

NILU  
OPPDRAKSRAFFORT NR 6/83  
REFERANSE: 23082  
DATO: JANUAR 1983

MILJØBELASTNING FRA ET FOR-  
BRENNINGSANLEGG FOR AVFALL OG  
OLJE PÅ KLEMETSROD -  
LUFTFORURENSNINGER

AV  
YNGVAR GOTAA8

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING  
POSTBOKS 130, 2001 LILLESTRØM  
NORGE

ISBN-82-7247-363-1

## SAMMENDRAG

Etter oppdrag fra Oslo Lysverker og Kværner Brug har NILU vurdert miljøbelastninger i området rundt et planlagt anlegg for forbrenning av avfall kombinert med et sentralvarmeanlegg for søndre Nordstrand. Spredningsberegninger er utført med grunnlag i tidligere undersøkelser av meteorologiske forhold, også foretatt av NILU. Norske grenseverdier tar hensyn til virkninger både på helse, vegetasjon og dyr og en antar derfor at det ikke vil oppstå problemer når disse ikke overskrides. Settes krav at bidraget fra dette enkeltanlegg ikke får overskride 50% av fastsatte grenseverdier, vil bare grenseverdien av svoveldioksyd fastsatt for vegetasjon kunne overskrides. Men overskridelser vil bare skje i vinterhalvåret og i mindre enn 1% av tiden.

For hydrogenklorid, det antakelig viktigste utslipp fra avfallsforbrenning, er det ikke fastsatt norske grenseverdier. Vest-tyske grenseverdier er derfor brukt. Disse overskrides ikke med de antatte utslippsmengder.

Korttidskonsentrasjoner (timesverdier) av tungmetaller og organiske mikroforurensninger vil holde seg under anslåtte grenseverdier når disse settes lik 1/30 av yrkeshygieniske grenseverdier. Forutsetninger for fastsettelse av normer for forurensninger i en arbeidsatmosfære og i uteluft kan være forskjellige. Fremgangsmåten bør imidlertid kunne brukes som rettesnor og konklusjonene endres neppe så lenge utslippskonsentrasjonene ikke avviker vesentlig fra det "normale".

Når det gjelder beregnede langtidskonsentrasjoner og avsetninger på vegetasjon, med muligheter for opphopning i næringskjeden, viser tidligere målte opptak i mose og lav fra bakgrunnsområder i Norge, like store eller høyere verdier, med unntak for vanadium. Hvilke helseeffekter disse opptak gir og kan gi er det idag ikke mulig å fastslå.

Det maksimale bidraget til forsurening fra forbrenningsanlegget blir betydelig mindre enn bidraget fra langtransporterte forurensninger. Ett unntak kan være utvasking av hydrogenklorid (saltsyre) under nedbør. Effekten er imidlertid for lite undersøkt til at en kan gi kvantitative utsagn, men den kan føre til økte korrosjonsproblemer i nærområdene. For øvrig vil bidraget fra svoveldioksyd til korrosjonen bli langt mindre enn i sentrale deler av Oslo.

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
SAMMENDRAG .....	3
1 INNLEDNING .....	7
2 UTSLIPP - TEKNISKE DATA .....	9
3 FORURENSENDE UTSLIPP.....	10
4 GRENSEVERDIER .....	11
4.1 Svoveldioksyd (SO <sub>2</sub> ), svevestøv, nitrogendioksyd (NO <sub>2</sub> ), karbonmonoksyd (CO), bly (Pb) og fluorider (HF) .....	11
4.2 Hydrogenklorid (saltsyre, HCl) .....	13
4.3 Tungmetaller og organiske mikroforurensninger (PAH og PCB) - administrative normer .....	13
4.4 Grenseverdier og midlingstider .....	15
5 SPREDNINGSBEREGNINGER .....	16
5.1 Korttidskonsentrasjoner .....	16
5.2 Langtidsbelastning .....	16
6 MILJØBELASTNING - KONSEKVENSER .....	21
6.1 Helsepåvirkninger .....	21
6.2 Virkninger på vegetasjon .....	22
6.3 Forsurningsproblemer .....	22
6.4 Atmosfærisk korrosjon .....	24
7 KONKLUSJON .....	24
8 REFERANSER .....	25
VEDLEGG A: Anslåtte utslipp av skadelige stoffer ved forbrenning av avfall og olje.....	27



MILJØBELASTNING FRA ET FORBRENNINGSANLEGG FOR AVFALL  
OG OLJE PÅ KLEMETSROD - LUFTFORURENSNINGER

1 INNLEDNING

Oslo Lysverker og Kværner Brug har gitt NILU i oppdrag å foreta en vurdering av miljøbelastningen fra det planlagte anlegg for forbrenning av avfall kombinert med et sentralvarmeanlegg for Søndre Nordstrand. Tidligere har NILU utført målinger av de meteorologiske spredningsforhold og nåværende luftkvalitet i området (1).

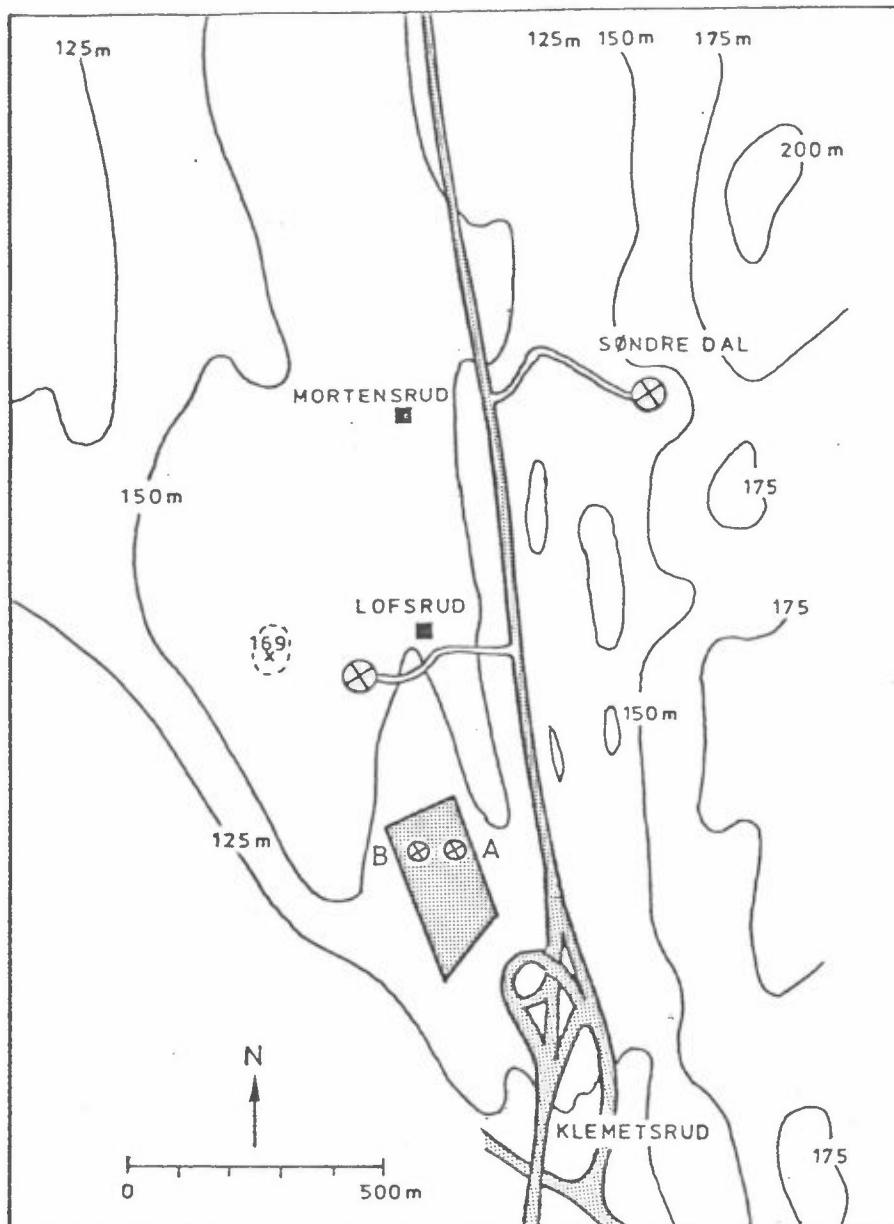
Videre har NILU gitt en vurdering av nødvendige skorsteinshøyder (2).

Med utgangspunkt i disse rapporter, valgte skorsteinshøyder og oppgitte utslippsdata, har vi foretatt spredningsberegninger med henblikk på vurdering av miljøbelastning og konsekvenser. Resultatene sammenholdes med de offisielle norske grensverdier (3) og hvor disse ikke finnes, med utenlandske grenseverdier.

Hvor heller ikke disse foreligger, har vi anslått grenseverdier for uteluft med utgangspunkt i de norske administrative normer for arbeidsatmosfære (4). Når det gjelder muligheter for opphopning i næringskjeden ved tørravsetning eller utfelling med nedbør, finnes det ingen retningsgivende verdier. En kan her bare sammenlikne med målte avsetninger på vegetasjon (mose) av langtransporterte forurensninger.

Vurderingen gjelder utslipp gjennom egne skorsteiner for avfall- og oljeforbrenning.

Skorsteinshøyden for avfall er satt til 80 m og for oljeforbrenningen til 60 m. Beliggenheter er vist på figur 1.



Figur 1: Sentralvarmeanlegg og resirkuleringsanlegg for avfall.

- A: Skorstein for forbrenning av avfall
- B: Skorstein for forbrenning av olje
- ⊗: Målestasjoner 1981/1982



## 2 UTSLIPP - TEKNISKE DATA

Brenselmengden av olje er vist i tabell 1.

Tabell 1: Brenselmengder i 1000 tonn/år.

År	
1985	1.5
1988	6.7
1989	9.8
1994	20.6

Tabell 2 gir tekniske utslippsdata ved full drift.

Tabell 2: Utslippsbetingelser.

	Avfall	Olje
Røykgassmengde, $\text{m}^3\text{N/h}$	135000	63000
Gasstemp. $^{\circ}\text{C}$	250	150
Utslippshast. $\text{m/s}$	15	25
Maks støv- utslipp, $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$	100	100

Avfall: Maks kapasitet: 20 tonn/time

Planlagt utslippsfordeling gjennom året er vist i tabell 3.

Tabell 3: Varmeproduksjon over året i %.

Brensel	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Avfall	30	28	22	20
Olje	65	15	5	15

### 3 FORURENSENDE UTSLIPP

For oljeforbrenning er utslipp av de fleste forurensende stoffer relativt godt kjent. Med utgangspunkt i tilgjengelige data fra moderne anlegg har vi anslått utslippskonsentrasjoner av skadelige gasser, tungmetaller og organiske stoffer i 1994.

Ved avfallsforbrenning kan utslippet variere betydelig i sammensetning for et og samme anlegg og det foreligger relativt få målinger. Vi har her i stor grad holdt oss til svenske målinger, idet vi antar de har noenlunde samme avfallssammensetning som oss, se forøvrig ref. 5. Antatt utslipp for de alternative driftsformer ved full belastning, av skadelige gasser, tungmetaller og organiske mikro-forurensninger, er gitt i tabellene 4, 5 og 6.

Anslåtte stoffmengder pr. normal kubikkmeter er gitt i vedlegg A.

Tabell 4: Utslipp av skadelige gasser og støv - g/s.

	SO <sub>2</sub>	HCl	HF	NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	Hg	Støv
Avfall	18.8	37.5	0.40	7.5	0.015	3.8
Olje	20.9	-	-	6.4	0.004	1.8

Tabell 5: Utslipp av tungmetaller - mg/s.

	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb	As	Se
Avfall	-	4	3	8	2	6	375	4	2	75	1	-
Olje	92	0.1	0.1	0.3	25	0.4	3	0.04	0.04	0.4	0.05	-

Tabell 6: Utslipp av organiske mikroforurensninger - mg/s.

	PAH	PCB
Avfall	1.5	0.04
Olje	9.1	-

Vi gjør spesielt oppmerksom på den store usikkerhet i utslipp av organiske mikroforurensninger. For eksempel kan utslippet av PCB variere flere størrelsesordener avhengig av forbrenningstemperaturen.

#### 4 GRENSEVERDIER

##### 4.1 Svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>), svevestøv, nitrogendioksyd (NO<sub>2</sub>), karbonmonoksyd (CO), bly (Pb) og fluorider (HF)

En arbeidsgruppe oppnevnt av Statens forurensningstilsyn (SFT) har angitt grenseverdier for ovennevnte stoffer. I gruppens rapport (3) heter det: "Arbeidsgruppen fremhever at dagens kunnskaper om de ovennevnte stoffers dose-effektforhold er mangelfulle. Det er derfor benyttet en sikkerhetsfaktor på mellom 2 og 5 for de ulike forurensningskomponenter. Dette betyr at man må opp i 2 og 5 ganger høyere eksponeringsnivåer enn de angitte grenseverdier før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Selv ved dette terskelnivået, er effektene på grensen av hva man kan påvise med dagens teknikk. De angitte grenseverdier bør derfor ikke tolkes slik at nivåer over grensen er definitivt farlige, mens lavere nivåer ikke kan medføre skader." De foreslåtte grenseverdier er gitt i tabell 7.

Tabell 7: Oversikt over grenseverdier for luftkvalitet angitt av arbeidsgruppen oppnevnt av SFT (3). I parentes tidligere retningslinjer for SO<sub>2</sub> som ikke måtte overskrides i mer enn 1% av tiden.

Stoff	Måleenhet/ metode	Virkning	Midlingstid				
			1 h	8 h	24 h	30 d	6 mndr.
Soveldioksyd (SO <sub>2</sub> ) <sup>a)</sup>	µg/m <sup>3</sup>	Helse	(400)		150-150		40-60
Svevestøv <sup>a)</sup>	"				100-150		40-60
Svoveldioksyd (SO <sub>2</sub> )	"	Vegetasjon	150		50		25
Nitrogen- dioksyd (NO <sub>2</sub> )	"	Helse	200-350		100-150		75
Karbonmonok- syd (CO)	mg/m <sup>3</sup>	Helse	25	10			
Fotokjemiske oksydanter	µg/m <sup>3</sup>	Helse	100-200				
"	målt ved ozon- innholdet	Vegetasjon	200				
Fluorider <sup>b)</sup>		Helse		25			10
" b)	µg F/m <sup>3</sup>	Dyr				0.2-0.4 <sup>d)</sup>	
" c)		Vegetasjon		1			0.3

a) Virkningen av de to komponenter forsterker hverandre når de kommer i uteluft. Forslaget til grenseverdier forutsetter at den forurensende luften inneholder begge komponenter.

b) Grenseverdi for totalfluorid.

c) Grenseverdi for gassformig fluorid.

d) Utgangspunktet for kvalitetsgrenseverdien er at høy og beitegras bare unntaksvis bør inneholde mer enn 30 mg fluor pr. kg tørrstoff. Dette er anslått å svare til en konsentrasjon av totalfluorid av størrelsesorden 0.2-0.4 µg F pr. m<sup>3</sup> luft.

For bly har gruppen ikke funnet grunnlag for å angi en grenseverdi, fordi den mener blybelastningen ved direkte innånding bare representerer en mindre del av den totale blybelastning hos en person.

I Vest-Tyskland er maksimalt tillatt døgnverdi for bly  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og årsmiddel  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I USA er kvartalsmiddelverdien  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Utslipet av karbonmonoksyd (CO) fra forbrenningsanlegg for avfall er lite sett i forhold til tillatt bakkekonsentrasjon. Det regnes heller ikke med at utslippet av forurensende stoffer fører til problemer ved dannelse av fotokjemiske oksydanter.

#### 4.2 Hydrogenklorid (saltsyre, HCl)

Utslipet av hydrogenklorid er en betydelig andel av de forurensende utslipp. Virkningen av HCl på helse og miljø er imidlertid ikke vurdert av SFT-gruppen. Rapporterte minsteverdier for irritasjon av luftveiens slimhinner viser meget stor spredning. Grenseverdier er bare fastsatt i Vest-Tyskland:  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som langtidsmiddel og  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som korttidsmiddel (95% fraktil) (6).

#### 4.3 Tungmetaller og organiske mikroforurensninger (PAH og PCB) - administrative normer

Når det ikke er angitt grenseverdier for tillatte konsentrasjoner i uteluft, nyttes ofte 1/10-1/30 av yrkeshygieniske grenseverdier

Tabell 8: Grenseverdier - justert til timesverdi for 50% bakgrunnsbelastning<sup>1)</sup>.

A: Foreslåtte norske retningslinjer (3)

B: Vest-Tyske grenseverdier (T) (6)

C: Administrative normer for arbeidsatmosfære (4)

K = kan være kreftfremkallende

T = takverdi (må ikke overskrides) (irriterende)

H = kan tas opp gjennom huden

Stoff	Grenseverdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Merknad
Svoveldioksyd - $\text{SO}_2$	200 100	Helse - anslått fra A (24 h) Vegetasjon-anslått fra A (24 h)
Hydrogenklorid - HCl	80	Helse - anslått fra B (30 min)
Nitrogenoksyder - $\text{NO}_x$ ( $\text{NO}_2$ )	140	Helse - anslått fra A (24 h)
Hydrogenfluorid - HF	75 3	Helse - anslått fra A (24 h) Vegetasjon-anslått fra A (24h)
Kvikksølv - Hg	1.2	Basert på C
Støv	200	Anslått fra A (24 h)
Vanadium - V	2	Basert på C
Krom - Cr	17K	Basert på C
Mangum - Mn	85	Basert på C
Kobolt - Co	2	Basert på C
Nikkel - Ni	3K	Basert på C
Kobber - Cu	30	Basert på C
Sink - Zn	150	Anslått fra B
Kadmium - Cd	$0.08^{2)T}$	
Bly - Pb	3.6	Anslått fra B (24 h)
Arsen - As	0.05	Basert på C
Selen - Se	0.1	Basert på C
Polyaromatiske hydrokarboner - PAH	0.5K	Basert på C
Polyklorerte bifenyler - PCB	0.025H	Basert på C (forslag)

1) justering fra konsentrasjon  $C_2$  med midlingstid  $t_2$ :  $C_1 = C_2 (t_2/t_1)^{0.35}$   
- 1/30 av administrative normer

2) Vest-Tysk grenseverdi (7).

som rettesnor. I tabell 8 har vi brukt de norske yrkeshygieniske grenseverdier over en periode på 8 timer. Overskridelser kan aksepteres i perioder på opptil 15 min, etter gitte overskridelsesfaktorer. Stoffer som er merket H kan tas opp gjennom huden. Stoffer som kan være kreftfremkallende er merket med K. T betyr "takverdi" som angir maksimalkonsentrasjon som ikke må overskrides, og brukes for en del stoffer med irriterende, ubehagelig virkning. For langtidsvirkninger finnes ingen grenseverdier og et estimat ut fra yrkeshygieniske grenserverdier synes lite holdbart.

#### 4.4 Grenseverdier og midlingstider

I et enkelt punkt vil forurensningskonsentrasjonen kunne variere sterkt med tiden som følge av endrede værforhold, i første rekke av vindretning. Valg av midlingstider blir derfor av stor betydning. Ved beregning av maksimale korttidskonsentrasjoner brukes gjerne en midlingstid på 1 time. En midlingstid på ett døgn kan brukes i byer, med bidrag fra mange kilder, men egner seg dårlig for enkeltkilder.

For vurdering av langtidsbelastninger brukes midlingstider på inntil ett år. Selv om enkelte vindretninger er hyppigere enn andre, vil langtidskonsentrasjoner omkring en enkeltkilde være langt mindre enn korttidskonsentrasjonen, og forholdet mellom dem langt lavere enn det en finner innen f.eks. et byområde med mange jevnstore kilder.

Sammenholdt med grenseverdier (hvor disse finnes) er derfor langtidsbelastning fra en aktuell kilde oftest meget beskjeden som også vist i de følgende spredningsberegninger.

## 5 SPREDNINGSBEREGNINGER

Ved beregning av maksimale korttids- og langtidsbelastninger har en brukt NILUs vanlige beregningsmetoder (8). Tabell 9 viser maksimale bakkekonsentrasjoner.

### 5.1 Korttidskonsentrasjoner

Ved å sammenholde maksimale korttidsverdier (times-) med de tilsvarende grenseverdier (justerte) får en frem den relative betydning av de forskjellige utslipp for luftkvaliteten. Dette er gjort i tabell 10. Dominerende blir utslippene av svoveldioksyd og hydrogenklorid. Maksimalkonsentrasjonene vil normalt inntreffe i avstander mellom 0.5 km og 4 km. For maksimal konsentrasjon av svoveldioksyd kreves dessuten en vindretning som faller sammen med forbindelseslinjen mellom de to skorsteiner, dvs. vind fra øst eller vest, retninger som begge viser liten hyppighet. Den maksimale konsentrasjon,  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , eller 130% av justert grenseverdi når hensyn tas til vegetasjon, vil derfor inntreffe i under 1% av tiden. Ingen overskridelser av de halverte grenseverdier for helse vil overskrides.

Av tungmetaller synes bare utslippene av vanadium å bli av noen betydning. Dernest følger kadmium, bly, nikkel og arsen. De øvrige tunmetallutslippene, krom, mangan, kobolt, sink og selen, synes uten betydning. Når det gjelder utslipp av organiske mikroforurensninger er usikkerheten meget stor, men overslaget tyder ikke på foruroligende høye verdier. Men her må bemerkes at utslippet av dioksiner ikke er vurdert. Her er ennå for store usikkerheter med hensyn til utslippsverdier og grenseverdier.

### 5.2 Langtidsbelastning

Som nevnt blir langtidsbelastninger beskjedne i forhold til korttidsbelastninger.



Tabell 9: Sammenligning mellom beregnede maksimale bakkekonsentrasjoner og grenseverdier (justerte).

	Konsentrasjon - $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Grenseverdi - $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	time	vinter	år	time	6 mndr
Svoveldioksyd ( $\text{SO}_2$ )	130	1.1	0.8	200(100)	20(12)
Hydrogenklorid (HCl)	80	0.5	0.5	80	50
Hydrogenfluorid (HF)	0.4	0.007	0.007	75 (3)	5(0.15)
Nitrogenoksyder $\text{NO}_x$ ( $\text{NO}_2$ )	36	0.2	0.2	140	37
Kvikksølv (Hg) totalt	0.03	0.0003	0.0003	1.2	-
Støv	11	0.08	0.08	130	20
	Konsentrasjon - $\text{ng}/\text{m}^3$			Grenseverdi - $\text{ng}/\text{m}^3$	
Vanadium (V)	500	0.8	2	2000	-
Krom (Cr)	5	0.06	0.05	17000	-
Mangan (Mn)	4	0.05	0.05	85000	-
Kobolt (Co)	11	0.1	0.1	2000	-
Nikkel (Ni)	114	0.3	0.6	3000	-
Kobber (Cu)	8	0.09	0.01	30000	-
Sink (Zn)	415	5	5	150000	-
Cadmium (Cd)	5	0.06	0.05	80	-
Bly (Pb)	90	1	1	3600	.1500(år)
Arsen (As)	1	0.01	0.01	50	-
Selen (Se)	0.2	0.002	0.002	100	-
PAH	3	0.05	0.05	500	-
PCB	0.04	0.0006	0.0006	25	-

Tabell 10: Relative belastninger - forholdet bakkekonsentrasjon/grenseverdi i prosent - timesverdier. Grenseverdi for vegetasjon i parentes.

Svoveldioksyd ( $\text{SO}_2$ )	65(130)
Hydrogenklorid (HCl)	100
Hydrogenfluorid (HF)	13
Nitrogenoksyder ( $\text{NO}_x$ ( $\text{NO}_2$ ))	26
Kvikksølv (Hg)	3
Støv	8
Vanadium (V)	25
Krom (Cr)	0.03
Mangan (Mn)	0.005
Kobolt (Co)	0.6
Nikkel (Ni)	4
Kobber (Cu)	0.03
Sink (Zn)	0.03
Kadmium (Cd)	6
Bly (Pb)	3
Arsen (As)	2
Selen (Se)	0.2
PAH	0.6
PCB	0.2

Figur 2 viser belastningen av svoveldioksyd i vintermånedene desember til og med februar, årstiden som gir de høyeste langtidskonsentrasjonene. Bidraget til forurensninger over sentrale byområder blir mindre enn  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dvs. ikke over et par prosent.

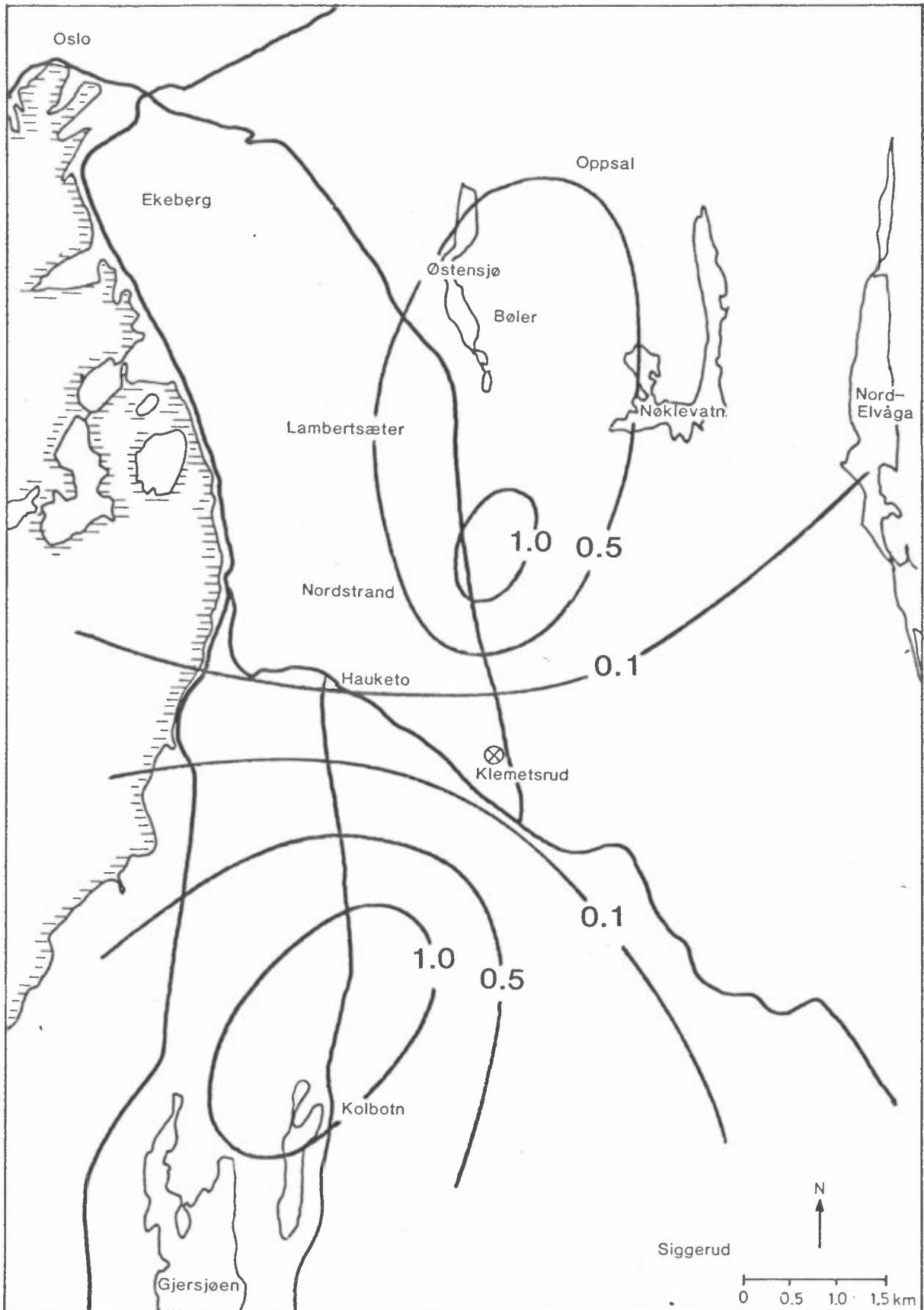
Fordelingen av hydrogenklorid på årsbasis er vist i figur 3.

Bidraget av tungmetaller og organiske mikroforurensninger kan best sammenliknes med målte verdier i Norge, vist i tabell 11. Dette er midlere døgnverdier, som vil være lavere enn maksimale timesverdier. Det midlere bidrag av vanadium blir av samme størrelse som den målte bakgrunnsbelastning i området, mens maksimal timesverdi blir langt høyere. Tilsvarende gjelder for sink og nikkel, når disse verdier sammenholdes med målte verdier i lite belastede områder. Bidraget av organiske mikroforurensninger er forbausende lite og kan bero på for lavt anslåtte utslipp. Maksimalkonsentrasjonen av bly blir 1/10 av middelkonsentrasjonen i Oslo sentrum, mens beregnet middelkonsentrasjon blir langt lavere og ubetydelig i forhold til bidrag fra biltrafikk.

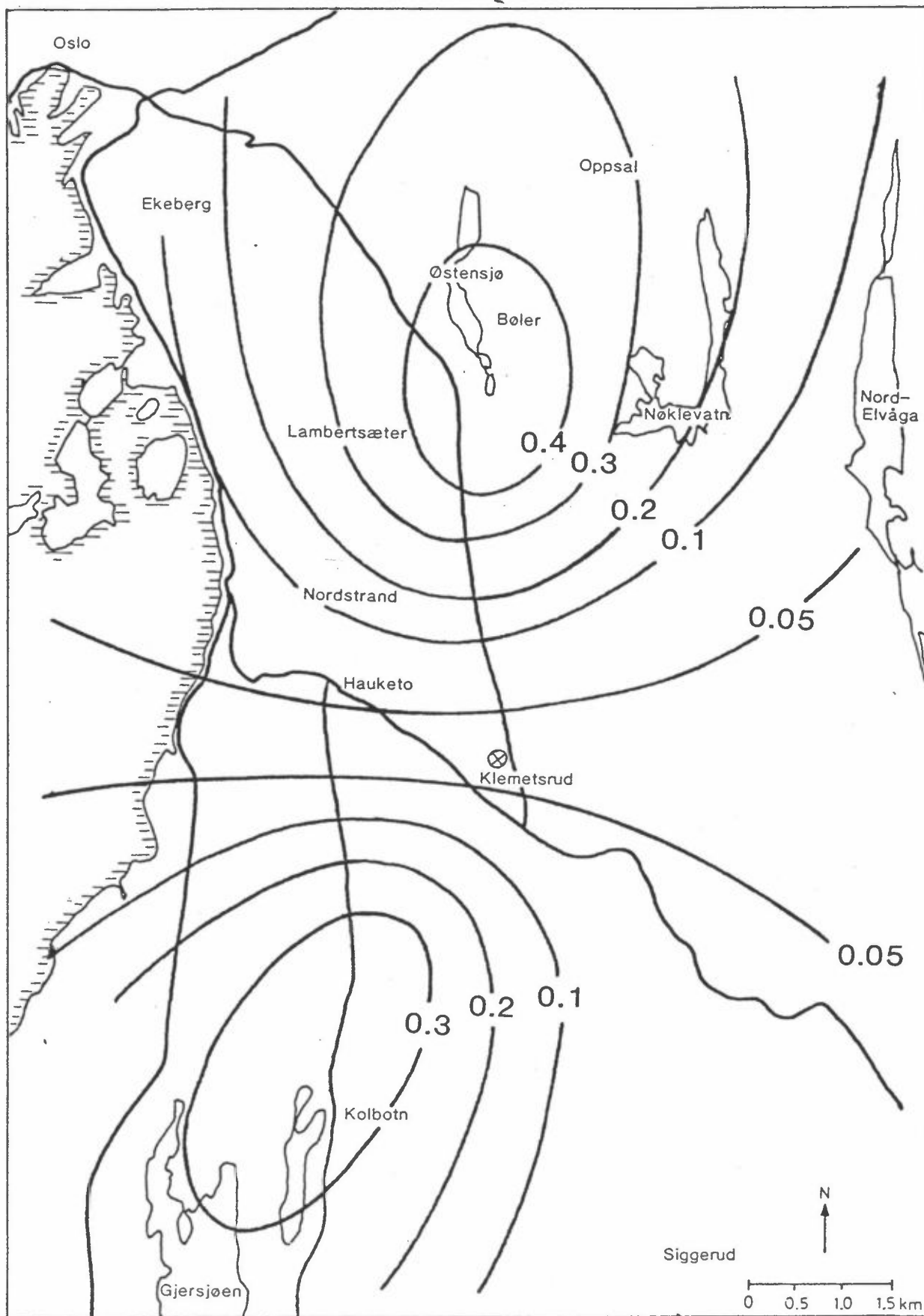
Tabell 11: Middelkonsentrasjoner av tungmetaller og organiske mikroforurensninger i luft målt i Norge. Enhet:  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Sted	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Vanadium (V)	Kobber (Cu)	Nikkel (Ni)	Krom (Cr)	Sink (Zn)	PAH
Oslo (9) (vinter 1977-82)	640-1500	.						
Oslo (10) Vinter - gate								500-1000 <sup>1)</sup>
Vinter - sentrum gen								300-500 <sup>2)</sup>
Elverum (11) (vinter)	150-450	0.5-2			1-2	0.3		35-370 <sup>3)</sup>
S.Nordstrand(1) <sup>4)</sup> (1981/82)	73	0.4	5.3		1.5			
Sørum (12) (jan/feb 76)	100-200			100			80	
Bakgrunns- stasjoner (13,14)	19	0.3	3.1	3		0.6	17	
Vestre Torp og Åsgårdstrand (15)	28	0.5					31	

1) totalt - 80% gass, 2) totalt - 90% gass, 3) partikulært  
4) målepunkter - se figur 1.



Figur 2: Midlere konsentrasjon av svoveldioksyd ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - vinter.



Figur 3: Midlere årlig konsentrasjon av hydrogenklorid ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 6 MILJØBELASTNING - KONSEKVENSER

### 6.1 Helsepåvirkninger

Helsevirkninger som følge av forurensende stoffer i luften er behandlet av arbeidsgruppen oppnevnt av SFT (3). Det har resultert i de forslag til norske grenseverdier vi har lagt til grunn.

Kravene til luftkvalitet basert på helsekriterier tilfredstilles selv når vi som her, regner med like store konsentrasjonsbidrag fra andre kilder. Det samme blir tilfelle for korttidskonsentrasjoner av tungmetaller, bare at vi her har måttet anslå meget usikre grenseverdier.

Når det gjelder langtids effekter av tungmetallkonsentrasjoner i luften og avsetning på vegetasjon med mulig opphopning i næringskjeden, har vi som nevnt ingen fastsatte grenseverdier eller retningslinjer. Imidlertid er det i Norge målt årlig avsetning på mose og lav av endel tungmetaller, hvor hovedbidraget skyldes transport til Norge fra andre land (13). Tabell 12 viser at de beregnede avsetninger fra anlegget på S. Nordstrand er av samme størrelse, eller lavere (som avsetningshastighet er brukt 0.01 m/s som er forholdsvis høy).

Tabell 12: Beregnet maksimal årlig avsetning av tungmetaller sammenholdt med årlig avsetning på mose og lav målt på Østlandet (13) - mg/m<sup>2</sup>/år.

	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Vanadium (V)	Krom (Cr)	Sink (Zn)	Arsen (As)	Selen (Se)
Beregnet	0.3	0.015	0.6	0.02	1.5	0.003	0.001
Målt	11	0.28	0.7	1.0	18	0.8	1.5

For de fleste metaller blir de maksimale avsetninger vesentlig mindre enn målte avsetninger. Bare for vanadium blir beregnet avsetning nær de verdier som er målt.

## 6.2 Virkninger på vegetasjon

Arbeidsgruppen oppnevnt av SFT har også foreslått grenseverdier for å hindre vegetasjonsskader, tabell 7. Våre beregninger viser som tidligere nevnt (pkt. 3.1 s. 16) at grenseverdien for svoveldioksyd kan overskrides under 1% av tiden om vinteren, men ikke grenseverdien for fluorider. Grenseverdier for nitrogenoksyder synes å ligge betydelig høyere enn for svoveldioksyd og overskrides ikke på langt nær. For hydrogenklorid i tørr luft gjelder det samme. Forholdet er her mer komplisert i nedbør. Hydrogenklorid tas meget hurtig opp av vanndråper og gir nedfall av saltsyre i den nærmeste omgivelse (kilometre). I hvilken grad dette kan føre til vegetasjonsskader er vanskelig å vurdere, idet prosessen er dårlig kjent.

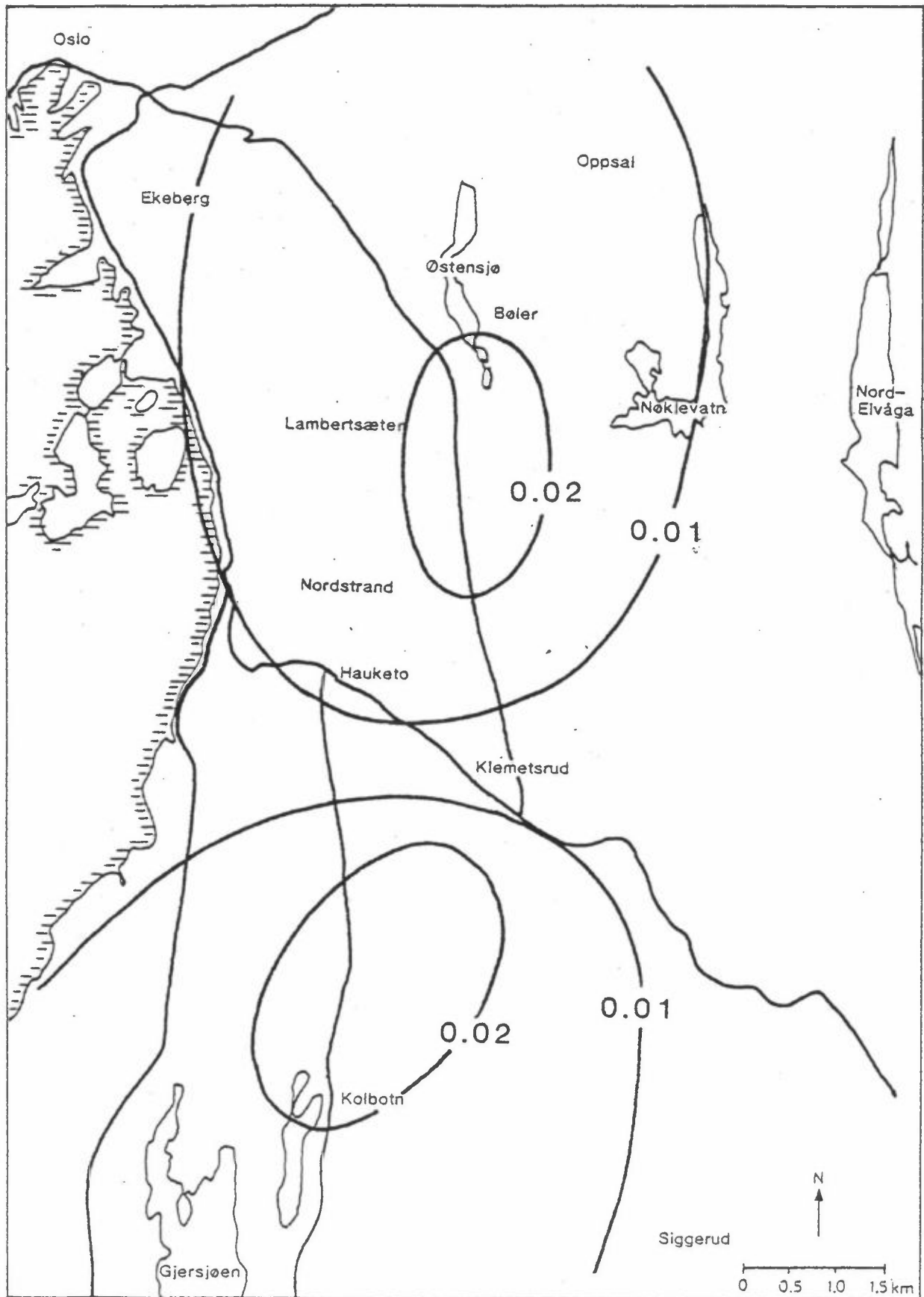
## 6.3 Forsurningsproblemer

Avsetning i tørt vær (tørravsetning) og i nedbør (sur nedbør) av svoveldioksyd, nitrogenoksyder og hydrogenklorid vil bidra til forsurening av vann og jordsmonnet. NILU har tidligere undersøkt bidraget fra mulige fremtidige oljefyrte varmekraftverk (16).

For alternativene Hurum og Emmerstad (ved Hvitsten) er bidraget fra våtavsetning mindre enn bidraget fra tørravsetning. Nedbørforholdene på S. Nordstrand er noenlunde de samme. En fordobling av beregnet tørravsetning, vil derfor representere en øvre grense for forsureningsbidraget. Det samlede bidraget er vist i figur 4.

Målt forsurening over Østlandet, som i hovedsaken skyldes forurensninger tilført fra andre land, utgjør 0.1 gram ekvivalenter/m<sup>2</sup>/år (17), som er betydelig større enn det samlede årlige bidraget fra anlegget.

Ved våtavsetning i nære områder (kilometre) vil bare hydrogenklorid bidra til forsureningen, idet overgangene fra svoveldioksyd til sulfat og av nitrogenoksyder til nitrogendioksyd er relativt langsomme prosesser.



Figur 4 : Midlere avsetning av sure komponenter ( $\text{g ekv/m}^2$ )  
Avsetningshastighet =  $0.01 \text{ m/s}$ .

#### 6.4 Atmosfærisk korrosjon

Utslippene av svoveldioksyd og hydrogenklorid er klart mest korrosive. Korrosjonshastigheten for jern, stål og aluminium øker markert med konsentrasjonen av svoveldioksyd i luften. Det er angitt faktorer på 5 for jern og sink ved en økning fra  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  til  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (18). Utsatte områder vil i første rekke være i avstander 1-4 km i nord og sørvest. Disse kan som nevnt også få økt nedfall av meget korrosiv saltsyre (hydrogenklorid) under nedbør.

### 7 KONKLUSJON

Utslippene fra det planlagte anlegget vil ikke føre til konsentrasjoner av forurensende stoffer som overskrider eksisterende norske grenseverdier til luftkvalitet. Men settes kravet til at heller ikke 50% av grenseverdien kan overskrides, vil dette skje for svoveldioksyd når hensyn tas til vegetasjon. Dette vil imidlertid bare skje i vinterhalvåret og i mindre enn 1% av tiden. For hydrogenklorid, hvor det ikke gis norske grenseverdier, er vest-tyske brukt. Disse tilfredsstilles også.

Korttidskonsentrasjoner (timesverdier) av tungmetaller og organiske mikroforurensninger vil også holde seg under anslåtte grenseverdier, når disse settes lik 1/30 av yrkeshygieniske grenseverdier. Det er riktig nok betenkelig å bruke yrkeshygieniske verdier til å estimere manglende grenseverdier i uteluft. Forutsetninger for fastsettelse av normer for forurensninger i en arbeidsatmosfære og i uteluft kan være meget forskjellige. Fremgangsmåten bør imidlertid kunne brukes som rettesnor og konklusjonene endres neppe så lenge utslippskonsentrasjonene ikke avviker vesentlig fra det "normale".

Når det gjelder beregnede langtidskonsentrasjoner og avsetninger på vegetasjon, med muligheter for opphopning i næringskjeden, viser tidligere målte opptak i mose og lav betydelig høyere verdier. Bare for vanadium blir beregnet avsetning nær de verdier som er målt. Hvilke helseeffekter disse opptak gir og kan gi er det idag ikke mulig å fastslå.



Bidraget til forsureningen blir betydelig mindre enn bidraget fra langtransporterte forurensninger. Ett unntak kan være utvasking av hydrogenklorid (saltsyre) under nedbør. Effekten er imidlertid for lite undersøkt til at vi kan gi kvantitative utsagn, men den kan føre til økte korrosjonsproblemer i nærområdene. Forøvrig vil bidraget fra svoveldioksyd til korrosjonen bli langt mindre enn i sentrale deler av Oslo.

8 REFERANSER

- (1) Gotaas, Y. Luftkvalitet og spredningsforhold på S. Nordstrand. Lillestrøm 1982. (NILU OR 36/82.)
- (2) Gotaas, Y. Beregninger av skorsteinshøyder - S. Nordstrand. Lillestrøm 1982. (NILU OR 2/82.)
- (3) Statens forurensnings- tilsyn Luftforurensning. Virkninger på helse og miljø. Oslo 1982. (SFT-rapport nr. 38.)
- (4) Administrative normer for forurensninger i arbeidsatmosfære. Oslo, Direktoratet for arbeids- tilsynet, 1981.
- (5) Gotaas, Y. Nødvendig fortynning i atmosfæren av forurensninger fra forbrenningsanlegg for avfall. Lillestrøm 1982. (NILU OR 45/82.)
- (6) Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft). 2. erg. Aufl. Kissing, Weka-Verl., 1976.
- (7) Maximale Immissions-Werte. Berlin 1974. (VDI-Richtlinien 2310). (VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft. B.1).
- (8) Sivertsen, B. The application of Gaussian dispersion models at NILU. Lillestrøm 1980. (NILU Notat nr. 11/80.)

- (9) Hagen, L.O. Rutineovervåking av luftforurensning  
1. kvartal 1982.  
Lillestrøm 1982. (NILU OR 37/82.)
- (10) Larssen, S. Overvåking av luftforurensning fra  
biltrafikk i Oslo.  
Lillestrøm 1982. (NILU-rapport  
under utarbeidelse.)
- (11) Hanssen, J.E. Luftforurensninger fra vedfyring.  
Schjoldager, J. Partikkelmålinger i Elverum vintrene  
Möller, M. 1981 og 1982.  
Ramdahl, T. Lillestrøm. (NILU rapport under  
utarbeidelse.)
- (12) Vitols, V. Rural aerosol measurements with a  
high-volume Sierra impactor.  
Lillestrøm 1977. (NILU TN 16/77.)
- (13) Hanssen, J.E. Atmospheric deposition of trace  
Rambæk, J. P. elements in Norway. I: *Proc. int. eco.  
Semb, A. impact acid precip.*, Sandefjord 1980.  
Steinnes, E. SNSF project, s. 116-117.
- (14) Semb, A. Deposition of trace elements from  
the atmosphere in Norway. Oslo-Ås,  
1978. (SNSF-project, FR 13/78.)
- (15) Sivertsen, B. Bakgrunnsundersøkelser av luftforu-  
rensninger ved alternative bygge-  
steder for varmekraftverk ved Oslo-  
fjorden.  
Lillestrøm 1981. (NILU OR 16/80.)
- (16) Sivertsen, B. Virkninger av luftforurensninger fra  
et oljefyrt varmekraftverk.  
Lillestrøm 1975. (NILU OR 1/76.)
- (17) Overrein, L.N. Acid precipitation - effects on forest  
Seip, H.M. and fish. Final report. Ås 1980. (SNSF.  
Tollan, A. FR 19/80).
- (18) Atteraaas, L. Atmospheric corrosion in Norway.  
Haagenrud, S. *Atmosph. Corrosion*, edited by  
W.H. Ailor, N.Y., Wiley, 1982,  
s. 873-891.

VEDLEGG A

ANSLÅTTE UTSLIPP AV SKADELIGE STOFFER  
VED FORBRENNING AV AVFALL OG OLJE  
(STOFF/M<sub>N</sub><sup>3</sup>)



Tabell A-1: Utslipp av skadelige gasser -  $\text{mg}/\text{m}_N^3$  - 10%  $\text{CO}_2$ .

	Avfall <sup>1)</sup>	Olje <sup>2)</sup>
Svoveldioksyd ( $\text{SO}_2$ )	500	1160
Hydrogenklorid (HCl)	1000	-
Hydrogenfluorid (HF)	10	-
Nitrogenoksyder ( $\text{NO}_x$ ( $\text{NO}_2$ ))	200	350
Kvikksølv (Hg)	0.4	0.2
Karbonmonoksyd (CO)	400	4

1) ref. A1-A4, 2) A5, 0.8%S.

Tabell A-2: Utslipp av tungmetaller -  $\mu\text{g}/\text{m}_N^3$  - ved 100 mg støv/ $\text{m}_N^3$ .

	Avfall <sup>1)</sup>	Olje <sup>2)</sup>
Vanadium (V)	-	5000
Krom (Cr)	100	6
Mangan (Mn)	70 <sup>x)</sup>	5.5
Kobolt (Co)	200	18
Nikkel (Ni)	50	1400
Kobber (Cu)	170 <sup>x)</sup>	23
Sink (Zn)	12000 <sup>x)</sup>	120
Kadmium (Cd)	100	2
Kvikksølv (Hg)	50	0.01
Bly (Pb)	2000	18
Arsen (As)	25	3
Selen (Se)	5	0.6

1) ref A1-A4, A8, A9,

2) ref. A6, A7

Tabell A-3: Utslipp av organiske mikroforurensninger -  $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ .

	Avfall <sup>1)</sup>	Olje <sup>2)</sup>
Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)	50	0.5
Polyklorete bifenyler (PCB)	1	-

1) ref. A10-A12, 2) ref. A5.

#### REFERANSER

- (A1) Heimler, B. Avfallsforbränning - en kartering av avfall, røkgas, aska og slag vid Sävenäs förbränningsanläggning. Solna 1975. (Statens Naturvårdsverk SNV PM 535.)
- (A2) Granath, G. Utsläpp till luft från avfallsförbränningsanläggningar. Solna 1978. (Statens Naturvårdsverk SNV PM 921.)
- (A3) Drougge, B. Røkgasutsläpp vid avfallsförbränning. Föredrag vid svenska Renhållingsverk - Föreningens årskonferens. Lund 1982.
- (A4) Thomé-Kozmiensky, K.J. Müller, H. Rauchgasreinigung nach der Verbrennung von Abfällen. *Müll und Abfall*, 13, 185-196 (1982).
- (A5) Varmekraftverk i Oslofjordområdet. Oslo 1981. Norges Vassdrags- og elektrisitetvesen. Statskraftverkene (Redegjørelse).
- (A6) Pacyna, J. Estimation of emission factors of trace metals from oil-fired power plants. Lillestrøm 1982. (NILU 2/82.)
- (A7) Pacyna, J. Emission factors of trace elements. London. (University of London MARC rapport under trykking.)

- (A8) Gallerini, H.  
Orvini, E.  
Di Casa, M.                      Heavy metals in the emissions of  
solid waste refuse incineration.  
In: *International Conference on  
heavy metals in the environment.*  
3. Amsterdam 1981, s. 56-59.
- (A9) Larssen, S.                      Undersøkelse av støvforurensningen  
i området rundt Oslo kommunes for-  
brenningsanlegg i Brobekkveien.  
Lillestrøm 1975. (NILU OR 6/76.)
- (A10) Ahling, B.  
Rudling, L.                      Emmision av organiska föroreningar  
vid kommunal avfallsförbränning.  
Stockholm 1980. (Naturvårdsverket  
SNV PM 1316.)
- (A11) Senstad, E.  
Krohn, C.                      Økologiske konsekvenser av avfalls-  
forbrenning. Et pilotverk innen  
økologisk konsekvensanalyse.  
Trondheim, SINTEF, 1980.
- (A12) Lindskog, A.                      Emmisioner til luft av PCB och  
klorade benzener vid förbränning  
av avfall. Institutet för Vatten-  
och luftvårdsforskning. Göteborg 1980.



# NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING

**NILU**  
TLF. (02) 71 41 70

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

RAPPORTTYPE Oppdragsrapport	RAPPORT NR. OR 6/83	ISBN--82-7247-363-1
DATO Januar 1983	ANSV.SIGN. B. Ottar	ANT. SIDER 31
TITTEL Miljøbelastning fra et forbrenningsanlegg for avfall og olje på Klemetsrud - Luftforurensninger.		PROSJEKTLEDER Y. Gotaas
FORFATTER(E)  Yngvar Gotaas		NILU PROSJEKT NR. 23082
		TILGJENGELIGHET** A
OPPDRAGSGIVER  Kværner Brug og Oslo Lysverker		OPPDRAGSGIVERS REF.
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Avfall	Fjernvarme	Kombinert Forbrenning
REFERAT (maks. 300 anslag, 5-10 linjer)  Miljøbelastningen er vurdert i området rundt et kombinert forbrenningsanlegg for avfall og oljefyrt sentralvarmeanlegg. Gasskonsentrasjoner vil ikke overskride foreslåtte norske grenseverdier. Konsentrasjoner og avsetning av tungmetaller blir av størrelse som observert i bakgrunnsområder. Forsurningsbidraget blir betydelig mindre enn bidraget fra langtransporterte forurensninger.		
TITLE Environmental impact from combined incineration and oil fired central heating installation at Klemetsrud - Air Pollution		
ABSTRACT (max. 300 characters, 5-10 lines.  Estimated gas concentrations in the surroundings will not exceed proposed Norwegian air quality standards. Concentration and deposition of trace elements will be as reported from non-urban regions. Added acidification will be substantially smaller than the concentration from long range transport.		

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