

NILU OR : 68/86
REFERANSE: O-8247
DATO : OKTOBER 1986
ISBN 82-7247-747-5

**LUFTFORURENSNING FRA VEDFYRING
MÅLINGER I ELVERUM VINTEREN 1983**

J. Schjoldager¹

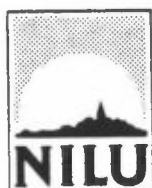
L.A. Currie²

J.E. Hanssen¹

J.K. Hongslo³

A. Mikalsen¹

Utført på oppdrag fra
Statens forurensningstilsyn



Norsk institutt for luftforskning

Postboks 130 - 2001 Lillestrøm

NILU OR : 68/86
REFERANSE: O-8247
DATO : OKTOBER 1986
ISBN 82-7247-747-5

**LUFTFORURENSNING FRA VEDFYRING
MÅLINGER I ELVERUM VINTEREN 1983**

J. Schjoldager¹

L.A. Currie²

J.E. Hanssen¹

J.K. Hongslo³

A. Mikalsen¹

Utført på oppdrag fra
Statens forurensningstilsyn

¹ NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM

² U.S. NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
WASHINGTON D.C., USA

³ SENTER FOR INDUSTRIFORSKNING (SI)
POSTBOKS 350 BLINDERN, 0314 OSLO 3,
Nåværende adresse:
STATENS INSTITUTT FOR FOLKEHELSE (SIF)
GEITMYRSV. 75, 0462 OSLO 4

SAMMENDRAG

Hensikten med undersøkelsen har vært å undersøke luftforurensningen i et boligområde der det fyres mye med ved. Boligområdet Strandstykket i utkanten av Elverum tettsted ble valgt. Undersøkelsen er en fortsettelse av målinger som ble gjort et annet sted i Elverum 1981-82.

Norsk institutt for luftforskning (NILU), Senter for industriforskning (SI) og U.S. National Bureau of Standards (NBS) har samarbeidet om gjennomføringen. Oppdragsgiver har vært Statens forurensningstilsyn (SFT).

De viktigste luftforurensningene fra vedfyring er partikler (aske og sot) og en rekke ulike organiske stoffer (bl.a. polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH).

Det ble lagt vekt på målinger på kalde dager, da bruken av ved ble antatt å være størst. I alt 15 døgnprøver ble samlet inn.

Prøvene ble analysert med hensyn på respirable partikler, PAH, karbon, sulfat, metaller og mutagenitet. Karbonanalysene ble utført av National Bureau of Standards (USA). Isotopen karbon-14, som er spesifikk for biogent brensel (til forskjell fra fossilt brensel som kull, olje, bensin og gass), gir mulighet til å anslå hvor mye av forurensningene som kommer fra vedfyring.

Målingene viste høyere konsentrasjoner på kalde dager enn på milde av forurensninger som kommer fra vedfyring. Konsentrasjonene var noe lavere enn det som ble målt tidligere år nær sentrum av tettstedet. Konsentrasjonen av PAH var likevel høy sammenliknet med andre norske byer og tettsteder, noe som bekrefter at vedfyring er en viktig kilde til PAH i lufta.

Andelen av karbon fra vedfyring var 85-95% av totalt karbon. Konsentrasjonen av bly var lav og bekrefter at biltrafikkens bidrag til luftforurensningene har vært lite.

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
2 GJENNOMFØRING	9
2.1 Prøvetaking	9
2.2 Analyse	9
3 RESULTATER OG DISKUSJON	10
3.1 Vind og temperatur	10
3.2 Respirable partikler og sot	11
3.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	15
3.4 Karbon	17
3.5 Sulfat og metaller	18
3.6 Mutagenitet	20
4 KONKLUSJON	20
5 REFERANSELISTE	21
VEDLEGG A: Vindmålinger	23
VEDLEGG B: PAH-data	27
VEDLEGG C: Sulfat og metaller	37
VEDLEGG D: Mutagenitet	41

**LUFTFORURENSNING FRA VEDFYRING.
MÅLINGER I ELVERUM VINTEREN 1983.**

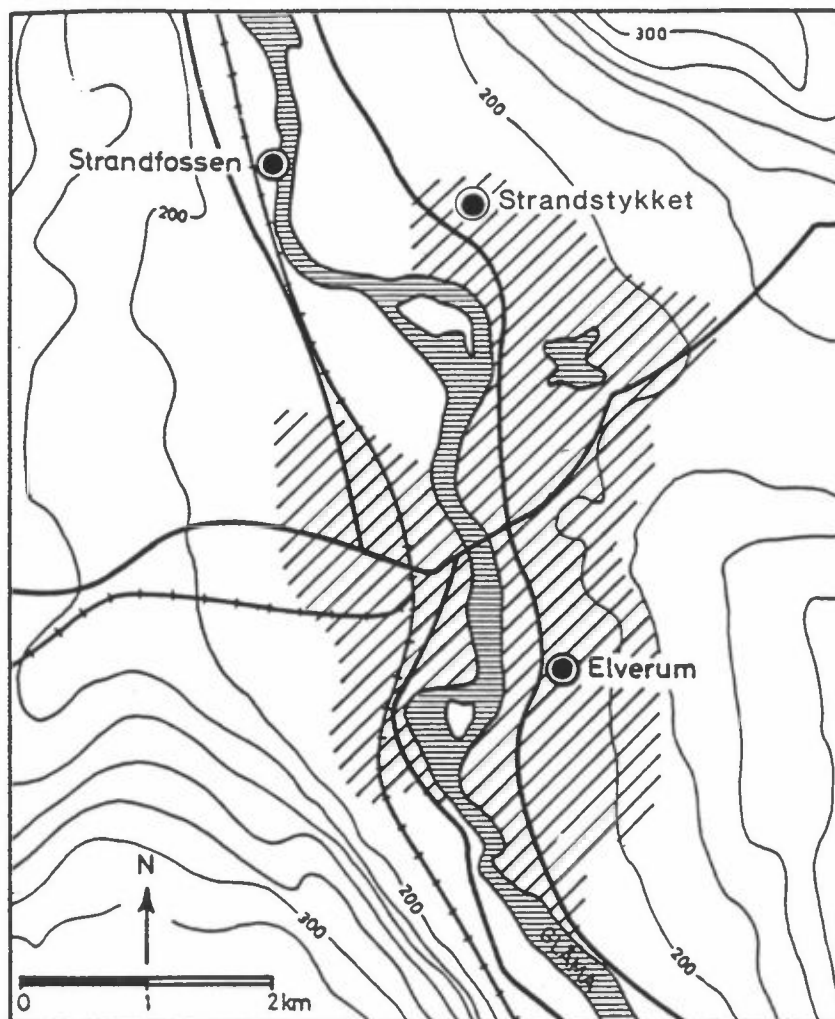
1 INNLEDNING

Hensikten med undersøkelsen har vært å studere luftforurensning i et boligområde der det fyres mye med ved om vinteren. Arbeidet er en fortsettelse av en tidligere undersøkelse i Elverum der det ble målt luftforurensninger nær sentrum av tettstedet. Disse målingene foregikk vintrene 1981 og 1982 og er rapportert tidligere (Ramdahl et al., 1982).

Målingene vinteren 1983 foregikk i et nyere boligområde med tett/lav bebyggelse, Strandstykket, ca. 2 km nord for sentret, se kart i figur 1. Kartet viser også målestedene "Elverum" og "Strandfossen" fra 1981-82.

Strandstykket ble valgt som målested fordi luftforurensningene fra andre kilder enn vedfyring ble antatt å være små. Biltrafikken inne i boligområdet er sterkt begrenset, og hovedoppvarmingen skjer med elektrisitet. Om lag halvparten av boligene bruker ved som tilleggsoppvarming. Boligområdet ligger helt i nordkanten av tettstedet Elverum.

Undersøkelsen er gjennomført som et samarbeid mellom Norsk institutt for luftforskning (NILU), Senter for industriforskning (SI) og U.S. National Bureau of Standards (NBS). NILU har hatt ansvar for vindmålinger, prøvetaking og kjemisk analyse. SI har utført mutagenitetstesting av partiklene. NBS har analysert totalt karbon og isotopen karbon-14. Statens forurensningstilsyn (SFT) har vært oppdragsgiver.



Figur 1: Kartskisse av Elverum.
Målinger av luftforurensning 1983: Strandstykket
Målinger av luftforurensning 1982: Elverum og Strandfossen
Målinger av vind 1982 og 1983: Strandfossen.

2 GJENNOMFØRING

2.1 PRØVETAKING

På Strandstykket ble det plassert to parallelle prøvetakere for gasser og partikler ("PUR-prøvetakere"). Disse samler opp partikler på filter og gasser på propper av polyuretan (PUR). Prøvetakerne hadde impaktorer for å skille ut større partikler som ikke antas å komme fra forbrenning. "Cut-off" for partikkelstørrelse var 2.5 μm aerodynamisk diameter. Partikler med aerodynamisk diameter mindre enn 2-3 μm kalles ofte for respirable partikler, fordi de bringes ned i lungene ved innånding.

Prøvetakingstiden var 24 timer. Det ble i alt samlet inn 15 prøver som vist i tabell 1.

På Strandstykket var det også plassert en prøvetaker for måling av sot. Denne samlet prøver hvert døgn og var i drift i ca. 3 måneder, fra 15.12.1982 til 23.3.1983.

På Strandfossen ble det målt timesverdier av vindstyrke og vindretning 10 m over bakken, fra 21.12.1982 til 24.3.1983.

På Elverum brannstasjon blir det rutinemessig avlest utetemperatur fem ganger pr. døgn.

2.2 ANALYSE

Alle partikkelprøvene fra PUR-prøvetakeren ble analysert med hensyn på mengde, polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), sulfat (SO_4) og metallene bly (Pb), kadmium (Cd), kalium (K), nikkel (Ni), kopper (Cu), jern (Fe) og sink (Zn). 38 PAH-komponenter ble bestemt. Totalt karbon ble bestemt på 10 prøver, og karbon-14 ble bestemt på sju av disse. Ames' test ble benyttet til mutagenitetstest av alle partikkelprøvene.

Bestemmelse av sot skjedde reflektometrisk, dvs. graden av sverting på filterene ble målt.

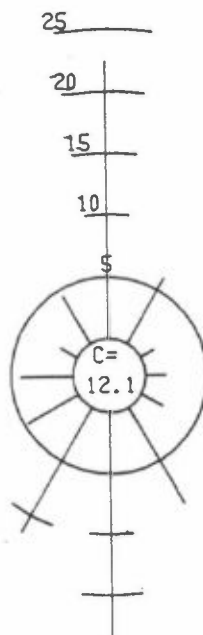
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 VIND OG TEMPERATUR

Sammendrag av vindmålingene er gitt i Vedlegg A. Figur 2 viser vindretningene fordelt på sektorer på 30° . Det var to tydelige hovedvindretninger, vind fra nordlig og sørlig kant, gitt av dalførets orientering. I 12% av tiden var det stille, dvs. mindre vindstyrke enn 0.5 m/s.

For de 15 døgnene med gass- og partikkelprøvetaking er det beregnet middelvindstyrke og middeltemperatur som vist i tabell 1. Vindretningen er også kort beskrevet. Middeltemperaturen er beregnet på en forenklet måte ved å ta aritmetisk middel av observasjonene innenfor hvert prøvetakingsdøgn. Dette antas å gi middeltemperaturen innenfor en usikkerhet på $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

De fleste av døgnene i tabell 1 er delt inn i kategoriene "kald" og "mild". Denne inndelingen er basert på middeltemperaturen med en ca.-grense på -10°C for "kald" og 0°C for mild.



Figur 2: Vindretningsfordeling (%) for Strandfossen, 21.12.1982-24-3.1983. Stolpene viser retningen vinden kommer fra. C betyr forekomst av vindstille, dvs. mindre vindstyrke enn 0.5 m/s.

Tabell 1: Prøvetakingsdøgn for gasser og partikler. Data for vindretning, vindstyrke og middeltemperaturer. Januar-februar 1983.

Prøve nr.	Dato	Vind		Temperatur °C	Kategori
		Retning	Styrke m/s		
1	25.-26.1	V,S	1.3	0	Mild
2	26.-27.1	S	0.9	+1	"
3	31.1-1.2	N	4.2	-14	Kald
4	1.-2.2	N	4.0	-12	"
5	2.-3.2	N	1.5	-14	"
6	3.-4.2	N	1.3	-8	Kald "
7	8.-9.2	N,S	0.5	-16	
8	9.-10.2	S,N,S	0.8	-11	
9	10.-11.2	N	2.6	-7	
10	21.-22.2	-	-	-5	
11	22.-23.2	N	0.4	-9	
12	23.-24.2	N,S	0.5	-11	Kald
13	24.-25.2	N,S	1.3	-10	"
14	25.-26.2	N,S	0.4	-15	"
15	26.-28.2	N,SØ	2.4	-5	

3.2 RESPIRABLE PARTIKLER OG SOT

Konsentrasjonen av respirable partikler for de to prøvetakerne er gitt i tabell 2 sammen med sotkonsentrasjonen i de samme døgnene.

Tabell 2: Konsentrasjon av respirable partikler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for de to parallelle PUR-prøvetakerne og konsentrasjonen av sot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i de samme døgnene. Strandstykket, vinteren 1983.

Prøve nr.	Kategori	Prøvetaker		Middel	Sot
		1	2		
1	Mild	29	31	30	18
2	"	40	40	40	22
3	Kald	21	25	23	16
4	"	28	31	30	12
5	"	56	60	58	40
6	Kald	44	45	45	22
7		80	71	76	41
8		51	46	49	49
9		28	33	31	26
10		39	42	41	23
11		52	55	54	29
12	Kald	57	62	60	30
13	"	40	64	52	37
14	"	76	79	78	40
15		26	28	27	19

Partikkelkonsentrasjonen målt med de to parallelle prøvetakerne var godt korrelert (korrelasjonskoeffisient $r = 0.92$) og avviket i intervallet $40\text{-}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var på mindre enn 10%. Ved konsentrasjoner under $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ var avviket over 10%.

Konsentrasjonen av respirable partikler var høyere på kalde dager enn på milde dager, bortsett fra prøve nr. 3 og 4. Disse to døgnene hadde større vindstyrke enn de øvrige (ca. 4 m/s) og vind fra nordlig kant. Dette ga til og med lavere konsentrasjoner enn i de to milde døgnene (prøve 1 og 2). Middelskonsentrasjonene for kalde og milde døgn er gitt i tabell 3.

Tabell 3: Middelkonsentrasjoner av respirable partikler og sot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Strandstykket, vinteren 1983.

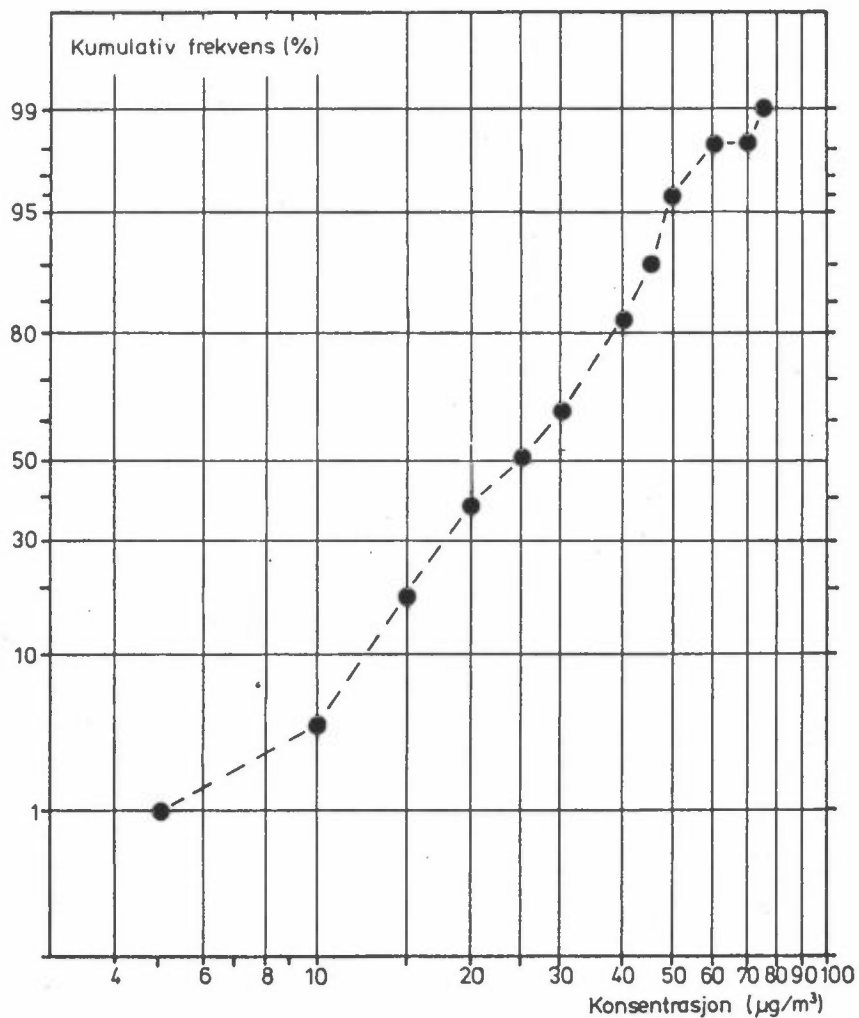
	Respirable partikler	Sot
Kalde døgner, ekskl. prøve 3 og 4	62	40
Prøve 3 og 4	26	14
Milde døgner	35	20

Konsentrasjonen av respirable partikler på Strandstykket var av omtrent samme størrelse som lenger sør i tettstedet vinteren før. Da var middelkonsentrasjonen på kalde og milde døgner henholdsvis $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ramdahl et al., 1982). Prøvetakingsutstyret var imidlertid annerledes, slik at resultatene ikke er direkte sammenliknbare.

Regresjonslikningen mellom respirable partikler, temperatur og vindstyrke

$$(\text{Respirable part.}) = - 2.1 (\text{Temp.}^{\circ}\text{C}) - 10.6 (\text{Vindstyrke m/s}) + 43$$

hadde høy korrelasjonskoeffisient ($r = 0.95$). Temperaturen har betydning både for utslippsmengde og for spredning (vertikal blanding). Vindstyrken bestemmer horisontal utlufting og delvis vertikal blanding.



Figur 3: Kumulativ frekvensfordeling av sotkonsentrasjoner, Strandstykket, 15.12.1982-23.3.1983

Konsentrasjonen av sot ble målt 98 døgn i alt. Konsentrasjonsfordelingen er gitt i figur 3. Høyeste verdi var $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (28.-29.12.82), medianverdien var $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og aritmetisk middel var $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Flertallet av de høye sotkonsentrasjonene forekom ved lav temperatur, men det var også tilfeller av høye konsentrasjoner ved temperaturer omkring 0°C , som vist i tabell 4. Korrelasjonskoeffisienten mellom sotkonsentrasjon og temperatur var lav ($r = 0.18$) og ikke signifikant forskjellig fra null ved 5% signifikansnivå.

Tabell 4: De ti høyeste konsentrasjonene av sot med tilhørende gjennomsnittstemperatur, Strandstykket vinteren 1982-83.

Sotkonsentrasjon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Dato
78	-9	28.-29.12
74	-2	26.-27.12
59	-9	18.-19.12
49	-11	9.-10.2
47	-13	16.-17.1
47	0	24.-25.1
46	-13	17.-18.12
46	-4	31.12.-1.1
46	+1	20.-21.1
43	+3	11.-12.1

Respirable partikler ble målt bare i ett av døgnene i tabell 3, nemlig 9-10.2 (prøve nr. 8). Partikkelkonsentrasjonen var $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dvs. den samme som sotkonsentrasjonen.

Generelt var konsentrasjonen av respirable partikler høyere enn konsentrasjonen av sot. Korrelasjonskoeffisienten mellom de to parametrene var 0.78.

3.3 POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER (PAH)

Fullstendige analyseresultater er gitt i Vedlegg B. I alt 38 komponenter ble bestemt. Ca. 15 av disse forekom vanligvis i både gass- og partikkelform, ca. 10 bare i partikkelform og ca. 13 bare i gassform. Stoffenes damptrykk bestemmer forekomsten i gass- og partikkelform. De "lettere" komponentene er i gassform, mens de "tyngre" er i partikkelform. Samlet konsentrasjon av PAH i gass- og partikkelform er gitt i tabell 5, mens gjennomsnitt for kalde og milde døgn er gitt i tabell 6.

Tabell 5: Samlet PAH-konsentrasjon i partikkel- og gassform, Strandstykket, vinteren 1983.

Prøve nr.	Kategori	PAH-konsentrasjon (ng/m ³)		
		Partikler	Gasser	Sum
1	Mild	46	294	340
2	"	88	477	565
3	Kald	75	263	388
4	"	133	398	531
5	"	151	612	763
6	Kald	176	716	892
7		202	839	1041
8		136	524	660
9		74	343	417
10		102	325	427
11		134	436	570
12	Kald	172	496	668
13	"	83	434	517
14	"	138	423	561
15		76	244	320

Tabell 6: Middelkonsentrasjoner av PAH for kalde og milde døgn (ng/m³), Strandstykket vinteren 1983.

	Partikler	Gasser	Sum
Kalde døgn, ekskl. prøve 3 og 4	147	555	702
Prøve 3 og 4	104	331	435
Milde døgn	67	386	453

Av de enkelte PAH-komponentene er koronen typisk for bileksos. Andelen koronen i bileksos er anslått til gjennomsnittlig ca. 3% om vinteren og 1.5-2% om sommeren. Andelen av koronen i prøvene fra Strandstykket varierte fra 0.05% til 0.66% med et gjennomsnitt på 0.42%. Dette tyder på at PAH-bidraget fra bileksos var lite.

Den høyeste konsentrasjonen av PAH forekom i prøve 7, som var i kategori kald. Konsentrasjonen var totalt 1041 ng/m^3 , derav 202 ng/m^3 på partikler. Dette var lavere enn på målestedet Elverum vinteren 1982, med høyeste konsentrasjon 497 ng/m^3 og middelkonsentrasjonen på kalde døgn 254 ng/m^3 på partikler (Ramdahl et al., 1982).

Denne forskjellen kan skyldes tilfeldige variasjoner fordi relativt få prøver ble samlet inn, eller den kan skyldes større bidrag fra trafikk og fyring med olje nær sentrum av tettstedet.

3.4 KARBON

National Bureau of Standards (NBS) i USA har analysert totalt karbon i 10 prøver, og karbon-14 i sju prøver. Karbon-14 er en radioaktiv isotop som fins naturlig i atmosfærens karbondioksid (CO_2) og er dannet bl.a. ved kosmisk stråling. Halveringstiden er 5730 år. Det vil si at biomasse har et innhold av karbon-14 som omtrent tilsvarer atmosfærens CO_2 , mens fossilt brensel ikke inneholder karbon-14. Ved å analysere totalt karbon og karbon-14 får en derfor kjennskap til mengden av karbon som kommer fra vedfyring (Currie et al., 1980, Currie, 1982). Analyseresultatene er gitt i tabell 7.

Tabell 7: Analyseresultater for totalt karbon og karbon fra vedfyring, Strandstykket, vinteren 1983.

Prøve nr.	Kategori	Totalt karbon ($\mu\text{g/m}^3$)	Karbon fra vedfyring	
			($\mu\text{g/m}^3$)	Prosent
1	Mild	15.0	13.5	90
2	"	21.0		
3	Kald	11.7	11.1	95
4	"	16.5		
5	"	34.4	32.7	95
7	Kald	42.9		
8	"	35.1	34.4	98
12	Kald	31.1	25.8	83
13	"	28.6	25.2	88
14	"	36.5	34.7	95

Andelen av karbon fra vedfyring var høy i alle de analyserte prøvene, fra 83% til 98%. Det var ingen klar forskjell mellom mild prøve (nr. 1) og de kalde prøvene.

De absolutte konsentrasjonene var imidlertid mye lavere for prøve 1 og 2 (milde) og prøve 3 og 4 (sterk vind) enn for de øvrige, kalde prøvene, som vist i tabell 8. I tabell 8 er det ikke samme antall prøver av totalt karbon og karbon fra vedfyring, jfr. tabell 7.

Tabell 8: Middelkonsentrasjoner av karbon for kalde og milde døgn ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Strandstykket, vinteren 1983.

	Totalt karbon	Karbon fra vedfyring
Kalde døgn ekskl. prøve 3 og 4	34.8	30.6
Prøve 3 og 4	14.1	11.1
Milde døgn	18.0	13.5

Konsentrasjonene av totalt karbon og karbon fra vedfyring var litt høyere på Strandstykket enn på målestedet nær sentrum av tettstedet året før. Da var gjennomsnittet for kalde prøver $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for totalt karbon og $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for karbon fra vedfyring.

3.5 SULFAT OG METALLER

Konsentrasjonene av sulfat og metaller er gitt i Vedlegg C. I tabell 9 er konsentrasjonene gitt som gjennomsnitt for kalde og milde døgn som tidligere.

Tabell 9: Gjennomsnittskonsentrasjoner (ng/m^3) av sulfat, bly, kadmium, kalium, nikkel, sink, kopper og jern, Strandstykket, vinteren 1983.

	SO_4	Pb	Cd	K	Ni	Zn	Cu	Fe
Kalde døgner, ekskl. prøve 3 og 4	1002	155	1.14	172	1.7	99	1.1	18
Prøve 3 og 4	355	48	0.59	53	1.0	43	0.8	5
Milde døgner	255	138	0.41	95	1.8	33	5.0	8

Resultatene viser variasjoner som til en viss grad likner de øvrige stoffene, men med enkelte unntak. Konsentrasjonen av bly og nikkel varierte forholdsvis lite mellom kalde og milde døgner. Konsentrasjonen av kopper var høyest for milde døgner, og dette skyldes svært høy konsentrasjon i prøve nr. 1.

Kalium har vært foreslått som sporstoff for vedrøyk i atmosfæren. Korrelasjonen med karbon fra vedfyring var forholdsvis god ($r = 0.82$), men neppe god nok til at kalium kan erstatte karbon-14 som entydig sporstoff for vedrøyk.

Konsentrasjonen av bly gir grunnlag får å anslå bidraget til partikkelkonsentrasjonen fra biltrafikk. Hvis en regner at blyinnholdet i respirable partikler i bileksos er 10%, blir bidraget fra biltrafikk $1.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på kalde døgner og $1.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på milde døgner, jfr. tabell 8. Konsentrasjonen av respirable partikler var $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på kalde døgner og $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på milde døgner, jfr. tabell 3. Dette gir et bidrag fra biltrafikk på 2.6% på kalde døgner og 3.9% på milde døgner.

Hvis innholdet av bly i respirable partikler i bileksos er 5% istedenfor 10%, blir bidragene fra biltrafikk av respirable partikler dobbelt så store, 5.2% på kalde døgner og 7.8% på milde døgner. Bidraget fra biltrafikk til konsentrasjonen av respirable partikler ser altså ut til å være relativt lite.

3.6 MUTAGENITET

Mutagenitet i prøvene er bestemt av Senter for industriforskning (SI). Fullstendige måleresultater er gitt i Vedlegg D. Mutageniteten ble målt ved bruk av Salmonella-bakterien TA98 med og uten tilsats av leverenzymmer (S9). Resultatene er sammenfattet i tabell 10.

Tabell 10: Gjennomsnittsverdier for mutagenitet, (antall revertanter pr. m³), Strandstykket, vinteren 1983.

	Salmonella-bakterien TA98	
	Uten S9	Med S9
Kalde døgner, ekskl. prøve 3 og 4	14	32
Prøve 3 og 4	7	9
Milde døgner	6	16

Mutageniteten var høyest med tilsats av S9. Dette kan tyde på høyt innhold av usubstituerte PAH-stoffer, som alle må omdannes av enzymer for å være aktive i salmonella-testen.

Variasjonen mellom kalde og milde døgner var stort sett den samme for mutagenitet som for PAH og karbon. Mutageniteten med tilsats av S9 var omtrent som på målestedet Elverum i 1982, mens mutageniteten uten tilsats av S9 var høyere i 1982.

4 KONKLUSJON

Målingene av luftforurensning på Strandstykket i utkanten av Elverum tettsted viste gjennomgående høyere konsentrasjoner på kalde dager enn på milde. Dette gjaldt særlig for stoffer som kommer fra fyring med ved: respirable partikler, sot, PAH og karbon.

Sammenliknet med målingene i 1982 nær sentrum av tettstedet, var konsentrasjonen av respirable partikler omtrent den samme, konsentrasjonen av PAH var høyest i 1982, mens konsentrasjonen av karbon var høyest i 1983. Mutageniteten var til dels høyere i 1982 enn i 1983.

Høyeste døgnmiddelverdi av respirable partikler og sot var ca. $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Høyeste døgnmiddelverdi av PAH var ca. $200 \text{ ng}/\text{m}^3$ på partikler og ca. $800 \text{ ng}/\text{m}^3$ i gassform. Disse PAH-konsentrasjonene er av omtrent samme størrelse som det som måles i langt større byer og tettsteder.

Andelen av karbon fra vedfyring var 85-95% av totalt karbon. Målingene av karbon viser at fossile brensler bidro lite til luftforurensningene. Konsentrasjonen av bly var lav med høyeste døgnverdier inntil $200 \text{ ng}/\text{m}^3$. Dette bekrefter at biltrafikken bidro svært lite til luftforurensningene.

5 REFERANSELISTE

Currie, L.A., Klouda, G.A. og Cooper, J.A. (1980) Mini-radiocarbon measurements, chemical selectivity, and the impact of man on environmental pollution and climate. Radiocarbon, 22, 349-362.

Currie, L.A. (1982) Contemporary particulate carbon. I: Particulate carbon: Atmospheric life cycle. Ed. by T.A. Wolff og R.L. Klimisch. N.Y., Plenum Publishing Co, pp. 245-260.

Ramdahl, T., Schjoldager, J., Hanssen, J.E. og Møller, M. (1982) Luftforurensning fra vedfyring. Målinger i Elverum vintrene 1981 og 1982. Lillestrøm-Oslo (NILU OR 54/82, SI rapport nr. 82 01 36-1).

VEDLEGG A

Sammendrag av vinddata fra Strandfossen

21.12.82-24.3.83

SEKTOR	VINDROSE KL			DØGN
	1	4	Klokkeslett	
Vindretning	Vindretningsfordeling (%) for gitte klokkeslett			Total vindretningsfordeling (%), gjennomsnitt over døgn
STILLE	Vindstillefrekvens (%)			
ANT.OBS.	Antall observasjoner			
MIDL.VIND	Midlere vindstyrke (m/s) for gitte klokkeslett			

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	Vindretning	360	TOTAL
Vindstyrkeklasser	Frekvens (%) for gitte vindretninger				Fordeling på vindstyrkeklasser, alle vindretn.
TOTAL	Total vindrose (%), tilsvarer DØGN-kolonnen ovenfor				100.0
MIDL.VIND M/S	Midlere vindstyrke (m/s) for gitte vindretninger				
ANT. OBS.	Antall observasjoner				

SEKTOR	VINDROSE KL.								DØGN
	1	4	7	10	13	16	19	22	
20-40	9.4	6.0	5.8	8.5	4.6	5.8	1.2	4.6	6.1
50-70	1.2	1.2	.0	.0	2.3	3.5	.0	.0	1.2
80-100	.0	1.2	1.2	2.4	2.3	.0	2.4	1.1	1.6
110-130	2.4	2.4	2.3	.0	2.3	1.2	4.8	2.3	2.0
140-160	12.9	10.8	5.8	13.4	12.6	12.8	6.0	6.9	9.1
170-190	14.1	9.6	12.8	17.1	20.7	20.9	21.7	23.0	18.6
200-220	10.6	14.5	12.8	12.2	13.8	15.1	8.4	8.0	11.6
230-250	4.7	2.4	2.3	7.3	6.9	5.8	9.6	3.4	4.7
260-280	5.9	2.4	5.8	2.4	4.6	5.8	3.6	10.3	4.2
290-310	2.4	.0	1.2	.0	1.1	.0	1.2	2.3	1.6
320-340	1.2	4.8	5.8	4.9	3.4	4.7	3.6	5.7	4.5
350-10	20.0	27.7	25.6	22.0	21.8	18.6	24.1	20.7	22.5
STILLE	15.3	16.9	18.6	9.8	3.4	5.8	13.3	11.5	12.1
ANT.OBS.	85	83	86	82	87	86	83	87	2036
MIDL.VIND	1.4	1.7	1.4	1.7	1.9	1.7	1.3	1.4	1.6

VINDANALYSE

DØGNMIDDEL	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	TOTAL
STILLE													12.1
.1- 2.0 M/S	3.7	.8	1.2	1.6	6.8	15.8	10.7	3.8	3.5	1.5	3.5	10.0	62.9
2.1- 4.0 M/S	1.6	.3	.4	.4	1.8	2.4	.9	.8	.7	.1	.4	7.0	16.9
4.1- 6.0 M/S	.3	.0	.0	.0	.5	.4	.0	.1	.0	.0	.5	3.7	5.6
OVER 6.0 M/S	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.8	2.4
TOTAL	6.1	1.2	1.6	2.0	9.1	18.6	11.6	4.7	4.2	1.6	4.5	22.5	100.0
MIDL.VIND M/S	2.3	1.7	1.5	1.4	1.5	1.3	1.0	1.3	1.3	1.1	1.7	2.8	1.6
ANT. OBS.	124	24	33	41	186	379	237	96	86	33	91	459	2036
MIDLERE VINDSTYRKE FOR HELE DATASETTET ER 1.5 M/S, BASERT PÅ 2101 OBSERVASJONER													

VEDLEGG B

Konsentrasjoner av PAH, ng/m³,
Strandstykket, vinteren 1983.

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve 1, 25.-26.1.83			Prøve 2, 26.-27.1.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		9.0			24.3	
Methylnitrophenol		0.6			0.9	
2-Methylnaphthalene		4.4			9.0	
1-Methylnaphthalene		3.2			6.4	
Ethylnitrophenol		1.0			2.5	
Biphenyl		6.7			16.1	
Acenaphthylene		23.9			77.3	
Acenaphthene		14.9			17.1	
Dibenzofuran		57.7			74.7	
Fluorene		24.5			35.6	
Methylbenzofuran		5.8			12.6	
Methylbenzofuran		5.1			10.0	
Dibenzothiophene		2.6			6.7	
Phenanthrene	0.1	52.9	53.0	0.4	78.4	78.8
Anthracene		8.4		~0.1	14.5	14.6
2-Methylphenanthrene	0.1	8.2	8.3	0.2	9.7	9.9
2-Methylanthracene		5.7		~0.2	7.5	7.7
1-Methylphenanthrene	0.1	6.9	7.0	0.3	7.9	8.2
2-Phenylnaphthalene						
Fluoranthene	2.0	18.7	20.7	5.4	26.1	31.5
Acephenanthylene	0.4	0.8	1.2	1.4	2.6	4.0
Pyrene	2.4	14.9	17.3	7.3	20.1	27.4
Benzo(a)fluorene	1.5	3.7	5.2	4.1	4.3	8.4
Retene	1.5	8.0	9.5	5.9	5.2	11.1
Benzo(b)fluorene	0.7	1.6	2.3	2.0	3.1	5.1
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	0.2	1.3	1.5	0.5	1.1	1.6
Benzo(g,h,i)fluoranthene	3.4	1.3	4.7	4.8	1.4	6.2
Cyklopenta(c,d)pyrene	1.3			3.2		
Benzo(a)anthracene	4.1	0.8	4.9	7.3	0.9	8.2
Chrysene/Thriphenylene	5.1	0.9	6.0	8.5	0.9	9.4
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	7.9			11.8		
Benzo(e)pyrene	2.5			7.3		
Benzo(a)pyrene	3.4			5.3		
Perylene	0.6			1.2		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	2.8			3.7		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	0.8			1.0		
Benzo(g,h,i)perylene	3.0			3.4		
Anthanthrene	0.9			0.6		
Coronene	1.6			2.0		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	46.4	294	340	87.9	477	565

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve 3, 31.1-1.2.83			Prøve 4, 1.-2.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		14.5			61.2	
Methylnitrophenol		1.9			1.7	
2-Methylnaphthalene		5.8			26.8	
1-Methylnaphthalene		5.2			21.4	
Ethylnitrophenol		3.1			3.5	
Biphenyl		14.2			24.1	
Acenaphthylene		17.2			61.8	
Acenaphthene		8.3			11.5	
Dibenzofuran	0.6	78.0	78.6	0.5	63.0	63.5
Fluorene		15.6			18.1	
Methylbenzofuran		4.1			4.1	
Methylbenzofuran		5.7			5.0	
Dibenzothiophene		3.4			2.5	
Phenanthrene	1.4	42.1	43.5	4.8	48.0	52.8
Anthracene	0.2	11.5	11.7	0.9	7.7	8.6
2-Methylphenanthrene	0.6	5.6	6.2	1.4	6.5	7.9
2-Methylanthracene	0.3	1.5	1.8	0.6	2.3	2.9
1-Methylphenanthrene	0.7	3.8	4.5	1.5	4.3	5.8
2-Phenylnaphthalene						
Fluoranthene	8.2	10.0	18.2	16.1	11.4	27.5
Acephenanthylene	2.0	0.4	2.4	4.1	0.4	4.5
Pyrene	8.4	7.3	15.7	15.6	8.0	23.6
Benzo(a)fluorene	4.1	1.2	5.3	6.6	1.2	7.8
Retene	2.5	1.6	4.1	4.5	1.8	6.3
Benzo(b)fluorene	2.1	0.7	2.8	4.5	0.8	5.3
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	1.8			2.1		
Benzo(g,h,i)fluoranthene	3.3	0.3	3.6	5.2	0.3	5.5
Cyklopenta(c,d)pyrene	2.5		2.5	4.2		
Benzo(a)anthracene	4.8	0.1	4.9	7.6	0.3	7.9
Chrysene/Thriphenylene	5.6	0.2	5.8	9.1	0.6	9.7
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	7.8			12.5		
Benzo(e)pyrene	2.8			5.2		
Benzo(a)pyrene	4.0			6.4		
Perylene	0.8			1.5		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	3.4			5.8		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	0.9			1.9		
Benzo(g,h,i)perylene	2.8			5.1		
Anthanthrene	1.3			2.3		
Coronene	1.9			3.2		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	74.8	263	338	133	398	531

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve 5, 2.-3.2.83			Prøve 6, 3.-4.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		58.7			164	
Methylnitrophenol		3.8			2.7	
2-Methylnaphthalene		23.7			30.6	
1-Methylnaphthalene		21.6			23.8	
Ethylnitrophenol		7.5			6.2	
Biphenyl		38.5			36.1	
Acenaphthylene		46*			112	
Acenaphthene		21.0			21.6	
Dibenzofuran		88.3			78.5	
Fluorene		37.5			38.7	
Methylbenzofuran		10.5			9.4	
Methylbenzofuran		8.6			9.0	
Dibenzothiophene		6.5			5.0	
Phenanthrene	5.5	91.8	97.3	6.3	103	109
Anthracene	1.1	18.1	19.2	1.2	14.2	15.4
2-Methylphenanthrene	1.4	9.0	10.4	1.7	8.7	10.4
2-Methylanthracene	0.5	3.6	4.1	0.8	2.6	3.4
1-Methylphenanthrene	2.0	7.4	9.4	2.3	7.9	10.2
2-Phenylnaphthalene						
Fluoranthene	21.0	20.4	41.4	23.7	18.4	42.1
Acephenanthylene	5.1	1.4	6.5	6.0	0.6	6.6
Pyrene	21.5	14.7	36.2	24.0	13.6	37.6
Benzo(a)fluorene	8.0	0.9	8.9	9.4	2.1	11.5
Retene	9.1	1.5	10.6	6.0	4.7	10.7
Benzo(b)fluorene	3.8	0.5	4.3	4.5	1.4	5.9
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	0.8			4.1	0.3	4.4
Benzo(g,h,i)fluoranthene	8.6	0.2	8.8	7.5	0.5	8.0
Cyklopenta(c,d)pyrene	5.6			6.2		
Benzo(a)anthracene	9.4	0.1	9.5	9.5	0.2	9.7
Chrysene/Thriphenylene	10.6	0.2	10.8	10.4	0.4	10.8
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	15.0			12.5		
Benzo(e)pyrene	5.2			6.6		
Benzo(a)pyrene	6.1			8.0		
Perylene	1.3			2.1		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	3.3			6.0		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	1.0			2.3		
Benzo(g,h,i)perylene	2.7			6.4		
Anthanthrene	1.0			3.8		
Coronene	1.2			4.5		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	151	612	863	176	716	892

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve 7, 8.-9.2.83			Prøve 8, 9.-10.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		110			45.0	
Methylnitrophenol		7.8			3.8	
2-Methylnaphthalene		60.2			18.3	
1-Methylnaphthalene		51.9			15.3	
Ethylnitrophenol		12.2			8.2	
Biphenyl		53.7			32.0	
Acenaphthylene		161			66.7	
Acenaphthene		30.9			24.7	
Dibenzofuran		104			92.4	
Fluorene		49.4			40.9	
Methylbenzofuran		13.3			13.4	
Methylbenzofuran		11.7			12.9	
Dibenzothiophene		9.3			8.5	
Phenanthrene	6.4	98.3	105	3.2	74.5	77.7
Anthracene	1.1	20.1	21.2	0.5	14.9	15.4
2-Methylphenanthrene	2.7	9.5	12.2	1.3	9.0	10.3
2-Methylanthracene	0.9	5.3	6.2	0.3	6.8	7.1
1-Methylphenanthrene	3.1	8.1	11.2	1.3	6.9	8.2
2-Phenylnaphthalene						
Fluoranthene	27.1	11.7	38.8	14.2	13.4	27.6
Acephenanthylene	7.8	0.7	8.5	4.0	1.7	5.7
Pyrene	25.5	7.6	33.1	14.9	9.5	24.4
Benzo(a)fluorene	10.1	0.6	10.7	7.7	1.2	8.9
Retene	212	1.0	22.2	10.4	2.2	12.6
Benzo(b)fluorene	5.1	30.3	5.4	3.8	0.5	4.3
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	1.1			2.0	0.1	2.1
Benzo(g,h,i)fluoranthene	10.5			7.7	0.2	7.9
Cyklopenta(c,d)pyrene	7.7			5.1		
Benzo(a)anthracene	12.3			8.9	0.2	9.1
Chrysene/Thriphenylene	14.2			10.4	0.3	10.7
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	19.7			14.5		
Benzo(e)pyrene	5.4			4.8		
Benzo(a)pyrene	7.8			6.6		
Perylene	1.3			1.4		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	4.6			4.6		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	1.3			1.4		
Benzo(g,h,i)perylene	3.2			3.7		
Anthanthrene	1.4			1.6		
Coronene	0.5			1.7		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	202	839	1041	136	524	660

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve 9, 10.-11.2.83			Prøve10, 21.-22.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		10.8			19.4	
Methylnitrophenol		~0.4			1.6	
2-Methylnaphthalene		3.6			3.9	
1-Methylnaphthalene		2.4			2.3	
Ethylnitrophenol		2.1			3.2	
Biphenyl		7.9			11.4	
Acenaphthylene		11.9			20.1	
Acenaphthene (+ Methylbitenyl)		12.2		*	15.1	
Dibenzofuran		46.9			61.3	
Fluorene		28.0			25.0	
Methylbenzofuran		5.6			4.6	
Methylbenzofuran		7.6			6.1	
Dibenzothiophene		3.6			3.0	
Phenanthrene	0.7	96.6	97.3	1.0	61.9	62.9
Anthracene		15.5		0.1	9.4	9.5
2-Methylphenanthrene	0.2	7.4	7.6	0.4	7.6	8.0
2-Methylanthracene	0.1	2.8	2.9	0.2	11.7	11.9
1-Methylphenanthrene	0.2	7.1	7.3	0.6	6.8	7.4
2-Phenylnaphthalene						
Fluoranthene	4.8	29.6	34.4	8.2	18.1	27.3
Acephenanthylene	1.1	2.3	3.4	1.9	1.5	3.4
Pyrene	6.3	22.9	29.2	9.1	14.7	23.8
Benzo(a)fluorene	3.7	3.9	7.6	4.8	3.3	8.1
Retene	2.3	3.1	5.4	5.5	8.2	13.7
Benzo(b)fluorene	1.5	2.9	4.4	3.1	1.4	4.5
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	2.9	2.3	5.2	4.5	1.0	5.5
Benzo(g,h,i)fluoranthene	3.9	1.6	5.5	5.3	0.7	6.0
Cyklopenta(c,d)pyrene	2.5	0.9	3.4	2.8		
Benzo(a)anthracene	5.9	1.1	7.0	7.6	0.4	8.0
Chrysene/Thriphenylene	6.8			8.7	0.4	9.1
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	10.0			12.0		
Benzo(e)pyrene	3.5			4.2		
Benzo(a)pyrene	4.7			6.1		
Perylene	1.1			1.1		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	3.5			4.7		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	0.9			1.4		
Benzo(g,h,i)perylene	3.5			4.3		
Anthanthrene	1.6			1.5		
Coronene	2.2			2.8		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	73.9	343	417	102	325	427

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve11, 22.-23.2.83			Prøve12, 23.-24.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		47.3			58.4	
Methylnitrophenol		3.8			5.2	
2-Methylnapthalene		13.8			17.4	
1-Methylnapthalene		11.0			14.8	
Ethylnitrophenol		6.9			8.9	
Biphenyl		29.7			34.4	
Acenaphthylene		47.1			70.5	
Acenaphthene		17.3			18.9	
Dibenzofuran		67.3			76.0	
Fluorene		28.7			29.7	
Methylbenzofuran		6.2			8.4	
Methylbenzofuran		6.7			7.7	
Dibenzothiophene		3.5			4.4	
Phenanthrene	3.1	67.4	70.5	3.0	70.9	73.9
Anthracene	0.5	10.8	11.3	0.5	12.8	13.3
2-Methylphenanthrene	0.9	6.2	7.1	1.3	7.9	9.2
2-Methylanthracene	0.4	19.8	20.2	0.5	4.1	4.6
1-Methylphenanthrene	1.0	3.9	4.9	1.5	6.7	8.2
2-Phenylnapthalene						
Fluoranthene	13.9	18.5	32.4	19.2	18.7	37.9
Acephenanthylene	3.1	0.4	3.5	4.7	~1.0	5.7
Pyrene	14.5	13.9	28.4	20.4	13.7	34.1
Benzo(a)fluorene	7.3	1.8	9.1	9.6	1.5	11.1
Retene	7.5	2.3	9.8	10.1	2.2	12.3
Benzo(b)fluorene	3.5	1.1	4.6	4.5	1.0	5.5
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	5.2	<0.1	5.3	7.2		
Benzo(g,h,i)fluoranthene	6.8	0.4	7.2	8.5	0.3	8.8
Cyklopenta(c,d)pyrene	3.8			6.1		
Benzo(a)anthracene	8.5	0.2	8.7	10.6	0.2	10.8
Chrysene/Thriphenylene	9.8	0.2	10.0	12.1	0.3	12.4
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	13.6			16.0		
Benzo(e)pyrene	4.6			5.1		
Benzo(a)pyrene	6.7			8.5		
Perylene	1.5			1.6		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	5.6			6.7		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	1.9			1.7		
Benzo(g,h,i)perylene	4.6			5.8		
Anthanthrene	1.9			2.6		
Coronene	3.5			4.4		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	134	436	570	172	496	668

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve13, 24.-25.2.83			Prøve14, 25.-26.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		50.0			34.8	
Methylnitrophenol		5.2			3.7	
2-Methylnaphthalene		12.1			7.9	
1-Methylnaphthalene		8.0			6.0	
Ethylnitrophenol		8.2			7.9	
Biphenyl		24.8			28.7	
Acenaphthylene		60.0			50.0	
Acenaphthene		7.0			19.0	
Dibenzofuran		90.0			78.6	
Fluorene		24.1			28.1	
Methylbenzofuran		5.9			8.2	
Methylbenzofuran		8.0			7.6	
Dibenzothiophene		3.4			5.1	
Phenanthrene	2.3	62.9	65.2	1.7	64.2	65.9
Anthracene	0.4	9.2	9.6	0.2	11.4	11.6
2-Methylphenanthrene	0.8	7.8	8.6	0.6	8.0	8.6
2-Methylanthracene	0.4	5.3	5.7	0.2	6.3	6.5
1-Methylphenanthrene	0.6	4.9	5.5	1.0	7.1	8.1
2-Phenylnaphthalene						
Fluoranthene	8.4	17.1	25.5	15.7	18.7	34.4
Acephenanthylene	2.3			3.5*	1.5	5.0
Pyrene	8.7	13.0	21.7	17.5*	13.7	31.2
Benzo(a)fluorene	3.9	1.8	5.7	7.5	1.7	9.2
Retene	4.6	4.1	8.7	12.6	3.5	16.1
Benzo(b)fluorene	1.6	0.3	1.9	5.0	1.1	6.1
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	3.6			1.8	0.1	1.9
Benzo(g,h,i)fluoranthene	4.8	0.6	5.4	5.8	0.3	6.1
Cyklopenta(c,d)pyrene	2.6			3.9		
Benzo(a)anthracene	5.3			9.8		
Chrysene/Thriphenylene	6.2	0.3	6.5	12.8		
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	9.4			14.6		
Benzo(e)pyrene	2.9			4.3		
Benzo(a)pyrene	3.8			7.2		
Perylene	0.7			1.4		
Inden-(1,2,3,-c,d)pyrene	2.9			4.4		
Dibenzo(a,c/a,h)anthracenes	0.8			1.5		
Benzo(g,h,i)perylene	2.7			3.1		
Anthanthrene	1.0			1.0		
Coronene	2.0			0.9		
1,2,4,5-Dibenzopyrene						
Total	82.7	434	517	138	423	561

Konsentrasjon av PAH, ng/m ³	Prøve 15, 26.-28.2.83		
	Parti- kulær	Gass- formig	Total
Napthalene		3.4	
Methylnitrophenol		~0.2	
2-Methylnapthalene		1.0	
1-Methylnapthalene		0.9	
Ethylnitrophenol		~0.2	
Biphenyl		3.6	
Acenaphthylene		5.7	
Acenaphthene		4.9	
Dibenzofuran		37.3	
Fluorene		18.8	
Methylbenzofuran		2.6	
Methylbenzofuran		4.1	
Dibenzothiophene		1.7	
Phenanthrene	1.0	78.7	79.7
Anthracene	0.1	11.9	12.0
2-Methylphenanthrene	0.4	8.0	8.4
2-Methylanthracene	0.1	1.5	1.6
1-Methylphenanthrene	0.9	8.1	9.0
2-Phenylnapthalene			
Fluoranthene	6.5	23.2	29.7
Acephenanthylene		~0.9	
Pyrene	6.7	17.3	24.0
Benzo(a)fluorene	3.2	3.0	6.2
Retene	2.6	2.1	4.7
Benzo(b)fluorene	2.4	2.1	4.5
Dimethyl/ethyl-fluoranthene/pyrene	0.3	0.2	0.5
Benzo(g, h, i)fluoranthene	3.1	1.0	4.1
Cyklopenta(c, d)pyrene	3.0		
Benzo(a)anthracene	7.1	0.6	7.7
Chrysene/Thriphenylene	8.4	0.7	9.1
Benzo(b/j/k)fluoranthenes	11.1		
Benzo(e)pyrene	3.5		
Benzo(a)pyrene	5.6		
Perylene	1.1		
Inden-(1, 2, 3, -c, d)pyrene	3.1		
Dibenzo(a, c/a, h)anthracenes	1.3		
Benzo(g, h, i)perylene	2.7		
Anthanthrene	1.1		
Coronene	1.1		
1, 2, 4, 5-Dibenzopyrene			
Total	76.4	244	320

VEDLEGG C

Måleresultater for sulfat, metaller,
respirable partikler, sot og temperatur.

Prøve nr.	Kategori	Respirable partikler	Sot	Temperatur	Sulfat	Pb	Cd	K	Ni	Zn	Cu	Fe
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$^{\circ}\text{C}$								
1	Mild	30	18	0	290	130	0.19	120	1.5	35	8.0	10
2	"	39	22	1	220	145	0.62	70	2.0	30	2.0	5
3	Kald	23	16	-14	240	30	0.79	40	1.0	55	1.0	10
4	"	29	12	-12	470	65	0.39	65	1.0	30	0.5	5
5	"	58	40	-14	430	110	1.63	140	1.0	120	1.0	5
6	Kald	45	22	-8	380	100	0.41	90	0.3	45	1.0	5
7		76	41	-16	810	200	1.11	225	2.0	105	0.5	20
8		49	49	-11	960	165	0.72	225	2.0	75	0.5	20
9		31	26	-7	440	50	0.33	65	1.5	30	0.5	5
10		41	23	-5	210	85	0.72	85	3.0	30	1.0	15
11		53	29	-9	430	105	0.78	110	2.0	50	0.5	30
12	Kald	60	30	-11	700	145	1.04	130	3.0	60	0.5	15
13	"	52	37	-10	1230	155	1.13	145	0.5	130	1.0	10
14	"	77	40	-15	1880	155	1.22	165	1.5	105	3.0	35
15		27	19	-5	820	40	0.36	70	0.5	35	0.5	10
Prøve nr. 3 og 4		26	14		355	48	0.59	53	1.0	43	0.8	5
Øvrige kalde		62	40		1002	155	1.14	172	1.7	99	1.1	18
Milde		35	20		255	138	0.41	95	1.8	33	5.0	8

VEDLEGG D

Mutagenitetstesting
(Utført av Senter for industriforskning, SI),
Strandfossen, vinteren 1983.

MUTAGENITETSTESTING

Beskrivelse av Ames' test er gitt tidligere (Ramdahl et al., 1982). Prøvene ble testet med bakteriestammen TA98, som vanligvis er den bakteriestammen som er mest følsom for mutagener i uteluft. Alle ekstsraktene ble testet med og uten tilsats av leverenzymmer. De fleste prøvene viste lineær doseavhengighet. For en del prøver var det avvik fra linearitet på grunn av toksisitet. Resultatene er omregnet til revertanter pr. m^3 .

Testet med Salmonella-bakterien TA98 viste alle prøvene fra Strandstykket høyest aktivitet i nærvær av leverenzymmer (S9). Dette kan tyde på et høyt innhold av usubstituerte PAH-stoffer, som alle må omdannes av enzymer for å være aktive i Salmonella-testen. Den høyeste mutageniteten med TA98 ble påvist i prøve 7 (8.-9.2), 51 mutanter/ m^3 (+S9). Denne dagen var det kaldt ($-16^{\circ}C$), og det var lav vindstyrke og relativt høy partikkelmengde i luften.

Høy mutagenitet er gjennomgående assosiert med lav temperatur og lite vind. Prøvene fra 31.1. og 1.2. (prøve 3 og 4) illustrerer effekten av vind. Disse dagene var kalde, -14 og -12 , men lav mutagen aktivitet ble påvist, åpenbart forårsaket av prøveseriens største vindstyrker, 4.2 og 4.0 m/s.

Som nevnt foran, er bakteriestammen TA98 den som vanligvis er mest følsom for mutagenitet i partikulære luftforurensninger fra byområder. Vanligvis vil det i slike prøver være liten forskjell mellom aktiviteten i nærvær og fravær av leverenzymmer (S9). Dersom det er en forskjell, vil mutageniteten som oftest være noe høyere uten S9. Et unntak fra dette er prøver tatt i gatenivå, hvor mesteparten av mutageniteten skyldes bensindrevne biler, der vil aktiviteten være høyest med S9.

Alle prøvene fra Strandstykket viste høyere mutagenitet med S9 enn uten S9 for stammen TA98. De fleste undersøkelser av mutagenitet i utslippsprøver fra vedfyring tyder på at denne kilden gir høyest aktivitet med S9.

Mutageniteten målt i TA98 for Strandstykket var sammenlignbar med vintermålinger utført i Stockholm-området og i Oslo. De høyeste verdiene var sammenlignbare med døgnprøver tatt over tak i Stockholm og dagprøver tatt over tak i Oslo sentrum. De laveste verdiene var om lag som resultater fra målinger i en forstad til Stockholm og som nattverdier tatt over tak i Oslo sentrum (Ramdahl et al., 1982).



VEDLEGG

BEREGNINGSGRUNNLAGET FOR MUTAGEN AKTIVITET, UTTRYKT SOM MUTANTER/M³ LUFT, I EKSTRAKTER FRA LUFTPRØVER SAMLET INN PÅ FILTER I ELVERUM JANUAR/FEBRUAR 1983

TA98									
Prøve	m ³	- S9			Mut/m ³	+ S9			Mut/m ³ mut/m ³
		A	B	Snitt		A	B	Snitt	
1	566	2,5	2,0	2,3	5	4,0	5,0	4,5	10
2	581	2,9*	3,6	3,3	7	6,5*	9,8*	9,8*	21*
3	578	2,6*	1,8	2,2	5	3,7	3,6*	3,7	8
4	581	5,9	2,2	4,1	9	4,7	9,8**	4,7	10
5	583	2,5*	5,0	5,0	11	6,8*	15,0	15,0	32
6	583	4,7	4,3	4,5	10	10,1	9,9	10,0	21
7	559	3,0	6,7	4,4	9	17,6*	22,7	22,7	51
8	569	4,8*	8,3	8,3	18	11,3*	18,1	18,1	40
9	583	3,3*	5,2	4,3	9	4,3	5,8	5,1	11
10	578	2,3	3,4	2,9	6	4,7	7,0	5,9	13
11	583	3,4*	3,6	3,6	8	10,2*	8,8	9,5	20
12	581	3,1	5,5	4,5	10	9,3*	12,0	12,0	26
13	566	4,1*	8,2*	8,2	18*	8,2*	11,0	11,0	24
14	569	4,3*	6,8	6,8	15	6,6*	9,4	9,4	20
15	1118	3,2*	4,5	4,5	5	6,2*	9,5	9,5	11

* basert på laveste dose (kun én plate) på grunn av toksisitet overfor testbakteriene. Den estimerte verdi er derfor usikker og trolig for lav.

** ikke med i beregning pga. avvik i dose-responskurven.



VEDLEGG

MUTAGENITETSTESTING AV FILTERPRØVER MED SALMONELLA-STAMMEN TA98.

Resultatene er uttrykt som kolonier pr plate, og representerer antall kolonier pr 1 plate. A og B representerer data fra to uavhengige forsøk.

Bakteriestamme:

TA98

Prøve Dato	Mutanter pr plate							
	10 μ l		20 μ l		50 μ l		100 μ l	
	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9
2 25-26.1	A		86	129	138	239	157	353
	B	54	65	164	130	286		398
2 26-27.1	A		88	176	125	165	82	397
	B	60	105	234	115	361		399
3 31.-1.2	A		82	72	41	127	131	415
	B	45	62	110	90	176		217
4 1-2.2	A		151	156	317	230	129	539
	B	51	71	224	128	109		446
5 2-3.2	A		80	182	108	187	123	341
	B	75	188	131	336	151	218	
6 3-4.2	A		140	190	222	690	254	748
	B	72	137	106	150	162	330	
7 8-9.2	A		96	399	167	598	154	368
	B	94	254	160	513	197	642	
8 9-10.2	A		125	273	186	420	200	488
	B	124	221	162	394	194	540	
9 10-11.2	A		95	137	148	275	192	460
	B	79		85	156	135	325	512
10 21-22.2	A		76	113	143	365	200	478
	B	62		93	185	162	367	460

forts.



(forts.)

Bakteriestamme

TA98

Prøve Dato			Mutanter pr plate							
			10 µl		20 µl		50 µl		100 µl	
			- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9	- S9	+ S9
11	22-23.2	A			98	251	133	361	165	452
		B	62		117	234	174	421		286
12	23-24.2	A			98	232	171	377	240	482
		B	105		122	338	227	486		505
13	24-25.2	A			111	210	174	291	247	632
		B	109		115	240	234	509		812
14	25-26.2	A			116	179	183	250	183	285
		B	94	119	162	248	278	385		
15	26-28.2	A			94	171	85	232	169	158
		B	83	130	115	231	205	352		
Blank		A			17	46	19	39	20	43
		B	8		28	34	17	31		29
Pos. kontroller:										
Benzo(a)pyrene 5 µg	A				487					
		B			495					
1-Nitropyrene 100 ng	A		647							
		B	869							
Spontanmutanter:										
Snitt av 5 parallelle plater	A		30	47						
		B	27	38						

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)
 NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH
 POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM (ELVEGT. 52), NORGE

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 68/86	ISBN-82-7247-747-5	
DATO Oktober 1986	ANSV. SIGN. <i>[Signature]</i>	ANT. SIDER 47	PRIS kr 40,-
TITTEL Luftforurensning fra vedfyring. Målinger i Elverum vinteren 1983.		PROSJEKTLEDER J. Schjoldager	
		NILU PROSJEKT NR. O-8247	
FORFATTER(E) J. Schjoldager, L.A. Currie, J.E. Hanssen, J.K. Hongslo, A. Mikalsen		TILGJENGELIGHET* A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Statens forurensningstilsyn Postboks 8100 Dep 0032 Oslo 1			
3 STIKKORD (à maks. 20 anslag) Luftforurensning Vedfyring Elverum			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Målinger i et boligområde i Elverum vinteren 1983 viste høyere konsentrasjoner på kalde enn på milde dager av luftforurensninger som kommer fra vedfyring. Målingene omfattet respirable partikler, sot, sulfat, metaller, PAH, karbon og mutagenitet.			

TITLE
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) Air quality measurements in Elverum, Norway, during the winter of 1983 indicated a significant contribution from wood combustion, particularly on cold days. The measurements included fine particles, soot, sulphate, metals, PAH, carbon and mutagenicity.

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