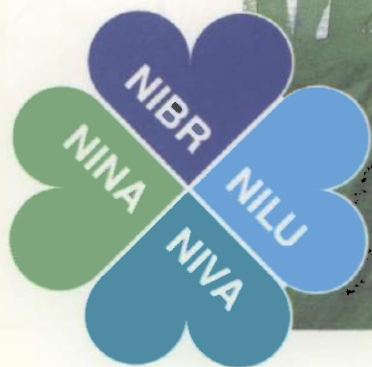


4ni RAPPORT



MTBE-anlegg Kårstø	
Konsekvensutredninger for:	
13.10.92	Antall sider:
	Ansvarlig sgn.
	<i>Paul Bratås</i>

- * Miljø
- * Naturressurser
- * Samfunn



MTBE-anlegg Kårstø

Konsekvensutredninger for:

- * Miljø**
- * Naturressurser**
- * Samfunn**



GRUPPEN
Association

Hovedansvarlig for denne rapporten: NINA

NINA-Oppdragsmelding 142

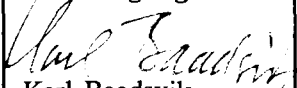


NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING
NORWEGIAN INSTITUTE FOR NATURE RESEARCH

ISSN: 0802-4103
ISBN: 82-426-0255-7

Tilgjengelighet: Åpen

Tittel MTBE-anlegg Kårstø - Konsekvensutredninger for Miljø, Naturressurser og Samfunn		Dato 15.10.92
Forfatter(e) Jørn Thomassen (red.)		Antall sider: 183
Prosjektnummer A-91080	Oppdragsgiver Statoil	Ansvarlig sign.  Karl Baadsvik
Referat På oppdrag fra Statoil har 4ni-gruppen foretatt en konsekvensutredning for det planlagte MTBE-anlegget på Kårstø. Utredningen er lagt opp for å dekke behovet for konsekvensutredninger etter plan- og bygningslovens bestemmelser. Rapporten omfatter samfunnsmessige konsekvenser av utbyggingen, behandler miljøstatus før MTBE-anlegget og vurderer sannsynlige konsekvenser for naturressurser og miljø ved etablering og drift av anlegget.		

3 Stikkord

3 Keywords

MTBE: Metyl-tertiær-butyleter	MTBE: Metyl-tertiær-butyleter
Konsekvensutredninger	EIA - Environmental impact assessment
Miljø	Environment

Thomassen, J. (Red.) 1992. MTBE-anlegg
Kårstø. Konsekvensutredninger for: Miljø,
naturressurser og samfunn. - NINA
Oppdragsmelding 142: 183s.

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med
kildeangivelse.

Opplag: 60

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf.: (07) 58 05 00
Fax.: (07) 91 54 33
Telex: 65065 NINA N

INNHOOLD

	Side
Forord	
Sammendrag	1
1. Samfunn	1
1.1 Leveranser til anlegget	1
1.2 Sysselsettingsvirkninger og næringsutvikling	1
1.3 Offentlig infrastruktur, kommunal økonomi og maritime forhold	2
2. Miljø	3
2.1 Utslipp til luft, meteorologi	3
2.2 Utslipp til sjø	5
2.3 Plante- og dyreliv. Naturområder	6
2.4 Avfall	11
2.5 Støy	11
3. Naturressurser	13
3.1 Akvakultur og fiskerier	13
4. Konsekvenser av salgsgasskompressor	13
1. Innledning	Kap. 1: 1
1.1 Konsekvensutredningens innhold og omfang	3
1.2 Avgrensning av undersøkelsesområdet	5
1.3 Prosjektmedarbeidere	6
SAMFUNN	
2. Leveranser av varer og tjenester	Kap. 2: 1
2.1 Anleggets omfang	1
2.2 Nasjonale forhold	2
2.3 Regionale leveranser	4
2.4 Litteratur	6
3. Sysselsetting	Kap. 3: 1
3.1 Arbeidskraftbehov ved utbygging og drift	1
3.2 Beregningsopplegget i PANDA	3
3.3 Etablering av referansebaner	6
3.4 Beregningsresultater	9
3.5 Litteratur	14

		Side
4. Potensialet for ny næringsvirksomhet	Kap. 4:	1
4.1 Utnytting av kjølevann		1
4.2 Kompetanseheving i regionen		1
4.3 Nye aktiviteter på Kårstø		2
5. Offentlig infrastruktur	Kap. 5:	1
5.1 Anleggsfasen		1
5.2 Driftsfasen		1
5.3 Litteratur		2
6. Kommunal økonomi	Kap. 6:	1
6.1 Selskapsskatt		1
6.2 Personskatt til kommunene		1
6.3 Eiendomsskatt		2
6.4 Litteratur		3
7. Maritime forhold	Kap. 7:	1
7.1 Skipstrafikk		1
7.2 Kaibelastning		2
7.3 Konsekvenser av uhell		2
MILJØ		
8. Miljøstatus for lokaliseringalternativet	Kap. 8:	1
8.1 Utslipp til luft		2
8.2 Utslipp til sjø		6
8.2.1 Dagens utslippssituasjon		6
8.2.2 Spredning og transport av utslipp		9
8.2.3 Marinbiologiske forhold og virkninger av eksisterende og vedtatte utslipp		18
8.2.4 Litteratur		26
8.3 Plante- og dyreliv. Naturområder		27
8.3.1 Flora, vegetasjon og jordsmonn		27
8.3.2 Fugl		34
8.3.3 Pattedyr		42
8.3.4 Fisk og vannkvalitet, ferskvann		44
8.3.5 Områder med spesielle naturverninteresser		47
8.3.6 Områder med spesielle friluftslivsinteresser		50
8.3.7 Litteratur		52
9. Luftforurensning	Kap. 9:	1
9.1 Utslipp til luft		2
9.2 Meteorologiske forhold		3
9.3 Retningslinjer for luftkvalitet		5
9.4 Timemidlete NO ₂ -konsentrasjoner		6
9.5 Langtidsmiddelverdier av NO ₂		10
9.6 Estimert av våtavsetning av nitrogen		11
9.7 Klimaeffekter av utslipp fra terminalen		11

	Side	
9.8	Oppfølgende undersøkelser	12
9.9	Litteratur	13
10.	Vannforurensning	Kap. 10: 1
10.1	Innledning	2
10.2	Grunnlagsdata	3
10.3	Utslippskarakteristikk	3
10.3.1	Kjølevann	3
10.3.2	Oljeholdig avløpsvann	5
10.3.3	Sanitæravløp	5
10.3.4	Nitrogenavsetning til luft	6
10.4	Fortynning og influensområde for kjølevann	6
10.4.1	Beregningsmetoder og datagrunnlag	6
10.4.2	Resultater for overtemperatur	9
10.5	Gassovertmetning	13
10.6	Fortynning av øvrige komponenter	13
10.6.1	Klor	13
10.6.2	Hydrokarboner	14
10.6.3	Metanol	15
10.6.4	Fenol	15
10.6.5	Organisk innhold (TOC)	16
10.6.6	Sedimenterbare partikler	16
10.6.7	Utslipp fra sanitæranlegg	17
10.6.8	Nitrogenavsetning	17
10.6.9	Miljøgifter	18
10.7	Konsekvenser på det marine miljø	18
10.7.1	Konsekvenser i de frie vannmasser	18
10.7.2	Konsekvenser på strandsone og hardbunn nedenfor tidevannssonen	18
10.7.3	Konsekvenser for dyresamfunn på bløtbunn	20
10.8	Konsekvenser av uhell	21
10.8.1	Beskrivelse av aktuelle uhellsscenarier	21
10.8.2	Konsekvenser av uhell på det marine miljø	23
10.9	Oppfølgende undersøkelser	24
10.10	Litteratur	26
11.	Avfall	Kap. 11: 1
11.1	Innledning	1
11.2	Avfallsprodukter og -håndtering, eksisterende virksomhet	1
11.3	Avfallsprodukter og -håndtering, MTBE-anlegget	2
11.4	Vurdering av konsekvenser av planlagt avfallshåndtering	2
12.	Støy	Kap. 12: 1
12.1	Problemstillinger	1
12.2	Grunnlagsinformasjon	1
12.3	MTBE-anlegget	2
12.4	Beregning av støy i driftsfasen	3
12.5	Støynivåer til omgivelsene. Støykoter	5

	Side
12.6 Støy i anleggsfasen	8
12.7 Vurdering av konsekvenser	9
12.8 Støyreducerende tiltak	9
12.9 Oppfølgende undersøkelser	10
12.10 Litteratur	11
13. Plante- og dyreliv. Naturområder	Kap. 13: 1
13.1 Flora, vegetasjon og jordsmonn	1
13.1.1 Arealbruk	1
13.1.2 Utslipp til luft	1
13.1.3 Utslipp til sjø	5
13.2 Fugl	6
13.2.1 Forstyrrelse, aktivitetsøkning	6
13.2.2 Arealbruk	6
13.2.3 Utslipp til luft	6
13.2.4 Utslipp til sjø	7
13.3 Pattedyr	8
13.3.1 Forstyrrelse, aktivitetsøkning	8
13.3.2 Arealbruk	8
13.3.3 Utslipp til luft	8
13.3.4 Utslipp til sjø	8
13.4 Fisk og vannkvalitet, ferskvann	9
13.5 Områder med spesielle naturverninteresser	10
13.5.1 Arealbruk	10
13.5.2 Utslipp til luft	10
13.5.3 Utslipp til sjø	10
13.6 Områder med spesielle friluftslivsinteresser	11
13.6.1 Situasjonen etter etablering av kondensat-anlegget	11
13.6.2 Situasjonen ved etablering og drift av MTBE-anlegget	11
13.7 Spesielle konsekvenser som følge av avfall	12
13.8 Spesielle konsekvenser som følge av støy	12
13.9 Oppfølgende undersøkelser	12
13.10 Litteratur	13

NATURRESSURSER

14. Fiskerier og akvakultur	Kap. 14: 1
14.1 Innledning	1
14.2 Grunnlagsdata	1
14.3 Eksisterende og planlagt fiskeri- og oppdrettaktivitet i influensområdet	3
14.4 Vurderinger av konsekvenser av utslipp og uhell	3
14.5 Oppfølgende undersøkelser	6
14.6 Litteratur	6

SALGSGASSKOMPRESSOR

15. Konsekvenser av salgsgasskompressor	Kap. 15:	1
15.1 Innledning		1
15.2 Konsekvenser utslipp luft		1
15.3 Konsekvenser utslipp sjø		1
15.4 Konsekvenser støy		1
15.5 Andre konsekvenser		2
15.6 Litteratur		2

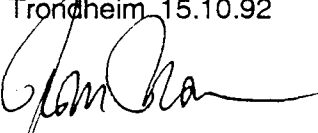
FORORD

4Ni-gruppen fikk på høsten 1991 i oppdrag fra Statoil å foreta en konsekvensutredning for etablering av et MTBE- (Metyl-tertiær-butyl-eter) anlegg på Kårstø i Rogaland. 4Ni-gruppen har i dette arbeidet bestått av NILU, NIVA og NINA. De samfunnsmessige konsekvensene er gjort av Allforsk/Sintef på vegne av 4Ni-gruppen. Utredningen er gjort i henhold til plan- og bygningslovens bestemmelser om konsekvensutredninger (§ 33) og omfatter miljø, naturressurser og samfunn. Utredningen skulle baseres på eksisterende informasjon. Rådgiver Jørn Thomassen, NINA, har vært prosjektleder for konsekvensutredningen.

Kontaktpersoner i Statoil har vært Bjørn Fossan/Petter Reed. I tillegg til innsamling av eksisterende informasjon er det foretatt befaringer til Kårstø og relevante miljøer i Rogaland. 4Ni-gruppen vil takke alle som har bidratt med verdifull informasjon til bruk i utredningen.

Statoil har som oppdragsgiver eiendomsretten til de resultater som er framkommet gjennom arbeidet, og kommersiell bruk av disse må avtales med Statoil. Forøvrig kan denne rapporten siteres fritt med kildehenvisning.

4Ni-gruppen
Trondheim 15.10.92



Jørn Thomassen

SAMMENDRAG

1. SAMFUNN

De samfunnsmessige konsekvenser av utbygging og drift av anlegget omfatter virkninger i vid forstand på næringsvirksomhet og sysselsetting, konsekvenser for befolkningsutvikling, avledete behov for kommunal tjenesteyting, infrastruktur, maritime forhold, mv.

1.1 Leveranser til anlegget

Utbyggingskostnadene for anlegget er forventet å bli ca 2,7 mrd kr (1991), mens driftskostnadene er anslått til ca 160 mill. kr. 85% av investeringer og innkjøp vil komme i 1993-94, mens så og si all arbeidsinnsats på selve anlegget vil komme i denne perioden. Alt i alt er det antatt et arbeidskraftbehov på ca 800 årsverk på selve anlegget, og en vil få en topp i bemanningen på ca 750 personer høsten 1994. Bemanningen ved drift av anlegget er foreløpig anslått til ca 100 personer.

Det er stor interesse knyttet til omfanget av nasjonale og lokale leveranser ved et slikt prosjekt. Disse vil avhenge av utbyggingens art og sammensetning av ulike leveransetyper (varer/tjenester), og de vil avhenge av bedriftenes konkurranseevne, kapasitet og leveringsdyktighet. Erfaringene fra den første Kårstø-utbyggingen viste at norske leveranser til de teknisk/industrielle delene av prosess-anlegg mv. var relativt små, mens leveransene til grunnarbeid, typiske bygge- og anleggs-arbeider og ulike tjenestefunksjoner kunne være betydelige. Alt i alt ble det registrert en fordeling som innebar at de regionale, de øvrige norske og de internasjonale leveransene representerte ca 1/3 hver. De regionale leveransene fra Rogaland/Hordaland var på 35%, mens leveransene fra den lokale Haugesunds-regionen utgjorde ca 20%. I de siste par årene er norsk industri blitt betydelig mer konkurransedyktig på dette markedet, men det ventes likevel lavere leveranseandeler ved MTBE-anlegget pga. utenlandske lisenshavere.

Det er laget en fordeling av leveransene basert på inngåtte kontrakter ved MTBE-anlegget så langt. Dette materialet indikerer at den norske leveranseandelen blir ca 50%, og at Haugesundsregionen og Rogaland/Hordaland får andeler på henholdsvis 15 og 30%. For leveransene i driftsfasen har vi lagt til grunn anslagene gjort for Sleipner kondensat-anlegget. Dette innebærer lokale leveranseandeler på omlag samme nivå som i anleggsfasen.

I følge OED vil de totale investeringer knyttet til norsk sokkel kunne få et betydelig omfang i samme periode som MTBE-utbyggingen er planlagt. Dette kan medføre visse kapasitetsproblemer når det gjelder norske leverandører og personell til MTBE-utbyggingen.

1.2 Sysselsettingsvirkninger og næringsutvikling

Ved hjelp av modellsystemet PANDA er virkningene av MTBE-utbyggingen beregnet. Disse beregningene tar bl.a. utgangspunkt i de lokale leveransene som er anslått til Sleipner kondensat- og MTBE-utbyggingen. Det er først etablert en referansebane for den regionale næringsutvikling basert på regionens nærings- og produksjonsstruktur, og nasjonal utvikling i sentrale etterspørsels-sammenhenger. Befolkningsutviklingen bygger bl.a. på demografiske

parametre som er estimert for kommunene i regionen. Oppå denne utviklingen er utbyggingen av Sleipner kondensat lagt, og dette gir tilsammen referansealternativet. Selve utbyggingsalternativet etableres ved at utbyggingen av MTBE-anlegget legges til dette referansealternativet igjen. Differansen mellom disse to alternativene gir de direkte og indirekte virkninger av MTBE-utbyggingen.

Sysselsettingsvirkningene av MTBE-anlegget i utbyggingsfasen er omlag like store som av Sleipner kondensat-utbyggingen. Alt i alt vil utbyggingen kunne gi 800–900 sysselsatte i 1994, hvorav ca 360 sysselsatte er ringvirkninger i det lokale næringslivet. I driftsperioden vil vi få en sysselsettingseffekt på i alt ca 140 personer, hvorav 100 er bemanning på selve anlegget. De største ringvirkningene i anleggsfasen (1992–94) finner vi innenfor bygg og anlegg og tjenesteyting. I driftsfasen er virkningene mere jevnt fordelt på flere næringer. Dette har sammenheng med at Statpipe vil bygge opp en vedlikeholds-funksjon som skal betjene anlegget.

Det er også regnet på ringvirkningene for Rogaland og for hele Norge. Disse beregningene viser at virkningene i Rogaland kan omfatte dobbelt så mange sysselsatte som i Haugesund, mens det nasjonalt kan dreie seg om en firedobling i forhold til virkningene i Haugsundsregionen.

De befolkningsmessige virkninger av MTBE-utbyggingen vil bli relativt beskjedne sammenlignet med Sleipner. Beregningene viser at Sleipner kondensat-utbyggingen kan gi en befolkningsvekst på vel 400 fram mot år 2000. MTBE-utbyggingen etterfølger Sleipner og vil ikke gi noen vesentlig ny impuls, men bidra til en jevn høyning av folketallet i regionen med 200–250 personer mot slutten av 90-tallet. Det er først og fremst Tysvær, Karmøy og Haugesund som får denne befolkningsveksten. Det er også gjennomført beregninger av hvilke konsekvenser den nye Rennfast-forbindelsen vil ha. Disse beregningene viser at befolkningsutviklingen i Tysvær påvirkes mere av Rennfast enn av MTBE-anlegget.

Når det gjelder potensialet for ny næringsvirksomhet i regionen, er det spesielt viktig å bygge på den kompetanse som etter hvert er bygd opp i kjølvannet av Kårstø-anlegget.

1.3 Offentlig infrastruktur, kommunal økonomi og maritime forhold

MTBE-anlegget vil ikke innebære noen konsekvenser for utbygging av infrastruktur i Tysvær. Det er allerede etablert tilstrekkelig kapasitet på all fysisk/teknisk infrastruktur, og befolkningsutviklingen vil ikke få konsekvenser for skoleutbygging mv.

Utbyggingen medfører økte inntekter for kommunene gjennom eiendomsskatt, personskatt og selskapsskatt. Størrelsen på selskapsskatten vil avhenge av en del utenforliggende forhold og påvirkes sterkt av det samlede økonomiske resultatet for Statoil som selskap. Økt personskatt som følge av utbyggingen vil avhenge av økningen i yrkesaktiv befolkning bosatt i regionen, og virkningene for kommunene her er beregnet til 2,5–3 mill 1991-kr pr. år i driftsfasen. Den største inntektseffekten vil komme gjennom eiendomsskatten. For Tysvær er det beregnet at MTBE-utbyggingen vil innebære en økning i eiendomsskatten på 11–12 mill 1991-kr pr. år i driftsfasen. Dersom Tysvær og Bokn kommuner blir enige om fordeling av inntekter i henhold til intensjonene i prinsippavtale om inntektsfordeling fra gassbasert virksomhet/industri i Ognøy/Kårstø-området, vil deler av denne økte eiendomsskatten kunne tilfalle Bokn kommune. Samlet vil altså de skattemessige konsekvenser av MTBE-anlegget

kunne bli betydelige for Tysvær (og Bokn), først og fremst på grunn av eiendomsskatten.

Den økte skipstrafikken til Kårstø som følge av MTBE-anlegget vil ikke endre trafikken i området vesentlig. Det vil ikke være påkrevet med nye trafikkregulerende tiltak.

2. MILJØ

2.1. Utslipp til luft, meteorologi

Meteorologiske forhold

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) utførte i 1975/76 meteorologiske målinger på Kårstø for Statoil i ett år. Disse danner grunnlaget for vurdering av vind- og stabilitetsforhold i området. Dominerende vindretninger er vind langs Karmøysundet (330°) om sommeren og vind fra øst (90°) om vinteren, med forekomst henholdsvis på 25% og 18% i hver årstid. Midlere vindhastighet over året var 5,5 m/s med de høyeste vindstyrker om vinteren og de laveste om sommeren.

Atmosfærisk stabilitet er en betegnelse for luftas evne til å fortynne utslipp. Ustabil sjiktning som forekommer med soloppvarming om dagen, gir god vertikal fortykning av atmosfæren. Stabil sjiktning, som inntreffer om vinteren og om natten pga. avkjøling av underlaget, gir liten vertikal utveksling og ugunstige spredningsforhold. Nøytral sjiktning forekommer i overskyet vær ved moderate til høye vindstyrker og er normalt den tilstanden som forekommer oftest ved kysten.

På Kårstø ble det målt temperaturdifferanse mellom 36 m og 10 m som mål for stabilitet. Bearbeidelsen ga at som middel over året forekom ustabil, nøytral og stabil sjiktning i henholdsvis 12%, 47% og 41% av tiden. Stabil sjiktning og ugunstige spredningsforhold forekom oftest ved fralandsvind, mens nøytral sjiktning forekom oftest ved pålandsvind.

Miljøstatus luft

NILU utførte målinger på Kårstø av nitrogenoksider (NO/NO₂) i 1986 og 1988. Disse ga midlere NO₂-konsentrasjoner for vinterhalvåret på ca. 5 µg/m³. Bidraget fra anlegget i maksimalområdet var ca. 1–2 µg/m³ som halvårsmiddel. Målinger utført i det statlige overvåkingsprogrammet i Skreådalen, ca. 60 km øst for Stavanger, ga årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO₂ i 1990 på henholdsvis 0.9 µg/m³ og 2.0 µg/m³.

Terminalen bidro til enkelte timer med forhøyede NO₂-konsentrasjoner i omgivelsene. Det ble målt maksimal timeverdi av NO_x på 97 µg/m³ hvorav 57 µg/m³ forekom som nitrogendioksid. Målingene ga at i maksimalområdet kunne terminalen bidra med 30–50 µg/m³ som timemiddel.

Det er ikke målt nedbørkvalitet (analyse av nedbør) på Kårstø. Målestasjonen Vikedal 40 km nordøst for Kårstø ga våtavsetning av svovel og nitrogen over året på henholdsvis 1.5 gS/m² og 1.8 gN/m² i 1990. Avsetningen forårsaket av langtransporterte forurensninger er trolig lavere ute ved kysten pga. mindre nedbør. Naturens Tålegrense, som beskriver hva naturen kan tåle uten å bli vesentlig skadet eller endret, er satt til opptil 1 gS/m² for svovel og 1–2

gN/m² for nitrogen. De store avsetningene av nitrogen og svovel indikerer at området nordøst for Kårstø allerede er sterkt belastet av langtransporterte luft-forurensninger.

Utslipp til luft

Spredningsberegningene av nitrogendioksid ga maksimale timeverdier før oppstart av MTBE-anlegget opp mot 55 µg/m³ og etter oppstart opp mot 65 µg/m³. Ved innslag mot åssiden vil det kunne forekomme timeverdier opp mot 70 µg/m³ og 80 µg/m³ for henholdsvis før og etter oppstart. Disse verdiene er mellom en tredel og halvparten av nedre verdi for forslag til norske retningslinjer for luftkvalitet fra 1982, og under en firedel av WHO's grenseverdi.

Fakkelen vil normalt gi lave utslipp til luft, idet kun pilotbrenneren benyttes. Ved fakling, i forbindelse med prosessstans og vedlikehold, vil ca. 10 tonn NO_x slippes ut i løpet av 3 døgn. Spredningsberegninger for 1. time etter start, hvor utslippet er høyest, ga maksimale timeverdier av NO_x mellom 150 og 200 µg/m³ avhengig av stabilitetsforholdene. Ved ugunstige værforhold vil det ved innslag mot åssiden ca. 4 km fra anlegget kunne forekomme NO_x-konsentrasjoner opp mot 300 µg/m³ i den første timen av faklingen. Hvis dette er om dagen om sommeren med høye ozonkonsentrasjoner, vil opptil ca. 200 µg/m³ forekomme som NO₂ fra ca. 3–4 km fra anlegget.

Midlere NO₂-konsentrasjoner over året ble beregnet før og etter oppstart av MTBE-anlegget. Spredningsberegningene ga maksimal-områder over havet ca. 1 km sørøst for terminalen og områder med noe lavere maksimalverdier nordvest og vest for terminalen. I maksimalsonen vil NO₂-konsentrasjoner opptil 2,5 µg/m³ forekomme ved utslipp fra terminalen etter oppstart, hvor MTBE-anlegget vil bidra med ca. 0,5 µg/m³.

Sammenlignet med forslag til norske retningslinjer for NO₂, midlet over 6 måneder, gir NO_x-utslippet fra Kårstø etter oppstart av MTBE-anlegget årsmiddelkonsentrasjoner på opptil ca. 3% av retningslinjen.

Bidraget til avsetning av nitrogen fra terminalen bør beregnes ved bruk av spredningsmodeller med kjemiske reaksjoner som benytter samtidige målinger av vindretning og nedbør. Et foreløpig grovt estimat, basert på at det forekommer nedbør i 5–10% innen en 30°-sektor over året, gir at anlegget samlet etter oppstart av MTBE-anlegget som middel innen sektoren bidrar med 0.4–1.0% av dagens avsetning forårsaket av langtransporterte luftforurensninger.

Utslipp av svoveldioksid fra MTBE-anlegget utgjør ca. 20% av NO_x-utslippet. Maksimale timesverdier av SO₂ opp mot 5 µg/m³ kan forekomme i omgivelsene. Årsmidlete SO₂-konsentrasjoner opptil ca. 0.15 µg/m³ kan forekomme, som er ubetydelig sammenliknet med grenseverdier og ca. 1/6 av langtransporterte luftforurensninger.

Utslipp av gassene karbondioksid (CO₂) og flyktige organiske forbindelser (VOC) fra MTBE-anlegget vil utgjøre henholdsvis 0,6% og 0,14% av Norges totalutslipp i 1988. Totalt vil utslipp av CO₂ og VOC fra hele anlegget etter oppstart av MTBE-anlegget utgjøre henholdsvis ca. 2.4% og 1.1% av totalutslippet av klimagasser i Norge.

Det anbefales å utføre målinger av meteorologi, luft- og nedbørkvalitet før og etter oppstart av MTBE-anlegget. Målingene må utføres i ett år på flere stasjoner slik at det sesongvise og romlige bidraget fra MTBE-anlegget til forurensningssituasjonen i området blir kartlagt.

2.2. Utslipp til sjø

Utslippene til sjø fra ordinær drift ved MTBE-anlegget faller i tre hovedkategorier: oppvarmet saltvann tidvis med restoksydasjonsmiddel fra klorering, oljeholdig avløpsvann fra prosessrensaneanlegget og sanitæravløpsvann. I tillegg tilføres sjøområdet noe nitrat som avsetning fra luftutslipp. På grunnlag av fortynningsberegninger konkluderes at de utslipp som kan ha virkning ut over sonen umiddelbart rundt utslippet er oppvarmet sjøvann, restoksydasjonsmiddel, og sanitæravløp. Kjølevannsutslippet kan inneholde små mengder persistente og akkumulerbare miljøgifter (klorerte hydrokarboner, evt. også PAH), men det er ikke informasjonsgrunnlag for å kvantifisere forekomsten.

Influensområdet for overtemperatur på 1 °C eller mer, ved et samlet kjølevannsutslipp fra alle anlegg på 34 600 m³/time, er beregnet til en avstand av ca. 900 m i øst- og vestlig retning fra utslippet ved Kårstø. Dette begrenser influensområdet til strekningen mellom Frekasundet og Årviksundet. Tilsvarende influensområde for 0.5 °C overtemperatur vil være ca 3400 m. Utstrekningen sørover er forventet være ca 1/5 av disse avstandene. Beregningene gir et snevrere influensområde enn det som er beregnet av NHL for et teoretisk utslipp 25 000 m³/time, men stemmer rimelig bra overens med beregninger gjort av Veritas Miljøplan på utslipp på 9 000 og 20 000 m³/time.

Konsekvensene av utslippene på de frie vannmassers økosystem forventes i hovedsak begrenset til de vannmasser som direkte blandes inn i kjølevannsstrømmen. Det ansees som usannsynlig at utslippene fører til målbare endringer i produksjonsforhold eller artssammensetning i Kårstøbassengets plankton.

Konsekvenser av utslippene på strandsonen og hardbunnsområder på grunt vann vil kunne føre til lokale effekter på hardbunnsorganismer innenfor industriområdet og spesielt i områder hvor det kan oppstå lokale bakevjer og oppstuing. Effekten vil være liten i nevnte område, men kan føre til en forandring av samfunnsstrukturen for disse organismene. Dette ble også registrert på en av 28 lokaliteter i etterundersøkelsen 1988–1989, den som lå nærmest terminalen. Slike endringer av samfunnsstruktur er imidlertid reversible.

Resultatene fra bløtbunnsundersøkelsene før og etter etableringen av terminalen viste at petrokjemianlegget ikke hadde ført til påvisbar endring i miljøtilstanden på bløtbunn fram til og med 1989. De planlagte utslippene ville hovedsakelig være en forsterkning av de eksisterende påvirkningstyper, men deres betydning, sett i forhold til eksisterende utslipp, naturtilstanden på bløtbunn og naturtilstandens variasjoner, vil neppe være målbar.

Uhell ved lasting og lossing og skipstransport kan føre til utslipp av metanol og ferdig MTBE til sjø. Uhell ved kai beregnes å kunne resultere i søl av størrelse 7–70 tonn av disse kjemikalier i løpet av få minutter før tilførsel stoppes. For metanol er anslått et influensområde med giftige konsentrasjoner i den øverste meter av vannmassene ut til en radius av ca 4500 m hvor alger og dyr i strandsonen og på grunt vann vil kunne skades. Ved omfattende uhell må en regne med at det vil ta 5–10 år før organismesamfunnet er helt rehabilitert. For MTBE finnes ikke datagrunnlag for å anslå influensområde og mulige skadevirkninger, men det er sannsynlig at spredningen er grunnere og mindre enn for metanol og at det også her er organismer nær vannoverflaten som vil komme i kontakt med nevneverdige mengder.

Utslipp ved skipskollisjon eller grunnstøting omfatter de samme kjemikaliene og forventes i

verste fall å være av størrelse 1500 tonn over en periode på 5–10 minutter. Influensområdet for giftige konsentrasjoner av metanol er anslått til en avstand av 8–10 km fra ulykkesstedet. For en ulykke mellom Rennesøy og Bokn, der innseilingen krysser skipsleia, er det sannsynlig at betydelige grunnområder i ytre del av Boknafjorden vil kunne utsettes for skadelige mengder metanol. Også for skipsuhell er det mangelfullt grunnlag for å bedømme skadevirkningene av MTBE på naturmiljøet.

Det anbefales at det gjennomføres en undersøkelse av strøm og temperaturforhold ved Kårstø over anslagsvis ett år for å fastslå om de teoretiske beregningene av spredning og influensområde stemmer med virkeligheten. Det vil også være behov for en biologisk oppdatering av et utvalg hardbunnsstasjoner. Dette for å verifisere de konklusjoner som er tatt ut fra teoretiske vurderinger. Disse undersøkelser vil i stor grad bedre grunnlaget for å forhåndsanslå influensområdet for det utvidede utslippet etter MTBE-etableringen.

Videre anbefales at det gjennomføres en orienterende analyse av miljøgiftinnholdet i avløpet fra prosessrenseanlegget og rett utenfor kjølevannsutløpet. Dersom disse analysene viser at betenkelige mengder klorerte hydrokarboner forekommer i kjølevannsstrømmen, bør man vurdere å skille utløpene av kjølevann og prosessavløpsvann.

Det anbefales også at man klarlegger hvilke undersøkelser av miljøegenskaper hos MTBE som i dag er i gang i USA, evt. også andre steder, for å identifisere viktige undersøkelsesoppgaver av relevans for norske forhold som ikke dekkes av disse.

2.3. Plante- og dyreliv. Naturområder

2.3.1. Flora, vegetasjon og jordsmonn

Floraen på Kårstø er forholdsvis artsrik, men få arter kan benevnes sjeldne for området, regionen eller Rogaland.

Vegetasjonen domineres av lyngheityper. Dette er vegetasjon som er tilpasset voksesteder med svært surt og næringsfattig jordsmonn. Slik vegetasjon vil være spesielt følsom for nitrogentilførsel. På heilandskap er nitrogeneffekter observert ved deponisjon på under 1 g N m²/år, og ved 2 g N m²/år er det i Nederland observert en fullstendig endring fra lynghei til grasdominerte vegetasjonstyper.

Utslippene til luft fra nyetableringen vil regulært omfatte de samme stoffer som slippes til luft fra eksisterende anlegg på Kårstø.

Avsetningen av nitrat er beregnet for gassterminal og Sleipner kondensat. I maksimalområdet 5 – 7 km fra anlegget vil avsetningen bli ca. 10 mg N m²/år. Langtransportert avsetning er til sammenlikning ca. 1,5 g N m²/år. Gasskraftverket vil kunne gi et bidrag til den totale avsetningen av N på 2 –3 % av den nåværende tilførsel av atmosfærisk nitrat i området. MTBE-anleggets bidrag til den totale avsetningen av NO_x er mindre enn for gasskraftverket. Det foreligger ikke indikasjoner på at dette alene vil medføre merkbare effekter på vegetasjon eller jordsmonn.

NO_x i samspill med ozon (O₃) kan under visse forhold gi negative virkninger på vegetasjon. Ved bakkenivå bør konsentrasjonen av ozon ikke overskride foreslåtte grenseverdier.

Måleresultater fra ulike steder i landet viser at tålegrensene overskrides ofte og tildels betydelig, men mest i de sørlige deler av landet. Dette er i det vesentlige forårsaket av transport av luft fra kontinentet. Kritiske grenseverdier for døgnmiddel er $65 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ for vegetasjon. Målinger utført på Haugsneset viser $70 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ som døgnmiddel, og verdiene ligger således allerede over foreslåtte grenseverdier. Spesielt i sommerhalvåret når veksten foregår kan langvarige høye konsentrasjoner av ozon bli kritisk for vegetasjonen. MTBE-anlegget vil medføre minimale tillegg til ozon belastningen.

Svovelutslippene fra Kårstø vil ved nyanlegget tidobles, og er beregnet bli $4.5 \text{ kg SO}_2/\text{time}$. Dette er fortsatt under gjeldende utslippstillatelse som er $10 \text{ kg SO}_2/\text{time}$. Det langtransporterte bidraget av SO_2 er også avtatt noe de siste årene. SO_2 -utslippet vurderes ikke å ha større virkning på miljøet.

I Rogaland er avsetningen forårsaket av langtransporterte forurensninger både for nitrogen og svovel idag på et nivå som kan gi vesentlige endringer i vegetasjon og jordsmonn.

Gassutslippene har tildels karakter av klimagasser, med global virkning. MTBE-anlegget vil øke samlet norsk utslipp av CO_2 og andre klimagasser med omkring 0,5 %. Utslippene av NO_x og SO_2 kan dessuten bidra til sur nedbør lokalt og regionalt, men utslippsmengdene er små. Eksisterende terminal, Sleipner kondensat og MTBE-anlegget vil bruke ca. 2 % av den inngående gassen som fyrgass på anleggene.

De utslippsmengder som det regnes med i planene vil gi små forurensningsvirkninger. Konsentrasjonen av NO_2 som er den viktigste forurensningskomponenten vil i omgivelsesluften ligge langt under fastsatte grenseverdier. Ozon derimot kan under visse episoder nå kritiske belastningsnivåer for endel arter, eksempelvis erteplanter, lerk og rogn.

Utslipp til sjø vil øke. Virkningene av akutte utslipp på planter i strandsonen er negativ, men i hvor stor grad er usikkert. Akutte utslipp vil fordampe raskt, og virkningene vil være av kortvarig karakter.

Temperaturøkning på $1 - 2 \text{ }^\circ\text{C}$, periodevis utslipp av restoksidasjonsmidler fra klorering og transport av næringsrikt dypvann til øvre vannlag vil ikke ha negative virkninger av noe omfang på strandvegetasjonen.

2.3.2. Fugl

Mye data om fugl fra områdene rundt Kårstø foreligger, særlig tellinger av fugl, foretatt av lokale ornitologer. Datamaterialet, bl.a. både hos lokale ornitologer og i NINAs sjøfugldatabaser, er så omfattende at det ikke har vært mulig å gi noen tilstrekkelig grundig behandling av konsekvensene for fugl.

Aktiviteten på Kårstø hittil har ført til lite fritidstrafikk på sjøen og holmene. Den økte aktivitet av mennesker i både anleggsfase og driftsfase kan etter hvert medføre økt forstyrrelse av fugl på holmene/øyene. Fuglene bør i hekketiden ha minst mulig forstyrrelse på hekkeplassene. Det bør etableres et oppsyn på holmer og øyer utenfor Kårstø, særlig i hekkesesongen. Dette dekker bl.a. sjøfuglreservatene.

Fra de regulære utslippene til luft er det sannsynligvis nedfallene av nitrogen- og

svovelforbindelser som vil ha størst effekt på fugl. Det kan forekomme eventuelle gjødslingseffekter, men effektene på fugl av dette vet vi lite om. Antakeligvis vil den viktigste påvirkningen for fugl være forsuring av vannforekomster og jordsmonn. De økte utslipp kan på lang sikt føre til endrete biotopforhold for fuglene. Tilleggsbelastningen av forsuring kan medføre økt løselighet for metaller, og i så fall redusert tetthet, produksjon eller vekst for fugl. Nedfall og forsuring av jord og vegetasjonsendringer kan få betydning på holmene. Effektene av dette kan komme etter lang tids eksponering for surt nedfall. Vi vet i dag for lite om nivåer og toleransegrenser for fugl.

I fuglebiotopene opp mot Sandvikfjellet antar vi at effektene blir små på lang tid.

Det bør vurderes om det er aktuelt å studere reproduksjon og vekst hos fugl i nærområdene til Kårstø sammenliknet med et referanseområde i regionen, samtidig med måling av metallnivåer i bakke, vegetasjon og fugl. Dette bør startes før utbyggingen.

Det er også av betydning å undersøke effektene på fugl av vegetasjonsendringer som skyldes nedfallene. Dette bør i tilfelle gjøres i belastede nærområder med måling av en rekke variable inkludert nedfall av stoffer og vegetasjonsfaktorer, samt tilsvarende i et referanseområde.

Utslipp til sjø kan være både regulære utslipp og uhell (fra terminal eller fra skip). Både økt temperatur på kjølevannsutslipp og eventuelle uhell ved særlig skipstransporten kan ha store effekter på sjøfugl ved Kårstø. Hekkende fugl fra et større område kan bli berørt ved uhellssituasjoner. Det er viktig å overvåke fuglefaunaen i sjøen og på holmene utenfor Kårstø framover, slik at vi vet hvilke fuglearter og mengde fugl som er tilstede her til ulike tider på året.

Regulære utslipp vil særlig være oppvarmet kjølevann, men det er uklart hvordan kjølevannet virker inn på fuglene og det er vanskelig å forutsi om vi kan forvente en økning, stabilisering eller nedgang i fugleantallet her etter utbyggingen. Dette kan antakeligvis avdekkes ved en grundig analyse av data om fugl fra området de siste 10 år.

Akutte utslipp av metanol og MTBE kan føre til skader på sjøfugl. Det er stor risiko for at mange sjøfugl blir rammet hvis uhell skjer i vinterhalvåret. En stor andel av fuglene blir sannsynligvis rammet hvis det skjer uhell i nærheten av holmene og de grunne områdene som brukes av mange sjøfugl (og som også delvis er sjøfuglreservater). Dessuten vil flere ulike hekkebestander bli påvirket ved uhell om vinteren, fordi fuglene som er tilstede tilhører hekkebestander fra mange områder.

Økningen i skipstrafikken inn til Kårstø etter utbyggingen vil neppe redusere betydningen av områdene for fugl eller fuglenes aktivitet. Fuglene vil etter all sannsynlighet venne seg til det økte antall skip i området.

Sjøfuglkartverket, som bl.a. benyttes som database for oljevernberedskapen, er ufullstendig i Kårstøområdet. Kartverket bør oppdateres og suppleres for en best mulig oljevernberedskap.

De store antall sjøfugl her vinterstid er sårbare i tilfelle uhell, men blir også påvirket av regulære utslipp. Det er derfor viktig å vite mer nøyaktig hvor mange fugl som er tilstede ved enhver årstid, hvilke arter, og hvor mange av hver art. Den store datamengden fra tellinger foretatt av lokale ornitologer må bli analysert og publisert. Dessuten må utviklingen i

sjøfuglbestandene her overvåkes videre framover, ved at det utføres regelmessige tellinger gjennom året. Omfang og frekvens av disse vurderes etter at materialet fra de siste 10 år er analysert. En bør også undersøke om MTBE og metanol har giftvirkninger på fugl, i tillegg til påvirkningen på fjærdrakten.

Alle avfallsplasser bør tildekkes, og avfallshåndteringen bør skje raskest mulig. Avfallshåndteringen er viktig fordi den tiltrekker fugl som kan ha negativ effekt på andre fugl. Dette er et problem som må vurderes mer nøye.

2.3.3. Pattedyr

Influensområdet har en voksende bestand av steinkobbe på ca. 40 dyr. Det er uklart om havert av og til finnes ved Kårstø, men Havert-forekomstene i Kvitsøy kommune ligger nær skipsleia dit. Bestanden av oter ser ut til å være liten, men er viktig fordi området er et av de sørligste på Sør- og Vestlandet hvor det er funnet positiv bekreftelse på at oter forekommer etter 1988. Arten har vært i sterk tilbakegang i Sør-Norge. Mink, hjort, og hare er vanlige arter i Tysvær og Bokn kommuner. Mår og rødrev er vanlige men fåtallige. Rådyrbestanden er nyetablert og økende.

Økt aktivitet og støy i anleggsfase og driftsfase vil neppe i seg selv medføre vesentlig forstyrrelse for pattedyra i området. Påkjørsler kan imidlertid øke ved økt vegtrafikk i anleggsfasen. Sjøpattedyr har ofte en viss fluktavstand til fartøy. Regelmessig skipstrafikk langs en fast skipslei vil gi mindre forstyrrelse enn uregelmessig, uforutsigbar trafikk. Pattedyr reagerer negativt på uvant uregelmessig og sterk lyd, men venner seg gjerne til lyd som ikke er direkte ubehagelig eller skadelig. Støynivået ved regulær drift ventes ikke å gi varige skadevirkninger for pattedyr.

Etablering av MTBE-anlegget medfører ikke båndlegging av nye land-arealer i forhold til pattedyr-bestander slik utbyggingsplanen er presentert. Eventuell deponering av masse bør ta hensyn til viltområder. Skipslei og ankringsplasser bør ikke ligge nær selkoloniene eller de sansynlige oterholmene i fjorden.

Luftutslippene fra MTBE-anlegget vil bidra til den begynnende forsureningen i området og gi økt gjødslingseffekt selv om økningen er liten sammenliknet med langtransporterte mengder av slike forbindelser. Dersom dette bidrar til reduksjon av bestander av innlandsfisk og økte konsentrasjoner av giftige metaller vil det ha negative konsekvenser for oter og kan også være negativt for andre landpattedyr. Det er vanskelig å forutsi om den aktuelle mengden er stor nok til å gi merkbare virkninger over lengre tid.

Det er lite sansynlig at sel eller oter vil reagere direkte på en temperaturøkning på 0.5–1.5 °C i Kårstøbassenget som følge av økt kjølevannsutslipp, men det kan virke på disse artenes næringsdyr, hovedsakelig fisk. En vedvarende temperaturøkning på omkring 1 °C kan forandre konkurranseforhold mellom og veksthastighet av fiskearter. Økt veksthastighet på fisken kan ha positiv virkning på næringstilgangen for sel og oter, mens det er vanskelig å forutsi virkningen av eventuelle endrede dominansforhold mellom fiskeartene til ulike årstider. Det ventes ikke vesentlige forandringer i disse fiskebestandene.

Kjemikalieutslipp og mulighet for danning av klorerte hydrokarboner vil øke. Sansynligheten for danning av slike forbindelse er ukjent. En del halogenerte forbindelser har sterk giftvirkning

og har ført til reproduksjonssvikt hos sel, trolig også hos oter.

Uhellsutslipp av MTBE, metanol eller skipsdrivstoff vil ha de mest alvorlige konsekvensene for pattedyr i området. Det vil hovedsakelig ramme sel og oter, men også mink og hval. Både MTBE og metanol vil danne et flak i, på og like over vannflaten. Det er grunn til å tro at giftvirkningene av MTBE for disse pattedyra er omtrent de samme som beskrevet for mennesker. *Forgiftning inntre ved innånding av damper og opptak til blodet gjennom lungene, nedsatt konsentrasjonsevne, svimmelhet, ustøhet, kvalme, brekninger og diarè. Dampen virker irriterende på øynene. Høye konsentrasjoner kan gi pustebesvær og bevissthetstap. Pattedyr i sjøen som treffes av et konsentrert utslipp og blir bevisstløse vil drukne. Under uheldige omstendigheter kan hele Kårstø-kolonien av steinkobbe bli utryddet siden den ofte opptrer i flokk. For oter vil et slikt uhell trolig ramme enkelt dyr eller enkeltfamilier. Siden bestanden er liten kan også dette avgjøre om bestanden opprettholdes.*

Konsentrert eksponering for drivstoff-olje med flyktige komponenter har gitt reaksjoner hos sel som likner virkningene av MTBE. Utslipp av drivstoff-olje ved grunnstøting kan ha mindre akutt men mer langvarig virkning enn MTBE på grunn av mindre fordapning. Oter antas å være mer sårbar for oljeforurensning enn sel fordi pelsens isolasjonsevne på land og i sjøen ødelegges. Aktiv pelspleie hos oter øker også sjansen for å innta olje. Fordøyd olje medfører forgiftning. Dødelighet hos oter kan inntre flere uker etter utslipp. Ved sterk tilsøling kan oljen også være dødelig for sel. Hval ser ut til å være mindre påvirket av olje.

2.3.4. Fisk

Denne rapporten gir en status for fiskebestander i innsjøer i Rogaland basert på opplysningene fra intervjuundersøkelser. Det er store skader på fiskebestander i søre deler av fylket, men det er også registrert klare effekter i grensestrøkene mot Hordaland i nord. Det er trolig også skader på fiskebestander i influensområdet for Kårstø-terminalen, men bakgrunndataene er mangelfulle. Utslippene fra gassterminalen (No_x) sammenliknet med avsetninger fra lang transporterte forurensninger er små, og isolert sett vil dette trolig resultere i små eller ubetydelige endringer i fiskestatus i influensområdet. Imidlertid indikerer resultatene fra den regionale undersøkelsen av fiskestatus og forsurening i Rogaland at det vil skje ytterligere skader på fiskebestander i fylket. Følgelig vil økte tilførsler av forurensningskomponenter ha skadelige effekter uten at det er mulig å angi kritiske belastningsnivåer.

2.3.5. Områder med spesielle naturverninteresser

Ingen naturvernområder berøres direkte hverken i anleggsfasen eller i driftsfasen.

Nitrogenavsetningen og forsuringen av jordsmonnet vil øke i området, men hastigheten vil ikke øke mye som følge av MTBE-anlegget alene. Såvel i det nærmeste som i det fjernere maksimalområdet vurderes konsentrasjonene av utslipp til luft å ha liten betydning for vernestatusen i de aktuelle naturvernobjektene.

Verken regulære utslipp eller akutte utslipp til sjø fra nyanlegget vil neppe endre sjøfuglreservatenes vernestatus. Det forutsettes at beredskapen ved uhell er tilfredsstillende, slik at eventuelle skader på sjøfuglreservatene holdes på et minimum.

2.3.6. Friluftslivsinteresser

Nærområdene til Kårstø, både i Tysvær og i andre kommuner, brukes forholdsvis mye til friluftsliv av forskjellig slag, både når det gjelder friluftsliv i tradisjonell forstand, ulike former for båtliv og for hytteliv og campingaktiviteter.

Etableringen av MTBE-anlegget skal skje i områder hvor liknende anlegg allerede er i drift, og vil ikke medføre ytterligere ferdselsbegrensninger på sjø eller land. Det er ingenting som tyder på at anlegget vil medføre noen vesentlige endringer for friluftslivsinteressene i området.

2.4. Avfall

MTBE-produksjonen vil kreve katalysator-systemer og adsorbenter, som vil være avfallsprodukter fra anlegget. Forøvrig vil nyanlegget generere samme type avfall som i dag oppstår ved Kårstøterminalen.

Typer avfall og håndtering vil være:

- Avfall fra katalysator regenerering (hovedsakelig edelmetaller) vil bli levert tilbake til leverandør på lukkede, forseglede beholdere/containere
- Molekyl siler (adsorbenter brukt i prosessen) vil bli levert til godkjent mottaker av spesialavfall i lukkede, forseglede beholdere/containere
- Slam fra renseanlegg vil bli levert til godkjent mottaker av spesialavfall
- Slamavskillere (fra sanitærinstallasjoner) vil bli tømt av godkjent renovatør
- Blandet avfall (kontor-, laboratorie- og kantineavfall, brukt emballasje, rester etter bygnings- og vedlikeholdsarbeider etc.) vil bli levert på kommunal fylling.

Erfaringene fra det nåværende opplegg for disponering av avfall fra Kårstøterminalen synes å være gode. Med den angitte disponering av de nye avfallstypene forventes derfor ingen miljømessige problemer knyttet til håndtering av avfall fra MTBE-anlegget.

2.5. Støy

Problemstillinger

MTBE-anlegget planlegges plassert øst for eksisterende prosess- og hjelpe-område på Kårstø. Følgende problemstillinger behandles:

- Hva blir støybelastningen for bosetting rundt industriområdet?
- Hvilke støymessige endringer vil den nye fabrikk medføre?
- Hvordan kan støynivået reduseres ?

Grunnlagsinformasjon

Det foreligger relativt omfattende måledokumentasjon om støyforholdene ved eksisterende anlegg. Støy fra SØKT-anlegget er dokumentert i egen rapport fra detaljprosjekteringsfasen. Bustø, Kleiva og Løvland er 3 bolighus som ligger henholdsvis vest, nord og øst for terminalen ca. 1 km unna. Gjeldende utslippstillatelse for Kårstø-anlegget setter et krav til ekvivalent lydnivå på 40–42dBA om natten i 1000m avstand fra anlegget.

Støykilder i MTBE-anlegget

Anlegget vil medføre en økning i mengden støykilder og dermed også en økning i den totale lydeffekten fra terminalen. Anlegget vil bygges ut øst for eksisterende prosess- og hjelpeområde. Dette vil medføre at sentrum for støyemisjonen forskyves mot øst. Prosessområdet er delt i 3 hovedenheter. Hovedovnen for anlegget blir plassert uskjermet mot øst. Kompressorer og luftkjølere blir plassert lenger inn i det nye prosessområdet. En del større pumper blir plassert helt nord i prosessområdet. Forøvrig fordeles et større antall pumper over hele det nye området. Hjelpeområdet omfatter nye kjølevannspumper, en del mindre pumper og dampkjel. Anlegget omfatter også en fakkell som blir plassert på samme sted som øvrige fakler ved anlegget. Fakkelen vil brenne med økt kapasitet ved oppstart/ned-kjøring og ved problemer ved anlegget. Ved vanlig drift vil det brenne en liten flamme.

Beregning av støy driftsfasen

Støynivåene fra kildene er beregnet ut fra spesifikasjoner for aktuell type utstyr samt erfaringsdata. Støyberegningene er utført etter "Nordisk beregningsmetode for ekstern industristøy". For å få til en praktisk håndtering av støykildene fra anlegget, er kildene slått sammen i grupper. Estimert lydeffektnivå i dBA re. 10–12 Watt fra de enkelte kildegruppene er: Butamer: 104, Oleflex: 110, MTBE: 101, Hjelpeområde: 102, Tankområde: 100 og Fakkell max/tomgang: 131/<100. Det er beregnet støynivå i 3 punkter som er sammenfallende med punkter som er benyttet for måling av støy fra eksisterende anlegg. Beregningene er beheftet med en usikkerhet som minst anslås til 3 dB. Ved full fakling vil støyen i omgivelsene være fullstendig dominert av fakkelen. Støynivået vil være 55–60dBA i pkt. 2 (Kleiva) og 3 (Løvland). Pkt. 1 (Bustø) vil ligge skjermet i forhold til fakkelen.

Vurdering av konsekvenser

MTBE-anlegget fører til at antallet bolighus med støynivå over 40dBA øker fra i overkant av 10 bolighus til ca. 20.

Gjeldende konsesjonskrav vil bli overskredet med 2–3dB hos den mest støy-belastede nabo (pkt. 2, Kleiva) hvorav MTBE-anlegget bidrar med 1–2dB. Nærmeste bolig øst for MTBE-anlegget kan få 3dB høyere støynivå som følge av det nye anlegget. Dersom MTBE-anlegget skulle komme til å bidra med høyere støynivåer enn forutsatt, kan man risikere en merkbar økning (3–5dB) i den totale terminalstøyen. Det totale støynivået fra terminalen vil også øke selv om støy fra MTBE-anlegget er lavere enn antatt.

Støyreducerende tiltak

De oppgitte støynivåene antyder et støyreduksjonsbehov på 4dB totalt for de tre anleggene, for rimelig sikkert å klare gjeldende konsesjonskrav på 40–42dBA om natten. Støyreducerende tiltak bør omfatte både eksisterende anlegg og MTBE-anlegg. Støy fra MTBE-anlegget kan kontrolleres og reduseres ved å gjennomføre en tett oppfølging i hele prosjektfasen. Anlegget må planlegges med særlig vekt på å skjerme for og dempe støy.

Konklusjoner

Det nye anlegget vil medføre økte støynivåer i omgivelsene øst og nord for terminalen. Tett oppfølging i prosjektfasen og utarbeidelse av gunstige støymessige løsninger kan begrense økningen i støynivået som følge av det nye anlegget. Uendret eller lavere samlet støynivå fra de tre anleggene kan bare oppnås dersom det gjennomføres støyreducerende tiltak også for eksisterende anlegg.

3. NATURRESSURSER

3.1. Akvakultur og fiskerier

Utslipet fra en framtidig utbygging av et MTBE-anlegg ved Kårstø forventes ikke å ha skadelige effekter for de lokale fiskerier.

Fiskeanlegg som befinner seg innenfor influensområdet på 0.5 °C vil få bedre vekst-betingelser. Dette gjelder spesielt for laksefisk, men det er mer usikkert for stor torsk i den varme årstid. Det er usikkert om utslipp av fenol fra eksisterende virksomhet på Kårstø, og eventuelle halogenerte forbindelser kan gi bismak på produkter fra skaldyr-anlegg nær utslippet. Tilsvarende problemer kan også oppstå på oppdrettsfisk, selv om vi anser problemet for mindre sannsynlig. Det er til nå ikke registrert slike skadevirkninger for fisk- eller skaldyrproduksjon i nærheten av Kårstøanleggene.

En bør vurdere separate utslipp for klor og hydrokarboner for å hindre dannelsen av farlige halogenerte forbindelser.

Det anbefales at det settes igang undersøkelser for å klarlegge eventuelle bismakseffekter på fisk og skaldyr i nærområdene til Kårstø, og på grunnlag av dette vurdere eventuelle tiltak.

4. KONSEKVENSER AV SALGSGASSKOMPRESSOR

Under forutsetning av at Statoil gjennomfører en rekke stødempende tiltak, vil etablering av salgsgasskompressor vil ikke føre til at det totale støynivået fra Kårstøanleggene blir høyere enn antatt etter etablering av MTBE-anlegget.

Økte utslipp til luft vil ikke forekomme, og det ansees som usannsynlig at økt kjølevannsutslipp som følge av kompressoren vil føre til målbare endringer i produksjonsforhold eller artssammensetning i det marine miljø.

Planene for etablering av salgsgasskompresjon på Kårstø, vil etter de foreliggende opplysninger, heller ikke få nevneverdige virkninger på de øvrige tema som er behandlet i denne utredningen.

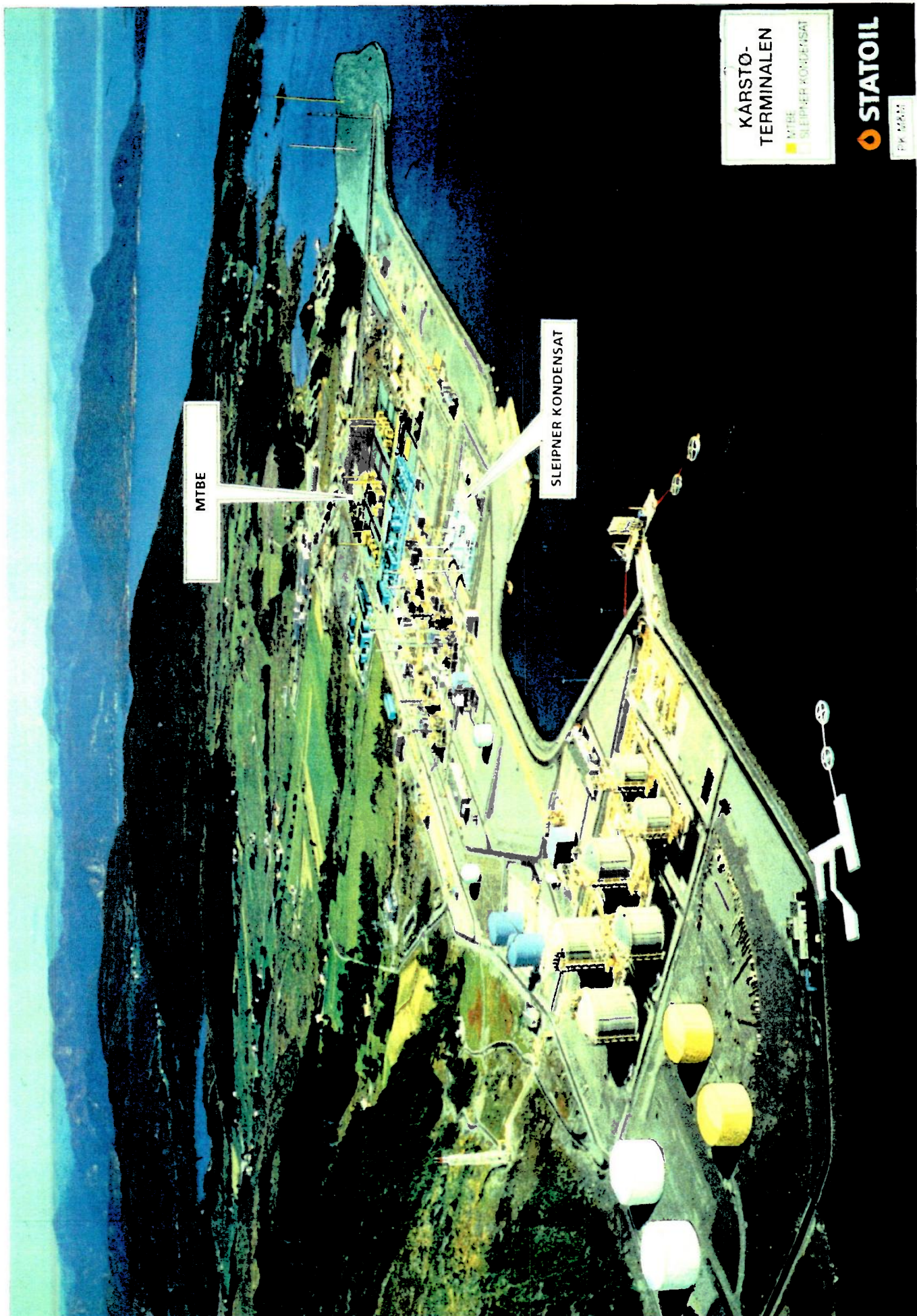
1. INNLEDNING

4ni-gruppen (Norsk institutt for luftforskning – NILU, Norsk institutt for by- og regionforskning – NIBR, Norsk institutt for naturforskning – NINA og Norsk institutt for vannforskning – NIVA) har på oppdrag fra Statoil utarbeidet en konsekvensutredning for etablering av MTBE-anlegg på Kårstø i Rogaland. Utredningstemaene er: Miljø, naturressurser og samfunn. I denne utredningen er samfunnsaspektet ivaretatt av Stiftelsen Allmennvitenskapelig forskning i Trondheim (ALLFORSK) i samarbeid med SINTEF Anvendt økonomi, mens de øvrige fagtema er ivaretatt av NILU, NINA og NIVA.

Konsekvensutredningen er lagt opp etter forslag til utredningsprogram gitt i Statoils melding om planlegging av anlegg for produksjon av MTBE fra desember 1991. Opprinnelig var tre lokaliseringsalternativer aktuelle: Antwerpen i Belgia, Mongstad i Hordaland og Kårstø i Rogaland. Etter en samlet vurdering i Statoil er Kårstø valgt som lokaliseringsalternativ (Fig. 1.1)



Fig. 1.1. Alternativer for lokalisering av Statoils MTBE-anlegg.



KARSTØ-
TERMINALEN
■ MTBE
■ SLEIPNER KONDENSAT

STATOIL
EIK MÅKAM

Fig. 1.2a. Kårstø-terminalen inkludert Sleipner kondensat og MTBE.

MTBE (metyl-tertiær-butyl-eter) er et petrokjemisk produkt som framstilles på bakgrunn av metanol og butan. Produktet anvendes som tilsetningsstoff i bensin og erstatter bly og aromater som oktanforhøyere. Dette fjerner blyforurensningen, gir mer fullstendig forbrenning og reduserer CO-utslippene.

Beskrivelse av det planlagte MTBE-anlegget er gitt i Statoils melding og vi finner ikke grunn til å gå inn på det i denne utredningen. For å få et inntrykk av dimensjonene til hele Kårstø utbyggingen legges ved en skisse av anlegget slik det planlegges med Sleipner kondensat og MTBE-anlegget i tillegg til dagens anlegg (Fig 1.2a,b)

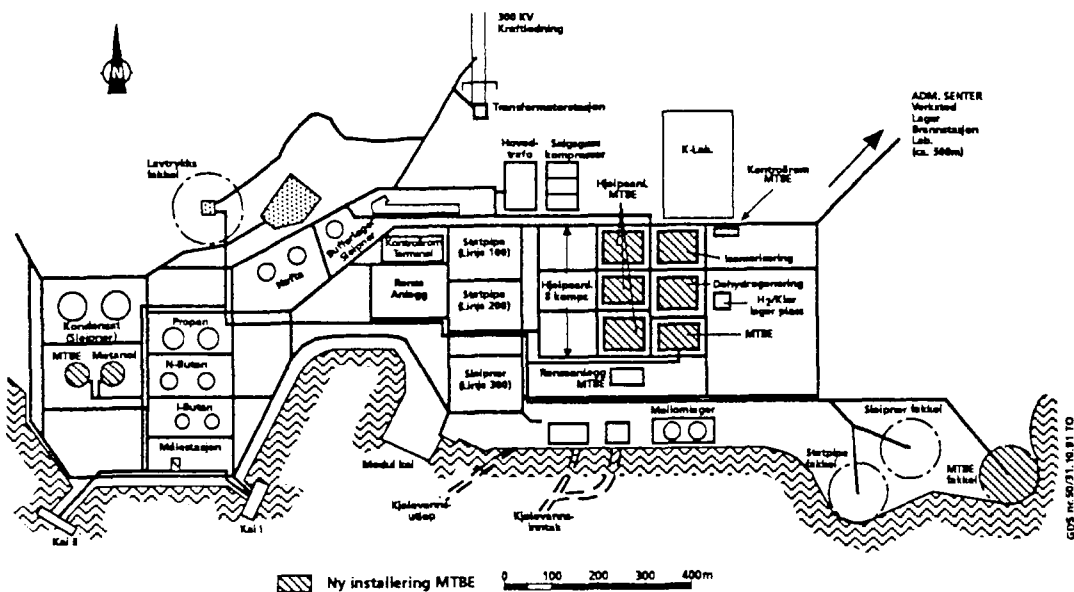


Fig. 1.2b. Situasjonsplan for Kårstø ved bygging av MTBE-anlegg.

1.1. Konsekvensutredningens innhold og omfang

Planene om etablering av MTBE-anlegg på Kårstø omfattes av Plan- og bygningslovens bestemmelser om konsekvensutredninger, §2h i forskriftene til loven. 4ni-gruppens arbeid med konsekvensutredningen er i hovedsak basert på eksisterende og tilgjengelig informasjon innsamlet gjennom litteratur og ved personlig kontakt med sentrale personer lokalt og regionalt innenfor de enkelte fagområdene. Det er gjennomført egne beregninger av de samfunnsmessige ringvirkninger av anlegget.

Miljøverndepartementets veileder i Plan- og bygningslovens bestemmelser tar for seg tre hovedtema som bør behandles gjennom en konsekvensutredning: Miljø, naturressurser og samfunn. Det presiseres at konsekvensutredningen skal tilpasses det aktuelle tiltaket, noe som innebærer at enkelte tema vil bli behandlet mer grundig enn andre.

Konsekvensutredningen for etablering av MTBE-anlegget på Kårstø består av tre hovedtema. Samfunnsaspektet behandles i kapitlene 2 til 7, de mer miljømessige forholdene i kapitlene 8 til 13 og naturressurser i kapittel 14.

I enhver konsekvensutredningssammenheng er det viktig å klarlegge situasjonen før et tiltak. For Kårstø eksisterer idag en gassterminal og et anlegg for mottak og behandling av kondensat fra Sleipner (SØKT) vil etter planene stå ferdig i løpet av 1993. Det foreligger flere konsekvensutredninger for disse tiltakene, som konsekvensutredningen for MTBE-anlegget må ta utgangspunkt i. I vurderingene av MTBE-anleggets konsekvenser må både nå-situasjonen og situasjonen etter etablering av Sleipner kondensat tas med.

Samfunn

Kårstø-utbyggingen har allerede hatt stor innvirkning på de samfunnsmessige forholdene i Haugesundregionen generelt og i Tysvær kommune spesielt.

Gjennom store deler av 80-tallet har dette området hatt en jevn og sterk vekst både i sysselsetting og befolkning. Etter 1988/89 har utviklingen flatet mer ut. I kapittel 2 er omfanget av lokale underleveranser til Sleipner kondensat og til MTBE-anlegget gjennomgått og norsk/lokal kapasitet mht leveranser og arbeidskraft vurdert. I kapittel 3 er konsekvensene for sysselsetting og befolkning som følge av utbyggingen beregnet, og disse endringene er satt i sammenheng med underliggende utviklingstrender. Disse resultatene danner bl.a. grunnlaget for anslagene på skattemessige virkninger i kapittel 6, og er endel av vurderingsgrunnlaget når det gjelder behovet for utbygging av offentlig infrastruktur i kapittel 5. I kapittel 4 er potensialet for ny næringsvirksomhet som følge av utbyggingen diskutert, og i kapittel 7 er de maritime konsekvensene vurdert.

Miljø

Naturlig nok ligger hovedinnsatsen i utredningen innen fagfeltet miljø, hvor både utslipp av forurensningskomponenter til luft og sjø samt støy behandles. Dette er alle konsesjonsbelagte problemområder og behandles naturlig nok utførlig. Målinger av fysisk/kjemiske parametre gjøres i hovedsak for å kartlegge sannsynlig spredning av forurensningskomponentene og derved definere hvor disse komponentene potensielt kan føre til skade på biologiske mottakere. Det vil derfor i konsekvensutredningssammenheng også være naturlig å tillegge de mer økologiske aspektene stor vekt, både som dokumentasjon og grunnlag for evaluering av seinere virkninger.

I kapittel 8, miljøstatus, dokumenteres dagens utslippsforhold til luft og sjø sammen med en dokumentasjon av plante- og dyreliv og naturområder med spesiell interesse i hovedsak innenfor influensområdet. Forurensningskildene er både langtransportert og lokalt fra eksisterende aktivitet på Kårstø. Beregnet tilleggsbelastning fra Sleipner kondensat behandles også. MTBE-anlegget skal plasseres innenfor regulert driftsområde på Kårstø og vil ikke føre til arealbeslag eller -konflikter.

Kapitlene 9 til 13 gjennomgår de forventede konsekvensene etter etablering av MTBE-anlegget for fagområdene luftforurensning, vannforurensning, avfall, støy og plante- og dyreliv og naturområder. Friluftslivsinteressene behandles i kapittel 13.

Naturressurser

For naturressurser vil det i hovedsak være fiskerier og akvakulturnæringen (kapittel 14) som potensielt kan bli berørt av MTBE-anlegget. De øvrige belastningene som kan oppstå som

følge av luftforurensninger på næringsressurser (jord- og skogbruk) vil i prinsippet bli fanget opp av behandlingen i kapittel 13.

1.2. Avgrensning av undersøkelsesområdet

Fig. 1.3. viser et veiledende influensområde for terminalvirksomheten benyttet i denne konsekvensutredningen. Særlig for temaene miljø og naturressurser er det viktig å avgrense det området utredningen i hovedsak skal omfatte. For samfunnsdelen vil undersøkelsesområdet naturlig nok ha langt videre grenser og omfatter lokale såvel som regionale forhold.

Ettersom MTBE-anlegget i stor grad baseres på at råstoff (metanol) fraktes inn og ferdig MTBE fraktes ut med skip, vil det være en fare for uhell langs skipsleia. I slike tilfeller vil selvfølgelig utredningene gå ut over det definerte undersøkelsesområdet.

Undersøkelsesområdet i Fig 1.3. er fastsatt på bakgrunn av NILUs spredningsberegninger og nitratbelastninger. Tidligere beregninger av gassterminalen gir to maksimalavstander, ca. 5–7 km og 50–70 km fra anlegget. Årlig avsetning i det nærmeste maksimalområdet blir ca. 10 mg/m² år ved utslipp fra gassterminal og SØKT. Det andre maksimalområdet får verdier på ca. 5 mg/m² år. Langtransportert avsetning er til sammenlikning ca. 1.5 g/m² år. Gassterminal + SØKT utgjør derfor ca. 1% av langtransportert avsetning.

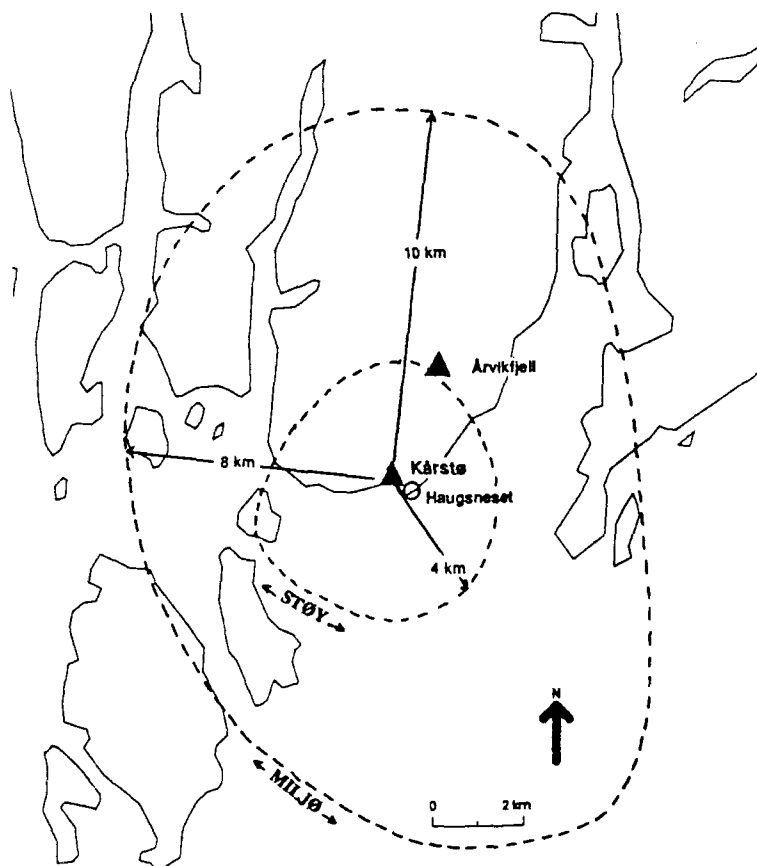


Fig. 1.3. Avgrensning av omtrentlig influensområde for miljø og naturressurser i konsekvensutredningen.

Vindmålinger fra perioden 1975–76 viser at dominerende vindretning om våren og sommeren er fra nord–nordvest, dvs. ut over fjorden. Høst og vinter er det noe høyere forekomster av vind mot land. Med utgangspunkt i disse målinger og beregninger er det valgt en sirkel med radius 10 km som influensområde rundt Kårstø, med noe kortere avstand mot øst og sørvest. Undersøkellesområdet for beregninger av støybelastninger er betydelig mindre, inntil 4 km fra anlegget. Dette er markert på Fig. 1.3.

For vanntransportert forurensning fra terminalen er det anslått et undersøkelsesområde med maksimal avstand 3.5 km vesentlig i øst–vest retning.

1.3. Prosjektmedarbeidere

En rekke fagpersoner har vært involvert for å dekke opp de ulike fagområdene konsekvensutredningen omfatter. Tabell 1.1 lister opp bidragsyterne fordelt på de ulike kapitlene. Prosjektkoordinator for 4ni-gruppen har vært Jørn Thomassen, NINA.

Tabell 1.1. Prosjektmedarbeidere ved konsekvensutredning MTBE-anlegg Kårstø: Miljø, naturressurser og samfunn.

Kap.	Medarbeider	Institusjon	Tittel
1	Jørn Thomassen	NINA	Rådgiver
2	Arne Stokka	SINTEF Anvendt økonomi	Forsker
3	Arne Stokka	SINTEF Anvendt økonomi	Forsker
	Inge Nilssen	SINTEF Anvendt økonomi	Forsker
4	Sigmund Asmervik	ALLFORSK	Direktør
5	Sigmund Asmervik	ALLFORSK	Direktør
6	Inge Nilssen	SINTEF Anvendt økonomi	Forsker
7	Sigmund Asmervik	ALLFORSK	Direktør
8	Trond Bøhler	NILU	Forsker
	Torgeir Bakke	NIVA	Forskningssjef
	Lars Golmen	NIVA	Forsker
	Are Pedersen	NIVA	Forsker
	Brage Rygg	NIVA	Forsker
	Ingvar Brattbakk	NINA	Forsker
	Ole Reitan	NINA	Prosjektleder
	Thrine Heggberget	NINA	Forsker
	Trygve Hesthagen	NINA	Forsker
9	Trond Bøhler	NILU	Forsker
10	Torgeir Bakke	NIVA	Forskningssjef
	Lars Golmen	NIVA	Forsker
	Are Pedersen	NIVA	Forsker
	Brage Rygg	NIVA	Forsker
11	Gunnar Aasgaard	NIVA	Forskningsleder
12	Bernt Heggøy	Kilde Akustikk	Siv. ing.
13	Ingvar Brattbakk	NINA	Forsker
	Ole Reitan	NINA	Prosjektleder
	Thrine Heggberget	NINA	Forsker
	Trygve Hesthagen	NINA	Forsker
	Jo Kleiven	NINA	Forsker
14	Bjørn Braaten	NIVA	Forskningsleder
15	Jørn Thomassen	NINA (ansv.)	Rådgiver

2. LEVERANSER AV VARER OG TJENESTER

Konklusjon kapittel 2: Leveranser av varer og tjenester

De regionale og lokale underleveransene til utbygging og drift av MTBE-anlegget antas i utgangspunktet å kunne bli av samme omfang som ved tidligere utbygginger. Norske industri-leveransene til utbyggingen vil imidlertid kunne bli mindre enn ved tidligere utbygginger pga. begrenset erfaring med petrokjemi. På grunn av et forventet høyt investeringsnivå på sokkelen generelt i samme periode, vil det kunne oppstå knapphet på norsk og lokal tilgang på enkelte personell-kategorier i utbyggingsfasen. Dette vil kunne medføre større bruk av utenlandske leverandører enn forventet. I driftsfasen vil endel operasjoner bli ivaretatt av utenlandske lisens-havere, men det forventes også en relativt høy lokal leveranseandel, bl.a. på grunn av at Statpipe får endel vedlikeholdsfunksjoner.

2.1 Anleggets omfang

Produksjon av MTBE bygger på lisensiert prosessteknologi. Som råstoffer benyttes butan som vil være tilgjengelig fra gass-terminalen på Kårstø, og metanol som fraktes til Kårstø med båt. For en mere detaljert beskrivelse av anlegget vises til Statoils melding om utbyggingen (Statoil 1991).

Utbyggingen er anslått å koste 2,7 milliarder NOK (1991), og med en årlig driftskostnad på ca 160 millioner NOK (1991). Kostnadsfordelingen over tid er antatt å bli som vist i Tabell 2.1.

Tabell 2.1. Investeringsprofil for MTBE-anlegget (1991-priser).

År	1992	1993	1994	1995	Sum
Investeringer (mill kr):	250	1200	1100	150	2700

Investeringskostnadene ved MTBE-utbyggingen vil dermed bli vel 50% større enn kostnadene ved byggingen av prosessanlegget til Sleipner kondensat (regnet i 1991-priser). Denne typen utbyggingsprosjekt representerer et betydelig oppdragspotensiale for norske og lokale bedrifter. I hvilken grad næringslivet kan oppnå leveranser til anleggene er imidlertid avhengig av at norske bedrifter faktisk kan produsere de leveranser det er behov for, og ellers er konkurransedyktig mhp. på pris og leveringskapasitet. Erfaringene fra Statpipe viste at norske leveranseandeler til de teknisk/industrielle delene av prosess-anlegg mv. var relativt små, mens leveransene til grunnarbeid, typiske bygg og anleggs-arbeider og ulike tjenestefunksjoner var betydelig større.

Det er utarbeidet en foreløpig oversikt over leveransebehovet til MTBE-utbyggingen, mens erfaringstall fra Statpipe i stor grad er lagt til grunn for Sleipner. Ved Statpipe-anlegget

utgjorde de norske leveransene i alt omlag 2/3 av de samlede leveranser (verdiskapning), mens det er forventet en norsk andel på ca 50% ved MTBE-anlegget. Ved slike store og tildels komplekse utbyggingsprosjekt er det et omfattende kontrakts- og leveransehierarki, og fordelingen av hovedkontrakter gir ikke noe godt bilde av omfanget av lokale (og norske) leveranser. På Statpipe utgjorde de norske leverandørene ca 62% på hovedkontraktsnivå, mens de totale norske leveranser, når underkontrakter mv. inkluderes, ble estimert til ca 67%. For de lokale leverandørene var omfanget av hovedkontraktsoppdrag og totale leveranser så forskjellig som hhv. ca 6% og ca 20% (Bårdsen og Vatne 1986).

Når det gjelder MTBE-anlegget, så er det gitt at anlegget vil bli etablert innenfor det gjeldende industriområde på Kårstø, og derfor vil behovet for grunnarbeider og masseforflytting være mindre enn ved byggingen av Statpipe-terminalen. Produksjonen er dessuten lisensiert, slik at viktige deler av prosessanlegget (industri- og ingeniør-leveranser) vil komme fra utlandet. Dette er en årsak til at den samlede norske leveransen neppe vil utgjøre mer enn ca 50%.

2.2 Nasjonale forhold

MTBE-anlegget er et industrielt kjemisk prosessanlegg. Utbyggingen av dette anlegget er ikke et petroleumsprosjekt i den forstand at det kommer inn under Petroleums-lovens bestemmelser, f.eks. når det gjelder krav til norsk industrideltakelse i forbindelse med konsesjonsvurderinger mv. Prosjektet er imidlertid av en slik karakter at det er naturlig å se det i sammenheng med utbyggingen på norsk sokkel generelt, og anlegget vil bli tilknyttet andre petroleumsaktiviteter på lokaliseringsstedet. Det vil i stor grad være offshore-basert verkstedindustri og andre leverandører som har innrettet seg på dette markedet som er aktuelle deltakere ved utbyggingen.

Omfanget av planlagt utbygging og prosjekter under vurdering på norsk sokkel i årene framover er som vist i Fig. 2.1.

I de nærmeste 3-4 årene er det ventet at de samlede felt- og rørinvesteringer i petroleumssektoren vil ligge godt over 30 mrd. NOK. Dersom alle felt som nå er til vurdering blir realisert, vil investeringene kunne komme til å nå en topp på bortimot 50 mrd NOK i den perioden MTBE-anlegget skal bygges. Nasjonalbudsjettet for 1992 legger til grunn at investeringene når en topp i 1993, for deretter å falle noe fram mot 1995, analogt til Fig. 2.1. Når det gjelder perioden etter 1995, er det grunn til å anta at Fig. 2.1 undervurderer situasjonen i og med at en må regne med at nye felt vil bli modne for utbygging i løpet av de neste par årene (OED 1991).

I følge samme kilde ser det ut til at behovet for verksted-timer vil overgå den kapasitet som er tilgjengelig i de nærmeste 2-3 årene. Dette kan sikre norsk verkstedindustri god tilgang på oppdrag. Samtidig må en regne med konkurranse fra utenlandske verft og det kan bli knapphet på kvalifisert norsk arbeidskraft innen spesifikke kategorier. Erfaringsmessig har norsk tilgang på kvalifiserte sveisere vært et problem, og et eksempel på dette var senest byggingen av Snorre-plattformen, hvor et italiensk firma kom inn som underleverandør fordi den norske kapasiteten var for liten. Lokalt kan det også oppstå problemer med tilgangen på bygg- og anleggsarbeidere, bl.a. fordi Troll-plattformen ventes å bli ferdig sammensatt i Vindafjorden på samme tid som MTBE-anlegget bygges. Dette vil kunne gi konkurranse om bygg og anleggsarbeidere i regionen.

Anslag for investeringer i felt og rørsystemer

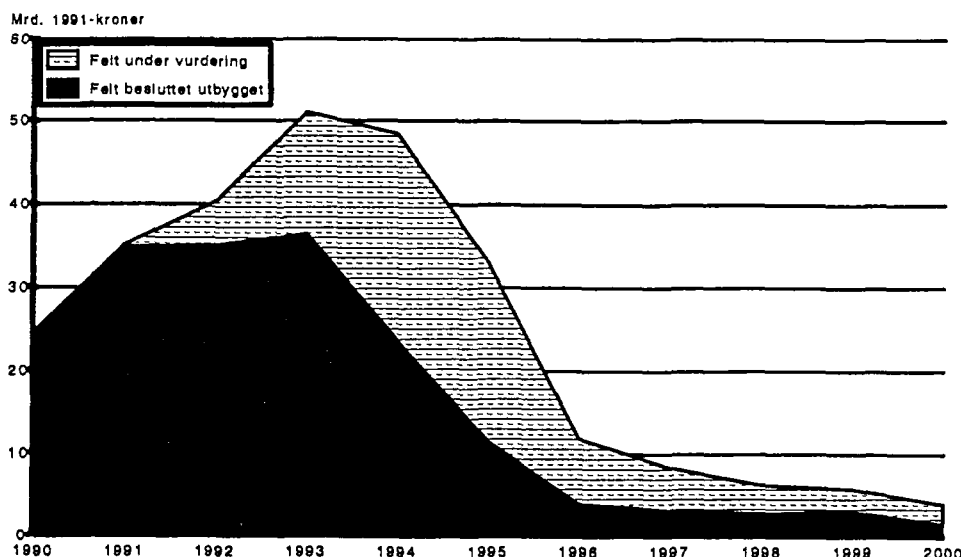


Fig. 2.1. Planlagte investeringer og investeringer under vurdering for felt og rørtransportprosjekter (OEDs faktahefte 1992).

Sysselsettingen knyttet til petroleumsvirksomheten omfattet i 1991 vel 60 000 personer i henhold til Arbeidsdirektoratets statistikk, dvs omlag 3% av den samlede sysselsetting. Dette omfatter all virksomhet knyttet til investeringer, drift og vedlikehold på installasjoner til sjøs og på land, inkl. raffinerier og gassterminaler. Om vi i tillegg tar med alle former for ringvirkninger av denne primære virksomheten (inkl. konsumvirkninger mv.), får vi en indirekte sysselsetting på 20–30 000 i tillegg.

Omfanget av de nasjonale/regionale andelene av leveransene vil avhenge av flere forhold. Utbyggingens art og sammensetning av leveransetyper betyr etterspørsel etter forskjellige vare- og tjenestetyper, og norsk/regional deltakelse avhenger av at det er norske bedrifter som er leveringsdyktige på disse markedene. Gjennom flere år med store oljerelaterte utbyggingsoppgaver, både offshore og på land, har norske bedrifter utviklet kompetanse og etablert seg som leverandører. I følge OED har norsk verkstedindustri i løpet av de siste par årene blitt betydelig konkurransedyktig, både mht pris, kvalitet og leveringsdyktighet. Norske leveranseandeler har vært svært høye på prosjekter gjennomført i den senere tiden, f.eks 75% på byggingen av Snorre-plattformen, og på andre oppdrag enda høyere. Norske utstyrsleverandører har etterhvert også oppnådd å få internasjonale oppdrag.

Utfordringer og aktiviteter som over en lengre periode har fulgt av den petroleumsrelaterte virksomheten, har gitt grunnlag for en omfattende oppbygging av kompetanse og forskningsvirksomhet i samarbeid med leverandørene. Internasjonal konkurranse er preget av at enkelte industrielle og teknologiske kjernemiljøer oppnår dominerende posisjoner. Slike industrielle "clustere" kan vi ikke varte opp med så mange av her i landet, men norsk

shipping- og offshore-industri er eksempel på et slikt system av bedrifter/teknologiske miljø som står sterkt i internasjonal konkurranse (jfr. Carlsen m.fl. 1991).

En eventuell EØS-avtale vil innebære økt konkurranse om leveransene til norsk sokkel. Nye innkjøpsdirektiver i EF gjør at private innkjøpere som er underlagt offentlig konsesjon, nå må innordne seg EFs regler for offentlige innkjøp (OED 1991). Virkningen av dette for norske leverandører vil avhenge av den posisjon de enkelte leverandører har på sokkel-markedet i dag. I og med at dette markedet alltid har vært preget av en åpen internasjonal konkurranse, bør norske leverandører som har oppnådd betydelige markedsandeler hittil, også ha gode muligheter for å klare seg under en EØS-avtale.

2.3 Regionale leveranser

Omfanget av lokale/regionale leveranser vil avhenge dels av type leveranse, dels av leverandørenes konkurranseevne og leveringskapasitet. Visse typer service og transport representerer standardoppgaver hvor lokale bedrifter vil ha fortrinn, og den lokale leveranseandelen vil her være relativt høy. Hovedkontraktørenes etablerte nettverk av underleverandører og underkontraktører spiller også en betydelig rolle for fordelingen av slike oppdrag. I tillegg kan oppdragsgivers utforming av anbudene og myndighetenes krav forøvrig ha innflytelse på omfanget av norsk og lokal deltakelse.

Til grunn for vurderingen av de lokale andelene har vi lagt den foreløpige leveransefordelingen for MTBE-anleggets kontrakter, sammen med erfaringstall fra utbyggingen av Statpipe-terminalen (når det gjelder næringsfordeling bl.a.). Vi vil operere med to regionale avgrensninger når det gjelder leveranseandeler: Haugesundsregionen inkl. tre kommuner i Hordaland (lokalt), og storfylket som omfatter hele Rogaland pluss de tre kommunene i Hordaland (regionalt).

Ved Statpipe-utbyggingen ble det estimert en fordeling av leveransene som innebar at hhv regionale, øvrige norske og internasjonale leverandører sto for ca 1/3 hver. Den regionale andelen på 35% sto Rogaland/Hordaland for, mens den lokale Haugesundsregionen sto for ca 20% av leveransene. Dette skulle indikere at lokale bedrifter i dagens situasjon og for denne typen utbygging kan stå for 20-25% av leveransene. Anleggets sammensetning og inngåtte kontrakter indikerer imidlertid at den lokale andelen ved MTBE-utbyggingen ikke blir høyere enn ca 15%, mens storfylket ventes å få en andel på ca 30%.

Utbyggingen av et slikt anlegg kan beskrives på forskjellig måte. I materialet som ble publisert fra Kårstø-prosjektet for utbyggingen av Statpipe-anlegget, ble det operert med inndelinger etter anleggsområde, leveranseart og næringsgruppe (jfr. Bårdsen og Vatne 1986). Den inndelingen som ble best dokumentert med hensyn til lokal deltakelse, var leveransearter. Det ble dokumentert fordeling på hovedkontraktsnivå for alle 3 grupperinger, mens den totale fordeling kun er forsøkt estimert for leveransearter. Derfor har vi tatt utgangspunkt i leveranse-inndelingen, og ved hjelp av overganger er leveranser etter næringsgruppe estimert til slutt. Disse fordelingene representerer gjennomsnittstall over hele utbyggingsperioden, og det er ikke tatt hensyn til variasjoner som følge av rekkefølgen i de forskjellige utbyggingsoppgavene.

På Statpipe ble de lokale andelene for ulike typer av leveransearter som vist i Tabell 2.2. (Kilde: Bårdsen og Vatne 1986, Tabell 5.1, Høy andel. Våre anslag for storfylket og hele

landet). Totalfordelingen er vist for både Statpipe og MTBE (hovedkontrakter).

Tabell 2.2. Leveransefordeling Statpipe og MTBE. Regionale andeler Statpipe.

LEVERANSE-ART	Total leveranse etter art (%)		Regionale andeler av hver leveransene-art		
	Statpipe	MTBE	Haugesund	Stor-fylket (Statpipe)	Hele landet
1 Utstysleveranser	20	31	1	10	25
2 Prosjektering/Adm	18	28	6	28	34
3 Elektro-montasje	8	4	16	45	100
4 Mekanisk mont./test	24	22	23	31	54
5 Anleggskontrakter	23	7	38	48	100
6 Anleggs-service	7	8	60	87	100
Totalt (gjennomsnitt)	100	100	(20.6)	(31.6)	(61.9)

I Tabell 2.3 er det gitt anslag på leveransene etter næringsgruppe for Statpipe, mens tilsvarende fordeling for MTBE-anlegget er gjengitt i Tabell 2.4.

Tabell 2.3. Fordeling av leveranser til Statpipe etter næring.

NÆRINGSGRUPPE	Total leveranse etter næring (%)	Regional leveranse etter næring (%)		
		Haugesund	Stor-fylket	Hele Norge
2 Olje-sektoren	4.4	0	3.4	4.4
3 Industri (Verkstedindustri)	34.3	1.2	5.5	14.7
4 Kraft og vannforsyning	0.7	0.7	0.7	0.7
5 Bygg og anlegg	34.9	13.9	18.5	26.0
6 Varehandel, Catering	1.3	1.0	2.0	3.0
7 Samferdsel	1.3	1.5	2.0	3.0
8 Forretningsm. tjen.yting	14.9	2.2	2.7	8.0
9 Privat (og off.) tjen.yting	0.2	0.1	0.2	0.2
Totalt	100.0	20.6	35.0	60.0

Norsk andel for vedlikehold av rørledningen til Sleipner ble anslått til 40%, mens norsk andel på prosessanlegget ble anslått til 70%. MTBE-anlegget er basert på lisensiert produksjon, og dermed vil nødvendigvis en del av vedlikeholdet også bli bundet opp til utenlandske leverandører. Når det likevel er benyttet en relativt høy lokal andel for drift av MTBE-anlegget så skyldes det bl.a. at Statpipe vil ivareta vesentlige vedlikeholdsfunksjoner. Prosentandelene som er benyttet ved beregningene er gjengitt i Tabell 2.5. Disse fordelingene er høyst usikre, og bør vurderes nærmere når det foreligger mer konkrete opplysninger om leveransesammensetning mv.

Tabell 2.4. Fordeling av leveranser til MTBE etter næring .

NÆRINGSGRUPPE	Total leveranse etter næring (%)	Regional leveranse etter næring (%)		
		Haugesund	Stor-fylket	Hele Norge
2 Olje-sektoren	7	0	5.3	6.8
3 Industri (Verkstedindustri)	45	1.2	5.8	12.9
4 Kraft og vannforsyning	1	0.8	0.8	0.8
5 Bygg og anlegg	19	7.1	9.5	18.8
6 Varehandel, Catering	4	1.2	2.3	2.7
7 Samferdse!	4	1.8	2.3	2.7
8 Forretningsm. tjen.yting	18	2.8	3.8	5.1
9 Privat (og off.) tjen.yting	2	0.1	0.2	0.2
Totalt	100	15.0	30.0	50.0

Tabell 2.5. Fordeling av drifts-leveranser etter næring. Sleipner og MTBE. Anslag i %.

Sektor i PANDA	Haugesund	Stor-fylket	Hele landet
6 Verkstedindustri	7.4	12.5	23.3
9 Olje-sektoren	3.1	7.6	15.7
11 Samferdse!	2.2	2.5	3.3
12 Forretningsm. tjen.yting	3.2	4.4	9.3
Andre næringer	2.1	5.0	8.9
Totalt	20.0	32.0	50.0

Investeringsarbeidene ved Sleipner-utbyggingen omfatter også legging av rørledning fra sokkelen til Kårstø. For legging på land er det benyttet samme fordeling som på Statpipe, mens det for legging til havs er benyttet svært lave leveranse-andeler, bl.a. på grunn av utenlandsk produksjon og legging av rør.

2.4. Litteratur

- Bårdsen, T. & Vatne, E. 1986. Hvem gjorde hva ved Kårstø-utbyggingen? Rapport nr 71. Industriøkonomisk Institutt. 1986
- Carlsen, A. m.fl. 1991. Teknologi som global drivkraft. SINTEF-rapport STF05 F90012, Trondheim.
- OED 1991. Informasjon om kommende anbudsinnbydelser på norsk kontinentalsokkel. 4. kvartal 1991 - 1. kvartal 1992. Oslo 1991.
- OED 1992. Faktaheftet. Den norske kontinentalsokkelen. Oslo (under utgivelse)
- Statoil 1989. Konsekvensutredning. Ilandføring av kondensat til Kårstø.
- Statoil 1991. Melding om planlegging av anlegg for produksjon av MTBE. Statoil 1991.

3. SYSSELSETTING

Konklusjon kapittel 3: Sysselsetting

Forutsatt en lokal leverandør-deltakelse som forventet, vil summen av direkte sysselsetting på anlegget og samlede ringvirkninger i Haugesunds-regionen alt i alt kunne komme opp i 800–900 sysselsatte i 1994. De lokale direkte og indirekte virkningene vil utgjøre ca 360 sysselsatte i 1993 og i 1994. I driftsfasen vil anlegget gi en lokal sysselsetting på 140–150, hvorav 40–50 er ringvirkninger.

For hele Rogaland vil ringvirkningene kunne bli omlag dobbelt så store, og nasjonalt vil ringvirkningene kunne bli det fire-dobbelte i forhold til Haugesundsregionen. I driftsfasen vil ringvirkningene i landet ellers være omlag tre ganger så store som de lokale virkningene. De befolkningsmessige konsekvenser vil bli relativt beskjedene, bl.a. sett i forhold til virkningene av Sleipner kondensat-utbyggingen. For Tysvær vil etableringen av Rennfast-forbindelsen påvirke befolkningsutviklingen mer enn MTBE-anlegget.

3.1 Arbeidskraftbehov ved utbygging og drift

De sysselsettingsanslagene som tidligere er gjort for MTBE-anlegget omfatter forventet bemanningsprofil ved byggingen av anlegget, og antatt netto sysselsettingstilvekst ved drift (Statoil 1991). Tilsvarende anslag er tilgjengelig for Sleipner-utbyggingen (Statoil 1989).

3.1.1 Bemanning ved anlegget

Anleggsbemanningen ved utbyggingen forventes å bli som gjengitt i Fig. 3.1.

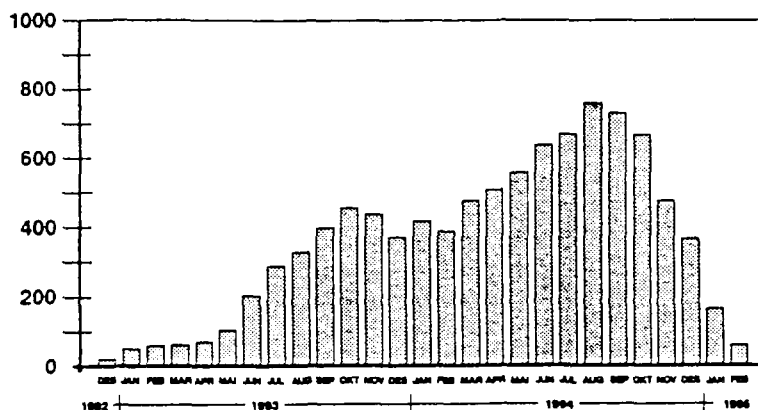


Fig. 3.1 Anleggsbemanning ved MTBE-anlegget (Kilde: Statoil 1991)

Leveransene til anlegget vil komme i gang i løpet av 1992 og strekke seg ut i 1995, mens anleggs-bemanningen i hovedsak vil fordele seg på årene 1993 og 1994. Arbeidsinnsatsen vil variere betraktelig i løpet av de to årene, og vil ha en topp på ca 750 personer høsten 1994. Den samlede arbeidsinnsatsen vil utgjøre ca 800 årsverk, og fordeler seg som vist i Tabell 3.1. Bemanningen ved drift av anlegget er foreløpig anslått til ca 100 personer.

Tabell 3.1. Årsverk i anleggs- og driftsfasen.

År	1992	1993	1994	1995	1996	Sum
Anleggsbemanning (årsverk):	-	250	550			800

3.1.2 Yrkesbakgrunn og rekruttering

Det er ikke gjort noen egen vurdering av omfang og art for typer av yrkesgrupper ved selve utbyggingen av MTBE-anlegget. På grunn av at det jevnlig har foregått utbygginger av denne typen i området, må en forvente at det i utgangspunktet ikke vil by på problemer å rekruttere de yrkeskategorier det er behov for. Opplysninger fra fylkesarbeidskontoret i Rogaland om situasjonen på arbeidsmarkedet for ulike personellkategorier underbygger også en slik antagelse. Derimot kan et sammenfall i tid for flere offshore-utbygginger samtidig med MTBE-utbyggingen skape kapasitetsproblemer når det gjelder til visse typer av personell.

Når det gjelder bemanningen i driftsfasen, så foreligger det heller ikke her noen egen oversikt over behovet utover at det totalt kan dreie seg om ca 100 sysselsatte. Det er imidlertid behov for relativt spesialisert arbeidskraft, og Statoil forventer en personell-sammensetning omlag som på Statpipe-anlegget. Det ble gjennomført en rekrutteringsanalyse på Statpipe i 1985/86, og registreringene derfra gir en indikasjon på behovet ved MTBE-anlegget. Rekrutteringsbakgrunnen for arbeidsstokken den gang fordelte seg på stillingskategorier og næringer som vist i Tabell 3.2

Tabell 3.2. Rekruttering til Statpipe i 1985/86.

Stillingskategori		Rekrutteringsbakgrunn	
Seksjons-/avd.leder	10	Industri	33
Ingeniør/Siv.ing	9	Sjøfart/Supply/Offshore	25
Skift-/Arbeidsleder	8	Privat og off. tjenesteyting	21
Operatører	47	Annen oljevirksomhet	17
Annet	27	Annet	4
Sum	100	Sum	100

Rekrutteringen til Statpipe hadde en relativt sterk lokal forankring, med i alt ca 70% lokalt fra

Haugesundsregionen og bare 5% fra resten av fylket. Som lokalt rekruttert ble regnet personer både bosatt og/eller oppvokst i regionen. Personellet hadde stor spredning på næringer det ble rekruttert fra. Ca 3/4 av de som ble rekruttert fra sjøfart, supply eller offshore aksepterte nedgang i lønn da de begynte på anlegget.

Rekrutteringsanalysen ga også en oversikt over utdanningsbakgrunnen til de som ble ansatt. Dersom dette er representativt for rekrutteringsbehovet ved MTBE-anlegget, kan fordelingen på ulike utdanningsgrupper bli som gjengitt i første kolonne i tabell 3.3 nedenfor. For å relatere personell-behovet til dagens situasjon på arbeidsmarkedet, har vi fra Fylkesarbeidskontoret i Rogaland fått en oversikt over arbeidsledigheten innen de forskjellige utdannings-gruppene lokalt og i fylket. I kolonne to og tre er antall ledige pr dato i 1992 innen disse kategoriene stilt opp.

Grupperingen er knyttet til utdanning og ikke til yrke. Når relevant praksis og erfaringsbakgrunn trekkes inn, vil nok bare et fåtall blant de ledige være aktuelle å rekruttere direkte, men dette sier noe om på hvilke delmarkeder MTBE-utbyggingen indirekte kan bidra til å redusere ledigheten.

Tabell 3.3. Antatt utdanningsbehov ved MTBE og utdanning blant ledige i 1992.

Utdanningsgruppe	Utdanningsfordeling MTBE (100 ansatte)	Utdanningsfordeling ledige	
		Haugesundsomr.	Rogaland
Lavere teknisk utdanning	36	22	122
Ingeniør, Siv.ing.	22	21	128
Økonomi, administrasjon	5	11	98
Universitet, Realfag	3	3	21
Maritim utdanning	18	116	165
Annen (Ufaglært)	16	mange	mange

Statoil har forøvrig sagt at det er aktuelt å gjennomføre egne opplæringsprogram for personell som skal betjene anlegget.

3.2 Beregningsopplegget i PANDA

Ved hjelp av modellsystemet PANDA (Plan- og Analysesystem for Næringsliv, Demografi og Arbeidsmarked), forøvrig utviklet for MD og 13 fylkeskommuner, er ringvirkningene av MTBE-utbyggingen beregnet. Disse beregningene tar bl.a. utgangspunkt i de regionale leveransene som er anslått i kap 2. Først etableres det referansebaner for regionens næringsliv basert på nasjonal utvikling i sentrale etterspørsels- og produksjonssammenhenger. Oppå denne utviklingen er utbyggingen av Sleipner kondesat lagt, og dette gir tilsammen referansealternativet. Selve utbyggingsalternativet etableres ved at utbyggingen av MTBE-anlegget legges på dette referansealternativet igjen. Differansen mellom disse to alternativene gir de direkte og indirekte virkninger av MTBE-utbyggingen. De økonomiske data i PANDA har 1986 som basisår, derfor er alle beløp for leveranser i investerings- og driftsfasene for Sleipner- og MTBE-anleggene indeksregulert til 1986-nivå.

Vi skal først kort dokumentere noen av de viktigste forutsetningene som er lagt til grunn. Datagrunnlaget som er benyttet i PANDA er spesielt tilrettelagt for denne analysen ved at kommunene Etne, Ølen og Sveio i Hordaland er tatt med sammen med kommunene i Rogaland. Det er ellers også foretatt visse tilpasninger i datagrunnlaget, bl.a. er sysselsettingsdataene spesielt gjennomgått og justert av fylkeskommune og fylkesarbeidskontor.

Beregningene organiseres innenfor såkalte prosjekt i PANDA-systemet, hvor alle data legges opp klar for videre bruk. Dette omfatter dels basisårsdata, dels parameterverdier som skal gjelde for prognoseperioden. 1990 er valgt som basisår, og tidshorisont for beregningene er satt til år 2000. De forskjellige beregningsoppleggene adskiller seg fra hverandre bl.a. ved forskjellig region- og sektorinndeling, og evt. ulike estimeringsperioder for enkelte modellparametre.

For en nærmere orientering om PANDA-systemet vises til Stenberg (1990) og til arbeidsnotater ved SINTEF Anvendt økonomi.

3.2.1 Regioninndelinger

Det er i alt benyttet 4 ulike geografiske avgrensninger i Rogalandsområdet. I Fig 3.2 nedenfor er to av disse regionene nærmere angitt. Spesifisering og begrunnelse for disse er gjengitt nedenfor.

Haugesundsregionen

Dette er den primære analyse-regionen, hvor konsekvensene av MTBE-anlegget beskrives mest detaljert. Regionen ligger innenfor den heltrukne strekene i Fig. 3.2. Inndelingen svarer til den som i sin tid ble brukt i Kårstø-prosjektet og omfatter:

1106 Haugesund	1154 Vindafjord
1145 Bokn	1211 Ølen
1146 Tysvær	1214 Etne
1149 Karmøy	1216 Sveio

Rennfast-regionen

Det er gjennomført noen tilleggsberegninger for å teste ut effektene av den nye kyststamveien (Rennfast-forbindelsen). Dette innebærer kortere reisetider mellom Nord-Jæren og Ryfylke/Stavangerområdet, og medfører at disse områdene i større grad vil utgjøre et felles bolig og arbeidsmarked. Den region-inndeling som er benyttet ved analysen er spesielt konstruert for dette formålet i samråd med bl.a representanter for fylkeskommunen og fylkesarbeidskontoret. I tillegg til Haugesundsregionen omfatter dette det stiplede området i Fig 3.2. Dette gjelder følgende kommuner:

1102 Sandnes	1141 Finnøy	1149 Karmøy
1103 Stavanger	1142 Rennesøy	1154 Vindafjord
1106 Haugesund	1144 Kvitsøy	1211 Ølen
1124 Sola	1145 Bokn	1214 Etne
1127 Randaberg	1146 Tysvær	1216 Sveio

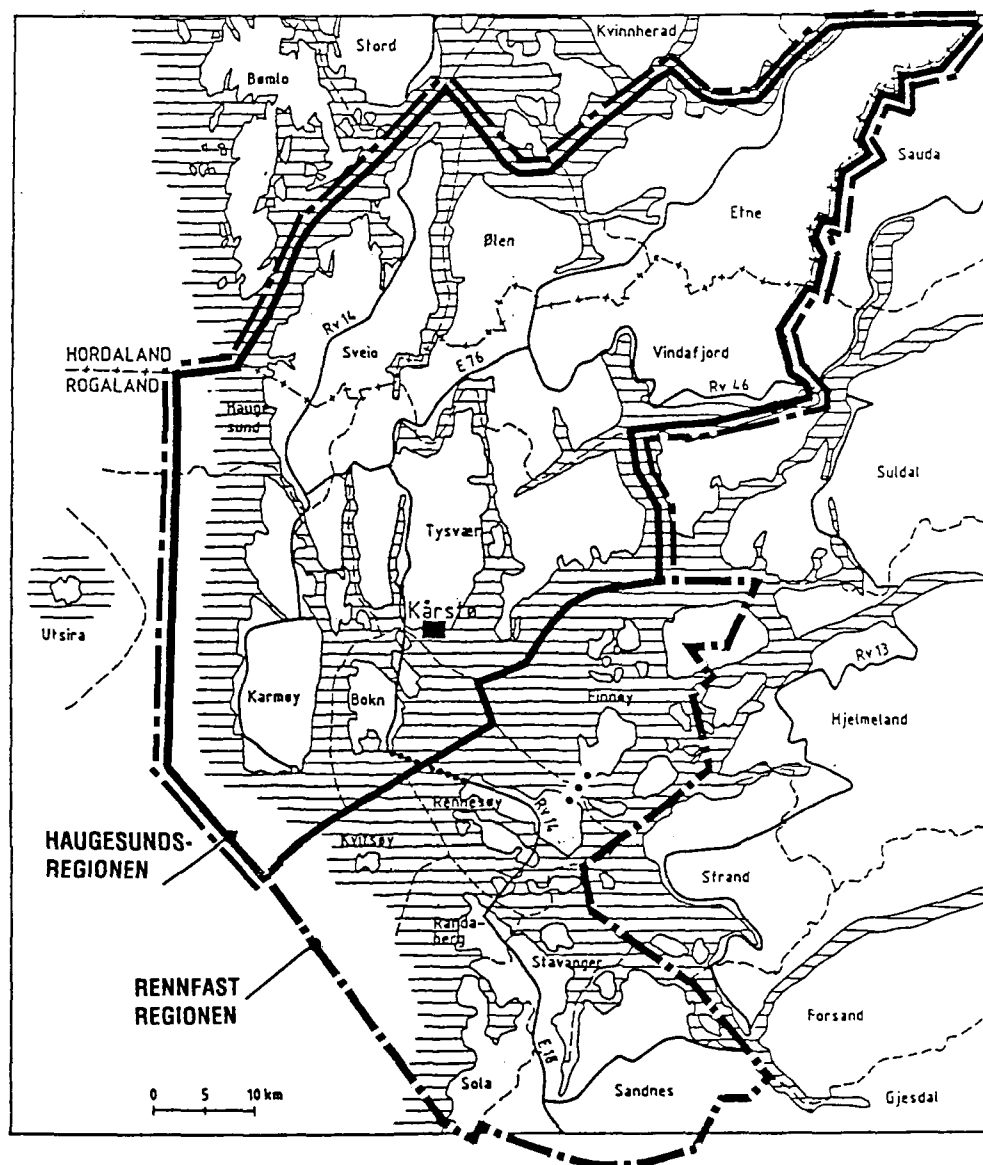


Fig. 3.2. Oversikt over Haugesunds- og Rennfastregionen.

Rogaland fylke

Beregninger for Rogaland fylke har vært benyttet ved noen av sammeligningene med historiske tall, pga av at det er bedre historisk tallmateriale på fylkesnivå enn for kommunene.

Stor-fylket

Dette omfatter hele Rogaland pluss de tre kommunene Etne, Sveio og Ølen i Hordaland. Denne region-avgrensningen er benyttet ved referanse-beregninger og ut-testing. Bl.a. i forbindelse med etableringen av referansebaner for næringene i området er denne regionen benyttet, og ved beregning av virkninger i fylket og i hele landet.

3.2.2 Sektorinndelinger

Det er benyttet 2 ulike sektorinndelinger. I utgangspunktet foreligger alle næringsdata inkl. sysselsetting for 28 næringssektorer. Dette detaljeringsnivået kan være hensiktsmessig ved etableringen av vekstrater for fylket. For selve analysene vil det være hensiktsmessig med færre sektorer, men med en sammensetning som er tilpasset den bransjeinndeling som dominerer i underleveranse-strukturene. Dette ga en inndeling på 15 sektorer, som bl.a. er gjengitt i Tabell 3.4 nedenfor.

Tabell 3.4. Produktivitetsendringer (%-vis årlig endring).

	1990-2000			1995-2000
	H	R	S	
1 Primærnæringer	3.1	3.2	3.4	2.5
2 Konsumindustri	2.2	2.2	2.2	
3 Produksjon av trevarer	1.8	1.8	1.8	
4 Mineralsk produksjon og bergverk	4.7	4.7	4.4	4.0
5 Produksjon av kjem. prod. og metaller	4.2	2.6	3.0	
6 Verkstedproduksjon, skip og oljeplattf.	5.9	5.8	5.7	4.5
7 Kraft og vannforsyning	1.6	1.6	1.6	
8 Bygg og anlegg	1.0	1.0	1.0	
9 Olje og gass, utvinning og rørtransport	1.0	1.0	1.0	1.5
10 Varehandel, hotell og restaurantdrift	.6	.5	.6	
11 Samferdsel	3.0	2.6	2.7	2.0
12 Forretningsm. tjen.yting, bank, grafisk	1.8	.6	.5	
13 Privat og personlig tjenesteyting	.8	.8	.8	
14 Kommunal tjenesteyting	.5	.5	.5	1.0
15 Statlig tjenesteyting	3.2	3.2	3.2	2.5

H=Haugesundregionen R=Rennfastregionen S=Stor-fylket

3.3 Etablering av referansebaner

Vi skal her gjennomgå noen av de viktigste forutsetninger og valg som ligger i bunn av beregningene.

3.3.1 Beregningsforutsetninger i næringsdelen

Ved bruk av nærings-modellen er det først og fremst følgende data-typer som betyr svært mye for utviklingen i sysselsettings-etterspørselen:

- Produktivitetsendringer
- Utvikling i eksogene sluttleveringer
- Aktivitetsdata m/underleveranser

De øvrige data representerer stort sett parameterverdier som er fastlagt på grunnlag av

empirisk materiale. Dette datagrunnlaget har mest å si for størrelsen av ringvirkningene som beregnes, og det er stort sett benyttet standardverdier som er tilrettelagt i systemet.

Produktivitetsendring

Det er lagt til grunn et lands-gjennomsnitt for produktivitetsendring i hver næring fra perioden 1980–88. For noen sektorer har vi forutsatt at disse verdiene endres gradvis mot et mer subjektivt vurdert nivå i 1995, som bl.a. bygger på vurderinger av utviklingen i de seneste årene. Endringsratene blir da som vist i Tabell 3.4.

Produktivitetsutviklingen er estimert på grunnlag av det mer detaljerte data-materialet som ligger i fellesdata i systemet. På grunn av ulik sammensetning innen de detaljerte sektorene, vil tallverdiene kunne bli forskjellige for de tre regionene.

Utvikling i eksogene sluttleveringer

I bunnen av alle beregningene ligger de nasjonale forutsetningene fra KLØKT-beregningene (Den interdepartementale klima-gruppen) med MSG/MODDAG (Moum 1992). Dette innebærer følgende vekstrater for de ulike etterspørselskomponenter som gjengitt i Tabell 3.5.

Dersom denne referanseutviklingen har stor betydning, bør en gå nærmere inn på en vurdering av disse vekstratene, og spesielt vurdere om næringslivet i fylket er slik stilt at de vil stå overfor en etterspørselsutvikling som avviker fra dette. En slik vurdering er omfattende, og er ikke fulgt opp her. For dette prosjektet har disse forutsetningene mindre betydning i og med at det er konsekvenser/endringer som følge av en spesifikk utbygging vi ser på.

Når modellen benyttes, vil disse ratene styre utviklingen i de enkelte sektorene. For enkelte

Tabell 3.5. Utvikling i eksogene sluttleveringer 1991–2000.

Statlig konsum	2.0%	årlig vekst
Kommunalt konsum	2.0%	"
Private investeringer	2.2%	"
Statlige investeringer	1.0%	"
Kommunale investeringer	1.0%	"
Innenlands anvendelse i alt	1.9%	"
Eksport til utlandet	3.9%	"

sektorer vil det imidlertid ikke være den generelle etterspørselen som styrer. Dette er f.eks. tilfelle med de offentlige tjenesteytings-sektorene, som er 100% styrt av utviklingen i hhv. kommunalt og statlig konsum. Ellers er det særlig aktuelt å la primaernæringene være eksogent gitt ved beregningene her. Dette er gjort på den måten at produksjonsnivået er gitt, og da er det produktivitetsutviklingen som bestemmer sysselsettingsutviklingen.

Aktivitetsdata m/underleveranser

Dette ofatter kostnader, underleveranser og direkte sysselsetting ved investering og drift av

Sleipner kondensat- og MTBE-anleggene. Datagrunnlaget er i hovedsak presentert i kap. 2, og blir ikke kommentert ytterligere her.

3.3.2 Beregningsforutsetninger i befolkningsdelen

De viktigste forutsetninger som gjøres her, er knyttet til følgende data-typer:

- Demografiske rater
- Boligbyggeprogram
- Avstandsmatrise
- Arbeidsmarkedsparemetre
- Boligmarkedsparemetre

Demografiske rater

Det er tre typer av slike rater/nivåfaktorer som det velges estimeringsperiode for, og følgende perioder er lagt til grunn:

Flytting:	1986–1990
Fødte:	1990
Døde:	1990

For fødselsratene er nivået i 1990 vurdert som relativt høyt, og disse ratene er derfor redusert med ca 10% fram mot år 2000.

Boligbyggeprogram

Det er lagt til grunn det offisielle boligbyggeprogrammet fram til 1993. Nivået er deretter beholdt konstant og lik 1993-nivået.

Avstandsmatrise

Som en spesiell variant er det beregnet hvilke konsekvenser den nye Rennfast-forbindelsen vil innebære for tilpasninger på arbeidsmarkedet, og derav følgende befolkningsutvikling. Dette er gjort ved at hhv dagens og den framtidige reise- eller avstands-matrise er benyttet i to parallelle beregningsopplegg for Rennfast-regionen. Virkningene av dette er sammenliknet med virkningene av MTBE-anlegget for Tysvær.

Arbeids- og boligmarkedsparemetre

De to siste datatypene vedrører bl.a. parameterverdier i gravitasjonemodellene i PANDA, og det skal vi ikke komme inn på i detalj her. Men de verdier som er benyttet er satt relativt forsiktig eller konservativt, slik at det ikke oppstår drastiske endringer i arbeidsmarkedet i perioden. 10% av arbeids-styrken inngår i ny fordeling hvert år, og det er lagt opp til at arbeidsledigheten vil holde seg på et relativt konstant nivå.

For boligmarkedet er det også lagt opp til en relativt konservativ tilpasning, bl.a. ved at boligtilbudet i begrenset grad styrer flyttebevegelsene innen regionen.

3.4 Beregningsresultater

Det er gjennomført beregninger for 3 forskjellige regionavgrensninger: Storfylket, Rennfastregionen og Haugesundsregionen.

3.4.1 Nasjonale vekstbaner

Som beskrevet i avsnitt 3.3.1 er det lagt til grunn nasjonale vekstrater for etterspørselen som ligger i bunnen av alle beregningene. Disse forutsetningene, sammen med de forutsetninger som implisitt følger av datagrunnlaget etablert i de ulike prosjektene, gir følgende utvikling innen de tre regionene.

Storfylket

Veksten i sysselsetting mellom 1990 og 2000 er på ca 3500, eller tilsammen 2.4% sett over hele perioden. Historisk var utviklingen preget at en vekst fra 1986 til 1988, mens det var et fall fra 1988 til 1990. Beregningsforutsetningene gir en relativt flat utvikling i den første 5-årsperioden, for deretter å stige noe mere.

Rennfastregionen

For Rennfast-regionen innebærer de nasjonale utviklingsratene en økning i sysselsettingen på vel 4% i samme periode.

Haugesundsregionen

I Haugesundsregionen er nærings-sammensetning og leveranse-struktur slik at sysselsettingsveksten ikke blir høyere enn ca 1% over hele perioden mellom 1990 og 2000.

I disse beregningene er da hverken Sleipner- eller MTBE-utbyggingen inkludert. Resultatene representerer "rendyrkede" effekter av den nasjonale trend fra KLØKT-utredningen. I resultatene presentert i de neste avsnittene trekkes bl.a. den demografiske struktur inn ved beregningene for Haugesundsregionen, og dette gir visse endringer i resultatene.

3.4.2 Konsekvenser av Rennfast-forbindelsen

Vi har ønsket å sammenlikne de befolkningsmessige konsekvenser av MTBE-utbyggingen med etableringen av Rennfast-forbindelsen. Som et eksempel har vi spesielt sett på konsekvensene av endring i reisetider som den nye Rennfast-forbindelsen kan gi i arbeidsmarkedstilpasningen. Konsekvenser for Tysvær kommune er vist i Tabell 3.6.

Tabell 3.6. Konsekvenser i Tysvær av Rennfast-forbindelsen.

	1990	1995	2000
Absolutt avvik i befolkningsutvikling i Tysvær:	0	67	157
Relativt (%) " " " "	0	0.8	2.1

Befolkningen i Tysvær blir ca 2.1% større i år 2000 med forutsetningen om den nye kommunikasjonsstruktur lagt inn, sammenlignet med forventet befolkning som følge av det eksisterende mønster og reisetider. Disse tallene indikerer at Rennfast vil ha større innvirkning på befolkningsutviklingen i Tysvær enn MTBE-utbyggingen (jfr. Fig. 3.5).

3.4.3 Virkninger i Haugesundsregionen

Den historiske utvikling i sysselsetting og befolkning er gjengitt i Fig. 3.3 nedenfor.

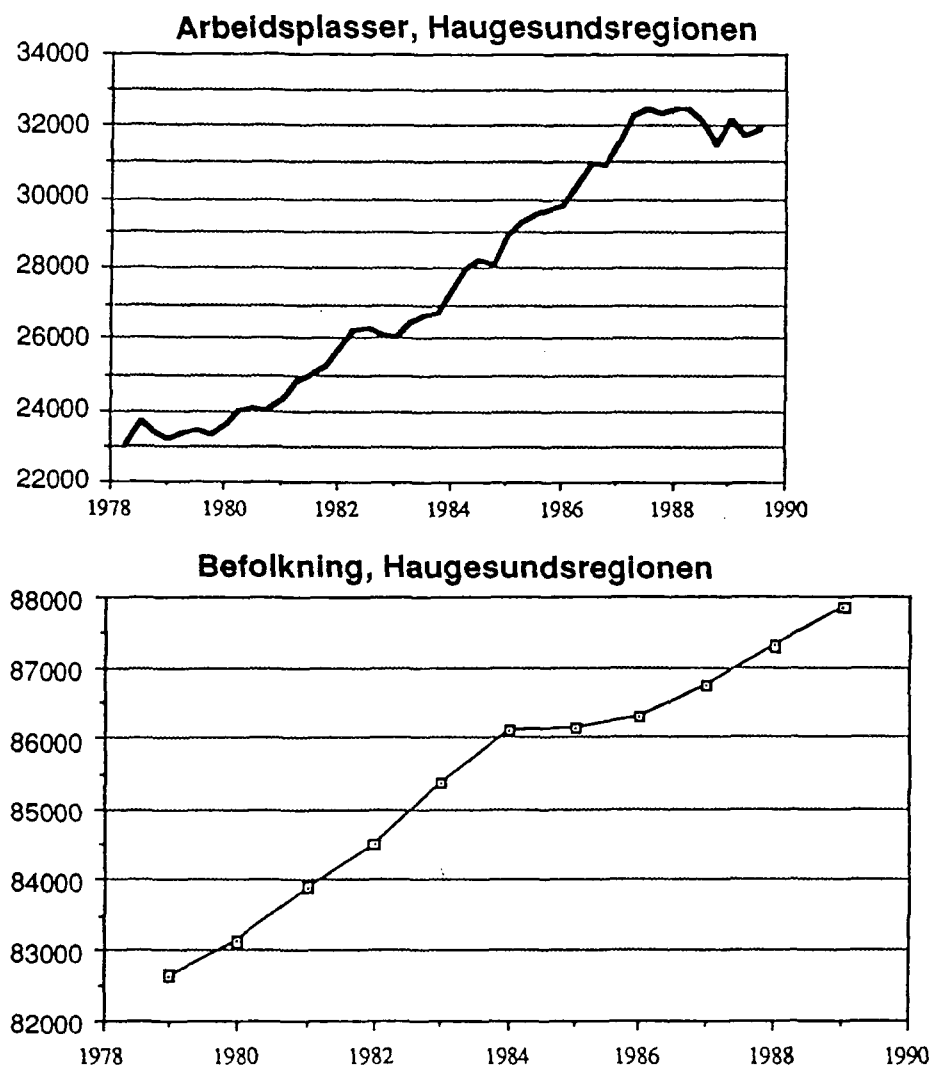
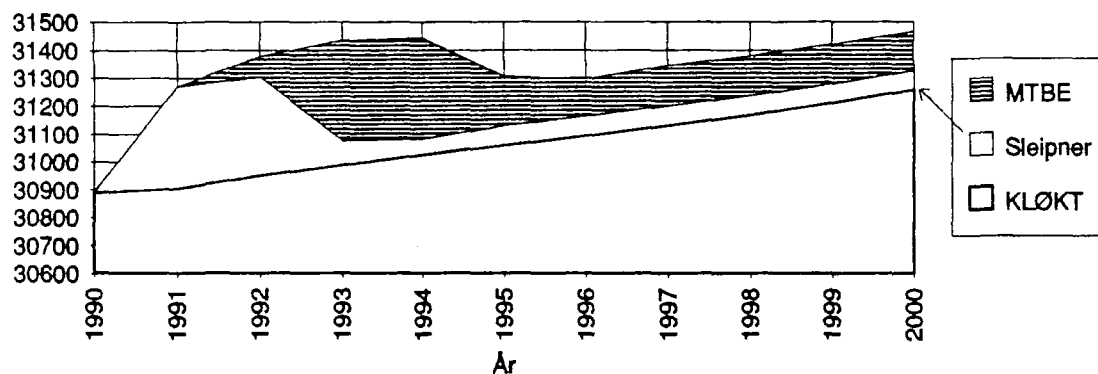


Fig. 3.3. Historisk utvikling i sysselsetting og befolkning. Kilde: Thorsen (1990)

Sysselsettingen har hatt en sterk stigning i hele perioden 1980–87, men flater ut etter 1987/88. Befolkningsutviklingen har hatt et noe annet forløp med stigning i perioden bortsett fra en utflating i årene 1984–86. Det har imidlertid vært en tendens til utflating igjen etter 1989.

Det tilsvarende forløpet som er beregnet for perioden 1990–2000 er gjengitt i Fig 3.4. Her er konsekvensene av hhv. KLØKT-utviklingen i bunn, Sleipner- og MTBE-anlegget gjengitt. De nasjonale forutsetninger som ligger i bunnen av beregningene innebærer et noenlunde konstant sysselsettningsnivå mellom 1990 og 2000, mens Sleipner og MTBE kommer inn med sine profiler på toppen. (NB! Skala er forskjellig i Fig. 3.3 og Fig 3.4).

Sysselsetting, Haugesundsregionen



Befolkning, Haugesundsregionen

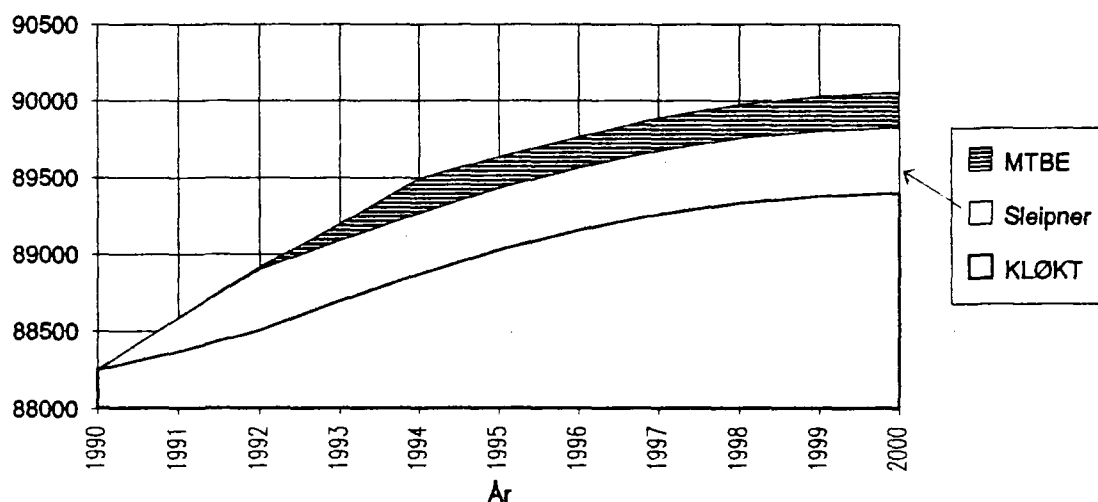


Fig. 3.4. Utvikling i sysselsetting og befolkning fram til år 2000.

Befolkningsutviklingen får en sterkere impuls av Sleipner sammenlignet med MTBE. Dette har noe sammenheng med de konservative forutsetningene som er lagt til grunn. MTBE kommer som en forlengelse av den impulsen Sleipner først har gitt, og bidrar til å holde oppe dette nivået framfor å gi en ny impuls.

Den befolkningsmessige endring i de enkelte kommuner på grunn av MTBE-anlegget er gjengitt i Fig. 3.5. Figuren angir absolutt tilvekst i befolkning sammenliknet med utviklingen uten MTBE-utbyggingen. Utbyggingen av MTBE-anlegget gir like stor absolutt økning i folketall i Karmøy som i Tysvær. Dette gir en relativ befolkningsøkning i Tysvær på ca. 0.9%,

mens Rennfast-forbindelsen innebærer en befolkningsøkning på over 2% i Tysvær fram måt år 2000.

Befolkningsendringer MTBE - Sleipner

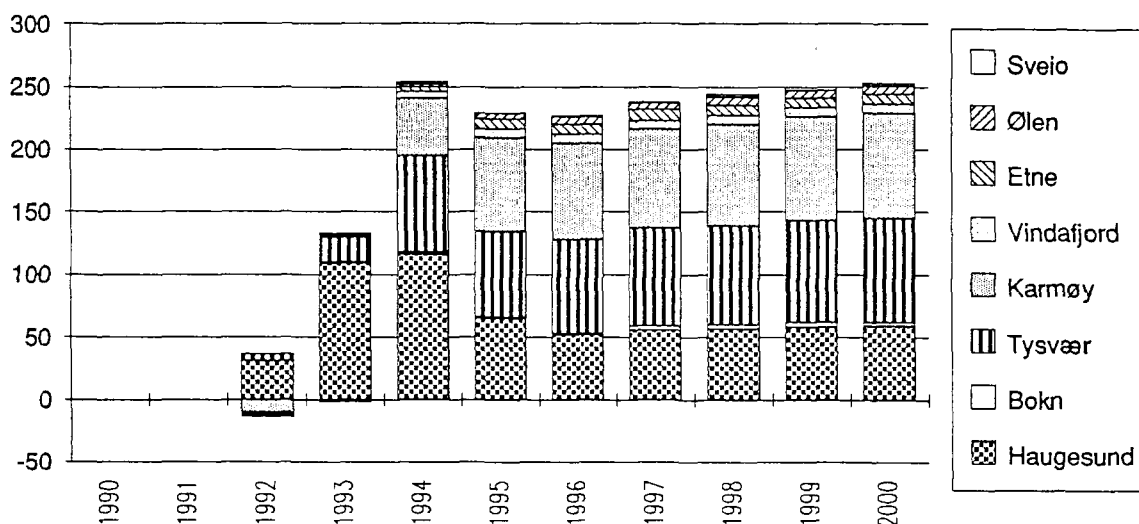


Fig 3.5. Kommunevis befolkningsendring på grunn av MTBE.

De totale sysselsettingsmessige virkninger av Sleipner og MTBE-anlegget er gjengitt i Tabell 3.7. Ved disse beregningene for Haugesunds-regionen er det også tatt hensyn til overføringsendringer for befolkning og arbeidsmarked.

Tabell 3.7. Totale ringvirkninger av Sleipner og MTBE-anleggene i Haugesunds-regionen (Inklusive virkninger fra befolkning og arbeidsmarked).

År	1991	1992	1993	1994	1995	.	1997	..	2000
Sleipner:									
Samlet ringvirkning	365	350	65	50	45	.	45	..	40
Driftsbemannning			25	25	25	.	25	..	25
MTBE:									
Samlet ringvirkning		75	360	360	80	.	45	..	40
Driftsbemannning					100	.	100	..	100
Sum Sleipner og MTBE:	365	425	450	435	250	.	215	..	205

De direkte og indirekte virkninger eller samlet ringvirkning innenfor et geografisk område defineres her som de sysselsettingsmessige virkninger av:

- Underleveranser direkte til anlegget
- Kryssløpsvirkninger av disse i andre virksomheter
- Konsumvirkninger av a) og b)
- Konsumvirkninger av endringer i overføringer og trygder (befolkning og arbeidsmarked)

De største ringvirkningene av MTBE-anlegget får vi i 1993 og 1994, mens selve anleggsbemanningen når en topp i 1994 (jfr. Fig. 3.1). I Fig 3.6 er den næringsmessige fordelingen av direkte og indirekte virkninger gjengitt for MTBE-anlegget.

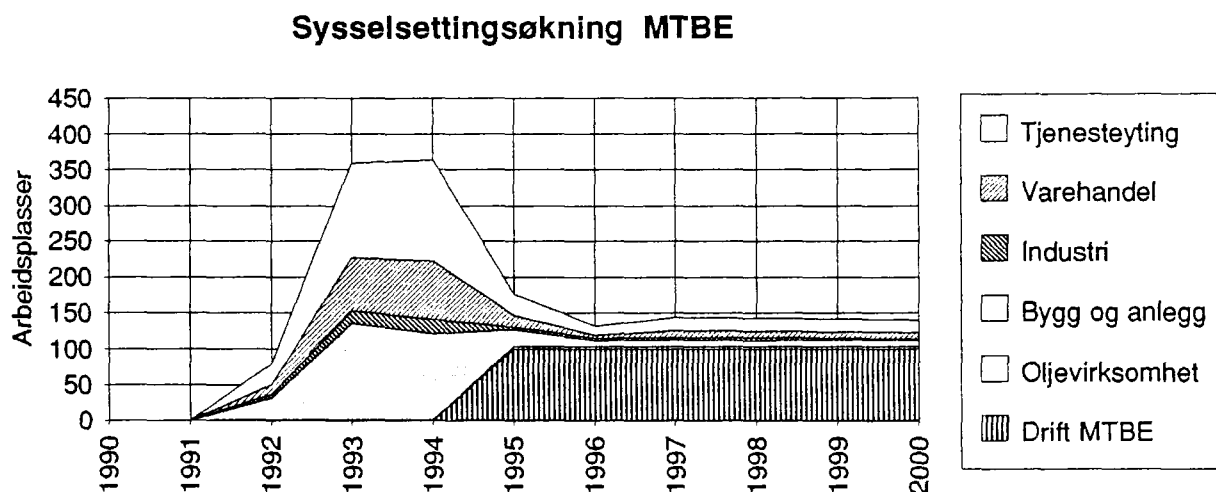


Fig 3.6. Næringsfordeling av virkningene av MTBE-anlegget i Haugesundsregionen.

De største ringvirkningene i anleggsfasen (1992–94) finner vi innenfor bygg og anlegg og tjenesteyting. I driftsfasen er virkningene noe mere jevnt fordelt, også med en større virkning i olje-sektoren (Statpipe).

3.4.4 Regionale og nasjonale ringvirkninger av Sleipner- og MTBE-utbyggingen

I Tabell 3.8 er de samlede sysselsettingsmessige ringvirkninger på ulike geografiske nivå sammenliknet. Her er det ikke tatt hensyn til virkninger av overføringsendringer via befolkning og arbeidsmarked (pkt. d over).

Samlet sysselsettingsvirkning av Sleipner- og MTBE-utbyggingen fås ved å summere tallene for hhv. Sleipner og MTBE.

Ringvirkningene fordobles når vi beveger oss fra Haugesundsregionen (lokalt) til storfylket (regionalt), og vi får en firedobling av ringvirkningene dersom vi ser på effekten i hele landet.

Tabell 3.8. Sammenligning av lokale, regionale og nasjonale ringvirkninger (eksklusive virkninger fra befolkning og arbeidsmarked).

	1991	1992	1993	1994	1995	.	1997	..	2000
Sleipner:									
Haugesundsreg.	350	355	90	30	30	.	25	..	25
Storfylket	605	620	160	55	50	.	50	..	45
Hele landet	1250	1330	380	135	110	.	105	..	100
MTBE:									
Haugesundsreg.	-	75	355	360	105	.	35	..	35
Storfylket	-	155	710	715	205	.	65	..	60
Hele landet	-	310	1460	1500	470	.	135	..	130

3.5. Litteratur

- Moum, K. 1992 (red.) Klima, økonomi og tiltak. Statistisk Sentralbyrå. Rapporter: 92/3.
- Statoil 1986. Rekrutteringsanalyse Statpipe.
- Statoil 1989. Konsekvensutredning. Ilandføring av kondensat til Kårstø.
- Statoil 1991. Melding om planlegging av anlegg for produksjon av MTBE.
- Stenberg, K. 1990 (red.). Regionaløkonomiske modeller i Norden. NordREFO Akademisk forlag, København 1990:4.
- Thorsen, I. 1990. Arbeidsmarked og næringsstruktur, Haugalandet. Nord-Rogaland Opplærings- og Utviklingssenter. Rapport 90/15. Haugesund 1990.

4. POTENSIALET FOR NY NÆRINGSVIRKSOMHET

Konklusjon kapittel 4: Potensialet for ny næringsvirksomhet

Den kompetansehevingen som etter hvert er utviklet innen enkelte områder som f.eks. elektro- og rørteknologi, vil kunne gi grunnlag for ny næringsvirksomhet. Utnytting av kjølevannet til oppdrettsanlegg og til jordvarme for frukt- og grønnsakdyrking kan også gi muligheter for ny næringsvirksomhet.

Ny sysselsetting som følge av etableringen av MTBE-anlegget kan grovt deles i tre:

- * Utnytting av kjølevann.
- * Økt kompetanse i regionen.
- * Nye aktiviteter lagt til Kårstø.

4.1. Utnytting av kjølevann

Også ved de tidligere etableringene på Kårstø har man diskutert mulighetene for å utnytte kjølevann til ulike næringsformål. Dette var spesielt et aktuelt tema da man diskuterte etableringen av et varmekraftverk i tiden 1986-88.

Når det gjelder mer spesifikk bruk av kjølevann, er det i hovedsak to formål som har vært diskutert, oppdrettsanlegg for fisk og jordvarme til frukt og grønnsakdyrking. Det er gjennomført forsøk med oppdrett av piggvar.

Bruk av jordvarme for å gi frukt- og grønnsakdyrking kan bedre vilkårene og gi et betydelig potensiale. Det gir muligheter til å få produktene tidlig ferdig, og denne tilskuddsvarmen kan også gjøre det mulig å dyrke mer varmekjære vekster. Slik plasseringen av MTBE-anlegget er foreslått på Statoils arealer, skulle det være gode tekniske muligheter til å tilføre de tilstøtende og ikke ubetydelige jordbruksarealene jordvarme for å bedre dyrkningsmulighetene. Men det er fortsatt et åpent spørsmål hvorvidt det er økonomisk lønnsomt.

4.2 Kompetanseheving i regionen

Tysvær kommune har etter hvert betydelig erfaringer fra tidligere etableringer på Kårstø. Det er i den tiden som er gått siden arbeidet med Statpipe startet høsten 1981 registrert en betydelig kompetanseøkning innen enkelte fag i regionen. Dette gjelder spesielt kompetanse innen ulike elektro- og rørfag. Det kan være vanskelig å kvantifisere denne type kompetanseheving. Men det er klart at en del av jobbene i forbindelse med Kårstø-utbyggingen har utviklet kunnskap og produkter som i dag selges både utenfor oljesektoren og eksporteres ut av regionen. Denne gunstige utviklingen må forventes å bli styrket med utbyggingen og etableringen av MTBE-anlegget.

4.3 Nye aktiviteter til Kårstø

Tiden har vist at etter den første store etableringen med Statpipe har det kommet flere betydelige anlegg til Kårstø. Dette er helt naturlig med den konsentrasjonen av høy og spesialisert kompetanse som etter hvert fins på Kårstø. Erfaringer på driftssiden med et stort og komplisert teknisk anlegg kommer nå til nytte.

5. OFFENTLIG INFRASTRUKTUR

Konklusjon kapittel 5: Offentlig infrastruktur

Tysvær som vertskommune står godt rustet til å ta imot utbyggingen og driften av det planlagte MTBE-anlegget på Kårstø. Kommunens beredskap med hensyn til vegger, andre tekniske anlegg, skoler og andre institusjoner, er dimensjonert ut fra kommuneplanen. Konklusjonene i konsekvensutredningen for befolkningsvekst og sysselsetting er lavere enn det som er forutsatt i kommuneplanen. Dette betyr en ytterligere reserve når det gjelder infrastruktur.

Som det går fram av meldingen for MTBE-utbyggingen vurderes situasjonen slik at det ikke er behov for spesielle tiltak for å styrke infrastrukturen i vertskommunen Tysvær. Kommunen har vært gjennom mer omfattende anleggsperioder i forbindelse med Statpipe-utbyggingen. Kommunen synes også å ha en velutbygget og velorganisert teknisk etat. Ved å studere kommunens plandokumenter som kommuneplan og boligbyggeprogram, registrerer man at det er høy kvalitet på disse planarbeidene.

5.1 Anleggsfasen

I tillegg til å ha ferske erfaringer med større anleggsarbeid er også den tekniske infrastrukturen godt utbygd og av ny dato. Ny veg forbinder Kårstø nordover til E-76 fra Haugesund og til Østlandet. Etableringen av Rennfast-forbindelsen fra Bokn, over Rennesøy til Stavanger høsten 1992 vil gi en ny vegforbindelse sørover av høy standard som bl. a. vil lette leveranser fra Stavangerområdet i forbindelse med utbyggingen. På Statoils område på Kårstø finnes det en veletablert brakkeby med tilstrekkelig kapasitet for anleggsfasen.

5.2 Driftsfasen

Tilveksten i arbeidsplasser i driftsperioden for MTBE-anlegget vil skape en viss etterspørsel på boliger og offentlige tjenester som skoler og barnehager, helse- og sosialtjenester. Kommunen har en velorganisert boligutbygging dimensjonert for rundt 70 boliger pr. år fram til år 2000. I tillegg fins det betydelige arealreserver for boliger. Det samme gjelder for nabokommunene (Bokn kommune 1987, Tysvær kommune 1989).

Det er verdt å peke på at Tysvær kommune har valgt å spre boligutbyggingen på relativt mange arealer rundt omkring i kommunen, og ikke samle de nye boligene i et par større boligfelt. Dette prinsippet har så langt virket positivt også på den måten at innflyttere til kommunen er blitt godt integrert blant de mer etablerte innbyggerne.

Med den beskjedne økningen av etterspørsel på offentlige tjenester som forventes, synes skoler og barnehager, helse- og sosialvesen å være tilstrekkelig for den befolkningstilveksten som måtte følge av utbyggingen av MTBE-anlegget.

5.3. Litteratur

Bokn kommune 1987. Kommuneplan for Bokn 1987–2000.

Tysvær kommune 1989. Kommuneplan for Tysvær 1989–2000.

6. KOMMUNAL ØKONOMI

Konklusjon kapittel 6: Kommunal økonomi

De samlede skatteinntekter til Tysvær (og Bokn) vil bli betydelige som følge av utbyggingen, hovedsaklig som følge av eiendomsskatten. Personskatten vil også øke, mens betydningen av selskapsskatten er svært usikker og avhenger av Statoils generelle økonomiske resultat.

En utbygging medfører økte inntekter for kommunene gjennom eiendomsskatt, personskatt og selskapsskatt. Eiendomsskatten vil være den største inntektsskilden.

6.1. Selskapsskatt

Størrelsen på selskapsskatten vil avhenge av selskapets overskudd, eierselskapenes andre engasjementer og avskrivningsmulighetene. De nye skattereglene som følger av skattereformen fra 1992 vil endre de skattemessige rammebetingelsene for norsk næringsliv i betydelig grad. Et gjennomgående trekk ved skattereformen er at faktiske inntekter i større grad vil komme til beskatning, ved at en rekke rent skattemessige fradragmuligheter fjernes. Det er samtidig forutsatt at samlet skatte- og avgiftsnivå for næringslivet bør være om lag uendret som følge av skattereformen, økt skattegrunnlag blir fulgt av redusert skattesats.

Omfanget av det beløp selskapsskatten vil endres med som en følge av utbyggingen lar seg vanskelig beregne på samme måte som for eiendomsskatt og personskatt. MTBE-anlegget vil være et heleid Statoil-foretagende, selskapsskatten vil dermed avhenge av resultatet for Statoils øvrige virksomhet.

Selskapsskatten totalt til Tysvær kommune var i 1990 35 mill. kr og i 1991 32 mill. kr. Statoil som selskap har i liten grad blitt beskattet for selskapsskatt i Tysvær, bl.a. som følge av tapene på Mongstad.

Det høye nivået for total selskapsskatt i Tysvær i dag medfører at kommunen får trekk i den generelle tilskuddsdelen i statlig rammeoverføringssystem for kommuner – som følge av høye skatteinntekter pr. innbygger. En eventuell ytterligere reduksjon i statlige overføringer til kommunen som følge av MTBE-utbyggingen vil i første rekke være avhengig av hvorvidt nivået på selskapsskatten fra Statoil til kommunen endres vesentlig.

6.2. Personskatt til kommunene

Den samlede økningen i personskatt til kommunene (se Tabell 6.1) som følge av sysselsettingsveksten ved utbyggingen er i driftsfasen beregnet til 2,4 mill. 1991-kr. i 1995, med en vekst til 2,7 mill. 1991-kr i 2000. I anleggsperioden er skatteinntektene for kommunene i 1994 beregnet til like på nivå 2,7 mill. 1991-kr.

Tabell 6.1. Økt årlig skatt til kommunene på formue og inntekt, personlige skattytere (mill. 1991-kroner).

	1995	2000
Tysvær	0,6	0,8
Haugesund	0,7	0,6
Karmøy	0,8	0,9
Andre kommuner i regionen	0,3	0,4
Sum	2,4	2,7

6.3. Eiendomsskatt

Eiendomsskatt er skatt til kommunene på bruttoverdien av faste eiendommer inklusiv fast maskineri. Etter lov om eiendomsskatt til kommunene, skal eiendomsskatt regnes av eiendommens ligningsverdi året før skatteåret, men denne bestemmelsen forventes å tre i kraft først fra inntektsåret 1994 for boliger og fritidseiendommer. I forbindelse med framleggelsen av formuesskattemeldingen høsten 1991 har Finansdepartementet bebudet at det blir nedsatt en arbeidsgruppe som skal se nærmere på grunnlaget for skattlegging også av forretningseiendommer, verker og bruk. Inntil videre gjelder bestemmelsene i byskattelovens § 4 og 5 om alminnelig taksering som grunnlag for eiendomsskatt.

Det pågår også en del tvister mellom andre utbyggere og kommuner om skattegrunnlaget, som muligens kan føre til endringer i praksis for taksering.

På basis av takst var eiendomsskatten til Tysvær kommune i 1990 og 1991 22,6 mill. kr. Det forventes nye årlige takseringer etter hvert som Sleipner-utbyggingen skrider fram.

Med utgangspunkt i gjeldende regelverk og takst-praksis, vil et rimelig nøkternt anslag for takstverdi være 60 prosent av investeringskostnader. Taksten for MTBE-anlegget vil muligens kunne ligge noe høyere, som følge av at dette er et prosessanlegg med lite innslag av investeringer som faller utenom takstgrunnlaget ("arbeidsmaskiner med tilbehør, eller hvad dermed kan settes i klasse, som ikke utgjør en integrerende del av anlægget").

Ut fra dette er merinntektene fra eiendomsskatt ved MTBE-utbyggingen anslått til rundt 11,5 mill. kr (1991-priser) fra 1996 (Tabell 6.2). Dette kommer i tillegg til merinntekter i forbindelse med Sleipner-utbyggingen.

Tabell 6.2. Økt eiendomsskatt fra utbyggingen ved anslått takstgrunnlag 60 % av investeringer (mill. 1991-kroner).

1993	1994	1995	1996 og følgende år
1.1	6.2	10.8	11.5

Med dagens nivå på eiendomsskatt for eksisterende anlegg og merinntekter som følge av Sleipnerutbygging og utbygging av MTBE-anlegg, vil samlede inntekter fra eiendomsskatt i Tysvær kommune bli betydelige (Tabell 6.3).

I prinsippavtale mellom Tysvær og Bokn kommuner om inntektsfordeling fra gassbasert virksomhet/industri i Ognøy/Kårstø-området, ligger i pkt. 4 en intensjon om fordeling av eiendomsskatt og tilsvarende inntekter også for framtidig gassbasert industri i området. Dette vil kunne tilføre Bokn kommune en andel av eiendomsskatten fra MTBE-anlegget. Hvis kommunene setter i kraft en slik avtale for Sleipner-utbyggingen og seinere utbygginger vil, avhengig av avtalen, Bokns andel av MTBE-eiendomsskatten utgjøre rundt 8 prosent, fordelt etter inntekt pr. innbygger.

Tabell 6.3. Samlet eiendomsskatt til Tysvær/(Bokn) kommune(r) i driftsfasen -1996 og følgende år (mill. 1991-kr).

Eksisterende anlegg	22.6
Tysværs/(Bokns) andel Sleipner-utbyggingen	7.9 ¹⁾
MTBE-anlegg	11.5
Sum	42.5

¹⁾ Tallet er hentet fra Statoil (1989), prisjustert etter gjennomsnittlig prisutvikling 1989-1991 for verkstedsproduksjon og bygg og anlegg, 1.10.

6.4. Litteratur

Statoil 1989. Konsekvensutredning. Ilandføring av kondensat til Kårstø.

7. MARITIME FORHOLD

Konklusjon kapittel 7: Maritime forhold

Konsekvensutredningen for ilandføring av kondensat konkluderte med at det økte antall skipsanløp ikke ville gi spesielle problemer for annen bruk av området. Utbyggingen og driften av MTBE-anlegget vil ikke endre situasjonen vesentlig. Det vil derfor ikke være påkrevet med nye trafikkregulerende tiltak for trafikken til og fra Kårstø.

Spesielt for hurtigbåttrafikken vurderes det nye sikkerhetstiltak, bl.a. etter den alvorlige ulykken nord for Bergen høsten 1991. Noe annet er det med ferje- og hurtigbåttrafikken mellom Rennesøy/Stavanger og Bokn i årene framover.

7.1. Skipstrafikk

Skipstrafikken til Kårstø er regulert gjennom egne forskrifter. Disse forutsetter bl.a. bruk av statslos og taubåt. Driftsledelsen på Kårstø-terminalen fastsetter anløp av kai og gir opplysninger om ledig ankerplass. Men det er skipsfører og los som har det fulle ansvar for skipet og dets bevegelser helt inn til kai.

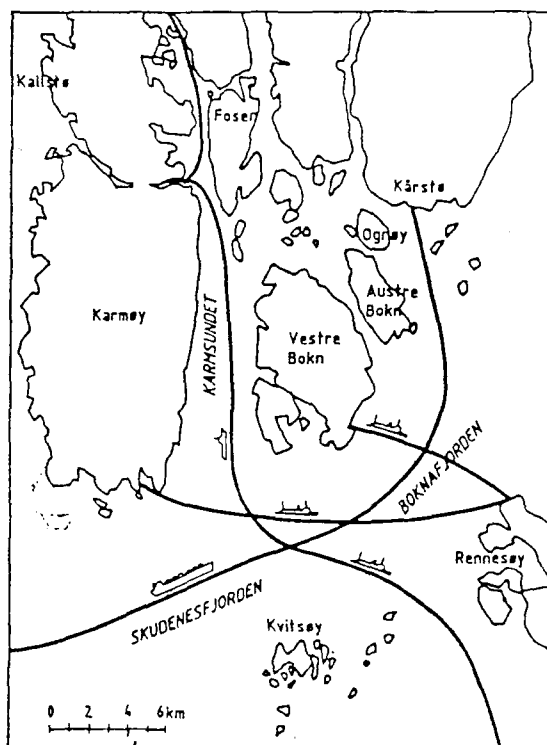


Fig. 7.1. Viktig skipstrafikk i regionen (etter 1993).

Skipstrafikken til og fra Kårstø vil i bestå i å frakte metanol inn og det ferdige MTBE-produktet ut. Denne transporten vil forgå med relativt små tankskip.

Det forventes en viss økning i skipstrafikken til og fra Kårstø i forbindelse med MTBE-anlegget. Men det vil fortsatt dreie seg om en beskjeden skipstrafikk, godt under 1000 anløp pr. år eller mindre enn tre anløp i gjennomsnitt pr. døgn (se Fig. 7.1.). Trafikken til og fra Kårstø vil krysse leden mellom Stavanger og Haugesund og ferjetrafikken mellom Rennesøy og Bokn, (Rennfast fra høsten 1992). Det vil her dreie seg om hyppig ferje og hurtigbåttrafikk. (Jfr. Fig. 3.2.)

Den nye broen over Frekasundet gjør at det stort sett er friluftsbåter som vil trafikkere området ved Kårstø.

7.2. Kaibelastning

En enkel beregning av kaibelastningen for Kårstø, fra mai 1991, viser god kapasitet på kaianleggene fram til 1998. Lasteraten for MTBE-skip er 950 m³/t. Den beregnede kaibelastningen på Kårstø etter bygging av MTBE-anlegg er beregnet til noe i underkant av 550 skip pr. år som igjen utgjør rundt 59% av kapasiteten.

7.3. Konsekvenser av uhell

Vi har vurdert et par varianter av uhell:

- * Uhell ved kai i forbindelse med lasting og lossing.
- * Uhell ved grunnstøting eller kollisjon der farvannet er smalest.

7.3.1. Uhell ved kai

I verste fall kan en akutt lekkasje i forbindelse med lossing av metanol eller lasting av MTBE føre til et utslipp i størrelsen 7-70 tonn i løpet av få minutter. Konsekvensene av dette er redegjort for i kapittel 10.

7.3.2. Uhell i skipsleden

Ved en grunnstøting eller kollisjon er det vingtankene som er mest sårbare. De er i størrelsen 1500 tonn på de skipene som er aktuelle for denne type transport. I verste fall kan en slik tank tømmes i løpet av 5-10 minutter. Konsekvensene av dette er det redegjort for i kapittel 10.

8. MILJØSTATUS FOR LOKALISERINGSALTERNATIVET

Konklusjon kapittel 8: Miljøstatus for lokaliseringsalternativet

Utslipp til luft. NILU utførte målinger av nitrogenoksider (NO/NO_2) i 1986 og 1988. Disse ga midlere NO_2 -konsentrasjoner for vinterhalvåret på ca. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Samtidige målinger rundt Kårstø-terminalen ga at bidraget fra anlegget i maksimalområdet var ca. $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som halvårsmiddel. Målinger utført i det statlige overvåkingsprogrammet i Skreådalen, ca. 60 km øst for Stavanger, ga årsmiddelkonsentrasjoner av SO_2 og NO_2 i 1990 på henholdsvis $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Terminalen bidro til enkelte timer med forhøyede NO_2 -konsentrasjoner i omgivelsene. Det ble målt timeverdier av NO_x på $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hvorav $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forekom som nitrogendioksid. Målingene ga at i maksimalområdet kunne terminalen bidra med $30-50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddel.

Det er ikke målt nedbørkvalitet på Kårstø. Målestasjonen Vikedal 40 km nordøst for Kårstø ga våtavsetning av svovel og nitrogen over året på henholdsvis $1.5 \text{ gS}/\text{m}^2$ og $1.8 \text{ gN}/\text{m}^2$ i 1990. Avsetningen forårsaket av langtransporterte forurensninger er trolig lavere ute ved kysten pga. mindre nedbør. Naturens Tålegrense, som beskriver hva naturen kan tåle uten å bli vesentlig skadet eller endret, er satt til opptil $1 \text{ gS}/\text{m}^2$ for svovel og $1-2 \text{ gN}/\text{m}^2$ for nitrogen. De store avsetningene av nitrogen og svovel indikerer at området nordøst for Kårstø allerede er sterkt belastet av langtransporterte luft-forurensninger.

Utslipp til sjø. Dagens utslipp til sjø faller i tre kategorier: Kjølevann, sanitæravløp, og oljeholdig avløpsvann som også omfatter drens-, flom- og oljeholdig ballastvann. Annet ballastvann slippes ut ubehandlet før skipene lastes ved terminalen. Det oljeholdige avløpsvannet ledes inn i kjølevannet før utslipp på 9 m dyp ca 40 m fra land. Sanitæravløpet slippes ut på 15 m dyp øst for Kårstø kai.

Spredning av kjølevannet i resipienten er modellert ved flere tidligere anledninger, basert på hydrofysiske undersøkelser. Beregningene angir en innlagring av oppvarmet vann mellom 0 og 9 m dyp og et influens-område for overtemperatur $\geq 1^\circ\text{C}$ med inntil 600 m avstand fra terminalen med dagens virksomhet, 900 m når kondensatmottaket fra Sleipner er i drift. Tilførsel av andre forurensningskomponenter med kjølevannstrømmen (klor, hydrokarboner, fenol, organisk karbon) er i dagens situasjon ikke ansett å overskride betenkelige nivåer. Kårstøbassengets plante- og dyreliv i de frie vannmasser, planktonet, ble kartlagt over en periode på ett år før anlegget ble etablert. Oppfølgende undersøkelser er ikke gjort, så det er ikke datagrunnlag for å bedømme om dagens utslipp har hatt noen innvirkning på bassengets produksjon.

Det ansees lite sannsynlig at de frie vannmasser er påvirket i enhetlig eller negativ retning av kjølevann eller sanitæravvann, bortsett fra vannet som direkte blir benyttet som kjølevann, eller går med i primærfortynningen av kjølevannet etter utslipp. Introduksjon av bl.a. giftige algearter med ballastvann er ikke påvist ved Kårstø, men kan ikke utelukkes.

Hardbunnssamfunn i og under strandsonen er karakterisert ved flere anledninger før og etter anlegg av terminalen. Samfunnene ble karakterisert som typiske for et vestnorsk kystsområde. Endringer over tid som kan tilskrives terminaldriften (sannsynligvis forårsaket av oppstuet kjølevann) ble funnet på en av 28 lokaliteter, ca 900m vest for anlegget i 1989. Dyresamfunn på bløtbunn i dypområdene sør og vest for Kårstø er også karakterisert før og etter bygging av terminalen. Tilstandsforskjeller før utbygging og endringer som ble påvist fram til 1989 ble tilskrevet naturgitte forhold, ikke terminaldriften.

Plante- og dyreliv. Naturområder. Vegetasjonen på Kårstø domineres av lyngheityper. Dette er vegetasjon som er tilpasset voksesteder med svært surt og næringsfattig jordsmonn og er spesielt følsom for nitrogentilførsel. Grasdominerte vegetasjonstyper kan overta. Det er grunn til å overvåke situasjonen i området nøye på grunn av dagens høye belastningsnivå fra langtransportert forurensning.

Et stort antall fuglearter hekker eller overvintrer ved Kårstø, mange av bestandene er viktige i regional sammenheng. Bestandene av sjøfugl har økt de siste 10 år. Det er særlig sjøfuglene som er sårbare ved utslipp og forstyrrelse ved Kårstø.

Kårstøområdet har en voksende bestand av steinkobbe. Oterforekomsten ved Kårstø er spesielt interessant og sårbare fordi bestanden i sørlige områder er sterkt redusert. Mink, hjort og hare er tallrike i området.

Kapitlet omhandler relevante forhold vedrørende natur og miljø i Kårstø-området i dag. Miljøstatus omfatter både utslippsforhold til luft og sjø og status for plante- og dyreliv og naturområder herunder også belastning fra ulike forurensningskomponenter. Forurensningskildene er både langtransportert og lokalt fra eksisterende aktivitet på Kårstø. Beregnet tilleggsbelastning etter etablering av Sleipner kondensat er inkludert i dagens miljøstatusbegrep.

8.1. Utslipp til luft

Avgassene fra eksisterende Statpipe-anlegg inkludert SØKT inneholder stoffene NO_x , SO_2 , CO_2 , flyktige organiske forbindelser (VOC) og små mengder av støv og sot. Totalt over året slippes det ut ca. 932, 5, 610 000 og 2 300 tonn /år av henholdsvis NO_2 , SO_2 , CO_2 og VOC.

NILU utførte døgnmålinger av NO_2 i 1986 (Tønnesen, 1986) og timesmidlele målinger av NO_x i perioden oktober 1987 til april 1988 (Haugsbakk, 1988). De timesvise målingene ble utført samtidig på to stasjoner, Sandvik, ca. 500 m nord for anlegget, og Haugsneset, ca. 2 km øst for anlegget. Resultatene av målingene er gitt i Tabell 8.1.

Stasjon Sandvik hadde et høyere NO_x -nivå enn stasjon Haugsneset. NO_x -målingene på Sandvik viste også en mindre NO_2 -andel enn hva som var tilfellet på Haugsneset, der det var liten eller ingen forskjell på NO_x - og NO_2 -nivå. Dette forhold tyder på at utslipp av NO fra gassterminalen var en kilde til forhøyet NO_x -nivå i området nord og vest for anlegget. Den høyeste målte timesverdien av NO_x var $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvorav $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var NO_2 . Kortvarige episodebidrag av NO_2 fra gassterminalen kan være $30\text{--}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timesmiddel. I gjennomsnitt over hele måleperioden gir gassterminalen et midlere bidrag til NO_x -nivået ved

Sandvik på 1–2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 8.1. Maksimale timesverdier og middelveidier av NO_x på stasjonene Sandvik og Haugsneset.

STASJON SANDVIK	Middelveidi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Maksimalverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	NO_x	NO_2	NO_x	NO_2
Oktober 1987	8,7	6,0	47,4	36,1
November 1987	6,4	4,6	46,5	25,5
Desember 1987	4,3	2,4	40,9	15,9
Januar 1988 ^{*)}	–	–	25,5	25,5
Februar 1988	5,5	5,4	51,3	36,3
Mars 1988	6,8	4,1	96,7	56,8
Totalt	6,3	4,7	96,7	56,8

STASJON HAUGSNESET	Middelveidi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Maksimalverdi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	NO_x	NO_2	NO_x	NO_2
Oktober 1987	5,0	4,4	34,5	32,0
November 1987	4,0	3,9	23,0	20,3
Desember 1987	5,1	4,7	83,3	74,9
Januar 1988	7,3	7,1	48,9	48,9
Februar 1988	4,6	4,6	25,9	25,9
Mars 1988	4,1	4,1	22,6	22,6
Totalt	5,0	4,9	83,3	74,9

^{*)} liten datatilgjengelighet.

Det utføres ikke regelmessige målinger av luft- og nedbørkvalitet på Kårstø i dag. I overvåkingsprogrammet: "Statlig program for forurensningsovervåking" har NILU en nedbørstasjon i Vikedal ca. 40 km nordøst for Kårstø og en luftkvalitetstasjon i Skreådalen ca. 60 km øst for Stavanger. Årsmiddelveidier for nedbørkvalitet og luftkvalitet for 1990 er gitt i henholdsvis Tabell 8.2 og 8.3. Figur 8.1 viser middelkonsentrasjoner av sulfat i nedbør og våtavsetning av sulfat på norske bakgrunnsstasjoner i 1990 (SFT-rapport, 1991).

Tabell 8.2 gir pH-verdi i nedbør på 4,6 som er lavt sammenlignet med landet forøvrig. Midlere pH-verdier i Norge i 1990 varierer mellom 4,3 og 4,9, med laveste verdi på Sør- og Østlandet og høyeste verdi i Midt-Norge. Figur 8.1 gir høyeste sulfatavsetning i området rundt Vikedal og noe lavere langs kysten pga. mindre nedbør. I Vikedal var våtavsetning av svovel i 1990 ca. 1,5 gS/m² år og totalavsetning av nitrogen ca. 1,8 gN/m² år, hvorav ammoniakk utgjorde ca. 70%.

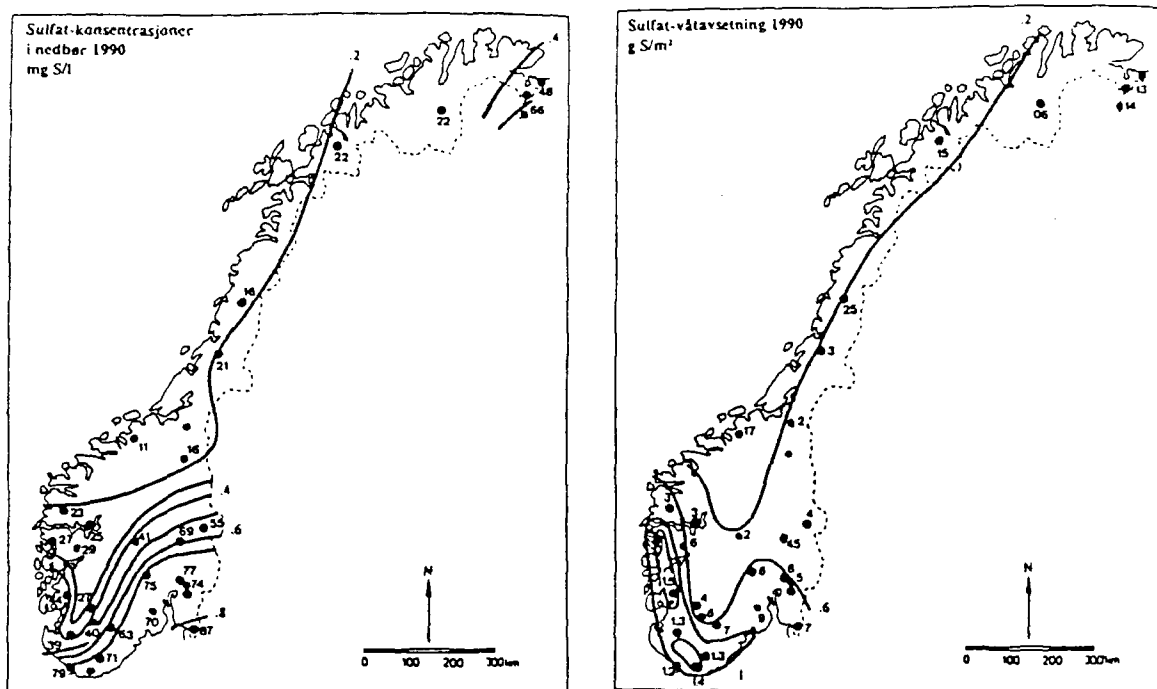


Fig. 8.1. Middelkonsentrasjoner i nedbør og våtavsetning av sulfat på norske bakgrunnstasjoner i 1990.

Tabell 8.2. Totalavsetning og veide årsmiddelkonsentrasjoner i Vikedal 1990.

Stasjon	pH	SO ₄ mgS/m ²	NO ₃ mgN/m ²	NH ₄ mgN/m ²	SO ₄ mgS/l	NO ₃ mgN/l	NH ₄ mgN/l
Vikedal	4,58	1463	724	1036	0,44	0,22	0,31

Tabell 8.3 gir årsmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO₂ i luft på henholdsvis 0,46 µgS/m³ og 0,62 µgN/m³ som tilsvarer 0,9 µg/m³ som SO₂ og 2,0 µg/m³ som NO₂. Konsentrasjonen av ammoniakk var spesielt høy i Skreådalen 1990, noe som kan være forårsaket av husdyrhold i området.

Tabell 8.3. Årsmiddelkonsentrasjoner i luft av svovel- og nitrogenforbindelser i Skreådalen 1990.

Stasjon	SO ₂ µgS/m ³	SO ₄ µgS/m ³	NO ₂ µgN/m ³	NO ₃ µgN/m ³	NH ₄ µgN/m ³
Skreådalen	0,46	0,70	0,62	0,23	2,07

Figurene 8.2 og 8.3 viser tidsutviklingen av årsmiddel-konsentrasjonene av partikulært sulfat og av svoveldioksid siden henholdsvis 1973 og 1978.

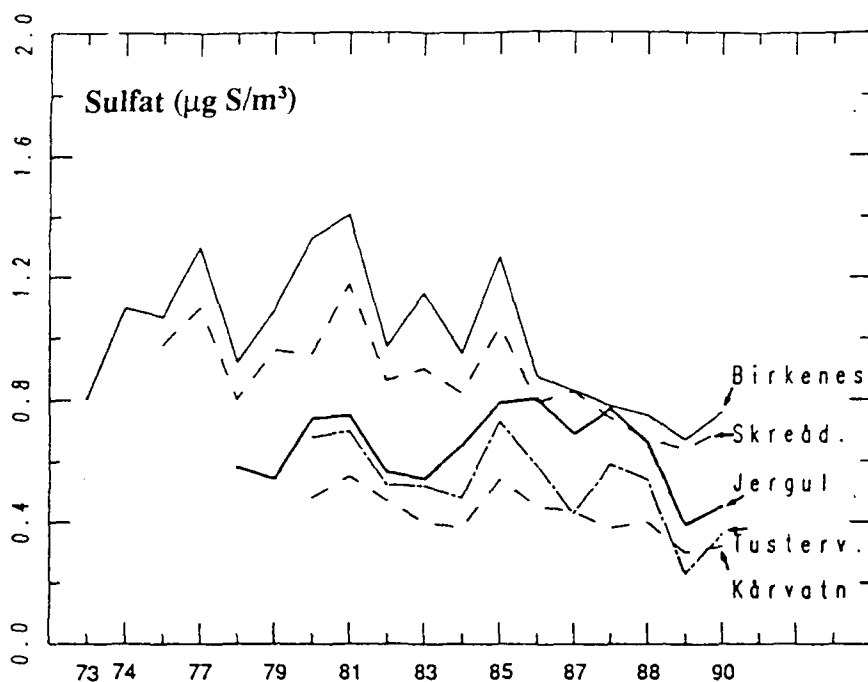


Fig. 8.2. Årsmiddelkonsentrasjoner i luft av partikulært sulfat på norske bakgrunnstasjoner 1973–90.

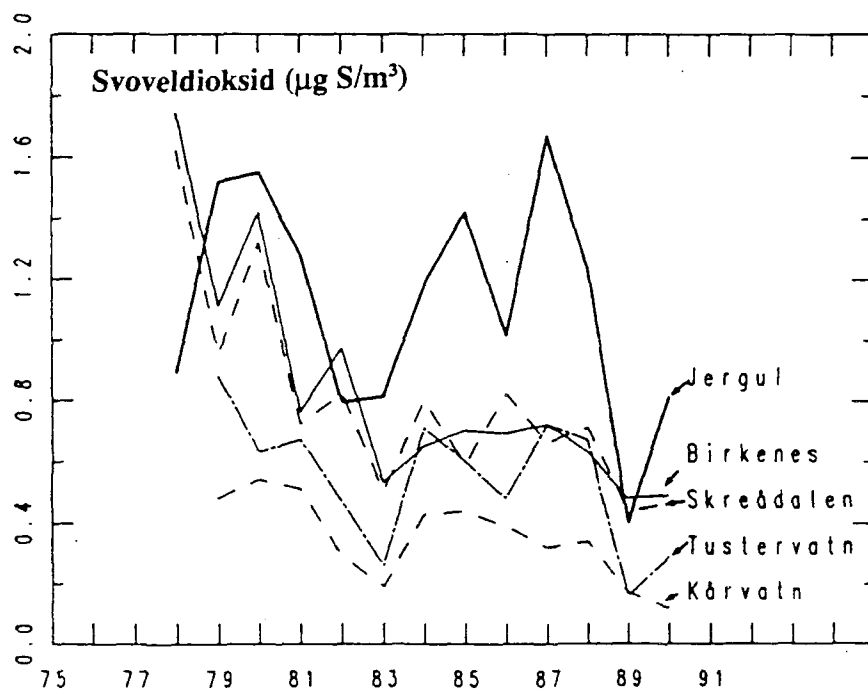


Fig. 8.3. Årsmiddelkonsentrasjoner i luft av svoveldioksid på norske bakgrunnstasjoner 1978–90.

Innholdet av svoveldioksid og partikulært sulfat var i 1990 på samme lave nivå som i 1989 de fleste steder i Norge og på Svalbard. Det milde og ustabile vinterklimaet i 1989 og 1990 har bidratt til de lave årsverdiene. Årsmiddelkonsentrasjonene av sulfat har således avtatt med ca. 40% i hele landet fra 1980 til 1990, mens reduksjonen for svoveldioksid har vært ca. 65% i Sør-Norge, 50% i Finnmark og 30% i Ny-Ålesund.

Årsmiddelkonsentrasjonene av nitrogendioksid, summen av nitrat og salpetersyre (HNO_3) samt summen av ammonium og ammoniakk i luft viser ingen markerte tendenser siden målingene startet i 1984.

Naturens Tålegrense brukes som uttrykk for hva naturen kan tåle av forurensninger uten å bli vesentlig skadet eller endret. De kritiske belastningsnivåer som benyttes er basert på forskningsresultater om sur nedbørs virkning på innsjøer, elver og jord. For tålegrense for vegetasjon og jordsmonn benyttes en tålegrense på opptil 1 gS/m^2 år for svovel og $1\text{--}2 \text{ gN/m}^2$ år for nitrogen. Dagens avsetning forårsaket av langtransporterte luftforurensninger overskrider derfor naturens tålegrense for svovel i området og er av samme størrelse som tålegrensen for nitrogen.

8.2. Utslipp til sjø

8.2.1 Dagens utslippssituasjon

Tabell 8.4 gir en kort oversikt over eksisterende og forventede utslipp inklusive Sleipner. Utslippene faller i tre kategorier: Kjølevann, oljeholdig avløpsvann og sanitæravløp. Alt potensielt oljeholdig vann som drens- og flomvann og oljeholdig ballastvann ledes til behandlingsanlegg for oljeholdig avløpsvann og utgjør derfor en del av dette.

I tillegg tilføres sjøområdene nitrat som avsetning fra luftutslipp (kap. 9). Utslippssituasjonen er nærmere beskrevet i grunnlagsdokumenter for konsekvensutredningen for ilandføring av kondensat fra Sleipner (Asplan 1989).

Kjølevann

Statoils gassterminalanlegg på Kårstø fungerer i dag i første rekke som mottaksterminal for naturgass fra Nordsjøen. Prosessanlegget bruker sjøvann som kjølevann. Kjølevannsforbruket har variert noe. I dag er det om lag $10,000\text{--}11,000 \text{ m}^3/\text{time}$, ($2.75\text{--}3 \text{ m}^3/\text{s}$). I nær framtid er det planlagt å øke kompressorkapasiteten på terminalen, med kjølevannsforbruk på $4,000 \text{ m}^3/\text{time}$ ($1.1 \text{ m}^3/\text{s}$). Vanninntaket er på 30 m dyp ca 250 m fra land. Avløpet ligger på 9 m dyp, ca 40 m fra land, og består av et rør med 1.6 m diameter.

Effekter av det framtidige MTBE anlegget på resipienten må sees i lys både av utslipp fra eksisterende terminal, økt kompressorkapasitet, og fra SØKT-terminalen. Tabell 8.5 gir relevante tall for eksisterende og omsøkte utslipp. Overtemperaturene er sannsynlige maksimumsverdier ved drift (konsesjonsgrenser). Gjennomsnitt i dag ligger på rundt $+8.5^\circ\text{C}$.

Klorering

Kjølevannet kloreres over en periode på 12 min daglig og restoksydasjonsmiddel i kjølevannet kan komme opp i $0.5\text{--}1 \text{ mg/l}$ fritt klor. Konsentrasjonen i resipienten rett etter primærfortynning

kan i verste fall komme over grenseverdien anbefalt for å unngå skade, men den korte eksponeringstiden (ca 40 min døgn i kjølevannet) og rask reduksjon av klor til kloridioner tilsier at faren for miljøskade er minimal.

Tabell 8.4. Eksisterende og vedtatte utslipp til sjø for kjølevann, oljeholdig avløpsvann og sanitæravløp fra virksomheten på Kårstø.

Utslippstype	Dagens utslipp	Dagens utslippstillatelse	Nåværende og forventede utslipp 1)
	STATPIPE	STATPIPE	
Kjølevann			
Mengde	11000 m ³ /t 2)	17000 m ³ /t	25000 m ³ /t 12)
Temperaturøkning	8.5 grad C	maks. 10 grad C	maks. 10 grad C 3)
Restklormengde	7 kg/døgn		maks. 15 kg/døgn
Konsentrasjon i utslippet 4)	0.5 - 1 mg/l		0.5 - 1 mg/l
Inntaksdyp	30 m dyp		30 m dyp
Utslippsdyp	9 m dyp		9 m dyp
Oljeholdig avløpsvann			
Mengde	14-64 m ³ /t	105 m ³ /t	115 m ³ /t 5)
Konsentrasjon av hydrokarboner	1 - 5 mg/l 14)	30 mg/l	maks. 5 mg/l 6)
Total fenolmengde			0.5 mg/l 5)
Organisk innhold (TOC)	51 mg/l		100 mg/l 15)
Miljøgifter			7)
Utslippsdyp 11)			9 m dyp
Sanitæravløp			
Mengde 8)	450 person-enheter	500 person-enh.	600 person-enh. 13)
Utslippsdyp	15 m 9)		15 m
Drens- og flomvann 10)			
Ballastvann 10)			

1) Inkluderer Sleipner ilandføring og kompressorutvidelse

2) Målinger 1986-90 viser i snitt 9500 m³/t. Gj.snitt for 1991: 10500 m³/t

3) Alternativ gjenbruk av kjølevann for kompressoren vil gi temperaturøkning over 10 grad C på 4000 m³/t

4) periode for restklor i kjølevannet 40 min pr døgn

5) Gode anslag for mengde ikke mottatt, maksimalt tillatt utslipp

6) Årsgjennomsnitt og 75 kg/uke

7) Alle prosessvæskestrømmer går til renseanlegg. Utløp herfra er ikke analysert for miljøgifter.

8) Kapasitet 2 500 personer. Slamavskiller. Ingen nyetablering for Sleipner eller MTBE

9) Utslipp på ca. 15 m dyp øst for Kårstø kai

10) Oljeholdig ledes inn i prosessrenseanlegg og er derfor inkludert i oljeholdig avløpsvann.

Annet drens- og ballastvann behandles ikke.

11) Avløpet ledes inn i kjølevannsstrømmen

12) Dagens + Sleipner: ikke over 21000 m³/t, kompressor: 4000 m³/t

13) +500 ved revisjonsstans

14) vesentlig små alifater

15) maksimalt 1400 kg/uke

Tabell 8.5. Nåværende og omsøkte kjølevannsutslipp til sjø ved Kårstø.

UTSLIPP/ANLEGG	Kjølevannsmengde	Delta-T	Varmeflux
Kårstø Terminal (1991)	11,000 m ³ /t, 3m ³ /s	+ 10 °C	126 MW
Økt kompressorkap.(1993?)	4,000 m ³ /t, 1.1m ³ /s	+ 10 °C	46 MW
SØKT (1993)	10,000 m ³ /t,2.8m ³ /s	+ 10 °C	113 M
Totalt, før MTBE	25,000 m³/t,6.9m³/s	+ 10 °C	285 MW

Oljeholdig prosessavløpsvann

Inneholder også dreinsvann fra anleggsområdet og oljeholdig ballastvann, annet ballastvann slippes ut ubehandlet.

Vannmengden for eksisterende og vedtatte utbygginger vil maksimalt ligge under dagens konsesjon på 115 m³/time ut fra vannrenseanlegget. Vannet ledes inn i kjølevannsstrømmen og fortynnes derved ca 240 ganger før det ledes ut i resipienten. Rensekravet for hydrokarboner ut av renseanlegget er 5 mg/l. Dette tilsier en konsentrasjon på < 20 ppb THC i kjølevannet før fortynning i resipienten.

Avløpsvannet inneholder også noe fenoler (konsesjonsgrense 0.5 mg/l) og har et totalt innhold av organisk karbon (TOC) på maksimalt 125 mg/l (konsesjonsgrense). Dette kan bl.a. være mer eller mindre polare forbindelser (syrer, aldehyder, ketoner, alkoholer etc.) i tillegg til hydrokarboner og fenoler. Det er ikke analysert hvorvidt avløpet inneholder persistente organiske forbindelser som PAH og organohalogener (vil inkluderes i TOC) eller tungmetaller. Det er fare for at halogenerede hydrokarboner kan dannes ved blanding av klor og hydrokarboner i kjølevannsstrømmen, men data for dette foreligger ikke for anlegget på Kårstø.

Sanitæravløpet

Dagens sanitæravløp går til slamavskiller og vannet går deretter i utløp øst for Kårstø kai på 15 m dyp. Anlegget har en kapasitet på 2 500 personer, som forventes tilstrekkelig for alle de planlagte nyetableringene, inklusive MTBE. Sanitæranlegget betjener i dag ca 450 personenheter. Någjeldende konsesjonen er på 600 personenheter. Etableringen av SØKT vil medføre en bemanningsøkning til totalt 600 (Asplan 1989).

Nitrogenavsetning fra luft

NILU har beregnet et influensområde for avsetning av lufttransportert nitrat fra anlegget med radius på 3–80 km. Innenfor dette området er det beregnet en årlig avsetning på 10–20 mgN/m² (Dagens utslipp + SØKT). Dette utgjør ca 1 % av den beregnede langtransporterte nitrat-avsetningen i regionen (ca. 1.5 gN/m² år), og ansees ikke være av betydning som næringsstofftilførsel til produserende vannmasser. Problemstillingen behandles ikke videre.

8.2.2. Spredning og transport av utslipp

Terminalområdet på Kårstø (se Fig. 1.2, terminalområdet) ligger relativt åpent til ut mot fjordområdet Falkeidflæet, som i sør grenser ut mot den åpne Boknafjorden, og i vest mot øyene Austre Bokn og Ognøy, der Frekasundet danner en passasje vestover nær fastlandet. Grensen mot øst dannes av Årvikholmen og Gåsholmen, med en grunn passasje nær land (Årviksundet).

Utstrekningen av det nærliggende fjordområdet utenfor terminalområdet er ca 2 x 2 km. Max. dyp er 113 m, og dypeste terskel er ca. 70 m, mot sør/øst. Frekasundet mot vest er ca. 600 m bredt, og 28 m dypt. Nordafor Ognøy ligger et dypere område (max. dyp 93m), med terskel på ca 20 m dyp vestover.

Tidligere hydrofysiske undersøkelser

Foreliggende rapport baseres kun på resultater fra tidligere undersøkelser. Det er derfor aktuelt å fastslå omfanget av disse undersøkelsene.

Før drifts-start på Kårstø-terminalen i 1985, ble det gjennomført et omfattende program for å kartlegge før-tilstanden. Programmet ble gjennomført av Norges Hydrodynamiske Laboratorier (NHL) og NIVA i perioden 1980–1981. Oppfølgende hydrofysiske undersøkelser har det vært lite av.

NHL sine kontinuerlige strømmålinger ble utført i fire posisjoner i umiddelbar nærhet til terminalområdet over et tidsrom på vel ett år, i perioden juli 1980 – september 1981. Videre ble det målt strøm i 6–7 posisjoner i områder i utkanten av det primære undersøkelsesområdet. Fig. 8.4. viser NHLs måleposisjoner. Gjennomgående måledyp var 5m og 10/15m. I NHL sin posisjon "B" nær det framtidige inntakspunktet for kjølevann ble det målt i 1m (kun november 1980–januar 1981) og 40 m dyp i tillegg.

Hydrografiske målinger i regi av NHL besto av sondeprofiler tatt ukentlig i perioden oktober 1980 til september 1981. Det ble målt i faste dyp, med økende dybdeintervall mot bunn. Det ble målt i 10–11 ulike posisjoner med forskjellig avstand og beliggenhet i forhold til selve terminalområdet. Vi har her fokusert på målingene på "stasjon B", i nærheten av inntak og utslipp for kjølevann.

NIVA utførte også hydrografiske målinger med ca 14 dagers intervall i perioden mars–november 1981. Disse målingene var først og fremst knytta til kjemiske og biologiske prøver. Det var ikke faste måledyp, og relativt få målinger i dypvannet. Det var tre måleposisjoner; Stasjon 1 i Boknafjorden, stasjon 2 utenfor terminalområdet og stasjon 3 i dybbassenget like nord for Ognøy. Disse målingene innbefattet også oksygeninnhold i sjøen.

NHL og NIVAs måledata har vært benyttet som grunnlagsmateriale for flere seinere utredninger. Det er gjort utredninger i samband med STATKRAFTs planer om gasskraftverk på Haugsneset, nær Kårstø. Videre har det vært utført utredninger omkring bruk av varmtvann (fra gasskraftverk) til akvakulturformål (piggvaroppdrett i basseng mellom Ognøy og Austre Bokn). I forbindelse med Sleipner prosjektet ble det også gjennomført teoretiske utredninger omkring varmtvannsutslipp, basert på de nevnte måledata.

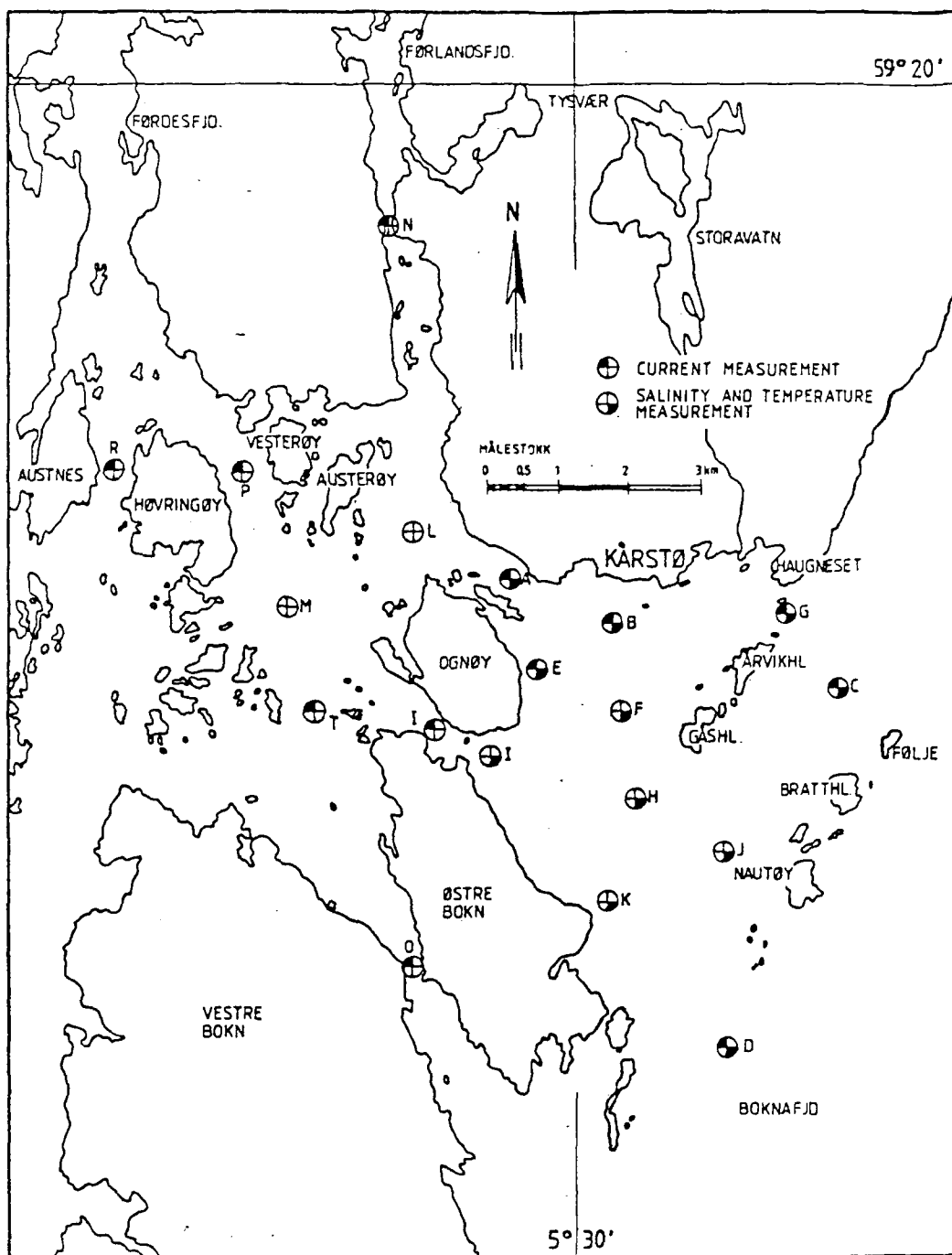


Fig. 8.4. NHL sine målestasjoner ved Kårstø i perioden 1980–81.

I mai–juni 1988 målte NHL sjøtemperatur fra en forankret bøye i Frekasundet vest for Kårstø, for evt. å detektere varmetransport vestover fra Kårstø utslippet. Data er ikke fullstendig

analysert. Målingene antyder overtemperaturer på inntil 0.5°C i forventet innlagringsdyp (5–12 m).

Universitetet i Bergen har foretatt omfattende undersøkelser av hydrografi og sirkulasjon i Ryfylkefjordene, inkludert Boknafjorden. Lokale miljøundersøkelser er utført i nærliggende fjorder (Skjoldafjorden, Førlandsfjorden og Førdesfjorden).

Strømforhold

Strømforholdene ved Kårstø antas å være dominert av prosesser/endringer i tilstøtende fjorder, særlig Boknafjorden. NHL sine undersøkelser avdekket markerte korttidsvariasjoner i strømforholdene, særlig i 5 m dyp. Disse endringene er gjerne knyttet til passerende lavtrykk og nedbørsområder, som gjerne har en periodisitet på 3 til 5 døgn. Undersøkelsene utført av Universitetet i Bergen har vist at perioder med sterk vind, evt. kombinert med lufttrykksendringer har en dramatisk effekt på strømsystemet i Boknafjorden og innover mot Sandsfjorden. Ofte kan disse episodene medføre en reversering av strømmen i alle dyp, i forhold til det typiske mønsteret. Strømbildet i Boknafjorden kan antas å være godt korrelert med strømmen ved Kårstø, selv om en slik sammenheng ikke er direkte undersøkt. NHL fant også en kobling mellom strømforholdene ved Kårstø og vindgenerert oppstuvning i fjordene nordafor Kårstø.

NHLs målinger viste at dominerende strømreretning i "øvre lag" (fra 5 til 20 m dyp) var vestover langs land ved Kårstø (Tabell 8.6). Med de angitte strømhastigheter må det antas at vannmassene ned til 60–70 meters dyp hyppig utskiftes. Oppholdstiden kan anslåes fra 1/2 til 2 døgn, økende med dypet. I perioder med strøm rettet mot sydøst, var det antydning til en virvel i området utenfor Kårstø.

Måleperioden i 1 m dyp var bare på 2 måneder. Måleperioden dekker imidlertid en del av risikoperioden for innlagring av kjølevann nær overflaten. Ved betraktninger ang. influensområdet for overtemperatur (kapittel 10), er det særlig strøm og hydrografi i overflaten som er viktig.

Tabell 8.6. Resultat fra NHL sine strømmålinger ved Kårstø i 1980–1981.

Måledyp	Max. strøm, m. retn.	Dominerende strøm.
1 m	85 cm/s, 125°	300°, 35 cm/s
5 m	63 cm/s, 100°	300°, 19 cm/s
15 m	45 cm/s, 120°	300°, 11 cm/s
40 m	31 cm/s, 60°	60°, 10 cm/s

Målingene i 1 m indikerte et markert vertikalt strømskjær, med 60% sterkere middelstrøm i forhold til i 5 m dyp. På tidsskala uker var det ingen framherskende strømreretning (nettostrom). Strømmen vekslet retning mellom nordvest og sørøst. Over perioder på 1–3 dager kunne strømmen være vedvarende ensrettet (enten øst- eller vestgående), med døgnmiddelstyrke

på opptil 50 km/d, tilsv. ca 55 cm/s. Maksimal strømstyrke var 84 cm/s (80 cm/s i følge NHLs oppsummeringsrapport), med retning mot sørøst.

Hydrografiske forhold

Hydrografi omfatter her parametrene salinitet ("saltinnhold"), temperatur, samt oksygeninnhold i sjøen. Disse parametrene er målt i samband med forundersøkelsene ved Kårstø, i perioden 1980–1981.

Hyppige endringer i strømforholdene gjenspeiles også i endringer i hydrografiske parametre (temperatur og salinitet). Dette er dokumentert både gjennom strømmålingene, som også innbefattet måling av sjøens temperatur og salinitet, og gjennom de ukentlige hydrografiske målingene.

Den ukentlige måleserien. De store trekk ved temperaturutviklingen i sjøen ved Kårstø er illustrert i Fig. 8.5, hvor vi har framstilt utviklingen i tid (1980–1981) og dyp (0–40m) i form av isopleter. Som det framgår av figuren, er det vesentlige forskjeller i verdier og dynamikk i de ulike dyp.

Forholdene høsten 1980 og vinteren 1981 var vesensforskjellig fra den etterfølgende perioden, hva angår variabiliteten. Våren og sommeren 1981 var preget av relativt hyppige og markerte endringer i vannsøylen. Noen endringer kan være konvektivt betinget (seint på vinteren), andre kan ha tilknytning til innstrømming av kystvann. Høsten 1980 var preget av tilsynelatende mer stagnante vannmasser i området ved Kårstø.

Det er ikke foretatt noen representativitetsanalyse for de aktuelle dataene, så langt vi har brakt på det rene. En slik analyse ligger utafor ramma til nåværende prosjekt. Sjøtemperaturene har de siste vintrene vært til dels vesentlig høyere enn først på 1980-tallet på Norskekysten. Dette gjelder nok også for området ved Kårstø. Slike (klimatiske) variasjoner vil ha betydning for både sirkulasjon og spredningsmønster (vår kommentar).

I overflaten varierte temperaturen mellom 1 og 18°C, og i 40m mellom 1.5 og 15°C. Amplituden for årsvariasjonen avtar med andre ord med dypet. Fig. 8.6a,b presenterer temperaturutviklingen, samt sigma-t i noen utvalgte dyp. Framstillingen gir også grunnlag for å beregne varigheten av perioder med gitt nedre eller øvre temperaturgrense. Av temperaturutviklingen i 30 m framgår hvilke inntakstemperaturer som kan forventes til ulike tider av året. Det dreier seg om variasjoner mellom ca 1 og 13°C.

Saliniteten bestemmer for en stor grad tettheten (densiteten) til sjøvannet, og er derfor viktig for de påfølgende innlagringsberegningene (kapittel 10). Variasjonene i saliniteten gjenspeiler seg i stor grad i variasjonen i tetthet, (sigma-t, Fig. 8.6a,b). Ved Kårstø varierte overflatesaliniteten mellom 24 og 32 (o/oo), mens variasjonen i 30 m dyp var 28 – 34 (o/oo) i den aktuelle måleperioden.

Variasjonene i tetthet er som nevnt nøye knyttet til salinitetsvariasjonene. Vertikalfordelingen bestemmer sjiktgrad og eventuelt sprangsjiktsdyp. Forholdene varierte i så måte mye. Et sprangsjikt rundt 5 m dyp var gjennomgående tilstede. Det var ikke noe sekundært sprangsjikt i dypet, som kunne indikere eventuell stagnante vannmasser på grunn av nærliggende terskler.

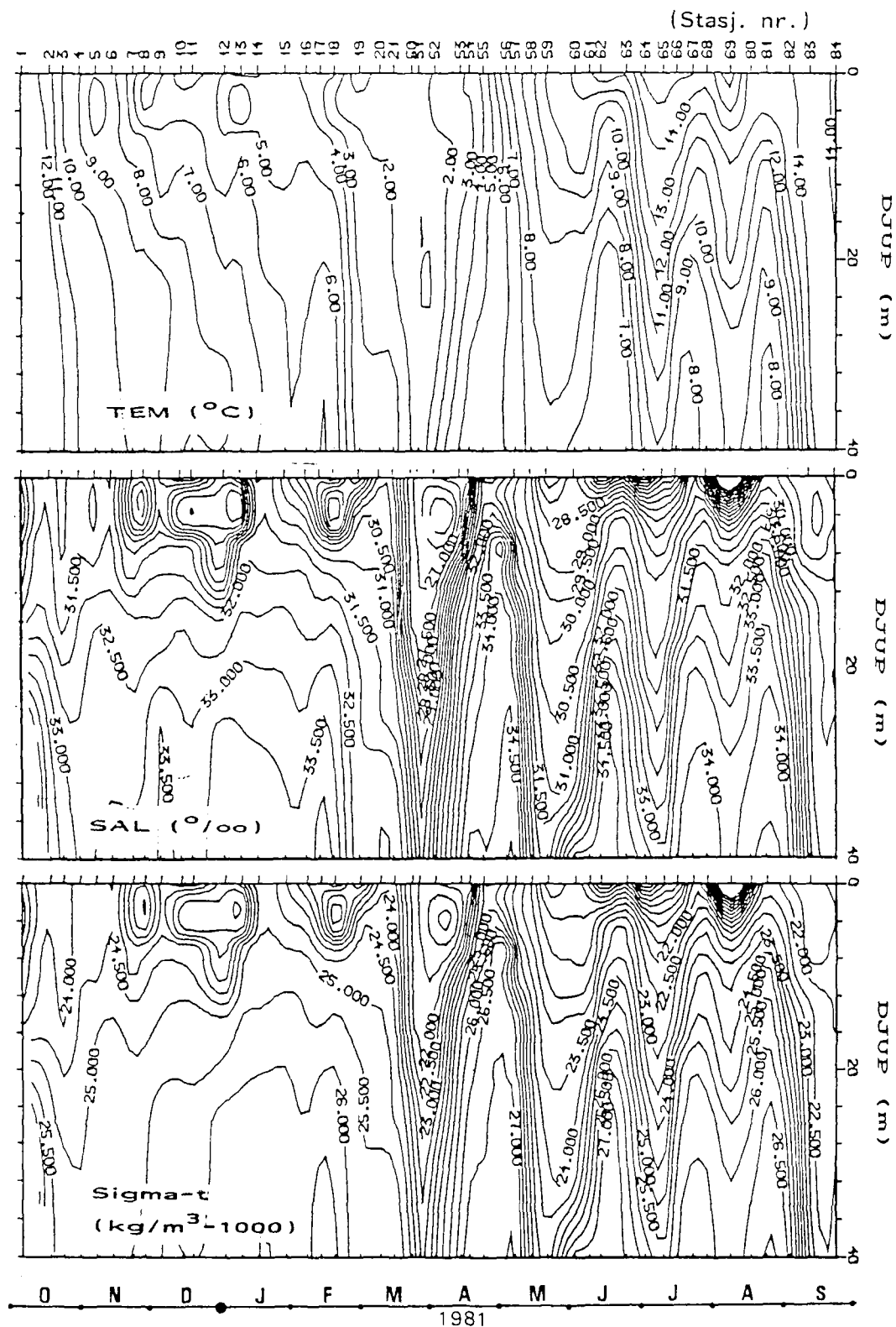


Fig. 8.5. Tidsisopleter av temperatur, salinitet og densitet (sigma-t) i sjøen ved Kårstø i perioden oktober 1980 til september 1981 (framstilt på bakgrunn av NHL sine måledata).

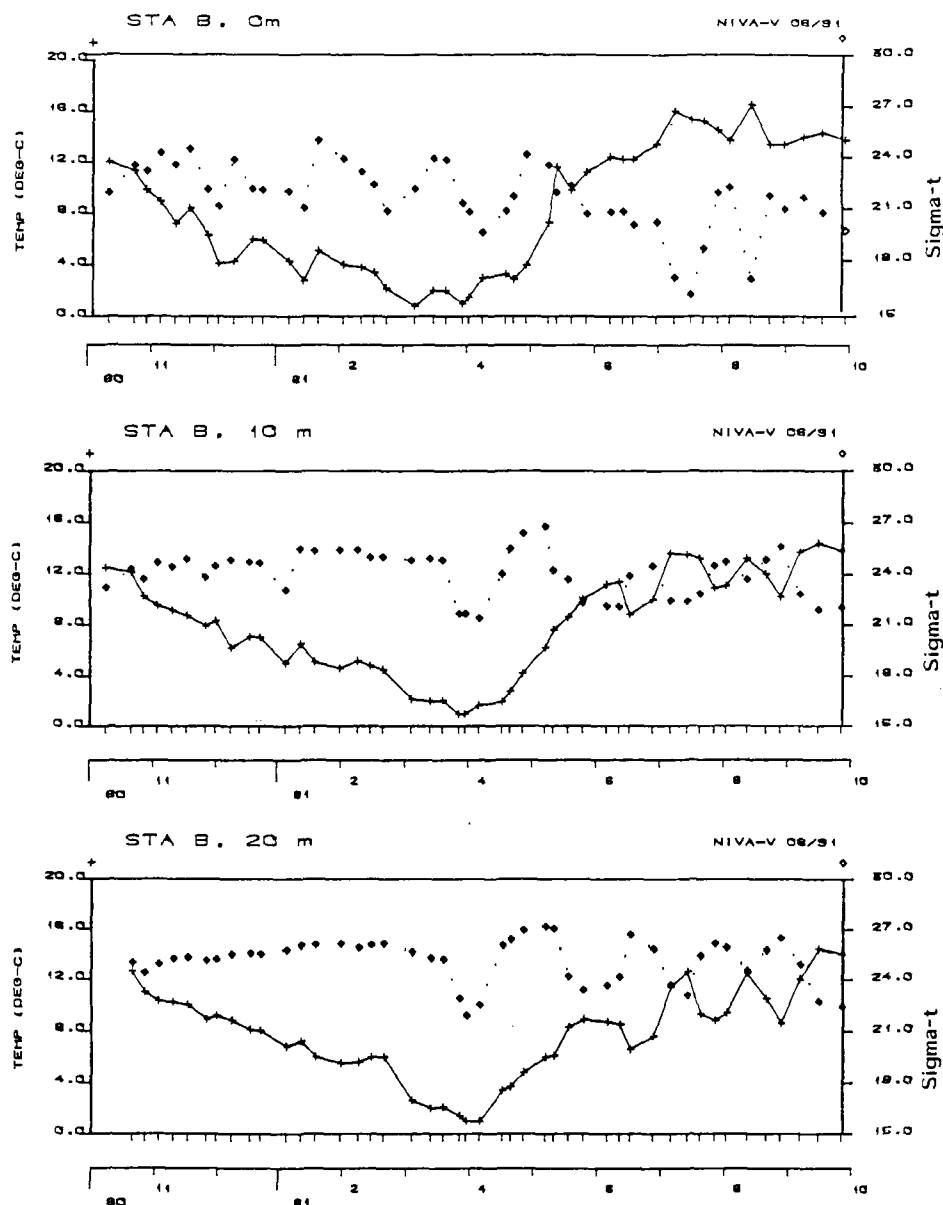


Fig. 8.6a. Tidsutvikling av temperatur $+$ og densitet \bullet ($\text{sigma-t} = \text{kg/m}^3 - 1000$) i sjøen ved Kårstø (0m, 10m og 20m dyp) i perioden oktober 1980 til september 1981.

Kortidsvariasjoner. Fra strømmålingene har en også målinger av salinitet og temperatur, som gir opplysninger om kortidsvariasjoner. Opplysninger om kortidsvariasjoner både i inntaksdypet, i utslippsdypet og i overflaten gir indikasjon om bl.a. varighet av gitte ugunstige tilstander hva angår influensområde. Det er ikke fra tidligere dokumentert analyse verken av kortidsvariasjoner eller episode-varighet. Det ligger utenfor rammen til dette prosjektet å gjennomføre detaljerte analyser av dette slaget. I Tabell 8.7. har vi angitt størrelsesordenen for variasjoner som inntraff innen 12 timer, i løpet av perioden november-januar.

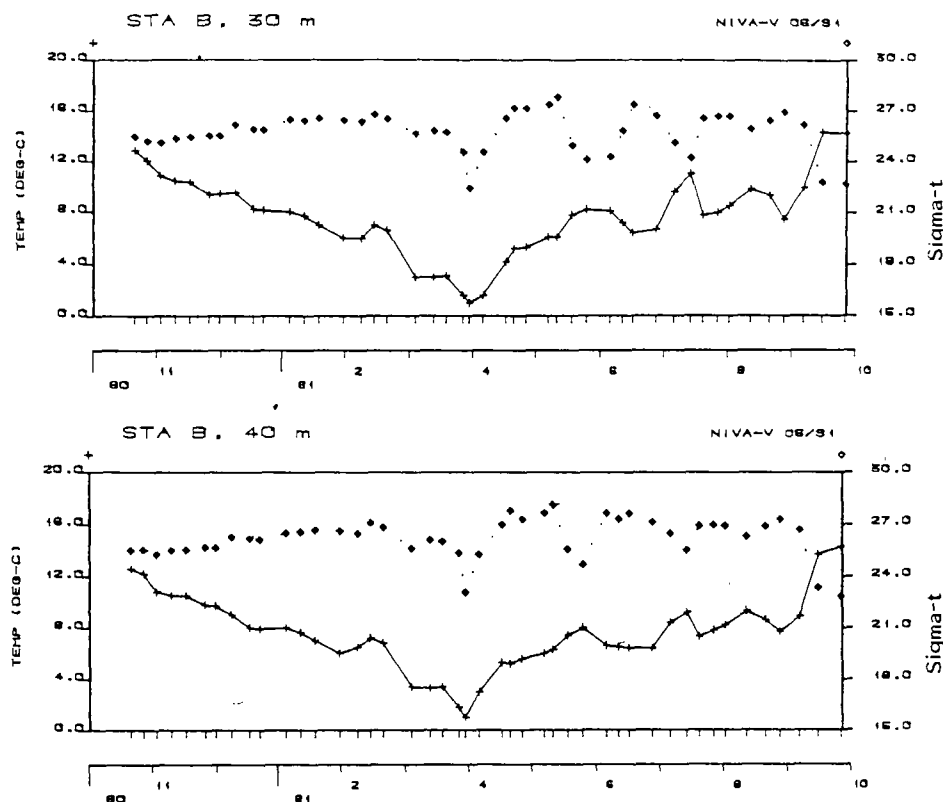


Fig. 8.6b. Tidsutvikling av temperatur ++ og densitet • ($\text{sigma-t} = \text{kg/m}^3 - 1000$) i sjøen ved Kårstø (30m og 40m dyp) i perioden oktober 1980 til september 1981.

Tabell 8.7. Målte variasjoner av salinitet og temperatur innenfor 12 timers perioder ved Kårstø, stasjon "B". Målinger fra perioden november 1980–januar 1981, hvor alle fire dyp var dekket.

MAX verdier, dt=12 timer	1m dyp	5m dyp	15m dyp	40m dyp
Temperatur, dT/dt (°C/t)	2.2	4.2	3.2	1.7
Salinitet, dS/dt (ppt/t)	3.8	6.1	2.1	1.1

Spredning av kjølevann

Det er tidligere blitt utført beregninger av innlagring og horisontal spredning av kjølevann ved Kårstø. NHL sine beregninger i 1982 var basert på et $7 \text{ m}^3/\text{s}$ utslipp, hvilket er mer enn det doble av det som har vært aktuelt siden oppstart av terminalen (Tabell 8.5). Det har derfor ikke vært grunnlag for å verifisere beregningene med fysiske målinger rundt utslippet. I følge opplysninger fra Statoil, (Terje Kleppe, pers. medd.) er det sjelden at det er merkbare tegn til utslippet i overflaten. Ved særskilte vind og bølgeforhold, kan det dannes et avvikende

bølgemønster over utslippet. Det har imidlertid ikke vært gjort særskilte målinger for å finne ut hvor kjølevannet tar veien ved ulike årstider/forhold.

A/S Miljøplan foretok nye beregninger i 1989. Deres forutsetninger var eksisterende utslipp pluss utslipp fra den planlagte Sleipner kondensat fabrikken. Dette tilsvarte 20,000 m³/t (5.6 m³/s). Størrelsesordenen for dette utslippstallet er den samme som NHL sitt grunnlag i 1982. I følge foreliggende opplysninger benyttet A/S Miljøplan samme hydrografidata som NHL. Det kan derfor være relevant å sammenlikne resultatene fra de to beregningene, som har noenlunde samme utgangspunkt.

NHL sine beregninger. Forutsetningene for beregningene var 7m³/s gjennom en tunnell på 16 m². Etter oppvarming med delta-T lik 10–11°C gikk utløpet gjennom et rør med diameter ca 2m. Inntaksdyp=25 m, og utslippsdyp = 10 m. Dette ga en utslippshastighet på 2 m/s. Midlere innlagingsdyp blei beregnet til 5 m på høsten, vinteren og tidlig vår, og 10 m om sommeren.

Maksimal overtemperatur etter innlagring (avstand fra 100–200 m og utover fra utslippet) var beregnet til 1–2°C om vinteren, og 0.5–1°C om sommeren. Konservative anslag for influensområde for 1° overtemperatur ga et areal lik 4 km², ved innlagring nær overflaten (vinter). Om en antar et halvsirkelformet influensområde, tilsvarer dette en radius på ca 1.6 km (vår kommentar). I perioder med sydøstlig strøm i Frekasundet forventet NHL dannelse av en bakevje i utslippsområdet. I slike tilfeller ventet man overtemperaturer på opp til 4°C ved grunn innlagring. NHL la stor vekt på vekselvirkning (avkjøling) med lufta ved beregningene av influensområdet.

Om sommeren, når kjølevannet innlagres nær utslippsdypet, blei det forventet noe høyere overtemperaturer enn om vinteren rundt utslippet. Dette på grunn av fravær av avkjøling til atmosfæren, som om vinteren blei antatt å spille en viss rolle. Ved vedvarende innlagring i ca 10 m dyp, kunne man forvente overtemperaturer på opp til 2.5°C i Førlandsfjorden vest og nordafor Kårstø.

Muligheten for resirkulering av kjølevann (utslippsvann inn i inntaket) blei antatt å være liten.

A/S Miljøplan sine beregninger. Miljøplan sine beregninger for Sleipner ga 900 m utstrekning for området med inntil 1° overtemperatur (Fig. 8.7). Beregningene for kun Kårstø terminal, med 2.5 m³/s, ga tilsvarende 600 m. For 5.6 m³/s (Sleipner) viste beregningene i følge Miljøplan sin rapport innlagring i dyp mellom utslipp (ca 9 m) og overflaten. Utslippsvannet var forventet å stige helt til overflaten "av og til", i perioder "med svak lagdeling". Periodevis ville det imidlertid synke ned.

Influensområdene for NHL og Miljøplan sine beregninger er plottet inn i Fig. 8.8., for om mulig å kunne avdekke en funksjonell sammenheng mellom resultatene. Det framgår at influensområdets utstrekning øker med utslippsmengdene. Hvorvidt det er en lineær (linje i) eller ikke-lineær (linje ii) sammenheng, er imidlertid usikkert. Foreliggende rapporter dokumenterer ikke i tilstrekkelig grad metodene og betingelsene som er benyttet i beregningene, slik at en sammenlikning ikke umiddelbart kan foretas.

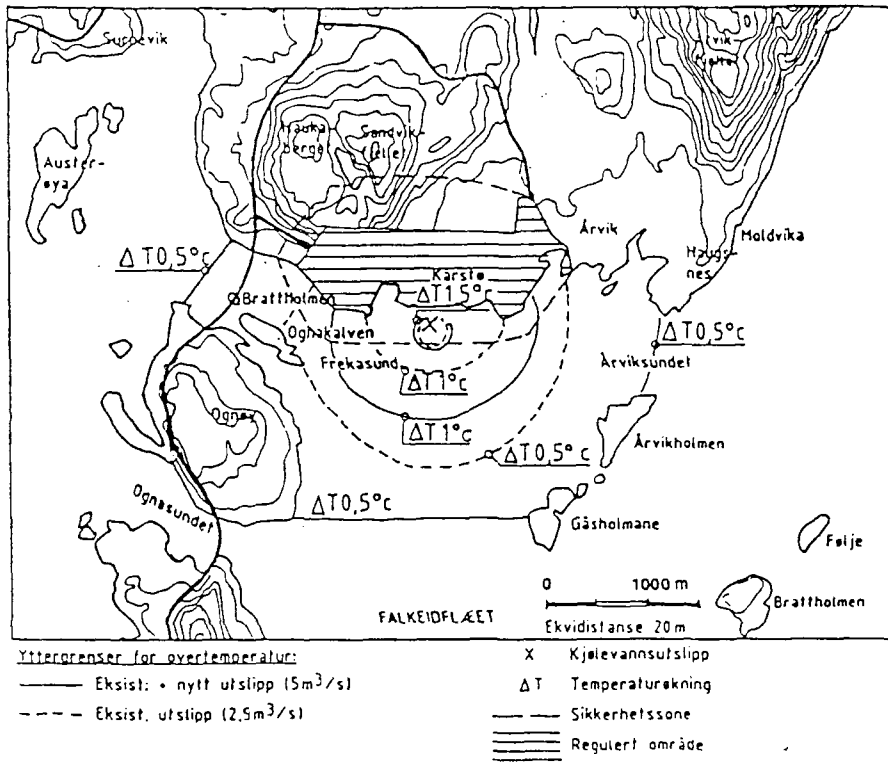


Fig. 8.7. Miljøplan sine resultater for beregnede influensområder for 2.5 og 5 m³/s (Sleipner) utslipp.

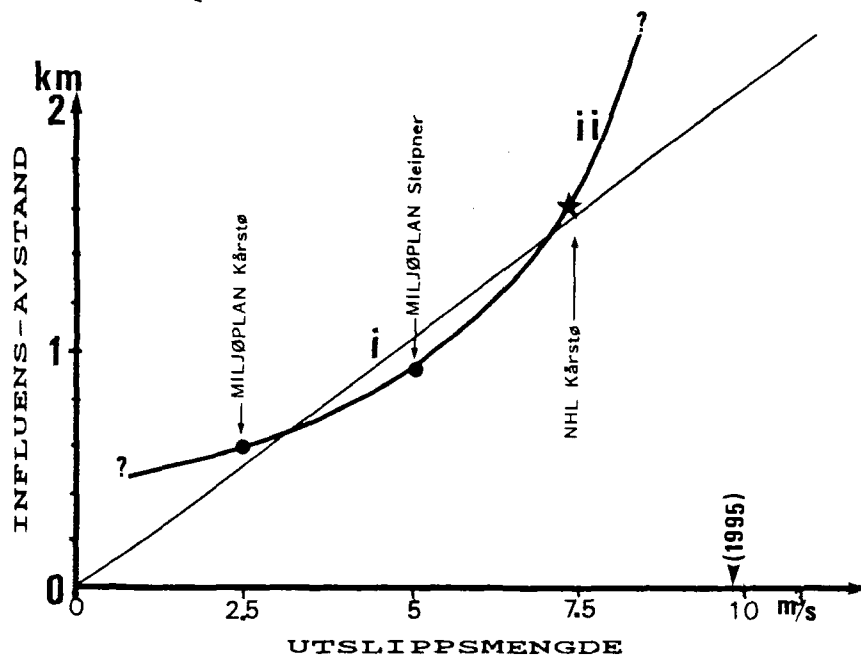


Fig. 8.8. Beregnede influensområder ved ulike utslippsalternativer. Merk at bl.a. inntaks- og utslippskonfigurasjon var antatt noe forskjellig i NHL og Miljøplan sine beregninger.

8.2.3. Marinbiologiske forhold og virkninger av eksisterende og vedtatte utslipp

I konsekvensutredningen for SØKT (Asplan 1989) er listet opp de utslipp som kan forårsake miljøeffekter og hvilke man mener å kunne se bort fra. De utslipp man har festet seg til er oppvarmet sjøvann, rest av oksydasjonsmiddel etter klorering, og tilførsel av næringssalter fra dypvann i kjølevannet.

I praksis kan man begrense problemstillingen med kjølevann til den sonen som utsettes for overtemperatur på 1–2 grader C. Denne begrenses til en radius på ca 900 m fra utslippet. Det er ikke gjennomført noen mer systematiske og omfattende etterundersøkelser av vannmassene etter industrietableringen på Kårstø, men NHL har gjennomført temperaturmålinger i Frekasundet i mai–juni 1988 og fant vannmasser med overtemperaturer på 0.2 – 0.5 grad C (NHL 1988). Dette er i rimelig samsvar med beregnet utstrekning av overtemperatur. Sterke fluktuasjoner i den horisontale vanntransporten i området tilsier imidlertid at fordelingen av oppvarmet vann i tid og rom vil være meget flekkvis.

Utslipet av klor finner sted bare en kort periode hver dag og forekomst av oksydasjonsmiddel i kjølevannet er målt til ca 40 min pr døgn. I tillegg vil en videre fortykning og reduksjon av frie halogener skje i vannmassene.

Transport av næringssalter med kjølevannet fra dyppet til produktive lag er i praksis det samme som skjer ved vinddrevet oppstrømming av dypere vann. Produksjonsundersøkelsen i 1981 (Erga og Sørensen 1982) viste at næringssalt-konsentrasjonen i snitt over året var 3 –4 ganger høyere nær inntaksdyp (30 m) enn i innlagingsdyppet (ca10 m) (Tabell 8.8).

Tabell 8.8. Konsentrasjoner av næringssalt (mikr.g.at/liter) på Stasjon 2 Kårstø i 1988 (gj.snitt, min–max). Fra Erga og Sørensen (1982).

	40 m dyp		5–10 m dyp	
Fosfat	0.51,	0.1 – 0.9	0.12,	0.0 – 0.5
Nitrat	7.12,	0.6 – 12.2	2.03,	0.0 – 8.6

De frie vannmasser

En omfattende undersøkelse av pelagisk primærproduksjon på tre lokaliteter i Kårstøområdet (Fig. 8.9) ble gjennomført i 1981, før anleggsutbygging (Erga og Sørensen 1982). Senere undersøkelser er ikke gjennomført, og selv om denne undersøkelsen gir et detaljert bilde av forholdene i 1981, vet vi ingenting om den naturlige variasjonen fra år til år. Produksjonen fulgte et vanlig sesongmønster for vest-Norge med flere oppblomstringer som ga produksjonstopp om våren og tidlig på høsten. Høyeste døgnproduksjon pr. m² overflate var 1.5 gC/m² dag på en lokalitet ca 1 km sør for Kårstø. Samme lokalitet hadde den høyeste årsproduksjonen med 143 gC/m². Vekstperiodene ga metning av oksygen i 5–10 m dyp på opp til 135 %. Lyset var begrensende faktor for produksjonen i perioden november – februar. Andre regulerende faktorer var vind-drevet oppstrømming av dypvann, næringssalt-tilgang og beiting av dyreplankton. Fysiologiske målinger viste imidlertid ikke tegn til at

planteplanktonet var utsatt for næringsmangel til tross for svært lave konsentrasjoner av fosfat og nitrat gjennom store deler av vekstsesongen. Tettheten av dyreplankton økte sterkt i kjølevannet av oppblomstringene om våren. Høyeste biomasse var 8.3 g/m^2 (tørrvekt) funnet i Boknafjorden i august.

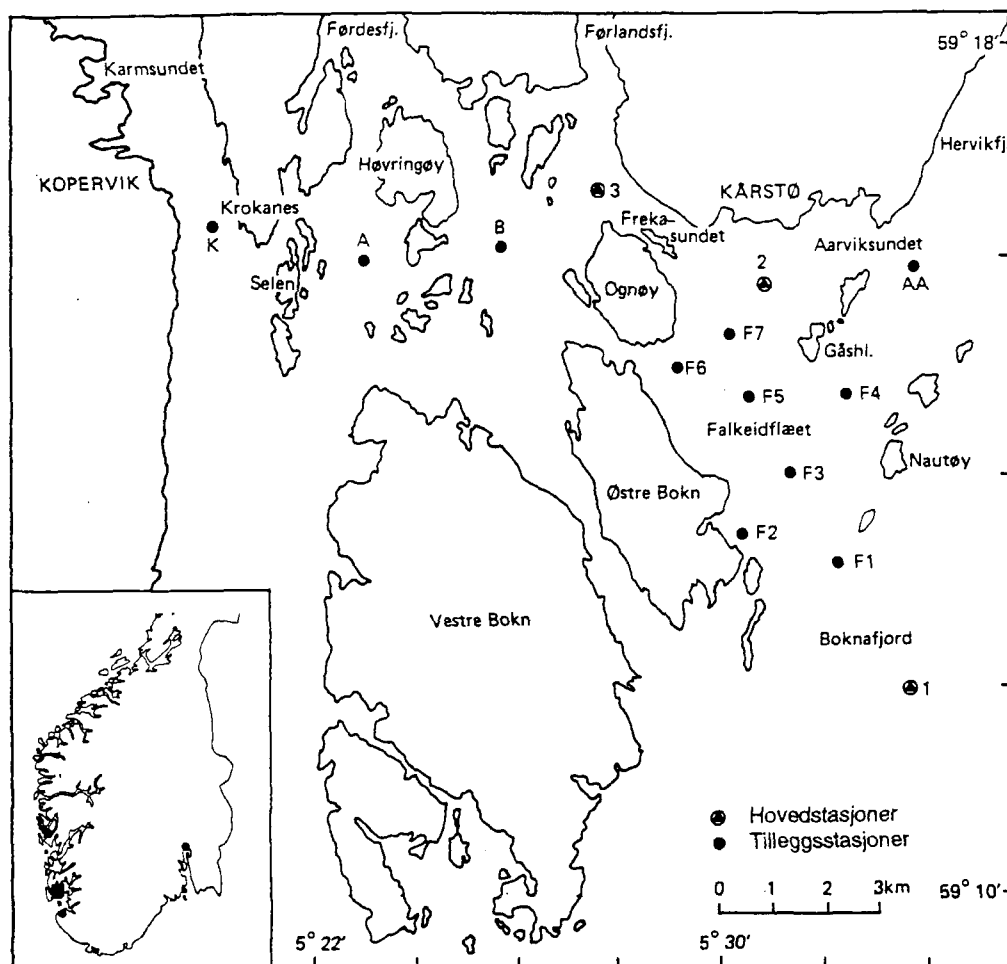


Fig. 8.9. Posisjoner for undersøkelser av hydrografi, primærproduksjon og planktonsamfunn 1981 (Erga og Sørensen 1982).

Planktonsamfunnet vil kunne eksponeres til kjølevannsutslippet allerede ved innblanding og innlagring. Organismene utsettes derfor i verste fall for overtemperatur opp til 10 grader C, men dette vil gjelde for en ubetydelig del av samfunnet. Planteplankton i de vannmasser som går med til fortyningen av kjølevannet vil forbli eksponert til et gradvis kaldere vann, som samtidig har et ekstra tilskudd av næringssalter. Disse faktorer vil kunne virke sammen eller i ulik retning for ulike arter. Dyreplankton vil kunne unngå ugunstige forhold gjennom vertikalvandring. Totalt sett er det lite sannsynlig at samfunnet påvirkes i enhetlig retning i noen grad. Når både kjølevann og plankton i tillegg er svært flekkvis fordelt og temperaturøkningen er liten i forhold til de naturlige temperaturvariasjonene i området, ansees det som usannsynlig at kjølevannet fører til endrede produksjonsforhold eller artssammensetning i Kårstøbassengets plankton.

Ettersom utslippet av klor finner sted bare en kort periode hver dag, og med en videre fortykning, ansees eksponeringstiden for kort til at utslippet vil ha påvirkning av betydning på planktonsamfunnet.

Primærproduksjonsundersøkelsene i 1981 viste at næringstilførselen med kjølevannet isolert sett kan ha en stimulerende effekt på primærproduksjonen lokalt i sommerhalvåret. På den annen side viste algebiomassen et C:N:P forhold som ikke indikerte mangel på næringsalter til tross for forsvinnende lave konsentrasjoner i vannet. Videre utgjør kjølevannsstrømmen totalt sett et vanntilskudd til overflatelaget (øvre 10 m) på 0.001% av den totale beregnede vannfornyelse i Kårstøbassenget (ved vannutskiftingsrate på 2 døgn, se kap. 10.4.1). Virkningen av næringsalt-pumpingen på den totale primærproduksjonen i området ansees derfor som ubetydelig.

Hardbunnsamfunn

Det ble utført undersøkelser av plante- og dyreliv på hardbunn ved Kårstø i perioden 1980 til 1989 (Bakke et al. 1984, Pedersen et al. 1990a,b). Undersøkelsene ble delt inn i to delundersøkelser - en littoral og en sublittoral. Grunnet bl.a. tidsplaner for konsesjonsbehandlingen ble arbeidsprogrammet gjennomført i flere faser og hadde følgende formål:

- * Fase I: 1. Etablere generell viten om områdets status med hensyn på fysiske og kjemiskeforhold i de frie vannmasser, biologiske forhold på bunnen og begroingsforhold. 2. Danne grunnlag for å fastslå eventuelle senere endringer av praktisk betydning i økosystemene.
- * Fase II: Sikre nødvendig materiale for å skille eventuelle effekter i anleggsfasen fra effekter forårsaket under driftsfasen.
- * Fase III: Gi en status for området og vurdere om eventuelle endringer i hardbunnsamfunn, kunne settes i forbindelse med 2 års drift av gassterminalen ved Kårstø.

Stasjoner for hardbunnsundersøkelsene er vist i Fig. 8.10. (littoralundersøkelser) og Fig. 8.11. (sublittoralundersøkelser).

Littoralundersøkelsene forgikk på 22 lokaliteter i avstand 1 til 12 km fra Kårstø kai (Fig.8.10), mens undersøkelsene av hardbunn under tidevannssonen ble utført på 8 stasjoner i avstand 3 til 8 km fra Kårstø kai (Fig. 8.11.). Bare 4 stasjoner (K2, K4, K5 og K8) ble opparbeidet under etterundersøkelsen.

Tidevannssonen. Etterundersøkelsen viste at hovedmønsteret i regionale og dybdemessige forskjeller i samfunnsstruktur var det samme før og etter terminaldriften kom igang. Lokalitetene dannet 3 geografiske grupper etter artssammensetningen av alger og dyr både før og etter terminaletableringen (Fig. 8.12). Forandringen i Førlandsfjorden i de to periodene skyldes kraftig nedbeiting av kråkeboller. Det var ingen grunn til å anta at det økte beiteomfanget fra kråkeboller hadde sin årsak i utslipp fra terminalen. Tildels klare endringer fra før- til etterperioden ble observert på lokaliteten Tungnes nærmest terminalen (Fig. 8.12, st. 9) uten at det kunne settes i forbindelse med kråkebollebeiting. Det var flere mulige årsaker til endringene, men forandring av strømmønsteret ved bygging av bru ved Tungneset og dermed periodevis oppstuing av kjølevann ble vurdert som den mest sannsynlig årsak til endringen på stasjon 9.

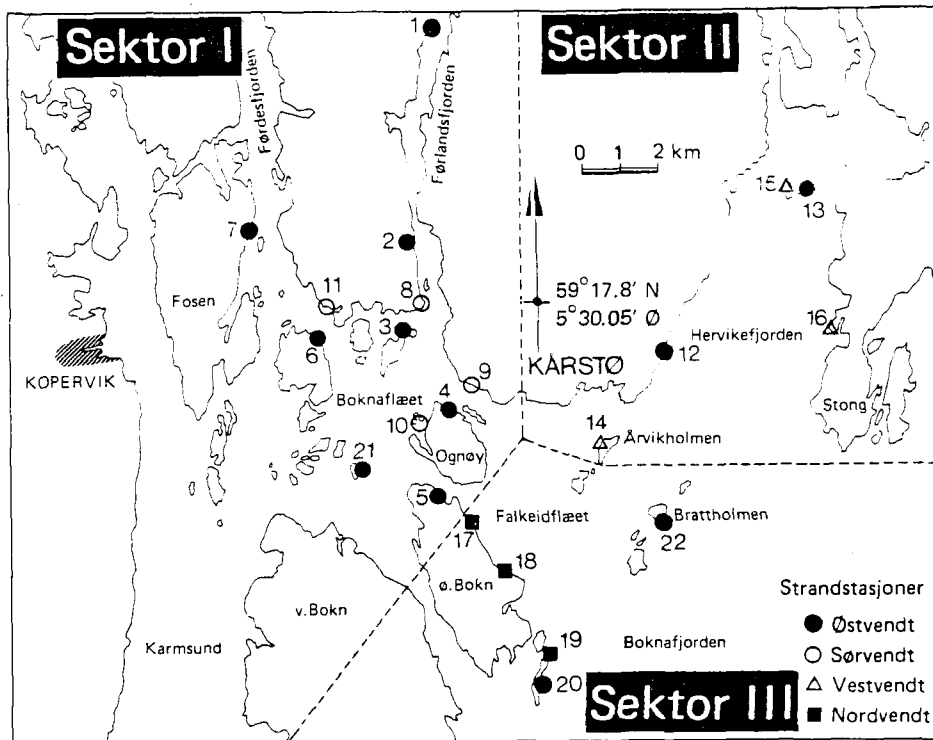


Fig. 8.10. Lokalteter for registrering av alger og dyr i strandsonen.

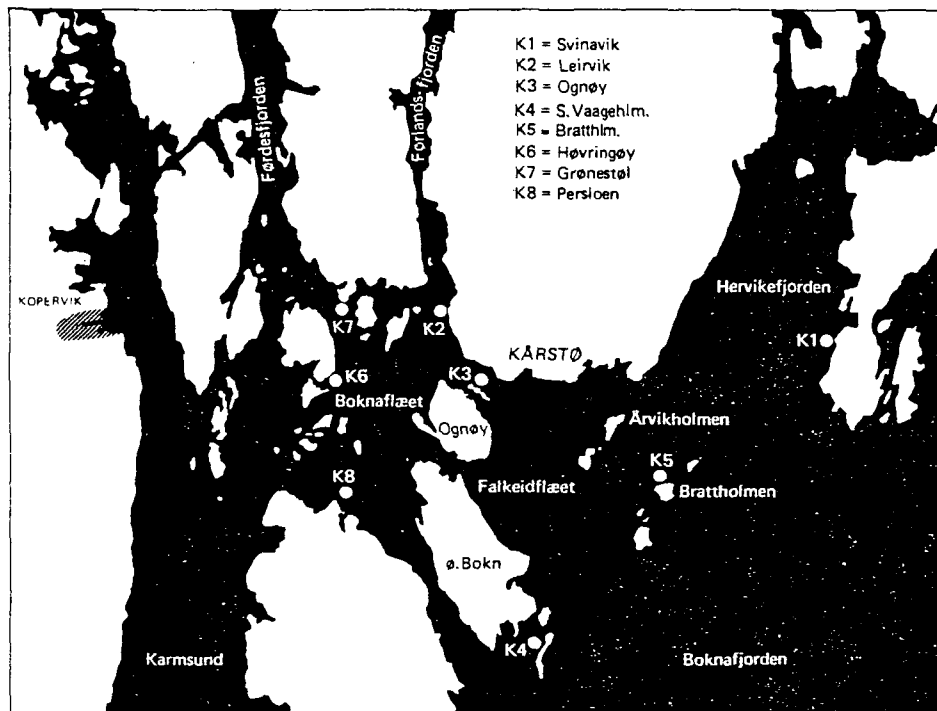


Fig. 8.8. Lokalteter for undersøkelser av hardbunn under tidevannssonen.

Hardbunnssonen nedenfor tidevannssonen. Samfunnene under tidevannssonen endret seg lite fra 1981 til 1983. Likeledes var det små endringer fra 1988 til 1989. Det ble imidlertid registrert klare endringer mellom de to periodene på enkelte dyp og lokaliteter. Tre av fire lokaliteter (K2, K4 og K8) viste tegn på kråkebollebeiting. På lokaliteten nærmest Førlandsfjorden (K2) tydet resultatene på økt beiteeffekt fra før- til etterundersøkelsen. Endringen kunne i store trekk tilskrives naturlige variasjoner i Kårstø-området, eller de reflekterte endringer i større skala langs norskekysten i samme periode. Det ble ikke påvist effekter av utslipp fra Kårstø-terminalen på de fire stasjonene.

Det er i tidligere SØKT-utredning (Asplan 1989) vurdert at en overtemperatur på 1–2 grader ikke ansees å medføre endringer i dyre- og plantelivet i resipienten da den naturlige variasjonen er i størrelsesorden 2–16 grader. Det må presiseres at en konstant overtemperatur på 1–2 grader i andre områder har ført til effekter i arts sammensetningen på hardbunn (Møller og Dahl-Madsen 1983) selv om de fleste effekter synes å komme ved konstante overtemperaturer i overkant av 2 grader. Økt frekvens av overtemperatur øker faren for endringer i samfunnene. Faren øker med økende dyp ettersom temperaturoverføringen avtar med økende dyp (Kinne 1970). Brokonstruksjonen i Frekasundet har endret strømmønsteret i tidevannssonen og ført til en økt oppstuing av kjølevann øst for brua. Økt frekvens av vann med overtemperatur var sannsynligvis årsaken til de endringer som ble funnet i hardbunnssamfunnene på denne stasjonen under etterundersøkelsene.

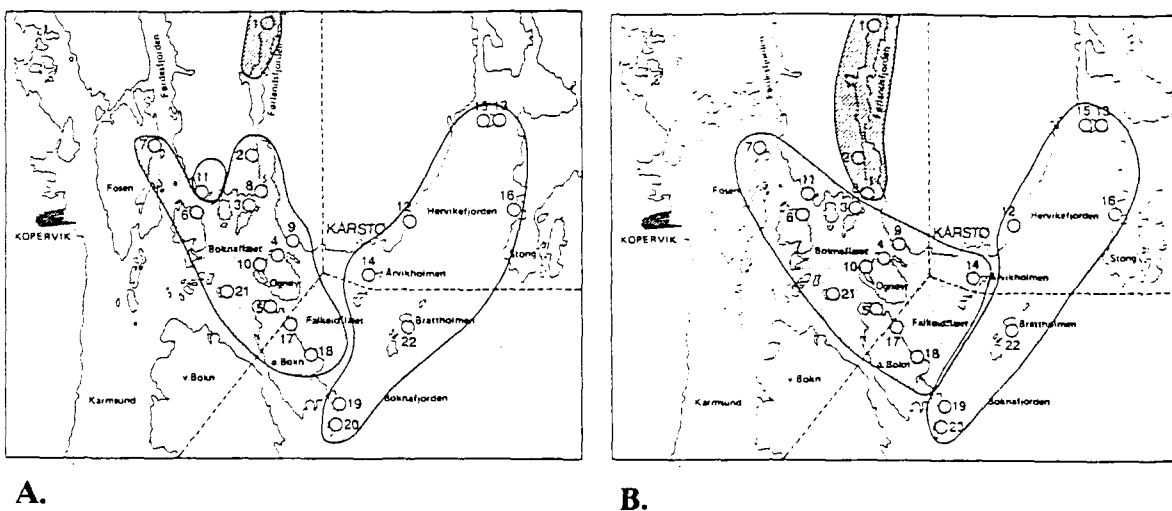


Fig. 8.12. Gruppering av strandlokaliteter etter biologisk likhet. A: 1981–83, B: 1988–89.

Utslipet av klor etter SØKT ($25000\text{m}^3/\text{t}$) er tidligere vurdert ikke å kunne påføre resipienten, herunder bunnsamfunn, skader (Asplan 1989).

Utslipp av næringssalter er tidligere vurdert å kunne føre til endringer i begroing og endringer i arts sammensetningen av fastvoksende alger i strandsonen (Asplan 1989).

Bløtbunnsamfunn

Det ble utført bløtbunnsfaunaundersøkelser ved Kårstø i februar 1983, i mars 1988 og i mars

1989 (Rygg 1990). Formålet med disse undersøkelsene var å:

1. Beskrive bunnområdenes økologiske tilstand i 1983, dvs. før gassterminal ble satt i drift.
2. Etablere basis for å beskrive tidsutviklingen etter 1983.
3. Beskrive bunnområdenes økologiske tilstand i 1988 og 1989, dvs. etter at anlegget ble satt i drift.
4. Beskrive endringer i perioden 1983–1989.

Stasjonsnettet framgår av Fig. 8.13.

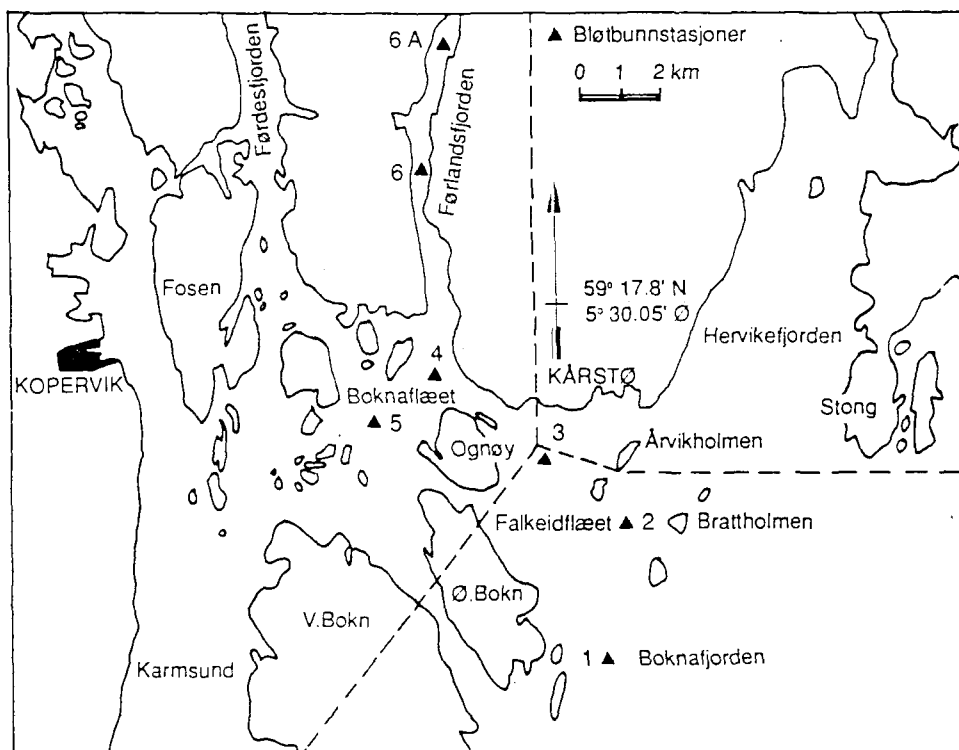


Fig. 8.13. Bløtbunnfaunastasjoner ved Kårstø 1983–89.

Bunndypet lå mellom ca. 30 m (stasjon 6 og 6A) og ca. 130 m (stasjon 1 og 5).

Bunnområdenes faunatilstand i 1983 var god på stasjon 1 og 2. Tilstanden var noe mindre god på 3 og 5, men likevel innenfor det normale for ikke belastete områder.

Tilstanden var god på stasjon 1 i 1988 og 1989 og på 2 og 3 i 1989, med høye verdier for artsmangfold. Tilstanden var noe mindre god på stasjon 2, 3, 4 og 5 i 1988, og 4 og 5 i 1989, men likevel innenfor det normale for ikke belastete områder.

Stasjon 4 og 6 var i 1983 markert påvirket av dårlige, men etter alt å dømme naturgitte, forhold (Wikander 1988). Den markerte bedringen i tilstanden på stasjon 4 fra 1983 til 1988

og 1989 tyder på at tilstanden på stasjon 4 i 1983 må ha vært forårsaket av spesielt ugunstige naturgitte forhold det året, som f.eks. dårlig vannutskiftning i perioden forut for prøvetakingen. Analyser av dypvannet høsten 1981 viste at oksygenkonsentrasjonene kan være lave på denne lokaliteten. Oksygenmangel er den mest sannsynlige årsak til den dårlige tilstanden i 1983.

Stasjon 4 i 1983 og 6A i 1989 var dominert av børstemarken *Capitella capitata*, en opportunistisk art som indikerer at miljøet er sterkt forstyrret. Stasjon 6 i 1983 og 1989 hadde lavt artsmangfold og var preget av forurensningstolerante arter. I 1988 var stasjon 6 i praksis død, trolig søm følge av oksygenmangel og forekomst av hydrogensulfid.

Vi har gjort en analyse av graden av likhet i faunaen mellom de enkelte stasjonene i årene 1983–89. Resultatene av likhetsanalysene viser følgende:

Sammenligningen mellom stasjoner og år viser at stasjon 4 i 1983 var mer lik den forurensningspregete stasjon 6 enn i 1988–89, da stasjon 4 hadde blitt mer lik stasjon 3 og 5 (Fig.8.14). Dette skyldes en forbedring i tilstanden på stasjon 4, indikert ved en mye rikere fauna (Tabell 8.9). Stasjon 3, 4 og 5 (med unntak av stasjon 4 i 1983) var innbyrdes beslektet gjennom alle tre årene (Fig.8.15). Stasjon 1 og 2 var også innbyrdes beslektet gjennom alle tre årene (med unntak av stasjon 2 i 1988, som da var mer lik stasjon 3).

Tabell 8.9. Verdiene for artsantall, individantall og artsmangfold på hver stasjon i 1983, 1988 og 1989. S = Artsantall; N = Individantall; H = Artsmangfold; ES100 = Antall arter pr. 100 individer.

Stasjon	Dato	Areal (m ²)	S	N	H	ES100
1	830216	0.5	81	495	4.85	37.14
2	830216	0.5	90	739	4.48	31.91
3	830216	0.5	62	1837	3.17	18.87
4	830216	0.5	8	61	1.28	–
5	830216	0.5	58	1405	3.26	22.57
6	830216	0.5	23	258	2.52	13.7
1	880314	0.5	79	413	5.27	41.43
2	880314	0.5	67	913	3.67	23.96
3	880314	0.5	64	1030	3.4	22.7
4	880314	0.5	45	729	3.28	20.4
5	880314	0.5	68	1126	3.47	22.28
1	890314	0.6	90	455	5.35	41.78
2	890314	0.5	77	550	5.19	37.8
3	890314	0.5	63	554	4.47	30.54
4	890314	0.5	61	1791	2.89	18.83
5	890314	0.5	79	2329	3.3	19.98
6	890314	0.5	11	51	2.4	–
6A	890314	0.5	4	86	0.27	–

I Fig. 8.15. er de avvikende stasjonene 6, 6A og 4 (1983) ikke med i likhetsanalysen. Dette gir en bedre oppløsning mellom de resterende stasjonene. Avstanden mellom stasjonskodene i plottet angir relativ ulikhet.

Plottet i Fig. 8.15. viser en gradvis endring i faunaen fra referansestasjonen 1 og innover mot den indre stasjonen 4. Plottet avslører ingen konsistente tidsgradienter.

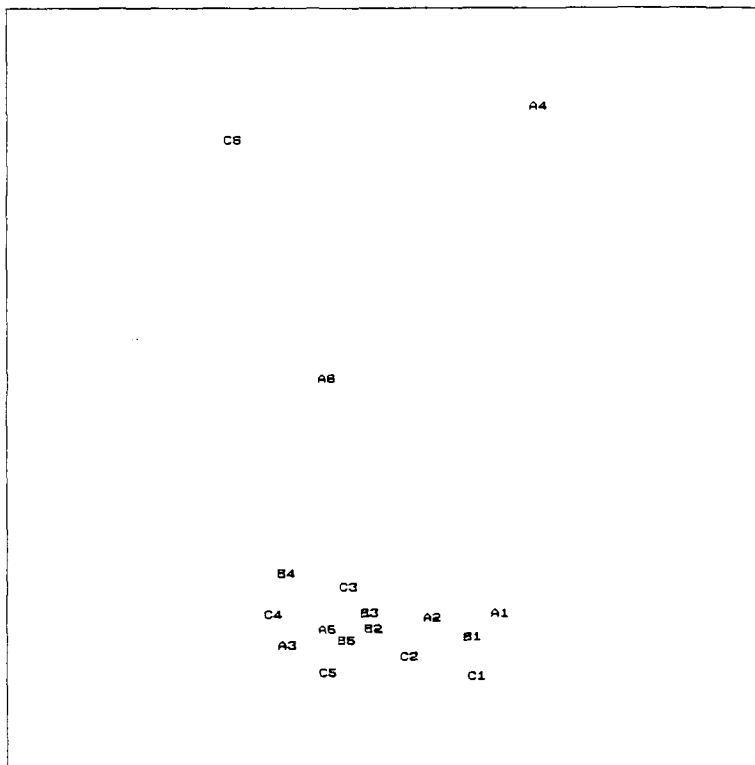


Fig. 8.14. Likhetsanalyse (multidimensional scaling) av stasjonene 1983–1989. A=1983, B=1988, C=1989 (f.eks. A1 = stasjon K1 i 1983).

Grabbprøver tatt ved samme tidspunkt viste stort sett en svært god diskriminering mellom stasjonene. Grabbprøvene fra samme stasjon var mer like hverandre enn grabbprøver fra forskjellige stasjoner. Dette samsvarer med de statistiske parametrene, som også viste liten variasjon innenfor samme stasjon. Dette betyr at representativiteten av prøvene var god (Rygg 1990).

På stasjon 3 var det totale antall individer lavere i 1989 enn i 1983. Særlig var børstemarken *Heteromastus filiformis* redusert i antall. Artsantallet var det samme i 1983, 1988 og 1989. På stasjon 5 var både artsantallet og individantallet høyere i 1989 enn i 1983 (Tabell 8.9). Særlig hadde børstemarken *Pseudopolydora antennata* økt i antall.

Den mest nærliggende tolkning av nedgangen i totalt antall individer på stasjon 3 i perioden 1983 til 1989 er at næringstilgangen til bunnfaunaen ble mindre i løpet av denne perioden. Økningen i individantall på stasjon 5 tyder derimot på at næringstilgangen der ble større i

perioden fra 1983 til 1989. Dette kan være en indikasjon på økt sedimentasjon av organisk materiale.

Konklusjonen av resultatene fra undersøkelsene i 1983–1989 er at forurensning fra petrokjemianlegget ikke hadde ført til noen påvisbar forverring i miljøtilstanden på sjøbunnen fram til og med 1989. Stasjon 6 hadde dårlig tilstand allerede i 1983, forårsaket av andre faktorer.

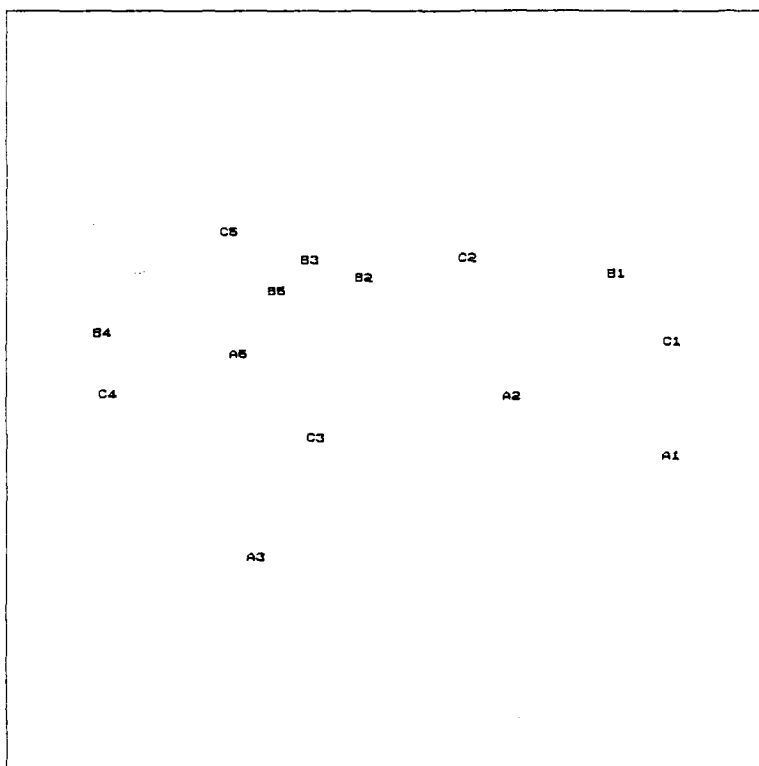


Fig. 8.15. Likhetsanalyse (multidimensional scaling) av stasjonene 1983–1989 (eksklusive de avvikende stasjonene 4 (1983), 6 og 6A).

Den mest stabile tilstand ble observert på stasjon 1. Artsmangfoldet var høyt både i 1983, 1988 og 1989. Stasjonen ser ut til å være velegnet som referansestasjon. Stasjon 4 og 6 er preget av varierende naturgitte forhold som forringer miljøtilstanden. Disse to stasjonene er mindre godt egnet for å følge utviklingen i forurensningsbelastningen. Men også på de andre stasjonene er observasjoner fra bare tre år utilstrekkelig å basere en prognose på. Endringene er små og har varierende tendens. Naturlige variasjoner kan være årsak til forskjellene fra år til år. Fortsatt overvåking må derfor gjennomføres dersom prognoser skal kunne settes opp. Datamaterialet som foreligger hittil er godt og vil være en solid basis for å påvise trender hvis det ses i sammenheng med data fra en lengre tidsperiode.

8.2.4. Litteratur

Asplan 1989. Statoil. Dokumentasjon for konsekvensutredning Sleipner Øst

- Konsensattransport (SØKT). Rapport P-31837/H-9052/oh/elk, Stavanger.
- Bakke, T., Green, N.W., Haugen, I., Kvalgvåagnes, K. og Pedersen, A. 1984. Petrokjemianlegg på Kårstø. Fastsittende alger og dyr. Undersøkelser 1981-1983. NIVA-rapport, L-1602. O- 82138. 166s.
- Erga, S.R. og Sørensen, K. 1982. Petrokjemianlegg på Kårstø. Bind I. Primærproduksjon februar - november 1981. Planteplanktonets biomasse og produksjon sett i relasjon til beitepress, hydrografi, lys og næringssalter. NIVA rapport nr 1388, Oslo.
- Kinne, O. (ed.) 1970. Marine Ecology, Vol. I. (part 1) Wiley-Interscience. 681pp.
- NHL v/Björdal, S. 1988. Etterundersøkelser på Kårstø (Best. 88/INKA/009989). Brev fra Norsk hydroteknisk laboratorium til Statoil. Ref. 1049/604604/TAM/eh, Trondheim.
- Pedersen, A., Bakke, T. og Green, N. 1990a. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Fastsittende alger og dyr 1983-1989. NIVA-rapport, L-2441. O-88120. 152s.
- Pedersen, A., Bakke, T., Rygg, B. og Green, N. 1990b. Biologiske undersøkelser av den marine resipient ved Kårstø. Sammenfatning 1981-1989. NIVA-rapport, L-2440. O-88120. 41s.
- Rygg, B. 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient rundt Kårstø. Bløtbunnfauna 1983-1989. 36 s. (NIVA 2439)
- Wikander, P.B. 1988. Biologisk undersøkelse av den marine resipient rundt Kårstø. Bløtbunnfauna. Status 1983. 88 s. (NIVA 2193)

8.3. Plante- og dyreliv. Naturområder

8.3.1. Flora, vegetasjon og jordsmonn

Miljøstatus i dag

Det er tidligere gjennomført en undersøkelse med hensyn på flora og vegetasjon på Kårstø, Tysvær kommune og Ognøy, Bokn kommune (Blom et al. 1982). Undersøkelsen ble utført før industriutbyggingene på Kårstø startet. Det undersøkte området strekker seg etpar kilometer ut fra det regulerte industriområdet. Denne utredningen tok også med informasjon fra tidligere undersøkelser fra områdene, fra Bokn kommune: Hasselrot (1942) og Hovde (1949), og fra Tysvær kommune: Bakkevig (1974, 1981) og Krog (1971). En parallell undersøkelse av Eide & Paus (1982) bør også nevnes.

Floraen ble for fastlandet registrert i ruter på 0,5 x 0,5 km², mens øyene Ogn, Ognakalven og Kjøyna ble registrert hver for seg uten ruteinndeling. Det ble registrert 325 arter (arter) av karplanter. Dette er et høyt antall for et lite område som dette. Det er også et høyt antall sett mot såvel andre områder på Vestlandet som f. eks. tilsvarende store områder ved Oslofjorden. Av moser ble det registrert 263 arter. Dette er også et høyt antall sammenlignet med andre områder i kystheiregionen i Norge.

Lavfloraen viste 313 arter, hvorav 116 arter var makrolav (blad- og busklav) og 197 var mikrolav (skorpelav). Av lavartene var ikke mindre enn 11 nye for Skandinavia. Alle disse tilhører en oseanisk gruppe og er av betydelig plantegeografisk interesse idet de representerer de nordligste forekomstene som er kjent for disse artene: *Acrocordia macrospora*, *Arthonia aff. stellaris*, *Gyalideopsis anastomosans*, *Huillia platycarpoides*, *Lecanora fugiens*, *L. tenera*, *Lecidea aphanoides*, *Melaspilea ochrothalamia*, *Pertusaria excludens*, *Thrombium thelostoma*

og *Vorarlbergia renitens*. I tillegg var 9 lavarter nye for Norge med de samme plantegeografiske karakteristika: *Dirina repanda* f. *stenhammarii*, *Enterographa hutchinsoniae*, *Lecanora expallens*, *Micarea subnigrata*, *Ophographa niveoatra*, *Pertusaria pseudocorallina*, *Porina aenea*, *P. interjungens* og *Trapeliopsis* cf. *walrothii*. Dette overraskende høye antallet nye arter for Norge fra et begrenset område viser ifølge utredningen klart den manglende kunnskapsstatusen for spesielt skorpelav i landet vårt.

En rask gjennomgang av artslisten for karplantene fra Kårstøområdet inkludert øyene viser at om vi trekker ut de arealene som senere er regulert til industriformål vil vi stå igjen med antatt dagens situasjon. Det blir slik et antatt tap av 33 arter karplanter (Tabell 8.10).

Tabell 8.10. Antatt tap av karplanter som følge av at arealer er regulert til industriformål.

Lerk (*Larix decidua*), storkvein (*Agrostis gigantea*), takrør (*Phragmites communis*), dunhavre (*Arrhenatherum pubescens*), havsevaks (*Scirpus maritimus*), nordlandsstorr (*Carex aquatilis*), skjørpil (*Salix fragilis*), vårkål (*Ranunculus ficaria*), nyresoleie (*Ranunculus auricomus*), vårpengeurt (*Thlaspi arvense*), sandskrinneblom (*Cardaminopsis arenosa*), hegg (*Prunus padus*), tågebær (*Rubus saxatilis*), enghumbleblom (*Geum rivale*), glattmarikåpe (*Alchemilla glabra*), gjerdevikke (*Vicia sepium*), lodnestorkenebb (*Geranium molle*), klovasshår (*Callitriche hamulata*), smalsoldogg (*Drosera intermedia*), stemorsblom (*Viola tricolor*), sanikel (*Sanicula europaea*), hundekjeks (*Anthriscus sylvestris*), karve (*Carum carvi*), minneblom (*Myosotis* sp.), krossknapp (*Glechoma hederacea*), bakkeveronika (*Veronica arvensis*), gulmaure (*Galium verum*), tusenfryd (*Bellis perennis*), åkergråurt (*Gnaphalium uliginosum*), nyseryllik (*Achillea ptarmica*), prestekrage (*Leucanthemum vulgare*), flekkgrisøre (*Hypochoeris maculata*) og sumphaukeskjegg (*Crepis paludosa*).

Noen av disse artene kan selvsagt stå i området ennå.

Vegetasjonen ble beskrevet ved to vegetasjonskart i målestokk 1 : 5 000, og dokumentert ved tabeller. Totalt ble 6 km² vegetasjonskartlagt på fastlandet og Ognøy. Et spesielt referanseområde ble ifølge rapporten etablert på Sandvikfjellet, men det går ikke klart frem hva som ble utført av arbeide der. Vegetasjonen er karakteristisk for kysttheiregionen. Omlag 50 arealtyper ble beskrevet og kartlagt. Heityper dominerer vegetasjonen. De dekker 73 % av totalarealet, og er klassifisert som tørre heier (røsslynghei), våte heier og grasheier. Lynghei er et fellesnavn som benyttes på treløse vegetasjonstyper i områder med oseanisk klima. De er i stor grad kulturelt betinget. Bakkevig (1974, s. 64 ff) beskriver dette med eksempler fra Kårstøområdet. Han peker på at små endringer i omgivelsesfaktorene kan føre til vidtgående endringer i vegetasjonen. Myrtypene dekker 5 %, og både regnvannsmyrer og grunnvannsmyrer finnes. Endel av dette er senere blitt dyrket mark. Næringsfattige myrer dominerer.

Skoger dekte kun 5 % av arealet som totalt ble kartlagt, og de fantes i hovedsak på fastlandet. Skogene er i hovedsak lauvskogstyper, men også noe plantet barskog fantes. Av lauvskoger fantes bjørkeskog, eikeskog, askeskog og hasselskog. Strandvegetasjonen var fragmentarisk og ikke godt utviklet. Det fantes vegetasjon knyttet til strandberg, grus- og rullestensstrender, tangvoller og strandenger. Av andre arealtyper var dyrka mark (innmark)

viktigst med ca. 10 % av totalarealet, og noe mere på fastlandet.

Blom et al. (1982) konkluderte med at selv om floraen var artsrik, så var det få arter som kunne benevnes sjeldne, verken for området, regionen eller Rogaland. Såvidt det angikk arealbruken mente de utbyggingen av området ikke ville føre til noen vesentlig skade på floraen i regionen. Av både karplanter, moser og lav ble mange arter registrert kun ved enkeltfunn. Det er derfor klart at utbyggingen av det regulerte industriområdet har alene ved arealbruken minnet flora- og vegetasjonsarealene såvel som variasjonen i det undersøkte området.

Berggrunnen i Tysvær kommune er i hovedtrekk slik at de nordlige og vestlige deler av kommunen er grunnfjell, mens de sørlige og østlige deler består av rester av den kaledonske fjellkjeden. Innenfor den kaledonske sona ligger det oppå grunnfjellet et lag av kambrosiluriske bergarter, mest fyllitt. Disse bergartene er for det meste næringsrike, ofte kalkrike og forvitrer lett. Men fyllitten i Tysvær er for det meste sterkt omdannet, næringsfattig og gir et like fattig jordsmonn som grunnfjellet. Kårstøområdet ligger på fyllitt, men en skal ikke langt nordover før en er over på grunnfjellet. De minerogene lausmassene er til en stor del dekt av torv. Et unntak er de massene som finnes i dalsøkket som går fra sjøen i Sandvika og fortsetter mot nordaust.

På Sandvikfjellet og over store deler av strandflata på Kårstø er området for det meste dekket av lynghumus, et tynt lag av forvittra materiale og humus. Fra moseundersøkelsene refereres det til kun smale soner i bergveggene som steder hvor det finnes kalkkrevende arter. Eutrofe jordsmonn var stort sett begrenset til ask – hasselskogene bortsett fra små arealer med forvittringsjord på Ognøy og skjellsandavleiringer dominert av *Encalypta streptocarpa* ved Kårstø kai. Dagens situasjon for jordsmonnet kommer i utredningen bare frem som generelle vendinger som fattig, rik, krevende osv. Vi har ikke funnet noen eksakte målinger av f. eks. pH fra Kårstø. Bakkevig (1974) har jordanalyser fra lignende skogs-vegetasjon fra tilsvarende fyllittområder i samme kommune. I råhumussjiktet ble bl.a. pH målt. Av de undersøkte skogstypene hadde furuskogen de laveste pH-verdiene. I furuskogen på Tveiteneset ble målt pH = 3,7, tross for at området ligger på fyllitt. De fattigste eikeskogene hadde lav pH, ca. 4,5, mens de rikere eikeskogstypene og de blandete edellauvskogene hadde høyere pH (henholdsvis 4,9 og 5,3 i middel). Høyest pH ble målt i brunjord på Vatland. Der var pH = 5,9. Det er ingen grunn til å anta at Kårstøområdet vil skille seg vesentlig ut fra de refererte målingene. En kan legge merke til at forsuringspotensialet til bartrær synes være større enn for lauvtrær, og at en av den grunn bør unngå planting av gran på steder som kan være utsatt for forsuringproblemer.

Forsuringsutviklingen i jordsmonnet er en naturlig prosess som er av betydning for den generelle næringsstatusen samt for eventuelle giftvirkninger av visse elementer f. eks. aluminium. Ved lav pH vaskes først nødvendige plantenæringsstoffer ut og ved ytterligere lavere pH vil giftige nivåer av f. eks. aluminium opptre. Rosseland et al. (1990) har nylig laget en litteraturgjennomgang av miljøeffekter av Al på terrestriske og akvatiske økosystemer. Giftigheten ved høye aluminiumskonsentrasjoner rapporteres for landbruksvekster, røtter på trær, ferskvannsliv såvel som for mennesker. Den naturlige kjemiske forvitringen motvirker forsuringen, men hastigheten på denne er oftest for liten til å balansere pH-statusen i jordsmonnet.

Det er en gammel erfaring at vegetasjonen kan gi gode opplysninger om levevilkårene for

plantene. Slike opplysninger kan karakteriseres ved relative indikatorverdier f.eks. i en skala 1–5. Ut i fra prinsippet om at flere arter gir bedre informasjon enn en art alene, så kan en miljøkalibrere voksestedene ved å benytte enkle plantelister. Reaksjonsverdien (R, les pH) og næringsstatus (N, les nitrogen) er to faktorer av betydning for hvilke planter som vokser et gitt sted. I sammenheng med luftforurensninger vil disse faktorene kunne endres.

Røsslyng-tørrhei (*Vaccinio-Callunetum* Bøcher 1942) dekker omtrent tredjeparten av terrenget rundt Kårstø. En miljøkalibrering for de to nevnte faktorene utført med grunnlag i vegetasjonstabell (Blom et al. 1982, tabell 9, s. 123) fra dette samfunnet viser følgende forekomst av karplanter (Tabell 8.11.).

Tabell 8.11. Miljøkalibrering for karplanter i terrenget rundt Kårstø, basert på indikatorene reaksjonsverdi (R, les pH) og næringsstatus (N, les nitrogen), med relative indikatorverdiene i parentes (etter Blom et al. 1982).

Røsslyng (*Calluna vulgaris*, R1, N1), krekling (*Empetrum nigrum*, N1), purpurlyng (*Erica cinerea*, R1, N1), klokkeling (*Erica tetralix*, R1, N1), mjuk kråkefot (*Lycopodium clavatum*, R1, N1), blåbær (*Vaccinium myrtillus*, R1, N2), blokkebær (*Vaccinium uliginosum*, R1, N2), tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*, R1, N1), hundekvein (*Agrostis canina*, R1, N1), gulaks (*Anthoxanthum odoratum*, R3), smyle (*Deschampsia flexuosa*, R1, N2), blåtopp (*Molinia caerulea*, N1), finnskjegg (*Nardus stricta*, R1, N1), bjønnskjegg s.l. (*Scirpus caespitosus*, R1, N1), kornstarr (*Carex panicea*, N2), bråtestarr (*Carex pilulifera*, R2, N3), tepperot (*Potentilla erecta*, N1), blåknapp (*Succisa pratensis* N1), skogstjerne (*Trientalis europaea*, R2, N1) og skogburkne (*Athyrium filix-femina*, N3).

Midlere reaksjonstall blir $R = 1,3$. Dette betyr at røsslyng-tørrheia blir karakterisert av planter som forekommer i hovedsak på svært surt jordsmonn (pH 3 – 4,5); og finnes aldri på nøytral eller basisk jordsmonn. Definitive surbunnsindikatorer karakteriserer samfunnet. Midlere næringsstall blir $N = 1,4$. Dette betyr at røsslyng-tørrheia blir karakterisert av planter som forekommer i hovedsak på svært fattig jordsmonn; finnes ikke på næringsrik jord. Distinkte indikatorer på fattig jordsmonn, utpregete magerhetsindikatorer, karakteriserer samfunnet. Samfunnet har totalt 29 karplanter og vi har R-verdier for 14 karplanter, og N-verdier for 18 karplanter, eller henholdsvis 48 % og 62 % av det totale innholdet av karplanter. Med indikatorverdier for flere enn 10 arter regnes analysen som rimelig pålitelig, og bedre jo høyere prosenten blir.

Analysen viser, noe vi for såvidt vet fra før, at denne vegetasjonstypen er godt tilpasset surt og næringsfattig jordsmonn. Samme analyse kunne vært utført på andre vegetasjonstabeller fra området, men vi ville neppe funnet særlig krevende naturlig vegetasjon der.

Utslipp til luft fra terminalen

Målinger av NO_x i omgivelsesluften utført av NILU i 1988 ved målestasjonen på Sandvik på Kårstøområdet viste en midlere konsentrasjon på $5 \text{ ug NO}_2/\text{m}^3$ (Statoil 1989). Målingen viste omtrent samme resultat som målingen i 1986. Dette er i samme størrelsesorden som bakgrunnsstasjonen på Birkenes i Aust-Agder. Bidraget fra Kårstøterminalen er beregnet til

1–2 ug NO_2/m^3 , altså ca. 1/3 av totalmengden, resten skyldes langtransport og andre kilder. Høyeste timesmiddelverdi ble målt til 97 og 26 ug NO_2/m^3 ved henholdsvis Sandvik og Haugsneset på Kårstøområdet. Spredningsberegningene viser at timesmiddelkonsentrasjonen av NO_x i uteluft i bakkenivå og i vindretningen blir høyest et par kilometer fra utslippsstedet ved normale vindhastigheter (stabil luft, 5 m/s), og noe nærmere (500 m) ved ustabil luft og sterkere vind (9 m/s). Den første situasjonen beskrives som typiske forhold og den andre som mest ugunstig.

Kart som viser pH i nedbør og total våtdeposisjon av sulfat over Norge viser at i Rogalandstraktene er pH-verdiene i nedbøren mellom 4,4 – 4,5, og våtdeposisjonen av sulfat i størrelsesorden 1,0 – 1,4 g S/ m^2 (SFT 1991). I takt med utslippsreduksjonen i Europa har innholdet av sulfat og sterk syre i nedbøren og av sulfat og svoveldioksid i luft avtatt siden slutten av 1970-årene, i nedbøren med 25 – 30 % i Sør-Norge. Middelkonsentrasjonene i nedbøren av nitrat og ammonium viste at Rogaland mottok ca. 0,3 mg N/l som nitrat og like mye som ammonium i 1990 (SFT 1991). Sum nitrat og ammonium 1990 oppgis til området 1,2 – 1,6 g N/ m^2 . Sammen vil nitrogenbidraget fra nitrat og ammonium utgjøre en dosering tilsvarende en normal jordbruks gjødsling gitt hvert tiende år. Dette vil over tid medføre store endringer i vegetasjonen. I Rogaland er avsetningen forårsaket av langtransporterte forurensninger av nitrogen og svovel allerede i dag på et nivå som kan gi vesentlige endringer i vegetasjon og jordsmonn. Doser på 2 g N m^{-2} år^{-1} er sagt å endre lyngheier i Nederland (Heil & Diemont 1983, Roelofs 1986).

Det er flere hypoteser til forklaring av endringene av lyngheiene til grasdominerte landskap. En hypotese er at nitrogenet endrer lyngens vekstrytme. Det registreres at lyngplantene ikke avslutter veksten om høsten og dermed ikke forbereder seg på vinteren. Plantene blir svekket og må gi tapt sannsynligvis for frost og tørke. En annen hypotese er at grasartene blåtopp (*Molinia caerulea*) og bjønnskjegg (*Scirpus cespitosus*) utnytter nitrogenet best og ekspanderer på bekostning av lyngen. En tredje hypotese er knyttet til en billeart (*Lochmaea suturalis*) som utelukkende lever på røsslyng (*Calluna vulgaris*). Resultatet av billeangrep er lokal økning i tilgjengelig nitrogen som grasene kan utnytte bedre enn lyngen (Brunsting 1982).

Ved luftbevegelser og nedbør skjer det en avsetning av nitrat over land, ferskvann og sjø. Slik avsetning utgjør en viktig del av problematikken omkring langtransportert luftforurensning. Enkelte arbeider fra ulike land har påvist høy korrelasjon mellom floraforandringer og luftforurensning. Fra Sverige nevnes Falkengren–Grerup (1986), Ruhling & Tyler (1986) og Løfgren & Moberg (1984).

Det er nylig kommet flere meldinger i media om lyngdød på Vestlandet. Det er imidlertid uenighet om årsakene til lyngdøden. Nationen (13.01.92) skriver om "urovekkende lyngdød på Vestlandet", med kilde professor Arnfinn Skogen, Univ. i Bergen, og videre "birøktere i Rogaland tapte minst 2.5 millioner kroner som følge av død og skadet røsslyng", med kilde formannen i Rogaland Birøkterlag, Sigurd Johnny Svendsen. Skogbruksetaten på Karmøy har gitt Norsk institutt for skogforskning (NISK) i oppdrag å undersøke mulige årsaker til den omfattende lyngdøden på øya, særlig i 1990 og 1991. Forsker Svein Solberg ved NISK har foretatt flere feltundersøkelser i kystkommunene, og vil legge fram en forskningsrapport fra undersøkelsene. I et avisintervju i Nationen (14.01.92) konkluderer Solberg med at frost og vind har tatt livet av røsslyngen på Karmøy, og at nedsatt toleranse for frost kan skyldes klima såvel som forurensning. Hans Skolten fra Sotra reagerer på dette i et intervju i Nationen (15.01.92) og mener at nitrogen alene og ikke vinterklima er årsaken til lyngdøden som er

observert på Sotra.

Luftforurensningsrådet i Rogaland søker nå Direktoratet for naturforvaltning (DN) om drøyt to millioner kroner til et fem-årig forskningsprosjekt om lyngdøden på Vestlandet.

Falkengren-Grerup (1986) undersøkte floraen i løvskogsområdene i Skåne, og fant at nitrofile arter som geitrams (*Chamenerion angustifolium*) og skvallerkål (*Aegopodium podararia*) viste sterk fremgang.

Ruhling & Tyler (1986) undersøkte floraen i eikeskoger i Småland og Skåne. Nitrofile arter viste høyere frekvens og arter med høyere krav til pH i jorda viste lavere frekvens i Skåne enn i Småland. Regionale forskjeller i nitrogenavsetningen og jordforsuringen ble angitt som en viktig årsak.

Løfgren & Moberg (1984) reviderte tidligere lokaliteter for oseaniske lav og fant at 7 arter var forsvunnet, mens 9 arter var sterkt redusert de siste 40 årene. Endringer i skogbruket ble trukket frem som forklaring, men luftforurensninger ble ikke utelukket som forklaring.

SØKT-utbyggingen vil, som følge av nitratavsetningen, etter beregningene øke forsuringen i vann med 1 - 2%. Utredningen konkluderer med at det ikke foreligger indikasjoner på at NO_x -utslippene fra Sleipneranlegget vil medføre merkbare effekter på vegetasjon og jordsmonn.

Andre utslipp til luft blir svoveldioksid (SO_2), kvikksølv (Hg) og diffuse utslipp av hydrokarboner. Disse utslippene ble vurdert som små og uten betydning for miljøet. SO_2 -bidraget fra Sleipner er beregnet å bli: 0,2 kg SO_2 /time. Med dagens utslipp blir det totale utslippet av SO_2 beregnet til 0,5 kg/t etter Sleipner.

Lavs følsomhet for SO_2 er vel kjent, og lav har vært benyttet som merkeplanter på forurensning over lengre tid (Last 1984). Virkningene av svoveldioksid på lav er godt dokumentert. Variasjonen i følsomhet varierer med ulike arter. Epifyttiske lav ble benyttet for bestemmelse av middelkonsentrasjon av SO_2 vinterstid i England og Wales. Som eksempler kan nevnes endel lavarter som også står på Kårstø: *Lepraria incana* fantes rikelig under forholdsvis høye SO_2 verdier, i sone 3 med 125 ug SO_2/m^3 , *Lecanora expallens* i sone 4 med 70 ug SO_2/m^3 , *Platismatia glauca* i sone 5 med 60 ug SO_2/m^3 , *Pertusaria albescens* og *Pseudoevernina furfuracea* i sone 6 med 50 ug SO_2/m^3 , *Usnea subfloridana* i sone 7 med 40 ug SO_2/m^3 , *Normandina pulchella* i sone 8 med 35 ug SO_2/m^3 , *Pachyphiale cornea* i sone 9 med < 30 ug SO_2/m^3 og *Lobaria amplissima* i sone 10 som regnes som "ren" med hensyn på SO_2 .

Fiskesjø & Ingeløg (1984) oppgir maksimumskonsentrasjoner i ug SO_2/m^3 for ulike mosearter, og endel av disse finnes på Kårstø. Verdiene varierer avhengig av substratet. *Brachythecium rutabulum* må regnes som en følsom art med verdier på 10 ug SO_2/m^3 på trestammer og 50 ug SO_2/m^3 på stein. *Hypnum cupressiforme* med verdiene 100 og 75, *Tortula ruralis* med verdiene 100 og 125, *Ceratodon purpureus* med verdiene 125 og 125 og *Bryum argenteum* med verdiene 125 og 125 for henholdsvis trestammer og stein er mere tolerante ovenfor SO_2 konsentrasjoner.

Leblanc & Rao (1975) hevdet at så lav konsentrasjon som 13 ug SO_2 eksponert over lang tid

ga redusert forekomst av skrubbenever (*Lobaria scrobiculata*), en art som forekommer også på Kårstø.

Samspilleffekten mellom NO_x og ozon(O_3) kan under visse forhold gi negative virkninger på vegetasjonen. Dannelsen av O_3 kan forsterkes ved reaksjon mellom NO_x og HC under innvirkning av sollys.

Reich & Amundsen (1986) påviste redusert fotosyntese ved konsentrasjoner i området 40 – 120 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$.

Ashmore (1984) eksponerte 200 ville planter for 500 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ i 4 timer, og resultatet viste store forskjeller mellom arter i ulike taksonomiske grupper. Arter i erteblomstfamilien var følsom for ozon mens korgplantene er mere tolerante. Arter fra sure næringsfattige jordsmonn var mest tolerante.

Davis & Wiehour (1976) plasserte, blant trær, lerk (*Larix decidua*) og rogn (*Sorbus aucuparia*) som relativ følsom for ozon. Mindre følsomme arter blant trærne var hengebjørk (*Betula pendula*), sommereik (*Quercus robur*), gran (*Picea abies*), kristtorn (*Ilex aquifolium*) og lind (*Tilia cordata*). Blant urter er krypsleie trukket frem som følsom for ozon (Cornelius et al. 1985).

Målinger utført av NILU på Haugsneset viste et døgnmiddelnivå på omkring 70 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$. Dette er for det vesentligste forårsaket av transport av luft fra kontinentet. Høyeste timesmiddelverdi var på 138 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$. Dette er ifølge utredningen ikke kritisk ettersom norske grenseverdier på timesbasis er 100–200 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ (helse) og 200 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ (vegetasjon). Tallene forteller dog at det kan utvikle seg til et problem. UN-ECE (United Nations Economic Commission for Europe) anbefaler ut ifra en konsentrasjons-tidsmodell følgende kritiske belastningsgrenser for ozon: i 0,5 timer 300, i 1,0 time 150, i 2,0 timer 110, i 4 timer 80, for vekstsesongen 60 og for 7 timers daglig middel 50, alt gitt som $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ (Tonneijck 1989). Målingene fra Haugsneset viste døgnmiddelnivå omkring 70 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$ og med høyeste timesmiddelverdi på 138 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$. De oppgitte tallene indikerer således belastningsnivåer som ikke vil være gode for vegetasjonen i nærområdene. Kritisk nivå for dosering over så kort periode som 1 time settes av Tonneijck til 200 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$, for dosering over 1 døgn til 65 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$, og for 10 dagers eksponering til 60 $\mu\text{g O}_3/\text{m}^3$. Utbyggingen av Sleipner vil medføre minimale tillegg til dagens situasjon.

Utslipp til sjø fra terminalen

Virkningen av et akutt utslipp av kondensat ved kai på Kårstø vil gi et tynt flak på overflaten med diameter ca. 1 km. Flaket vil strande på et relativt tidlig tidspunkt. Store deler av kondensatet vil fordampe raskt, men en rest vil bestå i flere dager. Denne væsken vil likne diesel eller lett fyringsolje. Fraksjonen kan gi en viss tilsøling av strandsoner. Strandvegetasjon kan skades.

Rørledning på land

Det er en fare for akutte utslipp. Ved rørledningsbrudd i grøft antas gassutslippet å bli i størrelsesorden 30 m^3/s de første 5 minuttene og deretter ca. 3 m^3/s i en lengre periode. Et rørledningsbrudd vil også kunne føre til at tynge komponenter renner ut og forblir væske i en

viss tid. Anslag tyder på at et brudd kan gi forurensning av grunnen opp til 300 m fra bruddstedet. Sannsynligheten for rørledningsbrudd er meget liten (1 brudd pr. 30 000 års drift).

Eventuelle effekter av gass-skyen på vegetasjon er ukjent og vurderes ikke nærmere.

Effekten av væskekomponenter vil i hovedsak være skader på vegetasjon. Det kan dreie seg om momentane skader, men også langtidseffekter ved infiltrasjon i grunnen. Kondensat som når myrer eller vassdrag vil danne en tynn overflatehinne. Restmengden som ikke fordamper vil ha liten geografisk utstrekning slik at opprensning kan gjennomføres. Utslippene vil ikke kunne nå vannforekomster som er regulert til drikkevannsformål.

8.3.2. Fugl

Bare tilgjengelig informasjon er tatt med. Data som krever omfattende analyse er ikke vurdert. Vi forutsetter at det for enkelte av disse data, er nødvendig å følge opp med en grundigere behandling.

Det foreligger mye data om fugl fra områdene rundt Kårstø, særlig tellinger av fugl, foretatt av lokale ornitologer. Imidlertid er datamaterialet, bl.a. både hos lokale ornitologer og i NINAs sjøfugldatabaser, så omfattende at det her ikke er mulig å gi noen tilstrekkelig grundig behandling av konsekvensene for fugl.

Miljøstatus i dag

Hvordan er dagens situasjon når det gjelder fugl i området. Hva fins av informasjon?. Er det spesielle forhold som bør vies interesse ved nye utbygginger i området?

Vi baserer denne oversikten på:

- 1) Atlas-prosjektets informasjon om hekkende fugl. En grundig gjennomgang av alle fuglearter i hekketida i fylket er foretatt av Norsk ornitologisk forening. For Rogaland foreligger disse data publisert i kartform (Carlsson m.fl. 1988). Vi har foretatt en presentasjon av de arter som angår Kårstø-området i Tabell 8.12.
- 2) Sjøfugl-databasen i NINA angående hekkende og overvintrende fugl.
- 3) Informasjoner fra lokalkjente ornitologer.
- 4) Ornitologisk rapport fra Kårstø-området fra før den første utbyggingen (Pedersen 1982).
- 5) Gjennomgang av fugletidsskrifter som kan tenkes å inneholde informasjon om Kårstø-området.

Hekkende fugl. I de 4 nærmeste Fugle-atlas-rutene til Kårstø hekker sannsynligvis henholdsvis 73, 71, 53 og 42 fuglearter, det vil si med kodene B-D (Tabell 8.12., Carlsson m.fl. 1988). Dette er generelt bra antall hekkende fugl innenfor et så lite område. Innenfor de 15 rutene som behandles i Tabell 8.12. er det minst 119 arter med kodene B-D. Kodegruppene betyr: D = konstatert hekkende, C = sannsynligvis hekkende, B = mulig hekkende, A = ikke hekkende. I Tabell 8.12. sier tallene i kolonne 3 hvor viktig Kårstø-området er for Rogalands hekkebestander av de enkelte artene, mens den siste (6.) kolonnen gir informasjon om hvor utbredt arten er generelt i Rogaland.

Tabell 8.12. Fuglefauna i Kårstø-området, her definert som de 15 nærmeste rutene på 5x5km², det vil si et område på ca. 10 km til hver side av Kårstø. Basert på Carlsson, O. m.fl. 1988. Bare arter som er vist ved kart i Atlas-rapporten er tatt med her. Det hekker sannsynligvis også noen andre arter i Rogaland. Koder og tall fra rovfugl og enkelte sjeldne arter er utelatt av sikkerhetsmessige årsaker.

H = Antall ruter arten er funnet hekkende (Kode B-D)

IH = Antall ruter arten er registrert, men ikke hekkende (Kode A)

K% = Kårstø-området i % av fylkets hekkeruter

B% = Prosent andel ruter i Rogaland med hekking

	Kårstø-området			Rogaland		
	H	IH	%	H	IH	%
Smålom			0.0	31	7	6
Storlom	2		3.2	63	16	13
Dvergdykker	1		5.9	17	3	4
Toppdykker			0.0	13	3	3
Havhest			0.0	7	16	2
Toppskarv		3	0.0	17	34	4
Gråhegre	6	9	4.5	132	107	27
Knoppsvane	1	1	4.2	24	11	5
Grågås	7		31.8	22	16	5
Kanadagås			0.0	4	7	1
Gravand	5		5.3	95	2	20
Brunnakke	8	2	7.9	101	9	21
Snadderand			0.0	7	1	2
Krikkand	7		3.8	182	3	38
Stokkand	14		5.4	259	9	54
Knekkand			0.0	20	1	4
Skjeand			0.0	22	8	5
Taffeland			0.0	8	5	2
Toppand	3	1	3.3	92	13	19
Bergand			0.0	7	5	2
Ærfugl	13		10.7	122	0	25
Svartand			0.0	19	18	4
Kvinand	1	2	5.0	20	60	4
Siland	14		8.6	162	2	34
Laksand	1		9.1	11	43	2
Havørn		X				
Sivhauk						
Høsehauk	X					
Spurvehauk	X					
Musvåk	X					
Fjellvåk						
Kongeørn						
Fiskeørn						
Tårnfalk	X					
Dvergfalk	X					

Jaktfalk						
Vandrefalk						
Lirype	1		0.7	134	3	28
Fjellrype			0.0	104	0	22
Orrfugl	8		3.8	210	0	44
Storfugl	3		3.0	101	0	21
Vaktel			0.0	17	0	4
Fasan			0.0	31	0	6
Vannrikse	1		5.6	18	0	4
Myrrikse			0.0	14	0	3
Åkerrikse	2		2.6	77	0	16
Sivhøne		1	0.0	32	5	7
Sothøne			0.0	28	7	6
Trane						
Tjeld	15		5.9	256	5	53
Avosett			0.0	5	2	1
Dverglo						
Sandlo	1	1	2.0	49	7	10
Boltit			0.0	8	5	2
Heilo	3	1	1.9	155	19	32
Vipe	15		4.8	311	6	65
Fjæreplytt		1	0.0	51	19	11
Myrsnipe	1		3.2	31	12	6
Brushane			0.0	17	5	4
Enkeltbekkasin	14		5.1	273	2	57
Rugde	10		4.4	227	4	47
Svarthalespove			0.0	7	3	1
Småspove	1		2.8	36	13	8
Storspove	13		7.1	182	9	38
Rødstilk	15		5.5	271	1	56
Skogsnipe			0.0	5	21	1
Strandsnipe	12		3.1	390	12	81
Steinvender	1		4.5	22	6	5
Tyvjo	8		12.5	64	9	13
Dvergmåke			0.0	7	4	2
Hettemåke	10	4	8.5	118	41	25
Fiskemåke	15		4.2	353	7	73
Sildemåke	15		10.8	139	88	29
Gråmåke	14		8.1	173	64	36
Svartbak	15		5.8	258	24	54
Krykkje			0.0	5	16	1
Makrellterne	14		8.8	159	11	33
Rødnebbterne	12		10.2	118	6	25
Lomvi						
Alke		1	0.0	5	6	1
Teist	6	1	10.2	59	8	12
Lunde			0.0	9	7	2
Bydue	1		2.1	47	5	10
Ringdue	14		4.6	304	1	63
Tyrkerdue	5	1	5.1	98	1	20

Turteldue			0.0	7	18	2
Gjøk	14		3.5	398	0	83
Hubro	X					
Haukugle						
Kattugle	6		3.7	164	1	34
Hornugle	1		3.1	32	1	7
Jordugle	1		4.0	25	1	5
Perleugle			0.0	15	1	3
Tårnseiler	8		4.6	175	18	36
Vendehals	2		1.4	148	3	31
Gråspett	3		3.6	84	2	18
Grønnspekk			0.0	37	0	8
Svartspett			0.0	5	0	1
Flaggspett			0.0	53	7	11
Hvitryggspett			0.0	44	0	9
Dvergspett	2		2.5	81	0	17
Sanglerke	13		7.2	181	2	38
Sandsvale	6		4.3	139	11	29
Låvesvale	14	1	4.4	317	8	66
Taksvale	14		4.7	298	5	62
Trepipplerke	10		3.0	329	4	68
Heipiplerke	14		3.1	448	0	93
Skjærpiplerke	12		9.3	129	0	27
Gulerle			0.0	41	7	9
Vintererle			0.0	8	0	2
Linerle	15		3.5	429	2	89
Fossefall	2		0.8	242	2	50
Gjerdesmett	13		4.0	327	2	68
Jernspurv	15		4.1	370	0	77
Rødstrupe	13		3.6	366	0	76
Nattergal			0.0	9	2	2
Blåstrupe			0.0	30	9	6
Rødstjert			0.0	73	7	15
Buskskvett	9		2.9	309	1	64
Svartstrupe			0.0	7	0	2
Steinskvett	15		3.3	452	0	94
Ringtrost	1	1	0.3	298	8	62
Svarttrost	15		4.1	369	2	77
Gråtrost	12		3.2	380	1	79
Måltrost	13		3.6	358	0	74
Rødvingetrost	15		4.0	374	1	78
Duetrost	1		4.2	24	3	5
Gresshoppesanger			0.0	38	3	8
Sivsanger	5		5.7	88	3	18
Myrsanger			0.0	18	1	4
Rørsanger	2		7.1	28	2	6
Gulsanger	2		1.0	195	3	41
Møller	2		3.0	66	3	14
Tornsanger	13		4.3	303	0	63
Hagesanger	6		2.7	223	4	46

Munk	5	2.1	240	5	50
Bøksanger	1	1.5	67	5	14
Gransanger	6	4.4	135	0	28
Løvsanger	15	3.5	427	1	89
Fuglekonge	13	5.4	241	1	50
Grå fluesnapper	6	2.2	270	0	56
Svarthvit fluesn.	12	3.9	310	3	64
Stjertmeis	1	0.7	149	0	31
Løvmeis	4	2.6	151	0	31
Granmeis	9	3.0	299	0	62
Toppmeis	7	5.9	119	0	25
Svartmeis	5	3.4	146	0	30
Blåmeis	11	5.0	218	0	45
Kjøttmeis	13	3.7	355	0	74
Spettmeis	6	3.2	189	0	39
Trekryper	3	2.8	107	0	22
Tornskate	3	4.1	73	0	15
Varsler		0.0	5	8	1
Nøtteskrike	3	3.0	101	1	21
Skjære	14	4.8	294	3	61
Nøttekråke		0.0	19	0	4
Kaie	1	2.9	35	15	7
Kornkråke		0.0	13	8	3
Kråke	15	4.1	362	3	75
Ravn	12	3.4	348	28	72
Stær	15	4.2	355	3	74
Gråspurv	14	4.9	284	2	59
Pilfink	4	3.3	123	0	26
Bokfink	15	3.9	382	0	79
Bjørkefink	6	2.2	270	5	56
Grønnfink	10	5.0	199	1	41
Stillits		0.0	11	1	2
Grønnsisik	7	2.3	300	4	62
Tornirisk	12	7.1	169	2	35
Bergirisk	15	3.9	380	1	79
Gråsisik	9	6.6	137	0	28
Grankorsnebb		0.0	23	4	5
Furukorsnebb	2	5.6	36	2	7
Rosenfink		0.0	13	1	3
Dompap	5	2.8	177	2	37
Snøspurv		0.0	64	1	13
Gulspurv	11	4.7	232	0	48
Sivspurv	8	2.6	306	0	64

ANTALL ARTER 119 17

Sjøfugl: Ærfugl hekker spredt på flere av øyene og holmene, men i små antall, i følge Det nasjonale sjøfuglkartverket. Andre tallrike eller vidt utbredte ender i Kårstø-området er siland og stokkand, men også kvinand og brunnakke er funnet i omtrent halvparten av Atlas-rutene (Tabell 8.12.) Grågås har et svært viktig regionalt hekkeområde på holmene utenfor Kårstø. Bestanden teller nå bortimot 50-70 hekkende par samt 20-30 ikke-hekkende par (Dag

Brynjelsen pers.medd.). Det er særlig Årvikholmen, Gåsholmen og Nautøy som har flest hekkende par. Ognøy brukes til beiteområde av ungfugler og fugler som oppgir hekkingen. Sjøfugl-kartverket er for øvrig mangelfullt når det gjelder grågås i dette området. Fiskemåke har i følge sjøfugl-kartverket viktigere hekkeområder østover mot Finnøy enn nærområdene rundt Kårstø. Antakelig er sjøfugl-kartverket her ufullstendig. Arten har minnet i de seinere år (Dag Brynjelsen pers.medd.). Svartbak hekker spredt på mange av holmene og øyene. Den er nå tallrikest av måkene, og hekker mye på Gåsholmen og Årvikholmen (Dag Brynjelsen pers.medd.). Gråmåke hekker i alle fall på Bukkholmen og Ognøy, i følge sjøfugl-kartverket. Sildemåke bruker flere av holmene og øyene i området, men hekker ikke her. Det er også mye hettemåke, men ingen hekking her. Makrellterne: Noen par hekker bl.a. på Ognøy, i følge sjøfugl-kartverket. Rødnebbterne hekker tallrikt bl.a. på Årvikholmen. Tilsammen kan det være bortimot 1000 ind. av terner i området i august-september, derav mye ungfugler (Dag Brynjelsen pers.medd.).

Strandlevende fugl: Tjeld hekker spredt langs alle holmer og øyer i området. For øvrig er vadefugl-faunaen her normalt rik, med vidt utbredte bestander i Kårstø-området av vipe, strandsnipe, rødstilk, storspove, enkeltbekkasin og rugde. Også sandlo er vanlig ved Kårstø. Gråhegre bruker området til næringssøk, men hekker også i nærheten.

Ferskvannsfugl: Hekkefuglfaunaen i ferskvann er muligens fåtallig i de nærmestliggende vatna. Se for øvrig Pedersen (1982).

Terrestre fugl: Vi har i denne omgang ikke funnet det mulig eller aktuelt å sjekke hvor stor betydning nærområdene har for fugl på land eller å kunne vurdere hvilke effekter inngrep og forurensninger vil kunne få på landlevende fugl. Det har i de siste 10 år vært lite endringer i spurvfugl-faunaen i Kårstø-området, bortsett fra områdene som nå er båndlagt til industriområde (Dag Brynjelsen pers.medd.). De ulike artenes bestandsstørrelser og sammensetning av fuglesamfunnene er behandlet av Pedersen (1982). Rovfugler og ugler i området må vies spesiell oppmerksomhet. De vil også være sårbare for økte forstyrrelser og forurensninger. Det hekker flere arter i Kårstø-området, og andre arter er potensielle hekkefugler. Edellauvskogen på sørsida av Sandvikfjellet inneholder mye fugl, og må vies oppmerksomhet. En furuskog på Haugsneset har mye ung furuskog, og inneholder bl.a. tett ansamling av hekkende gråtrost. For en generell faunistisk beskrivelse henvises det her til Pedersen (1982).

Overvintrende fugl. Områdene utenfor Kårstø er rike på fugl i perioden september – mai. Området er relativt grunt og næringsrikt for fugler som andefugl (særlig ærfugl, sjøorre, havelle og siland), skarver, lommer (både smålom og storlom), og lappedykkere (gråstrupedykker opptil 50 ind. særlig i mars-april, og horndykker opptil 10 ind.). Tilsammen ligger det vinterflokker på opptil 4000–5000 fugler i området rundt holmene utenfor Kårstø (Dag Brynjelsen pers.medd.). Siland ble registrert med 300 ind. i slutten av september 1989 (Egeland 1990). Kvinand kan også ligge i området utenfor Kårstø i store antall, i følge sjøfugl-kartverket.

Kanadagås fins her i desember-april, og har økt fra 5–6 ind. i 1980 til ca. 120 ind. sist vinter (Dag Brynjelsen pers.medd.). Desember 1988 ble 140 ind. sett ved Kårstø (Paulsen 1989). Både tundragås og hvitkinngås er også observert her (Egeland 1990). Knoppsvane forekom nesten ikke her for 5 år siden, men nå bruker ca. 20 ind. Førlandsfjorden. Når det fryser her, flytter de mot Kårstø (Dag Brynjelsen pers.medd.).

Alkefuglene bruker området i vinterhalvåret. Alkekonge fins her tallrikt i november–januar, men holder seg generelt langt ute. Opptil 1000 ind. kan være her i november (Dag Brynjelsen pers. medd.). Lomvi forekommer med opptil 600–700 ind., mens alke kan være tilsammen 30 ind. i hele området mellom Bokn og Stong.

For vadefugl er det vinterstid mest steinvender (opptil 50 ind.) og fjæreplytt (opptil 100 ind.) i området (Dag Brynjelsen pers.medd.). Høst og vår synes lokaliteten å være middels som vadefuglområde. Steinvender ble observert med 90 ind. i desember 1989 (Egeland 1990).

Spesielt viktige fugleområder. Holmene utenfor Kårstø er viktige fuglelokaliteter særlig i hekketiden. I vinterhalvåret er områdene rundt disse holmene og øyene særlig mye brukt av fugl. Flere av dem er også vernet som naturreservat. Dette gjelder både Gåsholmen, Årvikholmen, Nautøy, Langholmen og Bukkholmen. Den eneste holmen med skog, Brattholmen, har et stort innslag av fugler og faunaen også her vil være sårbar ved økte forurensninger og forstyrrelser.

Trender de siste 10 år. Generelt har bestandene av sjøfugl i Kårstø-området økt i de siste 10 år (Dag Brynjelsen pers.medd.). Dette gjelder både hekking, bl.a. grågjess, og overvintrende andefugler og andre sjøfugl. Det synes imidlertid uklart om dette skyldes effekter av utbyggingene i området eller om det er generelle tendenser for bestandene det gjelder. Først og fremst mangler data om næringsforholdene for ulike sjøfuglarter i området.

Forurensninger. Disse kan virke på fuglene direkte (toksiske gifter, dødelighet eller nedsatt reproduksjon) eller indirekte (via næringsorganismer eller endret livsmiljø, f.eks. endret vegetasjon). Vi vet generelt noe om effekter av tungmetaller og klororganiske forbindelser på fugl. Andre miljøgifter foreligger det lite kunnskap om, men forsureffekter på vannlevende fugl er noe undersøkt (jf. oversikt av Muniz 1991).

Svovel- og nitrogenforbindelser kan virke både direkte og indirekte på dyr. Indirekte fører disse gjennom økt forsurening av jordsmonn til bl.a. økt løselighet for mange metaller, bl.a. aluminium. Vi vet imidlertid lite konkret om virkningene av Al på f.eks. vekst, overlevelse og reproduksjon hos fugl i Norge (Pedersen & Nybø 1990). Vi vet også lite om hvor store doser av de ulike stoffene som de ulike organismer tåler. Metalloptak og toksisitet hos fugl er avhengig av bl.a. dyrets alder og hvor lang tid dyret er utsatt for forurensningen. For en mer grundig behandling av kunnskapsnivå om effekter av luftforurensninger på dyr, vises til Pedersen & Nybø (1990) og Muniz (1991).

Utslipp til luft fra terminalen

Utbyggingen av SØKT fører til økte utslipp av NO_x, HC, SO₂ og Hg i driftsfasen. Hvilke belastninger fører dette til for fugl som bruker områdene rundt Kårstø? Hvilke fuglegrupper blir primært belastet av nedfallene?

Det fins tellinger av fugl i området gjennom de siste 10 år, men disse er hittil ikke analysert. Fra før utbyggingen eksisterer informasjon om de fleste fugl, også terrestre fugl (Pedersen 1982).

Som behandlet foran vet vi lite om de direkte virkninger av disse stoffene på fugl. Indirekte reagerer fugl på endringer i vegetasjonen, samt at økt utskilling av tungmetaller på grunn av

sure nedfall bl.a. vil oppkonsentreres i næringskjedene. Det er umulig med dagens kunnskap å kunne si om de økte utslipp og nedfall av disse stoffene vil føre til at noen fuglepopulasjoner får nedsatt produksjon eller økt dødelighet. Generelt vil de arter og individer som er mest tolerante, klare de økte belastningene best. Det er sannsynlig at virkningene primært vil ramme terrestre fugl, f.eks. i lia mot Sandvikfjellet, men en bør også være oppmerksom på hekkeplassene på øyene og beiteplasser for grågås.

Det er sannsynlig at effektene av de økte forurensningene på grunn av utbyggingen av "Sleipner kondensat" neppe får målbare virkninger på fugl. Imidlertid kan økt kunnskap om disse forhold generelt føre til at en slik konklusjon må revurderes.

Utslipp til sjø fra terminalen

Utslippene kan dels være regulære som f.eks. kjølevannsutslipp eller akutte som følge av driftsuhell.

Det har i de siste 10 år vært en økning i antall fugl av mange arter i sjøområdene rundt Kårstø. En medvirkende årsak til dette kan være økt temperatur i sjøoverflaten på grunn av kjølevannsutslippene, men se også kap. 8.2.3. Imidlertid holder de fleste fuglene til rundt holmene, mens effektene av kjølevatnet er størst nærmest utslippet.

Det finnes lite informasjon om, og i så fall hvordan, kjølevannsutslipp av denne typen virker inn på sjøfugl. Årsakene til økningen i antall er derfor ikke klar, men situasjonen bør følges, særlig i vinterhalvåret og på våren da sjøfuglene er spesielt sårbare.

Oljeholdig avløpsvann eller akutte utslipp kan føre til skader på sjøfugl, men dette er ikke utredet nærmere her.

Støy fra terminalen

Det regnes med et økt støynivå rundt Kårstø på ca. 1 dBA etter Sleipnerutbyggingen. Dette antar vi har liten betydning for fugl generelt. Det er liten grunn til å tro at det blir noen varige effekter av økt støy her for fugler.

Fast avfall fra terminalen

Vi vet at avfallsplasser har en tiltrekkende effekt på mange fugl som her finner en økt og lett tilgjengelig matkilde. Dette gjelder i særlig grad kråkefugl og måkefugl.

Da vi ikke vet hvor mye den kommunale fylling i Tysvær kommune benyttes av f.eks. kråke eller måker, eller hvor de største ansamlinger av disse fugl i kommunen befinner seg, er det umulig å antyde hvor stor problemet eventuelt er.

Generelt bør alle avfallsplasser tildekkes og avfallshåndteringen bør skje så hurtig som overhodet mulig. Helst bør avfall behandles på annen måte enn ved åpne avfallsplasser.

Rørledning til havs

Dette er ikke vurdert her, da inngrepet er vedtatt og at det berører helt andre sjøfugl-

bestander enn de som er vurdert ved Kårstø. Eventuelle utslipp (akutte eller ved driftsstart) fra rørledningen vil kunne medføre risiko for sjøfugl.

Rørledning på land

Denne er planlagt parallelt med Statpipe-traséen som ble bygd i 1981–85. Det synes som arealinngrepene blir minimale og at den går gjennom terreng som ikke er spesielt viktige fugleområder.

Eventuelle akutte utslipp har muligens effekter for fugl i et noe større område enn selve rørtraséen. Det er antydning forurensning av grunnen opp til ca. 300 m fra bruddstedet. Forurensningseffekter av kondensatet på fugl må vies oppmerksomhet.

Anleggsarbeidene vil nødvendigvis forstyrre fugl, særlig hvis de foregår i hekkesesongen. For å vite om dette har effekter på fugl er det nødvendig med takseringer av fugl og sjekking av produksjonen av unger både før, under og etter inngrepet. Dette synes ikke å være igangsatt. Derfor er det ikke noe grunnlag for konklusjonene i "Sleipner kondensat"- utredningen på dette punkt. Påstandene om lite negative virkninger på fugle- og småviltbestandene er ikke nærmere dokumentert.

Skipstransport

Det vil foregå transport av bl.a. kondensat. Antallet skipsanløp vil øke fra ca. 120 anløp årlig til 300–400 anløp årlig. Sannsynligheten for akutte utslipp er ansett som liten (Statoil 1989), men kan få dramatiske følger, særlig for sårbare bestander av sjøfugl vintyerstid, dersom uhell skulle inntreffe. I en beredskapssituasjon vil kunnskap om forekomst av sjøfugl gjennom ulike årstider stå sentralt. Se også under vurderingene for MTBE-anlegg i kap. 13.

8.3.3. Pattedyr

Miljøstatus i dag

Virkninger av eksisterende og vedtatte utslipp. For pattedyrarter som hovedsakelig lever av organismer i sjøen eller ferskvann kan de eksisterende og vedtatte utslippene påvirke næringstilgangen og næringskvaliteten. I Kårstøområdet gjelder dette sel, oter og mink. Bestander av ørret og røye har gått tilbake i området (Hesthagen pers. medd.). Dette indikerer visse forsureningskader. Siden skadegrensen ser ut til å være nådd kan et hvert tilskudd av forsurende luftutslipp ventes å øke skadene. Bestander av innlandsfisk har særlig betydning for oterens næringssituasjon. Forsuring fører også til økt konsentrasjon av biologisk aktive metallforbindelser i fisk (Muniz 1991). Flere av disse metallene har giftvirkning og vil ytterligere konsentreres i fiskespisere. Luftutslippene fra Kårstø utgjør en liten andel av det totale, hovedsakelig langtransporterte, nedfallet i området. Både oterbestanden og bestandene av innlandsfisk er for dårlig kjent til å si noe konkret om eventuelle endringer som følge av eksisterende og vedtatte luftutslipp.

Utslipp av oppvarmet, næringsrikt kjølevann som medfører temperaturøkning på 0.5–1.5 °C i Kårstøbassenget (Statoil 1989, samt denne rapporten) kan ha forandret det marine dyresamfunnet, men tilsynelatende ikke i noe stort omfang (kap. 8.2.3). Det mer næringsrike, varmere sjøvannet kan ha gitt økt veksthastighet av næringsdyrene for sel og oter (primært

fisk), men kan også ha hatt negativ virkning på bestanden av kaldtvannsarter i den varme årstida. Det foreligger ikke registreringer av næringsdyr som kan vise om slike endringer har skjedd. Selbestanden i Kårstø-bassenget har imidlertid økt (Brynjelsen pers. medd.).

Konsentrasjonen av halogenerte hydrokarboner som kan dannes fra avløpsvannet (Statoil 1989) og eventuelt bio-akkumuleres er ikke kjent hverken for sjøvannet, sel og oter eller disse artenes marine næringsdyr i området.

Virkningen av forsurende utslipp på landplante-etende pattedyr er lite kjent. NO_x tilførsel vil ha en gjødslingseffekt i tillegg til forsurening og kan føre til økt planteproduksjon.

Pattedyr. Se Tabell 8.13. for oversikt over status for pattedyr i Tysvær og Bokn kommuner. Bassenget utenfor Kårstø har fast, helårs bestand av steinkobbe (*Phoca vitulina*, L.). Det er foretatt tellinger av lokal-bestanden som viser at den har vokst i løpet av de siste 10 åra (Brynjelsen pers. medd.). Den er nå anslått til å være ca. 40 dyr. Steinkobbene kan oftest observeres på skjærene utenfor Kårstø (mellom Årvikholmen og Flatarova). Yngle-plassene antas å være ved Flatarova (Brynjelsen pers. medd.). Yngletidspunktet for denne arten er juni-juli (Temte et al 1991). Langs skipsleia ut fra Kårstø er det fast bestand i Kvitsøy kommune og ellers spredt forekomst (Tysse 1991).

Tabell 8.13. Status for pattedyr i Tysvær og Bokn kommuner 1991 (unntatt småpattedyr og hval).

Art	Bestand	Yngle-plasser	Bestands-utvikling
Steinkobbe <i>Phoca vitulina</i>	xx	B	Ø
Havert <i>Halicoerus grypus</i>	(-)	N	
Mink <i>Mustela vison</i>	xx	B	U
Mår <i>Martes martes</i>	x	B	U
Oter <i>Lutra lutra</i>	x	b	U
Rødrev <i>Vulpes vulpes</i>	x	B	Ø
Hjort <i>Cervus elaphus</i>	xx	B	(Ø)
Elg <i>Alces alces</i>	-	(N)	
Rådyr <i>Capreolus capreolus</i>	x	B	Ø
Hare <i>Lepus timidus</i>	xx	B	U

xx	God bestand	Ø	Økende bestand
x	Fåtallig bestand	U	Ukjent bestandsutvikling
-	Sporadisk	()	Bedømmingen er usikker
B	Yngler		
b	Yngler sansynligvis eller muligens		
N	Yngler ikke		

Det er uklart om havert av og til forekommer ved Kårstø. Hovedsakelig finnes havertbestanden i Rogaland på de mest eksponerte delene av kysten, i den ytre skjærgården. Kjente

yngeplasser finnes på strekningen fra Urter til Kjør og yngeperioden for havert i Rogaland antas å være november-januar (Tysse 1991). Havert-forekomstene i Kvitsøy kommune er nærmest influensområdet for aktiviteten forbundet med Statoils anlegg på Kårstø (skipsleia).

Totalbestanden av steinkobbe i Rogaland ble estimert til 105 dyr og havertbestanden til 120 dyr ved tellinger i første halvdel av 1980-åra (Tysse 1991). En spørreundersøkelse fra 1991 antyder at bestandene kan være vesentlig større enn dette (Tysse 1991). De ulike resultatene kan like gjerne skyldes ulik metodikk som reell bestandsendring.

Det er registrert oter i området i 1989 (Christensen 1989). Bestanden ser ut til å være liten. Området er et av de sørligste på Sør- og Vestlandet hvor det er funnet positiv bekreftelse på at oter forekommer etter 1988. Forekomst er også registrert ved Klepp på Jæren (Christensen 1989). På Østlandet er spredte forekomster registrert sør til områdene omkring ytre Oslofjord (Christensen pers. medd.). De sørlige oterbestandene i Norge er sterkt redusert, trolig av flere årsaker, og de gjenværende bestandene er derfor svært viktige.

Andre rovdyrarter som finnes i området er mår, mink, og rødrev ifølge opplysninger fra viltnemnda i Tysvær (Rullestad pers. medd.) viltnemnda i Bokn (Foss pers. medd.) og Fylkesmannens viltområdekart for Tyssvær og Bokn kommuner. Trolig finnes også røyskatt og snømus (Statens Kartverk 1987). Reveskabb har nå også nådd disse kommunene og rødrevbestanden er derfor mye redusert i forhold til tidligere, men ser ut til å ta seg noe opp.

Området har en god bestand av hjort, særlig i Tysvær kommune der dette er den viktigste jaktbare viltarten. Det felles omkring 100 hjort pr. år i Tyssvær. Dette utgjør ca. 45% av utstedte fellingstillatelser (viltnemnda i Tysvær v/Rullestad). I Bokn kommune er antall fellingstillatelser lite, men fellingsprosenten høy (viltnemnda i Bokn v/Foss). I jaktida finnes det spesielt mye hjort ved Kårstø, muligens på grunn av trekkveier. Hjortebestanden er stabil eller voksende. En liten, men voksende rådyrbestand har nylig etablert seg i begge kommuner. Det er ingen fast bestand av elg, men enkelt dyr forekommer.

Hare er en vanlig art i nærområdet til Kårstø-anleggene. Også før utbygging ble denne arten observert oftere ved Kårstø enn andre steder i områdene omkring (Pedersen udatert). Av andre, mindre pattedyr er det observert piggsvin, dvergspissmus, vanlig spissmus, flaggermus (ubestemt), ekorn, liten skogmus, rotte og husmus (Pedersen udatert).

8.3.4. Fisk og vannkvalitet, ferskvann

I forbindelse med forskningsprosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" som ble avsluttet i 1980, ble det dokumentert store skader på fiskebestander i sørnorske innsjøer (Sevaldrud og Muniz 1980). Skadene var størst på Sørlandet, men også i Rogaland ble det i enkelte områder registrert store skader. På Vestlandet var det mindre skader, men resultatene viste en pågående forsurening i flere områder.

Dette kapittelet vil gi en status for innlandsfiskebestandene i Rogaland med spesiell referanse til influensområdet for gassterminalen på Kårstø. Videre vil det bli foretatt en vurdering av hvilke effekter en eventuell økning av forsuringen vil ha på fiskebestandene i området, og forslag til oppfølgingsprogram.

Opplysninger om fiskebestander i innsjøer er basert på intervjuundersøkelser. Status for hver

art er angitt som god (uendret bestand), redusert (bestanden har avtatt, dvs. en negativ utvikling) og tapt. Disse opplysningene er samlet inn ved å kontakte grunneiere, innlandsfiskenemder, fiskeforeninger og andre personer med god lokalkunnskap om fiskebestander i den enkelte kommune.

Fiskebestander i ferskvann innen influensområdet

Influensområdet i forbindelse med Kårstø-anlegget for lufttransporterte komponenter er anslått til å ha en radius på 10 km (Böhler 1991), og omfattes bare av Tysvær kommune. I forbindelse med den regionale kartleggingen av fiskebestander i Rogaland, foreligger det bare opplysninger fra noen få innsjøer i nordøstre deler av denne kommunen (SFT 1988). De kartlagte innsjøene ble alle oppgitt å ha gode bestander av aure.

Innenfor influensområdet (se Fig. 8.16) finnes det 86 små og store innsjøer (registrert fra 1:50 000 kart). Bortsett fra Storevatnet og Storavatnet, er de fleste andre innsjøene i området relativt små (20–100 dekar). De fleste innsjøene er lokalisert rett nord for Kårstø og på halvøya vest for Førlandsfjorden. Aure er den dominerende fiskearten i området, men i enkelte innsjøer forekommer det også røye. Det er ukjent om alle disse innsjøene har, eller har hatt bestander av fisk. Innenfor influensområdet er det bare foretatt prøvafiske i Storevatn, og her er det registrert gode bestander av både røye og aure (Tabell 8.14). Det er imidlertid påvist tilbakegang i fiskebestander i flere innsjøer som ligger litt i utkanten av området (Harry Rokstad, Aksdal, pers.medd.). Prøvafiske som ble foretatt på 1970 tallet, viste blant annet bestandsendringer i Gåsavatn og Roms kardvatn som ligger henholdsvis 12.4 og 13.1 km fra Kårstø. Det er sannsynlig at endringene i disse bestandene er relatert til forsuring idet pH i disse to innsjøene ble målt til henholdsvis 4.8 og 4.9. Følgelig kan en ikke se bort fra at det også har skjedd endringer i fiskebestander innenfor influensområdet.

Tabell 8.14. Surhetsgrad og fiskestatus i noen innsjøer i Tysvær kommune basert på prøvafiske. (Data fra E. Berg, Rogaland Skogselskap).

Lokalitet	År	pH	Art	Status	Kart	UTM
Storevatn	1982	6.05	Aure	God	1213(4)	023781
"	1982	"	Røye	God	"	"
Bakkavikvatn	1972	5.2		Fisketomt	1213(4)	086759
Hetlandsvatn	1981	6.4	Aure	God	1113(1)	967828
Roms kardvatn	1974	4.9	Aure	God	1213(4)	063885
"	1974	"	Røye	Utdødd	"	"
Gåsavatn	1974	4.8	Aure	Tynn	1213(4)	053881
Lindelitjern	1971	6.8	Aure	God	1213(4)	134862

Regional status for fiskebestander i Rogaland

I 1987 ble det foretatt en kartlegging av fiskestatus i 898 innsjøer i Rogaland som tidligere har hatt eller fortsatt hadde bestander av aure (SFT 1988). Denne undersøkelsen viste at 278 bestander hadde gått tapt (31.0%) og 254 hadde avtatt (28.3%, inkluderer lokaliteter med utsetting og kalking). Forsuringsskadene er størst i søre deler av fylket, spesielt i kommunene Sokndal og Lund. Tap av fiskebestander er også betydelig i kommunene Eigersund, Bjerkreim,

Hå, Forsand, Gjesdal og Hjelmeland. I områdene i grensetrøka mot Hordaland (Sauda) er det også betydelige skader.

Endringer i fiskestatus fra 1970 til 1980 tallet

For å vurdere eventuelle endringer i fiskesamfunnene på grunn av økt forurening, reanalyseres status for de samme bestandene over tid. For Rogaland foreligger det data fra 543 aurebestander med opplysninger om status fra både 1978 (Sevaldrud og Muniz 1980) og 1987 (SFT 1988). Pr. 1978 var 144 av disse bestandene definert som tynne (27%), mens ytterligere 187 bestander

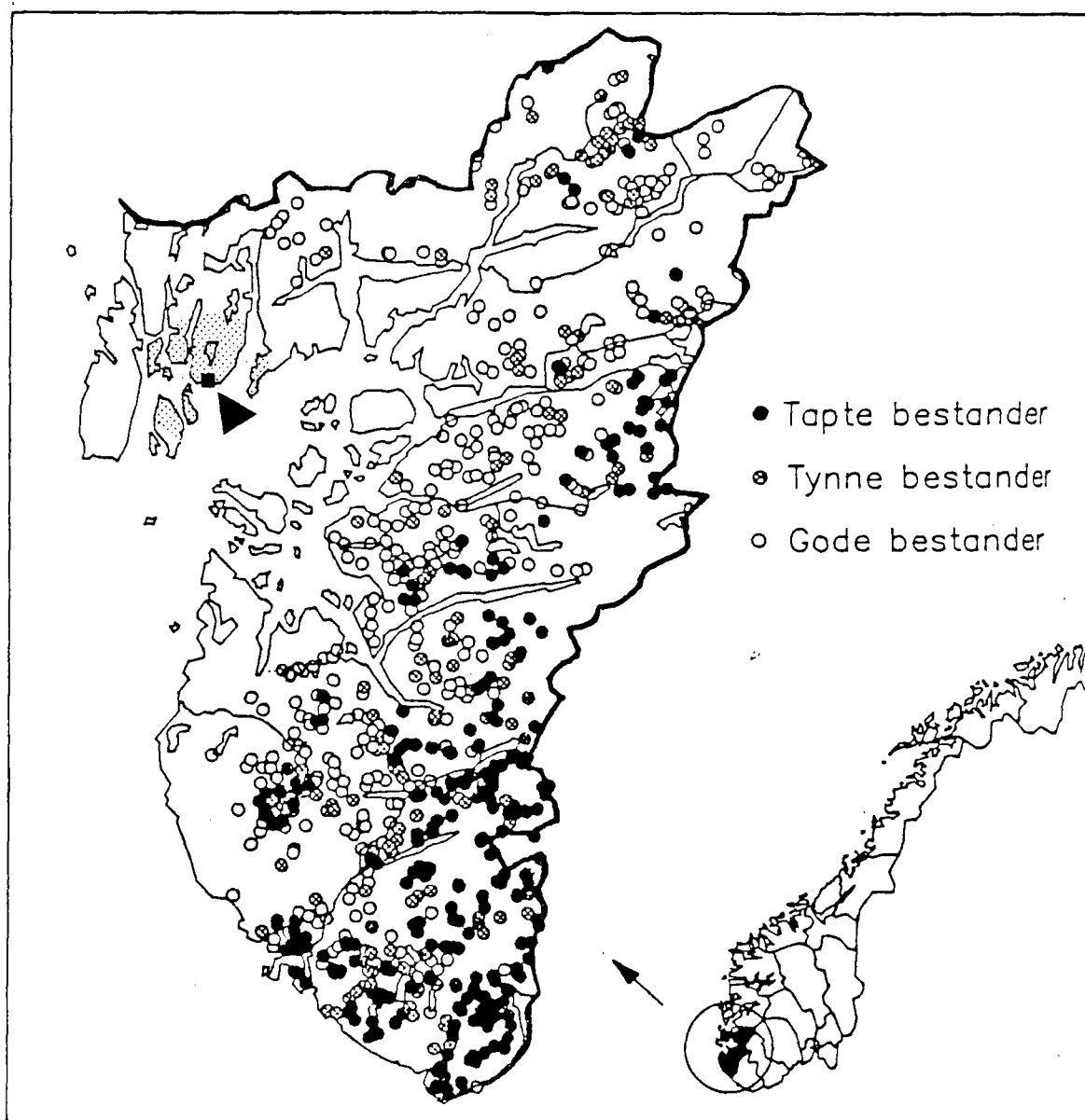


Fig. 8.16. Lokalisering av tapte, tynne og gode aurebestander i Rogaland i 1987. Kårstø og influensområdet for gassterminalen er angitt med en kvadrat/pil og skygget areal (fra SFT 1988).

hadde gått tapt (Tabell 8.15). Fram til 1987 hadde 18.4% (N=39) av de gode bestandene utviklet seg i negativ retning, mens fire bestander hadde gått helt tapt. I samme periode hadde 16.0% av de tynne bestandene blitt ytterligere redusert, mens 25.0% (N=36) hadde gått helt tapt. Totalt har det i perioden fra 1978 til 1987 skjedd en økning i tapte aurebestander på 7.4% i Rogaland.

Fiskestatus og vannkvalitet

Sammenhengen mellom fiskestatus og vannkvalitet viser at de registrerte skadene på fiskebestander i Rogaland er nær relatert til forsurening (Tabell 8.16). Innsjøer hvor det ikke er påvist skader på fiskebestander har høyere pH, høyere innhold av kalsium og lavere konsentrasjon av aluminium enn innsjøer med skadende bestander. Innsjøer med tapte aurebestander har svært marginal vannkvalitet med en gjennomsnittlig pH og kalsiuminnhold på henholdsvis 4.87 og 0.27 mg/l.

Tabell 8.15. Endringer i status for 543 aurebestander i perioden 1978 – 1987 i Rogaland.

1978			1978			1978		
God, N = 212			Tynn, N = 144			Tapt, N = 187		
1987			1987			1987		
God	Tynn	Tapt	Tynn	Avtatt	Tapt	Tapt		
169	39	4	85	23	36	187		

Tabell 8.16. Gjennomsnittlig verdi (x) og standard avvik (SA) for pH, kalsium og total aluminium for innsjøer med forskjellig bestandsstatus for aure i Rogaland.

Bestandsstatus	x	pH		n	Kalsium (mg/l)			Al (ug/l)		
		x	SA		x	Sa	n	x	SA	n
Uendret	5.65	0.62	171	1.71	1.48	114	45.9	37.6	8	
Tynn	5.07	0.34	85	1.11	1.18	54	99.8	49.4	16	
Tapt	4.87	0.21	53	0.27	0.82	43	172.3	3.1	3	

8.3.5. Områder med spesielle naturverninteresser

Miljøstatus i dag

Et arbeidsdokument om naturvern for Fylkesplanen i Rogaland lister opp områder som allerede er vernet sammen med andre interessante naturvernobjekter (Rogaland Fylkeskommune 1991).

Utslipp til luft fra terminalen

Med utgangspunkt i de fremherskende vindretningene og beregnede nitratbelastninger foreslår NILU at det benyttes en sirkel med radius 10 km som influensområde rundt Kårstø, med muligens noe kortere avstand mot øst og sørvest. I Tabell 8.17. gis en oversikt over de objektene som ligger innen det definerte influensområdet for utslipp til luft.

Utslipp til sjø fra terminalen

Et akutt utslipp av kondensat ved kai på Kårstø vil gi et tynt flak på overflaten med diameter ca. 1 km. Flaket kan tilsøle sjøfuglreservater på Gåsholmane, Årvikholmen, Nautholmen, Langholmen og Bukkholmen som ligger 2–5 km sør for Kårstø. Denne tilsølingen vil være av kortvarig karakter, men det er mulighet for at sjøfugl som kommer i direkte kontakt med flaket kan skades (se også under kap. 8.3.2).

Rørledning på land

Det er ikke registrert områder med formell vernestatus i rørledningstraseen for Sleipner kondensat. Konsekvensene er imidlertid vurdert i forhold til regionplanrådets "registrering og vurdering av verneverdige områder og forekomster av verdi for friluftsliv, natur- og kulturvern".

Traseen går gjennom friluftslivområdet Borgarfjell og båtutfartsområdet Kalstø/Kvalavåg. Borgarfjell er et variert turområde med dels fjellgrunn og noe skog. Båtutfartsområdet berøres ikke med den løsning for landfallstunnel som er valgt. Begge områdene er av lokal interesse og er av middels verneverdi.

Naturvernområder berøres av traseen. Hindomyra er en dalmyr med vekslende vegetasjon. Myra er av interesse på regionalt /fylkesnivå og har høy verneverdi.

Fiskaavassdraget er industrivannkilde. Kjerringtuva har barskogsområder med en rekke fuglearter og Kjerringtuva er småviltområde. Områdene er av lokal interesse og har middels verneverdi.

Skipstransport

Skipstrafikken inn til Kårstø vil øke fra ca. 120 anløp pr år til 300 – 400 anløp pr år. Etter utbygging av Sleipner kondensat vil det være en økning i utskipning av LPG(propan, isobutan, n-butan), og en økning av transporten av stabilisert kondensat.

Det antas at en kollisjon eller grunnstøting i skipsleia vil kunne føre til totalt utslipp av ca. 5 000 m³ stabilisert kondensat fra en av lagertankene på et tankskip. Utslipet forutsettes å skje i løpet av ca. 5 minutter.

Målinger av strøm i Boknafjorden viser at de dominerende strømmer vil være rettet parallelt med skipsleia samt at et eventuelt utslipp vil føres utover (sørover). Vind med styrke 10 m/s på tvers av skipsleia kan føre utslippet vekk fra leia med en hastighet på ca. 1 km/t. Modellberegningen for spredning av et utslipp ved kollisjon eller grunnstøting (Statoil 1989) tyder på at influensområdet vil strekke seg langs leia med maksimal utstrekning 8 km til hver side.

Tabell 8.17. Oversikt over naturvernområder innen influensområdet for utslipp til luft (ca.10 km radius fra Kårstø).**U-Bokn**

Kart	Område	Verneform	Prioritet	Beskrivelse
<i>Områder som er vernet:</i>				
U 71/ V 71	Nautøy/ Bukholmen	Naturreservat		Hekkeplass for måker og grågås
<i>Andre områder:</i>				
U 121	Vestsida av Ognøy		*(*)	Lyingheiområde med store purpurlyng-heier og hassellunder. Sjeldne moser og lav.

V-Tysvær

Kart	Område	Verneform	Prioritet	Beskrivelse
<i>Områder som er vernet:</i>				
V 71/ U 71	Nautøy/ Bukholmen			se U 71
V 72	Sørens- holmen	Naturreservat		Hekkeplass for fiskemåke og makrellterne
V 74	Årvikholmen Gåsaholmen	Naturreservat		Hekkeplass for sildemåke, rødnebbterne, makrellterne og grågås.

Prioriterte regionale områder

Kart	Område	Verneform	Prioritet	Beskrivelse
V 112	Hauge		**	Lite kystvassdrag i knausete lyingheiland-skap. Vassdraget foreslått vernet i verneplan IV.
V 125	Rossafjellet (3,5 km ²)		**(*)	Sterkt kystpreget, lite rørt furuskogsområde, tildels eldre skog. Purpurlyng i furuskog.

- * Verneverdig, av mer lokal interesse innefor region eller kommune
 ** Stor verneverdi, av landsdels- eller fylkesinteresse
 *** Meget stor verneverdi, av nasjonal eller internasjonal interesse

Gass-skyen som dannes etter et uhell er ved ugunstige meteorologiske forhold beregnet å kunne drive 6–7 km ved et utslipp på ca. 5 000 m³ (Statoil 1989).

Naturvernområdene innen influensområdet i skipsleia omfatter diverse sjøfuglreservater, samt en rullestensstrand av geologisk interesse.

Sjøfuglreservatene på Gåsholmane, Årvikholmen, Nautholmen, Langholmen og Bukkholmen i Tysvær kommune, og fuglelivsfredningsområdet Nordre Rennesøy i Rennesøy kommune vil være innenfor influensområdet. Om Nordre Rennesøy opplyser et utkast til fylkesplanen at området Sørbø–Galta fungerer som en viktig raste- og overvintringslokalitet for andefugler, dykkere og vadefugler. Videre at området er hekkeplass for andre bl. a. ærfugl, gravand, stokkand og krikkand.

8.3.6. Områder med spesielle friluftslivsinteresser

De opplysninger og vurderinger som kommer til uttrykk i dette avsnittet, er resultatet av ca. en ukes arbeid. En en-dags befarings i Tysvær kommune ga en rekke informasjon av interesse.

Dagens situasjon i Tysvær kommune

Kommunen har ca. 8000 innbyggere, og har en brukbar økonomi etter Kårstø-utbyggingen. Den tidligere utbyggingen synes ikke å ha gitt særlige sosiale problemer i kommunen, og ifølge teknisk sjef i kommunen har det nåværende anlegget under produksjon heller ikke gitt miljøvernproblemer av noen betydning.

Deler av kommunen ligger forholdsvis nær Haugesund by. Kommunen som helhet bærer imidlertid svært lite preg av dette, og det slås i kommuneplanen fast at "Dei store areala, kulturlandskapet og dei urørde naturområda med sin varierte flora og fauna, utgjer ein betydeleg resurs i Tysvær" (Tysvær kommune 1991a).

Fem mindre områder er i kommuneplanen avsatt til friområder, hovedsaklig badeplasser. Det er avsatt 21 LNF-områder med spesielle friluftslivsinteresser. Fem av disse er turområder, med forholdsvis store arealer. De øvrige LNF-områdene er spesielle steder for båtutfart. Det er fem naturreservater i kommunen, og tre naturområder i tillegg er foreslått vernet.

Kommunen har noe mellom 1200 og 1400 hytter, og i Skjoldafjordområdet og ved Espevik/Stong åpner kommuneplanen for mer enn 150 nye hytter i alt. Vi har forøvrig merket oss at kommunen har hele 22 mil med strandlinje, og at båtturisme, hytteutleie og annen reiselivsnæring er pekt ut som satsingsområde flere steder i kommunen (Tysvær kommune 1991b).

Nabokommunene

Uten å gå i detalj, vil vi nevne at situasjonen i nabokommunene ikke synes å være vesentlig ulik den vi ser i Tysvær. Utkastet til fylkesplan for friluftsliv fra november 1991 (Rogaland fylkeskommune 1991b) viser at mange friluftsområder er sikret. Det foreslås imidlertid at enda flere områder blir sikret, og at almenne friluftslivsinteresser gis prioritet i flere større turområder. Og utkastet til fylkesplanen for naturvern påviser flere verneverdige områder i den berørte

regionen, i tillegg til områder som allerede er vernet etter naturvernloven (Rogaland fylkeskommune 1991a).

Bruken av områdene

Ifølge våre informanter brukes nærområdene til Kårstø, både i Tysvær og i andre kommuner, forholdsvis mye til friluftsliv av forskjellig slag (Johan Gjølme, Ove Kambestad, pers.medd., Ryfylke friluftsråd 1991). Konkrete tall for omfanget av denne bruken har imidlertid ikke vært tilgjengelige.

Vi har forøvrig ingen grunn til å anta at bruken av nabokommunenes områder er vesentlig ulik bruken i Tysvær. Med den korte tiden vi har til rådighet, vil vi derfor konsentrere oss om Tysvær kommune, og regner med at situasjonen der og i nabokommunene ikke er ulik på noen avgjørende måte.

Vi vil i den videre framstillingen skille mellom vanlig friluftsliv, båtliv, og hytteliv/camping.

Friluftsliv. I Tysvær kommune finnes godt egnede arealer for uteliv og turer, og noen stier og turveier er merket (tysvær kommune 1991b). Mulighetene synes imidlertid i hovedsak å være tilpasset kommunens egne innbyggere. Det finnes nok en viss bruk av turterreng over kommunegrensene, f.eks. av folk som er bosatt i Haugesund. Kommunens muligheter for vanlig, landbasert friluftsliv synes likevel ikke å ha noen vesentlig regional eller nasjonal betydning, selv om den lokale betydningen er stor.

Anlegget på Sandbekken kan imidlertid være et unntak fra dette. Ved Storavatnet i innlandet er det utviklet et område for bruk til bygdetun, leirskole, friluftsområde og badeplass, med tilhørende hytter, servicebygg, og båter. De bruksmulighetene dette anlegget gir, ikke minst for større arrangementer, vil trolig tiltrekke brukere også fra andre kommuner enn Tysvær. Kommunen regner med å utnytte interessen for Cleng Peerson og utvandrerhistorien enda bedre ved møter og tilstelninger ved bygdetunet, og at anlegget derfor vil få et nedslagsfelt som går langt ut over kommunens grenser.

Båtliv. Når det gjelder båtlivet i og ved Tysvær kommune, er det imidlertid helt klart at ikke bare kommunens egne innbyggere bruker området. Her gjør regionale interesser gjør seg sterkt gjeldende, idet f.eks. fritidsbåter fra Stavanger/Sandnes-området og fra Haugesund, Karmøy og Kopervik regelmessig bruker fjordområdene og havnene i og ved kommunen Ryfylke friluftsråd, udatert). Også for strømmen av småbåter på vei langs leia over Boknafjorden eller inn til de nordre Ryfylkefjordene har områdene nær Kårstø stor betydning.

Med de helt spesielle landskapstyper og bruksmuligheter som flere av fjordene kan by på, kan man ikke se bort fra at områder både i Tysvær og i nabokommunene er av nasjonal interesse. I denne sammenhengen kan særlig Skjoldastraumen nevnes, som med sine unike saltvannssluser gir sikker tilgang til fjordsystemet innenfor (Nord-Rogaland og Sunnhordaland friluftsråd 1991). Men også de mange små havnene ved Stong, ved Røksundet og ved Boknaflæet er eksempler på så uvanlig gode forhold for båtlivet at det kan være interessant også for andre deler av landet. Ikke minst vil nærheten til båtleia nord-sør langs Vestlandskysten gjøre dette aktuelt (Norges Sjøkartverk 1990).

Men områder med stor bruksverdi for båtfolket finnes også på sørsiden av Boknafjorden og

Nedstrandsfjorden, som f.eks. Sjernarøyene, Finnøy, Rennesøy og Mosterøy. Og med de store befolkningskonsentrasjonene som finnes i Stavanger og Sandnes, må man regne med at det knytter seg sterke båtbrukerinteresser også til disse øyene (Ryfylke friluftsråd, udatert).

Det kan også nevnes at flere av de nevnte områdene, kanskje særlig Boknaflået og Sjernarøyene, åpenbart har høy landskapsestetisk verdi (Per Pallesen, pers.medd.), og representerer rekreasjonsverdier som kan ha krav på nasjonal oppmerksomhet.

Hytteliv/camping. Tysvær kommune har som nevnt 1200 – 1400 hytter. Bare Sandnes kommune har mer i Rogaland fylke.

Mange av hyttene i Tysvær tilhører utenbygdsboende. Folk fra nabokommunen i vest, Haugesund, har særlig mange hytter i Førdesfjorden. Lengre øst i kommunen har det tradisjonelt vært Stavangerfolk som har hatt hytter og andre fritidseiendommer. Med såvidt stor bruk som det her er tale om, med hytteeiere også fra andre kommuner, er det klart at hyttelivet i Tysvær er av regional betydning (Per Pallesen, pers.medd.).

I tillegg kommer faststående campingvogner, som det finnes mange av på kommunens tre campingplasser. På mange måter vil trolig disse vognene fungere som en meget konsentrert, men ellers vanlig hyttebebyggelse.

For Skjoldastraumens vedkommende kan vi forøvrig merke oss at utenlandsinnslaget synes å være forholdsvis stort. Våre informanter foreller at Tysvær kommune har mange sommergjester helt fra Tyskland i området ved Skjoldafjorden.

8.3.7. Litteratur

- Ashmore, M.R. 1984. Effects of ozone on vegetation in the United Kingdom. P. Grennfeldt (Ed.), The evaluation and assessment of the effects of photochemical oxidants on human health, agricultural crops, forestry, materials and visibility. Göteborg. IVL.
- Bakkevig, S. 1974. Eikeskog i Ryfylke. Plantesosiologiske og økologiske undersøkelser av eikeskoger og beslektede skogstyper på Nedstrand og omkringliggende distrikter. – Cand. real thesis Univ. Bergen. 163 s.
- Bakkevig, S. 1981. Vegetasjon og naturgrunnlag i Tveitaneset Naturreservat, Rogaland. – Blyttia 39: 107–113.
- Blom, H.H., Røsberg, I. & Skjolddal, L.H. 1982. Vegetasjon og flora på Kårstø, Tysvær kommune, Rogaland. – Univ. Bergen Bot. Inst. Rapp. 22. 1–12, 1–155, 1–45, 1–78.
- Brunsting, A.M.H. 1982. The influence of the dynamics of a population of herbivorous beetles on the development of vegetational patterns in a heathland system. – Proc. 5th Int. Symp. Insect. Plant. Rel., Wageningen, March 1982. 8 pp.
- Böhler, T. 1991. Foreløpig vurdering av influensområdet for gassterminalen på Kårstø. Norsk institutt for luftforskning, Notat. 3 s.
- Carlsson, O. m.fl. 1988. Fugleatlas for Rogaland. – Falco Suppl. 2. 405 s.
- Christensen, H. 1989. Rogaland. Registrering av oterforekomst. – Rapport til Fylkesmannen i Rogaland, 9 s.
- Cornelius, R., Faensen-Thiebes, A. & Meyer, G. 1985. Einsatz von *Nicotiana tabacum* L. Bel. W 3. Staub – Reinhaltung der Luft 45,2: 59–61.
- Davis, D.D. & Wilhour, R.G. 1976. Susceptibility of woody plants to sulfur dioxide and photochemical oxidants: A literature review. Corvallis Envir. Res. Lab. US Env. Prot.

- Agency, EPA-660/3-76-102.
- Egeland, Ø. 1990. Rogalandsrapporten 1989. – Falco 19 (3): 180-210.
- Eide, F.G. & Paus, Aa. 1982. Vegetasjonshistoriske undersøkelser på Kårstø, Tysvær kommune, Rogaland. – Univ. Bergen Bot. Inst. Rapp. 23: 1-84, 1-45.
- Falkengren-Grerup, U. 1986. Soil acidification and vegetation changes in deciduous forest in Southern Sweden. – Oecologia 70: 339-347.
- Fiskesjø, A.-L. & Ingeløg, T. 1984. Floraen och försurningen, effekter av SO₂ och NO₂. – Naturvårdsverket PM 3022.
- Hasselrot, T.E. 1942. Till kännedom om busk- och bladlavfloraen i sydvestligaste Norge. – Bot. Not. 1942: 279-307.
- Heggberget, T.M. (red.). 1980. Måker og kråkefugl i Norden. NKV's møte om fugl og avfall 1979. – Viltrapport 10: 1-160.
- Heil, G.W. & Diemont, W.E. 1983. Raised nutrient levels change heathlands into grassland. – Vegetatio 53: 113-120.
- Hovde, O. 1949. Myrene i kystherredene i Nord-Rogaland. – Norske Myrselsk. Medd. 47: 153-168.
- Krog, H. 1971. En lavekskursjon til Rogaland. – Blyttia 29: 161-168. Rettelse id s. 270.
- Last, F.T. 1984. Effects of atmospheric sulphur compounds on natural and man-made terrestrial and aquatic ecosystems. – Agriculture and environment 7: 299-387.
- Leblanc, F. & Rao, D.N. 1975. Effects of air pollutants on lichens and bryophytes. – B.H. Mudd & T.T. Kozlowski (Eds.). Response of plants to air pollutants. New York.
- Muniz, I.P. 1991. Freshwater acidification: its effects on species and communities of freshwater microbes, plants and animals. – Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 97B: 227-254.
- Nord-Rogaland og Sunnhordland Friluftsråd 1991: Båtliv i Skjoldafjorden. Plan for sikring og tilrettelegging av naturhavner og servicesentra i og ved Skjoldafjorden. Tysvær kommune, Akksdal.
- Norges Sjøkartverk 1990: Den norske Los. Bind 3a: Farvannsbeskrivelse Jærens Rev – Bergen. Norges Sjøkartverk, Stavanger.
- Løfgren, O. & Moberg, R. 1984. Oceaniska lavar i Sverige och deras tillbakagång. – Naturvårdsverket PM 1819.
- Paulsen, B.E. 1989. Rogalandsrapporten 1988. – Falco 18 (2): 96-118.
- Pedersen, F.H. 1982. Ornitologiske og viltbiologiske undersøkelser på Kårstø i Rogaland. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske, Zoologisk Museum, Univ. iBergen. Rapport nr. 44.
- Pedersen, H.C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransportert forurensning på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO₂, NO_x og tungmetaller. – NINA Utredning 5: 1-54.
- Reich, P.B. & Amundsen, R.G. 1986. Ambient levels of ozone reduce net photosynthesis in tree and crop species. – Science 230: 566-570.
- Roelofs, J.G.M. 1986: The effect of airborne sulphur and nitrogen deposition on aquatic and terrestrial heathland vegetation. – Experientia 42: 372-377.
- Rogaland fylkeskommune 1991a. Fylkesplan for Naturvern 1992 – 95. Utkast. Fylkesplanseksjonen, Stavanger.
- Rogaland fylkeskommune 1991b. Fylkesplan for Friluftsliv 1992 – 95. Utkast. Fylkesplanseksjonen, Stavanger.
- Rosseland, B.O., Eldhuset, T.D. & Staurnes, M. 1990. Environmental effects of aluminium. – Environmental Geochemistry and health 12: 17-27.
- Ruhling, Å. & Tyler, G. 1986. Vegetation i sydsvenska ekskogar, en regional jämförelse. –

- Svensk Bot. Tidskr. 80: 130–143.
- Ryfylke friluftsråd udatert: Dette er Ryfylke – med områder for friluftsliv. Ryfylke friluftsråd, Stavanger.
- Ryfylke Friluftsråd 1991: Årsmelding 1990. Ryfylke Friluftsråd, Stavanger.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974–1979. – SNSF-prosjektet, IR 77/80. 95 s.
- SFT 1988. (Statens forurensningstilsyn). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør, Årsrapport 1987. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 333/88. 242 s.
- SFT 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. – Statlig program for forurensningsovervåking. SFT Rapp. 466, 91: 320 s.
- Statens kartverk 1987. Nasjonalatlas for Norge. Hovedtema 4: Vegetasjon og dyreliv. Kartblad 4.2.7. Mink, ilder, røyskatt og snømus.
- Statoil. 1989. Konsekvensutredning. Ilandføring av kondensat til Kårstø. Vedlegg til revidert plan for utbygging og drift av Sleipner Øst feltet. – Statoil september 1989, 60 s.
- Temte, J.L., Bigg, M.A. and Wiig, Ø. 1991. Clines revisited: The timing of pupping in the harbour seal (*Phoca vitulina*). – J. Zool. Lond. 224, 617–132.
- Tonniejck, F. 1989. Effects of air pollution on plants: critical levels. – Smit, H. ed. Nature demands stricter limits. Report from the NGO Strategy Seminar on Air Pollution, Ede, The Netherlands, April 3–4, 1989: 17–19.
- Tysse, T. 1991. Sel i Rogaland – en intervjuundersøkelse. Rapport til Fylkesmannen i Rogaland, 52 s.
- Tysvær kommune 1991a. Kommuneplan for Tysvær. Tysvær kommune, Akrdal.
- Tysvær kommune 1991b. Velkommen til Tysvær. Tysvær kommune, Akrdal.

9. LUFTFORURENSNING

Konklusjon kapittel 9: Luftforurensning

Avgassene fra MTBE-anlegget vil i hovedsak omfatte de samme stoffer som eksisterende utslipp fra Statpipe og Sleipner Øst Kondensat (SØKT). De viktigste komponentene i utslippet er NO₂, SO₂, CO₂ og flyktige organiske forbindelser (VOC). Utslippene i tonn pr. år fra de tre enhetene på Kårstø er gitt nedenfor.

	NO _x	SO ₂	CO ₂	VOC
Statpipe	768	3	310 000	1 800
SØKT	164	2	300 000	525
MTBE	166	36	201 000	360

I tillegg kommer NO_x-utslipp ved fakling som utgjør ca 7–10% av totalutslippet.

Eksisterende utslipp inkludert SØKT gir beregnede timeverdier av NO_x på ca. 45 µg/m³ i avstand 1 500 – 2 000 m fra anlegget. Ved vind mot Sandvikfjellet vil maksimale timeverdier av NO_x opp mot ca. 70 µg/m³ kunne forekomme.

MTBE-anlegget vil gi et tillegg på ca. 5 µg/m³ fra både heateren og boileren. Avstanden til maksimalverdiene vil være 700 – 1 000 m og 1 500 – 2 000 m for henholdsvis heateren og boileren.

Spredningsberegningene over året for totalutslippet ga midlere NO₂-konsentrasjoner opp mot ca. 2 µg/m³ 1–3 km nord og sørøst for anlegget. MTBE-anlegget vil bidra med ca. 15% av denne belastningen.

Beregning av tørr- og våtavsetning bør utføres ved bruk av timevise observasjoner av vind og nedbør. Et grovt estimat, hvor det antas at det regner innen en 30°-sektor i 5–10% av tiden over året, ga nitrogenavsetning lik 6–13 mg N/m² år for totalutslippet inkludert MTBE-anlegget. Dette utgjør 0.4–1.0% av langtransportert avsetning i området.

Kårstø-anleggets bidrag til utslipp av klimagassene CO₂ og VOC vil etter oppstart utgjøre henholdsvis ca 2.4% og 1.1% av Norges totalutslipp.

Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) har utført spredningsberegninger av maksimale timesverdier og årsmiddelverdier av nitrogendioksid (NO₂) for utslipp til luft fra anleggene på Kårstø. Beregningene er utført for to situasjoner; status 1994 etter oppstart av Sleipner Øst Kondensat (SØKT) og etter oppstart av MTBE-anlegget. I tillegg til spredningsberegninger er det vurdert terminalens eventuelle bidrag til klimaeffekter pga. utslipp av karbondioksid (CO₂) og flyktige organiske forbindelser (VOC).

9.1. Utslipp til luft

Utslipp til luft fra MTBE-anlegget vil omfatte de samme stoffer som eksisterende utslipp fra Statpipe og SØKT. De viktigste komponentene i utslippet er NO₂, SO₂ og VOC. Utslippsdata for Statpipe, SØKT og MTBE er gitt i Tabell 9.1 og 9.2. Utslippet for Statpipe gjelder for etter oppstart av SØKT.

Tabell 9.1. Utslippsdata og NO_x-utslipp fra MTBE-anlegget, Statpipe og SØKT med og uten el.produksjon.

Drifts-enhet	NO _x (kg/h)	Høyde (m)	Temp. (°C)	Diameter (m)	Hastighet (m/s)
Statpipe:					
FWA	25	40	170	3,0	12,7
FWB	25	40	170	3,0	12,7
MRV m/el	47	30	145	3,0	26,0
MRV u/el	10	30	130	3,0	4,3
SØKT:					
m/el	15	40	145	3,0	4,0
u/el	30	40	145	3,0	8,0
MTBE:					
Package					
Boiler	13,8	40	300	3,0	11,4
Process					
Heater	5,1	40	177	1,5	13,1

For utslipp fra MTBE process heater er det foreslått en diameter på 1,5 m istedenfor 3,0 m. Dette vil øke utslippshastigheten fra 3,5 m/s til 13,1 m/s som har stor betydning for utslippsbetingelsene som f.eks. nedslag bak bygninger og konstruksjoner.

Tabell 9.2. Andre utslipp til luft (tonn/år).

Stoff	Statpipe	SØKT	MTBE
SO ₂	3	2	36
CO ₂	310 000	300 000	204000
NO _x (fakling)	60 – 90 [†]	5 – 10	10
VOC	1.450 ^{**}	525	360

[†] Antatt 12 g NO_x/Sm³ rågass. ^{**} Inkludert nafta-lastning

Utslippet av CO₂ vil være av samme størrelse fra de tre enhetene, mens MTBE-anlegget vil

bidra med hovedmengden av SO_2 -utslippet. For VOC og NO_x vil utslippet fra MTBE-anlegget for begge komponentene utgjøre ca 15% av totalutslippet.

9.2. Meteorologiske forhold

NILU utførte fra 1. april 1975 målinger av vind- og stabilitetsforhold i ett år på Kårstø. Vindmålinger på Utsira fyr viste at måleperioden var representativ for ett typisk år i dette området (Sivertsen 1980).

Vindretning og vindstyrke. Vindmålingene i 36 m over bakken viste de høyeste vindstyrkene om vinteren og de laveste om sommeren (Tabell 9.3).

Normalen på Utsira ga høyere vindstyrker om høsten og vinteren sammenlignet med Kårstø. Dette kan skyldes at Kårstø ligger innenfor Karmøy og er derfor skjermet for og de sterkeste vindene fra sørvest.

Tabell 9.3. Midlere vindstyrke på Kårstø over året og for hver sesong i 1975/76.

Sted	Vår	Sommer	Høst	Vinter	År
Kårstø 1975-76	5,8	4,2	5,9	6,2	5,5
Utsira 1961-75	5,6	5,0	7,2	7,5	6,4

Forekomst av vind fordelt på 12 sektorer og 4 vindstyrkeklasser på Kårstø for året 1975/76 er vist i Fig. 9.1. Vindrosen viser de to dominerende vindretningene på Kårstø, fra øst om vinter-halvåret og fra nord-norvest om sommeren. De dominerende vindretninger er knyttet til storskala-effekter som avkjøling og oppvarming av fastlandet og de tilhørende vindstrukturer som oppstår. De høyeste vindstyrkene innen en sektor forekom ved vind fra sør-sørøst (150°) og vest-sørvest (240°) om vinteren, med midlere vindhastighet på henholdsvis 8,7 m/s og 8,8 m/s.

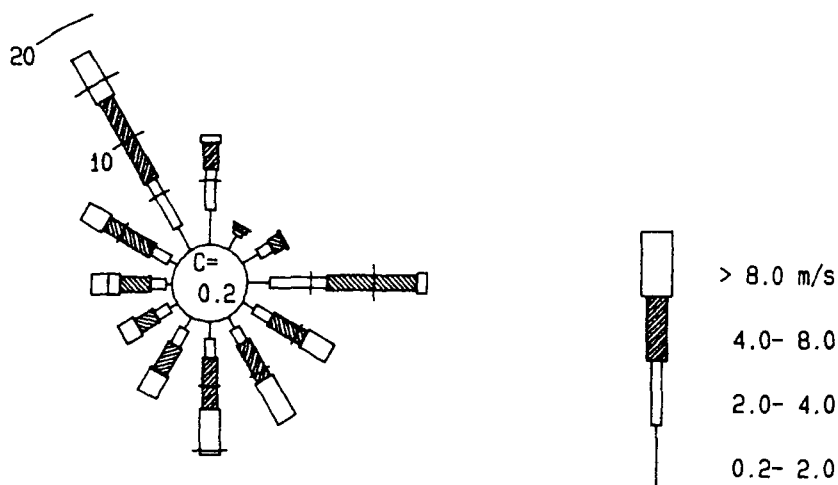


Fig. 9.1. Forekomst i prosent av vindstyrke og vindretning fordelt på tolv sektorer og fire vindstyrkeklasser på Kårstø i perioden 01.04.1975 til 31.03.1976.

Atmosfærisk stabilitet. Ved bruk av temperaturdifferanse mellom 36 m og 10 m kan den atmosfæriske stabiliteten beskrives. Stabiliteten inndeles normalt i fire klasser: ustabil (U), nøytral (N), lett stabil (LS) og stabil (S). Ustabile atmosfæriske forhold forekommer om dagen og sommeren ved klarvær og lave vindstyrker. Stabile forhold inntreffer i stille vær om natten og om vinteren. Nøytral sjiktning forekommer ved høye og moderate vindstyrker og overskyet vær. Midlere forekomst av de fire stabilitetsklasser over året er vist i Fig. 9.2.

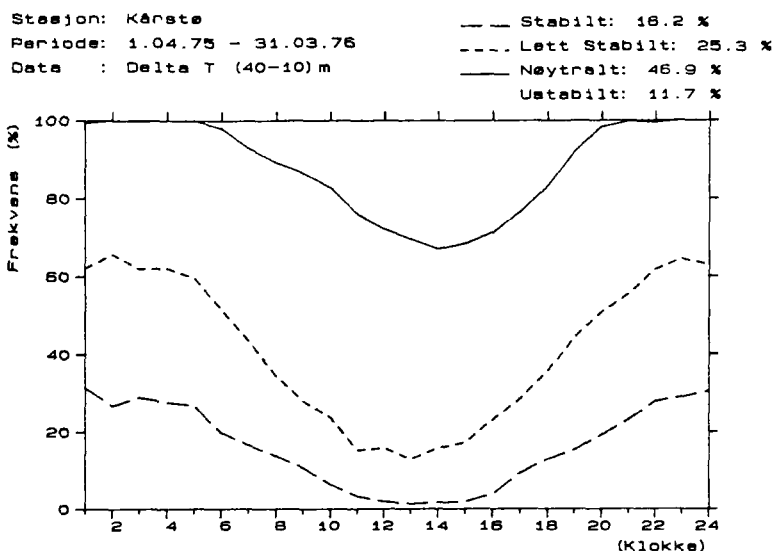


Fig. 9.2. Midlere forekomst av fire stabilitetsklasser som funksjon av tid på døgnet på Kårstø året 1975/76.

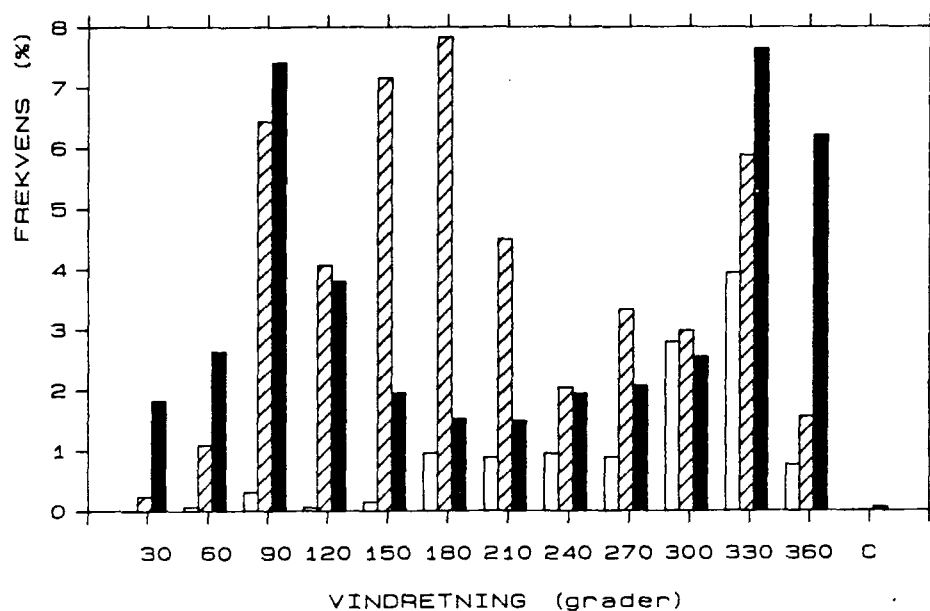


Fig. 9.3. Forekomst av stabilitetsklasser (%) fordelt på tolv vindsektorer.

Fig. 9.2 viser at ustabil sjiktning i middel forekom ca. 1/3 av tiden midt på dagen og ca. 12% av tiden over året. Lett stabil og stabil sjiktning forekom i middel ca. 2/3 av tiden om natten og totalt i ca. 40% av tiden over året. Nøytral sjiktning inntraff i ca. 47% av tiden i perioden 1. april 1975 til 31. mars 1976.

Forekomst av stabilitetsklasser fordelt på tolv sektorer er vist i Fig. 9.3. Målingene ga høyest forekomst av ustabil sjiktning ved vind langs Karmøy-sundet. Stabil sjiktning forekom oftest ved vind mellom nord og øst. Nøytral sjiktning forekom oftest ved vinder fra omkring sør.

Frekvensmatrisen for vind- og stabilitetsforhold fordelt på fire vindstyrkeklasser, fire stabilitetsklasser og tolv vindretninger som er benyttet i spredningsberegningene, er gitt i Tabell 9.4.

Tabell 9.4. Forekomst av vind- og stabilitetsforhold for tolv vindsektorer fordelt på fire vind- og stabilitetsklasser for måleperioden 01.04.1975 til 31.03.1976.

Frekvensfordeling som funksjon av vindretning, vindstyrke og stabilitet:

Klasse I: Ustabil DT < - ,5 °C

Klasse II: Nøytral - ,5 < DT < ,0 °C

Klasse III: Lett stabil ,0 < DT < ,5 °C

Klasse IV: Stabil ,5 < DT °C

Vindstille: U mindre eller lik ,2 m/s

Vind- retn.	,0-2,0 m/s				2,0-4,0 m/s				4,0-8,0 m/s				over 8,0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	,0	,1	,2	1,0	,0	,0	,1	,2	,0	,1	,2	,1	,0	,0	,0	,0	2,1
60	,0	,1	,2	1,1	,0	,3	,4	,4	,0	,6	,4	,1	,0	,1	,0	,0	3,8
90	,1	,3	,3	1,0	,0	1,6	1,5	1,3	,2	4,0	2,5	,4	,0	,5	,2	,1	14,2
120	,0	,3	,4	,3	,0	,8	,5	,1	,0	1,6	1,3	,1	,0	1,3	,9	,1	7,9
150	,0	,5	,3	,2	,1	1,0	,2	,1	,0	2,5	,8	,1	,0	3,2	,4	,0	9,3
180	,0	,8	,2	,1	,5	,9	,1	,0	,4	3,1	,5	,0	,1	3,0	,4	,0	10,3
210	,1	,5	,2	,2	,2	1,0	,2	,1	,5	1,5	,4	,0	,1	1,6	,3	,0	6,9
240	,0	,2	,2	,2	,4	,4	,2	,1	,5	,6	,6	,0	,1	,8	,6	,0	4,9
270	,0	,2	,1	,1	,2	,5	,3	,1	,4	1,1	,9	,1	,2	1,6	,4	,0	6,3
300	,1	,2	,2	,3	,5	,5	,3	,2	2,0	1,2	1,0	,1	,2	1,2	,5	,0	8,3
330	,2	,3	,6	1,0	,6	1,0	1,1	1,4	2,1	2,4	2,2	,6	1,0	2,2	,7	,0	17,5
360	,1	,5	,5	1,6	,2	,4	,9	1,7	,4	,4	,7	,6	,1	,3	,2	,0	8,5
Stille	,0	,0	,0	,0													,1
Total	,6	4,0	3,6	7,3	2,8	8,5	5,9	5,8	6,5	18,9	11,4	2,3	1,9	15,7	4,6	,2	100,0

9.3. Retningslinjer for luftkvalitet

De anbefalte retningslinjene for luftkvalitet gitt av Statens forurensningstilsyn for NO₂-konsentrasjoner er satt opp i Tabell 9.5 sammen med de anbefalte retningslinjene gitt av World Health Organization (WHO).

Tabell 9.5. Anbefalte retningslinjer for NO₂-konsentrasjoner i uteluft (µg/m³).

Midlingstid	1 h	24 h	6 mnd.
Norge (SFT)	200–350	100–150	75
Europa (WHO)	400	150	–

NO₂-verdiene gitt i Tabell 9.5 gjelder ikke for arbeids-atmosfære. Normene for arbeidsatmosfære angir 3 600 µg/m³ som grenseverdi for NO₂. Normer for arbeidsatmosfære vil derfor ikke bli overskredet om en bruker retningslinjene for uteluft ved dimensjonering av skorsteinene.

Nitrogenforbindelser kan også bidra til forsuring ved avsetning på bakken. Planter trenger nitrogen for å vokse, men når tilførselen blir for stor, klarer ikke plantene å nyttiggjøre seg alt nitrogenet. Nitrogenoverskuddet kan dermed føre til forsuring av vassdrag og jordsmonn. Grensen for hvor mye nitrogen naturen kan nyttiggjøre seg, avhenger sterkt av hva slags vegetasjon som finnes i området. Denne grensen, kalt "naturens tålegrense" varierer mellom 0,5 og 2 gN/m² år.

9.4. Timemidlete NO₂-konsentrasjoner

Ved bruk av NILUs spredningsmodeller (Böhler 1987) og utslippsdata gitt i tabell 9.1 er det utført spredningsberegninger av maksimale timeverdier av NO₂. NO_x-utslippet fra gassturbiner og kjeler inneholder ca. 15% NO₂ og 85% NO. I beregningene er det antatt at det er nok ozon tilstede til at alt NO oksideres til NO₂ umiddelbart. Dette kan være et overestimat nær utslippet.

Det er utført beregninger for førsituasjonen inkludert Sleipner Øst Kondensat (SØKT) og etter oppstart av MTBE-anlegget. I beregningen er det tatt hensyn til kildenes plassering på anleggsområdet. Spredningsberegningene er utført for vindstyrke 7–8 m/s som samlet gir høyest bakkekonsentrasjoner og som ofte forekommer ved pålandsvind.

Statpipe og SØKT. Spredningsberegninger for førsituasjonen er utført med og uten elektrisk produksjon på Statpipe/SØKT-enhetene. Resultatene av beregningene er vist i Fig. 9.4.

Fig. 9.4 viser at de to Foster Wheeler-kjelene (FWA+B) tilsammen bidrar med maksimalt 20 µg/m³ ca. 1500–2000 m fra utslippet. Disse utslippene forandres ikke avhengig av elektrisk produksjon, så bidraget er det samme i alle figurene.

Utslipet og røykgassmengde fra Moss Rosenberg-kjelen (MRV) øker ved elektrisk produksjon, men de avtar for SØKT. Da både røykgassmengden og NO_x-utslippet endres, gir dette små endringer i maksimal bakkekonsentrasjon, men avstanden til maksimum forandres.

For SØKT gir dette maksimale timeverdier av NO₂ på 20 µg/m³ i avstand 800 m med el.produksjon og 23 µg/m³ 1200 m fra utslippet uten el.produksjon. Utslipp fra MRV gir tilsvarende 12 µg/m³ i avstand ca. 2 km med el.produksjon og 16 µg/m³ 800 m fra utslippet uten el.produksjon.

Samlet belastning ved 7–8 m/s vindstyrke og uten el.produksjon vil bli maksimalt ca. 55 µg/m³

ca. 1200 m fra anlegget og ca. $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 1500–2000 m fra anlegget med el.produksjon. Sammenliknet med retningslinjene gitt i Tabell 9.5 utgjør bidraget ca. 25% av nedre grense for luftkvalitet. Ved vind mot åssiden nordvest for anlegget kan det både med og uten el.produksjon forekomme maksimale timeverdier på ca. $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som er ca. 35% av nedre grenseverdi for luftkvalitet.

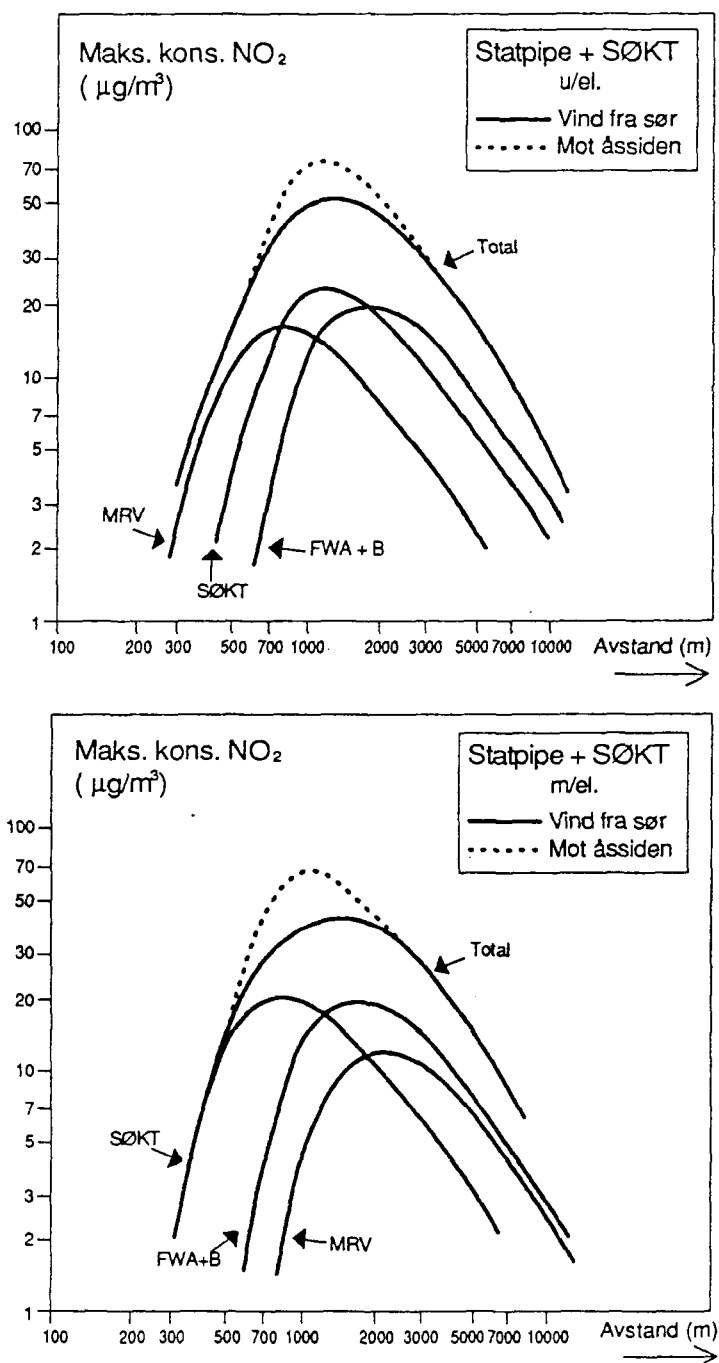


Fig. 9.4. Maksimale timeverdier av NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) som funksjon av avstanden fra anlegget før oppstart av MTBE-anlegget.

Statpipe, SØKT og MTBE. NO_x -utslippet fra MTBE-anlegget utgjør ca. 14% av totalutslippet ved el.produksjon og 17% uten el.produksjon. Spredningsberegningene for utslipp fra MTBE-anlegget og samlet etter oppstart er vist i Fig. 9.5. Beregningene er som tidligere utført ved nøytral siktning og 7–8 m/s vindstyrke.

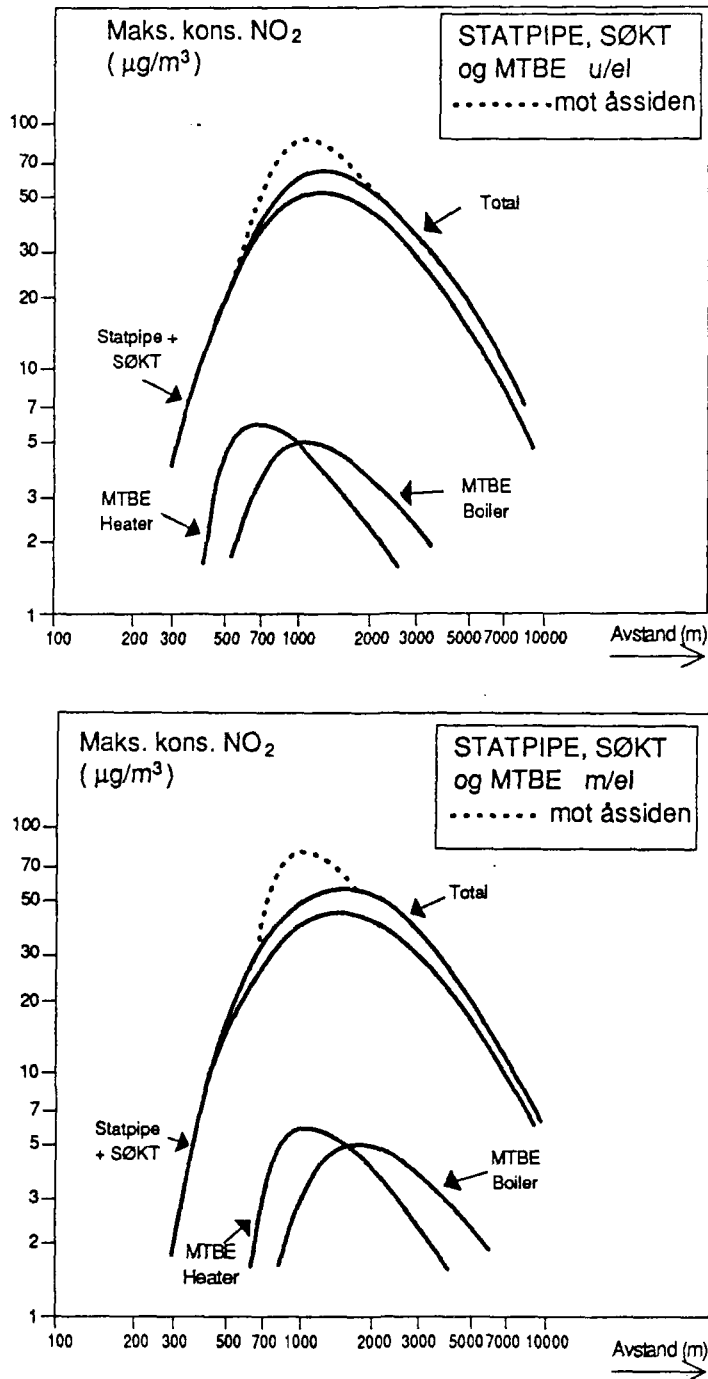


Fig. 9.5. Maksimale timeverdier av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) som funksjon av avstand fra anlegget samlet og for MTBE-utslippene.

Spredningsberegningene for MTBE-heater ga maksimale timeverdier av NO_2 opptil $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 700–1000 m fra utslippet. For MTBE-boileren kan det forekomme konsentrasjoner på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ca. 2 km fra utslippet.

Samlet kan Statpipe, SØKT og MTBE føre til maksimale timeverdier av NO_2 opptil $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for henholdsvis med og uten elektrisk produksjon. Inn mot åssiden kan det forekomme maksimale timeverdier av NO_2 opp mot $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Disse verdiene er mellom en tredel og halvparten av nedre verdi for norske retningslinjer for luftkvalitet og under en firedel av WHO's grenseverdi (se Tabell 9.4).

Fakling fra MTBE-anlegget. Normalt vil kun pilotflammen brenne på fakkelen ved MTBE-anlegget. Ved vedlikehold eller driftsstans på anlegget vil imidlertid gassen fakles gjennom vedlikeholds-fakkelen 90 m over bakken. Oppdragsgiver oppgir at varighet av faklingen vil være ca. 3 døgn og totalt vil det slippes ut ca. 10 tonn NO_x ved faklingen. Antagelsene ovenfor gir midlere utslipp i 1. time på ca. $400 \text{ gNO}_x/\text{s}$ regnet som NO_2 . Ved logaritmisk avtagning vil utslippet etter ett døgn være ca. 10% av midlere utslipp i 1. time.

Spredningsberegningene av maksimalutslippet for 1. time er vist i Fig. 9.6. Denne gir maksimale timeverdier av NO_x mellom $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uansett stabilitetsforhold. Avstanden til maksimale bakkekonsentrasjoner vil være ca. 1,2 km, 2,5 km og 7 km for henholdsvis ustabile, nøytrale og stabile atmosfæriske forhold. Ved innslag på åssiden ca. 4 km nordøst for anlegget ved ustabil sjiktning og 2–3 m/s, kan det forekomme kortvarige NO_x -konsentrasjoner på ca. $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1. time av vedlikeholds-faklingen.

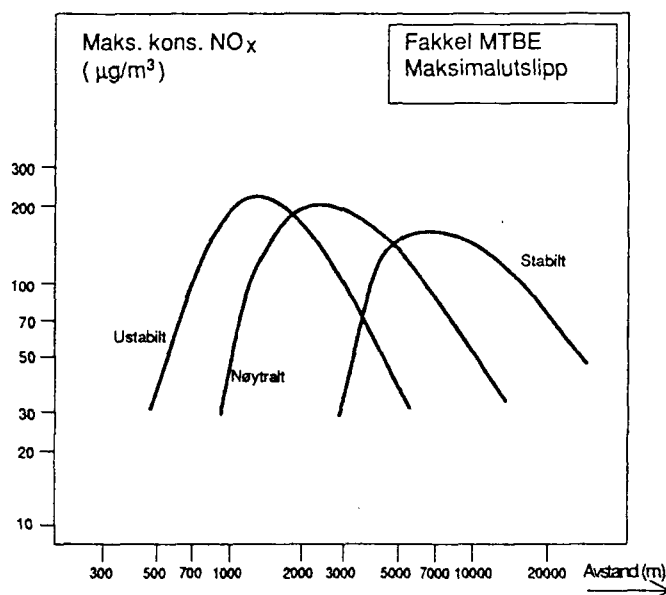


Fig. 9.6. Maksimale NO_x -konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i første time av vedlikeholdsfakling som funksjon av avstand fra fakkelen.

Ved å anta 15% av NO_x -utslipp som NO_2 og opptil $100\text{--}150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ozon tilstede i atmosfæren vil alt NO kunne oksideres til NO_2 , slik at konsentrasjonene ovenfor kan antas å forekomme

som NO_2 . Dette vil være et overestimat helt nær kilden. Sammenlignet med grenseverdiene gitt i Tabell 9.5 er de maksimale NO_2 -konsentrasjonene ved 1. time av faking ca. halvparten av WHO's grenseverdi og lik nedre verdi for norske retningslinjer for luftkvalitet.

Timemidlete SO_2 -konsentrasjoner. MTBE-anlegget vil gi utslipp av ca. 36 tonn SO_2 pr. år. Ved å anta ca. 80% av utslippet i process heater og 20% i package boiler, gir spredningsberegningene vist i Fig. 9.5 maksimale timesverdier av SO_2 på $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fra henholdsvis package boiler og process heater.

9.5. Langtidsmiddelverdier av NO_2

Ved bruk av NILUs modell for langtidsmidler, CONDEP, er det beregnet middelverdier av NO_2 over året for utslipp før og etter oppstart av MTBE-anlegget på Kårstø. I tillegg til utslippsdata gitt i Tabell 9.1, er det benyttet frekvensfordeling av vind- og stabilitetsforhold som gitt i Tabell 9.4. I beregningene er det antatt elektrisk produksjon i 75% av tiden over året. Resultatene av spredningsberegningene er gitt i Figur 9.7.

Spredningsberegningene for utslipp før oppstart av MTBE-anlegget ga de høyeste NO_2 -konsentrasjoner på ca. $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over sjø ca. 1 km sør-sørøst for terminalen. Årsmiddelkonsentrasjoner på $1,0$ – $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ forekom også ca. 1–3 km nord for anlegget og 1 km vest for anlegget. Disse verdiene er ubetydelige sammenlignet med grenseverdiene gitt i Tabell 9.5.

NO_x -utslippet fra MTBE-anlegget utgjør ca. 15% av totalutslippet på Kårstø. Spredningsberegningene ga maksimale årsmiddel-konsentrasjoner av NO_2 på ca. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 1,0–1,5 km sørøst for anlegget. Områdene for årsverdier mellom $1,0$ – $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ får en større utstrekning sammenlignet med førsituasjonen. Sammenlignet med den norske retningslinjen for 6 mndr. gir NO_x -utslippet fra Kårstø maksimale årsmiddelkonsentrasjoner på opptil ca. 3% av retningslinjen.

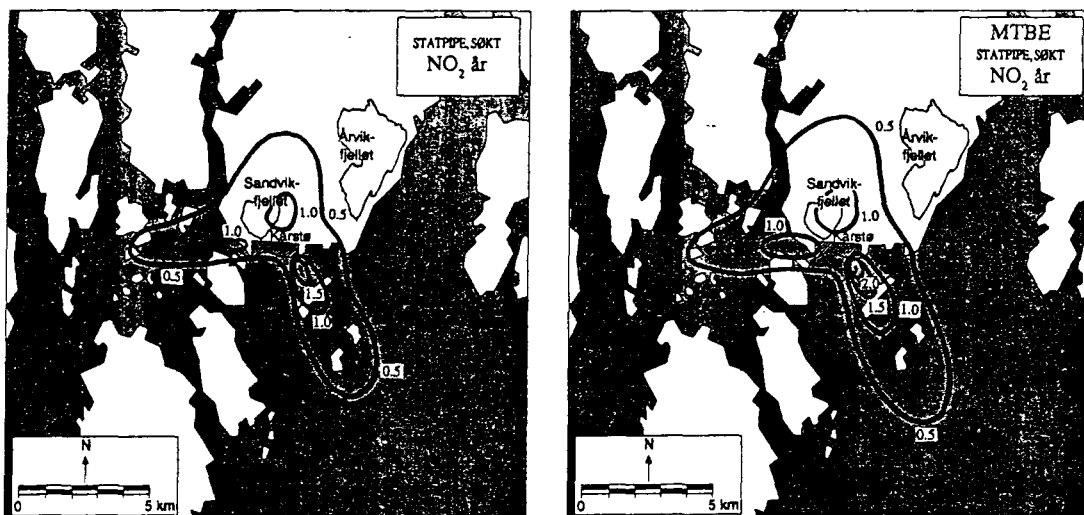


Fig. 9.7. Årsmiddelkonsentrasjoner av NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved utslipp fra Kårstø-anlegget før og etter oppstart av MTBE-anlegget.

9.6. Estimert av våtavsetning av nitrogen

En realistisk beskrivelse av tørr- og våtavsetning av nitrogen vil innebære kjemiske atmosfæriske reaksjoner koblet til spredningsberegninger utført på timebasis over en lengre periode. Da det ikke foreligger samtidige verdier av nedbør, vind og turbulens på timebasis, er det utført en enkel fluksbetraktning analogt med tidligere industrietableringer.

Tatt i betraktning kildenes bidrag som funksjon av avstanden fra utslippet, vil trolig nedfallet av nitrogen forekomme inntil ca. 100 km fra terminalen. Arealet av en 30°-sektor ut til 100 km er ca. 2600 km². Totalt vil det slippes ut ca. 334 tonn N pr. år. Tidligere erfaringer fra Vestlandet tilsier at det maksimalt vil forekomme nedbør innen en 30°-sektor i 5–10% av tiden over året. Ved bruk av antagelsene ovenfor vil derfor bidraget fra terminalen inkludert MTBE-anlegg være 6–13 mgN/m² år.

Den langtransporterte avsetningen av nitrogen i området er ca. 1,5 gN/m² år. Bidraget til nitrogen-avsetning fra hele Kårstø-terminalen vil som middel over en 30°-sektor inntil 100 km derfor utgjøre maksimalt 0,4–1,0% av dagens avsetning i området. Innenfor et mindre område i maksimal nedbørsektor vil det maksimale bidraget kunne bli ca. 3% av langtransportert avsetning.

9.7. Klimaeffekter av utslipp fra terminalen

I jordens atmosfære finnes en rekke gasser som absorberer varmestråling fra jorden, og som derved sørger for at klodens middeltemperatur er ca. 35 °C høyere enn uten denne varmeabsorpsjonen. Det er denne siste effekten som kalles drivhuseffekten, og som gjør kloden levelig for de organismer som finnes der. Økt innhold av den del av disse gassene vil kunne øke drivhuseffekten, slik at temperaturen stiger ytterligere.

Vanndamp og karbondioksid (CO₂) er de viktigste naturlige drivhusgassene. I tillegg til naturlige CO₂-utslipp, bidrar menneskelig aktivitet til utslipp som øker atmosfærens drivhuskapasitet. De gassene som særlig bidrar til den økte drivhuskapasitet er 1) karbondioksid (CO₂) som slippes ut ved forbrenning av fossilt brensel og ved avskoging, 2) metan (CH₄) som dannes i forbindelse med husdyrhold, rismarker og bruk av naturgass, 3) klorfluorkarboner (KFK) og haloner som bl.a. brukes i kjøleanlegg, spraybokser og brannslukningsutstyr, 4) troposfærisk ozon (O₃) som dannes ved fotokjemiske reaksjoner mellom nitrogenoksider (NO_x) og hydrokarboner, og 5) dinitrogenoksid (N₂O) som dannes ved mikrobiologisk aktivitet.

Før den industrielle revolusjon var CO₂-konsentrasjonen ca. 280 ppm (0,028%), mens den i dag er ca. 359 ppm. Konsentrasjonen øker med ca. 0,5% pr. år (Miljøverndepartementet 1991). Også for de andre drivhusgassene er konsentrasjonen økende. De enkelte drivhusgassene har høyst forskjellig evne til å absorbere langbølget (infrarød) stråling, og CO₂ er faktisk den minst "effektive" av drivhusgassene pr. utslippet mengde. Dens betydning som drivhusgass skyldes at den finnes og slippes ut i langt større mengder enn de andre klimagassene. Hvis det ikke iverksettes nye tiltak for å redusere utslipp av klimagasser, ga FNs klimapanel at den globale middeltemperaturen vil øke med ca. 0,3 °C pr. tiår i det neste hundreåret (Miljøvern-departementet 1991). Av denne temperaturøkningen vil utslipp av CO₂ som skyldes menneskelig aktivitet stå for en snau tredjedel. Resten vil skyldes metan, dinitrogenoksid, KFK og ozon.

Det har senere kommet fram (opfølging av FNs klimapanel 1992) at den økte drivhusoppvarmingen fra KFK helt eller delvis kan motvirkes av en avkjøling pga. nedgangen i ozonmengden i den nedre stratosfære forårsaket av klorkomponenter som stammer fra KFK. Dette forhold, samt en avkjølede virkning av sulfatpartikler dannet fra SO_2 -utslipp, har ført til at FNs klimapanel nå antar at temperaturøkningen i de nærmeste tiårene kan bli noe langsommere enn tidligere antatt.

Utslippene av drivhusgasser i Norge er små sammenliknet med de globale utslippene, bare 0,2%. Men målt pr. innbygger har Norge 2-3 ganger høyere utslipp av de viktigste klimagassene enn gjennomsnittet i verden. Utslipp av klimagassene i Norge er gitt i Tabell 9.6.

Tabell 9.6. Utslipp av klimagasser i Norge.

	Enhet	1988
Karbondioksid (CO_2)	Mill.tonn	34,5
Metan (CH_4)	1000 tonn	289
Lystgass (N_2O)	1000 tonn	13
Nitrogenoksider (NO_x)	1000 tonn	225
Flyktige organiske komponenter (VOC)	1000 tonn	248
Karbonmonoksid (CO)	1000 tonn	635
Klorfluorkarboner (KFK) og haloner	tonn	2532 ¹
HKFK-22, metylkloroform	tonn	1360 ²

¹) Foreløpige tall

²) Tallene gjelder for 1986, og inkluderer KFK i importert produkter. Kilde: SFT og SSB, 1991.

Utslipp av CO_2 og flyktige organiske forbindelser (VOC) fra MTBE-anlegget blir henholdsvis $0,20 \times 10^6$ og 360 tonn/år. Dette utgjør ca. 0,6% og 0,14% av Norges totalutslipp av henholdsvis CO_2 og VOC i 1988 (MD, 1991). Totalt vil utslipp av CO_2 og VOC etter oppstart av MTBE-anlegget utgjøre henholdsvis ca. 2,4% og 0,9% av totalutslippet i Norge. NO_x , VOC og CO_2 virker bare indirekte inn på drivhuseffekten ved at disse komponentene deltar i produksjonen av troposfærisk ozon, som er en drivhusgass. FNs klimapanel (oppfølging 1992) vil ikke lenger kvantifisere klimavirkningen av disse komponentene fordi store usikkerheter er knyttet til slike beregninger.

9.8. Oppfølgende undersøkelser

Et terminal- og prosessanlegg som på Kårstø vil gi utslipp til luft av SO_2 , NO_2 , CO_2 , hydrokarboner og partikler. Det bør derfor utføres omfattende målinger i omgivelsene før og etter oppstart av MTBE-anlegget for å kartlegge de eventuelle tilleggene til forurensningssituasjonen som dette anlegget medfører. Målingene må beskrive de sesongvise og romlige variasjoner som vil inntreffe i omgivelsene.

For å kartlegge spredningsforhold og kildenes bidrag til belastninger i området, bør det samtidig måles meteorologiske parametre i området. De meteorologiske målingene bør omfatte vindretning, vindstyrke, temperaturdifferanse, nedbør- og turbulensintensitet. Disse

parametrene vil i tillegg til å beskrive spredningsforholdene i området benyttes til å beregne våtavsetning av nitrogen og svovel i området basert på tidsvis data.

For å beskrive luftkvaliteten i området bør det måles kontinuerlig i ett år for komponentene SO_2 , NO_x , partikler, ozon, sulfat og nitrat. I tillegg må det tas stikkprøver av hydrokarboner. Målinger av nedbørkvalitet må omfatte komponentene: mengde, pH, SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} og ledningsevne. Disse er viktige komponenter for å beskrive våtavsetning av svovel og nitrogen i området.

De nærmeste stasjonene i det statlige overvåkingsprogrammet i Norge vil bli benyttet for å vurdere bidraget fra lokale kilder og representativiteten av måleperioden sammenlignet med tidligere år.

9.9. Litteratur

- Bøhler, T. 1987. Users guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. – Norsk Institutt for Luftforskning, Lillestrøm, NILU TR 8/87.
- Haugsbakk, I. og Tønnesen, D. A. 1986. Måling av nitrogenoksider på Kårstø oktober 1987–mars 1988. – Norsk Institutt for Luftforskning, Lillestrøm, NILU OR 81/88.
- Miljøverndepartementet, 1991. Drivhuseffekten, virkninger og tiltak. Rapport fra Den Interdepartementale Klimagruppen. Mars 1991.
- SFT 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. SFT-rapport 466/91.
- Sivertsen, B. 1980. Statfjord Gas System. Meteorology and air quality at Kårstø. – Norsk Institutt for Luftforskning, Lillestrøm, NILU OR 4/87.
- Tønnesen, D. A. 1988. Måling av nitrogenoksider på Kårstø 1986. –Norsk Institutt for Luftforskning, Lillestrøm, NILU OR 24/87.

10. VANNFORURENSNING

Konklusjon kapittel 10: Vannforurensning

Utslippene til sjø fra ordinær drift ved MTBE-anlegget faller i tre hovedkategorier: oppvarmet saltvann tidvis med restoksydasjonsmiddel fra klorering, oljeholdig avløpsvann fra prosessrensaneanlegget og sanitæravløpsvann. I tillegg tilføres sjøområdet noe nitrat som avsetning fra luftutslipp. På grunnlag av fortynningsberegninger konkluderes at de utslipp som kan ha virkning ut over sonen umiddelbart rundt utslippet er oppvarmet sjøvann, restoksydasjonsmiddel, og sanitæravløp. Det er en liten mulighet for at kjølevannsutslippet kan inneholde små mengder persistente og akkumulerbare miljøgifter (klorerte hydrokarboner, evt. også PAH), men det er ikke informasjonsgrunnlag for eventuelt å kvantifisere forekomsten.

Influensområdet for overtemperatur på 1 grad C eller mer, ved et samlet kjølevannsutslipp fra alle anlegg på 34 600 m³/t, er beregnet til en radius av ca. 900 m i øst- og vestlig retning fra utslippet ved Kårstø. Dette begrenser influensområdet til strekningen mellom Frekasundet og Årviksundet. Tilsvarende influensområde for 0.5 grad C overtemperatur vil være ca 3400 m. Utstrekningen sørover er forventet være ca 1/5 av disse avstandene. Beregningene gir et snevrere influensområde enn det som er beregnet av NHL for et teoretisk utslipp 25 000 m³/t, men stemmer rimelig bra overens med beregninger gjort av Veritas Miljøplan på utslipp på 9 000 og 20 000 m³/t.

Konsekvensene av utslippene på de frie vannmassers økosystem forventes i hovedsak begrenset til de vannmasser som direkte blandes inn i kjølevannsstrømmen. Det ansees som usannsynlig at utslippene fører til målbare endringer i produksjonsforhold eller artssammensetning i Kårstøbassengets plankton.

Konsekvenser av utslippene på strandsonen og hardbunnsområder på grunt vann vil kunne føre til lokale effekter på hardbunnsorganismer innenfor industriområdet (900m) og spesielt i områder hvor det kan oppstå lokale bakevjer og oppstuing. Effekten vil være små i nevnte område, men kan føre til en forandring av samfunnsstrukturen, noe som også ble registrert på en av 28 lokaliteter i etterundersøkelsen 1988-1989, den som lå nærmest terminalen. Endringer av samfunnsstruktur er imidlertid reversible.

Resultatene fra bløtbunnsundersøkelsene før og etter etableringen av terminalen viste at petrokjemianlegget ikke hadde ført til påvisbar endring i miljøtilstanden på bløtbunn fram til og med 1989. De planlagte utslippene ville hovedsakelig være en forsterkning av de eksisterende påvirkningstyper, men deres betydning, sett i forhold til eksisterende utslipp, naturtilstanden på bløtbunn og naturtilstandens variasjoner, vil neppe være målbare.

Uhell ved lastning og lossing og skipstransport kan føre til utslipp av metanol og ferdig MTBE til sjø. Uhell ved kai beregnes å kunne resultere i søl av størrelse 7-70 tonn av disse kjemikalier i løpet av få minutter før tilførsel stoppes. For metanol er anslått et influensområde med giftige konsentrasjoner i den øverste meter av vannmassene ut til en radius av ca 4500 m hvor alger og dyr i strandsonen og på grunt vann vil kunne skades.

Tilsvarende for MTBE er anslått til ca 100 m, men grunnlaget for anslaget er meget svakt. Også her er det organismer nær vannoverflaten som vil komme i kontakt med nevneverdige mengder. Ved omfattende uhell må en regne med at det vil ta 5 – 10 år før organismesamfunnet er helt rehabilitert. For MTBE finnes ikke datagrunnlag for å anslå influensområde og mulige skadevirkninger, men det er sannsynlig at spredningen er grunnere og mindre enn for metanol og at det også her er organismer nær vannoverflaten som vil komme i kontakt med nevneverdige mengder.

Utslipp ved skipskollisjon eller grunnstøting omfatter de samme kjemikaliene og forventes i verste fall å være av størrelse 1500 tonn over en periode på 5–10 minutter. Influensområdet for giftige konsentrasjoner av metanol er anslått til en avstand av 8–10 km fra ulykkesstedet, for MTBE under 100 m. For en ulykke mellom Rennesøy og Bokn, der innseilingen krysser skipsleia, er det sannsynlig at betydelige grunnområder i ytre del av Boknafjorden vil kunne utsettes for skadelige mengder metanol. Også ved skipsuhell er det mangelfullt grunnlag for å bedømme skadevirkningene av MTBE på naturmiljøet.

Det anbefales at det gjennomføres en undersøkelse av strøm og temperaturforhold ved Kårstø over anslagsvis ett år for å fastslå om de teoretiske beregningene av spredning og influensområde for dagens kjølevannsutslipp stemmer med virkeligheten. Det vil også være behov for en biologisk oppdatering av et utvalg hardbunnsstasjoner. Dette for å verifisere de konklusjoner som er tatt ut fra teoretiske vurderinger. Disse undersøkelser vil i stor grad bedre grunnlaget for å forhåndsanslå influensområdet for det utvidede utslippet etter MTBE-etableringen.

Videre anbefales at det gjennomføres en orienterende analyse av miljøgiftinnholdet i avløpet fra prosessrensaneanlegget og rett utenfor kjølevannsutløpet. Dersom disse analysene viser at betenkelige mengder klorerte hydrokarboner forekommer i kjølevannsstrømmen, bør man vurdere å skille utløpene av kjølevann og prosessavløpsvann.

Det anbefales også at man klarlegger hvilke undersøkelser av miljøegenskaper hos MTBE som i dag er i gang i USA, evt. også andre steder, for å identifisere viktige undersøkelsesoppgaver av relevans for norske forhold som ikke dekkes av disse.

10.1. Innledning

Kapitlet tar for seg konsekvensene av de planlagte utslipp fra MTBE-anlegget til sjøområdet ved Kårstø. Etter planen vil utslippene bli konsentrert i to punkter: kjølevannsutslipp inklusive prosessavløpsvann, og sanitærvann. Kjølevann-/prosessutslippet vil enten foregå i eksisterende utslippsposisjon på 9 m dyp, alternativt ca. 50 eller ca. 300 m øst for nåværende utslipp og på omtrent samme dyp (Fig. 10.1). Sanitærvann fra MTBE-anlegget, både under utbygging og drift, vil gå til eksisterende behandlingsanlegg for sanitærvann. Dette har sitt utløp på ca. 15 m dyp øst for Kårstø kai.

Kapitlet behandler videre konsekvensene av uhell under lasting av metanol og MTBE, og av et uhells-scenario under skipstransport.

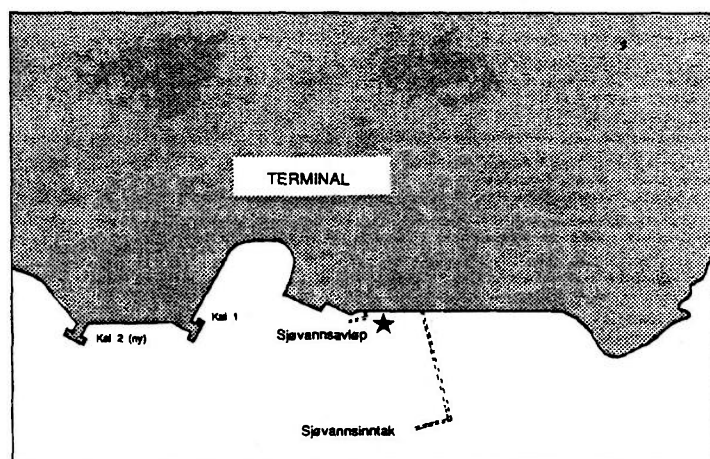


Fig. 10.1 Dagens inntaks- og utslippsarrangement for kjølevann på Kårstø. Utslippsposisjon for kjølevannet fra MTBE-anlegget er antydnet med stjerne.

10.2. Grunnlagsdata

Grunnlag for utredningen er beskrivelser av nåværende utslipp (Konsekvensutredninger for Sleipner øst kondensattransport (Asplan 1989, Statoil 1989, Terje Kleppe pers. inf.), beskrivelser av forventede utslipp fra MTBE-anlegget (Statoil 1991, Kellogg 1991), strøm- og hydrografi-data fra resipienten som grunnlag for modellering av spredning og fortynning av avløp, og diverse bakgrunns litteratur om miljøeffekter og kvalitetskriterier for de aktuelle utslippskomponenter (f.eks. Verschueren 1983, Bakke et al. 1988).

10.3. Utslippskarakteristikk

Tabell 10.1 gir en kortfattet oversikt over de eksisterende og planlagte utslipp, sammensatt fra de ulike kildene. Utslippene faller i tre hovedkategorier: kjølevann, oljeholdig avløpsvann og sanitærvløp. Andre utslippskilder som potensielt oljeholdig drens- og flomvann og ballastvann ledes til behandlingsanlegg for oljeholdig avløpsvann og utgjør derfor en del av dette. I tillegg tilføres sjøområdene nitrat som avsetning fra luftutslipp (kapittel 9).

10.3.1. Kjølevann

Det planlagte MTBE anlegget er planlagt satt i drift i løpet av våren 1995. Planen innebærer utslipp på 9600 m³/time (2.6 m³/s) og med overtemperatur på inntil 10°C. Innen 1993-94 vil det stå ferdig et nytt anlegg for mottak av gasskondensat fra Sleipner Øst feltet. Dette anlegget vil også medføre utslipp av kjølevann.

Når fabrikken for Sleipner Øst kondensat står ferdig, vil kjølevannsutslippene ved Kårstø komme opp i 25,000 m³/time, tilsvarende 7 m³/s. Tabell 10.2 viser at utslippene fra MTBE anlegget vil representere en øking i utslippsmengdene på 38.4%.

Tabell 10.1. Eksisterende og planlagte utslipp til sjø fra virksomheten på Kårstø.

Utslippsstype	Dagens utslipp		Dagens utslippstillatelse		Nåværende og forventede utslipp 1)		MTBE-anlegget		Samlede utslipp inkl. MTBE	
	STATPIPE	STATPIPE	STATPIPE	STATPIPE						
Kjølevann										
Mengde	11000 m ³ /t 2)	17000 m ³ /t	17000 m ³ /t	25000 m ³ /t 17)	9600 m ³ /t 3)	34600 m ³ /t				
Temperaturøkning	8.5 grad C	maks. 10 grad C	maks. 10 grad C	maks. 10 grad C 4)	10 grad C	10 grad C				
Restklormengde	7 kg/døgn			maks. 15 kg/døgn	ca 7 kg/døgn 6)	ca 22 kg/døgn 6)				
Konsentrasjon i utslippet 4)	0.5 - 1 mg/l			0.5 - 1 mg/l	0.5 - 1 mg/l	0.5 - 1 mg/l				
Inntaksdyp	30 m dyp			30 m dyp	30 m dyp 7)	30 m dyp				
Utslippsdyp	9 m dyp			9 m dyp	ikke avgjort 8)	30 m dyp				
Oljeholdig avløpsvann										
Mengde	14-64 m ³ /t	105 m ³ /t	105 m ³ /t	maks. 115 m ³ /t 9)	ca. 15 m ³ /t	max. ca. 130 m ³ /t 10)				
Konsentrasjon av hydrokarboner	1 - 5 mg/l 21)	30 mg/l	30 mg/l	5 mg/l 11)	ca. 3 mg/l	5 mg/l				
Metanol					25 mg/l	25 mg/l				
Total fenolmengde				0.5 mg/l 9)	ikke oppgitt 19)	ca. 0.5 mg/l				
Organisk innhold (TOC)	51 mg/l			maks. 100 mg/l 22)	ikke oppgitt 19)	ca. 100 mg/l				
Miljøgifter				12)	ikke kvantifisert	intet anslag				
Sedimenterbart partikkelmateriale				ikke oppgitt	ca 4 g/time 18)	> 4 g/t				
Utslippsdyp 16)				9 m dyp	9 m dyp	9 m dyp				
Sarmitærvløp										
Mengde	450 person-ent. 13)	500 person-entheter	500 person-entheter	600 person-ent. 20)	80-100 pers.-ent.	ca. 700 person-ent.				
Utslippsdyp	15 m 14)	15 m	15 m	15 m	15 m	15 m				
Drens- og flomvann 15)										
Ballastvann 15)										

- 1) Inkluderer Sleipner (landføring og kompressor)videlse
2) Målinger 1986-90 viser i snitt 9500 m³/t. Gj.snitt 1991: 10500 m³/t.
3) Alternativ 1. Alternativ 2: 5800 m³/t
4) Gjenbruk av kjølevann ikke aktuelt.
5) Periode for reaktor i kjølevannet 40 min pr. døgn
6) Anslag på basis av kjølevannsmengde
7) Samme innlak som dagens anlegg
8) Aktuelt med eget utslipp litt øst for nåværende utløp
9) Gode anslag for mengde ikke tatt. Maksimalt tillatt utslipp
10) Dagens maksimum + Sleipner (115 m³/t) + MTBE
11) årsgjennomsnitt og 75 kg/uke
12) Alle prosessvaskestrømmer går til renseanlegg. Utløp herfra er ikke analysert for miljøgifter.
13) Kapasitet 2 500 personer. Siamavskiller. Ingen ryetablering for Sleipner eller MTBE
14) Utslipp på ca. 15 m dyp øst for Kårstø kai
15) Oljeholdig ledes inn i prosessrenseanlegget
16) Avløpet ledes inn i kjølevannstrømmen
17) Dagens + Sleipner: ikke over 21000 m³/t, kompressor: 4000 m³/t
18) Ut av prosessrenseanlegget
19) Ikke angitt som aktuelle komponenter for MTBE
20) +500 ved revisjonsstans
21) vesentlig små allfaler
22) maksimalt 1400 kg/uke

Tabell 10.2. Utslippsmengder av kjølevann ved Kårstø før og etter etablering av MTBE anlegget.

UTSLIPP/ANLEGG	Kjølevannsmengde	Delta-T	Varmeflux
Før MTBE-anlegg	25,000 m ³ /t, 7 m ³ /s	+10 °C	285 MW
MTBE-anlegg	9,600 m ³ /t, 2.6 m ³ /s	+10 °C	110 MW
Tot. med MTBE-anl.	34,600 m ³ /t, 9.6 m ³ /s	+10 °C	395 MW
Endring	+ 38.4 %	0 %	+ 38.4%

Endringen skjer både i form av større vannfluks, og større varmefluks. Overtemperaturen har i følge forutsetningene samme øvre grense som før. Det kan antas at overtemperaturen varierer noe gjennom året, både som følge av varierende produksjon, og ytre (klimatiske) forhold.

Det er forutsatt å benytte eksisterende inntak for kjølevann for MTBE anlegget. Dette ligger ca 300 m fra land, på ca 30 m dyp. Utslipet vil ligge på 9 m dyp, ca 40 m fra land (Fig. 10.1, kart over terminalområdet).

10.3.2. Oljeholdig avløpsvann

Dagens utslippstillatelse for terminal og SØKT for oljeholdig avløpsvann er 115 m³/t ut fra vannrenseanlegget (Tab. 10.1). Dette inkluderer oljeholdig drens- flom- og ballastvann. De allerede vedtatte utbygginger vil ikke produsere mer vann enn dette i følge Statoil, men mer detaljert anslag er ikke mottatt. MTBE-anlegget er beregnet å bidra med ca 15 m³/t, slik at utgangspunktet for en konsekvensbedømming er satt til 130 m³/t som maksimal utslippsrate ut fra renseanlegget.

Det er oppgitt at vannet ved utløp av renseanlegget i dag (inklusive SØKT) kan inneholde hydrokarboner (grense 5 mg/l) og fenoler (grense 0.5 mg/l). Konsesjonen på utslipp av organisk karbon (TOC) er på 100 mg/l som årsgjennomsnitt (Tabell 10.1). Ved etablering av MTBE-fabrikken er det oppgitt at avløpsvannet herfra vil inneholde 25 mg/l metanol (ut fra renseanlegget). Avløpet fra renseanlegget vil også inneholde metaller og organiske miljøgifter fra MTBE-fabrikken (muligens også fra eksisterende kilder). Dette er oppgitt å forekomme som "ikke vesentlige mengder", men det eksisterer ingen analyser av avløpsvannets innhold av miljøgifter. MTBE-anlegget vil gi et bidrag av sedimenterbart partikkelmateriale, oppgitt til ca 4 g/t ut av prosessrenseanlegget.

10.3.3. Sanitæravløp

Dagens sanitæravløp går til slamavskiller og vannet deretter i utløp øst for Kårstø kai på 15 m dyp. Anlegget har en kapasitet på 2 500 personer, som forventes tilstrekkelig for alle de planlagte nyetableringene, inklusive MTBE.

10.3.4. Nitrogenavsetning fra luft

NILU har beregnet at avsetning av lufttransportert nitrat fra anlegget vil skje innenfor ca. 80–100 km avstand. I middel innenfor en 30° sektor kan det forekomme avsetning på 6–13 mgN/m² ut til 100 km, som tilsvarer 0.4–1% av dagens langtransporterte avsetning. Maksimalbidraget fra anlegget vil lokalt kunne komme opp i ca 3% av den langtransporterte avsetningen.

10.4. Fortynning og influensområde for kjølevann

Dette kapittel utleder de fortynningsfaktorer som forventes være gjeldende for utslippene fra MTBE-anlegget. Videre utledes forventede konsentrasjoner av de aktuelle utslippskomponentene som følge av beregnet primærfortynning (dvs. inntil de når innlagringsdyp). De komponenter som allerede etter primærfortynningen har nådd en så lav konsentrasjon at miljøeffekter ikke er sannsynlig, behandles ikke videre.

Når det varme utslippsvannet strømmer ut av røråpningen, vil det oftest stige eller synke noe i vannsøylen, inntil det finner et likevektsnivå med hensyn til egenvekt og oppdrift. I denne oppstigings- eller nedsynkingsfasen (kalt primærfortynningsfasen) gjennomgår utslippsvannet en innblanding med omgivende vann, og temperaturkontrasten utviskes gradvis med økende tid/avstand fra utslippet.

Utslippsstrålens kinetiske energi gir utslippsvannet noe fart ut fra røråpningen, noe som bidrar til en viss horisontalspredning allerede i startfasen. Denne spredningen er imidlertid liten, i det vannet raskt bremses av turbulens/friksjon. I stedet overtar strømmen i resipienten kontrollen med den videre spredningsprosessen. Innstillingen til innlagringsdypet (likevektsdypet) skjer relativt raskt, gjerne på mindre enn 1 minutt. Etter dette skjer den såkalte sekundærfortynningen, ved at utslippsvannet spres videre utover i resipienten.

10.4.1. Beregningsmetoder og datagrunnlag

Vi gir her en kort oversikt over beregningsverktøy og viktige/mindre viktige fysiske faktorer i samband med beregningene av influensområder. Videre spesifiseres viktige inngangsparametre til beregningene.

Primærfortynningen

Ved hjelp av NIVAs numeriske modell JETMIX har vi beregnet hvordan utslippsstrålen oppfører seg. Som utgangspunkt har vi benyttet NHL sine hydrografiske målinger fra 1980–1981, for deres stasjon "B". 46 ulike profiler dekker perioden 8/10 1980 til 26/9 1981.

Beregningsprogrammet JETMIX er basert på generelt akseptert teori for hvordan vann fra en punktkilde (evt. med diffusorer) oppfører seg i en sjiktet vannmasse i første fasen (under den s.k. primærfortynningen). For generell teori viser vi til tekstbøker innen hydrodymanikk.

Viktige inngangsparametre til programmet JETMIX er stråledimensjon (diameter/geometri, fart), utslippsdyp, rørets vinkel, og densitet til utslippsvannet. Som resultat gir programmet innlagringsdyp og senterfortynning for kjølevannet. I utkanten av strålen er fortynninga større enn i senter. For en Gauss fordeling for fortynninga er forholdet mellom middel og minste

(senter) fortykning ca 1.75.

Strålen vil gjerne først penetrere til et annet dyp enn det endelige innlagingsdypet før den innstiller seg i nøytral likevekt i resipienten. Dette ekstremdypet blir også beregnet, med og uten blanding/friksjon.

Den foreliggende problemstillingen dreier seg om utslipp av oppvarmet sjøvann fra kjøleprosesser ved de ulike installasjonene på Kårstø. Siden det dreier seg om en oppvarming, vil utslippsvannet være lettere enn inntaksvannet. I de fleste tilfelle vil en kunne forvente at utslippsstrålen stiger oppover i sjøen før innlagring. Dersom sjøen er tilstrekkelig sjiktet i salinitet, kan det skje at utslippsvannet innlagrer seg i et dyp mellom inntak og utslipp. Dette vil avhenge av de aktuelle hydrografiske forhold.

Modellen JETMIX for primærfortynning antar en strømfri resipient. Strømmålingene ved Kårstø indikerte et tydelig strømskjær fra 1m til 15 m dyp. Strømskjær (grensesjikt mellom vannstrømmer med forskjellig retning og/eller hastighet) kan teoretisk sett stimulere blanding/fortynning i primærfortynningsfasen (mekanisk turbulens). I praksis vil dette si at den vertikale strålebanen blir noe forkortet (dypere innlagring). Våre beregninger er foretatt uten strømskjær, og gir dermed et konservativt estimat for primærfortynning og innlagingsdyp. Feilmarginen antas å ligge innenfor 10% for disse størrelsene. Vi har for lite kjennskap til strøm i ulike dyp til å kunne tegne tilstrekkelig detaljerte og representative strømprofiler som inngangsdata til modelleringen.

Horisontaltransport i primærfortynningsfasen. Et utslipp i 9 meters dyp ved Kårstø vil hyppig bli aksellerert oppover (eller nedover), med redusert gravitasjon $g_0' = g \frac{d\sigma}{\sigma}$. For betraktninger om influensområde er tilfellene med oppoverrettet aksellerasjon de mest interessante. I disse tilfellene vil g_0' (startaksellerasjonen) være max 0.02 m/s^2 . g' vil vanligvis avta under oppstigningen. Om vi antar lineær reduksjon i g' ($g' = g_0' - k(z-D)$), og $g' = 0$ i innlagingsdypet D , vil oppstigningstiden fra 9 m dyp til overflaten ($D=0$) være mindre enn 1 minutt. I løpet av denne tiden vil strømmens horisontale forflytting av "plumen" være mindre enn $60 \text{ sek} \times 0.25 \text{ m/s} = 15 \text{ meter}$. Dette er av samme størrelsesorden som omfanget av selve plumen, og viser at strømtransporten i oppstigningsfasen betyr lite for utstrekningen til influensområdet.

Sekundærfortynning og influensområde

Influensområdet utover i sjøen fra et gitt utslippspunkt vil være definert av yttergrensen for en gitt miljøpåvirkning (definitor). Overtemperatur på 1°C er ofte brukt som definitor. Videre fokuseres det oftest på influens i eller nær overflaten.

I prinsippet er influensområdet tidsavhengig, f. eks. større om vinteren enn om sommeren. Utstrekningen eller "fasongen" til influensområdet vil være bestemt av bl.a. strømforholdene. I tråd med praksis har vi definert influensområde på basis av "sannsynlige" scenarier i ulike årstider. Det "kartet" som da framkommer, vil ikke være et synoptisk bilde, men et resultat av ulike situasjoner, adskilt i tid. En satellitt som måler overflatetemperatur i en ekstrem vintersituasjon, vil da neppe avbilde det totale beregnede influensområdet.

Vi har i tråd med gjeldende praksis gjort beregninger for utstrekning av to influensområder, med overtemperatur på h.h.v. 0.5°C og 1.0°C .

Utstrekningen til kjølevannets influensområde ved Kårstø vil i første rekke være bestemt av strømforholdene. Varmeutveksling med atmosfæren kan også i perioder være av betydning. Ved Kårstø er det tale om middelstrøm i vannsøylen av størrelsesorden 10 cm/s med dominerende retning mot vest (jmfør kapittel 8). For influensområdets utstrekning vil imidlertid kunnskap også om situasjoner med østoverrettet strøm være relevant.

Fortynningsgrad nær utslippet. I de foregående modellberegningene er fortynningen av utslippsvannet ved innlagring bestemt. Fortynningen S_0 er der definert som sum av volum for utslippsvann og innblandet sjøvann, dividert på utslippsvolumet. Aktuelle verdier for S_0 ligg gjerne i intervallet 10 – 60, avhengig av tid på året, innlagringsdyp m.m. Lav fortynningsgrad kan innebære høy temperatur ved innlagring.

Overtemperaturen dT_0 umiddelbart etter innlagring er beregnet ved uttrykket

$$dT_0 = T_r + (T_u - T_r) / S_0 - T_{r0}$$

der T_r er resipientens (uforstyrra) middeltemperatur fra utslippsdyp til overflate, T_u er utslippets temperatur og T_{r0} er forventet laveste overflatetemperatur. Lav overflatetemperatur i forhold til middeltemperaturen i vannsøylen, vil gi mest utslag i verdi for overtemperatur.

Beregningene for overtemperatur i overflata er svært følsomme for valg av overflatetemperatur i omgivelsene til utslippet. Som representativ verdi for T_{r0} i en "relativt kald" vinter ved Kårstø har vi valgt 2°C. NHL sine målinger viste at ennå lavere overflatetemperatureer kan forekomme, men seinere på vinteren enn den mest kritiske perioden for innlagring nær overflaten.

Influensområdet bestemmes i første rekke av overtemperaturen dT_{r0} , og av (dimensjonerende) strøm. Det innlagrede utslippsvannet vil bre seg horisontalt utover, dels på grunn av radialt rettet trykkgradient, og dels på grunn av strøm i overflata. Spredningen vil medføre fortynning og avkjøling. Utenom nærfeltet (radius 3–6 X utslippsdypet) vil strømmen være dominerende faktor for spredning.

Periodene med oppstigning av kjølevann til overflaten forutsettes å vare tilstrekkelig lenge til at en tidsuavhengig ("steady state") situasjon oppstår. I en slik situasjon vil det være likevekt mellom tilført varme til overflaten, og varmetap på grunn av turbulens (blanding med omgivende vann) og eventuelt varmetap til atmosfæren.

I området der oppstigningen foregår, vil det danne seg en "varmepute". Denne varme vannmassen kan ha følgende verdier:

Middelfortynning S_a	: > (=) $2S_0$
Horisontal bredde L	: $\geq D$, der D= utslippsdypet
Vertikal utstrekning h	: ca. $D/9$ * D= utslippsdypet

Litt nedstrøms denne "puta" vi det i et fast volum innstille seg likevekt mellom varmetilførsel og varmetap ($\partial T / \partial t = 0$).

Om vi antar strøm i X-retningen, og kun lateral (i y-retning) diffusjon, får vi

$$\partial T_x / \partial x = -(D_y \partial^2 T_x / \partial y^2) / U - T_x,$$

der U er strømfart, T_a er initial verdi for temperatur.

Avkjølingen til lufta, representert ved tilleggsleddet T_x kan uttrykkes som F_q/c_vUh , der F_q er varmefluks til lufta. For $U=0.5$ m/s, $F_q = 200$ W/m² og $h = 1$ m, blir leddet T_x av størrelsesorden $1 \cdot 10^{-4}$ °C/m. For 1 times avkjøling blir temperaturforandringen lik $1 \cdot 10^{-4} \times 0.5$ m/s \times 3600 s = 0.2°. Etter en time er eksempelvis det fortynnede kjølevannet ført 1.8 km meter ($U=0.5$ m/s) bort fra utslippspunktet. Denne forventede effekten av luftavkjølingen er dermed relativt liten, og blir neglisjert i det følgende.

D_y (horisontal diffusjonskoeffisient) er vanskelig å bestemme.

$$D_y = eL^n,$$

der e (dim lengde) og n er empiriske konstanter, og L er en geometrisk verdi tilknyttet turbulensskalaen som er benyttet i litteraturen. $D_y = 10^{-6} L^{4/3}$ (m³/s), med L i meter, er benyttet her.

L vil ha typisk størrelse lik $D/3$ ($D/4$) pluss evt. lengde på diffusor. I våre beregninger er diffusor neglisjert. Følgende uttrykk kan benyttes:

$$\frac{T_u - T}{T - T_{r0}} = \text{erf} \frac{1.5}{(1 + (8D_y t)/L^2)^{3/2} - 1}$$

T_u er initial temperatur i nærsone, satt lik $t_0 + dT_0/2$, T_{r0} er uforstyrret overflatetemperatur og T er temperatur i det fortynnede utslippsvannet nedstrøms ved tiden $t (=Ux)$. erf er den såkalte "error function".

Ved valgt $T=T_{lim}$ (T_{lim} f.eks. lik $T_{r0} + 0.5^\circ$ eller $T_{r0} + 1^\circ$ for h.h.v. 0.5 og 1° overtemperatur i overflaten), kan venstre side i uttrykket over omskrives til

$$\frac{T_u - (T_{r0} + 1)}{T_{lim} - T_{r0}} = \text{erf} (\dots).$$

Med innlagte kriterier for T_{lim} (overtemperatur), samt verdier for T_{r0} og T_u ($T_u - T_{r0} = dT_0$) kan uttrykket over løses med hensyn til tid t . Horisontal distanse for $T=T_{lim}$ vil være lik Ut . Vi har dermed en modell som knytter sammen overflatestrøm i resipienten og (nedstrøms) utstrekning for området med gitt overtemperatur.

10.4.2. Resultater for overtemperatur

Primærfortynning

Innlagringsdypet for utslippsvannet ved Kårstø er beregnet ved hjelp av modellen JETMIX, for data fra perioden oktober 1980 til og med september 1981. Resultatene for senternivå av strålen er presentert i Fig. 10.2a,b, med beregninger både for nå-situasjonen (3 m³/s), og for situasjonen etter at MTBE anlegget er etablert (9.6 m³/s)

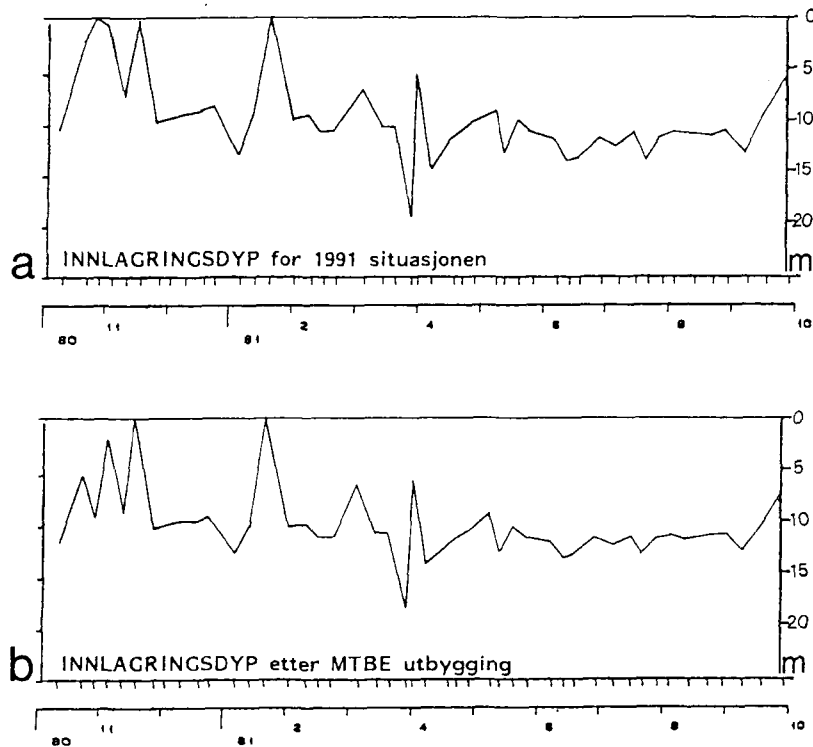


Fig. 10.2a,b. Resultat for innlagringsberegninger for oppvarmet kjølevann ved Kårstø (utslipp i 9 m dyp). Beregninger for **a**: dagens (1991) situasjon på $3 \text{ m}^3/\text{s}$, og **b**: framtidig situasjon med MTBE anlegget ($9.6 \text{ m}^3/\text{s}$).

Risikoperioden for oppstigning til overflaten er som det framgår, høsten og tidlig på vinteren, for begge situasjonene. Særlig er det en tilstand med varmt dypvann og avkjølt overflatelag, kombinert med relativt svak salt-sjiktning som medfører risiko. Risikoperioden er ikke kontinuerlig. Hele desember måned ga ingen overflatepåvirkning. Risikoperioden har forventet kraftig lavtryksaktivitet. Lavtrykkene har ofte en viss regularitet, med gjentakelse hvert 3.-5. døgn. Lavtrykkspassasjene genererer vind, og tilknyttede fluktusjoner i fjorddynamikken. Hydrografiske fluktusjoner på den nevnte tidsskala er neppe fullstendig fanget opp i NHL sitt måleprogram.

Middelveiden for innlagringsdypet ligger rundt 10 m for begge alternativer. Det er relativt små forskjeller i modellresultatene for de to utslippsmengdene. Tendensen er at det største utslippet ($9.6 \text{ m}^3/\text{s}$) gir litt dypere innlagring. Forskjellen i middelveidi for hele dataserien er om lag 0.5 meter. Om våren og sommeren innlagres utslippsvannet dypere enn resten av året. Dette er i overensstemmelse med NHL sine resultater for $7 \text{ m}^3/\text{s}$ (kapittel 8). Det er også bra samsvar mellom våre og NHL sine beregnede innlagringsdyp, selv om NHLs utslippsmengder var forskjellig fra våre. Miljøplan sine beregninger for h.h.v. 9,000 og 20,000 m^3/t fant også godt samsvar med NHL sine resultater, selv om beregningsgrunnlaget heller ikke der var helt i overensstemmelse (bl. a. litt forskjellig rørdiameter og inntak-utslippsdyp). Miljøplan fant også noe større fortykning med øket utslippsmengde, men nevner ikke noe om sesongmessig avhengighet for innlagringsdyp. Den nevnte sesongmessige forskjellen er en effekt av

sjiktningen i salt, som om våren og sommeren er tilstrekkelig markert til å mer enn oppveie temperatureffekten på kjølevannets densitet.

Strålebredden med et horisontalt utslipp øker vesentlig ved økt utslipp. Typiske beregnede verdier for nå-situasjonen er 8–10 meter, mens en ved full drift (9.6 m³/s) får typisk 15–20 m. Verdiene må uansett betraktes som størrelsesordener. Modellen betrakter en stråle med sirkulært tverrsnitt. I praksis vil strålen være flattrykket på grunn av sjiktningen i resipienten. Dette medfører at verdiene underestimerer den horisontale bredden, og overestimerer den vertikale bredden ("høyden").

Fortynningsgraden til kjølevannet i nærsone (senterfortynning like etter innlagring) er typisk av størrelsesorden 3–6 ved dagens utslipp, og 5–8 med MTBE anlegget. Videre er det en tendens til at grunn innlagring gir størst fortynning. For tilfellene med innlagring nær eller i overflaten, er typisk fortynningsgrad 5–7 (nå) og 10–13 (med MTBE).

Økt fortynning har tilknytning til økt strålebredde. Selv om senterinnlagring skjer litt under overflaten, vil en viss overtemperatur likevel kunne spores i overflaten, men da av vann som er vesentlig mer fortynnet enn senter av strålen. Som det framgår av Fig. 10.2a,b er det få tilfeller med innlagring i 2–5 m dyp. Disse tilfellene defineres innenfor de nevnte risikoperioden(e). De fleste tilfellene dreier seg om innlagring rundt 10 m dyp. I disse tilfellene vil en neppe ha målbar overflatepåvirkning.

Sekundærfortynning; influensområdet

Kritiske perioder og dimensjonerende strøm. Influensområdet er definert som yttergrensen for sannsynlig overtemperatur på h.h.v. 1.0 og 0.5 grader. Som nevnt innledningsvis, er det flere metoder for å vurdere influensområdet. Det er mest aktuelt å vurdere temperatureffekt i eller nær overflaten. I praksis må en ta utgangspunkt i gitte scenarier for strøm og hydrografiske forhold.

NHL fant at maksimal østoverrettet strøm ved Kårstø (Frekasundet) oppstod i perioder med øst- eller sydøstlig vind. Dette har gjerne tilknytning til sein vinter/tidlig vår, med andre ord innafor den kritiske perioden for grunn innlagring. Tilsvarende var sterk vestgående strøm knyttet til dreining i vind fra nord til øst-sydøst. Nordavind er mest framtrepende fra mai og utover sommeren. Slik vind kan også forekomme i kalde vinterperioder, når innlagringen er grunnest. Disse observasjonene indikerer at det kan være relevant å nytte maksimalt observert strømstyrke ved vurdering av influensområdets utstrekning, både mot øst og vest.

Et valg av episoder med kraftig overflatestrøm, og samtidig grunn innlagring synes imidlertid ikke særlig realistisk. Grunn innlagring henger sammen med perioder med svekket sjiktning. Vindgenerert strøm vil da være svakere enn ved sterk sjiktning. Videre er svak sjiktning knyttet til liten ferskvannsdrevet overflatestrøm. Periodene med grunn innlagring er derfor sannsynligvis knyttet til strøm nærmere de observerte gjennomsnittsverdiene (i 1 m dyp) enn max-verdiene. Dessverre var det lite målinger i 1 m dyp (kun 2 måneder om vinteren). Disse målingene indikerte en middelværdi på rundt 40 cm/s (jmfør kapittel 8). Over flere perioder på 1–3 døgn var strømmen i 1 m dyp vedvarende ensrettet, med middelstyrke på inntil 55 cm/s (Kapittel 8).

Ut fra disse to verdiene synes 50 cm/s å være et rimelig estimat for dimensjonerende strøm

i overflaten. Denne strømstyrer er knyttet til både øst- og vestgående strøm. Selv om aktuelle hydrografiske forhold ved de respektive strømrørninger er medbestemmende, indikerer strømforholdene et tilnærmet symmetrisk influensområde i retning øst-vest for utslippet ved Kårstø.

Overtemperatur dT_0 i nærsonen. Overtemperatur ved innlagring i eller nær overflaten bestemmes både av omgivelsenes overflatetemperatur T_{r0} og temperaturprofilen mellom utslipp og overflate, gitt ved middeltemperaturen T_r . Som T_{r0} har vi tidligere valgt $+2^\circ\text{C}$. Som middeltemperatur T_r i vannsøylen mellom 9 m og overflate velges 7°C (fig. 8.3.1). Vi har da vektlagt temperatur i nedre del litt mer enn i øvre del, på grunn av at en større del av innblandingen skjer nær utslippsdypet. Som representativ fortykning S^0 velges $10(1:10)$, jmfør avsnitt 10.5.5.1.

De valgte parametrene gir en overtemperatur dT_0 lik 5.3°C i nærsonen.

Influensområdets utstrekning. Basert på følgende verdier

$$T_{r0} = 2^\circ\text{C}$$

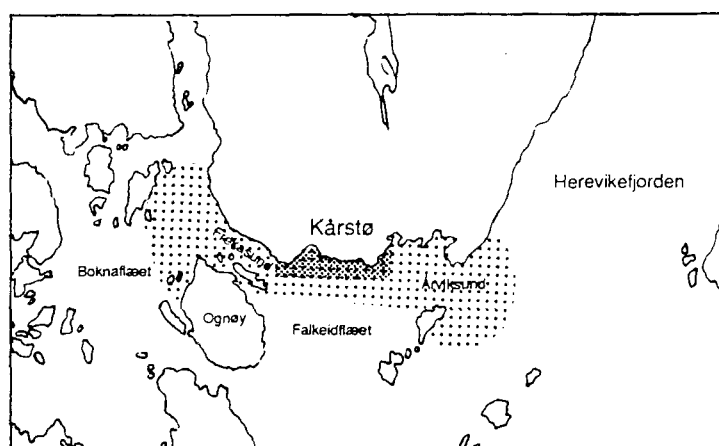
$$T_u = T_{r0} + dT_0/2 = 4.6^\circ\text{C}$$

$$L = 40 \text{ m (valgt)}$$

finnes influensområdene

**900 m ved 1.0°C overtemperatur,
3,400 m ved 0.5°C overtemperatur.**

Med våre forutsetninger blir utstrekningen vestover og østover like stor. Utstrekningen sørover settes lik $1/5$ av de respektive øst/vest verdiene. Mot nord vil i praksis stranda/terminalområdet danne grensen for begge influensområdene (Fig. 10.3).



Figur 10.3. Forventet influensområde for overtemperatur på $+1^\circ\text{C}$ (tett stipling) og $+0.5^\circ\text{C}$ (svak stipling) etter spredningsberegninger for en total kjølevannsmengde på $34.600 \text{ m}^3/\text{t}$. Kartet reflekterer i hovedsak en høst-vintersituasjon med innlagring nær overflaten. En sommersituasjon med innlagring på ca. 10m dyp og med høyere frekvens av nordavind vil gi en utbredelse noe lenger sørover Falkeidflået.

1-grad overtemperatur vil i følge beregningene ikke nå helt inn i Frekasundet. Ei heller øst til Årviksundet. 0.5-grad overtemperatur kan forventes både godt nord om Ognøy, og østover og litt inn i Hervikfjorden.

Sammenlikning med tidligere beregninger

I kapittel 8 presenterte vi en figur (Fig. 8.8) med både NHL og Miljøplan sine beregninger for pluss 1-grad influensområde. Disse er basert på h.h.v. 2.5, 5.4 og 7 m³/s, og med litt varierende inntaks og utslippskonfigurasjon.

I figuren antydte vi både en lineær sammenheng og en ikke-lineær. Ikke-lineære effekter er helt sikkert viktige for influensområdets utstrekning. Med kun tre punkt, blir det imidlertid spekulativt å plassere inn vårt beregningsgrunnlag på 9.6 m³/s. Om figuren nyttes, ville en da ha kommet til en størrelsesorden på over 2 km for 1 grad overtemperatur.

Våre beregninger synes å gi et litt mer konservativt anslag for influensområdets utstrekning enn tidligere beregninger, tatt i betraktning de økte utslippsmengdene. Modellberegningene er avhengig av valg av en rekke inngangsparametre. En del av den tilsynelatende forskjellen i resultater kan tilskrives ulike utslippskonfigurasjoner (forskjellig rørdiameter og inntaksdyp). Særlig viktig er valg av miljøscenarier når det gjelder kritiske perioder. Strømstyrken i risikoperioder for innlagring i eller nær overflaten er her viktig. Tidligere rapporter gir ikke fullstendige opplysninger om de valgte scenariene.

10.5. Gassovermetning

Oppvarming av gassmettet inntaksvann vil i prinsippet føre til at metningsverdiene overskrides. Fisk i overmettet vann vil få utskillelse av nitrogenbobler i vev og blodkar. Dette er meget skadelig for fisken. Dagens kjølevannsarrangement omfatter imidlertid lufting av kjølevannet i et 13 m høyt fossefall før det ledes ut i resipienten, og det samme er planlagt for kjølevannet fra MTBE-anlegget. Overmetning ansees derfor ikke som et problem og behandles ikke videre.

10.6. Fortynning av øvrige komponenter.

Som grunnlag for beregningene er satt de to mest typiske situasjoner utledet i kap. 10.4.:

- Minimum 5 x primærfortynning og innlagring rundt 10 m dyp (vår, sommer, tidlig høst)
- Minimum 10 x primærfortynning og innlagring i 0-2 m dyp (sen høst, vinter)

Videre er det beregnet en fortynning av det oljeholdige avløpsvannet (120 m³/t) når det ledes inn i kjølevanns-strømmen (34600 m³/t) på 288 ganger.

De forventede konsentrasjoner av aktuelle komponenter etter primærfortynning er satt i Tab. 10.3.

10.6.1. Klor

Elementært klor brukes som oksydationsmiddel for å hindre begroing i kjølevanns-anlegget. Ved reaksjon med vannet dannes saltsyre og underklorsyrling (HOCl) og det er sistnevnte

som har giftvirkning. Klor reagerer også med sjøvannets bromidioner slik at det dannes underbromsyre HOBr og ved påvirkning av sollys kan dannes bromat som har en varig toksisk virkning (Haugen og Kristiansen 1988). Det er likevel lite sannsynlig at dette har noen miljømessig betydning i det aktuelle tilfellet.

Med den eksisterende utslippsanordning (som også gjelder for MTBE-anlegget) vil imidlertid restoksydasjonsmiddel under forhøyet temperatur bli blandet med hydrokarboner før utslipp, og det vil kunne dannes klorerte hydrokarboner. Miljømessig betenkelige klorerte forbindelser dannes først og fremst av tyngre hydrokarboner, spesielt de aromatiske. Det foreligger imidlertid ikke data for hydrokarbonsammensetningen i avløpsvannet som kan gi grunnlag for å karakterisere eller kvantifisere en eventuell dannelse av slike komponenter i det aktuelle tilfellet. I følge Statoil inneholder avløpsvannet imidlertid alt vesentlig kortkjedete alifatiske hydrokarboner.

Mengden underklorosyre som tilføres resipienten ved klorering er en direkte funksjon av kjølevannsmengde. En konsentrasjon på 0.5 - 1 mg/l fritt klor i det kjølevannet slippes ut (over en kloreringsperiode på 40 min pr døgn) vil gi konsentrasjon etter primærfortynningen på h.h.v. 0.1-0.2 og 0.05-0.1 mg/l ved de to innlagrings situasjonene. Dette er høyere enn grenseverdier anbefalt for å unngå skade på marint liv (0.01 mg/l Cl₂, EPA 1976).

10.6.2. Hydrokarboner

Prosessrensaneanlegget er forventet å ha en rensegrad som gir maksimalt 5 mg/l totalhydrokarboner (THC) i avløpsvannet. Etter fortynning med kjølevann og primærfortynning i resipienten vil hydrokarbontilførselen ligge på ca. 3.5 ppb (µg/l) eller lavere.

Tabell 10.3. Utslipp fra Kårstø-terminalen, fortynningsfaktorer. Samlede utslipp etter MTBE-etableringen.

Utslippstype	Samlede utslipp inkl. MTBE	Konsentrasjon etter fortynninger	
		5x, ca10 m dyp	10x, 0-2 m dyp
Kjølevann			
Mengde	34600 m ³ /t		
Temperaturøkning	< 10 grad C	<2 grad C	<1 grad C
Restklormengde	ca 22 kg døgn		
Konsentrasjon i utslipp 3)	0.5 - 1 mg/l	0.1-0.2 mg/l	0.05-0.1 mg/l
Oljeholdig avløpsvann		1440x 1)	2880x
Mengde	maks. ca. 130 m ³ /t		
Konsentrasjon av hydrokarboner	maks. 5 mg/l	< 3.5 mikr.g/l	< 1.7 mikr.g/l
Metanol	25 mg/l	> 17 mikr.g/l	> 9 mikr.g/l
Total fenolmengde	maks. 0.5 mg/l	0.3 mikr.g/l	0.2 mikr.g/l
Organisk innhold (TOC)	maks. 100 mg/l	0.07 mg/l	0.03 mg/l
Miljøgifter	intet anslag	-	-
Sedimenterbart partikkelmateriale	> 4 g/t	0.02 mikr.g/l	0.01 mikr.g/l
Sanitæravløp		2)	
Mengde	ca. 700 person-enh.		

1) Fortynning 288 ganger i kjølevannet, 5-10 ganger i primærfortynning

2) Fortynningsfaktorer ikke utledet

3) Restklor i utslippet i ca. 40 min. pr døgn

Bakgrunnsnivået THC i kystområder er ca 10 ppb eller lavere. THC-nivå i innlagret vann etter primærfortynning vil derfor kunne ligge rundt 10–15 ppb. Det er tidligere antatt at nedre grense for økologiske effekter av olje er ca 50 ppb (sluttrapport for FOH, Anon. 1984), men eksperimenter har vist at langtidseksponering til 30 ppb dieselolje kan gi negative effekter på strandsonesamfunn (Bakke 1986). Dette er dersom belastningen er vedvarende, ikke periodevis. For pelagiske samfunn synes grensen for effekter generellt å ligge i området 50–200 ppb. Det er derfor lite sannsynlig at utslippet vil ha negative virkninger på planktonsamfunnet på innlagringsdypet, som dessuten vil ha en relativt kortvarig eksponering til utslippsvannet (timer–dager). Videre fortynning ved transport og biodegradering tilsier at effekter på bunn og strandsone ikke kan påregnes.

10.6.3. Metanol

MTBE-anlegget er oppgitt å gi metanol i prosessavløpet (25 mg/l etter rensing). Vi har valgt å anse 25 mg/l som metanol-konsentrasjonen ut fra prosessrenseanlegget både ved eksisterende virksomhet og etter anlegg av MTBE-fabrikk, m.a.o. som grense for renseanleggets effektivitet. Med innblanding i kjølevannet og primærfortynning vil konsentrasjonen ved innlagring ligge på h.h.v. 17 og 9 ppb. Tabell 10.4. viser en oversikt over grenser for akutt giftighet av metanol for en del akvatiske organismer. Disse ligger 6–7 størrelsesordner høyere enn de forventede konsentrasjoner etter utslipp. Deter derfor ingen grunn til å forvente at metanolutslippet skal gi skadevirkninger på marine organismer, og problemstillingen behandles ikke videre.

Tabell 10.4. Utvalg av relevante grenseverdier for giftighet av metanol på akvatiske organismer ved kortvarig eksponering (1–4 døgn) (fra Verschuere 1983).

Art	giftighetsgrense (mg/l)
<i>Pseudomonas putida</i> (bakterie)	6600
<i>Microtox</i> (bakterie)	4200
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (alge)	8000
<i>Entosiphon sulcatum</i> (encellet dyr)	> 10000
<i>Daphnia</i> (krepsdyr)	13200
Copepoder (krepsdyr)	12000
<i>Nitochra spinipes</i> (krepsdyr)	12000
Fathead minnow (fisk)	28000
Laue (fisk)	> 28000

10.6.4. Fenol

Det er oppgitt at eksisterende virksomhet gir et samlet utslipp av fenoler som ikke skal overskride 0.5 mg/l (konsesjonsgrense). Det er ikke oppgitt at MTBE-anlegget gir utslipp av fenoler. Det eksisterende utslipp vil gi konsentrasjon på 0.2–0.3 ppb etter primærfortynningen. Giftighetsgrenser for fenol for akvatiske organismer er oppgitt fra ca 10 mg/l og oppover også ved lengre tids eksponering. (Tabell 10.5). Dette er 5 størrelses–ordner høyere enn den aktuelle konsentrasjon ved innlagring, og problemstillingen behandles ikke videre.

Tabell 10.5. Utvalg av relevante grenseverdier for giftighet av fenol på akvatiske organismer ved kortvarig eksponering (1–4 døgn) (fra Verschueren 1983).

Art	giftighetsgrense (mg/l)
<i>Pseudomonas putida</i> (bakterie)	64
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (alge)	7.5
<i>Enthosiphon sulcatum</i> (encellet dyr)	33
<i>Daphnia</i> (krepsdyr)	16–21
<i>Crangon crangon</i> (mudderreke)	25
<i>Gobius minutus</i> (kutling)	9
Regnbueørret	6–11

10.6.5. Organisk innhold (TOC)

Utslipp fra petrokjemisk industri kan inneholde en rekke organiske komponenter som ikke fanges opp av de analysemetoder man vanligvis benytter. Dette kan bl.a. være mer eller mindre polare forbindelser (syrer, aldehyder, ketoner, alkoholer etc.) som ikke ekstraheres ut i analyseprosessen. En samleparameter for både hydrokarboner, fenoler, metanol og de ikke identifiserte organiske komponentene er TOC (totalmengde organisk karbon), som også omfatter naturlig forekommende organiske komponenter. For eksisterende virksomhet på Kårstø (inklusive SØKT) er oppgitt at det oljeholdige avløpsvannet ikke skal overskride et TOC-innhold på 100 mg/l ved utslipp (konsesjonsgrense).

For MTBE-anlegget er ikke oppgitt noe tilførsel av TOC, selv om dette må forventes. Beregnet konsentrasjon ved innlagring av eksisterende utslipp er 0.03–0.07 mg/l netto fra anlegget. Normalverdier for TOC i vestnorske fjorder kan regnes i området 1–5 mg/l. Tilførselen representerer således en økning av det organiske innholdet i innlagringsdypet på 0.6–7%. Hovind (1990) fant at forholdet BOF7/TOC var ca. 1.5–2.3 i ufiltrerte prøver av forskjellige typer kommunalt og industrielt avløpsvann. Dette gir et teoretisk oksygenforbruk ved fullstendig nedbrytning av det tilførte TOC på maksimalt 0.2 mg/l i innlagringsdypet. Innlagringen forventes skje i fjordens øvre og intermediære vannlag der vannutskiftingen regnes som god og oksygenkonsentrasjonene normalt er i området 6–10 mg/l. Av dette vil altså mindre enn 5 % forbrukes til en total nedbrytning av det tilførte TOC, forutsatt at det er raskt nedbrytbart. Langsom nedbrytning vil gi mindre relativt forbruk av oksygen. Konsekvensen av TOC-bidraget fra MTBE-anlegget for vannmassenes oksygenforhold bør således være ubetydelig, og problemstillingen behandles ikke videre her.

Det anbefales imidlertid at avløpsvannet analyseres for organiske miljøgifter for å klarlegge om TOC-bidraget inneholder persistente akkumulerbare forbindelser.

10.6.6. Sedimenterbare partikler

Det er oppgitt et innhold på ca 4 g/time sedimenterbart partikulært materiale ut fra prosessrensaneanlegget som følge av MTBE-fabrikken. Tilsvarende tall for eksisterende virksomhet er ikke gitt. Dersom vi regner 4 g/t som grense for anleggets effektivitet, vil dette utgjøre et netto tilskudd på 0.01–0.02 ppb suspenderte partikler i innlagringsvannet. Sett i forhold til et normalnivå av suspenderte partikler på rundt 1 mg/l i fjordområder (Skei pers.

medd.), utgjør bidraget 0.001 %. Under planktonoppblomstringer vil bidraget relativt sett være betydelig mindre. Tilskuddet er således uten betydning som partikkelproblem og behandles ikke videre her.

Dersom de sedimenterbare partikler i hovedsak er organiske og nedbrytbare kan de ha potensiell virkning på bunnområdenes oksygenforhold. Er de av hydrokarbon-natur vil de representere en karbon-tilførsel på ca. 3.4 gC/time eller 30 kgC/år til resipienten. Sedimenterings-egenskapene er ikke kjent og vil normalt for partikler i sjøvann kunne variere fra noen cm til flere titalls meter pr. døgn. Ut fra en midlere synkehastighet på eksempelvis 10 m/døgn, et midlere dyp i Kårstøbassenget på ca 50 m, og en beregnet oppholdstid på vannet i Kårstøbassenget på 0.5–2 døgn (kap 8), vil transporten ut av Kårstøbassenget i alle tilfeller være betydelig før bunnen nås. Regnes et nedslagsfelt på minimum 10 km² (noe større enn Kårstøbassenget), vil partikkelutslippet representere en organisk tilførsel til bunnen på maksimalt 3 mgC/m² år. Sett i forhold til en normalt antatt naturlig organisk tilførsel til bunnen på ca. 50 gC/m² år er dette ubetydelig og behandles derfor ikke videre som problem.

Persistente miljøgifter (metaller, PAH) vil svært ofte være bundet til partikler, og det anbefales at utslippsvannet analyseres for å klarlegge om partikkeltransporten kan representere en miljøgift-tilførsel til resipienten.

10.6.7. Utslipp fra sanitæranlegg

Opplysninger om utslipp av vann, næringssalter og organisk stoff fra sanitæranlegget er ikke gitt. Sanitæranlegget betjener i dag ca 500 person-enheter. Konesjonen er idag på 500 personenheter under vanlig drift, med tillegg på inntil 500 personenheter ved revisjonsstans. Etableringen av SØKT vil medføre bemanningsøkning på ca 100 personer i forhold til dagens nivå (Asplan 1989). Under anleggsfasen for MTBE-anlegget (planlagt 1993–94) vil bemanningen øke med maksimalt 750 personer (Statoil 1991). Drift av MTBE-anlegget vil gi en økning i bemanningen på 80–100 personer, slik at sanitæranlegget da totalt vil betjene ca 700 person-enheter. I forhold til utslipp fra gassterminal- og SØKT-anleggenen representerer MTBE altså en økning på ca. 17 %.

På basis av følgende generelle koeffisienter for ubehandlet kloakk (verste-tilfelle): 1 p.e.= 2 gP/døgn + 12 gN/døgn + 46 g org.stoff/døgn vil utslippet tilføre resipienten ca.: 1.1 kgP/døgn, 6.6 kgN/døgn, og 25 kg org.stoff/døgn (som BOF₇). Omregnet til karbon (TOC) vil det siste utgjøre ca 25 kg/døgn. Med et forhold 41 : 7.2 : 1 mellom karbon, nitrogen og fosfor i marint planteplankton, vil fosforutslippet teoretisk kunne gi grunnlag for produksjon av ca. 45 kg organisk stoff/døgn som karbon. Nitrogenutslippet vil tilsvarende kunne gi opphav til ca. 38 kg/døgn. Til sammenlikning viste målinger i 1981 (Erga og Sørensen) en gjennomsnittlig planteplanktonproduksjon på ca 0.5 gC/m² døgn. For hele Kårstøbassenget (anslått til ca 8 km²) vil dette gi en organisk tilførsel på ca 4 tonnC/døgn som planktonbiomasse. Bidraget basert på full utnyttelse av sanitæravløpets næringssalter vil utgjøre ca 1–2 % av dette og vil neppe være målbar. Sannsynligvis vil bidraget bli noe mindre ettersom et opplegg med slamavskiller normalt vil fjerne 10–15 % av fosfor og 40–60 % av suspendert stoff i avløpet (SFT 1983).

10.6.8. Nitrogenavsetning

Avsetning grunnet drift av MTBE-anlegget er ikke anslått, men selv en flerdobling av dagens

avsetningen vil fortsatt bare være en brøkdel av den beregnede langtransporterte nitrat-avsetningen i regionen (ca. 1.5 g/m² år). Avsetningen ansees ikke å gi næringssalttilførsel av betydning til produserende vannmasser, og problemstillingen behandles ikke videre.

10.6.9. Miljøgifter

Data som karakteriserer eller kvantifiserer en evt. tilførsel av miljøgifter til resipienten fra prosessanlegget i dag finnes ikke, og estimater er heller ikke gitt for MTBE-anlegget. Grunnlag for en konsekvensbedømming er derfor ikke til stede. Selv om det er lite sannsynlig, kan det imidlertid ikke utelukkes at persistente klorerte organiske forbindelser vil bli dannet ved blanding av oljeholdig avløpsvann og restklor i kjølevannsstrømmen, og at prosessavløpsvannet iseg selv kan inneholde små mengder tyngre aromatiske hydrokarboner (PAH). Slike stoffers persistens og akkumulerbarhet ved lav kronisk tilførsel både i sedimenter og biologisk vev tilsier at evt. forekomst i utslippet bør klarlegges, selv om konsentrasjonen forventes å være lav.

10.7. Konsekvenser på det marine miljø

Dette delkapittel vurderer konsekvensene på det marine miljø av de utslippskomponenter som ved rutinemessig drift kan forekomme i potensielt betenkelige konsentrasjoner etter primærfortynning og innlagring. Dette gjelder kun kjølevann inklusive klorering, og evt. forekomst av miljøgifter fra prosessavløpet.

10.7.1. Konsekvenser i de frie vannmasser

Konsekvensvurderingen er den samme som for det eksisterende utslipp. Plankton-organismer i vannet som pumpes gjennom kjølevannssystemet og de som finnes i vannmassene som blandes med kjølevannet før innlagring vil kunne utsettes for overtemperatur på opp til 10 grader C, giftige nivåer av klor og mekanisk stress. Vi kan derfor regne med en betydelig dødelighet blant disse, men dette vil gjelde for en ubetydelig del av samfunnet. Planteplankton i de vannmasser som går med til den videre sekundær-fortynning av kjølevannet, vil transporteres sammen med, og bli eksponert til, et gradvis kaldere vann, som samtidig har et ekstra tilskudd av næringssalter. Disse faktorer vil kunne virke sammen eller i ulik retning for ulike arters overlevelse og produksjon. Dyreplankton vil kunne unngå ugunstige forhold gjennom vertikalvandring til upåvirkede vannmasser. På bakgrunn av det relativt beskjedne påvirkede vannvolum i forhold til Kårstøbassengets totale produktive vannvolum, den store vannbevegelsen og utskiftings-grad av vannet, og den flekkvise fordeling av både plankton og oppvarmet vann, ansees det som usannsynlig at kjølevannet fører til målbare endringer i produksjonsforhold eller artssammensetning i Kårstøbassengets plankton.

10.7.2. Konsekvenser på strandsonen og hardbunn nedenfor tidevannssonen

Organismer som lever på hardbunn vil kunne påvirkes av forhøyet overtemperaturer på forskjellige måter.

1. Temperaturøkning påvirker biologiske prosesser. De biologiske prosesser øker med temperaturen til et toleransemaksimum, hvoretter de rask stopper. Et maksimum på i overkant av 20 grader gjelder for de fleste akvatiske organismer. Man regner med at biologiske

prosesser som vekst, næringsopptak, fysiologisk omsetning, aktivitet, respirasjon etc., vil øke 2–5 ganger for hver 10 grad temperaturøkning. Derimot har arktiske og kaldtvannsformer ofte en lavere temperaturovertoleranse. En økning av maksimaltemperaturen vil derfor kunne påvirke kaldtvannsformer spesielt.

2. Temperatur kan også virke inn på flere trinn i formeringen: på mengde energi tilgjengelig for gonadeproduksjon, formeringsatferd og utvikling av sporer, egg og larver.

3. Temperaturforandringer er også viktige drivkrefter i de årlige sykluser og samspill mellom arter i et økosystem. Unormale endringer kan føre til forskyvninger av enkelte prosesser og ikke andre, og dermed endre samfunnsdynamikken.

Som følge av det som er nevnt over kan en temperaturøkning i resipienter føre til konkurranseforskyvning mellom arter og dermed en forandring av artssammensetningen i et område. Innen relevant litteratur er det ingen tidligere undersøkelser som antyder en entydig økning av artsrikhet, heller ikke entydige effekter på diversitet. Spesielt for norske sublittorale arter finnes det store kunnskapshull m.h.t. arters tilpasning til temperaturforandringer. Det har derfor vært vanskelig å spå utfallet av et temperaturpåslag på 2–5 grader i et slik samfunn. Imidlertid har NIVA i de seneste år (1988–91) utført modelløkosystem-forsøk der sublittorale hard- og bløtbunnsamfunn utsettes for 3 grader kronisk overtemperatur. Resultatene herfra er p.t. under bearbeiding, men det er her påvist signifikante forandringer i artssammensetning, vekst og respirasjon som følge av en konstant overtemperatur. En grenseverdi for effekter av overtemperatur satt til 1 grad vil sannsynligvis kunne fange opp også langtidsvirkninger av konstant overtemperaturer. Det må presiseres at dette ikke utelukker mulige langtidseffekter av 0.5 grad konstant overtemperatur. Kjølevannsutslippet ved Kårstø vil imidlertid ikke påføre hardbunnsamfunn konstante overtemperaturer, men maksimale overtemperaturer over en kortere periode fra en tidevannssyklus til noen dager. Effektene vil derfor være langt mindre enn ved konstant overtemperatur og neppe målbare.

Overslag for spredning av kjølevann med overtemperatur på 1 grad, er i denne konsekvensutredningen mer konservative enn de beregninger utført av NHL for spredning av $7\text{m}^3/\text{s}$ (kap. 8.2.2). Influensområdet var da beregnet til 4 km^2 noe som tilsvarer en radius på 1.6 km basert på et halvsirkulært influensområde fra utlippspunktet. Beregninger i denne utredningen for kjølevannsutslipp på $9.6\text{ m}^3/\text{s}$ dvs. inkl. MTBE (kap. 10.4.2.), medfører en overtemperatur på 1grad i en avstand på maksimalt 900m i retning øst-vest fra utslippsstedet og bare 1/5 utbredelse i sørlig retning ut på Falkeidflæet.

Det kan derfor konkluderes med at de sannsynlige effekter av kjølevann på hardbunnsorganismer vil være små. Ettersom det ble antydte effekter av kjølevannsutslippet på en enkelt strandlokalitet i etterundersøkelsene i 1988–89 sannsynligvis grunnet oppstuing av kjølevann, kan en ikke se bort ifra at det lokalt innen sonen på 1grad kan forekomme visse endringer av hardbunnsamfunn. En slik lokal endringen er ikke irreversibel og ansees ikke å ha større betydning for området miljø totalt sett.

Utslipp av klor vil ligge over anbefalte grenseverdier for støtklorering på 0.2mg/l Cl_2 (Asplan 1989) og kan forårsake konsentrasjoner i resipienten høyere enn grenseverdier anbefalt for å unngå skade (EPA 1976). Hurtig nedbrytning (90% av fritt klor reagert til klorid innen en halv time (Asplan 1989)) og fortykning i resipienten medfører at det er bare nærområdet rundt utslippet som periodevis bli utsatt for konsentrasjoner av fritt klor som ligger over anbefalte

grenseverdier. Ettersom det er svært korte kloreringsperioder (ca. 12min) vil effektene være små. Som nevnt i tidligere konsekvensutredning (Asplan 1976) med tilsvarende influensområde for 1 grads overtemperatur for $5\text{m}^3/\text{s}$, vil mulige effekter fra klorutslipp falle innenfor industriområdet for Kårstø.

10.7.3. Konsekvenser for dyresamfunn på bløtbunn

Forurensninger som følge av etableringen av MTBE-anlegg på Kårstø kan tenkes å påvirke bløtbunnfaunaen via følgende faktorer:

Økning i vanntemperaturen som følge av økte kjølevannsutslipp kan medføre økt primærproduksjon og økt sedimentering av organisk materiale til bunnområdene.

Økning i utslippene av næringsstoffer (næringsalter og TOC) kan medføre økt primærproduksjon og økt sedimentering av organisk materiale til bunnområdene.

Økning i oppstrømming av næringsrikt dypvann kan medføre økt primærproduksjon og økt sedimentering av organisk materiale til bunnområdene.

Økt sedimentering av organisk materiale kan påvirke bunnfaunaen ved at næringstilgangen blir større og/eller ved at oksygenkonsentrasjonen blir lavere. Begge faktorer fører til endringer i artssammensetningen.

Temperaturøkninger i de dypere vannmasser vil ikke være så store at de kan ha noen betydning.

Forurensninger med miljøgifter og hydrokarboner kan tenkes å påvirke bunnfaunaen i grunne områder, men neppe i dype områder, da dette vil betinge sedimentering av giftholdige partikler og tyngre olje. Ved de utslippskategorier det er snakk om, synes dette lite trolig.

Vår vurdering av konsekvenser for bløtbunnfaunaen på dypere vann konsentrerer seg derfor hovedsakelig om endringer i næringstilførsel til bunnen og oksygenforbruk i dypvannet.

Vurderingene kan baseres på:

1. Resultater fra feltundersøkelser langs belastningsgradienter.
2. Teoretiske vurderinger av hvor store tilleggslastningene blir i forhold til nåtilstanden (=naturtilstand+nåværende utslipp).

Vurderinger basert på feltundersøkelser. Det er utført undersøkelser av bløtbunnfaunaen i områdene ved Kårstø (se kapittel 8). Resultatene beskriver både en naturtilstand (1983) og en "nåtilstand" (1988–1989) som representerer tilstanden etter at utslippene fra gassterminalen har pågått en tid. Fordi utslippene etter etableringen av SØKT og MTBE-anleggene hovedsakelig blir en forsterkning av de påvirkningstyper som gassterminalen allerede forårsaker, kan registrerte biologiske endringer i resipienten som følge av gassterminalen brukes til å prognostisere ytterligere endringer ved økt samlet påvirkning etter etablering av MTBE-anleggene. Hvis forurensning fra gassterminalen hadde medført endringer, ville de nye utslippene sannsynligvis forsterke disse endringene.

Konklusjonen av resultatene fra undersøkelsene i 1983–1989 (kapittel 8) var at forurensning fra petrokjemianlegget ikke hadde ført til noen påvisbar endring i miljøtilstanden på sjøbunnen fram til og med 1989. Imidlertid kan observasjoner fra bare tre tidspunkter være utilstrekkelig til å påvise en trend, selv om den skulle finnes.

Teoretiske vurderinger. I kapittel 10.4 er det gjort en vurdering av de forskjellige utslippskomponentenes betydning for miljøet i de aktuelle sjøområdene. Det konkluderes med at de nye utslippenes betydning, sett i forhold til naturtilstanden, naturtilstandens variasjoner, samt til eksisterende utslipp, neppe vil være målbar.

10.8. Konsekvenser av uhell

10.8.1. Beskrivelse av aktuelle uhellsscenarioer

Konsekvensutredningen tar opp to uhellssituasjoner: søl ved lossing og lasting av h.h.v. metanol og MTBE ved kai på Kårstø og skipsuhell (kollisjon eller grunnstøting) ved frakt av samme last inn og ut fra Kårstø. Valget er ikke gjort på grunnlag av noen risikovurdering, men basert på at dette er de mest typiske situasjoner ved skipstrafikk som kan forårsake miljøskade. Utredningen er konsentrert om mengder og spredning av last ved disse uhell og konsekvenser for miljøet i sjø og langs strand.

Søl ved lasting og lossing

Veritas Miljøplan og TNO (Nederland) har behandlet mulige spill ved lasting av metanol ved kai og under transport, som underlag for konsekvensvurderingen av en metanolfabrikk i midt-Norge. Metanol vil bli fraktet på skip til anlegget på Kårstø, og i følge Statoil vil situasjonen teknisk og risikomessig sett være lik den man har ved en metanolfabrikk i midt-Norge, og vil gjelde for lasting/lossing og transport av metanol og MTBE. Situasjonsbeskrivelsen nedenfor m.h.t. søl og spredning av metanol er derfor basert på utredningen fra Veritas Miljøplan.

Ved brudd på rørsystemet som benyttes ved lasting vil det kunne frigjøres ca 120 kg flytende produkt pr sekund. Varigheten av spillet anslås til 1–10 minutter avhengig av situasjonen, slik at utslippsmengden til sjø kan bli i området 7–70 tonn i løpet av kort tid.

Søl ved skipsuhell

Skipsstørrelsen som vil bli anvendt er planlagt å ligge i området 2 000 – 30 000 tonn. Innen den aktuelle skipstypen vil vingtanker være mest utsatte ved grunnstøting og kollisjoner. Disse har et volum på 1500 tonn. I ugunstigste fall vil en slik tank tømmes helt i løpet av 5–10 minutter.

Spredning av metanol

På grunn av lav egenvekt (0.79) vil metanol bre seg som flak på sjøoverflaten. Metanol er både flyktig og fullstendig løselig i vann, så det vil samtidig skje en fordampning fra flaket med intensitet avhengig av vind og temperatur, og en oppløsning i vannet.

Ut fra data om akutt giftighet av metanol på en rekke organismer (Tab 10.4), og en relativt høy biodegraderbarhet (70% tap i løpet av 5 døgn i sjøvann) er det rimelig å sette en grense for

skadevirkninger på ca 5 g/l. Beregninger gjort av Veritas Miljøplan viser at denne fortykning vil kunne oppnås i løpet av 0.5–8 timer avhengig av vindstyrke og utslippsmengde.

For utslipp på 72 tonn ved kai oppnås fortykningen i løpet av 2.5 timer ved svak vind, forutsatt at de generelle spredningsmekanismene for metanol beregnet for lokalitetene i midt-Norge, er anvendelige på Kårstø. Ved dimensjonerende overflatestrøm ved Kårstø på ca 0.5 m/s som antydnet i kap 10.4., vil effektgrensen nåes etter ca 4.5 km transport, vesentlig i østlig eller vestlig retning, noe kortere i sørlig retning.

Sterkere vind vil ikke nødvendigvis øke spredningen av antatt skadelige konsentrasjoner, siden også den vertikale innblandingen vil øke på grunn av turbulent vindblanding. Det forventes at metanol i betenkelige konsentrasjoner i hovedsak vil være lokalisert i den øverste meter av vannmassene.

For et utslipp på 1500 tonn i skipsleia i Boknafjorden vil den aktuelle fortykning oppnås i løpet av ca 8 timer med svak vind. For dette området er strømforholdene lite kjent, men antas 0.3 m/s som en rimelig dimensjonerende strøm, vil effektgrensen først underskrides etter ca 8 km transport. Antar vi at den mest sannsynlige ulykkesituasjon er i sterk vind fra vest eller sørvest vil flaket transporteres innover Boknafjorden.

Spredning og giftighet av MTBE

Informasjon om sprednings og innblandingsegenskaper for MTBE i vann er sparsom, og tidligere opplysninger om miljøvirkninger av MTBE mangler. Grunnlaget for å gi en vurdering av skadevirkninger ved mulig uhellutslipp av MTBE ved Kårstø er derfor svakt. Den vurdering som er gjort nedenfor har derfor primært til hensikt å bedømme om man på grunnlag av den eksisterende kunnskap kan utelukke fare for skadevirkning eller ikke. Bedømmelse av sannsynlig omfang er basert på meget grove overslagsberegninger og er svært usikker.

MTBE er en klar fargeløs væske av eter(nafta)-karakter. Løseligheten av MTBE i vann er lav (ca 4% på volumbasis) i forhold til metanol, som er fullt løselig. Samtidig vil MTBE fordampe noe lettere. Vi kan derfor forvente at konsentrasjonen av MTBE i de øvre vannlag vil være mindre enn av metanol. Den horisontale spredning skulle også derfor være lik eller mindre, primært i dårlig vær der vind og bølgebevegelser vil gi øket fordampning. Halveringstid i ferskvann ved strømhastighet på 1 m/sek er angitt til 4.5 timer, hovedsaklig på grunn av fordampningstap (NLM 1991). Vertikal fordeling, som først og fremst styres av vannmassenes omblanding, forventes også å være lik eller grunnere enn for metanol. Nedbrytingshastigheten av MTBE er oppgitt å være lav i biologisk renseanlegg (BASF 1991).

Informasjon om giftighet på vannlevende organismer er ikke funnet, men som ledd i konsekvensutredningen har NIVA gjort en test på akutt giftighet overfor den marine planktonalgen *Skeletonema costatum* (Källqvist 1992). Dette er en vanlig art i våre farvann. Testen ga en EC₅₀-verdi for giftighet på 1.4 g/l (konsentrasjonen som ga 50% reduksjon i fotosyntesehastighet ved 2 timers eksponering) på 1.4 g/l, eller 1400 ppm. Denne giftigheten betegnes som liten, eksempelvis ca 50 ganger lavere enn f.eks. for metanol ved tilsvarende type test på en annen algart. Resultatet samsvarer med informasjon om giftighet ved inntak og hudeksponering hos pattedyr, som er betegnet som lav til meget lav (Kneiss 1991).

Ut fra informasjonen ovenfor og den antatt korte halveringstid grunnet rask fordampning, har vi tentativt satt 1/10 av den funne EC_{50} -verdi, 140 mg/l, som utgangspunkt for en giftighetsgrense i resipienten. Ut fra et par tenkte tilfeller av tap ved fordampning før oppløsning (50 og 75%), og en tenkt nedblanding til 1 og 2 m dyp, er det i Tabell 10.6 gitt et grov-overslag over radius i en influensssone med denne eller høyere konsentrasjon.

Overslaget må tas med sterke forbehold siden prosessene som påvirker spredningen (fordampning, nedblanding, horisontaltransport, nedbrytning) er sterkt lokal- og værbebetinget. Overslaget indikerer imidlertid at området som blir påvirket av MTBE i konsentrasjoner over antatt effektgrense er betydelig mindre enn det som vil bli påvirket av et tilsvarende utslipp av metanol, opp mot 100 m avstand i øst-vest retning ved søl ved kai, og opp mot 300 m ved skipsuhell.

Tabell 10.6. Spredning og giftighet av MTBE for søl ved kai og skipsuhell. Giftighetsgrensen for MTBE er satt til 140 mg/l.

Betingelse	Spillvolum (tonn)	Fraksjon nedblandet	Blandingsdyp (meter)	Influensradius (m)
Søl ved kai	70	50%	1	80
"	70	50%	2	60
"	70	25%	1	60
"	70	25%	2	40
Skipsuhell	1500	50%	1	270
"	1500	50%	2	190
"	1500	25%	1	190
"	1500	25%	2	135

10.8.2. Konsekvenser av uhell på det marine miljø

Plante- og dyreplankton som forekommer nær overflaten må forventes å bli utsatt for skadelige konsentrasjoner av metanol og MTBE ved et utslipp, men den forventede begrensning i vertikal spredning av MTBE og av betenkelige konsentrasjoner tilsier at et utslipp vil ha begrenset virkning på produksjonen i de frie vannmassene. Det er heller ikke sannsynlig at utslipp vil påvirke fisk og andre pelagiske eller bunnlevende dyr på dypere vann. Flak og overflatevann med høye konsentrasjoner kan imidlertid transporteres til land og grunnere områder ved vinddrift og vil kunne gjøre skade på fastsittende alger og bunnlevende dyr, på fiskelarver og yngel i tarebeltet, sjøfugl og marine pattedyr. Giftigheten på sistnevnte gruppe er sannsynligvis lav (Kneiss 1991). Innenfor influensområdet må det forventes at grunnområdene lokalt kan utsettes for høye doser av metanol og MTBE ved oppstuing av vann og stranding av flak. Innenfor området finnes også flere oppdrettsanlegg som kan skades gjennom tilgrising av utstyr, smakssetting på fisk og panikkreaksjoner (cf. kap 14).

Søl under lasting og lossing

Et influensområde for negative effekter av metanol og MTBE på rundt 3–5 km i østlig og vestlig retning ut fra terminalen omfatter grunn- og strandområdene ved munningen av

Førlandsfjord, Boknaflæet, Ognøy, nordre del av Østre Bokn og Falkeidflæet, Årvikholmene, og sørvestlige del av Herevikefjorden (Figur 10.4). Influensområdet for et søl med MTBE på under 100 m i øst-vestlig retning vil begrense seg til selve terminalområdet.

Metanol og MTBE vil påføre marine alger og dyr skader enten direkte eller indirekte. I grunne områder spesielt hvor det kan skje oppstuing må det forventes stor dødelighet av fastsittende alger og dyr i fjæresonen. Rehabilitering av fjæresonen vil starte forholdsvis raskt etter at stoffene er forsvunnet. Hastighet av rekoloniseringen vil variere avhengig av årstiden, men i løpet av ca. 5–10 år vil samfunnet være kommet tilbake til sin naturlige tilstand. Rehabiliteringstiden er avhengig av graden og geografisk omfang av skadene.

Utslipp ved skipsuhell

Vi har valgt en lokalitet der innseilingen til Kårstø krysser skipsleia mellom Rennesøy og Bokn som utslippsted ved skipskollisjon og grunnstøting. Influensområdet for utslipp av metanol eller MTBE ved en grunnstøting ved Rennesøy vil også omfatte Mosterøy og grunnområdene øst av Kvitsøy, på sørvestlig vind kanskje også øygarden innover mot Finnøy, men mer sannsynlig da er transport innover Boknafjorden uten stranding. Influensområdet for utslipp fra en grunnstøting ved Bokn vil omfatte hele sørlige del av Karmsundet, vestre og østre Bokn. Influensområdet for en kollisjon mellom Bokn og Rennesøy bør i praksis regnes å omfatte de samme områdene som for grunnstøtinger (Figur 10.4). Influensområdet ved utslipp av MTBE i de samme posisjoner vil kunne omfatte sørøstlige strandområder på Vestre Bokn og ytre deler av Rennesøy–Mosterøy. De skadene som vil oppstå på hardbunnsorganismer under skipsuhell vil være tilsvarende de som sannsynligvis vil skje ved uhell under lasting og lossing, og rehabiliteringstiden vil være den samme.

10.9. Oppfølgende undersøkelser

Det er i foregående kapitler avdekket undersøkelsesbehov for å dekke åpenbare kunnskapshull og derved bedre grunnlaget for å vurdere konsekvensene av MTBE-etableringen. Dette er sammenfattet her.

Det anbefales at det gjennomføres en undersøkelse av strøm og temperaturforhold ved Kårstø over anslagsvis ett år for å fastlegge om de teoretiske beregningene av spredning og influensområde for dagens kjølevannsutslipp stemmer med virkeligheten.

Miljøundersøkelsene gjennomført dekker før-etterperioden for eksisterende terminal. Det vil være behov for en oppdatert biologisk tilstandsbeskrivelse av et utvalg hardbunnsstasjoner etter anlegg av SØKT, og før og etter at MTBE-anlegget settes i drift. Dette for å verifisere konklusjoner om effektgrenser som er gjort ut fra rene teoretiske vurderinger både for SØKT og MTBE. Slik oppfølging vil i stor grad bedre grunnlaget for å forhåndsanslå influensområdet for det utvidete utslippet etter MTBE-etableringen og for å fastslå de reelle virkninger.

Det er videre behov for en orienterende analyse av et evt innhold av organiske miljøgifter (PAH, klorerte forbindelser) i avløpsvannet fra dagens prosessreanseanlegg, videre også av klorerte forbindelser fra området der kjølevannsstrømmen kommer ut i sjøen, evt. for det siste ved utsetting av indikator-organismer som akkumulerer miljøgiftene.

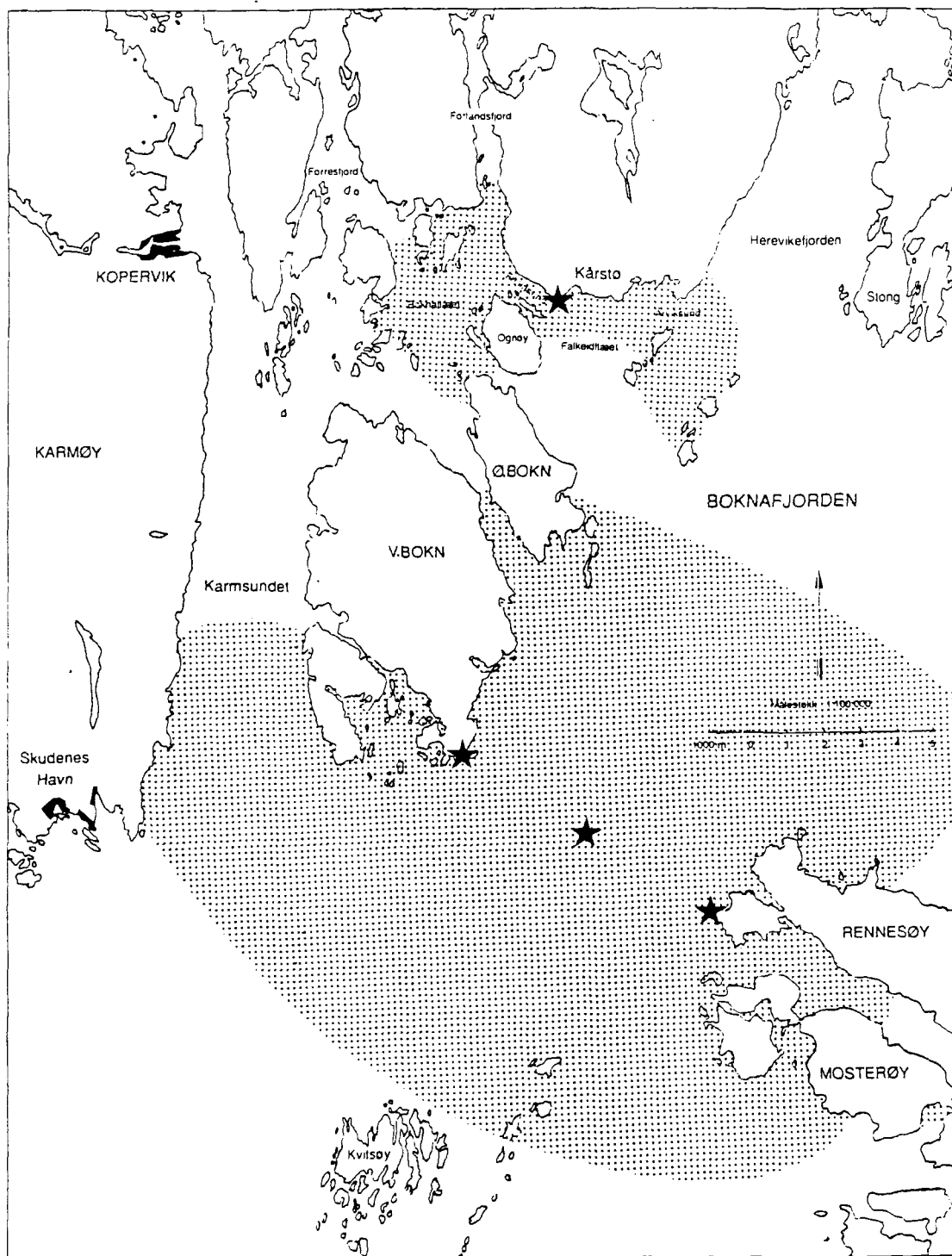


Fig. 10.4. Sannsynlig område for konsentrasjoner av metanol som kan gi negative effekter ved uhell under transport og lossing. De utvalgte posisjoner for uhell er angitt med stjerne.

Det er videre sterkt behov for bedre kunnskap om de miljømessige egenskapene til stoffet MTBE under de rådende marine forhold med lav fluktuerende temperatur og ferskvannspåvirkning : nedbrytningshastighet og blandbarhet med sjøvann, opptak, virkemekanismer og grenser for effekter på sentrale bunnlevende organismer, fugl og marine pattedyr, samt smakssetting og annen kvalitetsforringelse på fisk i oppdrett. En del av dette forventes kartlagt gjennom de undersøkelser som skal være fullført i 1993 i USA (Statoil 1991), men det bør allerede nå klarlegges hvilke supplerende undersøkelser som evt. bør gjøres for å dekke norske miljøforhold.

Oppblomstringen av giftige alger i Sørfjorden høsten 1991 ble påvist å skyldes tilførsel av fremmede alger med kjølevann sluppet ut i fjorden. Dette aktualiserer kontroll med utslippspraksis , hva kjølevannet inneholder av betenkelige alger og evt. behandling av ballastvannet. Problemstillingen er ikke særegen for Kårstø og bør sees i en større sammenheng m.h.t. ballastvann-kontroll.

10.10. Litteratur

- Anon. 1984. Oljens skjebne og effekter i havet. Avslutningsrapport fra Forskningsprogram om Havforurensninger (FOH) 1976-1984.
- API. 1989. Publication no. 4261
- Asplan 1989. Statoil. Dokumentasjon for konsekvensutredning Sleipner Øst Konsensattransport (SØKT). Rapport P-31837/H-9052/oh/elk, Stavanger.
- Bakke, T. 1986. Experimental long term oil pollution in a boreal rocky shore environment. Proceedings 9th AMOP Technical Seminar, pp.167-178.
- Bakke, T., Berge, J.A., og Haugen, I. 1988. Miljøvirkninger av kjølevannsutslipp - En litteratur-gjennomgang. NIVA rapport nr 2163, Oslo.
- BASF 1991. Informasjon i brev til Statoil Bamle av 05.12.91 fra BASF AG Ludwigshaven, Tyskland.
- Erga, S.R. og Sørensen, K. 1982. Petrokjemianlegg på Kårstø. Bind I. Primærproduksjon februar - november 1981. Planteplanktonets biomasse og produksjon sett i relasjon til beitepress, hydrografi, lys og næringsalter. NIVA rapport nr 1388, Oslo.
- Haugen, I. og Kristiansen, H. 1988. Gasskraftverk på Kårstø. Bruk av begroingshindrende middel.. NIVA rapport nr 2128, Oslo.
- Hovind, H. 1990. Bestemelse avorganisk stoff i vann. NIVA rapport nr 2386, Oslo
- Hutchinson, T.L., Hellebust, J.A., Mackay, D., Tam, D., and Kauss, P., 1979. Relationship and hydrocarbon solubility to toxicity in algae and cellular membrane effects. Proceedings 1979 Oil Spill Conference, American Petroleum Institute, 541-554,
- Källqvist, T. 1992. Test report. Algal photosynthesis inhibition test (MTBE). NIVA testrapport av 22.04.1992. 2pp.
- Kneiss, J.J. 1991. An overview of the MTBE toxicology testing program. Upublisert memorandum, MTBE Health Effects Testing Task Force, Washington, D.C. (Statoil arkiv nr. 478).
- NLM 1991. National Library of Medicine, current info, 2nd qtr. 91, session 207 (Statoil arkiv).
- Rygg, B. 1990. Biologiske undersøkelser av den marine resipient rundt Kårstø. Bløtbunnfauna 1983-1989. 36 s. (NIVA 2439)
- Statens forurensningstilsyn 1983. Retningslinjer for dimensjonering av avløpsrensaneanlegg. Kommunaltekniske retningslinjer/veiledninger TA-525.

- Statoil 1989. Konsekvensutredning ilandføring av kondensat til Kårstø. Vedlegg tilrevidert plan for utbygging og drift av Sleipner Øst feltet.
- Statoil 1991. Melding om planlegging av tiltak. Anlegg for produksjon av metyltertiærbutyleter (MTBE). Asplan Analyse rapport 56/R644MIA.kag/P2129, Sandvika.
- Verschueren, 1983. Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. Second Edition. van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Wikander, P.B. 1988. Biologisk undersøkelse av den marine resipient rundt Kårstø. Bløtbunnsfauna. Status 1983. 88 s. (NIVA 2193)

11. AVFALL

Konklusjon kapittel 11. Avfall

Erfaringene fra det nåværende opplegg for disponering av avfall fra Kårstøterminalen synes å være gode. Med den angitte disponering av de nye avfallstypene forventes derfor ingen miljømessige problemer knyttet til håndtering av avfall fra MTBE-anlegget.

11.1. Innledning

Problemstillingen er å avklare miljømessige virkninger av avfall fra Kårstø som følge av utbygging av MTBE-anlegg.

Vurderingen er basert på mottatt informasjon fra Statoil samt et utsnitt av "Environmental Report" for MTBE-anlegget utarbeidet av Kellog.

11.2. Avfallsprodukter og -håndtering, eksisterende virksomhet

Blandet avfall som kontor- og kantineavfall, brukt emballasje og rester etter bygnings- og vedlikeholdsarbeider blir samlet i containere. Containerne tømmes på kommunal fylling i henhold til avtale med Tysvær kommune.

Spesialavfall fra virksomheten vil variere betydelig fra år til år og bestod i 1991 av:

Kategori 1:	14.630 kg;	spillolje
Kategori 2:	45.200 kg;	oljeholdig avløpsvann
Kategori 5:	1.200 kg;	tynner/malingsrester
Kategori 8/9:	1.910 kg;	batterier
Kategori 14:	2.500 kg;	glycol + vann
Kategori 17:	1.200 kg;	annet uorganisk avfall

Spesialavfallet fra virksomheten blir levert godkjent mottaker, som de siste årene har vært Spesialavfall Rogaland A/S. Ved dette mottaksanlegget blir avfallet håndtert på to ulike måter:

- Alt oljeholdig slam/avløpsvann behandles i oljeavskiller (nytt ultrafiltreringsanlegg vil bli installert primo 1992). Den oljeholdige fasen etter behandling blir levert til fyringsanlegg godkjent av SFT.
- Alt øvrig avfall blir levert videre til behandlingsanlegg som er godkjent av SFT, evt. eksportert via godkjent mottakssentral i Oslo.

Kårstøterminalen sender hvert år spesifisert oversikt over spesialavfallet til SFT.

Slamavskillerne blir tømt av godkjent renovatør.

Kårstøterminalen har ikke egen fyllplass for avfall.

11.3. Avfallsprodukter og -håndtering, MTBE-anlegget

MTBE-produksjonen vil kreve katalysatorsystemer (bl.a. edelmetaller) og adsorbenter (molekylsiler), som vil være avfallsprodukter fra anlegget. Forøvrig vil nyanlegget generere samme type avfall som i dag oppstår ved Kårstøterminalen.

Type og håndtering av fast avfall:

- avfall fra katalysator regenerering (hovedsakelig edelmetaller) vil bli levert tilbake til leverandør på lukkede, forseglede beholdere/containere
- molekylsiler (adsorbenter brukt i prosessen) vil bli levert til godkjent mottaker av spesialavfall i lukkede, forseglede beholdere/containere
- slam fra renseanlegg vil bli levert til godkjent mottaker av spesialavfall
- blandet avfall (kontor-, laboratorie- og kantineavfall, brukt emballasje, rester etter bygnings- og vedlikeholdsarbeider etc.) vil bli levert på kommunal fylling.

Statoil har pr. januar 1992 ikke foretatt alle teknologiske valg vedrørende MTBE-produksjonen. Ovennevnte avfallstyper forutsettes imidlertid å gjelde uavhengig av endelig prosessløsning.

11.4. Vurdering av konsekvenser av planlagt avfallshåndtering

Erfaringene fra det nåværende opplegg for disponering av avfall fra Kårstøterminalen synes å være gode. Med den angitte disponering av de nye avfallstypene (fra katalysatorer og molekylsiler), forventes derfor ingen miljømessige problemer knyttet til håndtering av avfall fra MTBE-anlegget.

12. STØY

Konklusjon kapittel 12: Støy

MTBE-anlegget vil gi økte støynivåer i omgivelsene øst og nord for dagens terminal.

Målinger viser at støynivået fra det eksisterende anlegget er nær gjeldende utslippsgrense om natten ved de nærmeste bolighusene. SØKT-anlegget og MTBE-anlegget vil føre til at samlet støynivå overskrider denne utslippsgrensen.

De tre anleggene vil føre til at ca. 20 boliger får et ekvivalent støynivå som er over 40 dBA.

Tett oppfølging i prosjektfasen og utarbeidelse av gunstige støymessige løsninger kan begrense økningen i støynivået som følge av MTBE-anlegget. Det er også nødvendig å gjennomføre støyreduserende tiltak for eksisterende anlegg dersom samlet støynivå skal forbli uendret eller lavere enn idag.

12.1. Problemstillinger

MTBE-anlegget planlegges plassert øst for eksisterende prosess- og hjelpeområde på Kårstø. Følgende problemstillinger behandles:

- Hva blir støybelastningen for bosetting rundt industriområdet ved anlegg og drift av den nye fabrikken?
- Hvilke støymessige endringer vil den nye fabrikken medføre i forhold til:
 - a. idag?
 - b. etter at anlegg for kondensattransport er satt i drift?
- Hvordan kan støynivået reduseres?

12.2. Grunnlagsinformasjon

Det foreligger relativt omfattende måledokumentasjon om støyforholdene ved eksisterende anlegg. Støy fra SØKT-anlegget er dokumentert i egen rapport fra detaljprosjekteringsfasen. Detaljer om MTBE-anlegget foreligger hovedsakelig i form av muntlig informasjon. Skriftlig materiale er i liten grad gjort tilgjengelig.

Gjeldende utslippstillatelse. Tabell 12.1 viser gjeldende konsesjonsbetingelser for eksisterende anlegg i 1000m avstand, d.v.s. ved nærmeste bolighus.

Eksisterende anlegg. Målinger som ble gjennomført i mars-91, gir anslag over middelverdi for lydnivå slik Tabell 12.2 viser. Kleiva og Løvland er to bolighus som ligger henholdsvis nord og øst for terminalen i ca. 1km avstand. Det er også gjennomført en analyse av utviklingen i resultater fra 3 kontroll-målinger i perioden 1986-1991. Kontrollmålingene i målepunkt Kleiva har et felles overlappingsområde i intervallet 41,5-42dB, variasjonsområdet er 40-44dBA.

For Løvland er variasjonsområdet 37–44dBA. Dette forholdsvis store variasjonsområdet skyldes i stor grad driftsvariasjoner ved terminalen, og usikkerheten ved lydutbredelse over store avstander selv under "spesifiserte" værforhold. Støymålingene har vært omfattende.

Sleipner Øst kondensattransport (SØKT). Det foreligger detaljert støyberegnerapport fra prosjekteringsfasen (EB Global Engineering, 28.6.91). I beregningene benyttes de aktuelle utstyrsleverandørenes støydata. Beregningene er forøvrig gjennomført i tråd med den nordiske beregningsmetoden for eksternstøy. Usikkerheten i de estimerte støyningnivåene er ikke angitt. Tabell 12.3 gjengir de beregnede støyningnivåene.

Tabell 12.1. Gjeldende utslippstillatelse for støy, nærmeste bolighus.

	Dag kl. 06–18	Kveld kl. 18–22	Natt kl. 22–06
Ekvivalent lydnivå	50dBA	45dBA	40–42dBA

Tabell 12.2. Middelerverdier for støy fra eksisterende anlegg. Ekvivalent lydnivå og L95 (90% konfidensintervall, uten faking).

Måleposisjon	Anslag L_{ekv} (dBA)	Usikkerhet (dB)	Anslag L95 (dBA)	Usikkerhet (dB)
Kleiva	42,9	±1,3	38,5	±1dB
Løvland	38,7	±1,6	33,2	±1dB

Tabell 12.3. Beregnet støyningnivå fra SØKT-anlegget.

Beregningsposisjon	Beregnet L_{ekv} (dBA)	Tillegg for fakkell (tomgang) (dB)
Kleiva	30	0,5–1
Løvland	32	0,5
Bustø	27	0,5–1

12.3 MTBE-anlegget

Anlegget vil medføre en økning i mengden støykilder og dermed også en økning i den totale lydeffekten fra terminalen. Anlegget vil bygges ut øst for eksisterende prosess- og hjelpeområde. Dette vil medføre at sentrum for støyemisjonen forskyves mot øst. Det foreligger ikke støydata for det aktuelle utstyret som skal benyttes ved anlegget. Det er heller

ikke gitt tilgang til detaljert skriftlig beskrivelse av anlegget. Antatte hovedstøykilder er plukket ut basert på en muntlig gjennomgang av anlegget i samarbeid med Statoil. Totalt sett gir dette mulighet for å presentere et relativt grovmasket bilde av hvordan situasjonen forventes å bli.

Støydata for utstyret baserer seg på følgende informasjon:

1. Statoils data for støyemisjon og beskrivelse av støyreducerende tiltak for forskjellige typer utstyr (Kellogg 1991)
2. Erfaringsdata for støy fra tilsvarende utstyr i andre anlegg.
3. Erfaringstall for mulig støyreduksjon utover Statoils egne designdata for utstyret.

Prosessområdet. Området er delt i 3 hovedenheter hvor Oleflex enheten forventes å inneholde de betydeligste støykildene. Hovedovnen for anlegget blir plassert uskjermet mot øst. Kompressorer blir plassert lenger inn i anlegget mot vest og kan dra nytte av intern skjerming i anlegget. Det samme gjelder luftkjølere. En del større pumper blir plassert helt nord i prosessområdet. Forøvrig fordeles pumpene over hele prosessområdet.

Hjelpeområdet. Dampkjelen er den betydeligste støykilden i hjelpeområdet og vil i udempet utførelse gi svært høye støynivåer. Alternativt planlegges halvparten av kjeleeffekten overført til varmpumpe og kompressor som blir plassert nord i prosessområdet. 3 nye kjølevannspumper blir installert ned mot sjøen. En del mindre pumper inkluderes også i hjelpeområdet.

MTBE-lagertanker. To pumper blir installert i forbindelse med MTBE-lagertankene vest på terminal-området.

Fakkell. Anlegget omfatter en fakkell som blir installert på samme sted som øvrige fakler. Fakkelen vil brenne med økt kapasitet ved oppstart/nedkjøring og ved problemer ved anlegget. Ved vanlig drift vil det brenne en liten flamme.

Utskipning. Det forutsettes at man benytter eksisterende anlegg for utskipning. Dette medfører en mindre økning i støynivå som følge av økt utnyttelse av anlegget.

12.4 Beregning av støy i driftsfasen

Metode. Støyberegningene for MTBE-utbyggingen er utført med "Nordisk beregningsmetode for ekstern industristøy". Beregningene gjelder under visse spesifiserte værforhold, det forutsettes bl.a. at det er vindretning fra industrianlegget til beregningspunktet, evt. vindstille kombinert med en positiv temperaturgradient. Under de gitte forholdene vil beregningsnøyaktigheten være 1-3dB når avstanden til anlegget er mindre enn 500m. Når avstanden er større enn 1km, kan usikkerheten bli betydelig. Usikkerheten kan bli større enn 3-5dB for avstander utover 1 km, men den vil først og fremst være knyttet til hvordan støyreduksjonen med økende avstand er større enn forutsatt i beregningsmodellen. Det finnes få undersøkelser om støyutbredelse over store avstander.

Det antas likevel at de største usikkerhetene knytter seg til de estimerte støynivåene for kildene. Usikkerhetene skyldes:

- Anleggets design, lokalisering av og operasjonsbetingelser for utstyret er ikke fullt

klarlagt

- Utstyrstyper og leverandører er ikke kjent
- Innsatsnivå for støyreduksjonstiltak på utstyret er ikke kjent

Dominerende vindretning. Vindretningen i området er fra nord-nordvest om våren og sommeren. Høst og vinter er det noe høyere forekomst av vind mot land, d.v.s. forhold som gir de høyeste støynivåene for bebyggelse nord, øst og vest for terminalen. Det samme gjelder perioder med solgangsbris.

Forutsetninger for beregningene. Statoils egne designdata for utstyret danner en øvre grense for antatt støyemisjon. For en del av utstyret kan designdataene ikke benyttes alene, eller de er mangelfullt spesifisert. Det er da benyttet erfaringsdata for å gi en mer presis bedømmelse av støynivåene.

Designdataene vil først og fremst sikre at støy inne på selve terminalområdet ikke overskrider støygrenser fastsatt av Arbeidstilsynet. De sikrer nødvendigvis ikke at grensene for eksternt støy til omgivelsene overholdes. I denne forbindelse er kilder med stort støyavstrålende areal spesielt kritiske.

For å få til en praktisk håndtering av støykildene fra anlegget, er kildene slått sammen i grupper. Gruppene danner grunnlaget for beregninger av støynivå og støykoter i naboområdet. Konsekvenser av skjermingseffekt innenfor hver kilde-gruppe er ikke beregnet.

Samlet lydeffekt fra kildegruppene. Tabell 12.4 viser estimert lydeffektnivå i dBA re. 10^{-12} Watt fra de enkelte kildegruppene. Lydeffektnivå for enkeltkilder innenfor gruppene er gitt i Tabell 12.6.

Tabell 12.4. Estimert lydeffektnivå fra kildegrupper i MTBE-anlegget.

Butamer	Oleflex	MTBE Hjelpeområde		Tankområde	Fakkell max/tomgang
104	110	101	102	100	131/<100

Butamer-enheten. Støyemisjonen bestemmes av pumper, el.drift kompressorer og luftkjølere. Det er benyttet en kombinasjon av designdata og erfaringstall.

Oleflex-enheten. Hovedovnen for det nye anlegget drives av 7 luftvifter og forventes totalt å være en betydelig støykilde. Det er benyttet måleverdier for sammenlignbar ovn på Mongstad. En stor luftkjøler, innebygde kompressorer /damp turbin og et stort antall pumper antas hver for seg å ha noe mindre støymessig betydning. Det er benyttet en kombinasjon av designdata og erfaringstall for disse kildene.

MTBE-enheten. Støyemisjonen bestemmes av pumper. Det er benyttet en kombinasjon av designdata og erfaringstall.

Hjelpeområdet. I udempet utførelse vil dampkjelen være bestemmende for støyemisjonen. Beregningene forutsetter imidlertid at det installeres en spesialdempet utførelse som for SØKT-anlegget. Kjølevannspumpene antas å være støymessig lik tilsvarende pumper i SØKT-anlegget. Det er benyttet en kombinasjon av designdata og erfaringstall for øvrige pumper.

Tankområde. Støyemisjonen bestemmes av pumper. Det er benyttet en kombinasjon av designdata og erfaringstall.

Fakkell. Det forutsettes at fakkelen brenner med en liten flamme ved vanlig drift (tomgang). Ved oppstart/nedkjøling og ved problemer ved anlegget vil fakkelen gå for "fullt". Dette er en situasjon som er oppgitt å inntreffe "sjelden", og det forutsettes at den er uten betydning for det ekvivalente støynivået fra anlegget.

Støynivå ved "tomgang" antas å være det samme som for SØKT-anlegget. Støybidraget ved "tomgang" vil da være uten betydning for det totale støynivået i omgivelsene.

Ventil- og rørstøy. Driftsforholdene vil preges av en kontinuerlig rekke av- og på- sekvenser for ventiler. Støymessig betydning er vanskelig å bedømme. Det er også vanskelig å bedømme betydningen av annen kontinuerlig ventil- og rørstøy på dette stadium. Det antas likevel at slik støyemisjon kan begrenses tilfredsstillende ved å velge støysvake ventiler i kombinasjon med akustisk/termisk rørisolering.

12.5. Støynivåer til omgivelsene. Støykoter

Tabell 12.5 viser støybidragene fra eksisterende anlegg, SØKT-anlegget og MTBE-anlegget under normale driftsforhold. Ekvivalent lydnivå i 3 måle-/beregningpunkt.

Tabell 12.5. Støybidrag fra de tre anleggene.

Utbyggingsgrad	Pkt. 1 Bustø	Pkt. 2 Kleiva	Pkt. 3 Løvland
Eksisterende anlegg	40	43	39
SØKT	28	31	33
MTBE	<30	39	39
Total støy	40,5	44,5	42

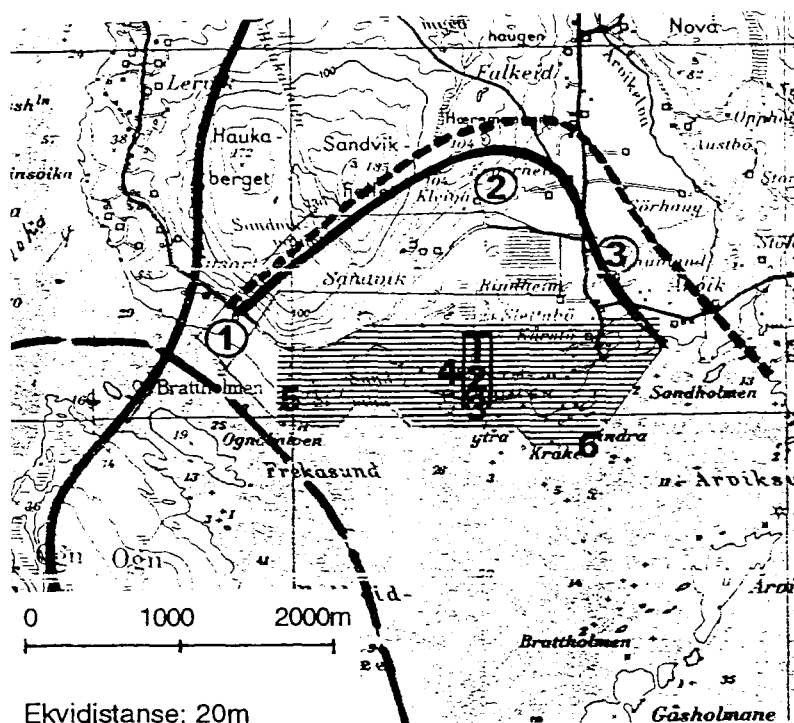
På kartet i Fig. 12.1 er en 40dBA støykote tegnet inn for det eksisterende anlegget og SØKT sammen med en 40dBA støykote for de tre anleggene samlet. Grunnlaget for bestemmelse av støykotene er usikkert slik at kotene bør kun oppfattes som en indikasjon. Innenfor 40dBA støykote for nåværende anlegg og SØKT ligger det i overkant av 10 bolighus. Innenfor 40dBA støykote for alle de tre anleggene samlet ligger ca. 20 bolighus. Ved full fakling vil støyen i omgivelsene være fullstendig dominert av fakkelen. Støynivået vil være 55–60dBA i pkt. 2 og 3. Pkt. 1 vil ligge skjermet i forhold til fakkelen.

Tabell 12.6. Lydeffektbedømmelse av støykilder MTBE-anlegg.

	Lydeffekt pr. enhet (dBA)	Lydtrykk 1m (dBA)	Total lydeffekt (dBA)	Kommentar
Butamer enhet:				
18 pumper (9stk. standby) hvorav 4 pumper er av betydelig størrelse (174 og 190kw)	95	82	98	designkrav
14 småpumper	86	75	94	erfaring
2 kompressorer (1 standby) (178 kw el.drive)			100	erfaring
Luftkjølere (640kw/190kw)	95	82	98	designkrav
Sum Butamer enhet			104	
Oleflex enhet:				
35 pumper (antar 18 standby) hvorav 4 pumper av middels størrelse (90kw)	95	82	98	designkrav
31 småpumper	86	75	98	erfaring
7 luftvifter (4 i drift) (30kw (1), 110kw (2), 60kw (4))	95	82	101	designkrav
Ovn + brenner	107		107	Mongstad
Reaktorer, 3 stk. + katalysator				usikker (lite støy)
Kompressor + damp turbin 12,5 MW	102	80	102	innebygd
2 stk. turboexpandere (1MW)(Regner 1 standby)	93		93	innebygd kompressor (erfaring)
Luftkjøler (8 MW)	102	82	102	designkrav
Sum Oleflex enhet			110	

	Lydeffekt pr. enhet (dBA)	Lydtrykk 1m (dBA)	Total lydeffekt (dBA)	Kommentar
MTBE-enhet:				
17 pumper (antar 9 standby) hvorav 3 er av betydelig størrelse (150Kw)	96	82	99	designkrav
14 småpumper	86	75	94	erfaring
Sum MTBE-enhet			101	
Hjelpeområde:				
3 stk. el. drive kjøle- vannpumper (1MW) antar 1 standby	95	82	98	designkrav
Dampkjel (steamboiler) (88MW)	94		94	ref. Sleipner spesialdampet utførelse
14 pumper (antar 7 standby) hvorav 2 stk. er av middels størrelse (70KW)	95	82	95	designkrav
12 småpumper	86	75	94	erfaring
Sum hjelpeområde			102	
Tankområde:				
MTBE lastepumper (2 stk. 950m ³ /hr) 1 standby	98	82	98	designkrav
Metanolpumper (få m ³) 1 standby	93	82	93	designkrav
Pumper i ny målestasjon 1 standby	93	82	93	designkrav
Sum Tankområde			100	

	Lydeffekt pr. enhet (dBA)	Lydtrykk 1m (dBA)	Total lydeffekt (dBA)	Kommentar						
Fakkel:	Lydeffektnivå. Teoretiske verdier									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	dBA	
Peak 655 t/hr 0,4mach	141	142	137	131	126	125	122	118	131	
Pilotflamme (ref. Sleipner)										<100

**Beregningspunkter:**

- 1 Bustø
- 2 Kleiva
- 3 Løvland

Støykilder nyanlegg:

- 1 Butamer
- 2 Oleflex
- 3 MTBE
- 4 Hjelpeområde
- 5 Tankområde
- 6 Fakkel

Støykoter ved full drift uten faking:

- LAekv 40dBA eksist. anl. + SØKT
- - - - LAekv 40dBA eksist. anl. + SØKT + MTBE

Fig. 12.1. Støykilder, beregningspunkter og 40 dBA støykoter etter utbyggingen.

12.6. Støy i anleggsfasen

Støy i anleggsfasen vil omfatte støy fra transporttrafikk og anleggsarbeid på selve terminalområdet. En stor del av transporten vil foregå med skip, mens landtransporten vil benytte eksisterende vegsystem. Det foreligger ikke tall for trafikkmengde. Perioden med større anleggsaktivitet vil strekke seg over 1–2 år.

Trafikktellinger langs Rv 512 viser at årsdøgntrafikken etter fergeforbindelsen er 2300 kjøretøyer pr. døgn. Eventuell anleggstrafikk vil komme i tillegg til denne trafikken, men den ekstra trafikkmengden blir for liten til å påvirke støynivået langs Rv 512. Eksisterende trafikk langs Rv 512 gir idag et døgnekvivalent støynivå som er 55–60dBA i ca. 50m avstand fra veien.

Fra hovedveg inn mot terminalområdet vil anleggstrafikken føre til økte støynivåer i perioder. Det dreier seg om transport med tunge kjøretøyer som for tidligere utbygging ved terminalen.

Arbeidene på selve terminalområdet vil bestå av sprengning, boring, graving og byggearbeid. Det dreier seg om ordinært bygge- og anleggsarbeid, men det foreligger ikke data om aktivitetsnivået.

Uten spesiell skjerming eller annen beskyttelse kan kraftig bygge- og anleggsstøy gi både sjenanse og samtaleforstyrrelse ut til 200–300m fra anlegget (Solberg 1991). Ved nærmeste bolig i ca. 1km avstand vil graden av forstyrrelse ikke kunne bli av særlig betydning. Arbeidene vil foregå på dag- og kveldstid kl. 6–22.

12.7. Vurdering av konsekvenser

Områdene like øst for terminalen vil få den største økningen i støynivå som følge av MTBE-anlegget. Dette skyldes at nyanlegget blir liggende ca. 400m nærmere bebyggelsen mot øst. I beregningspunkt 2, Løvland, vil støynivået øke med inntil 3 dB.

Gjeldende konsesjonskrav vil bli overskredet med 2–3dB hos den mest støybelastede nabo (pkt. 2, Kleiva) hvorav det nye anlegget bidrar med 1–2dB.

Støynivåene som er beregnet for MTBE-anlegget er beheftet med minst ± 3 dB usikkerhet. Dersom støynivåene fra MTBE-anlegget settes 3dB høyere enn vist i Tabell 12.5, blir samlet støynivå 46 dBA i pkt. 2, Kleiva og 44 dBA i pkt. 3, Løvland. Dersom støynivåene settes 3 dB lavere, blir resultatet 44 dBA i pkt. 2 og 41,5 dBA i pkt. 3.

Det framgår at det totale støynivået fra terminalen kan øke merkbart dersom det nye anlegget bidrar med støynivåer som ligger tett opptil støynivået fra det eksisterende anlegget. Det framgår også at det blir en økning i det totale støynivået fra terminalen selv om støy fra det nye anlegget er lavere enn antatt.

Tilsvarende vil en usikkerhet i beregningsverdiene for SØKT-anlegget gi en mindre økning i støynivået i pkt. 3, Løvland.

12.8. Støyreducerende tiltak

De oppgitte støynivåene i Tabell 12.5 antyder et støyreduksjonsbehov på 4dB totalt for de tre anleggene, for rimelig sikkert å klare gjeldende konsesjonskrav på 40–42dBA om natten.

SØKT-anlegget. Anlegget er prosjektert til å gi et støynivå som er 8–10dB lavere enn støynivået fra eksisterende anlegg. Ytterligere innsats her vil ha liten effekt på det totale støynivået fra anlegget. Det bør gjennomføres kontroll av emisjonsnivåer fra de betydeligste kildene når anlegget er satt i drift. Støybidraget fra SØKT-anlegget blir trolig for lite til at det

kan dokumenteres ved hjelp av målinger ved nærmeste bolig.

Eksisterende anlegg. Anlegget forventes å være støymessig dominerende i forhold til de to nye anleggene. Støyreduksjonstiltak er nødvendig dersom man skal klare å unngå overskridelser i forhold til gjeldende konsesjonskrav for støy. Det foreligger ikke systematiserte analyser som viser hvilke støyreducerende tiltak som bør prioriteres og hvor stor effekt slike tiltak vil ha.

MTBE-anlegget. Støynivået fra anlegget må følges opp gjennom hele prosjektfasen. Dette inkluderer bl.a. følgende punkter

- valg av støymessige gunstige produksjonsprosesser og plasseringer av utstyr
- fastsettelse av krav til støy fra utstyr og ventiler
- valg av leverandører som garanterer gunstige støydata
- gjennomføring av særskilte støyreduksjonstiltak for betydelige støykilder
- utarbeidelse av detaljert støyrapport
- dokumentasjon av støy fra utstyret

Det er nødvendig å utarbeide løsninger som bringer støynivået fra MTBE-anlegget vesentlig lavere enn støynivået fra eksisterende anlegg. Dette betyr at en stor del av utstyret må avgi støynivåer som er tydelig lavere enn designdataene som er benyttet i konsekvensutredningen.

Det er flatt terreng rundt det nye anlegget, og det vil kreve en betydelig flytting av masser for å oppnå effektiv skjerming av de betydeligste støykildene. Ulike former for akustisk innbygging, lokal skjerming internt i anlegget, og plassering i spesielt tilrettelagte byggegrøper er mer aktuelle.

12.9. Oppfølgende undersøkelser

Konsekvensvurderingen er basert på generelle design- og erfaringsdata for støyproduserende utstyr. En vesentlig bedre nøyaktighet i vurderingene kan oppnås når det foreligger støydata for alt aktuelt støyproduserende utstyr.

Det anbefales å gjennomføre en tett oppfølging og vurdering av støy gjennom hele prosjektfasen. Leverandørdata for støy innhentes og det gjennomføres en kontinuerlig vurdering av aktuelle støyreducerende tiltak.

Støy fra ferdig anlegg bør dokumenteres ved hjelp av støyemisjonsmålinger nær de betydeligste støykildene. Kontrollmålinger av støy fra hele terminalen gjennomføres i de målepunktene som er benyttet under tidligere målinger.

Eventuelle nye målepunkter ved bolig og referansepunkter nær MTBE-anlegg vurderes. MTBE-anleggets støybidrag beregnes ut fra målingene som gjennomføres.

Muligheter for å redusere støy fra eksisterende anlegg bør utredes. Forslag til program utarbeides.

Vurdering av støynivå i anleggsfasen er kun basert på generelle erfaringsdata for anleggsstøy. Det er mulig å innhente bedre data ved å følge anleggsfasen for SØKT-anlegget.

12.10. Litteratur

- Diverse rapporter vedr. støy fra Mongstad–raffineriet, oljeinstallasjoner i Nordsjøen, m.fl. EB Global Engineering 1991. Sleipner Condensate Kårstø. Noise Control and Prediction Report 28.6.91).
- Kellogg 1991. MTBE Plant. Commercialisation Study, Kårstø Norway. Section II. 2.14 Environmental Report (17.5.91).
- KILDE 1983. Beregningsmetode for bygge- og anleggsstøy. Nordisk Ministerråds Sekretariat. Kilde rapport 49 (29.9.83).
- Kragh, J. 1982. Environmental noise from industrial plants. Danish Acoustical Laboratory.
- Solberg, S. 1990. Støyhåndbok for saksbehandling i kommunene. Statens Forurensningstilsyn.
- Statoil 1989. Konsekvensutredning. Ilandføring av kondensat til Kårstø.
- Storeheier, S.Å. og Ustad, A. 1982–91. Diverse rapporter om ekstern støy fra Statpipe gassterminal på Kårstø. SINTEF DELAB.

13. PLANTE- OG DYRELIV. NATUROMRÅDER

Konklusjon kapittel 13: Plante- og dyreliv. Naturområder

Dagens belastning på vegetasjon fra langtransportert forurensning i Rogaland er betydelig, og vegetasjon og jordsmonn er følsom for ytterligere påvirkning. Det foreligger imidlertid ikke informasjon som tilsier at MTBE-anleggets bidrag til den totale avsetningen av nitrogen eller svovel vil medføre merkbare effekter på vegetasjon eller jordsmonn. Det er viktig å følge forurensningsbelastningen i området nøye gjennom overvåkingsprogram.

De viktigste effektene for fugl er knyttet til kjølevannsutslipp til sjø og muligens utslippene til luft. Akutte utslipp av metanol og MTBE ved uhell kan skade store mengder sjøfugl særlig i vinterhalvåret. Sjøfuglkartverket må oppdateres for skipsleia inn mot Kårstø for bedring av oljevernberedskapen.

Det ventes ikke vesentlige forstyrrelser eller tap av arealer for pattedyrfaunaen, men deponering av masse, skipslei og ankringsplasser bør ta hensyn til viltområder. Virkninger av luftutslipp og kjølevannsutslipp ventes å bli små. Uhellsutslipp av MTBE, metanol eller skipsdrivstoff kan skape store problemer særlig for sel og oter, men også for mink og hval. Selv om utslippet av miljøgifter trolig blir lite bør det få oppmerksomhet på grunn av akkumulering og høy giftvirkning.

Det er lite som tyder på at utbyggingen av MTBE-anlegget på Kårstø vil medføre særlige ulemper for friluftslivet i området.

13.1. Flora, vegetasjon og jordsmonn

13.1.1. Arealbruk

Ettersom MTBE-anlegget vil bli plassert i et område som allerede er regulert til industriformål vil arealbeslaget til byggingen av selve fabrikken ikke bety noen ny påvirkning av flora, vegetasjon eller jordsmonn. Arealbruken under anleggsfasen og under driftsfasen for henholdsvis 750 og 100 personer vil trolig påvirke arealbruken i en videre region enn Kårstøområdet. I meldingen skrives det at erfaringene fra liknende utbyggingsprosjekter viser at befolkningsveksten som regel vil spre seg over flere kommuner. Virkningen på folketall, boligbygging og infrastruktur, og dermed arealbruken, i den enkelte kommune blir derfor lite merkbar. Det opplyses at Tysvær kommune har store tomteressurser, men det går ikke frem av meldingen hvilke naturarealer disse beslaglegger. Delutredningen om offentlig infrastruktur tar heller ikke opp naturforholdene.

13.1.2. Utslipp til luft

Problemstillinger. Aktuelt er hvilke tilleggsmengder av utslipp til luft nyanlegget vil innebære, og hvilke konsekvenser dette fører med seg når det gjelder utslipp av:

- nitrogenoksider (NO_x , regnet som NO_2)
- svoveldioksid (SO_2)
- karbonoksider (CO , CO_2)
- faste partikler
- diffuse utslipp

Svovel og nitrogenforbindelser fra nedbøren bidrar til kjemiske endringer i jordsmonnet. I jordsmonn med lav til moderat bufringskapasitet inkluderer de kjemiske endringene

- synkende pH og alkalitet
- synkende basemetning og lavere konsentrasjon av plantetilgjengelig mineralnæring (f.eks. Ca, Mg, P, Mo)
- økende konsentrasjon av aluminium og andre potensielle toksiske metaller i jordvæska
- økende konsentrasjon av sulfat og/eller nitrat i jordvæska og i stofftransporten innen økosystemet

I økosystem hvor nitrogen er en vekstbegrensende faktor slik som i lyngheiene ved Kårstø, vil økt tilgang på nitrogen primært føre til en økt produktivitet. En videre økning av N-tilførselen vil forårsake endringer i den biologiske sammensetningen av økosystemet. Arter tilpasset et liv i næringsfattige miljø vil bli erstattet av arter som er tilpasset mere næringsrike voksesteder.

I mange økosystemer hvor deponisjonen er $2\text{g N m}^2/\text{år}$ eller mere, er det klare tegn på endringer i sammensetningen og strukturen i systemet (Liljelund & Torstensson 1988). For systemer som er mest følsomme for nitrogen kan endringer inntreffe ved lavere doser. På heilandskap er nitrogeneffekter observert ved deponisjon på under $1\text{g N m}^2/\text{år}$

Effektene på hei i form av redusert frostømfintlighet på røsslyng, og endringer i artssammensetningen er observert i områder med doser under $1\text{g N m}^2/\text{år}$.

Ved belastninger på $2\text{g N m}^2/\text{år}$ er det i Nederland observert en fullstendig endring i landskapet fra hei til eng.

Gassutslippene har tildels karakter av klimagasser, med global virkning. MTBE-anlegget vil øke samlet norsk utslipp av CO_2 og andre klimagasser med omkring 0,5 %. Utslippene av NO_2 og SO_2 kan dessuten bidra til sur nedbør lokalt og regionalt, men utslippsmengdene er små. Eksempelvis vil avsetningen av NO_x (nitrat) være omkring 0,05 % av nåværende tilførsel av atmosfærisk nitrat i Ryfylke – Sunnhordaland.

Utslipp av karbonoksid (CO) kan forekomme i forbindelse med ufullstendig forbrenning av gass. Mengdene er oppgitt til $105\text{ t CO}/\text{år}$ i alternativ 1, og $114\text{ t CO}/\text{år}$ i alt. 2. Det betyr henholdsvis 12,2 og 13,2 kg/t. Dette er små mengder, og CO vil etterhvert oksideres til CO_2 i atmosfæren. Konsekvensene vurderes å ha liten miljømessig betydning, og er derfor ikke behandlet videre.

Utslipp av karbondioksid (CO_2) blir fokusert stadig sterkere pga global oppvarming (drivhuseffekten). Mengdene er oppgitt til $204\ 000\text{ t CO}_2/\text{år}$ ved alternativ 1, og $122\ 000\text{ t CO}_2/\text{år}$ ved alt. 2. Det betyr henholdsvis 23,6 og 14,2 t/time. Eksisterende terminal, Sleipneranlegget og MTBE-anlegget vil bruke ca. 2 % av den inngående gassen som fyrgass

på anlegget. Med tanke på drivhuseffekten bør oppmerksomheten konsentreres mot anvendelsen av de øvrige 98 % av gassen. Utslipp av CO₂ er derfor ikke behandlet nærmere.

Uhell på anlegget og i forbindelse med skipning av metanol, MTBE og eventuelt butan kan medføre utslipp av antennbare og eksplosive gasser. Eksplosjonsfaren vurderes ikke videre i sammenheng med vegetasjon og naturområdene.

Meteorologiske målinger. På Kårstø er det tidligere, av NILU, gjennomført målinger av bl.a. vindstyrke og retning som gir grunnlag for å beregne spredning av avgasser og konsentrasjoner i bakkenivå.

Vindrosene gir at dominerende vindretning om våren og sommeren er fra nord-nordvest, dvs. ut over fjorden. Høst og vinter er det noe høyere forekomst av vind mot land.

Avsetning av nitrat. Tidligere beregninger av gassterminalen gir to maksimalområder, ca. 5–7 km og 50–70 km fra anlegget. Årlig avsetning i det nærmeste maksimalområdet blir ca. 10 mg/m² år ved utslipp fra gassterminal og Sleipner kondensat. Det andre maksimalområdet får verdier på ca. 5 mg/m² år. Langtransportert avsetning er til sammenlikning ca. 1,5 g/m² år. Gassterminal og Sleipner utgjør derfor ca 1 % av langtransportert avsetning. Bidraget til forsuring av vann og jordsmonn vil være beskjedent, omkring 0,05 % av nåværende tilførsel av atmosfærisk nitrat i Ryfylke – Sunnhordaland.

Vurdering av konsekvenser. Ved luftbevegelser og nedbør skjer det en avsetning av nitrat over land, ferskvann og sjø. Slik avsetning utgjør en viktig del av problematikken omkring langtransportert luftforurensning. I Norge har forsuringen av jordsmonn, vann og vassdrag hittil vært forårsaket av sulfat fordi dette er et mobilt anion. Mer enn 90 % av nitrogenforbindelsene har hittil blitt tatt opp i vegetasjonen og av mikroorganismer i jordsmonnet.

Når jorden tilføres mer nitrogenforbindelser enn den kan forbruke og lagre, vil det meste av overskuddet av nitrogen transporteres ut i avrenningsvannet som nitrat. Dette vil oppføre seg som et mobilt anion og virke forsurende på samme måte som sulfat.

1000-sjøersundersøkelsen 1986 (SFT 1987) viste at nitratkonsentrasjonene i de aller fleste innsjøene på Sørlandet ble fordoblet fra 1974–75 til 1986, mens det ellers i Sør-Norge var små endringer. Dette kan indikere en begynnende nitrogenmetning av jordsmonnet i de sørligste deler av Sørlandet. Hvis så er tilfelle, kan effektene av en reduksjon av svovelnedfallet helt eller delvis motvirkes av en økning i nitratkonsentrasjonene.

Nitratverdiene i Rogaland og Hordaland er i enkelte elver høyere enn i Aust og Vest-Agder.

Overvåking av elver i Norge viste at middel pH for de fleste elvene på Vestlandet i 1990 er de laveste som er registrert siden overvåkingen startet. Forklaringen ligger i de milde og nedbørrike vintermånedene i 1989 og 1990. Som eksempel kan nevnes Vikedalsvassdraget i Vindafjord kommune som er nabokommune til Tysvær. Dette vassdraget mottar i episoder betydelige mengder sur nedbør og fordi avrenningsvannet har lav bufferkapasitet, er det meget forsuringfølsomt. I Vikedalselva ble de laveste verdiene registrert i juli med pH 5,27. Fra 1989 kalkes derfor elva hele året. Prøvetaking i Vikedalsvassdraget i 1990 viste at de høyereliggende deler av vassdraget fortsatt har store forsuringsskader på evertebratfaunaen. I denne delen av vassdraget forekommer sensitive evertebrater bare i noen få lokaliteter, og

utbredelsen av de mest sensitive gruppene viser en negativ tendens sammenliknet med året før.

NILU har gjennomført beregninger for et eventuelt gasskraftverk på Haugsneset ved Kårstø. Dette vil ha et normalutslipp på omtrent det dobbelte av utslipp fra eksisterende terminal og Sleipner tilsammen.

Gasskraftverket vil kunne gi et bidrag til den totale avsetning av NO_x på 2–3% av den nåværende tilførsel av atmosfærisk nitrat i området. Det er for gasskraftverket konkludert med at dette neppe vil føre til merkbare effekter på vannkvaliteten i influensområdet. Det foreligger heller ikke indikasjoner på at anlegget vil medføre merkbare effekter på vegetasjon og jordsmonn.

MTBE-anleggets bidrag til den totale avsetningen av NO_x er mindre enn for gasskraftverket, og effektene på vann og jordsmonn derfor også mindre. Det vil neppe være noen merkbar effekt på vegetasjonen og jordsmonnet av alene tilleggsbidraget fra MTBE-anlegget.

NO_x i samspill med ozon (O_3) kan under visse forhold gi negative virkninger på vegetasjon. Dannelsen av O_3 kan forsterkes ved reaksjoner mellom NO_x og HC under påvirkning av sollys. Ozon har negativ virkning på vegetasjon. Virkningene på vegetasjon er best kjent og gjelder særlig for nyttevekster som grønnsaker og korn. Undersøkelser etter 1985 tyder også på at ozon i moderate konsentrasjoner over lengre tid har negative virkninger på barskog. Skogskadene i Mellom-Europa har økt bekymringen for at ozon kan føre til skogskader også i Norge. Ved bakken bør konsentrasjonene av ozon ikke overskride foreslåtte grenseverdier. Måleresultater fra ulike steder i landet viser at tålegrensene overskrides ofte og tildels betydelig, men mest i de sørlige deler av landet. Målinger utført av NILU på Haugsneset viste et døgnmiddelnivå på omkring $70 \text{ ug O}_3/\text{m}^3$. Dette er for det vesentlige forårsaket av transport av luft fra kontinentet. Høyeste timesmiddelverdi var på $138 \text{ ug O}_3/\text{m}^3$. MTBE-anlegget vil medføre minimale tillegg. Dette er ikke kritisk ettersom norske grenseverdier er $100 - 200 \text{ ug O}_3/\text{m}^3$ (helse) og $200 \text{ ug O}_3/\text{m}^3$ (vegetasjon). Kritisk grenseverdi for døgnmiddel er tilsvarende $65 \text{ ug O}_3/\text{m}^3$ for vegetasjon. Målingene fra Haugsneset ligger over denne grenseverdien. Spesielt i sommerhalvåret når veksten foregår kan langvarige høye ozonkonsentrasjoner bli kritisk for vegetasjonen.

Andre utslipp til luft. Utslipp av SO_2 fra eksisterende terminal er på $0,3 \text{ kg SO}_2/\text{time}$. Bidraget fra Sleipneranlegget er beregnet til $0,2 \text{ kg SO}_2/\text{time}$. Bidraget fra MTBE-anlegget er beregnet til $36 \text{ t SO}_2/\text{år}$ etter alternativ 1 og like mye ved alternativ 2. Dette tilsvarer $4,0 \text{ kg SO}_2/\text{time}$. Det totale utslippet vil da bli $4,5 \text{ kg SO}_2/\text{time}$, som er en nidobling i forhold til dagens nivå pluss Sleipner kondensat. Gjeldende utslippstillatelse har en grense på $1 \text{ kg SO}_2/\text{time}$.

Diffust utslipp av flyktige organiske forbindelser (VOC) fra MTBE-anlegget er beregnet til 90 t/år etter det valgte alternativet, samt 270 t/år ved lasting og lossing, tilsammen 360 t/år . Dette vil utgjøre ca. 40 kg diffust utslipp pr. time, og kommer i tillegg til 120 kg pr. time fra eksisterende terminal og 60 kg pr. time fra Sleipner. Direkte konsekvenser ved denne økningen av hydrokarbonutslippene vurderes som uvesentlige for vegetasjon og jordsmonn.

Utslipp av faste partikler som støv og sot er beregnet til 9 t/år . Det er ca. 1 kg/time . Dette er små mengder, og konsekvensene vurderes som uten betydning for vegetasjon og jordsmonn.

Avbøtende tiltak. Dersom det skulle vise seg at utslippsmengder og samlede konsentrasjoner i omgivelsene ikke blir tilfredsstillende, kan nødvendige forbedringer oppnås ved tiltak knyttet til :

- forbrenningsteknikk
- skorsteinsoptimalisering
- driftsmåte for anlegget

Konklusjon. De utslippsmengder som det regnes med i planene, vil gi små forurensningsvirkninger. Konsentrasjonene av NO₂, som er den viktigste forurensningskomponenten, vil i omgivelsesluften ligge langt under fastsatte grenseverdier. Ozon kan under visse episoder nå kritiske belastningsverdier for vegetasjonen.

13.1.3. Utslipp til sjø

Problemstillinger. Etableringen innebærer en økning av utslipp til sjø, men ingen nye typer regulære utslipp fra terminalen. Utslippene kan påvirke flora og vegetasjon i strandsonen.

MTBE-anlegget vil medføre regulære utslipp til vann, bestående av:

- kjølevann
- rensert potensielt oljeholdig drensvann og flomvann
- rensert avløpsvann fra sanitæranlegg
- ballastvann

Kjølevann vil være det dominerende utslippet oppvarmet 10 °C. På Kårstø vil MTBE-anlegget øke kjølevannsutslippet med ca. 40 %.

Eventuelle miljøendringer av kjølevann ved utslipp vil være knyttet til:

- overtemperatur
- restutslipp av oksydasjonsmiddel fra klorering
- transport av dypvann til øvre vannlag

Eventuelle akutte utslipp kan forekomme i skipsleia eller ved kai i forbindelse med skipning av metanol inn til fabrikken og MTBE ut igjen. Både metanol og MTBE er flyktige og lette væsker, som ved utslipp vil danne tynne flak på havoverflaten med stor horisontal utstrekning. Flakene vil dels fordampe, dels nedblandes og løses i vannet under flaket. Dette gjelder spesielt metanol, som er meget vannløselig. MTBE har bare begrenset vannløselighet.

Vurdering av konsekvenser. Kjølevannsutslippet øker med snau 40 % i forhold til situasjonen etter Sleipner kondensat anlegget. Det er imidlertid ikke sannsynlig at nye typer virkninger vil forekomme i forhold til utslipp fra eksisterende anlegg (se kap. 10).

Utslipp av restoksydasjonsmidler fra eventuell klorering kan gi skader på fastsittende planter i strandsonen, samt på grunt vann innenfor influensområdet. Ettersom utslipp finner sted bare en kort periode (ca. 15 min.) hver dag, og vekslende hydrologiske forhold vil gi store variasjoner i spredningsområde, -retning og -dyp vurderes det som lite sannsynlig at skader vil forekomme.

Økt algevekst i Kårstøbassenget er mulig som resultat av transport av næringsrikt dypvann til øvre vannlag. Det er en mulighet for at det kan skje en økt begroing og endring i artssammensetningen av fastvoksende alger i strandsonen.

Ved uhellsutslipp i skipsleia eller ved kai vil det dannes tynne flak på havoverflaten med stor horisontal utstrekning. Metanol har en viss giftighet i miljøet og kan forårsake skade ved større utslipp. Når det gjelder miljøvirkningene av MTBE foregår det for tiden et omfattende testprogram i USA. Testprogrammet vil være ferdig i 1993.

Konklusjoner. Virkningene av akutte utslipp på planter er trolig negative, men i hvor stor grad er usikkert. Vegetasjon og dyreliv knyttet til strand kan bli skadet. Akutte utslipp vil fordampe raskt og virkningen vil være av kortvarig karakter.

Temperaturøkningen på 1 – 2 °C, utslipp av restoksidasjonsmiddel fra klorering og transport av næringsrikt dypvann til øvre vannlag vurderes imidlertid ikke å innebære negative konsekvenser av noe omfang.

13.2 Fugl

13.2.1. Forstyrrelse, aktivitetsøkning

Det regnes med opptil 750 personer i anleggsfase. I driftsfase vil det være opptil 100 personer i tillegg på grunn av MTBE-anlegget. Det forventes en viss økning i skipstrafikken til og fra Kårstø.

Det synes som aktiviteten på Kårstø hittil har ført til lite fritidstrafikk på sjøen og holmene. Dette skyldes vel også at folk bor andre steder i distriktet og i liten grad er her på fritiden. Imidlertid bør en være oppmerksom på at dette framover kan utgjøre et problem og at fuglene i hekketiden bør ha minst mulig forstyrrelse på hekkeplassene.

Økningen i skipstrafikken inn til Kårstø etter utbyggingen vil neppe redusere betydningen av områdene for fugl, eller fuglenes aktivitet. Fuglene vil etter all sannsynlighet venne seg til det økte antall skip i området.

Tiltak. Det bør etableres et oppsyn som dekker alle holmene og øyene utenfor Kårstø, særlig i hekkesesongen. Dette dekker bl.a. sjøfuglreservatene (se kapittel 13.5.).

13.2.2. Arealbruk

Bortsett fra et mindre areal ved det nye flammetårnet, vil det følge meldingen ikke bli noen ytterligere båndlegging av areal området. Vi forutsetter at dette også betyr ingen nye kaier eller fyllinger som fjerner strandareal, slik at eventuelle strandområder for sjøfugl ikke blir berørt.

13.2.3. Utslipp til luft

Det vil forekomme regulære utslipp til luft av NO_x, SO₂, CO₂, flyktige organiske forbindelser og små mengder sot og støv. Det er sannsynligvis nedfallene av nitrogen- og svovelforbindelser som vil ha størst effekt på fugl. Det kan oppstå gjødslingseffekter, som i dag

generelt oppfattes som et problem, men effektene på fugl av dette vet vi lite om (H.C.Pedersen medd.). Vi antar at den viktigste påvirkningen for fugl er forsuring av vannforekomster og jordsmonn; lokalt og regionalt.

Problemstillinger. I hvilken grad fører de økte utslipp til endrete biotopforhold for fuglene? Vil tilleggsbelastningen av forsuring medføre økt løselighet for aluminium, og vil dette i så fall føre til redusert tetthet, produksjon eller vekst for fugl?

Grunnlagsinformasjon. Vi vet etter hvert noe om effektene av forsuring, selv om toleransenivåene for ulike stoffer i ulike områder er uklare. Det er særlig i innsjøer og terrestre miljø at dette er et problem, en oversikt er nylig gitt av Muniz (1991). Det eksisterer en stor mengde grunnlagsdata om fugl fra Kårstø-området (se kap. 8). Influensområdet for nedfall av bl.a. nitrogen dekker store og viktige fugeområder.

Vurdering av konsekvenser. Det antas at nedfall av nitrogen- og svovelforbindelser i sjøen har minimal effekt på sjøfuglene. Nedfall og forsuring av jordsmonn og vegetasjon på øyer og holmer kan imidlertid få betydning. Ut fra de antydete mengder utslipp, samt manglende informasjon om hvor mye som kreves for å løse aluminium og andre metaller i dette området, er det umulig å forutsi hvilke effekter dette vil få på fugl. Effektene av dette kan komme etter lang tids eksponering for surt nedfall.

I fuglebiotopene opp mot Sandvikfjellet antar vi at effektene neppe blir merkbare på lang tid. Men økt kunnskap om nivå for utløsning av metaller og toleransegrenser for ulike fugl kan føre til en annen vurdering.

13.2.4. Utslipp til sjø

Utslipp til sjø vil være regulære utlipp eller utslipp som følge av uhell fra terminal eller skip.

Regulære utslipp vil særlig være oppvarmet kjølevann, men også restutslipp av oksydationsmiddel fra klorering. MTBE-anlegget vil øke kjølevannsutslippet med 38%. Det vil også være innhold av bl.a. tungmetaller og organiske miljøgifter i avløpsvann fra MTBE-anlegget. Oppvarmet kjølevann kan være en medvirkende grunn til at antall sjøfugl har økt i områdene rundt Kårstø har økt de siste 10 åra. Imidlertid holder de fleste fuglene til rundt holmene, mens effektene av kjølevannet er størst nærmest utslippet. Årsakene til økningen er usikre og situasjonen bør følges, særlig i vinterhalvåret da sjøfuglene er spesielt sårbare.

Uhellsutslipp kan forekomme i forbindelse med skipning av metanol inn til Kårstø og MTBE ut fra Kårstø. Akutte utslipp av metanol og MTBE kan føre til skader på sjøfugl. Det er stor risiko for at mange sjøfugl blir rammet hvis uhell skjer i vinterhalvåret. En stor andel av fuglene blir sannsynligvis rammet hvis det skjer uhell i nærheten av holmene og de grunne områdene som brukes av mange sjøfugl (og som også delvis er sjøfuglreservater). Dessuten vil flere ulike hekkebestander bli påvirket ved uhell om vinteren, fordi fuglene som er tilstede tilhører hekkebestander som har hekkeplasser ulike steder.

Avbøtende tiltak. En tilfredsstillende beredskap ved uhell forutsetter kunnskap om hvilke sjøfuglarter som kan forventes å være tilstede gjennom ulike årstider. Denne kunnskapen ivaretas på landsbasis gjennom NINAs sjøfuglkartverk. For områdene rundt Kårstø, inklusive skipsleia, er sjøfuglkartverket ufullstendig og bør oppdateres.

13.3 Pattedyr

13.3.1 Forstyrrelse, aktivitetsøkning

Økt aktivitet og støy i anleggsfase og driftsfase vil neppe i seg selv medføre vesentlig forstyrrelse for pattedyra i området. Pattedyr venner seg oftest raskt til aktiviteter og lyder som ikke er direkte ubehagelige eller skadelige. Risikoen for påkjørsler kan imidlertid øke ved økt vegtrafikk i anleggsfasen. Sjøpattedyr har ofte en viss fluktavstand til fartøy (Griffiths et al. 1987). Regelmessig skipstrafikk langs en fast skipslei vil gi mindre forstyrrelse enn uregelmessig, uforutsigbar trafikk. I en overgangsfase kan sterk lyd ha skremseffekt, særlig dersom den inntreffer plutselig og uregelmessig. Lyd på et nivå som er så kraftig at det er fysisk ubehagelig har en mer permanent skremseffekt. Sterk lyd kan også gi fysiske skader og stress. Det er påvist at hval unngår støykilder under vann og at sel reagerer sterkt på høyfrekvent lyd (Griffiths et al. 1987). Det er liten grunn til å tro at støynivået ved regulær drift vil gi varige skadevirkninger for pattedyr

Uhell ved anlegget eller med skip, med kjemikalieutslipp som følge, kan få langt mer alvorlige konsekvenser enn anleggsarbeid og daglig drift. Pattedyr med tilknytning til sjøen vil være særlig utsatt for slike utslipp og risikoen for slike uhell vil øke med økt skipstrafikk.

13.3.2 Arealbruk

Etablering av MTBE-anlegget medfører ikke båndlegging av nye land-arealer i forhold til pattedyr-bestander slik utbyggingsplanen er presentert. Eventuell deponering av masse bør ta hensyn til viltområder. Skipstrafikken kan også ansees som arealbruk. Vi har ingen opplysninger om hvordan sel-kolonien ved Kårstø eller otere i området reagerer ved skipsanløp, men på bakgrunn av generell kunnskap om at disse artene flykter innen en viss avstand til skip, bør skipslei og ankringsplasser ikke ligge nær selkoloniene eller de sannsynlige oterholmene i fjorden.

13.3.3 Utslipp til luft

Luftutslippene fra MTBE-anlegget vil hovedsakelig gi økte utslipp av samme type som fra etablert og vedtatt virksomhet og vil forsterke eventuelle virkninger av denne virksomheten (se kap. 8.3.3). Det vil bidra til forurensningen og gi økt gjødslingseffekt selv om økningen er liten sammenliknet med langtransporterte mengder av slike forbindelser. Dersom dette bidrar til reduksjon av bestander av innlandsfisk og økte konsentrasjoner av giftige metaller vil det ha negative konsekvenser for oter og kan også være negativt for andre landpattedyr (Munitz 1991). Det er vanskelig å forutsi om den aktuelle mengden er stor nok til å gi merkbare virkninger over lengre tid.

13.3.4 Utslipp til sjø

Ved etablering av MTBE-anlegget øker utslippet av oppvarmet vann og dermed sjøarealet som får temperaturøkning. Det er lite sannsynlig at sel eller oter vil reagere direkte på en temperaturøkning på 0.5–1.5 °C i Kårstøbassenget (Statoil 1989). Disse pattedyras vekselvarme næringsdyr kan derimot reagere. En vedvarende temperaturøkning på omkring 1 °C kan forandre veksthastighet av fiskearter (se kap. 14). Artene er tilpasset både temperaturvariasjonen og temperaturnivået og 0.5–1°C økning i gjennomsnittstemperatur kan

ha betydning selv om naturlig temperaturvariasjon er stor. Økt veksthastighet på fisken burde ha positiv virkning på næringstilgangen for sel og oter.

Kjemikalieutslipp og mulighet for danning av klorerte hydrokarboner vil øke. Sansynligheten for danning av slike forbindelser er ukjent. En del halogenerte forbindelser har sterk giftvirkning og har ført til reproduksjonssvikt hos sel (Helle 1976), trolig også hos oter (Chanin 1985).

Uhellsutslipp av MTBE, metanol eller skipsdrivstoff vil ha de største konsekvensene for pattedyr i området. Det vil hovedsakelig ramme sel og oter, men også mink og hval. Både MTBE og metanol vil nedblandes i sjøen, danne et flak på vannflaten og også like over denne i form av damp. Det er grunn til å tro at giftvirkningene av MTBE for disse pattedyra er omtrent de samme som beskrevet for mennesker (Statoil 1991). Forgiftning inntre ved innånding av damper og opptak til blodet gjennom lungene. Symptomene er nedsatt konsentrasjonsevne, svimmelhet, ustøhet, kvalme, brekninger og diaré. Dampen virker irriterende på øynene. Høye konsentrasjoner kan gi pustebesvær og bevissthetstap. Pattedyr i sjøen som treffes av et konsentrert utslipp og blir bevisstløse vil drukne. Selbestanden opptrer til dels i flokk og alltid i eller i umiddelbar nærhet av sjøen. Under uheldige omstendigheter kan hele Kårstø-kolonien bli utryddet. For oter som sjelden opptrer i større flokker enn hunn med 1–3 unger vil et slikt uhell trolig ramme enkelt dyr eller enkeltfamilier, men vi kjenner ikke størrelsen på oterbestanden i området. Dersom det dreier seg om svært få dyr kan også dette avgjøre om bestanden opprettholdes.

Konsentrert eksponering for drivstoff-olje med flyktige komponenter har gitt reaksjoner hos sel som likner virkningene av MTBE (Griffiths et al. 1987). Utslipp av drivstoff-olje ved grunnstøting kan likevel ventes å ha mindre akutt virkning enn MTBE på grunn av mindre fordamping. Til gjengjeld vil oljeutslipp ha mer langvarig virkning. Oter antas å være mer sårbar for oljeforurensning enn sel fordi denne arten er avhengig av pelsen for normal varmeregulering både på land og i sjøen (Heggberget og Moseid 1989). Normal oterpels er vanntett, men ved oljetilsøling trenger vann inn til huden (Griffiths 1987). For å opprettholde pelsstrukturen slikker otere pelsen og får dermed i seg eventuell olje. Olje som fordøyes fører til en lang rekke giftvirkninger i kroppen hos pattedyr (Griffiths et al. 1987). Baker et al. (1981) påviste dødelighet hos vår oterart etter oljeutslipp. Dødelighet kan inntre i en periode på flere uker etter utslipp. Ved sterk tilsøling kan oljen også være dødelig for sel. Virkningen av olje på hval er dårlig kjent, men ser ut til å være forholdsvis liten (Griffiths 1987).

13.4 Fisk og vannkvalitet, ferskvann

Influensområdet for gassterminalen på Kårstø er anslått å ha en radius på 10 km (Böhler 1991). Det foreligger begrensede opplysninger om fiskestatus, men data fra nærliggende områder tyder på at det har skjedd skader på fiskebestander også innen influensområdet.

Influensområdet har lite forvitrede bergarter bortsett fra området sør for utløpet av Storevatn hvor det er dominans av granatglimmerskifer. Lenger nord består berggrunnen av foliert granitt og granodioritt. Berggrunnen på halvøya vest for Førlandsfjorden består også av harde bergarter (gneis og granitt). Beregning av tålegrenser for overflatevann basert på kjemiske kriterier for tilførsel av sterke syrer viser at denne tålegrensen er overskredet i influensområdet (Henriksen et al. 1990). Utslippene fra gassterminalen på Kårstø (NO_x -forbindelser) er beregnet å utgjøre bare ca. 0.5–1.5% av langtransporterte avsetninger (se kap. 9). Følgelig vil forurensningen fra gassterminalen i seg sjøl resultere i små endringer i bestandsforholdene

hos fisk. Imidlertid er innsjøene i området forsurningsfølsomme, og fortsatt eller økte tilførsler av svovel og nitrogen vil resultere i ytterligere effekter på fisk. Dette er i ovenensstemmelse med resultatene fra den regionale undersøkelsen i Rogaland som viser at tapene av fiskebestander som følge av forsurening fortsetter.

13.5. Områder med spesielle naturverninteresser

13.5.1. Arealbruk

Under både anleggsfasen og driftsfasen vil Kårstøområdet tilføres aktivitet. Ingen naturvernområder berøres direkte, men en bør være oppmerksom på at reservatene på holmene utenfor Kårstø etterhvert kan få økt belastning.

Det bør allerede nå etableres en oppsynsordning i hekketiden for fugl på holmene utenfor Kårstø.

13.5.2. Utslipp til luft

Problemstillinger. Under driftsfasen kan økte belastninger ved utslipp til luft endre grunnlaget for vernestatus for naturvernområder.

Tabell 8.17 viste naturvernområdene innen influensområdet for utslipp til luft. Objektene Nautøy/Bukholmen, Sørensholmen og Årvikholmen/Gåsholmane er vernet fordi de er viktige hekkeplasser for ulike sjøfugler og grågås. Utslippene til luft vil på kort sikt ikke endre vernestatusen for disse områdene. Et annet område av naturverninteresse er vestsida av Ognøy. Dette er et lynchheimråde med store purpurlyngheier og hassellunder. Sjeldne moser og lav finnes også der. Området er klassifisert som middels i prioritet. MTBE-anleggets tilleggsbelastning vil neppe alene føre til endret verneinteresse for området. Objekt Hauge er et lite kystvassdrag i knauset lynchheimlandskap. Det er et prioritert regionalt område, og prioriteten er klassifisert som middels. Vassdraget er foreslått vernet i verneplan IV. MTBE-anleggets tilleggsbelastning vil neppe alene føre til endret vernestatus for objektet. Rossafjellområdet (3,5 km²) er et sterkt kystpreget lite rørt furuskogsområde, tildels eldre skog. Purpurlyng i furuskog finnes der. Objektet er prioritert regionalt, og prioriteringen er høy. MTBE-anleggets tilleggsbelastning vil neppe alene føre til endret verneinteresse for området.

Det andre maksimalområdet for utslipp til luft ligger lengre borte fra Kårstø, antydte 50–70 km. Naturvernområdene innen dette influensområdet vil være mange. Nedfallsmengden antydte å være bare halvparten av den mengden nærområdene mottar. MTBE-anleggets tilleggsbelastning vil neppe alene føre til endret vernestatus for naturområdene i denne kategori. Objektene omtales derfor ikke spesielt.

Konklusjoner. Nitrogenavsetningen og forsureningen av jordsmonnet vil øke i områdene, men hastigheten vil ikke øke mye som følge av MTBE-anlegget alene. Såvel i det nærmeste som i det fjernere maksimalområdet vurderes konsekvensene av utslipp til luft å ha liten betydning for verneinteressene i de nevnte områdene.

13.5.3. Utslipp til sjø

Problemstillinger. Under driftsfasen kan økte belastninger ved utslipp til sjø endre grunnlaget

for vernestatus for naturvernområder.

Grunnlagsinformasjon. Registrerte verneinteresser ved Kårstøbassenget og i skipsleia er de samme som ved dagens situasjon.

Naturvernområdene omfatter de fredede sjøfuglreservatene Gåsholmane, Årvikholmen, Nautholmen, Langholmen og Bukkholmen innenfor en avstand av 5 km, foruten andre områder av lavere verneverdi. Fuglelivsfredningsområdet Nordre Rennesøy vil være innenfor influensområdet for skipsleia.

Vurdering av konsekvenser. Av regulære utslipp er det bare utslipp av kjølevann som innebærer mulige virkninger i resipienten. Dette har neppe negative konsekvenser, men såfremt kjølevannet er en årsak til økte fuglemengder her, vil dette muligens føre til en fortsatt økning av enkelte arter. Dette kan påvirke artssammensetning og dermed grunnlaget for vernet av enkelte sjøfuglreservater.

Akutte utslipp vil fordampe raskt og virkningen vil være av kortvarig karakter. Flaket som dannes vil berøre sjøfuglreservatene. Virkningene er negative, men i hvor stor grad er usikkert. Sjøfugler kan bli skadet (se kap. 13.2).

Konklusjoner. Verken regulære utslipp eller akutte utslipp fra nyanlegget vil neppe endre sjøfuglreservatenes vernestatus. Beredskapen ved uhell må være tilfredsstillende, inkludert et oppdatert og godt sjøfuglkartverk for Kårstøområdet.

13.6. Områder med spesielle friluftslivsinteresser

13.6.1 Situasjonen etter etablering av kondensat-anlegget

Det er lite som tyder på at kondensatanlegget vil medføre noen vesentlige endringer for friluftslivsinteressene i området. Utbyggingen vil skje i områder hvor liknende anlegg allerede er i drift, og vil ikke medføre ytterligere ferdselsbegrensninger på sjø eller land. Dersom vi også kan forutsette at driften ikke gir miljøendringer av betydning, vil det være lite å bemerke til utbyggingen fra friluftslivssiden.

13.6.2. Situasjonen ved etablering og drift av MTBE-anlegget

Det er heller ikke her noe som tyder på at anlegget vil medføre noen vesentlige endringer for friluftslivsinteressene i området. Utbyggingen vil skje i områder hvor liknende anlegg allerede er i drift. Det må kunne forventes at utbygger legger vekt på å bruke de gode erfaringene fra tidligere utbyggingsfaser på Kårstø, slik at man også denne gangen kan unngå uheldige sosiale virkninger -- som lett kan påvirke også friluftslivet.

Statoils melding om MTBE-anlegget antyder ingen nye trafikkregulerende tiltak på sjø eller land. Dersom vi også her kan forutsette at driften ikke gir miljøendringer av betydning for friluftslivet, vil det derfor være lite å bemerke til utbyggingen fra friluftslivssiden.

13.7. Spesielle konsekvenser som følge av avfall

Problemstillinger. I hvilken grad fører den økte avfallsmengden til økt antall av fugl og pattedyr som trekkes til avfallsplassen? I tilfelle dette skjer, hvilke effekter vil dette ha på annen fauna?

Grunnlagsinformasjon. Vi vet at avfallsplasser har en tiltrekkende effekt på mange fugl som her finner en økt og lett tilgjengelig matkilde. Dette gjelder i særlig grad kråkefugl og måkefugl. Avfallsplasser med matavfall kan også tiltrekke rev og gnagere. Kårstø har ikke egen fyllplass og avfall, bortsett fra spesialavfall, samles i containere og tømmes på kommunal fyllplass i Tysvær (se kap. 11).

Vurdering av konsekvenser. Da vi ikke vet hvor mye den kommunale fylling i Tysvær kommune benyttes av f.eks. kråke eller måker, eller hvor de største ansamlinger av disse fugl i kommunen befinner seg, er det umulig å antyde hvor store effekter dette vil få. Så fremt avfallsplassen(e) tiltrekker flere fugl, vil de økte antall kråke og måker sannsynligvis virke negativt på flere andre fugl i hekketida. Dette representerer også smitteproblemer (jf Heggberget 1980). Avfallet vil neppe ha vesentlige konsekvenser for pattedyr-bestander.

Problemet med avfallsplasser er et generelt problem og ikke spesielt for Kårstø-anleggene. Alle avfallsplasser bør imidlertid tildekkes, avfallshåndteringen skje så hurtig som overhodet mulig, eller helst avfall behandles på annen måte enn åpne avfallsplasser.

Konklusjoner. Dette er et problem som må vurderes mer nøye. Avfallshåndteringen er viktig fordi den tiltrekker fugl som kan ha negativ effekt på andre fugl.

13.8 Spesielle problemer som følge av støy

Støy-problemene i forbindelse med MTBE-fabrikken antar vi har liten betydning for fugl og pattedyr generelt og er liten grunn til å tro at det blir noen varige effekter av økt støy her for disse artsgruppene.

13.9. Oppfølgende undersøkelser

Et overvåkingsprogram for effekter av terrestrisk og akvatisk forurensningsbelastning i Kårstø-området bør opprettes i nær tilknytning til overvåking av marin forurensningsbelastning og utvidet måleprogram for luft. Denne overvåkingen bør igangsettes før MTBE-anlegget settes i drift. Overvåkingsprogrammet bør harmoniseres med to allerede igangsatte nasjonale programmer: "Terrestrisk naturovervåking" og "Naturens tålegrenser".

Sentrale tema som overvåkingsprogrammet bør omfatte er:

- Ulike forurensningskomponenters (særlig svovel- og nitrogenforbindelser) virkninger på naturmiljøet generelt, og flora, vegetasjon, jordsmonn, fugleliv, ferskvannsfisk og pattedyr spesielt. Akkumulering og effekter gjennom næringskjeder bør vies spesiell oppmerksomhet. Etablering av indikatorarter og referanseområder vil være aktuelt.
- Oppgradering av kunnskapsstatus for fagområder hvor ubehandlede data finnes. Dette gjelder i første rekke fugl og vil være basis ved opprettelsen av et overvåkingsprogram hvor

fugl inngår.

– Kunnskap om effekter av MTBE og metanol på fugl og pattedyr bør framskaffes slik at informasjonen kan benyttes i overvåkingsprogrammet.

I tillegg til etablering av et overvåkingsprogram vil generell kunnskap om en del spesielt forurensningsutsatte plante- og dyrearter være ønskelig å framskaffe. Dette gjelder artenes forekomst i tid og rom, deres miljøkrav og deres sårbarhet. Slike opplysninger vil også være viktige som supplement til overvåkingsprogram.

13.10. Litteratur

- Asplan Analyse. 1991. Statoil. Melding om planlegging av tiltak. Anlegg for produksjon av metyltertærbutyleter (MTBE). – Asplan Analyse A–S, Sandvika, 30. september 1991, 40 s.
- Baker, R.J., Jones, A.M., Jones, T.P. and Watson, H.C. 1981. Otter (*Lutra lutra*) mortality and marine oil pollution. – *Biol. Conserv.* 20, 311–321.
- Chanin, P. 1985. The natural history of otters. – Christopher Helm, London.
- Christensen, H. 1989. Rogaland. Registrering av oterforekomst. – Rapport til Fylkesmannen i Rogaland, 9 s.
- Griffiths, D.J., Øritsland, N.A. and Øritsland, T. 1987. Marine mammals and petroleum activities in Norwegian waters. – *Fisken og Havet Ser. B*, 1987, 1. 179 s.
- Heggberget, T.M. (red.). 1980. Måker og kråkefugl i Norden. NKV's møte om fugl og avfall 1979. – *Viltrapport 10*: 1–160.
- Heggberget, T.M. og Moseid, K.–E. 1989. Oter og olje. Rapport til Olje- og Energidepartementet fra prosjekt oter og olje 1989. – NINA Oppdragsmelding 21; 1–13.
- Helle, E. 1976. PCB levels correlated with pathologic changes in seal uteri. – *Ambio* 5, 261–263.
- Liljelund, L.–E. & P. Torstensson 1988. Critical load of nitrogen with regards to effects on plant composition. – Critical loads for sulphur and nitrogen. Report Workshop Skokloster Sweden, 19–24 March 1988. Nilsson J. & P. Grennfeldt Eds. Nordic Council of Ministers Miljørapport 1988, 15: s. 363–373.
- Muniz, I.P. 1991. Freshwater acidification: its effects on species and communities of freshwater microbes, plants and animals. – *Proc. R. Soc. Edinburg* 97B, 227–254.
- Pedersen, F.H. udatert. Ornitologiske og viltbiologiske undersøkelser på Kårstø i Rogaland. – Rapport til Statoil, 90 s.
- Statens forurensningstilsyn 1987. 1000 sjøers undersøkelsen 1986. – SFT Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282,87. Oslo.
- Statens kartverk 1987. Nasjonalatlas for Norge. Hovedtema 4: Vegetasjon og dyreliv. Kartblad 4.2.7. Mink, ilder, røyskatt og snømus. – Statens kartverk.
- Statoil 1989. Konsekvensutredning. Ilandføring av kondensat til Kårstø. Vedlegg til revidert plan for utbygging og drift av Sleipner Øst feltet. – Statoil, 52 s.
- Statoil 1991. Melding om planlegging av anlegg for produksjon av MTBE. – Statoil, 40 s.
- Temte, J.L., Bigg, M.A. and Wiig, Ø. 1991. Clines revisited: The timing of pupping in the harbour seal (*Phoca vitulina*). – *J. Zool. Lond.* 224, 617–132.
- Tysse, T. 1991. Sel i Rogaland – en intervjuundersøkelse. Rapport til Fylkesmannen i Rogaland, 52 s.

14. FISKERIER OG AKVAKULTUR

Konklusjon kapittel 14: Fiskerier og akvakultur

Utslippet fra en framtidig utbygging av et MTBE-anlegg ved Kårstø forventes ikke å ha skadelige effekter for de lokale fiskerier.

Fiskeanlegg som befinner seg innenfor influensområdet på 0.5 °C vil få bedre vekstbetingelser. Dette gjelder spesielt for laksefisk, men det er mer usikkert for stor torsk i den varme årstid. Det er usikkert om utslipp av fenol fra eksisterende virksomhet på Kårstø, og eventuelle halogenerte forbindelser kan gi bismak på produkter fra skalldyranlegg nær utslippet. Tilsvarende problemer kan også oppstå på oppdrettsfisk, selv om vi anser problemet for mindre sannsynlig. Det er til nå ikke registrert slike skadevirkninger for fisk- eller skalldyrproduksjon i nærheten av Kårstøanleggene.

Det anbefales at det settes igang undersøkelser for å klarlegge eventuelle bismakseffekter på fisk og skalldyr i nærområdene til Kårstø, og på grunnlag av dette vurdere eventuelle tiltak.

14.1. Innledning

Tidligere vurderinger (Asplan 1989) har omfattet utslipp av kjølevann på totalt 20 000 m³ (5.6 m³/s) og oljeholdig avløpsvann på 105 m³/t (0.02 m³/s). Det ble ikke forventet at akvakulturanlegg eller fiskerier ville bli berørt ved disse utslippene.

I foreliggende analyse er det vurdert om økningen i utslippet ved bygging av MTBE anlegget kan påføre skader på lokale fiskerier og etablerte/planlagte akvakulturanlegg.

Evalueringen bygger på beregninger av utslippets størrelse, innlagringsdyp, fortykning og utbredelse, samt en vurdering av de potensielle skadeeffekter av klor, oljeholdig avløpsvann og overtemperatur i nærsonen.

Marine oppdrettsanlegg vil ofte ha flere lokaliteter til disposisjon, og har derfor mulighet til å flytte fiskeproduksjonen til ulike lokaliteter. I vurderingen blir alle lokaliteter evaluert som like aktuelle og antatt å ha produksjon. Selv om et anlegg blir nedlagt vil konsesjonen senere kunne benyttes av andre.

14.2. Grunnlagsdata

De nåværende og planlagte utslipp til sjø ved Kårstø er beskrevet i henholdsvis kapittel 8.2. og 10 samt Tabell 10.1. Strømdata og hydrografi er beskrevet i kapittel 8.2.2. Fortyningen og influensområdet for kjølevannet er beskrevet i kapittel 10.4., og vurderingen i 10.7.

Det er laget en kort sammenfatning av grunnlaget for evalueringen som omfatter utslippet, innlagring, fortykning og spredning.

Den totale kjølevannsmengde som er beregnet for MTBE anlegget i 1995 er satt til 9600 m³/t (2.6 m³/s) og vil ha en overtemperatur på 10 °C. Selve utslippet vil ligge på 9 m dyp og ca 40 meter fra land. Etter utslippet vil vannet innstille seg i et innlagringsdyp og dette vil finne sted innen et minutt etter utslippet. Middelverdien for innlagringsdypet er beregnet til rundt 10 meter, og denne situasjonen vil en finne om våren, sommeren og tidlig høst. Det er antatt minimum 5 x primærfortynning av kjølevannet. Senere på høsten og vinteren er det antatt et innlagringsdyp fra 0–2 m og minimum 10 x primærfortynning.

I følge strømundersøkelser ved Kårstøområdet er middelstrømmen i vannsøylen beregnet til 10 cm/sek med dominerende retning mot vest. Det innlagrede utslippsvannet vil spre seg horisontalt ut, dels på grunn av radiaalt rettet trykkgradient, og dels på grunn av strøm i overflaten. Spredningen vil medføre en fortynning og avkjøling. Utenom nærfeltet, som omfatter en radius på 3–6 x utslippsdypet, vil strømmen være den dominerende faktor for spredning.

Den vestgående strømmen er knyttet til vind fra nord til øst-sydøst. Nordavind er mest framtrepende fra mai og utover sommeren. Den maksimale østover rettede strømmen oppstår når vinden dreier mot øst eller sydøst. Dette oppstår på senvinteren eller tidlig vår og innenfor den kritiske perioden med grunnere innlagring av utslippsvannet. Det er ikke grunn til regne med situasjoner med kraftig overflatestrøm og samtidig en grunn innlagring.

En overflatestrøm på 50 cm/sek syntes å være et rimelig estimat for dimensjonerende strøm i overflaten.

Ved å sammenlikne data for innlagringsdyp, strøm og vind er det beregnet et influensområde på 900 m med en overtemperatur på 1 °C, og et influensområde på 3400 m med en overtemperatur på 0.5 °C. Utstrekningen østover og vestover er antatt like stor, mens utstrekningen sørover kan settes til 1/5 del av respektive øst/vest verdier. Etter en time er det fortynnete kjølevannet ført 1800 m bort fra utslippsstedet.

Kjølevannet kloreres over en periode på 12 minutter daglig, som gir en eksponeringstid i kjølevannet på ca. 40 minutter. Restoksydasjonsmiddel i kjølevannet kan komme opp i 0.5 – 1 mg/l fritt klor. I tillegg til kjølevannet kommer det ut oljeholdig prosessavløpsvann som er beregnet til maksimum 120 m³/t som maksimal utslippsrate. Det er oppgitt at vannet ved utløp av renseanlegget kan inneholde < 5 mg/l av hydrokarboner og ca. 0.5 mg/l fenoler (konsesjonsgrense). Det er ikke oppgitt at MTBE-anlegget gir utslipp av fenoler. Utslipp av fenoler fra Kårstøanlegget vil altå stamme fra allerede eksisterende eller vedtatt aktivitet.

Det totale innhold av organisk karbon (TOC) er på ca. 125 mg/l (se Tabell 10.1). Avløpsvannet vil også inneholde 25 mg/l metanol, samt metaller og organiske miljøgifter. Disse er oppgitt å forekomme som "ikke vesentlige mengder". Sanitæravløp vil gå til slamavskiller og deretter i utløp øst for Kårstø kai i 15 m dyp.

Vi forutsetter at klor, oljeholdig prosessvann og andre forurensninger fortynnes på samme måte som for kjølevannet.

Fiskerisjefen i Rogaland har gitt opplysninger om alle aktuelle oppdrettsanlegg pr. 9/12–91 og omfatter settefisk- og matfiskanlegg for laksefisk, anlegg for marine arter (inklusive røye) og skalldyr-anlegg (skjell). Det er videre gitt informasjon om verneverdige områder, oversikt over

kastevåger, låssettingsplasser, gyte-oppvekstområder for fisk, rekefelt og snurrevadfelt.

Vurderingen av hydrokarbonenes effekt på fisk og skalldyr er basert på eksisterende informasjon i sentrale håndbøker (Verschuren 1983, Howard 1989), tidligere rapporter referert av Asplan (1989) og samtaler med eksperter ved Fiskeridirektoratets kontrollverk, SI og NIVA.

14.3 Eksisterende og planlagt fiskeri- og oppdrettaktivitet i influensområdet

I følge tidligere undersøkelser og kartlegging av områdene av fiskerisjefen i Rogaland er det registrert lokale rekefelt, snurrevadfelt, kaste og låssettingsplasser og gyte- og oppvekstområder. Feltene er omtalt og vurdert av Asplan (1989).

Det er registrert ett lokalt gyttefelt for torsk ved Falkeidflæet og fem lokale rekefelt i et område som ligger 5–6 km fra Kårstøanlegget. I tillegg er det en del kastevåger og låssettingsplasser som er i bruk for brisling, sild og makrell (Fig. 14.1.).

Det er ikke tilkommet nye opplysninger vedrørende fiskeriene etter konsekvensutredningen Sleipner Øst kondensat transport (Asplan 1989).

Det finnes en rekke oppdrettsanlegg i områdene nær Kårstø, men bare et fåtall ligger i eller nær influensområdet for en oppvarming på 0.5 °C. I Frekasundet ligger et anlegg for torskeoppdrett ved Brattholmen (ca. 1800 m) fra utslippstedet. Litt lenger vest (2 – 2.5 km) er det to lokaliteter for lakseoppdrett. Nærmeste lokalitet utenfor dette området er en lokalitet for oppdrett av laks ca. 4 km fra utslippsted.

I sydlig retning er det et skalldyranlegg som ligger på østsiden av Austre Bokn og ca. 4 km fra utslippspunktet. De øvrige anlegg i regionen vil neppe kunne bli påvirket på grunn av lokaliseringssted og avstand.

Det er ikke foretatt nærmere vurderinger av vanntransporten og mulig påvirkning for anlegg som ligger utenfor det beregnede influensområdet på 0.5 °C. Det antas at sannsynligheten er liten for at disse anlegg vil bli påvirket av utslippene fra Kårstø. Det eneste unntak vil være ved større utslipp etter uhell/skader på Kårstøanlegget.

14.4 Vurderinger av konsekvenser av utslipp og uhell

Ingen av oppdrettslokalitetene ligger innefor influensområdet på 1 °C. Derimot kan de tre ovenfor nevnte lokaliteter i Frekasundet og nordspissen av Ognøy kunne bli påvirket. En temperaturøkning på 0.5 °C vil påvirke tilveksten hos fisk i oppdrett. Dersom vi antar at området har en forhøyet temperatur på 0.5 °C hele året vil utsatt laksesmolt på 75 g i slutten av mai nå en vekt på ca. 4 kg etter 15 måneder (slakt i august året etter). Dette er 334 g bedre tilvekst enn under normale forhold. Den økte tilveksten forutsetter en konstant temperaturforhøyning på 0.5 °C hele året. Under reelle forhold vil variasjonen i temperatur variere fra måned til måned avhengig av dominerende vindretning og blanding av vannmassene.

Torskeanlegget vil få samme temperaturøkning, men her må vi anta at en forhøyet temperatur i juli – sept for stor fisk kan være negativ, fordi torsken foretrekker å oppholde seg i kaldere vann.

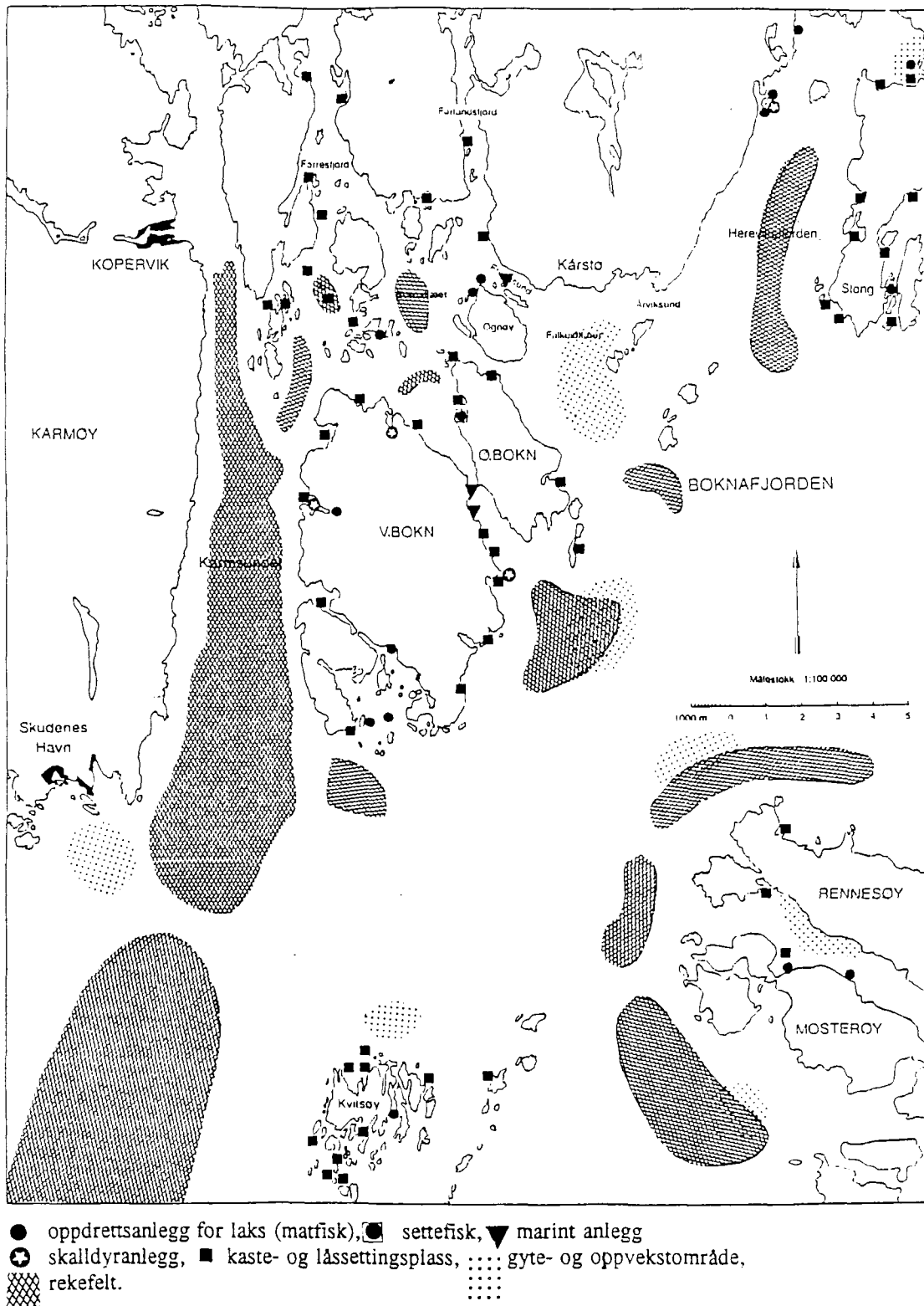


Fig. 14.1. Oversiktskart over akvakulturanlegg og lokale fiskerier i Kårstø-området og innselingsled.

Vektøkningen på laksefisk er beregnet etter en vekstmodell av professor Anders Stigebrandt ved Gøteborg universitet. Vekstmodellen er laget på grunnlag av en miljøbelastningsmodell for fiskeoppdrett (Stigebrandt 1986).

Det er ikke forventet uheldige effekter av en temperaturøkning på 0.5 eller 1 °C for de lokale fiskerier i området.

Fra virksomheten på Kårstø, før etablering av MTBE-anlegget, vil fenol slippes ut sammen med fritt klor og andre hydrokarboner. Det er derfor av flere eksperter antydning muligheter for at det blandede utslippet kan gi grunnlag for dannelsen av halogenerte hydrokarboner. Sannsynligheten og omfanget av dette er vanskelig å kvantifisere, men bør følges opp i senere undersøkelser.

Utslippet av fenol og andre hydrokarboner vil etter primærfortynning ha så lave verdier at de neppe vil kunne forårsake dødlighet på fiskelarver, yngel eller voksen fisk. For klor kan verdien i primærfortynningsområdet være noe høyere enn anbefalt grenseverdi for å unngå skade (0.01 mg/l) (EPA 1976). Ved sekundærfortynning vil konsentrasjonene reduseres ytterligere, samtidig som fritt klor brytes ned til klorid. Fritt klor ansees derfor heller ikke som et stort problem.

Giftighetsgrensen for fenol er satt til 10 mg/l og høyere. Imidlertid er fenol kjent for å kunne sette smak på fisk selv ved lave verdier. I følge russiske undersøkelser (Verschuren 1983) ligger den organoleptiske grense på 1 ppb (1 ug/l). Brandal et al.(1976) fant smaksetting på fisk ved vedvarende eksponering av hydrokarboner ned til 10 ug/l. Det er usikkert hvordan lave verdier, som beregnes ved primærfortynningen (0.2 – 0.3 ppb), vil påvirke fisk i området. Det gjelder både villfisk, fisk i steng, og fisk i oppdrett. Konsentrasjonene reduseres ytterligere ved sekundærfortynning, samtidig med at det finner sted en viss nedbrytning og sannsynligvis utfelling.

Fenol brytes relativt raskt ned i ferskvann, men langsommere i brakkvann/sjøvann. Den naturlige prosessen er nedbrytning til CO₂ og vann etter timer/dager i ferskvann, og opptil et par uker i brakkvann (Howard 1989).

Nedbrytningstid til fenol og halogenerte fenoler bør undersøkes eksperimentelt i sjøvann. Smakspåvirkning ved eksponering av lave konsentrasjoner på fisk og skalldyr er en annen aktuell oppgave som også bør utføres før MTBE anlegget er i drift. Det er imidlertid ikke registrert tilfeller av smaksetting av fisk eller skalldyr i nærheten av anleggene på Kårstø.

Det er utarbeidet flere oversikter over avvikende smak i fisk, som viser at en mengde syntetiske og naturlige kjemiske forbindelser kan påvirke smaken på fisk (Persson 1984). Persson gir et sammendrag av kunnskapen om fiskens opptak og utskilling av illeluktende kjemiske forbindelser og de viktigste kildereferansene pr. 1984. Ved opptak av smaksstoffer benyttes uttrykket ETC (estimated threshold concentration), som er laveste konsentrasjon som påvirker smak på fisk. En annen betegnelse er TOC (threshold odor concentration) som er den konsentrasjonen et testpanel kan kjenne med en sannsynlighet på 0.5 (95%).

Smith (1974) refererer til arbeider der en liten størrelse blir utsatt for konsentrasjoner på 1 ug/l fenol i 9 dager og som gir avvikende smak. Endel forfattere, deriblant Persson (1984) hevder imidlertid at det er ikke er fenol, men derivater og andre assosierte forbindelser som gir

bismaken. Som en konklusjon sier Persson at fenoler er en gruppe stoffer som synes å forårsake avvikende smak på fisk ved konsentrasjoner som er lavere enn deres TOC, derfor er aroma i vann en dårlig indikator for smak på fisk som lever i vannet.

De ovennevnte undersøkelsene indikerer at utslipp av fenoler samt dannelse av halogenerte forbindelser kan gi smak på fisk og sannsynligvis også andre marine organismer, selv ved meget lave konsentrasjoner.

Konsentrasjonene i influensområdet ved Kårstø kan, dersom utslippene nærmer seg konsesjonsgrensene, bli av samme størrelsesorden som kan gi bismak hos fisk. Fordi utslippene vil foregå mer eller mindre kontinuerlig, øker risikoen for at det kan oppstå uheldige effekter.

Det anbefales at det så snart som mulig foretas kartlegging og overvåkning av influensområdene med henblikk på mulig smakspåvirkning av fisk og skalldyr, og at en på grunnlag av dette vurderer eventuelle tiltak.

Når vann av ulike temperaturer blandes kan det oppstå problemer med gassovermetning som er meget skadelig for fisk. Ved Kårstøanlegget skal alt utløpsvann luftes godt før utslipp til sjø. Vi antar derfor at det ikke vil oppstå framtidige problemer med gassovermetning i området.

14.5. Oppfølgende undersøkelser

Det er ikke forventet problemer ved heving av temperaturen i området fra 0.5 – 1 °C hverken for akvakulturvirksomhet eller for de lokale fiskerier, og nye undersøkelser ansees derfor ikke nødvendig.

Når det gjelder utslippet av klor sammen med hydrokarboner, og spesielt stoffer som fenol, mener vi det er både nødvendig og viktig å vurdere mulighetene for dannelsen av mer persistente halogenerte forbindelser. Det bør også gjøres spesifikke undersøkelser vedrørende muligheten for smakspåvirkning av fisk, skalldyr og andre produkter som brukes i matproduksjon. Slike undersøkelser må gjennomføres som langtidstester ved lave aktuelle konsentrasjoner, der temperatur og andre miljøbetingelser simuleres.

Ovennevnte undersøkelser gir grunnlag for vurderinger av eventuelle konsekvenser og mulige tiltak for oppdrettsnæringen.

En bør vurdere separate utslipp for klor og hydrokarboner for å hindre dannelsen av farlige halogenerte forbindelser.

Når anlegget kommer i gang bør det settes i gang et kartleggingsprogram som omfatter analyser av vann og organismer i influensområdet rundt Kårstøanlegget.

Det bør gjennomføres eksperimentelle studier som kan fastsette grenseverdier for smakspåvirkning av fisk og skalldyr ved langtidseksposering til lave verdier av fenol og halogenerte forbindelser.

14.6. Litteratur

- Asplan 1989. Statoil. Dokumentasjon for konsekvensutredning Sleipner Øst Kondensattransport (SØKT). Rapport P-31837/H-9052/oh/elk, Stavanger.
- Bråndal, P.O., Grahl-Nielsen, O., Neppelberg, T., Palmork, K.H., og Vilhelmsen, S., 1976. Oil tainting of fish, a laboratory test on salmon and saithe. C.M. 1976/E:3. København, ICES.
- Howard, P.H. 1989. Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals. Vol.I. Lewis Publishers, Inc, Chelsea Michigan.
- Persson, P.E. 1984. Uptake and release of environmentally occurring odorous compounds by fish. Water Research, 18(10): 1263-1271.
- Schultze, E. 1961. Zur geschmacklichen Beeinflussung von Fische durch phenolhaltige Abwasser. Int.Revue des Hydrobiol. 46: 84-90.
- Smith, A.L. 1974. The effects of effluents from the Canadian petrochemical industry on aquatic organisms. Environment Canada, Fisheries and Marine Science Service, Technical Report No. 472: 1-68.
- Stigebrandt, A. 1986. Modellberegninger av en fiskeodlings miljøbelastning. NIVA-Rapport 1823.
- U.S. Environmental Protection Agency, 1976. Quality criteria for water. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Verschueren, K. 1983. Handbook of environmental data on organic chemicals. Second Ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York.

15. KONSEKVENSER AV SALGSGASSKOMPRESSOR

Konklusjon kapittel 15. Salgsgasskompressor

Etablering av salgsgasskompressor vil ikke føre til at det totale støynivået fra Kårstøanleggene blir høyere enn antatt etter etablering av MTBE-anlegget. Økte utslipp til luft vil ikke forekomme, og det ansees som usannsynlig at økt kjølevannsutslipp som følge av kompressoren vil føre til målbare endringer i produksjonsforhold eller artssammensetning i det marine miljø.

15.1. Innledning

På bakgrunn av 4ni-gruppens arbeid med konsekvensutredning for MTBE-anlegget på Kårstø, er vi bedt om også å vurdere planene for utbygging av salgsgasskompresjon samme sted. Vurderingene er basert utelukkende på meldingen om salgsgasskompresjon (Statoil 1991)

15.2. Konsekvenser utslipp luft

Planene for utbygging av salgsgasskompressorer vil i følge meldingen ikke medføre økt gassbehov til turbindrift eller økte utslipp til luft.

15.3. Konsekvenser utslipp sjø

Utslipp til sjø. Drift av kompressoranlegget vil forårsake utslipp til sjø av kjølevann (oppvarmet sjøvann). Utslipet er beregnet til 4000 m³/time. I tillegg vil klorering av kjølevannet gi en tilførsel av restoksydasjonsmiddel til resipienten på 3 kg/døgn. Konsentrasjonen av restklor i utslippet vil være det samme som i dag (0.5–1 mg/l). inntak og utslipp av kjølevann vil skje sammen med øvrig kjølevann.

Konsekvenser av utslipp til sjø. I konsekvensutredningen for MTBE-anlegget er virkninger av totalmengde kjølevann, der bidraget fra kompressoranlegget utgjør 11%, vurdert (kapittel 10.7). Her konkluderes at kjølevannsutslippet kan ha lokale effekter på mikroalger og dyreplankton i umiddelbar nærhet av utslippet, men det ansees som usannsynlig at kjølevannet vil føre til målbare endringer i produksjonsforhold eller artssammensetning. Det er også en mulighet for at lokale forhold kan gi oppstuing av kjølevann, og at dette kan endre samfunnsstrukturen på hardbunn. En slik lokal endring er ikke irreversibel, og ansees ikke ha større betydning for området miljø totalt sett.

15.4. Konsekvenser støy

Forventet støynivå fra den planlagte kompressorutvidelsen er gitt av Statoil (Statoil 1992). Statoils planer forutsetter at det gjennomføres en rekke støydempende tiltak.

Akustisk rørisolering er spesifisert med referanse til linjenummer og isolasjonsklasse.

Lydtrykknivået fra kontrollventiler skal ikke overstige 90 dBB i 1m avstand fra rørveggen nedstrøms retning fra ventilen (fritt felt). Videre forutsettes kompressorene montert i egne støydempende hus hvor alle åpninger mot friluft må være påmontert støydempende rister.

Under de gitte betingelsene vil kompressorutvidelsen alene gi lave støynivåer i omgivelsene. Støynivået i beregningspunktene Kleiva og Løvland er beregnet til 25–26 dBA.

Kompressorene vil ikke føre til at det totale, beregnede støynivået fra Kårstøanleggene blir høyere enn tidligere antatt og slik Tabell 12.5 viser.

Eventuelle sekundære effekter av kompressorutvidelsen, f.eks. påfølgende endringer i eksisterende anlegg, SØKT- og MTBE-anlegg er ikke vurdert.

15.5. Andre konsekvenser

Planene om utbygging av salgsgasskompresjon på Kårstø, vil etter de foreliggende opplysninger, ikke få nevneverdige virkninger på de øvrige tema tatt opp i 4ni-gruppens konsekvensutredning.

15.6. Litteratur

Statoil 1991. Melding om utbygging av salgsgasskompresjon på Kårstø. November 1991.
Statoil 1992. Compressor Expansion Project 28.2.92.