ved en undervannsutblåsning. Beregningene er gjort for utstrømningsrate 93,6 kg/s, tilsvarende en daglig oljeutstrømningsmengde på 7650 tonn eller 9000 m<sup>3</sup> olje. Det er regnet med en varighet av utblåsningen på 63 dager.

#### Lekkasjer fra havbunnsutstyr og rørledninger

I tillegg til havbunnsutstyret på Vigdisfeltet vil det gå rørledninger til Snorre for transport av brønnstrøm, og olje eksport rørledning fra Snorreplattformen til Gullfaks A. Mest sannsynlig er at lekkasjer enten vil være av kort varighet (timer) eller små, slik at det totale oljeutslippet vil være begrenset og miljøskadene små.

#### Utslipp ved lasting av olje til skip

Oljen som produseres på Vigdisfeltet vil bli sendt i rørledning til Snorreplattformen for behandling og deretter sendt i rørledning til Gullfaks A for lagring før den blir lastet ombord på tankskip. Utsiktede utslipp i forbindelse med lasteoperasjoner vil være søl p.g.a. uhell med lasteslange etc. De oljemengder som tilføres miljøet ved slike søl vil være begrensede, da slike uhell raskt vil oppdages og lastingen stoppes.

#### Utslipp ved skade på lastefartøyet

Uhellsutslipp som følge av skader på lastefartøyet kan bli større enn utslippene i forbindelse med lasteoperasjonene, men størrelsen er naturlig nok avhengig av type skade og dens omfang. For beregninger av drift og spredning av slike søl er det antatt et utslipp på 20 000 m<sup>3</sup> olje over 3 døgn.

#### 5.4.2 Drift og spredning

Det er gjennomført studier ved Oceanor for forløpet av en undervannsutblåsning, med en mer detaljert modell enn den som er benyttet i forbindelse med tidligere konsekvensutredninger i regionen, og drift og spredning av olje på overflaten.

##### Undervannsutslipp

Modellen som er benyttet i disse beregningene er basert på et konsept som først ble foreslått av Mc Dougall i 1980.

Det som i særlig grad skiller en undervannsutblåsning fra et utslipp på overflaten er at hydrokarbonene i væskefasen er blandet inn i store mengder vann før den når overflaten. Skjematisk kan en slik undervannsutblåsning fremstilles som en kjegleform som vist i figur 5.6. I kontaktsonen mellom utstrømningsskyen og de omkringliggende vannmassene vil det oppstå kraftig turbulens, hvor betydelige mengder vann trekkes inn i og bringes oppover med utstrømningsskyen. Det sterke turbulensnivået i utstrømningsskyen vil medføre en betydelig mekanisk dispergering av komponentene i væskefasen, med mulighet for at komponenter løses i sjøvannet. Vannmassene som blir berørt av utstrømningsskyen vil således ha et innhold av både dispergerte og løste hydrokarboner.

For hvert datasett fra denne modellen er den videre spredningen av olje simulert med en dispergeringsmodell hvor vind og bakgrunnsstrøm er tatt hensyn til.

Simuleringene med dispergeringsmodellen er utført for to datasett, et med svak lagdeling (mai 1986) og et med sterk lagdeling (september 1986) i vannmassene.

For hvert tilfelle er det utført to simuleringer, en med midlere strømhastighet 10 cm/s og en med strømhastighet 30 cm/s i de omgivende vannmassene. Vindhastigheten er holdt konstant på 8 m/s med en retning sammenfallende med strømrretningen.

Resultatene av disse simuleringene viser at inntrengninger av medrevet vann i de omgivende vannmasser skjer både for svak lagdeling (en inntregning på 75 m dyp) og for sterk lagdeling (tre inntregninger, 15 m, 55 m og 135 m under overflaten). De viktigste effektene av slike inntrengninger av medrevet vann i de omgivende vannmassene er:

- dispergert olje blir ført inn i vannmassene før utstrømningsskyen når overflaten
- tapet av medrevet vann underveis vil redusere den radielle utvidelsen av utstrømningsskyens overflate, slik at bredden av utstrømningsskyen ved overflaten blir redusert.

Resultater av disse beregningene er vist i figurene 5.7—5.10 for de to nevnte strømhastighetene og for de to lagdelingssituasjonene. Figurene viser at:

- Sterk strøm vil forårsake lekkasje av olje fra utslippsskyen i alle dyp og forsterke effekten av inntrengningene som forårsakes av den aktuelle lagdelingssituasjonen.
- Bredden av oljeflaket som dannes på overflaten blir redusert i situasjoner med sterk lagdeling (tap av medrevet vann til omgivelsene) og denne effekten blir forsterket ved sterk strøm.
- I en avstand 3 km fra kilden er konsentrasjonen av dispergert olje redusert til under 500 ppb (parts per billion) i alle dyp. I den samme avstand fra kilden er konsentrasjoner større enn 100 ppb begrenset til de øverste 50 m ved en strømhastighet 10 cm/s, men omfatter nesten hele vannsøylen ved strømhastighet 30 cm/s.

Konsentrasjonene som er angitt ovenfor angir total mengde hydrokarboner. Den vannløslige delen, som regnes som den mest giftige, kan være under 10 % av disse verdiene.

### Drift og spredning av olje på overflaten

Ved en utblåsning fra en oljebrønn vil det, uavhengig av om utstrømmingen skjer ved overflaten eller som en undervannsutblåsning, føre til at store oljemengder kommer ut på havoverflaten. Det er derfor gjennomført simuleringer ved Oceanor for å studere drift, fordampning og oljens fordeling på havoverflaten. Modellen som er brukt, SLIKMAP-modellen, benytter historiske værdata fra en 26 års periode og det er utført beregninger for 400 utlipp, med tilfeldige starttidspunkter, i henholdsvis sommer og vinterhalvåret innenfor denne 26 års perioden. Det regnes ut statistikk for drivtider til omkringliggende havområder og kystavsnitt, samt forventet fordeling av strandet mengde og sannsynligheter for berøring av omkringliggende havområder. Beregningene tar hensyn til fordampning og nedblanding, men inkluderer ikke virkning av oljevern.

Beregningene viser at utblåsning på Vigdisfeltet kan berøre kyststrekningen fra Jæren i sør til Vikna i nord. Kyststrekningen fra munningen av Hardangerfjorden til grensen mellom Sør- og Nord-Trøndelag berøres med mer enn 10 % sannsynlighet. Mest utsatt for stranding er strekningen Måløy—Ålesund der det i 96 % og 98 % av de simulerte spillene skjedde stranding av olje for henholdsvis sommer og vinter. Korteste drivtid inn hit var 3—4 døgn, men totalt var det bare i 1—2 % av tilfellene at olje nådde kysten innen fem døgn.

Resultater vedrørende stranding av olje er oppsummert i tabell 5.11. Maksimal andel av utslippet som kan nå inn til kysten er beregnet til 15—20 % av totalutslippet, høyere sommer enn vinter. I omkring halvparten av de simulerte tilfellene nådde 5 % av utslippet land, tilsvarende ca. 25 000 tonn olje for en utblåsning med varighet 63 døgn.

## MILJØMESSIGE KONSEKVENSER

Korteste drivtid til land og totalt område som kan bli berørt av olje er vist i figurene 5.11 og 5.12.

		Sommer	Vinter
Sannsynlighet for stranding (tid)	Innen 5 døgn	1,3 %	2,3 %
	Innen 10 døgn	15 %	35 %
	Innen 20 døgn	45 %	60 %
	Totalt	96 %	98 %
Sannsynlighet for stranding (mengde)	> 50 000 tonn	19 %	6 %
	> 25 000 tonn	58 %	50 %
	> 10 000 tonn	82 %	84 %
Tid før første stranding		4 døgn	3,5 døgn
Største mengde olje strandet		87 000 tonn	69 000 tonn

**Tabell 5.11** *Stranding av olje ved utblåsning på Vigdis med varighet 63 døgn (beregningene tar hensyn til fordampning og nedblanding, men ikke oljevær)*

Det er bare gjort simuleringer for varighet av en eventuell utblåsning på 63 døgn og utstrømning på 7400 tonn pr. døgn i forbindelse med utarbeidelsen av denne konsekvensutredningen. For å illustrere betydningen av varighet av utblåsningen og utstrømmende mengde er det brukt et eksempel fra konsekvensutredningen som er utarbeidet for Midgardfeltet. I denne ble det sett på utslipp av henholdsvis 14 og 55 døgn varighet og utslipp på 2500 m<sup>3</sup>/døgn og 10 000 m<sup>3</sup>/døgn. Resultatene fra disse beregningene viste at:

- En utslippsvarighet på 55 døgn gir høyere sannsynlighet for stranding enn et utslipp med 14 døgn varighet. Det viser seg for eksempel at sannsynligheten for stranding i den mest utsatte kystsonen i sommerhalvåret er omkring 30 % høyere ved et utslipp med 55 døgn varighet enn tilfellet er ved 14 døgn varighet.
- Den maksimale prosentandelen av total utslippsmengde som strandet ble funnet å være mindre ved et utslipp med varighet på 55 døgn enn for et utslipp med varighet 14 døgn. Oljemengden som strandet blir imidlertid naturlig nok høyere når varigheten av utslippet øker.
- Hvilke områder som blir berørt og drivtiden til land er ikke avhengig av utslippsraten og det antas at utslippsraten heller ikke har noen innvirkning på den relative andelen som strandet.



En ting som er verd å merke seg er at konturlinjene i figur 5.12 representerer areal med en gitt statistisk sannsynlighet for oljeberøring under 400 simulerte oljeutslipp, og må ikke oppfattes som et uttrykk for utstrekning av et sammenhengende oljeflak ved et faktisk utslipp. I figurene 5.13 og 5.14 er det vist utviklingen av ett enkelt utslipp fra Vigdisfeltet med start 30. oktober 1971 og som følges 21 dager fremover. Tilsvarende simulering er gjort for et utslipp i sommerhalvåret. Starttidspunktene er tilfeldig valgt blandt de 400 som ble simulert ved bruk av den statistiske modellen, for henholdsvis sommer- og vinterhalvåret. I det viste tilfellet strandet oljen etter fire dager og 18 timer i området mellom Måløy og Ålesund. I løpet av de 21 dagene oljeflaket ble fulgt strandet ialt 10,3 % av totalutslippet.

Figurene 5.13 og 5.14 viser i den venstre delen det totale arealet som er blitt berørt siden utslippet startet, mens den høyre delen viser utstrekning av oljeflaket den aktuelle dagen. Stranding av olje er markert med rødt på landkonturene. På figurene er de mørkeste feltene emulgert olje, de oransje feltene oljefilm på overflaten og de hvite feltene markerer olje som er nedblandet i vannmassene.

Det er gjennomført egne beregninger for drift og spredning av et utslipp fra skade på tankfartøy under lasting. Beregningene er utført for et uhell av denne typen på Snorrefeltet, men resultatene fra en tilsvarende studie på Gullfaksfeltet ville trolig ikke gitt vesentlig andre resultater med hensyn til drivtid og strandet mengde. Modellen som er brukt for de statistiske beregningene er den samme som benyttes for drift og spredningsberegninger ved utblåsninger. Det er utført beregninger for 600 utslipp med tilfeldige starttidspunkter i henholdsvis sommer- og vinterhalvåret innenfor den 26 års perioden det foreligger værdata fra. Resultatene av de statistiske beregningene er oppsumert i tabell 5.12. I denne tabellen er det også presentert resultater for en utblåsningssituasjon i samme område for sammenlignings skyld.

Influensområdet (mer enn 10 % sannsynlighet for stranding) for utslipp ved en skipsulykke er betydelig mindre enn tilfellet er for en utblåsning i det samme området, men minste drivtid til land er omtrent den samme. Sannsynligheten for stranding i det mest utsatte området er bare halvparten så stor for utslipp fra et skipsuhell som for en utblåsning.

I tillegg til de statistiske beregningene er det sett på det scenariet for henholdsvis sommer og vinter som gir kortest drivtid til land. I figur 5.15 er vist en tidlig og en sen fase i sommer scenariet (3 og 13 dager etter uhellet). I sommer og vinter scenariene strandet henholdsvis 3 % (597 tonn) og 7,2 % (1448 tonn) av oljemengden som var sluppet ut.

	Utblåsning	Skipsuhell
Utsluppet mengde	454 000	20 000
Varighet (døgn)	63	3
Korteste drivtid til land (døgn)	sommer: 4 vinter: 3,5	sommer: 4 vinter: 3,5
Størst mengde strandet (tonn)	sommer: 87 000 vinter: 69 000	sommer: 6 100 vinter: 4 600
Mest utsatte område	Måløy – Ålesund	Måløy – Ålesund
- Sannsynlighet for stranding i området (%)	sommer: 96,4 vinter: 97,8	sommer: 43,8 vinter: 49,7
- Største mengde strandet i området (tonn)	sommer: 61 300 vinter: 51 300	sommer: 6 100 vinter: 4 600
Gjennomsnittlig strandet mengde i området (tonn)	sommer: 20 000 vinter: 15 400	sommer: 1 600 vinter: 1 100
Sannsynlighet for stranding innen 10 døgn (%)	sommer: 15 vinter: 35	sommer: 18 vinter: 31

**Tabell 5.12** Sannsynlighet for stranding av olje ved henholdsvis utblåsning og tankskips-uhell i Snorreområdet

#### 5.4.3 Miljømessige virkninger av uhellsutslipp

Omfanget av skade ved et stort oljeutslipp er avhengig av mengde olje, varighet av utslipp, værforhold, bølger og vind, årstid og tilstedeværelse av biologiske ressurser som kan skades. Vurderingene av mulig omfang er basert på sammenligning av fordeling i rom og tid av biologiske ressurser og olje. Kunnskapen om ressursforekomster og effekter er ikke god nok til at det kan gjøres en kvantitativ analyse av mulig skadeomfang ved en utblåsning.

#### Virkninger i åpent hav

Effekter vil være knyttet til olje som blandes inn i vannsøylen under oppstrømningen fra havbunnen, oljeflak på havoverflaten og olje som blandes ned i vannmassene fra flaket. Omfanget av påvirkning vil avta med avstand fra utslippsstedet og over tid som resultat av fordampning, fortykning og emulsjonsdannelse.

Oljen kan medføre endringer i sammensetning av planktonsamfunn ved at forskjellige plante- og dyregrupper har ulik følsomhet. Effekter vil sannsynligvis være begrenset i tid fra dager til noen få uker, og sannsynligvis vanskelige å påvise. Skaden totalt vil være størst ved utslipp på våren under planteplanktonets våroppblomstring eller når copepodelarvene trekker til overflaten og tjener som føde for larver av bl.a. sild og torsk.

Erfaring fra tidligere større oljespill er at voksen fisk i liten grad blir berørt. Det forventes derfor ikke akutte virkninger på størrelsen av fiskbare ressurser, men rekrutteringen av bestandene kan bli forringet ved økt dødelighet av fiskeegg og -larver. Torsk, hyse, hvitling, sei og makrell har alle gyte- eller larveområder som kan bli berørt av Vigdis olje. Alle har egg og larver i øvre vannlag. Et oljespill fra Vigdis på senvinteren eller våren kan derfor overlappe med forekomster av fiskeegg og larver av kommersielt viktige fiskebestander. Den mest sårbare perioden vil være mars—mai.

Effekten av olje innblandet i vannsøylen under oppstrømning vil sannsynligvis være begrenset til noen kilometer fra brønnen.

Oljeflak på havoverflaten antas å kunne gi giftige konsentrasjoner ved nedblanding i øvre vannlag i de første fem døgn på sjøen. I de to enkelttilfellene der spredning fra Vigdisfeltet er fulgt (se vinterscenarie, figur 5.13) utgjør arealet som er berørt i løpet av 5 døgn henholdsvis 2000 km<sup>2</sup> og 6000 km<sup>2</sup>. Det betyr at det under ugunstige forhold kan forekomme dødelighet av fiskelarver ved et større oljeutslipp på Vigdis, som kan medføre en reduksjon i rekrutteringen til fiskbare bestander. Hvor merkbar en eventuell reduksjon vil være avhenger av styrken av den aktuelle årsklassen i forhold til andre årsklasser. Reduksjonen vil neppe ha et omfang som vil gi seg utslag i en registrerbar reduksjon i fiskbare bestander.

Sjøfuglene tilbringer mesteparten av tiden på havet og henter all næring fra havet. Mest sårbare for olje er arter som ligger på overflaten og dykker etter næring (alkefugl, marine ender, lommer, dykkere, skarver). Ekstra utsatt er fjærfellende lommer, dykkere, andefugler og alkefugl i den perioden de ikke er istand til å fly. Sannsynligheten for å overleve en oljeskade er liten for fugler som er helt avhengige av havet for å finne næring. Olje på fjærdrakten til sjøfugl reduserer isolasjonseffekten slik at fuglen kan dø av varmetapet. Fuglen kan dessuten utsettes for forgiftning når den prøver å rengjøre seg. Sen kjønnsmodning, høy levealder og langsom reproduksjon er typisk trekk for mange sjøfuglarter, som medfører langsom restitusjonstid for bestander.

I sommerhalvåret er havområdene utenfor hekkekoloniene på Runde, Veststeinen, Klovningen og Einvarden matfat for praktisk talt hele den sør-norske bestanden av lunde, lomvi og alke. Oljesøl i disse områdene i perioden februar—august kan forårsake store skader på alkefugler.

## MILJØMESSIGE KONSEKVENSER

Det er mulig at ikke-flygedyktige alke og lomvi fra hekkekoloniene på Runde, Veststeinen, Klovningen og Einvarden oppholder seg i åpent hav innenfor influensområdet til Vigdis etter at de forlater koloniene i juli/august. Fuglene representerer hele årsproduksjonen av unger, samt alle voksne hanner med hekkesuksess. Under svømmetrekket er de særdeles sårbare for oljesøl. Perioden når fuglene ikke er flygedyktige varer ca. to måneder.

Oljesøl i den sørlige delen av influensområdet i sommerhalvåret kan antagelig skade alkefuglbestander fra Storbritannia, Færøyene, Island og Norge.

Vinterstid kan oljesøl langs fronten mellom kystvannet og atlantehavsvannet ramme et stort antall alkefugl.

### Virksomheter på kysten

Drivbanestatistikken viser mer enn 50 % sannsynlighet for at oljesøl fra Vigdis skal ramme kystlinjen mellom Sognefjorden og Kristiansund, inklusive Smøla. Minste drivtid er 3–4 døgn, men midlere drivtid 20–40 døgn. Med unntak av ekstremtilfellene vil de letteste komponentene være dampet av før oljen når kysten, de mest vannløselige komponentene vil være løst og noe av oljen være nedblandet. Dette er illustrert med resultatene fra de to enkeltsimuleringene med tilfeldig valgt starttidspunkt, se tabell 5.13. Oljen som når inn til kysten vil i de fleste tilfellene være forvitret, med vanninnhold 50–70 %.

Fordeling av oljeutslipp, i tonn	Sommer		Vinter	
	5 døgn	20 døgn	5 døgn	21 døgn
Mengde olje sluppet ut	36 000	144 000	36 000	151 200
Gjenværende olje på overflaten	21 690	75 720	13 950	38 190
Mengde nedblandet olje	3 420	7 260	10 830	47 220
Mengde fordampet olje	10 890	48 030	10 650	50 430
Mengde strandet olje	0	12 990	570	15 360

**Tabell 5.13** Beregnet fordeling av olje i ulike deler av miljøet etter 5 og 20 eller 21 dager etter et utslipp fra Vigdisfeltet med start henholdsvis 21. juni 1976 og 30. oktober 1971

Erfaring fra tidligere strandinger viser at miljøet etter en tid vil restitueres, trass i betydelig dødelighet av flora og fauna i fjæresonen med en gang. Hastigheten for den naturlige utvaskingen av olje varierer sterkt; i bølgeeksponerte områder kan oppholdstiden være dager til uker, mens det i beskyttede områder (f.eks. sedimentasjonsstrender) er tale om år. Tiden som kan medgå før en oljeskadet strand er tilbake til normalsituasjonen er anslått til 2–3 år for bølgeeksponerte områder, 10–15 år i mer beskyttede områder.

Sjøfugl på kysten er vurdert som spesielt sårbare for oljeskade under:

- samlinger av ikke flygedyktige fugler (myteområder og oppvekstområder for unger)
- samling av fugler på overnattingsplasser
- dårlige lysforhold.

Utover dette vil samlinger av fugl på eksponerte beiteplasser, hekkelokaliteter og trekkplasser være sårbare ved et eventuelt oljesøl.

Influensområdet til Vigdis og nabofeltene er viktig for mange sjøfuglarter. Året gjennom vil eventuelle større oljeutslipp utgjøre en alvorlig trussel mot et stort antall sjøfugl. Viktige sørnorske hekkelokaliteter for skarv, ærfugl og alkefugler ligger i Vigdis sitt influensområdet. Skarv og ærfugl er særlig utsatt for oljesøl som rammer den ytre skjærgården, spesielt i Froan området. Hele hekkebestander av lunde, alke og lomvi kan rammes dersom olje når kystfarvannene nær hekkekoloniene, spesielt rundt Runde som er det eneste større fuglefjellet i Sør-Norge. Runde ligger innenfor sonen som raskest og med størst sannsynlighet vil bli truffet av olje fra en utblåsning på Vigdis.

Influensområdet omfatter norske hovedområder for steinkobbe og havert, på henholdsvis Mørekysten og Froan. Ved større strandinger av olje kan enkeltindivider bli tilgriset og skadet, men ikke ved noen oljeutslipp har det vært mulig å påvise omfattende dødelighet av sel som kunne tilskrives olje. Mest sårbar er sannsynligvis havert og steinkobbe under og etter kasteperioden, på henholdsvis høsten og sommeren, ved at nyfødte unger er mest sårbare pga. tynt spekklag.

Oter antas å være sårbar overfor tilsøling med olje, fordi den har dårlig utviklet fettlag under huden og derfor er avhengig av pelsen som varmeisolasjon.

### **Vigdis i forhold til andre utbygginger i regionen**

Oljeutslipp fra feltene Vigdis, Tordis, Snorre, Statfjord og Gullfaks vil stort sett ha samme influensområde. Desto flere oljebrønner som til enhver tid er under boring eller i produksjon, desto større er den totale sannsynligheten for at det kan skje en oljeutblåsning. Aktiviteten i dette området vil være høy frem mot år 2000, med mer enn fordobling av brønntallet i forhold til 1991.

Sammenligning av Vigdis med feltene Snorre og Tordis viser omtrent samme sannsynlighet for utblåsning pr. enhet produsert olje på de tre feltene, i intervallet  $1,5-3 \times 10^{-3}$  hendelser pr. million m<sup>3</sup> produsert olje.

#### 5.4.4 Effekt av oljevern

Saga har gjennomført en studie av effekten av alternative oljevernmetoder. Denne studien ble gjennomført i 1987, men de innlagte parametere er ikke endret vesentlig siden den gang og kan anvendes som dagens status. Konklusjonen var at den mest effektive bekjempelse av utslipp med dagens tilgjengelige utstyr er mekanisk oppsamling av olje med bruk av lenser og skimmersystem så nært utslippsstedet som mulig.

Saga er medlem av Norsk Oljevernforening for Operatørselskaper (NOFO), som har 14 komplette lense- og opptakssystemer for bruk på norsk kontinentalsokkel. Disse er plassert i Stavanger 2 stk., Austevoll 4 stk., Kristiansund 2stk., Træna 2 stk. og Hammerfest 4 stk. I tillegg vil det være enklere oljevernutstyr på de eksisterende plattformene i området beregnet på å håndtere mindre utslipp. Basert på plassering av NOFO-utstyret antar Saga følgende mobiliseringstider for oppsamlingsutstyr til utslippsstedet som realistiske:

1—2 timer	Feltberedskapsutstyret
16—24 timer	2 stk Transrec-systemer fra NOFO baser
24—48 timer	4 stk. Transrec-systemer fra NOFO baser
48—72 timer	Øvrige Transrec-systemer fra NOFO baser etter behov.

Ved utslipp av den størrelse som kan inntreffe på Vigdis vil det normalt være tilstrekkelig med fire oppsamlingssystemer ved utslippskilden ved 100 % effektivitet av utstyret. Imidlertid er effektiviteten av mekanisk oljevern avhengig av faktorer som bølger, vind og til dels sikt. Ved inntil 1 m bølgehøyde antas en opptakseffekt av utstyret på 80 % fallende til 0 % ved bølgehøyde over 3 m.

Analyser av bølgesituasjonen i dette området viser store variasjoner med årstidene. I sommermånedene finner en bølgehøyder under 3 m i gjennomsnittlig 90 % av tiden, mens i januar opptrer denne tilstanden i mindre enn 30 % av tiden. En studie for å undersøke hvor stor effekt oppsamling av olje ved utslippsstedet har på reduksjon av oljemengde som strander på kysten ble gjennomført for Snorrefeltet. Disse beregningene viste at oljevernet samlet opp olje tilsvarende en effektivitet på ca. 40 % og reduserte den strandede mengde med 55 % sammenlignet med en situasjon uten oljevern. Beregningene antok kun oljevern ved kilden så lenge utslippet varte. Imidlertid vil det ved et virkelig utslipp også bli gjennomført oppsamling i åpent hav over området der oljen sprer seg. De mengder som når kysten vil derfor kunne reduseres ytterligere.

Truer oljesøl kysten, vil også det statlige og kommunale oljevern bli mobilisert. Tiltak vil bli satt inn for å begrense skadeeffekter bl. a. ved bruk av ledelenser for å lede oljen unna de mest sårbare områdene, og ved opprenskningsaksjoner på berørte strandområder.

## 5.5 Avfall

Brukt borevæske fra seksjoner boret med pseudo-oljebaserte borevæsker vil bringes til land for deponering/destruksjon. Denne typen borevæsker forventes brukt i seksjoner med høy vinkel eller komplisert brønnbane. I den grad utslippstillatelser tillater vil kaks fra disse seksjonene deponeres på havbunnen, sammen med borekaks og -væske fra seksjoner boret med KCl- eller bentonittslam.

Annet fast avfall vil bli samlet opp, klassifisert i henhold til forskrifter om innsamling, mottak, behandling og leveringsplikt for spesialavfall, og sendt til land til godkjent fyllplass/destruksjonsanlegg.

*MILJØMESSIGE KONSEKVENSER*



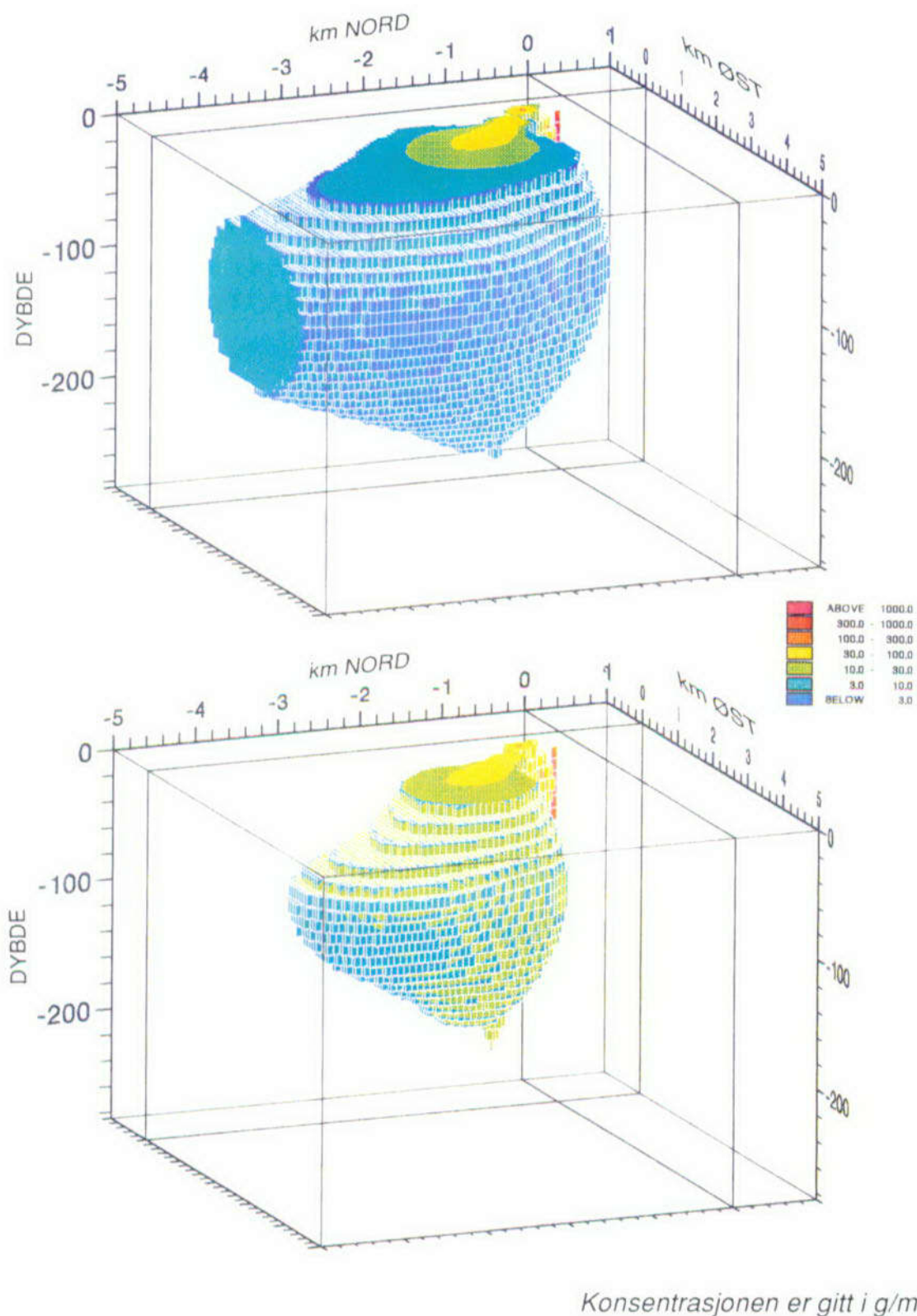
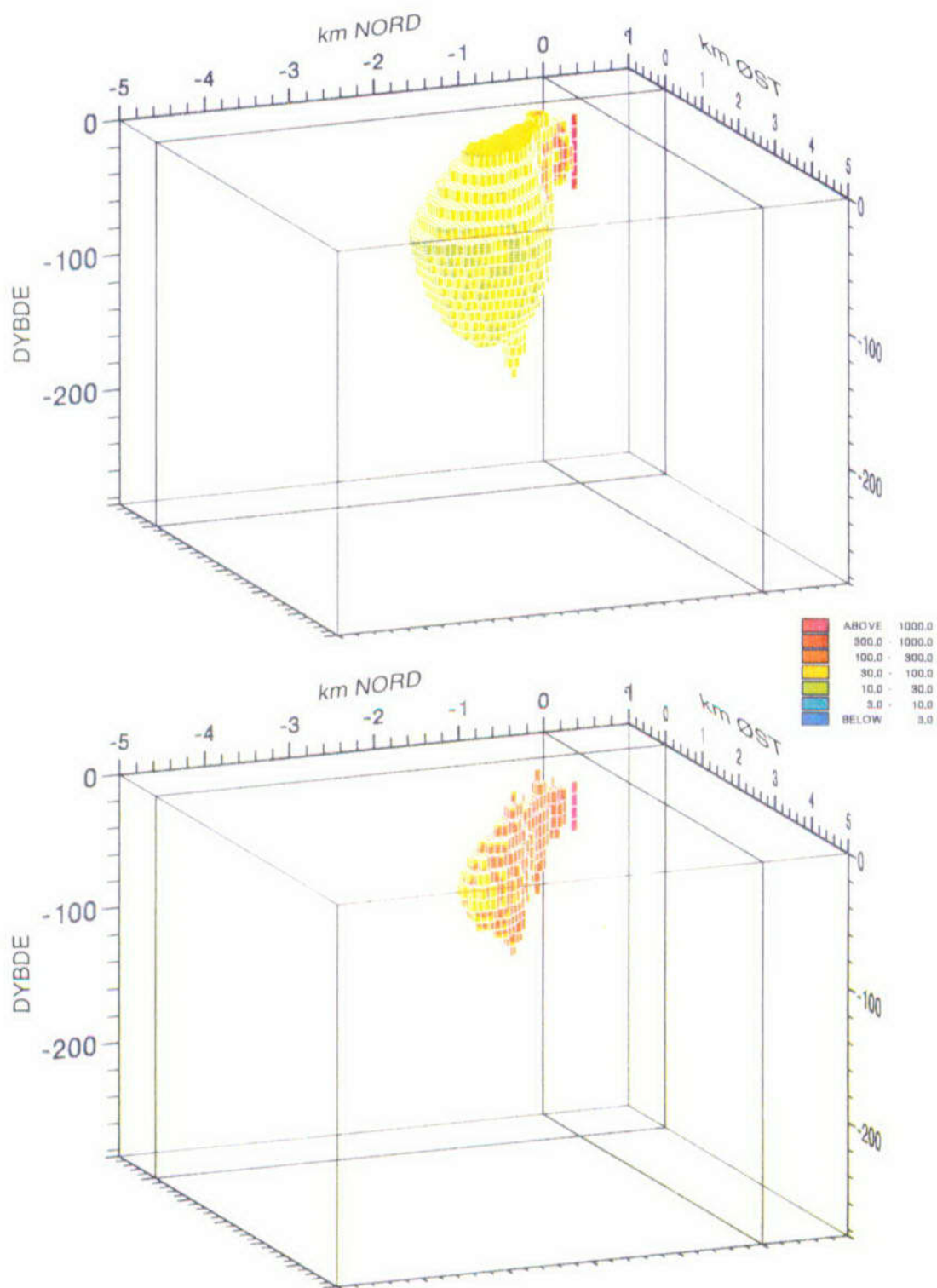
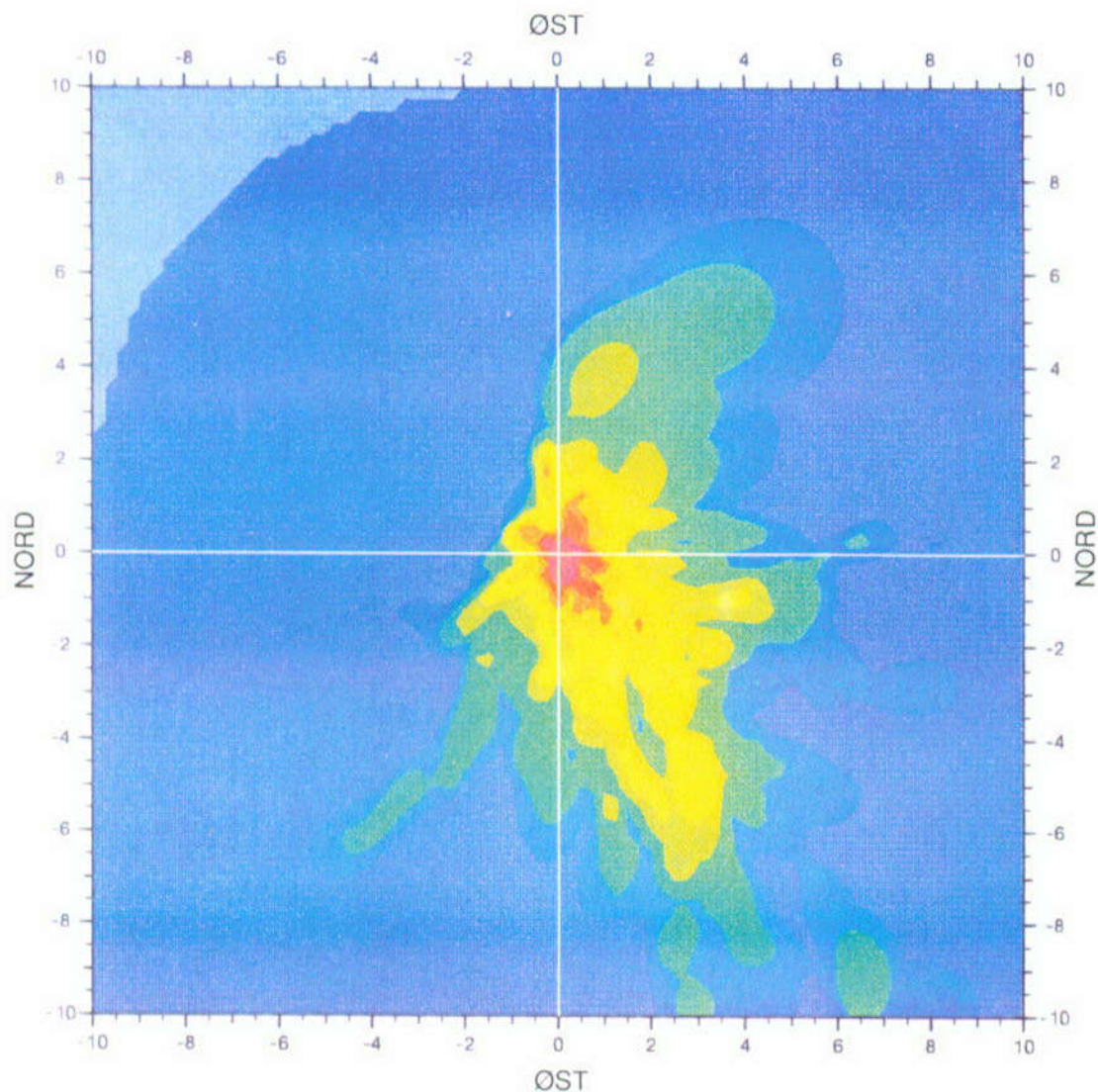


Figure 5.2 Konsentrasjon i vannmassene fra utslipp av borevæske partikler og finpartikkel delen av borkaks



Konsentrasjonen er gitt i g/m<sup>3</sup>

Figur 5.2 Fortsettelse



Enhet : ppt (parts per thousand)

Lengdeakse : km fra plattform

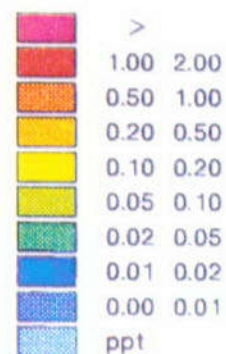


Figure 5.4 Snorre og Vigdis, maksimum konsentrasjon av utslippsvann

# Vigdis Konsekvensanalyse

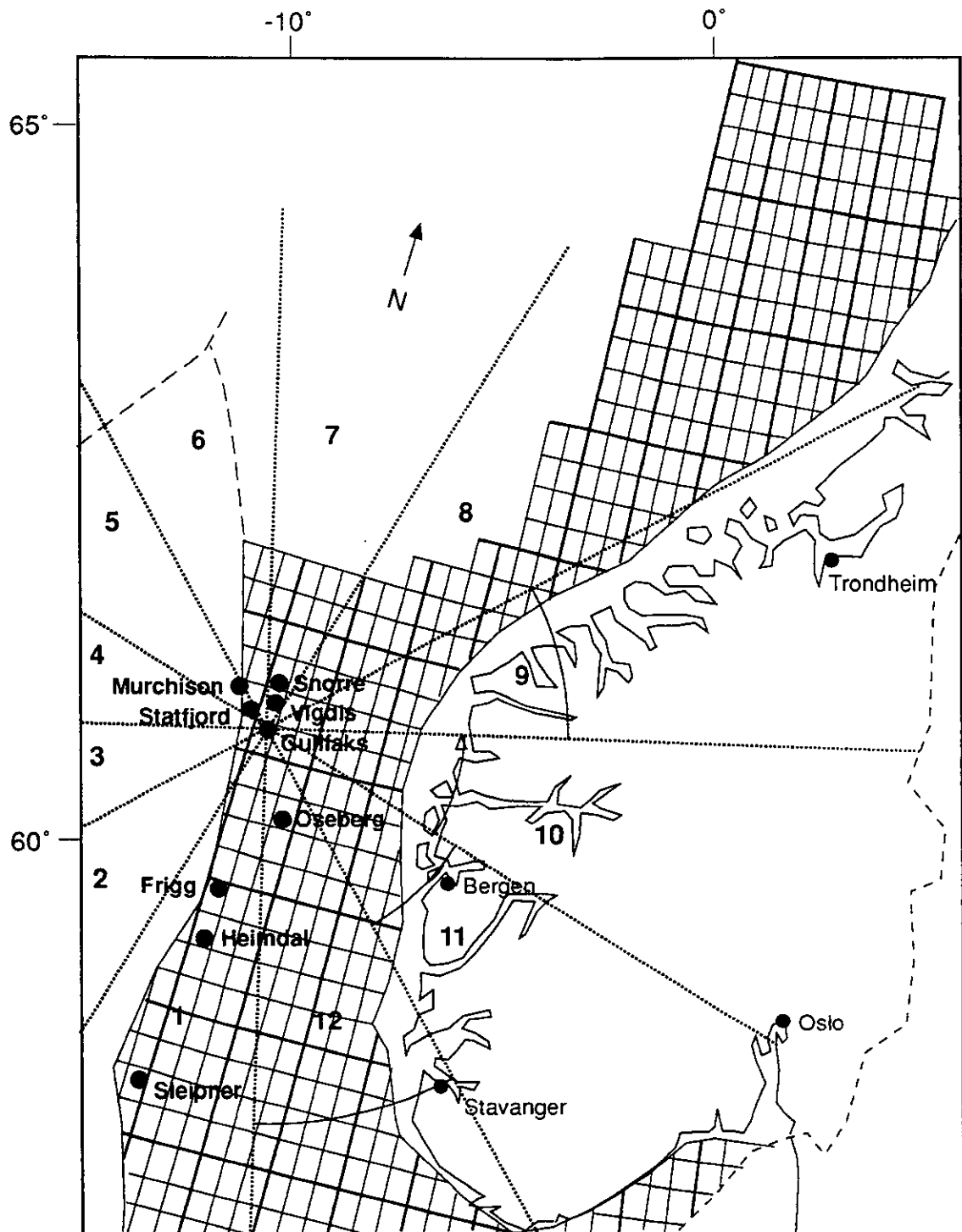
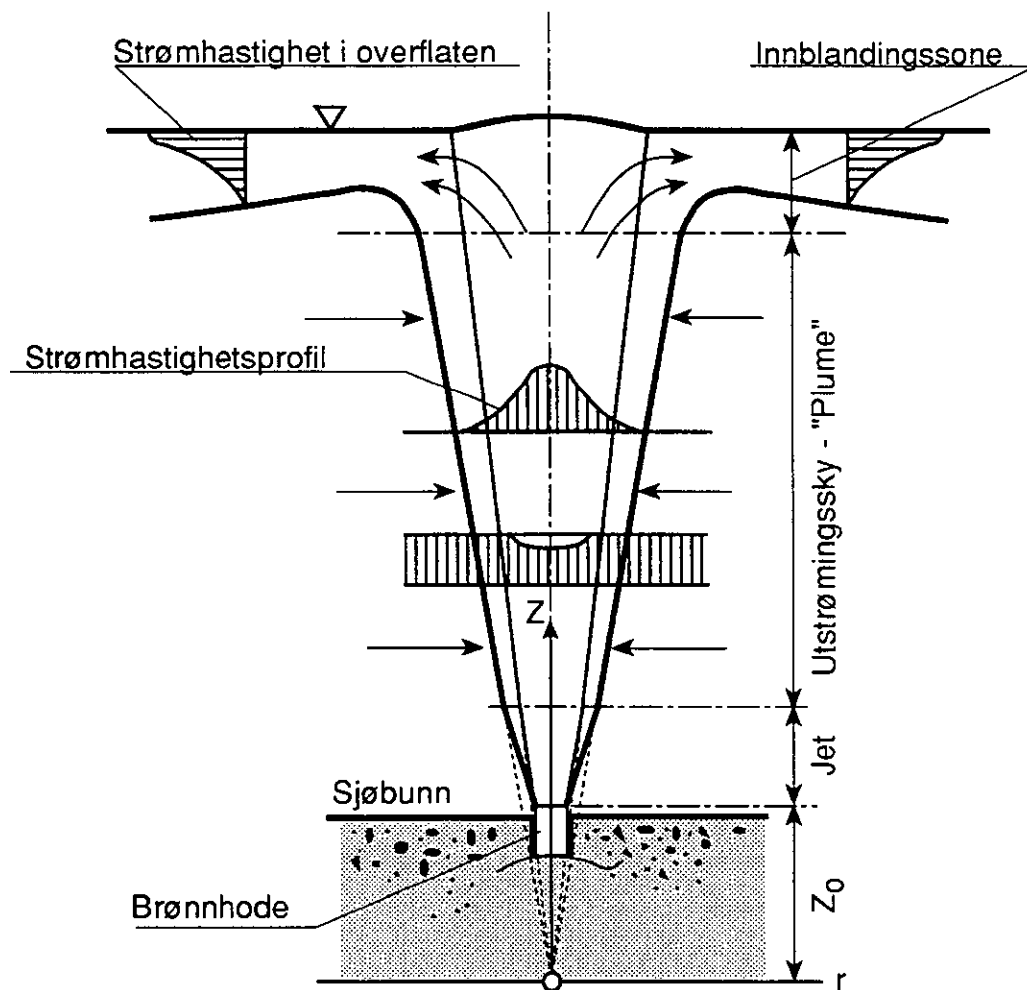


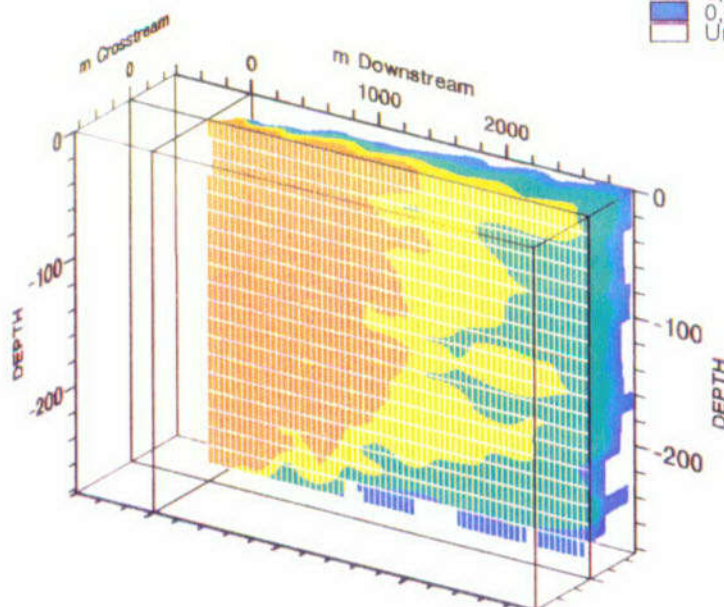
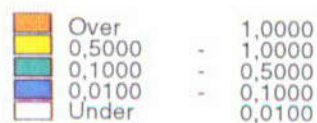
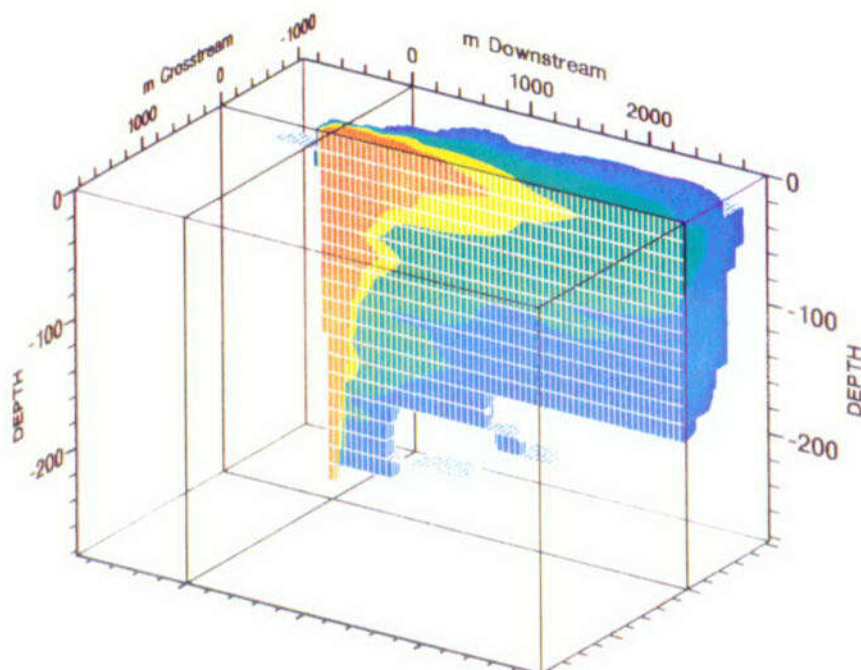
Figure 5.5 Kartutsnitt med inntegnede 30° sektorer

*MILJØMESSIGE KONSEKVENSER*



Figur 5.6 Skisse av en undervannsutblåsning

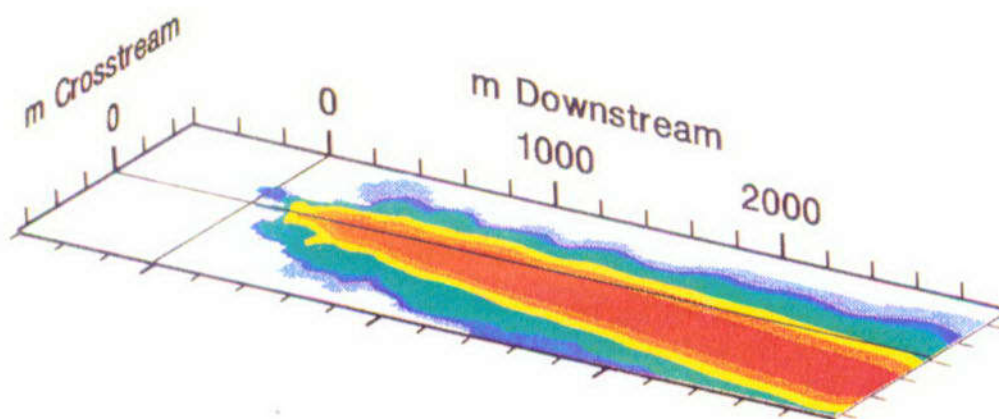
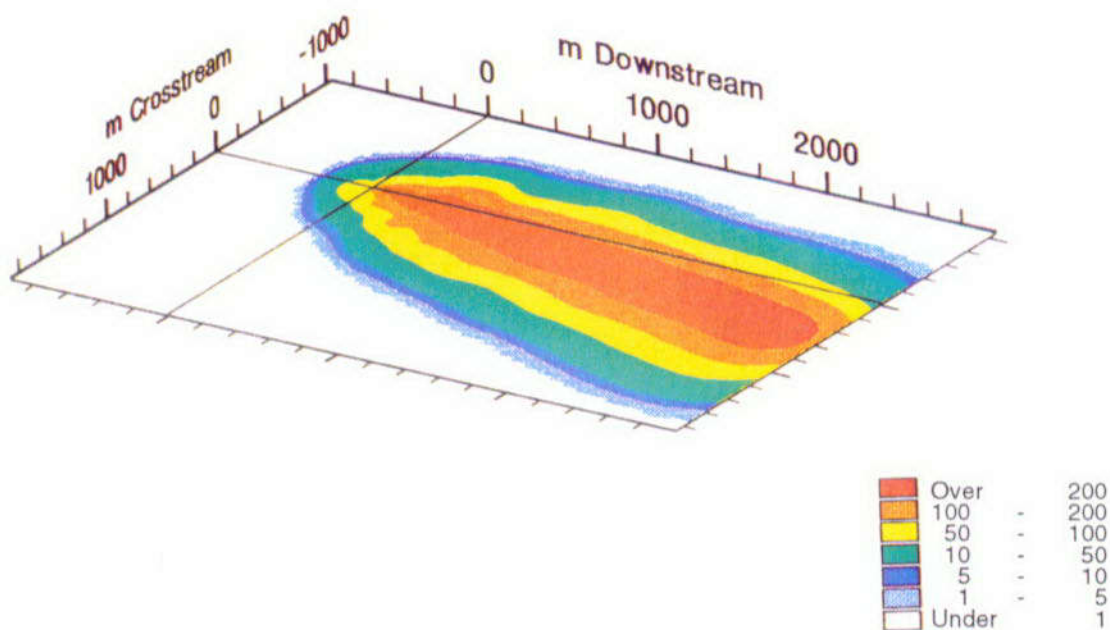
*MILJØMESSIGE KONSEKVENSER*



Situasjon med svak lagdeling. Øverst for middelhastighet 10 cm/s.  
 Nederst for middelhastighet 30 cm/s.  
 Konsentrasjonene er gitt som ppm (parts per million)

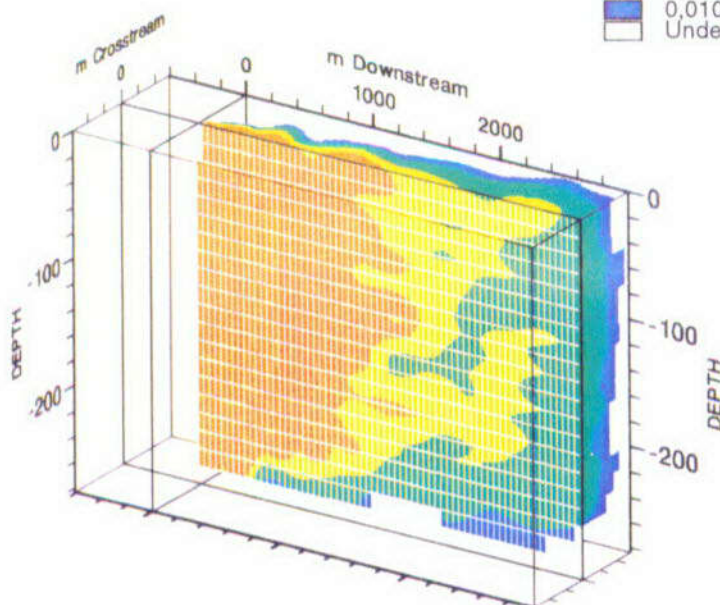
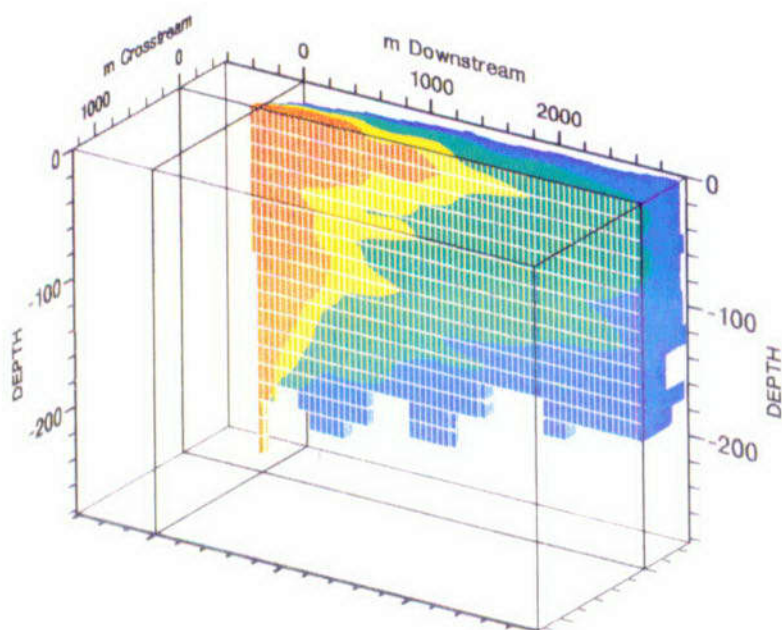
Figur 5.7 Spredning av olje i vannmassene fra en under-  
 vannsutblåsning





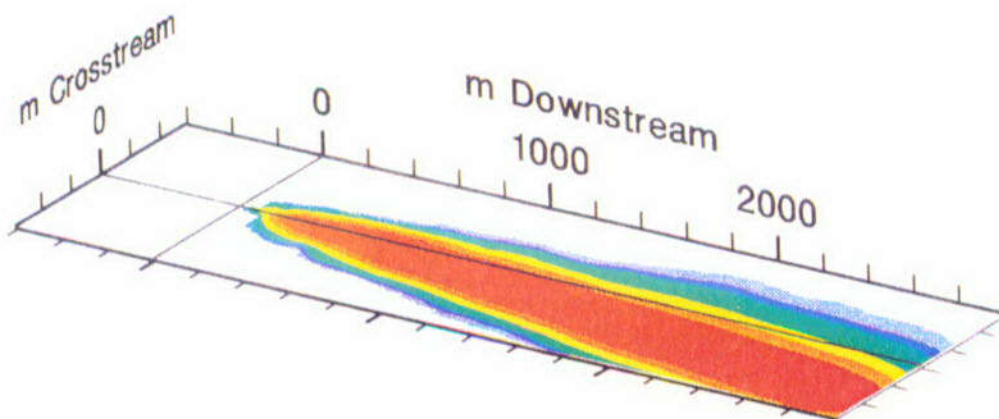
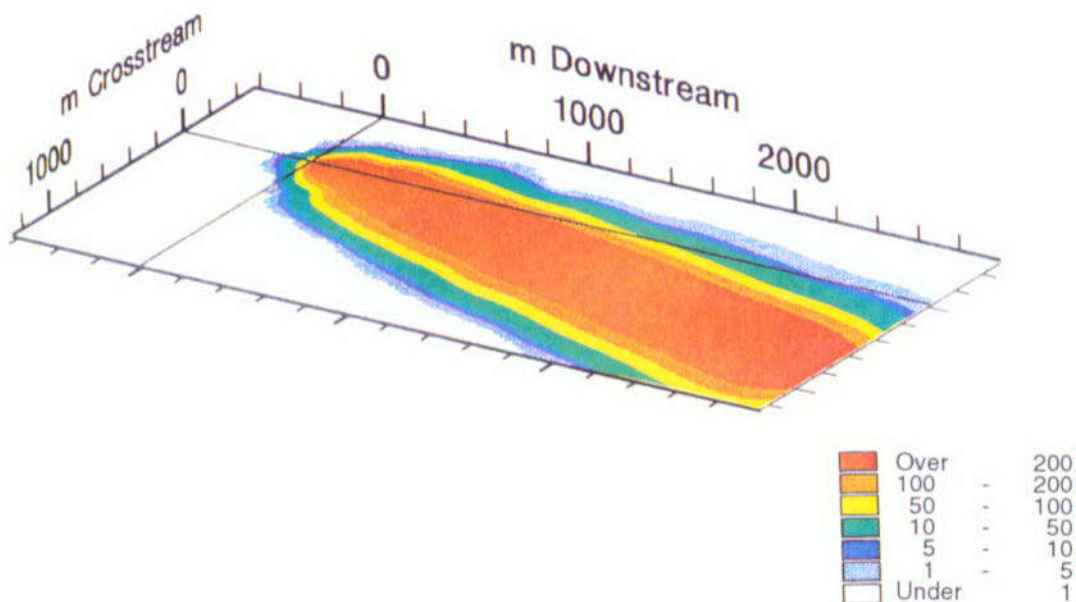
Situasjon med svak lagdeling. Øverst for middelhastighet 10 cm/s.  
 Nederst for middelhastighet 30 cm/s.  
 Fargekoden angir oljefilmtykkelse i  $\mu\text{m}$ .

Figur 5.8 Konsentrasjon av olje på overflaten fra en undervannsutblåsning



Situasjon med sterk lagdeling. Øverst for middelhastighet 10 cm/s.  
 Nederst for middelhastighet 30 cm/s.  
 Konsentrasjonene er gitt som ppm (parts per million)

Figur 5.9 Spredning av olje i vannmassene fra en under-  
 vannsutblåsning

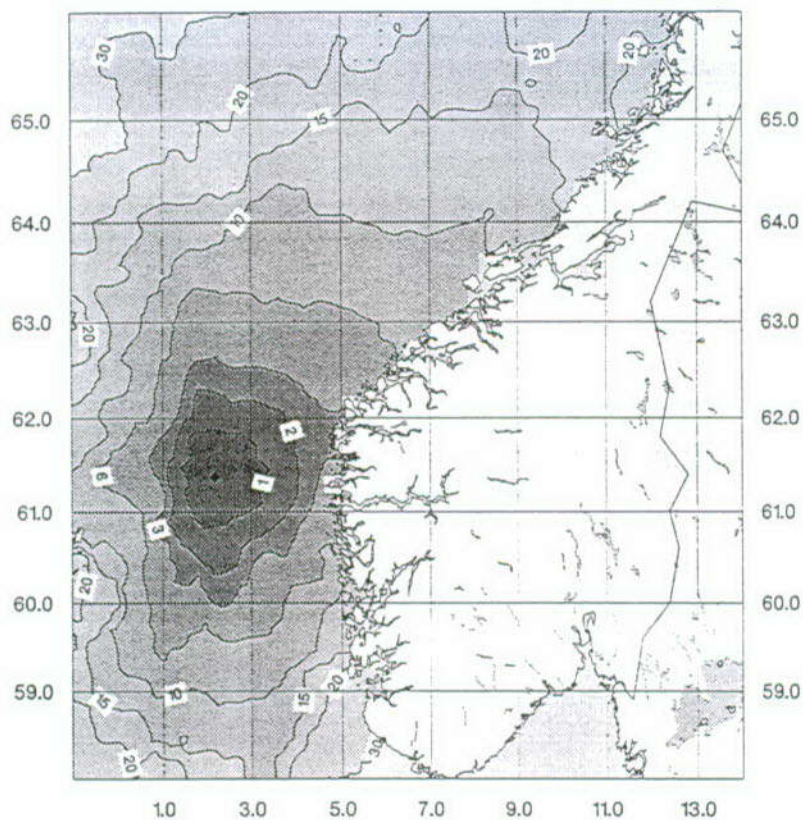


Situasjon med sterk lagdeling. Øverst for middelhastighet 10 cm/s.  
 Nederst for middelhastighet 30 cm/s.  
 Fargekoden angir oljefilmtykkelse i  $\mu\text{m}$ .

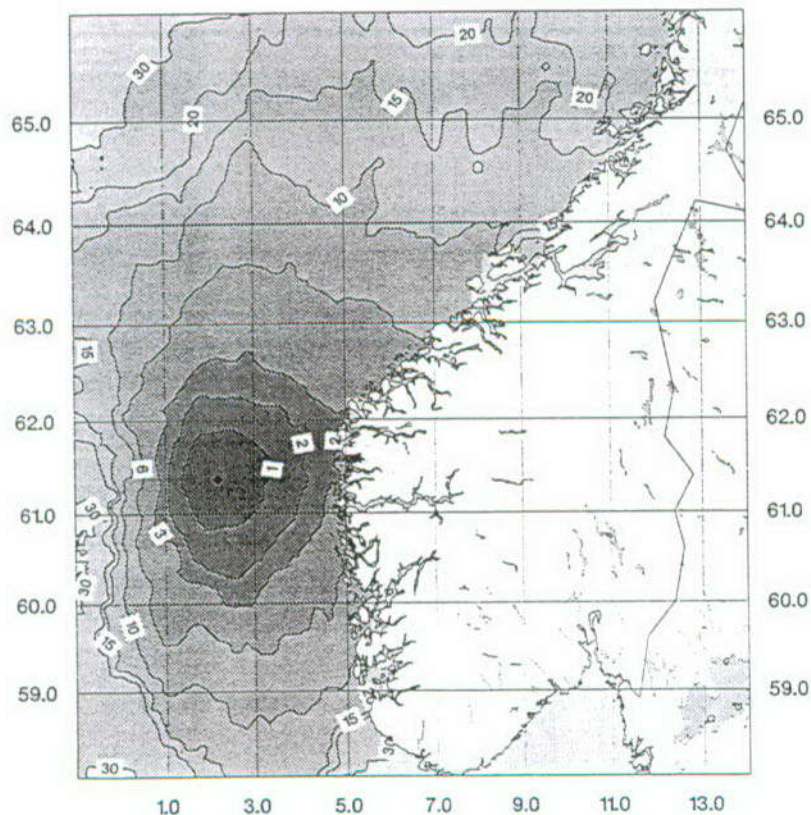
Figur 5.10 Konsentrasjon av olje på overflaten fra en undervannsutblåsning



## Sommerhalvåret



## Vinterhalvåret

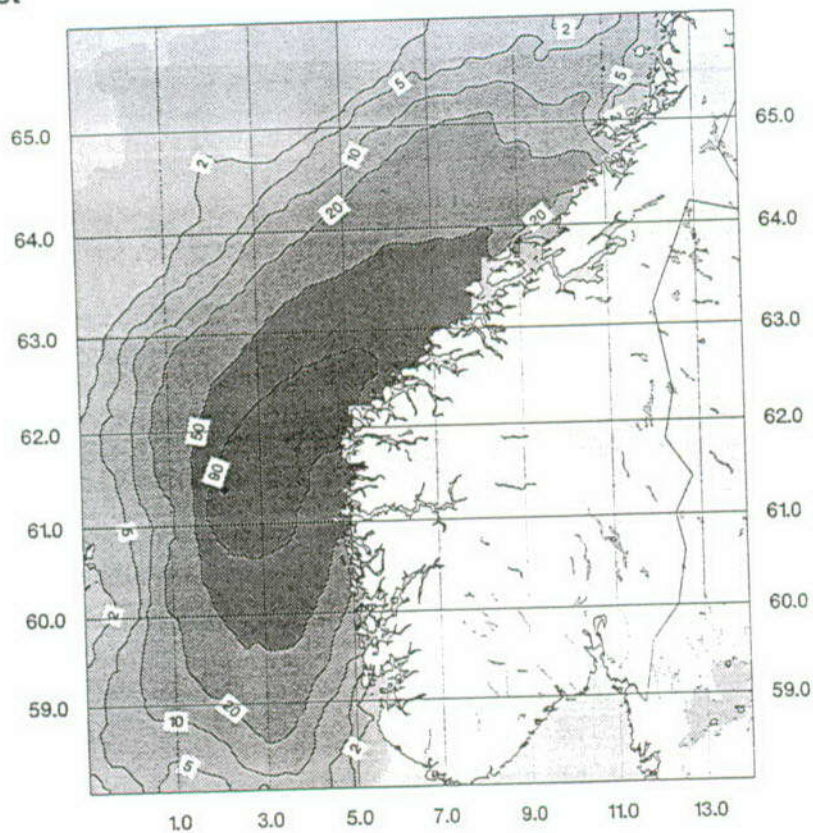


Figur 5.11 Minste drivtid til land fra Vigdisfeltet.  
Utslippssvarighet 63 døgn

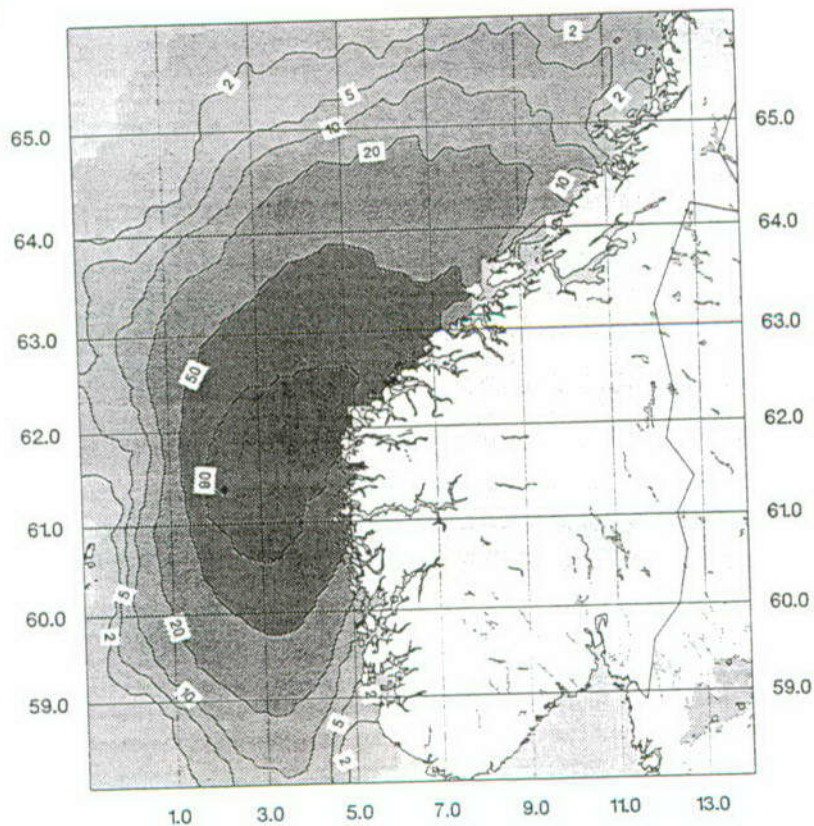




## Sommerhalvåret



## Vinterhalvåret



93011504.R-EP-0011.FLa.AMJo

Figur 5.12 Sannsynlighet for stranding av oljesøl fra Vigdisfeltet.  
Utslippsvarighet 63 døgn

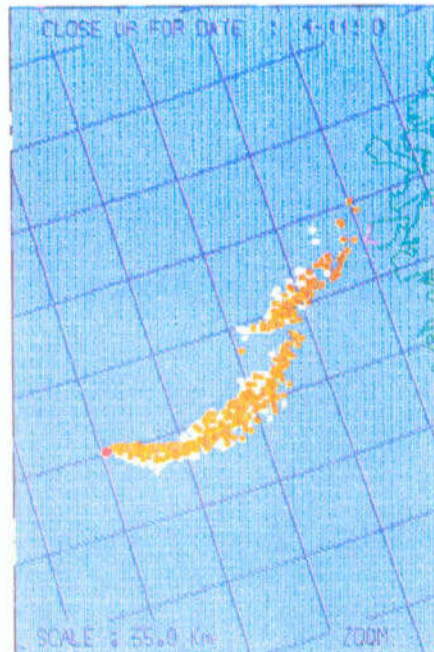
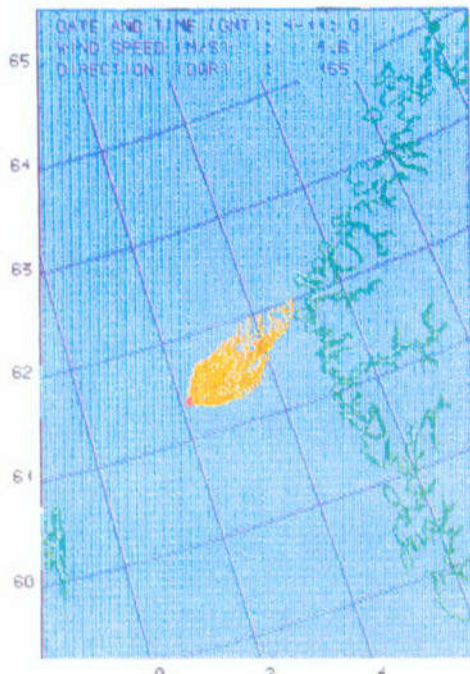
*MILJØMESSIGE KONSEKVENSER*

# Vigdis Konsekvensutredning



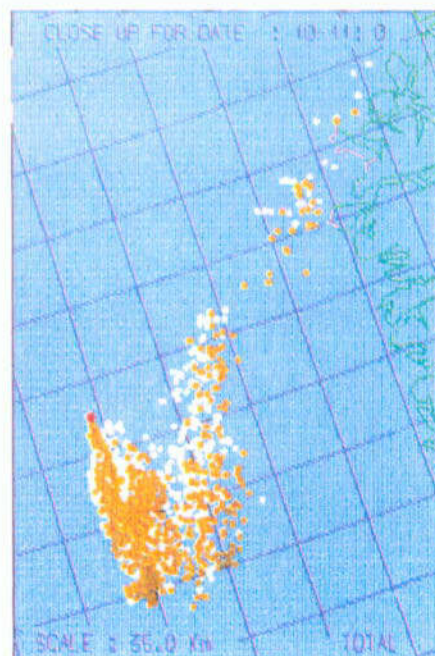
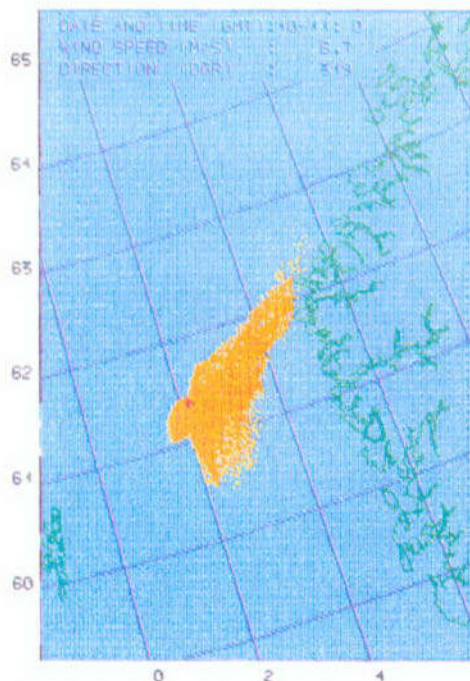
Posisjon : 61:22.0 N  
2:10.0 Ø

Start : 30.10.71 : 0  
Slutt : 28.11.71 : 0



Utslipp (tonn) : 36 000 ■  
Overflate : 13 950 ■  
Nedblandet : 10 830

Fordampet : 10 650 ■  
Strandet : 570



Utslipp (tonn) : 79 200 ■  
Overflate : 22 110 ■  
Nedblandet : 29 310

Fordampet : 25 500 ■  
Strandet : 2 280

Øverst situasjonen etter 5. døgn, nederst etter 11 døgn.

Figur 5.13 Drift og spredning av et oljesøl på Vigdisfeltet med start 30. oktober 1971

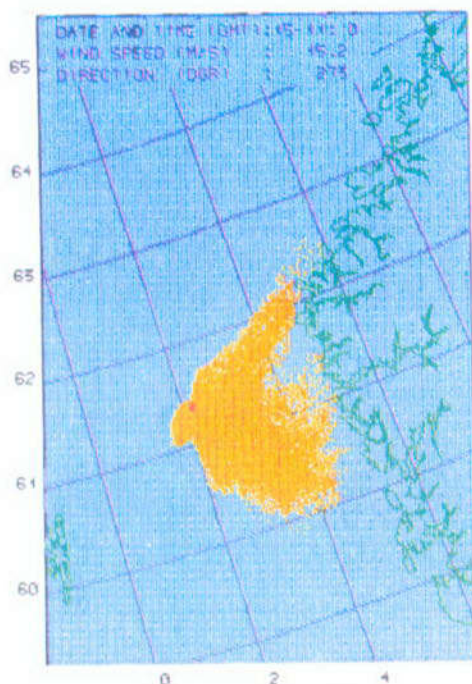


# Vigdis Konsekvensutredning

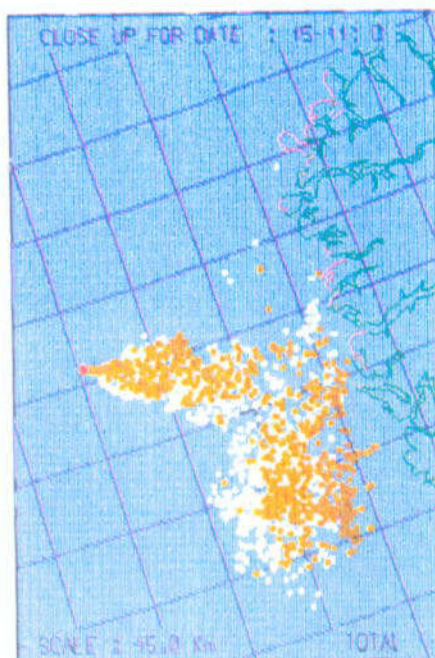


Posisjon : 61:22.0 N  
2:10.0 Ø

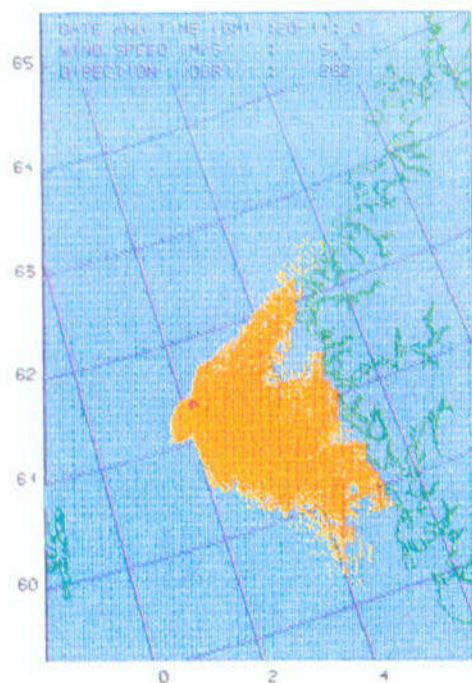
Start : 30.10.71 : 0  
Slutt : 28.11.71 : 0



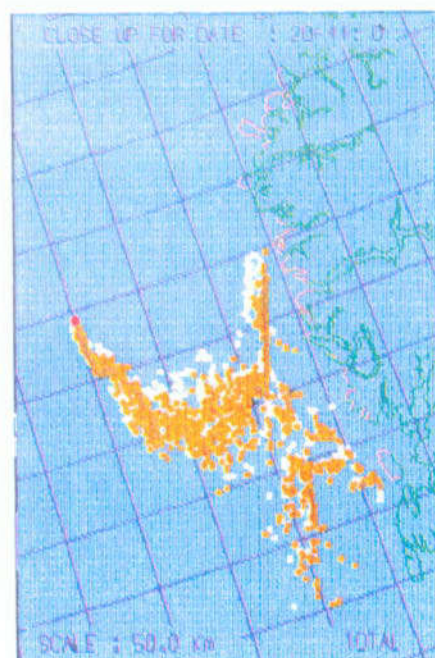
Utslipp (tonn) :	115 200	<span style="color: red;">■</span>
Overflate :	24 480	<span style="color: orange;">■</span>
Nedblandet :	48 510	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>



Fordampet :	37 560	<span style="color: blue;">■</span>
Strandet :	4 650	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>



Utslipp (tonn) :	151 200	<span style="color: red;">■</span>
Overflate :	38 190	<span style="color: orange;">■</span>
Nedblandet :	47 220	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>



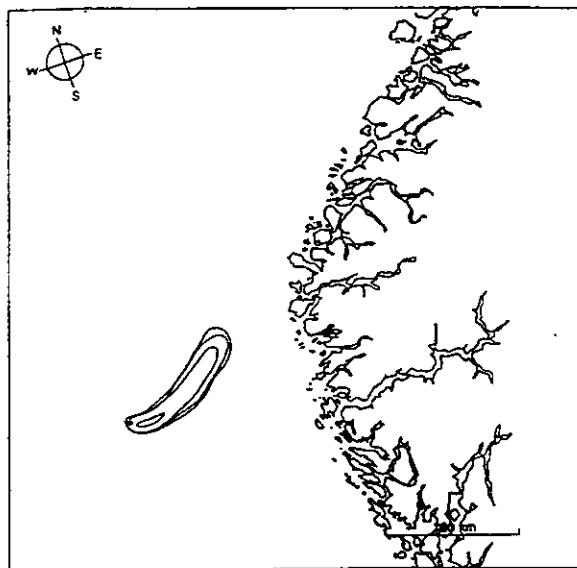
Fordampet :	50 430	<span style="color: blue;">■</span>
Strandet :	15 360	<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>

*Øverst situasjonen etter 16. døgn, nederst etter 21 døgn.*

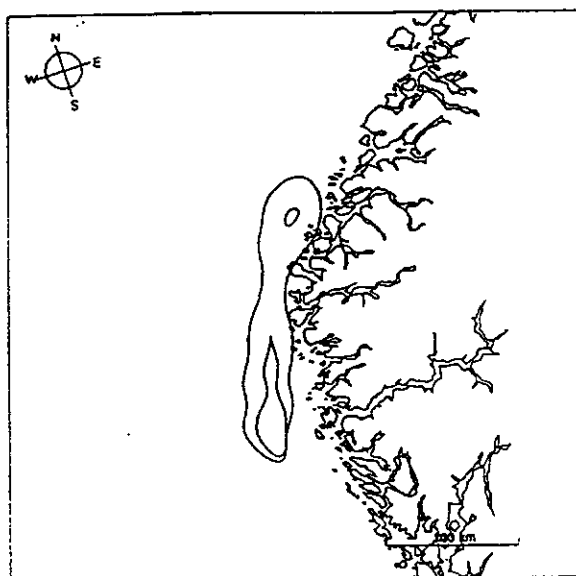
Figur 5.14 Drift og spredning av et oljesøl på Vigdisfeltet med start 30. oktober 1971



a)



b)



Start 24. september 1993

a) 3 dager etter uhellet

b) 13 dager etter uhellet

Kontur 1 (ytterst) :	0,02-0,10 mm tykkelse
Kontur 2 :	0,10-1,00 mm tykkelse
Kontur 3 :	1,00-10,00 mm tykkelse
Kontur 4 :	10,00 - ∞ mm tykkelse

Figure 5.15 Drift og spredning av et oljesøl fra et skipsuhell i Snorreområdet

*MILJØMESSIGE KONSEKVENSER*

## 6 KONSEKVENSER FOR FISKERIER OG HAVBRUK

Her behandles virkninger på fiskerier av utbygging og installasjoner på Vigdis, og virkninger av oljeutblåsning på akvakulturanlegg. Virkninger av oljeutblåsning på fiskerier vil i hovedsak være indirekte, via eventuell påvirkning av fiskeressurser og næringsgrunnlag, og behandles ikke særskilt. Fremstillingen bygger på underlagsrapporter fra Asplan Analyse og NIVA.

### 6.1 Fiskerier

#### 6.1.1 Grunnlagsinformasjon

##### Fisket i området rundt Vigdis

Datagrunnlaget er Fiskeridirektoratets fangststatistikk, supplert med opplysninger fra fiskere som er aktive i det aktuelle området for nærmere stedfesting av fiskeriaktiviteten. Fangststatistikken er mest detaljert når det gjelder trål- og ringnotfisket, med opplysninger på lokasjonsnivå. En lokasjon tilsvarer seks oljeblokker. For andre redskapstyper er fangsten bare registrert på hovedområder. Vigdis ligger på grensen mellom hovedområde 28 og 42, se figur 6.1.

Fiskerier i lokasjonene omkring Vigdis omfatter:

- industritrålfiske, dvs. fiske for oppmaling til fiskemel og -olje,
- konsumtrålfiske, med sei som viktigste fiskeslag,
- ringnotfiske,
- garn- og linefiske.

Norsk fangst i området omkring Vigdis fremgår av tabell 6.1. Tabellen viser fangsten på de 24 oljeblokkene (4 statistikklokasjonene) fremhevet på figur 6.1.

**Industritrålfisket** drives hovedsakelig på øyepål, med et mindre innslag av sild de senere årene. Regnet i kvantum er dette det viktigste fisket i området. Øyepålfangsten i lokasjonen tilsvarende blokkene 34/7–34/12, der Vigdis er lokalisert, har svingt mellom 8 % og 25 % av den totale norske Nordsjø-fangsten av øyepål i de årene som er presentert i tabell 6.1. Førstehåndsverdien av øyepålfangsten i disse seks blokkene var i 1990 og 1992 henholdsvis ca. 7,5 og 13 mill. kroner.

Lokasjon (Blokknr.)	Lokasjon 2854 (34/1-6)			Lokasjon 2853 (34/7-12)			Lokasjon 4284 <sup>1)</sup> (33/2,3,5,6 + UK)				Lokasjon 4274 <sup>1)</sup> (33/9,12 + UK)					
	1986	1988	1990	1992	1986	1988	1990	1992	1986	1988	1990	1992	1986	1988	1990	1992
Konsumtrålfiske <sup>2)</sup>	0,0	0,0	-	0,0	1,7	0,8	0,8	1,9	3,4	1,2	1,1	1,1	1,9	1,3	0,5	0,8
Trålere med fangst	4	3	-	#	31	29	15	27	33	29	19	26	32	27	14	20
Ringnotfangster																
- sild	0,5	1,2	2,4	0,3	3,7	6,7	14,0	2,1	0,0	0,2	0,2	-	0,8	1,1	1,2	0,1
- makrell	0,4	0,5	1,2	0,9	0,6	6,1	4,0	7,8	0,0	0,0	-	0,5	-	8,9	1,1	-
Fartøy med fangst																
- sild	5	7	19	3	18	42	69	20	#	4	3	-	7	12	14	#
- makrell	4	4	8	8	7	32	32	46	#	#	-	3	-	54	9	-
Industri-trålfiske																
- øyepål	0,2	0,3	4,0	3,9	14,5	11,2	20,2	13,0	1,6	0,8	2,7	4,2	0,2	0,2	0,3	-
- tobis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- sild	-	-	0,2	0,2	0,1	0,3	1,2	0,8	-	-	-	0,3	-	-	-	-
Fartøy med fangst																
- øyepål	#	#	10	6	15	9	16	13	7	3	6	4	#	#	#	-
- tobis	-	-	-	#	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- sild	-	-	3	5	4	3	7	10	-	-	-	#	-	-	-	-

1) Størstedelen av fiskeristatistikklokasjon 4284 og 4274 ligger i britisk sektor. Fangsttallene omfatter fangst i både norsk og britisk sektor.

2) Størparten av konsumtrålfangsten er sel.

3) Foreløpige tall for 1992

#) Antall fartøy mindre enn tre oppgis ikke av Fiskeridirektoratet pga. anonymitetsregler.

**Tabell 6.1 Norsk trål- og ringnotfiske i statistikklokasjonene 2853, 2854, 4274 og 4284. Fangstkvanta er angitt i 1000 tonn rundvekt <sup>3)</sup>.**  
(Kilde: Fiskeridirektoratet)

Industri-trålfisket etter øyepål er i stor grad konsentrert langs eggakanten. Vigdis, på rundt 290 m dyp ligger i dette trålfeltet, se figur 6.2. Det karakteristiske ved fisket etter øyepål langs eggakanten er at fisken ofte står på et bestemt dyp og at trålingen foregår langs dybdekotene. Fra 280 til 350 m dyp fiskes det også noe kolmule (blåhvitting), og det har vært fisket vassild fra 310 m dyp og nedover. Hovedregelen er at fisket foregår langsetter kotene.

For det norske industri-trålfisket i den nordlige delen av Nordsjøen er aktiviteten størst i perioden august—mars, når tobisfisket i sør i Nordsjøen er stengt. Fisket etter kolmule har foregått i september og oktober. I januar og februar foregår det dessuten dansk industri-trålfiske i det aktuelle området. I tillegg driver skotske og irske industri-trålere fiske i området.

**Konsumtrålfisket** tar i hovedsak sei, men også noe torsk og hyse. Fangstene ble betydelig redusert gjennom 80-årene, pga. hard beskatning og svake årsklasser.

I området som berøres av Vigdisutbyggingen fiskes noe konsumfisk med bunntål, i hovedsak lange og brosme. Dette er stort sett bifangster under industri-trålfisket. Det drives sjelden et direkte bunntålfiske på torskefisk på det aktuelle dypet. Konsumtrålfisket med sei som viktigste fiskeslag foregår derimot vestover fra eggaskråningen og inn på bankområdene, fra 250 til 100 meters dyp. Dette fisket foregår uten bestemt trålretning. Den viktigste fangstperioden er andre halvår, med størst fangstinnstans 3. kvartal.

De dominerende fiskeslagene i **ringnotfisket** er sild og makrell. Fisket er strengt kvote-regulert. I det aktuelle området har det i de senere år vært fisket sild på gytevandring. Dette fisket har i hovedsak foregått i perioden januar—mars.

I 1993 skjedde det en vesentlig endring i det pelagiske fisket med ringnot og flytetral, ved at rundt 20 større ringnotfartøyer fikk tillatelse til å drive prøvofiske med flytetral etter makrell i Nordsjøen. I praksis betydde dette en overgang fra ringnot til trål under makrellfisket. Hvor dypt flytetralen går styres fra fartøyet. Makrellfisket foregår i de øvre vannlag om sommeren, dypere om vinteren.

Hvor fisket på arter som sild og makrell finner sted og når det foregår, avhenger både av fiskens vandring og fangstreguleringer. Hvilket fiske som vil foregå i området som berøres av Vigdisutbyggingen kan derfor variere fra år til år.

Det foregår fiske med garn og line langs eggakanten i det aktuelle området, men det foreligger ikke tilsvarende detaljert fangststatistikk som for trål- og ringnotfisket. Fisket foregår på slutten av året.

### Fiskerflåten og leveringssteder

Vigdisutbyggingen kan i hovedsak berøre industritrålfisket etter øyepål. De øvrige fiskeriene har enten andre hovedområder eller er mindre stedbundne. Det er idag omlag 50 industritrålere i aktivitet i Nordsjøen. Av disse har 15—20 eggaskråningen fra Gullfaks og nordover som viktigste fiskefelt. Dette gjelder i særlig grad industritrålere fra Herøy og Måløy.

Industritrålerne leverer til fiskemelfabrikker. Det har i senere år vært en sterk reduksjon i antallet av disse fabrikkene. Storparten av fangsten fra det aktuelle området leveres til fiskemelfabrikker på Askøy, Måløy og Moltustrand. I tillegg leverer fartøyer fra Karmøy noe fangst i sin hjemkommune.

#### 6.1.2 Konsekvenser for fiskerier

Vurdering av virkninger på fiskeriene baserer seg i hovedsak på hvor stort arealbeslag undervannsanlegget representerer for industritråling med bunntrål. I henhold til regelverk for utbygginger på norsk sokkel skal undervannsinstallasjoner konstrueres, utstyres og installeres slik at fiskeredskap ikke påføres skade. Opplysninger fra fiskere som tråler langs eggakanten tyder likevel på at en del trålere velger å gå utenom installasjonene for å unngå hekting.

Det vil bli søkt om permanente begrensningssoner rundt installasjonene på Vigdis, begrunnet ut i fra sikkerhetsmessige og økonomiske hensyn. For å beskytte undervannsinstallasjonene er det aktuelt å anmode om forbud mot oppankring og fiske med bunnredskap (bunntrål) innenfor sonene. På norsk sokkel totalt er det siden soneforskriften trådte i kraft i 1987 søkt om permanente begrensningssoner for 20 installasjoner, hvorav 3 har fått opprettet soner.

Lokaliseringen av de planlagte installasjonene på Vigdisfeltet er skissert på figur 6.3. I tillegg vil det i lange perioder ligge en borerigg på feltet, med en sikkerhetssone på 500 m.

For nabofeltene Statfjord Nord og Øst og Tordis er det tegnet inn de begrensningssoner som operatørene har søkt om. Arealbeslagene som sonene kan representere er skissert i tabell 6.2, sammen med arealtap forårsaket av hefter. Totalt er det registrert ca. 140 hefter i blokk 34/7. Av disse er 60 % naturlige hefter (pockmarks, stein, grusområder), 25 % er karakterisert som skrot (bl.a. kabellengder og ankere), 5 % er forlatte brønner og 15 % er ikke karakterisert.

Totalt areal, blokk 34/7	ca. 500 km <sup>2</sup>
Registrerte hefter	50 km <sup>2</sup>
Statfjord Øst <sup>1</sup>	7 km <sup>2</sup>
Snorre TLP + UPA	12 km <sup>2</sup>
Tordis	8–14 km <sup>2</sup>
Vigdis	20 km <sup>2</sup>

**Tabell 6.2 Arealbeslag i blokk 34/7, forutsatt sikkerhets-/begrensningssoner.**

Det understrekes at fangsttapet i en blokk i denne delen av Nordsjøen neppe er proporsjonalt med tapt areal. I blokk 34/7 er konsumtrålfisket i stor grad konsentrert i det sørvestlige hjørnet inne på platået, mens industritrålfisket foregår langs eggakanten diagonalt gjennom blokken.

### Rørlegging og forboring

Rørlegging vil foretas sommeren 1996, med behov for midlertidig sikkerhetssone langs rørledningene over ca. 3 måneder. Spesielt industritrålfisket kan bli hindret i denne perioden.

Rørleggingen planlegges gjort med dynamisk posisjonert fartøy. Derved unngås ankermerker fra rørleggingen, og dermed mulighet for hefter for tråling i området.

Rørledningene mellom Snorre og Vigdis, og fra Snorre til Gullfaks A, vil beskyttes ved grøfting og vil ikke medføre ulemper for trålfisket.

Forboring, boring og komplettering vil foregå fra 1996 til 1998. Arealbeslaget som bore-riggen vil representere i forhold til trålfiske er anslått til 6 km<sup>2</sup>, forutsatt sikkerhetssone 500 m, dødssone 4 km foran og bak pga. unnvikende manøvrering, og passeringsavstand på et par hundre meter ut i fra sikkerhetssonen pga. ankre. Arealbeslaget i forhold til ringnot-fisket og garn- og linefiske vil være mindre, ettersom disse kan operere tettere opptil sikkerhetssonen.

### Bunninstallasjoner på Vigdisfeltet, uten begrensningssoner

Basis for utbyggingsplanen er tre overtrålbare bunnrammer, med 6–7 meter høye beskyttelsesstrukturer.

<sup>1</sup> i tillegg arealbeslag 6 km<sup>2</sup> i blokk 33/9



Installasjonene vil ikke medføre hinder for flytetrål eller ringnot. Flytetrålen kan manøvreres i vannmassene, slik at den uten stor vanskelighet kan heves over og gå klar av bunninstallasjoner.

Når det gjelder bunntrål er det mulig at fartøyene vil velge å manøvrere utenom installasjonene, i hvert fall inntil det foreligger en del erfaringer med overtråling. Under et møte hos Fiskerisjefen i Rogaland om utbyggingen av Snorre Nord ble det vist til at dersom det ble kunngjort nøyaktig posisjon for bunninstallasjoner, var det med moderne GPS navigasjonsutstyr mulig å tråle inntil 100 m fra en installasjon uten å risikere å treffe den. Trålerne som fisker i området er utstyrt med GPS.

Ved unnvikende manøver og passering i avstand 100 m vil arealbeslaget av én installasjon være godt under 1/4 km<sup>2</sup>. Slik bunninstallasjonene er planlagt plassert ligger de spredt på 280–290 meters dyp. Med moderne navigasjonsutstyr vil det i praksis være mulig å tråle mellom dem. Dersom det tas hensyn til en sikkerhetsmargin på 100 m på hver side av bunnrammene medfører disse et samlet arealbeslag på omlag 1 km<sup>2</sup>.

Bunnrammer og beskyttelsesstrukturer vil kunne fjernes etter feltets levetid. Hvis disse fjernes vil skjørtefundament, brønnhoder og rørledninger steindumpes slik at de ikke skal være til hinder for tråling.

#### **Konsekvens av begrensningssoner**

Hvis det opprettes 500 m begrensningssoner med forbud mot bunntrål rundt undervannsinstallasjonene, vil utbyggingsløsningen vist i figur 6.3 representere en ca. 3 km bred hindring for tråling langs eggakanten. Det samlede arealbeslaget overfor bunntrål vil være omlag 20 km<sup>2</sup>, forutsatt at unnvikende manøvrering startes og avsluttes 6 km fra installasjonene.

#### **Vigdis sett i sammenheng med annen utbygging i området**

Det arealbeslaget Vigdisutbyggingen kan forårsake kan ikke vurderes alene. Langs eggakanten i nærheten av Vigdis ligger også Statfjord Nord og Øst og Tordis som alle er undervannsutbygginger. Vigdis og Statfjord Nord ligger på omlag samme dyp. Tilsvarende gjelder Statfjord Øst og Tordis. Industritrålerne som fisker langs eggakanten vil bare møte de hindringene som ligger på omtrent samme dyp. Mellom aksene Statfjord Nord/Vigdis og Statfjord Øst/Tordis er det gode passeringsmuligheter. Det samme gjelder mellom Statfjord Nord/Vigdis og Snorrefeltet.

I praksis er det bare begrensningssonene på Statfjord Nord i blokk 33/9 som kan virke sammen med Vigdis i 34/7.

For utbyggingsløsningen med overtrålbare undervannsinstallasjoner uten begrensningssoner, vil Vigdisutbyggingen medføre lite arealbeslaget og små konsekvenser for fiskeriene.

Begrensningssoner rundt installasjonene kan derimot gjøre det vanskelig å tråle i området mellom Vigdis og Staffjord Nord. I en slik sammenheng vil utbyggingen utgjøre en ulempe for industritrålfisket langs eggakanten.

## 6.2 Havbruk

### 6.2.1 Grunnlagsinformasjon

Innenfor influensområdet til Vigdis var det pr. oktober 1991 gitt 1159 konsesjoner for marin oppdrett av fisk eller skalldyr. Av disse gjelder 940 matfisk oppdrett; se tabell 6.3. I 1990 kom nær 55 % av den norske matfisk-produksjonen fra dette området, med en førstehåndsverdi på omkring 2,5 milliarder kroner.

Det har de siste årene vært tendens til større og tyngre matfiskanlegg som flyttes lenger ut mot kysten, til mer åpne og eksponerte lokaliteter. På lang sikt forventes en økning i produksjonen, både for laksefisk og marine arter som kveite, pigghvar, torsk og steinbit. Mens produksjonen i 1990 var 160 000 tonn, med førstehåndsverdi 4,6 milliarder kroner, antyder de mest positive prognosene en økning til årsproduksjon på 1 mill. tonn med verdi ca. 30 milliarder 1990-kroner frem mot år 2010.

Fylke	Antall anlegg				Matfisk produksjon 1990 (tonn)
	Matfisk	Settefisk	Klekkerier	Stamfisk	
Hordaland	321	44	50	26	31 500
Sogn og Fjordane	143	13	1	1	18 000
Møre og Romsdal	298	37	1	14	23 500
Sør-Trøndelag	178	5	2	4	14 000

Tabell 6.3 Fylkesvis fordeling av konsesjoner for oppdrettsanlegg (pr. oktober 1991)

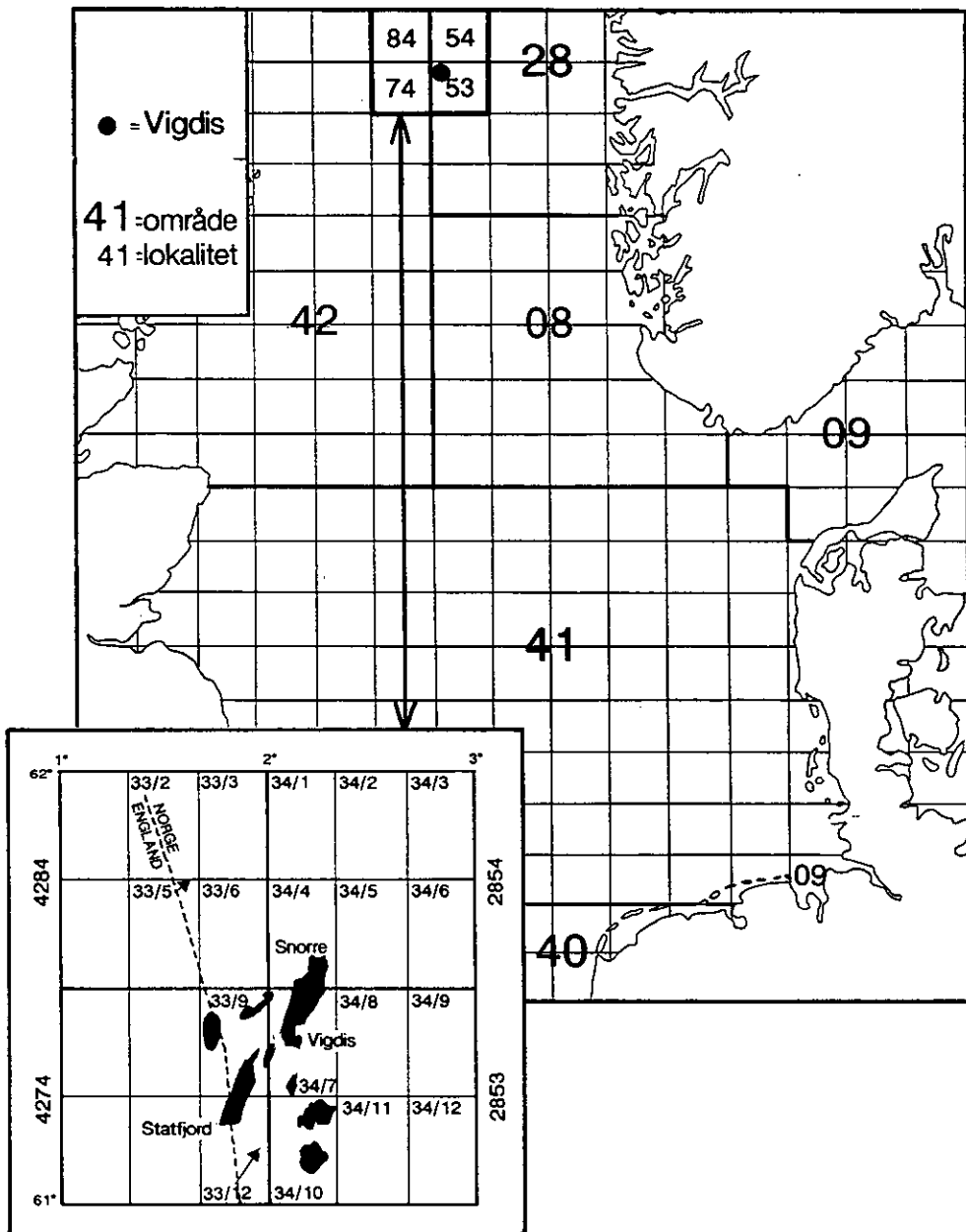
### 6.2.2 Konsekvenser for havbruk

Matfiskanlegg og skalldyrnlegg vil være utsatt hvis et oljesøl når land. Eksemplet for oljedrift i vinterhalvåret (figur 5.14) viser at kystpartier fra Bømlo og forbi Stadt kan bli berørt av samme utslipp. Dette er en strekning med et stort antall akvakulturanlegg; totalt omfatter influensområdet til Vigdis og feltene rundt omlag 50 % av alle norske lokaliteter med konsesjon på havbruk.

Drivtiden til land vil være såvidt lang at de mest flyktige, giftige og vannløselige oljekomponentene vil være borte før stranding. Bare i 1—2 % av tilfellene vil oljen nå kysten innen fem døgn. Samtidig er fisken i matfiskanleggene så stor at den tåler relativt høye oljekonsentrasjoner uten giftvirkning.

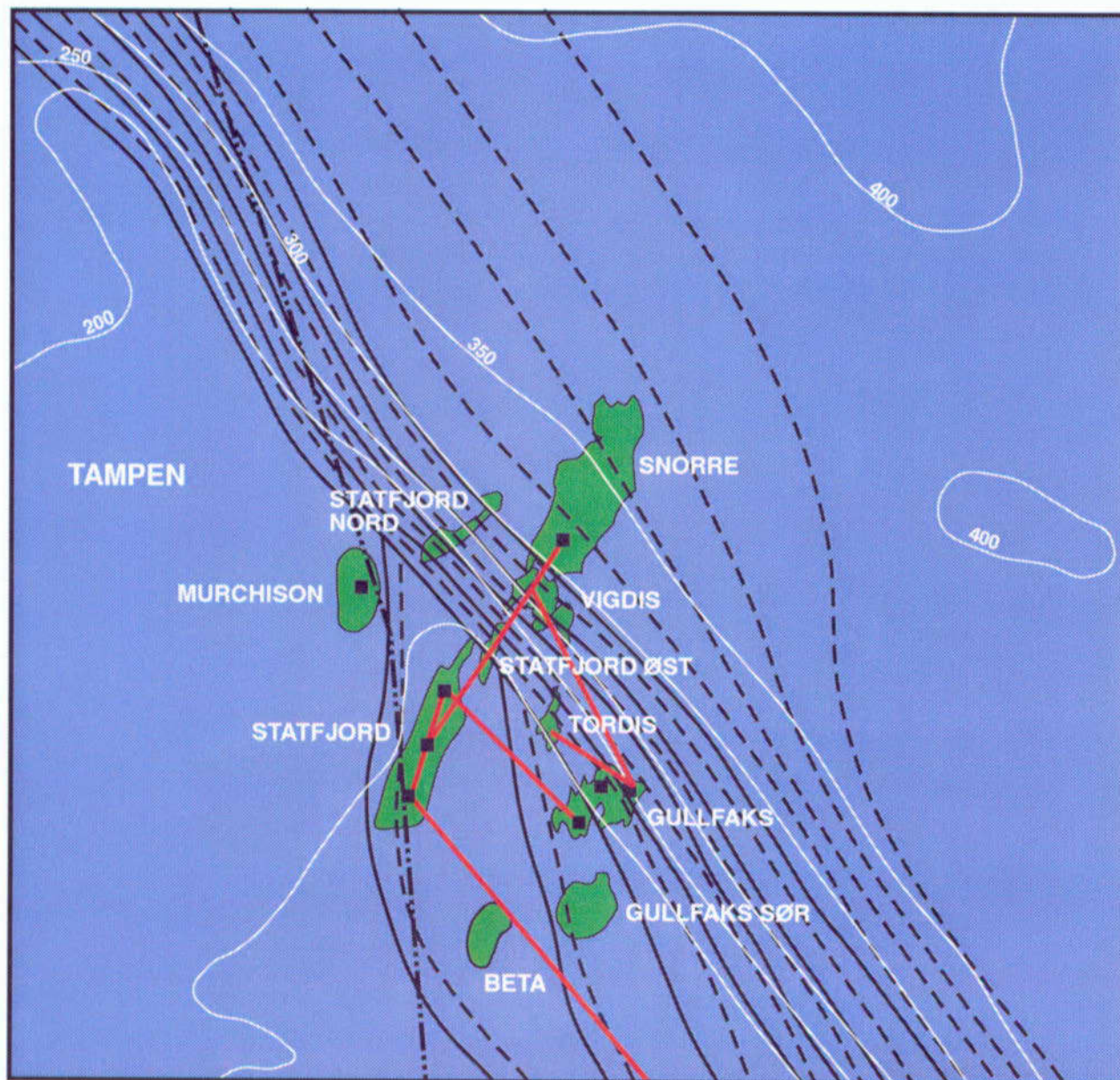
Matfisk- og skalldyrnlegg er ellers sårbare for oljesøl via vannløste hydrokarboner som gir smaksetting, oljetilgrising av anlegg og den aktiviteten som en opprenskningsaksjon vil medføre. Det er registrert hyperaktivitet og høy svømmeaktivitet i merder som har vært utsatt for lave oljekonsentrasjoner, der fisk er død av fysiske skader etter kollisjon med notveggen og annen fisk. Forsøk tyder på at også opprenskningsaksjoner i nærheten av eller i merdene kan gi økt dødelighet av fisk, som resultat av stress.

Skadeomfanget kan omfatte tap av fisk og arbeid med rensing av oljetilgriset utstyr, eventuell flytting av anlegget og destruksjon av død fisk. I tillegg kan frykt for oljesmak på fisk og skalldyr bli et markedsmessig problem, trass i at både fisk og skalldyr forventes å gå seg rene for oljekomponenter og bismak etter en tid i rent vann.



Figur 6.1 Lokalisering av Vigdisfeltet i forhold til lokasjonene i fiskeristatistikken (1 statistikklokasjon = 6 oljeblokker)

*KONSEKVENSER FOR FISKERIER OG HAVBRUK*

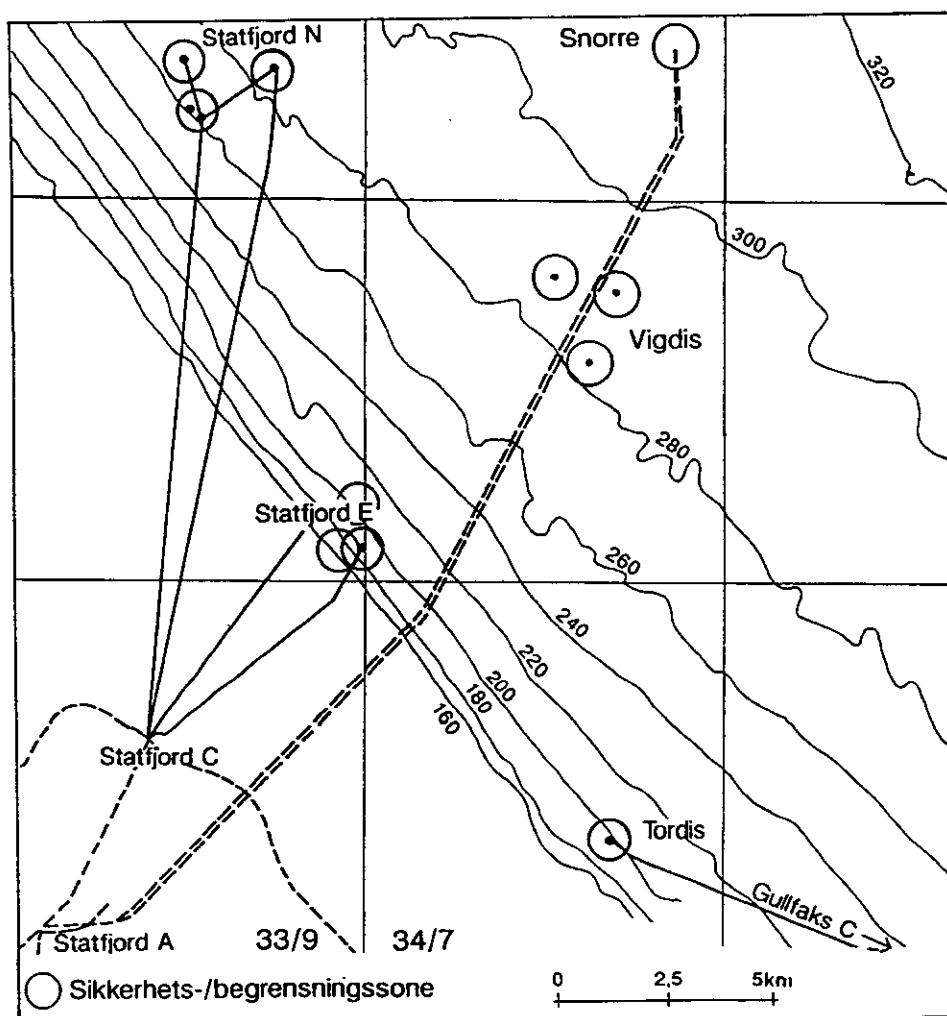


- Plattform
- Rørledning
- Konsumtråling
- - - Industritråling

Konsumtrål og industritrål.  
Viktige fangstområder indikert  
med større linjetetthet

(Etter Barlindhaug a.s., 1990)

Figur 6.2 Industritråling i områdene omkring Vigdis



Inntegnet begrensningssoner (radius 500 m)  
rundt undervannsinstallasjonene

Figure 6.3 Lokalisering av installasjonene på Vigdisfeltet





## **7 AVBØTENDE TILTAK**

### **7.1 Utslipp til sjø**

Det vil bli brukt godt dokumenterte, nedbrytbare kjemikalier med lav giftighet, for å redusere mulighet for miljøpåvirkning fra utslipp. Boring på Vigdis vil så langt praktisk gjennomføres med vannbaserte borevæsker. Pseudo-oljebaserte borevæsker med lav giftighet vil benyttes i brønnseksjoner med høy vinkel eller komplisert brønnbane, der dette er nødvendig for sikker og økonomisk gjennomføring.

### **7.2 Utslipp til luft**

Saga har siden 1991 deltatt i et NTNf-prosjekt med målsetting å redusere utslipp av VOC fra bøyelasting av råolje på norsk sokkel. Fase 1 av dette prosjektet ble avsluttet i juni 1992.

Saga deltar også i fase 2 av prosjektet som startet våren 1992 og har en beregnet varighet på 3 år. Hensikten er å komme frem til et gjenvinningsanlegg som kan gjøre det mulig å gjenvinne 70 % av den mengden VOC som slipper ut i forbindelse med lastingen av olje.

Dersom resultatene fra det ovenfor nevnte prosjektet viser at installering av slike anlegg er praktisk gjennomførbart vil slikt utstyr bli installert på skytteltankere som vil bli benyttet for transport av det aller meste av, eventuelt all, Vigdis olje og føre til en betydelig reduksjon av utslippene av VOC ved lasting.

### **7.3 Fjerning av installasjoner**

Bunnrammer og beskyttelsesstrukturer vil kunne fjernes ved slutten av feltets levetid. Fundamenter og rørledninger vil da tildekkes ved steindumping, i den grad de er eksponert.

*AVBØTENDE TILTAK*

## 8 OPPFØLGENDE ARBEID

- Basisundersøkelse av det marine miljø på Vigdisfeltet. Gjennomføres våren før borestart, enten våren 1995 eller 1996 avhengig av endelig boreprogram.
- Årlige overvåkingsundersøkelser av det marine miljø på Vigdisfeltet, fra og med våren 1998 forutsatt produksjonsstart 1.7.1997.
- Eventuelle andre myndighetspålagte forurensningsundersøkelser.
- Samarbeid med Statoil og Norsk Hydro med sikte på felles utredningsarbeid.
- Samarbeid med Statoil og Norsk Hydro, og innen OLF, med sikte på optimalisering av forurensningsovervåkning.
- Beredskapsanalyser.
- Implementering av HMS (Helse, Miljø, Sikkerhet) program for utbyggingen
- Vurderinger av miljøkonsekvenser av utslipp og tiltak, som bakgrunn for og del av søknader om utslippstillatelser.
- Verifikasjonsstudier, for å verifisere at utbyggingen overholder miljøkrav stilt av Saga og myndigheter.

*OPPFØLGENDE STUDIER*

## 9 KONSEKVENSER AV ALTERNATIVE LØSNINGER

### 9.1 Utbyggingsløsninger

#### 9.1.1 Oversikt

22. desember 1992 besluttet PL 089 lisensen å utarbeide en plan for utbygging og drift basert på tilknytning til Gullfaks C, med kontroll og brønntesting fra Snorre TLP. Lisensen besluttet likevel 17. februar 1993 å ikke sende denne til myndighetene for godkjenning.

Forut for denne avgjørelsen var også tilknytning til et produksjonsskip på Vigdisfeltet og tilknytning til Statfjord vurdert.

Den valgte løsningen er en undervannsutbygging mot Snorre. Konseptet for undervannsutbyggingen har utviklet seg fra satelittbrønner dels plassert i silo, dels med 9–10 m høye beskyttelsesstrukturer, plassert rundt manifolder, til dagens konsept med brønner og bunnrammer samlet under beskyttelsesstrukturer med langt mindre dimensjoner enn tidligere.

Den valgte løsningen med tilknytning til Snorre inkluderer installasjoner på plattformen slik at brønnstrømmen kan fullprosesseres på Snorre TLP. Tidligere er det vurdert fullprosessering av brønnstrømmen på et skip ved Snorre TLP eller delvis prosessering på Snorre TLP med ferdigprosessering på skip eller annen plattform.

Når det gjelder eksport av Vigdisoljen er det valgt transport i rørledning til Gullfaks A, med utskipning med skytteltanker fra Gullfaksfeltet. Andre løsninger som er vurdert er tilsvarende utlasting over Statfjord, eller utlasting på Snorrefeltet enten via et lagerskip, via en lagertank på bunnen, eller direkte lasting til skytteltanker via bøye.

De enkelte delløsningene er i hovedsak vurdert ut i fra teknisk gjennomførbarhet, reservoarstyring og økonomi. Detaljerte miljømessige evalueringer og vurderinger av innvirkning på fiskerier er gjort for et mindre antall totalløsninger:

- undervannsutbygging koplet til produksjonsskip, med direkte utskipning
- undervannsutbygging koplet til Gullfaks C, med utskipning fra Gullfaksfeltet
- undervannsutbygging med bunnrammer knyttet til Snorre TLP, med utskipning via lagerskip eller rørledning til annen infrastruktur.

Når det gjelder vurdering av innvirkning på fiskerier er alle løsninger vurdert med og uten begrensningssoner rundt undervannsanleggene.

### 9.1.2 Konsekvenser for fiskerier

Industritrålfisket kan bli hindret av undervannsanleggene på Vigdis, og er derfor viet oppmerksomhet under planleggingen.

Ved alternativene som ble vurdert fram til februar 1993 var 10 av 12 brønnhoder plassert i nedgravde siloer, for å redusere sannsynligheten for hekting av trål med gjensidig skade på trålrødskap og brønnhode. To av brønnhodene var forutsatt å ha 9–10 m høye beskyttelsesstrukturer. Ifølge utsagn fra fiskere var det sannsynlig at de ville velge å gå utenom de to høye beskyttelsesstrukturene, men uten videre gå over siloene. Dette ble lagt til grunn for vurdering av arealbeslag.

Arealbeslaget overfor trålfiske ble vurdert for undervannsutbygging tilknyttet henholdsvis infrastruktur og produksjonsskip, med og uten begrensningssoner rundt undervannsinstallasjonene.

I dagens konsept forutsettes brønnene plassert sammen med bunnrammer under beskyttelsesstrukturer som rager 6–7 m over havbunnen, tre bunnrammer med fire brønner pr. bunnramme. Forut for dette er det vurdert en løsning med 6 bunnrammer, to brønner pr. ramme og 3 m høye beskyttelsesstrukturer.

Ifølge trålere som fisker langs eggakanten har de posisjoneringsutstyr som tillater dem å gå tett opptil bunninstallasjonene. Arealtapet ved unnvikende manøver blir derved såvidt lite at det er aktuelt å gå utenom fremfor å tråle over installasjonene. Dette er lagt til grunn for vurderingen av arealbeslag uten begrensningssoner.

Sammenligningen av alternativene viser at skipsløsningen faller dårligst ut og den valgte løsningen best, se tabell 9.1. Dette skyldtes dels den permanente sikkerhetssonen rundt skipet (radius 650 m), dels behov for mer spredt plassering av satelittbrønnene for å unngå konflikt mellom skipsankre og bore-/overhalingsrigg.

### 9.1.3 Utslipp

#### Boring

Utslipp fra boring vil være de eneste regulære utslippene med påvisbare, lokale effekter. For de aktuelle konseptene for skips- og undervannsløsninger vil utslippsmengder, utslippssted og miljøeffekter være tilnærmet de samme.

	Uten begrensningssone rundt undervannsanlegg	Med begrensningssone rundt undervannsanlegg
Silo/konvensjonell beskyttelsesstruktur. Produksjonsskip	12 km <sup>2</sup>	50 km <sup>2</sup>
Silo/konvensjonell beskyttelsesstruktur. Tilknytning til infrastruktur	2–3 km <sup>2</sup>	30 km <sup>2</sup>
2-brønns bunnrammer. Tilknytning til infrastruktur	10 km <sup>2</sup>	25 km <sup>2</sup>
4-brønns bunnrammer (valgt løsning). Tilknytning til infrastruktur	1 km <sup>2</sup>	20 km <sup>2</sup>

**Tabell 9.1 Arealbeslag i forhold til trålfiske**

### Utslipp av produsert vann

Det er gjennomført spredningsberegninger for utslipp av produsert vann, både fra produksjonsskip og fra plattformene rundt Vigdis som har vært aktuelle for tilknytning. I alle tilfellene er den beregnede primærfortynningen, i tillegg til eventuell fortynning før utslipp, så god at miljøeffekter neppe vil være registrerbare utenfor utslippet. Det er ingen klar forskjell mellom effekten av en begrenset økning av et eksisterende utslipp (tilknytning til infrastruktur) eller etablering av et nytt, mindre utslipp (skipsløsning).

### Utslipp av fortrenningsvann

Alle løsningene med utskipning via lagertanker på bunnen, enten på Statfjord, Gullfaks eller Snorre inkluderer utslipp av fortrenningsvann. Utslippsvolumet tilsvarer eksportvolumet av olje. Fortrenningsvann er oljeholdig etter kontakt med olje i tankene, men erfaringsmessig er oljeinnholdet lavt (1–5 mg/l) sammenlignet med andre oljeholdige utslippsstrømmer. Ved topp-produksjon på Vigdis kan det tilhørende oljeutslippet med fortrenningsvann komme opp i 10 tonn/år, mot 90–180 tonn/år i utslippet av produsert vann fra Vigdis.

Alternativene med utskipning via lagerskip ville unngått dette utslippet, pga. separate olje- og ballasttanker.

### Utslipp av røykgasser

Forbruk av gass som drivstoff er anslått tilnærmet likt for løsninger med tilknytning til infrastruktur og for produksjonsskip. På det grunnlaget vil utslippet av røykgasser fra forbrenningen være det samme.

#### 9.1.4 Samfunnsmessige konsekvenser

I tidligere fase av prosjektet ble det foretatt en grov vurdering av sysselsettingsvirkninger basert på de alternativer som forelå dengang.

For investeringsfasen hadde infrastruktur alternativene likt omfang og struktur på investeringene slik at sysselsettingsvirkningene ble like. For skipsalternativene var det en forskjell ved at to av alternativene var basert på at skipene skulle utrustes i Norge. En total sammenligning viste at skipsalternativene med utrusting i Norge kom noenlunde likt ut med infrastruktur alternativene.

For driftsfasen er det anslått at infrastruktur alternativene vil kunne ha behov for en total bemanning på 10–15 årsverk. Skipsalternativene ville kreve vesentlig større bemanning, da det er anslått ca. 48 posisjoner (132 årsverk) offshore og 18 årsverk på land.

## 9.2 Tekniske løsninger

### 9.2.1 Reinjeksjon av produsert vann

Mulighet for å benytte produsert vann til vanninjeksjon er vurdert på et tidlig stadium av Vigdis feltplanlegging. Et moment i vurderingene er at Vigdis til enhver tid vil ha behov for mer vann til injeksjon enn det som blir produsert tilbake sammen med oljen.

Basert på analyser av produsert vann og sjøvann, er reinjeksjon av produsert vann ikke å anbefale for Vigdisfeltet. Blanding av produsert vann og sjøvann, som ville vært nødvendig for å sikre tilstrekkelig volum, ville ført til utfelling og avleiring i rør og utstyr.

### 9.2.2 Vurdering av legeringer i rørledninger og bruk av kjemikalier

Basert på Vigdisutbyggingens forventede produksjonsperiode har man valgt karbonstål som basismateriale i rørledningene. Dette vil medføre normal bruk av korrosjonsreducerende kjemikalier. Bruk av høyverdig stållegeringer har vært vurdert, men forkastet ut fra en total økonomisk vurdering, og en vurdering av antatt levetid for installasjonene.

### 9.2.3 Kombinert kraftverk

Det er startet et utredningsarbeid for å se på mulighet for å bygge om systemet for el-kraft generering på Snorre TLP fra bruk av gasturbiner til kombinasjon av gass- og damp-turbiner. Et tidligere studie gjort i forbindelse med planlegging av utbygging av Midgard konkluderte med at et slikt kombinert kraftverk kunne redusere gassforbruket til kraftproduksjon med ca. 30 %. Utslipp av røykgasser ville reduseres tilsvarende. Ifølge dagens prognoser vil røykgasser fra kraftproduksjonen være ca. 90 % av det totale utslippet av røykgasser fra Snorreplattformen.



## **VEDLEGG A:**

### **OVERSIKT OVER UTFØRTE STØTTEUTREDNINGER**

Asplan Analyse AS, mars 1992. Samfunnsmessige virkninger ved utbygging av Vigdisfeltet, Sammenligning av utbyggingsalternativer. AHA 20/3-92/P2338.

Asplan Analyse AS, desember 1992. Samfunnsmessige konsekvenser av utbygging og drift av Vigdisfeltet. Dokumentasjonsrapport. Rapp64/R716/p2338.

Asplan Analyse AS, oktober 1992. Fiskerimesige konsekvenser av Vigdisutbyggingen. Dokumentasjonsrapport. Rapp64/R711MIA/P2337.

Asplan Analyse AS, august og september 1994. Oppdatering Vigdis — Fiskerimesige virkninger.

Asplan VIAK AS, august 1994. Samfunnsmessige konsekvenser av utbygging og drift av Vigdisfeltet. Dokumentasjonsrapport. R9589Ash.sag.

Cooperating Marine Scientists, april 1992. Ressursgrunnlaget i åpent hav og kyst innenfor influensområdet for Vigdisfeltet. Notat.

Oceanor, november 1992. Dispersion and settling of drilling discharge from the Vigdis Field. Rapport nr. OCN R-92055.

Oceanor, november 1992. Oil drift and dispersion simulations for the Vigdis Field. Rapport nr. OCN R-92056.

Oceanor, september 1992. Dispersion of produced water from the Vigdis Field (Revised version). OCN R-92094.

Kaspersen, T.E., 1992. Sjøfugler i influensområdet til oljefeltet Vigdis. NINA Oppdragsmelding 144.

NIVA, januar 1993. Miljøkonsekvensutredning for Vigdisfeltet, blokk 34/7. O-92053.

Simpson, D., juli 1992. Modelling the effect of VOC emissions from the Vigdis field on ozone concentrations in Europe. Rapport fra Det norske meteorologiske institutt.

Saltbones, J., august 1992. Spredning og nedfall av NO<sub>x</sub>-nitrat fra utslipp på Vigdisfeltet. Rapport fra Det norske meteorologiske institutt.

*OVERSIKT OVER UTFØRTE STØTTEUTREDNINGER*

Agenda as, september 1994. Samfunnsmessige konsekvenser av utbygging og drift, Vigdis.  
Dokumentasjonsrapport.

## **VEDLEGG B: OVERSIKT OVER ANNET STUDIEGRUNNLAG**

Asplan Analyse AS, oktober 1993. Økt kapasitet på Snorrefeltet. Fiskerimessige konsekvenser. Dokumentasjonsrapport. Rapp72/762MIA/P2830.

Asplan Analyse AS, mars 1994. Utbygging av Snorre Nord. Fiskerimessige konsekvenser. Dokumentasjonsrapport. Rapp75/797MIA/P2971.

Barlindhaug a.s., august 1990. Fiskeriaktiviteten på Tordisfeltet — blokk 34/7.

Børresen, J.A. og Lie, H.N., 1987. Meteorologiske og oseanografiske forhold på Snorrefeltet. Cooperating Marine Scientists a.s. Rapport nr. 410.29/87/01.

Cooperating Marine Scientists a.s., november 1992. Utslippssøknad Tordisfeltet. En sammenstilling av miljø- og ressursdata samt vurdering av miljømessige konsekvenser. Rapport nr. 139-92-I.

Cooperating Marine Scientists a.s., 1993. MRDB. En database over sårbare ressurser i norske kyst- og havområder.

Langfeldt, J.N., 1987. Analyse av oljevern ved oljesøl på Snorrefeltet. Rapport utarbeidet for Saga Petroleum a.s.

Petrotech a.s., 1992. Well 34/7-19. Chemical and physical analyses of formation water, gas and oil. Rapport nr. K-130.

Saga Petroleum a.s., desember 1990. Tordisfeltet, blokk 34/7. Plan for utbygging og drift. Volum IV, Vedlegg IX — Konsekvensutredningen. R-ERP-0005.

Saga Petroleum a.s., desember 1991. Midgard — Foreløpig plan for utbygging og drift. Vedlegg IX — Konsekvensutredning. R-ERM-0014.

Saga Petroleum a.s., januar 1993. Resipientovervåking under tømning av rørledninger på Snorrefeltet 12.12.92. R-TIY-0001.

Saga Petroleum a.s., februar 1993. Vigdisfeltet. Plan for utbygging og drift. Vedlegg IX — Konsekvensutredning. Utkast. R-EP-0011.

Sørstrøm, S.E. et al., januar 1993. Produced water. Chemistry and toxicity study. IKU Report No. 22.25052.00/01/92.

*OVERSIKT OVER ANNET STUDIEGRUNNLAG*