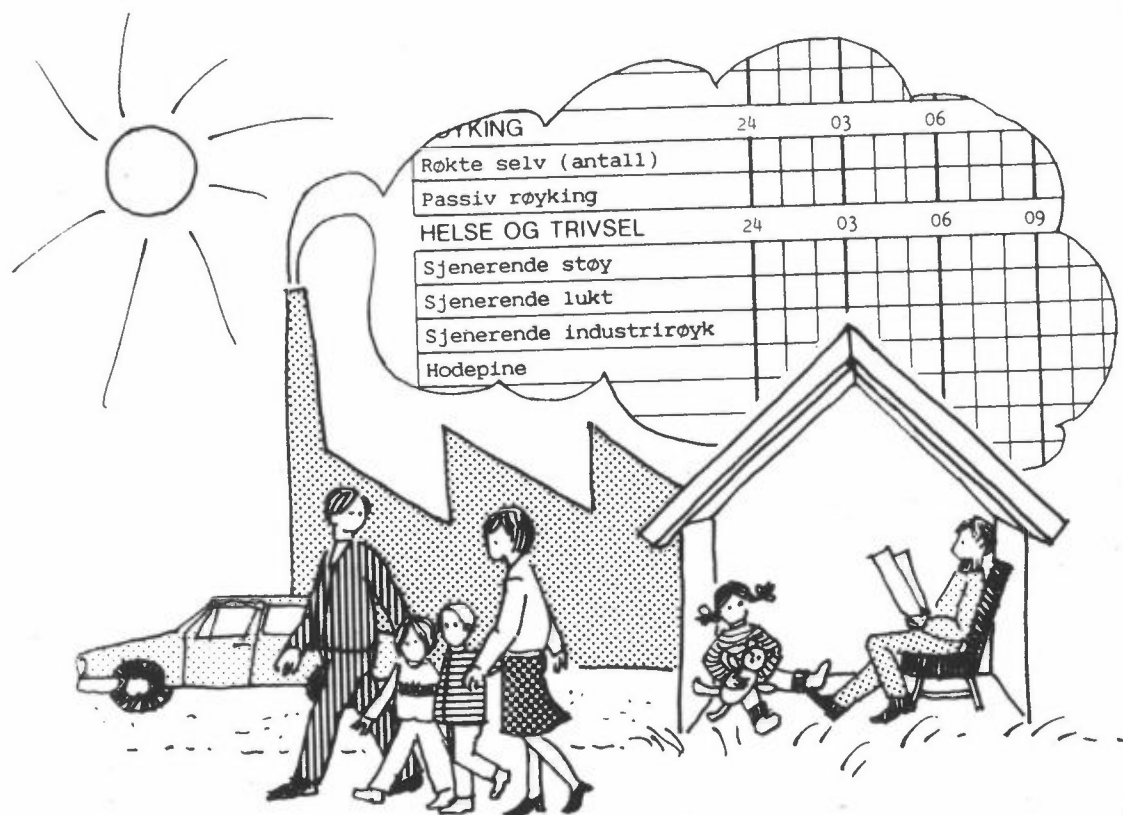


Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland

Utførende institusjoner:

Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Statens institutt for folkehelse (SIFF)

Luftforurensende utslipp



Oppdragsgivere: Miljøverndepartementet (MD), Statens forurensningstilsyn (SFT)
og Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF)

NILU OR : 7/89
REFERANSE: O-8750
DATO : OKTOBER 1989
ISBN : 82-425-0008-8

KORTTIDSSTUDIE AV SAMMENHENGEN MELLOM
LUFTFORURENSNINGER OG HELSEVIRKNINGER I GRENLAND

LUFTFORURENSENDE UTSLIPP

I. Haugsbakk og K.E. Grønnskei

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

SHORT TERM COHORT STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN
HEALTH AND AIR POLLUTION IN GRENLAND, NORWAY

EMISSION OF AIR POLLUTION

SUMMARY

1. INTRODUCTION

In 1979, the Norwegian Institute for Air Research (NILU) did a preliminary investigation of the health effects of air pollution in Grenland, Norway (industrialized area) compared to the area around Larvik (control). The cross-sectional study indicated that the number of individuals reporting symptoms and illnesses of the pulmonary system, differed in areas having high, medium or low air pollution (Siem and Skogvold, 1981).

The Ministry of the Environment (MD), the Norwegian State Pollution Control Authority (SFT) and the Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research (NTNF) financed, in 1986, planning of the details of a new investigation of the effects on health of air pollution in the area. This new study was done in 1988 as a co-operative study between NILU and the National Institute for Public Health (SIFF). Data control and analysis are to continue in 1989 and 1990.

The aim of the study is to investigate whether air pollutants, either individually or in combination have short term effects on the health and well-being of the population of the two municipalities of Skien and Porsgrunn.

This report describes the program for collecting data on emission of air pollution in Grenland in the period of January to June 1988. The work was carried out as a joint effort between NILU and SFTs local control section. The municipalities technical sections, industry, and traffic authorities (road and ship) contributed with data on emissions of air pollution.

Each participant's exposure to air pollution will be estimated. In order to do this, a calculation procedure estimates outdoor air quality on a 1 km grid for the entire region for each day and hour of the investigation. The procedure for calculating levels of air quality are based on hourly data on emission of pollutants from all sources in the area and on wind and dispersion conditions. Measurements of air quality at the fixed stations in the area are used to correct the calculated values. Results of the model calculations combined with information on air quality indoors and with information as to where each individual has been for each hour and day of the study (from a diary), will be used to calculate each individual's exposure to each measured pollutant, for each hour and day of the study. This individual exposure information will then be compared with a hourly information on health symptoms, and with measurements of each individual's peak expiratory flow (measured four times a day). The aim is to investigate the possible effect of air pollution on the participant's subjective feeling of health and on "objective" health indicators.

The Grenland area lies in the county of Telemark in the southeastern part of Norway and is one of the most industrialized areas in the country. Around 100 000 people live in the area, mostly in the towns of Skien and Porsgrunn. Pollution control of emissions and air quality are done continuously by the Norwegian State Pollution Control Authority's local control section. Two of the measuring stations used in this study are part of a nation-wide control program for air quality in cities and towns.

2. GENERAL OVERVIEW

Hourly emissions of sulphur and nitrogen oxides (SO_2 and NO_x), carbon-monoxide (CO) and particles are estimated for car- and ship-traffic, industry and home heating in Grenland (Southern Telemark). Emission data were collected for an area of $16 \times 23 \text{ km}^2$ including the three urban centers Skien, Porsgrunn and Brevik. Industrial and residential areas are located adjacent to each urban center. Raw materials and industrial products are further shipped by boat across Frierfjorden and also along the waterway to Skien.

Hourly emission data were estimated/reported for two periods for the health investigation.

Period 1: 1 January-15 March 1988 (winter).

Period 2: 18 April-24 June 1988 (summer).

Table A, Table B and Figure A show average emissions of SO_2 , NO_x , CO and suspended particles.

3. INDUSTRIAL EMISSIONS

A data base of emissions from the industrial areas has been developed in co-operation with the State Pollution Control Authority in Southern Telemark and the industries. Industrial production in the area includes pulp and paper production in Skien, fertilizer and metal alloy industry at Herøya in Porsgrunn, Norcem cement plant in Brevik and petrochemical plants in Bamble.

Industrial emission data is mainly based on measurements. Control measurements were carried out for typical emission conditions for single sources. For a few single chimneys continuous emission measurements have been available in addition to the control measurements. Industrial sources are considered as point sources and emission conditions are described by detailed data on position, height, emission velocity etc.

In the first period (winter) 10 single factories emitted 80% of the total SO_2 pollution and about 50% of the NO_x pollution.

In the second period (summer) the percentage emissions from industry was 90% for SO_2 and 60% for NO_x (see point sources in Table A and B).

The effect on air quality at ground level depends on the stack height and other parameters in addition to amount of emissions. During the period of investigation, emissions from each source were lower than emission standards allowed for each source by the pollution control authorities.

4. EMISSIONS FROM HOME HEATING AND SMALL INDUSTRIAL PLANTS

Emission data are based upon information on consumption of oil and wood and on process emissions. Small single sources are taken into account defining average emissions for each km². Estimates of the total consumption of oil in the area are based upon information from the oil companies. Estimates of the total consumption of wood are based on data on wood consumption per inhabitant from other areas (Oslo and Elverum).

Total emissions from home heating in the area is distributed in the area according to the residential distribution of people. Emission from home heating varies from day to day, proportional to the variation in the average daily temperature (degree day number), and in accordance with the knowledge about the need for home heating. The emission from home heating also varies with day of the week and time of day in accordance with data from other areas.

In Table A and B it is differentiated between emission from wood burning and from oil burning furnaces. Emissions originating from the use of oil in small sources in winter contributed about 10% of the total SO₂-emissions and use of wood for home heating contributed with about 18% of total emissions of particulates. In summer SO₂ emissions from oil-burning was about 3% of total emissions. Other emissions from area sources was of minor importance.

5. EMISSIONS FROM CAR TRAFFIC

The road authorities in Telemark have given data for daily traffic along main roads in the area. Further empirical factors for the variation in traffic intensity with day of the week and hour of the day were used to estimate expected hourly traffic intensity along all main roads in the area of investigation. Emissions were small during the night (10-20% of the average emissions). Maximum emissions from car traffic occurred during the afternoon rush hour (about 200% of the average daily emissions).

6. EMISSIONS FROM SHIP-TRAFFIC

Hourly emissions from ship-traffic are based upon: hourly data from the control office for ships in the area; emission factors for ships traversing Frierfjorden; and from ships situated in the harbour.

The pollutant contribution from ships in the area is about 8% of the total NO_x-emissions and 2% of the total SO₂-emissions in both periods. For other pollution components the emission from ships in the area is of minor importance.

7. TOTAL EMISSIONS

Total emissions of SO₂ were dominated by point sources; about 80% in winter and about 90% in summer. Total emissions of NO_x were dominated by two main groups of sources; in winter ca. 50% from point sources (large industry) and ca. 40% from car traffic, in summer ca. 60% from point sources and 30% from car traffic. 8% of the total emissions of NO_x were caused by ships, and this source may dominate close to the water-ways.

Total emissions of particulates were dominated by point sources (ca. 75%), and by wood combustion (ca. 20%) in the winter. In summer, the main sources for total emissions were point sources (ca. 88%) and car traffic (ca. 8%).

It is necessary when making dispersion calculations based upon data for time variable emissions to consider the influence of sources on air quality close to the ground. For example, emissions from car traffic were of minor importance at night while traffic intensity will determine air quality along roads with heavy traffic during the day. Emissions from point sources (large industry) influenced air quality in limited areas determined by the actual emission and dispersion conditions.

8. ON THE APPLICATION OF EMISSION DATA

Emission data will be used for calculating hourly concentrations to be further used for exposure estimates. The study of possible health effects of air pollutants in Grenland is focused on acute or short term health effects. It was thus necessary to focus on SO_2 , NO_2 , NO , O_3 , particulates and CO .

Hourly variations in emissions are missing for many sources, and it has been necessary to use mean emission values based on measurements under typical emission conditions. Therefore extreme emission values are not described. On an hourly basis, measurements from five stations are used to correct for insufficient data on emission and dispersion conditions. Hourly measurements were performed for SO_2 -, NO_2 -, NOx -, O_3 - and particle concentrations.

It was necessary to account for pollution of car exhaust in streets with high traffic intensity. Considerable amounts of carbon monoxide are emitted from high chimneys in one factory. However, the contribution of CO from high chimneys is minor compared to that of heavy traffic. Other pollutants from vehicular exhaust include NOx , particles and organic compounds.

The industrial sources contribute to total pollution in the area by their emissions of chlorine (Cl), polyaromatic hydrocarbons (PAH), dioxins and heavy metals.

Emissions from the chemical complex at Herøya includes ammonia, nitric acid, chlorine and hydrochloric acid that interact in a complex way to produce aerosols of the ammonium salts (Semb, 1984) and to increase the photochemical activity in the plume (Hov, 1983). It will not be possible to account for all pollution components and their interactions.

Table A: Emissions, period 1 (1 January-15 March 1988), in kg/h, and as per cent of total emissions.

Group of source	SO ₂	NOx*	CO	Suspended particles
Area source, oil	12.3 (7.5%)	8.5 (1.2%)	10.2 (0.3%)	0.7 (0.3%)
Area source, wood	1.4 (0.9%)	2.5 (0.4%)	360.7 (9.8%)	38.6 (18.4%)
Point sources	131.6 (80.4%)	343.9 (50.8%)	1863.0 (50.7%)	154.4 (73.6%)
Car traffic	14.8 (9.0%)	268.4 (39.6%)	1437.6 (39.1%)	14.9 (7.1%)
Ship traffic	3.6 (2.2%)	54.1 (8.0%)	5.8 (0.1%)	1.1 (0.5%)
Total	163.7	677.5	3677.3	209.7

* given as NO₂

Table B: Emissions, period 2 (18 April-24 June 1988), in kg/h and as per cent of total emissions.

Kildegruppe	SO ₂	NOx*	CO	Suspended particles
Area source, oil	1.7 (0.9%)	1.2 (0.2%)	1.4 (-)	0.1 (0.1%)
Area source, wood	0.2 (0.1%)	0.3 (- %)	48.2 (1.4%)	5.2 (2.8%)
Point sources	161.6 (87.7%)	448.4 (59.2%)	2140.3 (62.5%)	162.0 (88.3%)
Car traffic	14.8 (8.1%)	247.3 (32.7%)	1227.0 (35.8%)	14.9 (8.1%)
Ship traffic	4.0 (2.2%)	60.1 (7.9%)	6.5 (0.2%)	1.2 (0.7%)
Total	182.3	757.4	3423.4	183.4

* given as NO₂

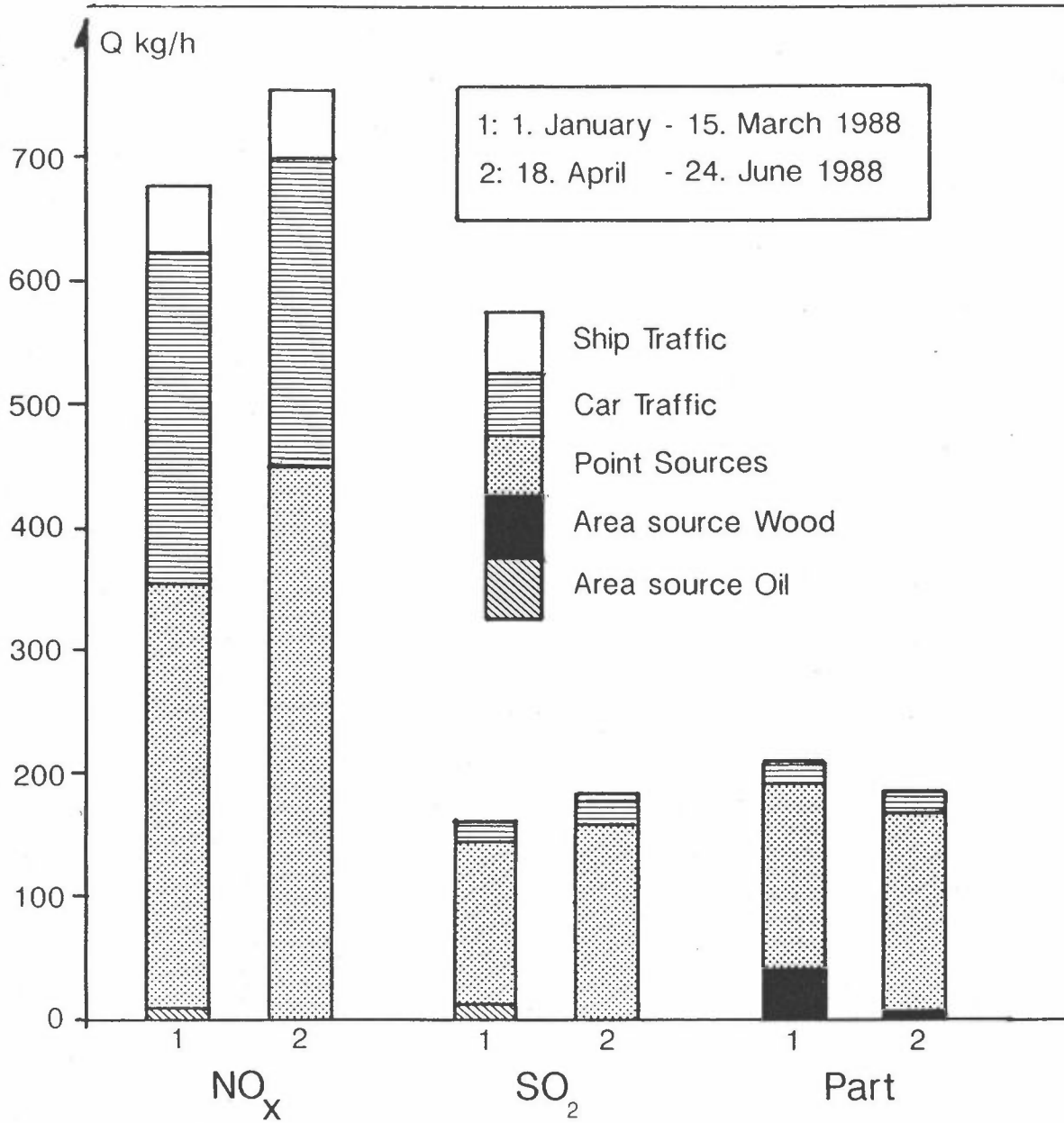


Figure A: Average total emission of SO₂, suspended particles and NO_x from different groups of sources in period 1 and period 2.

SAMMENDRAG

1 RESULTAT

Tabell A og tabell B viser midlere timesutslipp av SO_2 , NO_x , CO og partikler fra bil- og båttrafikk, industri og boligoppvarming i nedre Telemark. Det er samlet data for et område på $16 \times 23 \text{ km}^2$. Området omfatter tettstedene Skien, Porsgrunn og Brevik med tilhørende bolig- og industriområder. Data for utslipp er gitt for helseundersøkelsens to registreringsperioder:

1. registreringsperiode: 1. januar-15. mars 1988
2. registreringsperiode: 18. april-24. juni 1988.

2 INDUSTRIUTSLIPP

Data for utslippene fra industriområdene Union ved Skien, Herøya ved Porsgrunn, Norcem Cement ved Brevik, og Petrokjemianleggene i Bamble er innsamlet i samarbeide med bedriftene og SFT-nedre Telemark. Utslippsdata fra industrien er i stor grad basert på målinger. For enkelte skorsteinsutslipp foreligger det timesmidlete målinger, for andre utslipp utføres det regelmessige målinger for typiske driftsforhold. Utslipp fra industrikildene regnes som punktkilder, og det er gitt detaljerte data for posisjon, høyde, utslippshastighet osv.

I 1. registreringsperiode hadde 10 enkeltbedrifter ca. 80% av totalutslippet av SO_2 , ca. 75% av totalutslippet av partikler og ca. 50% av totalutslippet av NO_x . I 2 registreringsperiode hadde disse andelene steget til ca. 90% for SO_2 og partikler, 60% for NO_x (se punktkilder i tabellene A og B).

Virkningen på luftkvaliteten ved bakken avhenger av utslippsforholdene, klimatiske og topografiske forhold i tillegg til utslippsmengdene. Eksempelvis har utslipp i høye piper liten virkning på luftkvaliteten ved bakken i beregningsområdet. I registreringsperiodene var utslippene fra samtlige industrikilder lavere enn SFTs konsesjonsgrenser.

3 UTSLIPP FRA BOLIGOPPVARMING OG SMÅ INDUSTRIANLEGG

Utslipp fra små bedrifter og fra boligoppvarming er basert på informasjon om prosessutslipp og om forbruk av olje og fast brensel. Små punktkilder regnes som en del av rommidlet utslipp i km²-ruter. Totalt oljeforbruk i området er beregnet på grunnlag av oljeselskapenes salgstall. Totalt vedforbruk er beregnet på grunnlag av erfaringstall fra andre områder (Oslo og Elverum).

Utslipp fra forbruk av olje og ved til boligoppvarming er fordelt i områder etter befolkningsfordelingen. Utslippet fra boligoppvarmingen varierer fra dag til dag proporsjonalt med temperaturvariasjonene (graddagstallet) som er basert på kunnskap om fyringsbehovets variasjon med middeltemperaturen. Forbruket varierer også med ukedag og med tid på døgnet i samsvar med erfaringstall fra andre områder. Utslippsfaktorer for oljefyring ble valgt i samråd med Statens forurensnings-tilsyn og Petroleumsinstituttet.

I tabellene A og B er det skilt mellom utslipp fra ved- og oljeforbruk. Oljeforbruket bidro i 1. registreringsperiode til ca. 10% av totalt SO₂-utslipp, og vedforbruket til ca. 18% av totalt partikkelutslipp. I 2. registreringsperiode utgjorde SO₂-utslippet fra oljeforbruket ca. 3% av totalt SO₂-utslipp og partikkelutslippene fra vedfyring ca. 3% av totalt partikkelutslipp. Øvrige utslipp fra arealkilder var av liten betydning.

4 UTSLIPP FRA BILTRAFIKKEN

Veikontoret i Telemark har gitt data for årsdøgnetrafikken langs hovedveier i beregningsområdet, og data for variasjonen i trafikkintensiteten med ukedag og tid på døgnet. Dette gav grunnlag for å beregne forventet timevis trafikk langs alle hovedveier i beregningsområdet. Det er beregnet timevise utslipp fra alle hovedveiene i området på grunnlag av trafikkdata og utslippsfaktorer. Utslippet om natten er meget lite (10-20% av middelutslippet). I rushtiden om ettermiddagen i ca. en time er utslippsintensiteten fra biltrafikken ca. dobbelt så stort som middelutslippet.

Utslippet langs småveiene i området er beregnet på grunnlag av data for salg av bensin og diesel i området, etter at vi hadde trukket fra bensin og dieselforbruket langs hovedveiene. Utslipp fra trafikken langs småveiene er fordelt etter befolkningsfordelingene i området.

CO-utslippet utgjorde ca. 40% av totalutslippet i området i 1. og 2. registreringsperiode. Utslippet av NO_x utgjorde og ca. 40% i 1. registreringsperiode og 33% i 2. registreringsperiode. Utslippet av SO₂ og partikler utgjorde hver for seg ca. 8% av totalutslippene i 1. og 2. registreringsperiode. Selv om utslippet fra biltrafikken bare er 40% av totalutslippet i området, forekommer det overskridelser av grenseverdier bare i sterkt trafikkerte gater, og vanligvis i køsoner i rushtidene om ettermiddagene. Utslippet av NO_x foreligger hovedsakelig som NO i de sterkt trafikkerte gatene.

5 UTSLIPP FRA SKIPSTRAFIKKEN

Timesmidlet utslipp fra skipstrafikken er beregnet på grunnlag av timesdata fra trafikksentralen for skip i området, og fra faktorer for midlere utslipp fra skip i fart over Frierfjorden og fra lossing/lasting av skip i havn. Skipstrafikken bidro med ca. 8% av totalt NO_x-utslipp og ca. 2% av totalt SO₂-utslipp i 1. og 2. registreringsperiode. Utslipp av øvrige stoff fra skipstrafikken var hver for seg mindre enn 0,7% av totalutslippene.

6 SAMLET UTSLIPP

Totalutslippet av SO₂ var dominert av punktkildene; ca. 80% i 1. periode og ca. 90% i 2. registreringsperiode. Totalutslippet av NO_x hadde to hovedkildegrupper; i 1. registreringsperiode punktkilder med ca. 50% og biltrafikken med ca. 40%, i 2. registreringsperiode punktkilder med ca. 60% og biltrafikken med ca. 30%. Partikkelutslippet ble preget av punktkildene (ca. 75%), og vedfyring (ca. 20%) i 1. registreringsperiode. I 2. registreringsperiode dominerte punktkilder (ca. 88%) og biltrafikken (ca. 8%).

For å ta hensyn til utslippenes virkning på luftkvaliteten er det nødvendig å utføre spredningsberegninger basert på timesvariable utslipp. Eksempelvis er utslipp fra biltrafikk av liten betydning om natten mens biltrafikken vil være bestemmende for luftkvaliteten i sterkt trafikkerte gater om dagen, spesielt i rushtiden. I tillegg vil utslipp fra industrikilder være av avgjørende betydning i begrensede områder.

Tabell A og B viser utslippene fra de ulike kildegrupper i kg/h og som prosent av totalutslippet.

Tabell A: Utslipp, 1. registreringsperiode (1. januar-15. mars 1988), i kg/h, og som prosent av totalutslipp.

Kildegruppe	SO ₂	NOx*	CO	Partikler
Arealkilder olje	12,3 (7,5%)	8,5 (1,2%)	10,2 (0,3%)	0,7 (0,3%)
Arealkilder ved	1,4 (0,9%)	2,5 (0,4%)	360,7 (9,8%)	38,6 (18,4%)
Punktkilder	131,6 (80,4%)	343,9 (50,8%)	1863,0 (50,7%)	154,4 (73,6%)
Biltrafikk	14,8 (9,0%)	268,4 (39,6%)	1437,6 (39,1%)	14,9 (7,1%)
Båttrafikk	3,6 (2,2%)	54,1 (8,0%)	5,8 (0,1%)	1,1 (0,5%)
Totalt	163,7	677,5	3677,3	209,7

* Oppgitt som NO₂.

Tabell B: Utslipp, 2. registreringsperiode (18. april-24. juni 1988), i kg/h, og som prosent av totalutslipp.

Kildegruppe	SO ₂	NOx*	CO	Partikler
Arealkilder olje	1,7 (0,9%)	1,2 (0,2%)	1,4 (-)	0,1 (0,1%)
Arealkilder ved	0,2 (0,1%)	0,3 (-)	48,2 (1,4%)	5,2 (2,8%)
Punktkilder	161,6 (88,7%)	448,4 (59,2%)	2140,3 (62,5%)	162,0 (88,3%)
Biltrafikk	14,8 (8,1%)	247,3 (32,7%)	1227,0 (35,8%)	14,9 (8,1%)
Båttrafikk	4,0 (2,2%)	60,1 (7,9%)	6,5 (0,2%)	1,2 (0,7%)
Totalt	182,3	757,4	3423,4	183,4

* Oppgitt som NO₂.

8 VEDRØRENDE ANVENDELSEN AV UTSLIPPSDATA

Utslippsdata skal benyttes til å beregne konsentrasjoner i Grenland som befolkningen eksponeres for. Vi regner med at den romlige fordelingen av tidsmidlere utslipp er tilfredsstillende beskrevet.

Tidsvariasjonen i utslippet mangler for mange enkeltkilder, og det har vært nødvendig å benytte middeltall basert på målinger under typiske utslippsforhold. Maksimalutslippene er derfor ikke beskrevet. På timesbasis vil en benytte målinger fra fem stasjoner til å korrigere beregnede konsentrasjonsfordelinger og på denne måten ta hensyn til ufullstendig detaljkunnskap om utslipp og spredningsforhold på timesbasis. Det utføres timemålinger av SO_2 -, NO_2 -, NO_x -, O_3 - og partikkelkonsentrasjoner. Lokale utslipp forårsaker SO_2 , NO_x og partikkelforurensninger og utslippsoversiktene har vært konsentrert om disse forurensningskomponentene.

I tillegg er det nødvendig å ta hensyn til eksosforurensning i sterkt trafikkerte gater. Norsk Hydro slipper ut betydelige mengder CO i høye skorsteiner og innledende spredningsberegninger viste at disse skorsteinsutslippene hadde liten forurensningsmessig betydning sammenlignet med CO-forurensninger i bileksosen som slippes ut i sterkt trafikkerte bygater.

Vi er kjent med at de forskjellige kildegruppene slipper ut flere forurensningskomponenter som ikke er behandlet i denne rapporten, f.eks. Cl- og PAH-komponenter, dioksiner og tungmetaller. Andre forurensningskomponenter kan ha liten betydning helsemessig, men påvirke kjemiske reaksjoner i atmosfæren. For mange av disse komponentene mangler en data til å utarbeide fullstendige utslippsoversikter. De eksisterende data for utslipp av NO_x , SO_2 og partikler vil benyttes til å beskrive tids- og romvariasjoner i forurensningsbidraget for forskjellige kildegrupper. Spredningsberegningene er kildeorienterte, og metoden kan benyttes direkte til å beregne konsentrasjoner av andre forurensningskomponenter når det foreligger målinger og fullstendige utslippsoversikter.

INNHOLD

	Side
SUMMARY	1
SAMMENDRAG	9
1 INNLEDNING	17
2 BEFOLKNINGSFORDELING	20
3 FORBRUK AV FYRINGSOLJER OG VED	20
4 UTSLIPP FRA AREALKILDER	23
4.1 Utslipp fra oljefyring	23
4.2 Utslipp fra vedfyring	28
5 UTSLIPP FRA PUNKTKILDER	29
6 UTSLIPP FRA BILTRAFIKKEN	31
7 UTSLIPP FRA SKIPSTRAFIKKEN	39
8 SAMLET UTSLIPP	46
9 REFERANSER	47
VEDLEGG A: Forbrukstall for arealkilder og trafikkarbeid ..	51
VEDLEGG B: Utslippstall (tallmatriser) fra arealkilder, punktkilder og trafikk	73
VEDLEGG C: Utslippstall (figurer) fra arealkilder, punkt- kilder og trafikk	137
VEDLEGG D: Beskrivelse av de enkelte punktkildene. Utslipp og utslippsforhold	171

HELSEUNDERSØKELSEN I GRENLAND 1988. LUFTFORURENSENDE UTSLIPP.

1 INNLEDNING

Et område på 16 x 23 km² er kartlagt med hensyn til luftforurensende utslipp i to utvalgte perioder, 1. januar-15. mars 1988 og 18. april-24. juni 1988. Beskrivelsen omfatter stoffene svoveldioksid (SO₂), nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO) og partikler. Utslippsoversikten er basert på innsamlede og beregnede data for olje- og vedforbruk, prosessutslipp og trafikkteillinger, samt utslippsfaktorer for de ulike aktivitetene. Alle utslipp av nitrogenoksider (NO_x) er oppgitt som nitrogendioksid (NO₂).

Ved kartleggingen av utslipp av luftforurensende stoffer i nedre Telemark er det fulgt samme opplegg som ved basisundersøkelsen i Sarpsborg og Fredrikstad (Haugsbakk og Gram, 1984) og basisundersøkelsen i Drammen (Haugsbakk, 1987). Framgangsmåten ved datainnsamlingen er den samme som ble benyttet for Drammen (Haugsbakk, 1985).

Data fra spørreskjemaer er bearbeidet ved hjelp programsystemet "Kilder" (Gram, 1987) og det er laget oversikter over forbruket av de mest brukte typer fyringsoljer innen hver km²-rute (UTM-systemet). Bedrifter i området med et utslipp større enn 0,2 kg SO₂/h behandlet som punktkilder (se kap. 5). Øvrige kilder ble behandlet som arealkilder (se kap. 4). Oljeforbrukstallene fra spørreskjemaene ble summert og sammenlignet med tall for totalsalget fra oljeselskapene. Avviket mellom forbrukstallene og salgstallene var størst for lette oljetyper. Disse oljetyperne blir vanligvis brukt av husholdninger, forretninger og andre mindre virksomheter. Denne restandelen av olje, med ukjente forbrukere ble derfor fordelt geografisk etter befolkningstallene i området.

Vedforbruket i området er ikke kjent, og tallene som er brukt i denne rapporten er derfor bygget på antagelser og er således usikre. Vi har imidlertid anslått et årlig forbruk i området på ca. 19 500 tonn, Vedforbruket er behandlet under arealkilder i kap. 4.2.

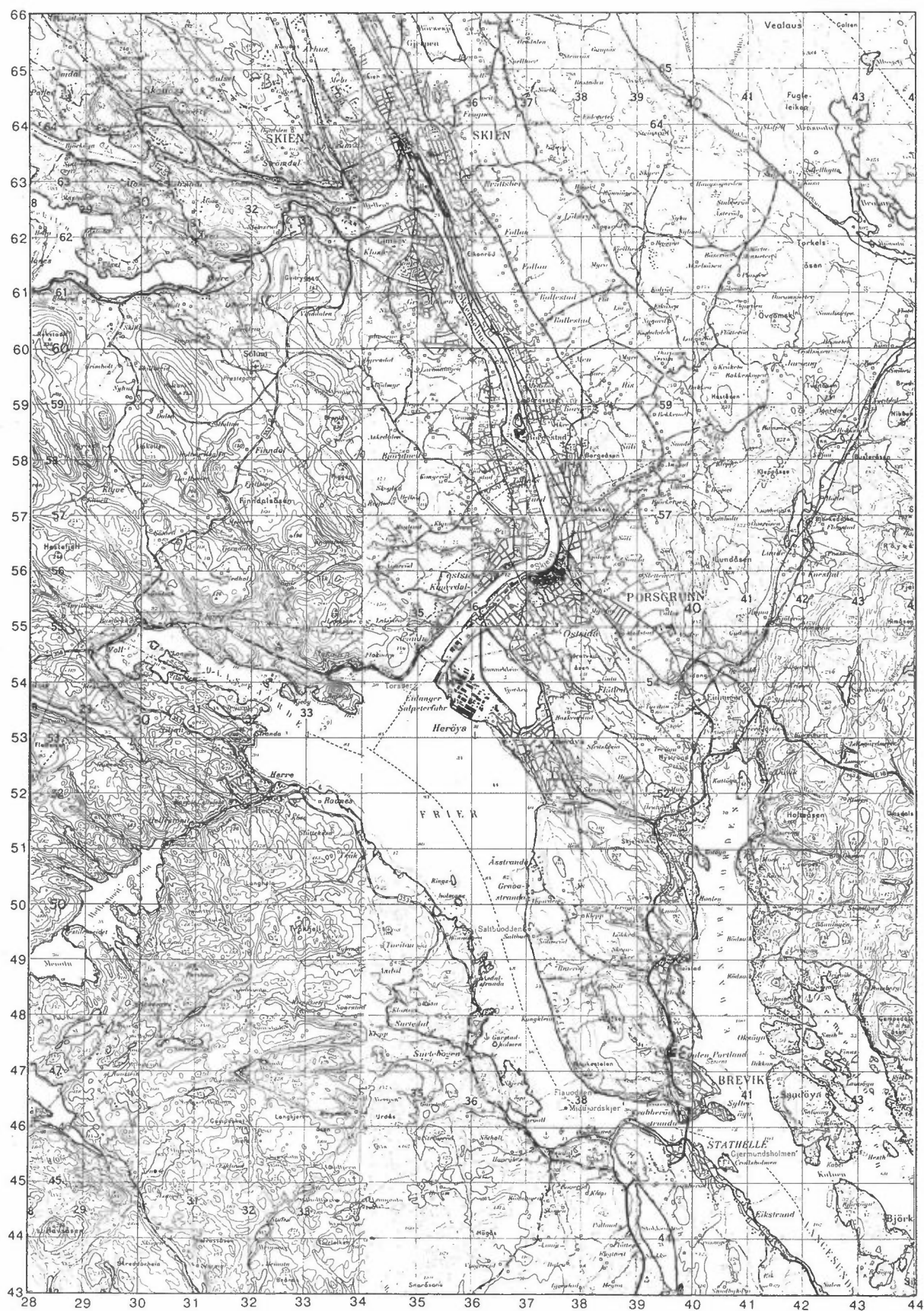
Trafikktellinger (Statens vegvesen, Telemark, 1986) og veilengder i km²-ruter var grunnlaget for beregning av trafikkarbeid, som er produktet av veilengde og årsdøgntrafikk. Sammen med utslippsfaktorer gav dette utslippstall fra biltrafikken (se kap. 6).

Utslippene fra skipstrafikken ble behandlet under arealkilder og kunne beregnes på grunnlag av opplysninger fra Porsgrunn havnevesen, som blant annet har ansvaret for anløpsstatistikk for havneanleggene i Porsgrunn og Brevik. Utslippene fra skipstrafikken er nærmere beskrevet i kap. 7.

Telemark Sentralsykehus har et søppelforbrenningsanlegg som er behandlet som punktkilde.

Figur 1 viser kartutsnitt av undersøkelsesområdet.

NEDRE TELEMARK (1km pr. rute)



Koordinatene avsatt langs rammen refererer til kartserie M711, Norges geografiske oppmåling, 1967.

Figur 1: Kart over undersøkelsesområdet i nedre Telemark, 1988.

2 BEFOLKNINGSFORDELING

Det bodde 86 187 personer i prosjektområdet som er 368 km² (234 personer pr. km²). Befolkningsfordelingen er basert på tellinger i 1988.

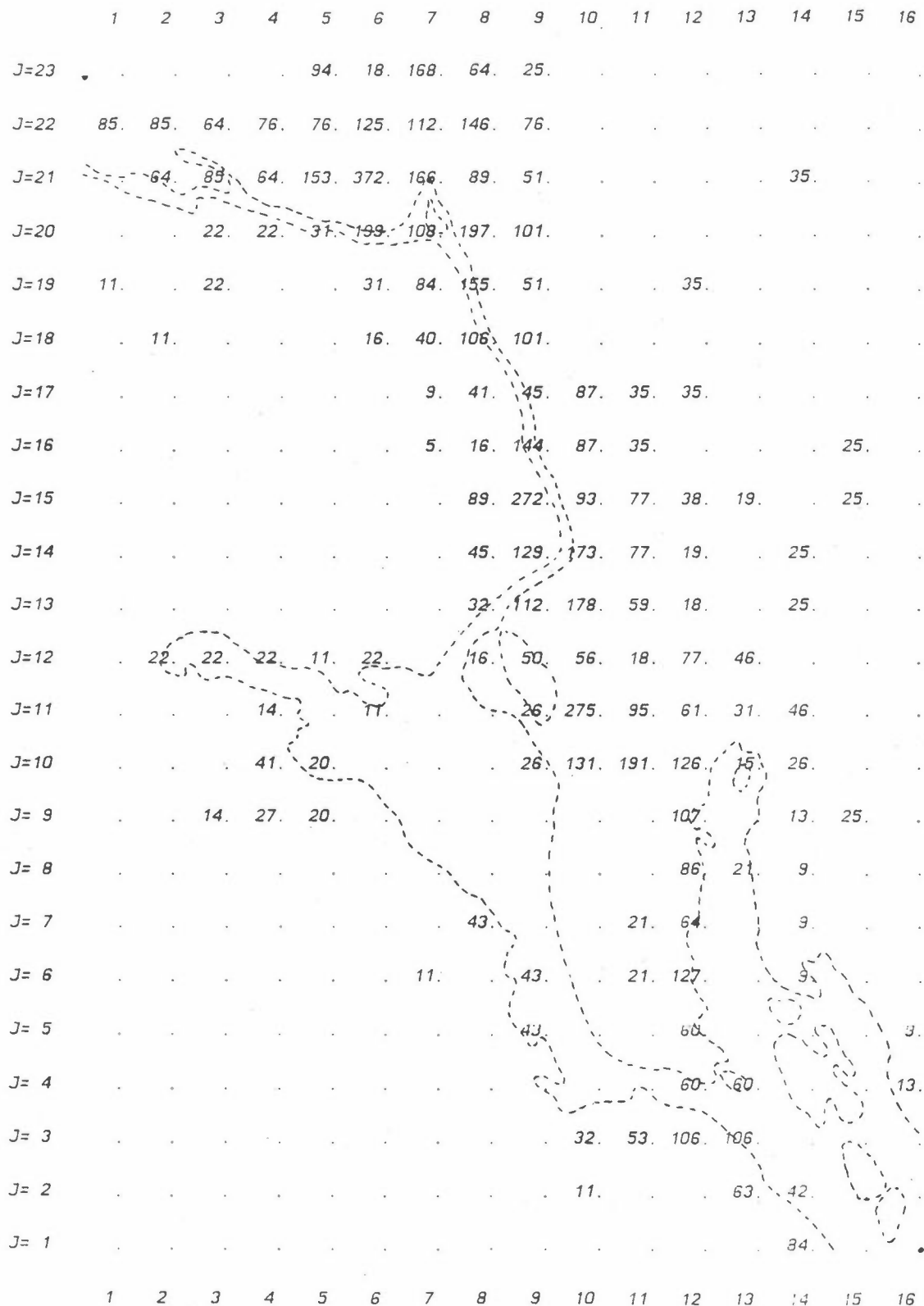
Statistisk Sentralbyrå, avdeling Kongsvinger, har i 1988 hatt folketellinger innenfor hver grunnkrets i området som utgjøres av kommunene Skien, Porsgrunn og Bamble. Ved hjelp av disse tellingene og et kartverk med inntegnede grunnkretser og rutenett i UTM-systemet, beregnet vi folketallet innenfor hver km²-rute. Hver grunnkrets dekker helt eller delvis et antall km²-ruter, og disse rutene ble så tildelt en prosentvis andel av befolkningen i grunnkretsen etter skjønn.

Befolkningsfordelingen er benyttet som fordelingsnøkkel for forbruket av ved og restandelene av lette oljetyper, bensin og diesellolje. Befolkningsfordelingen er vist på figur 2.

3 FORBRUK AV FYRINGSOLJER OG VED

Oljeforbruket i området i 1986 ble registrert ved hjelp av oljeselskapenes salgstall. Lokaliseringen av større fyringsanlegg og prosessutslipp ble basert på en adresseliste fra SFTs kontrollseksjon i Skien. Mindre utslipp ble plassert etter befolkningsfordelingen. Vi må anta at vedforbruket pr. innbygger ville være et sted mellom forbruket i Elverum tettsted og Oslo. Vedforbruket er vanskelig å kvantifisere nøyaktig og tallene er derfor usikre.

For å registrere og kartlegge luftforurensende utslipp fra industri og oppvarming ble det sendt ut spørreskjema til ca. 120 bedrifter og institusjoner. Det ble sendt ut en purring til dem som ikke svarte i første omgang. Svarprosenten ble til slutt ca. 80%. De største fyringsanlegg/prosessutslipp ble lokalisert på nærmeste hundre meter og klassifisert som punktkilder for senere individuell behandling. Øvrige kilder ble lokalisert i tilhørende km²-rute i UTM-systemet og klassifisert som arealkilder.



Figur 2: Befolkningsfordeling i prosjektområdet.
Ruteavstanden er 1 km.
Enhet: 10 personer.
Totalt 86 187 personer.

De enkelte oljeselskap i området (Esso Norge, Hydro Olje, Mobil Oil Norge, Norsk Olje, Norsk Texaco Oil, Norske Fina og Norske Shell) ble kontaktet for å kunne sammenligne det registrerte forbruket med salgstallene. Tabell 1 viser sammenligning mellom salg og registrert forbruk. Det store avviket mellom salg og registrert forbruk av lette fyringsoljer var ikke overraskende, da disse produktene i stor utstrekning blir brukt som boligoppvarming.

Tabell 1: Oljeselskapenes salg av de vanligste oljeprodukter 1986, sammenlignet med registrert forbruk fra spørreundersøkelsens tall fra samme periode. Forbrukstall for kull/koks og ved/flis/bark er tatt med. Forbrukstall for skipstrafikken er ikke tatt med.

Enheter: Oljeprodukter, m³.
Øvrige produkter, t.

	Salg	Registrert forbruk	Rest.
Fyringsparafin	8 946	0	8 946
Fyringsolje 1, 2	13 954	2 629	11 325
Fyringsolje 3a og 4a	1 739	591	1 148
Tung fyringsolje LS	25 650	26 650	0
Tung fyringsolje NS	8 500	8 500	0
Kull og koks	0	195 000	0
Ved, flis og bark	0	64 600	0

Forbrukstallene fra skipstrafikken ble ikke tatt hensyn til her og er behandlet under eget kapittel.

Det er flere feilkilder og unøyaktigheter å ta hensyn til ved sammenligning mellom salgs- og forbrukstall:

- ikke registrerte kilder.
- ikke besvarte spørreskjema.
- feil/unøyaktig/mangelfull utfylling av spørreskjema.
- bedriftens kjøp og forbruk er ikke sammenfallende i tid.
- oljeselskapenes salgstall fra tankanlegg gir ikke nøyaktige salgstall for det utvalgte rektangulære undersøkelsesområdet.

De ikke-registrerte kildene tror vi var få og små fordi SFTs kontrollseksjon i Skien har god oversikt over hva som finnes av kilder i området. Oppfølging og etterkontroll har vært viktig og har vist at ikke besvarte spørreskjema ofte hadde sin grunn i nedleggelse eller bruk av elektrisk oppvarming. For punktkildene er det gjort bruk av de virkelige forbrukstall/utslippstall i de to undersøkelsesperiodene. Dette viser dermed at den største feilkilden kan ha vært uoverensstemmelse mellom oljeselskapenes salgstall fra tankanlegg og salgstallene innenfor undersøkelsesområdet. Salgstallene fra oljeselskapene er basert på omsetningen fra tankanleggene innenfor området undersøkelsen omfatter. Det er sannsynlig at forbruket innenfor det samme geografiske området ikke vil være det samme som salget. Tankanleggene er i en viss utstrekning leverandører til bedrifter utenfor området, og tankanlegg utenfor området kan være leverandører til bedrifter innenfor området. De salgstall oljeselskapene oppgir må derfor betraktes som anslag for det virkelige forbruket.

Oljeforbruk i km²-ruter finnes i vedlegg A.

4 UTSLIPP FRA AREALKILDER

Arealkildene omfatter mindre bedrifter, institusjoner og boligenheter. Det ble skilt mellom utslipp fra ved- og oljeforbruk. Oljeforbruket bidro til ca. 7,5% av totalt SO₂-utslipp. Vedforbruket bidro til ca. 18% av totalt partikkelutslipp og 10% av totalt CO-utslipp i 1. periode. I 2. periode utgjorde SO₂-utslippet fra oljeforbruket ca. 2% av totalt SO₂-utslipp. Vedfyring bidro til ca. 3% av totalt partikkelutslipp og 1,5% av totalt CO-utslipp. Øvrige utslipp fra arealkilder var av liten betydning. Båttrafikken bidro med 8% av totalt NO_x-utslipp og ca. 2% av totalt SO₂-utslipp i 1. og 2. periode. Utslipp av øvrige stoff fra skipstrafikken var hver for seg mindre enn 0,7% av totalutslippene.

4.1 UTSLIPP FRA OLJEFYRING

Ved beregning av utslipp fra oljefyring er det benyttet utslippsfaktorer som vist i tabell 2.

Tabell 2: Utslippsfaktorer for oljefyring. NILU-notat 1989.
Enhet: kg/m³.

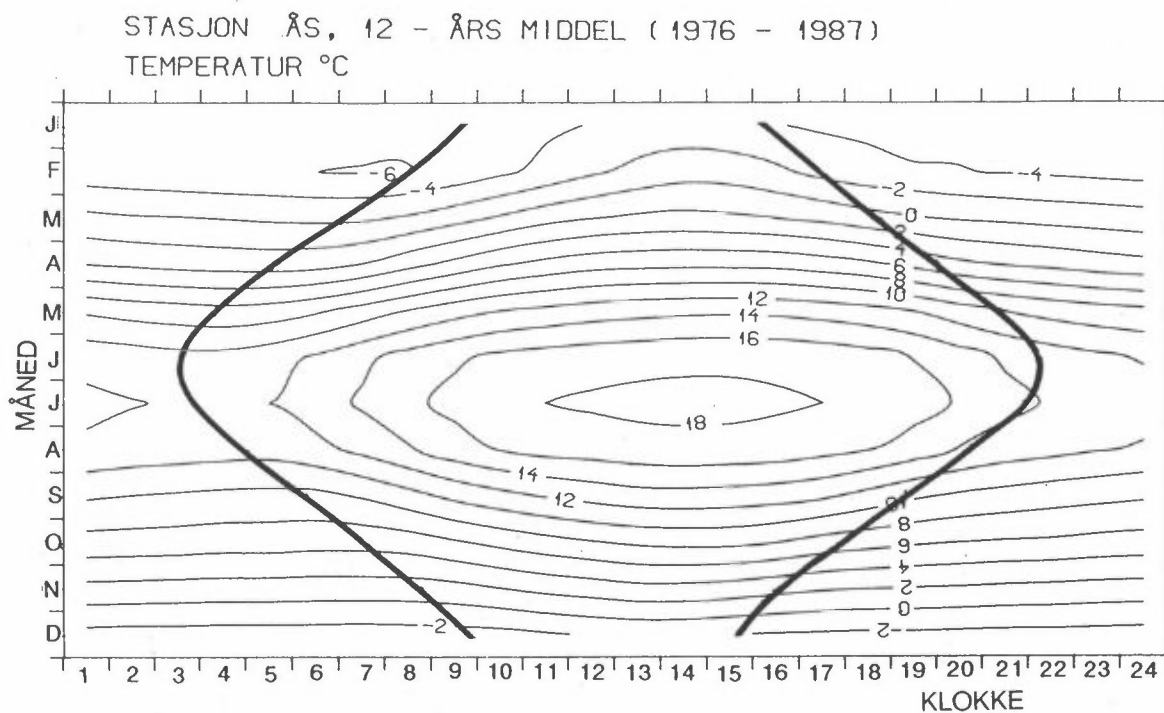
	Fyrings- parafin	Fyrings- olje 1, 2 og diesel	Fyrings- olje 3a og 4a	Tung- olje LS	Tung- olje NS
SO ₂	0,36	3,70	8,7	18,8	44,6
NO _x (som NO ₂)	0,80	2,49	3,48	4,85	4,85
CO	2,30	2,30	2,3	0,2	0,2
Partikler	0,08	0,21	0,26	1,45	1,45
% S	0,02	0,22	0,5	0,97	2,3

Store fyringsanlegg med en effekt større enn 30 MW vil ha et NO_x-utslipp (som NO₂) på 6,5 kg NO_x pr. tonn olje.

Utslippsfaktorene fra oljefyring er også avhengige av på hvilken måte oljen brukes. Fyringsparafin og fyringsolje nr. 1 benyttes mest til boligoppvarming, mens fyringsolje nr. 2 går til oppvarming av større bygninger. Tungoljen brukes mest ved større industriallegg. Dette har betydning for de utslippsfaktorene som benyttes. Når det gjelder de store industriutslippene i nedre Telemark er utslippene basert på spesielle målinger utført av bedriftene selv og kontrollert av SFT.

Ved utslippskartleggingen for nedre Telemark valgte vi ut to perioder i 1988; 1. januar-15. mars og 18. april-24. juni. I det følgende er disse for enkelthets skyld kalt 1. periode og 2. periode og tilsvarende perioder i 1986 er kalt 1. periode (1986) og 2. periode (1986). Oljeforbrukstallene er fra 1986, men vi har tatt hensyn til at det var en svært mild vinter i 1987/88. Figur 3 viser 12-års middeltemperatur for perioden 1976-1987. Tabell 3 viser månedsmiddeltemperaturer i tidsrommene for 1. periode og 2. periode og samme tidsrom i 1986, og 12-års middeltemperatur.

Det har ikke lyktes oss å finne egnede offisielle statistikker over variasjonene over året i oljeforbruket for boligoppvarming. Ved beregning av oljeforbrukstall fra arealkilder for 1. periode og 2. periode har vi benyttet oss av en 13-års statistikk fra en husstand i Oslo i perioden 1974-1987. Figur 4 viser hvordan dette oljeforbruket varierte med årstiden.

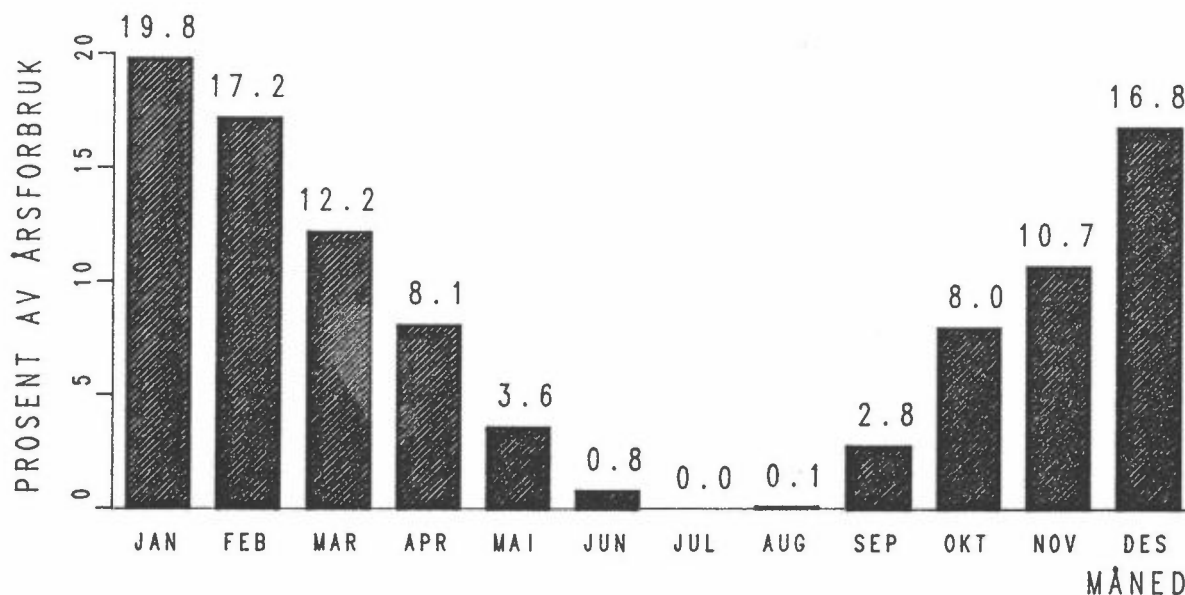


Figur 3: 12-års månedsmiddeltemperatur over døgnet for stasjon Ås. De tykke linjene viser soloppgang og solnedgang. Enhet: °C.

Tabell 3: Månedsmiddeltemperatur, minimumstemperatur og maksimumstemperatur fra Ås i periodene januar-juni 1986 og januar-juni 1988. I tillegg er tatt med middeltemperaturene i perioden 1976-1987.

	Middel-temperatur	Minimums-temperatur	Maksimums-temperatur
1986			
Januar	- 6,4	-18,5	4,6
Februar	- 7,1	-22,3	4,7
Mars	0,5	-11,2	9,7
April	2,7	- 5,5	14,6
Mai	9,9	3,7	20,2
Juni	15,3	5,0	28,0
1988			
Januar	0,9	- 7,6	6,4
Februar	- 0,2	-10,2	6,6
Mars	- 0,4	- 7,3	7,5
April	3,6	- 3,3	13,1
Mai	11,8	- 3,7	28,8
Juni	17,9	6,6	32,4
1976-1987			
Januar	- 4,7		
Februar	- 4,0		
Mars	- 0,2		
April	4,3		
Mai	10,4		
Juni	14,4		

MIDLERE PROSENTVIS OLJEFORBRUK



Figur 4: Månedsvise forbruk av fyringsolje til boligoppvarming. Tallene gir prosent av årsforbruk.

En del av arealkildene er små punktkilder som bruker olje både til produksjonsprosesser og oppvarming. Produksjonsprosessene vil ha et jevnere forbruk over året, og utslippet i 1. periode og 2. periode vil da være det samme pr. tidsenhet.

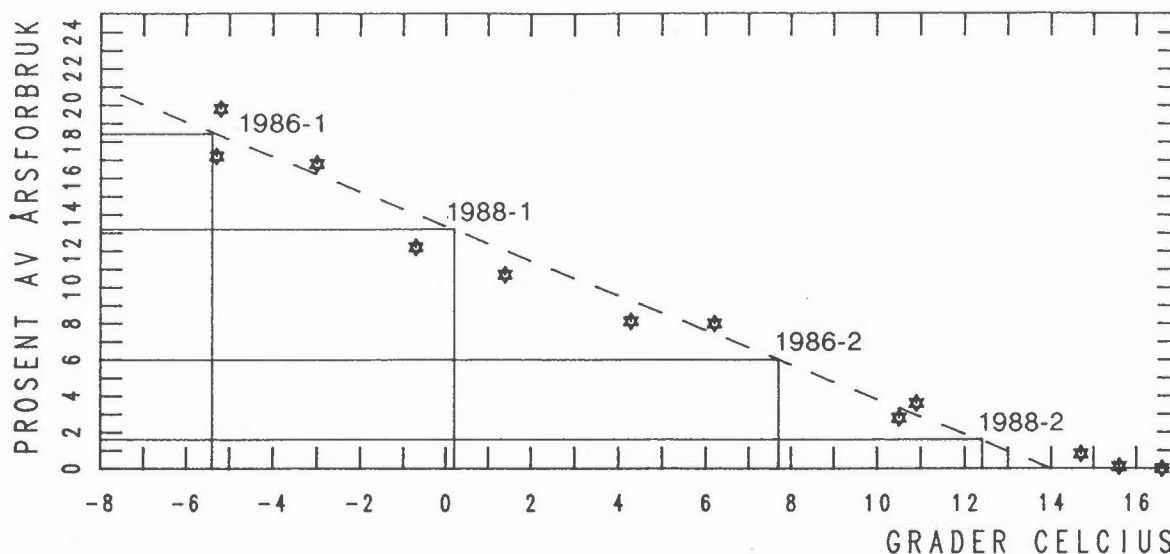
Figur 5 viser prosentvis månedsforbruk av årsforbruket (se figur 4 som funksjon av månedsvise middeltemperaturer (se figur 3)). I figuren er middeltemperaturene i 1. periode og 2. periode blitt brukt for å finne oljeforbruket for samme tidsrom i prosent av årsforbruk.

Tabell 4 viser forbrukstallene i prosent av 1986-forbruket i henholdsvis 1. periode og 2. periode.

Alle utslippstall er gjengitt i vedlegg B og vedlegg C.

Tabell 5 gir et sammendrag av utslippene fra oljeforbruk for arealkilder i 1. periode og 2. periode.

MÅNEDSFORBRUK AV FYRINGSPARAFIN SOM FUNKSJON AV UTETEMPERATUR



Figur 5: Månedsvise oljeforbruk i prosent av årsforbruket plottet mot middeltemperatur. Forbrukstallene er fra figur 4 og tilhørende temperaturer er fra figur 3.

1988-1: middeltemperatur 1. periode og tilhørende forbruk.
 1986-1: som 1988-1, men samme periode 1986.
 1988-2: middeltemperatur 2. periode og tilhørende forbruk.
 1986-2: som 1988-2, men samme periode 1986.

Tabell 4: Middeltemperatur, antall dager i perioden og oljeforbruk som prosent av 1986-forbruk, 1. periode og 2. periode, samt tilsvarende tall for 1986.

	Middeltemperatur °C	Antall dager i perioden	Prosent forbruk	
			pr. mnd.	i perioden
1. periode	0.2	75	13.2	33
1. periode (1986)	- 5.3	75	18.4	46
2. periode	12.4	68	1.6	4
2. periode (1986)	7.7	68	6.0	14

Tabell 5: Midlere timesutslipp fra oljeforbruk for arealkilder i 1. periode og 2. periode. (Utslippene fra havneanleggene er ikke medregnet).
Enhet: kg/h.

Utslippsstoff	Største utslipp i en km ² -rute		Samlet utslipp i hele området	
	1. periode	2. periode	1. periode	2. periode
SO ₂	0,7	0,2	12,3	1,7
NO _x (som NO ₂)	0,4	0,1	8,5	1,2
CO	0,4	0,1	10,2	1,4
Partikler	0,3	0,01	0,7	0,1

4.2 UTSLIPP FRA VEDFYRING

Ved beregning av utslipp fra vedfyring er det benyttet utslippsfaktorer som vist i tabell 6.

Tabell 6: Utslippsfaktorer for vedfyring (Gram og Grønскеi, 1988).
Enhet: kg/t.

SO ₂	NO _x	CO	Partikler
0,4	0,7	101	10,8

Utslippsfaktorene for vedfyring er svært avhengige av hvordan ved brennes. Dårlig trekk vil gi mye større mengder luftforurensninger, mens en god effektiv ovn gir en del lavere utslipp.

Det er stor usikkerhet med hensyn til mengden ved som brennes i området. Salgstall er vanskelige å oppdrive og ville dessuten alene ikke gi et riktig bilde av forbruket, da det foregår en stor del selvhugst.

Vi har antatt et forbruk på 226 kg årlig pr. innbygger. Dette er et tall som ligger høyere enn for Oslo (Gram og Grønскеi, 1988), men lavere enn for Elverum tettsted (Haugsbakk og Schjoldager, 1987).

Vi har brukt tilnærmet samme metode som for oljeforbruk for å bestemme prosent av årsforbruket som ble brukt i 1. periode og 2. periode.

Utslippstall er gjengitt i vedlegg B og vedlegg C.

Tabell 7 gir et sammendrag av utslippene fra vedfyring i 1. periode og 2. periode.

Tabell 7: Midlere timesutslipp fra vedfyring i 1. periode og 2. periode. Enhet: kg/h.

Utslippsstoff	Største utslipp i en km ² -rute		Samlet utslipp i hele området	
	1. periode	2. periode	1. periode	2. periode
SO ₂	0,06	<0,01	1,4	0,2
NOx (som NO ₂)	0,11	0,01	2,5	0,3
CO	15,57	2,08	360,7	48,2
Partikler	1,67	0,22	38,6	5,2

5 UTSLIPP FRA PUNKTKILDER

I 1. periode hadde 10 enkeltbedrifter ca. 80% av totalutslippet av SO₂, ca. 75% av totalutslippet av partikler, ca. 50% av totalutslippet av både NOx og CO. I 2. periode hadde disse andelene steget til ca. 90% for SO₂ og partikler, og 60% for både NOx og CO.

For punktkildene ble det ikke brukt data fra 1986, men de virkelige data fra de aktuelle tidsrommene i 1. periode og 2. periode. Noen av bedriftene har oppgitt forbrukstall for olje o.l., mens andre har oppgitt rene utslippsmengder av de ulike stoff basert på målingene.

Ved beregning av utslipp fra punktkilder basert på forbrukstall er det brukt utslippsfaktorene i tabell 2. I tillegg er det benyttet utslippsfaktorer for bark, ved og flis som vist i tabell 8, der faktorene for ved/flis er benyttet. Bedrifter som har store prosessutslipp eller hvor oljefyringen er en integrert del av prosessen har oppgitt utslipp basert på spesielle målinger, eller på spesielle utslippsfaktorer.

Tabell 8: Utslippsfaktorer for industriell fyring med bark, ved og flis (EPA, 1977).
Enhet: kg/t.

	SO ₂	NOx	CO	Partikler
Bark	0,7	4,5	34,1	0,9
Ved/flis	0,7	4,5	4,5	4,5
Bark/ved/flis	0,7	4,5	17,0	0,9

Utslippstall er gjengitt i vedlegg B (tallmatriser) og vedlegg C (figurer). I vedlegg D er punktkildene beskrevet hver for seg.

Tabell 9 gir middelutslippene fra punktkilder i 1. periode og 2. periode. NOx fra fyringsutslipp ved Hydro Porsgrunn er ikke tatt med. Disse data er ikke med på Hydro Porsgrunns månedlige rapporterings-skjema.

Tabell 9: Midlere timesutslipp fra punktkilder, 1. periode og 2. periode.
Enhet: kg/h.

	UTM-koordinater		1. registreringsperiode				2. registreringsperiode			
			SO ₂	NOx*	CO	Part.	SO ₂	NOx*	CO	Part.
	x	y								
Borgestad Fabrikker	36,8	58,5	4,0	1,6	0,6	3,5	4,2	1,5	0,5	3,3
Elkem PEA	35,6	54,7	10,0	-	-	20,0	10,0	-	-	20,0
Fjeldhammer Brug	39,5	53,8	-	-	-	-	0,3	0,2	0,2	-
Hydro Rafnes	33,5	51,8	-	65,3	12,1	-	-	65,3	2,4	-
Norcem Cement	39,6	47,4	26,4	104,6	149,2	20,1	73,9	196,1	436,3	51,7
Hydro Porsgrunn	35,6	53,6	30,4	140,6**	1700,0	106,5	27,5	159,9**	1700,0	83,4
Polly	34,3	62,3	0,3	0,2	0,5	-	0,3	0,2	0,2	-
Statoil	35,1	50,2	-	11,8	-	-	0,2	10,8	0,1	-
Telemark Sentralsykehus	34,2	62,2	1,0	1,2	0,2	0,1	1,0	1,0	-	0,1
Union Bruk	35,0	62,8	59,1	18,6	0,7	4,2	44,2	13,4	0,6	3,5
Totalt			131,6	343,9	1863,0	154,4	161,6	448,4	2140,3	162,0

* som NO₂

** NOx fra fyringsutslipp er ikke tatt med.

Det er viktig å presisere at utslippene fra punktkildene er midlere timesutslipp for hver av de to registreringsperiodene. Noen av kildene kan ha hatt betydelig høyere utslipp i enkelte kortere tidsrom, mens de har hatt tilsvarende lavere utslipp i andre perioder. Dette har stor betydning for spredningsberegninger, som er behandlet i en egen rapport.

6 UTSLIPP FRA BILTRAFIKKEN

Grunnlaget for beregning av utslipp fra biltrafikken er trafikkte­llinger fra 1986, forbrukstall for bensin/diesel fra 1986 og utslippsfak­torer. Trafikkarbeidet ble justert opp i forhold til trafikkte­llingene for å balansere med drivstoffs­alget i området. CO-utslippet fra biltrafikken utgjorde ca. 40% av totalutslippet i området. Utslippet av NO_x utgjorde også ca. 40% i 1. periode og ca. 35% i 2. periode. Utslippet av SO₂ og partikler utgjorde hver for seg ca. 8% av totalutslippene i både 1. periode og 2. periode.

Grunnlaget for beregning av utslippstall fra biltrafikken var trafikkte­llinger. Trafikkarbeidet (produktet av veilengde og årsdøgntrafikk) innen hver km²-rute ble multiplisert med utslippsfaktorer (se tabell 13) for å få utslippsmengder. For en del veier og spesielt sentrumsgater foreligger det ikke trafikkte­llinger.

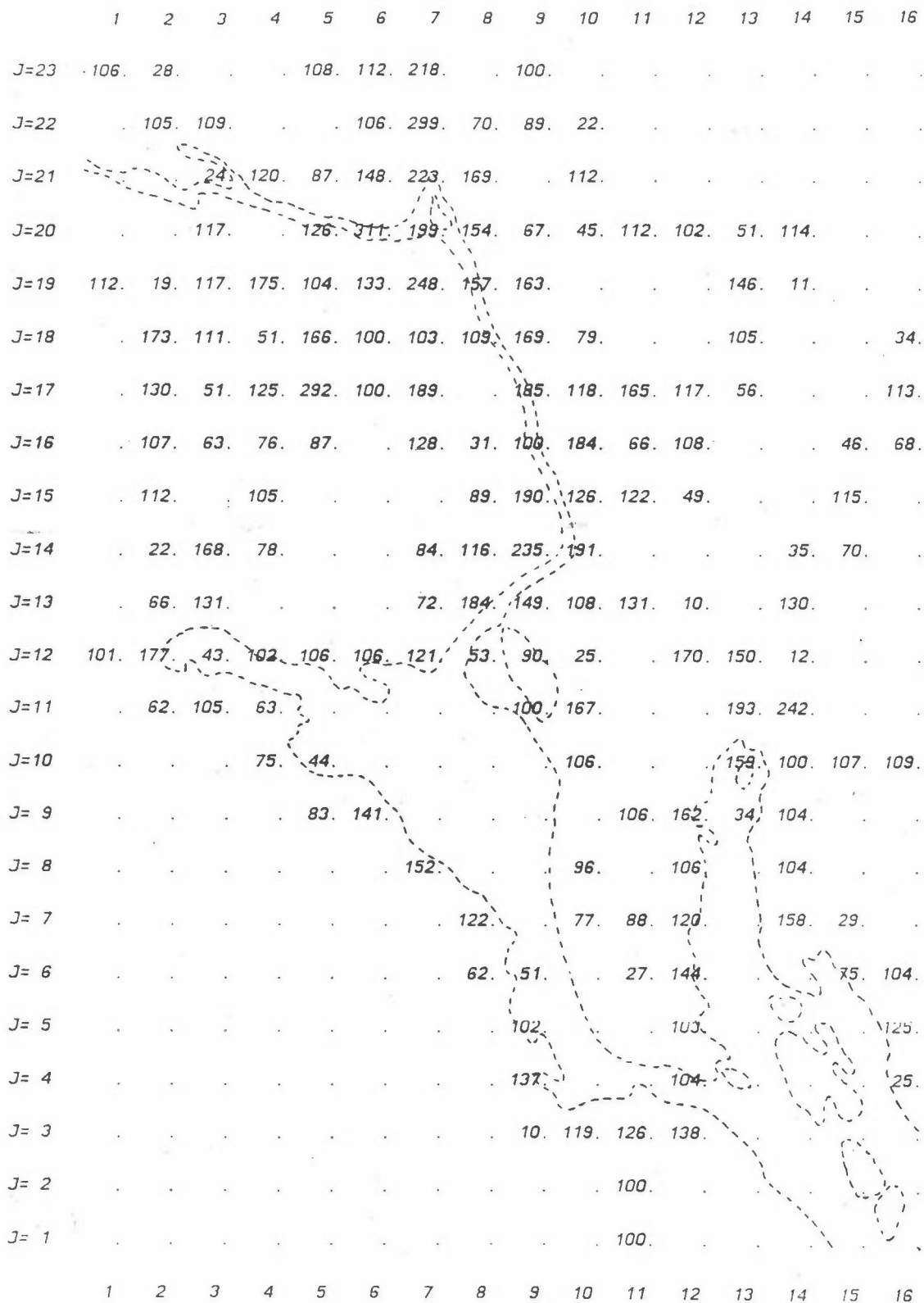
Ved å multiplisere antall bil-km med drivstoff-forbruket for henholdsvis bensin- og dieseldrevne biler på årsbasis kom vi fram til forbrukstall for bildrivstoff i henhold til trafikkte­llingene. Disse forbrukstallene ble trukket fra salgstallene, og den rest vi da fikk, ble regnet om til bil-km og fordelt geografisk etter befolkningstettheten.

Tabell 10 viser tallene for trafikkarbeid fra trafikkte­llinger og trafikkarbeid fra restandelen av drivstoff etter drivstoffregnskapet.

Tabell 10: Trafikkarbeid, nedre Telemark 1986.
Enhet: Bil-km/d.

Trafikkarbeid			
Fra trafikkte­llinger		Fra restandelen av drivstoff etter drivstoffregnskapet	
Bensin	Diesel	Bensin	Diesel
802 760	65 442	512 150	122 294

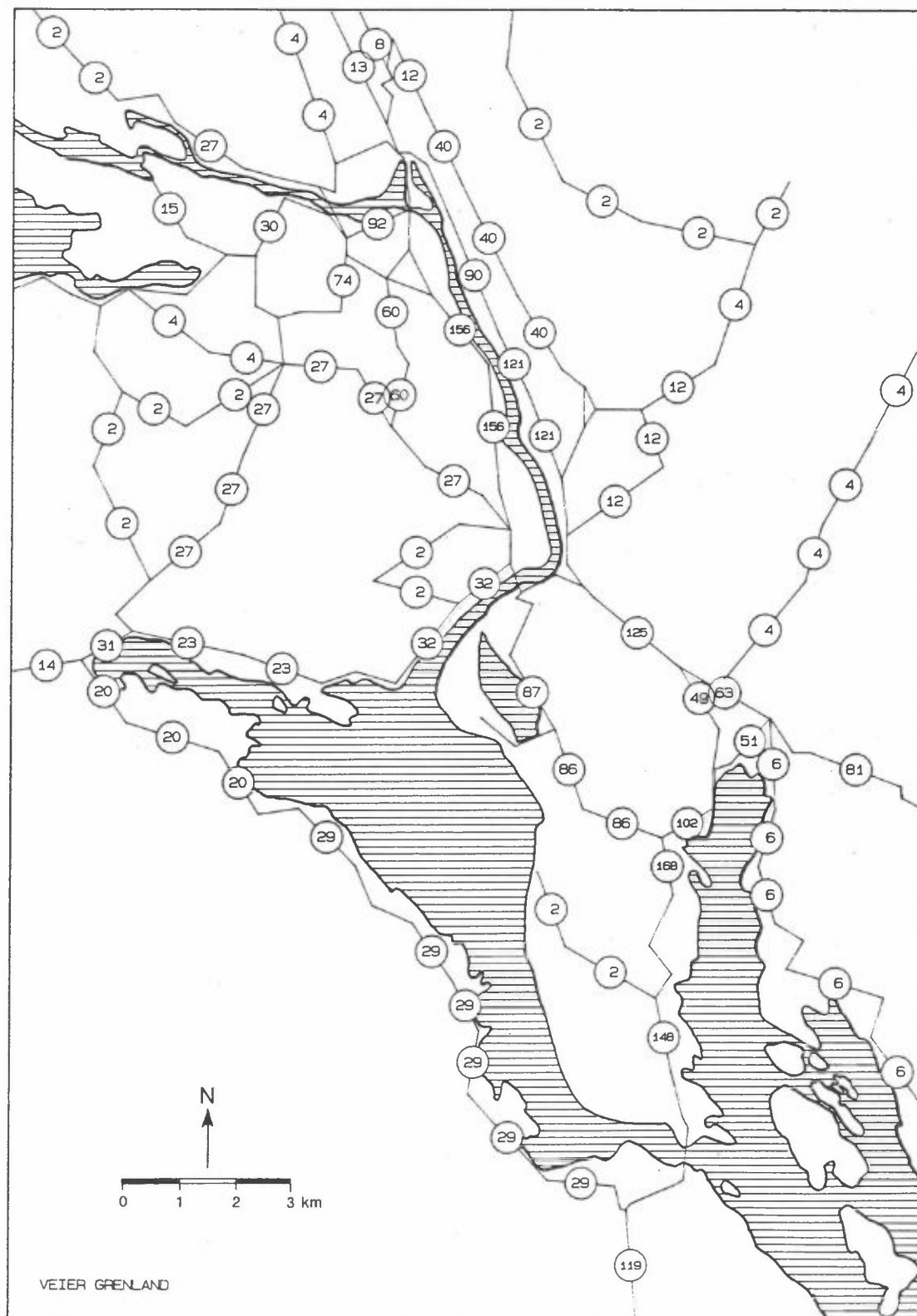
Figur 6 viser antall vei-km med trafikkte­llinger i nedre Telemark. Trafikkarbeidstallene er vist i vedlegg A, og på figurene 7-9.



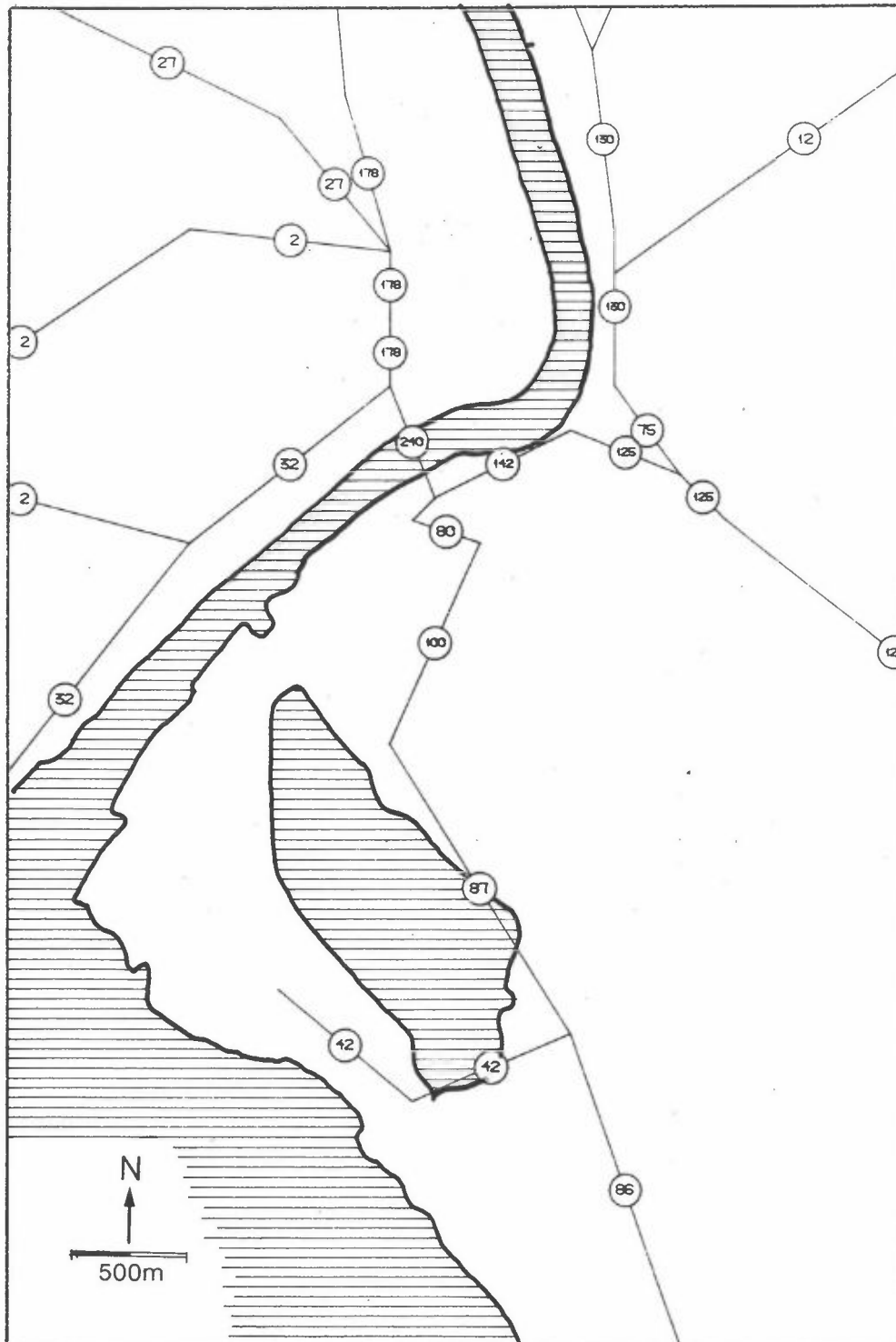
Figur 6: Antall vei-km med trafikktegninger i hver km²-rute. Høyeste verdi i én rute er 3,1 km.

Sum : 181,5 km.

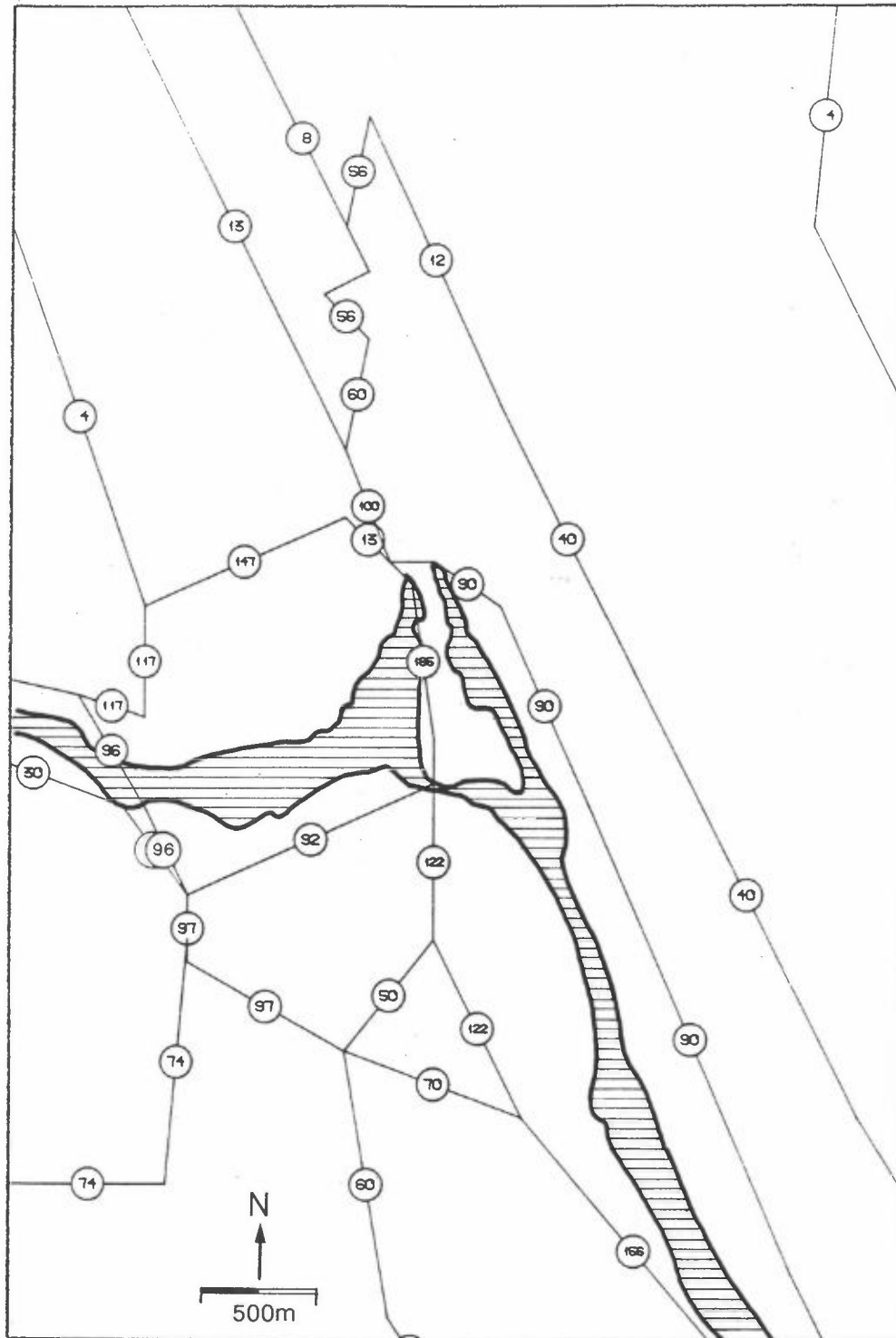
Enhet: 10⁻² km.



Figur 7: Veier med trafikktegninger, nedre Telemark.
 Enhet: 100 kjøretøyer.



Figur 8: Veier med trafikkteillinger, Porsgrunn.
Enhet: 100 kjøretøyer.



Figur 9: Veier med trafikktegninger, Skien.
Enhet: 100 kjøretøyer.

Tabell 11 viser utslippsfaktorene som er brukt til å beregne utslipp fra biltrafikken i nedre Telemark 1988. Utslippsfaktorene er bl.a. basert på resultatet av utslippsmålinger av CO og NO_x fra personbiler i Sverige (Persson, 1980; Larssen, 1988), og på utslippsmålinger av partikler fra bensin- og dieseldrevne personbiler i Norge (Larssen og Heintzenberg, 1983; Haugsbakk og Larssen, 1985). I tillegg er det tatt i betraktning NILUs vurdering av det samlede tilgjengelige datamateriale fra utslippsmålinger fra biler.

Tabell 11: Utslippsfaktorer og drivstofforbruk.
Enhet: g/km.

Stoff	1. PERIODE		2. PERIODE	
	Bensin	Diesel	Bensin	Diesel
Sone 1 (middelkjøring)				
SO ₂	0,55	1,5	0,055	1,5
NO _x	2,5	15,0	2,2	15,0
CO	20,0	7,0	17,0	7,0
Partikler	0,15	1,00	0,15	1,00
Sone 2 (bytrafikk)				
SO ₂	0,055	1,5	0,055	1,5
NO _x	3,1	15,0	2,6	15,0
CO	32,0	10,0	27,0	10,0
Partikler	0,1	1,00	0,1	1,00
Drivstofforbruk				
	1,2 l/mil	4,0 l/mil		

I tallene i tabell 13 er følgende forutsetninger innebygd:

- Gjennomsnittlige kjørehastigheter: Sentrum rushtid : 20 km/h
- : Sentrum utenom rushtid: 30 km/h
- : Utenfor sentrum : 50 km/h

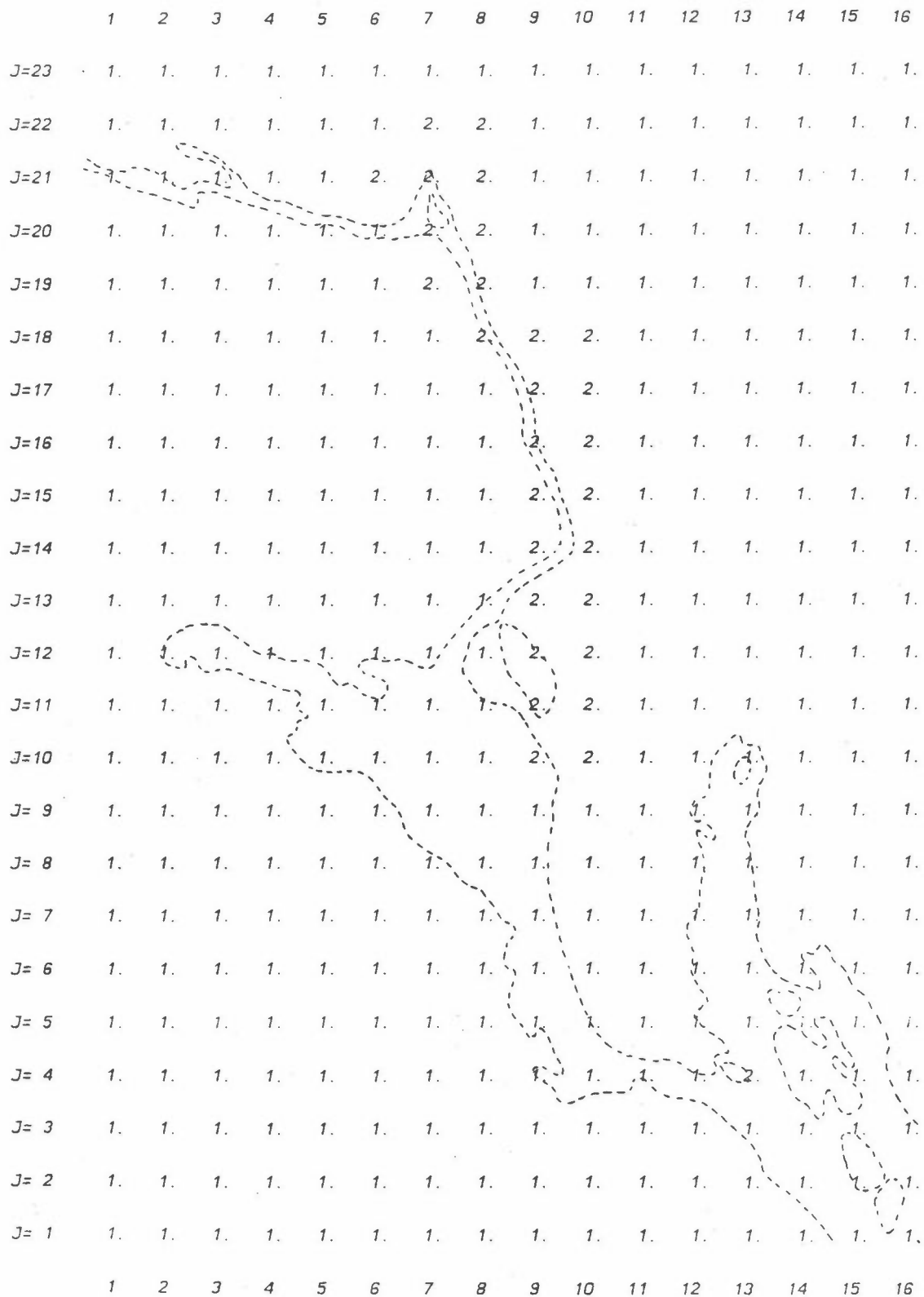
- Rushtrafikken morgen og kveld
representerer tilsammen 30% av
døgnetrafikken.

- Vektfordeling av tunge kjøretøyer: 3,5-10 tonn : 25%
 : 10 -20 tonn : 60%
 : >20 tonn : 15%

- Kaldstartandel : 15% som gjennomsnitt over dagen.

Grunnlaget for valget av utslippsfaktorer er resultatene av utslippsmålinger utført i Norge og Sverige i løpet av de siste årene (Larssen, 1987).

Figur 10 viser hvilke områder en har valgt å regne som middeltrafikk (sone 1) og bytrafikk (sone 2).



Figur 10: Trafikksoner i nedre Telemark.
Middeltrafikk sone 1.
Bytrafikk sone 2.

Tabell 12 gir midlere utslipp fra biltrafikk i nedre Telemark 1988 (samme utslipp i 1. periode og 2. periode).

Tabell 12: Midlere timesutslipp fra biltrafikk i nedre Telemark 1988*.
Enhet: kg/time.

	Utslippsstoff	Største utslipp i en km ² -rute	Samlet utslipp i hele området
1. PERIODE	SO ₂	0,4	14,8
	NO _x (som NO ₂)	8,0	268,4
	CO	47,7	1437,6
	Partikler	0,4	14,9
2. PERIODE	SO ₂	0,4	14,8
	NO _x (som NO ₂)	7,3	247,3
	CO	40,6	1227,0
	Partikler	0,4	14,9

* det er ikke tatt hensyn til endring fra 1986 til 1988.

Alle utslippstall finnes i vedlegg B og vedlegg C.

7 UTSLIPP FRA SKIPSTRAFIKKEN

Utslipp fra skipstrafikken er behandlet som arealkilde-utslipp. Sammenlignet med totalutslippene er det små bidrag av SO₂, CO og partikler fra denne kilde. NO_x-bidraget fra skipstrafikken utgjorde ca. 8% av totalutslippet i området. SO₂-utslippet var ca. 2% av totalutslippet. Skipstrafikkens bidrag til utslipp av CO og partikler var hver for seg mindre enn 0,7% av totalutslippet.

På grunnlag av data fra vaktjournalen til trafikksentralen i Brevik har NILU avlest timevise data for trafikkintensiteten av skip til henholdsvis Brevik og over Frierfjorden til Rafnes, Porsgrunn og Skien (ref. Losoldermannen i Grenland).

Porsgrunn Havnevesen utarbeider data for antall anløp og midlere bruttotonnasje (se tabell 13) for Porsgrunn havnedistrikt.

Skipenes middelhastighet over Frierfjorden er anslått til 11 knop på grunnlag av data fra vaktjournalen, og midlere oljeforbruk er anslått av Marintek, både for skipenes fremdriftsmotorer og hjelpemotorer (se tabellene 14 og 15).

Skipenes hjelpemotorer benyttes både i havn og under fart (se tabell 15).

Tabell 13: Antall anløp og midlere bruttotonnasje for Porsgrunn og Brevik havn 1986.

Innenriks		Utenriks	
Antall	Midlere brutto- tonnasje	Antall	Midlere brutto- tonnasje
701	1 090	1 429	2 300
Lektertrafikk			
424	270		

Tabell 14: Forbruk av drivstoff i skipenes fremdriftsmotorer.

Fartøy- kategori	Midlere brt.	Effektbehov v/11 knop	Spesifikt drivst.forbruk	Drivstoff- forbruk
Innenriks	1 090	700 kW	220 g/kWh	154 kg/h
Utenriks	2 300	1 200 kW	220 g/kWh	264 kg/h
Lekter	270	300 kW	240 g/kWh	72 kg/h

Tabell 15: Forbruk av drivstoff i skipenes hjelpemotorer.

Fartøy- kategori	Midlere brt.	Hjelpe- motor- effekt	Effektbehov		Spesifikt drivstoff- forbruk	Drivstoffforbruk	
			i havn	under fart		i havn	under fart
Innenriks	1 090	255 kW	175 kW	100 kW	220 g/kWh	38 kg/h	22 kg/h
Utenriks	2 300	400 kW	280 kW	160 kW	220 g/kWh	62 kg/h	35 kg/h
Lekter	270	-	-	-	-	-	-

Samlet oljeforbruk under fart:

Innenriks:	701 · (154+22) =	123 376 kg/time	fra	701 innenriksskip
Utenriks :	1 429 · (264+35) =	427 271 kg/time	fra	1 429 utenriksskip
Lektene :	424 · 72 =	<u>30 528 kg/time</u>	fra	424 lektene
Sum	: 2 554 båter	<u>581 175 kg/time</u>	fra	2 554 skip

Dette gir et midlere forbruk under fart på 228 kg olje/time. Middeltallet er beregnet på grunnlag av trafikken både av skip og lektene i Porsgrunn havnedistrikt.

Skipstrafikken til Skien består hovedsakelig av lektene med et drivstofforbruk på 72 kg olje/time. Vi regner ikke med at lektene benytter hjelpemotor.

Vaktjournalen for skipstrafikken over Frierfjorden indikerer en typisk tid for opphold i havneområdene på 1-2 døgn på Rafnes eller ved Porsgrunn. Ved Brevik er midlere oppholdstid noe mindre.

Som et 1. estimat for oppholdstiden anslås følgende tall:

Statoil/Rafnes og Porsgrunn/Herøya:	36 timer
Brevik	: 24 timer.

Disse tallene har betydning for oljeforbruket og utslipp av luftforurensninger. Mer nøyaktige tall for skipenes oppholdstid i havn og deres oljeforbruk bør innsamles i fremtiden.

Estimatene for oppholdstiden i havn medfører at det vanligvis ligger 9-10 skip i Porsgrunn-Herøyaområdet, ca. 1 skip i Brevik og i Skien og ca. 3 skip i Rafnes-området.

I havn estimeres middelforbruket til 45 kg/(time·skip).

Forbruket kan være betydelig større når skipene benytter egne pumper til lasting og lossing. Spesielt er det behov for bedre data når det gjelder tankbåtene i Frierfjorden.

Midlere sum for oljeforbruket til hovedmotor og til hjelpemotor blir:

Under fart sør for Porsgrunn : 228 kg olje/time
 Oljeforbruk i havn : 45 kg olje/time
 Lektertrafikk under fart Porsgrunn-Skien: 72 kg olje/time

Ved 11 knops fart finner en det midlere oljeforbruket pr. lengdeenhet under fart:

$$228 \text{ kg olje/time} \frac{1 \text{ time}}{20 \text{ km}} = \underline{11,4 \text{ kg olje/km}}$$

Lektertrafikken til Skien:

$$72 \text{ kg olje/time} \frac{1 \text{ time}}{20 \text{ km}} = \underline{3,6 \text{ kg olje/km}}$$

Marintek skiller mellom utslipp fra medium speed motorer og highspeed motorer (Melhus, 1988). Vi regner at skipstrafikken i Grenland hovedsakelig benytter medium speed motorer.

Videre skiller Marintek mellom havnefart og full fart samt bruk av hjelpemotor (Melhus, 1989).

Vi regner videre at skipene som registreres av trafikksentralene i området er utstyrt med medium speed skipsmotorer og Melhus angir utslippsfaktorer som vist i tabell 16.

Tabell 16: Utslipp av forurensninger fra skipstrafikk med medium speed motorer og fra hjelpemotorer.

	Enhet: g/kg olje				
	HC	CO	NOx	Partikler	SO ₂ *
Full fart	2±1	2±1	80±15	1,2±0,8	4,8
Havnefart	2±1	6±1	90±30	0,7±0,3	4,8
Hjelpemotor	3±2	9±5	70±30	1,5±0,5	4,8

* SO₂-utslippet er beregnet på grunnlag av et svovelinnhold i marin diesel på 0,24% i 1986.

Reiserutene til eller fra Brevik, Rafnes, Herøya og Skien er definert ved km²-ruter i beregningsområdet. Estimert oljeforbruk i hver rute er vist i tabell 17.

Tabell 17: Allokering av oljeforbruk til ruter langs skipsleden for et skipsanløp til henholdsvis Brevik, Rafnes, Herøya og Skien.

Brevik			Rafnes			Herøya			Skien		
I	J	kg olje	I	J	kg olje	I	J	kg olje	I	J	kg olje
15	1	13,1	15	1	13,1	15	1	13,1	15	1	13,1
15	2	13,1	15	2	12,8	15	2	12,8	15	2	12,8
14	3	12,4	14	3	12,8	14	3	12,8	14	3	12,8
14	4	3,9	13	3	12,8	13	3	12,8	13	3	12,8
13	4	10,4	12	3	2,5	12	3	2,5	12	3	2,5
13	5	3,9	12	4	10,3	12	4	10,3	12	4	10,3
			11	4	12,8	11	4	12,8	11	4	12,8
			10	4	6,1	10	4	6,1	10	4	6,1
			10	5	12,3	10	5	12,3	10	5	12,3
			10	6	4,0	10	6	4,0	10	6	4,0
			9	6	8,3	9	6	8,3	9	6	8,3
			9	7	12,3	9	7	12,3	9	7	12,3
			9	8	12,3	9	8	12,3	9	8	12,3
			8	9	12,4	8	9	11,8	8	9	11,8
			7	9	12,4	8	10	11,8	8	10	11,8
						8	11	11,8	8	11	11,8
						8	12	9,3	8	12	10,6
									8	13	0,8
									9	13	4,4
									9	14	0,5
									10	14	4,3
									10	15	4,1
									9	16	4,1
									9	17	4,1
									9	18	4,1
									8	18	1,4
									8	19	4,1
									8	20	4,1

Oljeforbruket i havneområdene er allokert til km²-ruter og vist i tabell 18.

Tabell 18: Allokering av oljeforbruk til ruter når et skip er i havn (Brevik, Rafnes, Herøya og Skien).

Brevik			Rafnes			Herøya			Skien		
I	J	kg olje/ time	I	J	kg olje/ time	I	J	kg olje/ time	I	J	kg olje/ time
12	4	45/3=15	7	9	45/2=23	9	11	45/3=15	8	20	0
13	4	45/3=15	6	10	45/2=23	8	11	45/3=15			
13	5	45/3=15				8	12	45/3=15			

Opphold i havn beskrives på følgende måte:

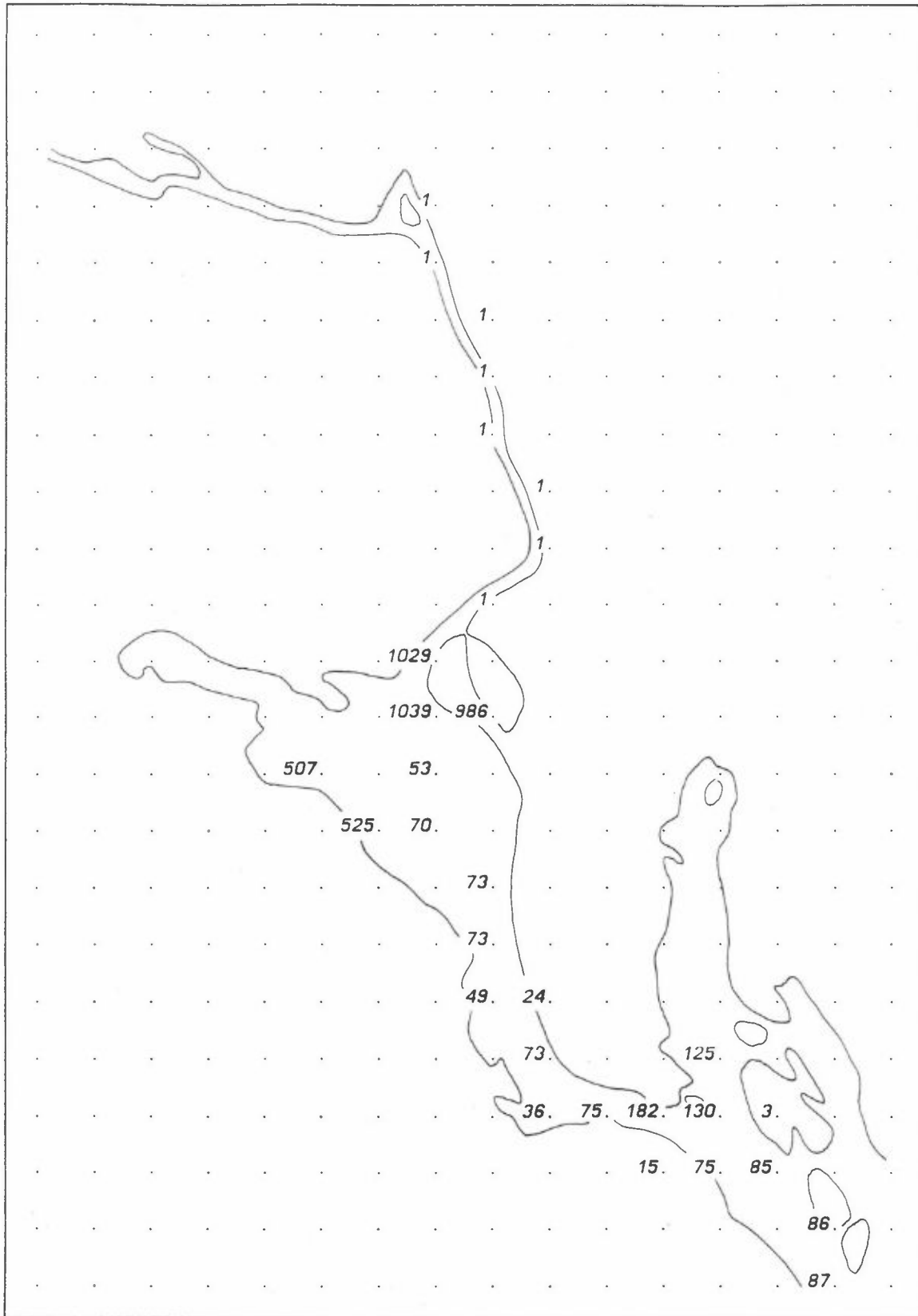
-6 -5 -4 -3 -2 -1 t_0 +1 +2 +3 +4 +5 +6

X X X X X X 0 X X X X X X Ankomst ved time t_0 i Brevik
 X X X X X X 0 X X X X X X Avgang ved time t_0 i Brevik

-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 t_0 +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9

X X X X X X X X X X 0 X X X X X X X X X Ankomst ved time t_0 på Herøya eller Rafnes
 X X X X X X X X X X 0 X X X X X X X X X Avgang ved time t_0 på Herøya eller Rafnes

På grunnlag av utslippsfaktorene utarbeidet av Marintek, data for trafikkintensiviteten fra trafikksentralen i Brevik og havnemyndighetenes data for størrelsen på skipene, er timesvise utslipp beregnet i km^2 -ruter. Fordelingen av middelutslippene av nitrogenmonoksider i beregningsområdet er vist i figur 10.



Figur 10: Midlere utslipp av nitrogenoksider fra skipstrafikken i 1. periode.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

Summen av middelutslippene for SO_2 , NO_x , CO og partikler er vist i tabell 19.

Tabell 19: Midlere timesutslipp fra skipstrafikken i beregningsområder, i 1. periode og i 2. periode.
Enhet: kg/h.

	SO_2	NO_x^*	CO	Partikler
1. periode	3,6	54,1	5,8	1,1
2. periode	4,0	60,1	6,5	1,2

* Oppgitt som NO_2 .

Tabellen viser at utslipp av SO_2 , CO og partikler fra skipstrafikken er lave i beregningsområdet. Utslipet av nitrogenoksider er betydelig, spesielt i havneområdene. Variasjonen i trafikkintensiteten er videre betydelig slik at utslippene på timesbasis kan variere. Utslippene varierer fra en maksimal faktor over to til en minimumsfaktor 0,2 i forhold til middelutslippet.

8 SAMLET UTSLIPP

Totalutslippet av SO_2 var dominert av punktkildene; ca. 80% i 1. periode og ca. 90% i 2. periode. Totalutslippet av NO_x hadde to hovedkildegrupper; i 1. periode punktkilder med ca. 50% og biltrafikken med ca. 40%, i 2. periode punktkilder med ca. 60% og biltrafikken med ca. 35%. De samme to hovedkilder dominerte utslippene av CO; i 1. periode punktkilder med ca. 50% og biltrafikken med ca. 35%, i 2. periode punktkilder med ca. 60% og biltrafikken med ca. 40%. Partikkelutslippet ble preget av punktkildene (ca. 75%), og vedfyring (ca. 20%) i 1. periode. I 2. periode dominerte punktkilder (ca. 90%) og biltrafikken (ca. 10%).

Fordelingen av utslipp fra de ulike kildegrupper i nedre Telemark er vist i tabell 20 (1. periode) og tabell 21 (2. periode).

Tabell 20: Nedre Telemark, 1. januar-15. mars 1988 (1. periode). For-
deling av utslipp fra ulike kildegrupper.
Enhet: kg/h. Prosent av totalutslipp i parentes.

Kildegruppe	SO ₂	NOx*	CO	Partikler
Arealkilder olje	12,3 (7,5%)	8,5 (1,2%)	10,2 (0,3%)	0,7 (0,3%)
Arealkilder ved	1,4 (0,9%)	2,5 (0,4%)	360,7 (9,8%)	38,6 (18,4%)
Punktkilder	131,6 (80,4%)	343,9 (50,8%)	1863,0 (50,7%)	154,4 (73,6%)
Biltrafikk	14,8 (9,0%)	268,4 (39,6%)	1437,6 (39,1%)	14,9 (7,1%)
Båttrafikk	3,6 (2,2%)	54,1 (8,0%)	5,8 (0,1%)	1,1 (0,5%)
Totalt	163,7	677,5	3677,3	209,7

* Oppgitt som NO₂.

Tabell 21: Nedre Telemark, 18. april-24. juni 1988 (2. periode). For-
deling av utslipp fra ulike kildegrupper.
Enhet: kg/h.

Kildegruppe	SO ₂	NOx*	CO	Partikler
Arealkilder olje	1,7 (0,9%)	1,2 (0,2%)	1,4 (-)	0,1 (0,1%)
Arealkilder ved	0,2 (0,1%)	0,3 (-)	48,2 (1,4%)	5,2 (2,8%)
Punktkilder	161,6 (88,7%)	448,4 (59,2%)	2140,3 (62,5%)	162,0 (88,3%)
Biltrafikk	14,8 (8,1%)	247,3 (32,7%)	1227,0 (35,8%)	14,9 (8,1%)
Båttrafikk	4,0 (2,2%)	60,1 (7,9%)	6,5 (0,2%)	1,2 (0,7%)
Totalt	182,3	757,4	3423,4	183,4

* Oppgitt som NO₂.

Alle utslippstall finnes for øvrig i vedlegg B, vedlegg C og ved-
legg D.

9 REFERANSER

Boström, C.Å., Lundén, L. och Grennfelt, P. (1984) Emission av poly-
aromatiska kolväten och kväveoxider från förbrenningsanleggninger
inom cellulosaindustrin. Göteborg, Stiftelsen Skogsindustriernas
vatten- og luftvårdsforskning (SSVL Rapport 28).

Braathen, O.-A., Bøhler, T. og Berntsen, T. (1988) Luftforurensning og
miljøbelastning fra et planlagt forbrenningsanlegg for avfall og
bark i Namsos (NILU OR 59/88).

- Environmental Protection Agency, EPA (1977) Compilation of air pollutant emission factors. Research Triangle Park, NC (EPA-AP-42 part B).
- Gram, F. (1988) FELT-programmer. Program- og bruksbeskrivelse for en rekke hjelpeprogrammer til KILDER-systemet. Lillestrøm (NILU TR 5/87).
- Gram, F. og Grønskei, K.E. (1989) Tiltaksanalyser i Oslo. Utslipp av luftforurensninger i Oslo-området 1985 og 2000. Lillestrøm (NILU OR under arbeid).
- Haugsbakk, I. og Gram, F. (1984) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Sarpsborg og Fredrikstad 1981-83. Delrapport C: Utslippsdata. Lillestrøm (NILU OR 26/84).
- Haugsbakk, I. og Larssen, S. (1985) Måling av utslipp av partikler, sot og bly fra bensindrevne personbiler ved ulike kjøre-sykluser. Lillestrøm (NILU OR 3/85).
- Haugsbakk, I. (1985) Innsamling av utslippsdata til basisundersøkelse i Drammen. Lillestrøm (NILU OR 20/85).
- Haugsbakk, I. (1987) Basisundersøkelse av luftkvaliteten i Drammen 1984-86. Delrapport C: Utslippsdata. Lillestrøm (NILU OR 47/87).
- Haugsbakk, I. og Schjoldager, J. (1987) Beregninger av luftforurensninger i Elverum. Lillestrøm (NILU OR 58/87).
- Hov, Ø. (1984) Fotokjemiske oksidanter i Nedre Telemark. Virkning av klor. Lillestrøm (NILU OR 52/83).
- Larssen, S. og Heintzenberg, J. (1983) Forprosjekt: Målinger av utslipp av sot og andre partikler fra personbiler og lette varebiler. Lillestrøm (NILU OR 50/83).
- Larssen, S. (1988) Road traffic emission factors for estimating road traffic emissions in Europe based on national statistics. Lillestrøm (NILU F 5/88).
- Losoldermannen i Grenland: Trafikkprotokollen for 1. halvår 1988.
- Melhus, Ø. (1988) Avgassutslipp fra båter. SFT-rapport nr. 88/88.

Melhus, Ø. (1989) Brev av 5.5.89 og telefonsamtale 9.5.89.

NILU (1989) Utslippsfaktorer for beregning av utslipp til luft.
Lillestrøm (NILU Ref.: BS/KBN/O-8750/5. april 1989).

Persson, B. (1980) Utsläppsfaktorer för personbilar och lastbilar.
Studsvik, Statens Naturvårdsverk.

Rosland, A. (1987) Utslipps-koeffisienter. Oversikt over koeffisienter
for utslipp til luft og metoder for å beregne disse. Luftseksjonen.
Statens forurensningstilsyn.

Semb, A. (1984) Disdannelse i Grenland. Lillestrøm (NILU OR 51/84).

Statens vegvesen, Telemark (1986) Trafikktall for riks- og fylkes-
vegene i Telemark 1986. Skien.

Statistisk sentralbyrå (1988) Folke- og bolig telling 1988. Kommune-
hefter 0805 Porsgrunn, 0806 Skien og 0814 Bamble. Kongsvinger.

VEDLEGG A

Forbrukstall for arealkilder og trafikkarbeid.

Fordelingen av oljeforbruk, vedforbruk og trafikkarbeid i km²-ruter er vist i tabellen A1-A4. Data er oppgitt for to registreringsperioder.

1. periode: 1. januar-15. mars 1988
2. periode: 18. april-24. juni 1988.

Oljeforbruk 1986 er: 1) Forbrukstall fra arealkilder innhentet ved hjelp av spørreskjema. 2) Den rest som fremkommer ved å trekke forbrukstallene fra salgstallene.

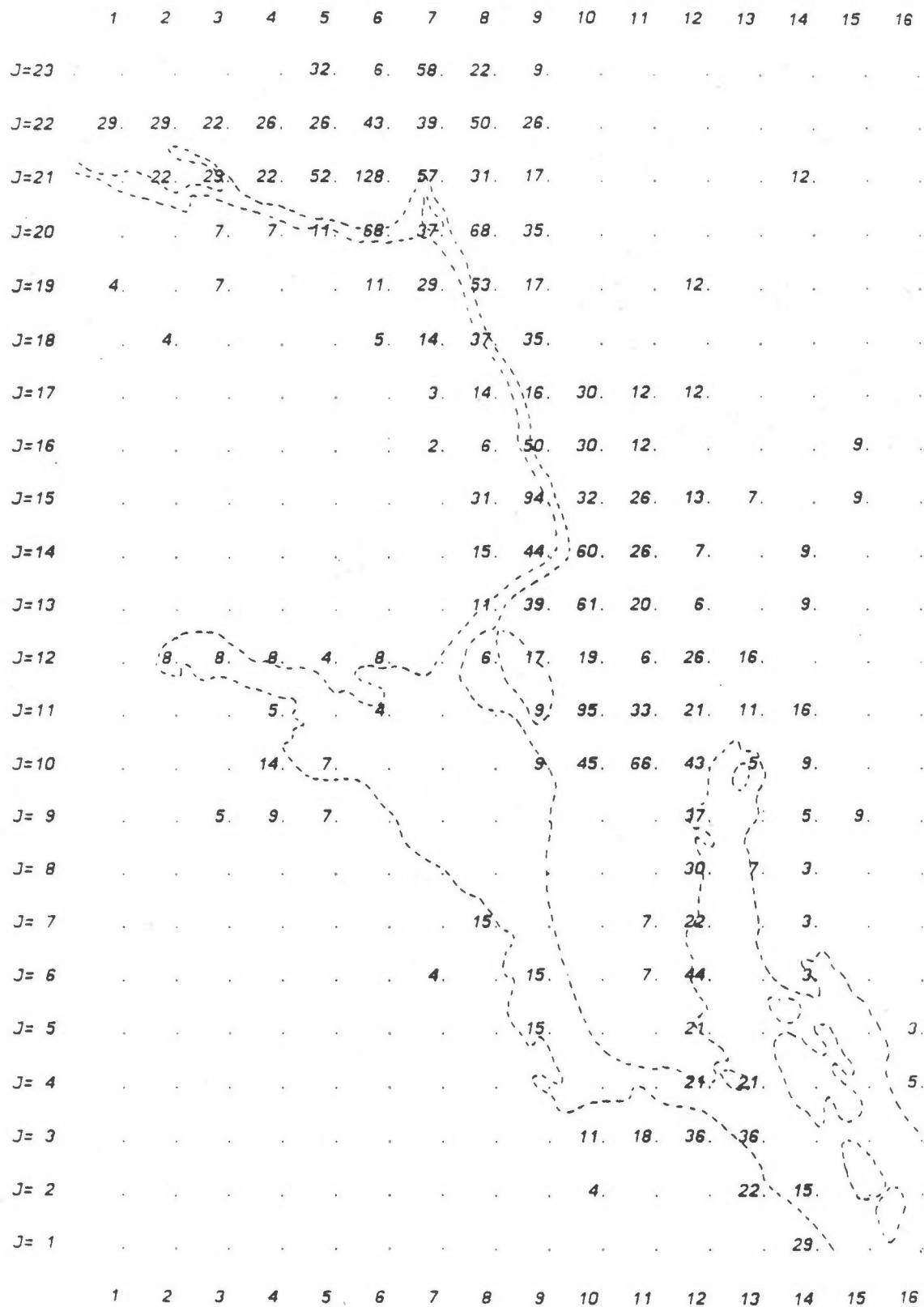
Oljeforbruket i 1. periode og 2. periode er bestemt på grunnlag av oljeforbruket i 1986. Data fra 1986 er justert på to måter for å passe for de to aktuelle perioder i 1988 som beskrevet i kapittel 4.

Trafikkarbeidet er produktet av årsdøgntrafikk og veilengde og er gitt som middeltall for året 1988, basert på trafikktegninger i 1986. Endringene i trafikkdata fra 1986 til 1988 har vært små. Trafikkarbeidet er delt i bensin- og dieselandel, som hver er delt i en andel basert på trafikktegninger og en andel som utgjøres av restandelen i drivstoffregnskapet. Den andel som utgjøres av restsalget fremkommer ved at totalt antall bil-km ganges opp med forbruk av bensin (1.2 l/mil) og diesel (4.0 l/mil) og trekkes fra salget. Restandelen ble fordelt geografisk etter befolkningstettheten i området.

Oversikt over figurer i vedlegg A:

Figurene A1-A15 viser midlere forbrukstall i de perioder som er angitt.

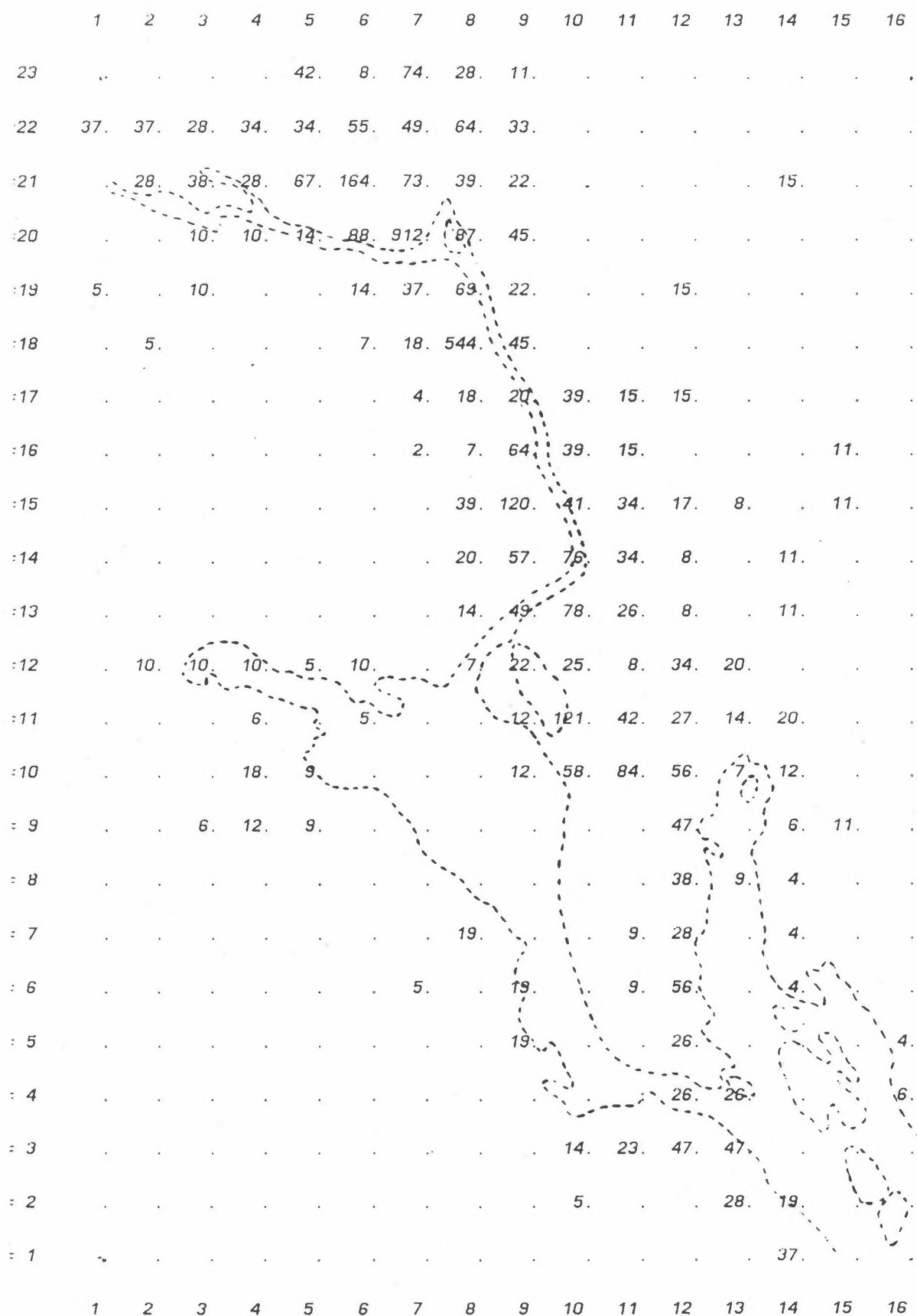
	Side
Figur A1: Oljeforbruk 1. periode, fyringsparafin	57
Figur A2: Oljeforbruk 1. periode, fyringsolje 1, 2 og diesel	58
Figur A3: Oljeforbruk 1. periode, fyringsolje 3a og 4a	59
Figur A4: Oljeforbruk 2. periode, fyringsparafin	60
Figur A5: Oljeforbruk 2. periode, fyringsolje 1, 2 og diesel	61
Figur A6: Oljeforbruk 2. periode, fyringsolje 3a og 4a	62
Figur A7: Vedforbruk 1988	63
Figur A8: Vedforbruk 1. periode	64
Figur A9: Vedforbruk 2. periode	65
Figur A10: Trafikkarbeid, bensinbiler, fra trafikkteLLinger	66
Figur A11: Trafikkarbeid, bensinbiler, rest	67
Figur A12: Trafikkarbeid, bensinbiler, totalt	68
Figur A13: Trafikkarbeid, dieselbiler, fra trafikkteLLinger	69
Figur A14: Trafikkarbeid, dieselbiler, rest	70
Figur A15: Trafikkarbeid, dieselbiler, totalt	71



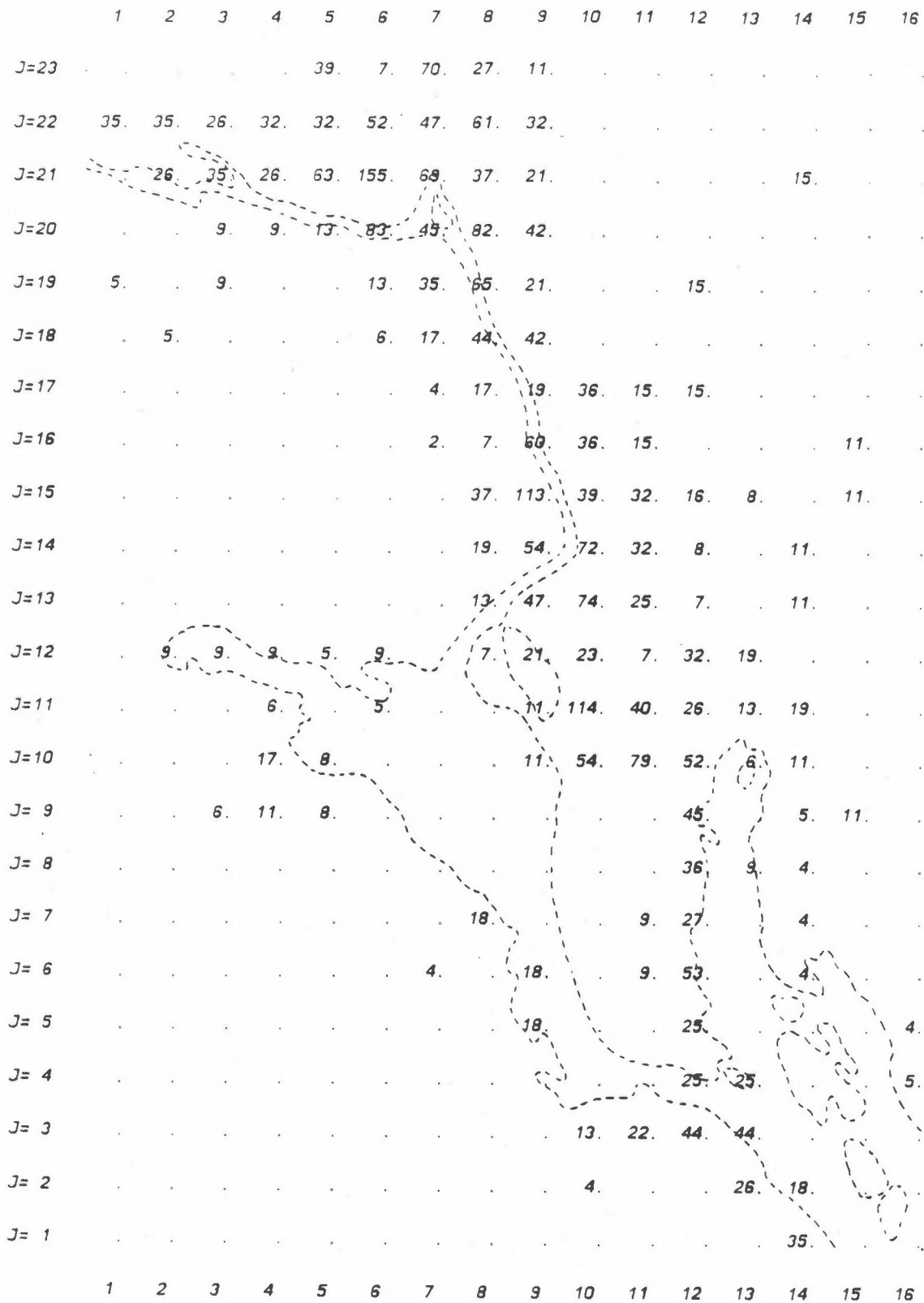
Figur A1: Oljeforbruk 1. periode, fyringsparafin.
 Enhet: m³.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23					41.	8.	85.	28.	11.							
J=22	37.	37.	28.	33.	33.	55.	54.	63.	33.							
J=21		28.	37.	28.	66.	172.	154.	39.	22.						15.	
J=20			9.	9.	14.	87.	115.	86.	44.							
J=19	5.		9.			14.	37.	68.	22.			15.				
J=18		5.				7.	17.	71.	46.							
J=17							4.	18.	20.	38.	15.	15.				
J=16							2.	7.	69.	39.	15.					11.
J=15								113.	159.	40.	33.	17.	8.			11.
J=14								19.	66.	130.	60.	8.				11.
J=13								28.	183.	115.	26.	8.				11.
J=12	10.	10.	10.	5.	10.		7.	22.	24.	8.	33.	20.				
J=11			6.		5.			11.	120.	42.	27.	13.	20.			
J=10			18.	9.				11.	57.	83.	55.	7.	11.			
J=9			6.	12.	9.						53.			6.	11.	
J=8											37.	9.	4.			
J=7								19.			9.	28.		4.		
J=6						5.		19.		9.	55.			4.		
J=5								178.			28.					4.
J=4											28.	36.				6.
J=3										14.	23.	46.	48.			
J=2										5.		28.	25.			
J=1																37.

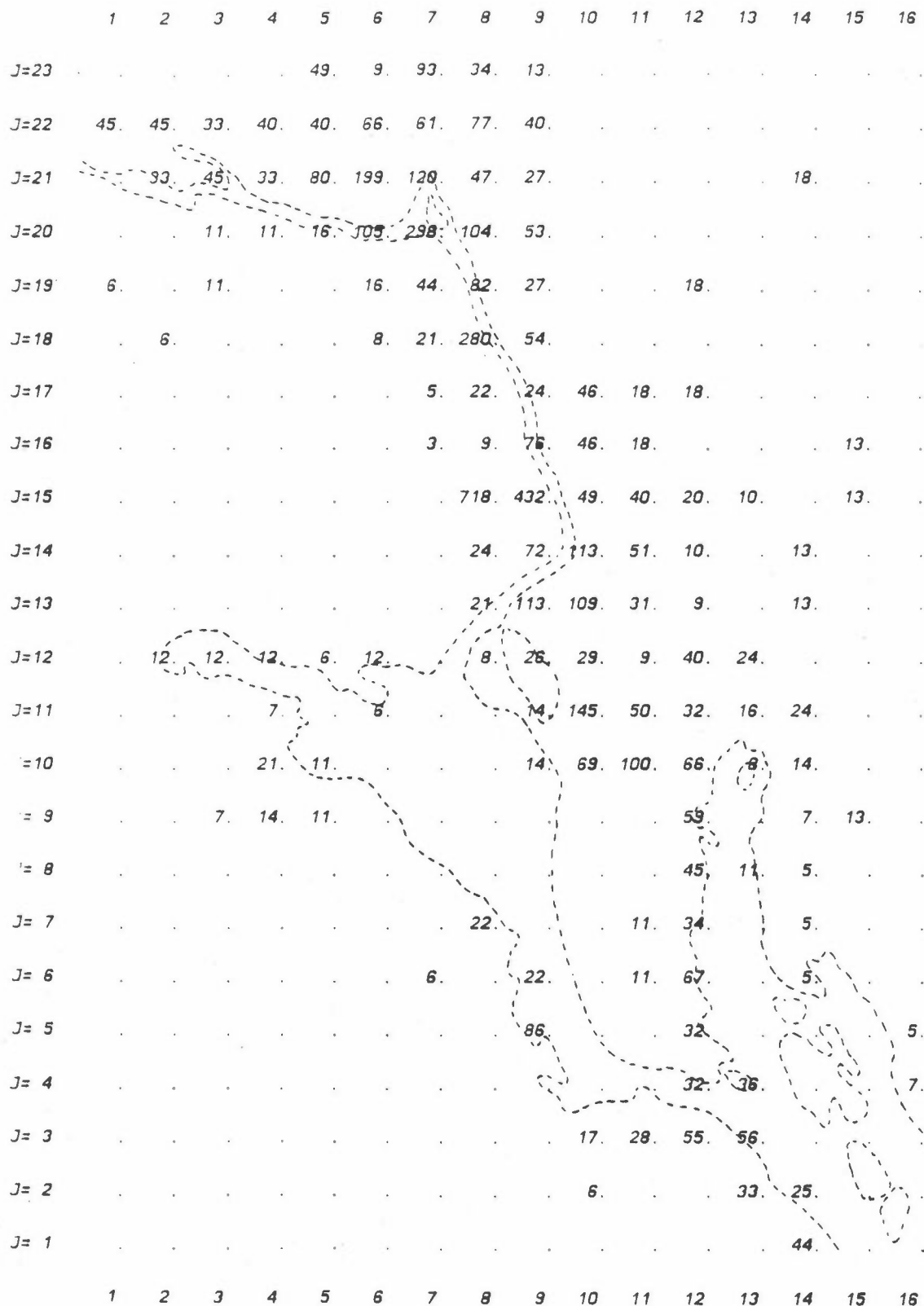
Figur A2: Oljeforbruk 1. periode, fyringsolje 1, 2 og diesel.
Enhet: m³.



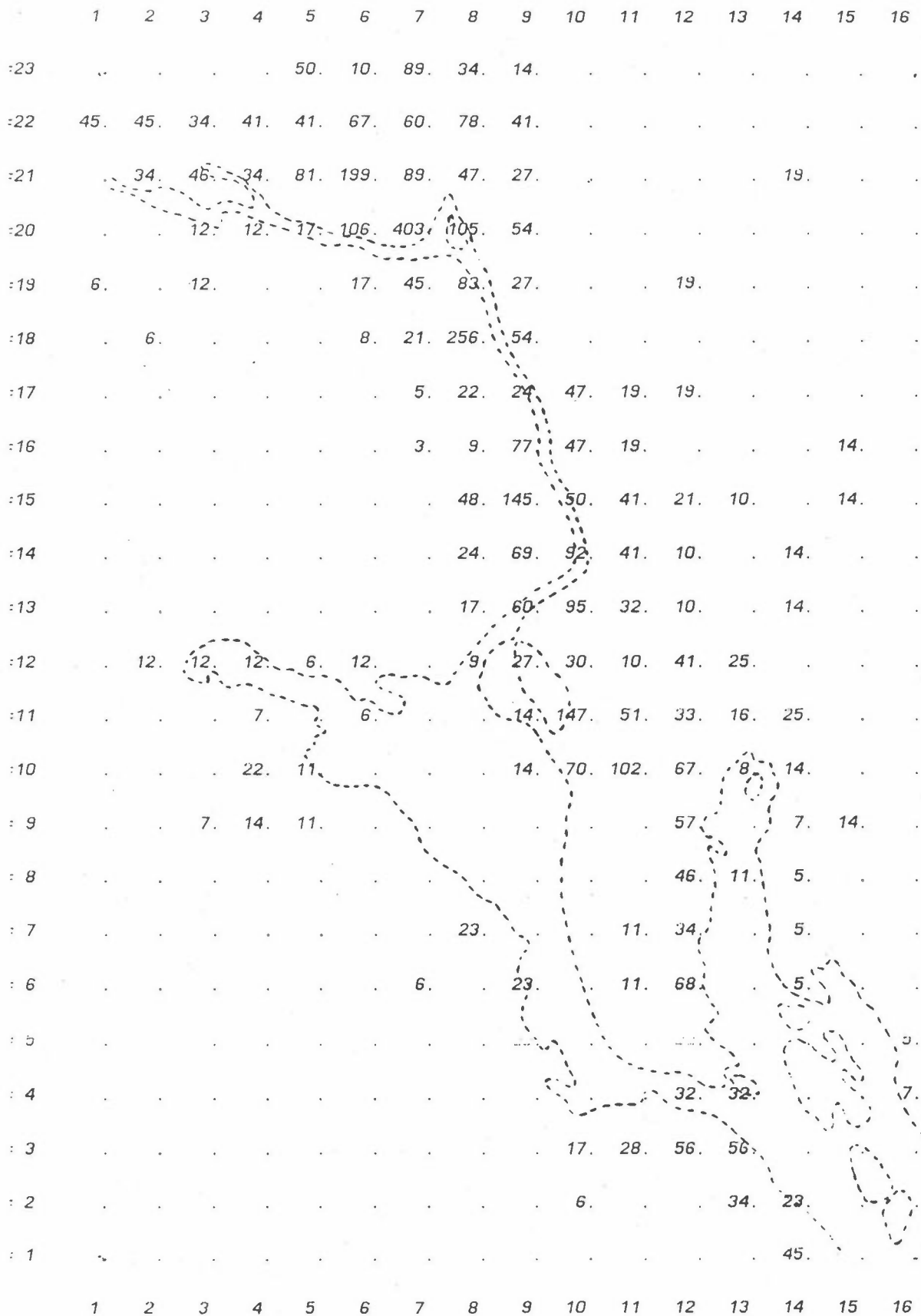
Figur A3: Oljeforbruk 1. periode, fyringsolje 3a og 4a.
 Enhet: 10^{-1} m^3 .



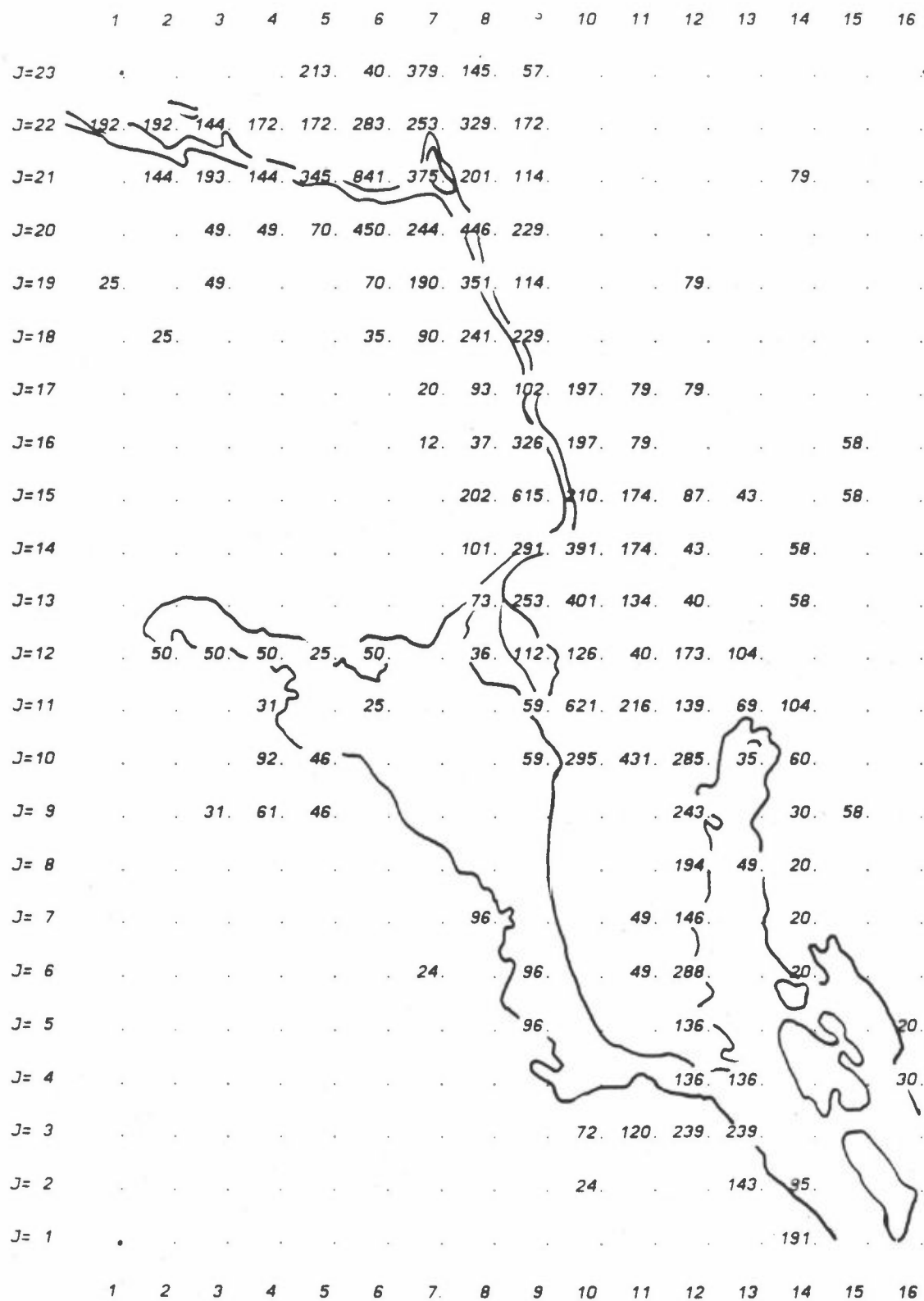
Figur A4: Oljeforbruk 2. periode, fyringsparafin.
 Enhet: 10^{-1} m^3 .



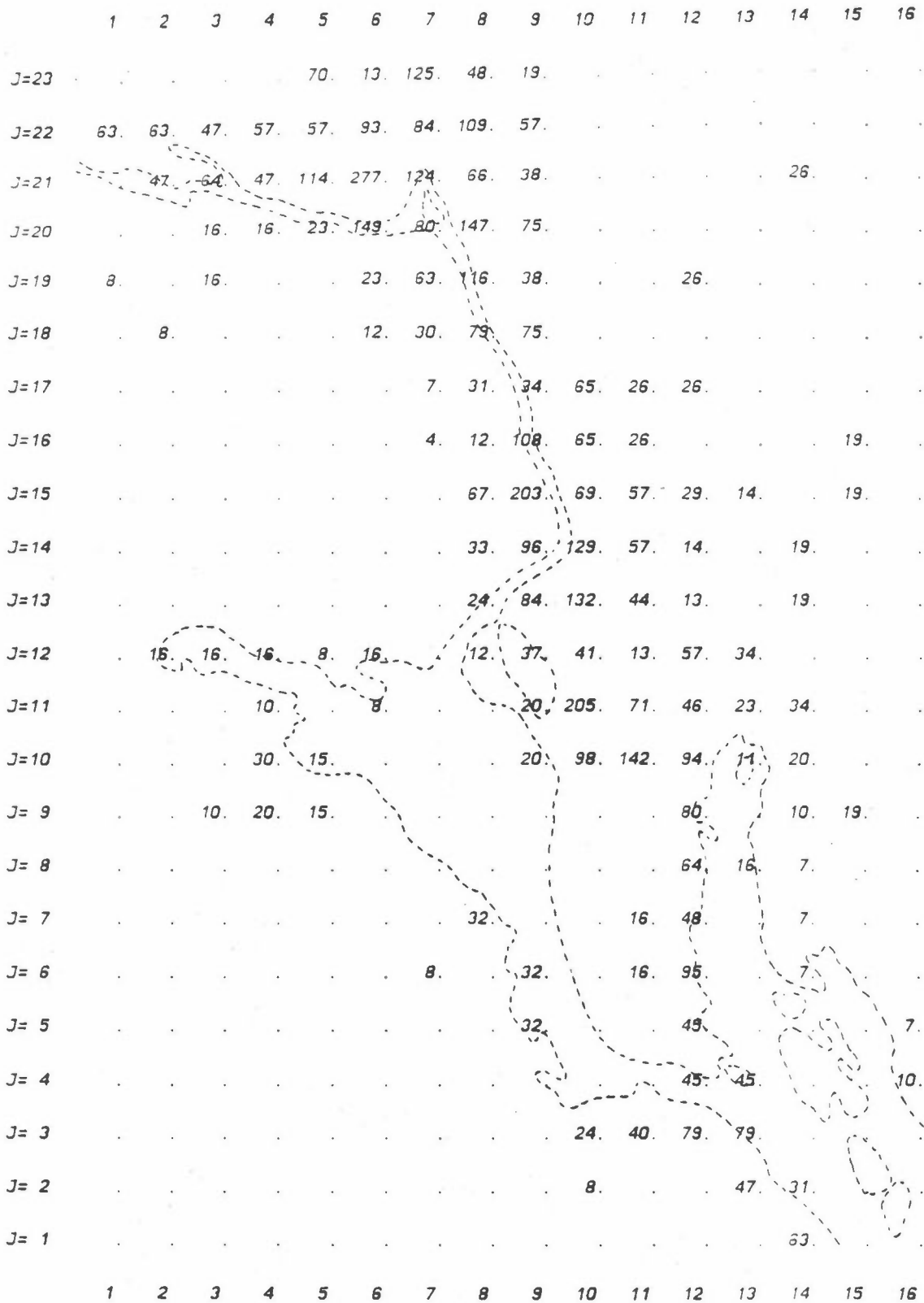
Figur A5: Oljeforbruk 2. periode, fyringsolje 1, 2 og diesel.
 Enhet: 10^{-1} m^3 .



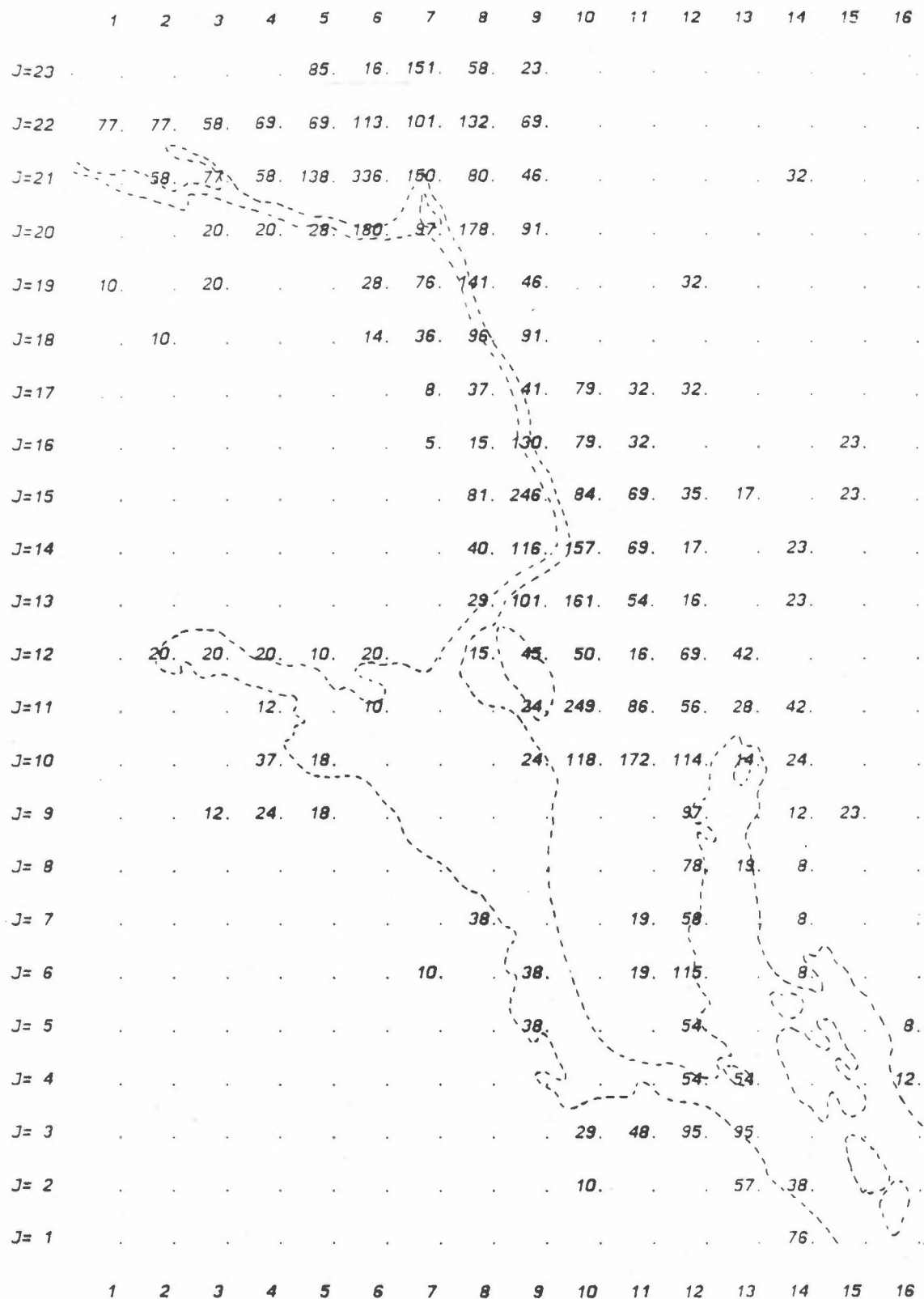
Figur A6: Oljeforbruk 2. periode, fyringsolje 3a og 4a.
 Enhet: 10^{-2} m^3 .



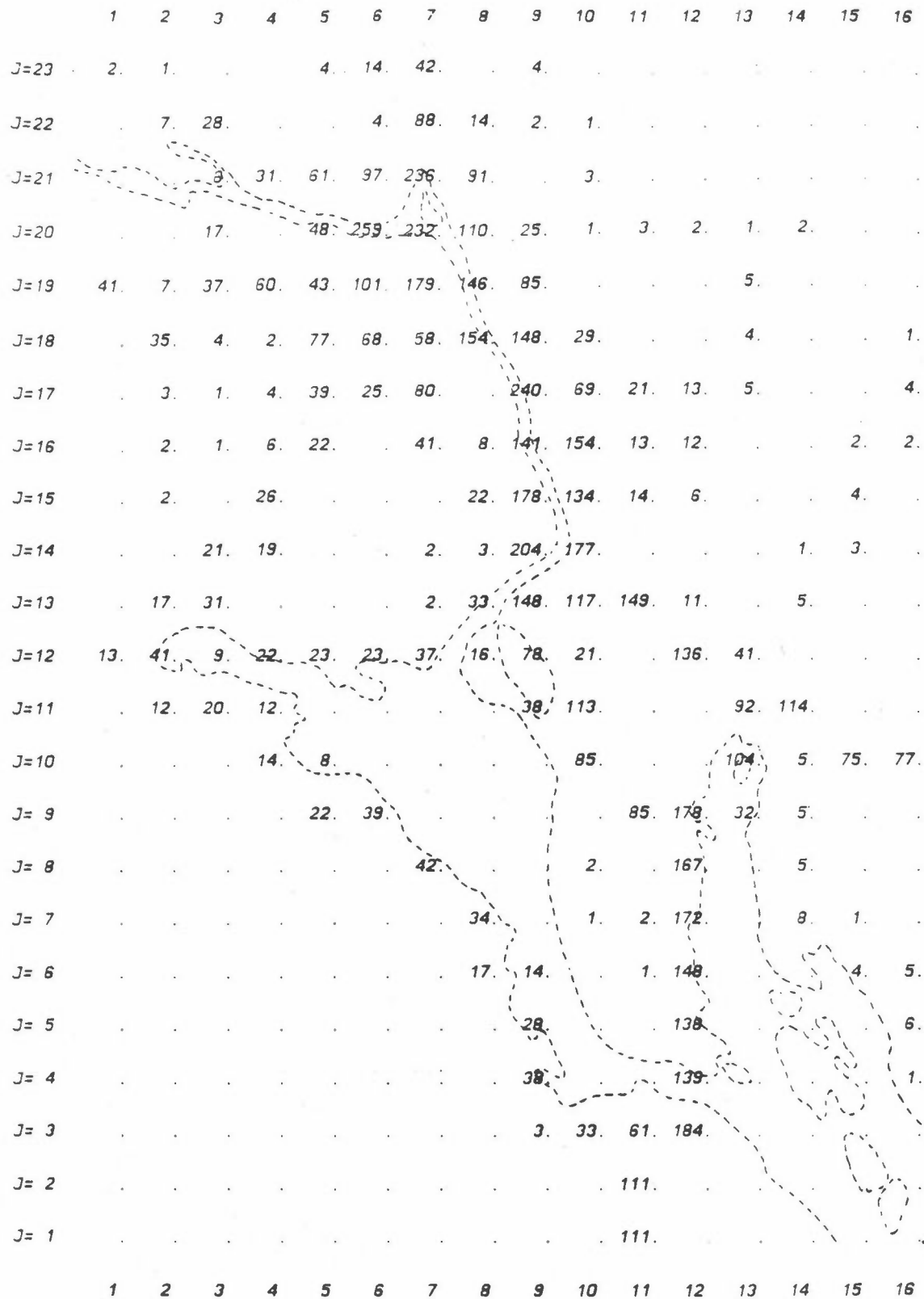
Figur A7: Vedforbruk 1988.
Enhet: kg.



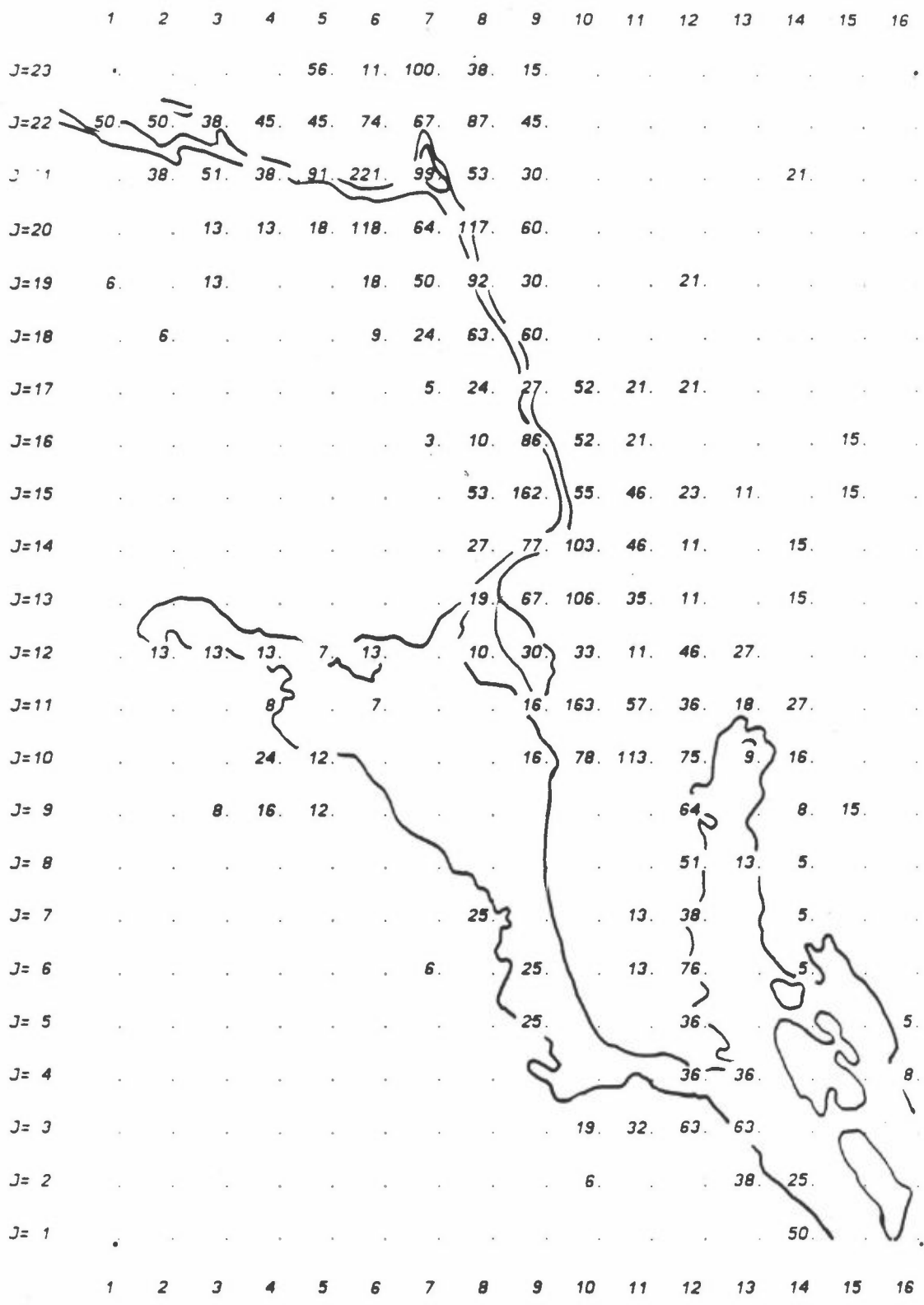
Figur A8: Vedforbruk 1. periode.
Enhet: kg.



Figur A9: Vedforbruk 2. periode.
 Enhet: 10^{-1} kg.



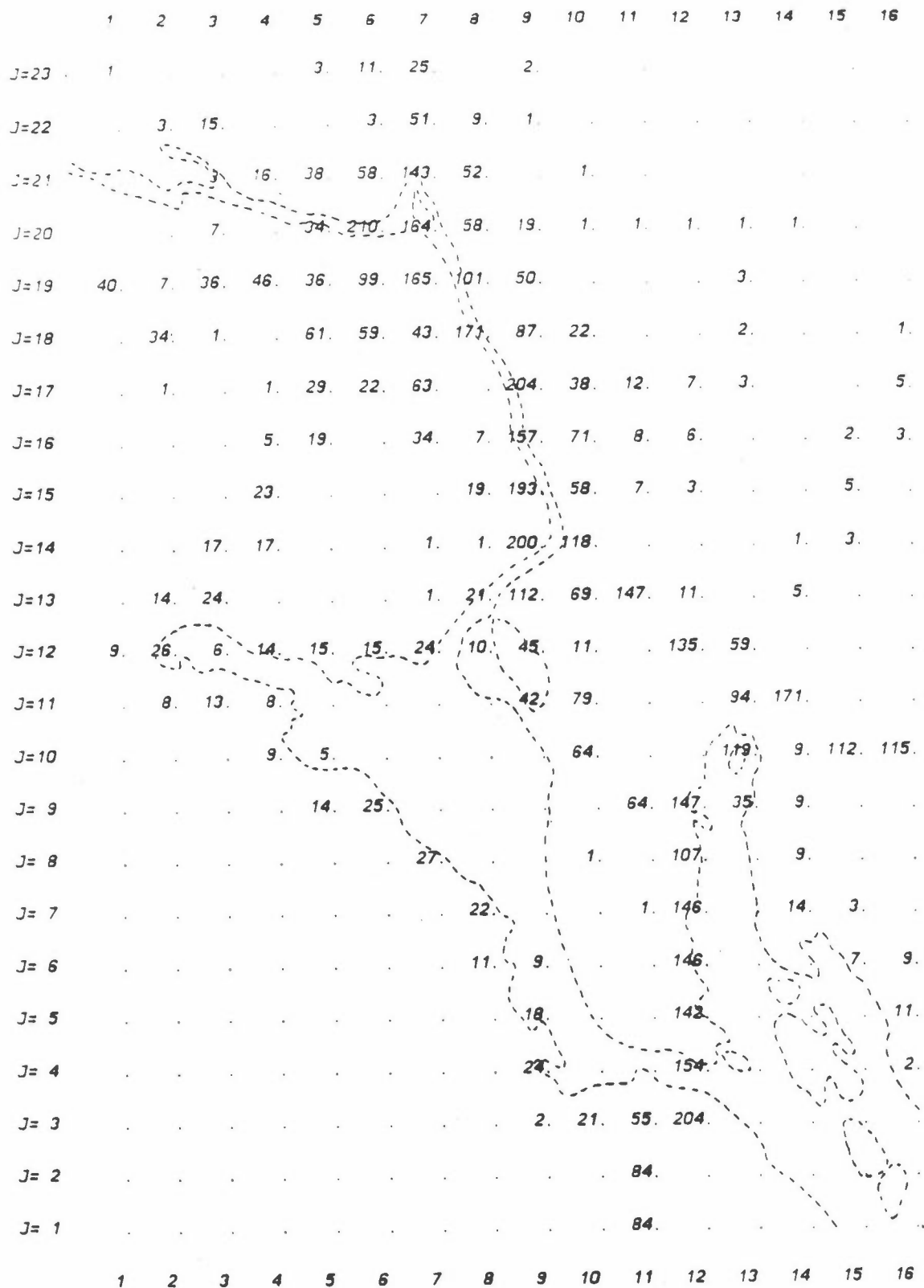
Figur A10: Trafikkarbeid, bensinbiler, fra trafikkteilinger.
 Enhet: 10^2 bil-km pr. døgn.



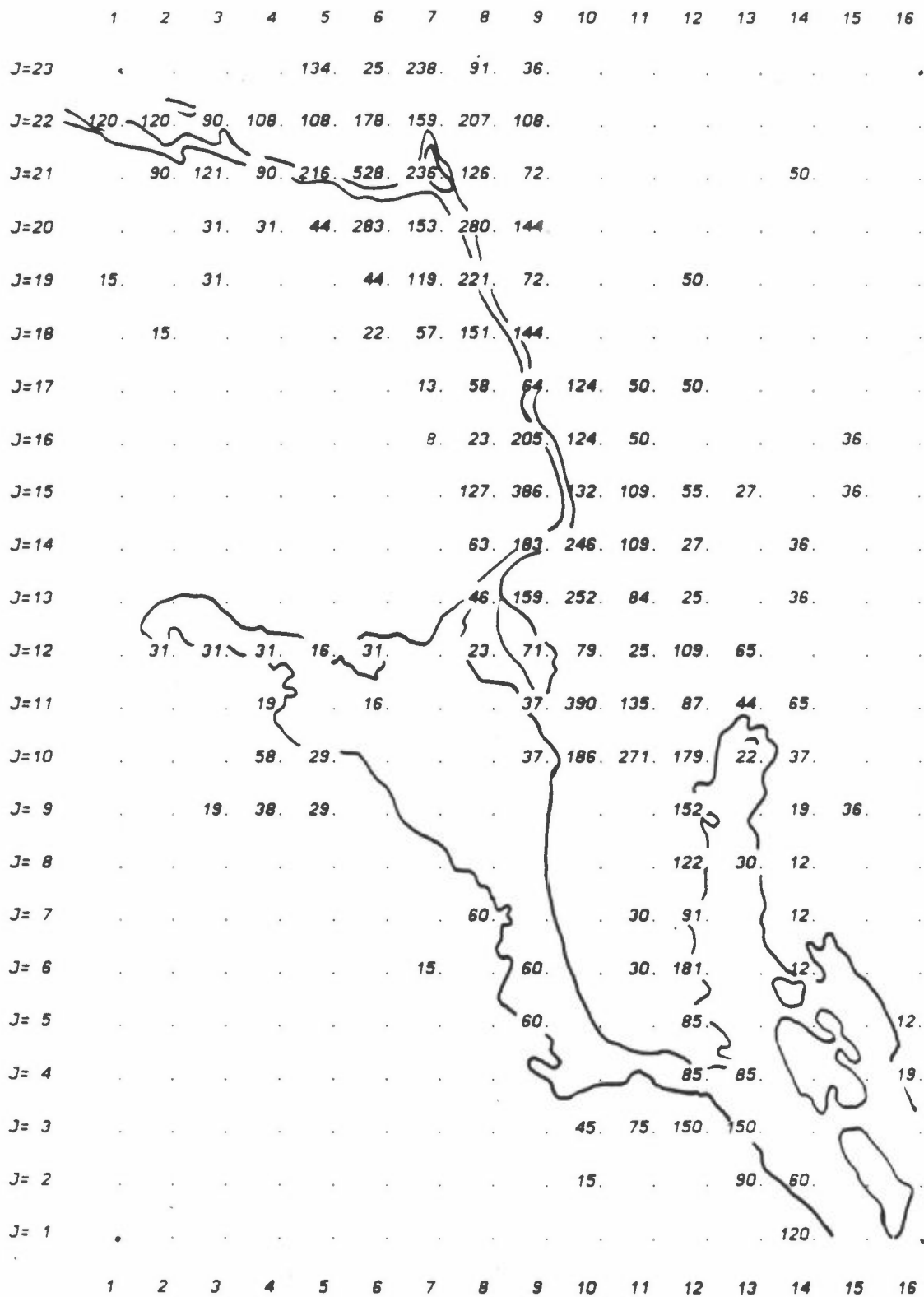
Figur A11: Trafikkarbeid, bensinbiler, rest.
 Enhet: 10² bil-km pr. døgn.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	2.	1.			60.	25.	142.	38.	13.							
J=22	50.	57.	66.	45.	45.	78.	155.	100.	47.	1.						
J=21	38.	57.	69.	152.	318.	394.	144.	30.	3.				21.			
J=20			30.	13.	68.	377.	296.	228.	95.	1.	3.	2.	1.	2.		
J=19	47.	7.	50.	60.	43.	119.	229.	239.	116.			21.	5.			
J=18		42.	4.	2.	77.	77.	81.	217.	208.	29.			4.			1.
J=17		3.	1.	4.	39.	25.	85.	24.	267.	121.	42.	34.	5.			4.
J=16		2.	1.	6.	22.		45.	17.	227.	206.	34.	12.			17.	2.
J=15		2.		26.				75.	340.	189.	60.	28.	11.		19.	
J=14			21.	19.			2.	29.	281.	280.	46.	11.		16.	3.	
J=13		17.	31.				2.	52.	215.	222.	184.	22.		20.		
J=12	13.	54.	23.	35.	30.	36.	37.	26.	108.	54.	11.	181.	69.			
J=11		12.	20.	20.	7.			53.	277.	57.	36.	111.	141.			
J=10			39.	21.				16.	163.	113.	75.	113.	21.	75.	77.	
J= 9			8.	16.	34.	39.				85.	241.	32.	13.	15.		
J= 8							42.			2.	218.	17.	11.			
J= 7								59.		1.	14.	211.	13.	1.		
J= 6							6.	17.	40.		13.	223.	5.	4.	5.	
J= 5									53.			174.				12.
J= 4									38.			174.	36.			9.
J= 3									3.	52.	93.	246.	63.			
J= 2										6.	111.		38.	25.		
J= 1											111.			50.		

Figur A12: Trafikkarbeid, bensinbiler, totalt.
 Enhet: 10^2 bil-km pr. døgn.



Figur A13: Trafikkarbeid, dieserbiler, fra trafikktellinger.
 Enhet: 10 bil-km pr. døgn.



Figur A14: Trafikkarbeid, diesebiler, rest.
 Enhet: 10 bil-km pr. døgn.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	1				136	36	263	91	38							
J=22	120	124	105	108	108	180	210	215	109							
J=21		30	125	107	254	586	379	179	72	1				50		
J=20			38	31	78	492	317	338	162	1	1	1	1	1		
J=19	56	7	67	46	36	143	284	321	121			50	3			
J=18		49	1		61	81	100	322	230	22			2			1
J=17		1		1	29	22	75	58	368	161	62	57	3			5
J=16				5	19		42	30	361	194	57	6			38	3
J=15				23				146	579	190	116	57	27		41	
J=14			17	17			1	65	383	364	109	27		38	3	
J=13		14	24				1	66	271	321	231	36		41		
J=12	9	58	37	45	30	46	24	33	115	90	25	244	125			
J=11		8	13	27		16			79	469	135	87	138	237		
J=10				67	34				37	249	271	179	143	46	112	115
J=9			19	38	43	25					64	249	35	28	36	
J=8							27			1		229	30	22		
J=7								82			31	238		27	3	
J=6							15	11	70		31	326		12	7	9
J=5									78			227				24
J=4									25			239	85			21
J=3									2	66	130	354	150			
J=2										15	84		90	60		
J=1											84			120		

Figur A15: Trafikkarbeid, diesebiler, totalt.
Enhet: 10 bil-km pr. døgn.

VEDLEGG B

Utslippstall (tallmatriser) fra arealkilder,
punktkilder og trafikk.

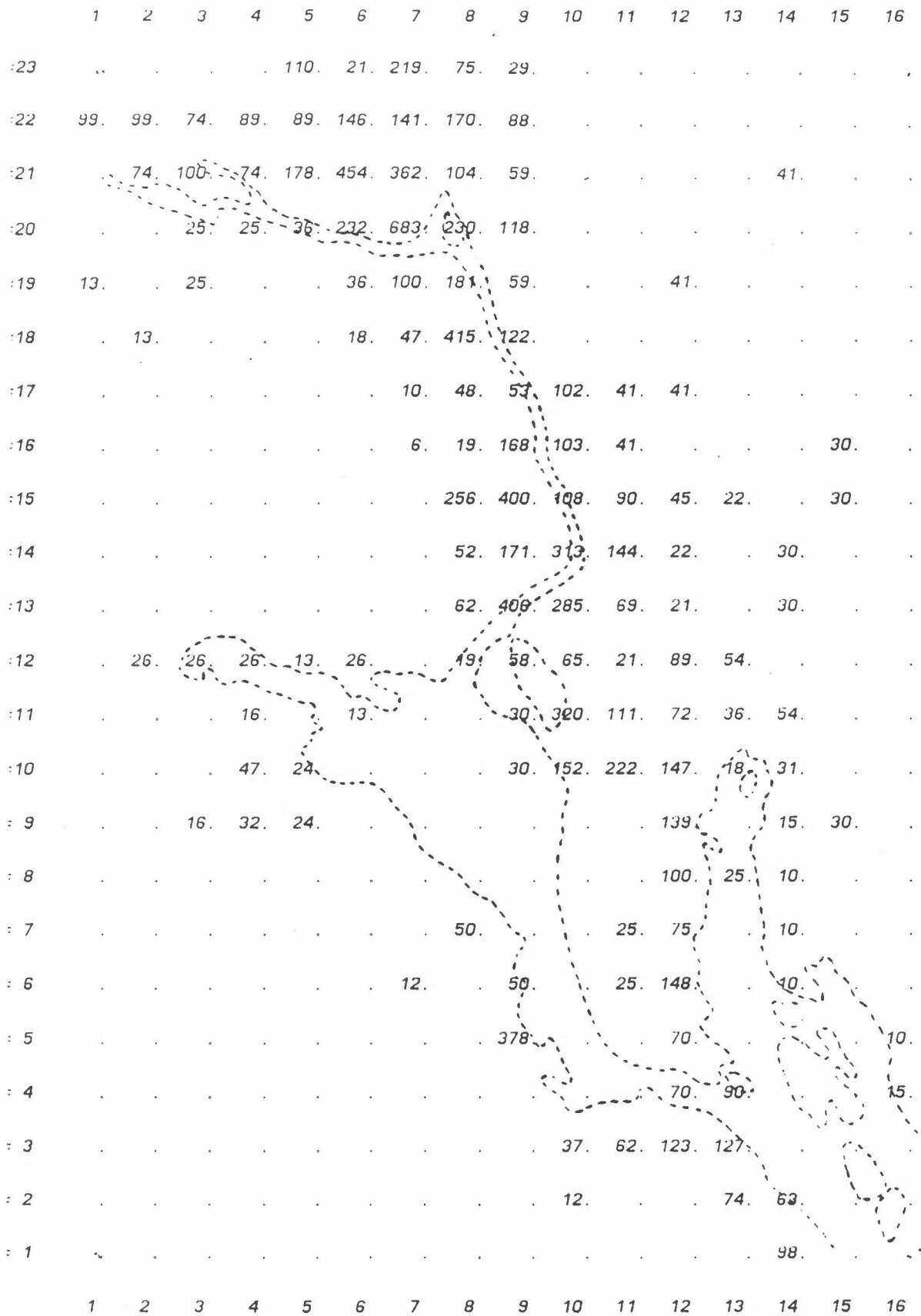
Oversikt over figurer i vedlegg B:

Figurene viser midlere utslipp i de perioder som er angitt.

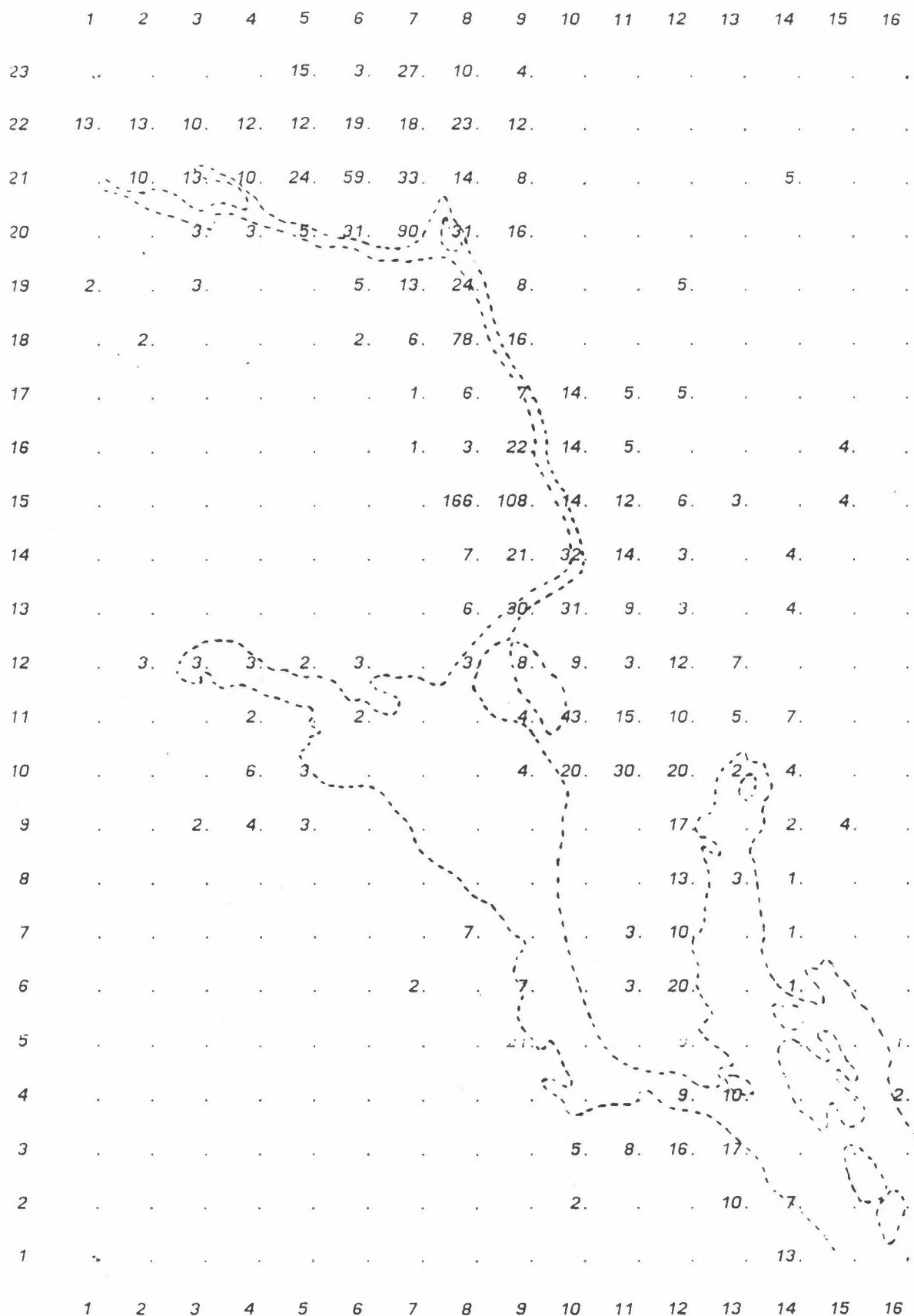
Alle utslipp av NOx er regnet som NO₂.

	Side
Figur B1: SO ₂ fra arealkilder 1. periode	77
Figur B2: SO ₂ fra arealkilder 2. periode	78
Figur B3: NOx fra arealkilder 1. periode	79
Figur B4: NOx fra arealkilder 2. periode	80
Figur B5: CO fra arealkilder 1. periode	81
Figur B6: CO fra arealkilder 2. periode	82
Figur B7: Partikler fra arealkilder 1. periode	83
Figur B8: Partikler fra arealkilder 2. periode	84
Figur B9: SO ₂ fra vedfyring 1988	85
Figur B10: NOx fra vedfyring 1988	86
Figur B11: CO fra vedfyring 1988	87
Figur B12: Partikler fra vedfyring 1988	88
Figur B13: SO ₂ fra vedfyring 1. periode	89
Figur B14: SO ₂ fra vedfyring 2. periode	90
Figur B15: NOx fra vedfyring 1. periode	91
Figur B16: NOx fra vedfyring 2. periode	92
Figur B17: CO fra vedfyring 1. periode	93
Figur B18: CO fra vedfyring 2. periode	94
Figur B19: Partikler fra vedfyring 1. periode	95
Figur B20: Partikler fra vedfyring 2. periode	96
Figur B21: SO ₂ fra punktkilder, 1. periode	97
Figur B22: SO ₂ fra punktkilder, 2. periode	98
Figur B23: NOx fra punktkilder, 1. periode	99
Figur B24: NOx fra punktkilder, 2. periode	100
Figur B25: CO fra punktkilder, 1. periode	101
Figur B26: CO fra punktkilder, 2. periode	102
Figur B27: Partikler fra punktkilder, 1. periode	103
Figur B28: Partikler fra punktkilder, 2. periode	104
Figur B29: SO ₂ fra trafikk, bensinbiler, 1. periode og 2	105

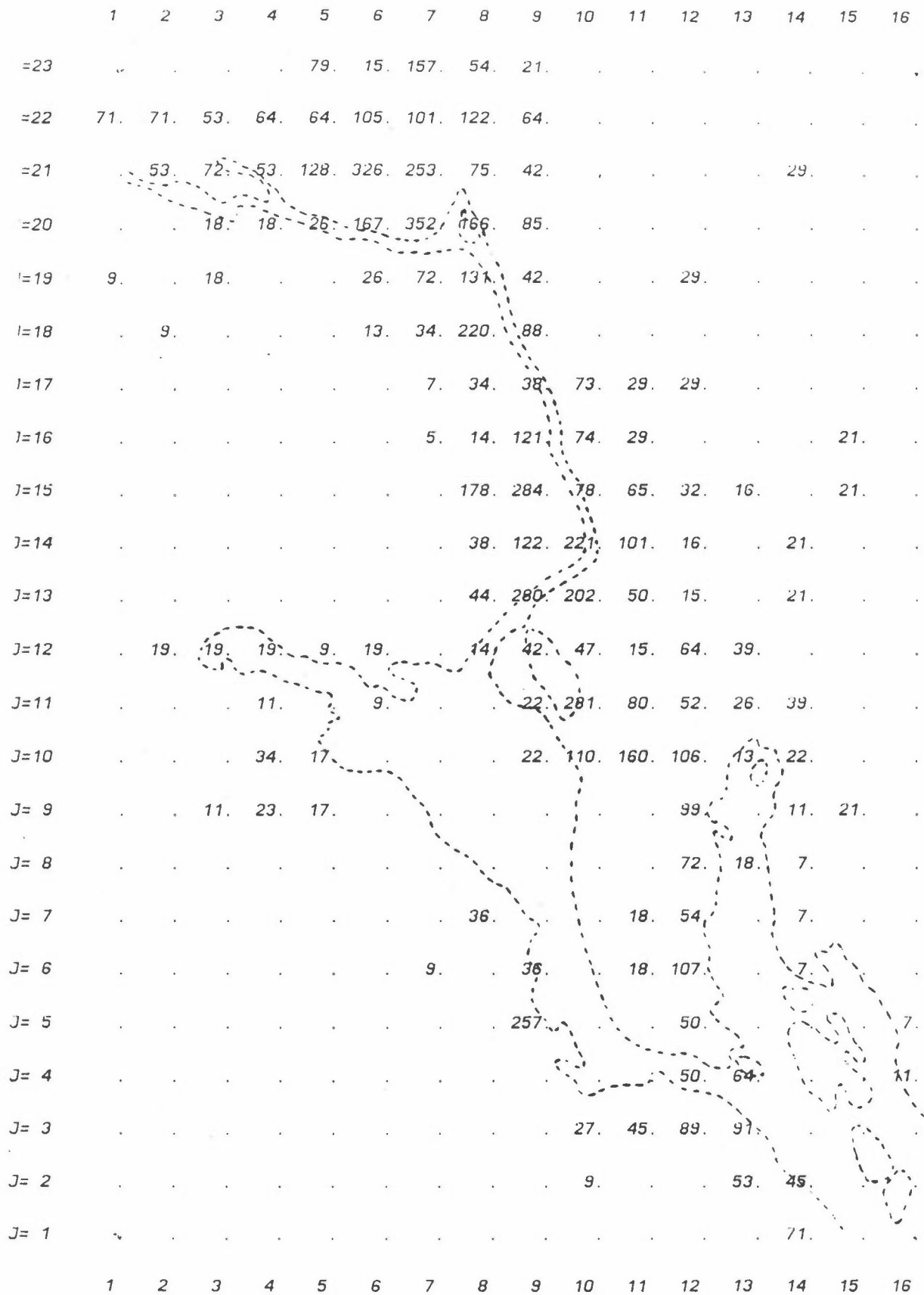
Figur B30: Partikler fra trafikk, bensinbiler, 1. periode og 2	106
Figur B31: NO _x fra trafikk, bensinbiler, 1. periode	107
Figur B32: NO _x fra trafikk, bensinbiler, 2. periode	108
Figur B33: CO fra trafikk, bensinbiler, 1. periode	109
Figur B34: CO fra trafikk, bensinbiler, 2. periode	110
Figur B35: SO ₂ fra trafikk, dieselbiler, 1. og 2. periode	111
Figur B36: Partikler fra trafikk, dieselbiler, 1. og 2. periode	112
Figur B37: NO _x fra trafikk, dieselbiler, 1. og 2. periode	113
Figur B38: CO fra trafikk, dieselbiler, 1. og 2. periode	114
Figur B39: SO ₂ fra trafikk, totalt, 1. og 2. periode	115
Figur B40: Partikler fra trafikk, totalt, 1. og 2. periode	116
Figur B41: NO _x fra trafikk, totalt, 1. periode	117
Figur B42: NO _x fra trafikk, totalt, 2. periode	118
Figur B43: CO fra trafikk, totalt, 1. periode	119
Figur B44: CO fra trafikk, totalt, 2. periode	120
Figur B45: SO ₂ fra båttrafikk, 1. periode	121
Figur B46: SO ₂ fra båttrafikk, 2. periode	122
Figur B47: NO _x fra båttrafikk, 1. periode	123
Figur B48: NO _x fra båttrafikk, 2. periode	124
Figur B49: CO fra båttrafikk, 1. periode	125
Figur B50: CO fra båttrafikk, 2. periode	126
Figur B51: Partikler fra båttrafikk, 1. periode	127
Figur B52: Partikler fra båttrafikk, 2. periode	128
Figur B53: SO ₂ totalt 1. periode	129
Figur B54: SO ₂ totalt 2. periode	130
Figur B55: NO _x totalt 1. periode	131
Figur B56: NO _x totalt 2. periode	132
Figur B57: CO totalt 1. periode	133
Figur B58: CO totalt 2. periode	134
Figur B59: Partikler totalt 1. periode	135
Figur B60: Partikler totalt 2. periode	162



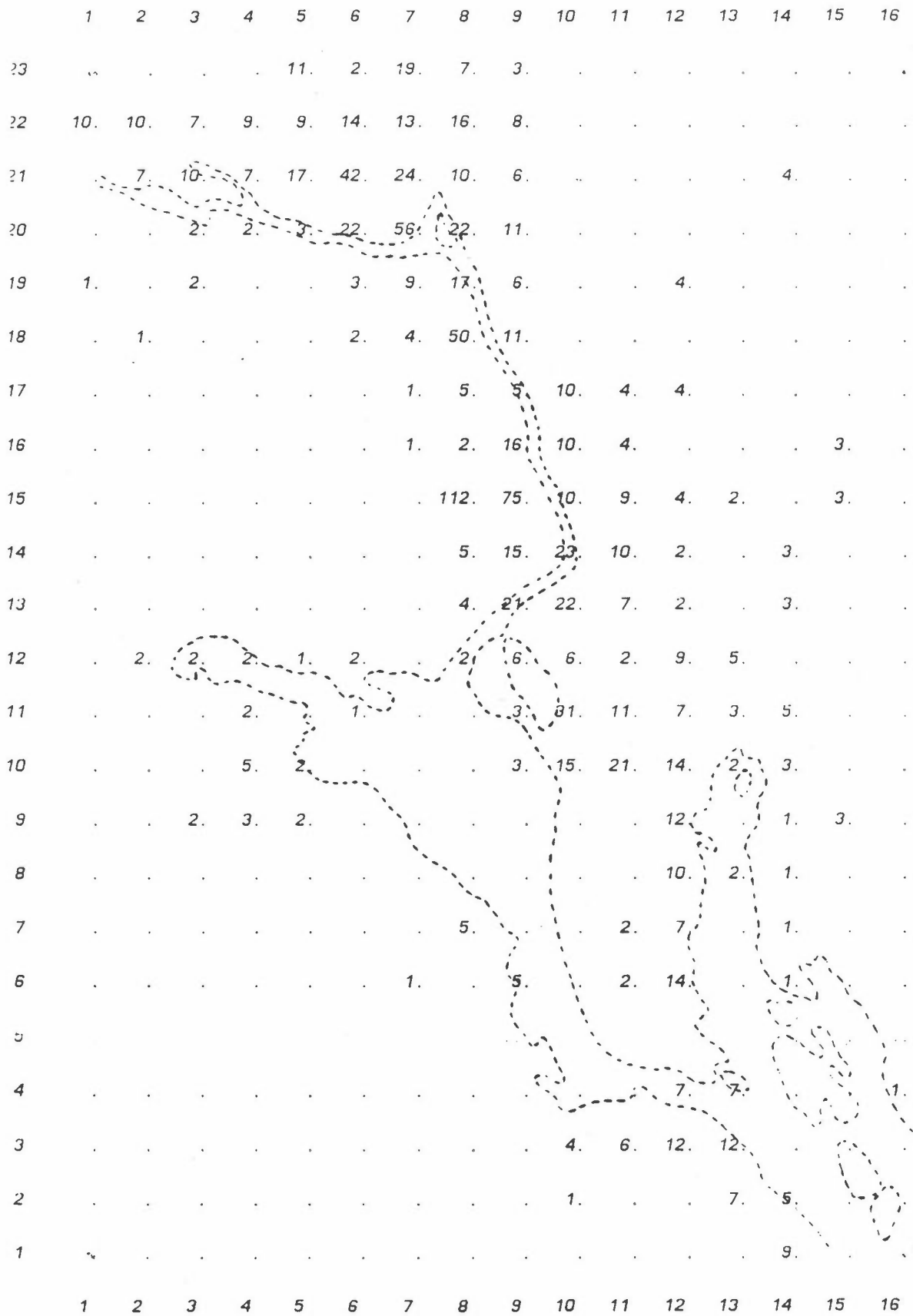
Figur B1: SO₂ fra arealkilder 1. periode.
 Enhet: 10⁻³ kg/h.



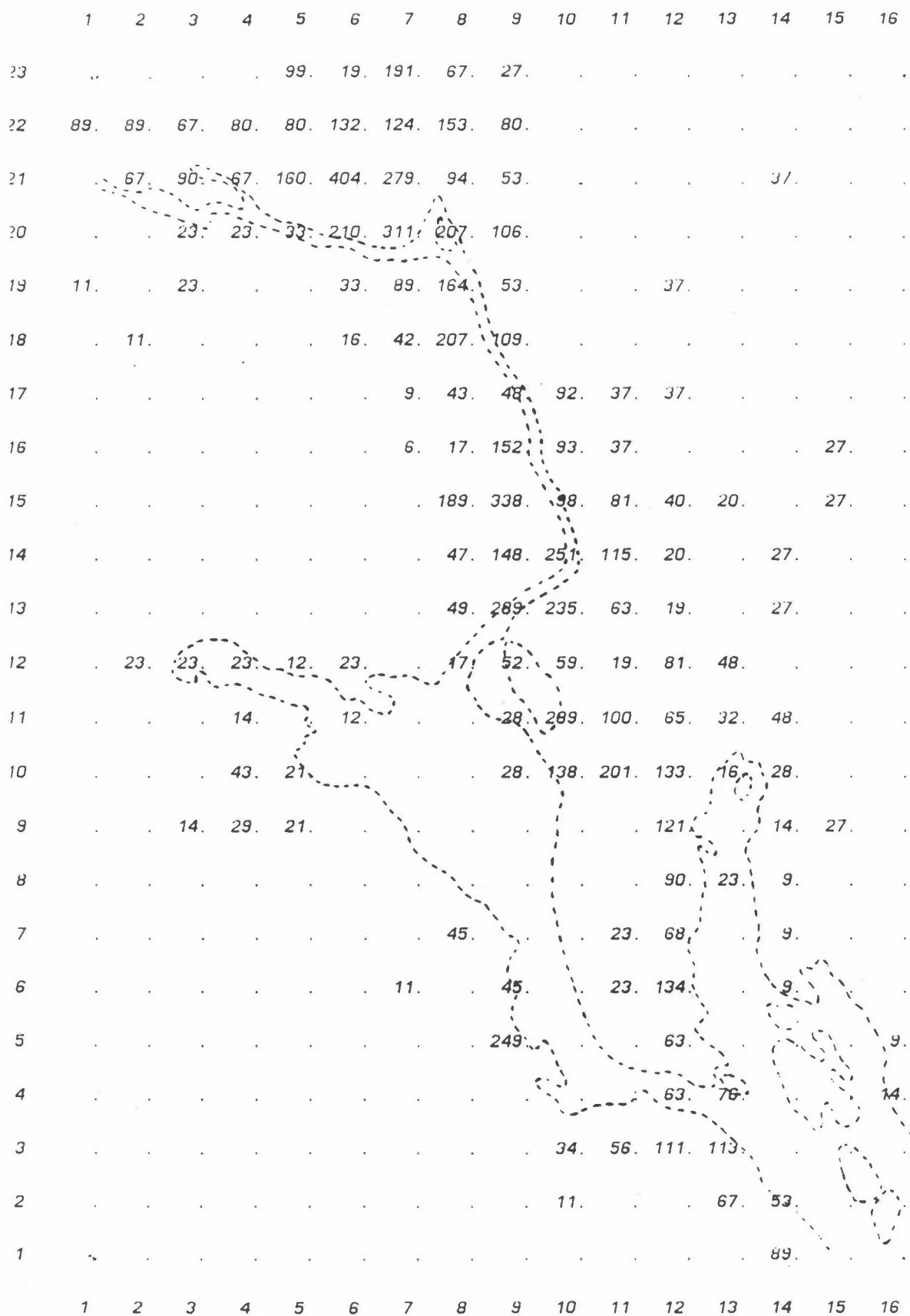
Figur B2: SO₂ fra arealkilder 2. periode.
 Enhet: 10⁻³ kg/h.



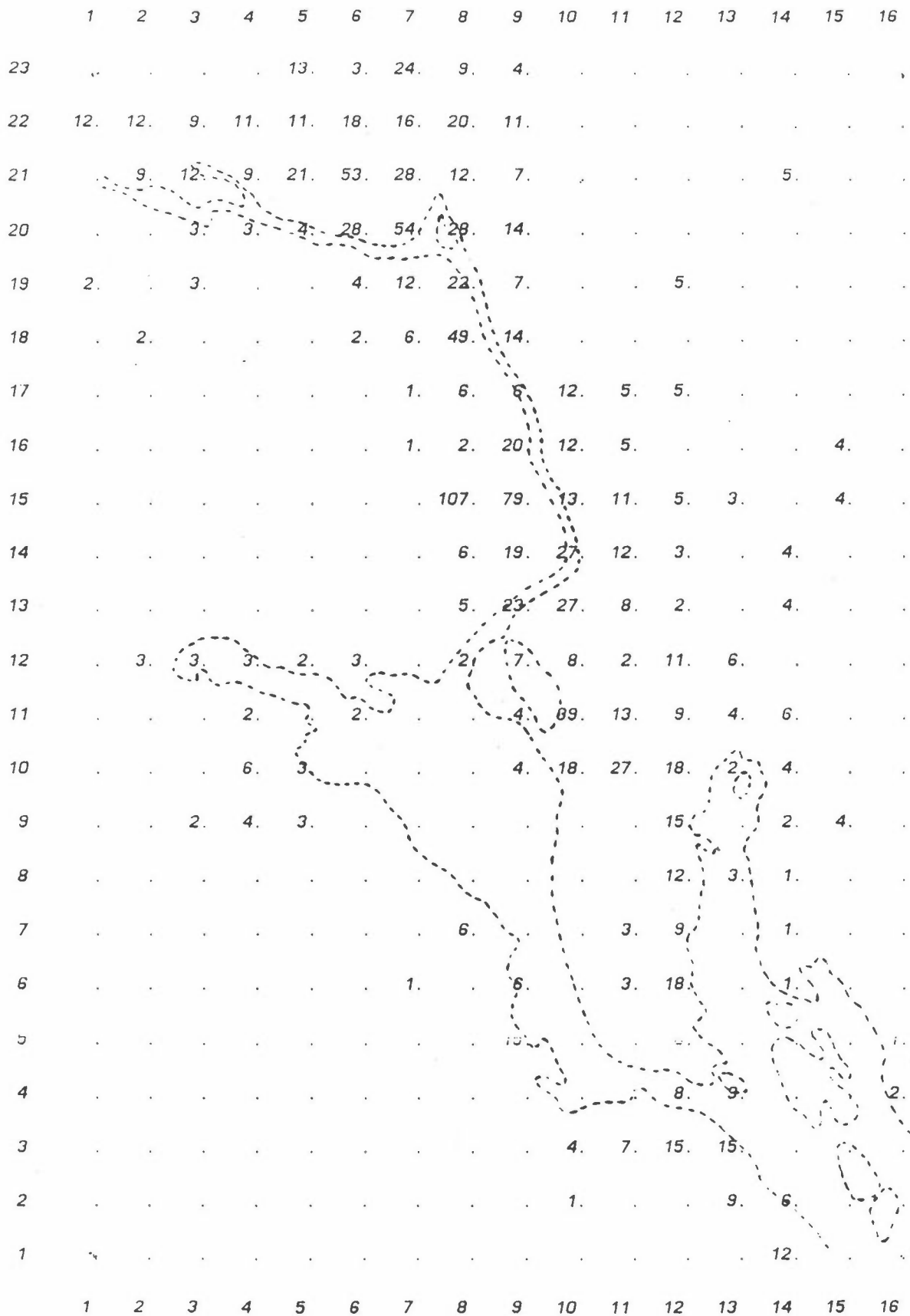
Figur B3: NOx fra arealkilder 1. periode.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.



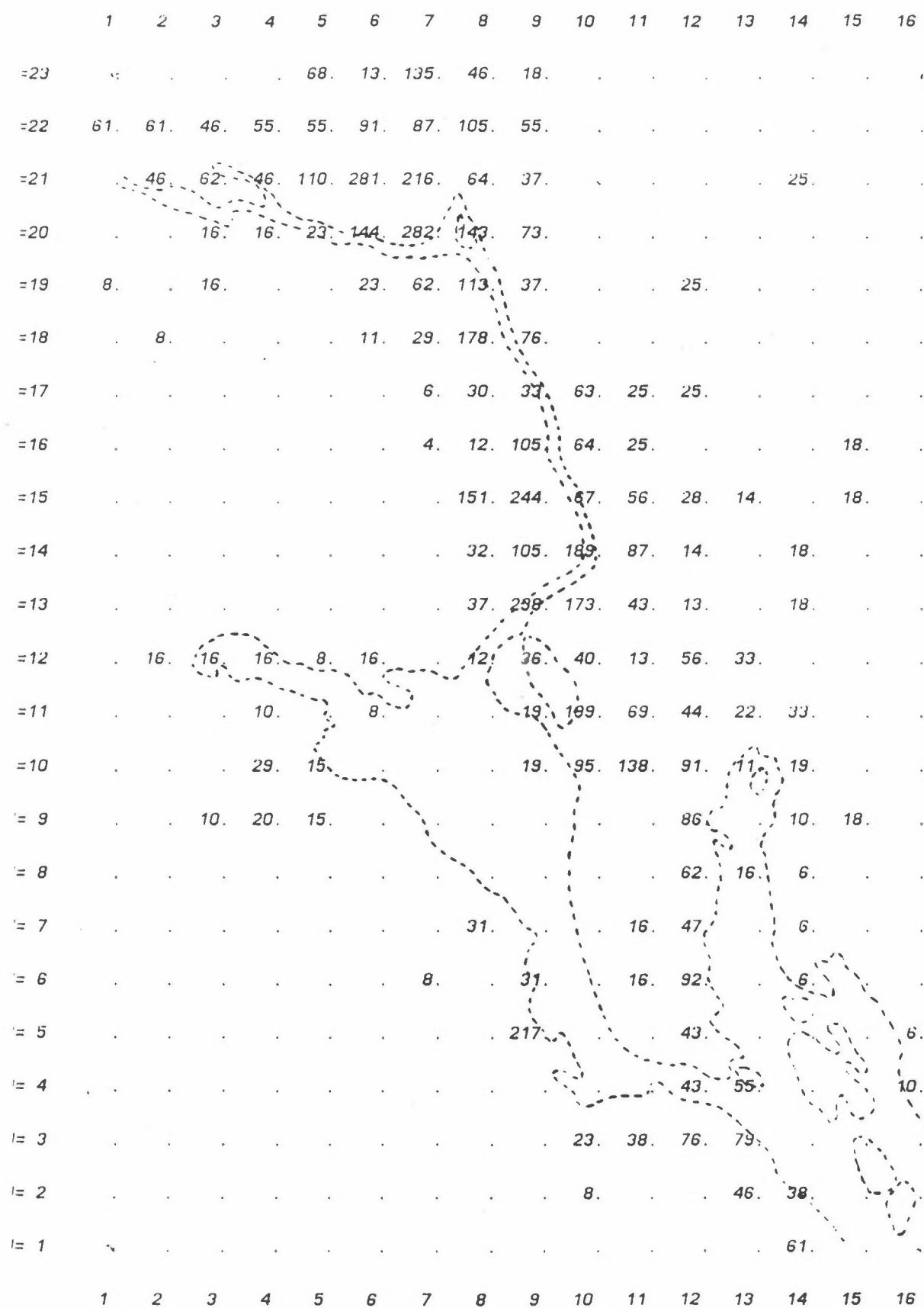
Figur B4: NOx fra arealkilder 2. periode.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.



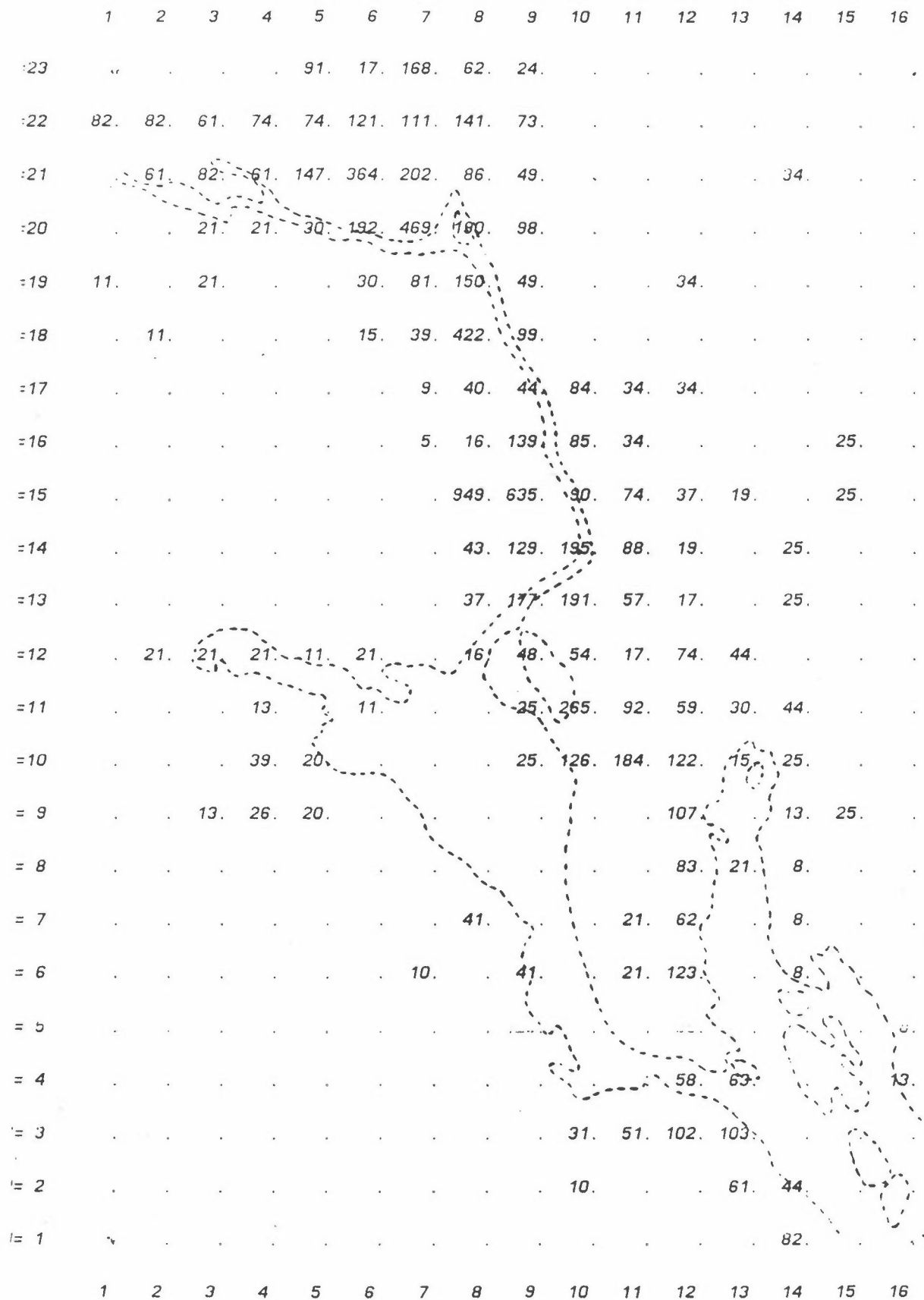
Figur B5: CO fra arealkilder 1. periode.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.



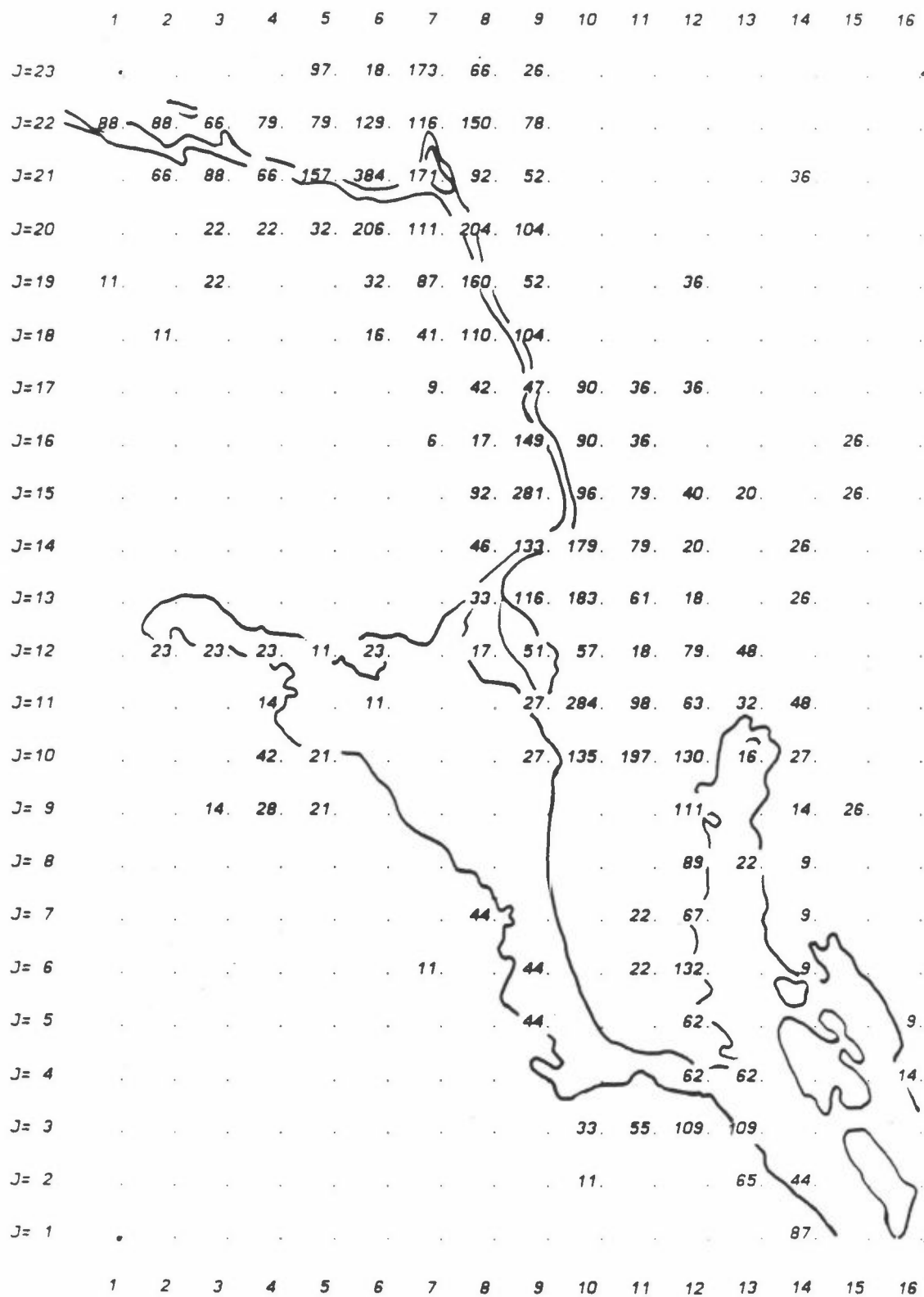
Figur B6: CO fra arealkilder 2. periode.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.



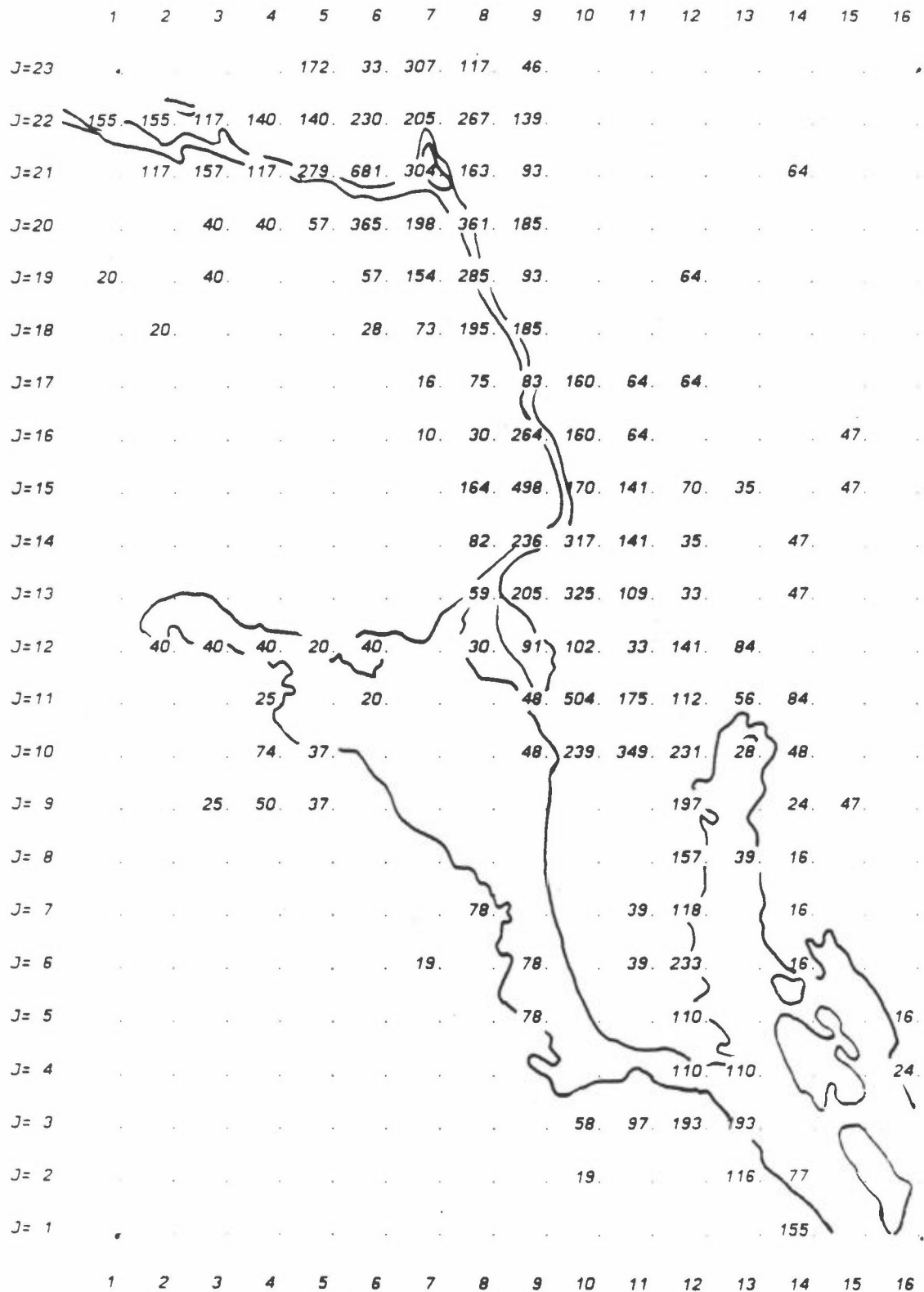
Figur B7: Partikler fra arealkilder 1. periode.
 Enhet: 10^{-4} kg/h.



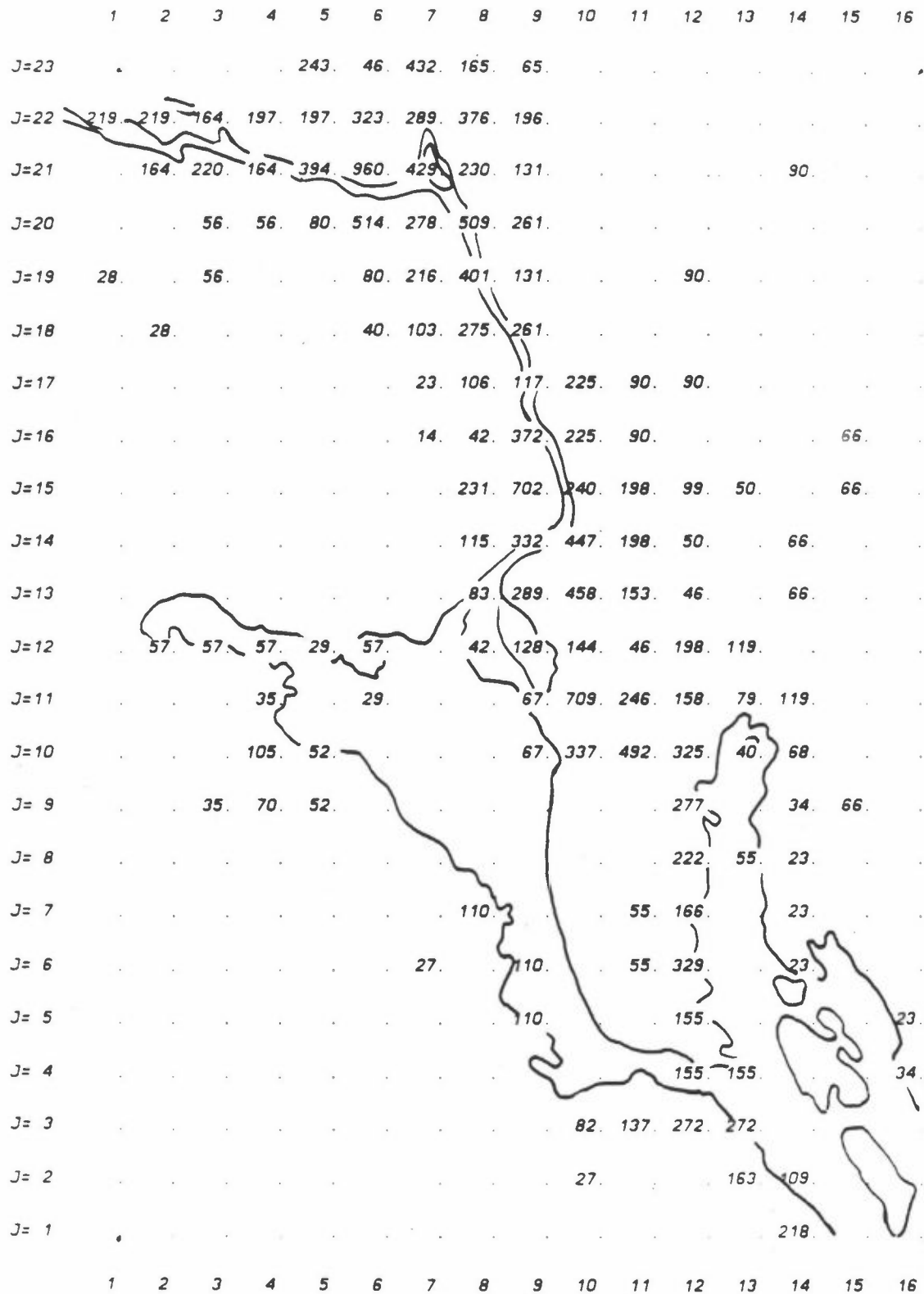
Figur B8: Partikler fra arealkilder 2. periode.
 Enhet: 10^{-5} kg/h.



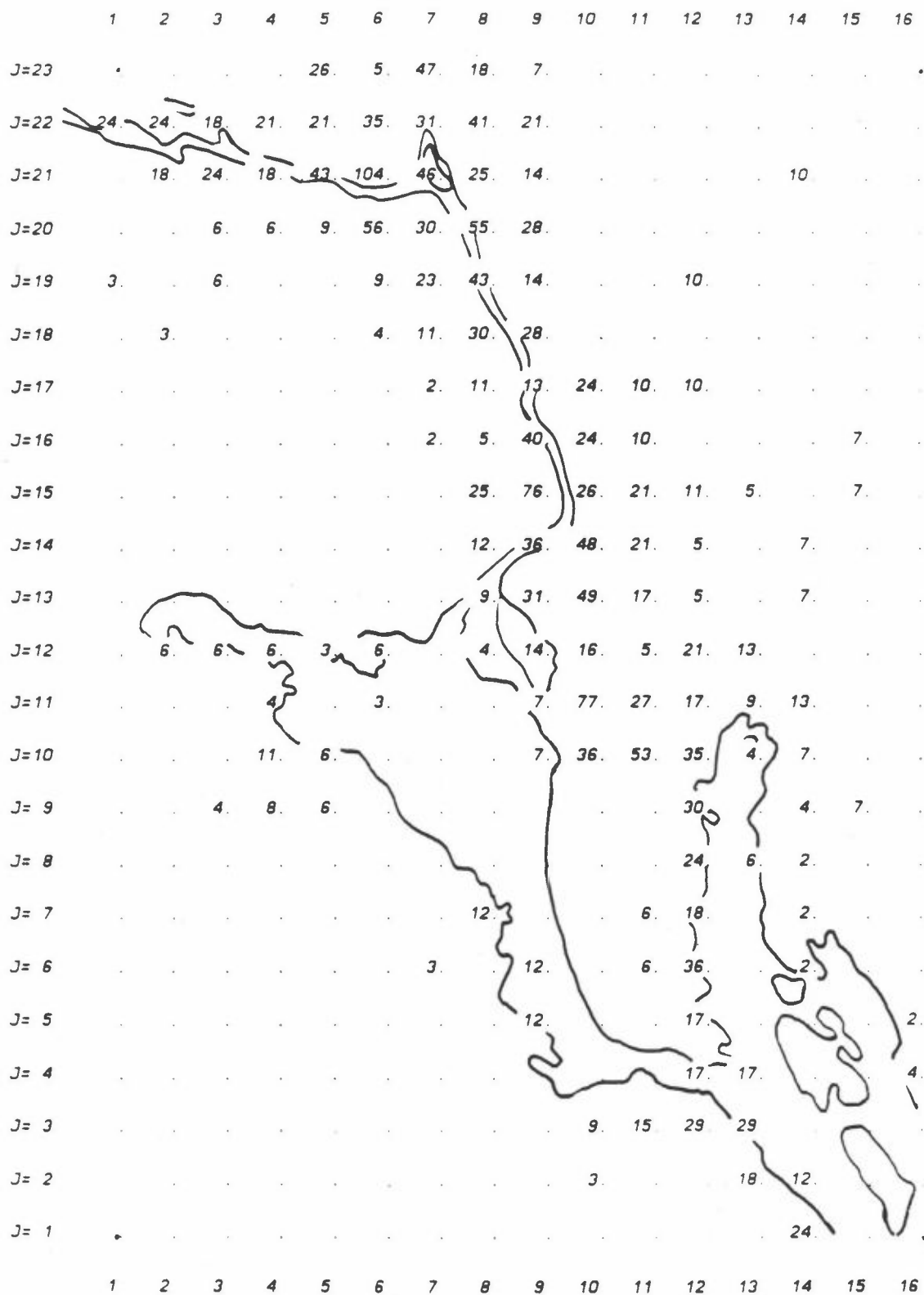
Figur B9: SO₂ fra vedfyring 1988.
 Enhet: 10⁻⁴ kg/h.



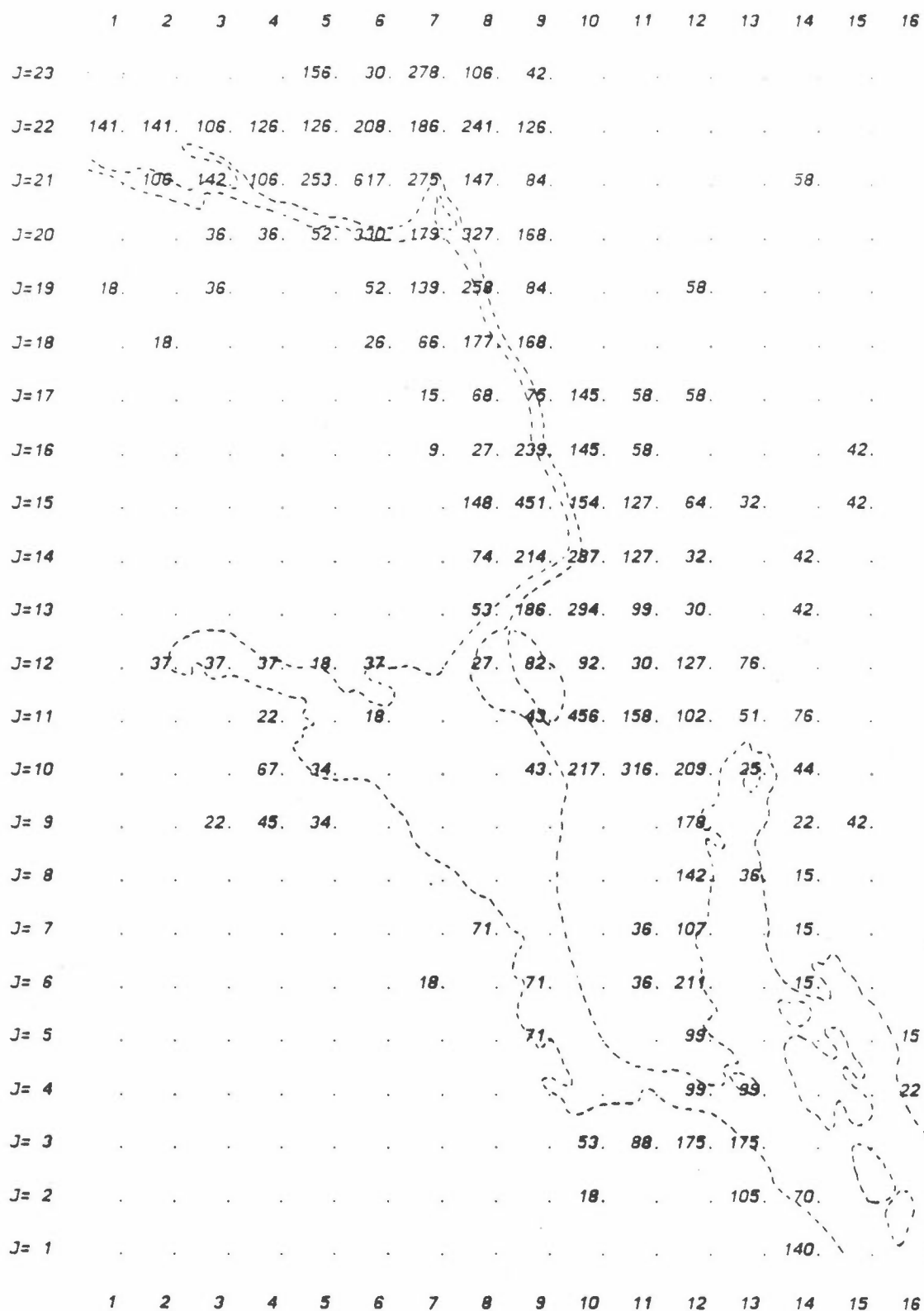
Figur B10: NO_x fra vedfyring 1988.
 Enhet: 10⁻⁴ kg/h.



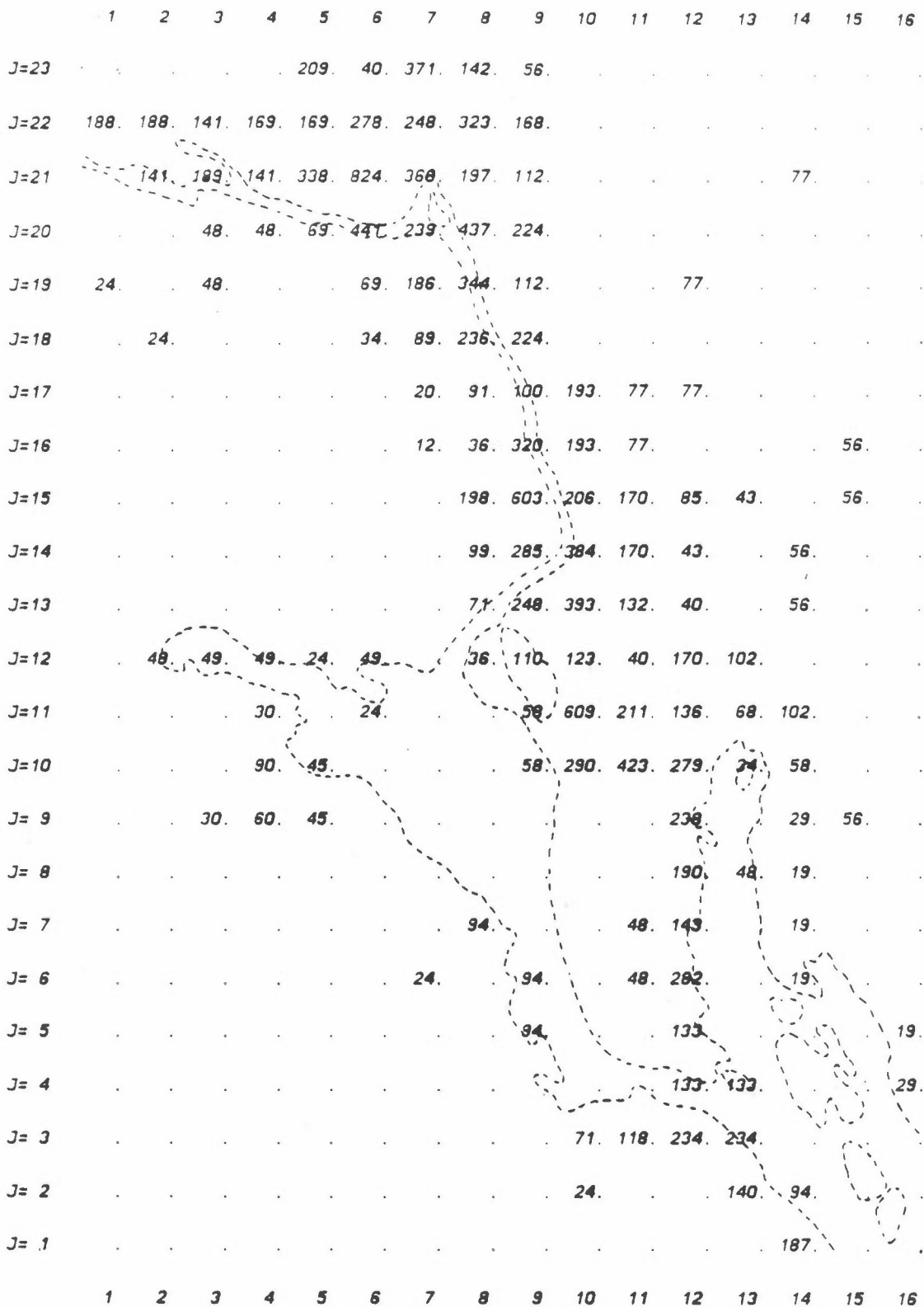
Figur B11: CO fra vedfyring 1988.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.



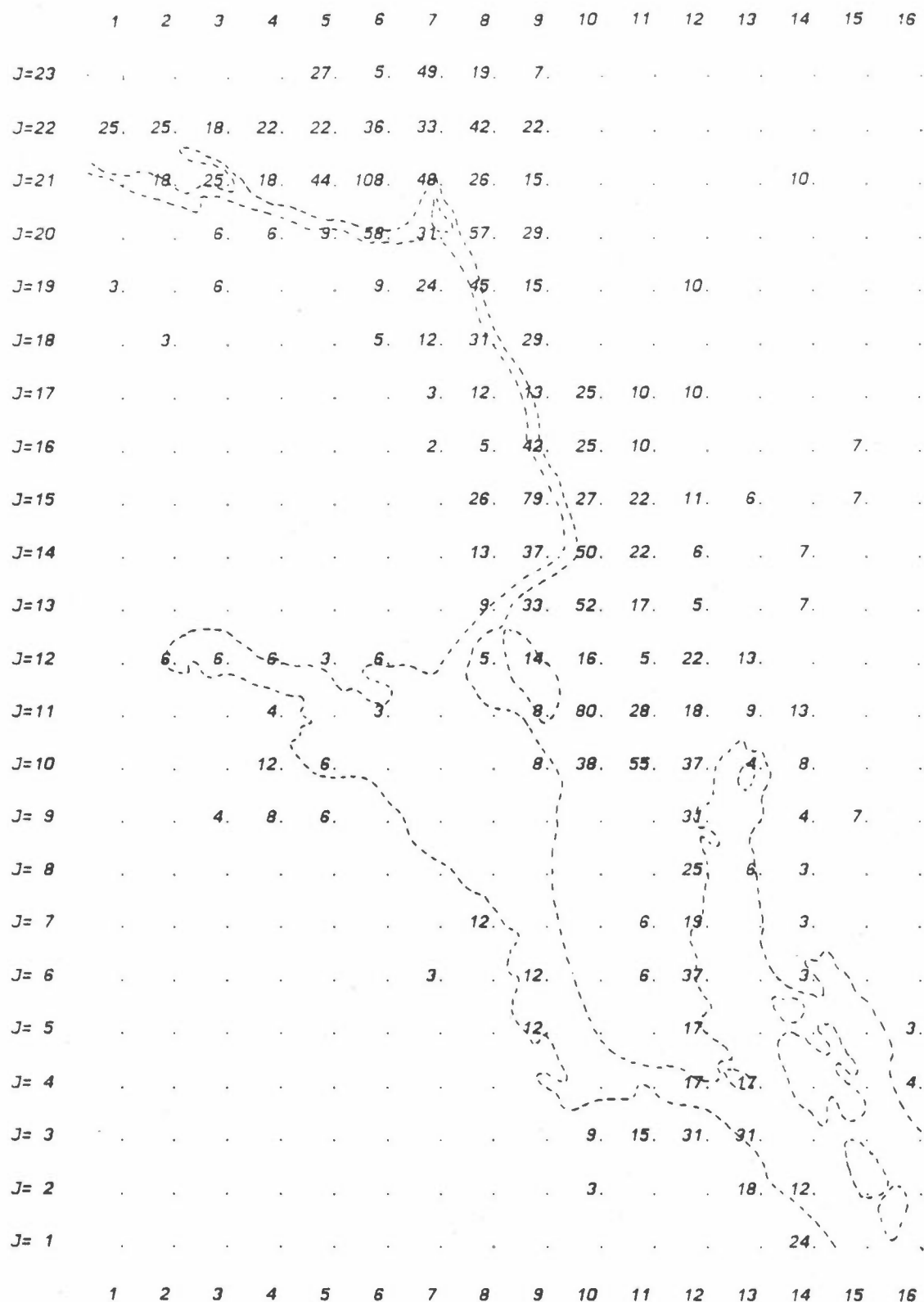
Figur B12: Partikler fra vedfyring 1988.
 Enhed: 10^{-2} kg/h.



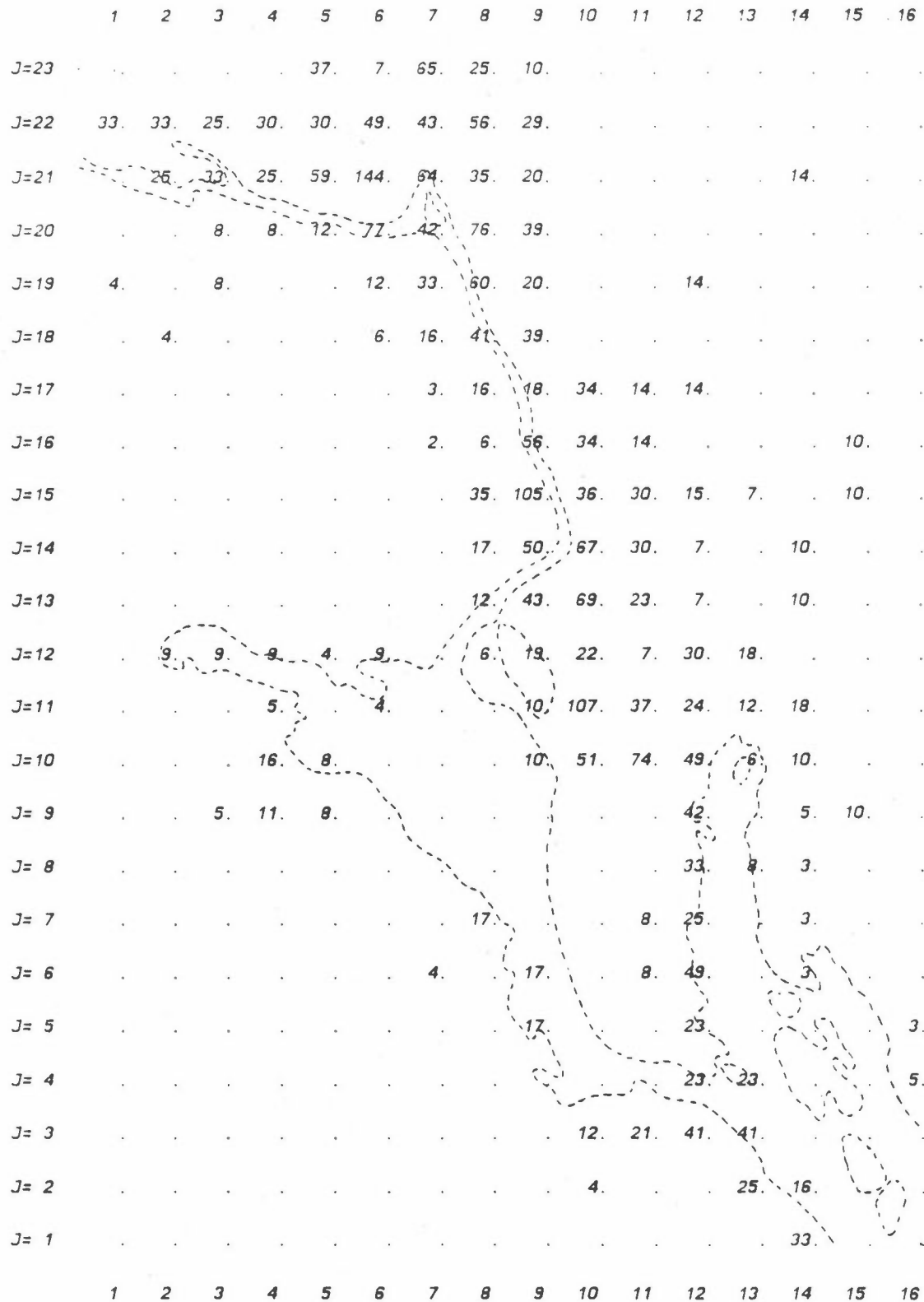
Figur B13: SO₂ fra vedfyring 1. periode.
 Enhet: 10⁻⁴ kg/h.



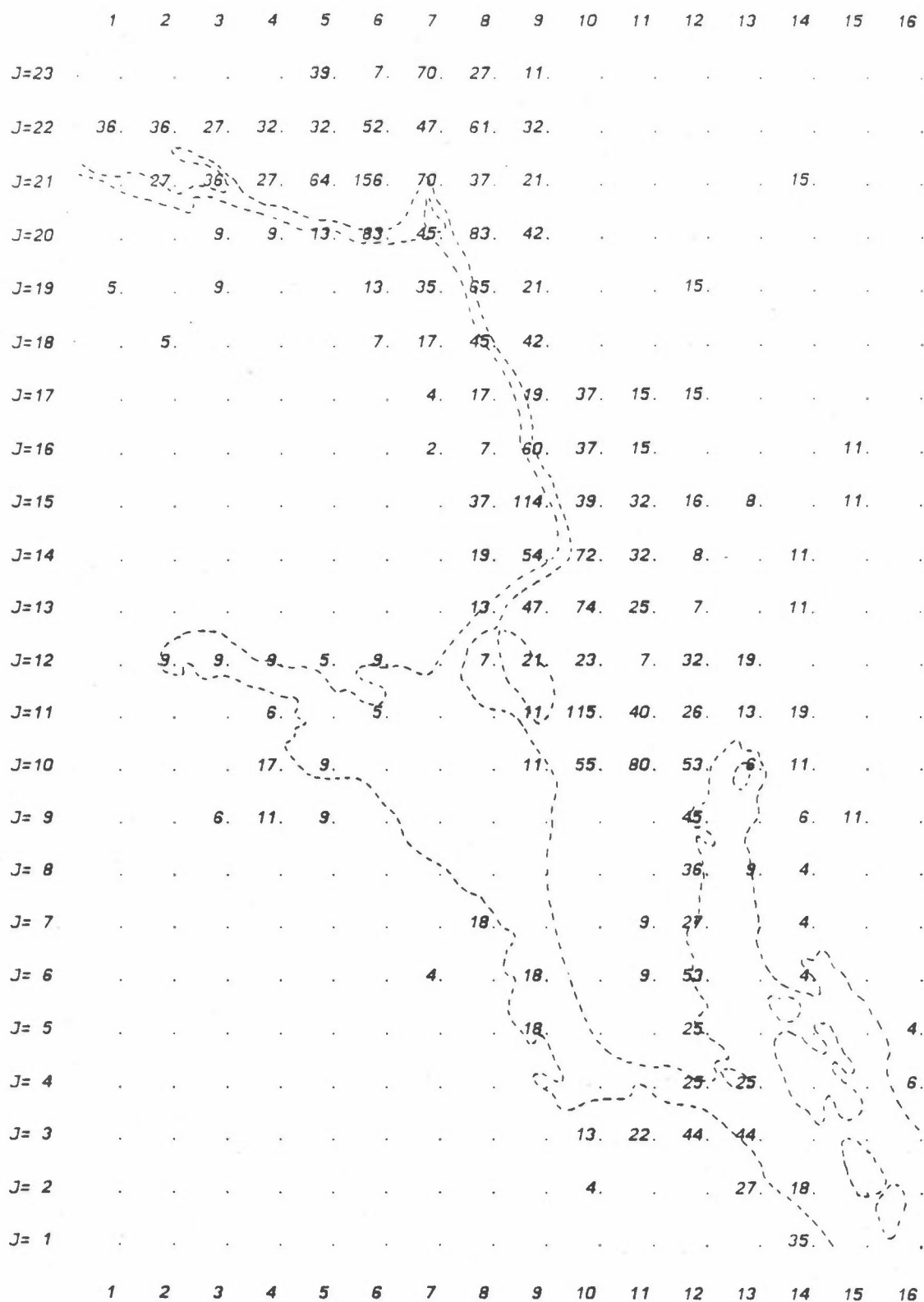
Figur B14: SO₂ fra vedfyring 2. periode.
 Enhed: 10⁻⁵ kg/h.



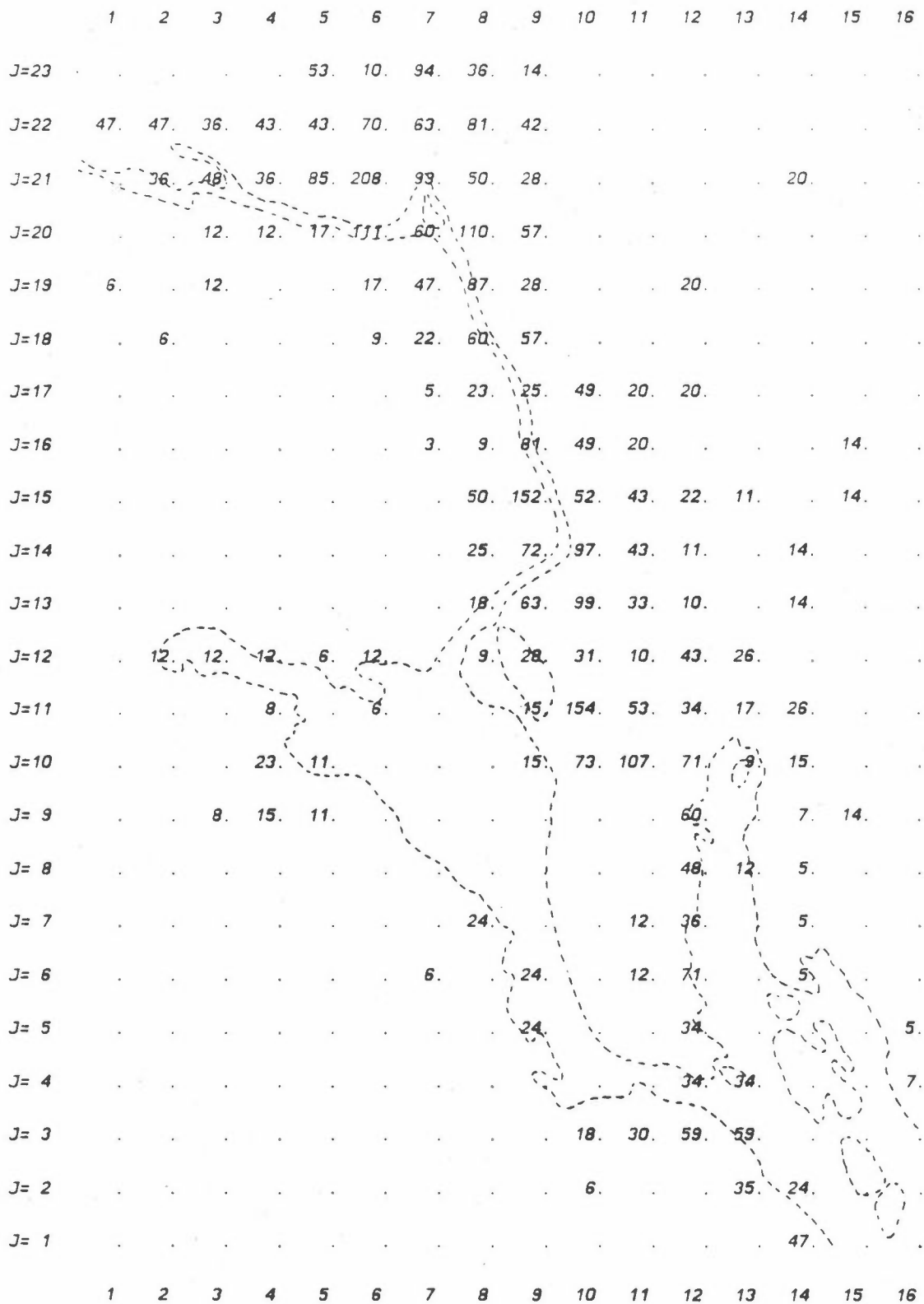
Figur B15: NOx fra vedfyring 1. periode.
 Enhed: 10^{-3} kg/h.



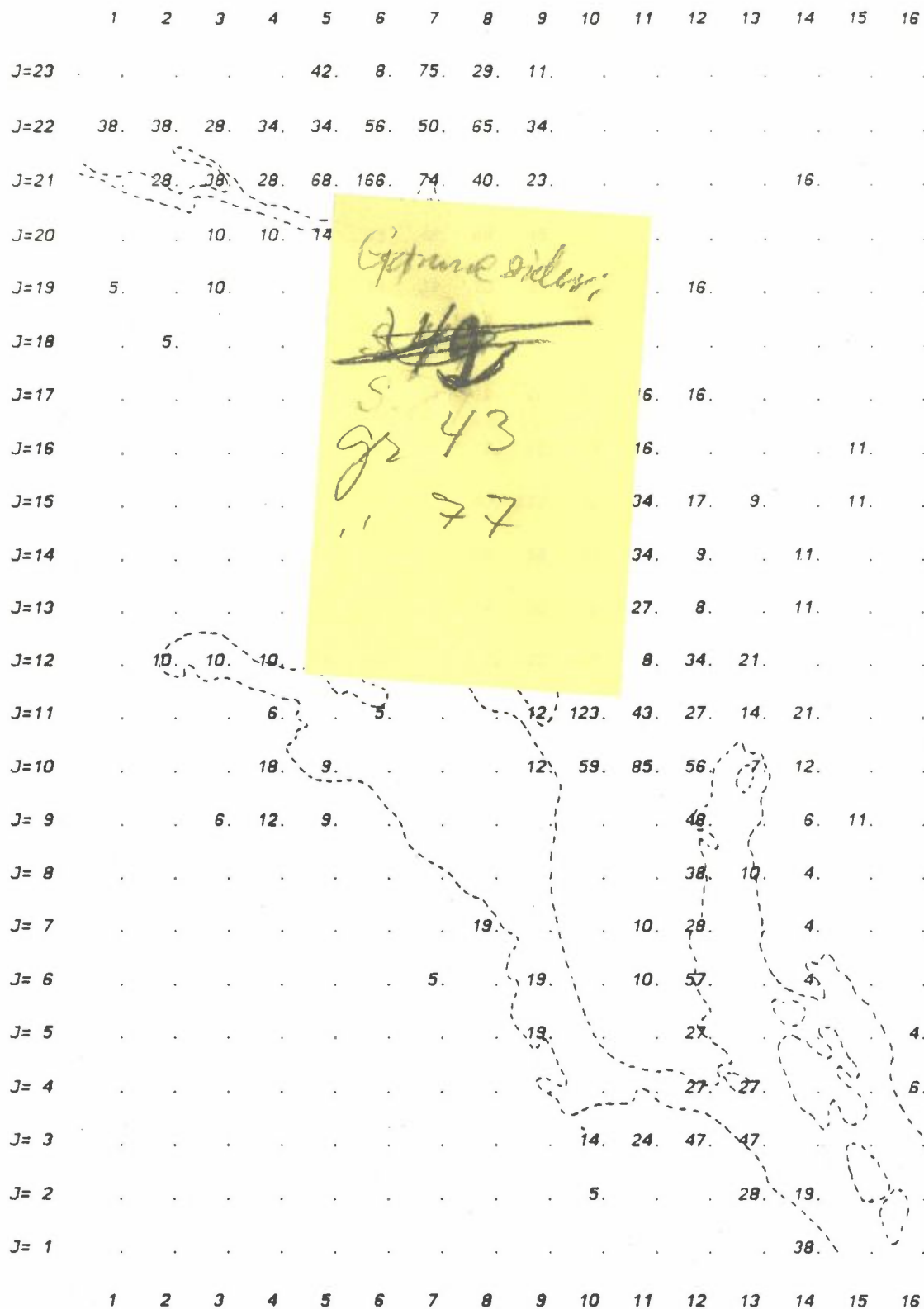
Figur B16: NOx fra vedfyring 2. periode.
 Enhet: 10^{-4} kg/h.



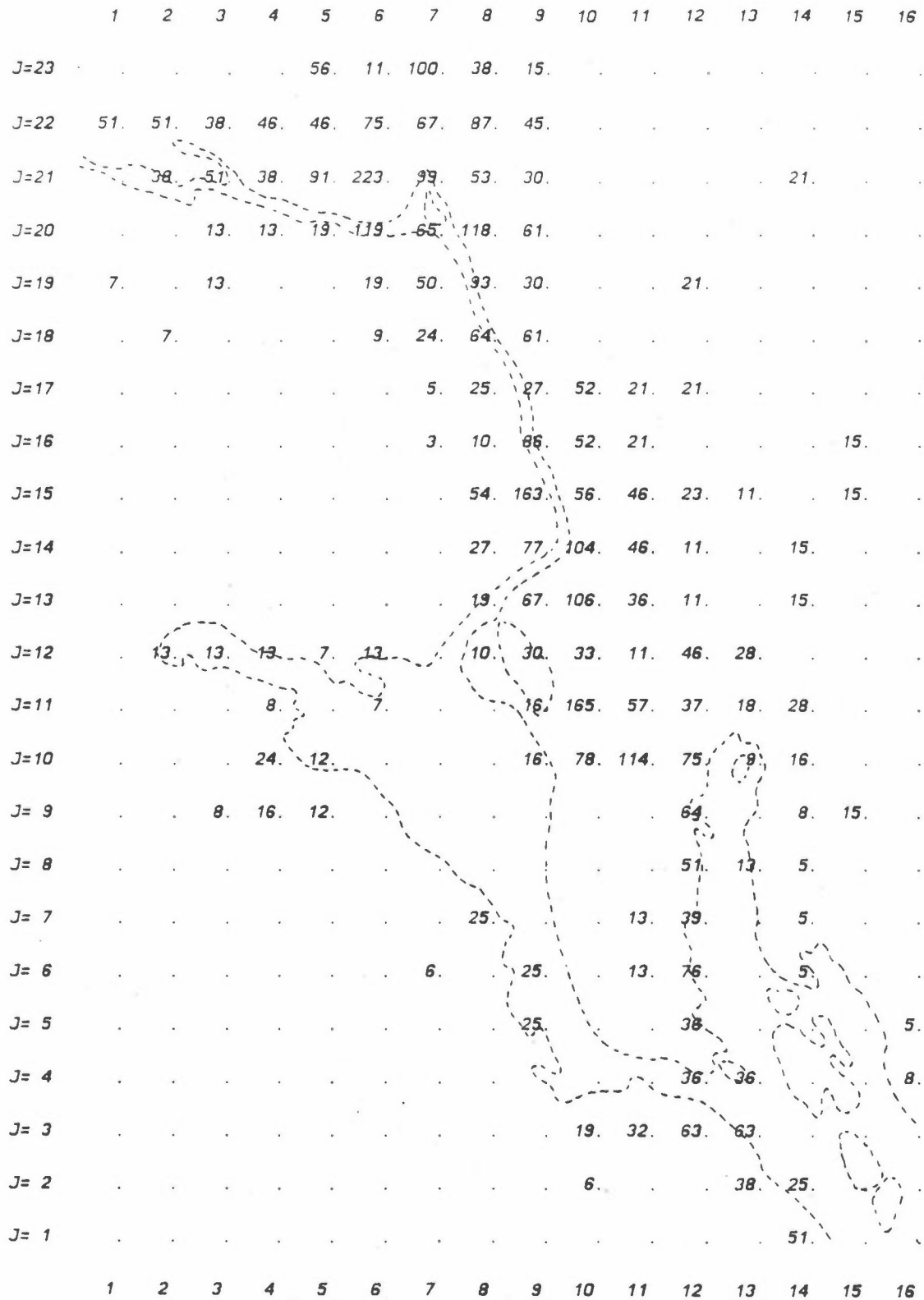
Figur B17: CO fra vedfyring 1. periode.
 Enhet: 10^{-1} kg/h.



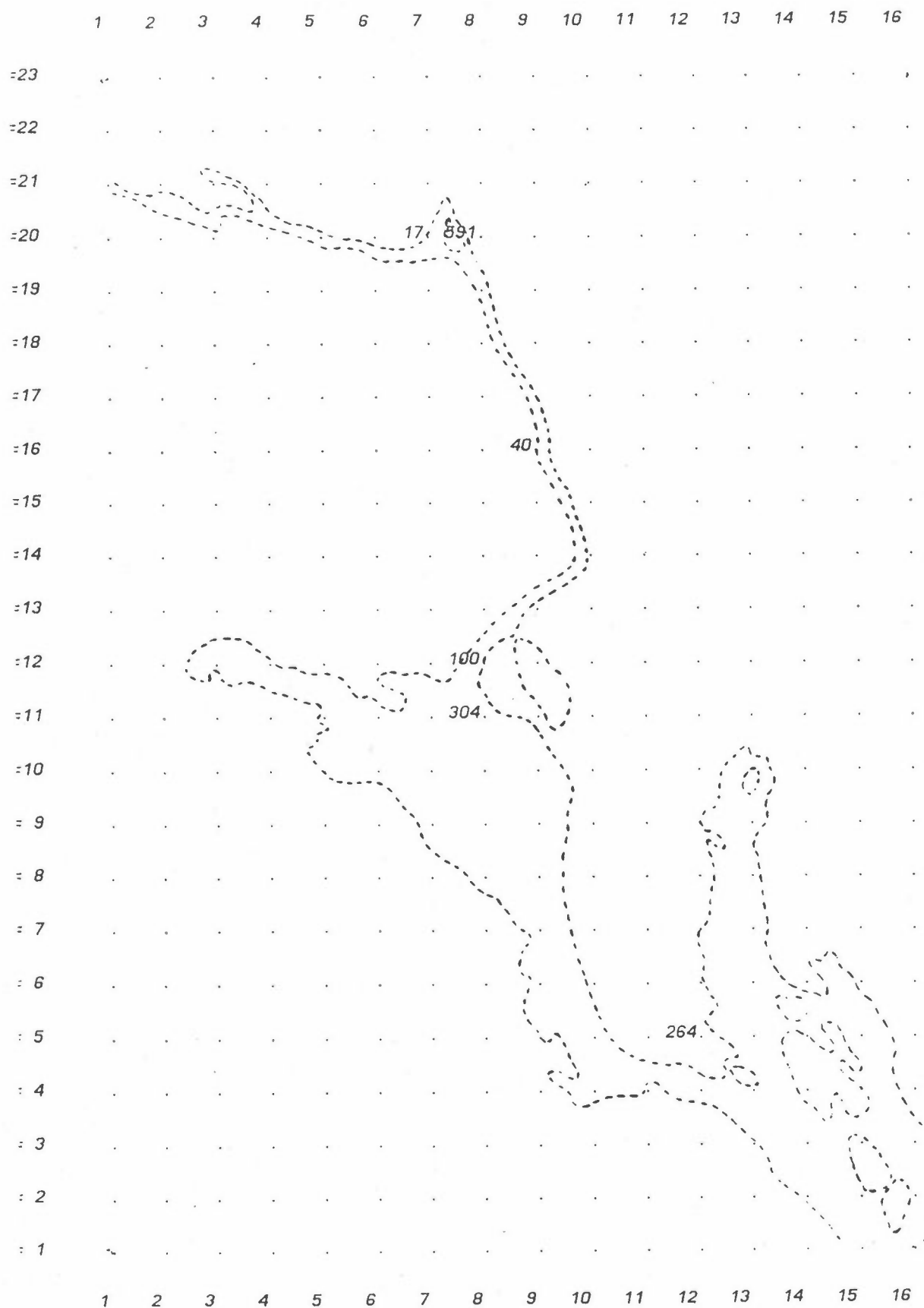
Figur B18: CO fra vedfyring 2. periode.
 Enhed: 10^{-2} kg/h.



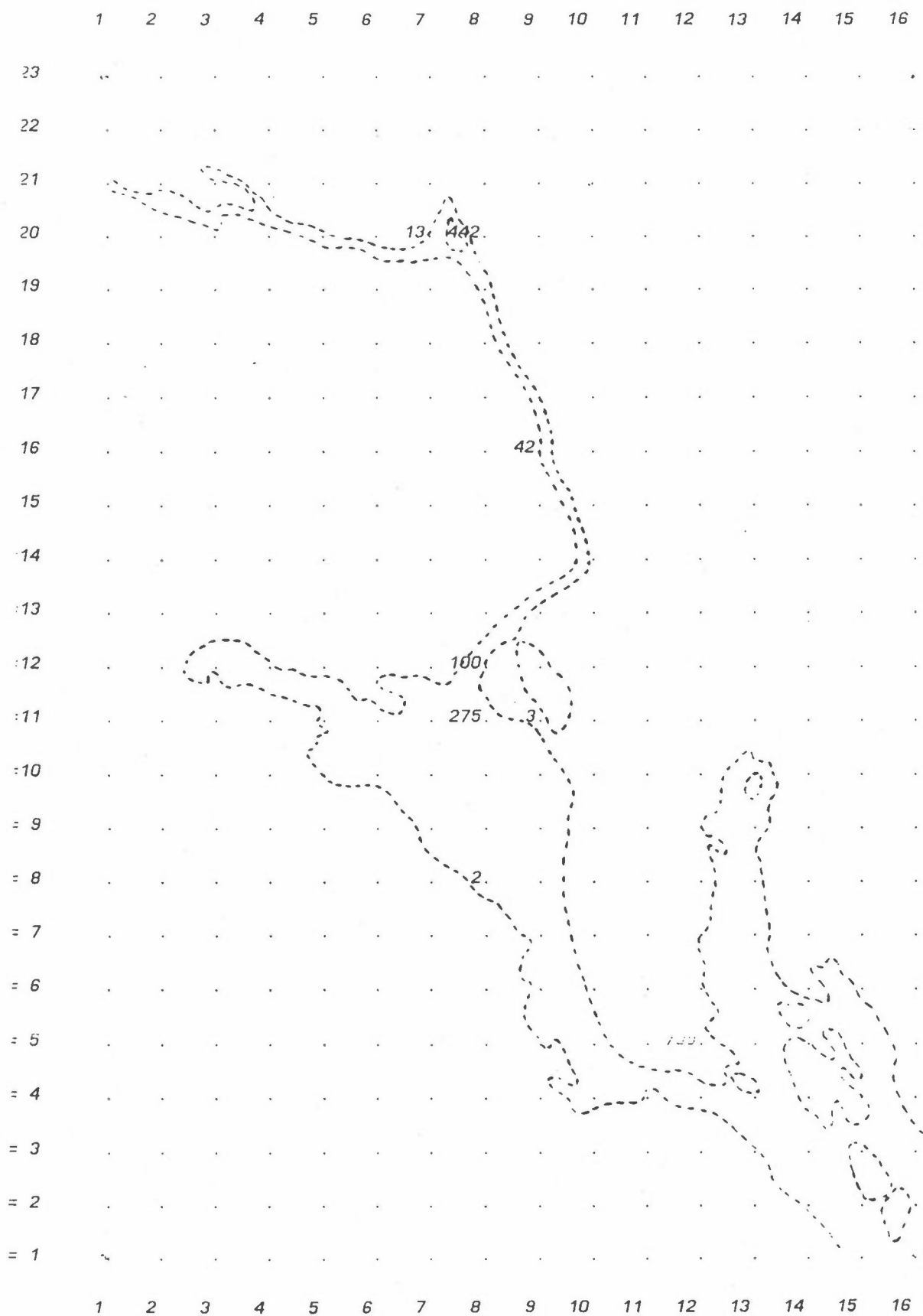
Figur B19: Partikler fra vedfyring 1. periode.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.



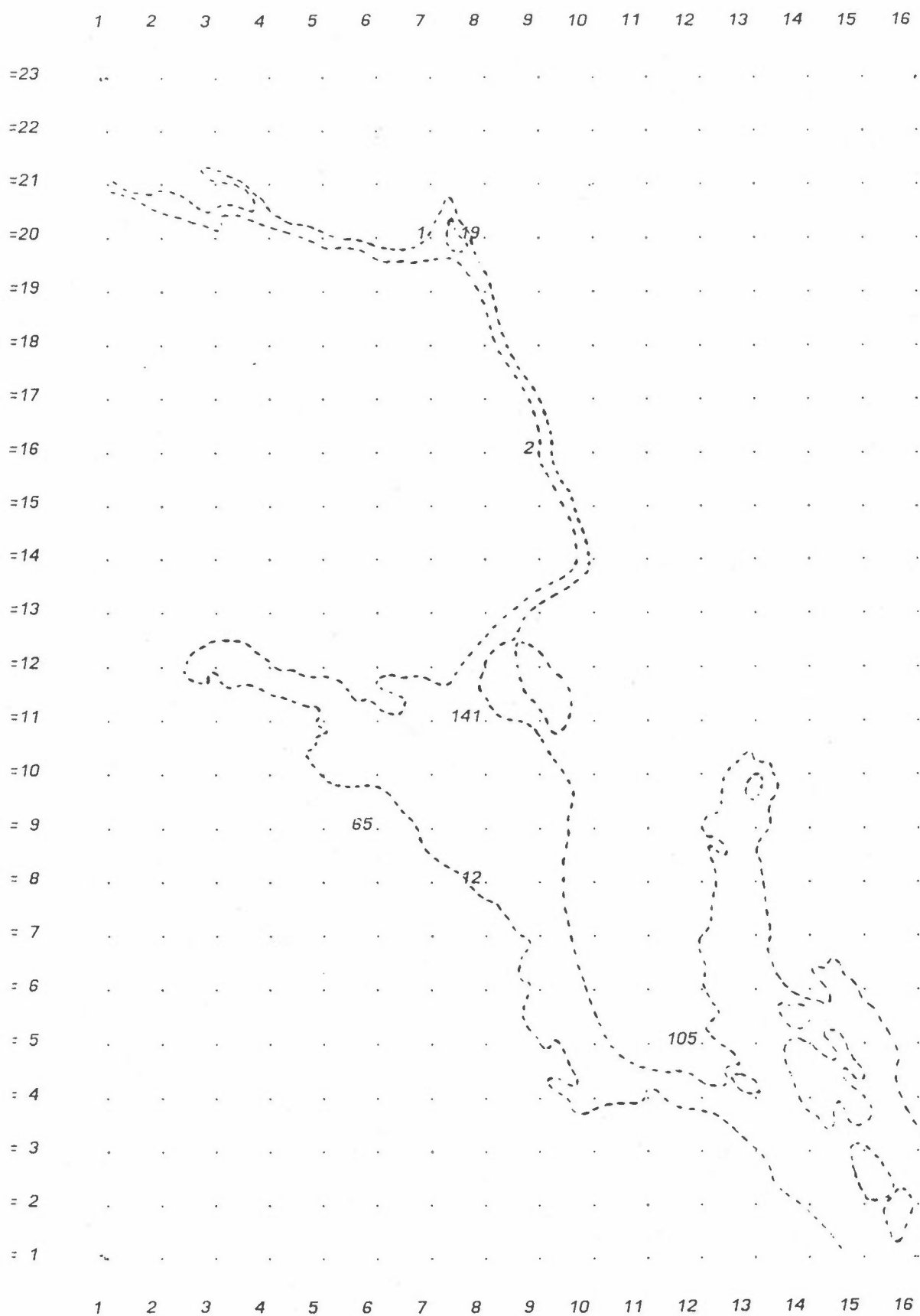
Figur B20: Partikler fra vedfyring 2. periode.
 Enhed: 10^{-3} kg/h.



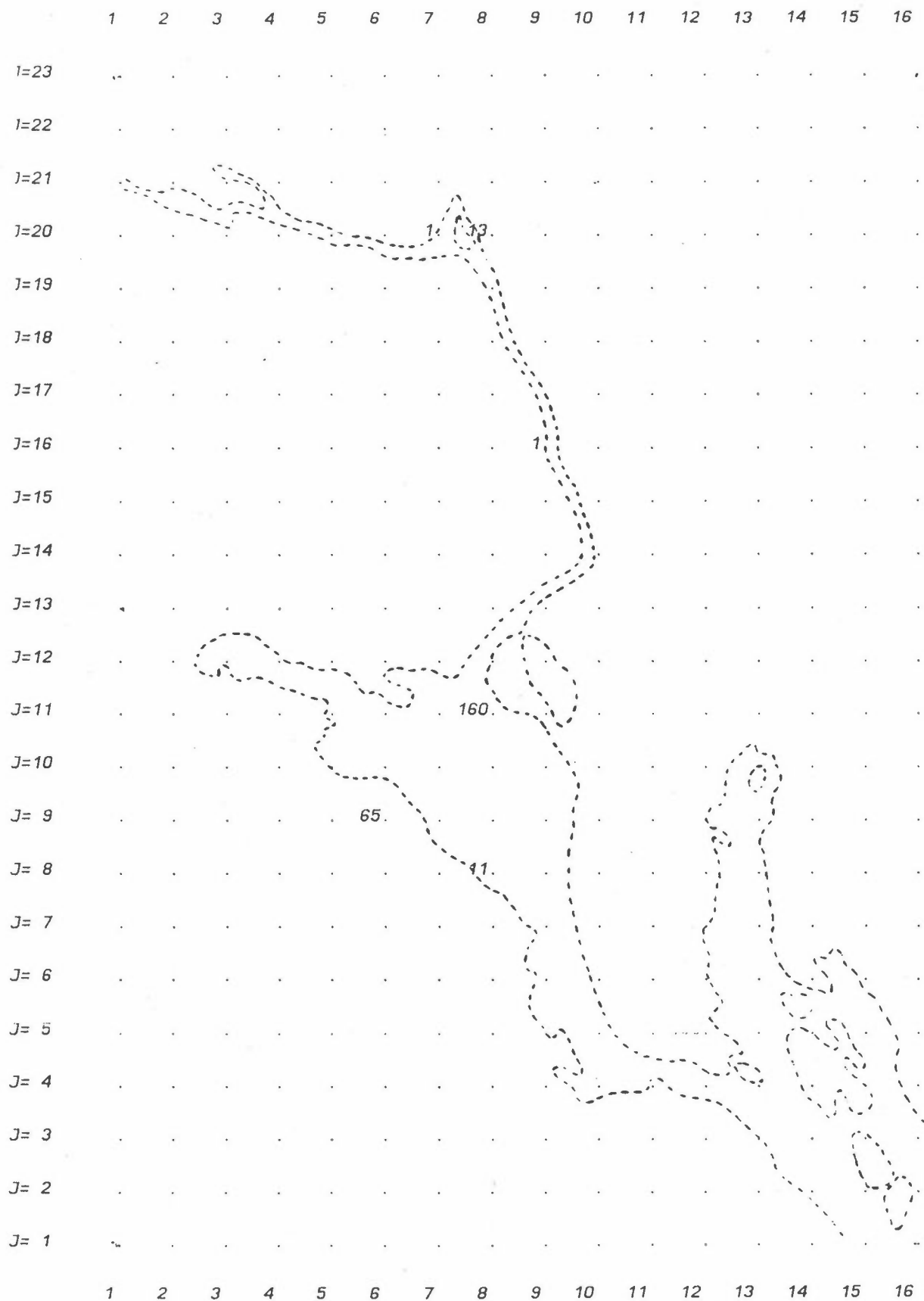
Figur B21: SO₂ fra punktkilder, 1. periode.
Enhet: 10⁻¹ kg/h.



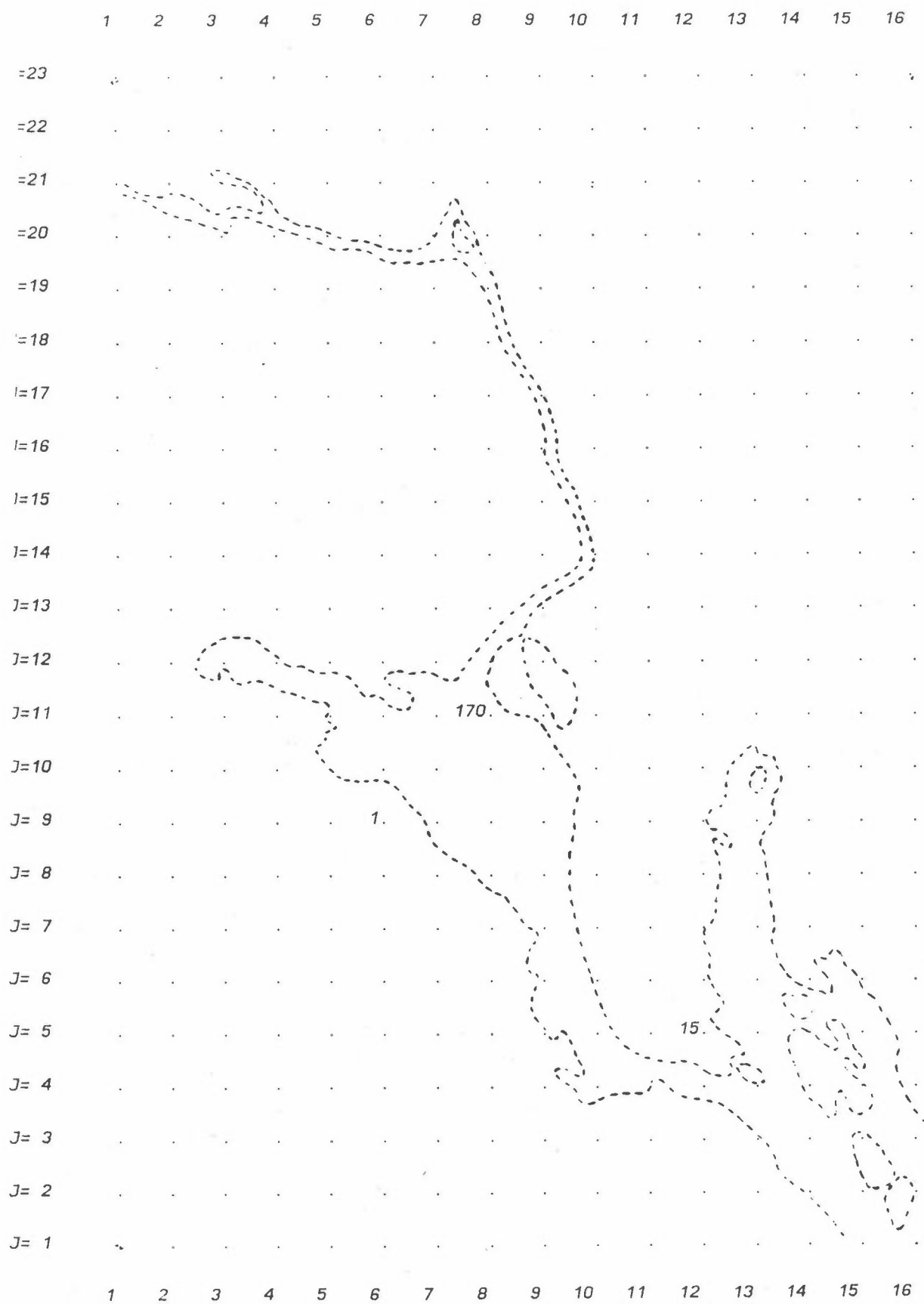
Figur B22: SO₂ fra punktkilder, 2. periode.
Enhet: 10⁻¹ kg/h.



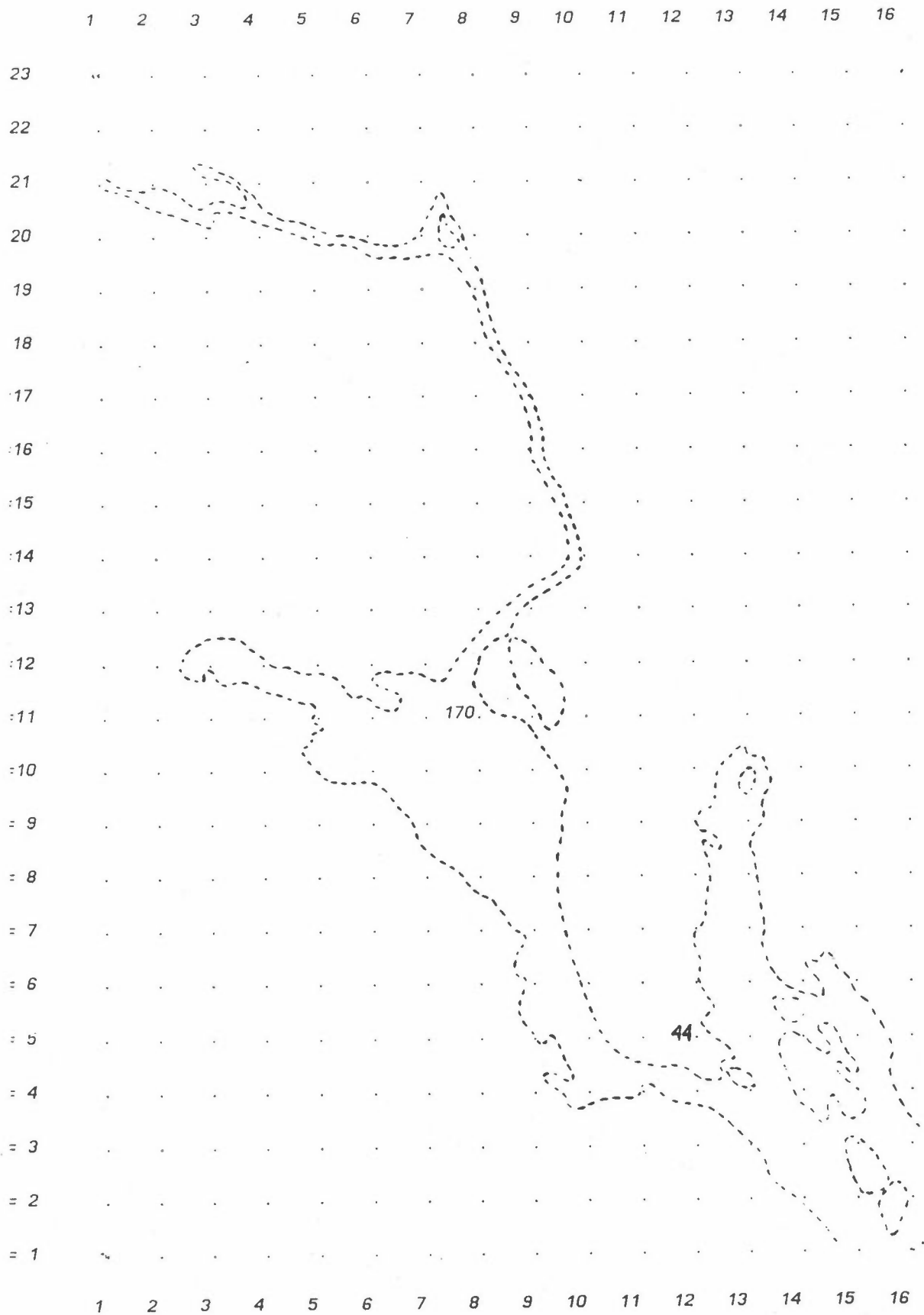
Figur B23: NOx fra punktkilder, 1. periode.
Enhet: kg/h.



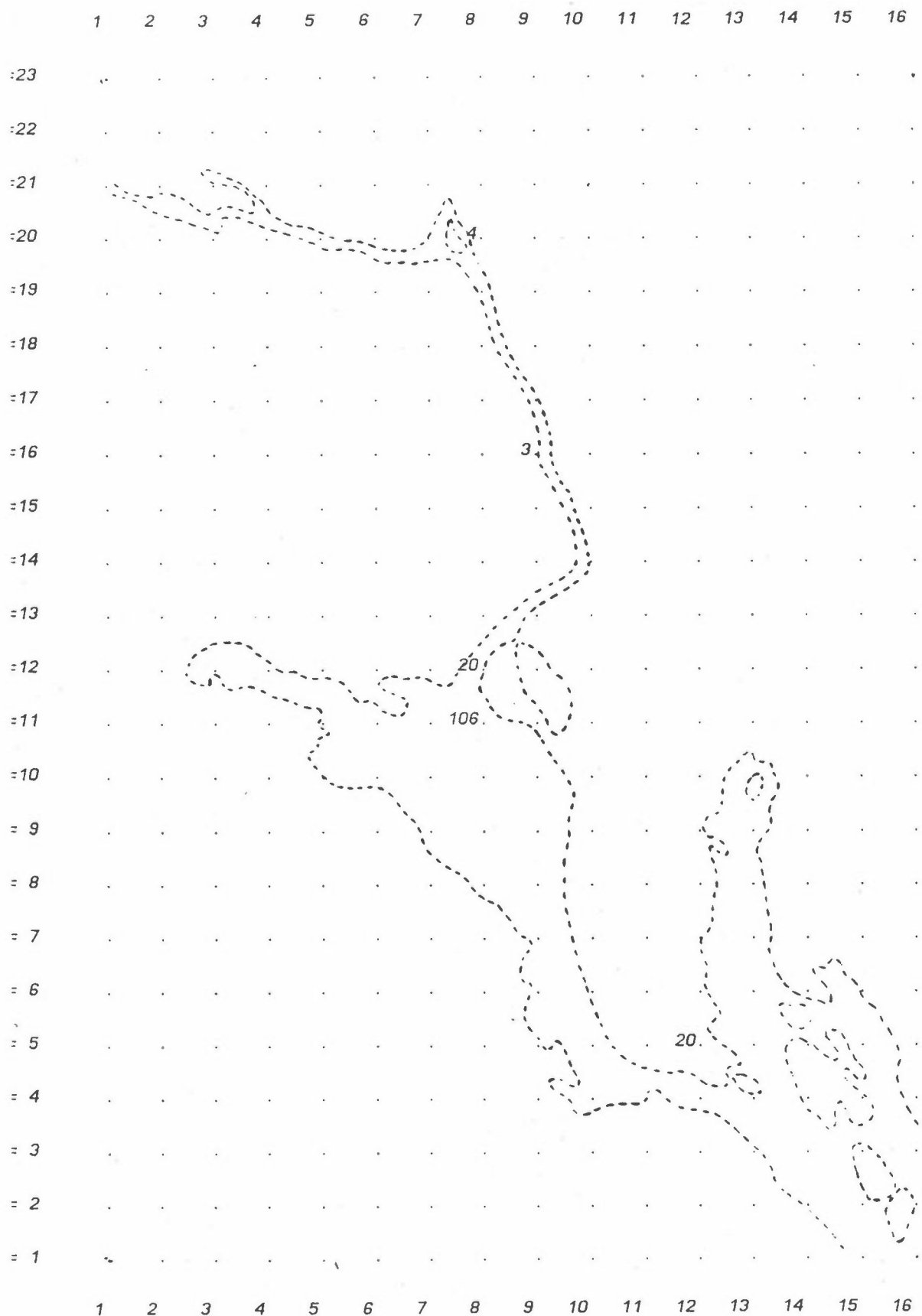
Figur B24: NOx fra punktkilder, 2. periode.
Enhet: kg/h.



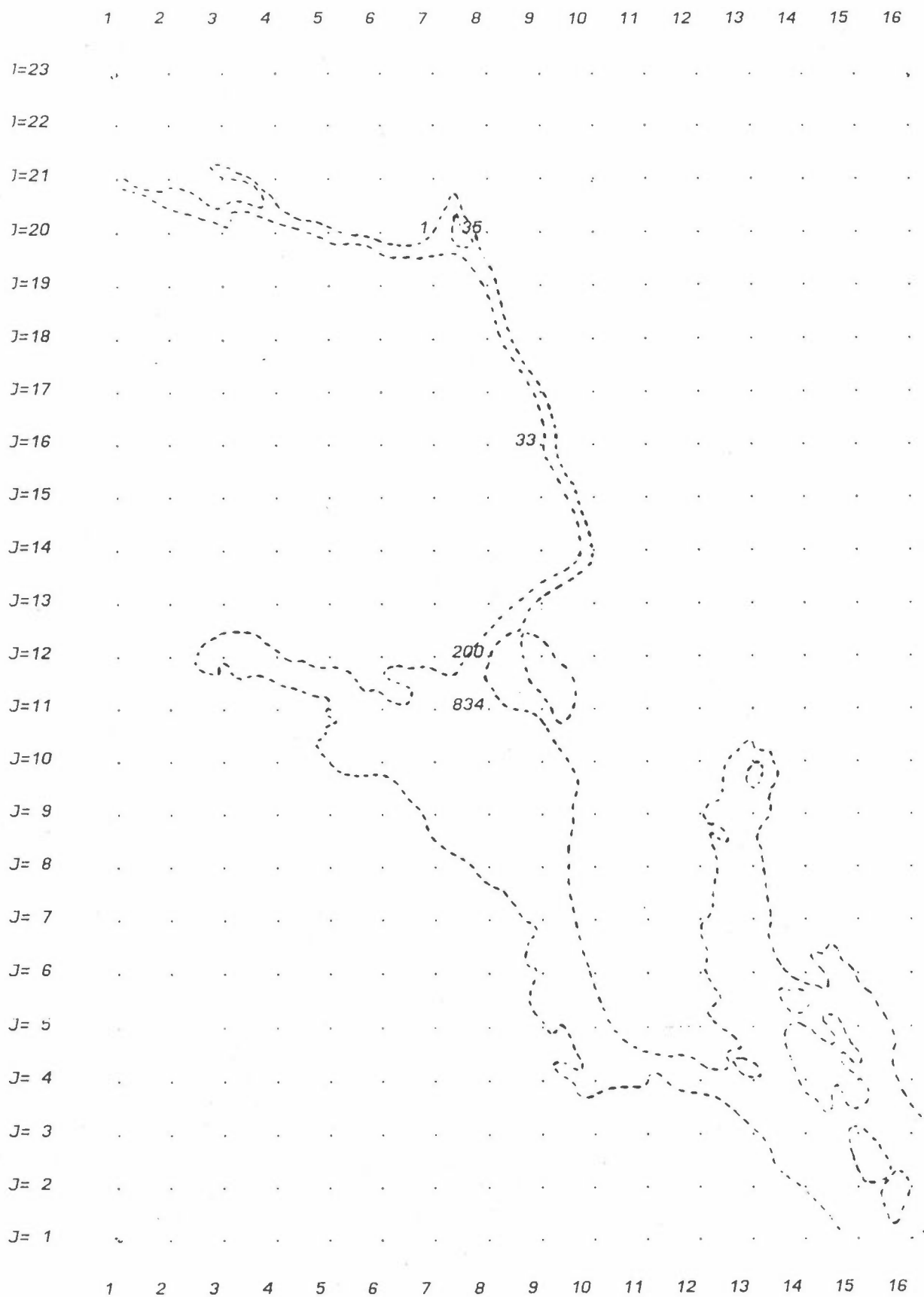
Figur B25: CO fra punktkilder, 1. periode.
Enhet: 10 kg/h.



Figur B26: CO fra punktkilder, 2. periode.
Enhet: 10 kg/h.



Figur B27: Partikler fra punktkilder, 1. periode.
Enhet: kg/h.



Figur B28: Partikler fra punktkilder, 2. periode.
Enhet: 10^{-1} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	2.				50.	21.	118.	32.	16.							
J=22	42.	48.	55.	38.	38.	65.	129.	84.	39.							
J=21	32.	47.	57.	127.	265.	279.	120.	25.	2.					17.		
J=20			25.	11.	55.	314.	246.	190.	71.	1.	2.	2.	1.	2.		
J=19	39.	6.	42.	50.	36.	100.	190.	199.	96.			17.	4.			
J=18		35.	4.	2.	64.	65.	68.	181.	174.	25.			3.			1.
J=17		2.	1.	3.	33.	21.	71.	20.	223.	101.	35.	28.	4.			3.
J=16		2.	1.	5.	18.		37.	15.	189.	172.	28.	10.			14.	2.
J=15		2.		22.				63.	283.	158.	50.	24.	10.			16.
J=14			18.	16.			2.	24.	234.	233.	38.	10.		14.	2.	
J=13		14.	26.				1.	43.	179.	185.	153.	18.		17.		
J=12	11.	45.	19.	29.	25.	30.	31.	22.	90.	45.	9.	151.	57.			
J=11		10.	17.	17.		5.			44.	230.	47.	30.	92.	118.		
J=10				32.	17.				13.	136.	94.	62.	94.	17.	63.	64.
J= 9			7.	13.	28.	33.					71.	201.	26.	11.	13.	
J= 8							35.			2.		182.	11.	9.		
J= 7								49.		1.	12.	175.		11.	1.	
J= 6							5.	14.	33.		11.	185.		4.	3.	4.
J= 5									45.			145.				10.
J= 4									32.			145.	30.			8.
J= 3									2.	43.	77.	205.	52.			
J= 2										5.	93.		31.	21.		
J= 1											93.			42.		

Figur B29: SO₂ fra trafikk (1. og 2. periode), bensinbiler.
 Enhet: 10⁻⁴ kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	1.	.	.	.	36.	15.	85.	23.	12.	.	.	.	.	.	.	.
J=22	30.	34.	39.	27.	27.	47.	74.	48.	28.	.	.	.	.	.	.	.
J=21	23.	34.	41.	91.	152.	160.	69.	18.	2.	.	.	.	12.	.	.	.
J=20	.	18.	8.	40.	225.	142.	109.	51.	1.	2.	1.	1.	1.	.	.	.
J=19	28.	4.	30.	36.	26.	72.	110.	114.	69.	.	.	12.	3.	.	.	.
J=18	.	25.	3.	1.	46.	46.	49.	104.	100.	14.	.	.	2.	.	.	1.
J=17	.	2.	1.	2.	24.	15.	51.	15.	128.	58.	25.	20.	3.	.	.	2.
J=16	.	1.	1.	4.	13.	.	27.	10.	109.	99.	20.	7.	.	.	10.	1.
J=15	.	1.	.	16.	.	.	.	45.	163.	91.	36.	17.	7.	.	12.	.
J=14	.	.	13.	12.	.	.	1.	18.	134.	134.	27.	7.	.	10.	2.	.
J=13	.	10.	19.	.	.	.	1.	31.	103.	107.	110.	13.	.	12.	.	.
J=12	8.	32.	14.	24.	18.	22.	22.	15.	52.	26.	6.	109.	41.	.	.	.
J=11	.	7.	12.	12.	.	4.	.	.	26.	132.	34.	22.	66.	85.	.	.
J=10	.	.	.	23.	12.	.	.	.	7.	78.	68.	45.	88.	12.	45.	46.
J=9	.	.	5.	10.	20.	24.	.	.	.	.	51.	145.	19.	8.	9.	.
J=8	.	.	.	.	.	.	25.	.	.	1.	.	131.	8.	6.	.	.
J=7	.	.	.	.	.	.	.	35.	.	1.	9.	126.	.	8.	1.	.
J=6	.	.	.	.	.	.	4.	10.	24.	.	8.	134.	.	3.	2.	3.
J=5	.	.	.	.	.	.	.	.	32.	.	.	104.	.	.	.	7.
J=4	.	.	.	.	.	.	.	.	29.	.	.	105.	37.	.	.	5.
J=3	.	.	.	.	.	.	.	.	2.	31.	56.	148.	38.	.	.	.
J=2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.	67.	.	23.	15.	.	.
J=1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	67.	.	.	30.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur B30: Partikler fra trafikk (1. og 2. periode), bilsinbiler.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	3.	1.			78.	32.	183.	49.	25.							
J=22	65.	74.	85.	59.	59.	101.	161.	105.	61.	1.						
J=21	49.	74.	89.	196.	331.	348.	150.	39.	3.					27.		
J=20			38.	17.	85.	487.	308.	237.	110.	1.	3.	3.	2.	3.		
J=19	61.	9.	65.	78.	56.	154.	238.	249.	149.			27.	6.			
J=18		54.	6.	3.	99.	100.	105.	226.	217.	31.			5.			2.
J=17		3.	1.	5.	51.	32.	110.	31.	278.	126.	54.	44.	6.			5.
J=16		3.	2.	8.	28.		58.	22.	236.	214.	44.	16.			22.	3.
J=15		3.		34.				97.	354.	197.	77.	37.	15.		25.	
J=14		1.	27.	25.			3.	38.	292.	291.	59.	15.		21.	3.	
J=13		22.	41.				2.	67.	224.	232.	238.	28.		26.		
J=12	17.	70.	29.	46.	38.	46.	48.	33.	112.	56.	14.	234.	89.	1.		
J=11		15.	26.	26.		8.			56.	288.	73.	47.	143.	183.		
J=10				50.	27.				16.	169.	146.	97.	146.	27.	97.	99.
J=9			10.	21.	44.	51.				110.	312.	41.	17.	20.		
J=8							55.			2.		282.	16.	14.		
J=7								76.		2.	19.	272.		17.	2.	
J=6							8.	22.	51.		17.	288.		7.	5.	7.
J=5									69.			224.				15.
J=4									49.			225.	37.			12.
J=3									3.	67.	120.	318.	81.			
J=2										8.	144.		49.	32.		
J=1											144.			65.		

Figur B31: NOx fra trafik (1. periode), bilsbiler.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	2.	1.			65.	27.	154.	41.	21.							
J=22	55.	62.	71.	49.	49.	85.	142.	92.	51.	1.						
J=21	41.	52.	74.	165.	291.	306.	132.	33.	3.					22.		
J=20			32.	14.	72.	408.	271.	209.	92.	1.	3.	3.	1.	2.		
J=19	51.	8.	54.	65.	47.	129.	210.	219.	125.			22.	5.			
J=18		45.	5.	2.	83.	84.	88.	193.	191.	27.			4.			1.
J=17		3.	1.	4.	43.	27.	92.	26.	245.	111.	45.	37.	5.			4.
J=16		2.	1.	7.	23.		48.	19.	208.	189.	37.	13.			18.	3.
J=15		2.		28.				82.	311.	174.	65.	31.	12.		21.	
J=14			23.	21.			2.	32.	257.	256.	49.	12.		18.	3.	
J=13		18.	34.				2.	57.	197.	204.	199.	23.		21.		
J=12	14.	59.	24.	38.	32.	39.	40.	28.	93.	49.	11.	196.	75.			
J=11		13.	22.	22.		7.		49.	253.	61.	40.	120.	153.			
J=10				42.	22.			14.	149.	123.	81.	123.	22.	82.	83.	
J= 9			9.	17.	37.	42.				92.	261.	34.	14.	16.		
J= 8							46.			2.		236.	14.	11.		
J= 7								64.		2.	16.	228.		14.	2.	
J= 6							7.	19.	43.		14.	242.		6.	4.	6.
J= 5									58.			188.				13.
J= 4									41.			183.	33.			10.
J= 3									3.	56.	101.	267.	68.			
J= 2										7.	120.		41.	27.		
J= 1											120.			54.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

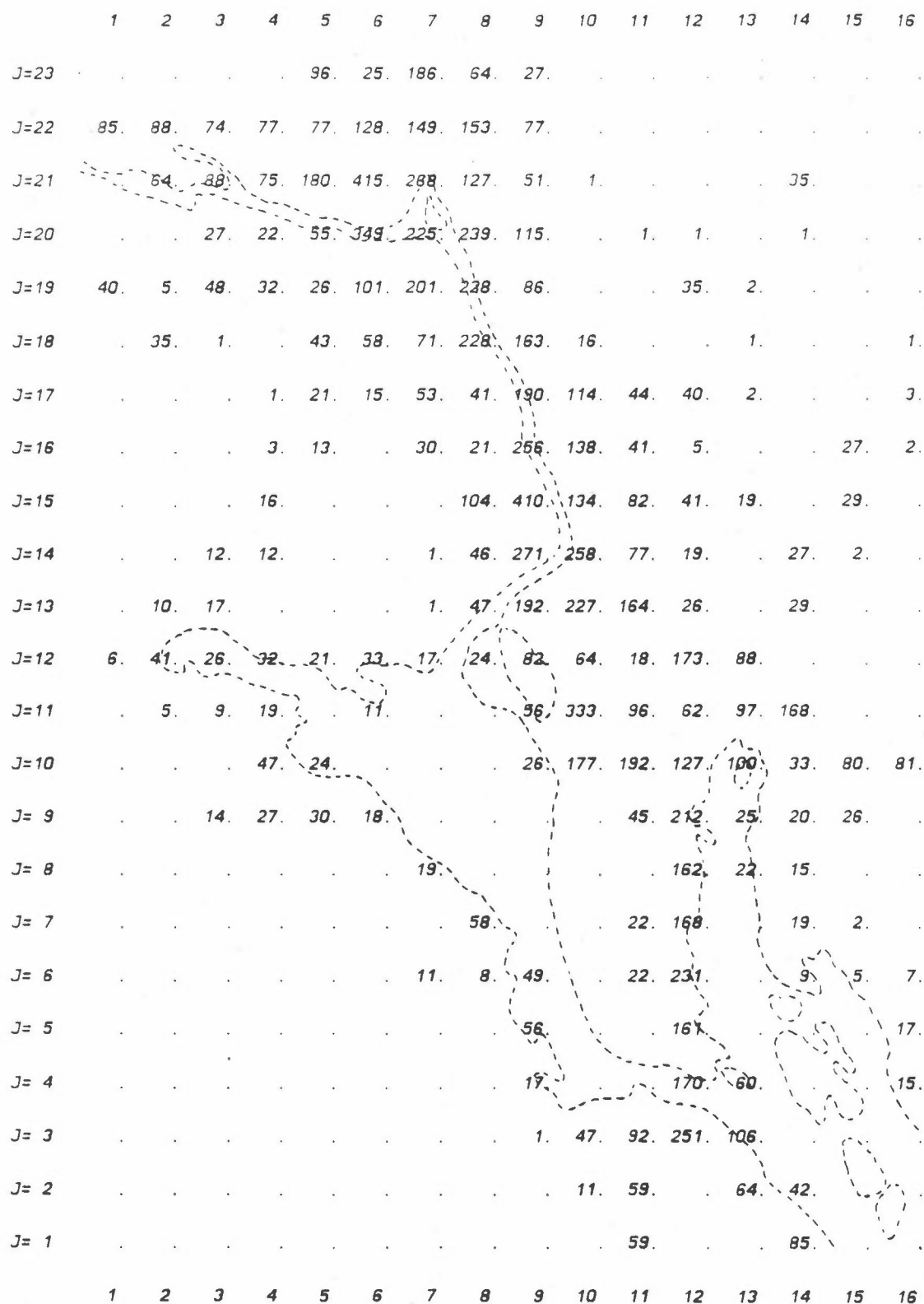
Figur B32: NOx fra trafikk (2. periode), bensinbiler.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	3.	1.			80.	33.	189.	51.	26.							
J=22	67.	76.	88.	60.	60.	105.	129.	84.	63.	1.						
J=21	50.	76.	92.	203.	265.	278.	120.	40.	4.					28.		
J=20			40.	17.	88.	503.	246.	190.	113.	1.	4.	3.	2.	3.		
J=19	63.	9.	67.	80.	58.	159.	190.	99.	154.			28.	6.			
J=18		56.	6.	3.	102.	103.	109.	181.	174.	25.			5.			2.
J=17		3.	1.	5.	52.	33.	114.	32.	223.	101.	56.	46.	6.			5.
J=16		3.	2.	8.	29.		59.	23.	189.	172.	45.	16.			22.	3.
J=15		3.		35.				101.	283.	158.	80.	38.	15.		26.	
J=14		1.	28.	26.			3.	39.	234.	233.	61.	15.		22.	3.	
J=13		22.	42.				2.	70.	179.	185.	245.	29.		26.		
J=12	18.	72.	30.	47.	39.	48.	49.	34.	90.	45.	14.	242.	92.	1.		
J=11		16.	27.	27.		9.			44.	230.	76.	49.	147.	189.		
J=10				51.	27.				13.	136.	151.	100.	151.	28.	100.	102.
J= 9			11.	21.	45.	52.					113.	322.	42.	18.	20.	
J= 8							56.			2.		291.	17.	14.		
J= 7								79.		2.	19.	281.		18.	2.	
J= 6							8.	23.	53.		18.	298.		7.	5.	7.
J= 5									71.			232.				15.
J= 4									51.			233.	30.			12.
J= 3									4.	69.	124.	329.	84.			
J= 2										8.	148.		50.	33.		
J= 1											148.			67.		

Figur B33: CO fra trafikk (1. periode), bensinbiler.
 Enhet: 10^{-1} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	2.	1.			68.	28.	159.	43.	22.							
J=22	57.	64.	74.	51.	51.	88.	110.	71.	53.	1.						
J=21	43.	64.	77.	171.	225.	237.	102.	34.	3.					23.		
J=20			33.	15.	74.	424.	209.	161.	96.	1.	3.	3.	1.	2.		
J=19	53.	8.	56.	68.	49.	134.	162.	169.	130.			23.	5.			
J=18		47.	5.	2.	86.	87.	92.	154.	148.	21.			5.			1.
J=17		3.	1.	4.	44.	28.	96.	27.	189.	86.	47.	38.	5.			5.
J=16		2.	1.	7.	24.		50.	20.	161.	146.	38.	14.			19.	3.
J=15		2.		29.				85.	241.	134.	67.	32.	13.		22.	
J=14			24.	22.			2.	33.	199.	198.	51.	13.		18.	3.	
J=13		19.	35.				2.	59.	152.	158.	207.	24.		22.		
J=12	15.	61.	25.	48.	33.	40.	42.	29.	76.	38.	12.	204.	77.			
J=11		13.	23.	23.		7.			38.	196.	64.	41.	124.	159.		
J=10				43.	23.				11.	115.	128.	84.	127.	23.	85.	86.
J= 9			9.	18.	38.	44.					96.	272.	35.	15.	17.	
J= 8							48.			2.		245.	14.	12.		
J= 7								67.		2.	16.	237.		15.	2.	
J= 6							7.	19.	44.		15.	251.		6.	4.	6.
J= 5									60.			195.				13.
J= 4									49.			196.	25.			10.
J= 3										3.	58.	105.	277.	71.		
J= 2											7.	125.		42.	28.	
J= 1												125.			56.	

Figur B34: CO fra trafikk (2. periode), bensinbiler.
 Enhet: 10^{-1} kg/h.



Figur B35: SO₂ fra trafikk (1. og 2. periode), dieserbiler.
 Enhet: 10⁻³ kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	57.	15.	109.	38.	16.	.	.	.	.	.	.	.
J=22	50.	52.	44.	45.	45.	75.	87.	90.	45.	.	.	.	.	.	.	.
J=21	38.	52.	44.	106.	244.	158.	74.	30.	1.	.	.	.	21.	.	.	.
J=20	.	16.	13.	33.	205.	132.	141.	68.	.	1.	1.	.	.	.	.	.
J=19	23.	3.	28.	19.	15.	60.	118.	134.	51.	.	.	21.	1.	.	.	.
J=18	.	20.	.	.	25.	34.	42.	134.	96.	9.	.	.	1.	.	.	1.
J=17	12.	9.	31.	24.	112.	67.	26.	24.	1.	.	.	2.
J=16	.	.	.	2.	8.	.	17.	12.	151.	81.	24.	3.	.	.	16.	1.
J=15	.	.	.	9.	.	.	.	61.	241.	79.	49.	24.	11.	.	17.	.
J=14	.	.	7.	7.	.	.	.	27.	160.	152.	45.	11.	.	16.	1.	.
J=13	.	6.	10.	.	.	.	.	28.	113.	134.	96.	15.	.	17.	.	.
J=12	4.	24.	16.	19.	13.	19.	10.	14.	48.	37.	11.	101.	52.	.	.	.
J=11	.	3.	5.	11.	.	7.	.	33.	196.	56.	36.	57.	99.	.	.	.
J=10	.	.	28.	14.	.	.	.	15.	104.	113.	75.	89.	19.	47.	48.	.
J=9	.	.	8.	16.	18.	10.	.	.	.	27.	125.	15.	12.	15.	.	.
J=8	11.	.	.	.	95.	13.	9.	.	.	.
J=7	34.	.	.	13.	99.	.	11.	1.	.	.
J=6	6.	5.	29.	.	13.	136.	.	5.	3.	4.	.
J=5	33.	.	.	94.	.	.	.	.	10.
J=4	18.	.	100.	35.	.	.	.	.	9.
J=3	1.	28.	54.	147.	62.	.	.	.	.
J=2	6.	35.	.	37.	25.	.	.	.
J=1	35.	.	.	50.	.	.	.

Figur B36: Partikler fra trafikk (1. og 2. periode), dieserbiler.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23					85.	22.	164.	57.	24.							
J=22	75.	77.	66.	68.	68.	113.	131.	135.	68.							
J=21		56.	78.	67.	159.	366.	237.	112.	45.	1.				31.		
J=20			24.	19.	49.	308.	198.	211.	101.		1.	1.		1.		
J=19	35.	4.	42.	29.	23.	89.	177.	201.	76.			31.	2.			
J=18		31.	1.		38.	51.	63.	201.	144.	14.			1.			1.
J=17					18.	14.	47.	36.	167.	101.	39.	35.	2.			3.
J=16				3.	12.		26.	19.	226.	122.	36.	4.			24.	2.
J=15				14.				91.	362.	119.	73.	36.	17.		25.	
J=14			11.	11.			1.	40.	240.	227.	68.	17.		23.	2.	
J=13		9.	15.					41.	169.	200.	145.	23.		26.		
J=12	5.	36.	23.	28.	19.	29.	15.	21.	72.	56.	16.	152.	78.			
J=11		5.	8.	17.		10.		49.	293.	85.	54.	86.	148.			
J=10				42.	21.			23.	156.	169.	112.	88.	29.	70.	72.	
J=9			12.	24.	27.	16.				40.	187.	22.	18.	23.		
J=8							17.				143.	19.	14.			
J=7							51.			19.	148.		17.	2.		
J=6							9.	7.	43.		19.	204.		8.	4.	6.
J=5									49.			142.				15.
J=4									15.			150.	58.			13.
J=3									1.	41.	81.	221.	94.			
J=2										9.	52.		56.	37.		
J=1											52.			75.		

Figur B37: NOx fra trafikk (1. og 2. periode), dieselbiler.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	57.	15.	109.	38.	16.	.	.	.	.	.	.	.
J=22	50.	52.	44.	45.	45.	75.	61.	63.	45.	.	.	.	.	.	.	.
J=21	.	98.	52.	44.	106.	171.	110.	52.	30.	1.	.	.	.	21.	.	.
J=20	.	.	16.	13.	33.	209.	92.	98.	68.	.	1.	1.	.	.	.	.
J=19	23.	3.	28.	19.	15.	60.	83.	94.	51.	.	.	21.	1.	.	.	.
J=18	.	20.	.	.	25.	34.	42.	94.	67.	6.	.	.	1.	.	.	1.
J=17	12.	9.	31.	24.	78.	47.	26.	24.	1.	.	.	2.
J=16	.	.	.	2.	8.	.	17.	12.	105.	57.	24.	3.	.	.	16.	1.
J=15	.	.	.	9.	.	.	.	61.	169.	55.	49.	24.	11.	.	17.	.
J=14	.	.	7.	7.	.	.	.	27.	112.	106.	45.	11.	.	16.	1.	.
J=13	.	6.	10.	.	.	.	.	28.	79.	94.	96.	15.	.	17.	.	.
J=12	4.	24.	16.	19.	13.	19.	10.	14.	34.	26.	11.	101.	52.	.	.	.
J=11	.	3.	5.	11.	.	7.	.	23.	137.	56.	36.	57.	99.	.	.	.
J=10	.	.	.	28.	14.	.	.	11.	73.	113.	75.	59.	19.	47.	48.	.
J=9	.	.	8.	16.	18.	10.	.	.	.	27.	125.	15.	12.	15.	.	.
J=8	11.	.	.	.	95.	13.	9.	.	.	.
J=7	34.	.	.	13.	99.	11.	1.	.	.
J=6	6.	5.	29.	.	13.	136.	.	5.	3.	4.	.
J=5	33.	.	.	94.	.	.	.	10.	.
J=4	16.	.	100.	25.	.	.	.	.	9.
J=3	1.	28.	54.	147.	62.	.	.	.
J=2	6.	35.	.	37.	25.	.	.
J=1	35.	.	.	50.	.	.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Figur B38: CO fra trafikk (1. og 2. periode), dieserbiler.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	1.				101.	28.	198.	68.	29.							
J=22	90.	92.	80.	80.	80.	134.	161.	161.	81.							
J=21	67.	93.	81.	193.	441.	296.	139.	53.	1.					37.		
J=20			29.	23.	61.	380.	249.	258.	122.		1.	1.	1.	1.		
J=19	43.	6.	52.	37.	29.	111.	220.	247.	96.			37.	2.			
J=18		38.	1.		49.	64.	78.	246.	181.	18.			2.			1.
J=17		1.		1.	24.	17.	60.	43.	212.	124.	47.	43.	2.			4.
J=16				4.	15.		33.	23.	275.	155.	44.	6.			28.	2.
J=15				18.				110.	438.	150.	87.	43.	20.		30.	
J=14			14.	14.			1.	48.	295.	281.	81.	20.		28.	2.	
J=13		11.	20.				1.	51.	210.	246.	179.	27.		31.		
J=12	7.	45.	28.	35.	24.	36.	20.	26.	91.	68.	19.	188.	94.			
J=11		6.	11.	21.		12.			80.	356.	101.	65.	107.	179.		
J=10				51.	26.				28.	190.	201.	133.	109.	35.	86.	88.
J= 9			14.	29.	33.	21.					52.	232.	27.	21.	27.	
J= 8							23.			1.		180.	23.	16.		
J= 7								63.			23.	186.		20.	2.	
J= 6							11.	9.	53.		23.	250.		9.	5.	7.
J= 5									60.			175.				18.
J= 4									20.			184.	63.			16.
J= 3									1.	51.	100.	271.	111.			
J= 2										11.	69.		67.	45.		
J= 1											69.			89.		

Figur B39: SO₂ fra trafik (1. og 2. periode), totalt.
 Enhet: 10⁻³ kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	2.				93.	30.	194.	61.	27.							
J=22	80.	86.	83.	72.	72.	122.	162.	138.	74.							
J=21		60.	86.	86.	197.	396.	318.	143.	48.	2.				33.		
J=20			34.	21.	72.	431.	274.	250.	119.	1.	2.	2.	1.	2.		
J=19	52.	7.	58.	55.	41.	131.	228.	248.	120.			33.	4.			
J=18		46.	3.	1.	71.	80.	91.	238.	196.	23.			3.			1.
J=17		2.	1.	2.	36.	24.	82.	39.	240.	125.	51.	44.	4.			4.
J=16		1.	1.	6.	21.		44.	23.	258.	180.	44.	10.			26.	3.
J=15		2.		25.				106.	404.	170.	84.	41.	18.		29.	
J=14			20.	19.			2.	45.	294.	286.	73.	18.		25.	3.	
J=13		16.	29.				1.	59.	216.	240.	207.	28.		29.		
J=12	12.	56.	29.	40.	30.	41.	32.	29.	100.	63.	17.	210.	93.			
J=11		10.	17.	23.		10.		58.	328.	90.	58.	124.	183.			
J=10				51.	27.			23.	182.	181.	119.	127.	32.	92.	94.	
J= 9			13.	26.	38.	34.				78.	270.	33.	20.	24.		
J= 8							37.			1.		226.	20.	15.		
J= 7								70.		1.	22.	226.		19.	2.	
J= 6							10.	15.	53.		21.	270.		8.	5.	7.
J= 5									65.			193.				17.
J= 4									39.			204.	53.			14.
J= 3									2.	59.	110.	295.	100.			
J= 2										10.	102.		60.	40.		
J= 1											102.			80.		

Figur B40: Partikler fra trafikk (1. og 2. periode), totalt.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	3.	1.			163.	54.	347.	106.	49.							
J=22	140.	151.	151.	126.	126.	214.	292.	239.	129.	1.						
J=21	105.	151.	155.	355.	697.	585.	261.	84.	4.					58.		
J=20			62.	36.	134.	795.	506.	448.	211.	2.	4.	4.	2.	4.		
J=19	96.	14.	107.	106.	79.	244.	415.	450.	225.			58.	8.			
J=18		85.	6.	3.	137.	151.	168.	427.	361.	45.			6.			2.
J=17		4.	1.	5.	69.	46.	157.	68.	446.	227.	93.	79.	8.			8.
J=16		3.	2.	11.	40.		84.	41.	462.	336.	80.	20.			45.	5.
J=15		3.		48.				189.	715.	316.	150.	73.	32.		50.	
J=14		1.	38.	36.			3.	78.	532.	519.	127.	32.		45.	5.	
J=13		30.	56.				3.	109.	393.	432.	382.	50.		51.		
J=12	23.	105.	52.	74.	57.	75.	63.	54.	185.	112.	30.	386.	167.	1.		
J=11		20.	34.	43.		18.			405.	581.	158.	102.	229.	331.		
J=10				92.	48.				39.	325.	316.	209.	224.	56.	168.	171.
J= 9			22.	45.	71.	66.				150.	499.	63.	35.	42.		
J= 8							71.			3.		424.	36.	27.		
J= 7								128.		2.	38.	420.		34.	4.	
J= 6							18.	29.	95.		36.	492.		15.	9.	13.
J= 5									118.			365.				30.
J= 4									64.			375.	90.			25.
J= 3									5.	109.	202.	540.	175.			
J= 2										18.	196.		105.	70.		
J= 1											196.			140.		

Figur B41: NOx fra trafikk (1. periode), totalt.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	3.	1.			150.	49.	318.	98.	45.							
J=22	130.	139.	137.	117.	117.	198.	273.	227.	119.	1.						
J=21	97.	140.	141.	324.	657.	543.	243.	77.	4.					53.		
J=20			56.	33.	120.	716.	469.	420.	194.	2.	4.	3.	2.	3.		
J=19	86.	12.	96.	94.	70.	219.	387.	420.	201.			53.	7.			
J=18		76.	5.	2.	121.	135.	151.	400.	335.	41.			6.			2.
J=17		3.	1.	4.	61.	41.	139.	63.	412.	212.	84.	72.	7.			7.
J=16		3.	1.	10.	35.		74.	38.	434.	310.	73.	17.			42.	4.
J=15		3.		43.				173.	673.	292.	137.	67.	29.		46.	
J=14		1.	34.	32.			3.	72.	497.	484.	118.	29.		41.	4.	
J=13		27.	49.				2.	98.	367.	404.	344.	46.		47.		
J=12	20.	95.	48.	67.	51.	68.	55.	49.	171.	105.	27.	349.	153.	1.		
J=11		18.	30.	39.		17.		98.	547.	146.	94.	206.	301.			
J=10				83.	44.			37.	305.	292.	193.	211.	51.	152.	155.	
J= 9			21.	41.	64.	58.				132.	449.	56.	32.	39.		
J= 8							63.			2.	379.	37.	25.			
J= 7								115.		2.	35.	377.	31.	3.		
J= 6							16.	25.	86.		34.	446.	13.	8.	12.	
J= 5									107.			330.				27.
J= 4									56.			339.	86.			23.
J= 3									4.	98.	182.	488.	162.			
J= 2										16.	173.		97.	65.		
J= 1											173.			129.		

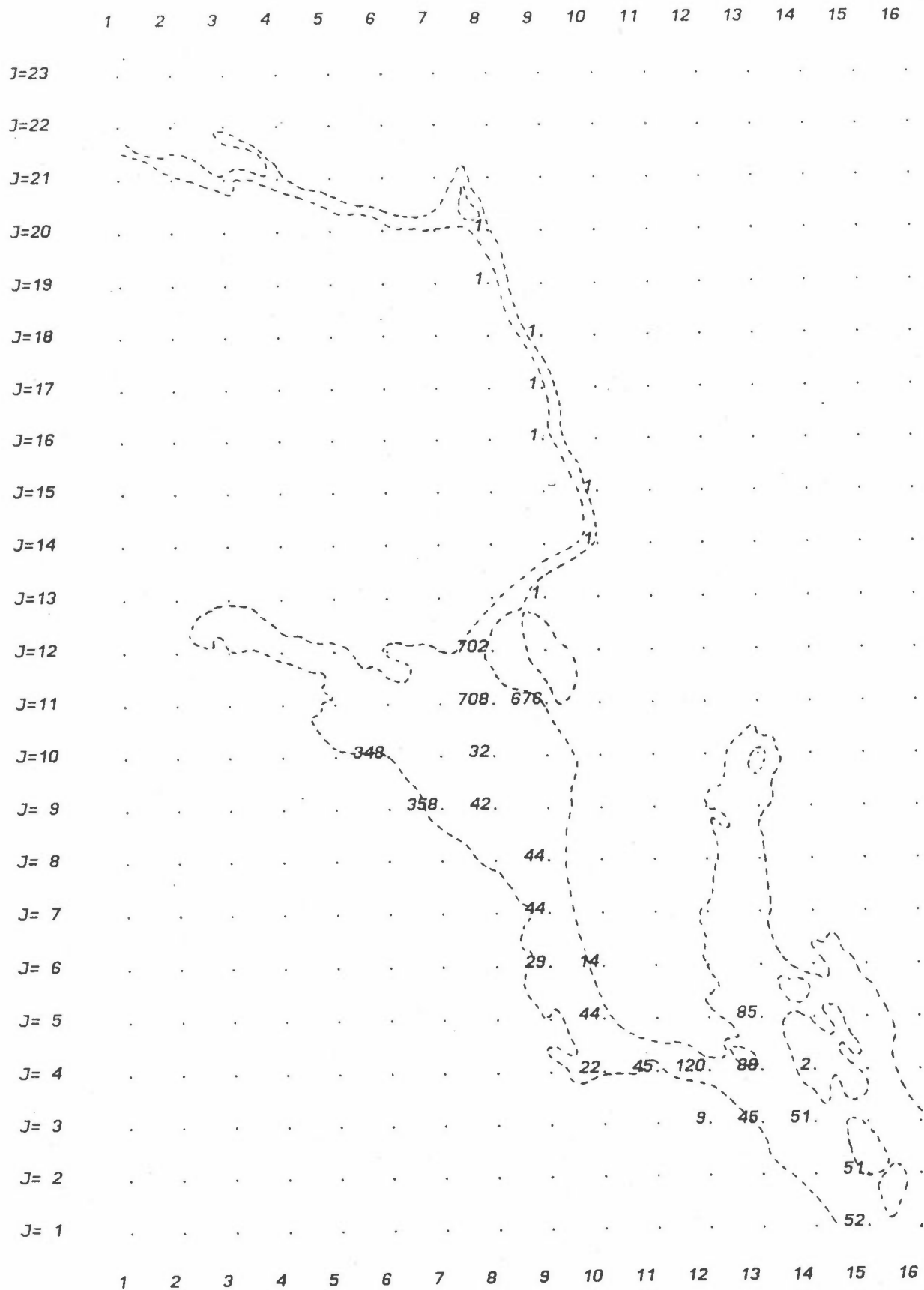
Figur B42: NOx fra trafikk (2. periode), totalt.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	3.	1.			86.	34.	200.	55.	27.							
J=22	72.	82.	92.	65.	65.	112.	135.	90.	67.	1.						
J=21	54.	81.	96.	213.	282.	290.	125.	43.	4.				30.			
J=20			41.	19.	91.	523.	256.	199.	120.	1.	4.	3.	2.	3.		
J=19	65.	10.	70.	82.	59.	165.	199.	208.	159.			30.	7.			
J=18		58.	6.	3.	105.	107.	113.	190.	180.	25.			5.			2.
J=17		3.	1.	5.	54.	34.	117.	35.	200.	106.	58.	48.	7.			6.
J=16		3.	2.	9.	30.		61.	24.	199.	177.	47.	17.			24.	3.
J=15		3.		36.				107.	300.	163.	84.	40.	16.		27.	
J=14		1.	29.	27.			3.	42.	245.	244.	65.	16.		23.	3.	
J=13		23.	43.				2.	72.	187.	195.	255.	30.		28.		
J=12	18.	75.	32.	49.	41.	50.	50.	36.	93.	47.	15.	252.	97.	1.		
J=11		16.	27.	28.		9.			47.	244.	81.	52.	153.	198.		
J=10				54.	29.				14.	143.	162.	107.	187.	30.	105.	107.
J= 9			12.	23.	47.	53.					116.	334.	43.	19.	22.	
J= 8							57.			3.		300.	18.	15.		
J= 7								82.		2.	21.	291.		19.	2.	
J= 6							9.	23.	56.		19.	311.		7.	5.	7.
J= 5									75.			241.				16.
J= 4									52.			243.	32.			13.
J= 3									4.	72.	129.	343.	90.			
J= 2										9.	152.		54.	36.		
J= 1											152.			72.		

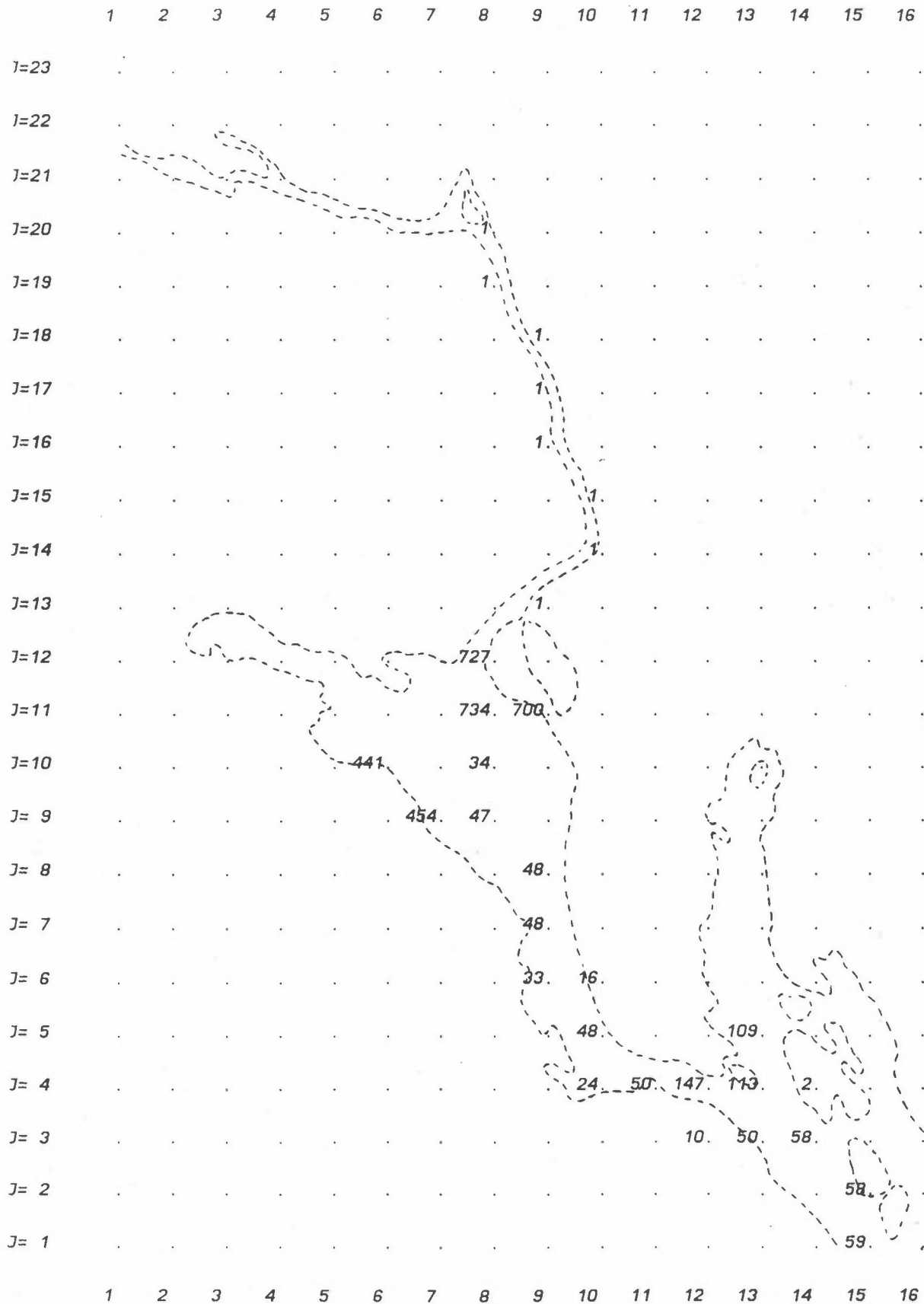
Figur B43: CO fra trafikk (1. periode), totalt.
 Enhet: 10^{-1} kg/h.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
J=23	2.	1.			73.	29.	170.	47.	23.							
J=22	62.	70.	78.	55.	55.	96.	116.	77.	58.	1.						
J=21	46.	69.	82.	182.	242.	248.	107.	37.	3.					25.		
J=20			35.	16.	78.	445.	219.	171.	102.	1.	3.	3.	1.	2.		
J=19	56.	8.	59.	70.	50.	140.	170.	179.	135.			25.	6.			
J=18		49.	5.	2.	89.	90.	96.	163.	154.	22.			5.			1.
J=17		3.	1.	4.	45.	29.	99.	30.	197.	91.	50.	41.	6.			5.
J=16		2.	1.	7.	25.		52.	21.	171.	151.	40.	14.			20.	3.
J=15		2.		30.				91.	258.	140.	72.	34.	14.		23.	
J=14			25.	23.			2.	36.	210.	209.	56.	14.		20.	3.	
J=13		19.	36.				2.	61.	160.	167.	217.	26.		24.		
J=12	15.	63.	27.	42.	34.	42.	43.	30.	80.	41.	13.	214.	83.	1.		
J=11		14.	23.	24.		8.			40.	210.	69.	45.	130.	169.		
J=10				46.	25.				12.	122.	139.	92.	139.	25.	89.	91.
J=9			10.	20.	40.	45.					98.	284.	37.	16.	19.	
J=8							49.			2.		255.	16.	13.		
J=7								70.		2.	18.	247.		16.	2.	
J=6							8.	20.	47.		16.	265.		6.	5.	6.
J=5									63.			205.				14.
J=4									44.			206.	28.			11.
J=3									3.	61.	110.	292.	77.			
J=2										8.	129.		46.	31.		
J=1											129.			61.		

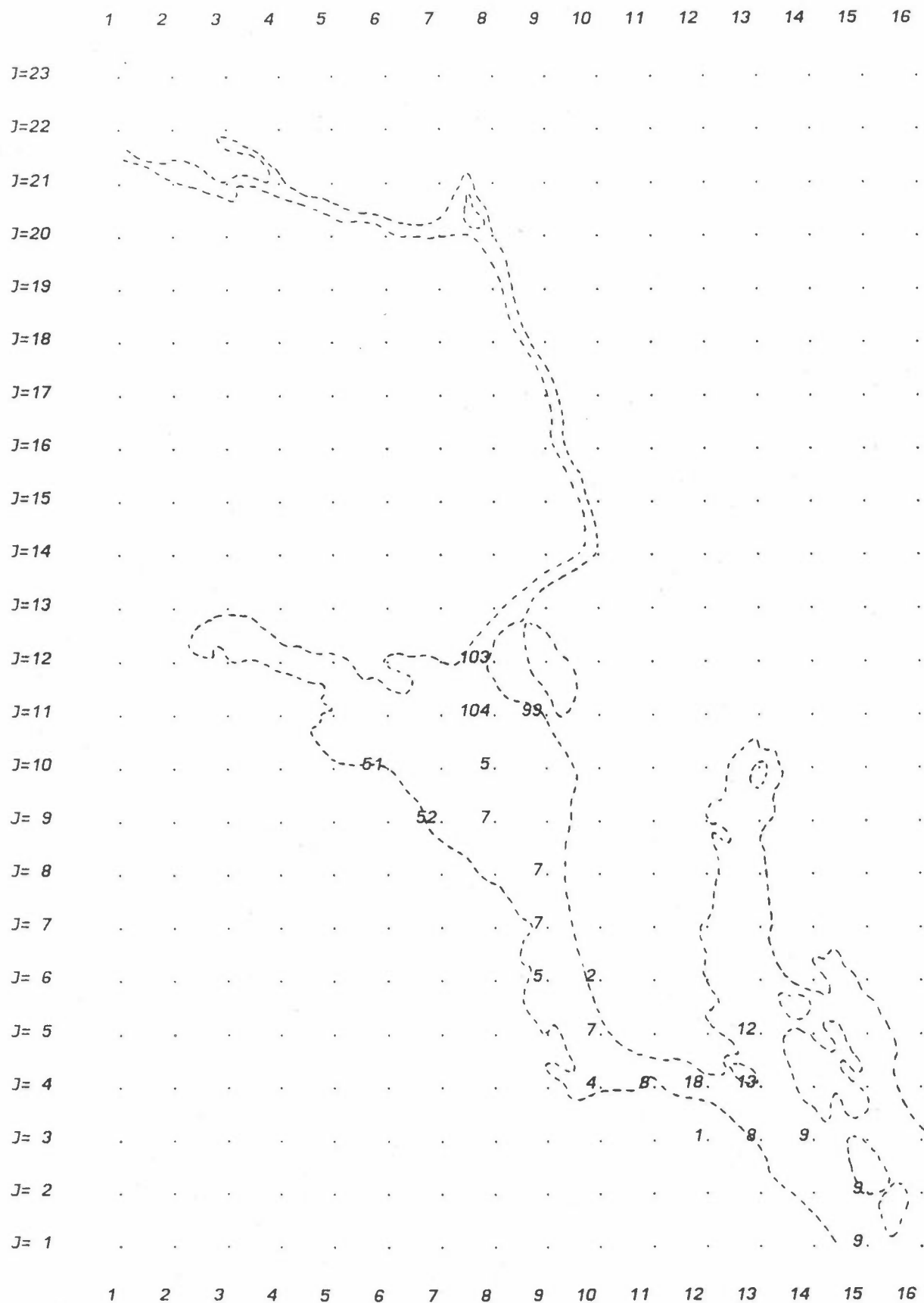
Figur B44: CO fra trafikk (2. periode), totalt.
 Enhet: 10⁻¹ kg/h.



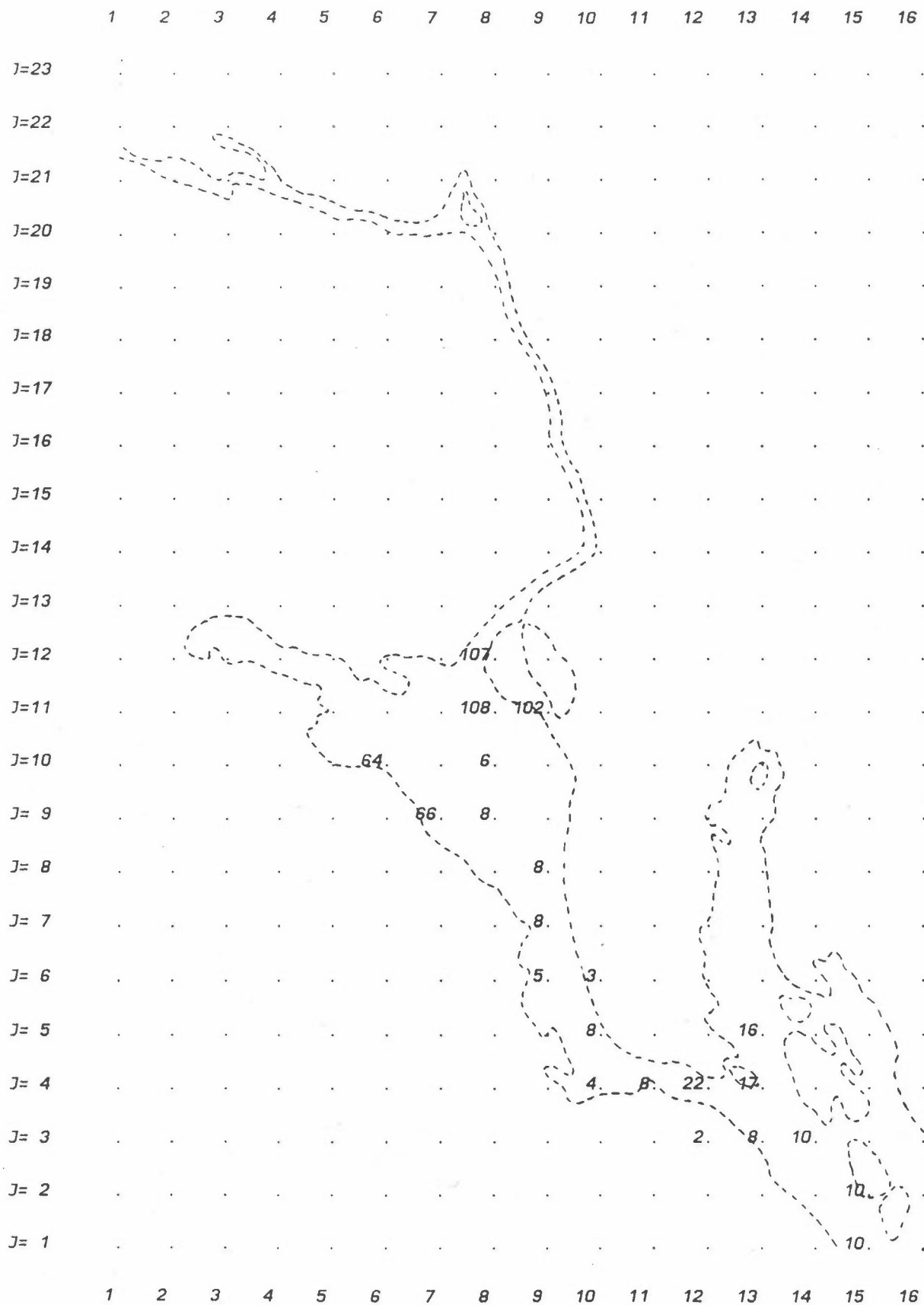
Figur B45: SO₂ fra båttrafikk, 1. periode.
 Enhet: 10⁻³ kg/h.



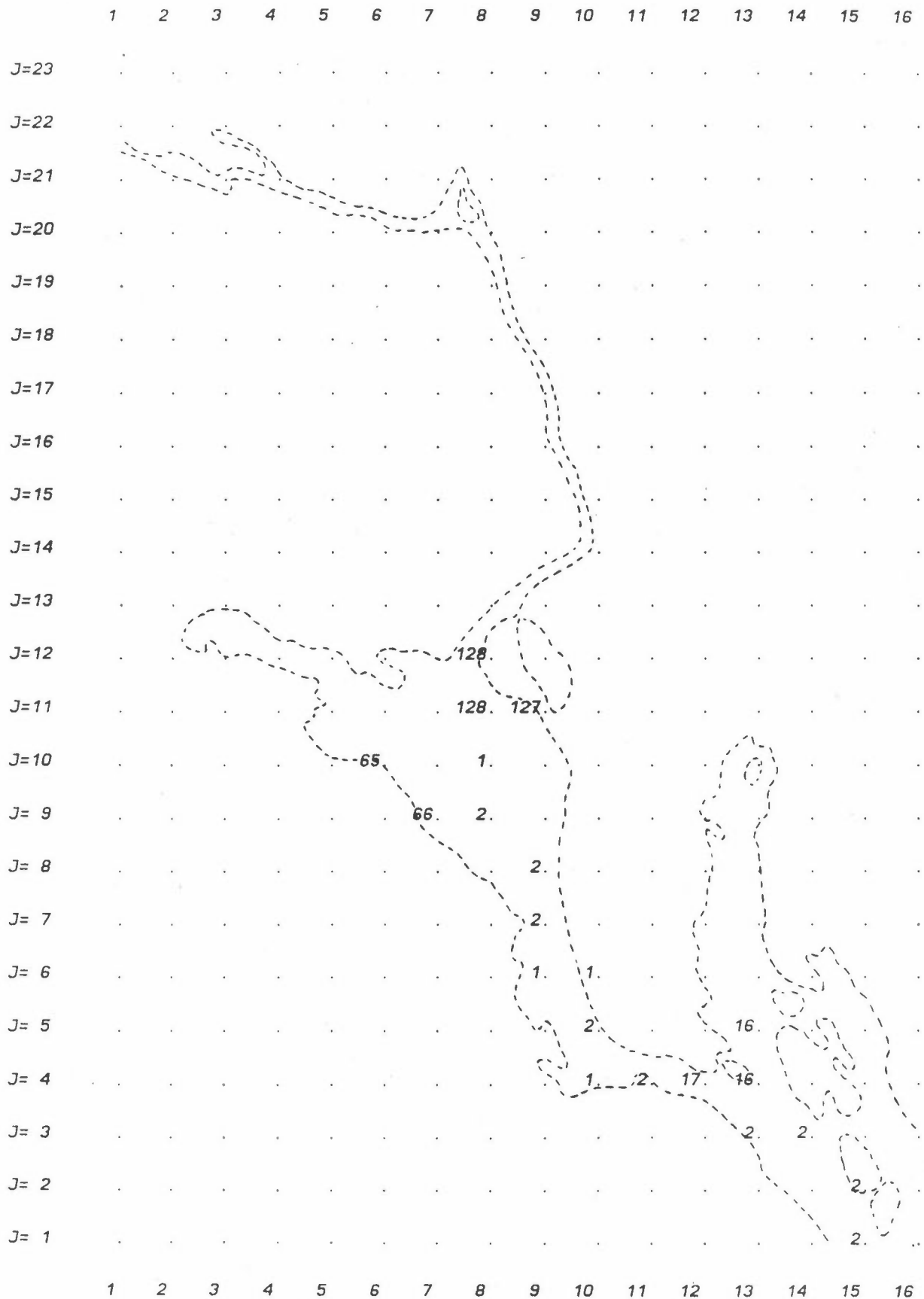
Figur B46: SO₂ fra båttrafikk, 2. periode.
 Enhet: 10⁻³ kg/h.



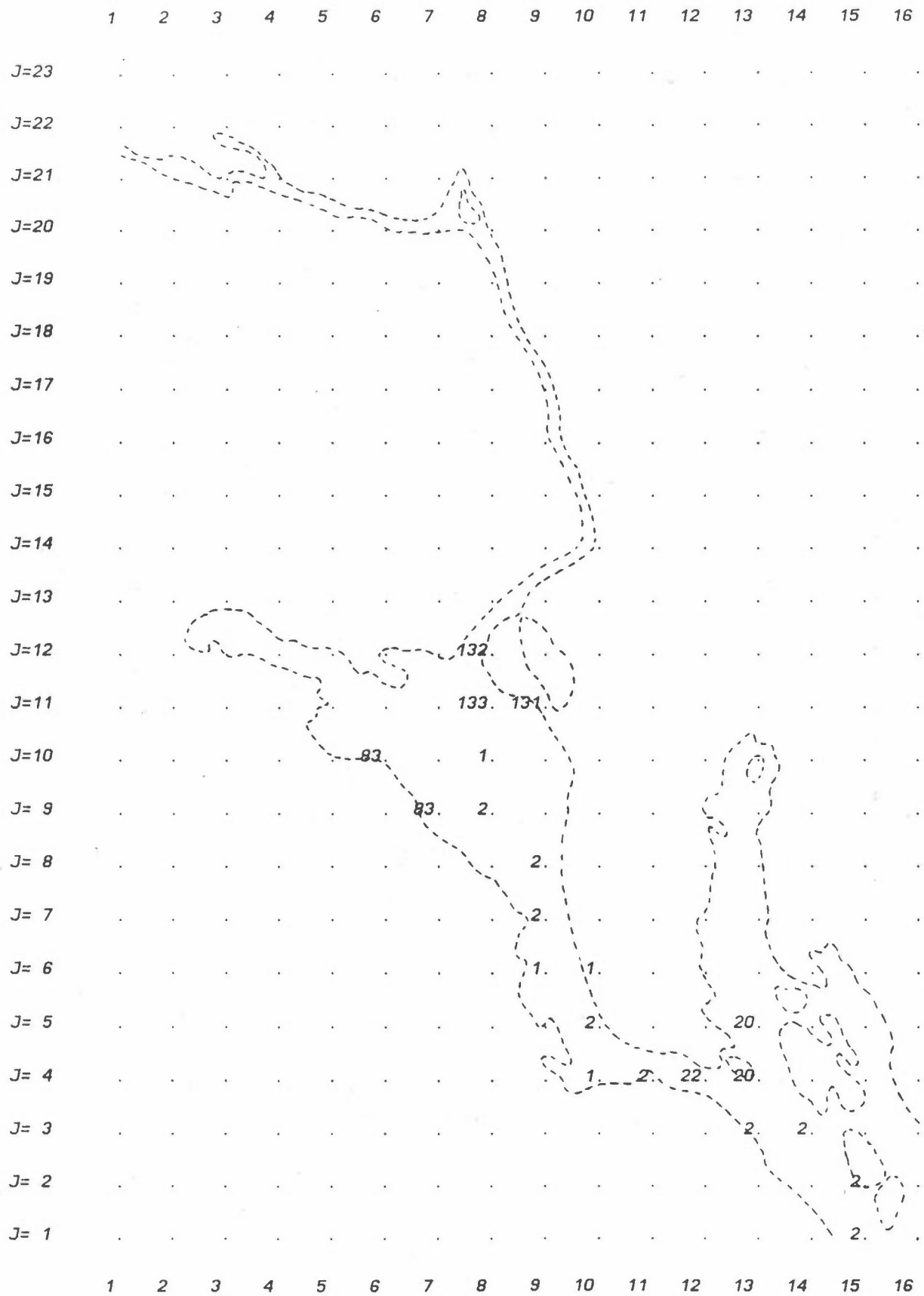
Figur B47: NOx fra båttrafikk, 1. periode.
 Enhet: 10^{-1} kg/h.



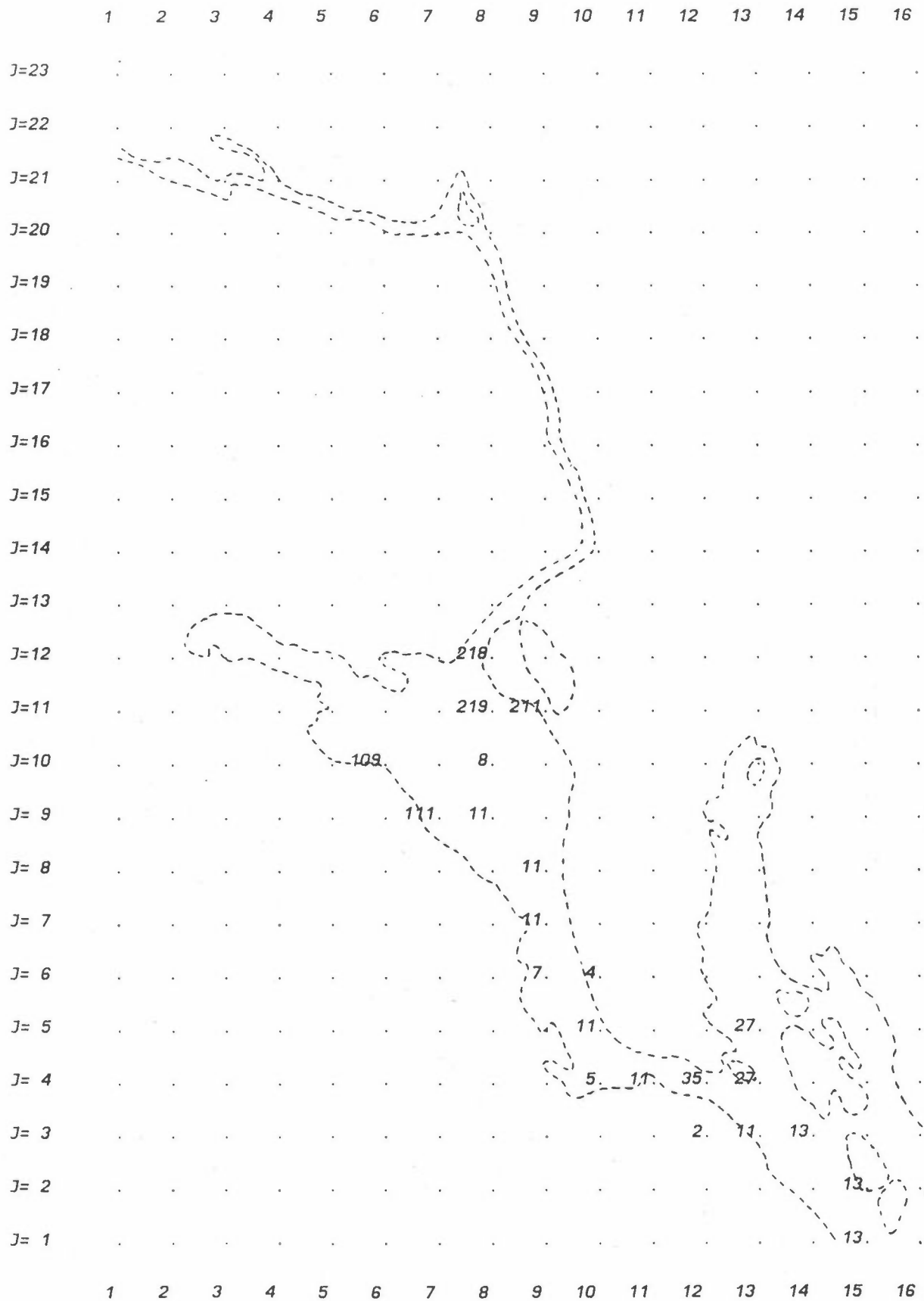
Figur B48: NOx fra båttrafikk, 2. periode.
 Enhet: 10^{-1} kg/h.



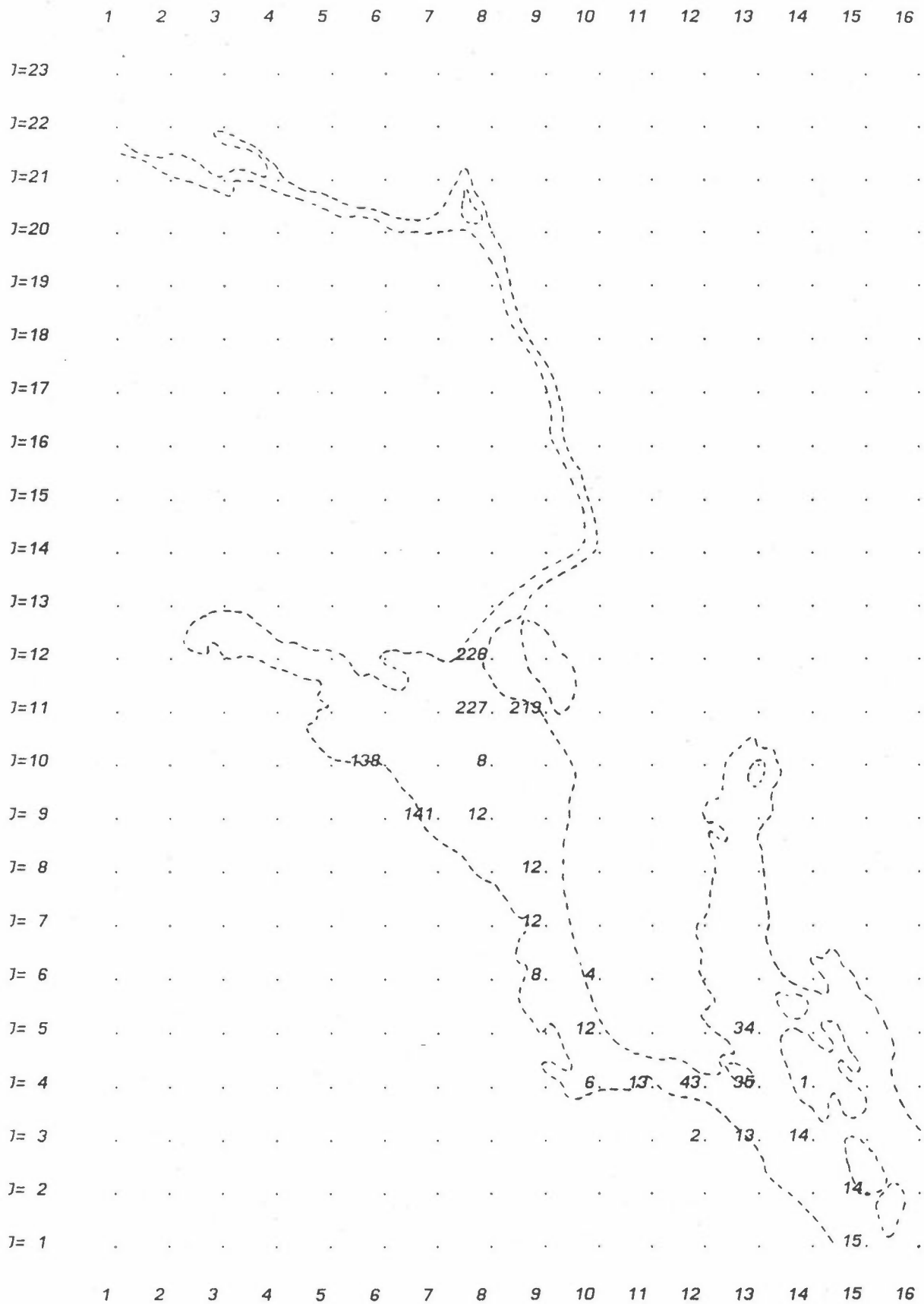
Figur B49: CO fra båttrafikk, 1. periode.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.



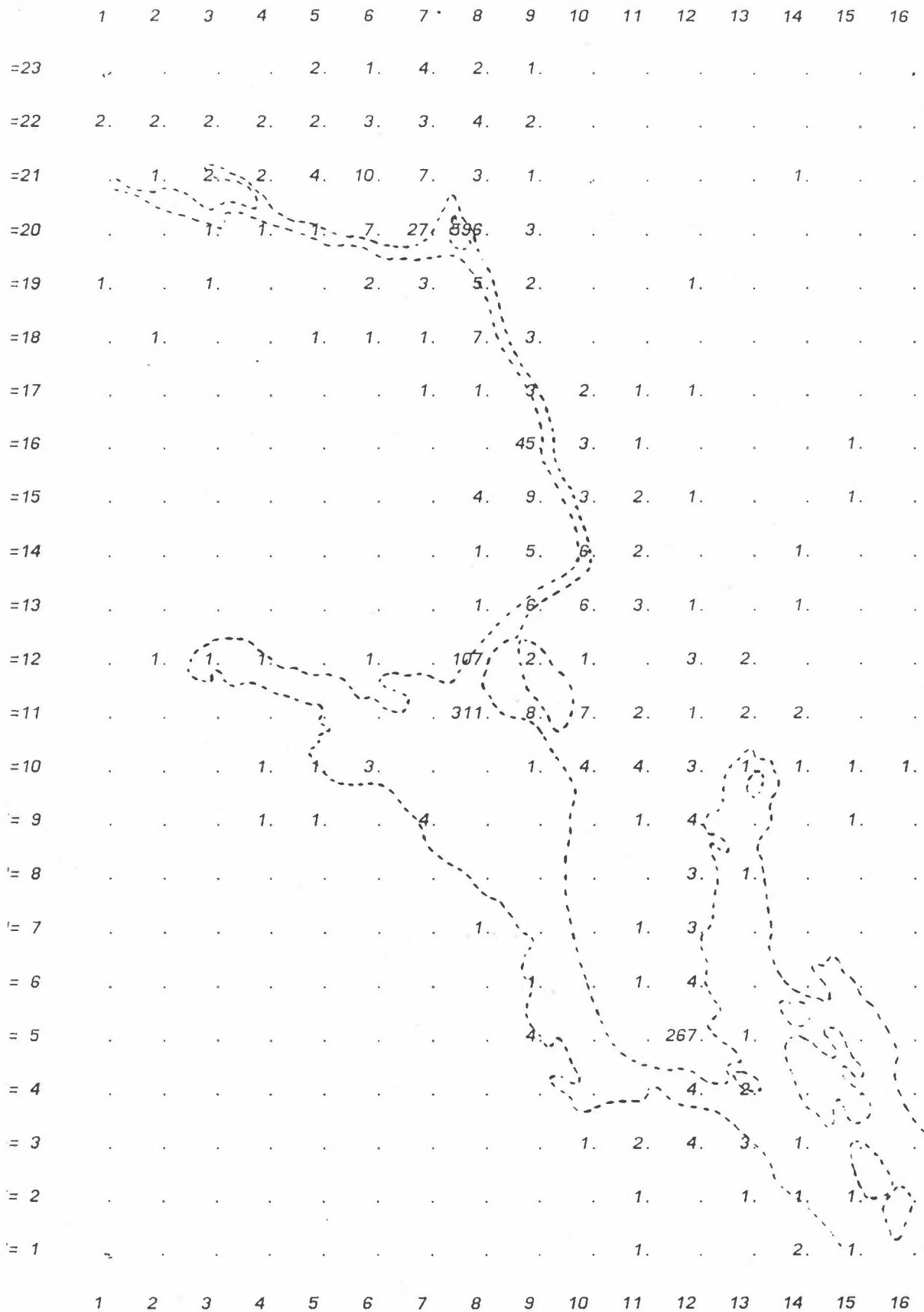
Figur B50: CO fra båttrafikk, 2. periode.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.



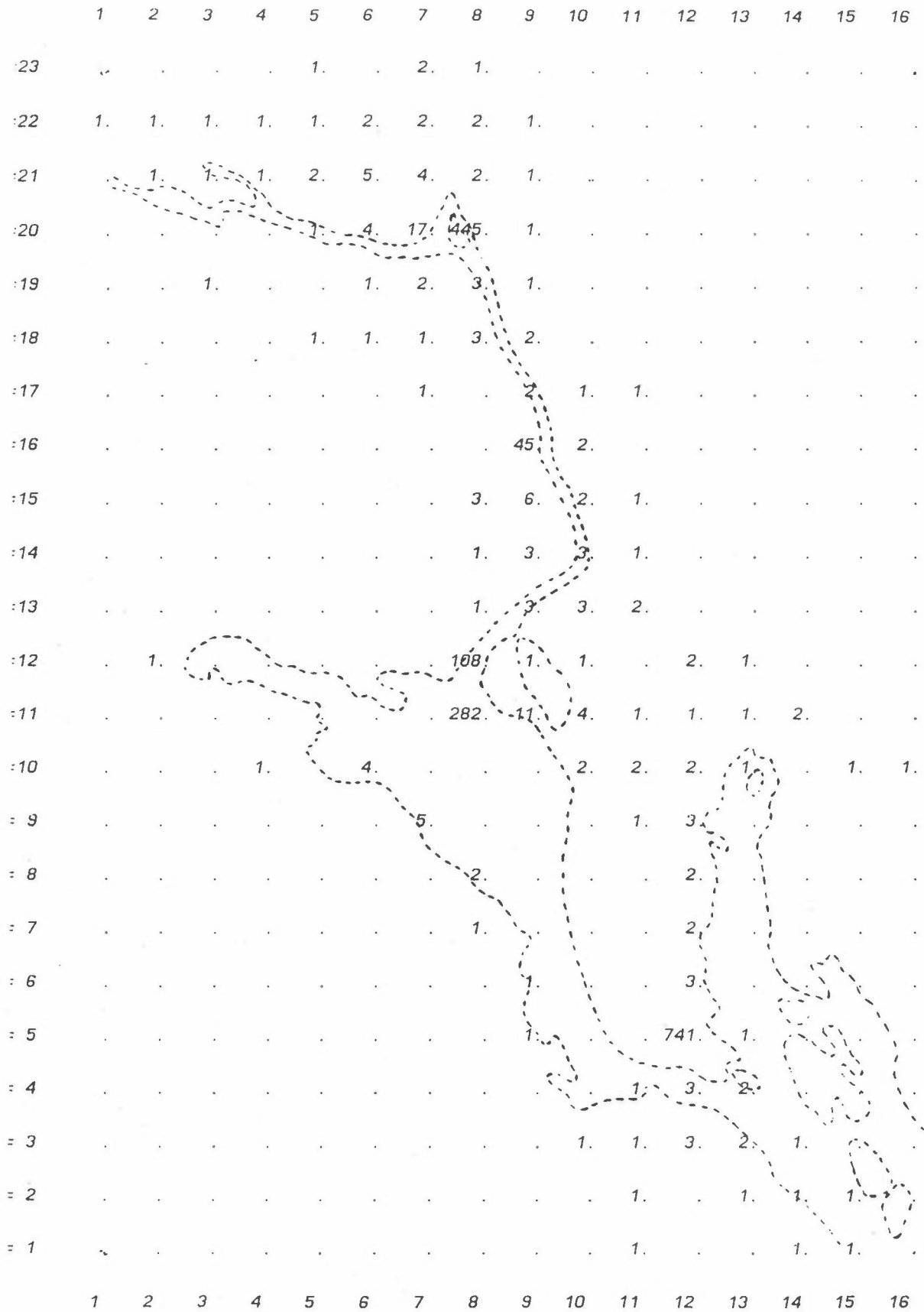
Figur B51: Partikler fra båttrafikk, 1. periode.
Enhet: 10^{-3} kg/h.



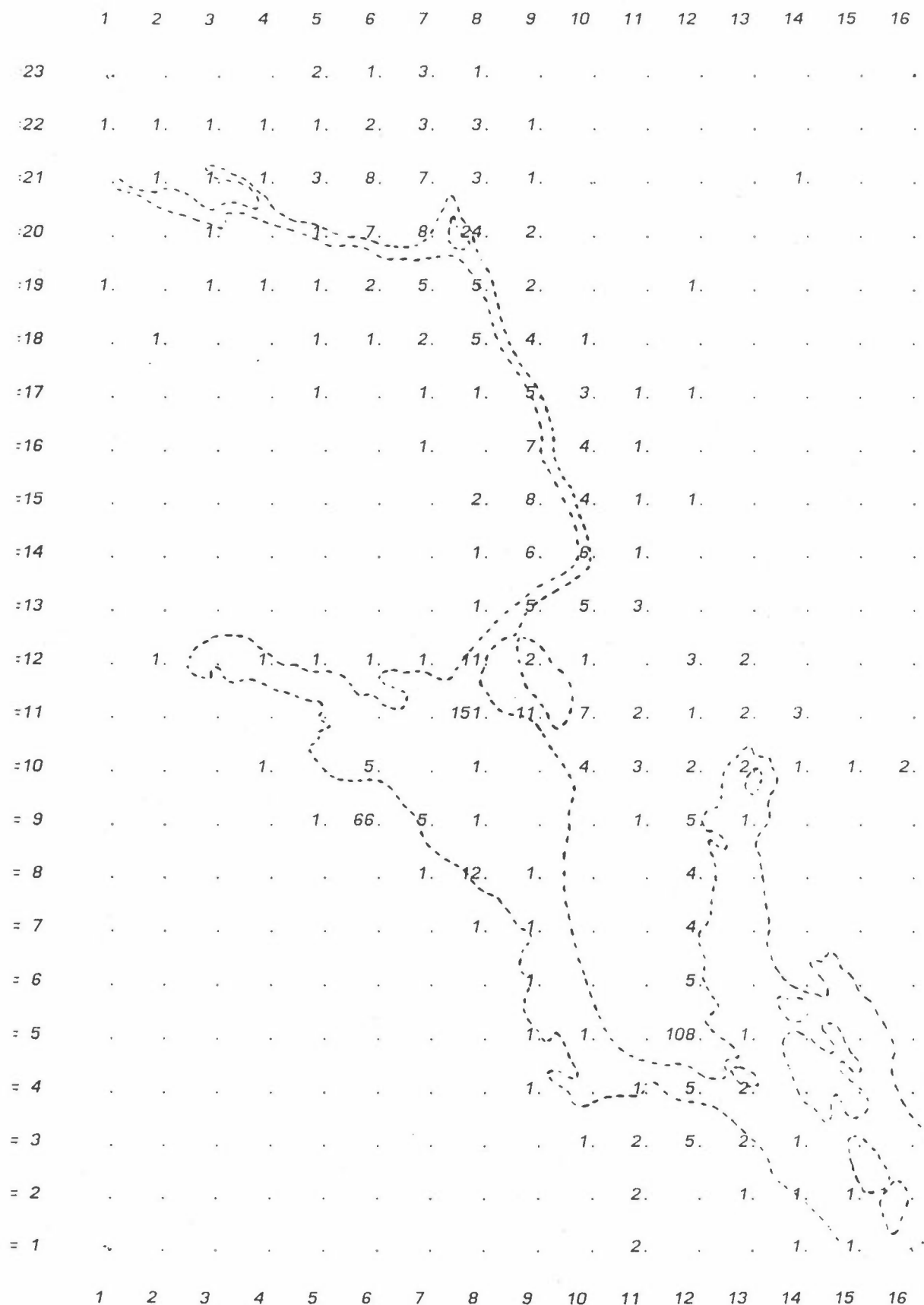
Figur B52: Partikler fra båttrafikk, 2. periode.
 Enhet: 10^{-3} kg/h.



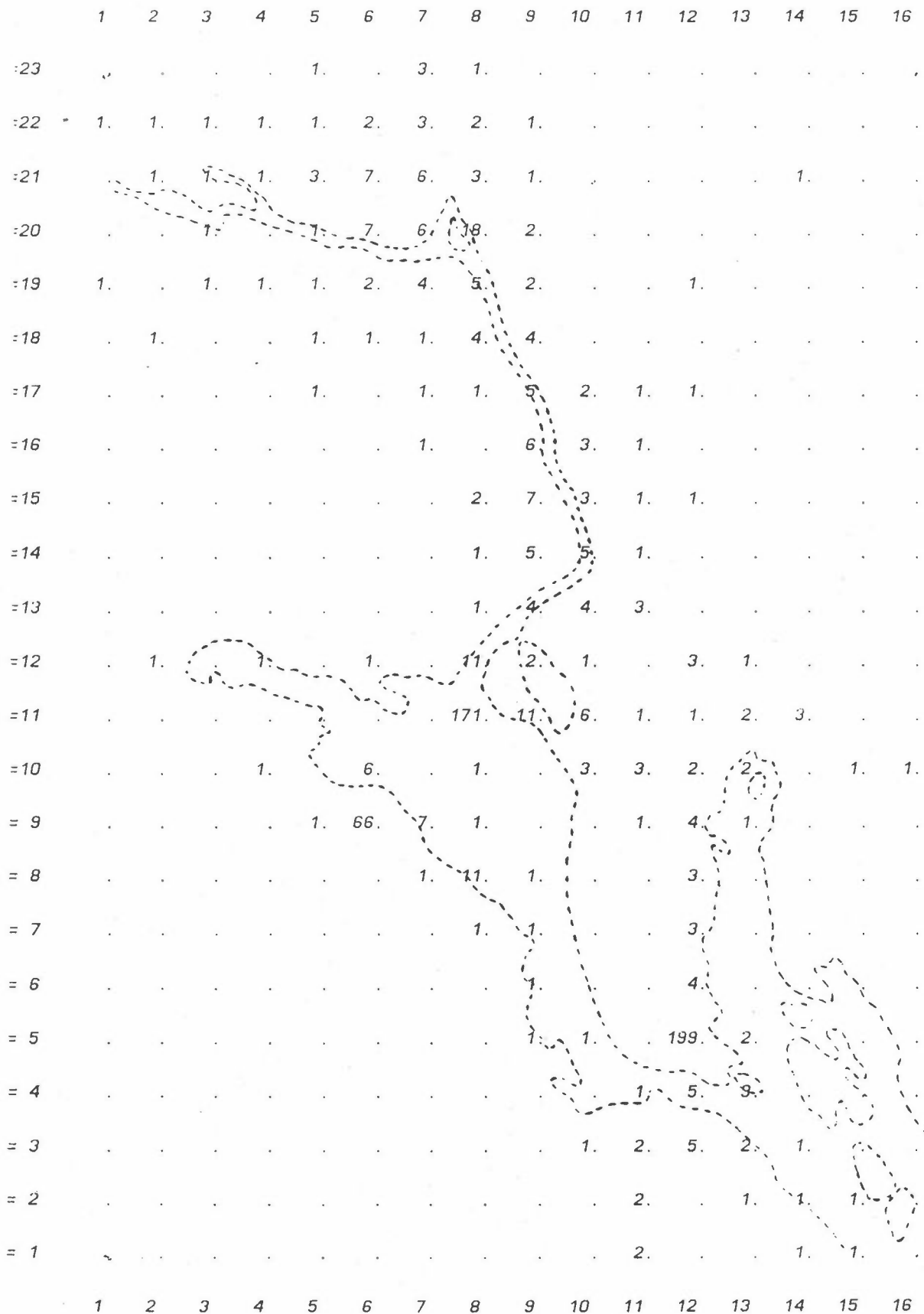
Figur B53: SO₂ totalt 1. periode.
 Enhet: 10⁻¹ kg/h.



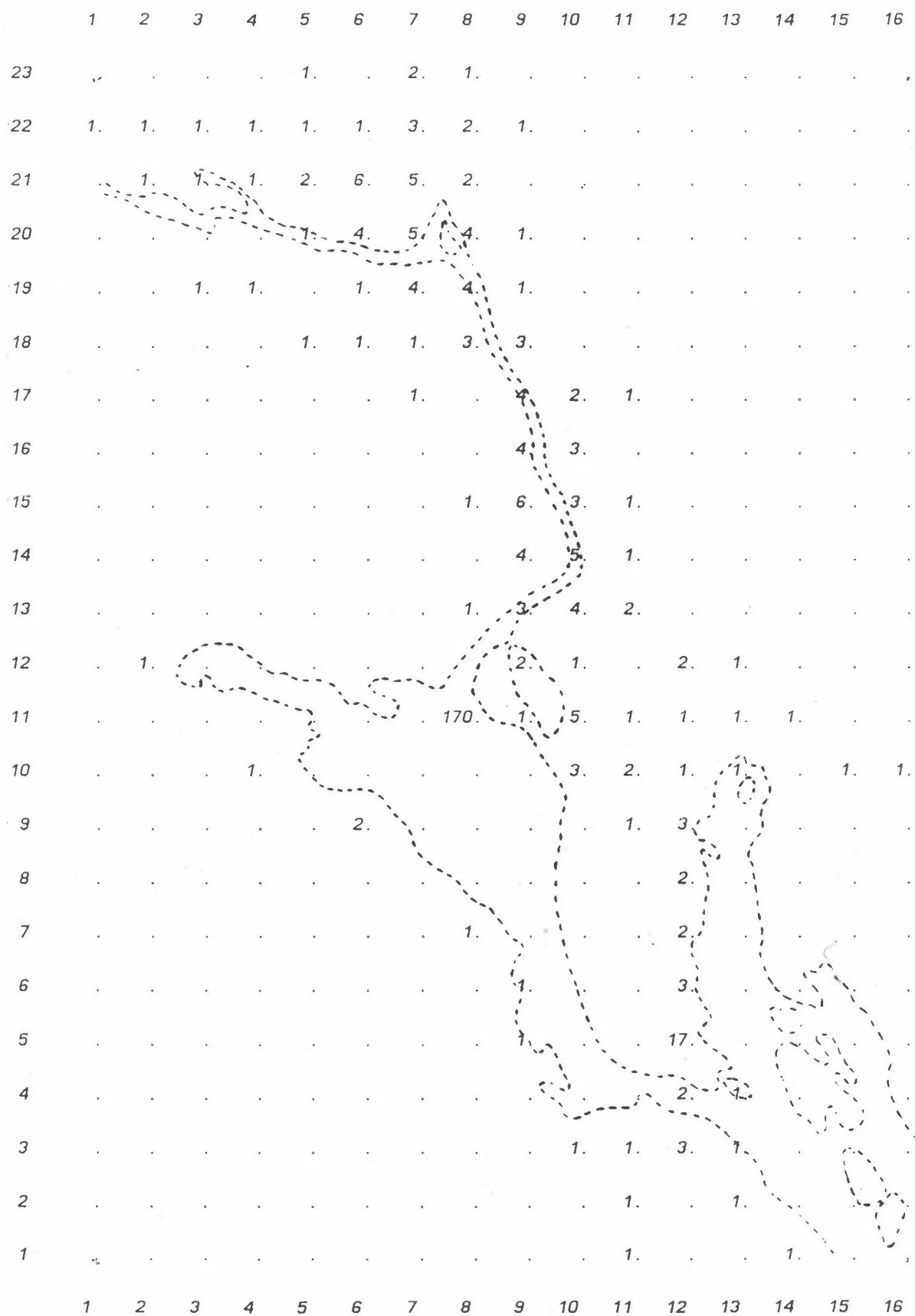
Figur B54: SO₂ totalt 2. periode.
 Enhet: 10⁻¹ kg/h.



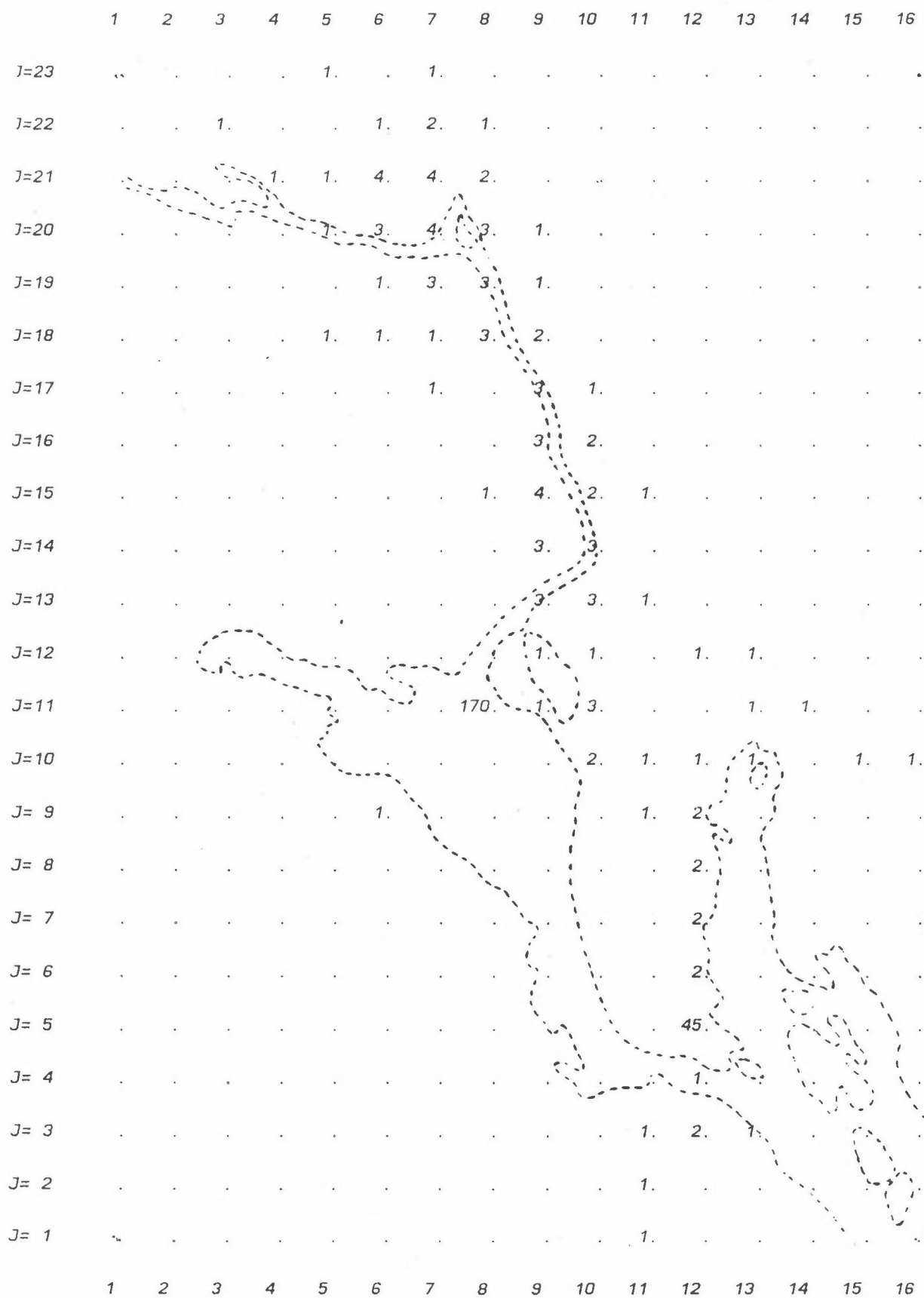
Figur B55: NOx totalt 1. periode.
Enhet: kg/h.



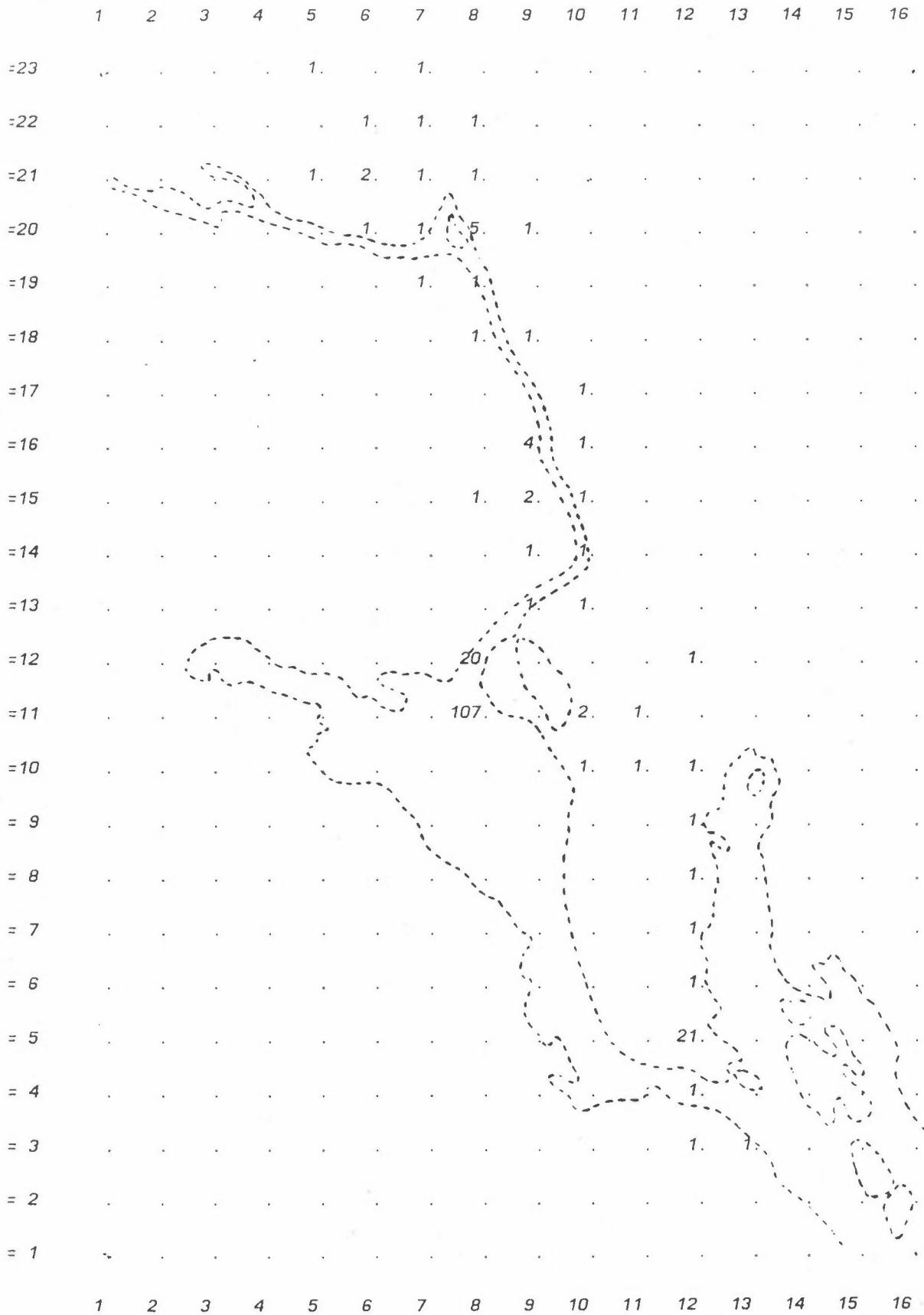
Figur B56: NOx totalt 2. periode.
Enhet: kg/h.



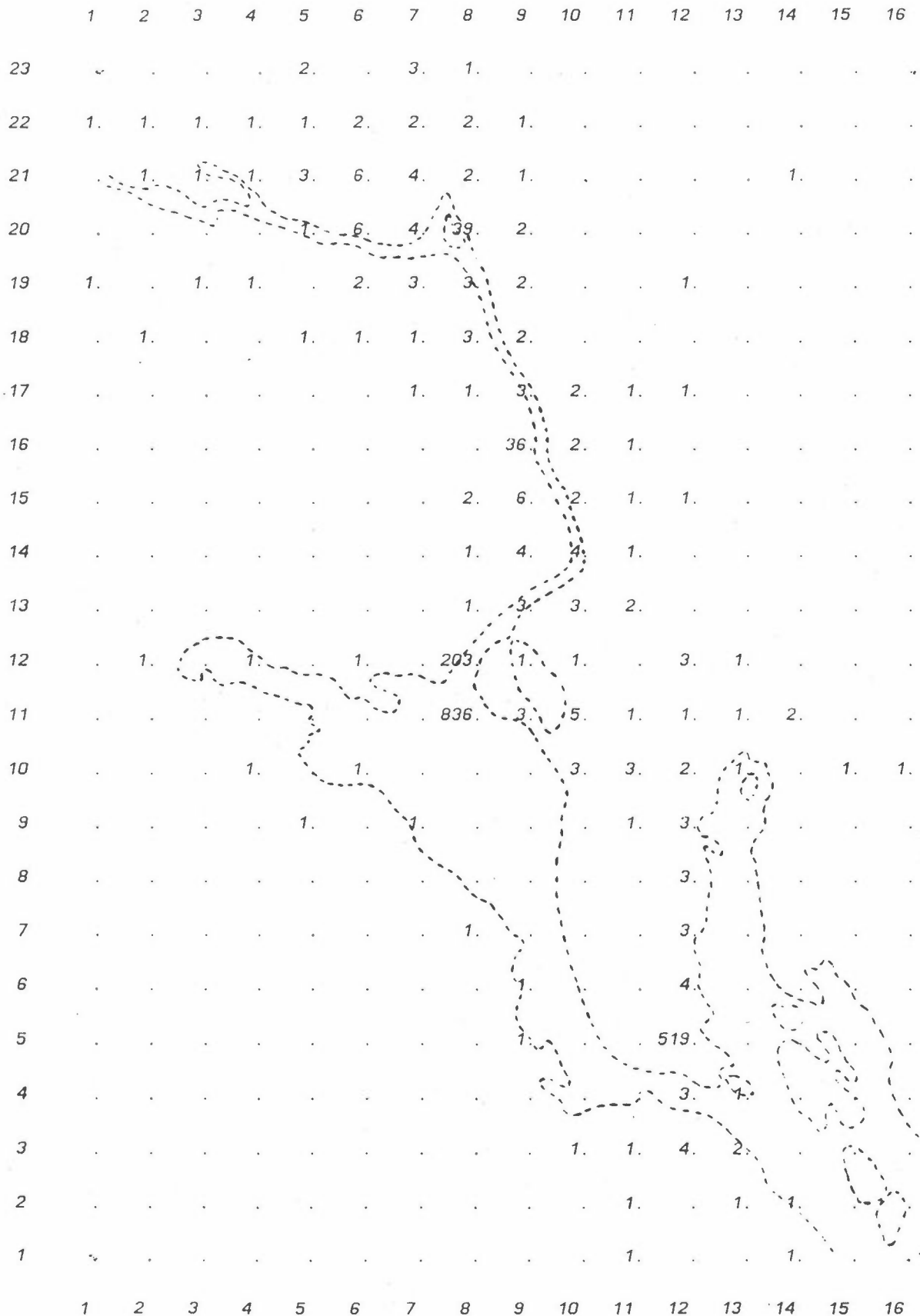
Figur B57: CO totalt 1. periode.
Enhet: 10 kg/h.



Figur B58: CO totalt 2. periode.
 Enhet: 10 kg/h.



Figur B59: Partikler totalt 1. periode.
Enhet: kg/h.



Figur B60: Partikler totalt 2. periode.
 Enhet: 10 kg/h.

VEDLEGG C

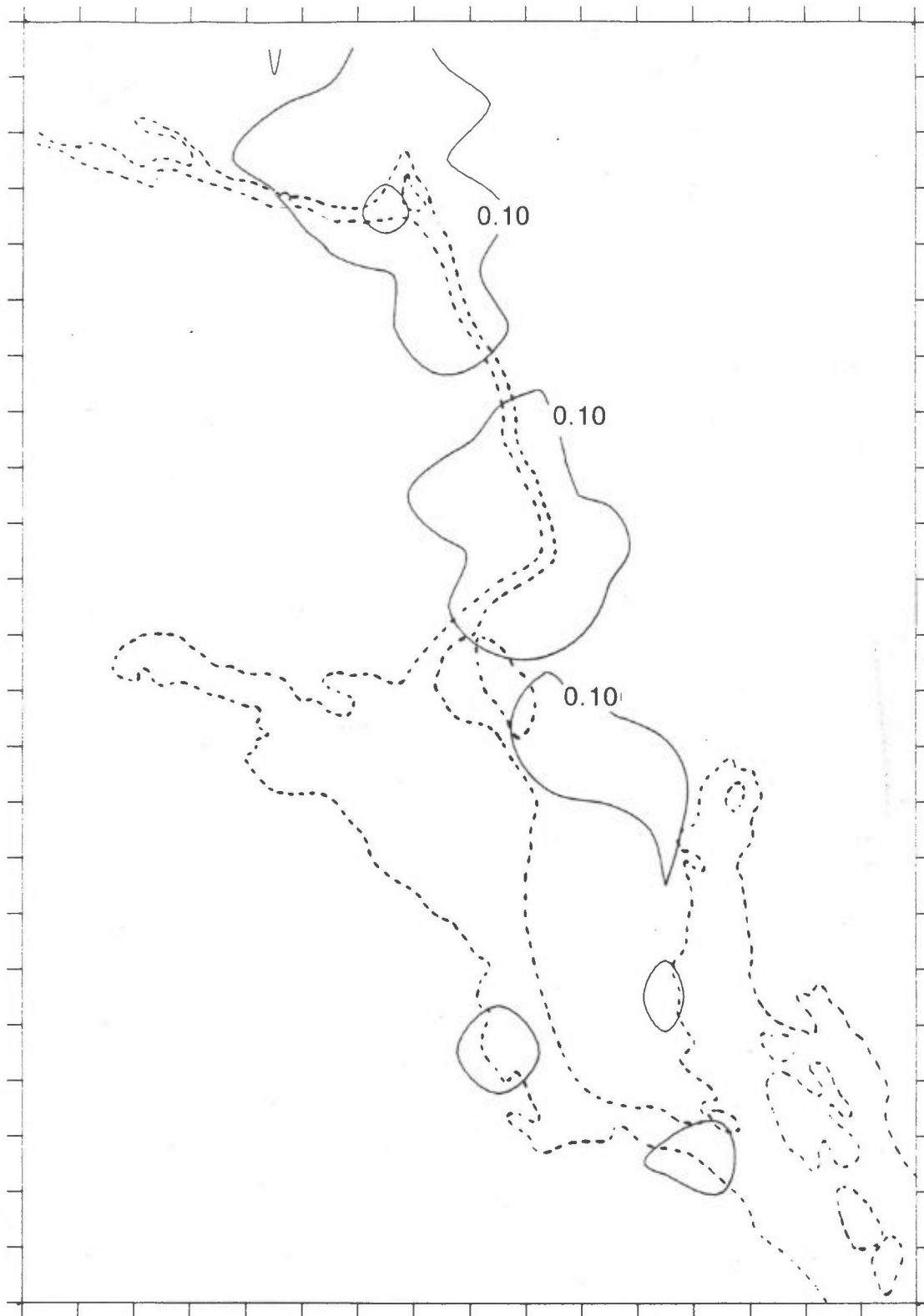
Utslippstall (figurer) fra arealkilder,
punktkilder og trafikk.

Oversikt over figurene i vedlegg C.

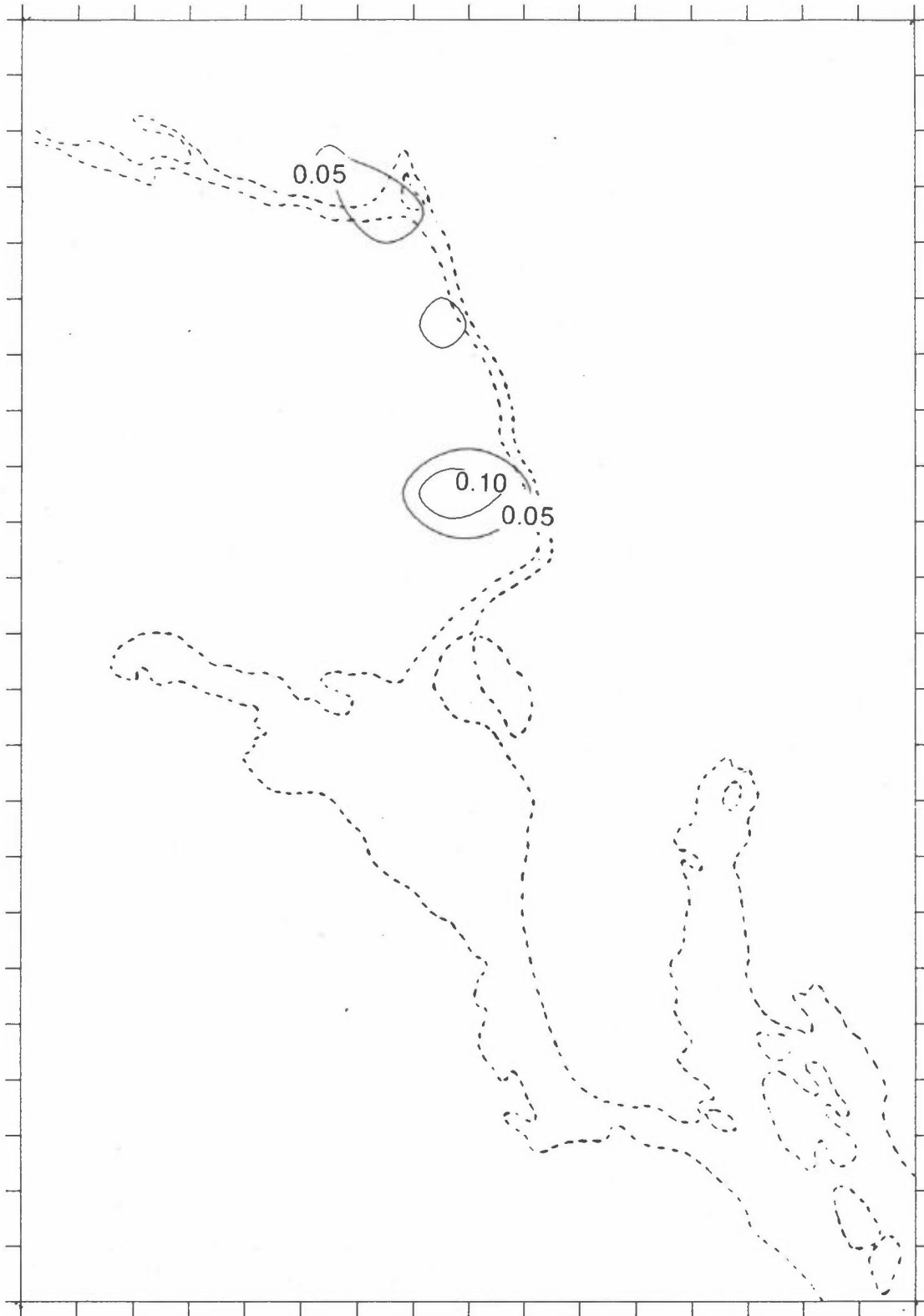
Alle figurene har enheten kg/h km^2 , og alle utslipp av NO_x er regnet som NO_2 .

	Side
Figur C1: SO_2 fra oljefyring, arealkilder, 1. periode	141
Figur C2: SO_2 fra oljefyring, arealkilder, 2. periode	142
Figur C3: NO_x fra oljefyring, arealkilder, 1. periode	143
Figur C4: NO_x fra oljefyring, arealkilder, 2. periode	144
Figur C5: CO fra oljefyring, arealkilder, 1. periode	145
Figur C6: CO fra oljefyring, arealkilder, 2. periode	146
Figur C7: Partikler fra oljefyring, arealkilder, 1. periode	147
Figur C8: Partikler fra oljefyring, arealkilder, 2. periode	148
Figur C9: SO_2 fra vedfyring, 1. periode	149
Figur C10: SO_2 fra vedfyring, 2. periode	150
Figur C11: NO_x fra vedfyring, 1. periode	151
Figur C12: NO_x fra vedfyring, 2. periode	152
Figur C13: CO fra vedfyring, 1. periode	153
Figur C14: CO fra vedfyring, 2. periode	154
Figur C15: Partikler fra vedfyring, 1. periode	155
Figur C16: Partikler fra vedfyring, 2. periode	156
Figur C17: SO_2 fra punktkilder, 1. periode	157
Figur C18: SO_2 fra punktkilder, 2. periode	157
Figur C19: NO_x fra punktkilder, 1. periode	158
Figur C20: NO_x fra punktkilder, 2. periode	158
Figur C21: CO fra punktkilder, 1. periode	159
Figur C22: CO fra punktkilder, 2. periode	159
Figur C23: Partikler fra punktkilder, 1. periode	160
Figur C24: Partikler fra punktkilder, 2. periode	160
Figur C25: SO_2 fra biltrafikk, 1. og 2. periode	161
Figur C26: Partikler fra biltrafikk, 1. og 2. periode	162
Figur C27: NO_x fra biltrafikk, 1. periode	163
Figur C28: NO_x fra biltrafikk, 2. periode	164

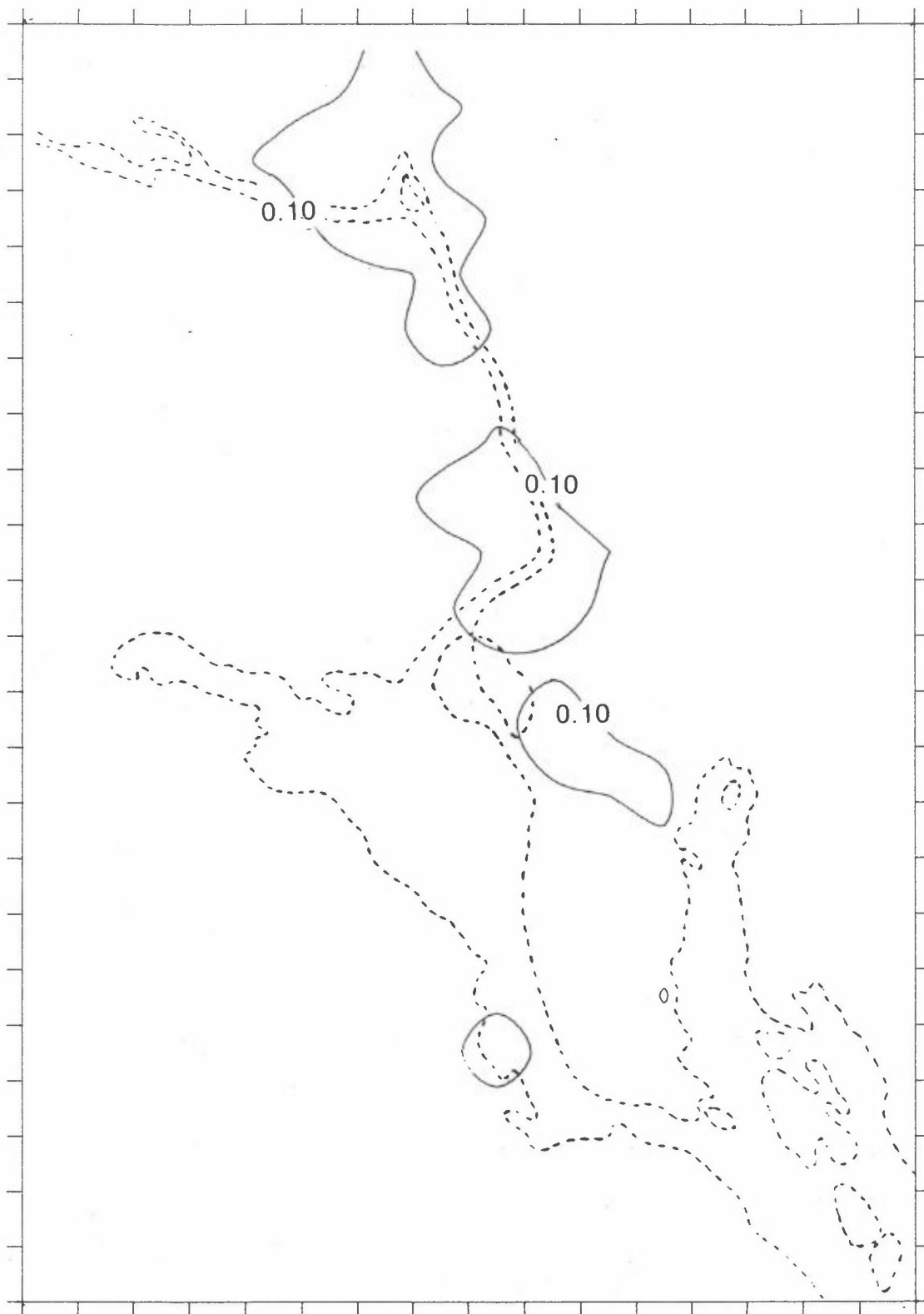
	Side
Figur C29: CO fra biltrafikk, 1. periode	165
Figur C30: CO fra biltrafikk, 2. periode	166
Figur C31: Totalt utslipp av SO ₂ , 1. periode	167
Figur C32: Totalt utslipp av SO ₂ , 2. periode	167
Figur C33: Totalt utslipp av NO _x , 1. periode	168
Figur C34: Totalt utslipp av NO _x , 2. periode	168
Figur C35: Totalt utslipp av CO, 1. periode	169
Figur C36: Totalt utslipp av CO, 2. periode	169
Figur C37: Totalt utslipp av partikler, 1. periode	170
Figur C38: Totalt utslipp av partikler, 2. periode	170



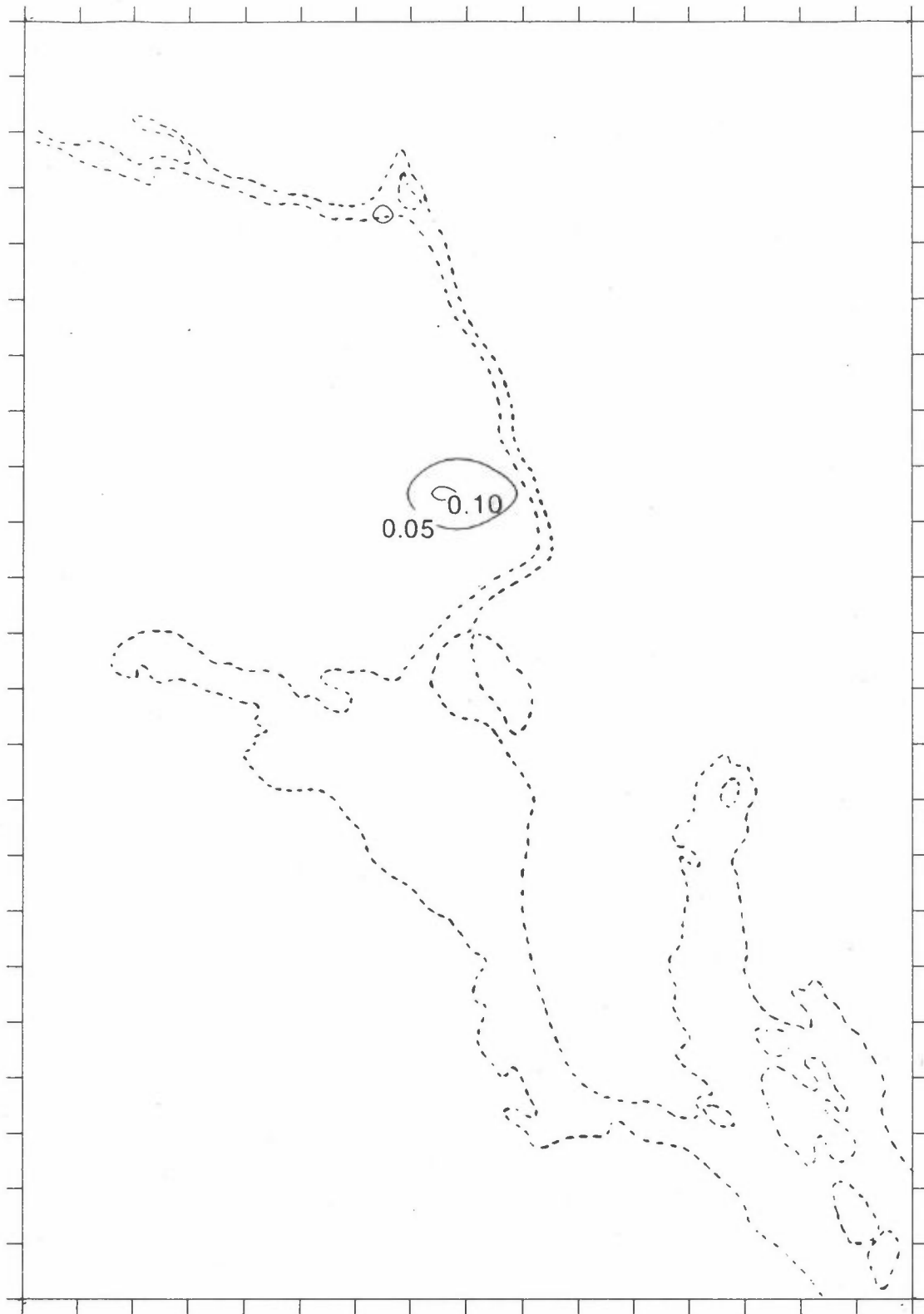
Figur C1: SO₂ fra oljefyring, arealkilder, 1. periode.
Isolinjer: 0,1 og 0,5.



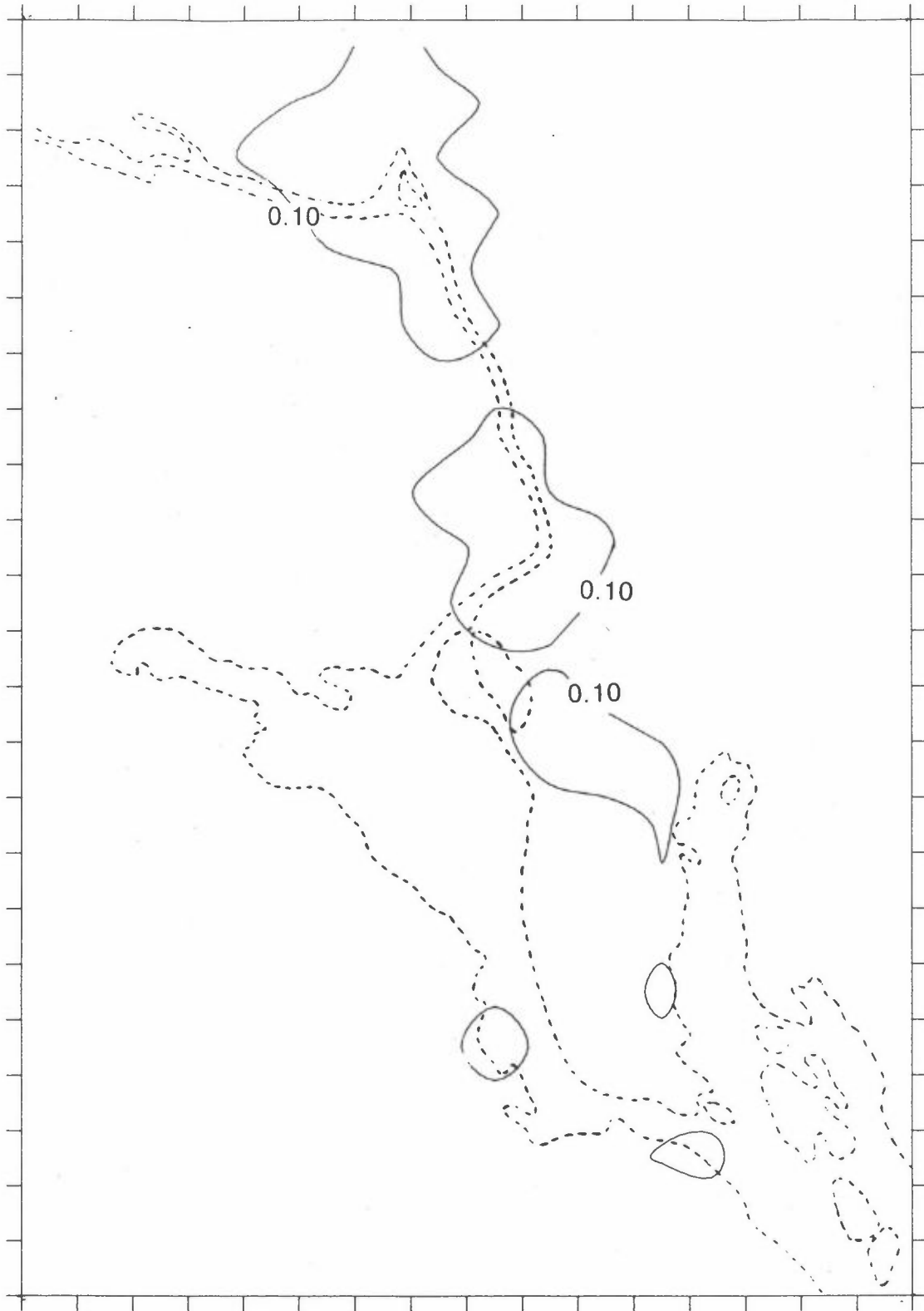
Figur C2: SO₂ fra oljefyring, arealkilder, 2. periode.
Isolinjer: 0,05 og 0,10.



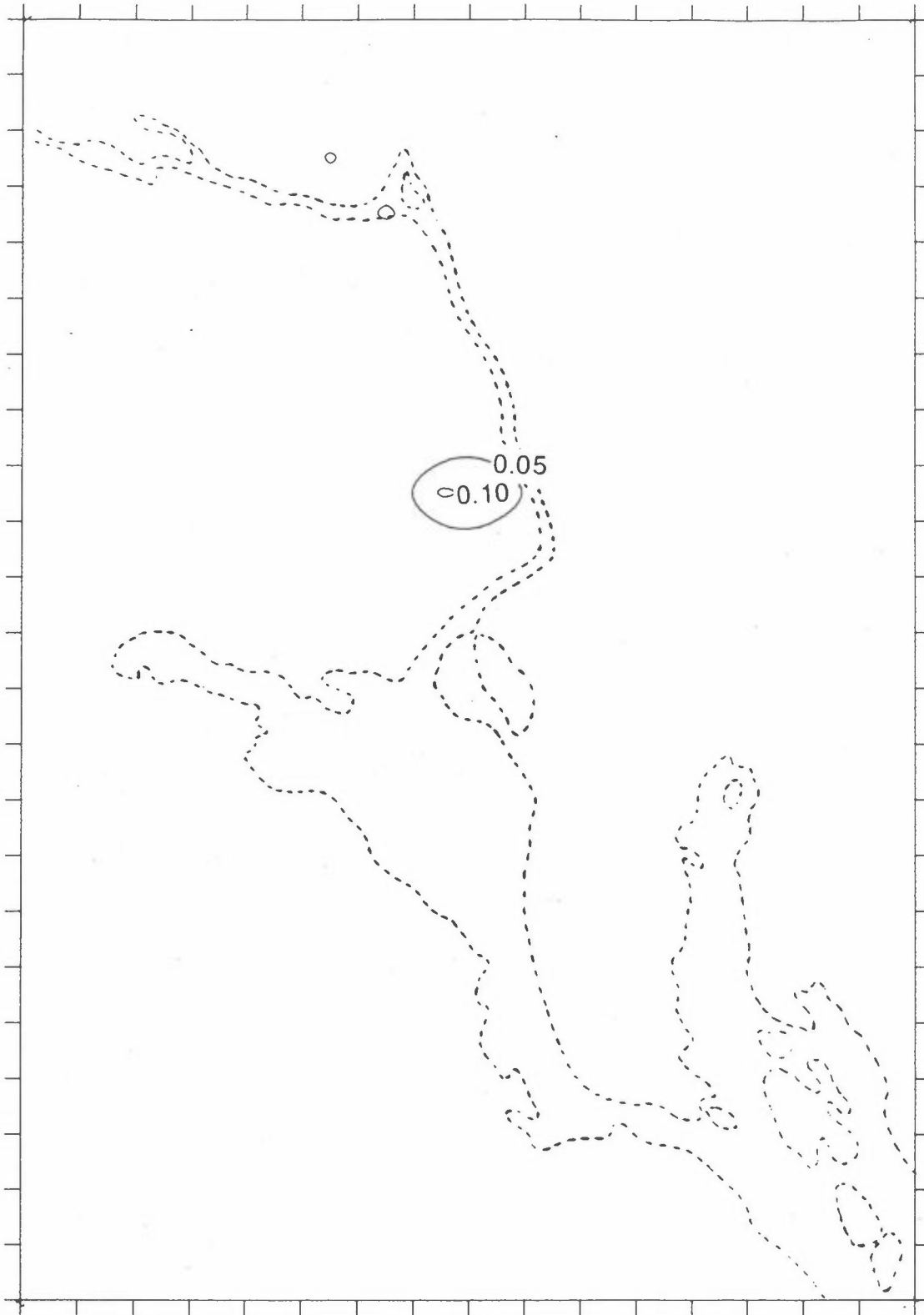
Figur C3: NOx fra oljefyring, arealkilder, 1. periode.
Isolinje: 0,10.



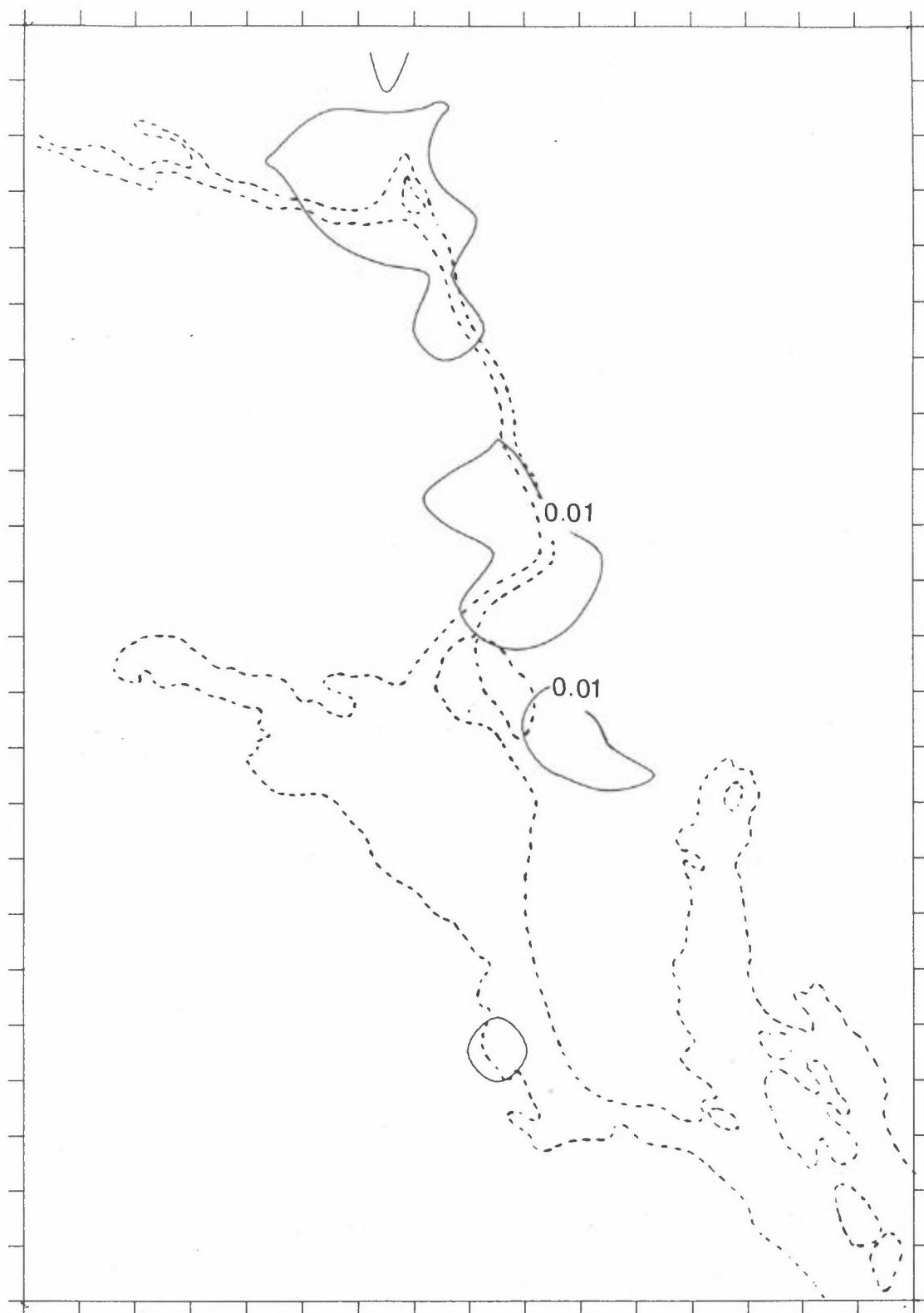
Figur C4: NOx fra oljefyring, arealkilder, 2. periode.
Isolinjer: 0,05 og 0,1.



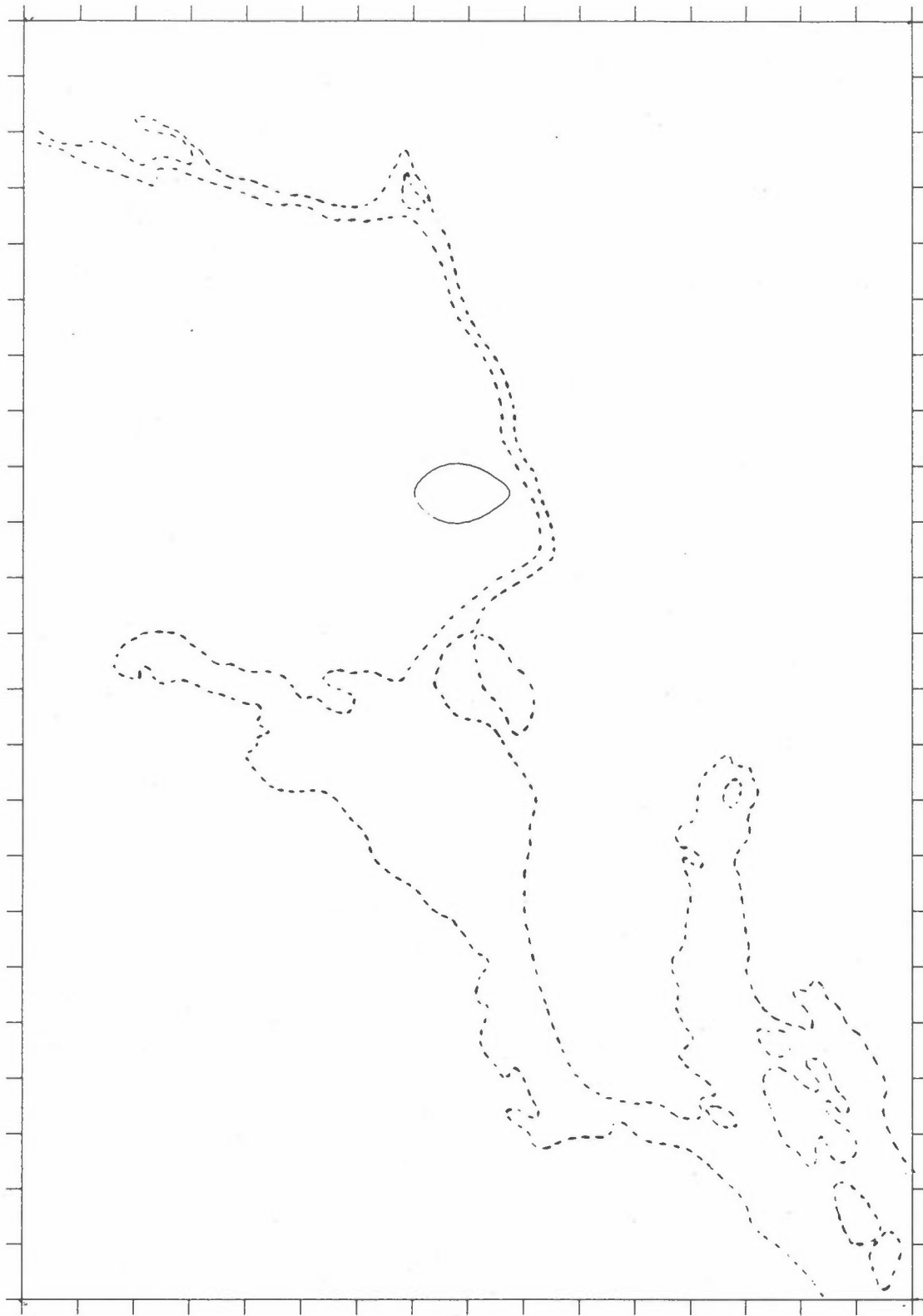
Figur C5: CO fra oljefyring, arealkilder, 1. periode.
Isolinje: 0,10.



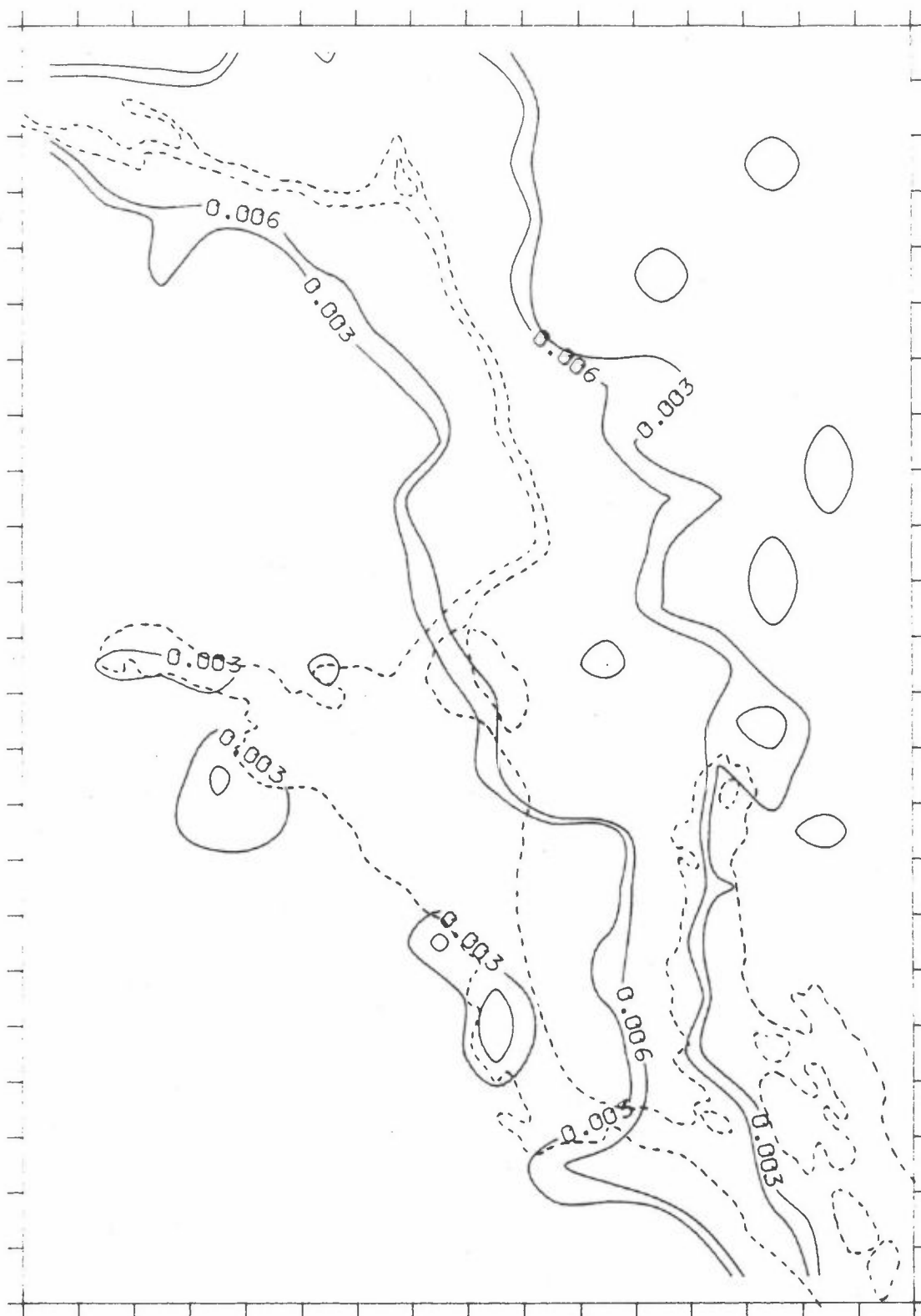
Figur C6: CO fra oljefyring, arealkilder, 2. periode.
Isolinjer: 0,05 og 0,10.



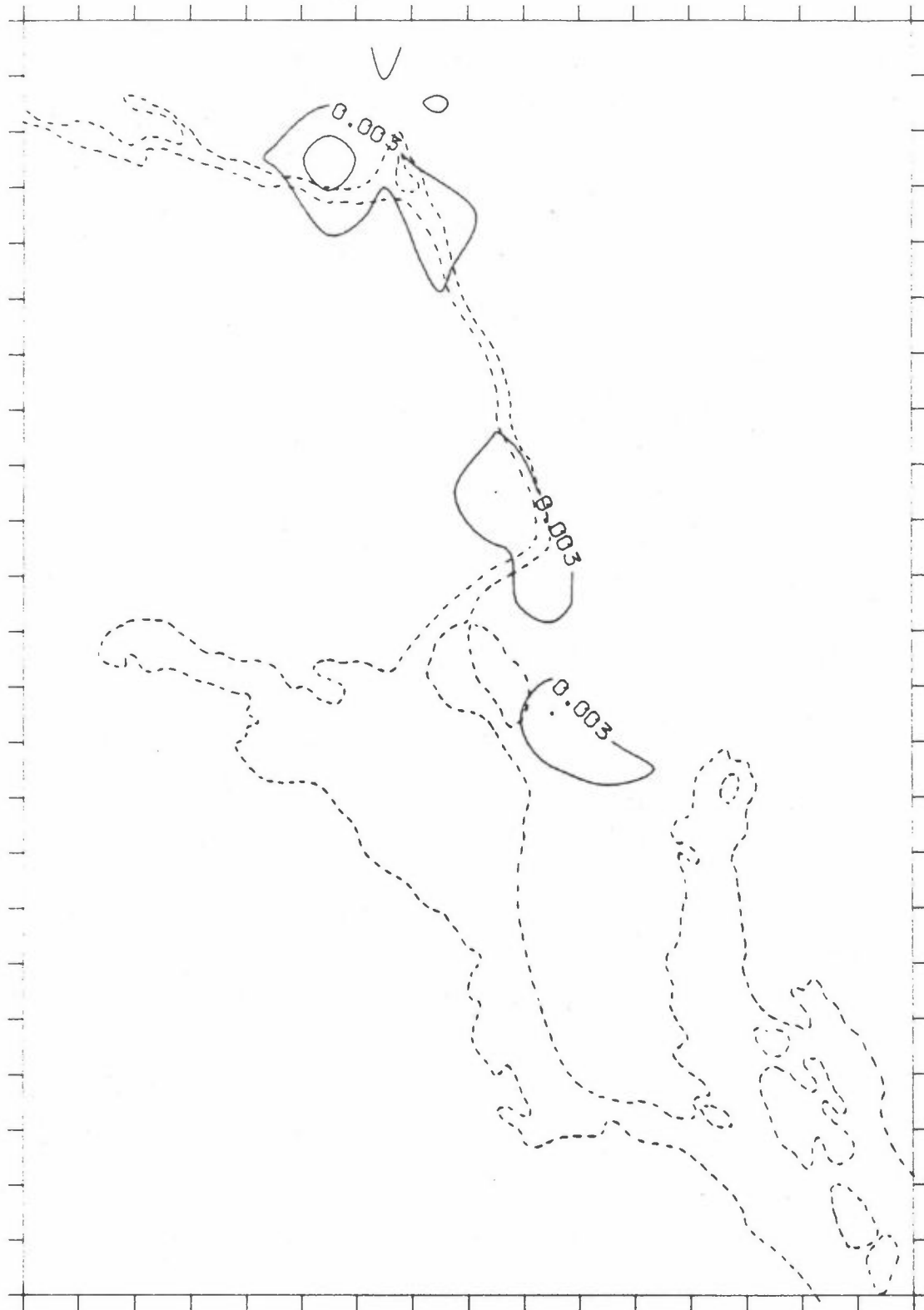
Figur C7: Partikler fra oljefyring, arealkilder, 1. periode.
Isolinje: 0,01.



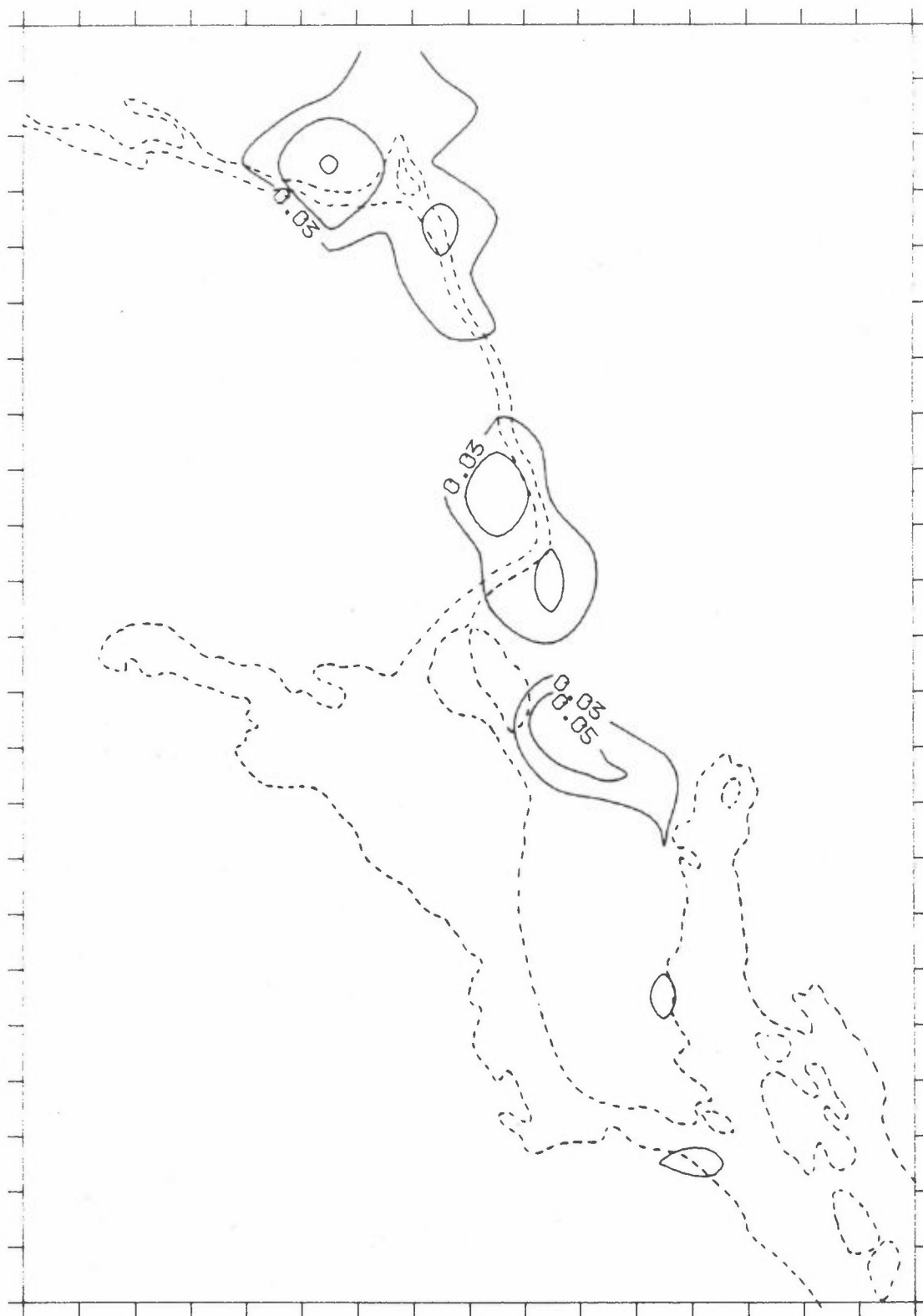
Figur C8: Partikler fra oljefyring, arealkilder, 2. periode.
Isolinje: 0,005.



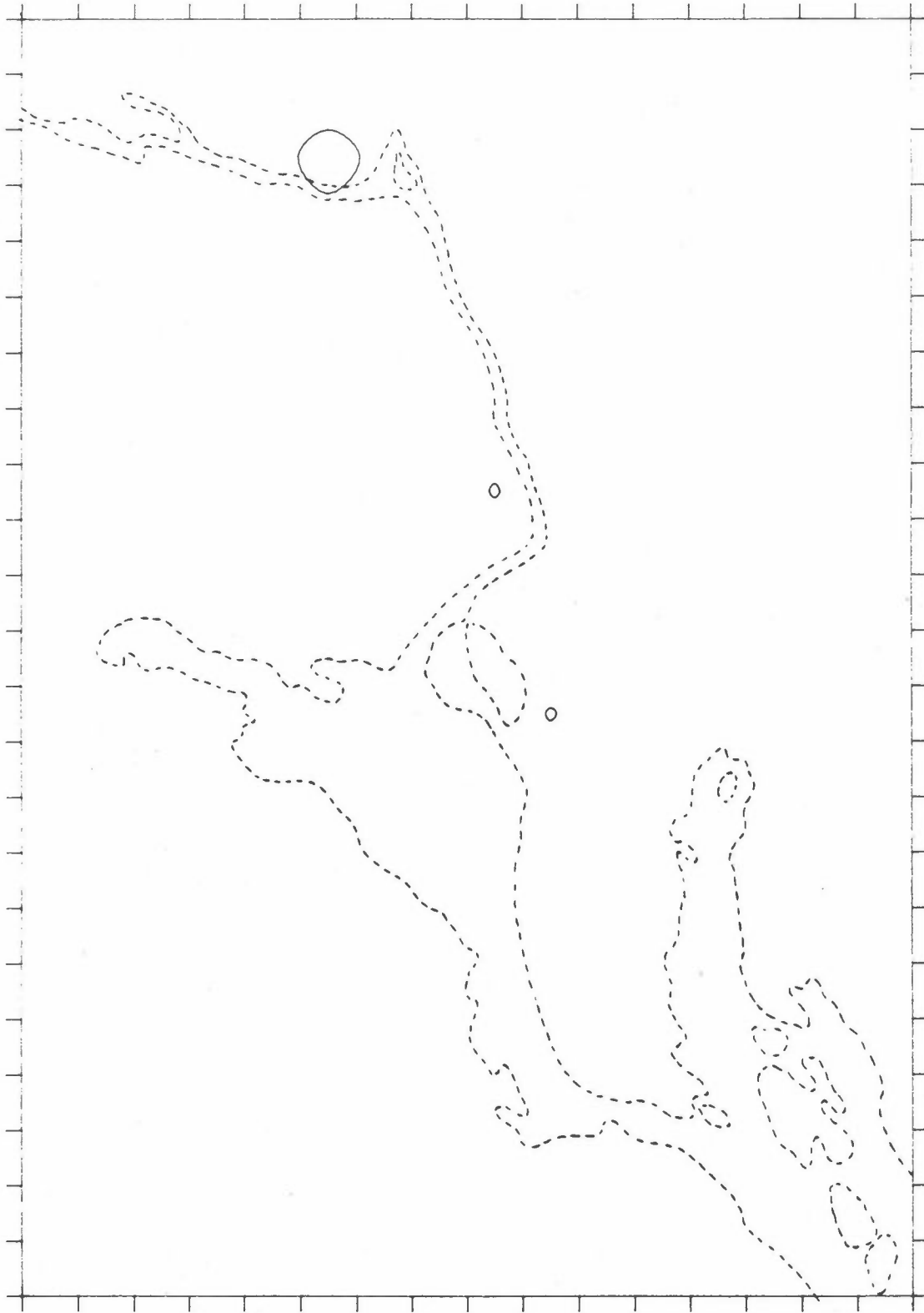
Figur C9: SO₂ fra vedfyring, 1. periode.
Isolinjer: 0,003 og 0,006.



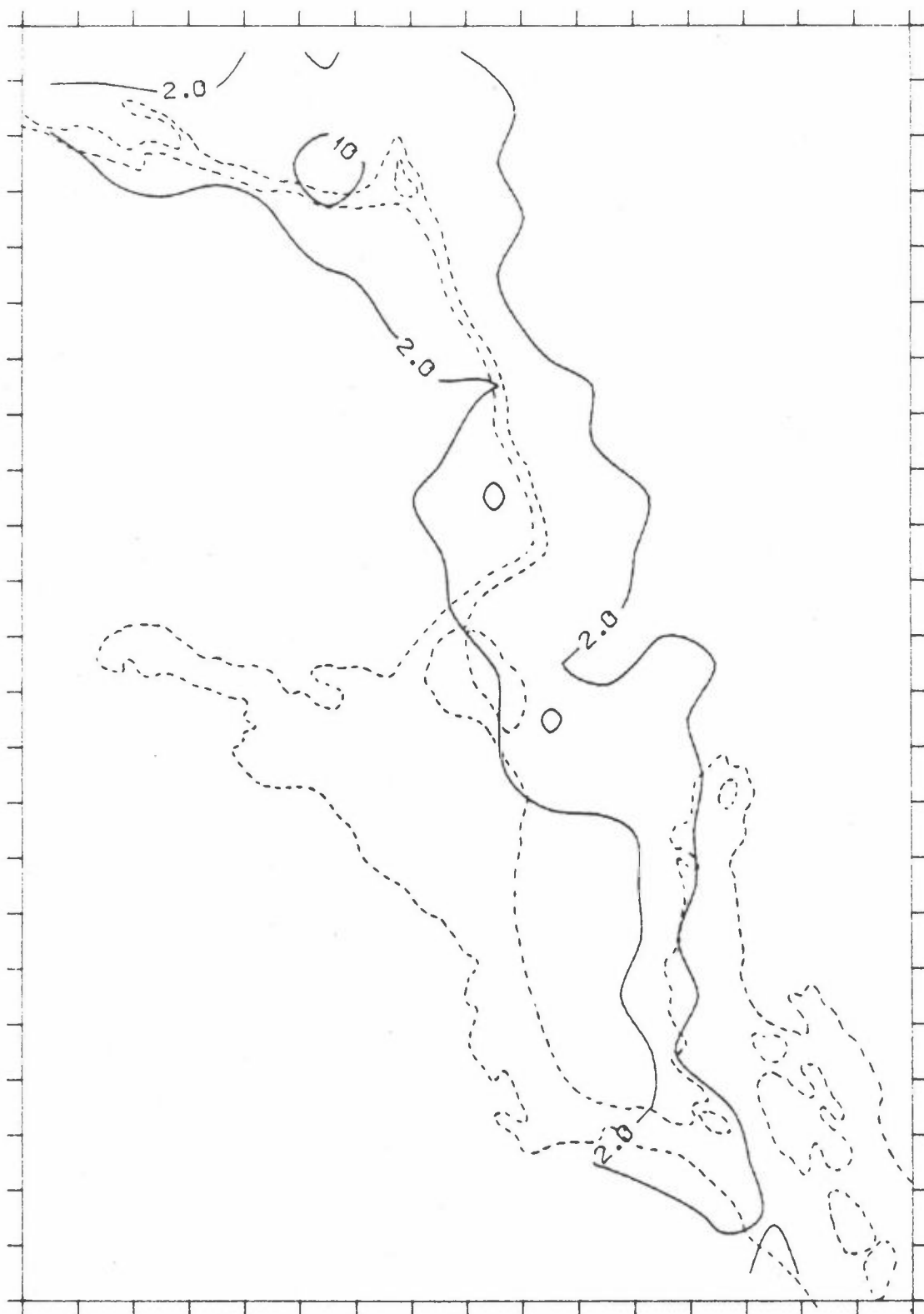
Figur C10: SO₂ fra vedfyring, 2. periode.
Isolinjer: 0,003 og 0,006



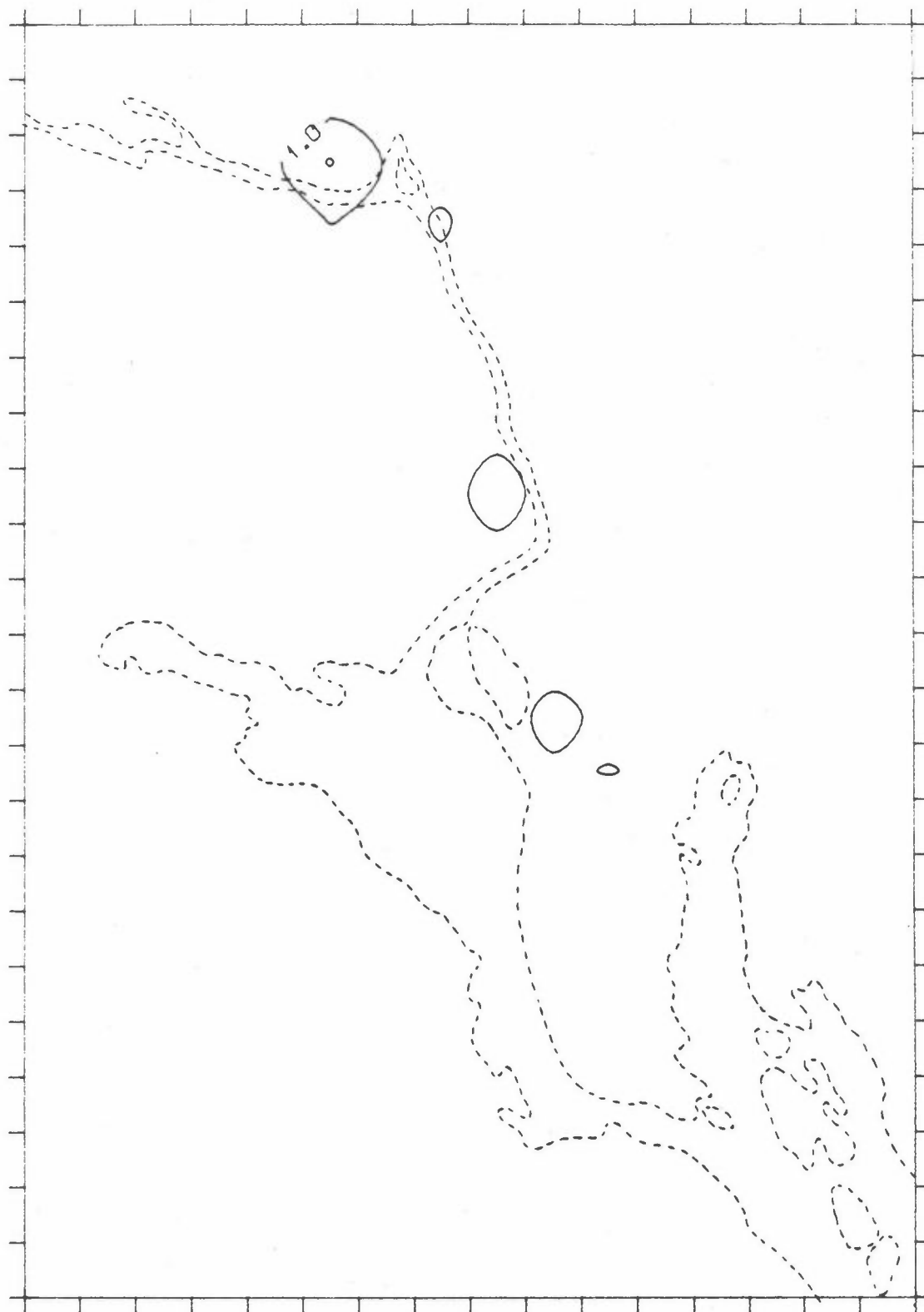
Figur C11: NOx fra vedfyring, 1. periode.
Isolinjer: 0,03, 0,05 og 0,1.



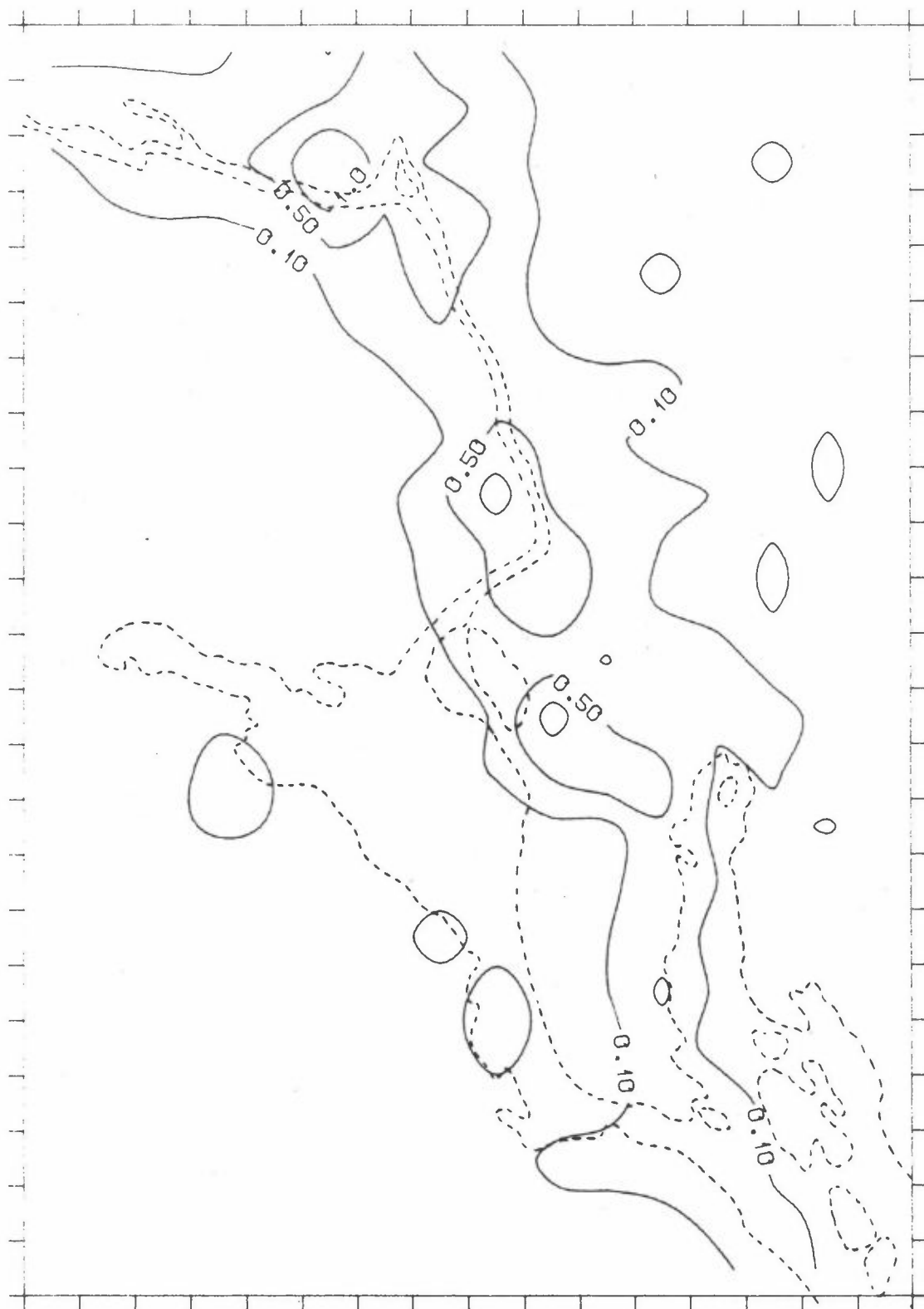
Figur C12: NOx fra vedfyring, 2. periode.
Isolinje: 0,01.



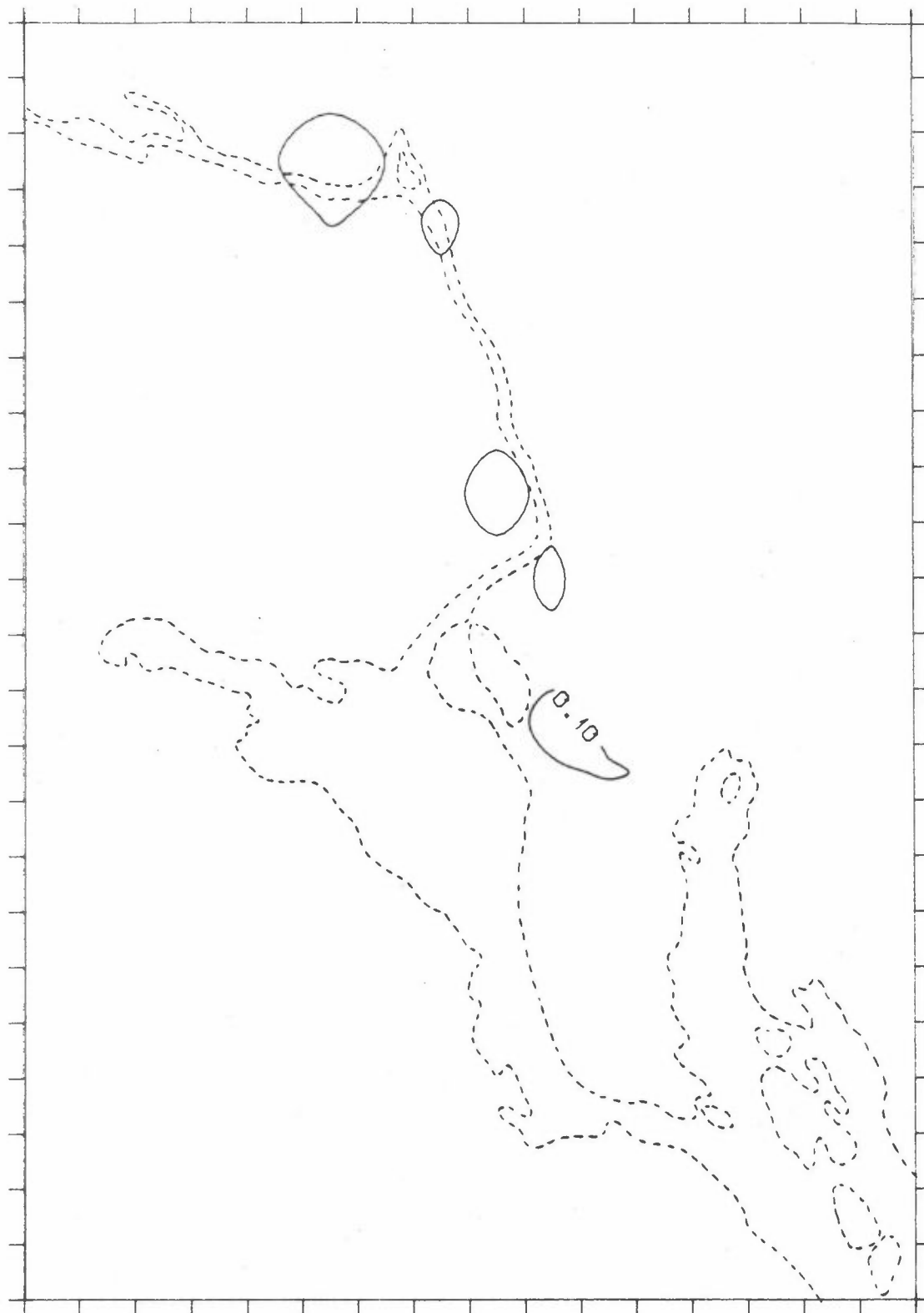
Figur C13: CO fra vedfyring, 1. periode.
Isolinjer: 2,0 og 10,0.



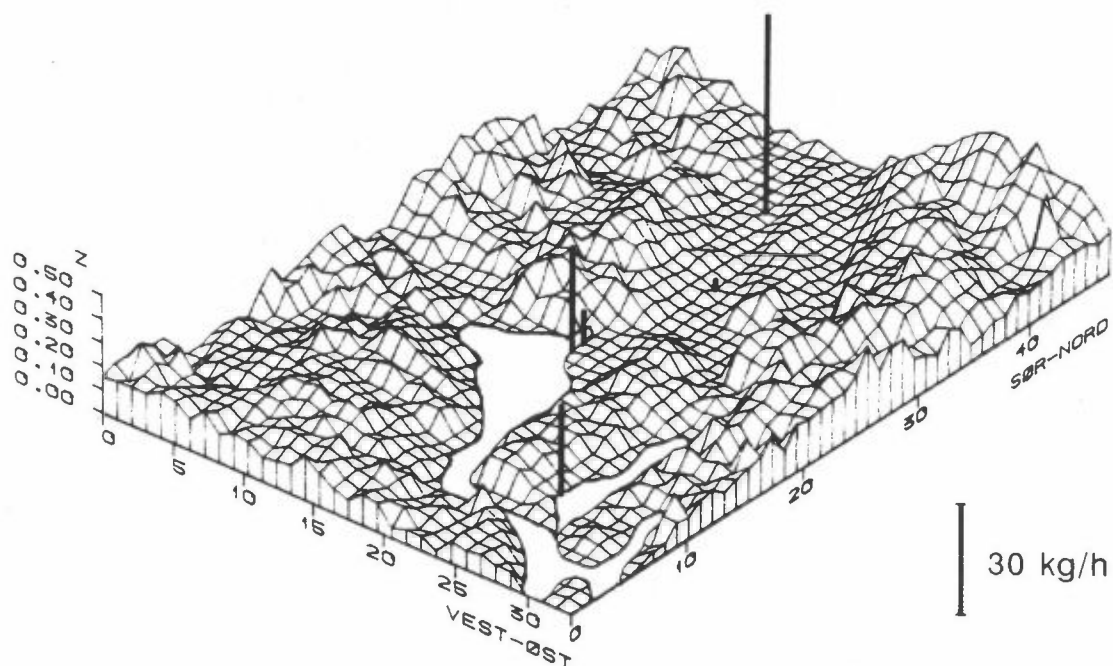
Figur C14: CO fra vedfyring, 2. periode.
Isolinjer: 1,0 og 2,0.



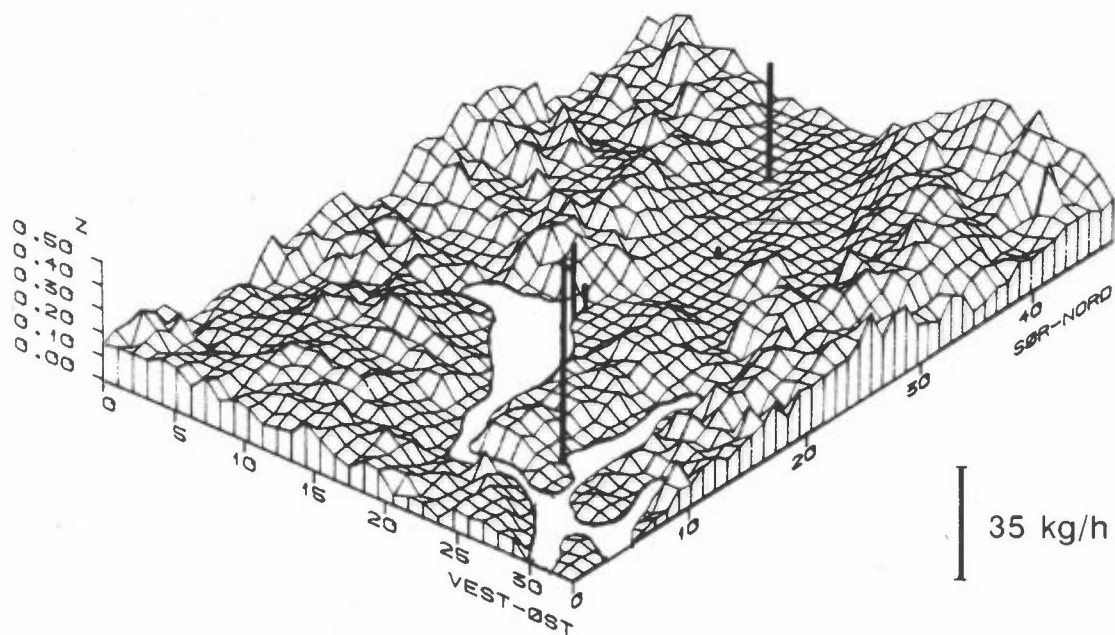
Figur C15: Partikler fra vedfyring, 1. periode.
Isolinjer: 0,1, 0,5 og 1,0.



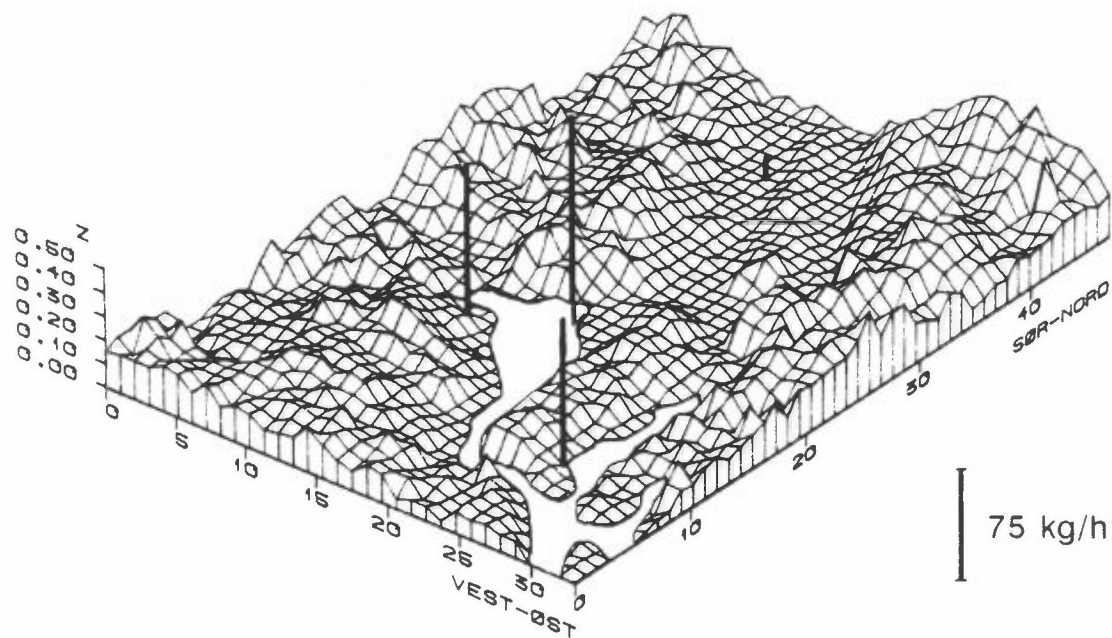
Figur C16: Partikler fra vedfyring, 2. periode.
Isolinje: 0,1.



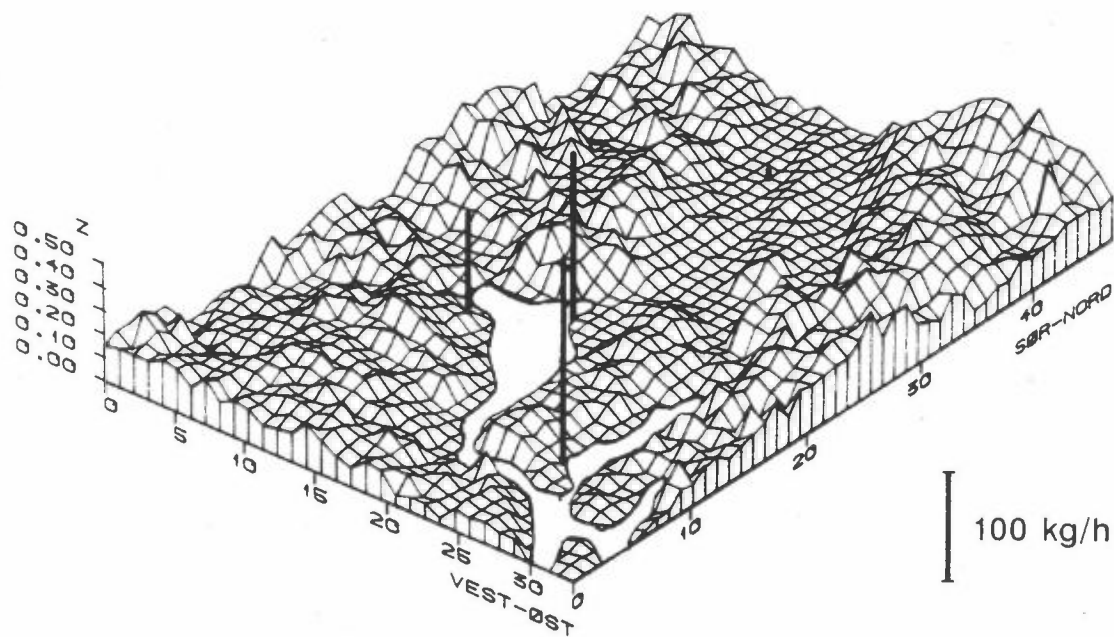
Figur C17: SO₂ fra punktkilder, 1. periode.
Stølper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
Enhet for romkoordinatene: km



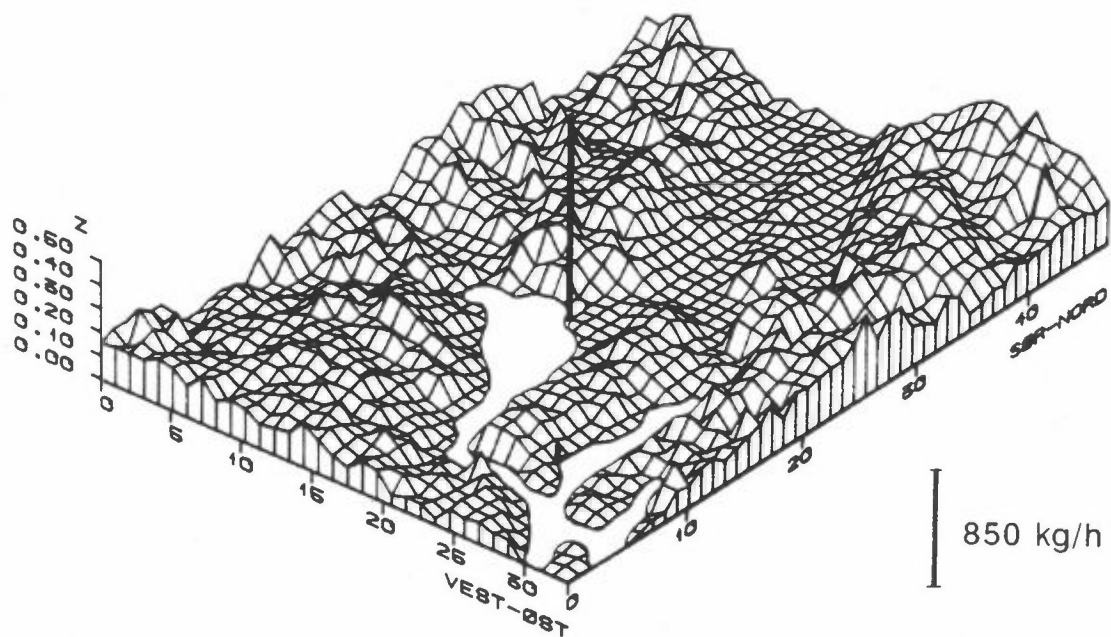
Figur C18: SO₂ fra punktkilder, 2. periode.
Stølper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
Enhet for romkoordinatene: km



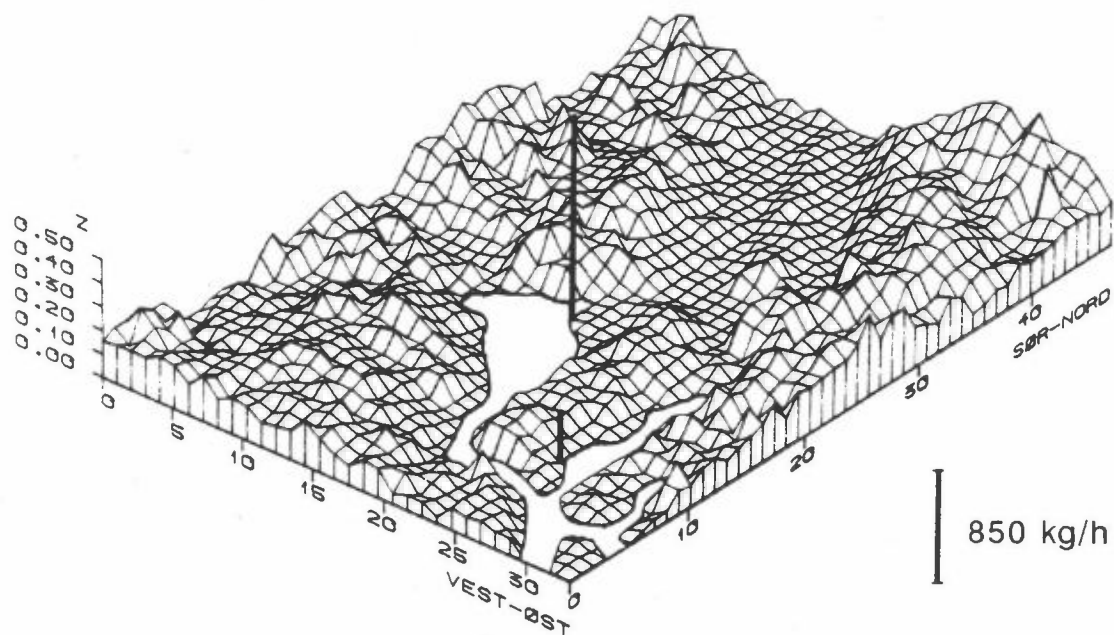
Figur C19: NOx fra punktkilder, 1. periode.
 Stolper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
 Enhet for romkoordinatene: km



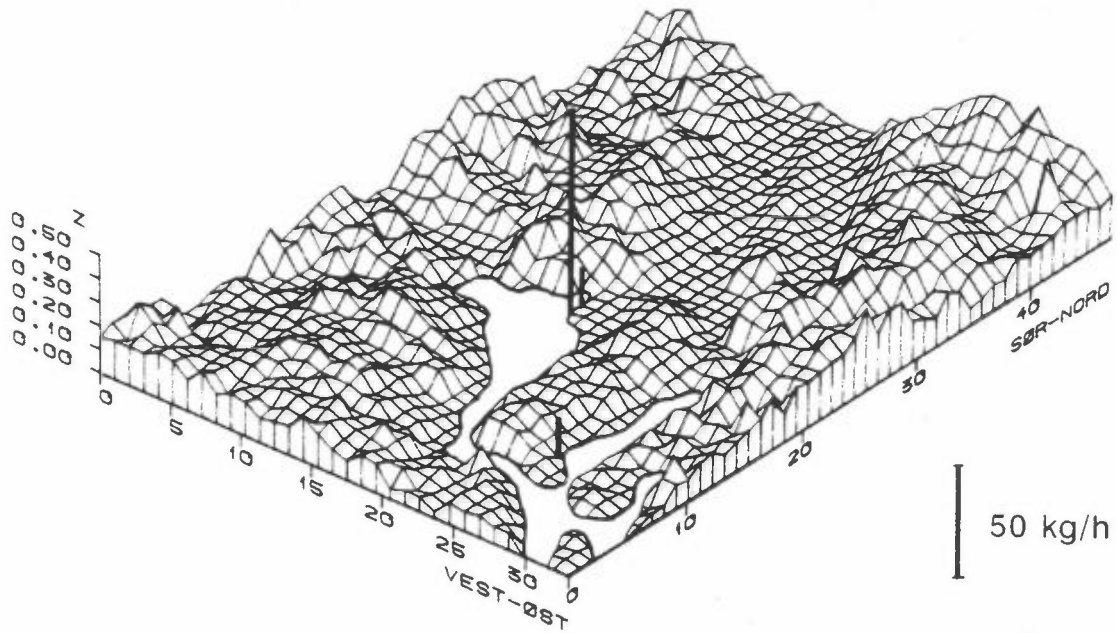
Figur C20: NOx fra punktkilder, 2. periode.
 Stolper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
 Enhet for romkoordinatene: km



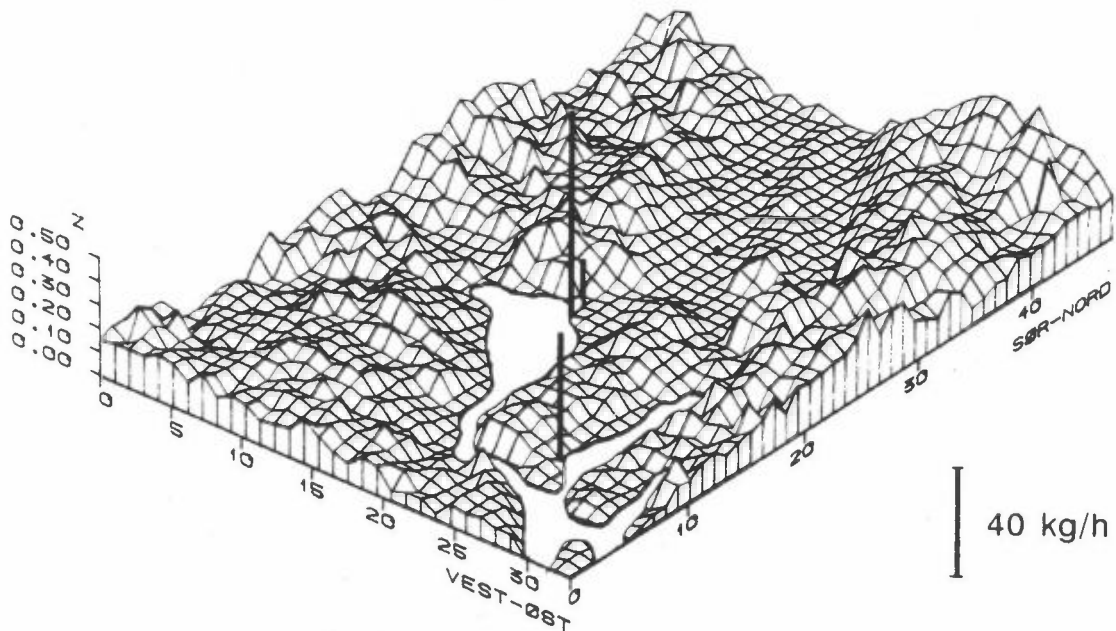
Figur C21: CO fra punktkilder, 1. periode.
 Stolper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
 Enhet for romkoordinatene: km



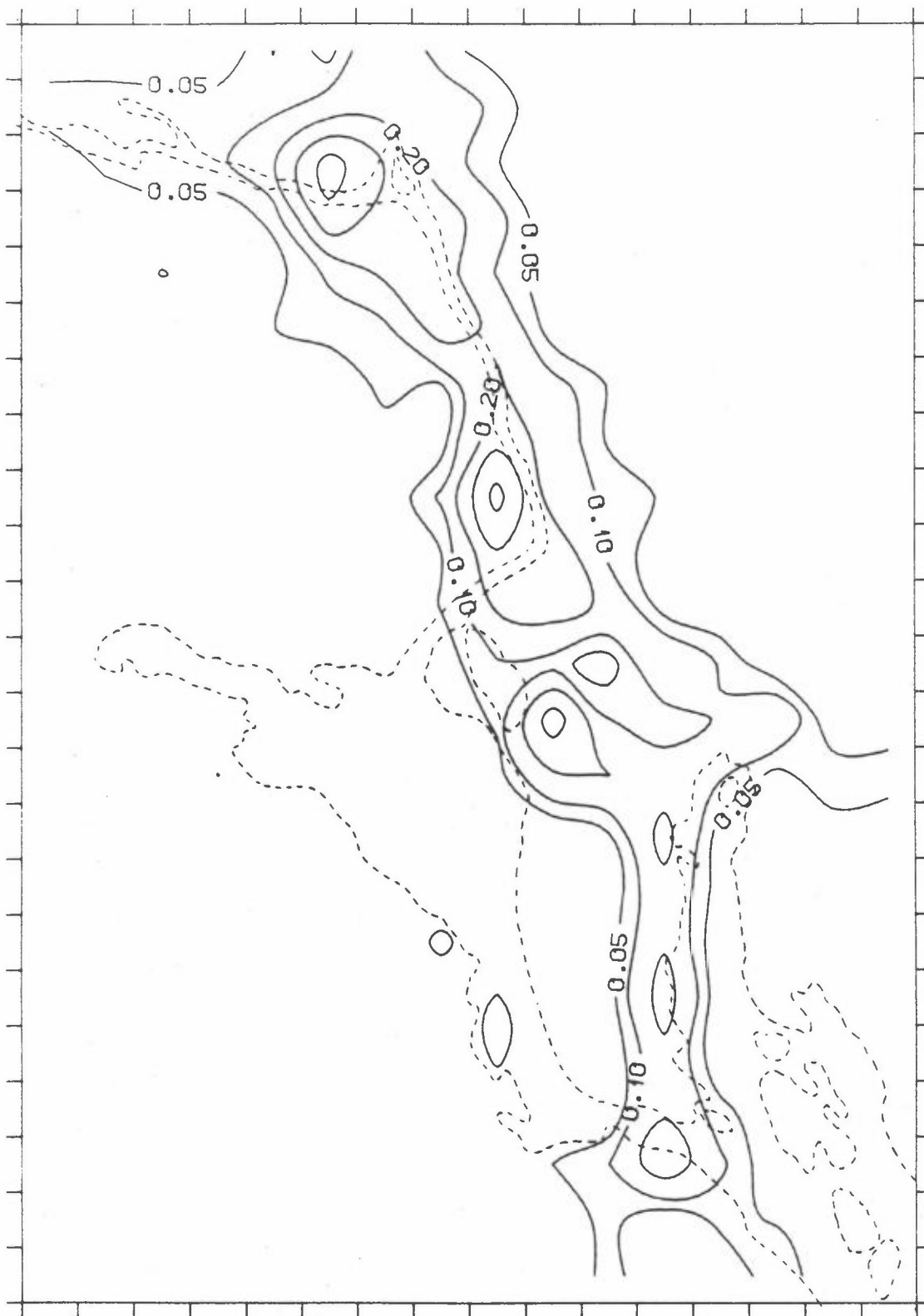
Figur C22: CO fra punktkilder, 2. periode.
 Stolper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
 Enhet for romkoordinatene: km



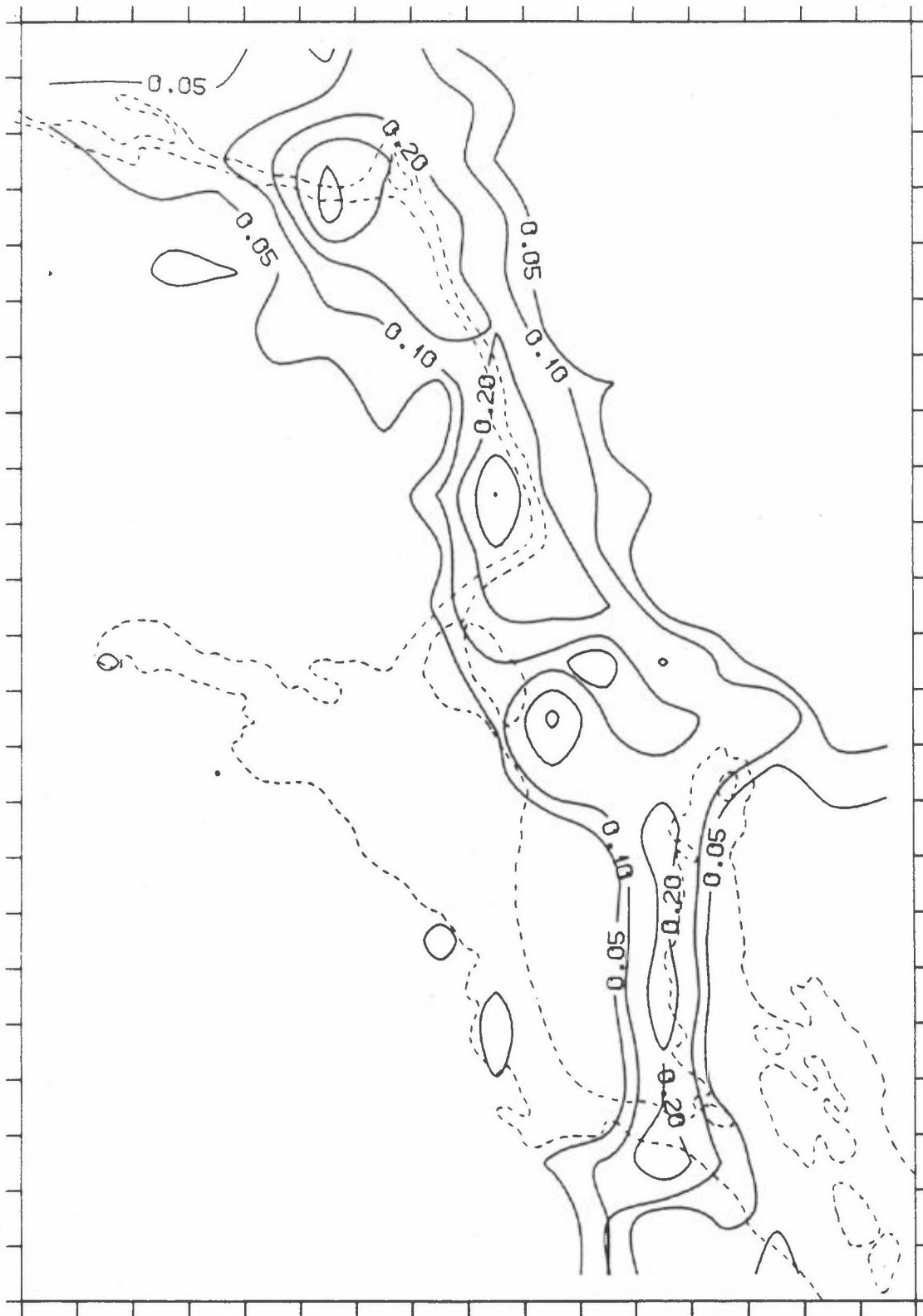
Figur C23: Partikler fra punktkilder, 1. periode.
 Stolper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
 Enhet for romkoordinatene: km



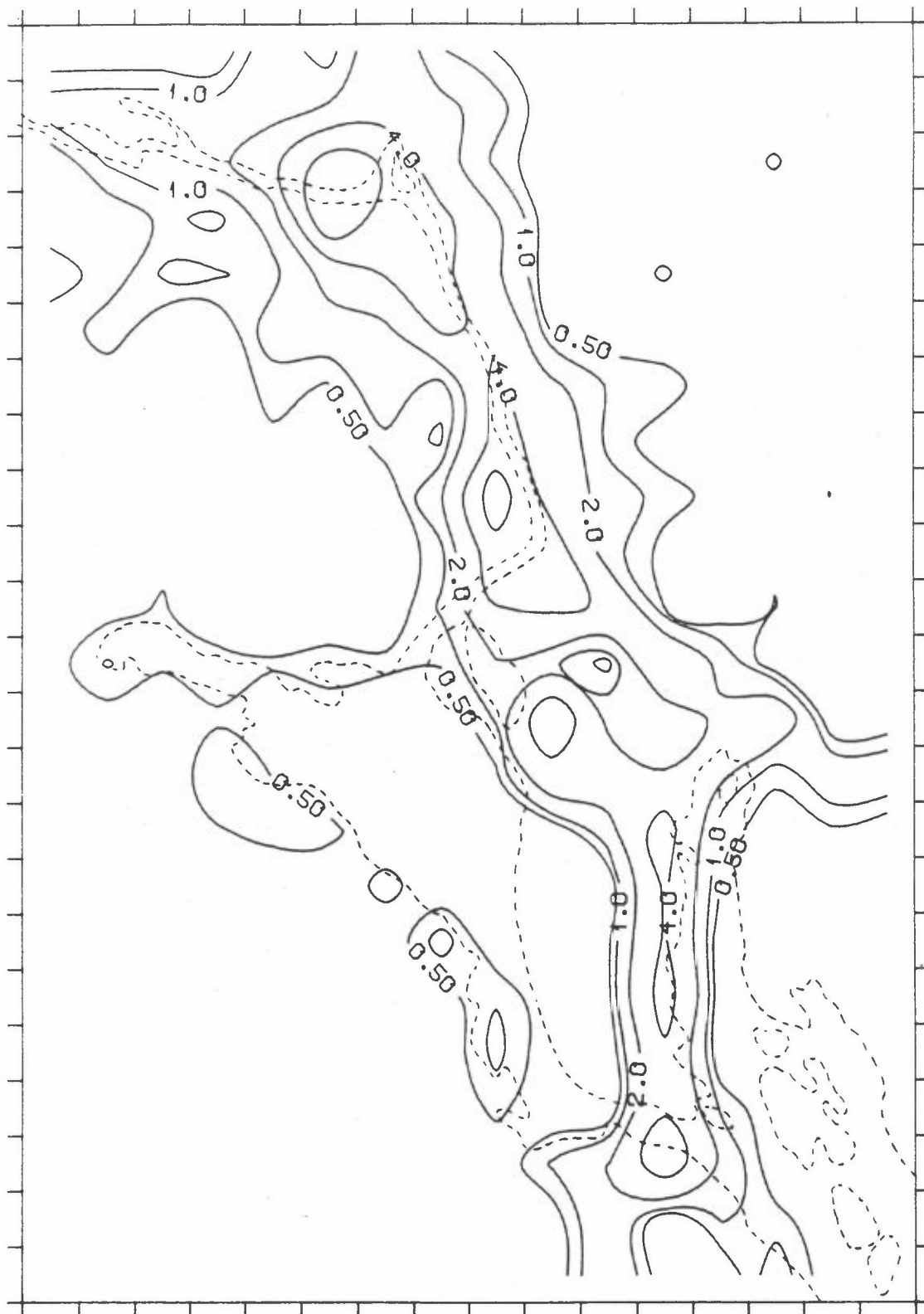
Figur C24: Partikler fra punktkilder, 2. periode.
 Stolper viser utslippsposisjoner i området, og høyden av stolpene er proporsjonale med utslippsmengdene.
 Enhet for romkoordinatene: km



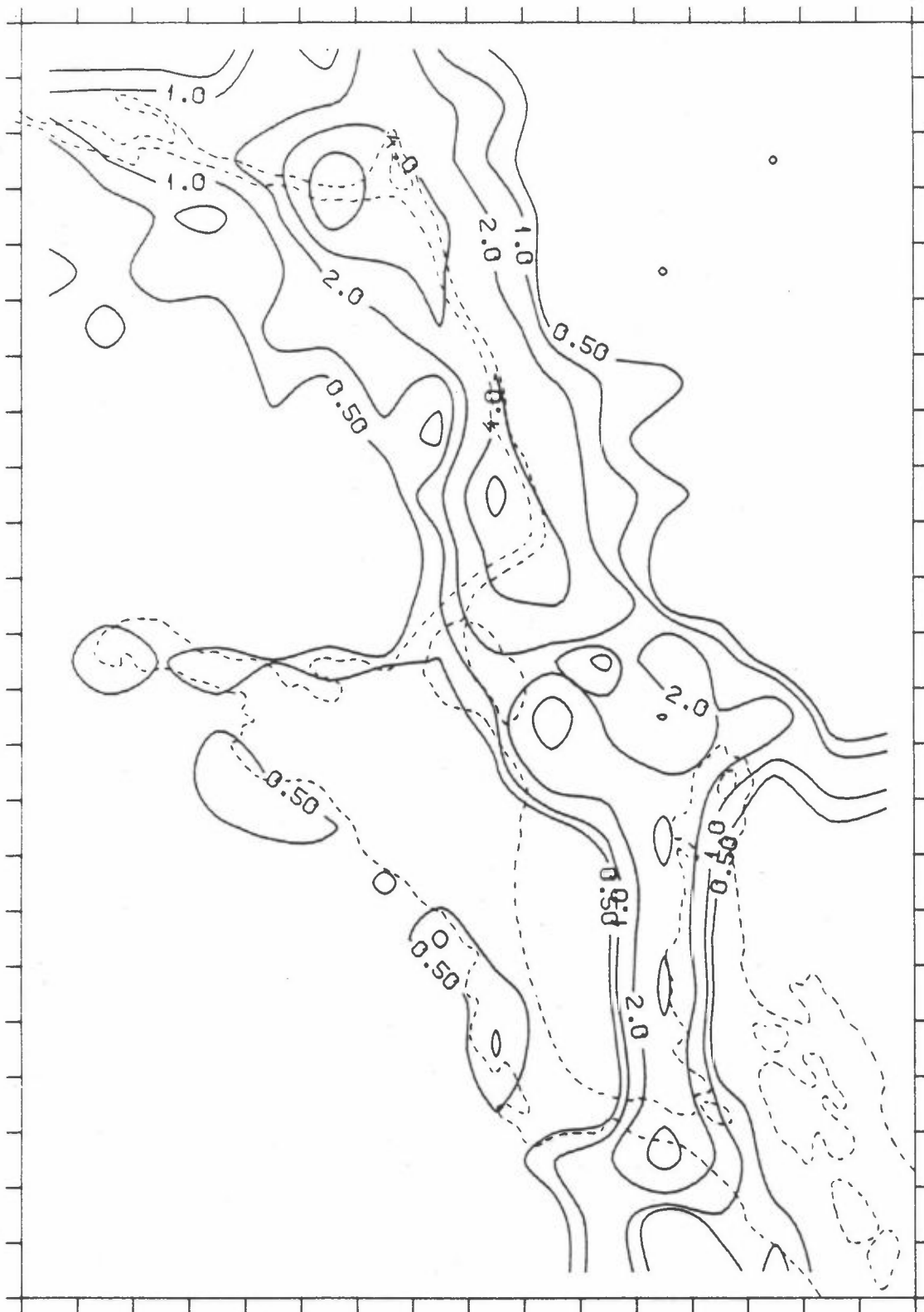
Figur C25: SO₂ fra biltrafikk, 1. og 2. periode.
Isolinjer: 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 og 0,4.



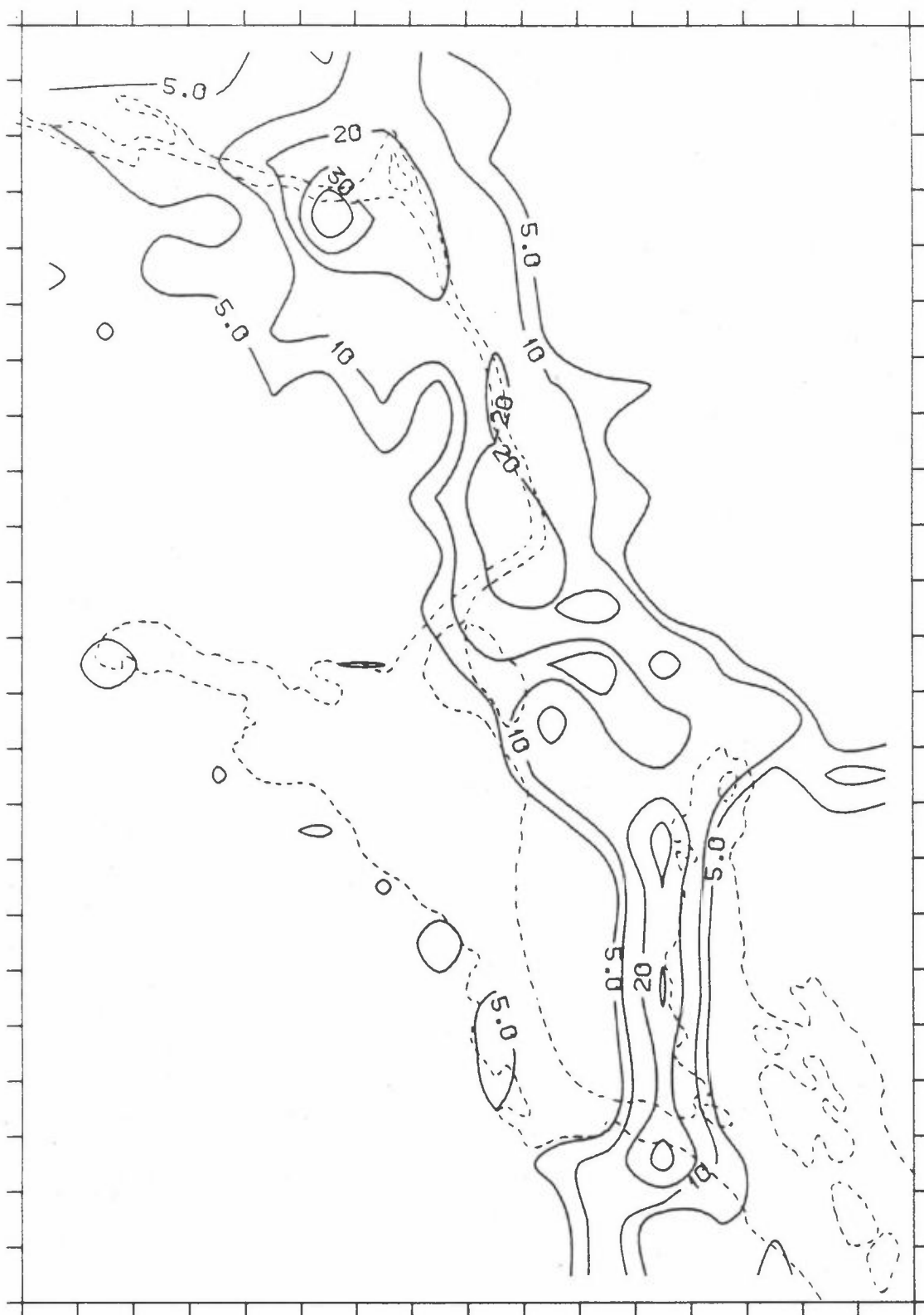
Figur C26: Partikler fra biltrafikk, 1. og 2. periode.
Isolinjer: 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 og 0,4.



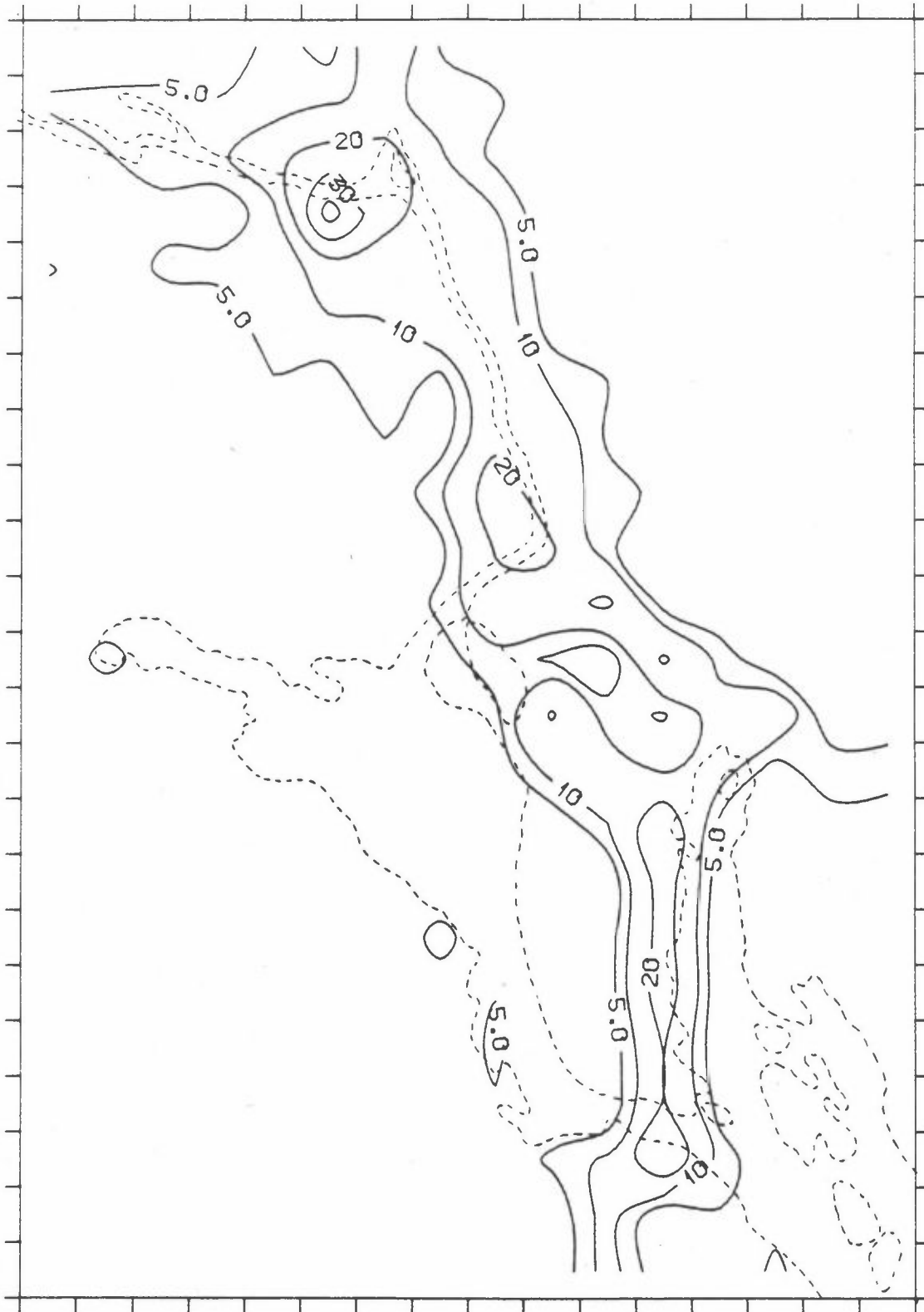
Figur C27: NOx fra biltrafikk, 1. periode.
Isolinjer: 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 og 6,0.



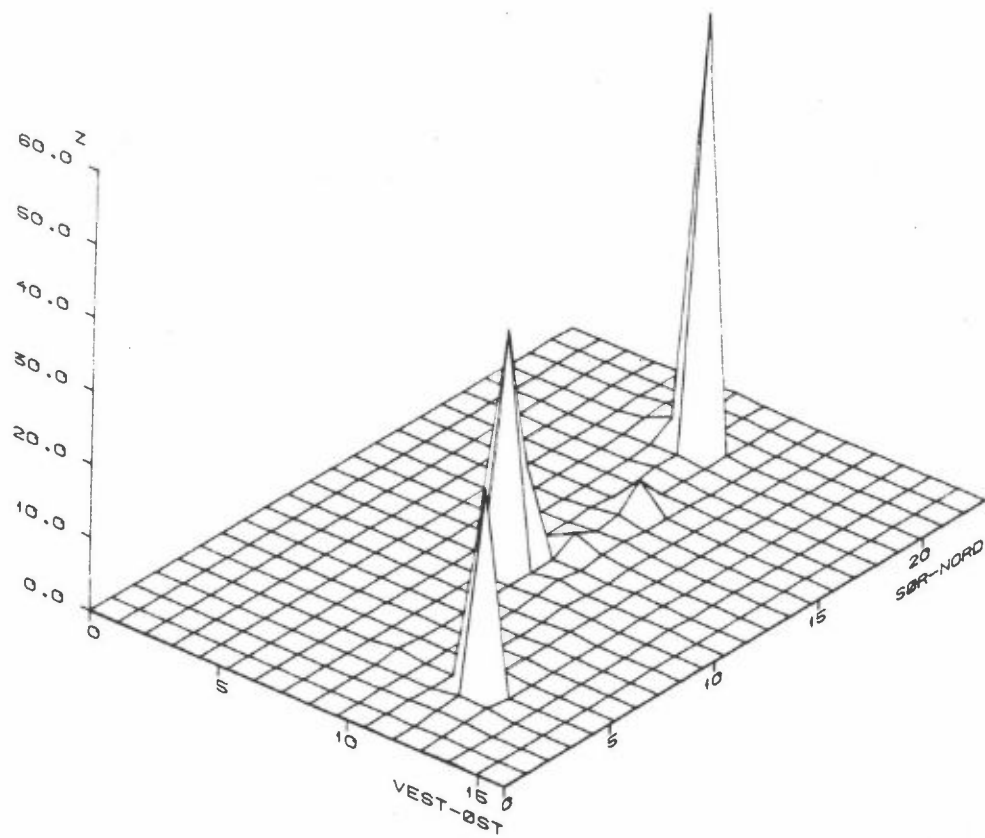
Figur C28: NOx fra biltrafikk, 2. periode.
Isolinjer: 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 og 6,0.



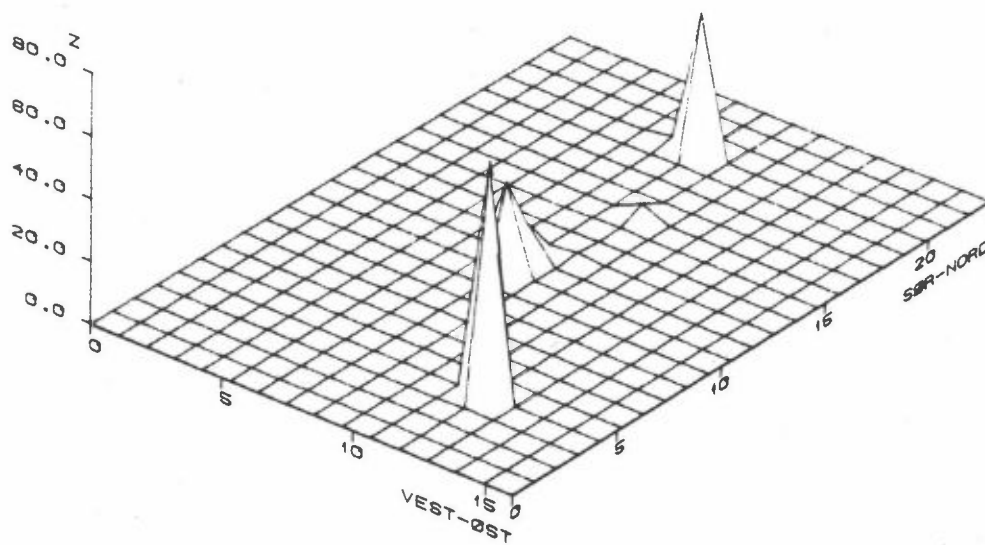
Figur C29: CO fra biltrafikk, 1. periode.
Isolinjer: 5,0 10,0, 20,0, 30,0 og 40,0.



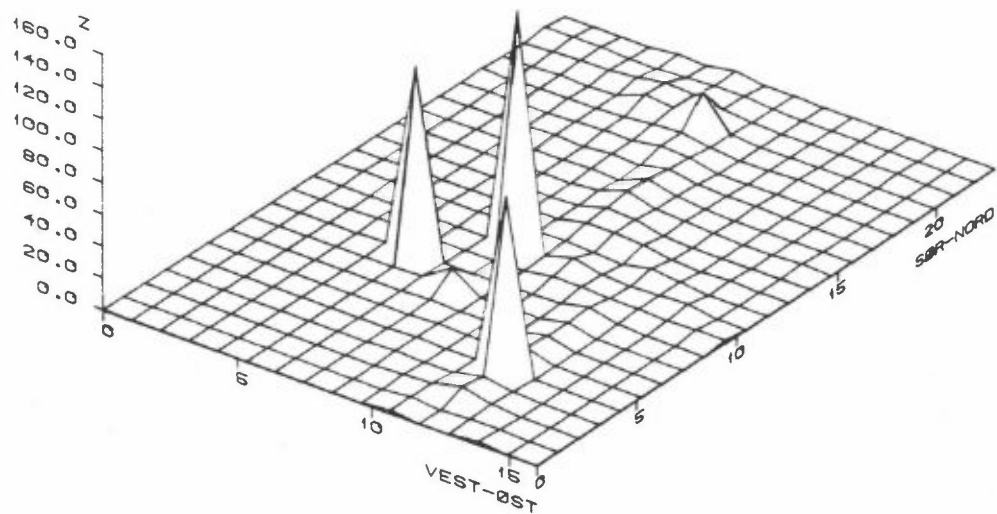
Figur C30: CO fra biltrafikk, 2. periode.
Isolinjer: 5,0 10,0, 20,0, 30,0 og 40,0.



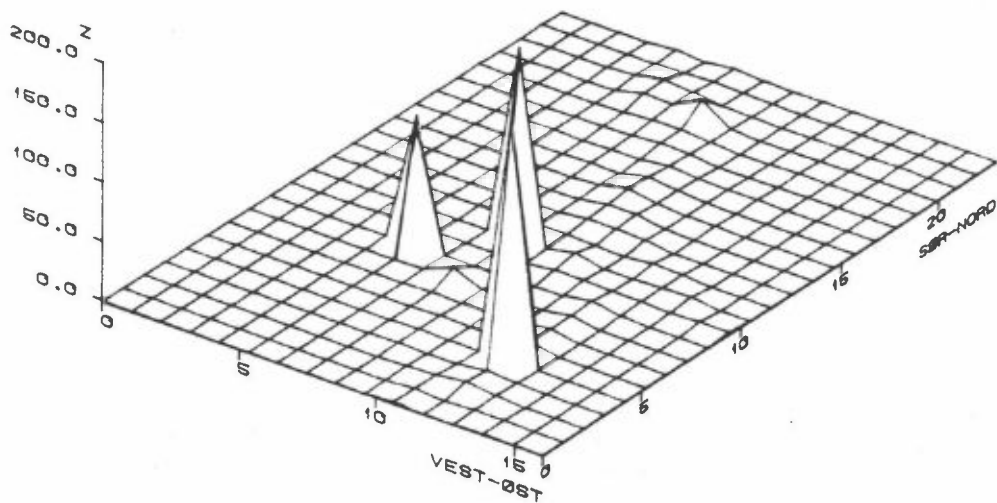
Figur C31: Totalt utslipp av SO₂, 1. periode.
Enhet: kg/h.



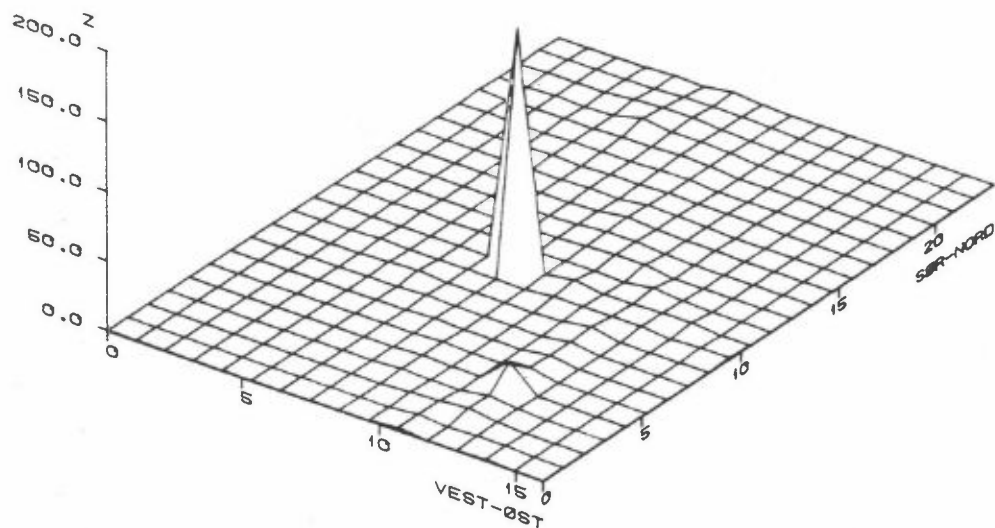
Figur C32: Totalt utslipp av SO₂, 2. periode.
Enhet: kg/h.



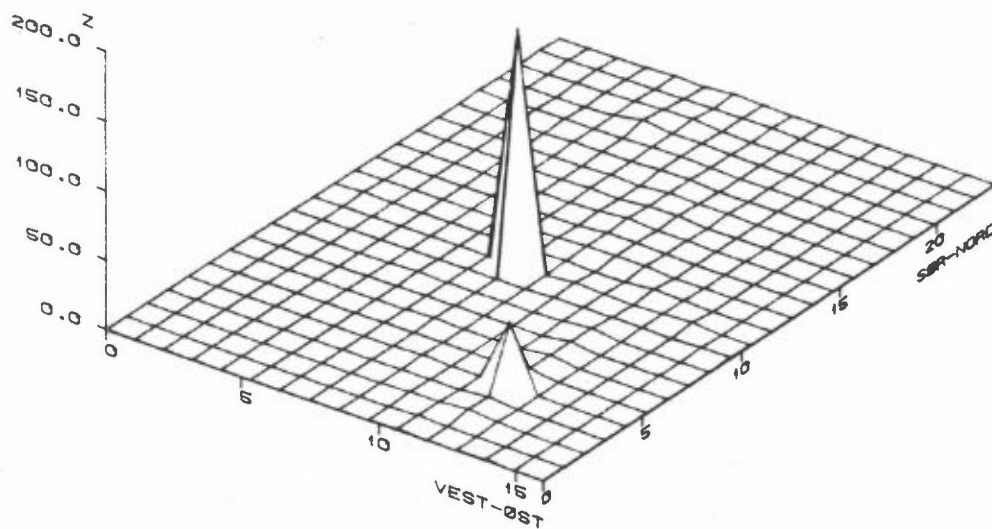
Figur C33: Totalt utslipp av NOx, 1. periode.
Enhet: kg/h.



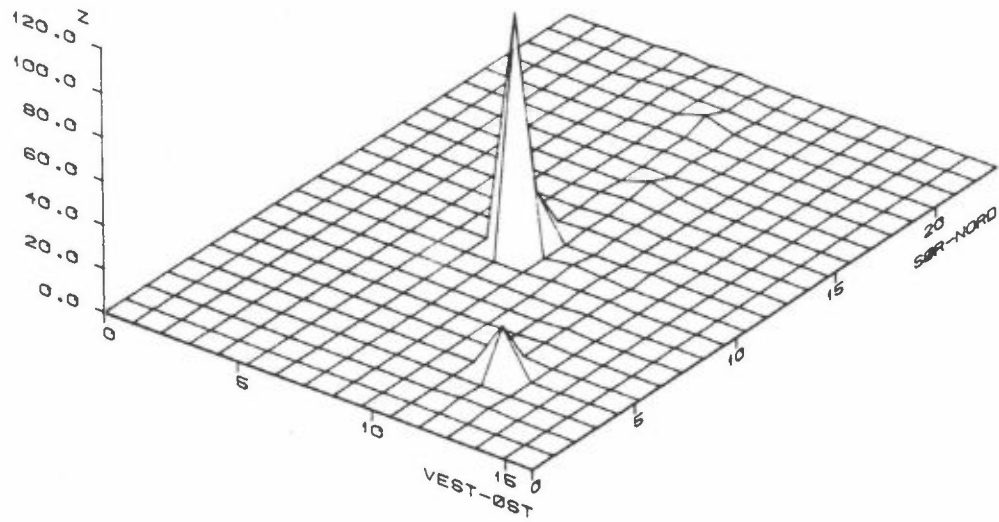
Figur C34: Totalt utslipp av NOx, 2. periode.
Enhet: kg/h.



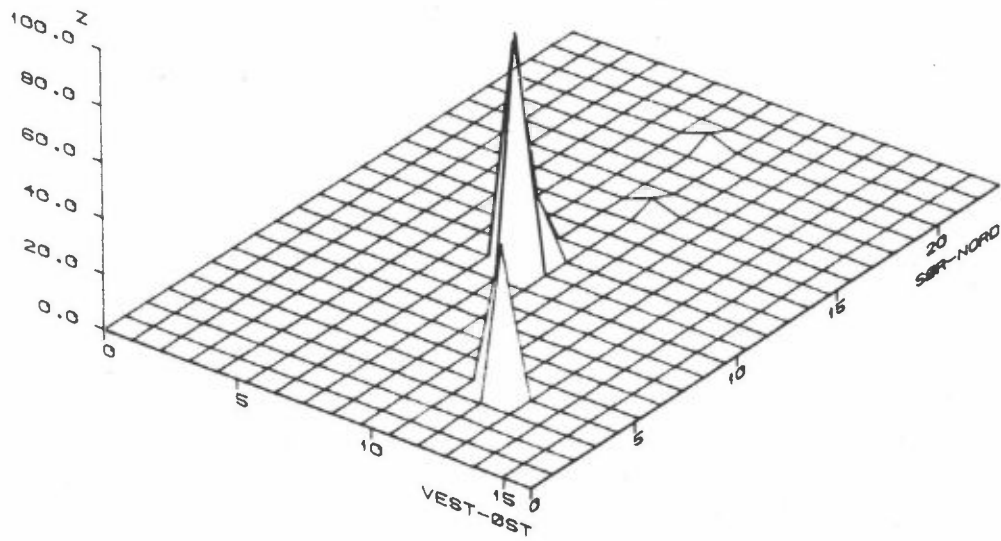
Figur C35: Total utslipp av CO, 1. periode.
Enhet: 10^{-1} kg/h.



Figur C36: Totalt utslipp av CO, 2. periode.
Enhet: 10^{-1} kg/h.



Figur C37: Totalt utslipp av partikler, 1. periode.
Enhet: kg/h.



Figur C38: Totalt utslipp av partikler, 2. periode.
Enhet: kg/h.

VEDLEGG D

Beskrivelse av de enkelte punktkildene.
Utslipp og utslippsforhold.

Sistis. gipm

Årsaken til utslipp fra indu... et og data er gitt for utslippsmengder og utslipp

Posisjon, utslippsforhold og ... krevet i tabellene D1-D12. Betegnelsen på tabel... ere har følgende betydning:

- x } : Utslippspunktet ... koordinat i UTM-
y } kilometer. Koordinatene refererer til kartserien M711 utgitt av Norges Geografiske Oppmåling.
- H : Utslippspunktets høyde i meter.
- D : Skorsteinsdiameter i meter.
- T_g : Avgasstemperatur i utslippet i $^{\circ}\text{C}$.
- V_g : Avgasshastighet i meter pr. sekund.
- H_b : Bygningshøyde.
- B_b : Horisontal utstrekning av kildeområdet.
- SO_2 : Utslipp av svoveldioksid i kg/time.
- NO_x : Utslipp av nitrogenoksider i kg/time.
- Partikler: Utslipp av partikler i kg/time.
- CO : Utslipp av karbonmonoksid i kg/time.
- NO_3^* : Utslipp av nitrat i kg N/time.
- NH_3^* : Utslipp av amoniakk/ammonium i kg N/time.
- HCl^* : Utslipp av HCl-gass i kg N/time.
- Cl_2^* : Utslipp av klor-gass i kg Cl/time.

* Utslipp av NO_3 , NH_3 , HCl og Cl_2 oppgis bare av Norsk Hydro, Porsgrunn fabrikk og vi regner ikke med å ha fullstendige data for utslippene av disse stoffene. For andre kilder eksempelvis kan naturlige kilder til NH_3 være betydelige.

Utslippsvariasjonene med tiden kan være av vesentlig betydning for variasjoner i forurensningskonsentrasjonen nær utslippet.

D.1 BORGESTAD FABRIKKER

Fabrikken produserer ildfaste materialer. Utslipp av luftforurensninger skyldes forbruk av fyringsolje og flis i forbrenningsovn. I tillegg forekommer det prosessutslipp av partikler ca. 35 ganger i døgnet. I våre beregninger regnes det med konstant utslipp over døgnet fra to utslippspunkter som vist i tabell D1.

Tabell D1: Midlere utslipp av luftforurensninger fra Borgestad fabrikk-
ker.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b	SO ₂	NOx	Partikler
	UTM-km	UTM-km	m	m	°C	m/s	m	m	kg/time	kg/time	kg/time
1. periode 1	36,80	58,50	16	0,67	165	10,2	12	50	4,0	1,6	0,8
2	36,80	58,50	12	0,67	10	7,8	12	50			2,7
2. periode 1	36,80	58,50	16	0,67	165	10,2	12	50	4,2	1,5	0,8
2	36,80	58,80	12	0,67	10	7,8	12	50			2,5

Vi forventer ikke store avvik fra middelutslippene på Borgestad.

D.2 ELKEM PEA

Smelteverket fremstiller Mn legeringer i lukkede ovner. Smelteprosessen foregår med en periode på vel to timer og det foretas 9 tappinger hvert døgnet.

I prosessen brukes det store mengder koks. Koksen inneholder 0,7-1,0 svovel, men en betydelig del av svovelmengden bindes i slaggen. Det er vanskelig å registrere utslipp av luftforurensninger fra fabrikken. Når det gjelder utslipp av SO₂ har Elkem PEA i samarbeid med SFT - nedre Telemark anslått midlere døgnutslipp til 240 kg SO₂/døgn. Estimater er basert på materialbalanseanalyser for svovel i systemet. 1/3 av dette utslippet er allokert til "ovn 10" i Si Mn området av fabrikken. Utslippet er regnet kontinuerlig over døgnet. Q = 3,3 kg

SO₂/time. 2/3 av utslippet er allokert til "ovn 11" i Fe Mn området av fabrikken. Vi regner at utslippet følger tapperøyken i seks timesutslipp over døgnet (26,66 kg SO₂/time ved tapping).

Det førte til SO₂-utslipp som varierte sterkt med tiden.

Tabell D2: Midlere utslipp av luftforurensninger fra Elkem PEA.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b	SO ₂	NOx	Partikler
	UTM-km	UTM-km	m	m	°C	m/s	m	m	kg/time	kg/time	kg/time
1. og 2. periode											
PEA - FeMn	35,85	54,82	33				20	33	6,80		6,7
PEA - Aff	35,82	54,79	33				20	33			6,7
PEA - SiMn	35,74	54,66	33				20	33	3,20		6,6

D.3 FJELDHAMMER BRUK

Bedriften benytter fyringsolje nr. 1 til produksjon av asfalt. Det er tatt hensyn til utslipp på grunn av oljefyring og et prosessutslipp av partikler som vist i tabell D3. I vinterperioden (1. periode) var det driftsstans ved fabrikken.

Tabell D3: Midlere utslipp av luftforurensninger fra Fjeldhammer bruk i 2. periode.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b	SO ₂	NOx	Partikler
	UTM-km	UTM-km	m	m	°C	m/s	m	m	kg/time	kg/time	kg/time
2. periode*	38,70	54,50	20	1,0	60	15,6	15	30	0,3	0,2	2,6

* Det var driftsstans i første periode.

D.4 HYDRO RAFNES

Fabrikken produserer etylen, propylen, vinylklorid og klor. Forbrenning av avgasser forårsaker utslipp av nitrogenoksider. Utslippene skjer i seks crackerskorsteiner som er plassert innenfor et område på 25x25 m. De seks skorsteinene har alle en høyde på 50 m. Denne gruppen av skorsteiner regnes som en kilde med horisontal initialspredning $\sigma_{y0} = 31$ m og betegnes crackerskorstein.

Videre er det oppgitt utslipp i en 50 m høy fellesskorstein, en 90 m høy etylenfakkell og 50 m høy VCM crackerskorstein. Utslippenes posisjon og utslippsmengder er gitt i tabell D4.

Tabell D4: Utslipp av nitrogenoksider fra Hydro, Rafnes.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	σ_{y0}	NOx
	UIM-km	UIM-km	m	m	$^{\circ}$ C	m/s	m	kg/time
1. og 2. periode Crackerskorstein	34,165	51,050	50	1,8	215	6,8	31	41,0
Etylenfakkell	33,725	51,055	90	2,7	300	2,0		5,6
Kjeleskorstein	34,195	51,030	50	2,8	433	3,3		4,7
VCM-fabrikk	33,725	51,56	50	1,2	300	7,2		14,0
Sum								65,3

I fire timer den 5. januar, i fire timer den 28. januar og i ca. tre timer den 21. og 22. februar kan NOx utslippet fra etylenfakkelen vært større enn angitt i tabellen. Det faktiske utslippet av NOx i disse periodene er ikke kjent. Økt forbrenningsintensitet i fakkelen vil medføre økt temperatur og dermed en økning av vertikalspredningen før avgassene påvirker bakkenivået. I disse episodene kan den totale utslippsintensiviteten fra Rafnesanleggene være økt med en faktor to. Vi har ikke vurdert utslippene av hydrokarboner.

D.5 NORCEM CEMENT

Fabrikken produserer ca. $1,5 \cdot 10^6$ tonn sement pr. år. I en vesentlig del av måleperiodene foregikk produksjonen i to roterovner. (Etter februar 1988 foregikk hele produksjonen i en roterovn.) Avgassene slippes ut gjennom 85 m høye piper. Utslipp fra klinkerkjølerne foregår i 44 m og 23 m høye skorsteiner fra henholdsvis roterovn 6 og roterovn 5.

Produksjonen foregår kontinuerlig med unntak av periodene med stans i produksjonen som er oppgitt av selskapet.

Utslipet i de 85 m pipene passerer et elektrofilter som reduserer støvutslippet. Utslipet fra forbrenning av olje og kull er oppgitt som en del av prosessutslippet fordi forbrenningen skjer direkte i roterovenene som produserer sementen ved tilførsel av "råmel", olje og kull. Eksempelvis vil en betydelig del av SO_2 -utslippet komme fra råmaterialet.

Både cementmøllene og lagertankene er utstyrt med renseanlegg for partikler. Middeltutslippene ved kontinuerlig drift er gitt i tabell D5.

Tabell D5: Midlere utslipp av luftforurensninger fra Norcem Cement A/S.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b	SO ₂	NOx	Partikler
	UTM-km	UTM-km	m	μ	°C	m/s	m	m	kg/time	kg/time	kg/time
1. periode											
NORCEM 1	39,60	47,40	85	3,5	150	7,1			26,4	104,6	15,4
NORCEM 2	39,60	47,40	23	1,3	200	22,2					4,7
2. periode											
NORCEM 1	39,60	47,40	85	3,5	150	7,1			73,9	196,1	39,6
NORCEM 2	39,60	47,40	23	1,3	200	22,2					12,1

Data for periodene med produksjonsstans er knyttet til variasjonene i SO_2 -utslippene. NOx og støvutslippene har samme tidsvariasjon SO_2 . Vi har da sett bort fra økningen i støvutslippet i startfasen.

D.6 NORSK HYDRO A/S PORSGRUNN FABRIKKER

Utslipp av luftforurensninger fra Porsgrunn fabrikker på Herøya skyldes tre hovedseksjoner i industrianlegget:

- Landbruksdivisjonen
- Magnesiumproduksjonen
- Plastproduksjonen.

Landbruksdivisjonen består av fabrikker for produksjon av ammoniakk (NH_3) salpetersyre, fullgjødsel, kalksalpeter, maursyre, krystallammoniumnitrat, kullsyre, hjortetakk og damp.

Magnesiumproduksjonen innebærer fabrikkbygg for dolomitt-kalsinering, Felle-anlegg, MgO/Pelletsanlegg, Mg-klorering/elektrolyse, lut-anlegget og Magnesiumstøperi.

De fleste fabrikkene drives helkontinuerlig med definerte stansperioder. Norsk Hydro har installert renseanlegg på alle større utslipp. Det er likevel et meget komplisert system av prosesser, og det kan forekomme utslippsvariasjoner fra time til time i deler av industrianlegget.

Norsk Hydro utarbeider data for midlere forurensningsutslipp til luft hver måned.

På grunnlag av enkeltmålinger av utslipp har NILU i samarbeid med Norsk Hydro og SFTs kontrollseksjon i nedre Telemark, skilt mellom utslipp fra høye og fra lave skorsteiner på fabrikkområdet. Miljø- og sikkerhetsavdelingen har samarbeidet med NILU for å estimere enkeltutslippene på beste måte.

I månedsrapportene finnes utslippsdata for

- Mg-produksjonen
- fullgjødselproduksjonen
- kalksalpeterproduksjonen
- hjortetak
- krystall
- DVL.

Kilder av mindre betydning for totalutslippet er slått sammen.

Utslipp som skjer i piper eller ventilasjonsanlegg, kan påvirkes av nærliggende bygninger. Forurensningene vil i disse tilfellene blandes ned mellom bygningene og få en rask fortykning på eller ved fabrikkområdet. For å forenkle beregningene har vi slått små og lave utslipp sammen til arealkilder som fordeles jevnt i bestemte områder av fabrikkområdet. Denne tilnærmelsen betyr lite for beregnede konsentrasjoner utenfor fabrikkområdet.

I tabell D6 er posisjonen til de enkelte arealkildene og punktkildene angitt i UTM-koordinater (x (km), y (km)). For punktkildene er det gitt verdier for

- skorsteinshøyde H (m)
- skorsteinsdiameter D (m)
- avgasshastighet V_g (m/s)

For kilder hvor spredningen påvirkes av nærliggende bygninger (arealkilder og lave punktkilder) er høyden H_b (m) og bredden B_b (m) av bygningene oppgitt.

Tabell D6: Kilder til utslipp av luftforurensninger fra Norsk Hydro, Porsgrunn fabrikker (Landbruksdivisjonen og Magnesiumfabrikken).

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b
	UTM-km	UTM-km	m	m	°C	m/s	m	m
FJ-2	35,75	53,65					18	100
FJ-3	35,45	54,05					70	100
FJ-4	35,55	54,05					66	100
KS-E	36,05	53,45					60	100
HJ-MA	36,25	53,65						
F27-F32	35,47	54,04	83	4,16	18,0	21,0	83	
HNO ₃ F	36,02	53,60	100	3,00	25,0	14,0		
FJ4-P	35,53	54,00	113					
MG-A1	35,95	53,95					45	100
MG-A2	35,75	54,05					30	100
11B-100C	36,42	53,53	67	1,60	290,0	15,4	67	
MG1-B97	36,47	53,63	25	1,7	190,0	15,4		
S2	35,94	54,03	91	2,80	20,0	9,0		
S3	35,85	54,00	100	2,8	20,0	12,1		
S4	35,95	54,11	85	2,8	50,0	5,8		

Videre oppgis i tabell D7 månedsmidlere forurensningsutslipp i kg/time for:

- SO₂
- NO_x målt som NO₂ fra olje- og gassfyring
- partikler, målt bak renseanlegg (småpartikler)
- HNO₃ og NH₃ oppgis som kg N/time
- HCl og Cl₂ oppgis som kg Cl/time.

I samråd med SFT, nedre Telemark, og Hydros forskningsavdeling har vi benyttet følgende utslippsfaktorer for NO_x (som NO₂) fra olje- og gassbrenning.

For direkte-fyrte ovner i Mg-fabrikken regner vi med et utslipp på 5 kg NO_x (regnet som NO₂) pr. tonn olje. Det gjelder for:

- kalsinator
- MgO-lettbrentovn
- Mg-pelletovn.

Tabell D7: Månedsvise middelutslipp i 1988 beregnet for areal og punktkilder definert i tabell D6. Det er vist utslipp for 7 stoffer.

SO ₂	JANUAR	FEBRUAR	MARS	APRIL	MAI	JUNI
FJ-2	-	-	-	-	-	-
FJ-3	-	1,20	1,20	-	0,60	1,30
FJ-4	-	-	-	-	-	-
KS-E	1,50	1,10	1,20	2,20	1,70	0,90
HJ-MA	-	-	-	-	-	-
NH F	-	-	-	-	-	-
F2 ³ -F32	-	-	-	-	-	-
HNO F	-	-	-	-	-	-
FJ4 ³ P	-	-	-	-	-	-
MG-A1	3,40	10,90	14,40	11,60	6,80	5,80
MG-A2	-	-	-	-	-	-
11B-100C	4,00	3,80	3,20	0,60	1,10	2,50
MG1-B97	-	4,50	-	1,40	5,90	0,00
S2	3,40	2,60	6,00	5,90	1,80	1,40
S3	9,80	11,60	3,70	3,50	15,10	7,70
S4	3,00	0,40	0,40	0,50	0,90	0,90
SUM	25,10	36,10	30,10	25,80	33,30	20,50
NO _x	JANUAR	FEBRUAR	MARS	APRIL	MAI	JUNI
FJ-2	24,3	8,5	18,9	18,1	8,5	9,90
FJ-3	9,2	17,1	17,2	6,2	9,2	10,20
FJ-4	-	-	-	1,0	1,3	1,3
KS-E	7,3	2,2	7,2	8,4	2,7	2,1
HJ-MA	-	-	-	-	-	-
NH F	-	-	-	-	-	-
F2 ³ -F32	-	-	-	-	-	-
HNO F	90,0	138,3	133,4	160,3	141,0	121,90
FJ4 ³ P	-	-	-	-	-	-
MG-A1	14,2	14,8	12,8	12,3	12,8	12,9
MG-A2	-	-	-	-	-	-
11B-100C	8,0	7,9	5,8	7,7	5,4	8,1
MG1-B97	-	2,5	-	10,2	3,0	-
S2	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-
S4	4,3	4,2	4,1	4,3	4,7	5,6
SUM	156,00	225,7	192,80	218,6	192,7	179,00
PARTIKLER	JANUAR	FEBRUAR	MARS	APRIL	MAI	JUNI
FJ-2	7,20	0,10	4,00	0,10	0,10	1,10
FJ-3	14,20	9,10	2,00	13,60	0,4	32,30
FJ-4	-	0,50	-	0,40	0,10	0,1
KS-E	8,30	7,80	19,50	19,10	10,30	9,80
HJ-MA	3,00	2,50	1,70	3,00	2,50	1,70
NH F	-	-	-	-	-	-
F2 ³ -F32	7,20	9,40	2,00	2,70	22,30	3,90
HNO F	-	-	-	-	-	-
FJ4 ³ P	1,50	1,50	1,50	0,80	0,80	4,40
MG-A1	9,50	8,80	8,80	9,50	8,80	8,80
MG-A2	-	-	-	-	-	-
11B-100C	20,00	20,00	20,00	22,10	18,00	30,30
MG1-B97	-	-	-	-	-	-
S2	8,90	3,60	3,60	8,90	3,60	3,60
S3	8,30	1,60	1,60	8,30	1,60	2,60
S4	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
SUM	88,60	65,40	65,2	89,00	69,00	99,10

Tabell D7, forts.

HNO ₃	JANUAR	FEBRUAR	MARS	APRIL	MAI	JUNI
FJ-2	0,30	0,60	0,60	0,30	1,40	2,10
FJ-3	0,70	1,10	1,10	1,2	0,90	1,20
FJ-4	-	-	-	-	-	-
KS-E	-	-	-	-	-	-
HJ-MA	-	-	-	-	-	-
NH F	-	-	-	-	-	-
F2 ⁷ -F32	-	-	-	-	-	-
HNO F	-	-	-	-	-	-
FJ4 ³ P	-	-	-	-	-	-
MG-A1	-	-	-	-	-	-
MG-A2	-	-	-	-	-	-
11B-100C	-	-	-	-	-	-
MG1-B97	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-
SUM	1,00	1,70	1,70	1,50	2,30	3,30
NH ₃	JANUAR	FEBRUAR	MARS	APRIL	MAI	JUNI
FJ-2	0,90	0,50	2,50	3,90	2,30	2,80
FJ-3	6,60	0,70	3,00	2,50	2,90	2,90
FJ-4	-	13,00	15,00	9,30	2,10	1,10
KS-E	1,90	1,90	2,80	2,10	2,90	2,90
HJ-MA	1,90	1,90	2,80	1,80	1,80	1,10
NH F	-	-	-	-	-	-
F2 ⁷ -F32	9,30	13,30	1,10	1,70	1,70	1,70
HNO F	-	-	-	-	-	-
FJ4 ³ P	3,90	5,90	9,30	9,30	9,30	7,00
MG-A1	-	-	-	-	-	-
MG-A2	-	-	-	-	-	-
11B-100C	-	-	-	-	-	-
MG1-B97	-	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-
S4	-	-	-	-	-	-
SUM	24,50	37,20	36,50	30,60	23,00	18,10
SUM C1	JANUAR	FEBRUAR	MARS	APRIL	MAI	JUNI
FJ-2	-	-	-	-	-	-
FJ-3	-	-	-	-	-	-
FJ-4	-	-	-	-	-	-
KS-E	-	-	-	-	-	-
HJ-MA	-	-	-	-	-	-
NH F	-	-	-	-	-	-
F2 ⁷ -F32	-	-	-	-	-	-
HNO F	-	-	-	-	-	-
FJ4 ³ P	-	-	-	-	-	-
MG-A1	-	-	-	-	-	-
MG-A2	2,70	20,0	19,60	16,8	17,0	15,20
11B-100C	-	-	-	-	-	-
MG1-B97	-	-	-	-	-	-
S2	10,30	8,60	6,40	5,40	3,50	5,30
S3	10,80	10,70	7,30	5,90	6,40	9,40
S4	1,20	1,40	1,10	1,10	1,30	1,70
SUM	49,00	40,70	34,70	29,20	28,20	31,60

For direkte-fyring med gass i MgO-området benyttes faktoren 5,4 kg NO_x (regnet som NO₂) pr. tonn gass.

For oljefyring i Mg-lutanlegg og Mg-støperi benyttes middelfaktoren for store fyringsanlegg 5,0 kg NO_x (regnet som NO₂) pr. tonn olje.

Tre av fyrkjelene i dampsentralen har en effekt som er større enn 30 MW. Vi har derfor benyttet faktoren 6,5 kg NO_x pr. tonn olje.

D.6.1 Landbruksdivisjonen

Når det gjelder utslipp av luftforurensninger fra landbruksdivisjonen har NILU gruppert enkeltutslippene i fem arealkilder og tre punktkilder på følgende måte:

Arealkilden Fj-2 består av kildene:

K.nr. 14 våtavtrekk (F.1)

K.nr. 15 tørking av kalisalter	} Utslippsvariasjoner med tiden som er vanskelig å beskrive kan forekomme
K.nr. 16 F8 + F9 prilletårn	

K.nr. 17 pakking, lagring og transport	Utslippet skjer ca. 16 timer hvert døgn.
--	--

Fullgjødsselfabrikk 2 er utstyrt med vasketårn og dråpeavskiller i våtavtrekket. Produksjonen har partikkelutslipp som følge av prosessen, et utslipp nitrogenkomponenter som følge av tap i fullgjødselproduksjonen og et lite SO₂-utslipp som følge av oljeforbrenning. Data for nitrogentapet i fullgjødselproduksjonen er oversendt som månedsmiddelverdier. Data for utslippene er basert på stikkprøver. Utslippene fra denne arealkilden kan variere betydelig avhengig av driftsforholdene. Renseanleggene består av en kombinasjon av posefiltre, vasketårn og sykkloner.

Arealkilden Fj-3 består av kildene

K.nr. 18 F15-F17 tørt avtrekk	} Utslippsvariasjoner med tiden som er vanskelig å beskrive, kan forekomme.
K.nr. 19 F19 våtavgrensning	
K.nr. 20 saltoppredning	
K.nr. 21 avtrekk prilletårn	

Årsaken til utslippene fra fullgjødsselfabrikk 3 er de samme som beskrevet for fullgjødsselfabrikk 2.

Arealkilden Fj-4 består av utslipp fra lavbygg i den nye fullgjødsselfabrikken

- avtrekk (NH_3) vasketårn, lavbygg
- avtrekk (støv, NH_3) kjølebed, lavbygg
- avtrekk (støv) saltoppredning, lavbygg.

Etter innkjøringsperioden er utslipp fra fullgjødsselfabrikk 4 blitt mindre enn for fullgjødsselfabrikken 2 og 3.

Arealkilden KS-E består av kildene

K.nr. 23 Dampsentralen	- Dampproduksjonen kan variere betydelig.
K.nr. 24 KS - våt del	- Kontinuerlig kalksalpeterproduksjon med små utslippsvariasjoner.
K.nr. 25 KS - tørr del	- Kontinuerlig kalksalpeterproduksjon med små utslippsvariasjoner.
K.nr. 26 ammoniumnitratanlegg	- Produksjonen er i kontinuerlig drift hver uke f.o.m. mandag t.o.m. fredag.

Dampsentralen består av en fyrkjele med effekt mellom 15 og 30 MW og tre fyrkjeler med effekt større enn 30 MW. Røykgassene fra dampsentralen vaskes med sjøvann, og renseanlegget har en rense-effektivitet

på 98-99% for SO_2 . Effektiviteten for nitrogenoksider er ikke klarlagt. Enkeltmålinger i utslippet tyder på at en kan benytte vanlige utslippsfaktorer til å estimere NO_x -utslippet på grunnlag av oljeforbruket i sentralen.

Produksjonen av kalksalpeter (KS - våt del og KS - tørr del) fører hovedsakelig til støvutslipp og små mengder nitrogenkomponenter. Produksjonen av ammoniumnitrat fører til et lite utslipp av NH_3 og et ubetydelig støvutslipp. Resenanleggene er godt utbygget.

Oljeforbruket i dampsentralen er oversendt på månedsbasis og utslippene fra kalksalpeter og ammoniumnitratanleggene er oppgitt av miljø- og sikkerhetsavdelingen.

Utslippene fra dampproduksjonen variere med dampbehovet i andre deler av fabrikken. Produksjonen av kalksalpeter foregår kontinuerlig med stor regularitet mens produksjonen av ammoniumnitrat stoppes i helgene (lørdag og søndag). Vi må regne med at variasjoner i utslippene med tiden kan forekomme.

NH_3 F består av kildene

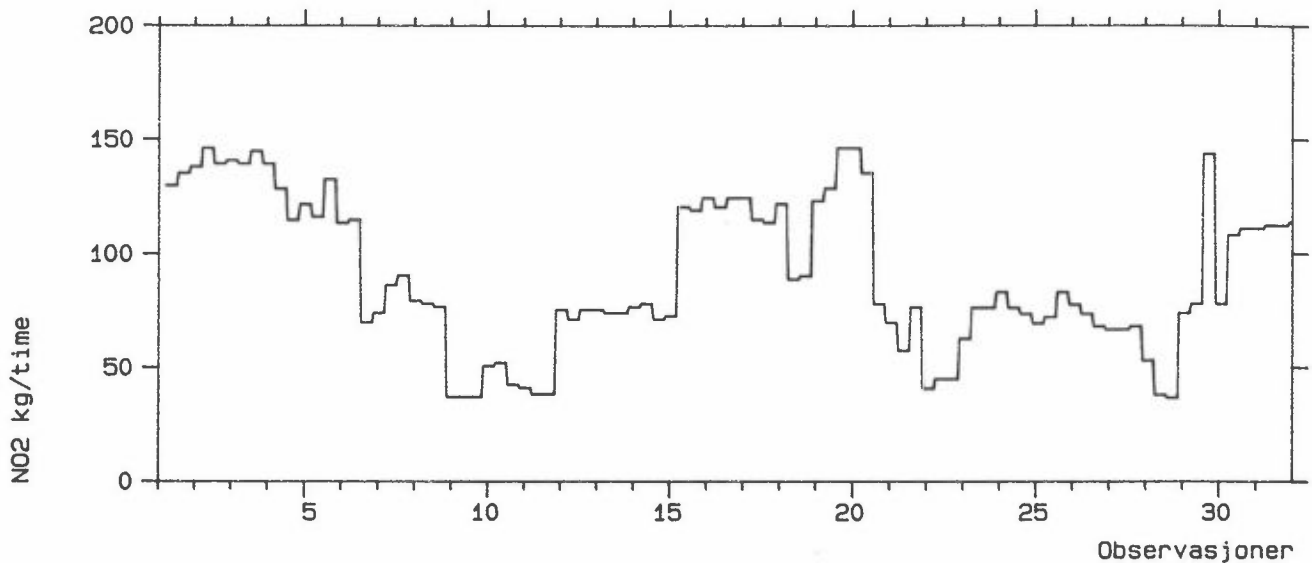
K.nr. 22 Reformertfyring i B-174 - Det har vært driftsstans i NH_3 -fabrikken i en betydelig del av undersøkelsesperioden.

Videre er det regnet bidrag fra følgende tre punktkilder:

21 F27-F32 Fullgjødsselfabrikk 3 F27-F32. 6 skorsteiner med avtrekke fra prilletårn m.m. Driften er helkontinuerlig med produksjonsstans i korte perioder.

22 HNO_3 F Data for utslipp av NO_x som følge av produksjon av salpetersyre foreligger som 8-timers midlere verdier. Måleverdiene viser tidsvariasjonene i NO_x -utslippet fra nitrosepipa (se figur D1). Salpetersyre-produksjonen foregår kontinuerlig.

Stasjon: Norsk Hydro
Måned : Januar 1988



Figur D1: NO_x-utslippet fra HNO₃F (nitrosepipa) som funksjon av tiden.

30 Fj4-P Avtrekk over høybygg fra fullgjødsselfabrikk 4:

- avtrekk (støv) ferdigvare
- avtrekk (NH₃) vasketårn
- prillepiper (støv og NH₃).

D.6.2 Magnesiumproduksjonen

Det skilles mellom to arealkilder og fem punktkilder i beregningene av luftforurensninger fra magnesiumfabrikken på Herøya:

Arealkilden Mg Al består av utslipp fra:

Mg4	B103	MgO-produksjon - lettbrentovn
Mg12	B103	Pellet-transport
Mg21	B103	MgO-Pellet-transport
Mg13	B103	Pellet-ovn

Utslippet av MgO- og Mg-pellet-produksjonen skyldes hovedsakelig forbrenning av fyringsolje og lettbrenngass (Mg4 og Mg13). Vi har derfor valgt å slå kildene sammen til en arealkilde nær bakken. Utslippene skjer i lav høyde i forhold til nærliggende bygninger slik at spredningen påvirkes av bygningene. Pellet-transport fører til utslipp av partikler.

En regner med ca. 81% av SO₂-innholdet i fyringsoljen absorberes i lettbrentovnen og ca. 50% i pelletovnen. Renseanlegg for utslipp av partikler består av elektrofiltre, posefiltre og våtvaskere.

Vi har fått oversendt data for oljeforbruket i MgO-området på månedsbasis. Miljø- og sikkerhetsavdelingen har estimert middelutslippet av partikler basert på målinger.

Arealkilden Mg A2 består av:

Mg-fabrikk B104 Hallgasser

Mg-fabrikk B124 Hallgasser

Arealkilden (MgA2) består av klorutslipp med hallgassene fra Mg-klore-ring og Mg-elektrolyse (bygningene B104 og B124). Det er videre utslipp av klor i 3 skorsteiner (S2, S3 og S4).

Punktkilder:

Punktkilde B-100B Dolomittkalsinering fører til utslipp av støv, SO₂ og NOx.

Punktkilde Mg1-B97 Dolomittkalsinering fører til utslipp av støv, SO₂ og NOx.

I registreringsperiodene har utslippene fra dolomittkalsineringen hovedsakelig foregått i en 67 m høy skorstein ved bygning B-100. Det er regnet med SO₂-absorpsjon i produktet og Miljø- og sikkerhetsavdelingen har kontrollert utslippsestimatene.

Punktkilde S2: Avgassutslipp fra Mg-klorering og elektrolyse i bygning B-104. Skorsteinen er utstyrt med våtvasker og utslippstallene er basert på målinger.

Punktkilde S3: Avgassutslipp fra Mg-klorering og elektrolyse i bygning B-124. Skorsteinen er utstyrt med våtvasker og utslippstallene er basert på målinger.

Punktkilde S4: Avgassutslipp fra Mg-lutanlegg og Mg-støperi i bygning B-107. Skorsteinen er utstyrt med SO₂-rensaneanlegg (SO₂-absorpsjonen er ca. 99%) og utslippstallene er basert på målinger hver måned.

D.6.3 Plastproduksjonen

VCM-utslippet inngår ikke direkte i undersøkelsen.

D.6.4 Oppsummering og vurdering av nøyaktighet

Det foreligger lite data som belyser tidsvariasjonen i utslippene fra Porsgrunn Fabrikker. Totalutslippene kan variere betydelig fra time til time. For spredningsberegnete konsentrasjoner utenfor fabrikkområdet vil nøyaktigheten i utslippstallene for de lave utslippene på fabrikkområdet være bestemmende.

D.7 POLLY

Bedriften benytter små mengder olje/gass til oppvarming av frityrstekemaskiner. Utslippet skjer i perioden 0600-1530 fra og med mandag til og med fredag. Utslippet har liten betydning og vi har regnet med kontinuerlig middelutslipp som vist i tabell D8.

Tabell D8: Midlere utslipp av luftforurensninger fra Polly A/S.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b	SO ₂	NOx	Partikler
	UTM-km	UTM-km	m	μ	°C	m/s	m	m	kg/time	kg/time	kg/time
1. periode	34,30	62,30	15	0,64	20,5		12	50	0,3	0,5	-
2. periode	34,30	62,30	15	0,64	20,5		12	50	0,3	0,2	-

D.8 STATOIL

Petrokjemianlegget produserer polypropylen og polyetylen. Utslipet av nitrogenoksider skyldes vesentlig forbrenning av gass. Produksjonen medfører dessuten diffuse utslipp av hydrokarboner fordelt over fabrikkområdet. Det er bare utslippet av nitrogenmonoksid i forbindelse med dampproduksjonen som er av interesse i dette prosjektet som vist i tabell D9.

Tabell D9: Midlere utslipp av luftforurensninger fra Statoil petrokjemianlegg.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	SO ₂	NOx
	UTM-km	UTM-km	m	m	°C	m/s	kg/time	kg/time
1. periode	35,10	50,20	60	4,0	120	1,1	-	11,8
2. periode	35,10	50,20	60	4,0	120	1,1	0,2	10,8

Ifølge opplysninger fra fabrikkene er det et stabilt forbruk av brenngass i en av to kjeler til dampproduksjon. I kortere perioder (2-5 timer) forbrennes det hydrokarboner i fakkeltårn. Det fører til tilleggslipp av nitrogendioksider (~10 kg/time) som ikke er tatt med i beregningene.

D.9 TELEMARK SENTRALSYSKEHUS

Sykehuset benytter fyringsolje nr. 1 og spesialdestillat til igangsetting og drift av forbrenningsanlegg. Avgassene slippes ut i en 25 m høy pipe. I utslippstallene gitt i tabell D10 har vi tatt med utslipp fra oljeforbruk og avfallsforbrenning (SO_2 , NO_x og partikler). Ovnens kapasitet er 400 kg avfall/time.

Tabell D10: Midlere utslipp av luftforurensninger (SO_2 , NO_x og partikler) fra Telemark Sentralsykehus.

Utslipp	x	y	H	D	T_g	V_g	H_B	B_b	SO_2	NO_x	Partikler
	UTM-km	UTM-km	m	μ	$^{\circ}\text{C}$	m/s	m	m	kg/time	kg/time	kg/time
1. og 2. periode	34,00	61,90	25	0,60	220	1,0	-	-	1,0	1,2	0,1

D.10 UNION BRUK

Fabrikken består av papirfabrikk, sliperi, TMP-anlegg og sulfittcellulosefabrikk i helkontinuerlig drift nær Skien sentrum. I samarbeid med Statens forurensningstilsyn har Union forsøkt å redusere sine utslipp til luft over en årrekke. Utslippene skyldes dels forbrenning av olje, lut og bark og dels produksjonsprosessen i cellulosefabrikken.

Moderniseringen av cellulosefabrikken medførte blant annet at mange driftsparametere ble lagret i datamaskinen. For utslippsberegningen mottok NILU timevise data for følgende parametere som beskriver driften:

		Enhet	
Par	1 FL 1	m ³ /h	Flow lutlinje 1
"	2 FL 2	"	" " 2
"	3 TBB	°C	Temp. brennkammer
"	4 O2R	%	O ₂ overskudd i røykgass
"	5 COR	ppm	CO i røykgass
"	6 SO2L	ppm	SO ₂ -kons. etter scrubber C _{SO₂} <1 500 ppm
"	7 SO2S	ppm	SO ₂ -kons. etter scrubber C _{SO₂} >1 500 ppm
"	8 TTR	°C	Temp i avgassen
"	9 PTL1	MPa	Trykk i lutlinje 1
"	10 PTL2	KPa	Trykk i lutlinje 2
"	11 PTLTA	KPa	Trykk i avlut tank
"	12 TPLDA	KPa	Trykk i lutdamp
"	13 PTRV	KPa	Trykk før returvifte
"	14 NIN	%	Nivå tømmerbinge N
"	15 NIH	%	Nivå tømmerbinge H

På grunnlag av driftsparametere og SO₂ målinger (parametere 6 og 7) er utslippsforhold og SO₂-utslipp bestemt etter regler som er beskrevet i brev fra Union.

Vi har regnet med utslipp fra tre kilder på Union (se tabell D11) som betegnes:

Sel-Celuf: Skorsteinsutslipp fra cellulosefabrikken.

Diffus : Volumkilde fra cellulosefabrikken som skyldes utslipp fra tømmerbingene og diverse lekkasjer.

Fyrhus : Skorsteinsutslipp fra fyrhuset.

NO_x-utslippet fra lutfyring i Mg-basert sulfittkjele er regnet ut på grunnlag av utslippsfaktorer. Faktorene er bestemt ved svenske målinger (tabell 9 side 29, Boström et al., 1984):

117 mg NO_x/MJ innfyrt effekt.

For luten som benyttes ved Union i Skien gjelder følgende data for tetthet og varmeverdi (B. Thomassen, oktober 1988):

Tetthet : 1,3 tonn/m³

Varmeverdi: 6,4 MJ/kg lut

Det gir følgende beregningsformel

Q_{NOx} = Utslipp av nitrogenoksider i Sel-Celuf

F1 = Strøm av lut i linje 1 eller linje 2 (m³/h) (se parameter 1 og 2)

TBB = Temperatur i brennkammeret.

TBB >900⁰ C (lutfyring): Q_{NOx} = F11 eller F12 (kg/time)

900⁰ C >TBB >500⁰ C (oljefyring,

500 l/time): Q_{NOx} = 3,6 kg/time

500⁰ C (ingen fyring): Q_{NOx} = 0 kg/time

En antar at avgassene i Sel-Celuf renses for partikler

På grunnlag av 8-timers data for oljeforbruk og data for ukesmidlere barkforbruk er utslippet fra fyrhuset beregnet.

Tabell D11: Kilder til utslipp av luftforurensninger fra Union Bruk, Skien.

Utslipp	x	y	H	D	T _g	V _g	H _B	B _b
	UTM-km	UTM-km	m	m	⁰ C	m/s	m	m
Sel-Celuf	34,98	62,98	40	2	70	7,1	30	50
Diffus	34,96	62,95	30	-	-	-	30	50
Fyrhus	35,13	62,61	50	1,9	170	5,0	-	-

Utslipp av SO₂ fra fyrhuset:

SO₂-utslippet fra barkfyring er regnet på samme måte som for vedfyring. Det medfører at et barkforbruk i uke 1 på 596 tonn gir et midlere SO₂-utslipp på 1,4 kg/time. SO₂-utslippet fra oljefyring ble beregnet på grunnlag av svovelinnhold i oljen.

Utslippene av NOx fra kombinert olje/barkforbruk:

NOx-utslippet fra kombinert bark/oljefyring er beregnet på grunnlag av svenske målinger (Boström et al., 1984):

110-200 mg NOx/MJ, ~180 mg NOx/MJ (innfyrt effekt)

Barkens brennverdi: 10 MJ/kg

Oljens brennverdi : 42,7 MJ/kg

Oljens tetthet : 0,95 kg/l

Et forbruk på 1 tonn bark/uke gir:

59,5 MJ/time som gir 10,7 g NOx/time

Et forbruk på 1 l olje/8-timers skift gir:

$0,95 \cdot 42,7 \cdot \frac{0,18}{8}$ g NOx/time = 0,91 g NOx/time

Disse faktorene gir følgende beregningsformel:

x : oljeforbruk i 1/8-timers skift

y : barkforbruk i tonn/uke

Q_{NOx} : NOx-utslippet i kg/time

$$Q_{NOx} = (x \cdot 0,91 + y \cdot 10,7) \cdot 10^{-3}$$

Utslippene av partikler fra kombinert olje/barkforbruk:

Barkbrenningen utgjør det viktigste bidraget til partikkelutslippet. I samsvar med Kjelforeningens målinger gir

49,3 MW fra bark 19,1 kg part./time.

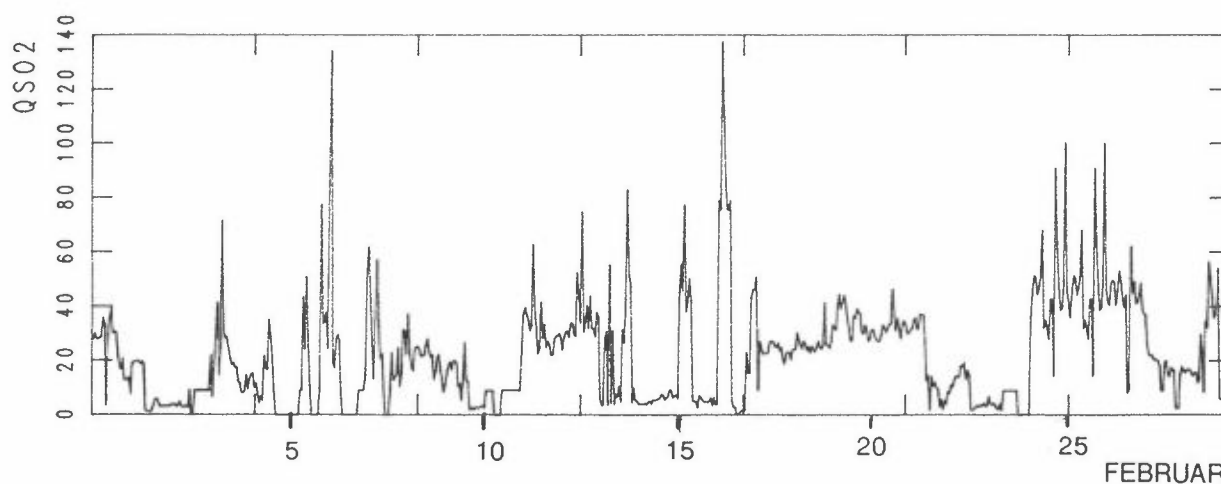
Det gir følgende beregningsformel:

y = barkforbruket i tonn/uke

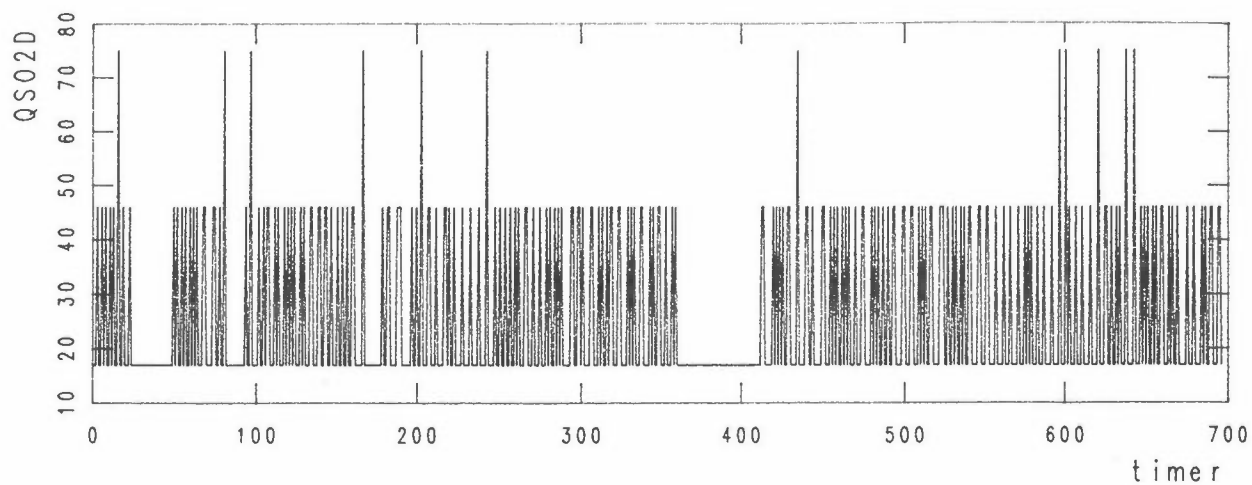
Q_p = partikkelutslippet i kg/time

$$Q_p = y \cdot 6,28 \cdot 10^{-3}$$

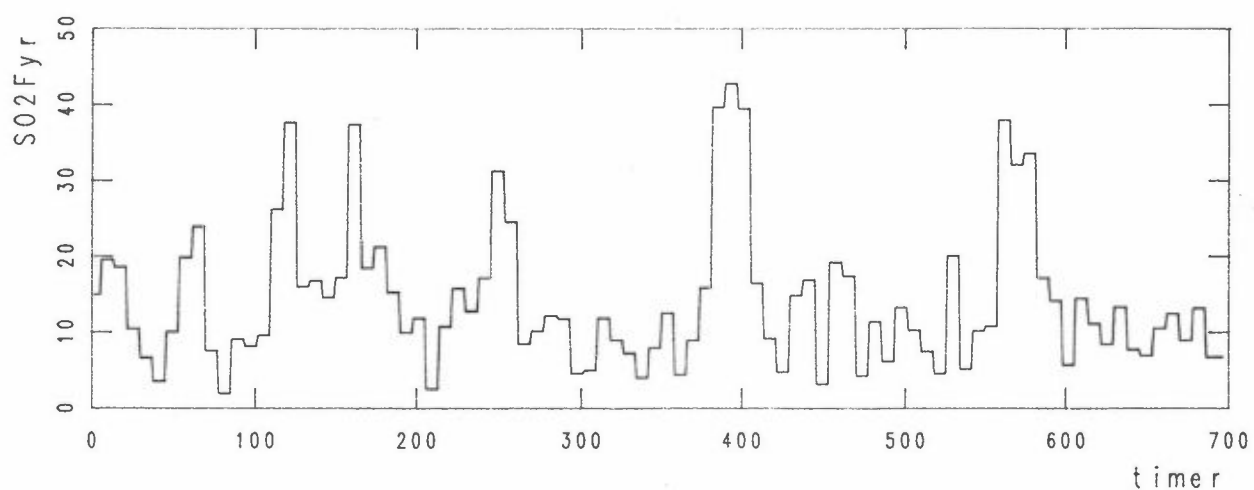
Figurene D2 og D3 viser hvorledes SO_2 -utslippene fra skorsteinen og fra bygningene på cellulosefabrikken varierer med tiden. Figur D4 viser hvorledes SO_2 -utslippet fra fyrhuset varierer i den samme tidsperioden (februarmåned 1988).



Figur D2: Timevise verdier for SO_2 -utslippet fra skorsteinen på Unions cellulosefabrikk i februar 1988.
Enhet: kg/time.



Figur D3: Timevise verdier for SO₂-utslippet fra cellulose-tanker og nabobygningene.
Enhet: kg/time.



Figur D4: Timevise verdier for SO₂-utslippet fra Unions fyrhuspipe i februar 1988.
Enhet: kg/time.

Månedsmiddelverdiene for de enkelte utslippene er gitt i tabell D12.

Tabell D12: Månedsvise middelutslipp i 1988 beregnet for enkeltkildene på Union Fabrikker.
Enhet: kg/time.

Kilde	Sel-Celuf		Diffus	Fyrhus		
	Måned	SO ₂		NOx	SO ₂	NOx	Part.
Januar	18,0	6,9	26,3	14,8	12,9	4,4
Februar	22,1	6,0	26,0	14,2	12,3	4,2
Mars	9,1	3,2	26,5	18,1	13,6	4,0
April	4,3	1,8	23,4	15,9	8,7	1,5
Mai	10,9	3,2	22,7	12,1	11,4	4,2
Juni	8,9	3,1		11,3	10,4	3,5

D.11 CO-KONSENTRASJONER SOM FØLGE AV INDUSTRIUTSLIPP

CO-forurensninger ved industrianlegg har vanligvis liten betydning sammenlignet med CO-forurensninger i sterkt trafikkerte bygater. Det oppgis imidlertid betydelige CO-utslipp fra Porsgrunn fabrikker. Disse utslippene forekommer i høye piper og konsentrasjonene fortynnes før avgassen kommer i kontakt med bakken.

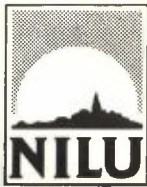
Maksimalkonsentrasjonene i bakkenivå i forskjellige meteorologiske situasjoner som følge av utslippene fra magnesiumfabrikken på Herøya er vist i tabell D13.

I eksponeringsundersøkelsen er det sett bort fra gatekonsentrasjoner under 3 000 µg CO/m³. Siden maksimumkonsentrasjonene ved det største CO-utslippet fra industrien er lavere enn den nedre grensen, har vi sett bort fra CO-utslippet i skorsteiner i denne undersøkelsen.

Tabell D13: Maksimal CO-konsentrasjon som funksjon av avstanden fra Porsgrunn fabrikker i forskjellige meteorologiske situasjoner.

* BRIGGS PLUME RISE FORMULAS (1969,1971,1976) *
* SECTOR AVERAGE CONC.(MICROG/M3) *

STABILITY	WIND(M/S)	DOWNWIND DISTANCE(M)									
		100.0	300.0	500.0	800.0	1000.0	2000.0	3000.0	5000.0	8000.0	10000.0
UNSTABLE	2.0	.0	1476.5	2124.2	1147.1	762.8	192.7	114.3	68.4	39.9	28.7
	4.0	.0	1506.0	1345.4	635.6	411.6	100.6	59.4	35.5	20.7	14.9
	6.0	.0	1273.8	973.3	440.0	282.5	68.3	40.3	24.1	14.1	10.1
	8.0	.0	1096.9	766.2	337.8	215.7	51.9	30.5	18.3	10.7	7.7
	15.0	.1	702.3	436.2	186.1	118.1	28.2	16.6	9.9	5.8	4.2
NEUTRAL	2.0	.0	213.6	815.5	1016.3	932.9	472.2	270.3	123.9	58.1	40.4
	4.0	.0	385.9	782.9	728.8	615.0	270.0	148.8	66.5	30.8	21.4
	6.0	.2	425.5	675.7	561.7	458.9	190.6	103.6	45.8	21.1	14.6
	8.0	.5	409.9	576.7	453.4	364.4	147.3	79.5	35.0	16.1	11.1
	15.0	1.1	304.9	365.6	267.0	210.1	81.9	43.8	19.2	8.8	6.1
LIGHT STABLE	2.0	.0	.1	3.5	31.6	60.9	165.5	183.0	153.1	106.9	86.2
	4.0	.0	.2	5.3	32.6	55.1	114.1	114.9	89.0	59.4	47.2
	6.0	.0	.3	7.3	34.8	54.0	93.9	88.9	65.5	42.5	33.4
	8.0	.0	.5	8.2	34.1	50.3	79.3	72.6	52.0	33.2	26.0
	15.0	.0	.7	8.6	28.2	38.5	51.5	44.6	30.5	19.0	14.7
STABLE	2.0	.0	.2	8.7	54.8	93.5	198.3	201.2	156.9	105.2	83.6
	4.0	.0	.5	11.3	51.1	78.0	131.3	123.0	89.8	58.0	45.5
	6.0	.0	.9	13.2	49.3	70.4	103.4	92.5	65.0	41.0	32.0
	8.0	.0	1.1	13.6	45.5	62.6	85.2	74.3	51.1	31.8	24.7
	15.0	.0	1.3	12.2	34.3	44.3	53.2	44.4	29.5	18.0	13.9



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 7/89	ISBN-82-425-0008-8	
DATO OKTOBER 1989	ANSV. SIGN. <i>Edvard Leand</i>	ANT. SIDER 197	PRIS NOK 230,-
TITTEL Korttidsstudie av sammenhengen mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Luftforurensende utslipp.		PROSJEKTLEDER K.E. Grønskei	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8750	
FORFATTER(E) I. Haugsbakk og K.E. Grønskei		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Utslippskartlegging Arealkilder Punktkilder			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Data for luftforurensende utslipp fra flere kildegrupper er utarbeidet for to adskilte perioder i nedre Telemark 1988. Utslippsoversikten er basert på innsamlede og beregnede data for olje- og vedforbruk, prosessutslipp og trafikk på vei og sjø, samt utslippsfaktorer for de enkelte kildegruppene. Punktkildene hadde det største bidraget til SO ₂ -utslipp både om vinteren (1. januar-15. mars) og våren (18. april-24. juni ²). Punktkildene og biltrafikken ga størst bidrag til både NO _x - og CO-utslipp både om vinteren og om våren. Punktkildene var også største bidragsyter til partikkelutslippene, men vedfyringen om vinteren og biltrafikken om våren var også av betydning for partikkelutslipp.			

TITLE Health investigation in the Grenland area 1988. Emission data.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Air pollutant emissions from different groups of sources have been estimated for the Grenland region in two separate periods. The emission survey is based upon collected and calculated data on oil- and wood consumption, measurements of emissions from industrial processes, traffic on road and on sea, and pollutant emission factors. Emission from the industry were the main source of SO ₂ -emissions in the winter period (1 January-15 March) and also the spring ² period (18 April-24 June). The main sources of NO _x - and CO-emissions in both the winter and the spring were industrial plants and road traffic. The main sources for emission of suspended particles were industrial plants, wood combustion in winter and road traffic in summer were of importance.

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