

NILU OR: 75/89

NILU OR: 75/89
REFERANSE: O-8953
DATO: DESEMBER 1989
ISBN: 82-425-0091-6

LOKAL FORURENSNINGS- BELASTNING PÅ GRUNN AV UTSLIPP TIL LUFT FRA SKIP

K.E. Grønskei



NILU

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

NILU OR: 75/89

NILU OR: 75/89
REFERANSE: O-8953
DATO: DESEMBER 1989
ISBN: 82-425-0091-6

LOKAL FORURENSNINGS- BELASTNING PÅ GRUNN AV UTSLIPP TIL LUFT FRA SKIP

K.E. Grønскеi

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) vurdert skipstrafikkens bidrag til lokale forurensningskonsentrasjoner i havneområder og nær skipsleder. Vurderingen er utført på grunnlag av utslippsdata og resultatet av spredningsberegninger. Data fra Grenland er benyttet til timevise beregninger. Resultatene fra Grenland samt data fra basisundersøkelsene i Sarpsborg/Fredrikstad, Bergen, Oslo og Drammen danner utgangspunkt for vurderingen av skipstrafikkens bidrag i havneområdene i disse byene.

I havneområder benyttes det hovedsakelig lavsvovlig olje, og det er derfor først og fremst utslipp av NO_x som er interessant her. SO₂ og partikler er hovedsaklig knyttet til bruk av tungolje. I ozonepisoder kan skipstrafikken føre til overskridelser av SFTs grenseverdier for NO₂ i sterkt trafikkerte havneområder, fordi ozon medfører rask oksidasjon av NO til NO₂. Høye bakgrunnsverdier av ozon (> 200 µg/m³) forekommer i Norge fra noen timer til noen døgn hvert år. I disse episodene kan NO_x-utslippene fra skip føre til høye NO₂-konsentrasjoner nær havneområdene.

I forurensningsepisoder med stagnerende luft vil skipstrafikken medvirke sammen med utslipp fra biltrafikk og industri til overskridelser av grenseverdier for NO₂ i enkelte byområder f.eks. i Oslo og i Bergen.

INNHOLD

	Side
SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING	3
2 UTSLIPP FRA SKIPSTRAFIKKEN I GRENLAND	3
3 BEREGNEDE FORURENSNINGSKONSENTRASJONER SOM FØLGE AV SKIPS- TRAFIKKEN OG ANDRE KILDEGRUPPER I GRENLAND	11
4 SKIPSTRAFIKKENS BIDRAG TIL FORURENSNINGSKONSENTRASJONENE I UTVALGTE NORSKE BYER	15
5 OPPSUMMERING	16
6 REFERANSER	17
VEDLEGG A: Fordeling av oljeforbruk som følge av et skipsan- løp til eller fra Brevik, Rafnes, Herøya og Skien	19
VEDLEGG B: Timevise verdier for totalutslippet fra skips- trafikken i Grenland	22

LOKAL FORURENSNINGSBELASTNING PÅ GRUNN AV UTSLIPP TIL LUFT FRA SKIP

1 INNLEDNING

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt Norsk institutt for luftforskning (NILU) i oppdrag å vurdere skipstrafikkens bidrag til forurensningssituasjonen i Grenland, Oslo og Drammen. Dette er en del av et større arbeid SFT har satt igang for å kartlegge omfang og virkninger av avgassutslipp fra skipsfart.

NILU har tidligere utført basisundersøkelser i en rekke norske byer, og utslippsdata er samlet inn som en del av disse undersøkelsene. Havnevesenet i de enkelte byene har bidratt med data for årlig antall skipsanløp og midlere bruttotonnasje, og utslippet er beregnet på grunnlag av anslag om oljeforbruk og standard utslippsfaktorer for oljefyring.

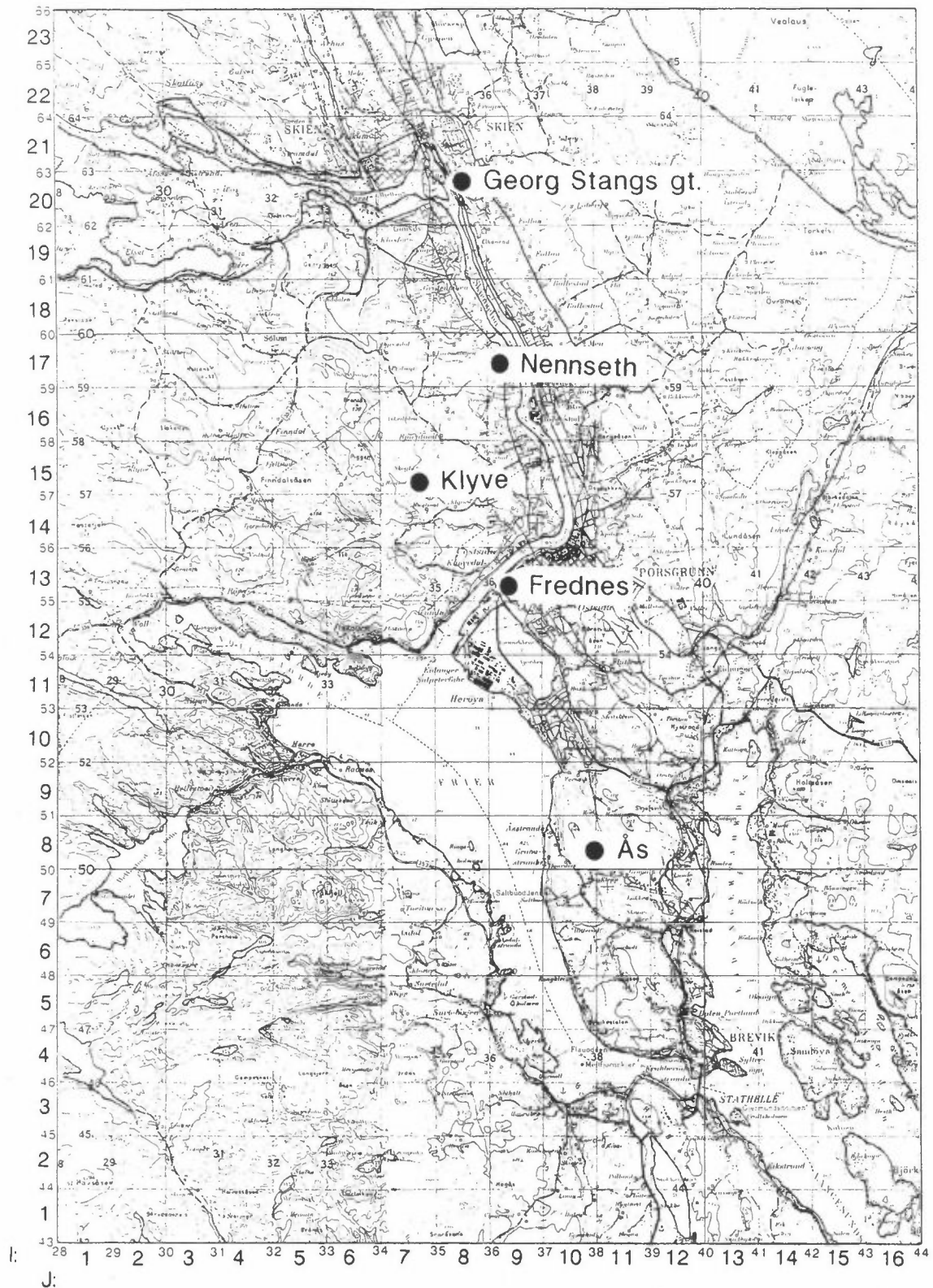
Som en del av helseundersøkelsen i Grenland (Clench-Aas et al., 1986) inngår innsamling av utslippsdata, spredningsberegninger og registrering av luftkvalitet. I dette arbeidet var bidraget fra skipstrafikken underestimert. På den andre siden var utslipp fra andre kildegrupper godt kjent.

På grunnlag av data for skipstrafikken gjennom Brevikundet og over Frierfjorden (Losoldermannen i Grenland, 1988) og på grunnlag av nye utslippsfaktorer utarbeidet ved Marintek i Trondheim (Melhus, 1988) kunne forurensningsbidraget fra skipstrafikken vurderes på ny. Det foreligger også detaljerte spredningsmeteorologiske data for området.

I denne rapporten behandles utslippene fra skipstrafikken i Grenland grundig og utslippene i Oslo, Bergen, Sarpsborg/Fredrikstad og Drammen mer summarisk.

2 UTSLIPP FRA SKIPSTRAFIKKEN I GRENLAND

Beregningsområdet og plassering av målestasjoner som registrerer timesvise konsentrasjoner er vist i figur 1.



Figur 1: Kart over beregningsområdet i Grenland (nedre Telemark), 1988. Koordinatene som er avsatt på kartet, refererer til kartserie M711 Norges geografiske oppmåling, 1967. NILUs utslippsoversikter og beregninger refererer til km^2 -rutene som er nummerert fra vest mot øst I=1,2,...,16 og fra sør mot nord J=1,2,...,23.

På grunnlag av data fra vaktjournalen til trafikksentralen i Brevik har NILU avlest timevis 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 1) for Porsgrunn havnedistrikt.

Tabell 1: Antall anløp og midlere bruttotonnasje for Porsgrunn og Brevik havn, 1986.

Innenriks		Utenriks	
Antall	Midlere bruttotonnasje	Antall	Midlere bruttotonnasje
701	1 090 tonn	1 429	2 300 tonn
Lektertrafikk			
424	270 tonn		

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 2 og 3).

Tabell 2: Forbruk av drivstoff i skipenes fremdriftsmotorer.

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

Tabell 3: Forbruk av drivstoff i skipenes hjelpemotorer.

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

Skipenes hjelpemotorer benyttes både i havn og under fart (se tabell 3).

Samlet oljeforbruk under fart er beregnet på grunnlag av dataene gitt i tabellene 1, 2 og 3 og gis i tabell 4.

Tabell 4: Skipenes samlede oljeforbruk under fart.

	Antall	Forbruk (kg/time)
Innenriks	701	123 376
Utenriks	1 429	427 271
Lektere	424	30 528
Sum	2 554	581 175

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

Skipstrafikken til Skien består hovedsakelig av lektere med et drivstofforbruk på 72 kg olje/time. Vi regner ikke med at lekterne 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 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:

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

Vi regner at skipstrafikken i Grenland hovedsakelig benytter medium speed hovedmotorer med utslippsfaktorer som vist i tabell 5. Skipene har dessuten hjelpemotorer med utslippsfaktorer som angitt i samme tabell. Fordelingen av utslipp i området er beskrevet i vedlegg A, og figur 2 viser middelutslippet av nitrogenoksider i km²-ruter.

Tabell 5: Utslipp av forurensninger fra skipstrafikk med medium speed hovedmotorer 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 (ref. 4).
Ved bruk av normalsvovlig tungolje vil SO₂-utslipp være ca. 10 ganger så stort.

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

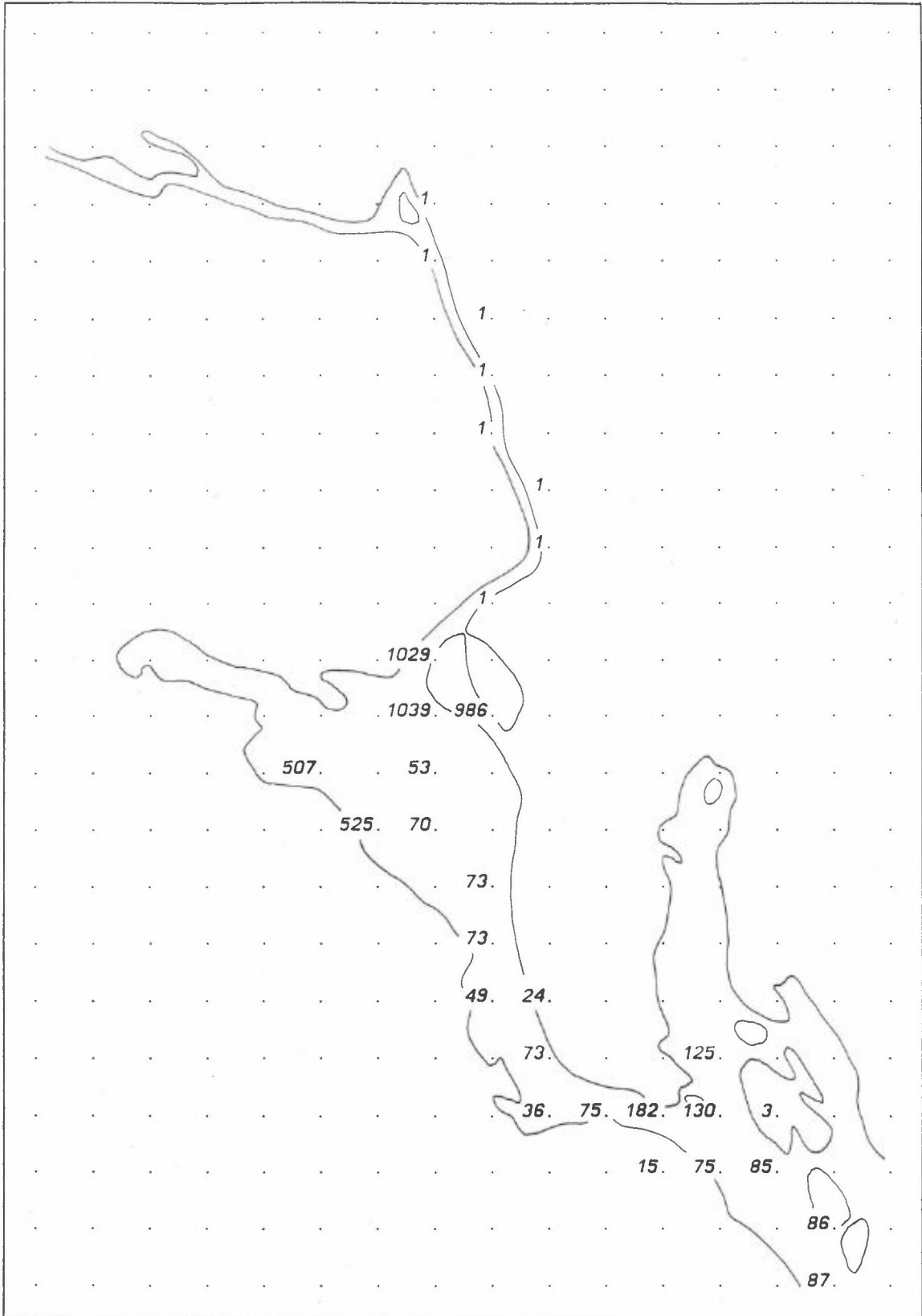
På grunnlag av utslippsfaktorene utarbeidet av Marintek, data for trafikkintensiteten fra trafikksentralen i Brevik og havnemyndighetenes data for størrelsen på skipene, er timesvise utslipp beregnet i km²-ruter. Fordelingen av middelutslippene av nitrogenmonoksider i beregningsområdet er vist i figur 2.

I tabell 6 angis kildegruppenes prosentvise andel av midlere NOx-konsentrasjoner på de forskjellige målestasjonene i perioden 21.1.-27.2.1988.

Tabell 6: Kildegruppenes prosentvise andel av midlere NOx-konsentrasjoner på de forskjellige målestasjonene i perioden 21.1.-27.2.1988.

Enhet: %.

Målestasjon	Skip	Industri	Arealkilder
Klyve	12	28	60
Ås	21	43	36
Frednes	12	19	69
Nenset	3	13	84
Georg Stangs gt.	3	14	83
Hele beregn.området	17	33	50
Brevik	35	35	30



Figur 2: Midlere utslipp av nitrogenoksider fra skipstrafikken i perioden 3.1.-15.3.1988.
 Enhet: 10^{-2} kg/h.

Summen av middelutslippene for SO_2 , NO_x , CO og partikler er vist i tabell 7.

Tabell 7: Midlere timesutslipp fra forskjellige kildegrupper i beregningsområdet, i to perioder.
Enhet: kg/h.

Utslipp i perioden 1. januar-15. mars 1988 (kg/h).

Kildegruppe	SO_2	NO_x^*	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 NO_2 .

Utslipp i perioden 18. april-24. juni 1988 (kg/h).

Kildegruppe	SO_2	NO_x^*	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

Tabellen viser at utslipp av SO_2 , CO og partikler fra skipstrafikken er lave i beregningsområdet. At utslippet av nitrogenoksider er betydelig, spesielt i havneområdene fremgår av figur 2. Variasjonen i trafikkintensiteten er videre betydelig slik at luftkvaliteten på timesbasis kan variere. Figurene i vedlegg B viser variasjonen i NO_x -utslippet fra skipstrafikken fra time til time. Kurven viser at utslippene varierer fra en maksimal faktor over to til en minimumsfaktor 0,2 i forhold til middelutslippet.

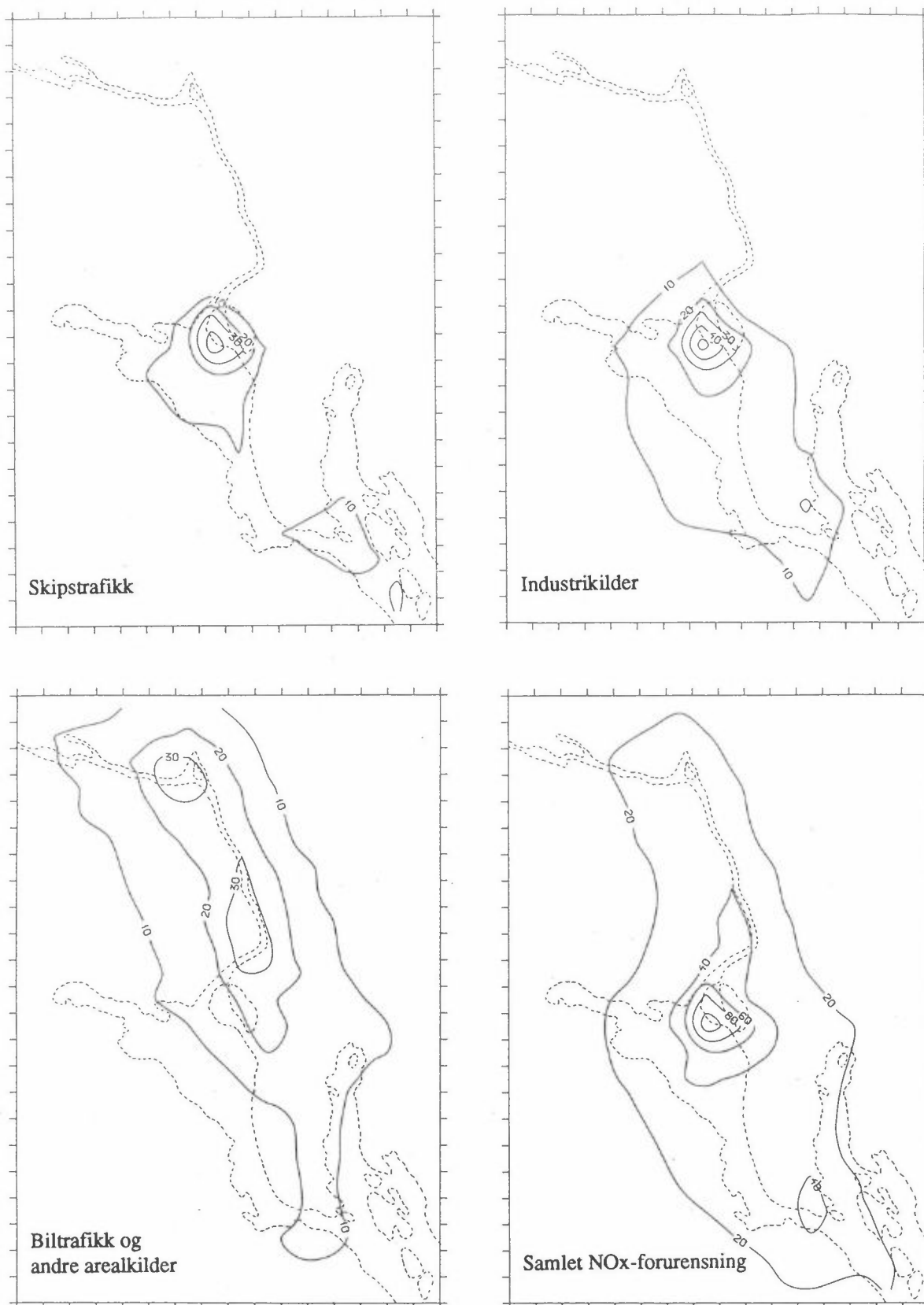
3 BEREGNEDE FORURESNINGSKONSENTRASJONER SOM FØLGE AV SKIPSTRAFIKKEN OG ANDRE KILDEGRUPPER I GRENLAND

Data for utslipp er benyttet til å beregne forurensningskonsentrasjoner i nedre Telemark. Figurene 3 og 4 viser konsentrasjonsverdiene for nitrogenoksider.

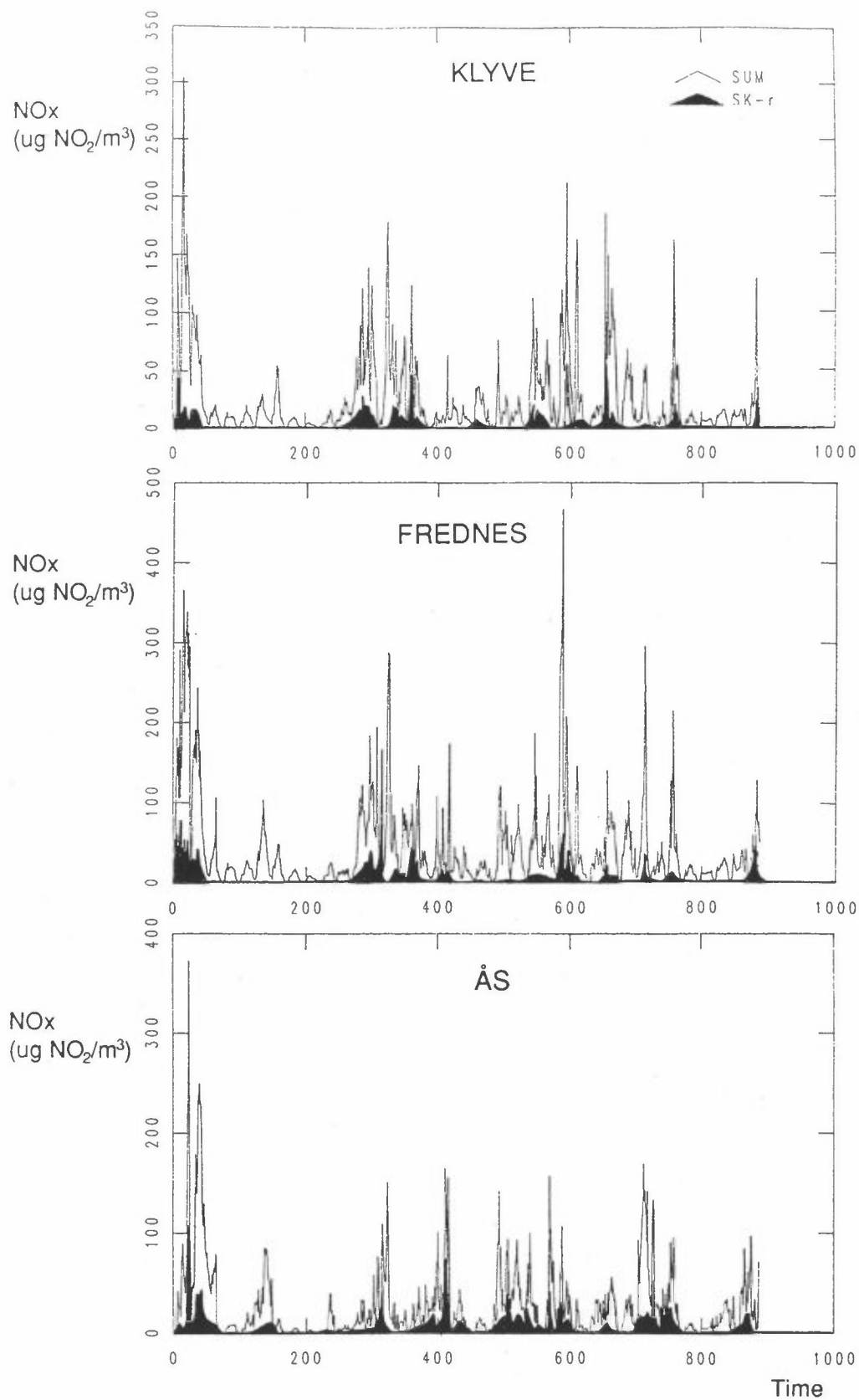
Bidraget fra forskjellige kildegrupper til langtidsmiddelkonsentrasjonene er vist i figur 3. Figuren viser at skipstrafikken gir et betydelig bidrag til middelkonsentrasjonene og at bidragene er størst rundt havneanleggene og Frierfjorden.

Figur 4 viser beregnede timesverdier ved målestasjonene nærmest Frierfjorden. Maksimalkonsentrasjonene på Ås, Klyve og Frednes når opp i 50-100 $\mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Nær utslippskildene kan konsentrasjonene være høyere. Maksimalkonsentrasjonen beregnet som følge av skipstrafikken er vist i figur 5. Vi vil understreke at beregnede timesmiddelverdier er beheftet med store usikkerheter som enkeltverdier. NILU regner det likevel for sannsynlig at de beregnete maksimalkonsentrasjonene vil opptre.

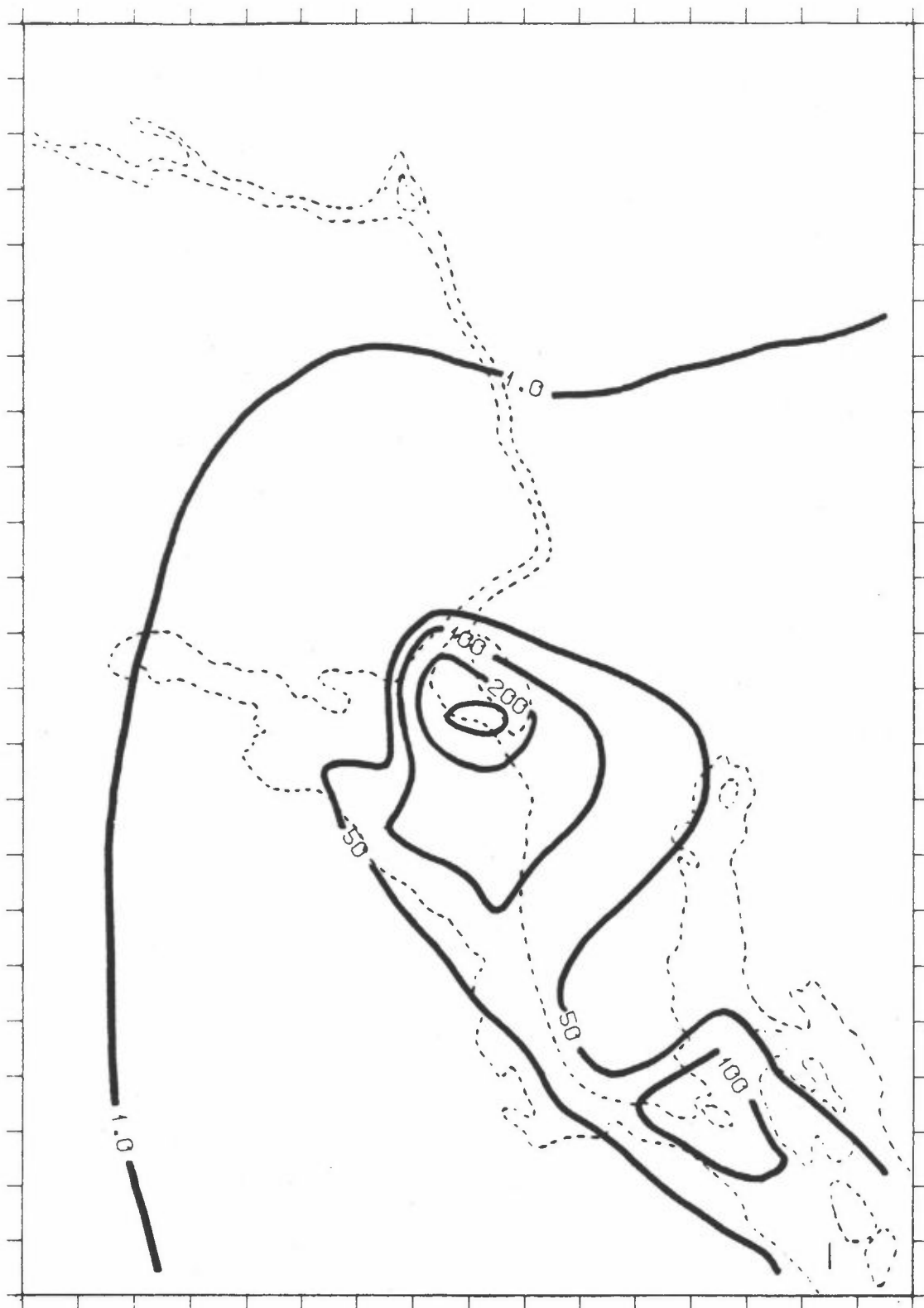
I perioder med høye ozon-konsentrasjoner kan disse konsentrasjonsverdiene raskt gå over til NO_2 . I en ozonepisode kan utslipp fra skipstrafikken alene forårsake overskridelser av grenseverdiene for NO_2 nær havneområdene. I forurensningsepisoder som skyldes akkumulering av forurensningskonsentrasjoner i stagnerende luft kan utslipp fra skipstrafikken sammen med andre kildegrupper føre til overskridelser av SFTs grenseverdier.



Figur 3: Beregnet fordeling av midlere NOx-konsentrasjoner i nedre Telemark i perioden 22.1.-27.2.1988.
Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



Figur 4: Resultatet av timesvise konsentrasjonsberegninger på målestasjonen nærmest Frierfjorden. Bidraget fra skipstrafikken er angitt.
Enhet: $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$.



Figur 5: Maksimal timesmiddelverdi i perioden beregnet som følge av NO_x-utslipp fra skipstrafikken.
Enhet: µg NO₂/m³.

4 SKIPSTRAFIKKENS BIDRAG TIL FORURENSINGSKONSENTRASJONENE I NORSKE BYER

Av sikkerhetsmessige grunner kreves det at skip som ferdes på Frierfjorden må benytte marin dieselolje for å bedre manøvreringsdyktigheten. Dette har betydning for utslippet (lite SO₂ og partikler). Vi må regne med at SO₂-utslippet kan multipliseres med ti ved bruk av normalsvovlig tungolje.

Utslippet av partikler vil være avhengig av justeringen og driften av skipsmotorene, spesielt ved bruk av tungolje. Ved bruk av tungolje med 2,4% svovel kan SO₂-konsentrasjonene nå opp i verdier ca. 50% av NOx-konsentrasjonene ved god forbrenning.

I tilknytning til basisundersøkelsen har NILU tidligere utarbeidet utslippsoversikter for

- Sarpsborg/Fredrikstad
- Oslo
- Bergen
- Drammen.

Det er nødvendig å regne med et høyere utslipp fra skipstrafikken i disse områdene, og det er innhentet data for skipstrafikken på årsbasis (se tabell 8).

Tabell 8: Antall skipsanløp (N) og bruttotonnasje (B_t) på årsbasis.

Sted	N		B _t		B _t /N		N _H *	
	Anløp		Tonn		Tonn/skip		Skip	
Sarpsborg/ Fredrikstad	3 609		3 389 301		939		6-10	
Oslo	6 398		25 771 000		4 027		10-20	
Drammen	1 618		3 364 496		2 079		3- 5	
Bergen	17 180		13 821 628		804		40-50	

N_H: Antall skip i havneområdet. Grovt anslag av NILU på grunnlag av informasjon for skipenes midlere oppholdstid i havnen.

På grunnlag av data fra tabellene 3 og 8 samt utslippsfaktorer for hjelpemotorer gitt i tabell 4, er skipenes midlere drivstofforbruk og deres utslipp av de ulike forurensningskomponenter anslått i havneområdet og vist i tabell 9. Oljeforbruket fra hvert skip i havn er anslått skjønsmessig på grunnlag av skipenes midlere bruttotonnasje.

Tabell 9: Midlere drivstofforbruk (Q_H) i havneområdet samt utslipp av forurensninger (Q_{NOx} , Q_{SO_2} , Q_{CO} , Q_{part}).

Sted	N_H		Q_H	Q_{NOx}	Q_{SO_2}	Q_{part}	Q_{CO}
	Skip	kg olje/h	kg olje/h	kg NOx/h	kg SO ₂ /h	kg part/h	kg CO/h
Sarpsborg/ Fredrikstad	8	30	240	16,8	1,1	0,36	2,1
Oslo	15	80	1 200	84,0	5,8	1,8	10,8
Drammen	4	60	240	16,8	1,1	0,36	2,1
Bergen	45	30	1 350	94,5	6,5	2,0	12,2

Tabell 9 sammenholdt med utslippsoversiktene fra byene viser at NOx-bidraget fra skipstrafikken er av betydning i havneområdet. I Oslo og i Bergen er utslipp av NOx fra skipene dominerende i havneområdet. Dersom skipene benytter normalsvovlig tungolje kan de bli den dominerende kilden til SO₂ forurensninger. Nitrogenoksider som slippes ut fra skip foreligger hovedsakelig som NO som gradvis går over til NO₂. I ozonepisoder foregår det en rask overgang til NO₂ så lenge det er O₃ til stede.

På Østlandet forekommer det ozonepisoder i 1-2 døgn i sommerhalvåret.

5 OPPSUMMERING

Bruk av skipenes hjelpemotorer i havneområder gir betydelige bidrag til NOx-konsentrasjonen i området nær havneanlegget i flere norske byer. SO₂- og NOx-konsentrasjoner nær skipsledene kan føre til betydeligere bidrag på nærliggende målestasjoner.

I Grenland forårsaker skipstrafikken 8% av de totale NO_x-utslippene (tabell 7) og 17% av summerte midlere NO_x-konsentrasjoner i beregningsområdet (tabell 6). Siden skipene har lang oppholdstid i havneområdene (24-36 timer), er de høyeste middelkonsentrasjoner beregnet i disse områdene. Maksimale middelkonsentrasjoner på grunn av skipstrafikk var høyere enn tilsvarende maksimalverdier på grunn av biltrafikk og andre arealkilder (figur 3). Maksimal timesverdi i beregningsperioden kunne i en ozonepisode føre til overskridelser av SFTs grenseverdi for NO₂ på Herøyaområdet (se figur 5).

Det eksisterer andre byer i Norge der utslippet fra skipstrafikken er større enn i Grenland, f.eks. Oslo og Bergen (se tabell 9). I tidligere utslippsoversikter er det regnet med for lave utslipp fra skipstrafikken.

Data for utslipp fra skipstrafikken bør derfor samles inn og behandles på samme måte som andre kildegrupper når en skal gi en samlet vurdering av forurensningsproblemer både lokalt og over store områder. Spesielt mangler en data for den romlige fordelingen av forurensningsutslipp fra skipstrafikken, og statistiske data som kan belyse utslippene er mangelfulle.

I Grenland er det få mennesker som bor i områdene som belastes av skipstrafikken. I andre byer er befolkningseksposeringen avhengig av hvor mange mennesker som bor i maksimalområdet nær havnen.

Skipstrafikken kan medføre overskridelser av grenseverdier for NO₂ i ozonepisoder, og i perioder med stagnerende luft kan skipstrafikken medvirke til overskridelsene sammen med andre kildegrupper.

6 REFERANSER

Clench-Aas, J., Bøhler, T., Bakketeig, L.S., Haldorsen, T., og Hjort, N.L. (1986) Korttidsstudie av sammenhenger mellom luftforurensninger og helsevirkninger i Grenland. Prosjektskisse. Lillestrøm (NILU OR 35/86).

Grønskei, K.E. (1989) Konsekvenser på luftkvaliteten av utslipp fra skipsfarten. Lillestrøm (NILU F 20/89).

Losoldermannen i Grenland (1988) Trafikkprotokollen for 1. halvår 1988.

Melhus, Ø. (1988) Avgassutslipp fra båter. Marintek, Trondheim (SFT-rapport nr. 88/88).

Melhus, Ø. (1989) Avgassutslipp fra båter. Oslo (SFT-rapport nr. 88/88). Brev av 5.5.89 og telefonsamtale 9.5.89.

Norske Sivilingeniøres Forening (1989) Luftforurensninger fra skip. Seminar i Oslo 19.-20.9.89.

VEDLEGG A

Fordeling av oljeforbruk som følge av
et skipsanløp til eller fra Brevik,
Rafnes, Herøya og Skien

Reiserutene til eller fra Brevik, Rafnes, Herøya og Skien er definert ved km²-ruter i beregningsområdet. Estimert oljeforbruk i hver rute er vist i vedlegg A. Km²-rutene er vist i figur 1.

Tabell A1: 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 A2.

Tabell A2: 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 Rafne
 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

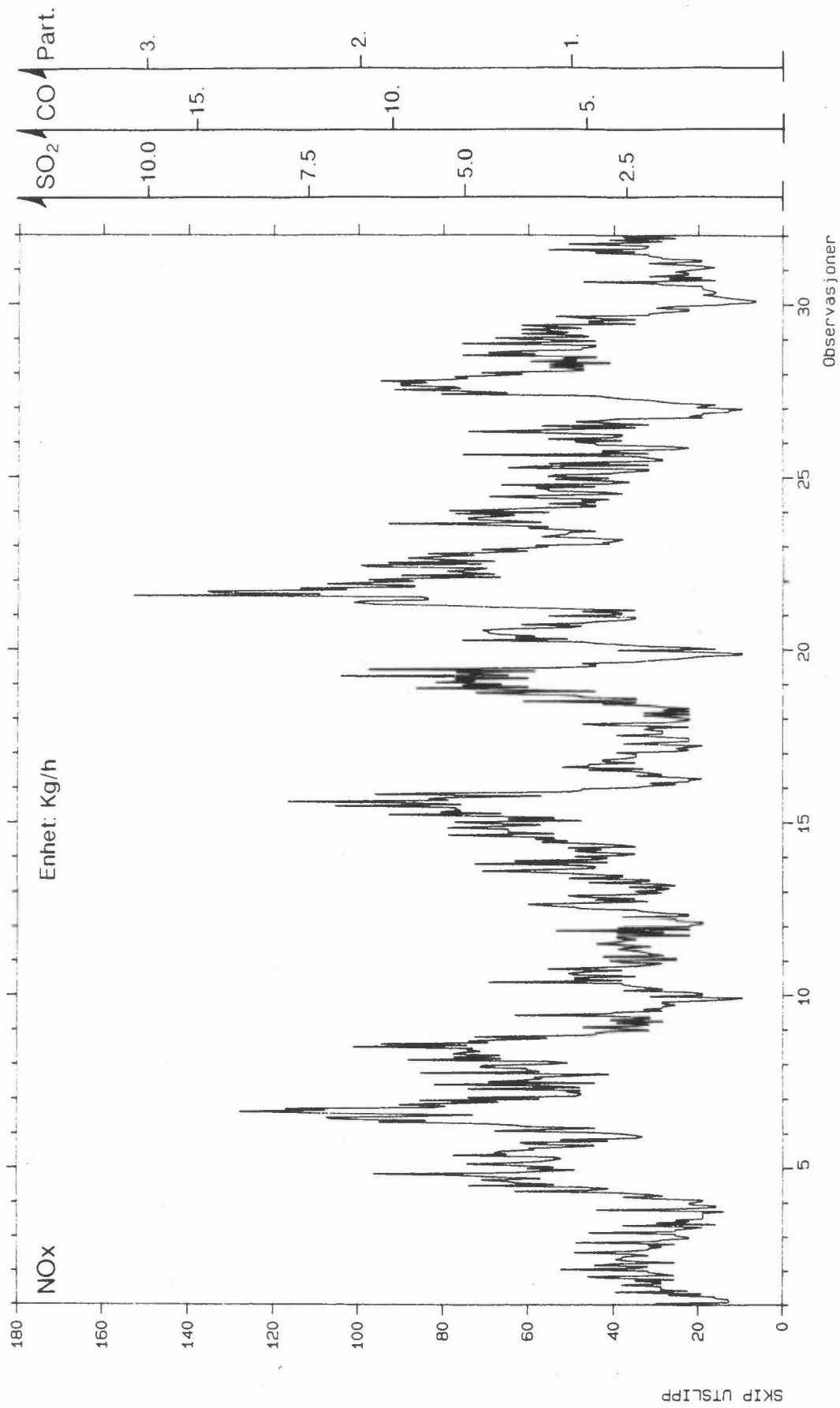
VEDLEGG 5

Timevise verdier for totalutslippet fra
skipstrafikken i Grenland

Figurene B1-B6 viser variasjonen fra time til time i totalutslippet av NO_x, SO₂, CO og partikler fra skipstrafikken.

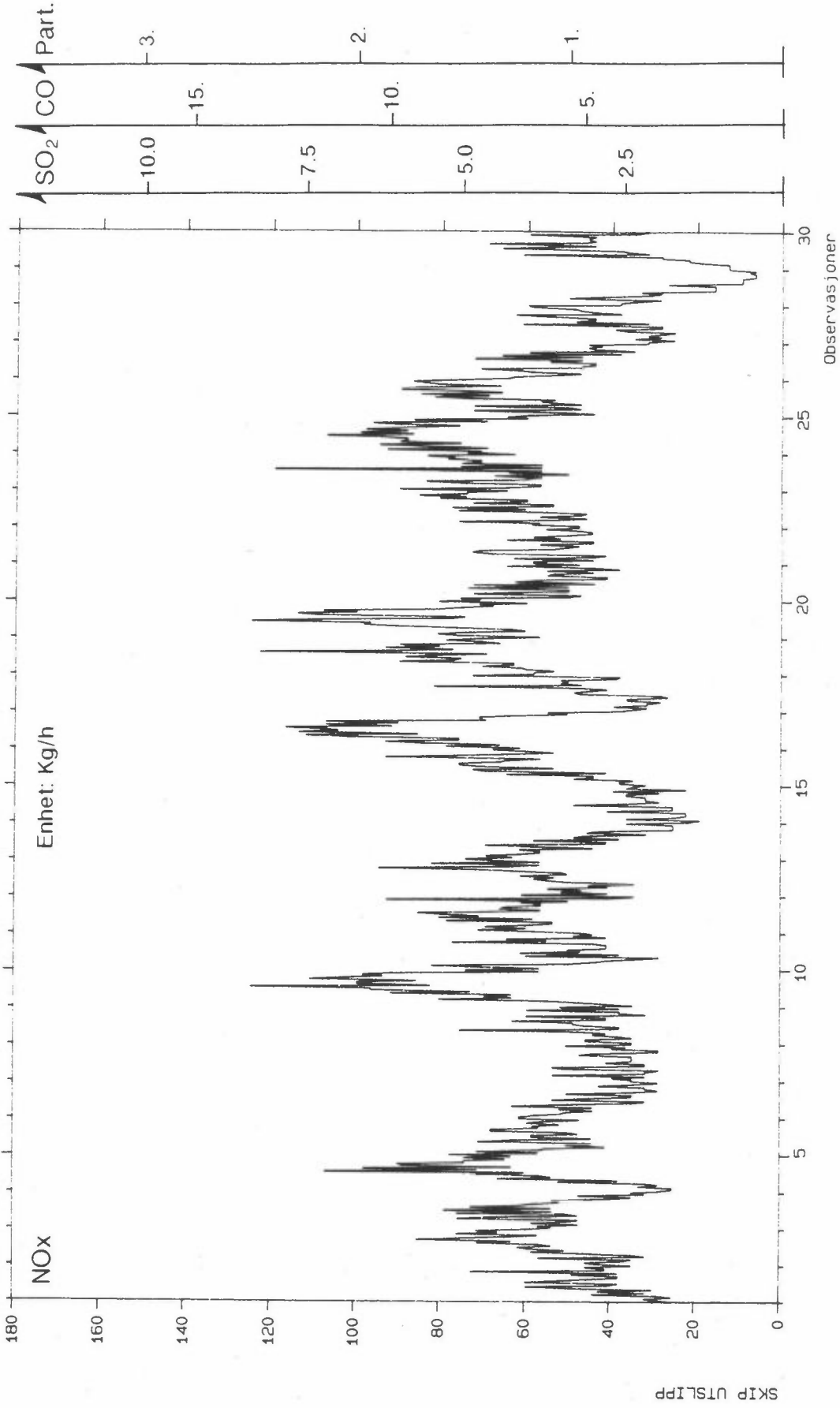
Utslippene er beregnet på grunnlag av oljeforbruket til et typisk skip i området.

Stasjon: HAVNE
Måned : JANUAR 1988



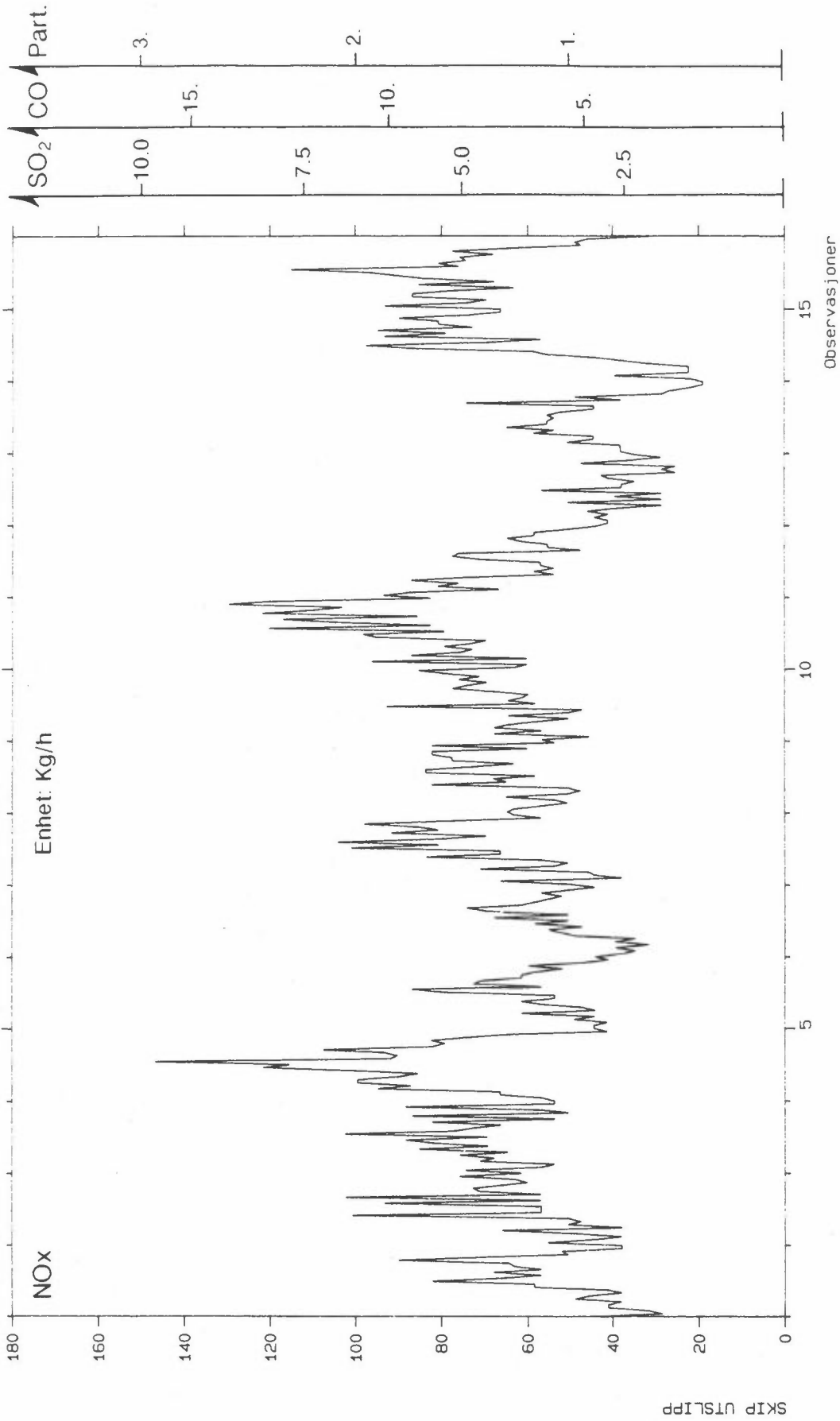
Figur B1: Timesvise verdier for totalutslippet av nitrogenoksider (som NO₂) fra skipstrafikken i Grenland i perioden 1.-31.1.1988.

Stasjon: HAVNE
Måned : FEBRUAR 1988



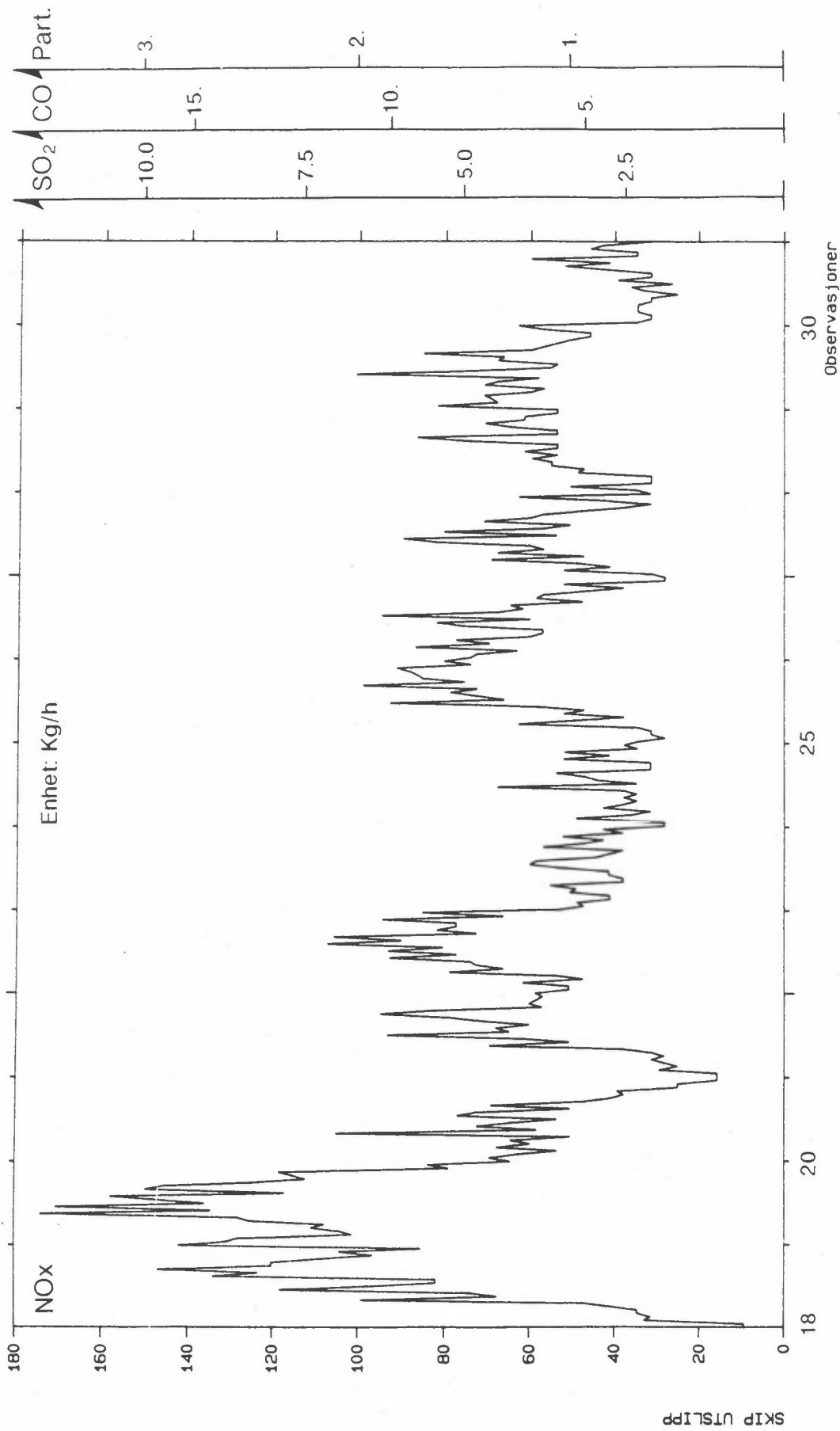
Figur B2: Timesvise verdier for totalutslippet av nitrogenoksider (som NO₂) fra skipstrafikken i Grenland i perioden 1.-29.2.1988.

Stasjon: HAVNE
Måned : MARS 1988



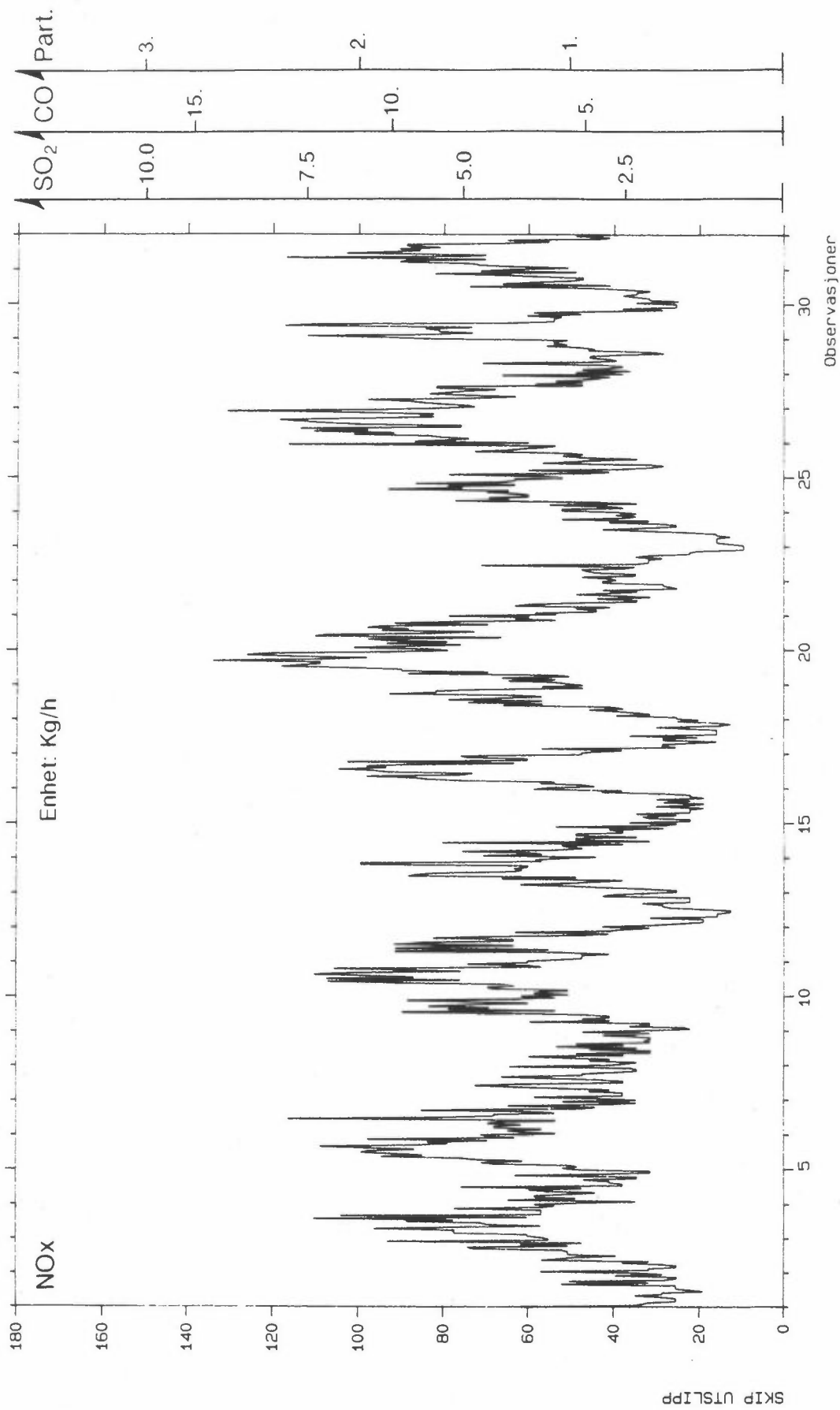
Figur B3: Timesvise verdier for totalutslippet av nitrogenoksider (som NO₂) fra skipstrafikken i Grenland i perioden 1.-15.3.1988.

Stasjon: HAVNE
Måned : APRIL 1988



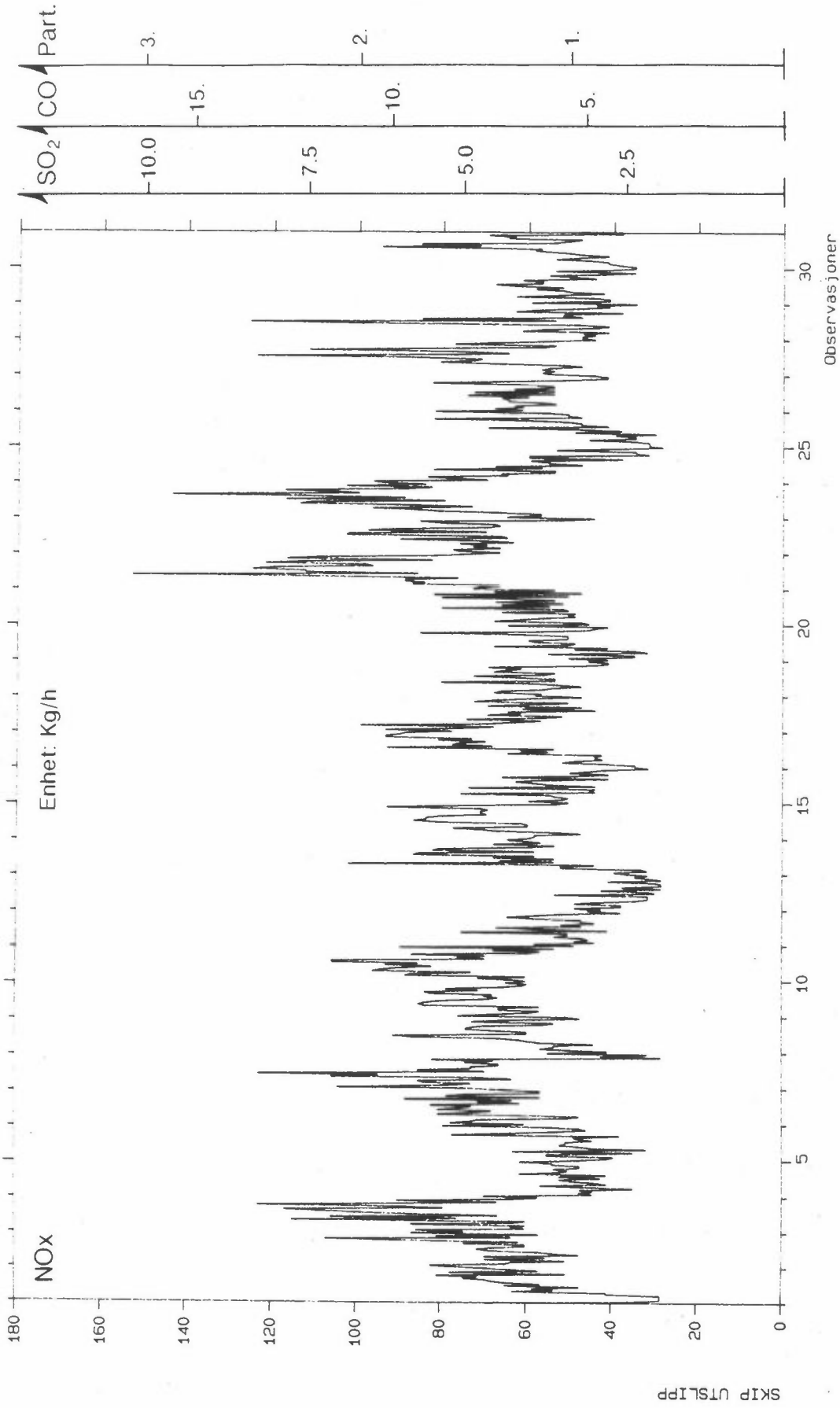
Figur B4: Timesvise verdier for totalutslippet av nitrogenoksider (som NO₂) fra skipstrafikken i Grenland i perioden 18.-30.4.1988.

Stasjon: HAVNE
Måned : MAI 1988



Figur B5: Timesvise verdier for totalutslippet av nitrogenoksider (som NO_2) fra skipstrafikken i Grenland i perioden 1.-31.5.1988.

Stasjon: HAVNE
Måned : JUNI 1988



Figur B6: Timesvise verdier for totalutslippet av nitrogenoksider (som NO₂) fra skipstrafikken i Grenland i perioden 1.-30.6.1988.

