

NILU: OR 89/2006
REFERANSE: O-105141
DATO: DESEMBER 2006
ISBN: 82-425-1818-1

Målinger av luftkvalitet i Sunndal i 2006

Leif Otto Hagen

Innhold

	Side
Sammendrag	3
1 Innledning	7
2 Nasjonale mål, grenseverdier og EU-direktiver for luftkvalitet	7
3 Måleprogram og stasjonsplassering	10
4 Prøvetaking og analyse	11
5 Måleresultater.....	12
5.1 Svevestøv (PM ₁₀).....	17
5.2 Fluorid (partikler)	18
5.3 Fluorid (gass, HF).....	19
5.4 Svoveldioksid (SO ₂)	21
5.5 Sulfat (SO ₄ i partikler).....	22
5.6 Bly (Pb)	23
5.7 Kadmium (Cd).....	24
5.8 Kopper (Cu).....	25
5.9 Sink (Zn).....	26
5.10 Krom (Cr)	27
5.11 Nikkel (Ni).....	28
5.12 Kobolt (Co).....	29
5.13 Arsen (As)	30
5.14 Aluminium (Al)	31
5.15 Vanadium (V).....	32
5.16 Sum PAH.....	33
5.17 BaP-konsentrasjoner	34
5.18 Samvariasjon mellom parametre	35
6 Sammenlikning av luftkvalitet i 2006 med 2002.....	41
7 Referanser	42
Vedlegg A Døgnmiddelkonsentrasjoner av alle målte komponenter.....	45

Sammendrag

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Hydro Aluminium Sunndal gjennomført målinger av luftkvalitet vinteren og sommeren 2006 på to målesteder i Sunndalen. Hensikten med målingene var å kartlegge nivået av luftforurensning i området, sammenlikne med grenseverdier og målverdier for luftkvalitet for de stoffene der slike finnes og å sammenlikne med tilsvarende målinger vinteren og sommeren 2002.

Målingene i 2002 (Hagen, 2003) var samtidig en referanse i forhold til de forbedringene bedriften la 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. Målingene i 2006 er en ny kartlegging av luftkvaliteten etter at Su4-utbyggingen er ferdig gjennomført.

Målingene ble utført i periodene januar-mars og mai-august 2006 ved Pensjonist-sentret 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.

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).

Fra met.no (Meteorologisk institutt) har NILU hentet inn meteorologiske observasjoner på timebasis for prøvetakingsdagene. De viktigste parametrene er vindretning, vindstyrke og temperatur. Den meteorologiske målestasjonen drives av Hydro Aluminium Sunndal for met.no.

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. Fra 1.7.2004 er denne forskriften en del av "Forskrift om begrensning av forurensning" (forurensningsforskriften). For benzo(a)pyren (BaP) og tungmetallene arsen (As), kadmium (Cd) og nikkel (Ni) har EU fastsatt målverdier. Disse trådte i kraft 15.2.2005, skal implementeres i EU/EØS-området senest 15.2.2007 og skal ikke overskrides etter 31.12.2012.

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 og målverdiene. For BaP var middelkonsentrasjonen under målverdien i 2006, men over nedre vurderings terskel.

Middelkonsentrasjonene i 2006 var lavere enn i 2002 for en rekke komponenter ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum. Ved Vennevold 6 km opp i Sunndalen var nedgangen betydelig mindre eller ikke forekommende. For en del stoffer ble det i 2006 målt høyere verdier på Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum enn ved Vennevold 6 km opp i Sunndalen. For disse stoffene tyder målingene på at utslippene fra aluminiumverket ga det største bidraget til de målte konsentrasjonene. I 2002 var det høyere verdier på Pensjonistsentret enn ved Vennevold for alle stoffer.

Nedgangen fra 2002 til 2006 var størst for PAH og BaP. PAH hadde en nedgang på ca. 75% både i vinter- og sommerperioden fra 2002 til 2006. For BaP var nedgangen vel 50% i vinterperioden og mer enn 95% i sommerperioden. Svært mye høyere gjennomsnittlig BaP-konsentrasjon om vinteren ($1,63 \text{ ng/m}^3$) enn om sommeren ($0,16 \text{ ng/m}^3$), samt sammensetningen av PAH-prøvene som har høyest BaP indikerer at vedfyring kan være en vesentlig kilde til BaP. Biltrafikk ser også ut til å gi noe bidrag.

De målte konsentrasjonene av sulfat antas i hovedsak å skyldes langtransporterte luftforurensninger. Konsentrasjonsnivået av denne komponenten var opp mot 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.

PM_{10} 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. Trolig er imidlertid også de lokale støvutslippene noe redusert.

Målingene viste at konsentrasjonene av gassformig fluorid ved Pensjonistsentret var høyere enn alle SFTs kriterier satt for beskyttelse av vegetasjon i sommerperioden, men lavere i vinterperioden. Kriteriet satt for virkning på dyr ble overskredet ved Pensjonistsentret i begge måleperiodene, og mest i sommerperioden. Ved Vennevold ble kriteriene for vegetasjon for 30 døgn og 6 måneder overskredet i sommerperioden. Kriteriet for dyr på $0,15 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ som gjennomsnitt over 30 dager ble også overskredet ved Vennevold i sommerperioden. Fluorid i gassfasen var uforandret ved Pensjonistsentret fra 2002 til 2006, mens det har vært en liten økning ved Vennevold.

For fluorid i partikkelfase og SO_2 ble middelkonsentrasjonene redusert nærmere 50% fra 2002 til 2006. Reduksjonen er størst i vinterperioden. Ved Vennevold var det ingen endring i nivået, men konsentrasjonene var klart lavere enn ved Pensjonistsentret.

Nivået av total fluorid (sum av gass- og partikkelfase) var klart under Verdens helseorganisasjons anbefaling.

For en del av tungmetallene har konsentrasjonene gått ned 40-60% ved Pensjonistsentret fra 2002 til 2006. Dette gjelder Pb, Cd, Ni, Co, As, Al og V. Bortsett fra As og V var det liten eller ingen nedgang ved Vennevold.

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. Best samvariasjon var det mellom Pb, Cd, Zm og BaP i vinterperioden med korrelasjonskoeffisienter over 0,9.

I sommerperioden var korrelasjonskoeffisientene generelt lavere, men PM₁₀, SO₄ og Pb samvarierte godt, som kan tyde på noe bidrag fra langtransporterte luftforurensninger til disse komponentene.

Målinger av luftkvalitet ved Hydro Aluminium Sunndal i 2006

1 Innledning

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra Hydro Aluminium Sunndal gjennomført målinger av luftkvalitet vinteren og sommeren 2006 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 på begge stasjonene. I tillegg ble det gjennomført målinger av sum PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) ved Pensjonistsentret.

Hensikten med målingene var å kartlegge nivået av luftforurensning i området, sammenlikne med grenseverdier og målverdier for luftkvalitet for de stoffene der slike finnes og å sammenlikne med tilsvarende målinger sommeren og vinteren 2002.

Siden målingene i 2002 er det gjennomført en prosessutvidelse ved bedriften som angitt i SFTs utslippstillatelse av 11.2.2002. Målingene i 2002 var et grunnlag for sammenlikning i forhold til fremtidige målinger. Målingene i 2006 skulle gjennomføres for å vise hva moderniseringen av bedriften 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) og tungmetallene arsen (As), kadmium (Cd) og nikkel (Ni) har EU fastsatt målverdier (EU, 2004). 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. Fra 1.7.2004 er denne forskriften en del av "Forskrift om begrenning av forurensning" (forurensningsforskriften) (Miljøverndepartementet, 2004). Måleverdierne for BaP og tungmetallene trådte i kraft 15.2.2005, skal implementeres i EU/EØS-området innen 15.2.2007 og skal ikke overskrides etter 31.12.2012.

Selv om vurderingstersklene for As, Cd, Ni og BaP og måleverdien 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 nedre vurderingsterskel overskrides. Med henblikk på vurdering av forurensningen nær punktkilder (f.eks. industrikilder) bestemmes antall prøvetakingssteder for faste målinger på grunnlag av utslippsmengde, sannsynlige spredningsforhold og befolkningens potensielle eksponering for forurensningen.

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 målverdier for de komponentene som har inngått i måleprogrammet. Grenseverdiene ble fastsatt av Miljøverndepartementet 4.10.2002 gjennom "Forskrift om lokal luftkvalitet". Denne forskriften er fra 1.7.2004 en del av "Forskrift om begrenning av forurensning" (forurensningsforskriften). Grenseverdiene i forskriften er lik grenseverdiene innen EU. Tall i parentes angir hvor mange ganger grenseverdiene kan overskrides i løpet av et kalenderår. Målverdiene for As, Cd, Ni og BaP (benzo(a)pyren) er gitt i EU-direktiv 2004/107/EC og trådte i kraft 15.2.2005, skal implementeres i landene senest 15.2.2007 og skal ikke overskrides etter 31.12.2012.

Komponent	Type grenseverdi	Virkning på	Overholdelses-tidspunkt	Midlingstid	Enhet	Grense-verdi	Øvre vurderings-terstel	Nedre vurderings-terstel
PM ₁₀	Grenseverdi	Helse	01.01.2005	Døgn	(µg/m ³)	50 (35)	30 (7)	20 (7)
	Grenseverdi	Helse	01.01.2005	Kalenderår	(µg/m ³)	40	14	10
	Nasjonalt mål	Helse	01.01.2005	Døgn	(µg/m ³)	50 (25)		
	Nasjonalt mål	Helse	01.01.2010	Døgn	(µg/m ³)	50 (7)		
SO ₂	Grenseverdi	Helse	01.01.2005	Time	(µg/m ³)	350 (24)		
	Grenseverdi	Helse	01.01.2005	Døgn	(µg/m ³)	125 (3)	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	01.01.2005	Døgn	(µg/m ³)	90		
Pb ¹⁾	Grenseverdi	Helse	04.10.2002	Kalenderår	(µg/m ³)	0,5	0,35	0,25
As ¹⁾	Målverdi	Helse	31.12.2012	Kalenderår	(ng/m ³)	6	3,6	2,4
Cd ¹⁾	Målverdi	Helse	31.12.2012	Kalenderår	(ng/m ³)	5	3	2
Ni ¹⁾	Målverdi	Helse	31.12.2012	Kalenderår	(ng/m ³)	20	14	10
BaP ¹⁾	Målverdi	Helse	31.12.2012	Kalenderår	(ng/m ³)	1	0,6	0,4

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. For de stoffene som inngår i dette måleprogrammet ble toleransemarginen lik null i 2005 og er derfor ikke tatt med i tabellen). For de stoffene som det er fastsatt målverdi for (As, Cu, Ni og BaP) er det ingen toleransemargin.
- *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.
- *Målverdi*: en konsentrasjon i luften som er fastsatt i den hensikt å unngå, forebygge eller redusere de skadelige virkninger på menneskers helse og miljøet som helhet mest mulig, og som så vidt mulig skal nås i løpet av en bestemt periode.
- *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 målverdier for PAH (BaP) og visse 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 øvre vurderingsterskel overskrides, vil faste målinger bli obligatoriske, og de vil da måtte foretas året rundt. For BaP sier EU-direktiv at målingene skal dekke minst 33 % av tiden, mens kravet er 50 % av tiden for tungmetallene. Dette vil si i gjennomsnitt en prøve hvert tredje døgn for PAH og hvert annet døgn for tungmetallene. Ved nivåer mellom øvre og nedre vurderingsterskel vil det være tilstrekkelig med en kombinasjon av målinger, bl.a. indikative målinger (14 % av tiden, hvert sjuende døgn), og modellberegninger. Ved nivåer under nedre vurderingsterskel kan modellberegninger eller objektive vurderingsteknikker være tilstrekkelig.

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 begrensning av forurensning" 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 mai-august 2006 ved 2 målesteder, Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum og ved Vennevold 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 også 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.

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).

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.

Fra met.no har NILU hentet inn meteorologiske observasjoner på timebasis for prøvetakingsdagene. De viktigste parametrene er vindretning, vindstyrke og temperatur. Den meteorologiske målestasjonen drives av Hydro Aluminium Sunndal for met.no.

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 en misforståelse ble ikke forfilteret for de fem første prøvene fra Pensjonistsentret og en prøve fra Vennevold i vinterperioden delt i to. Derfor mangler tungmetaller for disse prøvene.

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 referansem metode 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 2006. I Tabell 4 er de to måleperiodene slått sammen. For hver stasjon og hvert stoff er det i hver av tabellene gitt middelverdi, høyeste døgnmiddelverdi, laveste døgnmiddelverdi og antall måleverdier. Middelverdiene i Tabell 4 er beregnet som gjennomsnittet av middelverdiene av de to måleperiodene. Grenseverdier eller forslag til målverdier er også gitt for de stoffene som har slike i dag.

Tabell 5 viser middelverdiene ved Pensjonistsentret og Vennevold i 2006 sammenlignet med middelverdiene ved de regionale bakgrunnsstasjonene Birkenes i Aust-Agder, Kårvatn i Møre- og Romsdal og Zeppelin på Svalbard i 2005. Av bakgrunnsstasjonene vil Kårvatn være mest representativ for Sunndal, men bare et fåtall komponenter analyseres på denne stasjonen. For de fleste stoffene vil middelverdiene på Kårvatn trolig være nærmere verdiene på Zeppelin

enn på Birkenes. Birkenes ligger i det området i landet som er klart mest påvirket av langtransporterte forurensninger fra andre deler av Europa. For nærmere kommentarer av resultatene henvises det til omtalen av det enkelte stoff nedenfor.

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 måldataene er det fra met.no hentet inn timevise meteorologiske data for prøvetakingsdagene. Disse dataene er i første rekke brukt til å vurdere om aluminiumverket er hovedkilden til de målte konsentrasjonene eller ikke.

Tabell 2: Vinterperioden 2006: middelverdier, høyeste og laveste døgnmiddelverdi og antall døgnmiddelprøver for PM₁₀, fluorider, SO₂, SO₄, tungmetaller, sum PAH og BaP ved Pensjonistsentret og Vennevold. Sum PAH og BaP ble bare målt ved Pensjonistsentret en gang hver uke. Grenseverdien for døgnmiddelverdi av PM₁₀ og SO₂ kan overskrides hhv. 35 og 3 ganger i året. Målvardiene for Cd, Ni, As og BaP skal ikke overskrides etter 31.12.2012.

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret				Vennevold				Grenseverdi for døgn	Grenseverdi for kalenderår	Målvardi for kalenderår
		Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn	Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn			
PM ₁₀	µg/m ³	10,5	27,0	5,0	18	6,8	14,5	3,2	18	50	40	
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,13	0,50	0,02	18	0,08	0,28	0,00	18			
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,16	0,37	0,02	18	0,09	0,24	0,01	18			
Fluorid (totalt)	µg/m ³	0,29	0,69	0,08	18	0,17	0,37	0,02	18			1*
SO ₂ (gass)	µg/m ³	1,16	2,20	0,36	18	1,07	3,24	0,40	18	125		
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	1,51	5,37	0,18	18	1,66	4,62	0,15	18			
Pb	ng/m ³	1,96	4,75	0,40	13	1,12	3,00	0,29	17		500	
Cd	ng/m ³	0,10	0,32	0,02	13	0,06	0,17	0,01	17			5
Cu	ng/m ³	1,98	7,30	0,50	13	1,03	2,78	0,11	17			
Zn	ng/m ³	9,77	24,8	1,59	13	5,79	24,7	0,69	17			
Cr	ng/m ³	1,21	2,89	0,60	13	1,09	2,93	0,52	17			
Ni	ng/m ³	1,62	6,80	0,39	13	1,16	4,55	0,17	17			20
Co	ng/m ³	0,07	0,23	0,01	13	0,05	0,18	0,01	17			
As	ng/m ³	0,63	2,29	0,02	13	0,30	0,92	0,02	17			6
Al	ng/m ³	343	798	6,40	13	193	724	17,7	17			
V	ng/m ³	0,56	1,03	0,11	13	0,40	1,05	0,05	17	1000*		
Sum PAH	ng/m ³	110	272	24	9							
BaP	ng/m ³	1,63	5,63	0,08	9							1

* Retningslinje fra Verdens helseorganisasjon

Tabell 3: Sommerperioden 2006: middelveier, høyeste og laveste døgnmiddelverdi og antall døgnmiddelprøver for PM₁₀, fluorider, SO₂, SO₄, tungmetaller, sum PAH og BaP ved Pensjonistsentret og Vennevold. Sum PAH og BaP ble bare målt ved Pensjonistsentret en gang hver uke. Grenseverdien for døgnmiddelverdi av PM₁₀ og SO₂ kan overskrides hhv. 35 og 3 ganger i året. Målværdiene for Cd, Ni, As og BaP skal ikke overskrides etter 31.12.2012.

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret				Vennevold				Grenseverdi for døgn	Grenseverdi for kalenderår	Målværdi for kalenderår
		Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn	Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn			
PM ₁₀	µg/m ³	11,9	24,6	4,4	20	12,7	21,2	3,0	20	50	40	
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,47	1,26	0,08	20	0,23	0,54	0,01	20			
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,55	1,66	0,13	20	0,37	0,82	0,13	20			
Fluorid (totalt)	µg/m ³	1,02	2,70	0,22	20	0,60	1,36	0,28	20			1*
SO ₂ (gass)	µg/m ³	1,97	4,32	0,16	20	1,03	2,64	0,08	20	125		
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	0,98	3,69	0,15	20	0,83	2,46	0,05	20			
Pb	ng/m ³	1,19	2,97	0,26	20	1,73	8,38	0,26	20		500	
Cd	ng/m ³	0,07	0,17	0,01	20	0,08	0,28	0,01	20			5
Cu	ng/m ³	2,30	7,27	0,13	20	1,59	3,86	0,50	20			
Zn	ng/m ³	6,43	15,5	1,72	20	5,26	12,3	1,31	20			
Cr	ng/m ³	1,36	1,61	1,17	20	2,20	23,8	0,50	20			
Ni	ng/m ³	3,42	7,26	0,44	20	1,90	6,58	0,32	20			20
Co	ng/m ³	0,13	0,34	0,02	20	0,13	0,31	0,01	20			
As	ng/m ³	0,53	1,41	0,03	20	0,39	1,07	0,02	20			6
Al	ng/m ³	599	1698	60,5	20	656	2078	134,0	20			
V	ng/m ³	1,46	3,79	0,11	20	1,13	2,76	0,10	20	1000*		
Sum PAH	ng/m ³	68	225	29	10							
BaP	ng/m ³	0,16	0,66	0,04	10							1

* Retningslinje fra Verdens helseorganisasjon

Tabell 4: Vinter- og sommerperioden samlet: middelveier, høyeste og laveste døgnmiddelverdi og antall døgnmiddelprøver for PM₁₀, fluorider, SO₂, SO₄, tungmetaller, sum PAH og BaP ved Pensjonistsentret og Vennevold. Sum PAH og BaP ble bare målt ved Pensjonistsentret en gang hver uke. Grenseverdien for døgnmiddelverdi av PM₁₀ og SO₂ kan overskrides hhv. 35 og 3 ganger i året. Målværdiene for Cd, Ni, As og BaP skal ikke overskrides etter 31.12.2012. Målingene dekker vel 5 % av året for sum PAH og BaP og vel 10 % av året for de øvrige stoffene. Den samlede middelveier er beregnet som gjennomsnittet av middelveierne for de to måleperiodene.

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret				Vennevold				Grenseverdi for døgn	Grenseverdi for kalenderår	Målværdi for kalenderår
		Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn	Middel	Maksimum	Minimum	Ant. døgn			
PM ₁₀	µg/m ³	11,2	27,0	4,4	38	9,8	21,2	3,0	38	50	40	
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,30	1,26	0,02	38	0,16	0,54	0,00	38			
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,36	1,66	0,02	38	0,23	0,82	0,01	38			
Fluorid (totalt)	µg/m ³	0,66	2,70	0,08	38	0,39	1,36	0,02	38			1*
SO ₂ (gass)	µg/m ³	1,57	4,32	0,16	38	1,05	3,24	0,08	38	125		
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	1,25	5,37	0,15	38	1,25	4,62	0,05	38			
Pb	ng/m ³	1,58	4,75	0,26	33	1,43	8,38	0,26	37		500	
Cd	ng/m ³	0,09	0,32	0,01	33	0,07	0,28	0,01	37			5
Cu	ng/m ³	2,14	7,30	0,13	33	1,31	3,86	0,11	36			
Zn	ng/m ³	8,10	24,8	1,59	33	5,53	24,7	0,69	37			
Cr	ng/m ³	1,29	2,89	0,60	33	1,65	23,8	0,50	37			
Ni	ng/m ³	2,52	7,26	0,39	33	1,53	6,56	0,17	37			20
Co	ng/m ³	0,10	0,34	0,01	33	0,09	0,31	0,01	37			
As	ng/m ³	0,58	2,29	0,02	33	0,35	1,07	0,02	37			6
Al	ng/m ³	471	1698	6,40	33	425	2078	17,7	37			
V	ng/m ³	1,01	3,79	0,11	33	0,77	2,76	0,05	37	1000*		
Sum PAH	ng/m ³	89	272	24	19							
BaP	ng/m ³	0,89	5,63	0,04	19							1

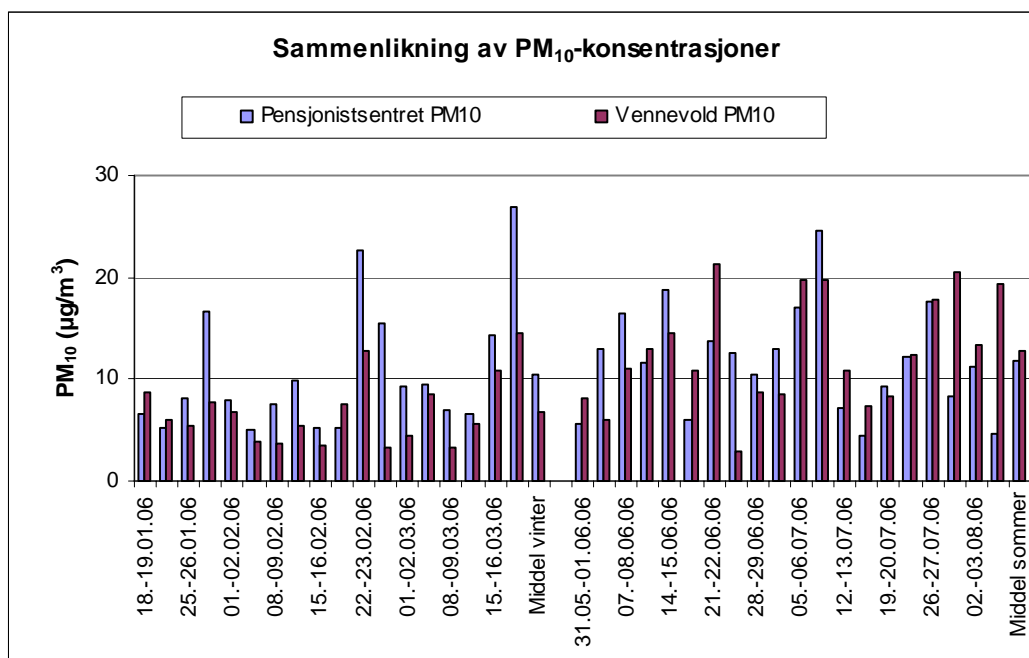
* Retningslinje fra Verdens helseorganisasjon

Tabell 5: Sammenlikning av middelkonsentrasjoner ved Pensjonistsentret og Vennevold i 2006 med middelkonsentrasjoner ved de regionale bakgrunnsstasjonene Birkenes (Aust-Agder), Kårvatn (Møre- og Romsdal) Zeppelin (Svalbard) i 2005

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret 2006	Vennevold 2006	Birkenes 2005	Kårvatn 2005	Zeppelin 2005
PM ₁₀	µg/m ³	11,2	9,8	6,8		
SO ₂ (gass)	µg/m ³	1,57	1,05	0,38	0,14	0,26
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	1,25	1,25	1,38	0,54	0,54
Pb	ng/m ³	1,58	1,43	1,99		1,04
Cd	ng/m ³	0,18	0,09	0,09		0,12
Cu	ng/m ³	2,14	1,31	3,45		0,92
Zn	ng/m ³	8,10	5,53	15,1		3,20
Cr	ng/m ³	1,29	1,65	1,07		0,13
Ni	ng/m ³	2,52	1,53	2,18		0,13
Co	ng/m ³	0,10	0,09	0,08		0,03
As	ng/m ³	0,58	0,35	0,52		0,11
V	ng/m ³	1,01	0,77	1,44		0,13

5.1 Svevestøv (PM₁₀)

Figur 2 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 2: Døgnmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var 11,2 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 9,8 µg/m³ ved Vennevold. Grenseverdien for årsmiddel på 40 µg/m³ ble derfor overholdt

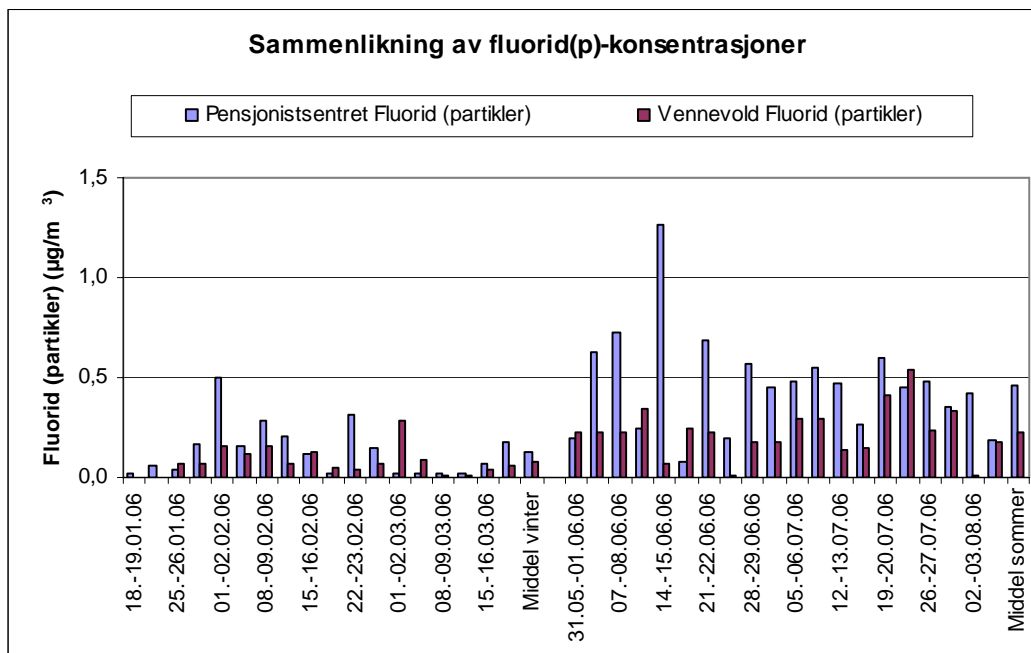
med god margin. Vennevold hadde noe høyere middelkonsentrasjon om sommeren enn om vinteren, og det var mindre forskjell i forhold til Pensjonistsentret enn om vinteren. Den regionale bakgrunnsstasjonen Birkenes i Aust-Agder hadde et årsmiddel på $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2005 (Aas et al., 2006). Bidraget utenfra vil trolig være noe lavere enn dette i Sunndal. De lokale utslippene gir derfor det største bidraget til de målte konsentrasjonene.

Alle døgnmiddelkonsentrasjonene var også godt under grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (med 35 tillatte overskridelser i året) på begge stasjonene. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $27,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret, mens den høyeste konsentrasjonen ved Vennevold var $21,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. At den høyeste konsentrasjonen ved Vennevold ble målt i sommerperioden 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 PM_{10} -konsentrasjonen ved Pensjonistsentret i vinterperioden ble målt i døgnet 16.-17.3.2006. Vindmålinger ved verket viser at det i halvparten av tiden i hovedsak blåste svakt nedover dalen og ut fjorden dette døgnet, mens det i resten av tiden var vindstille. Temperaturen var så vidt på plussiden om ettermiddagen. Resten av døgnet var det noen få kuldegrader. Hovedkildene dette døgnet var trolig en kombinasjon av vedfyring og utslipp fra trafikken.

5.2 Fluorid (partikler)

Figur 3 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 3: Døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (partikler) ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 og 31.5.-4.8.2006.

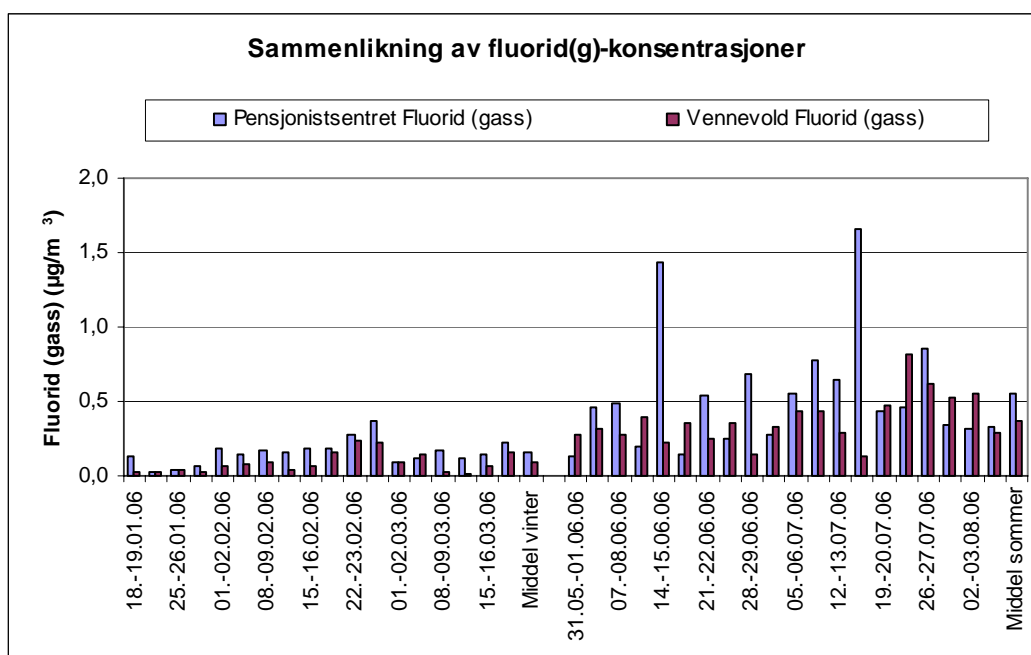
Gjennomsnittskonsentrasjonen av partikulært fluorid var $0,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. EU har ingen grenseverdier for fluorider. Verdens helseorganisasjon sier at et fluoridnivå (totalt fluorid) på $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmiddelverdi, som er satt for å beskytte planter og grøde, også vil være tilstrekkelig for å beskytte menneskers helse. Denne verdien ble overholdt med god margin ved Pensjonistsentret, se kapittel 5.3. Den høyeste døgnmiddel-konsentrasjonen av partikulært fluorid var $1,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. 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 14.-15.6.2006. Vindmålinger ved verket viste at det i hovedsak blåste friskt fra nordvest og inn dalen dette døgnet.

5.3 Fluorid (gass, HF)

Figur 4 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (gass) ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 4: Døgnmiddelkonsentrasjoner av fluorid (gass) ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen av gassformig fluorid var $0,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. EU har ingen grenseverdier for fluorider. 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. Summen av partikulært og

gassformig fluorid var $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold. Ved Pensjonistsentret var derfor nivået av totalt fluorid klart under Verdens helseorganisasjons anbefaling.

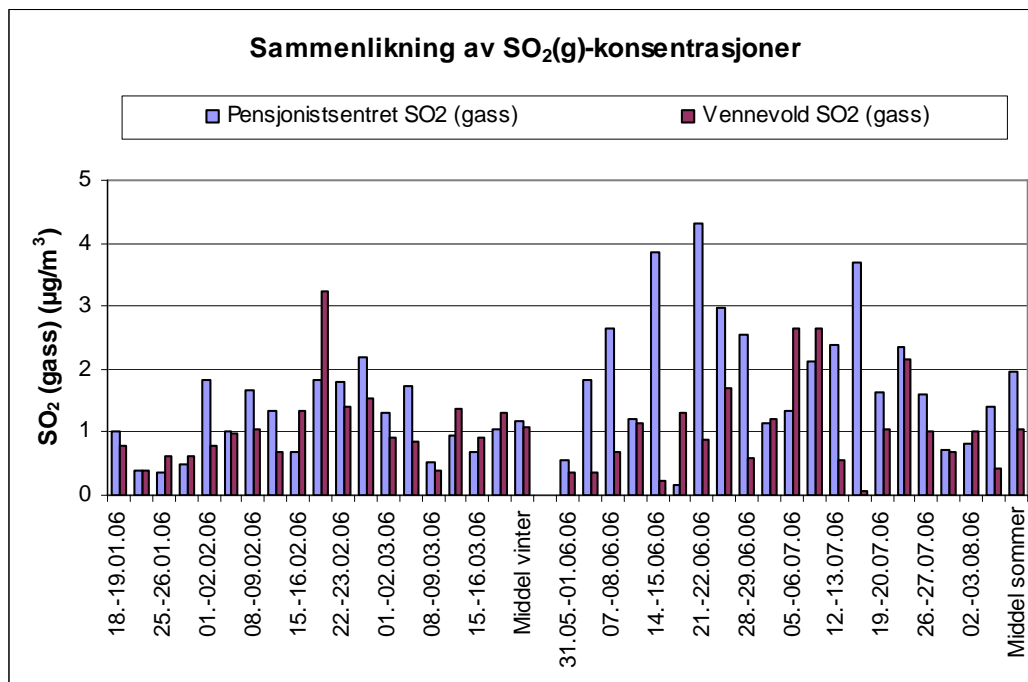
Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen av gassformig fluorid var $1,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold, begge målt i sommerperioden. De høyeste døgnmiddelkonsentrasjonene av totalt fluorid (partikulært og gassformig) var $2,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold, begge i sommerperioden.

Statens forurensningstilsyns anbefalte luftkvalitetskriterier for gassformig fluorid satt for beskyttelse av vegetasjon (SFT, 1992) 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. Ved Vennevold ble kriteriene for 30 døgn og 6 måneder overskredet i sommerperioden. Kriteriet for dyr på $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som gjennomsnitt over 30 dager ble også overskredet ved Vennevold i sommerperioden. Målingene viste at konsentrasjonene av gassformig fluorid ved Pensjonistsentret var høyere enn alle SFTs kriterier satt for beskyttelse av vegetasjon i sommerperioden, men lavere i vinterperioden. Kriteriet satt for virkning på dyr ble overskredet ved Pensjonistsentret i begge måleperiodene, og mest i sommerperioden.

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 vinteren og sommeren 2006.



Figur 5: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO₂ ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var 1,57 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 1,05 µg/m³ ved Vennevold. Vennevold hadde omtrent samme middelværdi både i vinter- og sommerperioden, mens Pensjonistsentret hadde høyest konsentrasjon om sommeren. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 4,3 µg/m³ ved Pensjonistsentret og 3,2 µg/m³ ved Vennevold. Grenseverdiene og Nasjonalt mål ble derfor overholdt med meget god margin. Den høyeste målte døgnmiddelværdien var knapt 5% av Nasjonalt mål. Hvor høye de maksimale timemiddelværdiene kan ha vært er vanskelig å si ut fra disse målingene, men de har vært betydelig lavere enn grenseverdien på 350 µg/m³ og trolig også godt under 100 µg/m³.

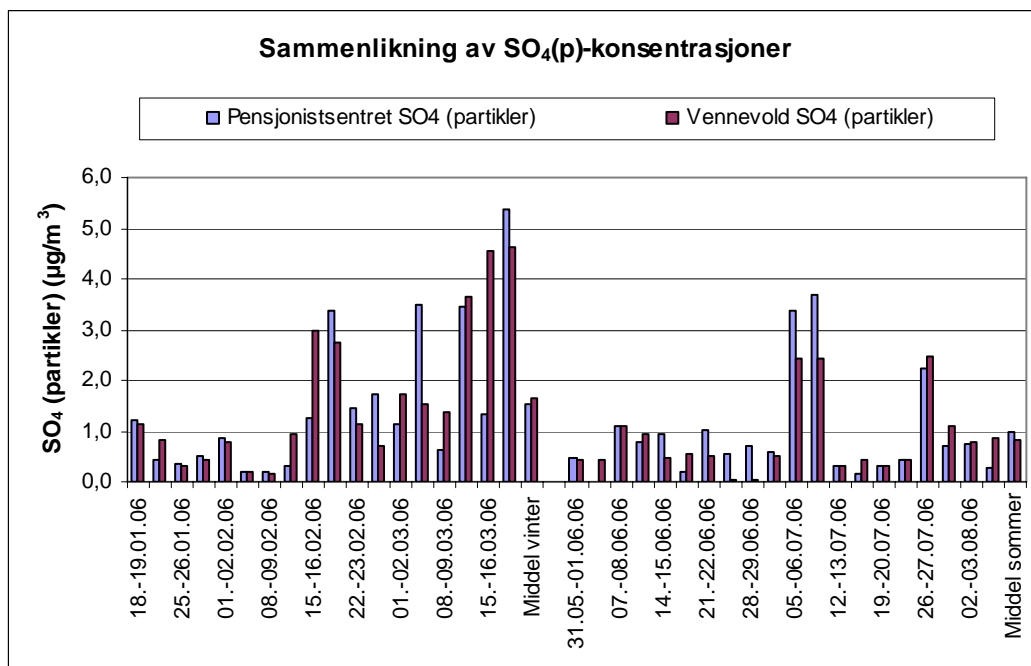
Som for partikulært fluorid viste målingene høyere konsentrasjoner ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum de fleste dagene enn ved Vennevold. Dette må skyldes at lokale kilder gir større bidrag i sentrum. Den høyeste konsentrasjonen på Pensjonistsentret ble målt i døgnet 21.-22.6.2006. Vennevold hadde den høyeste konsentrasjonen 16.-17.2.2006. Dette døgnet var det vind nedover dalen, og kilden da kan ikke være i Sunndalsøra.

Den regionale bakgrunnsstasjonen Kårvatn i Surnadal kommune hadde i 2005 en årsmiddelkonsentrasjon av SO₂ på 0,14 µg/m³. Ingen andre norske bakgrunnsstasjoner hadde så lav middelværdi (Birkenes 0,38 µg/m³ og Zeppelin

0,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Til tross for svært lave SO_2 -konsentrasjoner i Sunndalsøra, er det derfor likevel de lokale utslippene eller utslipp oppe i Sunndalen 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 vinteren og sommeren 2006.



Figur 6: Døgnmiddelkonsentrasjoner av SO_4 ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var 1,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ både ved Pensjonistsentret og Vennevold. Det er ingen grenseverdier for sulfat på partikler. Det var små forskjeller både i middelkonsentrasjonen og i døgnmiddelkonsentrasjonene på de to målestasjonene i hver av måleperiodene, men nivået var høyere i vinter- enn i sommerperioden.

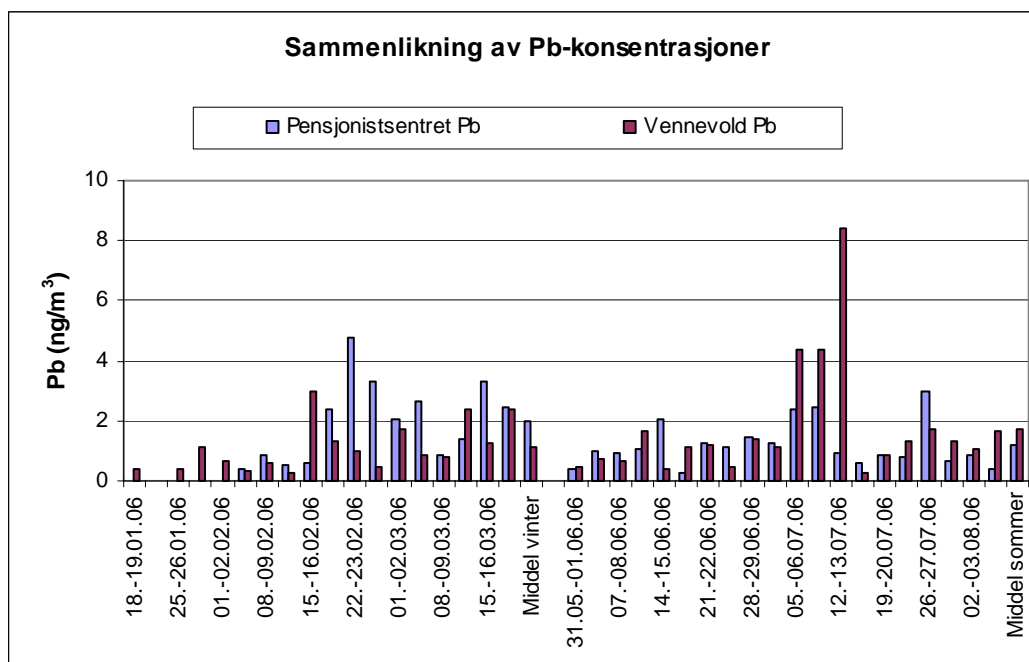
Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 5,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Pensjonistsentret og 4,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ved Vennevold, begge målt vinterperioden. Det var små forskjeller mellom stasjonene nesten alle dagene, og dagene med sterkt forhøyede konsentrasjoner av en rekke andre komponenter hadde ikke spesielt høye sulfatkonsentrasjoner. Derimot var det en tendens til samvariasjon mellom sulfat på partikler og PM_{10} .

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 0,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2005, mens Birkenes hadde 1,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og Zeppelin også 0,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 vinteren og sommeren 2006.



Figur 7: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Pb ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

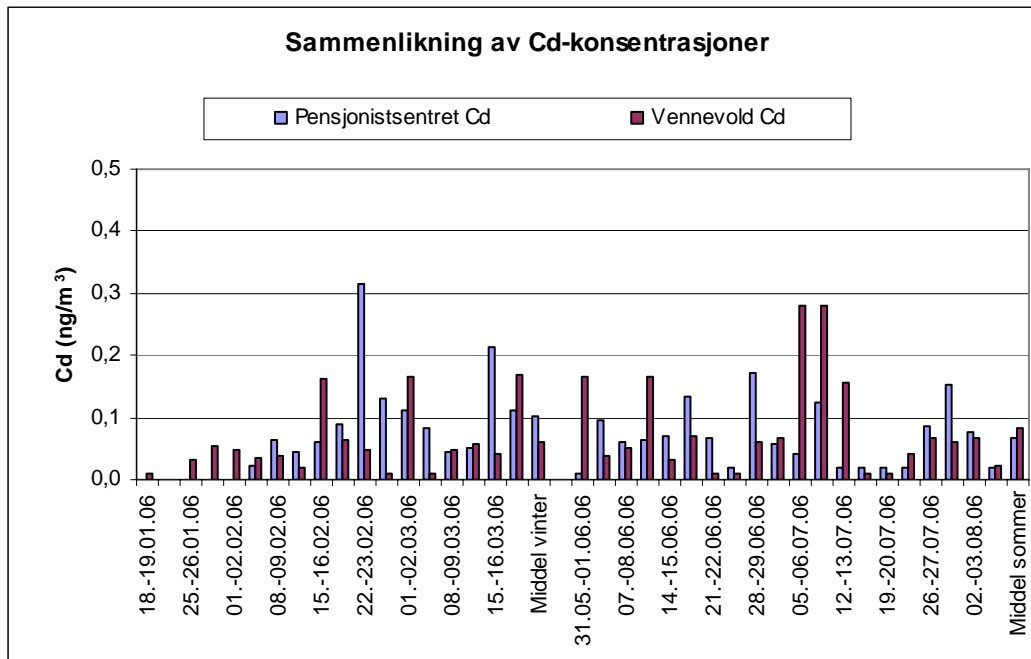
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $1,58 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,43 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Nivået er bare ca. 0,3% av grenseverdien for årsmiddel på 500 ng/m^3 .

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $4,75 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $8,38 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. De fleste dagene var det liten forskjell i døgnmiddelkonsentrasjoner på de to stasjonene.

Tungmetaller i luft på regionale bakgrunnsstasjoner i Sør-Norge måles bare på Birkenes i Aust-Agder. I tillegg måles det på Zeppelinfjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard. Middelskonsentrasjonen av Pb på Birkenes i 2005 var $1,99 \text{ ng/m}^3$, mens den var $1,04 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. På Kårvatn ville konsentrasjonen sannsynligvis vært høyere enn på Zeppelin, men lavere enn på Birkenes. Avsetningskart viser at Sør- og Sørvestlandet er mer belastet av tungmetaller enn andre områder i Sør-Norge. De målte konsentrasjonene i Sunndal i 2006 avviker lite fra bakgrunnsområder.

5.7 Kadmium (Cd)

Figur 8 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Cd ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 8: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Cd ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

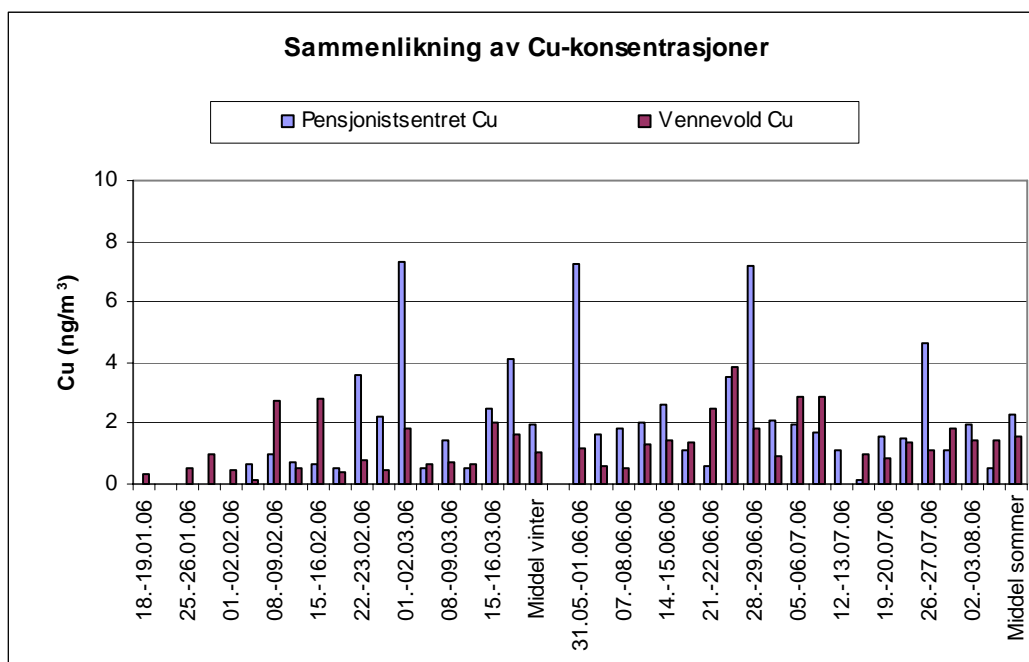
Gjennomsnittskonsentrasjonen var 0,18 ng/m³ ved Pensjonistsentret og 0,09 ng/m³ ved Vennevold. EUs målverdi for årsmiddel på 5 ng/m³ ble derfor overholdt med meget god margin både i vinter- og sommerperioden.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 0,32 ng/m³ ved Pensjonistsentret og 0,28 ng/m³ ved Vennevold.

Middelkonsentrasjonen av Cd på Birkenes i 2005 var 0,09 ng/m³, mens den var 0,12 ng/m³ på Zeppelin. Konsentrasjonene i Sunndal i 2006 var ned mot det en har i bakgrunnsområder.

5.8 Kopper (Cu)

Figur 9 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Cu ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



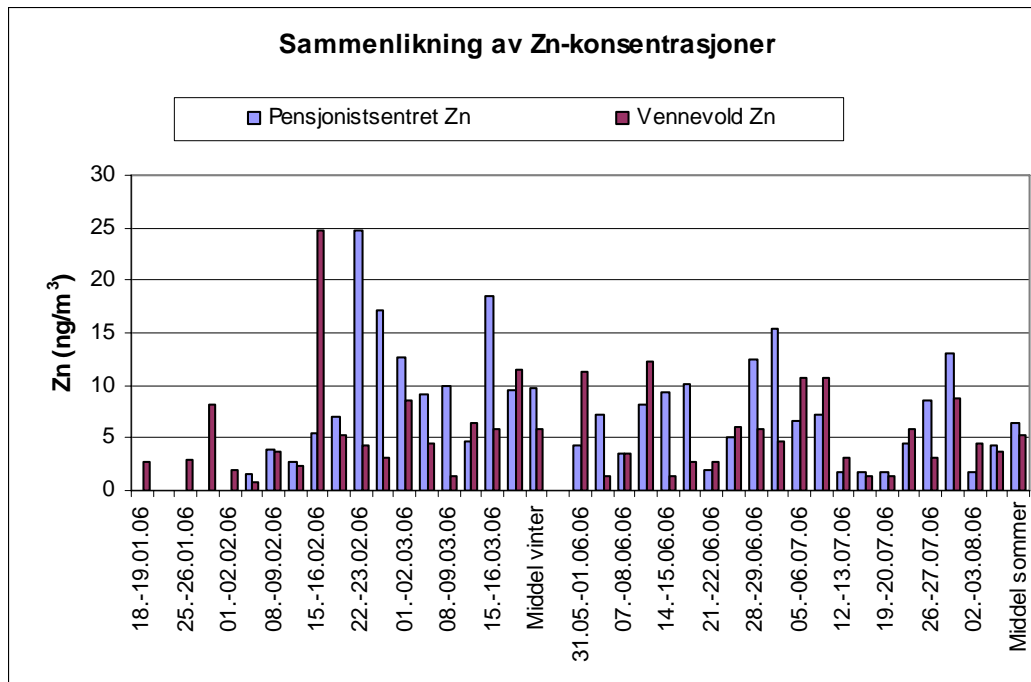
Figur 9: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Cu ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $2,14 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,31 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold, og middelkonsentrasjonen var høyest i sommerperioden ved begge målestasjonene. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $7,30 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $3,86 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for kopper i luft.

Middelkonsentrasjonen av Cu på Birkenes i 2005 var $3,45 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,92 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. Middelkonsentrasjonen i Sunndal var omtrent på samme nivå som forventet i bakgrunnsområder. Enkelte dager var det likevel et klart høyere nivå på Pensjonistsentret enn på Vennevold, som kan tyde på at lokale utslipp også er en kilde til Cu i Sunndal.

5.9 Sink (Zn)

Figur 10 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Zn ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



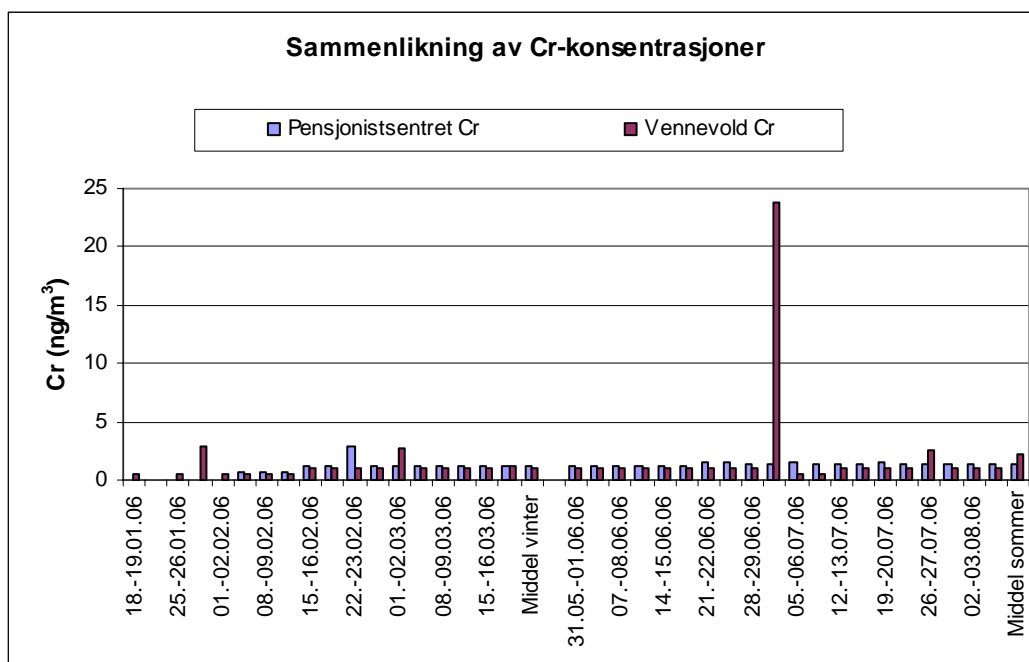
Figur 10: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Zn ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $8,10 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $5,53 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. På Vennevold var det nesten samme middelkonsentrasjon i de to måleperiodene, mens Pensjonistsentret hadde høyest konsentrasjon om vinteren. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $24,8 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $24,7 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for sink i luft.

Middelkonsentrasjonen av Zn på Birkenes i 2005 var $15,1 \text{ ng/m}^3$, mens den var $3,2 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. Det kan derfor se ut til at lokale utslipp bare gir små bidrag til Zn i Sunndal.

5.10 Krom (Cr)

Figur 11 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Cr ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



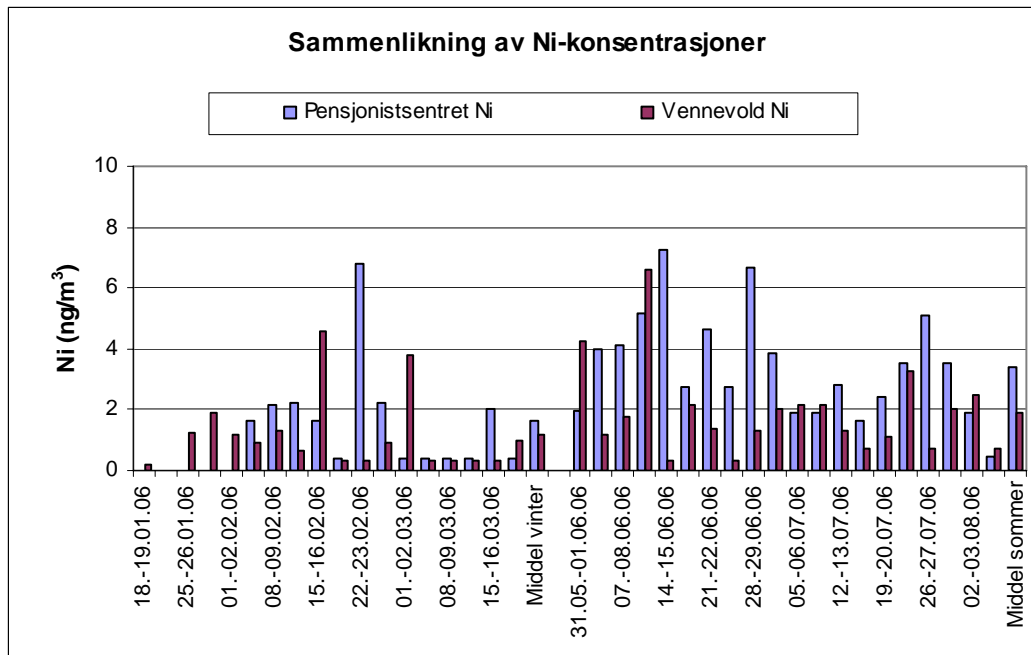
Figur 11: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Cr ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $1,29 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,65 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. De aller fleste analyseresultatene var under metodens deteksjonsgrense. Bare en enkelt prøve fra Vennevold har slått noe ut. Det er ingen grenseverdier for krom i luft.

Middelkonsentrasjonen av Cr på Birkenes i 2005 var $1,07 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,13 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. Ut fra dette er det vanskelig å se om lokale utslipp i Sunndal har særlig betydning.

5.11 Nikkel (Ni)

Figur 12 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Ni ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 12: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Ni ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

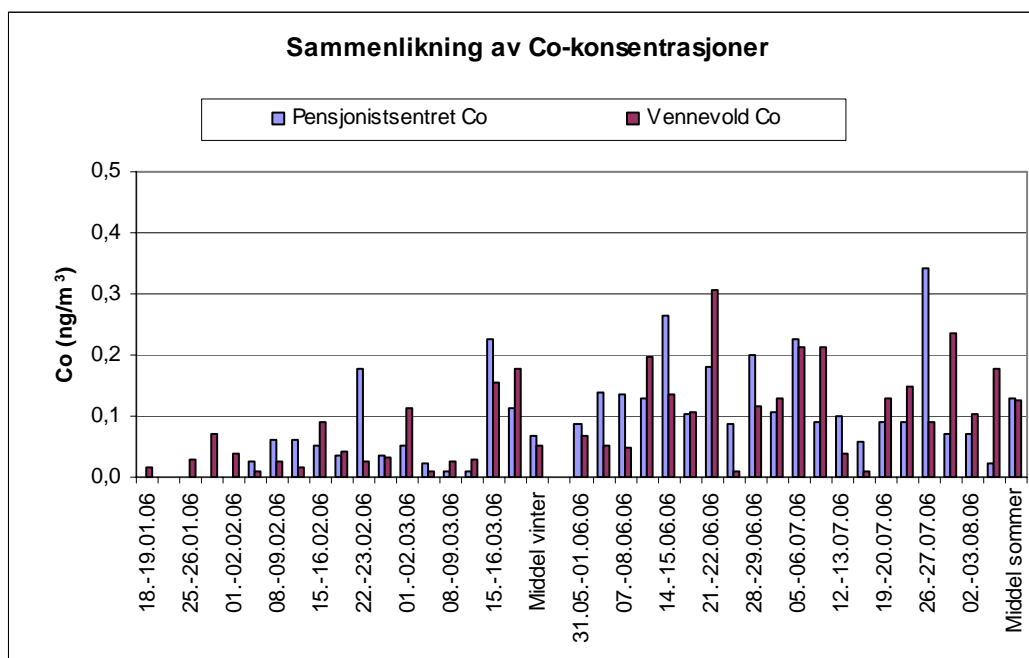
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $2,52 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,53 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold, og konsentrasjonene var høyest i sommerperioden. EUs målverdi for årsmiddel på 20 ng/m^3 ble derfor overholdt med meget god margin.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $7,26 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $5,53 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold.

Middelkonsentrasjonen av Ni på Birkenes i 2005 var $2,18 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,13 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene ser derfor ut til å gi noe bidrag til Ni i Sunndal.

5.12 Kobolt (Co)

Figur 13 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Co ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



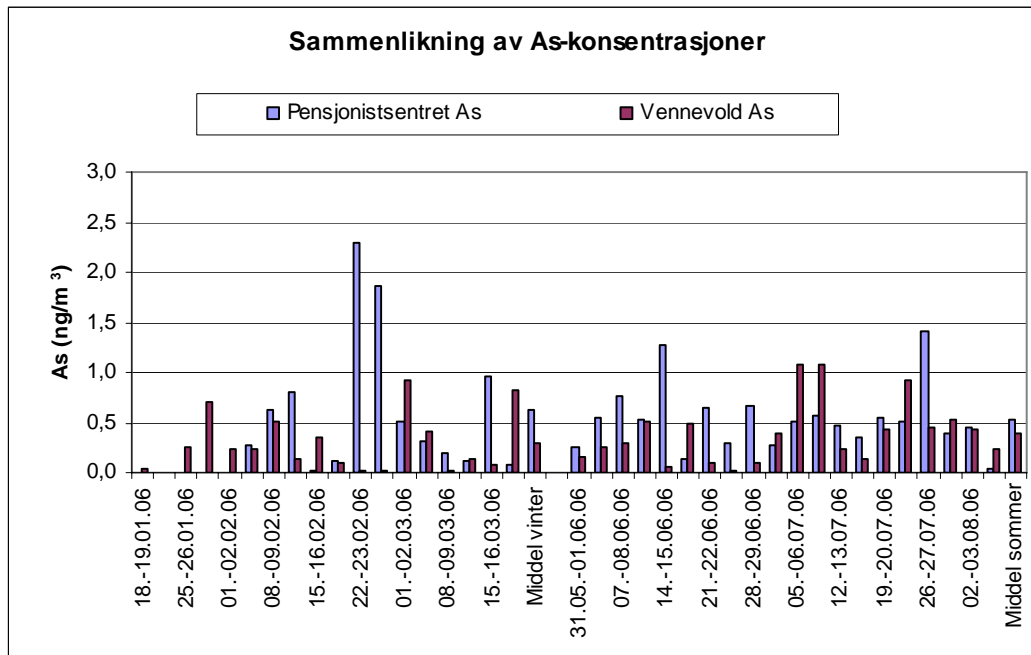
Figur 13: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Co ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var $0,10 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,09 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $0,34 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,31 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. Det er ingen grenseverdier for kobolt i luft

Middelkonsentrasjonen av Co på Birkenes i 2005 var $0,08 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,03 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene ser derfor ut til å gi lite bidrag til Co i Sunndal.

5.13 Arsen (As)

Figur 14 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av As ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 14: Døgnmiddelkonsentrasjoner av As ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

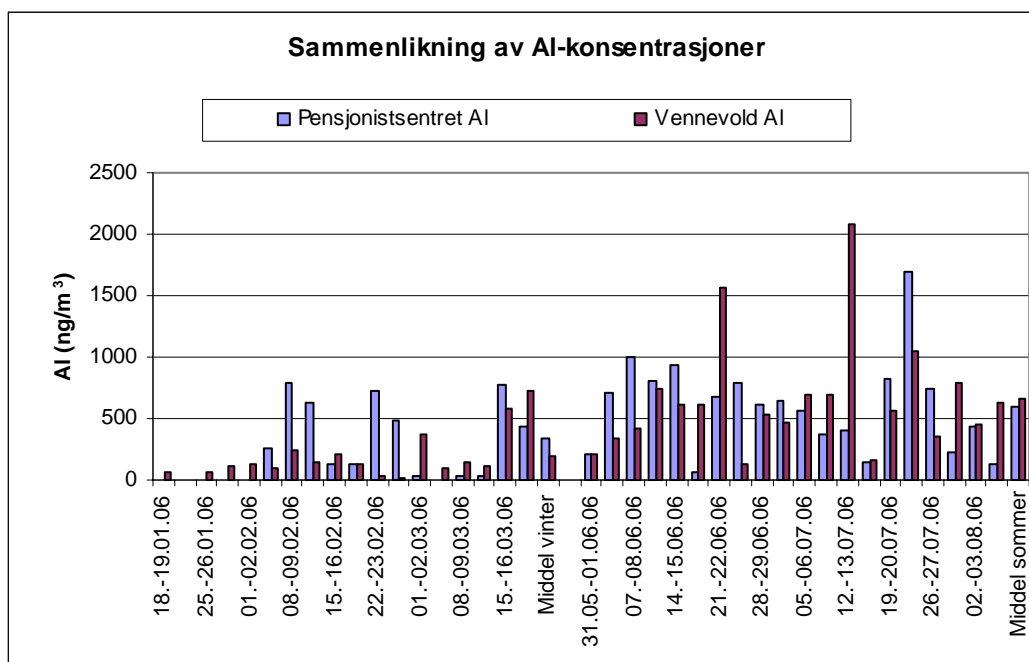
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $0,58 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,35 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold. EUs målverdi for årsmiddel på 6 ng/m^3 overholdes derfor med god margin.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $2,29 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $1,07 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold.

Middelkonsentrasjonen av As på Birkenes i 2005 var $0,52 \text{ ng/m}^3$, mens den var $0,11 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene ser derfor til å gi lite bidrag til As i Sunndal. Enkelte dager var det imidlertid noe forhøyede verdier ved Pensjonistsentret sammenliknet med Vennevold.

5.14 Aluminium (Al)

Figur 15 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av Al ved Pensjonistsentret og Vennevold vinteren og sommeren 2006.



Figur 15: Døgnmiddelkonsentrasjoner av Al ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

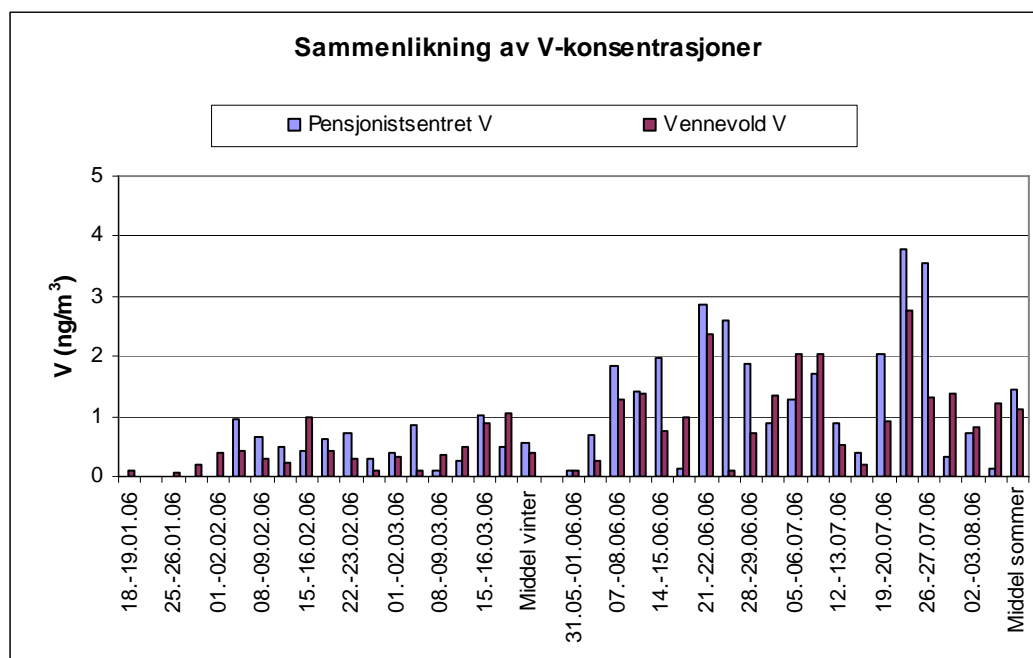
Gjennomsnittskonsentrasjonen var 471 ng/m^3 ved Pensjonistsentret og 425 ng/m^3 ved Vennevold, og konsentrasjonene var noe høyere på begge målestasjonene i sommerperioden.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 1698 ng/m^3 ved Pensjonistsentret og 2078 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 for de andre tungmetallene. 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 vinteren og sommeren 2006.



Figur 16: Døgnmiddelkonsentrasjoner av V ved Pensjonistsentret og Vennevold i periodene 18.1.-17.3.2006 (Pensjonistsentret fra 2.2.2006) og 31.5.-4.8.2006.

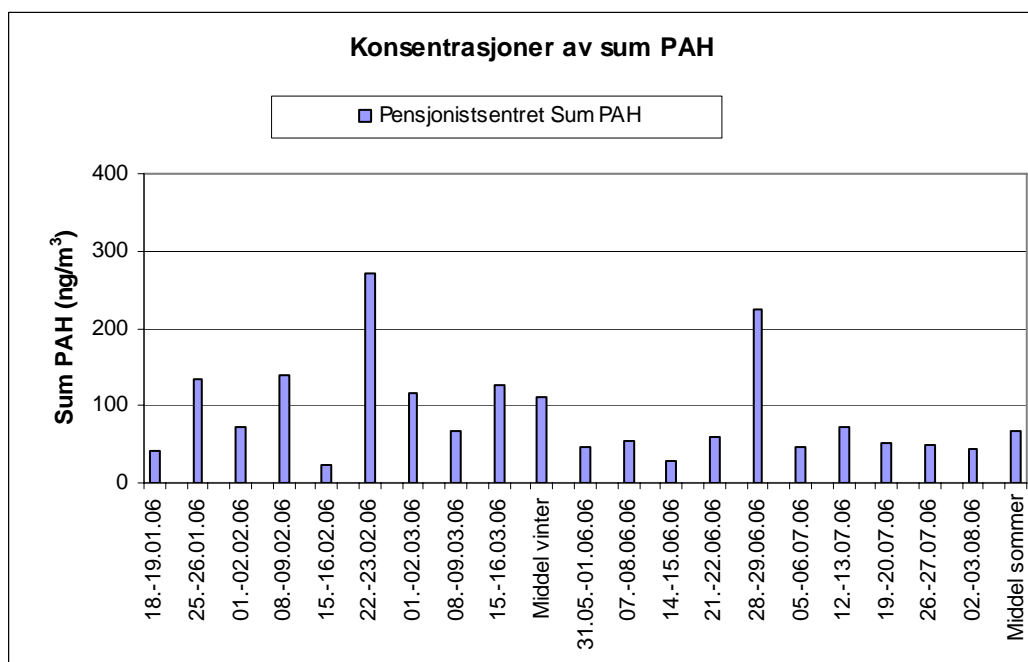
Gjennomsnittskonsentrasjonen var $1,01 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $0,77 \text{ ng/m}^3$ ved Vennevold, og middelkonsentrasjonene var høyest i sommerperioden på begge målestasjonene.

Den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var $3,79 \text{ ng/m}^3$ ved Pensjonistsentret og $2,76 \text{ ng/m}^3$ 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 Birkenes i 2005 var $1,44 \text{ ng/m}^3$ og $0,13 \text{ ng/m}^3$ på Zeppelin. De lokale utslippene ser ut til å gi noe bidrag i Sunndal, og det var en viss samvariasjon særlig med konsentrasjonen av aluminium.

5.16 Sum PAH

Figur 17 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av sum PAH ved Pensjonistsentret vinteren og sommeren 2006.



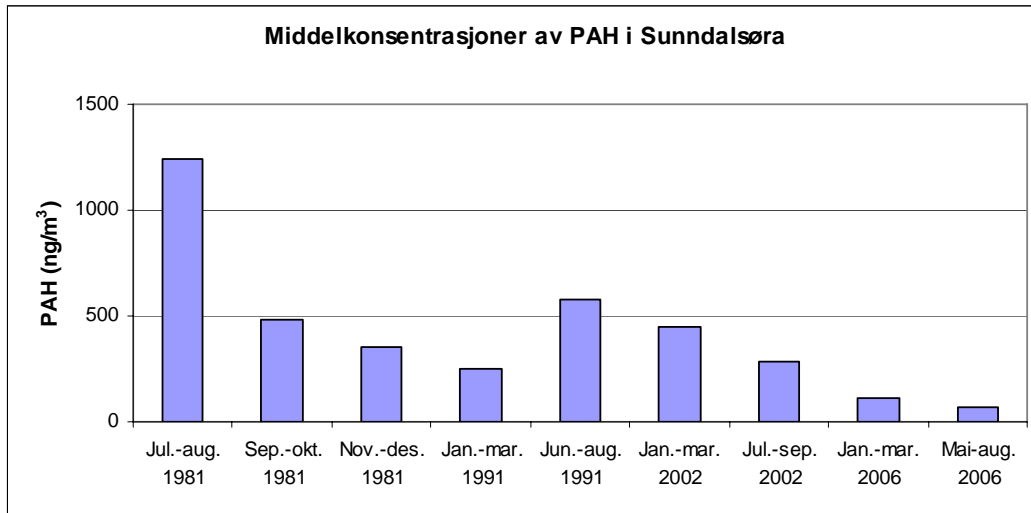
Figur 17: Døgnmiddelkonsentrasjoner av sum PAH ved Pensjonistsentret i periodene 18.1.-16.3.2006 og 31.5.-3.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen var 89 ng/m^3 , og den høyeste døgnmiddelkonsentrasjonen var 272 ng/m^3 . Bakgrunnsstasjonen Zeppelin på Svalbard hadde en middelkonsentrasjon av sum PAH på $2,2 \text{ ng/m}^3$ i 2005. Det er ingen grenseverdi for sum PAH i luft, men EU har en målverdi for enkeltkomponenten BaP (benzo(a)pyren) på 1 ng/m^3 som årsmiddel, se avsnitt 5.17.

Målingene i dette prosjektet viste høy grad av samvariasjon mellom konsentrasjoner av PAH og henholdsvis PM_{10} , bly, kadmium, nikkel, arsen og BaP i vinterperioden.

Figur 18 viser middelkonsentrasjoner av PAH i årene 1981, 1991, 2002 og 2006. Målingene i 1981 og 1991 viste høyere middelkonsentrasjon om sommeren enn om vinteren, særlig i 1981. I 2002 og 2006 var det derimot lavere middelkonsentrasjon i sommer- enn i vinterperioden. Konsentrasjonene i 2006 er de klart laveste som er målt til nå, både i vinter- og sommerperioden. I forhold til nivået i 2002, er konsentrasjonene i 2006 redusert om lag 75% både vinter og sommer. 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. Det kan imidlertid neppe være tvil om at utslippene fra aluminiumverket nå er betydelig redusert etter ombyggingen.

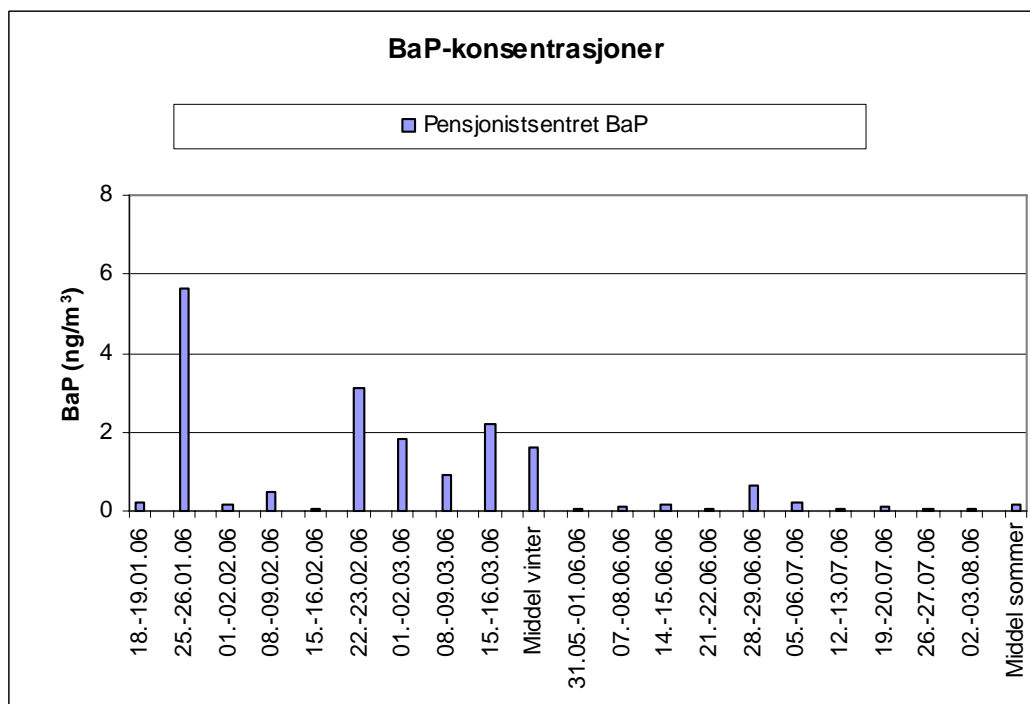
Nedgangen i PAH etter ombyggingen bekreftes også av bedriftens årlige undersøkelser av PAH i salat på en rekke lokaliteter i ulike avstander og retninger fra aluminiumsverket (data fra Hydro Aluminium Sunndal). Før ombyggingen var det en markert avtanking i PAH-konsentrasjoner med avstanden fra verket. Etter ombyggingen er PAH-nivået i salat betydelig redusert på alle lokalitetene, samtidig som avstandsavhengigheten nå knapt er merkbar.



Figur 18: Middelkonsentrasjoner av PAH i Sunndalsøra 1981-2006 (ng/m³).

5.17 BaP-konsentrasjoner

Figur 19 viser døgnmiddelkonsentrasjoner av PAH-komponenten BaP ved Pensjonistsentret vinteren og sommeren 2006.



Figur 19: Døgnmiddelkonsentrasjoner av BaP ved Pensjonistsentret i periodene 18.1.-16.3.2006 og 31.5.-3.8.2006.

Gjennomsnittskonsentrasjonen for målingene i 2006 var $0,89 \text{ ng/m}^3$, og konsentrasjonen var klart høyere i vinter- enn i sommerperioden. Dette nivået var litt lavere enn EUs målverdi på 1 ng/m^3 , men samtidig høyere enn øvre vurderingsterskel for årsmiddel på $0,6 \text{ ng/m}^3$. Gjennomsnittskonsentrasjonen av BaP i 2006 var ca. 80% lavere enn ved tilsvarende målinger i 2002 ($4,45 \text{ ng/m}^3$). Konsentrasjonen av sum PAH gikk ned ca. 76% fra 2002 til 2006, slik at BaP utgjorde en litt lavere andel av sum PAH i 2006 (1,00%) enn i 2002 (1,22%).

Den høyeste målte døgnmiddelkonsentrasjonen var $5,63 \text{ ng/m}^3$ i 2006, mens den var $13,6 \text{ ng/m}^3$ i 2002. Den høyeste verdien av BaP på $5,63 \text{ ng/m}^3$ ble målt 25.-26.1.2006. Denne dagen hadde også den høyeste konsentrasjonen av reten, som er en indikator på vedfyring, samt den klart høyeste konsentrasjonen av koronen, som er en indikator på biltrafikk. Vindretningen varierte fra sørvest til nordvest på dagtid den 25. Fra kvelden stilnet det av, og den 26. var det et svakt drag fra sørøst. Gjennomsnittstemperaturen var vel $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Lave fluorid- og SO_2 -konsentrasjoner tyder heller ikke på at aluminiumverket var en vesentlig kilde til BaP dette døgnet.

Svært mye høyere BaP-konsentrasjoner om vinteren enn om sommeren indikerer at vedfyring kan være en vesentlig kilde til BaP.

5.18 Samvariasjon mellom parametre

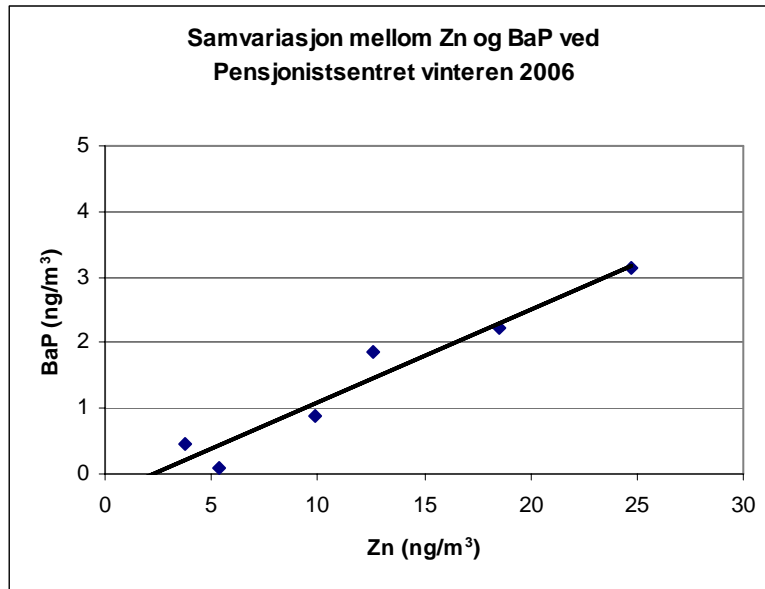
De grafiske bildene i Figur 2 - Figur 17 og Figur 19 foran antyder at en del av de komponentene som er målt varierer i takt, dvs. at eksempelvis de høyeste konsentrasjonene av flere av komponentene måles de samme dagene. Dette skyldes at utslippene følger hverandre, dvs. at hovedkilden er den samme.

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 vist samvariasjonen mellom de stoffene der sammenhengen er best ved målestasjonen Pensjonistsentret i vinterperioden. Figurene viser de 10 beste samvariasjonene, dvs. høyest korrelasjonskoeffisient (R^2). Flere figurer med nesten like god samvariasjon kunne vært tatt med.

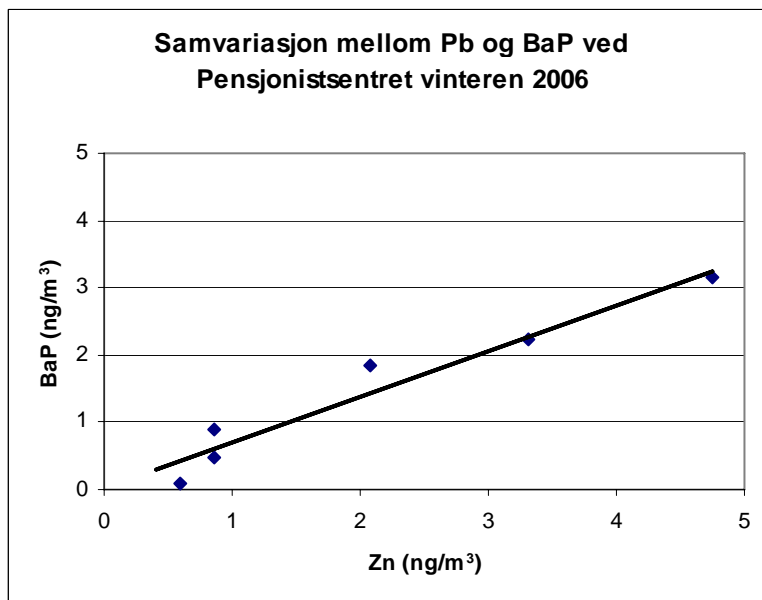
Analysen viste at Pb, Cd, Zn og BaP samvarierte i meget høy grad med hverandre. Innbyrdes korrelasjonskoeffisienter mellom disse komponentene var over 0,9 i vinterperioden. PM_{10} , Ni og As samvarierte godt med PAH, As også med BaP. I sommerperioden var korrelasjonskoeffisientene generelt lavere, men PM_{10} , SO_4 og Pb samvarierte godt, som kan tyde på noe bidrag fra langtransporterte luftforurensninger. Dessuten var det god samvariasjon i sommerperioden mellom Co og As, Al og V, samt PAH og BaP.

I 2002 samvarierte partikkelfasen av fluorid i høy grad med en rekke andre komponenter. I 2006 var konsentrasjonen nesten halvert i forhold til 2002, og korrelasjonskoeffisientene var generelt lavere. Fortsatt er det imidlertid ganske god korrelasjon mellom fluorid i partikkelfase og PM_{10} , SO_2 , Ni, Co, As og Al.

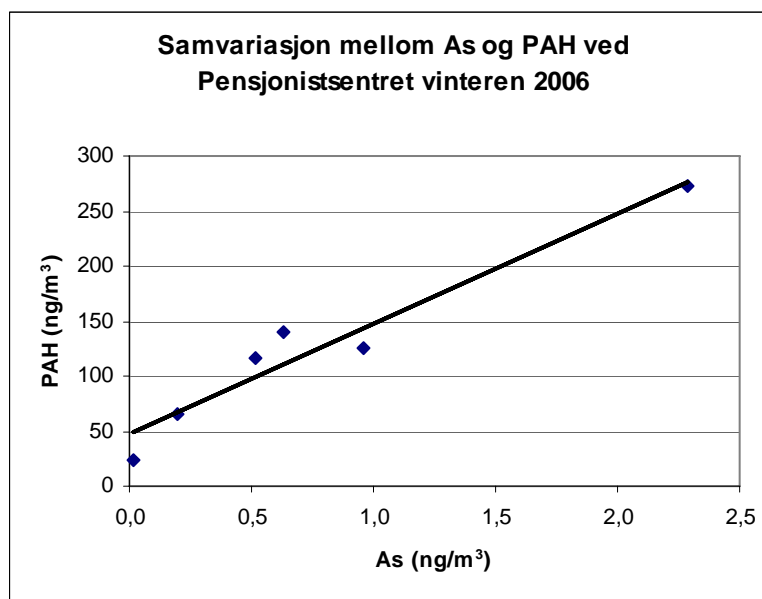
SO₄ antas i stor grad å skyldes luftforurensninger fra andre områder. Denne komponenten korrelerte best med PM₁₀ og Pb både i vinter- og sommerperioden. Særlig var samvariasjonen god i sommerperioden.



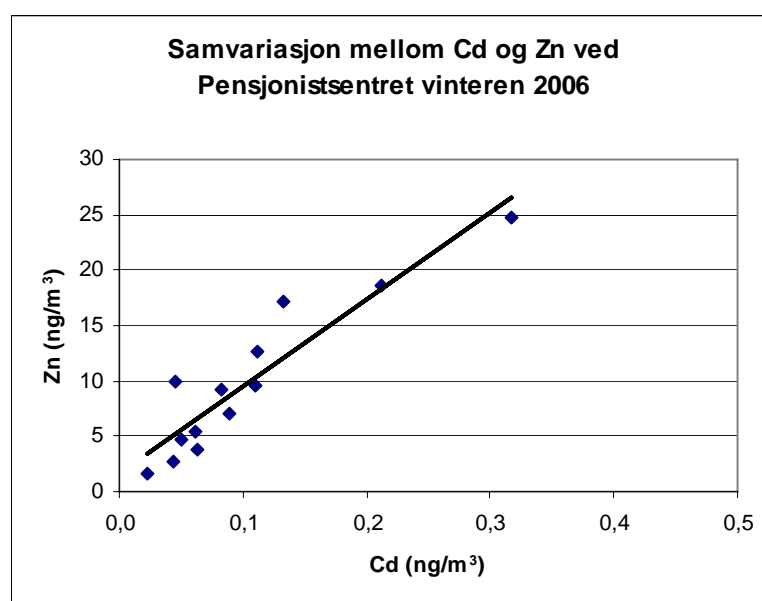
Figur 20: Samvariasjon mellom Zn og BaP ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



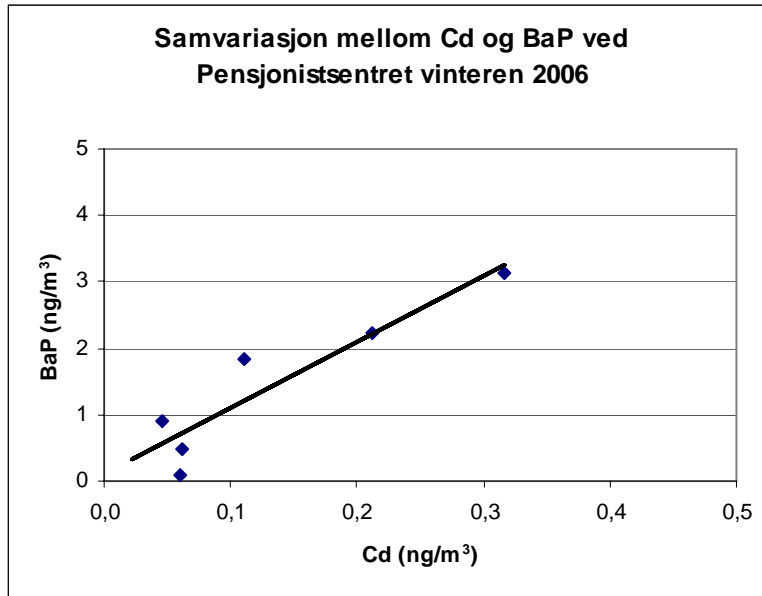
Figur 21: Samvariasjon mellom Pb og BaP ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



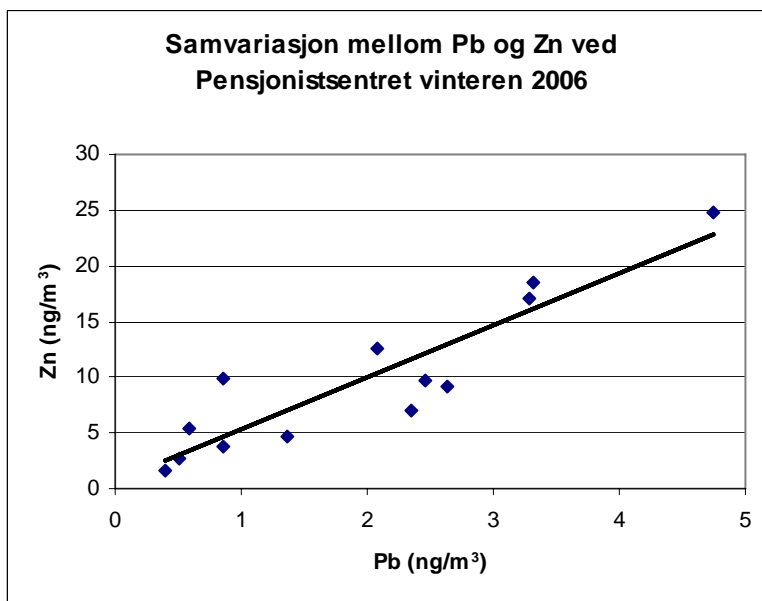
Figur 22: Samvariasjon mellom As og PAH ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



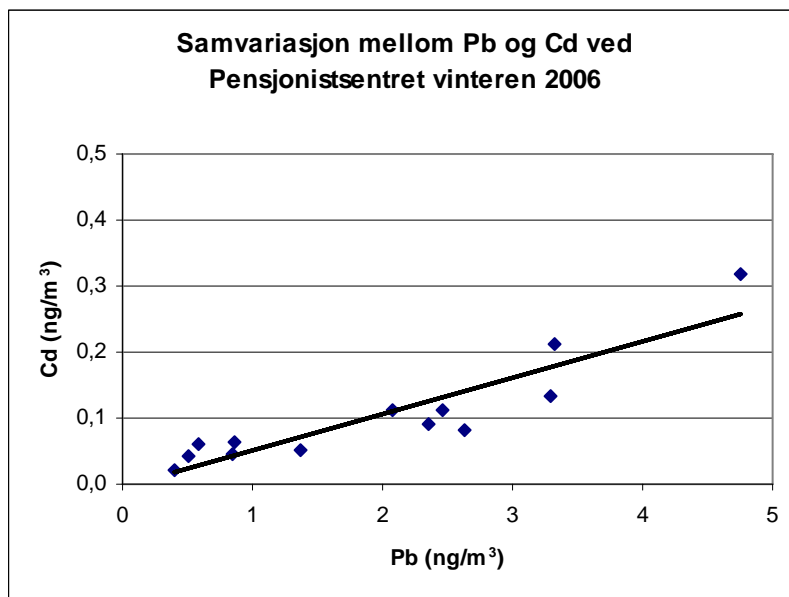
Figur 23: Samvariasjon mellom Cd og Zn ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



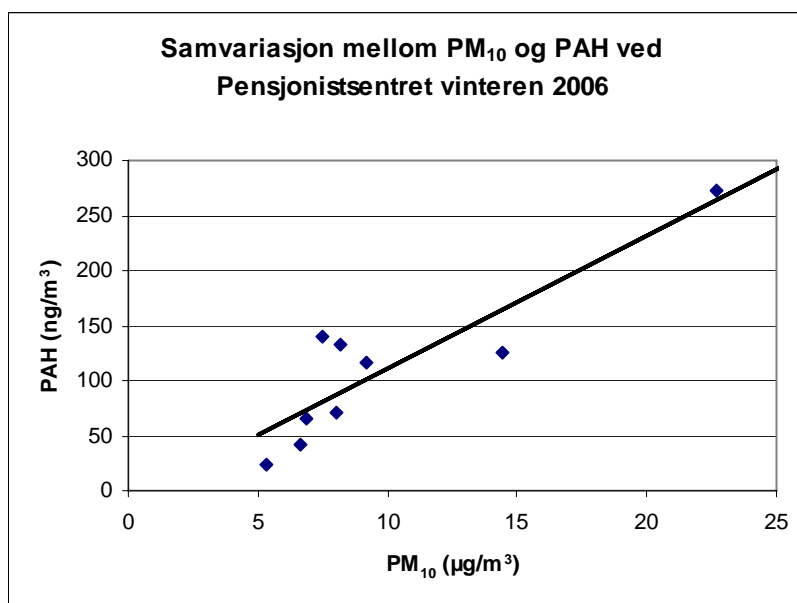
Figur 24: Samvariasjon mellom Cd og BaP ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



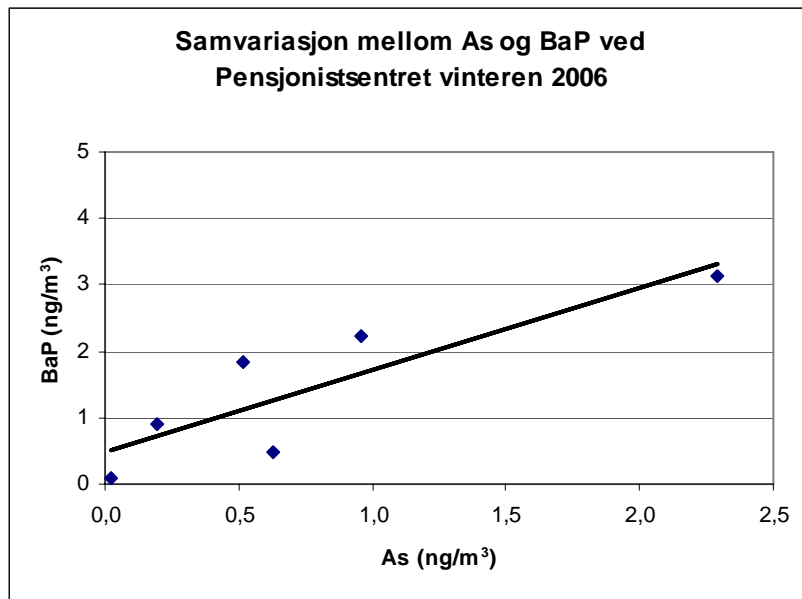
Figur 25: Samvariasjon mellom Pb og Zn ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



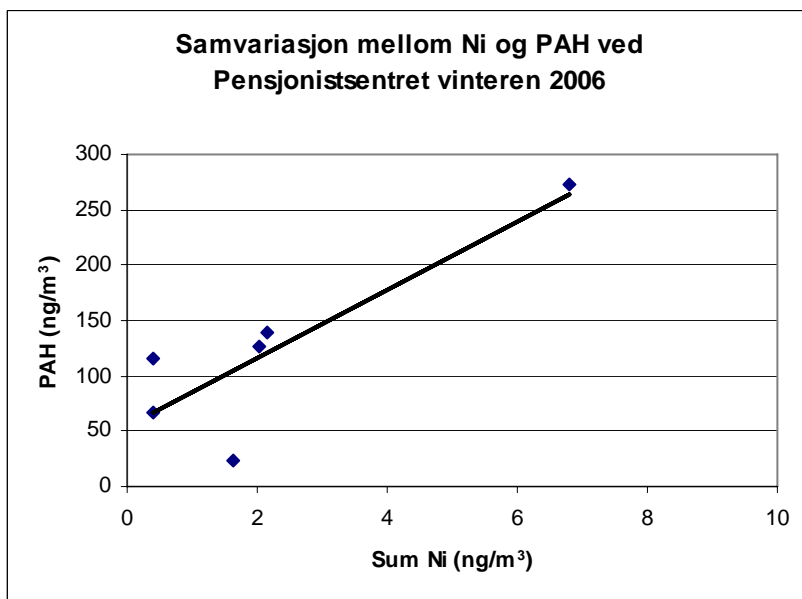
Figur 26: Samvariasjon mellom Pb og Cd ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



Figur 27: Samvariasjon mellom PM₁₀ og PAH ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



Figur 28: Samvariasjon mellom As og BaP ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.



Figur 29: Samvariasjon mellom Ni og PAH ved Pensjonistsentret i vinterperioden 2006.

6 Sammenlikning av luftkvalitet i 2006 med 2002

Måleprogrammet i 2006 var helt likt programmet i 2002. Målingene er begge årene gjennomført i 9 uker i vinterperioden og i 10 uker i sommerperioden. Siden 2002 er aluminiumverket i Sunndalsøra ombygd. Hensikten med målingene i 2006 var å se om ombyggingen har ført til bedring i luftkvaliteten i nærområdet.

Tabell 5 viser de målte middelverdiene for målingene i 2002 og 2006 ved Pensjonistsentret og Vennevold. Middelverdiene er beregnet som gjennomsnittet av middelverdiene i vinter- og sommerperioden. Siden det har vært relativt få målinger, kan årsmiddelverdiene være noe usikre.

Tabell 6: Sammenlikning av luftkvaliteten i 2002 og 2006 ved Pensjonistsentret og Vennevold. Middelverdiene er basert på 18 prøver (9 for PAH og BaP) i vinterperiodene og 20 prøver (10 for PAH og BaP) i sommerperiodene. For tungmetallene er det bare 13 prøver ved Pensjonistsentret vinteren 2006. PAH (og BaP) ble bare målt ved Pensjonistsentret begge årene. For Cr, Ni og Co gjelder sammenlikningen bare vinterperioden, da sommerdata for disse komponentene ikke foreligger for 2002.

Stoff	Enhet	Pensjonistsentret Middel 2002	Pensjonistsentret Middel 2006	Vennevold Middel 2002	Vennevold Middel 2006
PM ₁₀	µg/m ³	14,2	11,2	10,4	9,8
Fluorid (partikler)	µg/m ³	0,58	0,30	0,16	0,16
Fluorid (gass)	µg/m ³	0,34	0,36	0,14	0,23
SO ₂ (gass)	µg/m ³	3,06	1,57	1,10	1,05
SO ₄ (partikler)	µg/m ³	0,81	1,25	0,73	1,25
Pb	ng/m ³	2,65	1,58	1,50	1,43
Cd	ng/m ³	0,18	0,09	0,09	0,07
Cu	ng/m ³	1,84	2,14	1,74	1,31
Zn	ng/m ³	10,6	8,10	5,91	5,53
Cr	ng/m ³	0,82	1,21	0,36	1,09
Ni	ng/m ³	3,48	1,62	0,73	1,16
Co	ng/m ³	0,14	0,07	0,06	0,05
As	ng/m ³	1,42	0,58	0,59	0,35
Al	ng/m ³	797	471	330	425
V	ng/m ³	2,10	1,01	1,60	0,77
Sum PAH	ng/m ³	366	89		
BaP	ng/m ³	4,45	0,89		

Middelkonsentrasjonene i 2006 var lavere enn i 2002 for en rekke komponenter ved Pensjonistsentret i Sunndalsøra sentrum. Ved Vennevold 6 km opp i Sunndalen var nedgangen betydelig mindre eller ikke forekommende.

Nedgangen var størst for PAH og BaP. PAH hadde en nedgang på ca. 75% både i vinter- og sommerperioden fra 2002 til 2006. For BaP var nedgangen vel 50% i

vinterperioden og mer enn 95% i sommerperioden. Middelerdiene for BaP var 1,63 ng/m³ i vinterperioden og så lav som 0,16 ng/m³ i sommerperioden. Dette gir en årsmiddelerdi på ca. 0,9 ng/m³ i 2006, som er under EUs målverdi på 1 ng/m³, men samtidig noe over øvre vurderingsterskel på 0,6 ng/m³.

Analysene av PAH i vinterperioden tyder på at vedfyring og biltrafikk kan gi et betydelig bidrag til BaP. I enkeltprøvene med de høyeste BaP-konsentrasjonene var det samtidig klart forhøyede konsentrasjoner av komponenten reten (sporstoff for vedfyring). I noen av prøvene var det også forhøyede konsentrasjoner av koronen (sporstoff for biltrafikk). Det ser derfor ut til at vedfyring kan ha vært en hovedkilde til BaP i vinterperioden 2006, men også med noe bidrag fra biltrafikk. Vurdert på grunnlag av sommermålingene har bidraget fra aluminiumverket trolig vært lite også i vinterperioden.

For fluorid i partikkelfase og SO₂ ble middelkonsentrasjonene redusert nærmere 50% fra 2002 til 2006. Reduksjonen er størst i vinterperioden. Ved Vennevold var det ingen endring i nivået, men konsentrasjonene var klart lavere enn ved Pensjonistsentret. Fluorid i gassfasen var uforandret ved Pensjonistsentret, mens det har vært en liten økning ved Vennevold.

Partikulært sulfat har økt ved begge stasjonene. Middelkonsentrasjonen var imidlertid lik ved Pensjonistsentret og Vennevold, og hovedkilden er trolig langtransporterte luftforurensninger.

For en del av tungmetallene har konsentrasjonene gått ned 40-60% ved Pensjonistsentret. Dette gjelder Pb, Cd, Ni, Co, As, Al og V. Bortsett fra As og V var det liten eller ingen nedgang ved Vennevold. Dette kan skyldes at utslippene nå hovedsakelig kommer fra skorsteiner som gir god spredning og lite nedslag i nærområdet.

I 2003 hadde NILU oppdrag fra Hydro Aluminium Sunndal om å utføre teoretiske spredningsberegninger i forkant av utbyggingen (Gjerstad, 2003) Disse spredningsberegningene tilsvarer måleprogrammet i 2006. Resultatene fra spredningsberegningen fra 2003 samsvarer godt med de faktiske målingene fra 2006 for de fleste stoffer. For PM₁₀ er det dårlig samsvar mellom modellberegning og målinger. Dette skyldes trolig at det i modellberegningene ikke ble tatt hensyn til andre kilder enn Hydro Aluminium Sunndal. Vedfyring, trafikkutslipp og langtransportert forurensning er eksempel på andre kilder som bidrar til konsentrasjoner av PM₁₀ og som ikke var inkludert i spredningsberegningene i 2003.

7 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 (2004) Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Brussels. *Official Journal of the European Union, L 23*, 26.1.2005, p. 3-16. (4. Datterdirektiv).

Gjerstad, K.I. (2003) Luftkvalitet ved Hydro Aluminium Sunndal etter Su4-utbygging. Kjeller (NILU OR 88/2003).

Hagen, L.O. (2002) Kontrollmålinger av PAH i luft ved aluminiumverk vinteren 2001/2002. Kjeller (NILU OR 37/2002).

Hagen, L.O. (2003) Målinger av luftkvalitet ved Hydro Aluminium Sunndal i 2002. Kjeller (NILU OR 63/2003).

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 (2004) Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften). (FOR 2004-06-01 nr 931). URL: <http://www.lovdata.no/for/sft/md/md-20040601-0931.html>.

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., Solberg, S., Berg, T., Manø, S. og Yttri, K.E. (2006) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2005. Kjeller (NILU OR 36/2006) (SFT-rapport 955/2006).

Vedlegg A

Døgnmiddelkonsentrasjoner av alle målte komponenter

Pensjonistsentret
Vennevold

Tabell A1: Analyseresultater fra Pensjonistsentret vinteren 2006 (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)
18.-19.01.06	6,6	0,02	0,13	1,00	1,20											42	0,21
19.-20.01.06	5,3	0,06	0,02	0,40	0,42												
25.-26.01.06	8,2	0,04	0,04	0,36	0,36											133	5,63
26.-27.01.06	16,7	0,17	0,06	0,48	0,51												
01.-02.02.06	8,0	0,50	0,19	1,84	0,87											71	0,16
02.-03.02.06	5,0	0,16	0,15	1,02	0,18	0,40	0,02	0,64	1,59	0,62	1,66	0,03	0,28	259	0,94		
08.-09.02.06	7,5	0,28	0,17	1,66	0,21	0,86	0,06	1,00	3,81	0,61	2,15	0,06	0,63	798	0,65	140	0,47
09.-10.02.06	9,8	0,21	0,16	1,34	0,33	0,51	0,04	0,71	2,76	0,60	2,20	0,06	0,80	636	0,48		
15.-16.02.06	5,3	0,12	0,19	0,68	1,26	0,59	0,06	0,64	5,40	1,19	1,63	0,05	0,02	134	0,41	24	0,08
16.-17.02.06	5,3	0,02	0,19	1,84	3,36	2,36	0,09	0,50	7,03	1,22	0,39	0,04	0,12	125	0,62		
22.-23.02.06	22,7	0,31	0,27	1,80	1,44	4,75	0,32	3,58	24,8	2,89	6,80	0,18	2,29	719	0,73	272	3,14
23.-24.02.06	15,5	0,15	0,37	2,20	1,71	3,29	0,13	2,22	17,1	1,23	2,25	0,04	1,86	485	0,29		
01.-02.03.06	9,2	0,02	0,09	1,32	1,14	2,07	0,11	7,30	12,6	1,22	0,39	0,05	0,52	24,9	0,41	116	1,85
02.-03.03.06	9,5	0,02	0,12	1,74	3,48	2,63	0,08	0,51	9,16	1,25	0,40	0,02	0,32	6,4	0,84		
08.-09.03.06	6,9	0,02	0,17	0,52	0,63	0,85	0,05	1,45	9,86	1,22	0,39	0,01	0,20	37,9	0,11	66	0,89
09.-10.03.06	6,5	0,02	0,12	0,96	3,45	1,36	0,05	0,55	4,69	1,22	0,39	0,01	0,11	25,5	0,27		
15.-16.03.06	14,4	0,07	0,15	0,68	1,32	3,32	0,21	2,51	18,6	1,21	2,04	0,23	0,96	773	1,03	126	2,22
16.-17.03.06	27,0	0,18	0,22	1,06	5,37	2,47	0,11	4,11	9,62	1,25	0,40	0,11	0,08	431	0,49		
Middel	10,5	0,13	0,16	1,16	1,51	1,96	0,10	1,98	9,77	1,21	1,62	0,07	0,63	343	0,56	110	1,63
Maksimum	27,0	0,50	0,37	2,20	5,37	4,75	0,32	7,30	24,8	2,89	6,80	0,23	2,29	798	1,03	272	5,6
Minimum	5,0	0,02	0,02	0,36	0,18	0,40	0,02	0,50	1,59	0,60	0,39	0,01	0,02	6,40	0,11	24	0,08
Antall døgn	18	18	18	18	18	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	9	9

Tabell A2: Analyseresultater fra Pensjonistsentret sommeren 2006 (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)
31.05.-01.06.06	5,6	0,20	0,13	0,54	0,48	0,38	0,01	7,27	4,24	1,20	1,95	0,09	0,25	208	0,11	46	0,07
01.-02.06.06	13,0	0,63	0,46	1,84		1,01	0,09	1,65	7,20	1,26	3,96	0,14	0,55	712	0,69		
07.-08.06.06	16,4	0,73	0,49	2,66	1,11	0,91	0,06	1,83	3,45	1,25	4,10	0,13	0,76	998	1,84	54	0,11
08.-09.06.06	11,7	0,25	0,20	1,22	0,78	1,07	0,06	2,02	8,09	1,17	5,20	0,13	0,52	801	1,43		
14.-15.06.06	18,7	1,26	1,44	3,86	0,93	2,05	0,07	2,61	9,27	1,23	7,26	0,26	1,26	936	1,99	29	0,15
15.-16.06.06	6,0	0,08	0,14	0,16	0,18	0,26	0,13	1,08	10,1	1,23	2,72	0,10	0,14	60,5	0,12		
21.-22.06.06	13,8	0,69	0,54	4,32	1,02	1,24	0,07	0,57	1,94	1,52	4,65	0,18	0,65	681	2,86	60	0,04
22.-23.06.06	12,5	0,20	0,25	2,98	0,54	1,15	0,02	3,51	5,05	1,61	2,75	0,09	0,30	796	2,60		
28.-29.06.06	10,4	0,57	0,69	2,56	0,72	1,49	0,17	7,19	12,6	1,42	6,66	0,20	0,66	620	1,87	225	0,66
29.-30.06.06	13,0	0,45	0,28	1,14	0,57	1,25	0,06	2,12	15,5	1,39	3,85	0,11	0,28	644	0,87		
05.-06.07.06	17,0	0,48	0,55	1,34	3,39	2,39	0,04	1,93	6,66	1,48	1,89	0,23	0,51	566	1,29	46	0,22
06.-07.07.06	24,6	0,55	0,78	2,12	3,69	2,45	0,13	1,72	7,13	1,38	1,93	0,09	0,57	364	1,70		
12.-13.07.06	7,2	0,47	0,64	2,40	0,33	0,92	0,02	1,14	1,83	1,44	2,84	0,10	0,47	401	0,89	72	0,08
13.-14.07.06	4,4	0,26	1,66	3,70	0,15	0,57	0,02	0,13	1,77	1,38	1,63	0,06	0,36	138	0,41		
19.-20.07.06	9,2	0,60	0,44	1,64	0,33	0,87	0,02	1,56	1,85	1,45	2,45	0,09	0,54	824	2,03	51	0,11
20.-21.07.06	12,1	0,45	0,46	2,36	0,42	0,83	0,02	1,48	4,47	1,38	3,56	0,09	0,51	1698	3,79		
26.-27.07.06	17,7	0,48	0,86	1,60	2,25	2,97	0,09	4,62	8,55	1,38	5,11	0,34	1,41	738	3,54	50	0,08
27.-28.07.06	8,4	0,35	0,34	0,72	0,72	0,69	0,15	1,08	13,0	1,34	3,50	0,07	0,39	229	0,34		
02.-03.08.06	11,2	0,42	0,31	0,82	0,75	0,88	0,08	1,97	1,72	1,35	1,90	0,07	0,45	434	0,73	43	0,06
03.-04.08.06	4,7	0,19	0,33	1,42	0,27	0,37	0,02	0,56	4,26	1,38	0,44	0,02	0,03	127	0,13		
Middel	11,9	0,47	0,55	1,97	0,98	1,19	0,07	2,30	6,43	1,36	3,42	0,13	0,53	599	1,46	68	0,16
Maksimum	24,6	1,26	1,66	4,32	3,69	2,97	0,17	7,27	15,5	1,61	7,26	0,34	1,41	1698	3,79	225	0,66
Minimum	4,4	0,08	0,13	0,16	0,15	0,26	0,01	0,13	1,72	1,17	0,44	0,02	0,03	60,5	0,11	29	0,04
Antall døgn	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10

Tabell A3: Analyseresultater fra Vennevold vinteren 2006 (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)
18.-19.01.06	8,8	0,00	0,02	0,80	1,14	0,40	0,01	0,36	2,80	0,54	0,17	0,02	0,05	66,2	0,10
19.-20.01.06	6,0	0,00	0,02	0,40	0,81										
25.-26.01.06	5,4	0,07	0,04	0,62	0,30	0,41	0,03	0,50	2,91	0,54	1,24	0,03	0,26	66,2	0,05
26.-27.01.06	7,8	0,07	0,03	0,62	0,45	1,12	0,05	1,01	8,27	2,93	1,90	0,07	0,70	114	0,19
01.-02.02.06	6,8	0,16	0,07	0,80	0,78	0,68	0,05	0,49	2,00	0,53	1,20	0,04	0,24	136	0,38
02.-03.02.06	3,8	0,12	0,08	0,98	0,18	0,31	0,04	0,11	0,69	0,54	0,91	0,01	0,24	89,4	0,44
08.-09.02.06	3,6	0,16	0,09	1,06	0,15	0,58	0,04	2,75	3,64	0,53	1,33	0,02	0,52	242	0,30
09.-10.02.06	5,4	0,07	0,04	0,70	0,96	0,29	0,02	0,53	2,28	0,52	0,68	0,02	0,14	153	0,22
15.-16.02.06	3,4	0,13	0,06	1,34	3,00	3,00	0,16	2,78	24,7	1,06	4,55	0,09	0,35	212	1,00
16.-17.02.06	7,5	0,05	0,16	3,24	2,73	1,34	0,06	0,37	5,30	1,08	0,34	0,04	0,10	136	0,44
22.-23.02.06	12,8	0,04	0,24	1,42	1,14	0,99	0,05	0,76	4,30	1,08	0,34	0,03	0,02	28,9	0,28
23.-24.02.06	3,2	0,07	0,23	1,54	0,72	0,49	0,01	0,46	3,15	1,09	0,93	0,03	0,02	17,7	0,10
01.-02.03.06	4,4	0,28	0,09	0,92	1,71	1,74	0,17	1,82	8,58	2,66	3,76	0,11	0,92	376	0,34
02.-03.03.06	8,6	0,09	0,14	0,86	1,53	0,84	0,01	0,63	4,48	1,09	0,35	0,01	0,42	97,6	0,10
08.-09.03.06	3,2	0,01	0,02	0,40	1,38	0,81	0,05	0,72	1,37	1,07	0,34	0,02	0,02	138	0,36
09.-10.03.06	5,6	0,01	0,01	1,36	3,66	2,40	0,06	0,65	6,50	1,09	0,35	0,03	0,13	113	0,51
15.-16.03.06	10,8	0,04	0,06	0,90	4,53	1,27	0,04	2,04	5,92	1,09	0,35	0,16	0,08	580	0,88
16.-17.03.06	14,5	0,06	0,16	1,32	4,62	2,37	0,17	1,61	11,5	1,12	0,97	0,18	0,82	724	1,05
Middel	6,8	0,08	0,09	1,07	1,66	1,12	0,06	1,03	5,79	1,09	1,16	0,05	0,30	193	0,40
Maksimum	14,5	0,28	0,24	3,24	4,62	3,00	0,17	2,78	24,7	2,93	4,55	0,18	0,92	724	1,05
Minimum	3,2	0,00	0,01	0,40	0,15	0,29	0,01	0,11	0,69	0,52	0,17	0,01	0,02	17,7	0,05
Antall døgn	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Tabell A4: Analyseresultater fra Vennevold sommeren 2006 (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)
31.05.-01.06.06	8,1	0,23	0,27	0,36	0,42	0,46	0,16	1,19	11,4	1,07	4,25	0,07	0,16	205	0,10
01.-02.06.06	6,0	0,23	0,31	0,36	0,42	0,72	0,04	0,58	1,35	1,06	1,19	0,05	0,26	332	0,28
07.-08.06.06	11,0	0,23	0,28	0,68	1,08	0,66	0,05	0,50	3,54	1,09	1,78	0,05	0,29	420	1,27
08.-09.06.06	12,9	0,34	0,39	1,16	0,93	1,64	0,17	1,33	12,3	1,02	6,58	0,20	0,51	748	1,38
14.-15.06.06	14,5	0,07	0,22	0,22	0,48	0,40	0,03	1,42	1,35	1,06	0,34	0,14	0,06	612	0,77
15.-16.06.06	10,8	0,25	0,36	1,30	0,54	1,13	0,07	1,40	2,71	1,01	2,17	0,11	0,50	615	0,98
21.-22.06.06	21,2	0,23	0,25	0,88	0,51	1,19	0,01	2,47	2,79	1,02	1,37	0,31	0,10	1569	2,37
22.-23.06.06	3,0	0,01	0,35	1,70	0,05	0,43	0,01	3,86	6,03	1,02	0,32	0,01	0,02	134	0,10
28.-29.06.06	8,7	0,18	0,14	0,58	0,05	1,41	0,06	1,84	5,88	1,05	1,33	0,12	0,10	539	0,72
29.-30.06.06	8,6	0,18	0,33	1,22	0,51	1,15	0,07	0,89	4,59	23,8	2,03	0,13	0,38	472	1,36
05.-06.07.06	19,8	0,29	0,43	2,64	2,43	4,39	0,28	2,87	10,7	0,50	2,15	0,21	1,07	698	2,04
06.-07.07.06	19,8	0,29	0,43	2,64	2,43	4,39	0,28	2,87	10,7	0,50	2,15	0,21	1,07	698	2,04
12.-13.07.06	10,9	0,14	0,29	0,54	0,33	8,38	0,16		3,17	1,01	1,29	0,04	0,23	2078	0,52
13.-14.07.06	7,3	0,15	0,13	0,08	0,45	0,26	0,01	0,97	1,35	1,06	0,71	0,01	0,13	155	0,21
19.-20.07.06	8,4	0,41	0,47	1,04	0,33	0,89	0,01	0,87	1,31	1,03	1,10	0,13	0,44	563	0,92
20.-21.07.06	12,3	0,54	0,82	2,16	0,42	1,35	0,04	1,37	5,77	1,01	3,29	0,15	0,92	1052	2,76
26.-27.07.06	17,9	0,24	0,62	1,00	2,46	1,73	0,07	1,10	3,19	2,57	0,71	0,09	0,45	352	1,31
27.-28.07.06	20,5	0,33	0,53	0,68	1,08	1,32	0,06	1,84	8,86	0,98	2,05	0,24	0,52	797	1,37
02.-03.08.06	13,3	0,01	0,55	1,00	0,78	1,08	0,07	1,44	4,57	0,99	2,49	0,10	0,44	451	0,82
03.-04.08.06	19,4	0,18	0,29	0,42	0,87	1,64	0,02	1,46	3,65	1,04	0,69	0,18	0,23	623	1,23
Middel	12,7	0,23	0,37	1,03	0,83	1,73	0,08	1,59	5,26	2,20	1,90	0,13	0,39	656	1,13
Maksimum	21,2	0,54	0,82	2,64	2,46	8,38	0,28	3,86	12,3	23,8	6,58	0,31	1,07	2078	2,76
Minimum	3,0	0,01	0,13	0,08	0,05	0,26	0,01	0,50	1,31	0,50	0,32	0,01	0,02	134	0,10
Antall døgn	20	20	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 89/2006	ISBN 82-425-1818-1 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 50	PRIS NOK 150,-
TITTEL Målinger av luftkvalitet i Sunndal i 2006		PROSJEKTLEDER Leif Otto Hagen	
		NILU PROSJEKT NR. O-105141	
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 Sunndal i en vinter- og i en sommerperiode i 2006. Målingene omfattet svovelforbindelser, svevestøv, fluorider, PAH-forbindelser og tungmetaller i luft. Nivået av luftforurensning i området er sammenlignet med grenseverdier og målverdier for luftkvalitet for de stoffene der slike finnes. Målingene viste at konsentrasjonene av PAH gikk mest ned fra 2002 til 2006. Også konsentrasjonene av fluorid i partikkelfase, svoveldioksid og noen av tungmetallene ble vesentlig redusert, særlig på målestedet i Sunndalsøra sentrum.			
TITLE Measurements of air quality in Sunndal, 2006.			
ABSTRACT			

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