

NILU : OR 73/98
REFERENCE : O-98126
DATE : NOVEMBER 1998
ISBN : 82-425-1035-0

**Konsekvenser av økte
NO_x utslipp til luft ved
behandling av gass fra
Haltenbanken Sør på
Kårstø**

Cristina Guerreiro

Innhold

	Side
1. Innledning	11
2. Anbefalte luftkvalitetskriterier, tålegrenser for overflatevann og effekter på vegetasjon og fauna	11
2.1 Luftkvalitetskriterier	11
2.2 Tålegrenser for overflatevann	12
2.3 Effekter på vegetasjon	14
2.4 Effekter på fauna.....	16
3. Førsituasjonen	17
3.1 Naturgeografi, vegetasjon og fauna	17
3.2 Forurensningssituasjonen på Kårstø før utbygging	18
4. Meteorologiske målinger	25
4.1 Representativitet av måleperioden.....	25
4.2 Spredningsforhold i måleperioden.....	27
5. Utslippsmengder og utslippsbetingelser	28
6. Spredningsberegninger	29
6.1 Maksimal timemiddelkonsentrasjon.....	30
6.1.1 Bidraget fra de enkelte eksisterende og planlagte kilder på Kårstø.....	30
6.1.2 Samlet bidrag fra eksisterende og planlagte kilder på Kårstø.....	34
6.2 Langtidsmiddelverdier av NO _x	39
6.3 Avsetning av nitrogen.....	43
6.4 Dannelse av bakkenært ozon	45
7. Effekter på naturmiljøet	46
7.1 Overflatevann	46
7.2 Vegetasjon	46
7.3 Fauna	48
8. Referanser	49

Sammendrag og konklusjon

Statoil AS har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) vurdere konsekvensene av økt NO_x utslipp til luft på Kårstø i forbindelse med mulige utbygginger for ilandføring av gass fra Haltenbanken Sør. Alternative valg av tekniske løsninger for ekstraksjonsanlegg er vurdert:

1. Alternativ 1 (ALT. 1) er et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift har et NO_x utslipp på 3,4 g/s;
2. Alternativ 2 (ALT. 2) er et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO₂ fjerningsanlegg som har høyest NO_x utslipp (5,4 g/s);
3. Alternativ 3 (ALT. 3) er et 4G ekstraksjonsanlegg med elektriske drivere og har lavest NO_x utslipp (1,0 g/s).

Bidraget til luftforurensning fra hvert alternativ er vurdert i tillegg til bidraget fra det eksisterende anlegget på Kårstø, Åsgardterminalen og utslipp fra det planlagte gasskraftverket.

Arbeidet har bestått i å undersøke konsentrasjoner i luft, avsetning til bakken, virkninger på forsuring av overflatevann og virkninger på naturmiljø. NILU har foretatt beregninger av konsentrasjoner i luft. Vurderingen av avsetning av nitrogenoksider til bakken, vurderingen av forsuring av overflatevann og vurderingen av effekter på flora og fauna baserer seg på konsekvensanalysen for et planlagt gasskraftverk på Kårstø (Knudsen et al., 1997). Konsekvensanalysen var et samarbeid mellom NILU, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Utslippsmengde og skorsteinhøyden bestemmer i stor grad den lokale påvirkningen fra utbyggingen av Kårstøanlegget. Den regionale påvirkningen er lite avhengig av utslippsbetingelsene, og den globale virkningen er uavhengig av utslippsbetingelsene, og til dels uavhengig av utslippssted.

Nitrogenoksider

Den eksisterende luftforurensningssituasjonen i området rundt Kårstø er dominert av langtransportert luftforurensning. Lokalt vil også de lokale utslippene bidra. Målingene av innholdet av nitrøse gasser i luft utført i 1994/95 viser at det midlere nivået ved Kårstøterminalen er lavt og sammenlignbart med konsentrasjonsnivået på lite forurensede steder i Norge.

Den høyeste målte timemiddelkonsentrasjonen av NO₂ på Sandvik (nær industrianlegg) var 50 µg/m³ og ble målt ved vind fra terminalen mot målestasjonen. Denne belastningen skyldes både langtransportert forurensning og bidraget fra industrianleggene.

Resultater av beregningene for maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_x er vist i tabell 1. Det maksimale bidraget fra et 6G ekstraksjonsanlegg med

gasturbindrift (ALT. 1) vil være ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det maksimale bidraget fra et 6G ekstraksjonsanlegg med gasturbindrift og et CO_2 fjerningsanlegg (ALT. 2) vil også være ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. For begge alternativer er det forutsatt en 30 m høy skorstein. Maksimal beregnet timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x ved bidrag fra Kårstøanlegget og Åsgard terminalen er $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x ca. 500 m fra Åsgardterminalen, under nøytrale forhold og en vindhastighet på ca. 10 m/s. I utslippet er ca. 95% av NO_x som NO og bare ca. 5% som NO_2 . Dette fører til at den maksimale NO_2 konsentrasjonen vil være under den beregnet NO_x konsentrasjonen, spesielt i nærheten av kilden, siden det er gått for liten tid til at all NO kan ha blitt oksidert til NO_2 . Fordi forekomsten av maksimal NO_x konsentrasjon vil være inne på industriområdet gjelder arbeidsmiljølovens grenseverdier, som er langt høyere enn SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium.

Tabell 1: Maksimal beregnet timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x ved bidrag fra eksisterende og planlagte anlegg. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bidrag fra:	6G ekstraksjons- anlegg Gasturbindrift (ALT.1)	6G ekstraksjons- anlegg CO_2 fjerningsanlegg (ALT.2)	4G ekstraksjons- anlegg Elektriske drivere (ALT.3)
Eksisterende anlegg	50	50	50
Åsgardterminal	80	80	80
Evt. gasskraftverk	20	20	20
Nye anlegg	15	15	6
Bakgrunn	3	3	3
Total	≈110	≈110	≈110
SFTs anbefalte luftkvalitetskriterie for timemiddelkonsentrasjon av NO_2 : $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$			

Den målte årsmiddelverdien av nitrogenoksider på Sandvik var i 1994/95 $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er anslått at utslippene fra Kårstøanlegget forårsaker ca. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ av dette. Resultater av beregningene for årsmiddelkonsentrasjon av NO_x i maksimalt belastet område er vist i tabell 2. Det er beregnet at alle de tre alternativene hvert vil bidra med maksimalt $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ til denne konsentrasjonen. Den totale økningen i årsmiddelkonsentrasjonen forårsaket av Kårstøanlegget, Åsgardterminalen, et gasskraftverk og ekstraksjonsanlegget er beregnet til å bli maksimalt $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den totale middelkonsentrasjonen for ett år, medregnet bakgrunnskonsentrasjonen, vil da forventes å bli ca. $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, for ALT. 1.

Tabell 2: Beregnet middelveidier av NO_x for året i maksimalt belastet område med bidrag fra eksisterende og planlagte anlegg. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bidrag fra:	6G ekstraksjons- anlegg Gassturbindrift (ALT.1)	6G ekstraksjons- anlegg CO_2 fjerningsanlegg (ALT.2)	4G ekstraksjons- anlegg Elektriske drivere (ALT.3)
Eksisterende anlegg	2,1	2,1	2,1
Åsgardterminal	1,7	1,7	1,7
Evt. gasskraftverk	0,2	0,2	0,2
Nye anlegg	0,3	0,3	$\leq 0,3$
Bakgrunn	2,6	2,6	2,6
Total	6,8	6,8	$\leq 6,8$
SFTs anbefalte luftkvalitetskriterie av NO_2 for et år for vegetasjon: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$			

De beregnede verdiene ligger langt under SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier, og det forventes derfor ingen direkte skader på planteliv eller dyreliv på grunn av økte NO_x -konsentrasjoner i luft.

Ozon

Utslipp av NO_x vil sammen med VOC føre til dannelse av ozon. For å vurdere virkningen på ozonkonsentrasjonen som følge av utslipp fra de forskjellige utslippsalternativene, er det tatt utgangspunkt i tidligere beregninger for et gasskraftverk på Kårstø. Beregningene antas å være representative for utslippene fra det planlagte gasskraftverket og ekstraksjonsanlegget. Ved bakkenivå vil bidraget til maksimal timemiddelkonsentrasjon av ozon fra alle de vurderte utslippsalternativene og gasskraftverket kunne bli 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium er $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Virkingen av ozon på vegetasjon er vurdert etter konseptet akkumulert eksponeringsdose beregnet som differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 ppb) for hver time der konsentrasjonen overskrider $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beregningsmetoden refereres til som AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb). Tålegrensen for AOT40 er satt til 10 000 ppbh basert på 10% vekstreduksjon i en periode på seks måneder fra april til og med september.

Ozonkonsentrasjonene varierer mye fra år til år og i 1992 var AOT40 verdiene målt på Voss og Kårvatn henholdsvis 10 165 og 15 184 ppbh. Dette innebærer at ozonkonsentrasjonen i 1992 kan ha forårsaket en redusert vekst (anslagsvis større enn 10%) i store deler av Sør-Norge. En økning av ozonkonsentrasjonen vil derfor ikke være ønskelig. Ozonkonsentrasjonen vil i perioder være høyere enn SFTs anbefalte retningslinjer for timeverdier hvert år i hele landet. På Voss var konsentrasjonen over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 356 timer i 1997. På Kårstø kan det forventes en høyere AOT40 enn på Voss, siden Kårstø ligger nærmere kysten, mens antall overskridelser for timeverdier forventes å være sammenlignbar. Det er imidlertid ikke ventet at utslippet av nitrogenoksider fra gasskraftverket og ekstraksjonsanlegget vil øke overskridelsene av ozonkonsentrasjonene og bidraget til AOT40-verdiene er antakelig ikke målbare.

Total nitrogenavsetning

Vikedal, som ligger ca. 35 km nordøst fra Kårstø, hadde en årlig N-avsetning på 1200-1600 mg N/m² pr. år i 1994-1995. Kårstø ligger i det området av Norge som har høyest N-belastning fra langtransportert luftforurensning. Forsuringen rundt Kårstø er dominert av svovelavsetningen, men bidraget til forsuringen som skyldes avsetning av nitrogen er også betydelig.

Et estimat for total nitrogenavsetningen i området for maksimal avsetning er vist i tabell 3. Kårstøanlegget er beregnet til å bidra med ca. 27 mg N/m² pr. år og bidraget fra Åsgardterminalen er beregnet til å bli ca. 19 mg N/m² pr. år. Bidraget til nitrogenavsetningen fra det planlagte gasskraftverket er beregnet til å bli ca. 23 mg N/m² pr. år i maksimumsonen. Det totale bidraget fra Kårstøanlegget, Åsgardterminalen, gasskraftverket og utbygging av et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrif og et CO₂ fjerningsanlegg (ALT. 2) vil maksimalt være 87 mg N/m³, som vil føre til en 5,4-7,2% økning i forhold til dagens avsetning. ALT. 1 vil maksimalt bidra med 11 mg N/m³, og ALT. 3 vil maksimalt bidra med 3 mg N/m³.

*Tabell 3: Estimat for total nitrogen avsetning for et år i området med maksimal belastning, ved bidrag fra eksisterende og planlagte anlegg.
Enhet: mg N/m².*

Bidrag fra:	6G ekstraksjons- anlegg Gassturbindrif (ALT.1)	6G ekstraksjons- anlegg CO ₂ fjerningsanlegg (ALT.2)	4G ekstraksjons- anlegg Elektriske drivere (ALT.3)
Eksisterende anlegg	27	27	27
Åsgardterminal	19	19	19
Evt. gasskraftverk	23	23	23
Nye anlegg	≈11	≈18	≈3
Bakgrunn	1200-1600	1200-1600	1200-1600
Total	1280-1680	1287-1687	1272-1672

I en tidligere undersøkelse (Knudsen et al., 1997) har det vært utført tålegrenseberegninger for tilførsler av syre til overflatevann i det aktuelle området. Med dagens svovel- og nitrogen-avsetning har ca. 72% av dette området i dag overskredet tålegrense, d.v.s at området mottar mer syre (S+N) enn det som kan nøytraliseres i nedbørfeltene slik at overflatevannet blir forsuret. Ca. 28% av det undersøkte området har ikke overskredet tålegrensen for forsuring. (Knudsen et al., 1997).

De tidligere beregningene for et planlagt gasskraftverk viser at det planlagte N-utslippet fra gasskraftverket og et av de alternativene for et ekstraksjonsanlegg bidrar til å øke området med overskridelse av tålegrensen med et areal på ca. 126 km². Dette vil skje i et området som i dag ligger på grensen til overskridelse. Bidraget til forsuring fra gasskraftverket og fra alle de vurderte utbyggings-

alternativene er svært lite og ligger innenfor usikkerheten i beregningsmetoden. Likevel vil vi understreke at enhver økning i N-avsetning er uheldig sett fra et vannkvalitetssynspunkt.

Kårstø ligger i et område av landet hvor kystlyngheier er en viktig og dominerende vegetasjonstype. Lyngheiene er et resultat av generasjoners påvirkning på miljøet gjennom avskogning, brenning, vinterbeite og lyngslått. Vegetasjonen er generelt tilpasset liten tilgang på nitrogen og anses som følsom for økt nitrogen-tilførsel. Kystlyngheienes tålegrense for nitrogen er anslått til å være 1500-2000 mg N/m² pr. år. Dagens nivå i Kårstø-området er 1200-1600 mg N/m² pr. år. I en slik situasjon hvor vegetasjonstypens tålegrense er i ferd med å overskrides, kan selv små økninger i nitrogen-tilførselen medføre økte innslag av gress og tilbakegang av lyngvekster i lyngheiene. (Knudsen et al., 1997). Det er imidlertid usikkert i hvor stor grad en avsetning på 80 mg N/m² pr. år (samlet avsetning fra ALT. 1, Åsgard-terminalen, Kårstøanlegget og gasskraftverket), eller på 87 mg N/m² pr. år (samlet avsetning fra ALT. 2, Åsgard-terminalen, Kårstøanlegget og gasskraftverket) vil kunne påvirke endringer i artssammensetningen i kystlyngheiene.

Nedbørmyrer er avhengig av tilførsel av næringsstoffer fra nedbøren og ansees som et av de mest følsomme systemene overfor økt nitrogenavsetning. Tålegrensene for nedbørmyrer i Kårstø-området er i dag sterkt overskredet. En ytterligere økning kan føre til endringer i artssammensetning og mengde av torvmoser, samt økning av mer næringskrevende planter som gress og urter. Nedbørmyrer dekker imidlertid små areal i området som blir påvirket av Kårstø industriområdet. (Knudsen et al., 1997).

Epifyttiske lav og moser tar opp nitrogen både i tørr og våtavsetning. Moderate økninger i tilgjengelig nitrogen har ført til økt vekst av enkelte lavarter på trær. En kan ikke utelukke at dette også vil skje i skogene rundt Kårstø som følge av økt nitrogenavsetning. (Knudsen et al., 1997).

Effektene av økt tilgang på nitrogen på faunaen vil være indirekte gjennom større endringer i vegetasjonen. I slike tilfeller forventes det en økning i både kvantitet og kvalitet av biotoper for dyr som beiter gress, og arter som er knyttet til kystlyngheiene vil få dårligere konkurransebetingelser. (Knudsen et al., 1997). Ved utslipp av gasser fra gasskraftverket og alle de vurderte utbyggingsalternativene forventes det mindre endringer i vegetasjonssammensetningen, og påvirkningen av faunaen vil derfor bli liten.

Konsekvenser av økte NO_x utslipp til luft ved behandling av gass fra Haltenbanken Sør på Kårstø

1. Innledning

Statoil AS har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) undersøke konsekvensene av økte NO_x utslipp til luft på Kårstø i forbindelse med mulige utbygginger for ilandsføring av gass fra Haltenbanken Sør. Arbeidet har bestått i å undersøke konsentrasjoner i luft, avsetning til bakken og å vurdere virkninger på forsurening av overflatevann og virkninger på naturmiljø ut fra resultater fra tidligere undersøkelser.

NILU har foretatt beregninger av NO_x konsentrasjoner i luft. Vurderingen av avsetning av nitrogenoksider til bakken, vurderingen av forsurening av overflatevann og vurderingen av effekter på flora og fauna baserer seg på konsekvensanalysen for et planlagt gasskraftverk på Kårstø (Knudsen et al., 1997). Konsekvensanalysen var et samarbeid mellom NILU, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA).

2. Anbefalte luftkvalitetskriterier, tålegrenser for overflatevann og effekter på vegetasjon og fauna

2.1 Luftkvalitetskriterier

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område er det vanlig å sammenligne målte og beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for luftkvalitet. SFT har utarbeidet et forslag til luftkvalitetskriterier for de mest alminnelig forekommende forurensningskomponentene (svoveldioksid SO₂, sot, nitrogendioksid NO₂ og fluorid).

Et forkortet sammendrag fra denne rapporten er gjengitt nedenfor:

"SFT har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensninger og skadevirkninger på helse og vegetasjon (dose effektforhold) for stoffene nitrogendioksid (NO₂), nitrogenmonoksid (NO), ozon (O₃), svoveldioksid (SO₂), svevestøv, sure aerosoler, karbonmonoksid (CO), fluorider (F), bly (Pb) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Eventuelle effekter på materialer er også kort beskrevet.

For NO₂, ozon, SO₂, svevestøv, CO og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier med hensyn til helseeffekter. For NO₂, ozon, SO₂ og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkriterier med hensyn til effekter på

vegetasjon, og for fluorider er det i tillegg foreslått et anbefalt luftkvalitetskriterium med hensyn til virkning på dyr.

Gruppen har foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier for eksponeringsnivå som man ut fra nåværende viten antar befolkningen og miljøet kan utsettes for uten at alvorlige skadevirkninger oppstår. Det er forsøkt å ta hensyn til sårbare grupper i befolkningen/sårbare plantegrupper, og det er tatt hensyn til eventuelle samspilleffekter mellom den aktuelle komponenten og de andre omtalte forurensningskomponentene.

Ved fastsettelse av de helsebaserte luftkvalitetskriteriene er det benyttet usikkerhetsfaktorer på mellom 2 og 5. Dette betyr at eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn de angitte verdiene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. De anbefalte kriteriene kan derfor ikke tolkes slik at nivåer over disse definitivt er helseskadelige, men det kan heller ikke utelukkes effekter hos spesielt sårbare individer selv ved nivåer under anbefalte luftkvalitetskriterier.

Det gjøres videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn dem som her er omtalt. Overholdelsen av de anbefalte luftkvalitetskriteriene er derfor ingen garanti for at forurenset luft er uten skadevirkninger."

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier er gitt i tabell 1.

2.2 Tålegrenser for overflatevann

Tålegrenser for atmosfærisk tilførsel av forurensende stoffer til et økosystem, utledet fra Nilsson og Grennfelt (1988), kan beskrives slik:

"Et kvantitativt mål for tilførsel av forurensninger som, ut fra dagens viten, ikke fører til skadelige effekter på følsomme komponenter i økosystemet, slik som reduserte fiskebestander/fiskedød, skogskader/skogsdød og endringer i artssammensetning og mengde av arter."

Tålegrense-definisjonen gir oss en ramme for å lage tallmessige anslag for de belastninger som kan gi uønskede skader.

Tabell 1: Anbefalte luftkvalitetskriterier (SFT, 1992).

Komponent	Måleenhet	Virknings- område	Midlingstid						
			15 min.	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd.	1 år
NO ₂	µg/m ³	Helse Vegetasjon	500	100		75		50	30
Ozon	µg/m ³	Helse Vegetasjon		100 150	80 60			50 ¹⁾	
SO ₂	µg/m ³	Helse ⁴⁾ Helse ⁵⁾ Vegetasjon	400			90 50		40	20
CO	mg/m ³	Helse	80	25	10				

1) Gjennomsnittlig 7-timers middel (kl 0900-1600) for vekstperioden

2) Svevestøv med diameter (<10 µm)

3) Finfraksjon svevestøv (<2,5 µm)

4) Hvor SO₂ er helt dominerende forurensning

5) I samspill med svevestøv og annen forurensning

Tålegrenser for overflatevann har til nå blitt grundigst utredet for svoveltilførsler. I store deler av Norge og i mange andre land er tålegrensen for denne forbindelse forlenget overskredet, og effektene registreres ved sure, fisketomme vann. For svovel kjenner en i dag årsak/virkningsforholdet godt, og dose/responsforholdet kan uttrykkes ved hjelp av enkle modeller. Nitrogenets kretsløp er imidlertid svært komplisert, og tålegrensen for nitrogen er derfor vesentlig vanskeligere å fastsette. (Knudsen et al., 1997).

De planlagte utbyggingene på Kårstø vil avgi NO_x som kan omdannes til salpetersyre i lufta. Når denne avsettes har den et like stort forsurningspotensiale på jord og avrenningsvann som en tilsvarende mengde svovelsyre. Det vil derfor være avgjørende i hvilken grad nitrater tas opp i de nedbørfeltene som kan påvirkes av utslippet fra ekstraksjonsanlegg. (Knudsen et al., 1997).

2.3 Effekter på vegetasjon

Nitrogenoksider (NO_2 og NO)

NO og NO_2 er de viktigste gassene som slippes ut fra et gassbehandlingsanlegg med hensyn på vegetasjonsskader. Ved lave konsentrasjoner er NO_2 å regne som et plantenæringsstoff, mens den ved høye konsentrasjoner er en plantegift (SFT, 1992). Både NO_2 og NO tas opp gjennom plantenes spalteåpninger og løses i vann med dannelse av nitrater og nitritter som gir toksiske effekter. Dersom for store mengder NO_2 tas opp over tid, oppstår akutte skader i form av nekrose (områder med dødt vev). (Knudsen et al., 1997).

Ved korttidsforsøk med NO_2 alene, er det vist at bare svært høye konsentrasjoner (over $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gir skade på vegetasjon. Fra langtidsforsøk (11 mnd. middel) er det påvist redusert vekst hos følsomme arter ved konsentrasjoner ned til $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I samspill med ozon og svoveldioksid er imidlertid langt lavere konsentrasjoner av NO_2 skadelig for vegetasjon. Redusert vekst er da påvist ved NO_2 -konsentrasjoner ned til $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (eksponeringstid 43 døgn). På bakgrunn av dette er SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO_2 med hensyn på vegetasjon satt til $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med midlingstid 1 år (tabell 1). Dette samsvarer med ECEs (Economic Commission for Europe) og WHO's (World Health Organization) tålegrenser. WHO har også en korttidskonsentrasjon (midlingstid 4 timer) for vegetasjon på $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Verdien er gitt med forbehold om at konsentrasjonen av SO_2 ikke overskrider $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og ozonkonsentrasjonen ikke overskrider $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, regnet som årsmiddel. (Knudsen et al., 1997).

Total nitrogenavsetning

Total nitrogenavsetning fra atmosfæren regnes som summen av tørravsetning (NO_2 , sum $\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3$ og sum $\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) og våtavsetning (NO_3^- og NH_4^+ i nedbør). (Knudsen et al., 1997).

Økt nitrogentilgang kan således gi gjødselseffekter og føre til økt biomasseproduksjon, endringer i konkurranseforhold mellom arter og endringer av artssammensetningen mot mer nitrogenkrevende vegetasjon (Tamm, 1991). (Knudsen et al., 1997).

Grensen for hvor mye nitrogen naturen kan nyttiggjøre seg, avhenger sterkt av jordsmonn og hva slags vegetasjon som finnes i området. Tålegrensen for vegetasjon varierer mellom 500 og 3500 mg N/m² pr. år, konsentrasjoner over dette nivået kan medføre endringer i artssammensetninger og mengdeforhold av arter (UN ECE Task Force on Mapping, 1995; Hornung et al., 1995). For nedbørmyr er tålegrensen satt til 500-1000 mg N/m² pr. år, for kystlyngheier 1500-2000 mg N/m² pr. år, for næringsfattig barskog 700-2000 mg N/m² pr. år og næringsfattig løvskog 1000-2000 mg N/m² pr. år (tabell 2). Tålegrensene er satt opp med en nedre og øvre grense innen hver vegetasjonstype, da de er svært avhengige av variasjoner i lokale økologiske forhold som lokalklima, jordsmonn og berggrunnsforhold. (Knudsen et al., 1997).

Tabell 2: Tålegrenser for avsetning av nitrogen (UN ECE, 1995).

Vegetasjon	mg N/m ² pr. år
Nedbørsmyr	500-1000
Kystlynghei	1500-2000
Næringsfattig barskog	700-2000
Næringsfattig løvskog	1000-2000

Det er vist gjennom empiriske studier av skogøkosystemer i Europa (Dise og Wright, 1995) at for N-avsetning opp til 900 mg N/m² pr. år kan økosystemet ta opp all tilført N. For avsetning mellom 900-2500 mg N/m² pr. år kan 0-100% av N lekke ut i avrenningen avhengig av nedbørfeltets karakter, mens for avsetninger over 2500 mg N/m² pr. år vil 50-100% av N lekke ut i avrenningen. Det er ikke gjort tilsvarende undersøkelser for økosystemer uten skog. (Knudsen et al., 1997).

Ozon

Ozon er en sterk oksidant (plantegift) som påvirker vegetasjonen alt ved svært lave konsentrasjoner. Gassen tas opp gjennom plantenes spalteåpninger og kan føre til skader på enzymer, koenzymer og andre proteiner, samt pigmenter og nukleinsyrer, noe som forstyrrer cellefunksjonen og reduserer fotosyntesen. Redusert fotosyntese er påvist ved så lave konsentrasjoner som 40-120 µg/m³. Akutte skader opptrer som nekrose og klorose, med redusert vekst som resultat. I naturlige plantesamfunn kan artssammensetningen påvirkes som følge av artenes ulike toleranse for ozon. Omfattende skogskader i USA og Mellom-Europa er satt i sammenheng med ozon (SFT, 1992). Skader er også rapportert ved kontrollerte forsøk i Norge (Mortensen & Skre, 1990; Mortensen, 1994; Nygaard, 1994), hvor bl.a. blåbær viste seg å være følsom ovenfor ozon. (Knudsen et al., 1997).

SFT anbefaler ECEs luftkvalitetskriterier for ozon med hensyn på vegetasjon. Korttidskonsentrasjonen (midlingstid 1 time) bør ikke overskride 150 µg/m³. Ved 8 timers midlingstid er tålegrensen satt til 60 µg/m³ og gjennomsnittsverdien for vekstsesongen (april-september) av 7 timersmiddel (kl 0900-1600) bør ikke overskride 50 µg/m³. Gjennomsnittsverdien for vekstsesongen i Norge i dag er på 50-80 µg/m³, og ozonkonsentrasjonen er således periodisk høy nok til å gi skader på vegetasjon. (Knudsen et al., 1997).

Tålegrenser for ozon på vegetasjon baseres også på akkumulerte eksponeringsdoser, beregnet som summen av differansene mellom timemiddelkonsentrasjonen og $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 ppb) for de timene der ozonkonsentrasjonen overskrider $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beregningene refereres som AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold limit of 40 ppb) og har vist å gi gode statistiske sammenhenger for en rekke dose-respons forsøk. Tålegrensen for AOT40 er satt til 10 000 ppbh ($20\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$) basert på 10 prosents vekstreduksjon i "open chamber" eksperiment for 6 arter i en seksmånedersperiode (april-september). For jordbruksvekster er AOT40 verdien satt til 5000 ppbh akkumulert over en tremåneders periode. AOT40-verdiene er overskredet på de fleste stedene i Sør-Norge. (Knudsen et al., 1997).

2.4 Effekter på fauna

Nitrogenoksider (NO_x)

Effektene av nitrogenoksider på dyreliv kan være enten direkte eller indirekte via jordforsuring (Pedersen & Nybø, 1990). Direkte kan nitrogendioksid ha flere typer skadelige effekter på dyreorganismer, men det er lite undersøkt hos andre dyregrupper enn pattedyr (og mennesker). Generelt vil respirasjonssystemet bli påvirket hos alle dyr, men antakelig med svært ulike effekter hos ulike dyregrupper. (Knudsen et al., 1997).

Nitrogenoksider påvirker særlig luftveisorganene hos mennesker, pattedyr og fugler, bl.a. ved nedsatt lungefunksjon, og økt mottakelighet for både akutte og kroniske luftveissykdommer. (Knudsen et al., 1997).

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for NO_2 med hensyn på helse/dyr er satt til $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ midlet over 1 time og $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ midlet over 6 måneder. Data for fastsetting av tålegrenser for NO er dårlige, men også høye nivåer av NO synes å føre til skadevirkninger.

Total nitrogenavsetning

Effektene av økt nitrogentilgang på faunaen er primært indirekte, ved at noen arter blir begunstiget, mens andre får dårligere kvalitet på sine habitater. Vegetasjonsendringer på grunn av økt avsetning av nitrogen vil indirekte påvirke faunaen ved at dyrearter som beiter på gress og andre nitrogenkrevende plantearter, vil få bedre betingelser. Dette vil kunne endre sammensetningen av faunaen både hos evertebrater, fugler og pattedyr, både på lyngheier og nedbørmyrer. En annen indirekte effekt er at de påvirkete vegetasjonstypene inneholder en annen sammensetning av faunaen av virvelløse dyr (som er næring for f.eks. svært mange fugler). Det foreligger imidlertid ingen studier som viser konkret hvilke effekter slike gjødslingseffekter kan ha på faunasammensetning (jf. Pedersen & Nybø, 1990). (Knudsen et al., 1997).

Ozon

Ozon er påvist å føre til betennelsesreaksjoner i luftveiene, lavere oksygenopptak, nedsatt lungefunksjon, og økt mottakelighet for infeksjoner hos mennesker og dyr.

Man har funnet betennelsesreaksjoner hos mennesker ved konsentrasjoner av ozon ned mot $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over 6,6 timer. Laveste observerte effektnivå for korttidseksponering synes å ligge rundt $200\text{-}300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for ozon med hensyn på helse/dyr er satt til $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over 1 time og $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over 8 timer (forekomst av forhøyete verdier av ozon strekker seg som regel over perioder på 8-12 timer). Disse grensene overskrides episodevis over store deler av Norge (3% av tiden i Sør-Norge). (Knudsen et al., 1997).

3. Førstusjonen

3.1 Naturgeografi, vegetasjon og fauna

Kårstø ligger i Tysvær kommune i Rogaland. Landskapet er kupert og fjellene når opp i 300 m. Landskapet omkring utbyggingsstedet var opprinnelig dekt av myr i en 3 km bred strandflate. I dag er myrområdene stort sett drenert, og disponeres til jordbruksformål. De tykkeste moreneavsetningene finnes i forseningene i de flateste områdene. De konvekse landskapsformene mangler eller har meget tynt morenedekke. På grunn av den høye humiditeten i klimaet er berget ofte dekt av sur lynghumus. (Knudsen et al., 1997).

Berggrunnen i nærområdet består av omdannede og nokså skifrige kambrosiluriske bergarter (Sigmond et al., 1984). Ved forvitring gir dette et middels bra substrat for planteproduksjon. I områdene nord og vest for Kårstø er det imidlertid gneissbergarter, som gir opphav til mer næringsfattig jordsmonn og mindre næringskrevende vegetasjon. (Knudsen et al., 1997).

Det undersøkte området dekker et landareal på 4221 km^2 . I dette området finnes det 520 vann som dekker et areal på tilsammen 79 km^2 . Datagrunnlaget for disse tallene er hentet fra NVE's innsjødatabase REGINE. Størrelsesfordelingen av sjøene er gitt i tabell 3. (Knudsen et al., 1997).

Tabell 3: Antall innsjøer fordelt på størrelser i det undersøkte området. (Knudsen et al., 1997).

Areal av innsjø	< 0,04 km ²	0,04-0,1 km ²	0,1- 1 km ²	1-10 km ²
Antall sjøer	190	175	147	9

Utbyggingsområdet ligger i sin helhet innenfor kystseksjonen (Dahl et al., 1986). Kystseksjonen, eller lynchseksjonen, mangler stort sett skog, noe som hovedsakelig skyldes menneskelig aktivitet gjennom hogst, brenning, slått og beite. I kystseksjonen dominerer kystlynghei, og røsslyng dekker store arealer både i områder med lynchhei, myr og skog. (Knudsen et al., 1997).

Vegetasjonen i Kårstø-området kan deles i tre hovedgrupper: Kystlynghei, myr og skog (Blom et al., 1982; Thomassen, 1992). Av disse hovedtypene er kystlyngheia helt dominerende og dekker hele 73% av det 6 km^2 arealet kartlagt av Thomassen (1992). Det skiller mellom røsslyngtørrheier (1/3 av alle heiene), røsslyngvåtheier

og gressheier. Blant røsslyngtørrheiene finnes en varmekjær undertype av hei med forekomst av purpurlyng. Denne heitypen opptar bare små arealer i området. Røsslyngvåtheiene har større utbredelse. Denne heitypen karakteriseres av stor forekomst av fuktarter, blant annet klokkeling, blåtopp og torvmosearter. Gressheiene, som oftest har sin opprinnelse i røsslyngheier, er mer artsrike og mer verdifulle beiter. Røsslyng- og Gressheiene særmerker landskapet på Kårstø og Ognøy. Myrtypene dekker bare 5% av det totalt kartlagte arealet (Thomassen, 1992). Næringsfattige myrer dominerer. Skogene dekker kun 5%. Skogsbestandene finnes i hovedsak mellom Kleivå og Sandvik, og det er for det meste artsfattige eikeskoger og bjørkeskoger. En mindre rik askeskog med hasselbusksjikt ble registrert på Slettå. (Knudsen et al., 1997).

Artsrikdommen for karplanter er høyere enn normalt så nær kyststripen. Thomassen (1992) registrerte totalt 325 karplantearter innenfor 6 km². Antallet moser i samme området var 263, mens antallet lavarter var 313, fordelt på 116 arter makrolav, 197 arter mikrolav. Blom et al. (1982) konkluderer at selv om floraen ved Kårstø er artsrik, er det få arter som kan benevnes sjeldne. (Knudsen et al., 1997).

Et stort antall fuglearter hekker eller overvintrer ved Kårstø, og mange av bestandene er viktige i regional sammenheng (Thomassen, 1992). Viktige områder for fugl er holmene og øyene i fjorden, og edellauvskog ved Sandviksfjellet. Oterforekomst ved Kårstø er spesielt interessant fordi bestanden i sørlige områder er sterkt redusert. Hjort og hare er tallrike i området (Thomassen, 1992). Sammensetning av fuglesamfunnene og bestandsstørrelser for både pattedyr og fugler er nærmere beskrevet av Pedersen (1982) og Thomassen (1992). (Knudsen et al., 1997).

3.2 Forurensningssituasjonen på Kårstø før utbygging

Den eksisterende luftforurensningssituasjonen i området rundt Kårstø er både influert av langtransportert og lokal luftforurensning. Målingene av innholdet av nitrøse gasser i luft utført i 1994/95 viser at det midlere nivået ved Kårstø-terminalen er lavt og sammenlignbart med konsentrasjonsnivået på lite forurensede steder i Norge. Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrogendioksid målt på en stasjon nær anleggene var 4,6 µg/m³. Det er anslått at utslippene fra Kårstøanlegget forårsaker ca. 2 µg/m³ av dette (Tønnesen, 1995).

Den høyeste målte timemiddelkonsentrasjonen av NO₂ på Sandvik (nær industrianlegg) var 50 µg/m³ og ble målt ved vind fra terminalen mot målestasjonen. Denne belastningen skyldes både langtransportert forurensning og bidraget fra industrianleggene.

Middelbelastningen på stasjonen Bokn som er belastet med biltrafikk fra Europavei 39 ble registrert med høyere verdier enn belastningen på Sandvik. Bidraget fra Kårstøterminalen til NO₂-konsentrasjonen på Sandvik utgjør ca. 50% av totalbelastningen på målestasjonen. Mens det er bidraget fra trafikken til NO₂-konsentrasjonen som utgjør ca 50% av totalbelastningen på Bokn målestasjonen.

Måleresultatene for SO_2 , sot og NO_x indikerer at luftkonsentrasjonene på målestasjonene hovedsakelig skyldes langtransportert luftforurensning. Gassanleggenes bidrag er for lite til at det lar seg kvantifisere.

Total nitrogenavsetning i Vikedal, ca. 35 km nordøst fra Kårstø, varierte mellom 1200-1600 mg N/m² pr. år i 1994/95. Dette vil variere fra år til år avhengig av nedbørmengde. Norsk institutt for skogforskning (NISK) har utført målinger av nitrogen våtavsetning rundt Kårstø. I 1996 varierte målingene i Kårstø området mellom ca. 690 og 850 mg N/m² pr. år (Aamlid et al., 1998).

Avsetningen av svovelforbindelser ved nedbør ble i 1994/95 målt til å være 700 mg S/m² pr. år. Avsetningen av svovelforbindelser ved opptak i planter er i Sør-Norge normalt av størrelse 100-200 mg S/m² pr. år. Dette fører til at svovelavsetningen på Kårstø er 800-900 mg S/m² pr. år. På Vikedal er det målt en avsetning på 800-1600 mg S/m² pr. år. Det er avsetningen av svovel som bidrar mest til forsurenningen i området i dag. Rundt Kårstø blir det avsatt nitrogenforbindelser i en slik mengde at 3/4 av landarealet får tilført mer nitrogen enn tålegrensen. Nitrogenforbindelser bidrar med opptil 30% av forsurenningen i dette området. (Knudsen et al., 1997).

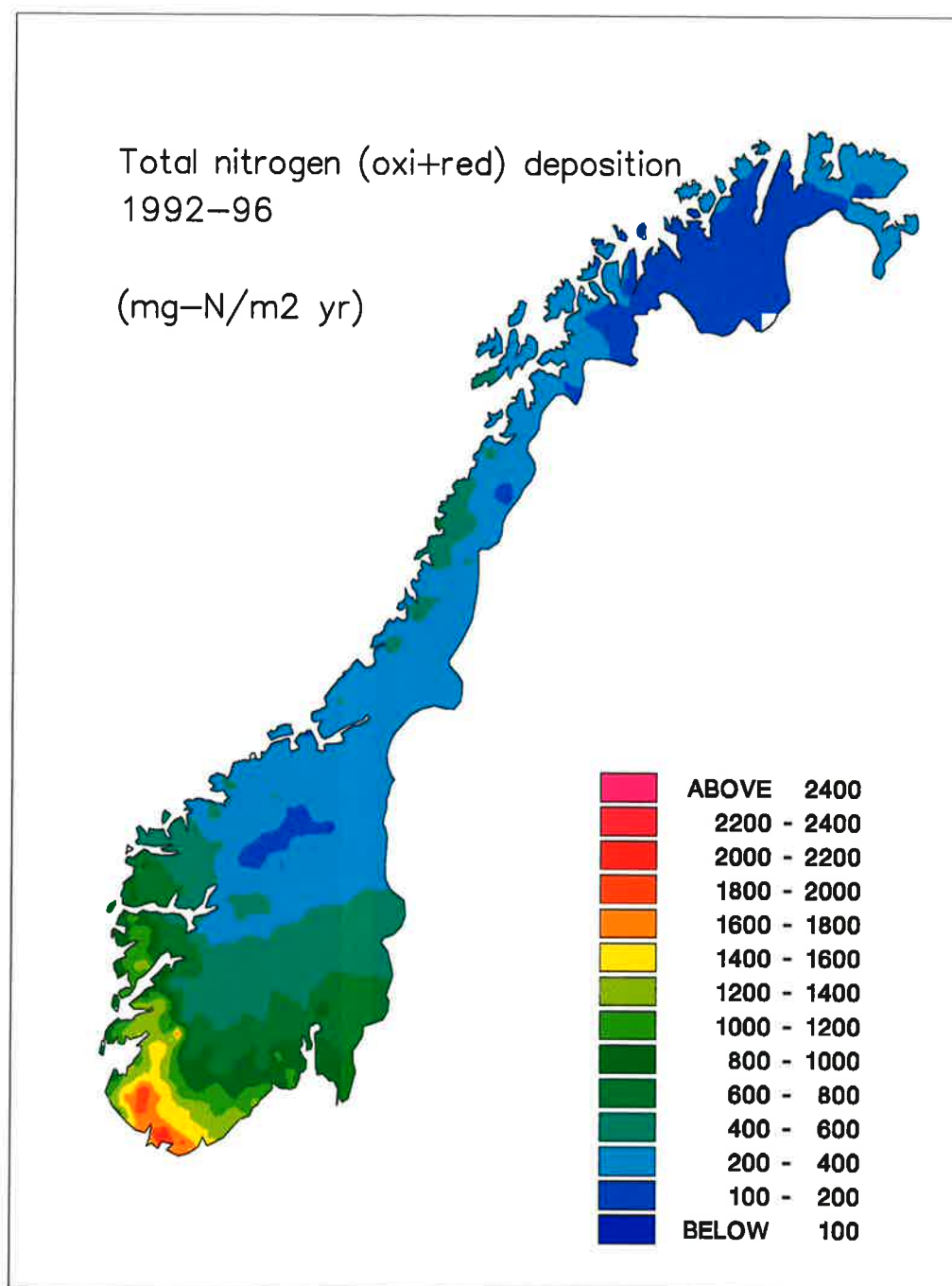
For å sette N-avsetningen fra eksisterende anlegg på Kårstø, Åsgardterminalen planlagt utbygging samt et eventuelt gasskraftverk i regional sammenheng kan vi se på figur 1 som viser isolinjer for våtavsetning av total nitrogen på norske bakgrunnsstasjoner i perioden 1992-1996 (Tørseth og Semb, 1997), og tabell 4 som viser årlig våt og tørravsetning for N på noen norske bakgrunnsstasjoner. Dette viser at Kårstø ligger i et av områdene i Norge med høyest nitrogenavsetning pr. år.

NIVA har tidligere gjennomført beregninger av tålegrenser for atmosfærisk tilførsler av forurensende stoffer til et økosystem. I kartet i figur 2 er tålegrensene for tilførsler av syre angitt i mengde syreekvivalenter som kan avsettes i løpet av et år uten at tålegrensen for tilførsler av syre overskrides.

I en tidligere undersøkelse (Knudsen et al., 1997) har det vært utført tålegrenseberegninger for tilførsler av syre til overflatevann i det aktuelle området. Det ble brukt målingene av nitrogenavsetning utført i 1994/95 i Vikedal for å beskrive i dags N-avsetningen. Med dagens svovel- og nitrogen-avsetning har ca. 72% av dette området i dag overskredet tålegrense, d.v.s at området mottar mer syre (S+N) enn det som kan nøytraliseres i nedbørfeltene slik at overflatevannet blir forsuret. Ca. 28% av det undersøkte området har ikke overskredet tålegrensen for forsurening. (Knudsen et al., 1997).

Tabell 4: Våtavsetning av nitrogen (nitrat og ammonium) ved noen målestasjoner i Sør-Norge i 1996 (Data fra SFT, 1997).

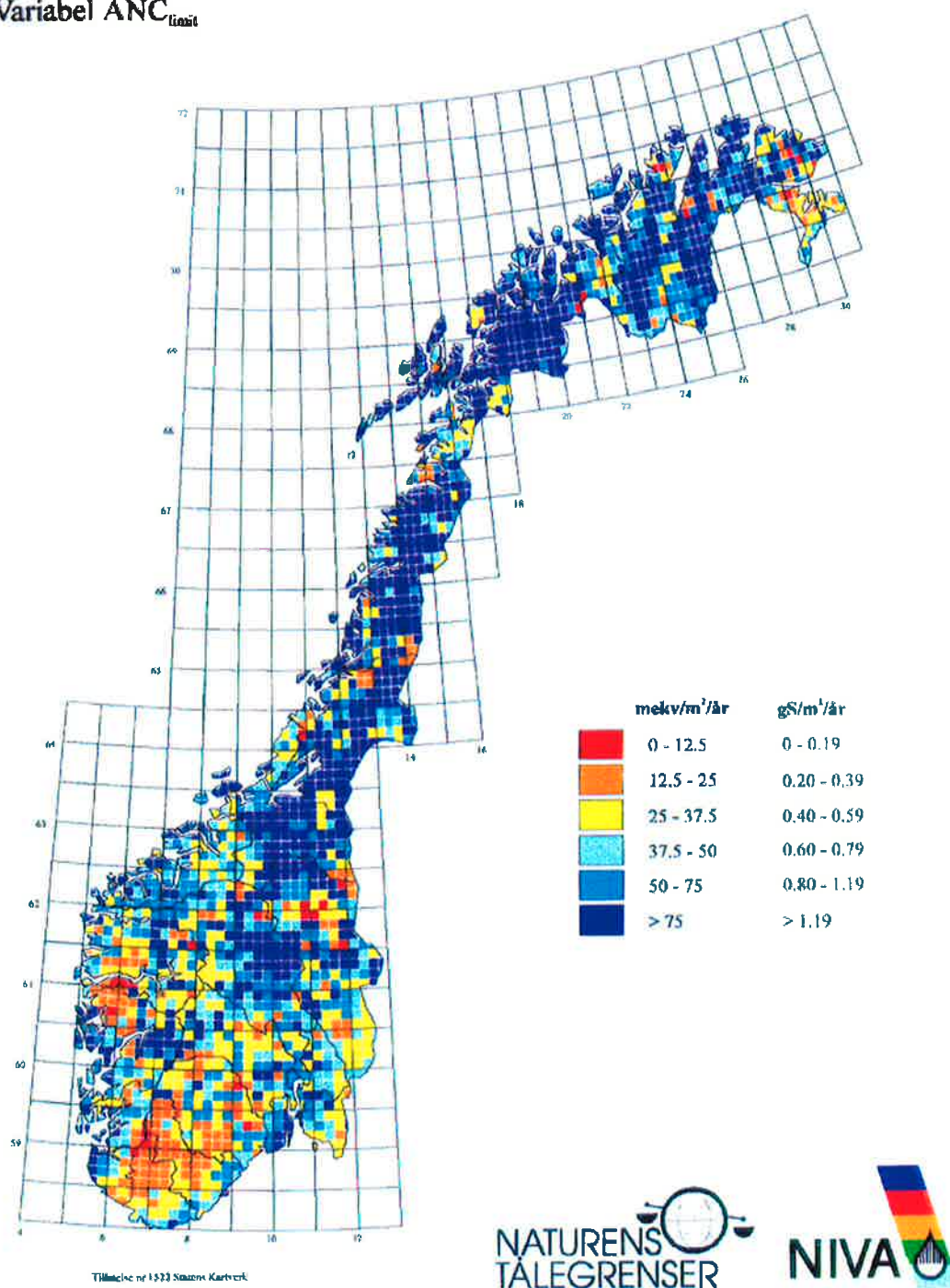
Våtavsetning av nitrat og ammonium i mg N/m ² pr. år 1996			
Nedbørstasjon	nitrat	ammonium	Total våtavsetning av N
Vikedal (Rogaland)	416	513	929
Birkenes (Aust-Agder)	630	563	1193
Haukeland (Hordaland)	416	566	982
Treungen (Telemark)	335	312	647
Gulsvik (Buskerud)	241	335	576
Kårvatn (Møre og Romsdal)	79	115	194
Osen (Hedmark)	147	151	298
Høylandet (Nord-Trøndelag)	84	167	251



Figur 1: Årlig gjennomsnittlig våt-avsetning av nitrogen (nitrogen + ammonium) på norske bakgrunnsstasjoner i perioden 1992-1996 (Tørseth og Semb, 1997).

Tålegrenser - overflatevann

Variabel ANC_{limit}



Figur 2: Tålegrenser for tilførsler av syre (N+S) for overflatevann i Norge. Enhet i mekv/m² pr. år (Henriksen et al., 1996).

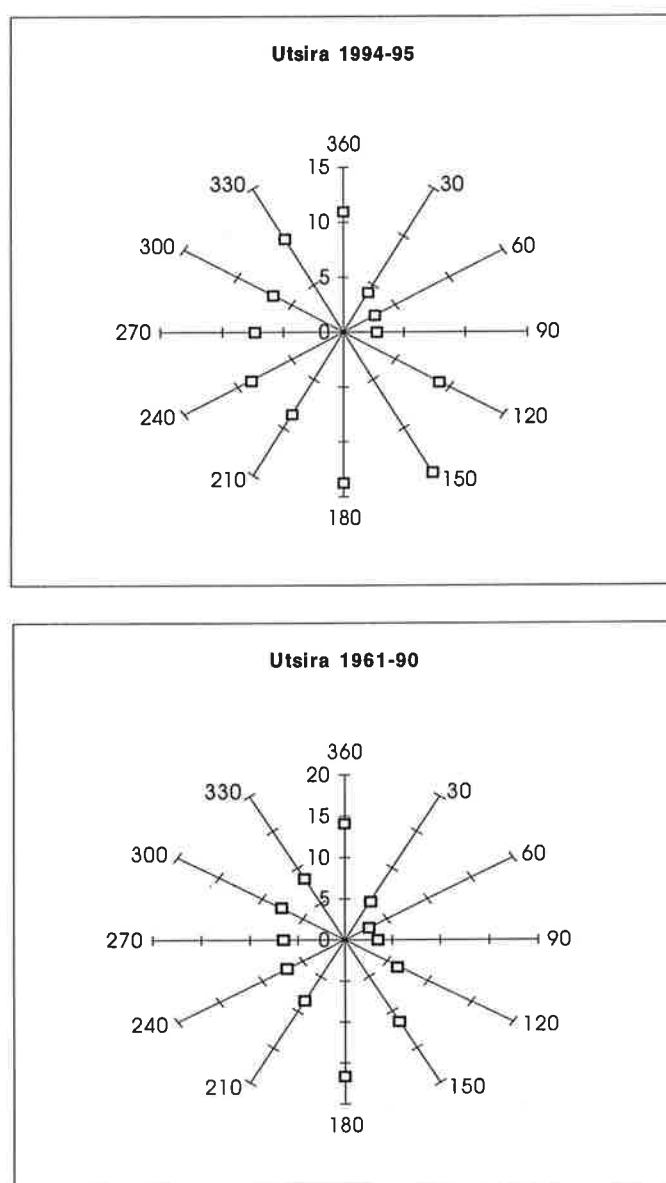
4. Meteorologiske målinger

Det ble målt meteorologi og spredningsforhold i perioden mars 1994-mars 1995 (Tønnesen, 1995). Datadekningen i måleperioden var god.

4.1 Representativitet av måleperioden

En sammenligning mellom frekvensfordeling av vindretning på Utsira for måleperioden og 30-års-perioden fra 1961 til 1990 viser at vindretningsfordelingen under måleperioden var nær vindretningsfordelingen i 30-års-perioden. Vindretningsfordelingene er vist i figur 3.

Under måleperioden 1994/95 var det litt høyere frekvens av vind fra nordvest og sørøst, og litt lavere frekvens av vind fra nord enn i 30-års-perioden.



Figur 3: Frekvensfordeling av vindretning fordelt på tolv 30°-sektorer fra Utsira 1994/95 og fra Utsira i årene 1961-1990.

Midlere vindstyrke og vindstillefrekvens for fire tre-månedersperioder på Utsira under måleperioden og i perioden 1961-1990, er vist i tabell 6.

Tabell 5: Midlere vindstyrke og vindstillefrekvens på Utsira for hver årstid i måleperioden samt gjennomsnitt for 30-årsperioden 1961-1990.

	Vår	Sommer	Høst	Vinter
% vindstille:				
1961-1990	1,4	1,7	1,0	1,9
1994-1995	0,4	0,0	0,3	0,3
Midlere vindstyrke (m/s):				
1961-1990	5,6	5,1	6,4	7,5
1994-1995	9,2	7,0	8,8	11,2

En sammenligning av temperatur og nedbørmengde på Utsira for måleperioden og 30-årsperioden er vist i tabell 7.

Tabell 6: Middeltemperatur og nedbørmengde på Utsira for måleperioden og for 30-årsperioden 1961-1990 for hver årstid.

	Vår	Sommer	Høst	Vinter
Middeltemperatur (°C):				
1961-1990	5,2	12,7	9,0	2,6
1994-1995	5,4	13,3	9,2	4,3
Nedbørmengde (mm):				
1961-1990	200	249	238	292
1994-1995	334	264	314	505

Av tabellen framgår det at temperaturen var nær det normale i måleperioden, med unntak av vinterperioden, som var mildere enn normalt.

Nedbørmengden i hele måleperioden var større enn normalt.

Værforholdene i måleperioden sett under ett viser at vindretningsfordelingen og temperaturen var representativ, mens vindstyrken og nedbørmengden var høyere enn normalt. Dette medfører at spredningsforholdene var noe bedre i måleperioden enn det de vil være i gjennomsnitt over en lengre periode.

4.2 Spredningsforhold i måleperioden

Atmosfærisk spredningsevne kan uttrykkes ved luftas stabilitet. Denne kan inndeles i fire klasser; ustabil, nøytral, lett stabil og stabil sjiktning.

Ustabile forhold forekommer oftest om sommeren og om dagen når bakken blir varmere enn luftlaget over. Stabile forhold forekommer oftest om vinteren og om natta når bakken blir kaldere enn luftlaget over. Nøytrale forhold forekommer ved overskyet vær og middels til sterk vind. Ustabile og nøytrale forhold gir god spredning av utslipp, mens stabile forhold gir dårlig spredning av utslipp.

Statistisk bearbeidelse av vind og stabilitet for måleperioden er vist i tabell 8. Tabellen viser forekomst av ustabil, nøytral og stabil (lett stabil og stabil) sjiktning fordelt på vindretning i 12 sektorer og fire vindstyrkeklasser. Av tabellen framgår at stabile situasjoner oftest forekom ved vind fra omkring 360° (nordlig vind), mens ustabile forhold forekom oftest ved vind fra sørvest og vest (210-270°).

Tabell 7: Forekomst av vindretning, vindstyrke og stabilitet under måleperioden 1994-95 på Kårstø.

Frekvensfordeling som funksjon av vindretning, vindstyrke og stabilitet

Klasse I: Ustabil DT < -0,5 Grader C

Klasse II: Nøytral -0,5 < DT < 0,0 Grader C

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

Klasse VI: Stabil 0,5 < DT

Vindstille: U mindre eller lik 0,2 m/s

Vindretning	0,0-2,0 m/s				2,0-4,0 m/s				4,0-6,0 m/s				Over 6 m/s				Rose	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
30	0,1	1,2	1,8	1,4	0,1	0,6	0,6	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4
60	0,0	1,2	1,6	0,7	0,0	0,4	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6
90	0,1	0,9	0,4	0,1	0,4	2,2	0,7	0,0	0,2	0,8	0,1	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	6,8
120	0,3	0,4	0,2	0,0	1,0	1,2	0,2	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0	5,2
150	0,1	0,3	0,2	0,0	0,2	0,9	0,1	0,0	0,0	1,2	0,2	0,0	0,0	1,5	0,1	0,0	0,0	5,0
180	0,1	0,5	0,1	0,0	0,6	2,0	0,2	0,0	0,0	2,0	0,1	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	7,0
210	0,5	1,3	0,3	0,0	1,2	2,8	0,3	0,0	0,7	3,7	0,4	0,0	0,4	5,4	0,5	0,0	0,0	17,6
240	0,0	1,4	0,4	0,1	1,1	1,8	0,6	0,0	0,3	1,4	0,6	0,0	0,0	0,7	0,4	0,0	0,0	9,1
270	0,1	1,2	0,6	0,5	1,4	2,1	0,5	0,0	0,3	1,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	8,3
300	0,1	1,2	1,3	0,6	1,1	1,6	0,5	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
330	0,0	0,8	0,8	1,2	1,3	1,5	0,6	0,1	0,4	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	7,7
360	0,0	1,4	1,0	1,5	0,9	3,3	1,2	0,3	1,3	2,4	0,9	0,0	0,1	0,6	0,2	0,0	0,0	15,1
Stille	0,0	0,0	0,0	0,0														0,0
Totalt	1,6	11,7	8,8	6,3	9,3	20,0	6,1	0,6	4,0	14,3	3,1	0,0	0,5	11,4	1,8	0,0	0,0	100,0
Forekomst	28,5%				36,3%				21,6%				13,7%				100,0%	
Vindstyrke	1,2 m/s				3,0 m/s				4,9 m/s				7,8 m/s				3,5 m/s	
	Fordeling på stabilitetsklasser																	
Forekomst	Klasse I 15,5%				Klasse II 57,8%				Klasse III 19,8%				Klasse IV 6,9%				100,0%	

De dominerende vindretningene var fra sørsørvest (210°) og nord (360°). Forholdsvis lav forekomst av stabil sjiktning (lett stabil og stabil) på totalt 26,7% av tiden gjør at spredningsforholdene i måleperioden må karakteriseres som gode.

5. Utslippsmengder og utslippsbetingelser

På Kårstø ligger i dag Kårstøanlegg. Naturkraft planlegger å bygge et gasskraftverk og Statoil bygger Åsgardterminalen.

Forbrenning av hydrokarboner forårsaker utslipp til luft av blant annet karbondioksid (CO₂), karbonmonoksid (CO), nitrogenoksider (NO_x) og uforbrente hydrokarboner.

Det vurderes ulike utbyggingsløsninger på Kårstø for behandling av gass fra Haltenbanken Sør. Tre alternative valg av tekniske løsninger for utbygging er vurdert:

1. Alternativ 1 (ALT. 1) er et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et NO_x utslipp på 3,4 g/s;
2. Alternativ 2 (ALT. 2) er et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO₂ fjerningsanlegg som har høyest NO_x utslipp (5,4 g/s);
3. Alternativ 3 (ALT. 3) er et 4G ekstraksjonsanlegg med elektriske drivere og med lavest NO_x utslipp (1,0 g/s).

Bidraget til luftforurensning fra hvert utbyggingsalternativ er vurdert i tillegg til bidraget fra den eksisterende industri, gassterminalen for Åsgard og det planlagte gasskraftverk på Kårstø. Utslippene fra eksisterende industri, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverk på Kårstø, og fra de vurderte utbyggingsløsningene er vist i tabell 9.

Tabell 8: Utslipp til luft fra Kårstøanlegget, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket og de tre alternativene for et ekstraksjonsanlegg ved maksimal produksjon.

	Kårstø anlegget	Åsgard	Gasskraftverk maks. mengde	Ekstraksjonsanlegg		
				ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
NO _x (som NO ₂ , t/år)	629	190	662	108	171	32
VOC (t/år)	950*	440	105	150	150	150

* VOC-utslipp forbundet med lastning er ikke inkludert.

Utslippsbetingelsene for Kårstøanlegget, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket og de tre utbyggingsalternativene er gitt i tabell 10.

Tabell 9: Utslippsbetingelser for Kårstøanlegget, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket på Kårstø og de tre utbyggingsalternativene, ved maksimal produksjon.

	Enhet	Åsgard terminalen	Eksisterende		
			Mossekjele	A/B/C- kjeler	Sleipnerkjele
Utslippsmengde NO _x **	g/s	3,1 (x2)*	3,2	4,2 (x3)*	7,6
Antall skorstein		2	1	3	1
Skorsteinshøyde	m	30	30	40	30
Skorsteinsdiameter	m	2,5	3,0	3,0	2,1
Røykgasstemperatur	°C	443	453	423	453
Utslippshastighet	m/s	5,3	18,1	7,6	10,6

	Enhet	Gasskraftv. (maks.)	Ekstraksjonsanlegg		
			ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
Utslippsmengde NO _x **	g/s	23,9	3,4	5,4	1,0
Skorsteinshøyde	m	45	30	30	30
Skorsteinsdiameter	m	5,2	3,5	3,5	2
Røykgasstemperatur	°C	90	423	423	453
Utslippshastighet	m/s	27	6,6	10,4	6,2

* Utslippsmengde for hver skorstein.

** som NO₂, korrigert for 15% O₂ og tørrgass, utslippet av NO_x er 5% NO₂ og 95% NO.

6. Spredningsberegninger

Det er utført spredningsberegninger for å kartlegge bidraget fra eksisterende industri og planlagt industri på Kårstø. Det er utført beregninger for bidraget til den maksimale timemiddelkonsentrasjonen av nitrogendioksid og bidraget til konsentrasjonen midlet over ett år, vinter- og sommerhalvår, som følge av utslipp fra de tre utbyggingsalternativene. Vurderingen av avsetningen av nitrogen lokalt og regionalt og potensiell dannelse av ozon er gjort på bakgrunn av tidligere beregninger.

Beregninger av maksimale timemiddelkonsentrasjoner er utført med NILUs gaussiske spredningsmodeller (Bøhler, 1987) som beregner timemiddelkonsentrasjon som funksjon av avstand fra kilden for en rekke meteorologiske situasjoner. Kritiske meteorologiske situasjoner for området er valgt og de maksimale timeverdiene er sammenholdt med anbefalte kriterier for luftkvalitet. I denne beregningen inngår en vurdering av skorsteinshøyde slik at luftkvalitetskriteriene blir overholdt og ikke overstiger 50% av disse.

Årsmiddelkonsentrasjoner er beregnet med en av NILUs gaussiske spredningsmodeller (Bøhler, 1987). Denne modellen fordeler meteorologiske situasjoner i vindstyrkeklasser, fire atmosfæriske stabilitetsklasser og tolv 30°-vindretningssektorer. Langtidsmiddelkonsentrasjon som funksjon av avstand er beregnet for hver 30°-sektor på grunnlag av den meteorologiske statistikken for perioden.

Avsetning av nitrogenforbindelser kan deles inn i avsetning ved nedbør (våt-avsetning) og avsetning ved opptak av planter og overflater (tørravsetning).

Tørravsetningen er avhengig av konsentrasjonene ved bakkenivå, og er beregnet ved en avsetningshastighet og den gaussiske spredningsmodellen beskrevet ovenfor.

Våtavsetningen er beskrevet ved en puff-trajektoriemodell som beregner kjemisk transformasjon fra nitrogenoksider til nitrat ved reaksjoner med ozon. Modellen trenger timevise data for meteorologi, spredning og utslipp i tillegg til nedbør. Modellen beregner så avsetningen ved nedbør av nitrogenforbindelser.

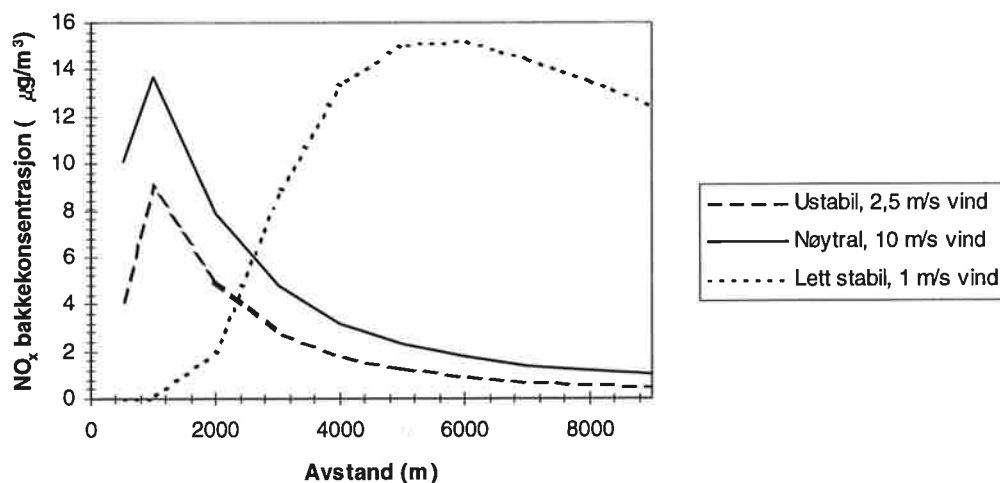
Dannelsen av ozon er undersøkt ved en segmentert trajektoriemodell med fotokjemi. Det fotokjemiske regneskjemaet består av 70 komponenter som reagerer i ca 150 reaksjoner.

6.1 Maksimal timemiddelkonsentrasjon

6.1.1 Bidraget fra de enkelte eksisterende og planlagte kilder på Kårstø.

Figurene 4 til 10 viser maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_x , som bidraget fra de enkelte kilder, for de mest kritiske kombinasjonene av vindstyrke og stabilitet. For hver eksisterende A, B eller C kjele (figur 4), er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO_2) på ca. $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 5-6 km fra utslippet. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved lett stabile forhold og en vindhastighet på ca. 1 m/s. Dette er mindre enn 15% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO_2 . All NO_x vil ikke foreligge som NO_2 , NO oksyderes til NO_2 av ozon, men NO_2 spaltes av sollys til NO og O . Dette fører til at den maksimale NO_2 konsentrasjon vil være under $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

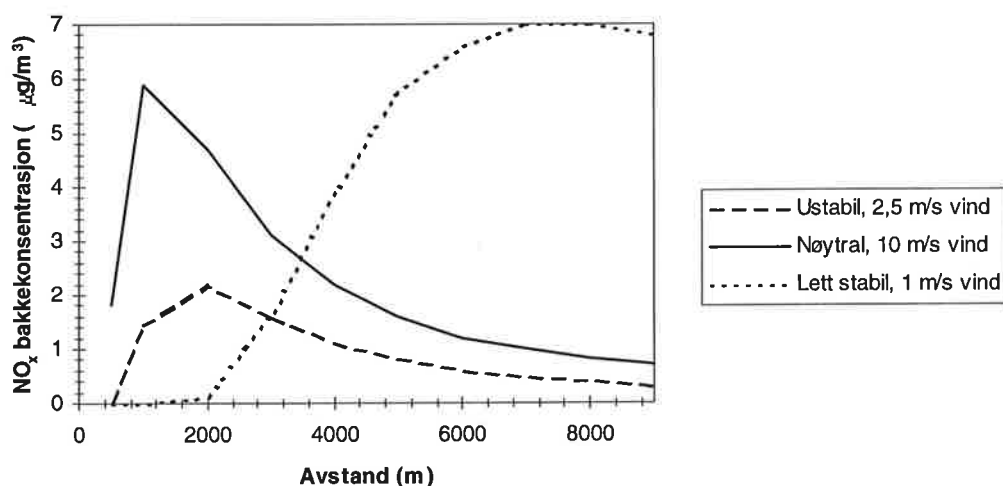
Eksisterende A/B/C kjeler



Figur 4: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO_2), for en av de tre A/B/C kjelene, som funksjon av avstand fra utslippskilden.

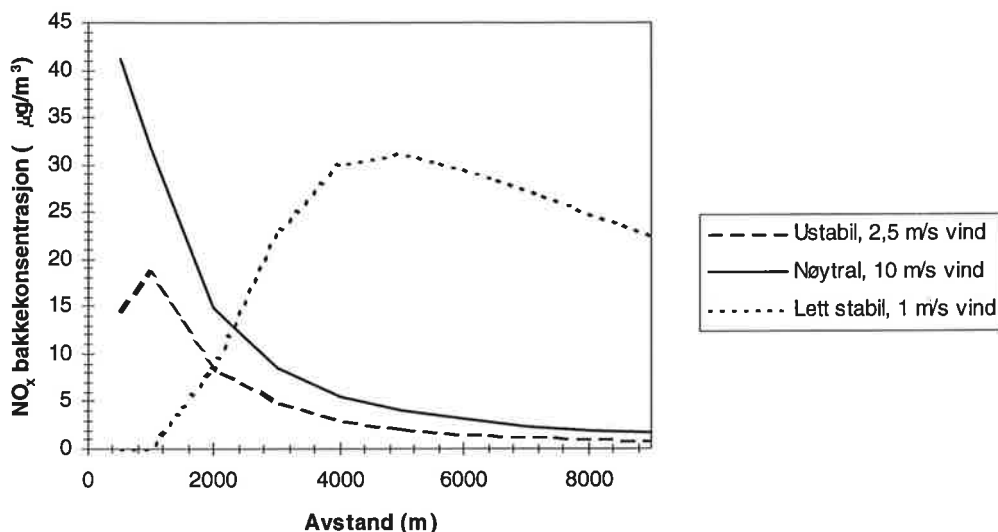
For den eksisterende Mossekjelen (figur 5) er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO_2) på $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 7-8 km fra utslippet. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved lett stabile forhold og en vindhastighet på ca. 1 m/s. For den eksisterende Sleipnerkjelen (figur 6), er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO_2) på $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 0,5 km fra utslippet. Dette er mindre enn 41% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO_2 . Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved nøytrale forhold og en vindhastighet på ca. 10 m/s.

Eksisterende Mossekjele



Figur 5: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO_2), for eksisterende Mossekjele, som funksjon av avstand fra utslippskilden.

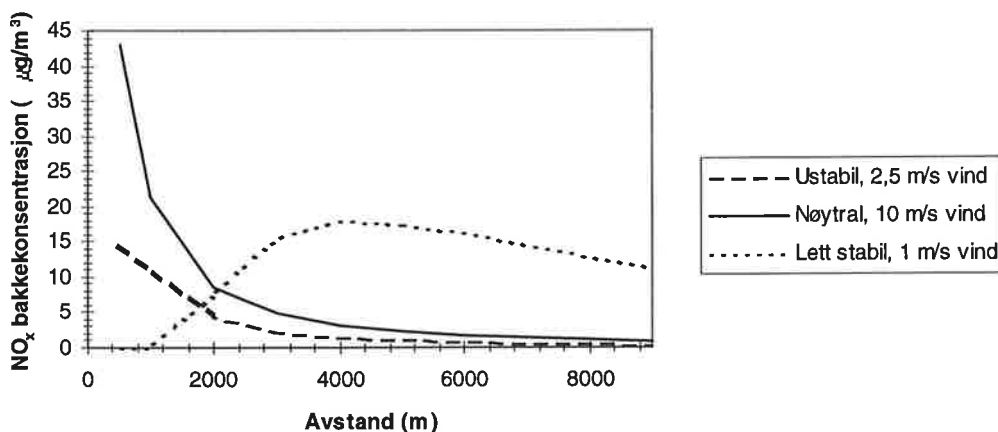
Eksisterende Sleipnerkjele



Figur 6: *Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO₂), for eksisterende Sleipnerkjele, som funksjon av avstand fra utslippskilden.*

For hver av de to skorsteinene for Åsgardterminalen (figur 7), er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO₂) på 43 µg/m³ i avstand 0,5 km fra utslippet. Dette er mindre enn 43% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO₂. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved nøytrale forhold og en vindhastighet på ca. 10 m/s.

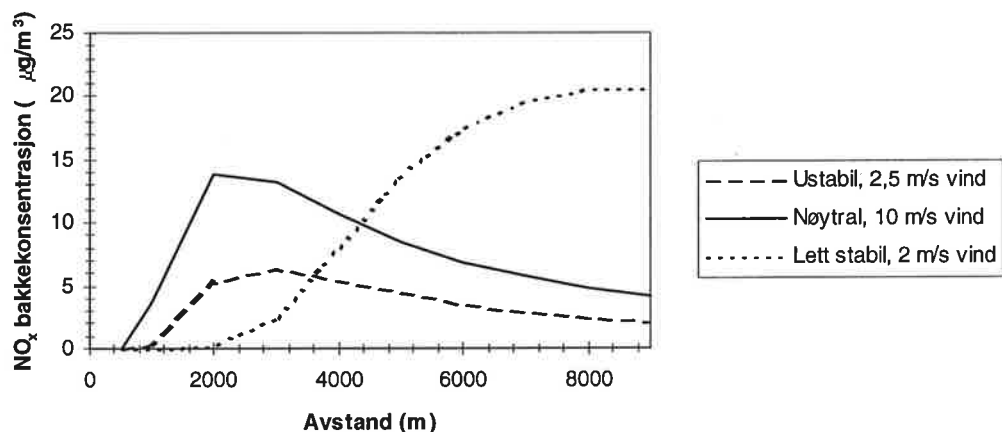
Åsgardterminal



Figur 7: *Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO₂), for en av de to skorstein for Åsgardterminalen, som funksjon av avstand fra utslippskilden.*

For det planlagte gasskraftverket (figur 8) er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO_2) på ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstand 8-9 km fra utslippet ved lett stabil atmosfæriske forhold og en vindhastighet på 2 m/s. Dette er mindre enn 20% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO_2 .

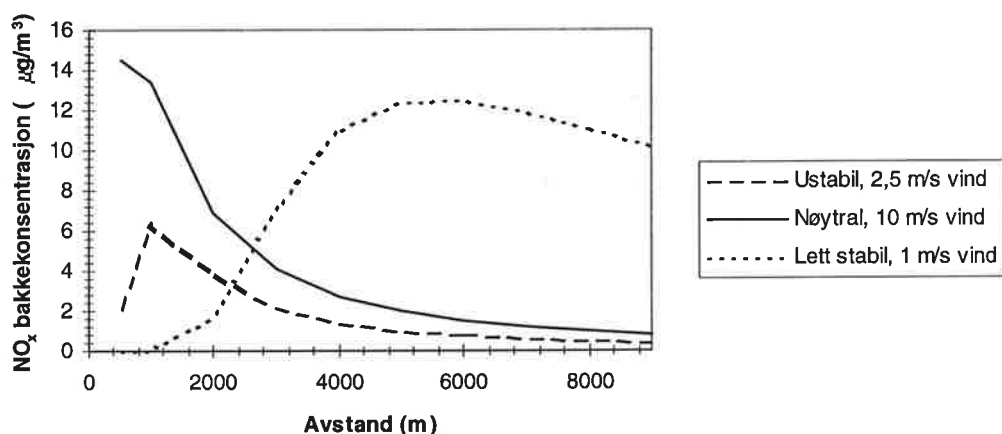
Planlagte gasskraftverk på Kårstø



Figur 8: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO_2), for et planlagt gasskraftverk, som funksjon av avstand fra utslippskilden.

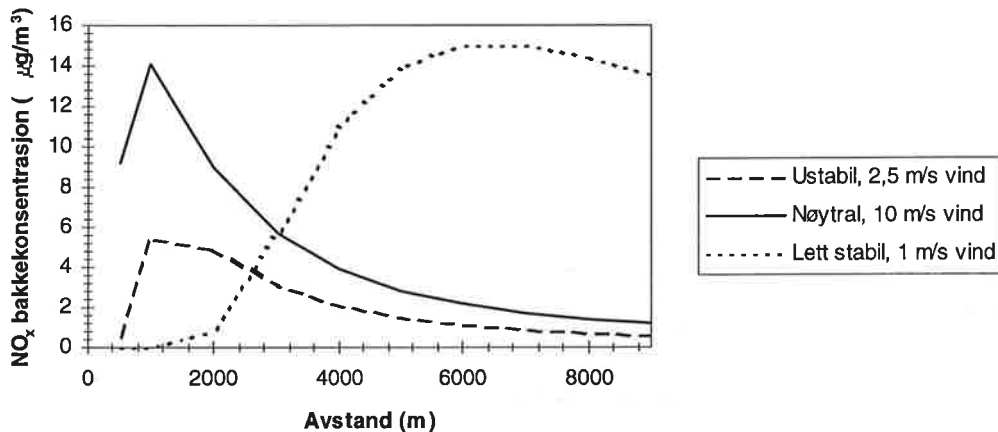
Resultatet av spredningsberegningene for NO_x utslipp fra ALT. 1 og ALT. 2 er vist i figurene 9 og 10, henholdsvis. Utslipet fra ALT. 3 er lavere enn utslippet fra ALT. 1, dermed har vi valgt å ikke utføre spredningsberegninger for ALT. 3 og heller vurdere effekter ut fra resultatene for ALT. 1.

Kårstø NO_x - 6G ekstraksjonsanlegg med gasturbindrift (ALT. 1)



Figur 9: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO_2), for et 6G ekstraksjonsanlegg med gasturbindrift (ALT. 1), som funksjon av avstand fra utslippskilden.

Kårstø NO_x - 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og CO₂- fjerningsanlegg (ALT. 2)



Figur 10: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO₂), for et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO₂ fjerningsanlegg (ALT. 2), som funksjon av avstand fra utslippkilden.

For ALT. 1, er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO₂) på ca. 15 µg/m³ i avstand 0,5 km fra utslippet. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved nøytrale forhold og en vindhastighet på ca. 10 m/s. Dette er mindre enn 15% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO₂. Den største belastningen ved lett stabile atmosfæriske forhold og svak vind er på ca. 12 µg/m³ i avstand 5-7 km fra kilden.

For ALT. 2, er maksimalbelastningen av NO_x (regnet som NO₂) på ca. 15 µg/m³ i avstand 6-7 km fra utslippet, ved lett stabil sjiktning og en vindhastighet på ca. 1 m/s. Dette er mindre enn 15% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO₂. Den største belastningen ved nøytrale atmosfæriske forhold og sterk vind for ALT. 2 er på ca. 14 µg/m³ i avstand 1 km fra kilden.

6.1.2 Samlet bidrag fra eksisterende og planlagte kilder på Kårstø

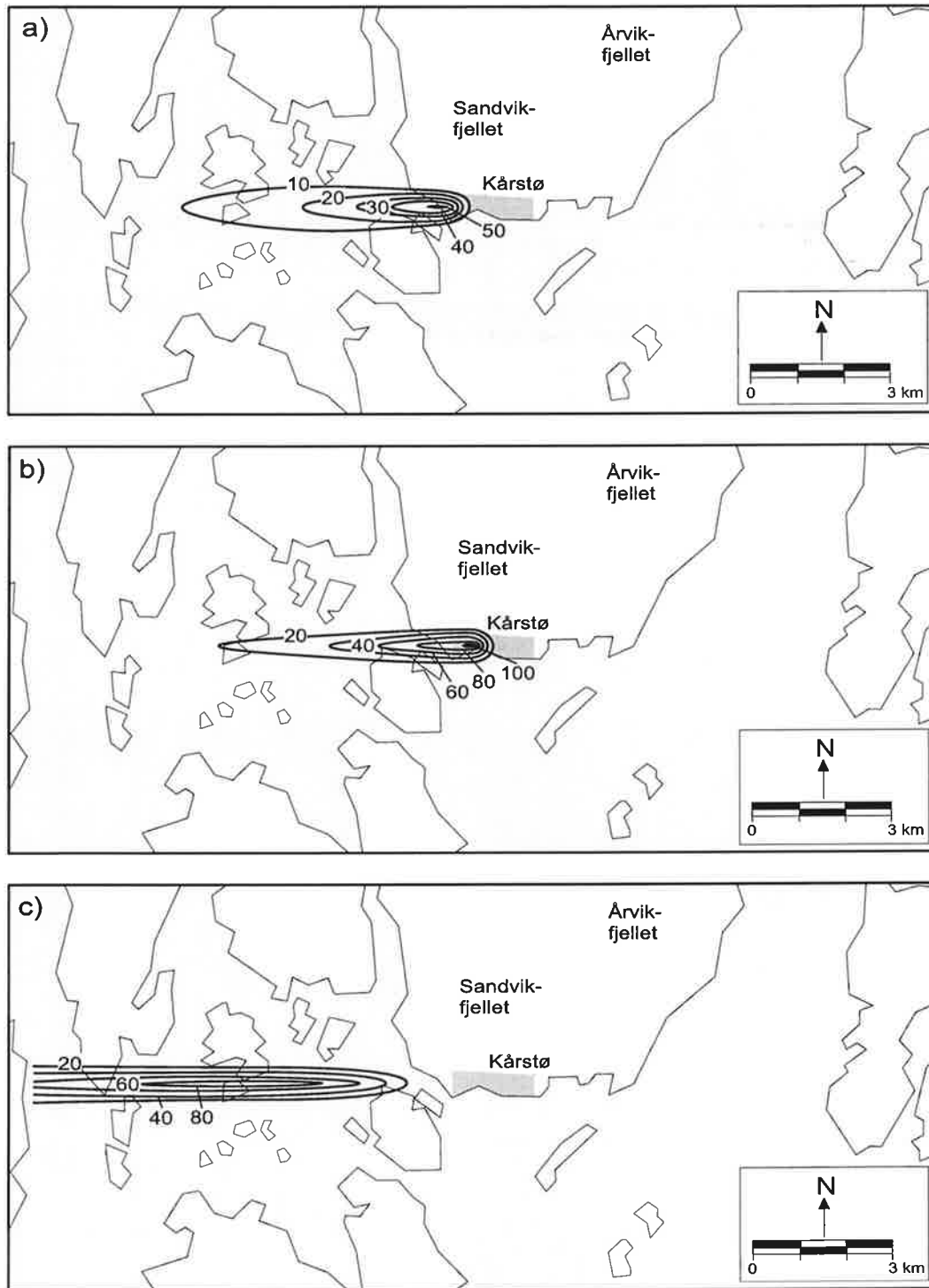
Figur 11 viser maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_x, med bidrag fra eksisterende kilder, Åsgardterminalen og det planlagte gasskraftverket for de mest kritiske kombinasjonene av vindstyrke og stabilitet. I beregningene er det antatt vind i den retningen som gir størst overlappning av røykfanene fra de forskjellige kildene og dermed gir høyest konsentrasjon. Figurene 12 og 13 viser maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_x, som bidrag fra eksisterende kilder, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket og henholdsvis ALT. 1 og ALT. 2 for de mest kritiske kombinasjonene av vindstyrke og stabilitet.

Spredningsberegninger for det eksisterende anlegget på Kårstø og Åsgardterminalen med østlig vind og overlappning av de to røykfanene fra Åsgardterminalen viser at maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_x kan være nær og evt. over SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for NO₂. All NO_x vil ikke foreligge som NO₂, NO oksyderes til NO₂ av ozon, men NO₂ spaltes av sollys til NO og O. Ved ustabile atmosfæriske forhold og en vindhastighet på ca. 2 m/s, vil

NO_x maksimal timemiddelkonsentrasjonen kunne være 54 µg/m³ ca. 1,5 km fra kilden. Ved nøytrale forhold ble NO_x maksimal timemiddelkonsentrasjonen beregnet til å være 110 µg/m³ ca. 0,5 km fra kilden. I utslippet foreligger ca. 95% av NO_x som NO og bare ca. 5% som NO₂. Dette fører til at den maksimale NO₂ konsentrasjon vil være under den beregnede NO_x konsentrasjonen, spesielt i nærheten av kilden, siden det er gått for liten tid til at all NO har blitt oksidert til NO₂. Forekomsten av maksimal NO_x konsentrasjon vil være inne på industriområdet hvor arbeidsmiljølovens grenseverdier gjelder, og disse er langt høyere enn SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium. Ved lett stabile forhold og en vindhastighet på 2 m/s ble NO_x maksimal timemiddelkonsentrasjonen beregnet til å være 78 µg/m³ ca. 4,5-5 km fra kilden.

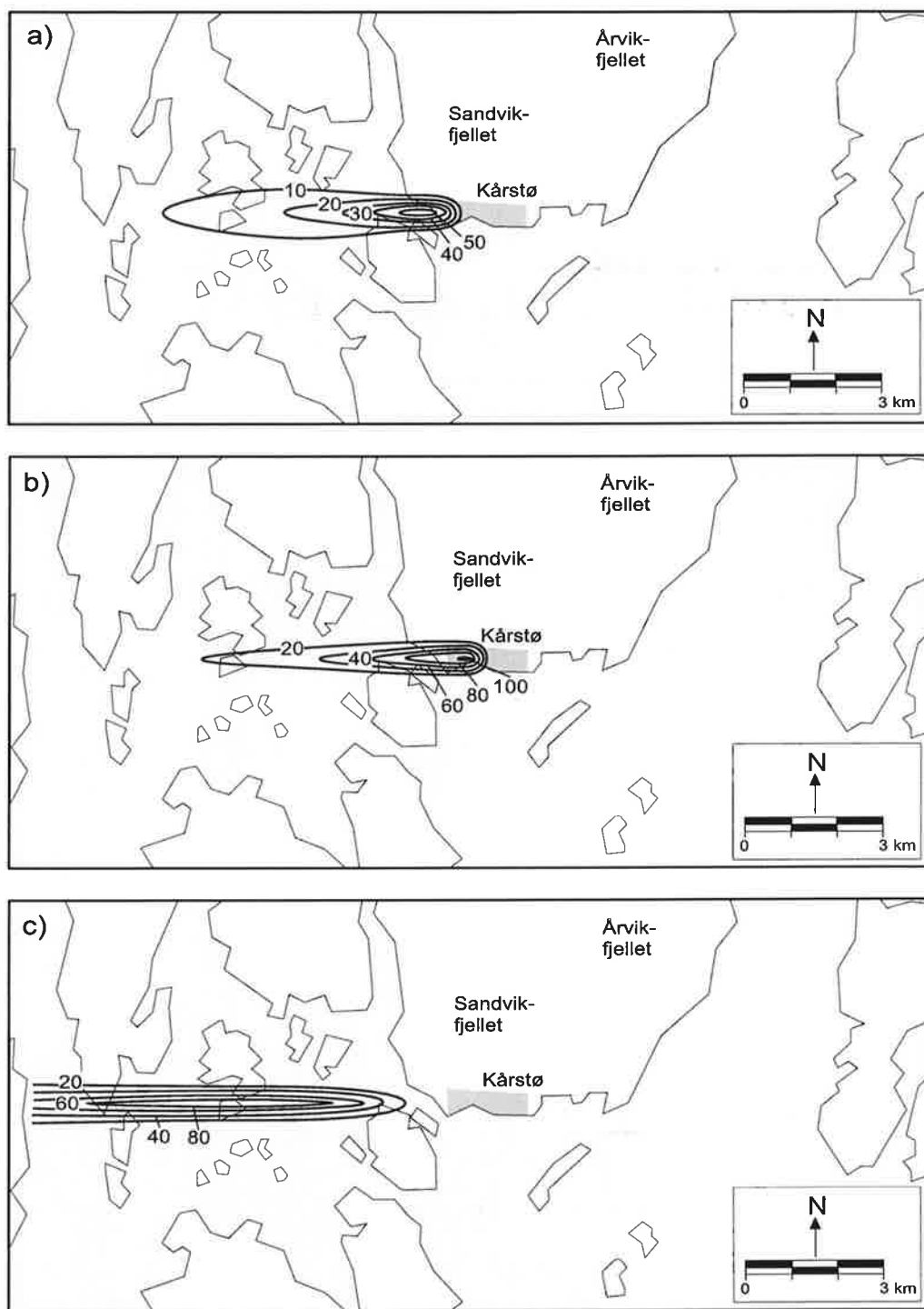
Resultatene fra spredningsberegninger for eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og gasskraftverk på Kårstø (figur 11) er veldig likt spredningsberegningene for eksisterende anlegg og Åsgardterminalen. Det eneste tilfellet hvor bidraget fra gasskraftverket er synlig i forhold til bidraget fra det eksisterende anlegget og Åsgardterminalen er ved lett stabile forhold og en vindhastighet på 2 m/s. Ved slike forhold ble NO_x maksimal timemiddelkonsentrasjonen beregnet til å være ca. 90 µg/m³ ca. 5-6 km fra kilden. I dette området finnes imidlertid ikke noe bebyggelse.

Kårstø NO_x - eksisterende Kårstø anlegg, Åsgardterminal og planlagt gasskraftverk



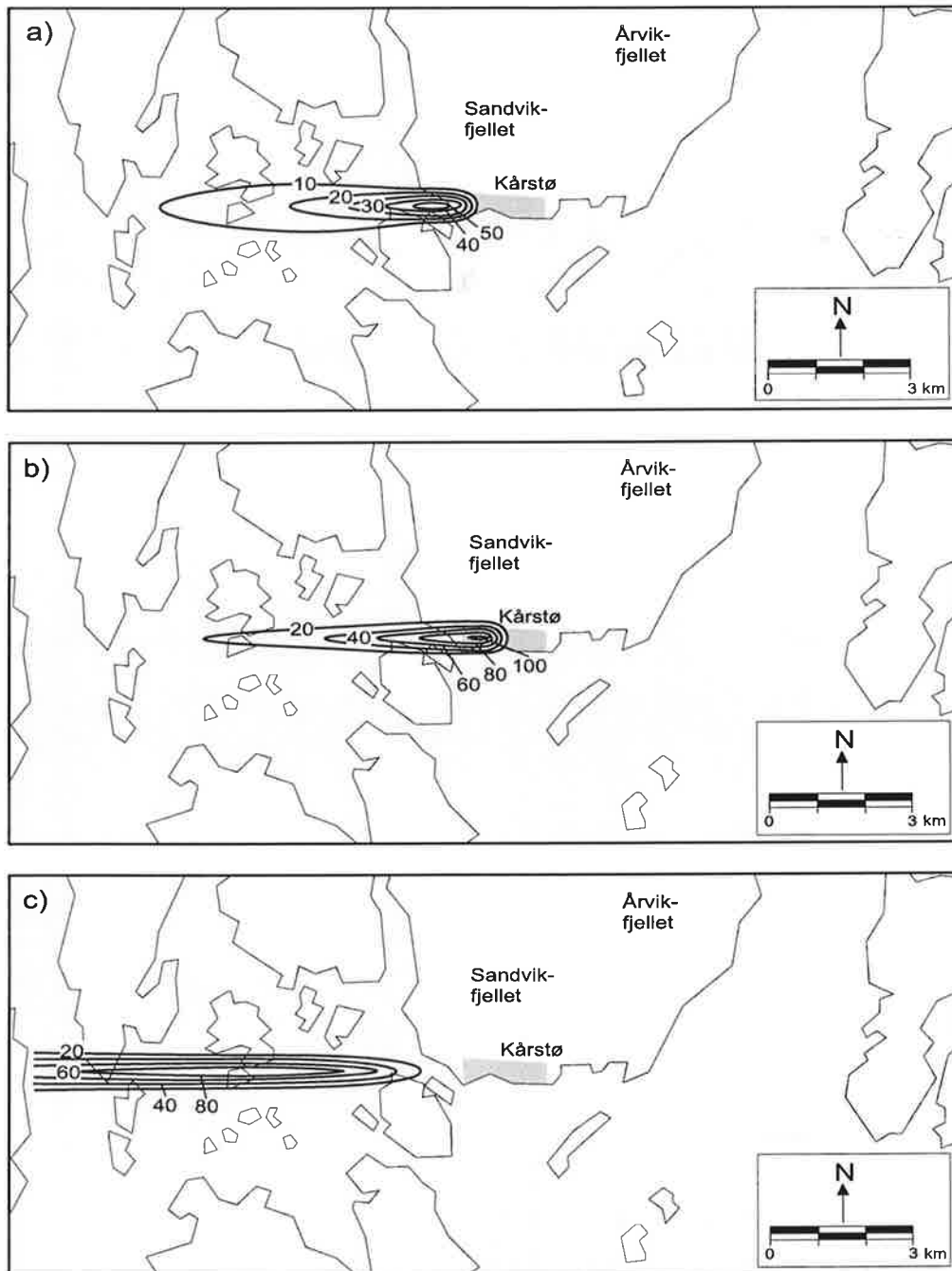
Figur 11: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO₂), med bidrag fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og det planlagte gasskraftverket, som funksjon av avstand fra utslippskilden, for østlig vind. (a - ustabile forhold og 3 m/s vindhastighet; b - nøytrale forhold og 10 m/s vindhastighet; c - lett stabile forhold og 2m/s vindhastighet). Enhet (µg/m³).

Kårstø NO_x - eksisterende Kårtø anlegg, Åsgardterminal, planlagt gasskraftverk og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift (ALT. 1)



Figur 12: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO₂), med bidrag fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift (ALT. 1), som funksjon av avstand fra utslippskilden, for østlig vind. (a - ustabile forhold og 2 m/s vindhastighet; b - nøytrale forhold og 10 m/s vindhastighet; c - lett stabile forhold og 2 m/s vindhastighet). Enhet (µg/m³).

Kårstø NO_x - eksisterende Kårtø anlegg, Åsgardterminal, planlagt gasskraftverk og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO_2 fjerningsanlegg (ALT. 2)



Figur 13: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO_x (regnet som NO_2), med bidrag fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO_2 fjerningsanlegg (ALT. 2), som funksjon av avstand fra utslippskilden, for østlig vind. (a - ustabile forhold og 2 m/s vindhastighet; b - nøytrale forhold og 10 m/s vindhastighet; c - lett stabile forhold og 2 m/s vindhastighet). Enhet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

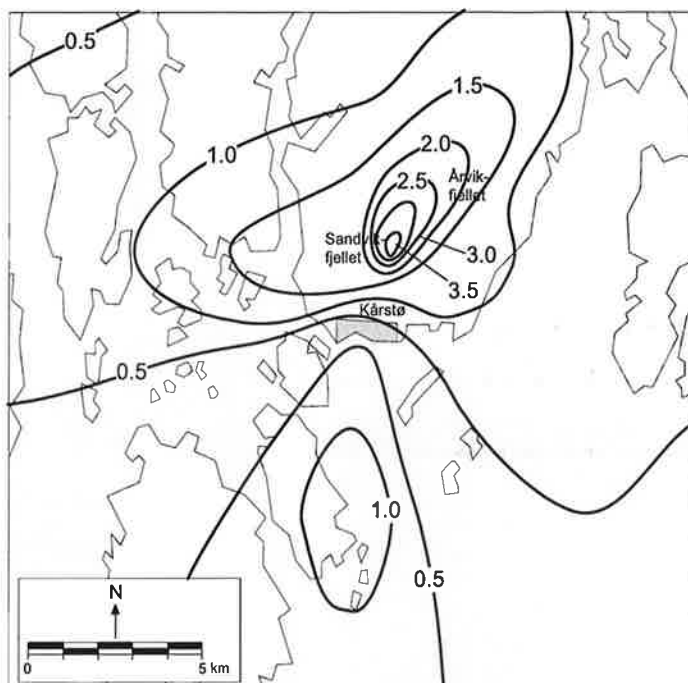
I forhold til eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og gasskraftverkets planlagte utslipp, vil ALT. 1 ikke bidra til en vesentlig økning av maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_2 , for noen stabilitetsforhold. Ved lett stabil sjiktning og vindstyrke 2 m/s (figur 12c), vil NO_x maksimal timemiddelkonsentrasjon med bidrag fra eksisterende kilder, Åsgardterminalen planlagt gasskraftverk og ALT. 1 komme opp i ca. $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 5-5,5 km fra ALT. 1. Dette er mindre enn 98% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO_2 . Verdier over $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kan oppstå mellom 4 og 7 km fra utslippskilden for ALT. 1. Forekomsten vil være over sjøen og den sørlige delen av Høvring øy.

En sammenligning av figur 11 og figur 13 viser at ALT. 2 ikke vil bidra vesentlig til å øke den maksimale timemiddelkonsentrasjonen av NO_2 i forhold til bidraget fra eksisterende kilder, Åsgardterminalen og gasskraftverket. Forskjellen mellom ALT. 1 og ALT. 2 er minimalt i disse beregningene. Det er Åsgardterminalen som gir det dominerende bidraget til de relativt høye maksimale timemiddelkonsentrasjonene av NO_x . ALT. 3 vil bidra enda mindre til å øke maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO_2 .

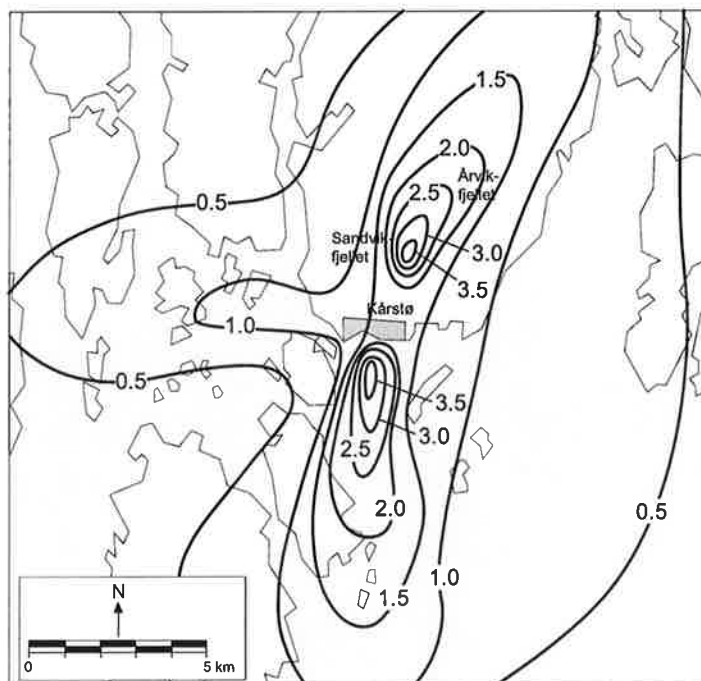
6.2 Langtidsmiddelverdier av NO_x

Beregningene er utført på grunnlag av meteorologiske data gitt i tabell 8 og utslippsdata i tabell 10.

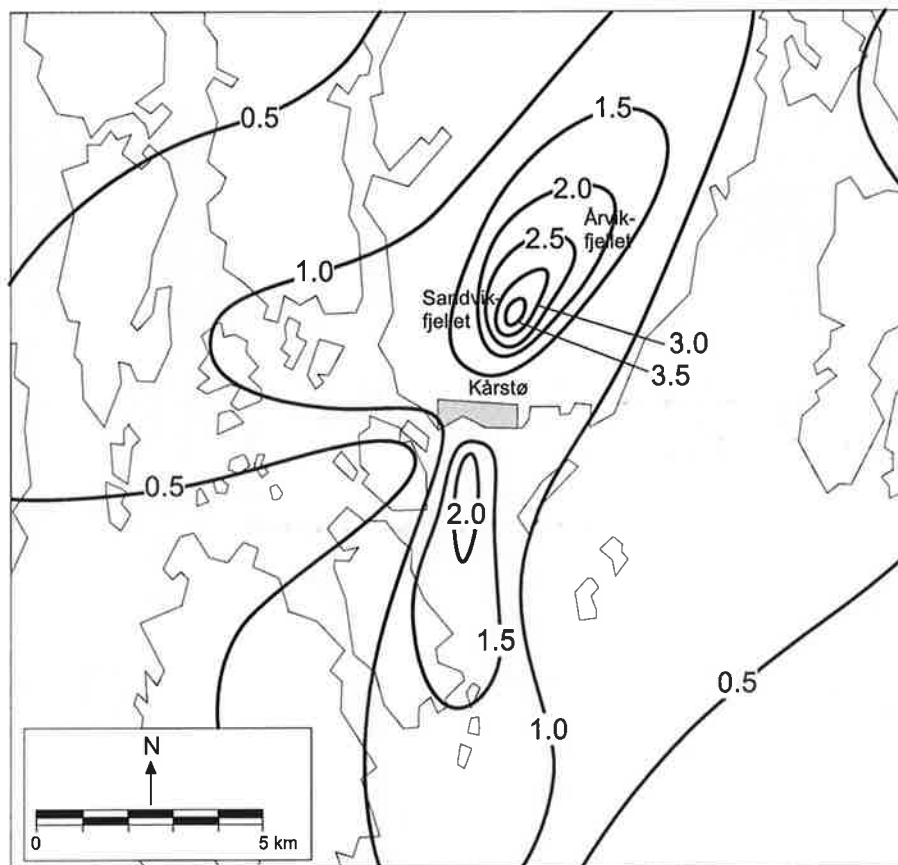
Midlere konsentrasjonsfelt for NO_x i vinterhalvåret, sommerhalvåret og hele året er vist i figurene 14, 15 og 16. Figurene viser resultat ved utslipp fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og gasskraftverket. Maksimalkonsentrasjon av halvårsmidlet NO_x (regnet som NO_2) ved bakkenivå er beregnet til å bli ca. $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og forekommer i sommerhalvåret ca. 0,5 km sør for anlegget. Dette utgjør 7,8 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for halvårsmiddelkonsentrasjon av NO_2 for helse. Maksimalkonsentrasjon av NO_x (regnet som NO_2) midlet over ett år (figur 16) ved bakkenivå er beregnet til å bli ca. $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og vil forekomme ca. 1 km nord-nord-øst for ALT.1. Dette utgjør 13 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for årsmiddelkonsentrasjon av NO_2 for vegetasjon.



Figur 14: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i vinterhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og gasskraftverket på Kårstø.



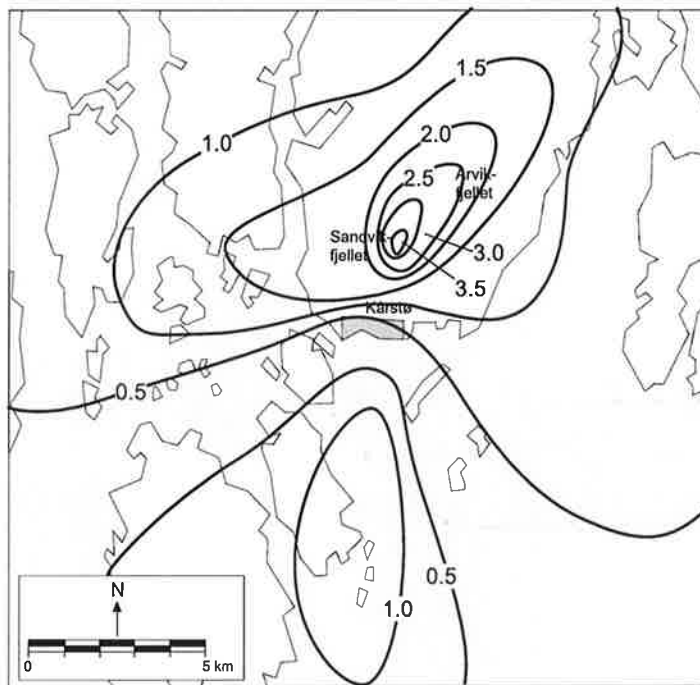
Figur 15: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i sommerhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og gasskraftverket på Kårstø.



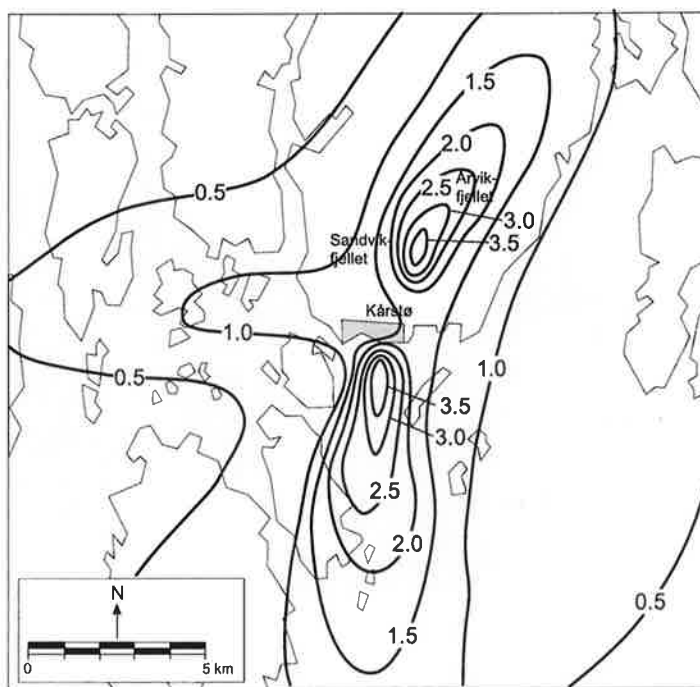
Figur 16: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for året for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og gasskraftverket på Kårstø.

Midlere konsentrasjonsfelt for NO_x i vinter- og sommerhalvåret, som resultat av utslipp fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, det planlagte gasskraftverket og ALT. 2 (alternativet med høyest utslipp), er vist i figurene 17 og 18. Maksimalkonsentrasjon av halvårsmidlet NO_x (regnet som NO₂) ved bakkenivå er beregnet til ca. 4,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og forekommer i sommerhalvåret, ca. 1 km nord-nord-vest for ALT. 2. Dette utgjør 8,2 % av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for halvårsmiddelkonsentrasjon av NO₂ for helse. Maksimalkonsentrasjon av NO_x (regnet som NO₂) midlet over ett år (figur 19) ved bakkenivå er beregnet til å bli ca. 4,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og forekommer ca. 1 km nord-nord-vest for ALT. 2. Belastningen fra ALT. 2 blir ca. 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i maksimalområdet, som utgjør ca. 1% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for årsmiddelkonsentrasjon av NO₂ for vegetasjon.

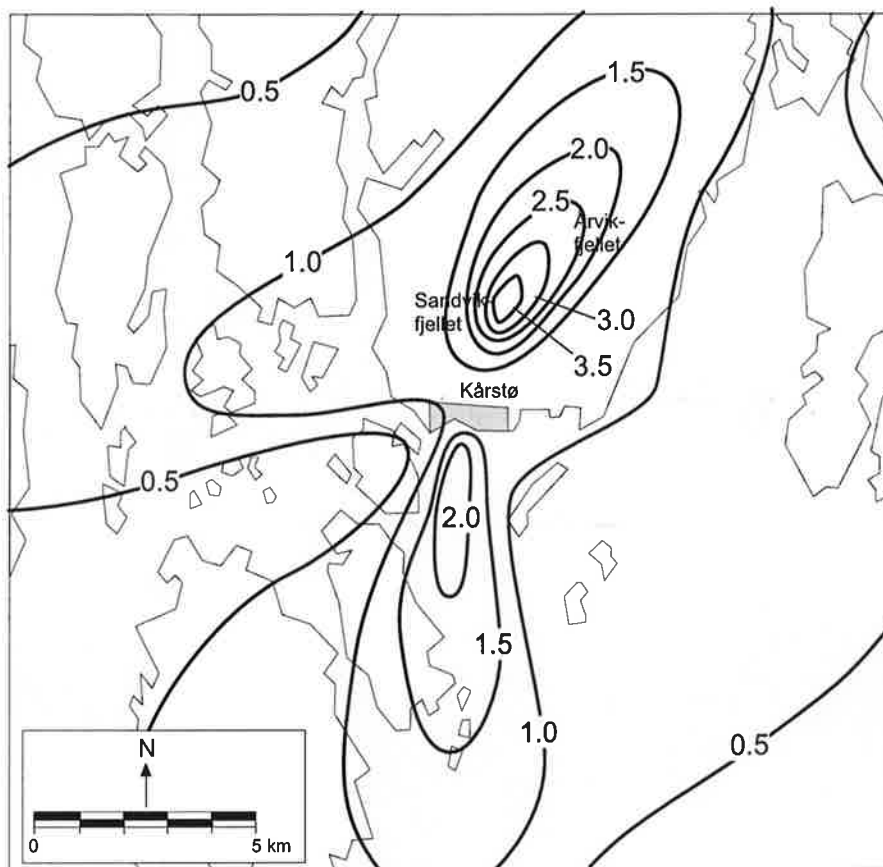
Fra sammenligningen mellom henholdsvis figur 14, 15 og 16 og figurene 17, 18 og 19, kan vi se at ALT. 2 bidrar lite til midlere konsentrasjoner av NO_x ved bakkenivå. Bidraget fra ALT. 1 vil være sammenlignbar med ALT. 2 og bidraget fra ALT. 3 vil være enda mindre enn bidraget fra ALT. 2. Års- og halvårsmiddelkonsentrasjonene av NO₂ vil dermed ligge langt under anbefalte luftkvalitetskriteriene.



Figur 17: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i vinterhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, gasskraftverket og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO_2 fjerningsanlegg (ALT. 2) på Kårstø.



Figur 18: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i sommerhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, gasskraftverket og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og et CO_2 fjerningsanlegg (ALT. 2) på Kårstø.



Figur 19: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for året for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, gasskraftverket og et 6G ekstraksjonsanlegg med gassturbindrift og CO_2 fjerningsanlegg (ALT. 2) på Kårstø.

6.3 Avsetning av nitrogen

Avsetning av nitrogenforbindelser ved utslipp av nitrogenoksider kan foregå ved tørravsetning og ved våtavsetning.

Tørravsetning av gasser er avhengig av konsentrasjonen nær bakken og planters eller overflatens evne til å absorbere gasser. Tørravsetningen representeres vanligvis ved en avsetningshastighet.

Våtavsetning av gasser er sterkt avhengig av gassens løselighet i vann. NO og NO_2 er lite løselige i vann og avsettes derfor ikke ved våtavsetning. For at utslipp av nitrogenoksider skal kunne avsettes ved våtavsetning, må nitrogenoksidene omdannes kjemisk til nitrat og salpetersyre. Nitrat og ammoniakk er lett løselige i vann og avsettes effektivt med nedbør.

Bidraget til **tørravsetningen** av nitrogenforbindelser fra utslipp fra høye skorsteiner er lave, fordi konsentrasjonene ved bakkenivå er lave og røykfanen passerer over uten nevneverdig avsetning. Det maksimale bidraget til tørravsetningen for ALT. 1 er beregnet til å bli ca. $42 \text{ mg N}/\text{m}^2$ pr. år i et område på 0.25 km^2 ca. $1,5 \text{ km}$ nord-nord-øst fra anlegget. For ALT. 2, er det maksimale bidraget beregnet til å

bli ca. 40 mg N/m² pr. år i et område på 0.25 km² ca. 1,5 km nord-nord-øst fra anlegget. Total nitrogenavsetning i Vikedal, ca. 35 km nordøst fra Kårstø, varierte mellom 1200-1600 mg N/m² pr. år i 1994/95 (SFT, 1995). Tørravsetningen er beregnet til å dekke et lite område og har derfor mindre betydning. Estimater er også beheftet med usikkerheter og må ses på som et maksimalt anslag. Tørravsetningen er sterkt avhengig av vegetasjonstype i området og tallet vil bli lavere hvis hele området var dekket med myr eller lynghei.

Våtavsetningen er beregnet med en trajektoriemodell som regner kjemiske reaksjoner mellom NO_x, O₃ og nitrat fra time til time. Modellen tar hensyn til nedbør og nedbørintensitet.

Modellen beregner bidraget fra kilder der det er gitt utslippstall og som befinner seg innenfor beregningsområdet. Dette fører til at utslipp i timer før den aktuelle beregningstimen også kan bidra til konsentrasjoner og avsetning. Dette er spesielt viktig for modeller som skal beskrive kjemiske reaksjoner der reaksjonene er langsomme og skjer over tid.

Størrelsen på våtavsetningen er avhengig av hvor mye nitrat som er tilgjengelig for avsetning. Hvor effektive de kjemiske reaksjonene er, avhenger blant annet av konsentrasjonen i røykfanen. Hvis det er dårlig spredning skjer reaksjonene raskere. Tilgjengelig nitrat er også sterkt avhengig av at det ikke har regnet i timene før. Ved en til to millimeter nedbør pr. time blir alt tilgjengelig nitrat vasket ut. Den neste timen er det bare nitrat dannet i denne timen som er tilgjengelig for utvasking.

Våtavsetningen av nitrat fra det eksisterende Kårstøanlegget, Åsgardterminalen og fra det planlagte gasskraftverkets utslipp på Kårstø er beregnet fra time til time for perioden mars 1994 til mars 1995. (Knudsen et al., 1997).

De eksisterende utslipp av nitrogenoksider fra Kårstøanlegget er 629 tonn pr. år. Med bakgrunn i tidligere beregninger av N-avsetning for Kårstøanlegget kan man anslå at maksimalavsetningen vil komme opp i 27 mg N/m² pr. år og vil dekke et område på ca. 100 km², ca. 20 km nord-nord-øst for anlegget. Området som dekkes av en avsetning over 22 mg N/m² pr. år vil være ca. 300 km². Dette utgjør 1,7-2,3% av totalavsetningen av nitrogen i dag (1200- 1600 mg N/m² pr. år).

Utslipp av nitrogenoksider fra Åsgardterminalen er antatt til å bli 190 tonn pr. år. Tidligere beregninger av N-avsetning som følge av utslipp fra Åsgardterminalen viser en maksimal avsetning på 19 mg N/m² pr. år, ca. 20 km nord-nord-øst for anlegget. Arealet med en avsetning over 15 mg N/m² pr. år er ca. 400 km².

Den maksimale beregnede avsetningen av nitrogen for det planlagte gasskraftverket på Kårstø er 23 mg N/m² pr. år, ca. 20 km nord-nord-øst for anlegget. Verdier over 15 mg N/år dekker et område på ca. 800 km².

Den totale avsetningen av nitrogen for eksisterende utslipp, utslipp fra Åsgardterminalen og utslipp fra det planlagte gasskraftverket vil maksimalt være

ca. 69 mg N/m² pr. år. Dette utgjør 4-5,8% av avsetningen målt i dag. Området over 15 mg N/m² kan komme til å dekke et område på ca. 4 000 km².

Med utgangspunkt i tidligere beregninger, skalert i forhold til utslipp av nitrogen, vil ALT. 1 maksimalt kunne føre til en ytterligere økning i N avsetning på 11 mg N/m³ (0,7-0,9% av dagens avsetning). ALT. 2 er vurdert til maksimalt å bidra med en ytterligere økning i N avsetning på 18 mg N/m³ (1,1-1,5% av dagens avsetning), og ALT. 3 er vurdert til å bidra med 3 mg N/m³ i det maksimale området. Disse økningene kommer i tillegg til 4-5,8% økning fra Kårstøanlegget, Åsgardterminalen og gasskraftverket. Den totale avsetningen av nitrogen fra Kårstøanlegget, Åsgardterminalen, gasskraftverket og ALT. 2 er vurdert til maksimalt å være 87 mg N/m³, som utgjør 5,4-7,2% av dagens avsetning.

6.4 Dannelse av bakkenært ozon

Ozon i troposfæren (nær bakken) dannes ved kjemiske reaksjoner mellom flyktige organiske stoffer og nitrogenoksider under påvirkning av sollys.

Bakgrunnsnivå av troposfærisk ozon er varierende og forekommer episodisk med høye konsentrasjoner. Bakgrunnsnivået er vanligvis lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier, men likevel relativt høyt i forhold til anbefalte luftkvalitetskriterier enn for de fleste andre luftforurensende komponenter.

Tidligere beregninger for utslipp fra Norsk sokkel viser at det er utslipp av nitrogenoksider som er begrensende faktor i dette området for dannelse av ozon som følge av utslipp av nitrogen og hydrokarboner.

De fotokjemiske reaksjonene vil i den første fasen raskt oksidere NO til NO₂ og omdanne ozon til oksygen. Nitrogenoksidene vil så danne ozon ved reaksjoner med hydrokarboner på litt lengre tidsskala.

For å vurdere virkningen av ozonkonsentrasjonen, som følge av utslipp fra de forskjellige utbyggingsalternativene, er det tatt utgangspunkt i tidligere beregninger for et gasskraftverk på Kårstø.

Ut fra en vurdering av tidligere beregninger for et gasskraftverk på Kårstø vil røykfanene fra gasskraftverket og ekstraksjonsanlegget forårsake dannelse av ozon, men denne vil være relativt liten. Ozonkonsentrasjonen ved bakkenivå vil anslagsvis være ca. 1,5 µg/m³ der begge røykfanene (gasskraftverk og ALT. 2) belaster. Dette tilsvarer 1,5% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium. Det er NO_x-utslippet fra gasskraftverket og nye anlegg som er bestemmende for påvirkning ved bakkenivå av ozonkonsentrasjonen. ALT. 2 har større påvirkning enn ALT. 1 og ALT. 3, fordi det har større utslipp av NO_x. Beregningene tilsier at påvirkningen ved bakkenivå av ozonkonsentrasjonsnivået i området ikke blir signifikant.

7. Effekter på naturmiljøet

7.1 Overflatevann

Vurderingen av effektene av økt N-avsetning på forurensningssituasjonen i vann er gjort på bakgrunn av tidligere beregninger av tålegrenser for vann og overskridelser av tålegrensene i det aktuelle området. Disse beregningene ble gjennomført av Norsk institutt for vann forskning (NIVA) for forskjellige utslipp for et gasskraftverk (Knudsen et al., 1996; Knudsen et al., 1997).

Dagens tilførsler av nitrogen fra langtransporterte forurensninger ligger på 1200-1600 mg N/m² pr. år (middelverdi for 5-års-perioden 1988-1992). (Knudsen et al., 1997).

Total årlig våtavsetning av N for det undersøkte området er beregnet til 6134 kg pr. år for perioden 1988-1992. Bidraget fra gasskraftverket på Kårstø utgjør 35 kg pr. år (0.5% av dagens avsetning). (Knudsen et al., 1997).

Den årlige syretilførselen ligger i dag (1988-1992) på 87-109 mekv/m² pr. år i det aktuelle området. Tålegrensene i det samme området ligger mellom 17-450 mekv/m² pr. år og indikerer hvor mye syre et nedbørfelt kan motta i løpet av ett år uten at tålegrensen overskrides. (Knudsen et al., 1997).

De tidligere beregningene for gasskraftverket viser at det planlagte N-utslippet fra gasskraftverket og ekstraksjonsanlegg bidrar til å øke området med overskridelse av tålegrensen i et areal på ca. 126 km². Dette vil skje i et område som i dag ligger på grensen til overskridelse. Bidraget til forsuring fra gasskraftverket og fra alle de vurderte byggingsalternativene er svært lite og ligger innenfor usikkerheten i metoden.

Det ble ikke gjort tilsvarende beregninger for forsuring av jord, men basert på de samme betraktningene som for forsuring av vann vil bidraget til jordforsuring være lite og vanskelig å måle. (Knudsen et al., 1997).

Enhver økning i N-avsetning vil bidra til å motvirke den positive utviklingen i vannkvalitet som vi ser i Norge i dag som en følge av reduksjoner i S-utslipp i Europa. Økningen i N-avsetningen på Kårstø som følge av utslipp fra nye anlegg vil utgjøre en liten andel av dagens tilførsler og effekten i vann og jord kan bli vanskelig å måle. Likevel vil vi understreke at enhver økning i N-avsetning er uheldig sett fra et vannkvalitetssynspunkt. (Knudsen et al., 1997).

7.2 Vegetasjon

Effektene av nitrogenoksider, total nitrogenavsetning og ozon på vegetasjon ble vurdert av Norsk institutt for naturforskning (NINA) for et gasskraftverk på Kårstø (Knudsen et al., 1997). Disse effektene er vurdert her på bakgrunn av beregninger av NO₂ konsentrasjoner i luft og av den totale N-avsetningen, og på bakgrunn av tidligere vurderinger for de viktigste vegetasjonstypene i områder hvor spredningsberegninger er utført (Knudsen et al., 1997).

Nitrogenoksid

Bakgrunnskonsentrasjonen av NO₂ på Kårstø er 4-5 µg/m³ som årsmiddelkonsentrasjon, og maksimalt 50 µg/m³ som timemiddel. Utslippene fra et gasskraftverk, eksisterende anlegg, Åsgardterminalen og ALT. 2 vil til sammen gi en årsmiddelkonsentrasjon på maksimalt ca. 4,1 µg/m³. Medregnet bakgrunnskonsentrasjonen vil årsmiddelkonsentrasjonen da bli ca. 9,1 µg/m³. Ved ALT. 1 eller ALT. 3 vil konsentrasjonene bli sammenlignbare eller mindre. Verdiene for de tre utslippsalternativene ligger langt under de anbefalte luftkvalitetskriterier for vegetasjon på 30 µg/m³ som årsmiddel, og det forventes således ingen direkte skader på planter på grunn av økte NO₂ konsentrasjoner i luft.

Total nitrogen avsetning

Vegetasjonen rundt Kårstø består blant annet av kystlyngheier, sivevassmyrer, nedbørmyrer og enkelte næringsfattige og middels rike skogsbestander. (Knudsen et al., 1997).

Lynghiene i Tysvær og Sveio kommune ligger hovedsakelig på næringsfattig berggrunn og er allerede påvirket av gjengroing med gress. Tålegrensen for nitrogen er trolig allerede overskredet flere steder, og en økning i nitrogentilgangen, selv om den er liten i forhold til bakgrunnsnivået på 1 200-1 600 mg N/m² pr. år, kan føre til en ytterligere endring av heiene med redusert innslag av m.a. røsslyng og kløkkelyng og økt innslag av gressene blåtopp og smyle (Knudsen et al., 1997). Det er imidlertid usikkert i hvor stor grad en avsetning på 80 mg N/m² pr. år vil kunne påvirke endringer i artssammensetning i kystlyngheiene, trolig vil endringene være relativt små. Lynghiene på søre Bømlo er tilpasset næringsrik berggrunn og har en helt annen rikere artssammensetning enn de på Sveio (Knudsen et al., 1997). Disse heiene vil trolig tåle mer nitrogennedfall enn de mer karrige heiene. (Knudsen et al., 1997).

Tålegrensene for nedbørmyrer i Kårstø-området er i dag til dels sterkt overskredet. (Knudsen et al., 1997). En ytterligere økning av tilført nitrogen på ca. 72 til 87 mg N/m² fra eksisterende anlegg, Åsgardterminalen, et gasskraftverk og et ekstraksjonsanlegg kan føre til endringer i artssammensetning og mengde av torvmoser, samt økning av mer næringskrevende planter som gress og urter. Nedbørmyrer dekker imidlertid små areal i området som blir påvirket av disse utslippene.

Foreløpige resultater fra Statoils nyopptatte overvåkningsprogram på Kårstø viser at tålegrensene for trær neppe er nådd, og det er heller ikke observert synlige skader på trær og skogsvegetasjon. Det er allikevel grunn til å legge merke til at nitrogeninnholdet i plantevev nærmest de eksisterende anleggene var noe høyere enn i plantevev lenger unna. Siden skogsystemene i området ligger nær tålegrensene for nitrogen, både når det gjelder endringer i artssammensetning (700-2000 mg N/m² pr. år) og for "helse" tilstanden til trærne (1000-3000 mg N/m² pr. år), bør man være oppmerksom på effekter som økt innslag av nitrogenkrevende arter, endringer i sopp floraen og næringsubalanse hos trær. (Knudsen et al., 1997).

En kan heller ikke utelukke at det vil skje endringer i epifyttiske lav- og mosesamfunn i skogene rundt Kårstø som følge av den økte nitrogenavsetningen, selv om avsetningene er små. (Knudsen et al., 1997).

Ozon

Bakgrunnsnivået i dag på Kårstø (ca. $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som halvårsmiddel) er periodisk høyt nok til å kunne gi skader på vegetasjon som medfører redusert fotosyntese og plantevekst. (Knudsen et al., 1997). Økningen i ozonkonsentrasjonen ved bakkenivå som følge av utslipp av nitrogenoksider og hydrokarboner fra et planlagt gasskraftverk og et ekstraksjonsanlegg, er imidlertid så lavt ($1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timemiddel) at den trolig ikke vil påvirke vegetasjonen i området.

Ut fra målinger av ozon på Kårvatn og Voss er det beregnet AOT40 verdier i årene 1990-94. Voss stasjonen ligger nærmest Kårstø, men den gjenspeiler et innlandsklima, mens Kårstø ligger ved kysten. Forskjellen på O_3 konsentrasjoner mellom kyst og innland er at om natten vil konsentrasjonene være lavere i innlandet enn ved kysten. Maksimal døgnkonsentrasjon vil imidlertid på grunn av avsetningen til bakken være sammenlignbar. På Voss, som antagelig har mindre ozonkonsentrasjon enn Kårstø, er AOT40-verdiene beregnet til å variere mellom 6458 ppbh til 11479 ppbh. I tre av de fem årene er det beregnet AOT40-verdier som er over tålegrensen og en vekstreduksjon på 10% kan ventes. På Kårvatn lenger nord varierer verdiene mer og ligger mellom 1060 og 15184 ppbh. Det var bare ett år der AOT40-verdien var over tålegrensen. (Knudsen et al., 1997). Gasskraftverkets og nye utbyggingers bidrag til AOT40-verdien er antakelig ikke målbar.

7.3 Fauna

Effektene av nitrogenoksider, total nitrogenavsetning og ozon på fauna ble tidligere vurdert av Norsk institutt for naturforskning (NINA) for et gasskraftverk på Kårstø (Knudsen et al., 1997), i forhold til luftkvalitetskriterier for dyr/helse (SFT, 1992). Vurderingen av disse effektene for et ekstraksjonsanlegg er gjort på bakgrunn av den tidligere vurderingen og benytter spredningsberegningene utført og presentert i kapittel 6.

Nitrogenoksider

Direkte effekter av NO_x på dyreorganismer vil være minimale ved alle utslippsalternativene. Årsmiddelkonsentrasjonene for NO_2 på Kårstø vil ligge langt under SFT's tålegrenser for skader på dyreliv/helse. En maksimal NO_x timemiddelkonsentrasjon på opptil ca. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskrider heller ikke grensen på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for NO_2 , satt av SFT. Det synes usannsynlig at disse påvirkningene vil ha noen målbar effekt på sammensetning av dyrearter i faunaen i området, og sannsynligvis heller ikke på enkeltindivider. Med basis i foretatte undersøkelser vil derfor utslippene av nitrogenoksider fra de vurderte utbyggingsløsningene på Kårstø neppe ha noen virkning på dyreliv.

Total nitrogenavsetning

Effektene av økt tilgang av nitrogen på faunaen vil være indirekte gjennom større endringer i vegetasjonen. I slike tilfeller forventes det en økning i både kvantitet og kvalitet av biotoper for dyr som beiter gress, og arter som er knyttet til kystlyngheiene vil få dårligere konkurransebetingelser. Ved utslipp fra alle de vurderte byggingsalternativene forventes det mindre endringer i vegetasjons-sammensetningen, og påvirkningen av faunaen vil derfor bli liten.

Ozon

Bakgrunnsnivået er periodisk høyt nok til å kunne gi skadeeffekter på dyreliv/mennesker. Imidlertid er økningen i bakkenært ozon som følge av utslippene fra de vurderte utbyggingsalternativene så liten at det neppe vil ha noen betydning for dyreliv generelt.

Effektene av ozon på faunaen vil eventuelt være begrenset til effekter på enkelt-individer. Det synes usannsynlig at disse påvirkningene vil ha noen målbar effekt på sammensetning av dyrearter i området, selv om en ikke kan utelukke at aldersstrukturen i sårbare dyrepopulasjoner kan bli påvirket.

8. Referanser

- Blom, H.H., Røsberg, I. og Skjolddal, L.H. (1982) Vegetasjon og flora på Kårstø, Tysvær kommune, Rogaland. Bergen (Univ. i Bergen, Botanisk institutt. Rapport 2).
- Bøhler, T. (1987) Users guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).
- Dahl, E., Elven, R., Moen, A. og Skogen, A. (1986) Vegetasjonsregionkart over Norge 1:1 500 000. Nasjonalatlas for Norge. Statens Kartverk.
- Dise, N. og Wright, R.F. (1995) Nitrogen leaching from European forests in relation to nitrogen deposition. *For. Ecol. Manage.*, 71, 153-161.
- Henriksen, A., Hindar, A., Styve, H., Fjeld, E. og Lien, L. (1996) Forsuring av overflatevann - beregningsmetodikk, trender og mottiltak. Oslo (Norsk institutt for vannforskning. Rapport 3528-96).
- Hornung, M., Sutton, M.A. og Wilson, R.B. (1995) Mapping and modelling of critical loads for nitrogen. A workshop report. Edinburgh, Institute of Terrestrial Ecology, Edinburgh Research station.
- Innset, B. og Røstad, A. (1995) Luft- og nedbørkvalitet på Kårstø våren 1994. Kjeller (NILU OR 13/95).
- Innset, B. og Røstad, A. (1995) Luft- og nedbørkvalitet på Kårstø sommeren 1994. Kjeller (NILU OR 14/95).

- Innset, B. og Haugsbakk, I. (1995) Luft- og nedbørkvalitet på Kårstø høsten 1994. Kjeller (NILU OR 17/95).
- Knudsen, S., Aarrestad, P. A., Skjelkvåle, B. L. (1996) Konsekvenser av utslipp til luft fra gasskraftverk, Kårstø. Kjeller (NILU OR 18/96).
- Knudsen, S., Aarrestad, P. A., Skjelkvåle, B. L. (1997) Konsekvenser av utslipp av NO_x og NH₃ til luft fra gasskraftverk, Kårstø. Kjeller (NILU OR 71/97).
- Mortensen, L.M. (1994) Further studies on effects of ozone concentration on growth of subalpine plant species. *Norw. J. Agric. Sci.*, 8, 91-97.
- Mortensen, L.M. og Skre, O. (1990) Effects of low ozone concentrations on growth of *Betula pubescens* Ehrh., *Betula verucosa* Ehrh. and *Alnus incana* (L.) Moench. *New Phytol.*, 115, 165-170.
- Nilsson, V.J. og Grennfelt, P. (1988) Critical loads for sulphur and nitrogen. Report from a workshop held at Skokloster, Sweden 19-24 March, 1988. København, Nordisk Ministerråd (Miljørappport 1988:15) (NORD 1988:97).
- Nygaard, P.H. (1994) Virkning av ozon på blåbær (*Vaccinium myrtillus*), etasjehusmose (*Hylocomium splendens*), furumose (*Pleurozium schreberi*) og krussigd (*Dicranum polysetum*). Ås (Rapport fra Skogforsk 9/94).
- Pedersen, F.H. (1982) Ornitologiske og viltbiologiske undersøkelser på Kårstø i Rogaland. Bergen (Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Zoologisk Museum, Univ. i Bergen. Rapport 44).
- Pedersen, H.C. og Nybø, S. (1990). Effekter av langtransportert forurensning på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO₂, NO_x og tungmetaller. Trondheim (NINA utredning 5).
- SFT (1995) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Red. B.L. Skjelkvåle. Oslo, Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 628/95).
- SFT (1992) Virkninger av luftforurensinger på helse og miljø - anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo, Statens forurensningstilsyn (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 92:16).
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. og Roberts, D. (1984) Berggrunnskart over Norge. M. 1: 1 million. Trondheim, Norges geologiske undersøkelser.
- Tamm, C.O. (1991) Nitrogen in terrestrial ecosystems. Questions of productivity, vegetational changes and ecosystem stability. Berlin, Springer Verlag (Ecological Studies, 81).
- Thomassen, J. red. (1992) MTBE-anlegg Kårstø. Konsekvensutredninger for miljø, naturresurser og samfunn. Trondheim (NINA oppdragsmelding 142).

- Tønnesen, D. og Haugsbakk, I. (1995) Luft- og nedbørkvalitet på Kårstø vinteren 1994/95. Kjeller (NILU OR 40/95).
- Tønnesen, D. (1995) Utslippsanalyse Høgsfjordprosjektet. Kjeller (NILU OR 18/95).
- Tønnesen, D. (1995) Luftkonsentrasjoner av nitrogendioksyd på Kårstø 1986-1995. Kjeller (NILU OR 28/95).
- Tørseth, K. and Pedersen, U. (1994) Deposition of sulphur and nitrogen components in Norway 1988-1992. Kjeller (NILU OR 16/94).
- Tørseth, K. and Semb, A. (1997) Deposition of major inorganic components in Norway 1992-1996. Kjeller (NILU OR 67/97).
- Aamlid, D., Berg, I. A., Røsberg, I. (1998) Økosystemovervåking av bjørkeskog på Kårstø. Rapport fra perioden 1994-1997. Ås, NISK (Rapport fra skogforskningen, 6/98).



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 73/98	ISBN 82-425-1035-0 ISSN 807 7207	
DATO 18.11.98	ANSV. SIGN. <i>Øystein Hov</i>	ANT. SIDER 52	PRIS NOK 100,-
TITTEL Konsekvenser av økte NO _x utslipp til luft ved behandling av gass fra Haltenbanken Sør på Kårstø.		PROSJEKTLEDER Cristina Guerreiro	
		NILU PROSJEKT NR. O-98126	
FORFATTER(E) Cristina Guerreiro		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Hege Abrahamsen	
OPPDRAGSGIVER STATOIL HMS T&T MK 4035 STAVANGER			
STIKKORD Gassterminal	Naturmiljø	Konsekvensanalyse	
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utredet virkningen av økte NO _x utslipp til luft på Kårstø for naturmiljøet, i forbindelse med mulige utbygginger for ilandsføring av gass fra Haltenbanken Sør. NILU har foretatt beregninger av konsentrasjoner i luft. Vurderingen av avsetning av nitrogenoksider til bakken, vurderingen av forsurening av overflatevann, samt vurderingen av effekter på flora og fauna baserer seg på konsekvensanalysen for et planlagt gasskraftverk på Kårstø og på vurderinger som ble gjort i denne av NILU, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA).			
TITLE Consequences of planned increase of NO _x emissions to air at Kårstø.			
The Norwegian Institute for Air Research (NILU) have considered the consequences for the environment of the planned increase of NO _x emissions at Kårstø, in connection with a possible construction of gass-terminals for Kvitebjørn and Haltenbanken Sør. Effects on air concentrations, acidification of water and impact on vegetation and fauna have been investigated taking into account a previous environmental impact assessment for a gas power plant in Kårstø.			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
 B Begrenset distribusjon
 C Kan ikke utleveres