

NILU : OR 53/93
REFERANSE : O-93012
DATO : OKTOBER 1993
ISBN : 82-425-0520-9

Svevestøvmålinger i Bergen, januar-mai 1993

Ivar Haugbakk og Steinar Larssen

Innhold

	Side
Sammendrag	3
1. Innledning	5
2. Måleprogram	5
3. Grenseverdier og standarder for luftkvalitet	7
3.1. Svevestøv	7
4. Resultater og kommentarer	7
4.1. Vindmålinger.....	7
4.2. Svevestøv	9
5. Referanser	18
Vedlegg A: Svevestøvmålinger	19
Vedlegg B: Vinddata	23
Vedlegg C: Kilder til partikler i luft	27
Vedlegg D: Nedbørdata	31
Vedlegg E: Trafikktall	35

Sammendrag

På oppdrag fra Bergen kommune, Hordaland Vegkontor og Fylkesmannens miljøvernnavdeling, Hordaland, har Norsk institutt for luftforskning (NILU) utført målinger av svevestøv (PM_{10} og $PM_{2,5}$) ved to gatestasjoner i Bergen. Gatestasjonene var plassert ved Nygårdsgaten og ved Fjøsangerveien. Målingene ble utført i perioden januar-mai 1993.

Svevestøvmålingene viste hyppige overskridelser av anbefalte retningslinjer for svevestøv (PM_{10}) som døgnmiddel ved begge de to gatestasjonene som vist i tabellen under.

Stasjon	Antall døgnmiddelverdier $>70 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Januar	Februar	Mars	April	Mai
Fjøsangerveien	1	5	14	10	2
Nygårdsgaten	1	9	15	15	2

Høyeste målte døgnverdi var $323 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som ble målt i Nygårdsgaten fra 26.-27. april 1993. Dette er 4,6 ganger høyere enn anbefalt retningslinje. Høyeste målte verdi i Fjøsangerveien var $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$, målt fra 3.-4. mars 1993. Dette var 2,4 ganger høyere enn anbefalt retningslinje.

Ved Fjøsangerveien var månedsmiddelverdien for mars høyere enn anbefalt retningslinje for døgnmidlet svevestøv. Ved Nygårdsgaten var dette tilfelle både i mars og april, og dette var den mest belastede av disse gatestasjonene.

Anbefalt retningslinje for finfraksjon av svevestøvet ($PM_{2,5}$) som halvårsmiddel er $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I måleperioden som varte i vel 4 måneder var middelverdien for $PM_{2,5}$ i Nygårdsgaten $21,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og i Fjøsangerveien $16,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det ble observert en viss sammenheng mellom høye svevestøvmengder og lite nedbør, uten at dette var spesielt utpreget.

Sammen med data for trafikk-, vind og nedbørforhold gir disse dataene, sammen med tilsvarende data fra andre veier i Norge, et utgangspunkt for å bestemme trafikken og meteorologiens betydning for PM_{10} -konsentrasjonene.

Svevestøvmålinger i Bergen, januar-mai 1993

1. Innledning

Bergen kommune, Hordaland vegkontor og Fylkesmannes miljøvern avdeling i Hordaland har gitt Norsk institutt for luftforskning (NILU) i oppdrag å måle svevestøv ved to gatestasjoner i Bergen. Målingene ble utført i Nygårdsgaten og Fjøsangerveien.

2. Måleprogram

For å karakterisere støvproblemet har målingene omfattet både respirable og inhalerbare partikler. For disse parametrene foreligger grenseverdier for luftkvalitet, som måleverdiene kan sammenlignes med. Målinger foretatt i vinter/vår-sesongen gir informasjon om maksimalbelastninger når det gjelder støvplage, og konsentrasjoner av respirable og inhalerbare partikler.

Det er benyttet følgende metode/instrument:

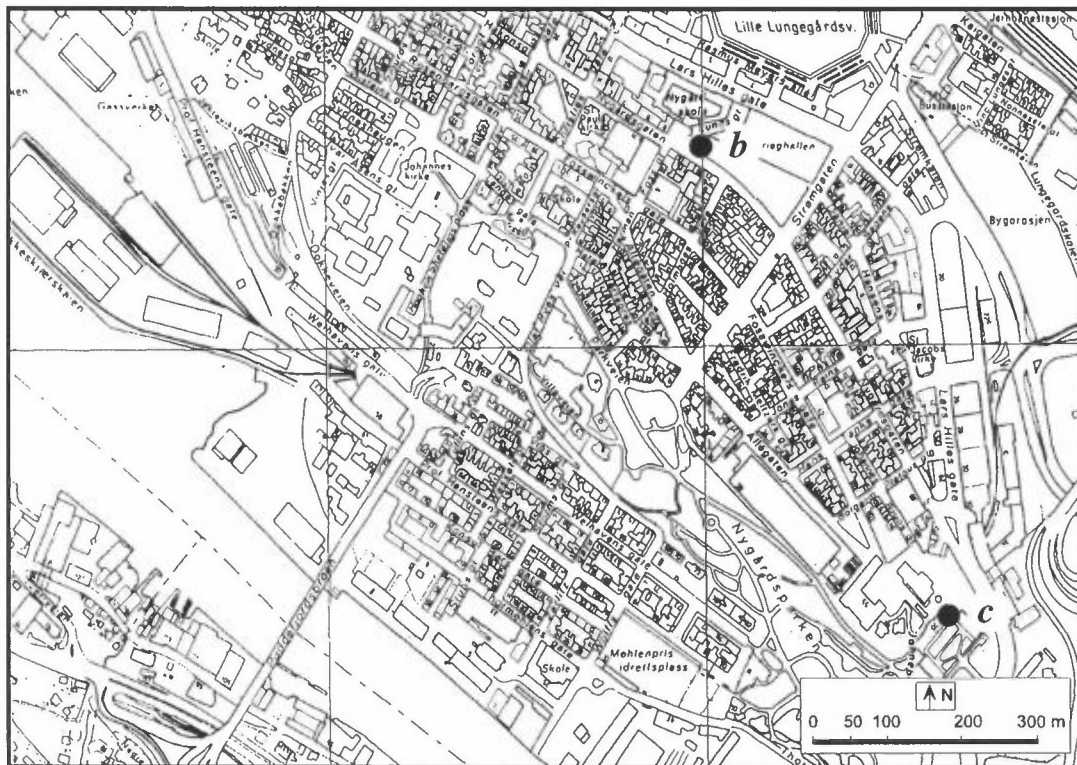
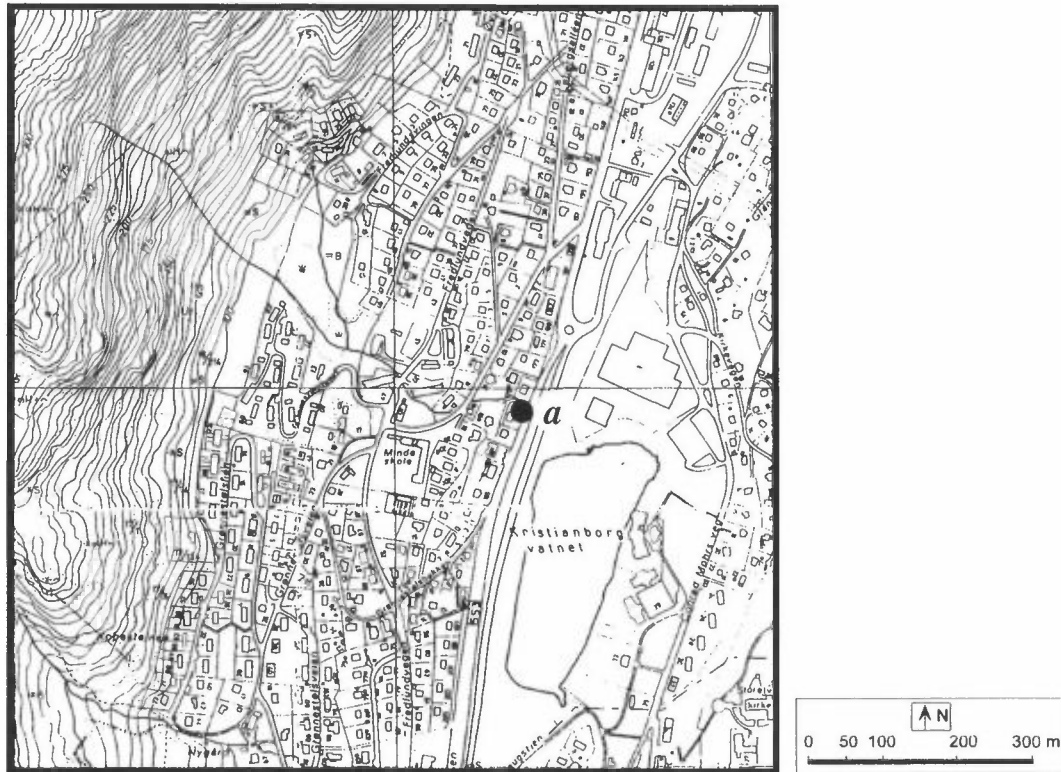
<u>Parameter/metode</u>	<u>Frekvens</u>	<u>Periode</u>
Respirabelt og inhalerbart støv NILUs automatiske prøvetaker. Type "EK"	Døgnprøver hvert døgn	08.01.93-12.05.93

Målemetoden gir resultater som kan sammenlignes med grenseverdier. NILUs automatiske prøvetaker (EK) måler mengden inhalerbart svevestøv med partikeldiameter (d_p) mindre enn $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}). Under prøvetakingen skilles partiklene i to fraksjoner, grovfraksjonen ($2,5 \mu\text{m} < d_p < 10 \mu\text{m}$) og i finfraksjonen ($\text{PM}_{2,5}$) ($d_p < 2,5 \mu\text{m}$), som bestemmes hver for seg. Det foreligger anbefalte luftkvalitetskriterier for PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ (SFT, 1992).

Målestedene er vist på figur 1.

For vurdering av vindforholdene er det benyttet vindmålinger fra Florida i Bergen.

Trafikktall for veiene er gitt i vedlegg E.



Figur 1: Målestasjonenes plassering. Det norske meteorologiske institutts stasjon på Florida er også avmerket.

- a) Fjøsangerveien
- b) Nygårdsgt.
- c) Vindobservasjoner (DNMI)

3. Grenseverdier og standarder for luftkvalitet

3.1. Svevestøv

Partikkelkonsentrasjonen i luft måles med ulike metoder. I Europa er det tradisjonelt sot ("black smoke") som er benyttet som partikkelindikator. I USA er det TSP ("total suspended particles"), vekten av partikler med diameter $d_p < \text{ca. } 50 \mu\text{m}$ som er mest benyttet. I den senere tid har partikkelindikatoren PM_{10} (vekten av partikler med diameter mindre enn ca. $10 \mu\text{m}$) kommet i utstrakt bruk. Grenseverdier anbefalt i den senere tid gjelder nettopp PM_{10} . "EK"-prøvetaker brukt i Bergen som måler PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$, gir resultater som kan sammenlignes med grenseverdier som indikerer helserisiko.

Kriterier for å sette grenseverdier for konsentrasjonen av partikler i luft er beskrevet i tre kriteriedokumenter (Ericsson og Camner, 1983; EPA, 1987; WHO, 1987). Et sammendrag av dette er gitt i vedlegg C (Larssen, 1991).

Tabell 1 gir en oversikt over anbefalte retningslinjer for partikkelkonsentrasjon i luft i Norge (SFT, 1992).

Tabell 1: Norske retningslinjer for konsentrasjon av partikler i luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Komponent	Virkningsområde	Midlingstid	
		Døgn	½ år
$\text{PM}_{2,5}$	Helse		30
PM_{10}	Helse	70	40

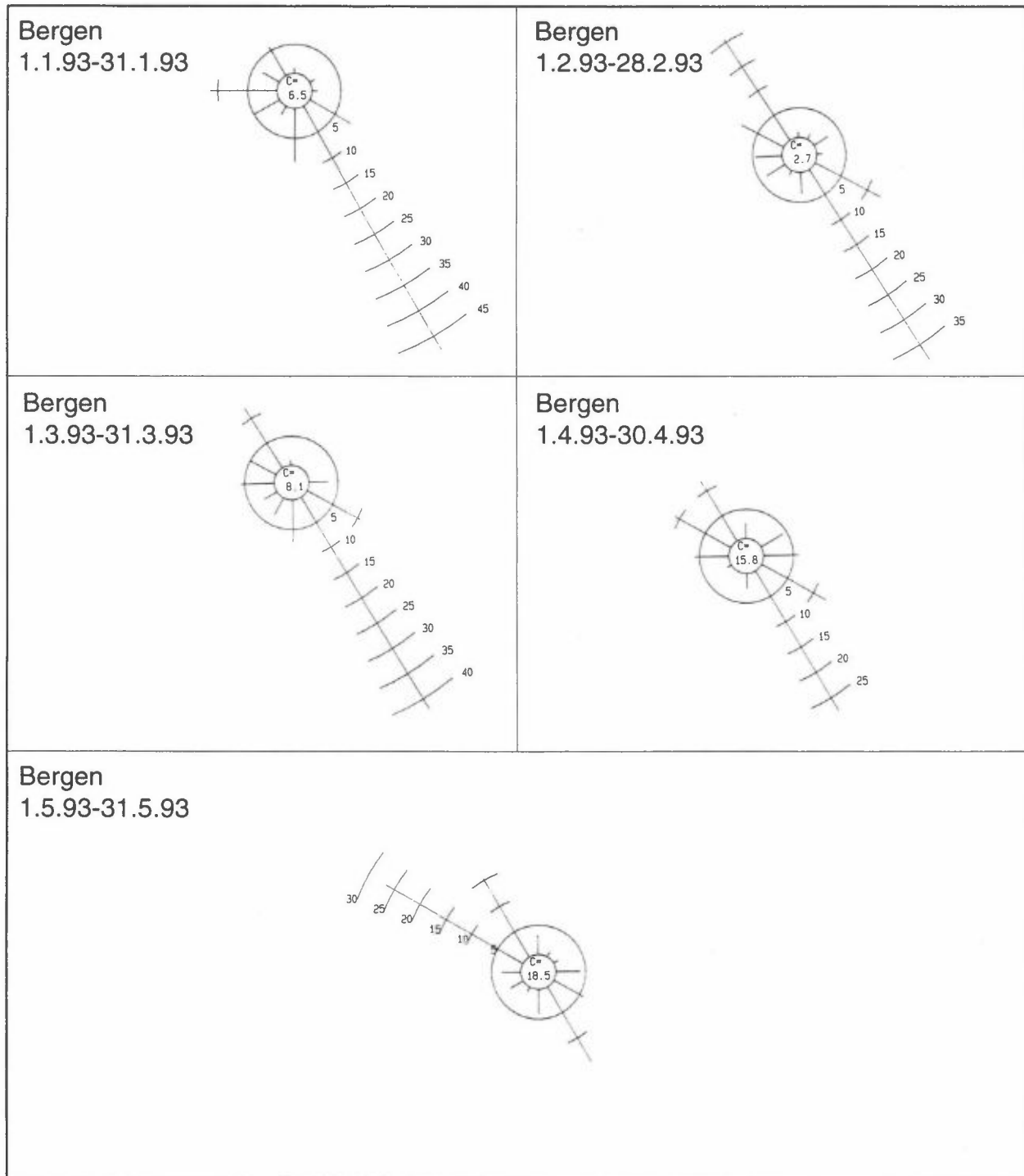
4. Resultater og kommentarer

4.1. Vindmålinger

Vindmålingene er fra Det norske meteorologiske institutts stasjon på Florida, Bergen. Figur 2 viser månedlige vindroser fra Florida i måleperioden.

I perioden fra januar til april 1993 var det oftest sør-østlig vind, mens det i mai 1993 oftest blåste fra vest-nordvest. Dette er typisk for vindforholdene i Bergen. Vindstillefrekvensen var en del lavere i perioden januar-mars 1993 (5,8%) enn i perioden april-mai 1993 (17,2%). Gjennomsnittlig vindstyrke var 2,9 m/s i de tre første månedene, og 2,0 m/s i de to siste månedene.

I vedlegg B finnes mer utførlige data om vindforholdene på Florida, Bergen, i perioden fra januar-mai 1993.



Figur 2: Figuren viser vindroser fra Florida, Bergen, januar-mai 1993.

(Vindrosene viser hvor ofte det blåser fra de ulike retningene.)

C = vindstille

Enhet: prosent.

4.2. Svevestøv

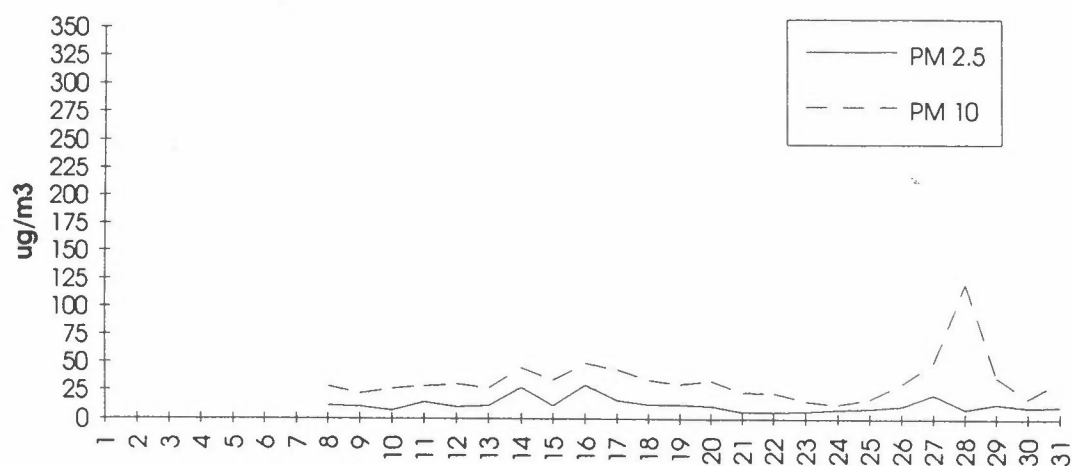
Tabell 3 gir et sammendrag av svevestøvmålingene og resultatene er også fremstilt i figur 3. Tabeller med alle data finnes i vedlegg A.

Tabell 3: *Maksimal- og middelkonsentrasjoner, variasjonsbredde samt standardavvik av svevestøvmålingene fra Bergen i perioden fra 8. januar-12. mai 1993. Døgnmiddelverdier med enhet $\mu\text{g}/\text{m}^3$.*

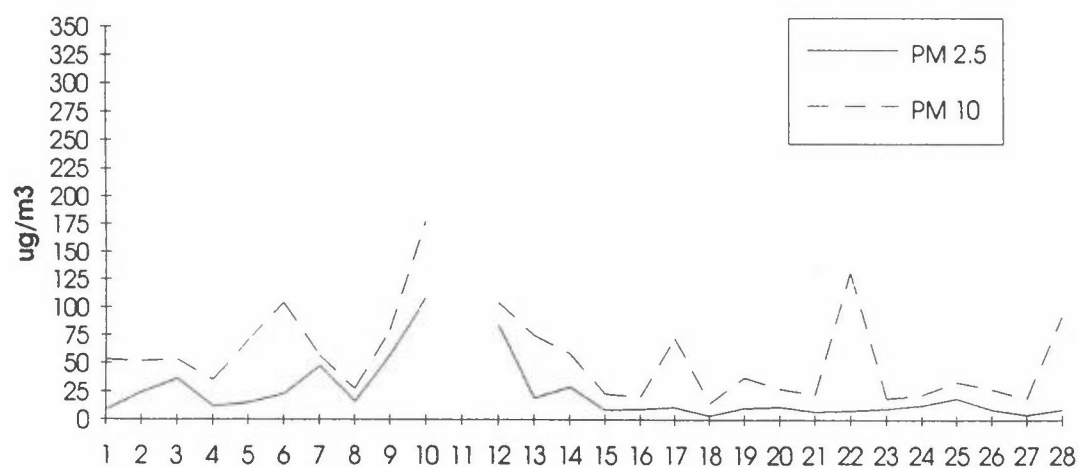
PM ₁₀ ($d_p < 10 \mu\text{m}$)				
Periode	Maksimalverdi		Middelverdi	
	Fjøsangeravn.	Nygårdsgt.	Fjøsangeravn.	Nygårdsgt.
8.-31. Januar	81,2	121,0	32,5	33,9
1.-28. Februar	102,1	178,0	45,4	56,0
1.-31. Mars	169,6	171,2	70,4	76,1
1.-30. April	133,9	329,2	64,1	100,0
1.-11. Mai	90,9	105,1	36,3	50,3
FINFRAKSJON ($d_p < 2,5 \mu\text{m}$) - PM _{2,5}				
Periode	Maksimalverdi		Middelverdi	
	Fjøsangeravn.	Nygårdsgt.	Fjøsangeravn.	Nygårdsgt.
8.-31. Januar	33,4	29,5	13,6	12,3
1.-28. Februar	56,2	108,4	16,9	23,2
1.-31. Mars	47,9	39,3	14,4	14,7
1.-30. April	42,3	103,0	20,0	30,4
1.-11. Mai	43,5	45,1	17,2	18,0
GROVFRAKSJON ($2,5 \mu\text{m} < d_p < 10 \mu\text{m}$)				
Periode	Maksimalverdi		Middelverdi	
	Fjøsangeravn.	Nygårdsgt.	Fjøsangeravn.	Nygårdsgt.
8.-31. Januar	58,4	112,4	18,9	21,5
1.-28. Februar	67,7	123,1	28,4	32,8
1.-31. Mars	157,4	164,4	55,9	61,3
1.-30. April	121,8	226,2	44,1	69,6
1.-11. Mai	47,3	60,1	19,0	32,3

Svevestøvmålingene viser at det var hyppige overskridelser av anbefalte retningslinjer for PM₁₀ som døgnmiddel ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ved begge de to gatestasjonene. Ved Fjøsangerveien var således månedsmiddelverdien for hele mars på $70,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved Nygårdsgaten var månedsmiddelverdien for mars $76,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og for april $100,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved Fjøsangerveien var 28% av døgnmiddelverdiene over $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, og 10% var over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det ble her ikke målt verdier over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ved Nygårdsgaten var 36% av døgnmiddelverdiene over $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 18% var over $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og 2,6% var over $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3 døgn). Høyeste målte verdi var $323,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, som ble målt i Nygårdsgaten fra 26. til 27. april. Dette er 4,6 ganger høyere enn anbefalt retningslinje (SFT, 1992).

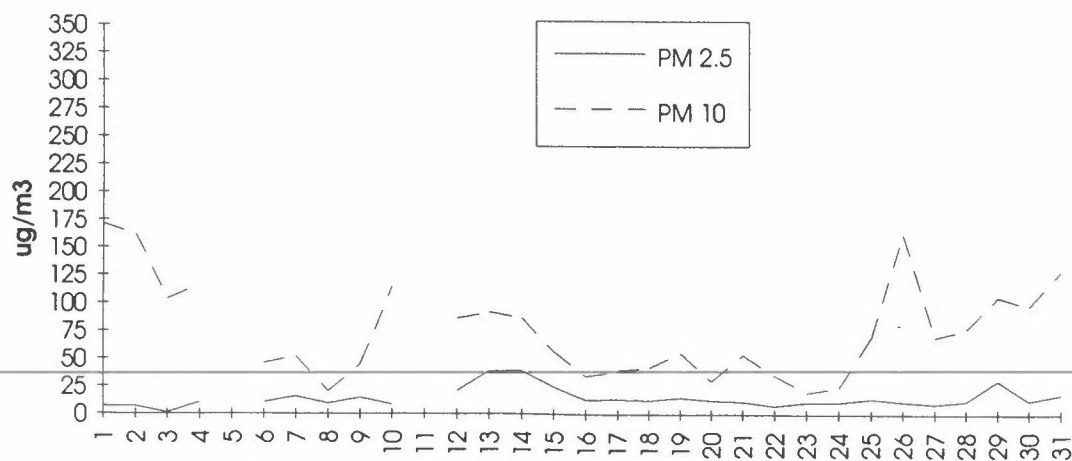
Nygårdsgaten, januar 1993.



Nygårdsgaten, februar 1993.

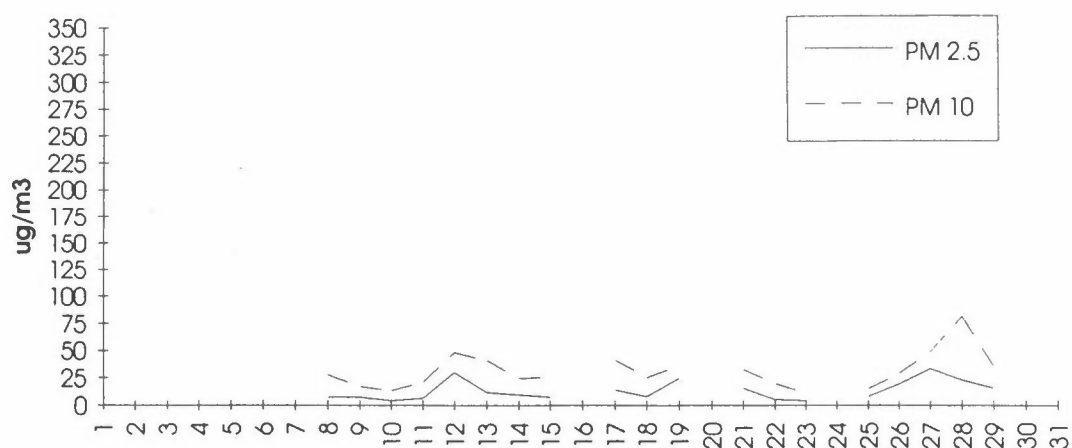


Nygårdsgaten, mars 1993.

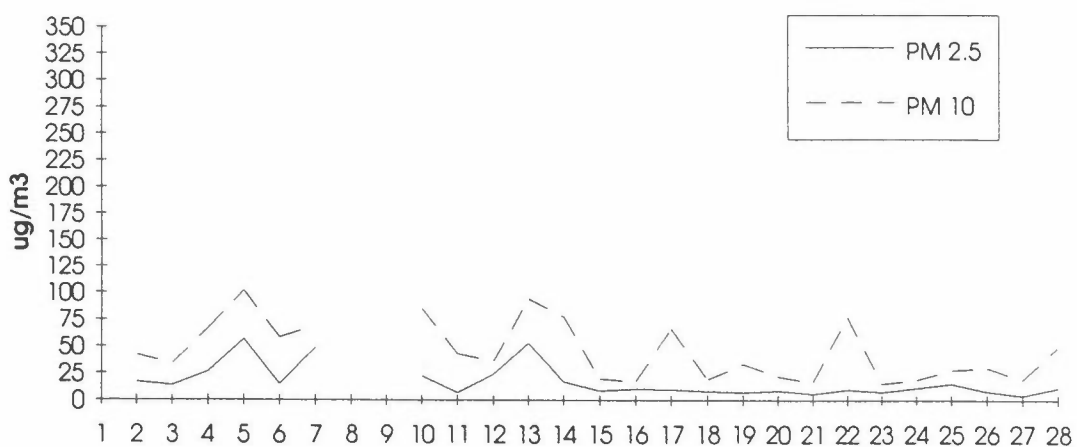


Figur 3a: Måleresultater fra døgnmiddel av $PM_{2.5}$ og PM_{10} ved Nygårdsgaten i Bergen i perioden 8. januar-31. mars 1993.

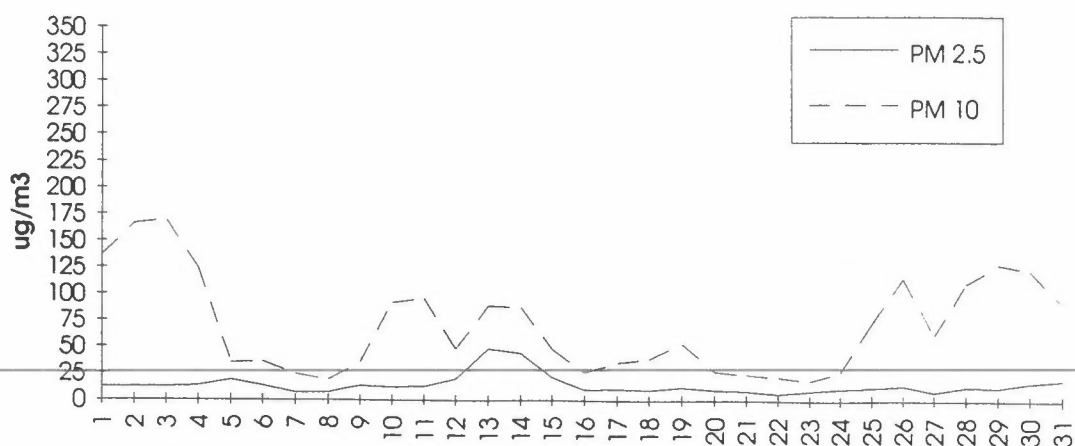
Fjøsangerveien, januar 1993.



Fjøsangerveien, februar 1993.

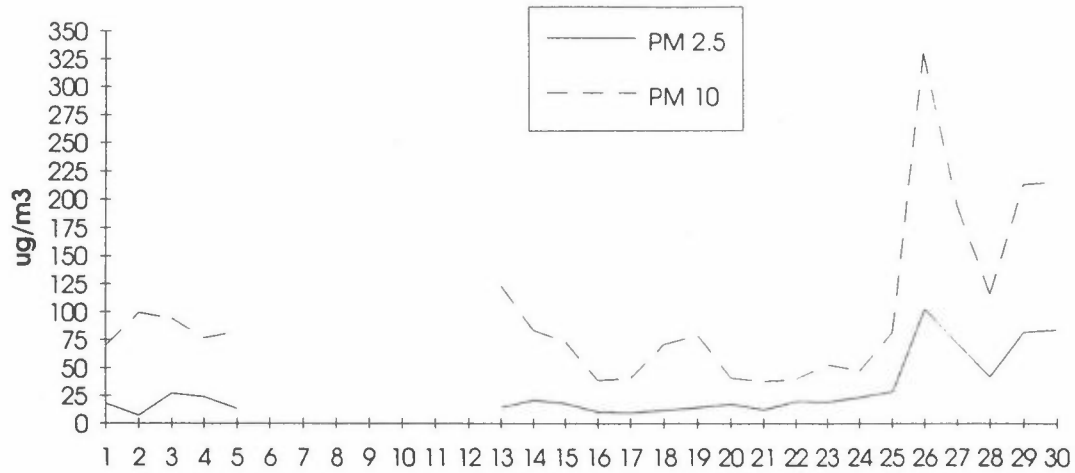


Fjøsangerveien, mars 1993.

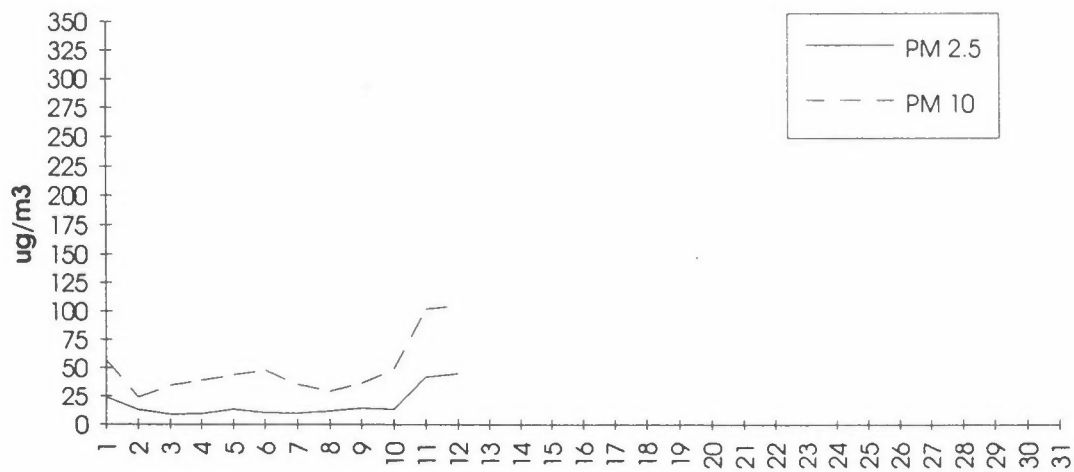


Figur 3b: Måleresultater fra døgnmiddel av $PM_{2.5}$ og PM_{10} ved Fjøsangerveien i Bergen i perioden 8. januar-31. mars 1993.

Nygårdsgaten, april 1993.

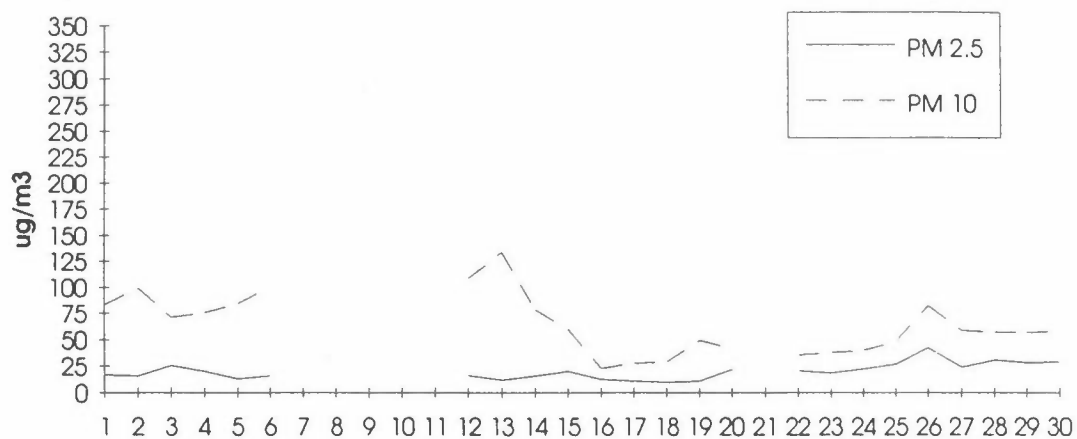


Nygårdsgaten, mai 1993.

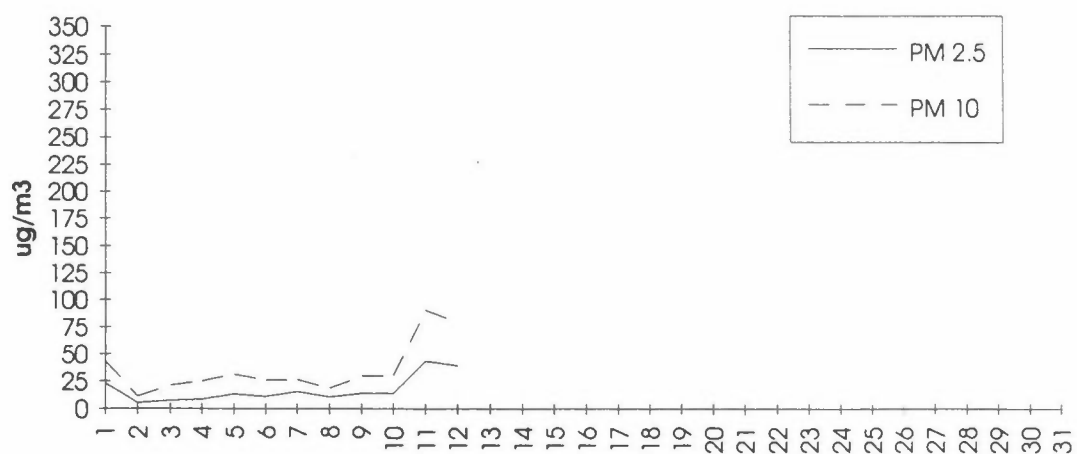


Figur 3c: Måleresultater fra døgnmiddel av $PM_{2.5}$ og PM_{10} ved Nygårdsgaten i Bergen i perioden 1. april-12. mai 1993.

Fjøsangerveien, april 1993.



Fjøsangerveien, mai 1993.



Figur 3d: Måleresultater fra døgnmiddel av $PM_{2.5}$ og PM_{10} ved Fjøsangerveien i Bergen i perioden 1. april-12. mai 1993.

Tabell 1 viser at Nygårdsgaten er den mest belastete av disse to gatestasjonene. Den skiller seg ut spesielt med de høyeste maksimalverdier. Når det gjelder middelveier er ikke forskjellen så stor.

Grenseverdien for PM₁₀ på 70 µg/m³ ble overskredet en rekke ganger på begge målestasjonene. Tabell 4 viser en oversikt over dette.

Tabell 4: Overskridelser av anbefalte retningslinjer for svevestøv PM₁₀, i Bergen i perioden 18. januar-12. mai 1993.

Stasjon	Antall døgnmiddelveier > 70 µg/m ³				
	Januar	Februar	Mars	April	Mai
Fjøsangerveien	1	5	14	10	2
Nygårdsgaten	1	9	15	15	2

Figur 3 viser at høye PM₁₀-konsentrasjoner ofte opptrer på de samme dagene på begge målestasjonene. Sannsynligvis er det tørre veier på disse dagene, med høye støvkonsentrasjoner over hele Bergen.

I figur 4 er grovfraksjonen og PM_{2,5} plottet mot hverandre på hver målestasjon.

Figur 4 viser at en kan dele prøvene inn i tre domener:

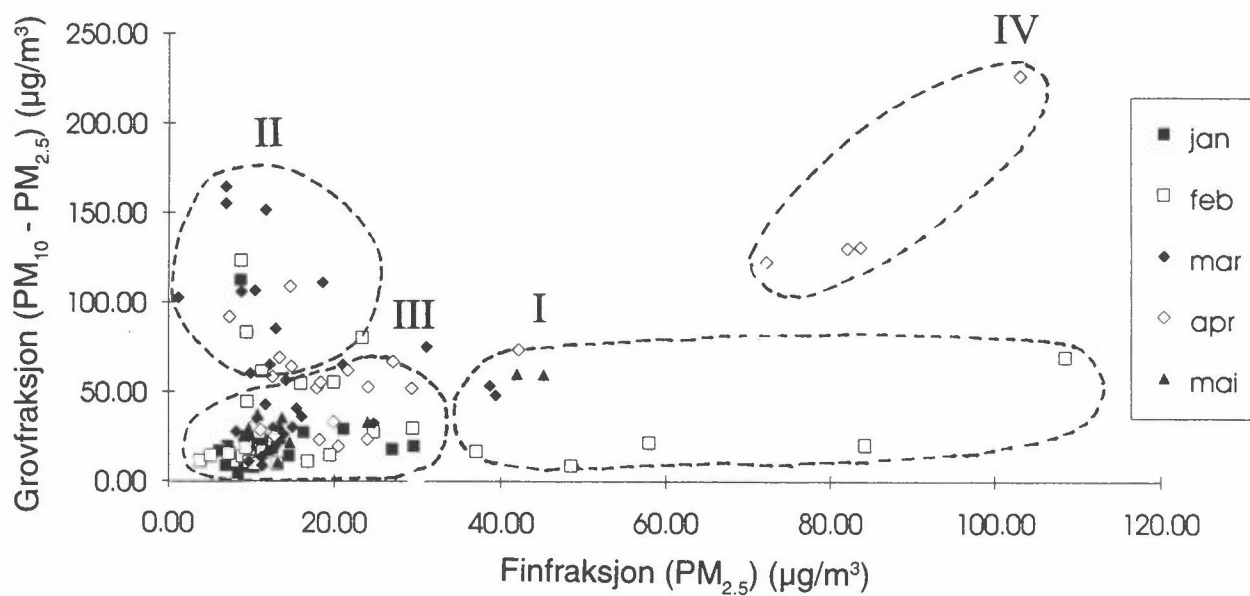
- I Svært høy finfraksjon ofte koblet med lav grovfraksjon
- II Lav finfraksjon koblet med svært høy grovfraksjon
- III Lav finfraksjon og grovfraksjon
- IV Svært høy fin- og grovfraksjon

Domeneene kan forklares som følger:

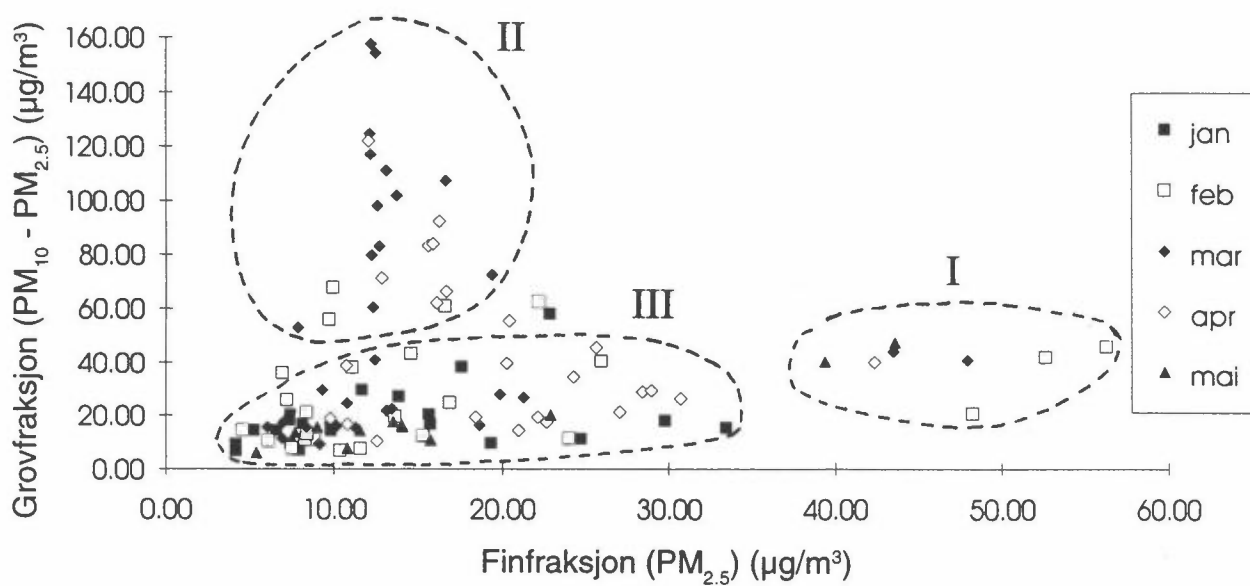
- Domene I tilsvarende dårlige spredningsforhold (høy finfraksjon), stort sett med våte/fuktige veier (lav grovfraksjon).
- Domene II tilsvarende bra spredningsforhold (lav finfraksjon) med svært tørre veier og mye oppvirvling av støv.
- Domene III tilsvarende gode spredningsforhold med stort sett fuktig veidekke. Dette forekommer oftest.
- Domene IV Tilsvarende svært dårlige spredningsforhold, med tørre veier.

Konsentrasjonene i Domene I, II og III er omtrent de samme ved begge veiene. Fjøsangerveien har dobbelt så stor trafikk som Nygårdsgaten, og høyere hastighet. På den annen side er det tette fasaderekker i Nygårdsgate og dårligere spredning enn ute ved den nye Fjøsangerveien.

PM₁₀ - PM_{2.5} (grovfraksjon) mot PM_{2.5} (finfraksjon), Nygårdsgaten.



PM₁₀ - PM_{2.5} (grovfraksjon) mot PM_{2.5} (finfraksjon), Fjøsangerveien.



Figur 4: PM₁₀ plottet mot PM_{2.5}, for hele måleperioden.

Domene IV forekom bare i Nygårdsgaten. Dette er noen dager i april med svært tørre veier. Samtidige konsentrasjoner ved Fjøsangerveien ligger i domene III. Årsaken kan være at vindretningen der ikke førte utslippet mot målestasjonen, eller at lokal nedbør ga våt/fuktig veibane der.

Figur 5 viser samhørende verdier av henholdsvis $PM_{2,5}$ og PM_{10} , og nedbør (døgnet nedbør).

Støvdataene representerer perioden kl 08-08, og nedbørdataene kl 24-24. Samtidige data ville gitt omtrent det samme bildet. Det er nedbøren i trafikktiden (07-19) som er viktig, og 24-timers nedbørdata sier likevel ingenting om når nedbøren kom.

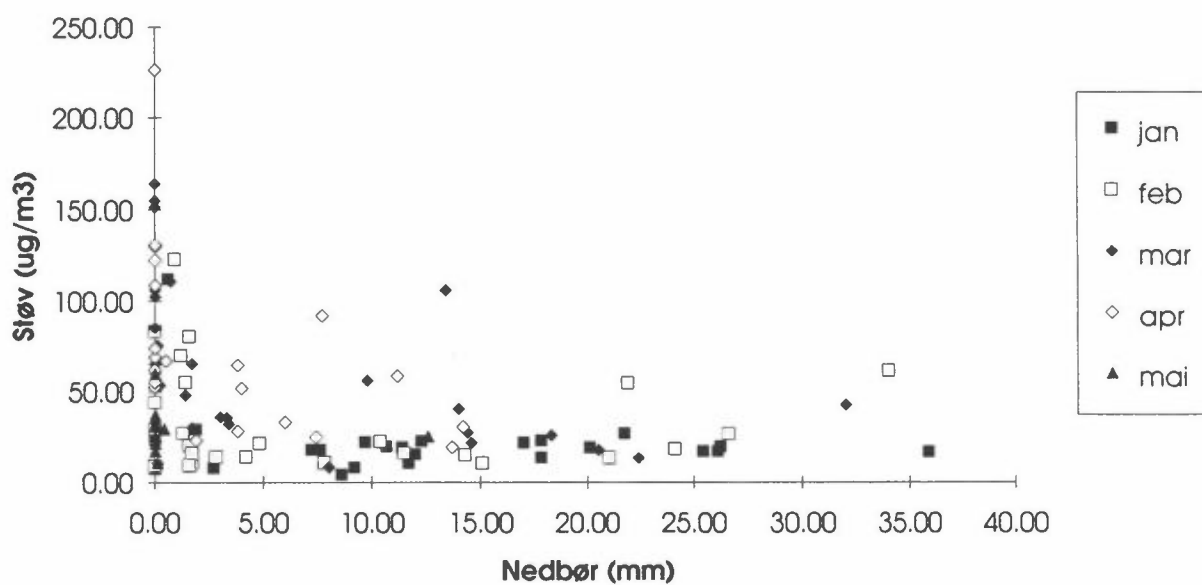
Figur 5 viser at for både fin- og grov-fraksjon av støvet opptrer de høyeste verdier ved lite eller ingen nedbør, dvs. tørre veier. Dette viser at oppvirvlet støv fra veibanen er hovedkilden til de høyeste støvkonsentrasjonene, både i fin- og grovfraksjonen.

En bedre analyse av sammenhengen med støv og nedbør krever kontinuerlige målinger av begge faktorer.

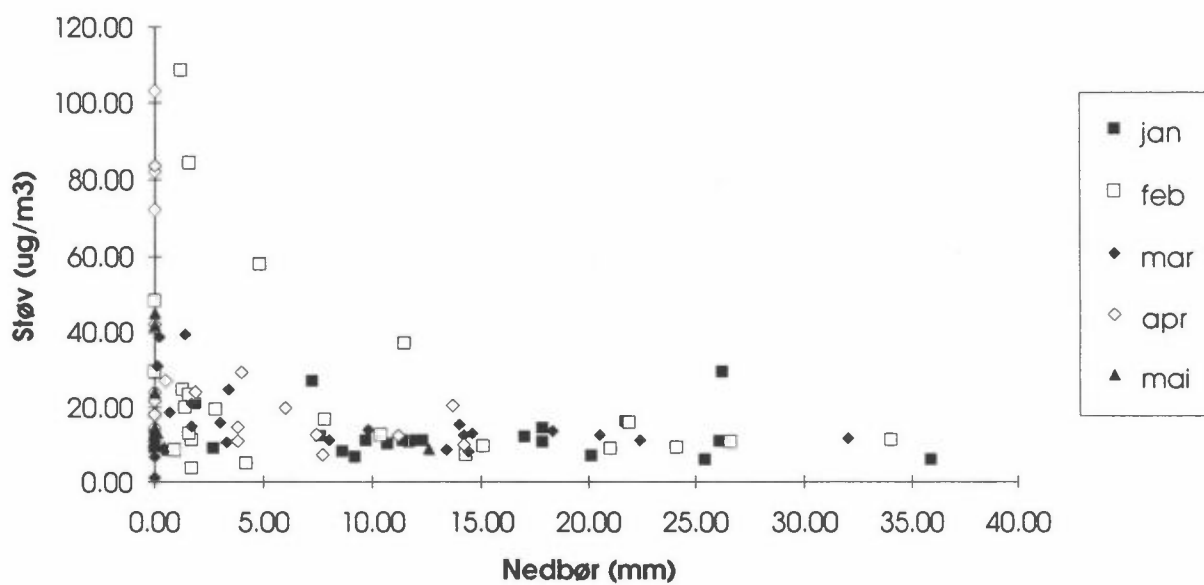
Sammen med tilsvarende målinger andre steder gir disse dataene grunnlag for nærmere analyse av sammenhenger mellom trafikk, spredningsforhold, nedbør og størforurensning ved veier.

Alle nedbørdata er gjengitt i vedlegg D.

PM10 - PM2.5 (grovfraksjon) plottet mot nedbørmengde, Nygårdsgaten.

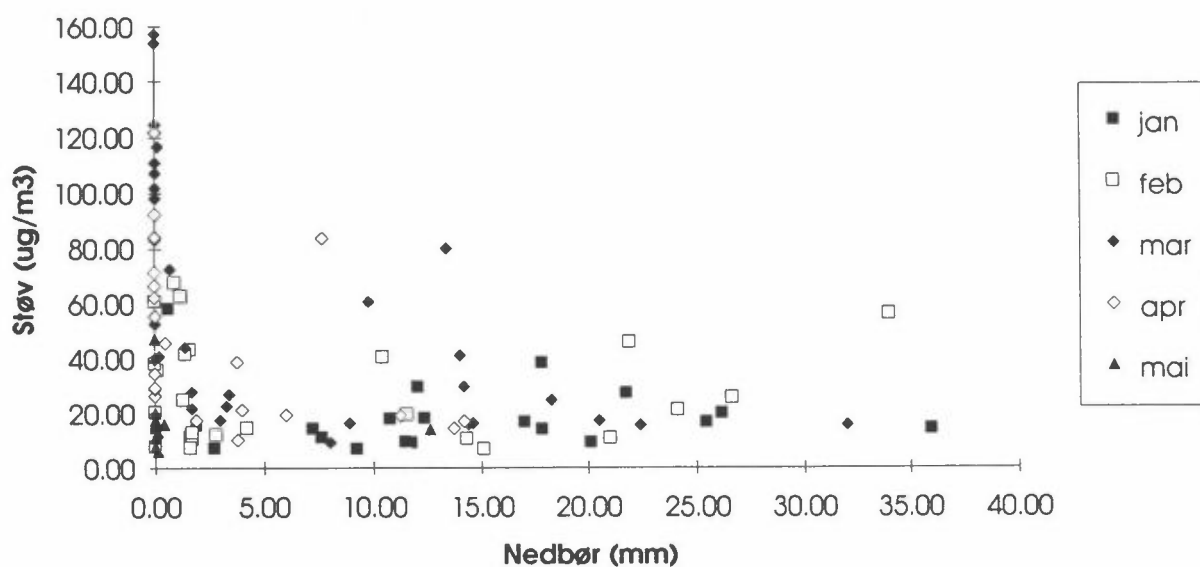


PM2.5 plottet mot nedbørmengde, Nygårdsgaten.

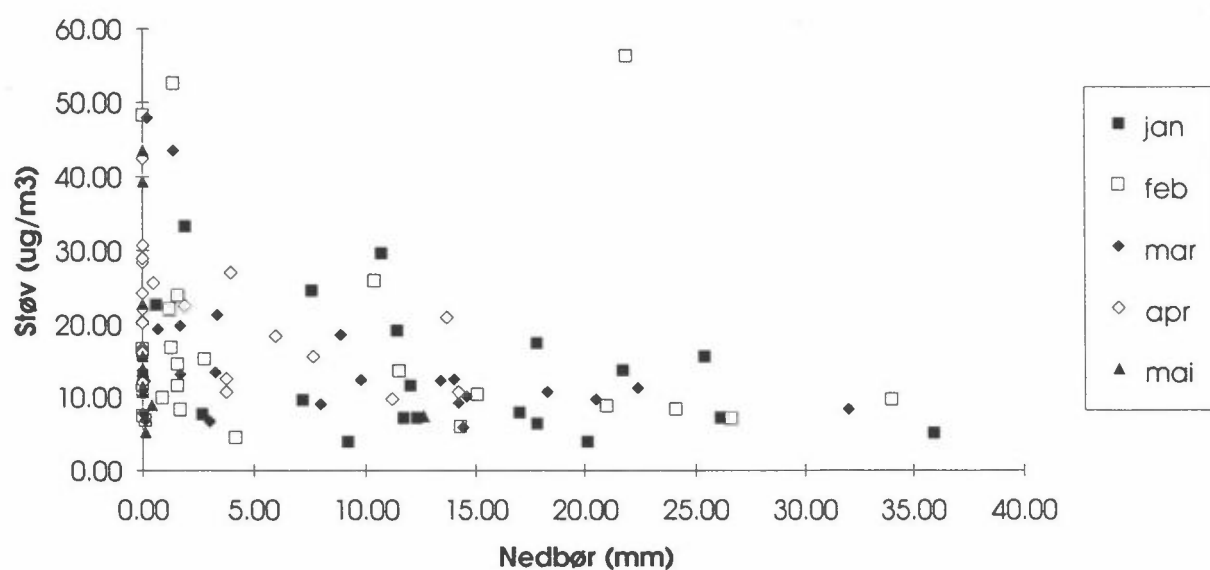


Figur 5a: Svevestøvmengder plottet mot tilhørende nedbørmengder på tilsvarende døgn, Nygårdsgaten.

PM10 - PM2.5 (grovfraksjon) plottet mot nedbørmengde, Fjøsangerveien.



PM2.5 plottet mot nedbørmengde, Fjøsangerveien.



Figur 5b: Svevestøvmengder plottet mot tilhørende nedbørmengder på tilsvarende døgn, Fjøsangerveien.

5. Referanser

Larssen, S. (1991) Partikler i tettstedsluft i Norden. Utslipp - forekomst - helsevirkninger, med hovedvekt på bilekso-partikler. Lillestrøm (NILU OR 11/91).

Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensninger på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier. Oslo (SFT-rapport nr. 92:16).

Vedlegg A

Svevestøvmålinger

BERGEN 1															
FJOSANGERVN															
	Jan-93			Feb-93			Mar-93			Apr-93			Mai 93		
	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt
1							12.17	124.63	136.80	16.70	66.43	83.13	22.84	20.33	43.17
2				16.87	24.80	41.67	12.50	154.01	166.51	15.61	83.48	99.09	5.33	6.25	11.58
3				13.64	19.71	33.35	12.24	157.41	169.65	25.65	45.58	71.23	7.61	14.07	21.68
4				25.96	40.51	66.47	13.16	111.01	124.17	20.42	55.57	75.99	8.97	16.03	25.00
5				56.23	45.92	102.15	18.62	16.31	34.93	12.88	71.43	84.31	13.53	17.67	31.20
6				14.58	43.34	57.92	13.44	22.54	35.98	15.88	84.21	100.09	11.51	14.80	26.31
7				48.26	20.58	68.84	6.90	17.51	24.41				15.70	11.13	26.83
8	7.37	20.27	27.64				6.88	11.62	18.50				10.78	7.83	18.61
9	7.35	9.64	16.99				13.15	21.75	34.90				14.04	15.89	29.93
10	4.12	9.41	13.53	22.19	62.91	85.10	12.28	79.76	92.04				14.01	16.53	30.54
11	6.52	14.54	21.06	6.90	35.91	42.81	12.72	83.22	95.94				43.58	47.36	90.94
12	29.75	18.21	47.96	23.98	11.50	35.48	19.85	27.82	47.67	16.28	92.34	108.62	39.34	40.48	79.82
13	11.68	29.68	41.36	52.57	41.71	94.28	47.96	40.72	88.68	12.08	121.89	133.97			
14	9.80	14.69	24.49	16.62	60.85	77.47	43.49	43.99	87.48	16.11	62.22	78.33			
15	7.33	18.40	25.73	8.80	10.95	19.75	21.26	26.71	47.97	20.28	39.69	59.97			
16				10.35	6.96	17.31	10.13	16.31	26.44	12.58	10.31	22.89			
17	13.82	27.49	41.31	9.72	56.11	65.83	10.77	24.61	35.38	10.78	17.11	27.89			
18	8.07	17.07	25.14	8.28	10.76	19.04	9.29	29.49	38.78	9.74	19.22	28.96			
19	24.68	11.50	36.18	7.15	25.65	32.80	12.46	40.85	53.31	10.75	38.69	49.44			
20				8.37	13.04	21.41	9.72	17.20	26.92	22.08	19.26	41.34			
21	15.70	16.99	32.69	6.04	10.66	16.70	8.36	15.59	23.95						
22	5.20	14.54	19.74	9.96	67.77	77.73	5.98	15.78	21.76	20.97	14.47	35.44			
23	4.11	7.11	11.22	7.49	7.84	15.33	9.12	9.47	18.59	18.39	19.43	37.82			
24				11.57	7.52	19.09	11.28	15.52	26.80	22.62	17.50	40.12			
25	7.89	7.40	15.29	15.27	12.41	27.68	12.35	60.49	72.84	27.03	21.21	48.24			
26	19.26	9.81	29.07	8.34	21.27	29.61	13.74	101.92	115.66	42.38	39.83	82.21			
27	33.42	15.48	48.90	4.52	14.64	19.16	7.85	52.88	60.73	24.27	34.48	58.75			
28	22.80	58.43	81.23	11.08	38.13	49.21	12.63	98.10	110.73	30.69	26.24	56.93			
29	15.64	20.44	36.08				12.19	116.93	129.12	28.42	28.85	57.27			
30							16.65	107.29	123.94	28.94	29.31	58.25			
31	17.58	38.55	56.13				19.40	72.52	91.92						
Middel	13.60	18.98	32.59	16.99	28.46	45.45	14.47	55.93	70.40	20.06	44.11	64.18	17.27	19.03	36.30
Maks	33.42	58.43	81.23	56.23	67.77	102.15	47.96	157.41	169.65	42.38	121.89	133.97	43.58	47.36	90.94
Min.	4.11	7.11	11.22	4.52	6.96	15.33	5.98	9.47	18.50	9.74	10.31	22.89	5.33	6.25	11.58
Std.av	6.63	12.14	16.96	14.47	19.35	27.12	9.16	45.04	46.07	7.80	29.49	28.26	12.17	12.38	24.27

BERGEN 2															
NYGARDSGT															
Jan-93			Feb-93			Mar-93			Apr-93			Mai 93			
Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	Fin	Grov	Totalt	
1			9.47	43.93	53.40	6.82	164.46	171.28	17.86	52.01	69.87	23.98	32.93	56.91	
2			24.77	27.24	52.01	6.82	155.04	161.86	7.35	91.88	99.23	13.12	10.83	23.95	
3			37.08	16.42	53.50	1.20	102.49	103.69	27.05	67.14	94.19	8.92	25.88	34.80	
4			12.71	22.40	35.11	10.40	106.43	116.83	24.07	52.53	76.60	9.51	29.60	39.11	
5			15.91	54.52	70.43				13.27	69.30	82.57	13.28	30.99	44.27	
6			23.38	80.45	103.83	10.61	35.59	46.20				10.61	37.42	48.03	
7			48.47	8.62	57.09	15.96	36.02	51.98				9.75	25.72	35.47	
8	11.09	17.43	28.52	16.77	10.95	27.72	9.63	10.78	20.41			11.85	17.51	29.36	
9	10.78	11.10	21.88	58.07	21.44	79.51	14.86	30.18	45.04			14.51	21.77	36.28	
10	7.06	19.32	26.38	108.44	69.61	178.05	8.68	106.16	114.84			13.54	35.55	49.09	
11	14.50	13.91	28.41									41.92	60.17	102.09	
12	10.29	19.91	30.20	84.24	20.34	104.58	21.03	65.38	86.41			45.12	59.99	105.11	
13	11.26	15.69	26.95	19.90	55.12	75.02	38.68	53.54	92.22	14.64	109.09	123.73			
14	27.02	17.93	44.95	29.45	29.45	58.90	39.36	47.96	87.32	21.62	61.93	83.55			
15	11.13	23.11	34.24	8.97	13.85	22.82	24.74	32.15	56.89	18.30	55.12	73.42			
16	29.52	19.68	49.20	9.70	10.57	20.27	13.03	21.74	34.77	10.97	28.30	39.27			
17	16.21	27.28	43.49	11.28	61.23	72.51	13.80	26.16	39.96	10.00	30.57	40.57			
18	12.15	21.88	34.03	3.75	11.09	14.84	12.54	29.92	42.46	12.46	58.48	70.94			
19	12.39	18.07	30.46	10.84	26.79	37.63	15.37	40.67	56.04	14.78	64.34	79.12			
20	11.13	22.39	33.52	11.30	16.15	27.45	12.51	17.95	30.46	18.17	22.86	41.03			
21	6.06	17.13	23.19	7.28	15.08	22.36	11.60	42.63	54.23	12.70	25.17	37.87			
22	6.13	16.76	22.89	8.69	123.17	131.86	8.07	27.62	35.69	20.43	19.60	40.03			
23	6.82	8.51	15.33	10.30	9.26	19.56	11.21	8.66	19.87	19.84	32.99	52.83			
24	8.31	4.47	12.78	13.02	9.64	22.66	11.13	13.46	24.59	24.01	23.43	47.44			
25	9.19	8.07	17.26	19.48	14.29	33.77	14.07	56.09	70.16	29.28	51.85	81.13			
26	11.26	19.46	30.72	9.29	18.49	27.78	11.59	151.42	163.01	103.03	226.20	329.23			
27	21.04	29.15	50.19	5.07	14.00	19.07	9.82	60.32	70.14	72.22	122.78	195.00			
28	8.65	112.41	121.06	9.41	83.14	92.55	12.16	65.08	77.24	42.15	73.88	116.03			
29	13.30	23.71	37.01				31.04	75.35	106.39	82.05	130.40	212.45			
30	10.23	7.56	17.79				12.86	85.40	98.26	83.65	131.25	214.90			
31	10.75	23.27	34.02				18.55	111.01	129.56						
Middel	12.34	21.59	33.94	23.22	32.86	56.08	14.76	61.37	76.13	30.43	69.61	100.04	18.01	32.36	50.37
Maks	29.52	112.41	121.06	108.44	123.17	178.05	39.36	164.46	171.28	103.03	226.20	329.23	45.12	60.17	105.11
Min	6.06	4.47	12.78	3.75	8.62	14.84	1.20	8.66	19.87	7.35	19.60	37.87	8.92	10.83	23.95
Std.av	5.91	20.32	21.09	24.92	29.05	39.59	8.76	44.38	43.56	27.17	48.44	72.55	12.56	14.97	26.44

Vedlegg B

Vinddata

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT - KLIMADELINGEN

5054 - Bergen - Florida

JANUARY 1993-1993

HRS. 00,06,12,18 GMT N= 124 C= 6.5 % VM= 5.5 M/S FM=3.3 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N			0.8											0.8	2.0
03															
06					0.8									0.8	4.0
09E			0.8											0.8	2.0
12	0.8	2.4	3.2	1.6										8.1	2.7
15		8.9	6.5	16.9	9.7	5.6								47.6	3.9
18S	2.4	1.6	1.6	3.2										8.9	2.6
21	0.8		0.8											1.6	2.0
24		0.8	1.6	1.6	0.8									4.8	3.5
27W	0.8	1.6	1.6	6.5	0.8									11.3	3.4
30	0.8		0.8	0.8		0.8								3.2	3.5
33		0.8	1.6	1.6	1.6									5.6	3.7
NF	5.6	17.7	17.7	33.1	12.9	6.5									

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-01	3.2	9.7	9.7	32.3	29.0	16.1										
01-07	9.7		9.7	32.3	29.0	9.7	9.7									
07-13	6.5	6.5		25.8	29.0	16.1	16.1									
13-19	3.2	3.2	6.5	35.5	22.6	19.4	9.7									

C

5054 - Bergen - Florida

FEBRUARY 1993-1993

HRS. 00,06,12,18 GMT N= 112 C= 2.7 % VM= 4.4 M/S FM=2.9 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N					0.9									0.9	4.0
03	0.9													0.9	1.0
06	0.9		1.8											2.7	2.3
09E		0.9												0.9	2.0
12	2.7	6.3	3.6											12.5	2.1
15	3.6	4.5	15.2	11.6	3.6									38.4	3.2
18S	0.9	0.9	0.9	0.9										3.6	2.5
21		0.9												0.9	2.0
24		1.8		0.9	0.9									3.6	3.3
27W	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9									4.5	3.0
30	1.8	2.7	1.8	1.8										8.0	2.4
33	0.9	2.7	5.4	8.0	3.6									20.5	3.5
NF	12.5	21.4	29.5	25.0	8.9										

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-01	14.3	21.4	32.1	28.6	3.6											
01-07	10.7	25.0	35.7	25.0	3.6											
07-13	10.7	21.4	32.1	32.1	3.6											
13-19	10.7	14.3	39.3	28.6	7.1											

C

5054 - Bergen - Florida

MARCH 1993-1993

HRS. 00,06,12,18 GMT N= 124 C= 8.1 % VM= 4.0 M/S FM=2.6 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N			0.8											0.8	2.0
03															
06															
09E		1.6	0.8		0.8									3.2	2.0
12		3.2	4.8	0.8	0.8	0.8								10.5	2.2
15		4.0	8.1	14.5	12.9	2.4								41.9	3.0
18S		2.4	1.6	2.4	0.8									7.3	2.2
21		0.8	0.8	0.8	0.8									3.2	2.5
24		0.8	0.8	0.8										2.4	2.3
27W			1.6	0.8	2.4	0.8								5.6	3.4
30			0.8		3.2		0.8							4.8	4.0
33		0.8	4.8	3.2	1.6	1.6								12.1	2.9

NF 13.7 25.0 22.6 24.2 5.6 0.8

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-01	9.7	12.9	19.4	29.0	19.4	9.7
01-07	12.9	12.9	16.1	38.7	19.4	
07-13	6.5	12.9	12.9	45.2	22.6	
13-19		9.7	12.9	41.9	29.0	6.5

C

5054 - Bergen - Florida

APRIL 1993-1993

HRS. 00,06,12,18 GMT N= 120 C=15.8 % VM= 2.9 M/S FM=2.0 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N		0.8	0.8	0.8										2.5	2.0
03															
06			0.8	0.8	2.5									4.2	3.4
09E		2.5	0.8	1.7	0.8									5.8	2.1
12		7.5	2.5	2.5										12.5	1.6
15		3.3	6.7	6.7	10.0	0.8								27.5	2.9
18S				2.5										2.5	3.0
21															
24				0.8										0.8	3.0
27W		3.3	1.7	0.8										5.8	1.6
30		1.7	7.5	1.7										10.8	2.0
33		0.8	5.0	3.3	2.5									11.7	2.6

NF 20.0 25.8 21.7 15.8 0.8

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-01	3.3	36.7	33.3	10.0	10.0	6.7
01-07	20.0	30.0	23.3	16.7	6.7	3.3
07-13	3.3	26.7	26.7	23.3	20.0	
13-19		6.7	36.7	40.0	13.3	3.3

C

5054 - Bergen - Florida

MAY 1993-1993

HRS. 00,06,12,18 GMT N= 124 C=18.5 % VM= 2.9 M/S FM=2.0 B

DD	F:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ND	FDM
36N			2.4	0.8										3.2	2.3
03		0.8												0.8	1.0
06			0.8											0.8	2.0
09E		0.8	0.8	1.6		0.8								4.0	2.8
12		1.6	0.8	1.6	0.8	0.8								5.6	2.7
15		3.2		5.6	5.6									14.5	2.9
18S		0.8	1.6		1.6									4.0	2.6
21				0.8										0.8	3.0
24		0.8	1.6											2.4	1.7
27W		1.6	0.8	0.8										3.2	1.8
30		4.8	9.7	8.9	3.2									26.6	2.4
33		4.0	2.4	5.6	3.2									15.3	2.5

NF 18.5 21.0 25.8 14.5 1.6

FREQUENCY OF MAX WIND FORCE BETWEEN THE HOURS OF OBSERVATION

19-01	12.9	54.8	22.6	9.7		
01-07	32.3	25.8	25.8	9.7	3.2	3.2
07-13	19.4	51.6	16.1	12.9		
13-19		45.2	38.7	12.9	3.2	

C

Vedlegg C

Kilder til partikler i luft

Kilder til partikler i luft

Forbrenning av fossilt brennstoff er den vesentligste kilden til inhalerbare partikler (partikler med diameter $<10 \mu\text{m}$, også kalt PM_{10}) i luft i tettsteder i Norden. De viktigste kildegruppene er forbrenning av bensin og diesel i bilmotorer, samt olje og ved i større og mindre stasjonære forbrenningsenheter. Kull og koks kan være en kilde av betydning enkelte steder.

Utslipp fra industriprosesser kan være viktige partikkelkilder i en del byer og tettsteder.

Veistøv er en vesentlig partikkelkilde om vinteren i områder med utstrakt bruk av piggdekk. I tørre perioder med oppvirvling av tørt støv fra veistøvdepotet, dominerer veistøvet grovfraksjonen av inhalerbart støv (partikler med diameter $2,5\text{-}10 \mu\text{m}$), men gir også et vesentlig bidrag til finfraksjonen (diameter $<2,5 \mu\text{m}$).

Helsemessige konsekvenser av partikler i luft skyldes både mengden og partiklenes kjemiske sammensetning.

Fra forbrenning av fossilt brennstoff fås i hovedsak karbonholdige partikler, dels organisk karbon (helt eller delvis uforbrent brennstoff) og dels uorganisk (elementært) karbon. Uorganiske karbonpartikler består for størstedelen av karbon i gitterstruktur med stor lysabsorberende evne. de fremstår som svarte partikler, "sot"-partikler. Polysykliske organisk materiale (POM) er i noen grad absorbert på sotpartiklene, men POM er hovedsakelig en bestanddel i den organiske karbonfraksjonen. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) er en stoffgruppe i det organiske materiale som det knytter seg spesiell interesse til, fordi endel PAH-forbindelser er klassifisert som karsinogene. Eksempler på slike stoffer er bens(a)pyren og nitropyren. Mutagenitetsanalyse ved hjelp av spesielle bakteriestammer (f.eks. "Ames test") er i dag den mest benyttede metode for å indikere partiklers mutagenitet og karsinogenitet.

Bly i bensineksos og sulfat i avgasser fra motordiesel- og oljeforbrenning er eksempler på andre sporstoffer i partikler fra forbrenning av fossilt brensel som kan ha helsemessig betydning. Innholdet av bly og svovel i brennstoff er blitt vesentlig redusert det siste tiåret, og bly i bensin vil i Norden praktisk talt være borte i løpet av 5-10 år.

Veidekker av asfalt består til ca. 95% av steinmateriale. Noen steder (ikke i Oslo) kan α -kvarts være en vesentlig bestanddel av steinmateriale, og dette kan utgjøre en viss helserisiko. De resterende 5% er bitumen, tungtløselig organisk materiale, med innhold bl.a. av PAH-stoffer. Veistøv vil for øvrig bestå av partikler fra den lokale geologi, samt alt slags materiale som er inntransportert med og deponert fra kjøretøy.

I Norge slites anslagsvis 250 000 tonn fra asfaltveidekket hvert år. Bare en liten del av dette er inhalerbare partikler. Størrelsesfraksjonen av støv tatt fra veier i Oslo ga at bare 0,1% av massen var inhalerbare partikler, dvs. 250 tonn på

landsbasis. Til sammenligning utgjør eksospartikkelutslippet fra veitrafikken i Norge anslagsvis 1 800 tonn i piggdekkseasonen.

I tørre perioder i piggdekkseasonen er imidlertid veistøvbidraget mye større enn i gjennomsnitt. Ved våt vei og utenom piggdekkseasonen (etter godt veirenhold) er mengden av veistøv vesentlig mindre enn eksospartikkelutslippet. Ved lavere kjørehastighet og tungtrafikkandel avtar veistøvslitasjen og oppvirvling vesentlig, sannsynligvis med kvadratet av hastigheten og nær proporsjonalt med tungtrafikkandelen, idet de store kjøretøyene står for det meste av oppvirvlingen.

Veistøvetts innhold av bly, PAH og mutagenitet har i gjennomsnitt liten betydning i forhold til eksosutslippet. Ved tørr vei vil veistøvet dog føre til en viss økning i bly- og PAH-konsentrasjonen i luften, men mutageniteten fra veistøvet er helt uten betydning. Dersom steinmaterialet i asfalten inneholder α -kvarts, kan dette innebære en helserisiko.

I tillegg kommer også tilførselen av partikler til tettstedet fra kilder utenfor (bakgrunnsforurensning). Denne varierer mye, avhengig av område og tid. Generelt er den større og jo nærmere en kommer kontinentet. I Norden er den størst i Sør-Sverige og Danmark.

Vedlegg D

Nedbørdata

DAGUT-26.07.1993
 DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
 KLIMAAVDELINGEN

5054 BERGEN - FLORIDA

FYLKE: HORDALAND

KOMMUNE: 1201 Bergen

12 M.O.H.

DAGLIGE NEDBØRHØYDER FOR 1993

DATO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
01.	2.2	0.0-	0.0*	.	0.0	29.7						
02.	0.3	1.3	.	7.7	0.1	0.1						
03.	19.2	11.5	.	0.5	12.6	.						
04.	.	10.4	.	.	0.4	.						
05.	.	21.9	8.9-	.	.	3.8						
06.	13.4-	1.6*	3.3	0.0	.	15.1						
07.	11.1	.	3.0	.	.	1.0						
08.	26.1	7.8	0.1	.	.	.						
09.	11.7	4.8	1.7	0.0	.	.						
10.	20.1	1.2	13.4	.	.	.						
11.	17.8-	0.1	.	.	.	.		
12.	10.7-	1.6	1.7	.	.	.						
13.	12.0-	1.4	0.2	.	0.0	.						
14.	7.2	0.0	1.4	.	.	.						
15.	12.3	21.0	3.4	.	.	0.0						
16.	26.2	15.1	14.6	3.8	3.7	0.5						
17.	21.7	34.0	18.3	14.2	7.8	5.3						
18.	17.0	1.7-	14.2	11.2-	23.6	2.7						
19.	7.6	26.6-	14.0-	3.8	.	.						
20.	9.7	1.7*	20.5	.	0.0	0.0						
21.	25.4	14.3*	32.0	7.4	.	7.5						
22.	35.9	0.9*	14.4	13.7	.	0.0						
23.	9.2-	.	8.0	6.0	.	0.0						
24.	8.6-	1.6-	22.4*	1.9	0.8	5.0						
25.	2.7*	2.8	9.8-	4.0	.	.						
26.	11.4*	24.1	0.0	.	.	.						
27.	1.9*	4.2-	.	.	.	5.0						
28.	0.6*	.	.	.	.	.	
29.	.	.	0.1*	.	0.1	.						
30.	.	.	.	.	.	.
31.	17.8	.	0.7	.	2.6	.						

SUM 359.8 211.6 206.1 74.2 51.7 75.7*

AVRUNDETE VERDIER

SUM	360	212	206	74	52	76-						
NOR	193	150	117	151	89	135	152	180	244	254	225	218
PRO	187	141	176	49	58	56-						

ÅRSSUM: * ÅRSNORMAL: 2108 ÅRSPROSENT: *

MERKNADER ETTER NEDBØRHØYDEN HAR FØLGENDE BETYDNING:

INGEN MERKNAD NEDBØREN HAR FALT SOM REGN

* NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ

- NEDBØREN HAR FALT SOM SNØ OG REGN ELLER BARE SLUDD

+ NEDBØREN HAR FALT SOM DUGG ELLER RIM

HELT BLANKT FELT FOR NEDBØRHØYDEN BETYR AT DATA MANG-
 LER HELT ELLER DELVIS I MÅNEDEN.

NEDBØREN ER MÅLT PÅ ANGITTE DATO KL 07/08 OG ER FALT I
 LØPET AV DE FOREGÅENDE 24 TIMENE.

Vedlegg E

Trafikktall

Fjøsangerveien	Årsdøgntrafikk	:	25 000
	Tungtrafikkandel	:	6%
	Skiltet hastighet	:	50 km/h
Nygårdsgaten	Årsdøgntrafikk	:	12 000
	Tungtrafikkandel	:	5%
	Skiltet hastighet	:	50 km/h



Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norwegian Institute for Air Research
Postboks 64, N-2001 Lillestrøm

RAPPORTTYPE OPPDRAKS RAPPORT	RAPPORT NR. OR 53/93	ISBN-82-425-0520-9	
DATO 17/11-93	ANSV. SIGN. P. Berg	ANT. SIDER 37	PRIS NOK 45,-
TITTEL Svevestøvmålinger i Bergen, januar-mai 1993		PROSJEKTLEDER Ivar Haugsbakk	
		NILU PROSJEKT NR. O-93012	
FORFATTER(E) Ivar Haugsbakk og Steinar Larssen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF.	
OPPDRAKSGIVER			
Bergen kommune Helse og sosialtjenesten Engen. 39 5011 BERGEN	Hordaland Vegkontor Spelhaugen 12 5033 FYLLINGSDALEN	Fylkesmannens miljøvern avdeling Postboks 106 5001 BERGEN	
STIKKORD Svevestøv	Luftkvalitet	Bergen	
REFERAT Det er utført svevestøvmålinger (PM ₁₀ og PM _{2.5}) ved to gater i Bergen. Det ble målt hyppige overskridelser av anbefalte retningslinjer for svevestøv som døgnmiddel. Ved begge stasjoner ble det målt månedsmiddelverdier som var høyere enn anbefalt døgnmiddel. Det ble observert godt samsvar mellom svevestøvmengdene på de to stasjonene.			
TITLE Dust measurements in Bergen, January-May 1993			
ABSTRACT			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
B Begrenset distribusjon
C Kan ikke utleveres