

NILU : OR 72/98  
REFERENCE : O-98126  
DATE : NOVEMBER 1998  
ISBN : 82-425-1034-2

**Konsekvenser av økte  
NO<sub>x</sub> utslipp til luft ved  
behandling av gass fra  
Kvitebjørn og  
Haltenbanken Sør  
på Kollsnes**

**Cristina Guerreiro**

# Innhold

Side

<b>Sammendrag og konklusjon.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Anbefalte luftkvalitetskriterier, tålegrenser for vann og effekter på vegetasjon og fauna .....</b>	<b>11</b>
2.1 Luftkvalitetskriterier .....	11
2.2 Tålegrenser for overflatevann .....	12
2.3 Effekter på vegetasjon.....	14
2.4 Effekter på fauna .....	16
<b>3. Førsituasjonen .....</b>	<b>17</b>
3.1 Naturgeografi, vegetasjon og fauna .....	17
3.2 Forurensningssituasjonen på Kollsnes før utbygging .....	18
<b>4. Spredningsforhold og meteorologi .....</b>	<b>25</b>
4.1 Vindretning .....	25
4.2 Vindstyrke .....	25
4.3 Stabilitetsforhold .....	26
4.4 Vind- og stabilitetsforhold på Kollsnes .....	27
4.5 Nedbør.....	28
<b>5. Utslippsoversikt.....</b>	<b>29</b>
<b>6. Spredningsberegninger.....</b>	<b>30</b>
6.1 Maksimal timemiddelkonsentrasjon .....	31
6.1.1 Bidrag fra de enkelte kilder på Kollsnes. Eksisterende og planlagte.....	31
6.1.2 Samlet bidrag fra eksisterende og planlagte kilder på Kollsnes .....	34
6.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner .....	38
6.3 Avsetning av nitrogenforbindelser .....	44
6.4 Dannelse av bakkenært ozon.....	45
<b>7. Effekter på naturmiljøet.....</b>	<b>46</b>
7.1 Overflatevann.....	46
7.2 Vegetasjon.....	47
7.3 Fauna .....	48
<b>8. Referanser .....</b>	<b>49</b>

## Sammendrag og konklusjon

Statoil AS har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) vurdere konsekvensene av økt NO<sub>x</sub> utslipp til luft på Kollsnes i forbindelse med mulige utbygginger for ilandføring av gass fra feltene Kvitebjørn og Haltenbanken Sør. Alternative valg av tekniske løsninger for kombianlegg ekstraksjon er vurdert:

1. Alternativ 1 (ALT. 1) er et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrift som slipper ut 7,0 g/s NO<sub>x</sub>;
2. Alternativ 2 (ALT. 2) er et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere som slipper ut 1,1 g/s NO<sub>x</sub>;
3. Alternativ 3 (ALT. 3) er et 6 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere med lavest NO<sub>x</sub> utslipp (0,7 g/s).

Bidraget til luftforurensning fra hvert alternativ er vurdert i tillegg til bidraget fra det eksisterende Kollsnes gassanlegg og utslipp fra det planlagte gasskraftverket.

Arbeidet har bestått i å estimere 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 Kollsnes (Knudsen et al., 1997). Konsekvensanalysen var et samarbeid mellom NILU, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA).

Utslippsmengde og skorsteinshøyde bestemmer i stor grad den lokale påvirkningen fra utbygging av Kollsnes-anlegget. Den regionale påvirkningen er lite avhengig av utslippsbetingelsene, mens den globale virkningen er uavhengig av utslippsbetingelser og til dels uavhengig av utslippssted.

### Nitrogenoksider

Den eksisterende luftforurensningssituasjonen i området rundt Kollsnes er influert av langtransportert luftforurensning. Lokalt vil også de lokale utslippene bidra. Målingene av innholdet av nitrøse gasser i luft utført mellom oktober 1997 og mars 1998 viser at det midlere nivået på Kollsnes er lavt og sammenlignbart med konsentrasjonsnivået på lite forurensede steder i Norge.

Den maksimale timemiddelkonsentrasjonen av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) målt på Kollsnes var 158 µg/m<sup>3</sup>, hvorav 69 µg/m<sup>3</sup> var NO<sub>2</sub>. Dette er målt på Blomvåg nær en vei. Maksimumkonsentrasjonene av NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> målt på Herdlevær og Blomvåg forekom ved vind fra øst-sørøst. Dette tyder på at de forhøyede konsentrasjonene ikke skyldes Kollsnes gassanlegg, men eventuelt belastning fra trafikkert vei.

Resultater av beregningene for maksimal timemiddelkonsentrasjon av NO<sub>x</sub> er vist i tabell 1. Det maksimale bidraget til timemiddelkonsentrasjon av NO<sub>x</sub> fra et 10 G

kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrift (ALT. 1) med en 30 m høy skorstein vil bli ca. 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maksimale bidraget fra et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2) med en 30 m høy skorstein vil bli ca. 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Etter utbygging av ALT. 1 er det maksimale bidraget fra industrien på Kollsnes, inkludert Kollsnes gassanlegg og gasskraftverk, beregnet til å være ca. 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabell 1: Maksimal beregnet timemidlet bakkekonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  ved bidrag fra eksisterende og planlagte anlegg. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Bidrag fra:	10 G kombianlegg ekst. Gassturbindrift (ALT.1)	10 G kombianlegg ekst. Elekt. driver (ALT.2)	6 G kombianlegg ekst. Elekt. driver (ALT.3)
Eksisterende anlegg	8*	8*	8*
Evt. gasskraftverk	20	20	20
Nye anlegg	50	7	6
Bakgrunn	≈6	≈6	≈6
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>27</b>	<b>26</b>
SFTs anbefalte luftkvalitetskriterie for timemiddelkonsentrasjon av $\text{NO}_2$ : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			

\* Bidraget fra fakling er ikke inkludert.

Den målte middelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  for perioden oktober 1997 til mars 1998 var 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på Herdlevær og 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  på Blomvåg. Dette utgjør henholdsvis 10% og 14% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for 6-månedersmiddel på 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Resultater av beregningene for årsmiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  i maksimalt belastet område er vist i tabell 2. Det er beregnet at de aktuelle utbyggingsløsningene maksimalt vil bidra med 1,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALT. 1), 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALT. 2) eller 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ALT. 3) til denne konsentrasjonen. Det totale bidraget til årlig middelkonsentrasjonen fra Kollsnes gassanlegg, et eventuelt gasskraftverk og en utvidelse av Kollsnesanlegget (ALT. 1) er beregnet til å bli maksimalt 1,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den totale middelkonsentrasjonen for ett år, medregnet bakgrunns-konsentrasjonen, vil da forventes å bli ca. 6,4-8,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , for ALT. 1.

Tabell 2: Beregnet middelveier av  $\text{NO}_x$  for året i maksimalt belastet område med bidrag fra eksisterende og planlagte anlegg. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Bidrag fra:	10 G kombianlegg ekst. Gassturbindrift (ALT.1)	10 G kombianlegg ekst. Elekt. drivere (ALT.2)	6 G kombianlegg ekst. Elekt. drivere (ALT.3)
Eksisterende anlegg	0,3	0,3	0,3
Evt. gasskraftverk	0,4	0,4	0,4
Nye anlegg	1,2	0,4	0,3
Bakgrunn	≈6	≈6	≈6
<b>Total</b>	<b>7,4</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>
SFTs anbefalte luftkvalitetskriterie av $\text{NO}_2$ 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<sub>x</sub>-konsentrasjoner i luft.

### Ozon

Utslipp av NO<sub>x</sub> sammen med VOC vil føre til dannelse av bakkenær ozon. For å undersøke virkningen på ozonkonsentrasjonen er det tatt utgangspunkt i tidligere beregninger for et gasskraftverk på Kollsnes. Disse beregningene er utført for periodene 7. og 15.-16. mai 1990. Beregningene for 15. og 16. mai viser at ozonkonsentrasjonen i sentrum av røykfanen steg med anslagsvis 3 µg/m<sup>3</sup> i forhold til bakgrunnskonsentrasjonen på ca. 70 µg/m<sup>3</sup>. For perioden 7. mai 1990 ble konsentrasjonen i røykfanen beregnet å være lik bakgrunnskonsentrasjonen, som var ca. 85 µg/m<sup>3</sup>. Dette indikerer at dannelsen av ozon er sterkt avhengig av bakgrunnskonsentrasjonen. Beregningene antas å være representative for utslippene fra ALT. 1, Kollsnes gassanlegg og det planlagte gasskraftverket.

Ved bakkenivå vil bidraget til timemiddelkonsentrasjon av ozon maksimalt kunne bli 1 µg/m<sup>3</sup>. Et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrift (ALT. 1) vil gi størst ozon produksjon fordi det har størst NO<sub>x</sub> utslipp. SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium er 100 µg/m<sup>3</sup>.

Virkingen av ozon på vegetasjon er vurdert etter konseptet akkumulert eksponeringsdose beregnet som differansen mellom timemiddelkonsentrasjonen og 80 µg/m<sup>3</sup> (40 ppb) for hver time der konsentrasjonen overskrider 80 µg/m<sup>3</sup>. 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 µg/m<sup>3</sup> i 356 timer i 1997. På Kollsnes kan det forventes en høyere AOT40 enn på Voss, siden Kollsnes 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

Kollsnes-området har en årlig N-avsetning på 1000-1350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år og ligger i det området av Norge som har høyest N-belastning fra langtransportert luftforurensning. Variasjonen i N-avsetning skyldes for det meste variasjon i nedbørmengde fra år til år, og fra sted til sted. Det er en sterk økning i nedbørmengden lenger inn i landet fra Kollsnes.

En estimat for total nitrogenavsetningen i området for maksimal avsetning er vist i tabell 3. Bidraget til nitrogenavsetningen fra gasskraftverket er beregnet til å bli mindre enn 36 mg N/m<sup>2</sup> pr. år i området med maksimal belastning ca. 5 km nord-nord-øst fra kilden. Kollsnes gassanlegg er beregnet til å bidra med ca. 2 mg N/m<sup>2</sup> pr. år ca. 5-15 km nord-nord-øst fra kilden. Et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrif (ALT. 1) vil maksimalt bidra med 12 mg N/m<sup>3</sup>, som utgjør 0,9-1,2% av dagens avsetning (1000-1350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år). Et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2) vil maksimalt bidra med 2 mg N/m<sup>3</sup>, mens et 6 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 3) vil bidra med mindre.

*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/m<sup>2</sup>.*

Bidrag fra:	10 G kombianlegg ekst. Gassturbindrif (ALT.1)	10 G kombianlegg ekst. Elekt. driver (ALT.2)	6 G kombianlegg ekst. Elekt. driver (ALT.3)
Eksisterende anlegg	2	2	2
Evt. gasskraftverk	36	36	36
Nye anlegg	≈12	≈2	≈1
Bakgrunn	1000-1350	1000-1350	1000-1350
<b>Total</b>	<b>1050-1400</b>	<b>1040-1390</b>	<b>1040-1390</b>

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 nitrogenavsetning har ca. 60% av dette området overskredet tålegrense, dvs. at området mottar mer syre (S+N) enn det som kan nøytraliseres i nedbørfeltene slik at overflatevannet blir forsuret. Ca. 40% av det undersøkte området har ikke overskredet tålegrensen for forsuring. (Knudsen et al., 1997).

Den totale N-avsetningen for det undersøkte området er på 3802 kg per år (gjennomsnitt fra 1988-1992). N-avsetningen for perioden 1992-1996 ligger ca. 2% lavere enn for perioden 1988-1992 for det undersøkte området (Tørseth and Semb, 1997). Forsuringen rundt Kollsnes er dominert av svovelavsetningen, men bidraget til forsuringen som skyldes avsetning av nitrogen er også vesentlig (30%).

Med bakgrunn i tidligere beregninger kan det konkluderes med at NO<sub>x</sub> utslipp fra det eksisterende Kollsnes gassanlegg, et eventuelt gasskraftverk og fra utbygging av Kollsnes-anlegget ikke bidrar til å endre størrelsen av områder med overskredet tålegrense. I områder hvor tålegrensen er overskredet i dag vil den økte N-belastningen kunne bidra til økt forsuring, gitt den forutsetning at nitrogenet ikke blir tatt opp i økosystemet. Bidraget til forsuring fra gasskraftverket og fra de

vurderte utbyggingsalternativene for kombianlegget ekstraksjon er svært lite og ligger innenfor usikkerheten i metoden.

Kollsnes 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. Gjødsling med nitrogen har vist at løvfellende arter som blåbær, blokkebær og gressartene blåtopp og smyle har større vekstpotensiale og er mer effektive i sin utnyttelse av nitrogenressursene enn eviggrønne arter som røsslyng, tyttebær og krekling. I tilsvarende områder med lyngheier i Nederland, Tyskland og Storbritannia endres vegetasjon mot mer gress når nitrogentilførselen øker. Denne tendensen kan også spores i Rogaland og Sunnhordland over de siste 20-35 årene. Forklaringen på dette endrede konkurranseforholdet mellom artene antas å være en kombinasjon av flere forhold: Økt nitrogennedfall, angrep av røsslyngbillen, økt frekvens av frost- og tørkeskader, endrede driftsforhold i jordbruket. Kystlyngheiens tålegrense for nitrogen er anslått til å være 1500-2000 mg N/m<sup>2</sup> pr. år. Dagens nivå i Kollsnes-området er 1000-1350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år. I en slik situasjon hvor man nærmer seg tålegrensen for tilført nitrogen, må man være oppmerksom på mulige endringer i vegetasjonstypers artssammensetning, som økt innslag av gress på bekostning av lyng. (Knudsen et al., 1997). Ingen av de vurderte utbyggingsalternativene vil medføre overskridelse av tålegrensene.

Nedbørmyrer er avhengig av tilførsel av næringsstoffer fra nedbøren og anses som et av de mest følsomme systemene overfor økt nitrogenavsetning. Tålegrensene for nedbørmyrer i Kollsnes-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. (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 lavararter på trær. En kan ikke utelukke at dette også vil skje i skogene rundt Kollsnes 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 alternativer for kombianlegget ekstraksjon forventes det mindre endringer i vegetasjonssammensetningen, og påvirkningen av faunaen vil derfor bli liten.

# Konsekvenser av økte NO<sub>x</sub> utslipp til luft ved behandling av gass fra Kvitebjørn og Haltenbanken Sør på Kollsnes

## 1. Innledning

Statoil AS har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) undersøke konsekvensene av økte NO<sub>x</sub> utslipp til luft på Kollsnes i forbindelse med mulige utbygginger for ilandsføring av gass fra Kvitebjørn og Haltenbanken Sør feltene. Arbeidet har bestått i å undersøke NO<sub>x</sub> konsentrasjoner i luft, nitrogen-avsetning til bakken og å vurdere virkninger på forsuring av overflatevann og virkninger på naturmiljø ut fra resultater fra tidligere undersøkelser.

NILU har foretatt beregninger av NO<sub>x</sub> 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 Kollsnes (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 vann 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 anbefalte luftkvalitetskriterier for de mest alminnelig forekommende forurensningskomponentene (svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>), sot, nitrogen-dioksid (NO<sub>2</sub>) 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 effekt-forhold) for stoffene nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), nitrogenmonoksid (NO), ozon (O<sub>3</sub>), svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>), svevestøv, sure aerosoler, karbonmonoksid (CO), fluorider (F), bly (Pb) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). Eventuelle effekter på materialer er også kort beskrevet.

For NO<sub>2</sub>, ozon, SO<sub>2</sub>, svevestøv, CO og fluorider har gruppen foreslått anbefalte luftkvalitetskriterier med hensyn til helseeffekter. For NO<sub>2</sub>, ozon, SO<sub>2</sub> 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."

Tålegrensedefinisjonen 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	Virkningsområde	Midlingstid						
			15 min.	1 t	8 t	24 t	30 d	6 mnd.	1 år
NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Helse Vegetasjon	500	100		75		50	30
Ozon	µg/m <sup>3</sup>	Helse Vegetasjon		100 150	80 60			50 <sup>1)</sup>	
SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Helse <sup>2)</sup> Helse <sup>3)</sup> Vegetasjon	400			90 50		40	20
CO	mg/m <sup>3</sup>	Helse	80	25	10				

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

2) Hvor SO<sub>2</sub> er helt dominerende forurensning

3) 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 Kollsnes vil avgi  $\text{NO}_x$  som kan omdannes til salpetersyre i lufta. Når denne avsettes har den et like stort forsuringspotensiale på jord og avrenningsvann som en tilsvarende mengde svovelsyre. Det vil derfor være avgjørende i hvilken grad nitrasyon tas opp i de nedbørfeltene som kan påvirkes av utslippet. (Knudsen et al., 1997).

### 2.3 Effekter på vegetasjon

#### *Nitrogenoksider ( $\text{NO}_2$ og $\text{NO}$ )*

$\text{NO}_x$  er de viktigste gassene som slippes ut fra et gassbehandlingsanlegg med hensyn til vegetasjonsskader. Ved lave konsentrasjoner er  $\text{NO}_2$  å regne som et plantenæringsstoff, mens den ved høye konsentrasjoner er en plantegift (SFT, 1992). Både  $\text{NO}_2$  og  $\text{NO}$  tas opp gjennom plantenes spalteåpninger og løses i vann med dannelse av nitrater og nitritter som gir toksiske effekter. Dersom for store mengder  $\text{NO}_2$  tas opp over tid, oppstår akutte skader i form av nekrose (områder med dødt vev). (Knudsen et al., 1997).

Ved korttidforsøk med  $\text{NO}_2$  alene, er det vist at bare svært høye konsentrasjoner (over  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gir skade på vegetasjon. Fra langtidforsøk (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 svoveldioksyd er imidlertid langt lavere konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  skadelig for vegetasjon. Redusert vekst er da påvist ved  $\text{NO}_2$  konsentrasjoner ned til  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (eksponeringstid 43 døgn). På bakgrunn av dette er SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for  $\text{NO}_2$  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 korttidkonsentrasjon (midlingstid 4 timer) for vegetasjon på  $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Verdien er gitt med forbehold om at konsentrasjonen av  $\text{SO}_2$  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 ( $\text{NO}_2$ , sum  $\text{NO}_3^- + \text{HNO}_3$  og sum  $\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3^+$ ) og våtavsetning ( $\text{NO}_3^-$  og  $\text{NH}_4^+$  i nedbør). (Knudsen et al., 1997).

Økt nitrogen tilgang 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/m<sup>2</sup> pr. år (Hornung et al., 1995), konsentrasjoner over dette nivået kan medføre endringer i artssammensetninger og mengdeforhold av arter. For nedbørmyr er tålegrensen satt til 500-1000 mg N/m<sup>2</sup> pr. år, for kystlyngheier 1500-2000 mg N/m<sup>2</sup> pr. år, for næringsfattig barskog 700-2000 mg N/m<sup>2</sup> pr. år og næringsfattig løvskog 1000-2000 mg N/m<sup>2</sup> pr. år (tabell 2). (Knudsen et al., 1997).

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

Vegetasjon	mg N/m <sup>2</sup> pr. år
Nedbørmyr	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/m<sup>2</sup> pr. år kan økosystemet ta opp all tilført N. For avsetning mellom 900-2500 mg N/m<sup>2</sup> pr. år kan 0-100% av N lekke ut i avrenningen avhengig av nedbørfeltets karakter, mens for avsetninger over 2500 mg N/m<sup>2</sup> 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 gjør at fotosyntesen reduseres. Redusert fotosyntese er påvist ved så lave konsentrasjoner som 40-120 µg/m<sup>3</sup>. 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 og 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/m<sup>3</sup>. Ved 8 timers midlingstid er tålegrensen satt til 60 µg/m<sup>3</sup> og gjennomsnittsverdien for vekstsesongen (april-september) av 7 timesmiddel (kl 0900-1600) bør ikke overskride 50 µg/m<sup>3</sup>. Gjennomsnittsverdien for vekstsesongen i Norge i dag er på 50-80 µg/m<sup>3</sup>, 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. (Knudsen et al., 1997).

AOT40-verdiene er overskredet på de fleste stedene i Sør-Norge.

## 2.4 Effekter på fauna

### *Nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ )*

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  $\text{NO}_2$  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, og 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 (Pedersen og 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 korttids-eksponering 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

Kollsnes ligger i Øygarden kommune i Hordaland. Landskapet er småkupert, med større, svakt skrånende arealer mellom bratte fjellhamrer og små ferskvann. Berggrunnen består hovedsakelig av sure gneiser (Sigmond et al., 1984) og det er generelt lite løsmasser i området. Løsmassene finnes i skråninger og søkk mellom koller og er hovedsakelig av organisk opprinnelse eller morenemateriale. Et sterkt oseanisk klima med mye nedbør fører til utvasking av næringsemner i jordsmonnet, og sammen med den harde, sent forvitrende berggrunnen gir dette næringsfattige jordsmonn. På dypere løsmasser er det utviklet podsolprofiler, mens jordsmonnet ellers består av lynghumus og torv dannet på bart berg eller i myr (Fremstad et al., 1991). (Knudsen et al., 1997).

Det undersøkte området dekker et landareal på  $3259 \text{ km}^2$ . I dette området finnes det 521 vann som dekker et areal på til sammen  $79 \text{ km}^2$ . Datagrunnlaget for disse tallene er hentet fra NVEs 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 <sup>2</sup>	0,04-0,1 km <sup>2</sup>	0,1-1 km <sup>2</sup>	1-10 km <sup>2</sup>
Antall sjøer	190	175	147	9

Vegetasjonen er typisk for kystseksjonen (Dahl et al., 1986) med tørr og fuktig kystlynghei, myr, våtmark, eng- og strandvegetasjon. Lundberg og Hansen (1992) har registrert 216 karplanter på Kollsnes, der kystplantene utgjør et hovedelement i floraen, mens varmekjære arter og fjellarter er nesten fraværende. (Knudsen et al., 1997).

Kystlyngheiene i Øygarden og nærliggende kommuner er et resultat av generasjoners påvirkning av miljøet gjennom avskogning, brenning, vinterbeite og lyngslått. Tørreier finnes på koller og i skråninger. I følge Lundberg og Hansen (1992) domineres de av lyngarter som røsslyng, melbær, krekling, klokkelyg med innslag av gress og urter som smyle, gulaks, hundekvein, bråtestarr, knegras, tepperot, tiriltunge, fagerperikum, blåknapp, skrubbær, fjellmarikåpe, harerug,

kvitkløver og kvitveis. I bunnsjiktet er mosen heiflette dominerende. I tillegg inngår furumose, heigråmose, kystkransemose og engmose, samt lys reinlav og kystreinlav. Fuktheier i flatere terreng er mer dominert av graminider som bjønnskjegg, starr, duskull og blåtopp. Av lyngartene er røsslyng og klokkeling viktigst, og enkelte steder er pors dominerende. Andre viktige arter her er rome, torvmoser og heiflette. (Knudsen et al., 1997).

Lyngheilandskapet i Øygarden skjøttes i dag ikke like aktivt som tidligere. Lyngen er ofte gammel, sterkt forvedet og relativt høyvokst, og mangel på skjøtsel medfører også at lyngheiene gror sakte igjen med busker og trær. (Knudsen et al., 1997).

Myrvegetasjonen er av både ombrotrof og fattig, minerotrof karakter. Karakteristiske arter i myrene er torvmoser, klokkeling, røsslyng, bjønnskjegg, torvull, duskull, flaskestarr, blåtopp, rome, bukkeblad og rund soldogg. (Knudsen et al., 1997).

I følge Lundberg og Hansen (1992) har strandbergene sparsomt med vegetasjon. Artene som hovedsakelig er konsentrert til sprekker er bl.a. fjærekoll, følblom, hundekvein, kystbergknapp, smyle og kystarve. Strandengene innerst i bukter og vikar inneholder artene engrapp, gåsemure, rødsvingel, slåtestarr, tunarve og fjæresivaks. Ferskvannene i Øygarden er næringsfattige med arter som vanlig tjønnaks, stor nøkkerose, soleienøkkerose, elvesnelle, bukkeblad og trådstarr. (Knudsen et al., 1997).

Generelt foreligger beskrivelser av faunaen rundt Kollsnes i en oppstykket og lite sammenstillet form. Regionen inneholder både øyer, fjordområder, gruntområder, mange små våtmarker, kystlyngheier og myrområder. Gruntområdene inneholder mye sjøfugler og vadefugler, og flere viktige sjøfuglområder ligger nær Kollsnes. Viktigst er Herdla, øst for Kollsnes, som både er et viktig hekkeområde for flere arter og et viktig rasteområde for mange arter på trekk, samt et viktig overvintringsområde for sjøfugl (Håland, 1981, 1982). Det foregår et omfattende trekk av fugler forbi Kollsnes (Håland, 1982). Mellom Kollsneset og Ljøsneset skal det være et viktig trekkområde for fugler, samt for hjort (Statoil, 1995). Rotavatn ved Tjeldstø, 6 km nord for Kollsnes, er et viktig område for overvintrende sangsvaner (Åbro, 1988). Faunistiske rapporter tyder også på at et stort antall mer fåtallige fuglearter påtreffes i områdene rundt Kollsnes, til dels også i større antall samtidig, og i alle fall både sjøfugler og spurvefugler er representert (Gustad, 1992, 1993). Hekkefuglfaunaen er representert ved alle arter som normalt finnes i distriktet (Gjershaug et al., 1994). Av pattedyr er relativt få arter representert, men med alle arter som normalt finnes i kystregionen i Hordaland. Arter som jaktes og med bestander i nærområdene, er bl.a. hjort, hare og orrfugl. (Knudsen et al., 1997).

### 3.2 Forurensningssituasjonen på Kollsnes før utbygging

Det ble utført kontinuerlige målinger av meteorologi, svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og ozon (O<sub>3</sub>) på Rossnes, ca. 2 km øst for Kollsnes, i

perioden 20. juni 1991 til 30. juni 1992. Kontinuerlige målinger av innholdet av nitrose gasser i luft ble også utført mellom oktober 1997 og mars 1998.

Målingene viser at luftkvaliteten på Kollsnes er god. Konsentrasjoner i luft og avsetning av nitrogen og svovel er dominert av langtransportert luftforurensning og er svært lik et lite forurenset sted på Vestlandet. Årsmiddelkonsentrasjonen av svoveldioksyd ble målt på Rossnes (juni 1991- juni 1992) til  $0,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og den maksimale timemidlede konsentrasjonen var  $49,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Den målte middelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  for perioden oktober 1997 til mars 1998 var  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på Herdlevær og  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på Blomvåg. Den maksimale timemiddelkonsentrasjonen av nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) målt mellom oktober 1997 og mars 1998 på Kollsnes var  $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hvorav  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var  $\text{NO}_2$ . Dette er målt på Blomvåg nær en vei. Maksimumkonsentrasjonene av  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$  målt på Herdlevær og Blomvåg var ved vind fra øst-sørøst. Dette tyder på at de forhøyede konsentrasjonene ikke skyldes Kollsnes gassanlegg, men eventuelt belastning fra trafikkert vei. Konsentrasjonene av svovelforbindelser og nitrogenforbindelser er lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier.

Konsentrasjonene av ozon var høye sammenlignet med gjeldende luftkvalitetskriterier men normale for kysten av Vest-Norge. Det ble målt timemiddelverdier av ozon over anbefalt luftkvalitetskriterium ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i 356 timer i 1997 på Voss. Det ble målt konsentrasjoner over  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 1 time. Den høyeste målte timeverdien for ozon var  $162 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De høye ozonkonsentrasjonene er hovedsakelig forårsaket av langtransportert luftforurensning.

Nitrogenavsetningen med nedbøren var  $890 \text{ mg N}/\text{m}^2$  i måleperioden. Svovelavsetningen med nedbøren var  $679 \text{ mg S}/\text{m}^2$ . Den nærmeste stasjonen i statlig program for luftkvalitetsovervåking, Haukeland i Hordaland, hadde en avsetning ved nedbør i 1992 på  $1421 \text{ mg S}/\text{m}^2$  og en nitrogen avsetning på  $1500 \text{ mg N}/\text{m}^2$ . Avsetningen er sterkt avhengig av nedbørmengden, som varierer fra år til år. Avsetningen på Haukeland har variert mellom  $1200$  og  $1600 \text{ mg N}/\text{m}^2$  pr år de siste årene. Nedbørmengden øker innover i landet fra Kollsnes fordi topografien i hovedtrekk stiger og dette medfører større nedbørmengder og dermed større avsetning av nitrogen og svovel.

I tillegg til våtavsetningen vil det bli avsatt nitrogenforbindelser ved opptak av planter og på overflater (tørravsetning). Det er ikke grunnlag i målingene for å beregne tørravsetningen nær Kollsnes. De nærmeste stasjonene der tørravsetning er målt er på Kårvatn på Nordmøre og Skreådalen på Sørvestlandet. Tørravsetningen av svovelkomponenter på disse to stasjonene varierte mellom  $50$  og  $170 \text{ mg S}/\text{m}^2$  pr år. Den totale svovelavsetningen på Kollsnes vil da være  $700$ - $850 \text{ mg S}/\text{m}^2$  pr år. Tørravsetningen av nitrogenforbindelser varierer mellom  $90$  og  $415 \text{ mg N}/\text{m}^2$  pr år. Den totale avsetningen av nitrogen i måleperioden på Kollsnes vil da være  $1000$ - $1350 \text{ mg N}/\text{m}^2$  pr år. N-avsetningen for perioden 1992-1996 ligger ca. 12-13% lavere enn for perioden 1988-1992 for det undersøkte området (Tørseth and Semb, 1997).

For å sette N-avsetningen fra kombianlegg ekstraksjon, gasskraftverk og Kollsnes gassanlegg i regional sammenheng kan vi se på figur 1 som viser våtavsetning av



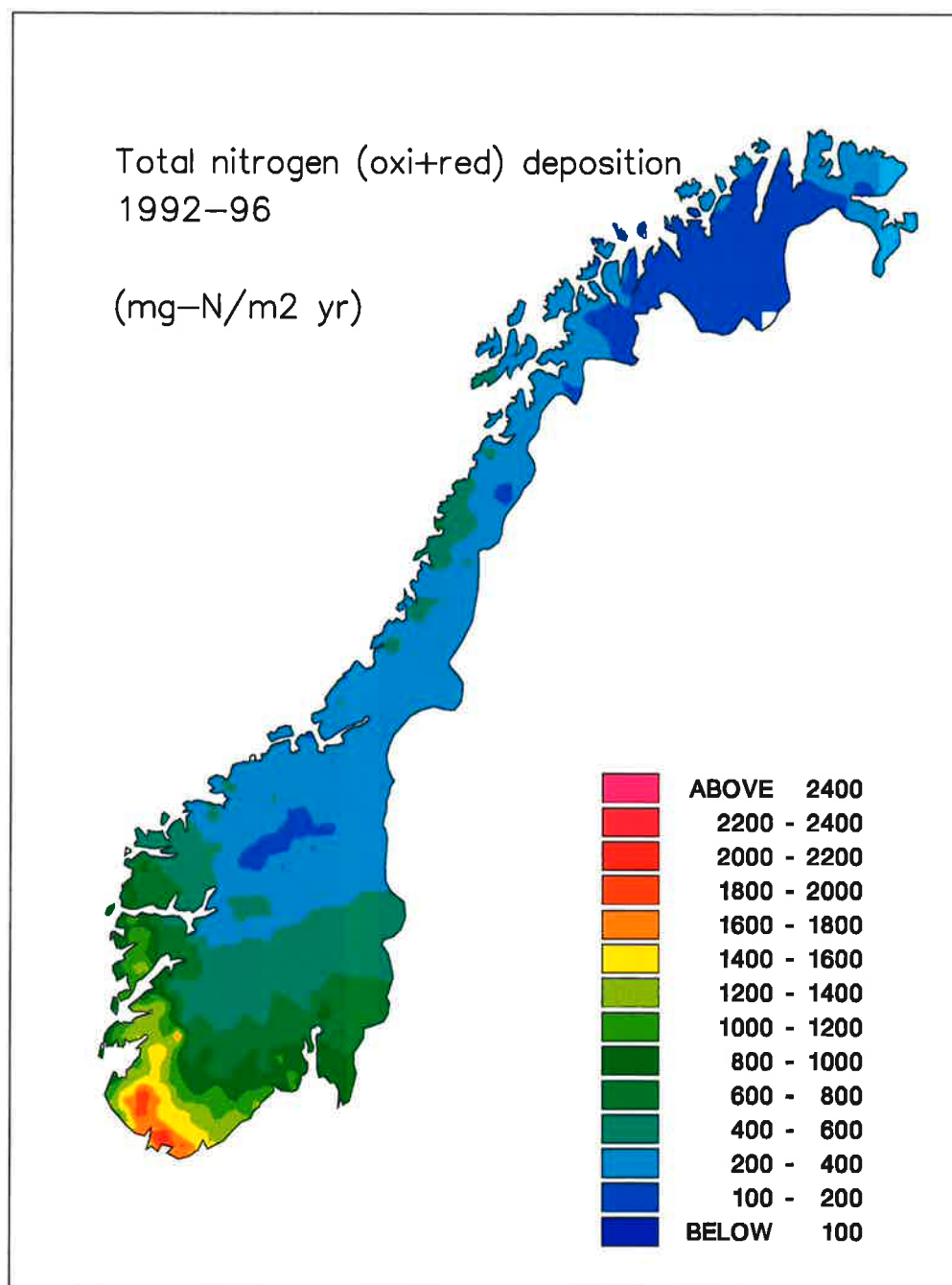
total nitrogen på norske bakgrunnsstasjoner for perioden 1988-1992 (Tørseth og Pedersen, 1994) og tabell 4 som viser årlig våtavsetning for N på noen norske bakgrunnsstasjoner i 1996. Som man ser av figuren og tabellen ligger Kollsnes i et av områdene i Norge med middels høy nitrogenavsetning pr. år.

NIVA har tidligere gjennomført tålegrenser beregninger 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.

*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 <sup>2</sup> 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

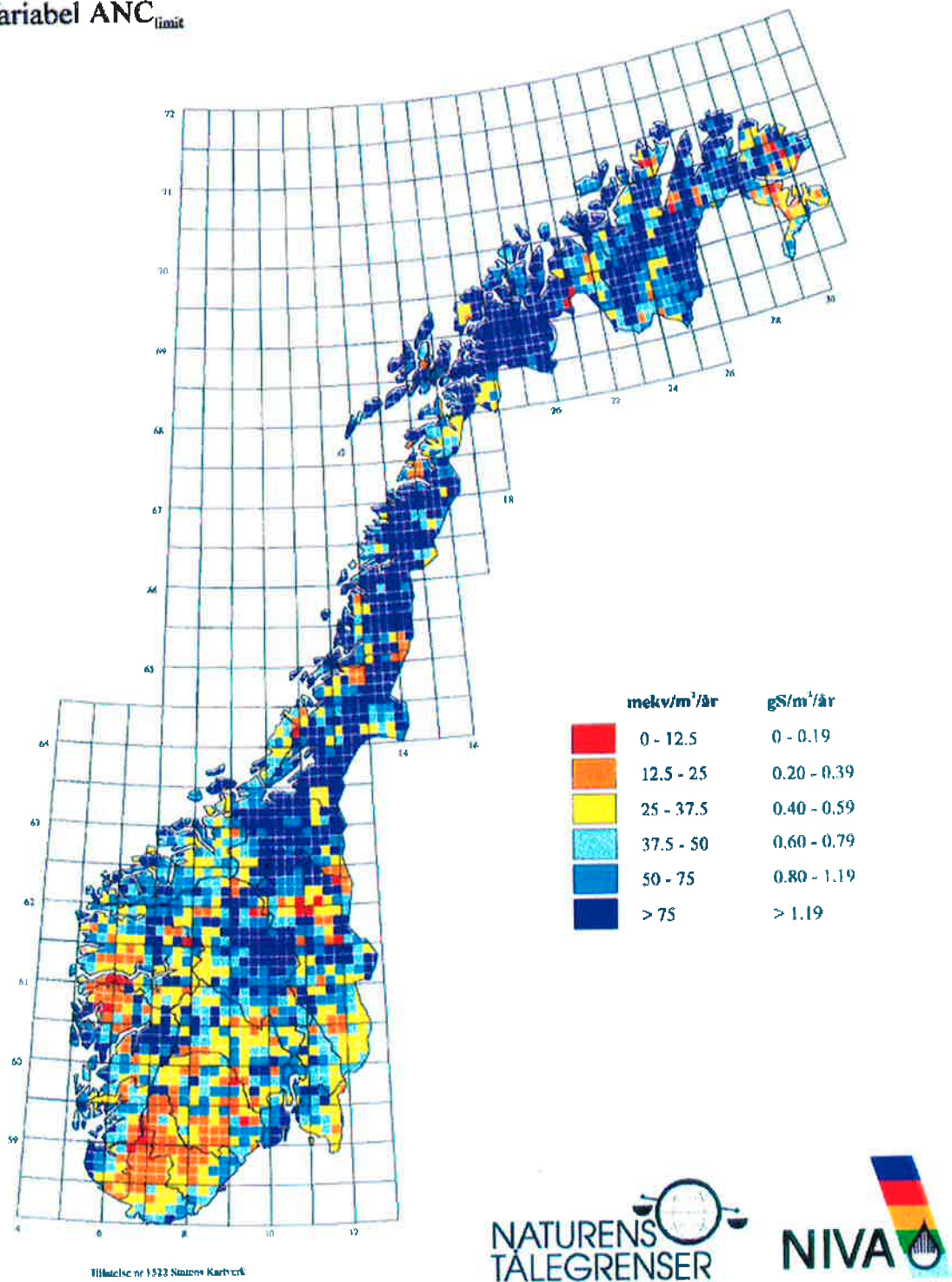
I en tidligere undersøkelse (Knudsen et al., 1997) har det vært utført tålegrenseberegninger for tilførsler av syre til overflatevann i det aktuelle området. Med dagens svovel og nitrogenavsetning har ca. 60% av dette området overskredet tålegrense i dag, dvs. at området mottar mer syre (S+N) enn det som kan nøytraliseres i nedbørfeltene slik at overflatevannet blir forsuret. Ca. 40% av det undersøkte området har ikke overskredet tålegrensen for forsuring. (Knudsen et al., 1997).



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

# Tålegrenser - overflatevann

Variabel  $ANC_{limit}$



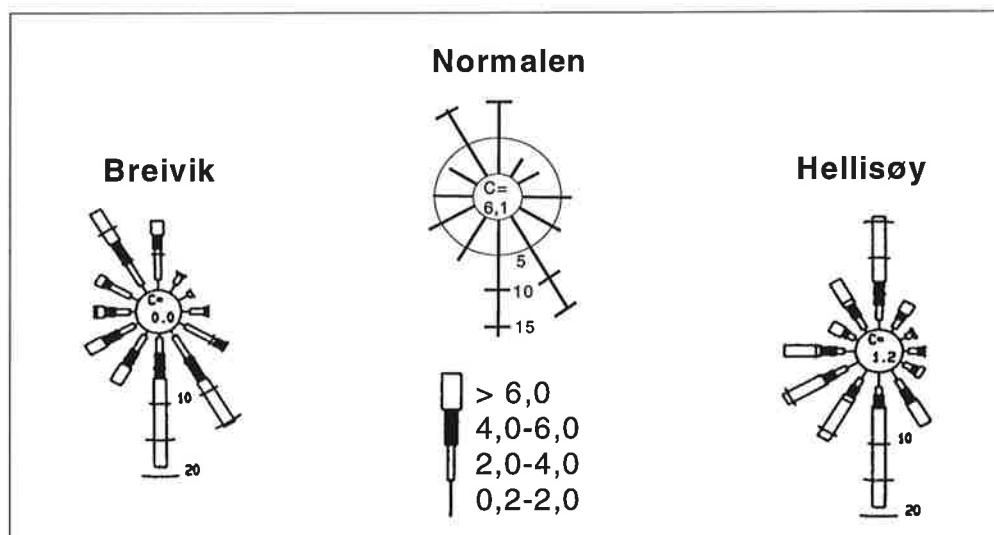
Figur 2: Tålegrenser for tilførsler av syre (N+S) for overflatevann i Norge. Enhet i mekv/m<sup>2</sup> pr. år. (Henriksen et al, 1996).

## 4. Spredningsforhold og meteorologi

NILU utførte fra juni 1991 til juni 1992 et måleprogram for meteorologi, luft- og nedbørkvalitet på Kollsnes. Målingene av meteorologi ble utført på Breivik, ca. 2 km nord for den planlagte lokaliseringen, mens luft- og nedbørkvalitet ble utført på Rossnes ca. 1,5 km nordøst for lokaliseringen.

### 4.1 Vindretning

For å vurdere representativiteten av vindmålingene på Breivik er disse sammenholdt med samtidige målinger på Hellisøy fyr og normalen på Hellisøy fra perioden 1961-75 i figur 3.



Figur 3: Vindroser for Breivik og Hellisøy for perioden 1. juli 1991-30. juni 1992 og normalen for Hellisøy 1961-75. C angir % vindstille i perioden.

Vindmålingene på Breivik viser at vindretningsfordelingen i 1991/92 er i samsvar med normalen 1961-75 på Hellisøy. Samtidige målinger på Hellisøy fyr gir mer kanalisering fra nord og sør på Hellisøy sammenlignet med Breivik. Forekomst av vind fra hovedvindretningene nord-nordvest-nord ( $330^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ) og sør-sørøst og sør ( $150^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ) er imidlertid av samme størrelse både på Hellisøy og Breivik.

### 4.2 Vindstyrke

Midlere vindstyrke for hver årstid på Hellisøy og Breivik i 1991/92 og for normalen på Hellisøy er gitt i tabell 5.

Sammenlignet med normalen gir målingene på Hellisøy fyr i 1991/92 høyere vindstyrker midlet over året. Spesielt for høsten og vinteren var vindstyrken lavere på Breivik enn på Hellisøy. Dette kan forklares med at vindmålingene på Hellisøy foregår 20 meter over bakken mens på Breivik er vindmålingene 10 meter over bakken.

Tabell 5: *Midlere vindstyrke (m/s) for hver årstid for Breivik og Hellisøy fyr i 1991/92 og Hellisøy fyr i 1961-75.*

Sted	Sommer	Høst	Vinter	Vår	År
Breivik	4,0	5,6	6,0 <sup>1</sup>	5,1	5,1
Hellisøy fyr	6,1	9,1	10,2	7,9	8,4
Hellisøy fyr 1961-75	5,0	7,0	7,6	5,7	6,4

1 Manglende data 19. desember-6. januar er erstattet med samtidige observasjoner av vind på Hellisøy som ved regresjonsanalyse er tilpasset Breivik.

Måleserien fra Breivik i 1991-92 vurderes som representativ for området, selv om vindstyrken i måleperioden var noe høyere enn normalt.

### 4.3 Stabilitetsforhold

Vurdering av stabilitetsforholdene er basert på timevise målinger av temperaturdifferansen ( $dT$ ) mellom 10 m og 2 m o.b. Fire stabilitetsklasser er definert på følgende måte:

Ustabil sjiktning (I)	:	$dT < -0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Nøytral sjiktning (II)	:	$-0,5 < dT < 0,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
Lett stabil sjiktning (III)	:	$0,0 < dT < 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Stabil sjiktning (IV)	:	$0,5 < dT \text{ } ^\circ\text{C}$

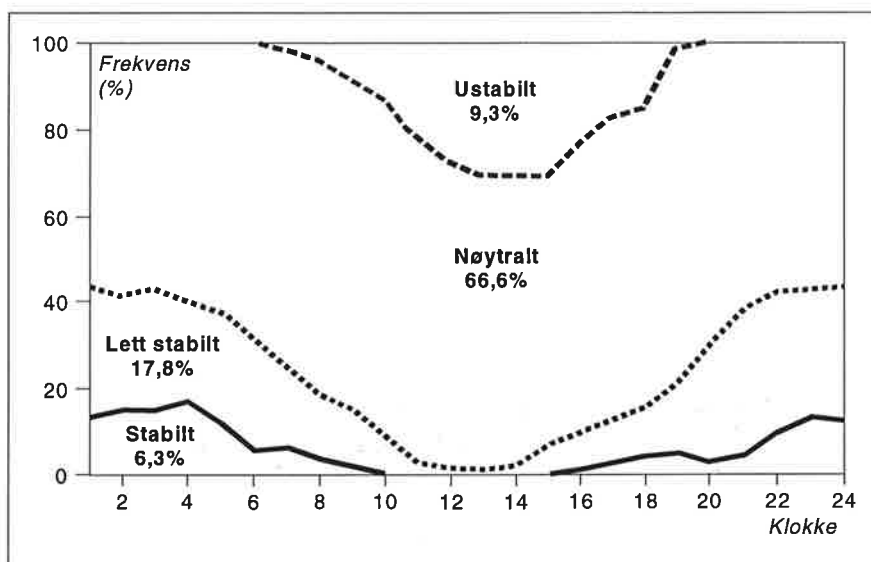
Typiske trekk for de ulike stabilitetsklassene kan kort sammenfattes slik:

**Ustabile** atmosfæriske forhold (U) forekommer oftest om dagen og sommeren ved klarvær og lave vindstyrker og når kald luft transporteres over varm sjø/land. Da vil bakken/sjøen varme opp det nederste luftlaget og det dannes vertikale turbulente luftstrømmer som gir god vertikal spredning av utslippet.

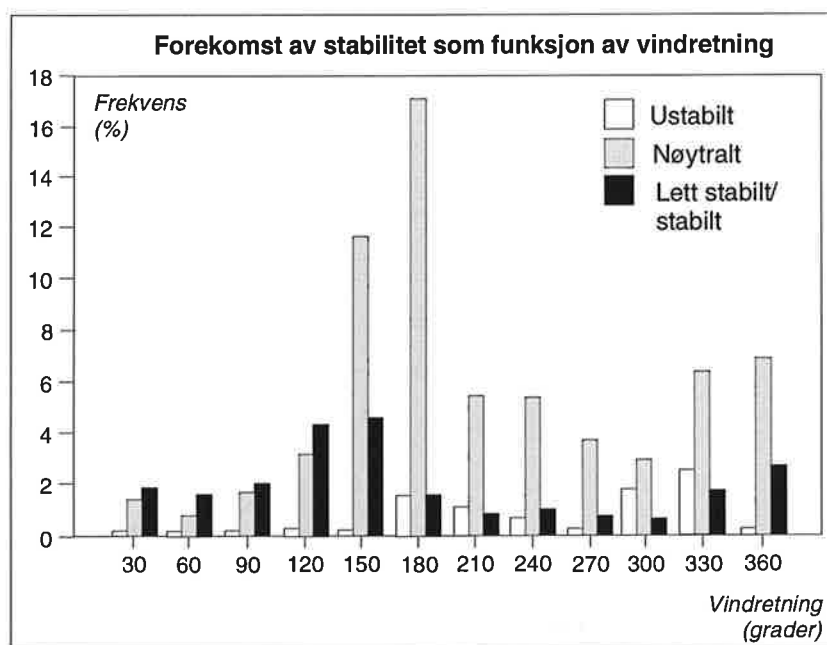
**Nøytrale** atmosfæriske forhold (N) forekommer ved høye og moderate vindstyrker, og oftest ved overskyet vær. Høy vindstyrke og mindre oppvarming av bakken gir god horisontal og vertikal spredning. Høye vindstyrker danner turbulens ved friksjon med bakken, slik at luftlaget vil bli godt blandet.

**Stabile** atmosfæriske forhold (LS, S) er typiske for stille, klare netter og vintersituasjoner med avkjøling av bakken og det nederste luftlaget eller når atmosfæren avkjøles nedenfra på grunn av kald sjø. Temperaturen øker med høyden over bakken og det blir dårlig vertikalspredning i det stabile luftlaget.

Stabilitetsfordelingen som funksjon av tid på døgnet og vindretning for hele måleperioden er vist i figurene 4 og 5. Det er størst forekomst av nøytral atmosfærisk sjiktning (66,6%). Stabil sjiktning forekommer oftest om natten og ustabil sjiktning om dagen.



Figur 4: Stabilitetsfordeling som funksjon av tid på døgnet på Breivik for hele måleperioden.



Figur 5: Atmosfærisk stabilitet som funksjon av vindretning. Enhet: % av tiden.

#### 4.4 Vind- og stabilitetsforhold på Kollsnes

Ved bruk av vind og stabilitet er det utført en statistisk bearbeidelse av frekvensfordeling av vind og stabilitet for vinterhalvåret fordelt på tolv 30° vindsektorer, fire stabilitetsklasser og fire vindstyrkeklasser. Frekvensfordelingen av vind og stabilitet gitt i tabell 6.

Tabell 6: Vind- og stabilitetsfordeling for vinterhalvåret på Kollsnes fordelt på 12 vindsektorer, 4 vindstyrkeklasser og 4 stabilitetsklasser.

Vindretning	0-3,0 m/s				3,0-5,0 m/s				5,0-7,0 m/s				over 7,0 m/s				Rose
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
30	0,1	1,0	1,4	0,3	0,0	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	3,7
60	0,1	0,7	1,0	0,7	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
90	0,0	1,3	0,8	0,6	0,0	0,4	0,3	0,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
120	0,0	1,9	1,1	1,4	0,0	2,0	1,9	0,8	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	9,9
150	0,0	1,5	0,5	0,4	0,1	3,5	1,8	0,4	0,1	3,1	0,8	0,0	0,0	8,1	1,1	0,0	21,4
180	0,0	0,5	0,2	0,1	0,1	1,5	0,2	0,1	0,0	1,9	0,1	0,0	0,0	11,1	0,1	0,0	16,4
210	0,0	0,6	0,3	0,1	0,1	1,5	0,3	0,0	0,0	1,8	0,1	0,0	0,0	2,5	0,4	0,0	7,6
240	0,1	0,4	0,3	0,1	0,0	1,4	0,2	0,0	0,0	2,1	0,4	0,0	0,0	2,5	0,3	0,0	7,9
270	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	4,7
300	0,0	0,5	0,1	0,0	0,1	1,1	0,1	0,0	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	1,5	0,1	0,0	4,3
330	0,0	0,5	0,3	0,1	0,1	1,5	0,5	0,0	0,0	2,0	0,3	0,0	0,0	2,6	0,8	0,0	8,7
360	0,1	2,5	1,1	0,0	0,1	2,2	0,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,1	0,0	8,7
Stille	0,0	0,1	0,1	0,0													0,2
Forekomst	23,9%				24,8%				16,5%				34,8%				
	Fordeling på stabilitetsklasser																
Forekomst	Ustabil				Nøytralt				Lett stabilt				Stabilt				100%
	1,2%				75,0%				18,5%				5,3%				

#### 4.5 Nedbør

I måleprogrammet ble det registrert nedbørintensitet hver time og nedbørmengde i mm pr. uke på henholdsvis Brevik og Hellisøy. Månedsvise nedbørmengde er i tabell 7 sammenlignet med normalen for Hellisøy (1931-60).

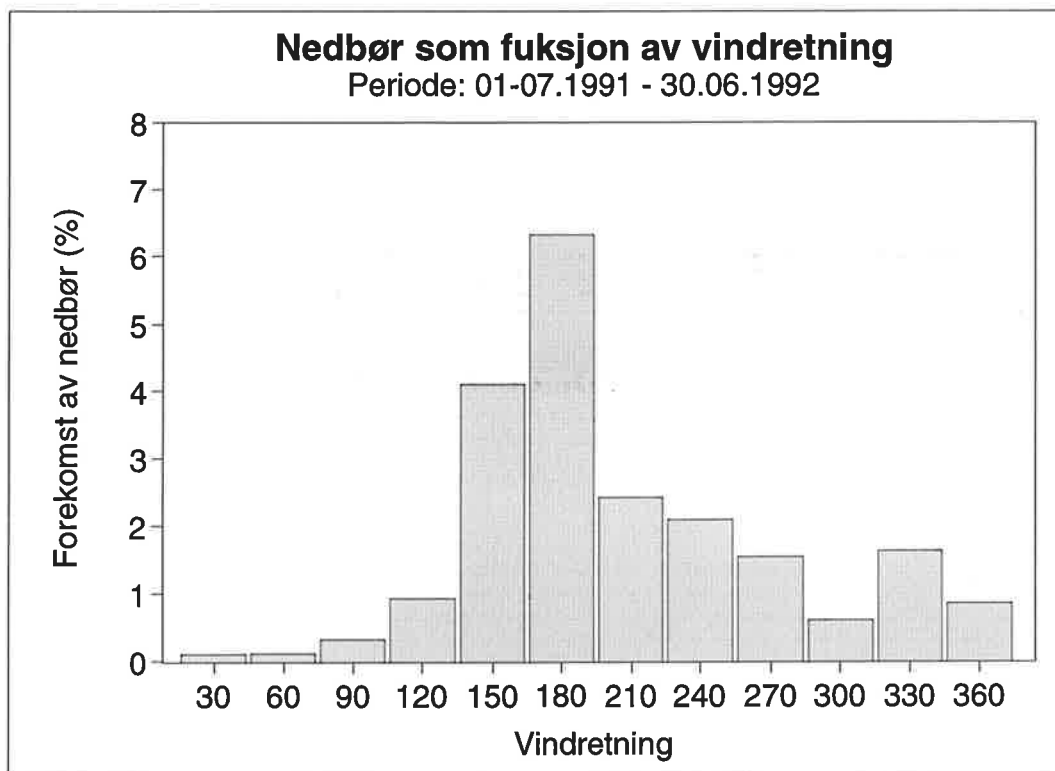
Tabell 7: Nedbørmengde i mm pr. måned målt på Rossnes og normalen på Hellisøy 1931-60.

Periode	Rossnes 1991/92	Hellisøy 1931-1960
Juli 1991	52,3	86
August	148,4	98
September	194,6	132
Oktober	114,7	149
November	243,4	135
Desember	201,6	128
Januar 1992	177,1	119
Februar	182,2	85
Mars	167,8	77
April	108,1	85
Mai	81,1	53
Juni	28,0	71
Totalt	1 702,3	1 218

På Kollsnes var nedbørmengden 140% av normalen i på Hellisøy fyr 1931-60.

Forekomst av nedbør i perioden fordelt på 12 vindsektorer for hele måleperioden er vist i figur 6. Totalt ble det registrert nedbør i ca. 21% av tiden. Data for august og september mangler i vurderingen på grunn av instrumentfeil. Figuren viser at nedbør forekommer i mer enn 10% av tiden i hovedvindsektorene fra sørøst

(150°-180°). Vind fra nordøst ga som ventet lite nedbør. Det var sterkest nedbør-intensitet fra sør (150°-180°).



Figur 6: Forekomst av nedbør fordelt på 12 vindsektorer for perioden juni 1991-juni 1992. (Data for august og september mangler.)

## 5. Utslippsoversikt

På Kollsnes ligger i dag Kollsnes gassanlegg som behandler gass fra Trollfeltet. Naturkraft planlegger å bygge et gasskraftverk i tilknytning til eksisterende anlegg. Kollsnes anlegg har to kilder til NO<sub>x</sub>-utslipp; 2 varmoljeovn-brennere som er i kontinuerlig drift og 3 fakler som er en del av anleggets nød- og vedlikeholdssystem. Kollsnes gassanlegg har ingen gassdrevne turbiner.

Forbrenning av hydrokarboner forårsaker utslipp til luft av blant annet karbondioksid (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksid (CO), nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og uforbrente hydrokarboner.

Det vurderes ulike utbyggingsløsninger på Kollsnes for behandling av gass fra Kvitebjørn og/ eller Haltenbanken Sør. Tre alternative valg av tekniske løsninger for utbygging er vurdert:

1. Alternativ 1 (ALT. 1) er et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrif som slipper ut 7,0 g/s NO<sub>x</sub>;
2. Alternativ 2 (ALT. 2) er et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere som slipper ut 1,1 g/s NO<sub>x</sub>;



3. Alternativ 3 (ALT. 3) er et 6 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere med lavest NO<sub>x</sub> utslipp (0,7 g/s).

Bidraget fra hvert alternativ til luftforurensning er vurdert i tillegg til bidraget fra det eksisterende Kollsnes gassanlegg og fra det planlagte gasskraftverket. Utslippene fra Kollsnes gassanlegg, fra det planlagte gasskraftverket og fra de vurderte utbyggingsløsningene er vist i tabell 8.

*Tabell 8: Utslipp til luft fra Kollsnes gassanlegg, det planlagte gasskraftverket og fra de tre vurderte utbyggingsalternativene ved maksimal produksjon.*

	Kollsnes gassanlegg	Gasskraftverk maks. mengde	Kombianlegg ekstraksjon		
			ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
NO <sub>x</sub> (som NO <sub>2</sub> , t/år)	46*	662	220	30	20
VOC (t/år)	1193	105	25	25	20

\* Total NO<sub>x</sub>-utslipp, inkludert utslipp fra faklene. Varmeoljeovner slipper ut ca. 6 NO<sub>x</sub> t/år.

Utslippsbetingelsene for Kollsnes gassanlegg, det planlagte gasskraftverket og kombianleggs tre alternativer er gitt i tabell 9.

*Tabell 9: Utslippsbetingelser for Kollsnes gassanlegg, det planlagte gasskraftverket og kombianleggs tre alternativer ved maksimal produksjon.*

	Enhet	Gassanlegg (eksist.)	Gasskraftv. (maks.)	Kombianlegg ekstraksjon		
				ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
Utslippsmengde NO <sub>x</sub> *	g/s	0,36**	23,9	7,8	1,1	0,7
Antall skortein		2	1	2	1	1
Skorsteinshøyde	m	40	45	40	30	40
Skorsteinsdiameter	m	1,1	5,2	3,4	1,8	1,4
Røykgasstemperatur	°C	205	90	205	205	205
Utslippshastighet	m/s	3,8	27	7	7	6,6

\* som NO<sub>2</sub>, korrigert for 15% O<sub>2</sub> og tørrgass, utslippet av NO<sub>x</sub> er 5% NO<sub>2</sub> og 95% NO.

\*\* Utslippsmengde for de to varmeoljeovner.

## 6. Spredningsberegninger

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

Beregninger av maksimale timemiddelkonsentrasjoner gjøres 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 blir valgt og de maksimale timeverdiene sammenholdes 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 fire 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.

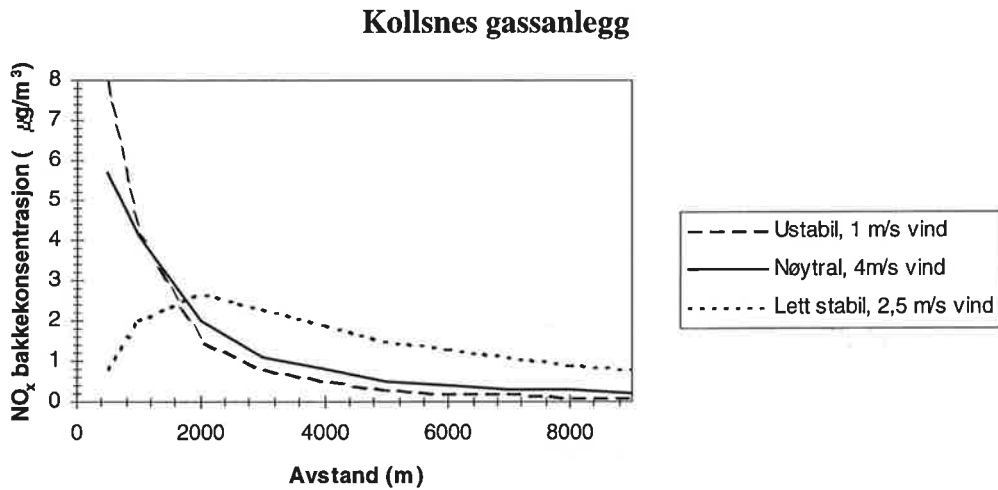
Dannelsen av ozon er undersøkt ved en segmentert trajektoriemodell med fotokjemi. Det fotokjemiske regneskjemaet består av 70 komponenter som reagerer i ca 150 reaksjoner.

## 6.1 Maksimal timemiddelkonsentrasjon

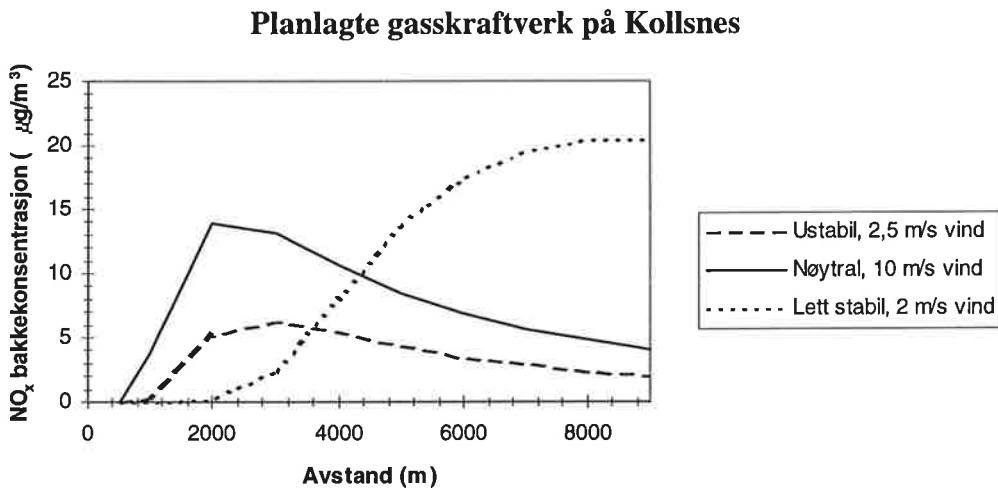
### 6.1.1 Bidrag fra de enkelte kilder på Kollsnes. Eksisterende og planlagte.

Figurene 7, 8, 9 og 10 viser maksimal timemiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$ , som bidraget fra de enkelte kilder, for de mest kritiske kombinasjonene av vindstyrke og stabilitet. Maksimalbelastningen av  $\text{NO}_x$  ved utslipp fra Kollsnes gassanlegg (figur 7) er beregnet til ca.  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  0,5 km fra utslippet. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved ustabile atmosfæriske forhold og vindhastighet på 1 m/s. Dette utgjør mindre enn 8% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for  $\text{NO}_2$ . All  $\text{NO}_x$  vil ikke foreligge som  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  oksyderes til  $\text{NO}_2$  av ozon, men  $\text{NO}_2$  spaltes av sollys til  $\text{NO}$  og  $\text{O}$ . Dette fører til at den maksimale  $\text{NO}_2$  konsentrasjon vil være under  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

For det planlagte gasskraftverket (figur 8), er maksimalbelastningen av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) på ca.  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 8-9 km fra utslippet og oppstår ved lett stabile atmosfæriske forhold og vindhastighet på 2 m/s. Dette er mindre enn 20% av anbefalt luftkvalitetskriterium for  $\text{NO}_2$ .



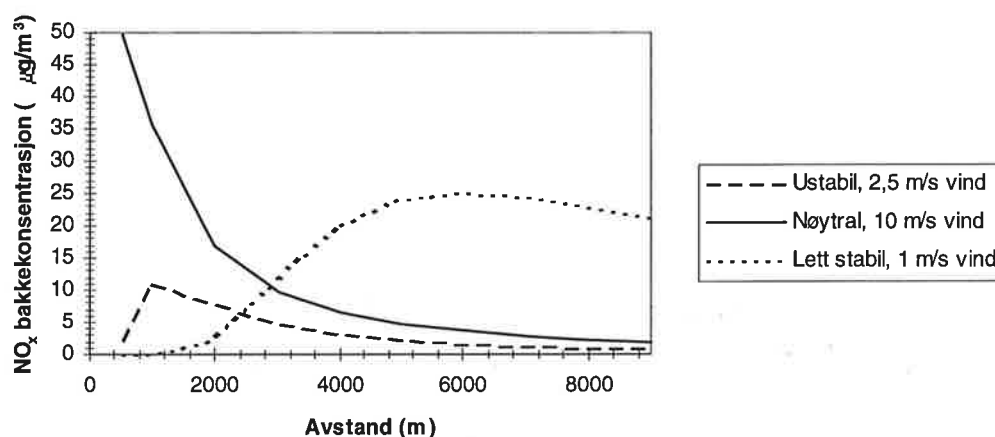
Figur 7: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), for de to Kollsnes gassanleggets varmoljeovn-brennere, som funksjon av avstand fra utslippskildene.



Figur 8: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), for et planlagt gaskraftverk, som funksjon av avstand fra utslippskilden.

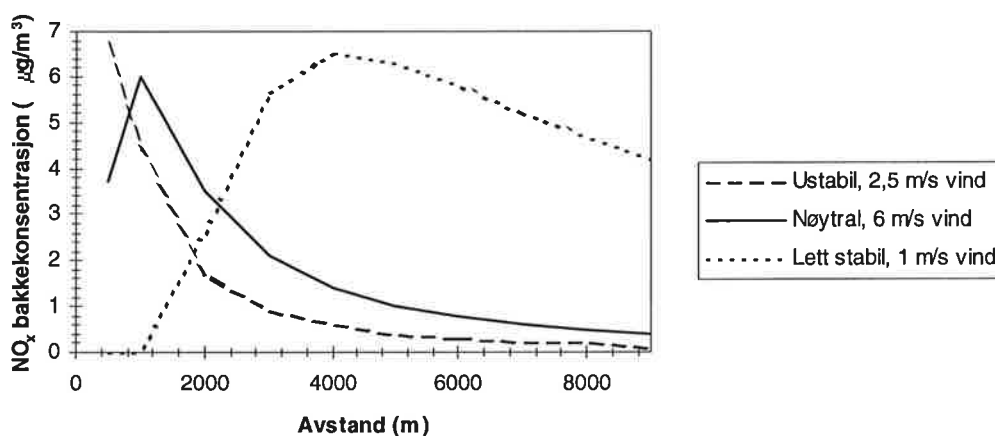
Spredningsberegningene viser at minste anbefalte skorsteinshøyde for ALT. 1 er 30 m. Ved denne skorsteinshøyden vil en unngå at røykløftet påvirkes vesentlig av bygningsturbulens. Det er tatt hensyn til bygninger og lokal topografi i beregningene. Resultatet av spredningsberegningene for NO<sub>x</sub> i utslipp fra ALT. 1 og ALT. 2 er vist i figurene 9 og 10. Utslipet fra ALT. 3 er lavere enn utslippet fra ALT. 2, dermed har vi valgt å ikke utføre spredningsberegninger for ALT. 3 og heller vurdere effektene ut fra resultatene for ALT. 2.

### Kollsnes NO<sub>x</sub> - 10 G kombianlegg ekstraksjon med gasturbindrift (ALT. 1)



Figur 9: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), for et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gasturbindrift (ALT. 1), som funksjon av avstand fra utslippskildene.

### Kollsnes NO<sub>x</sub> - 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2)



Figur 10: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), for et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2), som funksjon av avstand fra utslippskilden.

For ALT. 1 er maksimalbelastningen av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>) på ca. 50 µg/m<sup>3</sup>, 0,5 km fra utslippet. Denne konsentrasjonen vil kunne oppstå ved nøytrale atmosfæriske forhold og en vindhastighet på ca. 10 m/s. Dette er mindre enn 50% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO<sub>2</sub>. Den største belastningen ved lett stabil sjiktning og en vindhastighet på ca. 1 m/s er på 25 µg/m<sup>3</sup>, ca. 6 km fra kilden.

For ALT. 2 er maksimalbelastningen av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>) på ca. 7 µg/m<sup>3</sup>, 0,5 km fra utslippet ved ustabile atmosfæriske forhold og svak vind (2,5 m/s). Dette er mindre enn 7% av anbefalte luftkvalitetskriterium for NO<sub>2</sub>. Den største

belastningen ved lett stabil sjiktning for ALT. 2 er på  $6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ca. 4 km fra kilden.

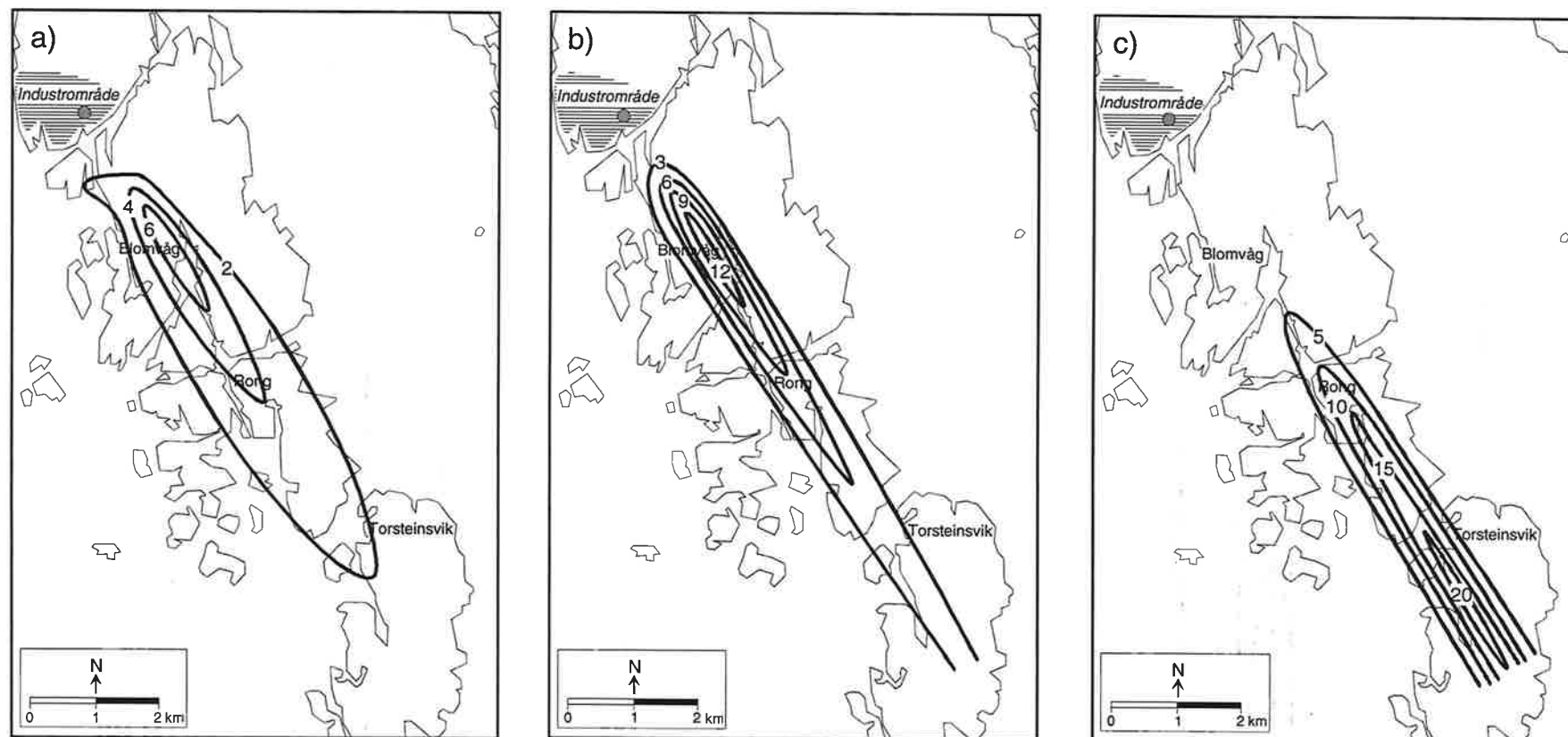
### **6.1.2 Samlet bidrag fra eksisterende og planlagte kilder på Kollsnes**

Figur 11 viser maksimal timemiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$ , med bidrag fra eksisterende kilder og det planlagte gasskraftverk for de mest kritiske kombinasjonene av vindstyrke og stabilitet. Det er beregnet med vind som blåser i retningen mot områder med tette bebyggelse. Figurene 12 og 13 viser maksimal timemiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$ , som bidrag fra eksisterende kilder, det planlagte gasskraftverket og henholdsvis ALT. 1 og ALT. 2 for de mest kritiske kombinasjonene av vindstyrke og stabilitet.

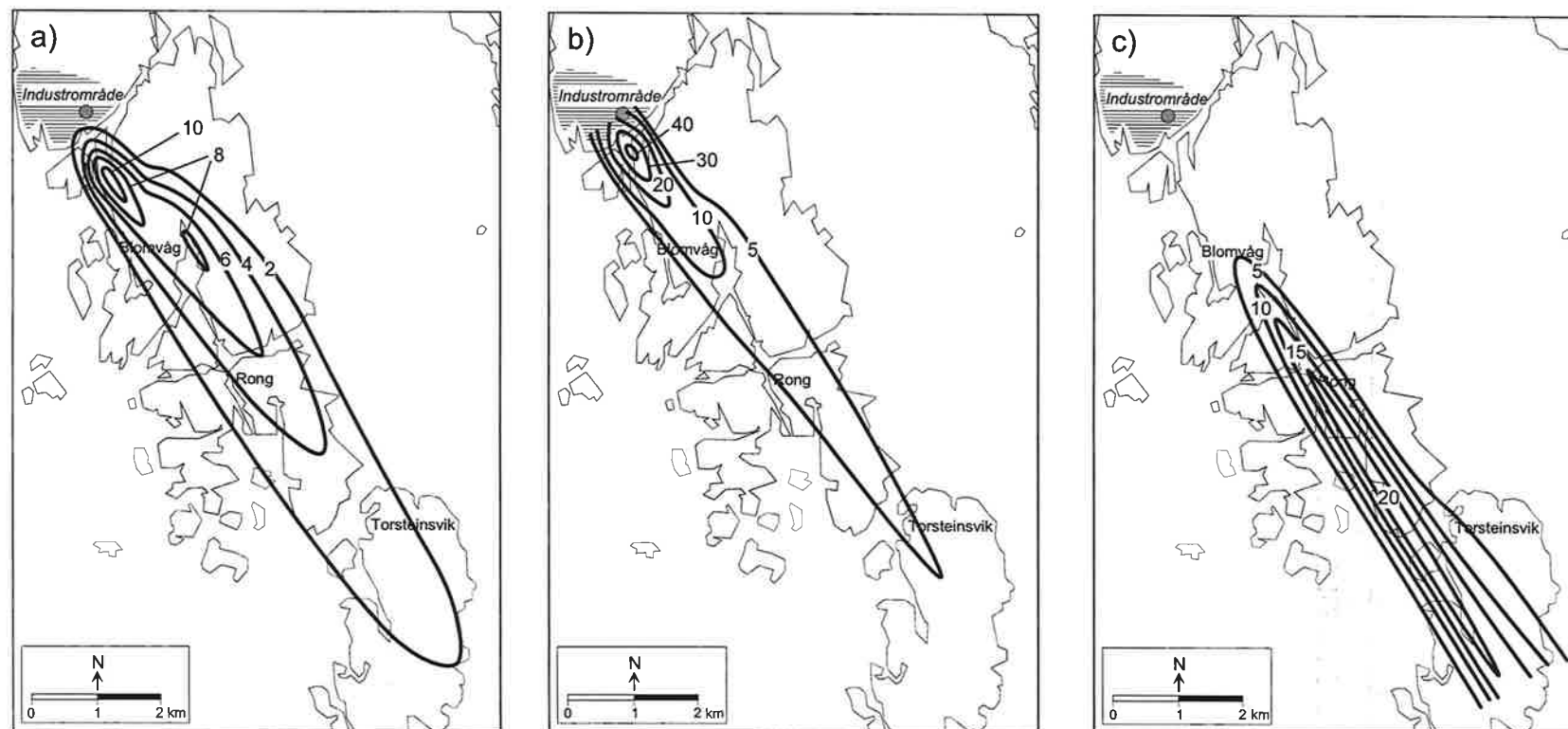
I forhold til eksisterende anlegg og gasskraftverks planlagte utslipp, vil ALT. 1 bidra til en vesentlig økning av  $\text{NO}_2$  maksimal timemiddelkonsentrasjon, spesielt ved nøytrale atmosfæriske forhold og sterk vind (10 m/s). Under disse forhold vil  $\text{NO}_x$  maksimal timemiddelkonsentrasjon, med bidrag fra eksisterende kilder, planlagt gasskraftverk og ALT. 1, komme opp i ca.  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 0,5 km fra ALT. 1. Dette er mindre enn 45% av anbefalte luftkvalitetskriterium for  $\text{NO}_2$ . Ved lett stabil sjiktning og vindstyrke 1 m/s (figur 12c), vil  $\text{NO}_x$  maksimal timemiddelkonsentrasjon komme opp i ca.  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 5-7,5 km fra ALT. 1. Verdier over  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kan oppstå mellom 4 og 10 km fra ALT. 1.

ALT. 2 vil ikke bidra vesentlig til å øke den maksimale timemiddelkonsentrasjonen av  $\text{NO}_2$  i forhold til bidraget fra eksisterende kilder og gasskraftverket. Det viser sammenligningen av figur 11 og figur 13, for de forskjellige stabilitetsforholdene. ALT. 3 vil bidra enda mindre til å øke  $\text{NO}_2$  maksimal timemiddelkonsentrasjon.

### Kollsnes NO<sub>x</sub> - Kollsnes gassanlegg og planlagt gasskraftverk

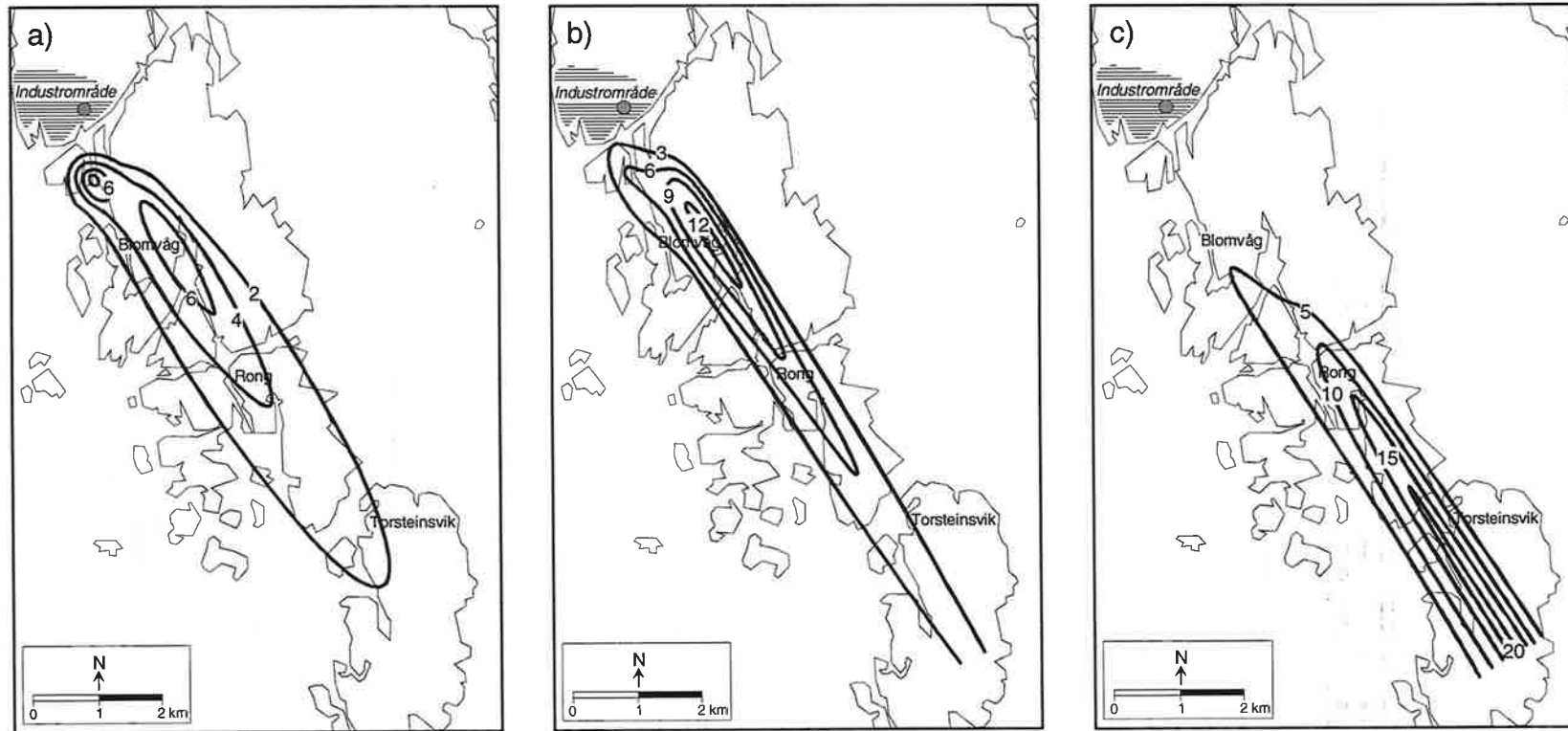


Figur 11: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), med bidrag fra eksisterende anlegg og det planlagte gasskraftverket, som funksjon av avstand fra utslippskilden, for nord-nordvestlig vind. (a - ustabile forhold og 3 m/s vindhastighet; b - nøytrale forhold og 10 m/s vindhastighet; c - lett stabile forhold og 2m/s vindhastighet). Enhet (µg/m<sup>3</sup>).

Kollsnes NO<sub>x</sub> - Kollsnes gassanlegg, planlagt gasskraftverk og ALT. 1

Figur 12: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), med bidrag fra eksisterende anlegg, det planlagte gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrif (ALT. 1), som funksjon av avstand fra utslippskilden, for nord-nordvestlig vind. (a - ustabile forhold og 3 m/s vindhastighet; b - nøytrale forhold og 10 m/s vindhastighet; c - lett stabile forhold og 1 m/s vindhastighet). Enhet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## Kollsnes NO<sub>x</sub> - Kollsnes gassanlegg, planlagt gasskraftverk og ALT. 2



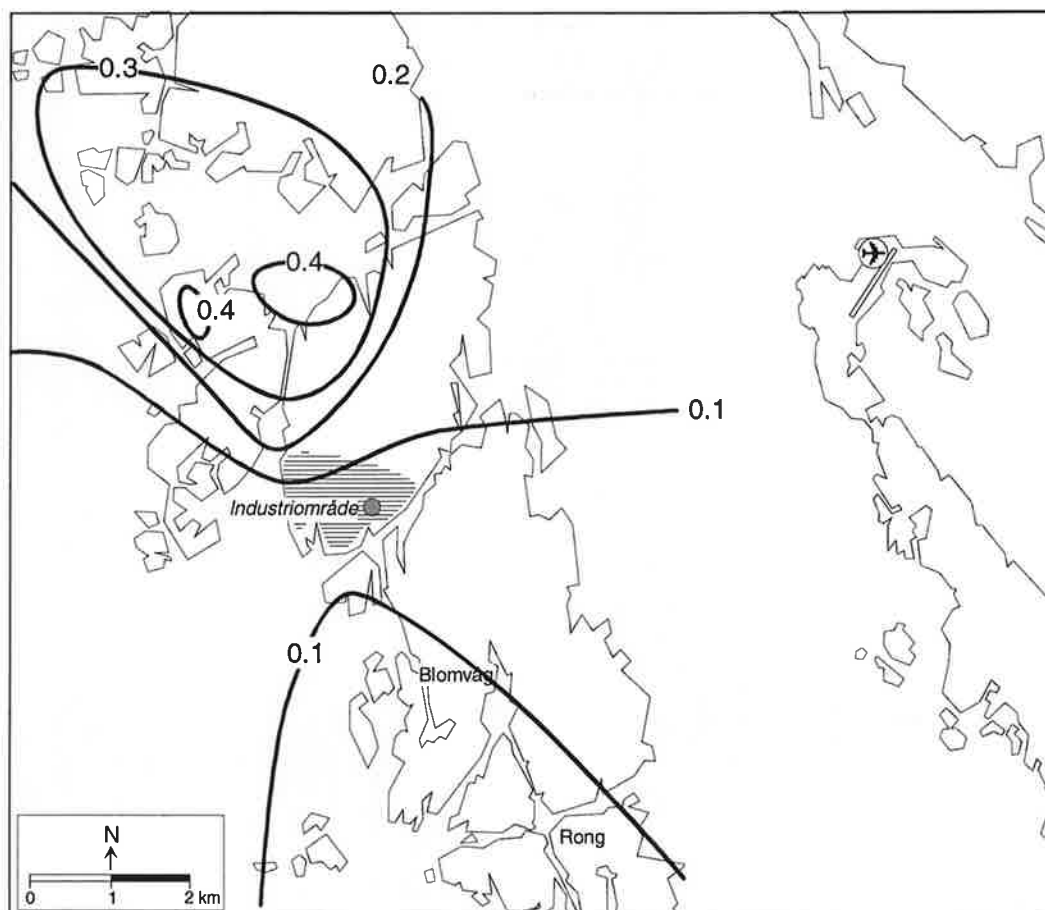
Figur 13: Maksimal timemidlet bakkekonsentrasjon av NO<sub>x</sub> (regnet som NO<sub>2</sub>), med bidrag fra eksisterende anlegg, det planlagte gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2), som funksjon av avstand fra utslippskilden, for nord-nordvestlig vind. (a - ustabile forhold og 3 m/s vindhastighet; b - nøytrale forhold og 10 m/s vindhastighet; c - lett stabile forhold og 2 m/s vindhastighet). Enhet (µg/m<sup>3</sup>).



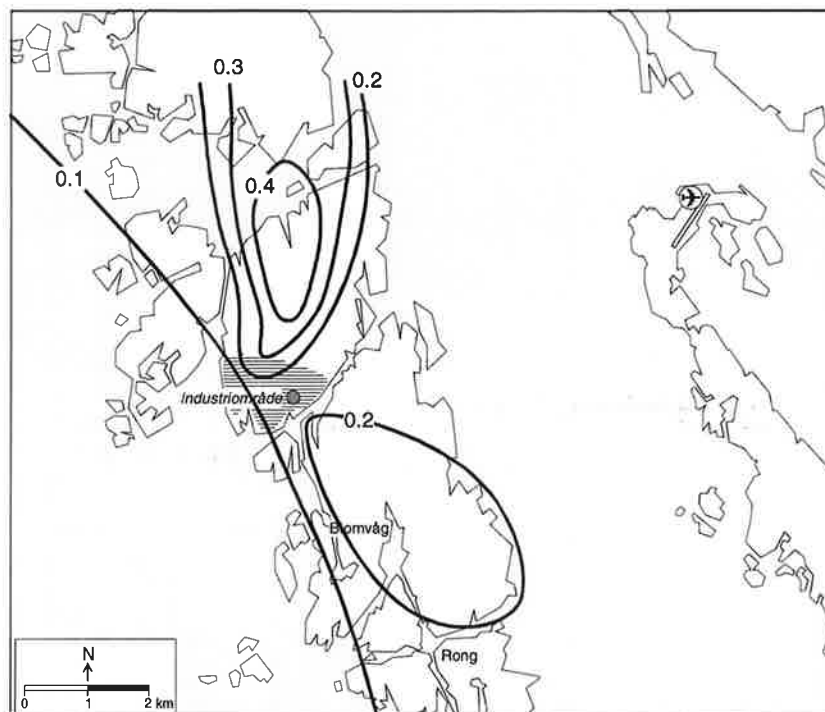
## 6.2 Langtidsmiddelkonsentrasjoner

Beregningene av langtidsmiddelkonsentrasjonene er utført på grunnlag av meteorologiske data gitt i kapittel 4 og utslippsdata gitt i kapittel 5.

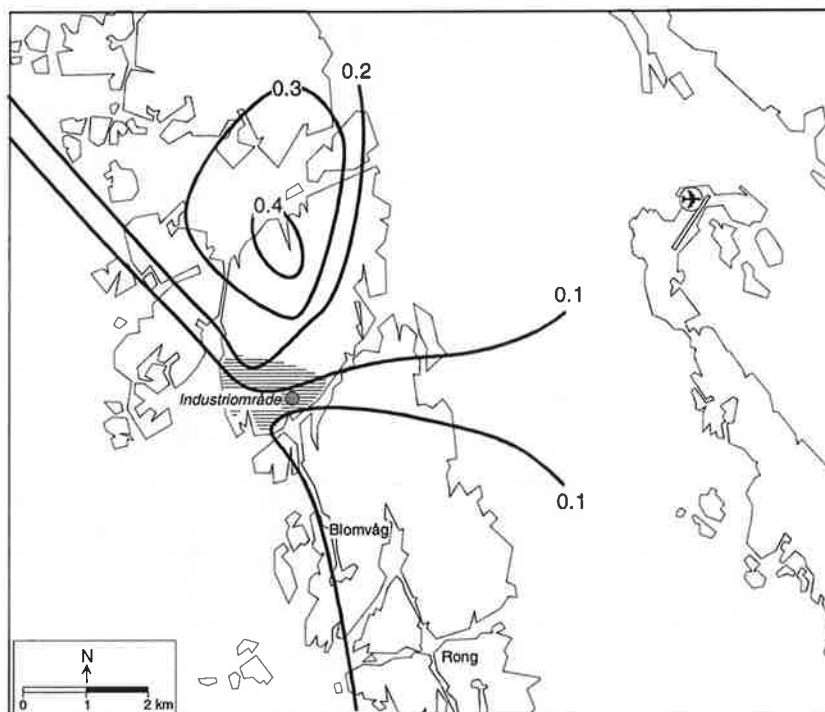
Midlere konsentrasjonsfelt for  $\text{NO}_x$  i vinter- og sommerhalvåret er vist i figurene 14 og 15. Figurene viser resultat ved utlipp fra eksisterende anlegg og gasskraftverket. Maksimalkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) midlet over ett år (figur 16) ved bakkenivå er beregnet til å bli ca.  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og forekommer 2-3 km nord for gasskraftverket.



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

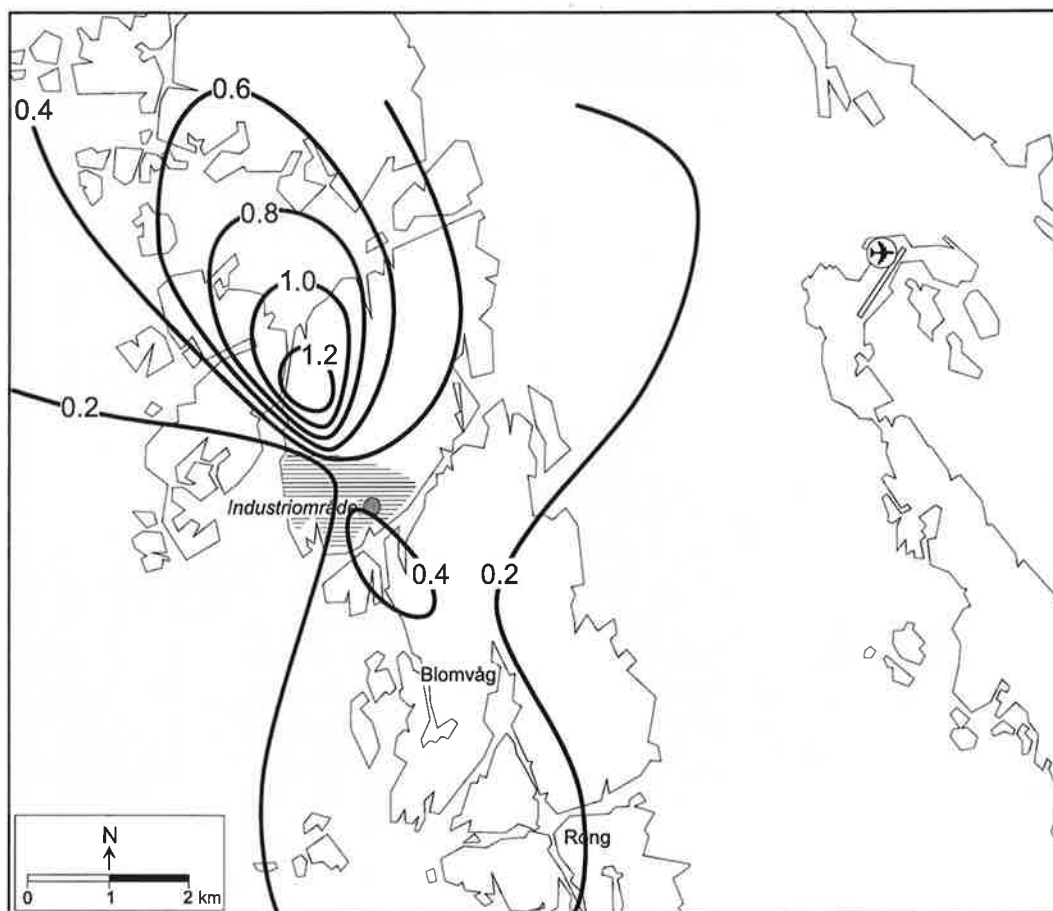


Figur 15: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i sommerhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg og gasskraftverket på Kollsnes.

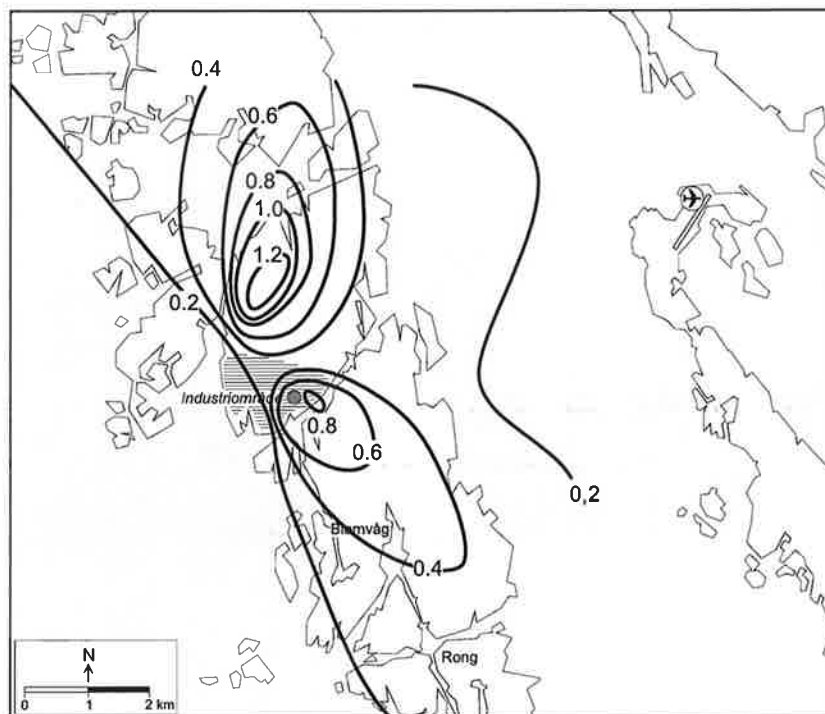


Figur 16: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for året for utslipp til luft fra eksisterende anlegg og gasskraftverket på Kollsnes.

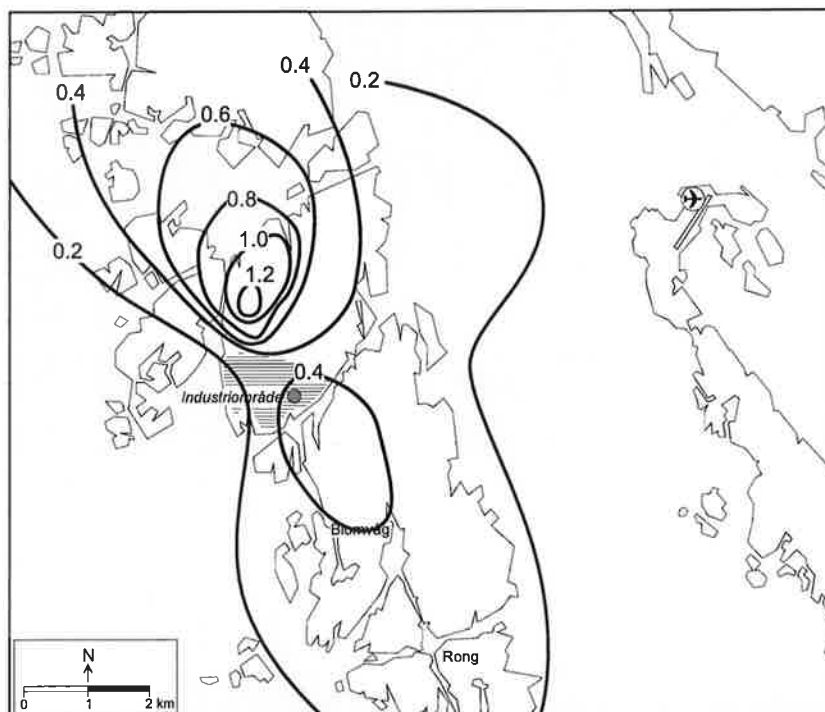
Midlere konsentrasjonsfelt for  $\text{NO}_x$  i vinterhalvåret, sommerhalvåret og hele året er vist i figurene 17, 18 og 19, som resultat av utslipp fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og ALT. 1. Fra sammenligningen mellom henholdsvis figur 14, 15 og 16 og figurene 17, 18 og 19, kan vi se et tydelig bidrag fra ALT. 1 til midlere konsentrasjoner av  $\text{NO}_x$  ved bakkenivå. Disse konsentrasjonene er imidlertid fortsatt svært lave, selv ved bidrag fra ALT. 1. Maksimalkonsentrasjon av  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) midlet over ett år (figur 19) ved bakkenivå er beregnet til å bli ca.  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og forekommer 1,5 km nord-nord-vest for ALT. 1. Belastningen fra ALT. 1 blir ca.  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i maksimalområdet. Dette utgjør mindre enn 4% av SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier for vegetasjon for årsmiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_2$ .



Figur 17: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i vinterhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrif (ALT. 1) på Kollsnes.

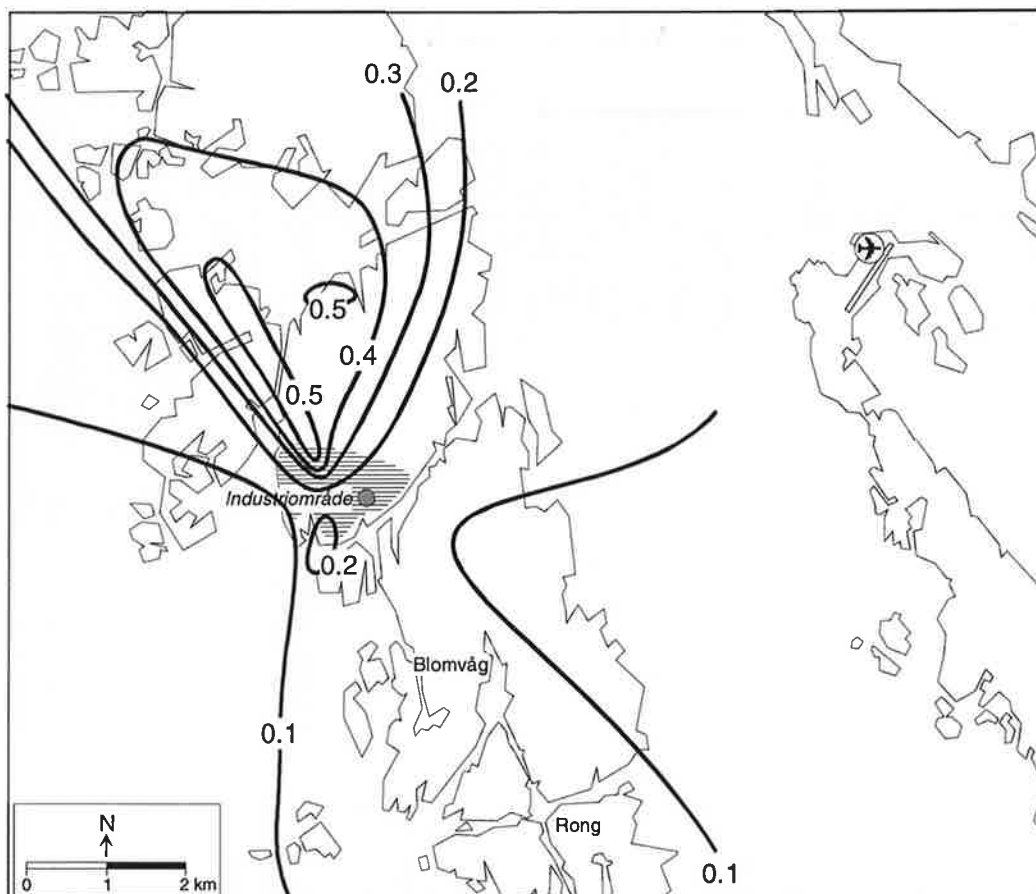


Figur 18: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i sommerhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrif (ALT. 1) på Kollsnes.

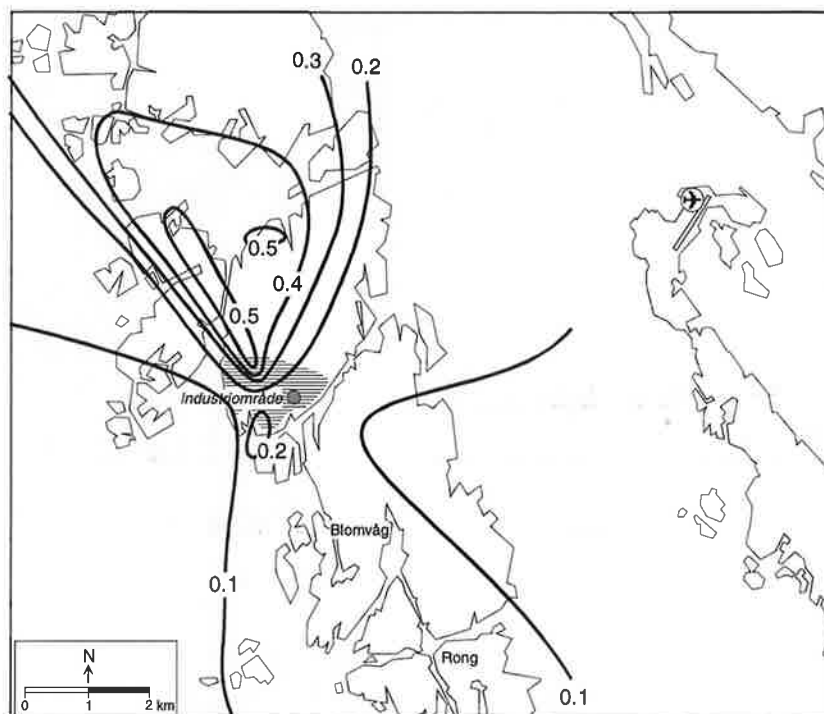


Figur 19: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for året for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med gassturbindrif (ALT. 1) på Kollsnes.

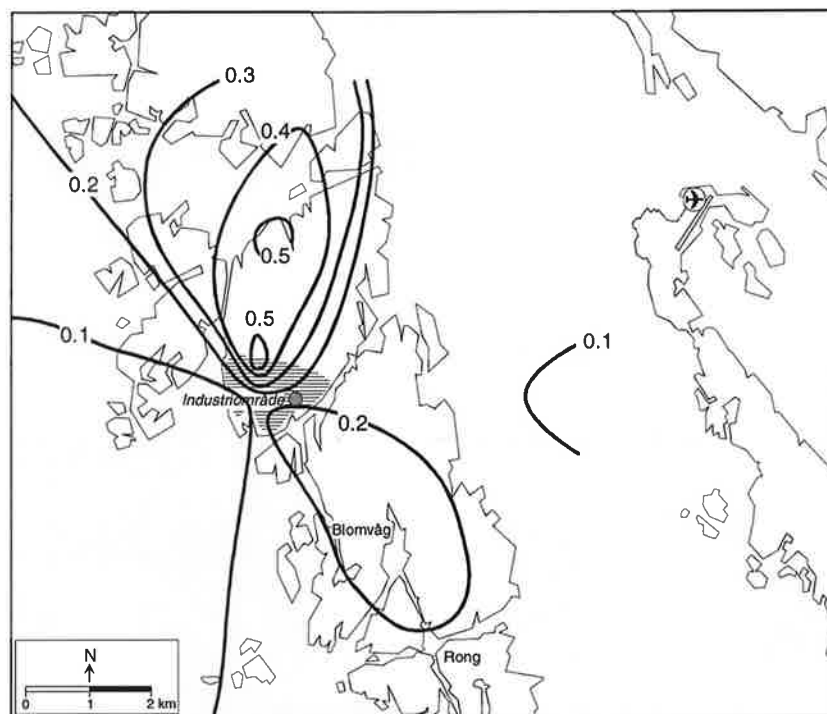
Fra sammenligningen mellom henholdsvis figur 14, 15 og 16 og figurene 20, 21 og 22, kan vi se at ALT. 2 bidrar lite til midlere konsentrasjoner av  $\text{NO}_x$  ved bakkenivå. Maksimalkonsentrasjonen for årsmidlet  $\text{NO}_x$  (regnet som  $\text{NO}_2$ ) ved bakkenivå, som resultat av utslipp fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og ALT. 2, ble ca.  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og forekommer to steder, ca. 2,5 km nord-nord-vest og ca. 1 km nord for gasskraftverkstomta. Belastningen fra alle disse kildene vil utgjøre mindre enn 1,7% av SFT's anbefalte luftkvalitetskriterier for vegetasjon for årsmiddelkonsentrasjon av  $\text{NO}_2$ .



*Figur 20: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i vinterhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2) på Kollsnes.*



Figur 21: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i sommerhalvåret for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2) på Kollsnes.



Figur 22: Beregnet midlere konsentrasjon av nitrogenoksider ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for året for utslipp til luft fra eksisterende anlegg, gasskraftverket og et 10 G kombianlegg ekstraksjon med elektriske drivere (ALT. 2) på Kollsnes.

### 6.3 Avsetning av nitrogenforbindelser

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<sub>2</sub> 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 eller salpetersyre. Nitrat er lett løselig 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. 120 mg N/m<sup>2</sup> pr. år i et område på 0.25 km<sup>2</sup>, 1,5 km nord fra anlegget. For ALT. 2, er det maksimale bidraget beregnet til å bli ca. 35 mg N/m<sup>2</sup> pr. år i et område på 0.25 km<sup>2</sup>, 0,5 km nord fra anlegget. Totalavsetningen av nitrogen i området i dag er mellom 1000 og 1350 mg N/m<sup>2</sup> pr år (Tørseth og Pedersen, 1994). Tørravsetningen er beregnet til å dekke et svært lite område og har derfor mindre betydning. Vurderingen av bidraget fra utbyggingsalternativene til N-avsetningen må ta hensyn til både tørr- og våtavsetning, siden det er våtavsetning som utgjør det viktigste delen. Estimater av tørravsetning 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<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> og nitrat fra time til time. Modellen tar hensyn til nedbør og nedbørintensitet.

Modellen beregner bidraget til avsetningen av nitrogen 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, er avhengig av blant annet 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 to millimeter nedbør pr. time blir alt tilgjengelig nitrat vasket ut. Den neste timen er det bare nitrat dannet i den foregående timen som er tilgjengelig for utvasking.

Våtavsetningen fra Kollsnes gassanlegget og fra det planlagte gasskraftverket på Kollsnes har vært beregnet for time til time for perioden juni 1991 til juni 1992 (Knudsen et al., 1997).

De eksisterende utslipp fra Kollsnes gassanlegget er 46 tonn nitrogenoksider pr år. Avsetningen vil komme opp i ca. 2 mg N/m<sup>2</sup> pr år. Området med avsetning på 2 mg N/m<sup>2</sup> pr år dekker ca. 100 km<sup>2</sup>. (Knudsen et al., 1997).

Den maksimale beregnede avsetningen av nitrogen for gasskraftverket (årlig utslipp 710 tonn/år) var ca. 36 mg N/m<sup>2</sup> pr år. Verdier over 15 mg N/år dekket et område på 740 km<sup>2</sup>.

Den totale beregnede avsetningen av nitrogen for eksisterende utslipp og utslipp fra gasskraftverket er ca. 39 mg N/m<sup>2</sup> pr år i området med maksimal belastning. Dette utgjør 2,9-3,9% av avsetningen målt i dag (1000- 1350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år). Området med mer enn 20 mg N/m<sup>3</sup> dekker ca. 600 km<sup>2</sup>. Med bakgrunn i tidligere beregninger, kan det konkluderes med at ALT. 1 maksimalt kan føre til en ytterligere økning i N-avsetning på ca. 12 mg N/m<sup>3</sup> (ca. 1,2% av dagens avsetning). Denne økningen kommer i tillegg til 2,9-3,9% økning fra gasskraftverket og Kollsnes gassanlegget. ALT. 2 er vurdert til maksimalt å bidra med en ytterligere økning i N avsetning på ca. 2 mg N/m<sup>3</sup> (ca. 0,2% av dagens avsetning), og ALT. 3 er vurdert til å bidra med mindre.

Den totale avsetningen av nitrogen fra eksisterende anlegg, gasskraftverk og ALT. 1 er vurdert til maksimalt å være ca. 50 mg N/m<sup>3</sup>, som utgjør ca. 5% 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.

Ozon i troposfæren har et varierende bakgrunnsnivå og forekommer dessuten episodisk med høye konsentrasjoner. Bakgrunnsnivået er vanligvis lavere enn anbefalte luftkvalitetskriterier, men likevel relativt høyt i forhold 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 oksydere NO til NO<sub>2</sub> og omdanne ozon til oksygen. Nitrogenoksidene vil så danne ozon ved reaksjoner med hydrokarboner på litt lengre tidsskala.

For å vurdere virkningen på ozonkonsentrasjonen, som følge av utslipp fra de forskjellige utbyggingsalternativene, er det tatt utgangspunkt i tidligere beregninger for et gasskraftverk på Kollsnes. Utslippet det er beregnet for er noe høyere enn utslippene fra gasskraftverket og ALT. 1.



Ut fra en vurdering av tidligere beregninger for et gasskraftverk på Kollsnes vil røykfanene fra gasskraftverket og nye anlegg forårsake en produksjon av ozon, men at denne vil være relativt liten. Ozonkonsentrasjonen ved bakkenivå vil anslagsvis være ca.  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der røykfanene belaster. Det er  $\text{NO}_x$ -utslippet fra gasskraftverket og kombianlegget ekstraksjon som er bestemmende for påvirkning ved bakkenivå av ozonkonsentrasjonen. ALT. 1 har større påvirkning enn ALT. 2 og ALT. 3. 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).

Total årlig våtavsetning av N for det undersøkte området ble beregnet til 3802 kg pr. år for perioden 1988-1992. Bidraget fra et gasskraftverk på Kollsnes utgjør 19 kg pr. år (0.5% av dagens avsetning). (Knudsen et al., 1997).

Den årlige syretilførselen ligger i dag (1988-1992) på 70-95 mekv/ $\text{m}^2$  pr. år i det aktuelle området. Tålegrensene i det samme området ligger mellom 12-330 mekv/ $\text{m}^2$  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 gasskraftverk og kombianlegget ekstraksjon ikke bidrar til å endre størrelsen av områder med overskredet tålegrense. I områder hvor tålegrensen er overskredet i dag vil den økte N-belastningen kunne bidra til økt forsuring, gitt den forutsetning at nitrogenet ikke blir tatt opp i økosystemet. 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 Kollsnes som følge av utslipp fra anleggene 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 Kollsnes (Knudsen et al., 1997). Disse effektene er vurdert her på bakgrunn av beregninger av NO<sub>2</sub> 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).

### *Nitrogenoksider*

Bakgrunnsverdien av NO<sub>2</sub> på Kollsnes er 4-5,4 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddelkonsentrasjon. Maksimal timemiddel i 1992 på Rossnes rett nord for Kollsnes var 69 µg/m<sup>3</sup> (Bøhler & Larsen, 1992). Utslippene fra et gasskraftverk, eksisterende anlegg og ALT. 1 vil til sammen gi en årsmiddelkonsentrasjon på maksimalt ca. 2,0 µg/m<sup>3</sup>. Medregnet bakgrunnskonsentrasjonen vil årsmiddelkonsentrasjonen da bli ca. 7,4 µg/m<sup>3</sup>. Ved ALT. 2 eller ALT. 3 vil konsentrasjonene bli mindre. Verdiene for de tre utslippsalternativene ligger langt under de anbefalte luftkvalitetskriterier for vegetasjon på 30 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddel, og det forventes således ingen direkte skader på planter på grunn av økte NO<sub>2</sub> konsentrasjoner i luft.

### *Total nitrogen avsetning*

Områdene rundt Kollsnes består hovedsakelig av kystlyngheier, sivevassmyrer, nedbørmyrer og noen mindre skogbestander med varierende næringsforhold. (Knudsen et al., 1997).

Lynghiene i nærheten av Kollsnes viser en svakere endring fra lyng til grasdominans enn de i Rogaland og Sunnhordland. Bakgrunnsnivået (1000-1350 mg N/m<sup>2</sup> pr. år) er likevel høyt nok til at vegetasjonstypen kan være i faresonen, og det er mulig at bakgrunnsnivået enkelte år kan bli høyere enn anslått, da dette er avhengig av bl.a. nedbørmengden. I en slik situasjon hvor man nærmer seg tålegrensen for tilført nitrogen (1500-2000 mg N/m<sup>2</sup> pr. år) må man være oppmerksom på mulige endringer i lynghienes artssammensetning mot mer innslag av gress på bekostning av lyngvekster (Knudsen et al., 1997). Det må imidlertid presiseres at tålegrensene for vegetasjonstypen kystlynghei ikke overskrides ved utbygging av gasskraftverket og av de vurderte utbyggingsalternativene.

Nedbørmyrer er avhengig av tilførsel av næringsstoffer fra nedbøren og anses som et av de mest følsomme systemene overfor økt nitrogenavsetning. Tålegrensene for nedbørmyrer i Kollsnes-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. (Knudsen et al., 1997).

Skoger med varierende næringstilgang, fra fattige til mer rike, forekommer i nedslagsfeltet både i Askøy, Meland, Radøy og Lindås kommune. Etter det vi vet finnes det ikke litteratur som rapporterer om skader eller vegetasjonsendringer i disse økosystemene på grunn av langtransportert forurensing. Imidlertid viser Tomter og Esser (1995) og Frogner et al. (1994) at deler av ytre Hordaland har

overskredet nitrogenålegrensen for både skogsvegetasjon og skogsjord. Dagens bakgrunnsnivå ligger nær tålegrensene for nitrogen, både når det gjelder endringer i artssammensetning (700-2000 mg N/m<sup>2</sup> pr år) og for "helse" tilstanden til trærne (1000-3000 mg N/m<sup>2</sup> pr år). Men på grunn av manglende viten om dagens situasjon og stor spennvidde i tålegrensene, er det vanskelig å si om utslippene kan få effekter på skogsvegetasjonen. En bør imidlertid være oppmerksom på generelle effekter av nitrogengjødsling som næringsubalanse hos trær, økte innslag av nitrogenkrevende arter, og endringer i mykorrhiza sopp. En kan heller ikke utelukke at det vil skje endringer i epifyttiske lav- og mosesamfunn i skogene rundt Kollsnes som følge av den økte nitrogenavsetningen, selv om avsetningene er små. (Knudsen et al., 1997).

### **Ozon**

Bakgrunnsnivået av ozon på Kollsnes i dag (ca. 65 µg/m<sup>3</sup> som halvårsmiddel) er periodisk høyt nok til å kunne gi skader på vegetasjon som medfører redusert fotosyntese og plantevekst. Økningen i ozonkonsentrasjonen ved bakkenivå som følge av utslipp av nitrogenoksider og hydrokarboner, er imidlertid så lav for utslippet fra gasskraftverket og alle utslippsalternativene for et kombianlegg ekstraksjon (1-2 µg/m<sup>3</sup> som timemiddel) at den trolig ikke vil påvirke vegetasjonen i området. (Knudsen et al., 1997).

Ut fra målinger av ozon på Kårvatn og Voss er det beregnet AOT40 verdier i årene 1990-94. Voss stasjonen ligger nærmest Kollsnes, men den gjenspeiler et innlandsklima, mens Kollsnes ligger ved kysten. Forskjellen på O<sub>3</sub>-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 Kollsnes, 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 er mellom 1060 og 15184 ppbh. Det var bare ett år der AOT40-verdien var over tålegrensen. (Knudsen et al., 1997). Gasskraftverkets og kombianleggets 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 Kollsnes (Knudsen et al., 1997), i forhold til luftkvalitetskriterier for dyr/helse (SFT, 1992). Vurderingen av disse effektene for et kombianlegg ekstraksjon er gjort på bakgrunn av den tidligere vurderingen og benytter spredningsberegningene utført og presentert i kapittel 6.

#### **Nitrogenoksider**

Direkte effekter av NO<sub>x</sub> på dyreorganismer vil være minimale for gasskraftverket og alle utslippsalternativer for kombianlegget ekstraksjon. Årsmiddelkonsentrasjonene for NO<sub>2</sub> på Kollsnes vil ved alle alternativene ligge langt under SFTs tålegrenser for skader på dyreliv/helse. En total timemiddelkonsentrasjon på opptil ca. 46 µg/m<sup>3</sup> ved ALT. 1, det planlagte gasskraftverket og eksisterende

uslipp, overskrider heller ikke grensen på 100 µg/m<sup>3</sup>, satt av SFT. Det synes usannsynlig at disse påvirkningene vil ha noen målbar effekt på sammensetning av dyrearter i faunaen i området, eller på enkeltindivider (Knudsen et al., 1997). Med basis i foretatte undersøkelser vil derfor utslippene av nitrogenoksider fra et kraftverk og fra de vurderte utbyggingsalternativene neppe ha noen virkning på dyreliv.

### ***Total nitrogenavsetning***

Effektene av økt tilgang på nitrogen 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 fra alle de vurderte utbyggingsløsningene forventes det mindre endringer i vegetasjonssammensetningen, og påvirkningen av faunaen vil derfor bli liten.

### ***Ozon***

Bakgrunnsnivået er periodisk høyt nok til å kunne gi skadeeffekter på dyreliv/mennesker (Knudsen et al., 1997). Imidlertid er økningen i bakkenært ozon ved utslipp fra et gasskraftanlegg og fra de vurderte utbyggingsløsningene så liten at dette neppe vil ha noen betydning for dyreliv generelt.

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

## **8. Referanser**

- Bøhler, T. (1987) Users guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).
- Bøhler, T. og Larsen, M. (1992) Meteorologi, luft-og nedbørskvalitet på Kollsnes juni 1991-juni 1992. Lillestrøm (NILU OR 70/92).
- 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.
- Fremstad, E., Aarrestad, P.A. og Skogen, A. (1991) Kystlynghei på Vestlandet og i Trøndelag. Naturtype og vegetasjon i fare. Trondheim (NINA Utredning 029).
- Frogner, T., Wright, R.F., Cosby, B.J. and Esser, J.M. (1994) Maps of critical loads and exceedance for sulfur and nitrogen to forest soils in Norway. Oslo (Norsk institutt for vannforskning. Report O-91147).

- Gjershaug, J.O., Thingstad, P.G., Eldøy, S. og Byrkjeland, S. (red.) (1994) Norsk fugleatlas. Klæbu, Norsk Onitologisk Forening.
- Grennfelt, P. and Hultberg, H. (1986) Effects of nitrogen deposition on the acidification of terrestrial and aquatic ecosystems. *Water Air Soil Pollut.*, 30, 945-963.
- Gustad, J.R. (1992) Fugler i Norge 1991. *Vår Fuglefauna*, 15, 209-226.
- Gustad, J.R. (1993) Fugler i Norge 1992. *Vår Fuglefauna*, 16, 227-248.
- Henriksen, A, Lien, L. og Traaen, T. (1990) Tålegrenser for overflatevann - Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. Oslo (Norsk institutt for vannforskning. Rapport 89210). (Naturens Tålegrense. Fagrapport 2).
- Henriksen, A., Posh, M. Hultberg, H og Lien, L. (1995) Critical loads and acidity for surface waters - Can the ANC limit be considered a variable? *Water Air Soil Pollut.*, 85, 2419-2424.
- Hornung, M., Sutton, M.A. and Wilson, R.B. (1995) Mapping and modelling of critical loads for nitrogen. A workshop report. Edinburgh, Institute of Terrestrial Ecology, Edinburgh Research station.
- Håland, A. (1981) Våtmark i Hordaland. *Vår Fuglefauna*, 4, 33-36.
- Håland, A. (1982) Høsttrekket av vadefugl på Herdla, Hordaland, 1979. *Vår Fuglefauna*, 5, 3-12.
- Knudsen, S., Aarrestad, P. A., Skjelkvåle, B. L. (1996) Konsekvenser av utslipp til luft fra gasskraftverk, Kollsnes. Kjeller (NILU OR 24/96).
- Knudsen, S., Aarrestad, P. A., Skjelkvåle, B. L. (1997) Konsekvenser av utslipp av NO<sub>x</sub> og NH<sub>3</sub> til luft fra gasskraftverk, Kollsnes. Kjeller (NILU OR 70/97).
- Lundberg, A. og Hansen, K.F. (1992) Fra lynghei til gassterminal. Flora og vegetasjon på Kollsnes i Øygarden før Troll-utbyggingen. Bergen, Inst. for geografi, NHH og UiB. s. 1-53.
- 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. and 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 (Miljørapport 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 (Rapp. fra Skogforsk 9/94).
- Pedersen, H.C. og Nybø, S. (1990) Effekter av langtransportert forurensning på terrestriske dyr i Norge. En statusrapport med vekt på SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> og tungmetaller. Trondheim (NINA utredning 5).
- SFT (1992) Virkninger av luftforurensinger på helse og miljø - anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport 92:16).
- 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).
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. og Roberts, D. (1984) Berggrunnskart over Norge. M. 1: 1 million. Trondheim, Norges geologiske undersøkelser.
- Statoil (1995) Konsekvensutredning for gassbehandlingsanlegg på Kollsnes/Kårstø samt tilhørende landrørledninger. Åsgard, Statoil & Saga Petroleum.
- Tamm, C.O. (1991) Nitrogen in terrestrial ecosystems. Questions of productivity, vegetational changes and ecosystem stability. Berlin, Springer Verlag (Ecological Studies 81).
- Tomter, S.M. og Esser, J. M. (1995) Kartlegging av tålegrenser for nitrogen basert på en empirisk metode. Ås, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS rapport 10/95).
- 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).
- Åbro, A. (1988) Sangsvaner i Øygarden nordvest for Bergen. *Vår Fuglefauna*, 11, 150-151.



## Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2007 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 72/98	ISBN 82-425-1034-2 ISSN 0807-7207	
DATO 18.11.98	ANSV. SIGN. Øystein Hov	ANT. SIDER 52	PRIS NOK 100,-
TITTEL Konsekvenser av økte NO <sub>x</sub> utslipp til luft ved behandling av gass fra Kvitebjørn og Haltenbanken Sør på Kollsnes		PROSJEKTLEDER Cristina Guerreiro	
		NILU PROSJEKT NR. O-98126	
FORFATTER(E) Cristina Guerreiro		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Hege Abrahamsen	
OPPDRAKSGIVER STATOIL HMS T&T MK 4035 STAVANGER			
STIKKORD Kombianlegg ekstraksjon	Naturmiljø	Konsekvensanalyse	
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utredet virkningen av økte NO <sub>x</sub> utslipp til luft på Kollsnes for naturmiljøet, i forbindelse med mulige utbygginger for ilandsføring av gass fra Kvitebjørn og Haltenbanken Sør. NILU har foretatt beregninger av konsentrasjoner i luft. Vurderingen av avsetning av nitrogenoksider til bakken, vurderingen av forsuring av overflatevann, samt vurderingen av effekter på flora og fauna, baserer seg på konsekvensanalysen for et planlagt gasskraftverk på Kollsnes og på vurderinger som ble gjort i denne av NILU, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norsk institutt for naturforskning (NINA).			
TITLE Consequences of the planned increase of NO <sub>x</sub> emissions to air at Kollsnes			
ABSTRACT The Norwegian Institute for Air Research (NILU) have considered the consequences for the environment of the planned increase of NO <sub>x</sub> emissions at Kollsnes, 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 Kollsnes.			

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