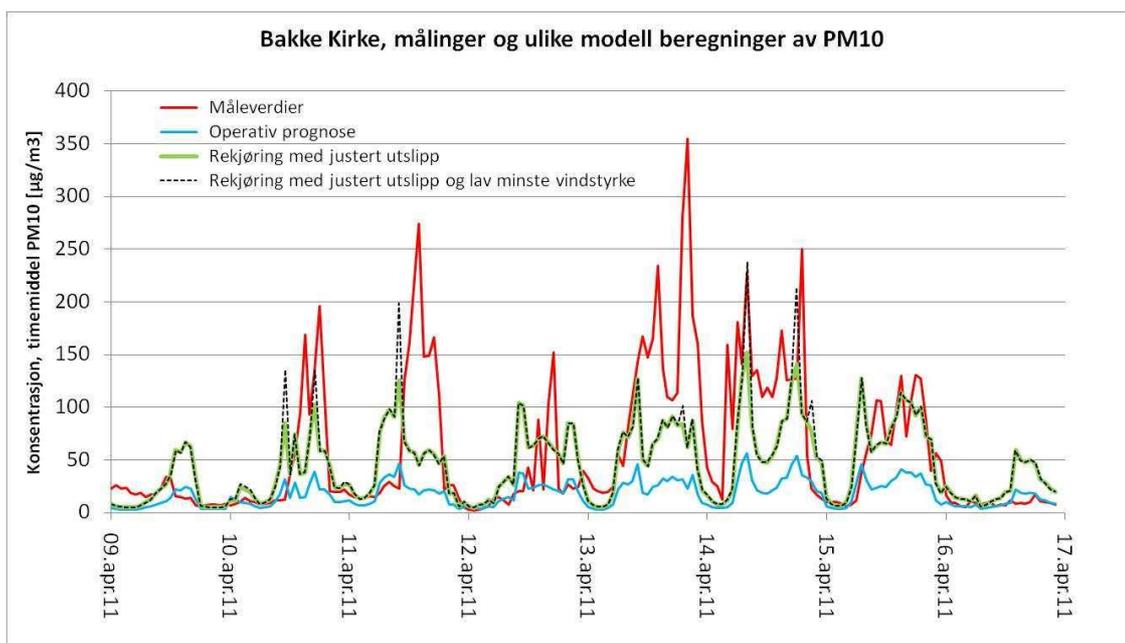


## Bedre byluft

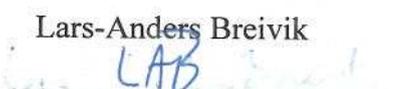
### Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2010 - 2011

Viel Ødegaard <sup>1)</sup>, Karl Idar Gjerstad <sup>2)</sup>, Harald Abildsnes <sup>1)</sup> og Thomas Olsen <sup>1)</sup>



1) Meteorologisk institutt 2) Norsk institutt for luftforskning

<b>Tittel</b> Bedre byluft - prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2010-2011	<b>Dato</b> 20. september 2011
<b>Seksjon</b> Seksjon meteorologi	<b>Report nr.</b> 8
<b>Forfattere</b> Viel Ødegaard, Karl Idar Gjerstad <sup>*)</sup> , Harald Abildsnes og Thomas Olsen <sup>*)</sup> Norsk institutt for luftforskning	<b>Klassifikasjon</b> <input checked="" type="checkbox"/> Free <input type="checkbox"/> Restricted
	ISSN 1503-8025
	e-ISSN 1503-8025
<b>Oppdragsgiver</b> Statens Vegvesen	
<b>Sammendrag</b> Prosjektet Bedre byluft utføres av Meteorologisk institutt og Norsk institutt for luftforskning i samarbeid, og ledes av Meteorologisk institutt på oppdrag fra Statens Vegvesen. Endringer i oppsettet av meteorologimodellen i løpet av sesongen består i oppgradering av UM til 70 lag og til versjon 7.5 med utvidelse av områdene slik at de dekker alle byer som har varsling.  I stabile tilfeller har modellen svak vind i modellagene 2,5 og 13 m over bakken, slik at det er mulig med AirQUIS å beregne de observerte konsentrasjonene. Derfor fanger også AirQUIS bedre opp episodene med høye konsentrasjoner av NO <sub>2</sub> enn verifikasjon av vind i 10m tyder på. Støvepisodene fanges sjeldnere opp. Spredning av partikler er vanskeligere å beregne fordi utslippet er sammensatt av flere kilder som partikkelutslipp fra kjøretøy, oppvirvlet veistøv og vedfyring. I tillegg påvirkes partikkelutslippet av meteorologiske parametere som nedbør, fuktighet, temperaturer og vindhastighet. Dermed er det flere kilder for usikkerhet knyttet til partikler. De subjektive prognosene har fanget opp noen støvepisoder som AirQUIS ikke fanget opp.	
<b>Nøkkelord</b> varsling av lokal luftkvalitet, spredningsmodell for luftkvalitet, numerisk værvarsling, observasjoner, evaluering, episoder, blandingslag,	

<b>Disiplinary signature</b>	<b>Responsible signature</b>
Jørn Kristiansen  _____	Lars-Anders Breivik  _____

# Innhold

	Side
<b>INNHold</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>2</b>
<b>2 ENDRINGER I VARLINGSSYSTEMET I LØPET AV SESONGEN</b> .....	<b>3</b>
2.1 METEOROLOGISK MODELL.....	3
2.2 AIRQUIS.....	3
<b>3 FORURENSNINGSEPIKODER</b> .....	<b>5</b>
3.1 METEOROLOGISKE FORHOLD .....	6
3.2 LUFTKVALITETSFORHOLD I FORURENSNINGSEPIKODER .....	16
<b>4 ERFARINGER FRA VARSLINGEN AV LUFTKVALITET FOR PUBLIKUM</b> .....	<b>21</b>
4.1 LUFTKVALITETSVARSLING FRA VV 2010-2011 .....	21
4.2 EVALUERING BEDRE BYLUFT TROMSØ SESONGEN 2010-2011 .....	26
<b>5 VARSLINGSKVALITET I METEOROLOGIMODELLEN</b> .....	<b>32</b>
5.1 VIND FORDELT PÅ HASTIGHET; FREKVENSFORDELING OG BIAS .....	32
<b>6 VARSLINGSKVALITET I AIRQUIS</b> .....	<b>35</b>
6.1 OPPSUMMERING AV RESULTATER OG KVALITETSVURDERING .....	35
6.2 OSLO – NO <sub>2</sub> .....	37
6.3 OSLO – PM <sub>10</sub> .....	39
6.4 OSLO – PM <sub>2,5</sub> .....	41
6.5 BERGEN – NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> OG PM <sub>2,5</sub> .....	43
6.6 TRONDHEIM – NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> OG PM <sub>2,5</sub> .....	45
6.7 STAVANGER – NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> OG PM <sub>2,5</sub> .....	48
6.8 GRENLAND – NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> OG PM <sub>2,5</sub> .....	49
<b>7 OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER</b> .....	<b>51</b>
7.1 OPPSUMMERING .....	51
7.2 METEOROLOGIMODELLEN .....	51
7.3 LUFTKVALITETSMODELL .....	51
<b>8 REFERANSER</b> .....	<b>53</b>

Kapittel 2.2, 3.2 og 6 er skrevet av Karl Idar Gjerstad (NILU), kapittel 4.1 er skrevet av Harald Abildsnes (met.no, VV) og kapittel 4.2 er skrevet av Thomas Olsen (met.no, VNN). Øvrig tekst og redigeringer av Viel Ødegaard (met.no, FoU)

# 1 INNLEDNING

Prosjektet Bedre byluft utføres av Meteorologisk institutt og Norsk institutt for luftforskning i samarbeid, og ledes av Meteorologisk institutt på oppdrag fra Statens Vegvesen. Innenfor prosjektet defineres det også oppgaver for videreutvikling av varslingssystemet.

I prosjektet Bedre byluft lages det daglige prognoser for luftkvaliteten i 10 norske byer. Prognosene distribueres til publikum gjennom lokale aviser og radiosendinger, internett og tekstmeldinger. Prognosene er utarbeidet subjektivt, men baserer seg på målinger av luftkvaliteten i byene, detaljerte værprognoser fra numeriske værvarslingsmodeller og, for halvparten av byene, spredningsberegninger på grunnlag av utslippsdata og værprognoser.

Modellsystemet som beregner bakgrunnen for varslene er installert på Meteorologisk institutt. Der kjøres modellene hver natt i perioden 1. oktober til 30. april under overvåking av døgnooperativt IT-personell. Modellene som kjøres er UK Met Office Unified Model (UM) med 1 x 1 km gitteroppløsning for beregning av værprognoser, og AirQUIS med 1 x 1 km gitteroppløsning for beregning av luftkvalitet.

Varslene til publikum lages av Meteorologisk institutt (Værvarslingsavdelingen i Oslo: Sarpsborg/Fredrikstad, Grenland, Kristiansand og Lillehammer, Værvarslinga på Vestlandet: Stavanger/Sandnes, Bergen og Trondheim og Værvarslinga for Nord-Norge: Tromsø), avdeling for miljørettet helsevern i Drammen kommune og av Helse- og velferdsetaten i Oslo kommune.

Prognosesystemet er oppgradert med anbefalinger i fjorårets rapport (Ødegaard m fl. 2010). AirQUIS starter nå opp med forurensningskonsentrasjoner fra gårsdagens 24-timersprognose og oppstart av AirQUIS baseres på UM-prognoser fra +4 timer og utover, for å unngå forurensningen "blåser ut" i første time.

Høsten 2010 ble UM oppgradert til versjon 7.3 med 70 lag, etter at denne versjonen hadde vært gjennom en omfattende testing og sammenligning med eksisterende versjon av UM (Schröder og Ødegaard, 2010).

Fra 24. februar startet vi daglige rutinekjøringer med UM 1 km for hele Sør-Norge og Nord-Norge og som hjelp til varslingen i Tromsø, Lillehammer, Fredrikstad og Kristiansand. Dataene er nå tilgjengelig på samme tid som operasjonelle data. Neste sesong vil også AirQUIS bruke data fra disse modellene, og de små områdene rundt Oslo, Grenland, Trondheim og Bergen/Stavanger fases ut.

Kapittel 2 av rapporten beskriver prognosesystemet med vekt på endringene som er implementert foran siste sesong. I løpet av vinteren 2010 - 2011 har det vært flere dager med overskridelser av Forurensningsforskriftens grenseverdier for konsentrasjon av NO<sub>2</sub> i Bergen og Stavanger. Dette vil bli belyst i denne rapportens kapittel 3. Erfaringene fra Værvarslinga på Vestlandet og i Nord-Norge med varsling av luftkvalitet for publikum er oppsummert i kapittel 4. Summarisk statistikk for varslingskvaliteten gjennom sesongen presenteres i kapittel 5 og 6. For meteorologien fokuserer vi på vind, og validerer som funksjon av vindhastighet. For luftkvalitet beregnes statistiske parametre som "sannsynlighet for oppdagelse" og "falsk alarm rate".

## 2 ENDRINGER I VARLINGSSYSTEMET I LØPET AV SESONGEN

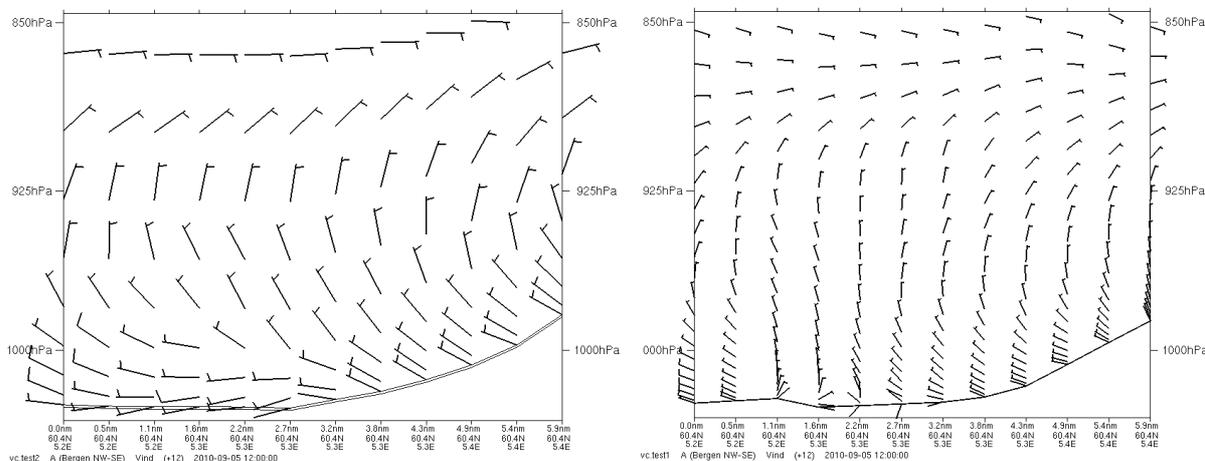
### 2.1 Meteorologisk modell

UK Met Office Unified Model (UM) benyttes til beregning av meteorologiske inngangsdata for beregning av spredning av luftforurensning. UM er en 3-dimensjonal gitterpunktsmodell som for Bedre byluft-formål er satt opp med 1 x 1 km mellom gitterpunktene (UM1). Fra og med 1. oktober 2010 benyttes versjon 7.3 der antall lag fra bakken til toppen av atmosfæren er økt fra 38 til 70. Forskjellen i lagtykkelsen i de nederste 200 hPa er vist i Figur 1.

Før oppgraderingen til v7.3 med 70 lag, lot vi den nye versjonen beregne parallelt med den operasjonelle v6.1 fra midten av februar til 30. april 2010. Sammenligning av resultatene for modellering av atmosfæren nær bakken er analysert i Schröder og Ødegaard (2010). Konklusjonen er at tynnere lag gjør det mulig å modellere et grunt stabilt sjikt nær bakken. Det vertikale vindprofilen blir mer detaljert, og vi får en eksplisitt beregning av dempingen av vinden helt ned til 2,5 m over bakken. Dette kan være en bedre inngangsverdi når spredning av utslipp fra trafikk skal beregnes. Ved innføring av 70 lag i UM ble beregning av vindprofil fra 10 m til bakken utelatt fra AirQUIS. En virkning av at vinden beregnes helt ned til 2,5 m over bakken, er at fluksene av latent og følbare varme blir mindre, fordi disse er funksjon av vindhastigheten i nederste modellag. Vi har ikke målinger av flukser som kan verifisere dette resultatet.

Den 24. februar ble UM 1km oppgradert til v7.5. Denne versjonen er raskere på tungregneanlegget. Vi kunne derfor innføre daglige to-døgnsprognoser på de store områdene Nord-Norge og Sør-Norge. Det vil være disse områdene som driver AirQUIS fra høsten 2011. For våren 2011 er fordelene at varslingsmeteorologene har tilgang til finskala data for alle byene, også der det ikke er AirQUIS-beregninger.

Forøvrig er modellbeskrivelsen i Ødegaard mfl (2007) fortsatt gjeldende.



Figur 1: Laginndelingen fra bakken og opp til ca 850 hPa i UM med 38 lag (til venstre) og 70 lag (til høyre).

### 2.2 AirQUIS

Spredningsberegningene i Bedre Byluft-prosjektet blir gjennomført ved hjelp av NILUs AirQUIS (Air Quality and Information System). AirQUIS er et system for luftkvalitetsovervåking og miljøinformasjon. Systemet inneholder flere delsystemer, bl.a. en måledatabase, en utslippsdatabase, sprednings- og eksponeringsmodeller, samt ulike måter å presentere og analysere data på GIS.

Beregningene med AirQUIS Forecast foregår i flere trinn. Først blir utslipp fra de tre kildekategoriene areal, punkt og linje beregnet for valgt time, dvs. at utslippsfaktorer og

tidsvariasjoner for denne timen benyttes til å beregne utslipp for timen basert på årsutslippet. Man tar hensyn til faktorer som f.eks. kjøretøysammensetning og piggdekkandel. Prognosemodellen kan derfor ikke dekke dager med spesielle utslippsforhold som veiarbeid. Deretter kombineres utslippsdataene med meteorologiske data for å transport og spredning av utslippene i form av konsentrasjonsfelt for hver time og for hver komponent. Arealkildene til AirQUIS er for alle byene gitt i et 1 km<sup>2</sup>-rutenett.

Utslipp av partikler (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>) beregnes ut fra trafikkens kjøretøysammensetning og trafikkhastighet. Grovfraksjonen i partikkelutslippet, dvs. forskjellen mellom utslippet av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>, beregnes ut fra piggdekkandel, hastighet, andel tungtrafikk, graden av fuktighet på veibanen og resuspensjonsbidraget. Piggdekkandel som er benyttet for de ulike byene i sesongen er vist i Tabell 1. For å bestemme hvor tørr veibanen er, trenger man kjennskap til nedbørmengde, hvor lang tid det har gått siden det falt nedbør, luftfuktighet og temperatur. Disse dataene leveres av meteorologimodellen, UM. Graden av fuktighet på veibanen modifierer både PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-utslippet som stammer fra veislitasje.

Tabell 1: Piggfriandelen i år 2010 / 2011 i de ulike byene i Bedre Byluft.

By	Piggfriandel 2010 / 2011 (%)	Piggdekkandel 2010 / 2011 (%)
Oslo	83,8	16,2
Trondheim	75,0	25,0
Bergen	70,1	29,9
Grenland	42,6	57,4
Stavanger	70,3	29,7

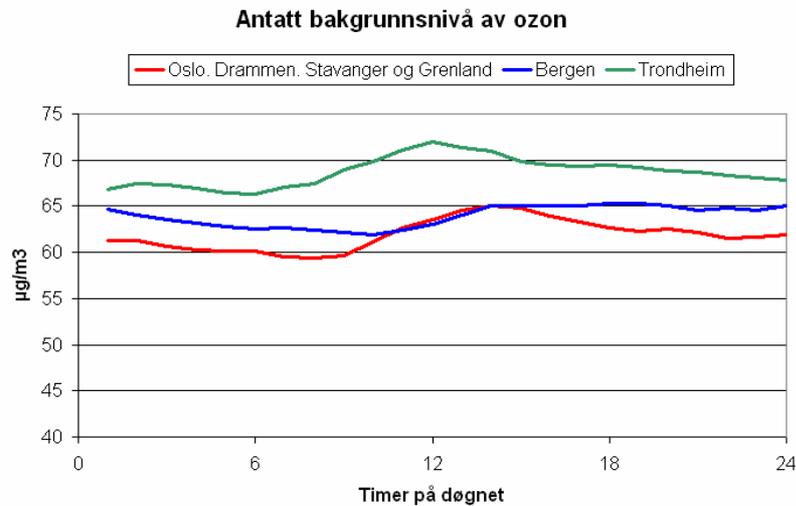
Det er installert AirQUIS på *met.no* for alle byer. Eventuelle endringer i kilder, eksempelvis endring av veidata, piggdekkandel eller lignende, kan lett gjøres underveis i sesongen. Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, utslipp fra punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> (ozon), PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> for beregningsperioden. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningspunkter til å beregne eksponering.

AirQUIS beregner kun bidraget fra lokale kilder. Modellen må derfor anta bakgrunnskonsentrasjoner for at nivåene ikke skal bli for lave. Bakgrunnsverdiene som er brukt for byene for NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> er vist Tabell 2.

Tabell 2: Bakgrunnskonsentrasjoner av NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> brukt i AirQUIS i de seks byene. Enhet: µg/m<sup>3</sup>.

By	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
Oslo			
Grenland	2,0	6,0	4,1
Stavanger			
Bergen	1,5	5,1	3,4
Trondheim	0,9	1,9	1,3

Beregningene av NO<sub>2</sub> avhenger bl.a. av ozonkonsentrasjonene (O<sub>3</sub>). Antatt O<sub>3</sub>-bakgrunn for hver time i døgnet er vist i Figur 2. Grafene er ment å simulere en midlere døgnsyklus av ozon på vinterstid i Sør-Norge. Ozonverdiene er beregnet på grunnlag av måledata fra regionale stasjoner, Jeløya, Prestebakke, Hurdal, Voss og Kårvatn.



Figur 2: Bakgrunnskonsentrasjoner av ozon (O<sub>3</sub>) for hver time i døgnet brukt i luftkvalitetsmodellen i byene. Enhet: µg/m<sup>3</sup> per time.

Det ble foretatt viktige oppdateringer av alle databaser i 2009 – 2010 sesongen (Ødegaard m fl, 2010), derfor ble det i forkant av- og i sesongen 2010 – 2011 bare utført mindre oppdateringer av databasene:

- Sjekke og om nødvendig endre posisjon for alle reseptorpunkter
- Legge til nye reseptorpunkter i samsvar med nye målestasjoner
- Sammensetning av bilparken, dvs. fordeling av de ulike euroklassene
- Ved overgang til sommertid var det nødvendig å effektivisere kjøringen av beregninger i Oslo for å møte krav om tidlig leveranse. Dette ble gjort ved å beregne konsentrasjon på færre reseptorpunkter langs veilenker og i færre bygningspunkter.

### 3 FORURENSNINGSEPISODER

På Vestlandet har det denne sesongen vært to utpregete episoder med forurenset luft. Både Bergen og Stavanger har målt høye konsentrasjoner av forurensning i månedsskiftet november-desember og i romjula. De meteorologiske forholdene under episodene er i dette kapittelet vurdert vha data for vind og stabilitet, spesielt tykkelsen av blandingslaget. Analysen av forurensningsepisoden i januar 2010 konkluderte med at modellens beregning av stabilitet, vertikal temperaturgradient og tykkelsen av blandingslaget er bedre som indikasjon på forurensningsepisoder enn temperaturen, fordi disse parametrene forteller hvor stort volum utslippene kan fordeles over.

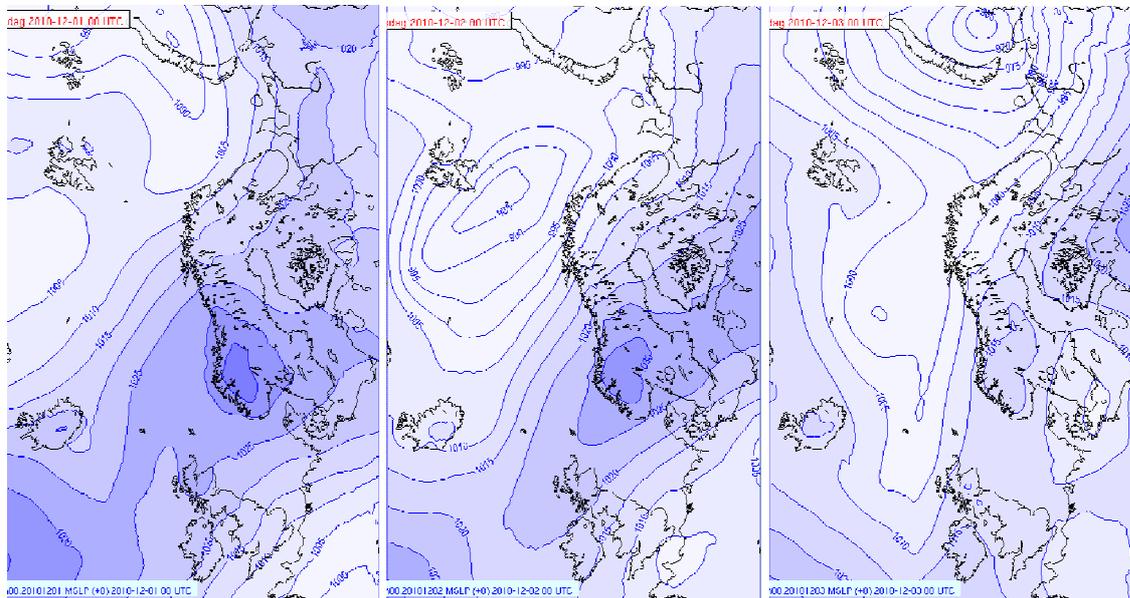
Vind er også en parameter av stor betydning for spredning av forurensning. Standard målehøyde for vind er 10 m, men modellen beregner også vind 2,5 og 13 m over bakken. Vinden fra disse nivåene sendes inn i AirQUIS.

### 3.1 Meteorologiske forhold

#### 3.1.1 1. - 8. desember 2010

##### 3.1.1.1 Storskala meteorologi

1-8 desember - høyt trykk 1035-1015 hPa i perioden 1-3 desember i HIRLAM 8km (Figur 3).

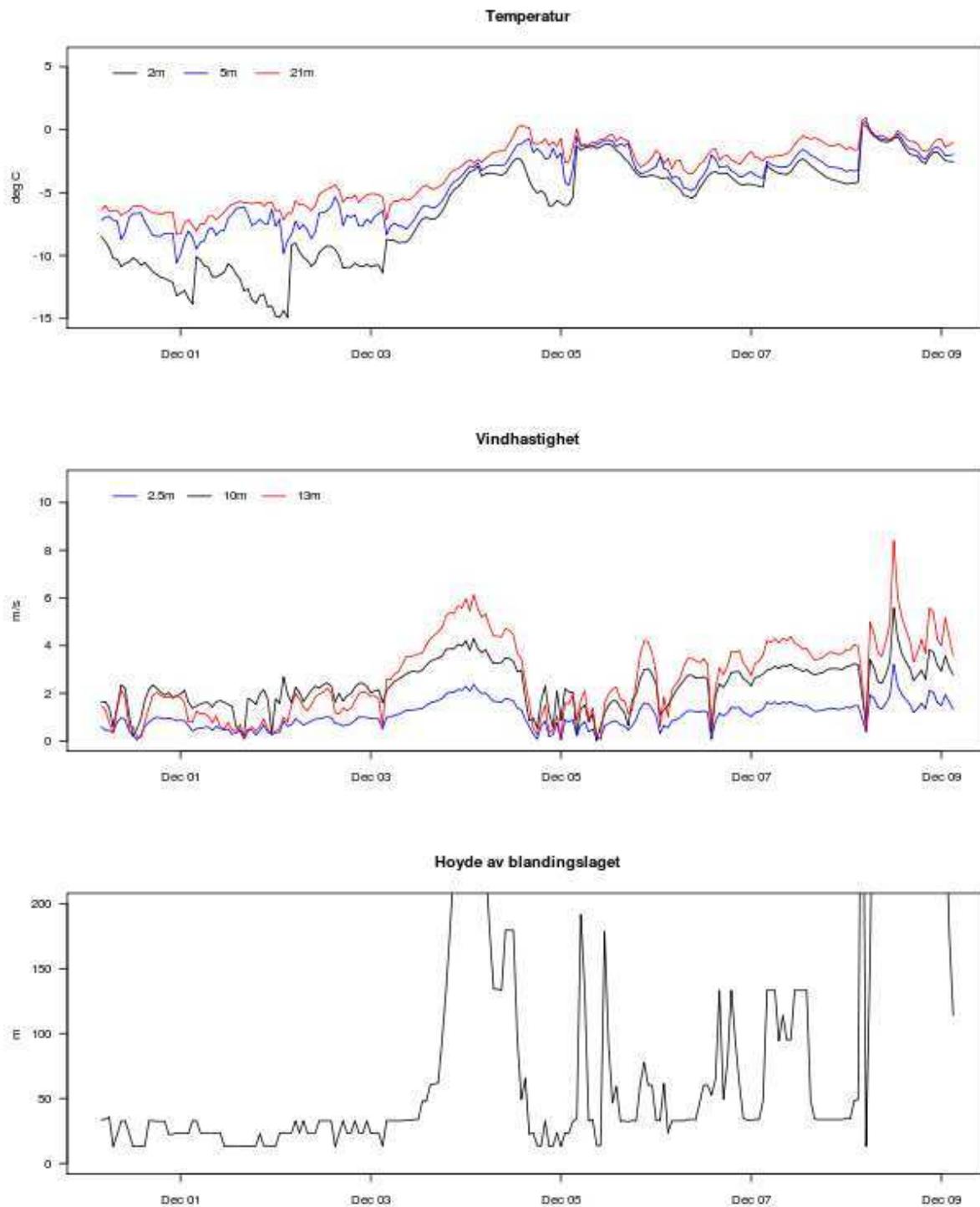


Figur 3: HIRLAM analyse av trykk ved gjennomsnittlig havnivå 1.-3. desember basert på observasjoner 00 UTC.

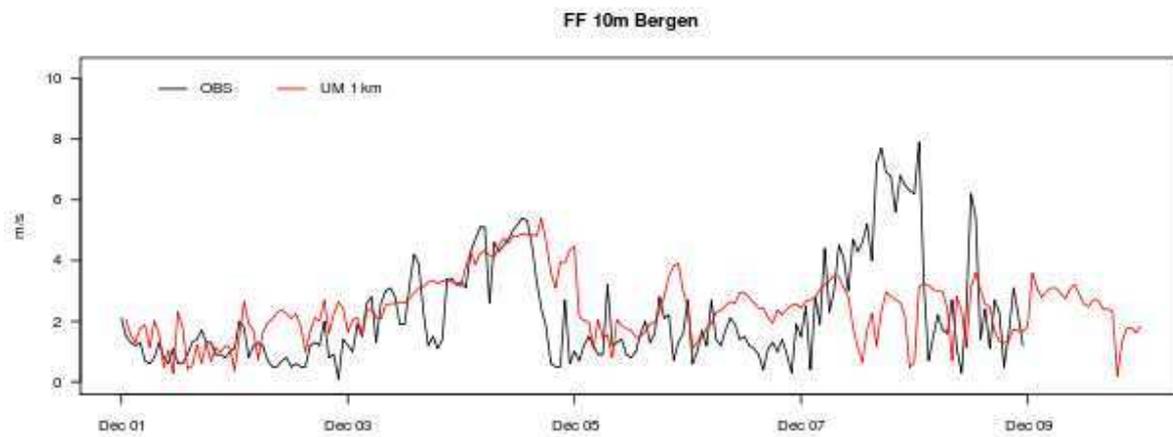
##### 3.1.1.2 Bergen

Konsistent med trykkbildet hadde UM1 et tynt blandingslag, som viser seg som en stor forskjell mellom T2m og T5m, og svak vind i 2,5, 10 og 13 m i Bergen (Figur 4). I den mest stabile perioden med lite vind, ser vi at vinden i både 2,5 m og 13 m er svakere enn vinden i 10 m. Vind i 10 m beregnes fra et konstruert profil med den hensikt å sammenligne med målinger fra standard målehøyde. Det konstruerte profilet er ikke konsistent med verdiene over og under, og må brukes med forsiktighet i vertikal interpolasjon av vind i stabile tilfeller. Observert vind er også noe svakere enn vinden i 10 m fra modellen (Figur 5).





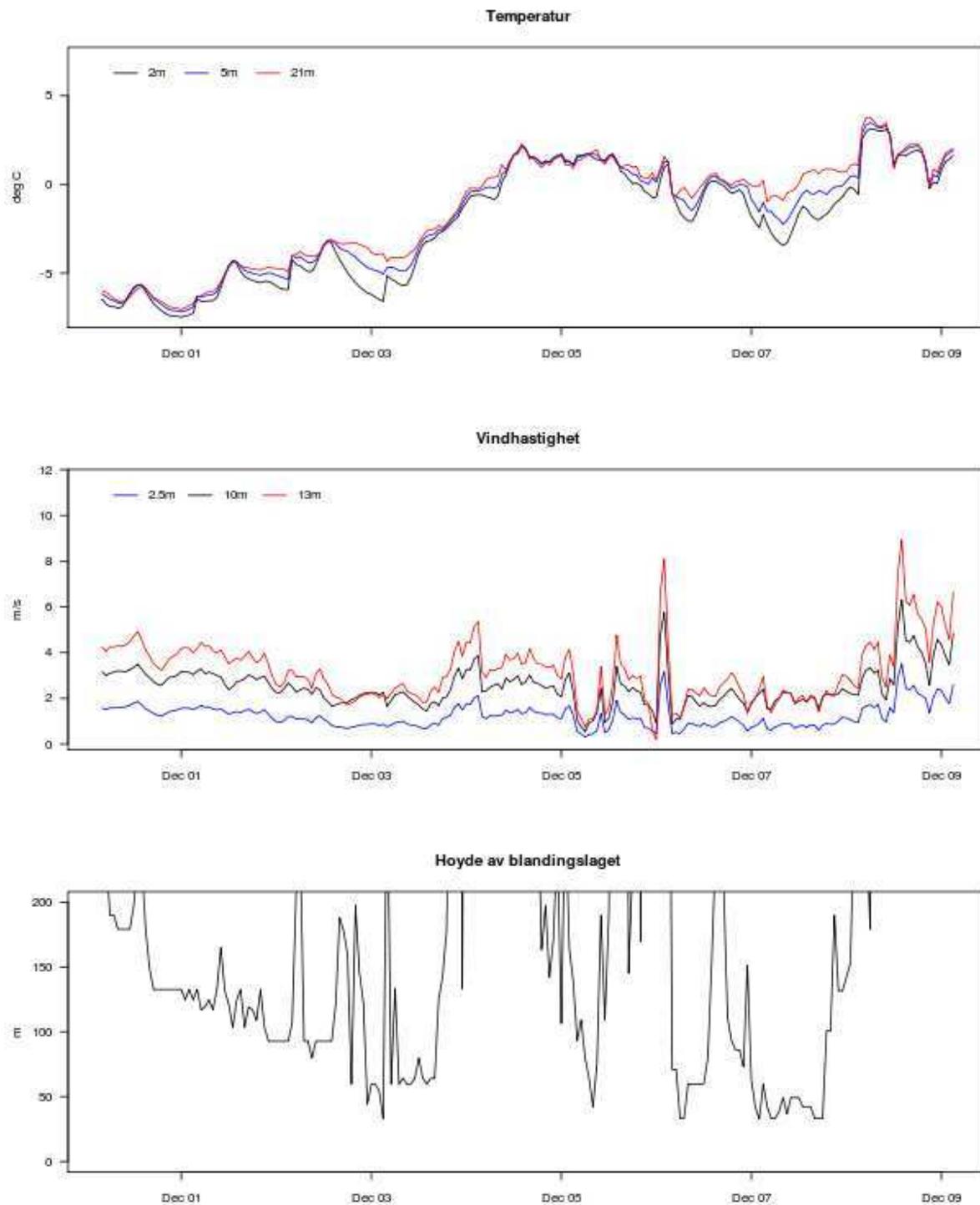
Figur 4: Beregning av temperatur og vindhastighet i nivåer nær bakken (øverst og midten) og tykkelsen en av blandingslaget (nederst) for Bergen Florida i perioden 1. til 9. desember 2010



Figur 5: Observert og 24-48t prognose av 10m vind for Bergen Florida i perioden 28.november til 10.desember 2010

### 3.1.1.3 Stavanger

Figur 6 viser at på Kiellandsmyra var vinden 0,5 - 3 m/s i nivåene fra 2,5 til 13 m i tidsrommet med høyest forurensningskonsentrasjon. Observert vind i 10 m går helt ned i 0 m/s mellom 1. og 3. desember, mens modellen aldri har så lite vind i noe nivå. 7. desember måles det også lite vind og høy forurensningskonsentrasjon i Stavanger, mens UM har svak vind bare i det laveste nivået, 2,5 m. Blandingslaget er ikke tynnere enn 50 m i den første delen av episoden, men går ned i 33 m den 7. desember.



Figur 6: Beregning av temperatur og vindhastighet i nivåer nær bakken (øverst og midten) og tykkelsen en av blandingslaget (nederst) for Stavanger Kiellandsmyra i perioden 1. til 9. desember 2010

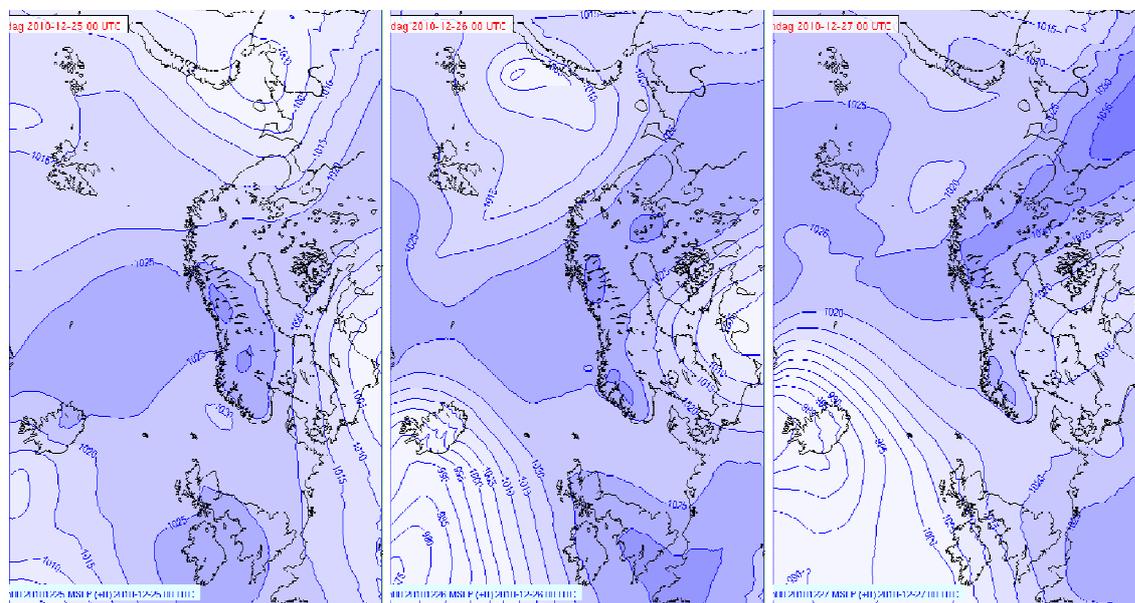


Figur 7: Observert og 24-48t prognose av 10m vind for Stavanger Kiellandsmyra i perioden 1. til 10. desember 2010

### 3.1.2 24. - 28. desember 2010

#### 3.1.2.1 Storskala meteorologiske forhold

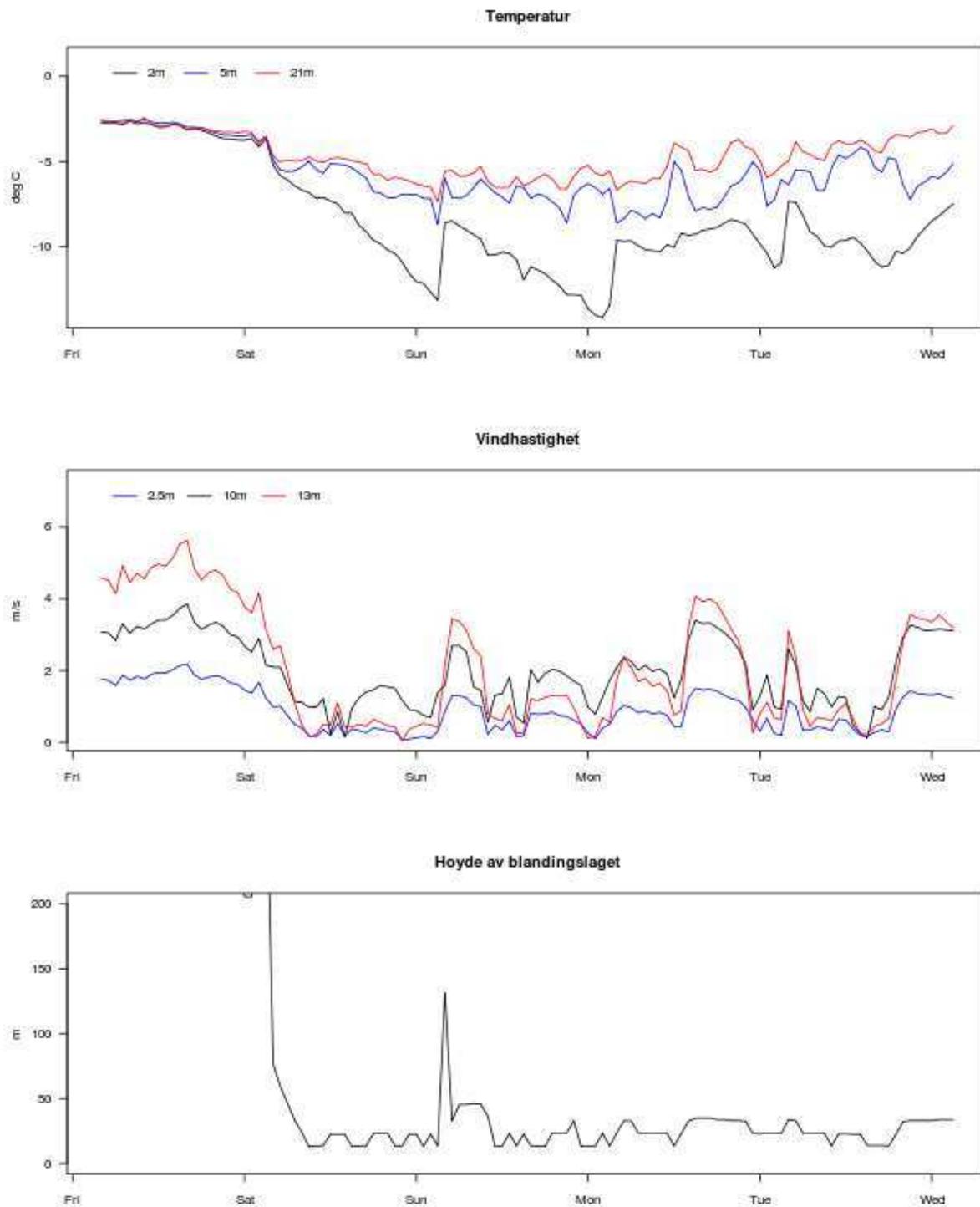
Et høytrykk på ca 1030 hPa etablerte seg med senter over den vestlige delen av Sør-Norge.



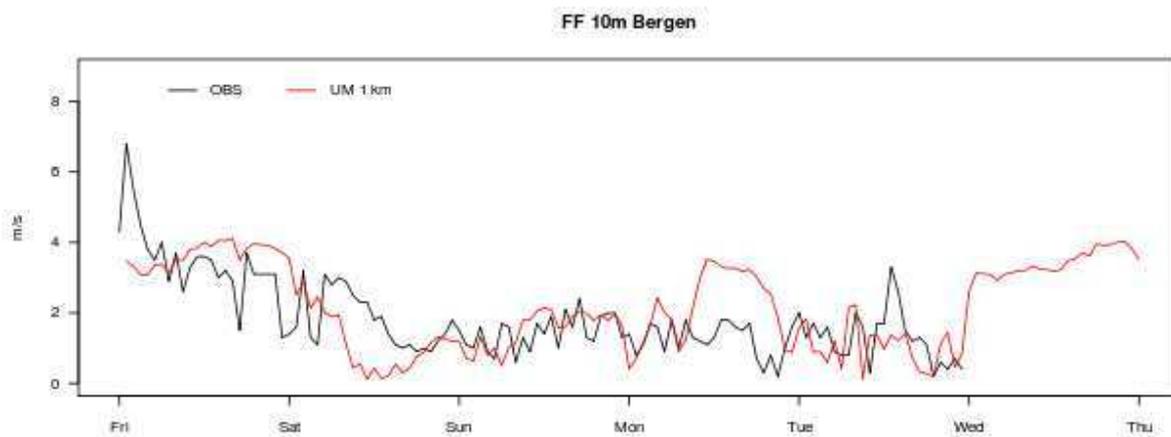
Figur 8: HIRLAM analyse av trykk ved gjennomsnittlig havnivå 25. - 27. desember basert på observasjoner 00 UTC.

#### 3.1.2.2 Bergen

Dataene viser sterk stabilitet i Bergen fra 25. - 28. desember. Blandingslaget er bare 13 m tykt mye av tiden. Blandingslaget kan ikke verifiseres, for det er ikke observasjoner av temperatur i nærheten av 13 m. Imidlertid er den høye konsentrasjonen av forurensning vanskelig å forklare uten en slik faktor, da utslippene i romjula er forventet å være mindre enn på vanlige arbeidsdager. Vinden er også svak, 1-2 m/s i samme tidsrom. Vinden fra modellen samsvarer godt med observasjonene.



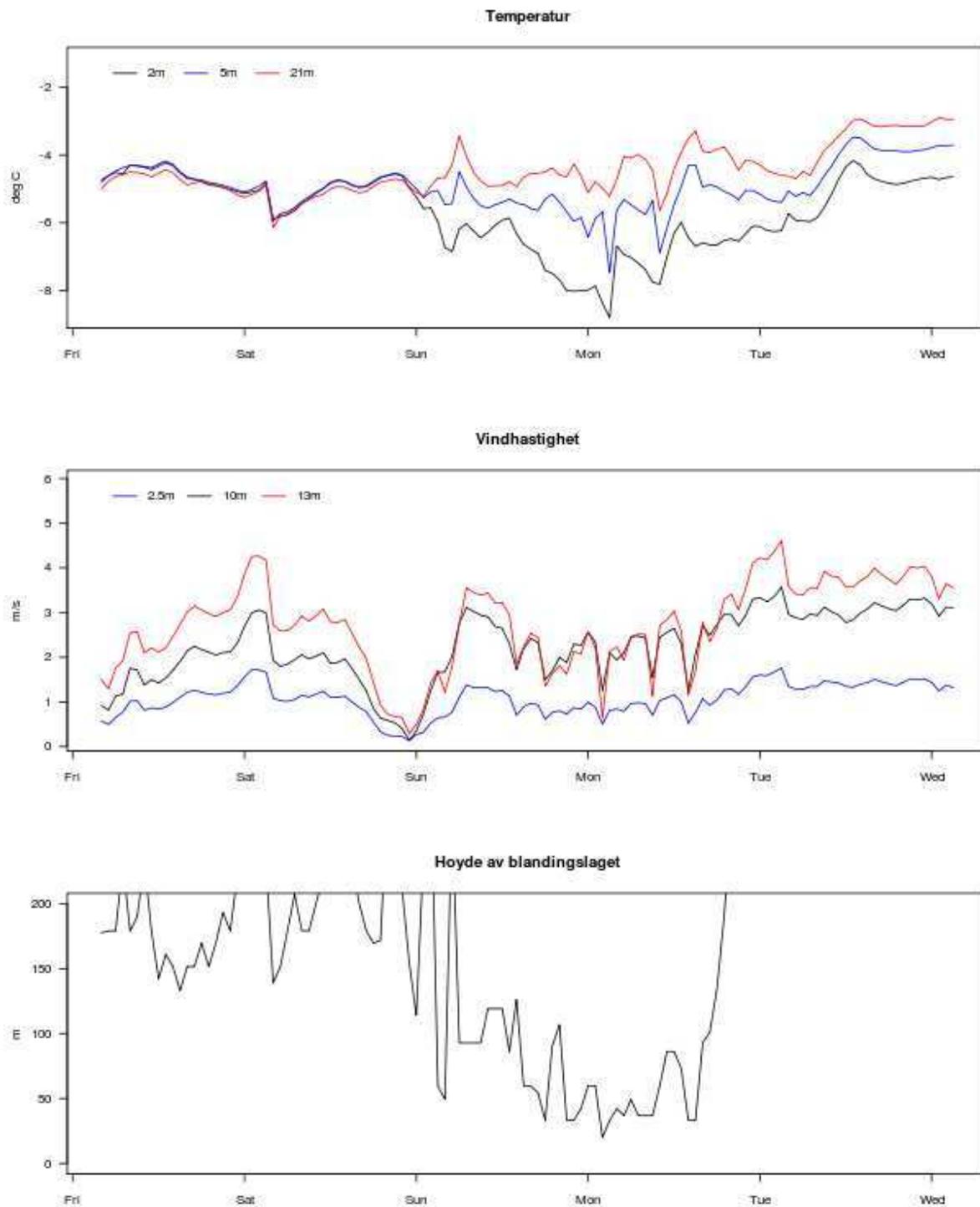
Figur 9: Beregning av temperatur og vindhastighet i nivåer nær bakken (øverst og midten) og tykkelsen en av blandingslaget (nederst) for Bergen Florida i perioden 24. til 29. desember 2010



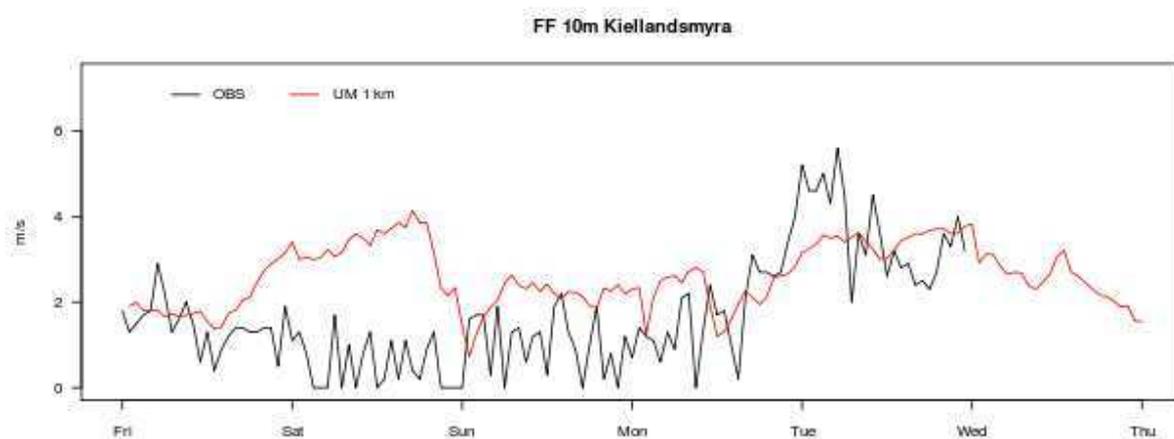
Figur 10: Observert og 24-48t prognose av 10m vind for Bergen Florida i perioden 24.november til 29. desember 2010

### 3.1.2.3 Stavanger

Vinden i laveste nivå er mindre enn 1 m/s søndag 26. til tirsdag 28. desember. Vinden i nivåene over er sterkere, også sammenlignet med målingene på Kiellandsmyra. Blandingslaget presses ned under 50 m i løpet av mandag 27. desember, da vi også observerer de høyeste konsentrasjonene av NO<sub>2</sub>. Overestimeringen av vinden over 2,5 m vil trolig bidra til at forurensningskonsentrasjonene likevel underestimeres.



Figur 11: Beregning av temperatur og vindhastighet i nivåer nær bakken (øverst og midten) og tykkelsen en av blandingslaget (nederst) for Stavanger Kiellandsmyra i perioden 24. til 29. desember 2010

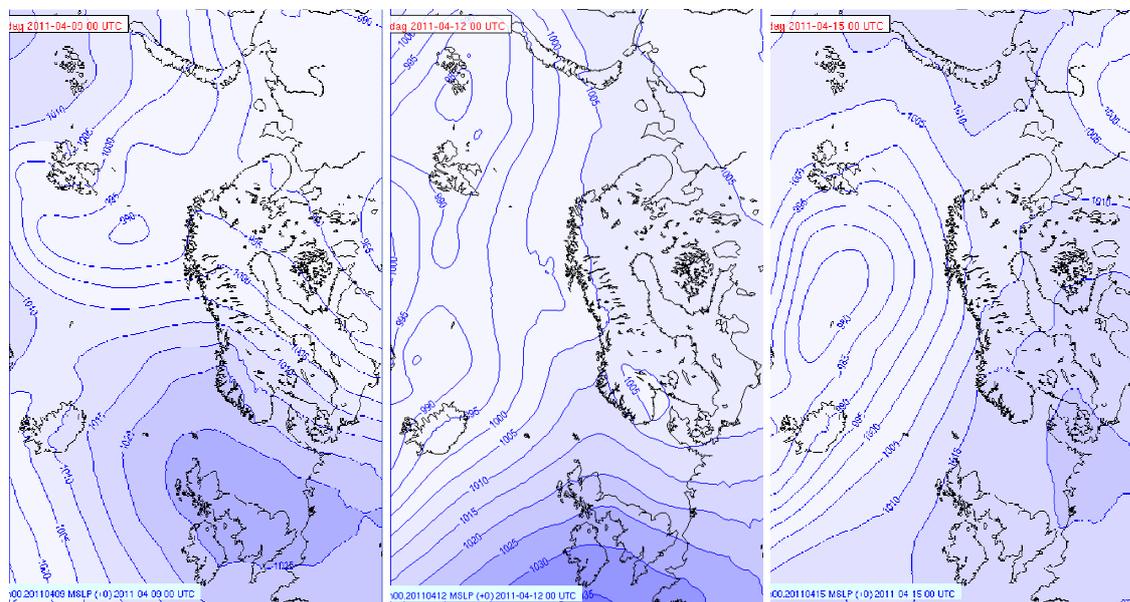


Figur 12: Observert og 24-48t prognose av 10m vind for Stavanger Kiellandsmyra i perioden 24. til 29. desember 2010

### 3.1.3 9. - 16. april 2011

#### 3.1.3.1 Storskala meteorologiske forhold

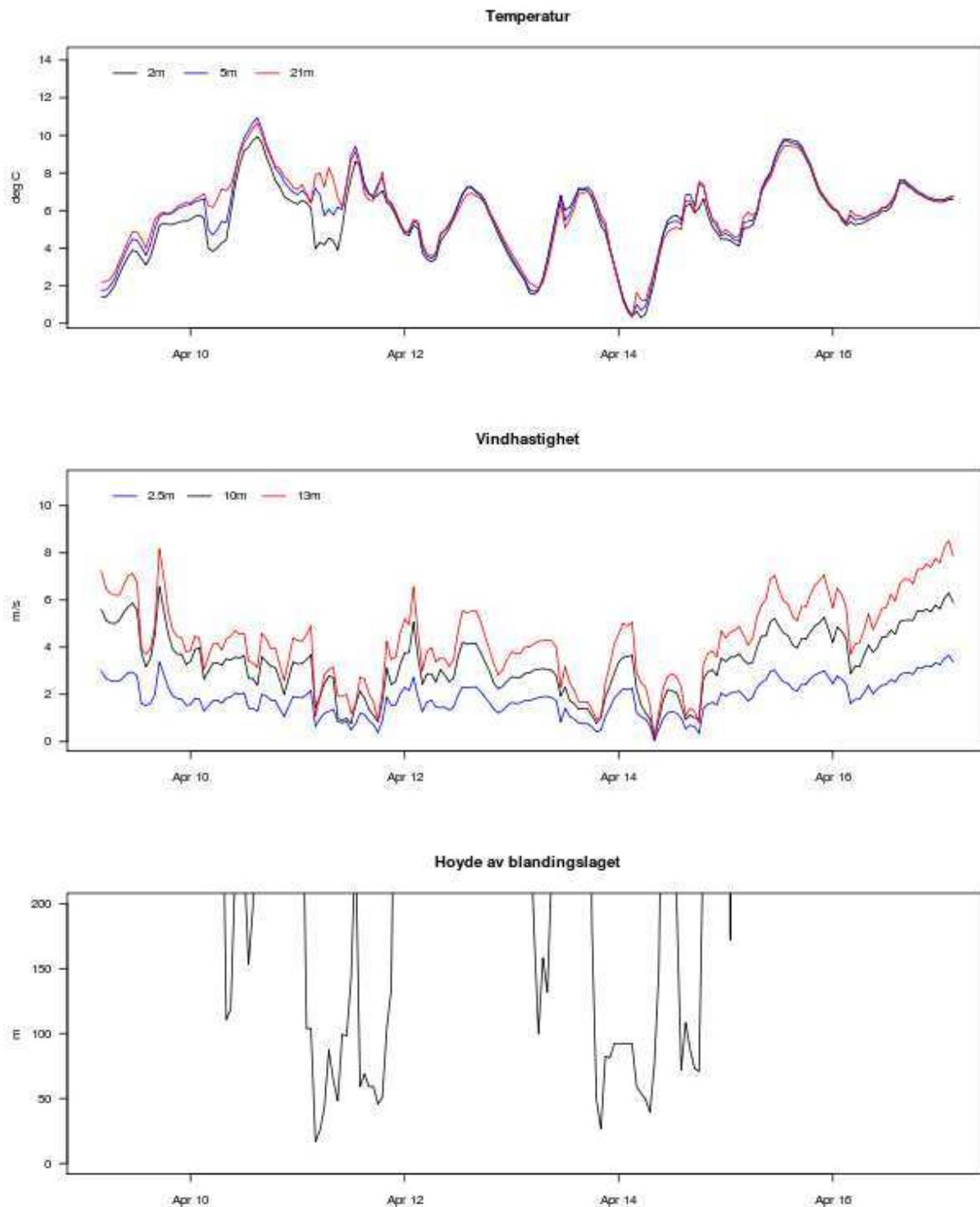
Denne perioden er preget av et svakt vestlig vindfelt, og lavtrykk inn fra vest lenger nord som gir nedbør og noe vind den 12. april.



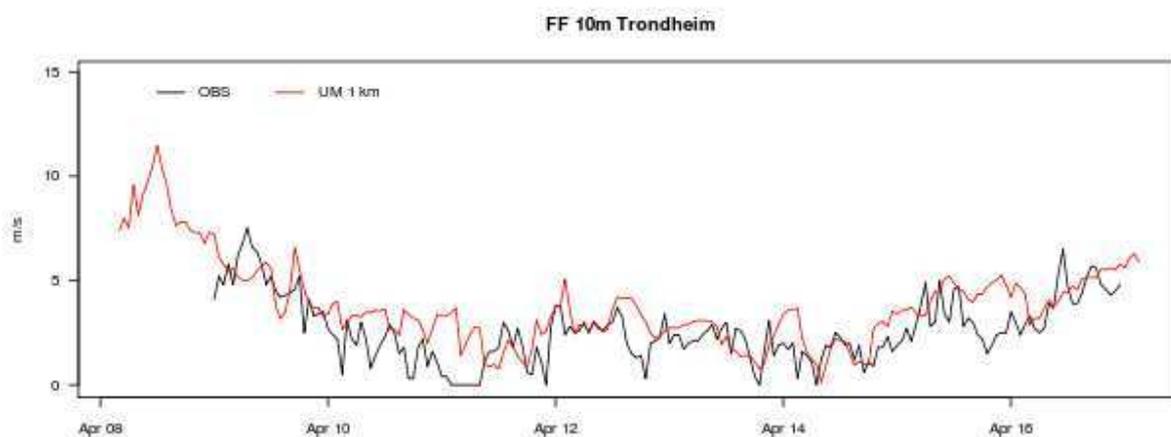
Figur 13: HIRLAM analyse av trykk ved gjennomsnittlig havnivå 9., 12. og 15. april basert på observasjoner 00 UTC

#### 3.1.3.2 Trondheim





Figur 14: Beregning av temperatur og vindhastighet i nivåer nær bakken (øverst og midten) og tykkelsen en av blandingslaget (nederst) for Trondheim Voll i perioden 8. - 16. april 2011



Figur 15: Observert og 24-48t prognose av 10m vind for Trondheim Voll i perioden 8. - 16. april 2011

Forholdene i Trondheim er ikke veldig stabile, og det er heller ikke veldig lite vind. De høye konsentrasjonene av  $PM_{10}$  henger i stor grad sammen med at bakken er tørr og at det er tilgjengelig støv, f.eks fra nedsmelta brøytekanter.

### 3.2 Luftkvalitetsforhold i forurensningsepisoder

I dette kapitlet vil vi se nærmere på noen utvalgte enkeltepisoder hvor det var målt dårlig luftkvalitet, uten at dette ble fanget opp i prognosen. Vi har valgt følgende perioder og komponenter:

- NO<sub>2</sub> i Stavanger: 1. -8. desember og 24. -28. desember
- NO<sub>2</sub> i Bergen: 1. -8. desember og 24. -28. desember
- PM<sub>10</sub> i Trondheim: 9. - 16. april

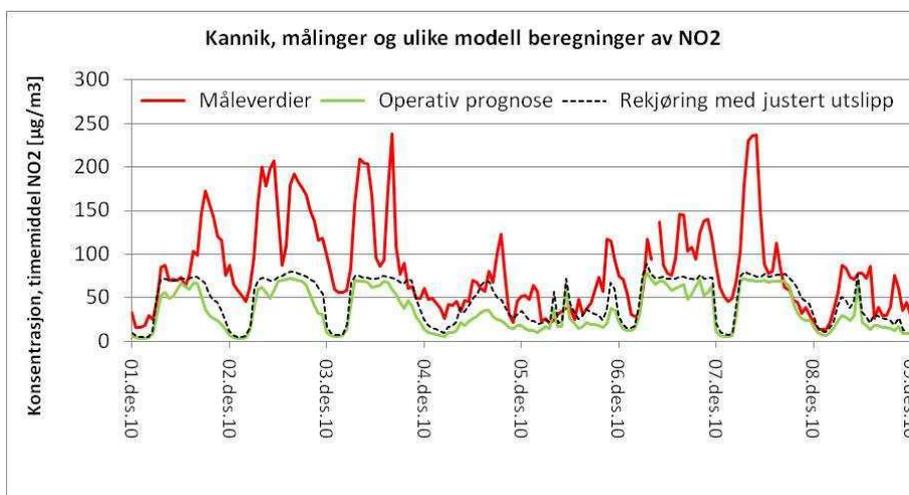
#### 3.2.1 Stavanger, 1. -8. desember og 24. -28. desember

I desember var det flere døgn med timevise NO<sub>2</sub> målinger over 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i Stavanger, mens modellen ikke prognostiserte noen verdier over 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kapittel 6.4 viser at modellen generelt gir relativt dårlige resultater for Stavanger noe som til dels kan forklares av at databasen ikke er oppdatert for alle utslippskilder. Blant annet er det mye som tyder på at dieselbiler har høyere utslipp av både NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> enn tidligere antatt. Figur 16 og Figur 17 viser målt og prognostisert NO<sub>2</sub> konsentrasjon i Stavanger i de to aktuelle periodene. Figurene viser målt konsentrasjon (rød linje), operative prognosen (grønn linje) og en rekjøring hvor utslipp av NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> for private dieselbiler er oppjustert med midlertidig utslippsfaktorer (sort stiplet linje). Disse faktorene er fremdeles under evaluering, og Transportøkonomisk institutt (TØI) vil i løpet av høsten 2011 utarbeide verifiserte utslippsfaktorer for dieselbiler. Disse faktorene vil være en meget verdifull oppdatering for alle databaser når de foreligger.

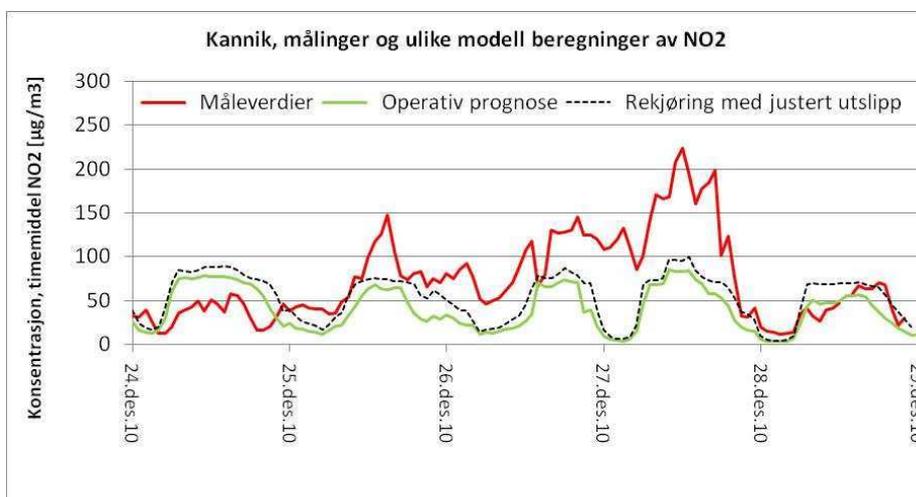
I periodene hvor det måles høy forurensing er det svært lav vindhastighet. I modellverktøyet for spredning er konsentrasjonen tilnærmet omvendt proporsjonalt med vindhastighet. Som konsekvens av dette vil svakvind gi høy konsentrasjon; og jo lavere vindhastigheten er - dess mer følsom er modellen for endringer av denne. For dagene med høyest konsentrasjon (1. - 3. desember, 7. desember og 26. - 27. desember) ser vi at målt vindhastighet er svært lav og at den modellerte vindhastigheten fra UM er høyere enn den målte vinden (Figur 7). Dette er en medvirkende faktor til at AirQUIS ikke klarer å prognostisere de høye NO<sub>2</sub>-verdiene som måles. Dersom reell vindhastighet er 0,5 m/s og modellert inngangsdata til spredningsmodellen er 2 m/s, så kan vi forvente at beregnet konsentrasjon er ca 1/4-del av målt

konsentrasjon. Videre ser vi også at målingene er høye om natta (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per time), mens prognosen faller ned til bakgrunnsnivå. Dette fenomenet har vi også sett tidligere og skyldes trolig at spredningsmodellen transporterer den forurensete luften ut av modellområdet, mens den i virkeligheten resirkulerer bakkenært i byområdet. En slik akkumulering av forurenset luft kan bare varsles dersom resirkuleringen foregår innenfor spredningsmodellens modellområde, og dersom dette transportmønsteret er gjenskapt i vindprognosen. Figur 18 viser også at modellen har beregnet en "lett stabil" sjiktning, dvs. en relativt svak bakkeinversjon. Vi har ikke målinger til å verifisere stabiliteten, men dette har kanskje ikke vært tilstrekkelig for å modellere like høye konsentrasjoner som det måles i virkeligheten.

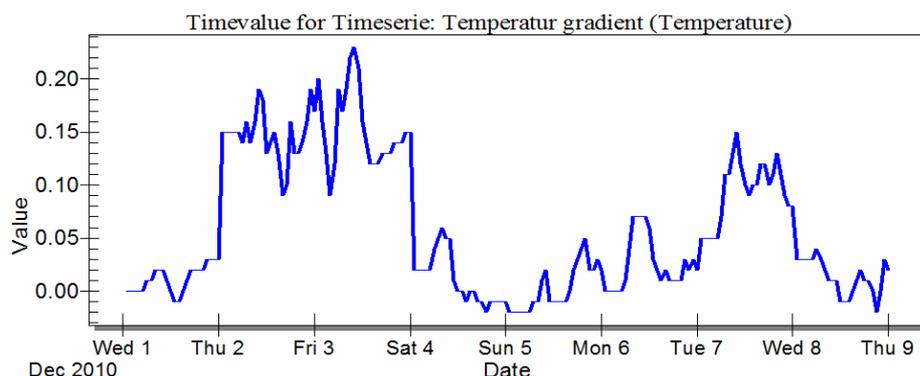
Figurene viser også at prognosen ofte flater ut på samme nivå som bakgrunnsnivå av ozon, ca 60-70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per time. Dette kommer også fram som en fortetning av trekk i spredningsdiagrammene på samme nivå for NO<sub>2</sub> i Stavanger og andre byer (kapittel 6.4). Dette viser at spredningsberegningene til dels begrenses av at databasen bruker et statisk bakgrunnsnivå av ozon, og dette er en medvirkende viktig grunn for at modellen underestimerer. For å redusere dette problemet vil NILU på sikt videreutvikle systemet slik at modellerte ozonnivå benyttes som bakgrunnsnivå (randverdier). Likevel ser vi også at spredningsmodellen beregner verdier godt over ozonnivået ved andre stasjoner, for eksempel Hjortnes, Alnabru, Danmarks plass og Bakke Kirke (kapittel 6).



Figur 16: Konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Kannik 1.- 9. desember 2010. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, grønn linje viser operativ prognose, og sort stiplet linje viser rekjøring i ettertid med justert utslipp fra dieselbiler.



Figur 17: Konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Kannik 24.- 29. desember 2010. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, grønn linje viser operativ prognose, og sort stiplet linje viser rekjøring i ettertid med justert utslipp fra dieselbiler.



Figur 18: Modellert stabilitet (UM) i Stavanger, 1. - 9. desember 2010. Kurven viser at UM beregner en lett stabilitet i Stavanger.

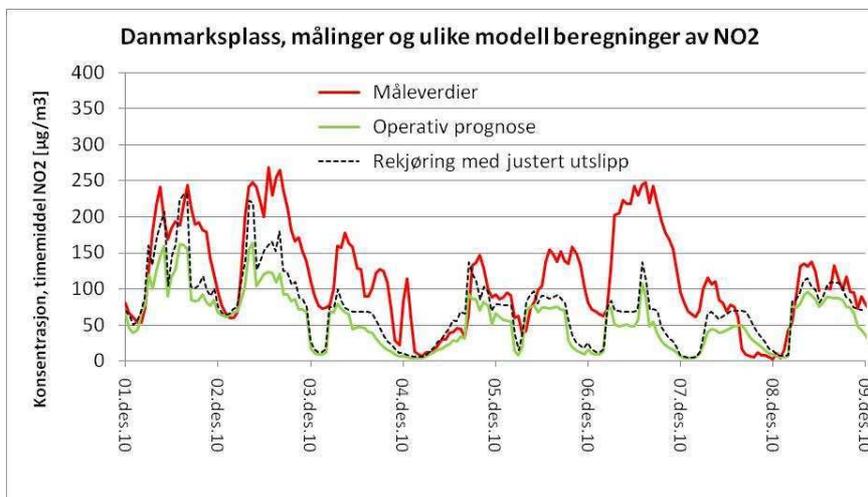
### 3.2.2 Bergen, 1. -8. desember og 24. -28. desember

I likhet med Stavanger var det i desember flere døgn med målte timesverdier av NO<sub>2</sub> over 200 µg/m<sup>3</sup> ved Danmarks plass, og verdier over 150 µg/m<sup>3</sup> ved Rådhuset i Bergen. Modellen prognostiserte verdier som ligger 50 µg/m<sup>3</sup> lavere enn målingene på begge stasjoner.

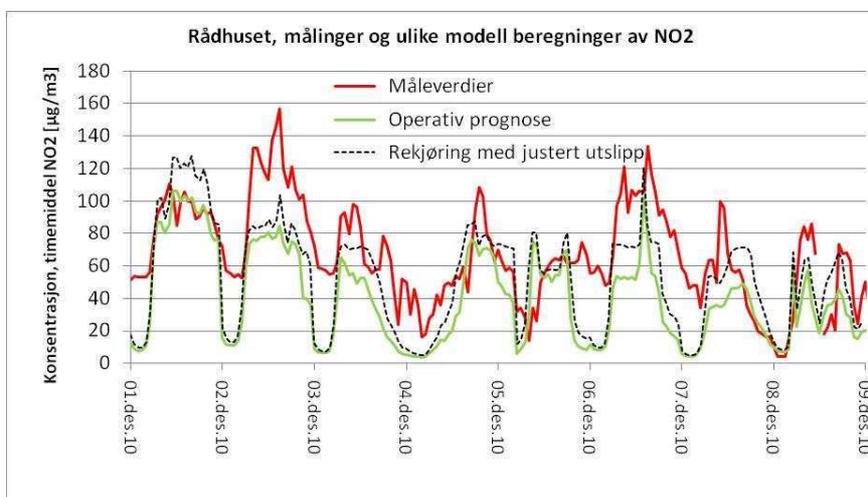
Også i Bergen har vi gjort rekjøringer etter sesongen med modifisert utslipp av NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> fra dieselbiler. Figur 19, Figur 20, Figur 21 og Figur 22 viser målt og prognostisert NO<sub>2</sub> konsentrasjon i Bergen i de to aktuelle periodene for hhv. Danmarks plass og Rådhuset. Figurene viser målt konsentrasjon (rød linje), operative prognosen (grønn linje) og en rekjøring hvor utslipp av NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> for private dieselbiler er oppjustert med midlertidig utslippsfaktorer (sort stiplet linje).

I motsetning til situasjonen i Stavanger ser vi at modellen tidvis lykkes med å modellere høye konsentrasjoner om natta (Danmarks plass 1. og 2. desember samt begge stasjoner 26. desember). Men fremdeles er det flere tilfeller hvor målt konsentrasjon er godt over 50 µg/m<sup>3</sup> per time om natta mens prognosen faller ned til bakgrunnsnivå. Dette er trolig hovedårsaken til at vi underestimerer de ekstremt høye måleverdiene på Danmarks plass 27. og 28. desember. Dersom vi hadde lyktes i å holde konsentrasjonsnivåene gjennom natten ville vi trolig ha overestimert på Rådhuset disse dagene. De døgnene hvor modellene også lykkes i å bevare akkumulert forurenset luft over natta (1. og 2. desember, Danmarks plass) ser vi at resultat fra rekjøringa med oppdaterte utslipp av NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> fra dieselbiler lykkes med å varsle konsentrasjoner opp i 200 µg/m<sup>3</sup> per time, Figur 19. Dette er en klar forbedring av UM – AirQUIS systemet i forhold til tidligere sesonger.

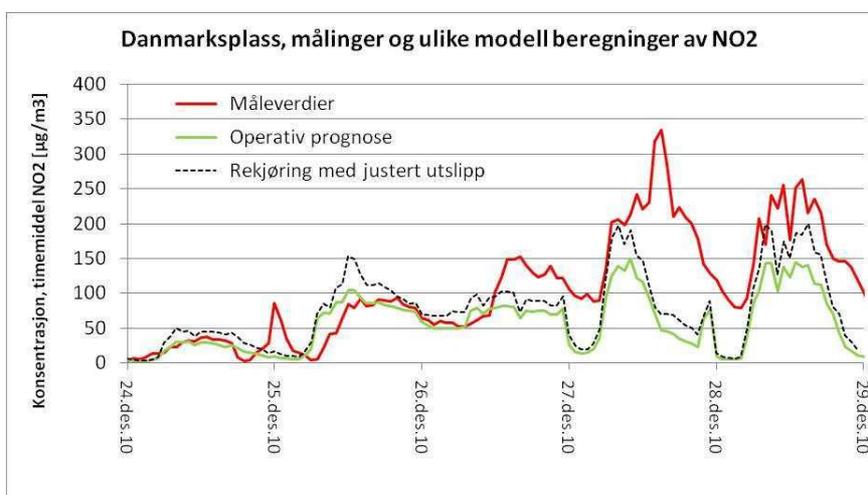
Figurene fra Bergen viser ikke at modellen flater ut ved bakgrunnsnivå av ozon. Det viser at selv om et statisk ozonnivå i databasen er en usikkerhetsfaktor for spredningsmodellen så er den trolig andre årsaker som er viktigere. Det er også svak vind i Bergen de dagene hvor det er høy forurensing, og i Bergen ser vi at UM treffer bedre på vindstyrken enn tilfellet var i Stavanger (Figur 5). Unntak er 27. desember hvor UM overestimerer vindstyrken og dette samsvarer med at AirQUIS underestimerer konsentrasjonen.



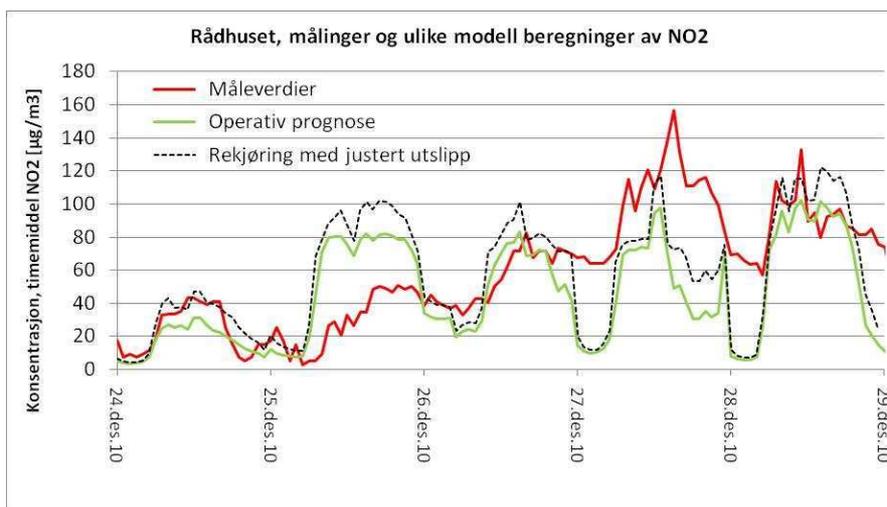
Figur 19: Konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Danmarks plass 1.- 9. desember 2010. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, grønn linje viser operativ prognose, og sort stiplet linje viser rekjøring i ettertid med justert utslipp fra dieslbiler.



Figur 20: Konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Rådhuset 1.- 9. desember 2010. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, grønn linje viser operativ prognose, og sort stiplet linje viser rekjøring i ettertid med justert utslipp fra dieslbiler.



Figur 21: Konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Danmarks plass 24.- 29. desember 2010. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, grønn linje viser operativ prognose, og sort stiplet linje viser rekjøring i ettertid med justert utslipp fra dieslbiler.



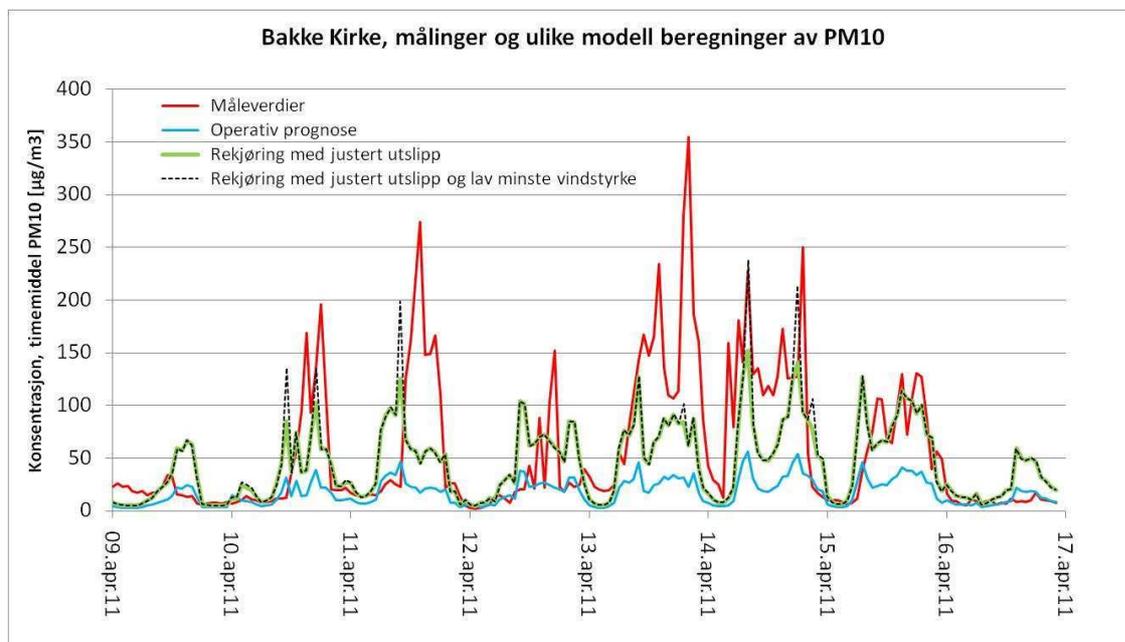
Figur 22: Konsentrasjoner av NO<sub>2</sub> ved Rådhuset 24.- 29. desember 2010. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, grønn linje viser operativ prognose, og sort stiplet linje viser rekjøring i ettertid med justert utslipp fra dieslbiler.

### 3.2.3 Trondheim, 9. – 16. april

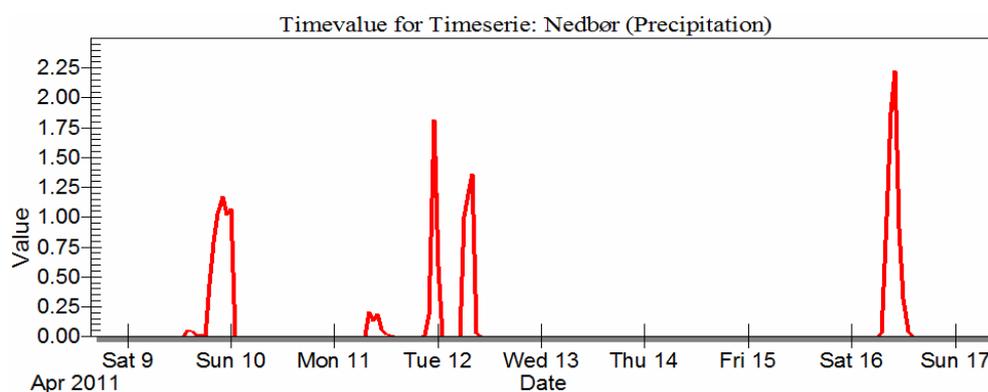
Det er kjent at veistøv som er deponert langs veibanen gjennom vinteren blir frigjort om våren når snøen smelter og veibanen tørker opp. Dette fører til et høyt utslipp av svevstøv, PM<sub>10</sub>. Figur 23 viser måleverdier av PM<sub>10</sub> ved Bakke Kirke (rød kurve) og operativ prognose (blå kurve). Den operative prognosen ligger svært lavt relativt til målingene og klarer ikke å modellere den reelle konsentrasjonen. Erfaring fra tidligere tilsier at oppvirvling av deponert veistøv gjør at det er betydelig høyere utslipp av PM<sub>10</sub> enn det er ellers i sesongen. Dette kan det kompenseres for ved å skalere opp det estimerte utslippet. Perioden er rekjørt med en slik skalering (utslippet er økt med en faktor på 3), angitt som grønn kurve i Figur 23. Vi ser av denne figuren at den grønne kurven ligger atskillig nærmere observasjonskurven, men selv med en 3-dobling av utslippet fra veislitasje underestimerer prognosemodellen fortsatt de observerte PM<sub>10</sub> nivåene.

Som nevnt tidligere er den beregnede konsentrasjonen tilnærmet omvendt proporsjonal med vindhastigheten. Dette betyr også at det blir en singularitet i ligningen dersom vindhastigheten er 0 m/s. For å hindre dette er det lagt inn en nedre skranke for tillatt vindhastighet i algoritmen. I neste rekjøring (sort stiplet kurve i Figur 23) er denne nedre skranken redusert fra 0,5 m/s til 0,3m/s. Effekten av denne endringen inntreer bare i de timer hvor det er prognostisert vindhastighet lavere enn 0,5 m/s, ellers er denne kurven sammenfallende med den grønne. Figuren viser at denne marginale endringen gir stor effekt selektivt på timene med maksimumskonsentrasjoner. Denne figuren gir en god illustrasjon av hvor følsom forurensningsnivåene er når vindstyrken stagnerer. Med unntak av 13. april samsvarer den sorte stiplede linjen godt med målingene. Figuren viser også at både målt og prognostisert konsentrasjon av PM<sub>10</sub> er på bakgrunnsnivå om natten. I sum tyder dette på at svakheten i denne perioden hovedsakelig skyldes at beregnet utslippsnivå er for lavt. Utslippsnivå er også sensitivt med hensyn på luftfuktighet, temperatur, bakketemperatur og duggpunkttemperatur. Det er usikkerhet i beregning av disse parameterne fra UM, men det er også usikkerhet i hvordan de kvantitativt påvirker oppvirvlingen av veistøvet. Likevel er det mye som tyder på at små variasjoner i disse parameterne kan gi store utslag på veistøvoppvirvlingen og dermed også på konsentrasjonsverdiene av PM<sub>10</sub> i lufta.

Figur 24 viser modellert nedbør i perioden. Denne samsvarer godt med den målte konsentrasjonen av PM<sub>10</sub> ved at det er målt forholdsvis lave konsentrasjoner de dagene det er modellert nedbør, 10., 12. og 16. april.



Figur 23: Konsentrasjoner av PM10 ved Bakke Kirke 9. – 16. april 2011. Rød kurve viser målte konsentrasjoner, blå linje viser operativ prognose, grønn linje viser rekjøring i ettertid med justert oppvirvling av veistøv, og sort stiplet linje viser rekjøring med justert oppvirvling av veistøv samt lavere minste vindhastighet.



Figur 24: Varslet nedbør fra UM for Trondheim i perioden 9. april - 16. april 2011.

## 4 ERFARINGER FRA VARSLINGEN AV LUFTKVALITET FOR PUBLIKUM

### 4.1 Luftkvalitetsvarsling fra VV 2010-2011

Meteorologisk institutt i Bergen har ansvaret for varslingen av luftkvaliteten i vinterhalvåret for Trondheim, Bergen og Stavanger/Sandnes.

Til å utarbeide disse varslene brukes prognosene i forurensingsmodellen AirQUIS og de meteorologiske modellene samt de ordinære værvarslene. I tillegg legges det stor vekt på observasjonene.

Når varslene utarbeides lages det en varslingskurve for hvert enkelt element, PM10, PM2,5 og NO<sub>2</sub>. Varslene som legges ut på <http://luftkvalitet.info> er en samlekurve der høyeste verdi legges ut. De som varslere tar derfor først og fremst hensyn til den kurven og ikke hvert enkelt element.

På <http://admin.luftkvalitet.info/index.cfm> er det hentet ”Treff for døgnvarsler”.

”Treff for varslingsgraf” er ikke tilgjengelig mer enn 28 dager tilbake i tid og er derfor ikke med.

#### 4.1.1 Treff for døgnavarsler

For de tre byene er det sett på resultatet for sesongen fra 1. november 2010 til 30. april 2011. Det er i tillegg for Stavanger og Bergen sett på perioden 1.-8. og 24.-28. desember 2010. Dette var perioder med høye NO<sub>2</sub> verdier. For Trondheim er det valgt å se spesielt på perioden 9.-16. april 2011 med høye PM10 verdier.

Døgnindeksen gir antall overskridelser av døgnverdiene. Når man utarbeider varslene brukes timesverdier, det er derfor knyttet en viss usikkerhet på hvordan det slår ut verifikasjonen.

#### 4.1.2 Stavanger/Sandnes

Våland er en bybakgrunnsstasjon og varslene skal først og fremst utarbeides med tanke på forventet luftkvalitet der.

<b>Målestasjon: Våland</b>			
<b>Tidsperiode: 01.11.10 - 30.04.11</b>			
<b>Komponent: PM10</b>			
Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		169	161
Noe		8	16
Mye		1	1
Svært mye		0	0

<b>Målestasjon: Våland</b>			
<b>Tidsperiode: 01.11.10 - 30.04.11</b>			
<b>Komponent: PM2.5</b>			
Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		160	165
Noe		10	5
Mye		0	0
Svært mye		0	0

<b>Målestasjon: Våland</b>			
<b>Tidsperiode: 01.11.10 - 30.04.11</b>			
<b>Komponent: NO2</b>			
Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		152	171
Noe		28	8
Mye		0	1
Svært mye		0	0

Som det går frem av diagrammene er det generelt lite forurenset luft ved Våland i Stavanger og antall målte døgn og varslede døgn med de ulike forurensningsnivåene stemmer rimelig godt overrens.



<b>Målestasjon:</b> Kannik				<b>Målestasjon:</b> Kannik			
<b>Tidsperiode:</b> 01.12.10 - 08.12.10				<b>Tidsperiode:</b> 24.12.10 - 28.12.10			
<b>Komponent:</b> NO2				<b>Komponent:</b> NO2			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		1	7	Lite		2	5
Noe		3	1	Noe		2	0
Mye		1	0	Mye		0	0
Svært mye		3	0	Svært mye		1	0

<b>Målestasjon:</b> Våland				<b>Målestasjon:</b> Våland			
<b>Tidsperiode:</b> 01.12.10 - 08.12.10				<b>Tidsperiode:</b> 24.12.10 - 28.12.10			
<b>Komponent:</b> NO2				<b>Komponent:</b> NO2			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		4	7	Lite		3	5
Noe		4	1	Noe		2	0
Mye		0	0	Mye		0	0
Svært mye		0	0	Svært mye		0	0

Når det gjelder de to periodene i desember 2010, 1.-8. og 24.-28., er det målestasjonen Kannik som har registrert døgnverdier for NO<sub>2</sub> på svært mye forurenset luft. Som vi ser er det en undervarsling på Våland, men kun i forhold til varslingsgraden noe forurenset luft.

#### 4.1.3 Bergen

I Bergen er det stasjonen ved Rådhuset som er bybakgrunnsstasjon. Det er forureningsnivået der vi skal fokusere mest på når varslene utarbeides.

<b>Målestasjon:</b> Rådhuset				<b>Målestasjon:</b> Rådhuset			
<b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11				<b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11			
<b>Komponent:</b> PM2.5				<b>Komponent:</b> NO2			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		165	129	Lite		153	144
Noe		14	41	Noe		25	35
Mye		1	9	Mye		2	1
Svært mye		0	1	Svært mye		0	0

<b>Målestasjon:</b> Danmarks plass				<b>Målestasjon:</b> Danmarks plass			
<b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11				<b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11			
<b>Komponent:</b> PM2.5				<b>Komponent:</b> NO2			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		144	125	Lite		87	144
Noe		18	41	Noe		67	35
Mye		14	9	Mye		19	1
Svært mye		0	1	Svært mye		7	0

PM10 diagrammene for denne perioden er ikke tilgjengelig, men som diagrammene viser har Bergen både et støv og et NO<sub>2</sub> problem, med NO<sub>2</sub> som det mest alvorlige med hyppigst overskridelser. Av resultatene for målestasjonen Rådhuset ser vi at det er en overvarsling mens det sammenlignet med Danmarks plass er en underversling. Dette henger delvis sammen med at man ved utarbeidelse av varselet gjerne vil ha med nivået som ventes på Danmarks plass. I selve tekstvarslene forsøker man å differensiere slik at man gir et varsel for Bergen sentrum samtidig som man sier noe om trafikkerte strøk som for eksempel Danmarks plass.

Det er på målestasjonen rådhuset ingen målinger eller varsler i denne perioden i klassen ”Svært mye”. For Danmarks plass har vi følgende resultater.

<b>Målestasjon:</b> Danmarks plass				<b>Målestasjon:</b> Danmarks plass			
<b>Tidsperiode:</b> 01.12.10 - 08.12.10				<b>Tidsperiode:</b> 24.12.10 - 28.12.10			
<b>Komponent:</b> NO2				<b>Komponent:</b> NO2			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		0	3	Lite		2	3
Noe		3	5	Noe		0	2
Mye		2	0	Mye		1	0
Svært mye		3	0	Svært mye		2	0

Her ser vi igjen resultatet av at vi varsler for målestasjonen rådhuset ved at det er en klar underversling. For perioden 1.-8. desember kan det nevnes at i følge våre tekstvarsler ble det varslet ”Svært mye forurenset luft” 1. og 2. desember samt at det 6. og 7. desember ble varselet at det ”i trafikkerte strøk kan forurensingen være høyere en selve varselet som var ”noe”. Observasjonene i de samme tekstvarslene er stort sett overrens med varslene.

Det er ellers her et stort savn at man ikke kan få tak i ”Treff for varslingsgraf” lenger enn 28 dager tilbake da disse grafene gir en helt annen info enn ”Treff for døgnvarsler”.

#### 4.1.4 Trondheim

Når varslene utarbeides er det forventet luftkvalitet ved Torvet og Bakke kirke som skal varsles. Målingene ved Torvet er ikke tilgjengelig under ”Treff for døgnvarsler”. Her er derfor kun resultatet for Bakke kirke.

<b>Målestasjon:</b> Bakke kirke <b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11 <b>Komponent:</b> PM10				<b>Målestasjon:</b> Bakke kirke <b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11 <b>Komponent:</b> PM2.5			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		142	81	Lite		165	126
Noe		14	88	Noe		8	47
Mye		22	11	Mye		6	6
Svært mye		2	0	Svært mye		0	0

<b>Målestasjon:</b> Bakke kirke <b>Tidsperiode:</b> 01.11.10 - 30.04.11 <b>Komponent:</b> NO2			
Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		160	124
Noe		20	57
Mye		1	0
Svært mye		0	0

Som diagrammene viser er det først og fremst støv som er hovedårsaken til nedsatt luftkvalitet i Trondheim. Resultatet viser at avviket mellom målt og varslet forurensingsnivå er størst på nivåene LITE og NOE. Hvordan dette er ved Torvet vet vi ikke, men da varslene som utarbeides skal ta hensyn til begge disse målestasjonene kan det påvirke resultatet.

<b>Målestasjon:</b> Bakke kirke <b>Tidsperiode:</b> 09.04.11 - 16.04.11 <b>Komponent:</b> PM10				<b>Målestasjon:</b> Elgeseter <b>Tidsperiode:</b> 09.04.11 - 16.04.11 <b>Komponent:</b> PM10			
Døgnindeks		Målt	Varslet	Døgnindeks		Målt	Varslet
Lite		3	3	Lite		3	3
Noe		1	5	Noe		1	5
Mye		2	0	Mye		1	0
Svært mye		2	0	Svært mye		3	0

Vi ser at det er i denne perioden de to døgnverdiene på "Svært mye" ved Bakke kirke er registrert, målestasjonen på Elgeseter hadde i samme tidsrom tre målinger på "Svært mye". I følge våre tekstvarsler var det observert svært mye forurenset luft 10., 11. og 13. april i Trondheim sentrum. Disse dagene var det i all hovedsak svak vind mellom sør og sørvest. Det kom en del nedbør sent om kvelden den 11. og natt til 12. april, ellers kun litt nedbør var det av og til, men ikke mer enn at det har kunnet tørket opp innimellom og gjort at støvinnholdet i luften har økt. Om det har vært kostet i denne perioden kjenner ikke vi til. I slike vær-situasjoner er det ekstra vanskelig å varsle forurensingsgraden da nivået på støvkonsentrasjonen kan variere mye i løpet av døgnnet.

#### 4.1.5 Oppsummering

Som nevnt i rapporten for 2009-2010 er verifikasjonsverktøyet på <http://admin.luftkvalitet.info/index.cfm> mangelfullt og gjør at det er vanskelig å sette en konkret verdi på hvor gode varslene våre er. Gjelder særlig at det ikke er mulig å hente ut

”Treff for varslingsgraf” mer enn 28 dager tilbake i tid slik at man i ettertid kan hente frem spesielle situasjoner.

Måleverdiene viser at Bergen har de største utfordringene i forhold til NO<sub>2</sub> nivået, spesielt på Danmarks plass, mens Trondheim hadde et støvproblem i april i år.

Stavanger/Sandes hadde to dager med svært høye NO<sub>2</sub> verdier på Kannik. Våland hadde en dag med mye PM<sub>10</sub>, ellers var døgnverdiene lite eller noe for både NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>.

Utfordringene innen varslingen er å utarbeide varsler som sier noe om sannsynligheten for en situasjon med fare for svært høy luftforurensing noen dager lengre frem i tid.

## **4.2 Evaluering Bedre byluft Tromsø sesongen 2010-2011**

Sesongens første varsel ble utstedt for 01.11.10, mens sesongen ble avsluttet med et varsel for 17.05.11. Avslutning ble satt av historiske årsaker, frem til 17. mai er det tidligere observert høye verdier, aldri etter denne datoen. Årsaken til dette kan ligge i den grundige opprydningsprosessen i gatene før 17. mai-feiringen.

Denne sesongen har vi, som forrige sesong, av hensyn til total arbeidsmengde flyttet varslingen til ettermiddagen. Da har vi varslet for to dager senere, samt oppdatert varselet for dagen etter.

Tromsø dekkes ikke av AirQUIS-modellen. Vi må derfor gjøre en subjektiv vurdering av hvilke luftkvalitetsnivåer vi vil få dagen etter, basert på værvarselet generelt, samt at vi må bruke tilgjengelige værmodeller for å se på Tromsø spesielt. Dette medfører en litt mer omfattende varslingsprosess enn for steder hvor AirQUIS opererer. På bakgrunn av dette har vi de to første sesongene vi varslet, registret en del parametere som vi har brukt for å beregne luftkvaliteten. Tilsvarende har vi registret de samme parametrene i etterkant, slik at vi har kunnet evaluere varslene. Dette gjelder meteorologiske parametere, som temperatur, fuktighet, vind og nedbør, så vel som ikke-meteorologiske parametere som om det er utstrakt bruk av piggdekk og om det er mye trafikk i tidsrommet. På bakgrunn av disse dataene har vi bygd opp en erfaringsdatabase, som vi før denne sesongen systematiserte. Denne gir oss en mulighet til å vurdere hvilke forurensningsnivåer vi kan forvente de påfølgende dagene, ved å kun basere oss på de faktorer som virkelig har betydning for luftkvalitetsnivået. Verifiseringsdataene i denne rapporten er basert på times- og døgnverdier på luftkvalitet.info.

### **4.2.1 Målestasjoner**

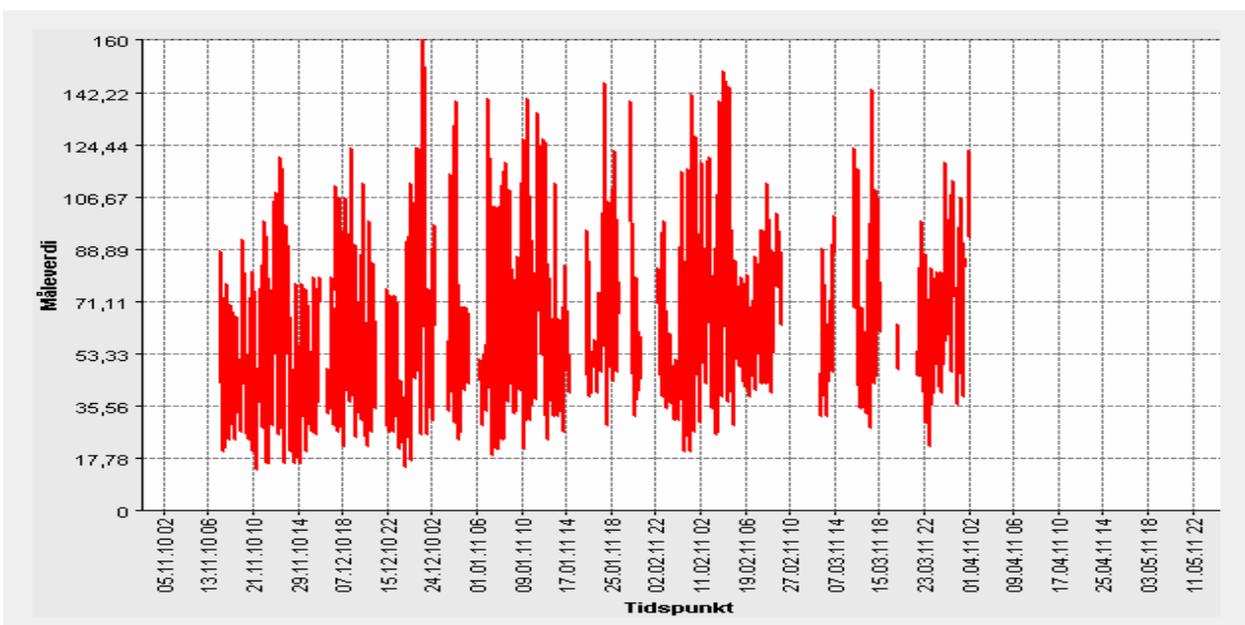


Figur 25: Målestasjonen i Hansjordnesbukta (til venstre), er lokalisert i et svært trafikkert område sentralt i Tromsø. Verdiene fra denne stasjonen er antatt å representere maksimalverdier for Tromsø. Målestasjonen ved Tverrforbindelsen (til høyre) er plassert mellom en trafikkert vei og et boligområde.

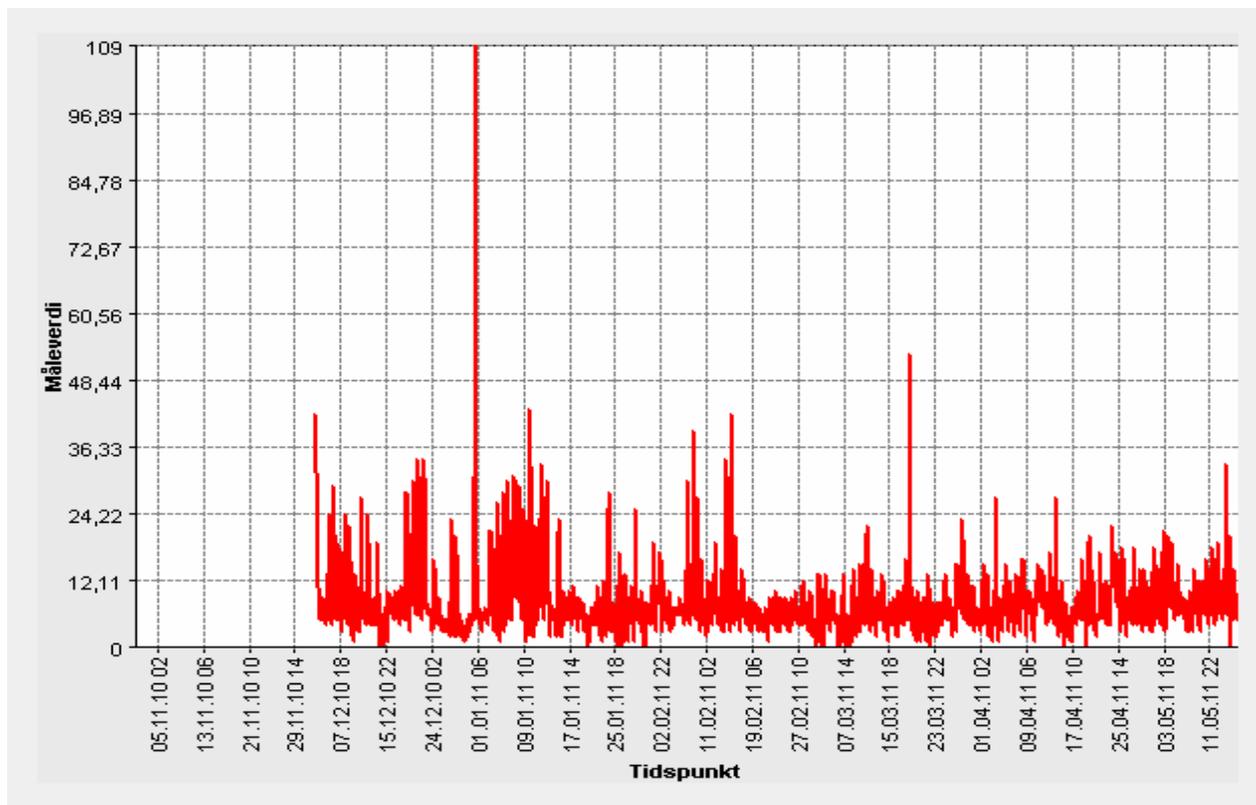
I Tromsø er det to målestasjoner, Hansjordnesbukta måler  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$ , mens Tverrforbindelsen kun måler  $\text{PM}_{10}$ . Denne vinteren har alle målinger i perioder vært ute av drift (Figur 26, Figur 27, Figur 28 og Figur 29). I tillegg har data i perioder forsinket tilgjengelig i databasen. Dette har medført at vi har hatt begrensede evalueringmuligheter. Spesielt har muligheten til å bruke dagens observasjoner som et hjelpemiddel for å varsle morgendagens nivåer vært begrenset. Det denne sesongen, som de foregående få høye verdier av  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{2,5}$ .  $\text{PM}_{10}$  er, og har vært, det største samfunnsproblemet i Tromsø. Stasjonen i Hansjordnesbukta (Figur 25) er den som historisk har de fleste høye målinger av  $\text{PM}_{10}$ -nivå. Denne rapporten presenterer derfor bare dataene for  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ -nivået vil diskuteres dypere. Målinger hvor stasjonen på Tverrforbindelsen har høyere verdier enn tilsvarende for Hansjordnesbukta, er disse brukt i evalueringen.

#### 4.2.2 Resultater

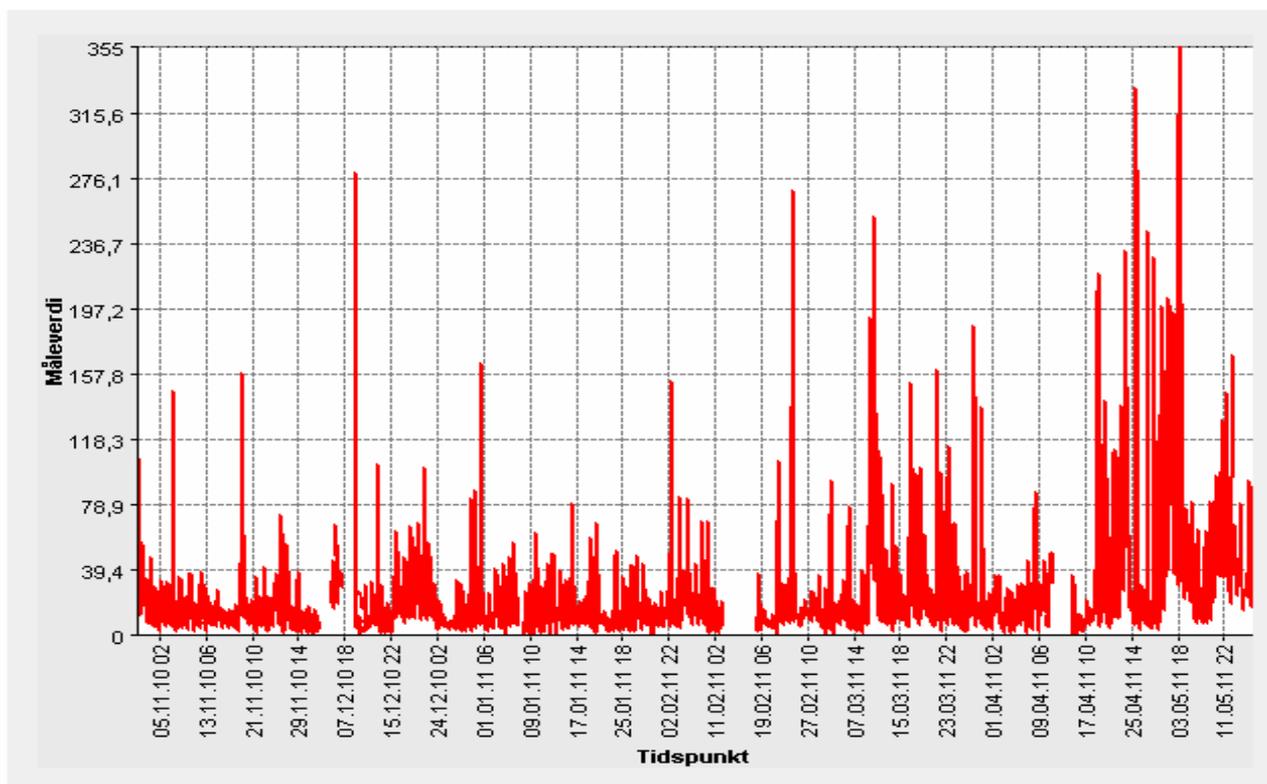
Varslingsperioden besto av i alt 198 dager, hver dag med 6 varslingstidspunkt. Totalt for sesongen er det da varslet 1188 nivåer for hver av de tre parametrene,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{NO}_2$ .



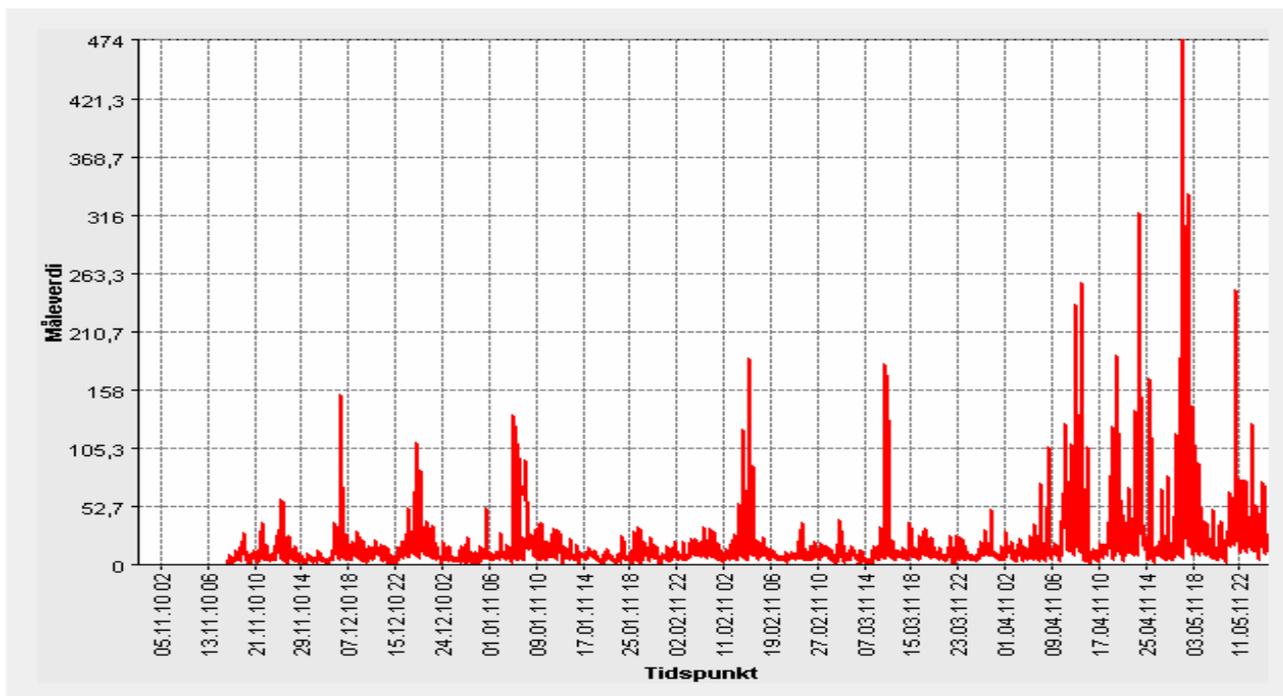
Figur 26: NO<sub>2</sub>-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2010-2011.



Figur 27: PM<sub>2,5</sub>-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2010-2011. Toppen som utmerker seg er i år, som tidligere år, nyttårsaftnen.



Figur 28: PM<sub>10</sub>-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2010-2011.



Figur 29: PM10-målinger (timesverdier) på Tverrforbindelsen sesongen 2010-2011.

Denne sesongen var det kun en NO<sub>2</sub>-måling som var høyere enn «NOE» (Figur 26). Kun 2 timesverdier av PM<sub>2,5</sub> som var høyere enn «NOE», hvorav den desidert høyeste var nyttårsaftnen (Figur 27). For PM<sub>10</sub> er det flere målinger med høye verdier, både i Hansjordnesbukta (Figur 28) og på Tverrforbindelsen (Figur 29).

Tabell 3: Varslet NO<sub>2</sub>-nivå (døgnverdi) målt mot NO<sub>2</sub>-nivå observert i Hansjordnesbukta (n=192).

		←----- Det er målt høyere nivå enn varslet				
Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet ↓
	Mye	0	1	0	0	
	Noe	24	20	0	0	
	Lite	101	43	2	1	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	
		Varslet nivå				

Tabell 4: Varslet PM2,5-nivå (døgnverdi) målt mot PM2,5-nivå observert i Hansjordnesbukta (n=161).

<----- Det er målt høyere nivå enn varslet

<b>Målt nivå</b>	<b>Svært mye</b>	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet
	<b>Mye</b>	0	0	0	0	
	<b>Noe</b>	1	1	0	0	
	<b>Lite</b>	139	19	1	0	
		<b>Lite</b>	<b>Noe</b>	<b>Mye</b>	<b>Svært mye</b>	
		<b>Varslet nivå</b>				

Tabell 5: Varslet PM10-nivå (døgnverdi) målt mot PM10-nivå observert i Hansjordnesbukta (n=165).

<----- Det er målt høyere nivå enn varslet

<b>Målt nivå</b>	<b>Svært mye</b>	1	0	1	1	Det er målt lavere nivå enn varslet
	<b>Mye</b>	4	3	6	1	
	<b>Noe</b>	3	5	2	1	
	<b>Lite</b>	103	30	2	2	
		<b>Lite</b>	<b>Noe</b>	<b>Mye</b>	<b>Svært mye</b>	
		<b>Varslet nivå</b>				

Tabell 6: Varslet PM10-nivå (døgnverdi) målt mot PM10-nivå observert på Tverrforbindelsen (n=178).

<----- Det er målt høyere nivå enn varslet

<b>Målt nivå</b>	<b>Svært mye</b>	0	0	0	1	Det er målt lavere nivå enn varslet
	<b>Mye</b>	2	2	6	0	
	<b>Noe</b>	6	1	3	0	
	<b>Lite</b>	107	38	7	5	
		<b>Lite</b>	<b>Noe</b>	<b>Mye</b>	<b>Svært mye</b>	
		<b>Varslet nivå</b>				



Tabell 7: Varslet PM10-nivå (døgnverdi) målt mot PM10-nivå observert i Hansjordnesbukta i perioden 18/4-17/5-2011 (n=25).

		<----- Det er målt høyere nivå enn varslet				
Målt nivå	Svært mye	1	0	1	1	Det er målt lavere nivå enn varslet
	Mye	3	1	5	1	
	Noe	1	2	1	1	
	Lite	3	3	0	1	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	
		Varslet nivå				

I sesongen 2010-2011 ble det i Hansjordnesbukta målt 3 døgn med PM10-døgnverdi på «SVÆRT MYE», 1 av disse ble varslet helt korrekt, mens ved 1 tilfeller ble det varslet «LITE» (tab.3). Ytterligere 14 døgn ble det målt «MYE». 6 av disse ble varslet korrekt, ytterligere 4 innenfor et nivå, mens det ved 4 tilfeller ble det varslet «LITE» (tab.3). Totalt for PM10 i Hansjordnesbukta ble det varslet helt korrekt 69,70 % av dagene, mens 93,94 % prosent var innenfor et varslingsnivå. Av totalt 17 døgn med målinger på «MYE» eller mer i Hansjordnesbukta ble 7 (41,18 %) ble varslet helt korrekt, mens 12 (70,59 %) ble varslet innenfor et nivå. Tab. 5 viser at det i over halvparten av dagene siste måned av varslingsperioden ble observert «MYE» eller mer PM10 i Hansjordnesbukta. Denne perioden står for 13 av 17 målinger med observasjoner på «MYE» eller mer i sesongen 2010-2011.

På Tverrforbindelsen var det kun ett døgn hvor det ble målt «SVÆRT MYE», mens det ytterligere 10 døgn ble målt «MYE» PM10 (tab. 4). Totalt for PM10 på Tverrforbindelsen ble det varslet helt korrekt 64,61 % av dagene, mens 92,13 % prosent var innenfor et varslingsnivå. Av totalt 11 døgn med måling på «MYE» eller mer på Tverrforbindelsen ble 7 (63,64 %) varslet helt korrekt, mens 9 (81,82 %) ble varslet innenfor et nivå.

### 4.2.3 Diskusjon

Resultatene for NO<sub>2</sub> og PM<sub>2,5</sub> viser at varslingen av NO<sub>2</sub> og PM<sub>2,5</sub> har fungert godt denne sesongen. Samtidig viser målingene at disse parametrene ikke har skapt et luftforurensningsproblem denne sesongen. Resten av diskusjonen vil derfor dreie seg om PM<sub>10</sub>-varslingen.

Målestasjonen i Hansjordnesbukta er plassert der den står for å fange opp verdier i et svært trafikkert område, mens Tverrforbindelsen er plassert litt unna veien mot et boligfelt. Det viser seg også at målestasjonen i Hansjordnesbukta har flere tilfeller med høye verdier. I våre varsel ønsker vi å varsle de høyeste verdiene. Målestasjonen i Hansjordnesbukta er derfor mest relevant å verifisere mot.

De aller fleste dager er PM<sub>10</sub>-nivået i Tromsø lavt, disse dagene er også varslingen god. Nivået på varslingen faller en del når PM10-målingene stiger. Det er forøvrig disse dagene det er viktigst å ha gode varsler, slik at myndighetene kan sette inn tiltak for å senke nivåene, samtidig som ulike risikogrupper kan ta sine forhåndsregler. I alt ble det varslet «MYE» eller «SVÆRT MYE» PM<sub>10</sub> i Tromsø 22 dager, 6 av disse dagene var det ikke observasjoner av PM10-nivå i Hansjordnesbukta. Av 16 dager ble det observert «MYE» eller «SVÆRT MYE» PM10 9 dager i Hansjordnesbukta. På Tverrforbindelsen ble det observert «MYE» eller

«SVÆRT MYE» PM<sub>10</sub> 7 av dagene hvor det var varslet. Tromsø kommune har denne sesongen, som forrige sesong, hatt sin nye feiebil i drift gjennom hele sesongen. En «feilkilde» kan være at kommunen har satt inn tiltak for å begrense mengden PM<sub>10</sub> på bakgrunn av varsel om høye verdier. I så fall har samarbeidet med varsling og bruk av kostebilen fungert etter hensikten. Dette kan imidlertid ikke bekreftes da vi ikke har tilgang på kjørerutene til kostebilen.

Selv om vi ønsker å varsle så godt som mulig hver eneste dag, er ikke dager med høyt PM<sub>10</sub>-varsel og lave målinger det største problemet. Verre er dagene med lavt PM<sub>10</sub>-varsel og høye målinger. I alt 17 dager i Hansjordnesbukta og 11 dager på Tverrforbindelsen ble det observert «MYE» eller «SVÆRT MYE» PM<sub>10</sub>. Henholdsvis 9 og 7 av disse ble det varslet «MYE» eller «SVÆRT MYE» PM<sub>10</sub>. Disse tallene er betydelig bedre enn tilsvarende tall for sesongen 2009-2010. I perioden 18. april til 17. mai ble det over halvparten av dagene målt døgnverdi på «MYE» eller mer. Dette viser at perioden hvor alt støv som er samlet opp gjennom vinteren er den mest kritiske. Tidligere sesonger har det vært noen høye målinger tidlig på sesongen. Denne sesongen var det få høye målinger tidlig, da snøen kom tidlig og ble liggende.

Normalt har det ikke vært målt høye PM<sub>10</sub>-verdier i Tromsø før sola kommer så høyt på himmelen at den om dagen klarer å tørke opp veiene. Dette inntreffer i siste halvdel av mars. Fra denne perioden og frem til 17. mai er det normalt sett mange dager med høye PM<sub>10</sub>-døgnverdier. I 2011 ble det ikke høyere frekvens av høye PM<sub>10</sub>-målinger før den siste måneden av varslingsperioden. Dette har sammenheng med været og snøsmeltingen i veikanten. I denne perioden var veiskuldrene tørre og målingene antas å skyldes at gammelt støv virvles opp. Etter 1. mai er det også lite bruk av piggdekk. Antallet dager med lave verdier kunne vært redusert med en mer intensiv feiing fra kommunens side på et tidligere stadium. Tradisjonelt satser man på ha gatene ferdig feid til 17.maifeiringen.

Varslingen denne sesongen har stort sett vært bra, særlig med tanke på at vi ikke har AirQUIS i Tromsø. Vi har heller ikke værobservasjoner eller utsyn til de mest utsatte stedene, hvilket gjør det vanskelig å vite hvordan forholdene vil være disse stedene. Varslingen i den siste perioden der frekvensen av høye målinger er størst, har forbedret seg mye fra forrige sesong. Treffprosenten på disse dagene har steget betraktelig fra forrige sesong. Vi har enda en del å gå på før vi er der vi ønsker, men slik varslingen utføres i dag, er erfaring det viktigste hjelpemiddelet vi har. Dette får vi mer og mer av, slik at vi neste sesong satser på å fortsette utviklingen. Et annet viktig hjelpemiddel er at vi har tilgang til målinger i så nær sanntid som mulig. Denne sesongen har vi ofte ikke hatt tilgang til målingene for en dag før neste dag, dette er for sent, da disse målingene, i en stabil vær-situasjon, vil være den beste indikasjonen på hvilke nivåer vi kan vente oss de neste dagene.

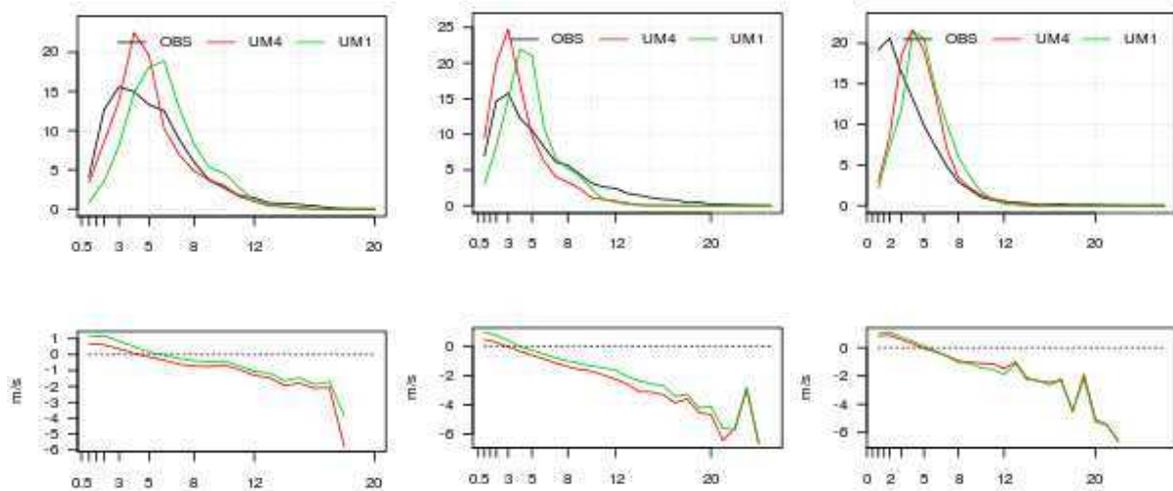
## 5 VARSLINGSKVALITET I METEOROLOGIMODELLEN

### 5.1 Vind fordelt på hastighet; frekvensfordeling og bias

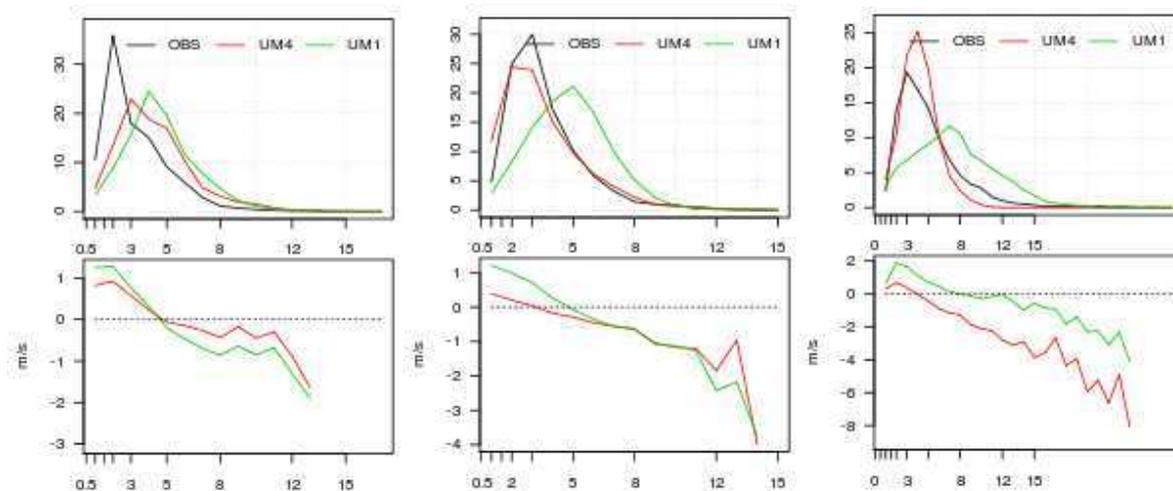
Vinden er den meteorologiske variabelen som har sterkest innvirkning på luftkvalitetsberegningene. Høye luftforurensningskonsentrasjoner oppstår i forbindelse med svak vind. Statistiske parametre for beskrivelse av feilen vil domineres av feilen ved store vindhastigheter når alle data behandles under ett. Root mean square error er også en parameter som gir større vekt til de store feilene. I luftkvalitetsvarslingen er også de små feilene ved vindhastigheter mellom 0 og 2 m/s av stor betydning. Feilen i disse tilfellene kommer tydelig fram når vi beregner statistikk på tilfellene fordelt på hastighet. I figurene vises prosent av antall tilfeller med vind av økende hastighet i de øverste panelene.

De fleste steder er vindhastighet omkring 3 m/s den mest vanlige hendelsen, med unntak av Drammen Berskog, Vårveien og Gulskogen, der 0-2 m/s er mest vanlig, og Trondheim Voll og Valle Hovin, der 3-5 m/s er mer vanlig. På Valle Hovin og Gulskogen måles vinden i 25 m over bakken, så her kan vi vente sterkere vind i målingene.

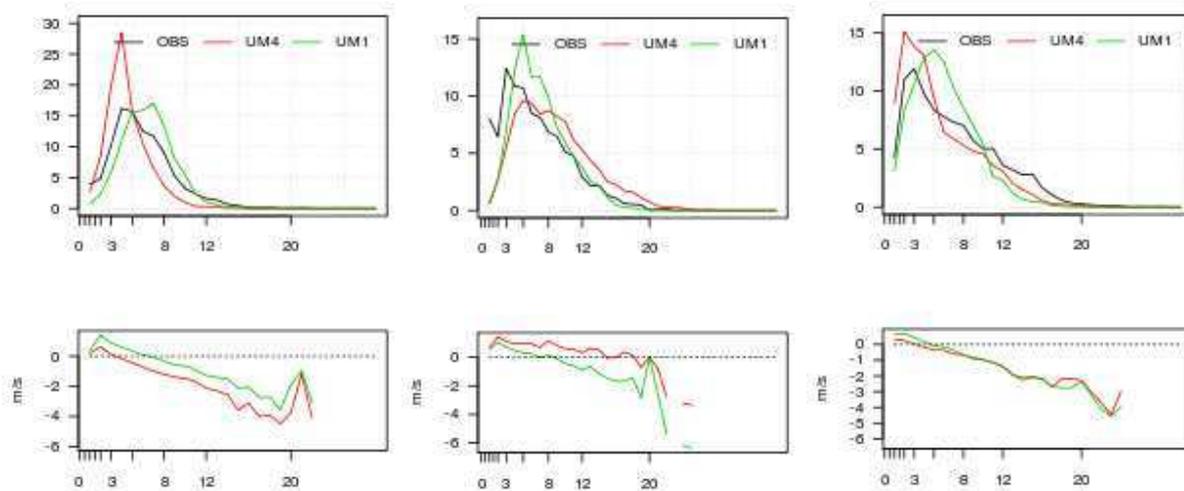
Fordelingskurven fra modellene er oftest forskjøvet til høyre, med en topp omkring 3-5 m/s. På Drammen Marienlyst og Bergen Florida er imidlertid toppen i UM4 i samsvar med observasjonene. På Skien Geiteryggen og Oslo Valle Hovin er toppen i UM1 i bedre samsvar med observasjonene. Antall tilfeller med de aller svakeste vindene er underestimert unntatt fra UM4 for Oslo Alna og Blindern og Trondheim Voll, og fra begge modeller for Drammen Marienlyst og Gulskogen, Skien Geiteryggen og Oslo Valle Hovin.



Figur 30: Observert og beregnet vind i 10 m fordelt på hastighet (øverst) for Oslo Alna (venstre), Oslo Blindern (midten) og Drammen Berskog (høyre) 1. november 2010 - 30. april 2011. Gjennomsnitt av differansen beregnet minus observert vind, fordelt på hastighet i observert vind (nederst).

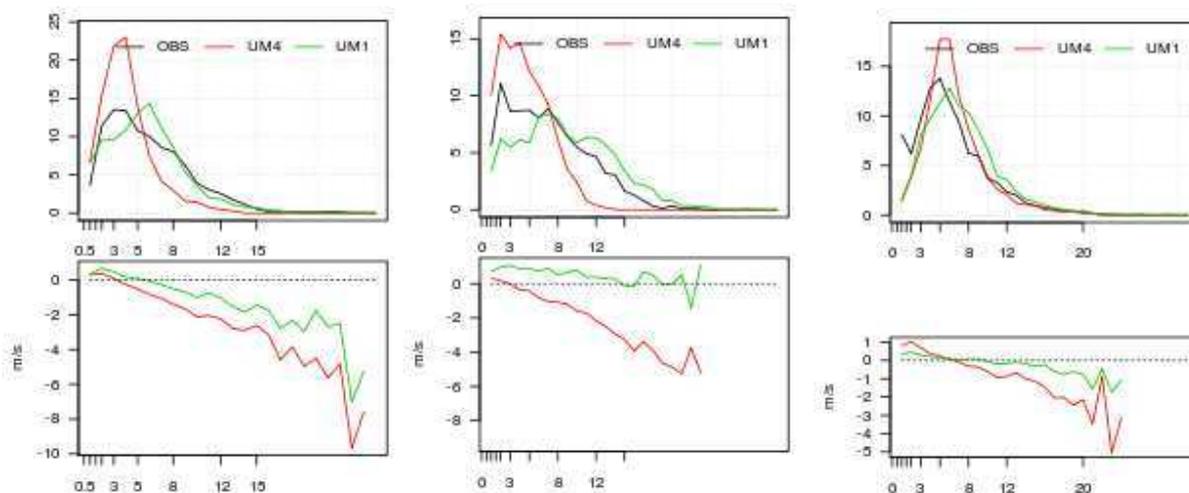


Figur 31: Observert og beregnet vind fordelt på hastighet (øverst) for Drammen Vårveien i 10 m (venstre), Drammen Marienlyst i 10 m (midten) og Drammen Gulskogen i 25 m (høyre) 1. januar 2011 - 30. april 2011. Gjennomsnitt av differansen beregnet minus observert beregnet minus observert vind, fordelt på hastighet i observert vind (nederst).



Figur 32: Observert og beregnet vind i 10 m fordelt på hastighet (øverst) for Skien Geiteryggen (venstre), Stavanger Kiellandsmyra (midten) og Bergen Florida (høyre) 1. november 2010 - 30. april 2011 (27. februar for Kiellandsmyra). Gjennomsnitt av differansen beregnet minus observert vind, fordelt på hastighet i observert vind (nederst).

Alle steder har modellene positiv gjennomsnittsfel (nederste panel) for de tilfellene der det er observert lite vind. Den positive gjennomsnittsfelen er 1 - 1.5 m/s med unntak for Gulsbogen, der den er større. I UM1 med 70 lag er de nederste nivåene for beregning er 2,5, 13 og 33 m over bakken. Fra de målestasjonene hvor vinden måles høyere enn 10 m (Gulsbogen 25m, Valle Hovin 25m og Geofysisk institutt i Bergen (GFI) 38m, sammenligner vi observasjonene med modellens vind i nivå 2, dvs. 13 m i UM1 og 50 m UM4. Sammenligning mellom observasjon i 25 og 38 m og beregnet i 13 m gir en bra tilpasning på hhv Valle Hovin og GFI, mens det fortsatt er for sterk vind i modellen på Gulsbogen. Vinden slik den er direkte beregnet på modellflatene øker derfor altfor raskt med høyden i UM1 i forhold til observasjonene. Vinden som er postprosessert til 10 m har ikke samme feil, men vi ser samtidig at postprosesseringen kan føre til at vinden i 10 m er sterkere enn vinden i 13 m i veldig stabile tilfeller (se kapittel 3). Årsaken til denne forskjellen er ikke klarlagt.



Figur 33: Observert og beregnet vind fordelt på hastighet (øverst) for Oslo Valle Hovin i 25 m (venstre), Bergen GFI i 38 m (midten) og Trondheim Voll i 10 m (høyre) 1. november 2010 - 30. april 2011. Gjennomsnitt av differansen beregnet minus observert vind, fordelt på hastighet i observert vind (nederst).

## 6 VARSLINGSKVALITET I AIRQUIS

I dette kapittelet vil vi evaluere kvaliteten av prognosemodellen AirQUIS. Varsling av luftkvalitet er svært komplisert og en rekke faktorer som inngår i systemet har en større eller mindre usikkerhet ved seg, disse usikkerhetene vil akkumulere i beregningssystemet og påvirke kvaliteten på prognosen. Noen av de viktigste parameterne er diskutert her.

AirQUIS bruker en utslippsdatabase hvor det er registrert aktivitetsdata og utslippsfaktorer fra ulike kilder. Trafikk er en av de viktigste kildene, og trafikkvolum i form av ÅDT er hentet fra Nasjonal Veidata bank (NVDB). Databasen dekker Europa-, Riks- og Fylkesveier meget bra, men dekning av kommunale veier varierer fra by til by. For Oslo er det relativt god dekning på kommunale veier, men også her er det områder som er dårligere dekket. Eksempelvis er det få veier i området omkring målestasjonen i Bygdøy Allé som er registrert i NVDB, noe som gir merkbar dårligere prognose for Bygdøy Allé enn for øvrige målestasjoner i Oslo.

AirQUIS-databasen inneholder også utslippsfaktorer for kjøretøy. Disse faktorene baserer seg på standarder fra bl.a. utslippskrav for Euroklasser. Nyere studier tyder imidlertid på at NO<sub>x</sub>- og NO<sub>2</sub>-utslipp fra dieslbiler er betydelig høyere under reell kjøring enn Euro-standarden angir. Det foregår i dag forskning på NO<sub>x</sub>- og NO<sub>2</sub>-utslipp fra dieslbiler hvor det ventes resultater i løpet av høsten 2011. Midlertidige resultater tyder på at utslippsnivåene av NO<sub>x</sub> fra kjøretøyene bør justeres betydelig ettersom salg av nybiler i Norge har dreid radikalt fra bensinbiler til dieslbiler de siste årene.

Mengde bakgrunnsverdier av ozon, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> vil i realiteten variere fra døgn til døgn og påvirker den lokale luftkvaliteten. I mangel av modellgenererte prognoseverdier er disse verdiene definert som statiske i AirQUIS databasen.

Utslipp fra arealkilder som vedfyring og motorredskap er framskaffet fra SSB. Dette er utslipp som endrer seg over tid og siden noen av disse dataene er flere år gamle er det noe usikkerhet knyttet til disse.

AirQUIS bruker meteorologiske inngangsdata fra UM som leveres fra met.no. Usikkerheter fra UM vil derfor forplante seg videre i spredningsmodellen. I tillegg vil vindforholdene i gateplan (dvs. mellom bygninger der målestasjonene er plassert) kunne avvike betydelig fra de vindforholdene som UM modellen beskriver, som mer må tolkes som en prognose av vindforholdene over takhøyde med en romlig oppløsning bestemt av den horisontale gridoppløsningen (som her er 1 km).

AirQUIS modellen fanger heller ikke opp effekten av tidsvarierende tiltak som er rettet mot luftkvaliteten. Dette gjelder blant annet renhold og salting av veier for å begrense spredning av svevestøv.

I tillegg har de matematiske algoritmene som beregner spredning i AirQUIS også en usikkerhet.

### 6.1 Oppsummering av resultater og kvalitetsvurdering

Fra varslings sesongen 2010 – 2011 er det i sum 18 tidsserier med timevisedata (prognoseverdi og måleverdi) fordelt på fem byer og tre komponenter. For å evaluere kvaliteten av disse prognosene sammenholdes sesongmiddel for prognoser og målinger samt at korrelasjon mellom disse beregnes.

En annen metode for å evaluere kvaliteten på prognoseberegningene er å klassifisere hver observasjon og hver prognostisert verdi som enten *god luftkvalitet* eller *dårlig luftkvalitet*. Deretter evalueres kvaliteten på prognosen ut ifra hvor ofte den treffer samme klasse som observasjonen. Med denne metoden er det forholdsvis enkelt å håndtere store datamengder, dessuten kan kvaliteten på prognosen kvantifiseres med få parametere. Det er gjennomført prognoseberegninger for en rekke stasjoner med timevise prognoser gjennom seks måneder. Vi har vurdert døgnmiddel for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> og maksimal timemiddel i løpet av et døgn for NO<sub>2</sub>. Intervallene for å klassifisere prognose og observasjon som god- eller dårlig luftkvalitet er gitt i Tabell 8. Skillet mellom god og dårlig luftkvalitet tilsvarer skillet mellom

varslingsklasse 0 ("lite") og varslingsklasse 1 ("noe"). Dersom prognosen er i samme klasse som observasjon, regnes den som "riktig", hvis ikke er den "feil". Komponentene er vurdert uavhengig av hverandre. Teknikken går ut på å telle antall treff i firefeltstabellen (Tabell 9), der antall  $a$  og  $d$  er riktige prognoser for hhv. god luft og dårlig luft, mens antall  $b$  og  $c$  er hhv. over- og underestimert. Ved å regne ut forskjellige forhold mellom disse tallene kommer vi frem til de fem kvalitetsparametrene i Tabell 10. Denne tabellen viser de beregnede kvalitetsparametre, Andel riktige varsel (ARV), Varslet tendens (VT), Falsk alarm rate (FAR), Sannsynlighet for oppdagelse (SFO) og Kritisk suksess indeks (KSI). For noen av disse tidsserier er det svært få tilfeller av dårlig luftkvalitet, både observert og prognostisert. Dette gir en skjev fordeling i firefeltstabellen med stor overvekt av treff i klasse  $a$ . Dette fører til at noen få treff i klassene  $b$ ,  $c$  og  $d$  gir stort utslag på kvalitetsparametrene. Disse tidsseriene gir derfor et dårligere bilde av kvaliteten for prognosen enn det som er tilfelle.

Tabell 8: Intervaller for å klassifisere observasjoner og prognoser.

Komponent	God luftkvalitet	Dårlig luftkvalitet
NO <sub>2</sub>	Maks. timemiddel < 100 µg/m <sup>3</sup>	Maks. timemiddel > 100 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Døgnmiddel < 35 µg/m <sup>3</sup>	Døgnmiddel > 35 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Døgnmiddel < 20 µg/m <sup>3</sup>	Døgnmiddel > 20 µg/m <sup>3</sup>

Tabell 9: Nøkkeltall ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ) for kvantifisering av hendelser

	Prognostisert god luftkvalitet	Prognostisert dårlig luftkvalitet
Observert god luftkvalitet	$a$	$b$
Observert dårlig luftkvalitet	$c$	$d$

Tabell 10: Evalueringsparametere og hvordan de beregnes.

Parameter	Forklaring og utregning
Nøyaktighet eller Andel riktige varsel (ARV)	Prosent av alle varsel som er riktige $= (a+d)/(a+b+c+d) \cdot 100$
Falsk alarm rate (FAR)	Prosentvis antall ganger varslet dårlig luftkvalitet er feil $= b / (b + d) \cdot 100$
Sannsynlighet for oppdagelse (SFO)	Prosentvis observerte tilfellene av dårlig luftkvalitet som blir varslet $= d / (c + d) \cdot 100$
Kritisk suksess indeks (KSI)	Hvilke kvalitet prognosen har når det er dårlig luftkvalitet $= d / (b + c + d) \cdot 100$
Varslet tendens (VT)	Indikerer om prognosen overestimerer eller underestimerer $= (b + d) / (c + d)$

I de følgende kapitlene er kvaliteten av prognosen tallfestet med disse parameterne. Det er stor forskjell på hvilke kvalitet prognosen har for de ulike tidsseriene i de ulike byene. Prognosen for Oslo, Bergen og Trondheim har vært bra for sesongen 2010 – 2011, mens prognosen for Stavanger og Grenland ikke har vært like god. Denne forskjellen er systematisk til tross for at det er samme modell som benyttes for både meteorologi, utslipp og spredning i alle byene. Derfor er det grunn til å anta at denne forskjellen kommer av at det er ulik kvalitet på utslippsdatabasene for de ulike byene.

For å beregne kvalitetsparameterne i Tabell 10 må det settes en grense mellom hva som er *god luftkvalitet* og hva som er *dårlig luftkvalitet*. Denne grensa er satt ut fra hva vi finner hensiktsmessig, den er satt likt for alle tidsserier av samme komponent, men ulik mellom komponentene. Dersom grensa settes annerledes vil det gi et annet resultat av disse kvalitetsparameterne. Metoden er praktisk for å evaluere kvalitet av modellen, men den inneholder en grense som er subjektivt valgt, og denne har innvirkning på parameterne.

## 6.2 Oslo – NO2

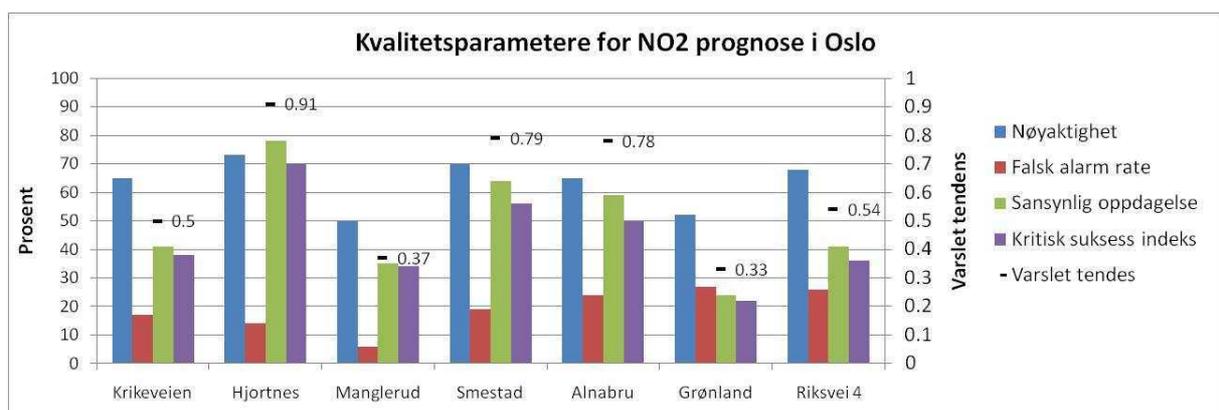
Tabell 11 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser for NO2 i Oslo og Figur 34 viser øvrige kvalitetsparametere gitt i stolpediagram. Stolpediagrammet er basert på maksimalt timemiddel (beregnet- og målt) innenfor hvert døgn. Tabellen viser at modellen underestimerer sesongmiddel ved samtlige beregningspunkter, det samme kommer fram i parameteren *varslet tendens* som ligger lavere enn 1 for samtlige stasjoner. Korrelasjon mellom prognose og målinger ligger mellom 0,4 og 0,6 for alle stasjoner, noe som anses som bra for en prognose. En diagnostisk beregning med målte bakgrunnsverdier og målt meteorologi som inngangsparametere vil kunne gi et bedre resultat. Tabellen og figuren viser også at de er stor forskjell på hvor godt modellen treffer mellom de ulike beregningspunktene/stasjonene. Dette skyldes at usikkerhetene i systemet, deriblant kvalitet av databasen, varierer i modellområdet. Som nevnt er det få kommunale veier som er oppdatert databasen for området omkring Bygdøy Allé. Derfor underestimerer modellen kraftig i beregningspunktet på Bygdøy Allé og denne tidsseriene er derfor ikke vist i Tabell 11 eller Figur 34.

Best resultat finner vi ved Hjortnes og Smestad hvor det er lav falsk alarm rate og stor sannsynlighet for oppdagelse av dårlig luftkvalitet. Figur 35, Figur 36 og Figur 37 viser noen perioder hvor AirQUIS beregner meget gode resultater av NO2-konsentrasjon ved disse stasjonene.

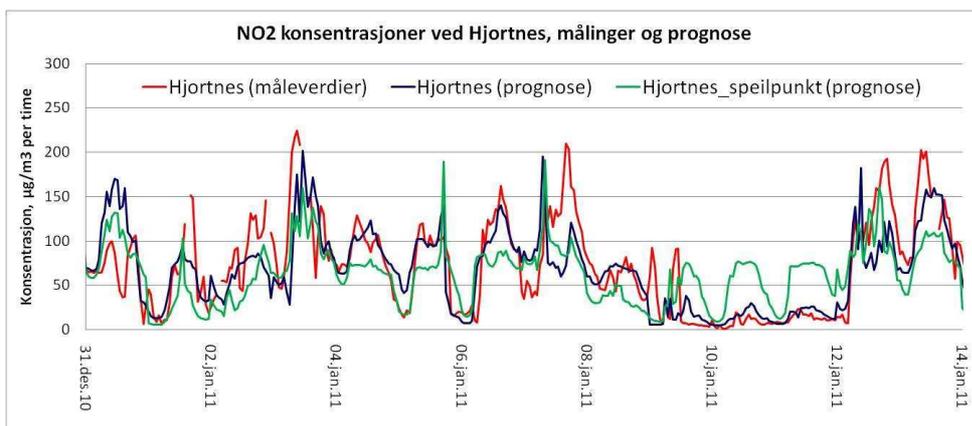
Figur 38 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt maksimalt timemiddel innenfor hvert døgn. Beregnet- og målt maksimalt timemiddel er ikke nødvendigvis samme time innenfor døgnet.

Tabell 11: Målt og prognostisert sesongmiddel av NO2 i Oslo, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

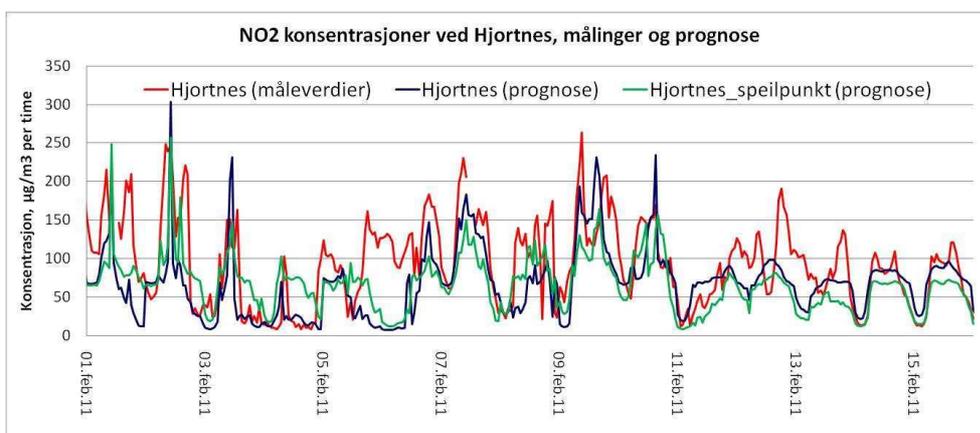
Stasjon	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Kirkeveien	58	49 (47)	0,60 (0,60)
Hjortnes	75	72 (65)	0,49 (0,38)
Manglerud	75	51 (44)	0,49 (0,58)
Smestad	64	49 (54)	0,64 (0,62)
Alnabru	66	62 (59)	0,57 (0,50)
Grønland	66	47	0,46
Riksvei 4	47	42 (47)	0,57 (0,42)



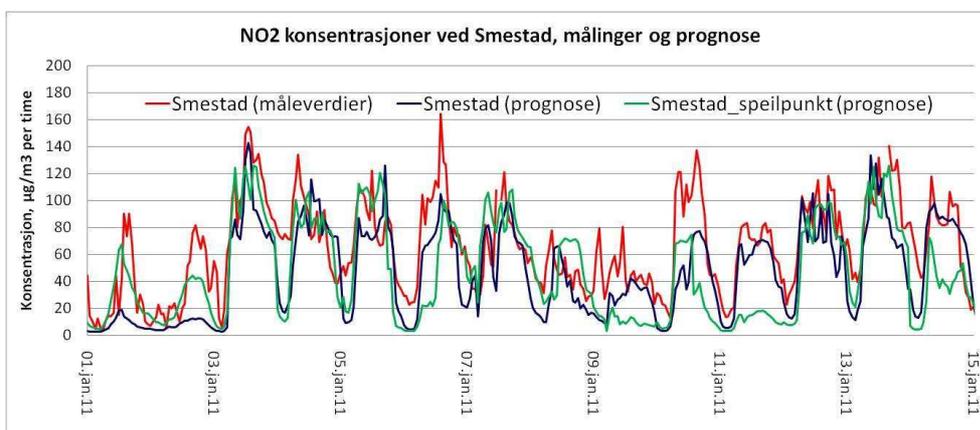
Figur 34: Kvalitetsparametere for prognose av NO2 i Oslo.



Figur 35: Timevise målinger og prognose av NO2 ved Hjortnes i perioden 31. desember 2010 - 14.januar 2011.

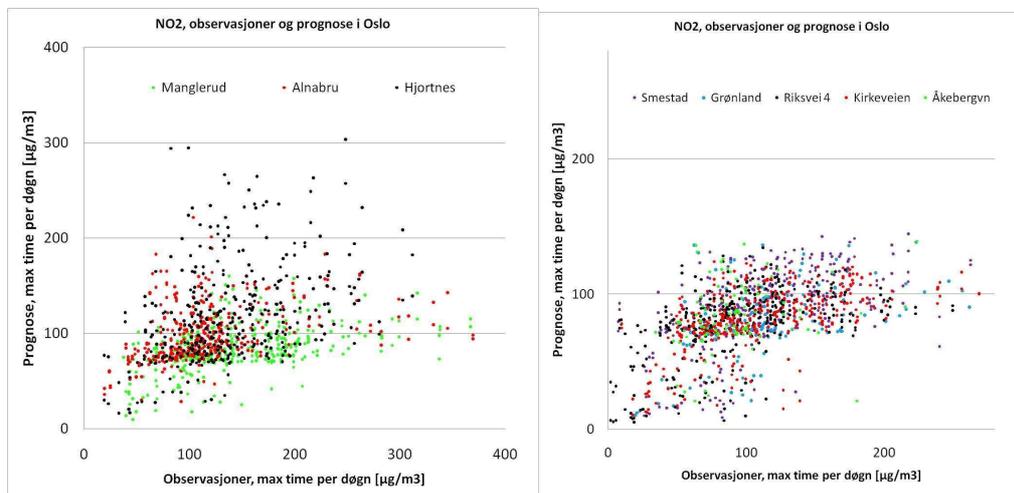


Figur 36: Timevise målinger og prognose av NO2 ved Hjortnes i perioden 1.februar 2011 – 16.februar 2011.



Figur 37: Timevise målinger og prognose av NO2 ved Smestad i perioden 1.januar 2011 - 15.januar 2011.





Figur 38: Spredningsdiagram av målt- og prognostisert maksimal timemiddel per døgn for NO<sub>2</sub> i Oslo.

### 6.3 Oslo – PM<sub>10</sub>

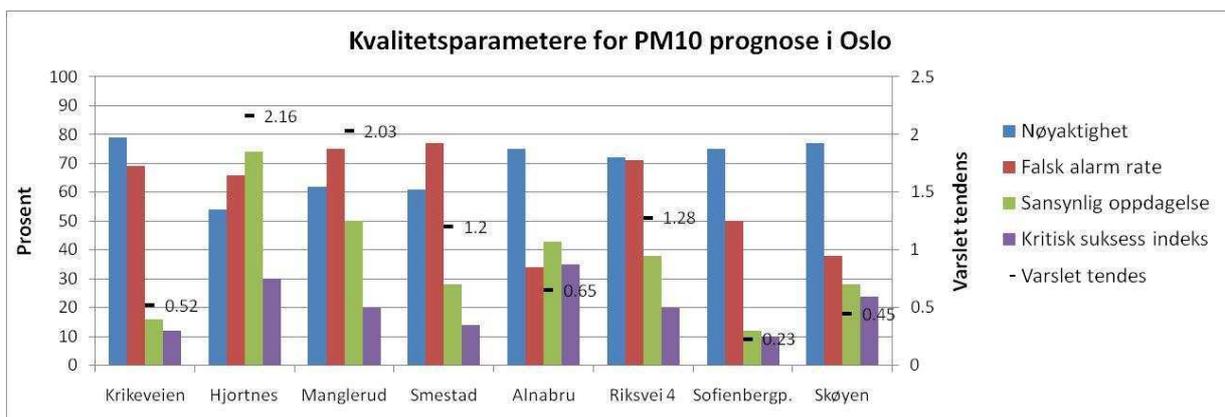
Tabell 13 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser (døgnmiddel) for PM<sub>10</sub> i Oslo, og Figur 39 viser øvrige kvalitetsparametere gitt i stolpediagram. Stolpediagrammet er basert på døgnmiddel. Tabellen viser at modellen varierer mellom å overestimere og underestimerer sesongmiddel ved de ulike beregningspunktene, det samme kommer fram i parameteren *varslet tendens* som varierer omkring 1.

Korrelasjonen er maksimalt 0,5 mellom prognose og målinger og dette er lavere enn den gjør på de samme stasjonene for NO<sub>2</sub>. Beregningene av PM<sub>10</sub> treffer ikke like bra som beregningene av NO<sub>2</sub>. Det kommer til dels av at utslipp av PM<sub>10</sub> er fordelt på flere signifikante kilder (bl.a. trafikk og vedfyring), og at flere meteorologiske faktorer påvirker utslipp og spredning, dermed er resultatet avhengig av flere faktorer som hver bidrar til å øke den totale usikkerheten. I tillegg er ikke effekt av renhold og salting av gater inkludert i modellen.

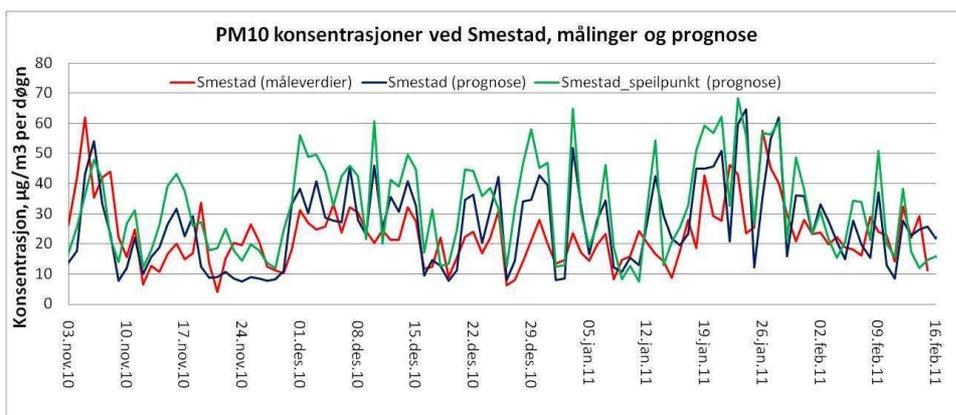
Figur 40 og Figur 41 viser noen perioder hvor AirQUIS beregner gode resultater av PM<sub>10</sub>-konsentrasjon ved Alnabru og Smestad. Figur 42 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt døgnmiddel.

Tabell 12: Målt og prognostisert sesongmiddel av PM<sub>10</sub> i Oslo, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

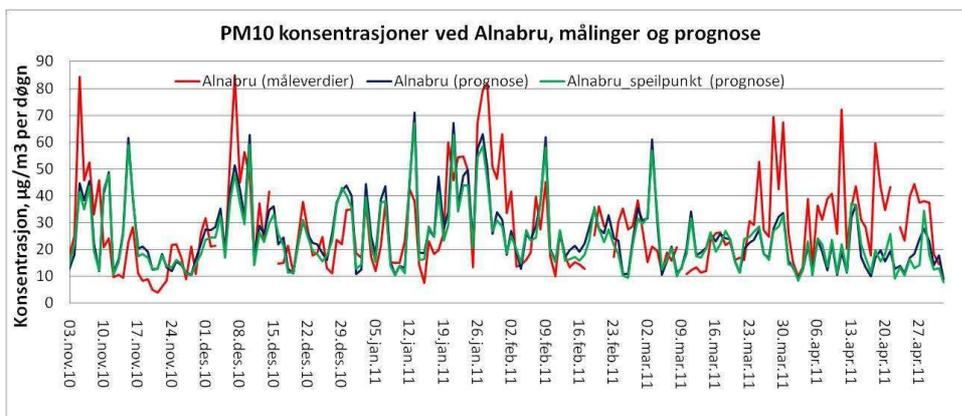
Stasjon	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Kirkeveien	24	19 (19)	0,29 (0,33)
Hjortnes	30	41 (31)	0,37 (0,32)
Manglerud	25	29 (26)	0,22 (0,31)
Smestad	27	24 (27)	0,23 (0,07)
Alnabru	28	25 (24)	0,54 (0,54)
Riksvei 4	23	23 (25)	0,43 (0,28)
Sofienbergp.	27	16	0,27
Skøyen	27	19	0,50



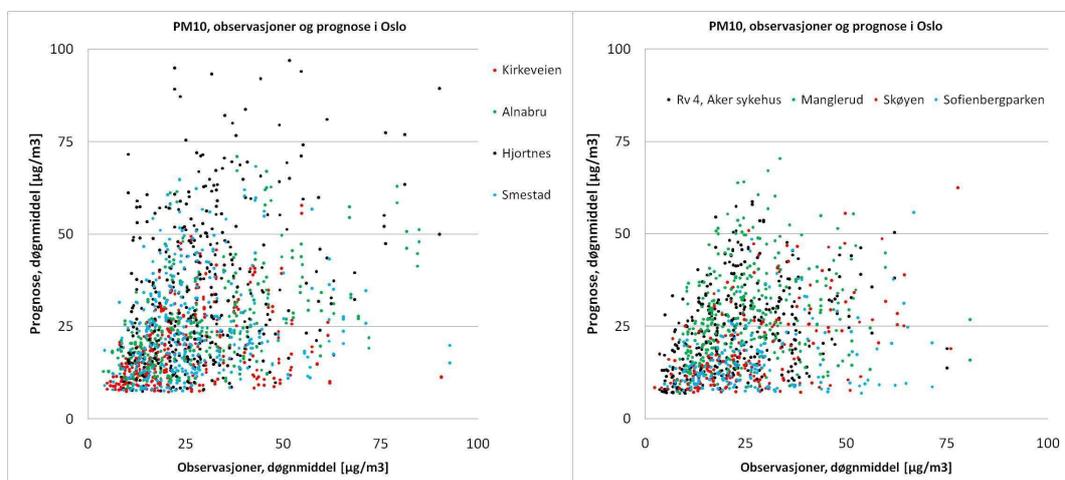
Figur 39: Kvalitetsparametere for prognose av PM10 i Oslo.



Figur 40: Døgnvise målinger og prognose av PM10 ved Smestad i perioden 3. november 2010 – 16. februar 2011.



Figur 41: Døgnvise målinger og prognose av PM10 ved Alnabru i perioden 3. november 2010 - 27. april 2011.



Figur 42: Spredningsdiagram av målt og prognostisert døgnmiddel for PM10 i Oslo.

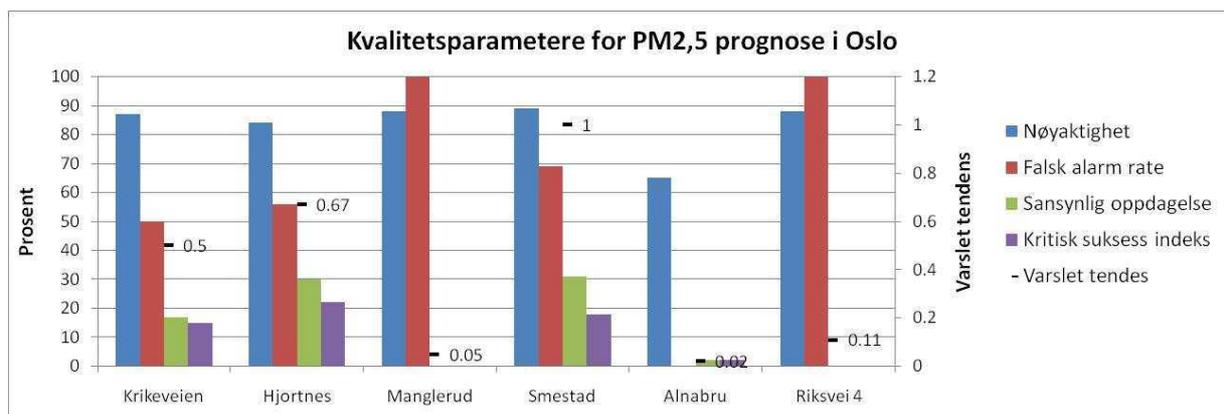
## 6.4 Oslo – PM2,5

Tabell 13 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser (døgnmiddel) for PM2,5 i Oslo, og Figur 43 viser øvrige kvalitetsparametere gitt i stolpediagram. Stolpediagrammet er basert på døgnmiddel. For PM2,5 er det relativt få prognostiserte og målte døgnmiddel over 20 µg/m<sup>3</sup>. Ved Riksvei 4 er hele 88 % av alle døgnverdier lavere enn 20 µg/m<sup>3</sup>, dvs. de kategoriseres som treffa i Tabell 9. I slike tilfeller er kvalitetsparametere i Tabell 13 lite beskrivende for kvaliteten på prognosen.

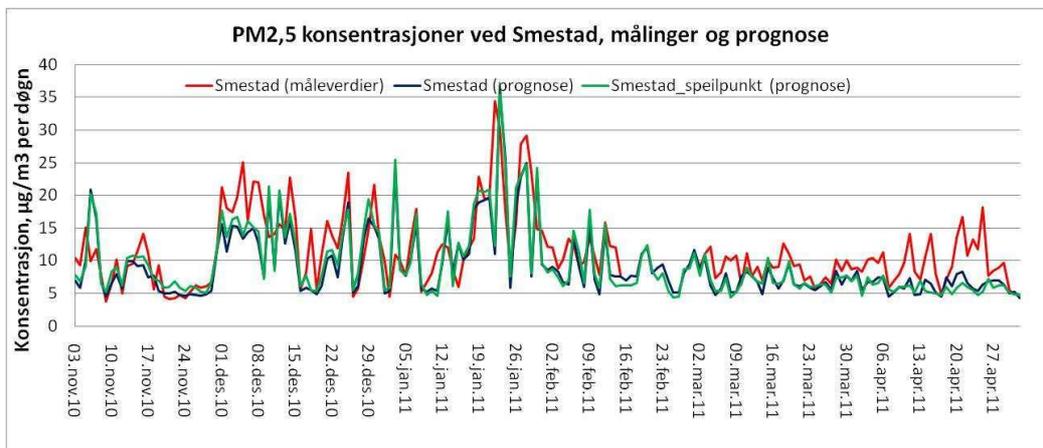
Korrelasjon mellom prognose og målinger ligger mellom 0,4 og 0,7 som er klart bedre enn for PM10. Modellen gir generelt litt for lave sesongmiddel av PM2,5. Svakest resultat er det ved Alnabru hvor prognostisert sesongmiddel er under halvparten av målingene. Figur 44 og Figur 45 viser at AirQUIS beregner gode resultater av PM2,5-konsentrasjon ved Hjortnes og Smestad gjennom det meste av sesongen. Figur 46 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt døgnmiddel.

Tabell 13: Målt og prognostisert sesongmiddel av PM2,5 i Oslo, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

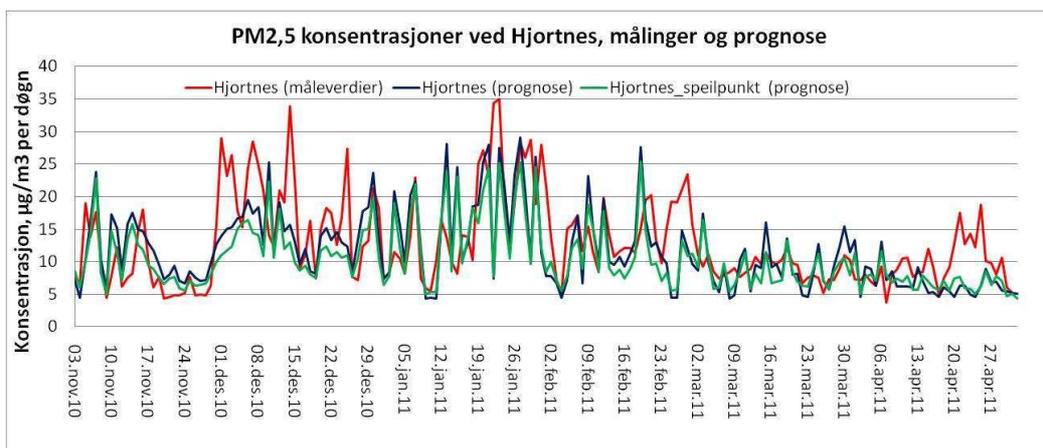
Stasjon	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Kirkeveien	12	9 (9)	0,59 (0,61)
Hjortnes	13	12 (10)	0,54 (0,54)
Manglerud	12	9 (8)	0,65 (0,59)
Smestad	11	9 (9)	0,70 (0,69)
Alnabru	19	8 (8)	0,60 (0,56)
Riksvei 4	11	8 (9)	0,43 (0,42)



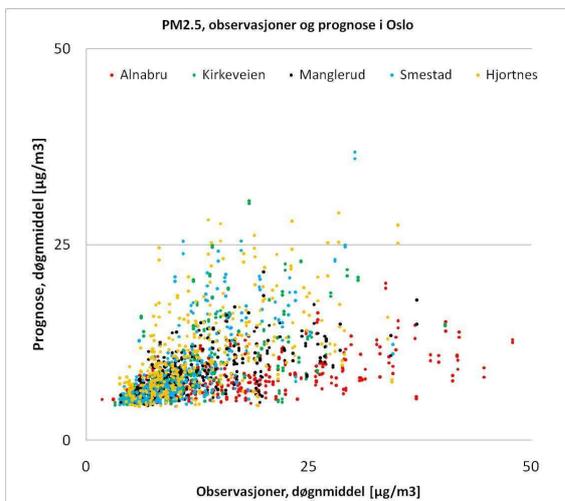
Figur 43: Kvalitetsparametere for prognose av PM2,5 i Oslo.



Figur 44: Døgnvise målinger og prognose av PM2,5 ved Smestad i perioden 3. november 2010 - 27. april 2011.



Figur 45: Døgnvise målinger og prognose av PM2,5 ved Hjortnes i perioden 3. november 2010 - 27. april 2011.



Figur 46: Spredningsdiagram av målt og prognostisert døgnmiddel for Alnabru, Kirkeveien, Manglerud, Smestad og Hjortnes.

## 6.5 Bergen – NO2, PM10 og PM2,5

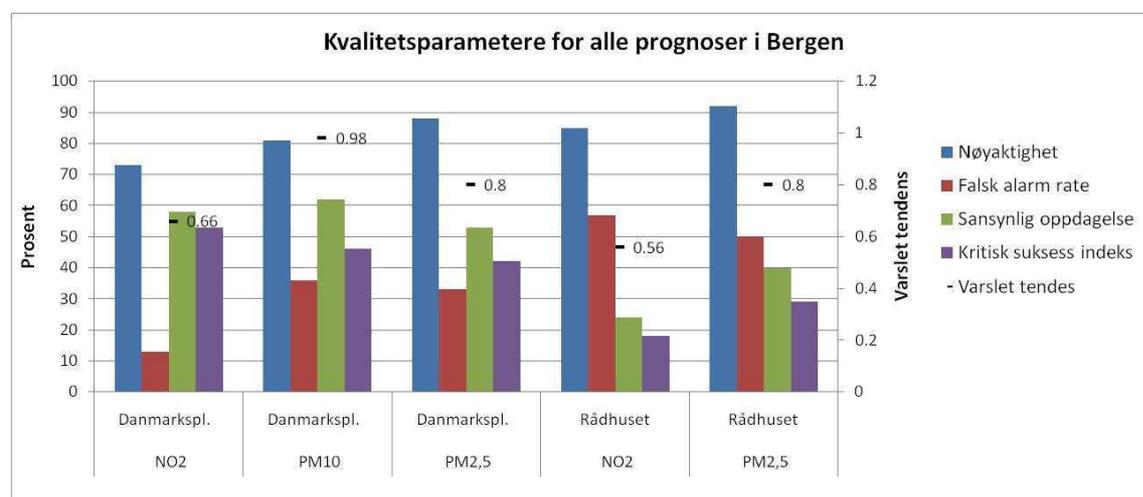
Tabell 14 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser. Korrelasjon er basert på timemiddel for NO2 og på døgnmiddel for PM10 og PM2,5. Figur 47 viser øvrige kvalitetsparametere gitt i stolpediagram. Stolpediagrammet er basert på maksimalt timemiddel (beregnet- og målt) for NO2 og døgnmiddel for PM10 og PM2,5.

Tabellen og figuren viser at det i sesongen generelt har vært høy kvalitet på prognosen i Bergen. Spesielt på Danmarksplass er det høy korrelasjon, høy sannsynlighet for oppdagelse og lav falsk alarm rate. Det er imidlertid generelt prognostisert litt for lavt sesongmiddel og varslet tendens er følgelig noe lavere enn 1, men likevel rimelig god for en varslet prognose.

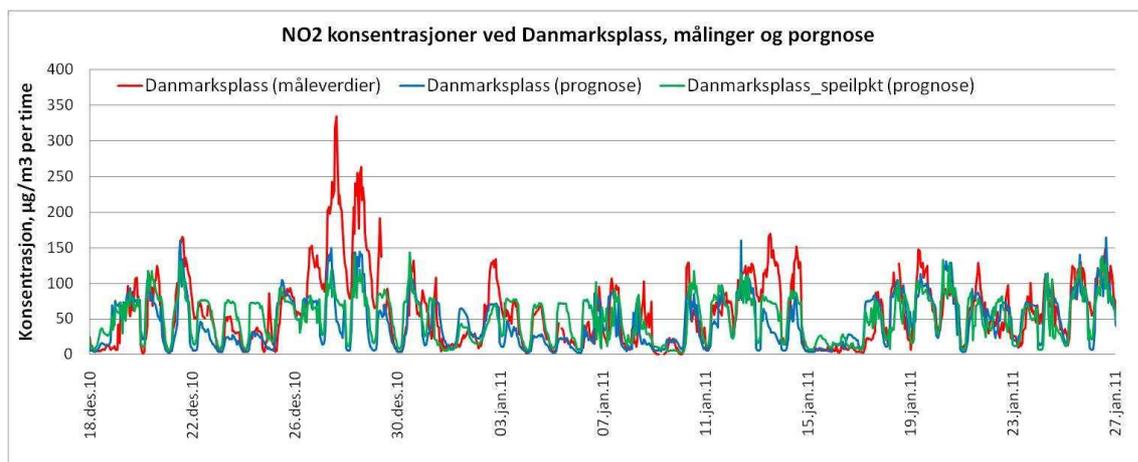
Figur 48 viser timevise prognose og målinger av NO2 ved Danmarksplass i en periode i desember og januar. Modellen følger målingene bra med unntak av fire døgn i desember. Denne perioden er valgt ut som et spesial case i denne rapporten. Figur 49 viser prognostisert og målt døgnmiddel av PM10 ved Danmarksplass fra november til mars og Figur 50 viser prognostisert og målt døgnmiddel av PM2,5 ved Rådhuset. Figur 51 og Figur 52 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt timemiddel (NO2) og døgnmiddel (PM10 og PM2,5).

Tabell 14: Målt og prognostisert sesongmiddel av alle komponenter i Bergen, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

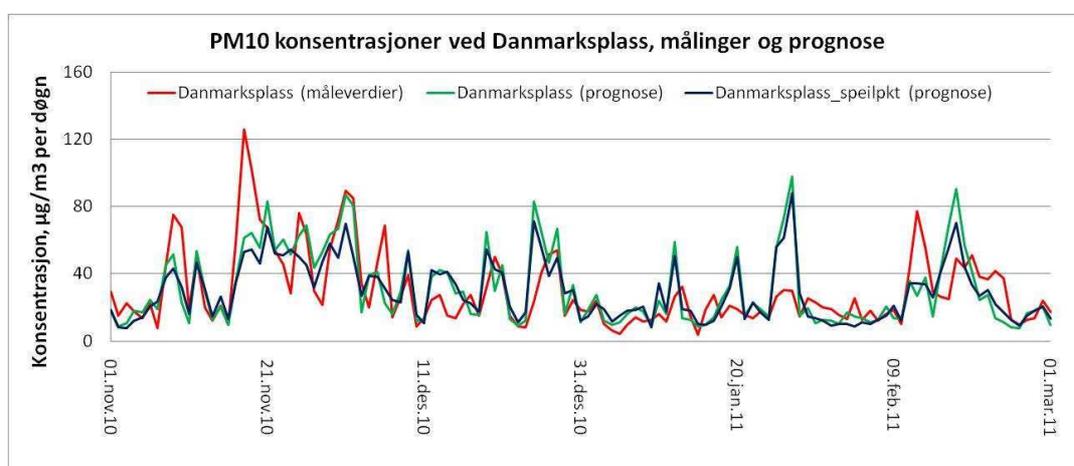
Stasjon - komponent	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Danmarkspl. - NO2	57	48 (50)	0,62 (0,60)
Danmarkspl. - PM10	28	25 (24)	0,61 (0,57)
Danmarkspl. - PM2,5	14	11 (11)	0,66 (0,63)
Rådhuset – NO2	42	30	0,57
Rådhuset – PM10	-	-	-
Rådhuset – PM2,5	10	9	0,55



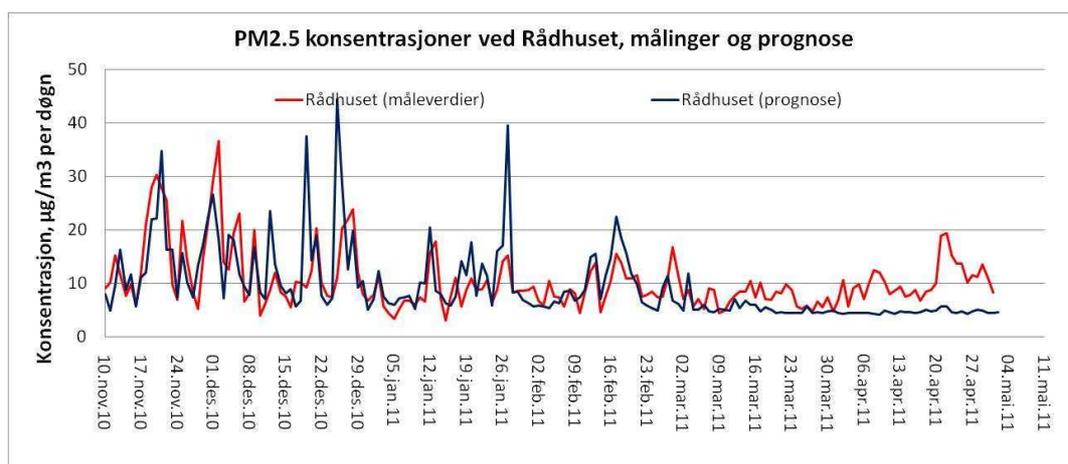
Figur 47: Kvalitetsparametere for prognose av alle komponenter i Bergen.



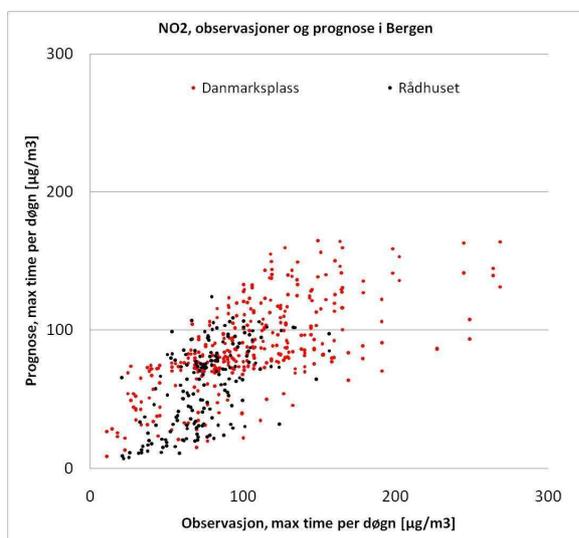
Figur 48: Timevise målinger og prognose av NO2 ved Danmarks plass i perioden 18. desember 2010 - 27.januar 2011.



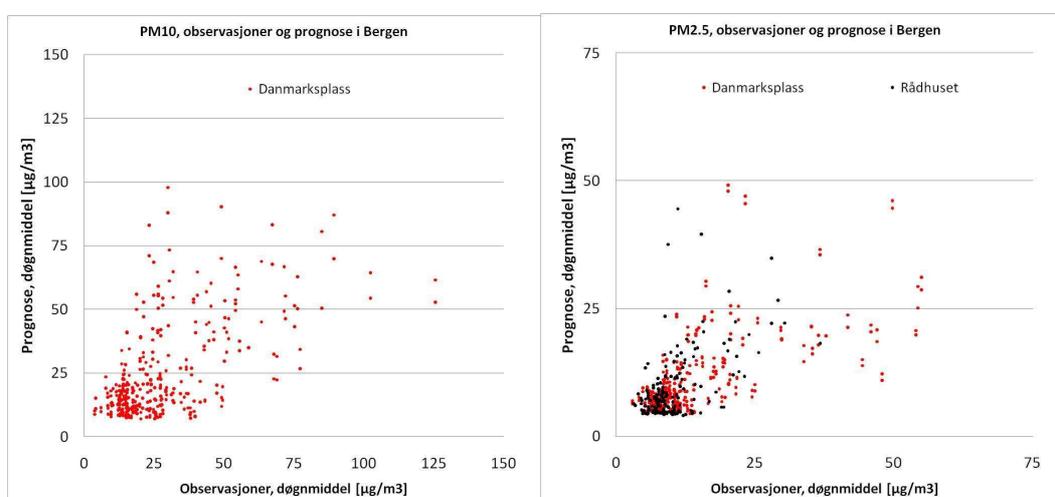
Figur 49: Døgnvise målinger og prognose av PM10 ved Danmarks plass i perioden 1. november 2010 - 11. mars 2011.



Figur 50: Døgnvise målinger og prognose av PM2,5 ved Rådhuset i perioden 10. november 2010 - 1. mai 2011.



Figur 51: Spredningsdiagram av målt og prognostisert maksimal timemiddel per døgn for Danmarks plass og Rådhuset.



Figur 52: Spredningsdiagram av målt og prognostisert døgnmiddel for PM10 og PM2,5 i Bergen..

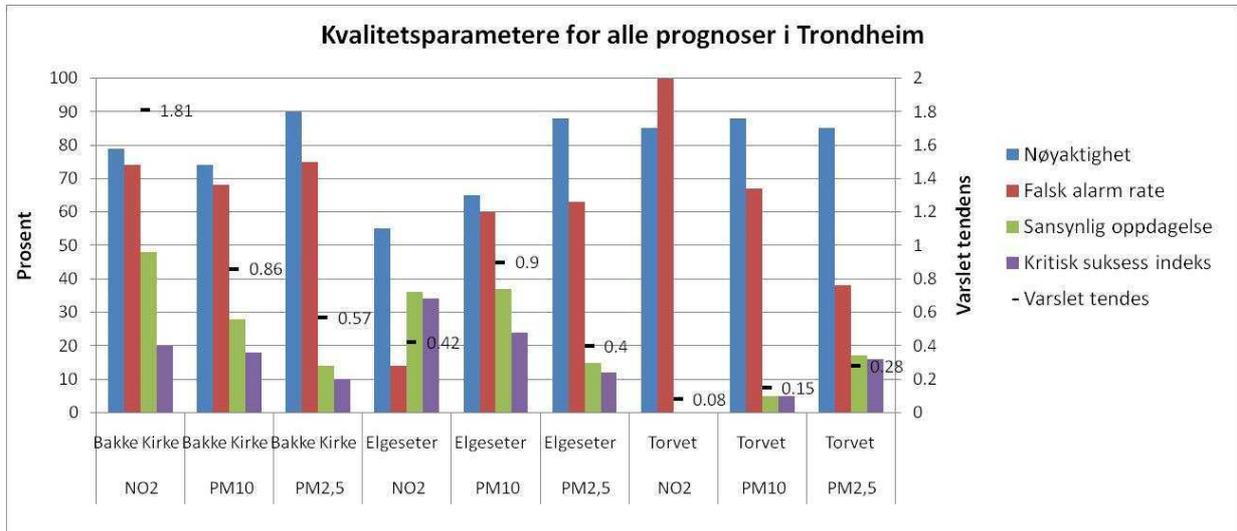
## 6.6 Trondheim – NO2, PM10 og PM2,5

Tabell 15 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser. Korrelasjon er basert på timemiddel for NO2 og på døgnmiddel for PM10 og PM2,5. Figur 53 viser øvrige kvalitetsparametere gitt i stolpediagram. Stolpediagrammet er basert på maksimalt timemiddel (beregnet- og målt) for NO2 og døgnmiddel for PM10 og PM2,5. Tabellen og figuren viser at modellen underestimerer sesongmiddel. Ved Bakke Kirke underestimeres det svakt, mens det underestimeres mer ved Elgeseter og Torvet, spesielt sistnevnte. Korrelasjon mellom prognose og målinger varierer mye mellom stasjonene og komponentene i Trondheim. Figur 54 viser timevis prognose og måleverdier av NO2 ved Bakke Kirke i en periode i mars og april. Mens Figur 55 og Figur 56 viser prognose og måleverdier over døgn av PM10 og PM2,5 ved Elgeseter. I denne sesongrapporten gjør vi et casestudium av perioden 9. -16. april i Trondheim mtp. konsentrasjoner av PM10. Figur 57 og Figur 58 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt timemiddel (NO2) og døgnmiddel (PM10 og PM2,5).

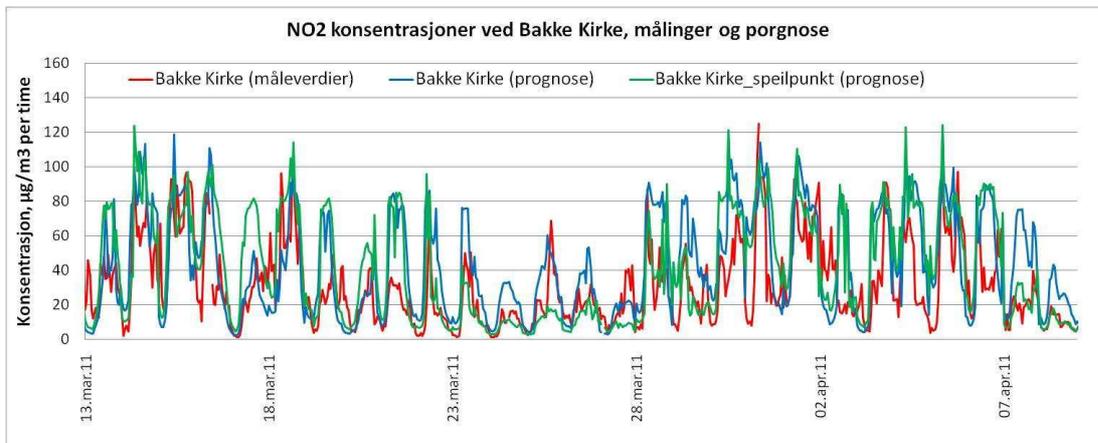
Tabell 15: Målt og prognostisert sesongmiddel av alle komponenter i Trondheim, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

Stasjon - komponent	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Bakke Kirke - NO2	36	38 (43)	0,55 (0,66)
Bakke Kirke - PM10	26	23 (20)	0,07 (0,15)
Bakke Kirke - PM2,5	11	8 (8)	0,45 (0,46)

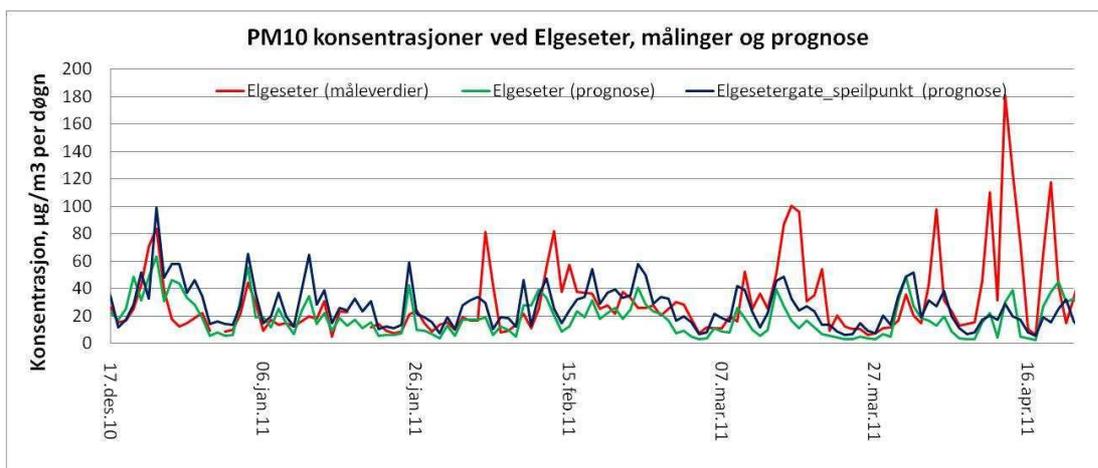
Elgeseter - NO2	61	32 (49)	0,54 (0,66)
Elgeseter - PM10	32	26 (19)	0,16 (0,35)
Elgeseter - PM2,5	13	7 (8)	0,41 (0,40)
Torvet – NO2	32	21	0,55
Torvet – PM10	20	11	0,43
Torvet – PM2,5	13	7	0,56



Figur 53: Kvalitetsparametere for prognose av alle komponenter i Trondheim.

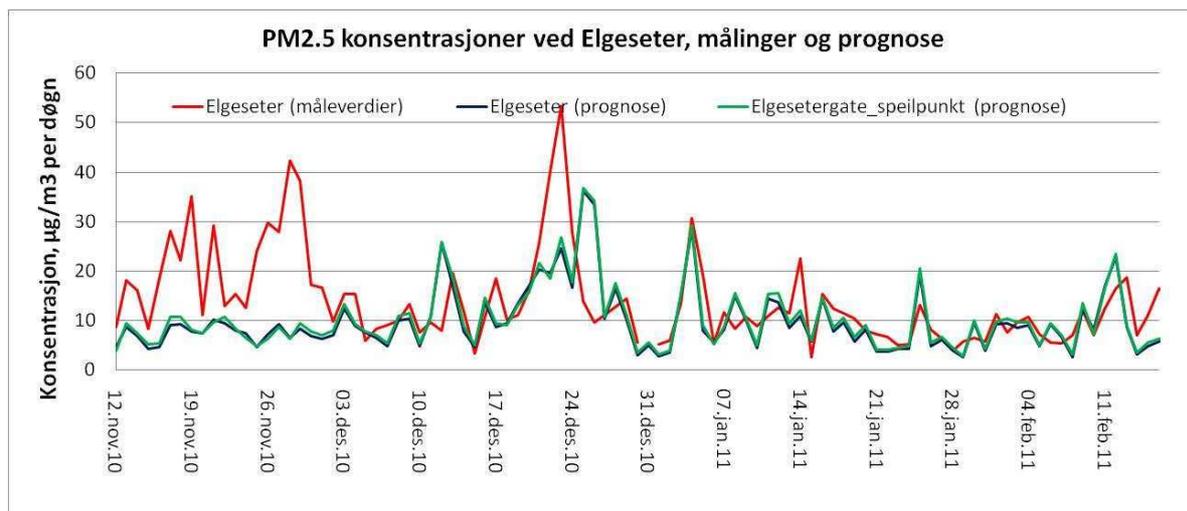


Figur 54: Timevise målinger og prognose av NO2 ved Bakke Kirke i perioden 13. mars 2011- 7.april 2011.

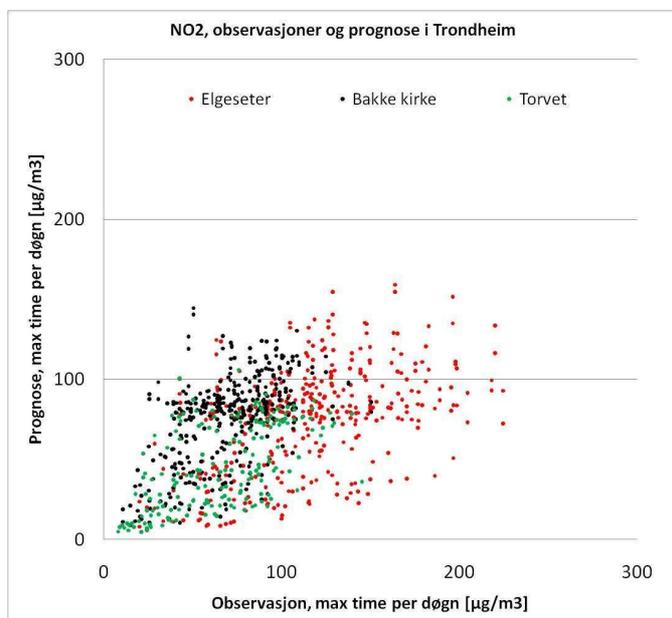




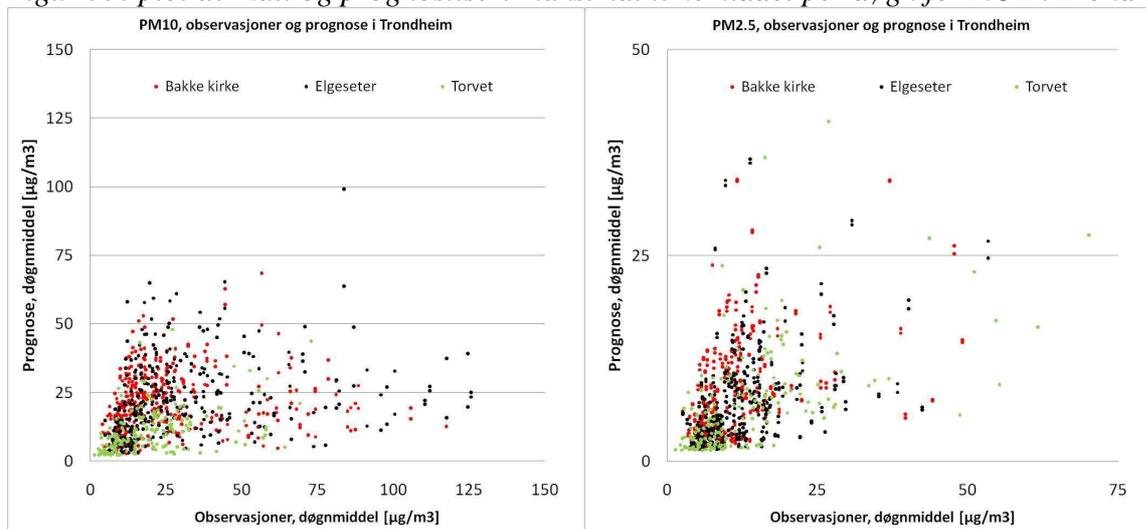
Figur 55: Døgnvise målinger og prognose av PM10 ved Elgeseter i perioden 17. desember 2010 - 20. april 2011.



Figur 56: Døgnvise målinger og prognose av PM2,5 ved Elgeseter i perioden 12. november 2010 - 16. februar 2011.



Figur 57: plot av målt og prognostisert maksimal timemiddel per døgn for NO2 i Trondheim.



Figur 58: Spredningsdiagram av målt og prognostisert døgnmiddel for PM10 og PM2,5 i Trondheim.

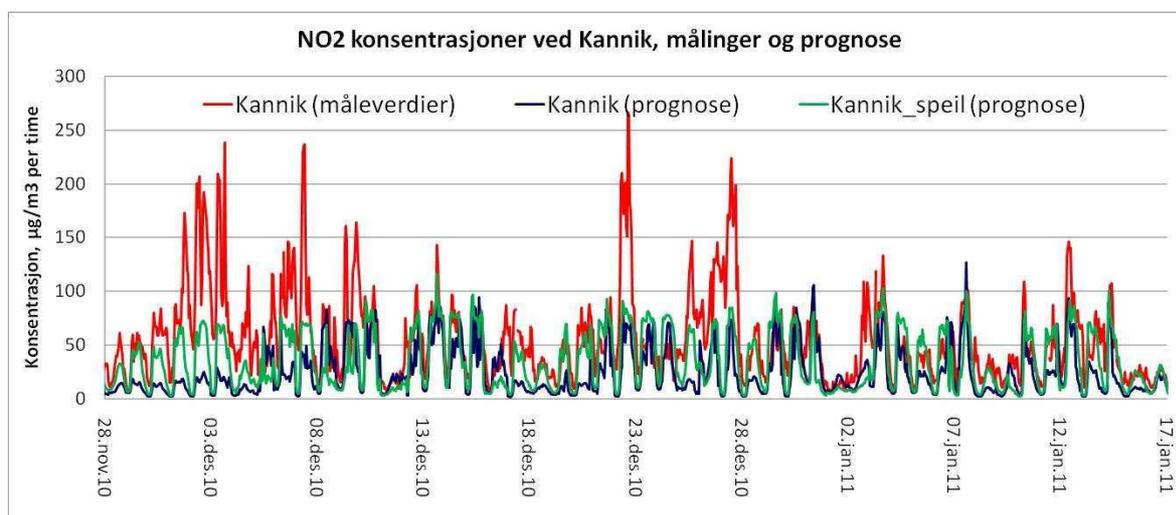
## 6.7 Stavanger – NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>

Tabell 16 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser. Korrelasjon er basert på timemiddel for NO<sub>2</sub> og på døgnmiddel for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>. Fra tabellen ser vi at sesongmiddel av prognoser er ca halvparten av målinger. De aller fleste prognoseverdiene ligger innenfor varslingsklasse 0; dette fører til at kvalitetsparameterne fra Tabell 10 ikke blir særlig anvendbare og derfor utlatt. Korrelasjon mellom prognose og målinger er også lav.

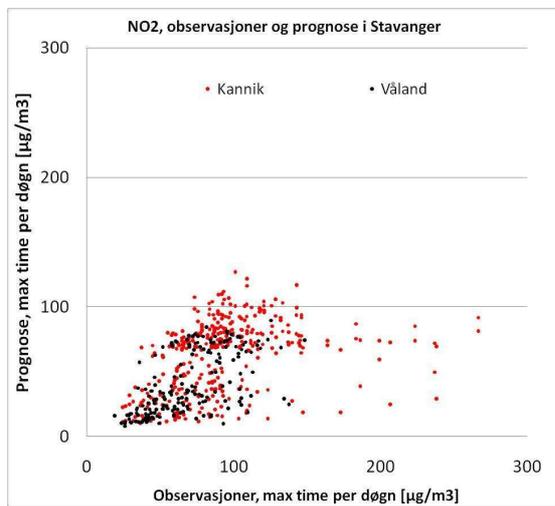
Figur 59 viser timevis prognose og måleverdier av NO<sub>2</sub> ved Kannik i en periode i desember og januar. I denne perioden var det målt høyest verdier av NO<sub>2</sub> i Stavanger og figuren viser at modellen ikke klarte å reprodusere resultatene. Denne perioden har vi studert nærmere i et casestudium. Figur 60 og Figur 61 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt timemiddel (NO<sub>2</sub>) og døgnmiddel (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>). Alle figurene viser samme tendens som tabellen, at prognosen er betydelig lavere enn målingene, spesielt for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>.

Tabell 16: Målt og prognostisert sesongmiddel av alle komponenter i Stavanger, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

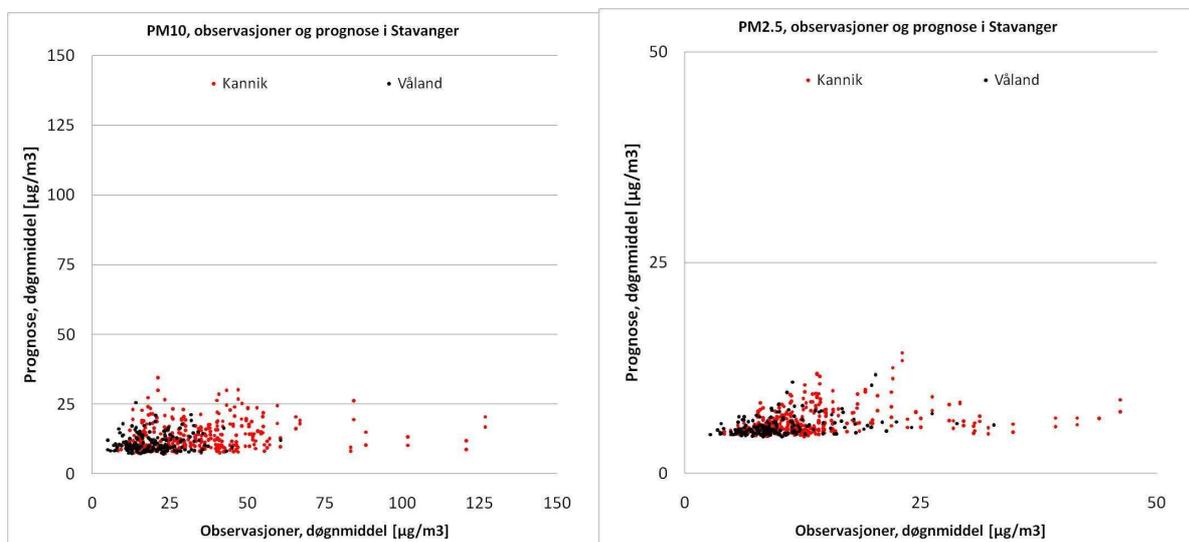
Stasjon - komponent	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Kannik - NO <sub>2</sub>	51	29 (33)	0,42 (0,54)
Kannik - PM <sub>10</sub>	35	13 (14)	0,10 (0,17)
Kannik - PM <sub>2,5</sub>	14	6 (6)	0,18 (0,31)
Våland – NO <sub>2</sub>	42	18	0,57
Våland – PM <sub>10</sub>	20	11	0,10
Våland – PM <sub>2,5</sub>	10	6	0,32



Figur 59: Timevis målinger og prognose av NO<sub>2</sub> ved Kannik i perioden 28. november 2010 - 17.januar 2011.



Figur 60: Spredningsdiagram av målt og prognostisert maksimal timemiddel per døgn for NO<sub>2</sub> i Stavanger.



Figur 61: Spredningsdiagram av målt og prognostisert døgnmiddel for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> i Stavanger.

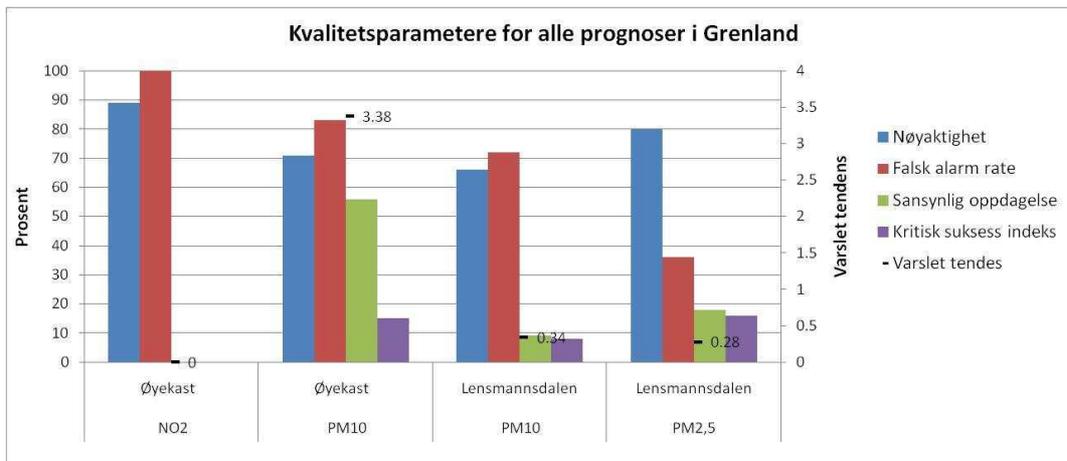
## 6.8 Grenland – NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>

Tabell 17 viser sesongmiddel- for og korrelasjon mellom målinger og prognoser. Korrelasjon er basert på timemiddel for NO<sub>2</sub> og på døgnmiddel for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>. Figur 62 viser øvrige kvalitetsparametere gitt i stolpediagram. Stolpediagrammet er basert på maksimalt timemiddel (beregnet- og målt) for NO<sub>2</sub> og døgnmiddel for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>. Figur 63 viser prognostisert og målt døgnmiddel av PM<sub>10</sub> ved Øyekast fra november til april. Figur 64 og Figur 65 viser spredningsdiagram for hele sesongen av beregnet- og målt timemiddel (NO<sub>2</sub>) og døgnmiddel (PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>). Tabellen og figurene viser at prognosen for Grenland ikke holder samme nivå som prognosen for de andre byene. Hovedårsak til dette er trolig at utslippsdatabasen for Grenland ikke holder samme nivå som utslippsdatabasene for Oslo og Bergen.

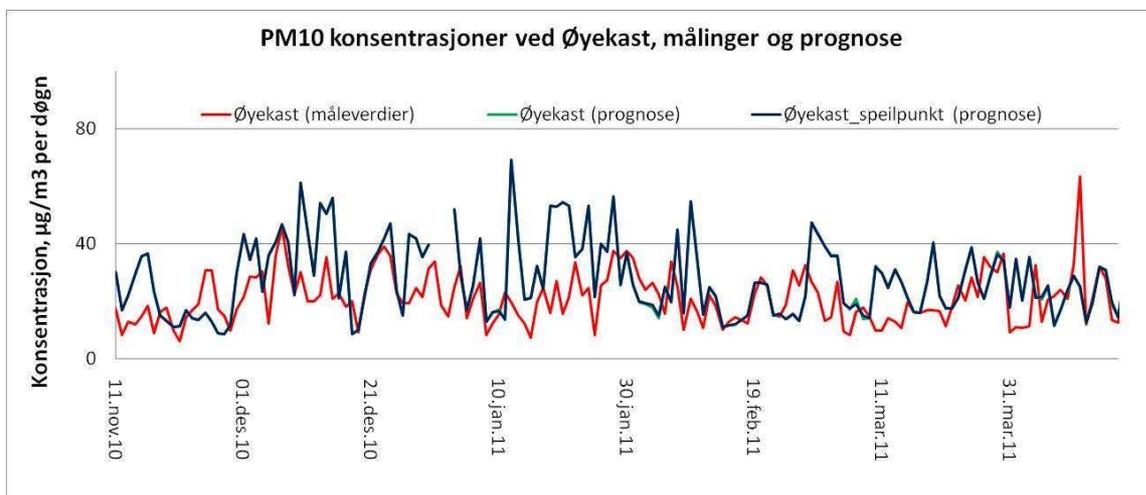
Tabell 17: Målt og prognostisert sesongmiddel av alle komponenter i Grenland, samt korrelasjon mellom måling og prognose.

Stasjon - komponent	Målt gj.snitt	Prog. gj.snitt (speilpunkt i parentes)	Korrelasjon (speilpunkt i parentes)
Øyekast - NO <sub>2</sub>	21	36 (36)	0,46 (0,45)
Øyekast - PM <sub>10</sub>	22	28 (28)	0,31 (0,31)

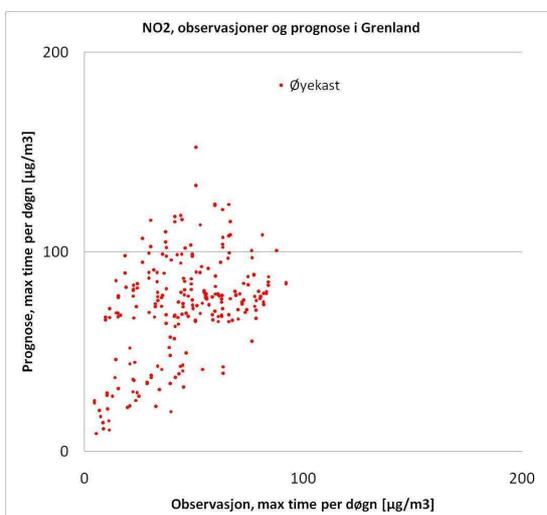
Lensmannsd. – PM10	30	15 (21)	0,12 (0,15)
Lensmannsd. – PM2,5	14	11(11)	0,31 (0,32)



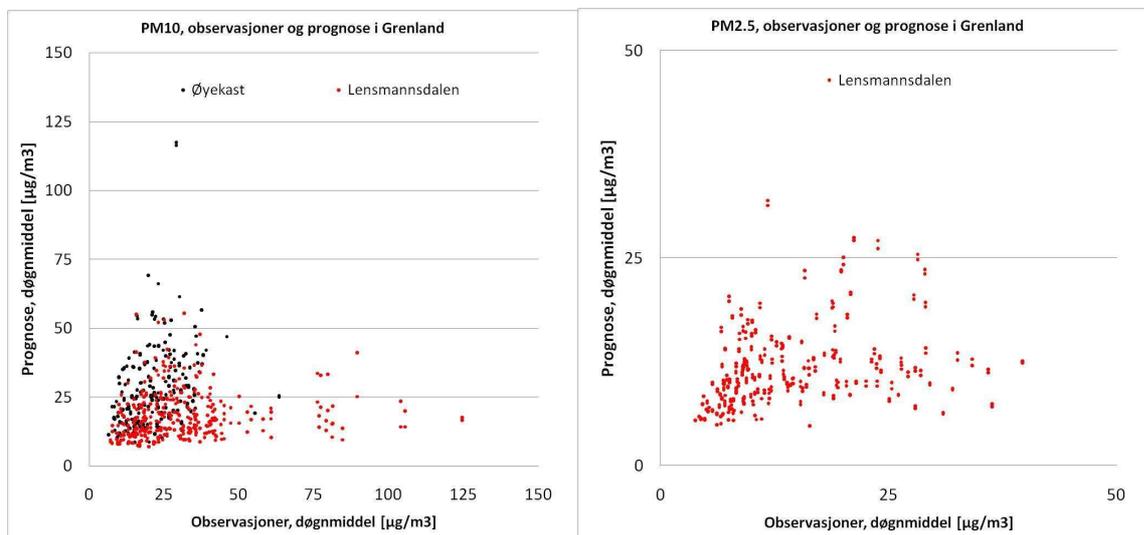
Figur 62: Kvalitetsparametere for prognose av alle komponenter i Grenland.



Figur 63: Døgnvise målinger og prognose av PM10 ved Øyekast i perioden 11. november 2010 - 27. april 2011.



Figur 64: plot av målt og prognostisert maksimal timemiddel per døgn for Øyekast.



Figur 65: Spredningsdiagram av målt og prognostisert døgnmiddel for Øyekast og Lensmannsdalen.

## 7 OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER

### 7.1 Oppsummering

Det oppgraderte prognosesystemet i Bedre byluft er beskrevet og evaluert gjennom utvalgte forurensningsepisoder og summarisk statistikk for vinteren 2010-2011. De meteorologiske prognosene fanger opp de fleste episoder, men vinden som varsles for 10 m høyde er ikke alltid så liten som observert. Imidlertid har vi med den økte vertikalløsningen beregninger av vind i 13 og 2,5 m over bakken. Det er disse verdiene som benyttes i AirQUIS. I stabile tilfeller er vinden svakere i disse feltene, slik at det er mulig å beregne det observerte konsentrasjonene med AirQUIS. Derfor fanger også AirQUIS opp de fleste episodene med høye konsentrasjoner av NO<sub>2</sub>. Støvepisodene fanges sjeldnere opp: SFO er ofte mindre enn FAR for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>. Spredning av partikler er vanskeligere å beregne av flere grunner. Utslippet er sammensatt av flere kilder som partikkelutslipp fra kjøretøy, oppvirket veistøv og vedfyring. I tillegg påvirkes partikkelutslippet av meteorologiske parametere som nedbør, fuktighet, temperaturer og vindhastighet. Dermed er det flere mulige kilder for usikkerhet knyttet til partikler. De subjektive prognosene har i noe større grad fanget opp støvepisodene. Det ble bl.a gitt varsel om "noe" forurenset luft i perioden 9.-16. april i Trondheim.

### 7.2 Meteorologimodellen

Anbefalingene vil bygge på tester med høyere oppløsning som er planlagt høsten 2011.

### 7.3 Luftkvalitetsmodell

Konsentrasjoner av ulike komponenter i luft er avhengig av både lokale utslipp og langtransporterte bidrag. Fram til nå har AirQUIS beregnet utslipp av lokale kilder og antatt faste randbetingelser som skal tilsvare bidrag fra kilder utenfor modellområdet. En vesentlig utbedring som er i kontrakt for 2011 er å innføre randbetingelser fra regionale luftkvalitetsprognoser fra MACC (Monitoring Atmospheric Composition and Climate). Disse verdiene skal erstatte de antatte randbetingelsene som brukes i spredningsberegningene i dag.

I enkelte situasjoner vil lufta sirkulere i byregionene, dermed kan forurenset luft som transporteres ut fra byområdene transporteres tilbake til de samme områdene etter en stund. Slike meteorologisk fenomen vil ofte forårsake høy luftforurensing i byene ettersom det kan føre til at konsentrasjoner av forurenset luft akkumulerer over tid. Studier fra de siste sesongene har vist at meteorologimodellen kan gjenskape dette fenomenet. Men slik sirkulasjon vil ofte forekomme over et areal som er større enn modellområdet som brukes i spredningsmodellen per i dag. I spredningsmodellen bevares ikke forurenset luft når den