

NILU: OR 63/2003
REFERANSE: O-102001
DATO: SEPTEMBER 2003
ISBN: 82-425-1493-3

Målinger av luftkvalitet ved Hydro Aluminium Sunndal i 2002

Leif Otto Hagen

Innhold

	Side
Sammendrag	3
1 Innledning	5
2 Nasjonale mål, grenseverdier og EU-direktiver for luftkvalitet	5
3 Måleprogram og stasjonsplassering	8
4 Prøvetaking og analyse	9
5 Måleresultater.....	10
5.1 Svevestøv (PM ₁₀).....	14
5.2 Fluorid (partikler)	15
5.3 Fluorid (gass, HF).....	16
5.4 Svoveldioksid (SO ₂)	17
5.5 Sulfat (SO ₄ i partikler).....	18
5.6 Bly (Pb)	19
5.7 Kadmium (Cd).....	20
5.8 Kopper (Cu).....	21
5.9 Sink (Zn).....	22
5.10 Krom (Cr)	23
5.11 Nikkel (Ni).....	24
5.12 Kobolt (Co).....	25
5.13 Arsen (As)	26
5.14 Aluminium (Al)	27
5.15 Vanadium (V).....	28
5.16 Sum PAH.....	29
5.17 BaP-konsentrasjoner	30
5.18 Samvariasjon mellom parametre	31
6 Referanser	40
Vedlegg A Døgnmiddelkonsentrasjoner av alle målte komponenter.....	41

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Hydro Aluminium Sunndal gjennomført målinger av luftkvalitet vinteren og sommeren 2002 på to målesteder i Sunndalen. Hensikten med målingene var å kartlegge nivået av luftforurensning i området og å sammenlikne med grenseverdier, målverdier og vurderingsterskler for luftkvalitet for de stoffene der slike finnes.

Målingene er samtidig en referanse i forhold til de forbedringene bedriften legger opp til i forbindelse med utbygging og modernisering, Su4-utbyggingen, ved at bl.a. den største kilden til PAH-utslipp ble lagt ned i desember 2002. Det legges derfor opp til en ny kartlegging av luftkvaliteten ca. 1-2 år etter at Su4-utbyggingen er ferdig.

Målingene ble utført i periodene januar-mars og juli-september 2002 ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum og på Vennevold, som ligger ca. 6 km opp i Sunndalen fra Sunndalsøra. I vinterperioden ble det hver uke i 9 uker tatt 2 døgnmiddelprøver i 2 påfølgende døgn fra ca. kl 08 den ene dagen til ca. kl 08 den neste dagen, dvs. 18 prøver totalt. I sommerperioden ble tilsvarende målinger tatt over 10 uker, dvs. 20 prøver totalt. En av dagene hver uke i begge periodene ble det samtidig tatt en prøve av sum PAH ved Pensjonistsentret. Tre av PAH-prøvene fra sommerperioden måtte forkastes fordi prøvetakeren stoppet under prøvetakingen, og prøvetakingsvolumet var derfor ubestemt.

Målingene omfattet PM₁₀ (svevestøvpartikler med aerodynamisk diameter under 10 µm), SO₂, SO₄, fluorid i gass- og partikkelfase, samt 10 tungmetaller ved hver av stasjonene. De målte tungmetallene var bly (Pb), kadmium (Cd), kopper (Cu), sink (Zn), krom (Cr), nikkel (Ni), kobolt (Co), arsen (As), aluminium (Al) og vanadium (V). PAH-prøvene ble analysert for 33 komponenter, deriblant BaP (benzo(a)pyren). Analyseresultatene for tungmetallene Cr, Ni og Co i sommerperioden ble forkastet fordi filtermaterialet tydeligvis var forurensset av disse elementene.

Til vurdering av måledataene er det mottatt timevise meteorologiske data fra Hydro Aluminium Sunndal. Disse dataene er i første rekke brukt til å vurdere om aluminiumverket er hovedkilden til de målte konsentrasjonene eller ikke.

EU har fastsatt grenseverdier for elementene svevestøv (PM₁₀), svoveldioksid (SO₂) og bly (Pb). Disse grenseverdiene ble implementert i Norge gjennom "Forskrift om lokal luftkvalitet" fastsatt av Miljøverndepartementet 4.10.2002. For benzo(a)pyren (BaP) har EU foreslått målverdi og ikke en bindende grenseverdi. For tungmetallene arsen (As), kadmium (Cd) og nikkel (Ni) har EU foreslått vurderingsterskler. Disse er ikke juridisk bindende, men utløser overvåking av luftkvaliteten hvis de overskrides. I Norge er det også fastsatt Nasjonalt mål for PM₁₀ og SO₂. Disse følger i hovedsak grenseverdiene, men er litt strengere. Derimot er de ikke juridisk bindende.

Bortsett fra for PAH-komponenten BaP var alle måleresultatene fra de to målestasjonene til dels langt lavere enn grenseverdiene fastsatt eller foreslått som målverdi og vurderingsterskler av EU. For de fleste stoffene ble det målt klart høyere verdier på Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum enn ved Vennevold 6 km opp i Sunndalen. Målingene tyder på at utslippene fra aluminiumverket ga

det dominerende bidraget til de målte konsentrasjonene for de fleste komponentene.

De målte konsentrasjonene av sulfat antas i hovedsak å skyldes langtransporterte luftforurensninger. Konsentrasjonsnivået av denne komponenten var omtrent på samme nivå som det som vanligvis måles på denne tiden av året på den regionale bakgrunnsstasjonen Kårvatn i Surnadal kommune, som ligger langt fra lokale utslipp. De fleste dagene var det små forskjeller i konsentrasjonene mellom Pensjonistsentret og Vennevold.

PM₁₀ har sannsynligvis også hatt merkbare langtransporterte bidrag. Partikkelforurensning utenfra gir vanligvis relativt store bidrag selv i de største byene i Sør-Norge, i alle fall til middelverdien over lang tid.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for BaP var 4,45 ng/m³, og den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 13,6 ng/m³. Dette var godt over EUs forslag til målverdi og vurderingsterskel for årsmiddel på 1 ng/m³. Den midlere konsentrasjonen av BaP var høyere i sommer- enn i vinterperioden. Årsaken til dette er at det vanligvis er høyere frekvens av vind inn fjorden i sommerhalvåret, dvs. fra aluminiumverket mot Sunndalsøra sentrum hvor målestasjonen var plassert.

Overskridelse av EUs forslag til målverdi for BaP kan medføre krav om et fast måleprogram for denne komponenten når dette EU-direktivet implementeres i Norge.

Måleresultatene viste at konsentrasjonene av en rekke av komponentene varierte i takt, dvs. at eksempelvis de høyeste konsentrasjonene av mange av komponentene ble målt de samme dagene. Dette skyldes at utslippene følger hverandre, dvs. at hovedkilden er den samme. Samvariasjonen mellom komponentene var bedre i vinter- enn i sommerperioden.

For nærmere å vurdere sammenhengen mellom ulike forurensende stoffer er det gjort en regresjons- og korrelasjonsanalyse av måledataene. Analysen viste at særlig stoffene partikulært fluorid, gassformig fluorid, SO₂, Ni, Co, Al, sum PAH og BaP samvarierte i meget høy grad. Innbyrdes korrelasjonskoeffisienter mellom disse komponentene var over eller rundt 0,9 i vinterperioden. Også andre komponenter samvarierte bra med noen av de nevnte komponentene eller med andre komponenter.

Målingene og analysene viser at aluminiumverket er hovedkilden til en rekke av de stoffene som er kartlagt i måleprogrammet. Av de stoffene som har grense- eller målverdi for luftkvalitet, ble imidlertid bare EUs foreslåtte målverdi for PAH-komponenten BaP overskredet. Ved stasjonen i Sunndalsøra var nivået av total fluorid (sum av gass- og partikkelfase) noe under Verdens helseorganisasjons anbefaling.

SFTs anbefalte luftkvalitetskriterium for gassfase av fluorid med hensyn til virkning på dyr ble overskredet i Sunndalsøra både i vinter- og sommerperioden og på Vennevold i sommerperioden. Nivået av gassformig fluorid i Sunndalsøra var omtrent som SFTs anbefalte luftkvalitetskriterier satt for beskyttelse av vegetasjon.

Målinger av luftkvalitet ved Hydro Aluminium Sunndal i 2002

1 Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Hydro Aluminium Sunndal gjennomført målinger av luftkvalitet vinteren og sommeren 2002 i Sunndalsøra sentrum (Pensjonistsentret) og på Vennevold, ca. 6 km opp i Sunndalen. Målingene omfattet svevestøv (PM_{10}), svoveldioksid (SO_2), sulfat på partikler (SO_4), fluorid i gass- og partikkelfase, samt 10 tungmetaller.

Målingene ble gjennomført som et tillegg til målinger av sum PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) i Sunndalsøra. I vinterperioden ble målinger av sum PAH også gjennomført ved aluminiumverkene på Lista, Karmøy, Høyanger og Øvre Årdal. PAH-målingene ved de 5 verkene i vinterperioden er rapportert for seg (Hagen, 2002). I sommerperioden ble målinger av sum PAH bare gjennomført ved verket i Sunndalsøra.

Hensikten med målingene var å kartlegge nivået av luftforurensning i området og å sammenlikne med grenseverdier, målverdier og vurderingsterksler for luftkvalitet for de stoffene der slike finnes.

I tillegg er det et ønske fra bedriften at måleresultatene kan gi et grunnlag for å beskrive forventet luftkvalitet etter at prosessutvidelsen ved bedriften er gjennomført, slik dette er angitt i SFTs utslippstillatelse av 11.2.2002. Målingene vil være et grunnlag for sammenlikning i forhold til fremtidige målinger og kunne brukes for å vise hva modernisering har betydd for luftkvaliteten i området.

2 Nasjonale mål, grenseverdier og EU-direktiver for luftkvalitet

EU har de senere årene fastsatt grenseverdier for en rekke luftforurensende stoffer. Av de stoffene som er målt i dette programmet, gjelder dette PM_{10} , SO_2 og bly (Pb) (EU, 1999). For benzo(a)pyren (BaP) har EU foreslått en målverdi (og vurderingsterskel) og ikke en bindende grenseverdi (EU, 2003). For tungmetallene arsen (As), kadmium (Cd) og nikkel (Ni) har EU foreslått vurderingsterskler. Grenseverdiene for bl.a. SO_2 , PM_{10} og Pb ble implementert i Norge 4.10.2002 gjennom en ny "Forskrift om lokal luftkvalitet" fastsatt av Miljøverndepartementet. Målverdien for BaP skal implementeres innen en foreløpig ikke fastsatt tidsfrist etter at den er vedtatt av EU i henhold til forslaget til direktiv.

Selv om vurderingstersklene for As, Cd, Ni og BaP og målverdien for BaP ikke blir juridisk bindende, skal landene sørge for at best tilgjengelig teknologi er gjennomført ved eksempelvis større industrikilder. Det skal rapporteres til Kommisjonen i hvilke soner disse verdiene overskrides og spesifisere nærmere utstrekningen av overskridelsene og hvilke kilder som er årsaken til overskridelsene. Målinger skal være obligatoriske dersom vurderingsterskelen overskrides. I større byområder blir målinger av BaP obligatoriske selv om vurderingsterskelen ikke overskrides.

I Norge innførte Regjeringen i 1998 Nasjonale mål for bl.a. PM₁₀ og SO₂. Disse er bygget opp på samme måte som grenseverdiene, men er litt strengere enn grenseverdiene. Det er grenseverdiene i "Forskrift om lokal luftkvalitet", dvs. EU-grenseverdiene, som er juridisk bindende.

Tabell 1 gir en oppsummering av grenseverdier, Nasjonale mål og forslag til målverdier og vurderingsterskler som er relevante i dette måleprogrammet.

Tabell 1: Nasjonale mål og grenseverdier og EUs forslag til målverdier og vurderingsterskler for de komponentene som har inngått i måleprogrammet. Grenseverdiene ble fastsatt av Miljøverndepartementet 4.10.2002 gjennom "Forskrift om lokal luftkvalitet". Grenseverdiene i forskriften er lik grenseverdiene innen EU. Tall i parentes angir hvor mange ganger grenseverdiene kan overskrides i året. For As, Cd, Ni og BaP (benzo(a)pyren) understrekes det at målverdiene og vurderingstersklene foreløpig er et forslag fra EU-kommisjonen.

Komponent	Type grenseverdi	Virkning på	Overholdelses-tidspunkt	Midlingstid	Enhet	Grense-verdi	Grenseverdi tillagt toleransemargin i 2002	Øvre vurderings-terskel	Nedre vurderings-terskel	Vurderings-terskel
PM ₁₀	Grenseverdi	Helse	2005	Døgn	(µg/m ³)	50 (35)	65 (35)	30 (7)	20 (7)	
	Grenseverdi	Helse	2005	Kalenderår	(µg/m ³)	40	44,8	14	10	
	Nasjonalt mål	Helse	2005	Døgn	(µg/m ³)	50 (25)				
	Nasjonalt mål	Helse	2010	Døgn	(µg/m ³)	50 (7)				
SO ₂	Grenseverdi	Helse	2005	Time	(µg/m ³)	350 (24)	440 (24)			
	Grenseverdi	Helse	2005	Døgn	(µg/m ³)	125 (3)	0	75 (3)	50 (3)	
	Grenseverdi	Økosystemet	04.10.2002	Kalenderår	(µg/m ³)	20				
	Grenseverdi	Økosystemet	04.10.2002	Vinter (01.10.-31.03.)	(µg/m ³)	20		12	8	
	Nasjonalt mål	Helse	2005	Døgn	(µg/m ³)	90				
Pb ¹⁾	Grenseverdi	Helse	04.10.2002	Kalenderår	(µg/m ³)	0,5	0,8	0,35	0,25	
As ¹⁾	EU-forslag til vurderingsterskel	Helse		Kalenderår	(ng/m ³)					6
Cd ¹⁾	EU-forslag til vurderingsterskel	Helse		Kalenderår	(ng/m ³)					5
Ni ¹⁾	EU-forslag til vurderingsterskel	Helse		Kalenderår	(ng/m ³)					10
BaP ¹⁾	EU-forslag til målverdi	Helse		Kalenderår	(ng/m ³)	1				1

¹⁾ Målingene skal gjøres i PM₁₀-fraksjonen, dvs. på partikler med aerodynamisk diameter under 10 µm.

Forskriften og EU-direktivene gir en rekke verdier i tillegg til selve grense- og målverdiene. Følgende begreper er viktige å forstå:

- *Grenseverdi*: et nivå som er fastlagt på vitenskapelig grunnlag for å unngå, forebygge og minske de skadelige effektene på helse og/eller på miljøet i sin helhet, som skal oppnås innen en viss tidsfrist, og som ikke skal overskrides når det er oppnådd.
- *Toleransemargin*: det prosenttall (men gitt som mengde i Tabell 1) som grenseverdien kan overskrides med på de vilkårene som er gitt i Rammedirektivet (EU,1996). (Toleransemarginen skal gradvis reduseres og

bli lik null ved det tidspunktet grenseverdien skal overholdes. Dersom toleransmarginen overskrides, skal landene sende handlingsplaner til Kommisjonen for å vise hvordan grenseverdien skal overholdes på overholdelsesdatoen). For de stoffene som det er foreslått målverdi for (As, Cu, Ni og BaP) er det ingen toleransmargin.

- *Øvre vurderingsterskel*: under dette nivået kan en kombinasjon av målinger og beregningsmetoder benyttes for å vurdere luftkvaliteten i henhold til artikkel 6.3 i Rammedirektivet (over øvre vurderingsterskel er “høykvalitetsmålinger” obligatoriske).
- *Nedre vurderingsterskel*: under dette nivået kan beregningsmetoder og objektivt skjønn benyttes for å vurdere luftkvaliteten.
- *Vurderingsterskel (for As, Cd, Ni og BaP)*: hvis dette nivået overskrides, utløser det obligatorisk overvåking av luftkvaliteten.
- *Målverdi*: en konsentrasjon i luften fastsatt med det formål å unngå skadelige effekter på menneskers helse og som skal oppnås så snart som mulig.
- *Målverdi (for BaP)*: en konsentrasjon i luften fastsatt med det formål å redusere skaldevirkningene for menneskers helse og miljøet mest mulig.
- *Vurdering*: med dette menes enhver metode som benyttes for å måle, beregne, prognostisere eller estimere nivået for et stoff i luften.

Forslaget til EU-direktiv om målverdi for PAH (BaP) og vurderingsterskler for tungmetaller medfører at det må gjennomføres en kartlegging/vurdering av konsentrasjonsnivået i større byer og rundt større enkeltkilder, som aluminiumindustrien. I de sonene hvor kartleggingen viser at vurderingsterskelen overskrides, vil målinger bli obligatoriske, og de vil da måtte foretas året rundt. For BaP sier forslaget til EU-direktiv at målingene skal dekke minst 33% av tiden. Dette vil si i gjennomsnitt en prøve hvert tredje døgn. Ved nivåer under vurderingstersklene kan indikative (enkler) målinger være tilstrekkelig. I de største byene blir målinger av BaP obligatoriske også ved nivåer under vurderingsterskelen.

På oppdrag fra Statens forurensningstilsyn (SFT) har NILU gjennomført en første “Grovvurdering av luftkvaliteten i Norge i henhold til et første utkast til EU-direktiv om tungmetaller og BaP i luft” (Hagen og Tønnesen, 2001). For aluminiumverkene har denne vurderingen i hovedsak bygget på de målingene av sum PAH (og BaP) som ble gjennomført i 1991. Det ble i rapporten konkludert med at den foreslåtte grenseverdien (senere endret til målverdi) for BaP fortsatt sannsynligvis kan overskrides ved aluminiumverkene, selv om utslippene ved noen av verkene er en del redusert. For tungmetallene ble det konkludert med at grenseverdiene (vurderingstersklene) trolig ikke overskrides ved aluminiumverkene, kanskje med unntak av nikkell ved et av de andre verkene.

Grenseverdiene i “Forskrift om lokal luftkvalitet” og EU-grenseverdiene følger i hovedsak Verdens helseorganisasjons “Air Quality Guidelines for Europe” (WHO, 2000).

For fluorid sier WHO at nivåer av totalt fluorid under $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddelverdi, som er satt for å beskytte planter og grøde, også er tilstrekkelig for å beskytte helse.

WHO har også en retningslinje for vanadium (V) på $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1000 \text{ ng}/\text{m}^3$) som gjennomsnitt over 24 timer.

3 Måleprogram og stasjonsplassering

Målingene ble utført i periodene januar-mars og juli-september 2002 ved 2 målesteder, Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum og på Vennevold ca. 6 km opp i Sunndalen fra Sunndalsøra. I vinterperioden ble det hver uke i 9 uker tatt 2 døgnmiddelpøver i 2 påfølgende døgn fra ca. kl 08 den ene dagen til ca. kl 08 den neste dagen, dvs. 18 prøver totalt. I sommerperioden ble tilsvarende målinger tatt over 10 uker, dvs. 20 prøver totalt. En av dagene hver uke i begge perioder ble det samtidig tatt en prøve av sum PAH ved Pensjonistsentret. Tre av prøvene av sum PAH fra sommerperioden måtte forkastes fordi prøvetakeren stoppet under prøvetakingen og en derfor ikke visste luftvolumet til prøvene.

Målingene omfattet PM_{10} (svevestøvpartikler med aerodynamisk diameter under $10 \mu\text{m}$), SO_2 , SO_4 , fluorid i gass- og partikkelfase, samt 10 tungmetaller ved hver av stasjonene. De målte tungmetallene var bly (Pb), kadmium (Cd), kopper (Cu), sink (Zn), krom (Cr), nikkel (Ni), kobolt (Co), arsen (As), aluminium (Al) og vanadium (V). Prøvene av sum PAH ble i tillegg analysert på 33 komponenter, deriblant BaP (benzo(a)pyren). Analyseresultatene for tungmetallene Cr, Ni og Co i sommerperioden ble forkastet fordi filtermaterialet tydeligvis var forurenset av disse stoffene.

Konsentrasjonene av de målte stoffene kan variere mye fra dag til dag både på grunn av variasjoner i utslippene og i de meteorologiske forholdene (vindretning, vindstyrke, stabilitet). Normalt er vindfrekvensfordelingen i området slik at det er større frekvens av vind fra verket mot målestedene om sommeren enn om vinteren. For å gi en mest mulig korrekt vurdering av konsentrasjonene på årsbasis, var det derfor viktig også å gjennomføre målinger sommerstid. Målinger bare vinterstid kan undervurdere årsmiddelkonsentrasjonene noe.

Hydro Aluminium Sunndal har skaffet til veie meteorologiske observasjoner på timebasis for de fleste prøvetakingsdagene. De viktigste parametrene er vindretning, vindstyrke og temperatur.

Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 1. Stasjonen i sentrum kan også være eksponert for utslipp fra biltrafikk og eventuell vedfyring (mest for PM_{10}) om vinteren.



Figur 1: Plassering av målestasjonene Pensjonistsentret og Vennevold.

4 Prøvetaking og analyse

Ved prøvetakingen ble det benyttet NILUs “EK-prøvetaker”. Denne samler aerosoler og gass i en filterpakke som i dette tilfellet inneholdt et forfilter for aerosoler (sulfat, fluorid og tungmetaller) og et filter tilsatt KOH (kalilut) for gasser (SO₂ og HF). Ved hjelp av en impaktor og en pumpe som trekker 10 liter luft pr. minutt, kan EK-prøvetakeren også benyttes til å måle PM₁₀ på forfilteret. EU-direktivet for tungmetaller krever at PM₁₀-fraksjonen måles.

Forfilteret for aerosoler veies under kontrollerte betingelser (20°C og 50% relativ fuktighet) før og etter eksponering i felt for å bestemme mengden av PM₁₀. Ved den videre analysen deles filteret i to deler. Et vannuttrekk benyttes for å løse ut sulfat og fluorid fra den ene filterhalvdelen. På den andre halvdelen benyttes en syreoppløsning for å løse ut tungmetaller.

Ved analyse av partikulært sulfat og fluorid benyttes ionekromatografi. Tungmetaller bestemmes med teknikken ICP-MS (induktivt koplet plasma (ICP) massespektrometri (MS)). Elementene i prøven brytes ned til ioner i et plasma og separeres og kvantifiseres i massespektrometeret. NILU har et eget renromslaboratorium for behandling og analyser av tungmetallprøver.

På det KOH-impregnerte filteret absorberes SO₂ og HF (hydrogenfluorid). Et vannuttrekk tilsatt H₂O₂ benyttes for å løse ut det som er absorbert. Vannuttrekket

inneholder da sulfat- og fluoridioner. Sulfat bestemmes som ovenfor med ionekromatografi. Fluoridmengden bestemmes med ioneselektiv elektrode.

Da HF er svært reaktivt, kan noe av denne gassen absorberes på partikler som allerede er avsatt på aerosolfilteret. Det er derfor mulig at noe av det som er rapportert som partikulært fluorid opprinnelig har vært HF.

Ved prøvetakingen av sum PAH ble det benyttet NILUs "PUR-prøvetaker". Ved bruk av denne prøvetakeren, med propper av polyuretanskum etter partikkelfilteret, får en kvantitativt samlet opp de viktigste PAH-komponentene. I alt 33 forskjellige PAH-komponenter er rapportert her.

Ved analysen ble gass- og partikkelfasen bestemt samlet. Benzo(a)pyren er i partikkelfasen. På partikkelfilteret samles i hovedsak partikler med aerodynamisk diameter under 10 µm. Større partikler kan forekomme, men neppe i mengder av betydning. Ved analysen blir PAH ekstrahert fra filter og propper, og ekstraktene blir analysert ved gasskromatografi. Deteksjonsgrensen for PAH-komponentene er 0,01-0,02 ng/m³.

NILUs metoder for prøvetaking og analyse er akkreditert. Det er nedsatt en arbeidsgruppe innen CEN (Comité Européen de Normalisation) som skal fremlegge en måle- og analysemetode, som skal bli referansemetode i EU-direktivet for PAH/BaP. Arbeidsgruppen heter CEN/TC 264/WG 21, som står for "Comité de Normalisation/Technical Committee 264/Working Group 21". Arbeidsgruppen blir trolig ferdig med sitt arbeid i 2006. NILU er representert i denne arbeidsgruppen.

5 Måleresultater

Alle enkeltmåleresultatene for alle de målte komponentene er gitt i Vedlegg A med en tabell for hver årstid for hver av stasjonene. Grafiske plott av døgnmiddelverdiene for hvert stoff, hvor verdiene på de to stasjonene sammenliknes, er vist i gjennomgangen nedenfor.

Tabell 2 og Tabell 3 viser et sammendrag av måleresultatene for henholdsvis vinter- og sommerperioden. I Tabell 4 er de to måleperiodene slått sammen. For hver stasjon og hvert stoff er det i hver av tabellene gitt middelvei, høyeste døgnmiddelverdi, laveste døgnmiddelverdi og antall måleverdier. Middelveiene i Tabell 4 er beregnet som gjennomsnittet av middelveiene av de to måleperiodene. Grenseverdier eller forslag til målverdier er også gitt for de stoffene som har slike idag.

Nedenfor er det for hvert stoff vist måleresultater på grafisk form, gitt en vurdering i forhold til grenseverdier eller målverdier og sagt noe om hovedkilden(e). Til vurdering av måledataene er det fra Hydro Aluminium Sunndal mottatt timevise meteorologiske data for de fleste prøvetakingsdagene. Disse dataene er i første rekke brukt til å vurdere om aluminiumverket er hovedkilden til de målte konsentrasjonene eller ikke.

Tabell 2: Middelveier, høyeste og laveste døgnmiddelveier og antall døgnmiddelveier for PM₁₀, fluorider, SO₂, SO₄, tungmetaller, sum PAH og BaP ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren 2002. Sum PAH og BaP ble bare målt ved Pensjonistsentret en gang hver uke. Grenseverdien for døgnmiddelveier av PM₁₀ og SO₂ kan overskrides hhv. 35 og 3 ganger i året. Vurderingstersklene for Cd, Ni, As og BaP er et EU-forslag. Verdien for BaP er også målverdi.

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret				Vennevold				Grenseverdi for døgn	Grenseverdi for kalenderår	Vurderingsterskel for kalenderår
		Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn	Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn			
PM ₁₀	µg/m ³	12,6	24,8	4,3	18	6,4	10,7	1,9	18	50	40	
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,46	2,84	0,01	18	0,09	0,36	0,00	18			
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,24	0,99	0,04	18	0,05	0,14	0,04	18	125		
SO ₂ (gass)	µg/m ³	3,01	14,7	0,19	18	0,78	2,36	0,17	18			
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	0,52	1,08	0,05	18	0,39	0,81	0,15	18			
Pb	ng/m ³	2,46	8,09	0,53	18	0,81	1,93	0,24	18	500		5
Cd	ng/m ³	0,21	0,74	0,03	18	0,06	0,16	0,02	18			
Cu	ng/m ³	1,25	4,05	0,18	17	0,33	0,95	0,21	18			
Zn	ng/m ³	10,9	31,1	2,17	14	5,88	10,7	2,45	18			
Cr	ng/m ³	0,82	2,35	0,31	18	0,36	0,37	0,33	17			
Ni	ng/m ³	3,48	18,5	0,28	17	0,73	3,08	0,32	18			
Co	ng/m ³	0,14	0,77	0,02	18	0,06	0,22	0,02	18			20
As	ng/m ³	1,66	4,30	0,18	18	0,48	0,99	0,05	18			
Al	ng/m ³	450	2040	8,90	18	142	412	22,2	18			
V	ng/m ³	1,70	4,78	0,44	18	1,32	1,81	0,53	18			
Sum PAH	ng/m ³	449	1770	104	9							
BaP	ng/m ³	3,45	13,6	0,73	9							1

Tabell 3: Middelerverdi, høyeste og laveste døgnmiddelerverdi og antall døgnmiddelerprøver for PM₁₀, fluorider, SO₂, SO₄, tungmetaller, sum PAH og BaP ved Pensjonistsentret og Vennevold sommeren 2002. Sum PAH og BaP ble bare målt ved Pensjonistsentret en gang hver uke. Grenseverdien for døgnmiddelerverdi av PM₁₀ og SO₂ kan overskrides hhv. 35 og 3 ganger i året. Vurderingstersklene for Cd, Ni, As og BaP er et EU-forslag. Verdien for BaP er også målverdi.

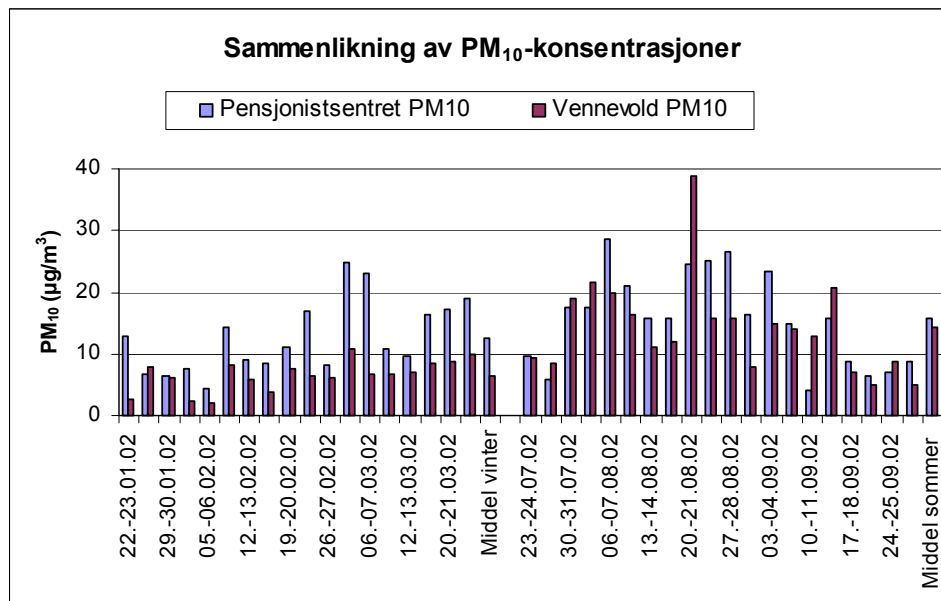
Stoff	Enhet	Pensjonistsentret				Vennevold				Grenseverdi for døgn	Grenseverdi for kalenderår	Vurderingsterskel for kalenderår
		Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn	Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn			
PM ₁₀	µg/m ³	15,7	28,6	4,0	20	14,3	38,9	5,0	20	50	40	
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,70	1,89	0,04	20	0,22	1,25	0,01	20			
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,43	1,04	0,08	20	0,23	0,47	0,01	20			
SO ₂ (gass)	µg/m ³	3,11	8,2	0,2	20	1,41	3,8	0,2	20	125		
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	1,10	2,55	0,12	20	1,07	2,46	0,12	20			
Pb	ng/m ³	2,83	5,87	1,21	20	2,18	4,67	0,76	20		500	
Cd	ng/m ³	0,15	0,66	0,04	20	0,12	0,37	0,06	20			5
Cu	ng/m ³	2,42	7,37	0,58	19	3,14	8,60	0,66	18			
Zn	ng/m ³	10,4	16,9	4,41	20	5,94	12,0	1,00	20			
Cr	ng/m ³											
Ni	ng/m ³											20
Co	ng/m ³											
As	ng/m ³	1,17	3,22	0,51	20	0,70	2,39	0,22	20			6
Al	ng/m ³	1140	2940	97,3	20	518	1240	63,8	20			
V	ng/m ³	2,50	6,09	0,11	20	1,87	4,93	0,24	20			
Sum PAH	ng/m ³	282	530	183	7							
BaP	ng/m ³	5,44	8,25	2,96	7							1

Tabell 4: Middelerverdi, høyeste og laveste døgnmiddelerverdi og antall døgnmiddelerprøver for PM₁₀, fluorider, SO₂, SO₄, tungmetaller, sum PAH og BaP ved Pensjonistsentret og Vennevold for sommer- og vinterperioden samlet. Sum PAH og BaP ble bare målt ved Pensjonistsentret en gang hver uke. Grenseverdien for døgnmiddelerverdi av PM₁₀ og SO₂ kan overskrides hhv. 35 og 3 ganger i året. Vurderingstersklene for Cd, Ni, As og BaP er et EU-forslag. Verdien for BaP er også målverdi. Målingene dekker vel 5% av året for sum PAH og BaP og vel 10% av året for de øvrige stoffene. Den samlede middelerverdien er beregnet som gjennomsnittet av middelerverdiene for de to måleperiodene.

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret				Vennevold				Grenseverdi for døgn	Grenseverdi for kalenderår	Vurderingsterskel for kalenderår			
		Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn	Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn						
PM ₁₀	µg/m ³	14,2	28,6	4,0	38	10,4	38,9	1,9	38	50	40				
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,58	2,84	0,01	38	0,16	1,25	0,00	38						
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,34	1,04	0,04	38	0,14	0,47	0,01	38						
SO ₂ (gass)	µg/m ³	3,06	14,7	0,19	38	1,10	3,80	0,17	38				125		
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	0,81	2,55	0,05	38	0,73	2,46	0,12	38						
Pb	ng/m ³	2,65	8,09	0,53	38	1,50	4,67	0,24	38	500		5			
Cd	ng/m ³	0,18	0,74	0,03	38	0,09	0,37	0,02	38						
Cu	ng/m ³	1,84	7,37	0,18	36	1,74	8,60	0,21	36						
Zn	ng/m ³	10,6	31,1	2,17	34	5,91	12,0	1,00	38						
Cr	ng/m ³	0,82	2,35	0,31	18	0,36	0,37	0,33	17						
Ni	ng/m ³	3,48	18,5	0,28	17	0,73	3,08	0,32	18						
Co	ng/m ³	0,14	0,77	0,02	18	0,06	0,22	0,02	18						
As	ng/m ³	1,42	4,30	0,02	38	0,59	2,39	0,05	38	6					
Al	ng/m ³	797	2940	8,90	38	330	1240	22,20	38						
V	ng/m ³	2,10	6,09	0,11	38	1,60	4,93	0,24	38						
Sum PAH	ng/m ³	366	1770	104	16										
BaP	ng/m ³	4,45	13,6	0,73	16							1			

5.1 Svevestøv (PM₁₀)

Figur 2 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 2: Døgnmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

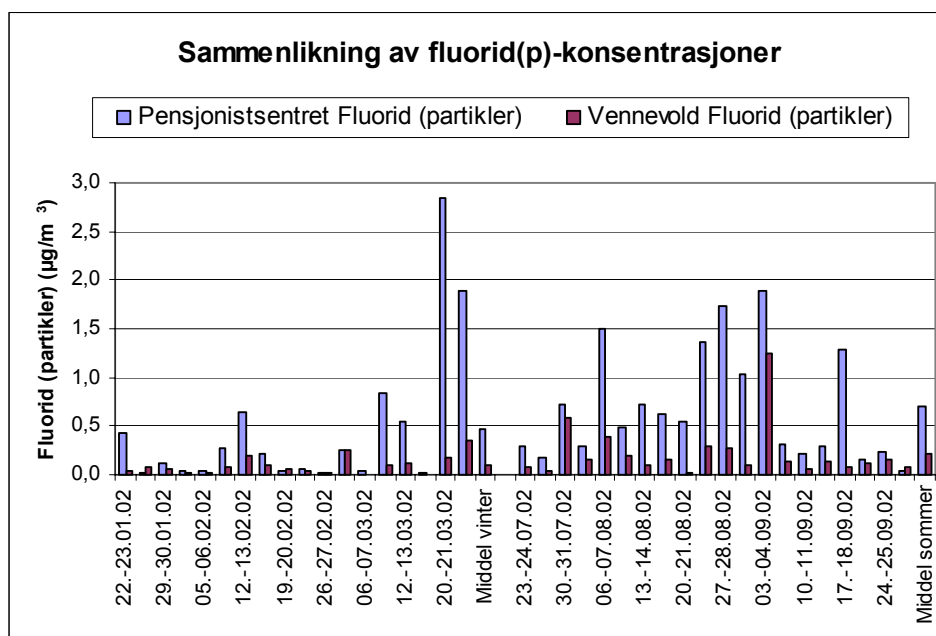
Gjennomsnittskonsentrasjonen var 14,2 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 10,4 µg/m³ ved Vennevold. Grenseverdien for årsmiddel på 40 µg/m³ ble derfor overholdt med god margin. Vennevold hadde noe høyere middelkonsentrasjon om sommeren enn om vinteren, og det var mindre forskjell i forhold til Pensjonistsentret enn om vinteren.

Alle døgnmiddelkonsentrasjonene var også godt under grenseverdien på 50 µg/m³ (med 35 tillatte overskridelser i året) på begge stasjonene. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 38,9 µg/m³ ved Vennevold, mens den høyeste konsentrasjonen ved Pensjonistsentret var 28,6 µg/m³. At den høyeste konsentrasjonen ble målt ved Vennevold kan skyldes vindblåst støv fra åkerlandskapet like ved målestasjonen.

Målingene viste høyere konsentrasjoner ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum de fleste dagene enn ved Vennevold, særlig om vinteren. Dette må skyldes at lokale kilder gir større bidrag i sentrum. Den høyeste PM₁₀-konsentrasjonen på begge stasjonene i vinterperioden ble målt i døgnet 27.-28.2.2002. Vindmålinger ved verket viser at det i hovedsak blåste nedover dalen og ut fjorden dette døgnet, bortsett fra 3-4 timer med vind inn fjorden. Vindstyrken var imidlertid svært lav, slik at det praktisk talt var vindstille.

5.2 Fluorid (partikler)

Figur 3 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 3: Døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av partikulært fluorid var $0,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. EU har ingen grenseverdier for fluorer. Verdens helseorganisasjon sier at et fluoridnivå (totalt fluorid) på $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddelverdi, som er satt for å beskytte planter og grøde, også vil være tilstrekkelig for å beskytte menneskers helse. Denne verdien ble såvidt overholdt ved Pensjonistsentret, se kapittel 5.3. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av partikulært fluorid var $2,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold.

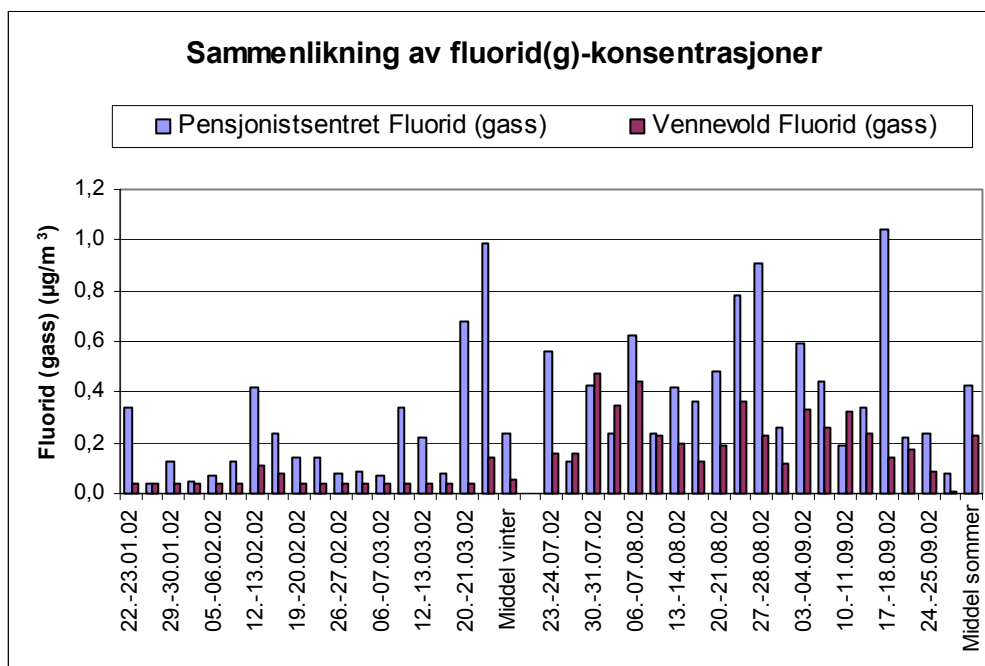
Målingene viste høyere konsentrasjoner ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum de fleste dagene enn ved Vennevold. Begge stasjonene hadde høyere konsentrasjoner om sommeren enn om vinteren, og forskjellen var størst på Vennevold. Dette skyldes høyere frekvens av vind inn fjorden om sommeren. Aluminiumverket er kilden til partikulært fluorid.

Den høyeste målte konsentrasjonen på Pensjonistsentret var i døgnet 20.-21.3.2002. Vindmålinger ved verket viste at det i hovedsak blåste fra nordvest og inn dalen dette døgnet. Den neste dagen hadde Pensjonistsentret den nest høyeste konsentrasjonen, mens Vennevold hadde den høyeste konsentrasjonen i vinterperioden. Også dette døgnet var det i hovedsak vind inn dalen hele døgnet.

Gjennomgangen av måledataene videre i dette kapitlet viser at en rekke komponenter hadde de høyeste konsentrasjonene i vinterperioden i de to døgnene 20.-21.3.2002 og 21.-22.3.2002. Dette peker på samme kilde for disse stoffene. I hovedsak varierte mange av komponentene i takt fra dag til dag, best i vinterperioden. Særlig viste dataene at samvariasjonen var meget god for stoffene fluorid(p), fluorid(g), SO₂, Ni, Co, Al, sum PAH og BaP, men også flere komponenter hadde god samvariasjon.

5.3 Fluorid (gass, HF)

Figur 4 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (gass) ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 4: Døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (gass) ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av gassformig fluorid var 0,34 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 0,14 µg/m³ ved Vennevold. EU har ingen grenseverdier for fluorider. Verdens helseorganisasjon sier at et fluoridnivå (totalt fluorid) på 1 µg/m³ som årsmiddelverdi, som er satt for å beskytte planter og grøde, også vil være tilstrekkelig for å beskytte menneskers helse. Summen av partikulært og gassformig fluorid var 0,92 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 0,30 µg/m³ ved Vennevold. Ved Pensjonistsentret var derfor nivået av totalt fluorid noe under Verdens helseorganisasjons anbefaling.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av gassformig fluorid var 1,04 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 0,47 µg/m³ ved Vennevold, begge målt i sommerperioden. De høyeste døgnmiddelkonsentrasjonene av totalt fluorid

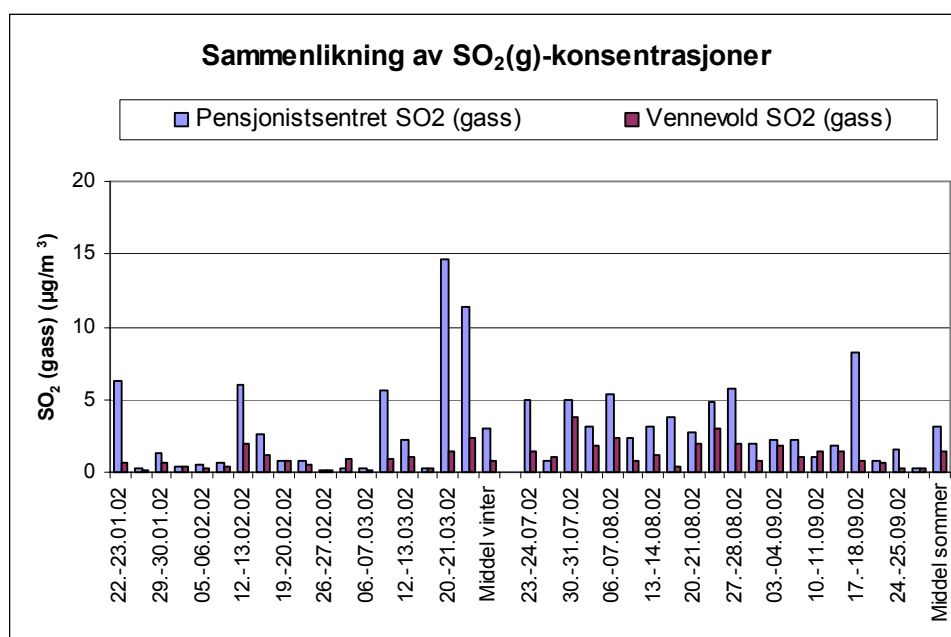
(partikulært og gassformig) var $3,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret (vinter) og $1,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold (sommer).

Statens forurensningstilsyns anbefalte luftkvalitetskriterier for gassformig fluorid satt for beskyttelse av vegetasjon (SFT, 1992) ble overholdt med god margin ved Vennevold. Kriteriet for dyr på $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt over 30 dager ble overskredet ved Vennevold i sommerperioden. Målingene viste at konsentrasjonene av gassformig fluorid ved Pensjonistsentret var omtrent som SFTs kriterier satt for beskyttelse av vegetasjon. Disse er $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt over 1 døgn, $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt over 30 døgn og $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt over 6 måneder. Kriteriet satt for virkning på dyr ble klart overskredet ved Pensjonistsentret i begge måleperiodene.

Målingene av gassformig fluorid viste høyere konsentrasjoner ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum enn ved Vennevold de fleste dagene på samme måte som for partikulært fluorid.

5.4 Svoveldioksid (SO₂)

Figur 5 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 5: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $3,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. Pensjonistsentret hadde omtrent samme middelverdi både i vinter- og sommerperioden, mens Vennevold hadde høyest konsentrasjon om sommeren. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. Grenseverdiene og Nasjonalt mål

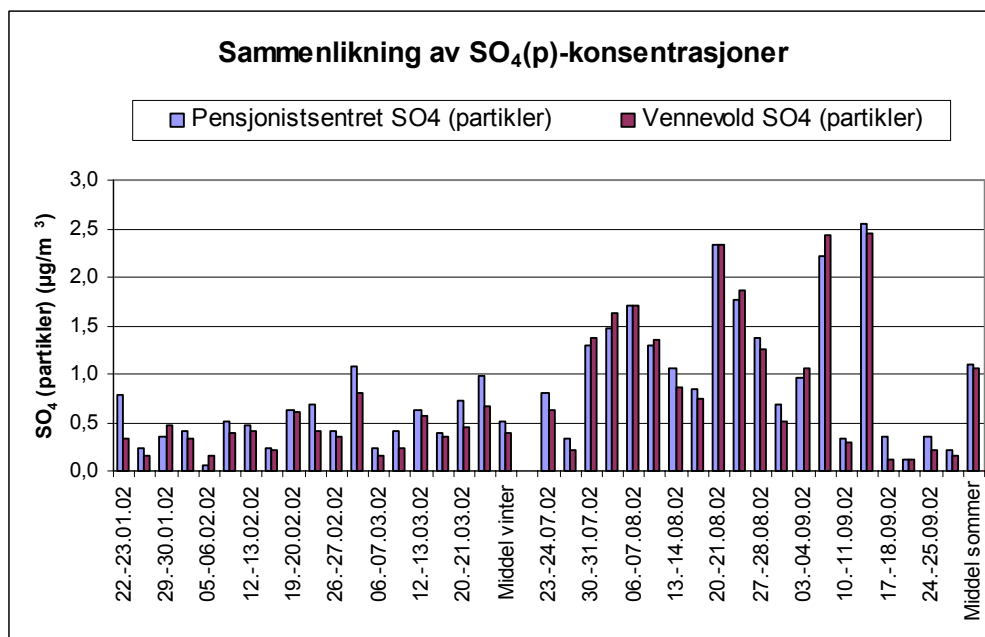
ble derfor overholdt med meget god margin. Den høyeste målte døgnmiddelverdien var 16% av Nasjonalt mål. Hvor høye de maksimale timemiddelverdiene kan ha vært er vanskelig å si ut fra disse målingene, men det er ikke trolig at de har vært i nærheten av grenseverdien på $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Som for partikulært fluorid viste målingene høyere konsentrasjoner ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum de fleste dagene enn ved Vennevold. Dette må skyldes at lokale kilder gir større bidrag i sentrum. Den høyeste konsentrasjonen på Pensjonistsentret ble målt i døgnet 20.-21.3.2002. Den neste dagen hadde Pensjonistsentret den nest høyeste konsentrasjonen, mens Vennevold hadde den høyeste konsentrasjonen i vinterperioden på samme måte som for partikulært fluorid.

Den regionale bakgrunnsstasjonen Kårvatn i Surnadal kommune hadde i 2001 en årsmiddelkonsentrasjon av SO_2 på $0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aas et al., 2002). Ingen andre norske bakgrunnsstasjoner hadde så lav middelverdi. Til tross for svært lave SO_2 -konsentrasjoner i Sunndalsøra, er det derfor likevel de lokale utslippene som gir det største bidraget til de målte konsentrasjonene.

5.5 Sulfat (SO_4 i partikler)

Figur 6 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_4 ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 6: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_4 ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $0,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for sulfat på partikler. Det var små forskjeller både i middelkonsentrasjonen og i døgnmiddel-

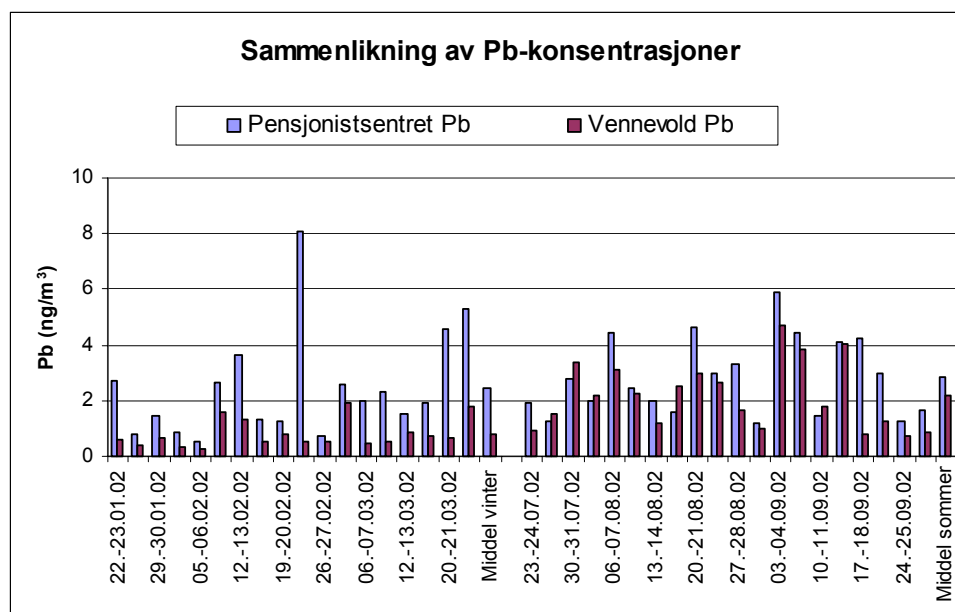
konsentrasjonene på de to målestasjonene i hver av måleperiodene, men nivået var litt høyere i sommer- enn i vinterperioden.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $2,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $2,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold, begge målt i sommerperioden. Det var små forskjeller mellom stasjonene nesten alle dagene, og dagene med sterkt forhøyede konsentrasjoner av en rekke andre komponenter hadde ikke spesielt høye sulfatkonsentrasjoner.

Middelkonsentrasjonene av sulfat på de to stasjonene var opp mot det en vanligvis måler på den nærmeste regionale bakgrunnsstasjonen Kårvatn i Surnadal kommune. Årsmiddelkonsentrasjonen på denne stasjonen var $0,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2001. Lokale SO_2 -utslipp oksideres langsomt og gir normalt lite bidrag til lokale SO_4 -verdier. Langtransporterte luftforurensninger antas å være hovedkilden til sulfat i alle fall regionalt og i de fleste mindre tettsteder i Norge.

5.6 Bly (Pb)

Figur 7 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Pb ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 7: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Pb ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

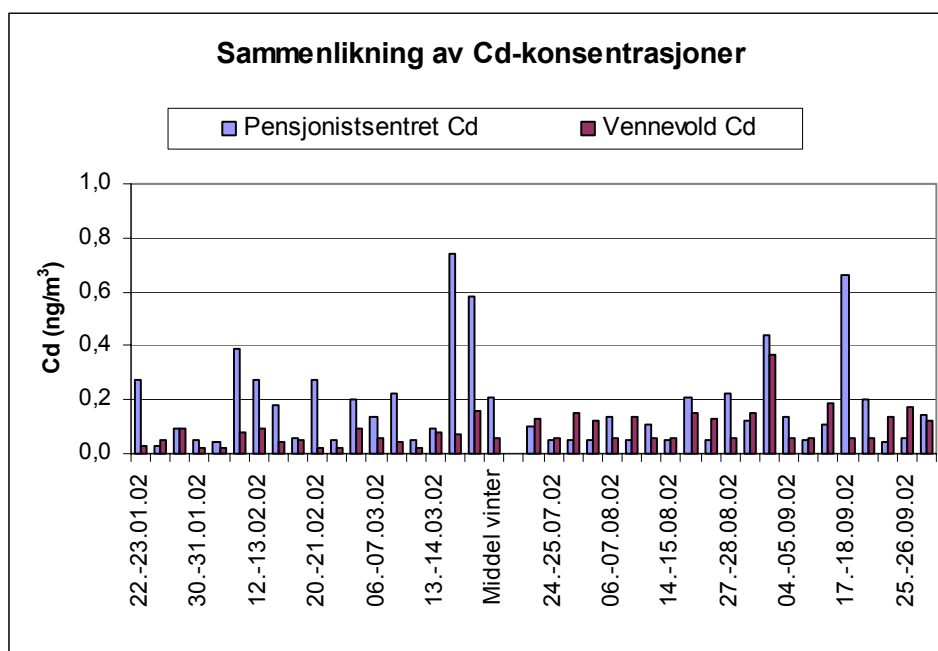
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $2,65 \text{ ng}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,50 \text{ ng}/\text{m}^3$ ved Vennevold. I sommerperioden var forskjellen i middelkonsentrasjon liten på de to stasjonene. Grenseverdien for årsmiddel på $500 \text{ ng}/\text{m}^3$ overholdes derfor med meget god margin.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 8,09 ng/m³ ved Pensjonistsentret og 4,67 ng/m³ ved Vennevold. I sommerperioden var det stort sett liten forskjell i døgnmiddelkonsentrasjoner på de to stasjonene.

Tungmetaller i luft på regionale bakgrunnsstasjoner i Sør-Norge måles bare på Lista. I tillegg måles det på Zeppelin-fjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard. Middelkonsentrasjonen av Pb på Lista i 2001 var 3,44 ng/m³, mens den var 0,50 ng/m³ på Zeppelin. På Kårvatn ville konsentrasjonen sannsynligvis vært høyere enn på Zeppelin, men nok atskillig lavere enn på Lista. Avsetningskart viser at Sør- og sørvest-landet er betydelig mer belastet av tungmetaller enn andre områder i Sør-Norge. De lokale utslippene er antagelig hovedkilden til bly i Sunndal. Biltrafikken kan også gi litt bidrag. Selv i blyfri bensin er det fortsatt spor av bly.

5.7 Kadmium (Cd)

Figur 8 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Cd ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 8: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Cd ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

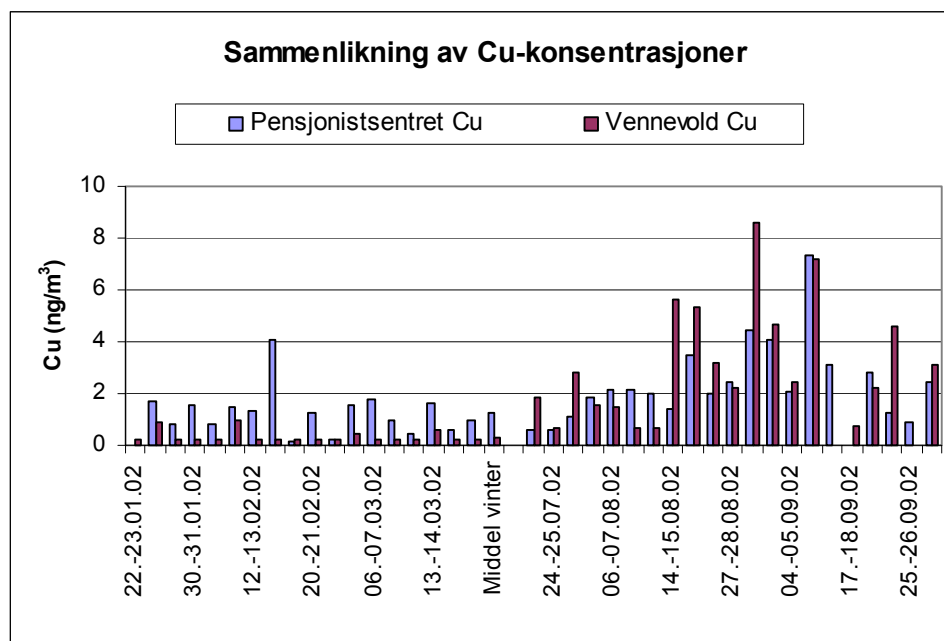
Gjennomsnittskonsentrasjonen var 0,18 ng/m³ ved Pensjonistsentret og 0,09 ng/m³ ved Vennevold. EUs forslag til vurderingsterskel for årsmiddel på 5 ng/m³ ble derfor overholdt med meget god margin både i vinter- og sommerperioden.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 0,74 ng/m³ ved Pensjonistsentret og 0,37 ng/m³ ved Vennevold.

Middelkonsentrasjonen av Cd på Lista i 2001 var $0,07 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,02 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene ser derfor ut til å være hovedkilden til Cd i Sunndal. Det var også en ganske god samvariasjon med eksempelvis konsentrasjoner av partikulært fluorid og svoveldioksid.

5.8 Kopper (Cu)

Figur 9 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Cu ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



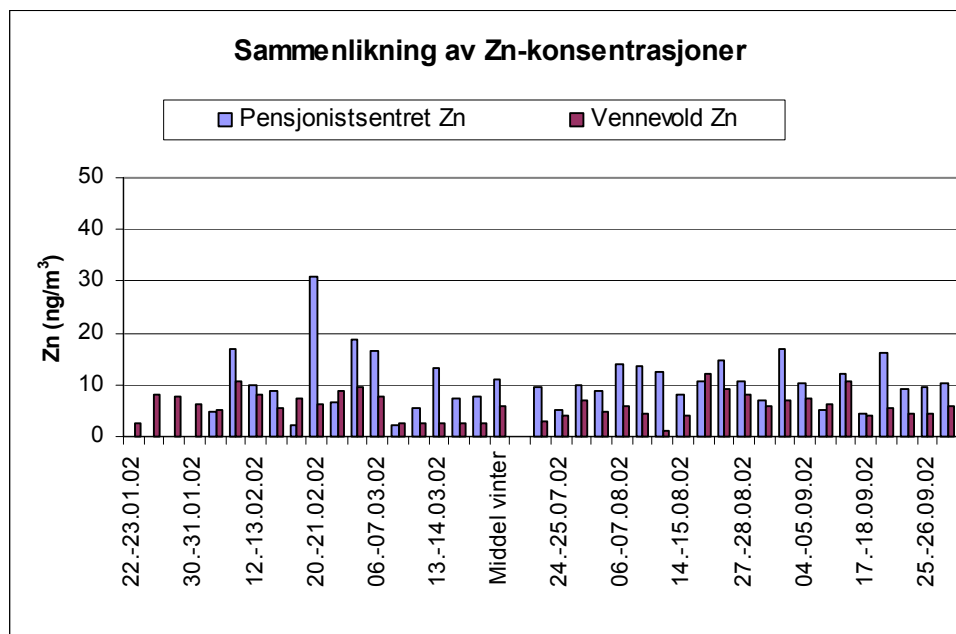
Figur 9: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Cu ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $1,84 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,74 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold, og middelkonsentrasjonen var høyest i sommerperioden ved begge målestasjonene. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $7,37 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $8,60 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for kopper i luft.

Middelkonsentrasjonen av Cu på Lista i 2001 var $0,72 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,32 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. Det kan derfor se ut til at lokale utslipp også er en kilde til Cu i Sunndal, men det var liten eller ingen grad av samvariasjon med andre målte komponenter.

5.9 Sink (Zn)

Figur 10 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Zn ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



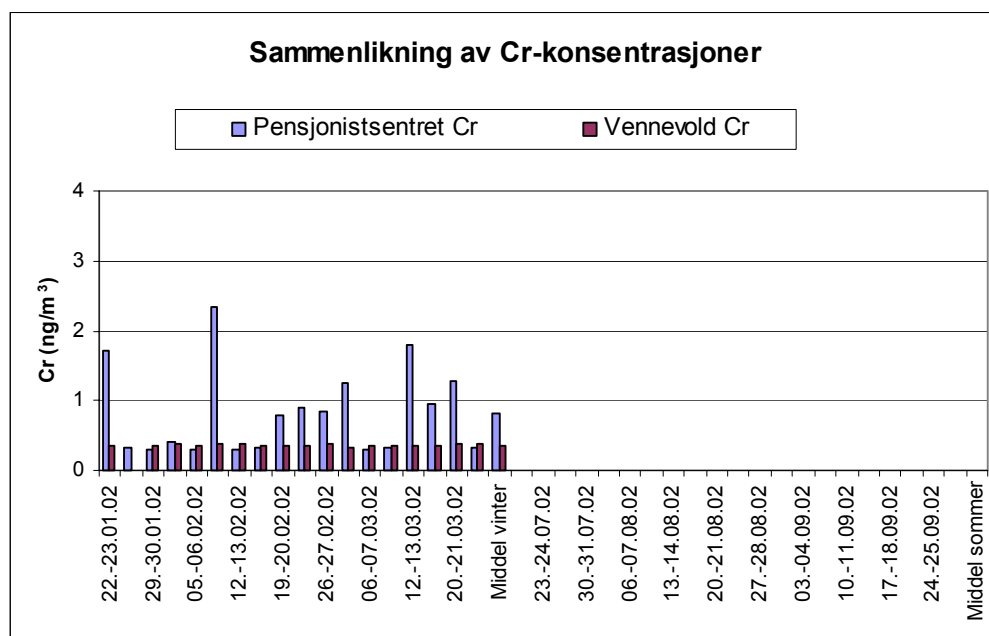
Figur 10: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Zn ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $10,6 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $5,91 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det var omtrent samme middelkonsentrasjonen på hver av målestasjonene i de to måleperiodene. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $31,1 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $12,0 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for sink i luft.

Middelkonsentrasjonen av Zn på Lista i 2001 var $7,31 \text{ ng/m}^3$, mens den var $1,34 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. Det kan derfor se ut til at lokale utslipp også er en kilde til Zn i Sunndal. Det var imidlertid liten eller ingen grad av samvariasjon med de fleste målte komponentene, bortsett til en viss grad med PM_{10} og Pb.

5.10 Krom (Cr)

Figur 11 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Cr ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 11: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Cr ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

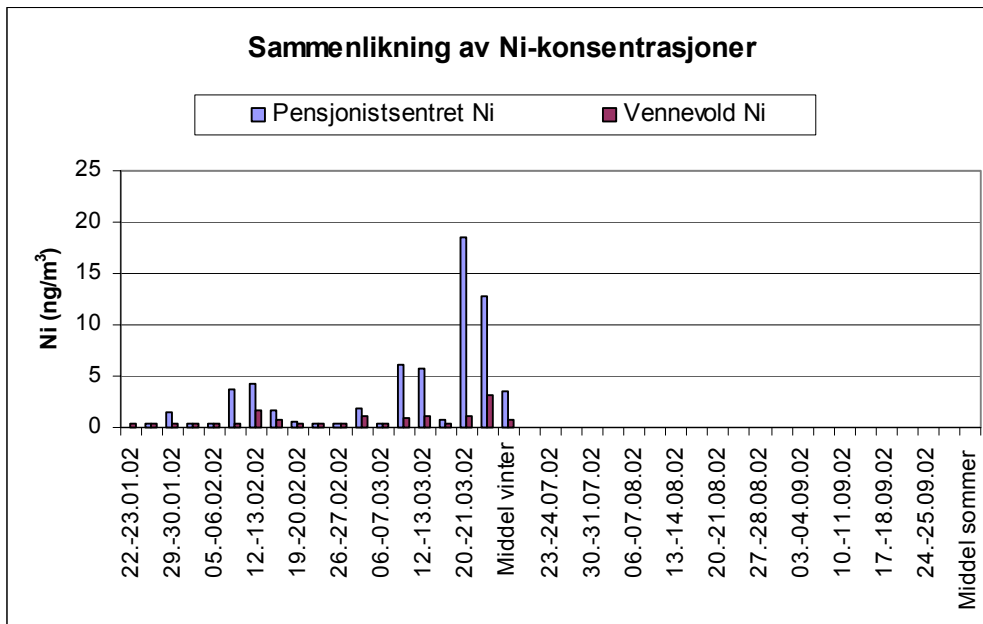
Gjennomsnittskonsentrasjonen i vinterperioden var $0,82 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,36 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Analyseresultatene fra sommerperioden ble forkastet fordi det ser ut til at filtrene selv antagelig var forurenset av Cr fra mellomleggspapirene mellom filtrene fra leverandøren.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $2,35 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,37 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for krom i luft.

Middelkonsentrasjonen av Cr på Lista i 2001 var $1,05 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,04 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. Det kan derfor se ut til å være noe lokale utslipp i Sundal, men som for Cu var det liten eller ingen grad av samvariasjon med andre målte komponenter.

5.11 Nikkel (Ni)

Figur 12 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Ni ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002.



Figur 12: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Ni ved Pensjonistsentret og Vennevold i perioden 22.1.-21.3.2002.

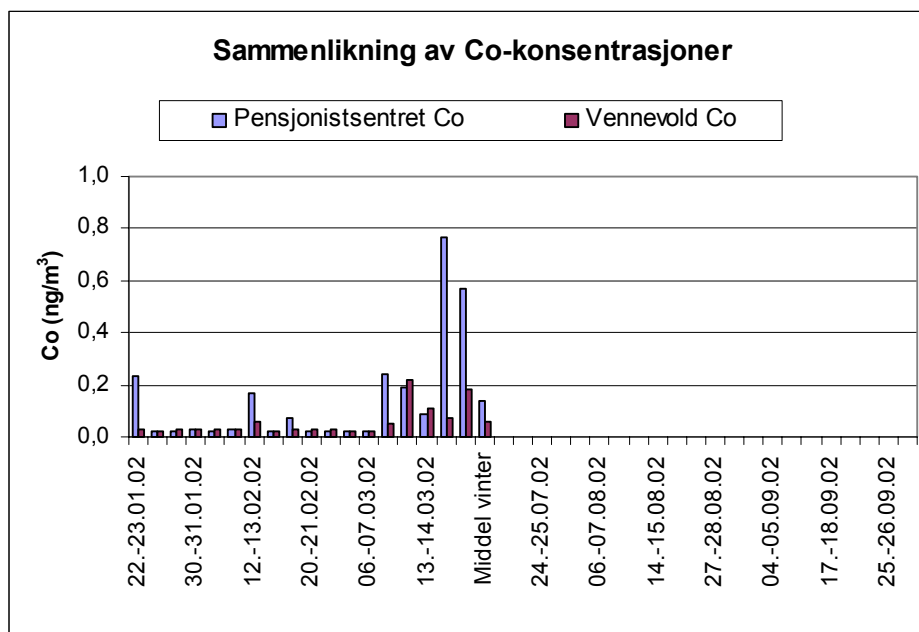
Gjennomsnittskonsentrasjonen i vinterperioden var $3,48 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,73 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. EUs forslag til vurderingsterskel for årsmiddel på 20 ng/m^3 ble derfor overholdt med meget god margin. Analyseresultatene fra sommerperioden ble forkastet fordi det ser ut til at filtrene selv antagelig var forurenset av Ni fra mellomleggspapirene mellom filtrene fra leverandøren.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $18,5 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $3,08 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold.

Middelkonsentrasjonen av Ni på Lista i 2001 var $0,78 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,08 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene er derfor hovedkilden til Ni i Sunndal, og det var en meget god samvariasjon med konsentrasjoner av fluorid(p), svoveldioksid, Co, Al, sum PAH og BaP.

5.12 Kobolt (Co)

Figur 13 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Co ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 13: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Co ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

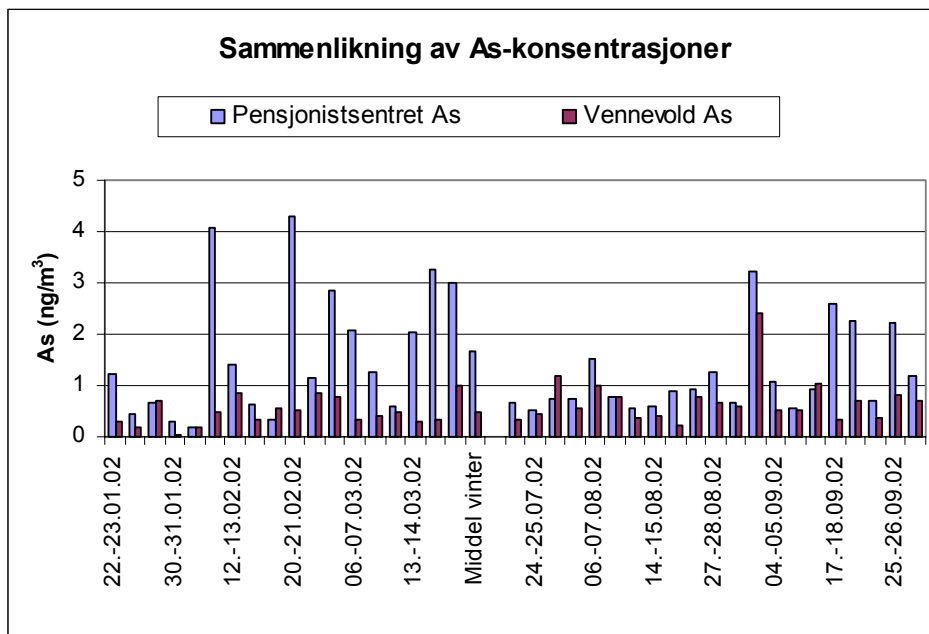
Gjennomsnittskonsentrasjonen i vinterperioden var $0,14 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,06 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Analyseresultatene fra sommerperioden ble forkastet fordi det ser ut til at filtrene selv antagelig var forurenset av Co fra mellomleggspapirene mellom filtrene fra leverandøren.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $0,77 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,22 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for kobolt i luft

Middelkonsentrasjonen av Co på Lista i 2001 var $0,03 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,01 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene er derfor hovedkilden til Co i Sunndal, og det var en meget god samvariasjon med konsentrasjoner av fluorid(p), svoveldioksid, Ni, Al, sum PAH og BaP.

5.13 Arsen (As)

Figur 14 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av As ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 14: Døgnmiddelkonsentrasjoner av As ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

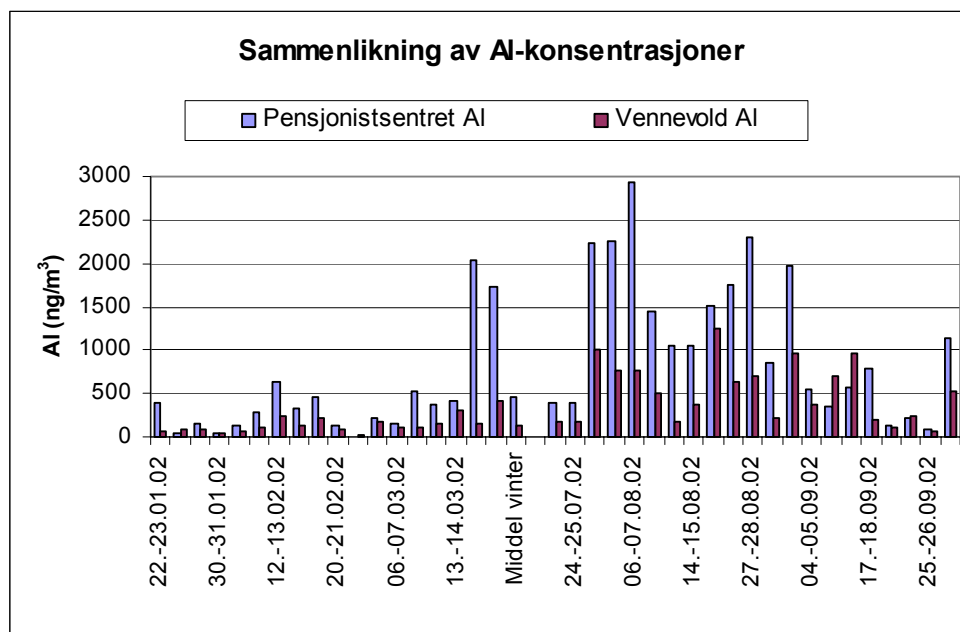
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $1,42 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,59 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. EUs forslag til vurderingsterskel for årsmiddel på 6 ng/m^3 overholdes derfor med god margin.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $4,30 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $2,39 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold.

Middelkonsentrasjonen av As på Lista i 2001 var $0,67 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,40 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene ser derfor ut til å være hovedkilden til As i Sunndal, og det var en viss samvariasjon med konsentrasjoner av svevestøv, bly, kadmium, sink, sum PAH og BaP.

5.14 Aluminium (Al)

Figur 15 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Al ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 15: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Al ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

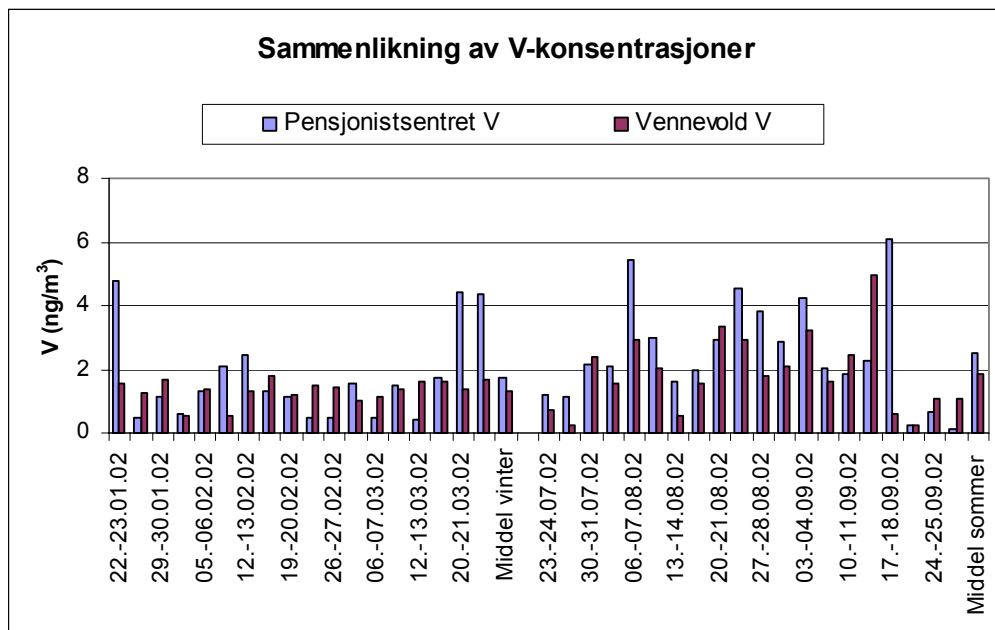
Gjennomsnittskonsentrasjonen var 797 ng/m^3 ved Pensjonistsentret og 330 ng/m^3 ved Vennevold, og konsentrasjonene var noe høyere på begge målestasjonene i sommerperioden.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 2940 ng/m^3 ved Pensjonistsentret og 1240 ng/m^3 ved Vennevold, begge målt i sommerperioden. Det er ingen grenseverdier for aluminium i luft. Al måles ikke på de regionale bakgrunnsstasjonene i Norge.

Konsentrasjonene av Al i Sunndal var betydelig høyere enn tungmetallene og var på omtrent samme nivå som sum PAH på Pensjonistsentret. Det var også en meget høy grad av samvariasjon med partikulært fluorid, svoveldioksid, Ni, Co, sum PAH og BaP, særlig i vinterperioden. De høye konsentrasjonene av Al er ikke uventet siden det er lokalisert et aluminiumverk i Sunndalsøra. Det meste av aluminium vil være bundet som aluminiumoksid, som er lite tilgjengelig i naturen.

5.15 Vanadium (V)

Figur 16 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av V ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er tatt 2 prøver hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 21.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 24.9.2002.



Figur 16: Døgnmiddelkonsentrasjoner av V ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 22.1.-21.3.2002 og 23.7.-24.9.2002.

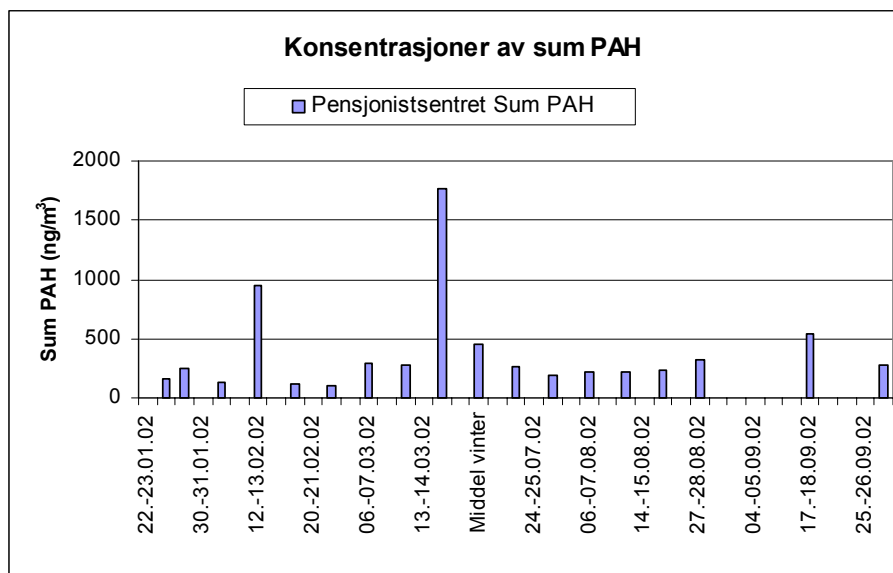
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $2,10 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,60 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold, og middelkonsentrasjonene var høyest i sommerperioden på begge målestasjonene.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $6,09 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $4,93 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for vanadium i luft, men Verdens helseorganisasjon har en retningslinje på 1000 ng/m^3 som døgnmiddelverdi. Det målte nivået i Sunndal var meget lavt i forhold til denne retningslinjen.

Middelkonsentrasjonen av V på Lista i 2000 var $1,36 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,40 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin i 2001. De lokale utslippene ser derfor ut til å være en viktig kilde til V i Sunndal, og det var en viss samvariasjon med konsentrasjoner av partikulært fluorid, svoveldioksid, kadmium, nikkel, kobolt, aluminium, sum PAH og BaP.

5.16 Sum PAH

Figur 17 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av sum PAH ved Pensjonistsentret. Det er tatt en prøve hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 20.3.2002 og i 7 uker fra 23.7.2002 til 17.9.2002.



Figur 17: Døgnmiddelkonsentrasjoner av sum PAH ved Pensjonistsentret i periodene 22.1.-20.3.2002 og 23.7.-17.9.2002.

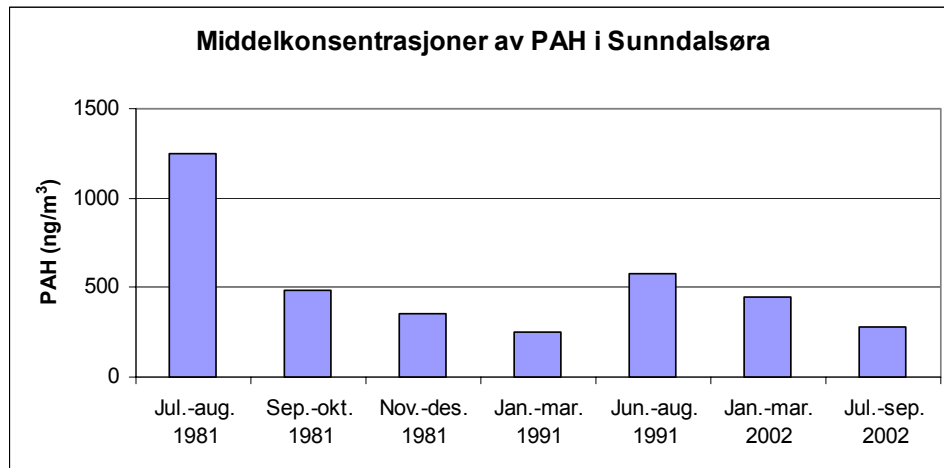
Gjennomsnittskonsentrasjonen var 366 ng/m^3 , og den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 1770 ng/m^3 . Bakgrunnsstasjonen Zeppelin på Svalbard hadde en middelkonsentrasjon av sum PAH på $3,3 \text{ ng/m}^3$ i 2001. Det er ingen grenseverdi for sum PAH i luft, men EU-kommisjonen har kommet med et forslag til målverdi for enkeltkomponenten BaP (benzo(a)pyren) på 1 ng/m^3 som årsmiddel, se avsnitt 5.17.

Målingene i dette prosjektet viste meget høy grad av samvariasjon med konsentrasjoner av partikulært fluorid, svoveldioksid, nikkel, kobolt, aluminium, sum PAH og BaP. Samvariasjonen var bedre i vinter- enn i sommerperioden.

PAH- og BaP-dataene fra vinterperioden er omtalt i mer detalj i rapporten om PAH-målinger rundt 5 aluminiumverk vinteren 2001/02 (Hagen, 2002). Rapporten konkluderer med at utslippene av PAH fra aluminiumverket er helt dominerende i Sunndal. Fra den nevnte rapporten er det her tatt med en figur, oppdatert med dataene fra sommerperioden 2002, som viser utviklingen i middelkonsentrasjoner av PAH i Sunndalsøra fra 1981, se Figur 18.

Figur 18 viser middelkonsentrasjoner av PAH i årene 1981, 1991 og 2002. Målingene i 1981 og 1991 viste høyere middelkonsentrasjon om sommeren enn om vinteren, særlig i 1981. I 2002 var det derimot lavere middelkonsentrasjon i sommer- enn i vinterperioden. Det er særlig konsentrasjonen om sommeren som er betydelig redusert siden 1981, mens vinterkonsentrasjonen derimot var litt høyere i 2002 enn tidligere. Midlet over vinter- og sommerperioden var

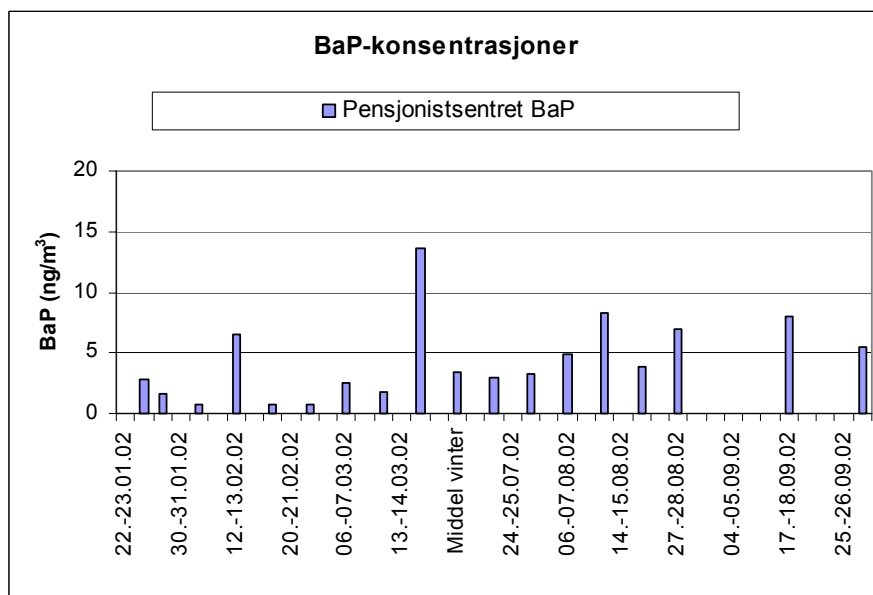
gjennomsnittskonsentrasjonen av PAH rundt 10% lavere i 2002 enn i 1991 og betydelig lavere enn i 1981. Denne måten å sammenlikne middelkonsentrasjoner på er usikker fordi konsentrasjonen kan variere svært mye fra en prøve til en annen. Dette skyldes at de meteorologiske forholdene, særlig vindretningen, kan være svært forskjellige fra prøve til prøve. I tillegg kan det være relativt store forskjeller i frekvens av vind både ut og inn Sunndalen fra et år til et annet.



Figur 18: Middelkonsentrasjoner av PAH i Sunndalsøra 1981-2002 (ng/m³).

5.17 BaP-konsentrasjoner

Figur 19 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av PAH-komponenten BaP ved Pensjonistsentret. Det er tatt en prøve hver uke i 9 uker fra 22.1.2002 til 20.3.2002 og i 10 uker fra 23.7.2002 til 17.9.2002.



Figur 19: Døgnmiddelkonsentrasjoner av BaP ved Pensjonistsentret i periodene 22.1.-20.3.2002 og 23.7.-17.9.2002.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for målingene i 2002 var 4,45 ng/m³, og konsentrasjonen var høyere i sommer- enn i vinterperioden. Dette nivået var mye høyere enn EU-kommisjonens forslag til målverdi og vurderingsterskel for årsmiddel på 1 ng/m³. Gjennomsnittskonsentrasjonen av BaP i 2002 var ca. 140% høyere enn ved tilsvarende målinger i 1991 (1,85 ng/m³). Konsentrasjonen av sum PAH gikk derimot ned vel 10% fra 1991 til 2002, slik at BaP utgjorde en noe høyere andel av sum PAH i 2002 (1,22%) enn i 1991 (0,45%). Det er vanskelig å forklare hvorfor BaP har økt så mye, mens PAH totalt har gått ned. Det var særlig i sommerperioden dette utslaget kom. Det har imidlertid vært betydelig økt tungtrafikk på bedriftsområdet sommeren 2002 i forbindelse med ombyggingen av verket.

Den høyeste målte døgnmiddelkonsentrasjonen var 13,6 ng/m³ i 2002, mens den var 3,7 ng/m³ i 1991.

5.18 Samvariasjon mellom parametre

De grafiske bildene i Figur 2 - Figur 17 og Figur 19 foran antyder at en rekke av de komponentene som er målt varierer i takt, dvs. at eksempelvis de høyeste konsentrasjonene av mange av komponentene måles de samme dagene. Dette skyldes at utslippene følger hverandre, dvs. at hovedkilden er den samme.

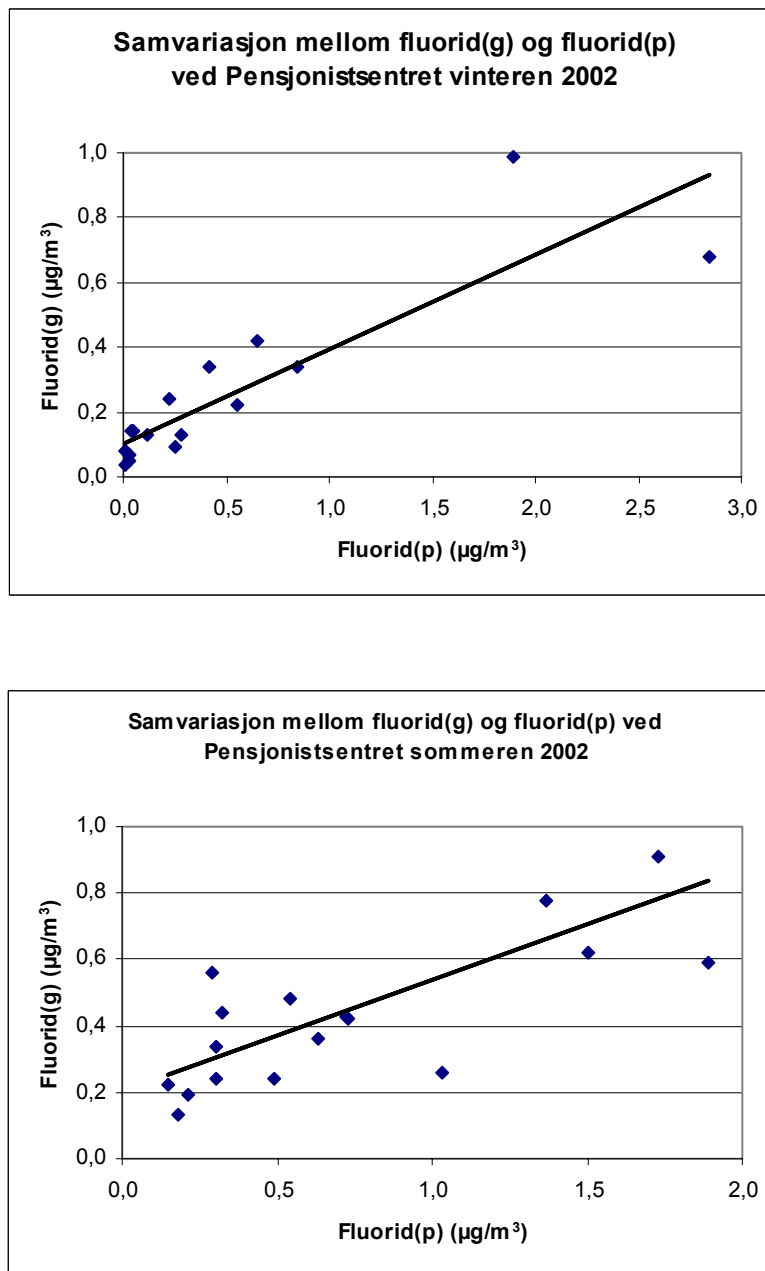
For å se nærmere på sammenhengen mellom ulike forurensende stoffer er det gjort en regresjons- og korrelasjonsanalyse av måledataene. I Figur 20 - Figur 29 er det som eksempler vist samvariasjonen mellom noen av de stoffene der sammenhengen er best ved målestasjonen Pensjonistsentret. Flere figurer med omtrent like god samvariasjon kunne vært tatt med.

Regresjonslinjene vist på figurene indikerer sterkere grad av samvariasjon jo nærmere ”diagonalen ” de ligger, mens nær horisontale linjer indikerer liten grad av samvariasjon.

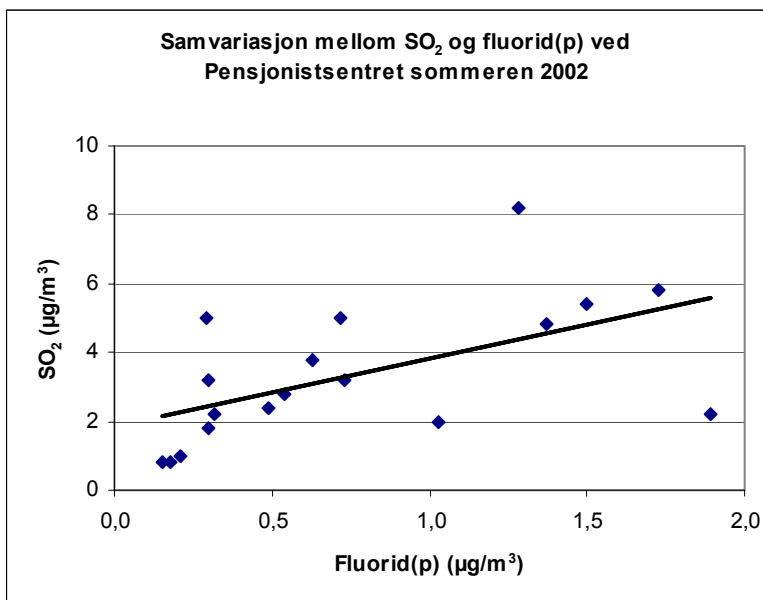
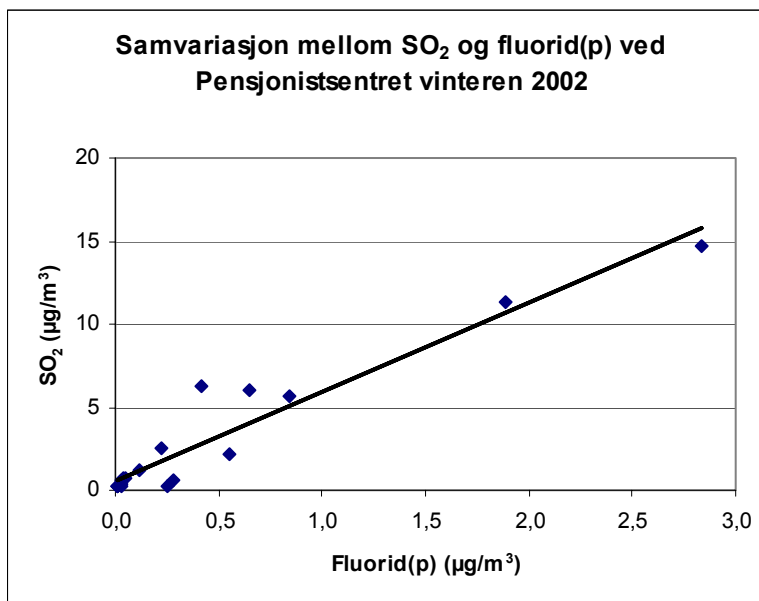
Analysen viste at partikulært fluorid, gassformig fluorid, SO₂, Ni, Co, Al, sum PAH og BaP alle samvarierte i meget høy grad med hverandre. Innbyrdes korrelasjonskoeffisienter mellom disse komponentene var over eller rundt 0,9 i vinterperioden. Også andre komponenter samvarierte godt med noen av de nevnte komponentene eller med andre komponenter. I sommerperioden var korrelasjonskoeffisientene generelt lavere.

Noen stoffer samvarierte bare i liten eller mindre grad med andre stoffer. Dette gjelder først og fremst Cu og Cr, som i praksis ikke korrelerte med de andre stoffene. Også Zn og As hadde liten grad av samvariasjon med de fleste andre stoffene. V og Pb korrelerte ganske bra med noen stoffer, men dårlig med andre.

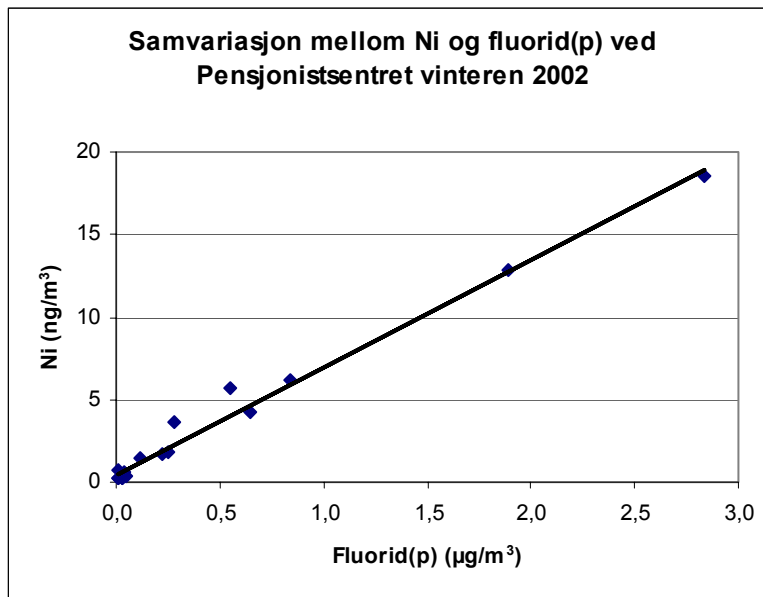
PM₁₀ og SO₄ hadde en viss korrelasjon med nesten alle de andre komponentene, men korrelasjonskoeffisientene var ganske lave. Begge disse komponentene hadde antagelig merkbare bidrag av langtransporterte forurensninger. For SO₄ var forurensninger utenfra antagelig helt dominerende.



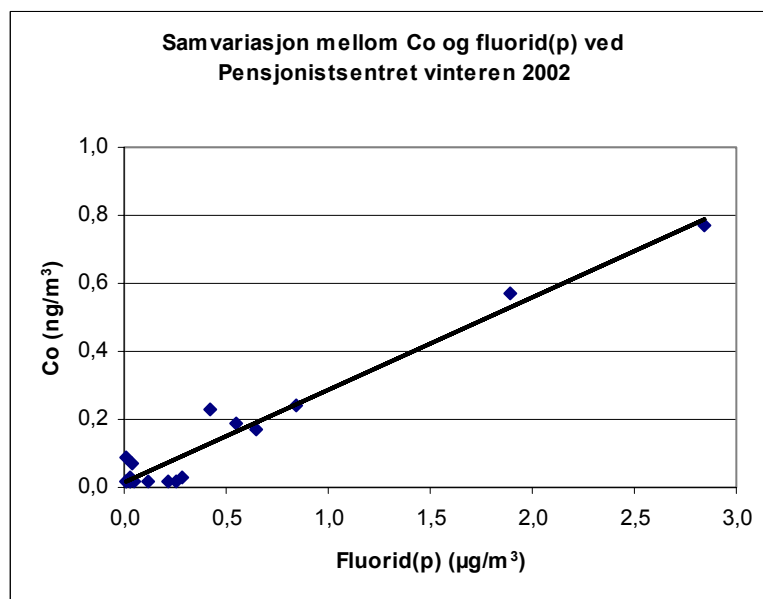
Figur 20: Samvariasjon mellom fluorid (gass) og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002 (øverst) og sommerperioden 2002 (nederst).



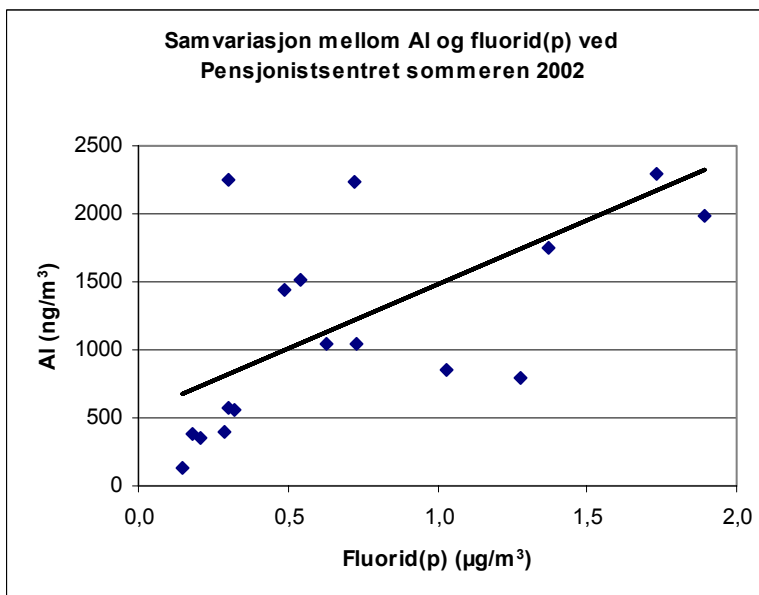
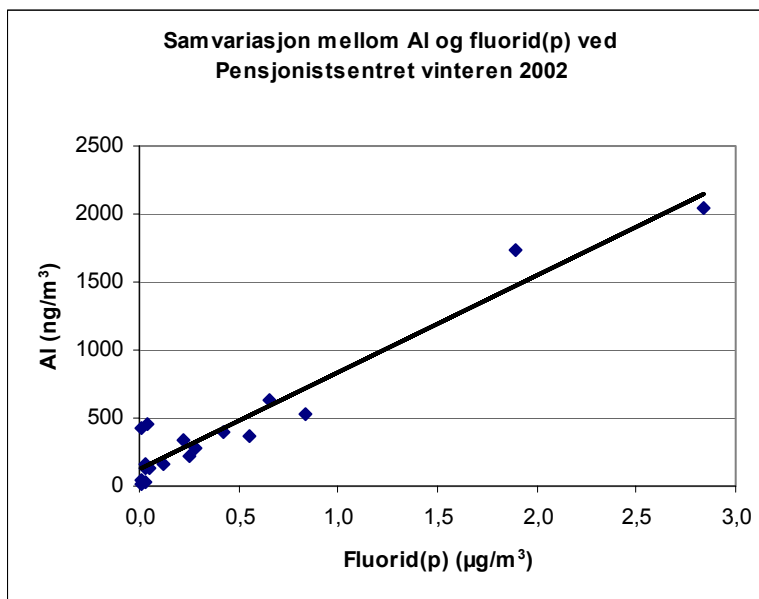
Figur 21: Samvariasjon mellom SO₂ og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002 (øverst) og sommerperioden 2002 (nederst).



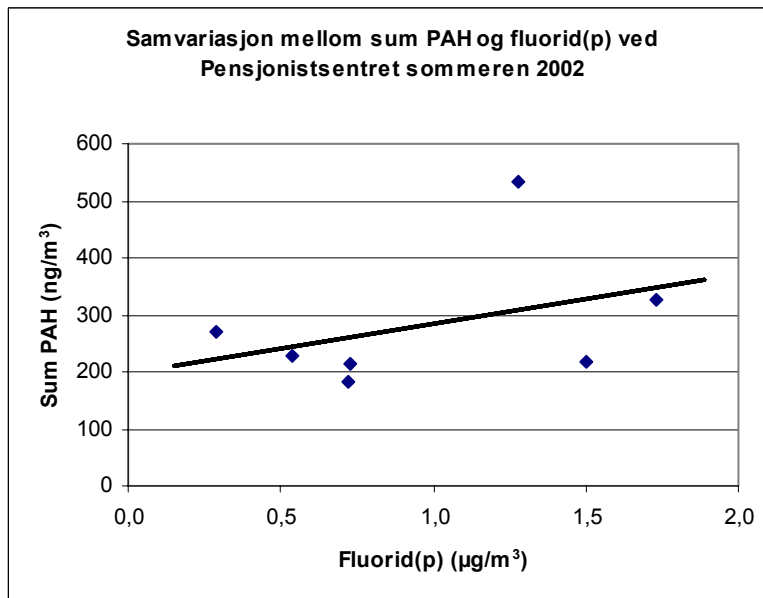
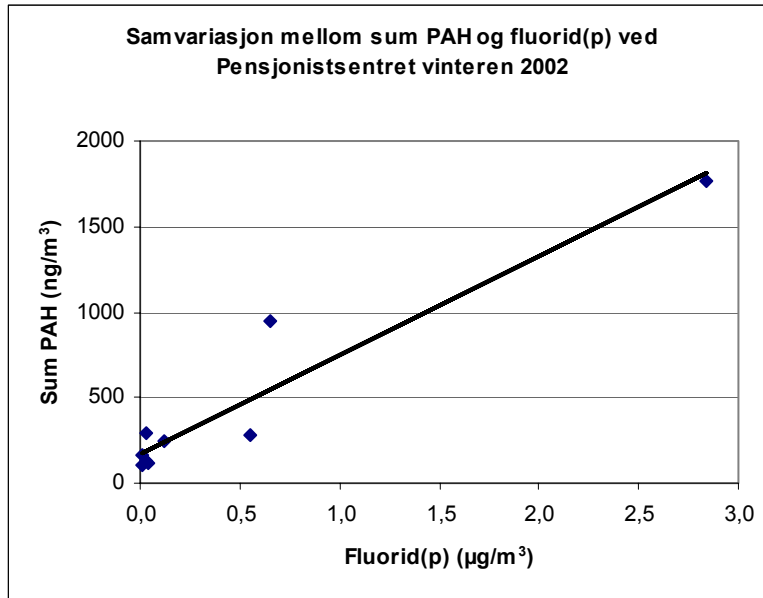
Figur 22: Samvariasjon mellom Ni og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002.



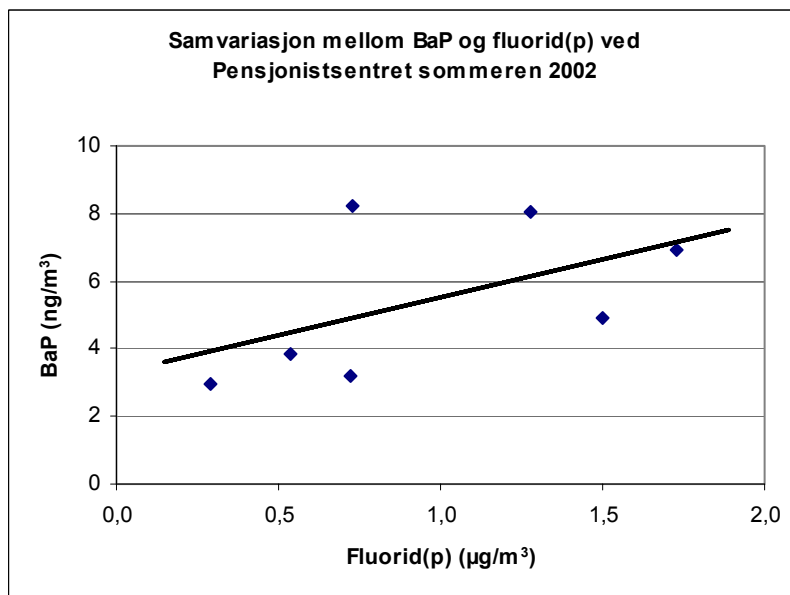
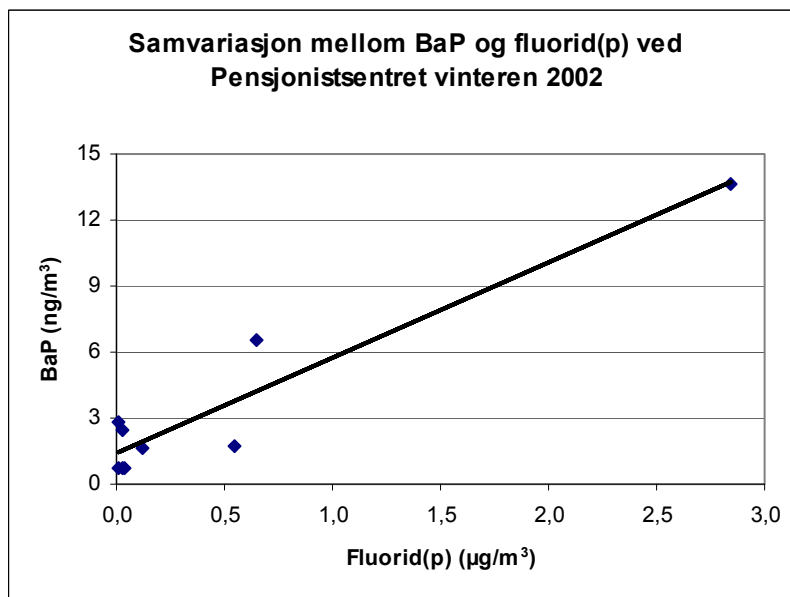
Figur 23: Samvariasjon mellom Co og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002.



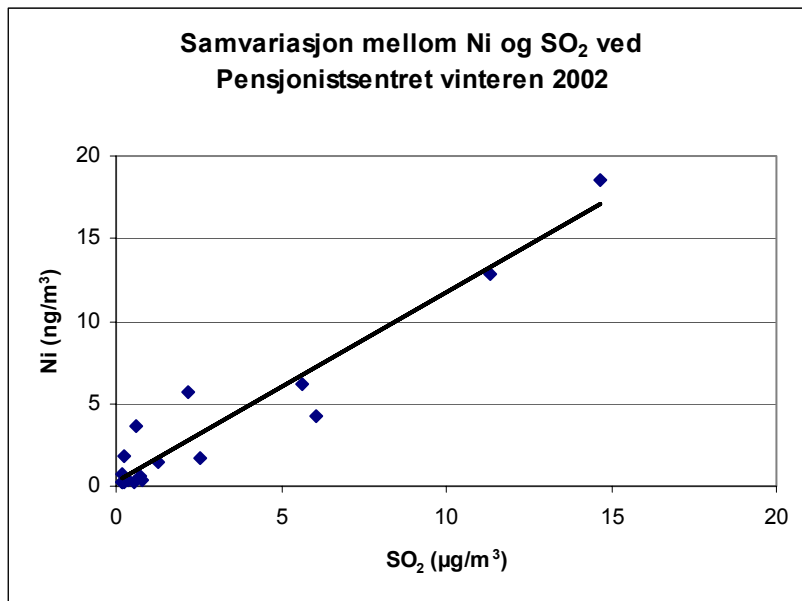
Figur 24: Samvariasjon mellom Al og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002 (øverst) og sommerperioden 2002 (nederst).



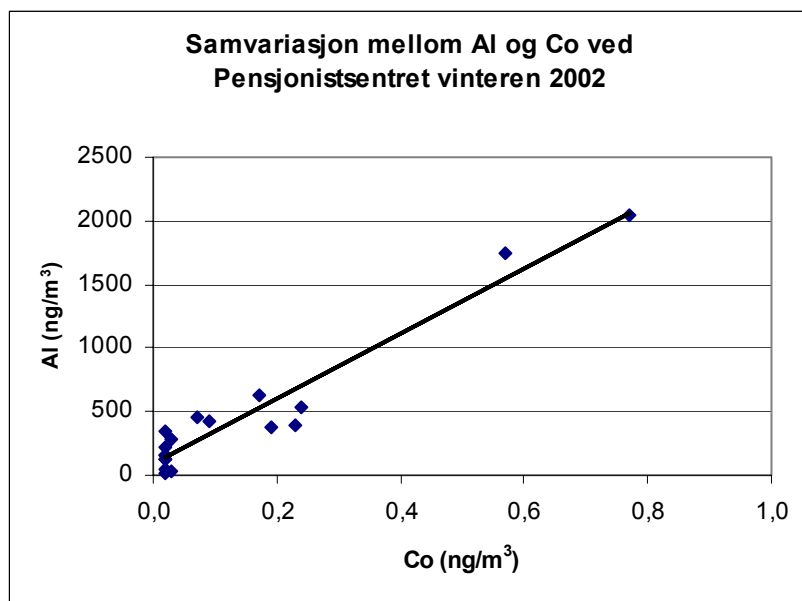
Figur 25: Samvariasjon mellom sum PAH og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002 (øverst) og sommerperioden 2002 (nederst).



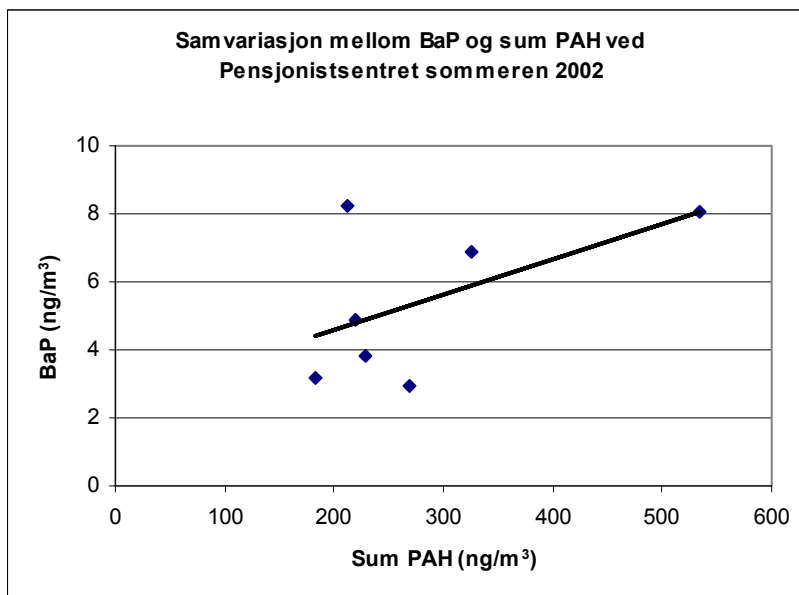
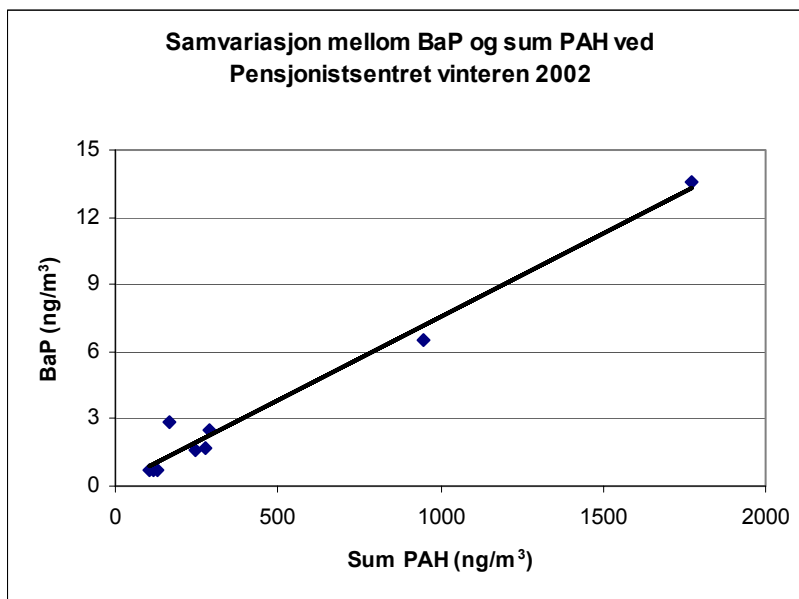
Figur 26: Samvariasjon mellom BaP og fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002 (øverst) og sommerperioden 2002 (nederst).



Figur 27: Samvariasjon mellom Ni og SO₂ ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002.



Figur 28: Samvariasjon mellom Al og Co ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002.



Figur 29: Samvariasjon mellom BaP og sum PAH ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2002 (øverst) og sommerperioden 2002 (nederst).

6 Referanser

- EU (1996) Council Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. *Official Journal of the European Communities, L 296*, 21.11.1996, p. 55-63. (Rammedirektivet).
- EU (1999) Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. *Official Journal of the European Communities, L 163*, 29.6.1999, p. 41-60. (1. Datterdirektiv).
- EU (2003) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Brussels (COM (2003) 423 final) (4. Datterdirektiv).
- Hagen, L.O. (2002) Kontrollmålinger av PAH i luft ved aluminiumverk vinteren 2001/2002. Kjeller (NILU OR 37/2002).
- Hagen, L.O. og Tønnesen, D. (2001) Grovvurdering av luftkvaliteten i Norge i henhold til foreløpig utkast til EU-direktiv om tungmetaller og BaP i luft. Kjeller (NILU OR 73/2001).
- Miljøverndepartementet (2002) Forskrift om lokal luftkvalitet. Fastsatt ved kgl. res. 4.10.2002.
- Statens forurensningstilsyn (1992) Virkninger av luftforurensning på helse og miljø. Anbefalte luftkvalitetskriterier (SFT-rapport nr. 92:16).
- World Health Organization (2000) Air quality guidelines for Europe. 2nd ed. København, WHO Regional Office for Europe (WHO Regional Publ., European Series, No. 91).
- Aas, W., Tørseth, K., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. og Yttri, K.E. (2002) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2001. Kjeller (NILU OR 21/2002) (SFT-rapport 847/2002).

Vedlegg A

Døgnmiddelkonsentrasjoner av alle målte komponenter

Pensjonistsenteret
Vennevold

Tabell A1: Analyseresultater fra Pensjonistsenteret vinteren 2002 (døgnmiddelverdier).

Dato	PM ₁₀ (µg/m ³)	Fluorid (partikler) (µg/m ³)	Fluorid (gass) (µg/m ³)	SO ₂ (gass) (µg/m ³)	SO ₄ (partikler) (µg/m ³)	Pb (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Al (ng/m ³)	V (ng/m ³)	Sum PAH (ng/m ³)	BaP (ng/m ³)
22.-23.01.02	12,9	0,42	0,34	6,31	0,78	2,70	0,27			1,72		0,23	1,24	400	4,78		
23.-24.01.02	6,6	0,01	0,04	0,26	0,24	0,79	0,03	1,70		0,32	0,29	0,02	0,46	47,8	0,46	168	2,85
29.-30.01.02	6,4	0,12	0,13	1,25	0,36	1,44	0,09	0,85		0,31	1,41	0,02	0,66	156	1,11	245	1,65
30.-31.01.02	7,7	0,03	0,05	0,34	0,42	0,88	0,05	1,52		0,42	0,37	0,03	0,30	35,2	0,60		
05.-06.02.02	4,3	0,03	0,07	0,57	0,05	0,53	0,04	0,81	4,88	0,31	0,28	0,02	0,18	131	1,33	128	0,73
06.-07.02.02	14,4	0,28	0,13	0,62	0,51	2,63	0,39	1,49	16,9	2,35	3,69	0,03	4,08	286	2,11		
12.-13.02.02	9,0	0,65	0,42	6,07	0,48	3,64	0,27	1,30	10,0	0,31	4,27	0,17	1,42	633	2,42	945	6,55
13.-14.02.02	8,4	0,22	0,24	2,55	0,24	1,35	0,18	4,05	8,87	0,32	1,65	0,02	0,62	339	1,31		
19.-20.02.02	11,0	0,04	0,14	0,73	0,63	1,26	0,06	0,18	2,17	0,78	0,57	0,07	0,34	450	1,16	118	0,73
20.-21.02.02	17,0	0,05	0,14	0,76	0,69	8,09	0,27	1,23	31,1	0,89	0,31	0,02	4,30	129	0,50		
26.-27.02.02	8,2	0,01	0,08	0,19	0,42	0,71	0,05	0,19	6,79	0,83	0,28	0,02	1,16	8,90	0,46	104	0,73
27.-28.02.02	24,8	0,25	0,09	0,25	1,08	2,59	0,20	1,55	18,8	1,26	1,87	0,02	2,85	214	1,53		
06.-07.03.02	23,0	0,03	0,07	0,20	0,24	2,01	0,14	1,80	16,7	0,31	0,28	0,02	2,09	158	0,45	289	2,46
07.-08.03.02	10,7	0,84	0,34	5,65	0,42	2,31	0,22	1,00	2,26	0,32	6,15	0,24	1,27	530	1,49		
12.-13.03.02	9,5	0,55	0,22	2,17	0,63	1,55	0,05	0,41	5,34	1,79	5,67	0,19	0,61	370	0,44	275	1,73
13.-14.03.02	16,3	0,01	0,08	0,21	0,39	1,89	0,09	1,65	13,3	0,96	0,69	0,09	2,04	426	1,74		
20.-21.03.02	17,1	2,84	0,68	14,7	0,72	4,56	0,74	0,62	7,30	1,29	18,5	0,77	3,26	2040	4,42	1770	13,6
21.-22.03.02	19,1	1,89	0,99	11,3	0,99	5,31	0,58	0,94	7,67	0,33	12,9	0,57	3,00	1740	4,36		
Middel	12,6	0,46	0,24	3,01	0,52	2,46	0,21	1,25	10,9	0,82	3,48	0,14	1,66	450	1,70	449	3,45
Maksimum	24,8	2,84	0,99	14,7	1,08	8,09	0,74	4,05	31,1	2,35	18,5	0,77	4,30	2040	4,78	1770	13,6
Minimum	4,3	0,01	0,04	0,19	0,05	0,53	0,03	0,18	2,17	0,31	0,28	0,02	0,18	8,90	0,44	104	0,73
Antall døgn	18	18	18	18	18	18	18	17	14	18	17	18	18	18	18	9	9

Tabell A2: Analyseresultater fra Pensjonistsenteret sommeren 2002 (døgnmiddelverdier).

Dato	PM ₁₀ (µg/m ³)	Fluorid (partikler) (µg/m ³)	Fluorid (gass) (µg/m ³)	SO ₂ (gass) (µg/m ³)	SO ₄ (partikler) (µg/m ³)	Pb (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Al (ng/m ³)	V (ng/m ³)	Sum PAH (ng/m ³)	BaP (ng/m ³)
23.-24.07.02	9,5	0,29	0,56	5,0	0,81	1,92	0,10	0,58	9,40				0,68	400	1,20	270	2,96
24.-25.07.02	5,8	0,18	0,13	0,8	0,33	1,23	0,05	0,58	5,06				0,51	384	1,14		
30.-31.07.02	17,5	0,72	0,43	5,0	1,29	2,79	0,05	1,13	10,1				0,75	2240	2,17	183	3,19
31.07.-01.08.02	17,4	0,30	0,24	3,2	1,47	2,00	0,05	1,86	8,72				0,73	2250	2,06		
06.-07.08.02	28,6	1,50	0,62	5,4	1,71	4,46	0,14	2,15	14,1				1,53	2940	5,44	219	4,91
07.-08.08.02	21,0	0,49	0,24	2,4	1,29	2,42	0,05	2,18	13,5				0,79	1440	2,96		
13.-14.08.02	15,9	0,73	0,42	3,2	1,05	1,97	0,11	1,99	12,5				0,55	1050	1,60	213	8,25
14.-15.08.02	15,9	0,63	0,36	3,8	0,84	1,59	0,05	1,43	8,09				0,58	1050	1,95		
20.-21.08.02	24,6	0,54	0,48	2,8	2,34	4,61	0,21	3,47	10,6				0,90	1510	2,93	229	3,83
21.-22.08.02	25,2	1,37	0,78	4,8	1,77	2,96	0,05	2,03	14,6				0,94	1750	4,55		
27.-28.08.02	26,6	1,73	0,91	5,8	1,38	3,34	0,22	2,44	10,8				1,27	2300	3,81	325	6,91
28.-29.08.02	16,3	1,03	0,26	2,0	0,69	1,21	0,12	4,47	7,16				0,65	856	2,85		
03.-04.09.02	23,5	1,89	0,59	2,2	0,96	5,87	0,44	4,04	16,9				3,22	1980	4,22		
04.-05.09.02	14,8	0,32	0,44	2,2	2,22	4,43	0,14	2,09	10,2				1,06	558	2,03		
10.-11.09.02	4,0	0,21	0,19	1,0	0,33	1,48	0,05	7,37	5,31				0,56	348	1,85		
11.-12.09.02	15,8	0,30	0,34	1,8	2,55	4,08	0,11	3,14	12,1				0,92	571	2,27		
17.-18.09.02	8,9	1,28	1,04	8,2	0,36	4,26	0,66		4,41				2,58	799	6,09	534	8,05
18.-19.09.02	6,4	0,15	0,22	0,8	0,12	3,01	0,20	2,85	16,2				2,25	126	0,21		
24.-25.09.02	7,1	0,23	0,24	1,6	0,36	1,25	0,04	1,26	9,14				0,69	216	0,64		
25.-26.09.02	8,7	0,04	0,08	0,2	0,21	1,66	0,06	0,87	9,38				2,24	97,3	0,11		
Middel	15,7	0,70	0,43	3,11	1,10	2,83	0,15	2,42	10,4				1,17	1140	2,50	282	5,44
Maksimum	28,6	1,89	1,04	8,20	2,55	5,87	0,66	7,37	16,9				3,22	2940	6,09	534	8,25
Minimum	4,0	0,04	0,08	0,20	0,12	1,21	0,04	0,58	4,41				0,51	97,3	0,11	183	2,96
Antall døgn	20	20	20	20	20	20	20	19	20				20	20	19	7	7

Tabell A3: Analyseresultater fra Vennevold vinteren 2003 (døgnmiddelverdier).

Dato	PM ₁₀ (µg/m ³)	Fluorid (partikler) (µg/m ³)	Fluorid (gass) (µg/m ³)	SO ₂ (gass) (µg/m ³)	SO ₄ (partikler) (µg/m ³)	Pb (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Al (ng/m ³)	V (ng/m ³)
22.-23.01.02	2,5	0,04	0,04	0,59	0,33	0,57	0,03	0,21	2,49	0,36	0,32	0,03	0,30	62,7	1,53
23.-24.01.02	7,9	0,07	0,04	0,17	0,15	0,41	0,05	0,90	8,05		0,32	0,02	0,19	90,3	1,23
29.-30.01.02	6,2	0,06	0,04	0,67	0,48	0,63	0,09	0,21	7,84	0,36	0,32	0,03	0,69	81,8	1,65
30.-31.01.02	2,3	0,01	0,04	0,34	0,33	0,35	0,02	0,22	6,25	0,37	0,33	0,03	0,05	35,5	0,54
05.-06.02.02	1,9	0,02	0,04	0,27	0,15	0,24	0,02	0,22	5,12	0,36	0,32	0,03	0,17	57,9	1,39
06.-07.02.02	8,1	0,08	0,04	0,34	0,39	1,59	0,08	0,95	10,7	0,37	0,33	0,03	0,49	105	0,53
12.-13.02.02	5,7	0,20	0,11	1,97	0,42	1,32	0,09	0,22	8,02	0,37	1,62	0,06	0,85	241	1,30
13.-14.02.02	3,7	0,09	0,08	1,20	0,21	0,56	0,04	0,21	5,44	0,35	0,65	0,02	0,35	140	1,81
19.-20.02.02	7,5	0,06	0,04	0,72	0,60	0,82	0,05	0,21	7,19	0,36	0,32	0,03	0,54	213	1,17
20.-21.02.02	6,3	0,03	0,04	0,56	0,42	0,54	0,02	0,21	6,24	0,36	0,32	0,03	0,53	83,1	1,50
26.-27.02.02	6,0	0,01	0,04	0,19	0,36	0,55	0,02	0,22	8,77	0,37	0,33	0,03	0,87	22,2	1,42
27.-28.02.02	10,7	0,25	0,04	0,88	0,81	1,93	0,09	0,44	9,45	0,33	1,11	0,02	0,76	171	1,00
06.-07.03.02	6,7	0,00	0,04	0,17	0,15	0,48	0,06	0,21	7,67	0,35	0,32	0,02	0,33	118	1,16
07.-08.03.02	6,6	0,10	0,04	0,95	0,24	0,52	0,04	0,22	2,55	0,35	0,85	0,05	0,40	104	1,38
12.-13.03.02	6,9	0,11	0,04	1,06	0,57	0,87	0,02	0,21	2,45	0,35	1,15	0,22	0,50	161	1,59
13.-14.03.02	8,5	0,00	0,04	0,26	0,36	0,76	0,08	0,59	2,50	0,36	0,32	0,11	0,28	301	1,63
20.-21.03.02	8,7	0,18	0,04	1,38	0,45	0,65	0,07	0,22	2,61	0,37	1,10	0,07	0,32	146	1,35
21.-22.03.02	9,8	0,36	0,14	2,36	0,66	1,78	0,16	0,22	2,56	0,37	3,08	0,18	0,99	412	1,66
Middel	6,4	0,09	0,05	0,78	0,39	0,81	0,06	0,33	5,88	0,36	0,73	0,06	0,48	142	1,32
Maksimum	10,7	0,36	0,14	2,36	0,81	1,93	0,16	0,95	10,7	0,37	3,08	0,22	0,99	412	1,81
Minimum	1,9	0,00	0,04	0,17	0,15	0,24	0,02	0,21	2,45	0,33	0,32	0,02	0,05	22,2	0,53
Antall døgn	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17	18	18	18	18	18

Tabell A4: Analyseresultater fra Vennevold sommeren 2002 (døgnmiddelverdier).

Dato	PM ₁₀ (µg/m ³)	Fluorid (partikler) (µg/m ³)	Fluorid (gass) (µg/m ³)	SO ₂ (gass) (µg/m ³)	SO ₄ (partikler) (µg/m ³)	Pb (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	Cr (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Co (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Al (ng/m ³)	V (ng/m ³)
23.-24.07.02	9,3	0,07	0,16	1,4	0,63	0,91	0,13	1,86	2,99				0,33	167	0,73
24.-25.07.02	8,5	0,04	0,16	1,0	0,21	1,53	0,06	0,70	3,91				0,44	170	0,25
30.-31.07.02	19,0	0,58	0,47	3,8	1,38	3,41	0,15	2,81	7,05				1,19	1010	2,39
31.07.-01.08.02	21,6	0,16	0,35	1,8	1,62	2,21	0,12	1,59	4,89				0,54	772	1,58
06.-07.08.02	19,9	0,38	0,44	2,4	1,71	3,12	0,06	1,49	6,06				0,99	764	2,95
07.-08.08.02	16,3	0,19	0,23	0,8	1,35	2,26	0,14	0,68	4,23				0,78	509	2,04
13.-14.08.02	11,1	0,09	0,20	1,2	0,87	1,21	0,06	0,66	1,00				0,37	169	0,53
14.-15.08.02	12,1	0,16	0,13	0,4	0,75	2,54	0,06	5,61	4,12				0,41	382	1,57
20.-21.08.02	38,9	0,01	0,19	2,0	2,34	2,98	0,15	5,35	12,0				0,22	1240	3,36
21.-22.08.02	15,9	0,30	0,36	3,0	1,86	2,67	0,13	3,15	9,04				0,77	638	2,90
27.-28.08.02	15,8	0,28	0,23	2,0	1,26	1,66	0,06	2,25	8,15				0,65	707	1,77
28.-29.08.02	8,0	0,09	0,12	0,8	0,51	1,00	0,15	8,60	5,77				0,58	225	2,06
03.-04.09.02	14,9	1,25	0,33	1,8	1,05	4,67	0,37	4,63	6,98				2,39	971	3,24
04.-05.09.02	14,1	0,13	0,26	1,0	2,43	3,84	0,06	2,48	7,52				0,52	377	1,62
10.-11.09.02	12,9	0,05	0,32	1,4	0,30	1,79	0,06	7,15	6,40				0,51	700	2,44
11.-12.09.02	20,7	0,13	0,24	1,4	2,46	4,02	0,19		10,6				1,04	961	4,93
17.-18.09.02	7,1	0,07	0,14	0,8	0,12	0,81	0,06	0,72	4,09				0,35	198	0,59
18.-19.09.02	5,0	0,12	0,17	0,6	0,12	1,28	0,06	2,23	5,36				0,71	101	0,24
24.-25.09.02	8,9	0,15	0,09	0,3	0,21	0,76	0,14	4,60	4,38				0,36	245	1,06
25.-26.09.02	5,0	0,08	0,01	0,2	0,15	0,84	0,17		4,35				0,81	63,8	1,06
Middel	14,3	0,22	0,23	1,41	1,07	2,18	0,12	3,14	5,94				0,70	518	1,87
Maksimum	38,9	1,25	0,47	3,80	2,46	4,67	0,37	8,60	12,0				2,39	1240	4,93
Minimum	5,0	0,01	0,01	0,20	0,12	0,76	0,06	0,66	1,00				0,22	63,8	0,24
Antall døgn	20	20	20	20	20	20	20	18	20				20	20	20



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 63/2003	ISBN 82-425-1493-3 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 46	PRIS NOK 150,-
TITTEL Målinger av luftkvalitet ved Hydro Aluminium Sunndal i 2002		PROSJEKTLEDER Leif Otto Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-102001	
FORFATTER(E) Leif Otto Hagen		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Øyvind O. Johansen	
OPPDRAGSGIVER Hydro Aluminium Sunndal 6600 SUNNDALSØRA			
STIKKORD Luftkvalitet	Måleprogram	Aluminiumverk	
REFERAT Det er gjennomført målinger av luftkvalitet i Sunndalsøra i en vinter- og i en sommerperiode i 2002. Målingene omfattet svovelforbindelser, svevestøv, fluorider, PAH-forbindelser og tungmetaller i luft. Nivået av luftforurensning i området er sammenlignet med grenseverdier, målverdier og vurderingsterskler for luftkvalitet for de stoffene der slike finnes.			
TITLE Measurements of air quality near Hydro Aluminium Sunndal, 2002.			
ABSTRACT			

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