

NILU OR: 12/92

NILU OR : 12/92
REFERANSE : O-8867
DATO : MAI 1992
ISBN : 82-425-0341-9

Støvfall ved Fjellinjens ventilasjonssjakter Før/etter-målinger

S. Larssen og I. Haugsbakk

INNHold

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	5
2 STASJONSNETT OG MÅLEPROGRAM	5
3 RESULTATER OG KOMMENTARER	9
4 DISKUSJON	21
4.1 Sentral øst	21
4.2 Sentral vest	22
5 KONKLUSJON	23
6 REFERANSER	24
VEDLEGG A: Retningslinjer for støvfall	25
VEDLEGG B: Vindroser og nedbørmengder, og plott av måleresultater	29

SAMMENDRAG

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Statens vegvesen ved Veisjefen i Oslo målt støvfall ved Fjellinjens ventilasjonssjakter før og etter at tunnelen ble åpnet. Målingene ble utført i perioden fra februar 1989 til mai 1991. Fjellinjen ble åpnet for trafikk 18. januar 1990.

Målet for undersøkelsen var å vurdere bidraget fra Fjellinjen veitunnel til støvbelastningen nær ventilasjonssjaktene. Målingene har vært konsentrert omkring sjakten i hver ende av tunnelen. Sjakten i vest er 30 m høyt, og sjakten i øst er 20 m høyt. I tillegg er det målt støvfall på to referansestasjoner, én i Dronningparken og én ved Vår Frelzers gravlund. Støvfall måles i mengde (vekt) pr. måned og m^2 .

Støvfallet er vesentlig høyere om vinteren enn om sommeren, pga. piggdekkenes slitasje av veidekket. Gjennomsnittlig støvfall i vintermånedene var ved vestre sjakt 9% høyere etter at tunnelen åpnet, enn før. Ved østre sjakt ble det målt en reduksjon på 22%, mens på referansestasjonene en økning på 9%.

Støvfallet på målestasjonene påvirkes, i tillegg til utslipp fra veier i nærheten, sjakter og andre kilder, av nedbørmengde og hovedvindretning i forhold til retning fra sjakt til målestasjon. De endringene fra før- til etter-situasjonen som er målt kan derfor ikke direkte tilskrives virkninger av tunnelen og sjaktutslippet.

I noen måneder ble det ved enkelte stasjoner målt høye verdier både før og etter åpningen av Fjellinjen. Støvfallsbelastningen vurderes ut fra anbefalte retningslinjer. "Høyt" støvfall ($>8 \text{ g}/m^2$ pr 30 døgn) ble målt 3 ganger ved teknisk sentral vest (to av disse etter at Fjellinjen var åpnet) og 14 ganger ved teknisk sentral øst (åtte av disse etter at Fjellinjen var åpnet). Høyeste verdi ($15,8 \text{ g}/m^2$) ble målt ved teknisk sentral øst i april 1989, før Fjellinjen ble åpnet. Dette var den

eneste målingen i hele perioden som kan betegnes som "meget høy". De fleste høye måleverdiene ble observert etter at Fjellinjen var åpnet for trafikk.

På de fleste stasjonene er det nedbørmengden som forklarer det meste av variasjonen i støvfall fra måned til måned. Månedlig støvfall avtok med økende nedbørmengde.

Et unntak er stasjon 1 ved sentral Vest. Her sees ikke denne sammenhengen mellom støvfall og nedbør. Denne stasjonen ligger i hovedvindretningen ca 120 m fra sjakten. Tidligere beregninger har vist at støvfallsbelastningen fra sjakten vil være størst innenfor en avstand på 50-150 m.

Målestasjonene ved sentral Øst var plassert slik at de ikke ble vesentlig belastet av støvfall fra sjakten. Årsaken til dette var de unormale vindforholdene som dominerte i to av de tre vintrene målingene ble foretatt. Normalt er nordøst hovedvindretningen over Oslo om vinteren, mens i to av de tre vintre dominerte vind fra sørvest.

På grunn av de unormale vindforholdene gir ikke målingene grunnlag for å trekke en klar konklusjon vedrørende bidraget til støvfallet fra sjaktene. Resultatene fra stasjon 1 gir et visst grunnlag for å hevde at støvutslippet fra sjakten til tider kan belaste omgivelsene med støvfall som antydnet av de tidligere beregningene. Ved stasjonene i øst har vi ikke målt økt støvfall som kan tilskrives utslippene fra sjaktene. De unormale vindforholdene førte imidlertid til at det i førsituasjonen bare var én måned med mye vind fra nordøst. Dermed fikk man et dårlig grunnlag for å bestemme støvfallet for slike forhold ved sjakten i øst før tunnelen åpnet.

STØV FALL VED FJELLINJENS VENTILASJOSJAKTER FØR/ETTER-MÅLINGER

1 INNLEDNING

NILU har på oppdrag fra Statens vegvesen ved Veisjefen i Oslo, utført målinger av støvfall i forbindelse med den nye veitraséen, Fjellinjen, i Oslo. Målet for undersøkelsen var å kartlegge støvbelastningen ved utluftingssjaktene ved tunnelen før og etter at veitraséen ble tatt i bruk.

2 STASJONSNETT OG MÅLEPROGRAM

NILU har i perioden fra februar 1989 til mai 1991 målt støvfall på 11 stasjoner. Målingene har vært konsentert omkring de to tekniske sentralene, der tunnelluften blir blåst ut gjennom tårnsjakter.

Tårnet i øst består av to sjakter med innvendig areal på 18,5 m² og 31,4 m², der begge tårnene er 20 m høye. Teoretisk luftmengde i det minste tårnet er fra 159 m³/s til 319 m³/s, dvs lufthastighet er fra 8,6 m/s til 17,2 m/s. Teoretisk luftmengde i det store tårnet er 319 m³/s eller 478 m³/s, dvs 10,2 m/s eller 15,2 m/s. Med alle viftene i gang vil samlet luftmengde gjennom begge tårnene være 797 m³/s. Viftene er antatt å ha en årlig driftstid på 1500 timer pr vifte.

Tårn i vest er delt i to separate løp på henholdsvis 25,0 m² og 39,8 m². Tårnet er 30 meter høyt. Teoretisk luftmengde i det minste løpet er fra 195 m³/s til 390 m³/s, dvs. fra 7,8 m/s til 15,6 m/s. Teoretisk luftmengde i det store løpet er 390 m³/s eller 586 m³/s, dvs 9,8 m/s eller 14,7 m/s. Med alle viftene i gang vil samlet luftmengde gjennom begge løpene være 976 m³/s. Viftene i vest er også antatt å ha en årlig driftstid på 1500 timer pr vifte.

Tårnenes plassering og målestasjonene er vist på figur 1.

Det var fire målesteder ved teknisk sentral vest og fem målesteder ved teknisk sentral øst. I tillegg ble det målt støvfall på to referansestasjoner, én i Dronningparken og én ved Vår Frelasers gravlund.

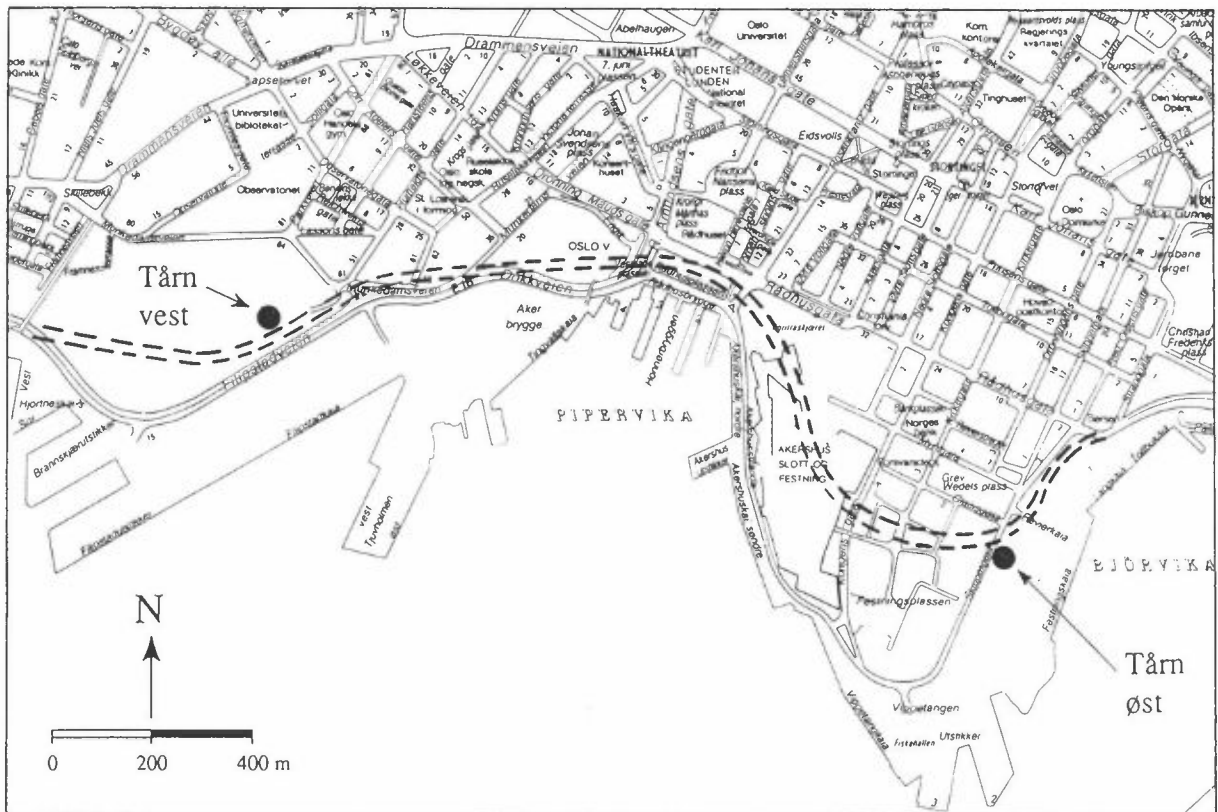
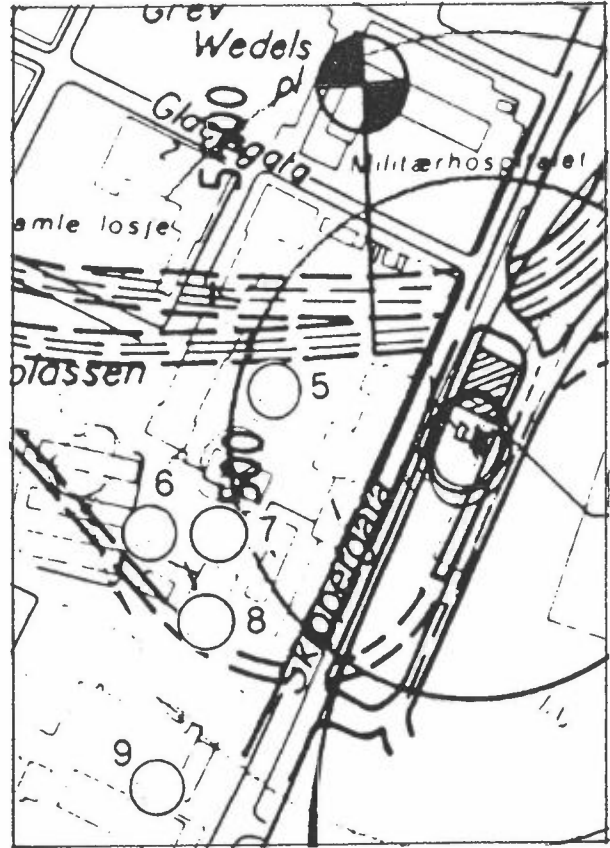
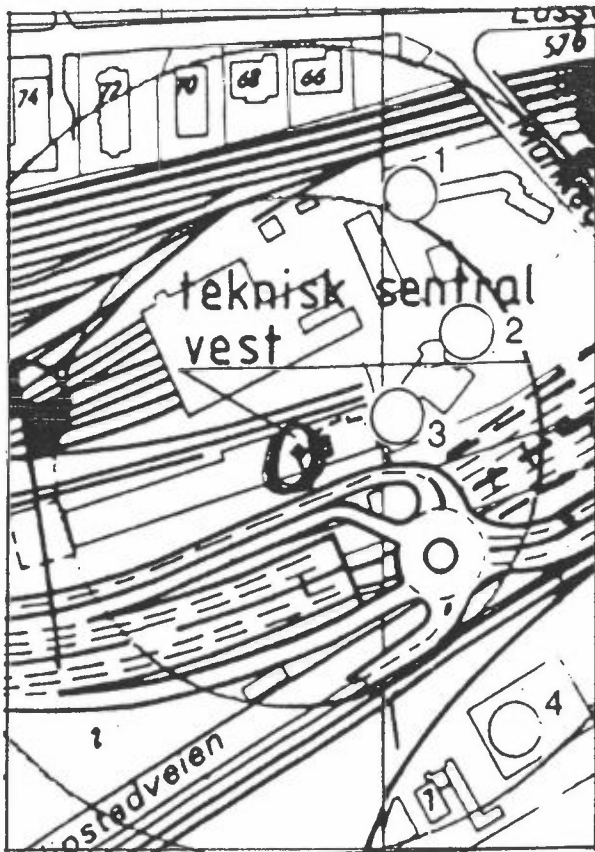
Plassering av målesteder omkring de to tårnene er i første rekke basert på hovedvindretningene i området. Vi har i størst mulig utstrekning prøvd å unngå at målestasjonene skal bli påvirket av andre kilder i områdene. Noe påvirkning fra anleggsvirkksomheten før tunnelmunningen kan imidlertid ikke utelukkes.

I tillegg til de generelle vindforholdene var det praktiske forholdene og hensynet til andre kilder som bestemte hvor målestasjonene ble plassert. Ved sentral øst ble de plassert sørvest for tårnet, dvs. de ville bli belastet fra tårnet ved vind fra hovedvindretningen nordøst, som vanligvis opptrer hyppigst om vinteren. Ved sentral Vest var plassering nordøst for tårnet eneste mulighet. Disse sjaktene belastes fra tårnet ved vind i hovedvindretningen fra sørvest. Denne er mest hyppig om sommeren, men opptrer også relativt hyppig i vinterhalvåret. Stasjon 4 ved sentral Vest kan betraktes som en referansestasjon, i det den er plassert 25 m over bakken i en lite hyppig vindretning. Den ble plassert der på grunn av klage fra byggeieren på mulig ulempe fra utslipp fra tårnet.

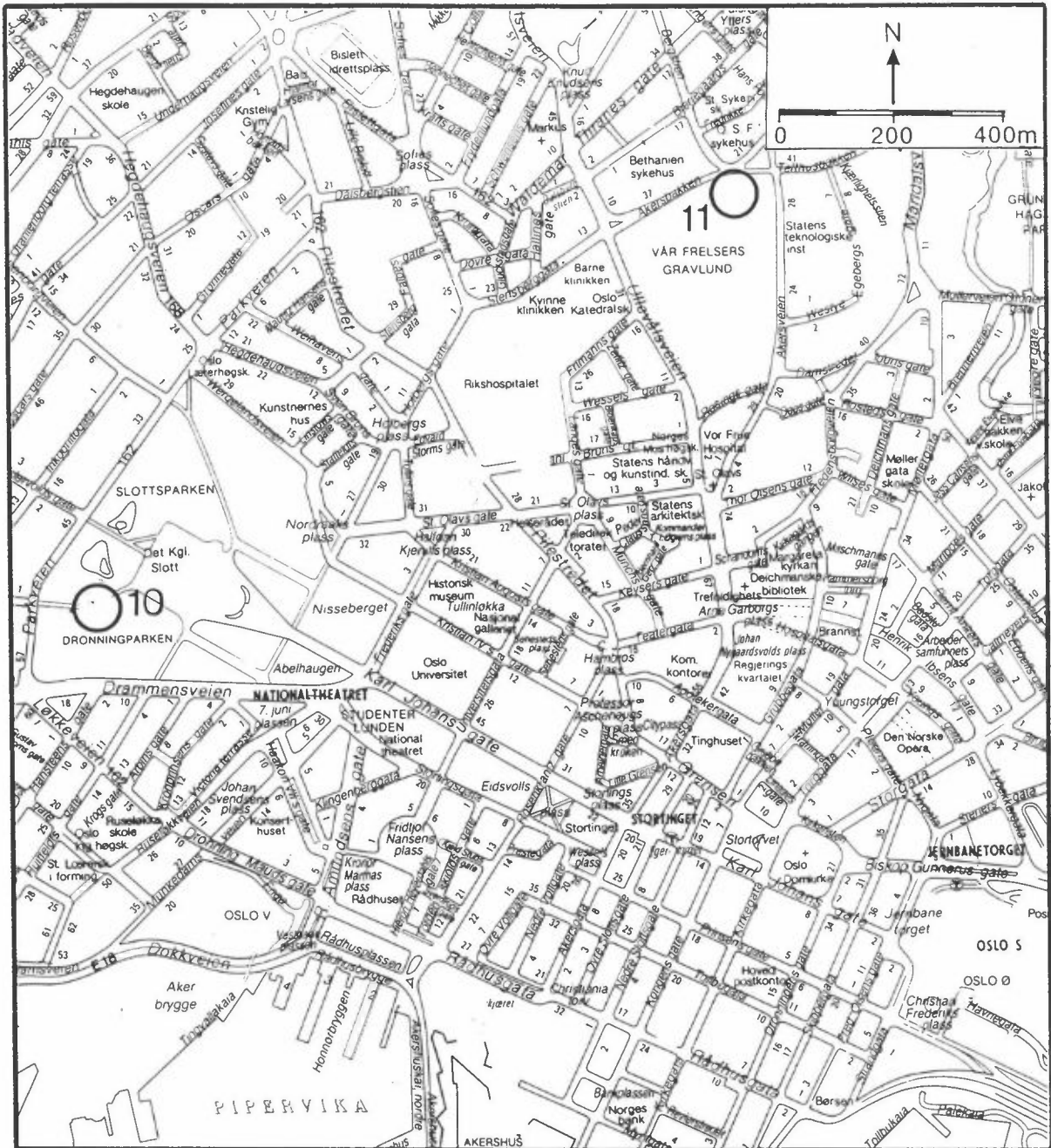
Praktiske begrensninger førte til at ikke alle målesteder var like ideelt plassert.

Støvfallet kan deles i en vannløselig og en vannløselig del. Den vannløselige delen er vesentlig salter som bringes med nedbøren. De fleste steder vil dette bare utgjøre små mengder. På steder med store industriutslipp kan forholdene være annerledes. Målingene i Oslo har kun omfattet den vannløselige delen av støvfallet.

På målestasjonene er NILUs støvfallssamlere benyttet.



Figur 1a: Målestasjoner for støvfall i Oslo omkring tårn i vest (1-4) og tårn i øst (5-9).



Figur 1b: Målestasjoner for støvfall i Oslo, referansestasjonene Dronningparken (10) og Vår Frelses gravlund (11).

3 RESULTATER OG KOMMENTARER

Tabell 1 gir målte støvfallsverdier for hver måned og stasjon.

Vedlegg A inneholder retningslinjer for støvfall. På steder der det bare måles vannuløselig støvfall, brukes følgende vurderingsgrunnlag:

Meget høyt	:	over	13	g/m ²	pr	30	døgn
Høyt	:		8-13	"	"	"	"
Moderat	:		3- 8	"	"	"	"
Lavt	:	under	3	"	"	"	"

Kun en gang ble det målt meget høy verdi (15,8 g/m² pr 30 døgn), og det var på stasjon 8 i april 1989, før Fjellinjen ble åpnet for trafikk.

Høyt støvfall ble i tillegg målt 3 ganger ved teknisk sentral vest (to av gangene var etter at Fjellinjen ble åpnet for trafikk) og 14 ganger ved teknisk sentral øst (8 av gangene var etter at Fjellinjen ble åpnet for trafikk).

I figurene 2-4 er månedsverdiene for støvfall vist grafisk. I vedlegg B finnes tilsvarende figurer der det er skilt mellom målinger før og etter åpningen av Fjellinjen.

I figur 5 er framstilt årskurver for midlere støvfall for teknisk sentral vest, teknisk sentral øst og referansestasjonene.

Figurene viser at støvplagen er størst i vinterhalvåret og utover våren (november-mai). Hovedsakelig skyldes støvfallet veistøv fra piggdekkbruk. I sommerhalvåret er støvplagen vesentlig mindre.

Tabell 1: Støvfallsmålinger i Oslo, februar 1989-april 1991.
Enhet: g/m² pr 30 døgn.

		1989												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	Middel
1. Tekn. sentral vest			3,4	2,8	2,7	2,2	2,5	3,9	2,0	1,9	1,2	3,5	4,8	2,8
2. " " "			3,9	3,1	5,9	4,8	8,5*	3,8	2,8	3,0	1,7	4,5	5,3	4,3
3. " " "			3,9	2,8	3,5	2,4	5,1	3,5	2,0	2,5	1,2	4,0	3,9	3,2
4. " " "			3,0	2,3	1,7	2,1	1,0	1,0	,5	1,6	1,0	3,9	4,5	2,1
Middel tekn. sentral vest			3,5	2,7	3,4	2,9	4,3	3,0	1,8	2,2	1,3	4,0	4,6	3,1
5. Tekn. sentral øst			6,1	4,7	7,8	5,1	5,0	1,8	,9	2,1	1,4	4,0	6,2	4,1
6. " " "			3,7	4,6	6,9	5,4	3,5	2,6	1,6	2,7	2,3	7,9	5,8	4,3
7. " " "			5,0	4,8	7,0	5,3	2,2	2,3	1,4	2,9	1,5	5,1	7,6	4,1
8. " " "			11,2*	10,8*	15,8*	10,8*	6,6	4,3*	6,0*	7,3*	4,0*	10,3*	8,9*	8,7*
9. " " "			5,0	5,9	7,9	5,5	3,0	1,5	1,2	2,4	2,3	7,3	6,7	4,4
Middel tekn. sentral øst			6,2	6,2	9,1	6,4	4,1	2,5	2,2	3,5	2,3	6,9	7,0	5,1
10. Dronningparken			1,3	1,8	1,3	1,4	1,4	1,0	,4	,4	,7	1,8	1,2	1,2
11. Vår Frelasers gravlund			1,4	2,1	1,3	2,5	,3	1,0	,4	,7	,6	2,0	3,5	1,4
Middel totalt			4,3	4,1	5,6	4,3	3,5	2,4	1,7	2,5	1,6	4,9	5,3	3,7

**

1990

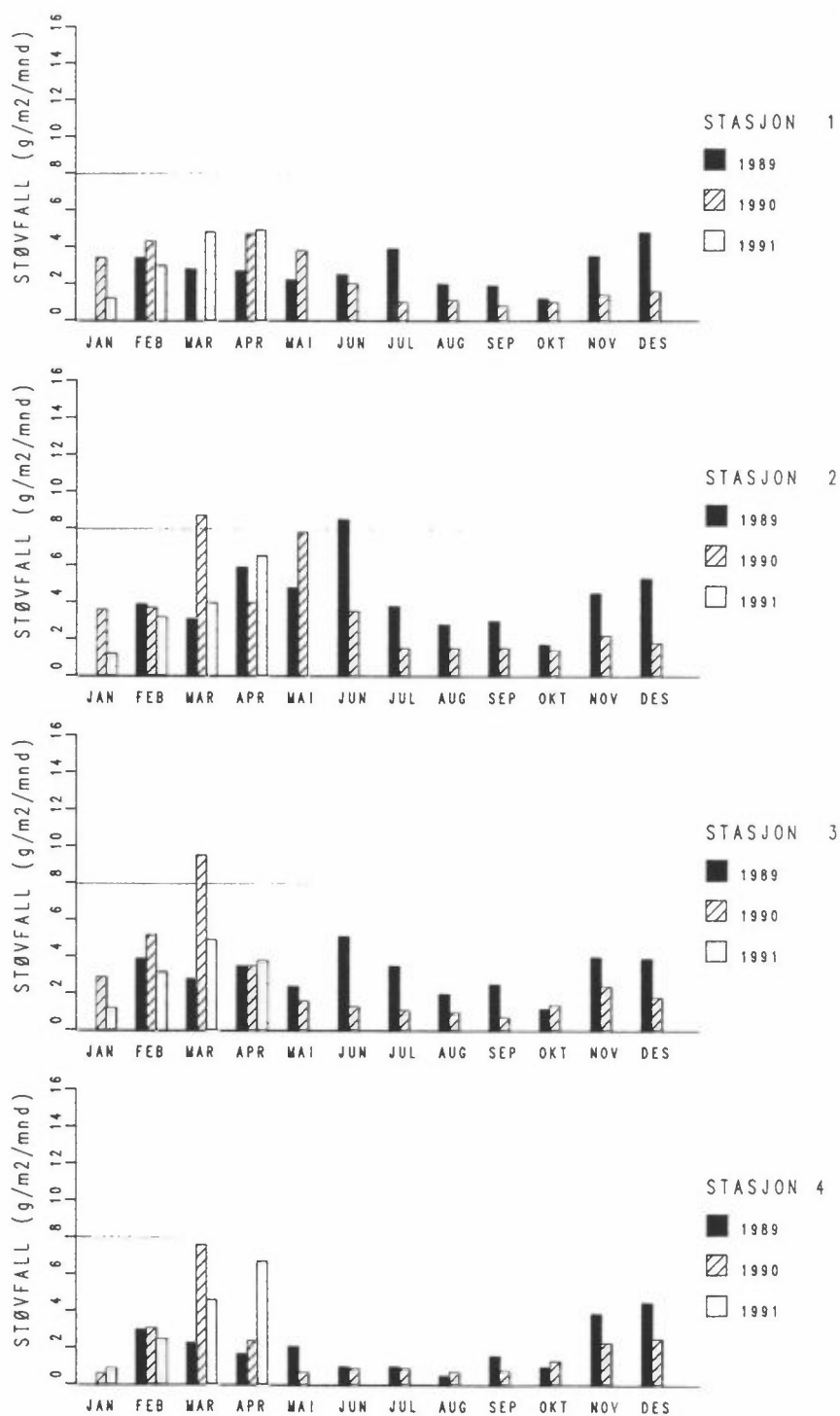
1. Tekn. sentral vest	3,4	4,3	-	4,7	3,8	2,0	1,0	1,1	,8	1,0	1,4	1,6	2,3
2. " " "	3,6	3,7	8,9	4,0	7,8*	3,5	1,5	1,5	1,5	1,4	2,2	1,8	3,4
3. " " "	2,9	5,2	9,8	3,5	1,6	1,3	1,1	1,0	,7	1,4	2,4	1,8	2,7
4. " " "	,6	3,1	7,9	2,4	,7	,9	,9	,7	,8	1,3	2,3	2,5	2,0
Middel tekn. sentral vest	2,6	4,1	8,9	3,6	3,5	1,9	1,1	1,1	,9	1,3	2,1	1,9	2,6
5. Tekn. sentral øst	1,6	1,9	5,1	6,0	1,3	1,7	1,9	1,9*	,9	,9	3,5	3,3	2,5
6. " " "	2,5	2,8	7,0	5,1	4,6	3,6*	2,6	1,8	1,7	4,4*	7,0*	3,6	3,9
7. " " "	3,6	3,9	7,6	6,4*	3,4	2,5	1,3	1,5	1,1	1,4	6,0	5,1	3,6
8. " " "	3,6	8,3*	12,9*	5,1	6,6	3,5	3,1*	1,8	3,4*	3,8	5,9	5,8*	5,3*
9. " " "	4,5*	4,0	5,8	5,1	2,4	1,8	1,6	1,1	1,4	1,9	3,7	3,5	3,1
Middel tekn. sentral øst	3,2	4,2	7,7	5,5	3,7	2,6	1,9	1,6	1,7	2,7	5,2	4,3	3,7
10. Dronningparken	1,3	2,1	2,1	1,3	1,4	1,0	1,3	,6	,5	,9	,8	,6	1,1
11. Vår Frelasers gravlund	1,8	1,6	5,2	2,3	1,8	,8	,8	,6	,8	,6	1,8	,5	1,5
Middel total	2,7	3,7	7,2	4,2	3,2	2,0	1,5	1,2	1,2	1,8	3,4	2,7	2,8

1991

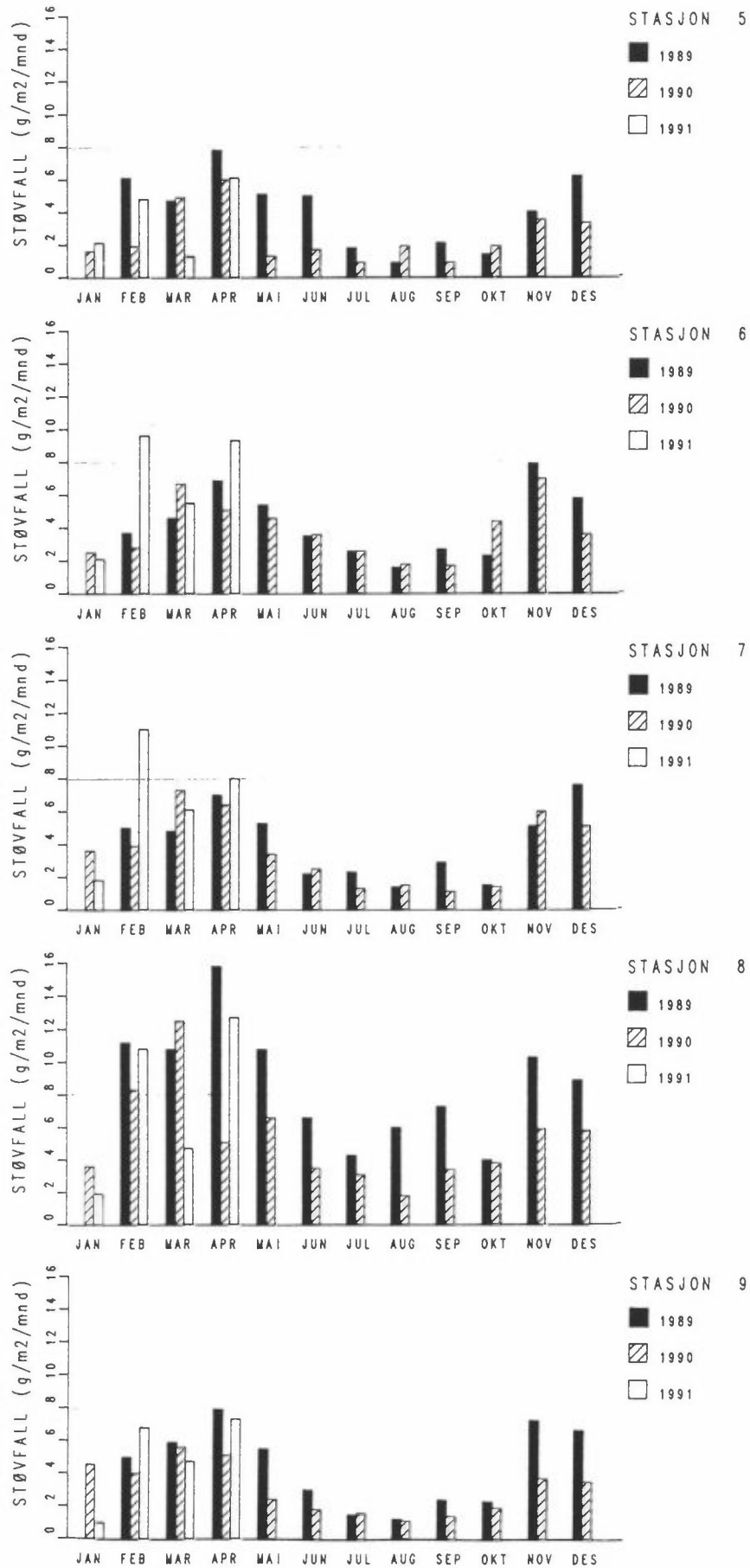
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Middel
1. Tekn. sentral vest		1,2	3,0	4,8	4,9								
2. " " "		1,2	3,2	4,0	6,5								
3. " " "		1,2	3,2	4,9	3,8								
4. " " "		,9	2,5	4,6	6,7								
Middel tekn. sentral vest		1,1	3,0	4,6	5,5								
5. Tekn. sentral øst		2,1*	4,8	1,3	6,1								
6. " " "		2,1*	9,6	5,5	9,3								
7. " " "		1,8	11,0*	6,1*	8,0								
8. " " "		1,9	10,8	4,7	12,7*								
9. " " "		1,0	6,8	4,7	7,3								
Middel tekn. sentral øst		1,8	8,6	4,5	8,7								
10. Dronningparken		,5	1,3	1,9	1,8								
11. Vår Frelasers gravlund		,5	2,2	3,7	5,8								
Middel totalt		1,3	5,3	4,2	6,6								

*Maksimalverdi for måneden

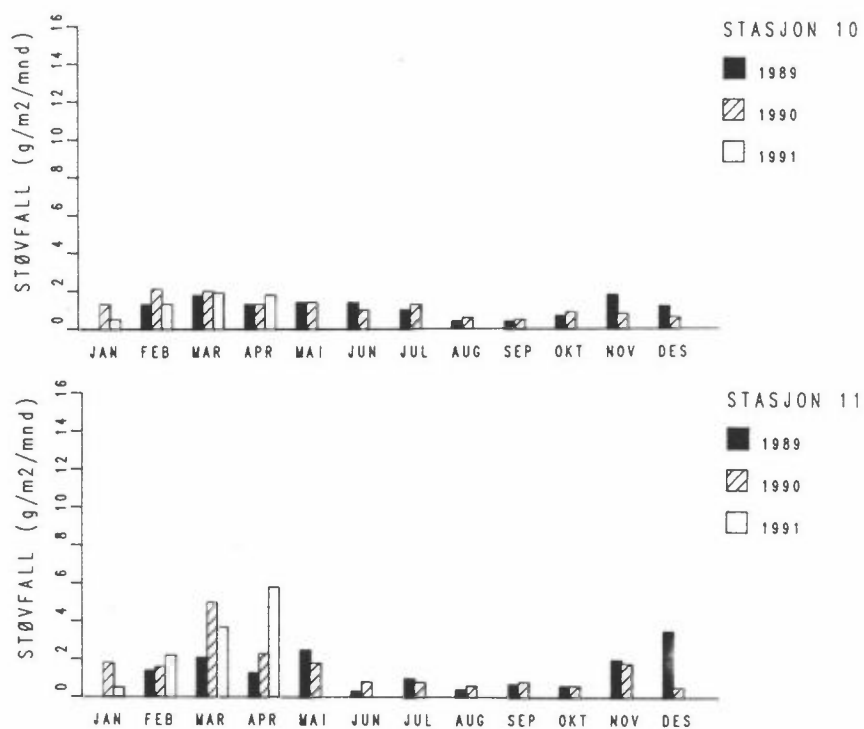
**Januar 1990 omfattet 1.-18. januar; Fjellinjen åpnet 18. januar 1990.



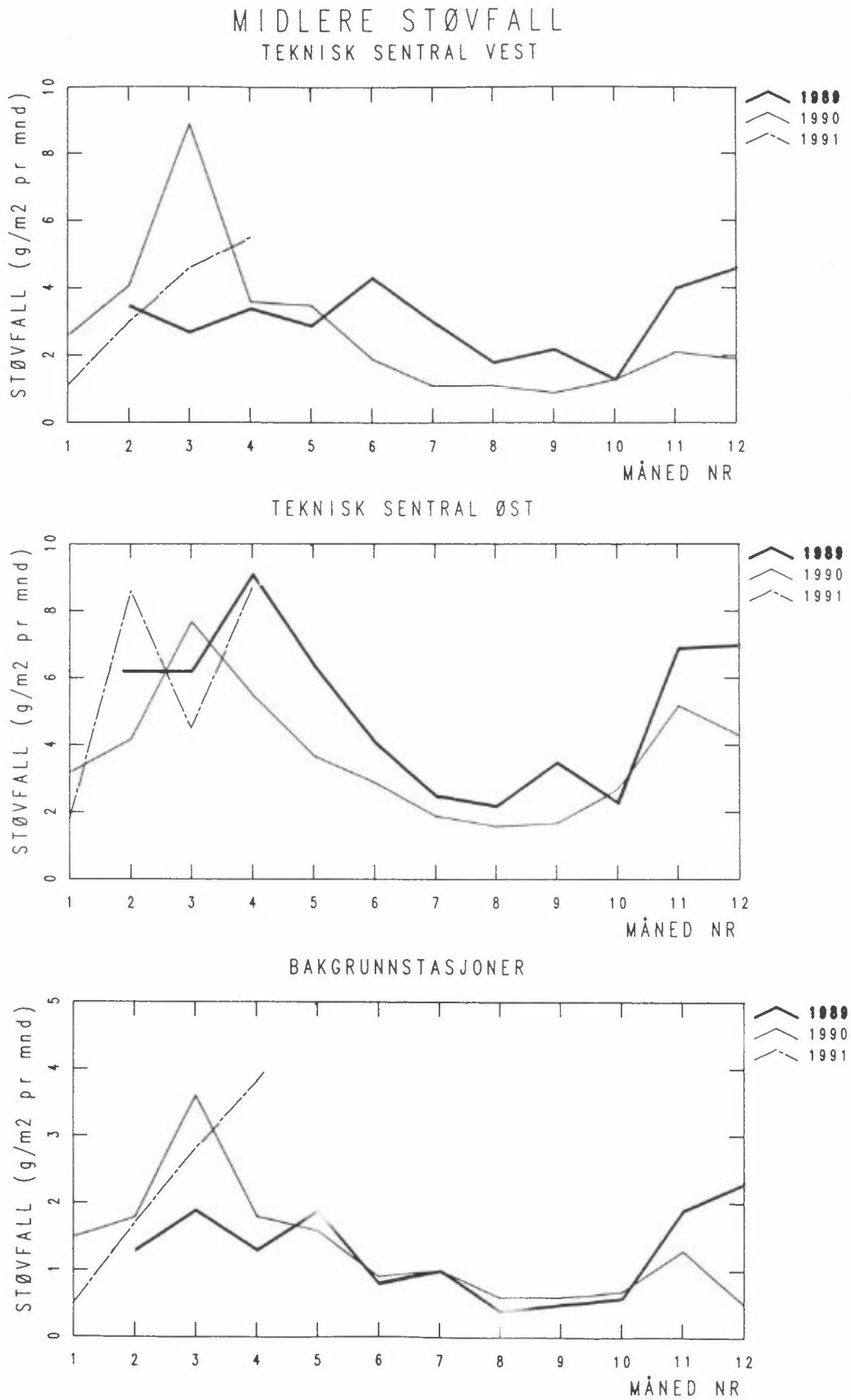
Figur 2: Måleverdier ved teknisk sentral vest (stasjon 1-4).



Figur 3: Måleverdier ved teknisk sentral øst (stasjon 5-9).



Figur 4: Måleverider ved referansestasjonene (stasjon 10-11).
 Stasjon 10: Dronningparken.
 " 11: Vår Frelasers gravlund.



Figur 5: Midlere støvfall. Årskurver for målingene omkring teknisk sentral vest (4 stasjoner), teknisk sentral øst (5 stasjoner) og referansestasjonene (Dronningparken og Vår Frelzers gravlund).

På bakgrunnstasjonen som ligger godt unna sterkt trafikkerte veier (Dronningparken og Vår Frelzers gravlund) var støvfallet vesentlig lavere enn ved veianlegget og tunnel-sjaktene.

Støvfallet var generelt større ved sentral Øst enn ved sentral Vest. Størst belastning hadde stasjon 8, særlig før men også etter at tunnelen ble åpnet. Stasjon 8 hadde høyest verdi av alle stasjonene i 16 av 27 måneder.

Gjennomsnittlig støvnedfall ($\text{g/m}^2 \cdot \text{måned}$) i månedene med størst veistøvproblem pga. piggdekk (november - mai) var følgende:

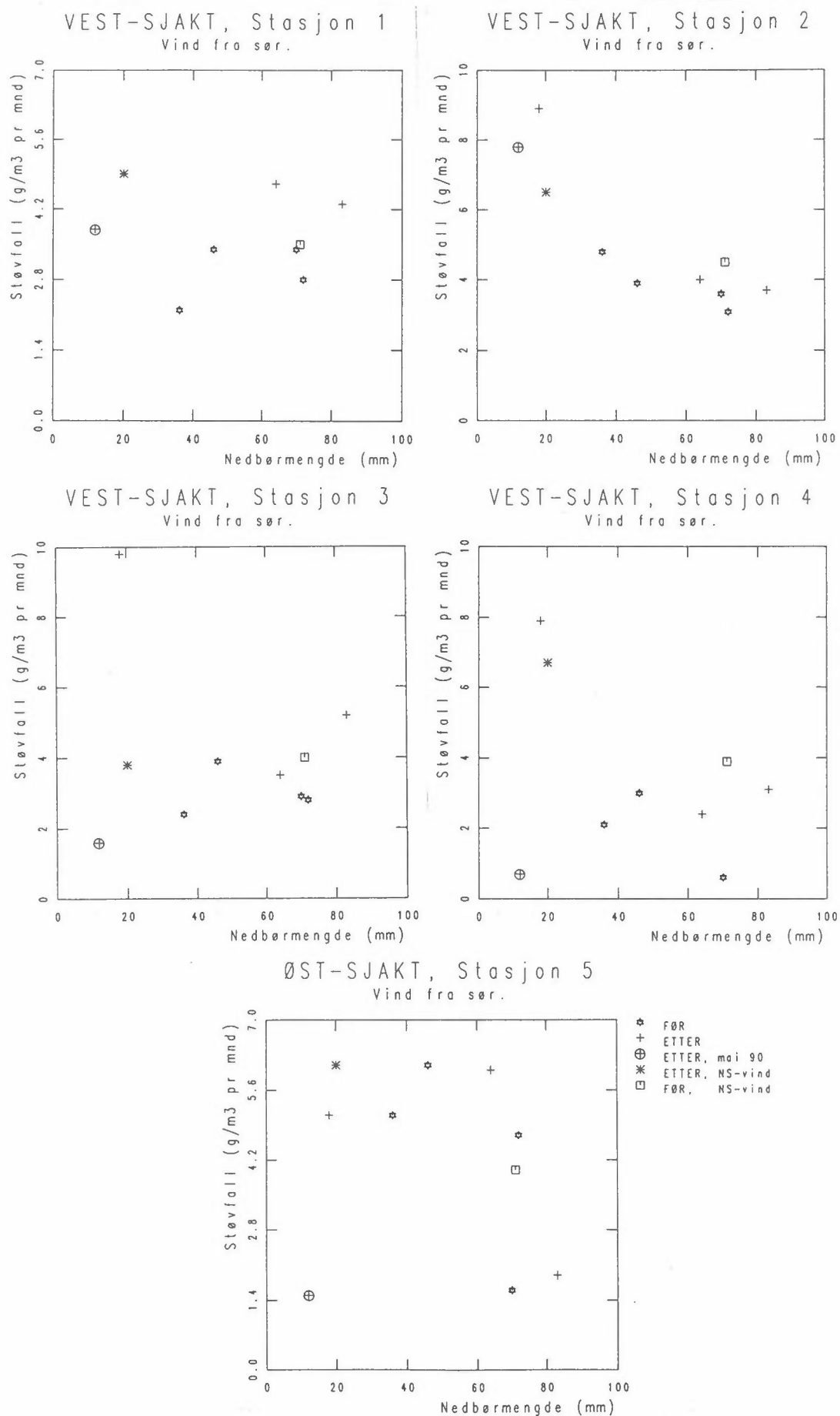
	Før åpning av tunnel	Etter åpning av tunnel
Vest	3.5	3.8
Øst	7.0	5.4
Referansestasjoner	1.8	2.0

Støvfallet økte altså noe (9%) ved vestre sjakt etter at tunnelen åpnet, og ble en del redusert (22%) ved østre sjakt. På referansestasjonen økte det noe (9%).

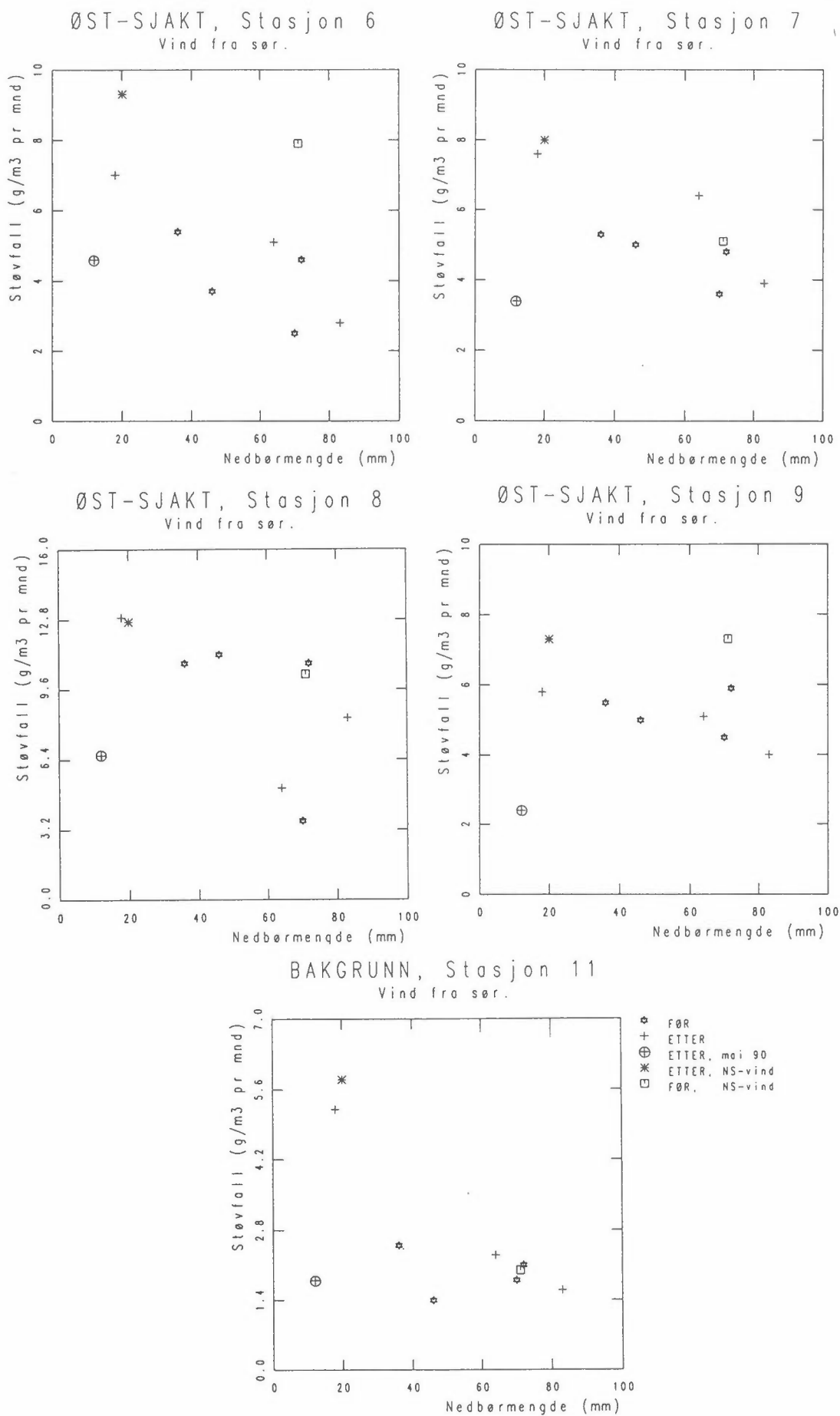
Støvfallet påvirkes i første rekke av følgende forhold:

- tørr eller våt veibane
- avstand til og retning fra vei og sjakter (i forhold til hovedvindsektorer)
- utslippet fra sjakter og andre kilder
- anleggsarbeid i nærheten.

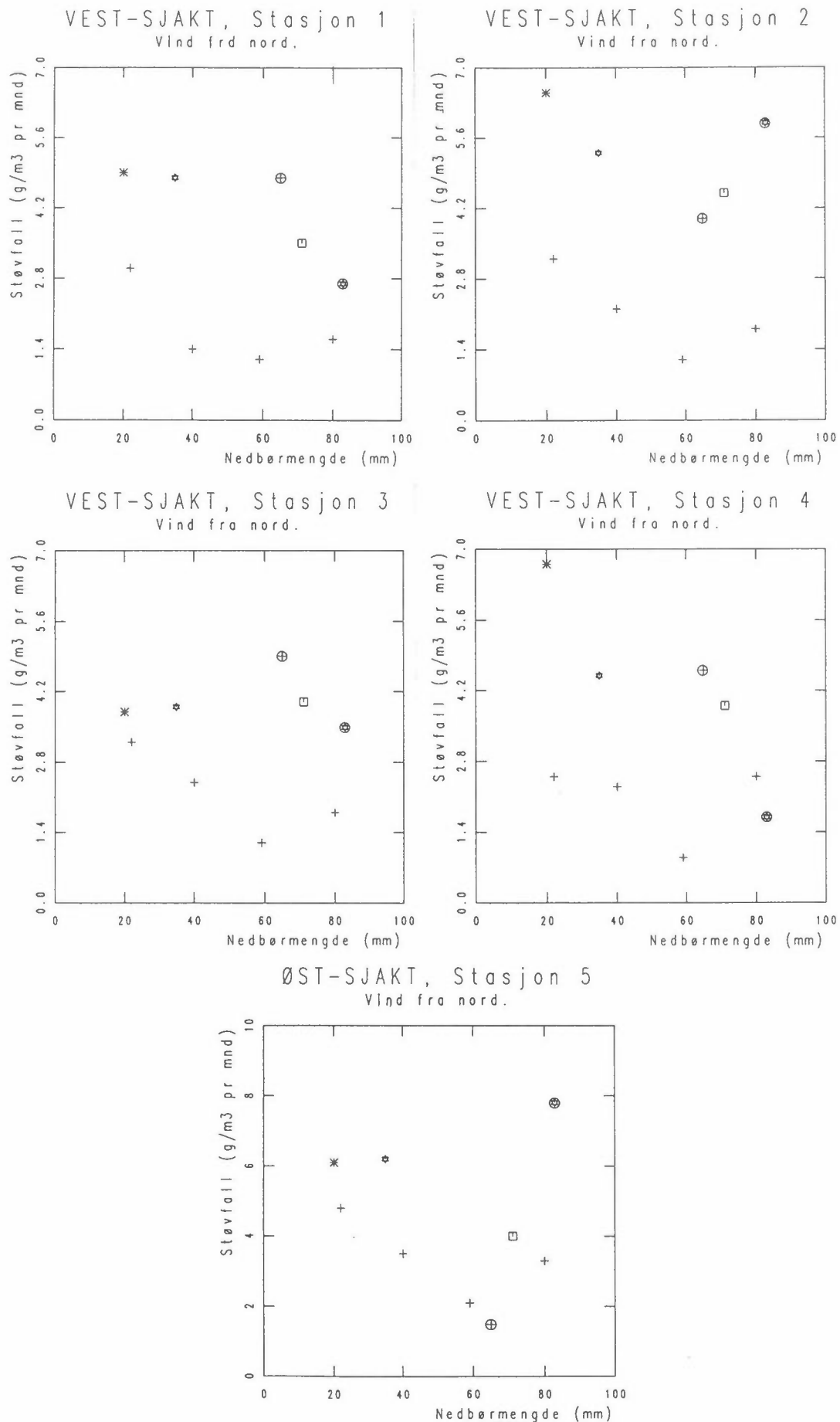
I figur 6 og 7 er vist støvfall som funksjon av nedbørmengde for stasjoner henholdsvis ved sentral Øst og Vest og på bakgrunnsstasjonen Vår Frelzers gravlund. Det er skilt mellom måneder med vind hovedsakelig fra henholdsvis nordøst og sørvest, som er hovedvindretningene over Oslo sentrum. De meteorologiske data er tatt fra Det norske meteorologiske institutts (DNMI) målinger på Blindern og Fornebu. Månedlige nedbørmengder og vindroser er gitt i vedlegg B.



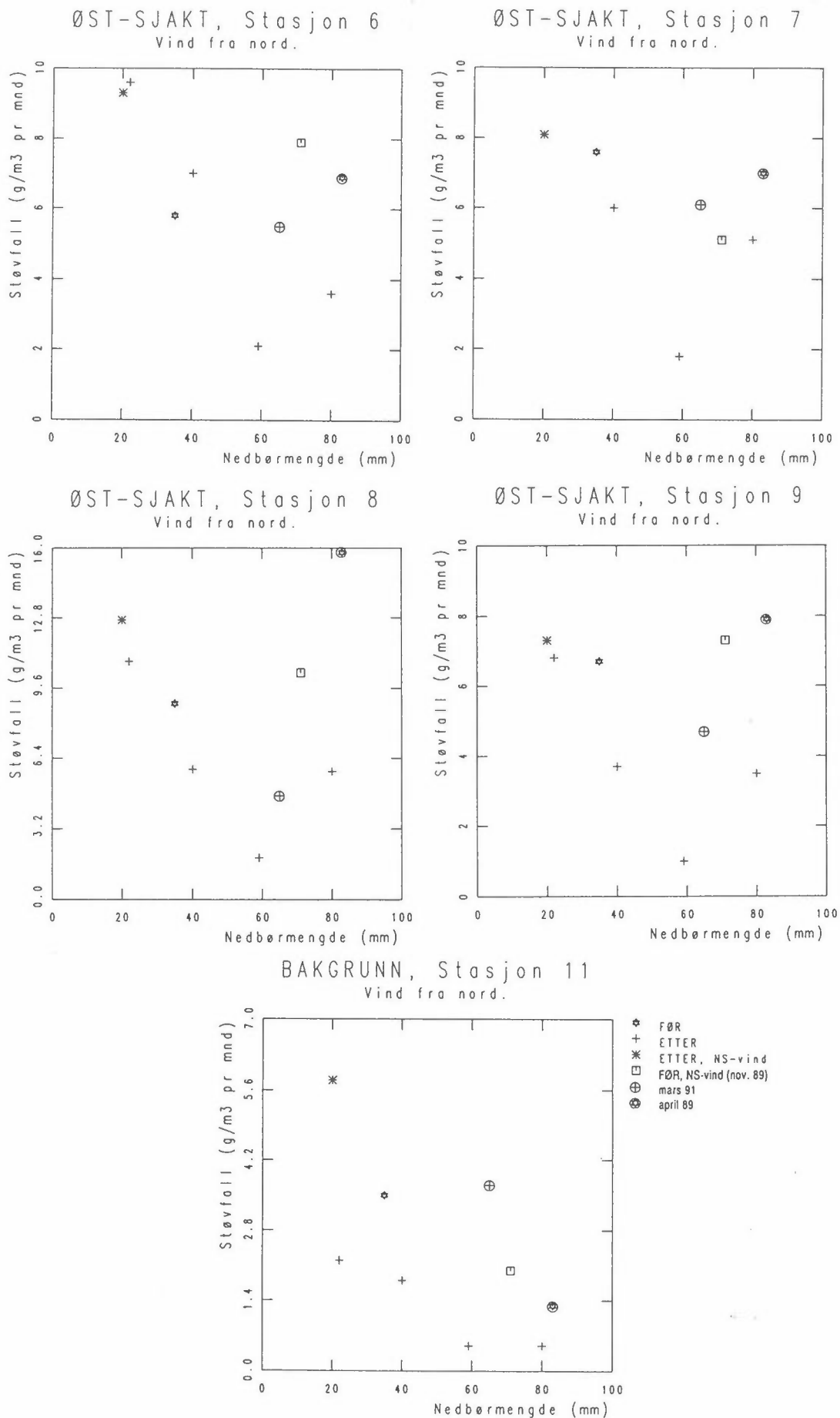
Figur 6: Støvfall som funksjon av månedlig nedbørmengde (Blindern) ved vestlig og østlig sjakt, samt bakgrunnstasjon, før og etter åpning av tunnel. Vind fra sør-sørvest (bortsett fra nov. 89 og april 91, da det var like mye vind fra nordøst og sørsørvest. Disse er i figurene kalt henholdsvis FØR NS-vind og ETTER NS-vind).



Figur 6: Forts.

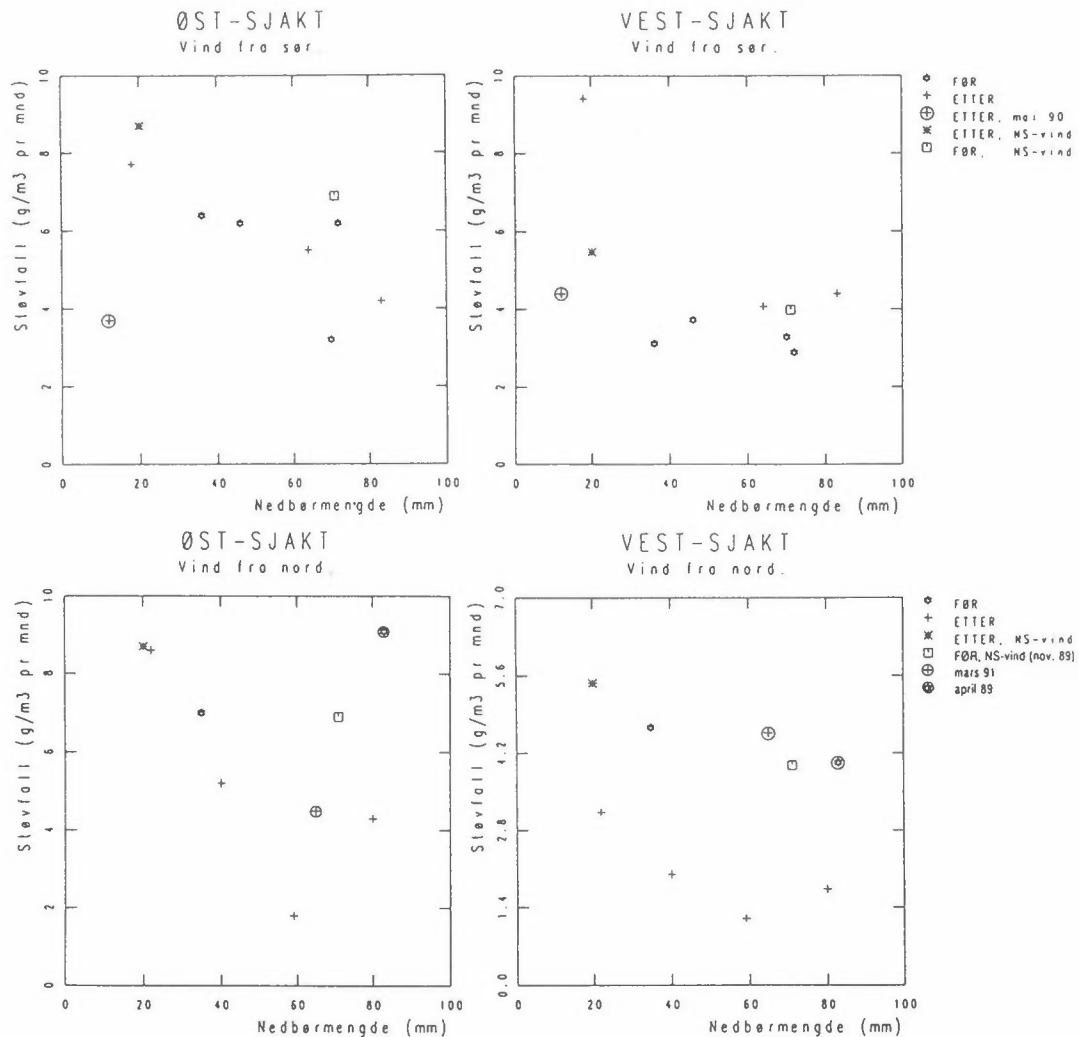


Figur 7: Støvfall som funksjon av månedlig nedbørmengde (Blindern), ved vestlig og østlig sjakt samt bakgrunnstasjon, før og etter åpning av tunnel. Vind fra nord-øst. (bortsett fra nov. 89 og april 91, da det var like mye vind fra nordøst og sørsørvest. Disse er i figurene kalt henholdsvis FØR NS-vind og ETTER NS-vind).



Figur 7: Forts.

Figur 8 viser gjennomsnittlig støvfall for stasjoner av henholdsvis sentral Øst (stasjonene 5-9) og Vest (stasjonene 1.3), for nordøstlig og sørvestlig vind, som funksjon av nedbørmengde.



Figur 8: Vestlig og østlig sjakt med vind fra nord og sør. Middelverdier (bortsett fra nov. 89 og april 91, da det var like mye vind fra nordøst og sørsørvest. Disse er i figurene kalt henholdsvis FØR NS-vind og ETTER NS-vind).

Det var unormale vindforhold i Oslo i to av de tre vinterene det ble utført målinger, med vesentlig mindre hyppighet av vind fra nordøst enn normalt. Målestasjonene ved sentral Øst ble plassert under forutsetning av normal hyppighet av nordøstlig vind. De unormale vindforholdene har ført til at grunnlaget for å trekke en konklusjon fra målingene i øst blir dårligere.

4 DISKUSJON

4.1 SENTRAL ØST

I måneder med overveiende vind fra sørvest belastes stasjonene ved sentral øst lite av støv fra Skippergata og sjakt (figur 6), i motsetning til måneder med overveiende nordøstlig vind (figur 7).

Mai 1990 var spesiell med svært lite støvfall, selv om det var lite nedbør. Muligens var veinettet tidlig rengjort denne våren. Ser en bort fra mai 1990 er det ved vind fra sørvest som ventet mindre støvfall med økende nedbørmengde. Dette gjelder alle stasjoner (også bakgrunnstasjonen, Vår Frelsers gravlund, stasjon 11).

Ved vind fra nordøst, når stasjonene ved sentral øst belastes fra vei og eventuelt fra sjakten, er det på alle stasjoner den samme tendens til mindre støvfall jo mer nedbør. Resultatene fra april og til dels november 1989 (før-situasjon) skilte seg ut, med svært høyt støvfall, selv med svært mye nedbør.

Figur 8 viser et sammendrag av dette, dvs. gjennomsnittlig støvfall ved alle 5 stasjoner i øst som funksjon av nedbørmengde og vindretning. Med samme unntak (april og november 1989 og mai 1990) ses den inverse sammenheng mellom nedbør og støvfall, både for sørvestlig og nordøstlig vind.

Figurene viser at ved samme nedbørmengde var det en tendens til noe mindre støvfall ved vind fra nordøst, dvs. fra vei og sjakt, enn ved vind fra sørvest. Dette tyder på at vei og sjakt ikke dominerer støvfallet i området.

Det er ingen tydelig forskjell i støvfall før og etter åpning av tunnelen, ved samme nedbørmengde.

Målestasjonene belastes fra veien og eventuelt sjakten ved vind fra nordøst. Slike forhold var det bare i én måned i førsituasjonen (desember 1989), bortsett fra april 1989 som skiller seg helt ut. I figur 8 skiller desember 1989 seg ikke ut fra måneder med vind fra nordøst i ettersituasjonen.

Fra dette kan en ikke trekke en bestemt konklusjon om betydningen av støvfall fra sjakten, pga. de unormale vindforholdene. Målingene tyder imidlertid ikke på et dominerende bidrag derfra.

4.2 SENTRAL VEST

Forholdene ved sentral vest er også vist i figur 6, 7 og 8.

Ved vind fra nordøst belastes ikke målestasjonene fra tunnel- og vei-anlegget. Her skiller også månedene april og november 1989 (førsituasjonen) seg ut på noen stasjoner, på samme måte som ved sentral øst, med svært mye støvfall, selv om nedbørmengden var stor. Dette er også tilfelle for mars 1991. For de øvrige måneder er det avtakende støvfall med økende nedbørmengde, også for stasjon 4, som kan betraktes som en referansestasjon for området. Den var montert på taket av Mohn-gården, ca. 25 m over bakken.

Ved vind fra sørvest belastes målestasjonene av støv fra vei og sjakt. Mai 1990 skiller seg ut med svært lite støvfall på stasjon 3 og 4 selv om det var lite nedbør, på samme måte som ved sentral øst. Stasjon 2 og tildels stasjon 4 viser god invers sammenheng mellom støvfall og nedbør, mens stasjon 1 og 3 ikke viser en slik sammenheng.

Figur 8 viser at i gjennomsnitt (stasjoner 1, 2 og 3) er det god invers sammenheng mellom støvfall og nedbør ved vind fra nordøst (ekskl. de spesielle måneder). En slik sammenheng kan ikke ses tydelig ved vind fra sørvest, når stasjonene belastes fra vei og sjakt.

Stasjon 1 ligger innenfor det avstandsområdet fra sjakten (50-150 m) der en regner at eventuelt støvfall fra sjakten gir størst bidrag. Her var det relativt mye støvfall i ettersituasjonen (februar og april 1990), sett i forhold til ved samme nedbørmengde i førsituasjonen (se figur 6). Økningen var ca. 25%. Dette kan skyldes utslipp fra sjakten.

Stasjon 2 og 3 ligger utenfor hovedvindsektoren i disse månedene (210°) og kanskje for nær til å bli belastet fra sjakten.

5 KONKLUSJON

Det var unormale vindforhold over Oslo i to av de tre vintrene målingene ble utført, med vesentlig mindre vind fra nordøst enn normalt. Dette førte til at grunnlaget for å si noe sikkert om bidraget til støvfall fra sjakten ved sentral øst til støvfall i området, er svakt.

Ved sentral vest var målerne plassert slik at de ble belastet ved vind fra sørvest. Mye støvfall ved stasjon 1 i mai 1990 og februar 1991 tyder på bidrag fra sjakten. I disse månedene var økningen ca. 25% i forhold til støvfallet som ble målt ved tilsvarende nedbørmengder i førsituasjonen.

Analysen viser at det er variasjonen i nedbørmengde som i stor grad forklarer variasjonen i målt støvfall fra måned til måned, spesielt ved sentral øst. Denne sammenhengen er dårligere ved sentral Vest, og det kan skyldes støvfallsbidrag fra sjakten og fra anleggsarbeid i området.

Tidligere beregninger (Larssen, 1986) tyder på at støvutslipp fra ventilasjonssjaktene kan gi en økning i støvfall omkring sjaktene, og at et slikt bidrag er størst i 50-150 m avstand fra sjakten. Stasjon 1 var plassert ca. 120 m fra sjakten ved Sentral Vest og i le-sonen til hovedretningen fra sørvest. Dette var den eneste stasjonen der mulig bidrag fra sjakten er påvist i 2 måneds-perioder i løpet av det 27 måneder lange

måleprogrammet. Stasjon 2 og 3 ved sentral Vest lå litt utenfor hovedvindsektoren, mens stasjonene ved sentral Øst ikke ble så mye belastet fra sjakten, på grunn av de unormale vindforholdene i måleperioden.

På grunn av de unormale vindforhold gir ikke målingene grunnlag for å trekke en klar konklusjon vedrørende bidraget til støvfall fra sjaktene. Resultatene fra stasjon 1 gir et visst grunnlag for å hevde at støvutslipp fra sjakten til tider kan belaste omgivelsene med støvfall som antydnet av de tidligere beregninger. Ved stasjonene i øst har vi ikke detektert økt nedfall som kan tilskrives utslipp fra sjakt. De unormale vindforholdene førte imidlertid til at det i førsituasjonen bare var én måned med mye vind fra nordøst. Dermed fikk man et dårlig grunnlag for å bestemme støvnedfallet for slike forhold før tunnelanlegget kom i gang.

6 REFERANSER

Laamanen, A. (1986) Particulates in the outdoor air of Finland. Work.Environ.-Health, 6, 1-150.

Larssen, S. (1986) Fjellinjen veitunnel i Oslo. Støvutslipp og støvnedfall fra ventilasjonssjakter. Lillestrøm (NILU OR 89/86).

TA Luft (1976) Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (1976). 2. ergänzte Auflage. Kissing, Weka-Verlag.

VEDLEGG A

Retningslinjer for støvfall

RETNINGSLINJER FOR STØVFALL

I Norge og Sverige er det ingen offisielle retningslinjer for vurdering av støvfall. Statens Naturvårdsverk har i brev til NILU anbefalt støvfallsmålinger med samme utstyr som anvendes her, og at støvfallsmålingene bør karakteriseres ut fra følgende "tommelfingerregel" for totalt støvfall:

Bakgrunnsforurensning	:	1- 2	g/m ²	pr	30	døgn
Tilfredsstillende	:	5	"	"	"	"
Ikke tilfredsstillende:		10	"	"	"	"
Ubehagelig	:	15	"	"	"	"

Vest-Tyskland (Kissing, 1976)

Retningslinjer sier at som langtidsmiddel, med måleperiode ett år, bør avsetningen aritmetisk midlet over et område 4x4 km målt i hver kvadratkilometer over perioder på 1 måned, ikke overskride 0,35 g/m² pr døgn (10,5 g/m² pr mnd). Som korttidsnorm skal støvfallet i den mest belastede måned ikke overskride 0,65 g/m² pr døgn (19,5 g/m² pr mnd).

Finland (Laamanen, 1969)

Nedenfor er gjengitt et forslag til retningslinjer for totalt støvfall i Finland:

Ren luft	< 0,2	g/m ²	pr	30	døgn
Relativt ren luft. Bra for boligstrøk	0,2-2	"	"	"	"
Svakt skittent. Tilfredsstillende for boligstrøk	2-5	"	"	"	"
Middels forurenset luft. Tolerabelt for boligstrøk	5-10	"	"	"	"
Skittent område. Ikke tilfredsstillende for boligstrøk	10-15	"	"	"	"
Meget skittent område. Uakseptabelt for boligstrøk	> 15	"	"	"	"

Det er liten forskjell på de anvendte finske og svenske anbefalinger. Ved NILU brukes vanligvis følgende vurderingsgrunnlag for totalt støvfall:

Meget høyt	:	over	15	g/m ²	pr	30	døgn
Høyt	:		10-15	"	"	"	"
Moderat	:		5-10	"	"	"	"
Lavt	:	under	5	"	"	"	"

Støvfallet kan splittes i en vannløselig og en vannuløselig del. Den vannløselige delen er vesentlig salter som bringes ned med nedbøren. De fleste steder vil dette bare utgjøre små mengder. På steder med store industriutslipp kan forholdene være annerledes.

På steder hvor det bare måles vannuløselig støvfall, vil det være rimelig å bruke følgende vurderingsgrunnlag:

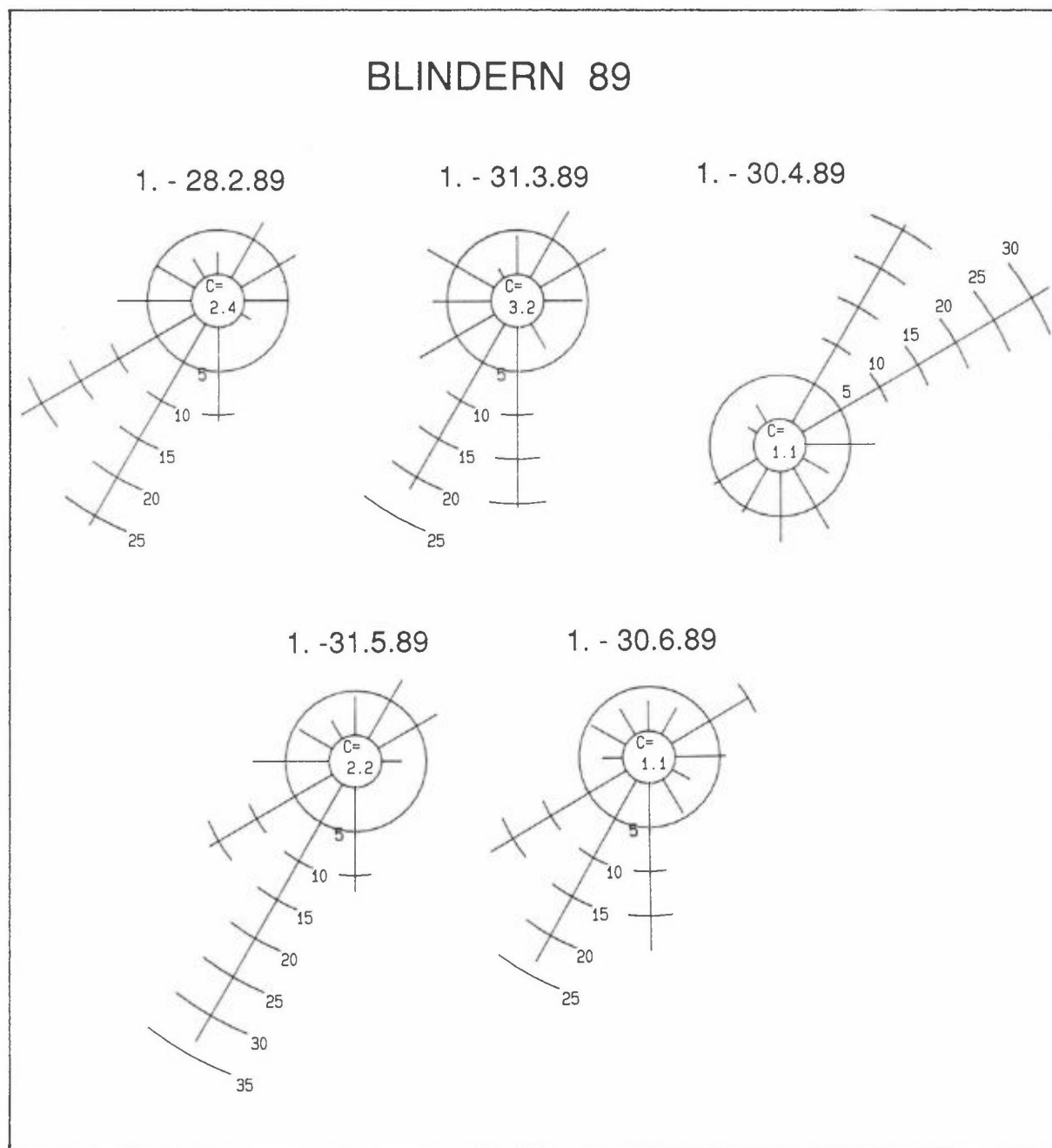
Meget høyt	:	over	13	g/m ²	pr	30	døgn
Høyt	:		8-13	"	"	"	"
Moderat	:		2- 8	"	"	"	"
Lavt	:	under	3	"	"	"	"

VEDLEGG B

Vindroser og nedbørmengder,
og plott av måleresultater

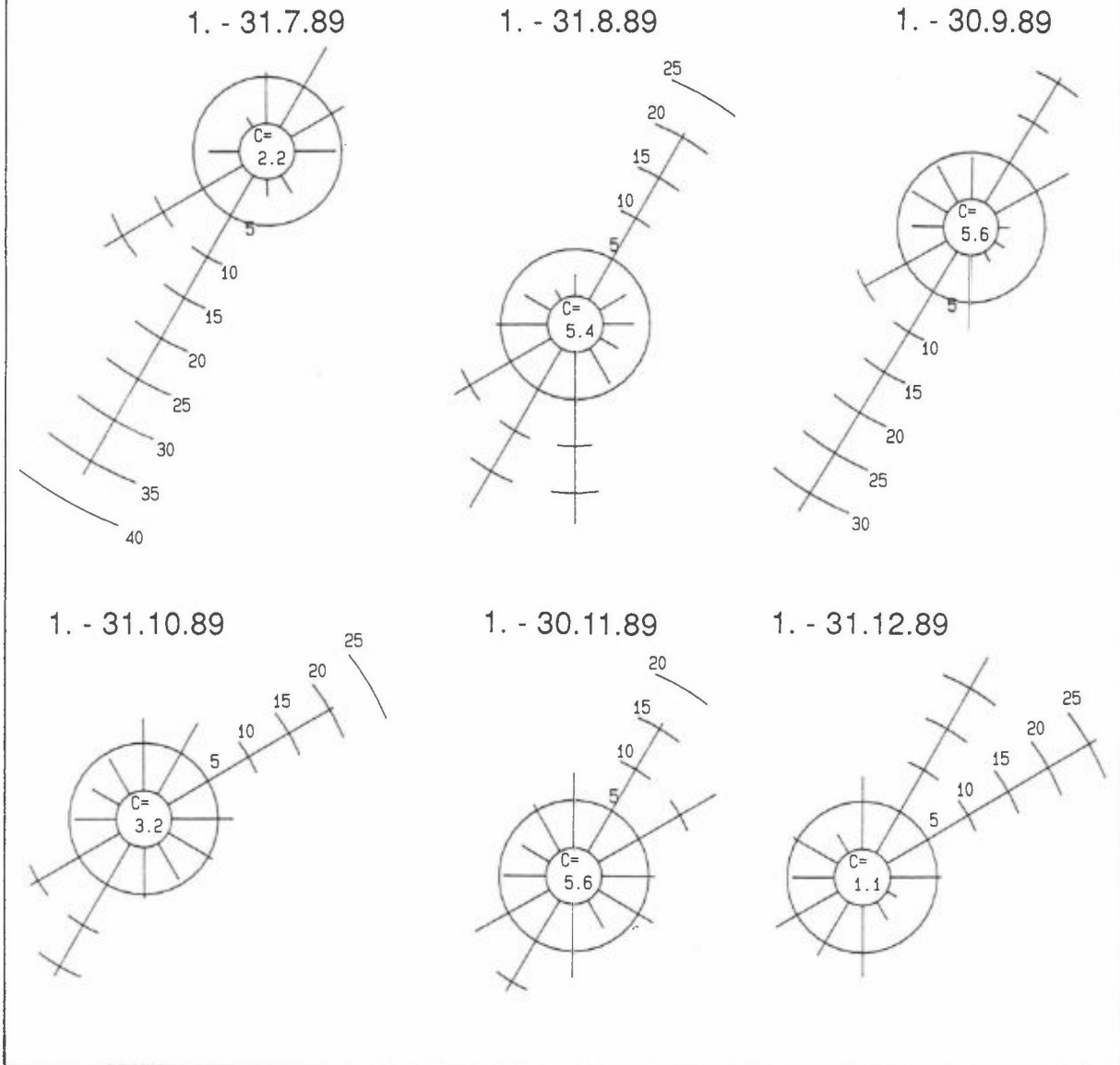
OVERSIKT OVER FIGURER I VEDLEGGET

	Side
Figur B1: Vindroser. Februar-juni 1989	31
Figur B2: Vindroser. Juli-deember 1989	32
Figur B3: Vindroser. Januar-juni 1990	33
Figur B4: Vindroser. Juli-deember 1990	34
Figur B5: Vindroser. Januar-april 1991	35
Figur B6: Nedbørmengder i Oslo. Februar 1989-april 1991 .	36
Figur B7: Støvfallsmålinger, sentral vest	37
Figur B8: Støvfallsmålinger, sentral øst	38
Figur B9: Støvfallsmålinger, bakgrunnstasjoner	39

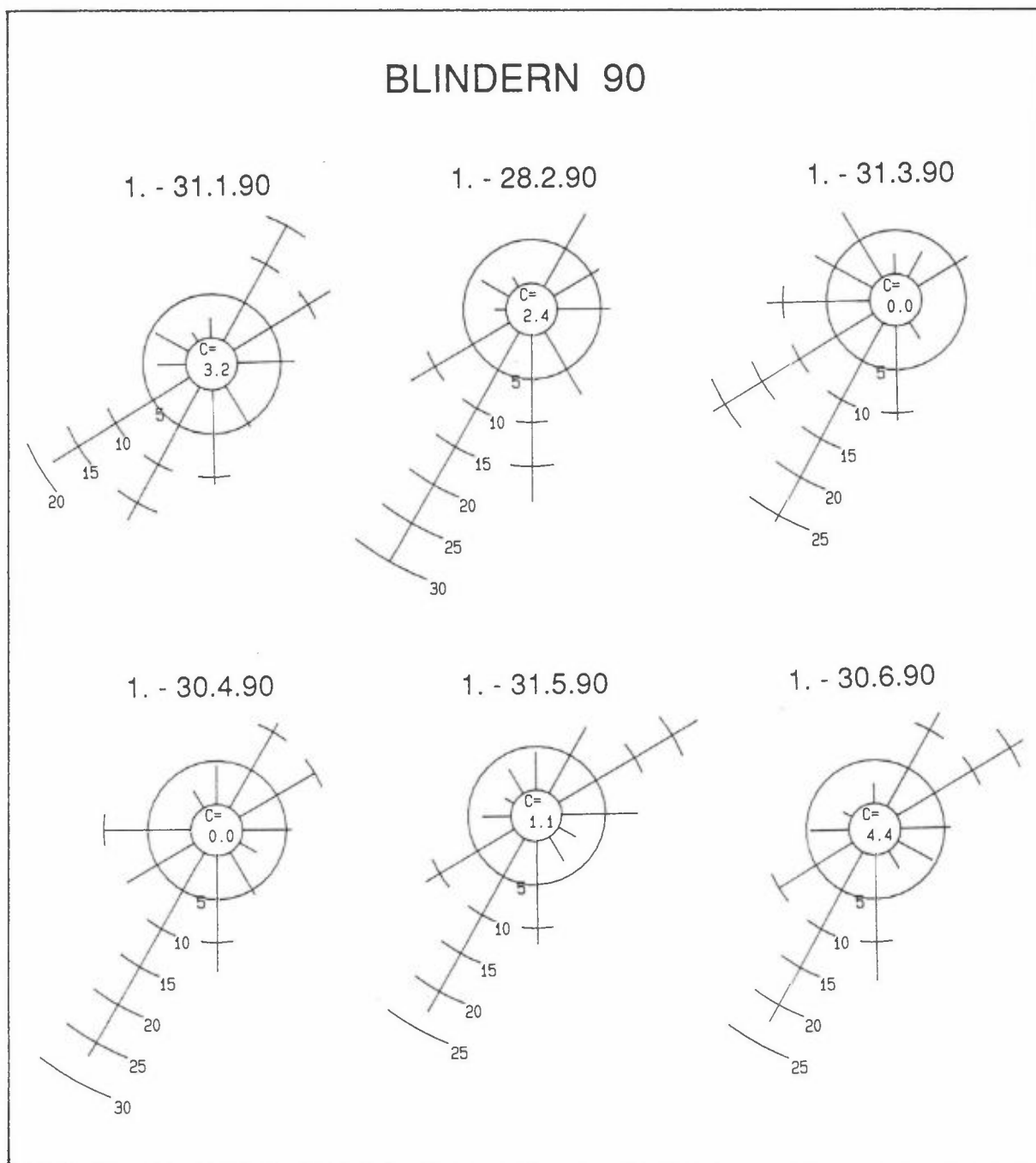


Figur B1: Vindroser. Februar-juni 1989.

BLINDERN 89



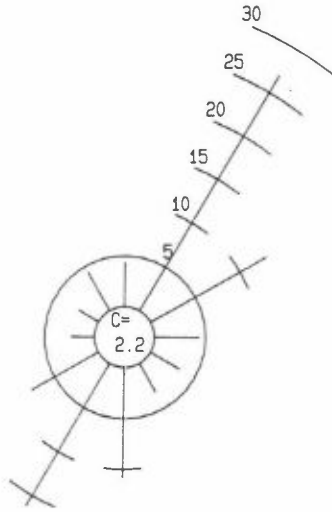
Figur B2: Vindroser. Juli-desember 1989.



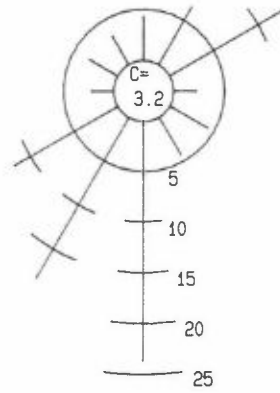
Figur B3: Vindroser. Januar-juni 1990.

BLINDERN 90

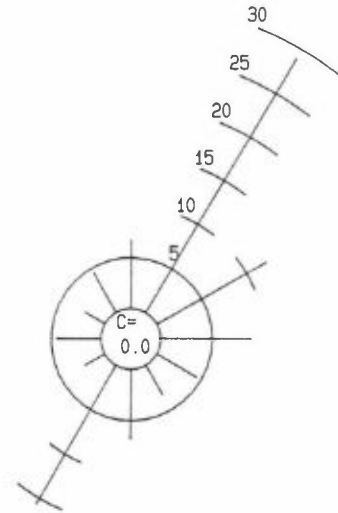
1. - 31.7.90



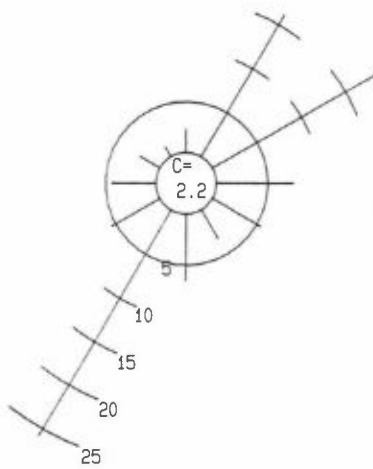
1. - 31.8.90



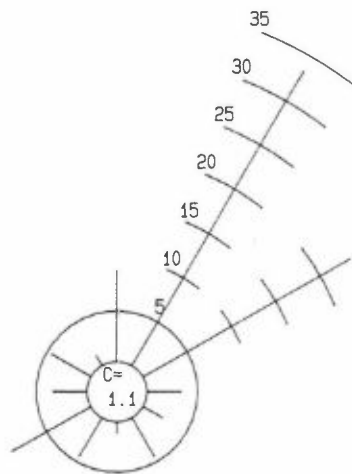
1. - 30.9.90



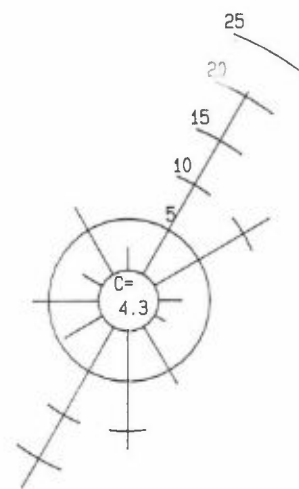
1. - 31.10.90



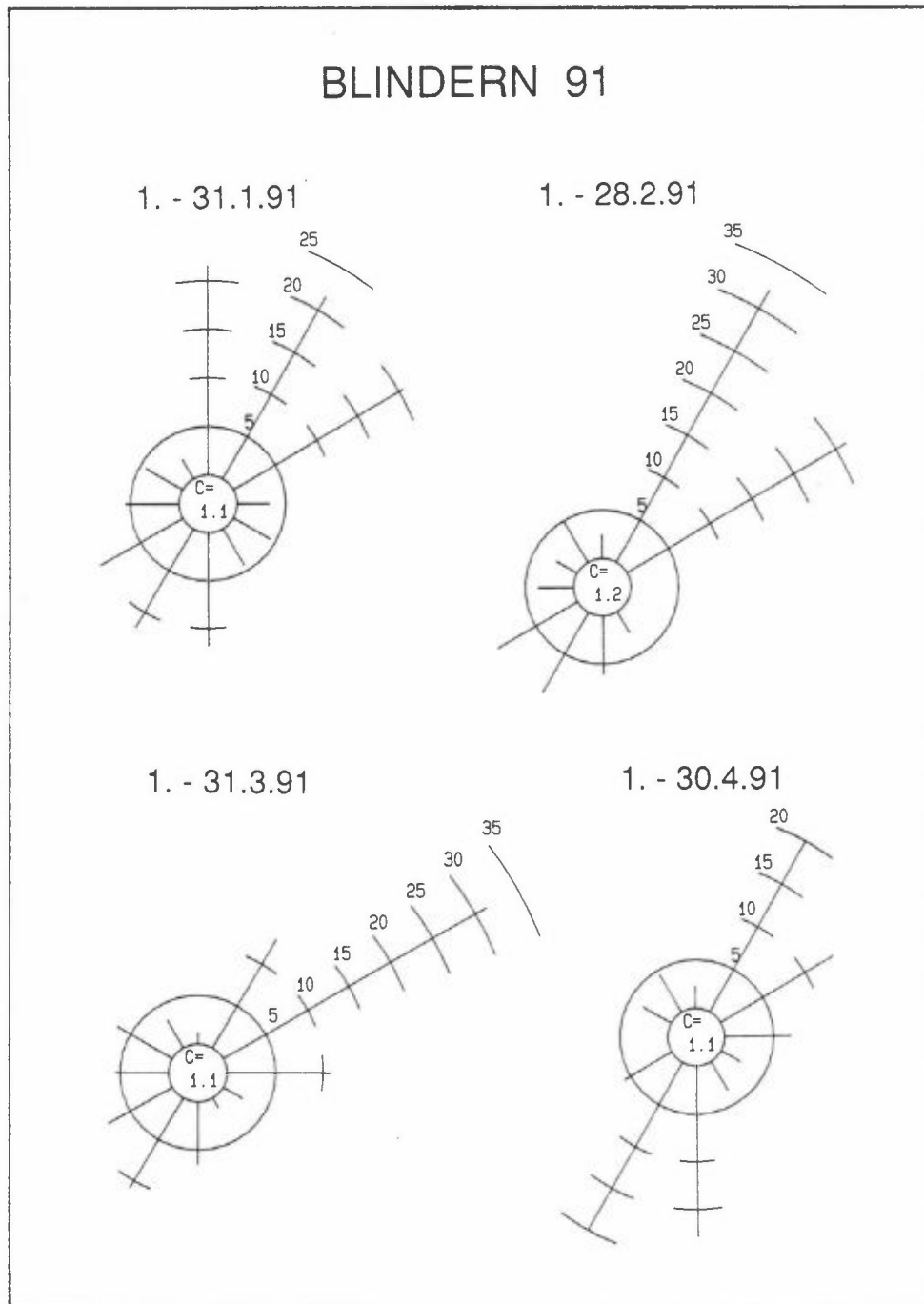
1. - 30.11.90



1. - 31.12.90

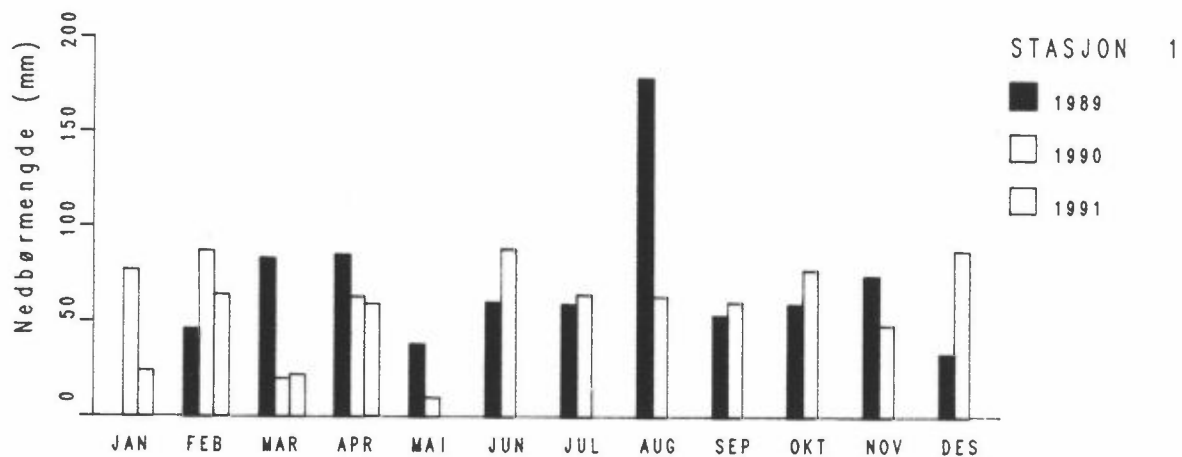


Figur B4: Vindroser. Juli-december 1990.

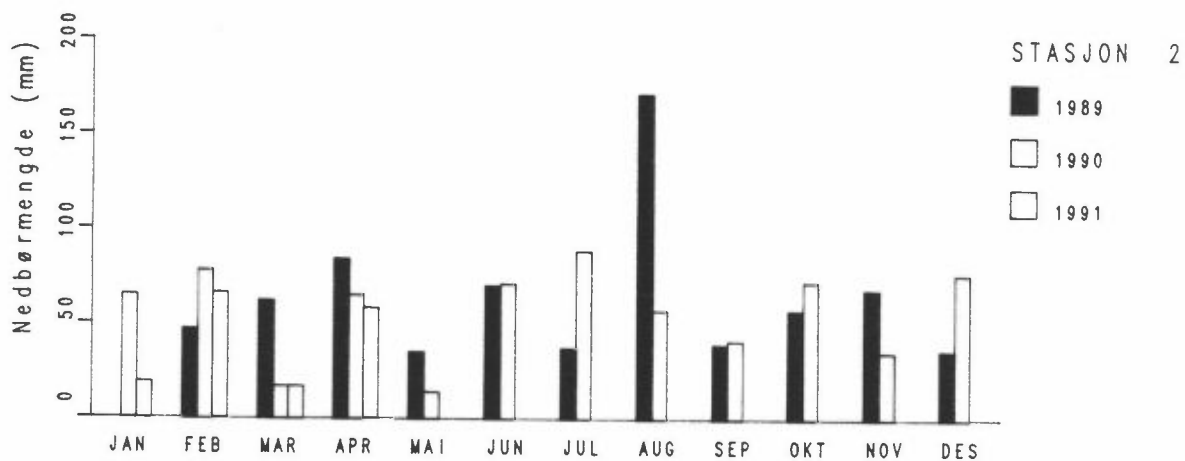


Figur B5: Vindroser. Januar-april 1991.

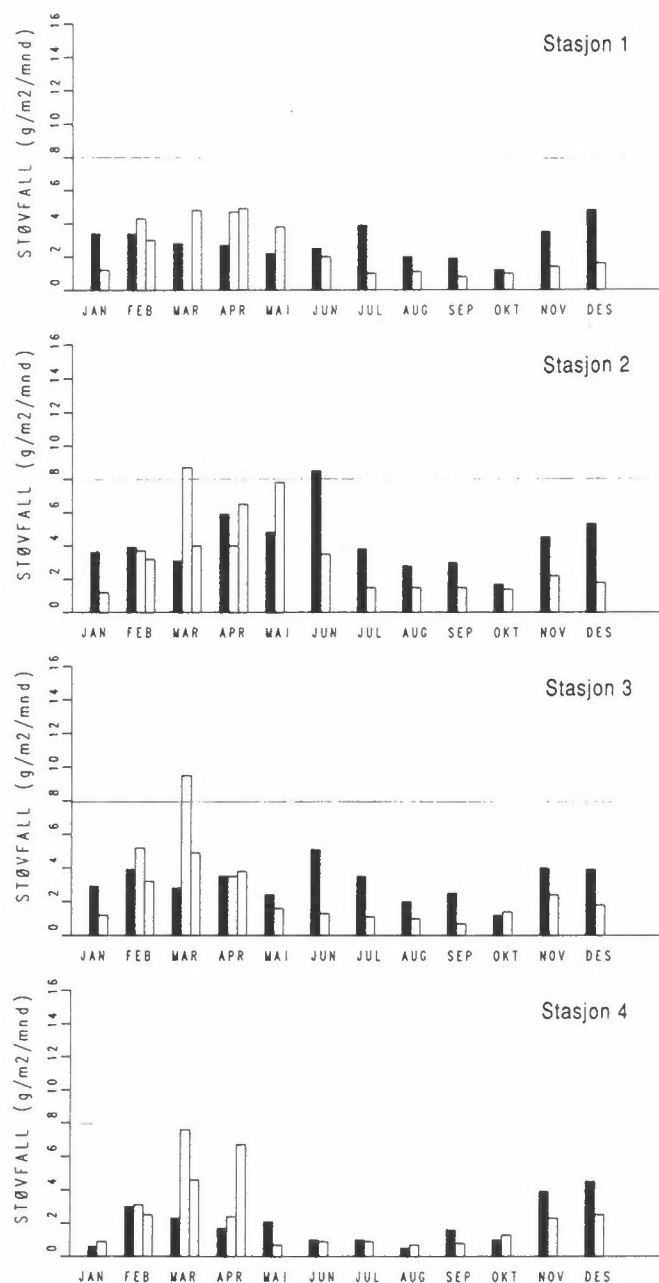
STASJON BLINDERN



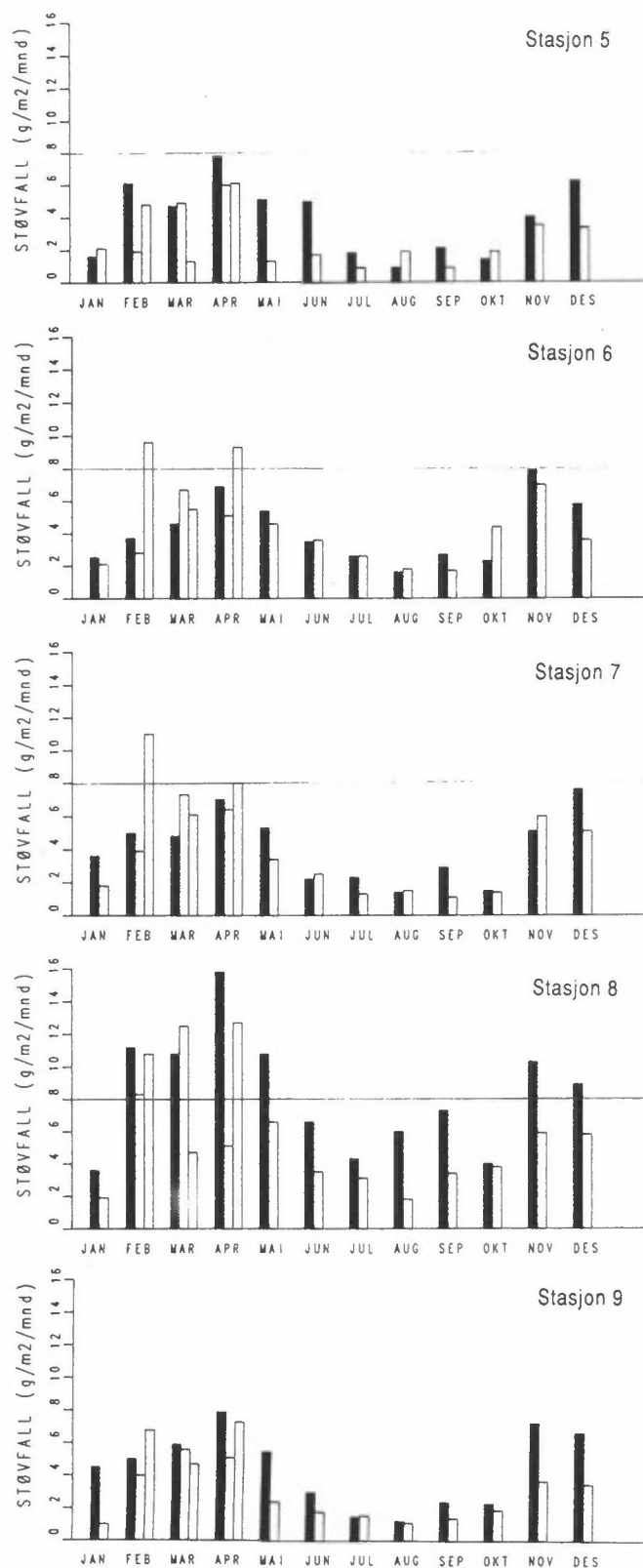
STASJON FORNEBU



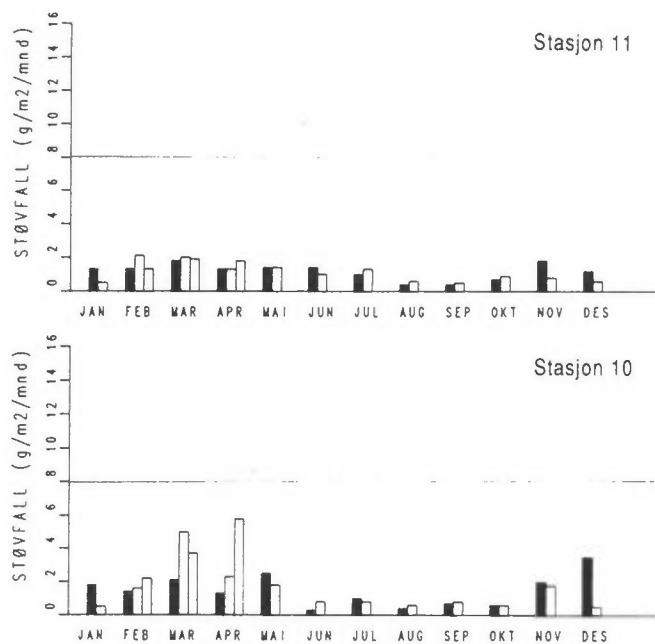
Figur B6: Nedbørmengder i Oslo. Februar 1989-april 1991.



Figur B7: Støvfallsmålinger, sentral vest.
 (Sorte stolper før åpningen av Fjellinjen, hvite stolper etter åpningen.)



Figur B8: Støvfallsmålinger, sentral øst.
(Sorte stolper før åpningen av Fjellinjen, hvite stolper etter åpningen.)



Figur B9: Støvfallsmålinger, bakgrunnstasjoner.
(Sorte stolper før åpningen av Fjellinjen, hvite stolper etter åpningen.)

