

NILU
OPPDRAGSRAPPORT NR: 20 /79
REFERANSE: 20179
DATO: JUNI 1979

MÅLINGER AV BLY I LUFT
I NORGE
AV
JAN ERIK HANSSEN

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM
NORGE

<u>INNHALDSFORTEGNELSE</u>	Side
SAMMENDRAG	5
1 INNLEDNING	7
2 BLY SOM LUFTFORURENSNINGSPROBLEM	8
2.1 Forekomst og bruk av bly	8
2.2 Utslipp av bly til luft.....	8
2.3 Helsevirkning av bly	9
2.4 Luftkvalitetsnormer og retningslinjer for bly .	10
3 MÅLINGER AV BLYKONSENTRASJONER VED TRAFIKKÅRER	11
3.1 Prøvetaking og analyse	11
3.2 Målinger inntil 1979	13
3.2.1 Målesteder	13
3.2.2 Plassering av målestasjonene	14
3.2.3 Middelkonsentrasjoner samt maksimale døgnmidler og korttidsmidler	18
3.3 Supplerende analyser av prøver tatt vinteren 1975 i Oslo	20
3.4 Målinger i Oslo vinteren 1979	22
3.5 De målte konsentrasjoner i forhold til normer og retningslinjer	25
3.6 Sammenheng mellom målte blykonsentrasjoner og bestemmende faktorer	27
3.6.1 Trafikktetthet	27
3.6.2 Meteorologiske forhold	29
3.6.3 Avstand fra og høyde over vei/gate	32
3.6.4 Gatetverrsnittet	33
4 MÅLINGER AV BLYKONSENTRASJONER I BYER OG TETTSTEDER..	35
4.1 Målinger i Oslo vinteren 1971	35
4.2 Målinger av bly i det norske overvåkingsnettet for luftforurensninger	36
4.2.1 Målesteder og deres plassering	36
4.2.2 Månedsmiddelkonsentrasjoner, samt maksimale døgn- midler	39

	Side
4.2.3 Vurdering av resultatene på basis av bestemmende faktorer	39
4.2.4 Vurdering av resultatene på basis av gjeldende luftkvalitetsnormer og retningslinjer	40
4.2.5 Andre kilder til bly enn biltrafikk	41
5 MÅLINGER AV BLY I NORSKE BAKGRUNNSOMRÅDER	41
5.1 Målinger av bly i luft og nedbør	41
5.2 Målinger av bly i mose og jord	43
6 REFERANSER	45

SAMMENDRAG

Det er foretatt en oppsummering av de målinger av partikulært bly i luft, nedbør og jord som er gjort i Norge inntil 1979.

Videre er det utført målinger av bly tre forskjellige steder i Oslo vinteren 1979, samt supplerende analyser av prøver tatt vinteren 1975 i Rådhusgaten og Torggaten i Oslo.

I beskrivelsen og vurderingen av måleresultatene er det skilt mellom målinger ved trafikkårer, i byer og tettsteder og i såkalte bakgrunnsområder.

Foruten å vurdere de målte blykonsentrasjoner i forhold til de normer og retningslinjer som er gitt i andre land, er sammenhengen mellom konsentrasjonene og de faktorer som er bestemmende for dem diskutert. Disse faktorer er trafikk tetthet, avstand fra og høyde over vei/gate, gatetverrsnitt og de meteorologiske forhold.

Målingene viser at vest-tyske retningslinjer for maksimalt blyinnhold i luft, $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som 24-timers middelerdi, relativt ofte blir overskredet nær tett trafikkerte gater i 2-3 meters høyde. Et begrenset antall målinger antyder hvordan konsentrasjonen avtar med høyden. Det er også vist at konsentrasjonen kan øke sterkt fra 2 meter til 1 meter over bakken. Det er videre vist at trafikkavviklingen er bestemmende for de målte konsentrasjoner. En gate med god trafikkflyt gir bedre forurensningsforhold enn en gate med trafikklyskø.

De meteorologiske spredningsforhold uttrykt ved vindhastighet og luftens vertikale temperaturgradient er vist å gi variasjoner i de målte konsentrasjoner både på mer åpne veistrekninger og i trange gatetverrsnitt. Den variasjon som skyldes disse forhold er langt større enn variasjonen i trafikk tetthet fra dag til dag.

Målinger av bly i det norske overvåkningsnett for luftforurensninger i byer og tettsteder viser at vest-tyske retningslinjer sjelden blir overskredet ved disse målesteder. Dette skyldes i første rekke at disse stort sett er plassert høyere over og i lengre avstand fra sterkt trafikkerte gater enn de målestedene som er brukt i de mer spesielle trafikkundersøkelsene.

De høyeste blykonsentrasjoner i Norge er målt i Sulitjelma der bearbeiding av kobbermalm er den viktigste kilden.

Målinger av bly i luft, nedbør, moser og jord i såkalte bakgrunnsområder i Norge viser at langtransporterte luftforurensninger også inneholder bly og andre metaller. Analyser av bly i nedbør i områder langt fra lokale kilder tyder på at bidraget til våtdeposisjonen av bly fra fjerntliggende kilder er større enn det totale blyutslipp til luft i Norge. Den regionale påvirkning av lufttransportert bly vil kunne gi bidrag også til det bly organismen blir tilført i mat og drikke.

MÅLINGER AV BLY I LUFT I NORGE

1 INNLEDNING

I brev av 5. desember 1978 fra Statens forurensningstilsyn (9599/78 SiT/TW) ble Norsk institutt for luftforskning (NILU) bedt om å utarbeide en rapport som skulle oppsummere de målinger av bly i luft som NILU hadde foretatt fram til da. I tillegg ønsket SFT at det i tilknytning til andre planlagte målinger i Oslo vinteren 1979 ble foretatt ytterligere målinger av bly slik at datamaterialet ble mer fullstendig.

På bakgrunn av de data som da forelå skulle NILU gi en vurdering av blyinnholdet i lufta i Oslo.

I prosjektforslag av 12. januar 1979 fra NILU ble det i tillegg til de nye målinger som er nevnt ovenfor, foreslått å foreta flere analyser av filtre eksponert i Oslo vinteren 1975. Det ble videre foreslått at det i vurderingen av dataene skulle legges vekt på sammenhengen mellom de målte blykonsentrasjoner og de faktorer som var bestemmende for disse.

2 BLY SOM LUFTFORURENSNINGSPROBLEM

2.1 Forekomst og bruk av bly

Bly (Pb) er et metall som i gjennomsnitt forekommer i en konsentrasjon 10-15 ppm ($\mu\text{g/g}$) (1) i jordskorpa. Bly foreligger i naturlig tilstand oftest som blyulfid (PbS), og blir framstilt ved røsting og smelting av blyholdig sulfidmalm. Verdensproduksjonen av bly var i 1970 ca 3.4 millioner tonn. Bruken av dette var hovedsakelig fordelt på akkumulatorer, kabler, rør, legeringer og tetraalkylbly (2).

2.2 Utslipp av bly til luft

Utslipp av bly til luft vil alltid kunne forekomme når blyforbindelser oppvarmes. Bly er et forholdsvis flyktig metall, og vil kunne dampe av selv ved moderat oppvarming. Dette vil først og fremst skje i forbindelse med framstilling av bly eller av metaller som forekommer sammen med bly i malmen, f.eks. kobber. Noe vil også slippe ut under viderefordelingen av bly hvis metallet varmes opp for å bli formet til forskjellige produkter. Videre vil bly forekomme i utslippet fra forbrenning av avfall, kull og koks, samt fra glassverk. Det største og mest utbredte utslipp av bly til luft skyldes imidlertid forbrenning av blyholdig bensin i bilmotorer, og en regner at dette i Norge tilsvarer ca 97% av totalutslippet.

Bly i form av tetraetyl- og tetrametylbley tilsettes bensin for å øke oktantallet. Under forbrenningen i motoren spaltes disse organiske blyforbindelsene, og utslippet består vesentlig av små partikler (de fleste mindre enn 1 μm eller 1 milliontedels meter) med uorganiske blyforbindelser. Målinger i andre land har vist at det også finnes organiske blyforbindelser i luften. I gjennomsnitt utgjorde disse 0.3-4% av den totale blykonsentrasjonen. De målinger som er gjort av organisk bly inntil 1974 er oppsummert og kritisk vurdert (3). Problemet med usikre prøvetakings- og analysemetoder gjør at en betrakter endel resultater som upålitelige.

Konsentrasjonen av de organiske blyforbindelser er høyest nær bensinstasjoner og i parkeringsanlegg og dette tyder på at det meste skyldes direkte avdampning fra bensin.

Blyutslippet fra bensinbiler i Norge var i 1976 ca 520 tonn. Utslippet i Oslo var ca 75 tonn.

2.3 Helsevirkninger av bly

Bly er et metall som i større mengder er giftig, og som kan akkumuleres i blod og benstruktur. De første symptomer på blyforgiftning kan være nervøsitet, irritabilitet og søvnløshet. For stor tilførsel av bly til organismen fører til anemi og kroniske nerveskader.

Organismen tilføres bly gjennom mat og drikke. Denne tilførselen varierer med dietten og vannets blyinnhold. Tilførselen via luftveien består for de fleste først og fremst av de nevnte små partikler i utslippet fra bensinbiler. Ved innånding vil en del av disse partiklene avsettes i lungene og bli oppløst i blodet. De organiske blyforbindelsene som altså også finnes i luften er relativt mer giftige enn de uorganiske, men konsentrasjonen av disse vil i alminnelighet være så mye lavere enn av uorganisk bly at dette neppe vil gi annet enn et lite tillegg til virkningen av uorganisk bly.

Undersøkelser i USA (4) viser at et innhold av uorganisk bly i luften på mer enn $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved lengre tids eksponering fører til vesentlig økt blyinnhold i blodet hos normale individer. Imidlertid kunne en ikke detektere skadelige virkninger på individene som deltok i undersøkelsen ved denne konsentrasjonen.

En kritisk gjennomgåelse av de undersøkelser som er gjort angående bly og helsevirkninger er foretatt i EPAs "Air Quality Criteria" - dokument (5) som er grunnlaget for den nylig vedtatte amerikanske luftkvalitetsnorm for bly (6).

2.4 Luftkvalitetsnormer og retningslinjer for bly

Flere land har fastsatt normer og retningslinjer for høyeste tillatte konsentrasjonen av luftforurensninger. Disse består av en konsentrasjon og en midlingstid, samt ofte en foreskrevet målemetode. Generelt reduseres den tillatte konsentrasjon når midlingstiden øker.

Normene skal beskytte befolkningen som helhet mot uheldig påvirkning, og det må derfor tas hensyn til de mest sårbare befolkningsgrupper.

Når det gjelder bly er det mye som tyder på at barn er mer utsatt for blypåvirkning enn voksne. Dette henger både sammen med at barn kan ta opp bly lettere enn voksne i mage og tarm, og at utslippene fra biler skjer i bakkenivå. Dette betyr for det første at muligheten for å puste inn bly direkte er tilstede, men også at bly blir avsatt på bakken og dermed sekundært kan påvirke barn bl.a. under lek nær trafikkårer. For eksempel vil snø nær trafikkerte gater og veier ofte inneholde forholdsvis store mengder bly.

USA har vedtatte luftkvalitets standarder for bly. Disse ble satt i kraft i 1978 og sier at middelkonsentrasjonen for 3 måneder ikke må overskride $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6). Denne normen er gitt for å kunne holde konsentrasjonen av bly i blod under $30 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$.

I Vest-Tyskland foreligger følgende forslag til retningslinjer for maksimalt blyinnhold i uteluft fra VDI (Vereinigte Deutsche Ingenieure) (7):

Midlingstid	Konsentrasjon
24 timer	$3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1 år	1.5 "

3 MÅLINGER AV BLYKONSENTRASJONER NÆR TRAFIKKÅRER I NORGE

Norsk institutt for luftforskning har i tilknytning til forskjellige prosjekter målt innholdet av partikulært bly i luft. De første målingene ble gjort i trafikkerte gater i Oslo, Bergen og Larvik i 1970/71 (8). Siden har det vært foretatt mange målinger ved trafikkårer, spesielt i forbindelse med oppdrag fra Miljøverndepartementet angående undersøkelser av luftforurensninger fra biltrafikk. En vil her oppsummere konklusjonene i de rapporter som foreligger når det gjelder konsentrasjonsnivåene generelt og de målte konsentrasjoners avhengighet av ulike faktorer.

3.1 Prøvetaking og analyse

De fleste blymålinger som refereres i denne rapporten er foretatt ved bruk av en automatisk prøvetaker konstruert ved NILU.

Ved hjelp av en pumpe suges luft gjennom en trakt med åpningen ned, via en ca. 2 m lang polyetylenslange (1.5 cm i.d.) og en manifold og deretter gjennom et filter i en filterholder hvor partikler avsettes. Luftvolumet som passerer filteret er 3-3.5 m³/24 timer.

Den filtertype som oftest er brukt er et cellulosefilter av type Whatman 40, men også membranfilter av type Acropore AN-800, 0.8 µm er benyttet. Sammenlignende målinger ved bruk av disse to filtertyper viste ingen signifikant forskjell for 24t middelværdier.

Hensikten med inntakstrakten er sammen med innsugningsvolumet pr tidsenhet å kun ta inn partikler under en viss størrelse (ca 10-20 µm). Dette tilsvarer de partikkelstørrelser som vil kunne pustes inn via nese og munn.

Denne prøvetakingsmetode er på flere punkter noe annerledes enn f.eks den metode som er beskrevet i tilknytning til USAs luftkvalitets standard, som er en såkalt "high volume" metode.

Dette vil si at et langt større volum luft tas inn i prøvetakeren pr. tidsenhet, noe som igjen fører til at også endel større partikler, opp til ca 100 μm , blir tatt inn i prøvetakeren. I slike prøvetakere brukes glassfiberfiltre som er meget effektive for små partikler samtidig som trykkfallet over det er lite.

Siden hovedmengden av blypartiklene foreligger i partikkel-fraksjonen mindre enn 2 μm , venter en ikke stor forskjell i resultatene ved bruk av NILUs prøvetaker og en såkalt "High-volume sampler", men bly avsatt på større veistøvpertikler vil muligens ikke være tilgjengelig for NILUs prøvetaker, samt at det kan skje avsetning av partikler i inntaksslangen. Denne holdes derfor så kort som mulig.

En sammenligning av NILUs prøvetaker og en to trinns "high-volume"-impaktor utføres for tiden for måling av totalt støv, sulfat og bly. Resultatene av denne undersøkelsen vil foreligge senere i 1979.

De fleste målinger som er foretatt gir døgnmiddelverdier. Skifte av filtre har foregått ca kl. 08.00. Enkelte målinger har også vært foretatt som 10 min, 30 min, 3 timer eller 6 timers middelverdier.

I laboratoriet er filtrene behandlet med salpetersyre (HNO_3) og oppløsningen analysert ved hjelp av atomabsorpsjonsspektrofotometri (9, 10). Dette er en metode som stort sett er identisk med EPAs "Reference Method" tilknyttet USAs luftkvalitetsnorm for bly (6). Denne metoden har vært gjenstand for interkalibrering mellom laboratorier i USA (11), og har gitt et midlere standardavvik mellom laboratoriene på ca 10%. Her er ikke medregnet usikkerhet i prøvetaking, bare ekstraksjonen av filtrene og selve analysen. Tilsvarende interkalibrering er gjort mellom laboratorier i noen av EF-landene (12). Resultatene her var stort sett de samme som for interkalibreringene i USA.

3.2 Målinger inntil 1979

En har i Norge ingen permanent overvåking av forurensning fra biltrafikk ved større trafikkårer, men foruten kortvarige målinger vinteren 1970/71 har det siden 1973 vært foretatt flere undersøkelser av forurensningsnivået i gater og ved større veier, spesielt i Oslo-området. Resultatene av de målinger som var gjort inntil mars 1975 er oppsummert i to rapporter (13,14). I 1978 ble det utført målinger ved sterkt trafikkerte gater i Trondheim, Bergen, Lillehammer og Sarpsborg. Rapport fra målingene i Trondheim foreligger (15). Blymålingene fra de sistnevnte undersøkelser vil bli tatt med her. I tillegg har NILU på oppdrag fra Fredrikstad kommune gjort målinger i en trafikkert gate der. Disse tall er heller ikke gitt i noen rapport, men data er sendt Fredrikstad kommune, og vil bli tatt med i denne rapport.

3.2.1 Målesteder

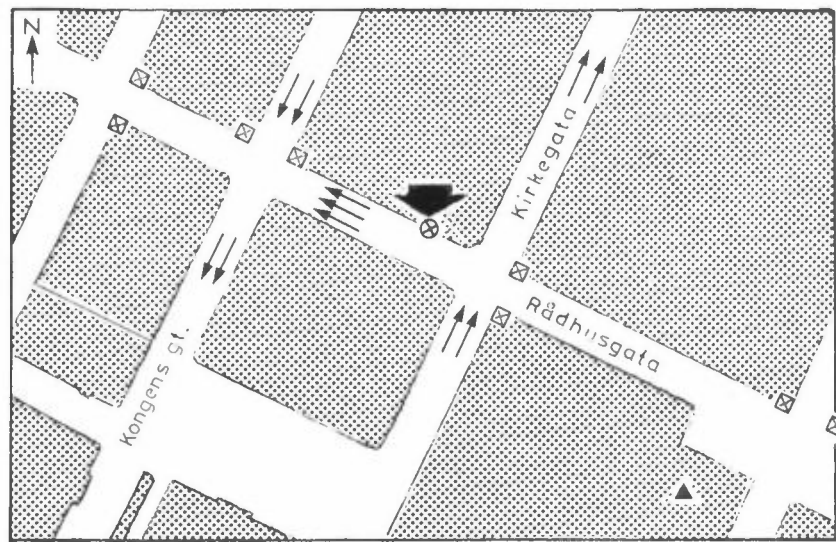
I tabell 3.1 er det gitt en oversikt over de steder der det har vært foretatt blymålinger nær trafikkårer, og i hvilken referanse enkeltresultatene finnes.

Tabell 3.1: Oversikt over målesteder og omfang av målinger av bly nær trafikkårer inntil 1979.

Målested	Ant. døgn	Referanse	Merknader
H.Ibsensgt/Torggt Oslo		(8)	Korttidsmålinger i rushtid 10-30 min. Målinger i 3 høyder, 1, 2 og 5 m.
Schweigaardsgt/Grønlandsleiret,Oslo		(8)	
Danmarkspl., Bergen		(8)	
Nygårdsgt, Bergen		(8)	
Bjørnsonsgt, Bergen		(8)	
Nausetvn/Håkonsgt, Larvik		(8)	
Nausetvn/Olavsgt, Larvik		(8)	
Galgeberg, Oslo	4	(13)	
Trondheimsvn/Herslebsgt, Oslo	4	(13)	
Lysaker (E18), Bærum	152	(16)	
Rådhusgt, Oslo	27	(13)	3 og 6t målinger
Tøyengt., Oslo	7	(13)	
Torggt, Oslo	20	(13)	
Langgt, Holmestrand	18	(17)	Målinger i 2 høyder 2 og 6 m.
Øvre Bakklandet, Trondheim	33	(15)	
Strandgt., Bergen	28	(18)	
Brochsgt, Fredrikstad	62	(19)	Videre målinger pågår
Olav Haraldsonsgt, Sarpsborg	31	(20)	
Ullernchausseen, Oslo	25	(21)	Målinger i 2 avst. fra vei 6t middel 11-17.

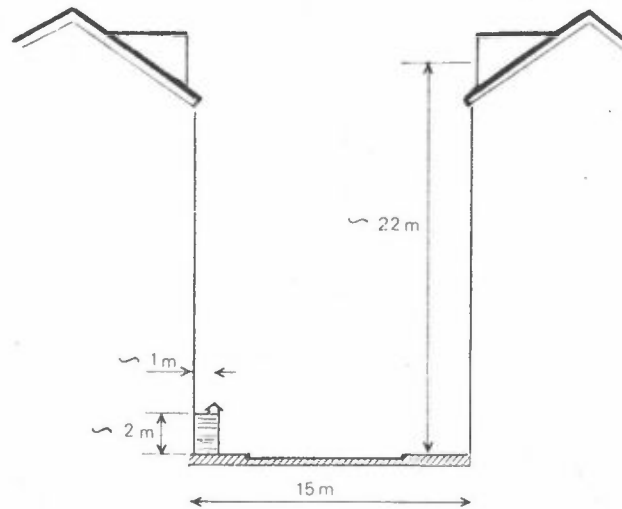
3.2.2 Plassering av målestasjonene

Målingene er gjennomført ved å installere luftprøvetakere i små brakker som ble plassert på fortau nær veibanen. Inntaket for luft skjedde ca 2 meter over bakken, 1-3 meter fra nærmeste veikant. Figur 3.1 og 3.2 viser skisser av typiske målestasjonsplasseringer. En nærmere beskrivelse av andre stasjonsplasseringer er gitt i de enkelte rapporter.

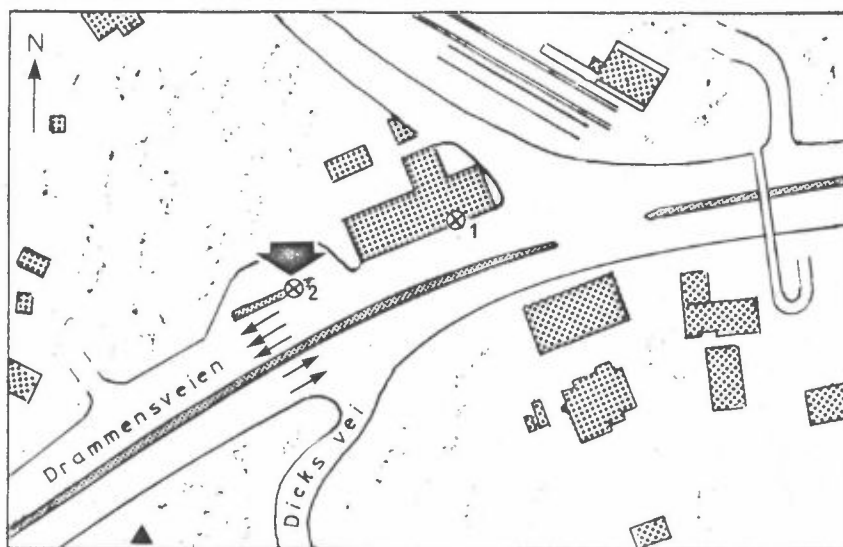


- ⊗ Målestasjon
- ▲ Vind
- ⊠ Trafikklys

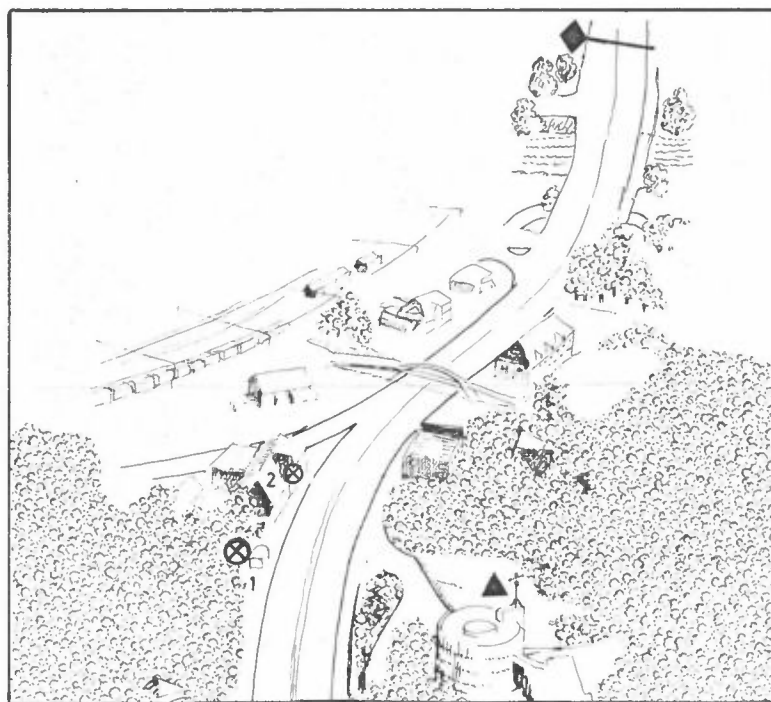
$$h/b \approx 1.5$$



Figur 3.1: Rådhusgaten, Oslo. Plassering av målestasjon. Fra ref (13).



- ⊗ Målestasjon (1: før sept 1974, 2: etter)
- ▲ Vind
- ◆ Trafikktellinger



Figur 3.2: E18, Lysaker, Bærum. Plassering av målestasjon. Fra ref (13).

3.2.3 Middelkonsentrasjoner samt maksimale døgnmidler og korttids midler.

I tabell 3.2 er gitt middel- og maksimumskonsentrasjoner for bly ved de steder, og for de perioder som er nevnt i tabell 3.1. Der målingene har hatt en kortere tidsoppløsning enn 24 timer er både maksimal 24-timers konsentrasjon og maksimal korttidsmiddel gitt.

Når en sammenligner middelveiene for de respektive perioder må en merke seg at prøvetakingen i 1971 bare foregikk mellom kl 08.00 og 18.00, mens resten av verdiene er basert på målinger gjennom hele døgnet. Filter eksponert på døgnbasis i Rådhusgt. og Torggt. i Oslo fra vinteren 1975 er analysert i tilknytning til den foreliggende rapport, og vil bli behandlet særskilt i kapittel 3.3.

En ser av tabell 3.2 at middelveiene oftest ligger mellom 1 og 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Målingene i 1971 ble som nevnt foretatt om dagen, og middelveiene ble naturlig nok høyere da enn ellers. Videre må det nevnes at mengden bly i bensin ble redusert fra 0.6 g/l til ca 0.4 g/l 1.1.1974. Maksimal døgnmiddelverdi overskrider ofte 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens maksimalt 3 timers middel kan overskride 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabell 3.2: Middell- og maksimumskonsentrasjoner for bly nær trafikkårer.

Målested	Måleperiode	Periodegjennomsnitt (ant.målinger) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalt døgnmiddel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalt korttids- middel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
H. Ibsensgt/ Torggt., Oslo	7.12.70 og 4-8.1.71	12.1 (18)	-	19.7*	1 m over bakken
		10.5 (25)	-	18.6	2 m " "
		7.5 (19)	-	14.9	5 m " "
Schweigaardsgt/ Grønlands- leiret Oslo	2.4 og 14-17.4.71	2.7 (42)	-	3.7**	1 m " "
		3.5 (135)	-	6.4	2 m " "
		2.1 (42)	-	2.9	5 m " "
Danmarkspl., Bergen	18-25.3.71	6.5 (25)	-	-	1 m " "
		3.7 (47)	-	13.5**	2 m " "
		2.1 (26)	-	5.3	5 m " "
Danmarkspl., Bergen	28-29.4.71	3.3 (17)	-	-	1 m " "
		2.2 (20)	-	4.4	2 m " "
		1.3 (6)	-	-	5 m " "
Nygårdsgt., Bergen	Mars 1971	17.8 (5)	-	- ***	1 m " "
		11.6 (8)	-	-	2 m " "
		6.1 (2)	-	-	5 m " "
Nygårdsgt., Bergen	April 1971	7.2 (9)	-	- ***	1 m " "
		5.8 (14)	-	-	2 m " "
		1.5 (8)	-	-	5 m " "
Bjørnsonsgt., Bergen	26.3.71	3.2 (3)	-	5.6	1 m " "
		1.4 (10)	-	2.0	2 m " "
		2.3 (3)	-	5.3	5 m " "
Nausetvn/ Håkonsgt., Larvik	19-22.4.71	1.8 (34)	-	-	1 m " "
		1.6 (45)	-	3.6**	2 m " "
		1.8 (16)	-	-	5 m " "
Nausetvn/ Olavsgt., Larvik	19-22.4.71	2.1 (30)	-	3.3	1 m " "
		2.1 (30)	-	3.4	2 m " "
		2.0 (40)	-	-	5 m " "
Galgeberg, Oslo	8-9.12.73	0.9 (6)	-	1.6 (6t)	Kjøreforbud
	10-12.12.73	4.7 (6)	-	7.8 (6t)	Vanlig trafikk
Troncheimsvn/ Herslebsgt., Oslo	15-16.12.73	1.4 (6)	-	2.9 (6t)	Kjøreforbud
	17-18.12.73	6.7 (5)	-	10.5 (6t)	Vanlig trafikk
Lysaker (E18) Bærum	nov 73-mars 74	4.3 (64)	7.8	-	
	april-juni 74	1.7 (41)	3.9	-	
	sept-nov 74	2.3 (23)	4.6	-	
	jan-feb 75	2.4 (24)	3.9	-	Målestedet noe flyttet
Rådhusgt., Oslo	mars-april 74	4.3 (24)	6.2	9.3 (6t)	
	juni 74	2.1 (36)	3.7	5.2 (6t)	
	jan-mars 75	3.0 (96)	5.8	12.1 (3t)	Døgnmålinger denne perioden, se kap.3.2
Tøyengt., Oslo	mars-april 74	2.9 (28)	4.3	8.8 (6t)	
Torggt., Oslo	juni 74	1.2 (36)	2.4	4.5 (6t)	
	febr-mars 75	2.1 (55)	4.0	5.4 (4.8t)	Døgnmålinger denne perioden se kap. 3.3
Langgt., Holmestrand	august 74	1.6 (18)	3.3	-	2 m over bakken
		0.9 (18)	2.1	-	6 m over bakken
Øvre Bakklandet Trondheim	jan-febr 78	2.1 (33)	4.8	-	
Strandgt., Bergen	feb 78	2.5 (28)	5.1	-	
Brochsgt., Fredrikstad	feb-mars 78	1.2 (33)	2.4	-	målingene
	aug. 78	0.8 (30)	1.3	-	fortsetter
Olav Haraldsonsgt., Sarpsborg	mars 78	0.6 (31)	1.3	-	

* Maksimal middelvei kl 13-17

** Høyeste gjennomsnittlige 1-times middelvei for perioden

*** Ikke angitt.

3.3 Supplerende analyser av prøver tatt vinteren 1975 i Oslo

For å få noen flere data fra vinteren 1975 er analyser foretatt av filtre eksponert på 24-timers basis fra Rådhusgaten og Torggaten i Oslo. Filtrene har vært lagret ved NILU siden prøvetakingen. Lagringen er skjedd ved romtemperatur i lukkede konvolutter. Det foreligger ikke undersøkelser over eventuelt tap av bly fra eksponerte filtre under lagring, men ut fra det en vet om hvilke blyforbindelser en har på filteret, regner en ikke dette som noe problem. Resultatene beskrevet nedenfor tyder heller ikke på dette.

De prøver som tidligere har vært analysert fra vinteren 1975 i Oslo er tatt på 3 og 4.8 timers basis og resultatene av dette er gitt i tabell 3.2. Døgnmidlene som er regnet ut på bakgrunn av korttidsprøvene er middelerverdier regnet fra kl 00-24 det døgn som er angitt (se tabell 3e, 3f og 5b ref. 13). 24 timers middelerverdiene som presenteres her er regnet fra kl. 08 den dato som er angitt til kl. 08 neste dag.

Tabell 3.3 viser samtlige døgnmiddelerverdier som er målt i Rådhusgaten og Torggaten, samt månedsmiddelerverdier basert på de målinger som er foretatt.

De supplerende målingene endrer i hovedtrekk ikke inntrykket fra de tidligere analyserte korttidsprøver. Middelerverdien for 46 døgnprøver fra Rådhusgaten i månedene januar, februar og mars 1975 var $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens de tidligere analyserte 12 døgn ga $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som middelerverdi. For Torggaten ga altså 17 døgnprøver i mars en middelerverdi på $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens 11 døgn i februar og mars som var analysert tidligere ga $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Maksimalt døgnmiddel i Rådhusgt var $7.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens tidligere høyeste rapporterte verdi var $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ basert på korttidsprøvene.

Tabell 3.3: Døgnmiddel- og månedsmiddelkonsentrasjoner av bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Rådhusgaten og Torggaten i Oslo vinteren 1975.

Dato	Januar 1975	Februar 1975	Mars 1975	
	Rådhusgt.	Rådhusgt.	Rådhusgt.	Torggt.
1	-	1.7	2.0	
2	-	4.1	-	1.6
3	-	3.3	2.2	1.9
4	-	7.8	-	2.8
5	-	4.9	2.0	2.4
6	-	7.6	2.1	1.6
7	-	7.2	2.3	1.8
8	-	3.6	1.3	1.3
9	-	5.8	1.6	-
10	-	-	2.1	2.5
11	-	7.7	1.9	2.4
12	-	4.8	3.3	4.2
13	-	3.4	4.7	3.6
14	-	4.4	-	2.6
15	-	4.2	1.0	0.7
16	2-6	4.0	-	1.4
17	2.6	2.8	-	2.9
18	1.3	5.6	-	3.4
19	2.7	-	-	2.7
20	-	3.1	-	-
21	-	1.9	-	-
22	-	1.2	-	-
23	-	2.6	-	-
24	-	3.3	-	-
25	-	3.4	-	-
26	-	1.5	-	-
27	2-4	3.6	-	-
28	3-3	3.3	-	-
29	-	-	-	-
30	2.6	-	-	-
31	2.6	-	-	-
Måned	2.5	4.1	2.2	2.3

3.4 Målinger i Oslo vinteren 1979

I forbindelse med denne oppsummering av tidligere blymålinger i Norge var det også ønskelig å få med målinger av nyere dato fra Oslo. I tilknytning til endel andre målinger som skulle foretas i Rådhusgaten og på St.Hanshaugen ble det samlet støv på filter på 24-timers basis med NILUs automatiske prøvetakere for analyse av bly på tre forskjellige steder: Rådhusgaten i gate-tverrsnittet (som ved tidligere målinger), på taket av Kirkegaten 15, mellom Rådhusgaten og Tollbugaten, ca 25 m over gaten og ca 4 m inn på taket og på St. Hanshaugen. De to siste målesteder vil ikke være direkte påvirket av biltrafikken, men vil gi et bilde av det regionale forurensningsnivå av bly i Oslo. For andre formål vil blymålingene gi et bilde av trafikkforurensningens andel av de målte konsentrasjoner av andre komponenter på disse målsteder.

I tabell 3.4 er gitt samtlige døgnmiddelverdier ved de tre målestedene, samt månedsmiddelverdier basert på de målinger som er foretatt. Tekniske vanskeligheter har gjort at gode data først kan rapporteres fra 6.februar. Målestedet på taket av Kirkegaten 15 er i det følgende kalt Rådhusgaten, tak.

Sammenlignes tallene i tabellene 3.3 og 3.4 ser en at månedsmiddelverdien for februar er noe høyere i 1975 enn i 1979 (4.1 mot 3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, eller en faktor på 1.3). Likeledes er maksimalt døgnmiddel høyere i 1975 (7.7 mot 5.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eller en faktor på 1.5). Mulige årsaker til dette er diskutert i kapittel 3.6.2 der en ser på sammenhengen mellom målte luftforurensningskonsentrasjoner og de meteorologiske forhold.

Målingene vinteren 1979 viser ellers samme bly-nivå på et tak ca 25 m over en trafikkert gate som på St. Hanshaugen, et parkområde i et mindre trafikkert område.

I tillegg til prøvetakingen av partikler i luft, ble det også tatt 4 gatestøvprøver i Rådhusgaten. Dette ble gjort for å bestemme blyinnholdet i gatestøvet med tanke på dette som en sekundær kilde til bly, f.eks. ved oppvirvling av støv med vinden.

Tabell 3.4: Døgnmiddel- og månedsmiddelkonsentrasjoner av bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Rådhusgaten, gate, Rådhusgaten, tak, og St. Hanshaugen i Oslo februar og mars 1979. Antall prøver pr. måned er gitt i parentes.

Dato	Februar			Mars		
	Rådhusgt gate	Rådhusgt tak	St.Hanshaugen	Rådhusgt. gate	Rådhusgt. tak	St.Hanshaugen
1	-	-	-	3.2	0.50	0.51
2	-	-	-	1.3	0.18	0.14
3	-	-	-	0.82	0.09	0.10
4	-	-	-	0.69	0.04	0.06
5	-	-	-	0.63	0.06	0.10
6	3.0	1.3	-	0.71	0.13	0.11
7	1.2	0.29	0.35	1.8	0.22	0.19
8	4.7	0.63	0.38	1.9	0.18	0.09
9	4.4	0.57	0.75	1.0	0.13	0.13
10	5.2	1.5	0.67	1.6	0.12	0.12
11	3.3	1.1	0.93	1.4	0.10	0.09
12	3.9	1.3	1.2	2.5	0.19	0.21
13	2.4	0.24	0.19	2.9	0.30	0.18
14	4.0	0.52	0.35	3.0	0.41	0.16
15	4.2	1.3	1.6	3.0	0.29	0.28
16	5.1	1.2	1.5	2.5	0.17	0.17
17	2.6	0.40	0.38	1.7	0.18	0.16
18	1.6	0.14	0.15	1.5	0.31	0.66
19	3.0	0.27	0.23	2.4	0.34	0.35
20	(2.6)	0.78	0.25	-	-	-
21	(2.6)	0.19	0.11	-	-	-
	(et filter gått 2 døgn)					
22	2.0	0.11	0.15			
23	4.0	0.71	0.84	-	-	-
24	3.5	1.0	0.83	-	-	-
25	3.4	0.54	0.65	-	-	-
26	3.7	0.35	0.33	-	-	-
27	2.2	0.22	0.16	-	-	-
28	1.1	0.21	0.17	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
Måned	3.2 (23)	0.65 (23)	0.55 (22)	1.8 (19)	0.21 (19)	0.20 (19)

Prøvene ble tatt 21. mars. Det ble tatt to prøver (1 og 2) av støv som lå inn mot fortauskanten i gaten, og to på fortauet (3 og 4) inn mot husveggen nær målebrakken for luftforurensningsmålingene (figur 3.1). Prøvene ble tatt i en tørrværsperiode etter en mildværsperiode i begynnelsen av mars. Dette førte til at eventuelt støv som var avsatt i løpet av februar var delvis skylt bort i snøsmeltingen.

Før behandling av støvet med salpetersyre ble de største partiklene samt annet uvedkommende materiale tatt vekk, men det ble ikke foretatt sikting. Derfor kan ikke en øvre grense for partikkelstørrelsen gis.

Får å få en kontroll på homogeniteten av prøvene ble to delprøver (a) og b)) av hver prøve behandlet med syre og analysert med hensyn på bly.

Analysene ga følgende resultater:

Prøve		Pb (ppm= µg/g)	
		a)	b)
1	} fortauskant	270	280
2		840	850
3	} husvegg	380	520
4		440	420

Prøve 1 og 2 er tatt i forskjellig dybde av støvlaget. Prøve 2 er tatt nærmest asfalten.

Det er vanskelig å si hvor representative disse stikkprøvene er for veistøvet i Rådhusgaten. En fraksjonering av støvet etter partikkelstørrelse ville muligens gitt større bly-innhold på små partikler, siden endel større sandkorn uten bly kan utgjøre en forholdsvis stor del av den innveide prøve.

Analyse av veistøv andre steder i Norge er ikke foretatt, men publiserte resultater fra Birmingham i England (22) viser at medianverdien for støv var 1800 ppm bly i de mest trafikkerte gater og 1300 ppm i noe mindre trafikkerte gater.

3.5 De målte konsentrasjoner i forhold til normer og retningslinjer

For å kunne relatere de målte blykonsentrasjoner til eventuelle helsevirkninger, er det naturlig å sammenligne de målte verdier med gjeldende normer eller retningslinjer. Norge har ingen vedtatte normer for bly, men som nevnt i kapittel 2.4 har Vest-Tyskland og USA slike normer. USAs norm angir en 3-måneders middelværdi, mens Vest-Tyskland har en for 1 år og en for 24 timer.

Siden ingen av de refererte måleperioder har strukket seg over lang tid, vil det her bare være aktuelt å se på overskridelser av den tyske 24 timers verdi. Denne vil altså bare kunne brukes der døgnmiddelværdier er målt. I tabell 3.5 er vist antall døgn den tyske retningslinjen, $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, er overskredet i de perioder og steder det er målt bly ved trafikkårer på 24-timers basis. Det totale antall døgnverdier fra hvert sted, og hvor mange % av disse overskrider $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er også gitt.

Tabell 3.5: Overskridelser av Vest-Tysklands retningslinje $3 \mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ som 24-t middelværdi.

Målested	Periode	Ant.døgn over $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt ant. døgn	Døgn med overskridelse i %
Lysaker, Bærum	nov 73-mars 74	53	64	83*
	april-juni 74	1	41	2.4
	sept-nov 74	6	23	26
	jan-feb 75	5	24	21
Rådhusgt. Oslo	mars-april 74	5	6	83
	juni 74	2	9	22
	jan-mars 75	24	53	45
	feb-mars 79	13	42	31
Tøyengt, Oslo	mars-april 74	4	7	57
Torggt, Oslo	juni 74	0	9	0
	feb-mars 75	4	18	22
Langgt. Holmestrand	august 74	1	18	5.6
Øvre Bakklandet, Trondheim	jan-feb 78	7	33	21
Strandgt, Bergen	februar 78	11	28	39
Brochsgt, Fredrikstad	feb-mars 78	0	33	0
	august 78	0	30	0
Olav Haraldsonsgt, Sarpsborg	mars 78	0	31	0

* før reduksjon av blytilsetningen i bensin

Tabellen viser at den tyske 24-timers verdi relativt ofte blir overskredet nær trafikkårer især i vinterhalvåret. Hvorvidt USAs 3 måneders verdi blir overskredet, kan ikke direkte sees siden målingene ikke er av så lang varighet, men det er rimelig å anta at middelkonsentrasjonen for f.eks. desember, januar og februar vil være over $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på endel av de stedene som er nevnt i tabell 3.5.

3.6 Sammenheng mellom målte blykonsentrasjoner og bestemmende faktorer.

De målte konsentrasjoner av en luftforurensningskomponent vil på ethvert sted være en funksjon av utslippets størrelse og av spredningen av forurensningene.

For blymålinger nær trafikkårer er biltrafikken den alt overveiende kilde til utslippet. Konsentrasjonen vil dermed øke proporsjonalt med trafikk tettheten, under forutsetning av uendret trafikkavviklingsforhold. Når det gjelder spredningen er det de meteorologiske faktorer som vindstyrke og vertikal temperaturgradient og gatetverrsnittets utforming som vil ha stor betydning. Avstanden fra og høyden over veibanen der målingene foretas er åpenbart også viktig, når en skal vurdere det forurensningsnivå en måler.

Nedenfor oppsummeres det som er gjort av bearbeiding av målte blykonsentrasjoner som funksjon av disse parametre.

3.6.1 Trafikk tettheten

Utslippet av bly og dermed også luftens konsentrasjon av bly øke proporsjonalt med trafikk tettheten, hvis ikke trafikkavviklingen endres. Hvis ikke andre forhold enn trafikk tettheten påvirker de målte konsentrasjoner, vil en ved et punkt finne et konstant forhold mellom blykonsentrasjonen og trafikk tettheten. I tabell 3.6 er forholdene bly/trafikk satt

opp som middelveier ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ pr 100 biler/t) for de perioder en har et tilstrekkelig antall målinger. En har bare tatt med perioder etter våren 1974, da blytilsetningen i bensin ble redusert til 0.4 g/l.

Tabell 3.6: Forholdet mellom blykonsentrasjon og trafikk tetthet ($\mu\text{g}/\text{m}^3/100$ biler/t).

Målested	Periode	Bly/Trafikk
Rådhusgaten, Oslo	juni 1974	0.17
	jan-mars 1975	0.29
	feb-mars 1979	0.22
Torggaten, Oslo	juni 1974	0.30
	feb-mars 1975	0.56
El8 Lysaker	apr-juni 1974	0.08
	jan-feb 1975	0.12
Langgt.Holmestrand	august 1974	0.32
Øvre Bakklandet, Trondheim	jan-feb 1978	0.33
Olav Haraldsonsgt, Sarpsborg	mars 1978	0.17

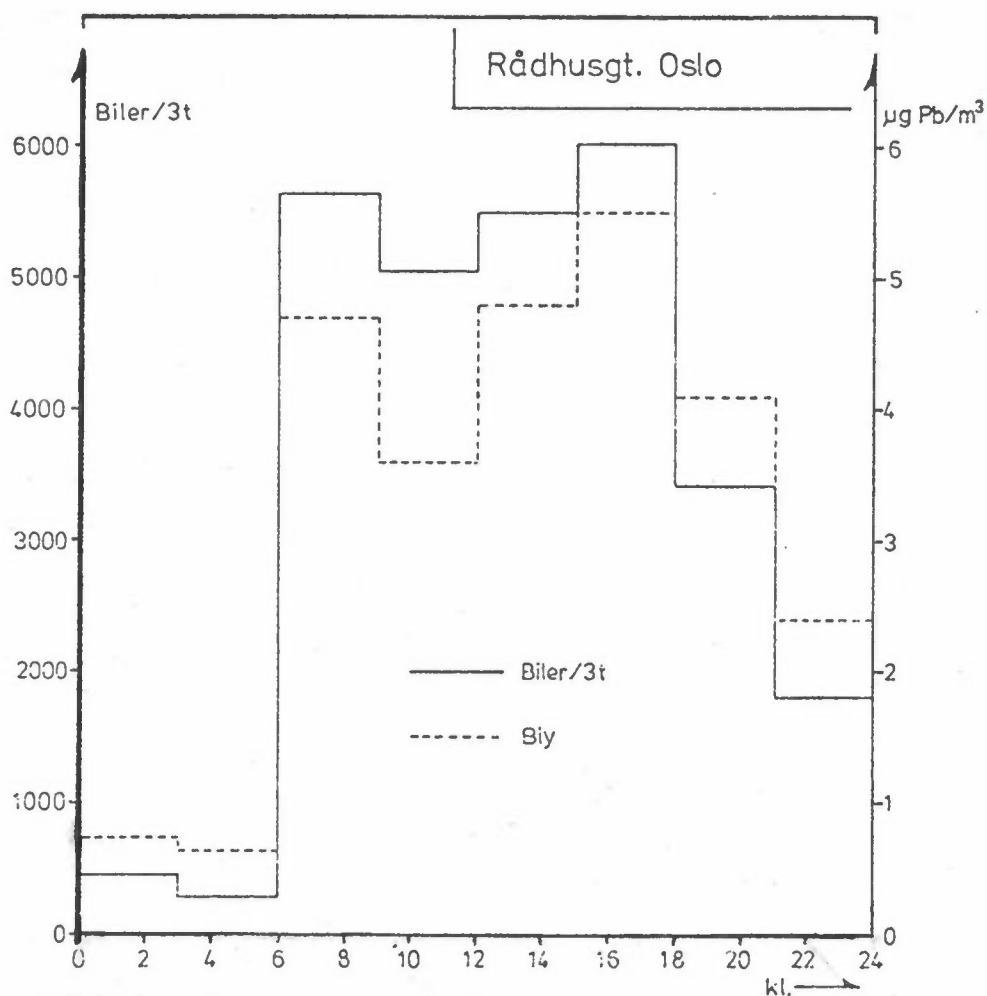
En ser av tabellen at forholdet bly/trafikk slett ikke er konstant, men varierer fra sted til sted, og fra årstid til årstid. Det er med andre ord også andre faktorer som bestemmer blykonsentrasjonen. Dette vil man umiddelbart også se av f.eks. tabell 3.4 der samtlige døgnmiddelveier for Rådhusgaten vinteren 1979 er tatt med. Ser en bort fra lørdager og søndager kan en regne trafikk tettheten nær konstant i perioden. Likevel ser en at døgnmiddelkonsentrasjonen har variert mellom 0.63 og $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, altså med en faktor på ca 8. Dette er tilnærmet en like stor variasjon som mellom største og minste verdi av forholdet bly/trafikk i tabell 3.6.

Tabell 3.6 viser at faktorene er høyere om vinteren enn om sommeren. Dette skyldes dels at utslippet er større om vinteren

(større bensinforbruk), dels at spredningsforholdene er dårligere på denne årstiden (se kapittel 3.6.2).

De høye verdier for Torggaten i Oslo skyldes en dårligere trafikkavvikling her enn i Rådhusgaten. Målestasjonen er påvirket av trafikklyskø som gir mer tomgangs- og akselerasjonsutslipp. Andre luftforurensningskomponenter fra biler (CO, NO₂ og sot) viser omtrent samme forskjell mellom Rådhusgaten og Torggaten.

Blykonsentrasjonens avhengighet av trafikk tettheten belyses også ved å se på døgnvariasjonene av bly og trafikk. Figur 3.3 viser døgnvariasjonen av 3-timers middelveier for bly basert på 3t middelveier gjennom 9 døgn i Rådhusgaten vinteren 1975. Trafikkdata er tatt fra mars 1974, og er i likhet med blydataene bare fra virkedager (ikke lørdag og søndag). En ser at kurvene følger hverandre godt.



Figur 3.3: Døgnvariasjon av blykonsentrasjon og trafikk tetthet i Rådhusgaten, Oslo vinter 1975 (trafikkdata for vinteren 1974).

Virkingen av selve gatetverrsnittets utforming sees ved å sammenligne verdiene for Lysaker med Rådhusgt. Dette forhold vil bli behandlet i kapittel 3.6.4.

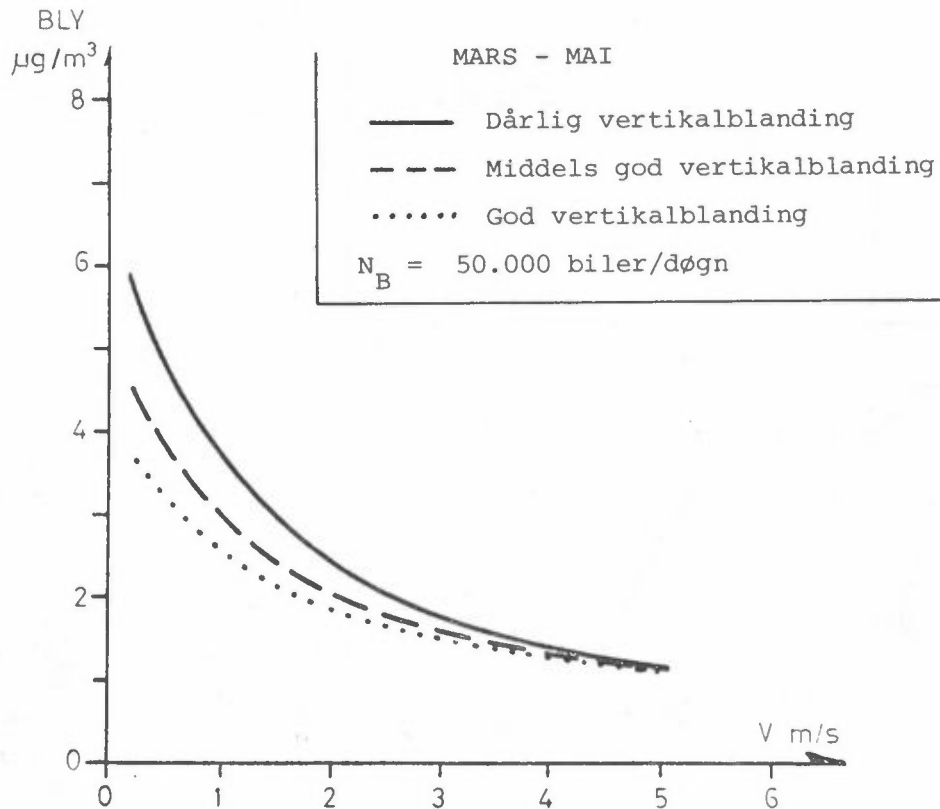
3.6.2 Meteorologiske forhold

Den lokale vindretning bestemmer hvilke områder ved en vei som blir eksponert for utslippet av forurensninger. I et lukket gaterom i en by med gater som krysser hverandre vil vindretningen over tak ikke være så avgjørende. Derimot er spredningen av forurensningene avhengig av utluftingsgraden som igjen bestemmes av vindstyrke, topografi, bygningsstruktur og vertikal temperaturgradient.

Økt vindstyrke fører til mer fortykning og bedre blanding i atmosfæren, og dermed til lavere forurensningskonsentrasjoner. Luftens vertikale temperaturgradient har stor betydning for luftens blanding vertikalt, og dermed for fortykningen. En kan skille mellom instabil, nøytral og stabil atmosfære.

Ved nøytral atmosfære avtar temperaturen med ca 1.0°C pr 100 m fra bakken og oppover. En oppvarming av luften nær bakken gir instabile forhold, idet den blir varmere enn luftlaget over. Derved stiger luften og bringer med seg eventuelle forurensninger. En avkjøling nær bakken gir stabile forhold. Den avkjølte luften vil være kaldere enn luften over og de vertikale luftbevegelser blir da sterkt hemmet. Spesielt gode spredningsforhold har en ved nøytral eller instabil atmosfære og høy vindstyrke. Luftens blandingsevne vil da være stor både horisontalt og vertikalt. Spesielt dårlige spredningsforhold har en ved en stabil atmosfære (inversjon) og liten vindstyrke.

Eksempel på utluftingsgradens innflytelse på blykonsentrasjoner er gitt i figur 3.4. Denne viser en middelkurve for blykonsentrasjoner (døgnmiddelverdier) målt ved Lysaker (El8) mars-mai 1974 som funksjon av vindstyrke ved forskjellig vertikalblanding.



Figur 3.4: E18, Lysaker. Blykonsentrasjons (døgnmiddelverdier)-variasjon med midlere vindstyrke og vertikalblandingsforhold, mars-mai 1974. Fra ref (13).

Vertikalblandingen er gitt i 3 klasser på basis av temperaturdifferansen pr 100 m høydeforskjell:

God vertikalblanding	$\Delta T < -1.0^{\circ}\text{C}$
Middels god vertikalblanding	$-1.0^{\circ}\text{C} < \Delta T < -1.0^{\circ}\text{C}$
Dårlig vertikalblanding	$\Delta T > +1.0^{\circ}\text{C}$

Figuren viser at konsentrasjonen under spesielt dårlige blandingsforhold ($\Delta T > +1.0^{\circ}\text{C}$, vindhastighet < 1 m/s), kan være 3-4 ganger større enn under gode blandingsforhold ($\Delta T < -1.0^{\circ}\text{C}$, vindhastighet $> 2-3$ m/s) ved samme trafikk tetthet.

Når en ser på faktorene vindhastighet og temperaturgradient hver for seg, viser det seg at temperaturgradientens innflytelse ikke er så stor ved vindhastigheter over 2 m/s, men ved vindhastigheter lavere enn 1 m/s er den merkbar.

Den forholdsvis store forskjellen i månedsmiddelverdi mellom februar 1975 og februar 1979 i Rådhusgaten (se kapittel 3.4), skyldes sannsynligvis endringer i meteorologiske forhold siden trafikk tettheten er nær den samme for de to måneder. Februar 1975 var en måned som var preget av meget stabil atmosfære over Oslo, og var således den eneste februarmåned etter 1960 der en i middel hadde høyere temperatur på Tryvasshøgda enn på Blindern. Likeledes var det 9 døgn i februar 1975 som hadde vindstille mellom kl. 06 og 18, mens det ikke var noen døgn med vindstille i februar 1979.

I tabell 3.7 er angitt den målte middelkonsentrasjon av bly i de forskjellige vindstyrkeintervall vinteren 1975 og vinteren 1979. Vinden er middelstyrken i tiden kl. 06-18 målt på Blindern. Tabellen viser at når en tar hensyn til vindstyrken er det relativt god overensstemmelse mellom resultatene fra 1975 og 1979.

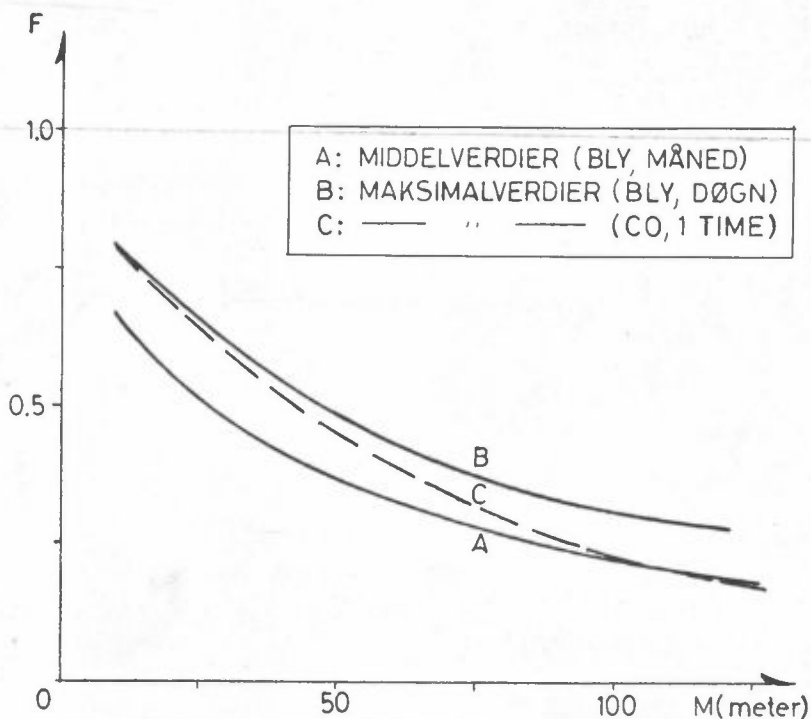
Tabell 3.7: Døgnmiddelkonsentrasjoner av bly fordelt på vindstyrkeintervaller vinteren 1975 og 1979. Lørdager og søndager er ikke tatt med. Antall døgn i hver klasse er gitt i parentes.

Vindstyrkeintervall m/s(kl 06-18)	Vinteren 1975 Midlere blykonsen- trasjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Vinteren 1979 Midlere blykonsen- trasjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
0	5.0 (6)	-
0.1-1.0	3.8 (13)	3.5 (7)
1.1-2.0	3.5 (5)	3.1 (7)
2.1-3.0	2.4 (5)	2.1 (3)
2.1-4.0	2.6 (1)	2.2 (1)
4.1-5.0	2.6 (1)	2.4 (4)
5.1-6.0	-	2.0 (6)
6.1-7.0	-	1.0 (1)
7.1-8.0	1.9 (1)	-
8.1-9.0	-	-

3.6.3 Avstand fra og høyde over vei/gate

Ved åpne veier vil forurensningene fra biltrafikken spres til områdene langs veien, og nivået vil avta med avstanden fra veibanen. Figur 3.5 viser et eksempel på hvordan blykonsentrasjonen avtar med avstanden fra veien. Målingene er utført ved E18 på strekningen Lysaker - Høvik i Bærum. Ordinaten i figuren er forholdet mellom konsentrasjonene i hver avstand og konsentrasjonen ved et prøvetakingssted ca 3 m fra nærmeste veikant. Kurven er ikke trukket for avstander mindre enn 10 meter fra midten av nærmeste veibane. Stiplet inn på figuren er resultater fra målinger av karbonmonoksyd (CO) i Stockholm (23). Blymålingene viser at middelerverdier over lange perioder (1 måned) avtar noe raskere med avstanden fra veien enn middelerverdier over kortere perioder (døgn).

Figuren antyder at ved åpne gaterom er luftforurensningsnivået 50 meter fra midten av veibanen ca. halvparten av hva den er ved veikanten.



Figur 3.5: Blykonsentrasjonens variasjon med avstand fra Drammensveien, E18, Bærum. Fra ref (13). Stiplet kurve, fra ref (23).

I et gatetverrsnitt med tett bebyggelse vil spredningen til siden bli begrenset av husvegger, og det har liten mening å snakke om reduksjon med avstanden fra gaten. I et typisk byområde hvor avstanden mellom parallelle gater er av størrelsesorden 100 m, vil forurensningsnivået i en gate være bestemt av trafikken i vedkommende gate. Tilskuddet fra gater ved siden av vil generelt være lite i forhold, med mindre det er svært stor forskjell i trafikk tettheten i de to gater.

Spredningen i høyden vil være avhengig av turbulensen i luftbevegelsene, som igjen er avhengig av bl.a. gatetverrsnittets utforming. Resultater fra NILUs målinger av bly i forskjellige høyder er vist i figurene 3.6 og 3.7.

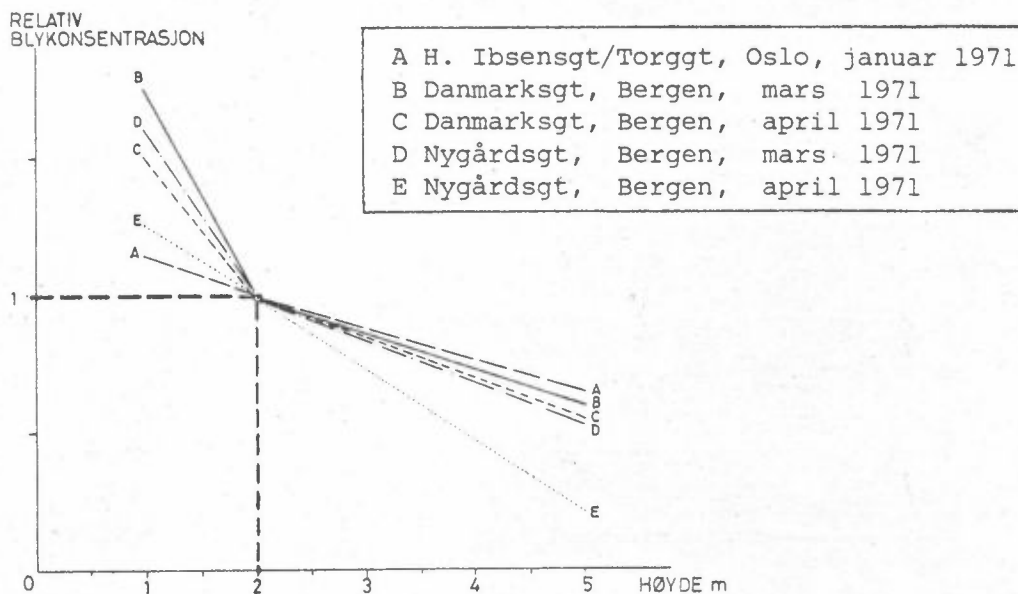
Figur 3.6 representerer middeler verdier basert på korttidsmidler (10-30 min) i tiden kl 08-18 ved forskjellige gatekryss i Oslo og Bergen i 1971 (8).

Figur 3.7 representerer døgnmiddeler verdier målt i Rådhusgaten og Torggaten i Oslo og ved El8 ved Lysaker i Bærum i 1974. I begge figurene er konsentrasjonen 2 meter over bakken satt lik 1.0.

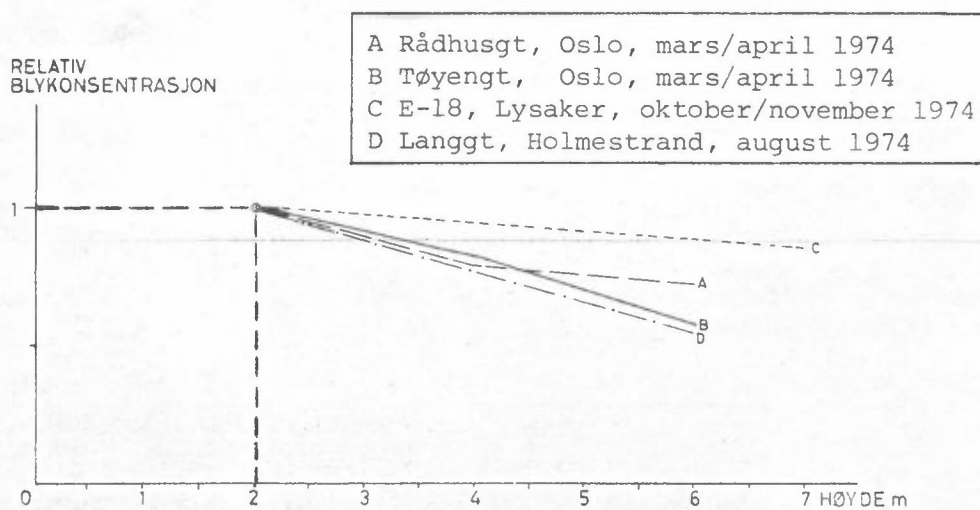
Figur 3.6 viser at konsentrasjonen kan øke sterkt fra 2 meter til 1 meter over bakken. Dette tyder på at barn kan bli utsatt for større konsentrasjoner enn voksne. Begge figurene viser at konsentrasjonen avtar med høyden over 2 meter. Konsentrasjonene avtar med en faktor på 0.6-0.8 ved 5 meters høyde.

3.6.4 Gatetverrsnittet

Som allerede nevnt tidligere vil gatetverrsnittets utforming ha sterk innvirkning på konsentrasjonen i gaten. Forholdet mellom hushøyde og gatebredde kan benyttes som et mål for denne utformingen. Ved ellers like utslippsforhold (trafikk tetthet) og meteorologiske forhold vil konsentrasjonen øke med økende høyde/bredde-forhold.



Figur 3.6: Blykonsentrasjon (10-minutters verdier) som funksjon av høyden over gaten, målesteder i Oslo og Bergen, 1971. Fra ref (13)



Figur 3.7: Blykonsentrasjon (døgnverdier) som funksjon av høyden over gaten, målesteder i Oslo og Bærum 1974. Fra ref (13)

A, B, D : gatetverrsnitt
C : åpen gate

Resultatene i tabell 3.6 viser dette f.eks. ved at forholdet Bly/Trafikk i Rådhusgt er 2-3 ganger høyere enn ved Lysaker. I Rådhusgt. er høyde/bredde-forholdet ca 1.5 mens den ved Lysaker (nærmest åpen vei) kan settes lik 0.

4 MÅLINGER AV BLYKONSENTRASJONER I NORSKE BYER OG TETTSTEDER

Siden det alt vesentlige av utslipp av bly i Norge skyldes bensindrevne biler, er det rimelig at de fleste undersøkelser av bly i luft er gjort nær sterkt trafikkerte gater og veier. Imidlertid vil den store utbredelsen veitrafikken har, gjøre at forurensningen fra denne kilden vil påvirke store områder, spesielt i byer og tettsteder. Av denne grunn inngår blymålinger som et ledd i det overvåkingsprogram for luftforurensninger i Norge som ble opprettet 1.januar 1977. Det har også tidligere vært foretatt endel sporadiske målinger av bly i flere norske kommuner (24), men dette datagrunnlag er for spinkelt til å bli tatt med her. En vil derfor i dette kapittel legge vekt på resultatene fra overvåkingsnettets samt en tidligere undersøkelse i Oslo.

4.1 Målinger i Oslo vinteren 1971

Disse målinger er tatt med for å vise den regionale spredning av bly i Oslo i en vinterperiode. Prøvetakingen ble utført i forbindelse med et større måleprogram i Oslo i vinterhalvåret 1970-71. Hovedhensikten med programmet var å studere SO₂-forurensningen i området i relasjon til meteorologiske forhold (25). Siden er svevestøvfiltere fra utvalgte dager analysert med hensyn på flere metaller (26).

Filtre fra 25 målesteder i Oslo er analysert 3 døgn i februar 1971. Dagene er valgt ut for å vise hvilken virkning ulike spredningsforhold vil ha på fordelingen og konsentrasjonen av bly i området i det en antar at det totale blyutslipp i området er tilnærmet det samme på alle dagene.

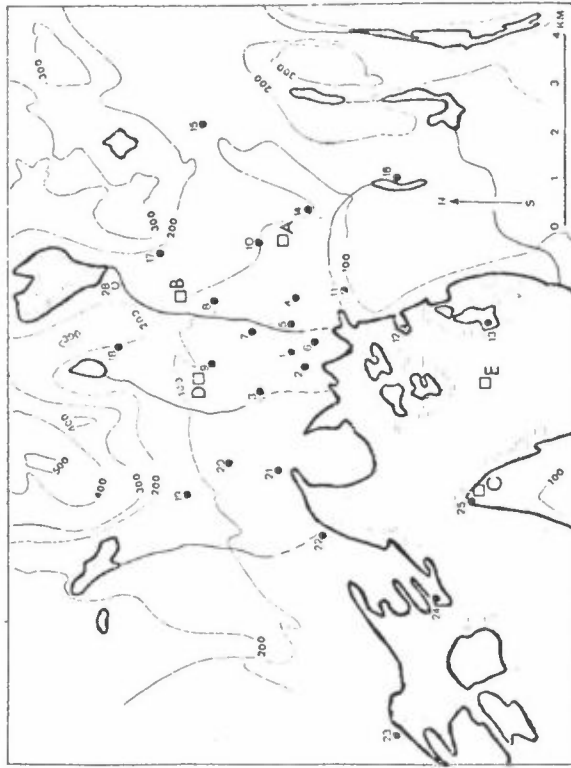
Figur 4.1 viser målestasjonene i området, og figur 4.2 a,b og c viser fordelingen av de målte blykonsentrasjoner de tre døgn ved å trekke isolinjer. Under hver figur er de viktigste meteorologiske data angitt. Figur 4.2a viser altså situasjonen slik de kan være en dag med dårlige spredningsforhold i Oslo om vinteren. Disse målingene er foretatt før blytilsetningen i bensin ble redusert til 0.4 g/l.

4.2 Målinger av bly i det norske overvåkingsnett for luftforurensninger.

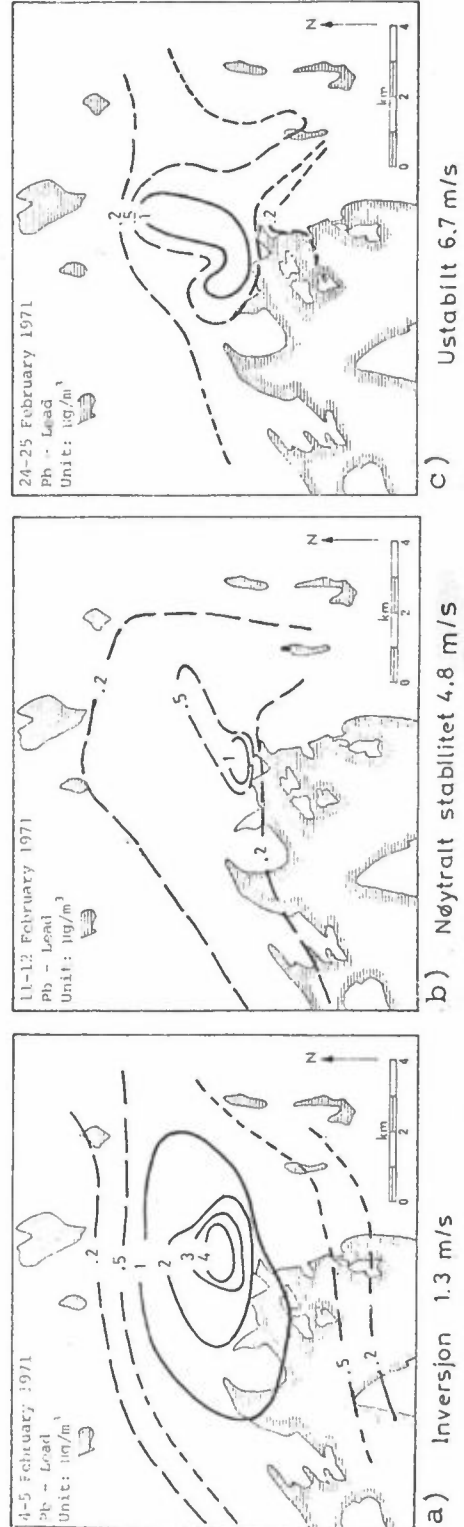
Det permanente måleprogrammet for overvåking av luftforurensningstilstanden i Norge startet 1.januar 1977. Målingene omfatter 34 stasjoner fordelt på 27 byer og tettsteder. Målingene omfatter svoveldioksyd (SO_2), svevestøv, partikulært sulfat (SO_4) og bly og skjer på 24-timers basis. Blymålingene utføres bare i to av årets måneder, nemlig februar og august for henholdsvis en typisk vinter- og sommermåned. Nedenfor gis de viktigste resultater fra de 4 måneder (feb. 77, aug. 77, feb. 78 og aug. 78) som er analysert hittil. Samtlige data er gitt i (27) og (28).

4.2.1 Målesteder og deres plassering

I tabell 4.1 er det satt opp en liste over de målestasjoner som er med i overvåkingsprogrammet. I tabellen er det også gitt en klassifisering av stasjonen etter hva slags område den er plassert i. Årsdøgntrafikk samt avstand fra og høyde over nærmeste gate er gitt for enkelte av stedene.



Figur 4.1: Målesteder i Oslo vinteren 1971. Fra ref (26).



Figur 4.2: Fordeling av blykonsentrasjonen på tre dager med forskjellig vind- og stabilitetsforhold i Oslo vinteren 1971. Fra ref (26).

Tabell 4.1: Målesteder i det norske overvåkningsnett for luftforurensninger.

Nr	MÅLESTED	STASJON	Kategori	Årsdøgn- trafikk	Nærmeste gate/vei	
					Avst.	Høyde
1	Halden	Rådhuset	S,I,T	13000	5	7
2	Halden	Stubberudveien	B,I			
3	Sarpsborg	Alvim	B	2000	10	4
4	Sarpsborg	St.Olavs Vold	B,I			
5	Lillestrøm	Torget 5	S,T	9000	6	6
6	Oslo	Bryn skole	B			
7	Oslo	St.Olavs plass 5	S,T			
8	Hamar	Vangsveien	B,T		10	4
9	Lillehammer	Brannstasjonen	S			
10	Gjøvik	Blinken	S,T	13000	6	6
11	Gjøvik	Syrehaugen	B,I			
12	Drammen	Helserådet	S,T	11000	8	8
13	Slemmestad	Berger	B,I			
14	Larvik	Ø.Bøkeligate	B,I			
15	Porsgrunn	Rådhuset	S,I			
16	Skien	Falkum	B			
17	Notodden	Helserådet	S,I,T	2000	6	6
18	Kristiansand	Tollbodgaten	S,T			
19	Stavanger	Handelens hus	S,T	17500	6	6
20	Sauda	Rådhuset	B,I			
21	Bergen	Chr.Michelsens inst.	S,T	40000	20	13
22	Bergen	Kronstad	B			
23	Odda	Sykehuset	B,I			
24	Ålvik	Villabyen	B,I			
25	Årdal	Farnes	B,I			
26	Årdal	Lægreid	B,I			
27	Svelgen	Rådhuset	B,I			
28	Trondheim	Brattøra	T	12000	18	
29	Narvik	Rådhuset	S			
30	Mo i Rana	Sentrum kino	B,I	1000	5	
31	Sulitjelma	Lomi	B,I			
32	Sulitjelma	Charlotta	B,I			
33	Tromsø	Strandtorget	S			
34	Kirkenes	Rådhuset	S,I			

I: Industri
 B: Boligstrøk
 S: Sentrumsfunksjoner
 T: Trafikk

Spesielt for bly er det viktig å understreke at stasjons-
 plasseringen fra by til by kan variere meget med hensyn til av-
 stand fra trafikkårer, noe som vil gi ventede variasjoner i den
 midlere blykonsentrasjon. Dette vil si at målestedets represen-
 tativitet for blyforurensningen over et område rundt stasjonen
 vil variere.

4.2.2 Månedsmiddelkonsentrasjoner og maksimale døgnmidler

I tabell 4.2 er gitt månedsmiddelkonsentrasjoner og maksimale døgnmiddelverdier for bly ved overvåkingsstasjonene for februar og august i 1977 og 1978.

Tabell 4.2

NR	MÅLESTED	STASJON	FEBRUAR -77		AUGUST -77		FEBRUAR -78		AUGUST -78	
			MIDDEL	MAKS	MIDDEL	MAKS	MIDDEL	MAKS	MIDDEL	MAKS
1	Halden	Rådhuset.	.71	1.90	.43	.95	.95	3.00	.88	2.15
2		Stubberud	.24	.45	.35	.70	.23	.60	.50	2.05
3	Sarpsborg	Alvim	.13	.45	.05	.10	.19	.45	.07	.15
4		St.Olav v.	.16	.35	.04	.10	.12	.35	.08	.30
5	Lillestrøm	Torget 5	.89	2.60	.38	.65	.98	2.45	.66	1.10
6	Oslo	Bryn sk.	.41	2.25	.12	.30	.66	2.95	.15	.40
7		St.Olavs pl.	.64	1.60	.49	1.45	1.05	6.25	.48	1.00
8	Hamar	Vangsvn.	.49	.85	.13	.25	.52	1.10	.15	.35
9	Lillehammer	Brannst.	.37	.60	.16	.25	.45	.85	.15	.30
10	Gjøvik	Blinken	.55	1.10	.39	.70	.66	1.20	.36	.70
11		Syrehaug.	.17	.35	.06	.45	.18	.40	.05	.15
12	Drammen	Helseråd.	.70	1.70	.28	.45	.77	2.05	.46	.80
13	Slenmestad	Berger	.13	.40	.04	.05	.11	.35	.06	.15
14	Larvik	Ø.Bøkelig.	.04	.20	.04	.10	.05	.10	.04	.10
15	Porsgrunn	Rådhuset	.37	.95	.18	.30	.46	1.45	.20	.35
16	Skien	Falkum	.21	.40	.05	.10	.13	.55	.07	.15
17	Notodden	Helseråd.	.47	.80	.18	.35	.55	.90	.24	.55
18	Kr.sand	Tollbodgt.	.18	.40	.14	.40	.17	.60	.16	.45
19	Stavanger	Hand.hus	1.30	4.50	1.11	2.15	1.11	2.50	1.03	1.70
20	Sauda	Rådhuset	.15	.35	.07	.15	.13	.25	.04	.10
21	Bergen	Chr.Mich.	.39	1.00	.20	.45	.58	1.60		
22		Kronstad	.34	.90	.13	.35	.50	1.15		.25
23	Odda	Sykehuset			.12	.35	.16	.35	.11	.20
24	Alvik	Villabyen	.02	.05	.03	.05	.02	.10	.01	.05
25	Ardal	Farnes			.05	.10	.07	.20	.04	.10
26		Lægreid			.06	.20	.11	.30	.03	.15
27	Svelgen	Rådhuset	.08	.50	.05	.10	.06	.10	.03	.10
28	Trondheim	Brattøra	.53	1.50	.16	.40	.40	.95	.17	.30
29	Narvik	Rådhuset	.53	1.30		.25	.36	1.00	.14	.30
30	Mø i Rana	Sent.kino	.30	.65	.17	.45	.26	.50	.16	.40
31	Sulitjelma	Lømi			.15	.65	1.86	12.90	.24	1.30
32		Charlotta			.11	.75	3.46	20.50	.23	1.65
33	Tromsø	Strandgt.	.34	1.00	.17	.40	.22	.60	.22	.45
34	Kirkenes	Rådhuset	.15	.45	.03	.10	.14	.60	.04	.10

4.2.3 Vurdering av resultatene på basis av bestemmende faktorer

De målte blykonsentrasjoner viser, bortsett fra et spesielt tilfelle som skal diskuteres særskilt, at plasseringen av målestedet i forhold til trafikkårer naturlig nok har størst betydning for resultatet. Middelveiden og midlere maksimumsverdi for hver av periodene for alle stasjoner klassifisert med T i tabell 4.1 (11 målesteder) og de andre (20 målesteder) er gitt i tabell 4.2. De to målesteder i Sulitjelma er holdt utenfor, da en annen kilde enn biltrafikk dominerer her, jfr. 4.2.5.

Tabell 4.3: Middelveidier og midlere maksimumsverdier av bly ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for forskjellige typer målesteder.

Periode	Middelkonsentrasjoner		Midlere maksimumskonsentrasjoner	
	Steder klassifisert med T	Andre	Steder klassifisert med T	Andre
feb 77	0.62	0.23	1.63	0.64
aug 77	0.35	0.11	0.74	0.24
feb 78	0.70	0.21	2.05	0.63
aug 78	0.46	0.11	0.91	0.30

Videre ser en både av tabell 4.2 og 4.3 at de målte middelkonsentrasjoner er høyere de to vintermånedene enn i de tilsvarende sommermånedene. Grunnen til dette er at de atmosfæriske spredningsforhold er dårligst i vinterhalvåret. Dette overskygger tendensen til større trafikkbelastning noen steder om sommeren.

4.2.4 Vurdering av resultatene på basis av gjeldende luftkvalitetsnormer og retningslinjer

Selv for det rutinemessige overvåkingsprogram er omfanget av målingene ikke så stort at USAs norm basert på 3 måneders middelveid kan benyttes direkte. Imidlertid kan en anta at februar tallene er representative for vintermånedene desember, januar og februar. Bruker en februar tallene er det bare konsentrasjonene på de to målestedene i Sulitjelma i 1978 som overskrider USAs norm. Årsaken til overskridelsene her skal behandles i kapittel 4.2.5.

Ser man måleresultatene i forhold til det tyske forslag til retningslinjer, $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på døgnbasis, overskrides denne grense 2 døgn ved Handelens Hus i Stavanger i februar 1977, 2 døgn ved St. Olavs plass i Oslo i februar 1978 og henholdsvis 7 og 9 døgn ved Lomi og Charlotta i Sulitjelma i februar 1978. De maksimale døgnmiddelveidier ved Lomi og Charlotta, 12,9 og $20.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overskrider $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ henholdsvis med en faktor 4.3 og 6.9

4.2.5 Andre kilder til bly enn biltrafikk i Norge

Som nevnt i kapittel 2.2 er bly fra forbrenning av bensin i bilmotoren den viktigste kilde til utslipp av bly i Norge. Målingene av bly i overvåkingsnettene tyder ikke på at andre kilder gir vesentlige bidrag til konsentrasjonene, bortsett fra ved de to målestedene i Sulitjelma. Biltrafikken nær disse målesteder er minimal, og det kan ikke være tvil om at blyet stammer fra bearbeidingen av kobbermalm ved Sulitjelma Gruber. Ved siden av kobber finnes det også bly og andre metaller i malmen som ved oppvarming vil fordampe og slippe ut til atmosfæren.

5 MÅLINGER AV BLY I NORSKE BAKGRUNNSOMRÅDER

For å kunne ha et visst grunnlag for å vurdere det relative bidrag til den regionale atmosfæriske blyavsetning i Norge som skyldes bidrag fra kilder utenfor landet har det vært foretatt målinger av bly i luft, nedbør, moser og jord på flere steder i områder langt fra kjente utslippskilder. De fleste av målingene er gjort i sammenheng med studiet av langtransporterte svovel- og nitrogenkomponenter i forbindelse med sur nedbør-problemet.

5.1 Målinger av bly i luft og nedbør

De mest omfattende målinger av partikulært bly ble foretatt høsten 1975 ved Birkenes i Aust-Agder og ved Vasser i Vestfold (29). Disse målingene viste at de målte døgnmiddelkonsentrasjoner av bly kunne variere med en faktor på opp til 100. Variasjonen hadde tydelig sammenheng med hvilke områder luftmassene hadde passert før de nådde målestedet. Korrelasjonen mellom de målte blykonsentrasjoner og samtidig målte kadmiumkonsentrasjoner var høy (korrelasjonskoeffisient > 0.9). De høyeste blykonsentrasjonene forekom i luft som kom fra sørøst og sørvest, det vil si fra tettbefolkede områder i Europa med stor biltrafikk og mye industri.

Tabell 5.1 viser månedsmiddelerverdier samt minimum- og maksimumskonsentrasjoner for de måneder målingene ble foretatt.

Tabell 5.1: Månedsmiddel, minimum- og maksimumskonsentrasjoner av bly ved Birkenes og Vasser høsten 1974 og våren 1975. Antall observasjoner i parentes.

Enhet: ng/m^3 1 ng = $\frac{1}{1000}$ μg

	September 1974	Oktober 1974	November 1974		Desember 1974		April 1975		Mai 1975	
	Birkenes	B	B	Vasser	B	V	B	V	B	V
Månedsmiddel	28.1	10.9	17.4	34.9	9.2	24.5	22.9	61.8	13.8	39.5
Minimum	1.2	0.3	1.7	0.65	0.7	0.4	1.6	13.5	1.6	7.4
Maksimum	124	85.4	116	182	64.6	93.6	236	278	47.9	143

Resultatene viser også at de målte konsentrasjoner er høyere ved Vasser enn ved Birkenes. Dette skyldes at Vasser ligger nærmere lokale kilder i Oslofjord-området.

De målinger av bly som ellers er gjort i luft og nedbør er sammenstilt i (30).

Forøvrig kan nevnes at det for tiden tas prøver på Ny Ålesund og Bjørnøya for analyse av blant annet bly. Disse data er ikke bearbeidet, men mye tyder på at en også i Arktis måler varierende blykonsentrasjoner som har sammenheng med luftmassenes forhistorie.

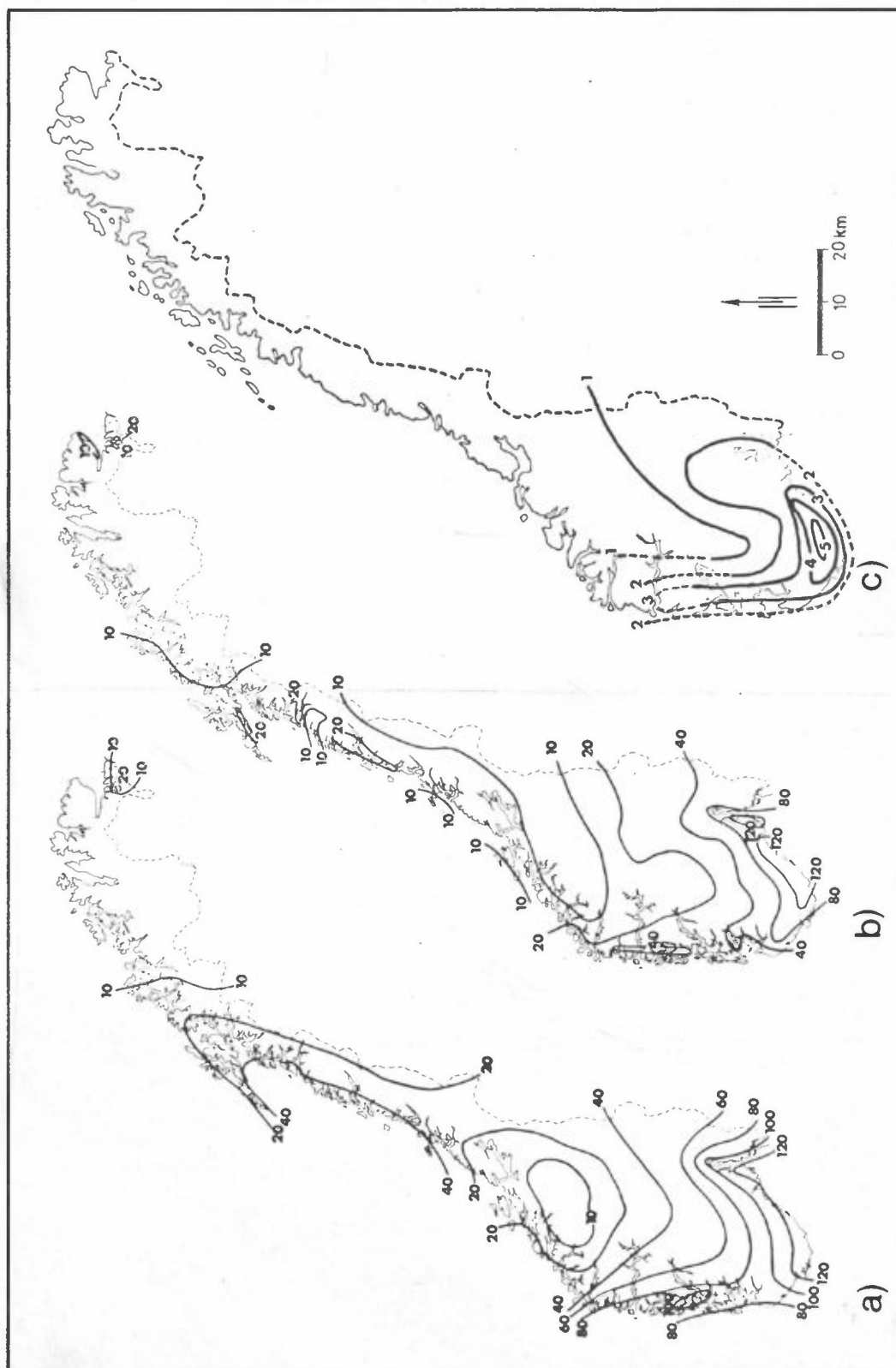
Resultatene av nedbøranalyser foretatt ved Birkenes i Aust-Agder viser at en i 1976 hadde en veiet årsmiddelkonsentrasjon for bly i nedbøren på 12.7 µg/l. Med en nedbørmengde på 1430 mm det året, tilsvarer dette en avsetning på ca 18 mg/m² (kg/km²), noe som gir 166 tonn for Aust-Agder fylke (9212 km²), hvis konsentrasjonen ved Birkenes er representativ for hele fylket. Hvis nedfallet på Birkenes er representativt for Aust-Agder, Vest-Agder og Telemark (tilsammen 31 806 km² var avsetningen med nedbør her 573 tonn bly, en mengde som er større enn hele Norges utslipp av bly fra bensinbiler. Dette tyder på at kilder utenfor landet er ansvarlig for en ikke ubetydelig del av den totale blyavsetning i Norge.

En vurdering av resultater for blymålinger foretatt over hele verden (34) viser at dette metallet neste alltid er oppkonsentrert i aerosoler i forhold til den naturlige sammensetning i jordskorpen, og at bly er en av de metaller med størst anrikningsfaktor. Dette viser at blyutslipp til luft har store antropogene kilder og dermed også vil kunne bidra til en regional blyforurensning av hele miljøet. Dette betyr blant annet at den mengde bly som blir tilført organismen via mat og drikke også i en viss grad opprinnelig vil stamme fra utslipp til luft.

5.2 Målinger av bly i mose og jord

En annen måte å studere den regionale utbredelse av metallforurensning på stor skala, er analyse av mose, lav og humussjiktet av udyrket jord. Analyse av moser ble først gjort i Skandinavia av Rühling og Tyler (31). En videreføring av dette i Norge ble gjort av Steinnes (32), som også har foretatt undersøkelse av humussjiktets metallinnhold i Norge (33). En spesiell moseart (*Hylocomium Splendens*) ble analysert i prøver fra ca 45 steder i Norge med hensyn på 27 metaller. Resultatene for bly stemmer godt overens med det som Rühling og Tyler fant. Konsentrasjonsvariasjonen av bly i moser og humussjiktet gir nær det samme bilde som en får for nedfallet av svovel med nedbør

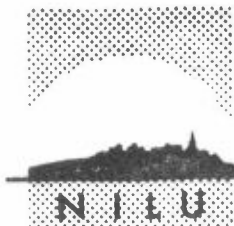
som vist i figur 5.1. Dette tyder på samme kildeområder og samme sprednings- og avsetningsmønster for bly og svovel. En finner altså maksimalkonsentrasjonene av bly i mose i den sør-vestre del av Norge.



Figur 5.1: Konsentrasjonsfordeling av bly i a) humussjiktet av udyrket jord (ppm) og b) i mose (*Hylacomium splendens*) (ppm) i 1977. Fra ref (35). c) gir fordelingen av nedfall av sulfat med nedbør 1976. Fra ref (36).

- (21) Grønskei, K.E. Forurensning fra biltrafikk.
Avstand mellom gang/sykkelvei og
motorisert vei.
Lillestrøm 1978. (NILU OR 40/78.)
- (22) Department of the Environment Lead pollution in Birmingham.
London 1978. (Pollution Paper no.14.)
- (23) Walde, N. et al Bilavgasgruppens undersökningar av
gateluft. Del II. Tabeller och
diagram.
Stockholm, AB Atomenergi, 1970.
(TPM-Bil-60-11.)
- (24) Hagen, L.O. Landsoversikt over luftforurensnings-
tilstanden i Norge. Resultater
av målingene i kommunene i perioden
oktober 1973-mars 1976.
Lillestrøm 1977. (NILU OR 14/77.)
- (25) Grønskei, K.E. Assessment of air quality in Oslo,
Joranger, E. Kjeller 1973. (NILU IR 50/73.)
Gram, F.
- (26) Joranger, E. et al Chemical composition and sources of
aerosols in Oslo, Norway during the
winter 1971.
Lillestrøm 1977. (NILU OR 27/77.)
- (27) Hagen, L.O. Overvåkning av luftforurensnings-
tilstanden i Norge. Resultater
av målingene i kommunene i perioden
april 1976- mars 1978.
Lillestrøm 1978. (NILU OR 45/78.)
- (28) Hagen, L.O. Overvåkning av luftforurensnings-
tilstanden i Norge.
Rapport for 3.kvartal 1978.
Lillestrøm 1978. (NILU OR 61/78.)
- (29) Thrane, K.E. Bakgrunnsmålinger av utvalgte
luftforurensningskomponenter.
Lillestrøm 1976. (NILU OR 23/76.)

- (30) Semb, A. Deposition of trace elements from the atmosphere in Norway. Oslo-Ås 1978. (SNSF FR 13/78.)
- (31) Rühling, Å.
Tyler, G. Nedfallet av tunge metaller över Skandinavien. Lund, Avd. för ekologisk botanik, Lunds Universitet, 1972.
- (32) Steinnes, E. Atmospheric deposition of trace elements in Norway studied by means of moss analysis. KR -154. Kjeller, Institutt for Atomenergi, 1977.
- (33) Steinnes, E. Bidrag til langtransport av luftforurensninger til den geografiske fordeling av tungmetaller i jord. Symposium om økotoksikologi 6-7 november 1978, Ås, NAVF, 1978.
- (34) Rahn, K.A. The chemical composition of the atmospheric aerosol. Technical report. Kingston, Rhode Island, University of Rhode Island, 1976.
- (35) Steinnes, E. Regional fordeling av tungmetaller i mose og humusjord i Norge. NMR-Seminarium Långsväga transport av mikroforenningar 3-5 oktober 1978. Solna 1979. (Statens Naturvårdsverk Snv pm 1131.)
- (36) Schaug, J.
Joranger, E. Nedbør og luftkvalitet ved norske bakgrunnsstasjoner i 1976. Lillestrøm 1978. (NILU TN 11/78.)



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

TLF. (02) 71 41 70

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

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORTNR. OR 20/79	ISBN--82-7247-115-9
DATO JUNI 1979	ANSV.SIGN. O.F.Skogvold	ANT.SIDER OG BILAG 48 0
TITTEL Målinger av bly i luft i Norge		PROSJEKTLEDER J.E.Hanssen
		NILU PROSJEKT NR 20179
FORFATTER(E) Jan Erik Hanssen		TILGJENGELIGHET **
		OPPDRAKSGIVERS REF.
OPPDRAKSGIVER Statens forurensningstilsyn		
3 STIKKORD (å maks.20 anslag) Bly	Luftforurensning	Biltrafikk
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer) Rapporten oppsummerer de blymålinger som er gjort i Norge inntil 1979, samt gir resultater av målinger utført tre steder i Oslo vinteren 1979. De målte konsentrasjoner ved trafikkarer, i byer og tettsteder og i bakgrunnsområder er vurdert i forhold til normer og retningslinjer for luftkvalitet. Sammenhengen mellom de målte konsentrasjoner og de faktorer som er bestemmende er diskutert.		
TITTEL Measurements of lead in air in Norway.		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines) The report review the lead measurements done in Norway up to 1979, and gives results of measurements performed three places in Oslo winter 1979. The measured concentrations at the roadside, in cities and urban areas and in background areas are compared with air quality standards. The connection between the measured concentrations and the factors influencing them are discussed.		

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