

NILU OR: 5/88

NILU OR : 5/88
REFERANSE: O-8801
DATO : JANUAR 1988
ISBN : 82-7247-886-2

GASSFYRT KRAFTVERK I ORKANGER.
VURDERING AV
LUFTFORURENSNINGENE

B. Sivertsen

SAMMENDRAG

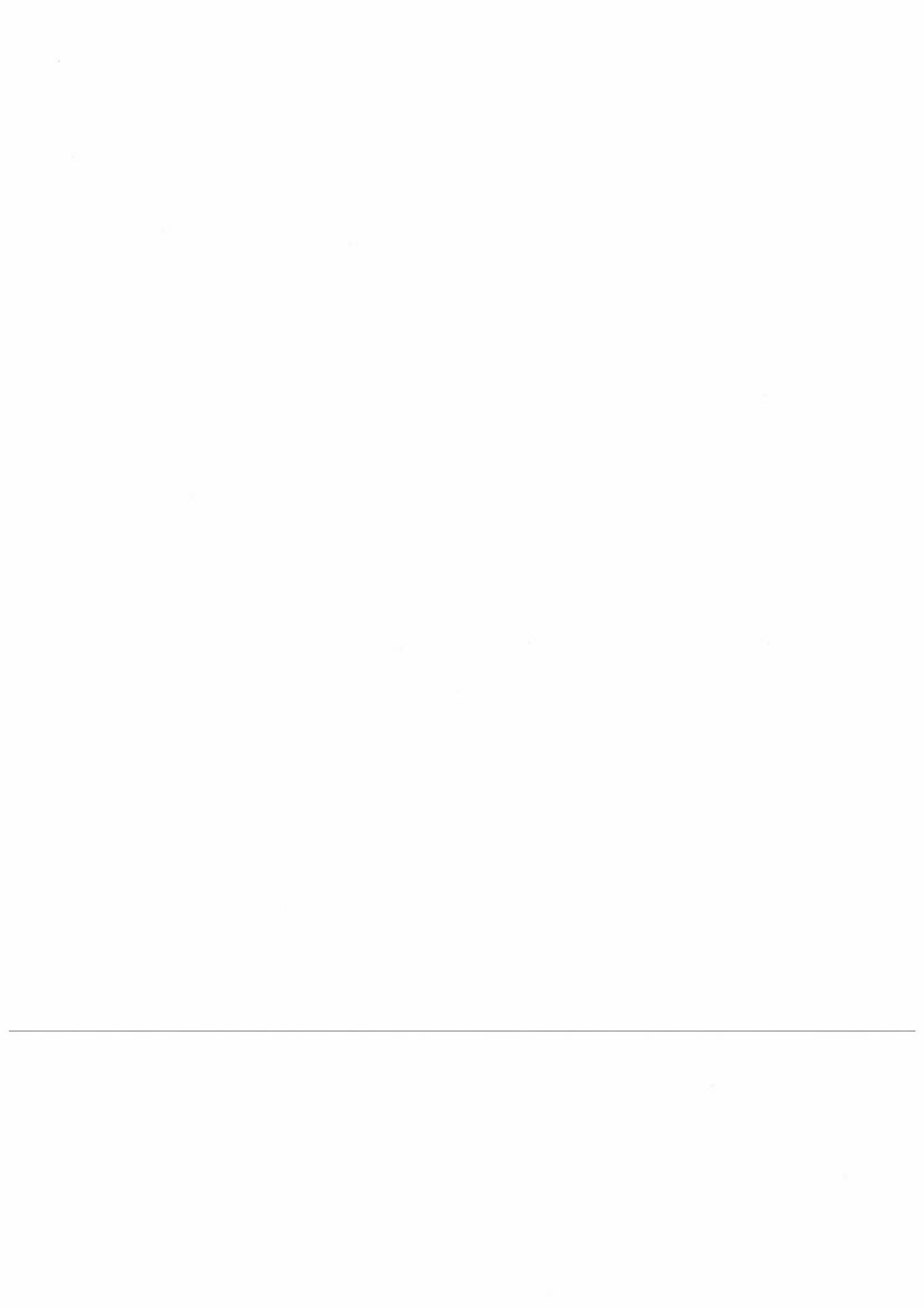
Norsk institutt for luftforskning (NILU) er bedt av A.R. Reinertsen rådgivende ingeniørfirma å vurdere utslippene til luft fra et planlagt gassfyrte varmekraftverk i Orkanger.

Utredningen er utført på kort tid og er basert på foreliggende data om utslipp, meteorologi og luft/nedbørkvalitet.

Det har ikke vært mulig å gå i detalj i denne utredningen. Det er derfor foreslått et program for videre undersøkelser, for å etablere et grunnlag for en endelig konsekvensanalyse for utslippene til luft.

I konklusjonen er det antydnet at kortvarige høye NO_2 -konsentrasjoner kan forekomme innenfor noen kilometer fra kraftverket på grunn av spesielle topografiske og meteorologiske forhold. Dette bør studeres nærmere. Virkningen av nitrat-tilførselen vil sannsynligvis bli liten, men her er det ikke foretatt endelige modellberegninger.

Over Trondheimsområdet vil det sannsynligvis bli en ubetydelig økning av NO_2 -konsentrasjonene i områder som allerede har et relativt høyt nivå av NO_2 på grunn av biltrafikk.



INNHOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	5
2 LOKALISERINGEN	5
3 GASSKRAFTVERKET	7
3.1 Størrelse	7
3.2 Utslipp til luft	7
4 METEOROLOGISKE DATA	8
5 BAKGRUNNSNIVÅ AV FORURENSNINGER	10
5.1 Luftkvalitet	10
5.2 Nedbørkvalitet	11
5.3 Vannkvalitet, forsurening	12
6 MILJØKONSEKVENSER AV NO _x UTSLIPP	12
6.1 Grenseverdier for NO	12
6.2 Helse og miljøskader ² fra NO ₂	13
7 TRANSPORT OG SPREDNING AV LUFTFORURENSNINGER	14
7.1 Røykløft	14
7.2 Skorsteinshøyde og bygningsturbulens	14
7.3 Topografiske effekter	15
7.4 Røyknedslag (sommer-situasjon)	15
8 SPREDNINGSBEREGNINGER	15
8.1 Maksimale timesmiddelkonsentrasjoner, flatt terreng	16
8.2 Topografiens innflytelse på bakkekonsentrasjonene ..	16
8.3 Konsentrasjon og avsetning på større avstand	16
9 VIRKNING AV NITROGENTILFØRSEL	17
10 FRAMTIDIGE UNDERSØKELSER	18
10.1 Mål	19
10.2 Meteorologi	19
10.2.1 Kontinuerlige målinger ved bakken	19
10.2.2 Vertikalprofiler av vind, turbulens og temperatur ..	19
10.2.3 Blandingshøyder fra radiosondedata, Ørlandet	20
10.3 Luftkvalitet	20
10.3.1 NO _x -målinger	20
10.3.2 Ozon målinger	20
10.3.3 Andre luftforurensninger	21
10.4 Gassanalyser	21
10.5 Modellberegninger	21
10.6 Tidsplan	22

11	KONKLUSJON	22
12	REFERANSER	23
	VEDLEGG A: Vind-data, midt-Norge	25
	VEDLEGG B: Gass-skyens høyde over bakken	35
	VEDLEGG C: Luftkvalitetsdata	
	VEDLEGG D: Estimerte maksimal-konsentrasjoner av NO ₂ i bakkenivå (midlet over 1 h)	

GASSFYRT KRAFTVERK I ORKANGER. VURDERING AV LUFTFORURENSNINGENE

1 INNLEDNING

I forbindelse med planer for bygging av et gassfyrt varmekraftverk i Orkanger er Norsk institutt for luftforskning (NILU) bedt av A.R. Reinertsen rådgivende ingeniørfirma å vurdere utslippene til luft.

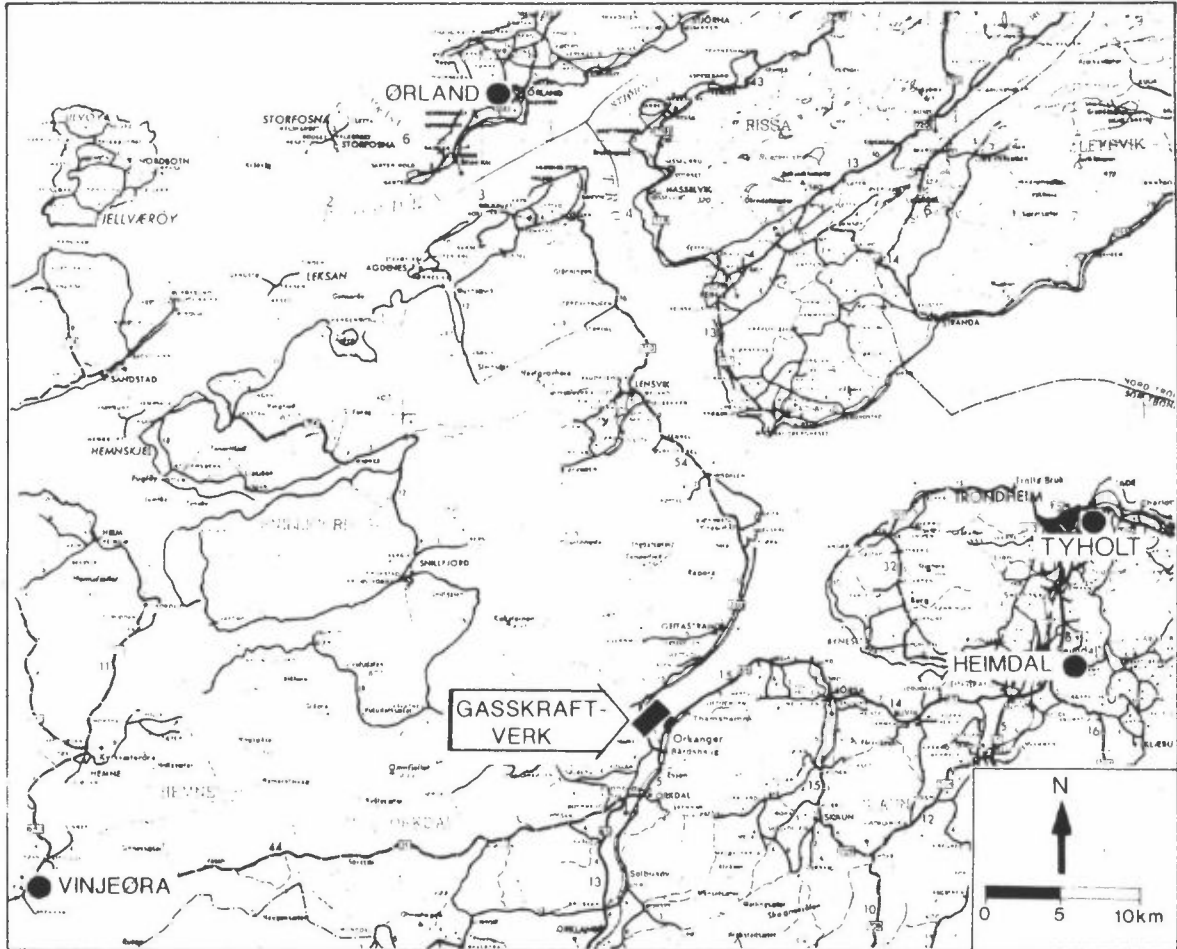
Denne foreløpige utredningen er utført på kort tid og er basert på foreliggende data om meteorologiske forhold, målinger av luft- og nedbørkvalitet fra det landsomfattende overvåkningsprogrammet, samt tidligere undersøkelser utført ved NILU. Behovet for videre undersøkelser er skissert i et eget kapittel.

På grunn av den korte tidsfristen har det ikke vært mulig å gå i detaljer i denne utredningen.

2 LOKALISERING

Gasskraftverket er tenkt plassert innerst i Orkdalsfjorden, 1 km vest for Thamshavn. Orkdalen og Orkdalsfjorden er tydelig kanalisert mot nordøst og mot sør-sørvest. Nordover går det en bratt åsrygg opp fra fjorden til en høyde av 5-600 m bare noen kilometer fra byggestedet. I øst går terrenget opp i ca. 400 m. Sørvest for verket ligger den 300 m høye Usthammaren (Svartheia og Kvitsberget) som deler dalføret i to; Orkdalen som går mot sør-sørvest mot Løkken og dalen langs Skjenaldelva sørvestover mot Gagnåsvatnet og Hemne i vest. Disse dalførene vil klart påvirke spredningsforholdene, og kan i enkelte tilfeller føre til kanalisering av vinden inn og ut av fjorden og dalene.

Se kartskisse figur 1.



Figur 1: Gasskraftverkets lokalisering og meteorologiske målestasjoner brukt i denne rapporten.

3 GASSKRAFTVERKET

3.1 STØRRELSE

Informasjon om det planlagte gasskraftverkets størrelse er gitt av A.R. Reinertsen i brev av 4.1.88. Kraftverket er tenkt å produsere 700-800 MW elektrisk kraft, og består av to enheter (blokker). Det antas at det er én skorstein på hver blokk som består av to gassturbiner og én dampturbin.

Bygningene er oppgitt å være 25-30 m høye og ca. 60 m lange. Bredden er ca. 100 m pr. enhet (blokk). Det er oppgitt 2 avgasskjeler pr. blokk med høyde 25-30 m og typisk bredde/lengde på 10-20 m. Bygningsdimensjonene kan få betydning for valg av skorsteinshøyde.

3.2 UTSLIPP TIL LUFT

Utslippene av nitrogenoksider (NO_x) fra et gasskraftverk representerer antakelig det største problemet for luftkvaliteten. Utslippene skyldes reaksjon mellom N₂ og O₂ i luften på grunn av høy temperatur i brennkammeret. Gassen har meget lavt svovelinhold og antas å inneholde bare små mengder sporelementer. Den er således et renere brensel enn f.eks. olje og kull.

På grunn av de store gassmengdene som skal brennes, produseres det store mengder NO_x. Hvor mye av disse stoffene som slipper ut i atmosfæren er avhengig av utformingen av anlegget.

Det endelige utslippet vil også være avhengig av hvilke krav forureningsmyndighetene stiller til brennerutforming og rensing. A.R. Reinertsen har oppgitt en konsentrasjon i utslippet på:

-
- a) 30 ppm (lav NO_x-brenner)
 - b) 10 ppm (katalytisk rensing)

Etter tidligere diskusjoner om NO_x-innhold i avgassene fra et gasskraftverk, er det realistisk å anta en konsentrasjon på 30 ppm. Dette vil gi følgende utslippsdata:

Avgassmengde	: 1700-1900 kg/s ($4.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \text{ N/h}$)
Utslippstemperatur	: 100 ⁰ C
Utslippsmengde (30 ppm):	290 kg/h (som NO ₂)
(10 ppm):	100 kg/h (som NO ₂)
Skorsteinsdiameter	: 7.2 m (pr. skorstein av 2)
Utslippshastighet	: 25 m/s

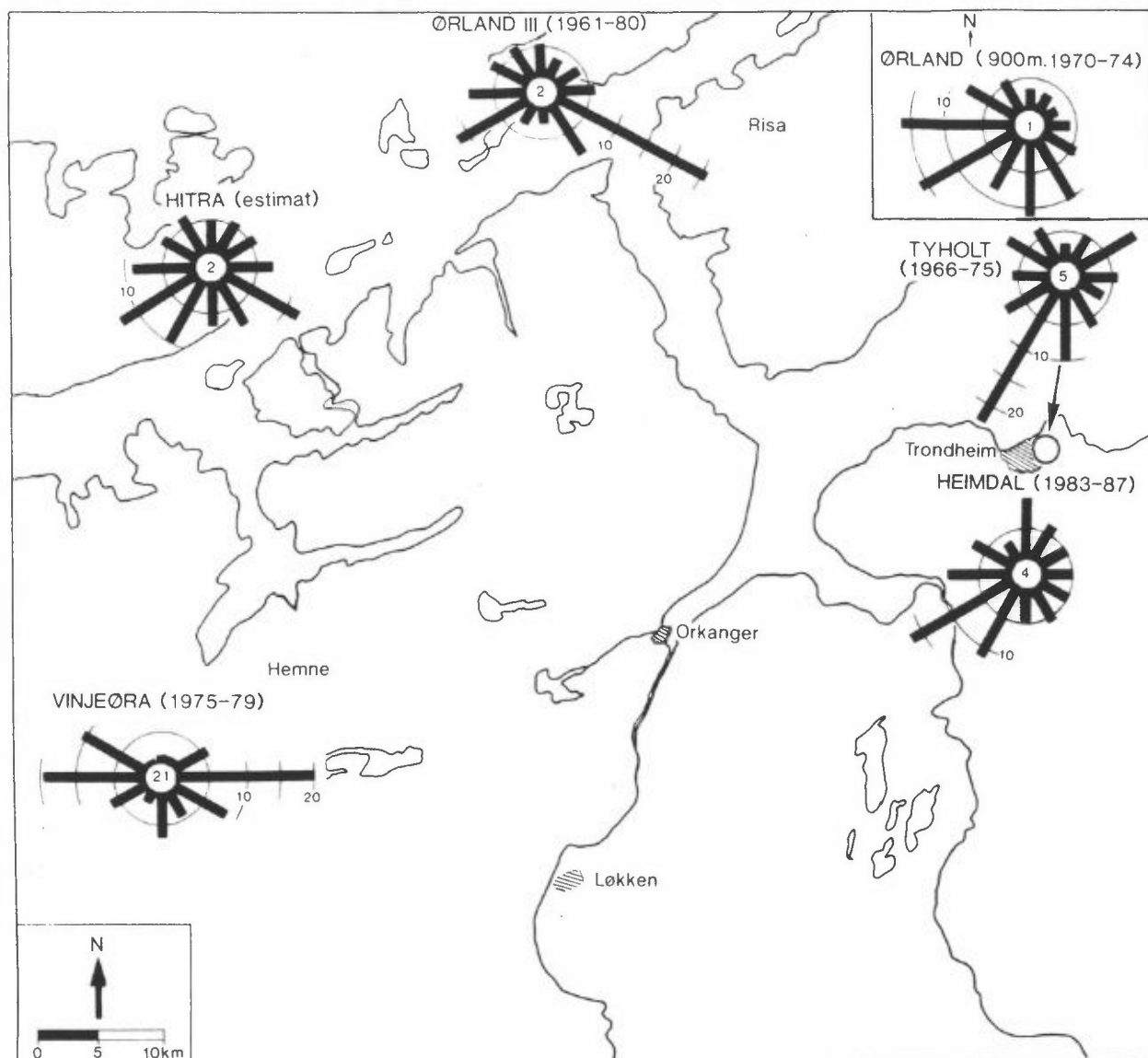
Utslipp av andre komponenter enn NO_x til luften (SO₂, CO, CO₂, HC, sot og sporelementer) er ikke vurdert i denne rapporten. Utslippsmengdene er vanligvis små, men da avgassmengden er svært stor, bør totalutslippet av sporelementer (som HCl, Cd ...) kvantifiseres. Innledende analyser av gass fra Nordsjøen har vist at innholdet av elementer i naturgass kan variere sterkt fra ett reservoar til et annet.

4 METEOROLOGISKE DATA

Meteorologiske data fra Det Norske Meteorologisk Institutt's klimastasjoner (Andresen 1979, 1983), og fra NILUs tidligere målinger (Schjoldager, 1985; Sivertsen, 1987) er brukt til å estimere vind og transportretninger for avgassene fra et gassfyrt kraftverk i Orkanger.

De relevante dataene er presentert i vedlegg A og gjengitt som vindrosen i figur 2.

Vindrosene i figur 2 viser at de fleste observasjonene er påvirket av lokale kanaliseringseffekter. Dette vil også være tilfellet for lave utslipp i Orkdalen. Tidligere beregninger av røykskyen fra et gasskraftverk har vist at skyens høyde over bakken vanligvis vil være flere hundre meter, på grunn av de store avgassmengdene og varmemengdene som slippes ut i atmosfæren (Berntsen et al., 1987; Gotaas et al., 1987) (se vedlegg B).



Figur 2: Årsmidlete vindroser fra relevante observasjoner i midt-Norge.

Vind observert fra radiosonder over Ørlandet i perioden 1970-74 viser at vinder fra omkring sørvest (SV_{+45}°) er dominerende over Trøndelag. Høydevind fra vest (V_{+15}°) og vest-sørvest forekom oftest. Totalt blåste det i 36% av tiden bare i denne 60 grader-sektoren.

Vindobservasjonene på Heimdal viser en retningsfordeling som ligger mellom fordelingen på 900 m nivå over Ørlandet og observasjoner på

Tyholt i Trondheim. Vindfordelingen på Heimdal ligner også på en tidligere estimert fordeling for Trondheimsleia (Hitra), med noe hyppigere vind fra sørvest og noe sjeldnere fra sørøst på Heimdal.

Med tanke på den dominerende retningen av Orkdalen og Orkangerfjorden er det rimelig å anta av vindfordelingene observert ved Heimdal og Tyholt er representative for transporten av gass-skyen fra et gasskraftverk i Orkanger.

På årsbasis er sannsynligheten for vind fra omkring sørvest (225°) ca. 30%. I vinterhalvåret og om natta (hele året) er sannsynligheten for vind fra omkring sørvest mot Trondheim og Trondheimsfjorden (225°) hele 50%. Om sommeren blåser det i gjennomsnitt over hele døgnet i ca. 22% av tiden pålandsvind (fra nordlig kant). På dagtid om sommeren er denne frekvensen over 40%. Disse dagsituasjonene kan være kritiske for høye belastninger av nitrogen dioksid i bakkenivå innover Orkdalen mot Fannrem, Orkland og Løkken.

5 BAKGRUNNSNIVÅ AV FORURENSNINGER

5.1 LUFTKVALITETEN

Det har til denne utredningen ikke foreligget målinger av luftkvalitet i Orkanger eller Orkdalen. De nærmeste kjente målingene er fra området rundt et avfallsforbrenningsanlegg ved Heimdal.

I en klassifisering av luftforurensninger i byer og tettsteder (Hagen og Schjoldager, 1986) er det for Orkanger-Thamshavn angitt et område hvor det er forventet luktplage. Andre luftforurensningskomponenter er ikke vurdert.

Målinger av luftkvalitet ved Heimdal før oppstart av et avfallsforbrenningsanlegget (Schjoldager, 1985), har vist at luftkvaliteten med hensyn til SO_2 er nær den som måles på bakgrunnstasjoner. Området synes ikke å være påvirket av lokale kilder.

Informasjon om NO_2 -konsentrasjoner ved Heimdal eller omkring Orkdalen foreligger ikke. Ved Brattøra i Trondheim var middelkonsentrasjoner av

NO₂ i 1986 43 µg/m³. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 96 µg/m³ (SFT, 1987). NO₂-nivået i 1. kvartal 1987 var omtrent det samme som 1986 (Hagen, 1987).

Bakgrunnsnivået av ozon er avgjørende for NO₂-dannelsen i atmosfæren. Data for ozon-konsentrasjoner innenfor de nærmeste 100 km fra Orkanger finnes ikke.

Den nærmeste målestasjonen for ozon ligger ved Høylandet i Nord-Trøndelag. Ozon-målinger kom igang høsten 1987, i forbindelse med en landsomfattende overvåking av luftkvalitet og skogskader. Disse målingene har vist at ozon-konsentrasjonen i høst- og vintermånedene har vært oppe i 70-75 µg/m³, både i oktober, november og desember 1987. Det er forventet at ozon-konsentrasjonene kan bli høyere i vår- og sommermånedene.

5.2 NEDBØRKVALITET

Nedbørkvalitet har vært målt på norske bakgrunnstasjoner siden 1970. De siste års data har vist at tilførselen av sulfat og nitrat sør for Dovre har vært tilnærmet uforandret, med en tendens til en svak økning mot øst og nordøst i Sør Norge. Trajektorie-analyser tyder på at denne stigningen kan ha sammenheng med at disse målestedene fikk nedbør med luft fra Øst Europa oftere enn ellers i Sør Norge.

Konsentrasjonen av nitrat i nedbøren over Trøndelag er ca. 1 mg N/l. Ammoniuminnholdet har vært økende siden i 1970-årene på grunn av økte ammoniakkutslipp i Europa. Innholdet av sterk syre målt ved pH-verdi var i 1986 omkring 4,9. Ved målestasjonen Kårvatn i Møre og Romsdal har pH-verdien vist en økende tendens fra 1979-83 og deretter igjen svak avtaking.

Konsentrasjonene av sulfat, nitrat og ammonium har vært nær konstant ved Kårvatn i perioden 1980-87 (se vedlegg C).

5.3 VANNKVALITET, FORSURNING

En undersøkelse av 1005 innsjøer i Norge i 1986 (SFT, 1987b) viser at graden av forsurening i Trøndelag er liten. Bare to vann på Fosenhalvøya, nord for Orkanger, viste pH-verdier lavere enn 5.5. De øvrige undersøkte innsjøene i Trøndelagsfylkene viste pH-verdier over 5.5.

6 MILJØKONSEKVENSER AV NO_x UTSLIPP

Av nitrogenoksidene representerer NO₂ de alvorligste miljøpåvirkningene. For NO₂ er det satt opp grenseverdier for utslipp og konsentrasjoner i luften omkring utslippet.

6.1 GRENSEVERDIER FOR NO₂

Norske forslag til grenseverdier for NO₂ er utarbeidet av en arbeidsgruppe nedsatt av Statens forurensningstilsyn (SFT, 1982). Verdiene gitt i tabellen nedenfor, tar spesielt hensyn til helsevirkninger:

Stoff	Midlingstid		
	1 h	24 h	6 mndr.
NO ₂ (µg/m ³)	200-350	100-150	75

I forslaget til grenseverdier er det lagt inn en "sikkerhetsfaktor" 3 til 5 med tanke på å forhindre negative virkninger på planter. SFT har tidligere satt som krav at et enkelt anlegg som gasskraftverk ikke skal bidra med mer enn 50% av grenseverdien, og grenseverdiene skal ikke overskrides i noen del av nedslagsområdet.

6.2 HELSE- OG MILJØVIRKNINGER AV NO₂

Nitrogenoksid er en rødbrun gass som i store konsentrasjoner virker sterkt irriterende på luftveisystemet, selv ved korte eksponeringstider. Lee (1980) har rapportert en rekke undersøkelser på dyr og mennesker, for å kunne gi et grunnlag for fastsetting av grenseverdier. Det er ikke rapportert om skader på andre organer enn luftveisystemet.

Eksponering til lavere konsentrasjoner av NO₂ over lengre tid kan skape problemer. Særlig utsatt er personer med astma eller kronisk bronkitt. Fra områder hvor 10% av døgnlig timesmaksimum var over 815 µg/m³, er det rapportert et økt antall luftveisinfeksjoner og økt pustemotstand (Shy et al., 1970).

Forsøk med eksponering av mennesker under kontrollerte betingelser er overveiende utført på friske, voksne individer. Slike undersøkelser viser at eksponering i 10-15 min. mellom 1000 og 2000 µg/m³ eller mer, kan føre til økt motstand i luftveiene. NO₂ sammen med andre forurensningskomponenter som ozon, svevestøv og SO₂ har ført til sterkere effekter enn om NO₂ opptrer alene.

Plantenes fotosyntese blir redusert ved NO₂-eksponering. Dette kan føre til forandring i plantesammensetningen i biotopen, slik at de mest hardføre overtar på bekostning av de mest følsomme. Dette er også tilfellet ved eksponering for ozon.

Forsøk på erteblomst og havre i Canada har vist at grenseverdien for synlig skade på de mest følsomme plantene var 100-200 µg NO₂/m³ når svoveldioksid (SO₂) var tilstede i samme mengde (Legge et al., 1980).

Beregninger av konsentrasjoner ved utslipp fra et gasskraftverk, samt kravet til luftkvalitet ved utformingen av utslipp og skorsteiner vil sikre at bakkekonsentrasjonene vanligvis ligger langt under effektgrensene.

Svoveldioksid slippes ut fra fyringsanlegg og fra industri i Orkdalen og ved Thamshavn. Bakkekonsentrasjonene av SO₂ vil avhenge av hvordan SO₂ slippes ut (over tak, gjennom skorstein eller spredt over større

arealer). En kan ikke se bort fra en samvirkning av SO_2 og NO_2 i enkelte spesielle meteorologiske situasjoner.

7 TRANSPORT OG SPREDNING AV LUFTFORURENSNINGER

Det er foretatt beregninger av transport og spredning av avgassene fra andre planlagte gasskraftverk i Norge (Sivertsen, 1986; Berntsen et al., 1987; Knudsen, 1987; Sivertsen, 1987). Disse beregningene har vist at røykløftet, som skyldes avgassenes utslippshastighet og varmeoverskudd i forhold til luften i omgivelsene, er betydelig. Dessuten synes våtavsetningen i nedbør av nitrat å være den prosessen i atmosfæren som fører til de største avsetningene.

7.1 RØYKLØFT

Røykløftet kan føre til at røykskyen transporteres 2 til 10 ganger høyere opp i atmosfæren enn skorsteinshøyden. Dette kan igjen gi bakkekonsentrasjoner i nærområdet på bare en prosent av situasjonen der røykløftet neglisjeres. Vedlegg B illustrerer dette forholdet. Røykløftet blir minst ved sterk vind eller i tilfeller der det er stabil sjikting (inversjoner) i atmosfæren.

7.2 SKORSTEINSHØYDE OG BYGNINGSTURBULENS

Dersom den effektive skorsteinshøyden blir for lav i forhold til bygningene i området, kan det oppstå røyknedslag til bakken i nærområdet omkring utslippet. Dette skjer på grunn av turbulens som genereres mekanisk rundt bygningsmassen i tilfeller med sterk vind.

Beregninger utført for tidligere planlagte gasskraftverk har vist at hvis skorsteinen bygges omlag dobbelt så høy som bygningene omkring, vil en unngå slik bygningsturbulens. Ved kraftverket i Orkanger er det planlagt 2 blokker med halvparten av avgassmengden i hver skorstein. Ut fra betraktninger om bygningsturbulens kan det være tilstrekkelig med 60 m høye skorsteiner. Fordi også de topografiske forholdene er kompliserte, har vi i de videre beregningene antatt 80 m høye skorsteiner, uten at dette får vesentlig betydning for resultatene av disse vurderingene.

7.3 TOPOGRAFISKE EFFEKTER

Gasskraftverket i Orkanger skiller seg fra de tidligere vurderinger, ved at topografien i de nærmeste kilometrene fra utslippet er betydelig mer komplisert. Det kan forekomme tilfeller i sterk vind spesielt fra nordlig kant, der sterk turbulens bak de bratte åssidene i nord kan føre til at røykskyens høyde reduseres betydelig. Selv om ikke direkte "røyknedslag" vil forekomme i disse situasjonene, vil bakkekonsentrasjoner som kort-tidsmidler bli høyere enn over flatt homogent terreng.

7.4 RØYKNEDSLAG (SOMMER-SITUASJON)

De meteorologiske dataene viser at vinden på dagtid om sommeren ofte blåser fra nordlig kant. I flere av disse tilfellene (2.3% av tiden ved Heimdal) er vindhastigheten i bakkenivå over 4 m/s. Disse situasjonene opptrer vanligvis på varme sommerdager med sjøbris (pålandsvind) over Sør-Trøndelag. Avgassene vil blåse innover Orkdalen, og på grunn av instabilisering av luften over land, kan røyknedslag, og derpå følgende høye bakkekonsentrasjoner forekomme. På grunn av kort tid for denne utredningen har det ikke vært mulig regne nærmere på konsenkvenser av slike situasjoner.

8 SPREDNINGSBEREGNINGER

Det er mulig å beregne konsentrasjoner og avsetning (tørr og våt) av nitrogenforbindelser som resultat av utslipp fra et gassfyrte varmekraftverk. På grunn av den korte tiden for denne utredningen, har det ikke vært mulig å legge inn aktuelle meteorologiske data, samt kjemiske reaksjoner og avsetningsmekanismer i våre estimat.

Vi har imidlertid, foretatt enkle estimat av forventete bakkekonsentrasjoner av nitrogendioksid (NO_2) forutsatt at alle nitrogenoksidene foreligger som NO_2 .

Det er antatt at kraftverket bygges i to blokker med én skorstein på hver blokk. Som diskutert i kapittel 7 har vi antatt 80 m høye skorsteiner. Resultater er presentert i vedlegg D.

8.1 MAKSIMALE TIMESMIDDELKONSENTRASJONER, FLATT TERRENG

Det er vanlig å anta flatt, homogent terreng i estimat av maksimale timesmidlele bakkekonsentrasjoner. Resultat av beregninger er vist som heltrukne linjer i figur 1.

For 30 ppm NO_x i avgassene vil maksimalkonsentrasjonene i bakkenivå i nærområdene (ca. 2-3 km) fra verket komme opp i 20 µg/m³. Dette er bare 20% av antatt tillatt konsentrasjon.

8.2 TOPOGRAFIENS INNFLYTELSE PÅ BAKKEKONSENTRASJONENE

Hvis en tar hensyn til de topografiske forholdene rundt Orkanger kan modellene gi bakkekonsentrasjoner på over 100 µg NO₂/m³ i avstander på 1 til 5 km, avhengig av de atmosfæriske stabilitetsforholdene. Det er da antatt 30 ppm NO_x i utslippet Rødhammeren, øst for Bårdshaug ligger 360 m o.h. og 2-3 km fra utslippet. Ved lett stabil sjikting ca. 2 m/s vind fra nordvest kan bakkekonsentrasjonene bli mellom 100 og 200 µg/m³, mens en ved nøytral sjikting og 6-10 m/s vind kan f konsentrasjoner på rundt 70 µg/m³. Det er da antatt at alle nitrogenoksidene foreligger som NO₂ og at åsryggen reduserer røykfanens høyde over terrenget med 150 m. Begge antagelsene antas å gi for høye estimat av NO₂-konsentrasjonene.

Likevel må det presiseres at dette er forhold som bør studeres nærmere i området. Vi har ikke tatt hensyn til røyknedslag i en sjøbris-situasjon.

8.3 KONSENTRASJON OG AVSETNING PÅ STØRRE AVSTANDER

Beregninger av konsentrasjoner og avsetning av nitrat på større avstander fra gasskraftverket er ikke foretatt på grunn av tidsnød. Til slike beregninger må det brukes en såkalt mesoskalamodell hvor også kjemiske reaksjoner og avsetningsmekanismer er tatt med. Denne modellen krever informasjon om aktuelle meteorologiske forhold i området samt bakgrunnsverdier av ozon-konsentrasjoner. Dessuten må vi for å vurdere våtavsetning ha data om nedbør som funksjon av vindretninger.

Tidligere beregninger har vist at bidraget til NO_2 -konsentrasjonene på avstander som svarer til områder rundt Trondheim sannsynligvis blir mindre enn $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksimalavsetningen av nitrat innenfor ca. 50 km fra kraftverket blir mindre enn $0.2 \text{ g}/\text{m}^2$ pr. år. Dette er av samme størrelsesorden som avsetningen av nitrat i området i dag.

Det er behov for å foreta mer nøyaktige beregninger av disse forholdene, før endelige konklusjoner kan trekkes.

9 VIRKNING AV NITROGENTILFØRSEL

Nitrogenoksider vil etter oksidasjon ved reaksjon med ozon og andre oksidanter avsettes på vegetasjon og andre overflater ved tørravsetning og i nedbør. Dette vil komme som et tillegg til nitrat i nedbør og tørravsetning av nitrogenforbindelser som vesentlig skrives seg fra langtransporterte luftforurensninger. I Sør-Trøndelag er den årlige tilførsel av nitrat-nitrogen i nedbøren av størrelsesorden $0.1 \text{ g N}/\text{m}^2$ pr. år og tilførselen av ammonium-nitrogen i nedbøren er på samme nivå. Denne tilførselen av bundet nitrogen har først og fremst betydning som plantenæringsstoff, men kan også påvirke avrenningsvannets ioneinnhold, og føre til forsuring.

En lang rekke observasjoner i små nedbørfelt i Sør-Norge (Overrein et al, 1980) viser at det aller meste av det nitrat-nitrogen og ammonium-nitrogen som tilføres med nedbøren, holdes tilbake av vegetasjonen og jordsmonnet i feltene. Dette gjelder også under snøsmelting om våren, fordi smeltevannet under slike forhold også er i kontakt med det øverste jordlaget.

Det er formulert en rekke modeller for jordforsuring og virkning av atmosfærisk tilførsel av S- og N-forbindelser på avrenningsvannet. Særlig for nitrogen-forbindelsene er sammenhengen kompliserte, siden vi her har mulighet for reduksjon og oksidasjon, endring av vegetasjonens vekstbetingelser, nedbryting og oppbygging av organisk materiale og dermed ionebytterkapasitet og basemetning i jorda, osv.

Ser vi bort fra disse mer subtile endringene, er det bare dersom økt tilførsel av nitrogen fører til økte konsentrasjoner av nitrat i avrenningsvannet, at dette vil få noen betydning for surheten i elver og bekker, eller påvirke utvaskingen av basekationer fra jordsmonnet. Tilført nitrogen kan tas opp i vegetasjonen, akkumuleres i jordsmonnet, eller avgis til atmosfæren igjen etter denitrifikasjon til NO , N_2O eller N_2 , uten at dette fører til jord- eller vannforsuring. En kjemisk massebalanse vil se slik ut:

$$((\text{NO}_3\text{-N}) + (\text{NH}_4\text{-N}))_{\text{avrenning}} = (\text{N}_{\text{tilført}} - \text{N}_{\text{akkumulert}} - \text{N}_{\text{denitrifikasjon}})$$

Dette resonnementet innebærer at et område kan tåle et visst nedfall i g/m^2 år uten at dette gir påviselige skader, og uten at det er nevneverdig avrenning av nitrat til bekker og vannforekomster.

En økning av nitrogentilførselen over de fleste områdene i Sør-Trøndelag vil sannsynligvis ha en viss, men relativt liten, betydning som plantenæringstilskudd. Tilførselen vil bare være ca. 10% av den naturlige (årlige) nitrogenomsetningen i skog og utmark. Mulighetene for at dette nedfallet alene skal føre til økt forsuring er små.

10 FRAMTIDIGE UNDERSØKELSER

Denne rapporten, som inneholder vurderinger av luftutslippene fra et gasskraftverk i Orkanger, er utført med en meget kort tidsfrist.

For å utføre de nødvendige beregningene for en vanlig konsekvensanalyse, er det pekt på en rekke mangler i datagrunnlaget. Det bør foretas undersøkelser og målinger i området, beregninger av konsentrasjoner og avsetning på alle skalaer bør foretas og analyser av den aktuelle rågassen bør utføres. Nedenfor følger en skisse av en slik undersøkelse.

10.1 MÅL

Målet med den videre undersøkelsen for et gasskraftverk i Orkanger blir å fremskaffe, tilrettelegge og bearbeide data for en konsekvensanalyse. Dessuten må det foretas nødvendige kjemiske analyser og spredningsberegninger.

10.2 METEOROLOGI

10.2.1 Kontinuerlige målinger ved bakken

Det bør foretas kontinuerlige målinger av lokale vindforhold, turbulens og stabilitet nær det planlagte byggestedet i Orkanger. Disse målingene kan foretas langs en 36 m mast ved hjelp av en automatisk værstasjon. Kontinuerlig registrering av nedbør og nedbørintensitet bør også inkluderes, for å ha data om samvariasjonen mellom nedbør og vindretning. Målingene bør strekke seg over ett år for å gjenspeile årstidene. Representativiteten av måleperioden kan studeres ved hjelp av data fra nærliggende klimastasjoner.

10.2.2 Vertikalprofiler av vind, turbulens og temperatur

Røykskyen fra et gasskraftverk befinner seg vanligvis flere hundre meter over bakken. Det bør derfor i perioden foretas undersøkelser av vind og temperaturprofiler med høyden. Det er to måter å fremskaffe disse dataene på:

- a) Kontinuerlige målinger av vind- og turbulens ved hjelp av en doppler-sodar (et ekkolodd for atmosfæren).
- ~~b) Radiosondeoppstigninger (med ballong) i utvalgte perioder fra det planlagte byggestedet.~~

Den ene metoden utelukker ikke den andre, idet en kombinasjon av sodar- og sonde-data vil gi det beste bilde av de aktuelle spredningsforholdene.

10.2.3 Blandingshøyder fra radiosondedata, Ørlandet

Det er mulig å foreta en spesiell bearbeiding av historiske radiosondedata fra Ørlandet værstasjon. Dette kan gi et utsagn om blandingshøyder i atmosfæren (temperaturprofil) og høydevind. Representativiteten av denne stasjonen for Orkanger-området er uviss. Dessuten foreligger det bare data for kl 00 og kl 12 GMT.

10.3 LUFTKVALITET

10.3.1 NO_x-målinger

For kartlegging av det eksisterende nivå av NO_x i områdene omkring det planlagte kraftverket, bør minst én målestasjon opprettes. Det bør da primært måles i et område hvor det kan forventes belastning i framtiden og hvor det bor folk. Om sommeren foreslås det opprettet en målestasjon i området Bårdshaug-Fannrem sør for kraftverket.

Supplerende målinger av NO_x fra fly bør foretas i utvalgte perioder. Dette vil gi informasjon om den romlige fordelingen vertikalt og horisontalt og kan gi et mål for betydningen av utslipp fra byer og tettsteder i området.

10.3.2 Ozon-målinger

Bakgrunnsmålinger av ozon-nivået bør foretas ved NO_x-stasjonen angitt ovenfor. Disse målingene bør som et minimum strekke seg over 3 sommermånedder.

Også for ozon bør det foretas flymålinger i utvalgte perioder. Dette kan si noe om sammenhengen mellom kontinuerlige målinger av ozon, som er igang ved Høylandet i Nord Trøndelag, og nivået i Orkanger-Trondheimsområdet.

10.3.3 Andre luftforurensninger

Det bør foretas en inventering (utslippskartlegging) av øvrige forurensninger fra fyring, industri og trafikk i områdene omkring Orkanger. Denne informasjonen kan legges inn i enkle spredningsmodeller for å estimere forventet bakgrunnsnivå.

10.4 GASSANALYSER

Innledende analyser av gass fra Nordsjøen tyder på at det kan forekomme målbare mengder av både tungmetaller og andre elementer i gassen, og at nivåene kan variere sterkt fra ett reservoar til et annet.

Det foreslås derfor at et antall prøver av rikgass (og rengass) analyseres ved induktiv-koplet-plasma kombinert med massespektrometri (ICP-MS). Prøvetakingen må spesifiseres nøye, idet prøvetakingseffektiviteten i tidligere analyser har vært et problem.

10.5 MODELLBEREGNINGER

Det er i forbindelse med tidligere gasskraftverk-utredninger utviklet en spesiell meso-skalamodell med nitrogenkjemi og avsetningsmekanismer. Denne modellen krever aktuelle timevise meteorologiske data, samt bakgrunns-ozonkonsentrasjoner.

Det foreslås at en etablerer en database for slike spredningsberegninger for hver årstid, og at beregninger utføres for det aktuelle gasskraftverket planlagt i Orkanger, etterhvert som slike data foreligger.

Til disse beregningene er det aktuelt å oppdatere utslippstallene og estimere krav til minimum skorsteinshøyde.

10.6 TIDSPLAN

Aktuelle målinger i felt kan neppe komme igang i området før utpå våren 1988. Det er viktig at et omfattende måleprogram gjennomføres i løpet av sommermånedene.

De første beregningene kan da gjennomføres den påfølgende høst. Presentasjon og statistisk bearbeiding av foreliggende data (Ørlandet, Heimdal etc.) kan forberedes parallellt med målingene.

11 KONKLUSJON

På den korte tiden som har vært til rådighet for denne utredningen har det ikke vært mulig å foreta detaljerte beregninger av konsekvensene av utslipp til luft fra et planlagt gasskraftverk i Orkanger. Følgende slutninger kan likevel trekkes:

- Bakkekonsentrasjonene av NO_2 , med de forutsetningene vi har lagt til grunn (80 m skorstein, 2 blokker, 30 ppm i utslippet), kan i enkelte kritiske situasjoner i korte perioder, på grunn av topografiske effekter komme opp mot grenseverdiene angitt av SFT. Disse forholdene bør imidlertid studeres nærmere.
- Økningen av NO_2 -konsentrasjonen over Trondheim, som ligger i mest belastede sektor og som har en relativ høy bakgrunnsbelastning i trafikkerte områder, vil bli liten. Her bør det foretas ytterligere beregninger.
- Avsetningen av nitrat kan i maksimalsonen føre til en fordobling i forhold til dagens bakgrunnsdeposisjon (som er lav).
- ~~Virkningen av den økte nitrogentilførselen vil sannsynligvis bli minimal.~~

Det er foreslått et program for videre undersøkelser med mål å komme fram til et grunnlag for en endelig konsenkvensanalyse for utslippene til luft.

12 REFERANSER

- Andresen, L. (1979) Monthly and annual frequencies of concurrent wind forces and wind directions in Western Norway and Trøndelag for the period 1961-75. Oslo, Det norske meteorologiske institutt.
- Andresen, L. (1983) Vindhastigheter og energifordelingen pr. år i tidsrommet 1961-80 for noen utvalgte værstasjoner langs Norskekysten. Blindern, Det norske meteorologiske institutt (Klima 10/83).
- Berntsen, T., Sivertsen, B. og Tønnesen, D.A. (1987) Vurdering av NOx-utslippene fra et planlagt gasskraftverk på Kårstø. Lillestrøm (NILU OR 7/87).
- Gotaas, G., Gram, F., Grønskei, K.E., Haugsbakk, I. og Knudsen, S. (1987) Gasskraftverk i Oslo, Konsekvensanalyse av utslipp til luft. Lillestrøm (NILU OR 69/87).
- Hagen, L.O., og Schjoldager, J. (1986) Klassifisering av luftforurensning i byer og tettsteder. Lillestrøm (NILU OR 39/86).
- Hagen, L.O. (1987) Rutineovervåkning av luftkvalitet 1. kvartal 1987. Lillestrøm (NILU OR 41/87).
- Knudsen, S. (1987) Konsekvenser av utslipp av nitrogenoksider fra planlagte gasskraftverk i Rogaland. Lillestrøm 1987 (NILU rapport i utkast).
- Lee, S.D. (1980) Nitrogen oxides and their effects on health. Ann. Arhor Science.
- Legge, A.H., van Zinderen Bakker, E.M., Peake, E. og Lindsay, D.C. (1980) The oxides of nitrogen, and their interactions in the environment. Alberta, Canadian Petroleum Association.
- Overrein, L.N., Seip, H.M. og Tollan, T. (1980) Acid precipitation - effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980. Oslo (SNSF FR 19/80).
-
- Schjoldager, J. (1985) Spredningsforhold og luftkvalitet, Heimdal, Trondheim, 1983-84. Lillestrøm (NILU OR 80/85).

Shy, C.M., Creason, J.P., Pearlman, M.E., McClain, K.E., Benson, F.B og Young, M.M. (1970) The Chattanooga School Study: Effects of Community exposure to nitrogen dioxide. J. Air Poll. Contr. Ass., 20, 582-588.

Sivertsen, B. (1984) Bearbeiding av vinddata for bruk i planlegging av vindenergi på Vestlandet. Lillestrøm (NILU OR 53/83).

Sivertsen, B. (1986) NO_x-utslipp fra gasskraftverk på Karmøy - Forstudie. Lillestrøm (NILU OR 66/86).

Sivertsen, B. (1987) Vurdering av luftforurensninger ved et planlagt gassfyrte varmekraftverk, Sør-Trøndelag. Lillestrøm (NILU OR 30/87).

Statens forurensningstilsyn (1986) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. Oslo (SFT rapport 256/86).

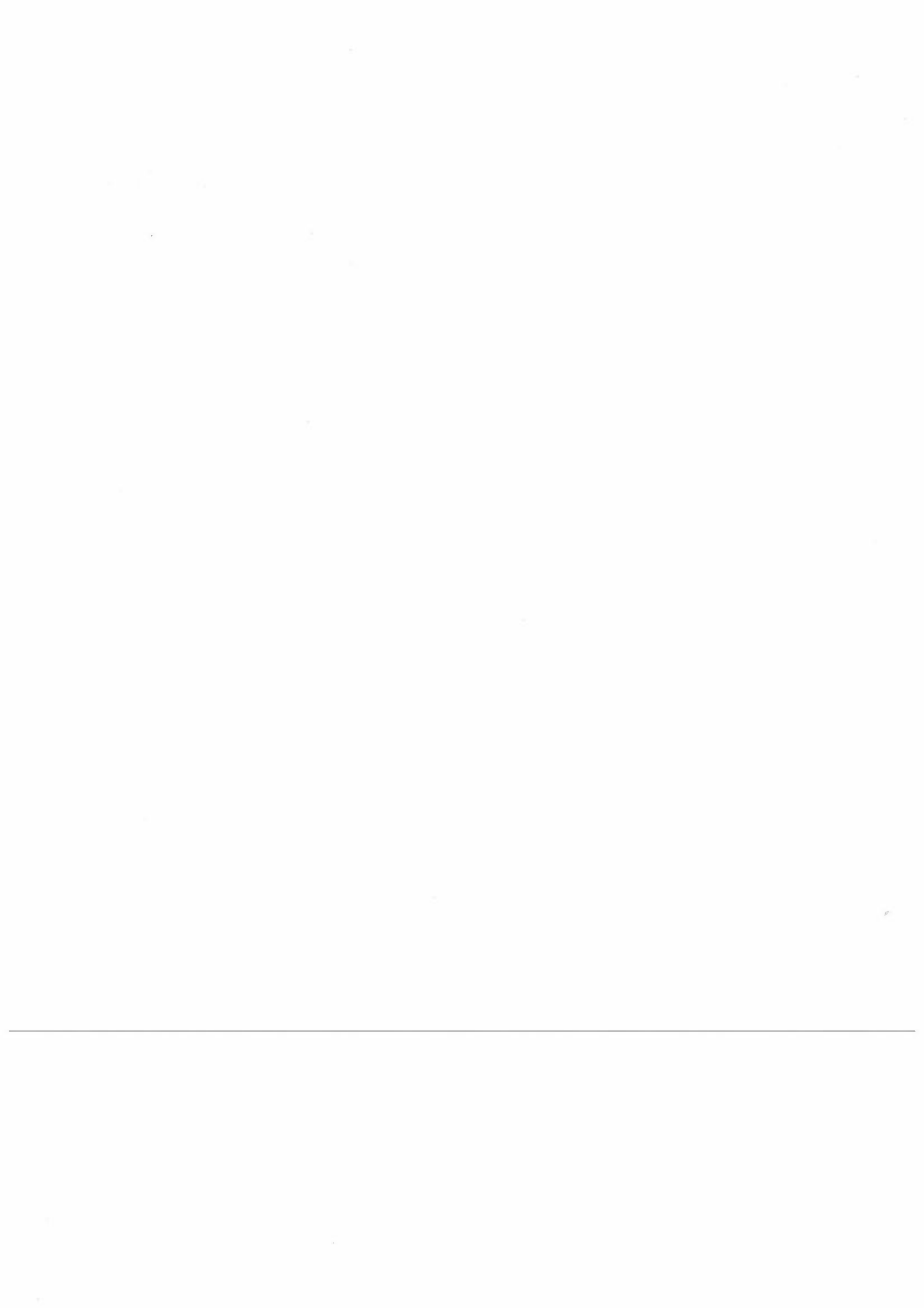
Statens forurensningstilsyn (1987a) Overvåkningsresultater 1986. Oslo (SFT rapport 288/87).

Statens forurensningstilsyn (1987b) 1000-sjøers undersøkelsen 1986. Oslo (SFT rapport 282/87).

Tønnesen, D. (1985) Estimerte vind-forhold i Vallersund, Sør-Trøndelag. Lillestrøm (NILU OR 32/85).

VEDLEGG A

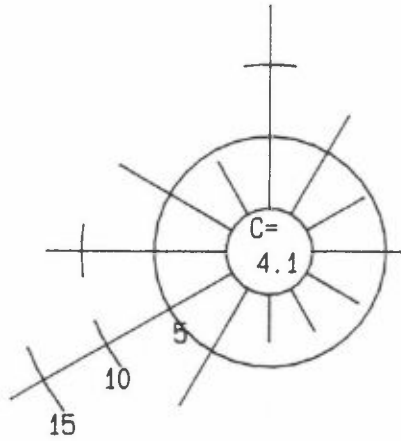
Vind-data
Midt-Norge



VINDROSER HEIMDAL

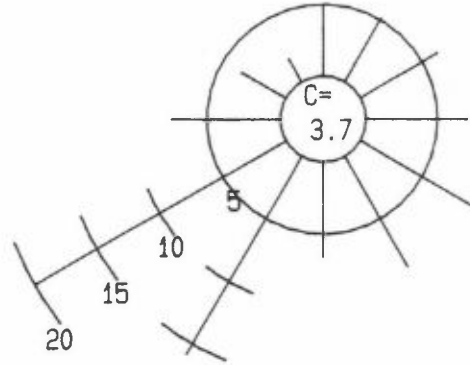
Sommer

1.6.-31.8.86



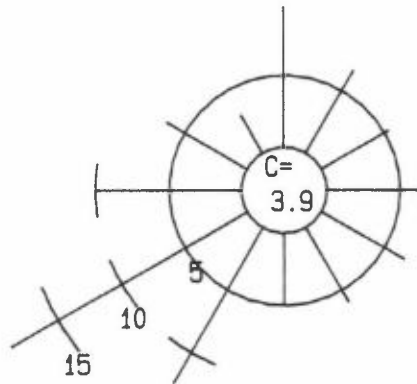
Vinter

1.12.-28.2.87

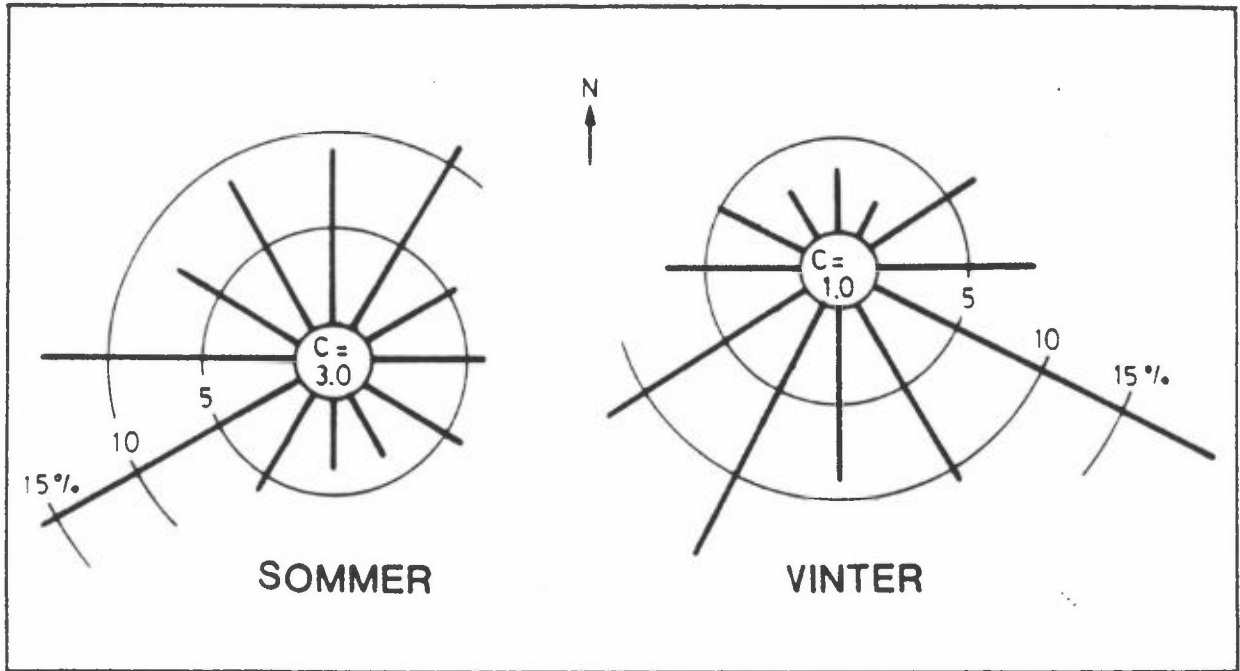


Året

1.6.86-28.2.87

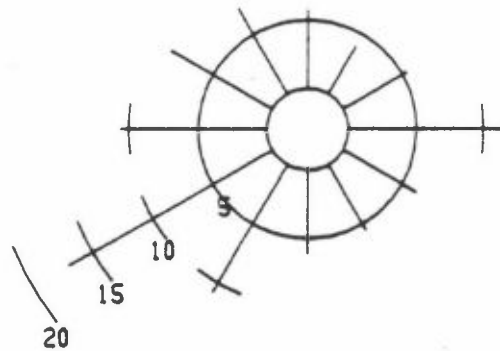
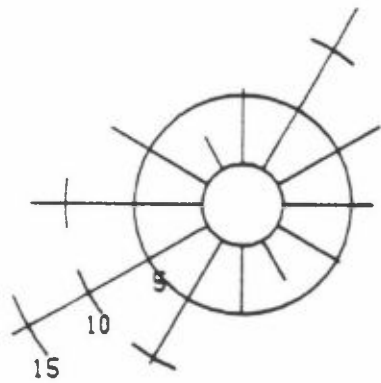


Estimerte vindroser for Trondheimsleia



SKIPHEIA (100M)
1 7 85 - 30 9 85

SKIPHEIA (100M)
1 10 85 - 31 12 85



Vindretningsfordeling midlet over hele året.

Vindretning	Vinje- Øra 1975-79	Ørlandet		Heimdal 36 m 1983-87	Tyholdt Trondheim 1975-79	Hitra estimert
		bakken 1961-80	900 m 1970-74			
30	0.1	3.0	2.6	6.6	4.4	6.5
60	6.0	3.7	2.3	5.3	8.8	6.2
Øst 90	20.1	6.0	3.4	6.6	5.4	7.0
120	8.7	27.8	5.4	6.5	3.1	12.2
150	3.1	9.0	10.8	5.9	5.5	7.0
Sør 180	5.7	2.1	12.8	4.8	11.3	6.7
210	0.1	3.7	8.9	12.4	23.4	10.0
240	6.4	12.9	17.1	18.7	7.8	14.0
Vest 270	15.4	9.7	18.7	10.0	6.6	10.0
300	12.6	7.2	9.6	6.4	8.9	6.3
330	0.1	7.3	5.6	3.0	6.5	6.7
Nord 360	0.6	5.7	4.6	9.7	2.8	6.0
Stille	21.2	1.8	1.6	3.9	5.4	1.5

Vindretningsfordeling sommer og vinter.

Vindretning	SOMMER		VINTER	
	Heimdal 36 m 1983-86	Hitra (estimert)*	Heimdal 36 m 1983-87	Hitra (estimert)*
30	7.9	11.0	5.1	2.0
60	4.5	5.5	6.2	7.0
Øst 90	6.2	6.0	7.1	8.0
120	4.1	6.0	9.23	19.0
150	3.3	4.0	8.8	10.5
Sør 180	3.2	4.5	6.6	9.0
210	9.3	6.5	15.8	14.0
240	17.6	16.0	19.9	12.0
Vest 270	12.4	13.0	7.4	7.0
300	9.0	7.5	3.5	5.0
330	4.2	9.0	1.8	2.5
Nord 360	14.1	9.0	5.0	3.0
Stille	4.1	2.0	3.7	1.0

* Estimert vindfordeling i Trondheimsleia ca. 40 km vest for Orkdalen.

o
Aret

Stasjon : HEINDAL

Periode : 01.06.83 - 28.02.87

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) Vind- retning	Klokkeslett									Vind- rose
	01	04	07	10	13	16	19	22		
30	3.8	4.9	8.1	7.0	8.2	8.2	7.9	5.8	6.6	6.6
60	4.7	4.9	6.6	3.5	4.1	6.1	6.1	6.1	5.3	5.3
90	7.9	8.7	9.0	4.4	3.5	2.3	5.3	9.9	6.6	6.6
120	6.7	6.1	5.5	5.2	6.4	8.2	7.9	4.9	6.5	6.5
150	7.0	5.5	7.8	7.6	5.3	5.6	3.8	7.0	5.9	5.9
180	6.1	4.9	3.8	3.2	6.1	5.6	6.1	5.2	4.8	4.8
210	15.8	14.5	12.7	11.6	8.2	6.1	9.9	14.8	12.4	12.4
240	20.2	23.1	22.0	21.5	16.7	14.0	16.1	22.0	18.7	18.7
270	10.8	8.4	8.7	9.3	9.6	12.0	9.1	7.5	10.0	10.0
300	5.3	4.9	3.5	7.0	9.4	9.4	10.2	4.3	6.4	6.4
330	.9	1.4	2.6	2.0	2.9	6.4	5.6	1.7	3.0	3.0
360	4.1	3.5	6.4	15.4	19.0	14.0	10.2	4.6	9.7	9.7
Stille	6.7	9.2	3.5	2.3	.6	2.0	1.8	6.1	3.9	3.9
Ant.obs	(342)	(346)	(346)	(344)	(342)	(342)	(342)	(345)	(8246)	
Midlere vind m/s	2.1	2.1	2.1	2.6	3.0	2.9	2.6	2.2	2.5	

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

*) Vind- retning	Klasser					Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV				
30	4.2	2.0	.4	.1	6.6	(542)	1.9	
60	4.6	.7	.0	.0	5.3	(437)	1.4	
90	5.7	.8	.1	.0	6.6	(545)	1.3	
120	3.5	1.9	.6	.5	6.5	(539)	2.4	
150	1.7	2.4	1.3	.6	5.9	(489)	3.2	
180	1.4	1.5	1.4	.6	4.8	(399)	3.6	
210	5.1	4.9	1.9	.6	12.4	(1026)	2.7	
240	7.9	7.7	2.1	1.0	18.7	(1544)	2.6	
270	3.0	3.8	2.0	1.2	10.0	(825)	3.3	
300	2.1	2.9	.9	.5	6.4	(524)	3.1	
330	1.6	1.2	.2	.0	3.0	(251)	2.1	
360	3.9	5.2	.5	.0	9.7	(802)	2.3	
Stille					3.9	(323)		
Total	44.7	35.0	11.3	5.0	100.0	(8246)		
Midlere vind m/s	1.2	2.8	4.8	7.5			2.5	

*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

Sommer

Stasjon : HEIMDAL

Periode : 01.06.83 - 31.08.86

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) Vind- retning	Klokkeslett									Vind- rose
	01	04	07	10	13	16	19	22		
30	3.4	3.9	11.2	8.9	9.0	10.7	10.7	6.2	7.9	
60	5.6	3.4	5.6	3.3	2.2	5.1	5.6	4.5	4.5	
90	10.2	11.2	7.8	2.8	.0	1.7	2.8	11.2	6.2	
120	6.2	3.9	4.5	3.3	2.8	2.8	5.1	3.4	4.1	
150	4.5	4.5	3.9	3.9	1.7	1.7	2.8	5.1	3.3	
180	5.1	2.8	2.8	.6	3.9	4.0	3.4	2.2	3.2	
210	16.9	11.2	11.2	8.3	4.5	1.1	4.5	14.6	9.3	
240	19.8	26.3	25.1	18.9	11.8	5.1	12.4	23.6	17.6	
270	11.9	8.4	8.9	13.3	12.4	18.1	13.0	10.7	12.4	
300	4.5	6.1	3.9	8.9	15.7	15.3	16.4	6.2	9.0	
330	1.1	.6	3.4	2.2	3.4	11.3	8.5	2.2	4.2	
360	3.4	3.4	8.4	25.0	32.6	23.2	14.7	3.4	14.1	
Stille	7.3	14.5	3.4	.6	.0	.0	.0	6.7	4.1	
Ant.obs	(177)	(179)	(179)	(180)	(178)	(177)	(177)	(178)	(4280)	
Midlere vind m/s	1.6	1.4	1.8	2.6	3.2	3.2	2.4	1.8	2.2	

VINDSTYRKEKLASSER FORDELTE PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

*) Vind- retning	Klasser					Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV				
30	4.6	2.9	.4	.0	7.9	(340)	2.0	
60	3.7	.8	.0	.0	4.5	(193)	1.4	
90	5.6	.5	.0	.0	6.2	(265)	1.2	
120	2.9	.5	.5	.2	4.1	(176)	1.9	
150	1.3	.9	.7	.4	3.3	(141)	3.1	
180	1.6	.5	.7	.4	3.2	(137)	3.0	
210	5.8	3.1	.4	.0	9.3	(398)	1.9	
240	8.2	7.8	1.4	.3	17.6	(755)	2.3	
270	2.7	6.3	2.5	.9	12.4	(532)	3.2	
300	2.7	5.2	1.1	.0	9.0	(387)	2.7	
330	1.8	2.1	.3	.0	4.2	(179)	2.3	
360	4.2	8.9	.9	.0	14.1	(602)	2.5	
Stille					4.1	(175)		
Total	45.2	39.6	9.0	2.1	100.0	(4280)		
Midlere vind m/s	1.2	2.8	4.7	7.0			2.2	

*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor

Vinter.

Stasjon : HEIMDAL

Periode : 01.12.83 - 28.02.87

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

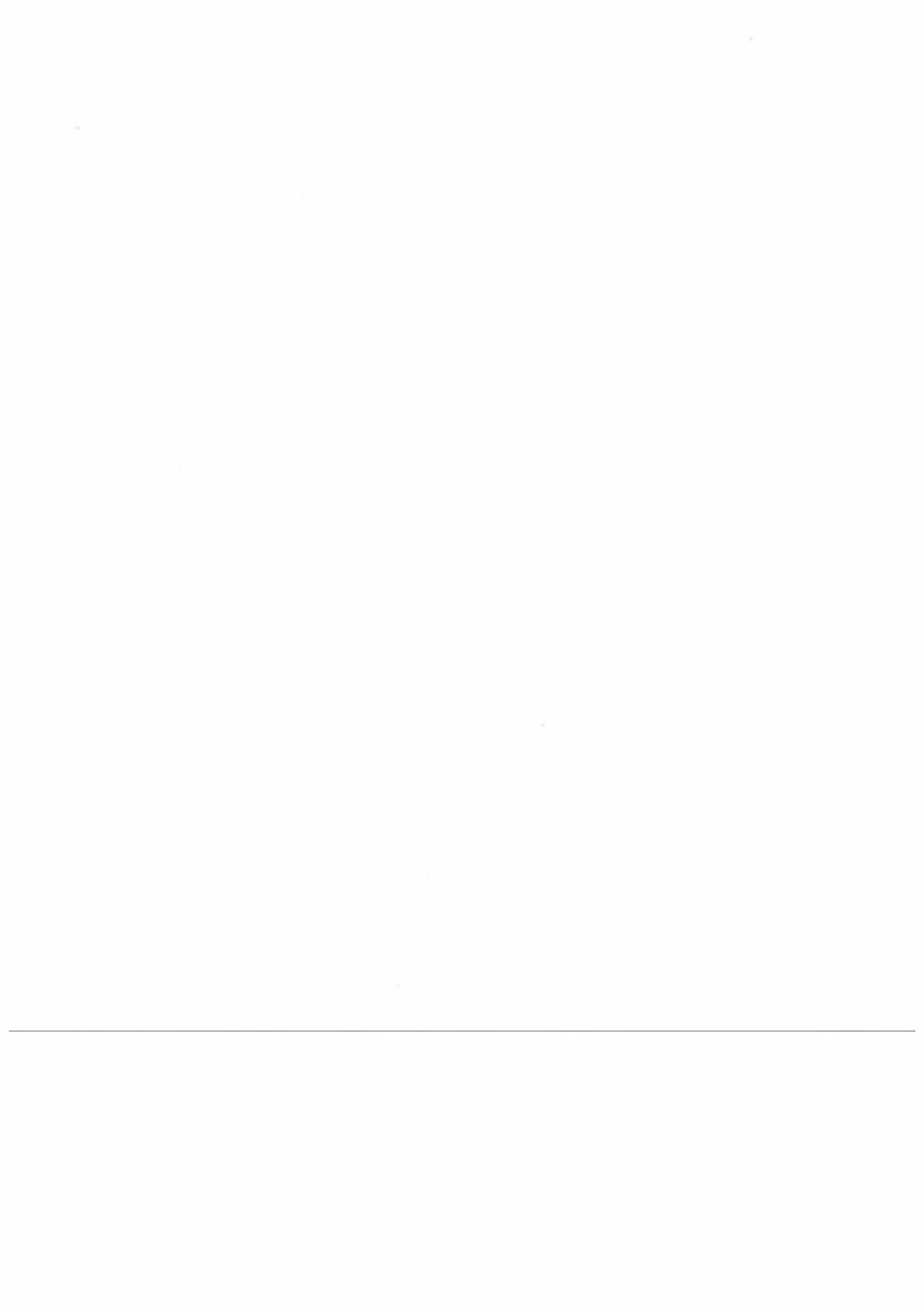
*) Vind- retning	Klokkeslett								Vind- rose
	01	04	07	10	13	16	19	22	
30	4.2	6.0	4.8	4.9	7.3	5.5	4.8	5.4	5.1
60	3.6	6.6	7.8	3.7	6.1	7.3	6.7	7.8	6.2
90	5.5	6.0	10.2	6.1	7.3	3.0	7.9	8.4	7.1
120	7.3	8.4	6.6	7.3	10.4	13.9	10.9	6.6	9.2
150	9.7	6.6	12.0	11.6	9.1	9.7	4.8	9.0	8.8
180	7.3	7.2	4.8	6.1	8.5	7.3	9.1	8.4	6.6
210	14.5	18.0	14.4	15.2	12.2	11.5	15.8	15.0	15.8
240	20.6	19.8	18.6	24.4	22.0	23.6	20.0	20.4	19.9
270	9.7	8.4	8.4	4.9	6.7	5.5	4.8	4.2	7.4
300	6.1	3.6	3.0	4.9	2.4	3.0	3.6	2.4	3.5
330	.6	2.4	1.8	1.8	2.4	1.2	2.4	1.2	1.8
360	4.8	3.6	4.2	4.9	4.3	4.2	5.5	6.0	5.0
Stille	6.1	3.6	3.6	4.3	1.2	4.2	3.6	5.4	3.7
Ant.obs	(165)	(167)	(167)	(164)	(164)	(165)	(165)	(167)	(3966)
Midlere vind m/s	2.7	2.7	2.5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

Klasse I: Vindstyrke .3 - 2.0 m/s
 Klasse II: Vindstyrke 2.1 - 4.0 m/s
 Klasse III: Vindstyrke 4.1 - 6.0 m/s
 Klasse IV: Vindstyrke > 6.0 m/s

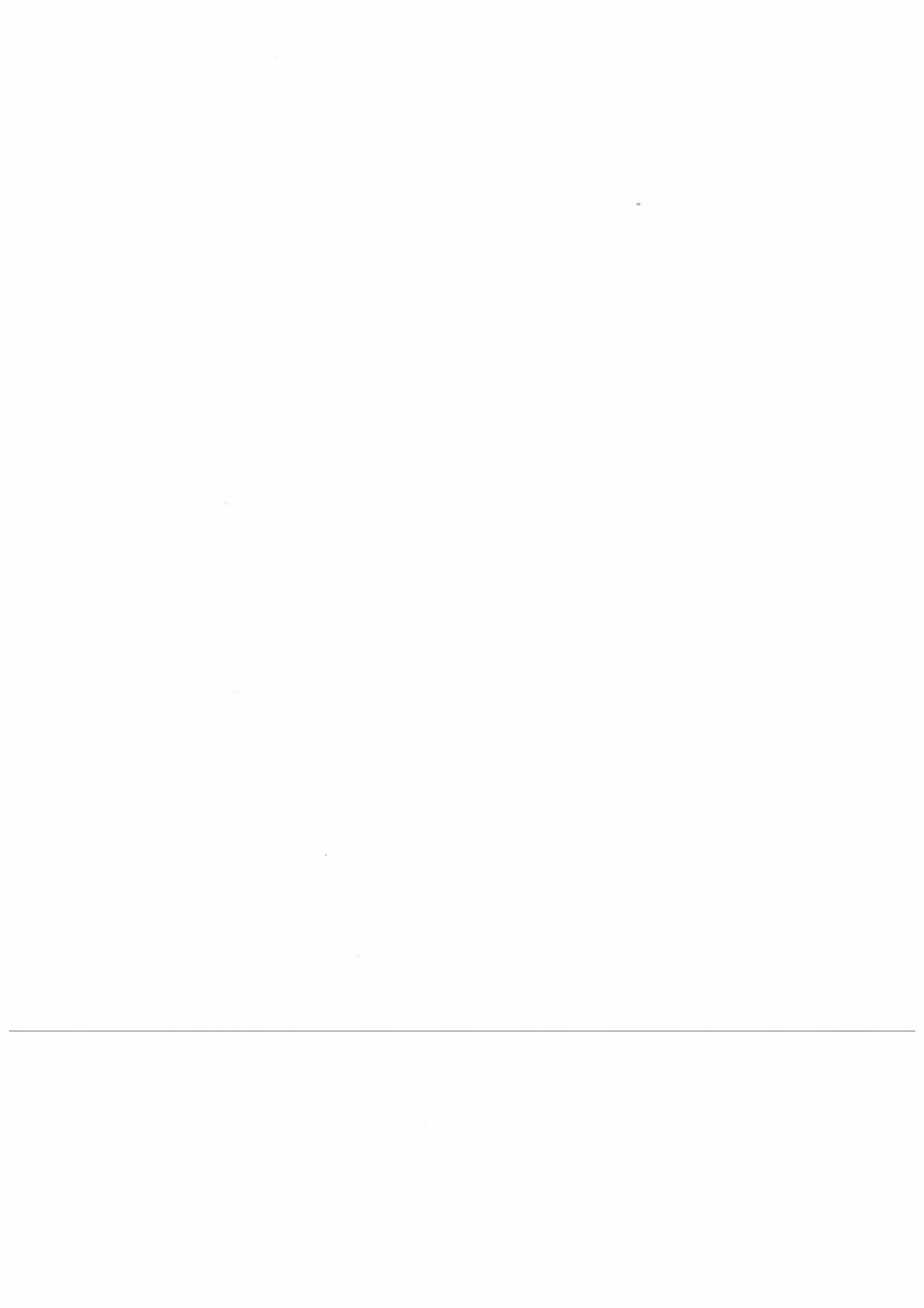
*) Vind- retning	Klasser				Total	Nobs	Midlere vind m/s
	I	II	III	IV			
30	3.6	1.0	.4	.1	5.1	(202)	1.8
60	5.6	.6	.0	.0	6.2	(244)	1.3
90	5.8	1.2	.1	.0	7.1	(280)	1.4
120	4.1	3.5	.7	.8	9.2	(363)	2.7
150	2.2	3.9	1.9	.8	8.8	(348)	3.3
180	1.2	2.5	2.1	.9	6.6	(262)	3.9
210	4.3	6.9	3.5	1.2	15.8	(628)	3.2
240	7.6	7.7	2.8	1.8	19.9	(789)	3.0
270	3.3	1.0	1.6	1.5	7.4	(293)	3.6
300	1.4	.5	.6	1.0	3.5	(137)	4.1
330	1.5	.2	.1	.0	1.8	(72)	1.5
360	3.6	1.2	.1	.1	5.0	(200)	1.8
Stille					3.7	(148)	
Total	44.3	30.0	13.8	8.1	100.0	(3966)	
Midlere vind m/s	1.2	2.8	4.9	7.6			2.7

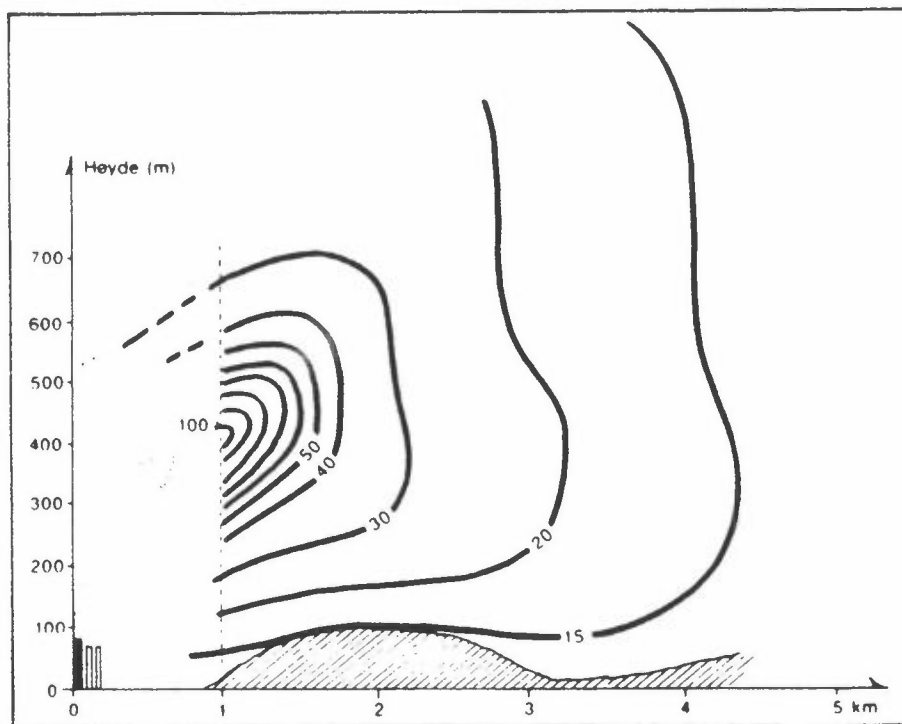
*) Dette tallet angir sentrum av vindsektor



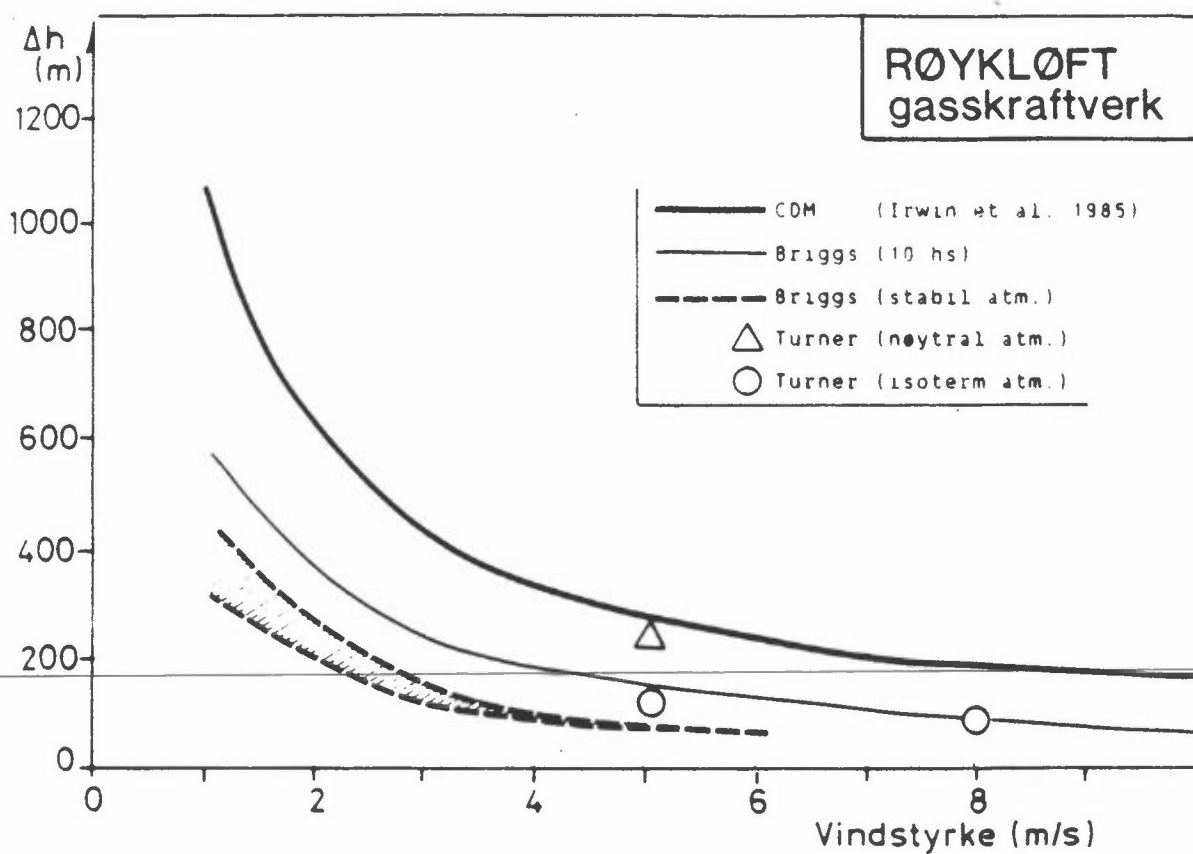
VEDLEGG B

Gass-skyens høyde over bakken

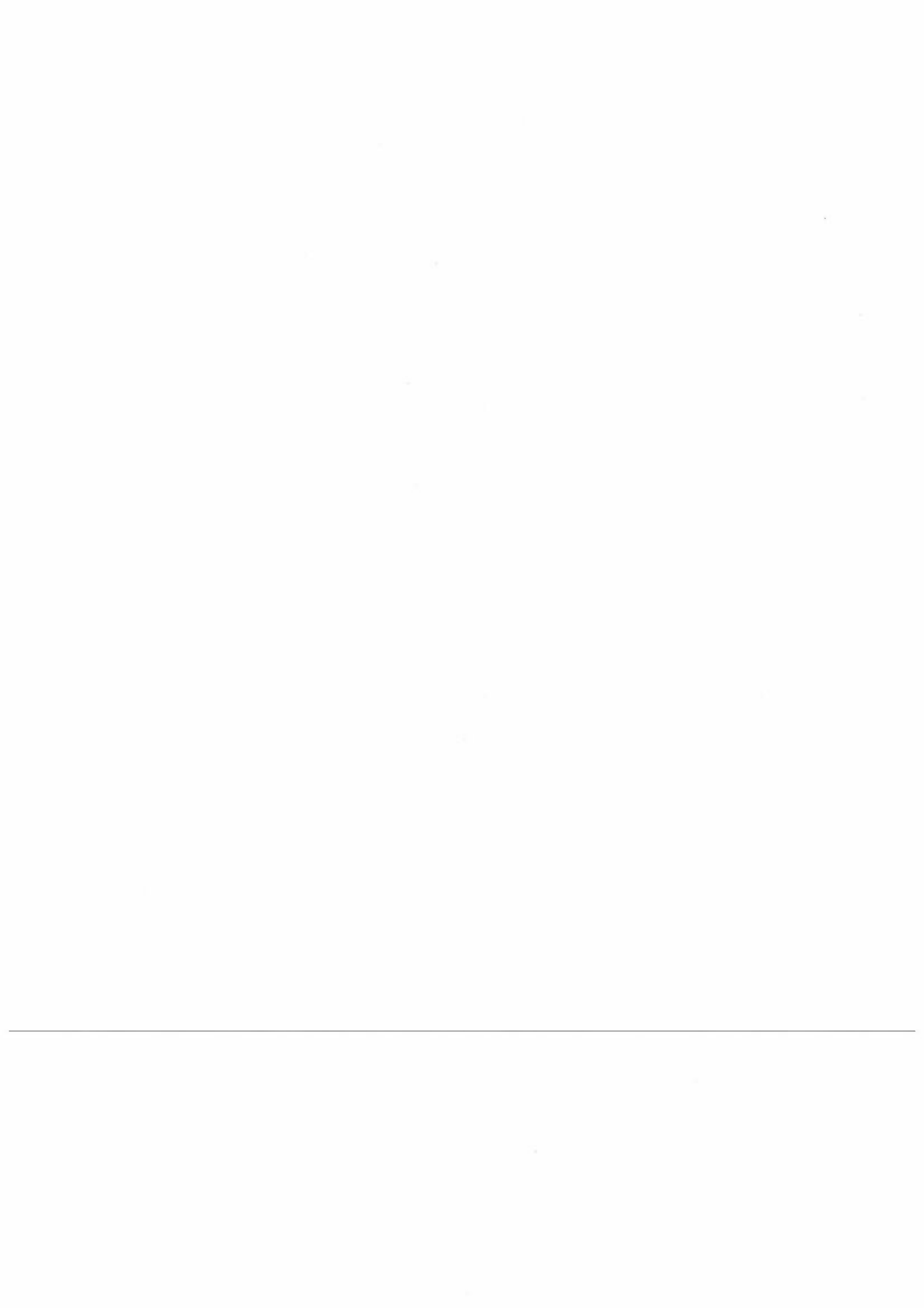




Vertikalsnitt gjennom røykfanen over Ekebergåsen 3-4 desember 1986. Enhet: $\mu\text{g NO}_x(\text{NO}_2)/\text{m}^3$. (Gotaas et al., 1987).

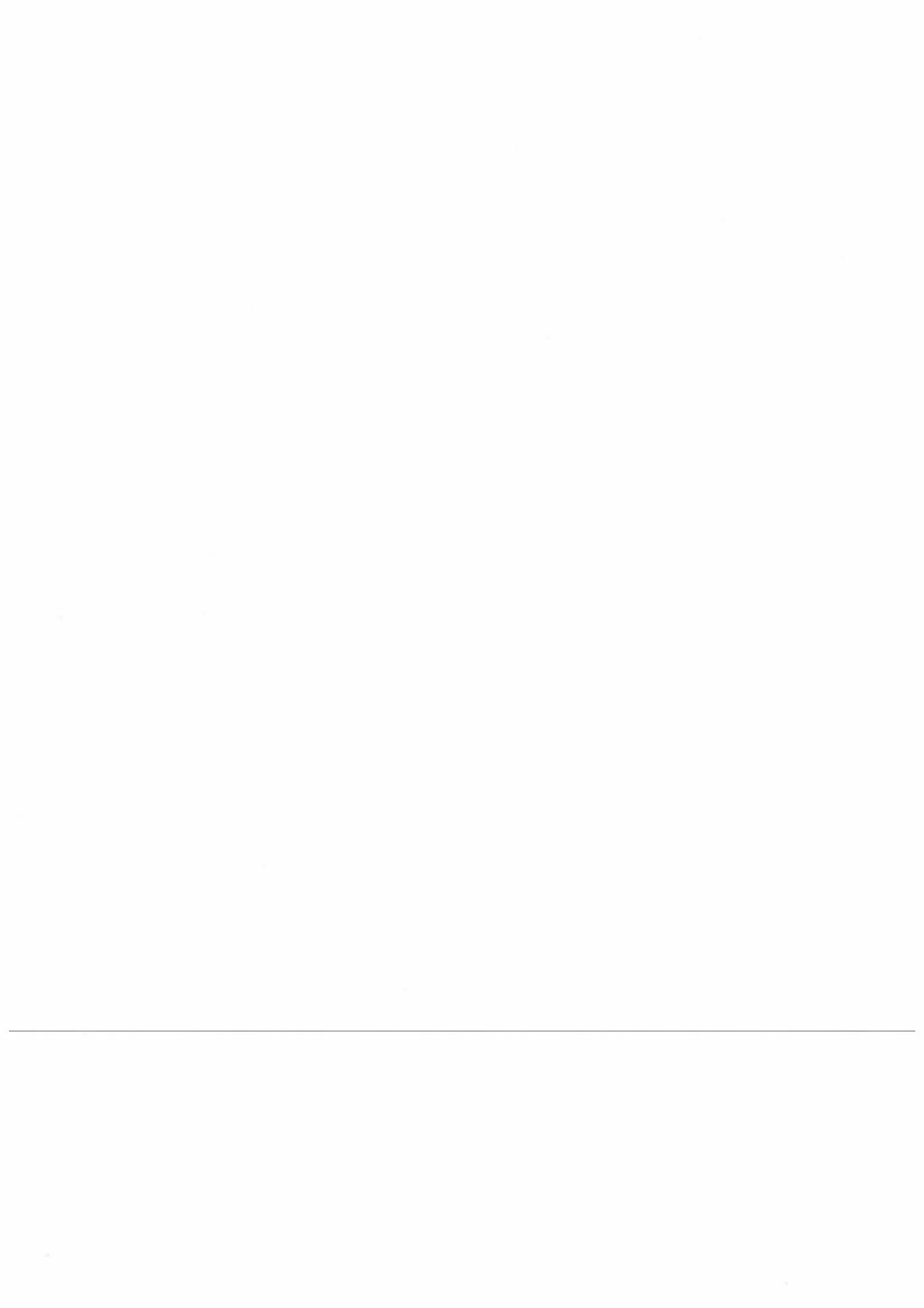


Beregnet røykløft (Δh) som funksjon av vindstyrke målt 10 m over bakken.



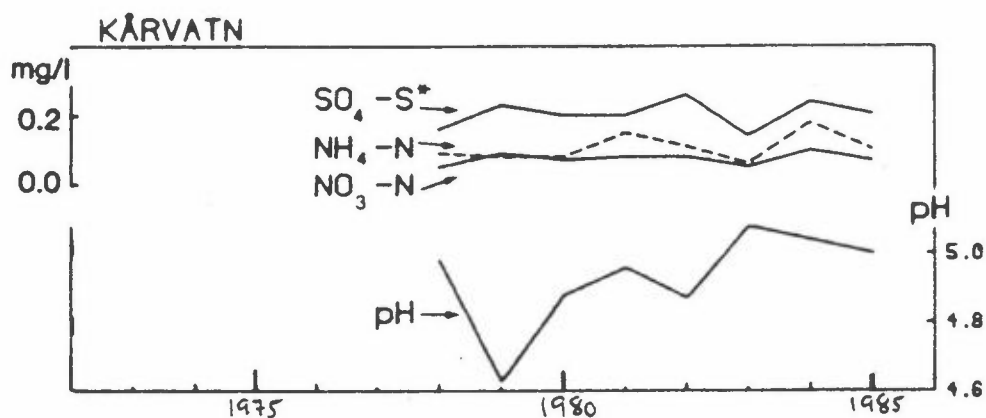
VEDLEGG C

Luftkvalitetsdata

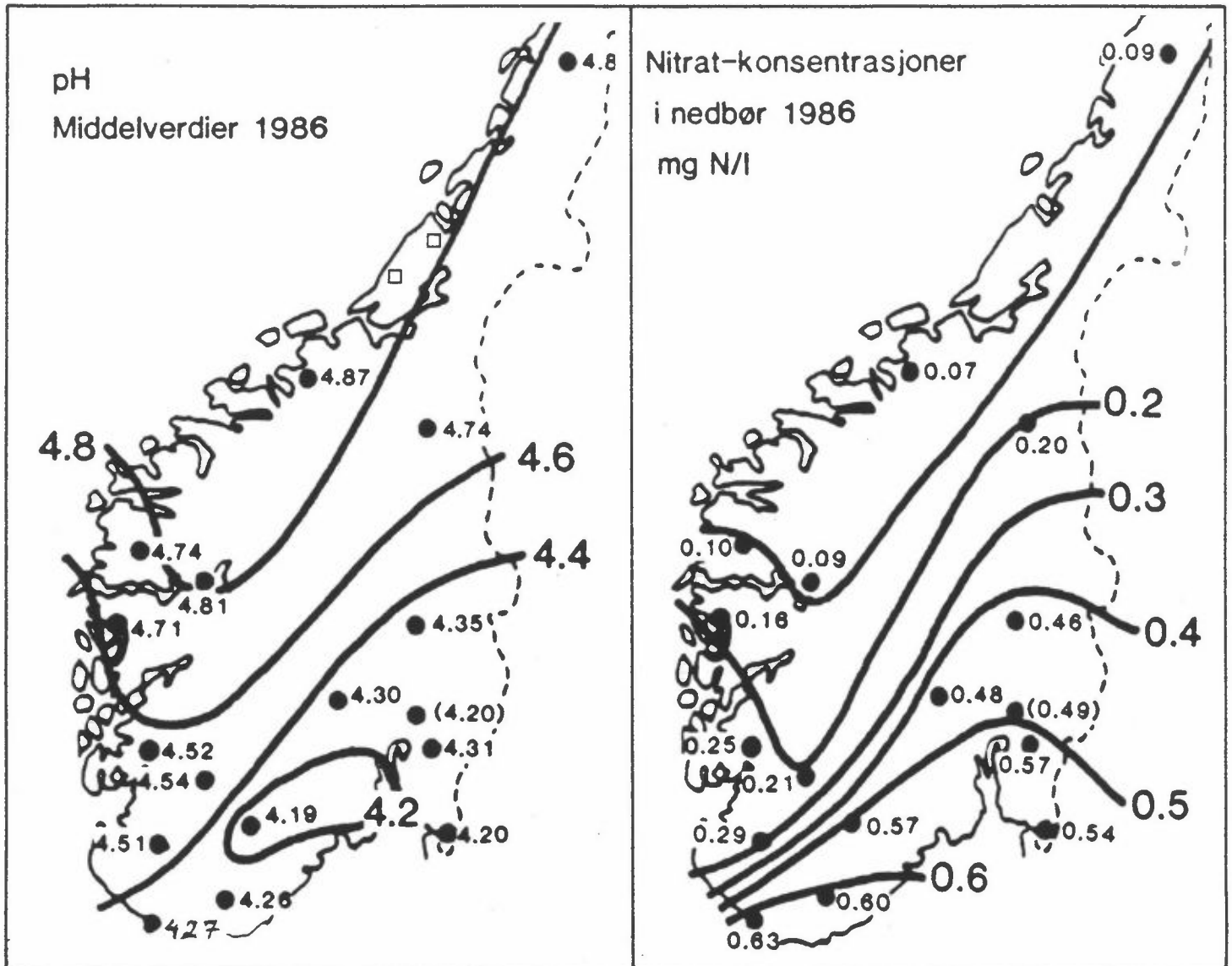


Resultater av NO_2 -målingene i vinterhalvåret 1986/87 (oktober-mars) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Målested	Stasjon	Middel-verdi	Høyeste døgnmiddel-verdi	Antall observasjoner		
				Ialt	>100	>150
Fredrikstad	Brochs gt	59	123	180	14	
Jeløya	Jeløy radio	19	67	173		
Drammen	Engene	73	241	174	26	1
Skien	Kongens gt	62	118	181	11	
Kristiansand	Festnings gt	33	75	151		
Stavanger	Handelens hus	80	207	172	33	5
Bergen	Chr.Mich.Inst	50	201	174	7	2
Trondheim	Brattøra	45	96	167		



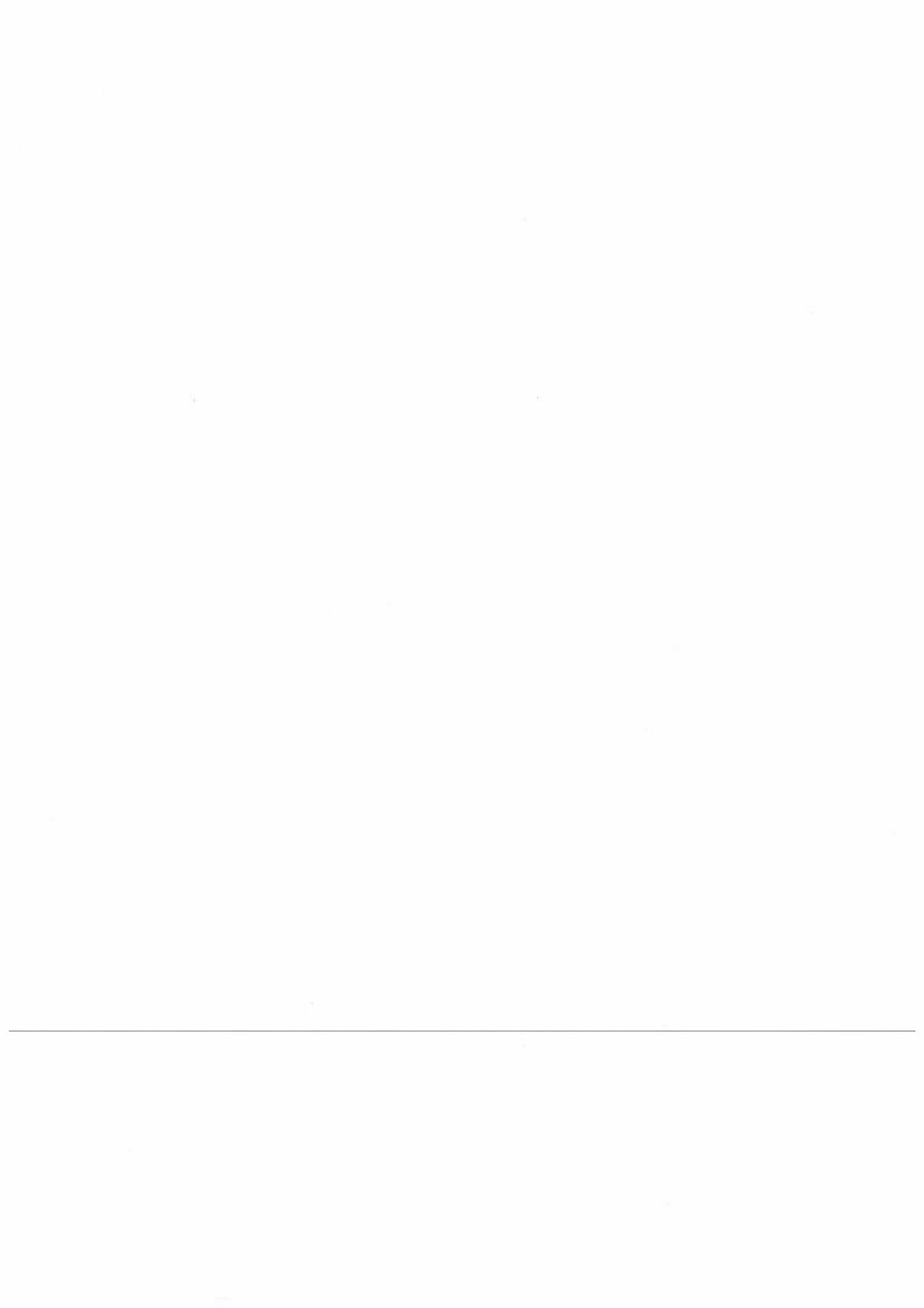
Veide årsmiddelkonsentrasjoner av sulfat (sjøsaltkorrigert), nitrat, ammonium og pH-middelverdier i nedbøren på norske bakgrunnstasjoner, 1973-1985.

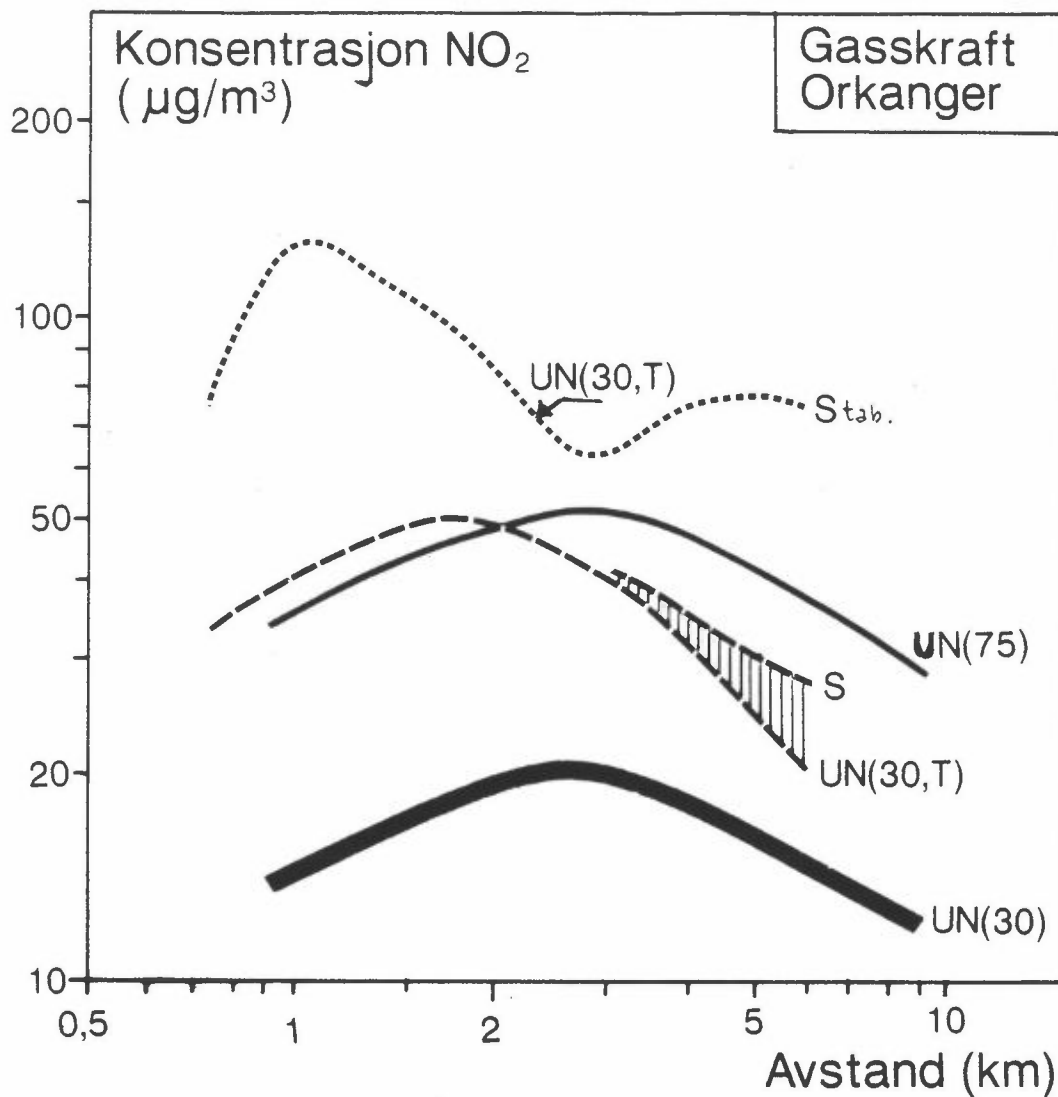


Veide middelverdier av pH og nitrat i nedbør 1986.
□ angir pH-verdier i vann mellom 5.5 og 5.0.

VEDLEGG D

Estimerte maksimal-konsentrasjoner
av NO₂ i bakkenivå
(midlet over 1 h)



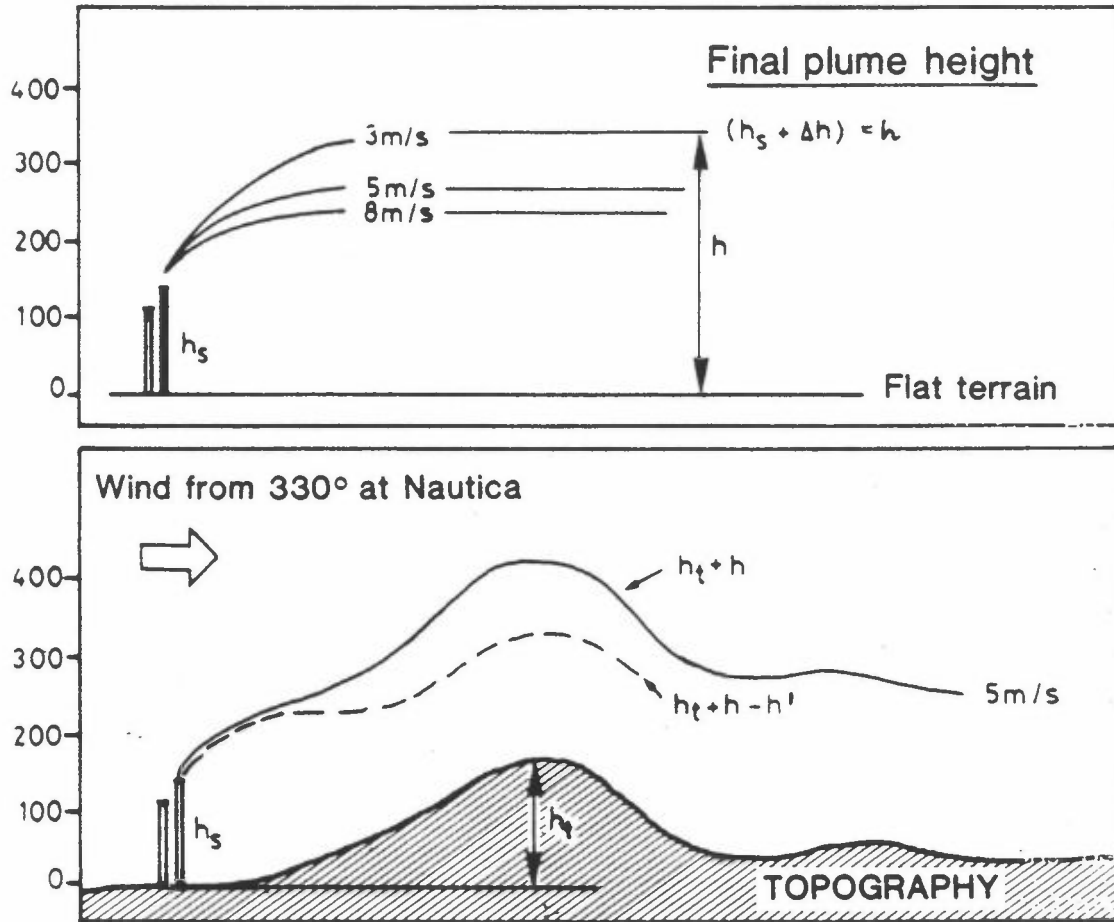


Estimerte maksimale timesmidlete bakkekonsentrasjoner av NO_2 .
Antakelser: - 2 skorsteiner á 80 m

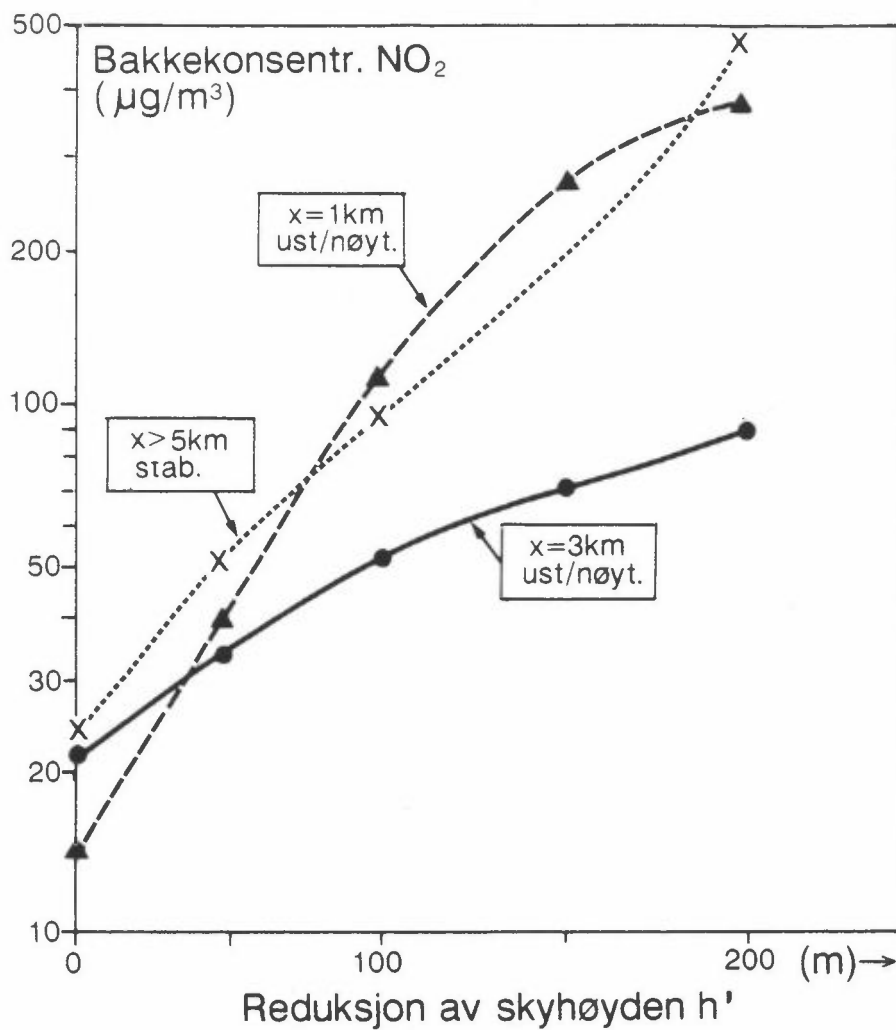
All NO_x som NO_2

- 30 ppm, uten topografi (ustabil, nøytral atmosfære)
- 75 ppm, uten topografi (ustabil, nøytral atmosfære)
- - - 30 ppm, 50 m topografi
- 30 ppm, 100 m topografi.

Topografiens innflytelse på bakkekonsentrasjonene



Høyden av topografiske ujevnheter tas hensyn til ved å redusere skyhøyden med $h^t = \min \{h_t/2, \Delta h/2\}$



Estimerte maksimalkonsentrasjoner av NO₂ (timesmiddelverdi) som funksjon av topografiens innflytelse.
 Skorsteinshøyde 80 m.
 2 enheter, NO_x-innhold: 30 ppm.

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 5/88	ISBN-82-7247-886-2	
DATO JANUAR 1988	ANSV. SIGN. <i>J. Schjorup</i>	ANT. SIDER 47	PRIS Kr 75,-
TITTEL Gassfyrte kraftverk i Orkanger. Vurdering av luftforurensningene.		PROSJEKTLEDER	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8801	
FORFATTER(E) B. Sivertsen		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) A.R. Reinertsen, Postboks 4510 Kalvskinnet 7001 Trondheim			
3 STIKKORD (à maks. 20 anslag) Gasskraftverk Luftutslipp Miljøvurderinger			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Vurdering av utslipp til luft fra et planlagt gassfyrte varmekraftverk i Orkanger har vist at kortvarige høye NO ₂ -konsentrasjoner kan forekomme innenfor noen kilometer fra utslippet som resultat av spesielle topografiske og meteorologiske forhold. Nitrattilførselen vil sannsynligvis få liten betydning.			

TITLE	Gasfired power plant located to Orkanger. A first evaluation of air pollutants.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines)	High short term NO ₂ -concentrations might occur at ground level due to complex topography and meteorology. The effects of total nitrate deposition will be insignificant.

* Kategorier: Apen - kan bestilles fra NILU A
 Må bestilles gjennom oppdragsgiver B
 Kan ikke utleveres C