

# Kollsnes Prosessanlegg i Øygarden

Måleprogram luft- og nedbørkvalitet 2008-2009

Tore Flatlandsmo Berglen, Franck Dauge, Erik Andresen,  
Kari Arnesen, Are Bäcklund, Arve Bjerke, Tore Hansen,  
Øyvind Kalvenes, Stein Manø, Norbert Schmidbauer, Dag  
Tønnesen, Hilde Thelle Uggerud og Marit Vadset



# Innhold

	Side
<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Utslipp, luftkvalitetskriterier og tålegrenser .....</b>	<b>8</b>
2.1 Generelt om komponentene som slippes ut.....	8
2.2 Administrative normer .....	12
2.3 Luftkvalitetskriterier.....	12
<b>3 Måleprogrammet 2008-2009 .....</b>	<b>15</b>
3.1 Kort oversikt over meteorologiske målinger.....	15
3.2 Gasser, partikler og nedbør .....	15
<b>4 Datatilgjengelighet .....</b>	<b>18</b>
<b>5 Måleresultater meteorologi .....</b>	<b>20</b>
5.1 Vindretning.....	20
5.2 Vindstyrke .....	20
5.3 Temperatur .....	22
5.4 Spredningsforhold og stabilitet $\Delta T$ .....	23
5.5 Relativ fuktighet RH .....	23
5.6 Nedbør.....	24
<b>6 Måleresultater nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og ozon (O<sub>3</sub>) .....</b>	<b>26</b>
6.1 NO <sub>x</sub> og NO <sub>2</sub> .....	26
6.2 Ozon O <sub>3</sub> .....	32
6.3 Sammenhengen mellom NO, NO <sub>2</sub> og O <sub>3</sub> :.....	34
<b>7 Måleresultater støv (PM<sub>10</sub>) .....</b>	<b>37</b>
<b>8 Måleresultater tungmetaller.....</b>	<b>42</b>
<b>9 Måleresultater kvikksølv (Hg) i nedbør .....</b>	<b>46</b>
<b>10 Måleresultater hovedkomponenter .....</b>	<b>48</b>
<b>11 Måleresultater svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>49</b>
<b>12 Måleresultater benzen, toluen, etylbenzen og xylene (BTEX).....</b>	<b>51</b>
<b>13 Måleresultater PAH .....</b>	<b>53</b>
13.1 PAH i luft .....	53
13.2 PAH i nedbør.....	54
<b>14 Referanser .....</b>	<b>55</b>
<b>Vedlegg A Herdlevær: Plott av timemiddelverdier av NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> desember 2008-november 2009 .....</b>	<b>57</b>
<b>Vedlegg B Blomvåg: Plott av timemiddelverdier av NO<sub>x</sub>, NO og NO<sub>2</sub> desember 2008-november 2009 .....</b>	<b>71</b>
<b>Vedlegg C Oksidasjon av CH<sub>4</sub> (metan) til CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>85</b>
<b>Vedlegg D Herdlevær og Blomvåg: Plott av timemiddelverdier PM<sub>10</sub> desember 2008-november 2009 .....</b>	<b>89</b>

**Vedlegg E PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009, målt med KleinfILTERgerät..... 99**

## Sammendrag

*Statoil har bedt Norsk institutt for luftforskning (NILU) om å utføre et program for miljøovervåking for utslipp til luft ved Gasscos prosessanlegg på Kollsnes i Øygarden. Dette er et 1-årig måleprogram med måleperiode 1. desember 2008-30. november 2009. Dette var et omfattende måleprogram hvor det ble målt  $NO_x$ ,  $O_3$  og  $PM_{10}$  med monitorer, støvnedfall med passiv prøvetaker, tungmetaller i luft og nedbør, Hg i nedbør, hovedkomponenter i nedbør,  $SO_2$  og BTEX med passive prøvetakere, samt PAH i luft og nedbør. Målingene ble gjort ved to stasjoner, Blomvåg sør for og Herdlevær nord for prosessanlegget.*

Luftkvaliteten ved Kollsnes er i det store og hele god ("frisk sjøluft"), men det er noe bidrag fra lokale kilder samt noe langtransportert forurensning (eks. ozon,  $O_3$ ).

Datatilgjengeligheten var meget god for de fleste målingene. Eneste unntak var at det måtte bestilles og spesialkonstrueres prøvetakere for en del komponenter. Disse målingene hadde oppstart i januar/februar 2009, ikke desember 2008.

Meteorologi ble målt på stasjonen på Herdlevær. Dominerende vindretning er fra sør-sørøst (topografisk effekt). Midlere vindstyrke er 4,8 m/s (lett bris etter Beauforts skala), maksimalt timemiddel 17,4 m/s (sterk kuling) og maksimalt vindkast 37,2 m/s (orkan). Laveste og høyeste månedsmiddeltemperatur var 0,9°C (februar 2009) og 14,8°C (juli 2009). Minimums- og maksimumstemperatur var -4,2°C (januar 2009) og 27,0°C (juni 2009).  $\Delta T$ , temperaturforskjellen mellom 2 m og 10 m, gir et mål for atmosfærens stabilitet og spredningsevne. Målingene viser at atmosfæren er nøytral i 54 % av tiden (relativt god vertikal spredning) og lett stabil / stabil i 18 % av tiden (relativ dårlig vertikal spredning).

$NO_x$  ( $NO + NO_2$ ) måles ved bruk av monitorer på begge stasjonene. Årsmiddel av  $NO_x$  er hhv. 3,5  $\mu g/m^3$  og 4,0  $\mu g/m^3$  på Herdlevær og Blomvåg. Høyeste timemiddel av  $NO_2$  er 52,2  $\mu g/m^3$  og 54,6  $\mu g/m^3$  på de to stasjonene. Klifs luftkvalitetskriterier er overholdt med god margin.  $O_3$  (ozon) ble målt på Herdlevær. Årsmiddel er 70,7  $\mu g/m^3$ , mens høyeste timemiddel er 154,8  $\mu g/m^3$ . Det er i alt 401 timeverdier over Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier på 100  $\mu g/m^3$ . Det påvises en omvendt korrelasjon mellom  $NO_2$  og  $O_3$ , spesielt om vinteren.

Partikler ( $PM_{10}$ ) måles med monitor ved begge stasjonene. Årsmiddel er hhv. 12,2  $\mu g/m^3$  og 11,2  $\mu g/m^3$  ved Herdlevær og Blomvåg. Høyeste døgnmiddel er 41,1  $\mu g/m^3$  og 41,4  $\mu g/m^3$ , dvs. over Klifs anbefalte luftkvalitetskriterium, men under nasjonalt mål. Partikler ble også målt med Kleinfilergerät hver tredje dag på Herdlevær. Middelet av disse målingene var 9,7  $\mu g/m^3$ . Passive prøvetakere ble også brukt til å måle nedfall av vannuløselig støv. Maksimalt nedfall er 0,55 g/(m<sup>2</sup> 30 dager), dette betegnes som lavt.

Tungmetaller ble målt i luft og nedbør. Verdiene av tungmetaller i nedbør viser at disse er på linje med verdiene målt på norske bakgrunnsstasjoner. For luft er maksimumskonsentrasjonene hhv. 3,26 ng/m<sup>3</sup> for bly (Pb), 0,11 ng/m<sup>3</sup> for kadmium (Cd), 22,12 ng/m<sup>3</sup> for nikkel (Ni) og 1,67 ng/m<sup>3</sup> for arsen (As). Dette er gjennomgående lavt.

For kvikksølv (Hg) viser målinger fra de to prøvetakerne på Herdlevær nedbørskonsentrasjoner lik 12,2 ng/l (Prøvetaker A) og 10,2 ng/l (Prøvetaker B). Dette er noe høyere enn konsentrasjonene som måles på Birkenes (9,4 ng/l i 2009)

Konsentrasjoner av hovedkomponenter i nedbør er på linje med det som observeres andre steder i Norge. Eneste er høy konsentrasjon av Na og Cl grunnet nærhet til sjø.

Passive prøvetakere for SO<sub>2</sub> på Herdlevær viser årsmiddel på 4,4 µg/m<sup>3</sup>. Dette er godt under gjeldende luftkvalitetskriterier.

Passive prøvetakere for benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX) på Herdlevær og Blomvåg viser at maksimumskonsentrasjoner av benzen på hhv. 2,6 µg/m<sup>3</sup> og 1,4 µg/m<sup>3</sup>. Årsmiddel er godt under akseptkriteriene (nasjonalt mål og EUs grenseverdi).

Målinger av PAH i luft og nedbør viser at verdiene er gjennomgående lave. Analysene for Benzo(a)pyrene viser at målingene ligger under metodens deteksjonsgrense.

# Kollsnes Prosessanlegg i Øygarden

## Måleprogram luft- og nedbørkvalitet 2008-2009

### 1 Innledning

Prosessanleggene på Kollsnes i Øygarden nordvest for Bergen behandler gassen fra feltene Troll, Kvitebjørn og Visund. Anleggene kan behandle inntil 143 millioner standard kubikkmeter ( $\text{Sm}^3$ ) naturgass i døgnet. På Kollsnes blir først tørrgassen og våtgassen skilt. Tørrgassen (hovedsakelig metan,  $\text{CH}_4$ ) komprimeres før den sendes ut i rørsystemene til kundene på kontinentet. Våtgassen (NGL: natural gas liquids, dvs. flytende gassfraksjoner, ofte omtalt som våtgass el. flytende etan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propan ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), iso-butan og normalbutan (butaner,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) blir sendt via Vestprosess sin rørledning til anleggene på Mongstad, der våtgass fra Kollsnes fraksjoneres til propan, butan og nafta.

Gassco er operatør av prosessanlegget på Kollsnes, mens Statoil er teknisk driftsansvarlig. I måleprogrammet har personell fra Statoil utført ukentlig ettersyn og kalibrering<sup>1</sup>.

Aktivitetene ved Kollsnes prosessanlegg vil uvergelig føre til utslipp til luft. Statoil er pålagt av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) å overvåke og dokumentere konsentrasjonsnivåene av forurensningskomponentene, derav herværende måleprogram. NILU har også tidligere utført måleprogrammer på Kollsnes. I 1991-92 ble det gjort en forundersøkelse og i 1997-98 ble det utført et stort måleprogram ikke ulikt programmet beskrevet i denne rapporten (Innset et al., 1999). I forbindelse med måleprogrammet har NILU også gjort mindre studier knyttet til utslipp fra Kollsnes prosessanlegg og luftkvalitet (Berglen og Tønnesen, 2009, 2010)

Måleprogrammet 2008-2009 var forholdsvis omfattende. Det ble målt meteorologi, gasser og partikler med monitor, det ble målt gasser og partikler med passive prøvetakere, samt at det ble målt nedbørkvalitet. Målingene ble utført ved to stasjoner, Blomvåg sør for og Herdlevær nord for prosessanlegget. Å måle de samme komponentene oppstrøms og nedstrøms av en utslippskilde gjør at det er mulig å kvantifisere bidraget fra kilden, derav dette stasjonsutvalget. Figur 1 viser oversikt over plasseringen av prosessanlegget og målestasjonene, Figur 2 gir et stemningsbilde fra anlegget. Stasjonen på Herdlevær er vist i Figur 3. For ytterligere detaljer om måleprogrammet, se kap. 3.

---

<sup>1</sup> Ingvill Førde, Jeanett Kårtveit, Jøran Solnes Skaar og Ive Helen Skaga var lokale stasjonsholdere.



*Figur 1: Kart over deler av Øygarden som viser Kollsnes prosessanlegg og plassering av målestasjonene på Blomvåg og Herdlevær (venstre del), samt kart over regionen (høyre del, kilde: <http://www.openstreetsmap.org>).*



*Figur 2: Bilde fra Kollsnes prosessanlegg. Kilde: Kollsnes-anleggets hjemmeside.*





*Figur 3: Målestasjonen på Herdlevær med målebu, meteorologimast, støv- og nedbørsamlere.*

## 2 Utslipp, luftkvalitetskriterier og tålegrenser

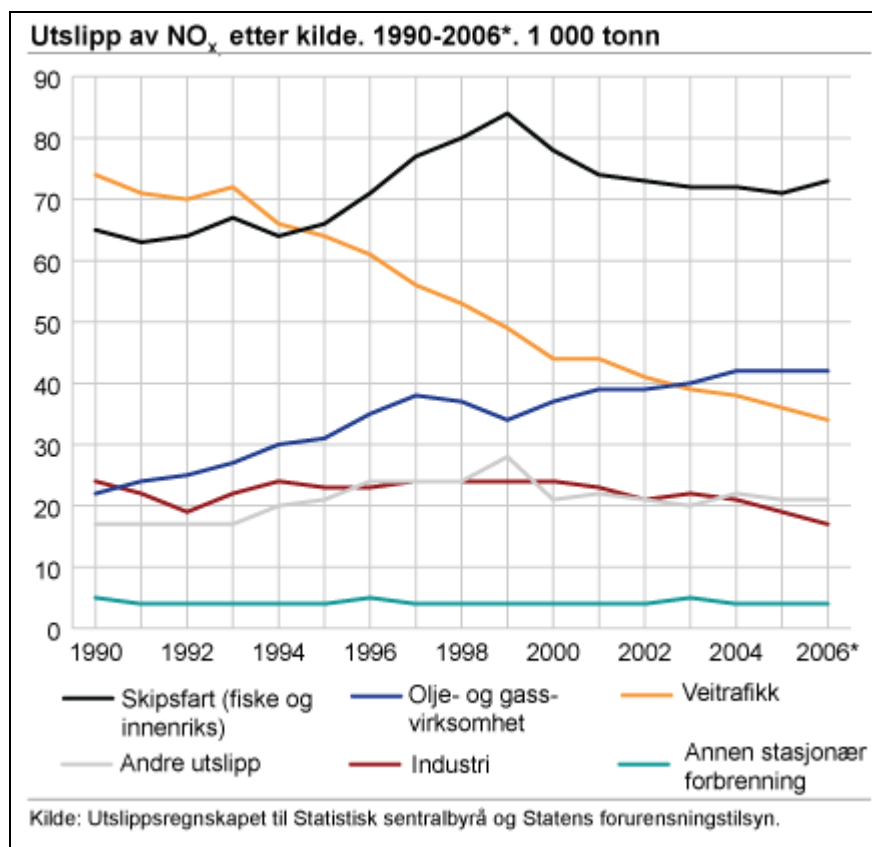
Først gis en kort generell innføring om komponentene som slippes ut. Derneft hvilke standarder og grenseverdier de beregnede konsentrasjonene vurderes opp mot. Konsentrasjonene vil bli vurdert opp mot arbeidstilsynets administrative normer som gjelder innenfor Gassco sitt industriområde på Kollsnes. Disse normene går på arbeidsmiljø med tanke på arbeidernes helse og gjelder innenfor fabrikkområdet og er høyere enn generelle grenseverdier. Derneft vil konsentrasjonene bli vurdert opp mot nasjonale og internasjonale luftkvalitetskriterier. Disse kriteriene er gitt av bl.a. EU og Klima- og forurensningsdirektoratet, Klif (tidligere Statens Forurensningstilsyn, SFT). Disse kommer til anvendelse når det gjelder eksponering på befolkningen generelt.

### 2.1 Generelt om komponentene som slippes ut

#### Nitrogenoksider

$\text{NO}_x$  ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ ) dannes ved forbrenning ved høy temperatur. Luft består av 78% molekylært nitrogen,  $\text{N}_2$ , der bindingen mellom nitrogenatomene N-N er meget sterk. Høy temperatur/mye energi kan bryte opp denne bindingen og  $\text{NO}_x$  dannes. Mesteparten av  $\text{NO}_x$  slippes ut i form av  $\text{NO}$  (~90-95% avhengig av kildetype), mens resterende slippes ut som  $\text{NO}_2$ . Utslipp fra skip og båter (kysttrafikk og fiske) er den dominerende kilden til  $\text{NO}_x$ . Olje- og gassrelatert virksomhet er andre største kildetype, mens veitrafikk er tredje størst. De viktigste naturlige kildene av  $\text{NO}_x$  er lyn og utslipp fra jord.  $\text{NO}_2$  er en giftig gass og det er derfor etablert strenge luftkvalitetskrav og grenseverdier.

Tall for 2006 viser at olje- og gassvirksomheten sto for 27 prosent av de norske  $\text{NO}_x$ -utslippene. I likhet med skipsfart (fiske og innenriks) er dette en viktig utslippskilde, ikke bare fordi den har store utslipp, men også fordi utslippene fra olje- og gassvirksomheten har vokst med 72 prosent siden 1990. Det betyr at den relative betydningen av utslippene fra olje- og gassutvinning har økt (Figur 4).



Figur 4: NO<sub>x</sub>-utslipp fra norske kildetyper i perioden 1990 – 2006 (\*foreløpig tall for 2006) i forhold til utslipp i 1990. (Kilde: Statistisk sentralbyrå).

Mesteparten av NO<sub>x</sub> tapes ved at det går over til HNO<sub>3</sub>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. HNO<sub>3</sub> er svært vannløselig og tapes ved våtavsetning i nedbør. Løst i vann bidrar HNO<sub>3</sub> til forurensning av nedbør og vassdrag. Nitrogen fungerer som gjødsel, planter og alger trenger nitrogen for å vokse, men for mye nitrogen kan virke skadelig og bl.a. forskyve artssammensetningen mot arter som tåler høy nitrogenbelastning. Til sist er NO<sub>x</sub> viktig med tanke på ozon (O<sub>3</sub>). Reaksjoner mellom NO<sub>x</sub> og hydrokarboner med sollys tilstede gir dannelse av ozon. Ozon er svært reaktivt (fritt radikal) og er skadelig for planter og dyr ved tilstrekkelige doser.

Levetiden for NO<sub>x</sub> i atmosfæren er typisk en dag. Levetiden for HNO<sub>3</sub> avhenger av nedbøren, men er i størrelsesorden noen dager.

### Ozon, O<sub>3</sub>

Bakkenært ozon stammer fra fotokjemiske reaksjoner mellom flyktige organiske forbindelser (VOC, ”volatile organic compounds”, også kalt hydrokarboner på norsk) og nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) under påvirkning av kortbølget solstråling. Noe ozon kommer også fra stratosfæren som følge av nedblanding. I Skandinavia varierer bakgrunnsnivået av bakkenært ozon mellom 40 og 80 µg/m<sup>3</sup> gjennom året og er vanligvis høyest om våren. Bakgrunnsnivået av ozon er adskillig nærmere grenseverdiene for effekter på helse og vegetasjon enn for de fleste andre luftforurensninger. Episoder med forhøyede ozonkonsentrasjoner i Norge er

gjærne knyttet til høytrykkssituasjoner over kontinentet i sommerhalvåret med transport av forurensede luftmasser nordover mot Skandinavia.

Ozon er en meget reaktiv gass som skader cellene når den tas opp i biologisk materiale (dyr og planter). Den har negative virkninger på helse og vegetasjon, men også på for eksempel materialer. Helsevirkningene gjelder særlig for astmatikere og andre med kroniske luftveislidelser. Virkninger på vegetasjon gjelder særlig for nyttevekster som grønnsaker og korn. Ved langvarig eksponering er det påvist negative virkninger på skog. Materialer som gummi og andre polymerforbindelser kan også skades av ozon.

### ”Particulate Matter”, PM<sub>10</sub>

PM<sub>10</sub> er betegnelsen på partikler mindre enn 10 µm (1 µm er 10<sup>-6</sup> m eller 1/1000 mm). Denne betegnelsen refererer til størrelse, ikke hva partiklene består av. Kollsnes ligger ved havet og det forventes en viss andel sjøsaltpartikler i PM<sub>10</sub>. Ellers forventes det bidrag til PM<sub>10</sub> fra fakkelen og fra pipene ved prosessanlegget. PM<sub>10</sub> herfra dannes ved ufullstendig forbrenning. Fakling gjøres når prosessanlegget har overskytende gass som de ikke kan få benyttet. Denne gassen blir da sendt til fakling der den brennes. Av andre kilder kan nevnes veitrafikk (eks. dieselskjøretøy).

### Tungmetaller og kvikksølv

I denne studien er det analysert på ti tungmetaller i nedbør: Ni, Ag, Cd, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Zn og As<sup>2</sup>, samt Pb, Cd, As og Ni i luft. I tillegg er det gjort separate analyser på Hg (kvikksølv). Betegnelsen **tungmetaller** brukes om metalliske grunnstoffer med en tetthet som er høyere enn 5 g/cm<sup>3</sup> (tilsvarer 5 kg/liter).

Noen tungmetaller er giftige, som for eksempel kadmium som er akutt og kronisk giftig og dessuten kreftfremkallende. Andre tungmetaller er ikke giftige, men er tvert imot nødvendige sporelementer i biologisk materiale, som for eksempel kobber.

Kvikksølv er en miljøgift hvor utslippene øker kraftig på global skala. Dette gir grunnlag for bekymring. Kvikksølv kan gi skader på nervesystemet og nyreskader. Hvis gravide kvinner har høyt kvikksølvinnhold i blodet kan dette gi skader på fosteret. Det er en del usikkerhet knyttet til hvilke verdier av Hg som kan gi biologisk skade og grenseverdiene er satt lavt ut fra ”føre var”-prinsippet.

### Hovedkomponenter i nedbør

Hovedkomponenter er egentlig ikke forurensning i ordets rette forstand, men stoffer som mer eller mindre naturlig forefinnes i nedbør. Omfatter Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>3</sup> (alle som ioner), samt pH og ledningsevne.

<sup>2</sup> Ni: nikkel, Ag: sølv, Cd: kadmium, Sb: antimon, Pb: bly, Cr: krom, Co: kobolt, Cu: kobber, Zn: sink, As: arsen.

<sup>3</sup> Na: natrium, K: kalium, Mg: magnesium, Ca: kalsium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: ammonium, Cl: klor, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: nitrat, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: sulfat.

### Svoveldioksider

SO<sub>x</sub> (her ment som mesteparten SO<sub>2</sub> pluss noe sulfat [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>]) dannes og slippes ut fordi gassen som utvinnes inneholder noe svovel (ofte i form av hydrogensulfid, H<sub>2</sub>S, som går over til SO<sub>2</sub> ved forbrenning). Industri (bl.a. smelteverk) har vært blant de største antropogene (menneskeskapte) kildene av SO<sub>2</sub>, skipsfart er en annen stor kilde. Utslippene av svovel er sterkt redusert i Europa de senere år pga. rens tiltak. Av naturlige utslipp er vulkaner en viktig svovelkilde, samt DMS (dimetylsulfid, CH<sub>3</sub>SCH<sub>3</sub>) fra alger i hav. Sur nedbør er mindre kritisk i Norge i dag enn det var for få år tilbake. Grunnen til dette er at utslippene har gått ned.

Levetiden for SO<sub>2</sub> i atmosfæren er typisk en dag. Levetiden for H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> avhenger av nedbøren, men er i størrelsesorden noen dager.

### NMVOG (non-methane volatile organic compounds)

Dette er en stor gruppe gasser som også blir kalt hydrokarboner. Som navnet sier består de av hydrogen (H) og karbon (C), i tillegg kan de inneholde for eksempel oksygen (O). Enkleste hydrokarbonet i atmosfæren er metan (CH<sub>4</sub>, ikke inkludert i NMVOG). Det finnes et stort antall mer eller mindre kompliserte hydrokarboner. Det er store naturlige utslipp av hydrokarboner, bl.a. fra vegetasjon, slik at det er et naturlig bakgrunnsnivå. Mesteparten av hydrokarbonene vil oksideres/brytes ned og ende opp som CO<sub>2</sub>. I denne oksidasjonen kan det dannes ozon hvis det er tilstrekkelig NO<sub>x</sub> tilstede. Levetiden for hydrokarboner i atmosfæren varierer, fra ~10 år for metan og nedover. Jo mer komplisert molekylstruktur, jo kortere levetid.

I dette prosjektet er det målt Benzen, Toluen, Etylbenzen og Xylen<sup>4</sup> (forkortet BTEX). Dette er fire hydrokarboner som slippes ut fra olje- og gassindustri. Disse stoffene kan være skadelige, for eksempel benzen er kreftfremkallende.

### PAH

PAH, polysykliske aromatiske hydrokarboner, også kalt tjærestoffer, er en samlebetegnelse for forskjellige typer organiske forbindelser som er bygget opp av flere benzenringer. PAH forekommer både i vann, i luft og i jord.

Vanligvis dannes PAH ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Aluminiumsverk og vedfyring er blant de største kildene i Norge. Det er observert høye konsentrasjoner av PAH i innsjøsedimenter og skjell nær aluminiumsverk. Også i norske byer forekommer høye konsentrasjoner av PAH, spesielt på vinteren i fyringssesongen. I jord er lekkasje fra kreosotholdige materialer en stor kilde. Årlige norske utslipp ligger mellom 250 og 300 tonn og er svakt økende.

En del av PAH-forbindelsene er giftige hvorav Benzo(a)pyren (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>) er regnet som den farligste. Benzo(a)pyren er klassifisert som kreftfremkallende, det skader arvestoffet og kan derved skade reproduksjonen. PAH er til dels vanskelig nedbrytbart og kan akkumuleres i levende organismer.

<sup>4</sup> Benzen har kjemisk formel C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> og består av 6 karbonatomer knyttet sammen ved enkelt- og dobbeltbindinger slik at de danner en ring og et hydrogenatom knyttet til hvert karbonatom. Toluen (også kalt metylbenzen) har formel C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>); etylbenzen C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>. Xylen er en samlebetegnelse for en gruppe hydrokarboner.

I denne studien er det analysert på 38 forskjellige typer PAH, men resultatene av Benzo(a)pyren er oppgitt siden denne er kreftfremkallende og derved mest interessant fra et luftkvalitetssynspunkt og i et helseperspektiv (se Tabell 29 og Tabell 30).

## 2.2 Administrative normer

Arbeidstilsynet har definert maksimale konsentrasjoner som ikke må overskrides i arbeidsmiljøet, se ”Veiledning om administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfære”.

Det er disse grenseverdiene som gjelder innenfor et industriområde og som verdiene vurderes mot (se Tabell 1).

*Tabell 1: Administrative normer for de forskjellige komponentene omtalt i denne rapporten. Verdiene er gitt i mg/m<sup>3</sup>.*

Komponent	Administrativ norm
Nitrogendioksid (NO <sub>2</sub> )	1,1
Nitrogenoksid (NO)	30
SO <sub>2</sub>	2
Benzen	3
Toluen	94
Etylbenzen	20
m Xylen	108
p Xylen	108
o Xylen	108

## 2.3 Luftkvalitetskriterier

Ved vurdering av luftkvaliteten i et område er det vanlig å sammenligne målte og beregnede konsentrasjoner med luftkvalitetskriterier eller grenseverdier for luftkvalitet.

I 1997 utarbeidet Miljøverndepartementet forskrift til Forurensningsloven basert på Stortingets vedtak. I forskriften ble det fastsatt kartleggings- og tiltaksgrenser. Overskridelser av kartleggingsgrenser medfører utredning av tiltak for å bringe luftforurensningsnivået under grenseverdien. Overskridelser av tiltaksgrensen skal følges opp av tiltak for å få ned luftforurensningsnivået.

EU har nå fastsatt nye grenseverdier for luftkvalitet for EU (EØS-området). Disse har i hovedsak tatt utgangspunkt i Verdens helseorganisasjons anbefalte retningslinjer (WHO, 1995). EUs grenseverdier for midlingstider 1 time, 8 timer eller 24 timer kan tillates overskredet et visst antall ganger i året. Disse grenseverdiene vil gjennom EØS-avtalen også gjelde i Norge. Disse grensene er til dels betydelig strengere enn gjeldende forskrifter i Forurensningsloven.

Miljøverndepartementet vedtok høsten 1998 Nasjonale mål for luftkvalitet for byer og tettsteder som skulle overholdes innen 1.1.2005 (PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>) eller 1.1.2010 (PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, benzen). Disse kravene er bygget opp som de nye EU-

kravene, men verdiene er litt strengere. Alle offentlige data og rapportering om framdriften i miljøarbeidet, utviklingen i miljøtilstand osv. og virkningsberegninger i nasjonale transportplaner skal legges opp etter disse målene.

Klif har tidligere utarbeidet såkalte anbefalte luftkvalitetskriterier som er satt ut fra at eksponeringsnivåene må være 2-5 ganger høyere enn kriteriene før det med sikkerhet er konstatert skadelige effekter. Overskridelser kan derfor ikke tolkes som definitivt helseskadelige, men en kan heller ikke utelukke effekter hos spesielt sårbare mennesker ved nivåer under kriteriene. Disse kriteriene er betydelig lavere enn kartleggings- og tiltaksgrensene i forskriften til Forurensningsloven og også lavere enn EUs grenseverdier og Nasjonale mål. I motsetning til de kravene som er nedfelt i forskriften og EUs grenseverdier, er Klifs kriterier ikke juridisk bindende.

Klifs luftkvalitetskriterier har de laveste verdiene, og når luftkvaliteten tilfredsstillende disse verdiene er de andre også oppfylt. Tabell 2 gir et sammendrag av de ulike grenseverdiene og kriteriene.

For Benzo(a)pyren opererer EU med grenseverdi på  $1 \text{ ng/m}^3$  (se referanseliste, EU-direktiv 2004/107/EC).

Tabell 2: Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier, Nasjonale mål, Forurensningslovens tiltaks- og kartleggingsgrenser og EUs nye grenseverdier for luftkvalitet med hensyn til virkning på helse. Grenseverdiene er gitt i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Stoff	Midlingstid	1 time	8 timer	24 timer	6 måneder	År
NO <sub>2</sub>	Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier	100		75	50	30
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)	150 <sup>1)</sup> (8 pr. år)				
	Forurensningslovens tiltaksgrense	300 <sup>2)</sup>				
	Forurensningslovens kartleggingsgrense	200				
	EUs nye grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	200 <sup>1)</sup> (18 pr. år)				40 <sup>1)</sup>
SO <sub>2</sub>	Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier			90	40	
	Nasjonalt mål			90		
	Forurensningslovens tiltaksgrense			200 <sup>2)</sup>		
	Forurensningslovens kartleggingsgrense			90		
	EUs grenseverdier (og antall tillatte overskridelser)	350 <sup>2)</sup> (24 pr. år)		125 <sup>2)</sup> (3 pr. år)		
Ozon	Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier	100	80			
PM <sub>10</sub>	Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier			35	Ny verdi skal utarbeides	
	Nasjonalt mål (og antall tillatte overskridelser)			50 (25 per år) 50 <sup>1)</sup> (7 per år)		
	EUs grenseverdier (antall tillatte overskridelser) Grenseverdier for 2010 er veiledende.			50 (35 per år) 50 <sup>1)</sup> (7 per år)		40 20 <sup>1)</sup>
VOC	Administrativ norm	400				
Benzen	Nasjonalt mål					2
	EUs anbefalte grenseverdi					5 <sup>1)</sup>

1) gjeldende fra 1.1.2010

2) gjeldende fra 1.1.2005



### 3 Måleprogrammet 2008-2009

I dette måleprogrammet inngår både målinger av meteorologiske parametre og målinger av konsentrasjoner i luft og nedbør av komponentene som slippes ut.

#### 3.1 Kort oversikt over meteorologiske målinger

I et måleprogram som dette er det meget viktig også å måle meteorologi. Meteorologiske målinger er avgjørende for å bestemme spredning og transport av luftforurensning. Det er også viktig for tolkningen av resultatene. I dette måleprogrammet blir det utført meteorologiske målinger på stasjonen på Herdlevær. Denne plasseringen ble valgt for at målingene skal være mest mulig representative for forholdene i området. Stasjonen består av to instrumenter, Aanderaa og Sonic, som hver måler flere meteorologiske parametre. Alle meteorologiske parametre som måles er nevnt i Tabell 3. Disse målingene gir informasjon om været generelt, men også om spredningsforholdene i atmosfæren. Vindretning og vindstyrke gir informasjon om horisontal spredning, mens målinger av atmosfærens stabilitet, uttrykt ved temperaturdifferansen  $\Delta T$ , gir informasjon om vertikal spredning.

Tabell 3: Meteorologiske parametre som måles ved stasjon på Herdlevær.

Parameter	Aanderaa*	Sonic*
Vindretning horisontalt		X
Vindstyrke, horisontalt		X
Vindstyrke, vertikalt		X
Vindkast, horisontalt		X
Vindkast, vertikalt		X
Temperatur	X	
Stabilitet, $\Delta T$	X	
Relativ fuktighet	X	
Nedbør	X	

\*Leverandør av måleinstrument

#### 3.2 Gasser, partikler og nedbør

Tabell 4 gir en oversikt over gasser, partikler og nedbørskomponenter som måles. Flere komponenter måles på begge stasjonene (Herdlevær og Blomvåg), noen komponenter måles ved flere ulike instrumenter med ulik metode og midlingstid (eksempelvis partikler), mens atter andre måles i både luft og nedbør (tungmetaller, PAH). Se Figur 3 for fysisk plassering av prøvetakere.

Tabell 4: Komponenter som måles i måleprogrammet 2008/09.

Komponent	Medium	Instrumentering	Målemetode	Beskrivelse (Norsk Standard)	Frekvens	Stasjon(er)
NO <sub>x</sub>	Luft	API 200E monitor	Kjemiluminescens	NS-EN 14211	Kontinuerlig	Herdlevær/ Blomvåg
Ozon	Luft	API 400E monitor	Ultrafiolett stråling absorpsjonsmetode (Beer-Lambert)	NS-EN 14625	Kontinuerlig	Herdlevær
PM <sub>10</sub> (masse)	Luft	Thermo FH-62-IR	Beta-stråling dempning	Godkjent ift. NS-EN 12341	Kontinuerlig	Herdlevær/ Blomvåg
PM <sub>10</sub> (masse)	Luft	Leckel SEQ47/50, sekvensiell Kleinfiltergerät, LVS	Gravimetrisk		Hver 3. dag	Herdlevær
Støv (masse vannuløselig)	Luft		Passive prøvetakere		Måned	Herdlevær/ Blomvåg
Tungmetaller (Pb, Cd, As og Ni)	Luft	Leckel SEQ47/50, sekvensiell Kleinfiltergerät, LVS	ICP-MS		Hver 3. dag	Herdlevær
Tungmetaller 10 stk.	Nedbør		Nedbørsamler		Uke	Herdlevær
Hg	Nedbør		Nedbørsamler		Måned	Herdlevær
Hovedkomponenter	Nedbør		Nedbørsamler		Uke	Herdlevær
SO <sub>2</sub>	Luft		Passive prøvetakere		14 dager	Herdlevær
BTEX	Luft	Tenax/ Chromosorb-rør	Passive prøvetakere		Uke / Måned <sup>1</sup>	Herdlevær/ Blomvåg
PAH	Luft	Digitel DH-77, HVS			Hver 3. dag. 8 prøver slås sammen for analyse	Herdlevær
PAH	Nedbør		Nedbørsamler <sup>2</sup>		Måned/etter behov	Herdlevær

1) Fra desember 2008 til og med februar 2009 ble det utført ukesprøver av BTEX. Etter en faglig vurdering gikk man over til månedsprøver fra mars 2009.

2) For PAH ble det spesialkonstruert en nedbørsamler i eloksert aluminium. Glass som vanligvis brukes er ikke egnet for de værforhold som er på Kollsnes.



*Figur 5: Prøvetakere ved Herdlevær. Hg nedbørsamler til venstre, støvsamlere i midten ("bøtter") og nedbørsamlere for hovedkomponenter og tungmetaller til høyre. Baksiden av målebu sees helt til venstre.*

## 4 Datatilgjengelighet

Tabell 5 - Tabell 7 viser datadekningen for de meteorologiske målingene samt monitorene for luftforurensning. Datadekningen viser hvor drifts stabile instrumentene var. Sonic instrumentet var meget stabilt. Eneste unntak er noe manglende data for vindkast (gust). Aanderaa-instrumentet var noe ustabil, spesielt i august og september 2009. I tillegg falt målingene av atmosfærisk stabilitet ut i januar 2009, samt at målingene av relativ fuktighet var mangelfulle i april-juni. Dette siste skyldes høyst sannsynlig salt i sensorene. Monitorene var generelt stabile. Eneste unntak var NO<sub>x</sub>-monitoren på Blomvåg som var ute av drift noen dager i april (20.-24.) og september.

Tabell 5: *Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene med Sonic-instrumentet på Kollsnes i perioden desember 2008 - november 2009.*

Stasjon	Måned	Vindretning	Vindretning	Vindretning	Vindstyrke	Vindstyrke	Vindstyrke
		Vindkast	Horisontal	Stand.avvik	Horisontal	Vertikal	Stand.avvik
Herdleværet (Sonic)	Desember 2008	100	100	100	100	100	100
	Januar 2009	100	100	100	100	100	100
	Februar	100	100	100	100	100	100
	Mars	100	100	100	100	100	100
	April	100	100	100	100	100	100
	Mai	100	100	100	100	100	100
	Juni	100	100	100	100	100	100
	Juli	100	100	100	100	100	100
	August	100	100	100	100	100	100
	September	100	100	100	100	100	100
	Oktober	100	100	100	100	100	100
	November	100	100	100	100	100	100

Stasjon	Måned	Vindstyrke Horisontal	Vindstyrke Vertikal	Vindkast	Vindkast
		Stand.avvik	Stand.avvik	Horisontal	Vertikal
Herdleværet (Sonic)	Desember 2008	100	100	100	100
	Januar 2009	100	100	100	100
	Februar	100	100	100	99
	Mars	100	100	100	99
	April	100	100	100	99
	Mai	100	100	100	100
	Juni	100	100	100	100
	Juli	100	100	100	99
	August	100	100	100	99
	September	100	100	100	98
	Oktober	100	100	99	96
	November	100	100	97	97

Tabell 6: Datadekning i prosent av tiden for de meteorologiske målingene med Aanderaa-instrumentet på Kollsnes i perioden desember 2008 - november 2009.

Stasjon	Måned	Temperatur	Stabilitet	Rel.fuktighet	Nedbør
Herdleværet (Aanderaa)	Desember 2008	100	100	100	100
	Januar 2009	100	0	100	100
	Februar	100	100	100	100
	Mars	100	100	100	100
	April	100	100	54	100
	Mai	100	100	62	100
	Juni	100	100	58	100
	Juli	100	100	100	100
	August	88	88	95	100
	September	22	22	93	22
	Oktober	100	100	100	100
	November	100	100	100	100

Tabell 7: Datadekning i prosent av tiden for  $NO_x$ ,  $PM_{10}$  og  $O_3$  fra Kollsnes i perioden desember 2008 - november 2009.

Måned	$NO_x$ Herdleværet	$PM_{10}$ Herdleværet	$O_3$ Herdleværet	$NO_x$ Blomvåg	$PM_{10}$ Blomvåg
Desember 2008	99	100	99	99	100
Januar 2009	99	100	100	94	100
Februar	99	100	100	99	100
Mars	99	100	99	99	100
April	99	100	99	87	100
Mai	99	100	99	99	100
Juni	99	100	99	99	100
Juli	99	100	100	99	100
August	99	100	100	99	99
September	99	100	99	63	100
Oktober	99	100	99	99	100
November	99	98	99	99	100

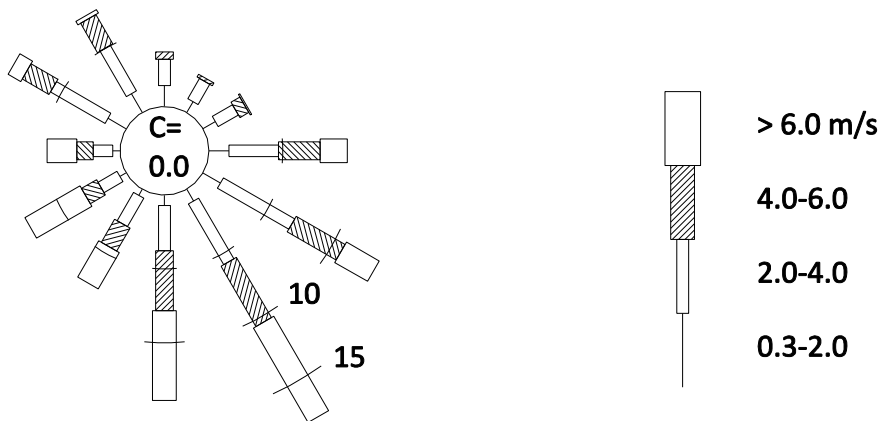
## 5 Måleresultater meteorologi

Som tidligere nevnt er det to forskjellige instrumenter som måler meteorologi på Herdlevær; Sonic og Aanderaa. Kort oppsummert er Aanderaa en allsidig værstasjon som måler en rekke meteorologiske parametre (temperatur, relativ fuktighet, etc.), mens Sonic kun måler vind ved hjelp av et sonisk system av mikrofoner og høyttalere (se Tabell 3 for utfyllende informasjon).

### 5.1 Vindretning

Stasjon: Herdleværet

Periode: 1.12.08 - 30.11.09



Figur 6: Vindrose for Herdlevær målt med Sonic-instrumentet desember 2008 - november 2009. Denne viser prosentvis fordeling hvor vinden kommer fra oppdelt i 12 sektorer og 4 vindstyrker.

Figur 6 viser vindrose for Herdlevær målt med Sonic. Vindrosen viser frekvensen av hvor vinden kommer fra. Dominerende vindretning på Herdlevær er fra sør-sørøst og sør. Vinden kommer fra disse to sektorene i over 40% av tiden. Vinden på Kollsnes følger i stor grad topografien, hvor øyer og halvøyler ligger langstrakt i landskapet fra nord-nordvest mot sør-sørøst (se Figur 1, høyre del). Herdlevær ligger nord, svakt nord-vest for prosessanlegget. Vindrosen viser at dette er en ideell plassering for å fange opp utslipp fra Kollsnes-anlegget siden Herdlevær er nedstrøms i dominerende vindretning.

### 5.2 Vindstyrke

Statistikk over vindstyrke på Herdlevær er vist i Tabell 8. Målingene viser at det alltid blåser på Kollsnes, andelen vindstille er 0,0% (vindstille definert som vind svakere enn 0,3 m/s). Generelt viser målingene at det er sterkest vind om høsten og vinteren, både når det gjelder midlere vind og maksimumsverdier ("høst- og vinterstormer").

Sola er energikilden til atmosfærens bevegelser, og solinnstrålingen, dvs. energitilførselen til atmosfæren er størst om sommeren. Slik sett kunne man kanskje forvente sterkest vind i sommerhalvåret pga. størst energitilførsel. Men opphavet til lavtrykkene/stormene skyldes temperaturforskjellen mellom kald polarluft i nord og varm luft i sør, og denne temperaturforskjellen/gradienten er størst om høsten og vinteren. Derfor er det sterkest vind i vinterhalvåret, og såkalte høst- og vinterstormer forekommer hyppig.

Midlere vindstyrke på Kollsnes er 4,8 m/s (lett bris etter Beauforts skala), med sterkest middelvind om høsten og vinteren. Andel vind over 6 m/s er også størst høst/vinter med maksimum i januar 2009 hvor vinden målte over 6 m/s i nesten 60% av tiden. Maksimal timemiddel er 17,4 m/s målt i januar 2009. Dette tilsvarer sterk kuling iflg. Beaufort.

Maksimalt vindkast, dvs. vind målt over en periode på 2 sekunder, er 37,2 m/s. Dette er lik 134 km/time vindhastighet og tilsvarer orkan. Orkan i kastene (vindkast > 32,7 m/s) forekommer i 2 av månedene i måleperioden (mars og september 2009), mens sterk storm i kastene (vindkast fra 28,5 – 32,6 m/s) forekommer i 3 av månedene (desember 2008, januar og november 2009). For å sammenligne tallene fra Kollsnes viser Tabell 9 kraftigste vindkast for Meteorologisk institutts stasjon på Fedje nord for Kollsnes. Tallene viser samme sesongmønster, men kraftigste vindkast på Fedje er mye kraftigere enn på Kollsnes, 42,7 m/s i oktober og 55,6 m/s i november 2009. Dette tilsvarer hhv 154 km/time og 200 km/time. Uansett viser vindhastighetstallene at det er værhardt på vestkysten av Norge.

*Tabell 8: Statistikk over vindstyrker på Kollsnes (Herdleværet) målt med Sonic-instrumentet i perioden desember 2008 - november 2009 (m/s).*

Måned	Andel vindstille (%)	Midlere vindstyrke (m/s)	Andel > 6 m/s (%)	Maks. timemiddel (m/s)	Tid for maks.	Maks. vindkast (m/s)	Tid for maks. vindkast
Desember 2008	0,0	5,5	32,6	17,4	21.	29,0	21.
Januar 2009	0,0	6,6	59,1	16,4	6.	32,3	6.
Februar	0,0	3,7	16,0	9,8	22.	21,1	22.
Mars	0,0	5,1	38,2	12,0	30.	37,2	9.
April	0,0	4,2	20,1	10,1	5.	20,8	9.
Mai	0,0	4,5	26,9	12,0	8.	23,1	8.
Juni	0,0	3,3	2,6	8,1	17.	17,2	2.
Juli	0,0	3,6	9,7	12,5	31.	17,0	31.
August	0,0	4,6	21,9	13,1	30.	21,4	30.
September	0,0	6,4	51,4	13,2	23.	33,7	1.
Oktober	0,0	4,3	17,2	15,6	7.	24,4	3.
November	0,0	5,6	43,9	13,6	25. og 26.	30,5	18.
Des. 2008 - nov.2009	0,0	4,8	28,4	17,4	21. des	37,2	9. mars

Tabell 9: Kraftigste vindkast (FGX Maksimale verdier) for Meteorologisk institutts stasjon på Fedje (52535) for perioden desember 2008- november 2009 hentet fra eKlima.met.no

Mnd	des	jan	feb	mar	apr	mai
	32,3	31,8	20,8	25,7	24,1	31,4
Dato	18.12.2008	10.01.2009	17.02.2009	08.03.2009	05.04.2009	08.05.2009
Mnd	jun	jul	aug	sep	okt	nov
	19,1	20,6	22,1	29,2	42,7	55,6
Dato	04.06.2009	08.07.2009	20.08.2009	08.09.2009	07.10.2009	26.11.2009

### 5.3 Temperatur

Månedsmidler av temperaturen med tilhørende maks. og min. er gitt i Tabell 10. Kollsnes prosessanlegg ligger ved sjøen og dette påvirker også temperaturprofilen over året med forholdsvis milde vintre og relativt liten temperaturforskjell sommer – vinter.

Høyeste månedsmiddel kommer på sensommeren (juli/august med nesten 15°C). Havet/sjøen tar opp mye varme (stor varmekapasitet) og med god vertikal blanding av det øverste laget tar det tid å varme opp vannmassene. Når sjøen endelig er varmet opp (sen sommer) avgir den varme til luften. Derfor er det ofte på sensommeren at man observerer vedvarende høye temperaturer i luft ved havnære stasjoner. Høyeste temperatur målt (øyeblikksbilde) er derimot på forsommeren (juni med 27,0°C) når solinnstrålingen er sterkest. De laveste temperaturene forekommer i januar (absolutt minimum 4,2°C) og februar (middel 0,9°C). Det er 13,9 graders forskjell i månedsmiddel mellom juli og februar (høyest og lavest), og 31,2 grader forskjell mellom absolutt maks. og absolutt min. (som forekommer hhv. i juni og i januar).

Merk at frost forekommer i 3 av årets 12 måneder (desember - februar).

Tabell 10: Temperatur på stasjon Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009.

	Desember 2008	Januar 2009	Februar 2009	Mars 2009	April 2009	Mai 2009
Middel	3,2	3,3	0,9	3,9	7,2	9,2
Maks.	8,2	8,0	6,0	7,9	16,1	17,0
Min.	-1,0	-4,2	-3,7	0,1	1,3	4,3
	Juni 2009	Juli 2009	August 2009	September 2009	Oktober 2009	November 2009
Middel	11,5	14,8	14,7	11,0	7,9	7,4
Maks.	27,0	22,7	24,0	14,1	13,0	11,8
Min.	6,1	10,1	10,7	5,3	3,9	1,6



## 5.4 Spredningsforhold og stabilitet $\Delta T$

Atmosfærisk spredningsevne kan uttrykkes ved luftas stabilitet. Denne kan inndeles i fire klasser; ustabil, nøytral, lett stabil og stabil sjiktning.

Vurdering av stabilitetsforholdene er basert på timevise målinger av temperatur-differansen ( $\Delta T$ ) mellom 10 og 2 meter over bakken (dvs.  $T_{10m} - T_{2m}$ ). Fire stabilitetsklasser er definert på følgende måte:

Klasse I	Ustabil sjiktning (U)		$\Delta T$	<	- 0,5 °C
Klasse II	Nøytral sjiktning (N)	- 0,5 °C	<	$\Delta T$	< 0 °C
Klasse III	Lett stabil sjiktning (LS)	0 °C	<	$\Delta T$	< 0,5 °C
Klasse IV	Stabil sjiktning (S)	0,5 °C	<	$\Delta T$	

Ustabile forhold forekommer oftest om sommeren og om dagen når bakken blir varmere enn luflaget over. Stabile forhold forekommer oftest om vinteren og om natta når bakken blir kaldere enn luflaget over. Nøytrale forhold forekommer ved overskyet vær og middels til sterk vind. Ustabile og nøytrale forhold gir god spredning av utslipp, mens stabile forhold gir dårlig spredning av utslipp.

Stabilitetsmålingene basert på vertikal temperaturdifferanse i masta på Herdlevær gjenspeiler lokal strålingsbalanse som funksjon av tid på døgnet for sommerperioden. For vinterperioden gjenspeiler stabilitetsmålingene liten variasjon i innstråling/utstråling og mindre variasjon i stabiliteten. Dette skyldes delvis nærhet til åpent vann (sjø) og delvis at det er mørkere om vinteren med mindre innstråling.

Fordeling på de forskjellige stabilitetsklasser er vist i Tabell 11. Målingene viser at atmosfæren er nøytral nesten 54% av tiden, noe som medfører forholdsvis god vertikal spredning. Atmosfæren er lett stabil og stabil rundt 18% av tiden, dette gir forholdsvis dårlig spredning. Bemerk at instrumentet falt helt ut i januar og delvis ut i august og september (se Tabell 6). Andelen ustabil er muligens lavere enn den ellers ville vært. Varme sensommerdager med oppvarmet bakke gir ustabile forhold og denne perioden er noe delvis fraværende i dataene.

Tabell 11: Fordeling på stabilitetsklasser for hele måleperioden desember 2008 - november 2009 i Herdlevær målt med Aanderaa-instrumentet. U: ustabil, N: nøytral, LS: lett stabil, S: stabil.

Stabilitet	Klasse I U	Klasse II N	Klasse III LS	Klasse IV S	Totalt
Forekomst	27,7 %	53,9 %	13,3 %	5,1 %	100,0 %

## 5.5 Relativ fuktighet RH

Relativ fuktighet (ofte kalt RH, "relative humidity") er et mål for hvor mye vanddamp luften har tatt opp sammenlignet med dets kapasitet til å ta opp fuktighet. Luftens evne til å ta opp fuktighet er bestemt av temperaturen, jo høyere T, jo større evne til å ta opp vann. 0% RH betyr at luften er knastørr (forekommer aldri i virkelige atmosfære), mens 100% RH betyr at luften er mettet, den kan

teoretisk ikke ta opp mer vann. Dog kan noen få prosents overmetning forekomme ute i den virkelige atmosfæren.

Tabell 12 viser månedsmiddelverdiene samt max. og min. av luftens relative fuktighet for hver måned i måleperioden. Midlere RH varierer mellom 71,4% (oktober 2009) og 85,6% (februar 2009). Max. øyeblikksverdi er 96,9% (februar og april). Dette viser at selv ved kraftig nedbør er ikke luften helt mettet.

*Tabell 12: Relativ fuktighet på stasjon Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009.*

	Desember 2008	Januar 2009	Februar 2009	Mars 2009	April 2009	Mai 2009
Middel	75,5	75,0	85,6	78,7	81,4	74,4
Maks.	94,2	94,2	96,9	95,4	96,9	93,1
Min	36,0	42,0	39,5	42,2	35,5	21,9
	Juni 2009	Juli 2009	August 2009	September 2009	Oktober 2009	November 2009
Middel	71,9	80,4	77,2	77,6	71,4	72,8
Maks.	93,3	96,2	95,3	94,7	95,5	95,8
Min	29,7	50,3	22,8	47,7	42,4	37,8

## 5.6 Nedbør

Nedbørsprøver ble tatt på stasjonen på Herdlevær. Disse var egentlig tatt for analyse mhp. hovedkomponenter og tungmetaller, men mengde ble også målt. Målt nedbør er gitt i Tabell 13. Det kan virke merkelig at den målte mengde varierer så mye for de to nedbørssamlerne. Fordampning fra prøvetakerne er en mulig forklaring. En annen mulighet er at sterk vind og mye turbulens gir ulik oppsamling av regnet.

Tabell 13: Måned- og årsmiddelverdier av nedbørmengde målt med 2 ulike nedbørssamlere, en beregnet for analyse på hovedkomponenter (venstre kolonne), og en beregnet for analyse av tungmetaller (høyre kolonne).

Måned	Nedbør- mengde mm	Nedbør- mengde mm
Desember 2008	71,0	83,2
Januar 2009	38,0	48,2
Februar	90,3	81,6
Mars	89,1	91,9
April	27,8	84,3
Mai	37,7	166,5
Juni	38,5	48,2
Juli	119,4	93,8
August	260,9	270,4
September	162,5	333,8
Oktober	102,3	167,2
November	131,1	257,3
Des. 2008 - nov.2009	1168,7	1726,4

Nedbørsmålingene fra Kollsnes er sammenlignet med Meteorologisk institutts stasjon på Eikanger i Lindås kommune (Tabell 14). Eikanger ligger litt lenger inn i landet og kan ha mer orografisk<sup>5</sup> regn enn Kollsnes (Fedje brukt i Tabell 9 måler ikke nedbør). Total nedbør på Eikanger var 2328,8 mm fra desember 2009-november 2009. Stasjonene Takle (52860) og Brekke (52930) i Gulen kommune i Sogn har årsnedbør lik hhv. 3110 mm og 2932 mm (Brekke for 11 måneder). Alt i alt indikerer dette at mengde nedbør kan være underrapportert i dette måleprogrammet.

Tabell 14: Nedbør for Meteorologisk institutts stasjon på Eikanger (Lindås) (52400) for perioden desember 2008-november 2009 hentet fra eKlima.met.no. Enhet: mm/måned

<b>Mnd</b>	des	jan	feb	mar	apr	mai
	170,7	204,5	193,4	214	85,4	228,3
<b>Mnd</b>	jun	jul	aug	sep	okt	nov
	38,6	179,3	238,3	398,7	128,5	249,1

<sup>5</sup> Orografisk nedbør er nedbør som oppstår fordi en luftmasse presses oppover av fjell, blir avkjølt og derved når metning slik at nedbør felles ut.

## 6 Måleresultater nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>) og ozon (O<sub>3</sub>)

### 6.1 NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub>

Nitrogenoksider, også kalt NO<sub>x</sub> ble målt på Herdlevær og Blomvåg (NO<sub>x</sub> er summen av NO og NO<sub>2</sub>). Når det gjelder NO<sub>x</sub> og potensialet for å danne ozon i samspill med hydrokarboner og sollys er total NO<sub>x</sub> viktigst. Sammenhengen mellom NO<sub>x</sub> og O<sub>3</sub>-dannelse og -tap er diskutert i kap. 6.3. Men sett fra et folkehelseperspektiv er NO<sub>2</sub> viktigst. Dette er en giftig gass og norske og internasjonale myndigheter har derfor utarbeidet grenseverdier som skal overholdes (Tabell 2). I denne rapporten vises resultater av både total NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub>. Månedsmidler og høyeste døgn/timemiddel fra målingene er vist i Tabell 15 og Tabell 16. Plott med timeverdier er vist i Vedlegg A.

Blomvåg har høyere konsentrasjoner av NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> enn Herdlevær. Dette gjelder både for årsmiddel, maksimalt månedsmiddel og maksimalt timemiddel. Et fellestrekk for begge stasjonene er at maksimalt timemiddel (størrelsesorden 50-60 µg/m<sup>3</sup>) er typisk 15-16 ganger høyere enn årsmiddel (størrelsesorden 3-4 µg/m<sup>3</sup>). Dette mønsteret, hvor det er stor forskjell mellom maksimumskonsentrasjon og middelkonsentrasjon, er typisk for målinger nær store utslippskilder. Konsentrasjonene er stort sett lave (bakgrunn), men når røykfanen fra utslippet eller bidrag fra andre lokale kilder (biltrafikk) slår inn på målestasjonen gir dette høye og kortvarige verdier, såkalte episoder. Dette mønsteret sees tydelig i plottene med timeverdier i Vedlegg A.

I måleprogrammet 1997-98 (Innset et al., 1999) var middelkonsentrasjonene av NO<sub>2</sub> på Kollsnes 2,9 µg/m<sup>3</sup> (Herdlevær) og 4,8 µg/m<sup>3</sup> (Blomvåg). Høyeste timeverdier var hhv. 64,7 µg/m<sup>3</sup> og 69,3 µg/m<sup>3</sup>. Sammenlignet med disse tallene er årsmidlene 2008-09 noe høyere på Herdlevær og noe lavere på Blomvåg, mens maksimalt timemiddel har gått ned.

Klifs anbefalte kriterium for luftkvalitet er 100 µg/m<sup>3</sup> og Nasjonalt mål er 150 µg/m<sup>3</sup> for timeverdi (Tabell 2). Konsentrasjonene som måles på Kollsnes er godt under disse grensene. Også EUs grenseverdi på 40 µg/m<sup>3</sup> for årsmiddel er overholdt med god margin.

Tabell 15: Målinger av  $NO_x$  og  $NO_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009.

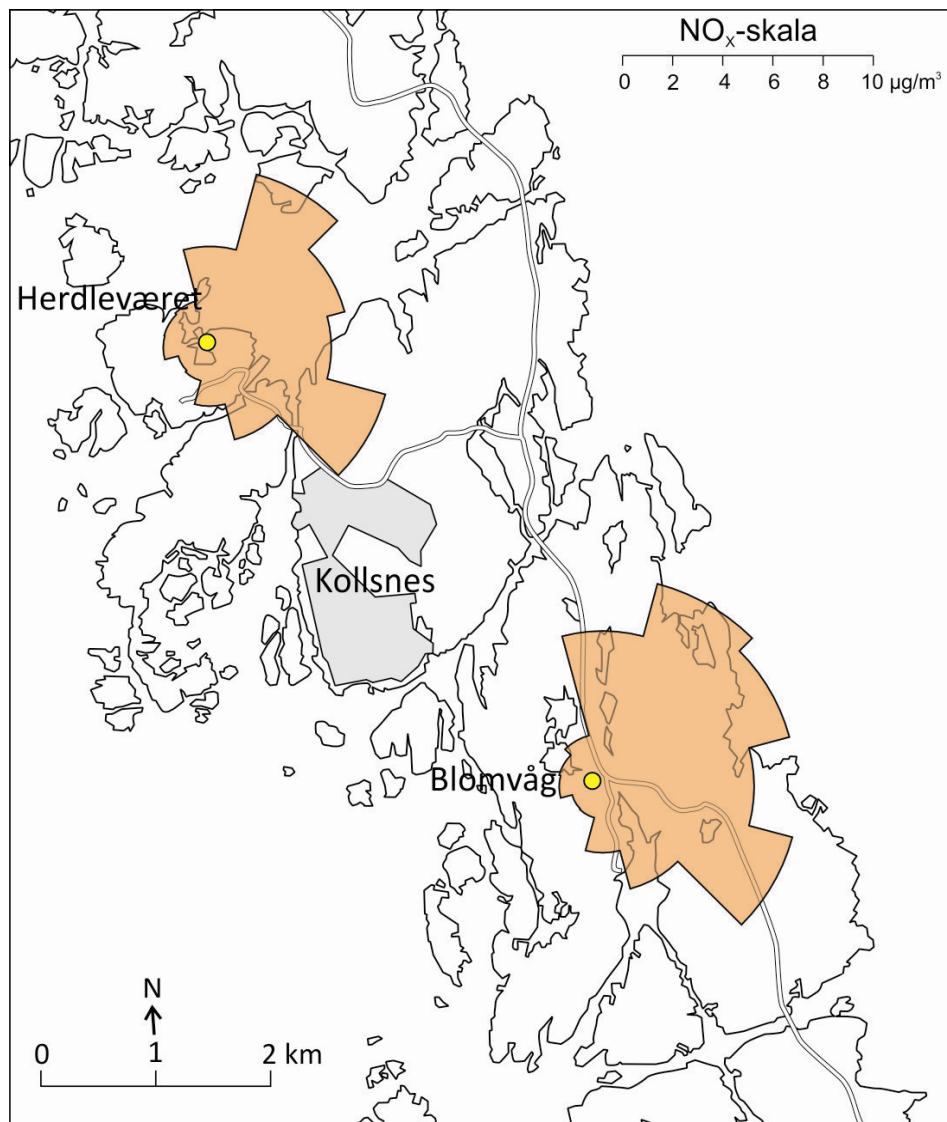
Herdlevær	Måned-	Høyeste	Antall	Høyeste	Antall
	middel	døgnmiddel	døgnobs	timemiddel	timeobs
<b>NO<sub>x</sub></b>					
Desember 2008	4,8	20,9	31	55,9	734
Januar 2009	3,8	9,1	31	40,8	740
Februar	5,4	10,9	28	39,5	667
Mars	2,9	6,5	31	20,3	734
April	4,5	9,3	30	46,3	715
Mai	2,7	9,8	31	38,5	737
Juni	2,6	11,6	30	54,3	712
Juli	2,7	6,3	31	17,1	739
August	2,3	6,8	31	16,2	735
September	1,4	4,1	30	11,6	712
Oktober	4,0	9,2	31	55,3	739
November	4,5	25,9	30	50,6	715
Des. 2008 - nov.2009	3,5	25,9	365	55,9	8679
<b>NO<sub>2</sub></b>					
Desember 2008	4,7	17,6	31	37,1	734
Januar 2009	3,8	9,1	31	40,1	740
Februar	5,2	10,1	28	38,5	667
Mars	2,9	6,3	31	19,1	734
April	4,2	9,7	30	34,5	715
Mai	2,4	8,0	31	34,0	737
Juni	2,6	11,0	30	52,2	712
Juli	2,5	5,4	31	13,9	739
August	2,3	6,4	31	14,7	735
September	1,3	3,7	30	10,6	712
Oktober	3,7	7,9	31	25,3	739
November	4,2	24,3	30	48,3	715
Des. 2008 - nov.2009	3,3	24,3	365	52,2	8679

Tabell 16: Målinger av  $NO_x$  og  $NO_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra Blomvåg i perioden desember 2008 - november 2009.

Blomvåg	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnoobs	Høyeste timemiddel	Antall timeobs
<b>NO<sub>x</sub></b>					
Desember 2008	6,0	24,3	31	63,9	738
Januar 2009	4,6	11,1	29	45,2	696
Februar	7,5	19,2	28	55,5	667
Mars	3,6	10,3	31	33,9	737
April	5,5	9,5	26	29,1	623
Mai	2,6	9,4	31	35,8	739
Juni	3,1	13,9	30	52,3	713
Juli	2,2	7,6	31	35,8	739
August	2,2	7,2	31	30,9	733
September	1,5	11,3	19	22,1	453
Oktober	4,5	11,1	31	29,6	740
November	4,9	29,3	30	64,9	714
Des. 2008 - nov.2009	4,0	29,3	348	64,9	8292
<b>NO<sub>2</sub></b>					
Desember 2008	5,1	19,4	31	38,6	738
Januar 2009	4,3	10,2	29	44,7	696
Februar	6,5	14,5	28	43,0	667
Mars	3,2	9,4	31	33,1	737
April	5,0	8,7	26	28,2	623
Mai	2,4	7,9	31	29,3	739
Juni	2,9	11,3	30	39,8	713
Juli	2,2	6,6	31	25,8	739
August	2,1	6,6	31	16,0	733
September	1,3	9,2	19	18,2	453
Oktober	4,5	10,8	31	28,4	740
November	4,8	27,3	30	54,6	714
Des. 2008 - nov.2009	3,7	27,3	348	54,6	8292

I en konsentrasjonsrose (Figur 7) viser man konsentrasjonene av den angjeldende komponent sortert etter vindretning (hvor vinden kommer fra, oppdelt i 36 10°-graders sektorer).

Dominerende vindretning er fra sør-øst (Figur 6). Slik sett er Herdlevær og Blomvåg gode stasjonsplasseringer for å fange opp og kvantifisere utslipp fra prosessanlegget.



Figur 7: Konsentrasjonsrose for NO<sub>x</sub> Herdlevær og Blomvåg. Denne viser målt konsentrasjon ved de forskjellige vindretningene. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

Konsentrasjonsvindrosen for Herdlevær viser at middelkonsentrasjonen av NO<sub>x</sub> er 7,2 µg/m<sup>3</sup> når vinden står fra sektor 30° og 120° (nord nord-vest og øst sør-øst). Det er lave konsentrasjoner ved vind fra vest (sektor 210-330, maksimum 1,9 µg/m<sup>3</sup>). I vest ligger havet, og luft derfra er bakgrunnsluft. Prossellanlegget ligger sør-øst for Herdlevær, og verdiene ved vind fra sektor 120 skyldes sannsynligvis luft derfra. Konsentrasjonsvindrose for Blomvåg viser samme mønster som Herdlevær. Høyest NO<sub>x</sub>-konsentrasjon måles ved vind fra sektor 30° (8,4 µg/m<sup>3</sup>), med jevnt høye verdier ved vind fra østlig kant. Vind fra prossellanlegget vil komme nordfra, konsentrasjonen ved vind fra sektor 360 (rett nord) er 6,3 µg/m<sup>3</sup>.

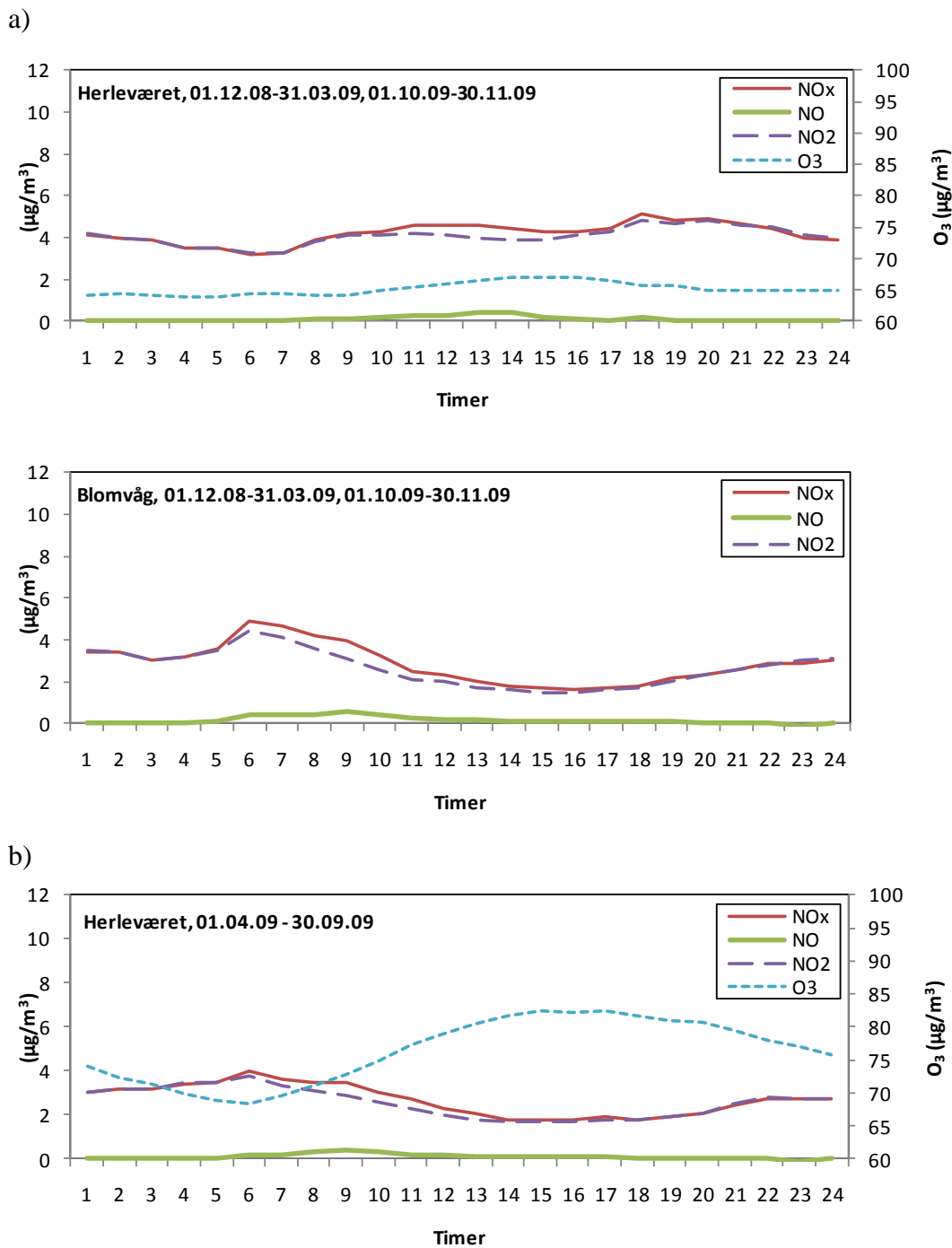
For begge stasjonene er det et signal fra prossellanlegget. Samtidig må det være andre NO<sub>x</sub>-kilder i området som også gir forhøyede verdier. Sammenligning av total NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> i Tabell 15 og Tabell 16 viser at NO<sub>2</sub> utgjør hoveddelen av NO<sub>x</sub> på Kollsnes. NILU måler NO<sub>2</sub> på 7 norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2010).

Disse målingene viser at bakgrunnsnivået av  $\text{NO}_2$  varierer mellom  $0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2\text{-N}$  målt ved Tustervatn og  $0,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2\text{-N}$  målt i Hurdal (dvs. mellom  $0,35$  og  $2,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$ ).  $3,3$  og  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NO}_2$  målt ved Kollsnes må derfor til en stor grad skyldes bidrag fra lokale kilder.

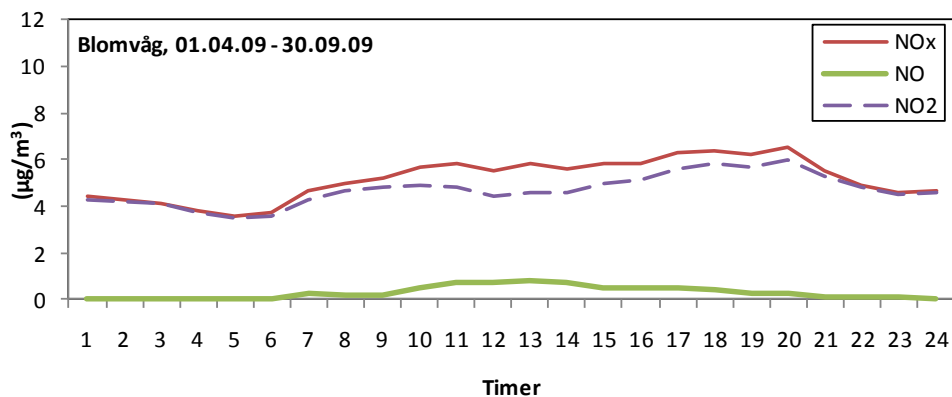
Figur 8 viser gjennomsnittskonsentrasjoner over middeldøgnet av  $\text{NO}_x$ -komponentene og  $\text{O}_3$  på Herdlevær og Blomvåg. Herdlevær har en forholdsvis jevnt  $\text{NO}_x$ -nivå gjennom døgnet, mens Blomvåg har en økning tidlig om morgenen. Dette skyldes sannsynligvis biltrafikk i forbindelse med at folk drar til arbeid om morgenen (ikke akkurat "rush-tid", men tross alt en økning i antall biler). For nyere dieslbiler utgjør  $\text{NO}_2$  en forholdsvis stor andel av total  $\text{NO}_x$  som blir sluppet ut (opptil 40%, ikke 5-10% som nevnt i kap. 2.1). De siste årene har andelen dieslbiler økt på bekostning av bensindrevne biler. Disse to faktorene gjør nå at biltrafikk utgjør en stor direkte kilde til  $\text{NO}_2$  i byer og tettsteder og nær sterkt trafikkerte veier.

For Herdlevær kan de høye verdiene fra sektor 30 skyldes for eksempel Stureterminalen, men også lokal skipstrafikk gjennom Straumsundene er en mulighet. For Blomvåg er sannsynligvis lokal biltrafikk forklaringen på høye verdier ved vind fra øst. Uansett er prosessanlegget ikke den eneste kilden i området. For ytterligere analyse og diskusjon rundt  $\text{NO}_x\text{-O}_3$ -problematikken henvises til kap. 6.2 og kap. 6.3





Figur 8: Gjennomsnittskonsentrasjoner over middeldøgnet av NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> på Herleværet og av NO<sub>x</sub>, NO og NO<sub>2</sub> på Blomvåg (µg/m<sup>3</sup>).  
 a) desember 2008-mars 2009 + oktober – november 2009 (vinter)  
 b) april - september 2009 (sommerhalvåret).



Figur 8: *forts.*

## 6.2 Ozon O<sub>3</sub>

Månedsmidler og høyeste døgn/timemiddel av O<sub>3</sub> er vist i Tabell 17. Plott med timeverdier er vist i Vedlegg A. Årsmiddel er 70,7 µg/m<sup>3</sup>, med maksimum om våren (månedsmaksimum i april og mai 87,8 µg/m<sup>3</sup>). Årssyklus med maksimum om våren og minimum sen høst/vinter stemmer bra med det som ellers observeres på norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2010). Høyeste døgn- og timemiddel forekommer i august (hhv. 120,0 µg/m<sup>3</sup> og 154,4 µg/m<sup>3</sup>). Det er i alt 401 timeverdier over Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier på 100 µg/m<sup>3</sup> (Tabell 2).

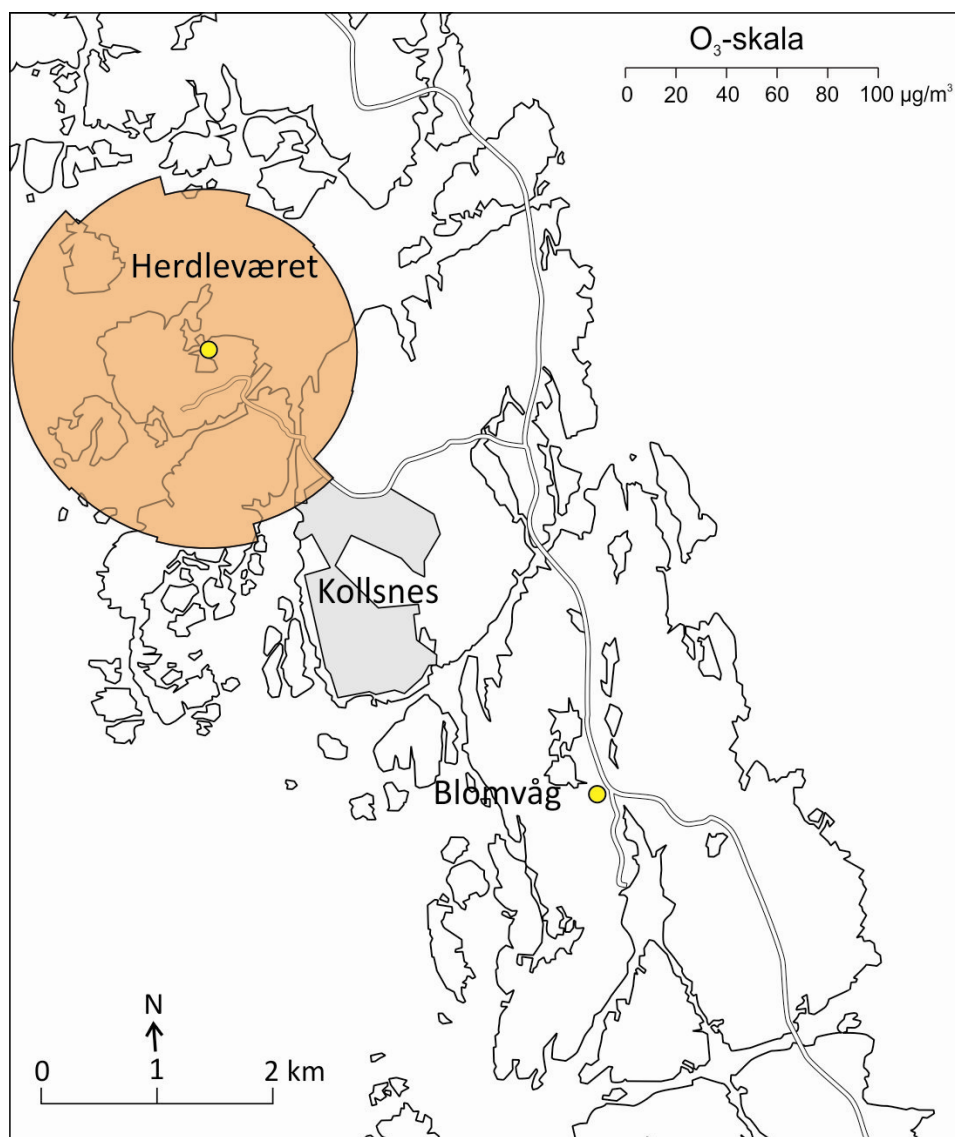
Figur 8 viser døgnsyklus av O<sub>3</sub>. Det går klart fram at O<sub>3</sub> varierer mer over døgnet i sommerhalvåret enn i vinterhalvåret. Dette tilskrives mer aktiv fotokjemi om sommeren pga. økt solinnstråling.

Tabell 17: Målinger av O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009.

Herdlevær	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnobs	Antall døgnmidler > 100	Høyeste timemiddel	Antall timeobs	Antall timeverdier > 100
Desember 2008	56,2	76,0	31	0	86,8	734	0
Januar 2009	64,2	78,2	31	0	87,4	741	0
Februar	67,2	85,1	28	0	93,2	669	0
Mars	82,7	100,0	31	0	115,3	736	33
April	87,8	115,1	30	4	132,7	715	133
Mai	87,8	102,1	31	2	124,9	737	89
Juni	75,2	92,9	30	0	138,1	713	45
Juli	72,0	113,0	31	1	135,3	743	54
August	70,3	120,2	31	2	154,8	742	47
September	64,8	74,0	30	0	92,5	712	0
Oktober	58,0	70,6	31	0	91,7	740	0
November	62,4	78,4	30	0	86,6	716	0
Des. 2008 - nov.2009	70,7	120,2	365	9	154,8	8698	401

I måleprogrammet 1997-98 (Innset et al., 1999) var middelkonsentrasjonen av  $O_3$  på Herdlevær 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Høyeste timeverdi var 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sammenlignet med disse tallene er årsmiddelet 2008-09 noe lavere, mens maksimalt timemiddel har gått opp.

Ozon er en sekundær gass, dvs. at det er ingen direkte utslipp av ozon, men  $O_3$  dannes ved fotokjemiske reaksjoner mellom  $\text{NO}_x$  og hydrokarboner.  $O_3$  på Kollsnes (og i Skandinavia for øvrig) bestemmes i stor grad av langtransportert forurensning fra kontinentet. Konsentrasjonsvindrose for  $O_3$  er vist i Figur 9. Denne ligner en ball og viser at ozonkonsentrasjonene er uavhengige av vindretning. Det er derfor ikke vesentlig bidrag fra prosessanlegget til ozon på målestasjonen på Herdlevær. Ozondannelse pga.  $\text{NO}_x$ -utslipp fra prosessanlegget vil opptre et stykke unna Kollsnes, typisk noen mil nedstrøms.



Figur 9: Konsentrasjonsrose for  $O_3$  Herdlevær. Denne viser målt konsentrasjon ved de forskjellige vindretningene. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

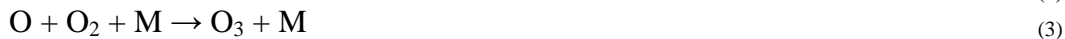
### 6.3 Sammenhengen mellom NO, NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub>:

Mesteparten av NO<sub>x</sub> slippes ut i form av NO. Utslipp av NO<sub>x</sub> vil bidra til dannelse av O<sub>3</sub> et stykke nedstrøms av utslippskilden hvis det samtidig er hydrokarboner og sollyls tilstede (se Vedlegg C for ytterligere forklaring). På denne måten bidrar NO<sub>x</sub> til økt O<sub>3</sub>.

Samtidig vil utslipp av NO føre til titrering av O<sub>3</sub> nær utslippspunktet, og representerer et lokalt O<sub>3</sub>-tap. Dog er O<sub>3</sub>-produksjonen nedstrøms av utslippet større enn O<sub>3</sub>-tapet i nærområdet slik at utslipp av NO<sub>x</sub> gir netto O<sub>3</sub>-produksjon. NO reagerer med O<sub>3</sub> og danner NO<sub>2</sub> ved reaksjonen<sup>6</sup>



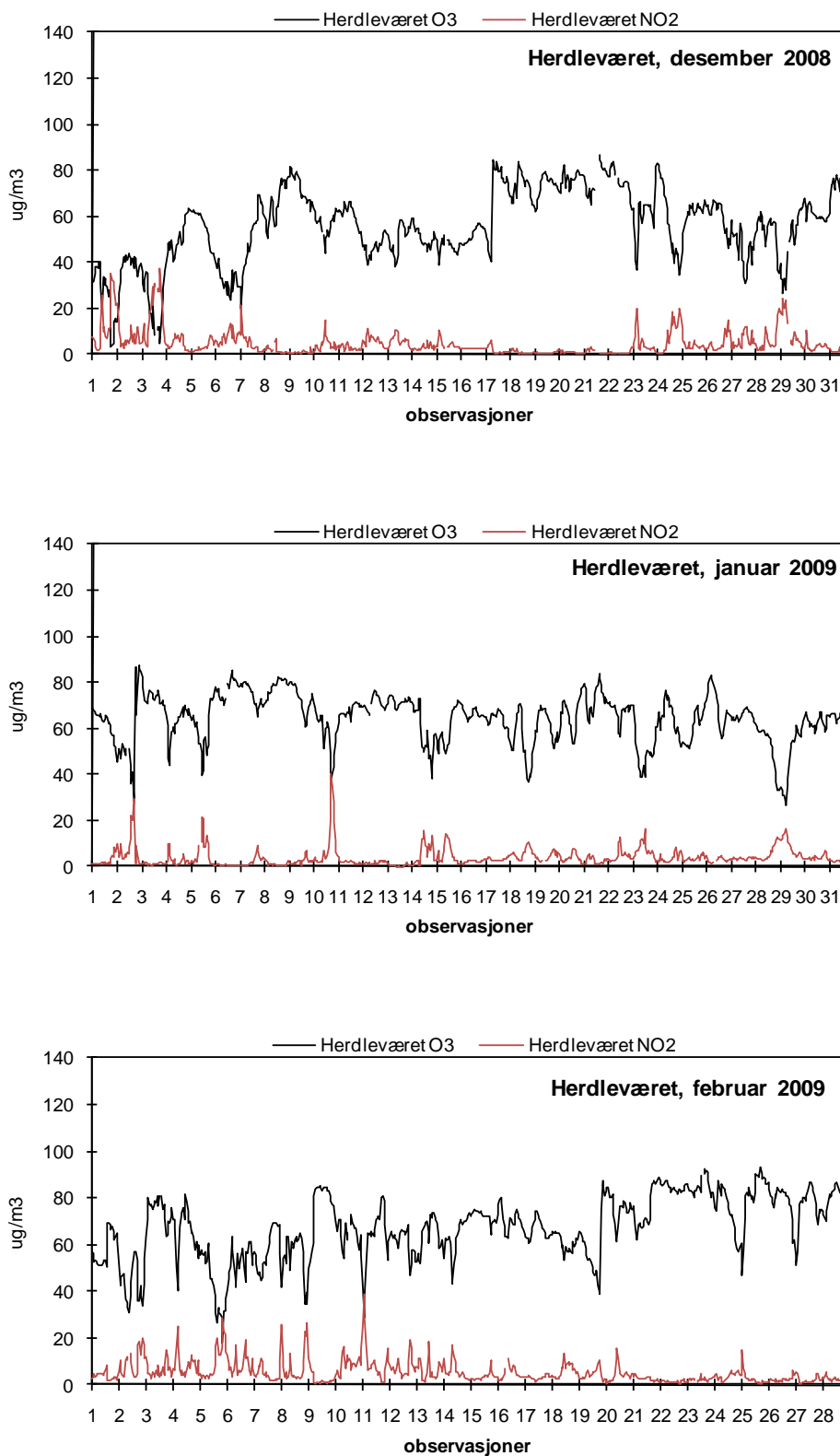
Med sollyls tilstede (dvs. UV, kortbølget ultrafiolett stråling) vil NO<sub>2</sub> raskt fotodissosieres og ozon dannes igjen ved reaksjonssekvensen



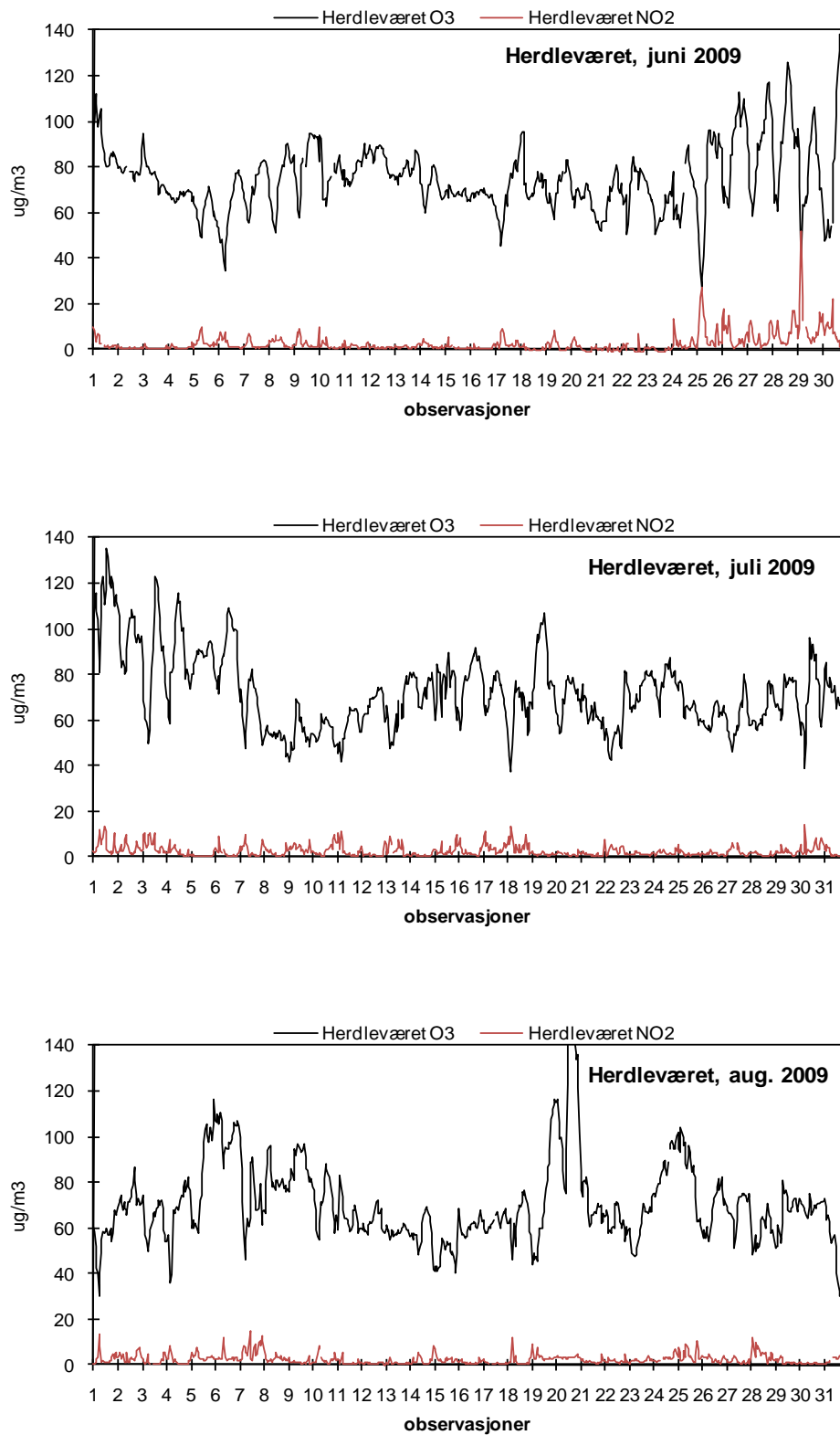
(M er molekyl som tar opp overskytende energi fra reaksjonen). Reaksjonen (1) er meget rask (tidsskala ~minutter) og O<sub>3</sub> tapes og NO<sub>2</sub> dannes. Det vil si at NO sluppet ut fra Kollsnes-anlegget høyst sannsynlig vil omdannes til NO<sub>2</sub> innen utslippet når stasjonene på Herdlevær og Blomvåg. Og O<sub>3</sub>-konsentrasjonen er mye høyere enn NO-konsentrasjonene (faktor 10-100) slik at det alltid vil være nok O<sub>3</sub> tilstede for at reaksjon (1) kan gå (O<sub>3</sub> er ikke begrensende).

Reaksjonssekvensen (1) – (3) er en nullsykel (dvs. netto er det ingenting som tapes, ingenting som dannes). Poenget er at hvis det ikke er sollyls tilstede, for eksempel om natten, så vil ikke reaksjon (2) og (3) gå og (1) representerer et tap for O<sub>3</sub> og kilde for NO<sub>2</sub>. Når sollyls kommer tilbake, som for eksempel om morgenen, vil NO<sub>2</sub> tapes og O<sub>3</sub> produseres igjen. Men i teorien forventer man at NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> er anti-korrelerte om natten, dvs. at den ene er høy og den andre lav og omvendt, alt pga. reaksjon (1). For å teste lærebokteorien vises resultater av NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> samtidig, Herdlevær vintersesong (desember, januar, februar) og sommersesong (juni, juli, august), se Figur 10. Særlig om vinteren er det tydelig anti-korrelasjon. Om sommeren er bildet litt mer komplisert med mer aktiv fotokjemi og andre momenter som styrer NO<sub>x</sub>-O<sub>3</sub>-kjemien, men også her er det tilfeller med tydelig O<sub>3</sub>-nedgang/NO<sub>2</sub>-oppgang.

<sup>6</sup> Takk til professor Terje Koren Berntsen, Institutt for geofag, Universitetet i Oslo for faglige diskusjoner rundt NO<sub>x</sub>-O<sub>3</sub>-VOC fotokjemi.



Figur 10: Konsentrasjoner av  $\text{NO}_2$  og  $\text{O}_3$ , Herdlevær vinter (desember, januar, februar) og sommer (juni, juli, august)



Figur 10: forts.

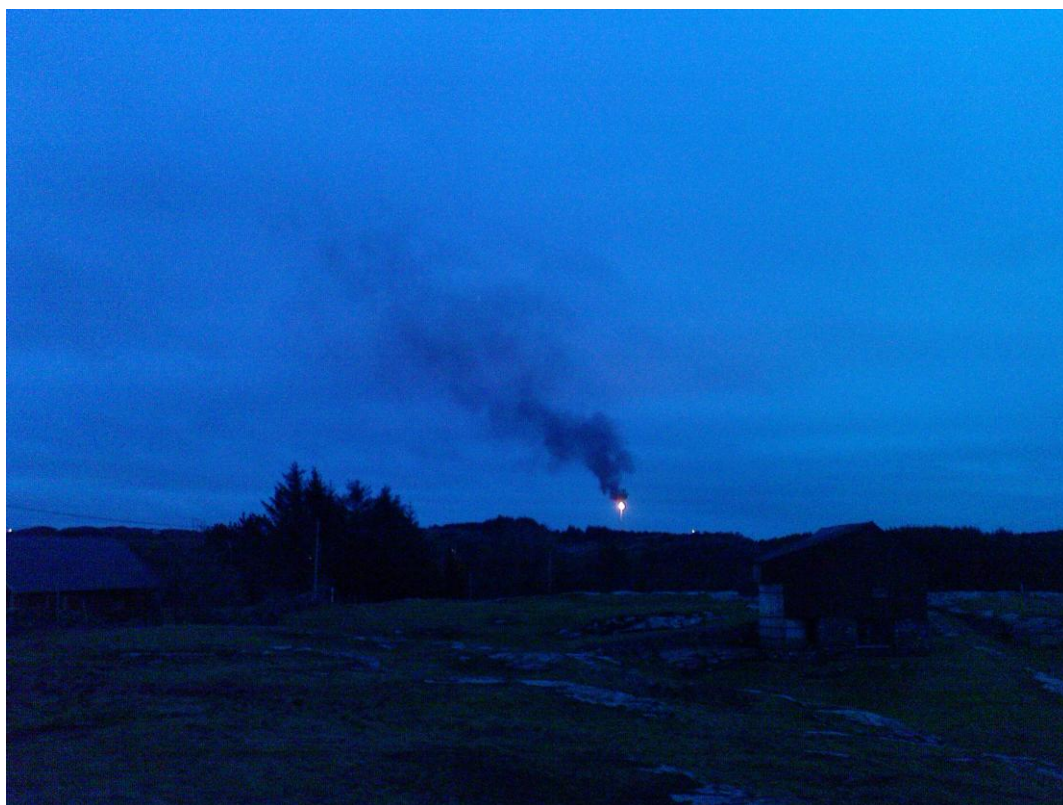
## 7 Måleresultater støv (PM<sub>10</sub>)

Støvpartikler ble målt på tre forskjellige måter i dette måleprogrammet (Tabell 4);

- Eberline monitor som måler masse av PM<sub>10</sub> kontinuerlig.
- KleinfILTERgerät som måler masse av PM<sub>10</sub> hver 3. dag ved at luft suges gjennom instrumentet og avsettes på filter.
- støvnedfall. Samlere ("bøtter") som står utplassert og hvor støv avsettes oppi samleren (vannuløselig støv).

Disse tre representerer forskjellige måleteknikker og forskjellige midlingstider og resultatene kan derfor være noe forskjellige. Tabell 18 og Tabell 19 viser resultatene fra de kontinuerlige målingene gjort med Eberline monitor. Disse dataene er loggført som timemidler. Høyeste målte timeverdi var hhv. 165 µg/m<sup>3</sup> på Herdlevær og 187 µg/m<sup>3</sup> på Blomvåg. Høyeste døgnmiddel på de to stasjonene var 41,1 µg/m<sup>3</sup> (Herdlevær) og 41,4 µg/m<sup>3</sup> (Blomvåg). Det var fem døgnverdier over 35 µg/m<sup>3</sup> på Herdlevær og tre på Blomvåg. 35 µg/m<sup>3</sup> er Klifs anbefalte luftkvalitetskriterium (se Tabell 2). Det var ingen døgnverdier over 50 µg/m<sup>3</sup> som er Nasjonalt mål og også EUs grenseverdi.

Årsmiddel for PM<sub>10</sub> var 12,2 µg/m<sup>3</sup> på Herdlevær og 11,2 µg/m<sup>3</sup> på Blomvåg.



*Figur 11: Fakling på Prosessanlegget sett fra Herdlevær. Synlige sotpartikler stiger til værs.*

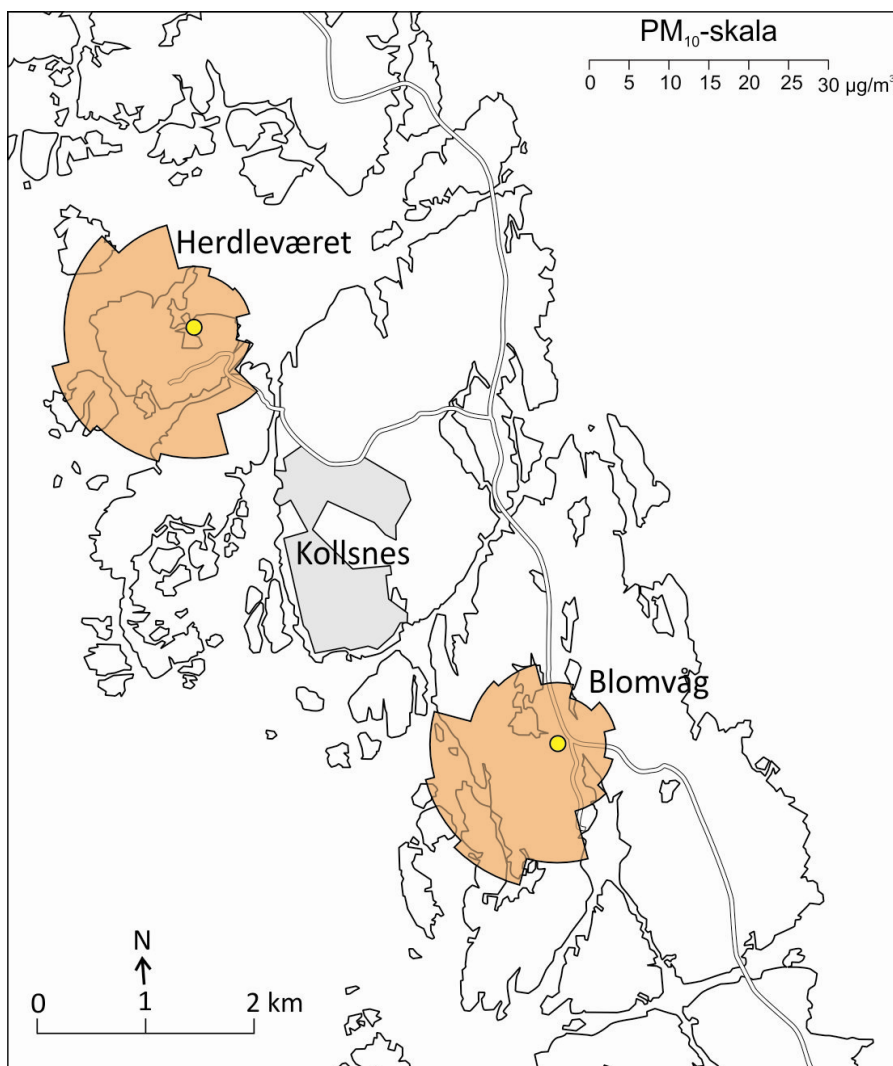
Tabell 18: Målinger av  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009.

Herdlevær	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnoobs	Antall døgnmidler		Høyeste timemiddel	Antall timeobs
				> 35	> 50		
Desember 2008	10,9	34,5	31	0	0	54,0	741
Januar 2009	12,2	41,1	31	1	0	57,0	744
Februar	9,0	24,4	28	0	0	55,0	672
Mars	15,2	38,0	31	2	0	65,0	743
April	14,2	36,2	30	1	0	70,0	719
Mai	15,0	27,3	31	0	0	61,0	743
Juni	11,4	23,0	30	0	0	110,0	720
Juli	14,6	30,3	31	0	0	165,0	744
August	10,4	25,6	31	0	0	126,0	744
September	15,6	31,1	30	0	0	83,0	718
Oktober	8,0	38,1	31	1	0	103,0	744
November	10,2	27,7	29	0	0	63,0	705
Des. 2008 - nov.2009	12,2	41,1	364	5	0	165,0	8737

Tabell 19: Målinger av  $PM_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra Blomvåg i perioden desember 2008 - november 2009.

Herdlevær	Månedsmiddel	Høyeste døgnmiddel	Antall døgnoobs	Antall døgnmidler		Høyeste timemiddel	Antall timeobs
				> 35	> 50		
Desember 2008	12,6	32,5	31	0	0	60,0	744
Januar 2009	12,3	41,4	31	2	0	62,0	742
Februar	7,1	22,3	28	0	0	83,0	672
Mars	11,4	28,5	31	0	0	72,0	742
April	12,3	25,7	30	0	0	46,0	720
Mai	14,3	27,6	31	0	0	45,0	744
Juni	9,2	16,4	30	0	0	42,0	720
Juli	11,9	20,2	31	0	0	50,0	744
August	9,7	21,1	31	0	0	43,0	739
September	16,4	36,8	30	1	0	187,0	717
Oktober	7,2	19,4	31	0	0	43,0	744
November	9,7	30,8	30	0	0	72,0	719
Des. 2008 - nov.2009	11,2	41,4	365	3	0	187,0	8747





Figur 12: Konsentrasjonsrose for PM<sub>10</sub> Herdlevær. Denne viser målt konsentrasjon ved de forskjellige vindretningene. Enhet: µg/m<sup>3</sup>

Konsentrasjonsrosen PM<sub>10</sub> Herdlevær og Blomvåg (Figur 12) viser at middelkonsentrasjonen av PM<sub>10</sub> er størst når vinden står fra vestlig kant. I vest ligger havet, og konsentrasjonsrosen indikerer at saltpartikler utgjør en stor andel av PM<sub>10</sub>. På Herdlevær kan det dog virke som om det er et bidrag fra prosessanlegget (fra sør-sørvest). Faklingsepisoden 19. mai 2009 (Berglen og Tønnesen, 2009) slo ikke inn på PM<sub>10</sub>-monitorene.

I måleprogrammet 1997-98 (Innset et al., 1999) var middelkonsentrasjonene av PM<sub>10</sub> på Kollsnes 12,2 µg/m<sup>3</sup> (Herdlevær) og 11,9 µg/m<sup>3</sup> (Blomvåg). Høyeste timeverdier var hhv. 37,0 µg/m<sup>3</sup> og 34,4 µg/m<sup>3</sup>. Sammenlignet med disse tallene er årsmidlene 2008-09 omtrent uforandret, mens maksimalt timemiddel har gått opp.

Tabell 20 viser resultater av målinger gjort på Herdlevær med KleinfILTERgerät. Her ble målinger utført i utgangspunktet hver tredje dag, men resultatene er midlet til månedsmidler. Grunnet problemer med instrumentet er målefrekvensen tidvis noe ujevn. Max døgnverdi er  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , målt 4. mai kl.7 til 5.mai kl.7. Dette er lik Klifs anbefalte luftkvalitetskriterium (Tabell 2). Hele tidsserien med de enkelte døgnverdier er gjengitt i Vedlegg E.

Tabell 20: Månedsmiddelverdier av  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009 målt med KleinfILTERgerät.

Måned	$\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Desember 2008	9,08
Januar 2009	7,90
Februar	4,20
Mars	10,05
April	8,56
Mai	16,03
Juni	8,26
Juli	10,76
August	8,55
September	11,35
Oktober	6,61
November	8,23
Des. 2008 - Nov.2009	9,63

Tabell 21 viser resultater fra støvsamlere utplassert på Herdlevær og Blomvåg. Merk at her er resultatene gitt som nedfall (masse pr areal og pr tidsenhet), mens resultatene fra Eberline og KleinfILTERgerät er gitt i konsentrasjon (masse pr volum). Maksimum nedfall er  $0,55 \text{ g vannuløselig støv}/(\text{m}^2 \text{ 30dager})$ , i mars 2009 på Blomvåg. Målingene fra november 2008 gjelder kun tre dager og regnes ikke med. Måleresultater under  $1 \text{ g vannuløselig støv}/(\text{m}^2 \text{ 30dager})$  er typisk for stasjoner som ikke er påvirket av lokale kilder og  $0,55 \text{ g vannuløselig støv}/(\text{m}^2 \text{ 30 dager})$  kan betegnes som lavt.

I måleprogrammet 1997-98 (Innset et al., 1999) var månedsverdiene av nedfall av vannuløselig støv på Kollsnes mellom  $0,07$  og  $0,47 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ 30d})$  på Herdlevær og mellom  $0,14$  og  $1,44 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ 30 d})$  på Blomvåg. Begge måleperioder viste lavt støvnedfall, og det er vanskelig å si noe om tidsutviklingen.

Tabell 21: Nedfall av vannuløselig støv på Herdlevær (øvre del) og Blomvåg (nedre del). Enhet: g/m<sup>2</sup>/30d.

<b>Herdlevær</b>				
<b>Fra</b>	<b>Til</b>	<b>Antall</b>	<b>Vannuløselig</b>	<b>Vannuløselig</b>
<b>dato</b>	<b>dato</b>	<b>dager</b>	<b>støv (mg)</b>	<b>støv (g/m<sup>2</sup>/30d)</b>
28.11.2008	01.12.2008	3	2,7	0,86
01.12.2008	01.01.2009	31	1,2	0,04
01.01.2009	01.02.2009	31	1,9	0,06
01.02.2009	01.03.2009	28	3,4	0,11
01.03.2009	01.04.2009	31	17,0	0,52
01.04.2009	01.05.2009	30	5,0	0,16
01.05.2009	01.06.2009	31	3,7	0,11
01.06.2009	01.07.2009	30	5,7	0,18
01.07.2009	01.08.2009	31	5,5	0,17
01.08.2009	01.09.2009	31	3,9	0,12
01.09.2009	01.10.2009	30	5,1	0,16
01.10.2009	01.11.2009	31	1,1	0,03
01.11.2009	30.11.2009	29	3,5	0,12
<b>Blomvåg</b>				
<b>Fra</b>	<b>Til</b>	<b>Antall</b>	<b>Vannuløselig</b>	<b>Vannuløselig</b>
<b>dato</b>	<b>dato</b>	<b>dager</b>	<b>støv (mg)</b>	<b>støv (g/m<sup>2</sup>/30d)</b>
28.11.2008	01.12.2008	3	2,1	0,67
01.12.2008	01.01.2009	31	1,5	0,04
01.01.2009	01.02.2009	31	3,2	0,10
01.02.2009	01.03.2009	28	15,3	0,52
01.03.2009	01.04.2009	31	17,8	0,55
01.04.2009	01.05.2009	30	9,3	0,30
01.05.2009	01.06.2009	31	4,6	0,14
01.06.2009	01.07.2009	30	4,2	0,13
01.07.2009	01.08.2009	31	4,9	0,15
01.08.2009	01.09.2009	31	4,3	0,13
01.09.2009	01.10.2009	30	2,1	0,07
01.10.2009	01.11.2009	30	1,0	0,03
01.11.2009	30.11.2009	29	2,9	0,10

## 8 Måleresultater tungmetaller

Månedsverdier for tungmetaller i nedbør er gitt i Tabell 22. De målte verdiene på Kollsnes er på linje med konsentrasjonene som måles på norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al., 2010). Sammenlignet med måleprogrammet på Kollsnes 1997-98 (Innset et al., 1999) så er konsentrasjonene av Pb, Cd, Cu og Zn lavere i 2008/09 enn tidligere. Cr og Ni er noe høyere, mens Co, V og As er tilnærmet uforandret. Angående bly (Pb) og kadmium (Cd) så viser målingene fra norske stasjoner en nedadgående trend fra 1980 og fram til i dag (Aas et al., 2010). Resultatene fra Kollsnes fra 1998/99 og 2008/09 føyer seg i så måte inn i dette mønsteret.

Tabell 22: Måned- og årsmiddelverdier av nedbørmengde og elementer i nedbør i Herdlevær i periodene desember 2008 - november 2009.

Måned	Nedbør- mengde mm	Pb µg/l	Cd µg/l	Zn µg/l	Ni µg/l	As µg/l	Cu µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Fe µg/l
Des. 2008	83,2	0,39	0,03	2,89	0,20	0,05	0,25	0,01	0,10	0,23	7,16
Januar 2009	48,2	0,59	0,01	2,22	0,27	0,06	0,33	0,02	0,33	0,25	21,45
Februar	81,6	0,18	0,01	1,26	0,63	0,03	0,39	0,01	0,13	0,16	5,00
Mars	91,9	0,27	0,01	5,67	0,19	0,04	0,29	0,01	0,11	0,19	6,21
April	84,3	1,45	0,07	13,83	0,10	0,21	1,06	0,04	0,10	0,63	20,82
Mai	166,5	0,56	0,01	3,17	1,96	0,08	0,73	0,04	1,08	0,36	12,36
Juni	48,2	0,24	0,01	3,63	2,47	0,21	1,00	0,03	1,05	0,87	9,04
Juli	93,8	0,22	0,01	3,44	0,10	0,13	0,47	0,00	0,46	0,67	5,00
August	270,4	0,27	0,01	1,68	0,36	0,10	0,55	0,02	0,25	0,58	5,42
September	333,8	0,75	0,04	2,29	0,59	0,15	0,18	0,02	0,31	0,23	7,61
Oktober	167,2	0,31	0,01	3,53	0,24	0,05	0,23	0,01	0,24	0,12	5,35
November	257,3	0,18	0,01	1,24	0,15	0,05	0,16	0,01	0,33	0,10	5,00
<b>Des. 2008 - nov.2009</b>	<b>1726,4</b>	<b>0,44</b>	<b>0,02</b>	<b>3,06</b>	<b>0,54</b>	<b>0,09</b>	<b>0,40</b>	<b>0,02</b>	<b>0,36</b>	<b>0,32</b>	<b>7,82</b>

Månedsverdier for tungmetaller i luft er gitt i Tabell 23. Målingene ble gjort ved at filtre ble eksponert hver tredje dag. Resultatene er gitt som enkelte dager. Årsaken til at resultatene ikke er midlet over måneder/år er at mange av prøvene viser konsentrasjoner lavere enn grensen for akkreditering. Det gir derfor ingen mening å midle disse. Det er også vanskelig å se noe mønster over året på Kollsnes. Grunnet storskala sirkulasjon (høytrykk over Sibir som presser arktiske front sørover vinter og vår) vil det forventes høyere konsentrasjoner om vinteren enn om sommeren siden kildeområdene da kommer innenfor de arktiske luftmassene (Aas et al., 2010).

Resultatene viser at konsentrasjonene av Pb, Cd, Ni og As i luft (på partikler) gjennomgående er lave. Maksimumskonsentrasjonene er hhv. 3,26 ng/m<sup>3</sup> for bly (Pb), 0,11 ng/m<sup>3</sup> for kadmium (Cd), 22,12 ng/m<sup>3</sup> for nikkel (Ni) og 1,67 ng/m<sup>3</sup> for arsen (As).

Tabell 23: Døgnverdier av elementer i luft i Herdlevær i perioden desember 2008 - desember 2009.

Fra dato	Til dato	Pb ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
04.12.2008	05.12.2008	1,06	*0.05	*<0.15	*0.36
07.12.2008	08.12.2008	0,47	*0.02	*0.24	*0.15
10.12.2008	11.12.2008	0,50	*0.03	*0.57	*0.22
13.12.2008	14.12.2008	2,50	*0.09	3,49	*0.40
16.12.2008	17.12.2009	0,87	*0.03	*1.22	*0.16
19.12.2008	20.12.2008	*0.35	*0.02	*<0.15	*0.35
22.12.2008	23.12.2008	*0.07	*<0.00	*0.19	*0.19
25.12.2008	26.12.2008	*0.16	*<0.00	*<0.15	*0.28
28.12.2008	29.12.2008	*0.29	*0.02	*<0.15	*0.22
31.12.2008	01.01.2009	1,32	*0.10	*0.46	*0.55
03.01.2009	04.01.2009	1,43	*0.02	*1.86	*0.20
06.01.2009	07.01.2009	*0.21	*0.05	*1.12	*0.21
09.01.2009	10.01.2009	*0.04	*0.02	*<0.15	*0.09
18.02.2009	19.02.2009	0,65	*0.03	*0.83	*0.21
21.02.2009	22.02.2009	0,57	*0.02	*<0.44	*0.06
01.03.2009	02.03.2009	*0.11	*<0.00	*0.55	*0.09
04.03.2009	05.03.2009	0,46	*0.01	*<0.44	*0.10
07.03.2009	08.03.2009	*0.19	*0.00	*<0.44	*0.05
10.03.2009	11.03.2009	*0.17	*<0.00	*<0.44	*0.07
13.03.2009	14.03.2009	*0.05	*<0.00	*<0.45	*0.07
15.03.2009	16.03.2009	*0.12	*0.01	*1.32	*0.14
16.03.2009	17.03.2009	0,50	*0.01	*<0.44	*0.18
19.03.2009	20.03.2009	*0.23	*0.01	*<0.46	*0.23
22.03.2009	23.03.2009	*0.13	*<0.00	*<0.46	*0.10
25.03.2009	26.03.2009	0,35	*0.01	*<0.44	*0.10
31.03.2009	01.04.2009	0,65	*0.02	*<0.44	*0.13
03.04.2009	04.04.2009	0,59	*0.03	*<0.44	*0.31

Fra dato	Til dato	Pb ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
06.04.2009	07.04.2009	0,86	*0.05	*<0.45	*0.28
09.04.2009	10.04.2009	0,42	*0.03	*<0.44	*0.16
18.04.2009	19.04.2009	*0.12	*0.01	*0.62	*0.08
21.04.2009	22.04.2009	0,41	*0.03	*0.89	*0.14
24.04.2009	25.04.2009	0,96	*0.03	*0.80	*0.24
04.05.2009	05.05.2009	3,26	*0.11	*<0.54	*0.43
07.05.2009	08.05.2009	1,33	*0.03	*<0.47	*0.28
10.05.2009	11.05.2009	2,06	*0.11	*0.66	*0.38
13.05.2009	14.05.2009	*0.22	*0.05	*<0.46	*0.12
16.05.2009	17.05.2009	*0.12	*0.02	*<0.54	*0.11
19.05.2009	20.05.2009	0,45	*0.01	*<0.47	*0.16
22.05.2009	23.05.2009	*0.23	*0.01	*<0.47	*0.08
25.05.2009	26.05.2009	0,50	*0.02	*<0.47	*0.17
28.05.2009	29.05.2009	0,57	*0.02	*<0.49	*0.13
31.05.2009	01.06.2009	1,29	*0.04	*<0.50	*0.24
04.06.2009	05.06.2009	*0.31	*0.04	*<0.48	*0.12
07.06.2009	08.06.2009	0,69	*0.04	*<0.47	*0.20
09.06.2009	10.06.2009	0,47	*0.05	*<7.34	1,37
06.07.2009	07.07.2009	0,36	*0.01	*<0.43	*0.04
08.07.2009	09.07.2009	*0.08	*0.01	*1.30	*0.07
10.07.2009	11.07.2009	*0.06	*<0.00	*1.41	*0.06
13.07.2009	14.07.2009	*0.12	*0.00	*1.64	*<0.01
14.07.2009	15.07.2009	0,59	*0.01	*1.56	*0.09
16.07.2009	17.07.2009	0,44	*0.01	*1.25	*0.07
18.07.2009	19.07.2009	0,40	*0.01	*0.63	*0.08
20.07.2009	21.07.2009	0,62	*0.01	*<0.43	*0.06
22.07.2009	23.07.2009	0,64	*0.01	*<0.42	*0.10
24.07.2009	25.07.2009	0,91	*0.02	*0.95	*0.10
26.07.2009	27.07.2009	*<0.04	*<0.01	*<0.59	*0.03
28.07.2009	29.07.2009	1,30	*0.02	*1.12	*0.11
30.07.2009	31.07.2009	2,41	*0.08	3,24	1,67
01.08.2009	02.08.2009	0,77	*0.03	3,16	*0.28
03.08.2009	04.08.2009	0,42	*0.02	*1.76	*0.18
05.08.2009	06.08.2009	1,37	*0.05	*1.24	*0.19
07.08.2009	08.08.2009	1,37	*0.05	*1.70	*0.37
09.08.2009	10.08.2009	0,43	*0.01	*1.00	*0.08
11.08.2009	12.08.2009	*0.03	*<0.00	*<0.43	*0.02
13.08.2009	14.08.2009	*0.03	*0.03	*<0.42	*0.03
15.08.2009	16.08.2009	*0.30	*0.02	*<0.42	*0.09
17.08.2009	18.08.2006	*0.04	*<0.00	*1.39	*0.05
19.08.2009	20.08.2009	1,61	*0.07	*1.46	*0.21
21.08.2009	22.08.2009	*0.26	*0.02	*1.35	*0.12
23.08.2009	24.08.2009	1,12	*0.02	*1.16	*0.11
25.08.2009	26.08.2009	0,80	*0.02	2,56	*0.20

Fra dato	Til dato	Pb ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	As ng/m <sup>3</sup>
27.08.2009	28.08.2009	0,39	*0.01	*1.16	*0.09
31.08.2009	01.09.2009	0,99	*0.02	*0.73	*0.17
02.09.2009	03.09.2009	0,40	*0.00	*<0.43	*0.18
04.09.2009	05.09.2009	*0.13	*0.01	*0.67	*0.07
06.09.2009	07.09.2009	*0.12	*0.00	*<0.42	*0.10
08.09.2009	09.09.2009	0,78	*0.02	*0.69	*0.21
11.09.2009	12.09.2009	*0.05	*<0.00	*<0.42	*0.09
13.09.2009	14.09.2009	*0.05	*0.01	*<0.42	*0.03
14.09.2009	15.09.2009	*0.17	*0.01	*<0.42	*0.07
17.09.2009	18.09.2009	*0.07	*<0.00	*<0.42	*0.06
20.09.2009	21.09.2009	*0.06	*<0.00	*<0.42	*0.02
23.09.2009	24.09.2009	*0.02	*<0.00	*<0.43	*0.02
26.09.2009	27.09.2009	*0.08	*<0.00	*<0.43	*0.04
02.10.2009	03.10.2009	*0.25	*0.01	2,88	*0.06
05.10.2009	06.10.2009	0,50	*0.03	*1.14	*0.21
08.10.2009	09.10.2009	*0.03	*<0.01	*1.81	*0.02
11.10.2009	12.10.2009	0,41	*0.02	2,50	*0.14
14.10.2009	15.10.2009	0,87	*0.04	6,52	*0.21
17.10.2009	18.10.2009	2,98	*0.03	16,22	0,74
20.10.2009	21.10.2009	1,03	*0.07	22,12	*0.32
23.10.2009	24.10.2009	1,18	*0.03	12,57	*0.35
26.10.2009	27.10.2009	*0.17	*<0.01	17,97	*0.10
29.10.2009	30.10.2009	0,65	*0.04	9,87	*0.19
01.11.2009	02.11.2009	0,52	*0.02	10,81	*0.33
04.11.2009	05.11.2009	0,80	*0.04	21,67	*0.07
07.11.2009	08.11.2009	2,11	*0.11	6,82	*0.11
13.11.2009	14.11.2009	1,97	*0.11	*1.09	0,60
16.11.2009	17.11.2009	*0.28	*<0.01	*<0.42	*0.08
19.11.2009	20.11.2009	0,47	*0.02	*0.64	*0.08
22.11.2009	23.11.2009	2,00	*0.03	*0.89	*0.28
25.11.2009	26.11.2009	1,27	*0.02	*<0.42	*0.21
28.11.2009	29.11.2009	*0.14	*<0.01	*<0.42	*0.11
01.12.2009	02.12.2009	*0.23	*<0.01	*<0.42	*0.06
04.12.2009	05.12.2009	0,37	*<0.01	*0.56	*0.14
07.12.2009	08.12.2009	0,35	*0.01	*0.64	*0.07
<b>Maksimum</b>					
<b>04.12.2008</b>	<b>08.12.2009</b>	<b>3,26</b>	<b>0,11</b>	<b>22,12</b>	<b>1,67</b>
*Målingen er utenfor akkreditert område.					

## 9 Måleresultater kvikksølv (Hg) i nedbør

Det måles kvikksølv i nedbør på Herdlevær. Det tas to parallelle prøver, merket A og B. Målingene av Hg medførte utvikling av spesiell prøvetaker (se Figur 13). Innmaten i prøvetakeren måtte være i glass, med tilhørende isolasjon og oppvarming for å forhindre at vannet fryser. Samtidig måtte ikke varmen være for sterk slik at prøvene fordampet igjen. Utviklingsarbeidet medførte at prøvestart ble utsatt til 1. februar 2009 (med slutt 1. desember 2009, dvs. 10 måneder).



*Figur 13: Prøvetakere for Hg i nedbør på Herdlevær. Selve prøvetakeren i glass og oppvarmingsenheten er pakket inn i plastrør.*

Mengde nedbør og analyserte konsentrasjoner er vist i Tabell 24. Mengden målt nedbør varierer noe mellom A og B-prøvene. Dette skyldes at åpningen til prøvetakeren er liten. Ved sterk vind vil mengden nedbør som fanges opp av samleren variere. De målte konsentrasjonene varierer også noe mellom de to nedbørsamlerne. Målt middelkonsentrasjon av Hg i nedbør er 12,21 ng/l (Prøvetaker A) og 10,18 ng/l (Prøvetaker B). Dette er noe høyere enn konsentrasjonene som måles på Birkenes (9,4 ng/l i 2009, Aas et al., 2010).



Tabell 24: Månedsverdier av Hg-konsentrasjon i nedbør og nedbørmengde ved Herdlevær i periodene februar - november 2009.

<u>Fra dato</u>	<u>Til dato</u>	<u>Prøvetaker A</u>		<u>Prøvetaker B</u>	
		<u>ng/L</u>	<u>ml</u>	<u>ng/L</u>	<u>ml</u>
01.02.2009	01.03.2009	5,45	347	5,07	371
01.03.2009	01.04.2009	14,95	450	15,78	433
01.04.2009	01.05.2009	11,64	197	20,00	218
01.05.2009	01.06.2009	7,80	342	5,00	381
01.06.2009	01.07.2009	44,37	139	17,32	149
01.07.2009	01.08.2009	15,32	382	6,12	417
01.08.2009	01.09.2009	11,37	871	5,11	859
01.09.2009	24.09.2009	2,12	400	3,16	492
24.09.2009	14.10.2009	1,43	529	2,44	542
14.10.2009	01.11.2009	15,85	104	27,37	108
01.11.2009	01.12.2009	4,01	566	4,66	592

## 10 Måleresultater hovedkomponenter

Hovedkomponenter som måles på Kollsnes er egentlig ikke forurensning i ordets rette forstand, men stoffer som mer eller mindre naturlig finnes i nedbør. Merk at konsentrasjonene av hovedkomponenter er på mg-nivå (1/1000 gram), mens tungmetaller er på µg-nivå (1/1000 000 gram) og Hg på ng-nivå (1/1000 000 000 gram) pr liter nedbør. pH i nedbør ved Kollsnes er rundt og litt under 5. Dette er vanlig pH i nedbør i Norge, mye styrt av nivået av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Ellers er det høy konsentrasjon av Na og Cl i nedbøren, også kalt bordsalt når det kombineres. Dette skyldes selvfølgelig at Kollsnes ligger ved sjøen hvor det forekommer aerosoler og sjøsprøyt som inneholder salt.

Konsentrasjonene av hovedkomponenter i nedbør er på linje med det som observeres andre steder i Norge, se Aas et al. (2010) for sammenligning med norske bakgrunnsstasjoner. Eneste unntaket er som nevnt Na og Cl pga. nærhet til sjø.

Tabell 25: Måned- og årsmiddelverdier av nedbørmengde, ledningsevne, pH og elementer i nedbør ved Herdlevær i periodene desember 2008 - november 2009. SO<sub>4</sub> er korrigert for Na, Mg og Cl.

Måned	Nedbør- mengde mm	Lednings- evne µs/cm	pH	SO <sub>4</sub> mg S/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	Ca mg/l	K mg/l
Desember 2008	71,0	147,50	4,71	1,78	1,24	0,86	17,97	2,79	91,50	1,26	0,92
Januar 2009	38,0	155,29	4,76	0,47	0,27	0,43	17,84	2,08	36,53	0,57	0,59
Februar	90,3	31,67	4,97	0,11	0,11	0,20	3,69	0,43	6,35	0,16	0,15
Mars	89,1	59,67	4,88	0,21	0,20	0,25	7,60	0,90	11,82	0,28	0,24
April	27,8	55,16	6,05	0,75	2,67	1,60	3,91	0,46	6,14	0,34	0,20
Mai	37,7	95,21	4,69	1,35	0,81	0,68	10,30	1,24	22,26	0,40	0,41
Juni	38,5	22,81	4,83	0,40	0,12	0,34	1,75	0,20	4,35	0,25	0,09
Juli	119,4	24,03	4,80	0,29	0,27	0,38	1,88	0,23	3,05	0,13	0,10
August	260,9	49,62	5,00	0,25	0,35	0,28	1,52	0,23	3,70	0,17	0,12
September	162,5	67,48	5,12	0,09	0,07	0,14	8,87	1,03	18,67	0,36	0,30
Oktober	102,3	56,88	5,65	0,14	0,09	0,05	7,76	0,90	17,98	0,33	0,29
November	131,1	46,77	5,18	0,12	0,20	0,25	7,10	0,85	15,82	0,27	0,26
Des. 2008 - nov.2009	1168,7	59,29	4,98	0,35	0,35	0,33	6,26	0,79	16,23	0,32	0,26

## 11 Måleresultater svoveldioksid (SO<sub>2</sub>)

Måleresultater for SO<sub>2</sub> passive prøvetakere er vist i Tabell 26. Målebrikkene som ble brukt stod eksponert ute i 14 dager av gangen. Man får da snitt over 14 dager, men korte tidsperioder med forhøyede konsentrasjoner ("episoder") fanges ikke opp. For kortere tidsoppløsning må monitor brukes. Nivåene av SO<sub>2</sub> på Kollsnes er såpass lave at det ikke er hensiktsmessig å måle SO<sub>2</sub> med kort tidsoppløsning.

Maksimalkonsentrasjonen over 14 dager var 18,66 µg/m<sup>3</sup> (desember 2008). Det forekom to høye verdier rundt juletid. Dette kan skyldes bidrag fra lokale utslipp. Et typisk mønster for SO<sub>2</sub> er høy SO<sub>2</sub> midt på vinteren og lavere verdier om sommeren. Høye konsentrasjoner på vinteren skyldes en kombinasjon av a) økte utslipp og b) lave konsentrasjoner av gasser som oksiderer SO<sub>2</sub> (OH i gassfase og eksempelvis H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i væskefase). Lave konsentrasjoner av oksidanter skyldes igjen lite sollys og derav lav fotokjemisk aktivitet. Med lav konsentrasjon av gasser som bryter ned (oksidere) SO<sub>2</sub> vil reaksjonen SO<sub>2</sub> til sulfat gå langsommere, med dertil hørende høy SO<sub>2</sub> og lav sulfat (såkalt oksidantbegrensning). Dette er rapportert i den vitenskapelige litteraturen (eks. Berglen et al., 2004).

Middelverdien for hele måleperioden var 4,43 µg/m<sup>3</sup>. Dette er godt under luftkvalitetskriteriene gitt i Tabell 2.

Tabell 26: *Middelverdier over 14 dager av SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009.*

Fra dato	Til dato	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
01.12.2008	15.12.2008	3,96
15.12.2008	29.12.2008	18,66
29.12.2008	12.01.2009	12,48
12.01.2009	26.01.2009	3,40
26.01.2009	09.02.2009	3,36
09.02.2009	23.02.2009	3,80
23.02.2009	16.03.2009	1,64
16.03.2009	30.03.2009	3,58
30.03.2009	13.04.2009	2,74
13.04.2009	27.04.2009	2,52
27.04.2009	11.05.2009	2,70
11.05.2009	25.05.2009	2,80
25.05.2009	08.06.2009	2,88
08.06.2009	22.06.2009	2,06
22.06.2009	02.07.2009	-
02.07.2009	13.07.2009	2,10
13.07.2009	27.07.2009	4,74
27.07.2009	10.08.2009	5,16
10.08.2009	24.08.2009	3,70
24.08.2009	07.09.2009	3,14
07.09.2009	21.09.2009	3,02
21.09.2009	05.10.2009	3,12
05.10.2009	19.10.2009	3,72
19.10.2009	02.11.2009	5,98
02.11.2009	16.11.2009	6,34
16.11.2009	30.11.2009	3,20
<b>01.12.2008</b>	<b>30.11.2009</b>	<b>4,43</b>

I måleprogrammet 1997-98 (Innset et al., 1999) var 14-dagersverdiene av SO<sub>2</sub> på Herdlevær mellom 0,3 og 6 µg/m<sup>3</sup>. Dengang ble mange prøver forkastet, enten fordi de var kontaminert av sjøsprøyt eller tapt på annen måte. Det er derfor vanskelig å sammenligne de to måleperiodene.

## 12 Måleresultater benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX)

Fra oppstart i desember 2008 og ut mars 2009 ble det gjort ukesprøver av benzen, toluen, etylbenzen og xylen (tilsammen forkortet BTEX) ved hjelp av Tenax-rør. Dette ble gjort på stasjonene på Herdlevær og Blomvåg. Gitt de lave konsentrasjonene ble det bestemt at man kunne gå over til månedsprøver ved bruk av Chromosorb-rør. Tenax-rør og Chromosorb-rør ser like ut, eneste forskjell er adsorbenten<sup>7</sup> som røret er satt inn med. Opp til 14 dagers eksponering brukes tenax, for lengre eksponering brukes Chromosorb. Fra mars og ut måleperioden ble det derfor gjort månedsprøver. Resultatene er vist i Tabell 27 og Tabell 28.

Høyeste konsentrasjon av benzen er 2,6 µg/m<sup>3</sup> (Herdlevær) og 1,4 µg/m<sup>3</sup> (Blomvåg). Grenseverdi for årsmiddel av benzen er 2 µg/m<sup>3</sup> (Nasjonalt mål) og 5 µg/m<sup>3</sup> (EUs grenseverdi), se Tabell 2. Måleresultatene (årsmiddel) fra Kollsnes er godt under disse akseptkriteriene.

Tabell 27: Måleresultater av benzen, toluen, etylbenzen og xylen (BTEX) fra stasjonen på Herdlevær. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

		Benzen	Toluen	Etylbenzen	p- og m-Xylen	o-Xylen
01.12.2008	08.12.2008	0,345	0,060	0,012	0,018	0,008
08.12.2008	15.12.2008	0,081	0,015	0,002	0,003	0,001
15.12.2008	22.12.2008	0,203	0,023	0,005	0,008	0,003
22.12.2008	29.12.2008	0,462	0,043	0,015	0,022	0,009
29.12.2008	05.01.2009	0,501	0,035	0,016	0,024	0,010
05.01.2009	12.01.2009	2,644	0,234	0,039	0,059	0,025
12.01.2009	19.01.2009	0,384	0,072	0,007	0,010	0,004
19.01.2009	26.01.2009	0,359	0,306	0,009	0,014	0,005
26.01.2009	02.02.2009	1,022	0,128	0,021	0,039	0,014
02.02.2009	16.02.2009	0,112	0,012	0,005	0,009	0,003
16.02.2009	23.02.2009	0,463	0,065	0,014	0,028	0,011
23.02.2009	01.03.2009	0,429	0,055	0,008	0,015	0,006
01.03.2009	01.04.2009	0,605	0,382	0,153	0,079	0,043
01.04.2009	01.05.2009	1,079	0,287	0,174	0,070	0,023
01.05.2009	01.06.2009	0,574	0,226	0,093	0,031	0,015
01.06.2009	01.07.2009	0,561	0,196	0,170	0,082	0,024
01.07.2009	01.08.2009	0,728	0,212	0,130	0,050	0,023
01.08.2009	01.09.2009	1,943	0,621	0,256	0,122	0,042
10.09.2009	01.10.2009	1,237	0,364	0,212	0,039	0,017
01.10.2009	01.11.2009	0,548	0,191	0,030	0,080	0,030
04.11.2009	30.11.2009	1,581	0,464	0,205	0,123	0,041

<sup>7</sup> Adsorpsjon: Avsetning av kjemiske forbindelser på en flate, men uten kjemisk omdanning av stoffet.

Tabell 28: Måleresultater av benzen, toluen, etylbenzen og xylene (BTEX) fra stasjonen på Blomvåg. Enhet:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

		Benzen	Toluen	Etylbenzen	p- og m-Xylen	o-Xylen
01.12.2008	08.12.2008	0,256	0,097	0,027	0,041	0,016
08.12.2008	15.12.2008	0,065	0,015	0,001	0,002	0,001
15.12.2008	22.12.2008	0,057	0,008	0,001	0,002	0,001
22.12.2008	29.12.2008	0,451	0,060	0,012	0,018	0,007
29.12.2008	05.01.2009	0,299	0,060	0,005	0,008	0,003
05.01.2009	12.01.2009	0,554	0,046	0,008	0,012	0,005
12.01.2009	19.01.2009	0,348	0,072	0,011	0,016	0,006
19.01.2009	26.01.2009	0,345	0,083	0,009	0,014	0,005
26.01.2009	02.02.2009	0,485	0,118	0,020	0,042	0,015
02.02.2009	16.02.2009	0,217	0,049	0,007	0,014	0,006
16.02.2009	23.02.2009	0,409	0,047	0,007	0,016	0,006
23.02.2009	01.03.2009	0,299	0,032	0,005	0,013	0,005
01.03.2009	01.04.2009	0,485	0,436	0,158	0,082	0,049
01.04.2009	01.05.2009	0,913	0,313	0,158	0,084	0,030
01.05.2009	01.06.2009	0,395	0,146	0,110	0,048	0,013
01.06.2009	01.07.2009	0,287	0,180	0,129	0,078	0,025
01.07.2009	01.08.2009	0,223	0,206	0,132	0,074	0,029
01.08.2009	01.09.2009	1,391	0,464	0,224	0,085	0,037
10.09.2009	01.10.2009	0,802	0,285	0,160	0,048	0,023
01.10.2009	01.11.2009	1,044	0,348	0,157	0,127	0,042
04.11.2009	30.11.2009	1,266	0,469	0,192	0,156	0,048

## 13 Måleresultater PAH

Som nevnt i kap. 2.1 er det analysert for 38 forskjellige typer PAH i dette prosjektet. Kun Benzo(a)pyren (BaP) er referert her siden denne er kreftfremkallende og derved har stor betydning for helse og miljø.

### 13.1 PAH i luft

PAH forekommer i meget lave konsentrasjoner. Prøvetakingen ble utført ved hjelp av en høy-volum filterprøvetaker. Denne pumper ca 30 m<sup>3</sup> luft gjennom filteret pr døgn. Mye luft er nødvendig for å samle nok prøvemateriale. Analysene meget arbeidskrevende og dyre. Målingene ble utført ved at filtre ble eksponert i et døgn omlag hver tredje dag. Siden ble 8 filtre slått sammen og analysert samtidig. Dette ble gjort for å spare analysekostnader. Måleresultater for komponenten Benzo(a)pyren er vist i Tabell 29 (måleperiode og konsentrasjoner). Sammenliknet med grenseverdien for Benzo(a)pyren i luft satt i EU-direktiv 2004/107/EC, 1,0 ng/m<sup>3</sup>, er resultatene meget lave.

Tabell 29: Benzo(a)pyren i luft fra Herdlevær. Enhet: ng/m<sup>3</sup>.

Måleperioder	BaP
30-31/1+2-3/2+5-6/2+8-9/2+11-12/2+14-15/2+17-18/2+20-21/2	0,06
23-24/2+2-3/3+4-5/3+8/3+10-11/3+13-14/3	<0,04
16-17/3+19-20/3+22-23/3+25-26/3+28-29/3+31/3-1/4+3-4/4+18-19/4	<0,04
21-22/4+24-25/4+26-27/4,27-28/4+28-29/4+30/4-1/5+3-4/5+5-6/5	<0,04
7-8/5+9-10/5+12-13/5+15-16/5+18-19/5+21-22/5+24-25/5+27-28/5	<0,04
30-31/5+2-3/6+5-6/6+8-9/6+9-10/6+11-12/6+14-15/6+15-16/6	<0,04
20-21/6+22-23/6+23-24/6+26-27/6+29-30/6+1-2/7+4-5/7+8-9/7	<0,04
11-12/7+14-15/7+17-18/7+20-21/7+23-24/7+24-25/7+26-27/7+27-28/7	<0,04
29-30/7+30-31/7+1-2/8+4-5/8+7-8/8+10-11/8+13-14/8+16-17/8	<0,04
18-19/8+19-20/8+22-23/8+25-26/8+28-29/8+31/8-1/9+1-2/9+3-4/9	<0,04
27-28/9+28-29/9+30/9-1/10+5-6/10+7-8/10+13-14/10+14-15/10+15-16/10	<0,04
18/19/10+21-22/10+24-25/10+26-27/10+27-28/10+30-31/10+2-3/11+3-4/11	<0,04
4-5/11+8-9/11+11-12/11+14-15/11+17-18/11+20-21/11+23-24/11+26-27/11	<0,04
29-30/11+30/11-1/12+3-4/12+5-6/12+7-8/12	<0,04
Enhet: ng/m <sup>3</sup>	

NILU gjør målinger av PAH ved Hammerfest på oppdrag fra Statoil (se Hak et al., 2010). Målingene derfra viser middel av Benzo(a)pyren lik 0,05 ng/m<sup>3</sup>, med maksimum lik 0,29 ng/m<sup>3</sup>. Sammenliknet med Hammerfest viser altså Kollsnes lavere konsentrasjoner av Benzo(a)pyren.

### 13.2 PAH i nedbør

PAH i nedbør måles på Herdlevær. Som nevnt forekommer PAH i meget små konsentrasjoner. Dette stiller store krav til nøyaktighet og renslighet, både med tanke på regnsamlere og under analysen i laboratoriet. Ved Kollsnes er det værhardt. Derfor kunne ikke vanlig regnsamler i glass brukes, men det måtte spesiallages en regnsamler i eloksert aluminium. Dette tok tid og medførte at målingene ikke kunne startes opp i desember 2008, men ble utsatt til februar 2009.

Målte konsentrasjoner av komponenten Benzo(a)pyren (BaP) er vist i Tabell 30 (måleperiode og konsentrasjoner). I analysen er flere flasker/prøver slått sammen til en. Dette er gjort for å spare analysekostnader. Ellers var det tidvis problemer ved at mye regn gjorde at prøvetakeren ble full og rant over. Det hendte også at prøveflasken ble knust.

Tabell 30: Benzo(a)pyren i nedbør fra Herdlevær. Enhet: ng/L.

Måleperioder	BaP
1-20/2-20-25/2+25/2-1/3	<0,7
(01-09/03 knust) 10-16/03+16/03-01/04	<2,0
1-13/4+13/4-1/5	<3,0
1-8/5+18-29/5, 29/5-1/6 (tom)	<2,0
16-19/6 og 19/6-1/7	<4,0
1-29/7 0915-1430 (2 flasker), 29/7-1/8 1430-0835 (1 flaske)	<0,7
1-10/8+17-27/8+27/8-1/9	<0,7
1/9-1/10 (4 flasker)	<0,5
1/10-1/11	<1,0
1-30/11 (5 flasker)	<0,5
<b>Enhet: ng/L</b>	

Benzo(a)pyren i nedbør er ikke sammenlignet med målingene NILU gjør ved Hammerfest på oppdrag fra Statoil (Hak et al, 2010). Årsaken er at verdiene fra Kollsnes alle er under metodens deteksjonsgrense.



## 14 Referanser

- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. og Yttri, K.E. (2010) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 2009. Kjeller (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1074/2010). (TA-2664/2010). (NILU OR 33/2010).
- Berglen, T.F. og Tønnesen, D.A. (2010) Ny Hot Oil Heater ved Kollsnes prosessanlegg. Vurdering av utslipp til luft. Kjeller (NILU OR 9/2010).
- Berglen, T.F. og Tønnesen, D. (2009) Kondensatlekkasje Kollsnes Prosessanlegg 19. mai 2009. Konsekvenser av utslipp til luft. Kjeller (NILU OR 50/2009).
- Berglen, T.F., Berntsen, T.K., Isaksen, I.S.A., and Sundet, J.K. (2004) A global model of the coupled sulfur/oxidant chemistry in the troposphere: The sulfur cycle. *J. Geophys. Res.*, 109, D19310, doi:10.1029/2003JD003948.
- Hak, C., Gjerstad, K.I. og Yttri, K.E. (2010) Måledata Juli 2009 – Juni 2010. Miljøovervåking av utslipp til luft fra Snøhvit-Hammerfest LNG. Kjeller (NILU OR 82/2010).
- Innset, B., Arnesen, K. og Haugsbakk, I. (1999) Meteorologi, luft- og nedbørkvalitet på Kollsnes 1. oktober 1997-30. september 1998. Kjeller (NILU OR 28/99).

### Andre referanser

Hjemmesiden til Kollsnes prosessanlegg (pr oktober 2010):  
<http://www.statoil.com/no/OurOperations/TerminalsRefining/ProcessComplexKollsnes/Pages/default.aspx>

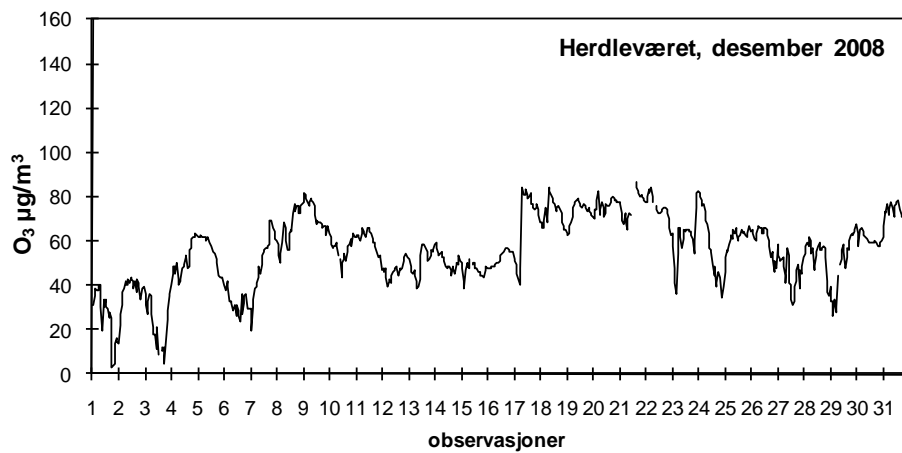
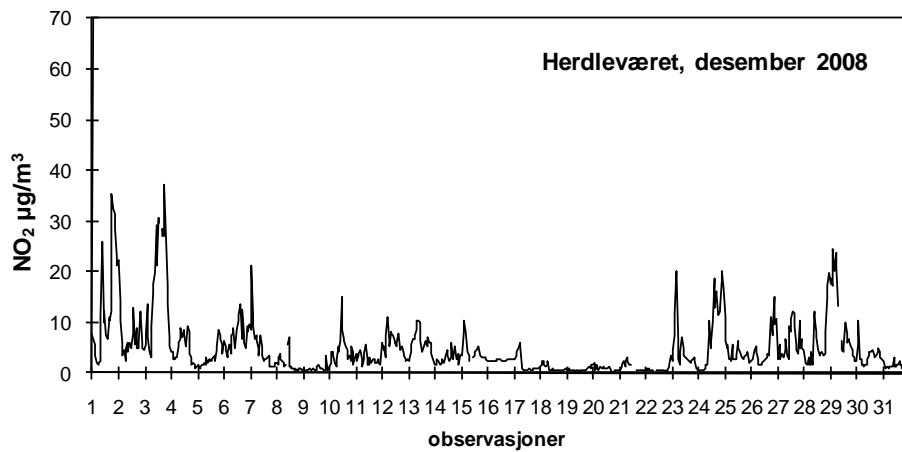
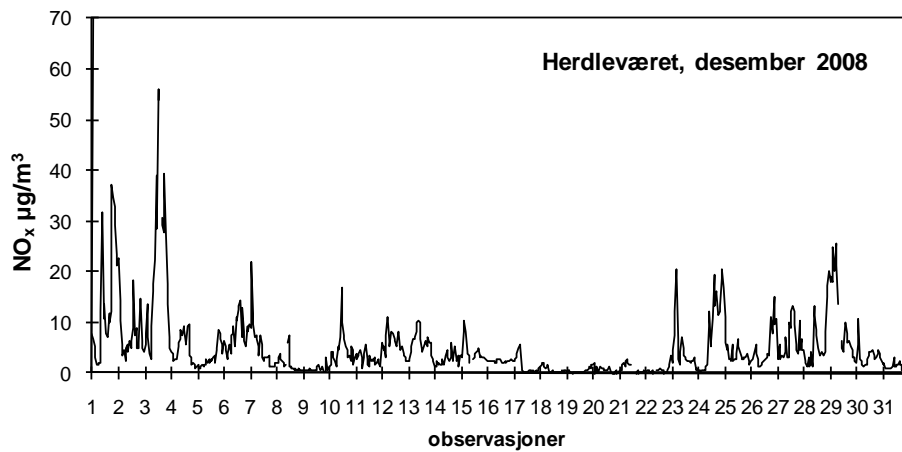
DIRECTIVE 2004/107/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 December 2004 (URL: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2005/l\\_023/l\\_02320050126en00030016.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2005/l_023/l_02320050126en00030016.pdf))

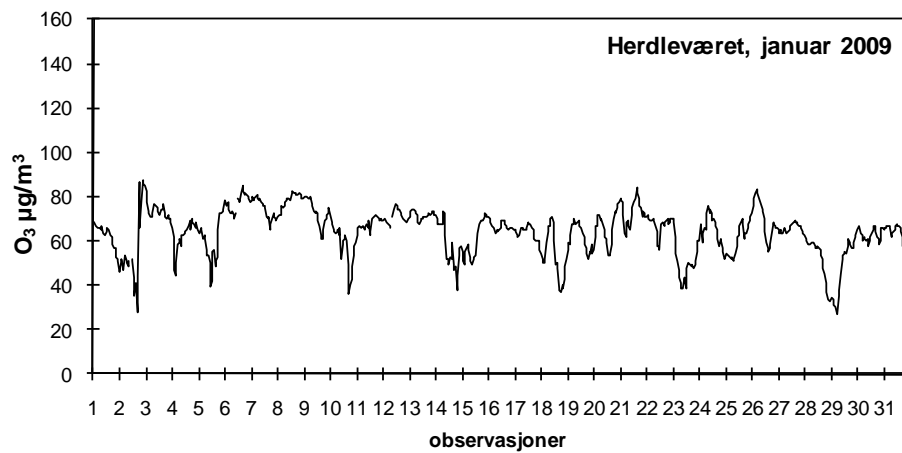
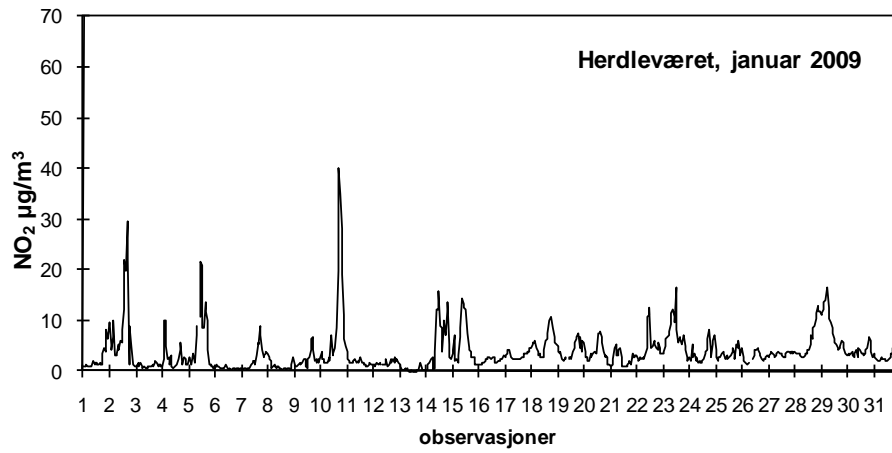
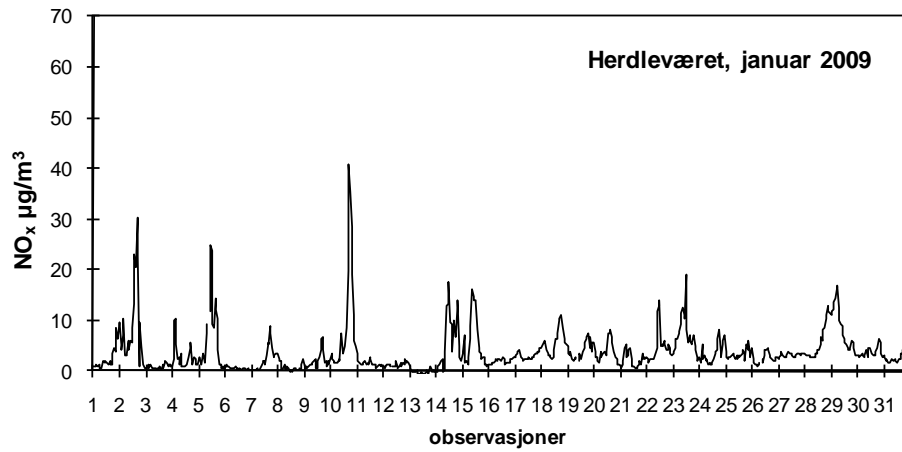


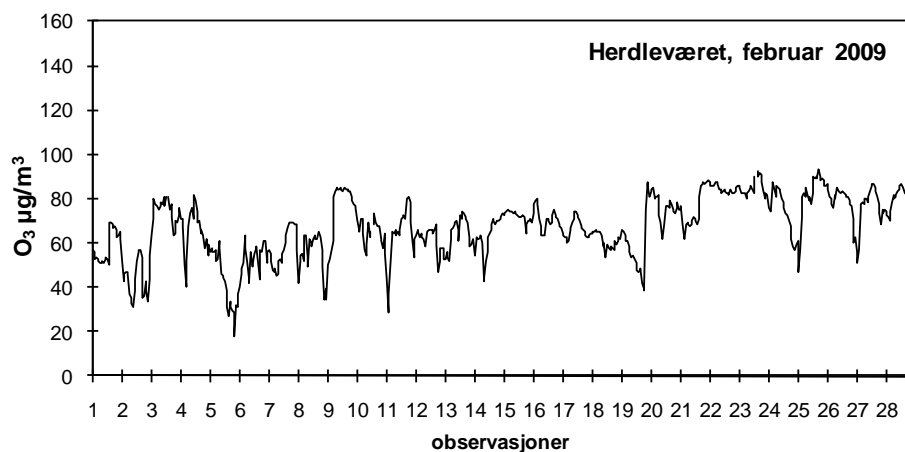
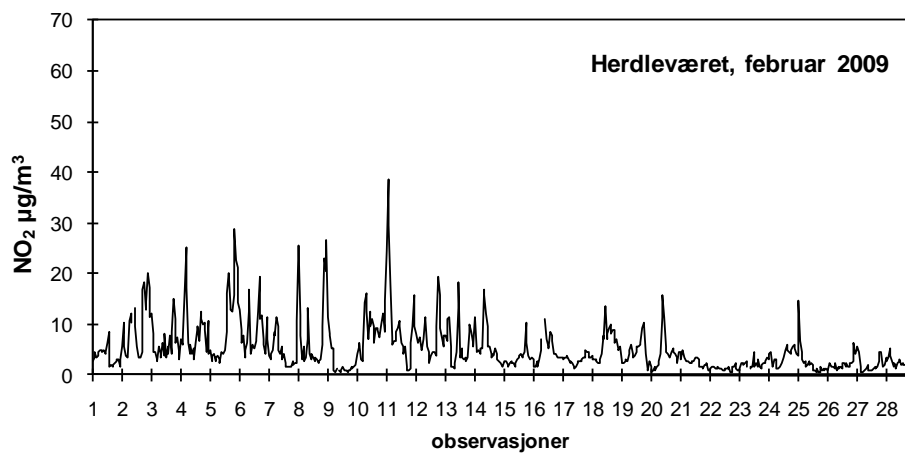
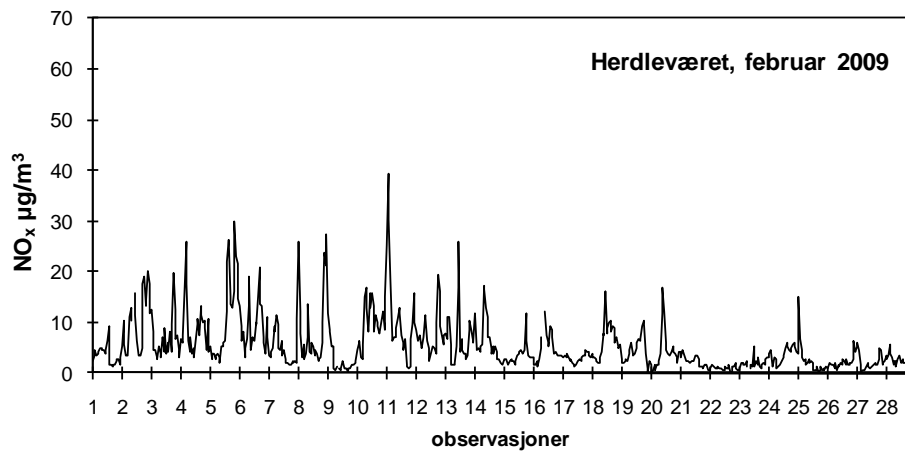
## **Vedlegg A**

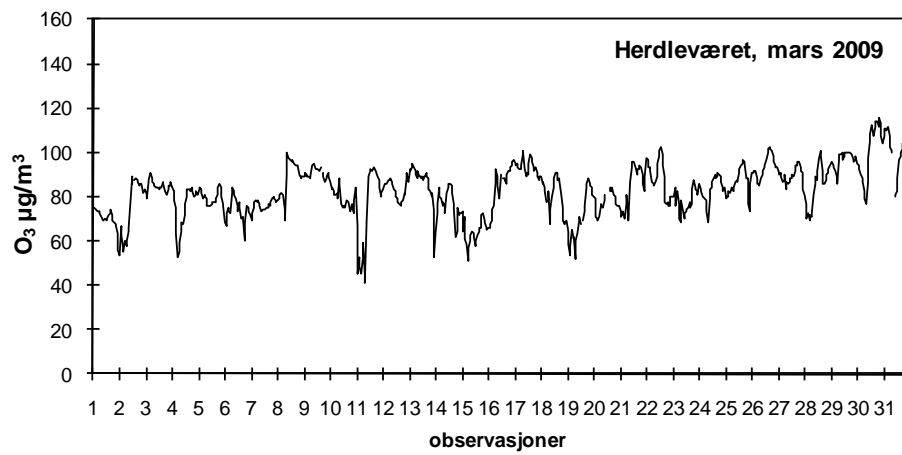
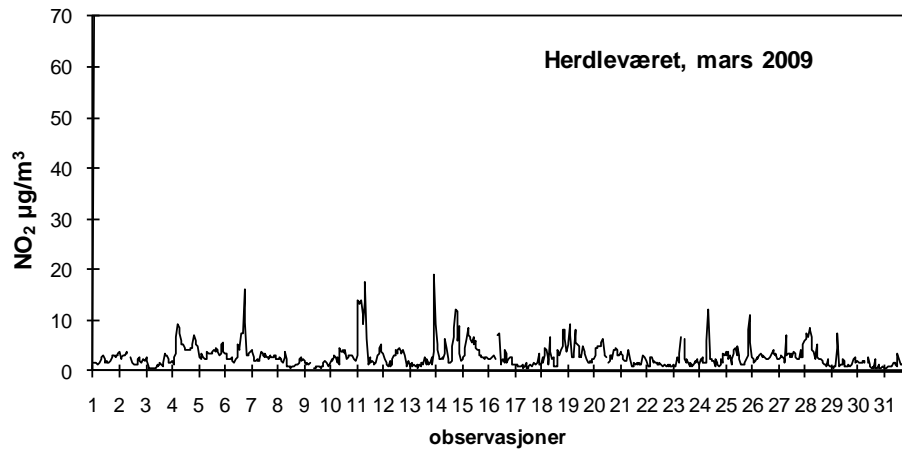
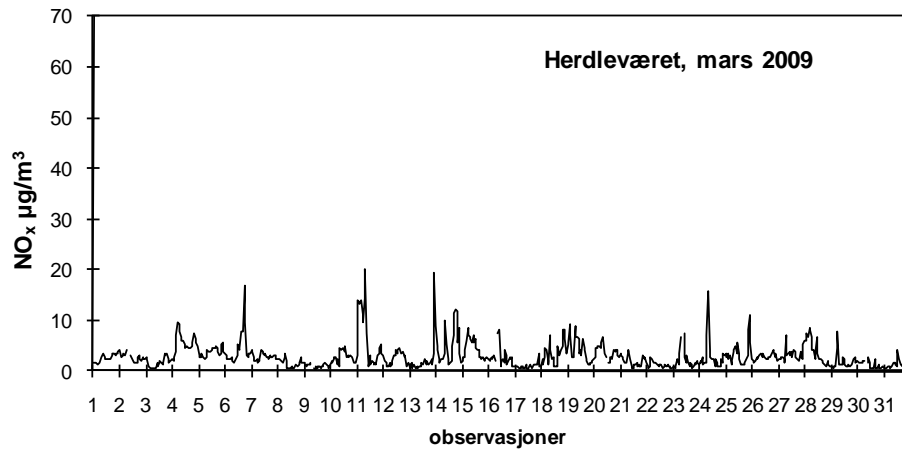
**Herdlevær: Plott av timemiddelverdier av NO<sub>x</sub>,  
NO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> desember 2008-november 2009**



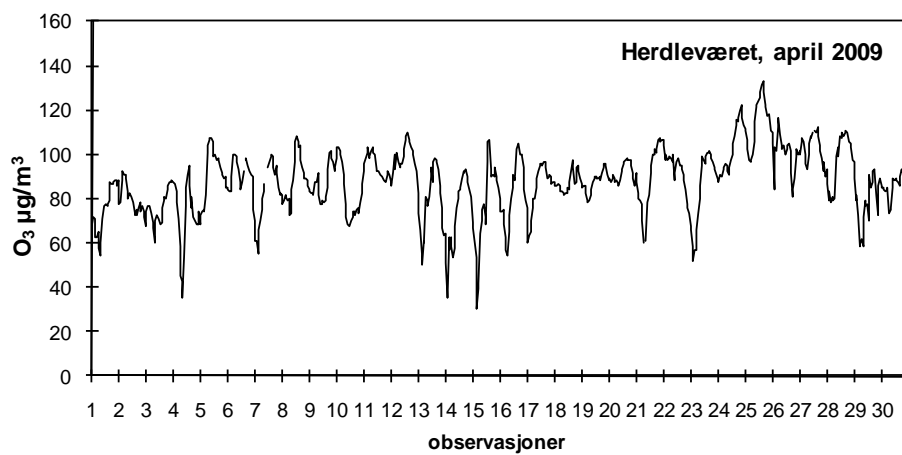
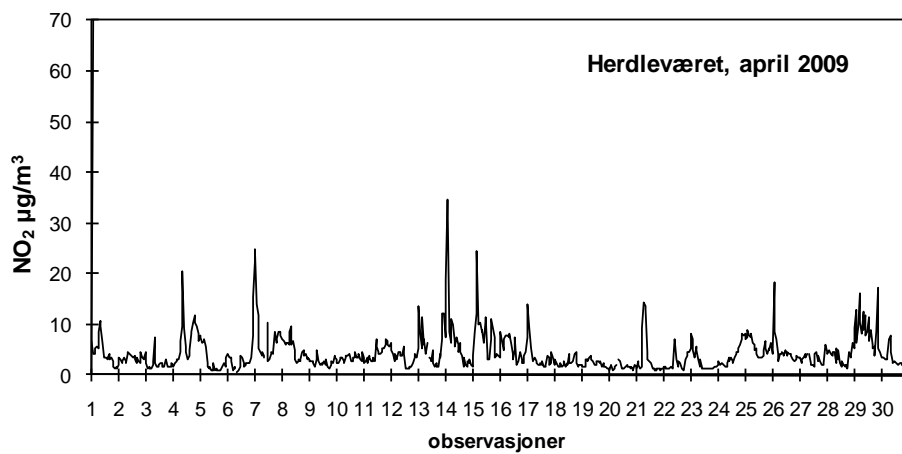
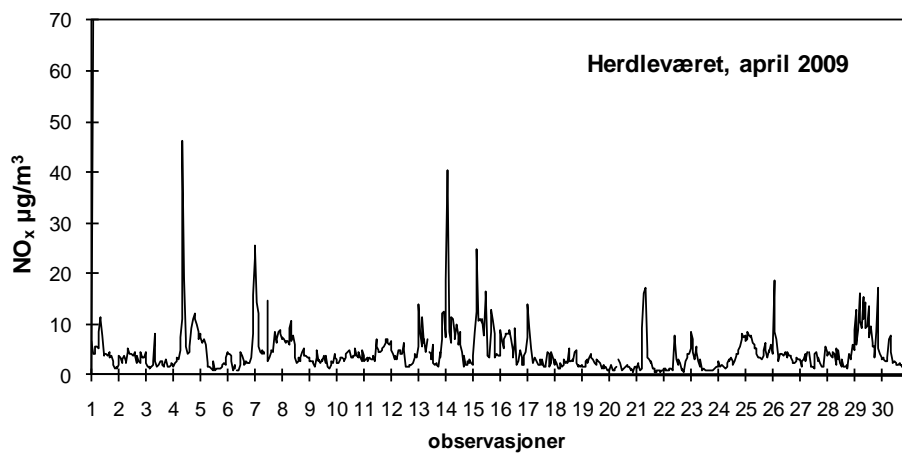


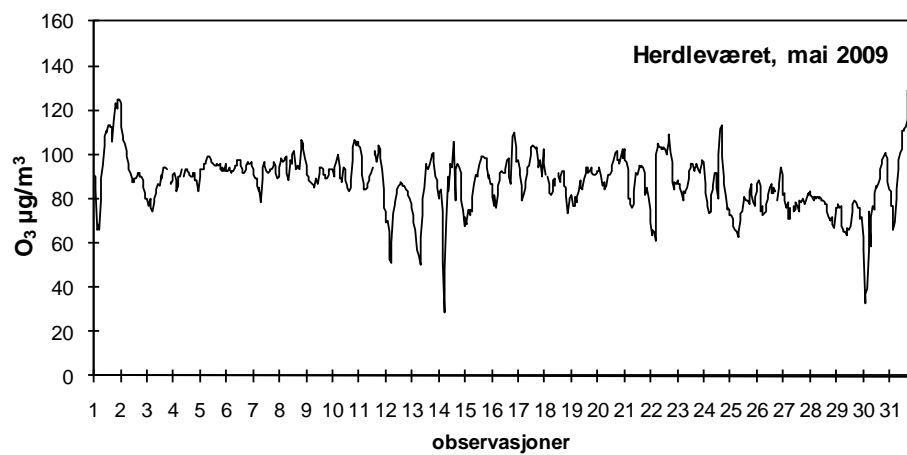
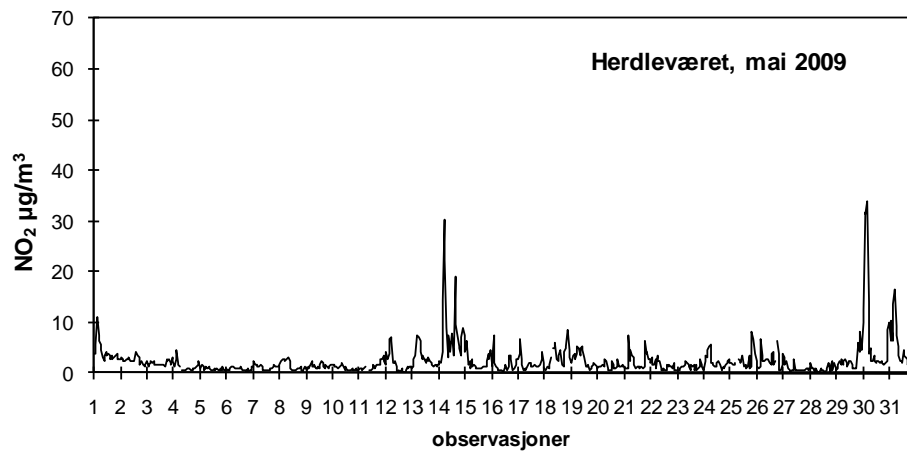
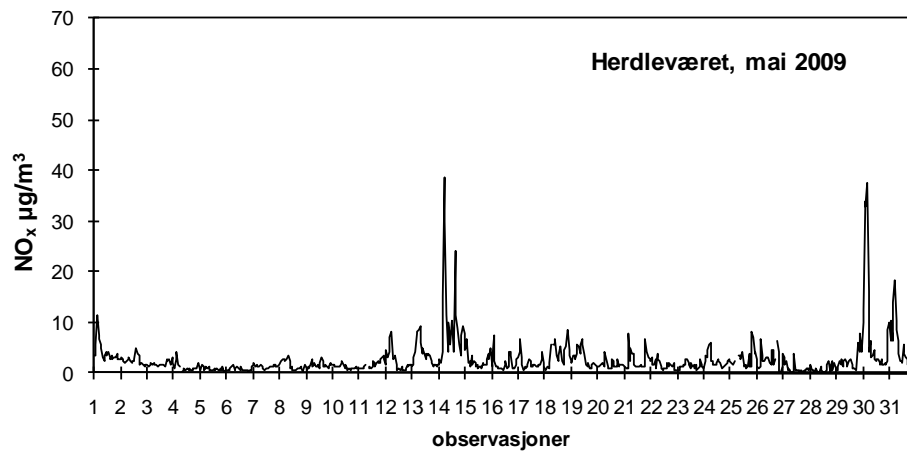


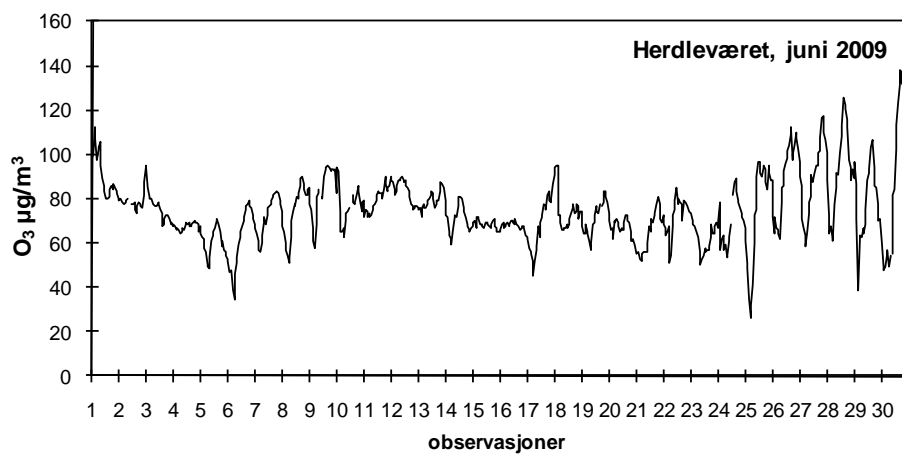
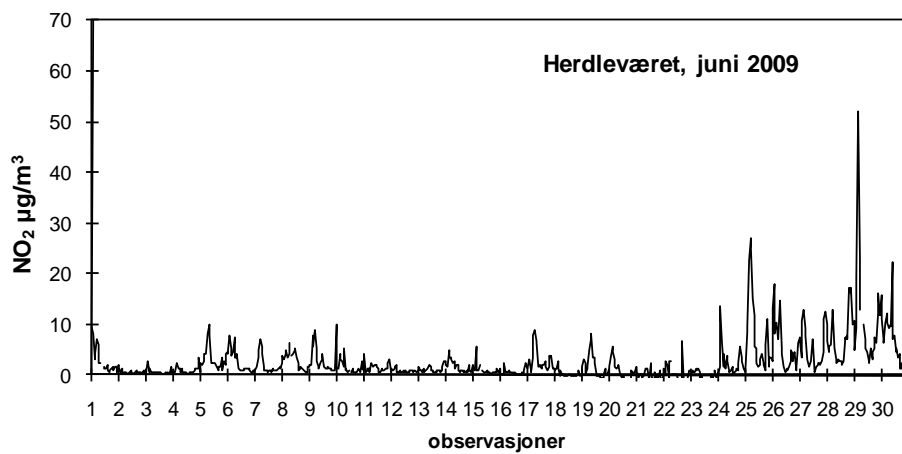
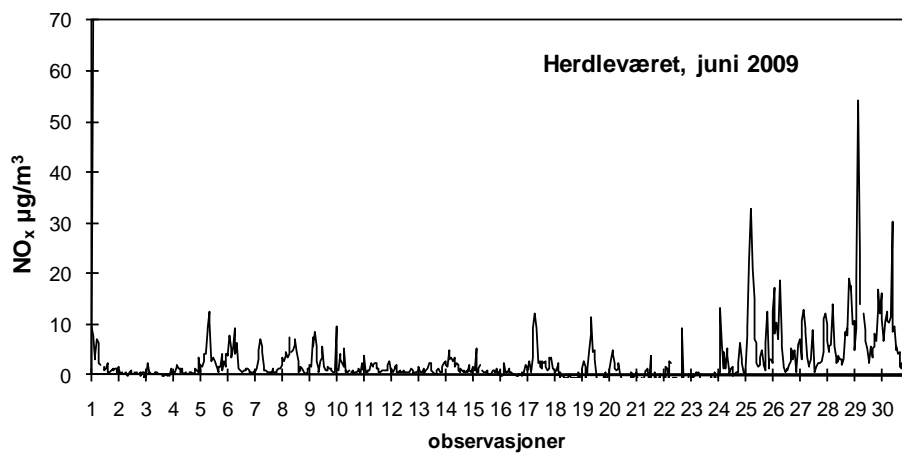


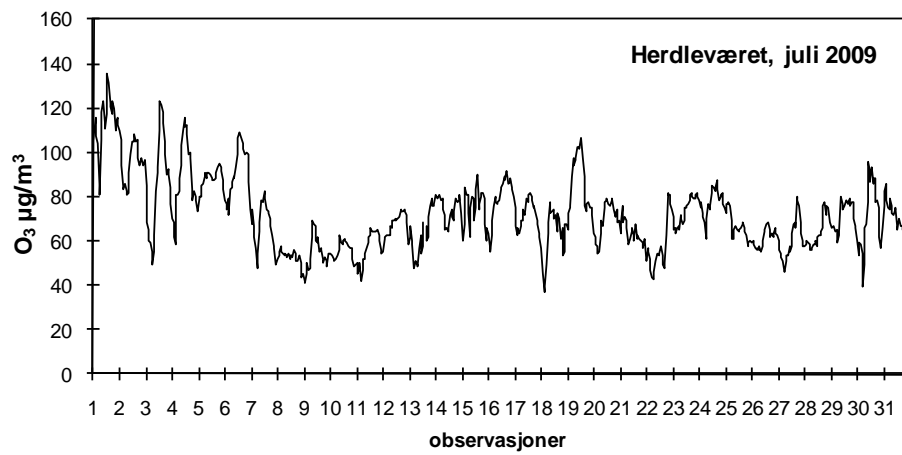
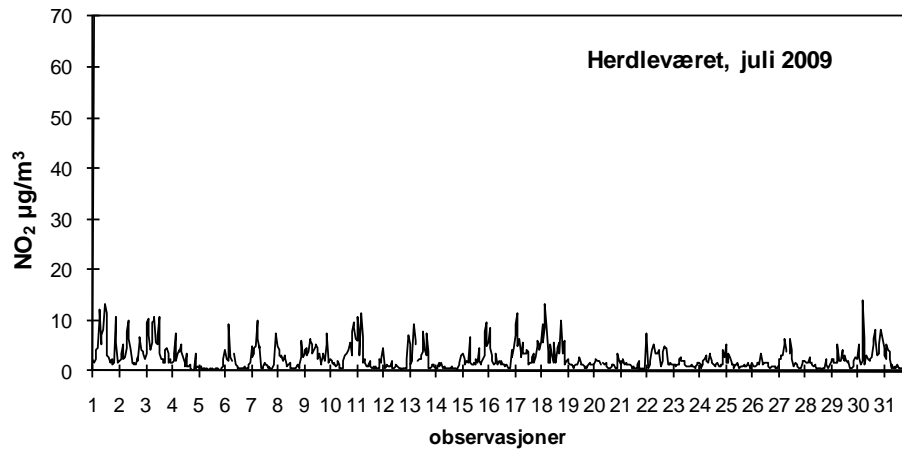
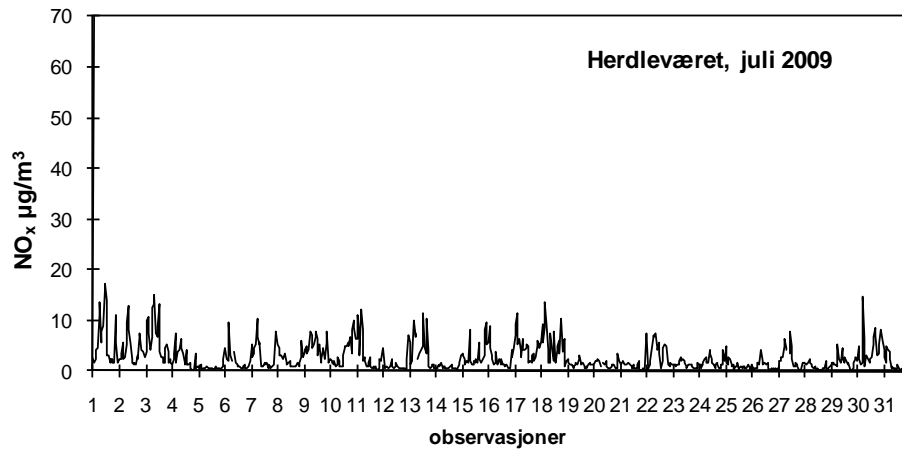


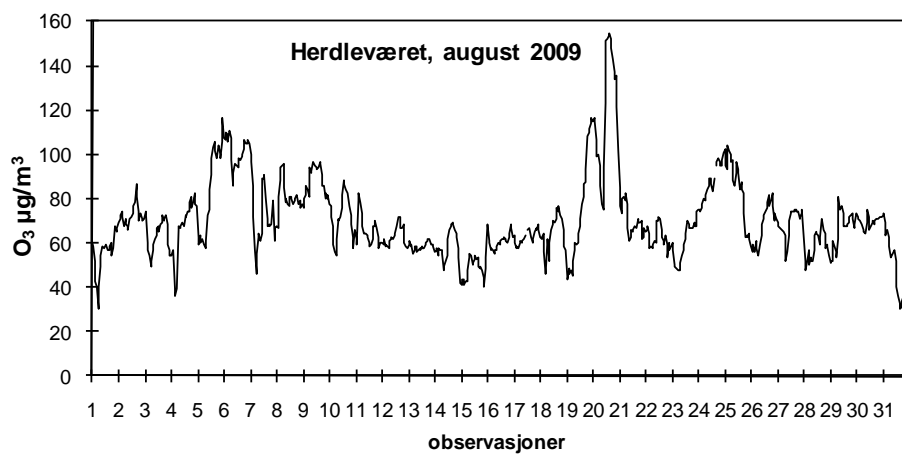
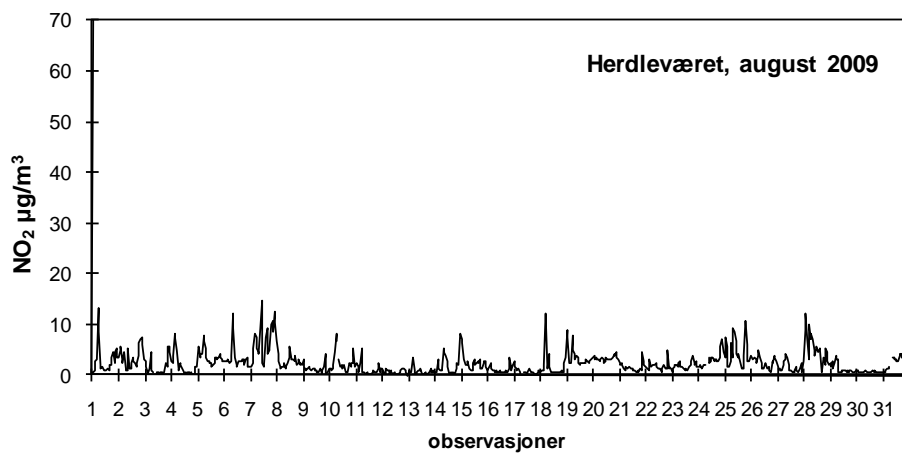
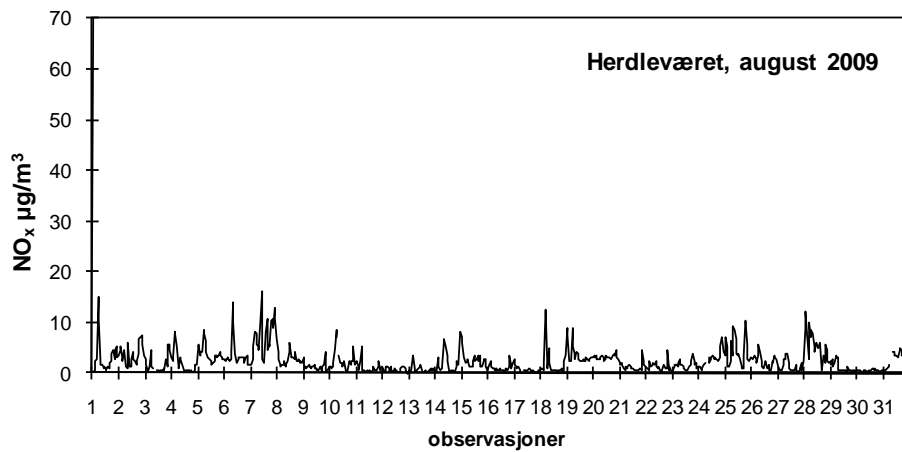


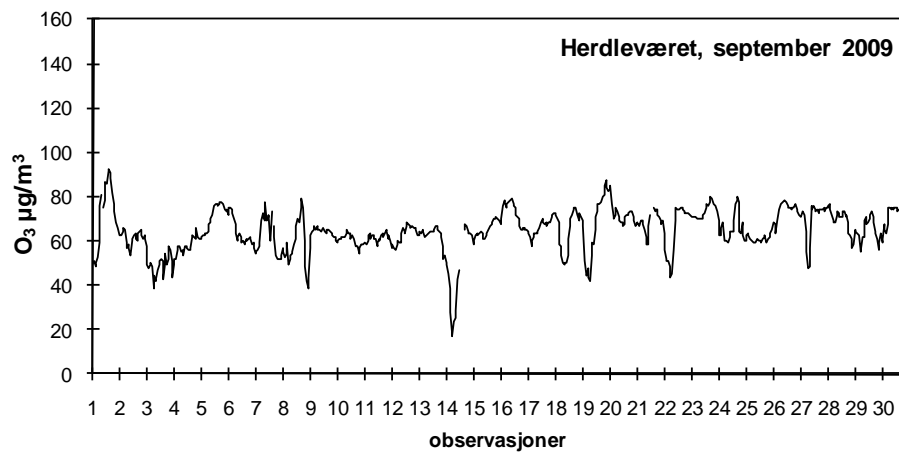
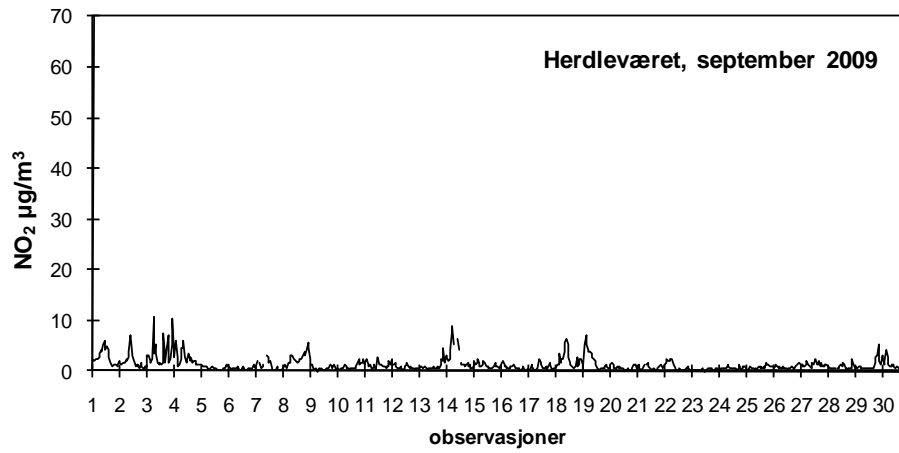
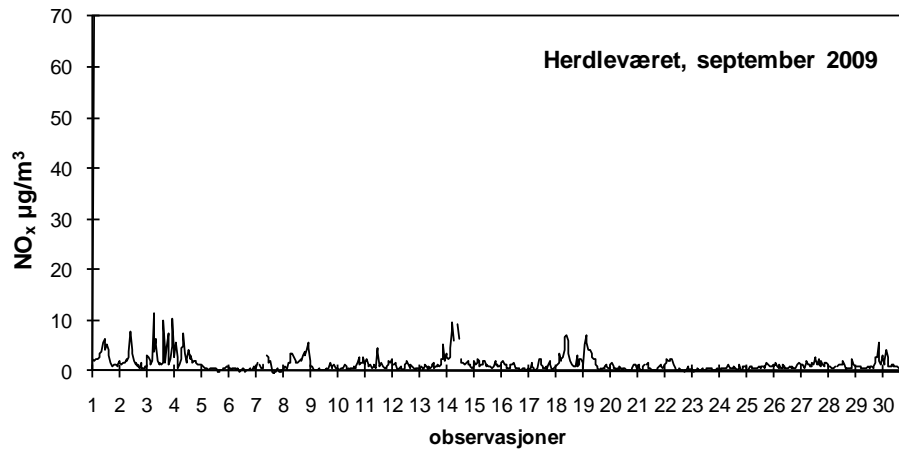


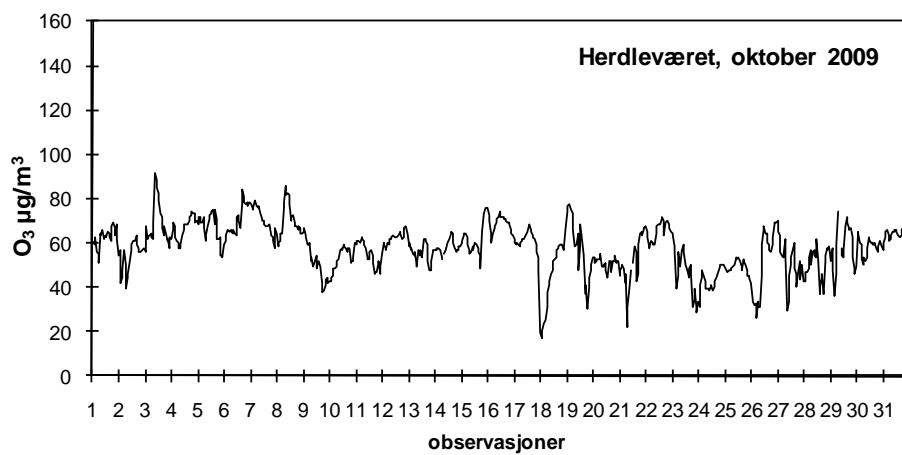
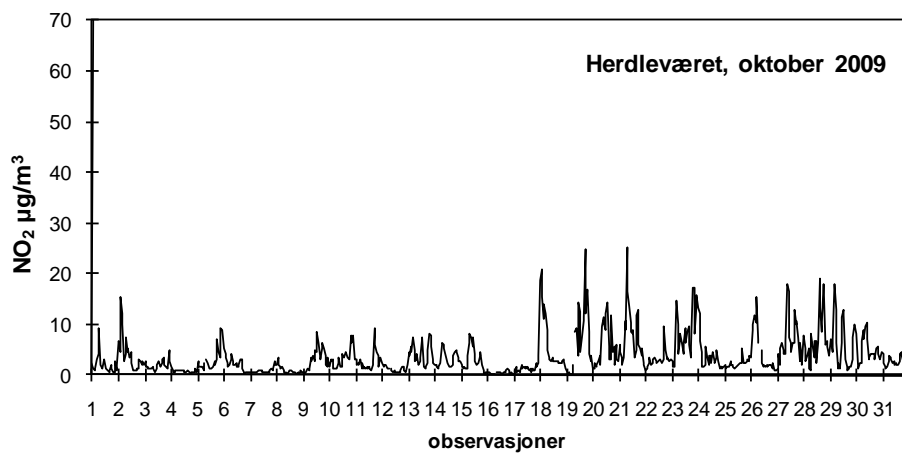
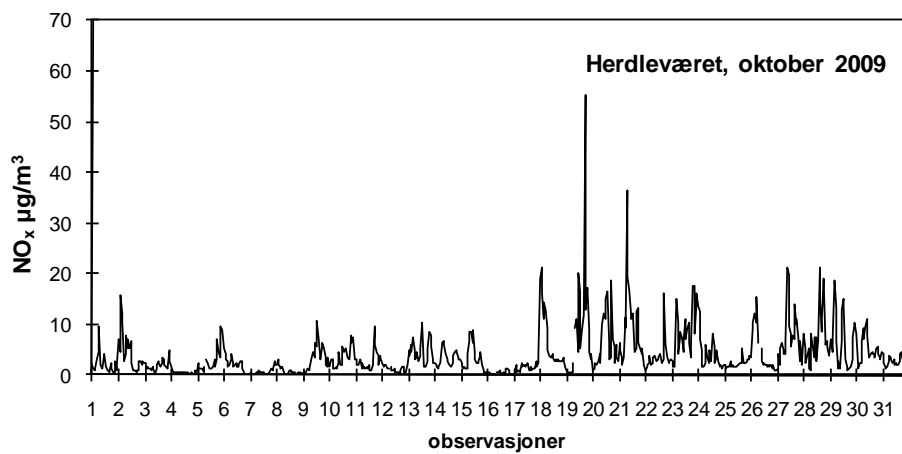


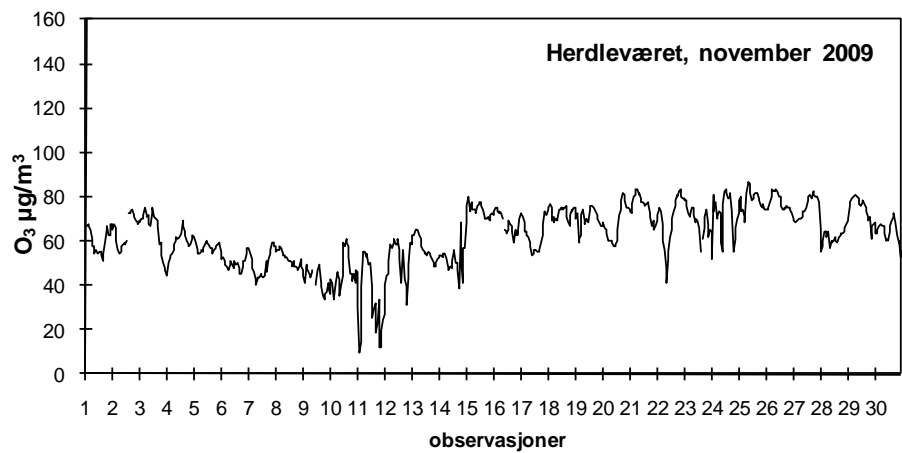
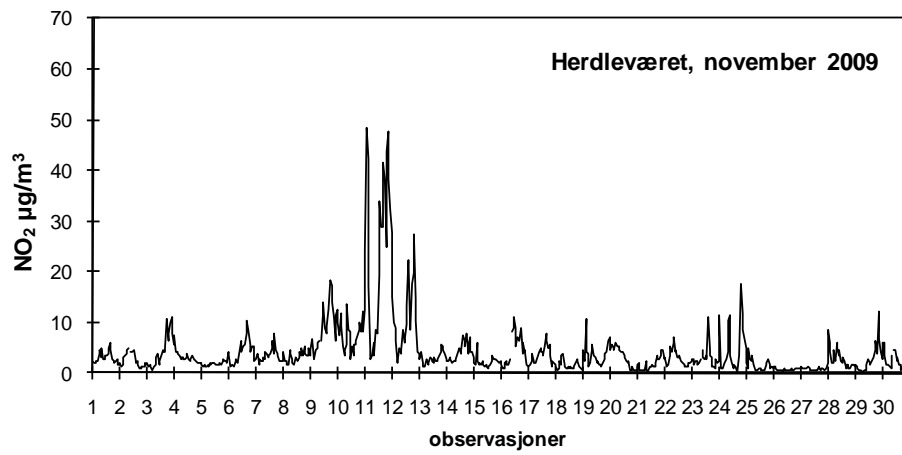
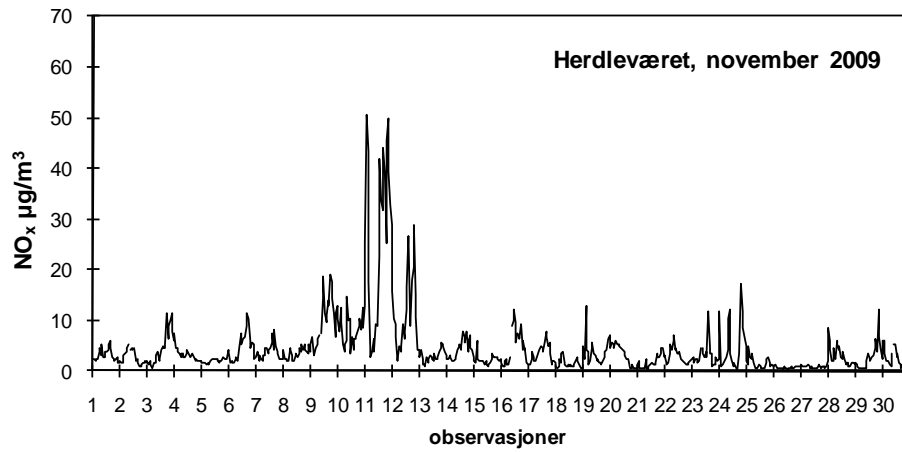










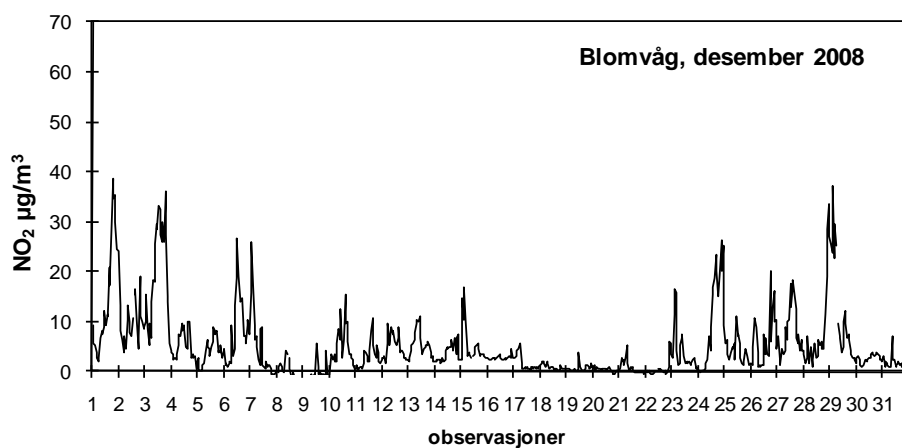
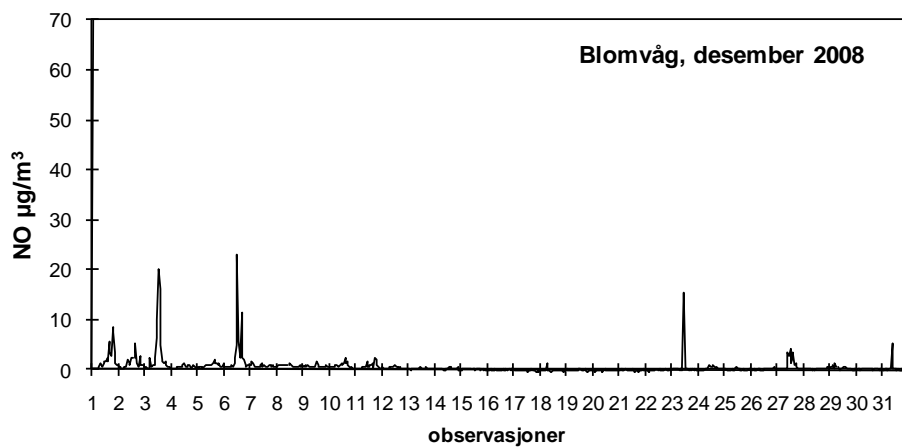
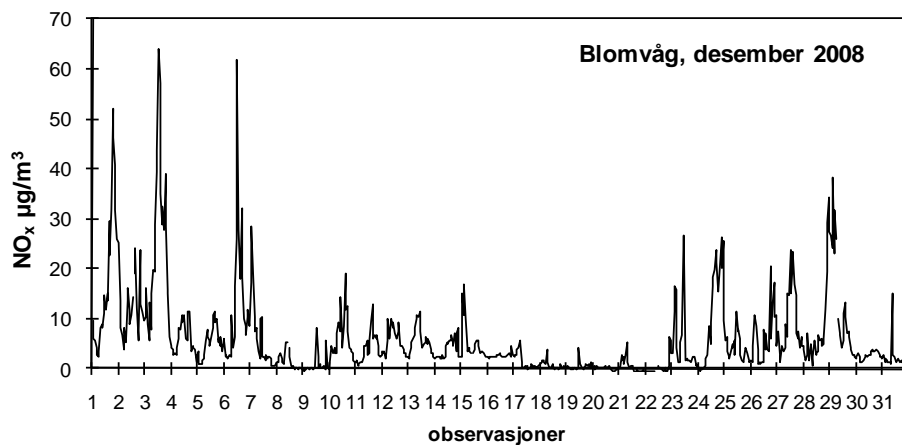


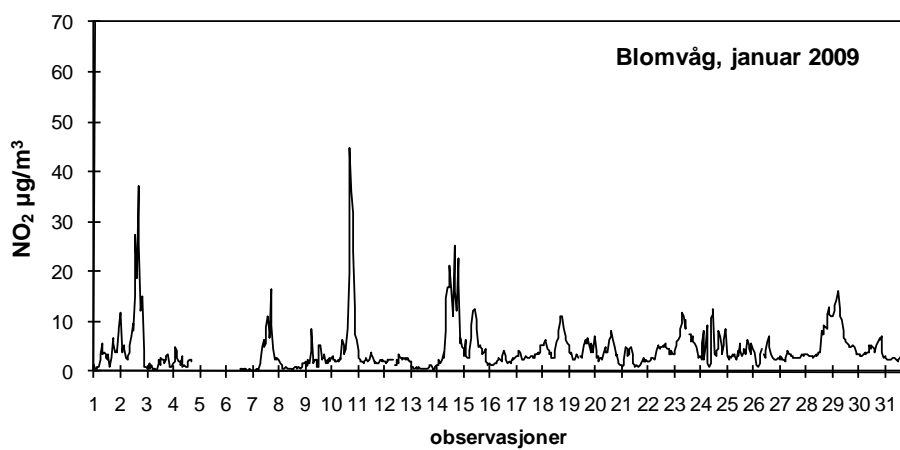
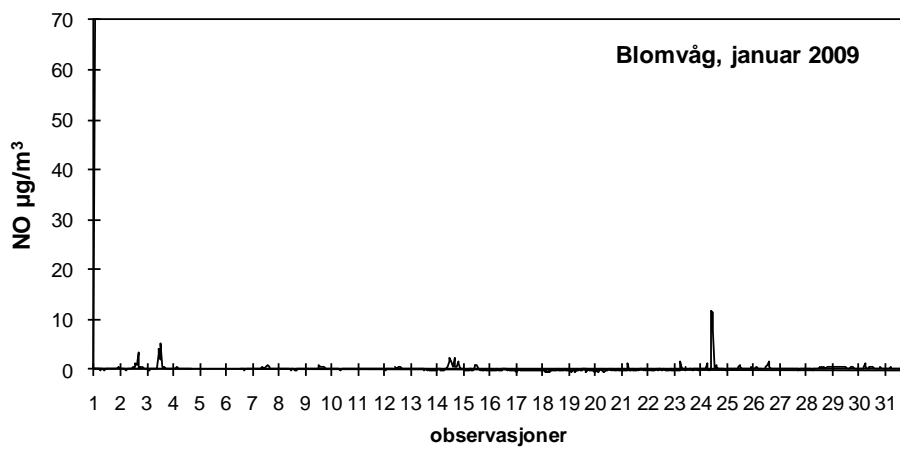
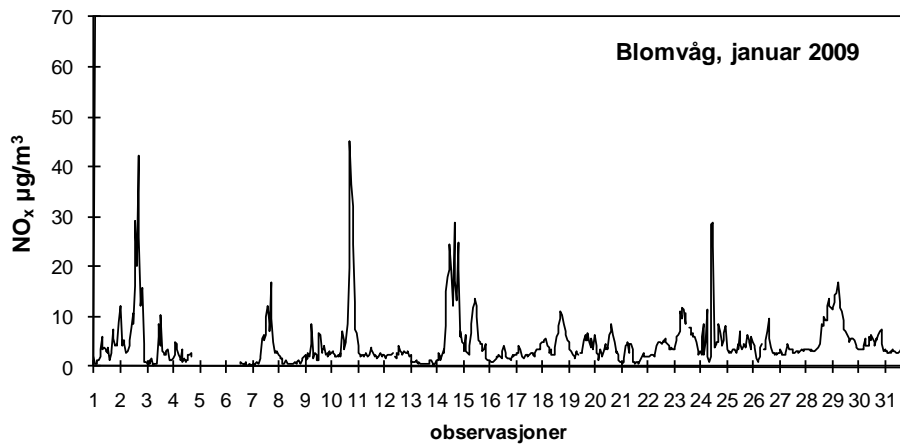


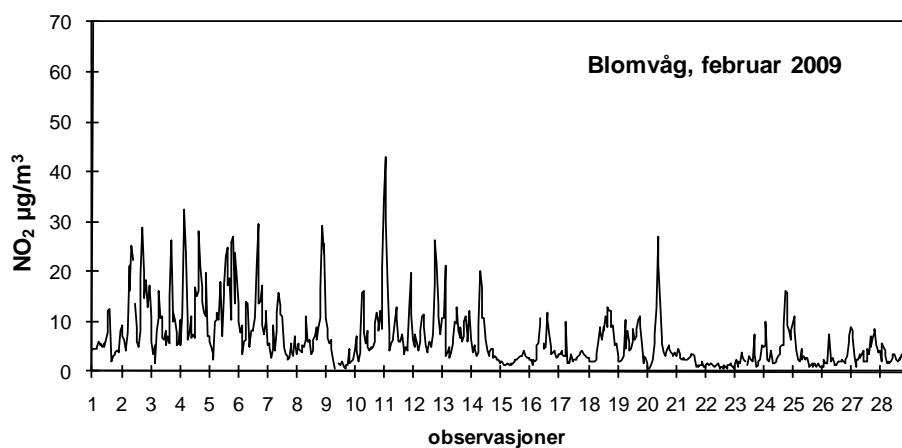
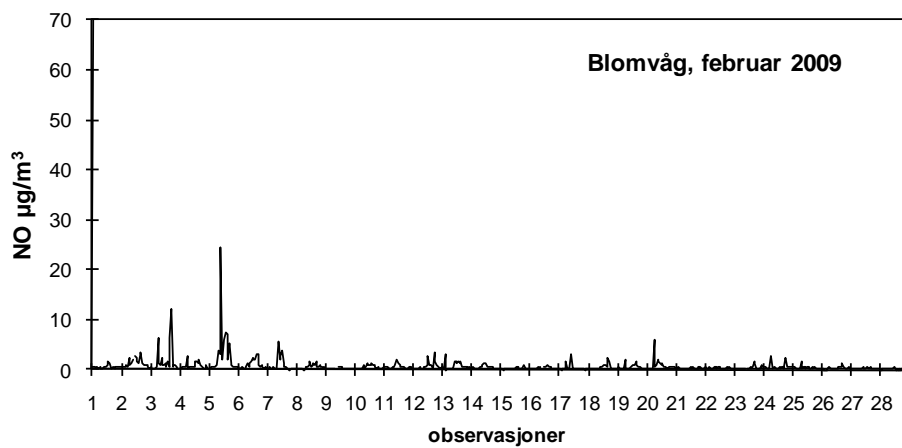
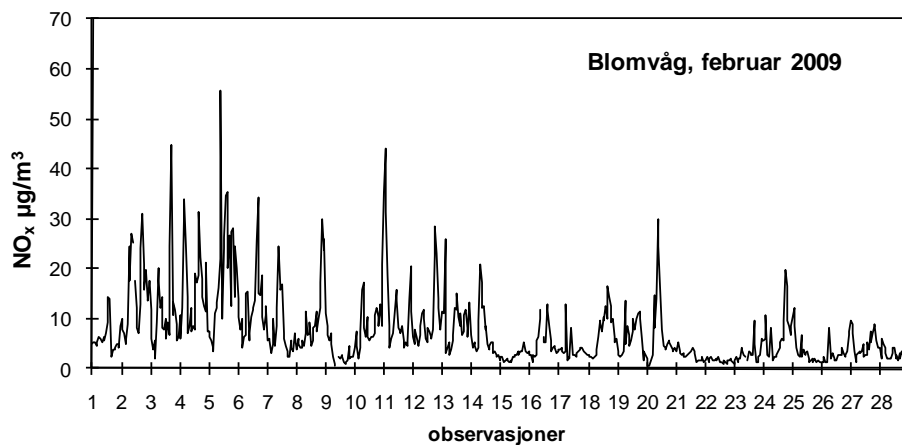
## **Vedlegg B**

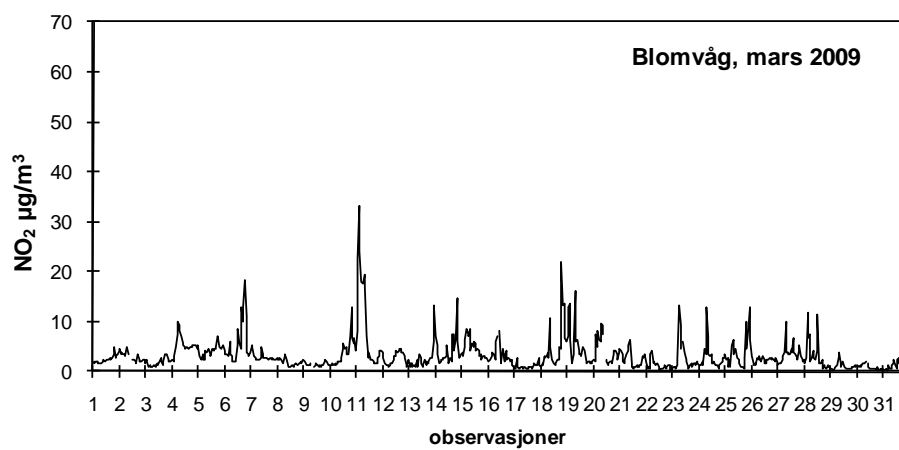
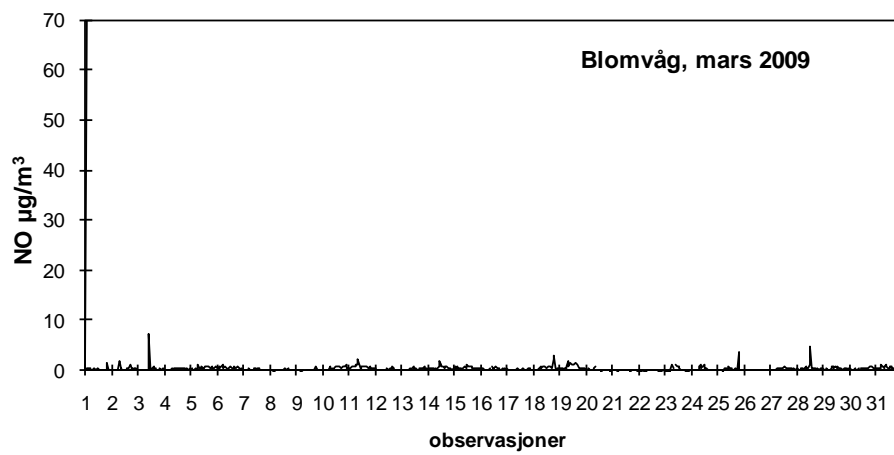
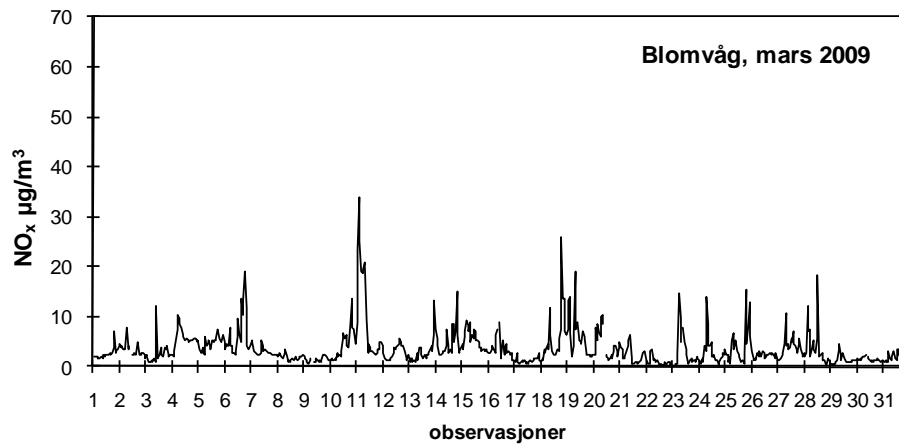
**Blomvåg: Plott av timemiddelverdier av NO<sub>x</sub>, NO  
og NO<sub>2</sub> desember 2008-november 2009**

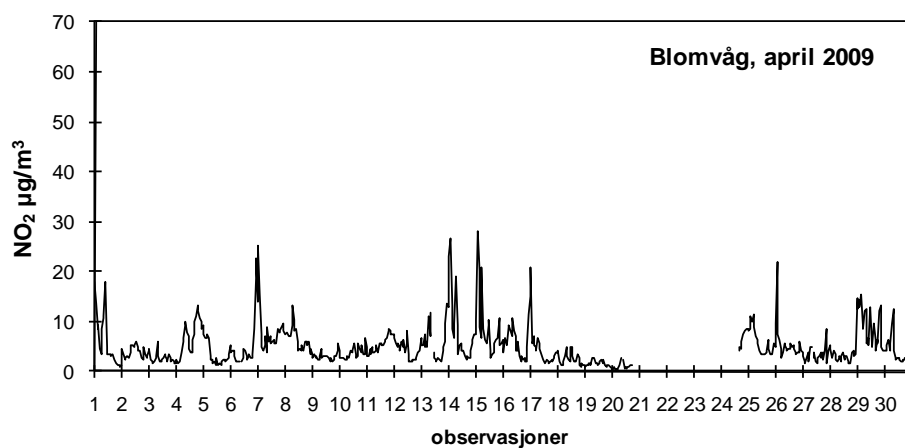
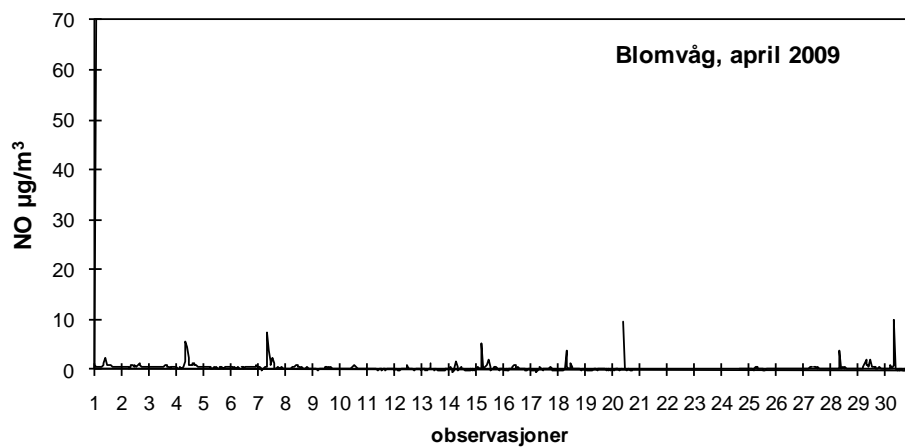
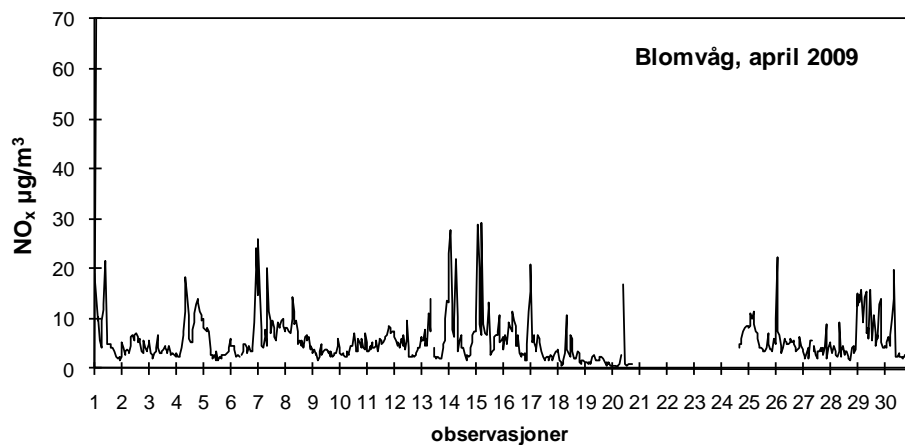


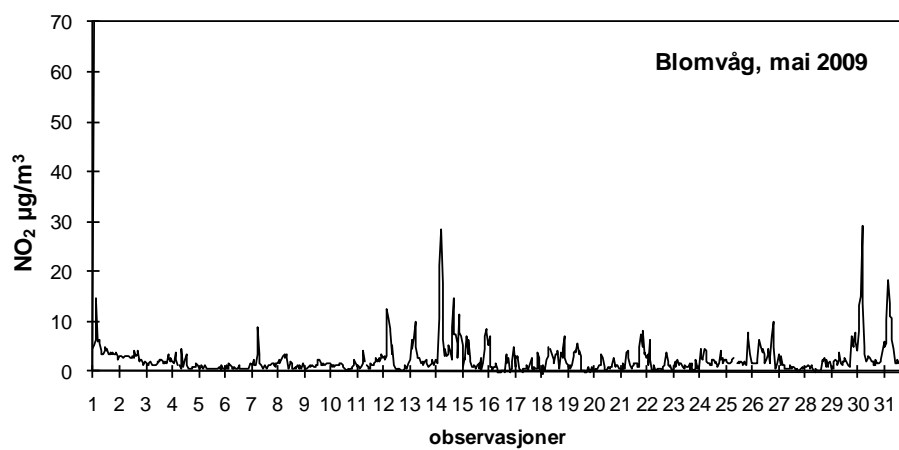
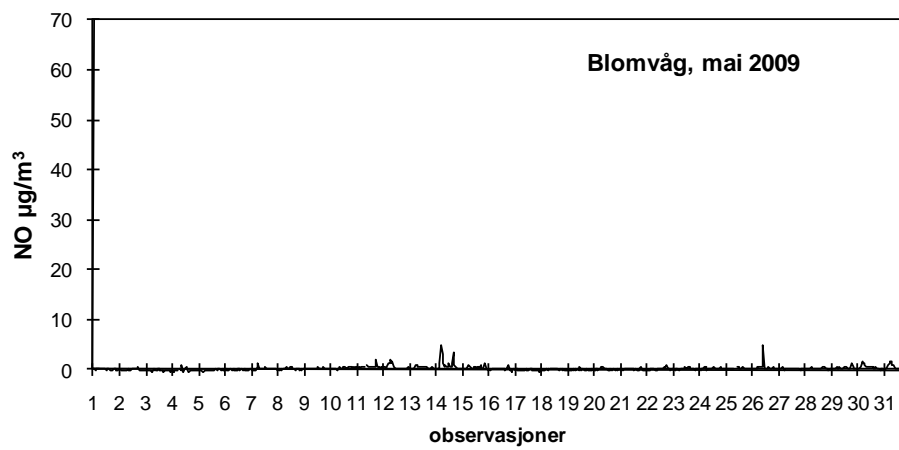
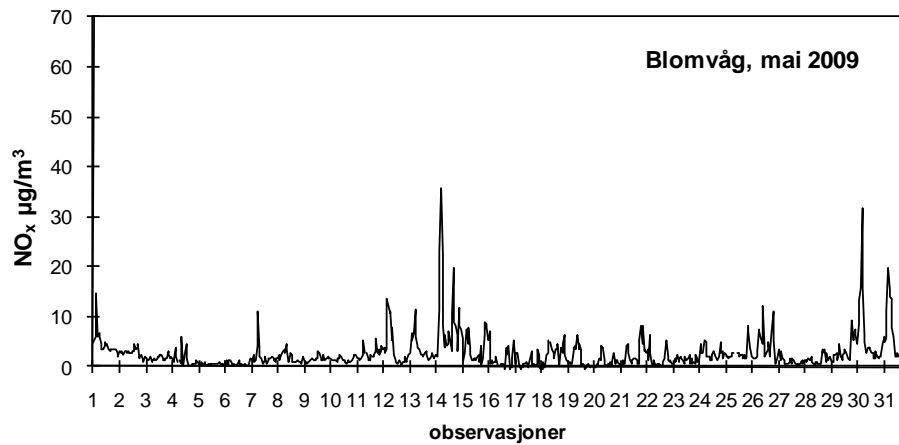




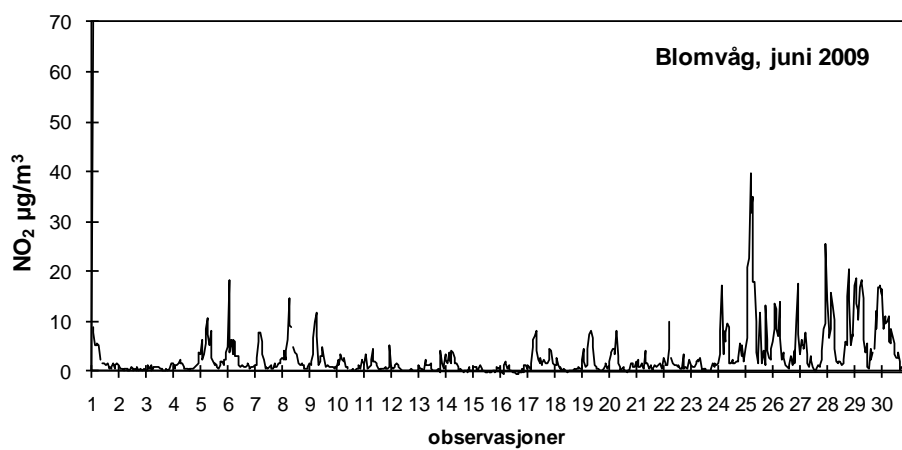
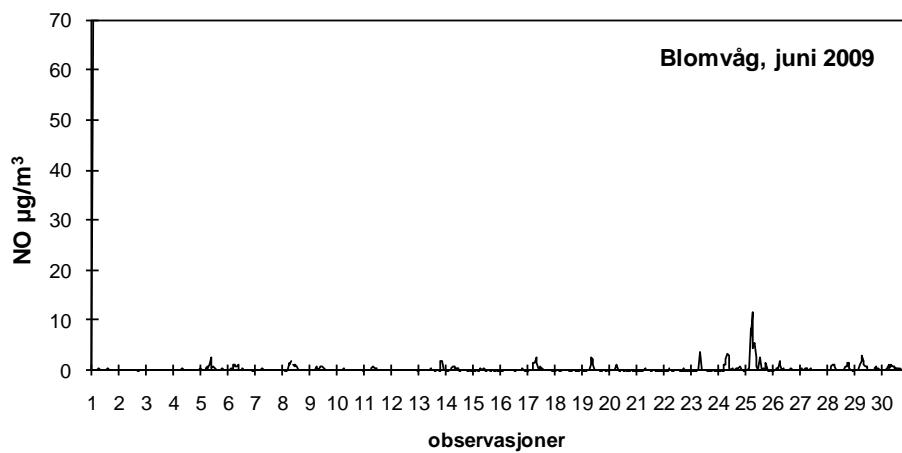
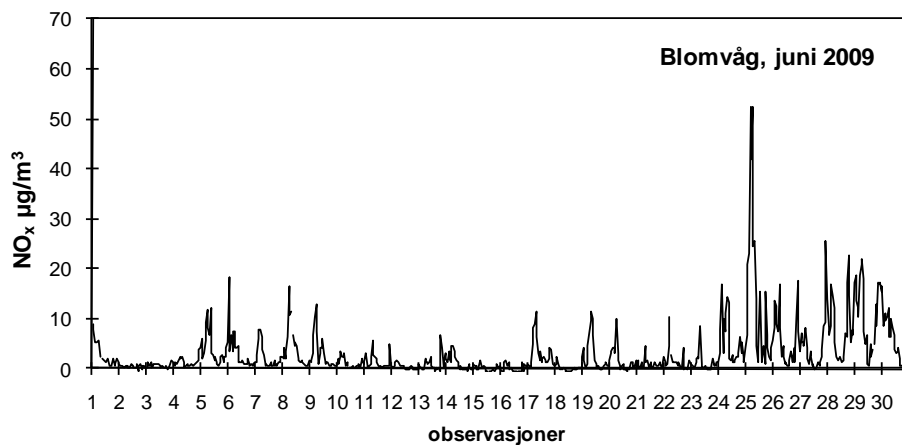


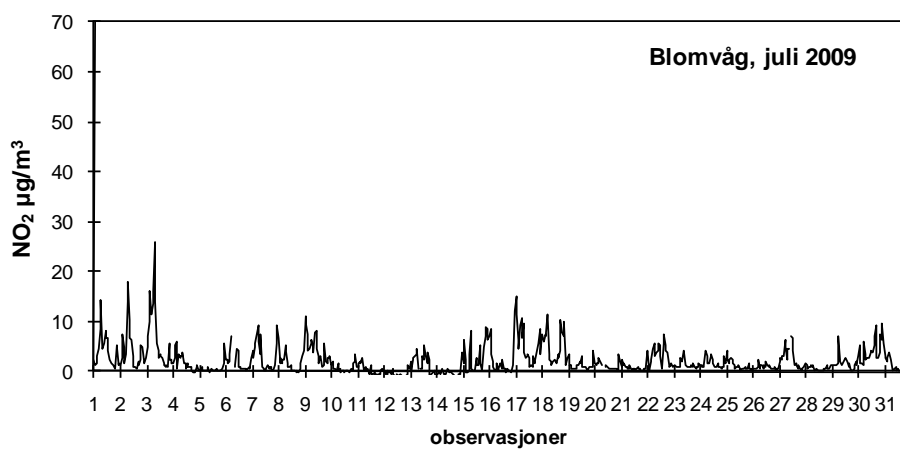
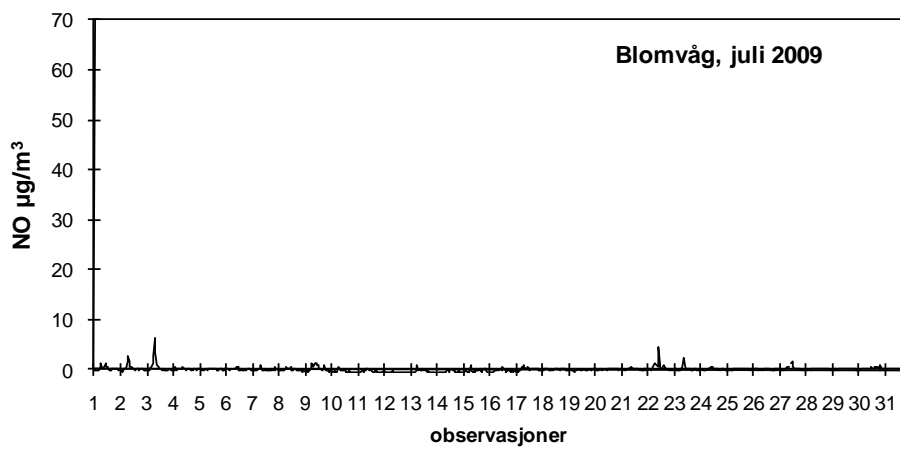
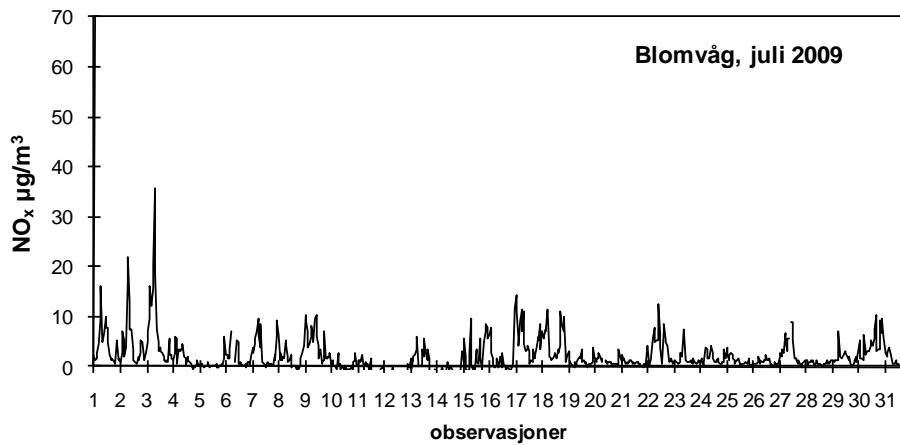


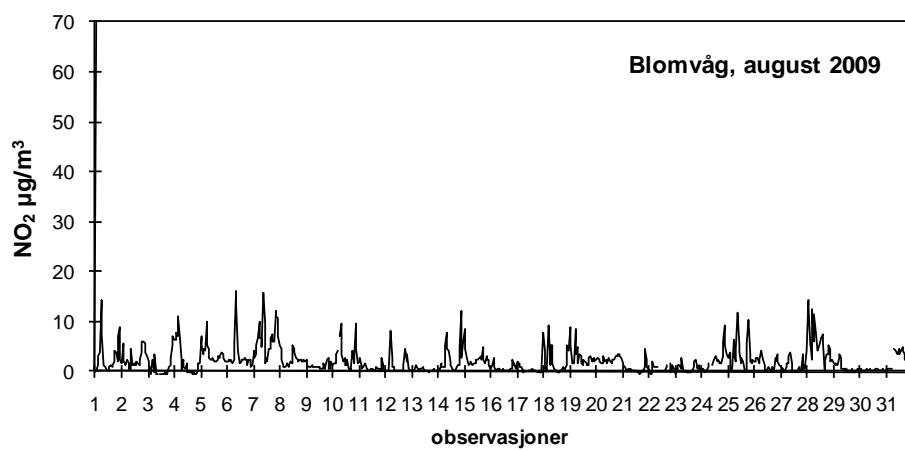
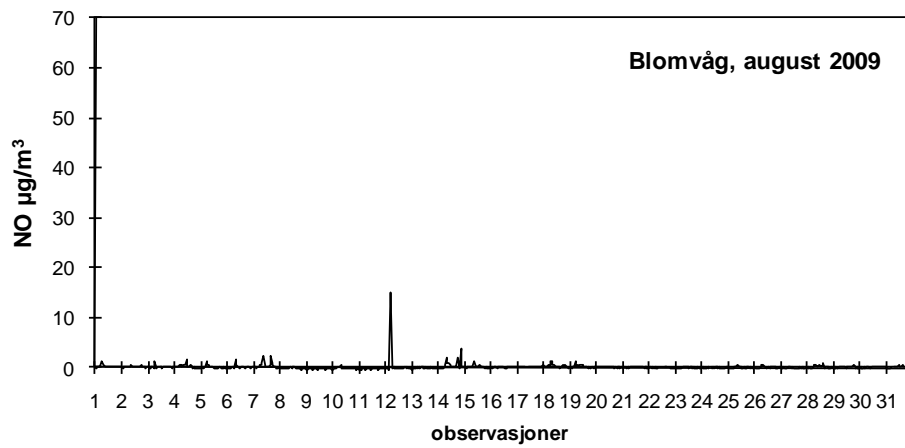
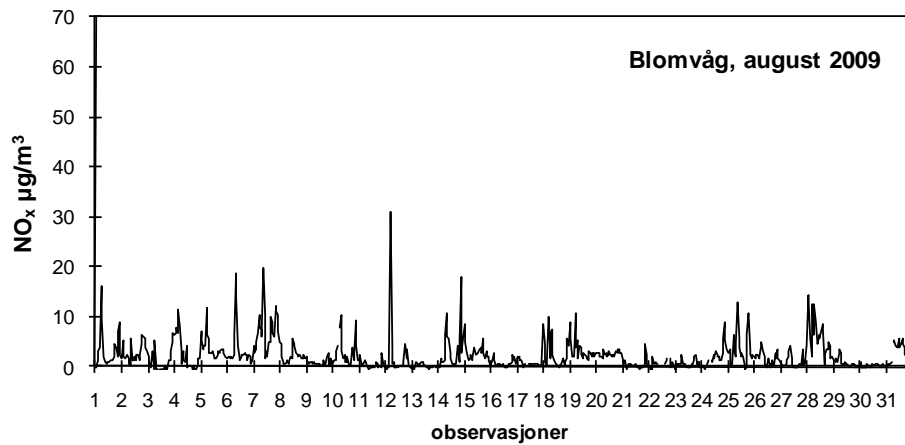


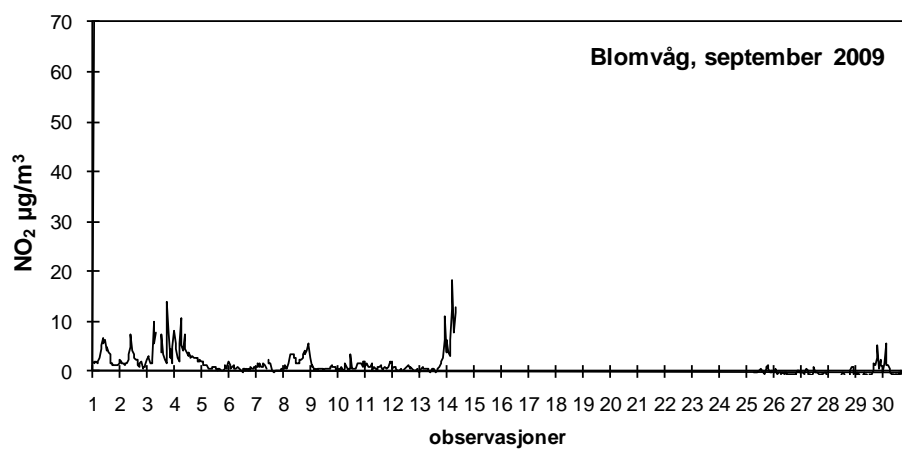
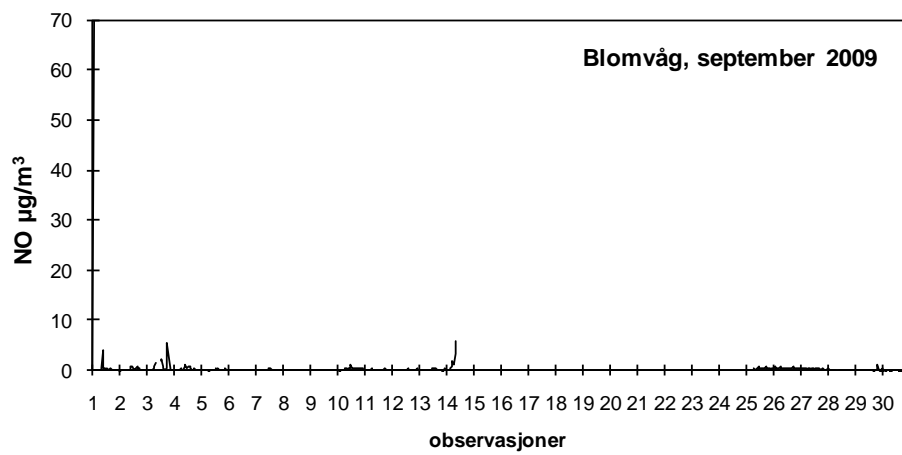
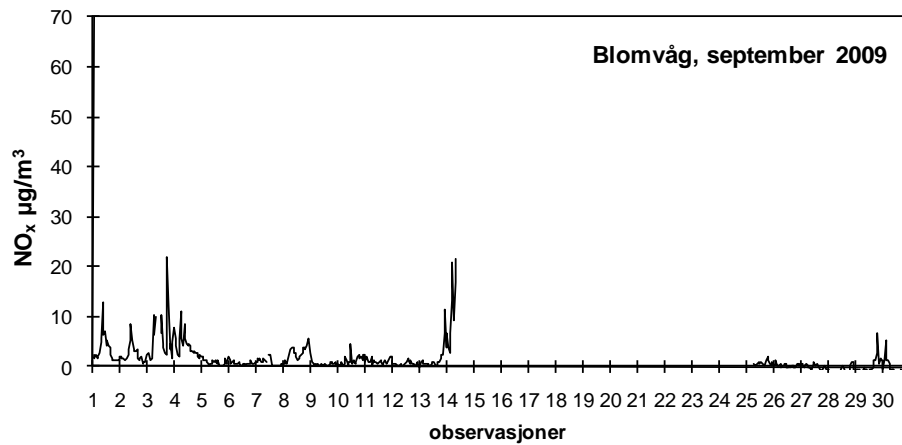


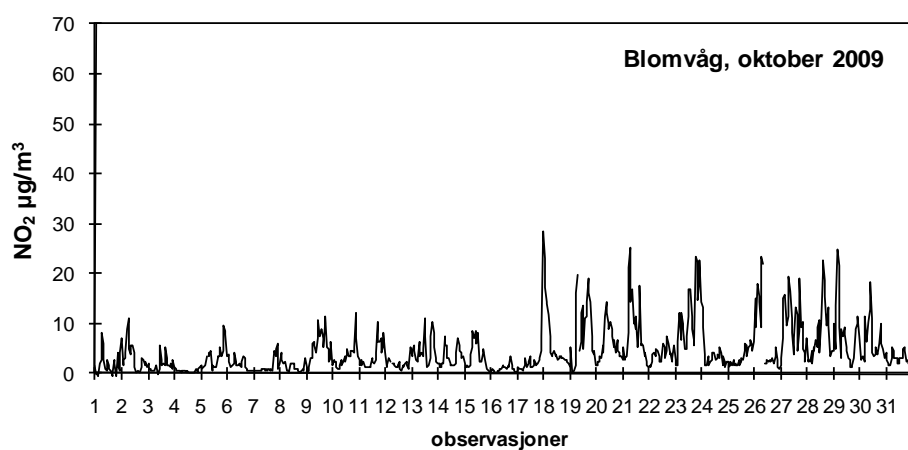
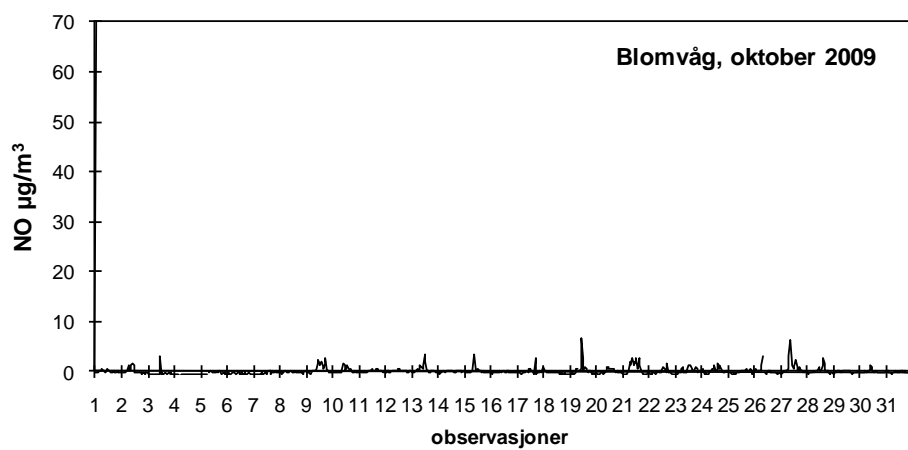
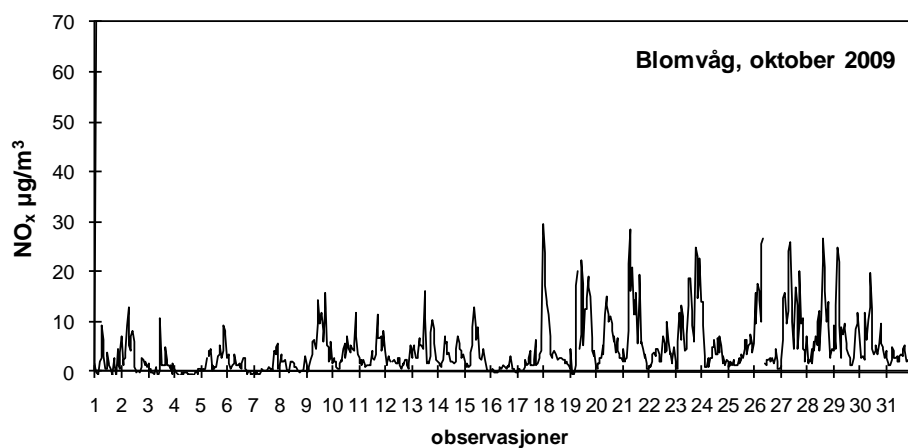


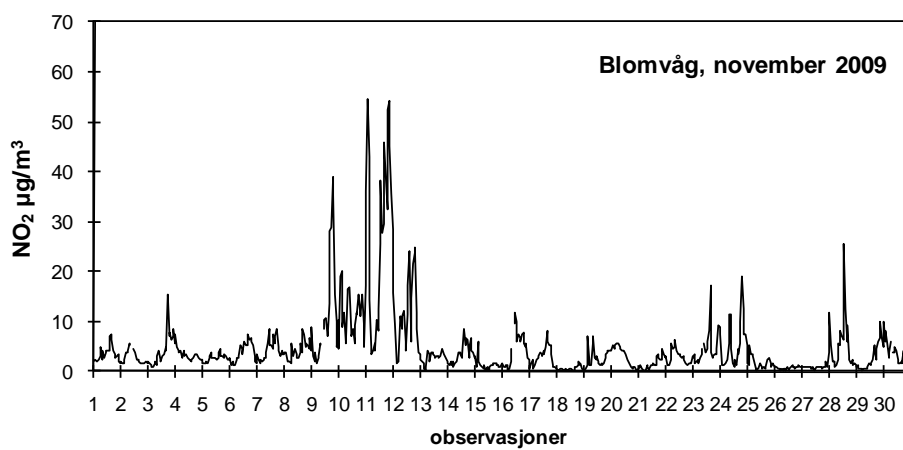
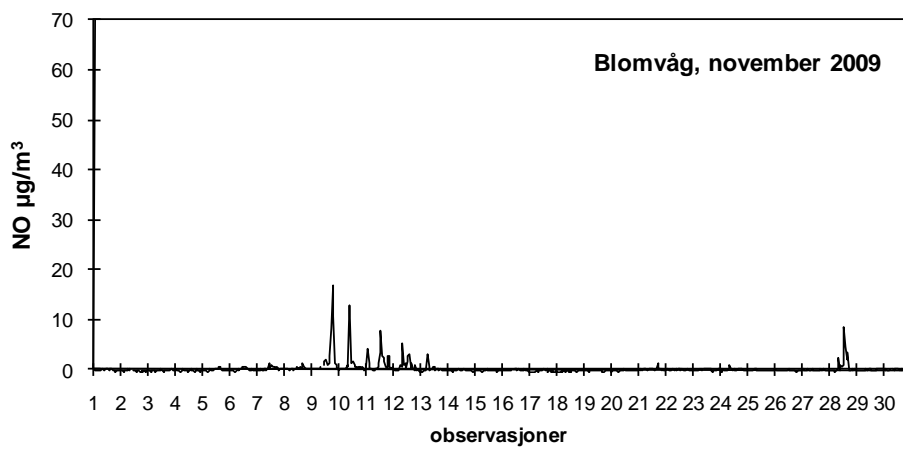
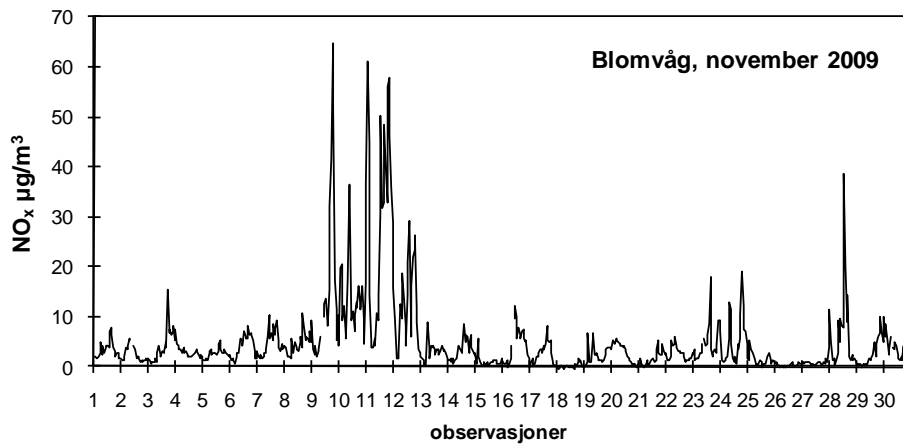












## **Vedlegg C**

### **Oksidasjon av CH<sub>4</sub> (metan) til CO<sub>2</sub>**





Oksidasjon av CH<sub>4</sub> (metan) med NO tilstede. Oksidasjonskjeden CH<sub>4</sub> til CO til CO<sub>2</sub> gir dannelse av O<sub>3</sub> hvis NO-nivået er høyere enn 5-10 ppt (parts per trillion, 10<sup>-12</sup>, i blandingsforhold). Andre høyerestående hydrokarboner følger samme mønster, her er CH<sub>4</sub> brukt som eksempel. Dette eksempelet viser at oksidasjon av 1 CH<sub>4</sub>-molekyl gir dannelse av 4 O<sub>3</sub>-molekyler. CH<sub>2</sub>O (formaldehyd) kan enten reagere med OH eller fotolyseres. Forskjellige nedbrytningsveier av CH<sub>2</sub>O gir ulik dannelse av O<sub>3</sub>. Kilde: Jacob (1999)

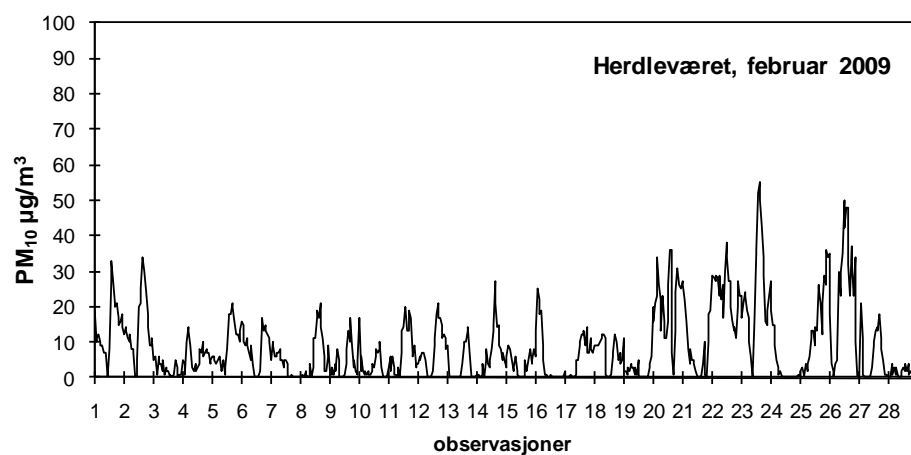
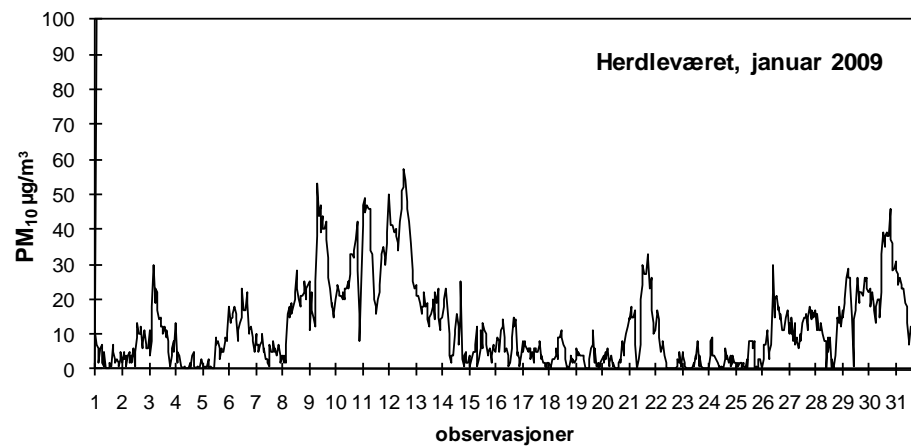
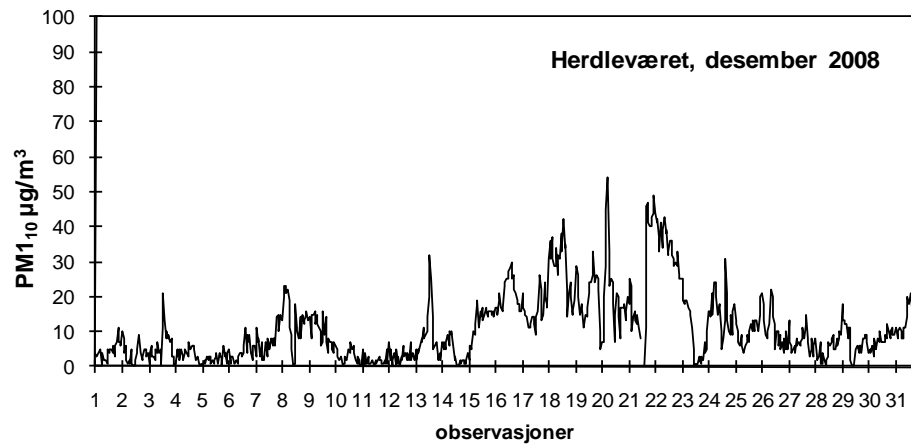
CH <sub>4</sub> + OH	→ (O <sub>2</sub> )	CH <sub>3</sub> O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O
CH <sub>3</sub> O <sub>2</sub> + NO	→	CH <sub>3</sub> O + NO <sub>2</sub>
CH <sub>3</sub> O + O <sub>2</sub>	→	CH <sub>2</sub> O + HO <sub>2</sub>
CH <sub>2</sub> O + OH	→	CHO + H <sub>2</sub> O
CHO + O <sub>2</sub>	→	CO + HO <sub>2</sub>
2 × (HO <sub>2</sub> + NO)	→	OH + NO <sub>2</sub> )
3 × (NO <sub>2</sub> + hv)	→ (O <sub>2</sub> )	NO + O <sub>3</sub> )
<b>Mellomsum:</b>		
CH <sub>4</sub> + 6O <sub>2</sub> + hv	→	CO + 3O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O
<b>Deretter:</b>		
CO + OH	→ (O <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> + HO <sub>2</sub>
HO <sub>2</sub> + NO	→	OH + NO <sub>2</sub>
NO <sub>2</sub> + hv	→ (O <sub>2</sub> )	NO + O <sub>3</sub>
<b>Totalt:</b>		
CH <sub>4</sub> + 8O <sub>2</sub> + hv	→	CO <sub>2</sub> + 4O <sub>3</sub> + 2H <sub>2</sub> O

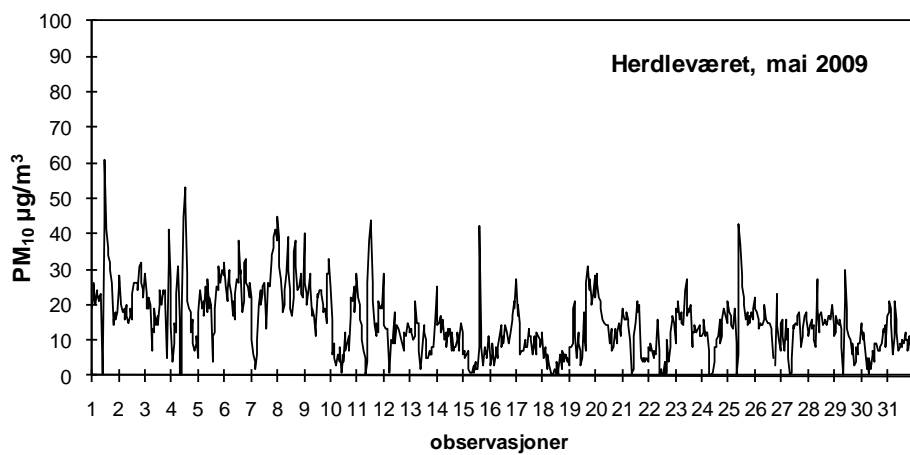
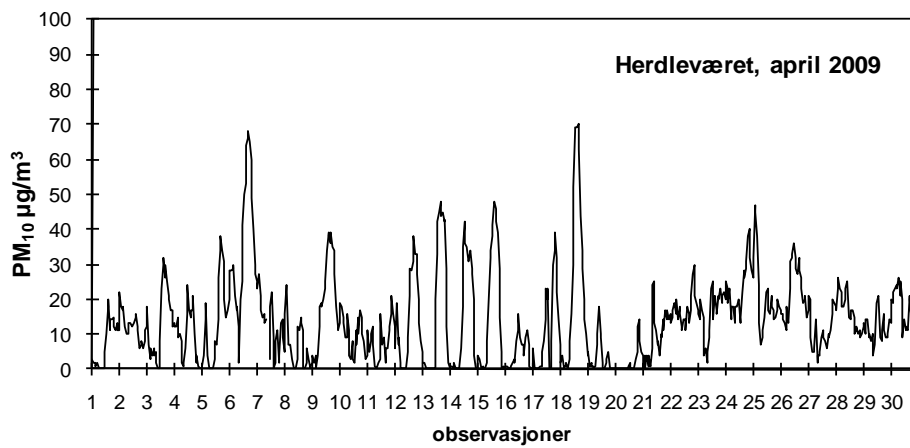
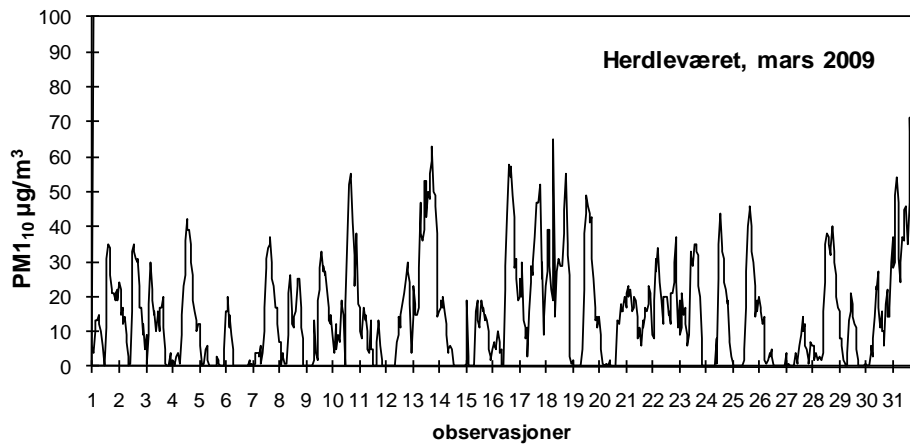


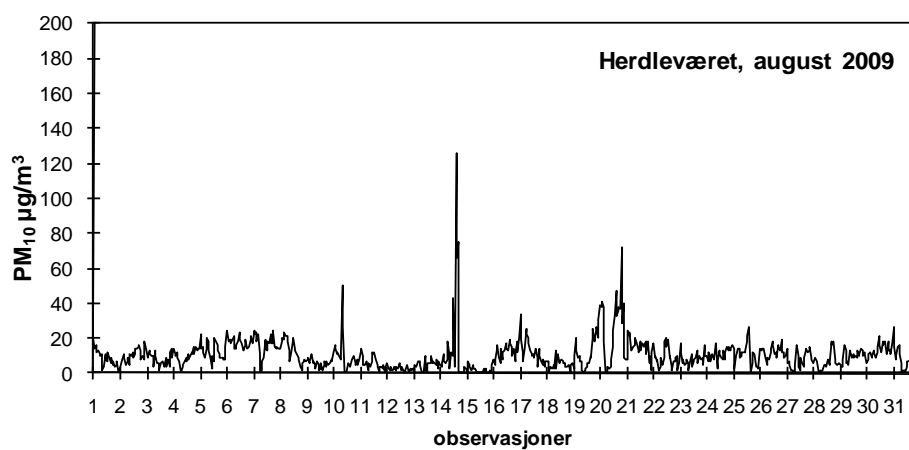
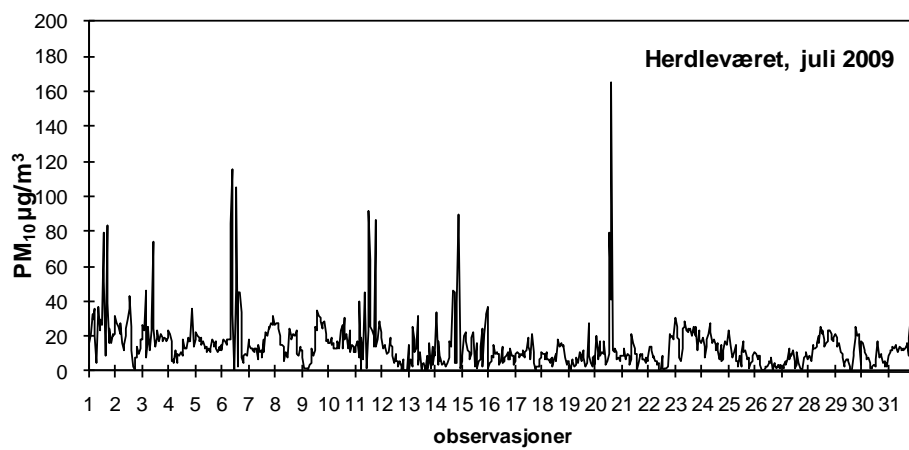
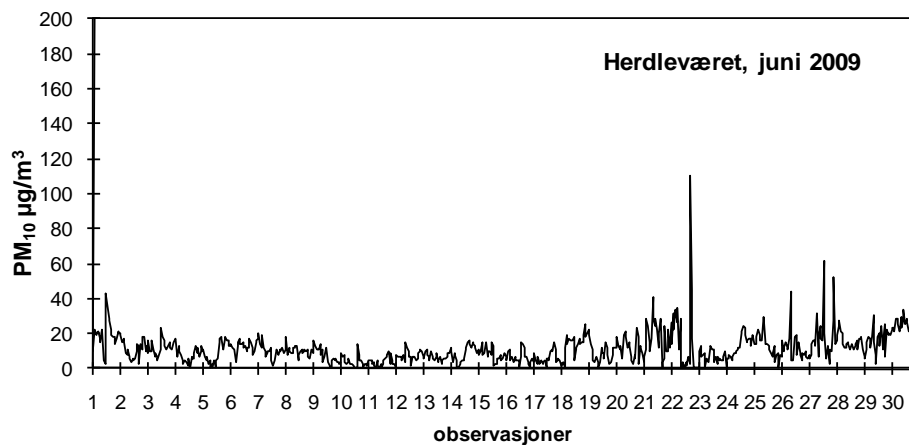
## **Vedlegg D**

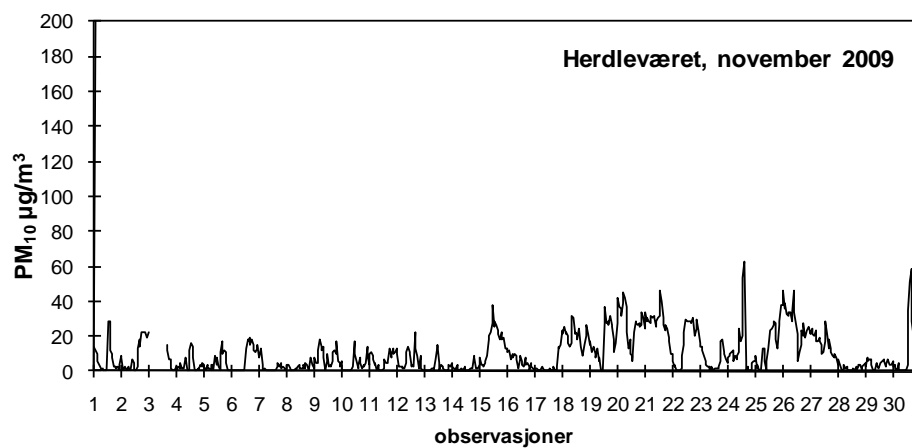
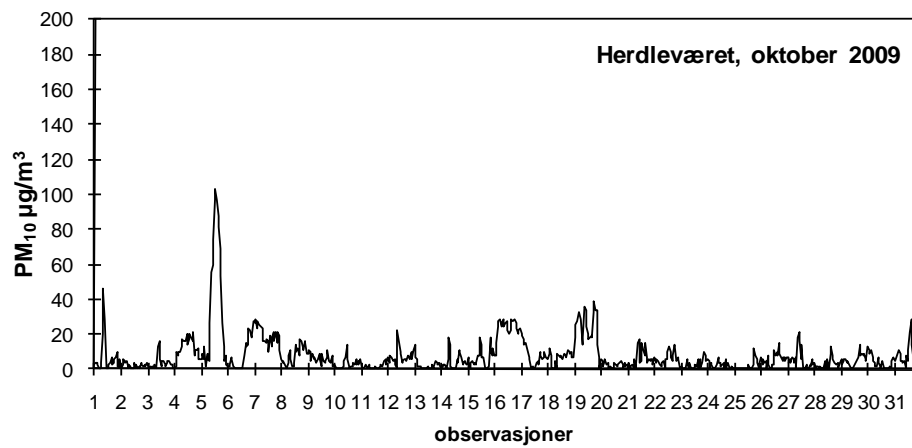
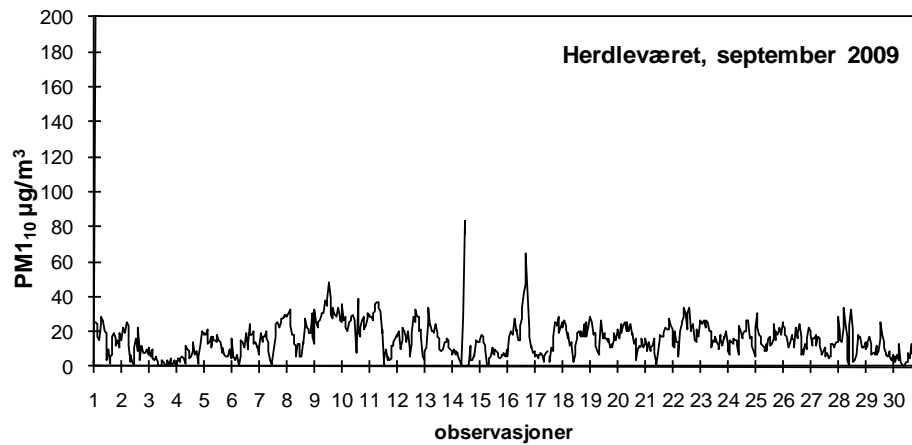
### **Herdlevær og Blomvåg: Plott av timemiddelverdier PM<sub>10</sub> desember 2008-november 2009**



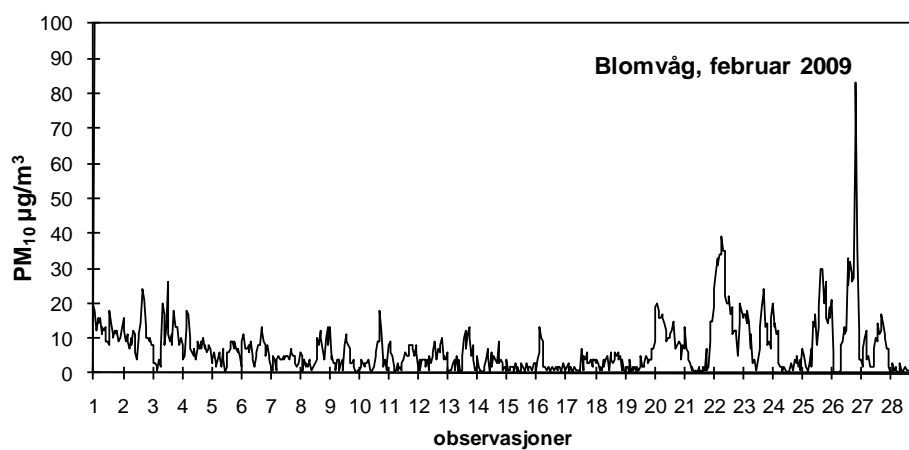
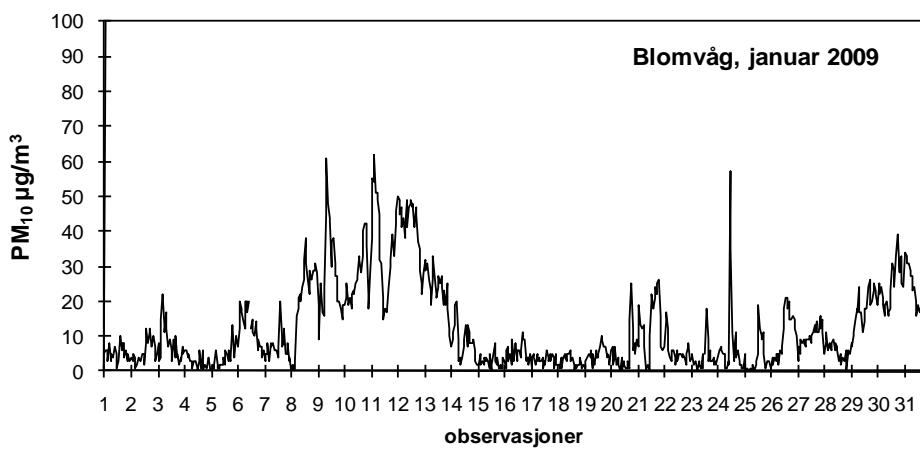
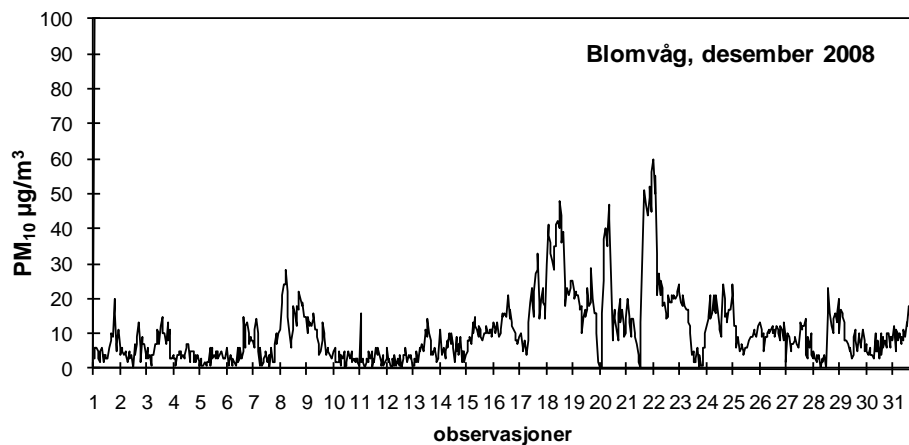


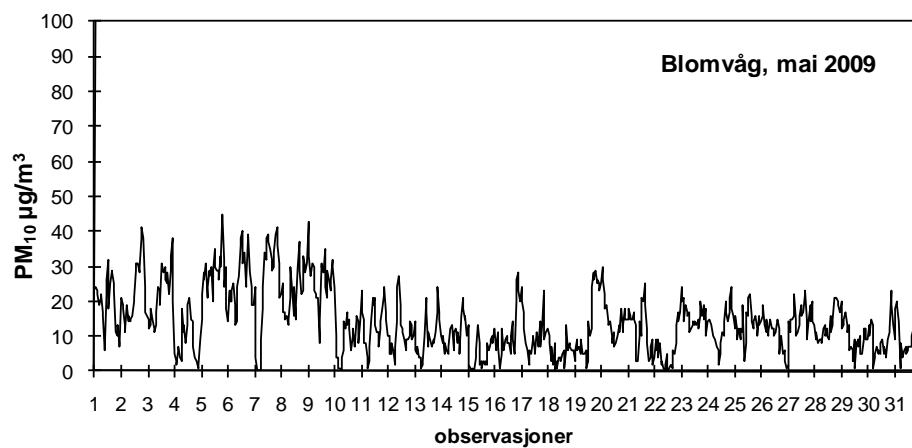
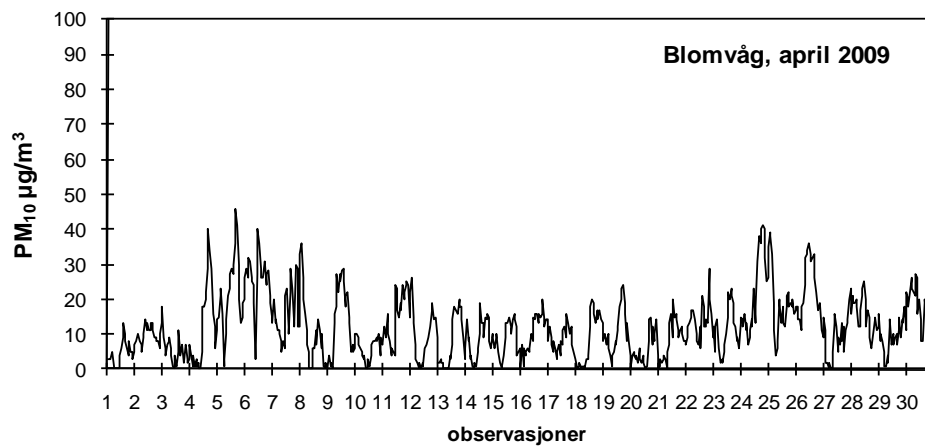
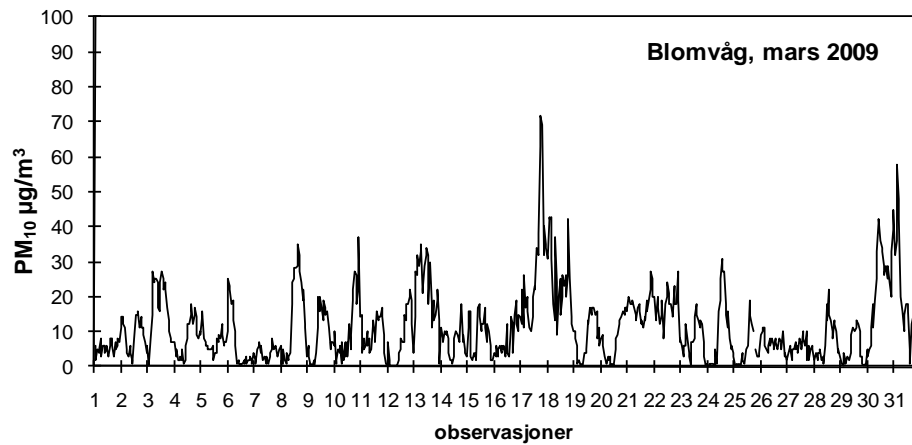


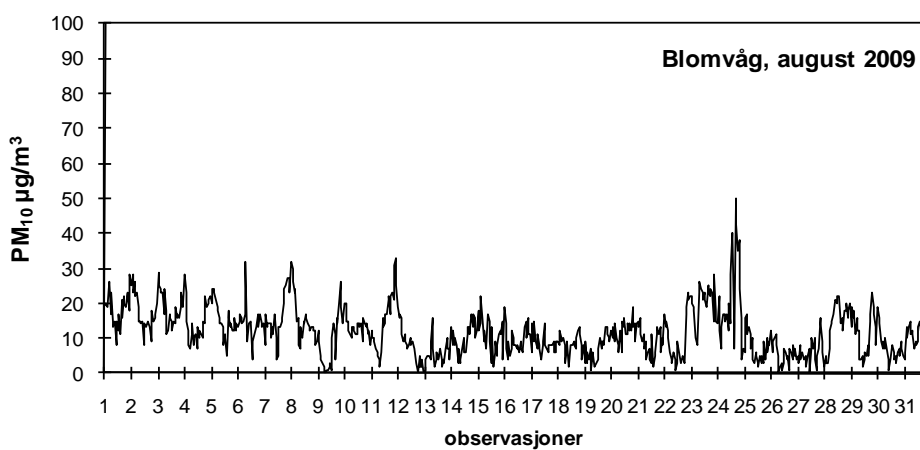
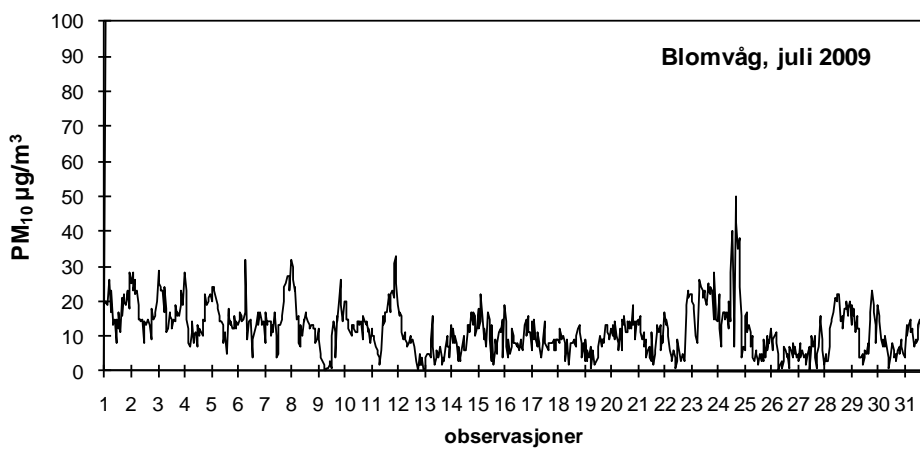
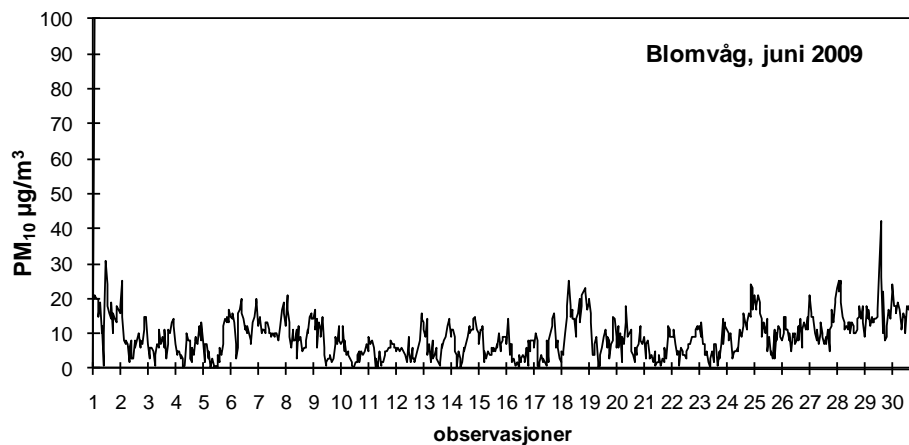


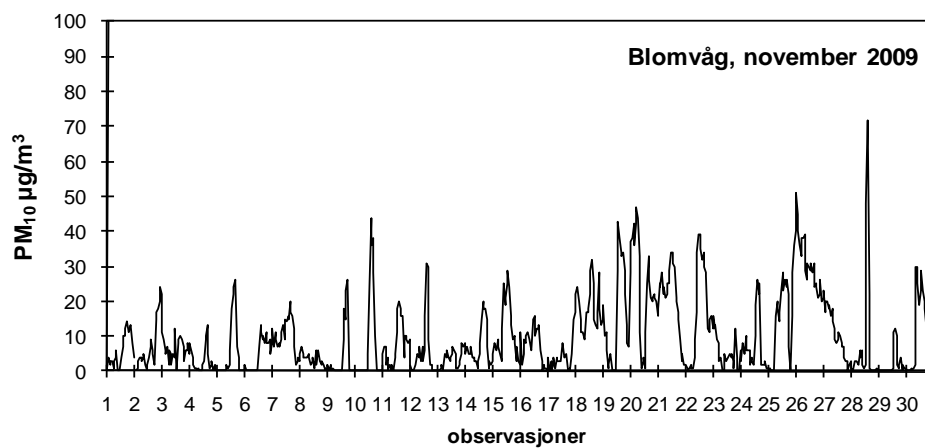
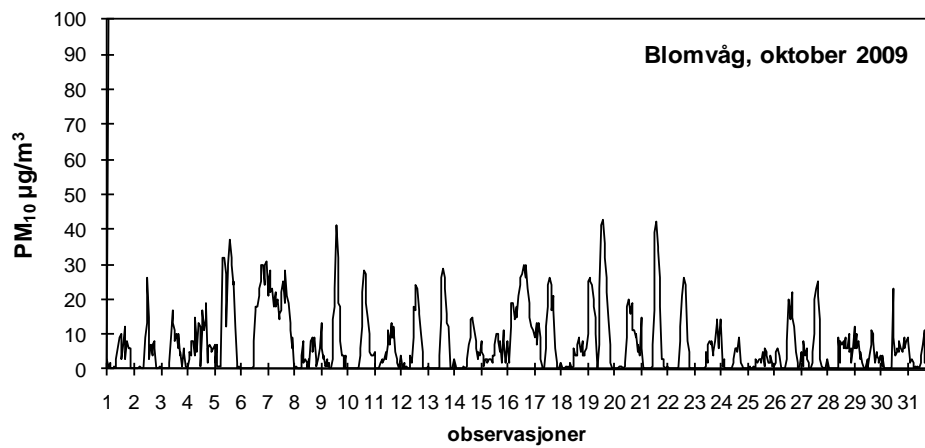
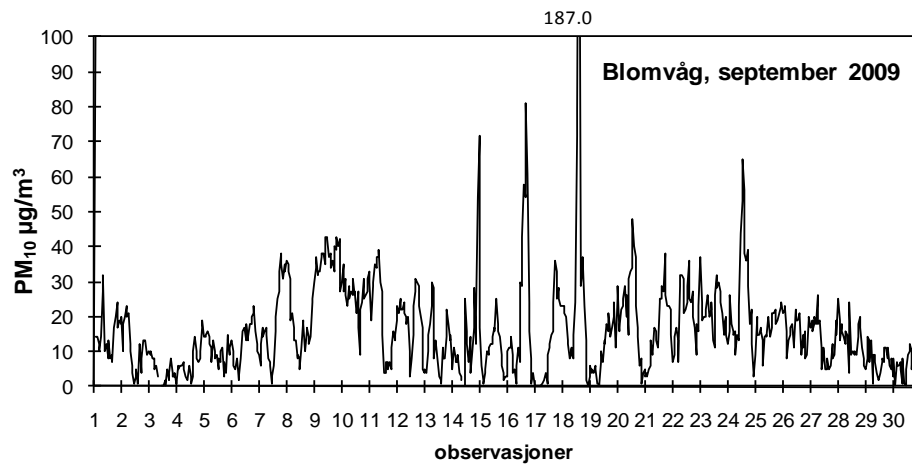












## **Vedlegg E**

**PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) fra Herdlevær i perioden desember 2008 - november 2009, målt med KleinfILTERgerät.**




Fra tid	Til tid	PM <sub>10</sub> <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
Dec 1 2008 7:00AM	Dec 4 2008 7:00AM	-
Dec 4 2008 7:00AM	Dec 5 2008 7:00AM	3,663216
Dec 7 2008 7:00AM	Dec 8 2008 7:00AM	2,303067
Dec 10 2008 7:00AM	Dec 11 2008 7:00AM	8,413776
Dec 13 2008 7:00AM	Dec 14 2008 7:00AM	2,393264
Dec 16 2008 7:00AM	Dec 17 2008 7:00AM	5,983991
Dec 19 2008 7:00AM	Dec 20 2008 7:00AM	14,26735
Dec 22 2008 7:00AM	Dec 23 2008 7:00AM	17,28333
Dec 25 2008 7:00AM	Dec 26 2008 7:00AM	21,90349
Dec 28 2008 7:00AM	Dec 29 2008 7:00AM	9,483414
Dec 31 2008 7:00AM	Jan 1 2009 7:00AM	5,095301
Jan 3 2009 7:00AM	Jan 4 2009 7:00AM	7,070606
Jan 6 2009 7:00AM	Jan 7 2009 7:00AM	6,071986
Jan 9 2009 7:00AM	Jan 10 2009 7:00AM	10,55114
Jan 12 2009 7:00AM	Jan 13 2009 7:00AM	-
Jan 15 2009 7:00AM	Jan 16 2009 7:00AM	-
Jan 18 2009 7:00AM	Jan 19 2009 7:00AM	-
Jan 21 2009 7:00AM	Jan 22 2009 7:00AM	-
Jan 24 2009 7:00AM	Jan 25 2009 7:00AM	-
Jan 27 2009 7:00AM	Jan 28 2009 7:00AM	-
Jan 30 2009 7:00AM	Jan 31 2009 7:00AM	-
Feb 2 2009 7:00AM	Feb 3 2009 7:00AM	-
Feb 5 2009 7:00AM	Feb 6 2009 7:00AM	-
Feb 8 2009 7:00AM	Feb 9 2009 7:00AM	-
Feb 11 2009 7:00AM	Feb 12 2009 7:00AM	-
Feb 14 2009 7:00AM	Feb 15 2009 7:00AM	-
Feb 18 2009 7:00AM	Feb 19 2009 7:00AM	4,623003
Feb 21 2009 7:00AM	Feb 22 2009 7:00AM	3,770437
Feb 24 2009 7:00AM	Feb 25 2009 7:00AM	-
Feb 27 2009 7:00AM	Feb 28 2009 7:00AM	-
Mar 1 2009 7:00AM	Mar 2 2009 7:00AM	17,83917
Mar 4 2009 7:00AM	Mar 5 2009 7:00AM	4,06016
Mar 7 2009 7:00AM	Mar 8 2009 7:00AM	2,991453
Mar 10 2009 7:00AM	Mar 11 2009 7:00AM	10,48056
Mar 13 2009 7:00AM	Mar 14 2009 7:00AM	13,34286
Mar 16 2009 7:00AM	Mar 17 2009 7:00AM	7,397815
Mar 19 2009 7:00AM	Mar 20 2009 7:00AM	7,684987
Mar 22 2009 7:00AM	Mar 23 2009 7:00AM	10,53288
Mar 25 2009 7:00AM	Mar 26 2009 7:00AM	4,061632
Mar 28 2009 7:00AM	Mar 29 2009 7:00AM	19,32577
Mar 31 2009 7:00AM	Apr 1 2009 7:00AM	12,8196
Apr 3 2009 7:00AM	Apr 4 2009 7:00AM	6,836159
Apr 6 2009 7:00AM	Apr 7 2009 7:00AM	8,252563
Apr 9 2009 7:00AM	Apr 10 2009 7:00AM	10,60536

Fra tid	Til tid	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Apr 10 2009 7:00AM	Apr 11 2009 7:00AM	-
Apr 11 2009 7:00AM	Apr 12 2009 7:00AM	-
Apr 13 2009 7:00AM	Apr 14 2009 7:00AM	-
Apr 14 2009 7:00AM	Apr 15 2009 7:00AM	-
Apr 16 2009 7:00AM	Apr 17 2009 7:00AM	-
Apr 17 2009 7:00AM	Apr 18 2009 7:00AM	-
Apr 18 2009 7:00AM	Apr 19 2009 7:00AM	-
Apr 19 2009 7:00AM	Apr 20 2009 7:00AM	-
Apr 20 2009 7:00AM	Apr 21 2009 7:00AM	-
Apr 21 2009 7:00AM	Apr 22 2009 7:00AM	-
Apr 22 2009 7:00AM	Apr 23 2009 7:00AM	-
Apr 23 2009 7:00AM	Apr 24 2009 7:00AM	-
Apr 24 2009 7:00AM	Apr 25 2009 7:00AM	-
Apr 25 2009 7:00AM	Apr 26 2009 7:00AM	-
Apr 26 2009 7:00AM	Apr 27 2009 7:00AM	-
Apr 27 2009 7:00AM	Apr 28 2009 7:00AM	-
Apr 28 2009 7:00AM	Apr 29 2009 7:00AM	-
Apr 29 2009 7:00AM	Apr 30 2009 7:00AM	-
Apr 30 2009 7:00AM	May 1 2009 7:00AM	-
May 1 2009 7:00AM	May 2 2009 7:00AM	-
May 2 2009 7:00AM	May 3 2009 7:00AM	-
May 3 2009 7:00AM	May 4 2009 7:00AM	-
May 4 2009 7:00AM	May 5 2009 7:00AM	34,99533
May 7 2009 7:00AM	May 8 2009 7:00AM	14,03477
May 10 2009 7:00AM	May 11 2009 7:00AM	17,45853
May 13 2009 7:00AM	May 14 2009 7:00AM	14,64589
May 16 2009 7:00AM	May 17 2009 7:00AM	11,5304
May 19 2009 7:00AM	May 20 2009 7:00AM	22,90119
May 22 2009 7:00AM	May 23 2009 7:00AM	10,4604
May 25 2009 7:00AM	May 26 2009 7:00AM	8,758999
May 28 2009 7:00AM	May 29 2009 7:00AM	8,556651
May 31 2009 7:00AM	Jun 1 2009 7:00AM	16,93239
Jun 1 2009 7:00AM	Jun 2 2009 7:00AM	13,10773
Jun 4 2009 7:00AM	Jun 5 2009 7:00AM	6,416602
Jun 7 2009 7:00AM	Jun 8 2009 7:00AM	9,773372
Jun 9 2009 7:00AM	Jun 10 2009 7:00AM	-
Jun 12 2009 7:00AM	Jun 13 2009 7:00AM	0,489631
Jun 14 2009 7:00AM	Jun 15 2009 7:00AM	6,652898
Jun 15 2009 7:00AM	Jun 16 2009 7:00AM	9,392663
Jun 18 2009 7:00AM	Jun 19 2009 7:00AM	4,36906
Jun 20 2009 7:00AM	Jun 21 2009 7:00AM	10,78487
Jun 22 2009 7:00AM	Jun 23 2009 7:00AM	6,308774
Jun 24 2009 7:00AM	Jun 25 2009 7:00AM	5,638227
Jun 26 2009 7:00AM	Jun 27 2009 7:00AM	13,43603



Fra tid	Til tid	PM <sub>10</sub> <sup>3</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
Jun 28 2009 7:00AM	Jun 29 2009 7:00AM	8,321517
Jun 30 2009 7:00AM	Jul 1 2009 7:00AM	12,67462
Jul 2 2009 7:00AM	Jul 3 2009 7:00AM	-
Jul 6 2009 7:00AM	Jul 7 2009 7:00AM	-
Jul 8 2009 7:00AM	Jul 9 2009 7:00AM	12,29391
Jul 10 2009 7:00AM	Jul 11 2009 7:00AM	14,63294
Jul 12 2009 7:00AM	Jul 13 2009 7:00AM	5,05878
Jul 14 2009 7:00AM	Jul 15 2009 7:00AM	11,80419
Jul 16 2009 7:00AM	Jul 17 2009 7:00AM	8,339775
Jul 18 2009 7:00AM	Jul 19 2009 7:00AM	7,831333
Jul 20 2009 7:00AM	Jul 21 2009 7:00AM	11,53194
Jul 22 2009 7:00AM	Jul 23 2009 7:00AM	12,30938
Jul 24 2009 7:00AM	Jul 25 2009 7:00AM	13,97998
Jul 26 2009 7:00AM	Jul 27 2009 7:00AM	6,037125
Jul 28 2009 7:00AM	Jul 29 2009 7:00AM	17,17174
Jul 30 2009 7:00AM	Jul 31 2009 7:00AM	8,124738
Aug 1 2009 7:00AM	Aug 2 2009 7:00AM	8,484175
Aug 3 2009 7:00AM	Aug 4 2009 7:00AM	6,907396
Aug 5 2009 7:00AM	Aug 6 2009 7:00AM	11,85682
Aug 7 2009 7:00AM	Aug 8 2009 7:00AM	12,72885
Aug 11 2009 7:00AM	Aug 12 2009 7:00AM	2,066784
Aug 13 2009 7:00AM	Aug 14 2009 7:00AM	5,585021
Aug 15 2009 7:00AM	Aug 16 2009 7:00AM	4,822729
Aug 17 2009 7:00AM	Aug 18 2009 7:00AM	6,308774
Aug 19 2009 7:00AM	Aug 20 2009 7:00AM	16,91775
Aug 21 2009 7:00AM	Aug 22 2009 7:00AM	9,283651
Aug 23 2009 7:00AM	Aug 24 2009 7:00AM	7,251521
Aug 25 2009 7:00AM	Aug 26 2009 7:00AM	8,703734
Aug 27 2009 7:00AM	Aug 28 2009 7:00AM	7,216314
Aug 29 2009 7:00AM	Aug 30 2009 7:00AM	8,899716
Aug 31 2009 7:00AM	Sep 1 2009 7:00AM	11,27645
Sep 2 2009 7:00AM	Sep 3 2009 7:00AM	6,472537
Sep 4 2009 7:00AM	Sep 5 2009 7:00AM	9,682621
Sep 6 2009 7:00AM	Sep 7 2009 7:00AM	10,69803
Sep 8 2009 7:00AM	Sep 9 2009 7:00AM	17,24368
Sep 11 2009 7:00AM	Sep 12 2009 7:00AM	11,60709
Sep 13 2009 7:00AM	Sep 14 2009 7:00AM	7,772585
Sep 14 2009 7:00AM	Sep 15 2009 7:00AM	10,42822
Sep 17 2009 7:00AM	Sep 18 2009 7:00AM	15,5913
Sep 20 2009 7:00AM	Sep 21 2009 7:00AM	10,38981
Sep 23 2009 7:00AM	Sep 24 2009 7:00AM	12,67462
Sep 26 2009 7:00AM	Sep 27 2009 7:00AM	12,27565
Sep 29 2009 7:00AM	Sep 30 2009 7:00AM	-
Oct 2 2009 7:00AM	Oct 3 2009 7:00AM	3,843467

Fra tid	Til tid	PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Oct 5 2009 7:00AM	Oct 6 2009 7:00AM	4,42408
Oct 8 2009 7:00AM	Oct 9 2009 7:00AM	6,74241
Oct 11 2009 7:00AM	Oct 12 2009 7:00AM	4,134122
Oct 14 2009 7:00AM	Oct 15 2009 7:00AM	8,702157
Oct 17 2009 7:00AM	Oct 18 2009 7:00AM	9,356141
Oct 20 2009 7:00AM	Oct 21 2009 7:00AM	4,78795
Oct 23 2009 7:00AM	Oct 24 2009 7:00AM	4,967129
Oct 26 2009 7:00AM	Oct 27 2009 7:00AM	10,62361
Oct 29 2009 7:00AM	Oct 30 2009 7:00AM	8,502432
Nov 1 2009 7:00AM	Nov 2 2009 7:00AM	4,115861
Nov 4 2009 7:00AM	Nov 5 2009 7:00AM	5,24028
Nov 7 2009 7:00AM	Nov 8 2009 7:00AM	3,806952
Nov 10 2009 7:00AM	Nov 11 2009 7:00AM	-
Nov 13 2009 7:00AM	Nov 14 2009 7:00AM	4,495755
Nov 16 2009 7:00AM	Nov 17 2009 7:00AM	1,649808
Nov 19 2009 7:00AM	Nov 20 2009 7:00AM	3,426933
Nov 22 2009 7:00AM	Nov 23 2009 7:00AM	18,61871
Nov 25 2009 7:00AM	Nov 26 2009 7:00AM	13,74924
Nov 28 2009 7:00AM	Nov 29 2009 7:00AM	18,99591
Dec 1 2009 7:00AM	Dec 2 2009 7:00AM	2,320354
Dec 4 2009 7:00AM	Dec 5 2009 7:00AM	3,082746
Dec 7 2009 7:00AM	Dec 8 2009 7:00AM	1,885153

RAPPORTTYPE OPPDRAGRAPPORT	RAPPORT NR. OR 79/2010	ISBN: 978-82-425-2354-9 (trykt) 978-82-425-2355-6 (elektronisk)	
		ISSN: 0807-7207	
DATO 10.1.2011	SIGN. 	ANT. SIDER 104	PRIS NOK 150.-
TITTEL Kollsnes Prosessanlegg i Øygarden Måleprogram luft- og nedbørkvalitet 2008-2009		PROSJEKTLEDER Tore Flatlandsmo Berglen	
		NILU PROSJEKT NR. O-108135	
FORFATTER(E) Tore Flatlandsmo Berglen, Franck Dauge, Erik Andresen, Kari Arnesen, Are Bäcklund, Arve Bjerke, Tore Hansen, Øyvind Kalvenes, Stein Manø, Norbert Schmidbauer, Dag Tønnesen, Hilde Thelle Uggerud og Marit Vadset		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAKSGIVERS REF. Ive Helen Skaga	
OPPDRAKSGIVER Statoil ASA Kollsnes prosessanlegg Postboks 7210 5020 Bergen			
REFERAT Norsk institutt for luftforskning (NILU) har utført måleprogram ved Kollsnes prosessanlegg i Øygarden på oppdrag fra Statoil. Dette var et omfattende måleprogram som løp fra desember 2008-november 2009. To målestasjoner ble benyttet, Blomvåg sør for prosessanlegget og Herdlevær nord for anlegget. Det ble målt meteorologi, NO <sub>x</sub> og ozon (O <sub>3</sub> ) i luft, støv (PM <sub>10</sub> , konsentrasjon i luft og nedfall), SO <sub>2</sub> , tungmetaller (konsentrasjoner i luft og i nedbør), kvikksølv (Hg) i nedbør, hovedkomponenter i nedbør, samt PAH i luft og i nedbør. Luften ved Kollsnes er det man kan kalle "ren", dvs. stort sett bakgrunnsluft. Alle gjeldende luftkvalitetskriterier er overholdt, bortsett fra O <sub>3</sub> . O <sub>3</sub> er bestemt av langtransportert forurensning fra kontinentet.			
TITLE Kollsnes processing plant. Monitoring programme 2008-2009, air quality and precipitation.			
STIKKORD Måleprogram	Prosessanlegg gass	Luft- og nedbørkvalitet	
ABSTRACT (in engelsk) Norwegian Institute for Air Research (NILU) has conducted a monitoring programme at Kollsnes north-west of Bergen. This aim was to investigate air quality and precipitation in the vicinity of the Kollsnes processing plant. This was a large programme going from Decembre 2008 through Novembre 2009. Two monitoring station were in operation; Blomvåg south of the processing plant and Herdleværet north of the plant. The monitoring programme included meteorology, NO <sub>x</sub> and ozone (O <sub>3</sub> ), particulate matter (PM <sub>10</sub> , both concentrations in air and deposition), SO <sub>2</sub> , heavy metals (concentrations in air and precipitation), Hg in precipitation, main components in precipitation, in addition to PAH in air and precipitation. The air at Kollsnes is "clean" with low concentrations of pollutants, i.e. background air. The concentrations of pollutants are in compliance with all air quality standards except for ozone. The concentrations of ozone are determined by long range transport from central Europe.			

\* Kategorier  
A Åpen – kan bestilles fra NILU  
B Begrenset distribusjon  
C Kan ikke utleveres

REFERANSE: O-108135  
DATO: DESEMBER 2010  
ISBN: 978-82-425-2354-9 (trykt)  
978-82-425-2355-6 (elektronisk)

NILU er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåkning og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.



Norsk institutt for luftforskning  
Norwegian Institute for Air Research