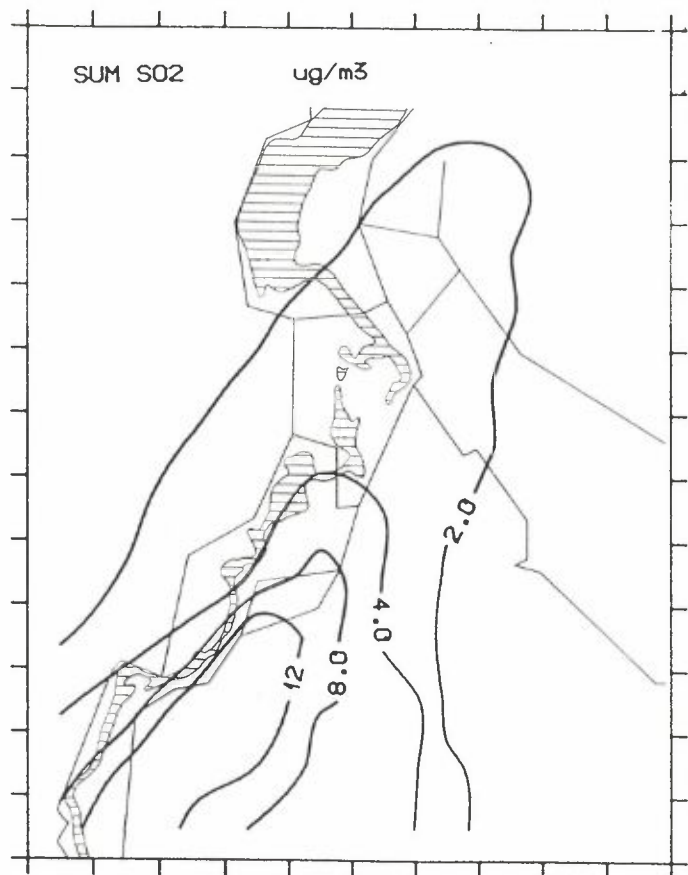


NILU OR : 60/91
REFERANSE : O-90047
DATO : OKTOBER 1991
ISBN : 82-425-0291-9

Spredningsberegninger for utslipp til luft i Vennesla, vinterhalvåret 1989

I. Haugsbakk



NILU

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Norwegian Institute for Air Research
POSTBOKS 64 — N-2001 LILLESTRØM — NORWAY

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 METODER	9
3 METEOROLOGISKE FORHOLD	10
4 LANGTIDSMIDDELKONSENTRASJONER VINTERHALVÅRET 1989 ...	12
4.1 Bidrag fra husoppvarming og småindustri	13
4.2 Bidrag fra punktkilder	15
4.3 Bidrag fra biltrafikk	21
4.4 Samlet bidrag fra alle kildegrupper	23
5 DØGNMIDDELKONSENTRASJONER I ET UTVALGT DØGN	27
6 KORTTIDSKONSENTRASJONER AV SO ₂ FRA INDUSTRIUTSLIPP ..	35
7 KORTTIDSKONSENTRASJONER AV CO OG NO ₂ LANGS VEIER	37
8 REFERANSER	41
VEDLEGG A: Meteorologiske data	43
VEDLEGG B: Beregnete middelkonsentrasjoner vinterhalv- året 1989	49
VEDLEGG C: Grenseverdier for luftkvalitet	69
VEDLEGG D: Konsentrasjoner av CO og NO ₂ langs veier .	75

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Vennesla kommune, teknisk etat, utført spredningsberegninger for luftforurensende stoffer i et område som omfatter Vennesla tettsted og området omkring. Vi har beregnet middelkonsentrasjoner av stoffene svoveldioksid (SO_2), nitrogendioksid (NO_2), karbonmonoksid (CO) og partikler fra de tre kildegruppene husoppvarming/småindustri, punktkilder og biltrafikk.

Vindmålinger fra Kvarstein vinteren 1973/74 ga dominerende vindretninger langs dalaksen fra omkring nord-nordøst og sør-sørvest med forekomst på henholdsvis 37% og 34% av tiden. De største vindstyrkene ble observert ved vind fra sør og sør-sørvest. På grunnlag av vinddata fra Kvarstein og erfaringer fra sør-Norge har NILU satt opp en stabilitetsfordeling der stabil atmosfærisk sjiktning med dårlig spredning forekom i 52% av tiden vinterhalvåret 1989. Nøytral sjiktning, som er vanlig ved overskyet vær og moderate til sterke vinder ble observert i 43% av tiden.

De beregnede konsentrasjonene var lavere enn anbefalte grenseverdier for halvårsmiddelkonsentrasjoner, maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner og maksimale timemiddelkonsentrasjoner.

Middelkonsentrasjoner i vinterhalvåret

Maksimale beregnete halvårsmidler for SO_2 og NO_2 var henholdsvis 51% og 49% av tilhørende anbefalte grenseverdier for helse. Det foreligger ikke grenseverdier for CO midlet over 6 måneder. De beregnete halvårsmidler av partikler var 18% av forslag til grenseverdi for helse. Støv fra veislitasje og naturlig støv er ikke tatt med i beregningene.

Lokale kilder i området var den viktigste bidragsyter til luftforurensninger i Vennesla vinterhalvåret 1989. Den regionale bakgrunnsbelastningen utgjorde kun 5% av midlere SO_2 -nivå i det

mest belastede området i kommunen. For NO_2 var andelen 12%. Blant de lokale kildene i området var industrien den helt dominerende bidragsyter til SO_2 -konsentrasjoner. Biltrafikken sto for de største bidragene til NO_2 - og CO-konsentrasjoner. Husoppvarming og småindustri var viktigste kilde til partikkelkonsentrasjoner, og det var vedforbruket som var årsak til mer enn 99% av partikkelkonsentrasjoner fra denne kildegruppen. Bidraget fra veistøv er ikke vurdert i rapporten.

Maksimale døgnmiddelkonsentrasjoner

De beregnete maksimale døgnverdiene for SO_2 og NO_2 var henholdsvis 17% og 73% av anbefalte forslag til nedre grenseverdi for helse. Den regionale bakgrunnsbelastningen i området kan i episoder med langtransportert forurensning være den viktigste kilden til SO_2 - og NO_2 -nivåene i området.

NILU har utført spredningsberegninger for SO_2 og NO_x for et utvalgt døgn med dårlige spredningsforhold for kilder i bakkenivå. Disse beregningene viste at SO_2 -nivået avtok med ca. 20% sammenlignet med middelveidien for vinterhalvåret, mens det maksimale NO_2 -nivået økte med ca. 100%. Punktkildene i industrien var den dominerende kilden til SO_2 -utslipp. Utslipp fra punktkilder med høy effektiv skorsteinshøyde gav lave konsentrasjoner i bakkenivå både ved stille kaldt vær og ved overskyet vær med sterk vind. De maksimale døgnmidlele SO_2 -bidragene fra punktkilder i Vennesla vil trolig ikke overskride anbefalte grenseverdier for helse. Biltrafikken var den dominerende kilden til NO_x -utslipp. Utslipp fra biltrafikken vil i en viss grad akkumuleres i bakkenivå ved stabile atmosfæriske forhold med lave vindstyrker og liten fortykning av forurensningene.

Maksimale timemiddelkonsentrasjoner

Maksimale timesverdier av SO_2 fra industriutslipp vil trolig ikke føre til overskridelser av grenseverdier i boligområder.

For Vigeland Metal Refinery kan det forekomme nedslag på industriområdet som gir konsentrasjoner på 100-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det tas forbehold om de usikkerheter som inngår i vurderingen av bygningsmassen rundt utslipp for lave kilder.

Beregning av maksimale korttidskonsentrasjoner av CO og NO₂ langs veinettet i beregningsområdet gav ingen overskridelser av grenseverdier for helse. De høyeste beregnete verdier var 35% av anbefalt grenseverdi for CO, og 90% av nedre grenseverdi for NO₂.

Alle verdier av NO_x er i denne rapporten regnet som NO₂. Alle grenseverdier omtalt i rapporten gjelder helseskader.

SPREDNINGSBEREGNINGER FOR UTSLIPP TIL LUFT I VENNESLA, VINTERHALVÅRET 1989

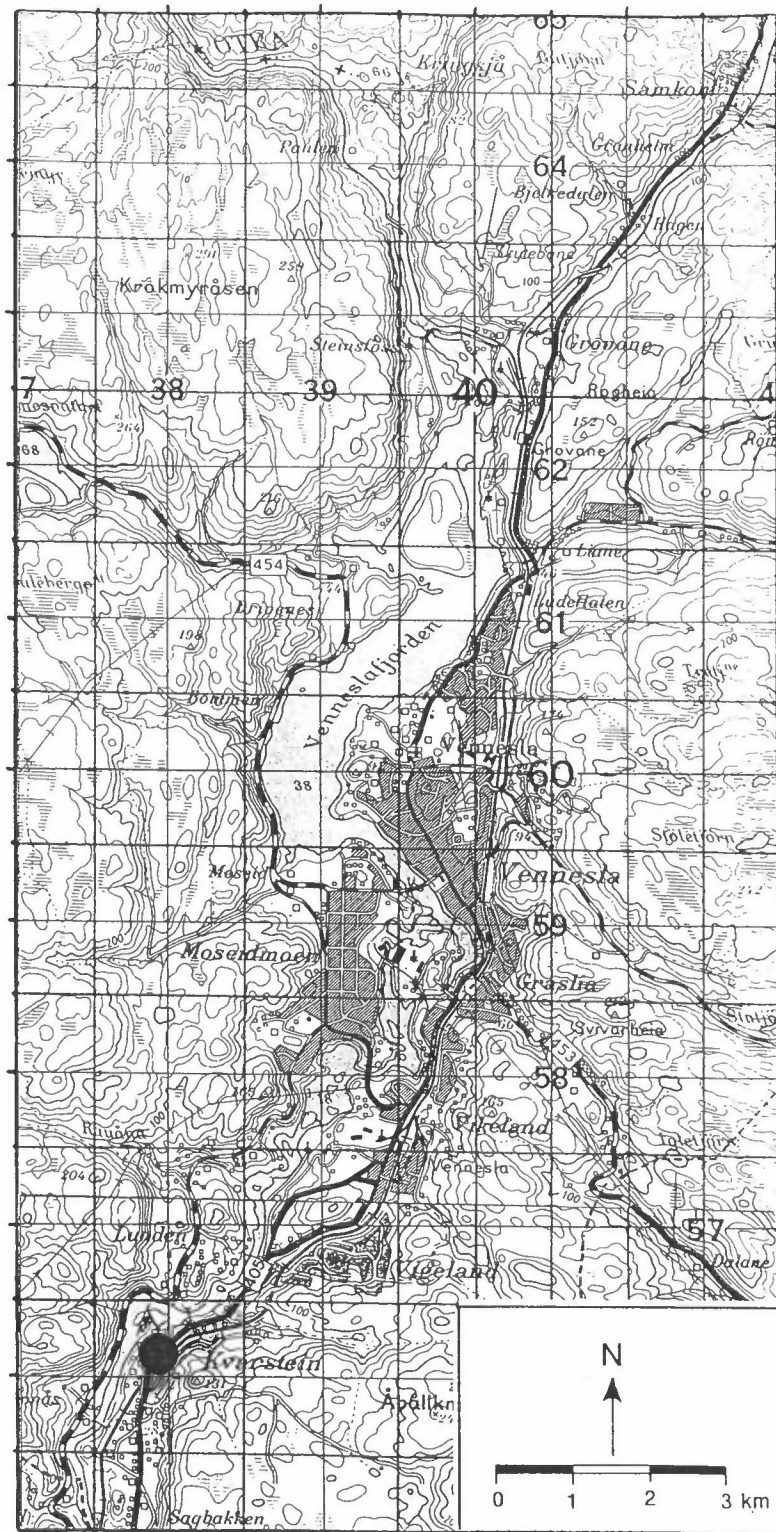
1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har beregnet middelkonsentrasjoner av stoffene SO_2 , NO_2 , CO og partikler for vinterhalvåret 1989 i Vennesla. For SO_2 og NO_2 er det også beregnet konsentrasjoner midlet over et døgn med stabile atmosfæriske forhold og lave vindstyrker med dårlig spredning av utslipp fra lave kilder. Maksimale korttidskonsentrasjoner av CO og NO_2 langs veinettet og SO_2 fra industri er også presentert.

NILU har i samarbeid med Vennesla kommune samlet inn utslippsdata for 1989 for tre kildekategorier i beregningsområdet. Utslippsberegningene er beskrevet i egen rapport (Haugsbakk, 1991).

Ved bruk av vinddata samlet inn av NILU i 1972/73 og estimert stabilitetsfordeling (Bøhler, 1984), er det beregnet halvårs-middelverdier for vinterhalvåret for komponentene svoveldioksid (SO_2), nitrogendioksid (NO_2), karbonmonoksid (CO) og partikler. Beregningene er utført for de tre kildekategoriene husoppvarming/småindustri, punktkilder og biltrafikk.

NILU utfører målinger av svoveldioksid og nitrogendioksid på Birkenes. Middelkonsentrasjonene for vinterhalvåret 1989 er brukt til vurdering av den regionale bakgrunnsbelastningen som tilføres beregningsområdet fra andre områder. På Kvarstein sør i beregningsområdet utførte NILU målinger av vind i perioden 1972-73. Vindobservasjoner for perioden fra 1. oktober 1972 til 1. april 1973 ble sammen med estimerte stabilitetsfordelinger brukt som meteorologiske data til spredningsberegninger for vinterhalvåret. Figur 1 viser kartutsnitt av beregningsområdet med målested for meteorologi.



Figur 1: Kart over undersøkellesområdet i Vennesla.
 ● Målestasjon Kvarstein, meteorologiske data.

2 METODER

Spredningsberegninger av langtidsmiddelkonsentrasjoner for vinterhalvåret er utført ved bruk av en gaussisk sektormiddelmodell. For beregning av maksimale korttidskonsentrasjoner langs veier er det brukt Nordisk Beregningsmetode for Bilavgasser (fasader) og HIWAY 2 (åpne veier) tilpasset norske forhold. Maksimale timesverdier fra industri er beregnet ved bruk av NILUs gaussiske spredningsmodeller.

NILU har utført spredningsberegninger for vinterhalvåret 1989 for å beskrive konsentrasjonsfordelingen av SO_2 , NO_2 , CO og partikler i området. Beregningene er basert på utslippsdata for januar, februar, mars og oktober, november, desember 1989 og meteorologiske data fra Kvarstein vinteren 1972/73.

Langtidsmiddelkonsentrasjoner betyr i denne rapporten midlete konsentrasjoner for vinterhalvåret 1989 (januar, februar, mars og oktober, november, desember). Konsentrasjoner og bidraget fra enkeltkilder er beregnet ved gaussiske spredningsmodeller som er anvendt og utprøvet i flere områder tidligere (Gram, 1987). Beregningsmetodene er best egnet til å spesifisere bidraget fra punkt- og volumkilder når spredningsforholdene er forholdsvis homogene i området. Det er skilt mellom store enkeltutslipp (punktkilder) og utslipp fra husoppvarming, små punktkilder og biltrafikk som er jevnt fordelt i ruter (arealkilder). I spredningsberegningene fra punktutslipp er det tatt hensyn til at bygninger kan påvirke utslippet.

For beregninger av maksimalkonsentrasjoner av CO og NO_2 langs gater og veier er følgende metode anvendt:

- Basert på biltrafikk (ÅDT/MAXTIME, hastighet, fordeling lette/tunge biler) og lengde på gater og veier, samt beregningsår, beregnes utslippet av CO og NO_x for rushtrafikk. Utslippet beregnes for hver veilenke (kg/time · km).

- På grunnlag av veidata og utslippsfaktorer for CO og NO_x, beregnes konsentrasjoner langs veinettet ved hjelp av spredningsmodeller.
- NO₂-andelen av NO_x beregnes på grunnlag av kunnskap om bakgrunnsverdier og forhold mellom NO₂, NO_x og O₃.

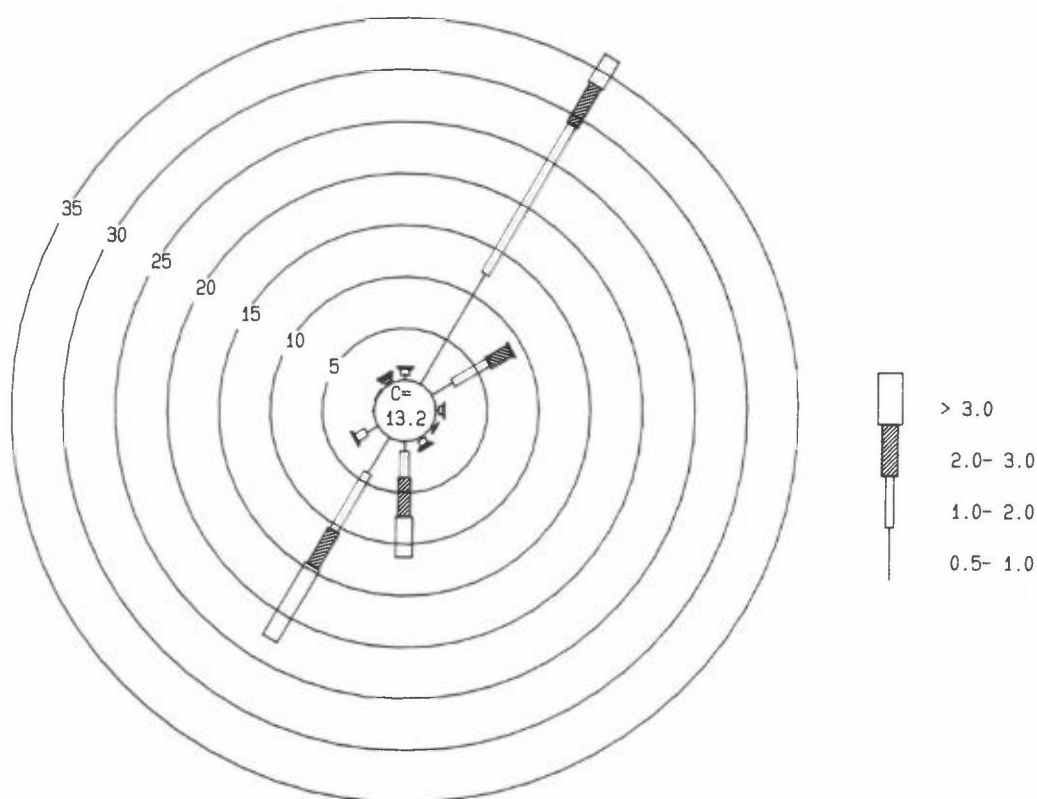
Avhengig av fasadedekningsgraden, benyttes forskjellige spredningsmodeller for konsentrasjonsberegninger langs veier. Det skilles mellom gater med sammenhengende fasaderekker på en eller begge sider, og gater eller veier uten tette fasaderekker. For veier med fasader anvendes Nordisk Beregningsmetode for Bilavgasser (NBB), mens det ved åpne veier anvendes en spredningsmodell (HIWAY 2) utviklet ved Environmental Protection Agency (EPA) i USA, modifisert ved NILU til å gjelde forhold ved veier i tettsteder i Norge. Dette er den samme metoden som benyttes i PC-programmet VLUFT i forbindelse med transportplan-arbeidet TP10 i Norge (Gram og Larssen, 1990; Sørlie, 1990).

Spredningsberegningene for maksimale timeverdier fra industri er utført ved bruk av NILUs spredningsmodeller, hvor det antas at konsentrasjonsfordelingen i røykskyen er normalfordelt både horisontalt og vertikalt normalt på vindretningen (Bøhler, 1987). Beregningene er utført for både ustabile, nøytrale og stabile forhold, og det er tatt hensyn til topografi og bygninger og at vindstyrken øker med høyden.

3 METEOROLOGISKE FORHOLD

Vindmålinger fra Kvarstein vinteren 1972/73 ga dominerende vindretninger langs dalaksen fra omkring nord-nordøst og sør-sørvest med forekomst på henholdsvis 37% og 34% av tiden. De høyeste vindstyrkene forekom ved vinder fra sør og sør-sørvest. På grunnlag av eksisterende data har NILU estimert en stabilitetsmatrise der stabil atmosfærisk sjiktning med dårlig spredning forekom i 52% av tiden. Nøytral sjiktning, som inntreffer ved overskyet vær og sterke vinder forekom i 43% av tiden.

Det ble ikke foretatt målinger av meteorologiske forhold i Vennesla vinterhalvåret 1989. Det er derfor benyttet vindmålinger utført av NILU på Kvarstein i perioden fra 1.10.1972 til 01.04.1973 (se figur 2). Da det ikke foreligger målinger av stabilitetsforholdene i området, er vinddata fra Kvarstein 1972/73 sammen med tidligere erfaringer om spredningsforhold i Sør-Norge benyttet for å utarbeide en frekvensfordeling av stabilitet og vind. Middelsestemperaturen for vinterhalvåret 1972/73 var på Kjevik 4,7°C.



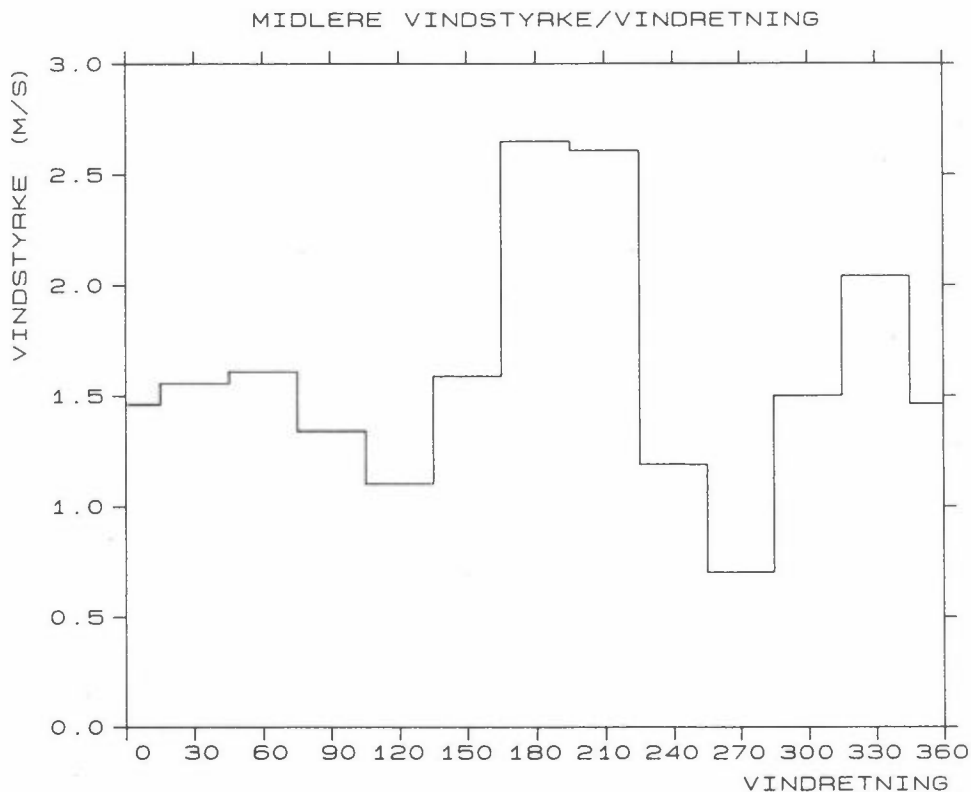
Figur 2: Vindrose fra Kvarstein, vinterhalvåret 1972/73. Vindrosen viser hvor ofte det blåser fra de ulike retningene.
C = prosent vindstille.
Enhet: prosent.

I vinterhalvåret 1972/73 blåste det fra sør og sør-sørvest (165°-225°) 34% av tiden. Vind fra nord-nordøst (15°-45°)

forekom i 37% av tiden. De høyeste vindstyrker ble observert fra sør-sørvest.

Figur 3 viser middelvindstyrken for 12 vindretninger for vinterhalvåret 1972/73.

Tabeller med meteorologiske data, vindroser og stabilitetsmatriser er oppgitt i vedlegg A.



Figur 3: Middelvindstyrke for 12 vindretninger fra hele måleperioden, oktober 1972-mars 1973.

4 LANGTIDSMIDDELKONSENTRASJONER VINTERHALVÅRET 1989

Det viktigste bidraget til midlere forurensningskonsentrasjoner i Vennesla vinterhalvåret 1989 kom fra lokale kilder i området. Langtransportert SO_2 utgjorde kun 5% av maksimal middelkonsentrasjon i beregningsområdet mens langtransportert NO_x utgjorde 25% av beregnede maksimalkonsentrasjoner av NO_2 . Blant de

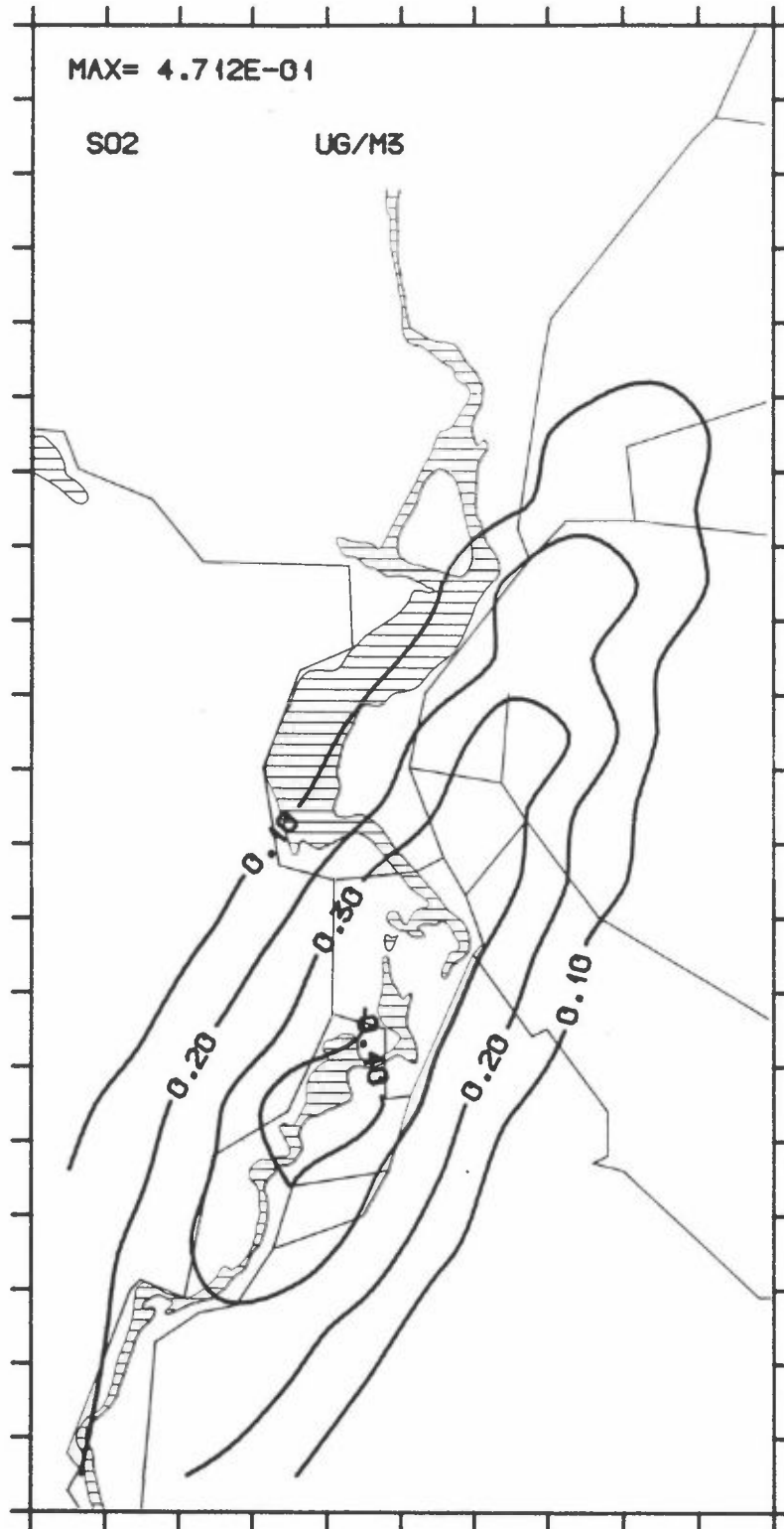
lokale kildene var industrien den helt dominerende bidragsyter til SO_2 -konsentrasjoner. Biltrafikken sto for de største bidragene til NO_2 - og CO-konsentrasjoner. Husoppvarming og småindustri var viktigste kilde til partikkelkonsentrasjoner, og der var det vedforbruket som var årsak til over 99% av dette. Maksimale beregnede halvårsmidler for SO_2 og NO_2 var henholdsvis 51% og 49% av tilhørende anbefalte grenseverdier.

4.1 BIDRAG FRA HUSOPPVARMING OG SMÅINDUSTRI

Kildegruppen husoppvarming og småindustri var viktigste bidragsyter til partikkelkonsentrasjoner i lufta i Vennesla vinteren 1989. Vedforbruket var årsak til ca. 99% av partikkelkonsentrasjoner fra denne kildegruppen. Beregnete maksimalkonsentrasjoner av CO fra husoppvarming og småindustri var ca. 20% av bidraget fra biltrafikken, som var viktigste bidragsyter til CO-konsentrasjoner i området. Også for CO var vedforbruket årsak til ca. 99% av konsentrasjonene fra denne kildegruppen. Bidraget til belastninger fra øvrige komponenter (SO_2 og NO_2) fra denne kildegruppen var minimalt.

Arealkildene omfattet relativt små fyringsutslipp og små industriutslipp med piper som hadde utslipp i bygningens turbulenssone. Bidraget fra denne kildegruppen er beregnet på grunnlag av middelutslipp i 500 m x 500 m ruter. Ved beregning av kildegruppens bidrag til konsentrasjoner av de ulike luftforurensende komponenter er det benyttet spredningsparametre representative for spredning over tettsteder.

Figur 4 viser den beregnete konsentrasjonsfordelingen for svoveldioksid fra husoppvarming og småindustri. Det er svært lave middelkonsentrasjoner av SO_2 som følge av husoppvarming og småindustri. Maksimalverdien for 500 m x 500 m rute midlet over vinterhalvåret var under $1 \mu g/m^3$. Bakgrunnsnivået (langtransporterte forurensninger) var til sammenligning $0,9 \mu g/m^3$ (målt på Birkenes). De andre komponentene gir noenlunde samme fordeling, som vist på figur 4.



Figur 4: Beregnede middelkonsentrasjoner av SO₂ for vinterhalvåret 1989 fra husoppvarming og småindustri. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for isolinjene 0.1, 0.2, 0.3 og 0.4.

Maksimalkonsentrasjoner innen en rute for alle komponenter med tilhørende rutenummer for ruta er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Beregnete maksimale middelkonsentrasjoner fra husoppvarming og småindustri i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Rute med maksimal konsentrasjon er oppgitt i parentes.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

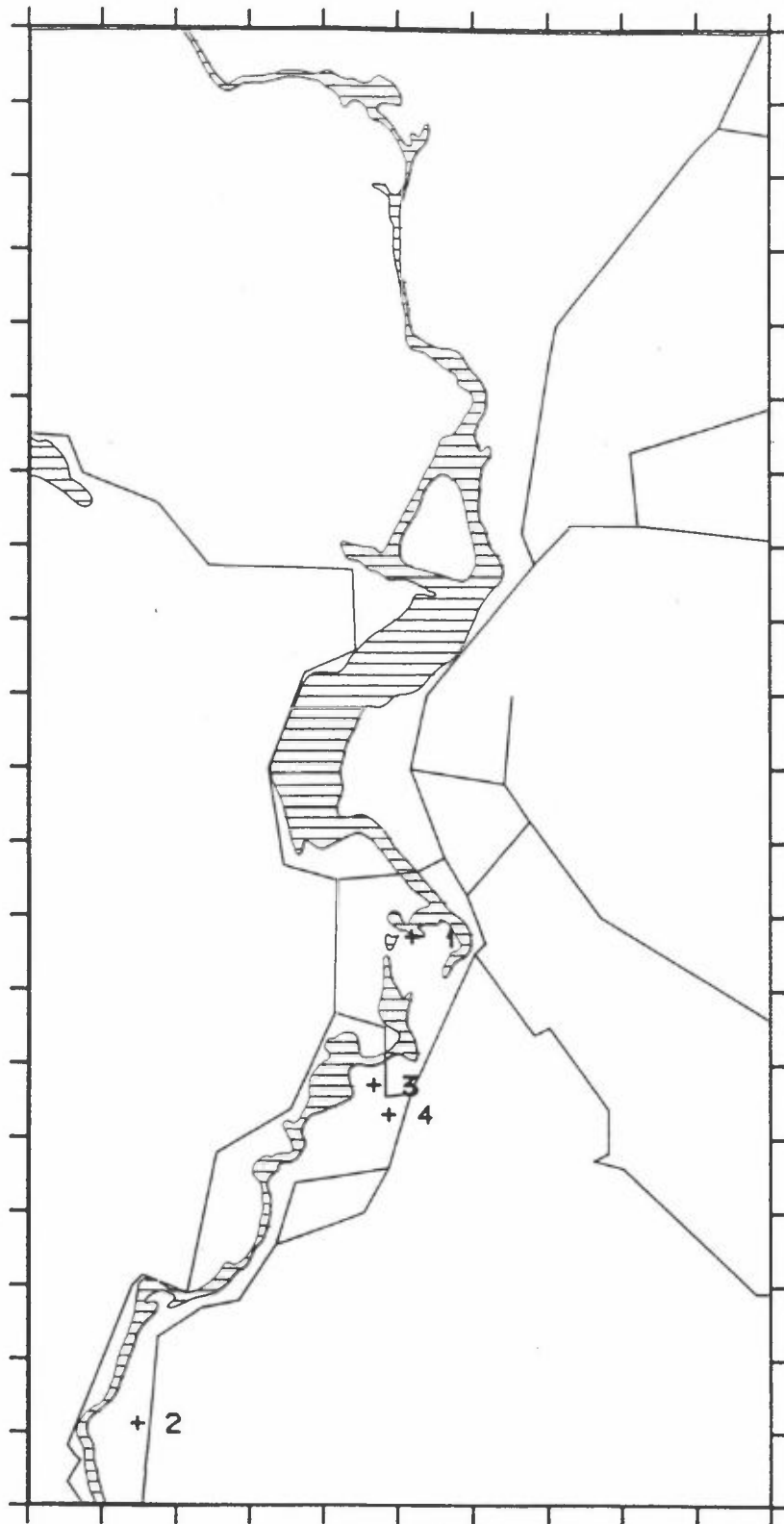
	Maksimal konsentrasjon (Rutenr.)
SO ₂	0,47 (4,6)
NO ₂	0,64 (8,13)
CO	40,07 (6,9)
Partikler	4,30 (7,11)

Vedlegg B (figur B1-B4) viser bidraget av ulike komponenter (SO₂, NO₂, CO og partikler).

4.2 BIDRAG FRA PUNKTKILDER

Kildegruppen punktkilder hadde de klart største bidragene til konsentrasjoner av SO₂, og var den nest viktigste bidragsyter til NO₂-konsentrasjoner og partikkelkonsentrasjoner. CO-utslippene fra punktkildene ga ubetydelige konsentrasjoner.

Figur 5 viser lokaliseringen av punktkildene og tabell 2 gir de viktigste utslippsdata for punktkildene. Tabellen viser at Hunsfos Fabriker A/S var den helt dominerende kilden for SO₂-utslipp, mens Norsk Wallboard A/S hadde de største utslippene av NO_x, CO og partikler.



Figur 5: Punktkilder i Vennesla.

- 1) Hunsfos Fabriker A/S
- 2) Kvarstein Gartneri
- 3) Vigeland Metal Refinery A/S
- 4) Norsk Wallboard A/S

Tabell 2: Punktkilder i Vennesla. Tabellen gir koordinatfestet plassering i UTM-systemet, pipehøyde (PH), pipediameter (PD), avgasstemperatur (GT), avgasshastighet (GW) og utslippsmengder av de ulike komponenter.

Kilde	UTM-koordinater		PH (m)	PD (m)	GT ($^{\circ}$ C)	GW (m/s)	SO ₂ (kg/h)	NO _x [*] (kg/h)	CO (kg/h)	Partikler (kg/h)
	x	y								
Hunfos Fabrikker A/S	39.55	58.80	90,0	2,20	60	4,4	30,00	3,89	0,11	0,15
Kvarstein Gartneri	37.70	55.50	10,0	0,40	50	1,0	0,18	0,12	0,11	0,11
Vigeland Metal Refinery A/S	39.30	57.80	16,0	0,35	800	3,9	3,44	0,89	0,03	0,27
Norsk Wallboard A/S	39.40	57.60	24,5	0,45	170	14,1	2,86	4,32	0,65	1,38
Sum							36,48	9,22	0,90	1,81

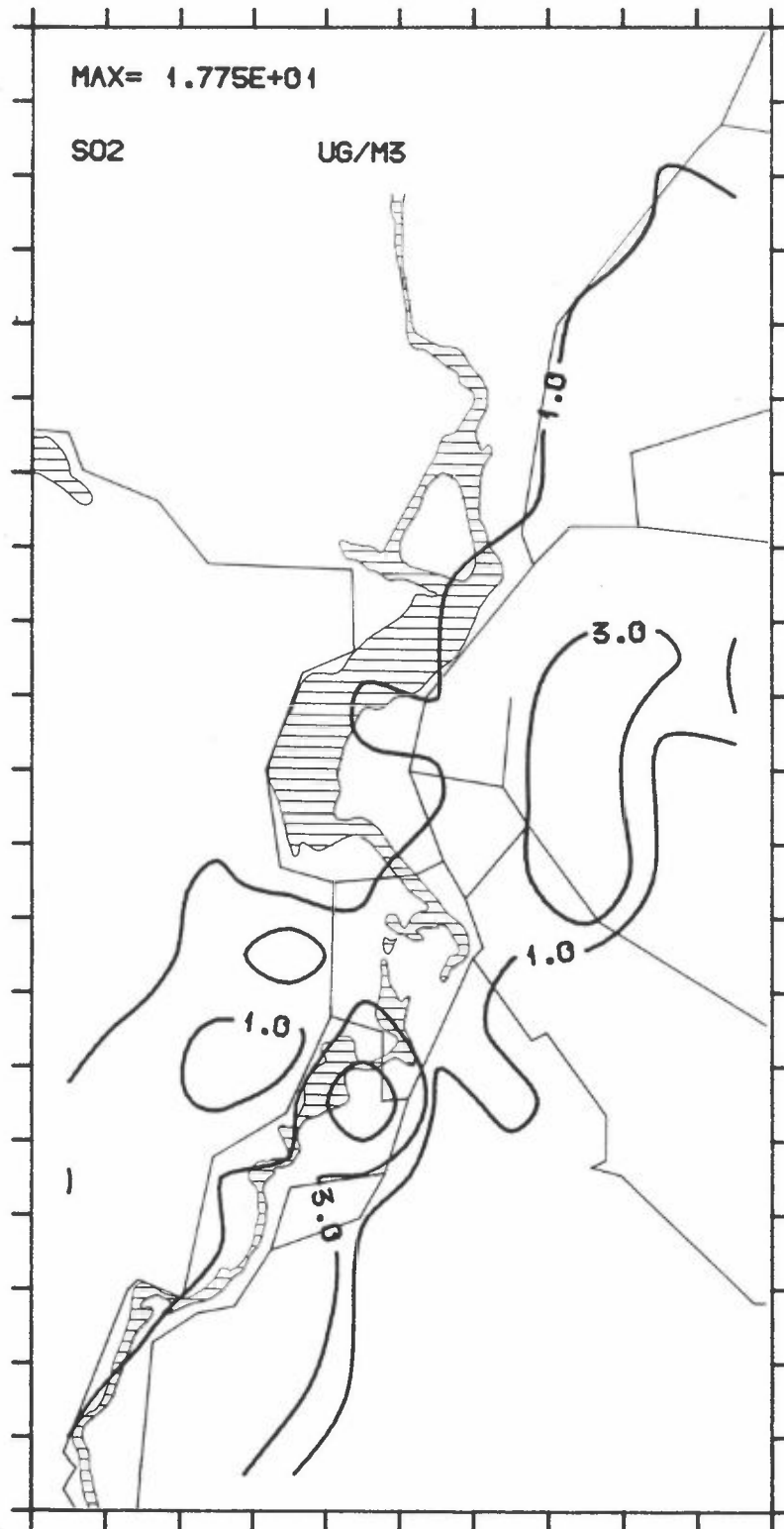
* regnet som NO₂.

Ved beregning av konsentrasjoner fra punktkilder er det brukt ulike sett med spredningsparametre for høye og lave skorsteiner. I beregningene har vi tatt hensyn til topografiske forhold ved å bruke middelhøyden i hver 500 m x 500 m-rute i beregningsområdet. Opplysningene om de enkelte punktkildene bygger på besvarte spørreskjema fra bedriftene, og opplysninger gitt pr. telefon.

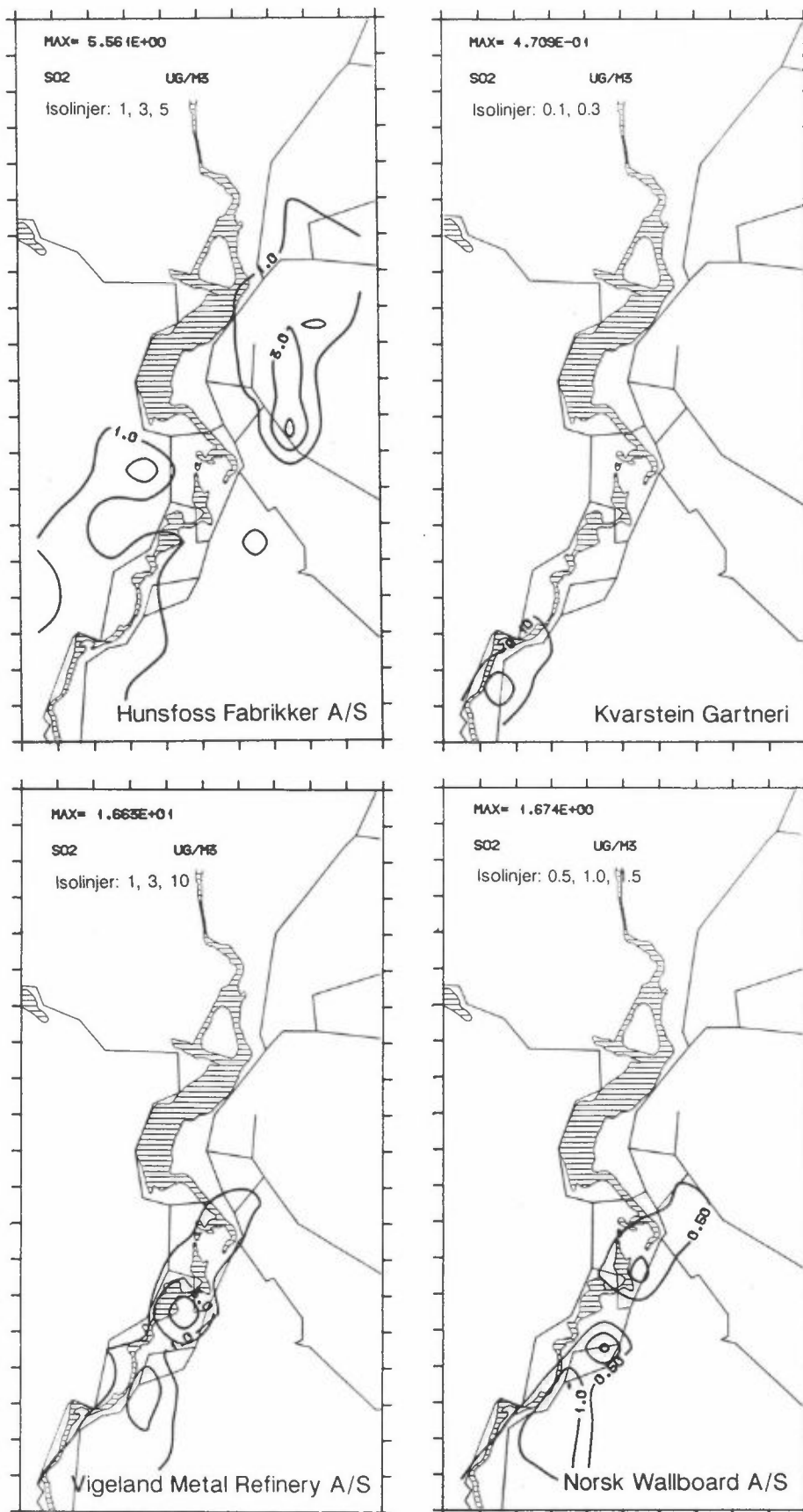
Konsentrasjonsfordeling for SO₂ fra punktkildene for vinterhalvåret er vist i figur 6 og for alle komponenter i vedlegg B (figur B5-B8). Beregningene for svoveldioksid for vinterhalvåret gav høyest konsentrasjon 17,7 µg/m³ ved Vigeland Metal Refinery A/S. Hunfos Fabrikker har de største utslippene, men med en pipehøyde på 90 m vil bidraget fra denne kilden bli vesentlig redusert i bakkenivå. De høyeste bidragene fra Hunfos Fabrikker, 5,6 µg/m³, vil en få rett øst-nordøst for bedriften, utenfor bebyggelsen.

Bidraget fra de øvrige punktkilder til SO₂-konsentrasjon i området var av mindre betydning.

Den høye skorsteinen på Hunfos Fabrikker gjør at denne kildens bidrag til andre forurensningskonsentrasjoner også blir små.



Figur 6a: Beregnete middelkonsentrasjoner av SO₂ for vinterhalvåret 1989 fra punktkilder.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for isolinjene 1, 3 og 10.



Figur 6b: De enkelte punktkilders bidrag til middelkonsentrasjoner av SO₂ for vinterhalvåret 1989.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Da de tre øvrige kildene har utslipp i lav høyde, vil utslippsmengden (se tabell 2) avgjøre hvem av dem som er den viktigste bidragsyter til konsentrasjoner av NO_x , CO og partikler.

Tabell 3 viser kildegruppens bidrag til konsentrasjoner av luftforurensende komponenter. Noen av kildene har ikke full virksomhet ut over vanlig arbeidstid, og bidraget fra punktkildene vil derfor vanligvis være høyere på dagtid.

Tabell 3: Beregnete maksimale middelkonsentrasjoner fra punktkilder i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Rute med maksimal konsentrasjon er oppgitt i parentes.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Maksimal konsentrasjon (Rutenr.)
SO_2	17,75 (5,6)
NO_2	4,57 (5,6)
CO	0,52 (2,2)
Partikler	1,35 (5,6)

Tabell 4 viser de enkelte punktkilders bidrag til konsentrasjoner av SO_2 og NO_2 .

Tabell 4: Beregnete maksimale middelkonsentrasjoner av SO_2 og NO_2 fra de enkelte punktkilder i Vennesla, vinterhalvåret 1989.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Maksimalt bidrag til SO_2 -konsentrasjon	Maksimalt bidrag til NO_2 -konsentrasjon
Hunfos Fabrikker A/S	5,56	0,72
Kvarstein Gartneri	0,47	0,31
Norsk Wallboard A/S	1,67	2,53
Vigeland Metal Refinery A/S	16,63	4,30
Alle punktkilder	17,75	4,57

4.3 BIDRAG FRA BILTRAFIKKEN

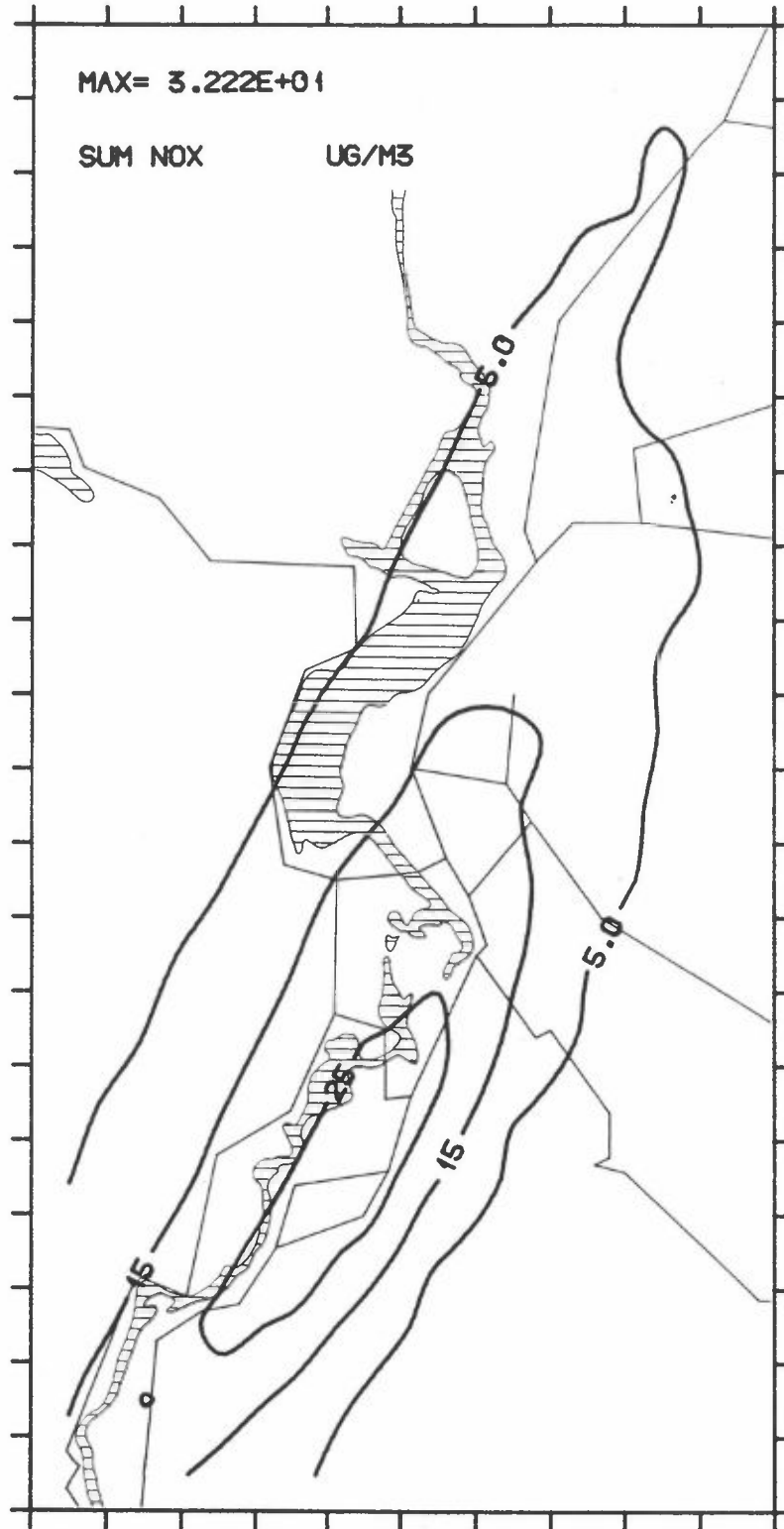
Kildegruppen biltrafikk hadde de største bidragene til konsentrasjoner av NO_2 og CO . De høyeste konsentrasjonene forekom langs riksvei 405 fra Kvarstein til avkjørselen til riksvei 454. SO_2 - og partikkelutslippene ga begge lave konsentrasjonsbidrag fra denne kildegruppen. En viktig kilde til partikler og støv er veislitasje og oppvirvling av støv. Disse forhold er ikke tatt i betraktning.

Bidraget fra denne kildegruppen er beregnet på grunnlag av middelutslipp i 500 m x 500 m ruter basert på trafikkarbeidet, som er produkt av veilengder og årsdøgntrafikk i ruta. Figur 7 viser resultatet av spredningsberegningene for utslipp av NO_x fra biltrafikk. Resultatet av beregningene for alle komponentene er gitt i vedlegg B (figur B9-B12).

Tabell 5 viser kildegruppens bidrag til konsentrasjoner av luftforurensende komponenter.

Tabell 5: Beregnete maksimale middelkonsentrasjoner fra biltrafikk i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Rute med maksimal konsentrasjon er oppgitt i parentes.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Maksimal konsentrasjon (Rutenr.)
SO_2	1,47 (5,5)
NO_2	32,22 (5,5)
CO	225,78 (5,5)
Partikler	1,43 (5,5)



Figur 7: Beregnede middelkonsentrasjoner av NO_2 for vinterhalvåret 1989 fra biltrafikk.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for isolinjene 5, 15 og 25.

4.4 SAMLET BIDRAG FRA ALLE KILDEGRUPPER

De lokale kildegruppene var de viktigste bidragsytere til konsentrasjoner av luftforurensende komponenter midlet over vinterhalvåret. Langtransportert SO_2 utgjorde kun 5% av de beregnede maksimalkonsentrasjoner, og var av liten betydning. Langtransportert NO_x utgjorde 12% av beregnete maksimalkonsentrasjoner av NO_2 , og det tilsvarer 94% av maksimale konsentrasjoner fra industrien. Langtransportert NO_x er jevnt fordelt over området og var derfor av større betydning enn bidraget fra industrien. Blant de lokale kildegruppene var industrien viktigste bidragsyter til SO_2 -konsentrasjoner. Biltrafikken var den viktigste kilden til NO_2 - og CO-nivået. Husoppvarming og småindustri, og spesielt vedforbruket, var viktigste bidragsyter til partikkelkonsentrasjoner i Vennesla. Maksimale beregnete halvårsmiddelverdier for NO_2 var 49% av anbefalt grenseverdi, mens den for SO_2 var 51% av forslag til nedre grenseverdi.

Ved å summere de enkelte kildegruppene og legge til en bakgrunnsverdi får vi den samlede konsentrasjon av de enkelte forurensende komponenter. Maksimalbidragene fra de ulike kildegruppene, som vist i tabell 6, opptrer ikke i samme ruter, slik at den totale maksimalbelastningen for en komponent er mindre enn summen av maksimalbelastningen fra de enkelte kildegruppene.

Bakgrunnsverdier for SO_2 og NO_2 som er lagt til beregningene er middelverdier av måleresultater fra Birkenes vinterhalvåret 1989. Det er ikke grunnlag for å sette opp bakgrunnsverdier for CO og partikler. Tabell 6 viser at bakgrunnsbelastningen av SO_2 har liten betydning i området, idet den utgjør kun 5% av de beregnete maksimalkonsentrasjoner. NO_x transportert til området utgjorde 12% av de beregnete maksimalkonsentrasjoner. Maksimale beregnete halvårsmidler for SO_2 og NO_2 ble henholdsvis 51% og 49% av nedre verdi for tilhørende anbefalte grenseverdier (SFT, 1982) gitt i vedlegg C.

Tabell 6: Beregnete totale maksimalkonsentrasjoner, samt bidraget fra de ulike kildegrupper i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Rute med maksimalkonsentrasjon er gitt i parentes.

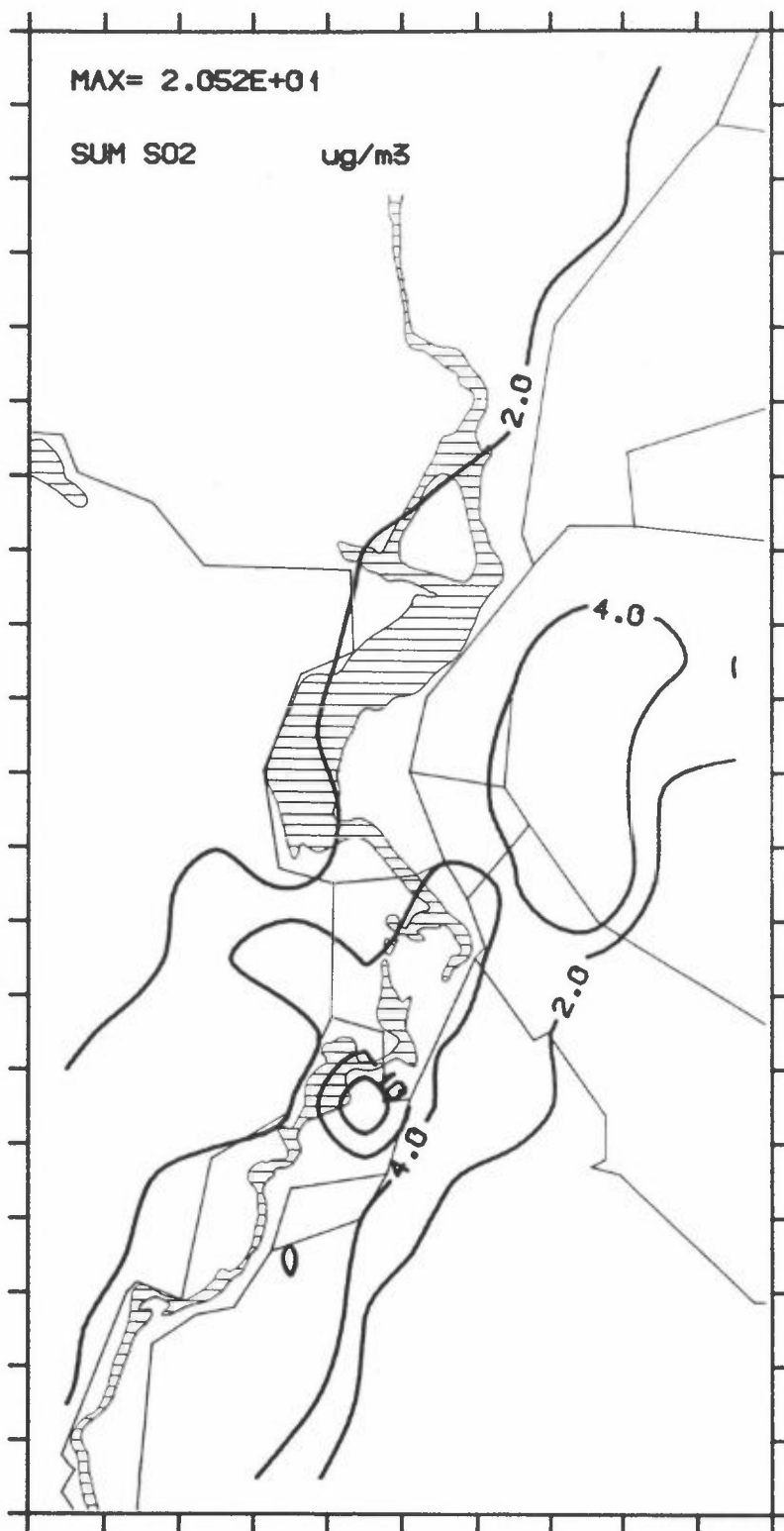
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Maksimal konsentrasjon (Rutenr.)			
	SO ₂	NO ₂	CO	Partikler
Husoppvarming og småindustri	0,47 (4,6)	0,64 (8,13)	40,07 (6,9)	4,30 (7,11)
Punktkilder	17,75 (5,6)	4,57 (5,6)	0,52 (2,2)	1,35 (5,6)
Biltrafikk	1,47 (5,5)	32,22 (5,5)	225,78 (5,5)	1,43 (5,5)
Bakgrunn	1,0	4,3	-	-
Totalt	20,52 (5,6)	36,38 (5,5)	265,85 (5,5)	7,39 (5,5)

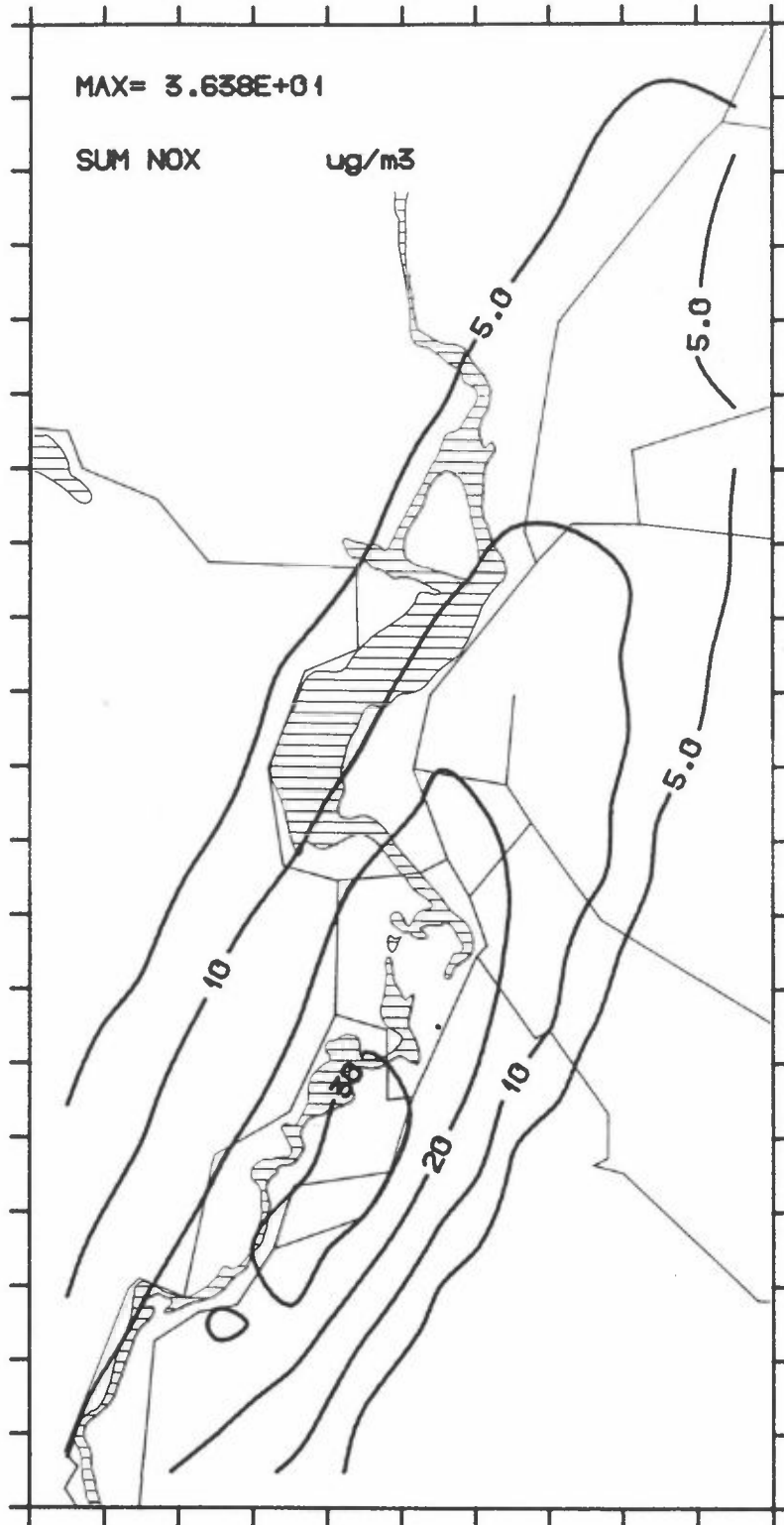
Figur 8 viser beregnete middelkonsentrasjoner av SO₂ fra alle kildegrupper for vinterhalvåret.

Figur 9 viser beregnete middelkonsentrasjoner av NO₂ fra alle kildegrupper for vinterhalvåret.

Vedlegg B (figur B13-B16) viser totalt bidrag til alle komponenter, SO₂, NO₂, CO og partikler.



Figur 8: Beregnede middelkonsentrasjoner av SO₂ fra alle kildegrupper i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Bakgrunnsbelastning 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ er lagt til. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs isolinjene 2, 4, 10 og 15.



Figur 9: Beregnede middelkonsentrasjoner av NO_2 fra alle kildegrupper i Vennesla, vinterhalvåret 1989. Bakgrunnsbelastning $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er lagt til. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs isolinjene 5, 10, 20 og 30.

5 DØGNMIDDELKONSENTRASJONER I ET UTVALGT DØGN

I et vinterdøgn med dårlige spredningsforhold for kilder i bakkenivå avtok SO_2 -nivået i maksimumsområdet med ca. 20% sammenlignet med middelveirdien for vinterhalvåret, mens det maksimale NO_2 -nivået økte med ca. 100%. Punktkildene var den dominerende kilden til SO_2 -utslipp. Utslipp fra punktkilder med høy effektiv skorsteinshøyde hadde ved stille, kaldt vær vanskeligere for å slå ned i bakkenivå ved stabile atmosfæriske forhold. Biltrafikken var den dominerende kilden til NO_x -utslipp. Utslipp fra biltrafikken vil akkumuleres i bakkenivå ved stabile atmosfæriske forhold med lave vindstyrker da fortynningen er liten. De beregnede maksimale døgnverdiene for SO_2 og NO_2 ble henholdsvis 17% og 73% av anbefalte forslag til nedre grenseverdi.

Bakgrunnsbelastningen som skyldes langtransportert forurensning kan i episoder være den viktigste kilden til SO_2 - og NO_2 -konsentrasjoner i området.

Vi har valgt ut et vinterdøgn med dårlige spredningsforhold for kilder i bakkenivå. Slike situasjoner har vi i kalde klarvårsperioder med svak vind og stor utstråling fra bakken. Vi får da stabile atmosfæriske forhold, også kalt inversjonsforhold. Stabilitetsmatrisen med svake vinder fra nordlig kant er vist i vedlegg A. Tabell 7 viser de beregnede døgnmiddelkonsentrasjoner fra de ulike kildegrupper for dette døgnet.

Figur 10 viser bidraget fra punktkilder til SO_2 -konsentrasjoner i et vinterdøgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. Figur 11 viser totale SO_2 -konsentrasjoner midlet over døgnet for alle kildegrupper. Tilsvarende viser figur 12 bidragene til NO_2 -konsentrasjoner fra biltrafikk, og figur 13 de totale NO_2 -konsentrasjoner midlet over døgnet fra alle kildegrupper.

Resultatene viser at bidraget fra utslippene i bakkenivå øker betydelig sammenlignet med halvårsmiddelveirdiene. Både for SO_2

Tabell 7: Beregnete døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ og NO₂ fra alle kildegrupper i et vinterdøgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. I parentes er det oppgitt rute med maksimal konsentrasjon.
Enhet: µg/m³.

	Maksimal konsentrasjon (Rutenr.)	
	SO ₂	NO ₂
Husoppvarming og småindustri	1,09 (5,6)	1,26 (5,5)
Punktkilder	11,98 (4,4)	6,08 (2,1)
Biltrafikk	3,10 (5,5)	68,15 (5,5)
Bakgrunn	1,0	4,3
Totalt	16,67 (4,4)	73,04 (4,3)

og NO₂ blir bidraget i maksimumsområdene for biltrafikk og husoppvarming/småindustri mer enn doblet. For punktkildene vil SO₂-bidraget i maksimumsområdet avta med 32% og NO_x-bidraget avta med 25%. Tabell 8 viser bidraget fra punktkilder til konsentrasjoner av SO₂ og NO₂.

Tabell 8: Beregnete maksimale middelkonsentrasjoner av SO₂ og NO₂ fra de enkelte punktkilder i Vennesla i et vinterdøgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. Tallene i parentes viser tilsvarende bidrag for vinterhalvåret.
Enhet: µg/m³.

	Maksimalt bidrag til SO ₂ -konsentrasjon	Maksimalt bidrag til NO ₂ -konsentrasjon
Hunfos Fabrikker A/S	4,45 (5,56)	0,58 (0,72)
Kvarstein Gartneri	3,49 (0,47)	2,32 (0,31)
Norsk Wallboard A/S	2,05 (1,67)	3,10 (2,53)
Vigeland Metal Refinery A/S	10,11 (16,63)	2,61 (4,30)
Alle punktkilder	11,98 (17,75)	6,08 (4,57)

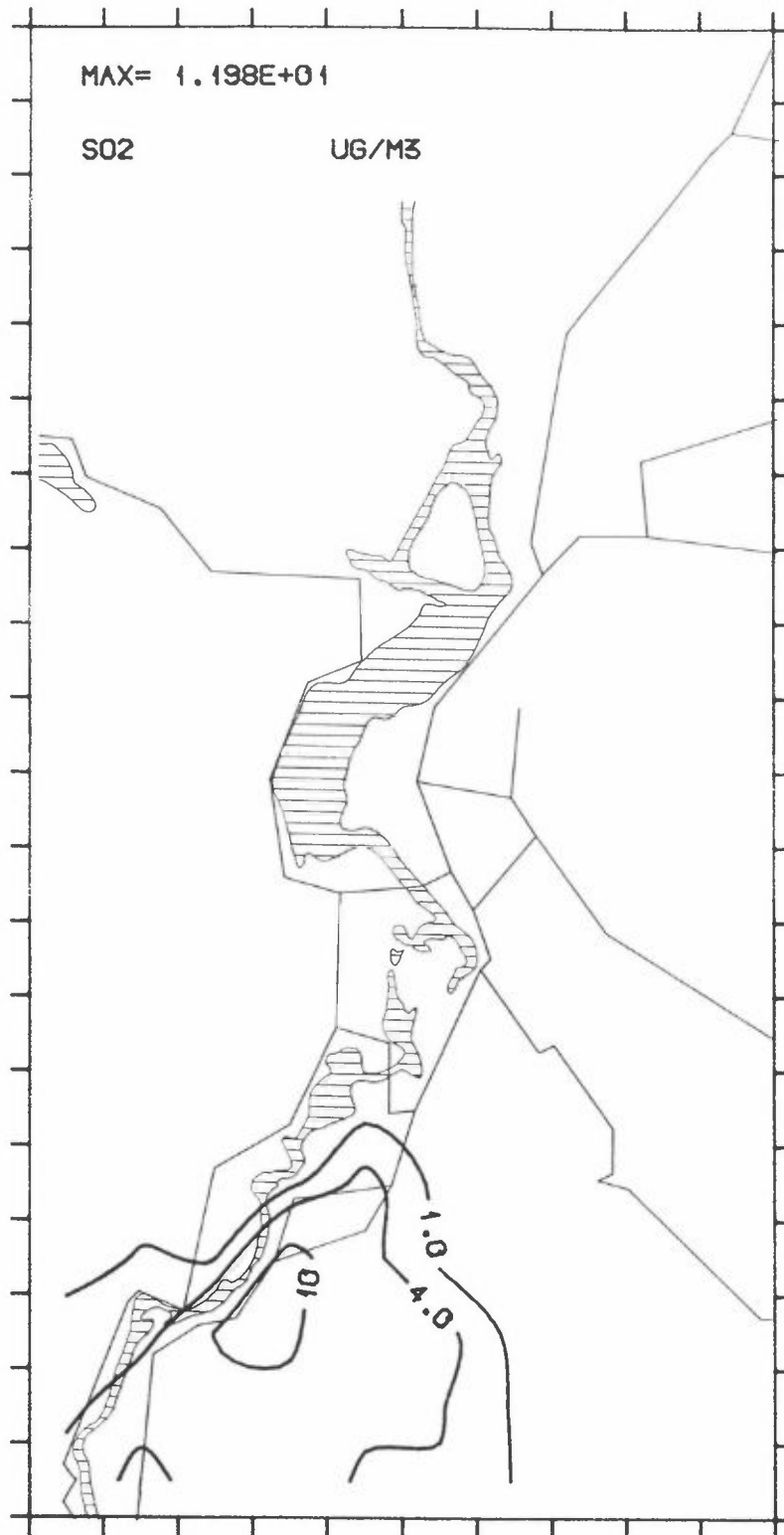
Tabellen viser at punktkildene med høy skorstein (Hunfos Fabrikker A/S, 90 m skorstein), eller med høy effektiv skorsteinshøyde på grunn av røykløft (Vigeland Metal Refinery A/S,

med 800°C i røykutslippet), vil gi lavere maksimalkonsentrasjoner og som oftest også lavere totalbidrag til luftforurensning i bakkenivå i et kaldt døgn med stabile atmosfæriske forhold. De øvrige kilder i området med lave skorsteiner og/eller dårlig røykløft vil gi større bidrag til luftforurensning i bakkenivå på kalde dager med stabile atmosfæriske forhold.

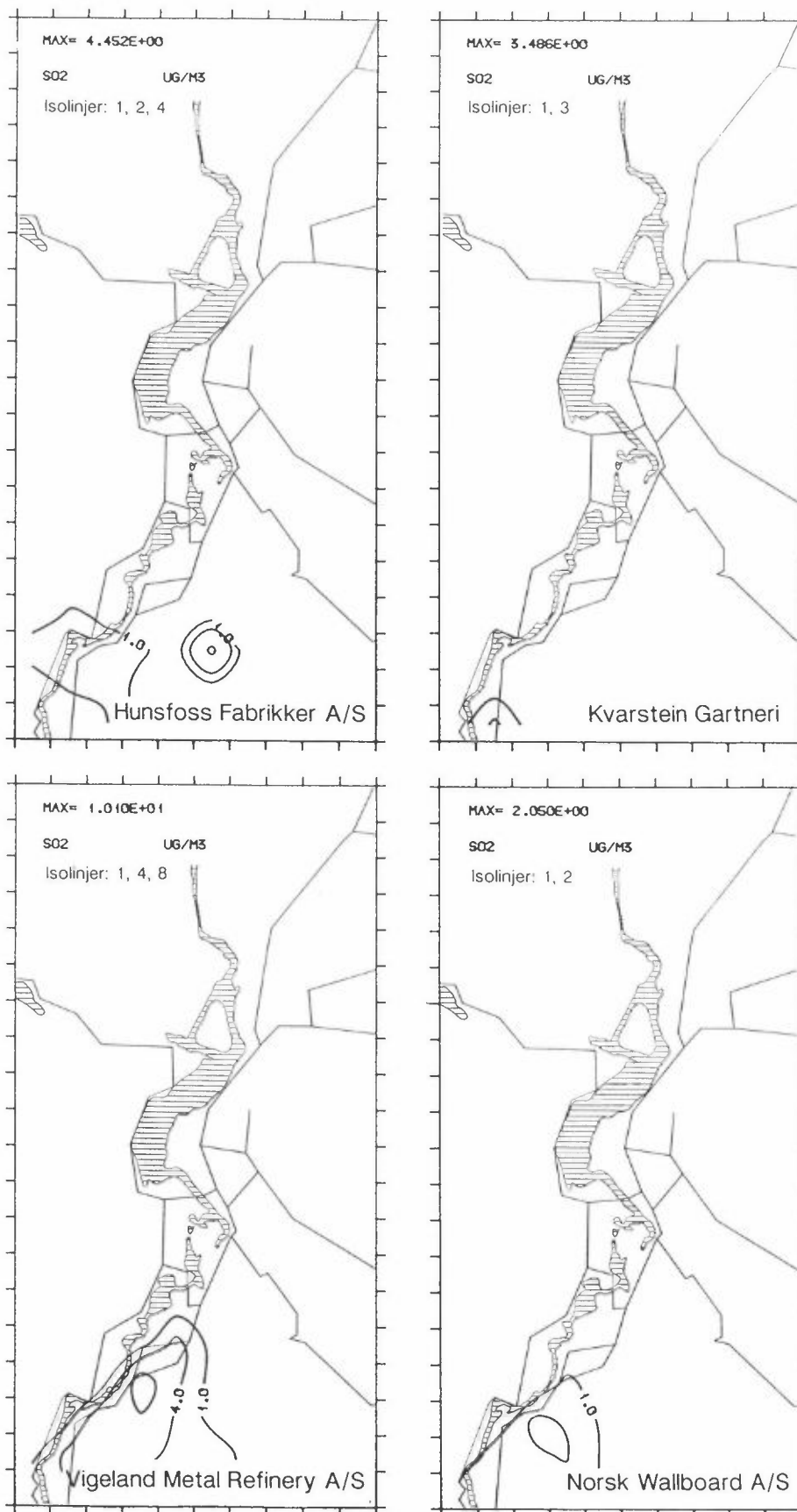
De beregnede maksimale døgnverdiene for SO₂ og NO₂ ble henholdsvis 17% og 73% av anbefalte forslag til nedre grenseverdier gitt i vedlegg C.

Siden utslipp fra punktkilder med høy effektiv skorsteinshøyde har vanskelig for å slå ned i bakkenivå ved stabile atmosfæriske forhold, har vi også sett på spredning fra denne kildegruppen ved andre meteorologiske forhold. Beregninger viser at ved nøytral sjiktning og sterk vind vil punktkildene trolig ikke overskride anbefalte grenseverdier for helse.

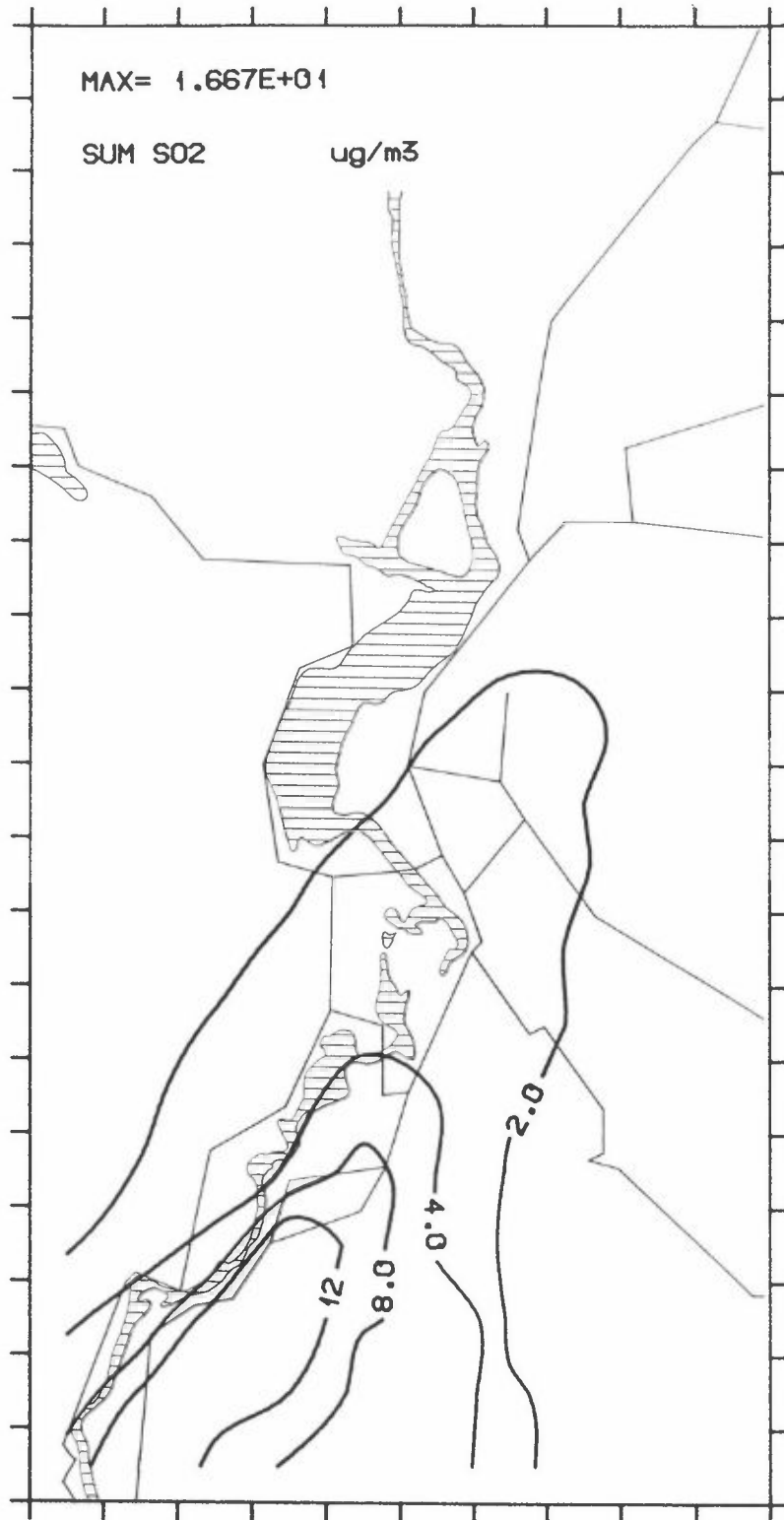
Bakgrunnsbelastningen i området kan i episoder med langtransportert forurensning være den viktigste kilden til SO₂- og NO₂-konsentrasjoner i området. Vi kan her nevne at bakgrunnsbelastningen målt på Birkenes 10.-11. februar 1989 var 13,2 µg SO₂/m³ og 22,0 µg NO₂/m³, og temperaturen var da +6°C på Kjevik.



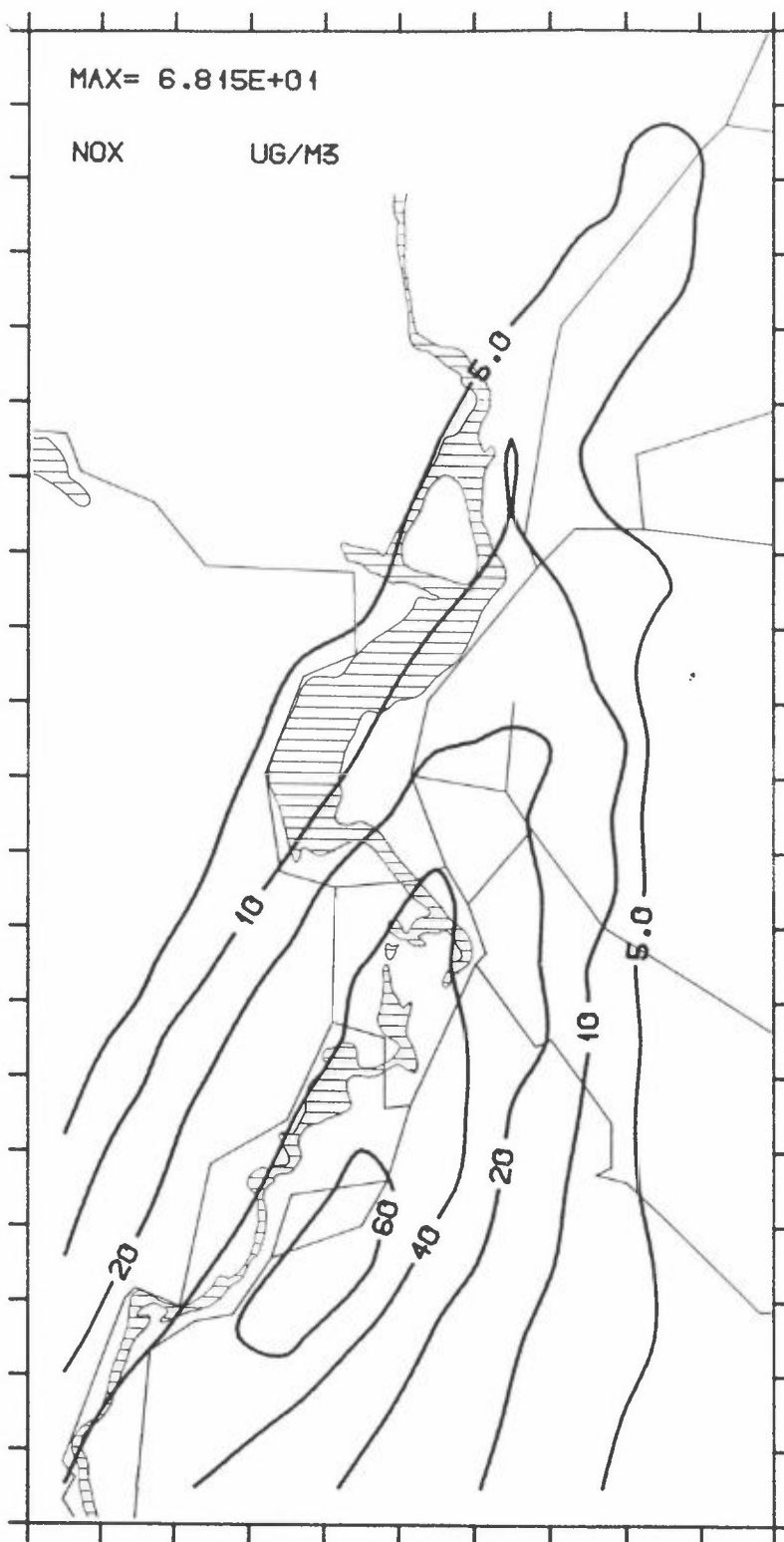
Figur 10a: SO₂-bidraget fra punktkilder i et udvalgt vinterdøgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs isolinjene 1, 4 og 10.



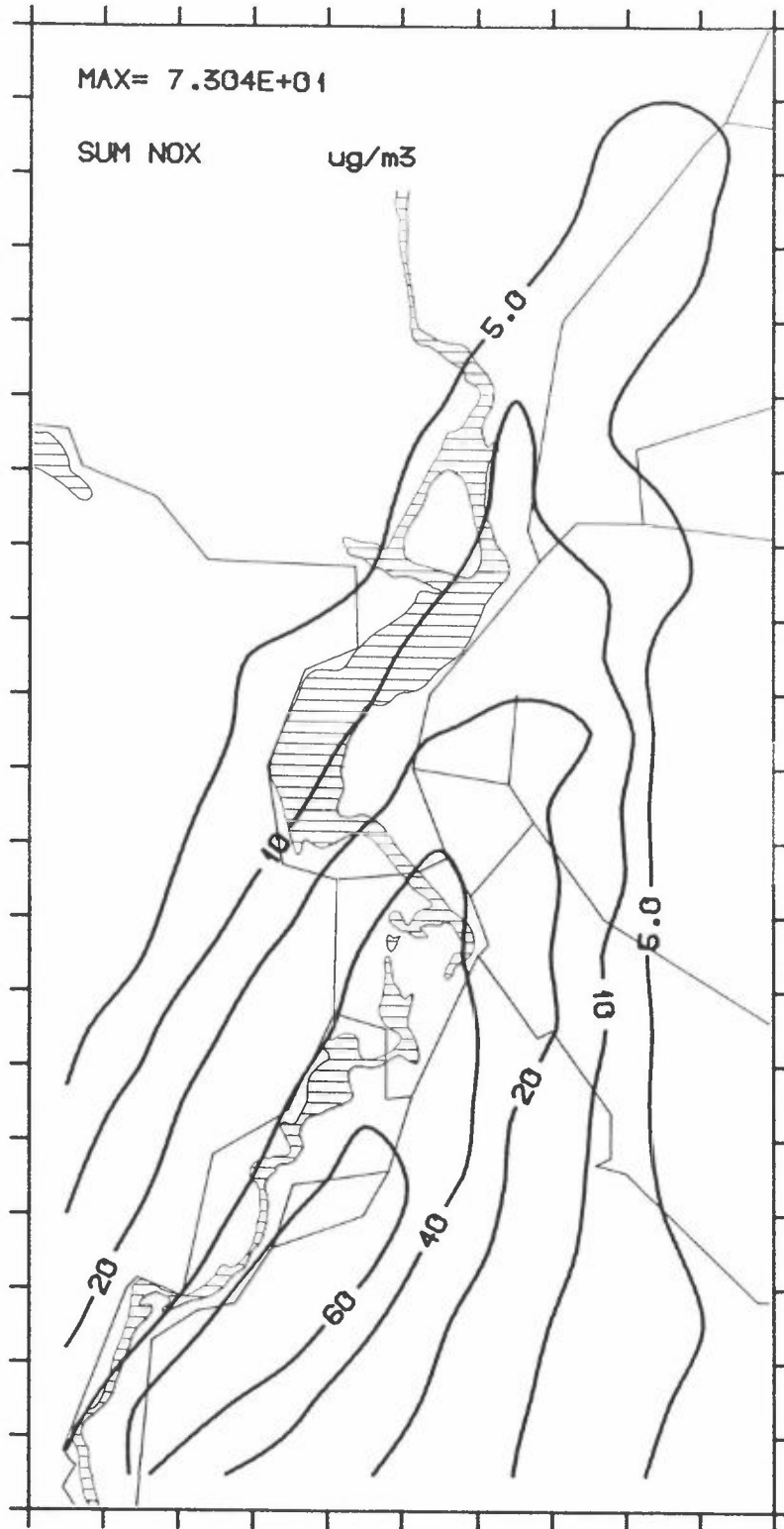
Figur 10b: De enkelte punktkilders bidrag til konsentrasjoner av SO_2 i et utvalgt vinterdøgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning.
Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 11: Total midlere konsentrasjon av SO₂ i et utvalgt døgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs isolinjene 2, 4, 8 og 12. Bakgrunnsbelastning: $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur 12: NO₂-bidraget fra biltrafikken i et utvalgt døgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs isolinjene 5, 10, 20, 40 og 60.



Figur 13: Total midlere konsentrasjon av NO₂ i et døgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ langs isolinjene 5, 10, 20, 40 og 60. Bakgrunnsbelastning: $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6 KORTTIDSKONSENTRASJONER AV SO₂ FRA INDUSTRIUTSLIPP

Ved bruk av utslippsdata gitt i tabell 2 er det utført spredningsberegninger av SO₂ for de fire bedriftene i beregningsområdet. Resultatene av spredningsberegningene er gitt i tabell 9 nedenfor. Det tas forbehold om de usikkerheter som inngår i vurdering av bygninger for de lave kildene.

Tabell 9: Maksimale timeverdier for svoveldioksid ved utslipp fra industri.
Enhet: µg/m³.

Bedrift	Maks. kons. µg/m ³	Merknader
Hunsfoss Fabrikker A/S	30- 40 (80-100)*	*Kun mot dalsiden
Kvarstein Gartneri	5- 10 (20- 40)*	*Ved nedslag bak bygninger
Vigeland Metal Refinery A/S	50-100 (100-200)*	*Nedslag på industriområdet
Norsk Wallboard A/S	20- 30	

Hunsfoss Fabrikker A/S

Utslippet skjer fra en 90 m høy skorstein. Maksimale timeverdier langs dalaksen på 30-40 µg/m³ vil forekomme 0,8-2 km fra utslippet. Det kan imidlertid inntreffe innslag på dalsiden som gir timeverdier opp mot 100 µg/m³. Verdiene gitt i tabellen i parentes angir maksimale timeverdier på dalsiden ca. 1 km nordøst for fabrikken.

Kvarstein Gartneri

Utslippet fra gartneriet skjer rett over tak og vil derfor være påvirket av bygninger ved moderate og høye vindstyrker. Det vil kunne inntreffe maksimale timeverdier nær utslippet på 20-40 µg/m³. På avstander over 300 m vil det ikke forekomme konsentrasjoner over 10 µg/m³.

Vigeland Metal Refinery A/S

Bedriften har tre utslippspunkter på industriområdet. Utslipper fra smelteovnen utgjør ca. 90% av svoveldioksidutslippet, og kun dette er vurdert i denne rapporten. Utslippshøyden er lav og vil bli påvirket av bygningene til fabrikk.

Innenfor industriområdet vil det kunne forekomme kortvarige konsentrasjoner av svoveldioksid på 100-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. På avstander større enn 300 m vil det trolig ikke forekomme maksimale timeverdier av svoveldioksid over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det tas forbehold om usikkerheter i disse beregningene, da detaljert beskrivelse av bygninger ikke foreligger.

Norsk Wallboard A/S

Utslipper skjer fra en 25 m høy skorstein. Lave utslipp og relativt høy skorstein gir maksimale timeverdier på 20-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i avstander 300-800 m fra utslippet.

7 KONSENTRASJONER AV CO OG NO₂ LANGS VEIER

Langs veinettet i Vennesla er det ikke beregnet maksimale korttidskonsentrasjoner over anbefalt grenseverdi for CO (25 mg CO/m³) og anbefalt nedre grenseverdi for NO₂ (200 µg NO₂/m³). De høyeste beregnede verdier var 8,9 mg CO/m³ og 178 µg NO₂/m³ langs riksvei 405 mellom Kvarstein og avkjørselen til riksvei 454.

For veinettet i området er det beregnet maksimale korttidskonsentrasjoner av CO og NO₂ i avstand 5 m fra kjørekant. Beregningene er utført ved hjelp av data innsamlet av Vennesla kommune.

Figurene 14 og 15 viser maksimale korttidskonsentrasjoner av CO og NO₂ langs veinettet. Figurene viser at de mest belastede veilenkene er langs riksvei 405 gjennom Vennesla. Resultatet av alle spredningsberegningene for alle veilenkene er gitt i vedlegg D.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har foreslått grenseverdier for CO og NO₂ (SFT, 1982). Disse er gitt i vedlegg C og timesverdier (og 8-timers verdier for CO) er satt opp nedenfor.

Stoff	Grenseverdi	Midlingstid
CO	10 mg/m ³	8 timer
	25 mg/m ³	1 time
NO ₂	200 µg/m ³	1 time laveste grenseverdi
	350 µg/m ³	1 time høyeste grenseverdi



Figur 14: CO morgenrush.



Figur 15: NO₂ morgenrush.

8 REFERANSER

- Bøhler, T. (1984) Luftforurensning og miljøbelastning fra et planlagt forbrenningsanlegg for avfall i Vennesla. Lillestrøm (NILU OR 74/83).
- Bøhler, T. (1987) User's guide for the Caussion type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm (NILU TR 8/87).
- Gram, F. (1987) Felt-programmer. Program- og brukerbeskrivelse for en rekke hjelpeprogrammer til KILDER-systemet. Lillestrøm (NILU TR 5/87).
- Gram, F. og Larssen, S. (1990) NILUs beregningssystem for beregning av eksosutslipp, forurensningskonsentrasjoner og totalutslipp langs veinett. Lillestrøm (NILU internt notat under arbeid).
- Haugsbakk, I. (1991) Luftforurensende utslipp fra ulike kildegrupper i Vennesla. Vinterhalvåret 1989. Lillestrøm (NILU OR 1/91).
- Statens forurensningstilsyn (1982) Luftforurensning, virkning på helse og miljø. Oslo (SFT-rapport nr. 38).
- Sørli, J. og Torp, C. (1990) Brukerveiledning for VLUFFT, versjon 1.5. Lillestrøm (NILU TR 11/90).

VEDLEGG A

Meteorologiske data

Tabell A1: Vindfrekvenser (vindroser) fra Kvarstein, vinterhalvåret 1972/73.

STASJON : KVARSTEIN
PERIODE : 01.10.72 - 31.03.73

FORDELING AV VINDRETNINGER OVER DØGNET (%)

*) VIND- RETNING	KLOKkesLETT								VIND- ROSE
	01	04	07	10	13	16	19	22	
30	44.6	46.4	43.6	33.9	24.7	28.6	39.1	42.4	36.6
60	7.3	7.3	10.1	17.5	15.2	3.4	2.9	5.1	8.9
90	1.7	.0	.0	.6	.6	1.1	.0	.6	.8
120	.0	.0	1.1	.6	.0	1.7	.0	.0	.4
150	.6	1.7	.0	.6	1.7	1.7	1.7	1.1	1.2
180	7.3	5.6	6.7	12.3	15.2	18.3	12.6	9.0	11.2
210	18.1	22.3	24.0	20.5	29.8	26.3	21.8	20.9	22.7
240	4.0	2.8	1.1	1.8	.6	2.3	2.9	2.8	2.5
270	.0	.6	.0	.0	.0	.6	.0	.0	.1
300	.0	.0	.0	.6	.0	.0	.0	.0	.0
330	.0	1.1	.6	.0	3.4	2.9	.0	.0	1.0
360	1.1	1.7	.6	1.2	1.7	.0	.0	.6	1.3
STILLE	15.3	10.6	12.3	10.5	7.3	13.1	19.0	17.5	13.2
ANT.OBS (177)	(179)	(179)	(171)	(178)	(175)	(174)	(177)	(4238)
MIDLERE									
VIND M/S	1.6	1.7	1.7	1.9	2.1	1.8	1.5	1.6	1.7

VINDSTYRKEKLASSER FORDELT PÅ VINDRETNING (%)

KLASSE I: VINDSTYRKE .6 - 1.0 M/S
 KLASSE II: VINDSTYRKE 1.1 - 2.0 M/S
 KLASSE III: VINDSTYRKE 2.1 - 3.0 M/S
 KLASSE IV: VINDSTYRKE > 3.0 M/S

*) VIND- RETNING	KLASSER				TOTAL	NOBS	MIDLERE VIND M/S
	I	II	III	IV			
30	12.4	16.7	4.5	3.1	36.6	(1551)	1.6
60	2.4	4.0	2.4	.1	8.9	(377)	1.6
90	.3	.4	.1	.0	.8	(35)	1.3
120	.3	.1	.0	.0	.4	(18)	1.1
150	.3	.6	.1	.1	1.2	(49)	1.6
180	1.0	2.5	3.8	3.9	11.2	(476)	2.6
210	4.1	6.5	4.0	8.1	22.7	(960)	2.6
240	1.3	1.1	.1	.0	2.5	(108)	1.2
270	.1	.0	.0	.0	.1	(6)	.7
300	.0	.0	.0	.0	.0	(2)	1.5
330	.2	.3	.3	.1	1.0	(41)	2.0
360	.4	.6	.2	.0	1.3	(55)	1.5
STILLE					13.2	(560)	
TOTAL	22.8	32.8	15.7	15.5	100.0	(4238)	
MIDLERE							
VIND M/S	.8	1.5	2.5	4.2			1.7

*) DETTE TALLEt ANGIR SENTRUM AV VINDSEKTOR

Tabell A2: Meteorologiske forhold for vinterhalvåret i Vennesla fordelt på fire vindstyrkeklasser, fire stabilitetsklasser og tolv vindsektorer.

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDSTYRKE OG STABILITET

KLASSE I: USTABIL
 KLASSE II: NØYTRAL
 KLASSE III: LETT STABIL
 KLASSE IV: STABIL

VINDSTILLE: U MINDRE ELLER LIK 0.5 M/S

VIND RETN	0.8 M/S				1.5 M/S				2.5 M/S				4.2 M/S			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
30	1.0	4.6	9.0	5.2	1.0	5.7	6.0	4.0	.0	1.5	2.0	1.0	.1	1.5	1.2	.3
60	.2	1.0	1.5	1.1	.0	1.5	1.4	1.1	.0	1.5	.6	.3	.0	.1	.0	.0
90	.0	.2	.2	.1	.0	.2	.1	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0
120	.0	.2	.2	.1	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
150	.1	.2	.1	.1	.0	.3	.2	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0
180	.3	.7	.4	.2	.0	1.3	.8	.4	.1	3.0	.5	.2	.2	2.5	.8	.4
210	.8	2.4	2.3	1.0	.3	3.7	1.5	1.0	.2	3.0	.6	.2	.3	5.0	2.0	.8
240	.4	.8	.5	.3	.0	.5	.4	.2	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0
270	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
300	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
330	.0	.0	.2	.1	.0	.2	.1	.0	.0	.2	.1	.0	.0	.1	.0	.0
360	.0	.4	.2	.1	.0	.3	.2	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0

2.8				1.3				.3				.6				
10.5			13.7				9.5			9.3						
14.7		10.8			4.0		1.7		4.0			1.5				
8.3				7.0				1.7				1.5				

KLASSE I:	KLASSE II:				KLASSE III:				KLASSE IV:							
5.0 %	43.0 %				33.5 %				18.5 %							

Tabell A3: Meteorologiske forhold for et vinterdøgn med lave vindstyrker og stabil sjiktning i Vennesla fordelt på fire vindstyrkeklasser, fire stabilitetsklasser og tolv vindsektorer.

FREKVENSFORDELING SOM FUNKSJON AV VINDSTYRKE OG STABILITET

KLASSE I: USTABIL
 KLASSE II: NØYTRAL
 KLASSE III: LETT STABIL
 KLASSE IV: STABIL

VINDSTILLE: U MINDRE ELLER LIK 0.5 M/S

VIND RETN	0.8 M/S				1.5 M/S				2.5 M/S				4.2 M/S			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
30	.0	.04	.02	.0	.0	.01	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
60	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
90	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
120	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
150	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
180	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
210	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
240	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
270	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
300	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
330	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
360	.0	.02	.01	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

	.0				.0				.0				.0			
		.0				.0				.0				.0		
			60.0				10.0				.0				.0	
				30.0				.0				.0				.0

KLASSE I:	KLASSE II:				KLASSE III:				KLASSE IV:							
0.0 %	0.0 %				70.0 %				30.0 %							

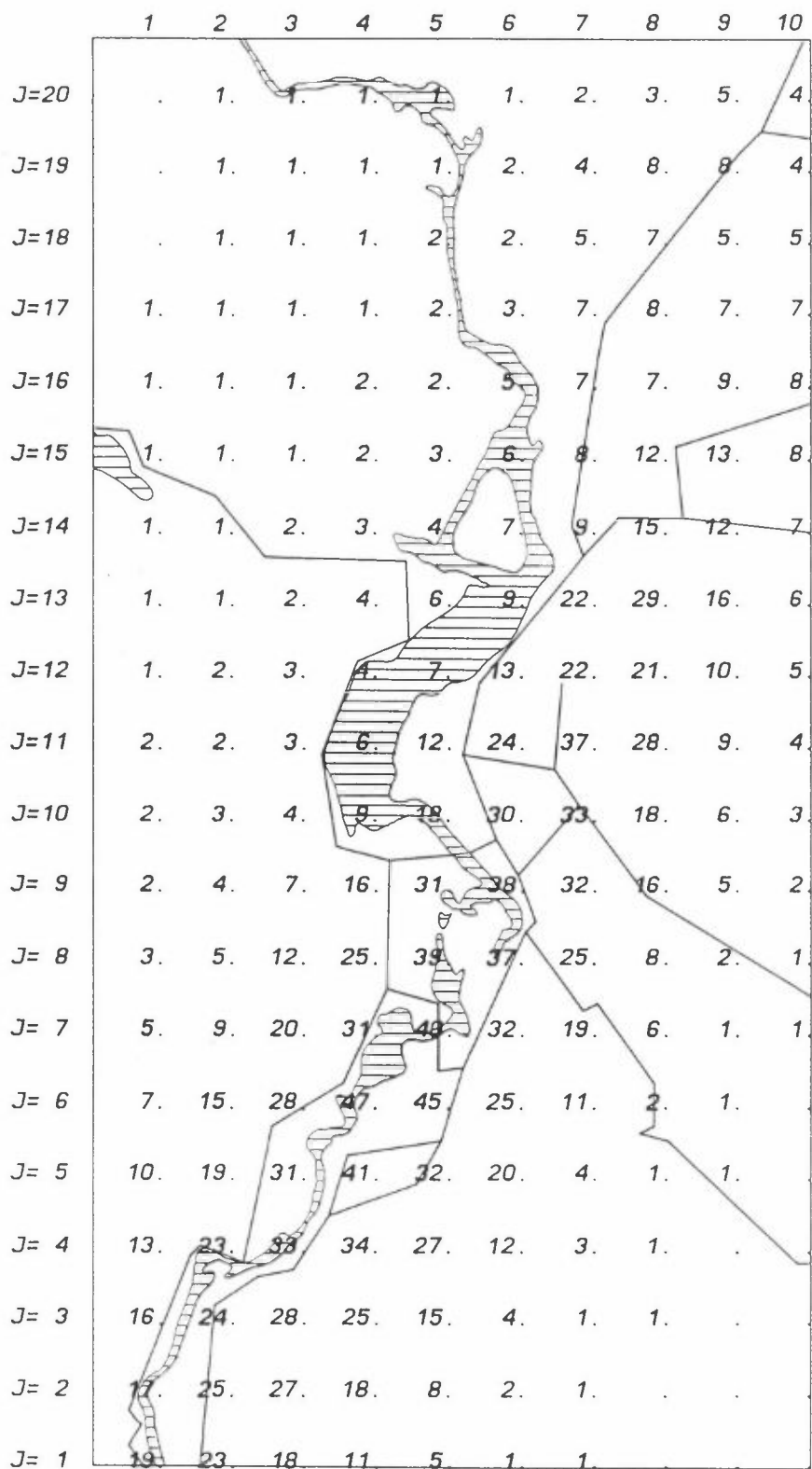
VEDLEGG B

Beregnete middelkonsentrasjoner
vinterhalvåret 1989

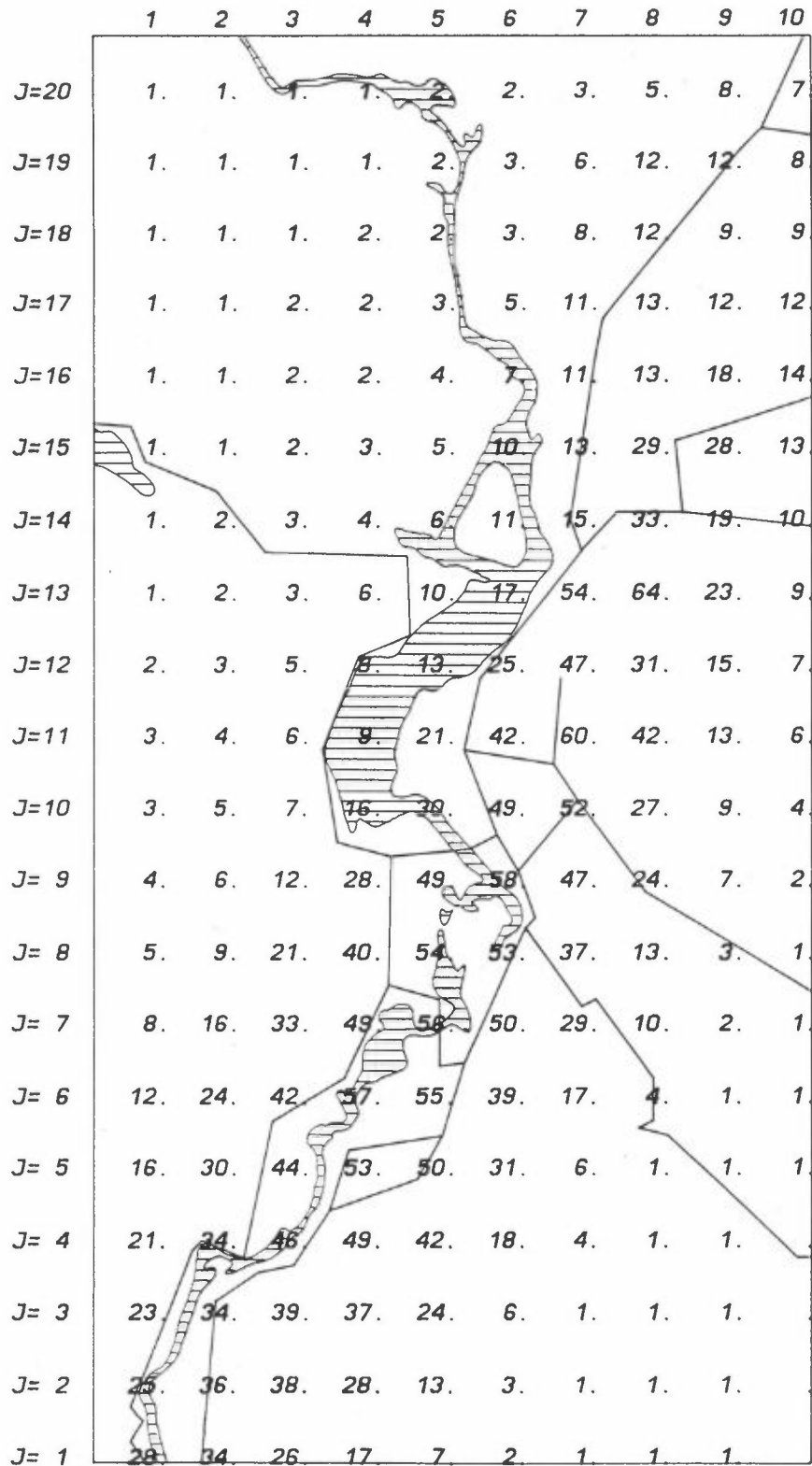
OVERSIKT OVER FIGURENE I VEDLEGG B

Figurene i vedlegget gir konsentrasjoner midlet for vinterhalvåret 1989 av SO_2 , NO_x , CO og partikler i Vennesla, fra ulike kildegrupper. Alle konsentrasjoner er gitt som $\mu\text{g}/\text{m}^3$, og alle konsentrasjoner av NO_x er regnet som NO_2 .

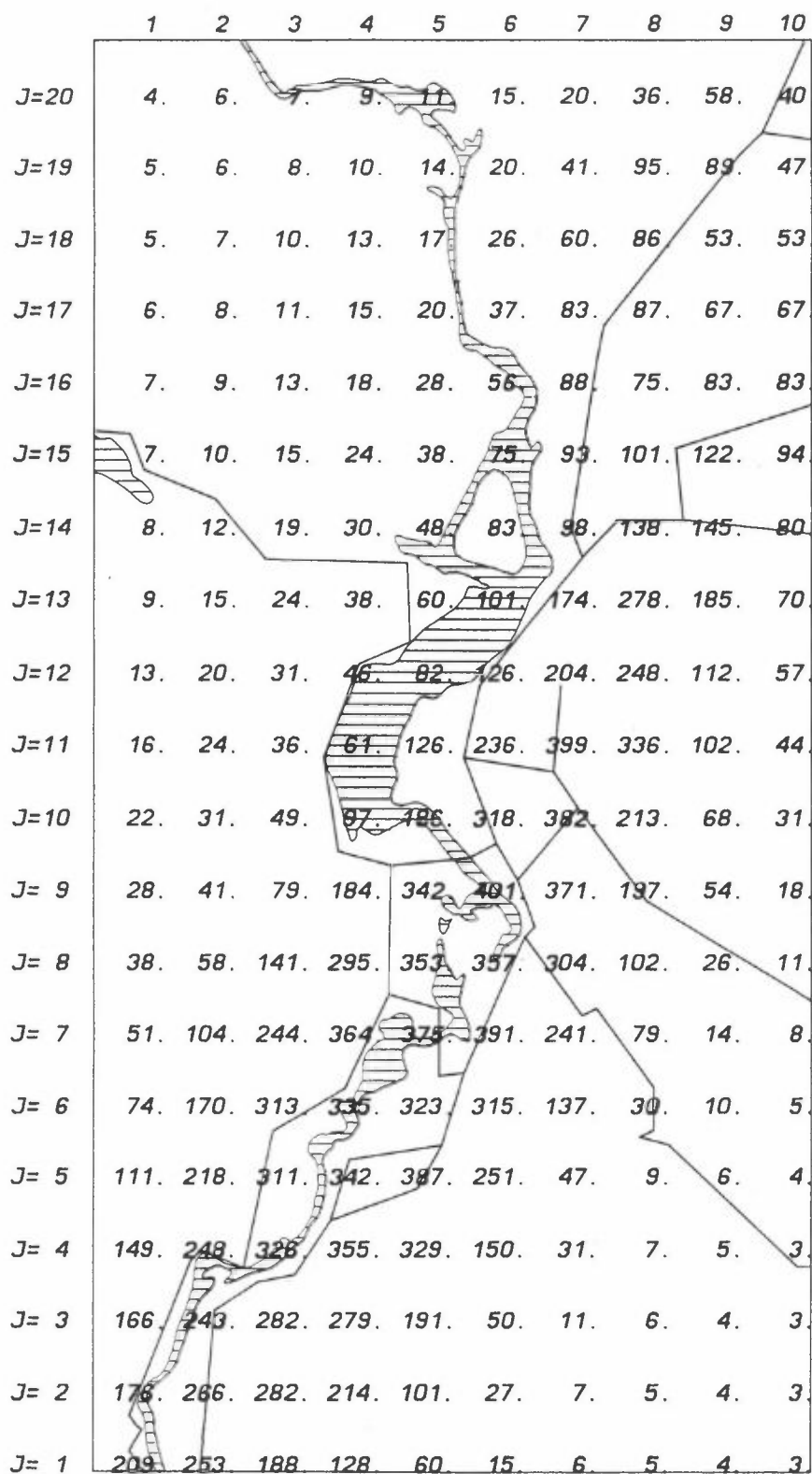
Figur B1 :	SO_2	fra husoppvarming og småindustri.
Figur B2 :	NO_x	fra husoppvarming og småindustri.
Figur B3 :	CO	fra husoppvarming og småindustri.
Figur B4 :	Partikler	fra husoppvarming og småindustri.
Figur B5 :	SO_2	fra punktkilder.
Figur B6 :	NO_x	fra punktkilder.
Figur B7 :	CO	fra punktkilder.
Figur B8 :	Partikler	fra punktkilder.
Figur B9 :	SO_2	fra biltrafikk.
Figur B10:	NO_x	fra biltrafikk.
Figur B11:	CO	fra biltrafikk.
Figur B12:	Partikler	fra biltrafikk.
Figur B13:	SO_2	totalt.
Figur B14:	NO_x	totalt.
Figur B15:	CO	totalt.
Figur B16:	Partikler	totalt.



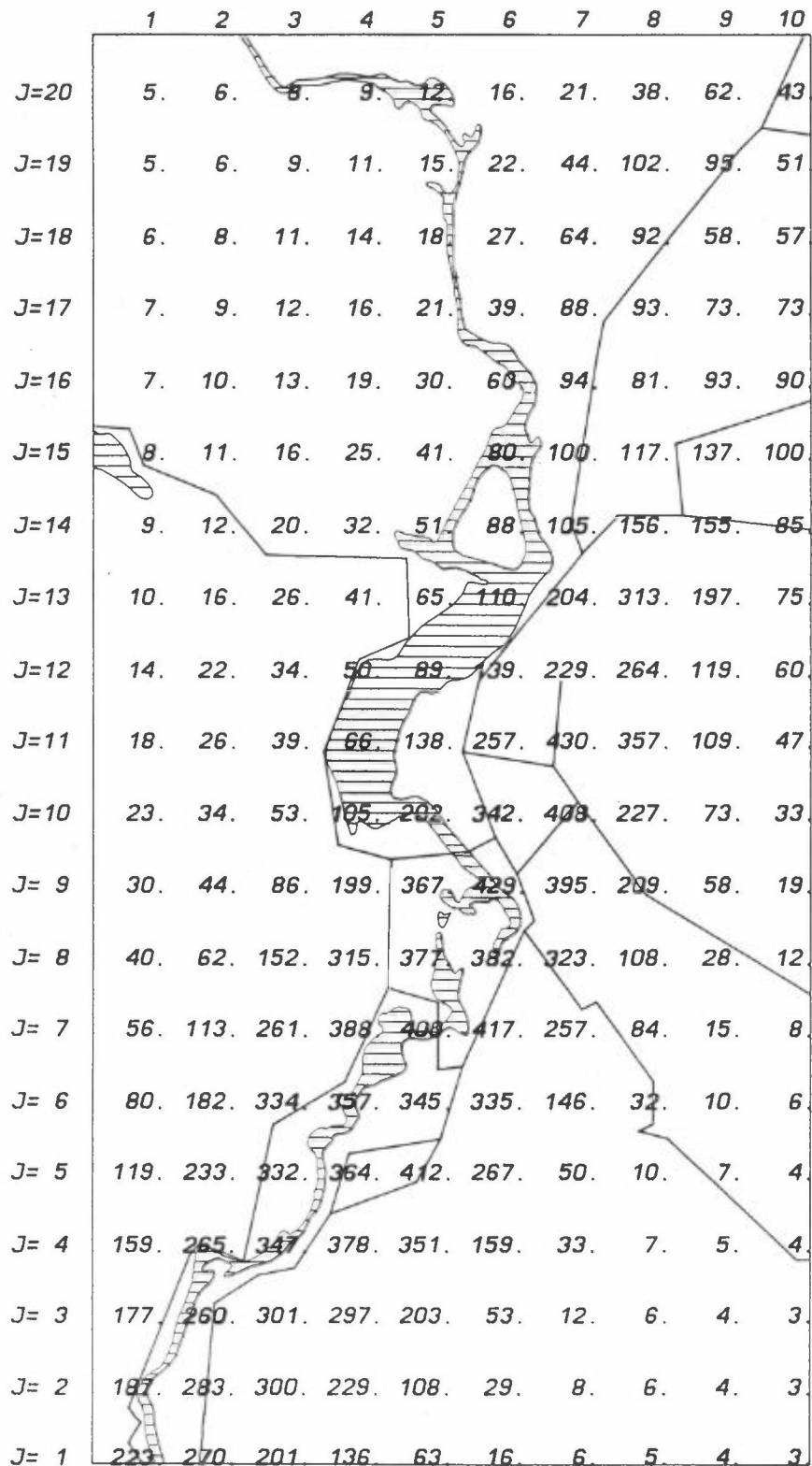
Figur B1: SO₂ fra husoppvarming og småindustri. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: 10⁻² µg/m³.



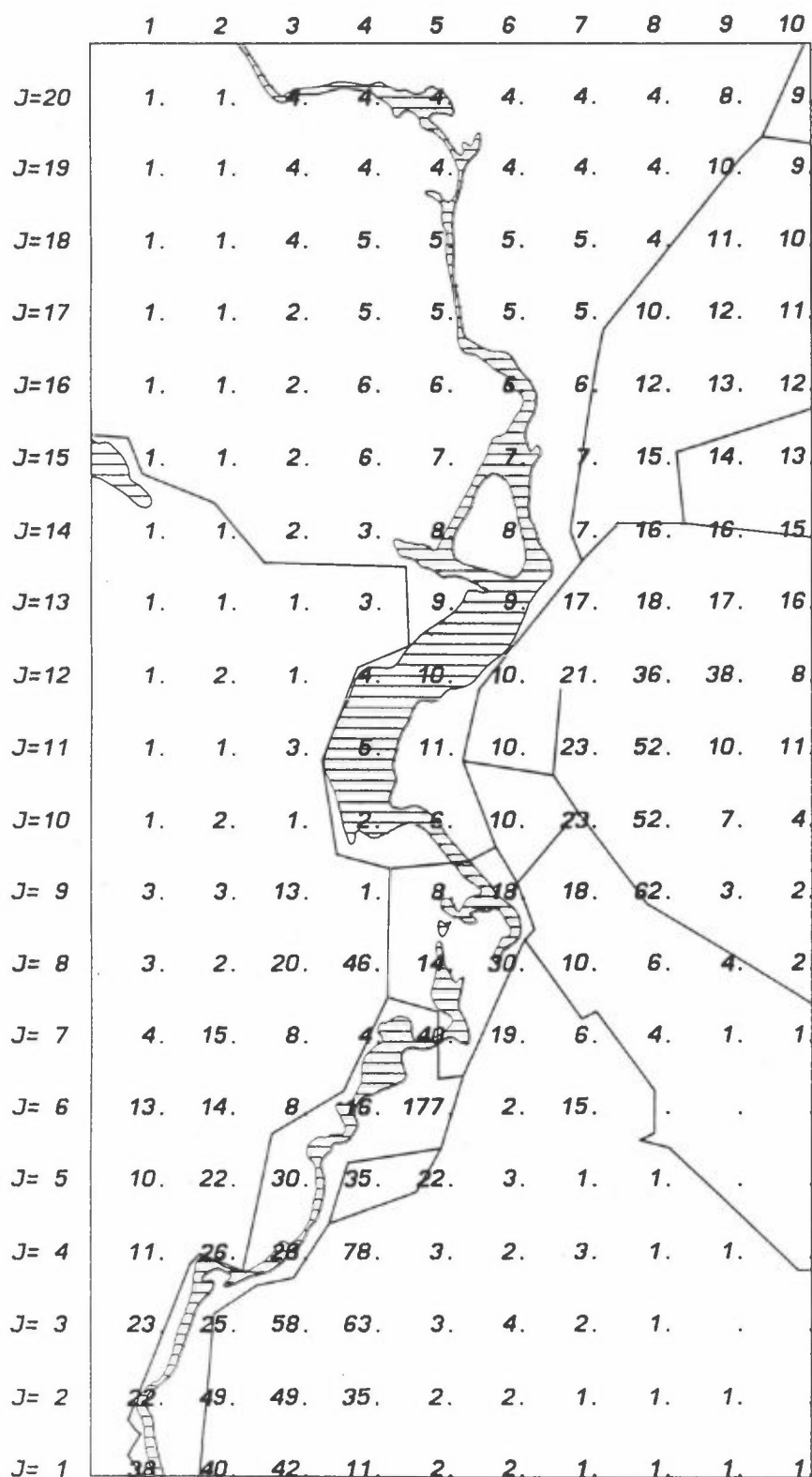
Figur B2: NO_x fra husoppvarming og småindustri. Middeldkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



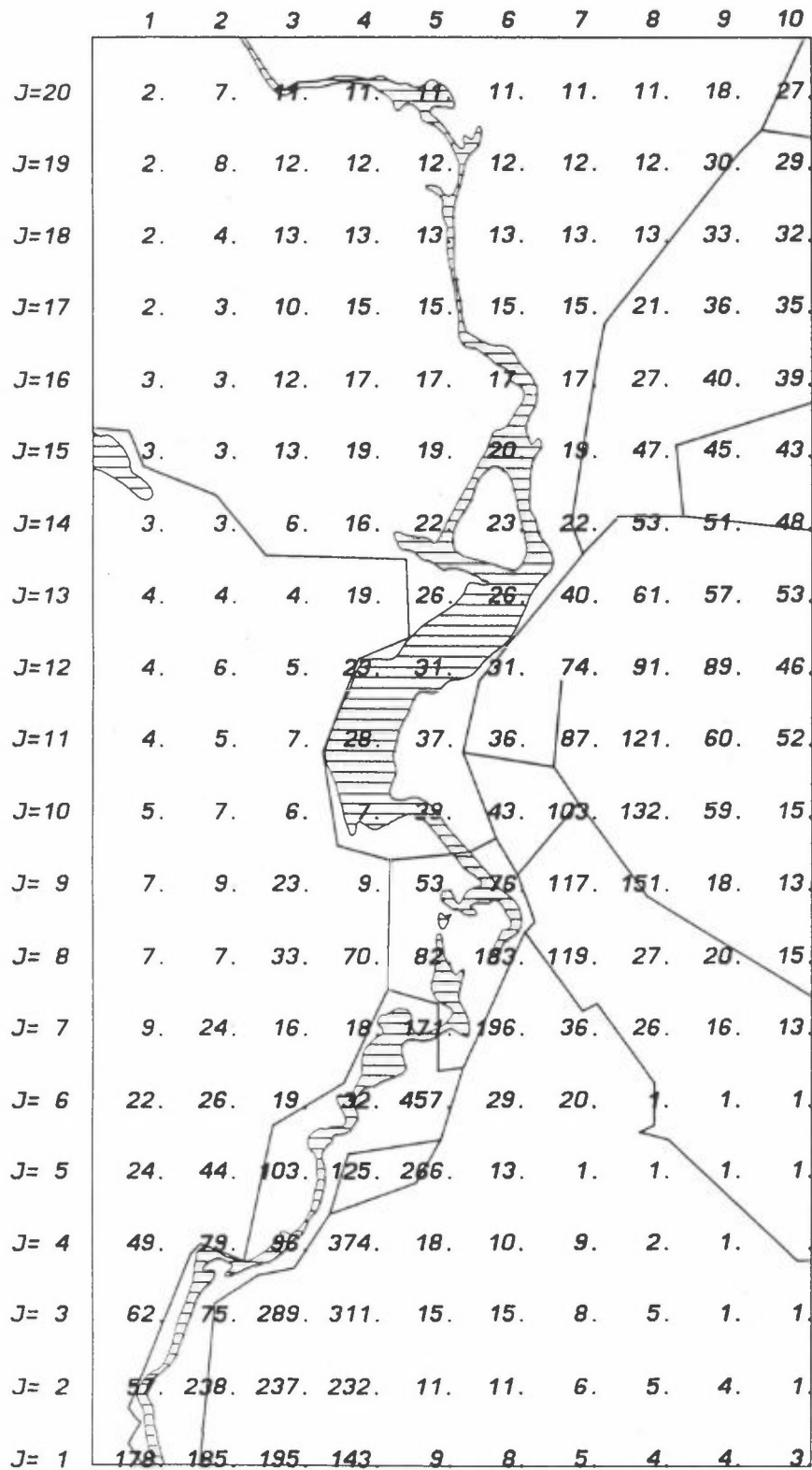
Figur B3: CO fra husoppvarming og småindustri. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



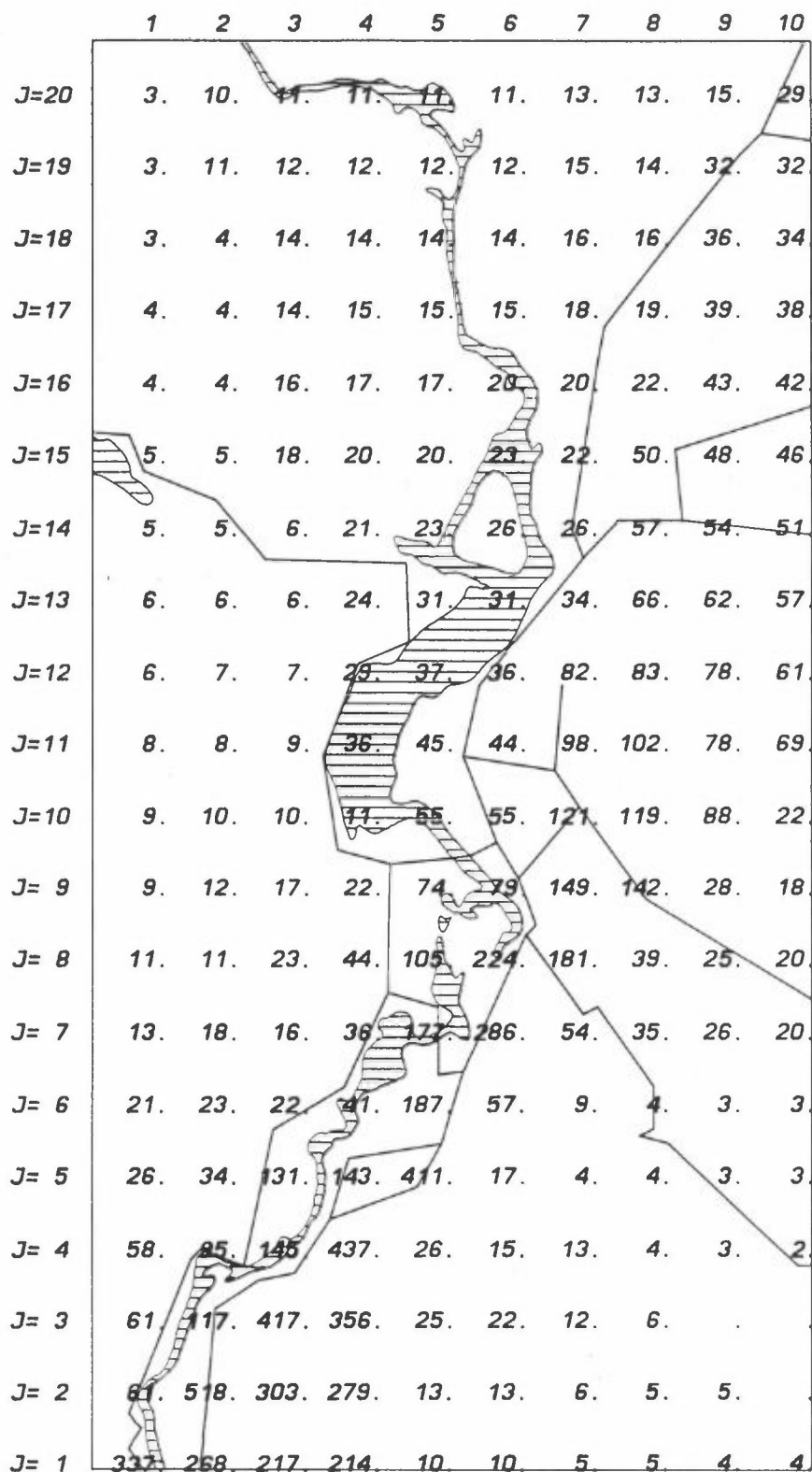
Figur B4: Partikler fra husoppvarming og småindustri. Middelskonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



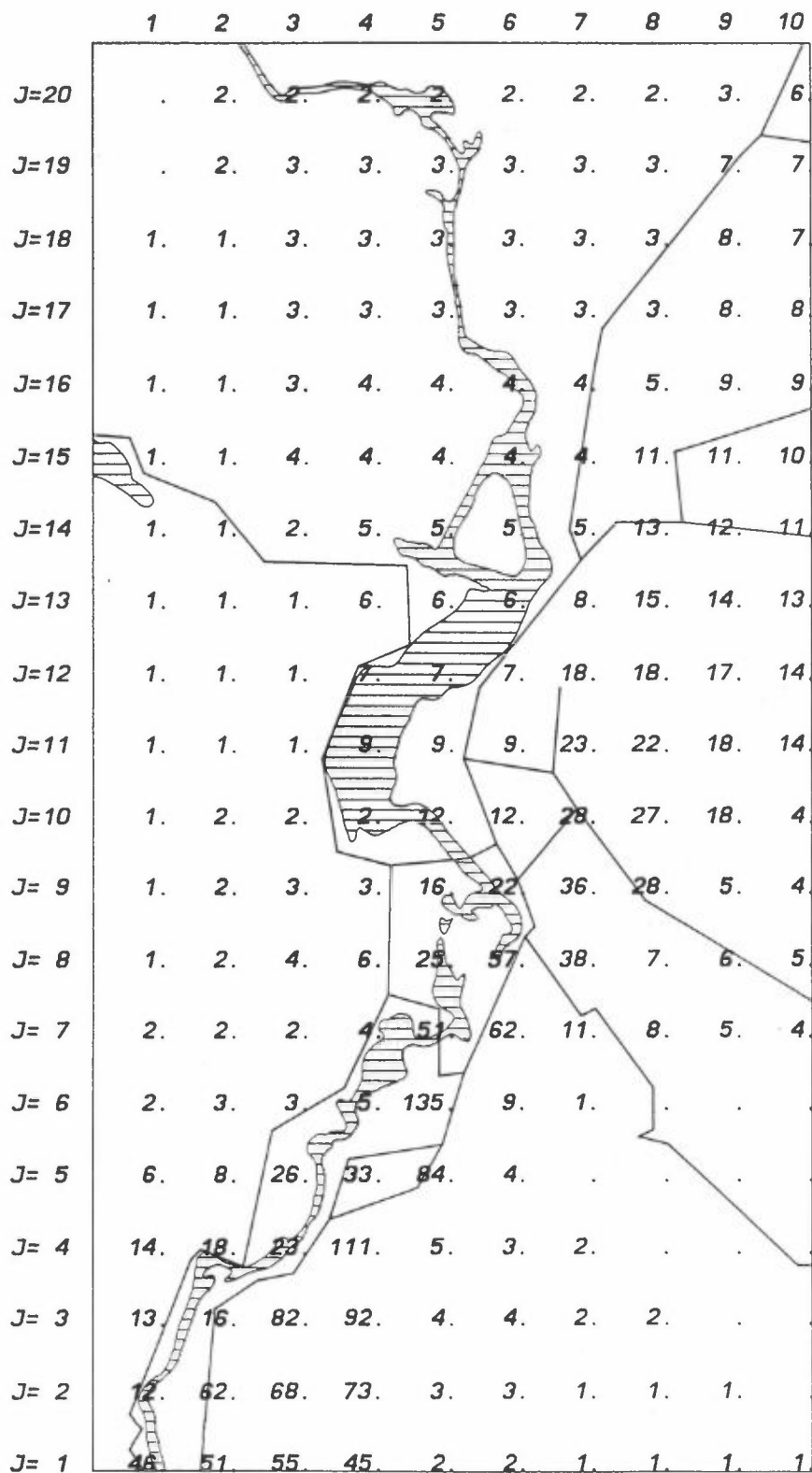
Figur B5: SO₂ fra punktkilder. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: 10⁻¹ µg/m³.



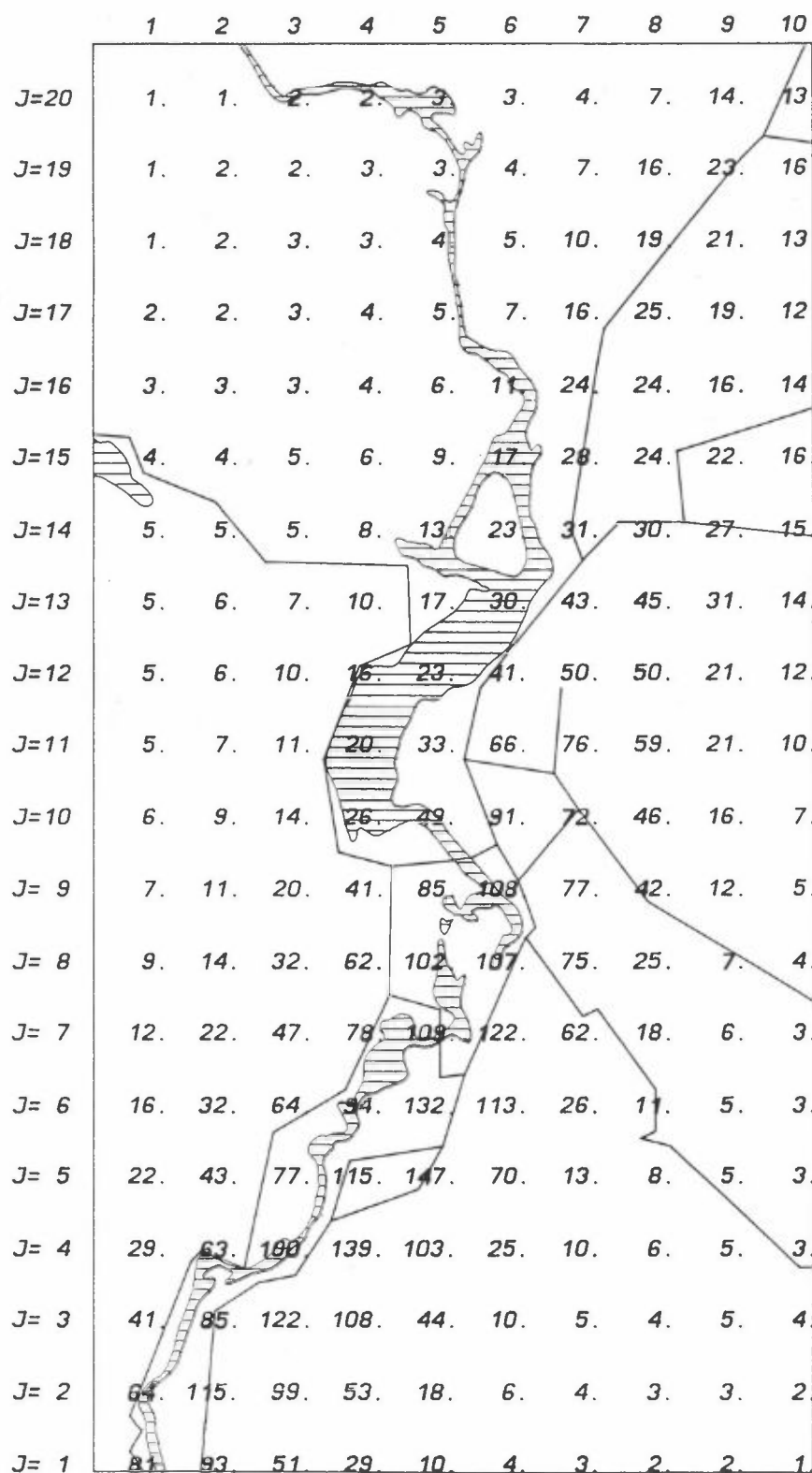
Figur B6: NO_x fra punktkilder. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



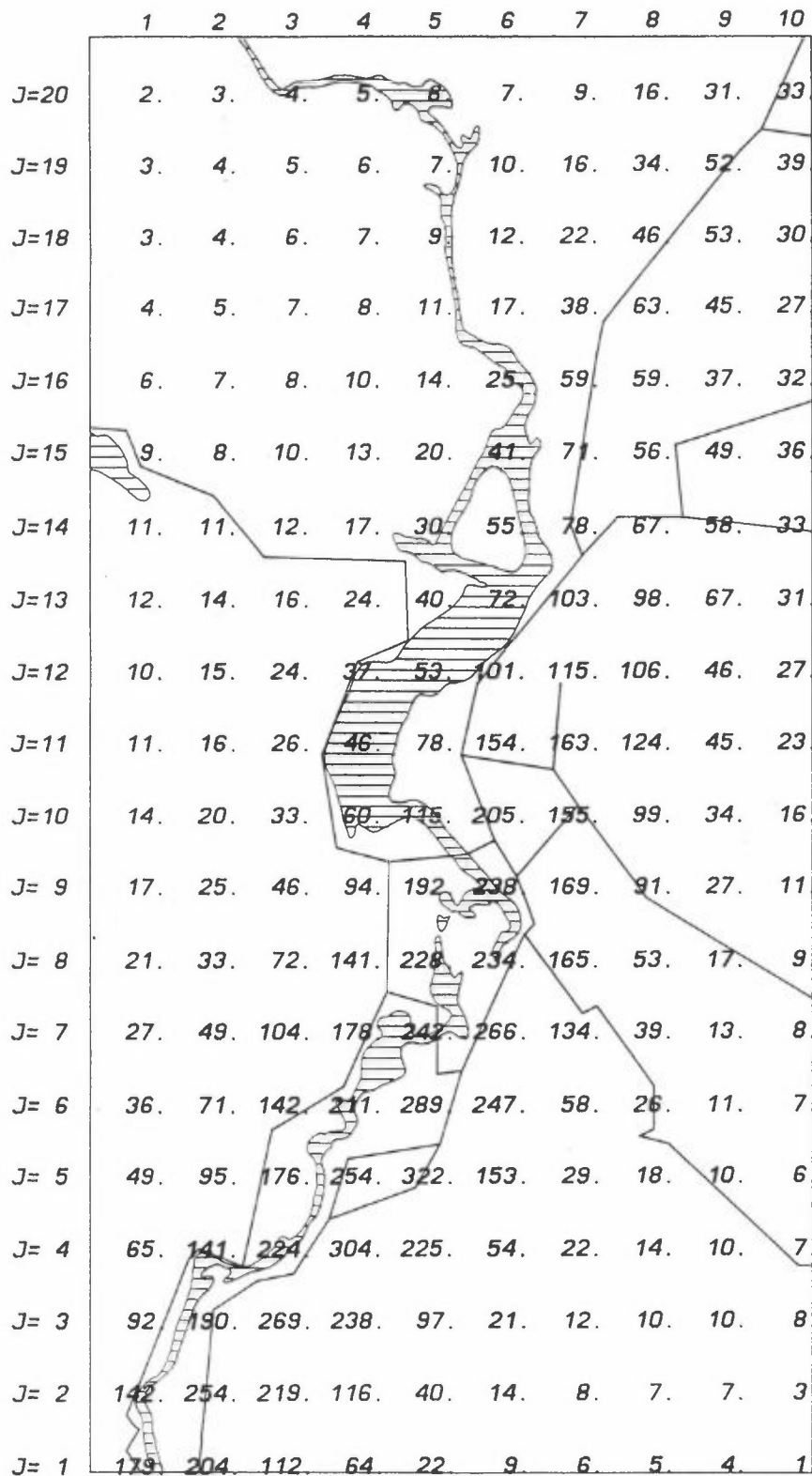
Figur B7: CO fra punktkilder. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



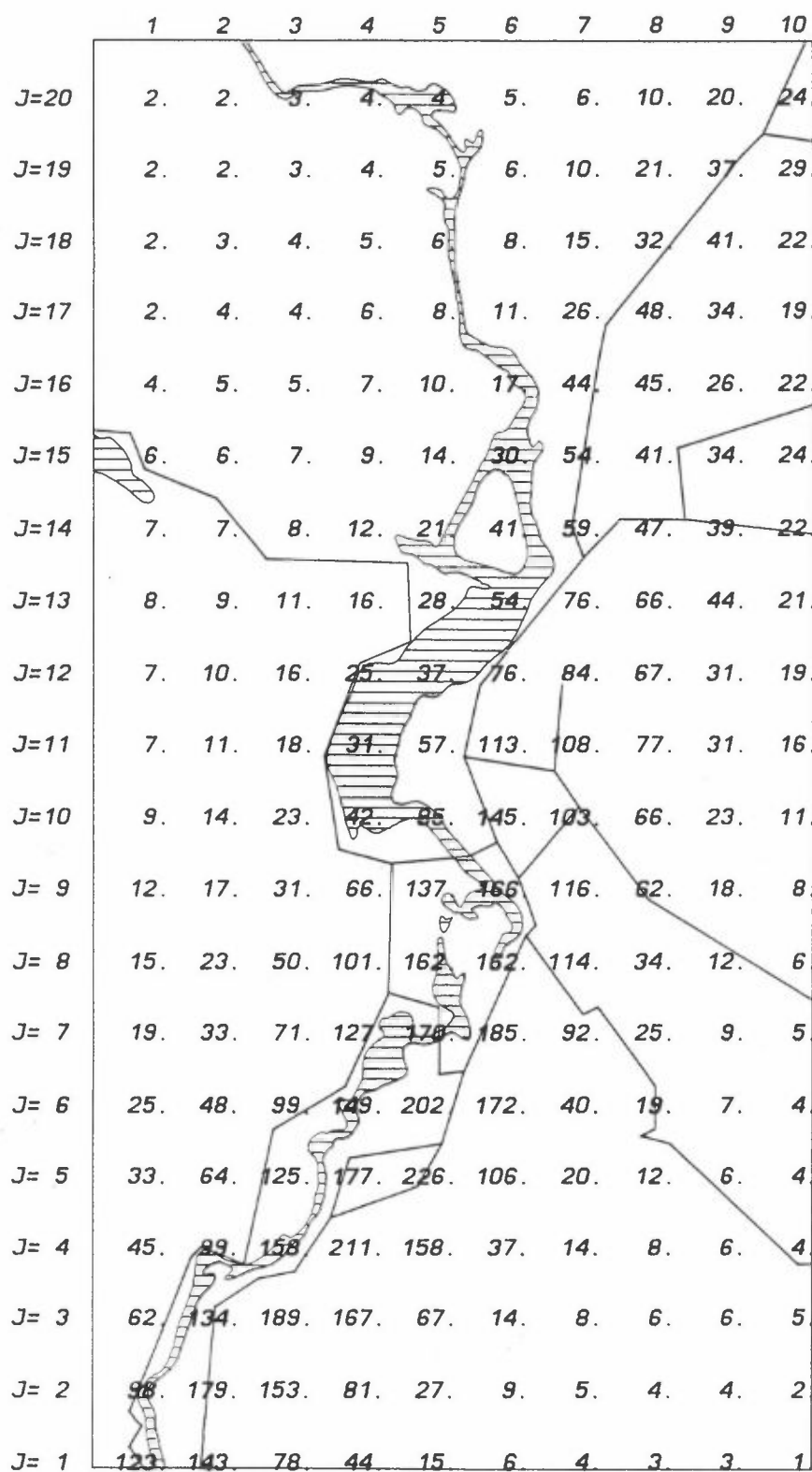
Figur B8: Partikler fra punktkilder. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



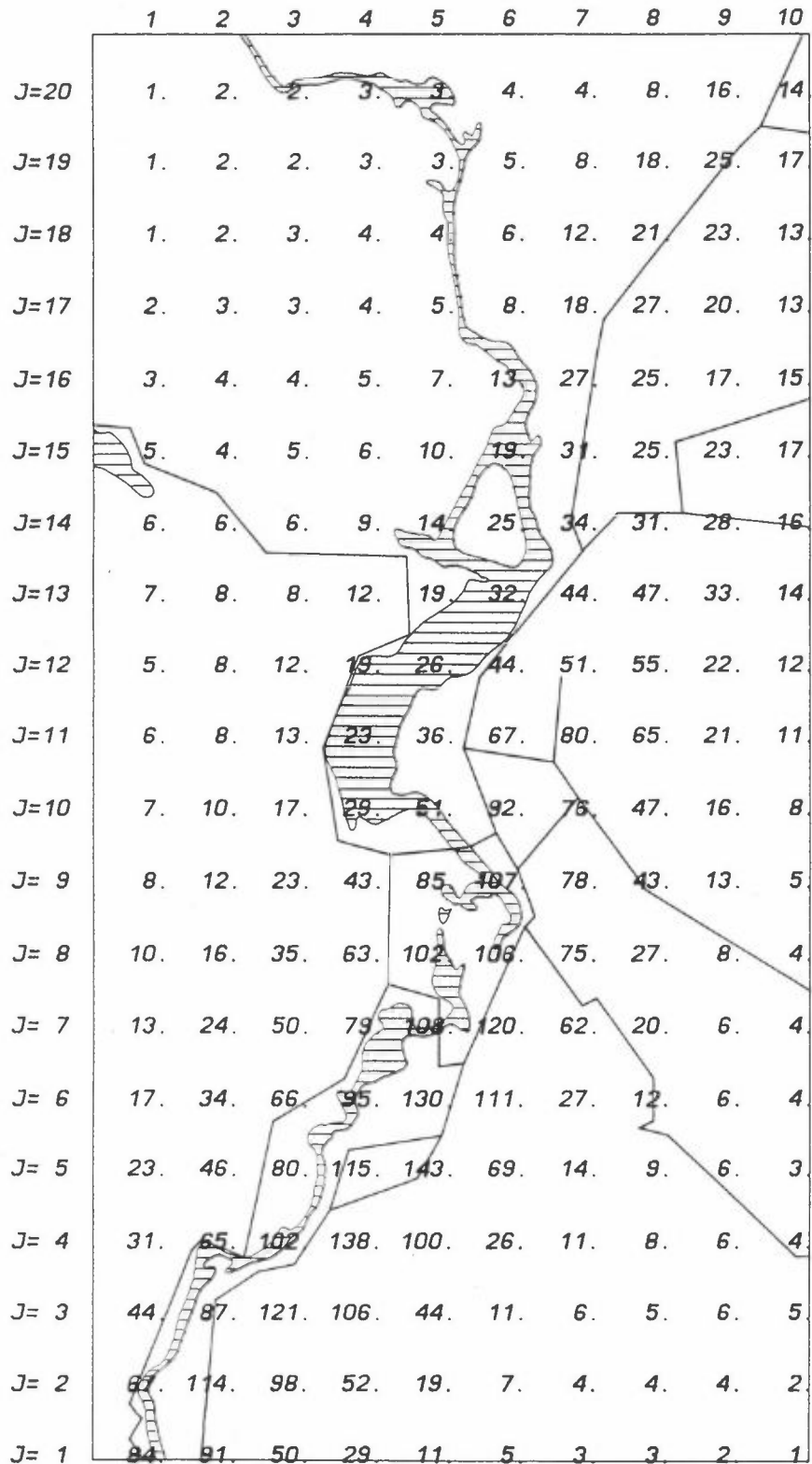
Figur B9: SO₂ fra biltrafikk. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: 10⁻² µg/m³.



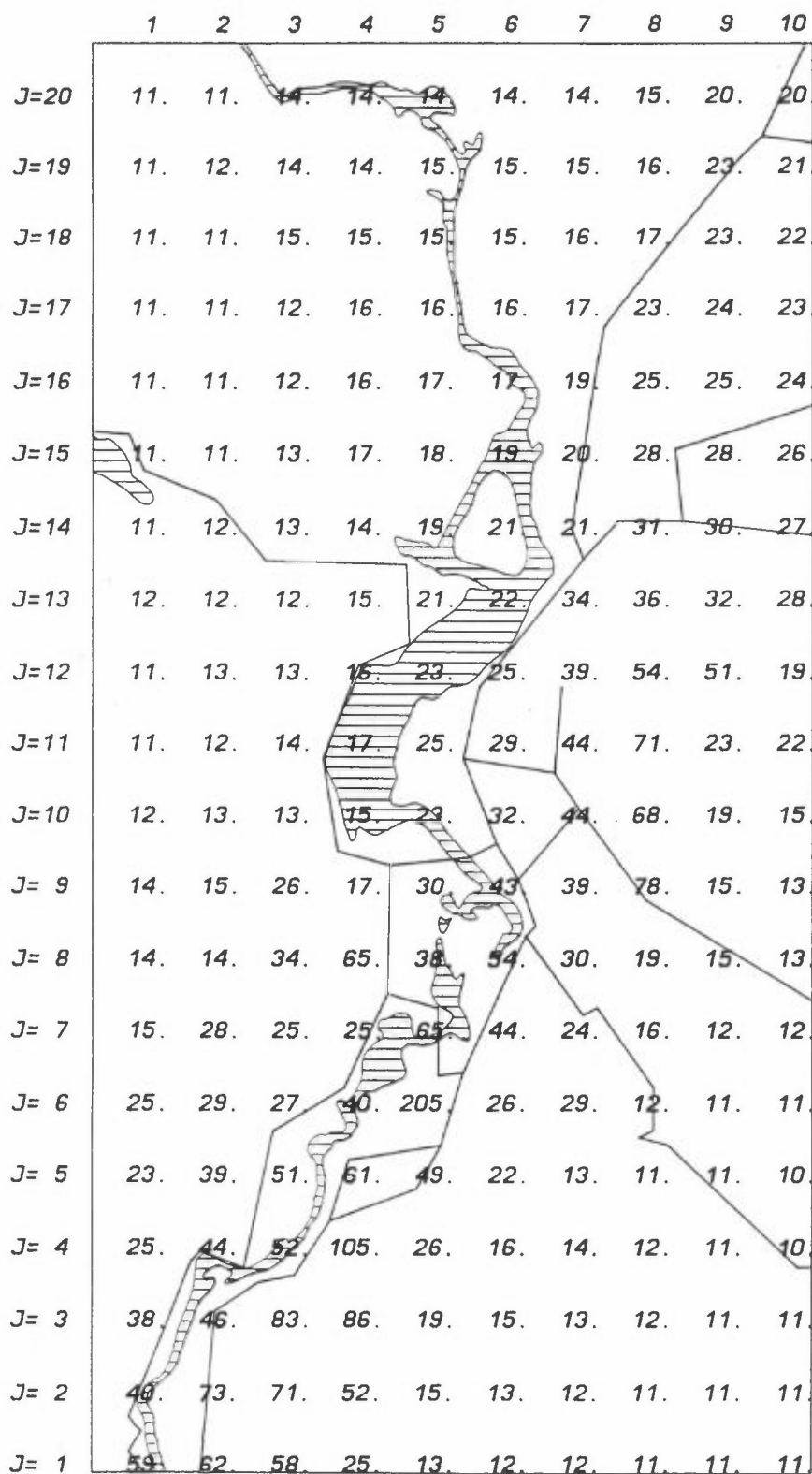
Figur B10: NO_x fra biltrafikk. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: 10⁻¹ µg/m³.



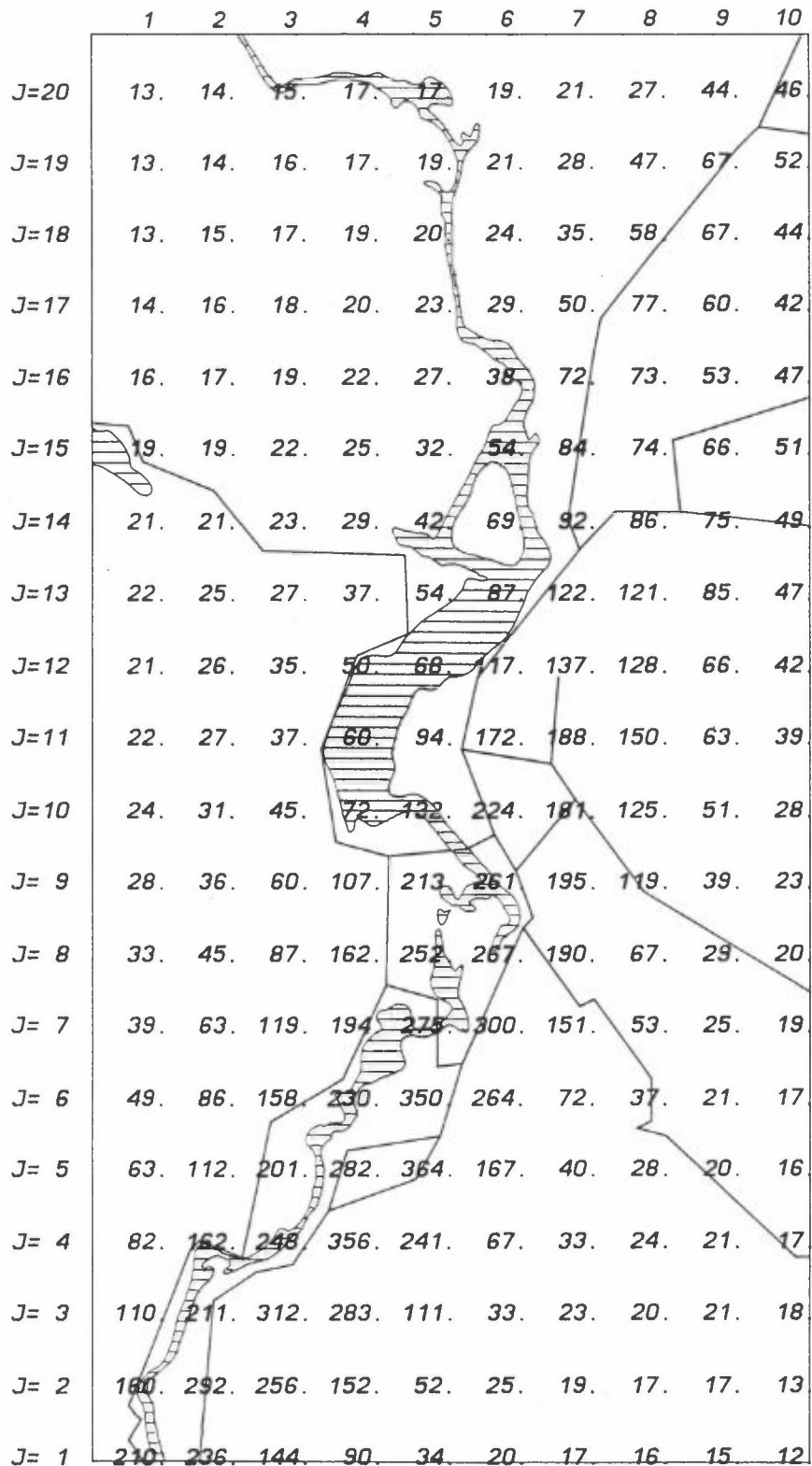
Figur B11: CO fra biltrafikk. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
Enhet: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



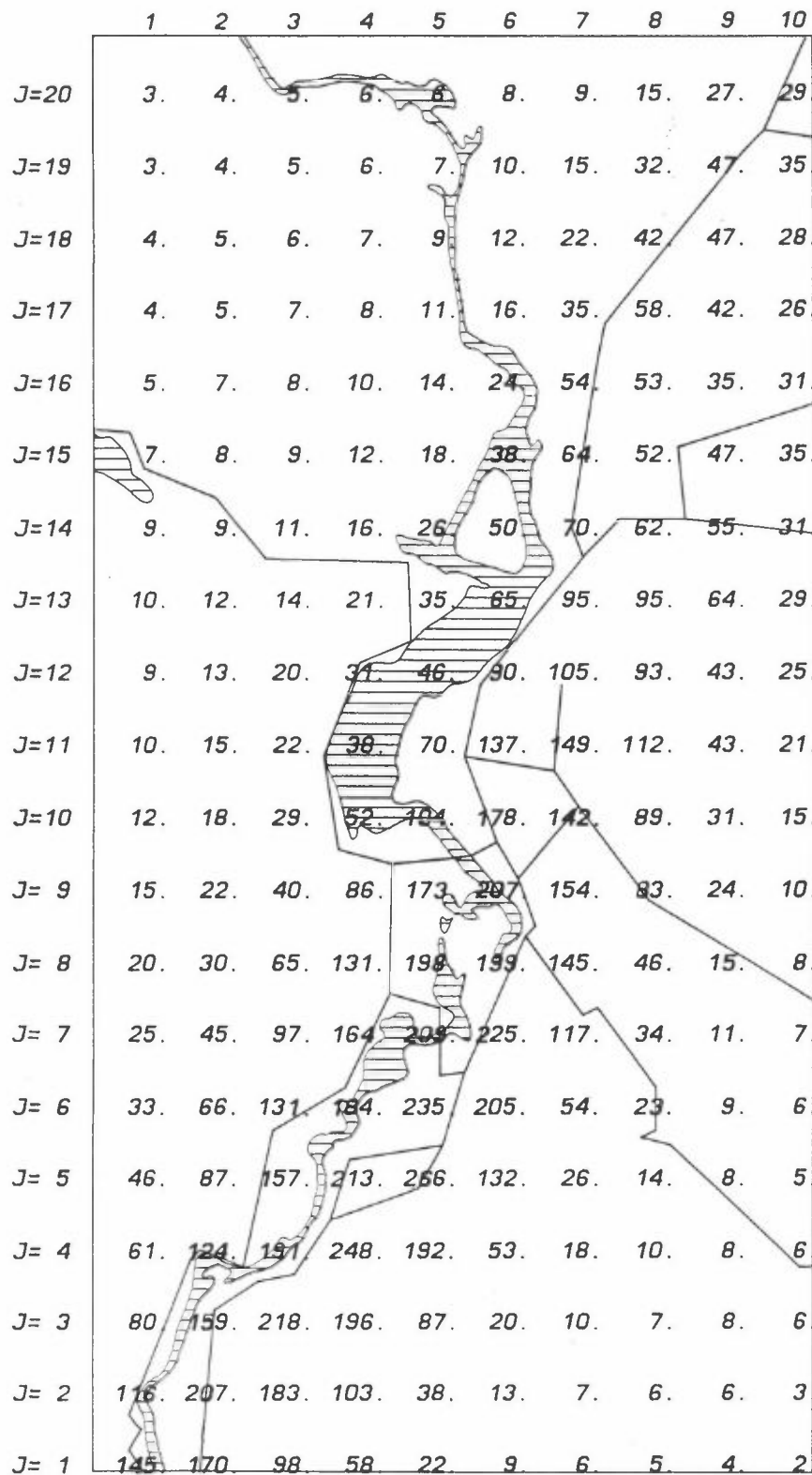
Figur B12: Partikler fra biltrafikk. Middelkonsentrasjoner vinterhalvåret 1989.
 Enhet: $10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



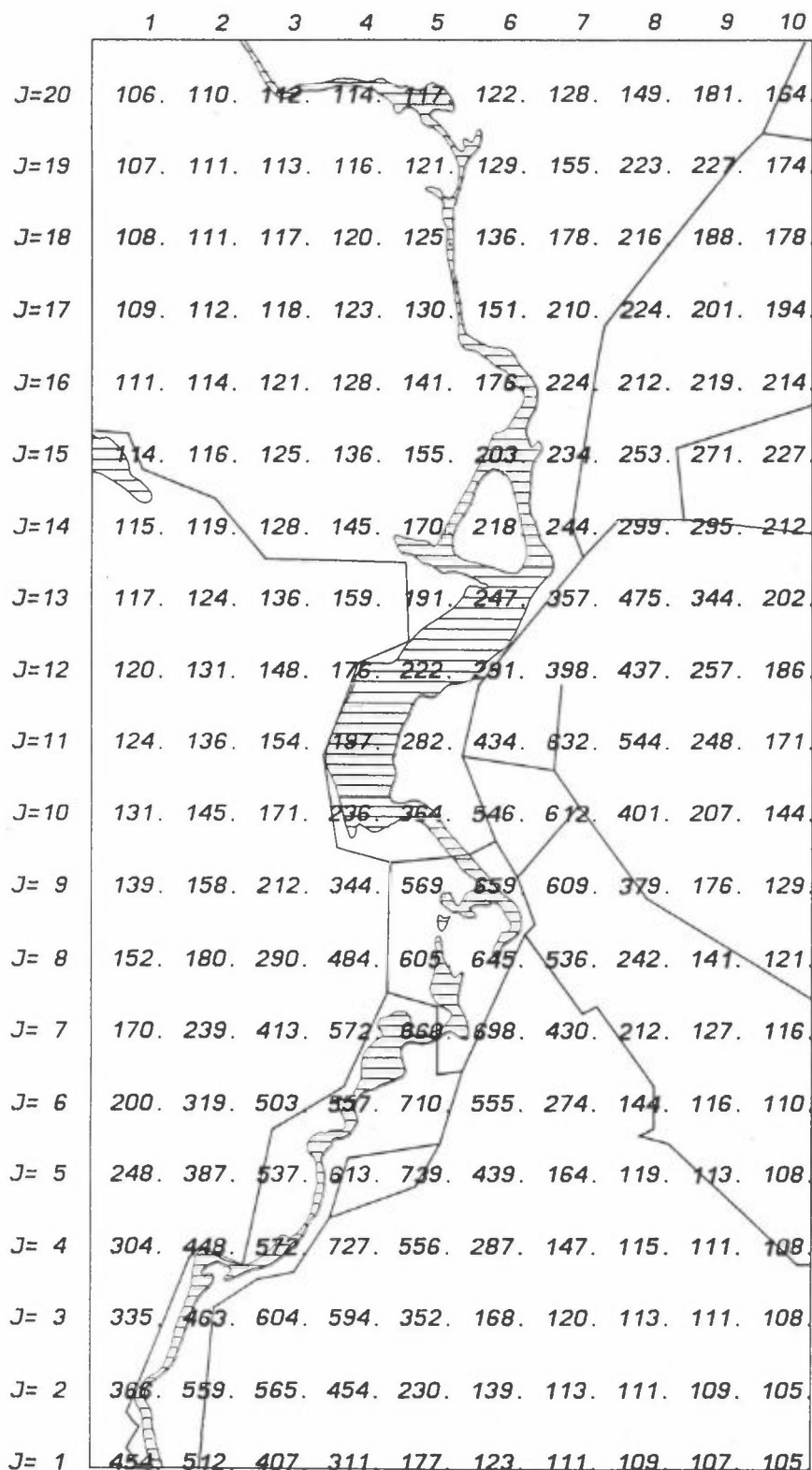
Figur B13: Middelkonsentrasjoner av SO₂ for alle kildegrupper for vinterhalvåret 1989.
 Bakgrunnsbelastning: 1,0 µg/m³.
 Enhet: 10⁻¹ µg/m³.



Figur B14: Middelkonsentrasjoner av NO_x for alle kildegrupper for vinterhalvåret 1989.
 Bakgrunnsbelastning: $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 Enhet: $10^{-1} \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur B15: Middelkonsentrasjoner av CO for alle kildegrupper for vinterhalvåret 1989.
Ingen bakgrunnsbelastning er lagt inn.
Enhet: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figur B16: Middelkonsentrasjoner av partikler for alle kildegrupper for vinterhalvåret 1989.
 Ingen bakgrunnsbelastning er lagt inn.
 Enhet: $10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$.

VEDLEGG C

Grenseverdier for luftkvalitet

I dette vedlegget er det gjengitt sammendraget i SFT-rapport nr. 38: "Luftforurensninger. Virkninger på helse og miljø". I tabellen på neste side er noen av grenseverdiene gitt som et intervall, med en nedre og en øvre grenseverdi. Når overskridelser av grenseverdier er omtalt i Konklusjon og i Hovedmomenter for konklusjonen, er det nedre grenseverdier som er brukt, med mindre noe annet er angitt.

En arbeidsgruppe ble opprettet av Statens forurensningstilsyn i 1979. Gruppen har på grunnlag av litteraturstudier beskrevet sammenhengen mellom luftforurensning og skadevirkninger på helse og miljø (doseeffektforhold) for stoffene svoveldioksid (SO_2), svevestøv, nitrogendioksid (NO_2), karbonmonoksid (CO), fotokjemiske oksydanter, bly og fluorider. For samtlige stoffer, unntatt bly, har gruppen angitt luftkvalitetsgrenseverdier for helsevirkninger. For noen av komponentene oppstår skade på dyr eller vegetasjon ved tilsvarende eller lavere nivåer enn for helseskade. For disse stoffer har gruppen angitt grenseverdier også for slike virkninger. Grenseverdier for vegetasjonskade er angitt for SO_2 , fotokjemiske oksydanter og fluorid og grenseverdier for skade på dyr er angitt for fluorid.

Med "grenseverdier for helsevirkninger" for et stoff menes her et eksponeringsnivå (den mengden av forurensning) som man ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer. Det er regnet med samvirke mellom stoffet og vanlig forekomst av de andre omtalte forurensninger. Det er tatt hensyn til spesielt følsomme grupper i befolkningen.

Grenseverdiene for skade på vegetasjon og dyr skal oppfattes på tilsvarende måte.

Gruppen oppgave har ikke vært å legge fram forslag til nasjonale bestemmelser om luftkvalitet (normer), men å presentere det kunnskapsgrunnlag om virkninger på helse og miljø som er nødvendig for å fastsette slike bestemmelser.

OVERSIKT OVER GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET
ANGITT AV ARBEIDSGRUPPEN

Stoff	Måleenhet/ metode	Virkning på	Midlingstid				
			1 h	8 h	24 h	30 d	6 mndr.
Svoveldioksid (SO ₂) ^{a)}	µg/m ³	Helse			100-150		40-60
Svevestøv ^{a)}	"				100-150		40-60
Svoveldioksid (SO ₂)	"	Vegetasjon	150		50		25
Nitrogendioksid (NO ₂)	µg/m ³	Helse	200-350		100-150		75
Karbonmonoksid (CO)	mg/m ³	Helse	25	10			
Fotokjemiske oksydanter	µg/m ³	Helse	100-200				
" "	målt ved ozon- innholdet	Vegetasjon	200				
Fluorider ^{b)}		Helse			25		10
" b)	µg F/m ³	Dyr				0,2-0,4 ^{d)}	
" c)		Vegetasjon			1,0		0,3

- a) Virkningen av de to komponenter forsterker hverandre når de kommer i luften. Forslaget til grenseverdier forutsetter at den forurensete luften inneholder begge komponenter.
- b) Grenseverdi for totalfluorid.
- c) Grenseverdi for gassformig fluorid.
- d) Utgangspunkt for luftkvalitetsgrenseverdien er at høy og beitegras bare unntaksvis bør inneholde mer enn 30 mg fluor pr. kg tørrstoff. Dette er anslått å svare til en konsentrasjon av totalfluorid av størrelsesorden 0,2-0,4 µg F/m³ luft.

- Svoveldioksid (SO₂) stammer først og fremst fra forbrenning av olje og kull, men også fra enkelte typer industri som treforedling, raffinerier og smelteverk. SO₂ virker irriterende på slimhinner og øker risikoen for luftveissykdommer. I høye konsentrasjoner kan SO₂ medføre økt sykkelighet og dødelighet for eldre og personer med kroniske luftveislidelser. Virkningen av SO₂ forsterkes av høye konsentrasjoner av svevestøv og sot.
- Svevestøv og sot stammer først og fremst fra forbrenningsprosesser, men i enkelte områder kan industriprosesser også gi betydelige bidrag. Særlig de minste partiklene anses å kunne gi helsevirkninger, ettersom de kan trekkes helt ned i

lungene, og ofte fungerer som bærere av stoffer som virker kreftfremkallende eller kan gi arvelige skader.

- Nitrogenoksider (NO_x) kommer først og fremst fra forbrenningsprosesser, og veitrafikk er i Norge den dominerende kilde. Produksjon av salpetersyre og kunstgjødsel medfører lokalt betydelige utslipp. Nitrogendioksid (NO_2) gir økt luftveismotstand og økt fare for luftveisinfeksjoner.
- Karbonmonoksid (kulllos, CO) kommer først og fremst fra bensinbiler. Ved høye konsentrasjoner reduseres blodets evne til å ta opp oksygen. Dette medfører redusert oppmerksomhet og konsentrasjonsevne og nedsatt arbeidsevne og utholdenhet. Hjertekrampepasienter kan få økt risiko for anfall.

VEDLEGG D

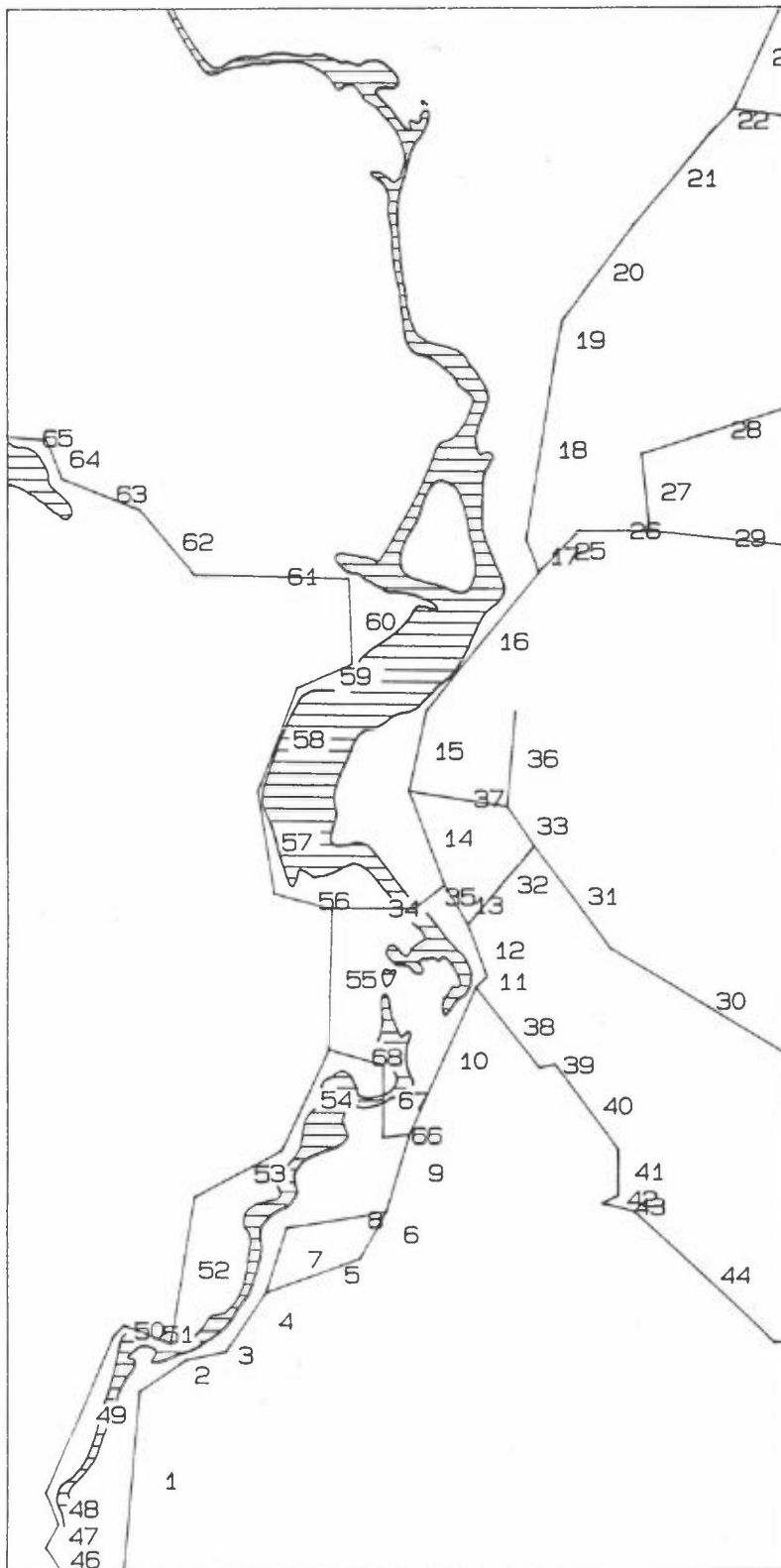
Konsentrasjoner av CO og NO₂ langs veier

Figur D1 viser veilenkene som er med i beregningene i tabell D1.

I tabell D1 er oppgitt lenkenummer (LNR), konsentrasjoner av CO og NO₂ for veilenken, årsdøgntrafikk (ÅDT) for veilenker og til slutt koordinater for veilenken. Koordinatene er fra UTM-systemet (Universal Transverse Mercator) og er gitt i hele hundre meter.

Anbefalt grenseverdi for CO er 25 mg/m³.

Anbefalt grenseverdi for NO₂ er 200-350 µg/m³.



Figur D1: Veilenkenummer (LNR) for konsentrasjonsberegninger av CO og NO₂ langs veier i Vennesla.

Tabell D1: Konsentrasjoner av CO og NO₂ langs veier i Vennesla.

KONSENTRASJONSBEREGNINGER :

BEREGNINGENE ER GJORT FOR MORGEN-RUSH.
 BAKGRUNNS-VERDIER ANVENDT I KONSENTRASJONS-BEREGNINGENE :

CO - SENTRUM (MG/M3)	4.3
CO - MELLOM (MG/M3)	3.2
CO - UTKANT (MG/M3)	2.1
NO2 - SENTRUM (UG/M3)	27.0
NO2 - MELLOM (UG/M3)	20.0
NO2 - UTKANT (UG/M3)	14.0
REGIONALT OZON (UG/M3)	60.0
NO2 - ANDEL I GATER (%)	8.0
AVSTAND FRA VEIKANT (M)	5.0

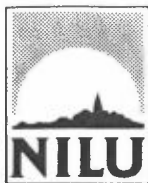
BEREGNETE MAKSIMUMSKONSENTRASJONER FOR RUSH-TIDSTRAFIKK :

NB ! KONSENTRASJONENE ER GITT I MILLIGRAM PR. KUBIKKMETER (MG/M3) FOR CO, OG
 MIKROGRAM PR. KUBIKKMETER (UG/M3) FOR NO2.

LNR.	KONSENTRASJONER		ÅDT	KOORDINATER			
	CO	NO2		X1	Y1	X2	Y2
1	6.572	132.	3800.	55000.	37750.	56150.	37850.
2	6.572	132.	3800.	56150.	37850.	56350.	38150.
3	7.588	152.	5500.	56350.	38150.	56400.	38400.
4	7.588	152.	5500.	56400.	38400.	56780.	38650.
5	7.738	155.	5750.	56780.	38650.	57000.	39250.
6	7.738	155.	5750.	57000.	39250.	57300.	39420.
7	5.525	109.	2000.	56780.	38650.	57200.	38780.
8	5.525	109.	2000.	57200.	38780.	57300.	39420.
9	8.934	178.	7750.	57300.	39420.	57800.	39570.
10	5.882	137.	6850.	57800.	39570.	58750.	40000.
11	5.633	133.	6400.	58750.	40000.	58820.	40070.
12	5.413	129.	6000.	58820.	40070.	59150.	39950.
13	5.192	126.	5600.	59150.	39950.	59400.	39800.
14	5.192	126.	5600.	59400.	39800.	60000.	39570.
15	7.166	127.	3500.	60000.	39570.	60500.	39680.
16	6.281	113.	2400.	60500.	39680.	61390.	40400.
17	5.358	105.	1700.	61390.	40400.	61600.	40320.
18	5.358	105.	1700.	61600.	40320.	62750.	40500.
19	5.156	102.	1375.	62750.	40500.	63000.	40550.
20	5.156	102.	1375.	63000.	40550.	63610.	41000.
21	5.156	102.	1375.	63610.	41000.	64200.	41500.
22	5.156	102.	1375.	64200.	41500.	64350.	41650.
23	4.425	89.	150.	64350.	41650.	64300.	42000.
24	5.051	101.	1225.	64350.	41650.	65000.	41950.
25	4.507	90.	300.	61390.	40400.	61650.	40650.
26	4.507	90.	300.	61650.	40650.	61650.	41100.
27	4.369	88.	100.	61650.	41100.	62150.	41050.
28	4.369	88.	100.	62150.	41050.	62450.	42000.
29	4.438	89.	200.	61650.	41100.	61550.	42000.
30	4.438	89.	200.	58300.	42000.	59000.	40850.
31	4.438	89.	200.	59000.	40850.	59650.	40370.
32	2.196	76.	200.	59650.	40370.	59150.	39950.
33	4.465	89.	200.	59650.	40370.	59900.	40200.
34	4.603	92.	500.	59250.	39070.	59250.	39600.
35	2.337	78.	500.	59250.	39600.	59400.	39800.

Tabell D1: forts.

36	4.383	88.	100.	59900.	40200.	60500.	40250.
37	4.423	89.	150.	59900.	40200.	60000.	39570.
38	5.160	99.	1050.	58750.	40000.	58230.	40400.
39	5.160	99.	1050.	58230.	40400.	58250.	40500.
40	5.160	99.	1050.	58250.	40500.	57700.	40900.
41	5.160	99.	1050.	57700.	40900.	57400.	40900.
42	5.160	99.	1050.	57400.	40900.	57350.	40800.
43	5.160	99.	1050.	57350.	40800.	57300.	41000.
44	4.943	99.	1050.	57300.	41000.	56450.	41900.
45	4.943	99.	1050.	56450.	41900.	56450.	42000.
46	5.525	109.	2000.	55000.	37350.	55150.	37250.
47	5.525	109.	2000.	55150.	37250.	55300.	37330.
48	5.525	109.	2000.	55300.	37330.	55500.	37250.
49	5.525	109.	2000.	55500.	37250.	56500.	37680.
50	5.525	109.	2000.	56500.	37680.	56570.	37750.
51	5.525	109.	2000.	56570.	37750.	56450.	38050.
52	5.525	109.	2000.	56450.	38050.	57400.	38200.
53	5.132	98.	1000.	57400.	38200.	57700.	38750.
54	5.132	98.	1000.	57700.	38750.	58350.	39050.
55	5.111	95.	825.	58350.	39050.	59250.	39070.
56	4.981	96.	825.	59250.	39070.	59350.	38700.
57	4.810	96.	825.	59350.	38700.	60000.	38600.
58	4.810	96.	825.	60000.	38600.	60650.	38850.
59	4.810	96.	825.	60650.	38850.	60800.	39200.
60	4.810	96.	825.	60800.	39200.	61350.	39180.
61	4.810	96.	825.	61350.	39180.	61380.	38200.
62	4.810	96.	825.	61380.	38200.	61800.	37850.
63	4.810	96.	825.	61800.	37850.	62000.	37350.
64	4.810	96.	825.	62000.	37350.	62250.	37250.
65	4.810	96.	825.	62250.	37250.	62270.	37000.
66	6.856	128.	3200.	57800.	39570.	57780.	39400.
67	6.856	128.	3200.	57780.	39400.	58250.	39400.
68	6.856	128.	3200.	58250.	39400.	58350.	39050.



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 60/91	ISBN-82-425-0291-9	
DATO OKTOBER 1991	ANSV. SIGN. <i>Storland</i>	ANT. SIDER 81	PRIS NOK 135,-
TITTEL Spredningsberegninger for utslipp til luft i Vennesla, vinterhalvåret 1989.		PROSJEKTLEDER I. Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-90047	
FORFATTER(E) I. Haugsbakk		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Vennesla kommune Postboks 25 4701 Vennesla			
STIKKORD Vennesla Spredningsberegninger Luftkvalitet			
REFERAT NILU har utført spredningsberegninger av utslipp til luft fra tre kilde- kategorier i Vennesla; husoppvarming/småindustri, industri og biltrafikk. Beregningene gav ingen overskridelser av foreslåtte grenseverdier for halv- årsmidler for noen av komponentene. SO ₂ - og NO _x -utslippene bidro med maksi- male halvårsmidler på henholdsvis 48% (SO ₂) og 23% (NO ₂) av anbefalte grenseverdier. I et utvalgt vinterdøgn med stabile atmosfæriske forhold var SO ₂ - og NO ₂ -bidragene 14% av grenseverdi for SO ₂ og 26% av nedre grenseverdi for NO ₂ . Langs veinettet i området gav beregningene av maskimale korttids- konsentrasjoner ingen overskridelser av grenseverdier for CO og NO ₂ langs noen veier.			

TITLE Calculated concentrations from air pollutants at Vennesla during the
winter period 1989.

ABSTRACT

Air pollutant concentrations from three different groups of sources (house-
heating/minor industry, point sources and traffic) have been estimated for
the Vennesla region. The concentration survey is based upon calculations
according to data from the emission survey. The results did not exceed any
border values for any of the components.

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