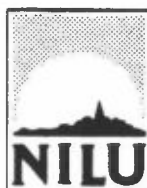


NILU OR : 47/86
REFERANSE: O-8533
DATO : DESEMBER 1986
ISBN : 82-7247-717-3

Oversikt over miljøgifter i luft

J. Schjoldager
A. Semb
K.E. Thrane
B.M. Wathne



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
Norwegian Institute For Air Research
POSTBOKS 64 — N-2001 LILLESTRØM — NORWAY

NILU OR : 47/86
REFERANSE: O-8533
DATO : DESEMBER 1986
ISBN : 82-7247-717-3

Oversikt over miljøgifter i luft

J. Schjoldager
A. Semb
K.E. Thrane
B.M. Wathne

NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING
POSTBOKS 64, 2001 LILLESTRØM
NORGE

Sammendrag

Statens forurensningstilsyn (SFT) arbeider med et prosjekt som skal gi en oversikt over omfang og betydning av miljøgiftbelastningen i Norge. Arbeidet skal resultere i et forslag til SFTs framtidige innsats på feltet. Som en del av prosjektet har Norsk institutt for luftforskning (NILU) fått i oppdrag å kartlegge hvilke stoffer som forårsaker størst problemer i luft. Så langt det er mulig skal det angis omfang, betydning og utvikling for forekomsten i miljøet.

En miljøgift kan defineres som et stoff som har negativ virkning på naturen, eller som gjennom naturen kan ha negativ virkning på mennesker.

Rapporten beskriver de antatt viktigste miljøgiftene i luft. I alt er 34 stoffer/stoffgrupper tatt med. Av disse er det 10 metaller, 3 andre uorganiske stoffer, 10 klorerte organiske stoffer og 11 andre organiske stoffer.

De 34 stoffene er delt inn i to prioritetsklasser med 17 i hver.

De 17 høyest prioriterte stoffene/stoffgruppene er:

Ozon	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
Hydrogenfluorid	Polysykliske aromatiske ketoner
Partikulært fluorid	Nitrogensubstituerte PAH
Nikkel	Kloretylener
Kopper	Klorfenoler
Kadmium	Heksaklorsykloheksaner
Kvikksølv	Polyklorerte bifenyler (PCB)
Arsen	Polyklorerte dibenzo-p-dioksiner
	Polyklorerte dibenzofuraner

De øvrige 17 stoffene/stoffgruppene er:

Beryllium	Akrylnitril
Vanadium	Aza-arener
Krom	Peroksyacetylnitrat (PAN)
Sink	Svovelsubstituerte PAH
Bly	Klormetaner
Etylen	Kloralkaner
Naftalen	Klorbenzener
Ftalater	Klornaftalener
Etylenoksid	

For mange av stoffene mangler vi data for å si noe om endringene over tid. Det ser imidlertid ut til at konsentrasjonene av de fleste metallene har avtatt de siste 10 år.

Innhold

	Side
SAMMENDRAG	3
1 INNLEDNING	7
1.1 Definisjon av miljøgift	7
2 LISTE OVER MILJØGIFTER I LUFT	9
3 NÆRMERE OMTALE AV EN DEL STOFFER	13
3.1 Uorganiske forbindelser	17
3.2 Organiske forbindelser	25
3.3 Klorerte organiske forbindelser	31
4 KONKLUSJON	35
5 REFERANSELISTE	36
 VEDLEGG A: Grenseverdier for luftkvalitet utarbeidet av en arbeidsgruppe i SFT	 41
VEDLEGG B: Innhold av krom, nikkel, kopper og arsen i etasjemose (<i>Hylocomium splendens</i>) og kvitrull (<i>Cladina stellaris</i>) i Øst-Finnmark 1981).....	45
VEDLEGG C: Sporelementer i luft fra Birkenes, Aust-Agder. Sammenligning av måleresultater for 1978/79 og foreløpige resultater for 1985	49
VEDLEGG D: Forekomst av benzo(a)pyren (ng/m^3) i luft og nedfall i Norge	53

Oversikt over miljøgifter i luft

1 Innledning

Statens forurensningstilsyn (SFT) arbeider med et prosjekt som skal gi en oversikt over omfang og betydning av miljøgiftbelastningen i Norge. Hensikten med prosjektet er dels å få grunnlag for å sette i verk utslippsbegrensende tiltak, dels å avdekke hvor det er kunnskapsmangler, og lage et forslag til SFTs videre arbeid på feltet.

Prosjektet er organisert med prosjektledelse og saksbehandlere på SFT, en referansegruppe med personer utenfor SFT, og delprosjekter som er gitt til ulike oppdragsinstitutter. Produktkontrollavdelingen i SFT har ansvaret for å gjennomføre prosjektet (SFT, 1982).

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har fått i oppdrag å gi en oversikt over de viktigste miljøgiftene i luft. Oppdraget går ut på å lage en liste over miljøgifter i luft, og beskrive virkninger, utvikling og forekomster i Norge.

Liknende oversikter er laget for miljøgifter i vassdrag og fjorder og i terrestrisk miljø. (Næs et al., 1986; Steinnes og Brevik, 1986).

1.1 DEFINISJON AV MILJØGIFT

En miljøgift kan defineres som et stoff som kan ha negative virkninger på mennesker og natur, enten ved indirekte virkning på mennesker, eller ved direkte eller indirekte virkninger på naturen. Forskjellen mellom et helseskadelig stoff (H) og en miljøgift (M) kan enkelt forklares slik:

	Mennesker	Naturmiljø
Direkte virkning	H	M
Indirekte virkning	H,M	M

De stoffene som er helseskadelige uten å være miljøgifter, er altså de som bare kan virke direkte på mennesker. Direkte virkning på mennesker skjer ved innånding, inntak gjennom huden og inntak gjennom drikkevann. Indirekte virkning på mennesker kan først og fremst skje ved inntak av mat og drikke.

Formaldehyd og benzen er eksempler på stoffer som har negativ virkning på mennesker, men som ikke kan kalles miljøgifter. Årsaken er at de brytes raskt ned, og at de ikke har negative virkninger på naturmiljøet.

Definisjonen ovenfor er i samsvar med den definisjonen som NTNFs Utvalg for miljøgifter har gitt (NTNF, 1985): "Med miljøgifter menes stoffer som har eller kan få toksiske virkninger på levende organismer, og som kan føre til endringer i økosystemer og/eller gjennom det ytre miljø kan nå mennesket".

De viktigste uønskede egenskapene ved miljøgifter er giftighet, bioakkumulerbarhet og liten nedbrytbarhet. Eksempler på miljøgifter er tungmetaller, polyaromatiske hydrokarboner, klorerte aromatiske hydrokarboner, arylfosfater, ftalater, klorparafiner, men også uensartede stoffgrupper med samlebetegnelser ut fra bruksområder som vaskemidler og biocider (SFT, 1985).

Svovel- og nitrogenoksider blir ikke tatt med i dette prosjektet, til tross for at disse stoffene har negative virkninger på miljøet, blant annet i form av forsuring og eutrofiering. Svovel- og nitrogenforbindelser har stor oppmerksomhet i andre SFT-prosjekter, og det er derfor upraktisk å ta dem med i SFTs miljøgiftprosjekt. Det samme gjelder stoffer som på lang sikt kan endre strålingsbalansen i atmosfæren og på jorda, for eksempel klorfluorkarboner, karbondioksid og metan.

Av administrative og praktiske årsaker er heller ikke arbeidsmiljøforurensninger og norske, lovlige plantevernmidler tatt med.

For et lite antall stoffer fins grenseverdier for luftkvalitet som er internasjonalt akseptert (SFT, 1982a; Schjoldager 1982; Thrane, 1982). Forslag til norske grenseverdier er framlagt av en arbeidsgruppe i

SFT. Dette er sammenfattet i vedlegg A.

Environmental Protection Agency (EPA) i USA har klassifisert en del stoffer som "Hazardous Air Pollutants" (EPA, 1985).

Utslipet av enkelte stoffer skal reduseres i følge internasjonale avtaler. Av særlig betydning er "Paris-konvensjonen" som skal begrense forurensningene i Nordsjøen. Tilførselen fra atmosfæren til Nordsjøen har til dels stor betydning. Dette gjelder blant annet en rekke tungmetaller (Paris-konvensjonen, 1986).

2 Liste over miljøgifter i luft

Vi har laget en liste over de viktigste miljøgiftene i luft. Lista inneholder 34 stoffer eller stoffgrupper. De 17 viktigste stoffene/stoffgruppene er gitt særskilt. Av de 34 stoffene/stoffgruppene er det 10 metaller, 3 andre uorganiske stoffer, 10 klorerte organiske stoffer og 11 øvrige organiske stoffer.

Lista (tabell 1) er laget på grunnlag av interne diskusjoner, litteraturstudier, samtaler med SFTs saksbehandlere, og diskusjoner på det nordiske seminaret om miljøgifter i februar 1986 (SFT, 1986). De viktigste referansene er Laveskog et al. (1976), Graedel (1978), Semb (1978), Stray et al. (1984), Thrane og Stray (1985), Gåseidnes (1985) og EPA (1985). Lista har kolonner for toksisitet, liten nedbrytbarhet og bioakkumulerbarhet. En samlekolonne for "subletale virkninger" er normalt forklart under kolonnen for merknader.

Stoffene er delt inn etter fire kriterier for forekomst og kjennskap (Næs et al., 1986):

- I Stoffer som sikkert eller sannsynligvis gjør skade i Norge.
- II Stoffer som fins i Norge og mistenkes å gjøre skade.

III Stoffer som er eller kan være problem andre steder, og som er utilstrekkelig kartlagt i Norge

IV "Nye" miljøgifter, særlig fra industriutslipp i Norge, som er utilstrekkelig kjent.

De 34 stoffene/stoffgruppene fordeler seg slik etter de fire forekomstkriteriene:

Kriterium	:	I	II	III	IV
Antall stoffer:		4	21	9	0

Det er altså ikke funnet grunnlag for å klassifisere noen stoffer etter kriterium IV.

De fire stoffene som er klassifisert etter kriterium I, er ozon, hydrogenfluorid, partikulært fluorid og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Tabell 1: Miljøgifter i luft. De viktigste stoffene er merket med stjerne (*).

	Fore- komst kategori	Akutt giftighet	Liten nedbryt- barhet	Bio- akkumuler- barhet	Subletale effekter	Merknader
UORGANISKE FORBINDELSER						
* Ozon (O ₃)	I	x			x	Planteskader.
* Hydrogenfluorid (HF)	I	x			x	Skader på planter og dyr.
* Partikulært fluorid (F ⁻)	I	x			x	Skader på planter og dyr.
Beryllium (Be)	III					Hazardous Air Pollutant.
Vanadium (V)	II					
Krom (Cr)	II				x	Cr (VI) Hazardous Air Pollutant, karsinogen.
* Nikkel (Ni)	II				x	Karsinogen
* Kopper (Cu)	II		x			
Sink (Zn)	II					
* Kadmium (Cd)	II		x	x		Hazardous Air Pollutant.
* Kvikksølv (Hg)	II			x		Hazardous Air Pollutant, Nevrotiksiske.
Bly (Pb)	II				x	Nevrotoksiske.
* Arsen (As)	II				x	Hazardous Air Pollutant.
ORGANISKE FORBINDELSER						
<u>Hydrokarboner</u>						
Etylen	II				x	Plantehormon.
Naftalen	II					
* Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	I				x	Karsinogen, mutagen.

Tabell 1: forts.

	Fore- komst kategori	Akutt giftighet	Liten nedbryt- barhet	Bio- akkumuler- barhet	Subletale effekter	Merknader
<u>Oksygenforbindelser</u>						
* Polysykliske aromatiske ketoner	II				x	Karsinogene?, mutagene.
Ftalater	II					Virkning ikke kjent.
Etylenoksid	III					Hazardous Air Pollutant.
<u>Nitrogenforbindelser</u>						
Akrylnitril	III					Hazardous Air Pollutant.
Aza-arener	II					Karsinogene, mutagene.
* N-substituerte PAH	II				x	Karsinogene, mutagene.
Peroksyacetylnitrat (PAN)	II				x	Planteskader?
<u>Svovelforbindelser</u>						
S-substituerte PAH	II				x	Karsinogene? Mutagene?
<u>Halogenforbindelser</u>						
Klormetaner	II		x		x	CH ₂ Cl ₂ , CHCl ₃ , CCl ₄ . Hazardous Air Pollutants.
Kloralkaner	III		x			Mutagene? Nevrotoksiske?
* Kloretylener	II		x		x	Alle fire Hazardous Air Pollutants.
Klorbenzener	II		x	x	x	Mutagene?
* Klorfenoler	III					Kan danne dioksiner.
* Heksaklorsyκλοheksaner	III	x	x	x	x	Pesticider.
Klornaftalener	III		x	x	x	Karsinogene? Mutagene?
* Polyklorerte bifenyler (PCB)	II		x	x	x	Karsinogene, mutagene, teratogene.
* Polyklorerte dibenzo-p- dioksiner	III	x	x	x	x	Karsinogene, mutagene, teratogene.
* Polyklorerte dibenzo- furaner	III	x	x	x	x	Karsinogene, mutagene, teratogene.

3 Nærmere omtale av en del stoffer

I tabell 2 er det gitt et sammendrag av de viktigste måleresultatene som finnes for enkeltkomponentene i tabell 1. Tabellen gir typisk konsentrasjonsområde i luft. Utbredelse og kilde er gitt med stikkord. Bakgrunnsnivået er forsøkt angitt som en øvre grense.

Tabell 2: Sammendrag av målte verdier for komponentene i tabell 1.

Komponent	Konsentrasjons- område	Utbredelse	Kilde	Bakgrunnsnivå
Ozon	Inntil 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Regional (Sør-landet og Øst-landet)	Dannes i atmosfæren	<100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hydrogenfluorid	0,1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lokal	Aluminium-industri	<0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partikulært fluorid	0,1-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lokal	Aluminium-industri	<0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Beryllium	Ikke målt			
Vanadium	2-5 ng/m^3	Regional (Sør-landet)	Forbrenning av tungolje	<2 ng/m^3
Krom	0,3-1 ng/m^3	Regional (Sør-landet, Øst-Finnmark)	Produksjon av kromlegeringer, raffinering av Cr-malm	<0,3 ng/m^3
Nikkel	0,3-2 ng/m^3	Regional (Øst-Finnmark, Sør-landet)	Forbrenning av tungolje, raffinering av Ni-malm	<0,3 ng/m^3
Kopper	1-5 ng/m^3	Regional (Øst-Finnmark, Sør-landet)	Raffinering av Cu-malm	<1 ng/m^3
Sink	Inntil 1500 ng/m^3 5-30 ng/m^3	Lokal (Sulitjelma)		
		Regional (Sør-landet)	Raffinering av Zn-malm, produksjon av legeringer, forbrenning av avfall og biomasse	<15 ng/m^3
		Lokal (Odda)		
Kadmium	0,1-0,5 ng/m^3	Regional (Sør-landet)	Forbrenning av kull og avfall, metallurgisk industri	<0,1 ng/m^3
	Inntil 130 ng/m^3	Lokal (Odda)		
	Inntil 400 ng/m^3	Lokal (Sulitjelma)		
Kvikksølv	1-10 ng/m^3	Regional (Sør-landet)	Forbrenning av kull, gass og avfall, industri, naturlige kilder	<5 ng/m^3

Tabell 2: forts.

Komponent	Konsentrasjons- område	Utbredelse	Kilde	Bakgrunnsnivå
Bly	Inntil 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lokal (trafikkert bystrøk)	Biltrafikk	$<10 \text{ ng}/\text{m}^3$
	Inntil 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lokal (Sulitjelma)	Industri	
	5-300 ng/m^3	Regional (Sørlandet)		
Arsen	1-5 ng/m^3	Regional (Sørlandet, Øst-Finnmark)	Forbrenning av kull, metallurgisk industri	$<1 \text{ ng}/\text{m}^3$
	Inntil 400 ng/m^3	Lokal (Sulitjelma)		
Etylen	2-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lokal (boligområder ved industri)	Petrokjemisk	$<2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	5-2600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lokal (industriområde)	industri, forbrenning,	
	180-300 ng/m^3	Arktis (langtransport)	vegetasjon	
Naftalen	Usikre målinger			
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)*	$<0,1-32 \text{ ng}/\text{m}^3$ *	Lokal (trafikkert strøk)	Biltrafikk, forbrenning,	$<0,1 \text{ ng}/\text{m}^3$
	$<0,1-160 \text{ ng}/\text{m}^3$ *	Lokal (boligområder ved industri)	Aluminiumindustri	
	$<0,1 \text{ ng}/\text{m}^3$ *	Regional (Sørlandet)	Forbrenning, industri	
Polysykliske aromatiske ketoner	$<1 \text{ pg}/\text{m}^3 - 8,4 \text{ ng}/\text{m}^3$	Lokal (trafikkert strøk) Regional (Sørlandet)	Forbrenning, industri	$<1 \text{ pg}/\text{m}^3$
Ftalater	Ikke målt			
Etylenoksid	Ikke målt			
Akrylnitril	Ikke målt			
Aza-arener	$<2-2500 \text{ pg}/\text{m}^3$	Lokal (trafikkert strøk)	Forbrenning, biltrafikk, industri	$<2 \text{ pg}/\text{m}^3$

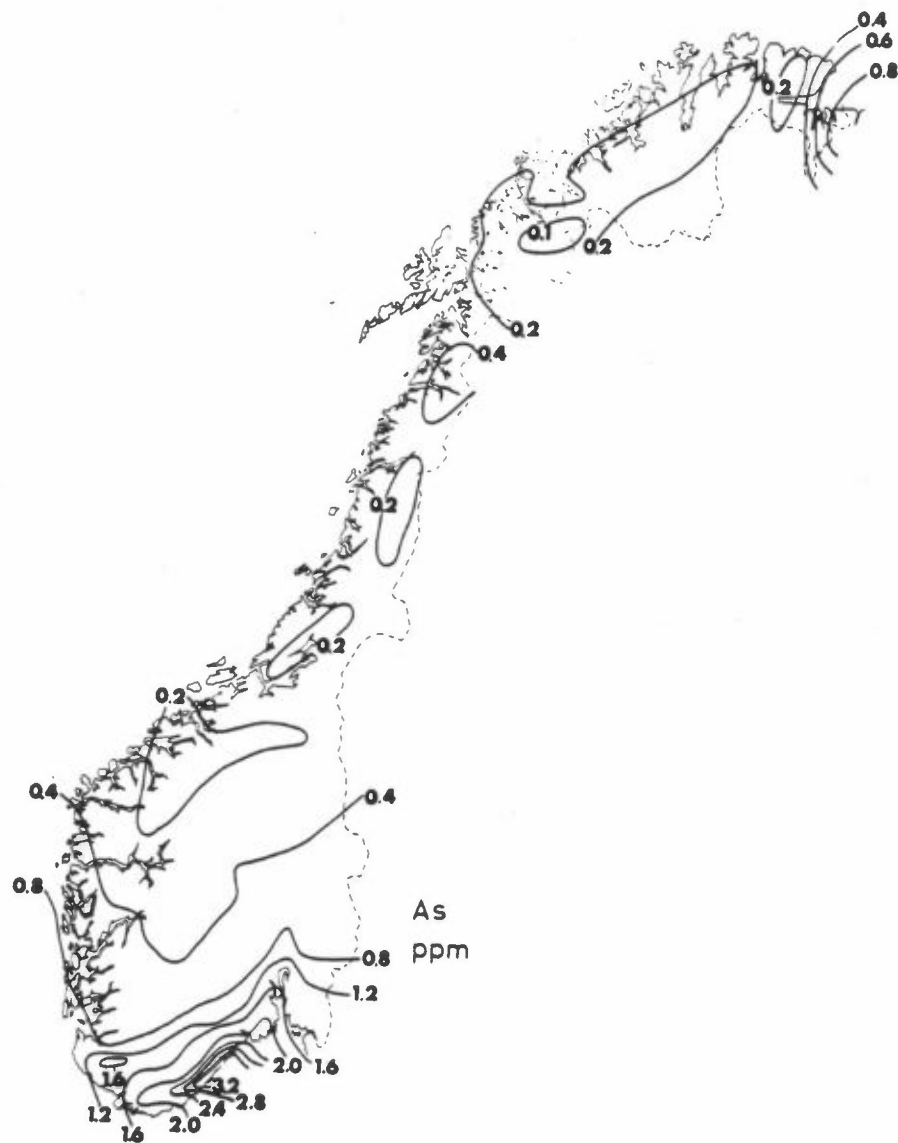
*) Det viste konsentrasjonsområdet er for benzo(a)pyrene (BaP), som er en PAH-komponent som er kreftfremkallende.

Tabell 2: forts.

Komponent	Konsentrasjons- område	Utbredelse	Kilde	Bakgrunnsnivå
N-substituerte PAH	<1-150 pg/m ³	Lokal (trafikkert strøk)	Forbrenning, biltrafikk, industri	<1 pg/m ³
Peroksyacetylnitrat (PAN)	<5-68 µg/m ³ <5-28 µg/m ³	Lokal (industri), Regional Lokal (bystrøk), Regional	Dannes i atmosfæren	<5 µg/m ³
S-substituerte PAH	Ikke målt			
Klormetaner	0,017-0,114 ppb	Arktis (langtransport)	Industri	
Kloralkaner	Ikke målt			
Kloretylener	0,007-0,04 ppb	Arktis (langtransport)	Industri	
Vinylklorid	<0,7-300 µg/m ³	Lokal (boligområde ved industri)	Petrokjemisk industri	<0,7 µg/m ³
Klorbenzener	<1-3 ng/m ³	Regional (Sørlandet) Lokal	Industri, plantevern, forbrenning av avfall	<1 ng/m ³
Klorfenoler	Ikke målt			
Heksaklor- sykloheksaner	Påvist	Regional (Sørlandet) Lokal	Plantevern	
Klornaftalener	Ikke målt			
Polyklorete bifenyl-er (PCB)	1-17 µg/m ³	Regional (Sørlandet)	Industri, forbrenning av spesialavfall	<1 µg/m ³
Polyklorete dibenzo-p- dioksiner (dioksiner)	Måleresultater foreligger ikke			
Polyklorete dibenzo-furaner (furaner)	Måleresultater foreligger ikke			

Regional forurensning på grunn av langtransport har størst påvirkning på Sørlandet. Men deler av Østlandet, Sørvestlandet og Øst-Finnmark påvirkes også merkbart. Figur 1 viser konsentrasjoner av arsen i etasjemose. Figuren kan brukes som illustrasjon av forurensning med langtransport. Innholdet av noen metaller i prøver av mose og lav i Øst-Finnmark er vist i vedlegg B.

Vedlegg C viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av en del metaller på Birkenes i Aust-Agder i 1978/79 og i 1985. For en rekke metaller var konsentrasjonen lavere i 1985 enn i 1978/79.



Figur 1: Konsentrasjoner av arsen i etasjemose (*Hylocomium splendens*) (Rambæk & Steinnes, 1980).

3.1 UORGANISKE FORBINDELSER

Ozon

Ozon dannes i atmosfæren fra nitrogenoksider og organiske stoffer ved påvirkning av sollys. Transport fra andre land er den viktigste årsaken til høye ozonkonsentrasjoner i Norge, men norske utslipp har også betydning i en del tilfeller.

Virkningene av ozon på mennesker og vegetasjon er relativt godt klarlagt. Men det er usikkerhet omkring samvirkning med andre stoffer. Blant annet regnes det med at ozon spiller en viktig rolle for forekomsten av skogskader i Sentral-Europa. Sviskader og redusert vekst er den viktigste virkningen på planter (SFT, 1982a). Norske grenseverdier for luftkvalitet er gitt i vedlegg A.

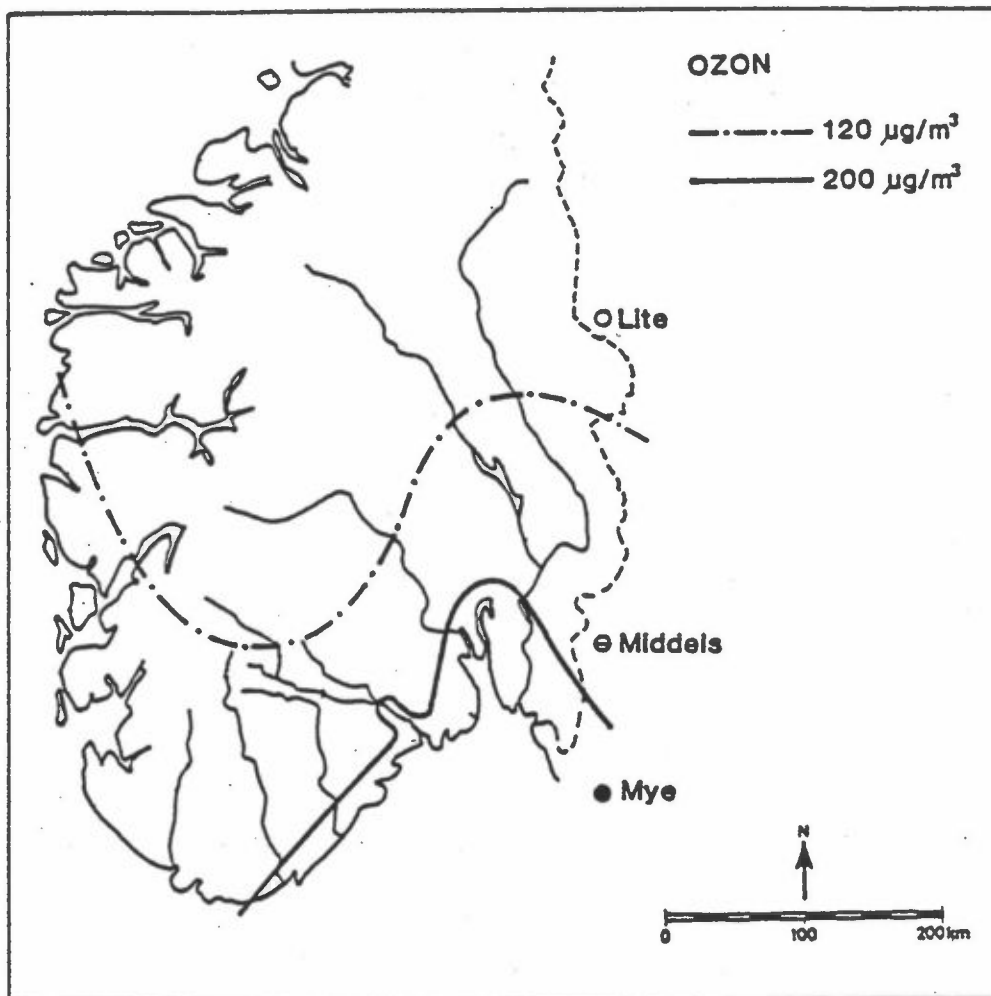
Ozon er målt på flere steder i Sør-Norge siden 1975. De fleste målestedene ligger nær kysten mellom Kristiansand og grensa til Sverige. Dessuten er ozon målt fra fly i en del forurensningsepisoder (Schjoldager et al., 1984).

De høyeste konsentrasjonene som er målt i Norge, er over de grensene som er satt for å beskytte mennesker og miljø. Nyere undersøkelser tyder på at vanlig forekommende ozonkonsentrasjoner i Norge har negativ virkning på havre (Forberg, 1985).

Figur 2 gir en svært enkel sammenfatning av de høyeste konsentrasjonene over en del år. Figuren er basert på få målesteder og må derfor brukes med forsiktighet (Hagen et al., 1983).

Hydrogenfluorid og partikulært fluorid

Den viktigste kilden til fluorid i lufta er utslipp fra aluminiumverk. Hydrogenfluorid er gassformig. De viktigste andre fluoridene er bundet til partikler. Fluorider kan ha negative virkninger på mennesker, planter og dyr.



Figur 2: Områder med minst 50% sannsynlighet for maksimal timesverdi for ozon høyere enn gitte grenser i løpet av et sommerhalvår (Hagen et al., 1983).

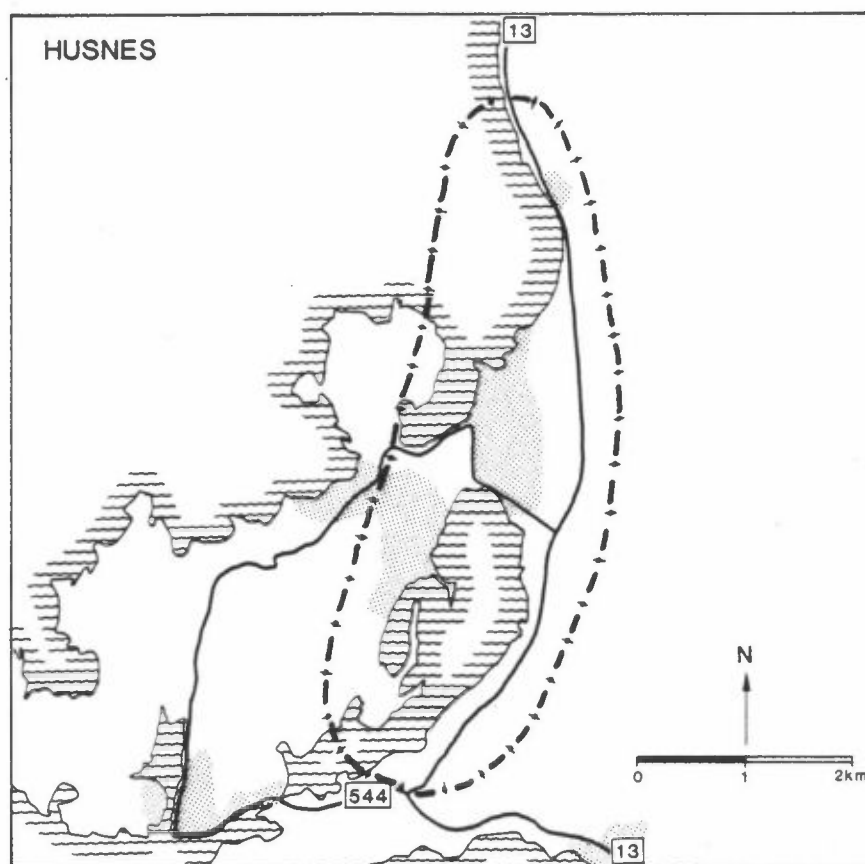
Norske grenseverdier er gitt i tabell 3 (SFT, 1982a). Grenseverdiene som skal beskytte mot virkning på planter og dyr er svært lave. Til tross for at aluminiumindustrien har redusert utslippene de seinere åra, er det ennå fluorskader på vegetasjon omkring alle de åtte norske aluminiumverkene. Konsentrasjoner over grenseverdiene blir også målt i Odda (Hagen, 1985). Det er utarbeidet to rapporter om biologiske virkninger av fluorutslippene i Årdal (Clench-Aas, 1983).

Tabell 3: Forslag til norske grenseverdier for fluorid (SFT, 1982a), se vedlegg A.

Virkning på	Midlingstid			
	1 døgn	1 mnd.	6 mnd.	
Vegetasjon	1,0		0,3	Gassformig fluorid
Dyr		0,2-0,4		Total fluorid
Helse	25		10	

Fluoridmålinger i luft er rapportert for Høyanger, Mosjøen, Øvre Årdal, Årdalstangen, Sunndalsøra og Karmøy (Thrane, 1983a,b,c,d,e; 1984a,b; 1985a,b; Thrane, Aune og Hongslo, 1983).

I figur 3 er det vist et kart som grovt angir hvilke områder som har høyere fluoridkonsentrasjoner enn de norske grenseverdiene som er satt for å beskytte vegetasjon og dyr. Slike kart er laget for områdene omkring de norske aluminiumverkene (Hagen og Schjoldager, 1986).



Figur 3: Klassifisering av områder omkring aluminiumverket i Husnes, Hordaland, med fluoridkonsentrasjoner over grenseverdiene for vegetasjon og dyr i tabell 3 (Hagen og Schjoldager, 1986).

Beryllium

Beryllium slippes ut fra produksjon av berylliumoksid og -metall (ikke i Norge), samt i små mengder fra forbrenning av kull.

Beryllium er toksisk for mennesker og dyr (Laveskog et al., 1976) og er i USA klassifisert som Hazardous Air Pollutant (EPA, 1985).

Vi kjenner ikke til målinger av beryllium i luft i Norge. Typiske konsentrasjoner i USA er på 1-2 ng/m³ i byer og ca 0,1 ng/m³ i landdistrikter (Schroeder, 1970). Disse konsentrasjonene er langt lavere enn grensene for skadevirkninger.

Vi regner ikke beryllium som en viktig miljøgift i luft i Norge.

Vanadium

Vanadium slippes særlig ut fra forbrenning av tungolje. Samlede europeiske utslipp i 1979 er beregnet til 35000 tonn, derav 160 tonn i Norge (Pacyna, 1984).

Vanadium kan opptre i flere oksidasjonstrinn i atmosfæren og katalyserer oksidasjonen kv svoveldioksid til sulfat i aerosoler og skydråper.

Vanadium transporteres til Norge med luft og nedbør på liknende måte som svovel. De største avsetningene skjer i de sørlige delene av landet (Rambæk og Steinnes, 1980). Typiske konsentrasjoner i luft på Sørlandet var 3 ng/m³ i 1978/79 og 2 ng/m³ i 1985 (vedlegg C).

Vi kjenner ikke til potensielle negative virkninger på mennesker og naturmiljø av de vanadiumkonsentrasjonene i luft og nedbør som forekommer i Norge i dag.

Krom

Den viktigste kilden til krom i atmosfæren er fra produksjon av ferrokrom og andre kromlegeringer. Samlet utslipp i 1979 var 19000 tonn i Europa og 40 tonn i Norge (Pacyna, 1984).

I Norge har det vært betydelige utslipp fra produksjon av ferrokrom i Ålvik i Hordaland. Utslipet derfra er fjernet ved at krom-legeringer ikke lenger blir produsert. Det er imidlertid planer for produksjon av ferrokrom i Mo i Rana. Kromforbindelser kan også slippes ut i atmosfæren ved produksjon av visse pigmenter.

Krom transporteres til Norge både i sør og nord: fra Storbritannia og kontinentet i de sørligste delene av Norge og fra Sovjetunionen til Øst-Finnmark (Rambæk og Steinnes, 1980; Schjoldager et al., 1983). Middel-konsentrasjonen på Birkenes i Aust-Agder gikk ned fra 1 ng/m^3 i 1978/79 til $0,7 \text{ ng/m}^3$ i 1985 (vedlegg C). Typiske konsentrasjoner i Midt-Norge er ca. $0,3 \text{ ng/m}^3$. Innhold av krom i mose og lav i Øst-Finnmark er vist i vedlegg B.

Seksverdig krom er klassifisert som "Hazardous Air Pollutant" i USA og har karsinogene virkninger på dyr og mennesker.

Det kan være aktuelt å se nærmere på forekomsten av krom i Norge, både det som tilføres fra andre land og det som slippes ut i Norge.

Nikkel

Fyring med tungolje er den viktigste kilden til utslipp til luft. En annen viktig kilde på visse steder er raffinering av nikkelmalm. De samlede utslippene var 16000 tonn i Europa og 60 tonn i Norge i 1979 (Pacyna, 1984).

Falconbridge Nikkelverk i Kristiansand raffinerer nikkelmalm i Norge. Vi kjenner ikke utslippes størrelse i dag. Dessuten raffineres nikkelmalm i Nikel i Sovjetunionen ca 10 km øst for den norsk-sovjetiske grensa i Øst-Finnmark.

Middelkonsentrasjoner i luft på Sørlandet er ca 1 ng/m^3 . Dette skyldes i all hovedsak langtransport. Luft-konsentrasjonen i Øst-Finnmark er ikke målt systematisk, men den er antakelig vesentlig høyere enn på Sørlandet. De høyeste nikkelforekomstene i mose og lav i Skandinavia er målt i Sør-Varanger (Schjoldager et al., 1983), se vedlegg B.

Nikkelforbindelser er karsinogene og teratogene, og de kan framkalle

allergi. Forekomsten av nikkel bør undersøkes nærmere, særlig i Sør-Varanger.

Kopper

Kopper slippes særlig ut fra anlegg for raffinering av koppermalm. Andre utslipp er forbrenning av kull, tungolje og biomasse. Det viktigste utslippet i Norge er i Sulitjelma. Dessuten slippes betydelige mengder ut fra Nikel i Sovjetunionen. Samlet utslipp var 15000 tonn i Europa og 60 tonn i Norge i 1979 (Pacyna, 1984).

Typiske konsentrasjoner av kopper i luft er 5 ng/m^3 på Sørlandet, avtakende til $1\text{-}2 \text{ ng/m}^3$ i de minst forurensete delene av Norge (Semb, 1978).

Høyere konsentrasjoner i lufta forekommer i Sulitjelma og Øst-Finnmark. Høye forekomster i mose og lav er målt i Øst-Finnmark (Rambæk og Steinnes, 1980; Schjoldager et al., 1983), se vedlegg B. Inntil 1500 ng/m^3 er målt i lufta i Sulitjelma (Sivertsen og Hanssen, 1983).

Kopper er et nødvendig sporelement for planter, dyr og mennesker. Det er viktig bl.a. for fotosyntese og nitrogenomsetning. Men det er mulig at konsentrasjonene i Sulitjelma og Sør-Varanger er så høye at negative virkninger kan forekomme.

Sink

De viktigste kildene for sink i atmosfæren er raffinering av sinkmalm, framstilling av legeringer og forbrenning av avfall og biomasse. Samlet utslipp var ca 80000 tonn i Europa og ca 1200 tonn i Norge i 1979 (Pacyna, 1984).

Sink transporteres til Sør-Norge fra Storbritannia og kontinentet. Norske utslipp skjer først og fremst i Odda.

Middelkonsentrasjonen av sink i nedbør i Norge er $5\text{-}25 \text{ } \mu\text{g/l}$. De høyeste konsentrasjonene er målt på Sørlandet. Typiske konsentrasjoner i luft er 15 ng/m^3 på Sørlandet, avtakende til 5 ng/m^3 i de minst forurensete delene av Norge.

Sink er et essensielt sporelement for planter, dyr og mennesker. Odda er antakelig det eneste stedet i Norge der negative virkninger av sink kan forekomme.

Kadmium

Kadmium slippes først og fremst ut fra metallurgisk industri, men også til en viss grad fra forbrenning av kull og avfall. Utslippet er anslått til 2700 tonn i Europa og 40 tonn i Norge i 1979 (Pacyna, 1984).

Kadmium transporteres til de sørlige delene av Norge fra Storbritannia og kontinentet. Konsentrasjonen i nedbør varierer fra ca 0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ i de lite forurensete delene av Norge til 0,5 $\mu\text{g}/\text{l}$ i de sørligste delene av landet. Konsentrasjonen i luft på Sørlandet har avtatt fra 0,3-0,5 ng/m^3 på 1970-tallet til ca. 0,1 ng/m^3 i 1985 (Semb, 1978; SFT, 1985; Thrane, 1978). I Odda er det målt konsentrasjoner i luft på inntil 130 ng/m^3 (SFT, 1982b). Inntil 400 ng/m^3 er målt i Sulitjelma (Sivertsen og Hanssen, 1983).

Kadmium er svært toksisk og akkumuleres i næringskjeden. Det er klassifisert som Hazardous Air Pollutant i USA. Fordi kadmium finnes i en lang rekke produkter, og fordi bruken av disse produktene ikke ser ut til å være under kontroll, bør forekomsten av kadmium følges nøye i åra framover.

Kvikksølv

Kvikksølv har en relativt stor sirkulasjon i biosfæren som antas å være for det meste naturlig. Kvikksølv avsettes på mark, vegetasjon og vann og reemitteres fra de samme overflatene. Kvikksølv slippes også ut fra forbrenning av kull, gass og avfall og fra noen industriprosesser (SFT, 1983b).

Typiske konsentrasjoner i luft er 1-10 ng/m^3 , og det meste av dette er gassformig, elementært kvikksølv. Det er liten samvariasjon mellom konsentrasjonen av kvikksølv og andre tungmetaller i atmosfæren, (Thrane, 1978).

Typiske konsentrasjoner i nedbør er 0,1-0,5 µg/l. Det vannløselige kvikksølv er vesentlig toverdigg og viser mer samvariasjon med andre tungmetaller.

En teori går ut på at elementært kvikksølv oksideres til toverdigg kvikksølv av fotokjemiske oksidanter i atmosfæren. En økning av oksidantkonsentrasjonen kan derfor gi en økning av toverdigg kvikksølv som felles ut med nedbør. Derved vil avsetningen av kvikksølv kunne øke.

Opptaket av kvikksølv kan også øke fordi forsurening av vann fører til redusert re-emisjon fra vannflater. Dette har vært brukt som forklaring på at fisk i svenske innsjøer får økt innhold av kvikksølv, uten at vassdragene har fått tilførsel av kvikksølv gjennom utslipp til vann.

Kvikksølv er svært toksisk og akkumuleres i næringskjeden. Forekomsten av kvikksølv bør derfor følges nøye, også fordi at andre stoffer (oksidanter, surt vann) kan endre sirkulasjonen av kvikksølv. Det er klassifisert som Hazardous Air Pollutant i USA.

Bly

Utslipp av bly skyldes vesentlig bruk av blyholdig bensin. Andre utslipp er fra metallurgisk og mineralsk industri og til en viss grad fra forbrenning av kull og avfall (SFT, 1983a). I 1979 var utslippet 120000 tonn i Europa og 800 tonn i Norge. Dette utslippet er nå sterkt redusert og vil bli ytterligere redusert i åra framover. Utslipp fra industri i Norge skjer først og fremst i Sulitjelma.

Konsentrasjonen av bly i lufta er høyest nær trafikkerte gater og veger, der middelkonsentrasjonen kan bli inntil 1 µg/m³. Konsentrasjonen har avtatt etter 1983 som følge av mindre bly i bensinen. I Sulitjelma er det målt inntil 50 µg/m³ (Hagen, 1985). Utenfor byer og tettsteder er konsentrasjonen 5-20 ng/m³, høyest i de sørligste delene av landet. Ved Birkenes og Vasser er det tidligere målt konsentrasjoner i området 0-280 ng/m³ (Thrane, 1978). Målinger fra 1985 viser en markert nedgang i konsentrasjonene i luft ved Birkenes fra 1978/79 til 1985, se vedlegg C. Men stoffer som bly og kadmium akkumuleres i jordsmonnet, og det kan likevel skje en langsiktig oppbygning.

Konsentrasjonen i nedbør er på 1-5 $\mu\text{g}/\text{l}$, høyest i de sørligste delene av landet.

Bly er et toksisk tungmetall. Utslippet i Europa og Norge har allerede avtatt atskillig og vil fortsette å avta i åra framover. Det er ennå for tidlig å si om avsetningen av bly er kommet med på et nivå som er akseptabelt på lang sikt.

Arsen

Arsen slippes først og fremst ut fra metallurgisk industri, men forbrenning av kull gir også utslipp av arsen. I 1979 var utslippet ca 6500 tonn i Europa og ca 40 tonn i Norge (Pacyna, 1984). Det viktigste utslippet i Norge er i Sulitjelma.

Arsen transporteres til Sør-Norge fra Storbritannia og kontinentet og til Øst-Finnmark fra Sovjetunionen. Innholdet av arsen er målt i mose og lav. De høyeste konsentrasjonene ble målt i de sørligste delene av landet og i Øst-Finnmark (Rambæk & Steinnes, 1980; Schjoldager et al., 1983), se figur 1 og vedlegg B.

Det er få målinger av arsen i luft og nedbør i Norge. Målinger i Elverum vintrene 1982 og 1983 viste konsentrasjoner på 1-5 ng/m^3 . Målinger i Sulitjelma i 1979 viste konsentrasjoner på inntil 400 ng/m^3 (Sivertsen og Hanssen, 1983).

Arsen er et toksisk element og det kan akkumuleres i næringskjeden. Det er klassifisert som Hazardous Air Pollutant i USA.

3.2 ORGANISKE FORBINDELSER

Etylen

Etylen (eten) dannes ved forbrenning av organisk materiale. Det er også et plantehormon og har naturlige kilder. Utslipp fra petrokjemisk industri kan gi overkonsentrasjoner av etylen, slik at stoffet virker som en miljøgift i avgrensede områder. Etylen er reaktivt og brytes lett ned. Det bidrar til oksidantdannelse i atmosfæren. I Norge er

etylen målt rundt petrokjemianleggene på Rafnes og i Arktis. Måleresultater er vist i tabell 4.

Tabell 4: Målinger av etylen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Målested	Konsentrasjoner		Antall målinger	Type målested
	Middel-verdi	Maksimal-verdi		
Porsgrunn august-oktober 1975	12	41	20	Boligområde
Porsgrunn juni-august 1976	8	26	27	Boligområder
Rafnes september 1979	185	415	15	Industriområde
Rafnes september 1980	300	2000	27	Industriområde
Rafnes april 1981	90	370	49	Industriområde
Rafnes september 1981	400	2600	42	Industriområde
Ny-Ålesund mars-april 1983	0,18	-		Arktis
Bjørnøya, Hopen, Spitsbergen, juli 1982	0,30	-		Arktis

Naftalen

Forekomsten av naftalen er kartlagt sammen med de øvrige PAH-forbindelser. Naftalen har betydning i det akvatiske miljø hvor det har vist seg å ha toksisk virkning på enkelte organismer. Som luftforurensning er naftalen av mindre betydning. De måleresultater av naftalen som foreligger, er usikre på grunn av tap under prøvetakingen.

Polysykliske organiske hydrokarboner (PAH)

PAH omfatter en stor gruppe organiske forbindelser. Enkelte PAH som f.eks. benzo(a)pyren (BaP), er kreftfremkallende. Omfanget av måleresultater av PAH i Norge er illustrert i tabell 5 og vedlegg D, som viser forekomsten av BaP i luft og nedfall. PAH er funnet i varierende

konsentrasjoner. Størst betydning har PAH i industristrøk og i gater med tett trafikk, og om vinteren i områder hvor det fyres med ved eller fossilt brensel. Resultatene av kartlegginger av PAH i områder nær aluminiumindustrien i Norge viser at konsentrasjonene er meget høye når en sammenlikner med nivåer andre steder både i og utenfor Norge (Thrane, 19893a,b,c,d,e; 1984b; 1985a; Thrane, Aune og Hongslo, 1983). Vi har ikke sett nok data til å trekke konklusjoner om endringen av PAH-forekomsten over tid ved noen av målestedene. Det er tatt med måleresultater fra en undersøkelse av PAH i en bolig. Omfanget av undersøkelsen var svært begrenset, men gir et holdepunkt for konklusjonen under bestemte betingelser.

Det er grunn til å regne med at PAH-forekomsten i luft er medvirkende til at det er flere tilfeller av lungekreft i forurensede tettsteder enn i lite forurensede landdistrikter.

Tabell 5: Målinger av benzo(a)pyren (ng/m^3). Mer detaljerte måledata er gitt i vedlegg C.

		Konsentrasjonsområde
Byer og tettsteder	Mye trafikk	< 0,1 - 32
	Lite trafikk	< 0,1 - 6
	Mye vedfyring	0,55 - 16
Aluminiumindustri		< 0,1 - 160 (296*)
Landdistriktier		< 0,2 - 0,3
Mo i Rana (Koksverket)		< 0,2 - 37

*Måling i støvfall ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ 30 dager).

Polysykliske aromatiske ketoner

Denne gruppen omfatter en rekke organiske forbindelser. Måleresultatene er begrenset til et fåtall prøver tatt i Oslo og til en prøve i ett rom hvor det ble fyrt med ved i peisen, se tabell 5. Betydningen av aromatiske ketoner i luft er lite kjent, men resultater fra de undersøkelsene som er gjort, tyder på at disse forbindelsene kan ha helseskadelig effekt.

Tabell 6: Målinger av polysykliske aromatiske ketoner (Stray et al., 1984; Alfheim og Ramdahl, 1984).

Aromatiske ketoner St. Olavsgate, Oslo 1983	Konsentrasjons- område	Middelverdi Gjennomsnitt	Enhet	Antall
9H-fluorenon	2-670	132	pg/m ³	7
Benzantracenenoner	0,02-6,3	1,9	ng/m ³	7
Benzopyrenoner	0,12-8,4	2,5	ng/m ³	7
Dibenzofluorenoner	<1-300	85	pg/m ³	7

Aromatiske ketoner innendørs 1982 (Vedfyring i peis)	Konsentrasjon (ng/m ³)
9H-fluorenon	3,3
7H-benz(de)antracenenon	54,7
7H-benzo(cd)pyrenon	95,6
Dibenzofluorenoner	13

Ftalater

Ftalater benyttes som myknere i plast (inntil 40%) og finnes derfor overalt i vårt miljø. Målinger i uteluft er ikke utført i Norge. Ftalatene har lav akuttoksiske effekt, men kan ha langtidsvirkninger. De angis å være cytotoxiske, mutagene og teratogene. Vi vet for lite om konsentrasjoner i luft ute og inne, og hvilke effekter disse kan ha. Men vi må anta at konsentrasjonene er høyere inne enn ute de fleste steder.

Etylenoksid

Etylenoksid benyttes til desinfeksjon og sterilisering. Det benyttes også som fungicid i jordbruk. Det er startprodukt for produksjon av blant annet akrylnitril. Etylenoksid virker irriterende i øyne og på slimhinner. Vi vet lite om bruk og konsentrasjoner i Norge. Ingen målinger er gjort i luft. Etylenoksid er klassifisert som Hazardous Air Pollutant i USA.

Akrylnitril

Akrylnitril benyttes til produksjon av akrylfibere, plast, overflatebelegg og limprodukter. Det er mellomprodukt for antioksidanter, farmasøytiske produkter, fargestoffer m.m. Det benyttes også til desinfeksjon av kornlagre. Akrylnitril er eksposivt, brennbart og meget giftig (cyanid-effekt). Det er klassifisert som Hazardous Air Pollutant i USA. Vi vet svært lite om forekomst i luft i Norge.

Aza-arener

Aza-arener er aromatiske forbindelser hvor nitrogen inngår i ring-systemet. Måleresultatene er få og begrenset til ett sted i Oslo, se tabell 7. Enkelte av aza-arenene, som for eksempel kinolin, anses som en potensiell fare på grunn av flyktighet og kreftfremkallende egenskaper. Det er imidlertid vanskelig å vurdere betydningen av aza-arener som luftforurensning på grunnlag av de få måleresultater som foreligger (tabell 7).

Nitrogensubstituerte PAH

Måleresultatene av nitrogensubstituerte PAH bregrenser seg til et fåtall prøver tatt på ett sted i Oslo (tabell 7). 1-Nitropyren er en meget mutagen forbindelse som reagerer med nukleinsyre fra pattedyr, forårsaker kromosomforstyrrelser og bidrar til å øke antallet av ondartede svulster i dyreforsøk. På grunnlag av de få måleresultatene som foreligger, er det ikke mulig å vurdere betydningen av nitrogensubstituerte PAH i luft i Norge.

Tabell 7: Målinger av aza-arener og nitro-PAH (pg/m^3) (Stray et al., 1984).

Aza-arener i St. Olavsgate Oslo 1983	Konsentrasjons-område	Middel-verdi	Antall
Kinolin	<2-75	21	8
Isokinolin	7-890	259	8
Metylisokinoliner	40-2480	679	8
5,6-Benzokinolin	2-190	52	8
Inden(1,2,3-i,j)isokinolin	<2-180	45	8
Acenafto(1,2-b)pyridin	<2-150	40	8
Benzo(1,m,n)fenantridin	<2-130	33	8

Nitro-PAH i St. Olavsgate Oslo 1983	Konsentrasjons-område	Middel-verdi	Antall
1-Nitropyren	<1-72	66	8
6-Nitrobenz(a)pyren	<1-62	11	8
9-Nitroantracen	1-17	37	8
Nitronaftalener	1-25	7	8
Nitrobifenyler	<1-11	3	8
Nitrofluorener	<1-4	2	8
Dinitronaftalener	<1-150	33	8

Peroksyacetylnitrat (PAN)

Peroksyacetylnitrat (PAN) dannes i atmosfæren fra andre luftforurensninger under påvirkning av sollys. PAN kan dannes lokalt i Norge og transporteres fra andre land. PAN er termisk utstabil og brytes ned ved høye temperaturer. PAN er en fotokjemisk oksydant som virker på menneskers helse og på planter. De viktigste plantevirkningene er svi-skader på bladverk og redusert avling. PAN er målt i nedre Telemark og i Oslo, se tabell 8 (Hanssen og Sivertsen, 1977; Schjoldager et al., 1983a, 1984). Konsentrasjonene i nedre Telemark er høye sammenliknet med andre steder i Europa (Schjoldager et al., 1983a), men neppe høye nok til å gi synlige skader på vegetasjon.

Tabell 8: Målinger av peroksyacetylnitrat (PAN).

Stoff	Målested	Konsentrasjoner ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Antall målinger ca.	Type målested
		Maksimum		
PAN	Porsgrunn/ Skien, august 1976	50	80	Boligområder
	Maridalen, juni-september 1980	28	700	Jordbruks-/skogs- område nær by
	Maridalen, mai-august 1981	10	1300	Jordbruks-/skogs- område nær by
	Klyve, nedre Telemark, juni-september 1982	68	1800	Boligområde
	Klyve, nedre Telemark, april-september 1983	30	3000	Boligområde

Svovelsubstituerte PAH

Komponentene er ikke målt i Norge, og vi kjenner derfor ikke konsentrasjonsnivåene. Virkningene av komponenter i denne gruppen er lite kjent.

3.3 KLOERTE ORGANISKE FORBINDELSER

Klormetaner

Klormetanene brukes som løsningsmidler og avfettingsmidler. Karbon-tetraklorid er lite reaktiv og har lang levetid i atmosfæren. Triklormetan (kloroform), di- og monoklormetan brytes raskere ned enn karbon-tetraklorid, dvs. nedbrytningshastigheten øker med økende innhold av hydrogen i molekylet. Karbon-tetraklorid og kloroform er mutagene. Det er utført målinger av klormetaner i Arktis. Resultatene er vist i tabell 9 (Hov et al., 1984; Isaksen et al., 1985). Diklormetan, triklormetan og karbon-tetraklorid er klassifisert som Hazardous Air Pollutants i USA.

Tabell 9: Målinger av klormetaner.

Sted	ppb (middelverdi)	
Bjørnøya, Hopen, Spitsbergen, juli 1982	CHCl ₂	0,075
	CHCl ₃	0,017
	CCl ₄	0,106
Ny-Ålesund, mars-april 1982	CH ₂ Cl ₂	0,082
	CHCl ₃	0,027
	CCl ₄	0,114

Kloralkaner

Kloralkaner er klorerte derivater av n-alkaner med kjedelengde fra C₁₀ til C₃₀. Klorinnholdet varierer mellom 30% og 70%. Kloralkaner brukes som erstatningsstoff for PCB, som skjærolje og myknere i plast. I Norge var forbruket i 1977 angitt til 1700 tonn, hvorav 35% ble brukt til skjærolje. Nedbrytbarhet, bioakkumulering og toksisitet er avhengig av kloreringsgrad og kjedelengde. Det er ikke målt kloralkaner i luft i Norge.

Kloretylener

Kloretylener slippes ut fra renserier og avfettingsanlegg. Monokloretylen (vinylklorid) slippes ut fra produksjonen av monomer og polymer (PVC) ved anleggene i nedre Telemark. Trikloretylen og vinylklorid er kreftfremkallende. Det er utført målinger av vinylklorid i områdene rundt produksjonsanleggene i nedre Telemark (Hanssen og Sivertsen, 1977). I Arktis er det også utført målinger, som vist i tabell 10 (Hov et al., 1984; Isaksen et al., 1985). Alle de fire kloretylenene er klassifisert som Hazardous Air Pollutants i USA.

Klorbenzener

Klorbenzener dannes som et biprodukt ved magnesiumproduksjonen i nedre Telemark (også noe ved Falconbridge, Kristiansand). Klorbenzener slippes ut fra søppelforbrenningsanlegg. Heksaklorbenzen er brukt som fungicid. Penta- og heksaklorbenzen er påvist i prøver fra Lillestrøm

og Slemmestad, og i prøver fra Svalbard. Resultater er vist i tabell 10.

Klorfenoler

Klorfenoler slippes ut fra søppelforbrenningsanlegg. Klorfenoler kan danne dioksiner ved oppvarming ($>200^{\circ}\text{C}$). Pentaklorfenol brukes som impregneringsmiddel for skinn og trevirke. Den benyttes også som fungicid og herbicid. Pentaklorfenol brukes ikke som vanlig treimpregnering i Norge. Den blir imidlertid brukt i enkelte produkter, blant annet vinduer. Klorfenoler er ikke målt i uteluft i Norge.

Heksaklorsykloheksaner

Heksaklorsykloheksaner benyttes som pesticider. Lindan brukes i stor utstrekning i Norge på tømmeropplag. Lindan er påvist i luft flere steder i Norge.

Klornaftalener

Klornaftalener benyttes som additiv til smøremidler og i kondensatorer. Vi vet lite om bruk, spredning og konsentrasjoner i Norge.

Polyklorerte bifenyler (PCB)

Polyklorerte bifenyler (PCB) er brukt som isolerolje i transformatorer og kondensatorer. PCB har også vært benyttet som stabilisator i enkelte plast- og båtmalinger, og i selvkopierende papir. PCB er meget stabile og anrikes i næringskjeden. PCB er mutagene og karsinogene. Ved forbrenning kan det dannes dioksiner. Målte verdier i luft i bakgrunnsområder er vist i tabell 9 (Thrane, 1978).

Polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (dioksiner)

Polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) omtales ofte som dioksiner. De dannes og slippes ut fra avfallsforbrenningsanlegg. Det er også påvist dioksiner i bilavgasser, og utslippet fra biltrafikk er

Tabell 10: Målinger av kloretylener, klorbenzener og PCB.

		ppb, Middel	
Kloretylener	Bjørnøya, Hopen Spitsbergen, juli-1982	C_2Cl_4	0,018
	Ny-Ålesund mars/april-1983	C_2Cl_4 C_2HCl_2	0,038 0,007
		Middel Maksimum ($\mu g/m^3$)	
Vinylklorid	Skien, Porsgrunn sommer 1975	-	11,2
	vinter 1976	-	23
	vår-sommer 1976	0,7-34,7	290
		Middel Maksimum (ng/m^3)	
Klorbenzener	Birkenes Kårvatn Bjørnøya 1981-83 Jan Mayen Ny-Ålesund	1	3
	PCB	Birkenes november 1974-mai 1975	1,4
	Vasser november 1974-mai 1975	1,2	17

antakelig større enn utslippet fra søppelforbrenningsanlegg. Utslipp fra andre kilder er bare delvis kjent. Men dioksiner kan slippes ut fra industri der det brukes klor og organiske stoffer eller karbon. Slik industri finnes i nedre Telemark (Porsgrunn Fabrikker) og i Kristiansand (Falconbridge Nikkelverk).

Dessuten kan dioksiner slippes ut ved raffinering av skrapmetall, bl.a. kopper og jern. I slike tilfeller dannes dioksiner ved omsmelting og forbrenning av klorholdige materialer, bl.a. PVC. Klorbleking i treforedlingsindustri er en annen aktuell kilde til dioksiner, antakelig først og fremst i vann. Dioksiner finnes som forurensning i pentaklorfenol.

Det er stor forskjell i toksisitet mellom de forskjellige isomere. Enkelte er meget toksiske, som 2,3,7,8 tetra-PCDD. De er også teratogene. Resultater fra målinger i uteluft i Norge foreligger ennå ikke.

Polyklorerte dibenzofuraner (furaner)

Polyklorerte dibenzofuraner (furaner) dannes ved søppelforbrenning. Øvrige utslippskilder er også ofte de samme som for dioksiner. Enkelte av de isomere er meget giftige. Resultater fra målinger i uteluft i Norge foreligger ennå ikke.

4 Konklusjon

Det er laget en liste over de viktigste miljøgiftene i luft. Lista består av i alt 34 stoffer/stoffgrupper. Av disse er det

- 10 metaller
- 3 andre uorganiske stoffer
- 10 klorerte organiske stoffer
- 11 andre organiske stoffer

Av de 34 stoffene/stoffgruppene er disse 17 regnet som de viktigste:

Ozon	Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
Hydrogenfluorid	Polysykliske aromatiske kationer
Partikulært fluorid	Nitrogensubstituerte PAH
Nikkel	Kloretylener
Kopper	Klorfenoler
Kadmium	Heksaklorsykloheksaner
Kvikksølv	Polyklorerte befenyler (PCB)
Arsen	Polyklorerte dibenzo-p-dioksiner
	Polyklorerte dibenzofuraner

De øvrige 17 stoffene/stoffgruppene er

Beryllium	Akrylnitril
Vanadium	Aza-arener
Krom	Peroksyacetalnitrat (PAN)
Sink	Svovelsubstituerte PAH
Bly	Klormetan
Etylen	Kloralkaner
Naftalen	Klorbenzener
Ftalater	Klornaftalener
Etylenoksid	

Konsentrasjonen av metaller i Sør-Norge har generelt gått ned de siste 10 år.

Det videre arbeidet med miljøgifter i luft bør blant annet omfatte en mer detaljert prioritetsliste av stoffene, en nærmere karakterisering av bruk og forekomst, og en kost/nytte-analyse av tiltak som skal begrense bruken og forekomstene.

5 Referanseliste

- Alfheim, I., Møller, M., Larssen, S. og Mikalsen, A. (1979) Undersøkelse av PAH og mutagene stoffer i Oslo-luft. Relasjon til trafikk. Lillestrøm, Oslo (NILU-SI 790150).
- Alfheim, I. and Ramdahl, T. (1984) Contribution of Wood Combustion to Indoor Air Pollution as Measured by Mutagenicity in Salmonella and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Concentrations. *Environ. Mut.*, 6, 121-130.
- Clench-Aas, J. (1983) Air pollution and its biological effects in Årdal, Norway. Part I and II. Lillestrøm (NILU OR 56/83).
- EPA (1985) Toxic air pollutant evaluation and control program. U.S. Environmental Protection Agency (notat fra David Patrick, EPA).
- Forberg, E. (1985) Undersøkelse av virkning av ozon på planter, med hovedvekt på ozonets virkning på fotosyntesen til havre (*Avena Sativa*) og andmat (*Lemna gibba*). Hovedfagsoppgave til cand. scient. i biologi (plantefysiologi). Universitetet i Oslo, Biologisk institutt, Fytotronanlegget.
- Graedel, T.E. (1978) Chemical compounds in the atmosphere. New York, Academic Press.
- Gåseidnes, K. (1985) Norsk liste over miljøgifter. Stjørdal (PETRECO rapport nr. 50585).
- Hagen, L.O. og Thrane, K.E. (1983) Luftkvalitetsmåliner i Fjellhamarområdet. Lillestrøm (NILU OR 24/83).
- Hagen, L.O., Grønskei, K.E., Haugsbakk, I., Haagenrud, S. og Sivertsen, B. (1983) Basisundersøkelse i Sarpsborg og Fredrikstad. Framdriftsrapport nr. 2. Lillestrøm (NILU OR 25/83).
- Hagen, L.O., Schjoldager, J., Østgård, K. (1983) Klassifisering av luftforurensning. Lillestrøm (NILU OR 62/83).
- Hagen, L.O. (1985) Rutineovervåking av luftforurensning april 1984-mars 1985. Lillestrøm (NILU OR 42/85, Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 195/85).
- Hagen, L.O. og Schjoldager, J. (1986) Klassifisering av luftforurensning i byer og tettsteder. Lillestrøm (NILU OR 39/86).

- Hanssen, J.E., Rambæk, J.P., Semb, A. og Steinnes, E. (1980) Atmospheric deposition of trace elements in Norway. Proc. Int. conf. ecol. impact acid precip. Norway, SNSF Project.
- Hanssen, J.E. og Sivertsen, B. (1977) Bamble-undersøkelsen. Måling av luftforurensning i Grenland 1975/76. Lillestrøm (NILU OR 2/77).
- Hov, Ø., Penkett, S.A., Isaksen, I.S.A. and Semb, A. (1984) Organic gases in the Norwegian Arctic. Geophys. Res. Lett., 11, s. 425-428.
- Isaksen, I.S.A., Hov, Ø., Penkett, S.A. and Semb, A. (1985) Model analysis of the measured concentration of organic gases in the Norwegian Arctic. J. Atm. Chem., 3, s. 3-27.
- Laveskog, A., Lindskog, A. og Stenberg, U. (1976) Om metaller. Solna, Statens naturvårdsverk.
- Mikalsen, A., Joranger, E., Hagen, I., Ramdahl, T. og Becher, G. (1983) Organiske luftforurensninger i byer og bakgrunnsområder. Lillestrøm (NILU OR 65/83).
- Næs, K., Green, N.W., Knutzen, J. og Lingsten, L. (1986) Forekomst av miljøgifter i norske vassdrag og fjorder. Oslo, Norsk institutt for vannforskning (O-85281).
- NTNF (1985) Forskningsprogram for feltet miljøgifter 1986-1988. Oslo, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd, Utvalg for miljøgifter.
- Pacyna, J.M. (1984) Atmospheric trace elements from natural and anthropogenic sources. Lillestrøm (NILU IR 2/84).
- Paris-konvensjonen (1986) Current estimates of atmospheric inputs to the North Sea. ATMOS 4/Working Doc. No. 2-E, Paris Commission, London.
- Rambæk, J.P. og Steinnes, E. (1980) Kartlegging av tungmetallnedfall i Norge ved analyse av mose. Kjeller (IFA Work Report A 7).
- Schjoldager, J. (1982) Grenseverdier for luftkvalitet. Lillestrøm (NILU OR 53/82).
- Schjoldager, J., Wathne, B.M., Brenna, D., Hov, Ø., Joahnnessen, T., Stige, L. og Tveita, B. (1983a) Målinger av peroksyacetylnitrat (PAN) i Oslo og nedre Telemark 1980-82. Lillestrøm (NILU OR 27/83, Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 71/83).

Schjoldager, J., Semb, A., Bruteig, I.E., Hanssen, J.E. og Rambæk, J.P. (1983b) Innhold av elementer i mose og lav, Øst-Finnmark 1981. Lillestrøm (NILU OR 55/83).

Schjoldager, J., Dreiem, R., Wathne, B.M., Johannessen, T., Stige, L. og Tveita, B. (1984) Målinger av ozon, Østlandet-Telemark--Sørlandet 1981-1983. Målinger av PAN 1983. Lillestrøm (NILU OR 34/84, Statlig program for forurensningsovervåking rapport nr. 115/84).

Schroeder, H.A. (1970) A sensible look at air pollution by metals. Arch. Environ. Health, 21, 798-806.

Semb, A. (1978) Deposition of trace elements from the atmosphere in Norway. Oslo-Ås (SNSF-prosjektet, fagrapport FR 13/78).

Sivertsen, B. og Hanssen, J.E. (1983) Metallinnhold i lufta i Sulitjelma. Lillestrøm (NILU TR 3/83).

SFT (1982a) Luftforurensning, virkninger på helse og miljø. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport nr. 38).

SFT (1982b) Kadmiumbelastningen i Norge. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport nr. 50).

SFT (1983a) Blybelastningen i Norge. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport nr. 48).

SFT (1983b) Kvikksølvbelastningen i Norge. Oslo, Statens forurensningstilsyn (SFT-rapport nr. 49).

SFT (1985) Revidert prosjektplan for utredningsprosjekt for miljøgifter i Norge. Oslo, Statens forurensningstilsyn (notat av 11.2.1985).

SFT (1986) Rapport fra Nordisk seminar om miljøgifter. Refsnes Gods 13. og 14.2.1986. Oslo, Statens forurensningstilsyn (referat av 22. april 1986).

Steinnes, E. og Brevik, E.M. (1986) Miljøgifter i terrestrisk miljø i Norge. Trondheim, AVH og Kjeller, Institutt for energiteknikk.

Stray, H., Mikalsen, A. og Oehme, M. (1984) Determination of substituted polycyclic aromatic compounds in urban air particulate matter. Lillestrøm (NILU OR 5/84).

Thrane, K.E. (1978) Background levels in air of lead, cadmium, mercury and some chlorinated hydrocarbons measured in South Norway. Atmos. Environ., 12, 1155-61.

Thrane, K.E. and Mikalsen, A. (1981) High-volume sampling and air-borne polycyclic aromatic hydrocarbons using glass fibre filters and polyurethane foam. Atmos. Environ., 15, 909-18.

Thrane, K.E. (1982) Normer for organiske forurensninger i uteluft. Lillestrøm (NILU OR 39/82).

Thrane, K.E. (1983a) Luftkvalitet i et boligområde på Sunndalsøra. Lillestrøm (NILU OR 1/83).

Thrane, K.E. (1983b) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumsverk. I. Luftkvalitet i Høyanger. Lillestrøm (NILU OR 67/83).

Thrane, K.E. (1983c) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. II. Luftkvalitet i Mosjøen. Lillestrøm (NILU OR 68/83).

Thrane, K.E. (1983d) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. III. Luftkvalitet i Øvre Årdal. Lillestrøm (NILU OR 69/83).

Thrane, K.E. (1983e) Polysykliske aromatiske hydrokarboner i uteluft i boligområder nær aluminiumverk. IV. Luftkvalitet på Årdalstangen. Lillestrøm (NILU OR 70/83).

Thrane, K.E. (1984a) Luftkvalitetsmålinger av svoveldioksid og fluorid på Sunndalsøra. Statusrapport. Lillestrøm (NILU OR 33/84).

Thrane, K.E. (1984b) Estimat av aluminiumverkets bidrag til luftforurensning på Sunndalsøra. Lillestrøm (NILU OR 58/84).

Thrane, K.E. (1985a) Luftkvalitet omkring Karmøy fabrikker. Lillestrøm (NILU OR 24/85).

Thrane, K.E. (1985b) Luftkvalitetsmålinger av svoveldioksid og fluorid på Sunndalsøra. Lillestrøm (NILU OR 28/85).

Vedlegg A

Grenseverdier for luftkvalitet gitt av en
arbeidsgruppe nedsatt av SFT

OVERSIKT OVER GRENSEVERDIER FOR LUFTKVALITET ANGITT AV ARBEIDSGRUPPEN

Stoff	Måleenhet/ metode	Virkning på	Midlingstid				
			1 h	8 h	24 h	30 d	6 mndr.
Svoveldioksyd (SO ₂) ^{a)}	µg/m ³	Helse			100-150		40-60
Svevestøv ^{a)}	"				100-150		40-60
Svoveldioksyd (SO ₂)	"	Vegetasjon	150		50		25
Nitrogendioksyd (NO ₂)	µg/m ³	Helse	200-350		100-150		75
Karbonmonoksyd (CO)	mg/m ³	Helse	25	10			
Fotokjemiske oksydanter	µg/m ³	Helse	100-200				
" "	målt ved ozon- innholdet	Vegetasjon	200				
Fluorider ^{b)}		Helse			25		10
" ^{b)}		Dyr				0,2-0,4 ^{d)}	
" ^{c)}	µg F pr. m ³	Vegetasjon			1,0		0,3

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

b) Grenseverdi for totalfluorid.

c) Grenseverdi for gassformig fluorid.

d) Utgangspunktet for luftkvalitetsgrenseverdien 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. m³ luft.

Arbeidsgruppen har gitt denne kommentaren til grenseverdiene (SFT, 1982a):

Med "grenseverdier for helsevirkninger" for et stoff menes her et eksponeringsnivå (den mengden av forurensning) som man ut fra nåværende viten antar befolkningen kan utsettes for uten at helsevirkninger forekommer. Det er regnet med samvirke mellom stoffet og vanlig forekomst av de andre omtalte forurensninger. Det er tatt hensyn til spesielt følsomme grupper i befolkningen.

Grenseverdiene for skade på vegetasjon og dyr skal oppfattes på tilsvarende måte.

Gruppens oppgave har ikke vært å legge fram forslag til nasjonale bestemmelser om luftkvalitet (normer), men å presentere det kunnskapsgrunnlag om virkninger på helse og miljø som er nødvendig for å fastsette slike bestemmelser.

Arbeidsgruppen ønsker å fremheve at dagens kunnskaper om de ovennevnte stoffers dose-effektforhold er mangelfulle. Ved

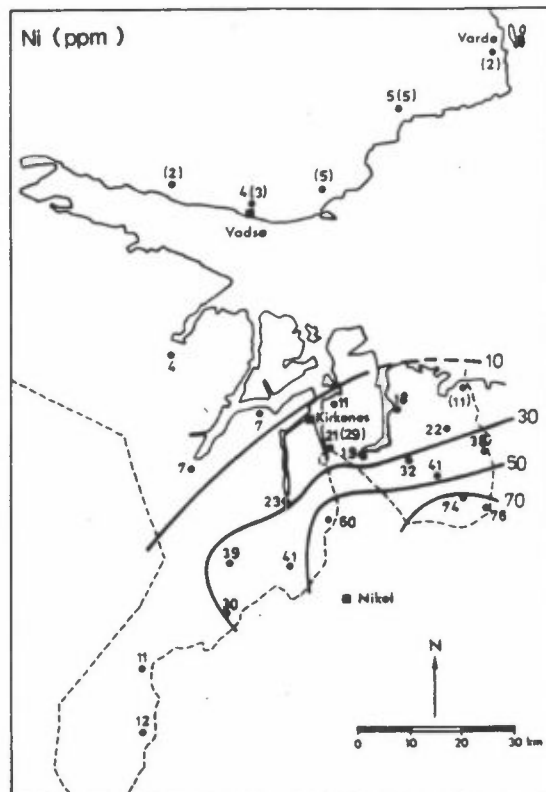
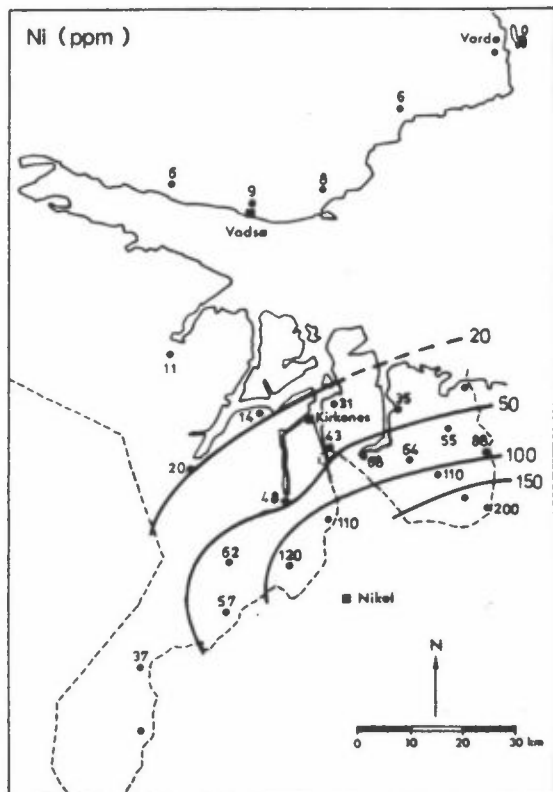
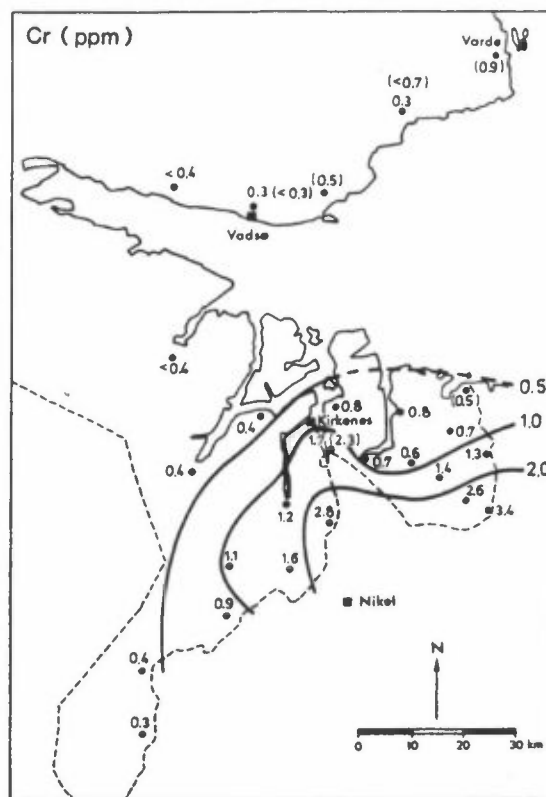
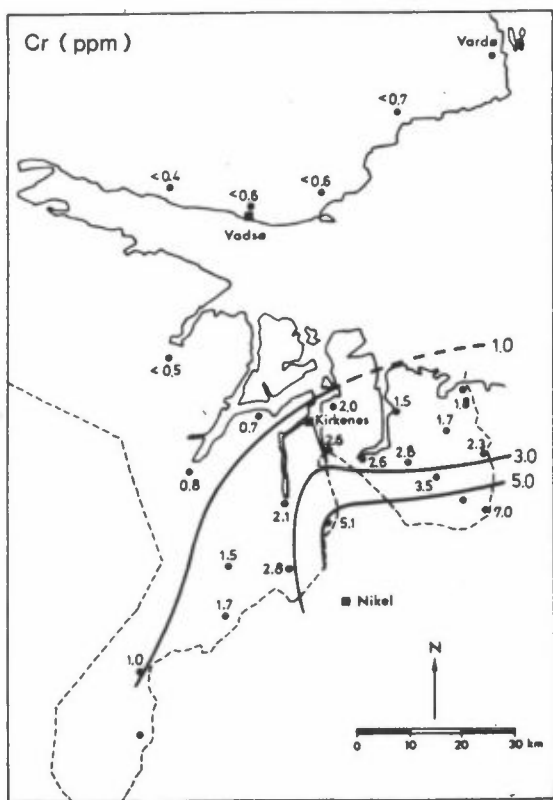
valget av de foreslåtte grenseverdier er det derfor benyttet en sikkerhetsfaktor på mellom 2 og 5 for de ulike forureningskomponenter. Dette betyr at man må opp i 2-5 ganger høyere eksponeringsnivåer enn de angitte grenseverdier før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Selv om dette terskelnivået 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.

Arbeidsgruppen gjør videre oppmerksom på at forurenset luft vanligvis også inneholder andre skadelige komponenter enn de som her er omtalt. At grenseverdiene overholdes er derfor ingen garanti for at den forurensede luft er uten skadevirkninger.

I de tilfeller gruppen ikke har funnet grunnlag for å fastsette en bestemt verdi, er det angitt et konsentrasjonsområde. Tallverdiene bør ikke anvendes uten at dette skjer i sammenheng med den ledsagende tekst i rapporten.

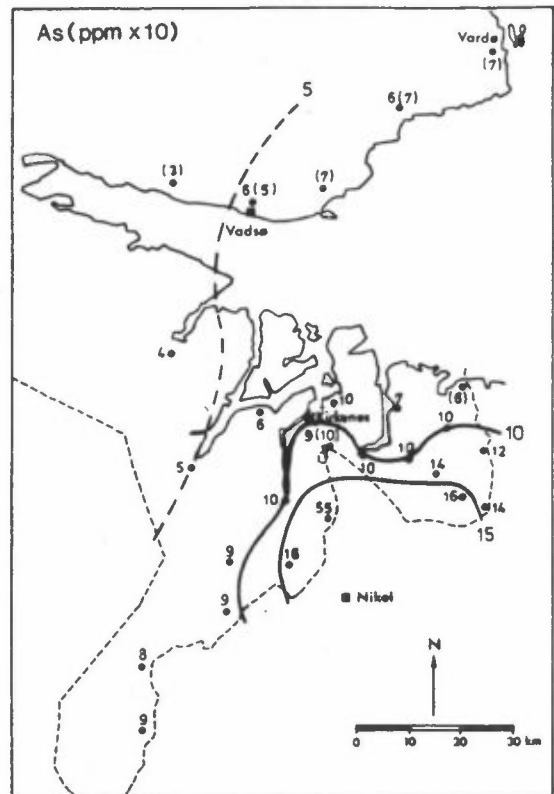
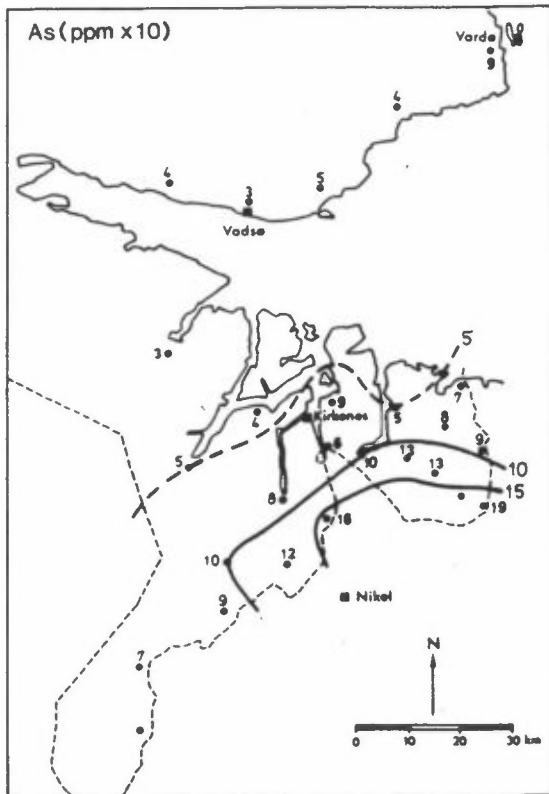
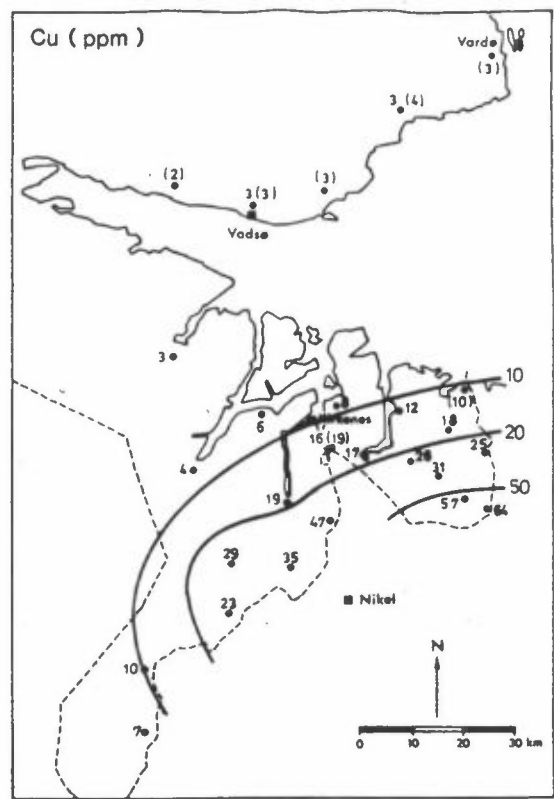
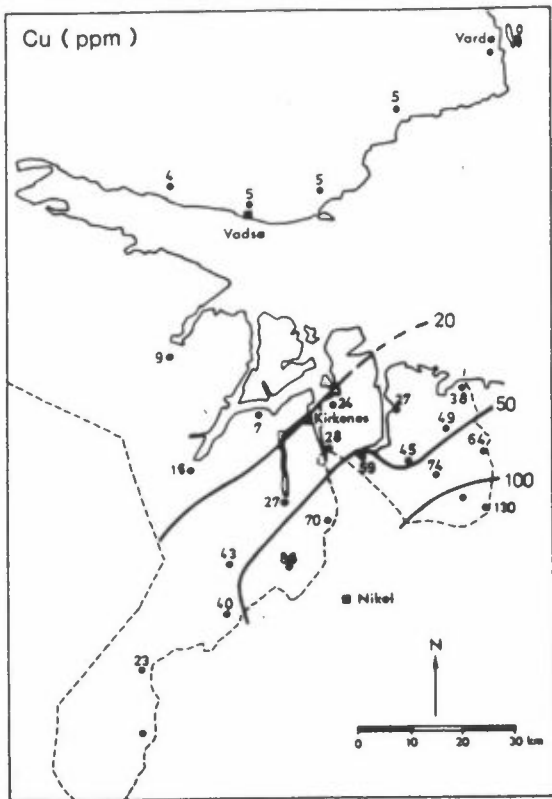
Vedlegg B

Innhold av krom, nikkel, kopper og arsen
i etasjemose (*Hylocomium splendens*) og
kvitkrull (*Cladina stellaris*) i Øst-Finnmark
1981 (Schjoldager et al., 1983b).



Etasjemose, *Hylocomium splendens*

Kvitkrull, *Cladina stellaris*
(Reinlav, *Cladina arbuscula/mitis*)



Etasjemeose, *Hylocomium splendens*

Kvitkrull, *Cladina stellaris*
(Reinlav, *Cladina arbuscula/mitis*)

Vedlegg C

Sporelementer i luft fra Birkenes, Aust-Agder.
Sammenlikning av måleresultater for 1978/79
og foreløpige resultater for 1985.

(Foreløpige data fra hovedoppgave i kjemi
av C.E. Amundsen, AVH, Universitetet i Trondheim.
Analysene er gjort på Institutt for energiteknikk
og NILU).

Sporelementer i luft, ng/m³, Birkenes i Aust-Agder. Sammenligning av måleresultater for 1978/79 og foreløpige resultater for 1985.

Sektorene er på 45⁰ og refererer til trajektorieretninger, 1 er fra nord, 3 fra øst, 5 fra sør, 7 fra vest, 9 er "ubestemt", og 1-9 er gjennomsnittskonsentrasjoner for alle prøvene.

Sektor	1		2		3		4		5		6		7		8		9		1-9	
Ar	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85	78/79	85
Antall prøver	9	9	8	8	20	14	8	10	4	9	15	20	42	11	16	4	55	24	182	109
Na	295	150	136	87	156	121	164	92	206	189	829	439	818	553	391	525	508	348	523	290
Al	30	29	92	123	70	163	194	105	49	46	139	39	39	20	46	16	101	76	71	72
V	0.45	0.26	1.27	1.30	4.47	2.63	4.37	2.66	3.38	3.18	7.45	2.68	1.71	1.09	0.45	0.11	4.88	1.85	3.1	1.97
Cr	0.39	0.30	0.59	0.66	1.19	1.35	1.55	1.14	0.72	0.68	1.94	0.47	0.53	0.33	0.36	0.14	1.51	0.73	1.0	0.69
Mn	3.5	3.1	5.0	6.0	7.8	9.7	7.1	5.5	3.9	4.1	8.5	3.2	3.2	2.0	4.1	2.4	7.6	6.0	5.4	5.0
Zn	-	8.2	-	13.5	-	20.9	-	27.2	-	16.1	-	15.7	-	7.9	-	2.1	-	14.6	-	15.1
As	0.16	0.35	0.51	0.40	0.81	0.99	1.20	1.24	0.66	0.84	0.77	0.65	0.39	0.35	0.18	0.19	1.56	0.45	1.0	0.63
Se	0.22	0.07	0.24	0.17	0.32	0.32	0.53	0.50	0.42	0.39	1.69	0.48	0.49	0.21	0.17	0.06	0.74	0.28	-	0.31
Sb	0.13	0.15	0.15	0.41	0.34	0.48	0.57	1.08	0.41	0.51	1.11	0.42	0.27	0.19	0.11	0.04	0.64	0.27	0.43	0.40
Ni	-	0.30	-	0.58	-	1.25	-	1.07	-	1.19	-	1.20	-	0.90	-	0.26	-	0.80	-	0.92
Pb	3.86	3.18	9.82	5.9	13.4	12.1	24.5	16.2	18.7	11.4	48.0	13.9	13.6	5.7	3.6	1.1	28.0	8.0	19.0	9.6
Cd	0.08	0.02	0.14	0.07	0.21	0.14	0.33	0.19	0.22	0.13	0.94	0.16	0.17	0.04	0.08	0.01	0.35	0.07	0.28	0.10
SO ₂ -S	140	40	1070	300	2310	1270	2820	2370	1520	2840	2210	1300	680	370	130	100	2460	488	1600	1030
SO ₄ -S	200	100	550	1230	2470	2110	2150	2150	2540	1550	2390	900	820	550	220	230	1870	835	1430	1120

Vedlegg D

Forekomst av benzo(a)pyren (ng/m^3)
i luft og nedfall i Norge.

Sted	Stasjon	År	Kons.omr.	Middel-verdi	Antall	Ref.
Aurskog		1984	0,3-2,7	1,3	14	
Bergen		1978	0,74-2,57	1,6	5	
Birkenes		1977		0,04	10	Thrane og
		1982	<0,2	<0,2	8	Mikalsen 1981
Drammen	Strømsø	1984/85	<0,1-2,9	1	9	Mikalsen et
	Fylkeshuset	1984/85	<0,1-5,8	2,5	8	al., 1983
Elverum	Elverum	1983	0,55-16,2	4,8	8	
		1983	3,4-8,5	6,1	15	
	Strandfossen	1982	0,97-3,05	2,5	2	
Fjellhamar	Fjeldhammer Brug	1981/82	<0,2	<0,2	5	Hagen & Thrane
	Olav Duuns vei	1982	<0,2	<0,2	3	1983
Fredrikstad	Brochs gate	1981/82	0,2-24,9	6,9	16	Hagen et al.,
	City Hotell	1981/83	0,2-15,3	3,8	47	1983
Herre		1985	<0,1-0,3	<0,2	2	
Høyanger		1980/82	<0,2-76,8	21,4	62	Thrane, 1983b
		1980/82	16-78*	34	16	
Karmøy	Austervik	1981	<0,1-56,8	4,1	24	
	Tjoland	1981	<0,1-9,65	0,9	27	Thrane, 1985a
Kårvatn		1982	<0,2	<0,2	6	Mikalsen et
Lillestrøm	NILU	1978	0,2-6,0	1	27	al., 1983
Mo i Rana	E-6	1984	<0,2-15,8	4,8	6	
	Selfors	1984	<0,2-7,1	4,3	8	NILU
	Sentrum	1984	3,2-37,3	17,3	3	
Mosjøen		1980/82	<0,2-148	14	58	
		1980/82	3-43*	16	13	Thrane, 1983c
Oslo	Nordahl Bruns gt	1980/85	0,1-12,9	2,6	66	NILU
	Ringveien	1985	<0,05-6,5	3,6	7	
	Rådhusgt Gate	1979	<0,1-32,3	9,3	20	Alfheim et
	Rådhusgt Tak	1979	<0,2-18,9	7	10	al., 1979
	St. Hanshaugen	1979	<0,1-5,4	2,1	8	StL
	St. Olavsgate	1980/85	0,1-20,4	5,1	79	
Sarpsborg	Fellesbanken	1981/83	0,1-6,8	1,9	39	Hagen et al.,
Sunnalsøra		1981	<0,1-14,2	4,8	37	1983
Øvre Årdal		1980/82	<0,2-160	33	55	Thrane, 1983a
		1980/81	12-208*	69	15	Thrane, 1983d
Årdalstangen		1980/82	<0,2-72,6	19,3	57	Thrane 1983e
		1980/81	30-296*	138	13	
Ås, Heistad		1982	<0,1	<0,1	15	
		1985		1,2	1	Mikalsen et
						al., 1983
Bolig	Vedfyring i peis	1982		14	1	Alfheim and
Bolig	Sigarettrøyk	1982		5	1	Ramdahl, 1984

*Måling i støvfall ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ 30 d).

