

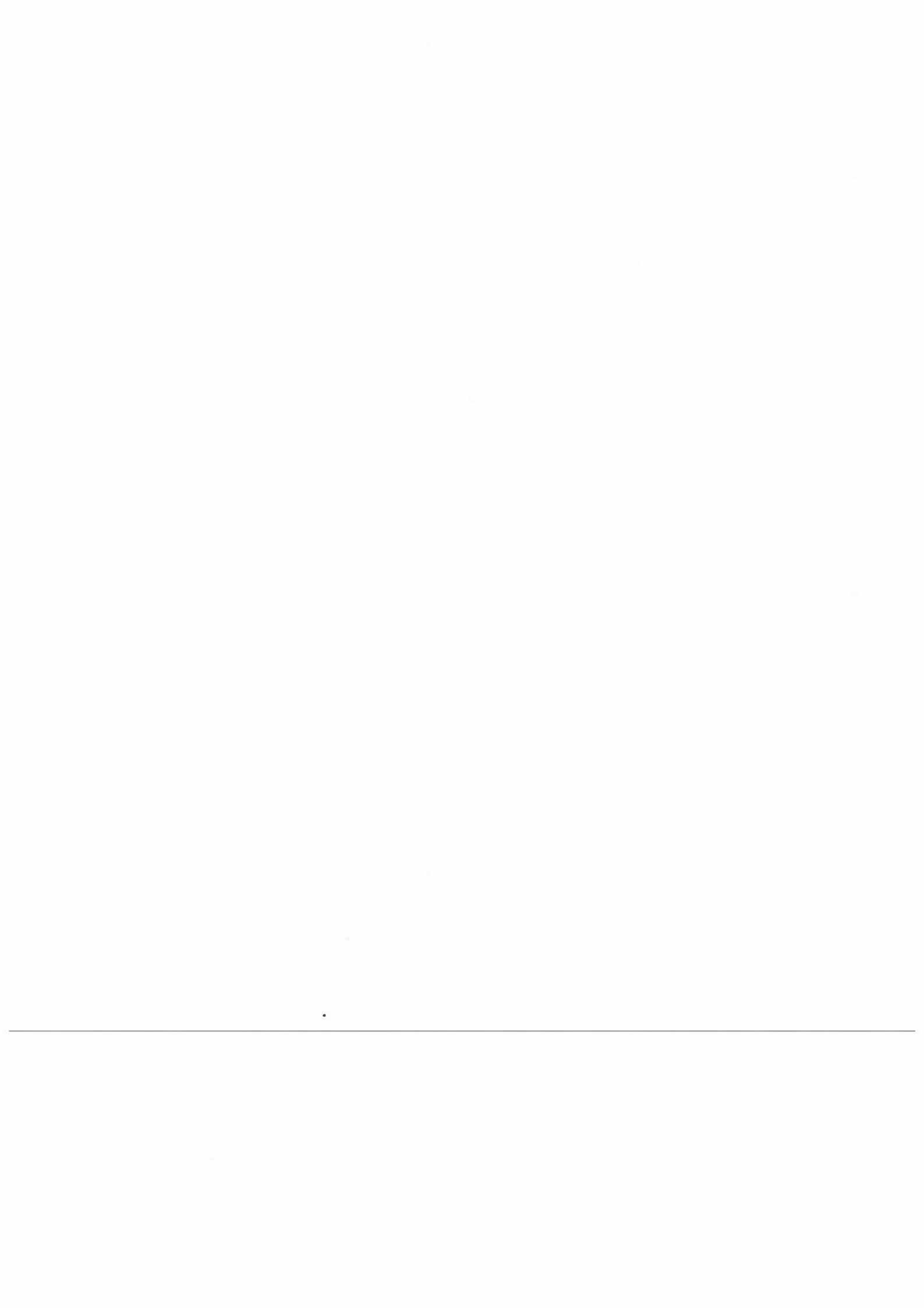
NILU OR : 36/93
REFERANSE : O-92114
DATO : OKTOBER 1993
ISBN : 82-425-0496-2

Beregninger av PM₁₀-konsentrasjoner og resultatpresentasjon i VLUFT 2.5

Steinar Larssen, Frederick Gram, Knut Erik Grønskei,
Charlotte Torp og Dag Tønnesen

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	5
2 BEREGNINGSMETODE FOR PM ₁₀	6
2.1 Utslipp av eksospartikler	6
2.2 Eksospartikler og PM ₁₀	10
2.3 Piggdekk	12
2.4 Katalysatorens effekt på eksospartikkelutslipp ..	13
2.5 Beregningsmodell for PM ₁₀	14
3 PRESENTASJON AV BEREGNINGSRISULTATENE I VLUFT 2.5 ...	15
4 VURDERING AV METODEN	17
5 REFERANSER	18
Vedlegg A: Målinger av svevestøvkonsentrasjoner i Oslo	21
Vedlegg B: Forholdet mellom maks timeverdi og maks døgnverdi av CO og NO _x målt ved gater og på referansestasjoner i Oslo, 1985-91	41



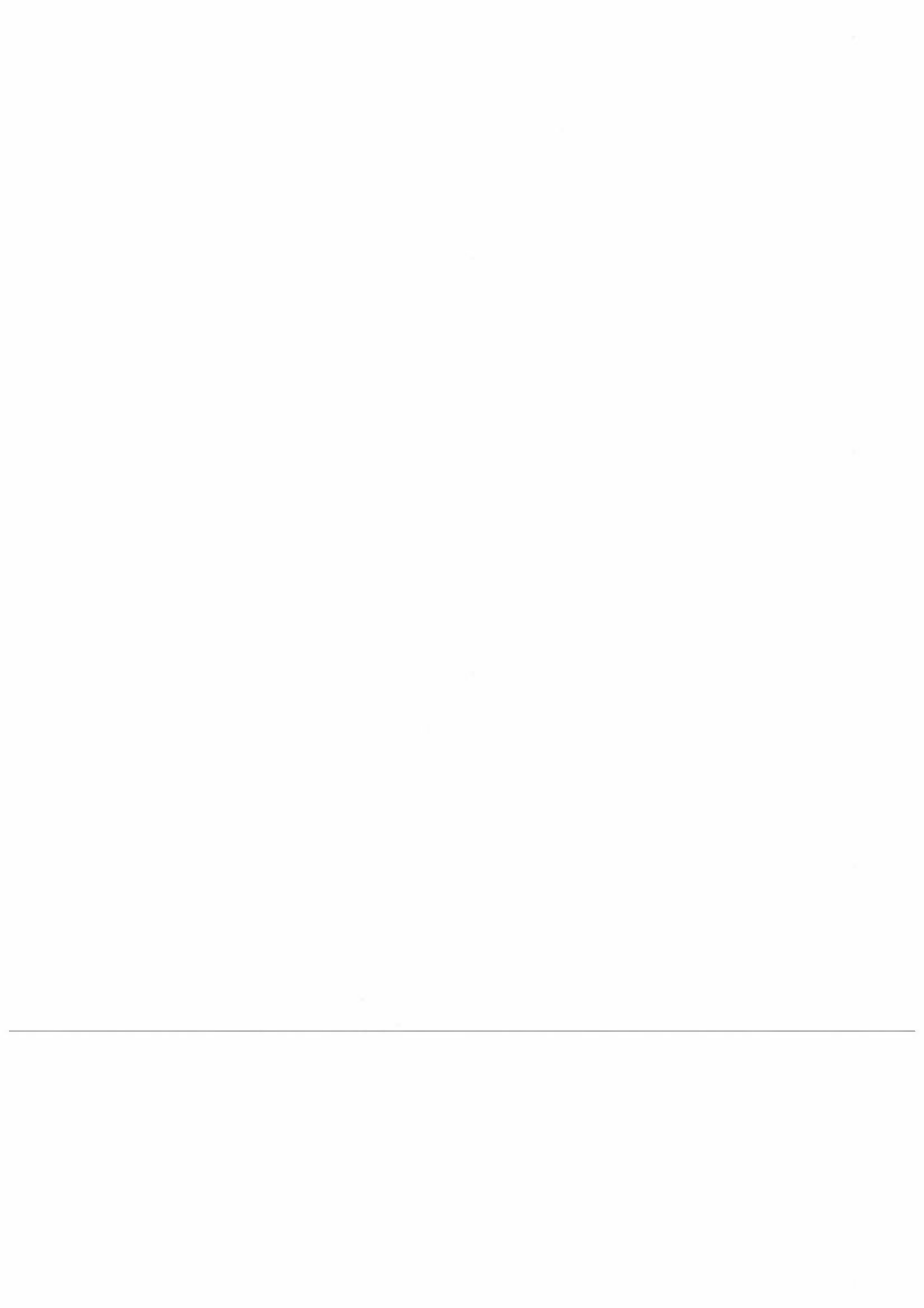
SAMMENDRAG

På oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn har Norsk institutt for luftforskning (NILU) utvidet beregningsprogrammet VLUFT for beregning av forurensningskonsentrasjoner ved gater og veier til å estimere maksimale sevestøvkonsentrasjonene (PM_{10}) i tillegg til CO-konsentrasjoner og NO_2 -konsentrasjoner.

For å forenkle tiltaksvurderingene er programmet videreutviklet til å beregne de utslippsreduksjoner som er nødvendige ved hver enkelt veilenke for å komme ned på ulike konsentrasjonsnivåer ved gitt avstand fra veikant for CO og NO_2 . Programmet beregner også sonebredden hvor konsentrasjonene overskrides. Eksponeeringsberegningene er utvidet til å omfatte flere konsentrasjonsnivåer.

Beregningsmetoden som presenteres i rapporten er utarbeidet for å estimere befolkningseksposering ved boliger langs hovedveinettet i Norge.

Nødvendig videreutvikling av metoden for å beskrive sammenhengen mellom utslipp av partikler og PM_{10} -konsentrasjonen er vurdert.



BEREGNING AV PM_{10} - OG NO_2 - KONSENTRASJONER VED TRAFIKKERTE GATER OG VEIER.

1 INNLEDNING

Etter oppdrag fra Statens Forurensningstilsyn (SFT) har Norsk institutt for luftforskning (NILU) videreutviklet programmet VLUFT for beregning av forurensningskonsentrasjoner ved gater og veier (VLUFT). Det er utviklet en modul som estimerer konsentrasjoner av partikler, PM_{10} , i tillegg til CO - og NO_2 -konsentrasjoner.

Den modifiserte metoden beregner også hvor langt fra veikanten ulike grenseverdier overskrides, samt hvor mye utslippene må reduseres for å komme ned på ulike konsentrasjonsnivåer. Disse dataene kan brukes som grunnlag for vurdering av hvilke tiltak som må til for å bringe konsentrasjonene ned på et ønsket nivå.

Som et mål for partikkeleksponering benyttes konsentrasjonen av partikler med diameter mindre enn $10 \mu m$ (PM_{10}). Dette er partikler som vi får i oss ved pusting gjennom nese og munn og som trenger ned i de nedre luftveier. PM_{10} i luft ved veier består, i tørt vær, i stor grad av oppvirvlet veistøv. $PM_{2.5}$ (partikler mindre enn $2,5 \mu m$) inngår som en del av PM_{10} , og består i hovedsak av eksospartikler. PM_{10} avsettes for en stor del i de øvre luftveiene mens $PM_{2.5}$ går helt ned i lungene.

Datagrunnlaget for metoden til å beregne PM_{10} -konsentrasjonene er beskrevet i kapittel 2.

Vi vil understreke at VLUFT beregner maksimale konsentrasjoner ved veier. For å beregne totalt antall personer som vil bli eksponert for overskridelser i et by-område må det benyttes en modell som gjelder de bosatte i hele området, og ikke bare de som bor langs veiene. En slik modell vil ta hensyn til andre kilder enn trafikk på en mer detaljert måte enn VLUFT.

2 BEREGNINGSMETODE FOR PM₁₀

Ved arbeidet med innføring av en PM₁₀-modul i VLUFT er det tatt utgangspunkt i PC-programmet VLUFT 2.0. (Torp et. al., 1991). PM₁₀-konsentrasjonen skal i utgangspunktet beregnes på samme måte som CO og NO₂ i programmet. Beregningene tar utgangspunkt i data for utslippet av eksospartikler (Ep) som funksjon av kjøretøytype og kjørehastighet. På grunnlag av data for rush-tidstrafikk beregnes utslippet av eksospartikler for hver lenke, og det beregnes en gatekonsentrasjon av eksospartikler på samme måte som for CO.

På grunnlag av beregnet maksimal Ep-konsentrasjon beregnes maksimal PM₁₀-konsentrasjon ved å ta utgangspunkt i samtidige måleserier av Ep og PM₁₀ foretatt ved veier i Norge under vinterforhold. Det korrigeres for kjørehastighet og tungtrafikkandel i forhold til de man hadde i målesituasjonen, og det bygges inn mulighet for å ta hensyn til et grovt estimat for virkningen av dekk med lettpigg og uten pigger, samt veirenhold. En bakgrunnsverdi av PM₁₀ legges til de beregnede gatekonsentrasjonene som for CO og NO₂.

2.1 UTSLIPP AV EKSOSPARTIKLER

Bileksospartikler består i hovedsak av karbonholdig materiale, enten uorganisk karbon (sot) eller organisk karbon. Partikkelutslippet fra bensinbiler vil inneholde bly, og fra dieslbiler noe sulfat. Det foreligger relativt lite data om utslippet av eksospartikler for forskjellige kjøreforhold. De målingene som har vært foretatt, har i stor utstrekning vært utført i forsøkslaboratorier under kontrollerte betingelser på et lite antall biler, og en må være varsom med å overføre disse til beregninger for f.eks. bykjøring. Som en bakgrunnsinformasjon ~~gjengis resultater fra noen tidligere rapporter for vurdering~~ av de utslippsfaktorene som er benyttet i VLUFT 2.5.

Ifølge Rosland (1987) gir ikke eksisterende data grunnlag for å splitte utslippskoeffisientene på by- og landeveiskjøring. Utslippsfaktorene han oppgir for sot, er vist i tabell 1.

Tabell 1: Utslipp av sot (g/km) for ulike kjøretøytyper som funksjon av år, gjennomsnitt for alle kjøreforhold (Rosland, 1987).

	Lette kjøretøy		Tunge kjøretøy	
	Bensin	Diesel	Bensin	Diesel
1980	0,10	0,50	0,20	1,00
1985	0,07	0,45	0,14	0,90
1990	0,06	0,40	0,12	0,8
1995	0,05	0,35	0,10	0,8
2000	0,05	0,30	0,10	0,8

Rosland regner videre med at partikkel/sot-utslippet fra varmkjorte bensinbiler med katalysator vil være 10% av utslippet uten katalysator.

I rapporten "Partikler i tettstedsluft i Norden" (NILU OR 11/91) har Steinar Larssen oppsummert resultatene av en rekke målinger av bileksospartikler, bl.a. målinger NILU selv har utført på avgasser fra bensin- og dieseldrevne biler. En kjenner idag ganske meget om størrelsefordelingen av bilavgasspartikler. Hovedmengden er i størrelsesområdet 0,05-0,7 μm , med bensineksospartikler rundt 0,1 μm , og dieselaavgasspartikler rundt 0,5 μm . En mindre del av partikkelmassen finnes også rundt 1-2 μm . Partikkelutslippet fra dagens dieserbiler er mye større enn fra bensinbiler. For en trafikkstrøm med 10% tunge dieserbiler og 5% lette dieserbiler er det anslått at tunge dieseldrevne biler bidrar med ca. 70% av totalutslippet av partikler fra trafikk, 10% fra lette diesel- og 20% fra bensindrevne personbiler. Etter hvert som partikkelutslippet fra personbilene blir redusert på grunn av innføring av katalysator for bensinbiler vil de tunge dieselbilenes betydning for partikkelutslippet øke ytterligere. Det vil skje en viss

utslippsreduksjon også her, og det regnes med at partikkelutslippet fra et gitt trafikkarbeid år 2000 vil komme ned mot halvparten av dagens utslipp. Oppsummeringen i Larssens rapport ga følgende utslippsfaktorer for eksospartikler fra biler i bykjøring:

Lette bensindrevne biler uten katalysator	
og kalde katalysatorbiler	: 0,02-0,04 g/km
Lette bensindrevne biler med katalysator:	0,005 g/km
Lette dieseldrevne biler	: 0,45 g/km
Tunge dieseldrevne lastebiler	: 1,3 g/km

I EF har det vært arbeidet med å anslå utslippsfaktorer for CO, NOx og HC fra veitrafikk til bruk ved en 1985-utslippsoversikt for EF (CORINAIR, 1988). Denne oversikten omfatter bare i noen grad partikler, men det er foreslått verdier for dieselskjøretøyer.

En har svært lite data for utslippet som funksjon av hastighet, men dette kan legges inn i programmet etter hvert som en vet mer om dette. Vi har heller ikke data for utslipp ved forskjellig stigning, men ved beregninger i VLUFT basert på ÅDT-tall kan en likevel foreløpig ikke ta hensyn til stigningen på lenkene.

Utslippsfaktorene for eksospartikler som er benyttet i VLUFT 2.5 er vist i tabell 2.

Tabell 2: Utslippsfaktorer i VLUFT 2.5 for eksospartikler (g/km) som funksjon av kjøretøytype og kjørehastighet, dagens forhold (1990).

Kjøretøyklasse	V (km/h)		
	10-20	30-60	70-90
Lette bensinbiler	0.040	0.035	0.030
Lette dieselbiler	0.200	0.200	0.200
Lette lastebiler	0.450	0.450	0.450
Middels tunge lastebiler	0.900	0.900	0.900
Tunge lastebiler	1.600	1.600	1.600

I VLUFT regnes det med fordeling av trafikken mellom ulike kjøretøyklasser som vist i tabell 3:

Tabell 3: Standard fordeling av trafikkarbeidet (%) mellom de ulike kjøretøyklassene som brukes i VLUFT.

Gate-klasse	diesel-personbiler	tungtrafikk	Fordeling av tungtrafikken		
			3,5-10 tonn	10-20 tonn	>20 tonn
Hovedvei/gjennomfart/innfart	6	10	30	30	40
Sentrumsgate	8	6	50	33	17
Boliggate	4	4	50	50	0
Gate i industriområde	6	12	25	25	50
Lokalvei	4	6	50	33	17

2.2 EKSOSPARTIKLER OG PM₁₀

Det som måles som PM₁₀ (partikler med diameter mindre enn 10 µm) består dels av eksospartikler (Ep) fra kjøretøyene, dels partikler fra veidekke-slitasje. Høye konsentrasjoner av PM₁₀ kan skyldes stor trafikk kombinert med dårlige spredningsforhold (høy eksospartikkelkonsentrasjon) eller tørre veier med stor trafikk- slitasje og oppvirvling av veistøv. De høyeste konsentrasjonene vil opptre i det siste tilfellet. De største PM₁₀-konsentrasjonene måles på senvinteren og våren, når veistøvdepotet er størst.

Slitasjen og oppvirvlingen av veistøv øker med kjørehastighet. Tungtrafikken bidrar i mye større grad til oppvirvling enn de lette bilene. I VLUFT er det tidligere introdusert en modell for beregning av nedsmussingen (støvnedfallet, W) ved veier, som også skyldes slitasje og oppvirvling av veistøv. I denne modellen er følgende uttrykk benyttet:

$$W \sim \text{ÅDT} * V^2 * TT,$$

der V er midlere kjørehastighet og TT er tungtrafikkandelen for en lenke.

Det samme uttrykket benyttes i PM₁₀-modellen for å ta hensyn til veistøvkonsentrasjonens variasjon med kjørehastighet og tungtrafikkandel. Vi vil understreke at denne modellen sier ingenting om sammenhengen mellom veidekkeslitasje (g/s) og PM₁₀-konsentrasjonene. Den er i stedet basert på erfaringsmessig sammenheng mellom trafikkmengde og PM₁₀. I situasjoner der maksimale PM₁₀-konsentrasjoner oppstår, er veistøvdepotet av en slik størrelse at V og TT blir de dimensjonerende faktorene.

~~Det kan knyttes en sammenheng mellom høy Ep-konsentrasjon og høy PM₁₀-konsentrasjon, slik det faktisk opptrer ved veier, ved å se på datamaterialet for samtidige målinger av Ep og PM₁₀ ved veier (se vedlegg A). For lengre måleserier som dekker minst en~~

måned kan en da se på forholdet mellom maksimal Ep-konsentrasjon (når grovfraksjonen, $(PM_{10}-Ep)$ samtidig er lav, dvs. lite bidrag fra veistøv), og høy PM_{10} -konsentrasjon. Målinger gjort for en situasjon med hastighet 50 km/h og 10% tungtrafikk danner en referansesituasjon i beregningene. For denne referansesituasjonen er forholdet mellom maksimal Ep og maksimal PM_{10} bestemt til ca. 3,0:

$$PM_{10} = F4 * Ep, \quad F4 = 3,0 \text{ for } V= 50 \text{ km/h og } TT = 10\%$$

VLUFT-beregningene gir maksimale timesverdier, mens grenseverdiene for PM_{10} gjelder døgnverdier. På grunnlag av NILUs målinger av CO og NO_x ved veier anslås forholdet F1 mellom maksimal døgnverdi og maksimal timesverdi for eksospartikler (se vedlegg B):

$$F1 = \text{max. døgnverdi/max. timesverdi} = 1/2.3$$

For å korrigere PM_{10} -beregningene i forhold til referansesituasjonen med hastighet $V_0 = 50$ km/h og tungtrafikk $TT_0 = 0,1$, benyttes uttrykket nedenfor. Her er k_2/k_1 forholdet mellom luftmotstanden for en lastebil kontra en personbil ($k_2/k_1 = 18.4$).

$$F2 = (V/V_0)^2 \frac{(1,0 + TT*k_2/k_1)}{(1,0 + TT_0*k_2/k_1)}$$

Renhold av veiene vil ha en effekt på PM_{10} -konsentrasjonene dersom det foretas hyppig og med god effektivitet. I programmet er det innført en reduksjonsfaktor for renhold (F5) som kan benyttes dersom man kjenner effekten av renholdet som skal settes i verk på en veistrekning.

2.3 PIGGDEKK

Antar vi at en bil med piggdekk gir en midlere slitasje S_p , får vi en reduksjon ved å bruke lettpigg eller piggfrie dekk:

$$\begin{aligned} RF_m &= S_m/S_p, \text{ med lettpigg } S_m, \\ RF_u &= S_u/S_p, \text{ uten piggdekk } S_u. \end{aligned}$$

Antar vi så en andel A_p med piggdekk, og A_m med lettpigger, får vi en midlere slitasjefaktor for "hele" bilparken:

$$\begin{aligned} S &= A_p * S_p \\ &+ A_m * S_p * RF_m \\ &+ (1,0 - A_p - A_m) * S_p * RF_u \end{aligned}$$

For $A_m = 0$ og $A_p = 1,0$ blir $S = S_p$. Slitasjen for piggfrie dekk er svært liten i forhold til slitasjen fra piggdekk. Denne likningen gjelder for lette og tunge biler hver for seg. En samlet slitasjefaktor for trafikken blir som følger:

$$S = S_l (1,0 - TT) + S_t * TT$$

eller

$$S = S_l (1 - (1 - S_t/S_l) * TT),$$

der S_l og S_t er slitasjefaktorer for henholdsvis lette og tunge biler, og TT tungtrafikkandelen.

TØI har undersøkt piggdekkbruk (for personbiler) i Norge vinteren 1991/92 (Fosser et al., 1992). Denne viser at i januar/februar 1992 gikk ca. 85% av trafikkarbeidet med vanlige vinterdekk med pigger, ca. 4,4% med lettpigg, 7,1% med vinterdekk uten pigg og 3,4% med sommerdekk. I Nord-Norge brukte nesten 97% piggdekk, mens i Rogaland var det bare vel 67% som kjørte med pigger. Vanlige piggdekk har maks piggvekt 1,8 g, mens lettpiggdekk har maks piggvekt 1.1 g.

For tunge kjøretøyer er piggdekkbruken mindre utbredt. Lastebiler som kjører mellom Norge og utlandet er piggfrie, likeledes lastebiler som bare kjører langs kysten og i sentrale Østlandsområder rundt Oslo. Kjører bilene endel på snødekte veier, øker piggdekkbruken, men det er mer vanlig at det da legges på kjettinger. Fra 1. oktober 1992 er piggvekten for lastebiler redusert fra maks 8 g til maks 3 g/pigg. Det er i ligningene ovenfor foreløpig regnet med samme slitasje for lette og tunge kjøretøyer. Det er nødvendig med bedre kjennskap til veidekkeslitasjen fra de tunge kjøretøyene.

Slitasjefaktoren må normeres i forhold til dagens fordeling mellom piggdekk/lettpiggdekk/piggfrie dekk. For Oslo hadde 77,6% vanlige pigger og 3,1% lettpigg. Med en reduksjonsfaktor for kjøring uten pigger $RF_u = 0,05$, mens $RF_m = 0,5$, får en:

$$\begin{aligned}
 S_0 &= 0,776 * S_p + 0,031 * S_p * 0,5 + 0,193 * S_p * 0,05 \\
 &\quad \text{piggdekk} \quad \text{lettpigg} \quad \text{uten pigger} \\
 &= 0,80 * S_p
 \end{aligned}$$

De beregnede PM_{10} -verdiene må multipliseres med

$$F3 = S/S_0 = S/0,8 * S_p$$

2.4 KATALYSATORENS EFFEKT PÅ EKSOSPARTIKKELUTSLIPP

Ved beregningene av eksospartikler, E_p , er det tatt hensyn til innføring av katalysator for personbiler, med en tilsvarende reduksjon av utslippet. Det antas at katalysatoren reduserer en E_p like mye som utslippene av CO. Utslippsgenereringen av PM_{10} påvirkes imidlertid ikke av katalysatoren. Derfor beregnes ~~PM_{10} -konsentrasjonene ut fra eksospartikkel-utslippet fra~~ dagens bilpark.

2.5 BEREGNINGSMODELL FOR PM₁₀

Det ovenstående gir følgende uttrykk for beregning av PM₁₀:

$$PM_{10} = Ep_{ber} * F1 * F2 * F3 * F4 * F5 + PM_{10 \text{ bakgr}}, \text{ der}$$

Ep_{ber} er eksospartikkelkonsentrasjon basert på utslippsfaktorer for 1989.

Bakgrunnskonsentrasjonen for PM₁₀ velges ut fra veiens plassering (tett, middels tett eller spredt bebyggelse), byområdets størrelse og klimasone, på samme måte som for CO og NO₂.

Når det gjelder PM₁₀-konsentrasjonene, viser målinger ved sterkt trafikkerte veier at oppvirvling av veistøv utgjør en betydelig andel av forurensningene. Naturlige kilder til partikler kan også ha betydning for andelen støv i grovfraksjonen.

Bakgrunnskonsentrasjoner av PM₁₀ anslås ut fra områdetype (tett, middels, tett, spredt) og innbyggertall i tettstedene. Tabell 4 viser de bakgrunnskonsentrasjonene som ble benyttet i fase 2 i Forurensningslovarbeidet (Grønскеi et al., 1993). De benyttede verdiene er vist i tabell 4.

Tabell 4: Bakgrunnskonsentrasjoner av PM₁₀ (µg/m³) som funksjon av områdetype og bystørrelse.

	PM ₁₀		
	Tett	Middels	Spredt
>200 000	120	60	30
50-200 000	100	50	30
<50 000	80	40	30

3 PRESENTASJON AV BEREGNINGRESULTATENE I VLUFT 2.5

Hensikten med beregningene er å finne antall eksponerte for ulike konsentrasjonsnivåer, samt å finne bredden på soner der de samme nivåene overskrides. I enkelte tilfeller vil overskridelsene skyldes bakgrunnskonsentrasjonen, og da vil ikke tiltak langs den aktuelle veien kunne avhjelpe situasjonen. I motsatt fall er det av interesse å få vite hvor mye trafikken på veien (eller utslippene fra veien) må reduseres for å komme ned på gitte konsentrasjonsnivåer, som f.eks. tilsvarer grenseverdier.

Behovene nevnt ovenfor er forsøkt dekket ved å presentere resultatene på følgende måte:

- 1) Eksponering til CO, NO₂ og PM₁₀ beregnes for de bosatte langs veiene. Konsentrasjonene er basert på rushtidstrafikk, og representerer de maksimale som vil inntreffe, med andre ord ved svært dårlige spredningsforhold. Eksponering beregnes ved fasadene av husene der folk bor, noen meter over bakken.

For hvert beregningsområde gir modellen bl.a. disse dataene fordelt på ormdetype:

- a) Antall personer eksponert for overskridelse av disse NO₂-konsentrasjonene: 400, 350, 300, 250, 230, 200, 150 og 100 µg/m³.

- b) Tilsvarende for PM₁₀: 400, 350, 300, 250, 200, 150 og 70 µg/m³.

- 2) Antall veilenker og km vei over ulike konsentrasjonsnivåer for NO₂ og PM₁₀ oppgis etter samme klassifikasjon som over. ~~Beregningsavstanden velges enhetlig for hele veinettet.~~

På lenkenivå beregnes

- utslipp av CO, NO_x, CO₂
- konsentrasjoner ved valgt beregningsavstand,
- antall personer over 4 konsentrasjonsnivåer for NO₂ og PM₁₀:

NO₂ : 400, 300, 250, 200 (µg/m³)

PM₁₀ : 350, 250, 230, 200 (µg/m³)

- avstand fra veikant der de 4 konsentrasjonsnivåene overskrides (NO₂, PM₁₀),
- Prosentvis reduksjon i utslipp av henholdsvis NO₂ og PM₁₀ for å komme ned på de 4 konsentrasjonsnivåene ved nærmeste bygning.
- Dersom bakgrunnskonsentrasjonen gir overskridelse, eller man må lenger fra veien enn 100 m for å komme ned på et gitt konsentrasjonsnivå, angis dette spesielt.
- Dersom bredden på sonen er over 100 m spesifiseres ikke nøyaktig bredde, siden spredningsmodellen bare gjelder ut til 100 m. Tabell 5 nedenfor angir nøyaktigheten på sonebredden i ulike intervaller.

Tabell 5: Sonebredde hvor overskridelser av konsentrasjonsnivåer forekomme. Standardverdier og avstandsoppløsning.

Avstandsverdi (m)	Oppløsning/betydning
999	Bidrag fra andre kilder er over grenseverdien
199	Sone for overskridelse er over 100 m.
100-50	Sone for overskridelse til nærmeste 5 m.
50-25	Sone for overskridelse til nærmeste 2,5 m.
25-5	Sone for overskridelse til nærmeste 1 m.
0	Sone for overskridelse er 5 m eller mindre

4 VURDERING AV METODEN

Beregningene av PM_{10} -konsentrasjoner bygger på måledata for noen sterkt trafikkerte gater og veier i Norge. Konsentrasjonene av PM_{10} har sammenheng med trafikkintensiteten, piggdekkbruk, veidekke, hastighet og med andelen av tungtrafikk.

Konsentrasjonsdata for PM_{10} foreligger som døgnmiddelverdier. Metodene for spredningsberegninger i VLUFT er basert på time-middelverdier. Det har vært nødvendig å bruke måledata til å beskrive forholdet mellom maksimale timemiddelverdier og maksimale døgnmiddelverdier. Forholdet varierer en del fra måleperiode til måleperiode. Forholdstallet som er valgt er sannsynligvis ikke kritisk for metodens anvendbarhet.

Utslipp av partikler med bileksosen kan beregnes på grunnlag av de data som er presentert. Når det gjelder forurensning på grunn av veislitasje, er bidraget vurdert på grunnlag av målte maksimalkonsentrasjoner av PM_{10} . PM_{10} -konsentrasjonenes avhengighet av veibanens fuktighet er ikke innarbeidet. I og med at metodikken er basert på empiriske forhold må en være noe forsiktig med å beskrive situasjonen i fremtiden, selv om det er søkt å ta hensyn til endel kjente effekter.

Måledata for sterkt trafikkerte veier benyttes for å bestemme

- sammenhengen mellom eksospartikkel- og PM_{10} -konsentrasjonen,
- sammenhengen mellom timemiddelverdier og døgnmiddelverdier.

Disse forholdstallene varierer en god del fra periode til periode. Målematerialet er fortsatt begrenset, og det er en kilde til usikkerhet i modellen.

Metoden er videre basert på en sammenheng mellom trafikk tall/tungtrafikkandel/kjørehastighet og PM_{10} -konsentrasjoner, ikke mellom veislitasje (g/s) og PM_{10} -konsentrasjoner. Det antas at veistøvdepotet i de situasjonene vi ønsker å beregne for er så stort at oppvirvlingen blir den begrensende faktor. Dette er

tilfellet i den tørre delen av piggdekkseasonen i dag. Dersom lettpiggdekk og piggfrie dekk innføres, er det trolig at PM_{10} -konsentrasjonene vil reduseres. Uavklarte spørsmål i forbindelse med dette er:

- Hvor stor er slitasjen fra lettpigger og piggfrie dekk i forhold til piggdekk? Vi antar at slitasjen er proporsjonal med piggvekten. Fra testing av piggdekk er det belegg for dette.
- Hvor mye må trafikkarbeidet og piggdekkbruken på en vei reduseres for at oppvirvling av veistøvdepotet ikke lenger blir den begrensende faktor?
- Hva er effekten av renhold med ulik hyppighet og intensitet?
- Varierer veistøvkarakteristikken for ulike veidekketyper?

Det vil kreve en betydelig mengde praktiske forsøk for å få svar på disse spørsmålene, men et slikt arbeid er nødvendig for å få en fullgod modell.

Basert på eksisterende data bør modellen videreutvikles.

5 REFERANSER

CORINAIR (1988) Summary Report of the CORINAIR Working Group on Emission Factors for Calculating 1985 Emissions from Road Traffic. Bruxelles.

Fosser, S., Christensen, P. og Ragnøy, A. (1992) Piggdekkbruk vinteren 1991/92. Oslo 1992 (TØI-rapport 141/1992).

Grønskei, K.E., Torp, C., Aarnes, M.J. og Gram, F. (1993) Eksponering for luftforurensning langs hovedveinettet i Norge. Fase 1 og 2 i Forurensningslovarbeidet. Lillestrøm (NILU OR 16/93).

Haugsbakk, I. og Larssen, S. (1992) Støvmålinger ved veier i Oslo januar-juni 1992. Lillestrøm (NILU OR 92/92).

Larssen, S. (1991) Partikler i tettstedsluft i Norden.
Lillestrøm (NILU OR 11/91).

Larssen, S. og Hoem, K. (1989) Luftforurensning ved munningene
av Vålerenga-tunnelen. Før/etterundersøkelse. Lillestrøm
(NILU OR 51/89).

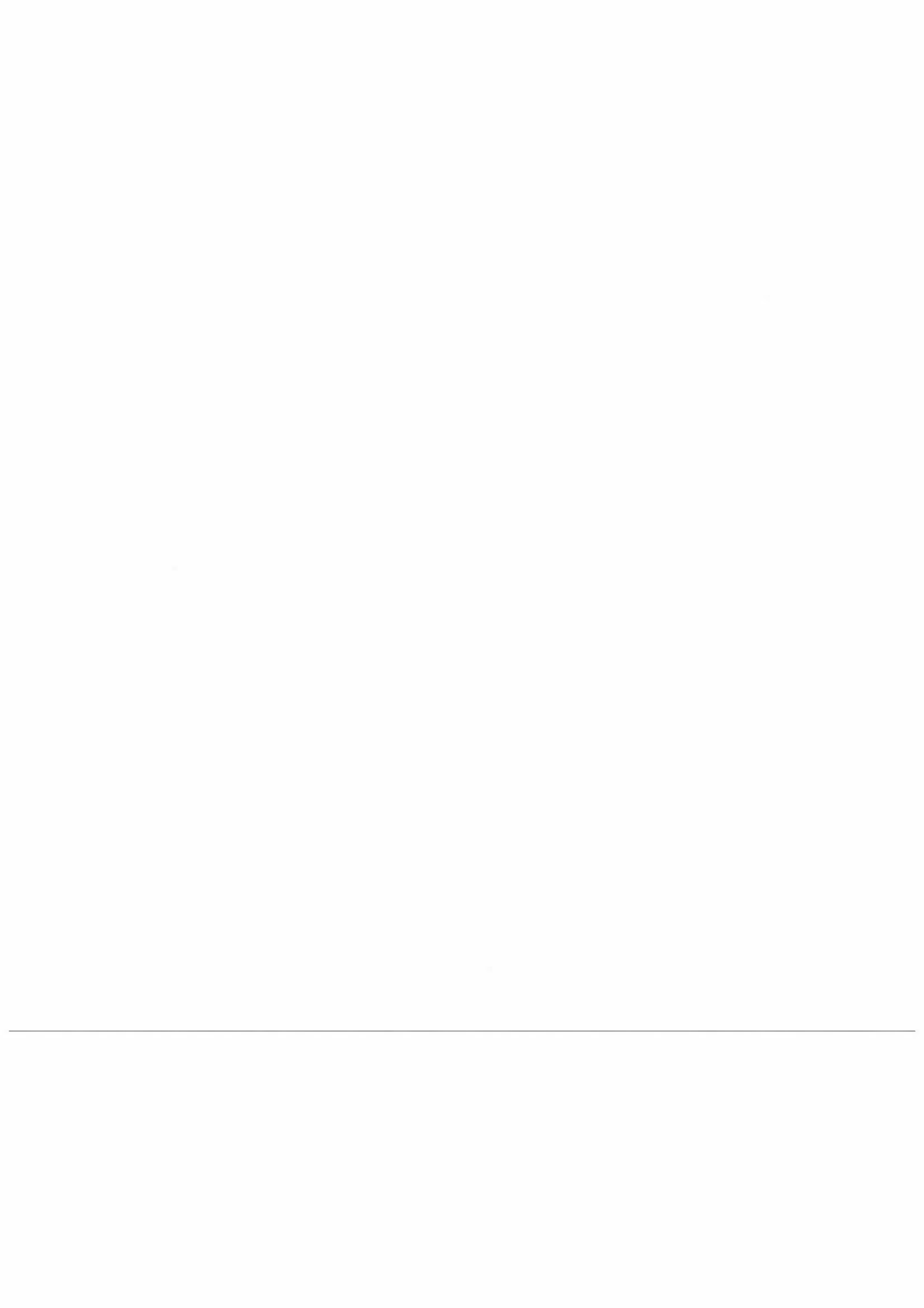
Larssen, S. og Hoem, K. (1990) Overvåking av luftforurensninger
fra biltrafikk, 1989. Målinger i Oslo 1980-89. Lillestrøm
(NILU OR 58/90, Statlig program for forurensningsovervåking.
Rapport 378/89).

Larssen, S. og Gustavsen, G. W. (1991) Overvåking av luftforu-
rensninger fra biltrafikk, 1990. Målinger i Oslo 1980/90.
Lillestrøm (NILU OR 59/91, Statlig program for
forurensningsovervåking. Rapport 470/91).

Larssen, S. og Røstad, A. (1992) Overvåking av luftforurens-
ninger fra biltrafikk, 1991. Målinger i Oslo 1980-91.
Lillestrøm (NILU OR 74/92, Statlig program for
forurensningsovervåking. Rapport 509/92).

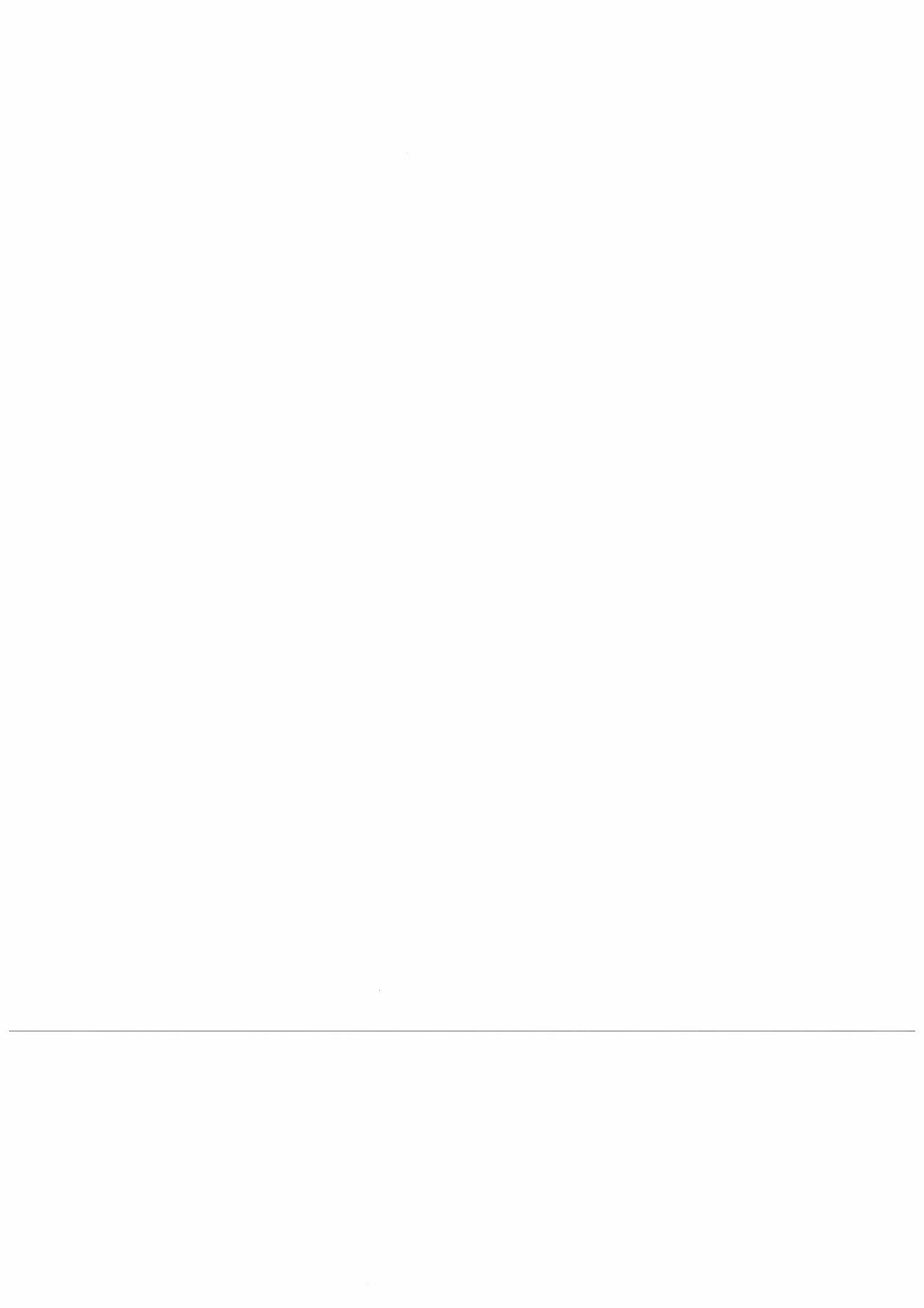
Rosland, A. (1987) Utslippskoeffisienter. Oversikt over koef-
fisienter for utslipp til luft og metoder for å beregne
disse. Oslo.

Torp, C., Larssen, S. og Sørli, J. (1991) Brukerveiledning for
VLUFT, versjon 2.0. Lillestrøm (NILU TR 12/91).



VEDLEGG A

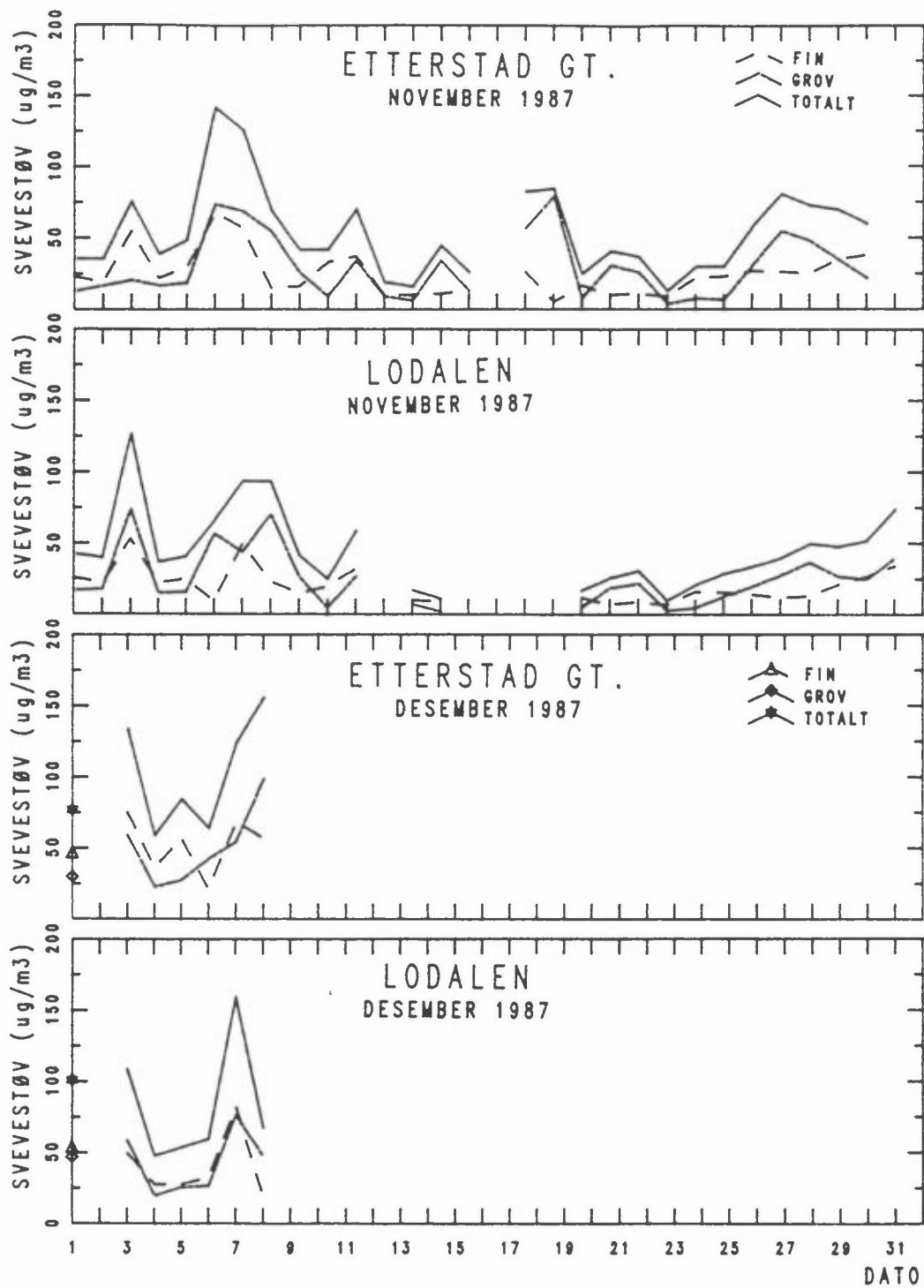
Målinger av svevestøvkonsentrasjoner
i Oslo.



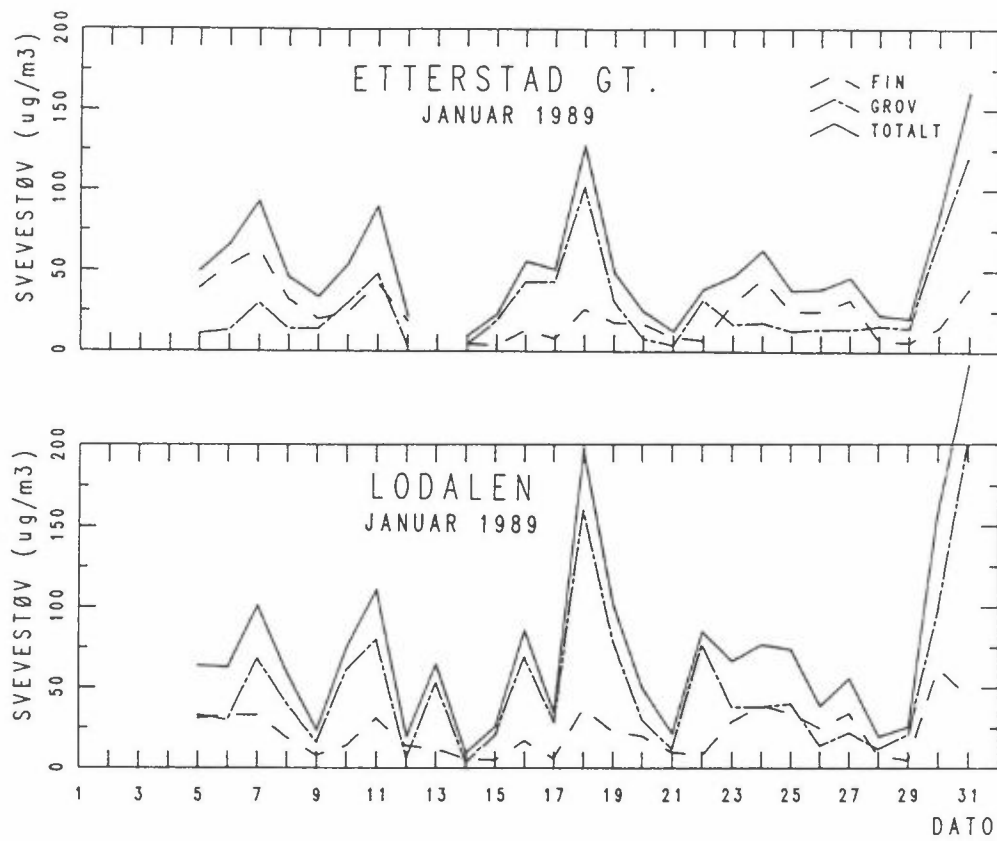
Resultater av støv- og partikkelmålinger i Oslo.

Vedlagte figurer viser resultatet av konsentrasjonsmålinger som er benyttet til å utvikle beregningsprosedyrene.

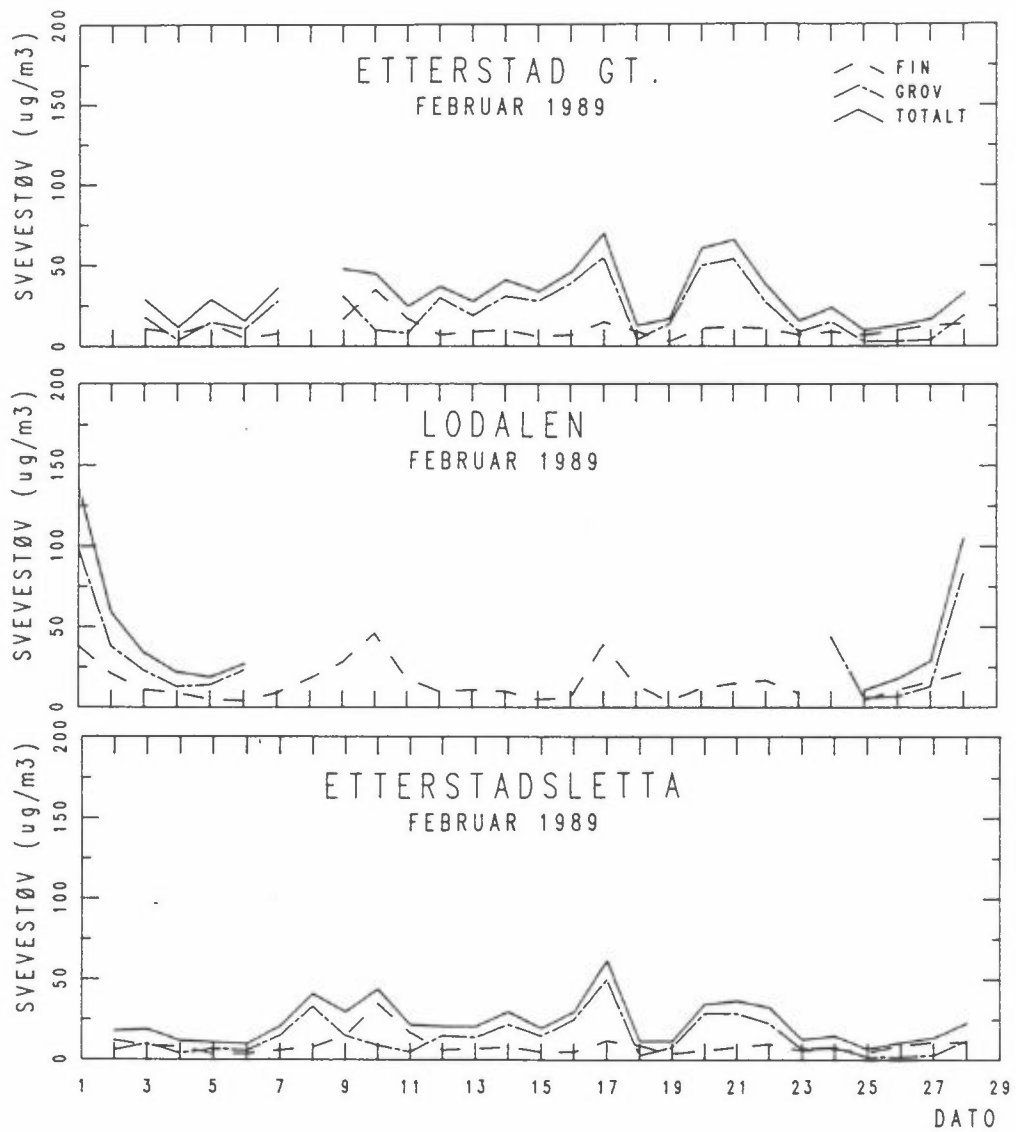
Under hver figur er det gitt referanse til NILU-rapporter som beskriver målingene.



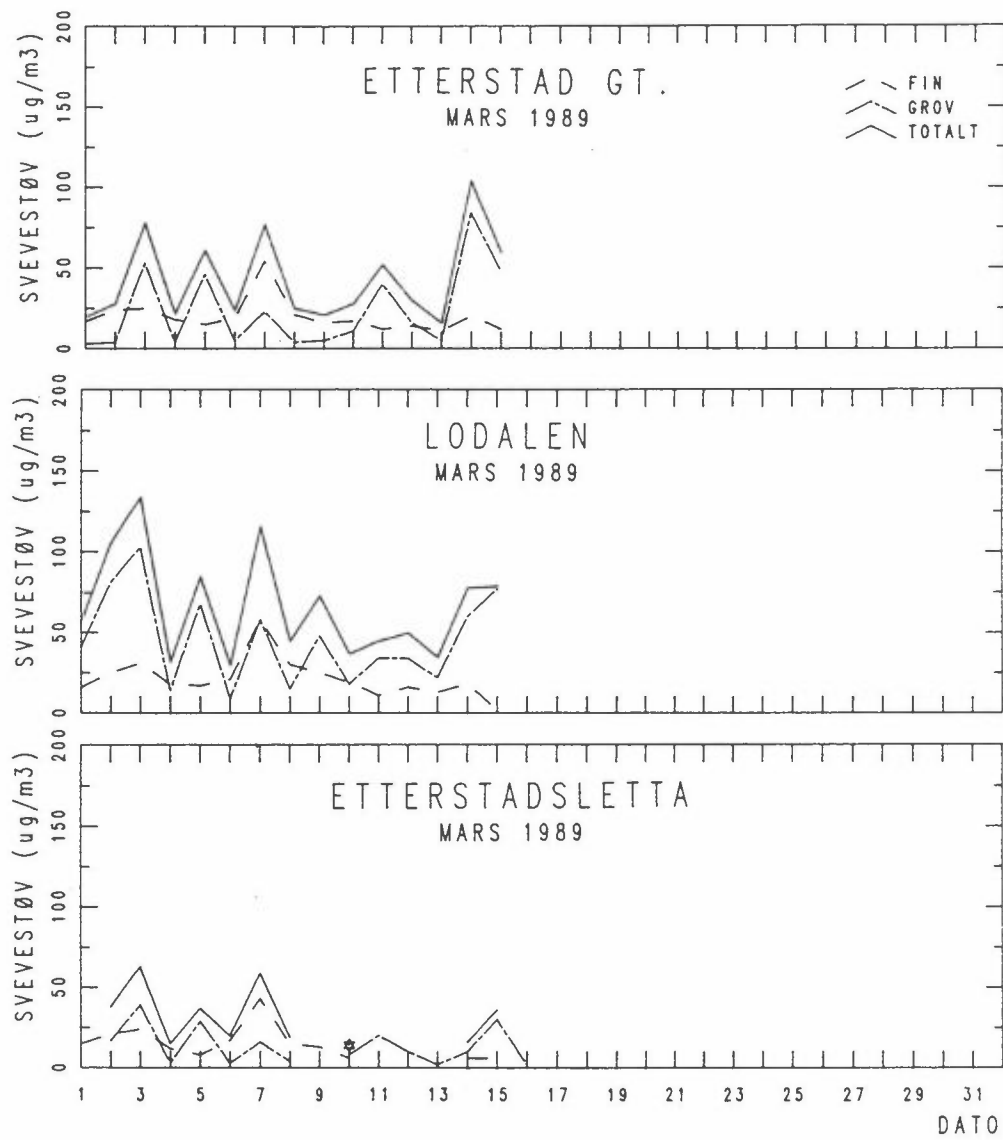
Figur 1: Referanse: NILU OR 51/89.



Figur 2: Referanse: NILU OR 51/89.

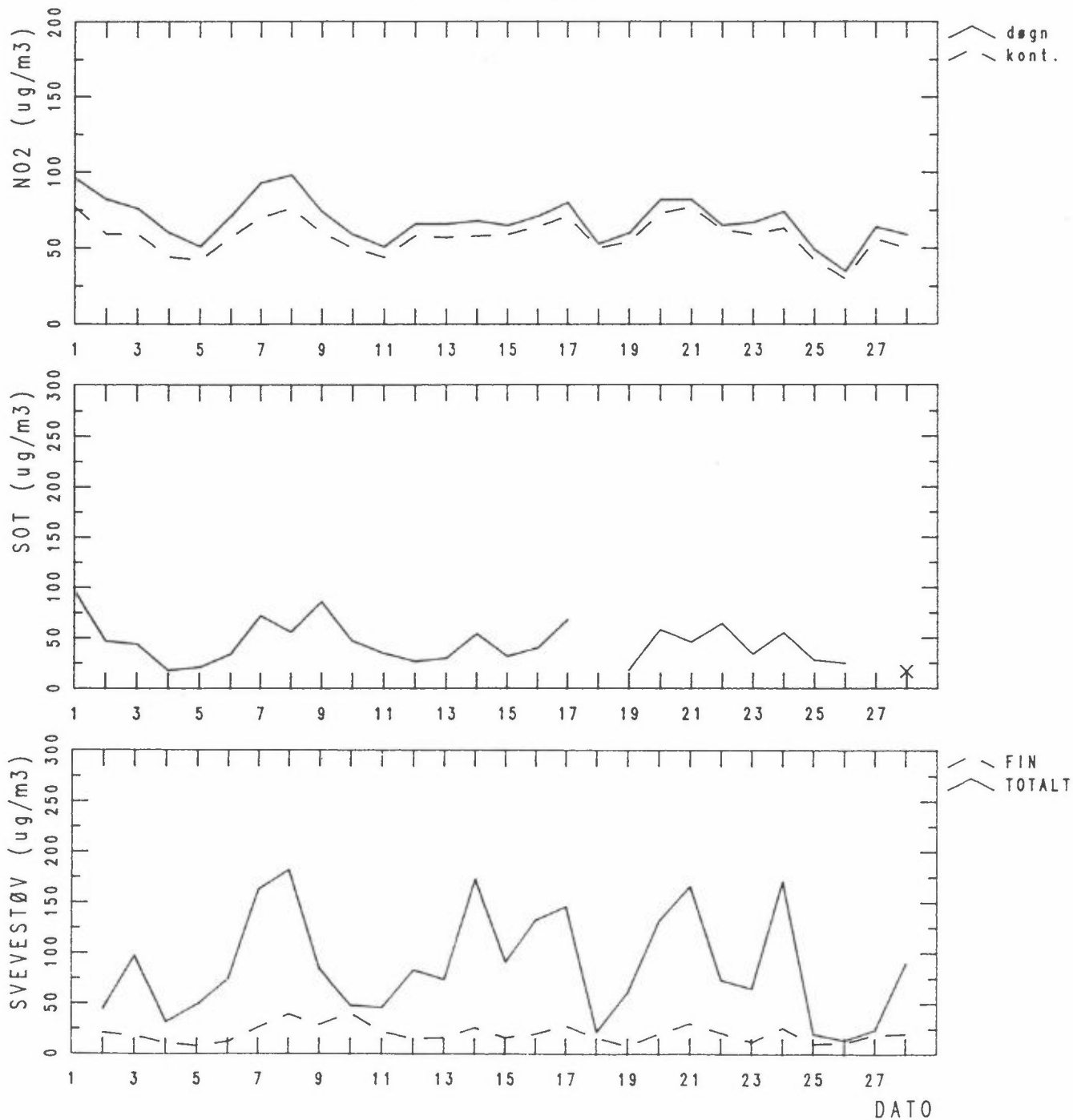


Figur 3: Referanse: NILU OR 51/89.



Figur 4: Referanse: NILU OR 51/89.

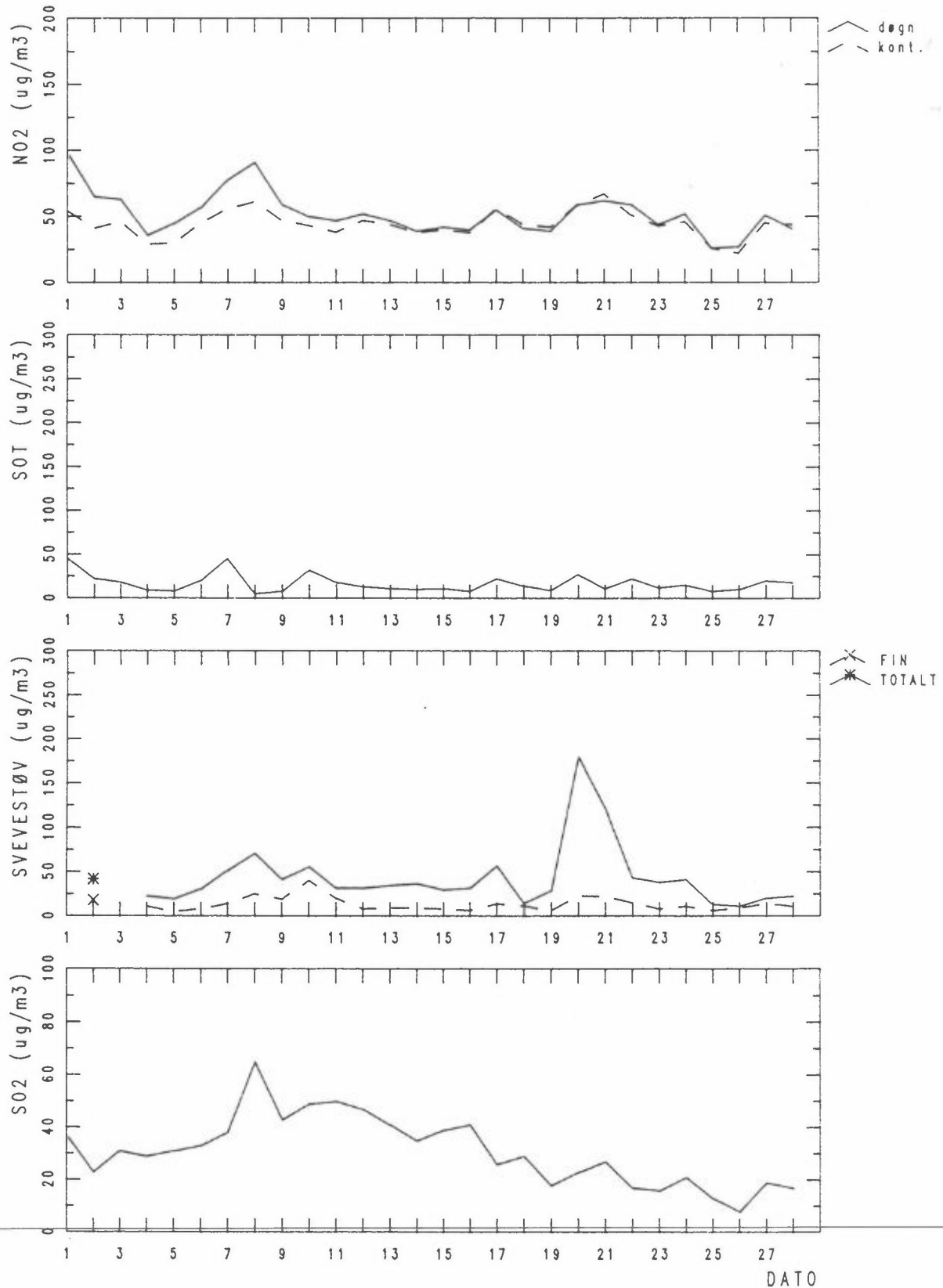
ST.OLAVS GT.
FEBRUAR 1989



Figur V.2.11: Døgnmiddelverdier NO₂ og sot, St. Olavs gt. februar 1989.

Figur 5: Referanse: NILU OR 58/90.

REF. ST. OLAV
FEBRUAR 1989

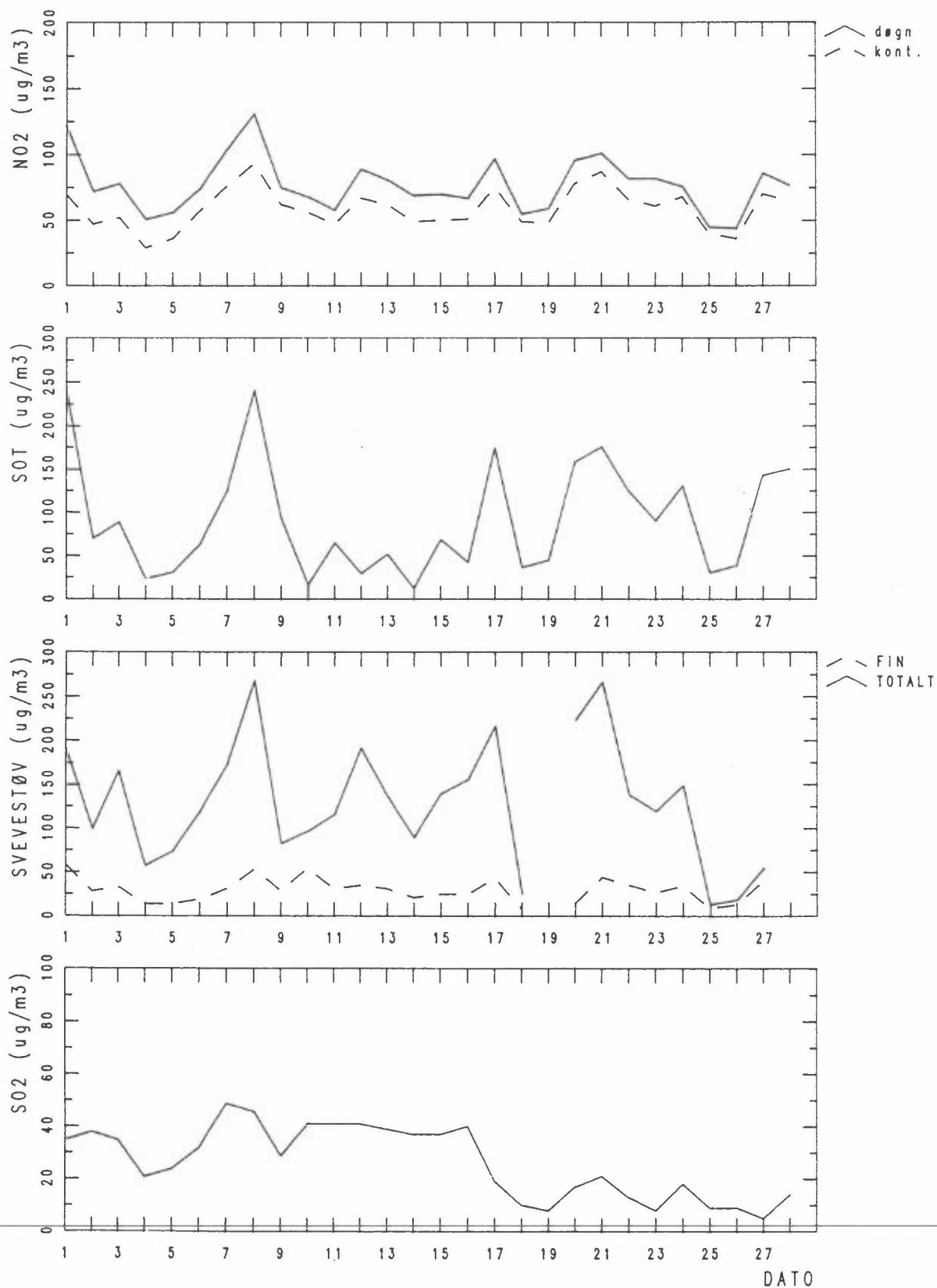


Figur V.2.12: Døgnmiddelverdier referansestasjon sentrum, februar 1989, NO₂, sot, PM₁₀, SO₂.

Figur 6: Referanse: NILU OR 58/90.

STRØMSVEIEN

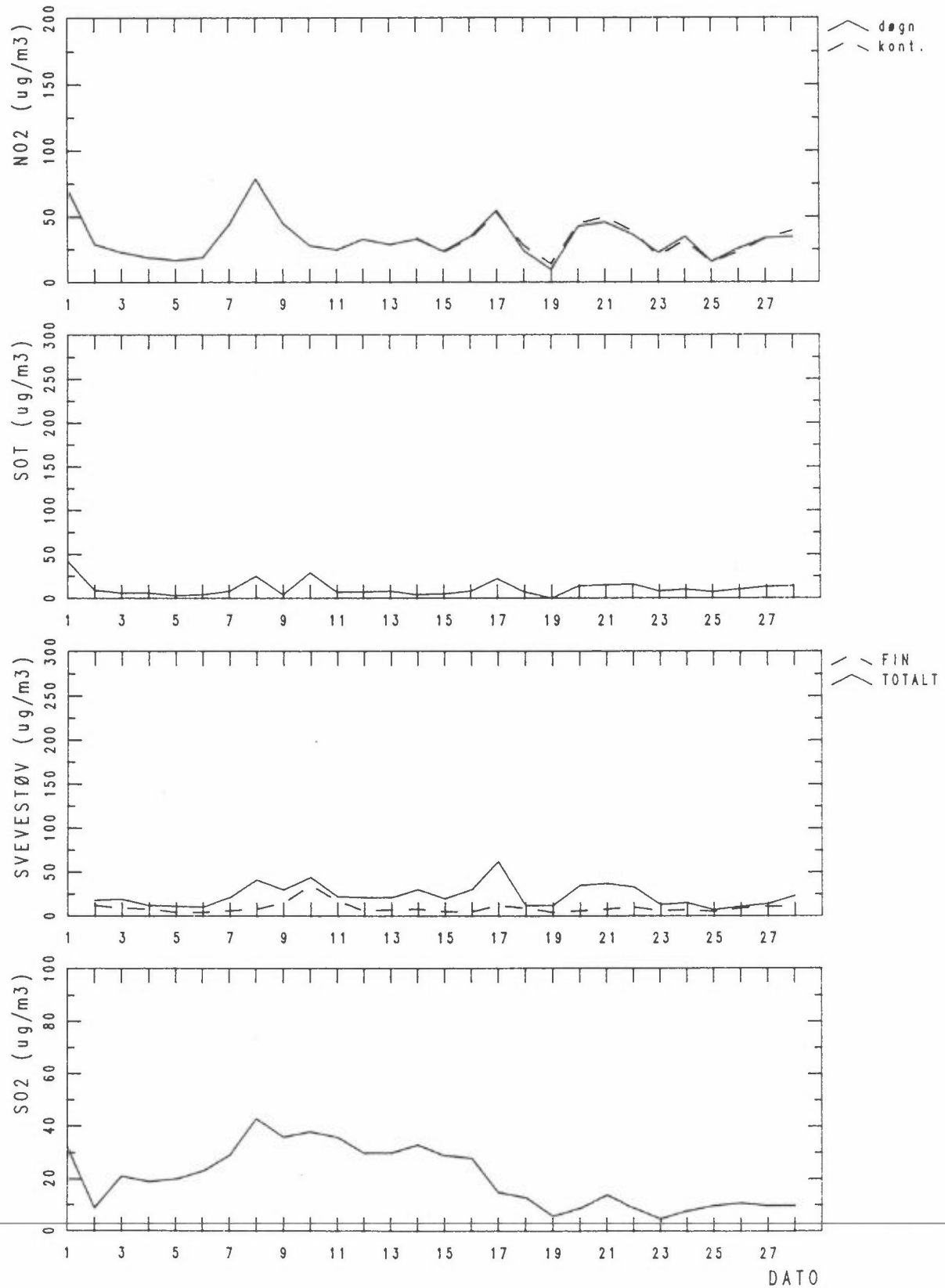
FEBRUAR 1989



Figur V.2.15: Døgnmiddelverdier Strømsveien februar 1989, NO_2 , sot, PM_{10} , SO_2 .

Figur 7: Referanse: NILU OR 58/90.

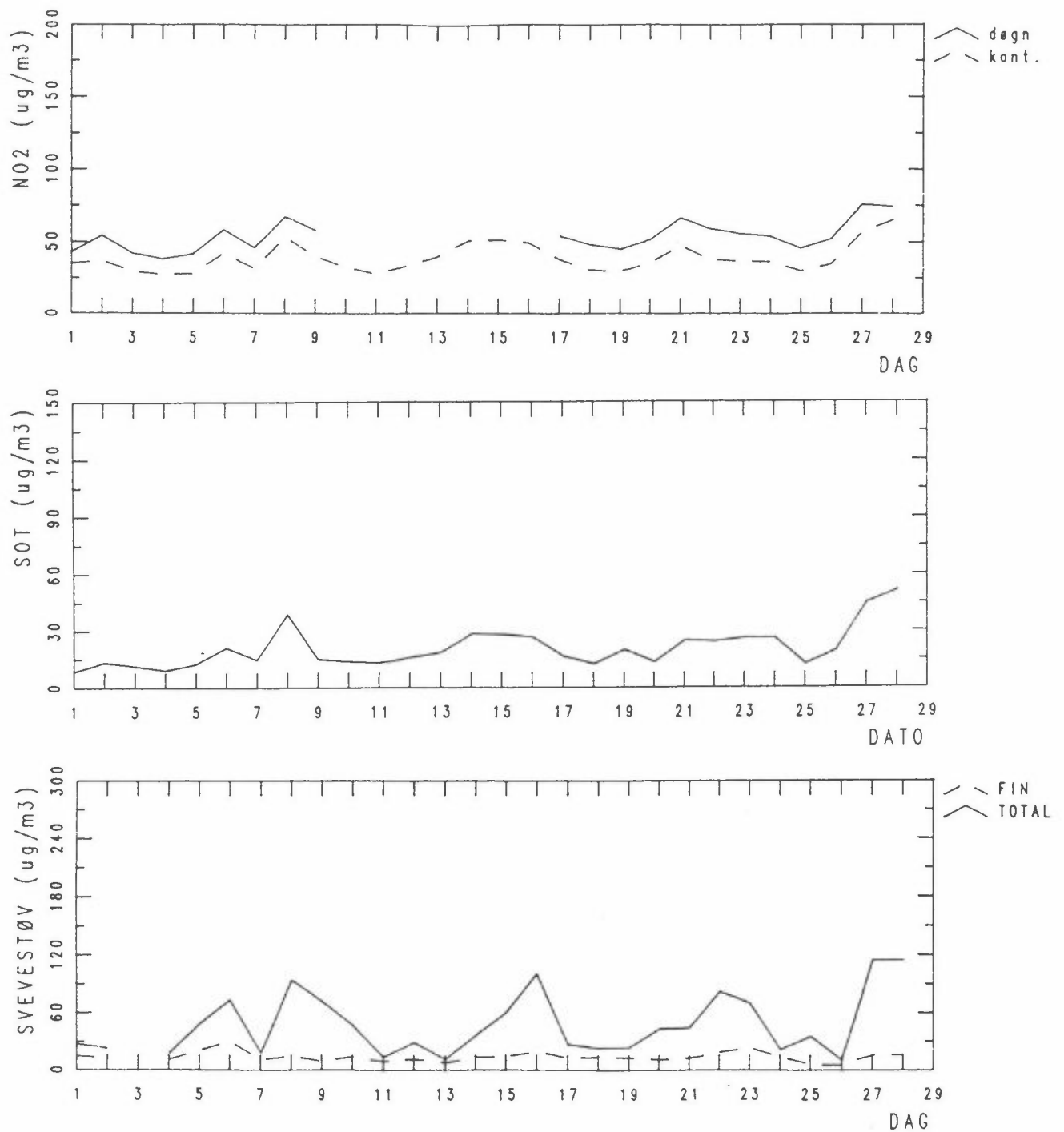
REF. STRØMSV.
FEBRUAR 1989



Figur V.2.16: Døgnmiddelverdier referansestasjon Etterstad, februar 1989, NO₂, sot, PM₁₀, SO₂.

Figur 8: Referanse: NILU OR 58/90.

PILESTREDET
FEBRUAR 1990

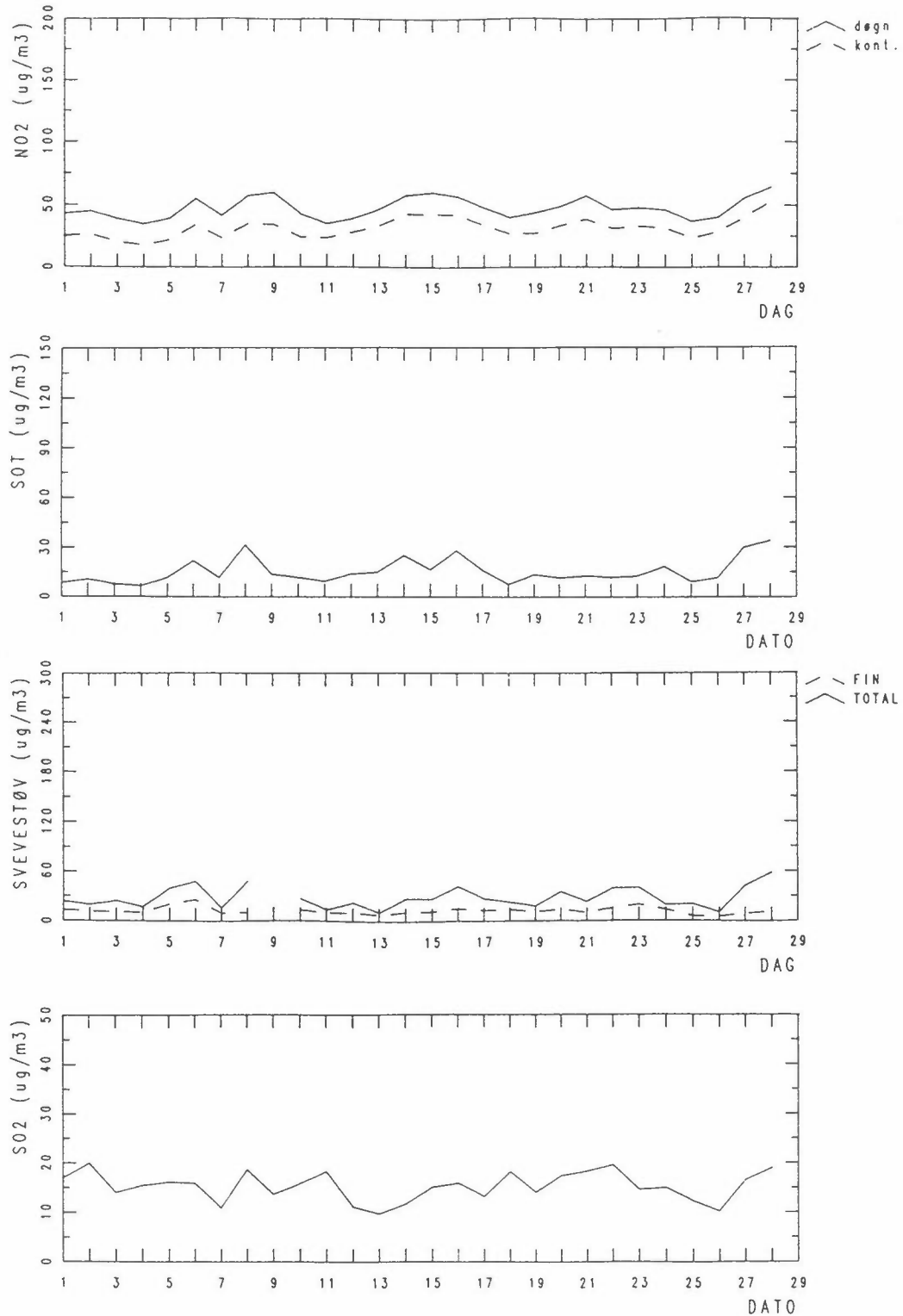


Figur V.2.9: Døgnmiddelverdier, NO₂, sot og PM₁₀, Pilestredet, februar 1990.

— Døgnmidlere målinger, integrerende metode.
--- Kontinuerlig registrerende metode.

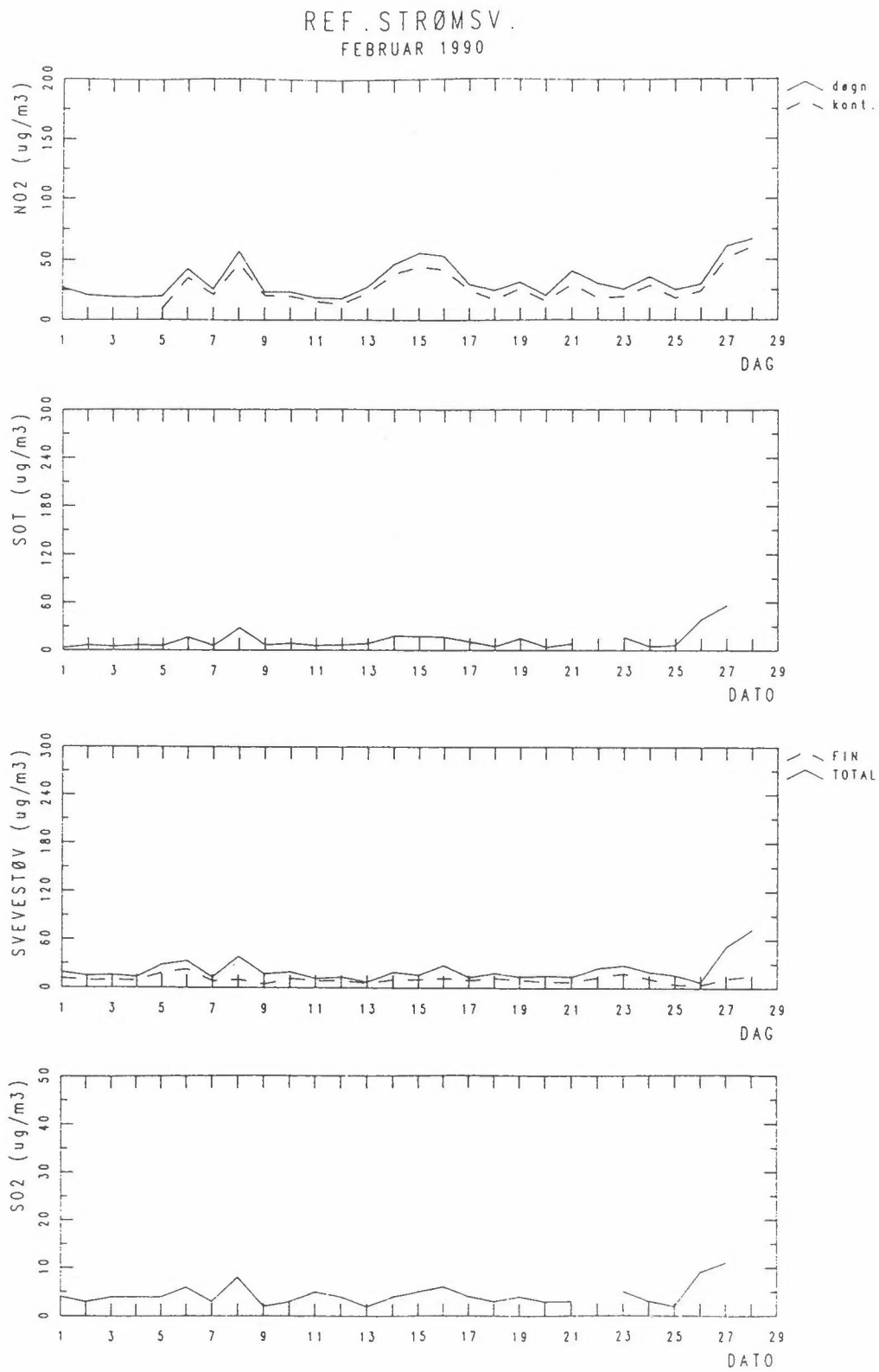
Figur 9: Referanse: NILU OR 59/91.

REF. PILESTREDET
FEBRUAR 1990



Figur V.2.10: Døgnmiddelverdier, referansestasjon sentrum, februar 1990, NO₂, sot, PM₁₀ og SO₂.

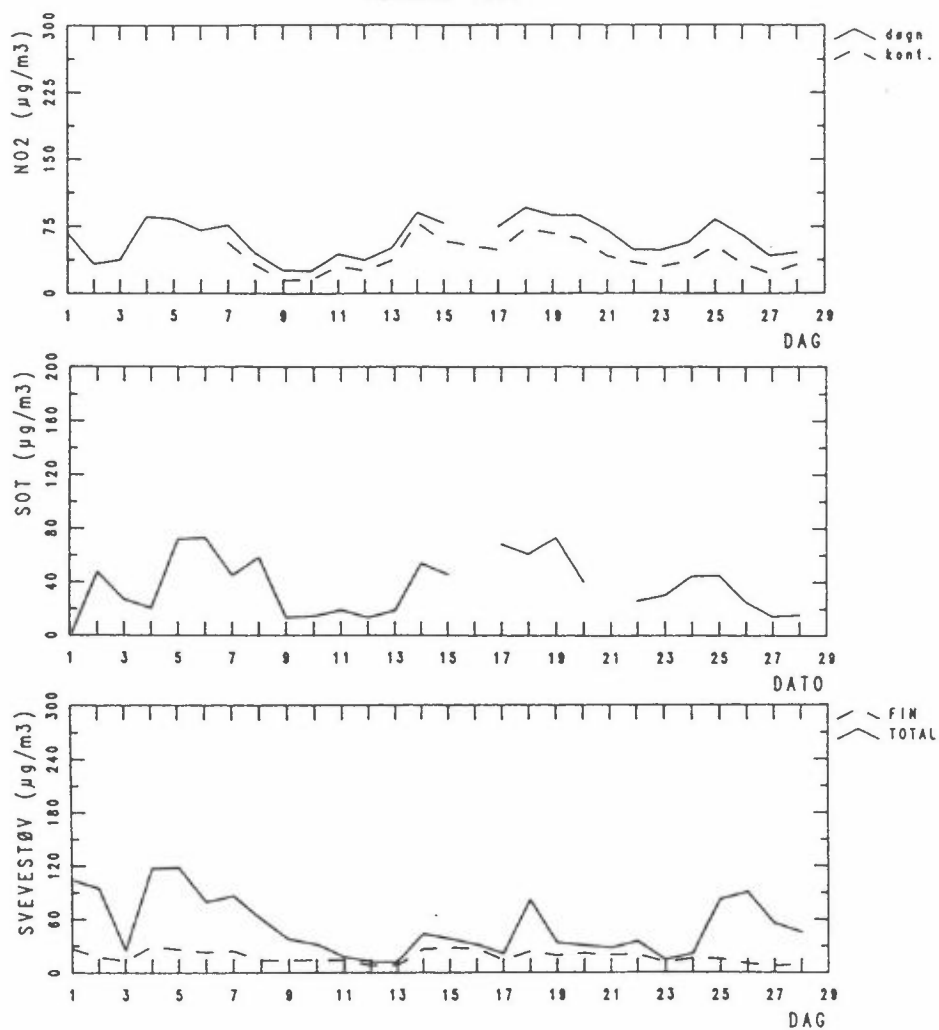
Figur 10: Referanse: NILU OR 59/91.



Figur V.2.14: Døgnmiddelverdier, referansestasjon Strømsveien, februar 1990, NO₂, sot, PM₁₀ og SO₂.

Figur 11: Referanse: NILU OR 59/91.

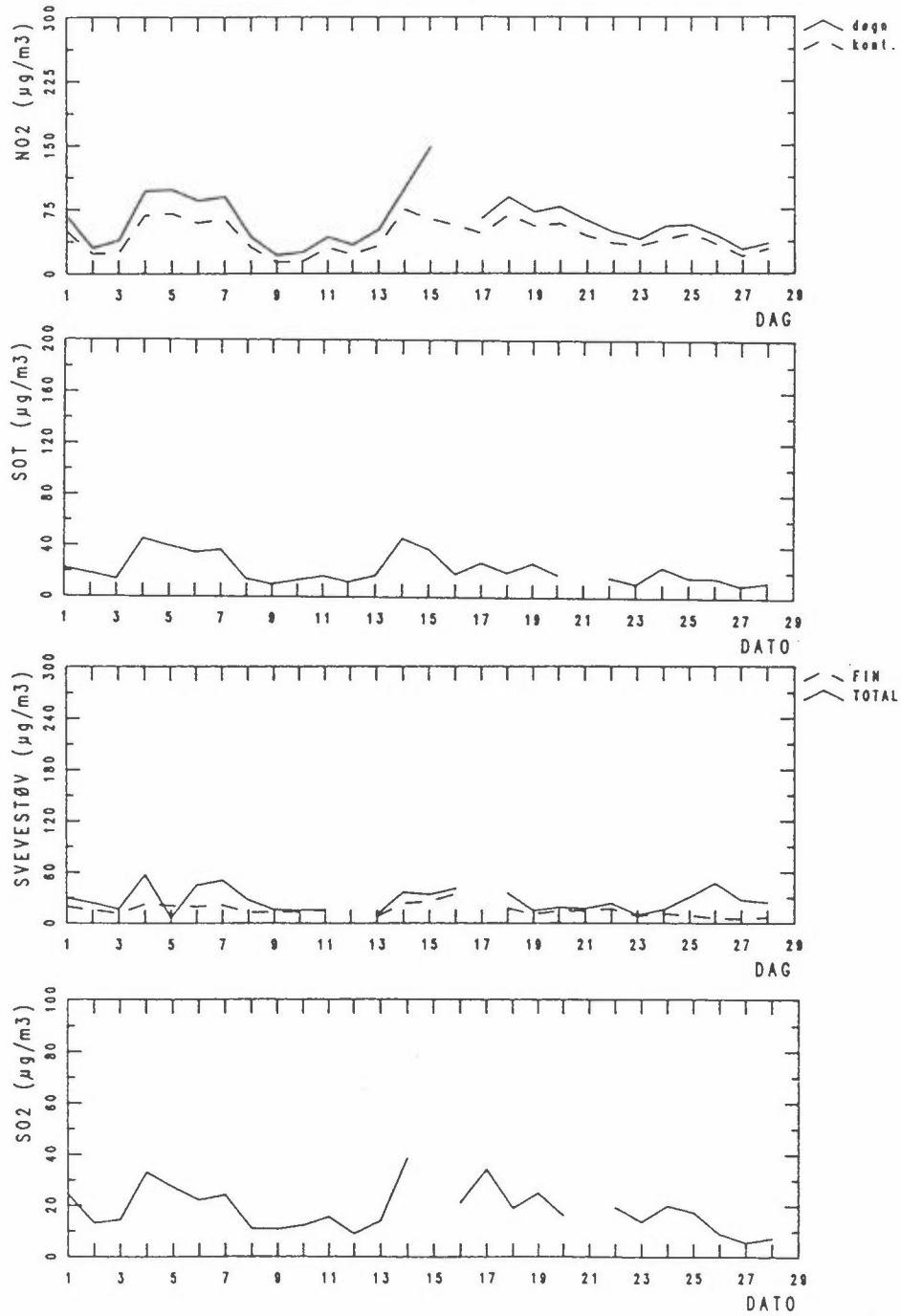
PILESTREDET
FEBRUAR 1991



Figur V.2.11: Døgnmiddelverdier, NO₂, sot og svevestøv, Pilestredet, februar 1991.

Figur 12: Referanse: NILU OR 74/92.

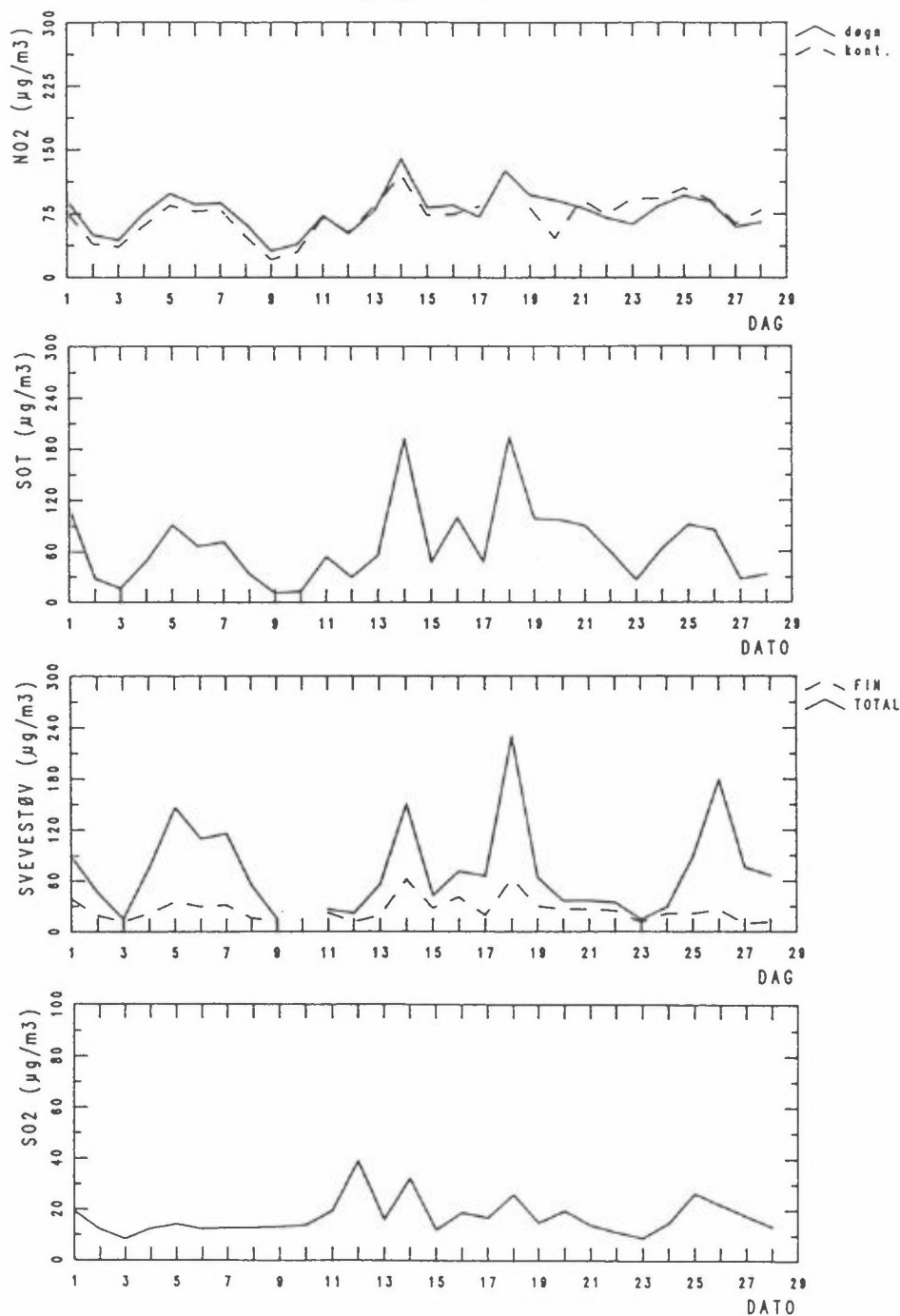
REF. PILESTREDET
FEBRUAR 1991



Figur V.2.12: Døgnmiddelverdier referansestasjon sentrum, februar 1991, NO₂, sot, svevestøv og SO₂.

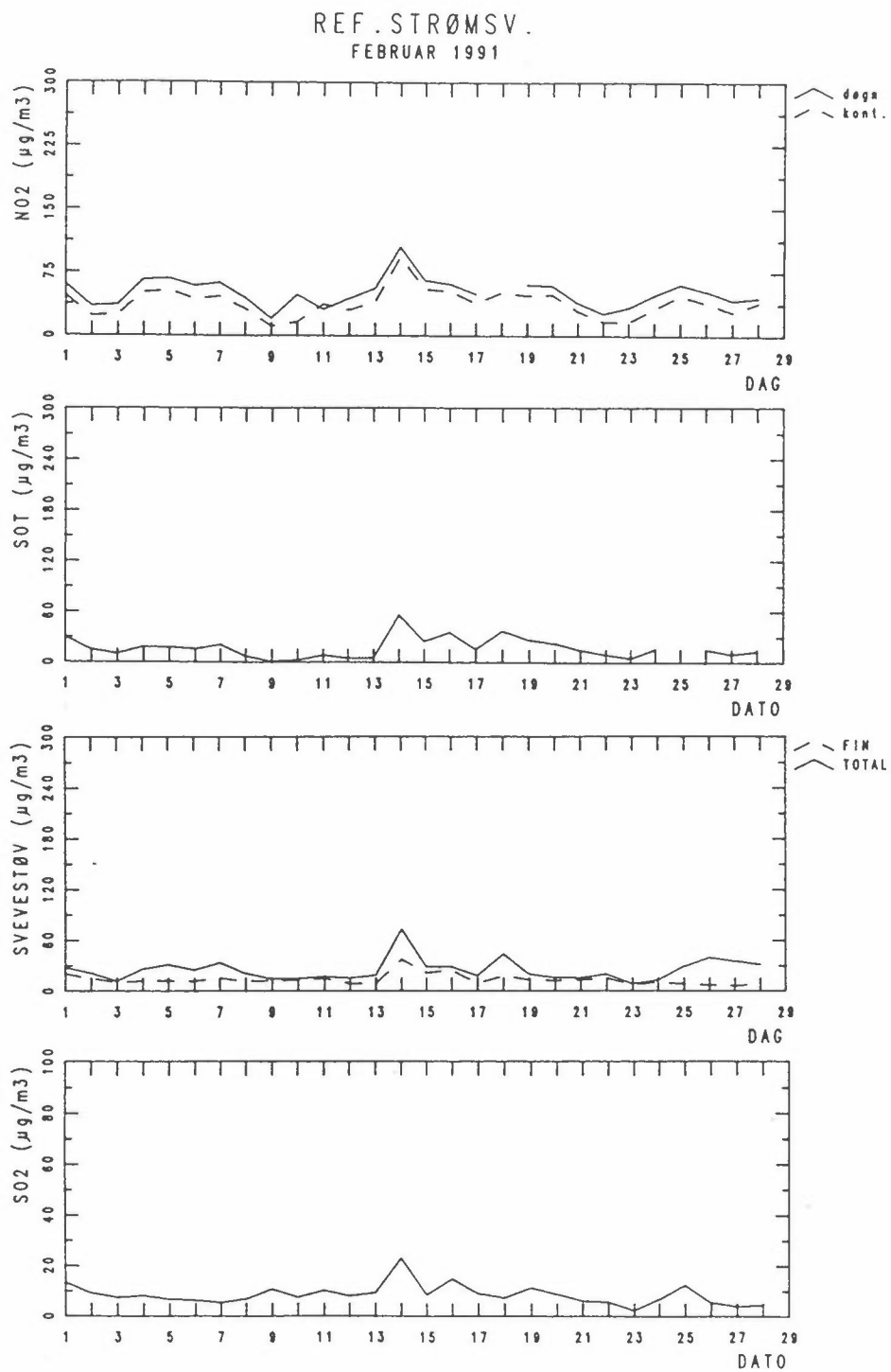
Figur 13: Referanse: NILU OR 74/92.

STRØMSVEIEN
FEBRUAR 1991



Figur V.2.15: Døgnmiddelverdier Strømsveien, februar 1991, NO_2 , sot, svevestøv og SO_2 .

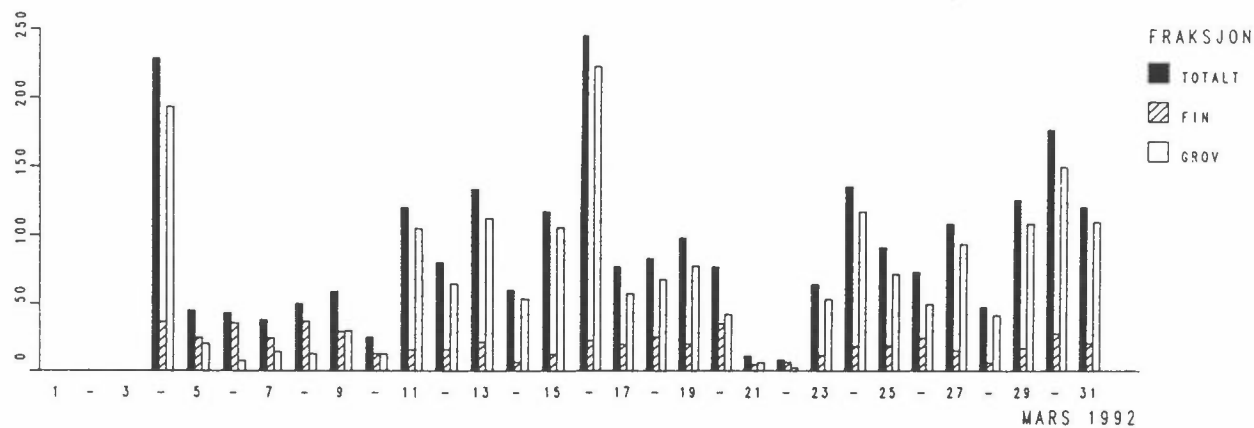
Figur 14: Referanse: NILU OR 74/92.



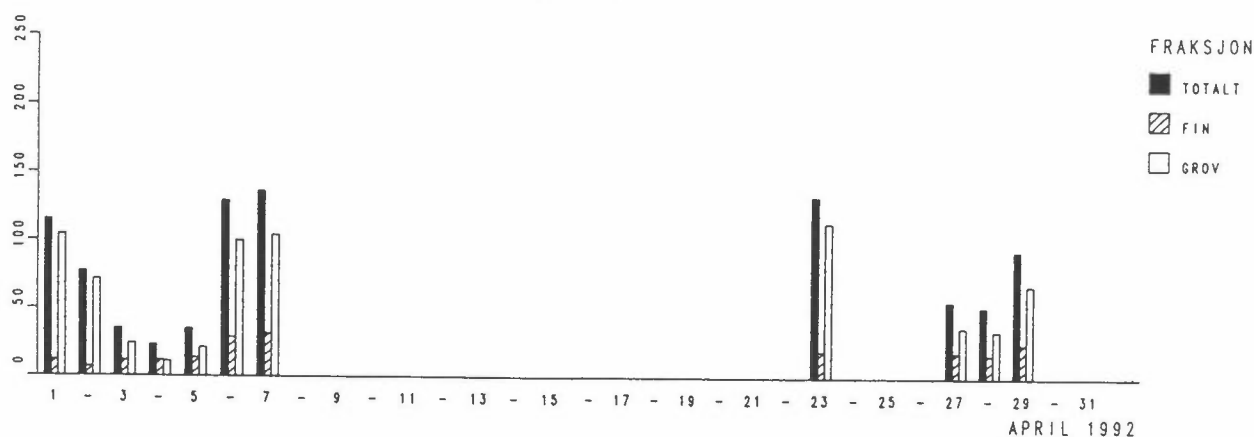
Figur V.2.16: Døgnmiddelverdier referansestasjon Strømsveien, februar 1991, NO₂, sot, svevestøv og SO₂.

Figur 15: Referanse: NILU OR 74/92.

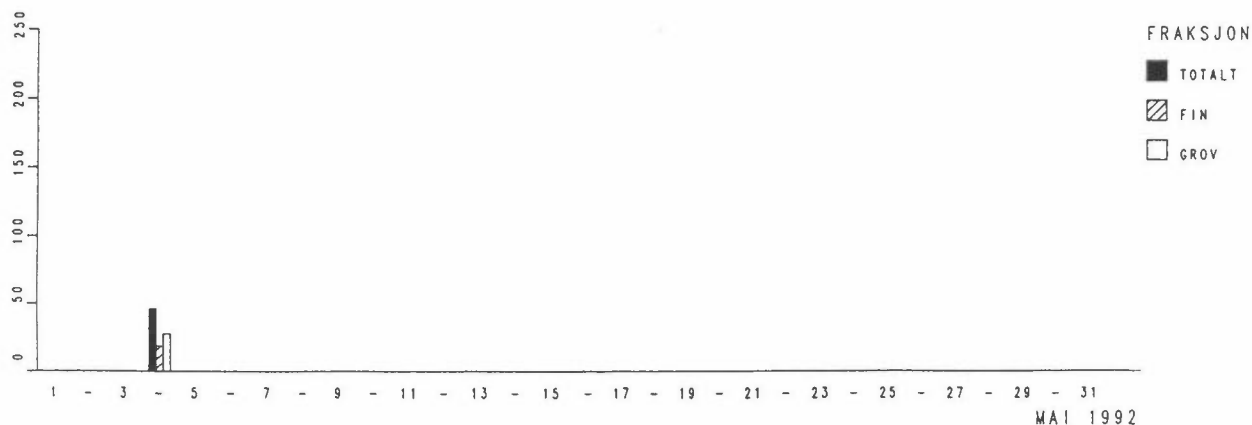
ØSTRE AKER VEI (ved Biltilsynet)



ØSTRE AKER VEI (ved Biltilsynet)



ØSTRE AKER VEI (ved Biltilsynet)



Figur 5: Østre Aker vei.

Resultater fra svevestøvmålinger med "Dichotomus"-prøvetaker.

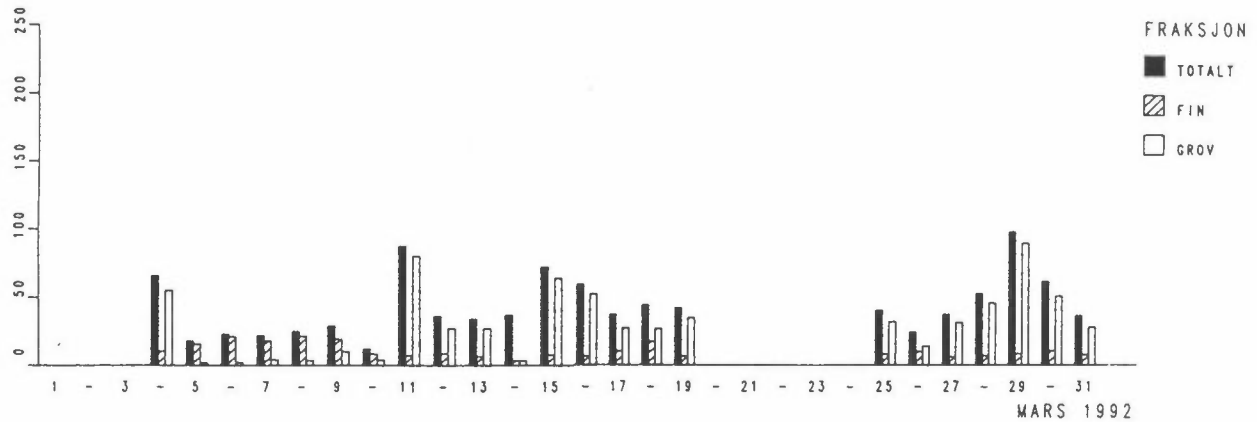
"Totalt": PM_{10} ($d_p < 10 \mu m$)

"Fin" : $PM_{2,5}$ ($d_p < 2,5 \mu m$)

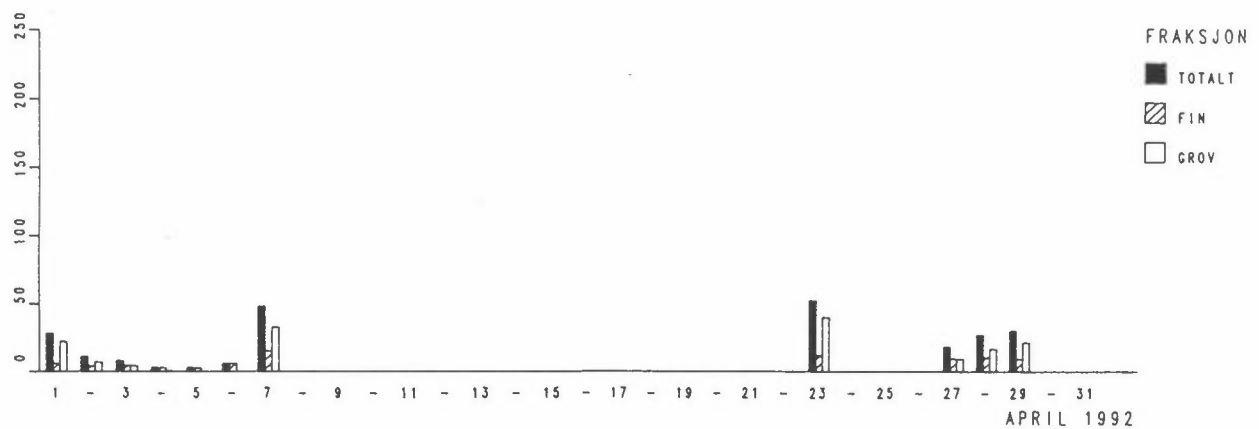
"Grov" : ($2,5 \mu m < d_p < 10 \mu m$)

Figur 16: Referanse: NILU OR 92/92.

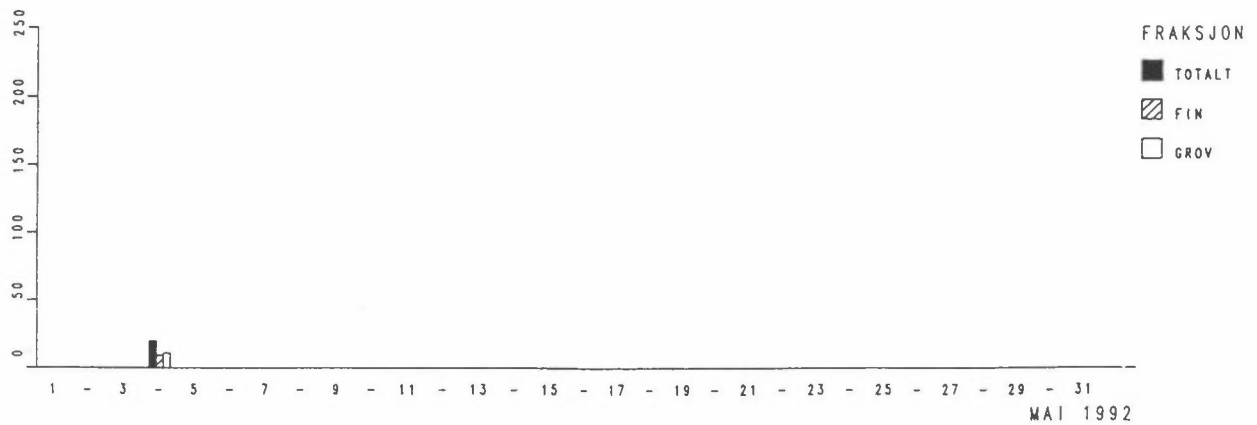
HELLERUDVEIEN (ved Trasop skole)



HELLERUDVEIEN (ved Trasop skole)



HELLERUDVEIEN (ved Trasop skole)



Figur 6: Hellerudveien.
Resultater fra svevestøvmålinger med "Dichotomous"-
prøvetaker.

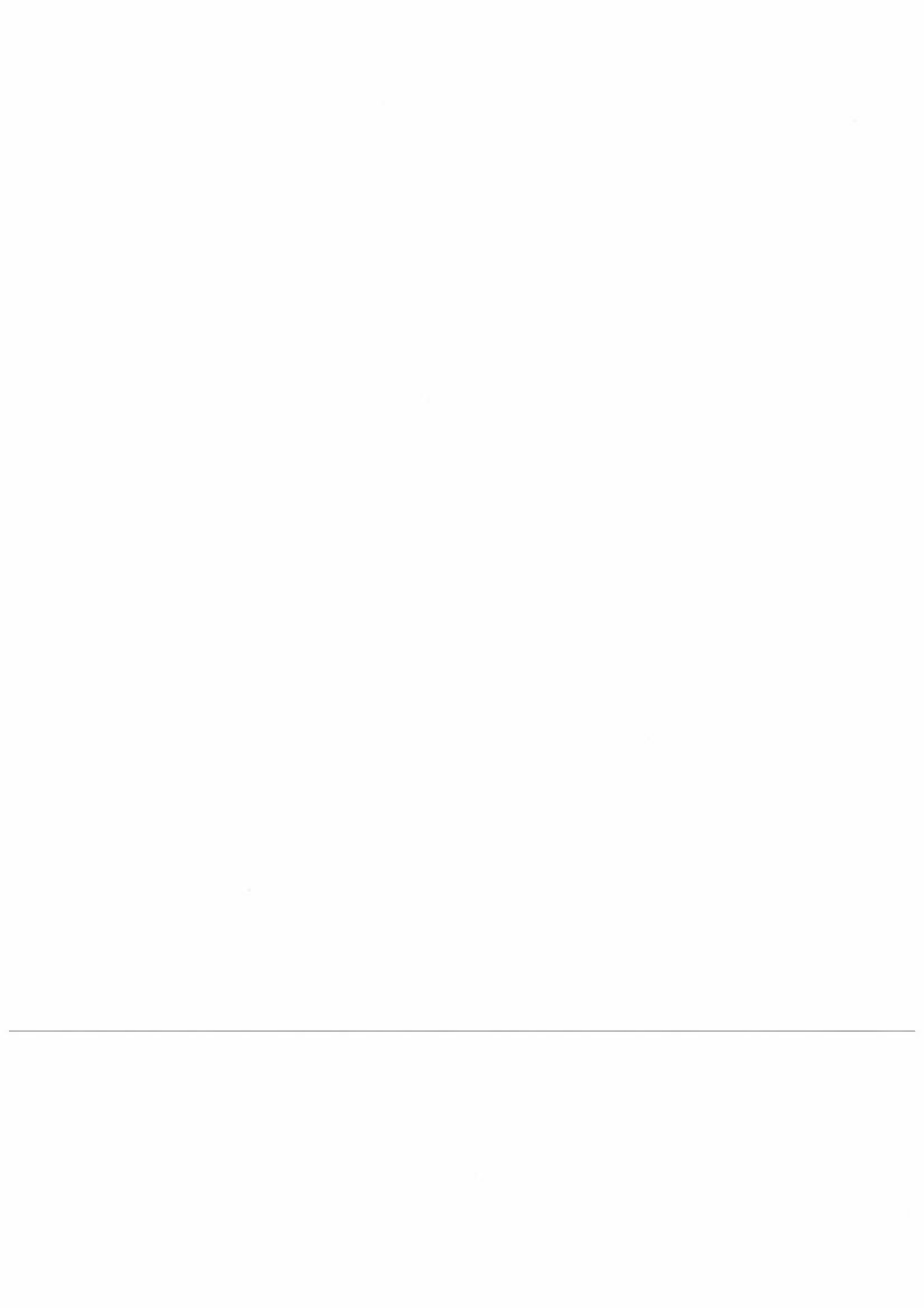
"Totalt": PM_{10} ($d_p < 10 \mu m$)
 "Fin" : $PM_{2,5}$ ($d_p < 2,5 \mu m$)
 "Grov" : ($2,5 \mu m < d_p < 10 \mu m$)

Figur 17: Referanse: NILU OR 92/92.

VEDLEGG B

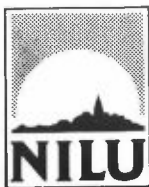
Forholdet mellom maksimal timeverdi og maksimal døgnverdi
av CO og NO_x målt ved gater og på referanse-
stasjoner i Oslo, 1985-91.

Data er vedlagt i Tabell B1.



Tabell B1: Forholdet mellom maksimal timeverdi og maksimal døgnerverdi.

CO	St. Olavsgt.		St.0- N. Brunsgt.		Strømsvn.		Strømsvn.- Etterstadsl.		Pilestredet		Pilestredet- N. Bruns gt.	
	max t max d	3 høy.t 3 høy.d	max t max d	3 høy.t 3 høy.d	max t max d	3 høy.t 3 høy.d	max t max d	3 høy.t 3 høy.d	max t max d	3 høy.t 3 høy.d	max t max d	3 høy.t 3 høy.d
85	1,88	1,96	1,94	2,15	-	-	-	-	-	-	-	-
86	2,33	2,57	3,49	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
87	1,72	1,93	1,88	2,01	-	-	-	-	-	-	-	-
88	2,60	2,49	2,55	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-
89	2,25	2,37	2,58	2,44	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62	2,57	-	-
91	-	-	2,49	2,44	-	-	-	-	2,84	2,60	2,09	1,86
NO _x												
85	1,67	1,82	2,29	2,17	-	-	-	-	-	-	-	-
86	2,04	2,49	5,02	3,02	-	-	-	-	-	-	-	-
87	1,77	1,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	2,37	2,37	3,17	2,27	-	-	-	-	-	-	-	-
89	2,02	2,14	2,48	2,16	2,27	2,37	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	1,96	2,43	2,08	2,53	1,99	2,21	-	-
91	-	-	-	-	1,89	1,90	1,99	2,08	2,52	2,30	2,41	2,47



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

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 36/93	ISBN-82-425-0496-2	
DATO 4.10.93	ANSV. SIGN. <i>Årmland</i>	ANT. SIDER 43	PRIS NOK 75,-
TITTEL Beregning av PM ₁₀ -konsentrasjoner og resultatpresen- tasjon i VLUFT 2.5		PROSJEKTLEDER K.E. Grønskei	
		NILU PROSJEKT NR. O-92114	
FORFATTER(E) S. Larssen, G. Gram, K.E. Grønskei, C. Torp og D. Tønnesen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. J. Boe Kielland, SFT	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100, Dep. 0032 OSLO			
STIKKORD PM ₁₀ -konsentrasjon Eksponering VLUFT			
REFERAT Modellen VLUFT for spredningsberegninger ved veier er utvidet til å omfatte sveve støvkonsentrasjoner (PM ₁₀). Metodene er basert på målinger i og ved gater i Oslo.			

TITLE Calculations of PM ₁₀ -concentrations in VLUFT 2.5
ABSTRACT The NILU model VLUFT for calculation of pollution from road traffic is extended to include PM ₁₀ , particulate matter <10 µ. The methods are semi-empirical and are based upon measurements in and at streets in Oslo.

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