

NILU OR: 86/90

NILU OR : 86/90
REFERANSE : O-90054
DATO : DESEMBER 1990
ISBN : 82-425-0221-8

Beregning av NO_x og NO_2 -konsentrasjon i Sundsvall for 5 ulike utslippscenarier

S.-E. Walker og S. Larssen

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra VBB trafikk utført beregninger av NO_x og NO_2 i Sundsvall by for dagens situasjon samt for ulike scenarier for trafikkutvikling for år 2000. Beregningene gjelder generelt forurensningsnivå (gjennomsnittskonsentrasjon i 400 m-ruter) og ikke forurensning i gatenivå. Beregningene er utført på grunnlag av utslippsoversikter levert av VBB trafikk. Beregningene inngår som en del av arbeidet innen "Miljöprojekt Sundsvall-Timrå".

Beregningene er utført med en generell multippel kilde gaussisk spredningsmodell som er kjørt for utvalgte situasjoner med stasjonære vind- og spredningsforhold. De vindsituasjoner og spredningsparametre som er benyttet for å simulere forurensningsepisoder i dalgangen i Sundsvall er valgt på grunnlag av studier av forurensnings- og vindforhold i slike episoder, basert på målinger utført av Miljöskyddskontoret. Spredningsberegningene gir konsentrasjoner i Sundsvall sentrum på høyde med det som faktisk er målt (se vedlegg G). Beregningene er gjort i et rutenett med sidekant 400 m.

Begrensede tids- og kostnadsrammer gjorde det ikke mulig å utføre beregninger av 98-prosentilverdi basert på reelle variasjoner i utslipps- og spredningsforhold fra time til time.

Beregninger er gjort for følgende vindsituasjoner:

Vindsituasjon 1: Svak vestlig vind, sterkt stabil temperatur-sjiktning.

Denne situasjonen forekommer relativt hyppig (mer enn 2% av tiden), og beregnet NO_2 -konsentrasjon i sentrum er noe lavere enn målt 98-prosentil. Beregningene for denne vindsituasjonen gir et grovt estimat av fordelingen av 98-prosentilen for NO_2 i Sundsvall sentrum og øst for sentrum.

Vindsituasjon 2: Svak østlig vind, sterkt stabil temperatur-sjiktning.

Denne vindretningen ble brukt til å estimere maksimal forurensningsgrad vest for Sundsvall i de mest ekstreme forurensningsepisoder med stagnasjon av luften, når vinddraget snur fra svak vestlig til svak østlig vind. Sammen med vindsituasjon 1 gir denne situasjonen grunnlag for å estimere det geografiske omfanget av høye NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner i Sundsvall.

Resultater av beregningene er presentert i form av isolinjeplott av NO_x - og NO_2 -konsentrasjon i Sundsvall for vindsituasjon 1 totalt og trafikkbidraget separat. Videre er utslipp og konsentrasjoner fra hver kildegruppe (personbiler, lastebiler, busser, energi, industri) presentert i form av tallmatriser, for begge vindretninger (vedlegg B-F).

Grenseverdien ("riktlinjen") i Sverige for 98-prosentil av NO_2 på timebasis, $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, overskrides ikke i Sundsvall sentrum i dagens situasjon, ifølge målingene. Målt 98-prosentil lå i 1987/88 og 1988/89 på knapt $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Grenseverdien kan overskrides i et område øst-sørøst for sentrum, langs E4.

Det området i Sundsvall sentrum der svært høye konsentrasjoner av NO_x og NO_2 kan opptre under stagnasjonstilfellene strekker seg høyst fra innerst i Sundsvallfjärden og opp mot Sidsjöbäcken i øst, og har en bredde på omtrent to ruter (ca. 800 m) sentrert om dalaksen. I de mest ekstreme stagnasjonstilfeller begrenser området seg til området som har størst utslipp, dvs. fra E4 og omtrent opp til Bunsowska tjärn.

INNHold

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	5
2 DATAGRUNNLAG	7
2.1 Utslippsdata	7
2.2 NO _x -målinger i Sundsvall sentrum	11
3 METODIKK	13
3.1 Beregningsopplegg	13
3.2 Valg av modell-parametre	15
3.3 Beregning av NO ₂	16
4 RESULTATER	17
5 VURDERING	35
6 REFERANSER	39
VEDLEGG A: Utslippsforhold for trafikk	41
VEDLEGG B: Resultater for Sundsvall 1988	45
VEDLEGG C: Resultater for scenarium 1	69
VEDLEGG D: Resultater for scenarium 2	93
VEDLEGG E: Resultater for scenarium 3	117
VEDLEGG F: Resultater for scenarium 4	141
VEDLEGG G: Målinger i Sundsvall	165

BEREGNING AV NO_x OG NO_2 -KONSENTRASJON I SUNDSVALL FOR 5 ULIKE UTSLIPPSSCENARIER

1 INNLEDNING

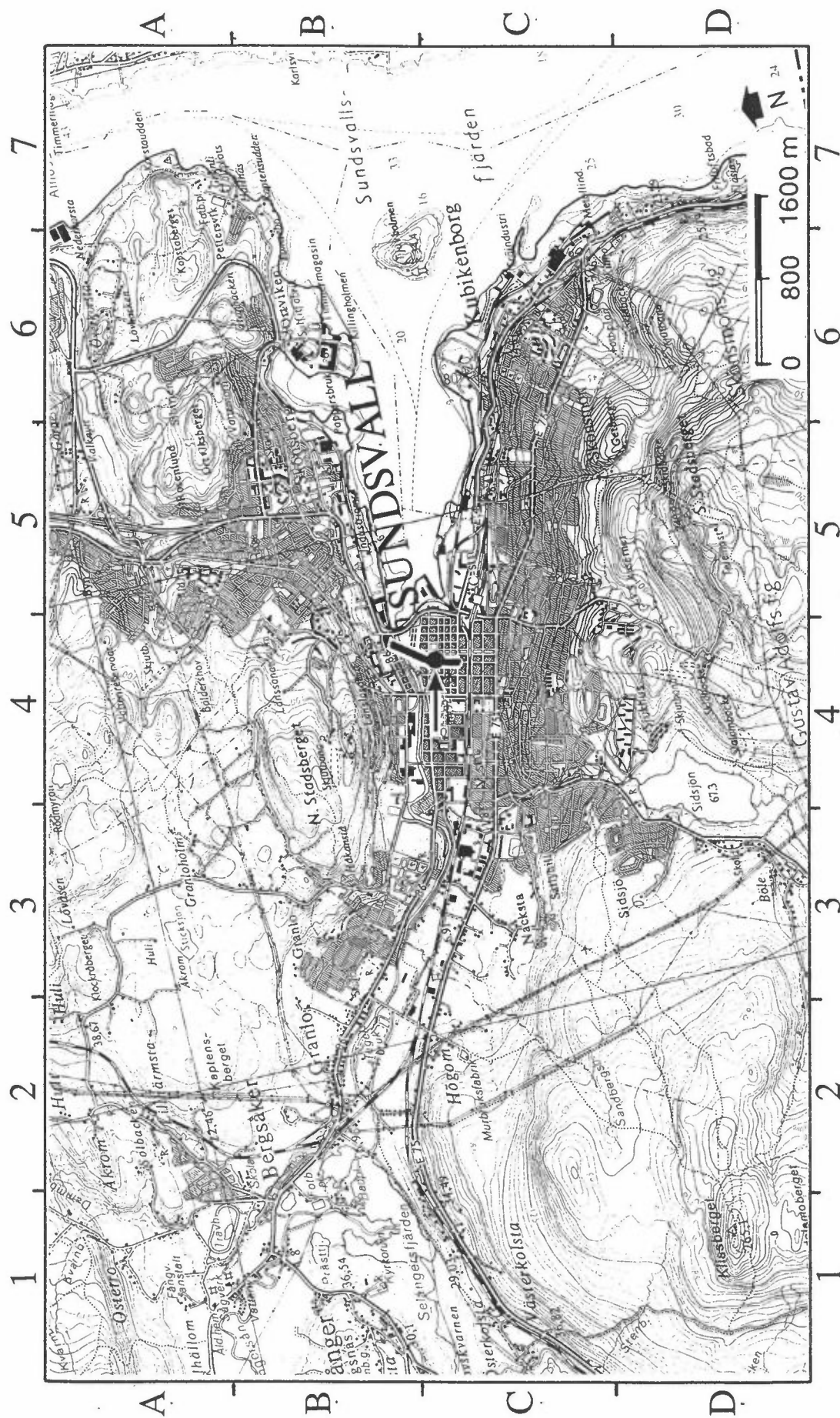
Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra VBB trafikk AB og Sundsvall kommune gjennomført beregning av NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner i Sundsvall for dagens forhold (1988), samt for fire alternative tiltak for utslipps-reduksjoner.

Beregningene er utført som en del av miljøprosjekt Sundsvall-Timrå. Prosjektet har som et av sine mål å foreslå tiltak for å forbedre luftkvaliteten i Sundsvall sentrum.

Målinger gjennom flere år på Stadshuset i Sundsvall (se figur 1) har vist at det i forurensningsepisoder opptrer svært høye konsentrasjoner av NO_x og NO_2 . Det er målt opptil $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for NO_x , og opptil $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for NO_2 . I Sundsvall sentrum synes NO_2 -konsentrasjonen å overskride svensk grenseverdi ("riktlinjer"), som er $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 98-prosentil verdi for vinterhalvår. De høye konsentrasjonene er særlig knyttet til episoder med svak vind og bakkeinversjon. Utslipp fra biltrafikken anses å utgjøre hovedkilden til NO_2 -problemet.

NILU ble bedt om å utføre beregninger av romlig fordeling av NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner i Sundsvall under forhold som gir høy forurensningsgrad. Beregningene skulle gi svar på følgende spørsmål:

- Hvordan varierer forurensningskonsentrasjonen generelt ("over tak") innenfor byområdet (romlig fordeling)? Det er ønskelig å vite utstrekningen av området med høye NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner.
- Hvor mye bidrar ulike kildegrupper til de høye NO_x - og NO_2 -verdiene?



Figur 1: Kart over Sundsvall.
 → = Målestasjon på Stadshuset i Sundsvall sentrum.
 — = Plassert på taket 13 meter over bakken.
 — = Måleløyper for DOAS-instrumentet.

- Hvor mye bidrar de ulike planer for utslippsreduksjoner til å redusere NO₂-konsentrasjonene?

Det er gjort beregninger for følgende fem utslippsscenarier:

Sundsvall 1988 (trafikkforhold og utslippsfaktorer for 1988).

1. scenarium: Som Sundsvall 1988, men med 11 000 kjøretøyer pr. døgn flyttet fra dagens E4 til bro over fjorden.

2. scenarium: Som scenarium 1, men med utslippsfaktorer for biltrafikk for år 2000.

3. scenarium: Som scenarium 2, men med satsing på økt kollektivtrafikk.

4. scenarium: Trafikkforhold og utslippsfaktorer for år 2000.

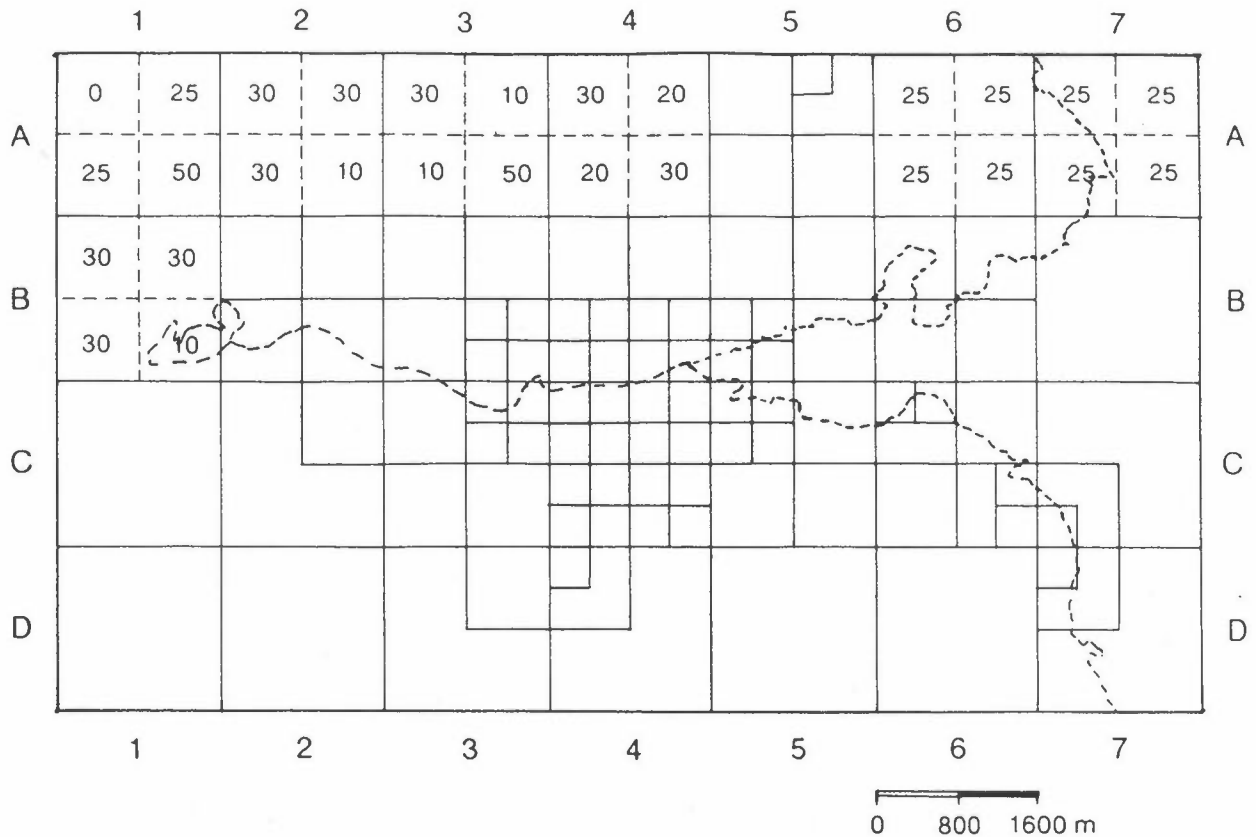
2 DATAGRUNNLAG

2.1 UTSLIPPSDATA

VBB trafik har utarbeidet en utslippsoversikt for hvert av de fem scenariene, bestående av utslippsdata for NO_x fra alle kilder i området. For hvert scenarium er det gitt utslippsdata for følgende kildegrupper:

- personbiltrafikk
- lastebiltrafikk
- busstrafikk
- energiproduksjon (oljeforbrenning)
- industri og andre kilder

For hver kildegruppe er utslippsdata gitt for et rutenett (g NO_x/time pr. rute). VBB's rutenett er vist i figur 2.



Figur 2: VBBs rutesystem for utslipp av NO_x i Sundsvall fordelt på 1 600-, 800- og 400-m ruter. Tallene i rutene viser den prosentvise fordeling av utslipp fra 1 600-m ruter til 800-m ruter som er benyttet.

Rutenettet består av ruter i tre størrelser: Store ruter ($1\ 600 \times 1\ 600\ \text{m}^2$), middels store ruter ($800 \times 800\ \text{m}^2$) og småruter ($400 \times 400\ \text{m}^2$). I sentrum av Sundsvall er utslippene gitt i 400-meters ruter, mens i utkanten av området er utslippene gitt i 1 600-meters ruter.

I modellberegningene har det vært nødvendig å operere med et uniformt rutenett bestående av 400-meters ruter. De større rutene er derfor oppdelt i 400-meters-ruter. Det resulterende rutenettet for utslipp er på 28×16 ruter á $400 \times 400\ \text{m}^2$.

I oppdelingen er utslippstall for 1 600-meters rutene blitt prosentvis fordelt på 800-meters rutene. Prosenttallene som er benyttet er vist i figur 2. De er basert på kartinformasjon. Deretter er alle utslippstall for 800-meters rutene blitt fordelt likt på hver av de fire 400-meters rutene.

På grunn av den jevne fordelingen av 800-meters utslippene over 400-meters rutene er utslipp noen få steder blitt lagt over områder med vann på kartet, men dette har hatt relativt liten innvirkning på beregningsresultatene.

Alle utslippstall (i g NO_x/time) er gitt i vedlegg B-F i form av tallmatriser for hvert scenarium. Utslipp fra trafikk samt totalt utslipp er også gitt i kapittel 4 i form av isoplott.

Det er kun utslipp fra trafikk som varierer i scenariene. Utslipp fra energiproduksjon og industri er det samme for alle scenariene.

Under er det gitt en nærmere beskrivelse av hver kildegruppe.

Trafikk

Data er gitt separat for personbiler, lastebiler og busser i rushtidstrafikk (maksimale utslipp over en time).

Disse er basert på VBB's oversikt over veisystemet i Sundsvall med skille mellom hovedveier, hovedgater, oppsamlingsgater og lokalgater. Dataene er videre basert på trafikkmengde, veilengder og gjennomsnittlig kjørehastighet for hver veitype.

En stor del av trafikken gjennom Sundsvall går på E4.

For en nærmere beskrivelse av utslippsfaktorer for veitrafikk, se vedlegg A.

Energiproduksjon

Dette er hovedsakelig utslipp fra boligoppvarming (oljeforbrenning), samt utslipp fra fjernvarmeanlegg (Gjerde og Sidsjö). Utslippsdataene gjelder gjennomsnittsutslipp for vinterhalvår.

I spredningsberegningene har NILU multiplisert VBB's opprinnelige tall for utslipp fra energi med faktoren 1,75. Dette er gjort for å få et estimat av utslippet en vinterdag med temperatur -10°C .

Med i denne utslippsgruppen hører også Korsta varmeverk. Denne kilden er en av de større i Sundsvall med et samlet utslipp på 88,2 kg/time. Den er i spredningsberegningene behandlet som punktkilde.

Utslippsdata for Korsta varmeverk er vist i tabell 1. Her er (x,y) utslippets posisjon i rutenettet, Q utslippsmengde, z pipehøyde (utslippshøyde), V_z avgasshastighet, t gasstemperatur, og D pipediameter.

Tabell 1: Utslippsdata for punktkilder.

	(x,y)	Q kg NO_x /time	Z m	D m	V_z m/s	t $^{\circ}\text{C}$
Korsta "fastbranslepannan"	(9,8, 5,6)	14,4	105	1	25	170
Korsta "hetvattenpannan"	(9,8, 5,6)	3,2	105	1,3	15	110
Korsta "kraftverket"	(9,8, 5,6)	70,6	105	2,0	18	110
Ortviken pappersbruk	(8,6, 4,0)	50,0	90	4,0	10	135

Alle andre kilder i gruppen energiproduksjon har et utslipp på mindre enn 1,1 kg/time. De er derfor i beregningene behandlet som arealkilder (fordelt over ruter).

Industri m.m

Dette er utslipp fra forskjellig småindustri i Sundsvall. Kilder med i denne gruppen er bl.a. Prippts industrier, NNP, Slakteriet, Volvo, Apport Foto, oljeterminalen samt GA Metall.

Til denne gruppen hører også Ortviken pappersbruk med et utslipp på 50 kg/time. Denne kilden er i spredningsberegningene behandlet som punktkilde. Utslippsdata for Ortviken pappersbruk er vist i tabell 1.

Alle andre kilder i denne gruppen har et utslipp på mindre enn 1,1 kg/time. De er derfor i beregningene behandlet som arealkilder (fordelt over ruter).

2.2 NO_x-MÅLINGER I SUNDSVALL SENTRUM

Resultater av målinger utført på målestasjonen på Stadshuset er studert, og en del av resultatene er beskrevet i vedlegg G. Måling av NO_x og NO₂ er utført med kontinuerlig registrerende instrument (metode: kjemiluminescens) på et punkt 12-13 meter oppe på fasaden som vender mot Stora Torget. Målestasjonen anses ikke belastet fra helt lokale, nærliggende utslipp. Vi har sett på resultater fra perioden desember 1986-oktober 1989, samt januar 1990. I januar 1990 ble målinger av NO_x, NO₂ og O₃ også utført med DOAS-instrument langs "måle-løyper" fra Stadshuset mot nordøst (ca. 450 m lang sløyfe (NO₂, O₃)) og mot sør (ca. 150 m lang sløyfe (NO, NO₂, O₃)) (se figur 1). I januar 1990 ble det målt samtidig med begge metoder. Resultatene viser at de høye NO_x- og NO₂-konsentrasjoner som måles på Stadshuset også måles langs de to DOAS-løypene på tvers av dalen (se vedlegg G). Problemet er altså ikke lokalisert bare til området rundt Stadshuset, men strekker seg over en større del av dalbredden, i det minste strekningen på 600 m fra Norrmalmsgatan til Köpmangatan.

Resultatene viser også at de høye forurensningsnivåer i sentrum opptrer typisk ved følgende meteorologiske situasjoner:

1. Svak, vedvarende vind fra vest: Maks NO_x : 400-600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maks NO_2 : 100-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Stagnasjonssituasjon, der svak vestlig vind snur utpå dagen til svak østlig vind (svak sjøbris):
Maks NO_x : 600-1 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maks NO_2 : opp mot 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Dette er de ikke sjeldent forekommende situasjoner og maksimal-konsentrasjoner. Situasjon 2 opptrer vesentlig sjeldnere enn situasjon 1. I enkelte situasjoner er det på Stadshuset målt NO_2 -konsentrasjoner så høye som 300-310 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 1-2 timer. Dette er svært høye NO_2 -nivåer som ikke lar seg forklare ut fra samtidig målt NO_x -konsentrasjon og kunnskapen om $\text{NO}-\text{NO}_2$ -reaksjoner i tettsteder i Norden om vinteren, med mindre hoveddelen av NO_x -utslippet kommer fra tomgangskjøring av biler.

Det bør her nevnes at det er avvik mellom målingene på Stads-huset med kjemiluminescens og målingene langs måleløyper fra Stadshuset mot nordøst og sørvest, med DOAS-instrument. Vinte-ren 1990 ble det utført målinger samtidig med begge instrumen-ter. Dette er beskrevet i vedlegg G.

Når det gjelder NO_x gir de to metodene omtrent samme resultat. Når det gjelder NO_2 derimot, er det avvik i perioder med høyt forurensningsnivå. Kjemiluminescens-instrumentet gir vesentlig mer NO_2 , og derved også vesentlig høyere NO_2 -andel av NO_x , enn DOAS-instrumentet (se figur G12-16). DOAS-instrumentet gir NO_2 -andeler på 10-15% i perioder med høy forurensningsgrad. Dette svarer til det NILU typisk måler i norske byer i tilsvarende situasjoner. Vi har ikke nok informasjon til å avgjøre årsaken til avviket i måleresultatene fra de to instrumentene.

Grennfelt (1985) har tidligere estimert de maksimale timesverdier av NO_2 som vil opptre i Sundsvall basert på døgnmiddel-målinger av NO_2 på Stadshuset vinteren 1983 og 1984. Estimert 99-prosentil av 1-times middelvei av NO_2 på årsbasis var $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med en usikkerhet på høyst $\pm 30\%$.

3 METODIKK

3.1 BEREGNINGSOPPLEGG

Beregningene skal gi den romlige utbredelsen av episodisk høy forurensningsgrad for NO_x og NO_2 i Sundsvall. Beregningene måtte derved kunne simulere høye timesmiddelverdier.

I våre beregninger søker vi å simulere de situasjoner som er beskrevet under pkt. 1 og 2 ovenfor.

Tidsrammen for prosjektet var i utgangspunktet stram. Det ble derfor tilbudt å utføre beregningene med en generell multippel kilde gaussisk spredningsmodell (Bøhler, 1987; Gram, 1988) for utvalgte, stasjonære meteorologiske situasjoner på timebasis. For en nærmere beskrivelse av denne type spredningsmodell anvendt på byområder, se også Calder (1971) eller Fortak (1970). Modellen er utviklet for å beregne langtidsmiddelverdier av forurensning, men kan benyttes også for idealiserte stasjonære meteorologiske situasjoner på timebasis. I modellen beregnes utslippet å bli jevnt fordelt over 30^0 -sektorer rundt middelvindretningen.

I utgangspunktet kan meteorologisk situasjon 1 (svak stasjonær vind fra vest) simuleres med denne modellen. Vindsituasjon 2 (stagnasjonssituasjon), med vindretnings-skift, lar seg derimot ikke simulere med denne enkle modellen. Meteorologisk situasjon 2 velger vi å forenkle til en situasjon med svak, stasjonær østlig vind. Vi tar da ikke i beregningen hensyn til at luften som kommer inn over Sundsvall fra øst i en slik situasjon allerede er forurenset av Sundsvall-utslipp. Dette må tas med i

vurderingen av beregningsresultatene. Denne simuleringen vil imidlertid sammen med vindsituasjon 1 gi grunnlag for å anslå hvor stort område vest for sentrum som i ekstrem-situasjoner kan få høye forurensningskonsentrasjoner som et resultat av utslipp i sentrum og vest for sentrum.

Valget av meteorologiske parametre og spredningsparametre i beregningene ble basert på topografien i Sundsvall, samt at beregningene skulle gi forurensningsverdier i sentrum på høyde med det som faktisk er målt der.

Etter en del testkjøringer ble følgende parametre valgt for å simulere de to meteorologiske situasjonene nevnt ovenfor:

Vindsituasjon 1. Svak vind fra vest: vindretning 280° , vindstyrke 1 m/s og sterkt stabil atmosfærisk temperatur-sjiktning.

Vindsituasjon 2. Svak vind fra øst (retning 100° , vindstyrke 0,5 m/s) og sterkt stabil atmosfærisk temperatur-sjiktning.

Sett under ett vil beregningene gjort for vindsituasjon 1 og 2 gi et utgangspunkt for å avgrense det området i Sundsvall som kan få svært høye forurensningsnivåer i episoder med dårlige spredningsforhold og stasjonær vind som beskrevet.

Utslippene er kartlagt i 400-meters-ruter. I beregningene fordeles utslippet jevnt over hele ruten. Beregningene gir én konsentrasjonsverdi i hver rute. Den gjelder midtpunktet av ruten, og representerer en beregnet gjennomsnittsverdi for ruten. Beregningene gir ikke grunnlag for å differensiere mellom ulike deler av en rute.

Topografien i området styrer vindretningen nær dal-aksen og begrenser på denne måten utbredelsen av forurensningsutslipp. Lokale føringer ved åssider og drenasjevind ned smådaler, som

f.eks. Sidsjöbäcken, gir tilførsel av ren luft. Dette kan spesielt føre til urealistiske beregningsverdier i noen områder, spesielt i området opp mot Norra Stadsberget ved vind fra øst. Dette må tas hensyn til ved vurderingen av beregningsresultatene.

Beregningene som utføres har størst nøyaktighet i dalbunnen. Topografiske effekter i områdene oppover ås-sidene har liten betydning for konsentrasjonene nær dalaksen. I områdene ut mot ås-sidene kan de topografiske effekter påvirke konsentrasjonene. På den ene siden begrenses spredningen horisontalt inn mot ås-siden. Dette øker forurensningen noe. På den annen side kan drenasjevind ned ås-siden, når den kan forekomme ved sterk strålingsinversjon, føre til lavere konsentrasjoner nær ås-sidene. Netto-effekten av dette kan både gi noe høyere og noe lavere konsentrasjoner enn de som er beregnet, avhengig av inversjonsforholdene.

3.2 VALG AV MODELL-PARAMETRE

For de to vindsituasjonene ble det kjørt en del testkjøringer for ulike valg av vindstyrke, atmosfærisk stabilitet og spredningsparametre. Testene viste at de spredningsparametre som vanligvis anses anvendbare i byområder i Norden (McElroy-Poolers parametre) ga for stor initialspredning og derved vesentlig lavere NO_x -konsentrasjoner (timesverdier) enn det som er målt i sentrum. Dette gjaldt begge vindsituasjoner. Beregningene ble utført med Brookhaven spredningsparametre samt beskrivelse av blandingen rundt bygninger. Disse parametre gir svært dårlig vertikal spredning. Sporstofforsøk utført i småbyer i Norge viser at i episoder kan vertikalblandingen bli meget dårlig. Spredningsberegningene med Brookhavens parametre ga NO_x -konsentrasjoner i Sundsvall sentrum på høyde med det som faktisk er målt.

I begge situasjoner regnes angitt vindstyrke og vindretning å opptre i 10 meters høyde. Det er i alle beregninger benyttet en "bokshøyde" på 10 meter (ruhetselement) som inngår i beregningen av initialspredningen rundt bygninger. Dette er standard for denne typen byområder. For trafikk (personbiler, lastebiler, og busser) er utslippshøyden satt til 1 meter over bakken.

3.3 BEREGNING AV NO₂

NO₂-konsentrasjonen er for hver kildegruppe regnet som en prosentandel av NO_x-konsentrasjonen. Prosenttallene for de forskjellige kildegruppene er gitt i Tabell 3.

Tabell 3: Prosentandel av NO₂ fra NO_x for hver kildegruppe.

	%-andel
Personbiler	5
Lastebiler	15
Busser	15
Energiprod.	10
Industri m.m	10

Nyere resultater fra utslippsmålinger foretatt ved Bilavgaslaboratoriet i Studsvik tyder på at følgende NO₂-andeler av NO_x for bensindrevne personbiler er riktige:

Bensindrevne personbiler uten katalysator : 3%
 Bensindrevne personbiler med 3-veis katalysator: 6%

Disse tall er fortsatt usikre. Dieseldrevne personbiler har en NO₂-andel på 15-20%.

Når en NO₂-andel på 5% benyttes for personbiler for alle scenarier betyr det at NO₂-konsentrasjonen overvurderes noe for

dagens forhold (mindre enn 5%), mens beregningene for år 2000 representerer faktisk NO₂-andel ved dette tidspunktet.

Når det gjelder total NO₂-konsentrasjon må kjemisk omvandling av NO til NO₂ tas i betraktning. Under vinterforhold i Norden er det vanlig å regne at NO₂-dannelsen hovedsakelig skyldes oksidasjon av NO ved hjelp av ozon (O₃).

Dette bidraget av NO₂ fra ozon varierer med tiden. Regional ozon-konsentrasjon i Norden varierer innenfor 20-100 µg/m³ om vinteren. I beregningene er det brukt en verdi for NO₂-bidraget fra ozon på 60 µg NO₂/m³ for alle scenariene.

4 RESULTATER

Beregningene har tatt sikte på å besvare følgende spørsmål:

- a. Hvordan varierer forurensningskonsentrasjonen generelt ("over tak") innenfor byområdet (romlig fordeling)? Særlig viktig er utstrekningen av området med høye NO_x og NO₂-verdier.
- b. Hvor mye bidrar de ulike kildegruppene til de høye NO_x- og NO₂-verdiene?
- c. Hvor mye bidrar de ulike tiltakene til å redusere NO₂-konsentrasjonen?

Korsta varmeverk og Ortviken pappersbruk er som tidligere nevnt behandlet som punktkilder i spredningsberegningene. Resultatet av beregningene av forurensningsbidrag fra disse to kildene har gitt som resultat at de ikke bidrar til forurensningskonsentrasjonene i Sundsvall i episoder med høy forurensning. Dette skyldes hovedsakelig at utslippene skjer i stor høyde, ca. 100 m over bakken, og at avgasstemperaturen er relativt høy ca. 100⁰ C. Høyeste maksimal NO_x-konsentrasjon i rutenettet ble beregnet til ca. 0,01 µg/m³.

I Tabell 4 er gitt samlet utslipp av NO_x for hver kildegruppe og for hvert tiltak (scenarium). I tillegg er det gitt samlet utslipp fra trafikk og totalt. Korsta varmeverk og Ortviken pappersbruk er ikke tatt med i tabell 4.

Tabell 4: Totalt utslipp av NO_x for hver kildegruppe og scenarium.
Enhet: tonn NO_x /time.

	Sundsvall 1988	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Personbiler	115	108	39	32	46
Lastebiler	90	85	68	68	81
Busser	13	13	4	10	4
Trafikk	219	207	112	109	131
Energi	49	49	49	49	49
Industri	6	6	6	6	6
Totalt	273	261	166	164	186

Som vi ser av tabell 4 er samlet utslipp høyest i dagens situasjon (Sundsvall, 1988), og lavest i scenarium 3 (utslippsfaktorer for biltrafikk for år 2000, samt økt satsing på kollektivtrafikk).

I tabell 5 og 6 presenteres maksimale beregnede NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner for hver kildegruppe og for hvert scenarium, for vindsituasjon 1.

Tabell 5: Beregnet maksimal-konsentrasjon av NO_x (med rutekoordinat) for hver kildegruppe og scenarium.
Vind: 280^0 , 1 m/s. Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.

	Sundsvall 1988	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Personbiler	254 (18,8)	208 (18,8)	87 (18,8)	70 (18,8)	101 (18,8)
Lastebiler	164 (18,8)	136 (18,8)	124 (18,8)	124 (18,8)	147 (18,8)
Busser	34 (18,8)	34 (18,8)	11 (18,8)	24 (18,8)	11 (18,8)
Trafikk	452 (18,8)	379 (18,8)	223 (18,8)	218 (18,8)	260 (18,8)
Energi	78 (22,6)	78 (22,6)	78 (22,6)	78 (22,6)	78 (22,6)
Industri	26 (13,8)	26 (13,8)	26 (13,8)	26 (13,8)	26 (13,8)
Totalt	502 (18,8)	429 (18,8)	272 (18,8)	268 (18,8)	310 (18,8)

Tabell 6: Beregnet maksimal-konsentrasjon av NO_2 (med rutekoordinat) for hver kildegruppe og scenarium. Vind = 280° , 1 m/s. Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.

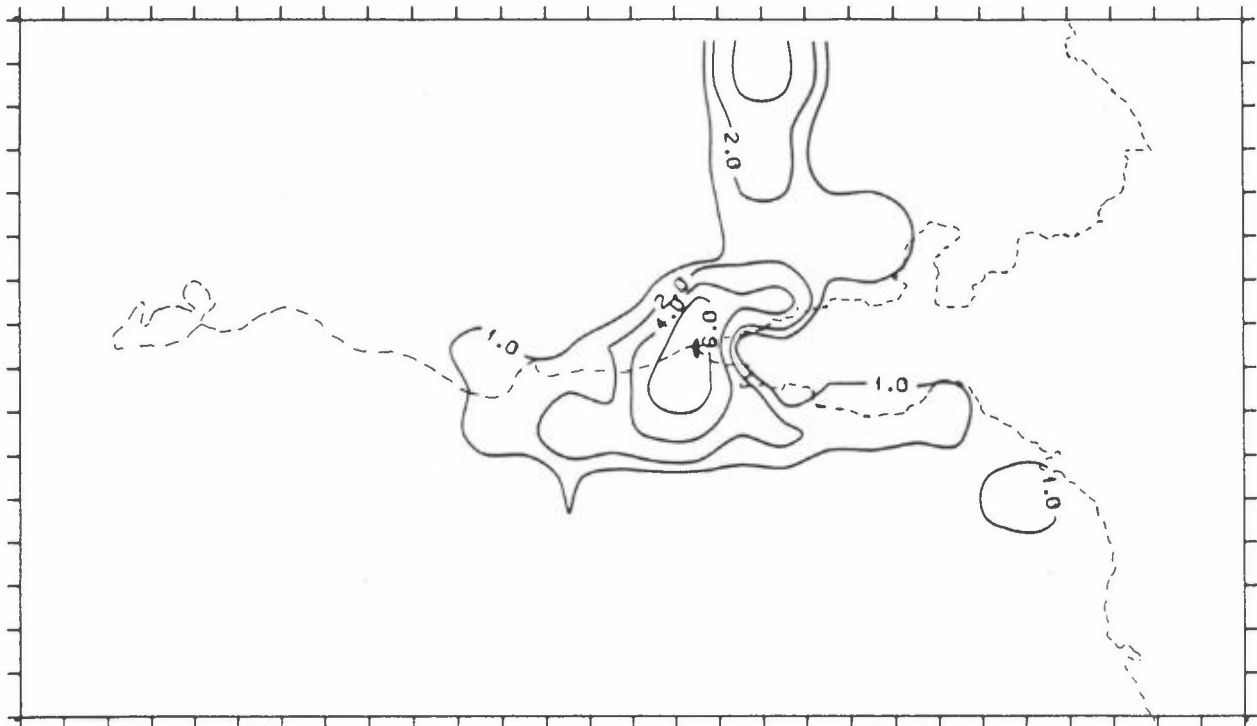
	Sundsvall 1988	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3	Scenarium 4
Personbiler	13 (18,8)	10 (18,8)	4 (18,8)	3 (18,8)	5 (18,8)
Lastebiler	25 (18,8)	20 (18,8)	19 (18,8)	19 (18,8)	22 (18,8)
Busser	5 (18,8)	5 (18,8)	2 (18,8)	4 (18,8)	2 (18,8)
Trafikk	42 (18,8)	36 (18,8)	25 (18,8)	26 (18,8)	29 (18,8)
Energi	8 (22,6)	8 (22,6)	8 (22,6)	8 (22,6)	8 (22,6)
Industri	3 (13,8)	3 (13,8)	3 (13,8)	3 (13,8)	3 (13,8)
Ozon	60	60	60	60	60
Totalt	107 (18,8)	101 (18,8)	90 (18,8)	91 (18,8)	94 (18,8)

De beregnede maksimalkonsentrasjonene av NO_x i sentrum ligger innenfor det området der målingene typisk forekommer i episodene med svak vind fra vest.

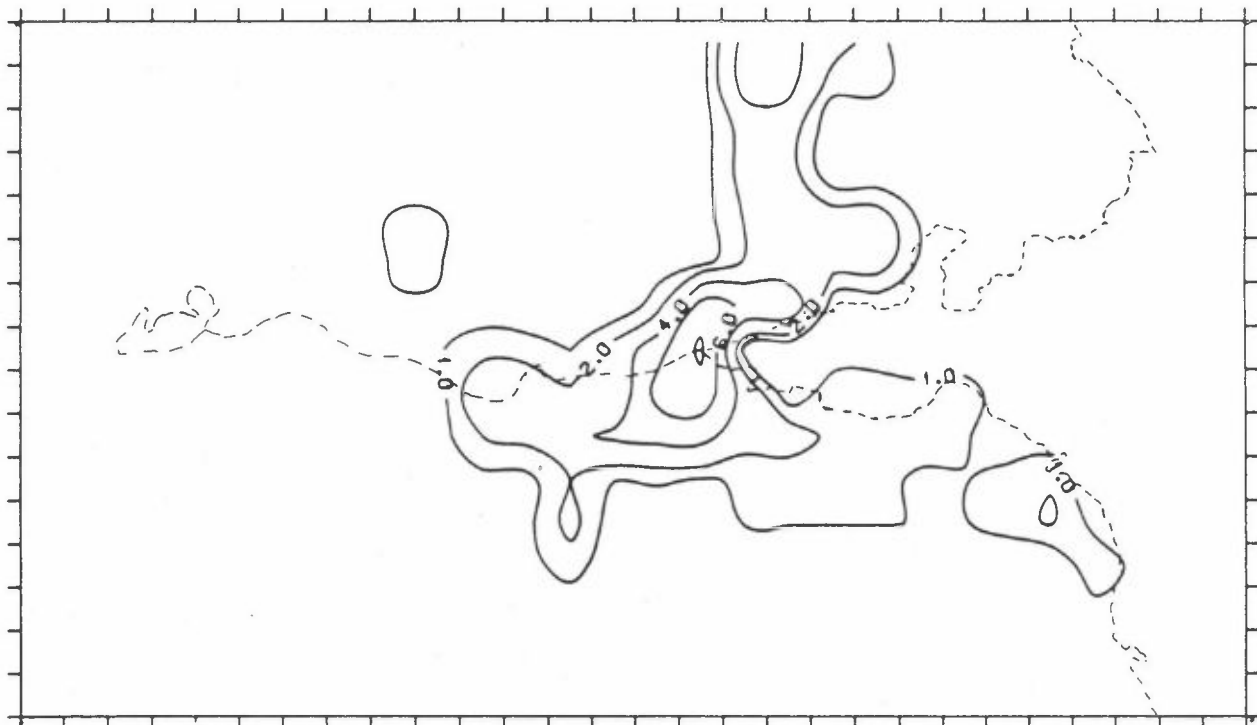
Når det gjelder NO_2 , er de beregnede maksimal-konsentrasjoner noe lavere enn de som typisk måles med kjemiluminescens-instrumentet på Stadshuset. De stemmer bra med resultater av DOAS-målingene i januar 1990 langs løyper fra samme sted, mot nord og sør på tvers av dalen (se figur 1 og vedlegg G).

På de følgende sider er resultater gitt i form av romlig fordeling (isoplott) av utslipp samt konsentrasjoner for vind-situasjon 1. Figurene 3-4 viser utslippsintensitet (kg/time og 400-m-rute) av NO_x fra trafikk og totalt for dagens forhold (Sundsvall 1988), mens figurene 5-8 viser konsentrasjonsfordelinger av NO_x og NO_2 for trafikk og totalt for dagens forhold (Sundsvall 1988).

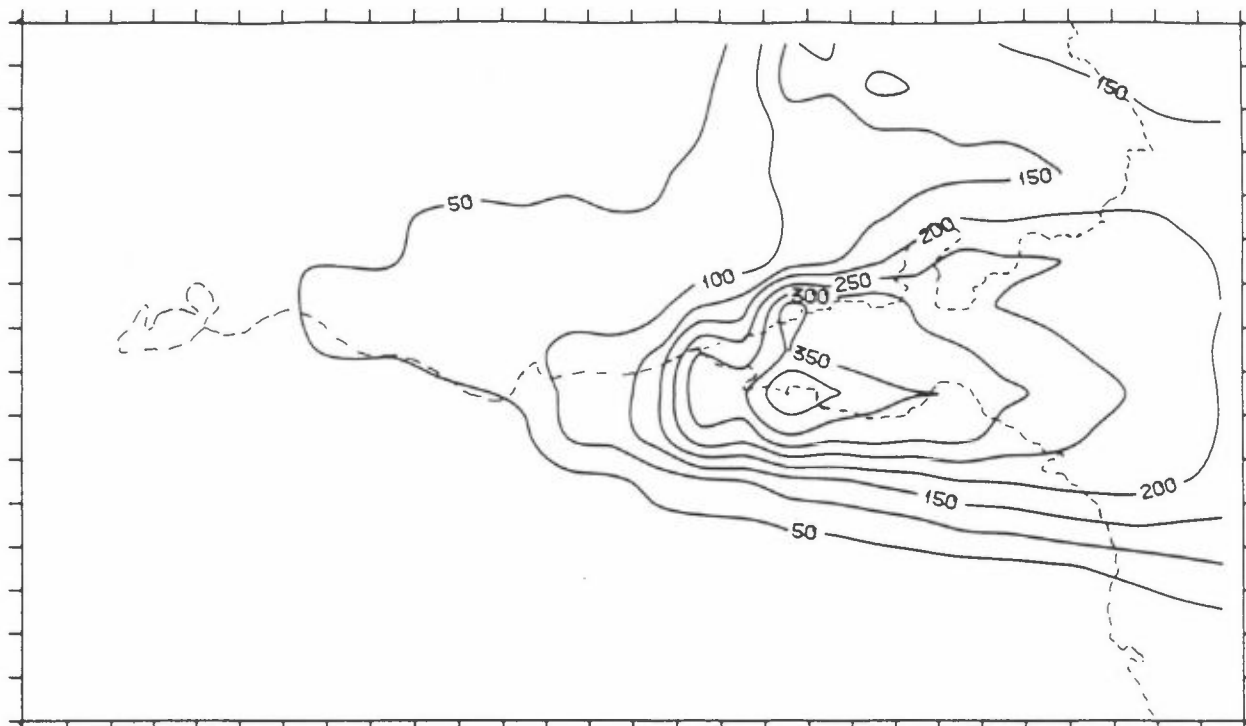
I figurene 9-32 vises tilsvarende resultater for scenariene 1-4.



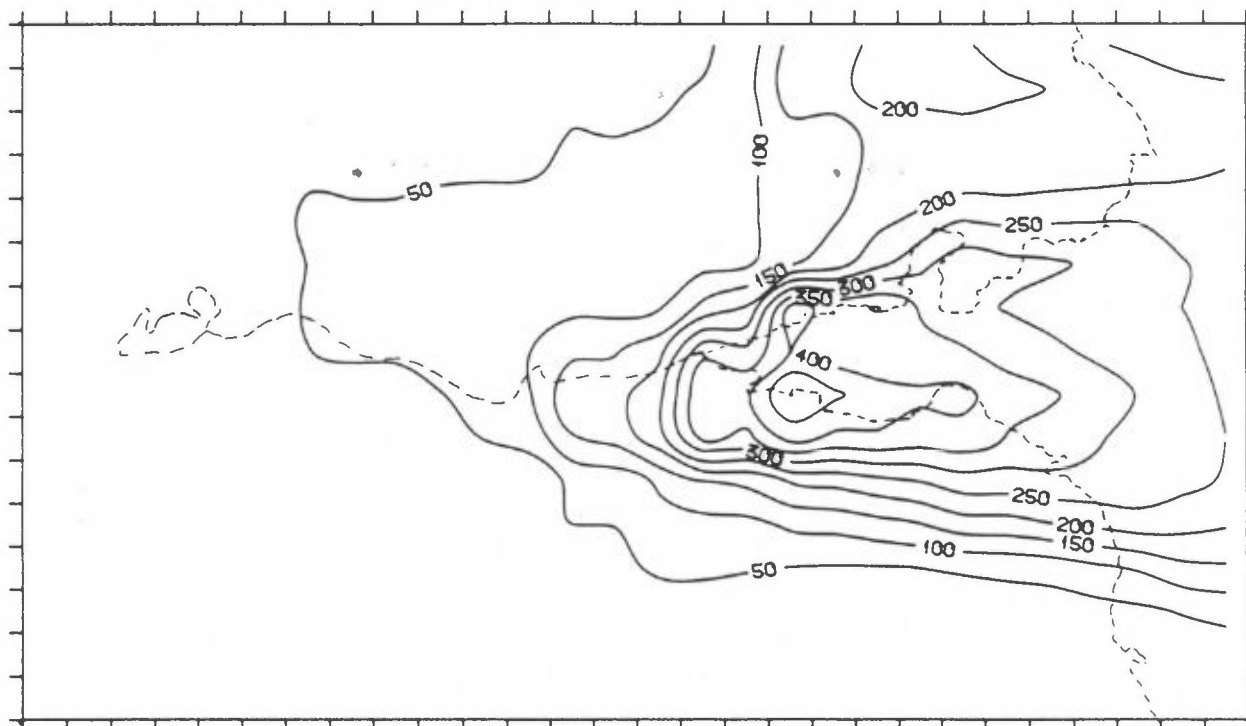
Figur 3: Utslippsintensitet av NO_x fra trafikk for Sundsvall 1988. Enhet: kg NO_x/time og rute.



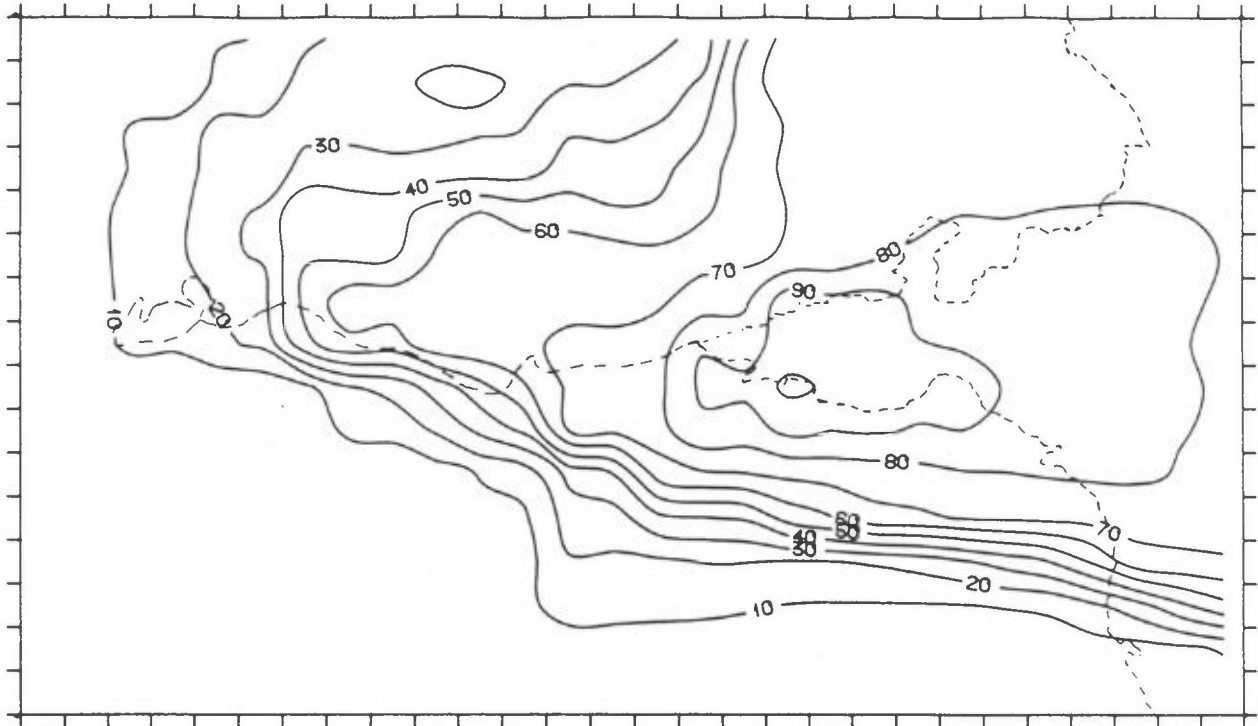
Figur 4: Total utslippsintensitet av NO_x for Sundsvall 1988. Enhet: kg NO_x/time og rute.



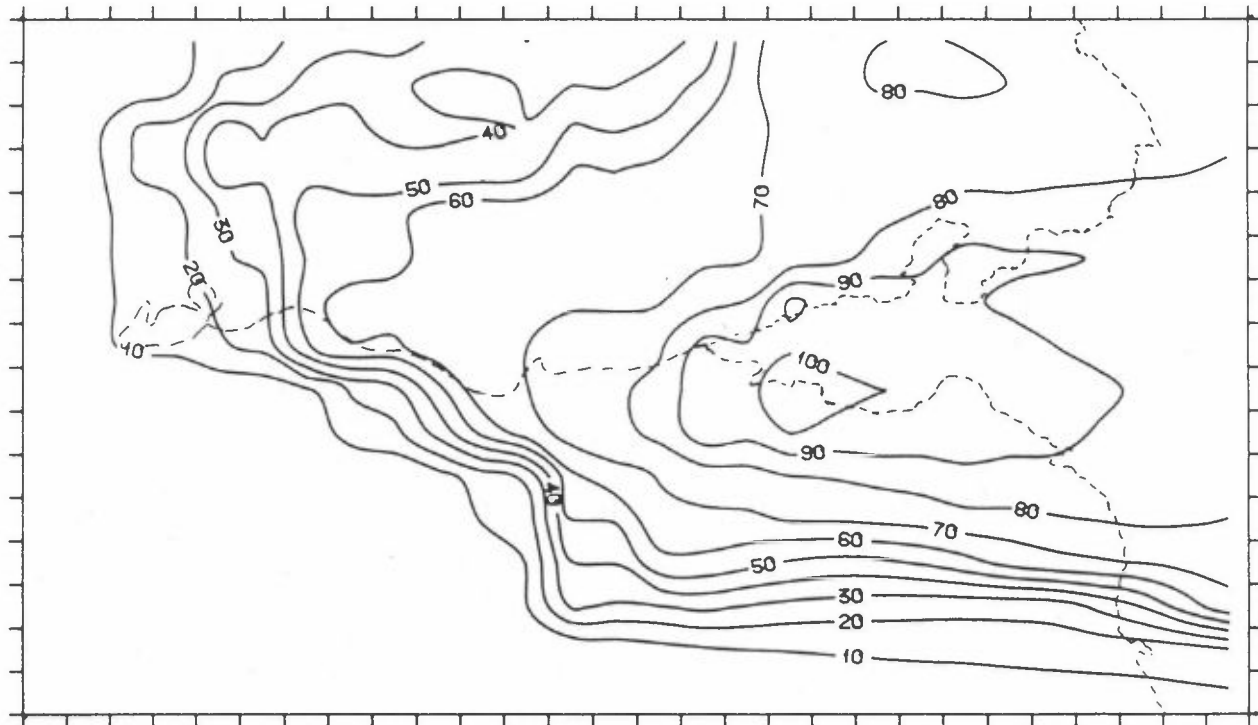
Figur 5: NO_x-konsentrasjon fra trafikk for Sundsvall 1988.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



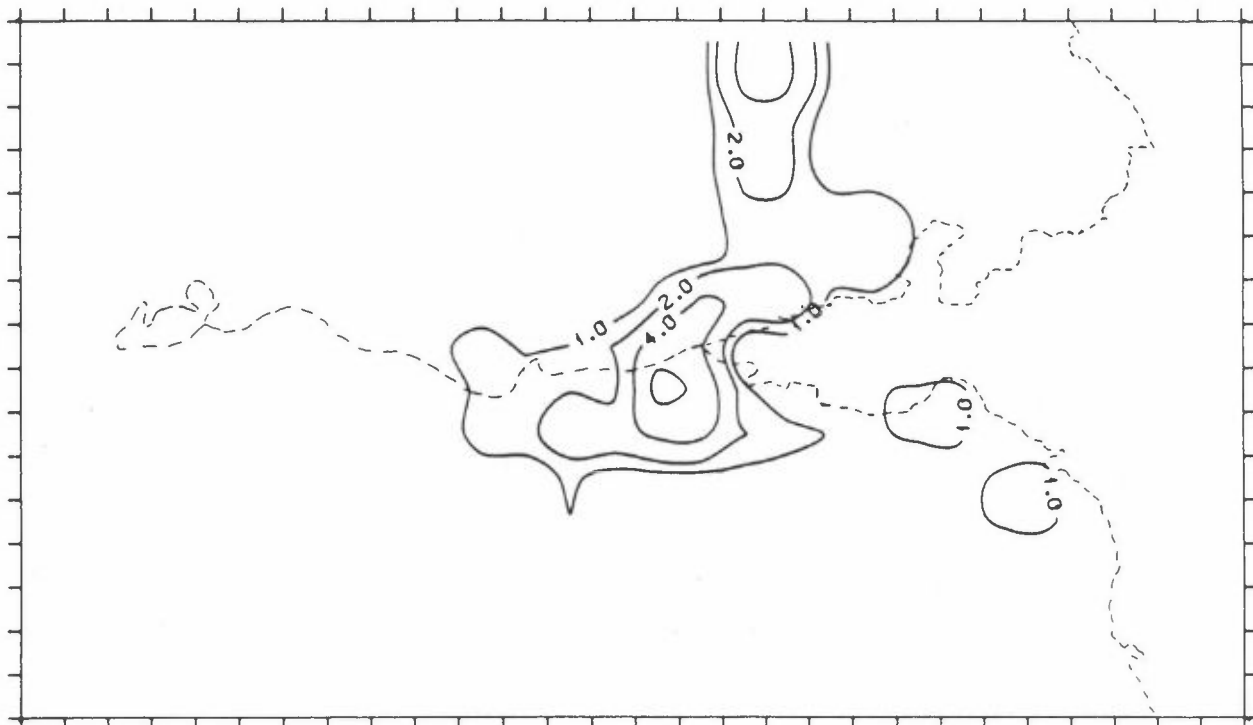
Figur 6: Total NO_x-konsentrasjon for Sundsvall 1988.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



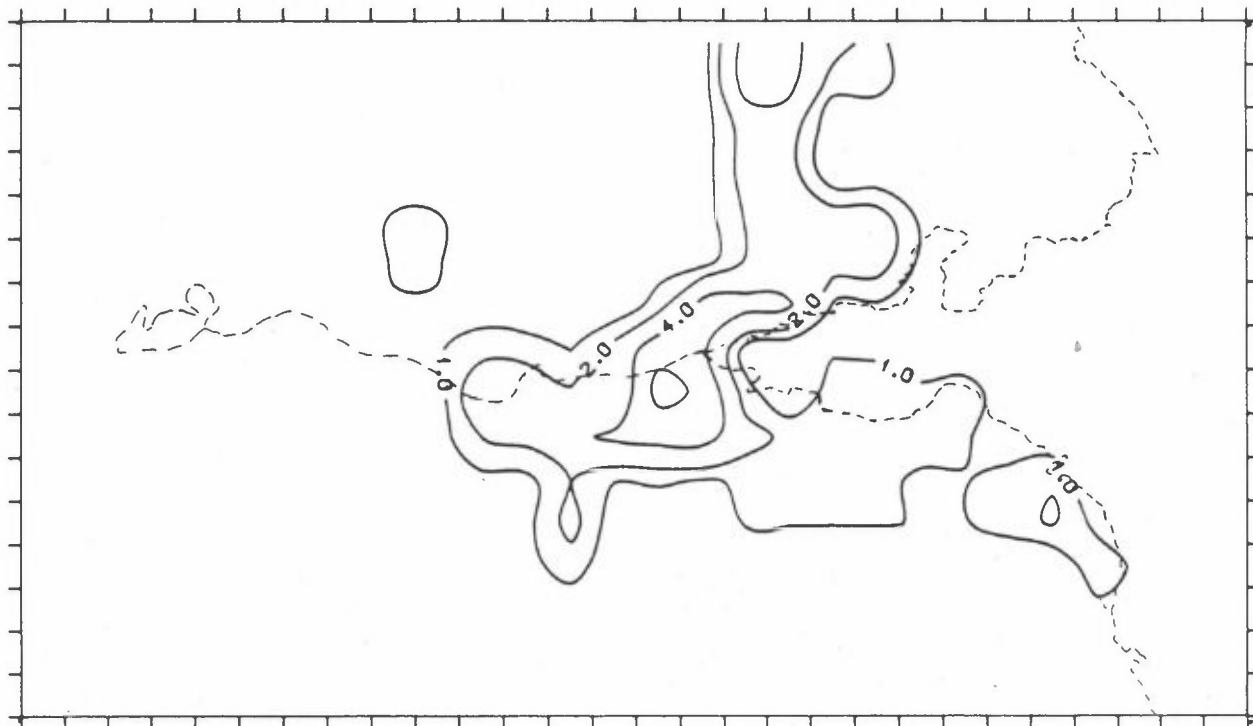
Figur 7: NO₂-konsentrasjon fra trafikk for Sundsvall 1988.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



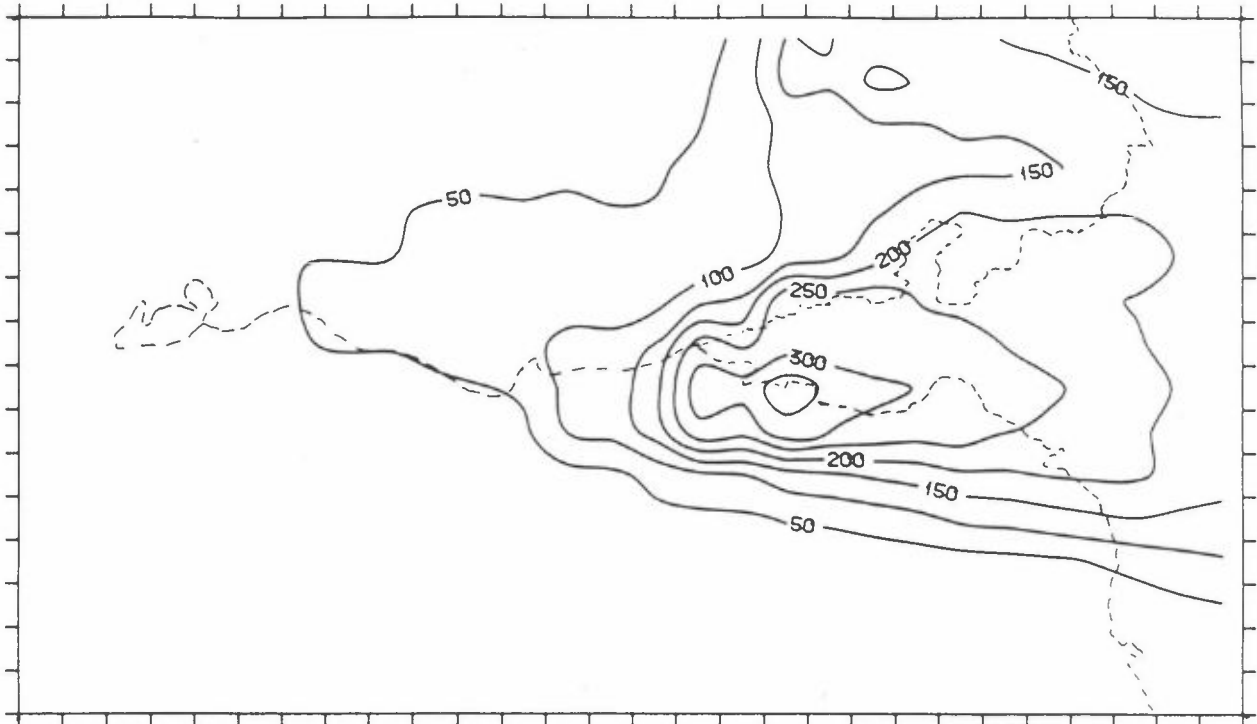
Figur 8: Total NO₂-konsentrasjon for Sundsvall 1988.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



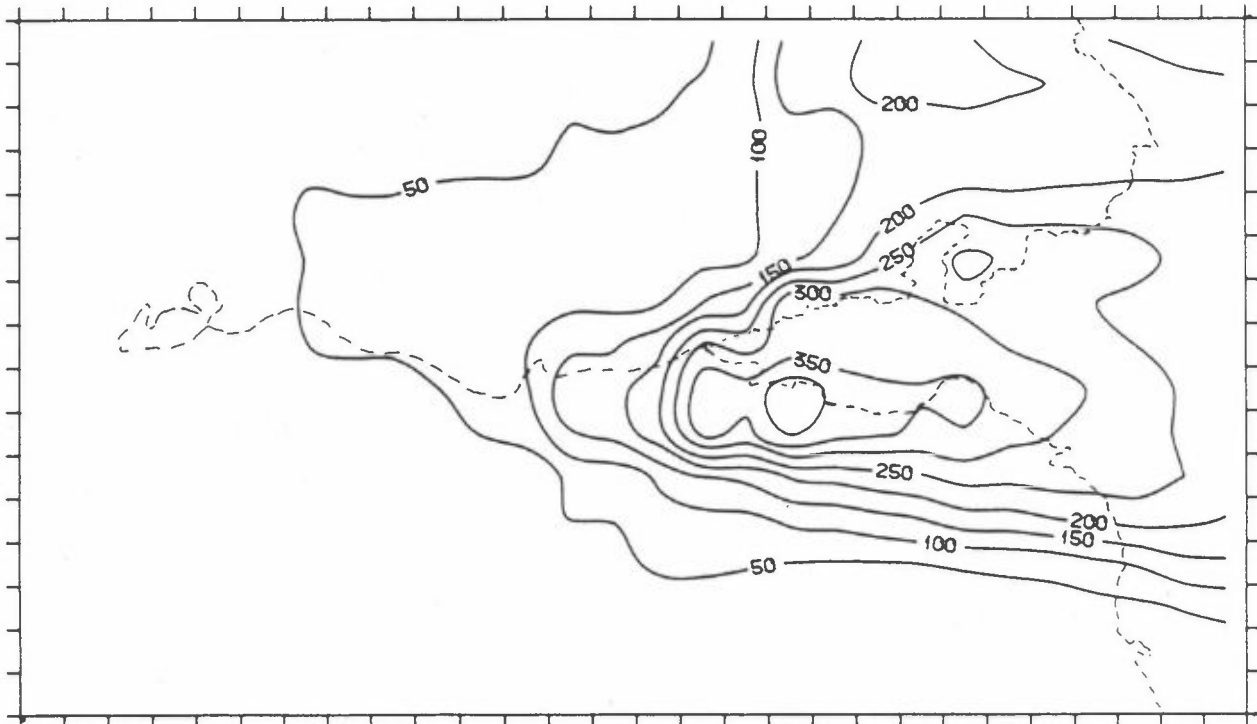
Figur 9: Utslippsintensitet av NO_x fra trafikk under Scenarium 1. Enhet: kg NO_x/time og rute.



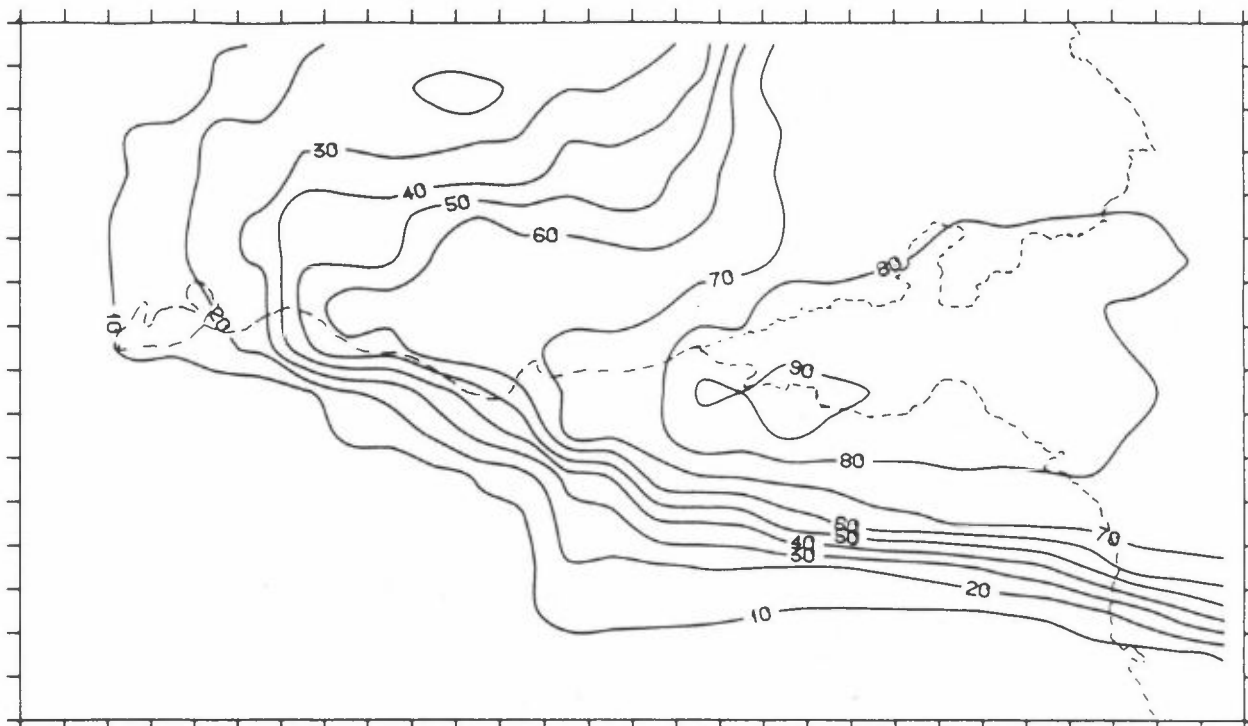
Figur 10: Total utslippsintensitet av NO_x under Scenarium 1. Enhet: kg NO_x/time og rute.



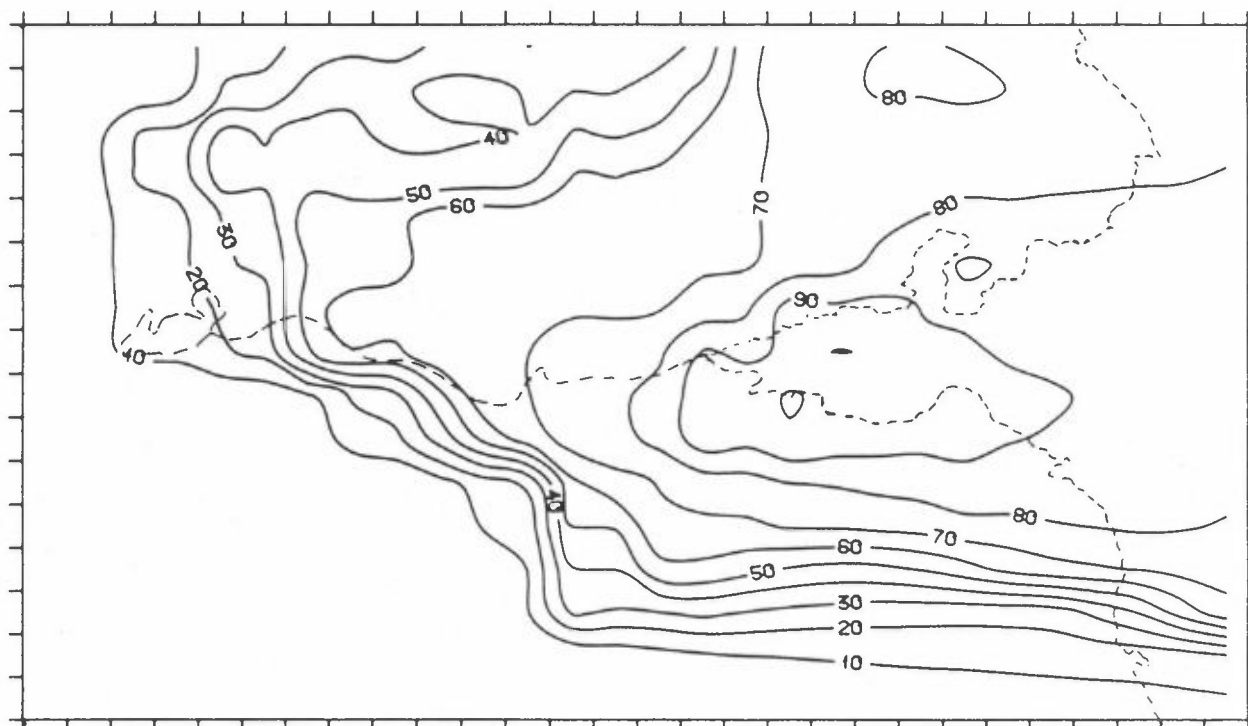
Figur 11: NO_x-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 1.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



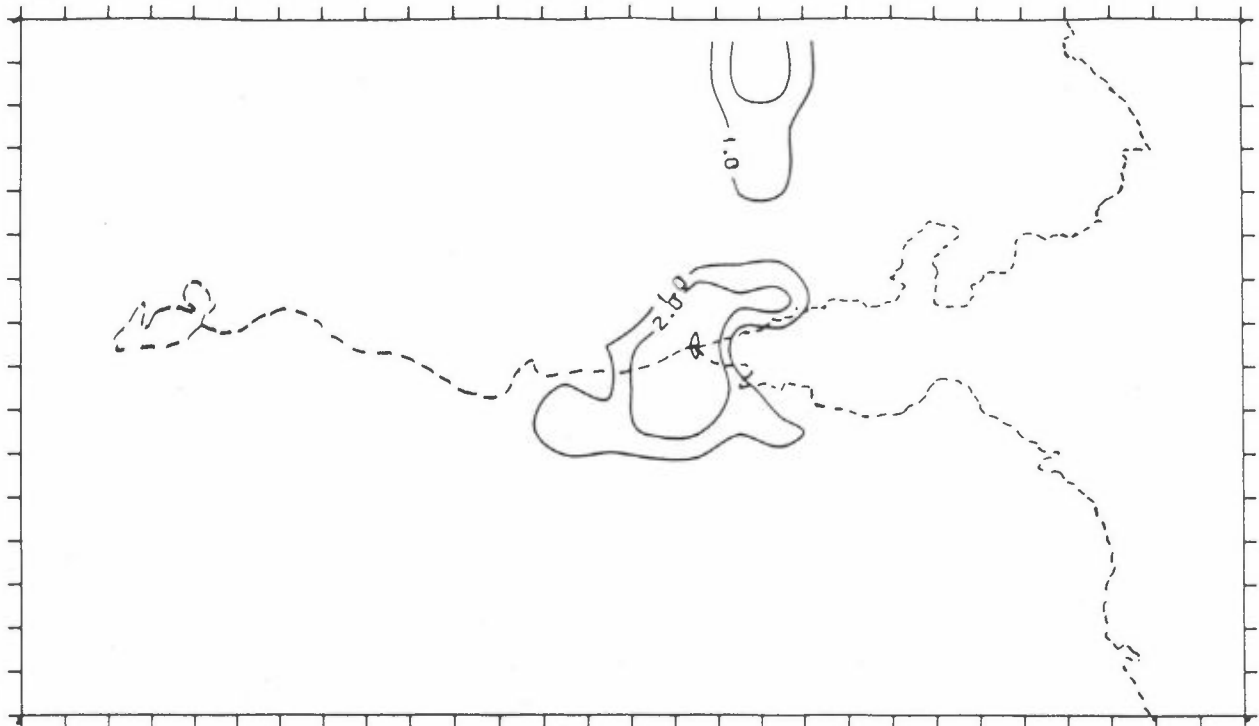
Figur 12: Total NO_x-konsentrasjon under Scenarium 1.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



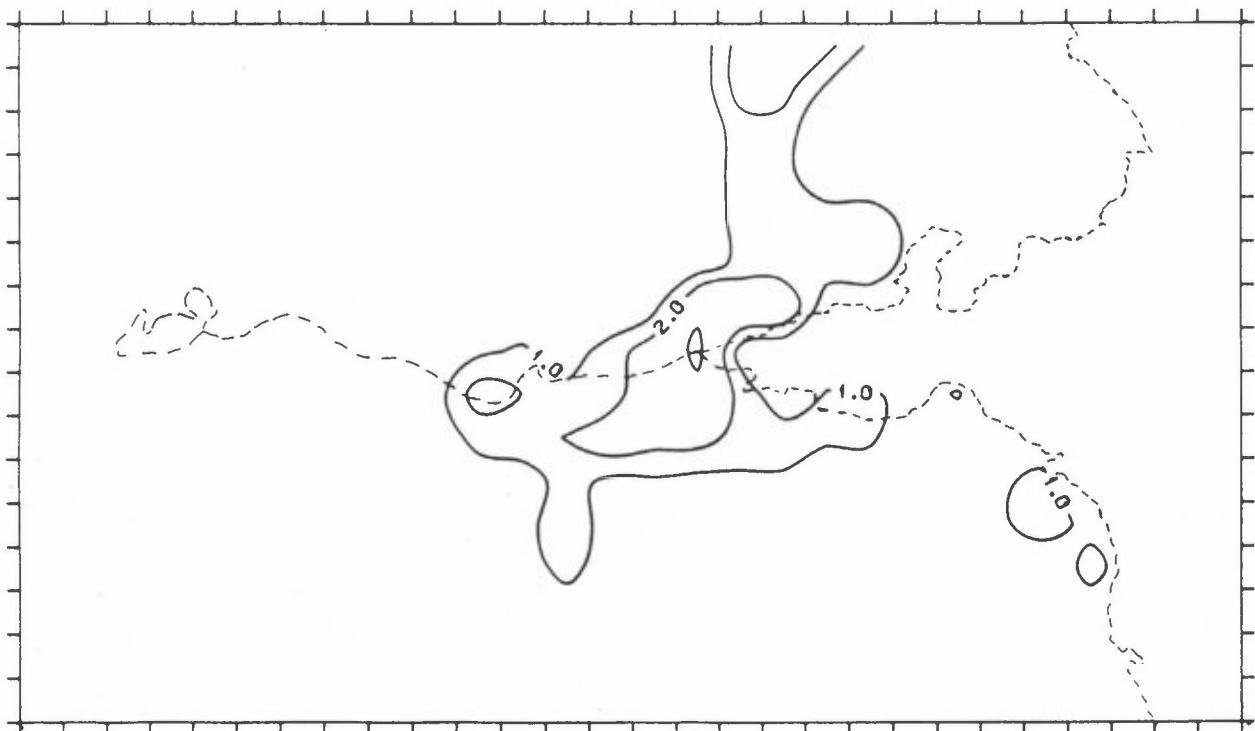
Figur 13: NO₂-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 1.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



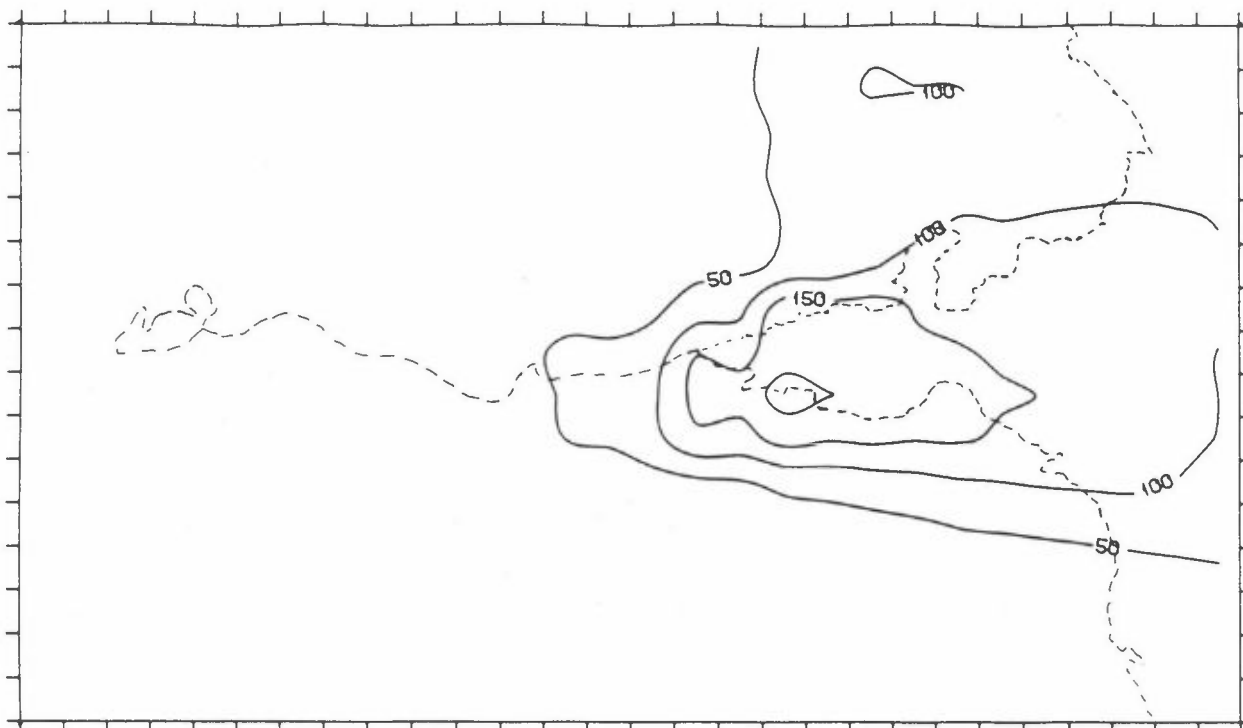
Figur 14: Total NO₂-konsentrasjon under Scenarium 1.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



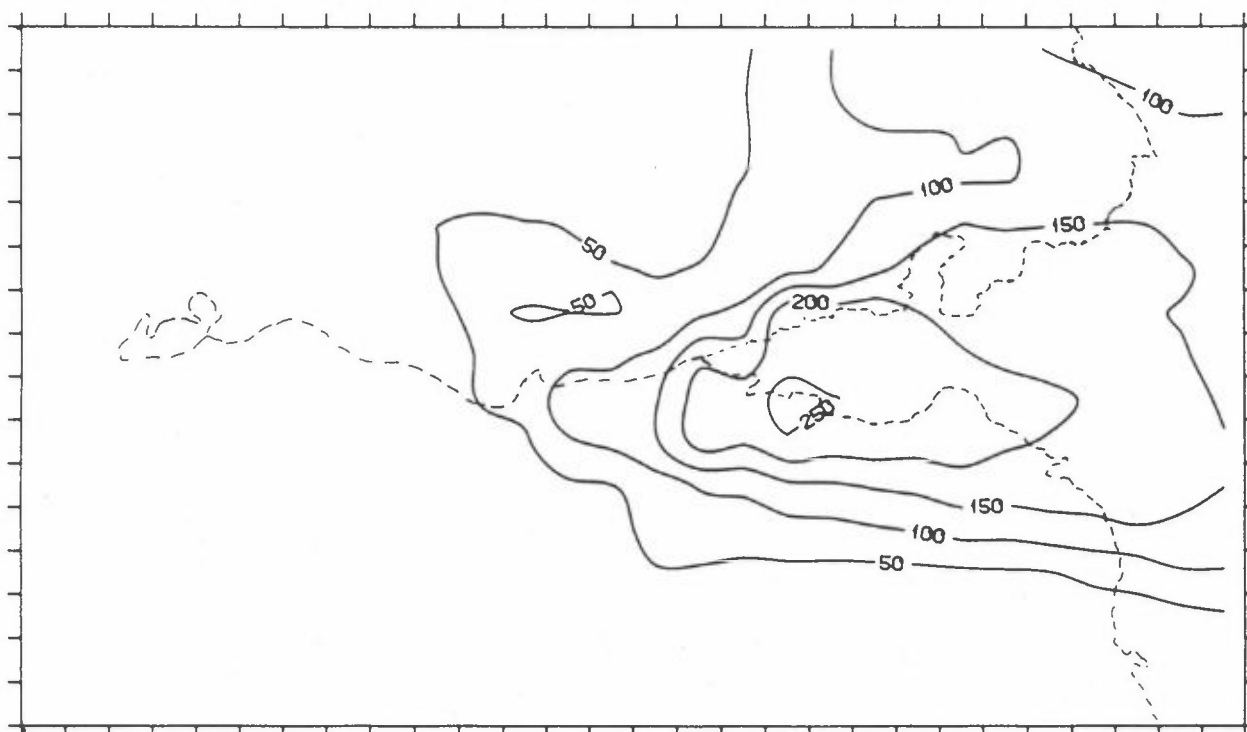
Figur 15: Utslippsintensitet av NO_x fra trafikk under Scenarium 2. Enhet: kg NO_x/time og rute.



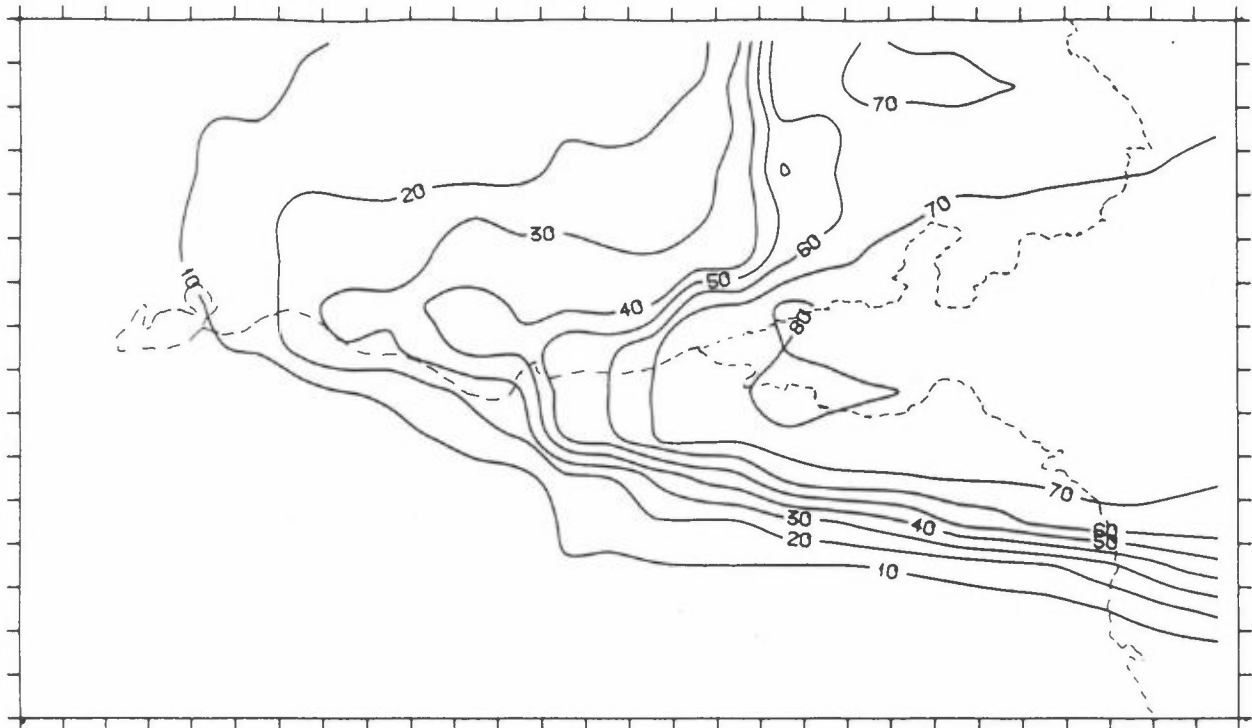
Figur 16: Total utslippsintensitet av NO_x under Scenarium 2. Enhet: kg NO_x/time og rute.



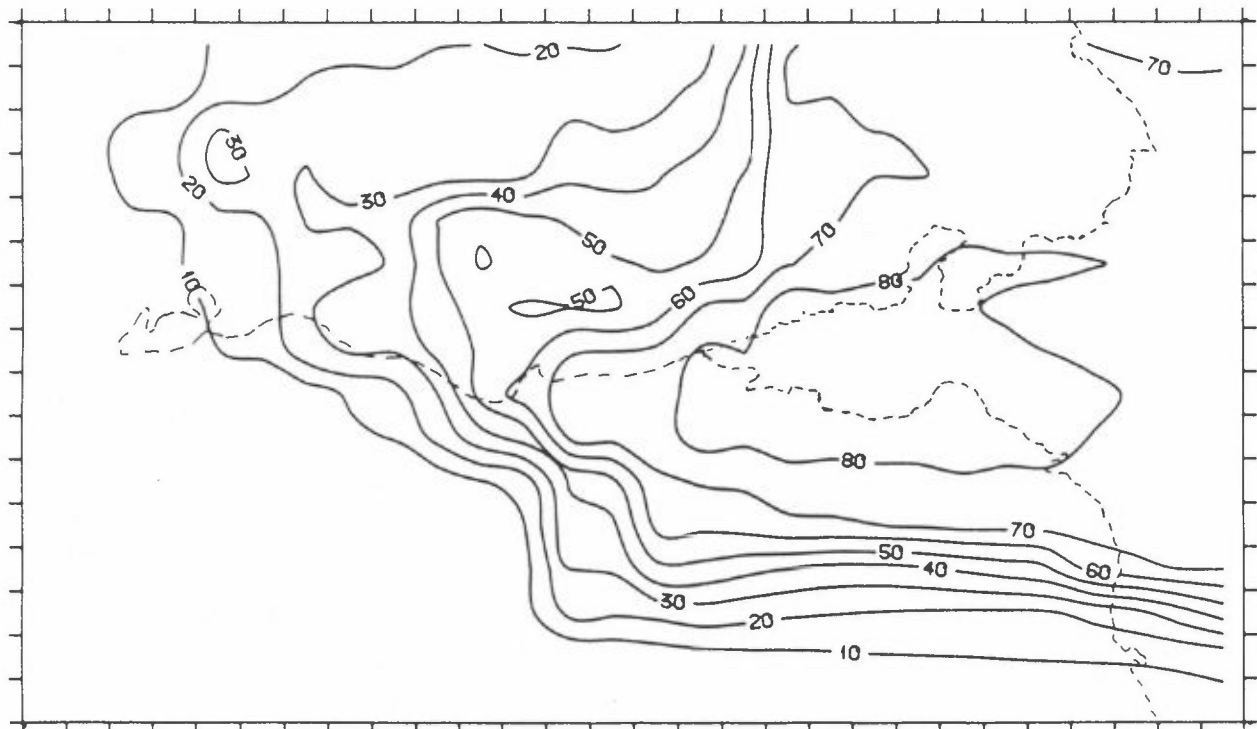
Figur 17: NO_x-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 2.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



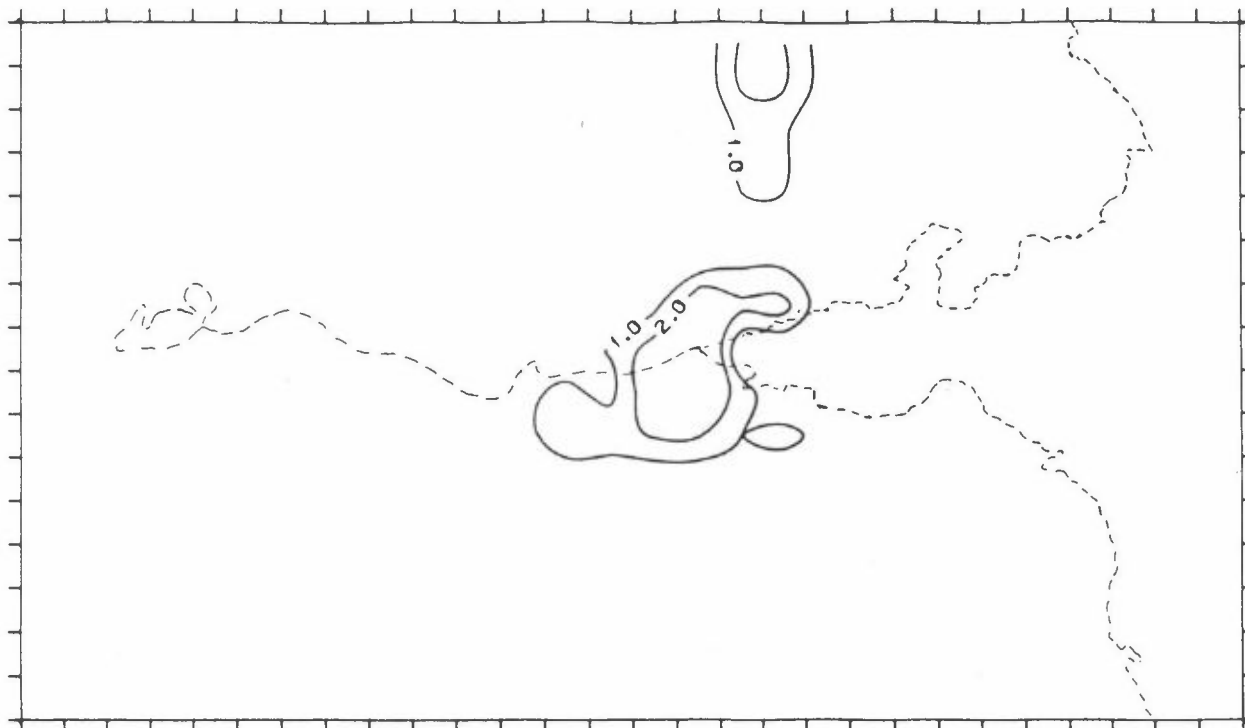
Figur 18: Total NO_x-konsentrasjon under Scenarium 2.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



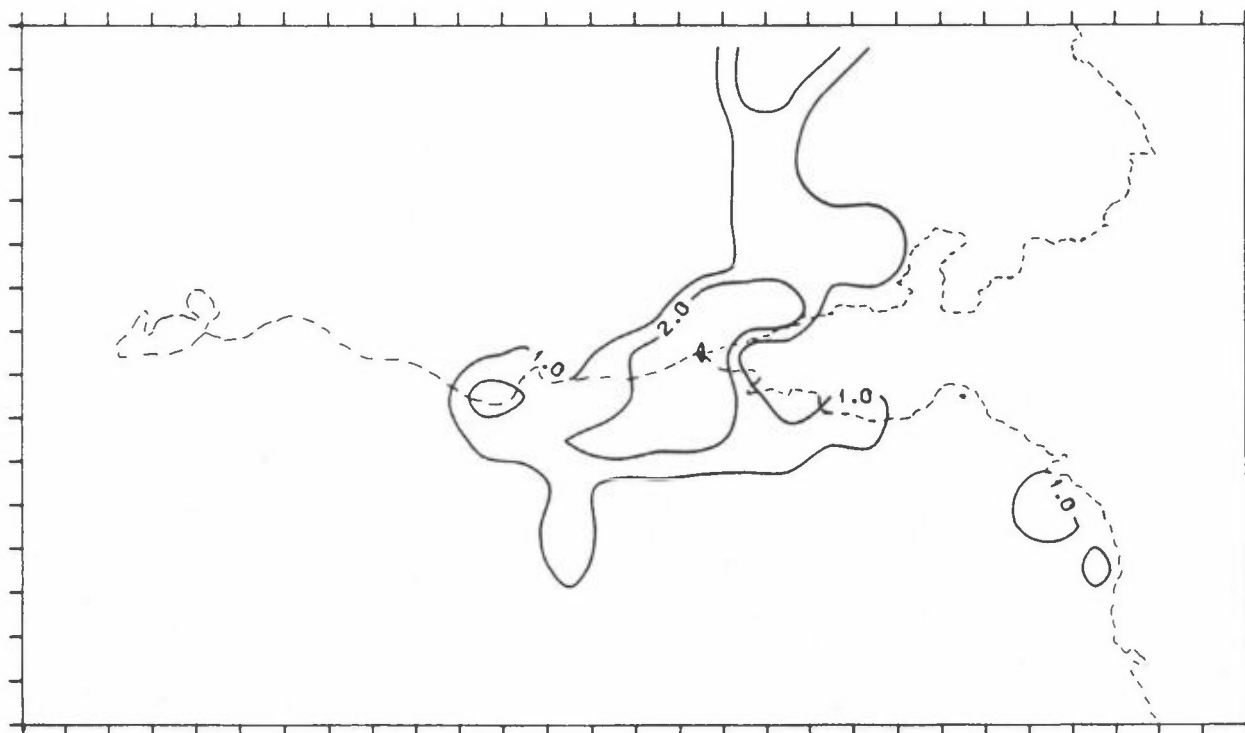
Figur 19: NO₂-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 2.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



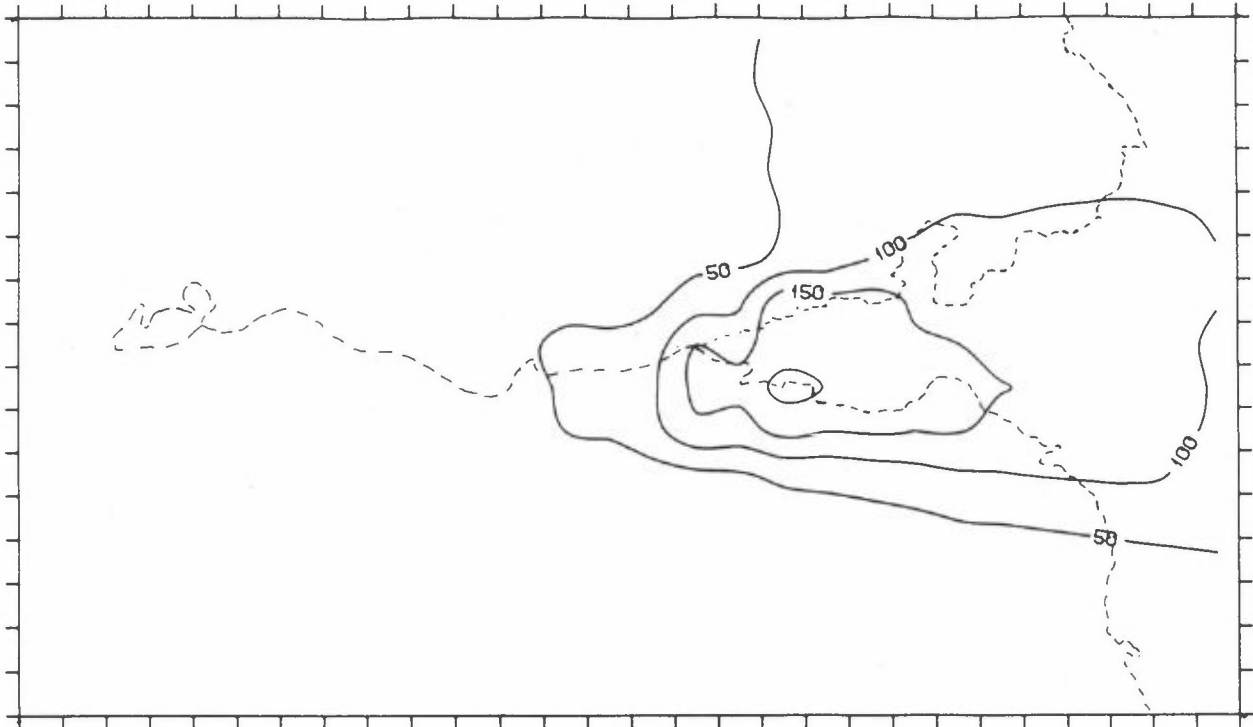
Figur 20: Total NO₂-konsentrasjon under Scenarium 2.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



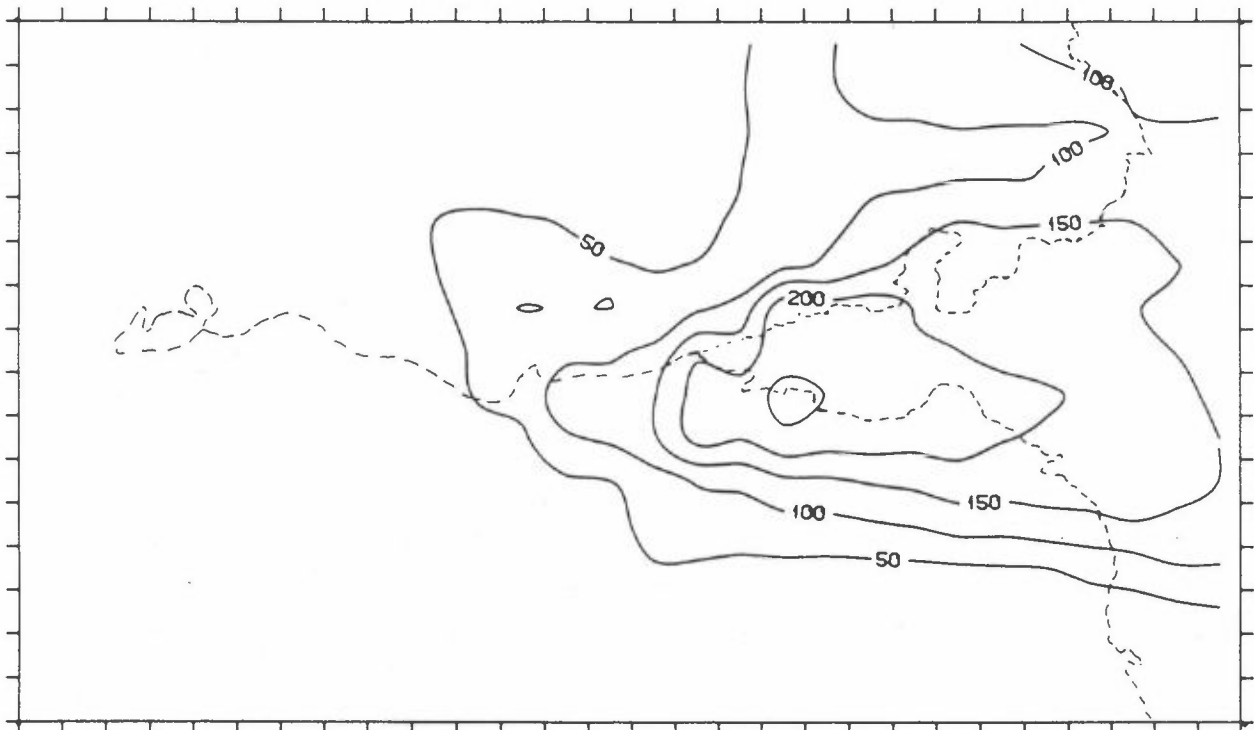
Figur 21: Utslippsintensitet av NO_x fra trafikk under Scenarium 3. Enhet: kg NO_x/time og rute.



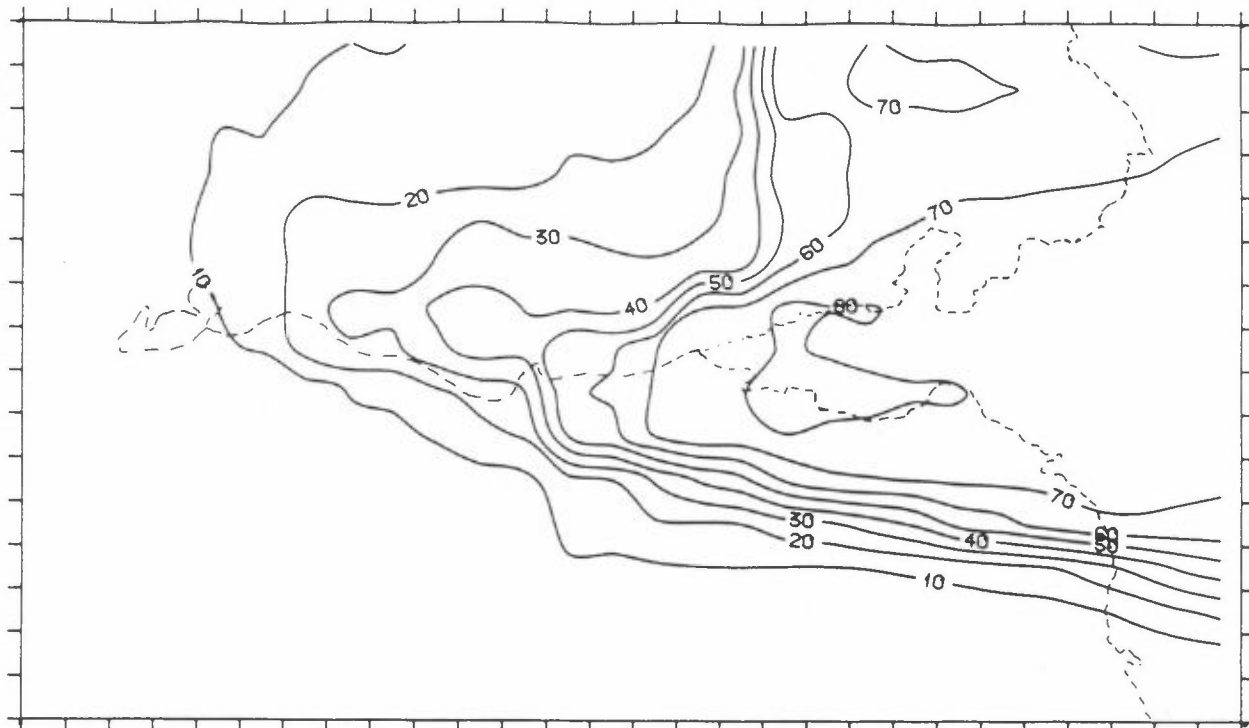
Figur 22: Total utslippsintensitet av NO_x under Scenarium 3. Enhet: kg NO_x/time og rute.



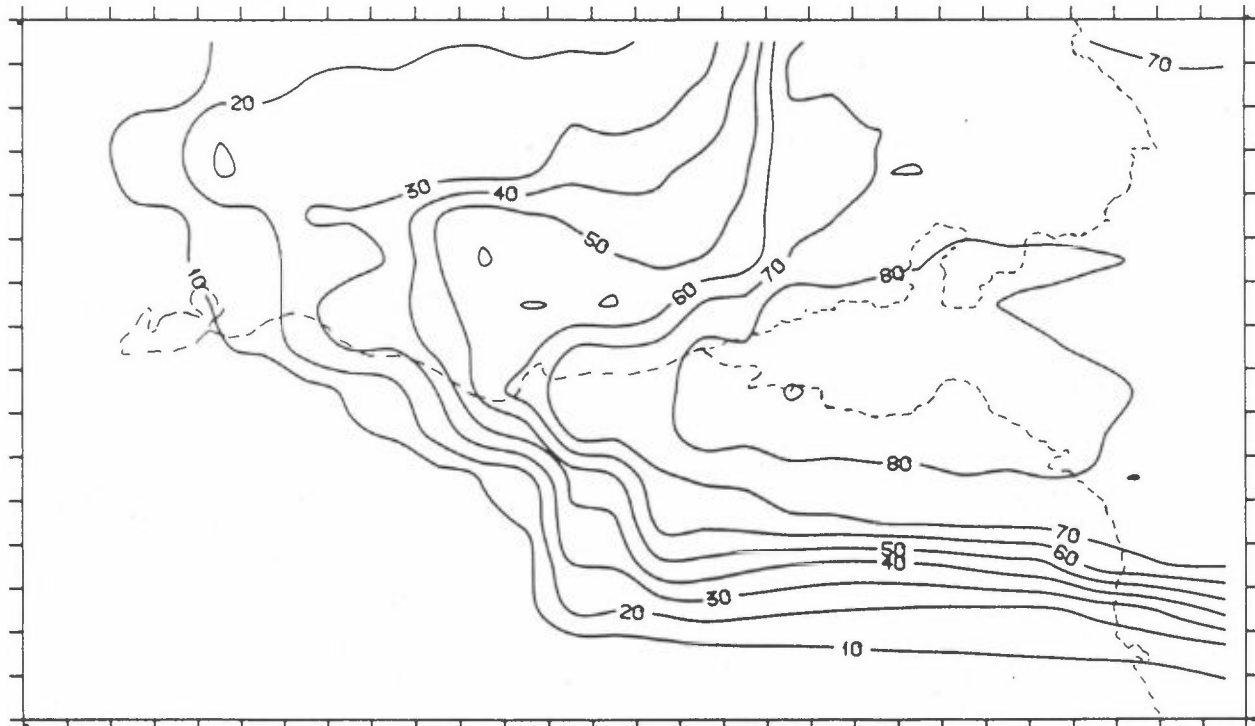
Figur 23: NO_x-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 3.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



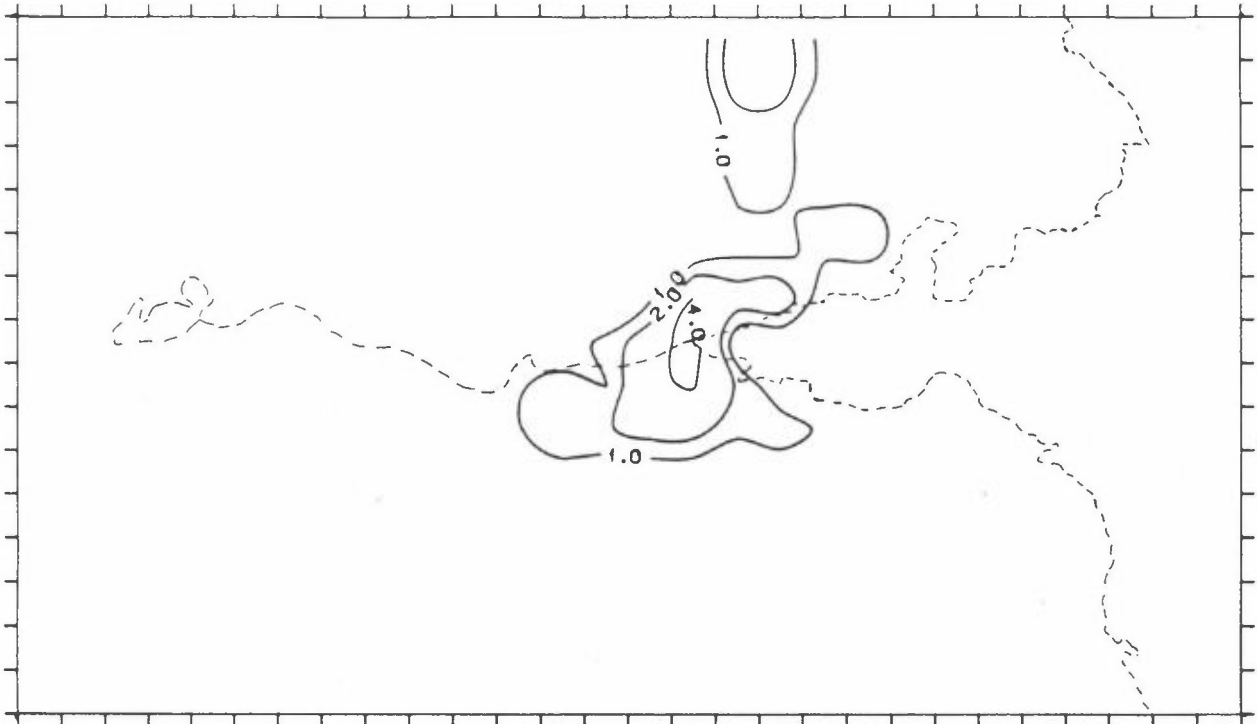
Figur 24: Total NO_x-konsentrasjon under Scenarium 3.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



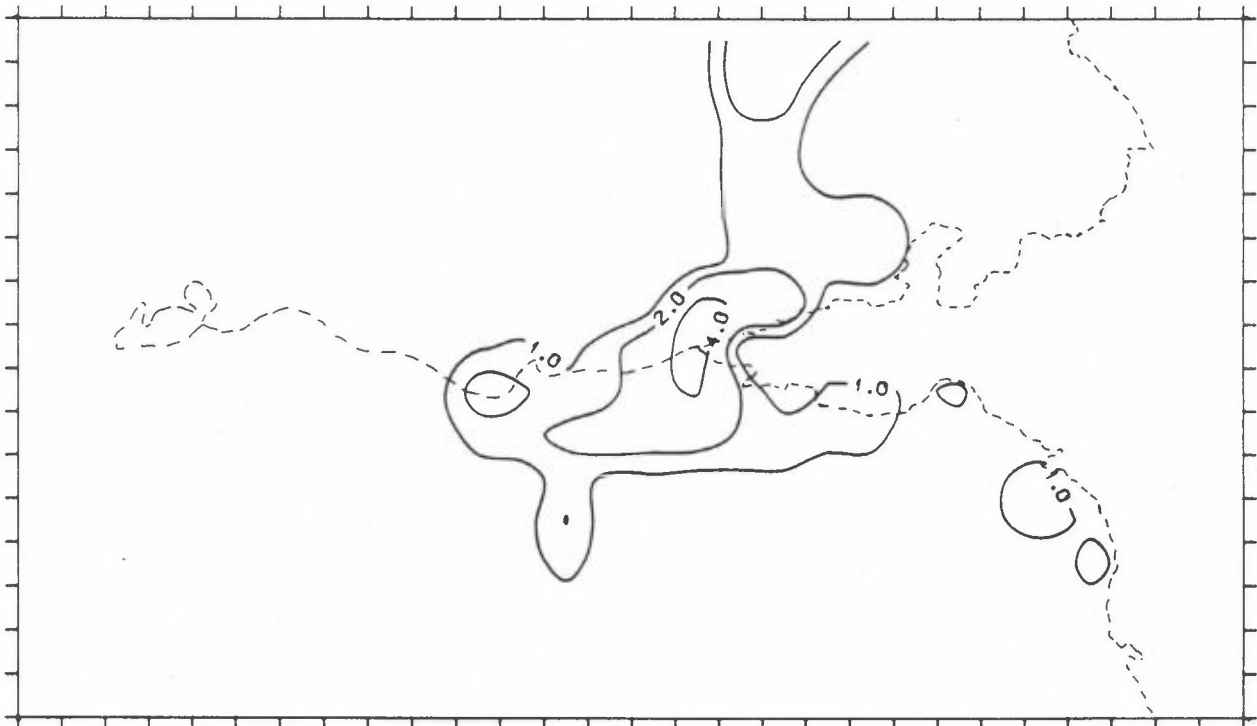
Figur 25: NO₂-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 3.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



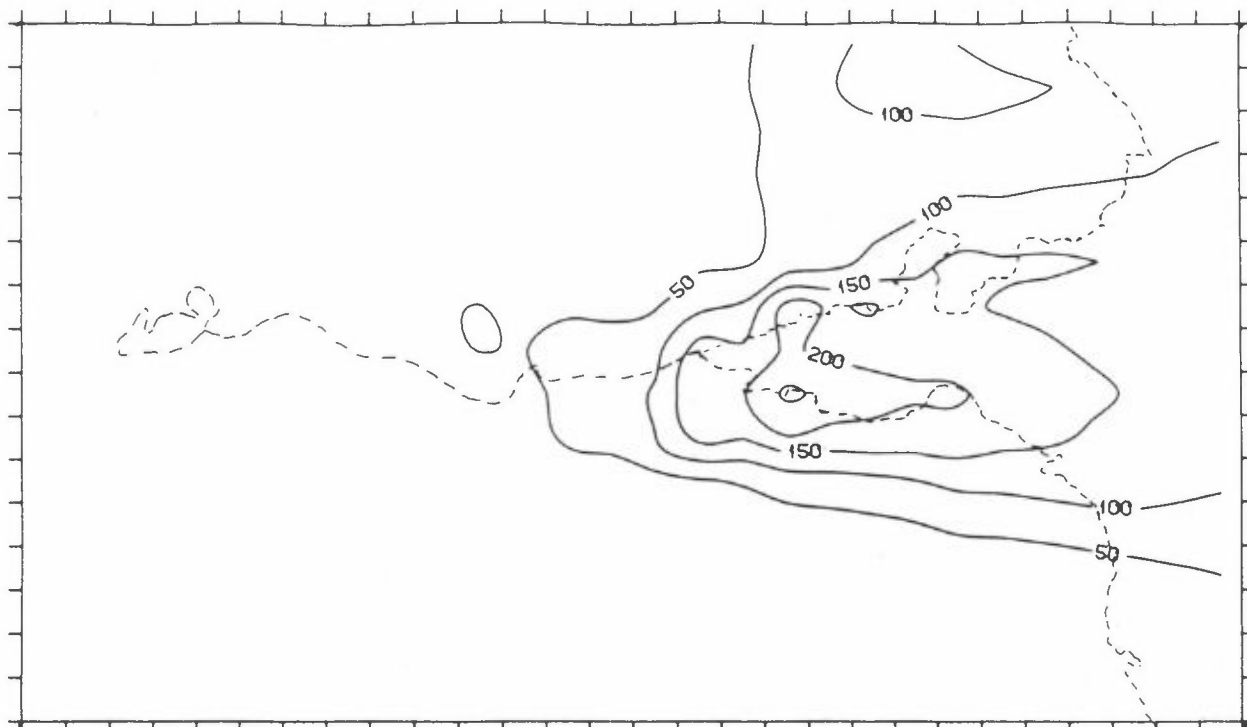
Figur 26: Total NO₂-konsentrasjon under Scenarium 3.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



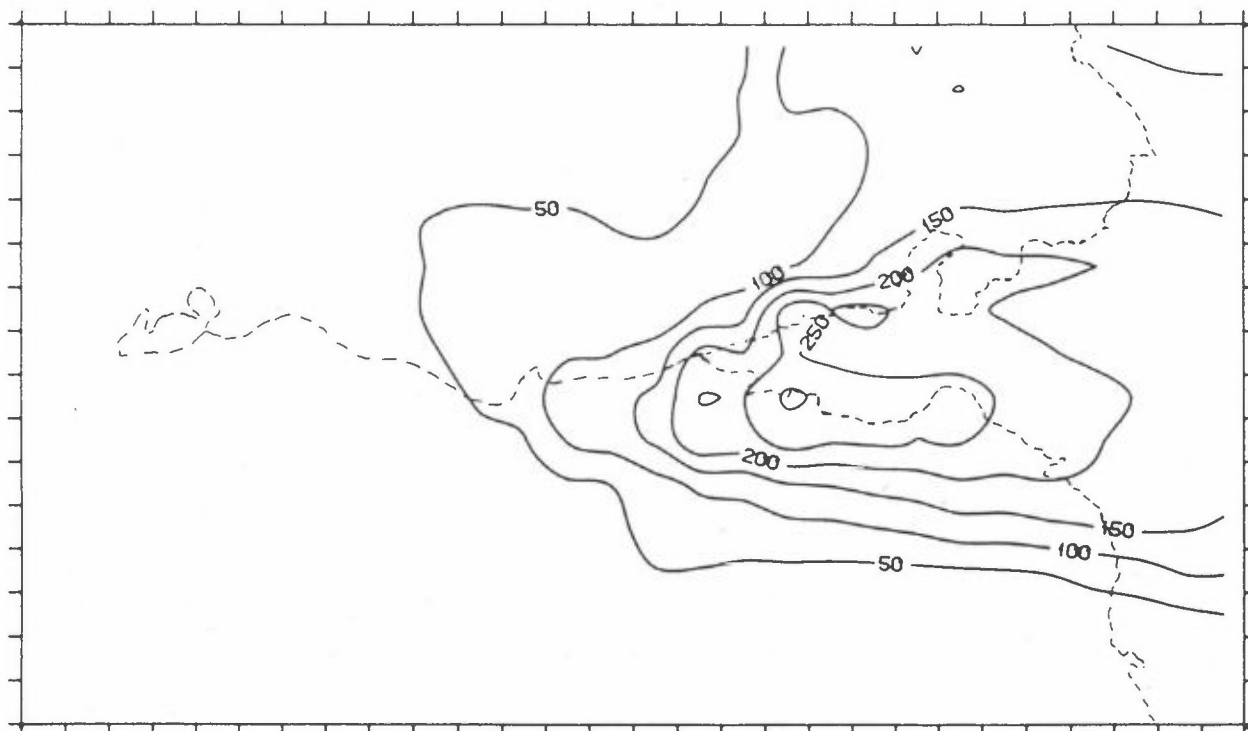
Figur 27: Utslippsintensitet av NO_x fra trafikk under Scenarium 4. Enhet: kg NO_x/time og rute.



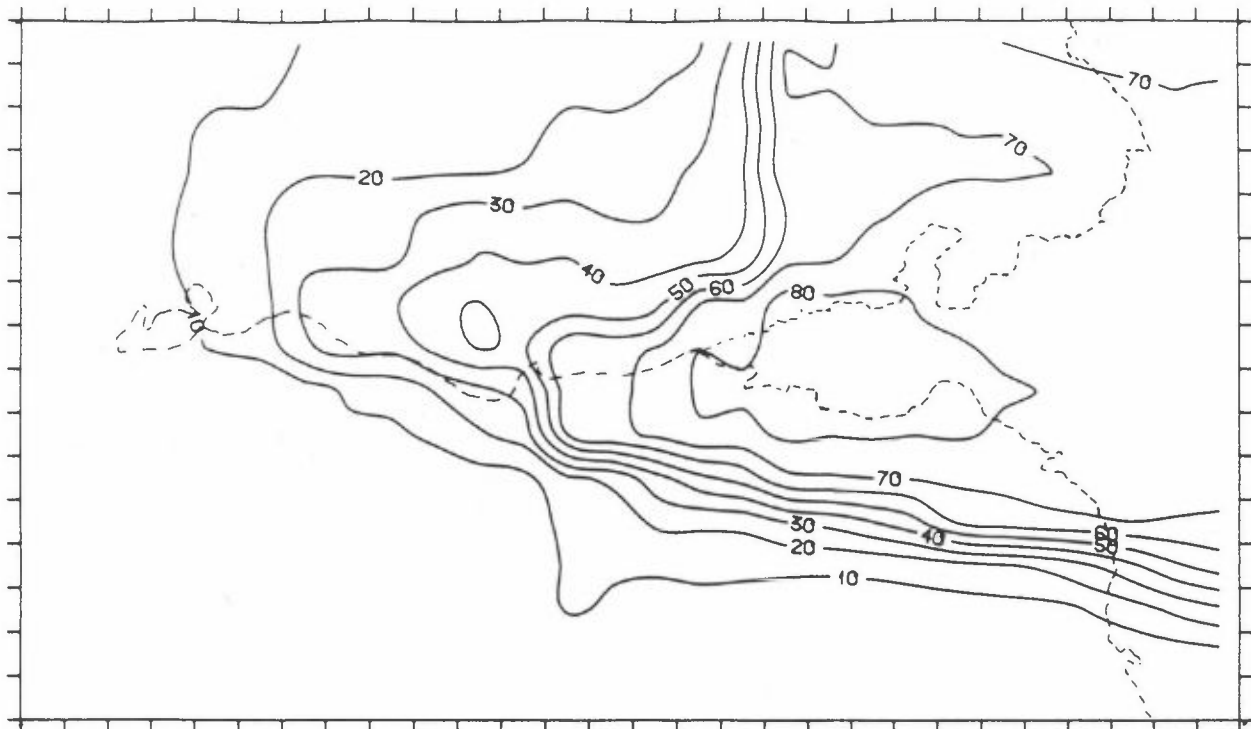
Figur 28: Total utslippsintensitet av NO_x under Scenarium 4. Enhet: kg NO_x/time og rute.



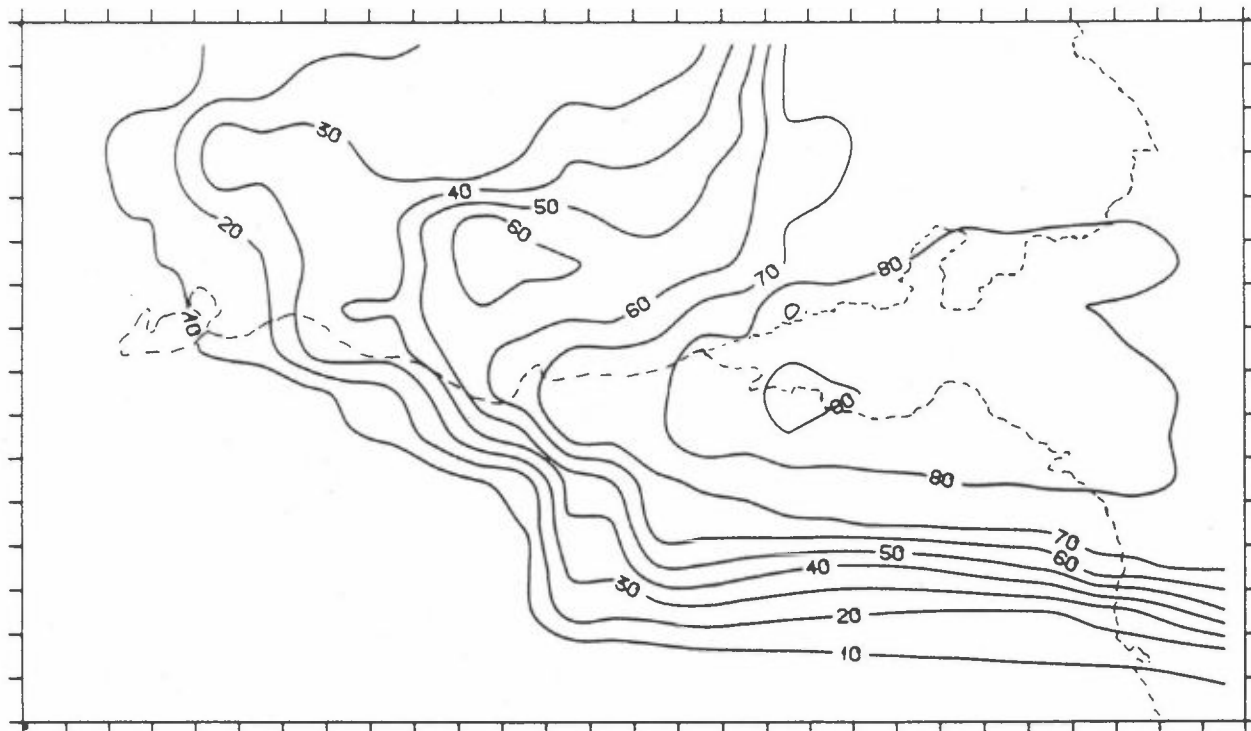
Figur 29: NO_x-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 4.
Vind: 280^o, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



Figur 30: Total NO_x-konsentrasjon under Scenarium 4.
Vind: 280^o, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$.



Figur 31: NO₂-konsentrasjon fra trafikk under Scenarium 4.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



Figur 32: Total NO₂-konsentrasjon under Scenarium 4.
Vind: 280⁰, 1 m/s, Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.

I plottene for utslipp er Korsta varmeverk og Ortviken pappersbruk ikke tatt med (punktkilder). I alle isoplott av NO_2 fra trafikk, samt for NO_2 totalt, er $60 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ fra ozon lagt til i alle ruter der $\text{NO}_x > 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (i øvrige ruter er $\text{NO}_2 = \text{NO}_x$).

Samme beregningsresultater i form av tallmatriser for hver kildegruppe og for hvert scenarium er gitt i vedlegg B-F. I disse vedleggene er også resultater fra beregningene for vind-situasjon 2 tatt med. I tallmatrisene for utslipp er, på samme måte som i isoplottene, Korsta varmeverk og Ortviken pappersbruk ikke tatt med (punktkilder).

Som nevnt i kapittel 3.1 er det i beregningene av konsentrasjoner ikke tatt hensyn til lokale topografiske effekter ved ås-sidene. Dette viser seg spesielt i åsen opp mot Norra Stadsberget for vindsituasjon 2. Vi beregner der økte forurensningskonsentrasjoner oppover ås-siden, mens luften i realiteten vil følge ås-siden.

5 VURDERING

Spredningsberegninger på grunnlag av data for utslipp og meteorologiske forhold som vanligvis opptrer når man måler høye NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner i Sundsvall (ved vindsituasjon 1) har gitt beregnede NO_x -konsentrasjoner i Sundsvall sentrum som stemmer rimelig bra med de som måles. For stagnasjons-situasjonen (vind-situasjon 2) beregnes endel lavere konsentrasjoner ($500\text{--}600 \mu\text{g}/\text{m}^3$) enn det som er målt (opptil $1\ 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vi har ikke på en enkel måte kunnet legge inn at luften i en slik situasjon allerede er forurenset når vinden snur fra landbris til sjøbris.

Når det gjelder NO_2 stemmer våre beregninger for vindsituasjon 1 bra overens med DOAS-målingene, men ligger endel lavere enn de høyeste verdier som kjemiluminescens-målingene gir.

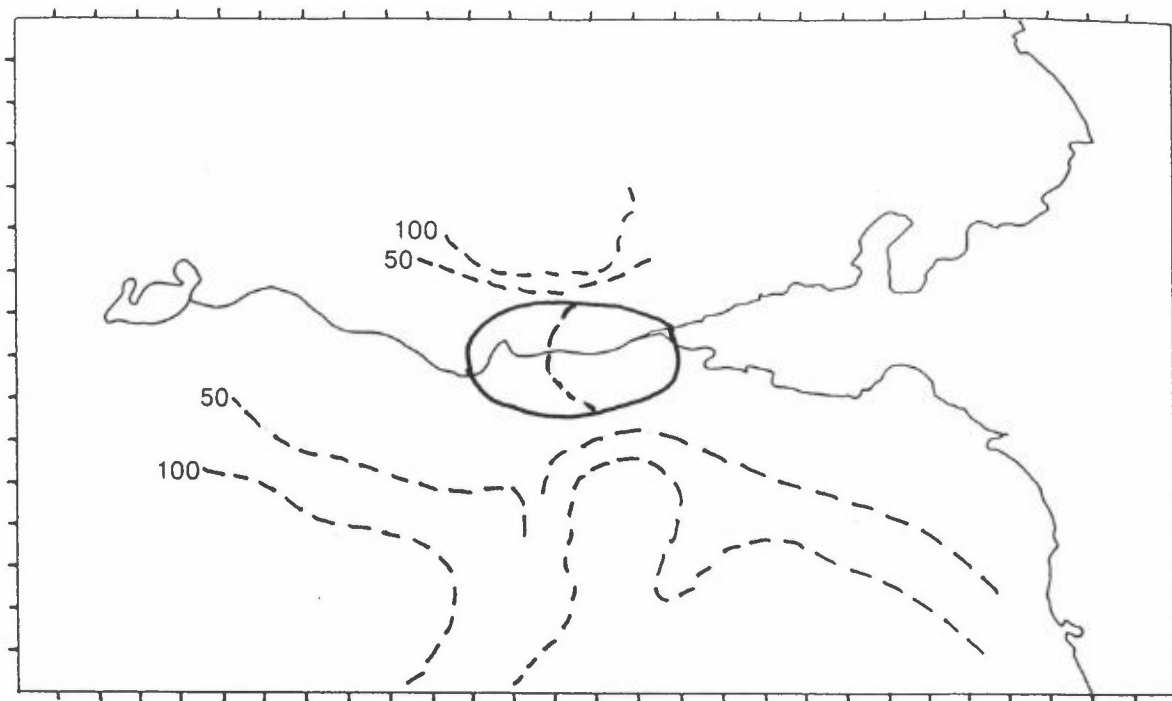
Beregningene gir et rimelig godt grunnlag for å estimere utstrekningen av det området i Sundsvall som kan få høye NO_x - og NO_2 -verdier under forurensningsepisoder med stasjonære vindforhold og svært dårlige spredningsforhold, når en i tillegg tar hensyn til de lokale topografiske effekter ved ås-sidene.

Beregningene for de ulike scenariene gir informasjon om de endringer i forurensningsnivå som de ulike tiltak som ligger i hvert av scenariene vil føre til i de angitte vindsituasjonene.

Figur 33 viser den omtrentlige utstrekning av det området som i dagens situasjon kan få svært høye NO_x - og NO_2 -nivåer (beregnet $\text{NO}_2 > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timesmiddelverdi) under stagnasjonsperioder med svært dårlig spredning. Figuren er tegnet på grunnlag av beregningene utført for vindsituasjon 1 og 2. Området i figuren tilsvarende transport mot vest i ca. én time med 0,5 m/s etter vindskift fra vestlig vind og før vindskift til vestlig vind igjen. Vindregistreringene fra Sundsvall (som vist for noen dager i vedlegg G), viser at vinden i stagnasjons-episodene ofte skifter mellom vest og øst og andre retninger fra time til time. I slike tilfeller kan konsentrasjonen bygge seg opp til svært høye nivåer, spesielt innenfor sentrumsområdet (stiplet linje i figur 33) der utslippet er størst.

VBB trafikk hadde i forbindelse med beregning av NO_2 -konsentrasjonen i gater behov for bakgrunnsverdier (rute-konsentrasjoner) som skulle inngå i beregning av 98-prosentil verdier for vinterhalvår av gatekonsentrasjoner.

Med de begrensede tids- og kostnadsrammer for dette prosjektet kunne ikke den romlige fordeling av 98-prosentil verdien av forurensningen beregnes. Dette krever beregning av forurensningsfordelingen fra time til time over et halvår med normal variasjon i meteorologiske forhold og spredningsforhold.



Figur 33: Anslått avgrensning av området i Sundsvall sentrum som kan få svært høye NO_x - og NO_2 -konsentrasjoner (timesverdier) i stagnasjonstilfeller med svært dårlige spredningsforhold (50 m og 100 m høyde-koter er også skissert).

De enkle simuleringsberegningene som er utført for å gi et grovt estimat av utbredelsen av høye forurensningskonsentrasjoner, samt virkningen av planlagte tiltak, gir et grunnlag for å estimere fordelingen av 98-prosentil verdier på rutenivå.

For områder i sentrum og øst for sentrum gir vindsituasjon 1 (svak vind fra vest) et estimat av den forurensningsfordelingen som representerer 98-prosentil verdien, fordi denne situasjonen representerer høy forurensningsgrad og opptrer i mer enn 2% av tiden om vinteren. For områder vest for sentrum kan 98-prosentil verdien være høyere enn det som beregnes ved vindsituasjon 1, fordi svak østlig vind som også opptrer relativt hyppig, kan gi høy forurensningsgrad vest for sentrum.

Figur 8 for vindsituasjon 1, dagens forhold, gir 80-90 $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ i sentrum. Målt 98-prosentil (av timesmiddelverdier)

på Stadshuset er ca. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, altså en del høyere enn forurensningen beregnet for vindsituasjon 1.

Det området i figur 8 som omsluttet av linjen for $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representerer et grovt estimat av det romlige omfanget av 98-prosentil over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i Sundsvall sentrum og øst for sentrum, med den modifikasjon at området strekker seg noe lenger mot vest enn 80-linjen i figur 8. Våre beregninger antyder derved at "riktlinjen" for 98-prosentil, $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, overskrides noe i et område øst-sørøst for sentrum, langs E4.

Det gjentas at dette er et estimat, basert på et forenklet beregningsopplegg. Et bedre estimat krever beregninger fra time til time med normal meteorologisk variasjon over et vinterhalvår koblet med kontinuerlig registrerende målinger i sentrum og i områder øst for og vest for sentrum.

Beregningene gir middelerverdier av konsentrasjonen i hver rute. Beregningene gir ikke grunnlag for å si noe om forurensningsfordelingen innen rutene.

Dalbunnen dekker kun 2-3 400-meters-ruter på tvers (i nord-sør-retning). Oppløsningen på tvers er derfor begrenset. Beregningene gir ikke grunnlag for å differensiere mellom ulike gater i øst-vest-retningen innen samme rute, når det gjelder bakgrunns-konsentrasjonen.

De spredningsparametre som er brukt (Brookhaven) fører til at maksimal-konsentrasjonene beregnes å opptre nedvinds fra sentrum (ved vindsituasjon 1 ca. 800 m nedvinds, og ved vindsituasjon 2 ca. 2 km nedvinds). Dette skyldes akkumulering ved at fortynningen vertikalt er såpass dårlig at den ikke helt motvirker det tilskudd av utslipp som luften stadig får på sin vei fra sentrum. Ifølge beregningene vil slike forhold kunne opptre i de mest ekstreme forurensningsepisodene i Sundsvall. Etterprøving ved målinger krever samtidig kontinuerlig

registrering i sentrum og i områdene nedvinds for sentrum under forurensningsepisoder.

Området langs Bergsgatan er kanskje spesielt interessant i forbindelse med vurdering av tiltak for flytting av trafikk dit. Målinger langs Bergsgatan har gitt en maks. timesverdi av NO_2 på $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (januar 1979), og en maks. døgnverdi på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (november og desember 1978, februar 1979) (Johansson og Karlsson, 1981). Måleperioden for timeverdier var kort (3 uker), og inneholdt ingen typiske forurensningsepisoder. En maks. døgnverdi på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tilsvarer en 98-prosentil av timesverdier noe høyere enn dette, anslagsvis 10-30% høyere, dvs. $100-120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vår simulering gir en 98-prosentil på vel $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i ruten ved Sidsjövägen, inklusive $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fra $\text{NO}-\text{O}_3$ -reaksjonen. Bidraget fra utslippet i Bergsgatan er da tatt med. Om dette utslippsbidraget tas bort i beregningene, ville en fått $60-65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i bakgrunnen ved Sidsjövägen. Et gatebidrag fra Bergsgatan på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nær veikant gir da en samlet 98-prosentil verdi på ca. $120-125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er ingen motsetning mellom dette og de målinger som er utført ved Bergsgatan ved Sidsjövägen, der det altså er målt en maksimal døgnverdi på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I tillegg skal nevnes at dette området ved Bergsjövägen kan påvirkes noe av kaldluftdrenasje av relativt ren luft ned Sidsjöbäck-dalen, som kan medføre en noe lavere 98-prosentil enn det vi har beregnet.

6 REFERANSER

- Bøhler, T. (1987) User's guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).
- Calder, K. L. (1971) A climatological model for multiple source urban air pollution. In: Proceedings of the Second Meeting of the Expert Panel on Air Pollution modelling. Paris. (NATO. Committee on the Challenges of Modern Society, 5).

- Fortak, H. G. (1970) Numerical simulation of temporal and spatial distributions of urban air pollution concentration. In: Proceedings of symposium on multiple-source urban diffusion models. Carolina Inn 1969. Ed. by Arthur C. Stern. Research Triangle Park, North Carolina. (U.S. Environmental Protection Agency. Office of Air Programs Publication. AP 86.)
- Gram, F. (1988) User's guide for the "KILDER" dispersion modeling system. Lillestrøm (NILU TR 7/88).
- Grennfelt, P. (1985) Frekvensfordelninger av NO₂-halter i centrala Sundsvall. Gøteborg (IVL-rapport EM 1885).
- Johansson, R. og Karlsson, H. (1981) Mätningar av kväveoxider i Sundsvall 1978-79. Statens naturvårdsverk, Solna (SNV PM 1453).
- Laurin, S. og Persson, C. (1983) Utvärdering av NO₂-data i Sundsvall. SMHI, Norrköping (Rapport 1983:25).

VEDLEGG A

Utslippsforhold for trafikk

I tabell A1 og A2 er VBBs data for antatt utslipp av NO_x for de tre kjøretøygruppene (pb = personbil, lb = lastebil og buss) gitt for ulike veityper og områdekategorier. Tabell A1 viser utslippstall for Sundsvall 1988, mens tabell A2 viser tilsvarende tall for Sundsvall år 2000. Alle utslippstall er i g NO_x/km. Det er skilt mellom utslipp gate/vei-kryss og utslipp på midten av gate/vei-segmentet.

Tabell A1: Antatte utslippstall for ulike kjøretøygrupper og for ulike gatetyper/områdekategorier for Sundsvall 1988.
Enhet: g NO_x/km.

	Gjennomsnitt inkl. kryss			"Midt på kvartal"		
	pb	lb	buss	pb	lb	buss
<u>Lokalgt. 20 km/h</u>						
boligområde	2,9	21	36	2,1	17	29
sentrum	2,9	25	36	2,1	22	29
arbeidsplass	2,9	33	36	2,1	29	29
<u>Lokalgt. 30 km/h</u>						
boligområde	2,3	18	29	1,6	16	23
sentrum	2,3	21	29	1,6	18	23
arbeidsplass	2,3	28	29	1,6	24	23
<u>Lokalgt. 40 km/h</u>						
boligområde	1,7	14	25	1,5	12	20
sentrum	1,7	16	25	1,5	15	20
arbeidsplass	1,7	22	25	1,5	21	20
<u>Oppsamlingsgt. 40 km/t</u>						
boligområde	1,7	14	25	1,5	12	20
sentrum	1,7	16	25	1,5	15	20
arbeidsplass	1,7	22	25	1,5	21	20
<u>Hovedgate 20 km/h</u>						
boligområde	2,9	27	36	2,1	24	29
sentrum	2,9	29	36	2,1	24	29
arbeidsplass	2,9	33	36	2,1	26	29
<u>Hovedgate 30 km/h</u>						
boligområde	2,3	22	29	1,6	19	23
sentrum	2,3	24	29	1,6	19	23
arbeidsplass	2,3	28	29	1,6	22	23
<u>Hovedgt. 40 km/h</u>						
boligområde	1,7	18	25	1,5	17	20
sentrum	1,7	19	25	1,5	17	20
arbeidsplass	1,7	22	25	1,5	20	20
<u>Infart/gjennomfart</u>						
50 km/h	1,4	19	22	1,4	19	22
70 km/h	1,3	16	22	1,3	16	22
90 km/h	1,9	18	24	1,9	18	24

Tabell A2: Antatte utslippstall for ulike kjøretøygrupper og for ulike gatetyper/område kategorier for Sundsvall år 2000.

Enhet: g NO_x/km.

	Gjennomsnitt inkl. kryss			Midt på kvartal		
	pb	lb	buss	pb	lb	buss
<u>Lokalgt. 20 km/h</u>						
boligområde	1,0	16	11	0,7	13	10
sentrum	1,0	19	11	0,7	17	10
arbeidsplass	1,0	25	11	0,7	22	10
<u>Lokalgt. 30 km/h</u>						
boligområde	0,8	14	9	0,6	13	8
sentrum	0,8	16	9	0,6	14	8
arbeidsplass	0,8	21	9	0,6	18	8
<u>Lokalgt. 40 km/h</u>						
boligområde	0,6	11	8	0,5	10	8
sentrum	0,6	12	8	0,5	11	8
arbeidsplass	0,6	17	8	0,5	16	8
<u>Oppsamlingsgt. 40 km/t</u>						
boligområde	0,6	11	8	0,5	10	8
sentrum	0,6	12	8	0,5	11	8
arbeidsplass	0,6	17	8	0,5	15	8
<u>Hovedgate 20 km/h</u>						
boligområde	1,0	20	11	0,7	18	10
sentrum	1,0	22	11	0,7	18	10
arbeidsplass	1,0	25	11	0,7	20	10
<u>Hovedgate 30 km/h</u>						
boligområde	0,8	17	9	0,6	15	8
sentrum	0,8	18	9	0,6	15	8
arbeidsplass	0,8	21	9	0,6	17	8
<u>Hovedgt. 40 km/h</u>						
boligområde	0,8	14	8	0,5	13	8
sentrum	0,8	14	8	0,5	13	8
arbeidsplass	0,8	17	8	0,5	15	8
<u>Infart/gjennomfart</u>						
50 km/h	0,5	14	8	0,5	14	8
70 km/h	0,4	12	8	0,4	12	8
90 km/h	0,6	14	9	0,6	14	9

VEDLEGG B

Resultater for Sundsvall 1988

INNHold

	Side
Utslippsfelter NO _x . Enhet: g NO _x /time	
- Personbiler	48
- Lastebiler	48
- Busser	49
- Energiproduksjon	49
- Industri, m.m.	50
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	50
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	51
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	52
- Lastebiler	52
- Busser	53
- Energiproduksjon	53
- Industri, m.m.	54
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	54
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	55
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	56
- Lastebiler	56
- Busser	57
- Energiproduksjon	57
- Industri, m.m.	58
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	58
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	59
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	60
- Lastebiler	60
- Busser	61
- Energiproduksjon	61
- Industri, m.m.	62
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	62
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	63
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	64
- Lastebiler	64
- Busser	65
- Energiproduksjon	65
- Industri, m.m.	66
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	66
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	67

NOX-TOT-01
UG/M3

15	174	183	176	182	176	182	185	186	200	214	235	265	279	310	360	305	341	159	99	69	65	45	35	28	20	13	11	3
	205	214	210	219	217	229	235	238	252	265	290	322	334	355	385	307	319	163	101	84	76	54	41	32	22	14	11	3
	267	269	237	238	231	246	261	277	294	307	301	303	290	280	273	200	194	109	83	75	76	54	41	32	22	14	11	3
	313	317	290	292	279	276	268	264	272	283	277	282	276	276	284	221	210	115	84	72	71	46	35	28	20	13	11	3
	365	362	350	353	324	326	330	314	314	276	257	265	281	295	317	280	304	209	145	109	89	49	23	12	2	0		
10	435	438	427	425	389	381	375	352	358	338	338	354	356	333	325	269	287	190	128	95	78	41	17	8				
	480	496	508	525	507	517	506	473	476	457	451	464	491	520	591	362	298	100	30	19	10	2						
	479	514	548	590	597	632	646	641	676	697	665	689	626	505	443	164	64	42	25	12	5	1	0					
	434	465	499	538	589	647	698	735	798	833	728	720	642	519	525	245	186	133	112	83	73	24	4	2				
	391	420	452	487	525	563	589	605	652	697	670	725	590	500	496	331	305	194	135	93	71	23	5	2	0			
5	340	351	360	368	378	391	408	422	429	429	402	400	330	285	278	229	228	181	155	132	134	83	35	19	1	0		
	249	252	257	263	266	266	268	268	270	270	247	246	184	168	185	182	206	173	161	149	157	112	60	29	7	0		
	175	172	170	169	169	168	169	170	172	176	151	148	106	93	86	80	74	70	66	63	58	56	66	36	23	6		
	111	107	103	101	100	100	101	103	109	113	80	70	46	39	32	30	27	26	28	31	33	35	37	26	13	6		
	67	64	62	60	58	55	50	44	36	28	22	19	16	14	14	15	15	14	12	11	10	8	5	1				
0	40	37	34	29	25	20	16	14	11	10	9	9	9	8	7	6	5	4	2	1								
	0			5						10					15						20					25		

N02-T0T-01
UG/M3

15	77	78	77	78	77	78	78	78	79	81	83	85	87	90	94	90	93	76	71	68	65	45	35	28	20	13	11	3
	80	81	80	81	81	82	83	83	84	86	88	91	92	94	97	90	91	77	71	70	69	54	41	32	22	14	11	3
	86	86	83	83	83	84	85	87	89	90	89	90	88	87	87	80	79	72	69	69	69	54	41	32	22	14	11	3
	90	91	88	88	87	87	86	86	87	88	88	88	88	88	88	82	81	73	70	68	68	46	35	28	20	13	11	3
	95	95	94	94	92	92	93	91	91	87	86	87	88	90	92	89	91	82	77	73	72	49	23	12	2	0		
10	102	103	102	102	98	98	97	95	96	94	94	95	96	94	93	88	90	80	75	71	70	41	17	8				
	107	109	110	112	110	111	110	107	107	105	105	106	109	112	119	96	89	71	30	19	10	2						
	107	111	114	118	119	122	124	123	126	129	125	127	121	109	102	76	64	42	25	12	5	1	0					
	103	106	109	113	118	123	128	132	138	141	129	128	120	109	109	84	78	73	71	68	67	24	4	2				
	98	101	104	108	111	115	117	118	123	127	124	130	116	108	107	92	90	79	73	69	67	23	5	2	0			
5	93	94	95	96	96	98	99	101	101	101	99	99	92	88	87	82	82	78	75	73	73	68	35	19	1	0		
	84	84	85	85	86	86	86	86	86	86	84	84	78	76	78	78	80	77	76	75	76	71	60	29	7	0		
	77	77	76	76	76	76	76	76	77	77	75	74	70	69	68	68	67	67	66	63	58	56	66	36	23	6		
	71	70	70	70	70	70	70	71	71	68	67	46	39	32	30	27	26	28	31	33	35	37	26	13	6			
	66	64	62	60	58	55	50	44	36	28	22	19	16	14	14	15	15	14	12	11	10	8	5	1				
0	40	37	34	29	25	20	16	14	11	10	9	9	9	8	7	6	5	4	2	1								
	0				5					10					15						20							25

VEDLEGG C

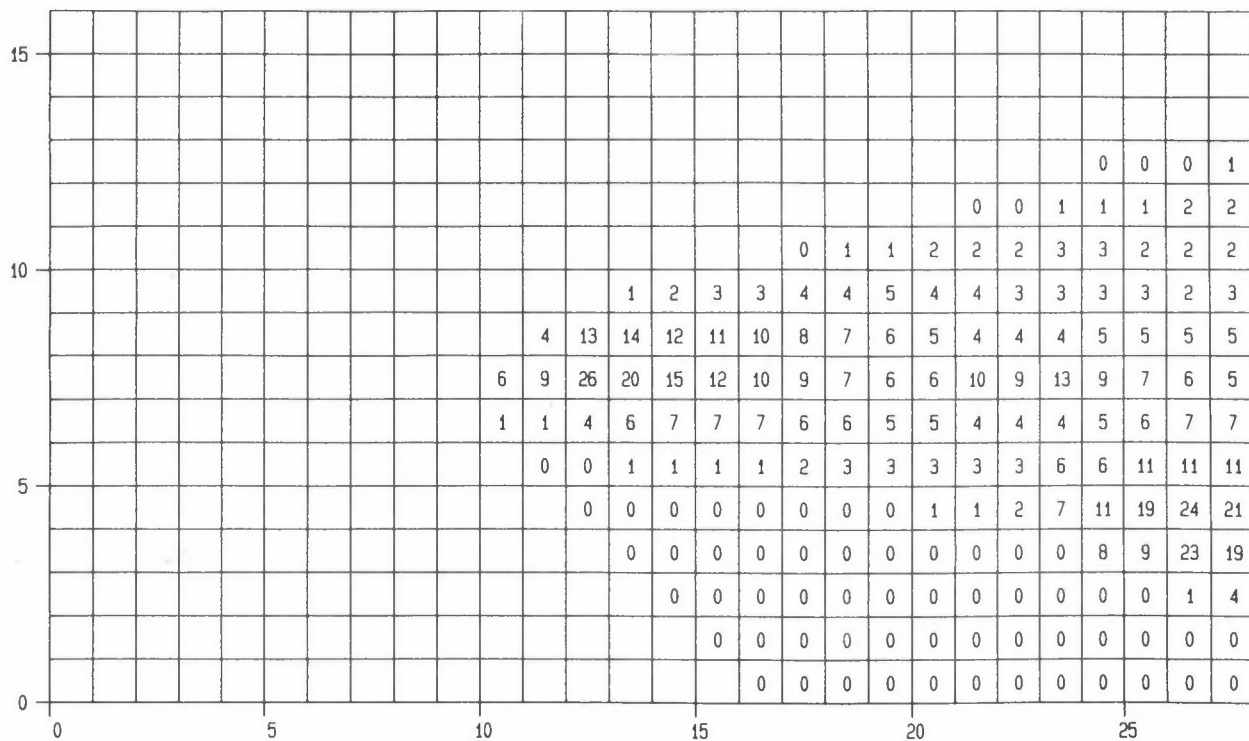
Resultater for scenarium 1

(Trafikk og utslippsfaktorer for 1988,
men med flytting av trafikk
fra E4 til bro over fjorden)

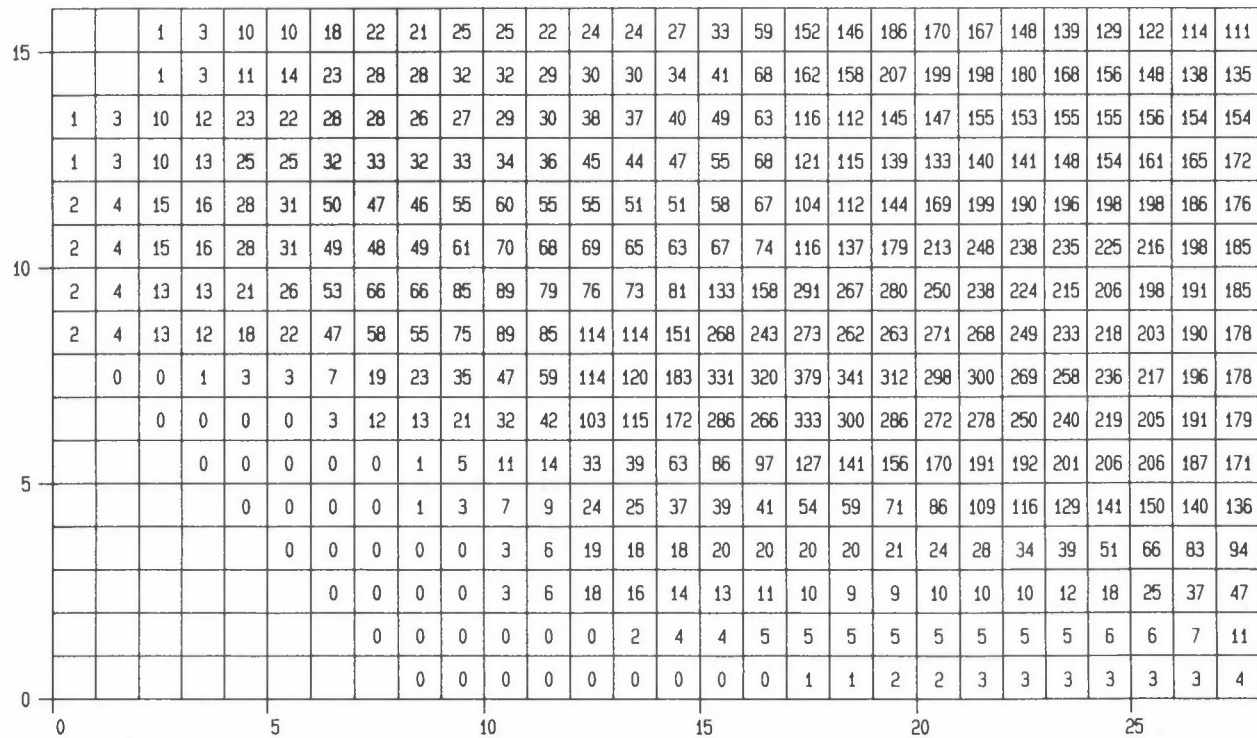
INNHold

	Side
Utslippsfelter NO _x . Enhet: g NO _x /time	
- Personbiler	72
- Lastebiler	72
- Busser	73
- Energiproduksjon	73
- Industri, m.m.	74
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	74
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	75
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	76
- Lastebiler	76
- Busser	77
- Energiproduksjon	77
- Industri, m.m.	78
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	78
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	79
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	80
- Lastebiler	80
- Busser	81
- Energiproduksjon	81
- Industri, m.m.	82
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	82
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	83
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	84
- Lastebiler	84
- Busser	85
- Energiproduksjon	85
- Industri, m.m.	86
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	86
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	87
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	88
- Lastebiler	88
- Busser	89
- Energiproduksjon	89
- Industri, m.m.	90
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	90
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	91

NOX-CIN-02
UG/M3



NOX-CTR-02
UG/M3



N02-T0T-02
UG/M3

		2	5	17	17	24	28	26	32	33	30	32	32	36	43	66	75	76	80	81	80	77	76	75	74	73	73	
15			3	7	20	23	34	39	38	43	43	39	40	40	45	53	67	76	76	81	81	82	80	79	78	77	76	76
	2	5	20	23	42	39	44	41	38	38	39	40	51	49	52	63	67	72	72	75	76	77	76	77	77	78	78	78
	2	5	20	24	45	42	46	45	43	43	44	47	61	60	63	67	68	73	73	75	75	76	76	77	78	79	79	80
	2	4	15	17	30	35	56	55	57	67	69	68	67	67	67	67	68	73	74	78	81	84	83	84	84	84	83	82
	2	4	15	16	29	32	51	51	56	68	69	69	69	68	68	68	69	74	77	82	86	91	90	89	88	87	84	83
10	2	4	14	14	21	27	55	67	67	69	70	69	69	70	75	79	94	92	93	90	89	87	86	85	84	83	82	82
	2	4	13	12	19	22	49	59	58	68	70	70	74	75	79	91	88	91	90	90	91	91	89	87	86	84	83	82
		0	0	1	3	3	8	21	27	47	68	70	79	78	83	96	95	101	98	95	94	95	92	91	89	86	84	82
			0	0	0	3	14	17	33	52	64	74	77	83	95	93	99	95	94	93	94	90	89	87	85	84	83	83
			0	0	0	0	0	1	6	15	22	58	67	70	74	76	80	81	82	84	86	86	87	87	87	87	84	82
5				0	0	0	0	1	4	10	14	50	51	68	68	68	70	71	73	74	77	77	79	80	82	81	79	79
				0	0	0	0	0	5	10	39	40	56	57	53	49	47	47	51	56	63	67	69	70	74	74	74	74
				0	0	0	0	5	10	31	29	29	32	29	26	25	24	24	24	23	24	25	32	41	54	67	67	67
					0	0	0	0	0	1	3	6	8	10	10	11	12	12	12	12	13	13	14	14	14	16	20	20
0								0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	5	6	7	7	8	8	8	9	9
	0					5				10					15					20						25		

NOX-CPB-02
UG/M3

15	77	82	82	86	83	86	87	87	94	101	113	127	134	149	174	137	146	60	29	23	21	12	6	4	1	1	1	0
	91	95	96	101	99	105	108	110	117	126	139	156	162	173	190	145	153	67	34	27	24	13	6	4	2	1	1	0
	112	114	105	108	104	111	117	124	132	139	139	142	137	134	130	91	88	42	27	23	24	13	6	4	2	1	1	0
	128	130	122	125	118	118	116	115	119	123	120	122	119	121	127	95	90	40	25	22	22	12	6	4	1	1	1	0
	154	152	145	146	128	127	126	122	122	113	106	109	114	116	121	103	112	71	40	26	15	8	3	2	0	0		
10	183	183	175	173	150	143	137	130	131	128	127	132	133	125	124	101	107	65	35	23	13	7	3	1				
	193	199	204	211	203	206	199	181	179	167	163	167	174	181	205	132	112	39	10	6	1	0						
	188	202	215	232	232	246	252	249	265	269	257	264	234	169	146	59	33	23	13	6	1	0	0					
	165	176	188	202	221	241	258	272	294	313	302	315	290	210	208	90	64	50	44	32	30	10	2	1				
	144	154	166	179	194	210	222	233	258	285	280	302	253	208	212	120	101	70	56	41	34	11	2	1	0			
5	123	128	132	137	143	149	156	159	160	158	149	146	118	98	94	79	79	65	55	47	47	28	13	7	0	0		
	93	95	96	97	95	93	91	88	85	81	73	73	60	58	62	61	69	59	54	50	52	32	15	7	0	0		
	63	61	59	57	55	53	51	50	51	51	38	35	31	31	29	27	25	23	22	20	18	16	18	13	7	3		
	37	34	32	31	31	31	31	31	33	35	23	19	14	12	11	10	9	9	10	12	13	15	18	13	7	3		
	21	20	19	18	18	17	16	14	11	8	7	6	5	5	5	6	6	6	6	6	5	4	2	0				
0	12	12	11	9	8	6	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	0								
	0			5					10						15						20							25

NOX-CLB-02
UG/M3

15	61	64	64	67	65	67	68	68	72	77	85	95	101	112	129	108	116	62	41	37	36	30	27	23	18	12	10	2
	70	74	75	79	79	84	86	87	92	97	106	116	121	130	142	118	126	72	51	46	45	37	33	27	20	13	10	2
	85	87	83	85	84	89	94	100	107	112	112	114	112	110	107	82	80	51	44	43	45	37	33	27	20	13	10	2
	99	101	97	100	96	97	95	96	99	104	103	106	106	108	113	93	90	58	47	41	40	30	27	23	18	12	10	2
	122	122	116	117	107	107	108	105	106	98	95	98	104	109	117	108	119	95	82	68	66	37	17	9	2	0		
10	144	145	139	137	123	120	117	114	116	115	116	121	122	117	119	105	112	86	72	59	57	29	12	6				
	154	159	163	170	162	166	160	149	149	146	145	151	161	168	188	122	105	50	25	15	8	2						
	149	160	171	184	182	192	195	194	207	216	206	211	188	139	119	56	37	27	17	9	4	1	0					
	128	137	145	156	169	184	196	203	215	225	206	207	184	142	141	73	58	45	40	29	27	9	2	1				
	110	117	125	133	142	151	157	162	177	196	189	208	169	143	143	91	83	59	48	35	30	10	2	1	0			
5	90	92	93	95	97	99	103	106	105	103	97	92	74	63	61	55	56	47	41	35	36	22	10	5	0	0		
	64	64	64	64	63	61	59	56	54	52	49	49	40	38	41	42	47	42	41	38	40	26	13	6	0	0		
	43	41	39	37	36	34	33	33	34	34	26	24	22	22	22	21	20	19	18	18	16	15	17	13	6	3		
	24	23	22	21	21	21	21	21	22	24	17	15	11	10	9	8	8	8	9	11	12	14	17	13	6	3		
	14	14	13	13	12	12	11	10	9	7	6	5	5	4	5	5	5	6	6	5	5	4	2	0				
0	9	8	8	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	0								
	0				5					10					15							20						25

NOX-CIN-02
UG/M3

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	6	5	4	4	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0																		
10	11	11	11	10	9	8	7	6	5	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0															
	12	13	15	16	19	20	21	20	19	21	9	9	3	4	4	5	5	4	3	1	0														
	12	13	15	17	20	24	28	34	43	47	20	11	7	6	6	6	7	9	12	14	15	4													
	12	13	15	16	18	19	19	18	16	14	11	10	11	11	12	12	11	10	7	4	2	1	0												
5	10	11	10	10	9	8	8	8	8	8	9	10	11	12	13	13	14	15	16	16	17	17	5	4											
	6	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	10	12	14	16	20	24	27	31	37	26	13	6										
	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	8	9	10	11	13	14	17	19	21	22	24	30	10	10										
	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	9	9	9	9	9	9	8	8	6	1												
	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	5	5	4	4	3	2	1																
0	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	1																				
	0				5					10					15					20											25				

NOX-CTR-02
UG/M3

	143	151	151	158	153	159	161	162	173	186	206	232	244	271	313	252	271	127	74	63	61	43	34	27	20	13	11	3								
15	167	175	177	187	186	197	203	206	219	232	255	283	294	313	343	272	289	145	91	77	72	52	40	31	22	14	11	3								
	205	209	196	201	197	209	221	235	250	262	262	267	260	253	247	180	175	98	76	70	72	52	40	31	22	14	11	3								
	238	241	231	235	226	226	222	222	230	239	236	241	238	240	250	195	187	103	76	66	67	44	34	27	20	13	11	3								
	292	289	277	279	250	249	250	242	243	224	213	219	231	239	254	223	243	172	125	96	82	45	21	11	2	0										
	349	352	337	333	295	283	273	260	265	258	259	270	271	258	258	217	230	156	109	83	71	37	15	7												
10	376	390	401	417	399	406	392	360	357	338	331	340	356	371	418	267	226	91	35	21	9	2														
	368	395	422	457	456	483	492	485	517	529	500	514	456	325	277	117	70	51	29	15	5	1	0													
	320	342	365	392	426	466	498	522	560	591	551	562	508	380	379	173	124	97	85	61	56	19	4	2												
	276	296	317	341	367	394	413	430	473	521	510	555	458	377	381	224	194	134	107	78	65	21	5	2	0											
5	233	240	246	253	261	271	283	290	291	286	269	261	210	177	171	148	150	124	107	91	92	54	25	13	1	0										
	170	172	174	175	173	168	164	158	153	146	133	134	110	106	115	116	130	113	106	97	101	63	29	14	1	0										
	115	110	106	102	98	94	90	89	90	90	69	64	58	58	56	53	49	45	42	39	34	31	36	26	13	6										
	66	61	58	56	55	55	54	55	59	61	43	36	27	24	21	19	17	17	19	22	26	30	35	26	13	6										
	38	36	35	33	32	31	29	26	21	16	13	11	10	9	10	11	11	11	12	11	10	8	5	1												
0	23	22	20	18	15	12	10	8	7	6	6	6	7	6	6	6	5	4	2	1																
	0				5					10					15					20											25					

NOX-TOT-02
UG/M3

15	174	183	176	182	175	182	185	186	200	214	235	265	279	310	360	305	341	159	99	69	65	45	35	28	20	13	11	3
	205	214	210	219	217	229	235	238	252	265	290	322	334	355	385	307	319	163	101	84	76	54	41	32	22	14	11	3
	263	267	237	239	232	247	261	277	294	306	301	303	290	280	273	200	194	109	83	75	76	54	41	32	22	14	11	3
	303	309	283	286	274	273	268	265	273	283	277	282	276	276	284	221	210	115	84	72	71	46	35	28	20	13	11	3
	346	343	332	337	310	313	319	303	306	272	257	267	283	295	317	280	304	209	145	109	89	49	23	12	2	0		
	410	412	398	396	359	351	345	324	332	313	314	329	335	324	325	274	291	191	128	95	78	41	17	8				
10	455	469	478	492	469	474	458	422	421	397	389	398	418	438	494	318	274	108	41	24	10	2						
	455	487	518	556	558	587	595	581	605	613	569	583	511	376	322	144	93	63	36	17	5	1	0					
	409	438	469	504	550	603	648	680	738	767	658	645	559	427	416	207	161	125	108	81	73	24	4	2				
	367	393	423	455	492	529	555	571	619	664	634	687	552	466	463	288	256	174	131	91	71	23	5	2	0			
	318	330	339	349	359	373	391	404	412	414	389	387	317	272	268	224	227	181	155	132	134	83	35	19	1	0		
5	236	241	247	252	256	257	261	261	264	264	243	244	183	167	185	182	206	173	161	149	157	112	60	29	7	0		
	168	166	165	164	165	165	166	168	171	176	151	148	106	93	86	80	74	70	66	63	58	56	66	36	23	6		
	108	104	101	100	99	100	101	103	109	113	80	70	46	39	32	30	27	26	28	31	33	35	37	26	13	6		
	66	64	62	60	58	55	50	44	36	28	22	19	16	14	14	15	15	14	12	11	10	8	5	1				
0	40	37	34	29	25	20	16	14	11	10	9	9	9	8	7	6	5	4	2	1								
	0			5						10					15						20						25	

NO2-TOT-02
UG/M3

15	77	78	77	78	77	78	78	78	79	81	83	85	87	90	94	90	93	76	71	68	65	45	35	28	20	13	11	3
	80	81	80	81	81	82	83	83	84	86	88	91	92	94	97	90	91	77	71	70	69	54	41	32	22	14	11	3
	85	86	83	83	83	84	85	87	89	90	89	90	88	87	87	80	79	72	69	69	69	54	41	32	22	14	11	3
	89	90	88	88	87	87	86	86	87	88	88	88	88	88	88	82	81	73	70	68	68	46	35	28	20	13	11	3
	94	94	93	93	91	91	92	90	91	87	86	87	88	90	92	89	91	82	77	73	72	49	23	12	2	0		
10	100	100	99	99	96	95	94	92	93	91	92	93	94	93	93	88	90	80	75	71	70	41	17	8				
	105	106	107	109	107	107	106	102	102	100	99	100	102	104	110	92	88	71	41	24	10	2						
	105	108	111	115	115	118	119	117	120	121	116	118	110	97	92	74	70	63	36	17	5	1	0					
	100	103	106	110	114	119	124	127	132	135	123	121	112	101	100	80	76	72	71	68	67	24	4	2				
	96	99	102	105	108	112	114	115	120	124	121	126	113	105	104	88	85	77	73	69	67	23	5	2	0			
5	91	92	93	94	95	96	98	99	100	100	97	97	90	86	86	82	82	78	75	73	73	68	35	19	1	0		
	83	83	84	84	85	85	85	85	85	86	84	84	78	76	78	78	80	77	76	75	76	71	60	29	7	0		
	76	76	76	76	76	76	76	76	77	77	75	74	70	69	68	68	67	67	66	63	58	56	66	36	23	6		
	70	70	70	70	70	70	70	70	71	71	68	67	46	39	32	30	27	26	28	31	33	35	37	26	13	6		
	66	64	62	60	58	55	50	44	36	28	22	19	16	14	14	15	15	14	12	11	10	8	5	1				
0	40	37	34	29	25	20	16	14	11	10	9	9	9	8	7	6	5	4	2	1								
	0				5					10					15						20						25	

VEDLEGG D

Resultater for scenarium 2

(Trafikk som i 1988, men med
utslippsfaktorer for år 2000)

INNHOOLD

	Side
Utslippsfelter NO _x . Enhet: g NO _x /time	
- Personbiler	96
- Lastebiler	96
- Busser	97
- Energiproduksjon	97
- Industri, m.m.	98
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	98
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	99
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	100
- Lastebiler	100
- Busser	101
- Energiproduksjon	101
- Industri, m.m.	102
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	102
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	103
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	104
- Lastebiler	104
- Busser	105
- Energiproduksjon	105
- Industri, m.m.	106
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	106
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	107
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	108
- Lastebiler	108
- Busser	109
- Energiproduksjon	109
- Industri, m.m.	110
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	110
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	111
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	112
- Lastebiler	112
- Busser	113
- Energiproduksjon	113
- Industri, m.m.	114
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	114
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	115

NOX-TOT-03
UG/M3

15			2	4	12	11	15	16	16	19	20	19	20	20	22	26	40	91	100	124	136	126	108	99	91	85	79	78	
			2	5	15	16	22	24	24	27	27	24	25	25	27	32	46	98	97	127	127	133	123	116	109	102	95	93	
	2	4	15	17	31	28	29	27	25	24	25	25	32	30	32	38	45	76	74	93	95	101	100	101	102	105	105	107	
	2	4	15	17	32	29	30	29	27	26	27	29	38	38	39	44	50	80	77	92	91	98	99	104	107	112	116	123	
	1	2	8	9	17	19	31	31	34	50	59	53	49	45	43	47	53	82	88	112	130	152	145	149	151	152	143	134	
	1	2	8	9	15	16	26	27	31	50	61	57	55	51	49	51	56	89	107	143	172	199	190	187	178	169	154	142	
10	1	2	7	7	11	14	29	35	36	48	52	49	50	49	55	93	119	240	221	232	201	186	174	166	159	153	149	144	
	1	2	7	7	10	12	26	31	30	43	52	55	84	90	110	192	179	226	208	205	207	204	192	180	170	160	152	144	
			0	0	1	1	2	4	11	16	30	53	65	131	123	146	223	220	272	253	236	233	241	217	211	193	177	160	146
			0	0	0	0	2	8	10	23	36	43	94	109	145	219	202	246	228	232	223	227	206	196	182	171	161	152	
				0	0	0	0	1	3	9	14	40	47	75	104	111	138	142	153	162	177	174	180	178	180	164	151		
5					0	0	0	0	1	2	7	10	37	38	62	62	64	81	84	94	103	120	119	130	137	147	143	133	
						0	0	0	0	0	3	7	30	31	47	47	42	39	37	36	38	41	45	49	64	73	96	97	
							0	0	0	0	3	7	22	21	22	26	23	21	20	20	19	18	18	19	23	28	36	45	
								0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	7	8	8	9	10	10	10	11	11	11	12	14
0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
	0				5					10					15					20							25		

NOX-CPB-03
UG/M3

15	27	28	28	30	29	30	30	31	33	36	39	44	47	52	61	48	52	21	10	8	8	4	2	1	1	0	0	0
	31	33	33	35	34	36	38	38	41	44	49	55	57	61	67	51	54	24	12	10	8	5	2	1	1	0	0	0
	39	40	36	37	36	38	41	43	46	49	49	50	48	47	46	32	31	15	10	8	8	5	2	1	1	0	0	0
	46	46	43	44	42	42	40	40	41	43	42	43	42	42	45	34	32	14	9	8	8	4	2	1	1	0	0	0
	56	56	53	53	47	47	46	44	44	40	37	38	39	40	42	35	38	24	14	9	5	3	1	1	0	0		
10	67	67	65	65	57	55	53	50	51	49	48	50	49	45	43	34	36	22	12	8	5	2	1	0				
	70	73	75	78	77	79	77	72	72	70	69	70	74	78	89	53	42	12	1	1	0	0						
	68	73	79	85	87	93	96	98	106	110	109	113	105	84	75	24	6	4	2	1	0	0	0					
	61	65	70	76	83	91	99	105	113	121	119	125	118	92	95	39	26	18	15	11	9	3	1	0				
	54	58	63	68	73	79	83	87	95	105	104	112	95	78	79	48	43	27	19	13	11	4	1	0	0			
5	47	48	50	51	53	55	57	59	59	58	54	53	43	36	34	27	27	22	18	15	16	9	4	2	0	0		
	35	35	35	36	35	34	33	32	31	29	26	26	21	20	21	21	23	20	18	16	17	10	5	2	0	0		
	23	22	21	20	20	19	18	18	17	17	13	12	10	10	10	9	8	7	7	6	5	5	6	4	2	1		
	13	12	11	11	11	10	10	11	11	12	8	6	5	4	3	3	3	3	3	4	4	5	6	4	2	1		
	7	7	7	6	6	6	5	5	4	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0			
0	4	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0								

NOX-CLB-03
UG/M3

15	46	48	49	51	49	51	52	52	55	59	65	73	77	86	99	82	88	46	30	27	27	22	20	17	14	9	8	2
	53	56	57	60	60	63	65	66	70	74	80	89	92	99	109	89	96	54	38	34	34	28	24	20	15	9	8	2
	66	66	62	64	63	67	71	76	81	85	85	87	85	83	81	62	60	38	33	32	34	28	24	20	15	9	8	2
	78	78	75	77	74	74	72	72	74	78	78	80	80	82	85	70	68	44	35	31	30	23	20	17	14	9	8	2
	98	97	93	93	85	84	85	82	82	75	71	73	77	82	88	81	89	72	62	52	50	28	13	7	1	0		
10	115	117	113	112	102	99	97	94	96	94	94	98	97	90	88	77	83	64	55	45	44	23	9	5				
	123	128	132	138	133	137	135	127	129	128	128	134	143	152	172	104	84	34	15	10	6	1						
	120	129	137	149	149	158	162	164	177	188	184	191	177	144	127	47	17	13	9	5	3	1	0					
	104	111	118	127	139	152	162	170	180	189	177	178	164	134	138	66	52	37	31	22	20	7	2	1				
	90	96	103	110	117	124	128	132	143	157	153	168	140	119	120	84	81	52	38	27	23	8	2	1	0			
5	75	76	77	77	78	80	83	85	85	82	77	74	61	52	49	43	42	35	31	26	27	17	8	4	0	0		
	52	52	52	52	51	49	47	45	43	41	38	38	30	28	30	31	35	32	30	29	30	20	9	4	0	0		
	34	33	31	30	28	27	26	25	25	25	19	18	16	16	16	16	15	14	14	13	12	11	13	9	5	2		
	20	18	17	16	16	16	15	16	17	18	13	11	8	8	7	6	6	6	7	8	9	11	13	9	5	2		
	11	10	10	9	9	9	9	8	6	5	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	0			
0	6	6	6	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0							

N02-T0T-03
UG/M3

15	72	72	71	72	71	72	72	72	73	74	75	77	78	80	83	80	83	71	67	43	39	29	24	19	14	10	8	2
	74	74	74	74	74	75	75	75	76	77	78	80	81	83	84	80	81	71	62	52	47	35	28	22	16	10	8	2
	78	78	76	76	75	76	77	78	79	80	80	80	79	78	78	73	73	66	51	46	47	35	28	22	16	10	8	2
	81	81	79	79	79	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	75	74	69	53	45	43	30	23	19	14	10	8	2
	84	84	83	83	82	82	83	81	82	79	77	78	79	81	82	80	82	76	72	70	63	35	16	9	1	0		
10	88	88	87	87	86	85	85	84	84	83	83	84	84	83	83	79	81	75	71	65	56	29	12	6				
	91	92	93	94	93	93	92	90	91	90	90	90	92	94	99	84	80	63	22	14	7	1						
	92	94	96	99	99	101	102	101	103	104	102	103	99	92	88	71	47	29	18	8	4	1	0					
	89	91	93	96	99	103	107	109	113	115	106	104	97	91	91	76	73	69	68	53	46	15	2	1				
	86	88	90	93	95	98	99	100	103	105	103	106	97	92	91	82	81	73	69	55	40	13	2	1	0			
5	83	84	84	85	85	86	87	88	89	89	87	87	83	80	80	76	76	73	71	69	69	56	22	13	0	0		
	77	77	77	78	78	79	79	79	80	80	79	78	73	72	73	73	75	72	72	71	71	69	45	22	7	0		
	72	72	72	72	72	72	73	73	73	74	72	72	68	63	57	53	50	47	46	44	41	40	48	24	17	3		
	68	68	68	68	67	67	68	68	68	68	58	52	32	27	22	21	19	18	19	20	21	21	20	13	7	3		
	47	46	44	43	41	39	35	31	25	20	16	13	11	10	9	10	9	8	7	6	5	4	2	0				
0	28	26	24	20	17	14	11	9	8	7	6	6	6	5	4	3	3	2	1	0								
	0				5					10					15						20							25

VEDLEGG E

Resultater for scenarium 3

(Satsing på økt kollektivtrafikk,
og med utslippsfaktorer for år 2000)

INNHOOLD

	Side
Utslippsfelter NO _x . Enhet: g NO _x /time	
- Personbiler	120
- Lastebiler	120
- Busser	121
- Energiproduksjon	121
- Industri, m.m.	122
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	122
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	123
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	124
- Lastebiler	124
- Busser	125
- Energiproduksjon	125
- Industri, m.m.	126
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	126
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	127
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	128
- Lastebiler	128
- Busser	129
- Energiproduksjon	129
- Industri, m.m.	130
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	130
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	131
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	132
- Lastebiler	132
- Busser	133
- Energiproduksjon	133
- Industri, m.m.	134
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	134
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	135
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	136
- Lastebiler	136
- Busser	137
- Energiproduksjon	137
- Industri, m.m.	138
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	138
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	139

NOX-CBU-04
UG/M3

				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3
15				0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	4	5	4	4	4	4
				0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
				0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
				0	1	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	6	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7
10				0	1	2	2	2	3	4	4	4	4	4	4	5	7	8	10	11	12	11	10	10	9	8	8	
				0	1	2	3	3	6	7	6	6	6	7	10	11	18	17	16	14	13	12	11	11	10	9	9	
				0	1	2	3	3	6	8	7	10	10	13	23	20	18	17	16	16	15	13	12	11	10	10	9	
				0	0	1	1	2	3	4	5	12	11	16	20	19	24	21	19	17	16	14	13	11	10	10	9	
				0	0	1	1	1	2	3	3	5	7	11	17	16	19	18	17	16	15	13	12	12	11	10	10	
5				0	0	0	1	2	2	2	4	4	5	6	7	8	9	10	12	13	13	13	13	13	13	11	10	
					0	0	0	1	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5	6	9	9	10	10	10	10	9	8	
						0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	5	5	
							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	
								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

NOX-CEN-04
UG/M3

				1	2	7	6	6	6	6	7	8	7	8	8	9	10	10	14	26	29	49	41	32	27	24	21	19	17		
15				1	3	9	10	10	10	10	11	11	10	10	10	11	12	16	17	21	25	32	31	30	28	25	22	20			
				1	2	10	11	20	17	16	14	12	11	11	10	13	12	14	14	18	18	20	21	23	22	23	25	25	25		
				1	2	10	11	19	17	14	12	11	10	10	12	16	16	17	17	20	20	23	25	28	29	29	28	28	27		
				0	0	1	1	2	4	6	8	11	23	29	25	22	19	18	18	20	30	33	41	45	49	44	42	40	39	36	33
10				0	0	0	0	1	1	2	3	7	19	26	23	21	19	18	18	19	30	33	45	53	59	55	51	47	44	39	36
				0	0	0	0	1	1	2	2	2	6	8	9	13	19	22	32	34	40	39	40	43	46	45	43	42	41	40	39
					0	0	0	0	0	2	4	12	24	27	49	44	40	43	41	41	44	47	51	55	52	50	48	46	43	41	
					0	0	0	0	0	1	4	12	18	21	39	46	52	70	64	70	66	65	65	66	60	57	54	51	49	46	
5					0	0	0	0	0	0	1	4	8	25	28	43	62	63	75	70	74	73	78	72	69	64	60	53	47		
					0	0	0	0	0	0	1	4	6	26	26	44	43	44	55	55	60	61	66	61	60	56	53	47	42		
						0	0	0	0	0	2	4	20	22	38	37	32	29	27	26	27	28	29	30	31	32	32	31			
							0	0	0	0	2	4	13	13	15	19	18	17	16	15	14	14	13	13	14	15	16	18			
								0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	5	6	7	7	8	8	8	8	8	8	9		
0									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5		

N02-T0T-04
UG/M3

15	72	72	72	72	71	72	72	72	73	74	75	77	78	80	83	80	83	71	66	42	39	29	23	19	14	10	8	2
	74	74	74	74	74	75	75	75	76	77	79	80	81	82	84	80	80	71	61	51	47	35	28	22	16	10	8	2
	78	78	76	76	75	76	77	78	79	80	80	80	79	78	78	73	73	64	50	46	47	35	28	22	16	10	8	2
	81	82	79	80	79	79	78	78	78	79	79	79	79	79	79	75	74	69	53	45	43	29	23	19	14	10	8	2
	84	84	83	84	82	83	83	82	82	79	78	78	80	81	83	80	82	76	72	70	63	35	16	9	1	0		
10	89	89	88	88	86	86	86	84	85	83	83	84	85	83	83	80	81	75	71	64	55	29	12	6				
	92	93	94	95	94	94	94	91	92	91	90	91	93	95	100	84	80	62	22	14	7	1						
	93	95	97	100	100	103	103	103	105	106	103	104	100	92	88	71	46	29	17	8	4	1	0					
	90	92	94	97	101	105	108	110	115	117	107	105	98	91	91	76	73	69	68	51	45	14	2	1				
	87	89	92	94	96	99	100	101	104	106	104	107	98	93	92	82	81	73	69	53	38	12	2	1	0			
5	84	85	85	86	86	87	88	89	90	90	88	88	83	80	80	77	77	73	71	70	70	56	22	13	0	0		
	77	77	78	78	79	79	80	80	80	80	79	79	74	72	74	73	75	73	72	71	72	69	45	22	7	0		
	72	72	72	72	72	73	73	73	73	74	72	72	68	63	57	53	49	47	45	43	41	39	47	23	17	3		
	68	68	68	68	68	68	68	68	68	69	58	51	32	27	22	20	18	17	18	19	20	20	19	13	6	3		
	47	45	44	42	41	39	35	30	25	20	16	13	11	10	9	9	9	8	7	5	5	4	2	0				
0	28	26	23	20	17	14	11	9	8	6	6	6	5	5	4	3	2	2	1	0								
	0				5					10					15						20					25		

VEDLEGG F

Resultater for scenarium 4

(Trafikk og utslippsfaktorer
for år 2000)

INNHold

	Side
Utslippsfelter NO _x . Enhet: g NO _x /time	
- Personbiler	144
- Lastebiler	144
- Busser	145
- Energiproduksjon	145
- Industri, m.m.	146
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	146
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	147
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	148
- Lastebiler	148
- Busser	149
- Energiproduksjon	149
- Industri, m.m.	150
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	150
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	151
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 280 ⁰ , 1 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	152
- Lastebiler	152
- Busser	153
- Energiproduksjon	153
- Industri, m.m.	154
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	154
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	155
Konsentrasjonsfelter NO _x . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO _x /m ³	
- Personbiler	156
- Lastebiler	156
- Busser	157
- Energiproduksjon	157
- Industri, m.m.	158
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	158
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	159
Konsentrasjonsfelter NO ₂ . Vind: 100 ⁰ , 1/2 m/s. Enhet: µg NO ₂ /m ³	
- Personbiler	160
- Lastebiler	160
- Busser	161
- Energiproduksjon	161
- Industri, m.m.	162
- Trafikk (personbiler + lastebiler + busser)	162
- Totalt (trafikk + energiproduksjon + industri m.m)	163

NOX-CBU-05
UG/M3

15										0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
										0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
										0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
					0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10				0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
				0	0	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	5	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
				0	0	1	2	2	3	4	4	5	5	6	10	9	8	7	7	7	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
				0	0	0	0	1	2	3	6	6	8	10	9	11	10	9	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
				0	0	0	1	1	1	2	3	5	8	8	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5				0	0	0	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	
				0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOX-CEN-05
UG/M3

15			1	2	7	6	6	6	6	7	8	7	8	8	9	10	10	14	26	29	49	41	32	27	24	21	19	17	17	17		
			1	3	9	10	10	10	10	11	11	10	10	10	10	11	12	16	17	21	25	32	31	30	28	25	22	20	20	20	20	
	1	2	10	11	20	17	16	14	12	11	11	10	13	12	12	14	14	18	18	20	21	23	22	22	23	25	25	25	25	25	25	
	1	2	10	11	19	17	14	12	11	10	10	12	16	16	16	17	17	20	20	23	25	28	29	29	28	28	28	28	27	27	27	
	0	0	1	1	2	4	6	8	11	23	29	25	22	19	18	18	20	30	33	41	45	49	44	42	40	39	36	33	33	33	33	
	0	0	0	0	1	1	2	3	7	19	26	23	21	19	18	18	19	30	33	45	53	59	55	51	47	44	39	36	36	36	36	
10			0	0	0	0	1	1	2	2	3	6	9	10	12	12	13	15	25	50	49	53	49	48	46	43	41	40	39	38	38	
			0	0	0	0	1	1	2	2	2	6	8	9	13	19	22	32	34	40	39	40	43	46	45	43	42	41	40	39	39	39
			0	0	0	0	0	0	2	4	12	24	27	49	44	40	43	41	41	44	47	51	55	52	50	48	46	43	41	41	41	
			0	0	0	0	0	1	4	12	18	21	39	46	52	70	64	70	66	65	65	66	60	57	54	51	49	46	46	46	46	
5			0	0	0	0	0	0	1	4	8	25	28	43	62	63	75	70	74	73	78	72	69	64	60	53	47	47	47	47	47	
			0	0	0	0	0	0	1	4	6	26	26	44	43	44	55	55	60	61	66	61	60	56	53	47	42	42	42	42	42	
			0	0	0	0	0	0	2	4	20	22	38	37	32	29	27	26	27	28	29	30	31	32	32	31	31	31	31	31	31	31
			0	0	0	0	0	0	2	4	13	13	15	19	18	17	16	15	14	14	13	13	14	14	15	16	18	18	18	18	18	18
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	5	6	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5

NOX-CPB-05
UG/M3

15	31	33	33	34	33	35	35	35	38	41	46	51	55	61	71	56	60	25	12	10	9	5	2	2	1	0	0	0
	36	38	38	40	40	42	44	45	48	51	57	63	66	71	78	60	63	27	14	11	10	5	3	2	1	0	0	0
	45	46	42	43	42	45	47	50	54	56	56	58	56	55	53	38	36	17	11	10	10	5	3	2	1	0	0	0
	53	54	50	51	49	48	47	46	48	50	49	49	48	49	52	39	37	17	10	9	9	5	2	2	1	0	0	0
	65	64	62	62	55	54	53	51	51	46	43	44	45	47	49	41	44	28	16	11	6	3	1	1	0	0		
10	77	78	76	75	67	64	62	58	59	57	56	58	57	52	50	39	42	25	14	9	5	3	1	1				
	81	84	87	91	89	91	90	84	84	81	80	82	86	90	103	62	49	14	2	1	1	0						
	79	85	91	99	100	107	112	113	123	128	126	131	121	98	87	28	7	5	3	1	0	0	0					
	71	76	81	88	96	106	114	121	131	141	138	145	136	107	110	45	30	21	18	12	11	4	1	0				
	63	67	73	78	85	91	96	101	111	121	121	130	110	91	92	56	50	31	22	16	13	4	1	0	0			
5	54	56	58	59	61	64	66	68	68	67	62	61	50	41	39	32	31	25	21	18	18	10	5	2	0	0		
	40	41	41	41	40	39	38	37	36	34	30	30	24	23	25	24	27	23	21	19	20	12	6	3	0	0		
	27	26	24	24	23	22	21	20	20	20	15	14	12	12	11	10	9	9	8	7	6	6	7	5	2	1		
	15	14	13	13	12	12	12	12	13	14	9	8	5	5	4	3	3	3	3	4	5	5	7	5	2	1		
	8	8	8	7	7	7	6	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0				
0	5	5	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0								
	0				5					10					15						20							25

NOX-CLB-05
UG/M3

15	55	57	58	61	59	61	61	61	65	70	77	87	92	102	118	98	105	55	36	32	32	26	24	20	16	11	9	2	
	63	66	67	71	71	75	78	79	83	88	96	105	110	118	129	106	114	64	45	41	40	33	29	24	18	11	9	2	
	78	79	74	76	75	80	85	90	96	101	101	103	101	99	96	73	71	45	39	38	40	33	29	24	18	11	9	2	
	92	93	90	92	88	87	86	85	89	93	93	95	95	97	101	83	81	52	42	37	36	27	24	20	16	11	9	2	
	116	116	111	111	101	100	101	98	98	89	84	87	92	97	104	96	106	85	74	62	60	34	16	9	2	0			
10	137	139	134	133	121	118	116	112	114	111	112	116	116	107	105	91	98	77	65	53	52	27	11	5					
	146	152	157	165	159	164	160	152	153	152	153	159	171	181	205	124	100	40	18	12	7	2							
	143	153	164	177	177	188	193	195	211	223	219	227	210	171	151	56	21	15	10	6	4	1	0						
	124	132	141	151	165	181	193	202	215	225	210	212	195	159	164	79	62	44	37	27	24	8	2	1					
	107	114	123	131	139	148	153	157	171	187	182	200	167	142	142	100	96	62	45	33	27	9	2	1	0				
5	89	90	91	92	93	96	99	102	101	98	92	88	72	62	59	51	50	42	37	31	32	20	9	5	0	0			
	61	61	61	62	60	58	56	53	51	49	45	45	36	34	36	37	42	38	36	34	36	23	11	5	0	0			
	41	39	37	35	34	32	31	30	30	30	23	21	19	20	19	18	18	17	16	16	14	13	15	11	6	3			
	23	22	20	19	19	18	18	19	20	21	15	13	10	9	8	8	7	7	8	10	11	13	15	11	6	3			
	13	12	12	11	11	11	10	9	8	6	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	2	0				
0	8	7	7	6	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	0									
	0				5					10					15						20							25	

NO2-TOT-05
UG/M3

15	73	74	73	73	73	73	74	74	75	76	77	79	80	83	86	83	86	73	69	49	46	34	28	23	17	12	10	2
	75	76	76	76	76	77	77	78	79	80	81	83	84	86	88	83	84	73	69	60	55	41	33	26	19	12	10	2
10	80	80	78	78	77	78	80	81	82	83	82	82	81	81	80	75	75	69	58	53	55	41	33	26	19	12	10	2
	84	84	82	82	81	81	80	80	81	81	81	82	81	81	82	77	77	70	61	53	50	35	28	23	17	11	10	2
	87	87	86	86	85	85	85	84	84	81	80	80	82	83	85	83	85	78	74	71	70	41	19	10	2	0		
	92	92	91	91	89	89	89	87	87	86	86	87	87	86	86	82	83	77	72	70	65	34	14	7				
	95	97	97	99	97	98	97	95	95	94	94	95	97	99	105	87	83	69	25	16	8	2						
	96	98	101	104	104	106	107	107	109	111	108	109	105	96	92	73	51	32	20	9	4	1	0					
	92	95	97	100	104	108	112	115	119	121	112	110	103	95	95	78	75	71	69	59	52	17	3	1				
	89	91	94	96	99	102	104	104	108	110	108	112	102	96	95	85	84	75	70	62	46	15	3	1	0			
	86	86	87	87	88	89	90	91	92	92	90	90	85	82	81	78	78	74	72	70	70	61	24	14	0	0		
	5	79	79	79	80	80	80	81	81	81	81	80	80	74	73	74	74	76	73	73	72	72	69	48	23	7	0	
73	73	73	73	73	73	74	74	74	74	73	72	69	67	62	57	54	51	49	47	45	43	52	26	18	4			
69	68	68	68	68	68	68	68	69	69	62	55	35	29	24	22	20	19	20	22	23	24	23	16	8	4			
51	49	47	45	44	42	38	33	27	21	17	14	12	11	10	11	10	9	8	7	6	5	3	1					
0	30	28	25	22	18	15	12	10	9	7	6	7	6	5	5	3	3	2	1	0								
	0				5					10					15						20						25	

VEDLEGG G

Målinger i Sundsvall

1 INNLEDNING

Resultater fra målingene av NO, NO₂ og O₃ i Sundsvall sentrum er studert inngående sammen med resultater fra meteorologiske målinger, for å definere de meteorologiske situasjoner som gir høye forurensningsnivåer. Det er disse situasjonene vi søker å simulere gjennom beregninger med spredningsmodellen.

2 MÅLINGER MED KJEMILUMINESCENS-INSTRUMENT PÅ STADSHUSET, 1986-89

Kontinuerlige målinger av NO_x og NO₂ er foretatt i 13 meters høyde på Stadshuset i Sundsvall sentrum i flere år. Vi har hatt tilgang på data for perioden desember 1986-oktober 1989. Målepunktet er lite påvirket av trafikk innenfor en avstand på ca. 100 meter.

Disse målingene har vist tidvis svært høye NO_x- og NO₂-verdier. Figur G1-G6 viser NO_x- og NO₂-verdier for endel utvalgte dager med høyt forurensningsnivå. Figurene gir også vind- og temperatur-data fra målinger i 30 meters høyde i sentrum. Disse eksemplene representerer noen av de mest forurensede dagene i Sundsvall i den perioden vi har sett på.

Høy forurensning opptrer i Sundsvall ved svak vind fra vest. Figur G1-G3 gir eksempler på slike dager.

De høyeste konsentrasjonene måles imidlertid i situasjoner der svak vestlig vind på dagtid snur til svak østlig vind (stagnasjons-situasjon). Figur G4-G6 gir eksempler på slike situasjoner.

Figurene viser at vedvarende svak vestlig vind typisk gir et NO_x-nivå om dagen i Sundsvall sentrum på 400-600 µg/m³, og et NO₂-nivå på 100-200 µg/m³, målt med kjemiluminescens-instrumentet på Stadshuset.

I land-sjøbris-situasjonen med svak vind kan NO_x -nivået bli så høyt som 600-1 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og NO_2 -nivået kan bli opp mot 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figurene inkluderer ikke dager i oktober 1989, da det ble målt enda høyere NO_2 -verdier. Disse er ikke vist, fordi vi ikke hadde tilgang på samtidige vindmålinger.

De høyeste NO_2 -verdiene var 307 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (26.10.89 kl 07) og 295 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (16.10.89 kl 17). Ved disse tilfellene var NO_x -nivået 700-750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette gir en NO_2 -andel av NO_x på vel 40%. Dette er svært høyt for et så høyt NO_x -nivå.

I spredningsberegningene har vi søkt å simulere disse to meteorologiske situasjonene som, ifølge målingene, kan gi høyt forurensningsnivå:

- svak vestlig vind
- stagnasjons-situasjonen

3 MÅLINGER MED DOAS-INSTRUMENT I SENTRUM, 1990

I januar 1990 ble et DOAS-instrument montert på taket av Stads-huset. I Sundsvall er instrumentet montert slik at det måler gjennomsnittlig forurensning langs to "løyper" (se figur 1):

- Måleløype 1: mot nordøst, lengde ca. 450 m
- Måleløype 2: mot sør, lengde ca. 150 m

Figur G7-G11 viser, for hver uke i perioden 1.-31. januar 1990, målt NO og NO_2 langs løype 1 og NO_2 og ozon (O_3) langs løype 2.

Også disse målingene viser NO_x -nivåer opp mot 900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ målt som NO_2 i forurensningsepisoder (NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] = 1,5 NO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] + NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]). NO_x -konsentrasjonen lå ofte i området 400-500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på dagtid. Høyeste NO_2 -konsentrasjon var 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende en NO_2 -andel på 14%.

Figurene viser at NO_2 -konsentrasjonen var nær den samme langs begge løyper. Dette tyder på et relativt flatt NO_2 -felt over Sundsvall sentrum.

I figur G12-G16 er kjemiluminescens- og DOAS-målingene (løype 1) sammenlignet. Det er stor grad av samvariasjon mellom de to metodene både for NO og NO_2 .

Gjennomgående trekk er imidlertid følgende:

- ved relativt lavt forurensningsnivå gir instrumentene samme NO_2 -verdi, men kjemiluminescens-instrumentet gir en del mindre NO enn DOAS-instrumentet.
- ved høyt forurensningsnivå gir kjemiluminescens fortsatt mindre NO, men en god del mer NO_2 enn DOAS. NO_x -konsentrasjonen for de to metodene stemmer da ganske godt overens.

Vi har ikke nok informasjon til å avgjøre årsaken til avviket mellom metodene ved høye forurensningsnivåer. Det kan skyldes avvik mellom metodene, men det kan også skyldes at NO_2 -andelen av NO_x faktisk er høyere i sentrum (ved Stadshuset) enn i gjennomsnitt på tvers av dalen (langs DOAS-løypene). NO_2 -andelen som måles med kjemiluminescens-instrumentet var ca. 30% i de mest forurensede perioder i januar 1990, og i oktober 1989 ble det, som tidligere nevnt, målt NO_2 -andeler opp mot 40% i episoder. Så store NO_2 -andeler er ikke målt i Norge. De lar seg ikke forklare ut fra det man i dag vet om NO- NO_2 -kjemi i byer under vinterforhold i Norden, med mindre hoveddelen av NO_x -utslippet kommer fra biler på tomgang.

4 MÅLINGER I ULIKE GATER I SUNDSVALL, 1978-79 OG 1982-83

Luftlaboratoriet, SNV gjennomførte målinger av bl.a. NO_x og NO_2 (time- og døgnmiddelverdier) ved 6 målestasjoner vinteren 1978-79, de fleste gatestasjoner (Johansson og Karlson, 1981). IVL gjennomførte døgnmålinger av NO_2 ved 6 målestasjoner vinteren 1982-83, dels de samme målestasjoner som i 1978-79 (Laurin og Persson, 1983).

Målingene i 1978-79 viste i episoder høye konsentrasjoner av NO_2 på sentrumstasjonene. De kontinuerlig registrerende målingene ble utført over relativt korte perioder (2-4 uker på hvert sted, aldri mer enn ett sted om gangen). Det er derfor vanskelig på grunnlag av disse målingene å si noe om utstrekningen av området med høy NO_2 -belastning.

Døgnmålingene i 1978-79 ble imidlertid utført på 6 stasjoner samtidig. Målingene viste tidvis svært høye konsentrasjoner i Sjøgatan, i Skolhusalléen og høyt også i Strandgatan (nær E4), maks 110-135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasjonene var lavere i Köpmangatan og i Bergsgatan (maks 85-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Dersom en ser bort fra de aller høyeste døgnverdier, lå de "nest høyeste" på ca. 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i sentrum og ca. 85-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i Köpmangatan og i Bergsgatan. Stasjonen i sentrum ble påvirket av nærliggende tomgangs- og køtrafikk, som gir stor NO_2 -andel av NO_x i utslippet. I Bergsgatan var kjørehastigheten høy, med lav NO_2 -andel i utslippet. Bergsgatan-stasjonen lå ved Sidsjögatan, omtrent der Sidsjöbäcken renner ut.

Kaldluftdrenasje som følger Sidsjöbäcken vil ofte tilføre relativt ren luft til området ved målestasjonen og derved gi reduserte konsentrasjoner her i inversjonsperioder (forurensnings-episoder).

Målingene i 1982-83 ga omtrent samme gjennomsnitts- og maksimalverdier som i 1978-79, på de samme målestasjoner (Sjögatan, Skolhusalléen, Norrliden). Det ble ikke målt i Bergsgatan i 1982-83.

5 KONKLUSJONER

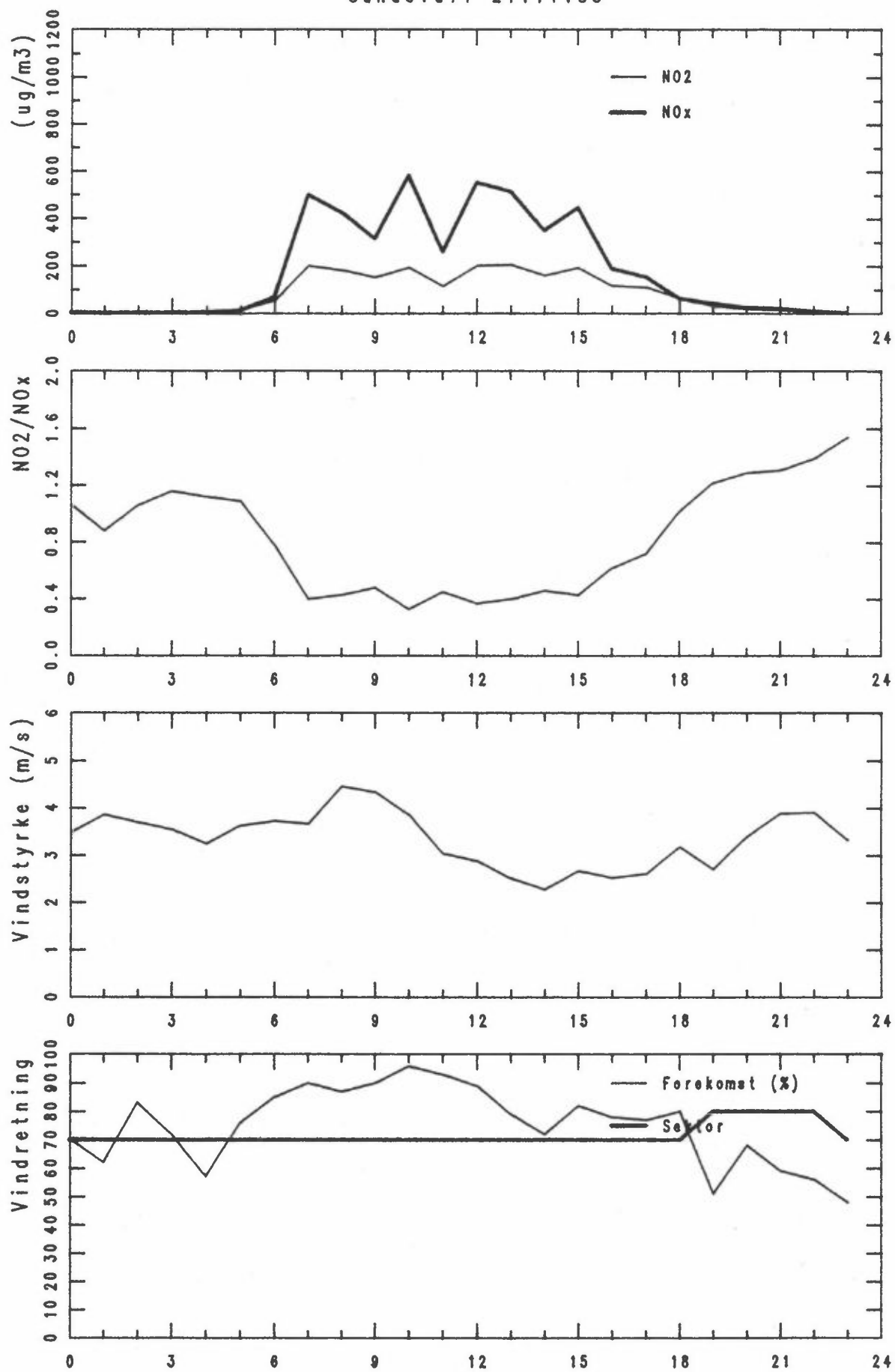
De høyeste forurensningsnivåer opptrer i Sundsvall

- ved svak vestlig vind : NO_x av størrelse 400-600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 NO_2 av størrelse 100-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- stagnasjons-situasjoner: NO_x av størrelse 600-1 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 NO_2 opp mot 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Dette er de typisk forekommende situasjoner. Ved Stadshuset er det målt NO_2 -nivåer opp mot 320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som timesmiddelverdi. I slike episoder er NO_2 -andel av NO_x målt til 30-40% (målt med kjemiluminescens-instrumentet).

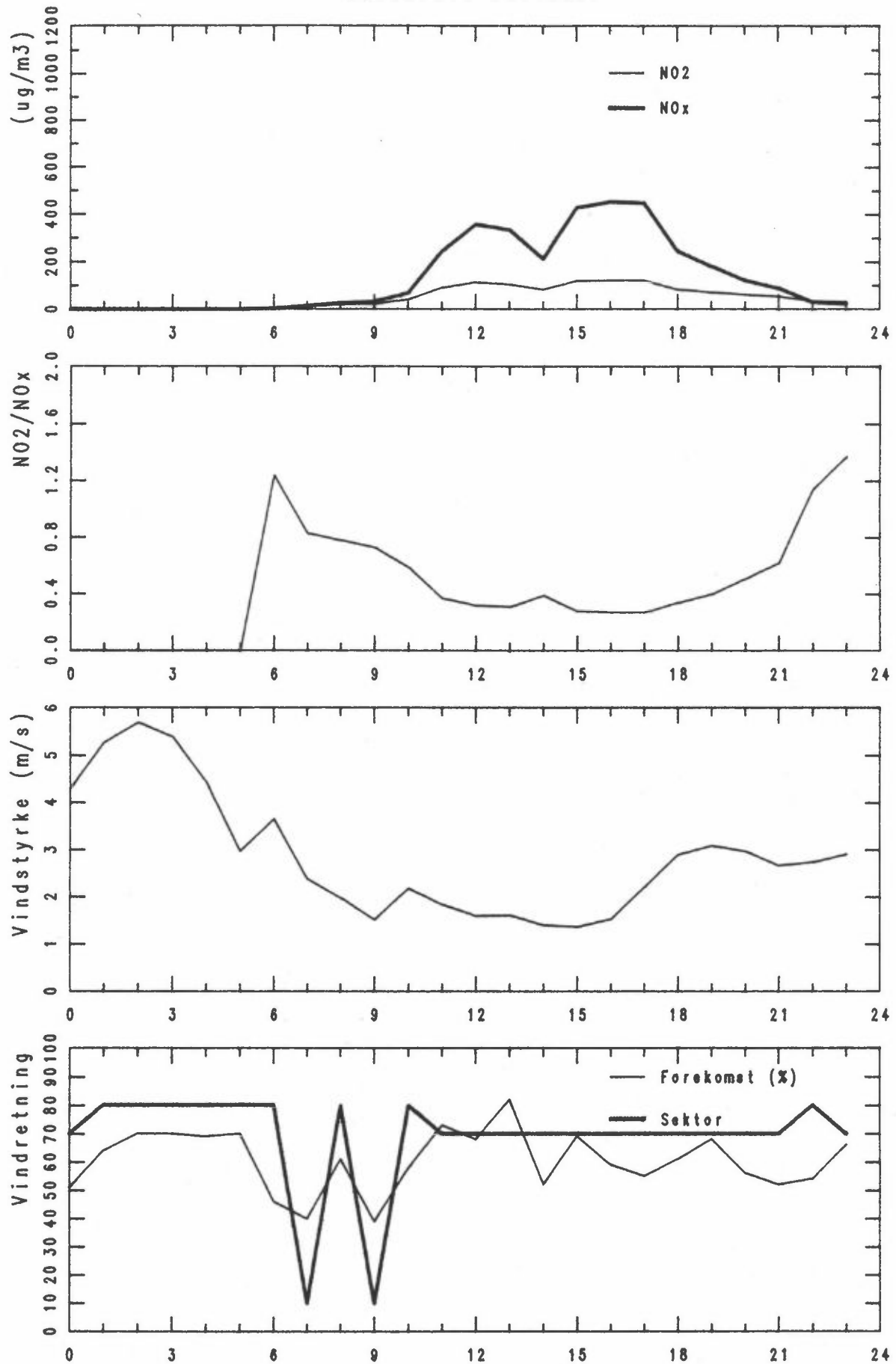
Det er bra overenstemmelse mellom kjemiluminescens-målingene ved Stadshuset og DOAS-målinger langs løyper fra Stadshuset og på tvers av dalen. DOAS-instrumentet gir imidlertid NO_2 -andeler av størrelse 10-15% i forurensningsepisoder. Dette stemmer med målinger utført i byer i Norge. De høye NO_2 -andelene målt med kjemiluminescens lar seg ikke forklare ut fra den kunnskap vi idag har om NO- NO_2 -kjemi i byer under vinterforhold i Norden, med mindre hoveddelen av NO_x -utslippet kommer fra biler på tomgang.

Sundsvall 21.11.88



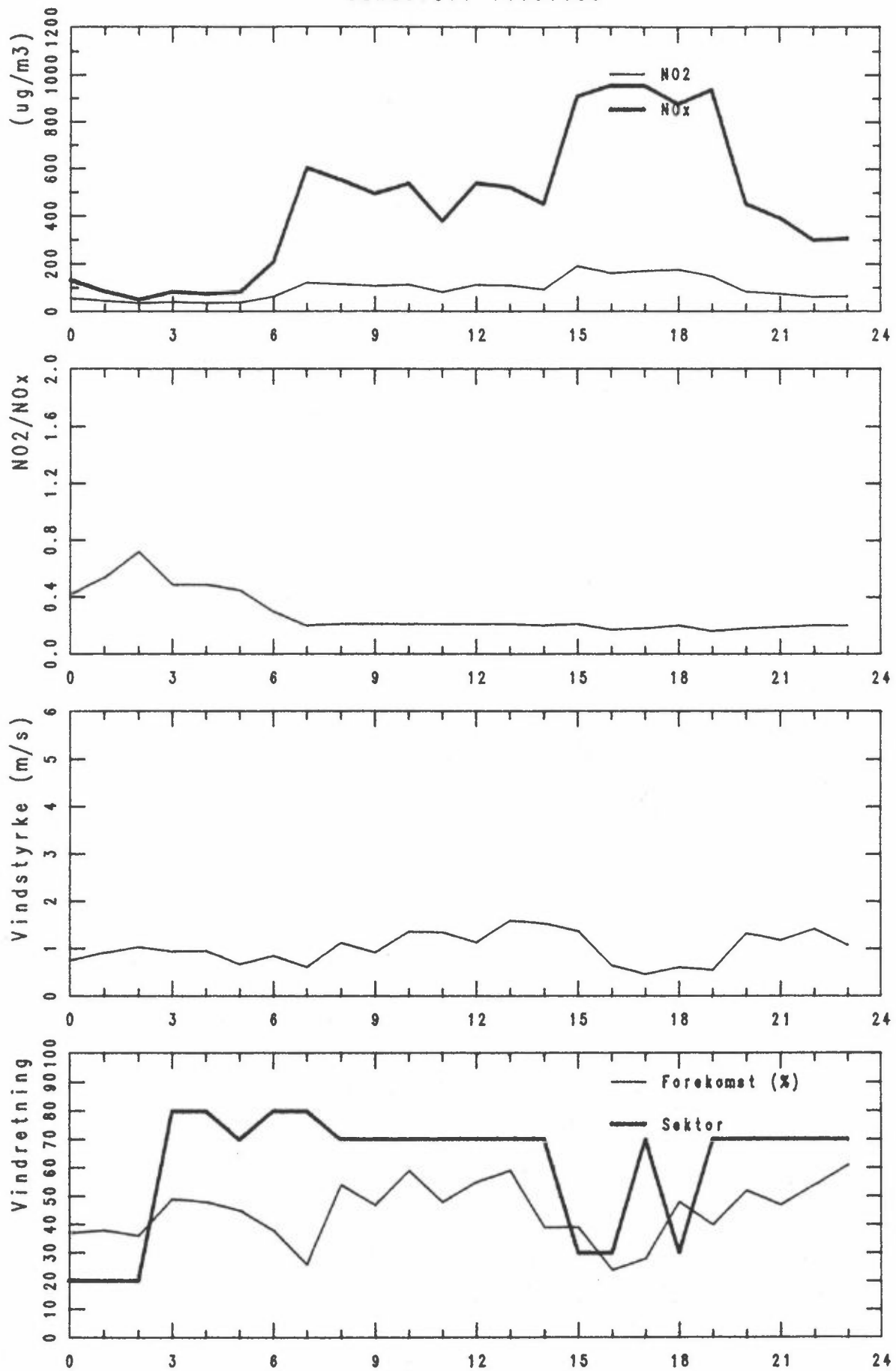
Figur G1.

Sundsvall 14.12.87



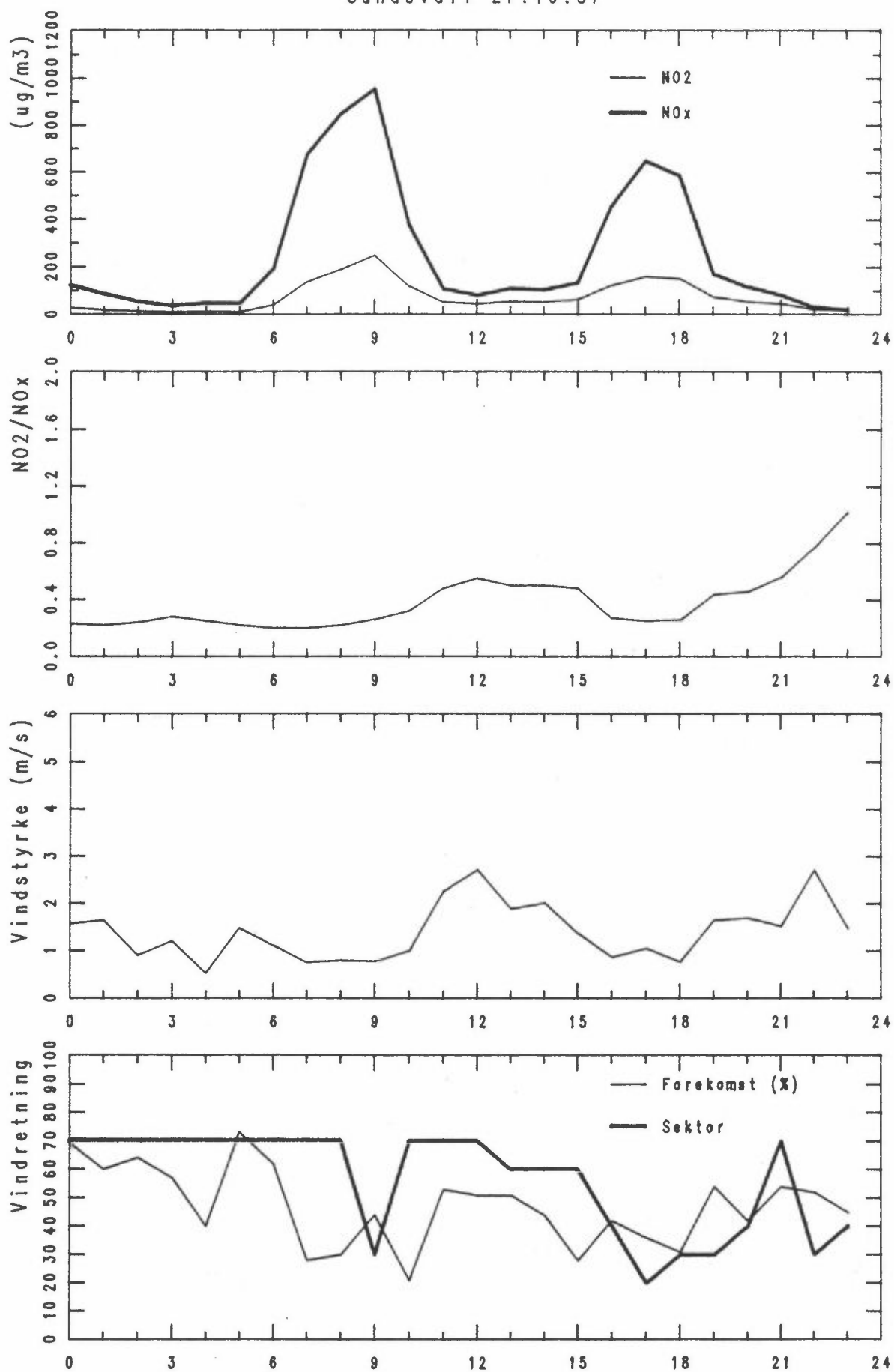
Figur G2.

Sundsvoll 14.01.88



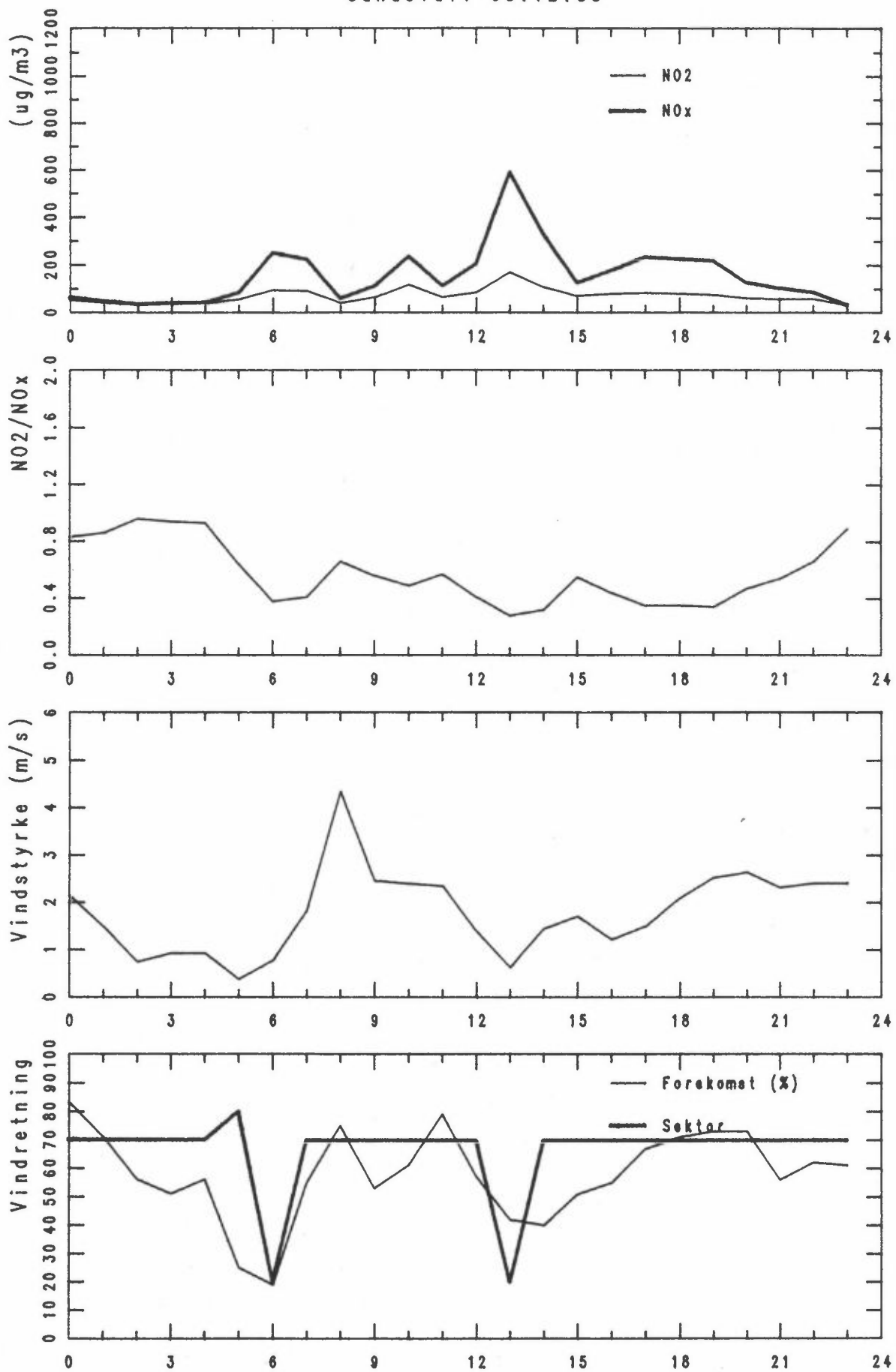
Figur G3.

Sundsvall 27.10.87

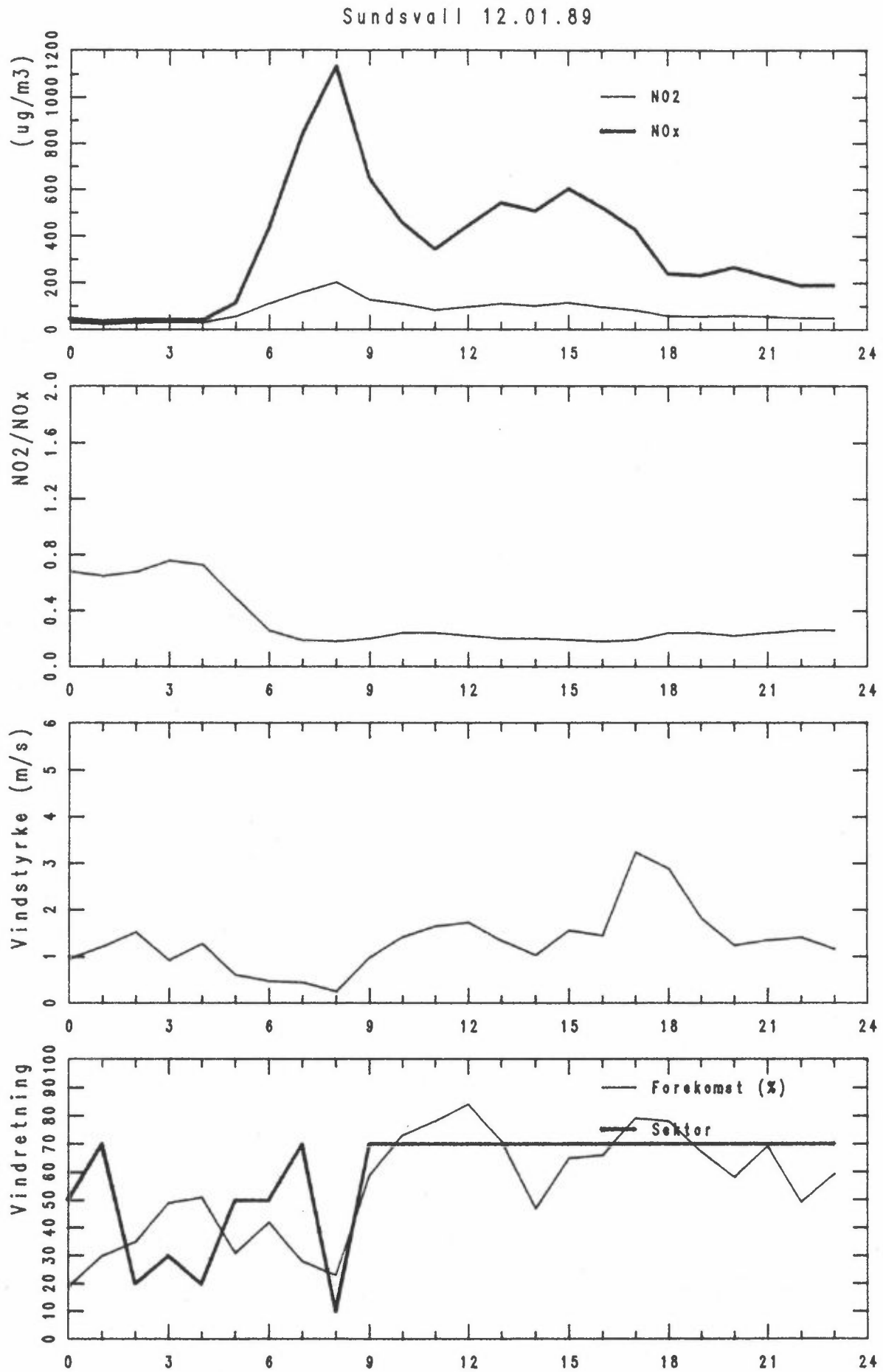


Figur G4.

Sundsvall 08.12.88



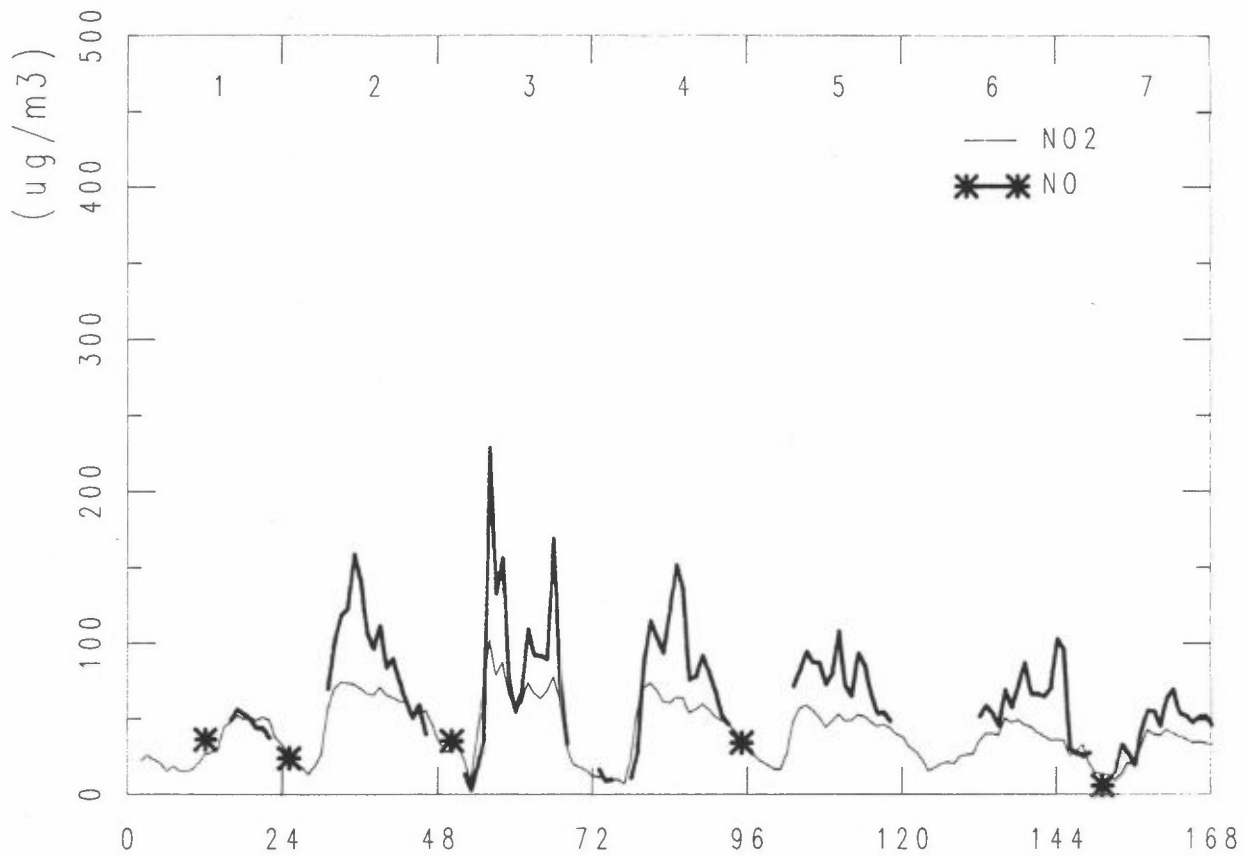
Figur G5.



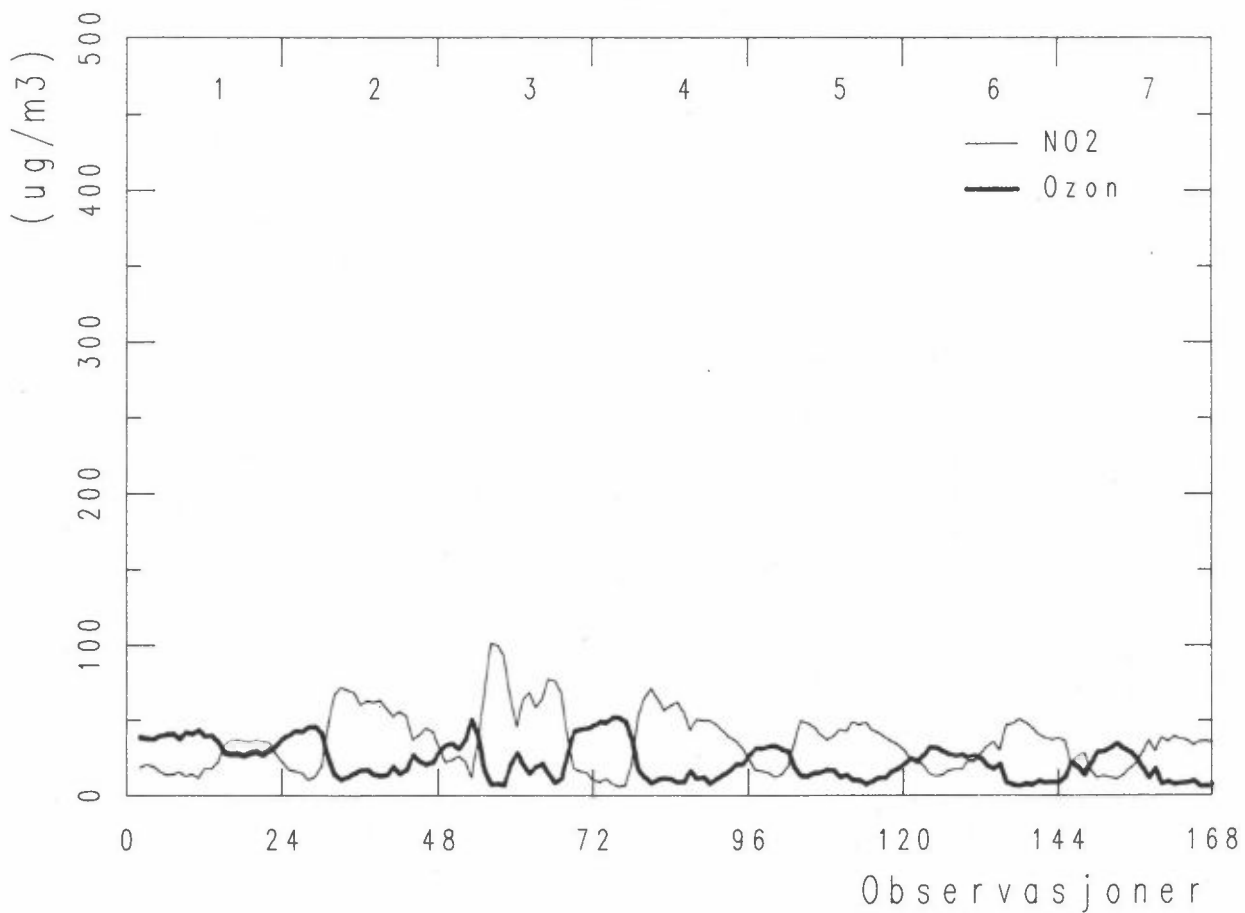
Figur G6.

Sundsvall, uke 1, 1990

Løype 1



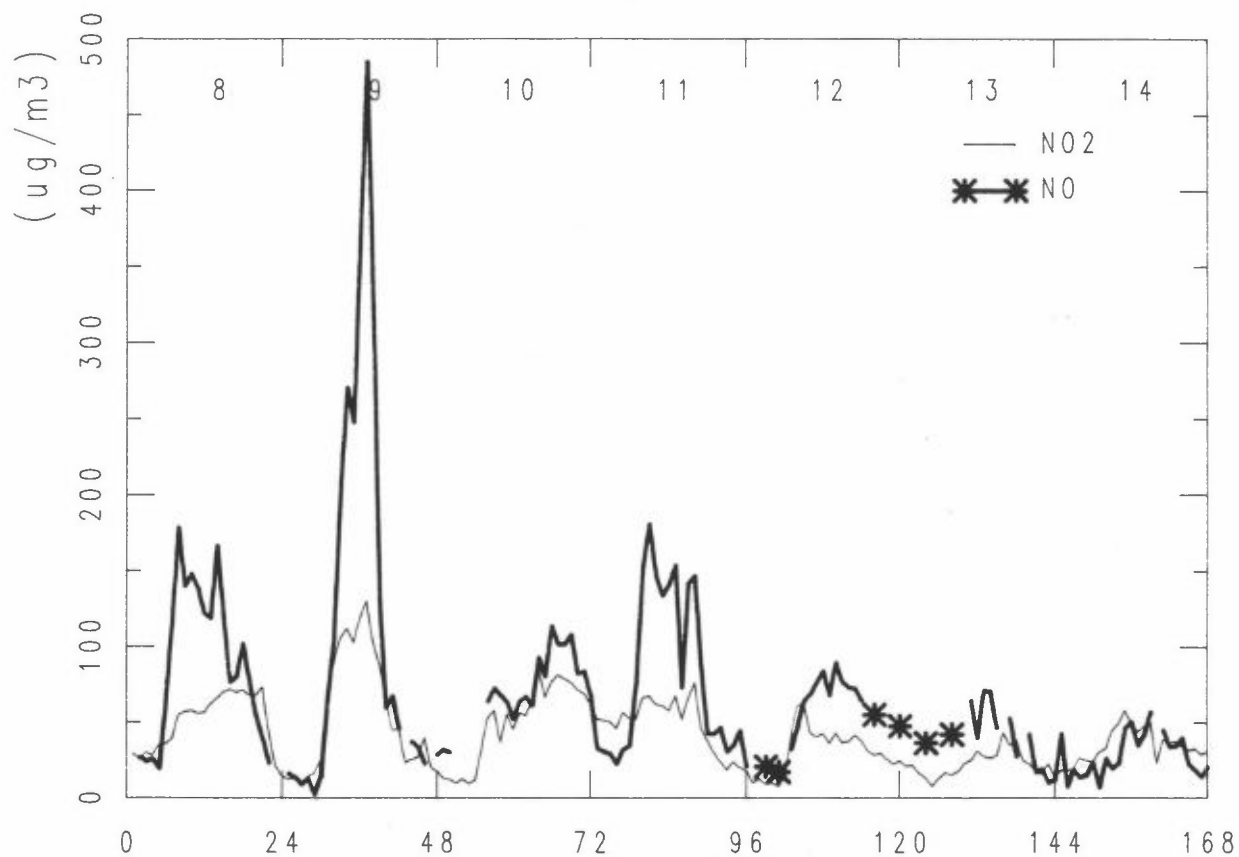
Løype 2



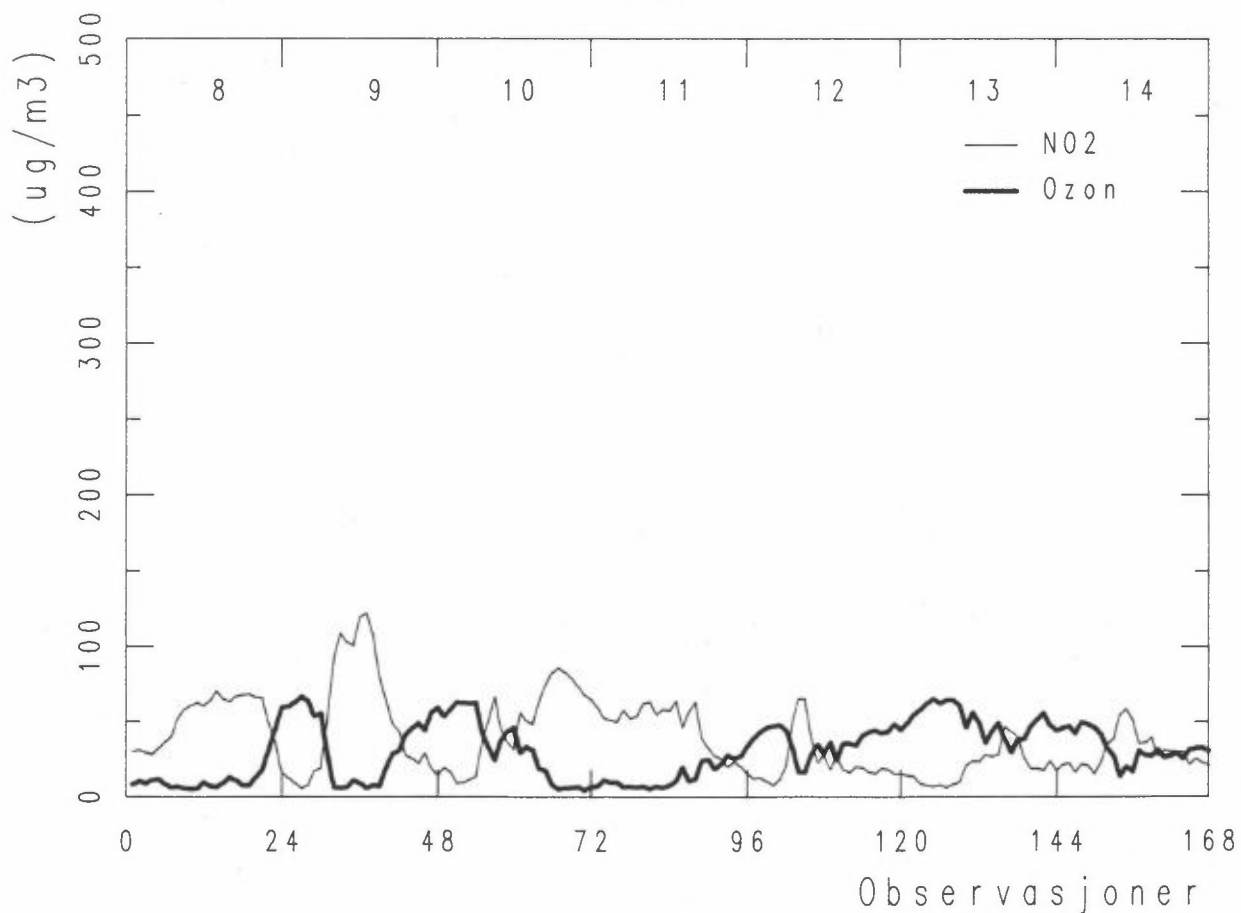
Figur G7.

Sundsvall, uke 2, 1990

Løype 1



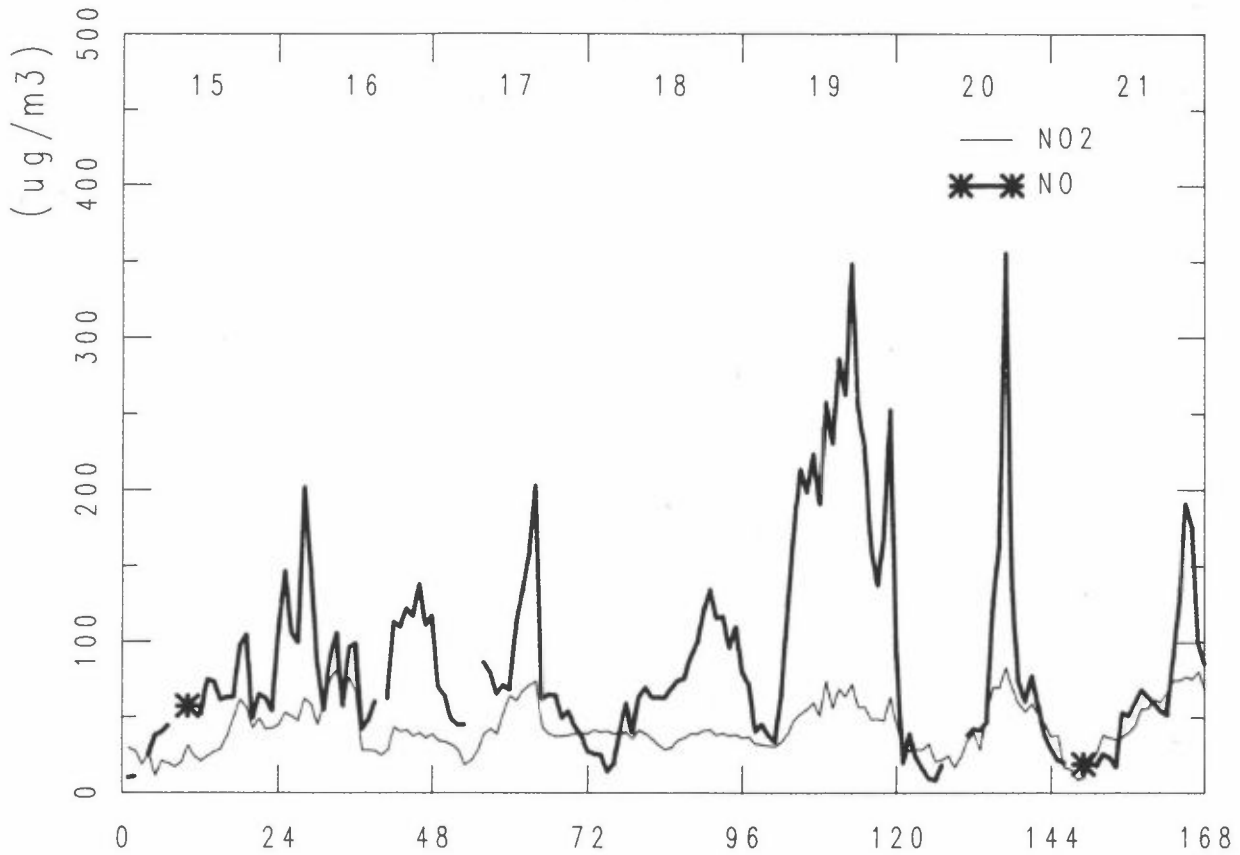
Løype 2



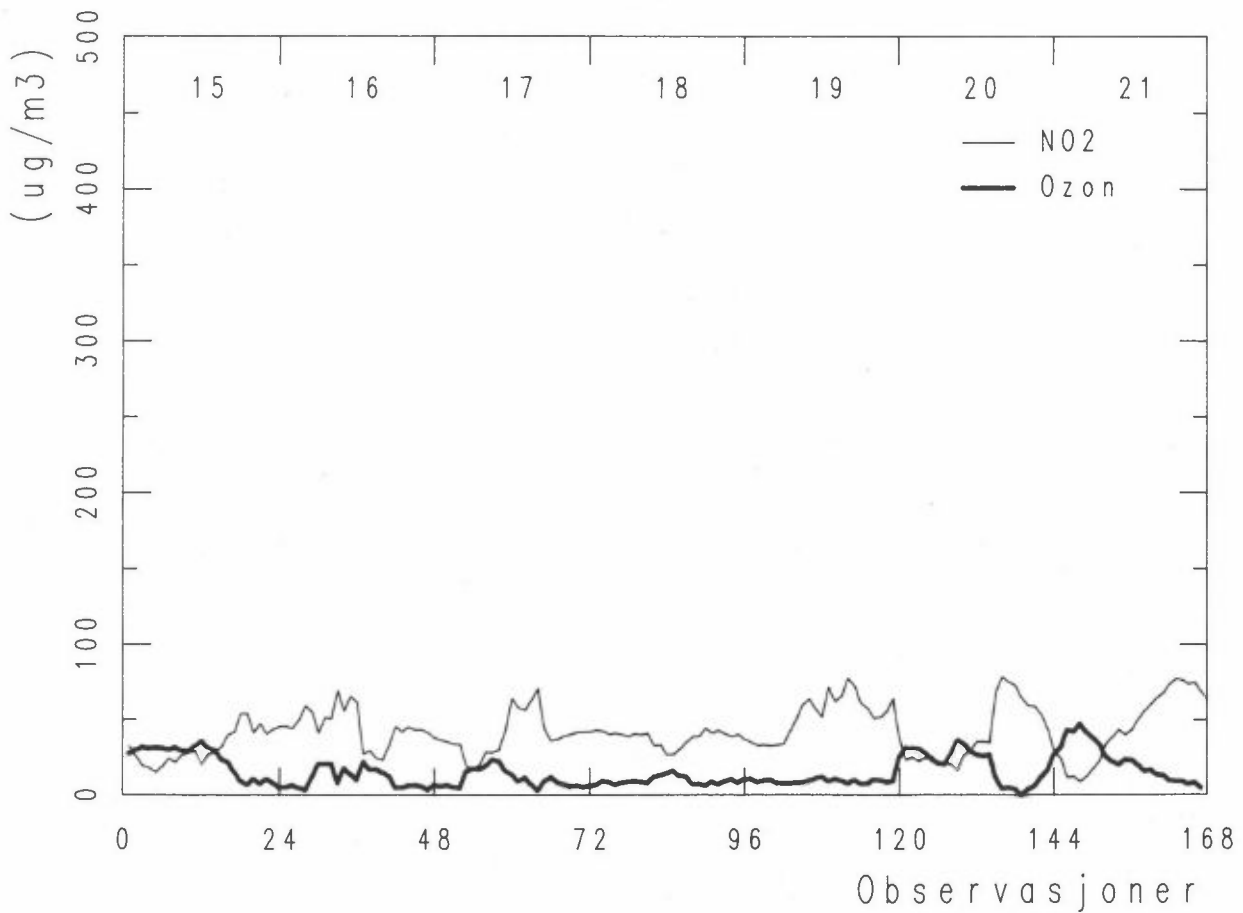
Figur G8.

Sundsvall, uke 3, 1990

Løype 1



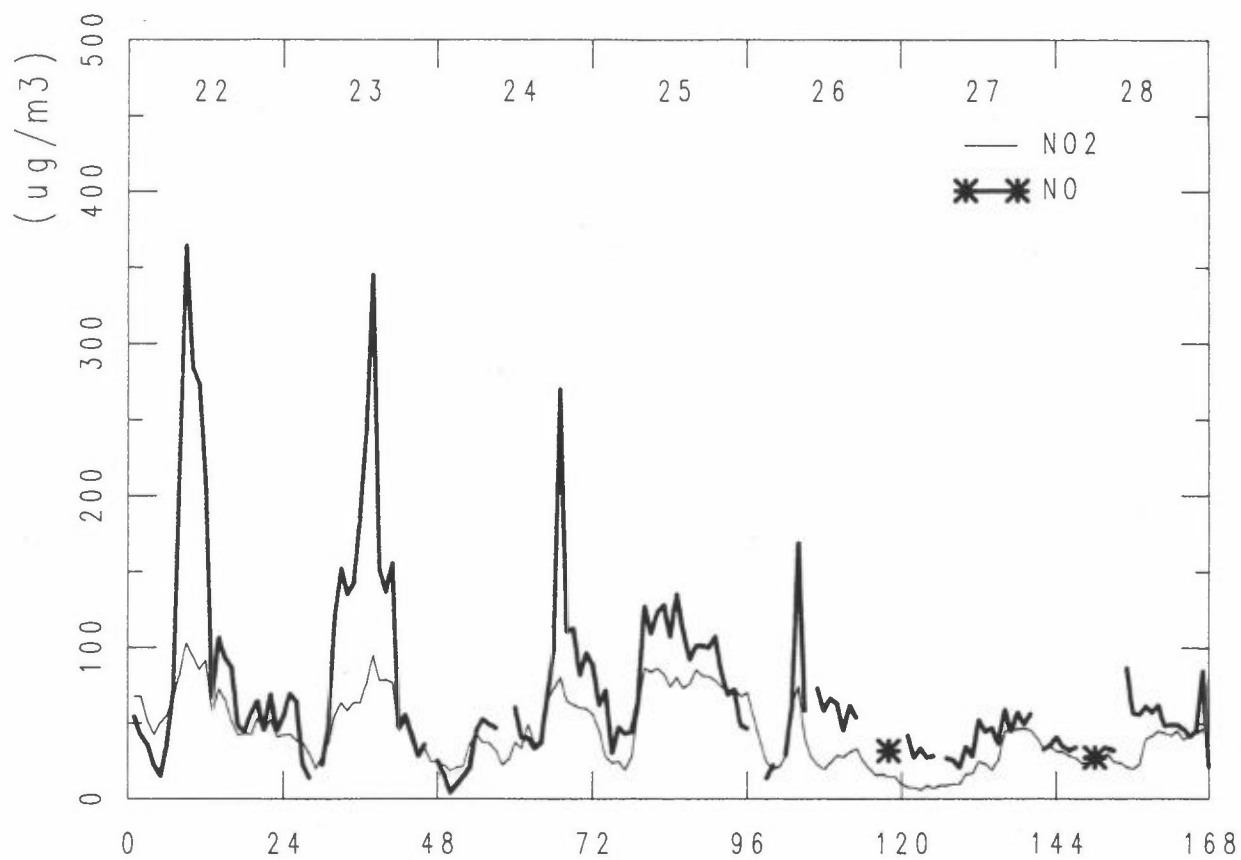
Løype 2



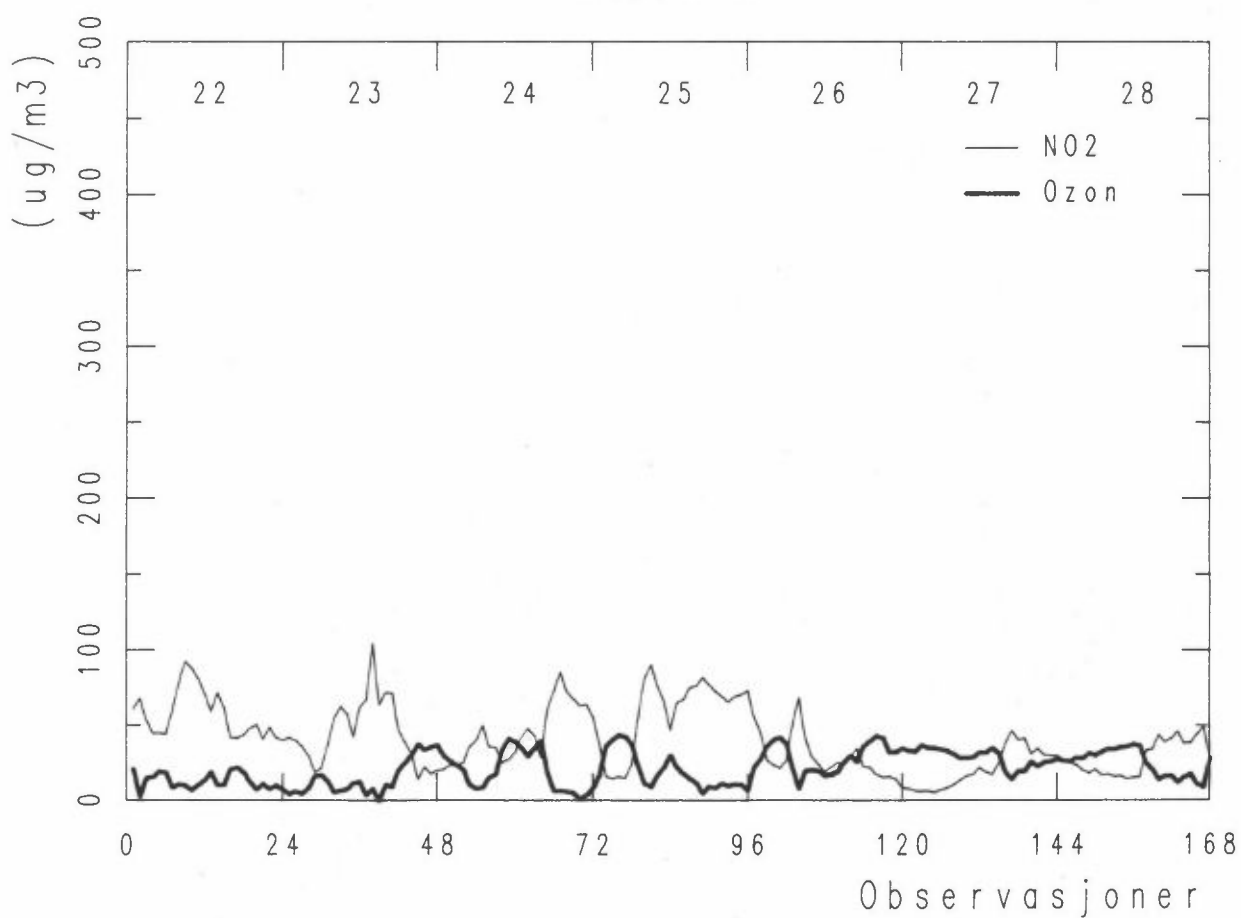
Figur G9.

Sundsvall, uke 4, 1990

Løype 1



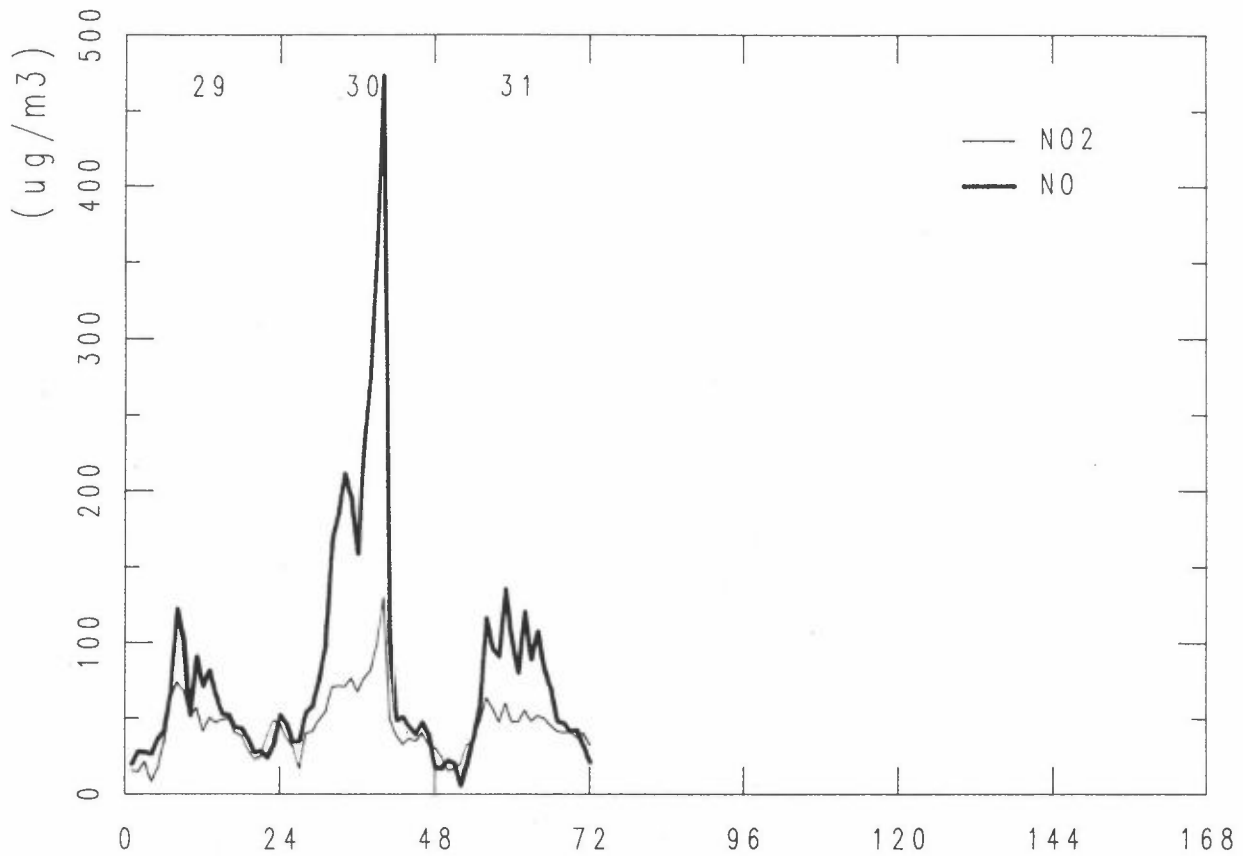
Løype 2



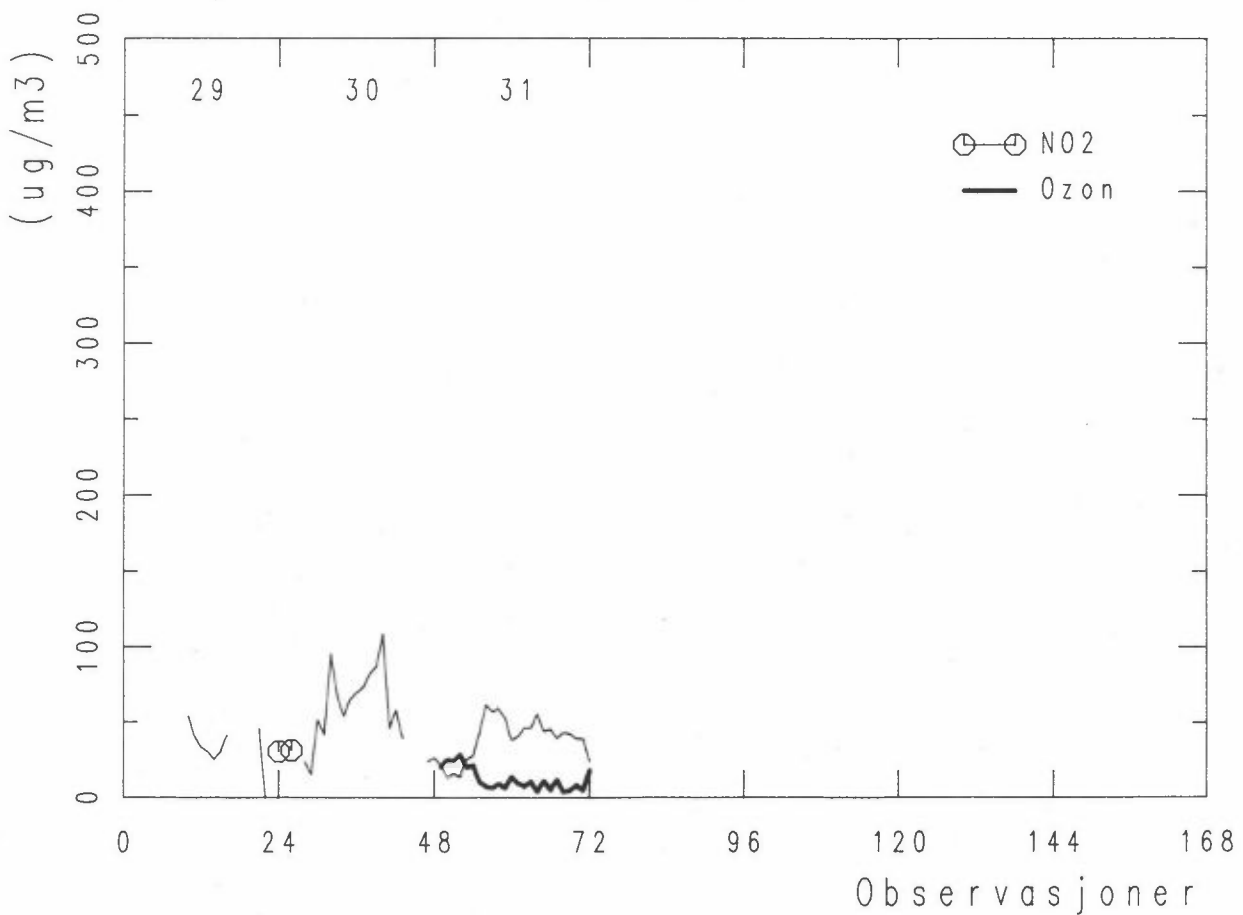
Figur G10.

Sundsvall, uke 5, 1990

Løype 1

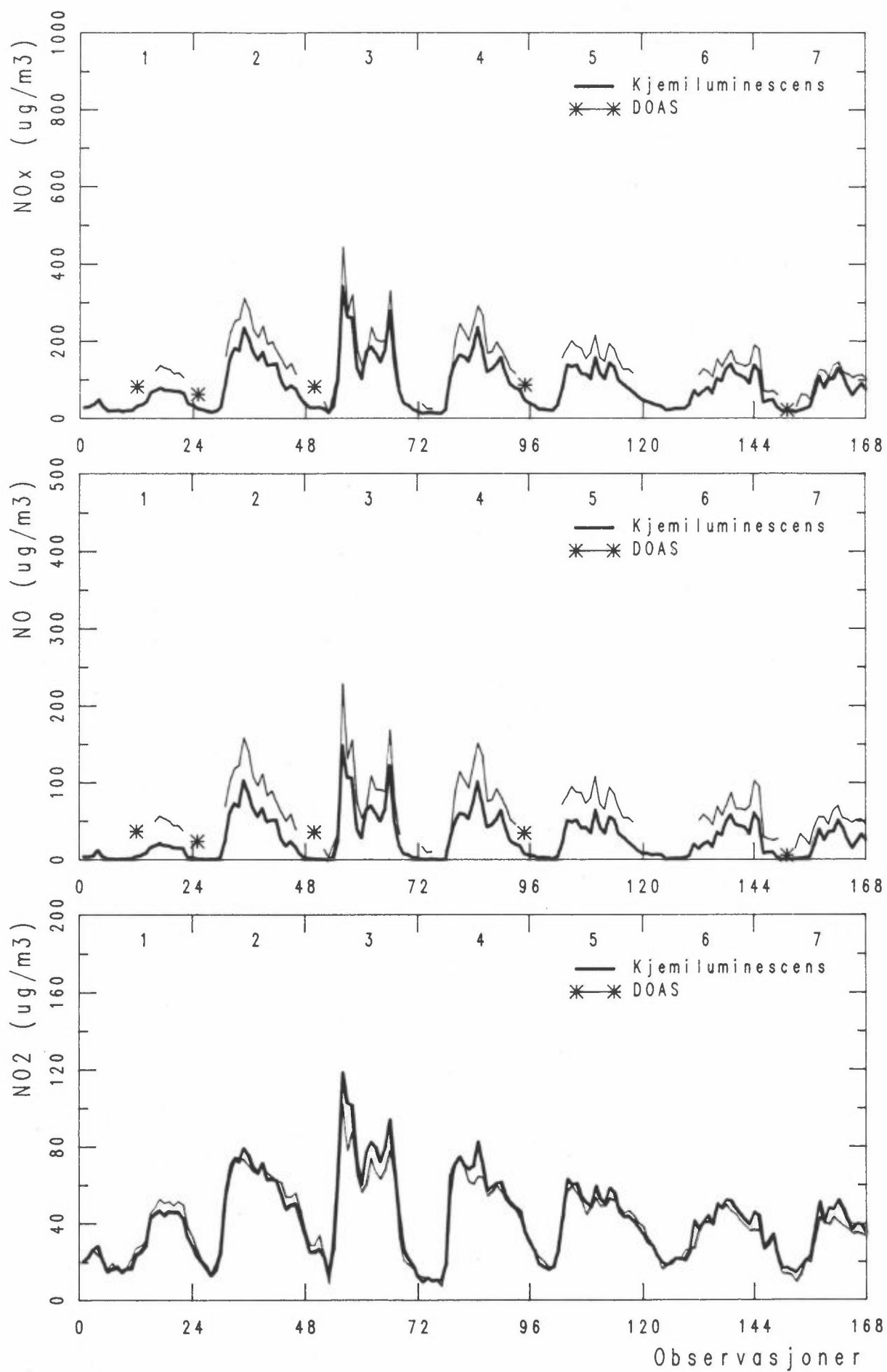


Løype 2



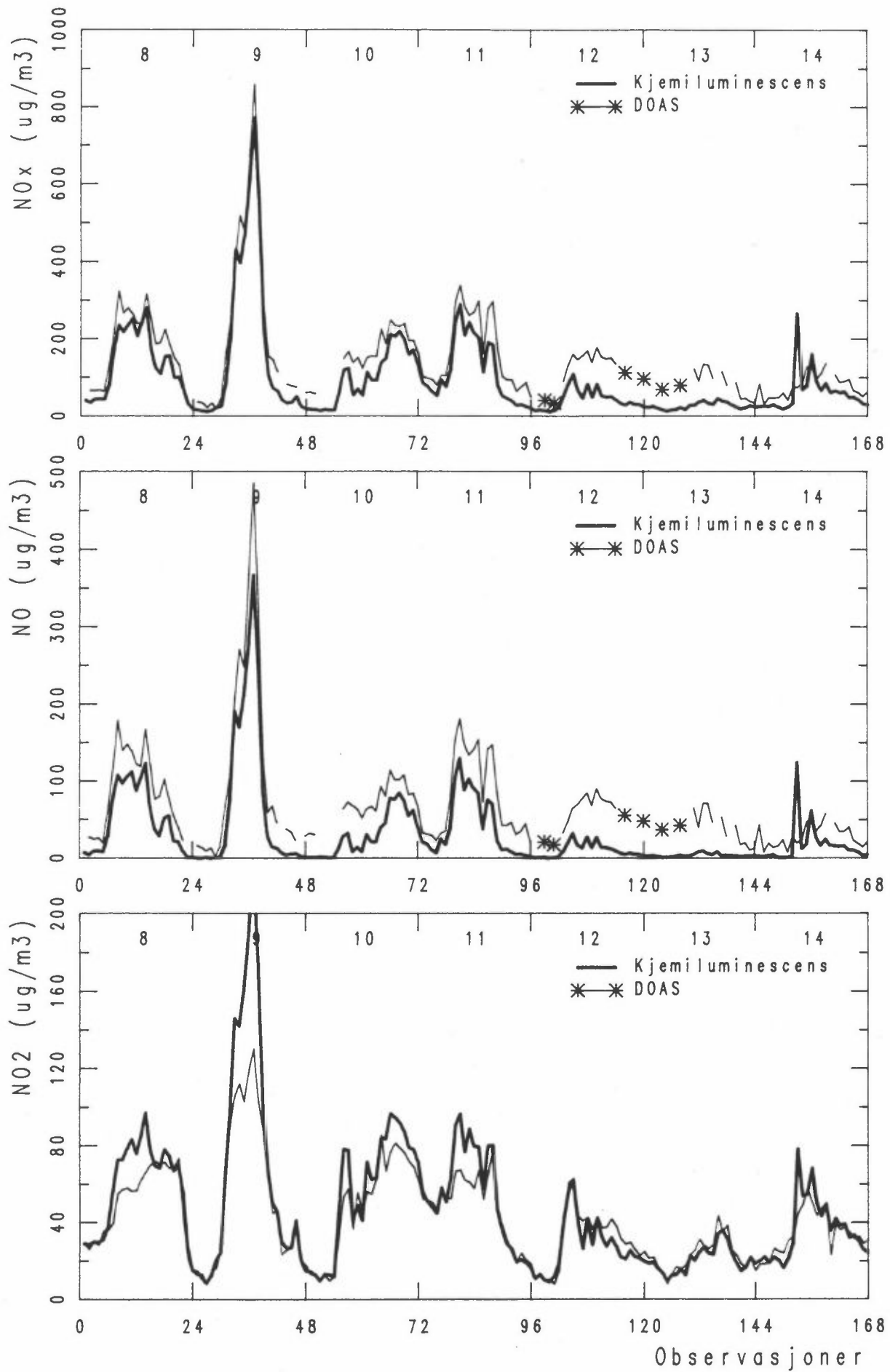
Figur G11.

Sundsvall, uke 1, 1990



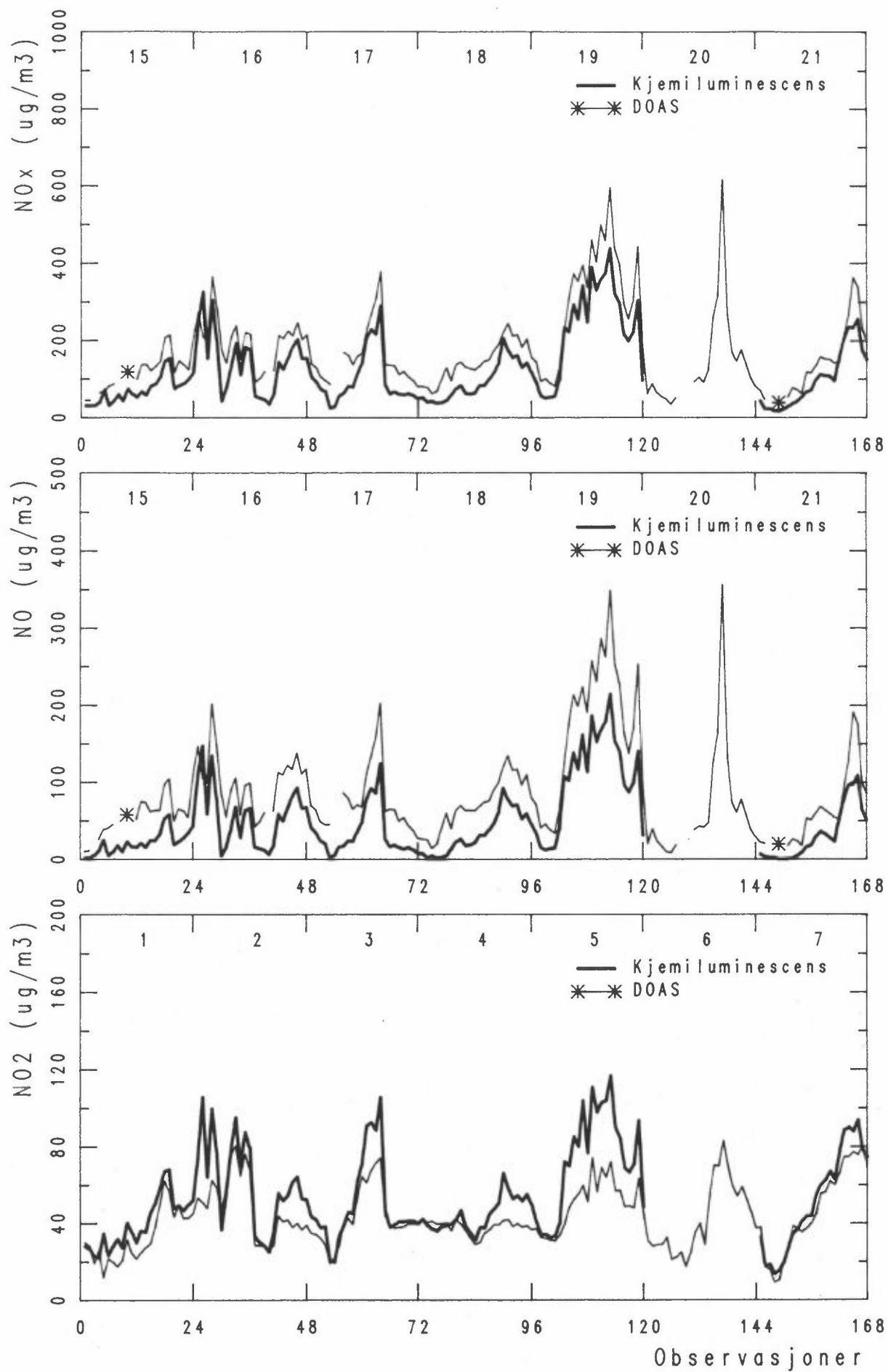
Figur G12.

Sundsvall, uke 2, 1990



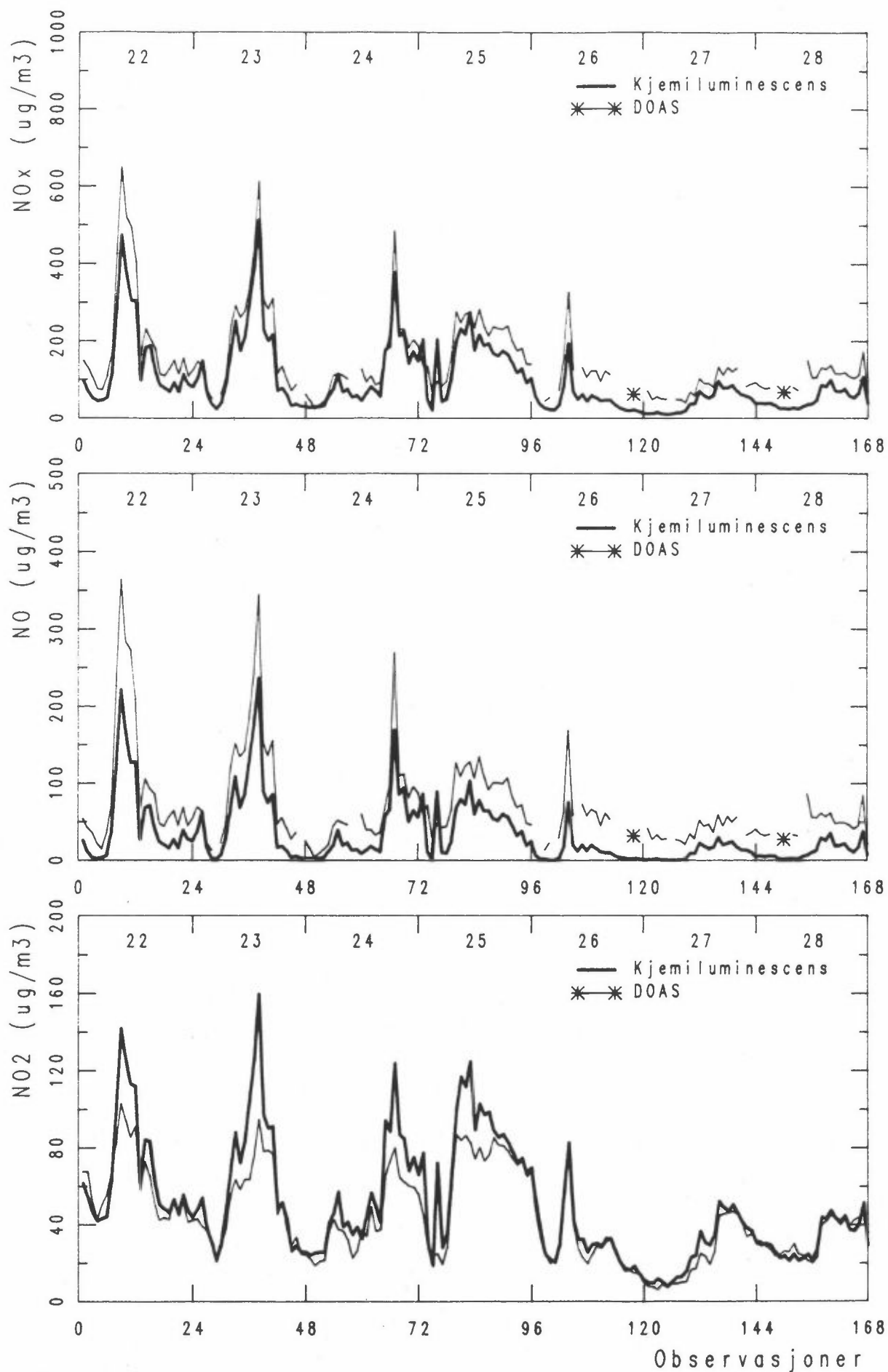
Figur G13.

Sundsvall, uke 3, 1990



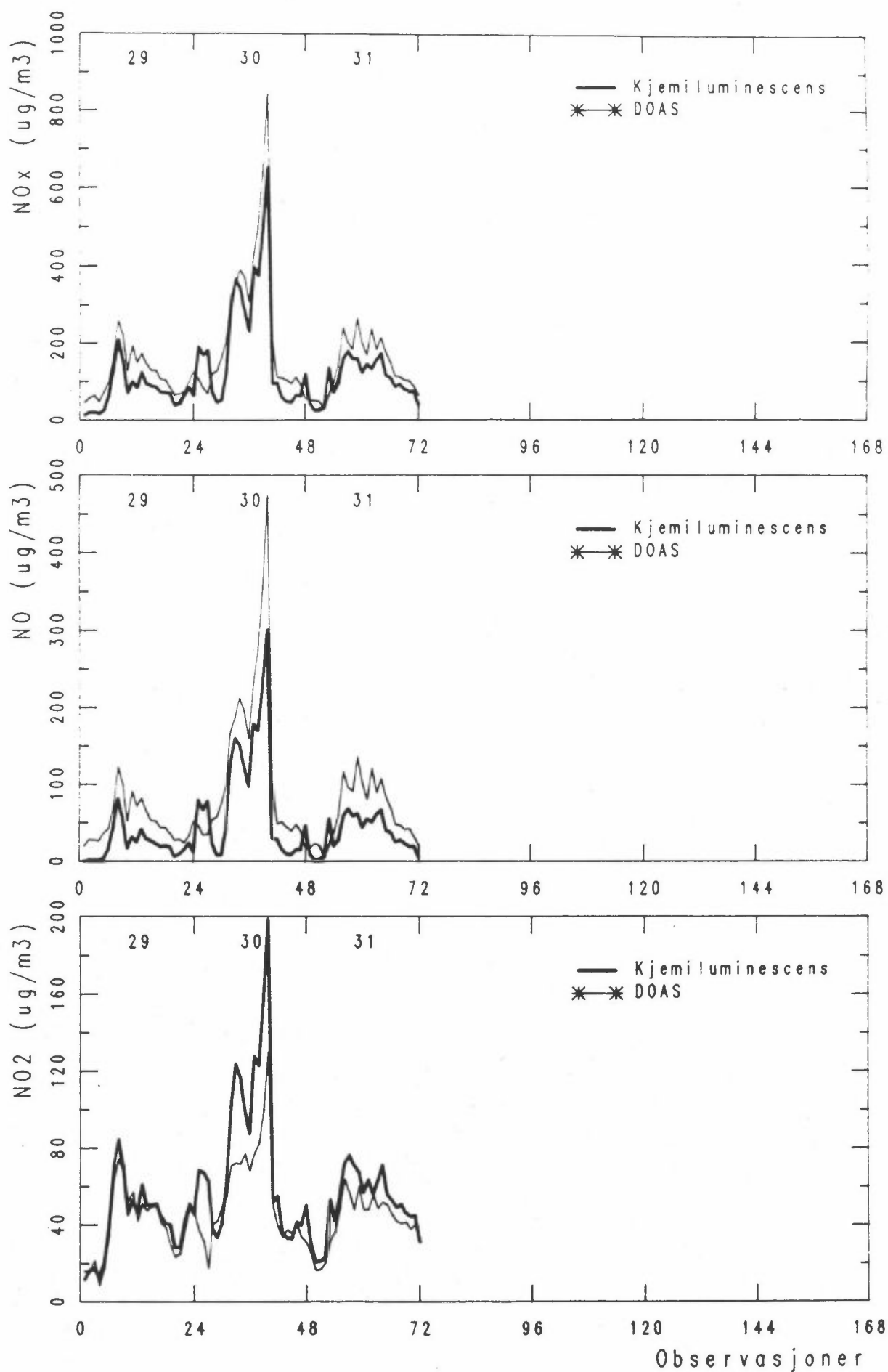
Figur G14.

Sundsvall, uke 4, 1990

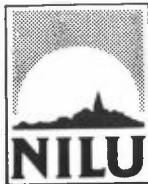


Figur G15.

Sundsvall, uke 5, 1990



Figur G16.



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 86/90	ISBN-82-425-0221-8	
DATO DESEMBER 1990	ANSV. SIGN. <i>Storvand</i>	ANT. SIDER 187	PRIS NOK 220,-
TITTEL Beregning av NO _x - og NO ₂ -konsentrasjon i Sundsvall for 5 ulike utslippsscenarioer		PROSJEKTLEDER S.E. Walker	
		NILU PROSJEKT NR. O-90054	
FORFATTER(E) S.E. Walker og S. Larssen		TILGJENGELIGHET *	
		OPPDRAGSGIVERS REF. CLS/DA	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) VBB trafik AB Linnegatan 2, P.O. Box 5038 102 41 Stockholm, Sverige			
3 STIKKORD Nitrogenoksider Sundsvall Konsekvensanalyse			
REFERAT Konsentrasjonsfordelinger av NO _x og NO ₂ er beregnet i Sundsvall, Sverige for fem ulike scenarier for utslipp. Beregningene er utført med en multipel-kilde Gaussisk spredningsmodell.			

TITLE	Calculations of NO _x - and NO ₂ -concentrations in Sundsvall for 5 different emission-scenarios.
ABSTRACT	Concentration-distributions for NO _x and NO ₂ have been calculated in Sundsvall, Sweden for five different emission-scenarios. The calculations have been performed with a multiple-source Gaussian dispersion model.

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