

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR 16/80
REFERANSE: 21878
DATO: JANUAR 1981

BAKGRUNNSUNDERSØKELSER AV LUFT-
FORURENSNINGER VED ALTERNATIVE
BYGGESTEDER FOR VARMEKRAFTVERK VED
OSLOFJORDEN

AV

B. SIVERTSEN OG V. VITOLS

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

ISBN - 82-7247-175-2

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det ble i perioden fra februar 1979 til mars 1980 foretatt analyser av luft, nedbør, snø og vegetasjonsprøver rundt alternative byggesteder for et fossilfyrt varmekraftverk ved Oslofjorden. Undersøkelsene ble utført på oppdrag fra NVE Statskraftverkene, og er et ledd i innsamlingen av bakgrunnsdata for vurdering av miljøkonsekvensene ved et slikt kraftverk. Denne rapporten presenterer en del av resultatene i fase 2 fra et prosjekt som også inkluderte meteorologiske spredningsdata, og beregninger av spredning og avsetning av luftforurensninger.

Det er ved Vestre Torp ved byggestedsalternativet Emmerstad i Vestby målt konsentrasjoner av svoveldioksyd (SO_2) og totalt svevestøv, samt nedbørkvalitet gjennom hele året. Dessuten er det i perioder foretatt analyser av en rekke uorganiske spor-elementer i luften ved Vestre Torp og ved Åsgårdstrand. Tyve komponenter av PAH ble analysert i prøver fra Vestre Torp fra august 1979. Fra forskjellige steder rundt Emmerstad, Slagen-tangen og Hurum analyserte en innholdet av en rekke elementer i snøprøver samlet 6.2.79 og mose/lav-prøver samlet i oktober 1979. Resultatene kan kort oppsummeres som følger:

- årsmiddelkonsentrasjonen av SO_2 , som var $8.4 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$, er typisk for såkalte "bakgrunnsstasjoner" ved Oslofjorden.
- de høyeste døgnmidlele SO_2 -konsentrasjonene i måleperioden var høyere enn det som normalt observeres ved Oslofjorden. I 2% av tiden var døgnmiddelkonsentrasjonen av SO_2 større enn $40 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ og høyeste observerte døgnverdi $103 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$. (Verdens helseorganisasjons norm for luftkvalitet er $200 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ som døgnmiddel).
- døgnmiddelkonsentrasjonene av totalt svevestøv ved Vestre Torp var typiske for ubebygde eller rene villa-områder, med årsmiddel på $24 \pm 14 \mu\text{g m}^{-3}$. Den høyeste døgnmiddelverdien $65 \mu\text{g m}^{-3}$ ble målt i februar 1980, i en kaldværsperiode med svake vinder.

- antropogent sulfat var den dominerende kjemiske komponent i svevestøvet. De høyeste konsentrasjonene ble målt om vinteren til $26 \pm 10 \mu\text{g SO}_4 \text{ m}^{-3}$, som er høyere enn tidligere rapporterte sulfatkonsentrasjoner ved Oslofjorden.
- sulfat ble funnet å forekomme på noe større partikler om vinteren (massemedian-diameter, MMD = $1.4 \mu\text{m}$) enn om våren og sommeren da MMD var hhv. 0.8 og $0.5 \mu\text{m}$.
- middelkonsentrasjoner og standardavvik (s.d.) av endel spor-elementer, samt høyeste konsentrasjon, nest høyeste konsentrasjon og massemedian-diametre (MMD) er oppsumert i følgende tabell:

		ng m ⁻³				
		Middelkons.*	s.d.*	høyeste kons.	nest høyeste kons.	MMD (μm)
Bly	Pb	45	18	244	66	0.7
Sink	Zn	44	18	228	87	1.0
Mangan	Mn	5.7	2	40	9	1.6
Kadmium	Cd	0.6	0.4	2.8	2.0	0.9

* høyeste konsentrasjon ikke inkludert i middelverdien

- de høyeste konsentrasjonene av sporelementer ble målt i løpet av 49 timer fra 28.2. til 2.3.1979. Konsentrasjonene var i denne perioden omtrent fem ganger så høy som gjennomsnittet, og kan ha vært resultatet av en kombinasjon av langtransporterte forurensninger og bidrag fra store kilder ved Oslofjorden sør for målestasjonen ved Vestre Torp.
- PAH-konsentrasjonene målt ved Emmerstad i august 1979 var svært lave, bare 10-40% av konsentrasjonen målt på bakgrunnstasjonen Birkenes i Aust-Agder senhøsten 1977 og bare ca 1^o/oo av konsentrasjoner som måles i Rådhusgata i Oslo om vinteren.

- nedfallet av sulfat med nedbøren var over hele året $\approx 1 \text{ g S m}^{-2}$, som er noe mer enn målt tidligere år. Den laveste pH-verdien i nedbør, pH 3.55, ble målt samtidig med maksimal sulfatkonsentrasjon, 7.2 mg S l^{-1} i uken 22.-29.3.1979.
- årsavsetningen med nedbøren var totalt: av nitrat 0.42 g N m^{-2} , ammonium 0.44 g N m^{-2} , kalsium 0.22 g Ca m^{-2} , natrium 0.49 g Na m^{-2} , magnesium 0.08 g Mg m^{-2} og klorid 0.95 g Cl m^{-2} .
- akkumulering av elementer i snøprøver viser lokale forskjeller som kan spores tilbake til kilder for sjøsalter, trafikkforurensninger og oljeraffineriet på Slagentangen. Ved de fleste prøvestedene var imidlertid akkumuleringen i snøen omtrent 3-10% av årsnedfallet målt i nedbøren ved Vestre Torp.
- konsentrasjonene av elementer i mose og lav-prøver viste ingen dramatiske geografiske variasjoner rundt Oslofjorden. En noe større belastning av Ni og V kunne spores i nedslagsfeltet for raffineriet på Slagentangen.
- anrikningen av elementer i kvistlav i forhold til midlere konsentrasjon av disse elementene i jordsmonn var størst for Cd, Hg, Pb og Zn.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	3
1 INNLEDNING	9
2 LOKALISERING AV MÅLESTEDER	9
3 INSTRUMENTERING	11
3.1 Svoveldioksyd (SO ₂)	11
3.2 Nedbørkvalitet	11
3.3 Partikler og aerosoler	11
3.3.1 Total svevestøvkonsentrasjon	13
3.3.2 Størrelsesfraksjonering	14
3.3.2.1 Andersen kaskadeimpaktor	15
3.3.2.2 Sierra høy-volum kaskadeimpaktor	15
3.3.3 PAH prøvetaking	16
4 DATATILGJENGELIGHET	18
5 LUFTKVALITET	19
5.1 Svoveldioksyd (SO ₂)	19
5.2 Totalt svevestøv	20
5.3 Sporstoffer	22
5.3.1 Massekonsentrasjoner av kjemiske komponenter .	22
5.3.2 Størrelsesfordeling	24
5.3.3 PAH	30
6 NEDBØRKVALITET	31
7 AKKUMULERTE MENGDER ELEMENTER I SNØPRØVER	33
7.1 Tidligere undersøkelser	34
7.2 Prøvetaking og analyser	34
8 KONSENTRASJONER AV ELEMENTER I MOSE OG LAV	37
8.1 Tidligere undersøkelser	37
8.2 Prøvetaking og analyseresultater	39
9 DISKUSJON	41
9.1 SO ₂ -konsentrasjoner	41
9.2 Totalt svevestøv	41

	Side	
9.3	Kjemiske komponenter i støv (sporstoffer)...	42
9.3.1	Total-konsentrasjoner av kjemiske komponenter	42
9.3.2	Størrelsesfordelinger	44
9.4	PAH-konsentrasjoner i luft	45
9.5	Nedbørkvalitet	46
9.6	Innhold av elementer i snøprøver	46
9.7	Elementer i mose og lav	47
10	REFERANSER	50
	VEDLEGG A: Partikkelstørrelsefordelinger for individuelle forsøk	53
	VEDLEGG B: Luft (SO ₂) og nedbørkvalitet målt ved Vestre Torp i perioden 21.2.79-29.2.80 ...	79
	VEDLEGG C: Partikkel-størrelsesfordelinger og normalisert masse av partikler ved Vestre Torp og Åsgårdstrand	89
	VEDLEGG D: Sammenlikning mellom Andersen og Sierra høy volum kaskadeimpaktorer	103

BAKGRUNNSUNDERSØKELSER AV LUFTFORURENSNINGER VED
ALTERNATIVE BYGGESTEDER FOR VARMEKRAFTVERK VED
OSLOFJORDEN

1 INNLEDNING

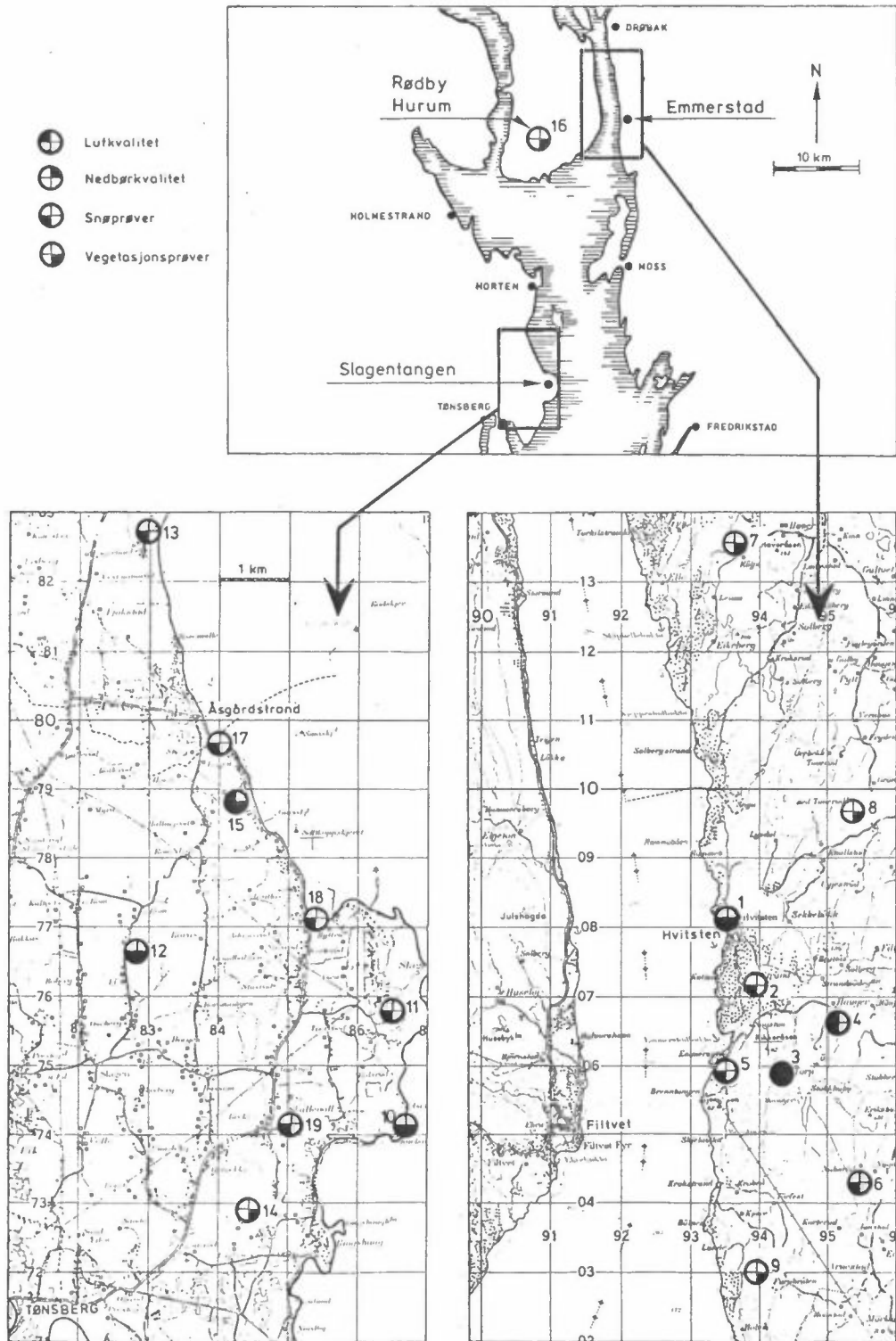
Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra NVE Statskraftverkene foretatt en undersøkelse av luft- og nedbørkvalitet samt mengden av en del sporelementer i snø og vegetasjonsprøver rundt alternative byggesteder for varmekraftverk ved Oslofjorden.

Undersøkelsen representerer en del av fase 2 i et prosjekt som ble presentert 28.3.1978 (1). Resultatene fra Fase 1 ble presentert i september 1979 (2).

2 LOKALISERING AV MÅLESTEDER

Figur 1 viser de stedene ved Oslofjorden hvor det er samlet prøver i dette prosjektet.

Prøver av nedbørkvalitet, svoveldioksyd (SO_2) og svevestøv ble samlet ved Vestre Torp (stasjon 3, figur 1) i perioden 1.4.79-28.2.80. PAH ble målt ved Hauger (stasjon 4, figur 1) i perioden 15.8-28.8.79. Målestasjonene lå ca 100 moh ca 1 km øst for et alternativt byggested ved Emmerstad. Svevestøvprøver ble også tatt nær Åsgårdstrand (stasjon 15, figur 1) i perioden 18.7-16.8.79.



Figur 1: Målesteder ved Oslofjorden 1979-80.

Snøprøver ble tatt ved 6 punkter rundt Emmerstad og 7 punkter rundt Slagentangen den 6.2.79.

Mose- og lavprøver, kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Kvistlav (*Hypogymnia physodes*) og Etasjemose (*Hylacomium splendens*) ble samlet på i alt 10 steder i oktober 1979. Fem av stedene rundt Emmerstad, fire rundt Slagentangen og et prøvepunkt lå på Hurumlandet.

3 INSTRUMENTERING

3.1 Svoveldioksyd (SO₂)

NILUs automatiske prøvetaker for gasser og støv ble anvendt for å måle døgnmiddelkonsentrasjonen av SO₂ ved Vestre Torp. En skisse av prøvetakeren er vist i figur 2a.

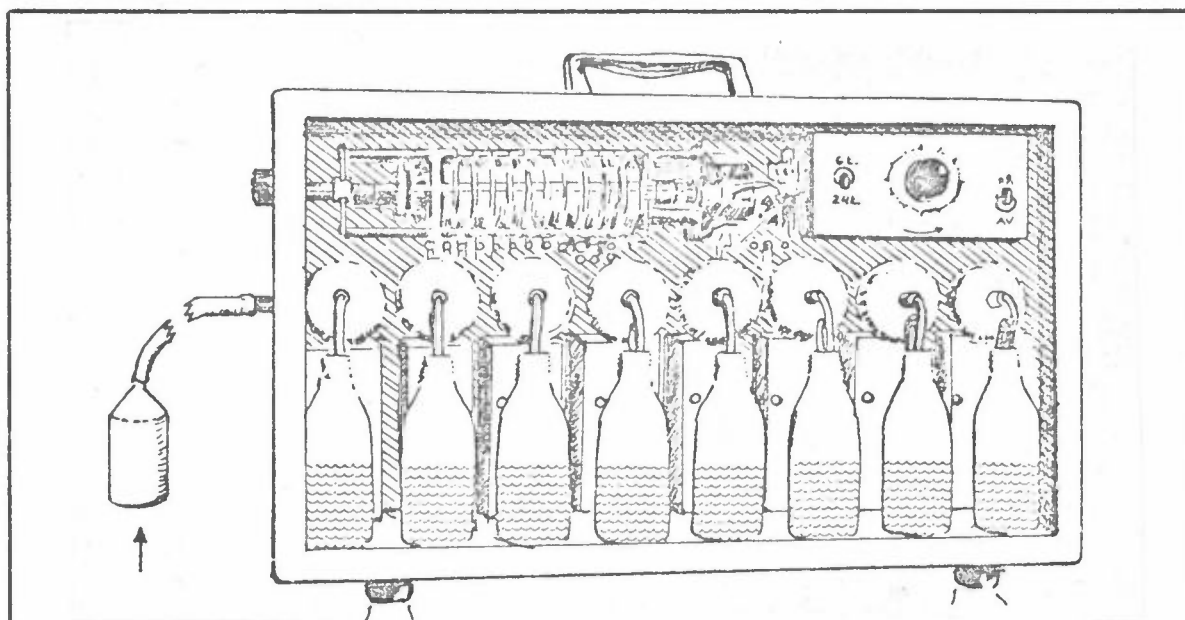
Luftinntaket gjennom en trakt hang på nordveggen av et uthus, mens prøvetakeren, som er avhengig av at temperaturen er over frysepunktet, var plassert innendørs. Apparatet består av 8 filtre og absorpsjonsflasker i serie, og skiftes automatisk hver 24. time. Instrumentet trenger således tilsyn en gang pr uke. Luftgjennomstrømningen er ca 3.6 m³ pr døgn.

3.2 Nedbørkvalitet

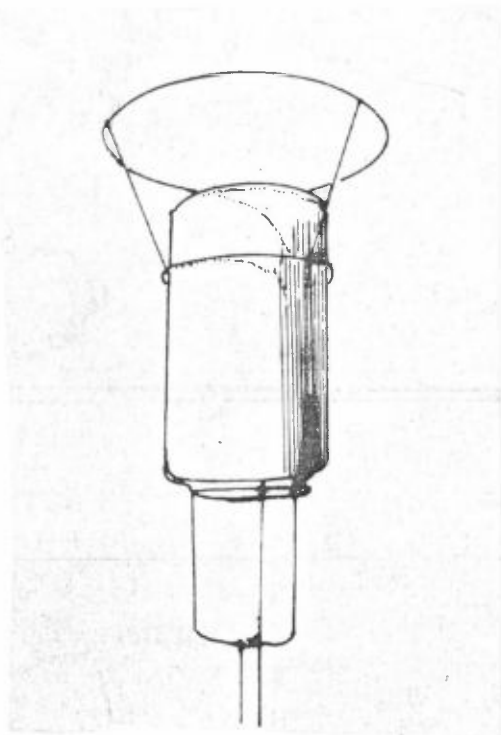
Det ble benyttet to typer nedbørsamlere utviklet ved NILU, en i vinterhalvåret (figur 2b) og én for sommerhalvåret (figur 2c). Om sommeren samles nedbøren i en flaske via en smal trakt for å hindre fordampning. Oppsamlingsarealet er 314 cm². Prøvetakerne var plassert 2 m over bakken, og ble tømt en gang i uka.

3.3 Partikler og aerosoler

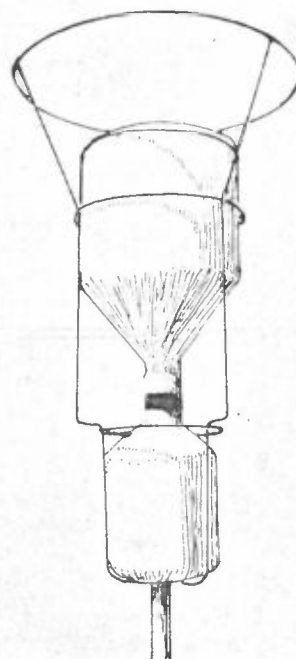
Fire forskjellige instrumenttyper ble anvendt for å måle total-svevestøvkonsentrasjon, fordeling av kjemiske komponenter på partikler, og forskjellige polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).



a) Automatisk luftprøvetaker for måling av SO_2 og svevestøv.



b) Snøsamler

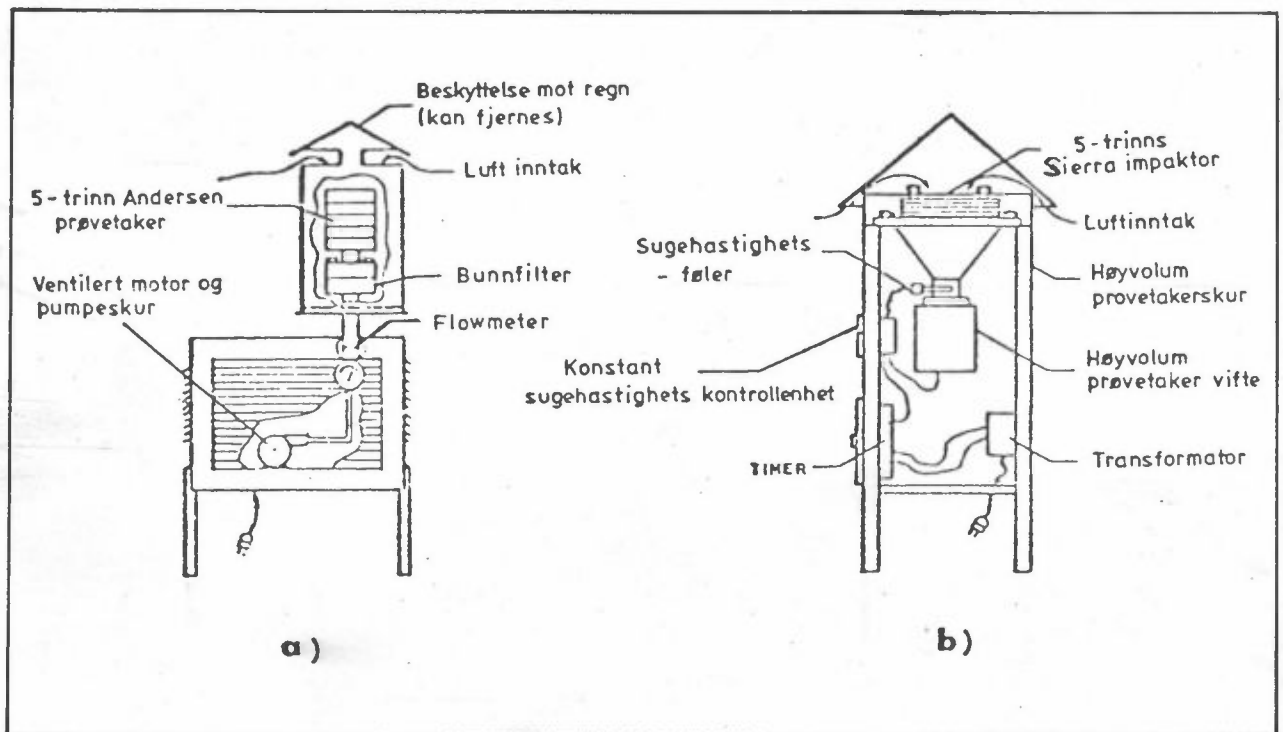


c) Regnsamler

Figur 2: NILUs luft- og nedbørprøvetakere.

3.3.1 Total svevestøvkonsentrasjon

Den amerikanske referansemetoden for høy-volum prøvetaking (3) ble anvendt for å måle døgnmiddelkonsentrasjoner av total svevestøv ved Vestre Torp (målestasjon 3) og i en begrenset periode ved Åsgårdstrand (målested 15). Hovedprinsippene er vist i figur 3.



Figur 3: (a) Modifisert Andersen prøvetaker med luftinntak,
(b) Høy-volum Sierra kaskade impaktor i standard
høy-volum prøvetakerhus.

Luftstrømmen gjennom en filterflate av dimensjon 20 cm x 25 cm skal være ca $1.13 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$. Luftstrømmen reguleres ved hjelp av hetetrådsanemometer (Sierra Model 310A). Dette måler luftstrømmen i masseenheter og korrigerer automatisk for endringer i trykkfall som skyldes lagring av partikler på sluttfilteret, spenningsvariasjoner og temperaturendringer (4). Høy-volum prøvetakeren av modell Sierra Model 305 ble i disse undersøkelsene anvendt med et Gelman spektrograd glassfiberfilter.

Den virkelige luftstrømmen gjennom instrumentet ble jevnlig kontrollert og justert, men avvek vanligvis lite fra den anbefalte gjennomstrømningshastigheten på $1.13 \text{ m}^3/\text{min}$. Grove kontroller ble også foretatt ved begynnelsen av hver prøvetakingsperiode.

Forhåndsveide Gelman spektrograd glassfiberfiltre ble satt inn og tatt ut av kasettene på filterholderne (Sierra Model 3000) i laboratoriet slik at bare de forhåndsladete kasettene ble byttet ut på prøvetakingsstedet. Eksponerte filtre ble returnert til NILU i rene papirkonvolutter som var merket på forhånd.

Svevestøvmengden ble bestemt ved å veie filteret før og etter prøvetaking under definerte temperatur- og fuktighetsbetingelser ($15\text{-}35^\circ\text{C}$, $<50\%$ relativ fuktighet). Luftmengden ble bestemt ved å måle luftstrømmens hastighet, samt prøvetakingstiden. Den beregnede svevestøvkonsentrasjon oppgis til nærmeste mikrogram pr m^3 ($\mu\text{g m}^{-3}$). Totalt 24 prøver av totalt svevestøv ble samlet i perioden april-oktober 1979 og i januar og februar 1980 ved Vestre Torp. Prøvene ble tatt på tilfeldig valgte dager en gang pr uke. 7 prøver ble også samlet i løpet av en fire ukers periode i juli-august 1979 ved Åsgårdstrand. Fire av disse prøvene var tatt samtidig med prøver fra Vestre Torp.

3.3.2 Størrelsesfraksjonering

To forskjellige typer kaskadeimpaktorer ble anvendt for å bestemme størrelsesfraksjoneringen av partikler i luft.

Kaskadeimpaktoren av type Andersen ble anvendt i ni forsøk i februar, mars og april 1979 ved Vestre Torp. Sierra høy-volum impaktor ble anvendt i ti forsøk i månedene mars, april, juni og juli 1979 ved Vestre Torp og Åsgårdstrand. I fire av forsøkene ble begge prøvetakerne kjørt samtidig. Det ble ikke tatt prøver over faste perioder, da det tidlig ble klart at prøvetaking på opptil 3 dager ikke førte til problemer med overbelastning

av filtre. Prøver ble imidlertid tatt én gang pr uke, og varigheten av hver prøve strakk seg fra 1305 til 4020 minutter.

3.3.2.1 Andersen kaskadeimpaktor

Dette var en modifisert type (4) (RAC Fractionating Sampler, Model 2354) med "stor pipe" på luftinntaket, hullplatemåler for luftstrøm, pumpe og motorhus, som vist i figur 3(a). Den har fem oppsamlingstrinn. Ved hvert trinn går luften gjennom en plate med ca 400 hull, og blir deretter avbøyd 90° ved en oppsamlingsflate. Luften må passere gjennom stadig mindre hull, slik at lufthastigheten øker for hvert trinn. Partiklene i luften avsettes på glassfiltre på en oppsamlingsplate, avhengig av partikkelstørrelse og lufthastighet. De største partiklene avsettes på første trinn, de mindre på neste trinn osv. Etter de fem impaktortrinnene er det plassert et filter for oppsamling av de aller minste partiklene.

Hullplatemåleren for luftgasstrøm på den modifiserte Andersen kaskadeimpaktoren ble kalibrert ved NILU før prøvetakerne ble satt i felt. På målestasjonen ble trykkforskjellen på hullplatemåleren lest av ved begynnelsen og slutten av hver måleperiode. Luftstrømmen ble målt i området $0.12 - 0.14 \text{ m}^3\text{min}^{-1}$.

3.3.2.2 Sierra høy-volum kaskadeimpaktor

Denne besto av en Sierra Model 305 høy-volum prøvetaker med Sierra Model 235 femtrinns impaktor (5) som vist i figur 3b.

Model 235 består av metallplater med spalteåpninger istedenfor hull, og sugeshastigheten er relativt høy ($1.13 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$). Prøvene samles på spesielle glassfiberfiltre med slisser som svarer til spaltene i den underliggende platen, og siste trinn består av et vanlig glassfiberfilter.

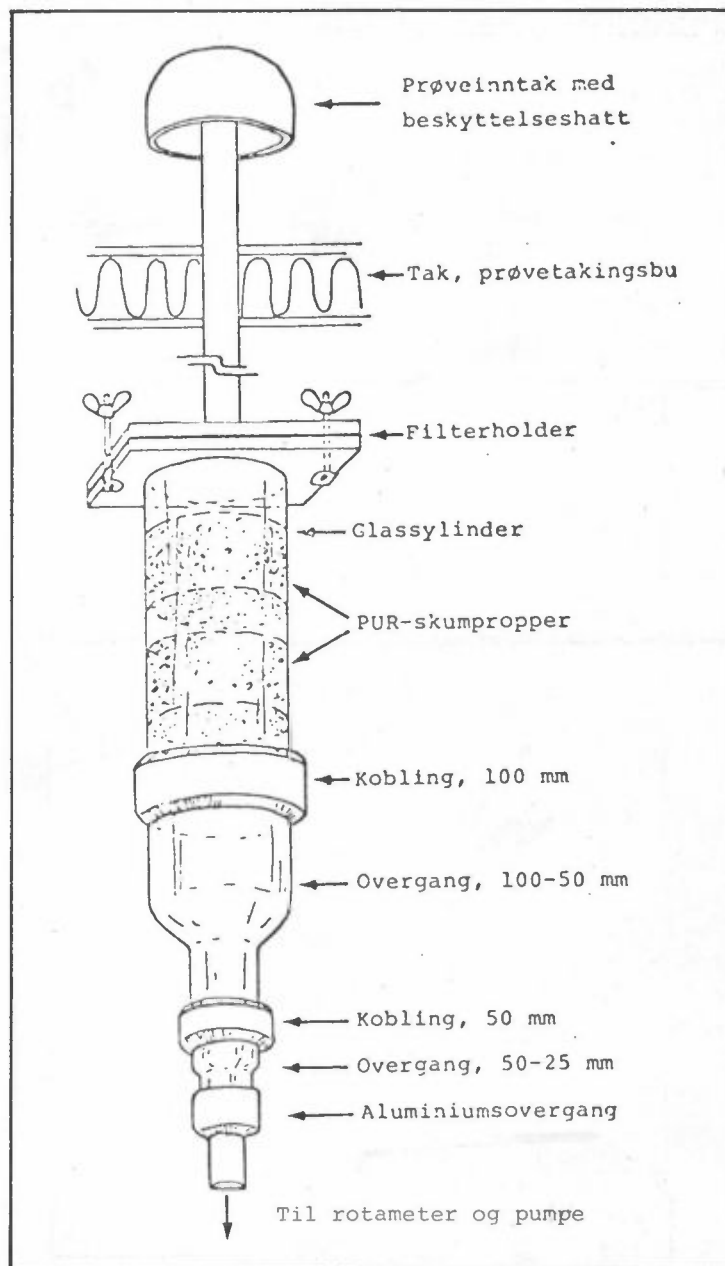
Lufthastigheten ble kontrollert og justert som angitt for totalt svevestøv i kapittel 3.3.1. Filtrene på kaskadeimpaktorene både for type Andersen og Sierra ble ladet i impaktoren i laboratoriet før disse ble tatt ut til prøvetakingsstedet. Impaktorene ble transportert til og fra prøvetakingsstedet i rene plastposer. Prøvene ble returnert til NILU i rene papirkonvolutter for kjemisk analyse. De beregnede konsentrasjonene av alle kjemiske komponentene fra kaskadeimpaktorene gjelder for temperatur på 25°C og 760 mm Hg.

3.3.3 PAH-prøvetaking

Prøver for analyse av PAH-komponenter i luft ble samlet under fire perioder på omkring 24 timer. På grunn av store problemer med variabel spenning ved målestasjon 3, Vestre Torp, oppsto det store vanskeligheter med drift av PAH-prøvetakeren.

Fire brukbare prøver ble tilslutt samlet ved målestedet Hauger (stasjon 4) i løpet av juli måned 1979.

PAH-prøvetakeren som er utviklet ved NILU (6) samler partikulært materiale på et glassfiberfilter og gassformig materiale på to polyuretanskumpropper (PUR) (se figur 4).



Figur 4: Skisse av NILUs prøvetaker for PAH.

4 DATATILGJENGELIGHET

Målested	Komponent	1979												1980	
		F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	
3 Vestre Torp	SO ₂	----- -----												-----	
	Nedbør	-----													
	Svevestøv	-----				-----									
4 Hauger	PAH	----- -----													
15 Åsgårdstrand	Svevestøv	-----													
1,2,3,4,5,6,10, 11,12,13,17,18, 19	} Snøprøve	▲													
1,3,7,9,10,12, 14,15,16		Vegetasjon													
	Vegetasjon	▲													

Figur 5: Perioder med tilgjengelige data fra Oslofjordområdet 1979-80.

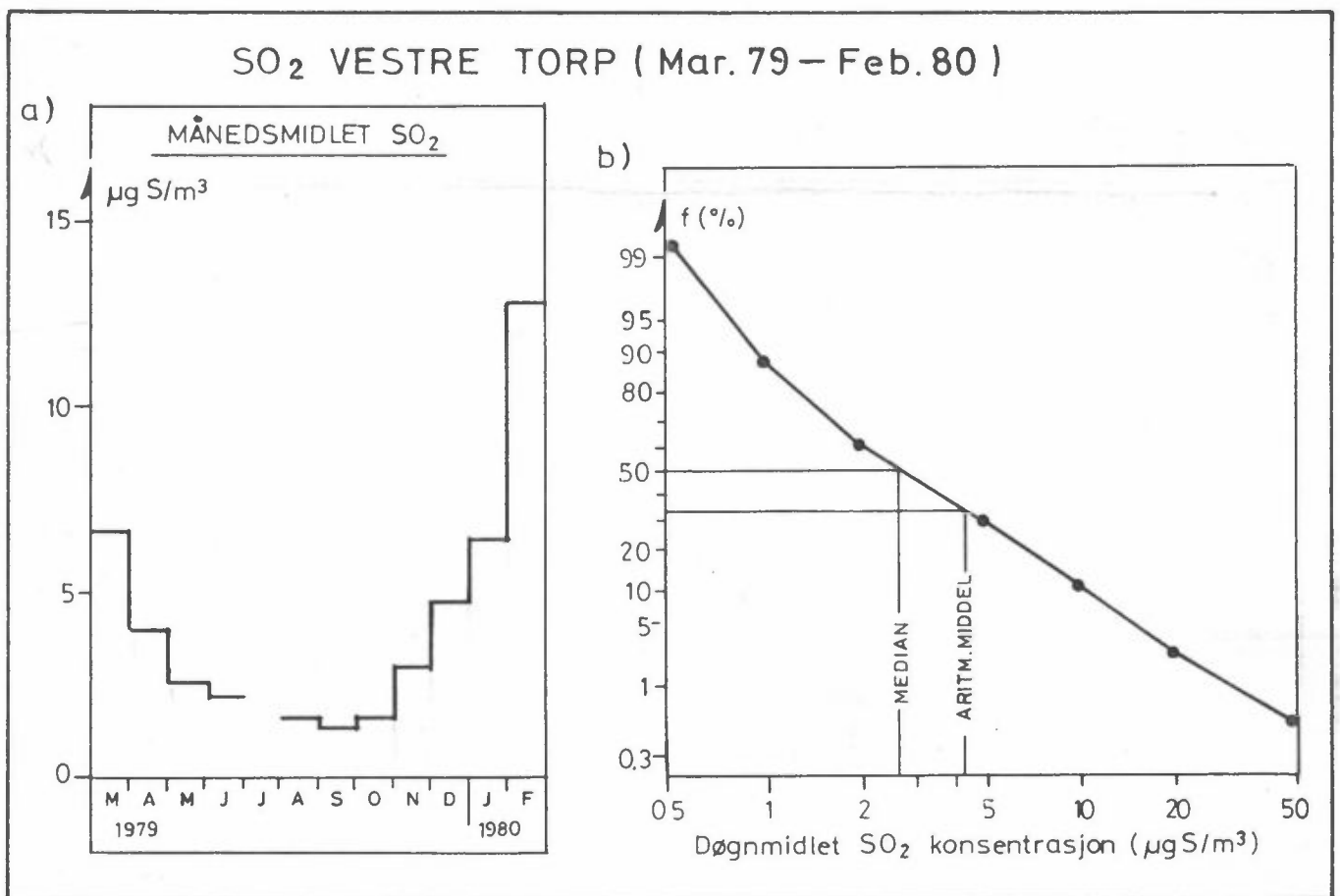
Figur 5 viser perioder med tilgjengelige data for de forskjellige forurensninger undersøkt ved Oslofjorden i 1979-80. Som det framgår manglet det SO₂-data ved Vestre Torp i juli 1979 pga. sommerferie uten lokalt tilsyn med stasjonen. Dessuten var det i to perioder sommeren og høsten 1979 avbrudd i de ukentlige prøvene for totalt svevestøv ved Vestre Torp.

PAH-prøvetakingen som skulle foretas ved Vestre Torp måtte flyttes til Hauger pga. vanskeligheter med strømforsyningen. Også ved Hauger var det problemer pga. uvilje fra den lokale stasjonsholder. Alle PAH-dataene er derfor noe tvilsomme. Forøvrig har måleprogrammet gått etter planen, med god datatilgjengelighet.

5 LUFTKVALITET

5.1 Svoveldioksyd (SO₂)

Døgnmiddelkonsentrasjonene av SO₂ i perioden ved Vestre Torp er presentert i Vedlegg B. En oppsummering av disse data er vist i figur 6, som viser a) månedsmiddelkonsentrasjonene fordelt over året, b) frekvensfordeling av døgnmiddelkonsentrasjonen.



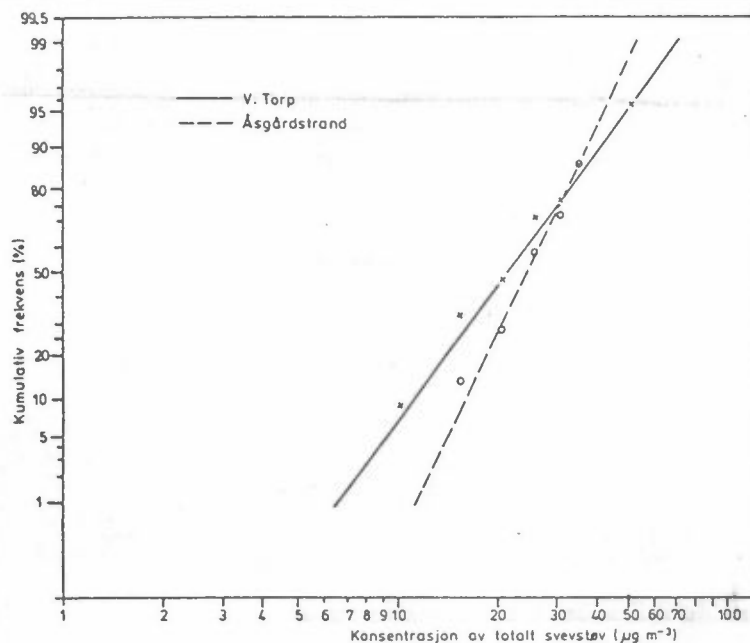
Figur 6: SO₂-konsentrasjoner målt ved Vestre Torp i perioden 1.3.79-29.2.80.

- a) månedsmiddelkonsentrasjoner (µg S/m³) fordelt over året
- b) kumulativ frekvensfordeling av døgnmiddelkonsentrasjoner (µg S/m³) over måleperioden (ordinaten viser frekvensen i % av konsentrasjoner større enn verdiene angitt på abscissen).

Figur 6 viser at det var en klar årstidsvariasjon av SO₂-konsentrasjoner ved Vestre Torp. De høyeste konsentrasjonene ble målt i fyringssesongen om vinteren. Den høyeste månedsmiddelkonsentrasjonen ble observert i februar 1980 til 12.9 µg S m⁻³ (eller 25.8 µg SO₂·m⁻³). Februar var da også karakterisert ved langvarige høytrykkssituasjoner med svak vind, noe som også førte til middeltemperaturer over Østlandet som var 1-2 grader lavere enn normalt. Middelkonsentrasjonen av SO₂ over hele måleperioden ved Vestre Torp var 4.2 µgS m⁻³. Frekvensfordelingen viser det i ca 2% av tiden ble observert døgnmiddelkonsentrasjoner på mer enn 20 µgS m⁻³ (40 µg SO₂ m⁻³).

5.2 Totalt svevestøv

Døgnmiddelkonsentrasjoner av totalt svevestøv ved Vestre Torp og Åsgårdstrand er presentert i tabell 1. Middelerverdier og standardavvik er gitt i nedre del av tabellen. Da konsentrasjonen av totalt svevestøv synes å være log-normal fordelt, er måledataene også vist ved den kumulative massekonsentrasjonsfordelingen i figur 7.



Figur 7: Kumulativ fordeling (%) av konsentrasjoner mindre enn verdier angitt på abscissen av totalt svevestøv ved Vestre Torp (21 døgnmiddelverdier) og Åsgårdstrand (7 døgnmiddelverdier).

Tabell 1: Døgnmiddelkonsentrasjonen ($\mu\text{g m}^{-3}$) av svevestøv ved Vestre Torp og Åsgårdstrand målt med høy-volum prøvetaker.

Sted	Prøvetakingsperiode	Konsentrasjon $\mu\text{g m}^{-3}$	Sted	Prøvetakingsperiode	Konsentrasjon $\mu\text{g m}^{-3}$
Vestre Torp	18.-19.4.79	19			
" "	26.-27.4.79	15			
" "	2.- 3.5.79	13			
" "	18.-19.5.79	23			
" "	26.-27.5.79	21			
" "	1.- 2.6.79	50			
" "	5.- 6.6.79	35			
" "	18.-19.7.79	5*	Åsgårdstrand	18.-19.7.79	19
" "	24.-25.7.79	2*	"	23.-24.7.79	22
" "	2.- 3.8.79	2*	"	24.-25.7.79	15
" "	7.- 8.8.79	15	"	27.-28.7.79	24
" "	15.-16.8.79	9	"	1.- 2.8.79	31
" "	22.-23.8.79	9	"	7.- 8.8.79	42
" "	29.-30.8.79	15	"	15.-16.8.79	29
" "	5.- 6.9.79	28			
" "	23.-25.9.79	24			
" "	1.-2.10.79	15			
" "	9.-10.10.79	46			
" "	15.-16.1.80	16			
" "	23.-24.1.80	21			
" "	31.1.-1.2.80	23			
" "	8.- 9.2.80	32			
" "	16.-17.2.80	19			
" "	24.-25.2.80	65			
Aritmetiske middel		24			26
Standard- avvik		14			8
Median		21			25
Geometrisk standard- avvik		1.7			1.4

* Lave verdier kan skyldes feil ved måleutstyret og er ikke inkludert i middelverdier og standardavvik.

5.3 Sporstoffer

En del av de uorganiske sporelementene som forekommer i utslippene fra et kullfyrt varmekraftverk er giftige. Spredningsveiene og virkningene er meget forskjellige avhengig av hvilke elementer en diskuterer. De mest omdiskuterte elementene kan også gi helseeffekter. Det er derfor av interesse å se på både massekonsentrasjonsfordelinger og fordelingen av de forskjellige elementene på luftbårne partikler av forskjellig størrelse.

5.3.1 Massekonsentrasjoner av kjemiske komponenter

Middelverdier og standardavvik av forskjellige kjemiske komponenter i luft målt med Andersen og Sierra høy-volum kaskadeimpaktor er vist i tabell 2 og 3.

Tabell 2: Middelkonsentrasjon og standardavvik av forskjellige kjemiske komponenter i luft målt med Andersen og Sierra høy-volum kaskadeimpaktor.

	Periode	Vestre Tørp				Åsgårdstrand	
		Andersen impaktor		Sierra høy-volum impakt.		Sierra høy-volum impaktor	
		Aritm.middel kons.	Standard avvik	Aritm.middel kons.	Standard avvik	5.-6.-7.1979	11.12.7.1979
SO ₄ *	"Vinter" 18.2-2.3.79	25.9 μgm ⁻³	10.1 μgm ⁻³				
Mg		317 ngm ⁻³	44 ngm ⁻³				
Pb		116 "	81 "				
Zn		114 "	74 "				
Mn		15.8 "	15.3 "				
Cd		1.3**"	0.9**"				
SO ₄	"Vår" 8.3-18.4.79	16.0 μgm ⁻³	3.0 μgm ⁻³	8.0 μgm ⁻³	3.9 μgm ⁻³		
Mg				172 ngm ⁻³	73 ngm ⁻³		
Pb		50 ngm ⁻³	12 ngm ⁻³	41 "	20 "		
Zn		40 "	17 "	40 "	12 "		
Mn		4.5 "	1.3 "	4.6 "	1.7 "		
Cd		0.7**"	0.7**"	0.3 "	0.1 "		
SO ₄	"Sommer" 22.6-12.7.79			9.3 μgm ⁻³	5.9 μgm ⁻³	2.7 μgm ⁻³	3.6 μgm ⁻³
Mg				247 ngm ⁻³	30 ngm ⁻³	223 ngm ⁻³	92 ngm ⁻³
Pb				31 "	15 "	48 "	6 "
Zn				40 "	16 "	50 "	37 "
Mn				8 "	1.2 "	9 "	10 "
Cd				0.5 "	0.2 "	0.9 "	0.3 "

*sulfat fra havsalt fratrukket

**målt konsentrasjon ≤ blindprøve

Tabell 3: Middelskonsentrasjon og standardavvik av forskjellige kjemiske komponenter i luft målt ved Andersen kaskadeimpaktor ved Vestre Torp 18.2-18.4.1979.

Komponent	Maks. kons. ikke inkludert		Maks. kons. 28.2-2.3.79	Maks. kons. inkludert	
	Aritmetiske middelkons. (Uten maks.)	Stand. avvik		Aritmetiske middelkons. (inkl. maks.)	Stand. avvik
SO ₄ *	17.6 µg m ⁻³	5.6 µg m ⁻³	37.8 µg m ⁻³	19.8 µg m ⁻³	8.3 µg m ⁻³
Mg	**	**	**	399**ng m ⁻³	39**ng m ⁻³
Pb	55 ng m ⁻³	12 ng m ⁻³	244 ng m ⁻³	76 "	61 "
Zn	49 "	21 "	228 "	69 "	60 "
Mn	5.1 "	1.6 "	40 "	8.9 "	11.1 "
Cd***	0.7 "	0.5 "	2.8 "	1.0 "	0.8 "

* Sulfat fra havsalt fratrukket

** Konsentrasjonsmaksimum ikke funnet 28.2-2.3.79

*** Blindprøve \geq målt konsentrasjon.

Totalkonsentrasjonen av en komponent for en gitt prøve er summen av de individuelle konsentrasjonene funnet på hvert impaktortrinn (1-5), og konsentrasjonen på etterfilteret. Konsentrasjonene er gitt for seks komponenter: Sulfat (SO₄), magnesium (Mg), bly (Pb), sink (Zn), mangan (Mn) og kadmium (Cd). I tabell 2 er konsentrasjonene gitt for tilfeldige perioder vinteren, våren og sommeren 1979. Alle middelveidene inkluderer resultatene fra minst 3 forsøk. Da hvert forsøk ikke strakk seg over like mange prøvetakingsperioder, representerer konsentrasjonene tidsveide middelveidier.

Sulfatverdiene antas å være representantive for den antropogene delen av sulfat. Bidraget fra havsalter er fratrukket basert på målinger av sulfat og magnesiumkonsentrasjoner, og antagelsen om at forholdet mellom sjøsaltdelen av sulfat og magnesium i luft er det samme som forholdet mellom komponentene i sjøvann. I de fleste prøvene ble det funnet mindre enn 10% sulfat av ikke-antropogen opprinnelse.

I den siste prøven vinteren 1979 (28.2-2.3.79) målte Andersen prøvetakeren betydelig høyere konsentrasjoner enn i de øvrige prøvene samlet i perioden 18.2-18.4.79. Dette gjelder for alle komponentene unntatt magnesium.

I tabell 3 har en derfor vist middelverdiene og maksimumskonsentrasjonene for prøvene tatt med Andersen prøvetakeren. Middelverdiene er beregnet både med "28.2-2.3"-prøven inkludert, og uten at denne er tatt med.

5.3.2 Størrelsesfordeling

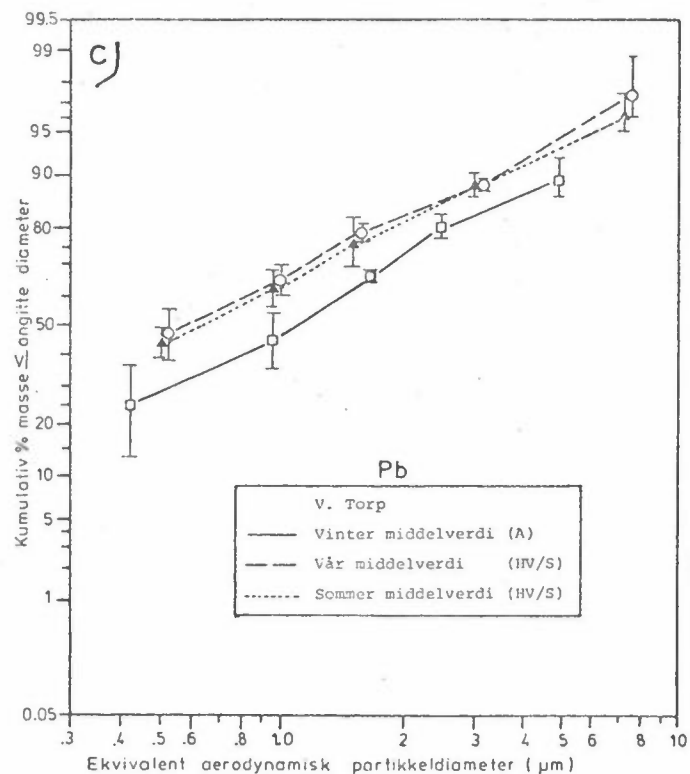
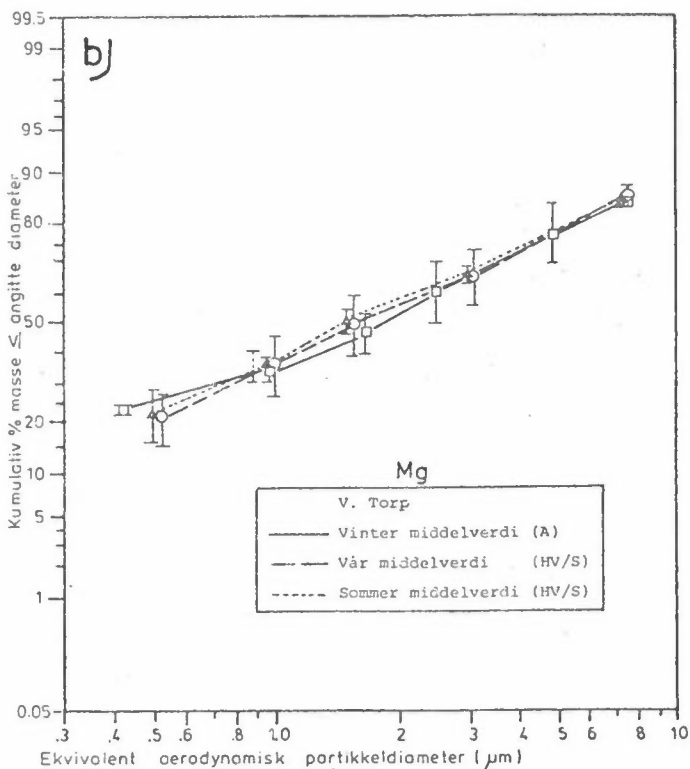
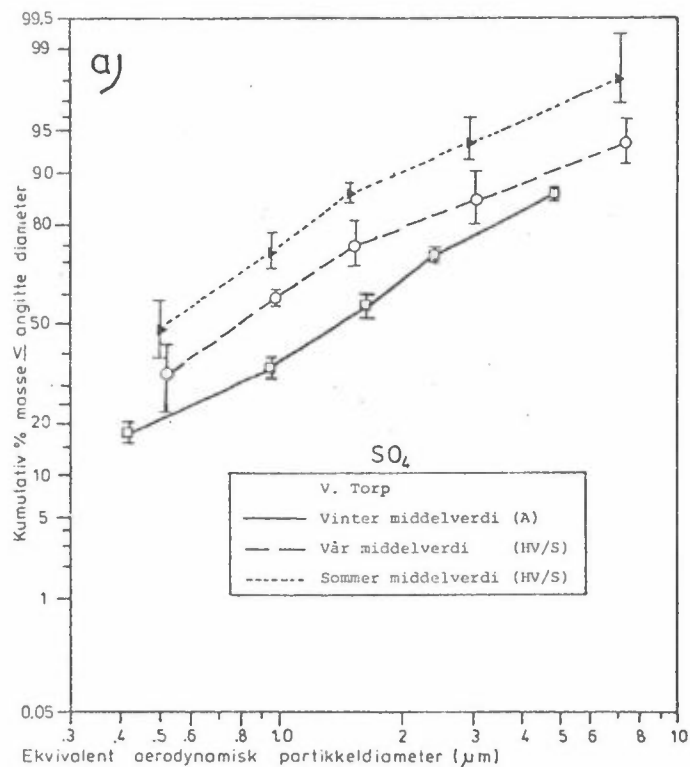
Kaskadeimpaktorene fordeler luftbårne partikler i størrelsesområder avhengig av deres aerodynamiske egenskaper (15). Hvert trinns effektive "cut-off" diametre er gitt ved ekvivalent aerodynamisk diameter (definisjon av begrepene er presentert i Vedlegg A).

De siste publiserte kalibreringsdata (5,7) for effektiv "cut-off diameter" for de to impaktorene anvendt i disse undersøkelsene ble brukt til å etablere partikkelstørrelsesfordelingen. De gitte effektive "cut-off" diametre for Sierra og Andersen kaskadeimpaktorer er presentert i Vedlegg A.

Resultatene av de fraksjonerte prøvene av sulfat, magnesium, bly, ssink, mangan og kadmium på partikler er vist på to forskjellige måter i figur 8 og 9.

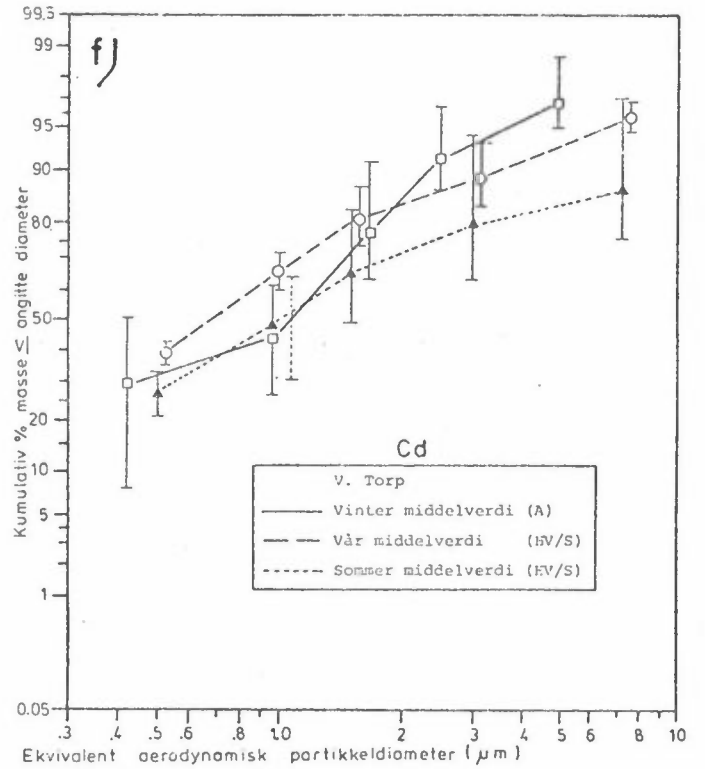
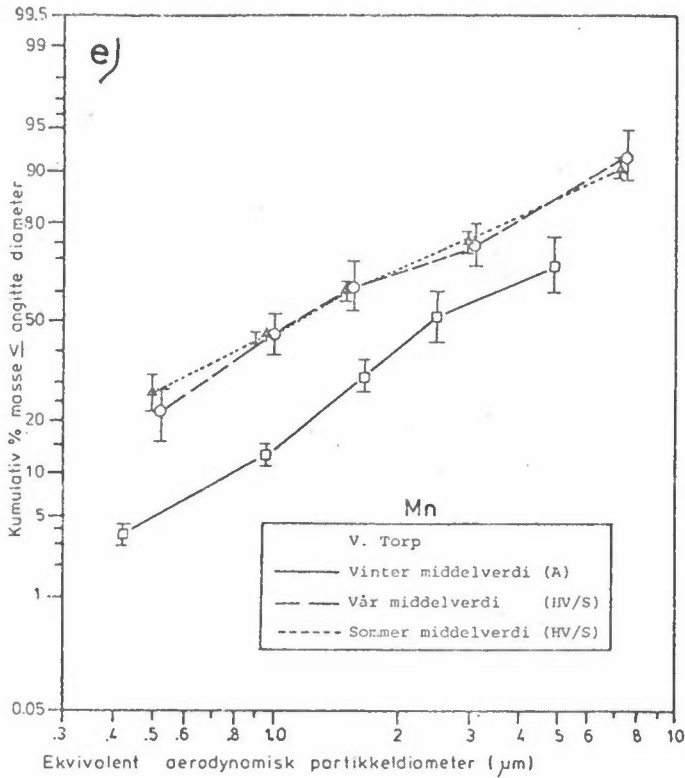
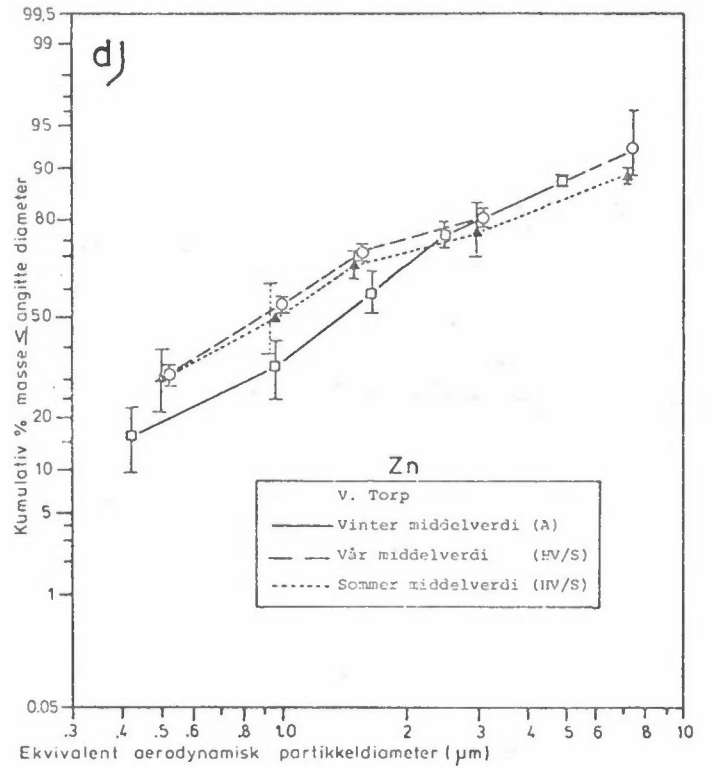
Figur 8 viser midlere kumulative størrelsesfordelinger ved Vestre Torp for vinter, vår og sommerperiodene. Figur 9 viser normalisert midlere massefordeling ved Vestre Torp for vinter, vår og sommerperioder. For å definere størrelsesintervallet for det største impaktortrinnet og bunnfiltret er største diameter for partiklene vilkårlig satt til 20 μm og minste diameter til 0.1 μm .

- a) Antropogene sulfatpartikler (SO₄)
- b) Magnesiumpartikler (Mg)
- c) Blypartikler (Pb)

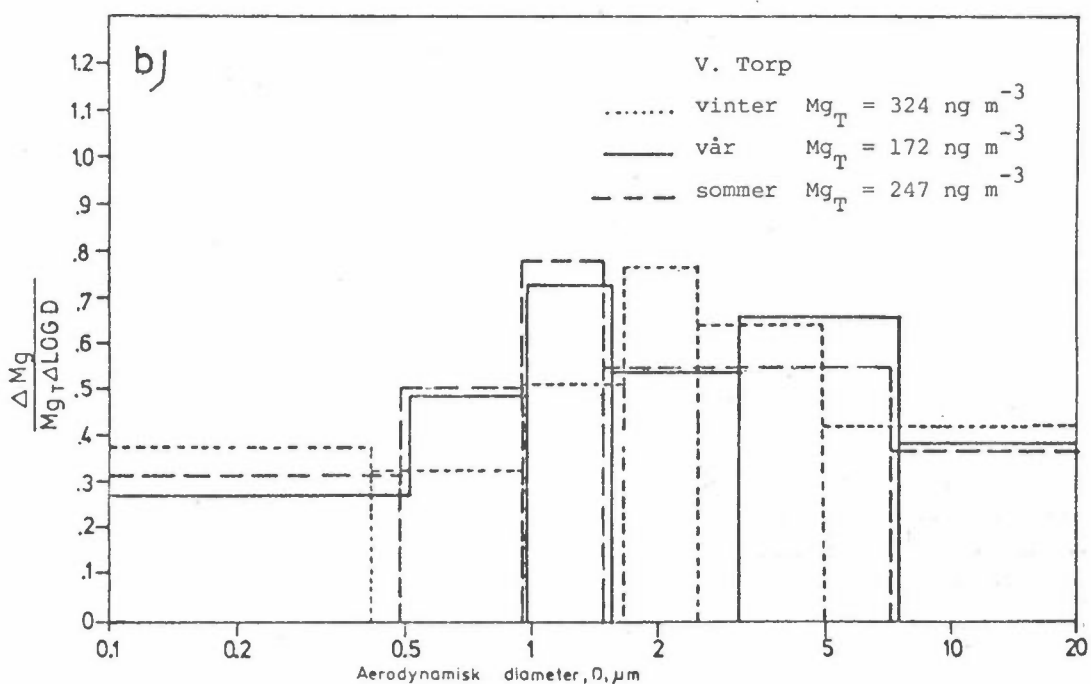
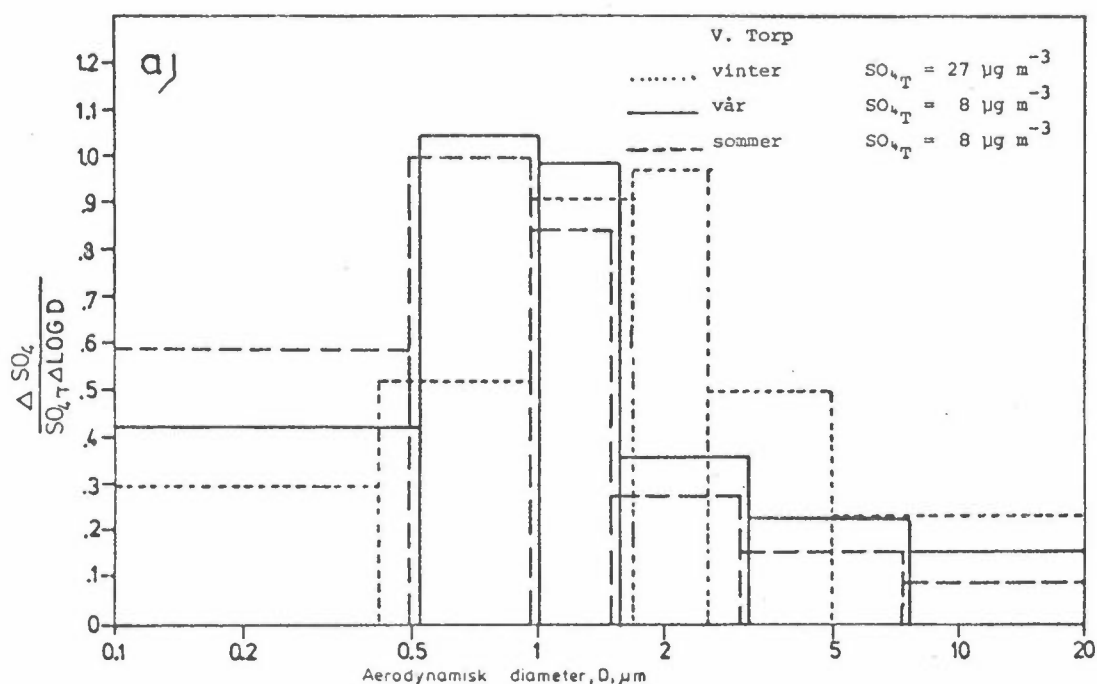


Figur 8: Midlere kumulative størrelsesfordelinger av partikler ved Vestre Torp, målt med Andersen (A) og Sierra høy-volum (HV/S) kaskadeimpaktorer (standard avvik vist med vertikale stolper).

- d) Sinkpartikler (Zn)
- e) Manganpartikler (Mn)
- f) Kadmiumpartikler (Cd)



Figur 8 forts.



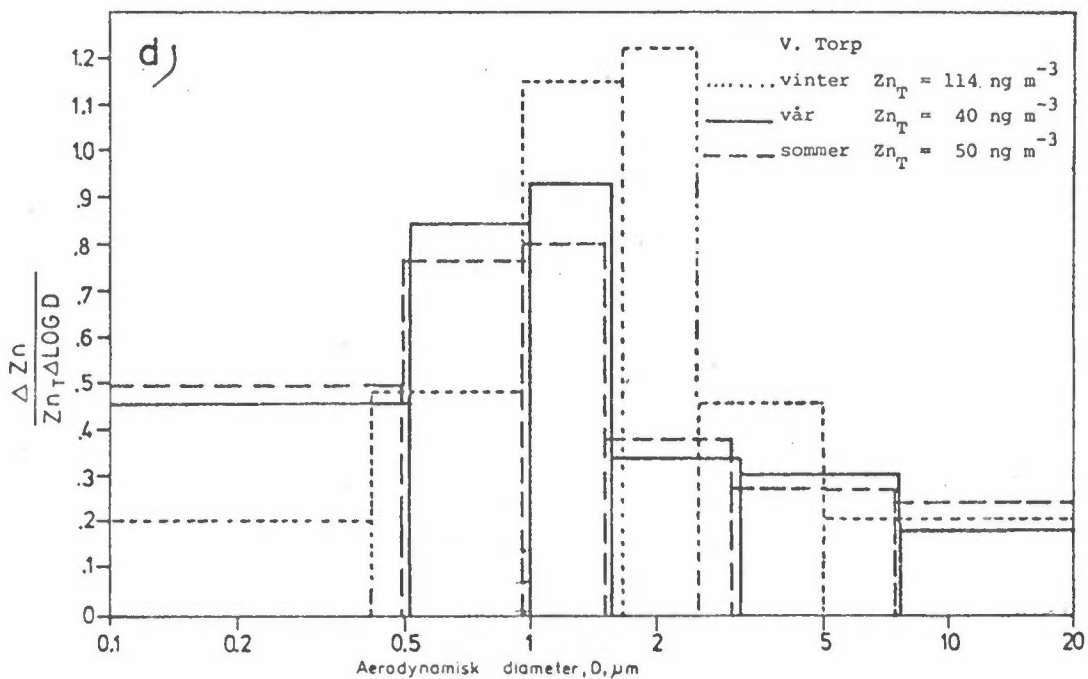
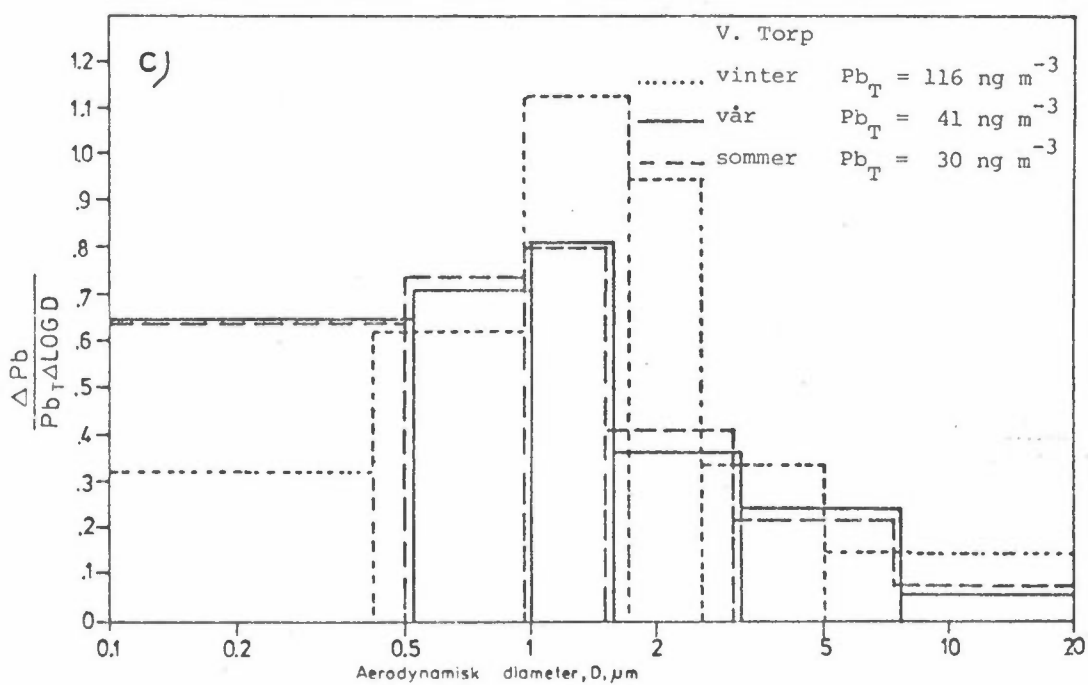
Figur 9: Normalisert midlere masse av partikler som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Andersen ("vinter") og Sierra høy-volum ("vår" og "sommer") kaskadeimpaktorer ved Vestre Torp.

ΔM_j = masse av partikler på impaktortrinn j (her $\Delta M = \Delta SO_4$)

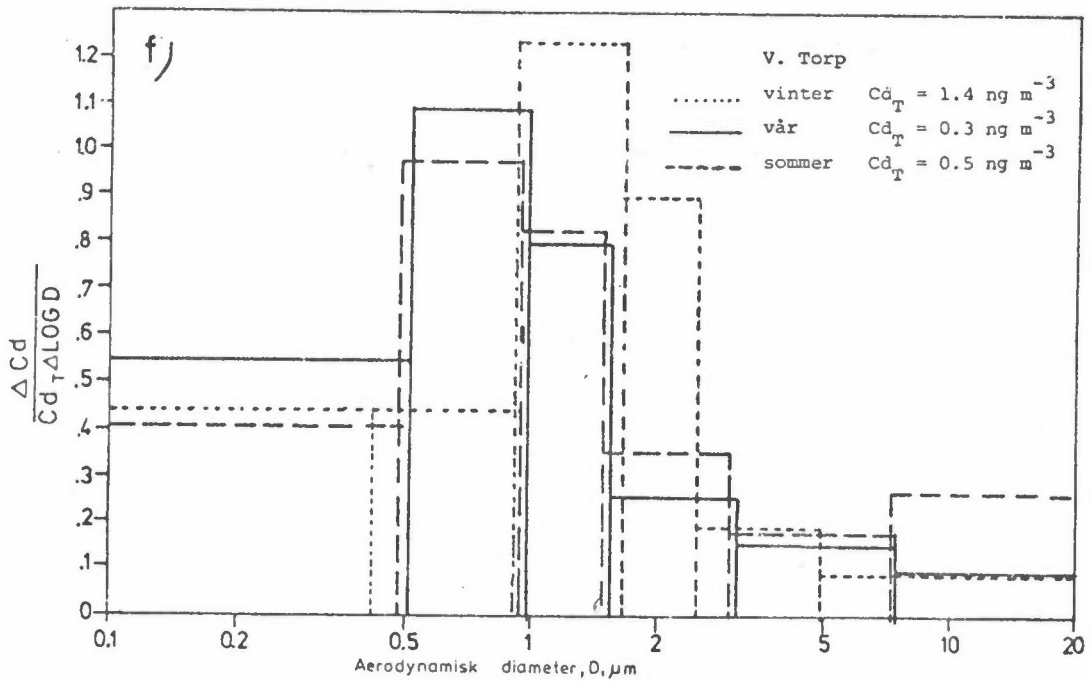
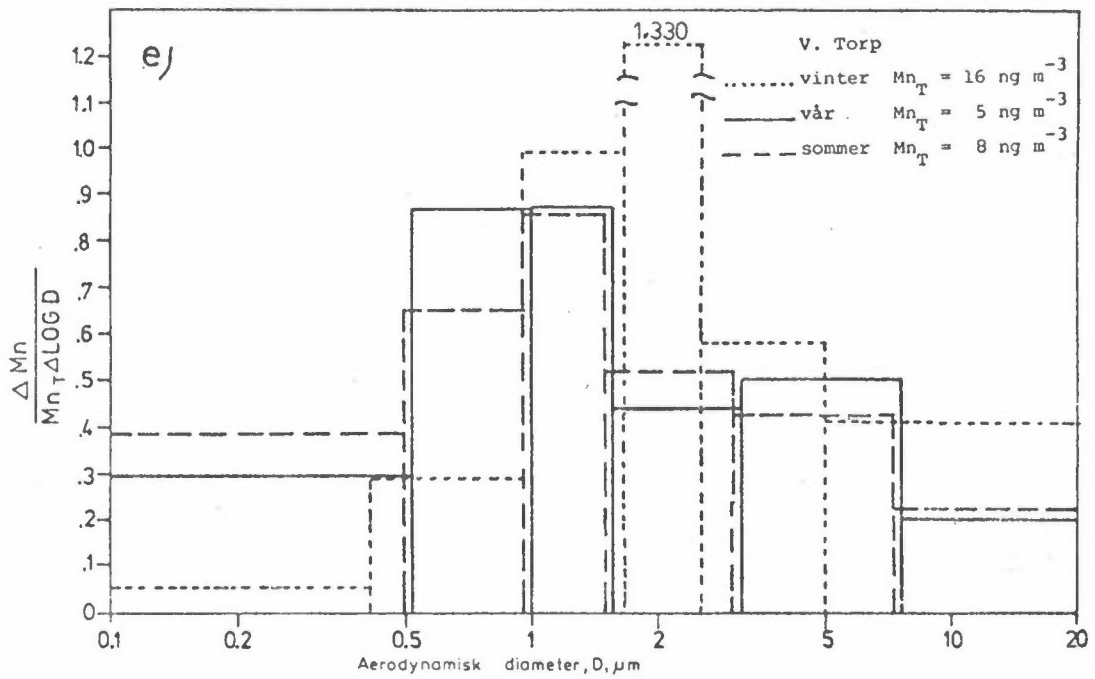
$$\Delta \log D_j = \log \frac{ECD_{j-1}}{ECD_j}$$

M_T = totalmasse av partikler (Trinn 1-5 pluss bunnfilter; her $M_T = SO_{4,T}$)

ECD = Effektiv "cut-off" diameter.
 a) antropogene sulfatpartikler (SO_4)
 b) magnesiumpartikler (Mg)



Figur 9 forts: Normalisert midlere masse av
 c) blypartikler (Pb)
 d) sinkpartikler (Zn)



Figur 9 forts: Normalisert midlere masse av
e) manganpartikler (Mn)
f) kadmiumpartikler (Cd)

Størrelsesfordelinger og normalisert masse av partikler ved Vestre Torp og Åsgårdstrand i perioder hvor det ble foretatt samtidige målinger på de to stedene er vist i Vedlegg C.

Tilsvarende figurer for forskjellige kjemiske komponenter gitt for hvert enkelt forsøk er presentert i figurene A1-A24 i Vedlegg A. Alle middelveidene inkludert i figur 8 og 9 består av minst tre forsøk.

En oppsummering av svevestøv-dataene gitt som aerodynamisk massemedian-diameter estimert for ulike komponenter er presentert i tabell 4.

Tabell 4: Aerodynamisk massemediandiameter, MMD, estimert for ulike komponenter. Andersen (A) og Sierra høy-volum (HV/S) kaskadeimpaktor.

Periode	Sted	Komponent/ Prøvetaker	Estimert massemediandiameter (µm)					
			SO _x	Mg	Pb	Zn	Mn	Cd
"Vinter"	Vestre Torp	A	1.4	1.3	1.0	1.1	2.5	1.0
"Vår"	Vestre Torp	HV/S	0.8	1.2	0.6	0.9	1.1	0.7
"Sommer"	Vestre Torp	HV/S	0.5	1.2	0.6	0.9	1.1	1.0
5.6-6.7.1979	Vestre Torp	HV/S	0.5	1.6	0.8	0.6	1.2	2.5
5.6-6.7.1979	Åsgårdstrand	HV/S	0.5	1.6	0.6	1.2	1.2	1.2
11-12.7.1979	Vestre Torp	HV/S	0.4	1.4	0.5	1.3	1.1	1.0
11-12.7.1979	Åsgårdstrand	HV/S	0.6	1.4	0.3	1.0	1.0	0.4

5.3.3 PAH

Til tross for problemer med PAH-prøvetakingen (se kap. 4) har en i tabell 5 vist konsentrasjonen av PAH på filter for 4 prøver i august 1970. Benzo(a)pyren (BaP) er vist separat. Proppene (bak filteret) ble ikke analysert for de 4 prøvene hvor en kjente luftvolumet.

Tabell 5: Konsentrasjoner ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$) av PAH og benzo(a)pyren (baP) på filter ved Hauger (målested 4, figur 1).

Dato	Konsentrasjon (ng/m^3)	
	PAH filter	baP
15-18.8.79	3.2	0.3
18-19.8.79	2.4	0.4
25-26.8.79	0.4	0.3
27-28.8.79	2.5	<0.1

Alle fire prøvene viste svært lave PAH-konsentrasjoner, helt ned mot deteksjonsgrensen for den analytiske metoden for enkelte komponenter. Det er av denne grunn og på grunn av vanskelighetene med prøvetakingen knyttet store usikkerheter til konsentrasjonene angitt i tabell 5. På Birkenes, en typisk bakgrunnstasjon, i Aust-Agder, ble det i 1977 tatt prøver av PAH_{total}, hvor også proppene ble analysert. Middelveidien over ti prøver ble her funnet å være $\approx 20 \text{ ng}/\text{m}^3$. Benzo(a)pyren-konsentrasjonene målt ved Hauger er imidlertid i samsvar med konsentrasjoner målt ved andre stasjoner i Sør Norge.

6 NEDBØRKVALITET

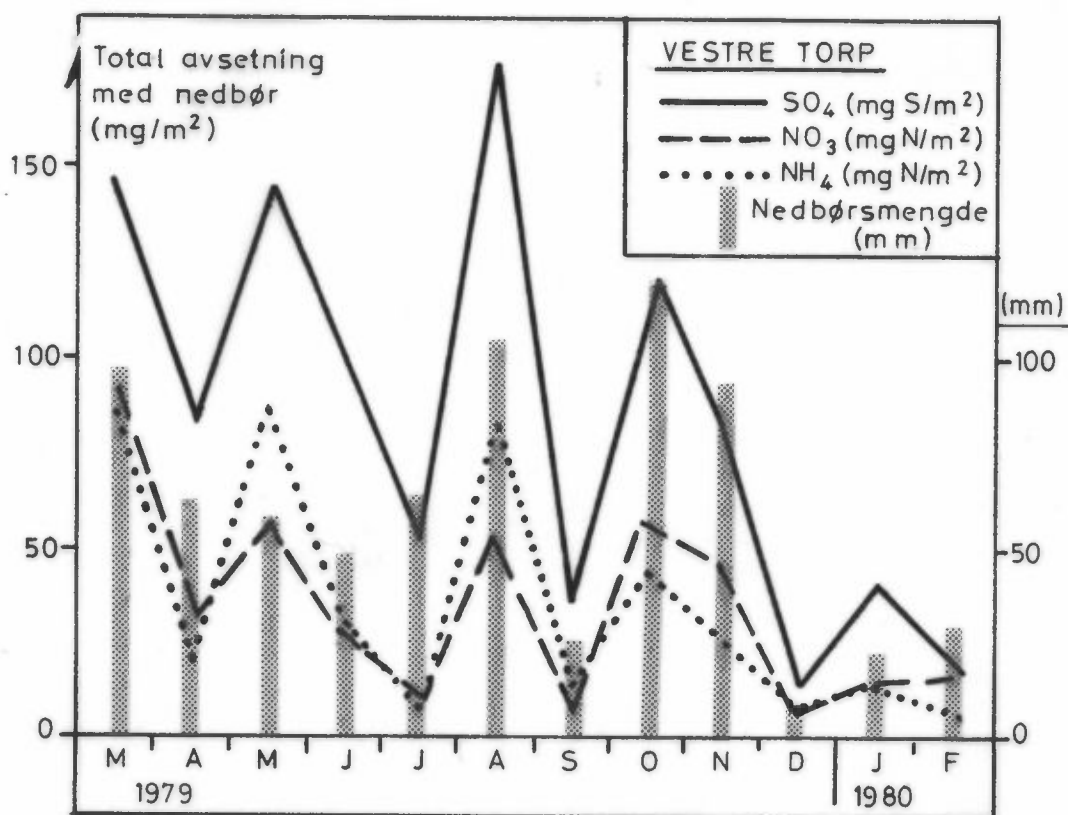
Nedbørprøvene ble samlet ved Vestre Torp som ukemiddelveidier fra uke 8 1979 til og med uke 9 1980. Analyser av pH, sulfat (SO_4), nitrat (NO_3), ammonium (NH_4), kalsium (Ca), natrium (Na), magnesium (Mg), klorid (Cl) er presentert ukevis i vedlegg B. En oppsummering av månedsmiddelveidier i nedbøren er vist i tabell 6.

Tabell 6: Månedsmiddelkonsentrasjoner av en del kjemiske komponenter i nedbøren ved Vestre Torp.

MEAN CONCENTRATIONS										
	AMOUNT	FH	SO ₄ -S	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	CA	NA	MG	CL
	MM		MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L	MG/L
7903	98.6	3.956	1.516	1.430	.920	.886	.23	.99	.124	2.04
7904	66.2	4.045	1.244	1.184	.455	.331	.30	.24	.053	.39
7905	59.8	4.043	2.467	2.385	.917	1.502	.66	.63	.118	1.08
7906	49.4	3.946	1.993	1.899	.560	.602	.34	.68	.136	1.56
7907	64.5	4.017	.807	.803	.162	.144	.12	.18	.017	.42
7908	106.2	3.969	1.718	1.674	.505	.798	.29	.32	.063	.51
7909	26.8	4.275	1.415	1.230	.274	.515	.32	2.59	.267	3.44
7910	117.4	4.206	1.046	.975	.472	.382	.22	.39	.102	1.16
7911	96.7	4.317	.887	.776	.450	.261	.29	1.04	.160	2.47
7912	8.4	4.259	1.814	1.522	.757	.989	1.01	3.05	.420	1.40
8001 ^{JAN}	21.1	3.927	2.011	1.977	.748	.725	.34	.53	.049	.76
8002	30.8	4.244	.641	.639	.630	.262	.12	.13	.012	.26
PERIOD	747.9	4.068	1.396	1.323	.563	.593	.30	.66	.104	1.29

De høyeste konsentrasjonene av sulfat, nitrat og ammonium ble målt i mai 1979.

Figur 10 viser avsetningen med nedbøren av sulfat, nitrat og ammonium hver måned i måleperioden. Den største avsetningen med nedbøren fant sted i august og mars 1979. August hadde den nest største nedbørmengden i måleperioden (106 mm). Bare i oktober regnet det mer (117 mm). Mai derimot hadde bare 60 mm nedbør, men konsentrasjonene av kjemiske komponenter var de høyeste i måleperioden. Total-avsetningen av sulfat over hele året var 1.04 gS m^{-2} . Av dette er 0.98 gS m^{-2} estimert å være av antropogen opprinnelse. Denne avsetningen er noe høyere enn årsavsetningen av sulfat estimert over Oslofjord-området for perioden juli 1972 - juni 1975 (8). Årsavsetningen av nitrat var 0.42 gNm^{-2} , av ammonium 0.44 mgNm^{-2} , kalsium 0.22 g Ca m^{-2} , natrium 0.49 g Na m^{-2} , magnesium 0.08 g Mg m^{-2} og klorid 0.95 g Cl m^{-2} .



Figur 10: Månedsvise avsetning av sulfat (SO₄), nitrat (NO₃) og ammonium (NH₄) med nedbøren på Vestre Torp i perioden mars 1979-februar 1980. Månedsvise nedbørsmengde er gitt ved stolper.

7 AKKUMULERTE MENGDER ELEMENTER I SNØPRØVER

Kjemiske analyser av de akkumulerte mengder av forskjellige elementer i snø, er en enkel metode for å identifisere områder hvor det kan oppstå brå endringer i overflatevannets kjemiske sammensetning (f.eks. økt surhet) ved snøsmelting om våren.

7.1 Tidligere undersøkelser

Senvinteren i 1973, 1974, 1975 og 1976 ble det tatt snøprøver fra 23-165 steder i Norge (9). I 1976 ble det også samlet inn prøver fra de deler av Sverige og Finland som grenser til nordlige deler av Norge. Snøprøvene ble analysert for de kjemiske hovedkomponenter og en del sporstoffer.

I de sørøstlige og de nordligste deler av Norge var snøen karakterisert ved høye konsentrasjoner av H^+ , SO_4 , NO_3 og NH_4 , dvs. komponenter som i stor grad har sammenheng med langtransport av forurensninger. Langs kysten fra Vestlandet og nordover var snøens kjemiske sammensetning dominert av sjøsaltene Cl, Na og Mg.

Resultatene fra de fire regionale snøundersøkelsene viste at selv om en prøvetaking på senvinteren ikke gir et kvantitativt riktig bilde av tilførselen av forurensninger i løpet av vinteren, gir den nyttige opplysninger om den regionale fordelingen. Eksempelvis var det resultater fra disse undersøkelsene som først viste at også de nordligste deler av Norge mottar nedbør med pH-verdier godt under 5.0. Regionale snøundersøkelser er således et nyttig supplement, men kan ikke erstatte resultatene fra et nedbørstasjonsnett.

7.2 Prøvetaking og analyser

Det ble vinteren 1979 samlet snøprøver fra 6 forsøksflater i Vestby-området (målestedene 1-6 i figur 1) og rundt Slagen-tangen (målestedene 10-18).

Fra hvert prøvetakingspunkt ble det tatt en prøve som representerte snøen fra overflaten til bunnen. Denne prøven ble tatt ved først å grave en "snøbrønn" og en renskåret profil. Ved hjelp av ca 50 cm lang Plexiglassylinder (diameter 8 cm) ble det tatt ut en snøsylander. Denne snøsylander ble i sin helhet overført til en vanntett plastpose. Snøprøvene ble smeltet samme dag, og volumet av smeltevannet målt.

Analysene er delvis utført ved Institutt for atomenergi (IFA), Kjeller, med instrumental aktiveringsanalyse (Zn, Mn, V, CO, Cr, As, Se, B, Sb, Cs, La, Hg, Na, Cl) og delvis ved NILU med spektrofotometriske metoder (SO₄, Cl) og atomabsorpsjon (Pb, Cd, Zn, Hg, Mg, Na).

De akkumulerte mengdene av de forskjellige komponentene i snøprøvene er omregnet til avsetning (D) i mg m⁻² eller µg m⁻² i følge

$$D = C \cdot V / A$$

der C er konsentrasjonen (µg l⁻¹) i volumet V av smeltet snøprøve (l) og A er overflaten av prøvesylindere (m²).

Tabell 7 viser akkumulerte mengder av sulfat, Mg, Na, Cl og Al, samt pH-verdiene i disse prøvene. I tabell 8 har en presentert tilsvarende avsetningstall for sporelementene sink (Zn), bly (Pb), kadmium (Cd), vanadium (V), kobolt (CO), mangan (Mn), krom (Cr), arsen (As), selen (Se), brom (Br), antimon (Sb), sesium (Cs), lantan (La) og kvikksølv (Hg). Elementene SO₄, Mg, Na, Zn, Pb, Hg og Cd ble analysert ved NILU, de øvrige ved institutt for atomenergi (IFA).

Tabell 7: Akkumulert mengde (mg m⁻²) av elementer i snøprøver samlet på ulike steder ved Oslofjorden 6.2.1979.

Sted	pH	Analysert ved NILU			Analysert ved IFA		
		SO ₄ -S	Mg	Na	Na	Cl	Al
1 Hvitsten	5.2	26	4	27	23	56	3
2 Strand	4.3	53	5	19	19	50	4
3 Vestre Torp	4.2	38	4	18	27	49	4
4 Hauger	4.2	33	3	14	15	71	3
5 Emmerstad	4.2	52	4	24	24	56	3
6 Nubsrød	4.3	21	2	11	14	51	3
10 Karlsvikodden	4.2	93	17	118	107	265	27
11 Esso raff.sør	4.1	38	4	27	25	60	10
12 Rom	4.4	37	6	26	23	61	2
13 Birkley	5.3	512	715	5520	4680	10800	26
17 Teigen, Åsgår.	4.3	93	73	2980	490	1090	2
18 Raff.vn. Slagen	4.7	1030	2200	16700	15700	36500	85
19 Skallevoll	4.2	63	11	37	36	97	37

Tabell 8: Akkumulert mengde ($\mu\text{g m}^{-2}$) av elementer i snøprøver samlet på de ulike stedene ved Oslofjorden 6.2.1979.

Sted	Analysert ved NILU					Analysert ved IFA									
	Zn	Pb	Hg	Cd	V	Co	Cr	As	Se	Br	Sb	Cs	La	Mn	
1 Hvitsten	537	456	1	10	67	-	-	3	13	322	8	124	199	269	
2 Strand	1140	1290	-	30	91	-	-	30	-	402	15	273	592	380	
3 Vestre Torp	914	426	1	48	79	-	-	24	-	399	6	244	469	305	
4 Hauger	542	379	1	8	65	-	-	11	65	325	22	428	488	-	
5 Emmerstad	1030	550	2	11	110	-	-	14	-	337	7	248	433	-	
6 Nubsrød	353	212	1	8	53	-	-	4	-	194	7	155	293	317	
10 Karlsvikodden	1580	1100	4	82	489	-	-	32	252	1310	32	944	1220	2050	
11 Esso raff.sør	451	316	2	7	190	23	-	18	99	316	14	293	280	948	
12 Rom	528	317	1	15	69	-	-	16	-	322	32	211	364	-	
13 Birkley	1260	1000	11	234	377	3260	3630	250	238	15200	<250*	866	213	3260	
17 Teigen, Åsgår.	993	728	2	19	119	33	-	<125*	113	3640	13	450	450	-	
18 Raff.vn.Slagen	1240	413	4	18	<800*	-	-	**	-	**	**	338	**	<8000*	
19 Skallevoll	1000	668	1	17	374	-	387	13	154	574	20	407	421	1400	

* ulik deteksjonsgrense pga. NaCl-interferens

** ikke analysert pga. interferens fra høye NaCl-konsentrasjoner

- ikke analysert eller under deteksjonsgrensen for analysemetoden.

8 KONSENTRASJONER AV ELEMENTER I MOSE OG LAV

I alt ble det innsamlet plantemateriale fra 10 steder ved Oslofjorden (se figur 1). Av disse var 5 steder i området ved Emmerstad, 4 var i området omkring Slagentangen og 1 prøvetakingspunkt var på Hurumlandet.

Følgende arter ble undersøkt:

- Kvitkrull (*Cladonia alpestris*)
- Kvistlav (*Hypogymnia physodes*)
- Etasjemose (*Hylocomium splendens*)

Prøvene er analysert med hensyn på 12 elementer.

8.1 Tidligere undersøkelser

Rühling & Tyler (10) har bestemt innholdet av 14 metaller i etasjemose, innsamlet i Finland, Norge og Sverige 1968-70. Etasjemosens opptak av metallioner fra fortynnete løsninger ble også undersøkt eksperimentelt. Når flere metallioner ble tilsatt samtidig, varierte opptaket i rekkefølgen $Cu > Pb > Ni > Co > Cd > Zn > Mn$. Ofte angis opptaket som en retensjonsfaktor, som er lik den andel (%) av løsningens ioner som bindes til planten. Ved tilførsel av metallioner med nedbøren representerer retensjonsfaktoren en empirisk verdi som inneholder den kombinerte effekten av opptak og utvasking i gjennomsnitt over lengre perioder.

For de fleste metaller som Rühling & Tyler undersøkte, var konsentrasjonen i etasjemose høyest i de sørligste delene av Norge og Sverige. For enkelte metaller var det et maksimumsområde i Sverige mellom Gøteborg og Stockholm, som ble antatt å skyldes industrielle utslipp. For Mn var det lavest verdier nær kysten, antakelig som følge av lav retensjon og ionebytte med havsaltkomponenter. Rühling & Tyler fant en økning av konsentrasjonen av Ni i nord-

østlige deler av Finland og antydnet et bidrag fra metallurgisk industri i Sovjetunionen.

Rühling & Skärby (11) har rapportert resultater fra ca 700 prøver av etasjemose og furumose innsamlet over hele Sverige i 1975. Analyseprogrammet omfattet V, Ni, Cu, Zn, Cd og Pb. Resultatene var generelt i samsvar med Rühling & Tylers tidligere resultater, men det var også enkelte avvik. For Cu, Cd og Pb var det et lokalt maksimum i Nord-Sverige og for Ni et lokalt maksimum nordvest for Mälaren, antakelig som følge av industrielle utslipp.

Steinnes (12) har bestemt innholdet av 28 elementer i blant annet etasjemose, kvistlav og kvitkrull. I alt 43 lokaliteter i Norge er beskrevet, og prøvetaking fant sted i juli 1976. Av de elementene som er analysert i prøvene fra Oslofjorden ble alle bortsett fra Ni rapportert av Steinnes. Etasjemose ble vurdert til å være mer egnet enn kvistlav og kvitkrull til å demonstrere regionale forskjeller i deponisjon. Steinnes' materiale indikerte den samme generelle geografiske variasjonen i metallinnholdet som Rühling & Tyler.

I forbindelse med forundersøkelser rundt alternative byggesteder for varmekraftverk i Øst Finnmark ble det analysert inntil 12 elementer i prøver av moltebær, kvitkrull, etasjemose, furumose og kvistlav fra i alt 22 prøvepunkter (13). For fem elementer, Cr, Cu, Ni, As og Se, var konsentrasjonen klart høyere i Kirkenes-Pasvik enn i resten av fylket. Dette kan settes i sammenheng med utslippene fra Nikel i Sovjetunionen. For V, Mn, Zn, Cd, Hg, Pb og Sb var det liten eller ingen systematisk variasjon.

8.2 Prøvetaking og analyseresultater

For innsamling av lav og mose fulgte en samme fremgangsmåte som beskrevet av Steinnes (12). Ved prøvetakingen ble det brukt hansker og plastposer av polyetylen. Unntatt for kvistlav ble det ikke tatt planter som vokste under trekroner. Kvistlav ble som regel tatt fra bjørkestammer. Prøvetakingen ble gjennomført 17. og 24.10.1979.

Etter innsamling ble prøvene tørket og rensset for fremmedlegemer. Tabell 9 viser hvilke planteslag som ble funnet på de ulike stedene. Kvitkrull ble kun tatt ved Hvitsten (målepunkt 1) og Furubråten (målepunkt 9) hvor det var særdeles mye av denne arten. Tabell 9 viser også konsentrasjonene beregnet på vektbasis og oppgitt i ppm (part per million) tørr vekt. Bly (Pb), kadmium (Cd), sink (Zn), kopper (Cu) og nikkel (Ni) ble analysert ved NILU ved hjelp av atomabsorpsjons-spektroskopi. Elementene vanadium (V), krom (Cr), mangan (Mn), kvikksølv (Hg), arsen (As), antimon (Sb) og selen (Se) ble analysert ved Institutt for atomenergi (IFA) ved hjelp av nøytronaktivering.

Tabell 9: Konsentrasjoner (ppm) av elementene for Kvitkrull (*Cladonia alpestris*), Kvistlav (*Hypogymnia physodes*) og Etasjemoose (*Hylocomium splendens*) samlet ved forskjellige steder rundt Oslofjorden 17.20 og 24.10.1979.

Sted	Planteslag	Analyisert ved NILU								Analyisert ved IFA							
		Pg	Cd	Zn	Cu	Ni	V	Cr	Mn	Hg	As	Sb	Se	Co			
1 Hvitsten	Kvitkrull	25	1.8	37	2.9	0.1	1.4	0.6	24	0.07	0.31	0.14	<0.1	0.07			
	Kvistlav	60	1.8	210	5.9	2.9	2.5	2.8	135	0.42	1.0	0.39	0.18	0.37			
	Etasjemoose	49	0.4	54	9.1	2.2	4.3	1.8	530	0.17	0.44	0.41	0.16	0.19			
3 Vestre Torp	Kvistlav	76	0.7	170	4.4	2.4	4.4	2.9	350	0.40	1.2	0.51	0.23	0.28			
	Etasjemoose	46	0.7	57	6.6	1.0	4.4	1.8	475	0.21	0.52	0.54	0.23	0.19			
7 Haueråsen	Kvistlav	77	0.9	180	5.4	2.1	3.6	3.2	125	0.44	1.3	0.56	<0.1	0.39			
	Etasjemoose	41	0.6	56	7.2	1.5	4.7	2.1	140	0.38	0.65	0.49	<0.1	0.21			
8 Nedre Toverud	Kvistlav	50	1.0	180	4.4	2.1	2.7	1.9	410	0.20	0.90	0.23	<0.1	0.24			
	Etasjemoose	50	0.7	71	7.9	3.1	3.6	1.6	385	0.07	0.47	0.43	<0.1	0.50			
9 Furubråten	Kvitkrull	36	0.3	42	1.9	0.4	2.2	1.9	39	0.20	0.63	0.32	0.19	0.16			
	Kvistlav	93	0.7	140	5.9	2.1	3.9	2.3	415	0.41	0.92	0.34	0.16	0.23			
	Etasjemoose	35	0.5	74	6.0	2.1	3.7	1.3	820	0.12	0.37	0.42	<0.1	0.19			
10 Karlsvikodden	Kvistlav	58	1.0	120	3.6	4.1	2.2	2.5	220	0.17	0.95	0.30	<0.1	0.18			
	Etasjemoose	41	0.6	57	7.2	0.9	3.4	1.6	465	0.20	0.58	0.40	0.16	0.16			
12 Rom	Kvistlav	75	0.6	120	4.9	2.1	3.5	2.1	300	0.29	0.99	0.34	<0.1	0.21			
	Etasjemoose	36	0.5	50	6.4	2.1	2.9	1.5	665	0.22	0.41	0.42	0.18	0.20			
14 Lasken, Ringshaug	Kvistlav	70	0.6	100	5.6	2.4	3.2	3.3	645	0.34	1.1	0.39	<0.1	0.26			
	Etasjemoose	64	0.7	62	9.2	1.0	6.0	2.6	340	0.31	0.72	0.55	0.17	0.32			
15 Stang	Kvistlav	100	1.1	100	4.1	3.9	1.8	2.8	495	0.32	1.1	0.39	<0.1	0.23			
	Etasjemoose	44	0.4	47	7.2	2.7	4.2	3.2	360	0.26	0.64	0.48	<0.1	0.24			
16 Rødby, Hurum	Kvistlav	73	1.5	230	5.1	3.9	3.1	2.0	180	0.33	1.0	0.29	0.29	0.23			
	Etasjemoose	72	0.6	87	1.0	3.1	5.2	2.1	495	0.25	0.61	0.53	0.28	0.19			

9 DISKUSJON

9.1 SO₂-konsentrasjoner

Årsmiddelkonsentrasjonen av SO₂ (8.4 µg SO₂m⁻³) målt ved Vestre Torp er karakteristisk for såkalte "bakgrunnstasjoner" ved Oslofjorden (målesteder som ikke er spesielt eksponert for utslipp fra lokale kilder). Standardavviket av døgnmiddelverdier var derimot noe større enn ved typiske bakgrunnstasjoner, noe som kan skyldes at målestasjonen i enkelte situasjoner kan belastes av store kilder som ligger noen titalls kilometer fra Vestre Torp (på Hurum og i Østfold).

Den høyeste SO₂-konsentrasjonen i måleperioden, 103 µg SO₂m⁻³, ble målt 4.2.1980. Denne konsentrasjonen er høyere enn de maksimale døgnverdier målt f.eks. i Askim, Fredrikstad, Sandefjord og Rælingen vintrene 1973-77 (2), og opp mot Verdens Helseorganisasjons (WHO) retningslinje for SO₂ (14). Denne dagen lå et høytrykksområde med sentrum over sørvest Norge og ga svak nordlig vind over Oslofjorden. I Oslo ble det samme dag på St.Olavs plass målt 129 µg SO₂m⁻³. Vinterens høyeste døgnmiddelkonsentrasjon i Oslo var 150 µg SO₂/m³.

9.2 Totalt svevestøv

De observerte middelkonsentrasjonene av totalt svevestøv på 20-25 µg m⁻³ ved Vestre Torp og Åsgårdstrand er typiske for ubebygde eller relativt rene villa-områder. Som for SO₂ er standardavviket i konsentrasjonsfordelingen noe større enn i bakgrunnsområder. Standardavviket var også større ved Vestre Torp enn ved Åsgårdstrand, men dette kan skyldes at måleperioden ved Åsgårdstrand kun var en måned. Den høyeste døgnmiddelverdien ble målt 24-25.2.80 i en situasjon med svake vindforhold, høytrykk og lave temperaturer.

I vår og høstmånedene kan støvning fra jordbruket lokalt ha bidratt vesentlig til den totale svevestøvbelastningen, særlig ved Vestre Torp hvor prøvetakeren sto bare 10 m fra åkermark.

I sommermånedene, da det ble tatt parallelle prøver ved Vestre Torp og Åsgårdstrand, var konsentrasjonene av totalt svevestøv høyere ved Åsgårdstrand enn ved Vestre Torp. Om dette skyldes utslipp fra raffineriene på Slagentangen eller støvning fra riksvei 311 som lå 50 m øst for prøvetakeren, fremgår ikke av disse dataene.

9.3 Kjemiske komponenter i støv (sporstoffer)

Kaskadeimpaktorene kan i tillegg til å gi informasjon om størrelsesfordringer, også anvendes til å estimere totalkonsentrasjonen av de forskjellige kjemiske komponentene i støv. En antar da at eventuelle tap av partikler i impaktoren er ubetydelig, slik at den totale konsentrasjonen av en gitt komponent er summen av mengdene målt på hvert impaktortrinn pluss etter-filteret.

9.3.1 Total-konsentrasjoner av kjemiske komponenter

Tabell 2 og 3 viser at antropogent sulfat (SO_4) var den dominerende av de kjemiske komponentene målt med Andersen og Sierra høyvolum kaskadeimpaktor. De høyeste konsentrasjonene ble målt om vinteren. Middelerdien over perioden 18.2-2.3.1979 var $26 \pm 10 \mu\text{g SO}_4\text{m}^{-3}$. Sammenlikner en dette med middelkonsentrasjonen av totalt svevestøv om vinteren, $32 \mu\text{g m}^{-3}$, ser en at sulfat også representerer den dominerende delen av totalstøvet. De målte sulfatkonsentrasjonene ved Vestre Torp vinteren 1979 var høyere enn de som er rapportert tidligere (2).

Konsentrasjonene av magnesium (Mg), som er en sjøsaltkomponent, var i de fleste prøvene minst en størrelsesorden lavere enn sulfat. For bly (Pb) og sink (Zn), som sannsynligvis stammer fra biltrafikken, var konsentrasjonene noe lavere enn for magnesium, mens

mangan (Mn)-konsentrasjonene (fra jordsmonnet) igjen var en størrelsesorden lavere enn bly og sink. Kadmiumkonsentrasjonene (Cd) var ofte mindre enn 1 ng m^{-3} som er nær deteksjonsgrensen, og kan derfor være beheftet med analysefeil.

De høye konsentrasjonene målt med Andersen-prøvetakeren den 28.2.-2.3.1979 gjaldt ikke i samme grad for alle komponentene (se tabell 3). Konsentrasjonene av Pb, Zn, Mn og Cd var fem ganger så høye som gjennomsnittet, men SO_4 -konsentrasjonen bare var doblet og Mg ikke viste noe maksimum i det hele tatt. Dette indikerer at kildene for SO_4 og Mg er forskjellige fra de øvrige komponentene. Sjøsalt-andelen av Mg er vanligvis avhengig av vindstyrke og vindretning, mens i det minste en del av SO_4 skyldes langtransport av forurensninger. Kildene til Pb, Zn, Mn og Cd, så vel som de meteorologiske forholdene som påvirker transporten og spredningen av disse kan være av mer lokal karakter. Værsituasjonen disse dagene var dominert av en varmfront som nærmet seg vestfra og ga en svak transport fra sør inn Oslofjorden. Situasjonen kan ha ført til transport fra mellom- og Europa mot Oslofjorden, men førte også forurensninger fra industriutslipp i Sarpsborg, Halden, Moss og muligens også mot slutten av perioden fra Slagentangen og Hurum inn over målestedet ved Vestre Torp.

En sammenligning av totalkonsentrasjonen i samtidige prøver fra Andersen og Sierra prøvetakerne (tabell 2) viser godt samsvar for alle elementer untatt sulfat. De høyere konsentrasjonene av sulfat målt med Andersen impaktoren, kan skyldes en kombinasjon av flere "prøvetaker-effekter", bl.a.: a) forskjeller i tap av partikler mellom trinnene i prøvetakeren (veggeffekter) (15), b) forskjeller i dannelsen av sulfat fra SO_2 i de basiske filtrene (20). Disse forholdene er nærmere diskutert i vedlegg D.

9.3.2 Størrelsesfordelinger

De kumulative partikkel-størrelsesfordelingene i figur 8 og i vedlegg A og C viser vesentlige forskjeller fra et element til et annet og fra periode til periode. Dette resulterer også i forskjeller i de estimerte masse median diameterne (MMD) presentert i tabell 4, for forskjellige prøvetakingsperioder.

Sulfat (SO_4) viste seg å foreligge på større partikler om vinteren enn i vår og sommermånedene. Fra vinter-dataene ble midlere MMD for SO_4 estimert til $1.4 \mu\text{m}$, mens den om sommeren var $0.5 \mu\text{m}$. Normalt finner en mesteparten av sulfat-partiklene på de minste fraksjonene ($< 1 \mu\text{m}$) (16), men det har også tidligere vært rapportert sulfat på større partikler om vinteren i Norge (17,18).

Størrelsesfordelingene av Mg for de 3 årstidene med data er nesten like, med en MMD på $\sim 1.2 \mu\text{m}$. Dette bekrefter at Mg, som er en typisk sjøsaltkomponent, har den samme opprinnelsen gjennom hele året.

Elementene Pb, Zn og Mn forekom på noe større partikler om vinteren (MMD) hhv. 1.0 , 1.1 og $2.5 \mu\text{m}$ enn om våren og sommeren (MMD hhv. 0.6 , 0.9 og $1.1 \mu\text{m}$). For Cd er det ingen klar årstidsvariasjon (MMD var mellom 0.7 og $1.0 \mu\text{m}$), men dette kan også skyldes usikkerheter i dataene for Cd.

En del av forskjellene i partikkelstørrelser om vinteren i forhold til vår/sommer kan skrive seg fra "prøvetaker-effekter", som nevnt i kap. 9.3.1. Andersen-impaktoren ble brukt om vinteren og Sierra-impaktoren ble brukt i vår og sommermånedene. Dette forholdet er diskutert i vedlegg D, som viser at en del av forskjellene kan også forklares ved forskjeller i "reentrainment" i prøvetakerne (15,21). Sierra kaskadeimpaktoren (brukt vår og sommer) er særlig utsatt for dette (22), og de estimerte MMD særlig for tørre partikler (Mn, Pb, Zn og til en viss grad SO_4) må betraktes som underestimert.

Periodene med samtidige målinger ved Vestre Torp (Emmerstad) og Åsgårdstrand (Slagentangen) viser ingen forskjell i størrelsesfordelingene for SO_4 , Mg og Mn. For Pb og Zn, som sannsynligvis stammer fra biltrafikken, er det en del forskjeller på de to målestedene. Vinddata fra Slagentangen viser at de største blypartiklene (MMD $0.6 \mu\text{m}$) og de største totalkonsentrasjonene av bly (48 ng m^{-3} , se figur C9, vedlegg C) forekom ved vind fra omkring sør. Ved vind fra nord og nordøst var midlere partikkelstørrelse av bly ved Åsgårdstrand, MMD = $0.3 \mu\text{m}$.

For Cd er igjen variasjonene store, men det synes som om Cd forekom på større partikler ved Vestre Torp (2.5 og $1.0 \mu\text{m}$) enn ved Åsgårdstrand (1.2 og $0.4 \mu\text{m}$).

Partikkelstørrelsesfordelinger som måles på forskjellige avstander fra utslippene representerer en blanding av luftbårne aerosoler på forskjellige stadier. Fordelingene (både av masse og volum) er ofte bimodale (16) med få partikler i området mellom de helt fine fraksjonene ($< 1 \mu\text{m}$) og de store partiklene. Slike egenskaper kan best diskuteres på grunnlag av massefordelingshistogram, som vist i figur 9, figurene A13-A24 i vedlegg A og figurene C7-C12 i vedlegg C. Histogrammene for middelfordelingene vinteren, våren og sommeren 1979 (figurene 14-19) viser ingen tydelige bimodale fordelinger for noen av komponentene. Oppløsningen og måleområdet for kaskadeimpaktorene er sannsynligvis ikke gode nok til å påvise slike bimodale fordelinger.

9.4 PAH-konsentrasjoner i luft

De målte konsentrasjonene av PAH på filter, foretatt i august 1979 ved Hauger var svært lave. Konsentrasjonene var bare 10-40% av de målt på bakgrunnstasjonen Birkenes i Aust Agder senhøsten 1977, og ca 1-10% av PAH-konsentrasjoner målt i Lillestrøm høsten 1978 (23). Dette skyldes delvis at proppene bak filtrene ikke ble analysert på flyktige komponenter, og delvis store problemer med prøvetakingen både pga. dårlig strømtilførsel og vanskelig stasjonsholder. Benzoapyren-konsentrasjonene er i rimelig overensstemmelse med hva som er målt på typiske bakgrunnstasjoner i Sør-Norge.

Konsentrasjonene av PAH målt i Rådhusgata i Oslo vinteren 1979 lå i mg-området, altså en faktor tusen ganger høyere enn de målt ved Vestre Torp (24).

9.5 Nedbørkvalitet

Den laveste pH-verdien, 3.55, i ukesprøvene av nedbør ("sureste nedbør") ble målt i uken 22.-29.3.1979. Samme uken ble det også målt høyest sulfatkonsentrasjon i nedbøren, 7.2 mg S l^{-1} . Dette skyldes at et kraftig lavtrykk over England ga transport fra sør (Øst/Vest-Tyskland) med påfølgende utfelling av forurensninger i nedbør over Sør Norge. Konsentrasjonene av nitrat (NO_3) og ammonium (NH_4) følger sulfatkonsentrasjonene godt. I uken 22.-29.3.1979 var konsentrasjonene av NO_3 2.3 mg N l^{-1} og NH_4 2.2 mg N l^{-1} . I middel gjennom hele året var konsentrasjonene 1.3 mg S l^{-1} for antropogent SO_4 , 0.6 mg N l^{-1} for NO_3 og 0.6 for NH_4 .

Totalavsetningen med nedbøren av sulfat var størst i august 1979 da den ble estimert til 177 mg S m^{-2} , i totalt 106 mm nedbør. Den største nedbørmengden, 117 mm ble målt i oktober 1979, men da var konsentrasjonen lavere. For NO_3 var avsetningen med nedbør størst i mars 1979 med 91 mg N m^{-2} . Det falt totalt 96 mm nedbør i mars 1979.

Avsetningen for hele året på 1 g S m^{-2} var noe større enn målt ved Oslofjorden tidligere år (8).

9.6 Innhold av elementer i snøprøver

Ved de fleste av prøvetakingspunktene var pH-verdiene i snøprøvene lavere enn 5, oftest også lavere enn pH 4.7. Unntakene var ved Hvitsten (pH=5.2) og ved Birkley (målestasjon 13) (pH=5.3). Ved Hvitsten var forholdet mellom sjøsaltene (Mg,Na,Cl) og sulfat høyere enn ved de fleste andre stasjonene. Ved Birkley ble det også målt ekstremt høye mengder av sjøsalter.

De avsatte mengdene av Mg, Na og Cl i snøprøvene var høyest ved de prøvestedene som lå nærmest sjøen (målestedene 13, 17 og 18). Målested 18, Raffineriveien ved Slagentangen hadde også høyt sulfatinnhold.

De akkumulerte mengdene av øvrige elementer i snøprøvene (tabell 8) var også mye større ved Raffineriveien og Birkely enn ved de andre stasjonene. Ved Raffineriveien kan forklaringen være belastning fra sjøen, fra veien, som går like ved prøvestedet, og fra raffineriet på Slagentangen. Ved Birkely er det vanskeligere å forklare årsakene, men her må det ha vært en eller annen lokal forurensning (søppelbrenning?) i tillegg til sjøsalt-belastningen.

Med unntak av Pb, Cd og Zn synes nedfallet av elementer å være høyere i nedslagsfeltet fra Raffineriet på Slagentangen, enn på de øvrige stasjonene. Særlig tydelig er dette for elementene V, Se, Br, Mn og Hg. Elementene Co og Cr ble kun funnet rundt Slagentangen.

Sammenlikner en de akkumulerte mengdene av elementer i snøprøvene med totalnedfallet i nedbør ved Vestre Torp gjennom et år (figur 20, og vedlegg B), vil det framgå at sulfatakkumuleringen i snøen ved stasjon 18 Raffineriveien, tilsvarer hele årsnedfallet i nedbøren ved Vestre Torp. Begge verdiene er ca 1 g S m^{-2} .

Ved Birkely var akkumuleringen i snø 0.5 g S m^{-2} . Ved de øvrige målestedene var det i snøprøvene akkumulert omtrent 3 til 10% av sulfatnedfallet over året ved Vestre Torp. Det største nedfallet ble funnet i nedslagsfeltet for oljeraffineriet på Slagentangen.

9.7 Elementer i mose og lav

En oversikt over middelkonsentrasjoner av forskjellige elementer fra ti målesteder for kvistlav og etasjemose og to målesteder for kvitkrull er vist i tabell 10.

Tabell 10: Middelmålestedene av elementer i kvistlav, etasjemose og kvitkrull, samt estimert "anrikningsfaktor".

Element	Kvistlav <i>Hypogymnia physodes</i>	Etasjemose <i>Hylocomium splendens</i>	Kvitkrull* <i>Cladonia alpestris</i>	Anriknings- faktor kvist- lav A_k
Mn	328	468	32	1
Zn	155	62	40	7.8
Pb	73	48	31	18
Cu	4.9	7.8	2.4	0.5
V	3.1	4.2	1.8	0.08
Cr	2.6	2.0	1.3	0.08
Cd	1.0	0.6	1.1	41
Ni	2.8	3.0	0.3	0.2
As	1.0	0.54	0.47	0.5
Sb	0.37	0.47	0.23	0.5
Mg	0.33	0.22	0.14	29
Co	0.26	0.24	0.12	0.08
Se	0.12	0.14	0.12	1.6

* bare 2 målesteder

De høyeste konsentrasjonene av elementer som Zn, Pb, Cd og As ble funnet i kvistlav. Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser og er et resultat av eksponeringen av kvistlav i luften i forhold til moseartene som vokser på bakken. Elementene det finnes mengder av i jordsmonn som Mn og Cu finner en i høyest konsentrasjoner på etasjemose.

Våre analyser av prøver rundt Oslofjorden synes å gi noe lavere konsentrasjoner enn tidligere rapporterte regionale fordelinger av elementer i mose (25). Det var ingen dramatiske geografiske variasjoner i noen av elementene rundt Oslofjorden. Belastningen av Zn på Hurum og Hvitsten, samt belastningen av Ni og V på

etasjemose ved Ringshaug er noe høyere enn gjennomsnittene. Forskjellen i det relative opptaket av elementer i plantene i forhold til innholdet av samme element i jordsmonnet kan uttrykkes ved en anrikningsfaktor. Anrikningsfaktoren for plante K (kvistlav) og element L er gitt ved : $A_{K,L} = (C_L/C_{Mn})_K / (C_L/C_{Mn})_{jord}$, der C er konsentrasjonen av et element eller et referanseelement (26). For å estimere anrikning i kvistlav gitt som et eksempel i tabell 10, har en anvendt mangan (Mn) som referanseelement. Vårt eksempel viser at anrikningen er størst av elementene Cd, Hg, Pb og Zn.

10 REFERANSER

- (1) Sivertsen, B., Prosjektforslag: Luftforurensninger for et kull- og oljefyrt varmekraftverk i Oslofjord-området. Lillestrøm 28.3.1978.
- (2) Sivertsen, B., Luftforurensninger fra et kull- og oljefyrt varmekraftverk ved Oslofjorden. Lillestrøm 1978. (NILU OR 41/78.)
- (3) Reference method for the determination of suspended particulates in the atmosphere (High Volume Method). *Federal Register*, 36 (84), 8191, 1971.
- (4) Lee, R.E.,
Goranson, S., National air surveillance cascade impactor network. I. Size distribution measurements of suspended particulate matter in air. *Envir.Sci.Technol.*, 6, 1019-1024, (1972).
- (5) Willeke, K., Performance of the slotted impactor. *Amer.Ind.Hyg.Assoc.J.*, 36, 683-691, (1975).
- (6) Mikalsen, A., Prøvetaking av flyktige PAH-forbindelser ved bruk av polyuretanskum. Lillestrøm 1979. (NILU TN 11/79.)
- (7) Rao, A.K., An experimental study of inertial impactors. PhD thesis, University of Minnesota. Particle Technology Laboratory publication No. 269, Minneapolis, Minn. (1975).
- (8) Brekke Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway. Oslo-Ås 1976. (FR 6/76.)

- (9) Wright, R.F.,
Dovland, H.,
Regional surveys of the chemistry
of the snowpack in Norway, late
winter 1973, 1974, 1975 and 1976.
Atmos. Environ., 12, 1755-1768 (1978).
- (10) Rühling, Å.,
Tyler, G.,
Heavy metal deposition in Scandinavia.
Water, Air and Soil Poll., 2, 445-455
(1973).
- (11) Rühling, Å.,
Skärby, L.,
Landsomfattende kartering av regionala
tungmetallhalter i mossa. Solna 1979.
(SNV PM 1191, Statens Naturvårdsverk.)
- (12) Steinnes, E.,
Atmospheric deposition of trace ele-
ments in Norway studied by means of
moss analysis. Kjeller 1977.
(KR-154, Institutt for atomenergi.)
- (13) Schjoldager, J.,
Innhold av elementer i moltebær,
mose og lav, Finnmark 1978.
Lillestrøm 1979. (NILU OR 39/79.)
- (14) World Health
Organization
Environmental health criteria 8,
sulfur oxides and suspended parti-
culate matter. World Health Org.,
Geneva 1979.
- (15) Marple, V.A.,
Willeke, K.,
Inertial impactors.
In: *Aerosol Measurement*, Lundgren, D.A.
et.al., Editors, University Presses
of Florida, Gainesville, FA (1979).
- (16) Whitby, K.T.,
The physical characteristics of
sulfur aerosols.
Atmos. Environ., 12 (1-3), 135-159,
(1978).
- (17) Dovland, H.,
Målinger av størrelsesfordelingen av
partikler i atmosfæren.
SNSF-prosjektet, Oslo-Ås (1975).
(SNSF TN 14/75.)
- (18) Vitols, V.,
Rural aerosol measurements with a
high volume Sierra impactor.
Lillestrøm 1977. (NILU TN 16/77.)

- (19) Whitby, K.T.,
Cantrell, B.,
Atmospheric aerosols - characteristics and measurement.
Paper 29-1, in *Proceedings Internat. Conference on Environmental Sensing and Assessment*, Vol. 2, Sept. 1975, Las Vegas, Nev. (1975).
- (20) Pierson, W.R.
Brachaczek, W.W.
Korniski, T.J.
Truex, T.J.
Butler, J.W.
Artifact formation of sulfate, nitrate and hydrogen ion on backup filters: Allegheny Mountain experiment. *Jour. Air. Poll. Contr. Assoc.*, 30, 30-34 (1980).
- (21) Dzubay, T.G.,
Hines, L.E.
Stevens, R.K.
Particle bounce errors in cascade impactors.
Atmos. Environ., 10, 229-234 (1976).
- (22) Walsh, P.R.,
Rahn, K.A.
Duce, R.A.
Erroneous elemental mass-size functions from a high-volume cascade impactor.
Atmos. Environ., 12, 1793-1795 (1978).
- (23) Thrane, K.E.,
Målinger av PAH i uteluft.
Lillestrøm 1980. (NILU F 8/80.)
- (24) Alfheim, I.,
Møller, M.
Larssen, S.
Mikalsen, A.
Undersøkelse av PAH og mutagene stoffer i Oslo-luft - relasjon til trafikk.
Oslo-Lillestrøm 1979. (NILU-SI-rapport 1).
- (25) Rambæk, J.P.
Steinnes
Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose.
Kjeller 1980. (IFA workreport A7).

VEDLEGG A
PARTIKKELSTØRRELSSEFORDELINGER FOR
INDIVIDUELLE FORSØK
(DEFINISJON AV EFFEKTIV "CUT OFF"
DIAMETER FOR SIERRA OG ANDERSEN
KASKADE-IMPAKTORER)

Effektive "Cut off" diametre (ECD) for kaskadeimpaktorene

Ekvivalent aerodynamisk diameter av en irregulært formet partikkel er diameteren av en kulepartikkel som har de samme aerodynamiske egenskapene (f.eks. fallhastighet) som den aktuelle partikkeln, uten hensyn til den virkelige størrelse, form og tetthet.

Den effektive "cut off diameter" (ECD) er den diameteren for en kulepartikkel med tetthet 1, der 50% av partiklene vil samles på det gitte impaktortrinn og 50% vil gå videre til neste trinn.

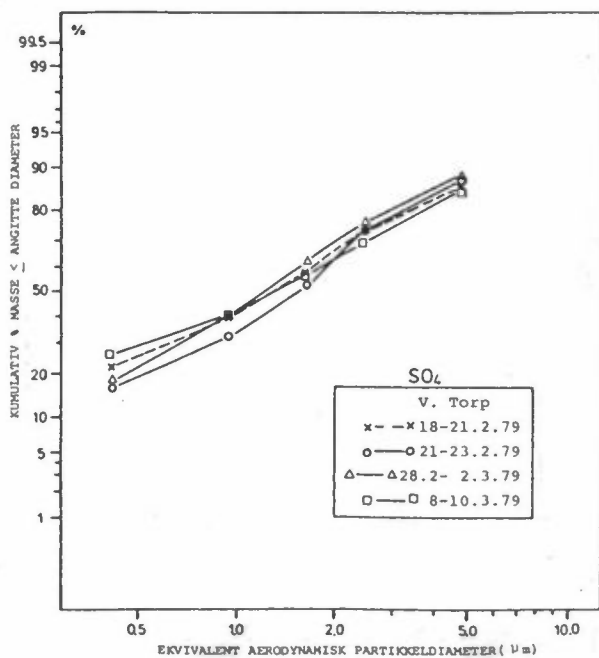
Et trinns ECD for Andersen og Sierra høy volum kaskadeimpaktorer, når de opererer på andre luftstrømhastigheter enn den de er kalibrert for ble estimert fra (4)

$$ECD_S = ECD_C (Q_C/Q_S)^{\frac{1}{2}}$$

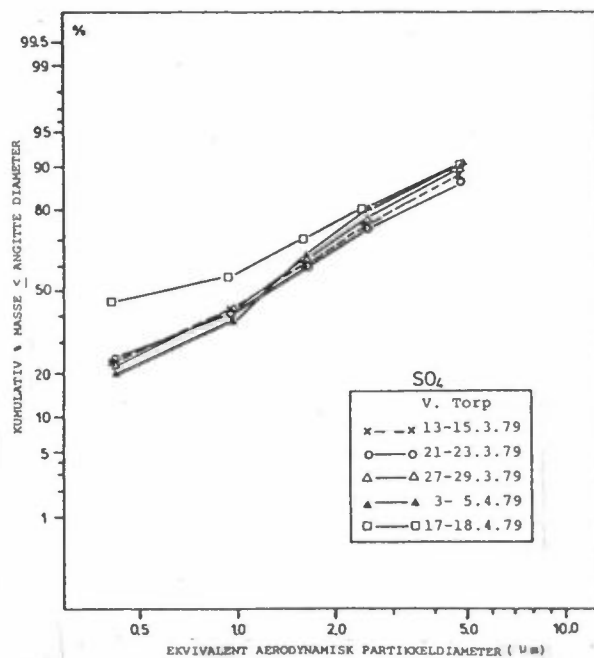
hvor ECD_C er ECD ved kalibrering og ECD_S er ECD ved prøvetakingen for et gitt trinn. Q_C og Q_S er tilsvarende luftstrømhastighet (eller prøvetakingshastighet) ved kalibrering og prøvetaking.

Tabell A1: Effektive cut-off diametre (ECD) for Sierra high-volume kaskadeimpaktor og Andersen kaskadeimpaktor. ECD-verdiene refererer til prøvetakingshastigheten ved kalibrering.

Trinn Nr.	Sierra (5)	Andersen (7)
	ECD_C , μm ved $1.131 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$	ECD_C , μm ved $0.0283 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$
1	7.20	10.5
2	3.00	5.36
3	1.50	3.55
4	0.95	2.06
5	0.50	0.91

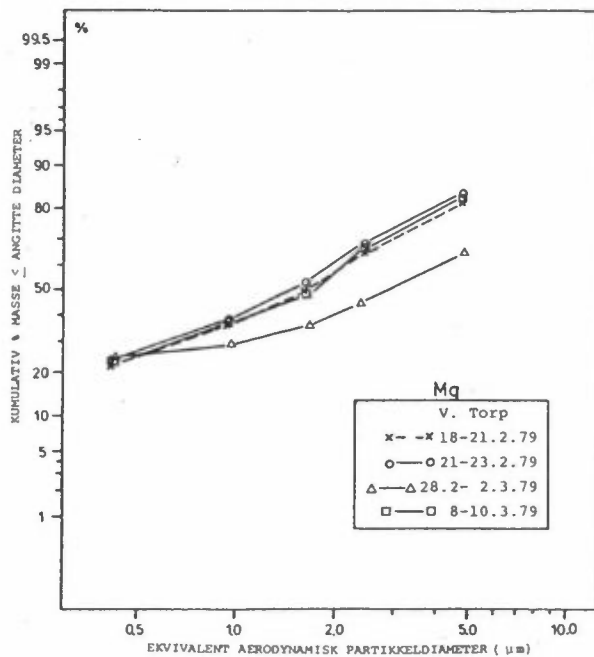


Figur A1(a)

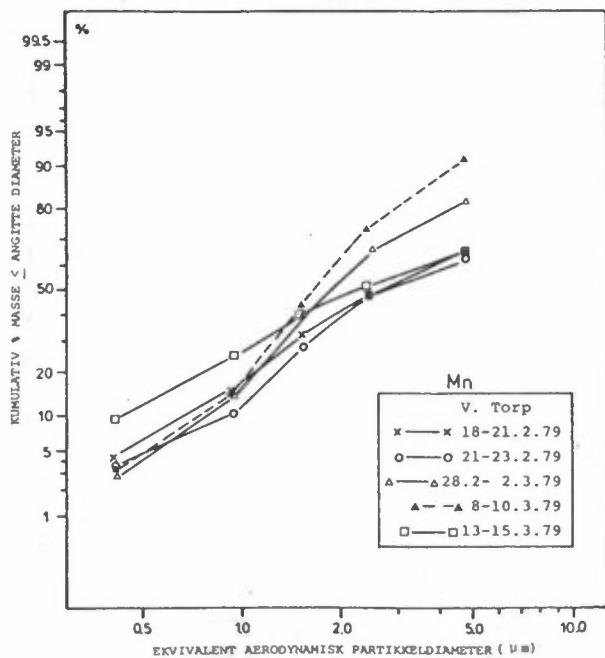


Figur A1(b)

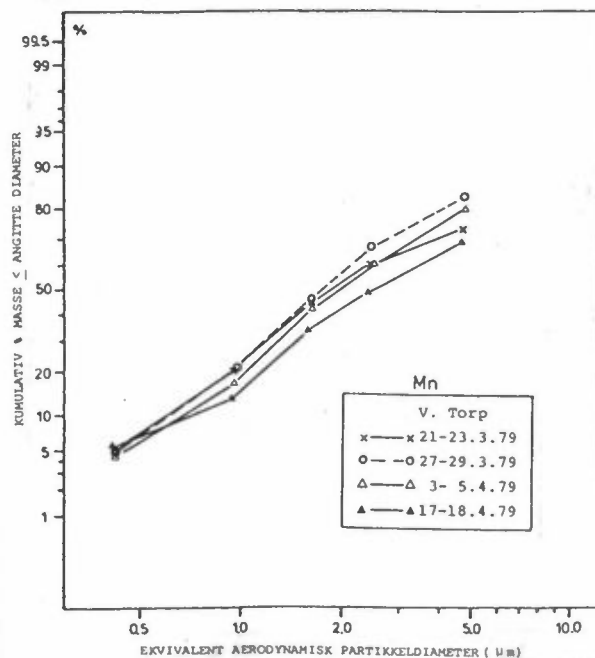
Figur A1: Kumulativ størrelsesfordeling av sulfatpartikler (SO_4) målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



Figur A2: Kumulativ størrelsesfordeling av magnesiumpartikler (Mg) målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

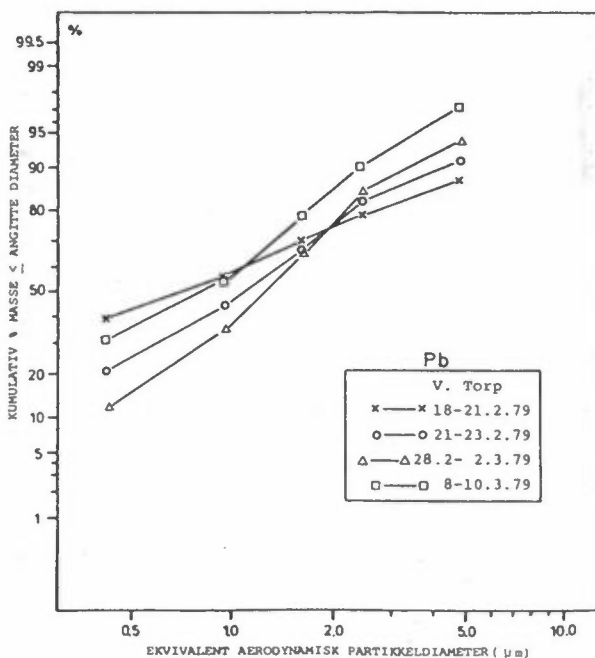


Figur A3(a)

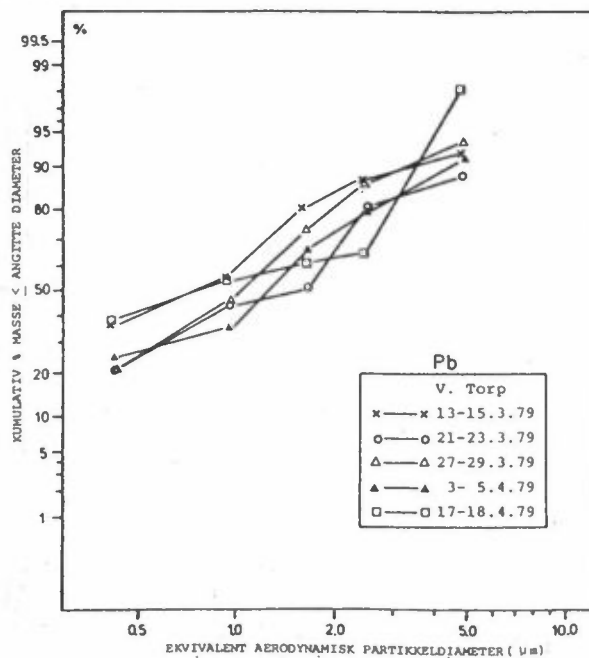


Figur A3(b)

Figur A3: Kumulativ størrelsesfordeling av manganpartikler (Mn) målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

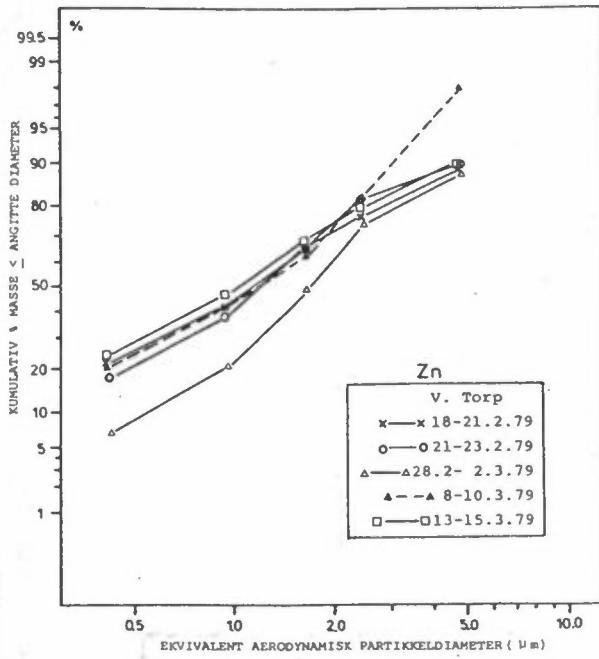


Figur A4(a)

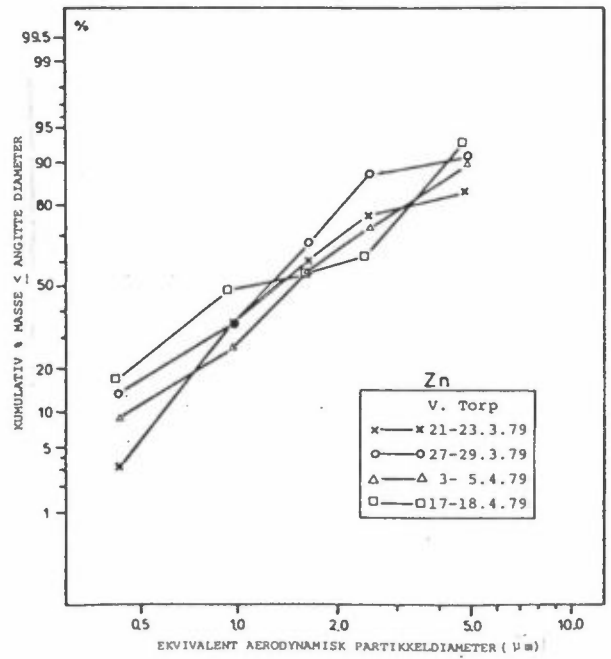


Figur A4(b)

Figur A4: Kumulativ størrelsesfordeling av blypartikler (Pb) målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

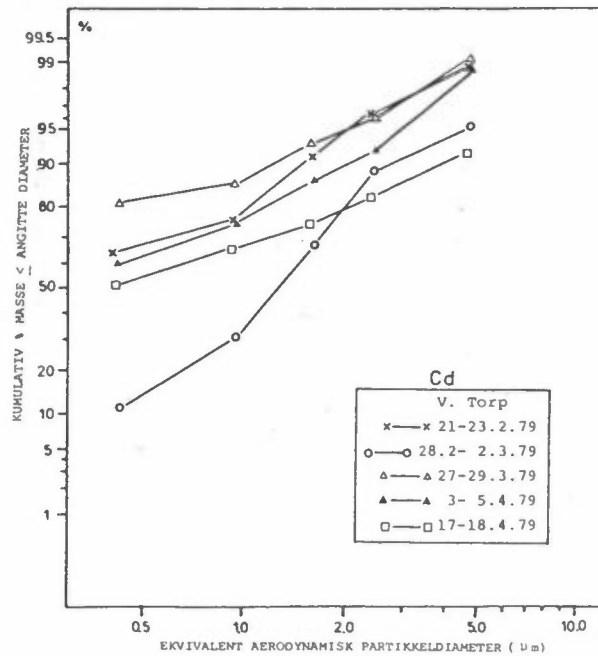


Figur A5(a)

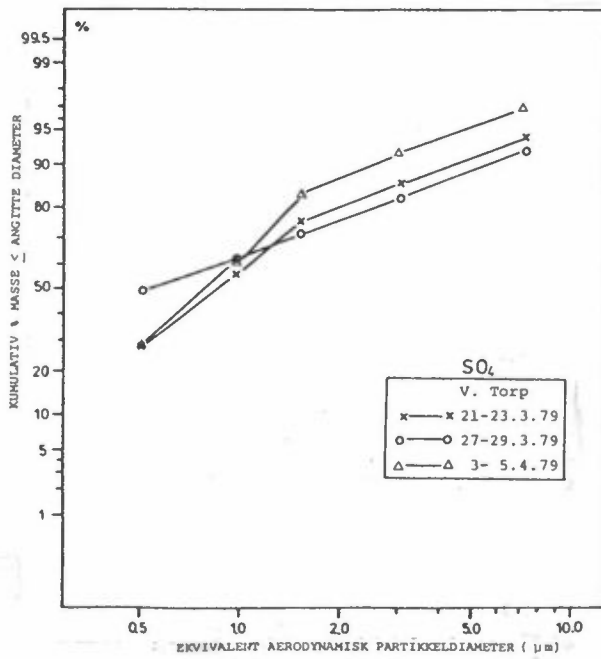


Figur A5(b)

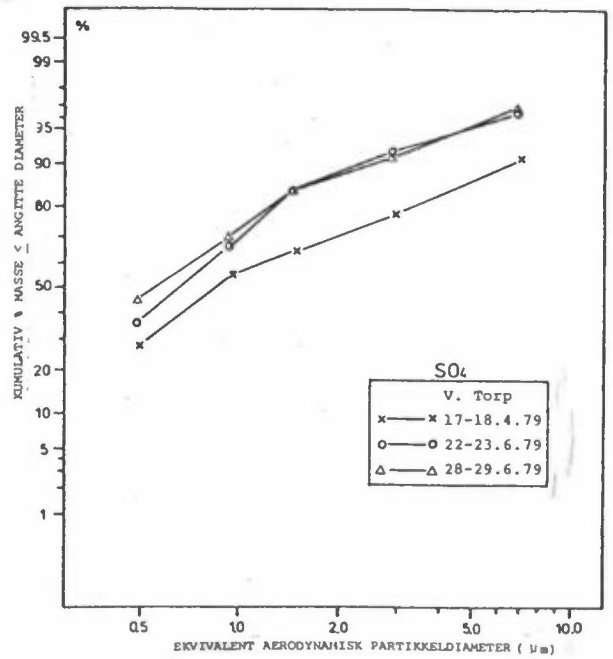
Figur A5: Kumulativ størrelsesfordeling av sinkpartikler (Zn) målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



Figur A6: Kumulativ størrelsesfordeling av kadmiumpartikler (Cd) målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

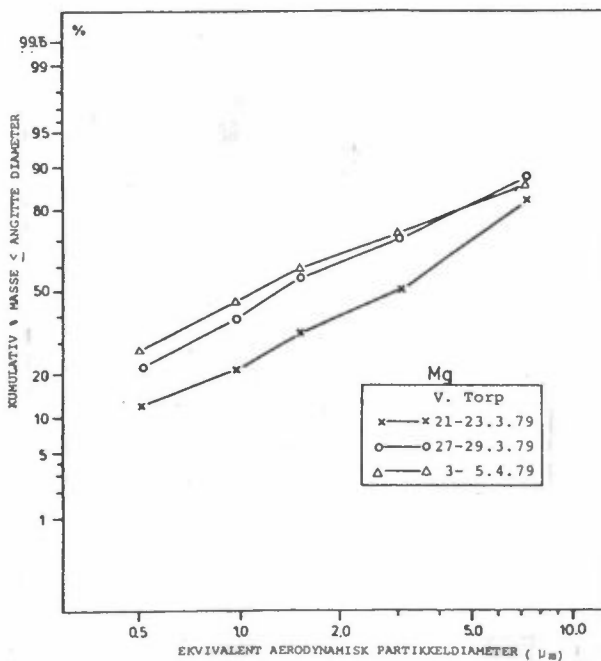


Figur A7(a)

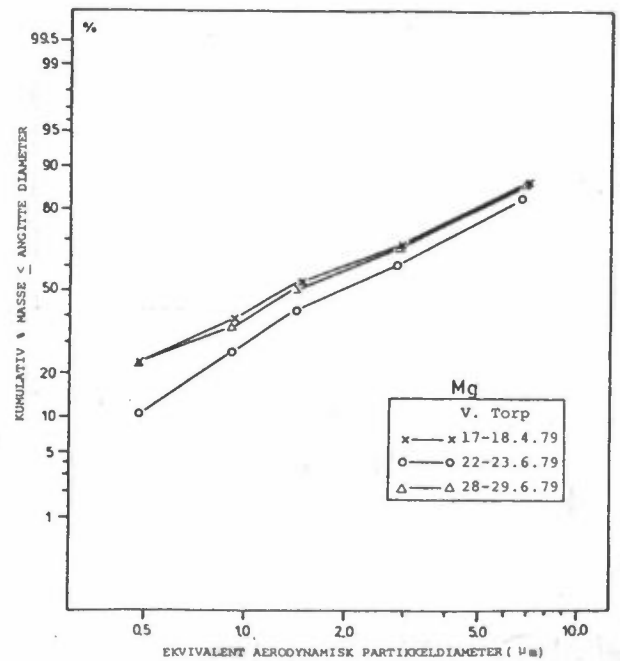


Figur A7(b)

Figur A7: Kumulativ størrelsesfordeling av sulfatpartikler (SO_4) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

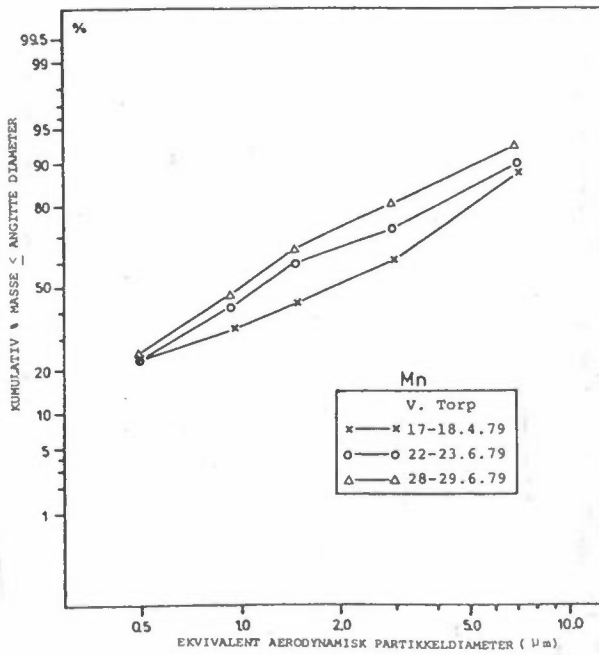


Figur A8(a)

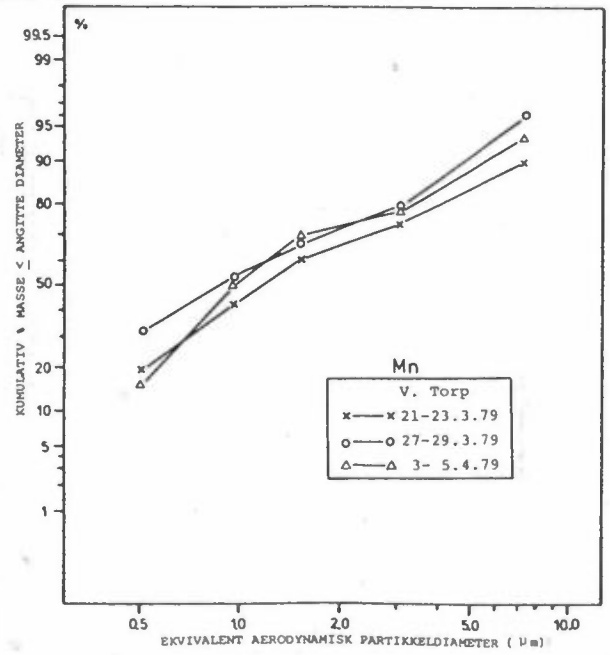


Figur A8(b)

Figur A8: Kumulativ størrelsesfordeling av magnesiumpartikler (Mg) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

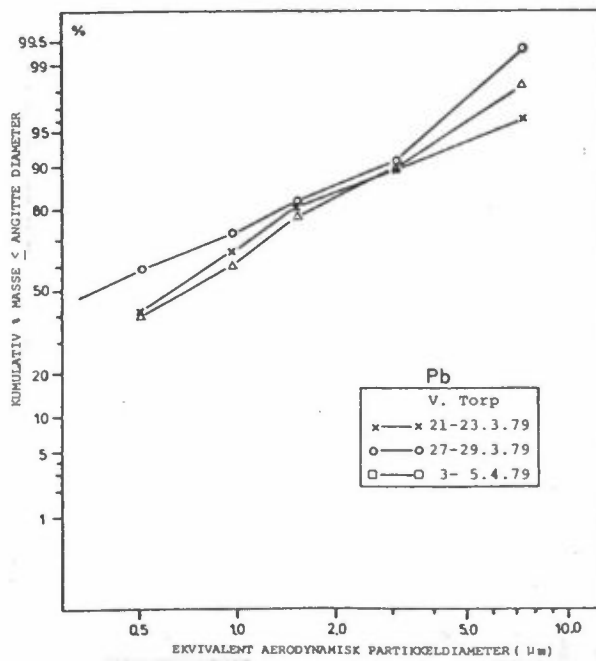


Figur A9(a)

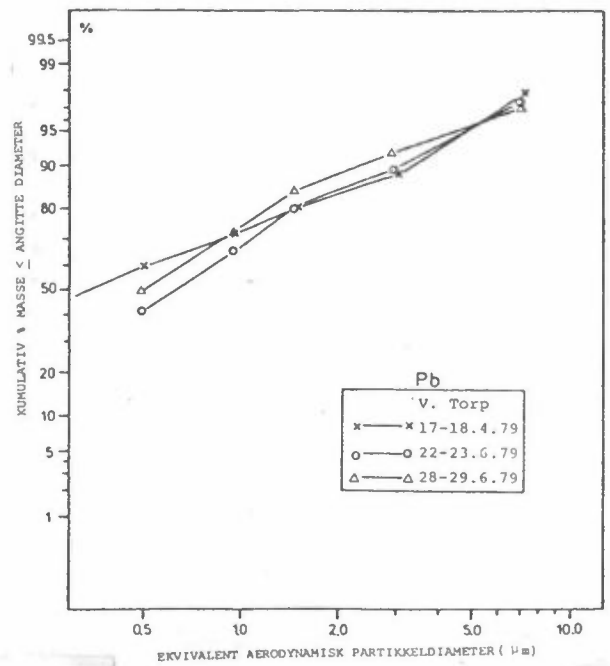


Figur A9(b)

Figur A9: Kumulativ størrelsesfordeling av manganpartikler (Mn) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

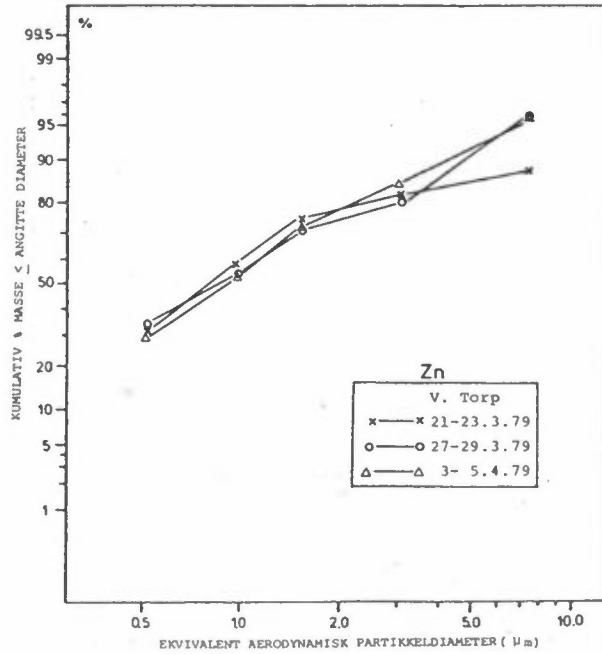


Figur A10(a)

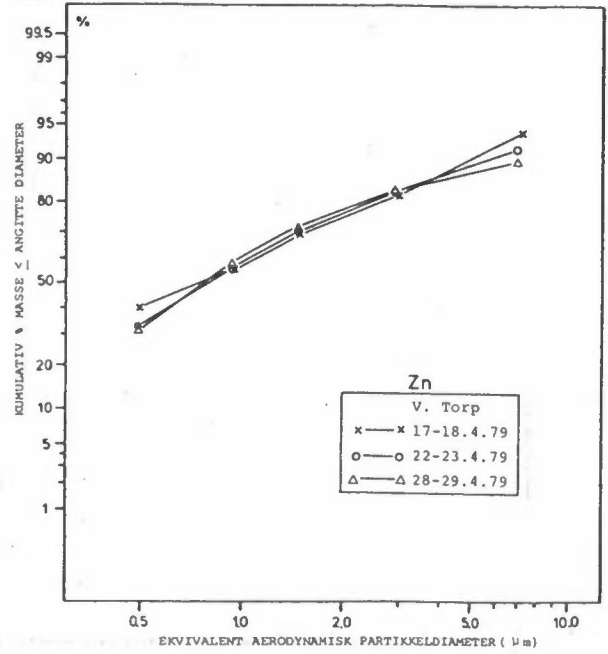


Figur A10(b)

Figur A10: Kumulativ størrelsesfordeling av blypartikler (Pb) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

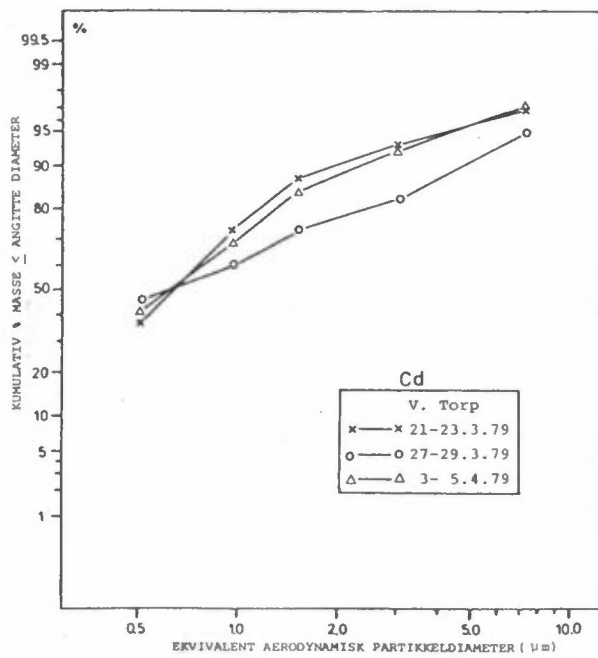


Figur A11(a)

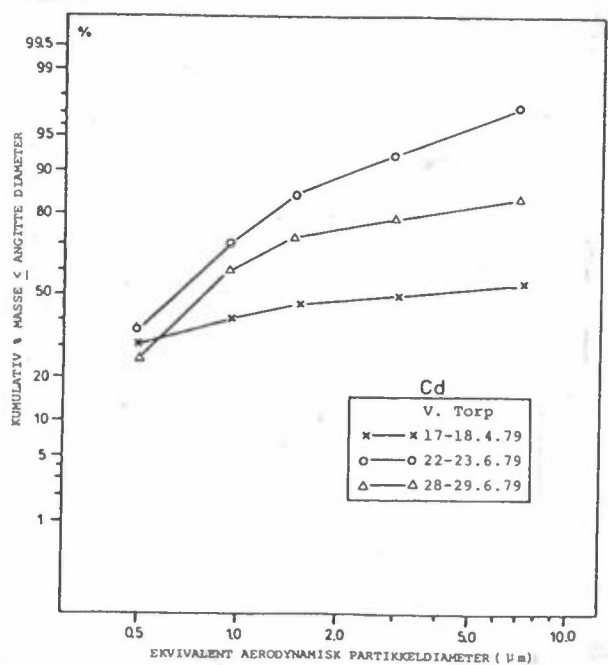


Figur A11(b)

Figur A11: Kumulativ størrelsesfordeling av sinkpartikler (Zn) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

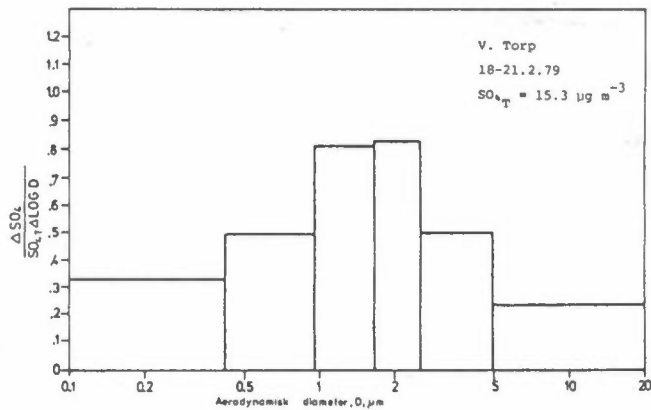


Figur A12(a)

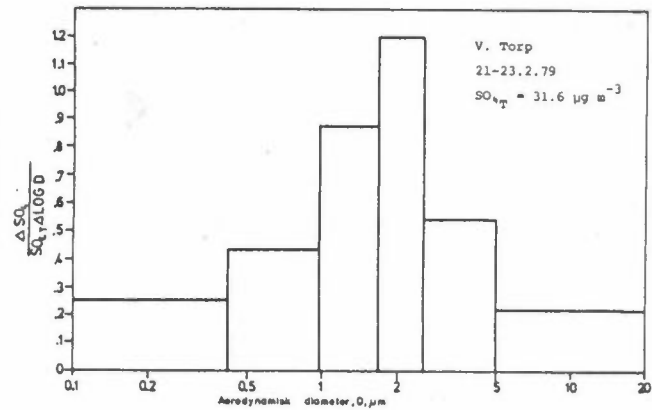


Figur A12(b)

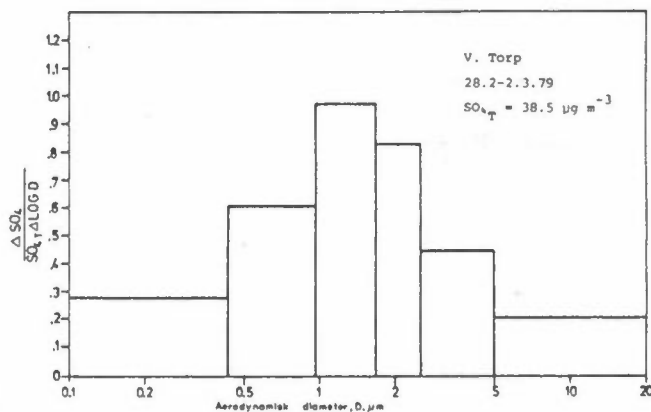
Figur A12: Kumulativ størrelsesfordeling av kadmiumpartikler (Cd) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



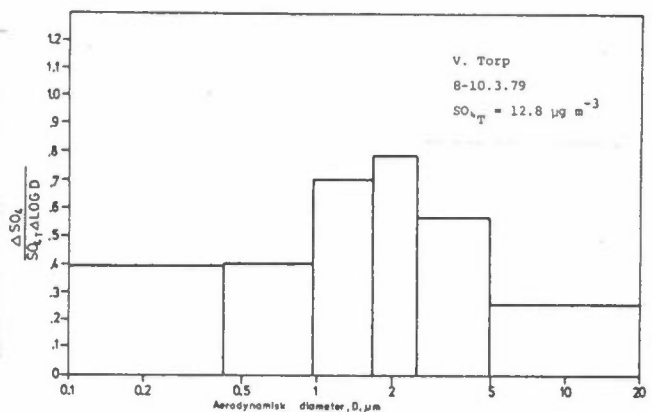
Figur A13(a)



Figur A13(b)



Figur A13(c)



Figur A13(d)

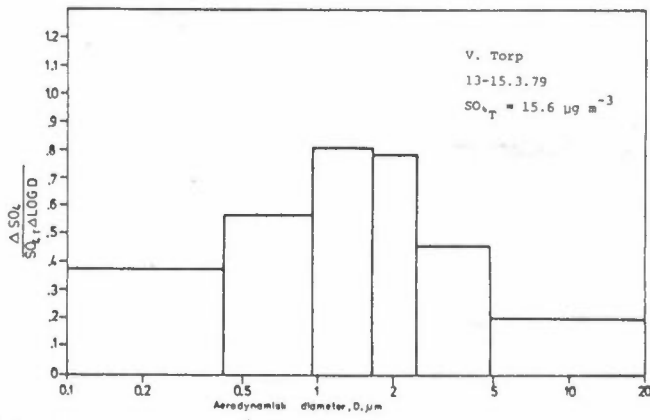
Figur A13: Normalisert partikkelmasse av sulfatpartikler (SO_4) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

ΔM_j = masse av partikler på impaktortrinn j

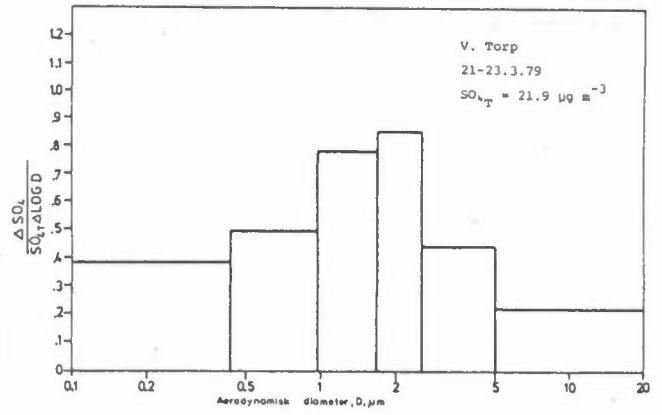
$$\Delta \log D_j = \log \frac{ECD_{j-1}}{ECD_j}$$

M_T = Totalmasse av partikler (Trinn 1-5 pluss bunnfilter)

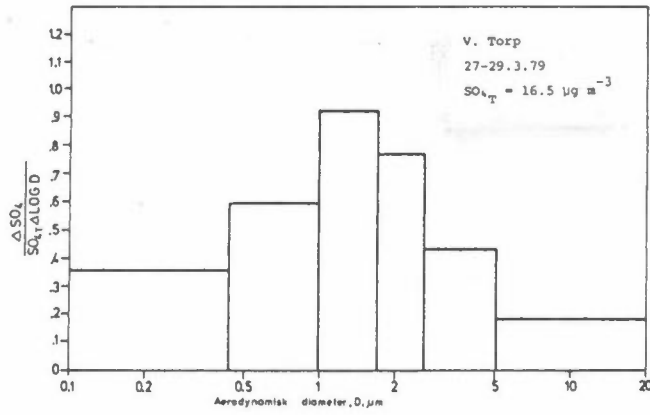
ECD = Effektiv "cut-off" diameter.



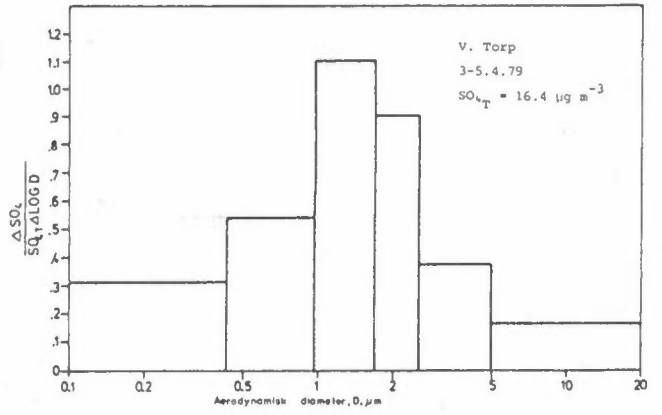
Figur A13(e)



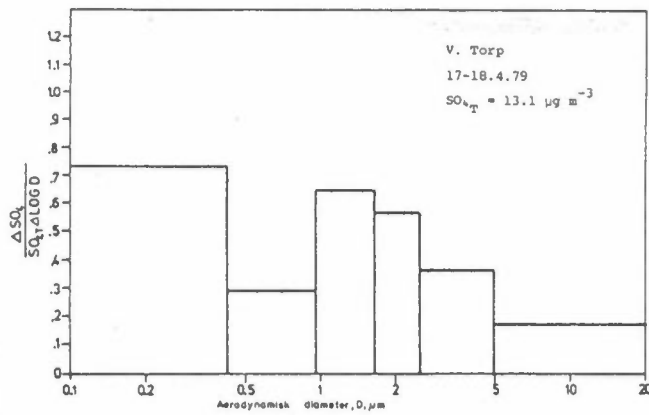
Figur A13(f)



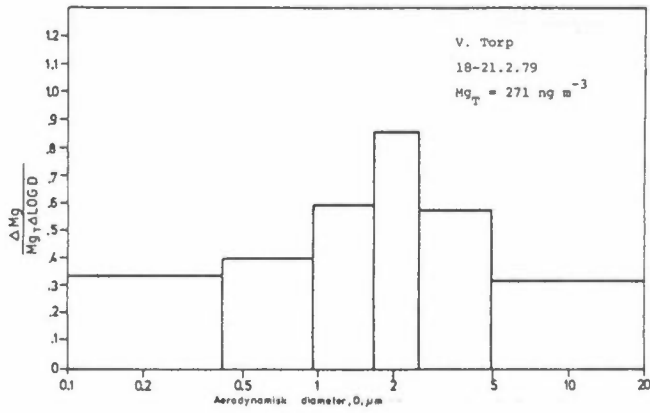
Figur A13(g)



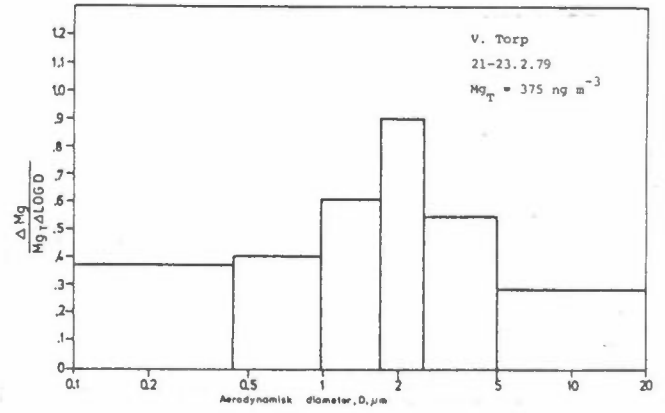
Figur A13(h)



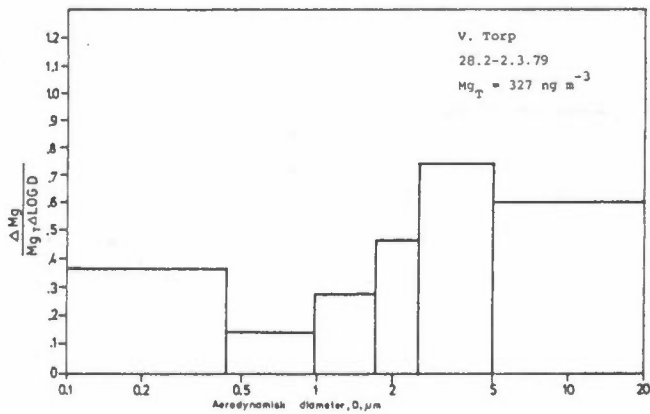
Figur A13(i)



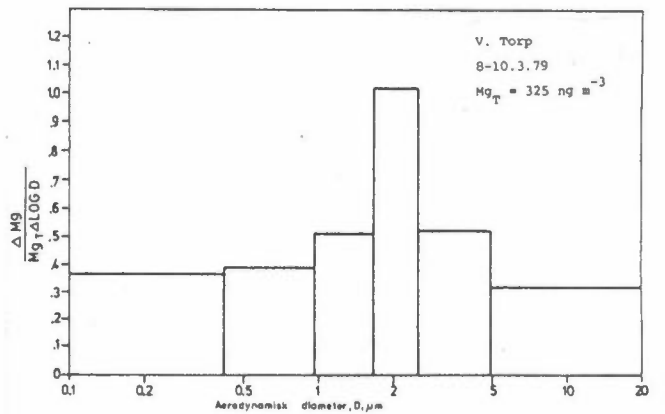
Figur A14(a)



Figur A14(b)

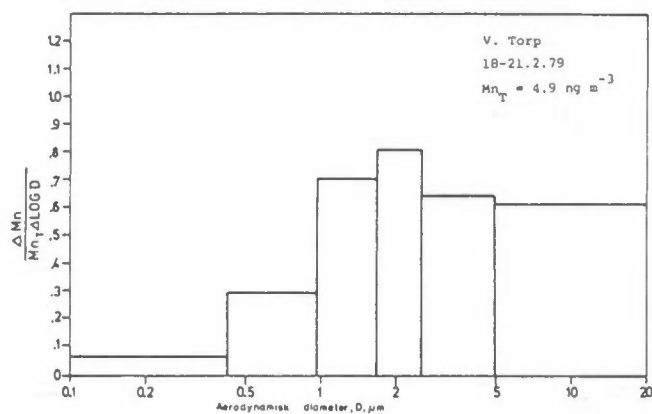


Figur A14(c)

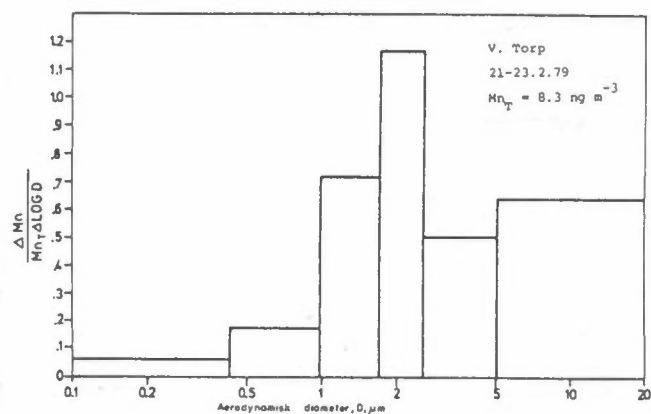


Figur A14(d)

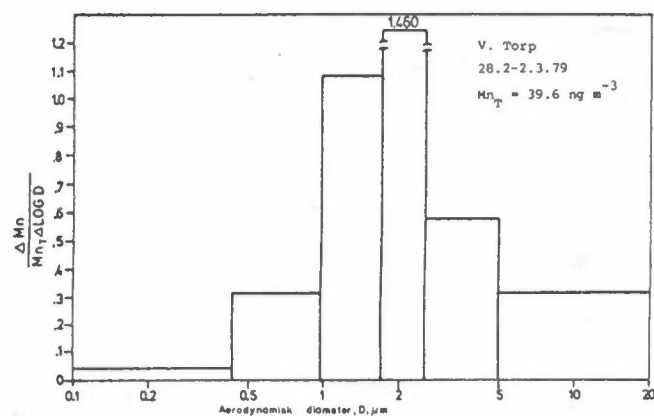
Figur A14: Normalisert partikkelmasse av magnesiumpartikler (Mg) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



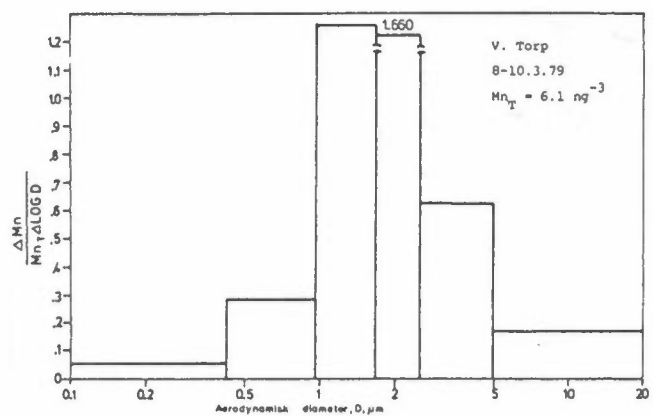
Figur A15(a)



Figur A15(b)

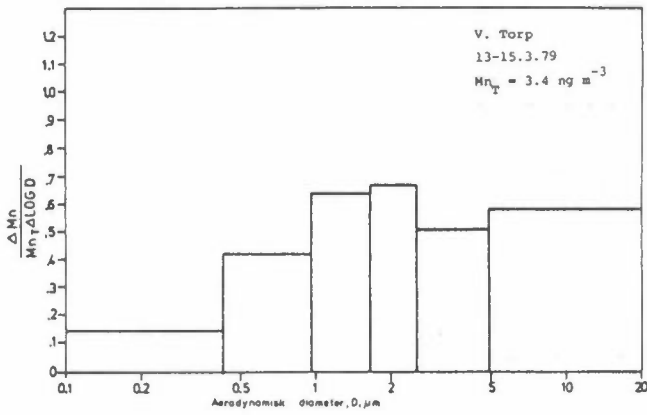


Figur A15(c)

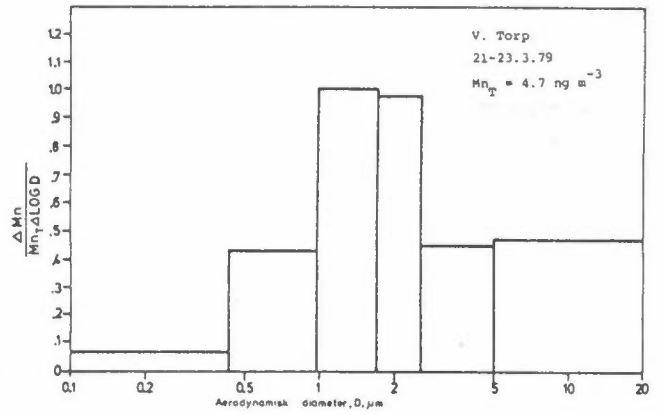


Figur A15(d)

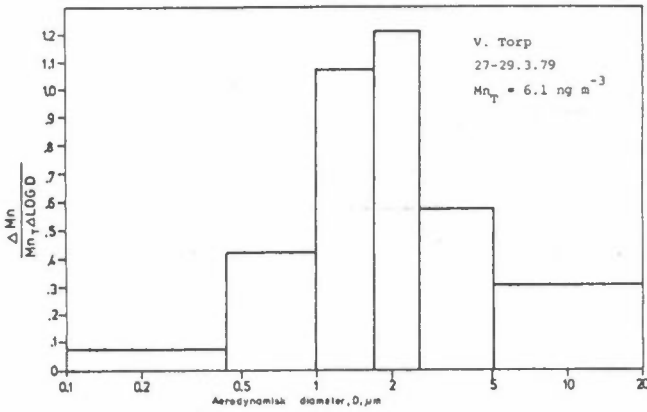
Figur A15: Normalisert partikkelmasse av manganpartikler (Mn) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



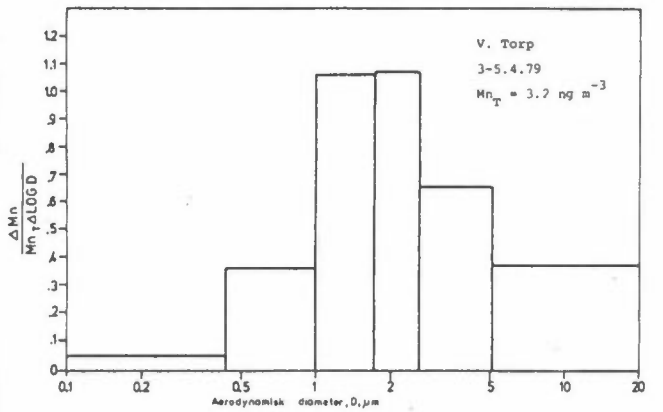
Figur A15(e)



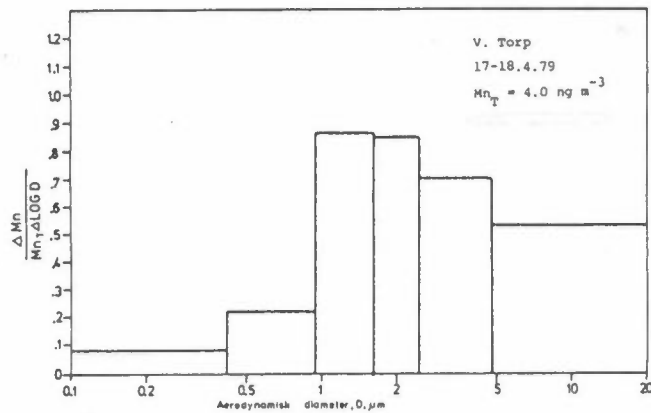
Figur A15(f)



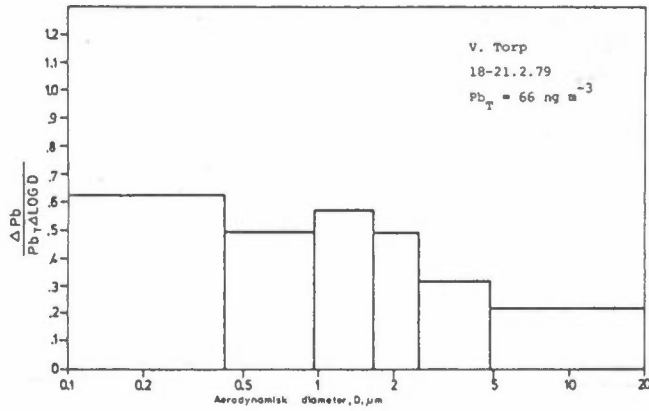
Figur A15(g)



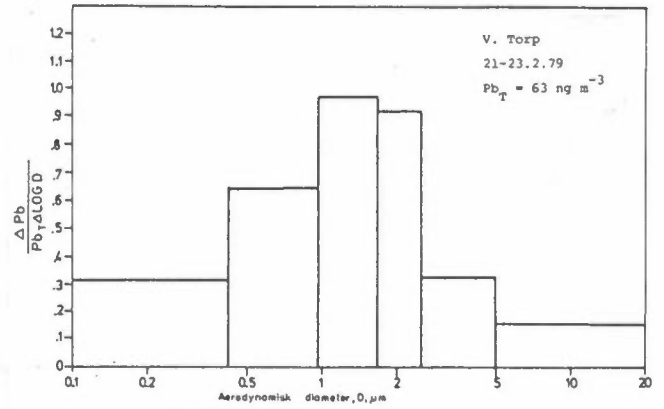
Figur A15(h)



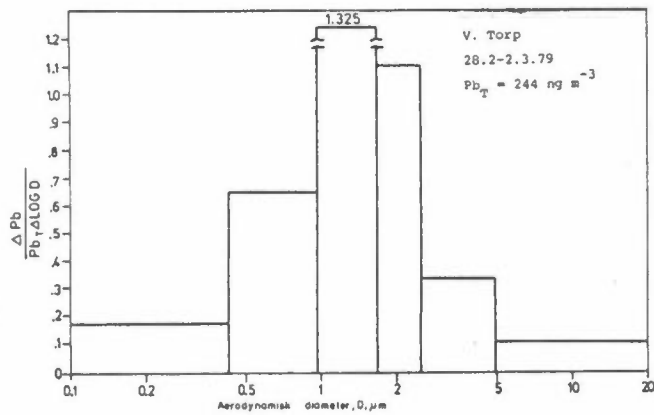
Figur A15(i)



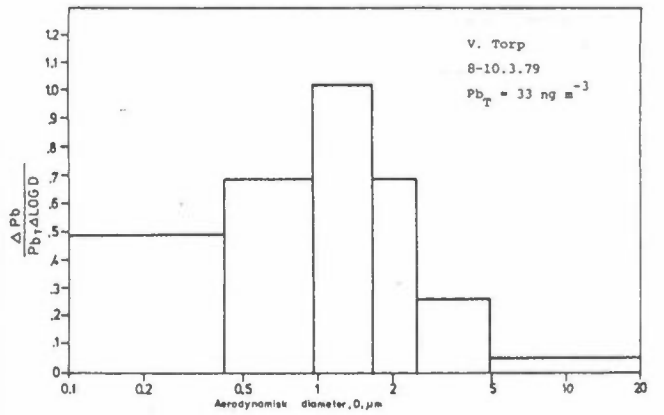
Figur A16(a)



Figur A16(b)

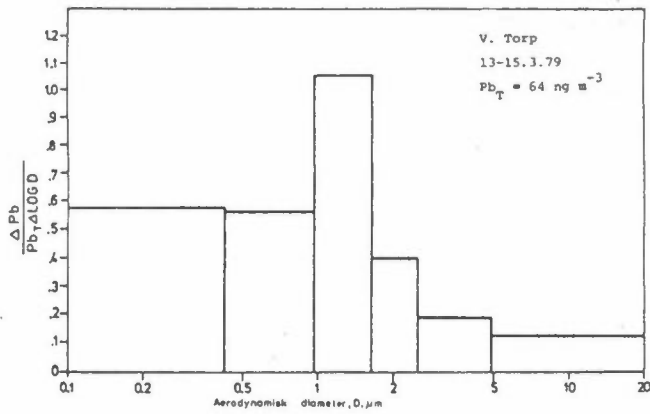


Figur A16(c)

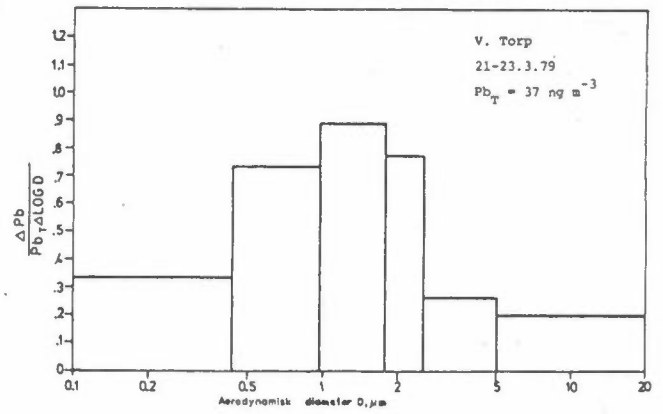


Figur A16(d)

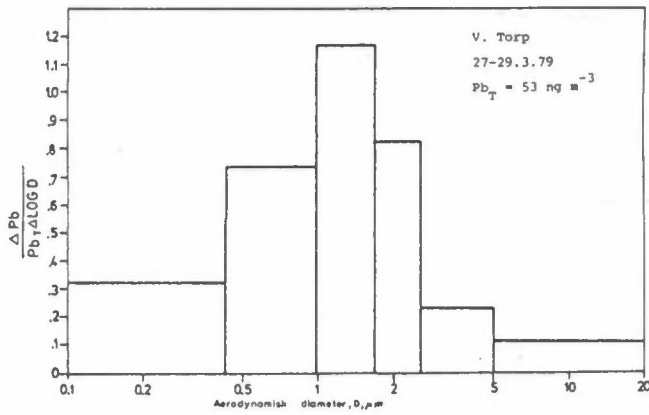
Figur A16: Normalisert partikkelmasse av blypartikler (Pb) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



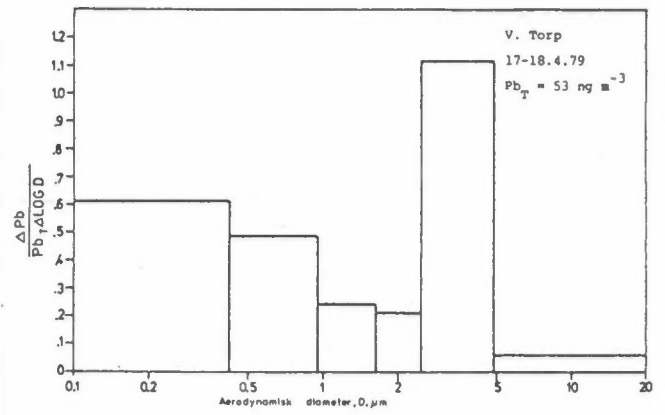
Figur A16(e)



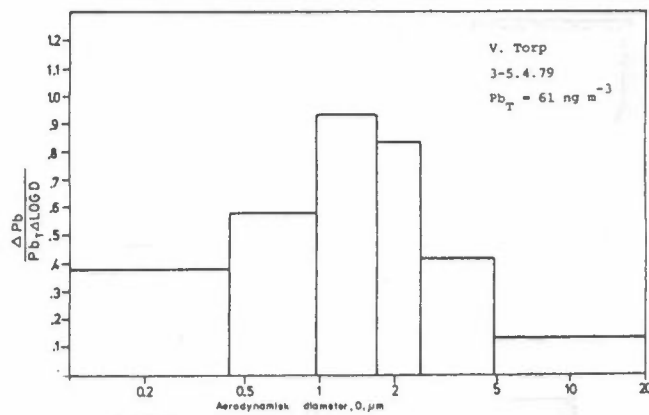
Figur A16(f)



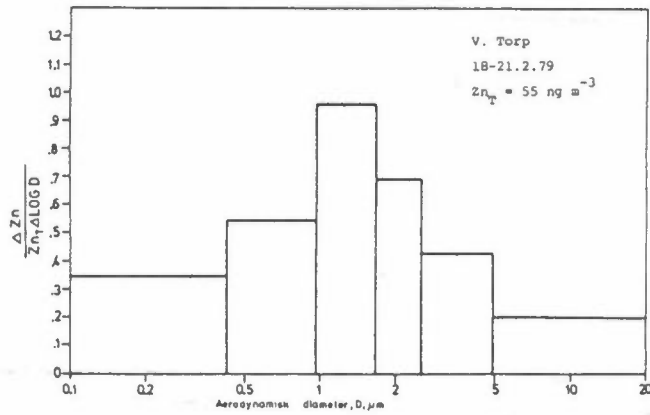
Figur A16(g)



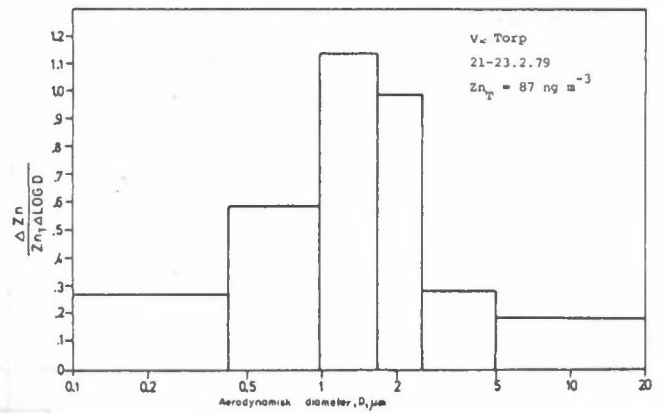
Figur A16(h)



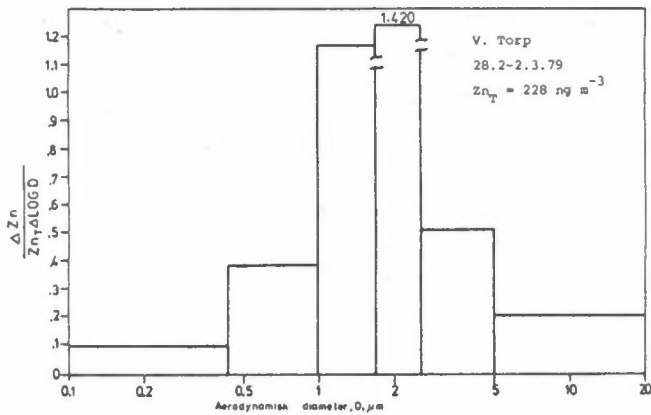
Figur A16(i)



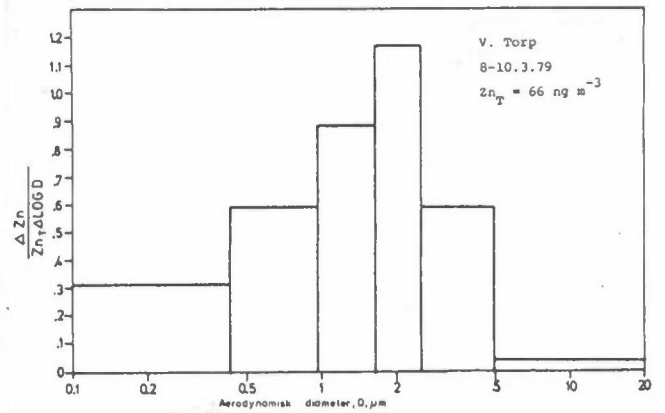
Figur A17(a)



Figur A17(b)

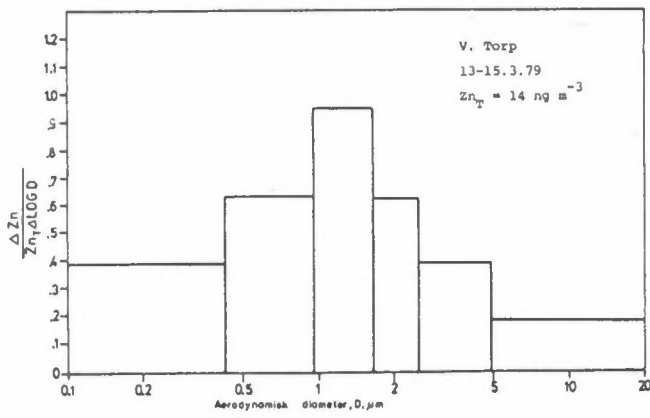


Figur A17(c)

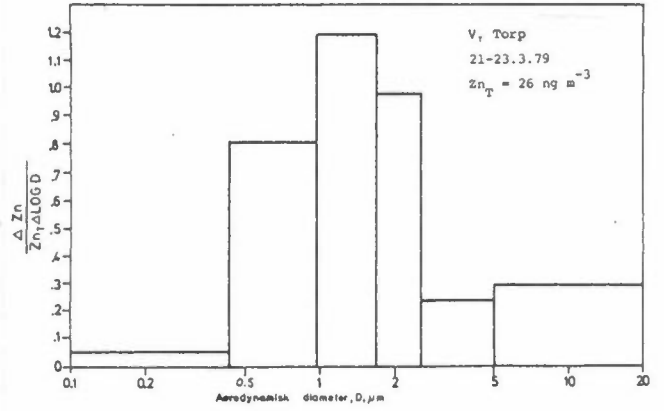


Figur A17(d)

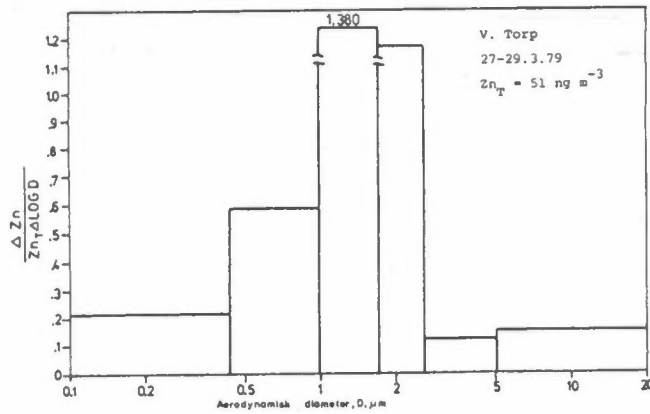
Figur A17: Normalisert partikkelmasse av sinkpartikler (Zn) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



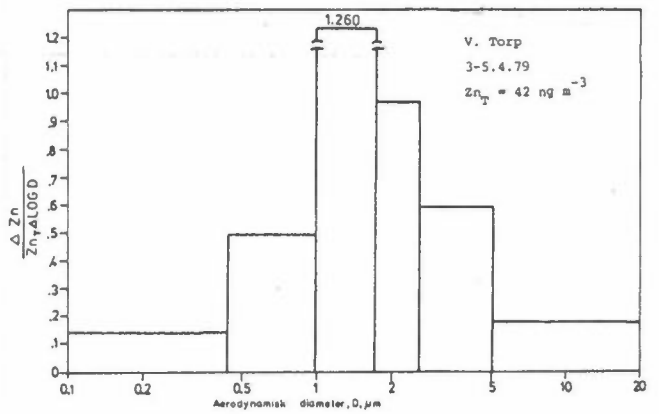
Figur A17(e)



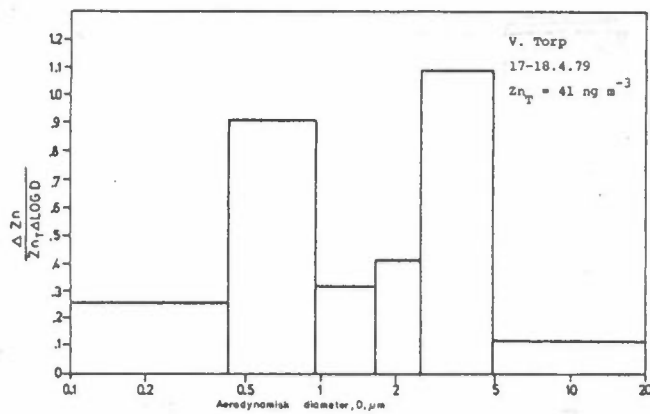
Figur A17(f)



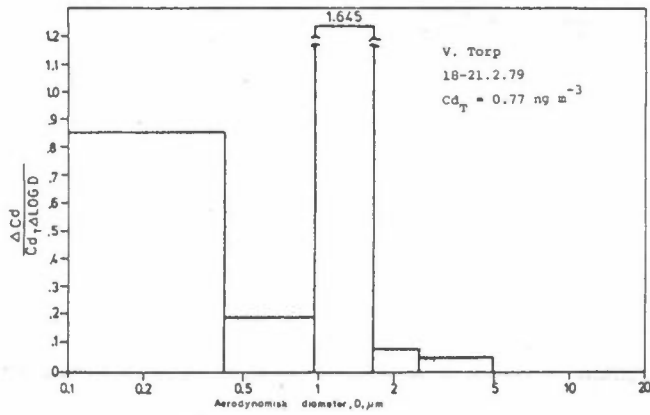
Figur A17(g)



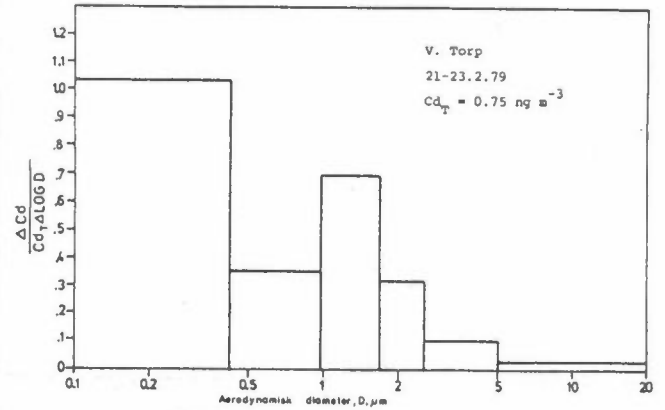
Figur A17(h)



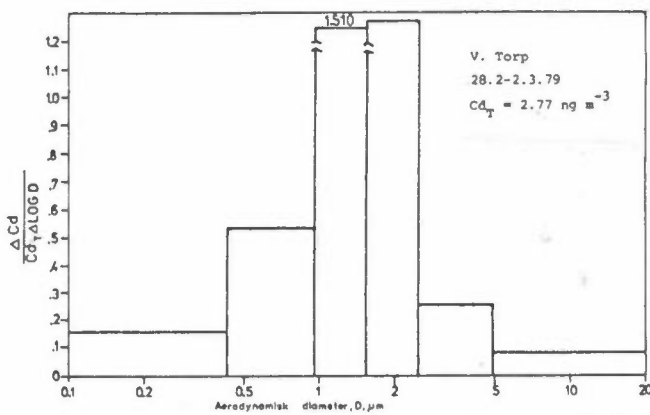
Figur A17(i)



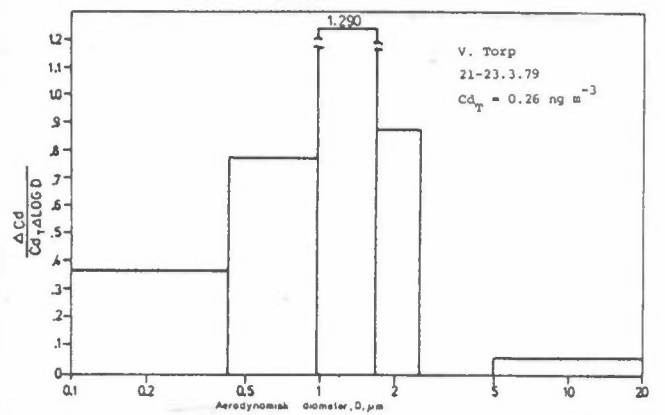
Figur A18(a)



Figur A18(b)

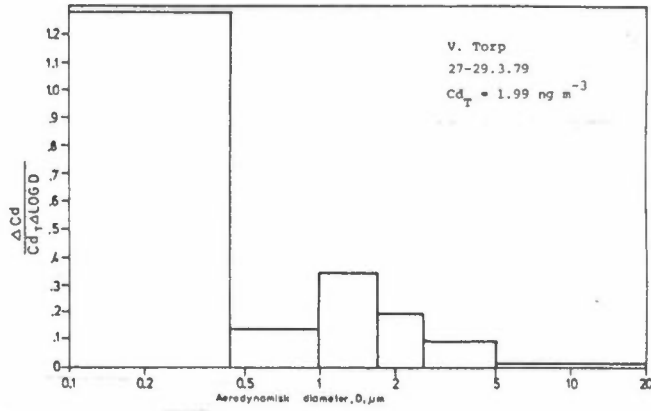


Figur A18(c)

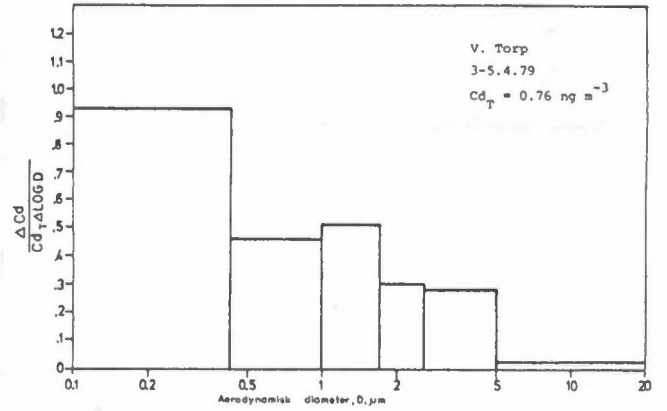


Figur A18(d)

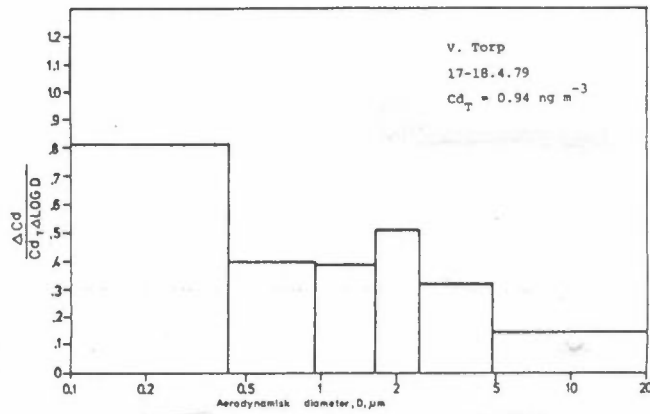
Figur A18: Normalisert partikkelmasse av kadmiumpartikler (Cd) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Andersen kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



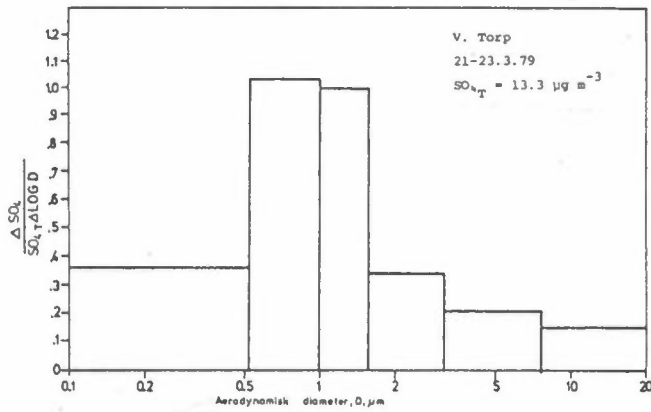
Figur A18(e)



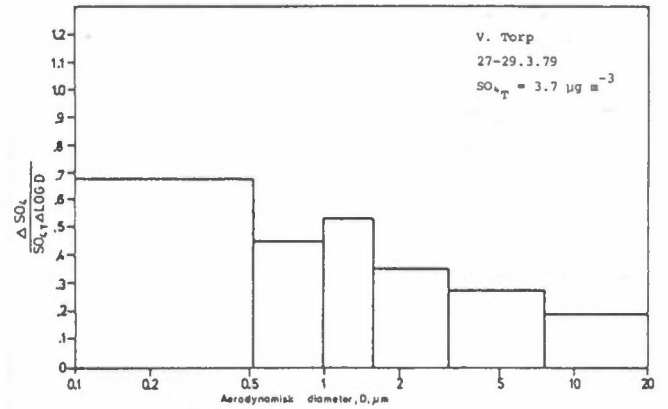
Figur A18(f)



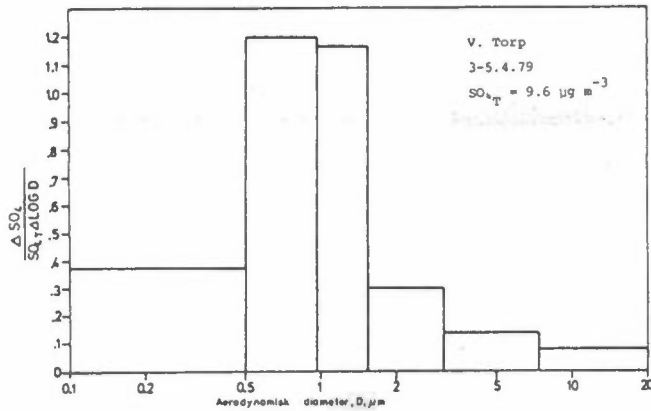
Figur A18(g)



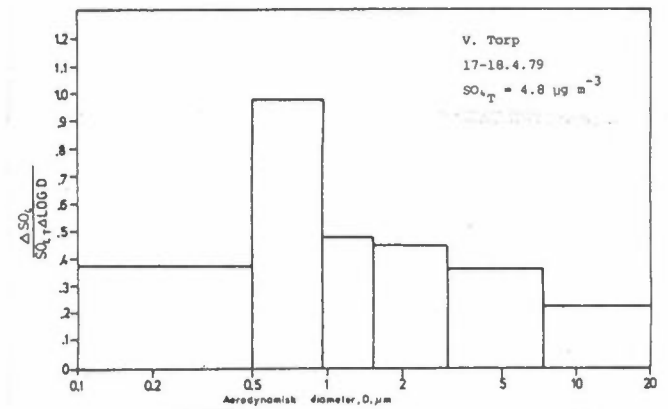
Figur A19(a)



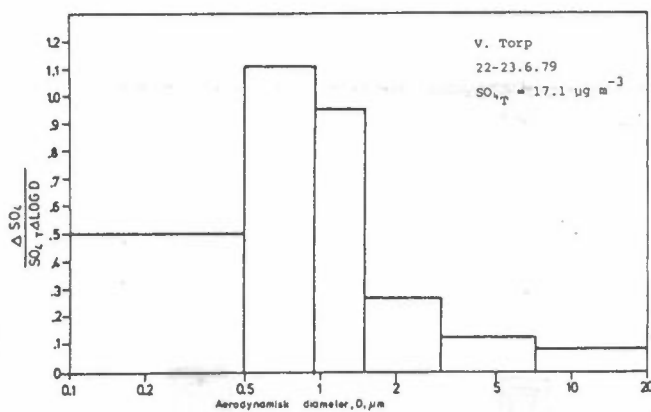
Figur A19(b)



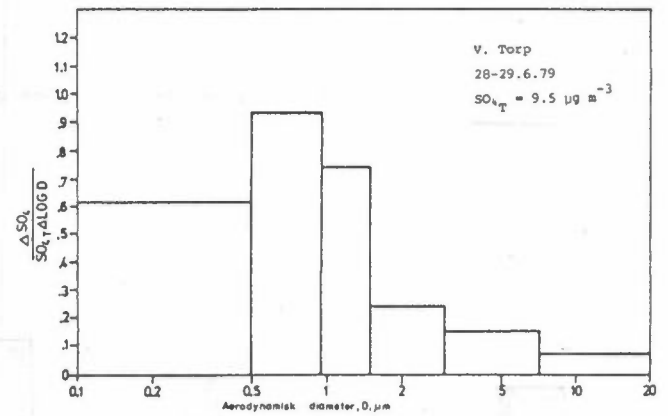
Figur A19(c)



Figur A19(d)

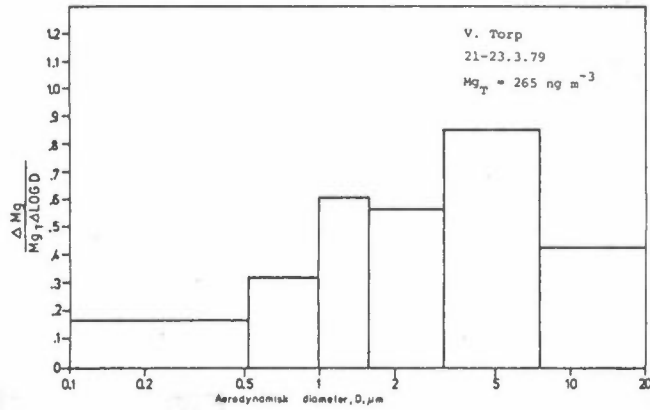


Figur A19(e)

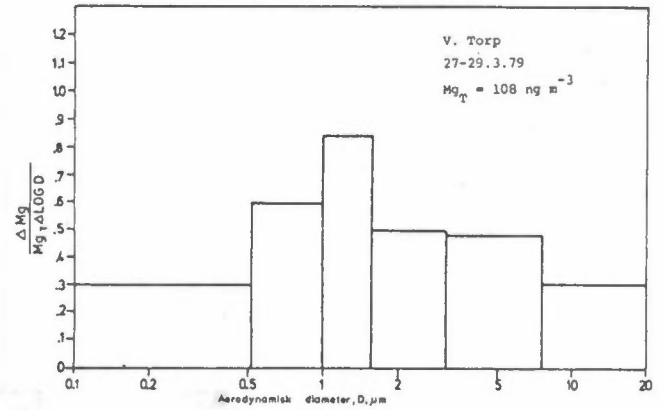


Figur A19(f)

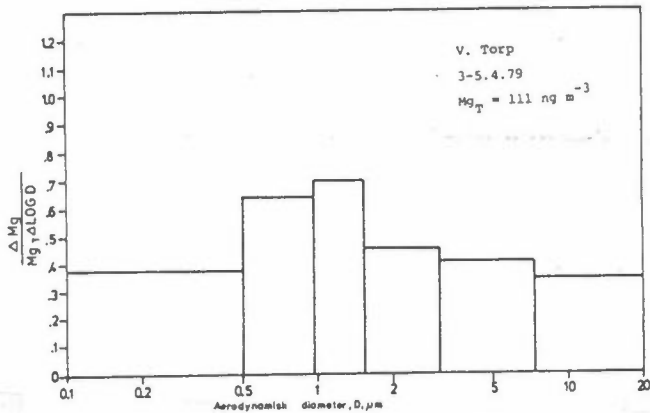
Figur A19: Normalisert partikkelmasse av sulfatpartikler (SO_4) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



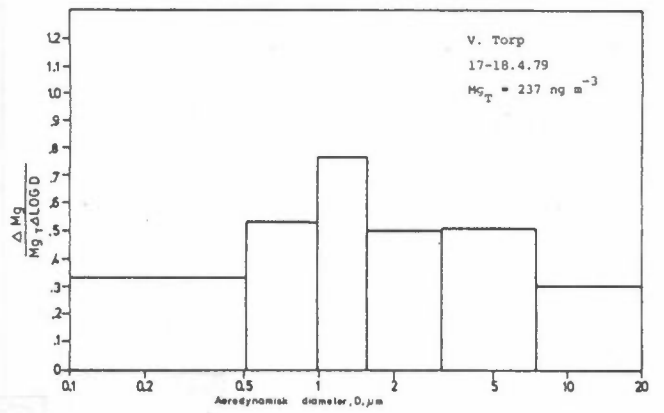
Figur A20(a)



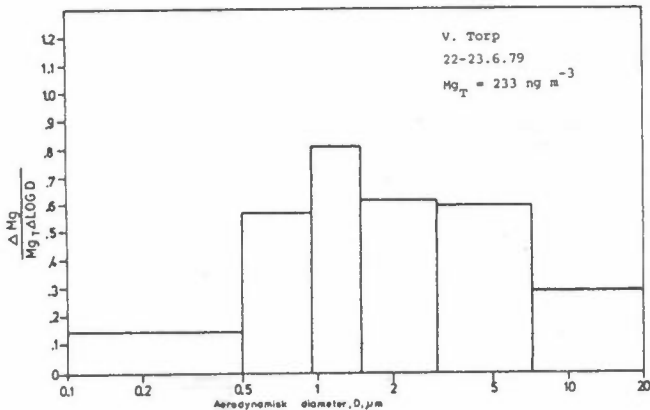
Figur A20(b)



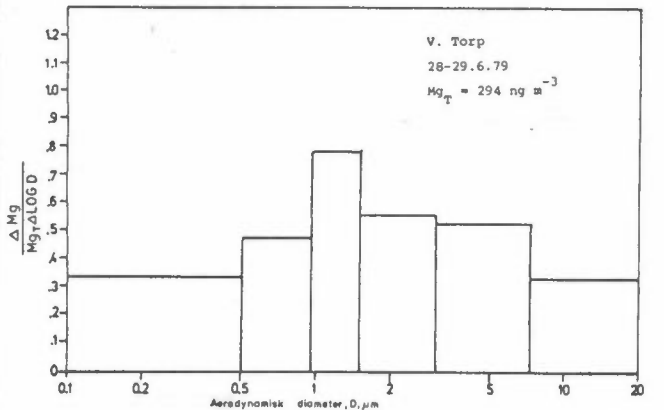
Figur A20(c)



Figur A20(d)

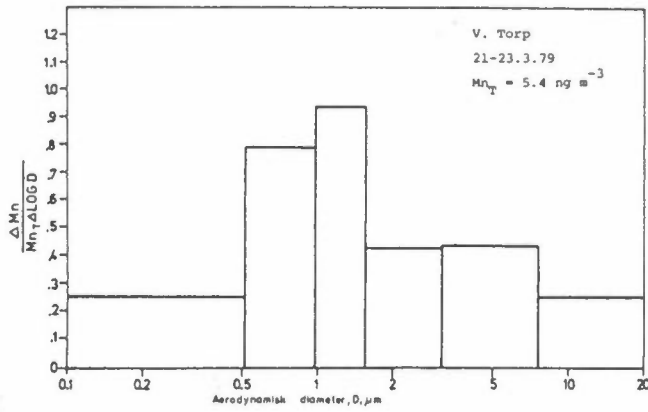


Figur A20(e)

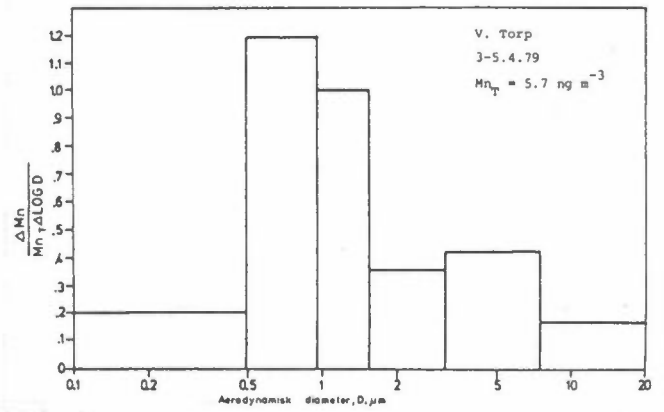


Figur A20(f)

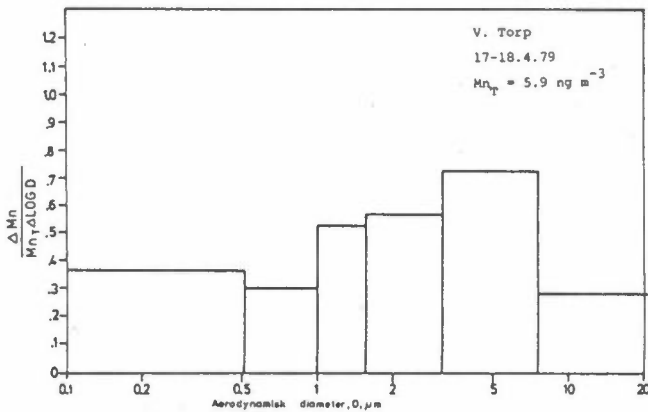
Figur A20: Normalisert partikkelmasse av magnesiumpartikler (Mg) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



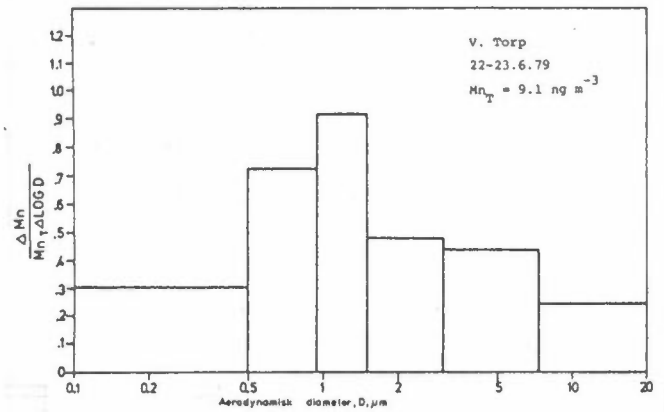
Figur A21(a)



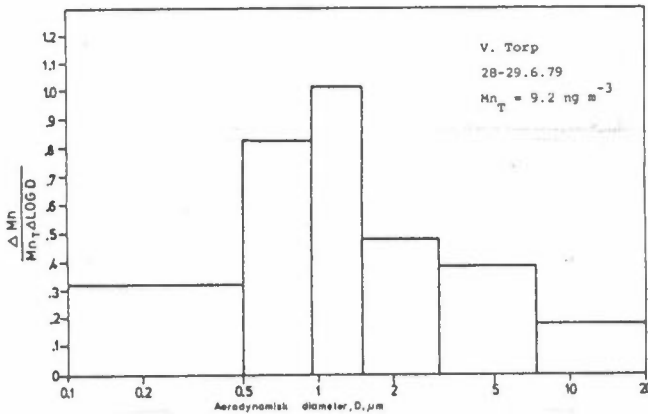
Figur 21A(b)



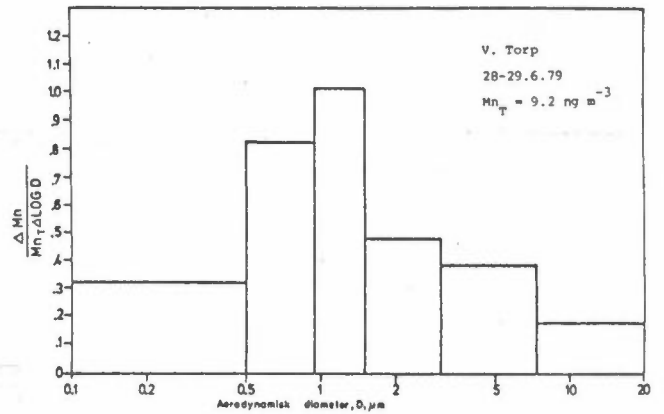
Figur A21(c)



Figur A21(d)

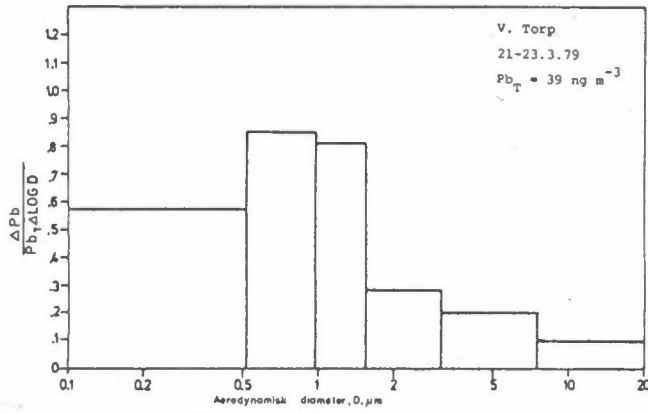


Figur A21(e)

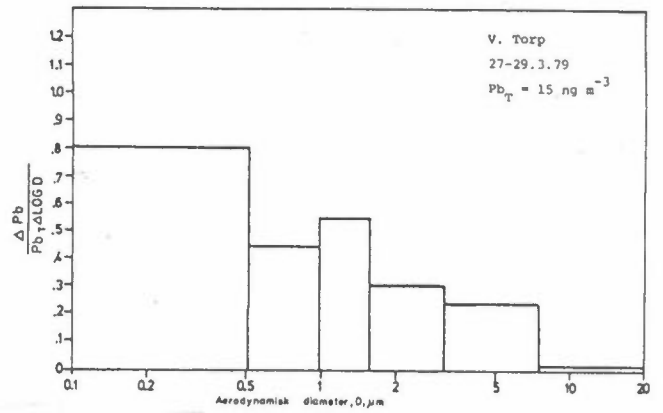


Figur A21(f)

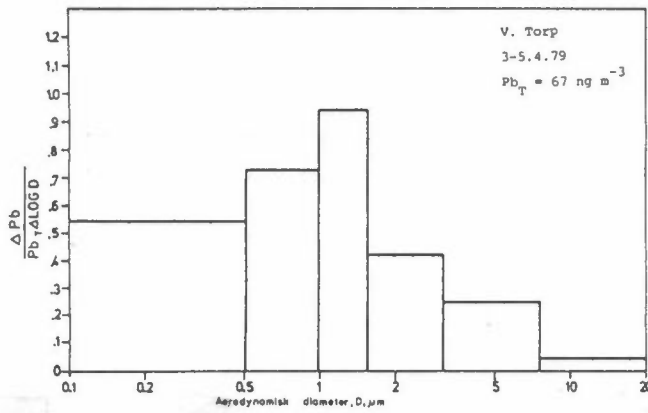
Figur A21: Normalisert partikkelmasse av manganpartikler (Mn) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



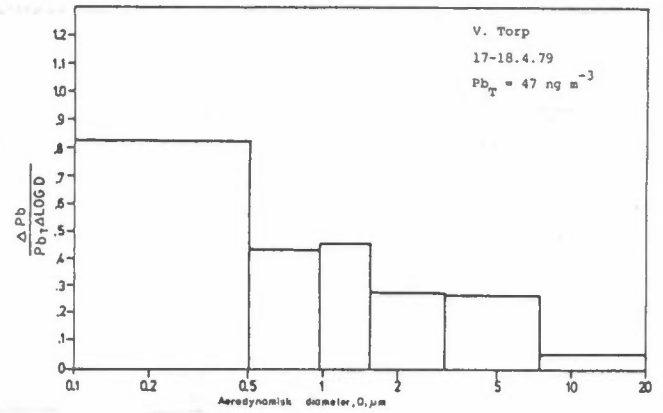
Figur A22(a)



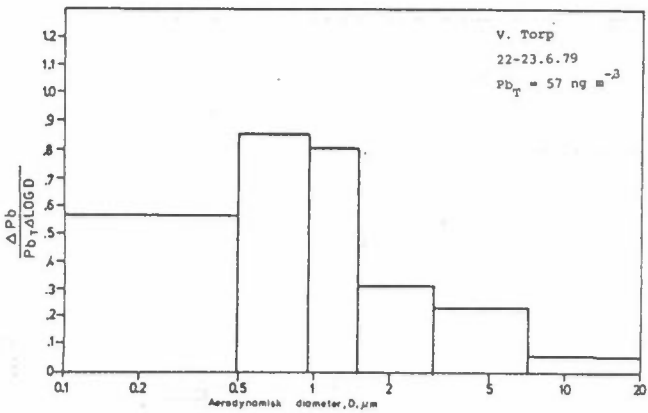
Figur A22(b)



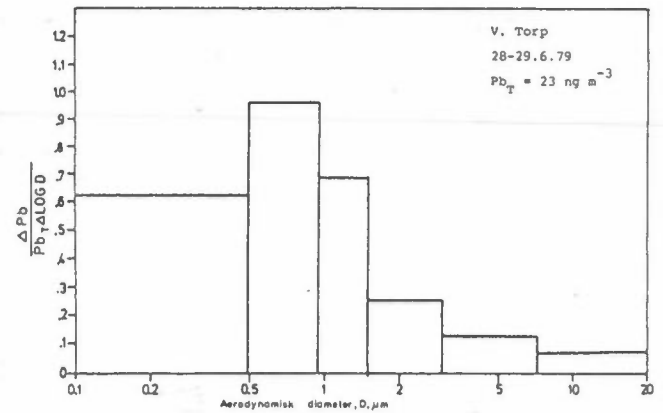
Figur A22(c)



Figur A22(d)

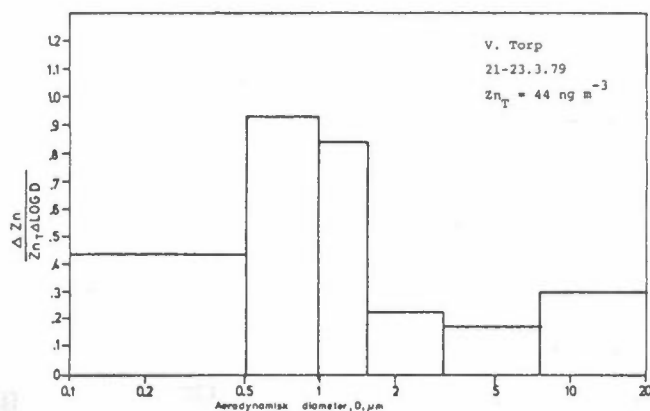


Figur A22(e)

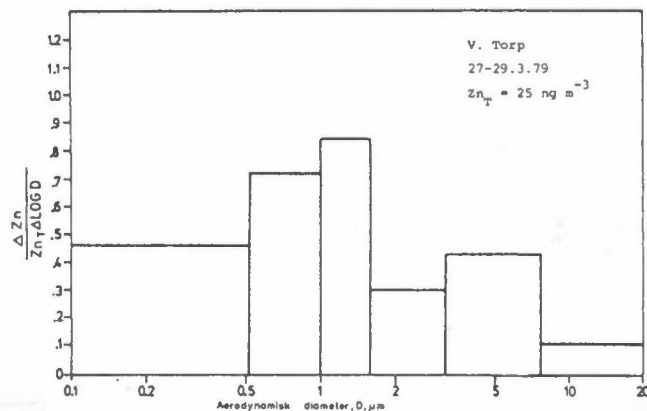


Figur A22(f)

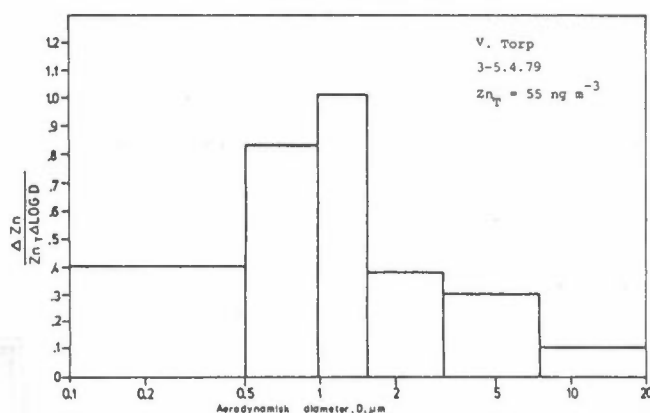
Figur A22: Normalisert partikkelmasse av blypartikler (Pb) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



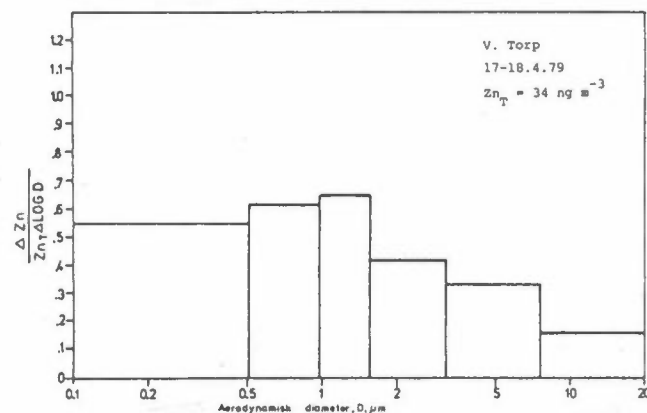
Figur A23(a)



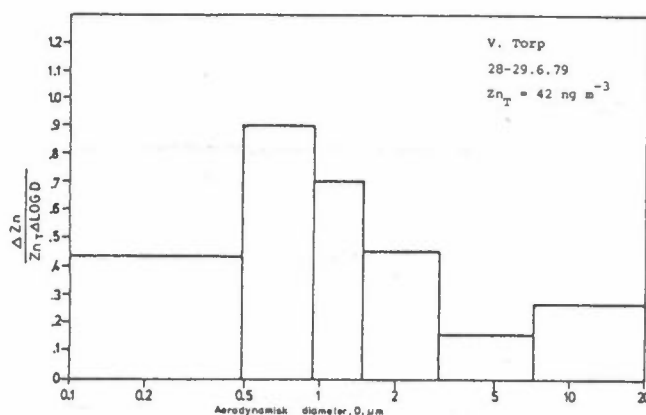
Figur A23(b)



Figur A23(c)

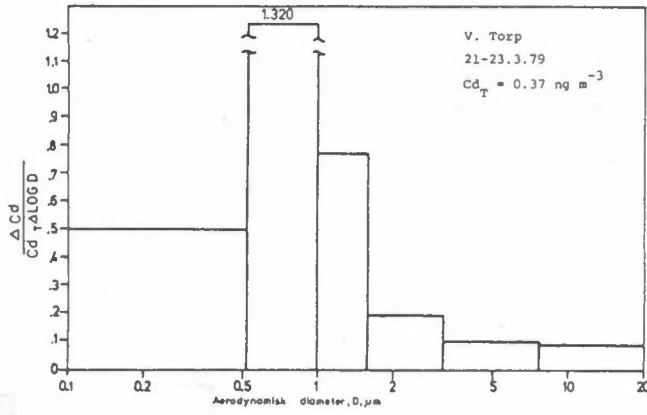


Figur A23(d)

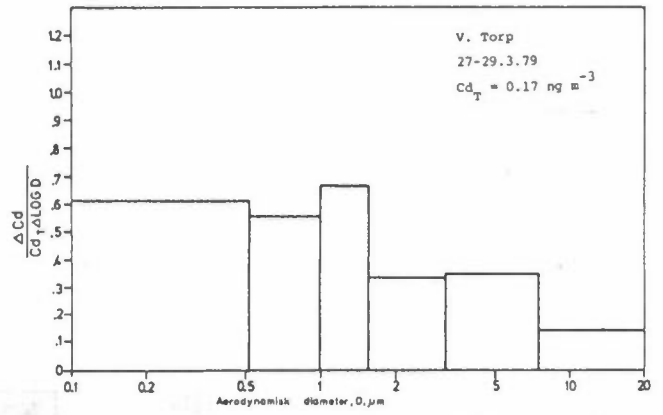


Figur A23(e)

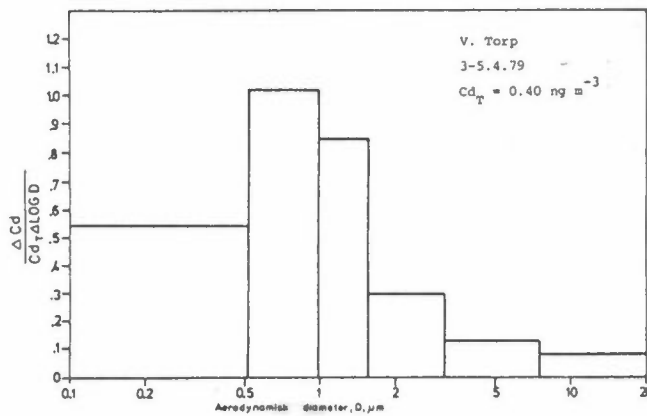
Figur A23: Normalisert partikkelmasse av sinkpartikler (Zn) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.



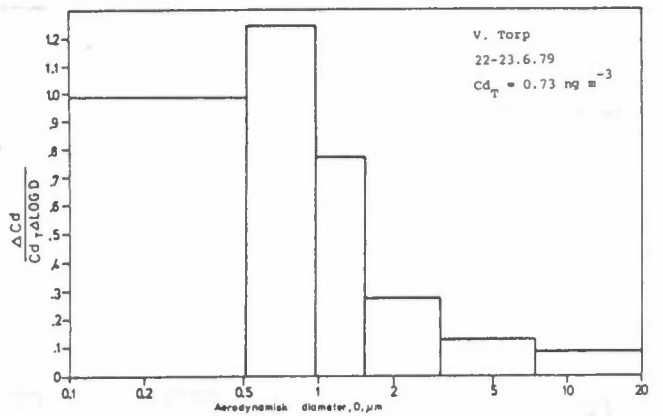
Figur A24(a)



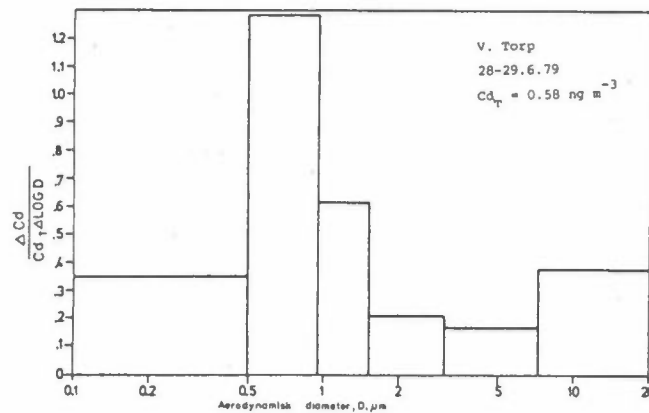
Figur A24(b)



Figur A24(c)



Figur A24(d)



Figur A24(e)

Figur A24: Normalisert partikkelmasse av kadmiumpartikler (Cd) som funksjon av aerodynamisk diameter målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktor på Vestre Torp.

VEDLEGG B

LUFT (SO₂) OG NEDBØRKVALITET MÅLT
VED VESTRE TORP I PERIODEN
21.2.79 - 29.2.80

V. TORP		NORWAY											483 FEBRUARY 1979			
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION							AEROSOLS			GASES		
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	2.0	-	3.75	3.90	3.00	2.40	1.3	3.7	.44	5.0	-	-	-	-	.9	
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.5	
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1	
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.1	
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.4	
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	
OBS.	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8	0
MEAN	2.0	-	3.75	3.90	3.00	2.40	1.3	3.7	.44	5.0	-	-	-	-	7.7	-
DIS.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	-
MAX.	2.0	-	3.75	3.90	3.00	2.40	1.3	3.7	.44	5.0	-	-	-	-	12.5	-
MIN.	2.0	-	3.75	3.90	3.00	2.40	1.3	3.7	.44	5.0	-	-	-	-	.9	-
DEP.	2.0	-	356	8	6	5	3	7	1	10	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	3.75	3.90	3.00	2.40	1.3	3.7	.44	5.0	-	-	-	-	-	-

COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

V. TORP		NORWAY											483 MARCH 1979			
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION							AEROSOLS			GASES		
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	1.5	-	3.75	1.68	2.40	1.80	1.3	4.4	.57	6.2	-	-	-	-	36.8	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.7	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
6	34.8	-	4.00	1.52	.87	.96	.2	1.5	.19	3.5	-	-	-	-	4.1	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.6	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	-
13	.2	-	3.80	6.70	-	-	-	-	1.17	-	-	-	-	-	11.9	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.3	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	61.1	-	3.95	1.40	.89	.80	.2	.6	.07	1.1	-	-	-	-	2.9	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-
29	1.0	-	3.55	7.20	2.30	2.20	1.6	1.9	.21	-	-	-	-	-	5.6	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.2	-
OBS.	5	0	5	5	4	4	4	4	5	3	0	0	0	0	30	0
MEAN	19.7	-	3.73	3.70	1.62	1.44	.8	2.1	.44	3.6	-	-	-	-	6.6	-
DIS.	24.5	-	-	2.66	.74	.58	.6	1.4	.40	-	-	-	-	-	6.5	-
MAX.	61.1	-	4.00	7.20	2.40	2.20	1.6	4.4	1.17	6.2	-	-	-	-	36.8	-
MIN.	.2	-	3.55	1.40	.87	.80	.2	.6	.07	1.1	-	-	-	-	1.5	-
DEP.	98.6	-	10914	149	91	87	23	98	12	201	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	3.94	1.52	.92	.89	.2	1.0	.12	2.0	-	-	-	-	-	-

V. TORP		NORWAY											483 APRIL				1979	
DAY	AMOUNT MM	H+ UJ/L	PH	PRECIPITATION							AEROSOLS			GASES				
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3		
1	12.0	-	3.90	1.55	.86	.53	.3	.3	.03	.6	-	-	-	-	-	-		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-		
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	-		
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-		
6	4.0	-	6.50	1.35	.53	.49	2.8	.5	.41	.9	-	-	-	-	1.7	-		
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-		
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-		
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-		
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-		
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-		
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.4	-		
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-		
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-		
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-		
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-		
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	-		
18	.8	-	4.15	3.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.0	-		
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.4	-		
20	49.4	-	4.05	1.13	.35	.27	.1	.2	.03	.3	-	-	-	-	3.4	-		
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-		
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-		
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-		
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-		
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-		
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	-		
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-		
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-		
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
OBS.	4	0	4	4	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	28	0		
MEAN	16.6	-	4.15	1.81	.58	.43	1.1	.3	.16	.6	-	-	-	-	4.0	-		
DIS.	19.4	-	-	.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-		
MAX.	49.4	-	6.50	3.20	.86	.53	2.8	.5	.41	.9	-	-	-	-	11.4	-		
MIN.	.8	-	3.90	1.13	.35	.27	.1	.2	.03	.3	-	-	-	-	1.0	-		
DEP.	66.2	-	5971	82	30	22	20	16	4	26	-	-	-	-	-	-		
W-MEAN	-	-	4.04	1.24	.45	.33	.3	.2	.05	.4	-	-	-	-	-	-		

COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

V. TORP		NORWAY											483 MAY				1979	
DAY	AMOUNT MM	H+ UJ/L	PH	PRECIPITATION							AEROSOLS			GASES				
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3		
1	.4	-	5.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-		
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-		
4	4.5	-	4.50	1.80	.80	1.13	.9	2.2	.26	3.8	-	-	-	-	1.5	-		
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-		
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-		
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-		
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-		
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-		
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-		
11	6.8	-	3.95	3.96	1.60	2.90	1.5	1.3	.22	2.4	-	-	-	-	4.3	-		
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	-		
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-		
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-		
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-		
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-		
18	21.0	-	3.95	3.18	1.00	1.70	.8	.5	.13	.7	-	-	-	-	4.2	-		
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-		
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-		
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	-		
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-		
25	27.1	-	4.10	1.65	.70	1.06	.3	.3	.06	.6	-	-	-	-	2.3	-		
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.8	-		
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-		
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-		
OBS.	5	0	5	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	31	0		
MEAN	12.0	-	4.16	2.65	1.03	1.70	.9	1.1	.17	1.9	-	-	-	-	2.5	-		
DIS.	10.3	-	-	.96	.35	.74	.4	.7	.08	1.3	-	-	-	-	1.0	-		
MAX.	27.1	-	5.15	3.96	1.60	2.90	1.5	2.2	.26	3.8	-	-	-	-	4.5	-		
MIN.	.4	-	3.95	1.65	.70	1.06	.3	.3	.06	.6	-	-	-	-	.8	-		
DEP.	32.8	-	5417	148	55	90	39	38	7	65	-	-	-	-	-	-		
W-MEAN	-	-	4.04	2.47	.92	1.50	.7	.6	.12	1.1	-	-	-	-	-	-		

V. TORP		NORWAY											48'S JUNE		1979	
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION						AEROSOLS			GASES			
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-
8	15.9	-	3.90	1.80	.66	.82	.4	.5	.14	1.3	-	-	-	-	2.2	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
15	.6	-	3.55	4.80	2.30	2.00	-	-	.41	-	-	-	-	-	3.0	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-
22	30.5	-	3.95	2.10	.51	.45	.3	.7	.13	1.5	-	-	-	-	1.4	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
30	2.4	-	5.90	1.22	.09	.75	.5	1.7	.12	4.1	-	-	-	-	1.9	-
OBS.	4	0	4	4	4	4	3	3	4	3	0	0	0	0	29	0
MEAN	12.4	-	3.89	2.48	.99	1.01	.4	1.0	.20	2.3	-	-	-	-	2.1	-
DIS.	12.0	-	-	1.38	.84	.59	-	-	.12	-	-	-	-	-	1.3	-
MAX.	30.5	-	5.90	4.80	2.30	2.00	.5	1.7	.41	4.1	-	-	-	-	5.4	-
MIN.	.6	-	3.55	1.22	.09	.45	.3	.5	.12	1.3	-	-	-	-	.9	-
DEP.	49.4	-	5596	98	28	30	17	34	7	77	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	3.95	1.99	.56	.60	.3	.7	.14	1.6	-	-	-	-	-	-

COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
 SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

V. TORP		NORWAY											48'S JULY		1979	
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION						AEROSOLS			GASES			
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	11.3	-	4.35	.68	.06	.16	.2	.5	.06	1.1	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	9.4	-	4.70	.25	<.03	.10	.1	.2	.02	1.1	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	43.8	-	3.90	.96	.22	.15	.1	<.01	.01	.1	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OBS.	3	0	2	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
MEAN	21.5	-	4.20	.63	.10	.14	.1	.3	.03	.8	-	-	-	-	-	-
DIS.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MAX.	43.8	-	4.70	.96	.22	.16	.2	.5	.06	1.1	-	-	-	-	-	-
MIN.	9.4	-	3.90	.25	.02	.10	.1	.1	.01	.1	-	-	-	-	-	-
DEP.	64.5	-	6705	52	10	9	8	12	1	27	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	4.02	.81	.16	.14	.1	.2	.02	.4	-	-	-	-	-	-

V. TORP		NORWAY										483 AUGUST 1979				
DAY	AMOUNT MM	H+	PH	PRECIPITATION						AEROSOLS			GASES			
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-
2	28.8	-	4.00	1.20	.30	.41	.1	.3	.03	.5	-	-	-	-	3.0	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-
8	30.4	-	3.90	2.20	.66	1.19	.3	.3	.07	.5	-	-	-	-	2.9	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.8	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.0	-
15	17.0	-	4.30	1.22	.07	.17	.5	.4	.11	.5	-	-	-	-	1.2	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.4	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.4	-
22	7.7	-	4.40	.70	.03	.05	.2	.4	.07	.6	-	-	-	-	.6	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.4	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-
29	22.3	-	3.80	2.46	1.06	1.50	.4	.3	.06	.5	-	-	-	-	2.2	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
OBS.	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	31	0
MEAN	21.2	-	4.02	1.56	.42	.66	.3	.3	.07	.5	-	-	-	-	1.7	-
DIS.	8.3	-	-	.66	.39	.58	.1	.0	.03	.0	-	-	-	-	1.1	-
MAX.	30.4	-	4.40	2.46	1.06	1.50	.5	.4	.11	.6	-	-	-	-	5.0	-
MIN.	7.7	-	3.80	.70	.02	.05	.1	.3	.03	.5	-	-	-	-	0.0	-
DEP.	106.2	-	11400	182	54	85	31	34	7	54	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	3.97	1.72	.51	.80	.3	.3	.06	.5	-	-	-	-	-	-

COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
 SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

V. TORP		NORWAY										483 SEPTEMBER 1979				
DAY	AMOUNT MM	H+	PH	PRECIPITATION						AEROSOLS			GASES			
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
5	6.8	-	3.80	2.30	.84	.77	.3	1.4	.10	.8	-	-	-	-	1.0	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.4	-
12	5.6	-	4.70	1.25	.02	.23	.4	2.0	.20	2.4	-	-	-	-	2.8	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.6	-
19	11.6	-	4.70	1.10	.12	.34	.3	3.8	.42	5.9	-	-	-	-	.7	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.6	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-
26	2.8	-	5.95	.90	.07	1.19	.3	1.6	.17	1.7	-	-	-	-	1.7	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.4	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.8	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
OBS.	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	30	0
MEAN	6.7	-	4.30	1.39	.26	.63	.3	2.2	.22	2.7	-	-	-	-	1.3	-
DIS.	3.2	-	-	.54	.34	.38	.0	.9	.12	1.9	-	-	-	-	.7	-
MAX.	11.6	-	5.95	2.80	.84	1.19	.4	3.8	.42	5.9	-	-	-	-	2.9	-
MIN.	2.8	-	3.90	.90	.01	.23	.3	1.4	.10	.8	-	-	-	-	.4	-
DEP.	26.8	-	1424	39	7	14	9	69	7	92	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	4.27	1.41	.27	.51	.3	2.6	.27	3.4	-	-	-	-	-	-

V. TORP		NORWAY										483 OCTOBER 1979				
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION						AEROSOLS			GASES			
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
3	3.1	-	3.85	3.00	2.10	2.00	.5	1.0	.15	1.7	-	-	-	-	5.3	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-
10	31.8	-	4.10	1.25	.57	.53	.2	.2	.03	.3	-	-	-	-	3.4	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.5	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.8	-
15	31.9	-	4.50	.40	.13	.03	.1	.2	.07	.5	-	-	-	-	2.4	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.5	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.5	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-
23	1.4	-	4.30	2.40	.66	.22	1.8	1.0	.11	1.4	-	-	-	-	.7	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
29	24.2	-	4.10	1.43	.52	.44	.3	.8	.25	3.5	-	-	-	-	4.1	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.8	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
DBS.	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	31	0
MEAN	23.5	-	4.12	1.70	.80	.64	.6	.6	.12	1.5	-	-	-	-	1.8	-
DIS.	17.9	-	-	.91	.68	.70	.6	.4	.08	1.1	-	-	-	-	1.3	-
MAX	51.9	-	4.50	3.00	2.10	2.00	1.8	1.0	.25	3.5	-	-	-	-	5.3	-
MIN.	1.4	-	3.85	.40	.13	.02	.1	.2	.03	.3	-	-	-	-	.5	-
DEP.	117.4	-	7304	123	55	45	25	46	12	136	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	4.21	1.05	.47	.38	.2	.4	.10	1.2	-	-	-	-	-	-

COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

V. TORP		NORWAY										483 NOVEMBER 1979				
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION						AEROSOLS			GASES			
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
3	19.1	-	4.10	1.45	.52	.45	.3	.8	.24	3.5	-	-	-	-	1.1	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-
6	32.5	-	4.75	.38	.19	.11	.2	.3	.04	.7	-	-	-	-	1.3	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
12	18.1	-	4.00	1.67	1.08	.47	.4	3.1	.43	5.8	-	-	-	-	1.9	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9	-
19	21.4	-	4.65	.45	.24	.13	.3	.6	.06	1.6	-	-	-	-	6.9	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.8	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-
26	5.6	-	4.30	1.05	.49	.32	.3	1.1	.09	1.8	-	-	-	-	2.9	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-
DBS.	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	30	0
MEAN	19.3	-	4.27	1.00	.50	.30	.3	1.2	.17	2.7	-	-	-	-	3.0	-
DIS.	8.6	-	-	.52	.32	.15	.1	1.0	.15	1.8	-	-	-	-	2.0	-
MAX	32.5	-	4.75	1.67	1.08	.47	.4	3.1	.43	5.8	-	-	-	-	7.9	-
MIN.	5.6	-	4.00	.30	.19	.11	.2	.3	.04	.7	-	-	-	-	1.1	-
DEP.	96.7	-	4665	86	44	25	28	100	15	239	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	4.32	.89	.45	.26	.3	1.0	.16	2.9	-	-	-	-	-	-

V. TORP		NORWAY										483 DECEMBER 1979				
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION							AEROSOLS			GASES		
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NG/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.6	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
10	.8	-	4.35	4.80	2.25	2.40	4.0	29.2	3.65	-	-	-	-	-	1.1	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.9	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-
17	7.6	-	4.25	1.50	.60	.84	.7	.3	.08	1.4	-	-	-	-	3.4	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.8	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.4	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.9	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	-
OBS.	2	0	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	31	0
MEAN	4.2	-	4.30	3.15	1.43	1.62	2.4	14.8	1.87	1.4	-	-	-	-	4.9	-
OTS.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
MAX.	7.6	-	4.35	4.80	2.25	2.40	4.0	29.2	3.65	1.4	-	-	-	-	17.9	-
MIN.	.8	-	4.25	1.50	.60	.84	.7	.3	.08	1.4	-	-	-	-	.6	-
DEP.	8.4	-	463	15	6	8	9	26	4	12	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	4.26	1.81	.76	.99	1.0	3.1	.42	1.4	-	-	-	-	-	-

COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

V. TORP		NORWAY										483 JANUARY 1980				
DAY	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	PRECIPITATION							AEROSOLS			GASES		
				SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.8	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	-
7	1.9	-	4.00	2.40	1.60	1.10	1.2	3.5	.19	3.6	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	.6	-	3.80	3.40	1.50	1.44	.9	1.3	.19	-	-	-	-	-	4.4	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.7	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.6	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	-
21	12.4	-	3.80	2.70	.71	.92	.2	.2	.03	.5	-	-	-	-	4.5	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.2	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-
28	6.7	-	4.40	.38	.49	.15	.3	.2	.03	.4	-	-	-	-	7.1	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.7	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-
OBS.	4	0	4	4	4	4	4	4	4	3	0	0	0	0	24	0
MEAN	5.3	-	3.94	2.22	1.08	.90	.7	1.3	.11	1.5	-	-	-	-	6.3	-
OTS.	4.6	-	-	1.12	.48	.47	.4	1.3	.08	-	-	-	-	-	3.5	-
MAX.	12.4	-	4.40	3.40	1.60	1.44	1.2	3.5	.19	3.6	-	-	-	-	18.7	-
MIN.	.6	-	3.80	.38	.49	.15	.2	.2	.03	.4	-	-	-	-	1.4	-
DEP.	21.1	-	2497	42	16	15	7	11	1	16	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	3.98	2.01	.75	.72	.3	.5	.05	.8	-	-	-	-	-	-

V. TORP

NORWAY

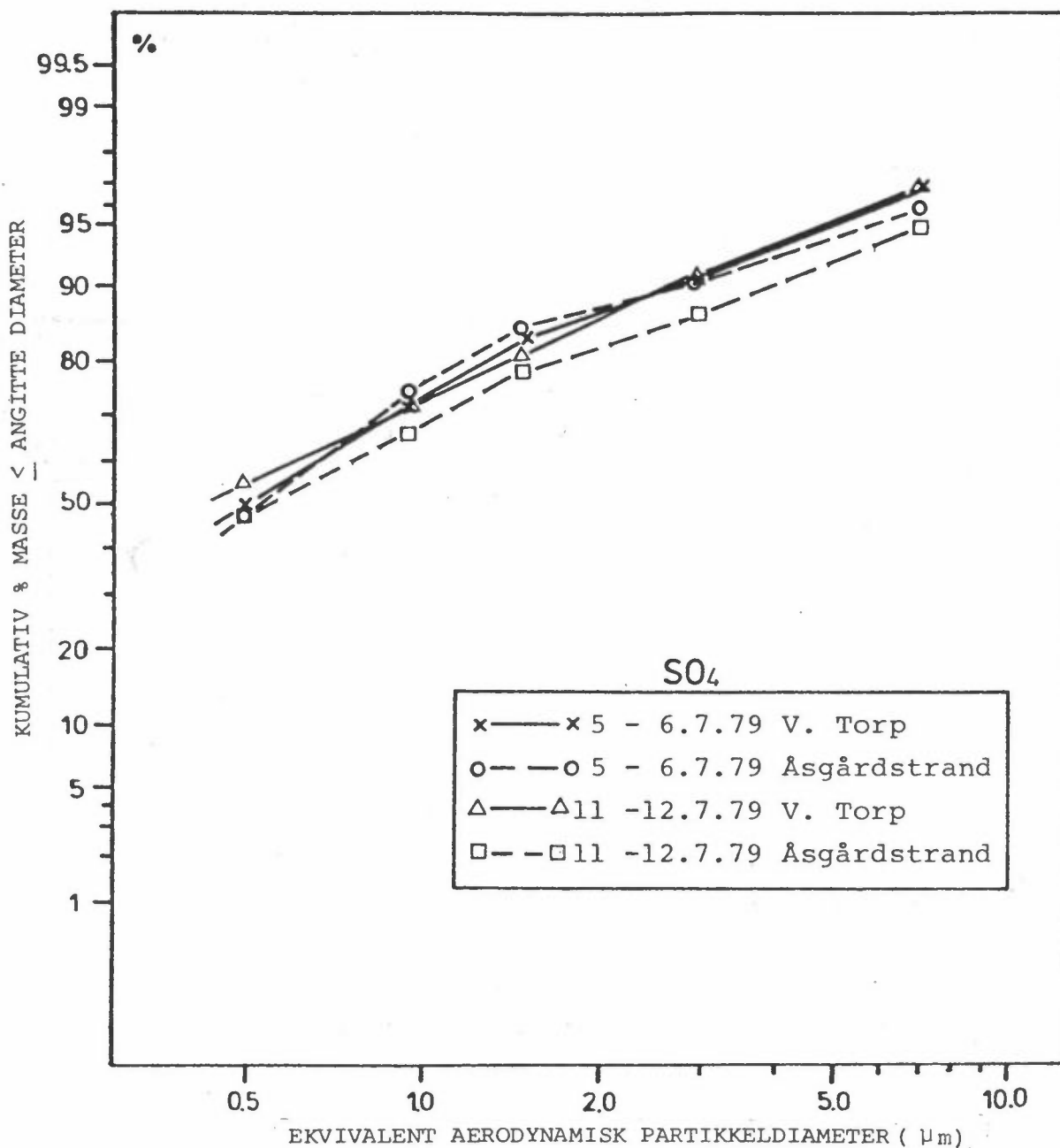
483 FEBRUARY 1980

DAY	PRECIPITATION										AEROSOLS			GASES		
	AMOUNT MM	H+ UF/L	PH	SO4-S MG/L	NO3-N MG/L	NH4-N MG/L	CA MG/L	NA MG/L	MG MG/L	CL MG/L	SO4-S UG/M3	NH4-N UG/M3	H+ NE/M3	TSP UG/M3	SO2-S UG/M3	NO2-N UG/M3
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.5	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.3	-
4	20.7	-	4.50	.10	.39	.04	<.1	<.1	.01	.2	-	-	-	-	51.7	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.6	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.4	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.8	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9	-
11	9.2	-	4.00	1.45	.65	.60	.1	.1	.01	.4	-	-	-	-	7.3	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.1	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.7	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-
15	.9	-	3.70	4.80	3.90	1.92	1.8	2.3	.19	-	-	-	-	-	7.2	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.2	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.9	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.1	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.5	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.0	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.3	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.9	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.8	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.3	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	-
DRS.	3	0	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	29	0
MEAN	10.3	-	3.96	2.12	1.71	.85	.7	.8	.07	.3	-	-	-	-	12.9	-
DIS.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.2	-
MAX.	20.7	-	4.50	4.80	3.90	1.92	1.8	2.3	.19	.4	-	-	-	-	51.7	-
MTN.	.9	-	3.70	.10	.39	.04	.1	.1	.01	.2	-	-	-	-	4.9	-
DEP.	30.8	-	1754	20	19	8	4	4	0	8	-	-	-	-	-	-
W-MEAN	-	-	4.24	.64	.63	.26	.1	.1	.01	.3	-	-	-	-	-	-

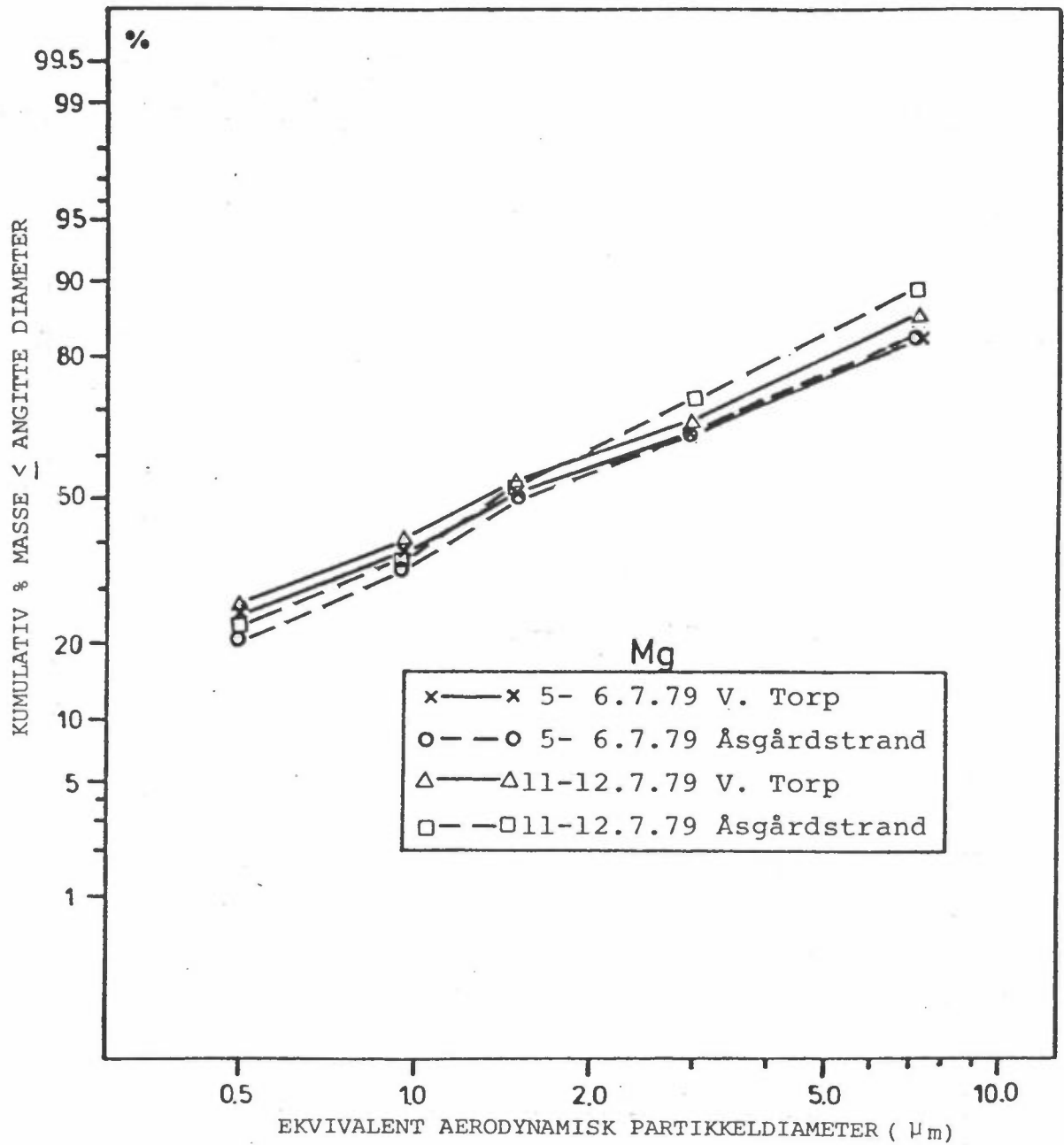
COMMENTS: SAMPLING STARTS AT 07 H GMT OF THE DATE GIVEN
 SULPHATE IN PRECIPITATION IS NOT CORRECTED FOR SEA SALT

VEDLEGG C

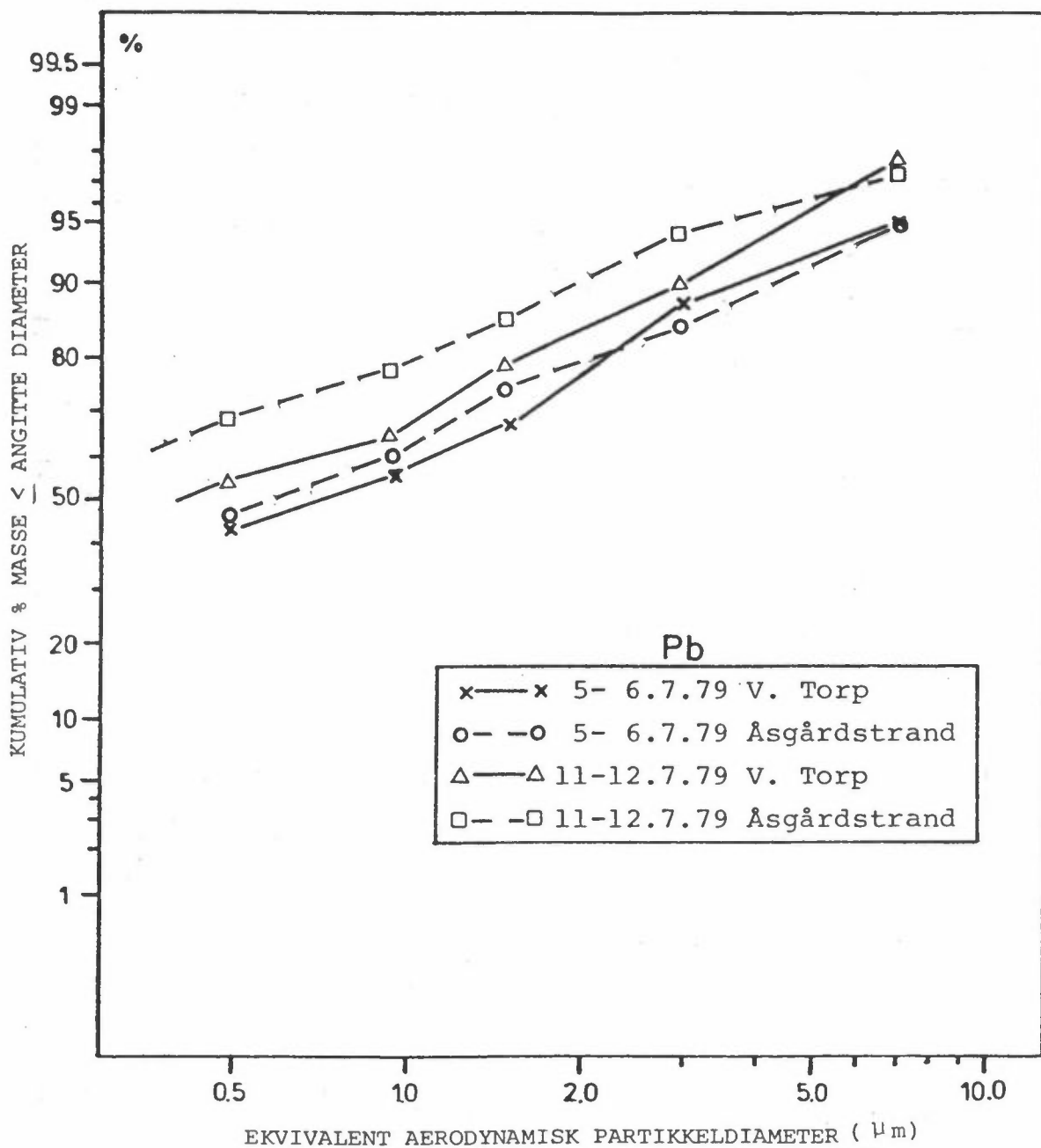
PARTIKKEL-STØRRELSSESFORDELINGER
OG NORMALISERT MASSE AV PARTIKLER
VED VESTRE TORP OG ÅSGÅRDSTRAND
(PERIODER MED SAMTIDIGE DATA)



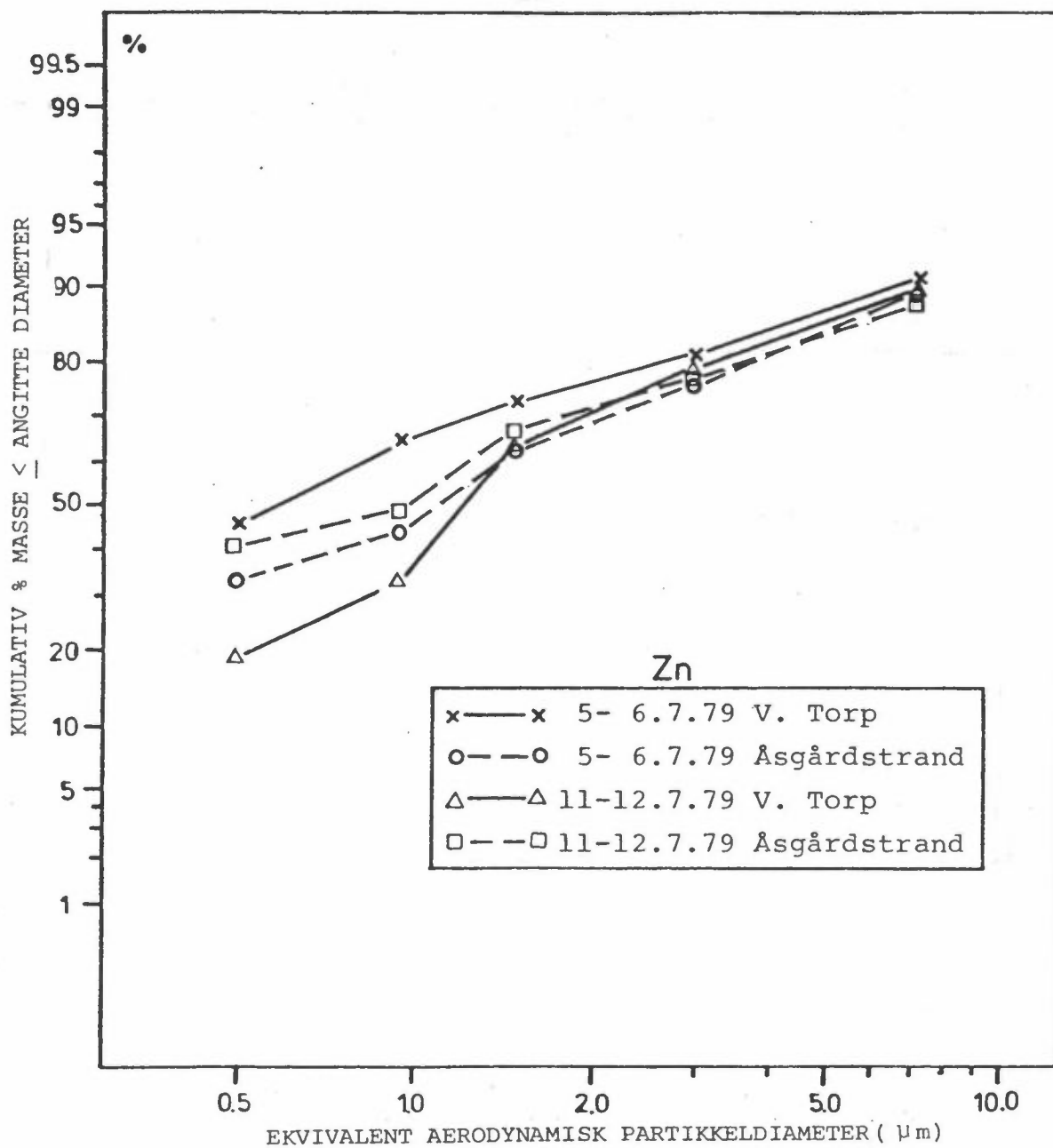
Figur C1: Kumulativ størrelsesfordelinger av antropogene sulfatpartikler (SO₄), målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.



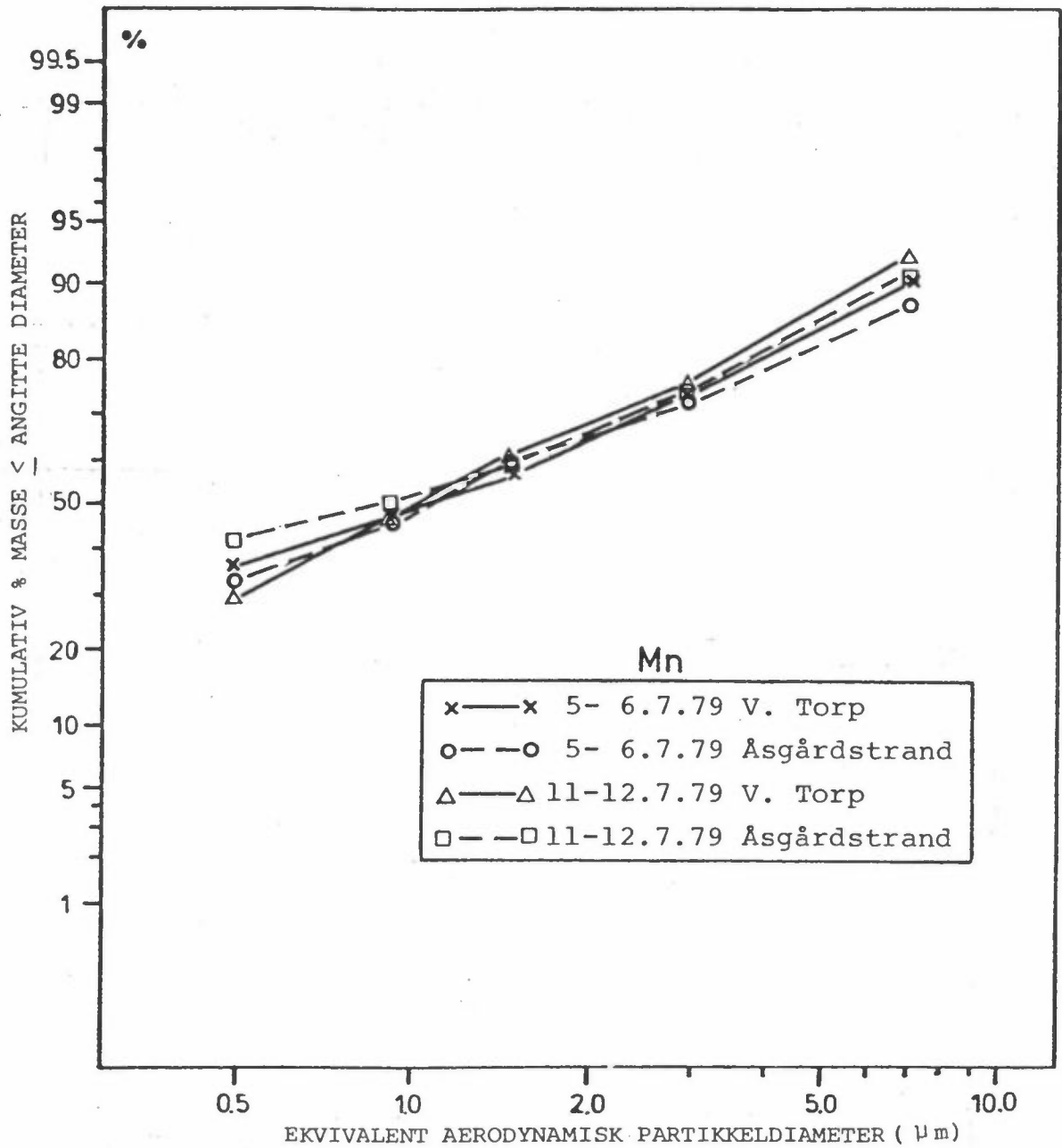
Figur C2: Kumulativ størrelsesfordelinger av magnesiumpartikler (Mg) målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.



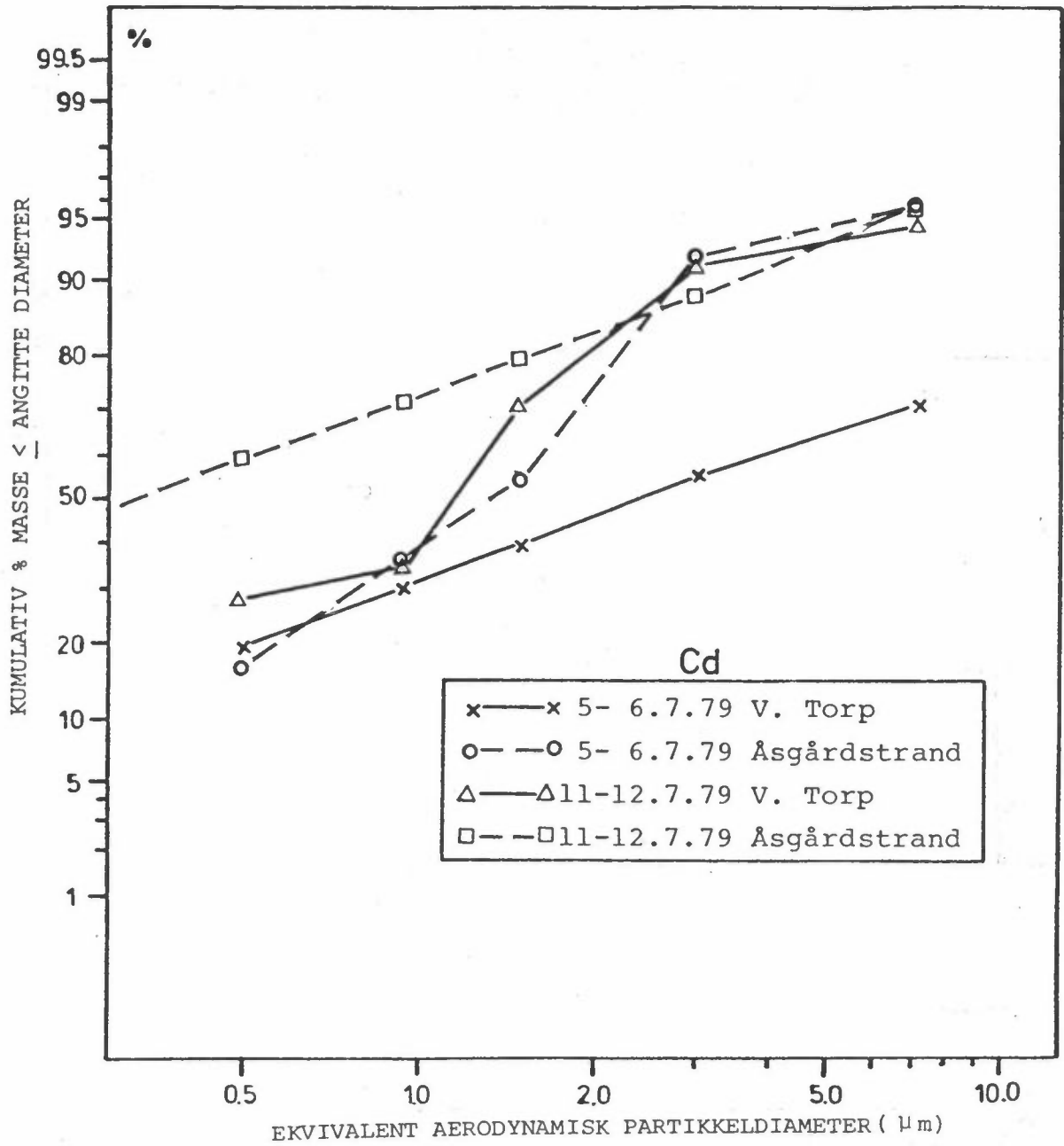
Figur C3: Kumulativ størrelsesfordelinger av blypartikler (Pb), målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.



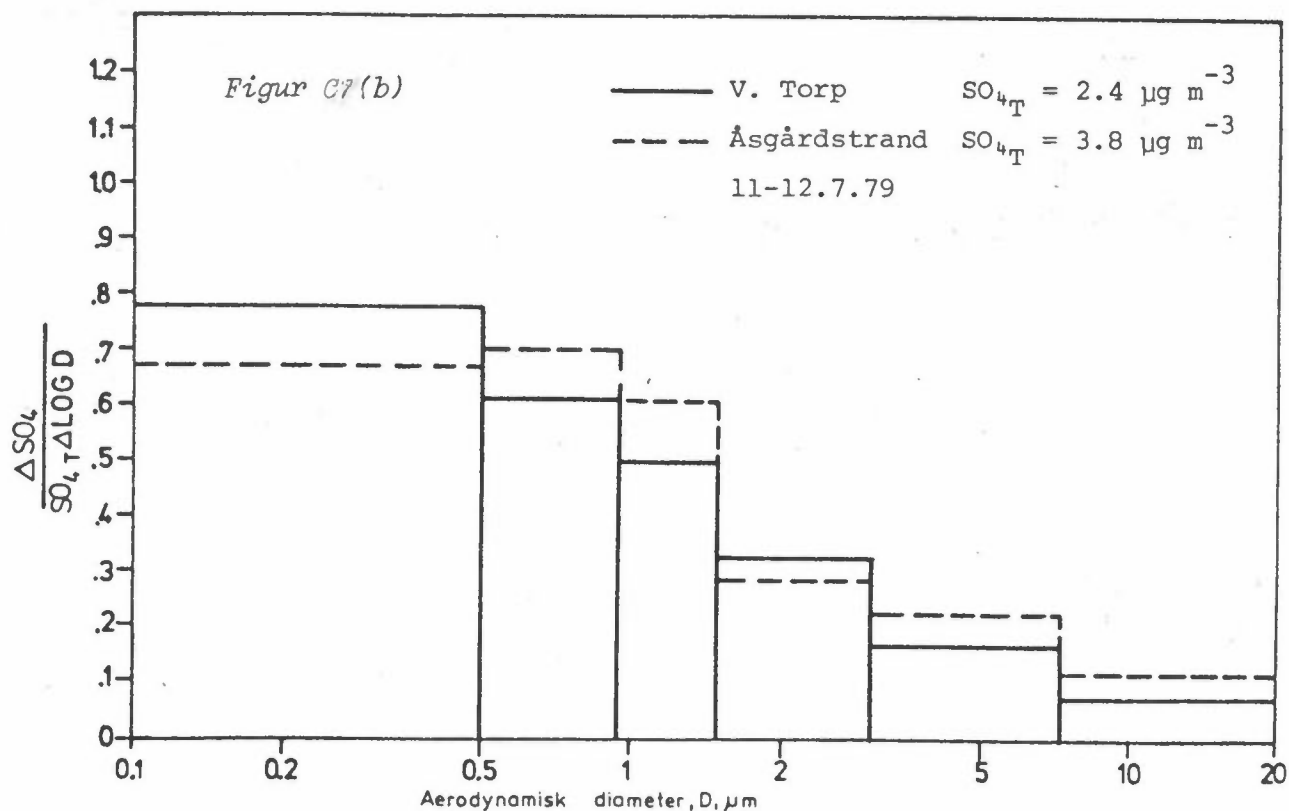
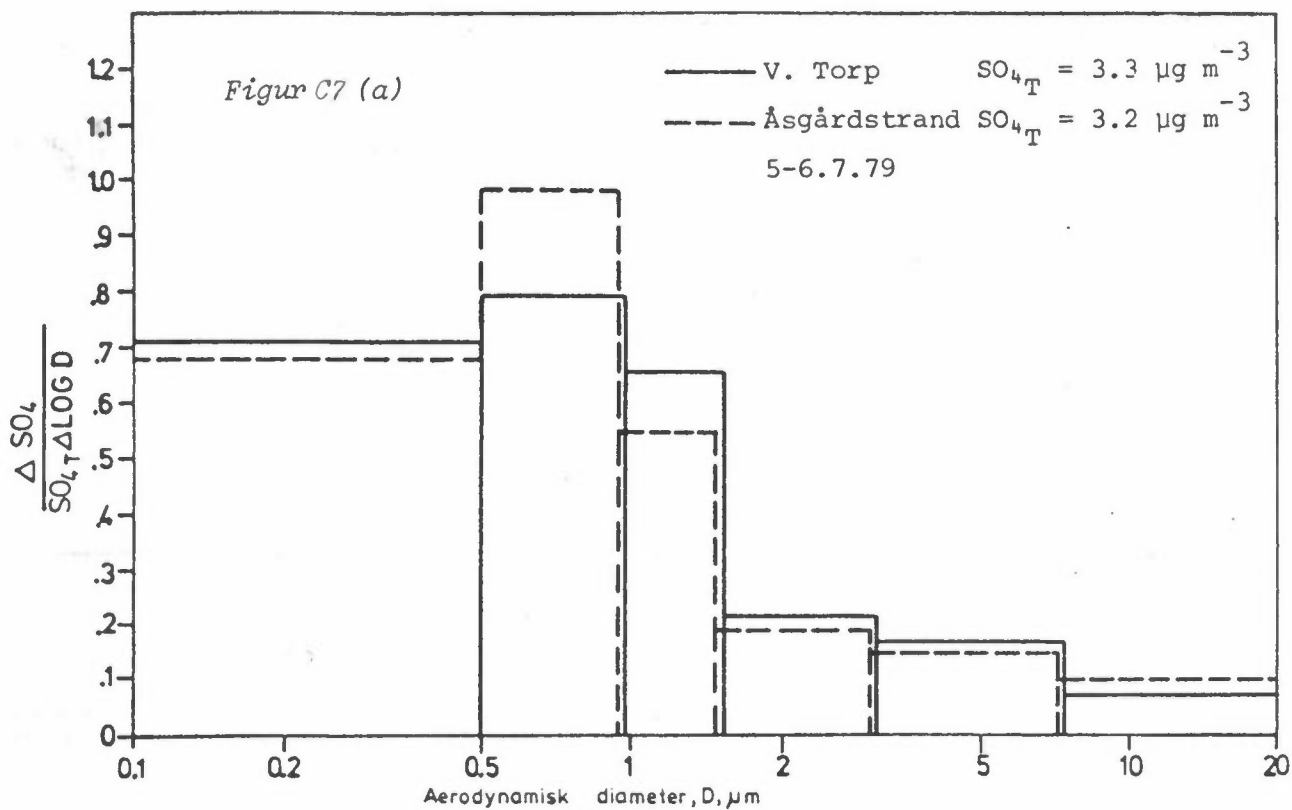
Figur C4: Kumulativ størrelsesfordelinger av sinkpartikler (Zn), målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.



Figur C5: Kumulativ størrelsesfordelinger av manganpartikler (Mn), målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.

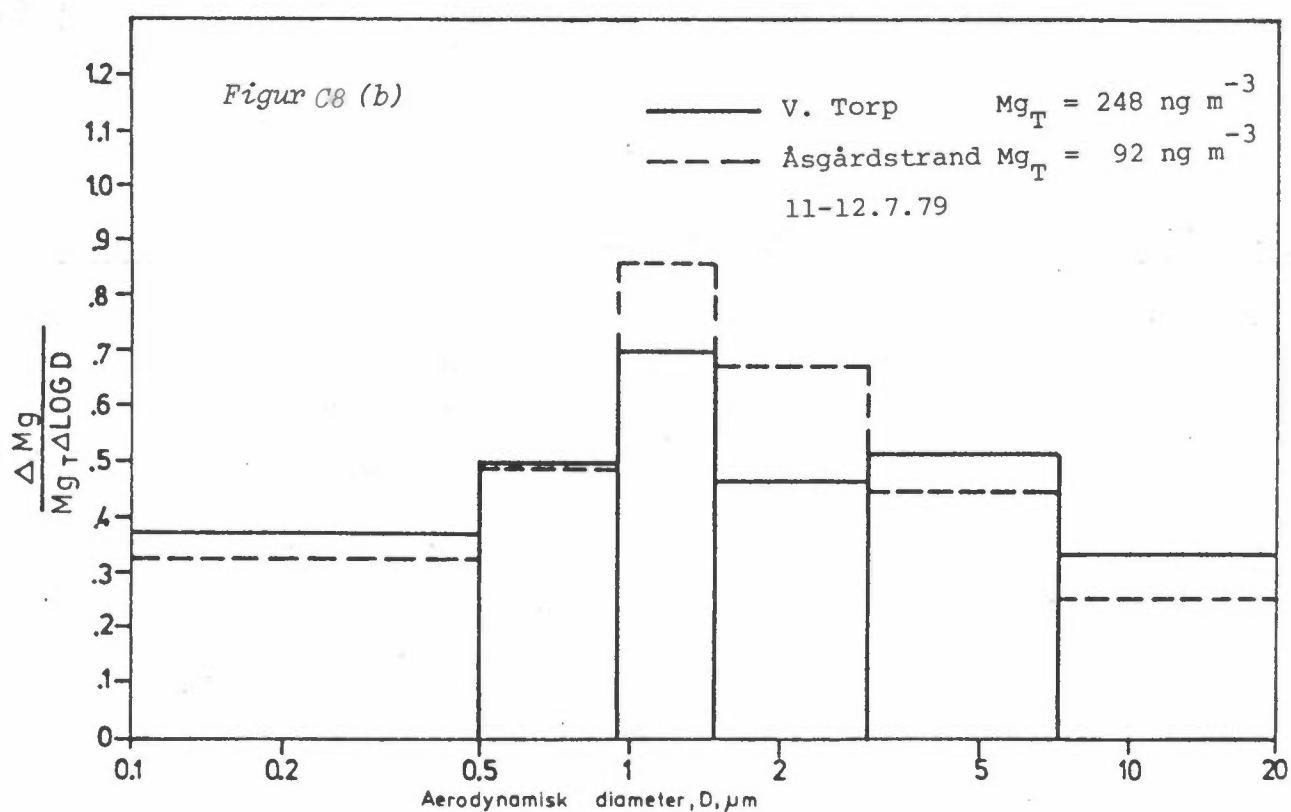
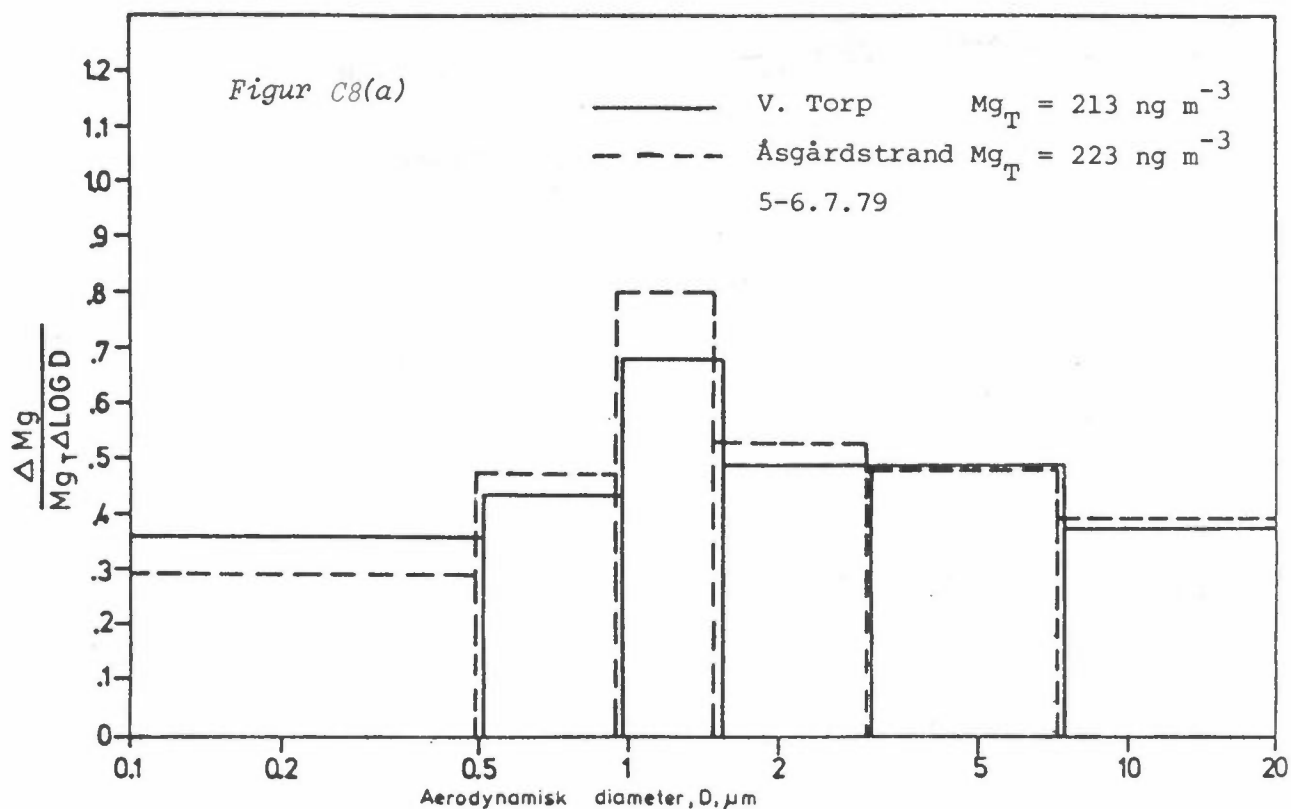


Figur C6: Kumulativ størrelsesfordelinger av kadmiumpartikler (Cd), målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.

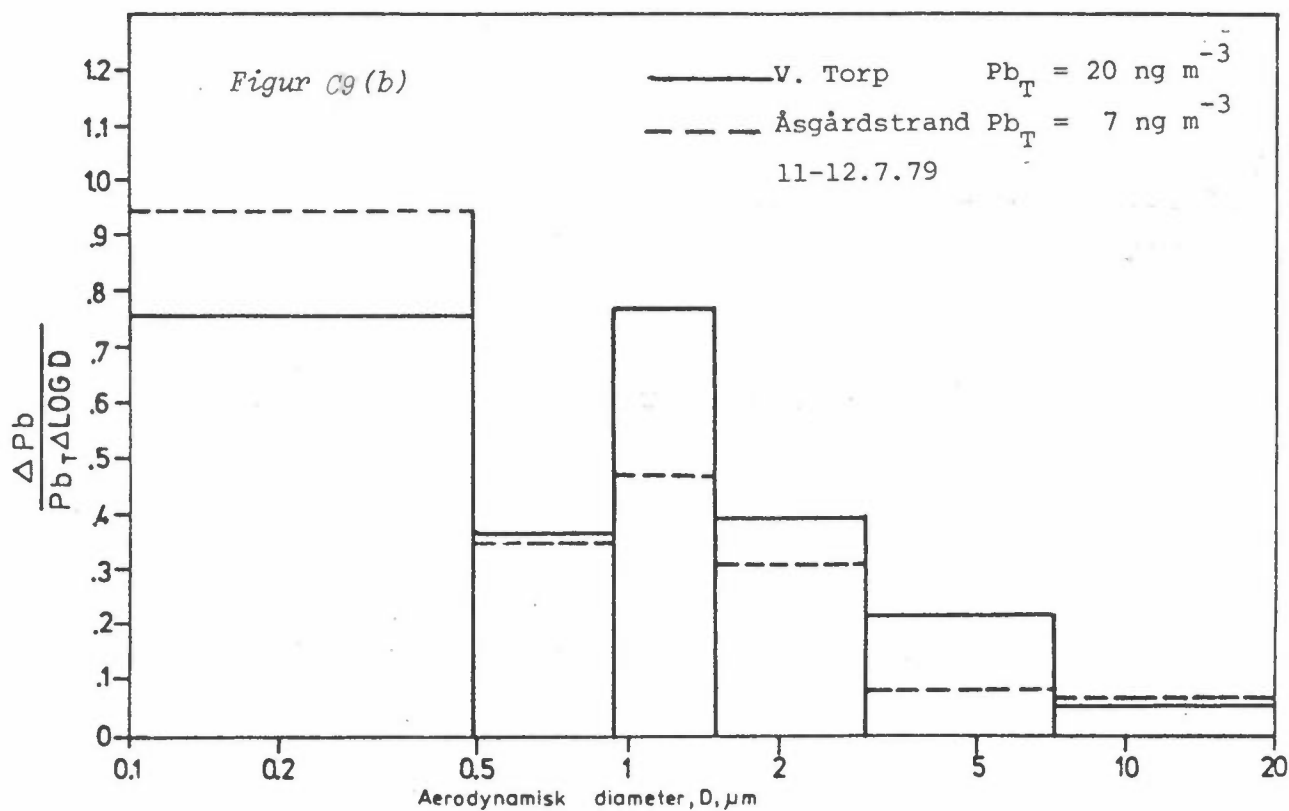
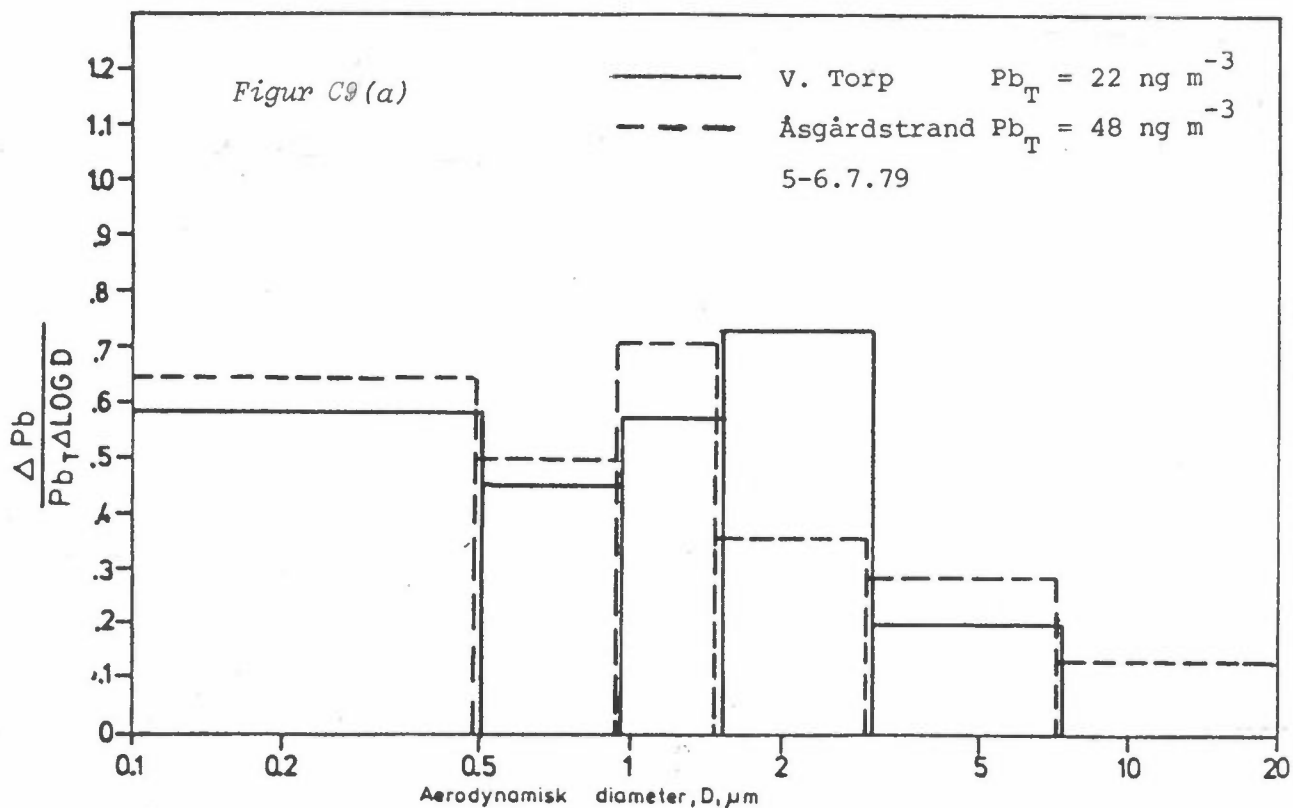


Figur C7: Normalisert masse av antropogene sulfatpartikler (SO_4) som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.

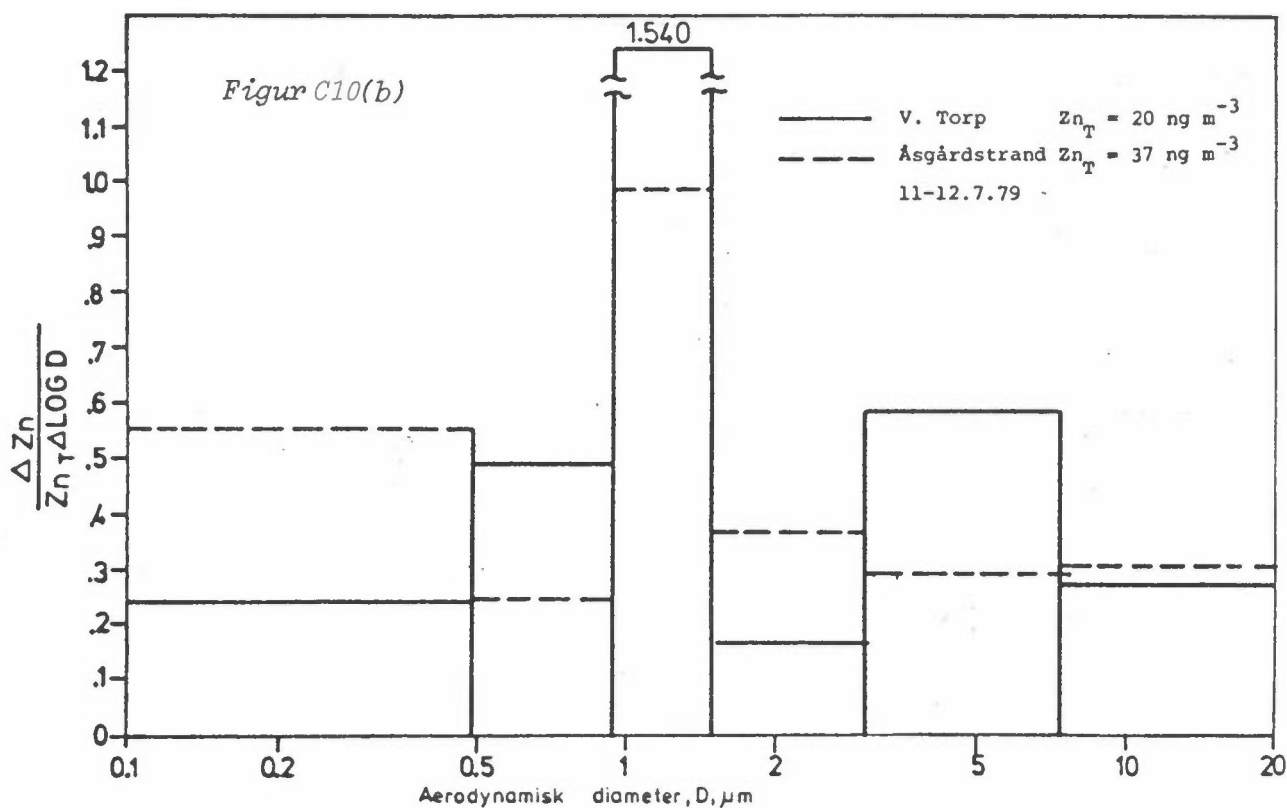
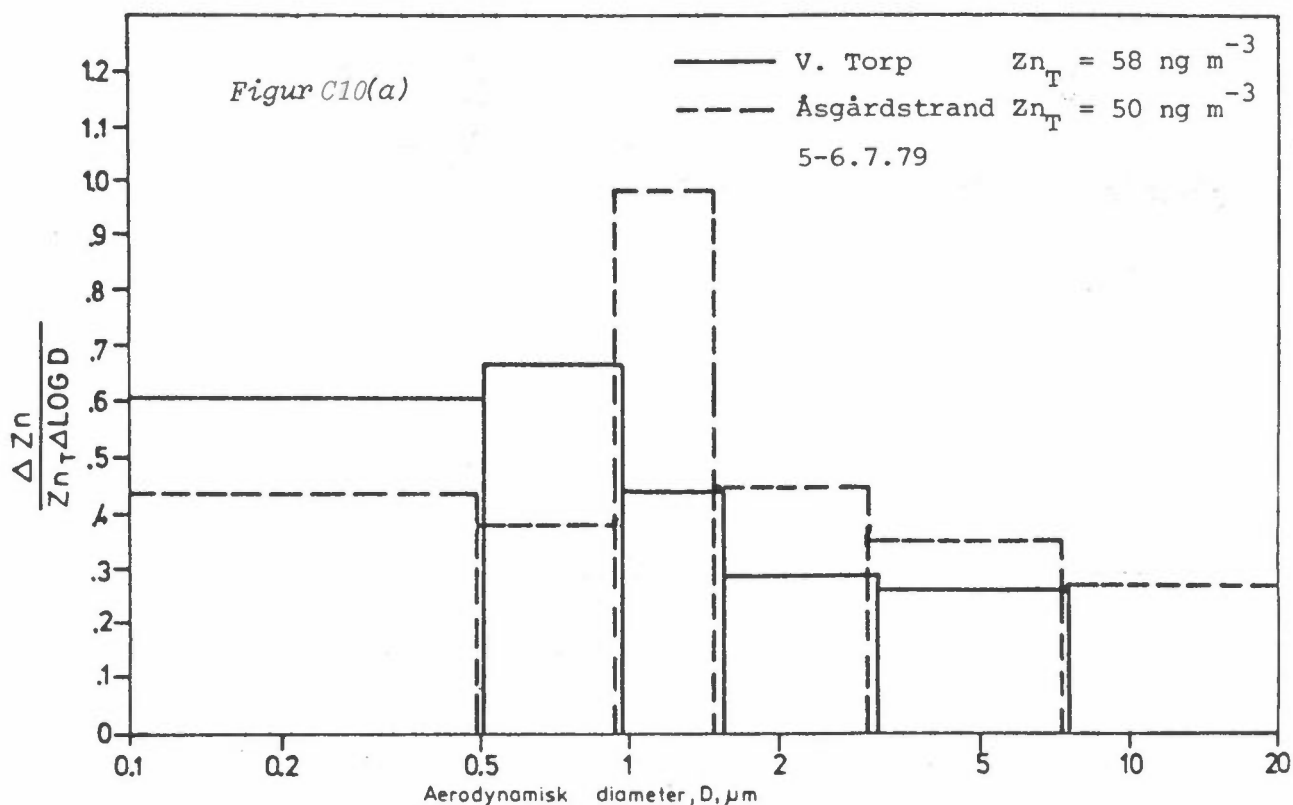
(forklaring av symboler i figur).



Figur C8: Normalisert masse av magnesiumpartikler (Mg) som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand. (forklaring av symboler i figur 9).

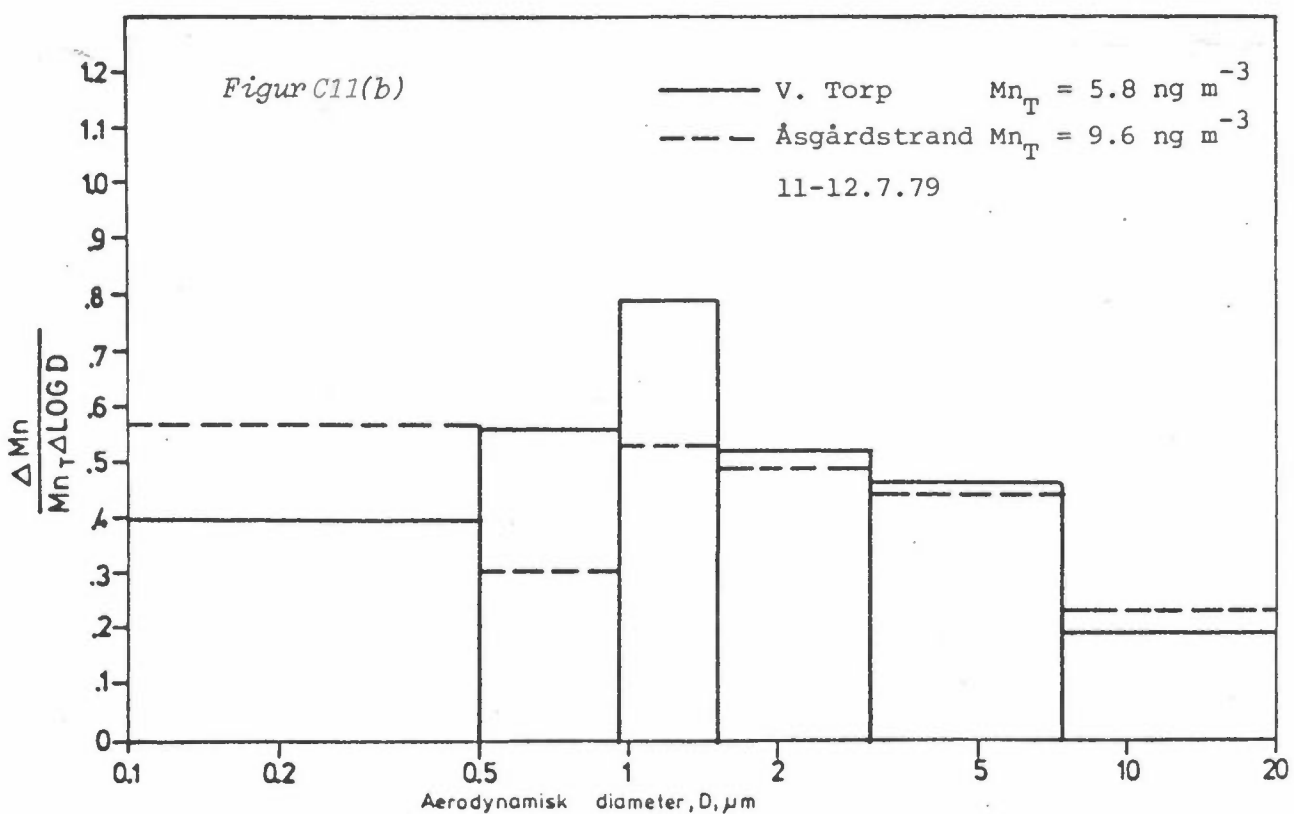
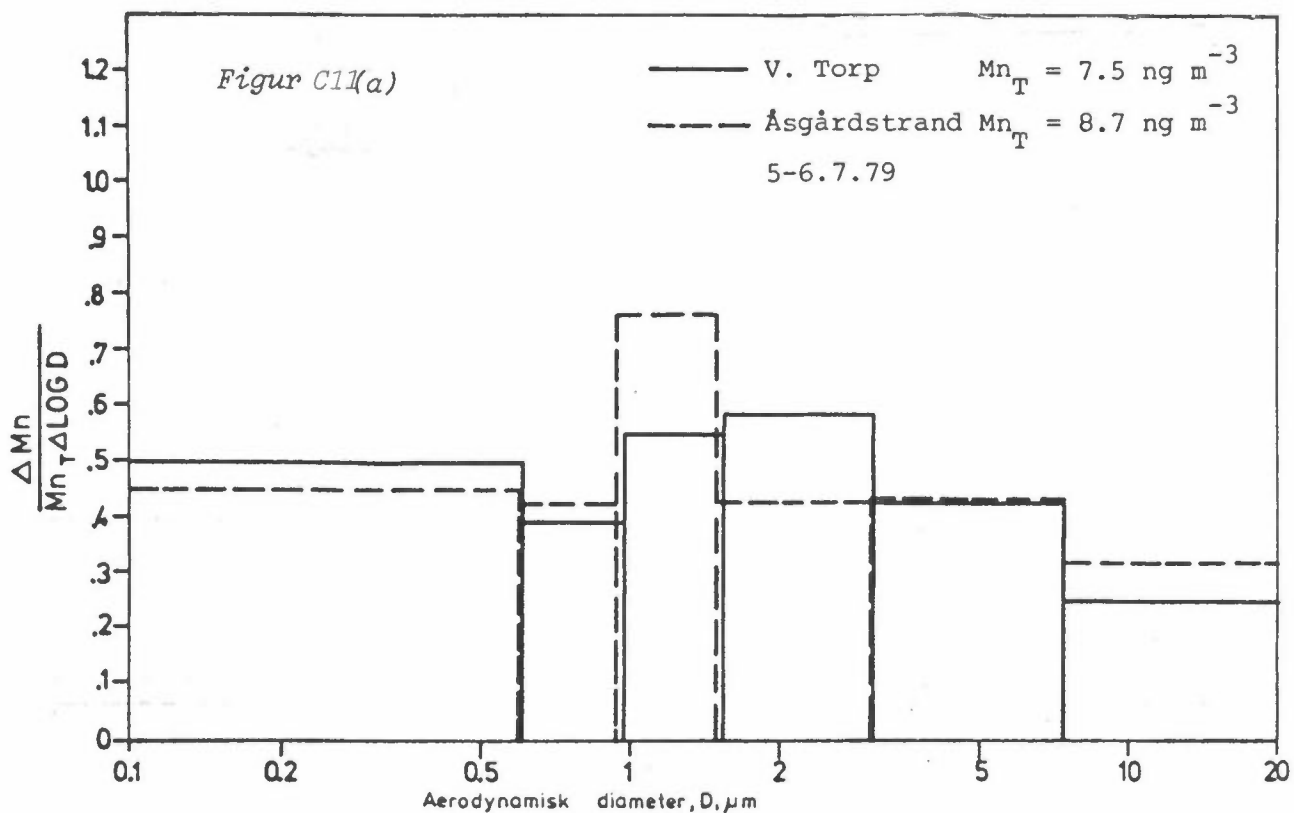


Figur C9: Normalisert masse av blypartikler (Pb) som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand. (forklaring av symboler i figur 9).

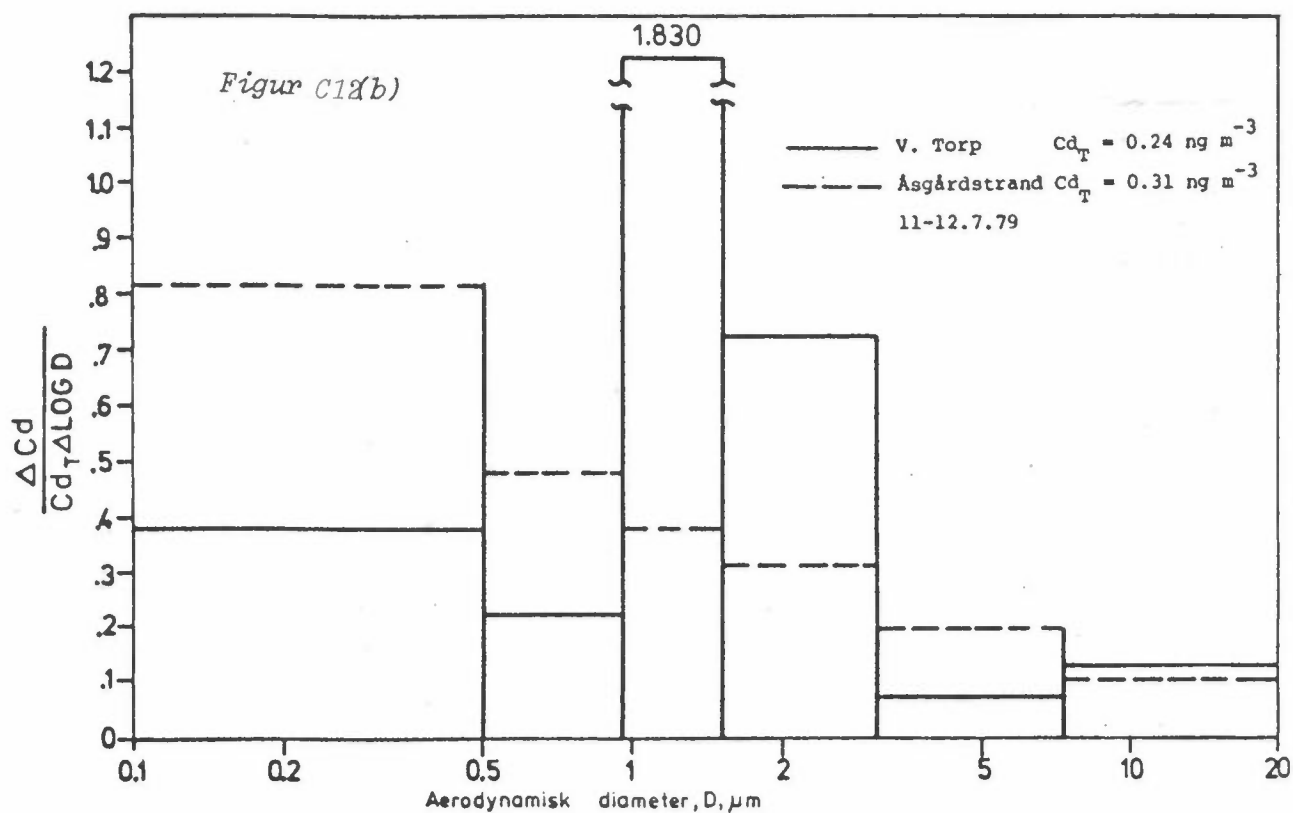
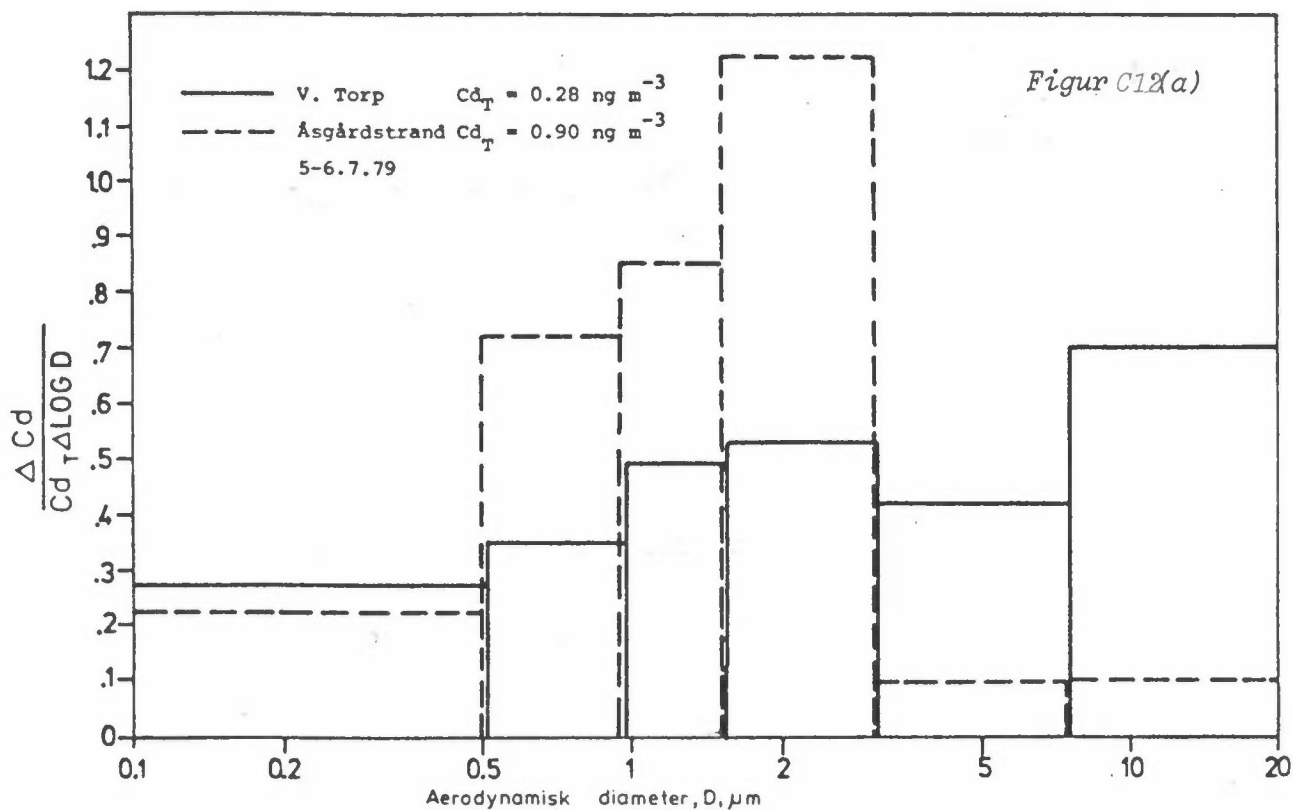


Figur C10: Normalisert masse av sinkpartikler (Zn) som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand.

(forklaring av symboler i figur 9).



Figur C11: Normalisert masse av manganpartikler (Mn) som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand. (forklaring av symboler i figur 9).



Figur C12: Normalisert masse av kadmiumpartikler (Cd) som funksjon av aerodynamisk diameter, målt med Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer samtidig på Vestre Torp og Åsgårdstrand. (forklaring av symboler i figur 9).

VEDLEGG D
SAMMENLIKNING MELLOM ANDERSEN
OG SIERRA HØY VOLUM KASKADEIMPAKTORER

I perioden 8.3-18.4.1979 ble det målt samtidig med en Andersen og en Sierra kaskadeimpaktor ved Vestre Torp. Dette gir muligheter til sammenlikning av resultatene fra to forskjellige prøvetakere. I dette vedlegget har en diskutert årsaken til forskjeller i "prøvetakereffekter" i de to kaskade impaktorene.

D1. Total concentrations of chemical constituents

The results from the "spring" period (8.3-18.4.1979) of simultaneous Andersen and Sierra impactor sampling can be seen in Table 2 of the main text.

The measured concentrations of Pb, Zn and Mn agreed well. (Mg was not available from the Andersen runs, and Cd amounts on some of the Andersen stages were at or below substrate and filter blank levels.) Excess sulfate from the individual runs, however, was always higher for the Andersen, with the result that the measured average SO₄ concentration was about twice as high as that from the Sierra. This suggests that any "sampler effect" present does not necessarily follow a straight forward relationship.

It could be speculated that at least a part of the existing disagreement is due to differences in the non-ideal collection behavior of various cascade impactors under field operating conditions. Internal wall or interstage losses in cascade impactors are known to occur due to deposition of particles in areas other than on the proper impaction surfaces. Currently no theory exists for predicting these losses, and they can only be determined experimentally (15). Laboratory studies (7) have shown that for the Andersen cascade impactor interstage losses are not a serious problem (<5%) for particles smaller than about 5 μm, but increase very rapidly for the larger particles. On the other hand the Sierra impactor can have appreciable losses (up to 20%) for particles smaller than 5 μm (5). The interstage losses for the Andersen, however, were measured at the design flowrate (0.028 m³ min⁻¹) and they are completely unknown at the much higher sampling rates used by the modified Andersen sampler. Furthermore, there are also indications (18) that the magnitude as well as the localization of the losses in the impactor might depend on the nature of the particles (e.g., wet, dry, sticky), and thus could differ for the different chemical components analyzed.

Artifact sulphate formation on the impactor substrates and filters could also account for part of the difference. Artifact SO_4 on filters appears to be directly related to filter material alkalinity, ambient relative humidity, and cumulative exposure to SO_2 in the air (20). More than 10% of the SO_2 to which the filters are exposed might be converted to particulate SO_4 on the more alkaline filters even after prolonged exposures. Since the Gelman type AE glass fibre filters, used for the Andersen, are considerably more alkaline than the spectrograde variety in the Sierra (pH = 9 and pH = 7, respectively), differences in artifact production could be expected.

The average ambient SO_2 concentration during the simultaneous sampling period, however, was only about $10 \mu\text{g m}^{-3}$, and this could only explain a minor portion of the difference. Thus, from the available data no clean-cut reasons are evident for the observed discrepancy in SO_4 measurements by the two samplers.

D2. Particle size-mass distributions

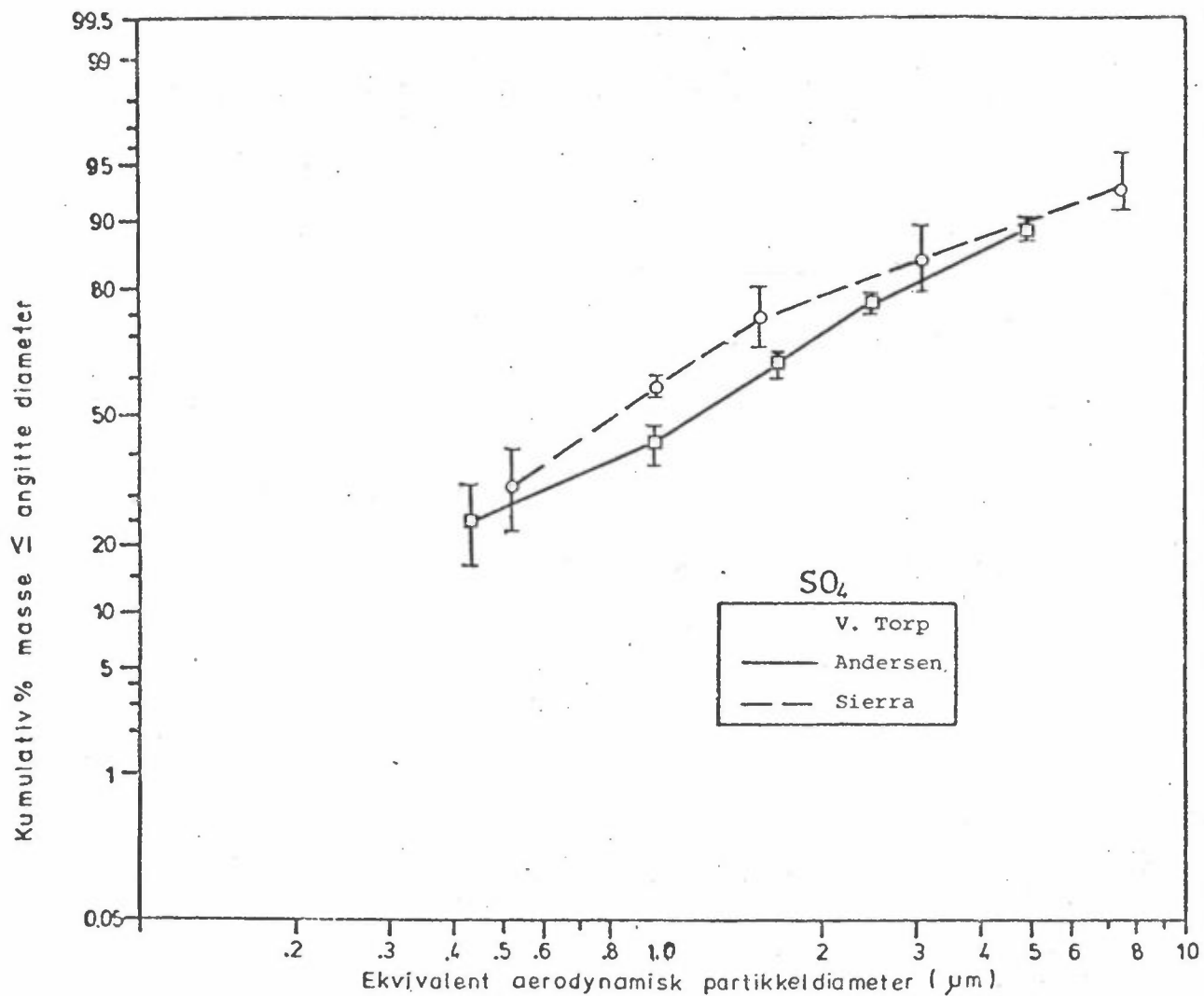
In view of the readily apparent differences (except for Mg) in the shapes of the particle size distribution graphs for "winter" (measured by the Andersen impactor) and the ones for "spring" and "summer" (from the Sierra impactor), the question as to whether a "sampler effect" again is responsible, arises.

When results from all the Andersen runs were grouped into separate "winter" and "spring" distributions, the resulting average cumulative distribution curves (not shown) did differ to a varying degree. Differences were noticeable for SO_4 and Mn, but insignificant for Pb and Zn. (Figure 8 in the main text, for Mg from Andersen sampling for "winter", showed no major differences, and data for Cd were complete.)

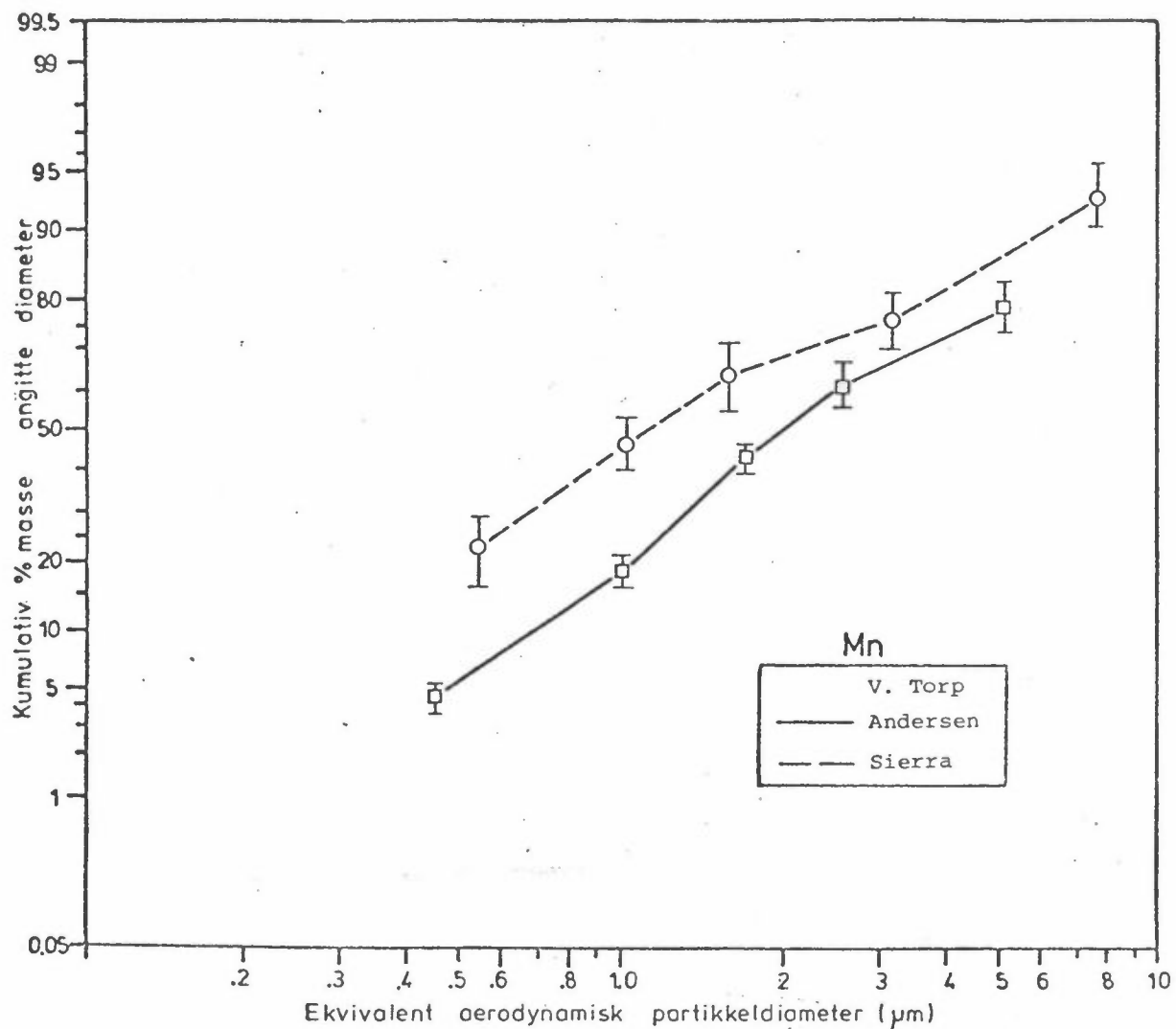
If the differences are taken into account, however, only less than 1/3 of the total magnitude of the discrepancies in Figure 7 and Figures 9-11 in the main text can be explained. Quite obviously

some other aspects of the "sampler effect" are also involved.

The aforementioned (Section D1) internal losses and artifact formation would likely distort size distributions, but mainly for SO_4 . Figures D1 and D2 show comparisons of average cumulative size distributions of SO_4 and Mn particles from the simultaneous Andersen and Sierra cascade impactor sampling periods at Vestre Torp. Together with Figure 8 in the main text, they illustrate the extent of the "sampler effect" on particle size distribution results for various chemical components. It appears to vary from insignificant for Mg to substantial for Mn. Where present, the differences are thought to be caused mainly by "bounce-off" and reentrainment of particles in the impactors, the extent of which however, was apparently different. These phenomena (15,21) manifest themselves in the rebound or reentrainment of the larger particles from the impaction surfaces, particularly when the particles are dry and the surfaces overloaded. Even filter substrates on the surfaces do not completely prevent them, and different types of filters have different retention efficiencies for the impacting particles (7,18). Because the reentrained particles are deposited on the after-filter of the impactor, the measured particle size distributions are distorted and biased towards the small particle sizes. The Sierra high-volume impactor appears to be particularly susceptible to "dry" particle reentrainment in comparison to the Andersen impactor (22). Since the impaction surface substrates used for both impactors were of the same type (glass fibre filters), the nature of the sampled particles almost certainly determined the extent of reentrainment and the corresponding discrepancies between measured size distributions. As a result, the MMDs in Table 4 from the Sierra impactor measurements should be regarded as underestimates for the dry Mn, Pb and Zn particles, and apparently also to a lesser extent for SO_4 .



Figur D1: Midlere kumulativ størrelsesfordelinger av antropogene sulfatpartikler (SO₄) ved Vestre Torp, målt samtidig med Andersen og Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer i perioden 21.3-18.4.1979. (Standard avvik vist med vertikale stolper).



Figur D2: Midlere kumulative størrelsesfordelinger av manganpartikler (Mn) ved Vestre Torp, målt samtidig med Andersen og Sierra høy-volum kaskadeimpaktorer i perioden 21.3-18.4.1979. (Standard avvik vist med vertikale stolper).



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

(NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD)
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
 ELVEGT. 52.

TLF. (02) 71 41 70

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 16/80	ISBN--82-7247- 175-2
DATO JANUAR 1981	ANSV.SIGN. B.Ottar	ANT.SIDER 110
TITTEL Bakgrunnsundersøkelser av luftforurensninger ved alternative byggesteder for varmekraftverk ved Oslofjorden		PROSJEKTLEDER B.Sivertsen
		NILU PROSJEKT NR 21878
FORFATTER(E) B. Sivertsen V. Vitols		TILGJENGELIGHET ** A
		OPPDRAAGSGIVERS REF.
OPPDRAAGSGIVER NVE Statskraftverkene		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Varmekraftverk	Luftforurensninger	Bakgrunnsundersøkelser
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Det ble i perioden februar 1979-mars 1980 foretatt analyser av luft, nedbør, snø og vegetasjonsprøver rundt alternative byggesteder for et fossilfyrt varmekraftverk ved Oslofjorden. Konsentrasjonene av SO ₂ , sulfat og totalt svevestøv var typisk for ubebygde eller rene villaområder. Nedfallet i nedbør var noe større enn målt tidligere år. En stor del kan forklares ved langtransporterte forurensninger. Konsentrasjonen av toksiske elementer i mose og lav var jevnt fordelt over Oslofjordområdet med størst anrikning i kvistlav enn kadmium, kvikksølg, bly og sink.		
TITLE Background studies of air quality at alternative sites for fossil fired power plants near the Oslofjord		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) One year of analysis of air quality, precipitation, snow and vegetation samples were carried out at different sites around the Oslofjord area. Concentrations of SO ₂ , sulfate and TSP were typical for "clean suburban" areas. The amounts of pollutants in precipitation were higher than during earlier measurements. The highest episodes were during long range transport of air pollutants from south and southwest. Toxic elements in vegetation samples were evenly distributed over the area.		

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