



Norwegian
Meteorological Institute
met.no

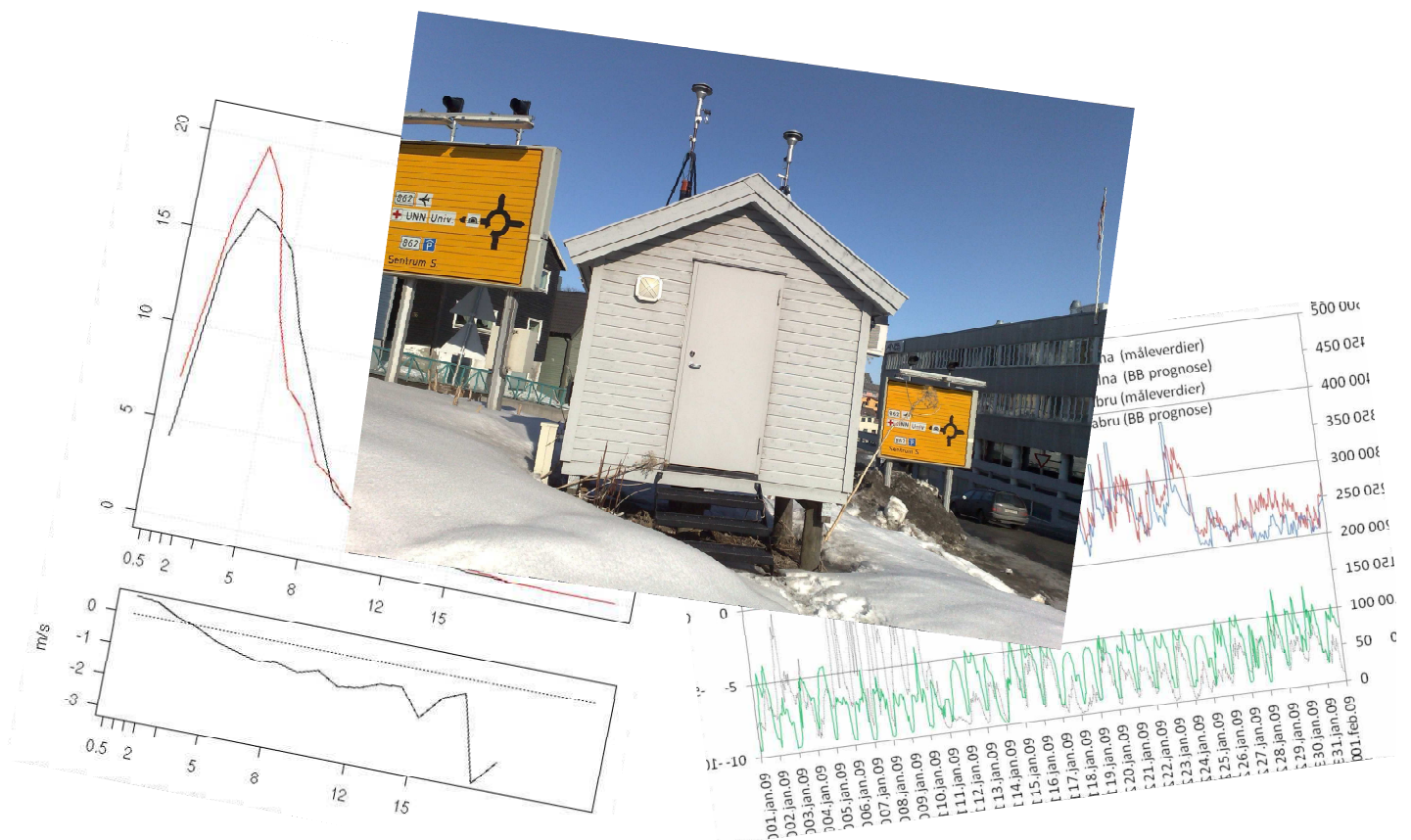
met.no report

no. 12/2009
meteorologi

Bedre byluft



Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer

Viel Ødegaard ¹⁾, Leiv Håvard Slørdal ²⁾ og Thomas Olsen ¹⁾



1) Meteorologisk institutt 2) Norsk institutt for luftforskning

| | |
|--|---|
| Tittel Bedre byluft - prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer | Dato 31. august 2009 |
| Seksjon Seksjon meteorologi | Report no. 12 |
| Forfattere Viel Ødegaard ¹⁾ , Leiv Håvard Slørdal ²⁾ og Thomas Olsen ¹⁾ 1) Meteorologisk institutt 2) Norsk institutt for luftforskning | Classification <input checked="" type="checkbox"/> Free <input type="checkbox"/> Restricted |
| | ISSN 1503-8025 |
| | e-ISSN 1503-8025 |
| Oppdragsgiver Statens Vegvesen | |
| <p>Sammendrag 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 varslingsystemet. Årsrapporten for Bedre byluft dokumenterer modellsystemet og endringene i dette, kvaliteten av prognosene og publikumsvarslene og utviklingsarbeidet i perioden.</p> <p>Oppsummert finner vi at UM har en generell underestimering av temperatur og vindstyrke. Imidlertid overestimeres den svakeste vinden, og modellen har lav treff for oppfangning av episoder med veldig svak vind (mindre enn 1 m/s).</p> <p>AirQUIS underestimerer NO₂ når det er kraftige episoder. PM_{2,5} overestimeres fortsatt noe i fyringssesongen, og noen ganger så mye at også PM₁₀ overestimeres. Prognosene underestimerer PM₁₀ i forbindelse med store mengder veistøv.</p> <p>Verifikasjon av varslene til publikum viser tildels svært høy <i>Falsk Alarm Rate</i>. Metoden som benyttes for å beregne treff i luftkvalitet fra måledata for tre kjemiske komponenter bør gjennomgås.</p> <p>En analyse for å bestemme minimum tillatt vindstyrke i linjekildemodellen, redusere vedfyringsutslippet i Oslo og Bergen, hente bakgrunnsverdier av ozon fra regionale prognosemodeller og oppdatering av veistøvutslippet er mulige tiltak for å forbedre AirQUIS-resultatene. For UM er det etter sesongslutt gjennomført oppgraderinger som har gitt bedre prognoser for vind og temperatur i tester. Nedbørprognosene bør undersøkes mhp kvaliteten i varsel av nedbør og oppholdsvær. Det kan vurderes å sette opp AirQUIS for flere byer, f.eks. Tromsø.</p> | |
| <p>Keywords varsling av lokal luftkvalitet, spredningsmodell for luftkvalitet, numerisk værvarsling, observasjoner, evaluering</p> | |

| | |
|---|--|
| Disiplinary signature | Responsible signature |
|  |  |

Innholdsfortegnelse

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Innledning | 1 |
| 2 | Varslingssystemet i Bedre byluft | 2 |
| 3 | Generell vurdering av luftkvalitetsprognosene for sesongen 2008 - 2009 | 3 |
| 3.1 | Analyse av NO ₂ -prognosene | 3 |
| 3.2 | Analyse av PM _{2,5} -prognosene | 4 |
| 3.3 | Analyse av PM ₁₀ -prognosene | 5 |
| 3.4 | Oppsummering av mulige forbedringer av varslingssystemet | 6 |
| 4 | Vurdering av de meteorologiske prognosene | 16 |
| 4.1 | Oppgradering av den meteorologiske modellen | 18 |
| 4.2 | Snødata 1km oppløsning | 20 |
| 5 | Vurdering av luftkvalitetsvarslene til publikum | 22 |
| 5.1 | Evaluering av Bedre byluft i Tromsø sesongen 2007-2009 | 23 |
| 6 | Oppsummering og anbefalinger | 29 |
| 6.1 | Anbefalinger for spredningsmodellen | 29 |
| 6.2 | Anbefalinger for den meteorologiske modellen | 30 |
| 6.3 | Anbefalinger for varslingssystemet | 30 |
| | Referanser | 31 |
| | Appendix A - Evaluering oktober - desember 2008 | |
| | Appendix B - Evaluering januar - februar 2009 | |
| | Appendix C - Evaluering mars - april 2009 | |
| | Appendix D - Figurer til kapittel 4 | |

1. INNLEDNING

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, beregninger av luftkvalitet med utslippsdata og spredningsberegninger.

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

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 døgnoperativt IT-personell. Modellene som kjøres er UK Met Office Unified Model med 1 x 1 km gitteroppløsning for beregning av værprognoser, og AirQUIS med 1 x 1 km gitteroppløsning for beregning av luftkvalitet.

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. Årsrapporten for Bedre byluft dokumenterer modellsystemet og endringene i dette, kvaliteten av prognosene og publikumsvarslene og utviklingsarbeidet i perioden.

I denne rapporten er kapittel 2 viet en beskrivelse av modellsystemet og utviklingen av dette det siste året. I kapittel 3 analyseres luftkvalitetsprognosene fra AirQUIS med hensyn på forbedringstiltak. Kapittel 4 beskriver kvaliteten av værprognosene og behovet for forbedringer og kapittel 5 beskriver kvaliteten av varslene til publikum. Konklusjoner og anbefalinger gis i kapittel 6.

2. VARSLINGSSYSTEMET I BEDRE BYLUFT

Den numeriske værvarslingsmodellen Unified Model (UM) kjøres hos Meteorologisk institutt med tillatelse fra UK Met Office. Modellen er satt opp over 5 små områder som dekker byområdene Oslo, Drammen, Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim. I tillegg er det satt opp to store områder som dekker Sør-Norge og Nord-Norge. De 5 små områdene er prioritert og går inn i produksjonen av inngangsverdier til AirQUIS. De to store områdene har status som supplerende veiledning for subjektiv varsling av luftkvalitet.

UM er en ikke-hydrostatisk numerisk værvarslingsmodell. I Ødegaard m.fl. (2007) er det gitt en beskrivelse av hvordan modellen kjøres ved Meteorologisk institutt, og hvilke inngangsdata modellen bruker. Oppsettet av UM for Bedre byluft i sesongen 2008-09 er ikke endret i forhold til denne beskrivelsen.

I et grensesnittprogram mellom UM og AirQUIS blir meteorologiske data plukket ut og interpolert fra UMs gitter (rotert sfærisk projeksjon) til AirQUIS gitter (UTM-koordinater). Grensesnittet ble oppgradert etter fjorårets sesong, og er beskrevet i detalj i Ødegaard m.fl. (2008).

Air Quality Information System (AirQUIS), er et programvaresystem for luftkvalitetsstyring utviklet på NILU. Det består blant annet av en Oracle database med utslippskilder og numeriske modeller for utslipps- og spredningsberegninger og befolkningseksposering. For en detaljert beskrivelse av AirQUIS, se Slørdal m.fl. (2008). En detaljert beskrivelse av inngangsdata til AirQUIS som benyttes i Bedre byluft, finnes i Ødegaard m.fl. (2008).

Modellsystemet kjøres hver natt under overvåking av døgnoperativt IT-personell på Meteorologisk institutt og oppdaterte beregninger distribueres over internett (<http://byluft.met.no/>) hver morgen kl 0700 til personell som skal utarbeide varsler publikum. Varslingen gjelder for inneværende døgn og neste døgn. Det skal være nok tid til å vurdere og iverksette forebyggende tiltak for døgn to i tilfelle modellene varsler store overskridelser av grenseverdiene for forurensningskonsentrasjon. Grenseverdiene er gitt i *Forskrift om lokal luftkvalitet*. En omfattende beskrivelse av regelverket omkring lokal luftkvalitet er gitt på internettsidene til luftkvalitet.info (<http://www.luftkvalitet.info/Default.aspx?pageid=1099>) som driftes av NILU. Tabellen under gir en oversikt over hvilke modellberegninger som er tilgjengelig for utarbeiding av varselet, hvem som utarbeider varselet og hvor de som utarbeider varselet er lokalisert.

| By | Værprognoser | Luftkvalitetsdata | Varselutsteder | Lokalisering |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------------|--------------|
| Bergen | UM | AirQUIS | Meteorologisk institutt | Bergen |
| Drammen | UM | | Drammen kommune | Drammen |
| Fredrikstad | UM | | Meteorologisk institutt | Oslo |
| Grenland | UM | AirQUIS | Meteorologisk institutt | Oslo |
| Kristiansand | UM | | Meteorologisk institutt | Oslo |
| Lillehammer | UM | | Meteorologisk institutt | Oslo |
| Oslo | UM | AirQUIS | Oslo kommune | Oslo |
| Stavanger | UM | AirQUIS | Meteorologisk institutt | Bergen |
| Trondheim | UM | AirQUIS | Meteorologisk institutt | Bergen |
| Tromsø | UM | | Meteorologisk institutt | Tromsø |

3. GENERELL VURDERING AV LUFTKVALITETSPROGNOSENE FOR SESONGEN 2008 - 2009

Varslingsresultatene fra UM/AirQUIS systemet for sesongen 2008 - 2009 er dokumentert i statusrapportene som ble produsert fortløpende gjennom varslingssesongen. Statusrapportene er gjengitt i sin helhet i Appendiks A - C. Disse rapportene gir en generell vurdering av kvaliteten av prognosene for hver av de 5 byene der varslingssystemet UM/AirQUIS benyttes. Vurderingen er i første rekke basert på sammenlikning av prognostiserte og observerte maksimale timeverdier for NO₂ og døgnmidler av PM₁₀ og PM_{2,5}. Maksimale timeverdier og døgnverdier er benyttet siden disse størrelsene inngår i de definerte varslingsklassene i Bedre Byluft. For å få en bedre forståelse av årsakssammenhengene er det imidlertid nødvendig å gjennomføre en analyse av timedataene som ligger til grunn for de aggregerte verdiene i varslingsklassene. I avsnittene nedenfor presenteres resultatene fra dette analysearbeidet som i denne omgang i hovedsak er gjennomført for Oslo og Trondheim. For Stavanger, Grenland og Bergen er arbeid i gang med å oppdatere veinettet. En mer detaljert analyse av disse byene vil derfor være mer hensiktsmessig neste sesong, når det nye veinettet er tatt i bruk. Varslingsresultatene fra disse byene er imidlertid beskrevet i statusrapportene gjengitt i Appendiks A - C.

3.1 Analyse av NO₂-prognosene

Et gjennomgående trekk ved UM/AirQUIS systemet synes å være at prognosene i liten grad klarer å fange opp episodene da de høyeste NO₂ konsentrasjonene observeres. Klarest demonstreres dette ved gatestasjonen Alnabru i Oslo. For å illustrere problemet vises en detaljert sammenlikning av målte og beregnede konsentrasjonsnivåer av NO₂ mot observert og beregnet vindstyrke og stabilitetsforhold i Figurene 3.1a (vindstyrke) og 1b (stabilitetsforhold) for januar 2009 og i Figurene 3.2a (vindstyrke) og 3.2b (stabilitetsforhold) for februar 2009. I disse figurene er konsentrasjonsnivåene angitt i µg/m³ på høyre koordinatakse, mens nivåene av vindstyrken (m/s) og temperaturdifferensen (°C) er angitt på venstre koordinatakse. Fra figurene ser vi at episoder med svært høye observerte NO₂ konsentrasjoner forekommer hver dag i perioden 5. - 10. januar og i kortere perioder senere i januar og februar. Sammenholdes de meteorologiske måledataene med NO₂-observasjonene fremgår det tydelig at de høyeste NO₂-nivåene inntreffer i perioder med svært lave vindstyrker (omkring 0,5 m/s) og sterkt stabil temperaturfordeling nær bakken (dvs. en temperaturdifferens mellom 10 m og 2 m på omkring 2°C). Prognoseverdiene for vindstyrken i 10 m og temperaturforskjellen mellom nederste temperaturnivå og bakketemperatur i UM viser at modellen i stor grad fanger opp de generelle trekkene som observeres, selv om kvaliteten på stabilitetsprognosen er litt vanskelig å vurdere siden UM ikke beregner temperaturdifferensen mellom 10 og 2 meter. Vi ser imidlertid at den modellerte vindstyrken kan avvike til dels betydelig i svakvindsperioder. Bortsett fra første halvdel av januar, dvs. i perioden da de høyeste NO₂ nivåene observeres, virker det som UM underestimerer vindstyrken noe gjennom resten av to-månedersperioden som er vist i Figur 3.1 og Figur 3.2. Imidlertid leder dette til liten grad av overestimering av de beregnede NO₂ nivåene. Dette er mest iøynefallende de siste dagene av januar da UM varsler mye svakere vindstyrker og mer stabile temperaturforhold enn målingene tilsier.

Vi finner noe av den samme underestimeringen av de maksimale NO₂ nivåene på de øvrige gatestasjonene i Oslo og på gatestasjonene Elgesetergate, og Bakke Kirke i Trondheim. Også på gatestasjonen Danmarks plass i Bergen (Figur 3a) finner vi enkelte episoder med svært høye observerte NO₂ verdier. I Bergen har vi imidlertid også målinger fra bybakgrunnsstasjonen Rådhuset (Figur 3.3b) og på denne stasjonen observeres ikke de høye NO₂ episodene. Dette indikerer at episodene i hovedsak er generert av det lokale veibidraget og at årsaken til at

luftkvalitetsprognosen feiler sannsynligvis er knyttet til linjekildemodellen som benyttes for å estimere dette bidraget.

Det er imidlertid flere årsaker til at NO₂-prognosene avviker noe fra de observerte konsentrasjonene på målestasjonene. De mest sannsynlige årsakene er beskrevet i detalj nedenfor.

I linjekildemodellen som benyttes for å beskrive de sterke konsentrasjonsgradientene nær hovedveinettet, er det lagt inn en minimumsgrense for tillatt vindstyrke på 1 m/s. Dette er nødvendig, fordi modellen anvender en Gaussisk spredningsformel som gir konsentrasjonsverdier som øker proporsjonalt med 1/vindstyrken. Dette betyr at konsentrasjonsverdiene går mot uendelig når vindstyrken går mot null. NO₂-resultatene fra UM/AirQUIS systemet kan tyde på at minimumsverdien bør senkes. Dette vil virke selektivt inn på beregningene veinært, og bidra til at prognoseverdiene responderer mer i overensstemmelse med NO₂-observasjonene i svakvindsituasjoner. Hvor lavt minimumsverdien bør sette kan først bestemmes etter en mer detaljert undersøkelse av hvordan både beregnede NO₂ og NO_x-nivåer stemmer med observasjoner på en lang rekke målestasjoner.

Beregningene av konsentrasjonsnivåene for NO₂ avhenger av hvor mye ozon som er tilgjengelig for nedbryting. Grovt sett kan vi anta at all tilgjengelig ozon brytes ned av NO, som dermed omdannes til NO₂, i forurensningssituasjoner. Molekylvektene til O₃ og NO₂ er omtrent like, og konsentrasjonen av O₃, angitt i µg/m³, vil dermed kunne produsere en tilsvarende NO₂-konsentrasjon. I beregningene benyttes en klimatologisk (og dermed en nær konstant) verdi for bakgrunnsnivået for O₃. I virkeligheten vil ozon-nivåene variere relativt kraftig fra dag til dag som vist i figur 3.4. I denne figuren er observerte og beregnede NO₂ verdier i Kirkeveien i Oslo angitt i µg/m³ på venstre akse, mens konsentrasjonsverdiene for samtidige O₃ observasjoner på bakgrunnsstasjonen i Hurdal er vist i µg/m³ på høyre akse. I prognosemodellen benyttes et bakgrunnsnivå som er nær 60 µg/m³ gjennom hele prognoseperioden. Bruken av de klimatologiske ozonverdiene i prognosene reduserer noe av den naturlige dag til dag variasjonen i NO₂ nivåene, og for å redusere effekten av denne feilkilden burde bakgrunnsverdiene hentes fra regionale prognosemodeller for luftkvalitet.

I situasjonene med kraftig underestimering reagerer trolig all tilgjengelig O₃ med NO i modellen, og ytterligere konsentrasjonsøkning av NO₂ vil dermed bare komme fra direkteutslippet av NO₂. I en slik situasjon vil modellen beregne for lave NO₂-nivåer dersom NO₂ andelen i NO_x-utslippet er for lavt. Nyere studier har vist at denne andelen er økende og utslippsmodulen i prognosemodellen bør dermed kontinuerlig oppdateres med hensyn på dette.

3.2 Analyse av PM_{2,5}-prognosene

En nærmere gjennomgang av PM_{2,5} resultatene for Oslo viser at vi under fyringssesongen overestimerer de maksimale timeverdiene betydelig. Dette kommer tydelig fram når vi sammenlikner observerte og beregnede timeverdier av PM_{2,5} for perioden januar – februar for Kirkeveien (Figur 3.5a). Overestimeringen er mest markert i svakvindsperioder, men siden overestimeringen er så tydelig gjennom hele perioden, er det rimelig å mistenke at de benyttede utslippene fra vedfyringen, som er hovedkilden i dette området, er for høye. Dette er også bekreftet i nylig gjennomførte studier av kildebidrag til PM_{2,5} i Oslo, som tyder på at det foreliggende anslaget av partikkelutslippet fra vedfyring i Oslo bør halveres (Laupsa et al., 2008). Observerte og beregnede timeverdier av PM_{2,5} for disse to vintermånedene er også vist for målestasjonen RV4, ved Aker sykehus i Figur 3.5b. I henhold til utslippsoversikten er dette et område med vesentlig lavere vedfyringsutslipp, og selv om modellen fortsatt overestimerer maksimumskonsentrasjonene i en del døgn, er prognosekvaliteten langt bedre for denne målestasjonen.

En tilsvarende generell overestimering av $PM_{2,5}$ nivåene som vi ser i Kirkeveien i Oslo finner vi også på de to målestasjonene i Bergen. I Trondheim derimot er ikke overestimeringen like klar. Dette demonstreres tydelig i Figur 3.5c der observerte og beregnede timevise $PM_{2,5}$ verdier for den samme to-månedersperioden (januar - februar 2009) for gatestasjonen Elgesetergate er presentert.

Forskjellen i prognosekvalitet for $PM_{2,5}$ mellom Kirkeveien, RV4 og Elgesetergate kommer også klart fram når vi sammenlikner middelveiene mellom observasjon og prognose. Observert middelværdi for $PM_{2,5}$ for denne to-månedersperioden er $14.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kirkeveien), $12.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (RV4) og $13.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Elgeseter). De beregnede middelveiene er henholdsvis $20.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kirkeveien), $14.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (RV4) og $14.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Elgeseter).

En sammenlikning av observerte og beregnede vindstyrker for den 25. Januar, dvs. døgnet da de høyeste $PM_{2,5}$ konsentrasjonene beregnes ved Kirkeveien og RV4, er vist i Figur 3.6. I denne figuren er vindstyrken angitt i m/s på venstre akse, mens konsentrasjonsverdiene igjen er vist i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ på høyre akse. Fra denne figuren ser vi at de høye prognoseverdiene for $PM_{2,5}$ i Kirkeveien er sammenfallende med svært lave beregnede vindstyrker (varierende mellom 0,11 m/s og 0,65 m/s) både i Kirkeveien og på Valle Hovin. Vi ser også at den observerte vindstyrken på Valle Hovin er betydelig høyere enn prognoseverdiene spesielt om kvelden da de ekstreme konsentrasjonsnivåene beregnes. Selv med en betydelig reduksjon av vedfyringsutslippet, f.eks. en halvering som antydnet i Laupsa et al., 2008, ville prognosen for $PM_{2,5}$ fortsatt vært altfor høy utover kvelden den 25. Januar, og hovedårsaken til overestimeringen skyldes nok underestimeringen av vindstyrken. Siden disse høye konsentrasjonsnivåene beregnes i den Eulerske grid-modellen i AirQUIS, og ikke i linjekilde-modellen, bør det vurderes å legge inn en økt grad av minimumsspredning i Euler-modellen. Dette vil virke selektivt reduserende på ekstreme maksimumsverdier av den type som modellen beregner denne kvelden. En justering av minimumsspredningen kan imidlertid først gjennomføres etter at vedfyringsutslippet er korrigert, slik at vi ikke kompensere overestimerte utslipp med kunstig sterk fortykning i modellen.

3.3 Analyse av PM_{10} -prognosene

Overestimeringen av $PM_{2,5}$ ved Kirkeveien er så kraftig at den midtvinters også tidvis fører til sterk overestimering av PM_{10} på denne stasjonen. Dette er illustrert i Figur 3.7. De svært høye PM_{10} nivåene som ofte estimeres på ettermiddagene er sammenfallende både i tid og styrke med de beregnede $PM_{2,5}$ -episodene vist i Figur 3.5a. En reduksjon av vedfyringsutslippet vil selektivt redusere disse toppene, og dermed bedre samsvaret mellom prognosene og observasjonene av PM_{10} for denne stasjonen.

Figur 3.8 viser en sammenlikning av observerte og beregnede timevise PM_{10} -konsentrasjoner for Elgesetergate i Trondheim for vintermånedene januar og februar. Også her viser prognosen en betydelig overestimering av de maksimale timekonsentrasjonene. Siden $PM_{2,5}$ ikke overestimeres på tilsvarende måte ved denne stasjonen (se Figur 3.5b) og vi heller ikke finner noen systematisk overestimering av NO_2 , er det lite sannsynlig at årsaken er relatert til de modellerte spredningsforholdene. Forklaringen er antakelig at den modellerte kildestyrken for oppvirvlet veistøv er for høy. En analyse av måledata i Trondheim vil kunne gi nyttig informasjon om hva som vil være en optimal reduksjon av denne kildestyrken.

Tradisjonelt observeres svært høye grovfraksjonsverdier (dvs. PM_{10} - $PM_{2,5}$) på veistasjonene på vårparten når snø og is smelter og veibanene tørker opp. Dette skyldes en økt grad av trafikkindusert oppvirvling av veistøv. Dette fenomenet er illustrert i Figur 3.9a (målt PM_{10} og $PM_{2,5}$ i Kirkeveien) for Oslo og i Figur 3.10a (målt PM_{10} og $PM_{2,5}$ i Elgesetergate) for Trondheim. Det karakteristiske trekket ved veistøvoppvirvlingen vises gjennom den store forskjellen mellom observert PM_{10} og $PM_{2,5}$ i Figur 3.9a og Figur 3.10a. Vi ser fra disse

figurene at veistøvproblemet vedvarer ut hele april måned både i Oslo og i Trondheim. I Oslo er antakelig piggdekkbruken svært lav i siste halvdel av april (2. påskedag var den 13. april), men siden forholdene var tørre fører oppvirvlingen til at døgnverdiene av PM_{10} i store deler av denne perioden ligger tett opp til eller endog over grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på målestasjonene i byen (se statusrapporten i Appendiks C). I Elgesetergate i Trondheim virker det som om den intense våroppvirvlingsperioden starter den 23. mars og varer ut april. I løpet av denne perioden (39 døgn) overskrides grenseverdien på $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hele 22 ganger, og den maksimale døgnverdien er oppe i hele $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I beregningssystemet estimeres utslippet av veistøv ut fra empiriske relasjoner som tar hensyn til ulike veidata (trafikkmengde, andel tunge/lette kjøretøy, trafikkhastighet, piggdekkandel, etc.) og meteorologiske parametre som påvirker veibanefuktigheten (temperatur, relativ fuktighet, og nedbør). I forbindelse med tidligere PM_{10} beregninger for vinter- og vårsesonger i norske byer har det vist seg nødvendig å oppjustere kildestyrken for veistøvet i disse vårperiodene (Laupsa et al., 2005; Sundvor et al., 2009). I de siste sesongene har en tilsvarende justering også blitt gjennomført for varslingsystemet i Bedre Byluft. Justeringen av kildestyrken er blitt implementert manuelt for hver by dersom en markant økning av forholdet mellom observert PM_{10} og $PM_{2,5}$ oppstår på gatestasjonene på vårparten. Dessverre ble ikke denne metoden benyttet siste sesong, noe som førte til en kraftig underestimert av PM_{10} på flere målestasjoner i Oslo fra slutten av mars og ut april. Dette vises tydelig når vi sammenlikner de observerte timeverdiene av PM_{10} og $PM_{2,5}$ i Kirkeveien i Figur 3.9a med de beregnede verdiene i Figur 3.9b. I Trondheim ble fjorårets vårjustering av kildestyrken for veistøvet aktivert og startet 8. mars. Ut fra analysen av årets måledata, burde justeringen startet rundt 23. mars (se figur 3.10a). Justeringen gir imidlertid god uttelling i april, noe som bidrar til at PM_{10} prognosene for Elgesetergate, som er presentert i figur 3.10b, stemmer bedre nivåmessig for april enn for den øvrige delen av varslingsperioden. Det bør her påpekes at det foreløpig ikke er laget noen generell metodebeskrivelse for hvordan veistøvutslippet skal justeres i varslingsystemet. En slik metodebeskrivelse bør utarbeides, slik at ulike byer kan benytte egne empirisk baserte justeringsfaktorer.

3.4 Oppsummering av mulige forbedringer av varslingsystemet

Eksemplene ovenfor illustrerer en rekke av utfordringene vi møter når vi skal varsle luftkvaliteten i byområder. Kombinasjonen av utslipp, spredningsforhold og bakgrunnsverdier bestemmer konsentrasjonsnivåene.

I byområder vil de høyeste konsentrasjonsnivåene forekomme under stabile atmosfæriske forhold, dvs. under svakvindssituasjoner med bakkenære temperaturinversjoner. I slike situasjoner vil en vindstyrke lavere enn 0,5 m/s gi vesentlig høyere konsentrasjoner enn vindstyrker rundt 1 m/s. Kravene til nøyaktige vindprognoser i slike svakvindssituasjoner er derfor av vital betydning.

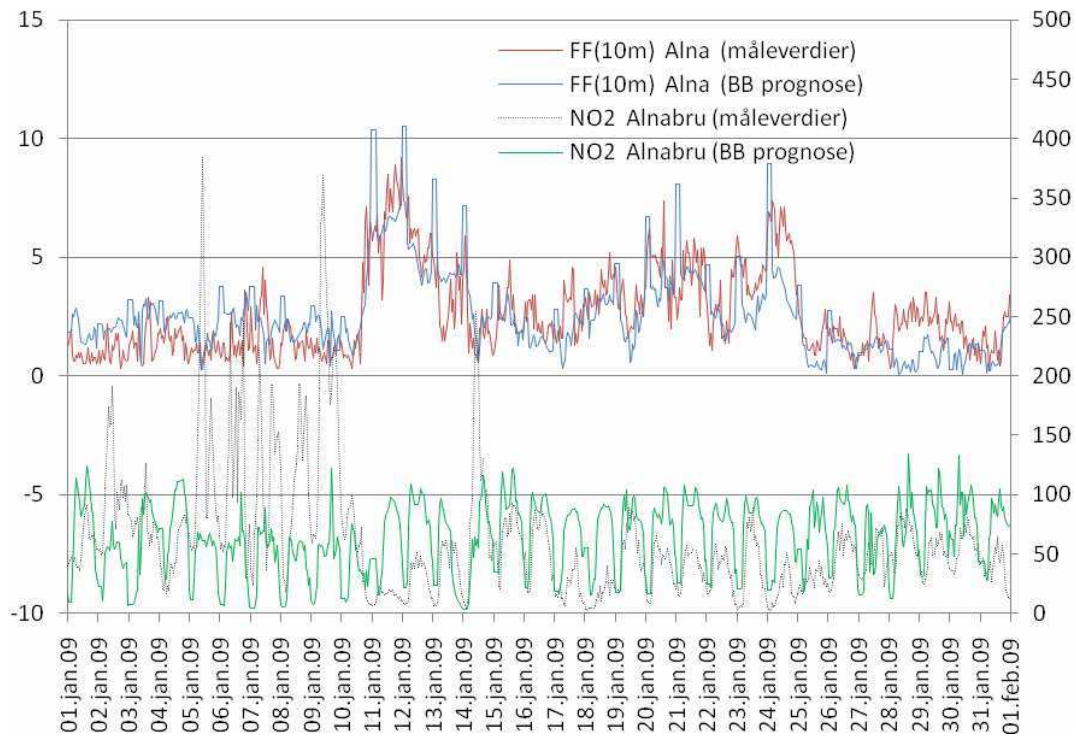
For å bedre kvaliteten på NO_2 prognosene er det dessuten viktig å gjennomføre en analyse med UM/AirQUIS systemet med sikte på å finne et optimalt valg av grenseverdien for minimum tillatt vindstyrke i den benyttede linjekildemodellen. Denne modellen brukes for å beskrive de kraftige konsentrasjonsgradientene nær hovedveinettet og er derfor av avgjørende betydning for å kunne gjenskape de høye NO_2 nivåene som tidvis observeres ved gatestasjonene.

I tillegg er det behov for et kontinuerlig oppdateringsarbeid med utslippsoversiktene. Det er her viktig å fokusere på hovedkildene til NO_2 og svevestøv, som for norske byer i hovedsak er veitrafikk og vedfyring. Ut fra gjennomgangen av resultatene fra varslingsperioden 2008-2009, og fra erfaringer fra tidligere studier (Laupsa et al., 2008) synes det nødvendig å

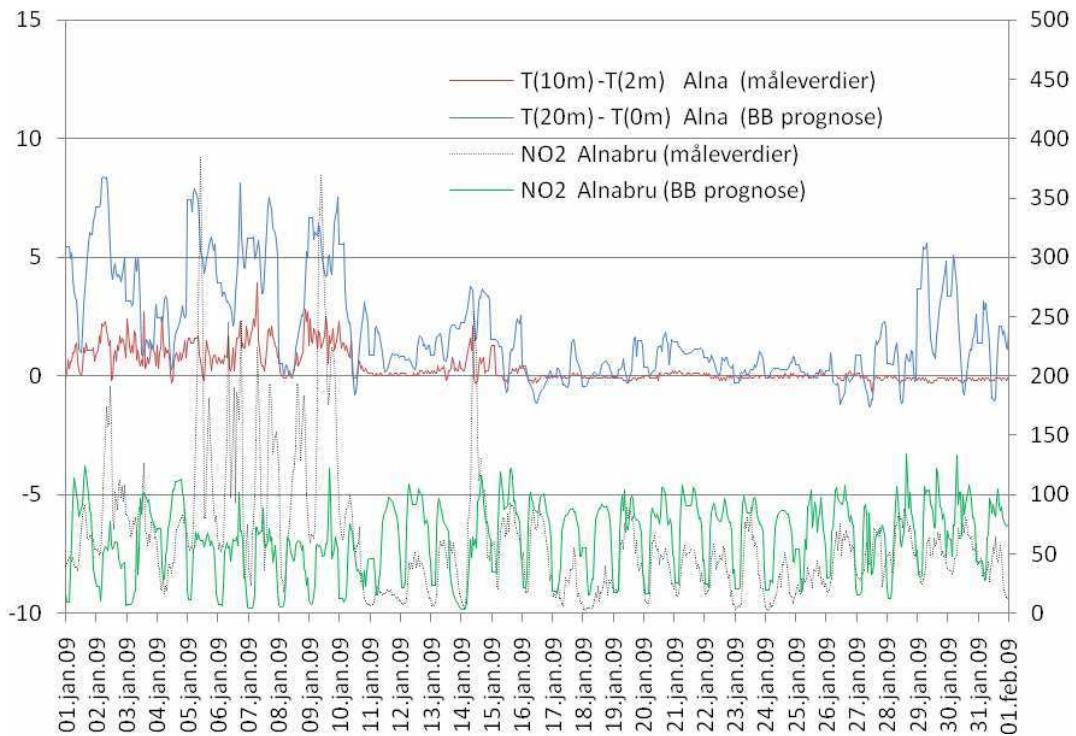
redusere vedfyringsutslippet både i Oslo og i Bergen. Hvor stor reduksjonen bør være bør undersøkes nærmere.

Når det gjelder bakgrunnsverdiene er disse av størst betydning for NO₂, gjennom tilførsel av langtransportert ozon, men kan også være av betydning for PM₁₀ og PM_{2,5}. For å fange opp variasjonene i dette bakgrunnsbidraget bør disse verdiene hentes fra regionale prognosemodeller. Dette er modeller som nå etableres i Europa og varslingsystemet i Bedre Byluft bør så snart som mulig knyttes opp mot et av disse systemene.

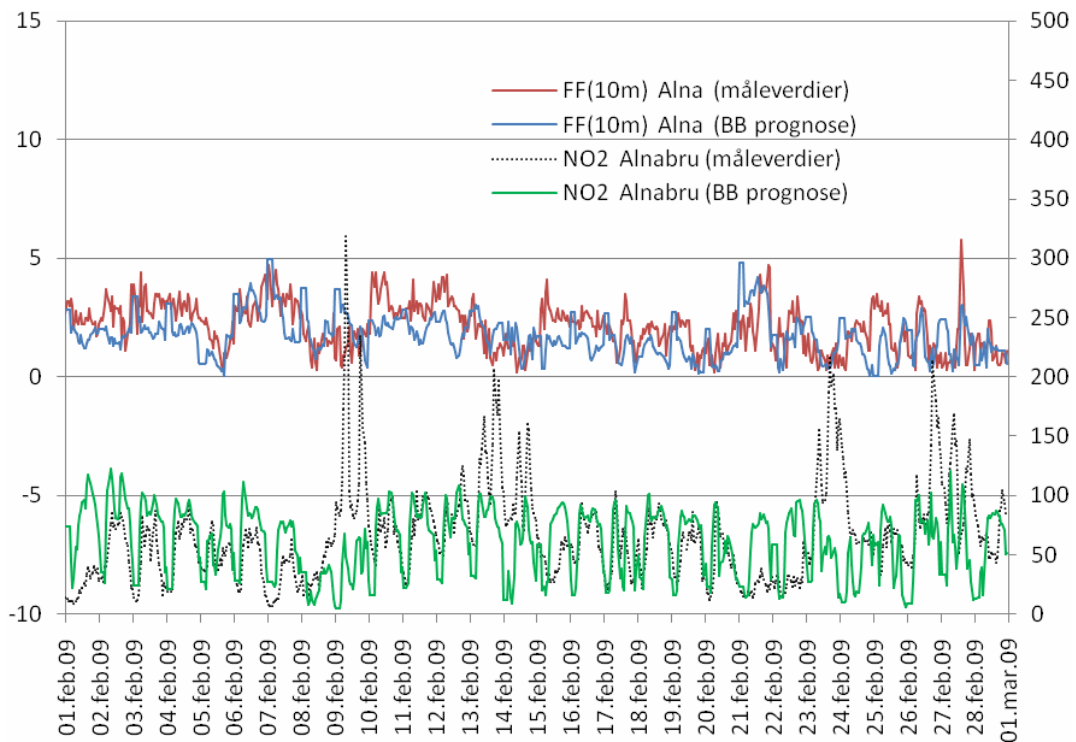
Resultatene fra Oslo og Trondheim viser også at den empiriske modellen for beregning av veistøvutslippet bør oppdateres. Det er her viktig å ha en prosedyre før hver varslings sesong, der data fra foregående sesonger benyttes for å estimere kildestyrken for denne kilden. Dette for å fange opp effekten av eventuelt nylig innførte tiltak som f.eks. veirengjøring, forebyggende salting, tidsavhengige fartsgrenser, etc. Videre må prosedyren også angi eventuelle byavhengige verdier for justeringsfaktorene som skal benyttes for å skalere opp veistøvkilden under opptørkingsperioden på våren.



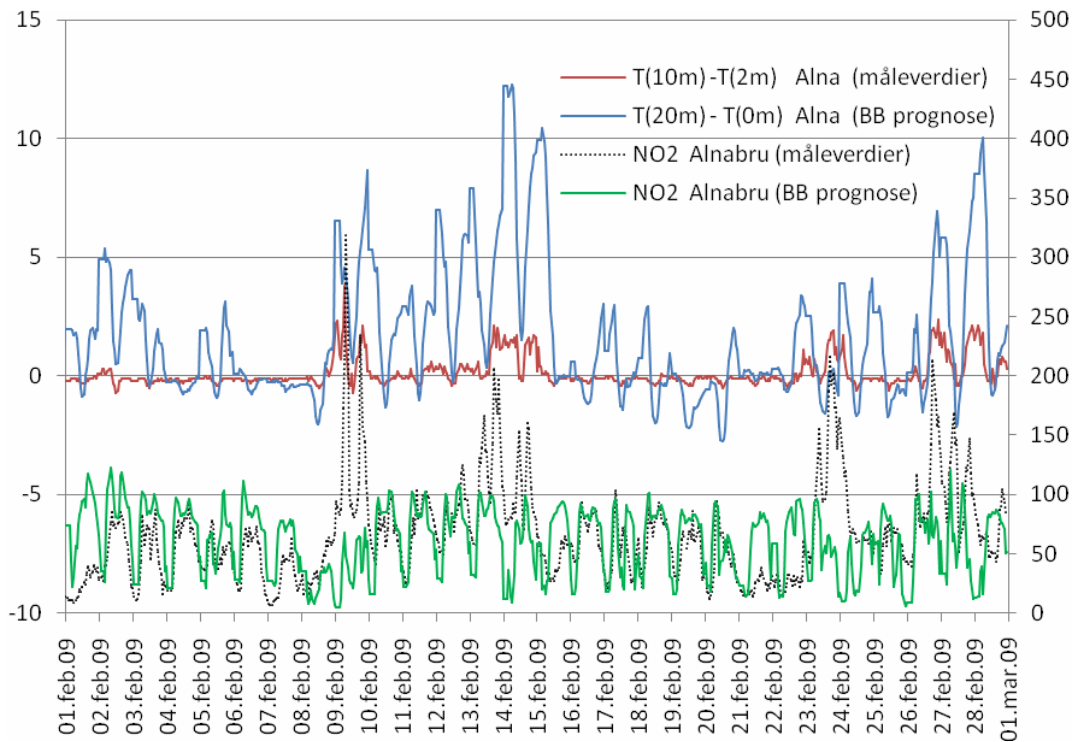
Figur 3.1a: Timeverdier av observert og beregnet 10 m vindstyrke ved Alna (m/s; venstre akse), og observert og beregnet NO₂ konsentrasjon på Alnabru (µg/m³; høyre akse) for januar 2009.



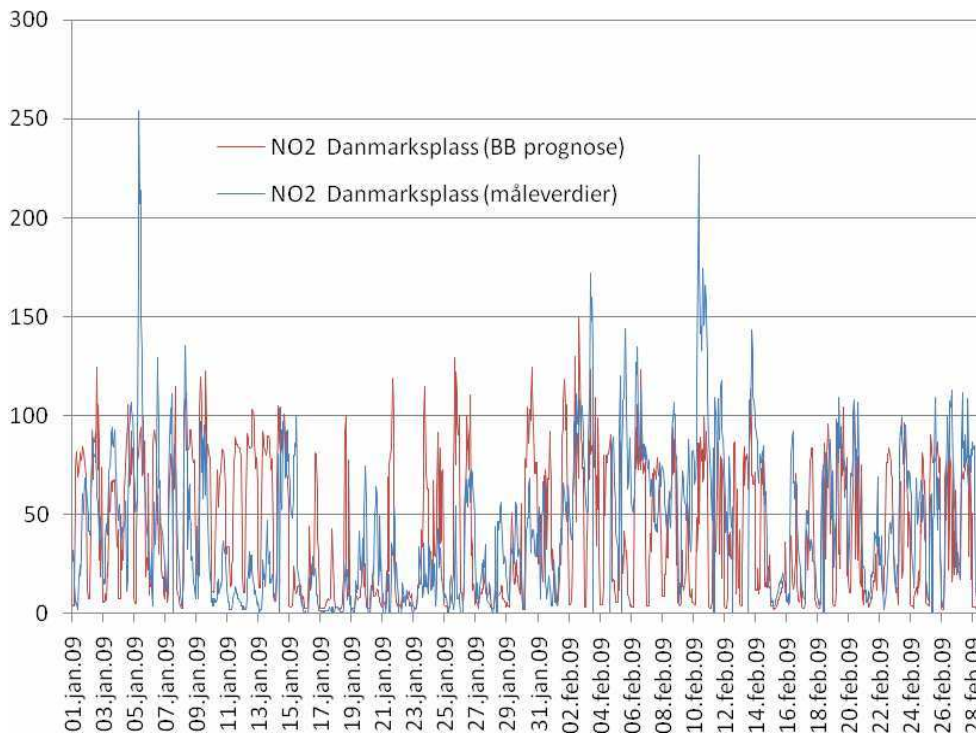
Figur 3.1b: Timeverdier av observert og beregnet bakkenær temperaturredifferens ved Alna (°C; venstre akse), og observert og beregnet NO₂ konsentrasjon på Alnabru (µg/m³; høyre akse) for januar 2009.



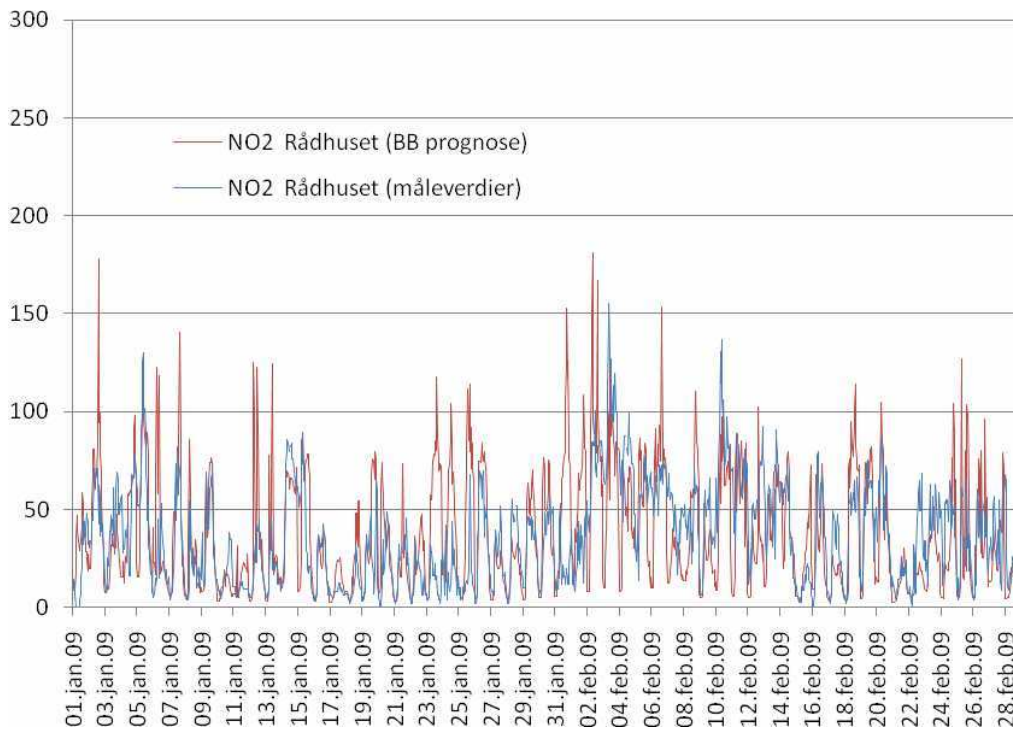
Figur 3.2a: Timeverdier av observert og beregnet 10 m vindstyrke ved Alna (m/s; venstre akse), og observert og beregnet NO₂ konsentrasjon på Alnabru (µg/m³; høyre akse) for februar 2009.



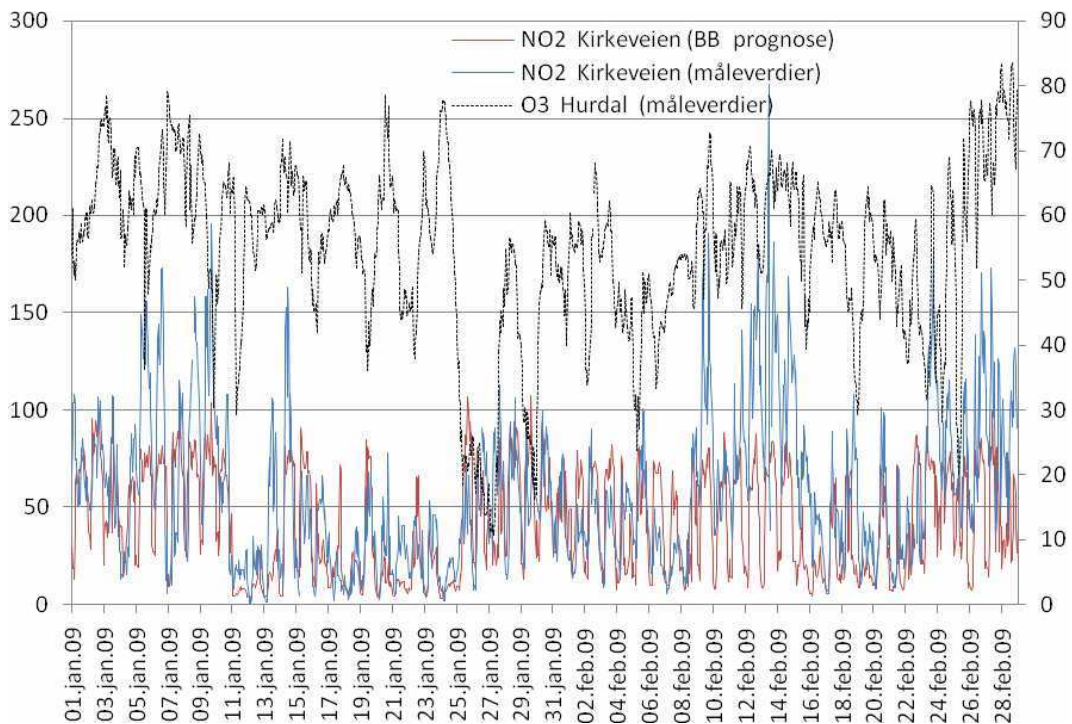
Figur 3.2b: Timeverdier av observert og beregnet bakkenær temperaturredifferens ved Alna ($^{\circ}\text{C}$; venstre akse), og observert og beregnet NO_2 konsentrasjon på Alnabru ($\mu\text{g}/\text{m}^3$; høyre akse) for februar 2009.



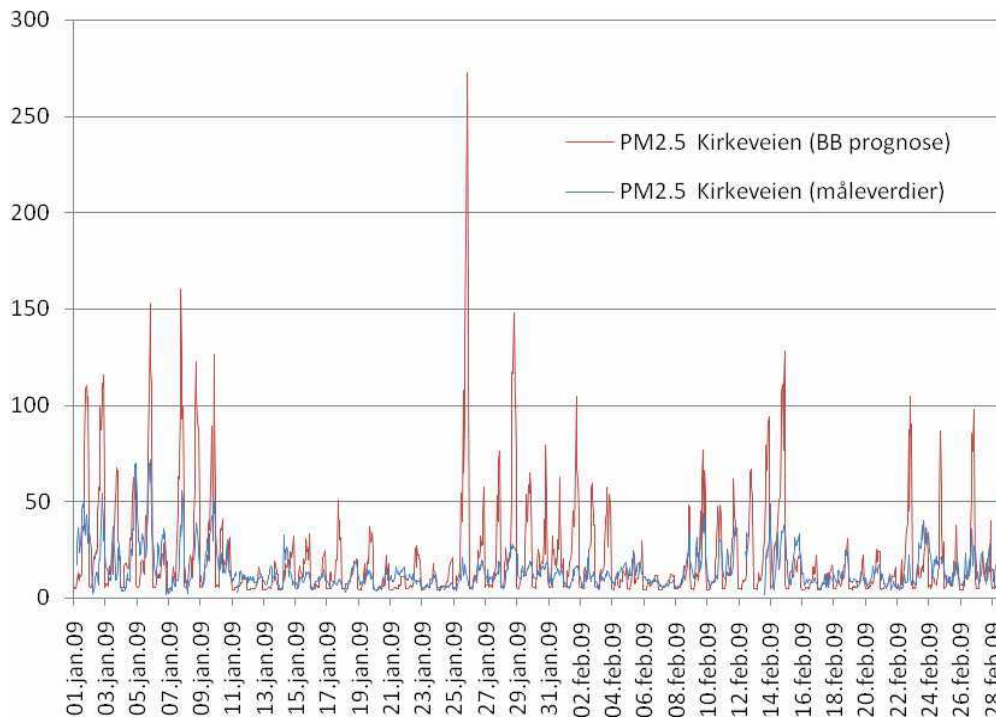
Figur 3.3a: Timeverdier av observert og beregnet NO_2 konsentrasjon (angitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved gatestasjonen Danmarks plass i Bergen for januar og februar 2009.



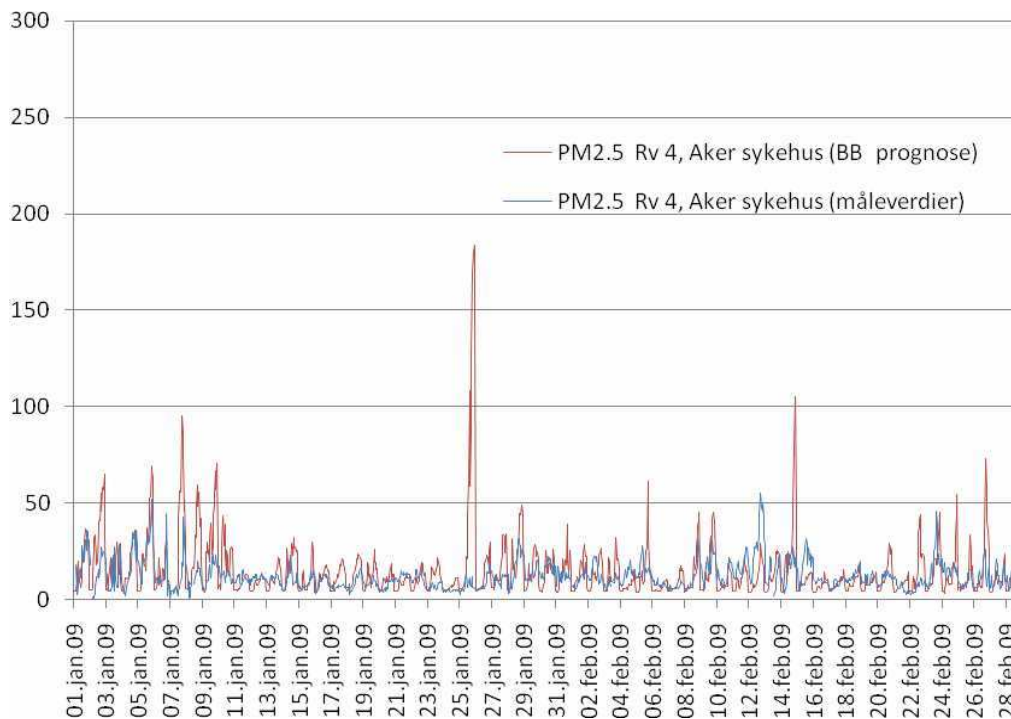
Figur 3.3b: Timeverdier av observert og beregnet NO₂ konsentrasjon (angitt i µg/m³) ved bybakgrunnstasjonen Rådhuset i Bergen for perioden januar og februar 2009.



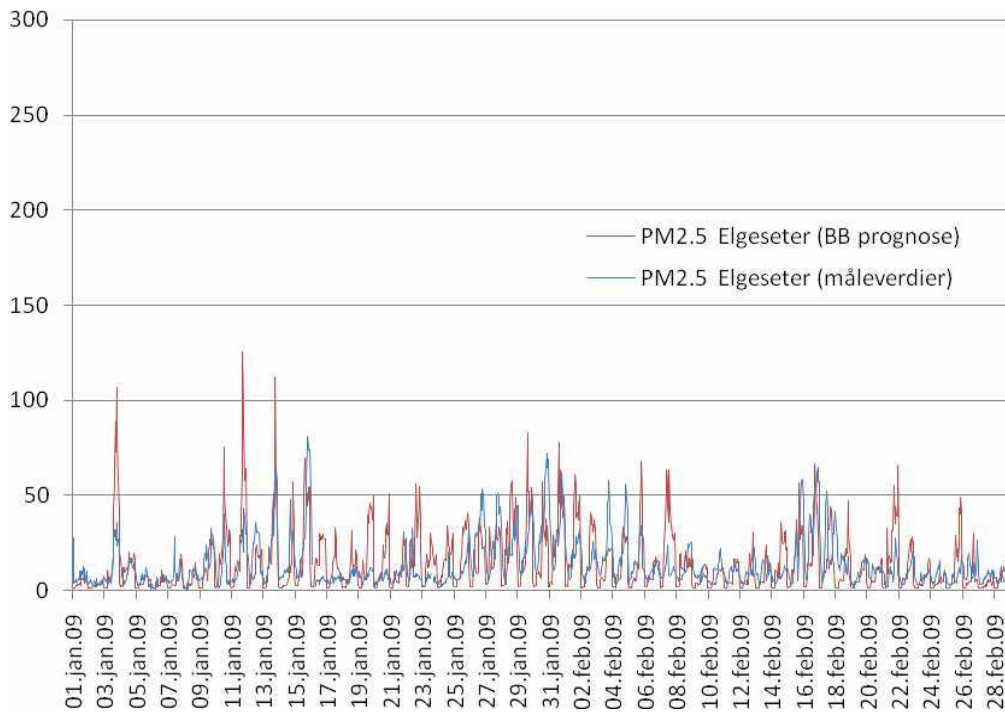
Figur 3.4: Timeverdier av observert og beregnet NO₂ konsentrasjon ved Kirkeveien i Oslo (angitt i µg/m³; venstre akse), og observert O₃ konsentrasjon ved den regionale bakgrunnsstasjonen Hurdal (µg/m³; høyre akse) for perioden januar og februar 2009.



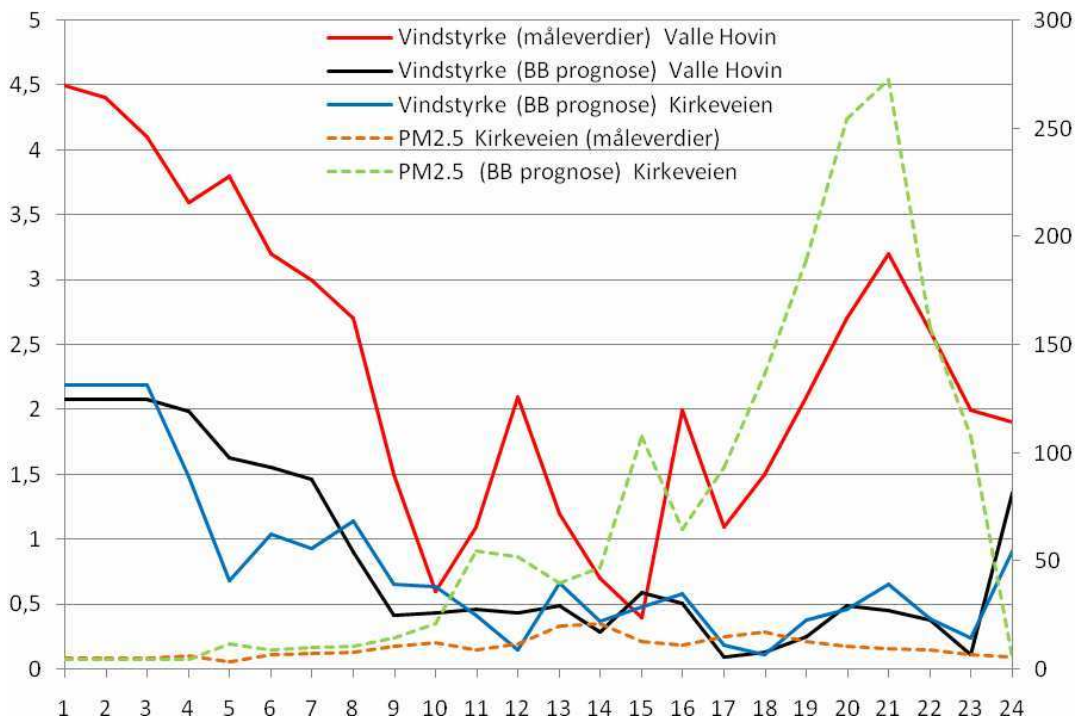
Figur 3.5a: Timeverdier av observert og beregnet PM_{2,5} konsentrasjon (angitt i µg/m³) ved gatestasjonen Kirkeveien i Oslo for januar og februar 2009.



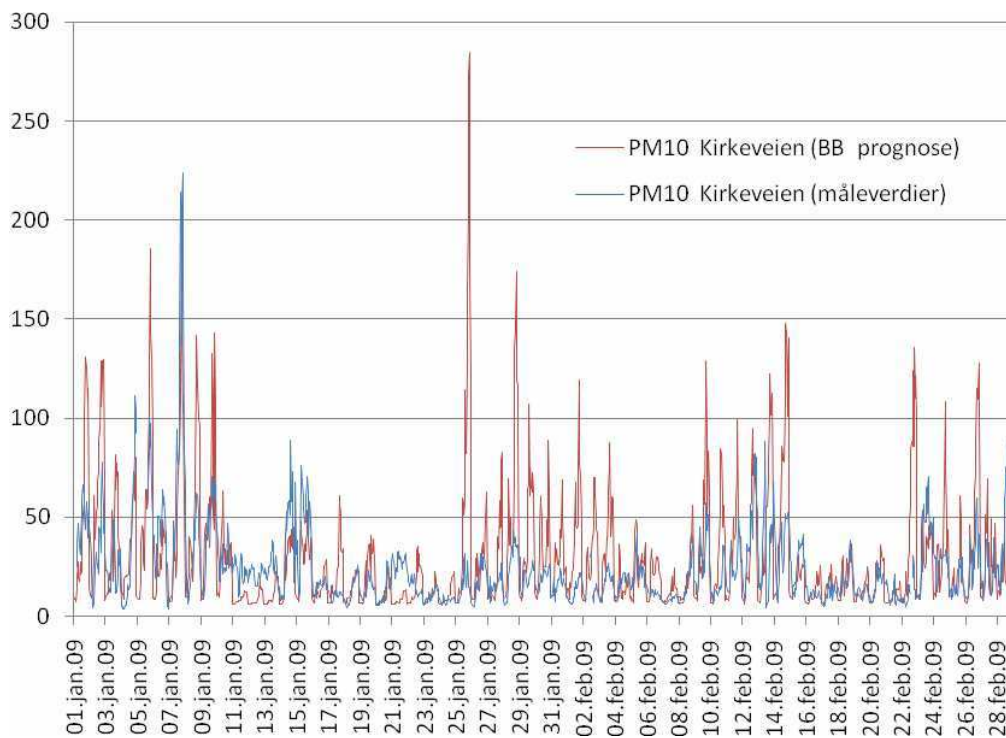
Figur 3.5b: Timeverdier av observert og beregnet PM_{2,5} konsentrasjon (angitt i µg/m³) ved gatestasjonen RV4, Aker sykehus i Oslo for januar og februar 2009.



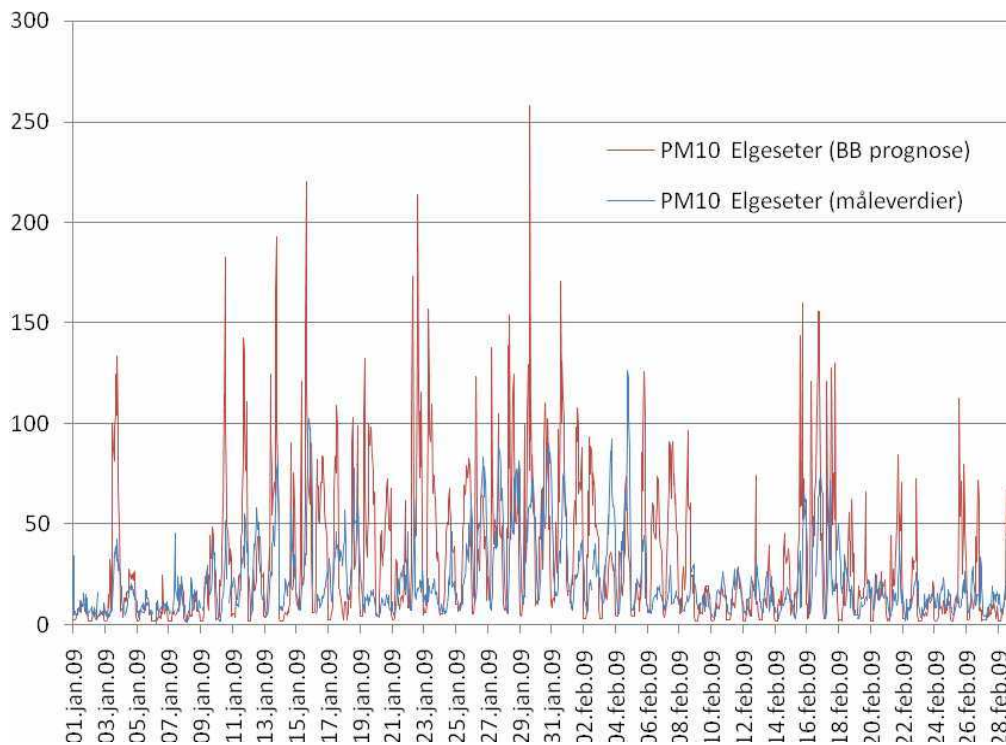
Figur 3.5c: Timeverdier av observert og beregnet PM_{2,5} konsentrasjon (angitt i µg/m³) ved gatestasjonen Elgeseter i Trondheim for januar og februar 2009.



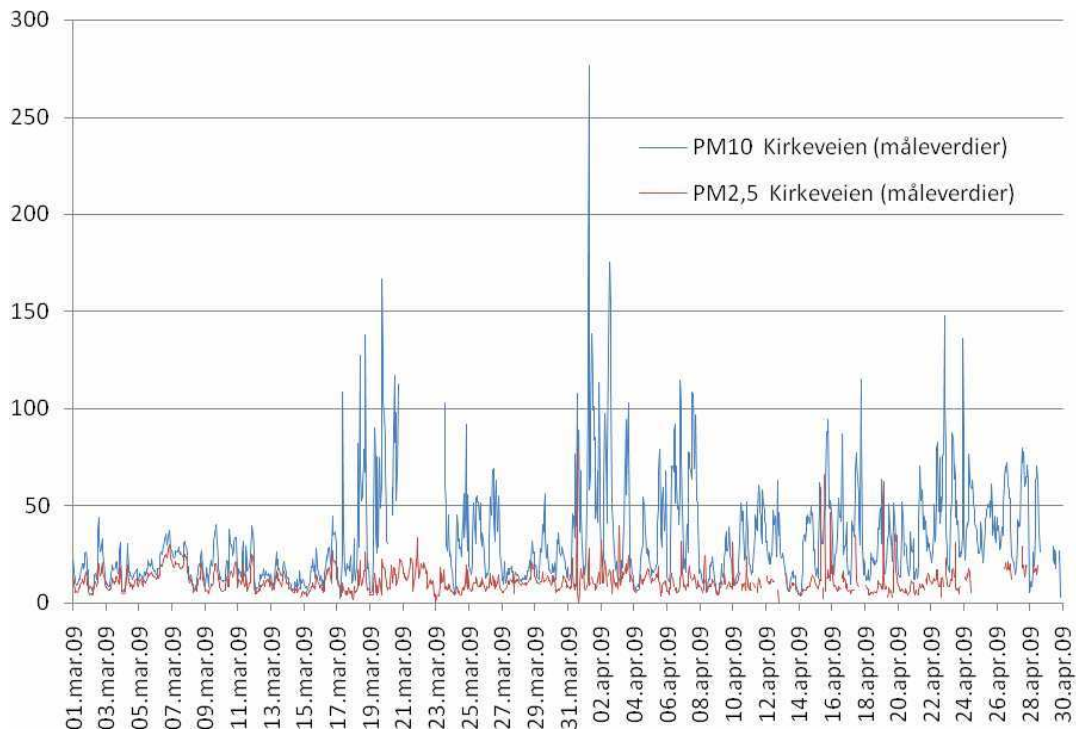
Figur 3.6: Timeverdier av observert (Valle Hovin) og beregnet (Valle Hovin og Kirkeveien) 10 m vindstyrke (m/s; venstre akse), og observert og beregnet PM_{2,5} konsentrasjon ved Kirkeveien (µg/m³; høyre akse) for timeverdiene gjennom døgnet 25. Januar 2009.



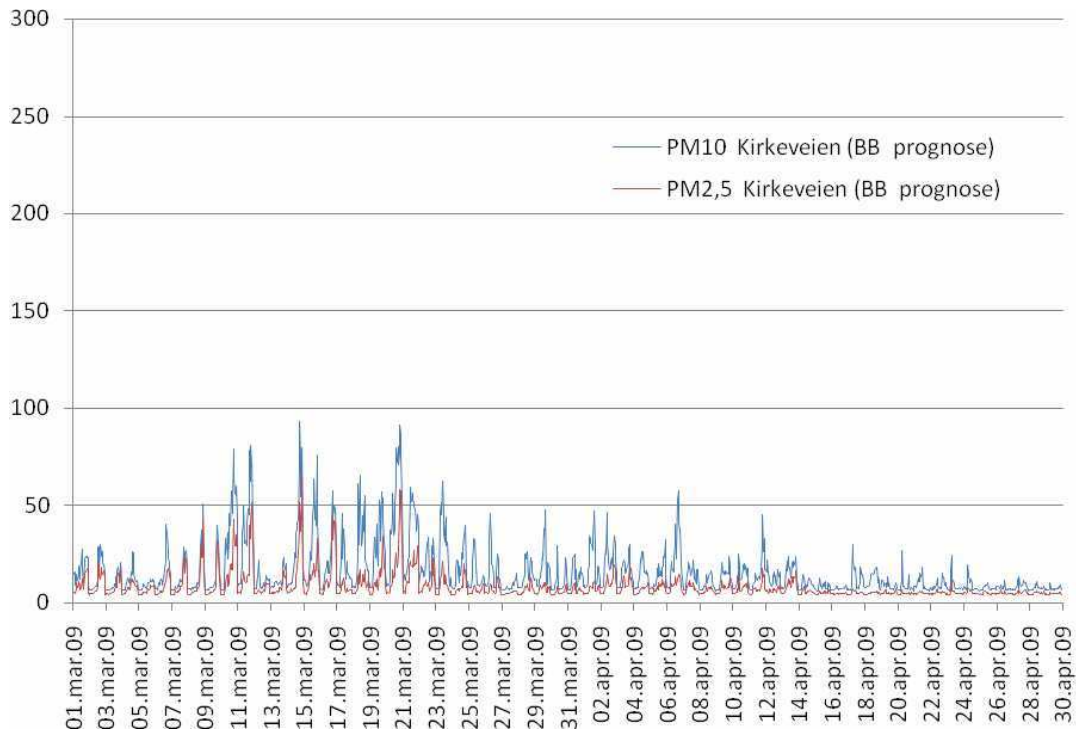
Figur 3.7: Timeverdier av observert og beregnet PM₁₀ konsentrasjon (angitt i µg/m³) ved gatestasjonen Kirkeveien i Oslo for januar og februar 2009.



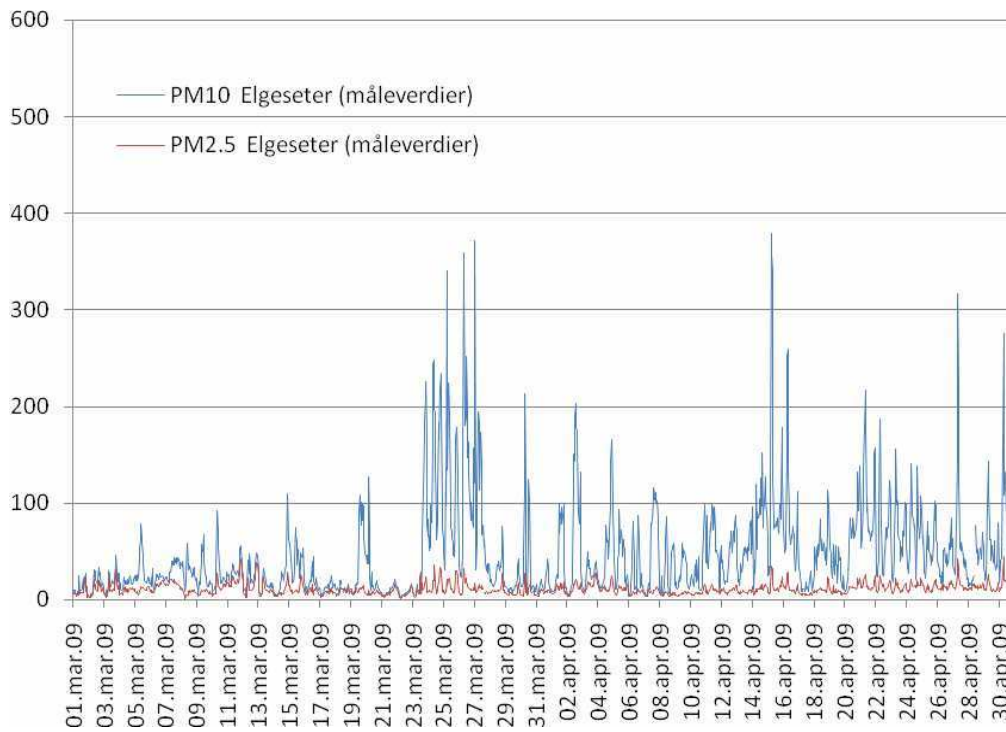
Figur 3.8: Timeverdier av observert og beregnet PM₁₀ konsentrasjon (angitt i µg/m³) ved gatestasjonen Elgeseter i Trondheim for januar og februar 2009.



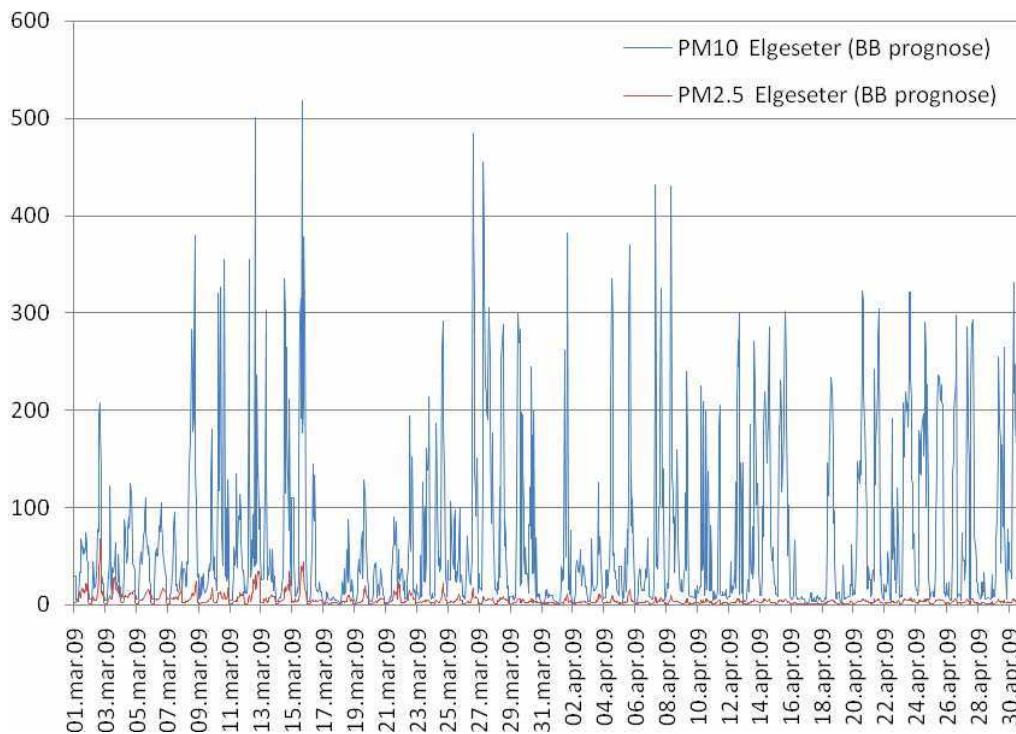
Figur 3.9a: Timeverdier av observerte PM₁₀ og PM_{2,5} nivåer (i µg/m³) ved gatestasjonen Kirkeveien i Oslo for mars og april 2009.



Figur 3.9b: Timeverdier av beregnede PM₁₀ og PM_{2,5} nivåer (i µg/m³) ved gatestasjonen Kirkeveien i Oslo for mars og april 2009.



Figur 3.10a: Timeverdier av observerte PM₁₀ og PM_{2,5} nivåer (i µg/m³) ved gatestasjonen Elgesetergate i Trondheim for mars og april 2009.



Figur 3.10b: Timeverdier av beregnede PM₁₀ og PM_{2,5} nivåer (i µg/m³) ved gatestasjonen Elgesetergate i Trondheim for mars og april 2009.

4. VURDERING AV DE METEOROLOGISKE PROGNOSENE

De meteorologiske prognosene gjennom sesongen er vist time for time i de tre sesongrapportene som er gjengitt i Appendix A - C. Her er også beregninger av statistikk på månedsbasis for alle observasjonspunkter. I Appendix D viser vi en serie figurer med beregnet statistikk over avviket mellom varslet temperatur i 2 m og vind i 10 m og målinger av samme. Statistikken gjelder for hele sesongen og omfatter alle Meteorologisk institutts målestasjoner i byene samt målinger fra målestasjonene Marienlyst og Gulskogen tilhørende Drammen kommune, Valle Hovin tilhørende Oslo kommune og Ulriken og Florida tilhørende Geofysisk institutt ved Universitetet i Bergen. Målingene fra Florida er tatt på taket av bygningen, 33 m over bakken, og supplerer derfor Meteorologisk institutts målinger fra samme sted.

Det er ikke valideringsdata for Tromsø, Lillehammer, Fredrikstad og Kristiansand. Årsaken er at modellberegningene for de store områdene bare har veiledende status, og at arkivering av data fra disse modellene derfor ikke har blitt prioritert.

Målinger av temperatur i høyde omkring 20 m er sammenlignet med temperaturprognoser fra modellens laveste nivå. Dette er 20 m der modellens topografi er 0 m over havet, og litt nærmere bakken over høyere topografi, pga sammenpressingen av modellnivåene. Det er ikke beregnet feilstatistikk mot målinger av temperatur i 10 m høyde. Vinden målt på Florida 33 m over bakken er sammenlignet med modellens vind i nivå 2, 50 m over bakken.

Valideringsresultatene kan oppsummeres i punktene under.

i) temperaturen er for lav i UM, og at denne feilen øker utover i prognosen samtidig som den varierer over døgnet med maksimal feil på ettermiddagen og kvelden.

ii) prognosene for vindhastigheten underestimerer vinden i Oslo Blindern og Valle Hovin og i Drammen Berskog og Gulskogen og i Bergen Florida, men ikke på de øvrige målestasjonene. For alle stasjonene unntatt Gulskogen gjelder det at gjennomsnittsfelen er mindre enn 1.5 m/s.

Disse prognosefeilene så vi også i fjorårets evaluering (Ødegaard m.fl. 2008). Da viste vi til tester der modelloppgraderinger har bidratt til en forbedring i områder med store feil. Disse testene har vi gjentatt i to perioder av årets sesong, november og januar, og får bekreftet resultatene fra de første testene.

Høye konsentrasjoner av forurensning får vi særlig når det er lite vind, derfor er kvaliteten av vindvarslene i disse situasjonene spesielt viktig. Den generelle verifikasjonen av vindvarslene domineres av de store tallene, men i forurensningsepisoder er selv små feil av betydning.

I Appendix D vises i figur D1 - D5 for hver av stasjonene innenfor byområdene hvordan alle data, observasjoner og prognoser, fordeler seg på vindhastighet. Antallet prognoser med liten vindhastighet er større enn antallet observasjoner med liten vindhastighet ved de fleste stasjonene. Unntaket er Drammen Berskog, Stavanger Kiellandsmyra, Skien Geiteryggen og Trondheim Voll, der det oftere observeres enn varsles vindhastighet mindre enn 0.5 m/s. På stasjonene i Oslo (Alna, Blindern og Valle Hovin), i Drammen (Berskog og Gulskogen) og i Bergen ser vi at den røde kurven ligger høyere enn den svarte i området 1 - 5 m/s, noe som betyr at modellen har flere tilfeller med vind i dette hastighetsområdet enn det som er observert. For Blindern og Valle Hovin varsles det for mange tilfeller med svak vind og dette kan være en av forklaringene på at AirQUIS overestimerer $PM_{2.5}$ i Kirkeveien (s. 4). Imidlertid er fordelingen i modellen mye nærmere fordelingen i observasjonene på Alna, og der har vi også en større positiv gjennomsnittsfel. Til tross for dette overestimeres $PM_{2.5}$ på Alna også. Gjennomsnittsfelen i modellen for tilfellene der det er observert vind mellom 0 og 0.5 m/s, mellom 0.5 og 1 m/s og mellom 1 og 2 m/s er også vist i tabellen under.

Vi har organisert vindobservasjonene etter vindstyrke og beregnet statistikk for vinddata gruppert etter observert vindhastighet. Statistikken omfatter alle timer i døgnet og prognoselengde fra 3 til 48 timer.

| Stasjon | obs < 0.5 | 0.5 < obs < 1 | 1 < obs < 2 |
|---------------|-----------|---------------|-------------|
| Alna | 0.97 | 0.63 | 0.06 |
| Blindern | 0.51 | 0.08 | -0.49 |
| Valle Hovin | 0.76 | 0.25 | -0.33 |
| Drammen | 0.85 | 0.43 | -0.25 |
| Marienlyst | 0.94 | 0.24 | -0.14 |
| Gulskogen | 0.82 | 0.28 | -0.37 |
| Skien | 1.69 | 1.10 | 0.43 |
| Kiellandsmyra | 1.62 | 1.05 | 0.57 |
| Bergen | 0.46 | 0.30 | -0.19 |
| Trondheim | 1.16 | 0.73 | 0.48 |

Forklaringen på at modellen kan ha for mange tilfeller med svak vind samtidig som den overestimerer svak vind finner vi ved å se på Appendix D Figur D6 - D15 som viser *treffrate*, *falsk alarm rate* og *falsk alarm ratio*. Formler for beregning av disse størrelsene er vist i Appendix E og *treffrate* er det samme som *sannsynlighet for oppdagelse (SFO)*. Når vi beregner *treffrate* for f.eks hendelsen vindhastighet < 0.5 m/s, er det forholdet mellom antallet riktige varsler for hendelsen og totalt antall observasjoner av hendelsen. *Falsk alarm rate* gir forholdet mellom antallet falske alarmer for hendelsen og totalt antall tilfeller der hendelsen ikke inntreffer (alle observasjoner av vind > 0.5 m/s). *Falsk alarm ratio* gir forholdet mellom antallet falske alarmer for hendelsen og totalt antall varsler for hendelsen.

Falsk alarm rate er liten, ofte nær 0, samtidig som *falsk alarm ratio* er stor for de svakeste vindene. *falsk alarm rate* vil ofte få liten verdi når hendelsen varsles sjelden, fordi antallet tilfeller der hendelsen ikke inntreffer er stort. Det er kanskje mer interessant å se hvor ofte vi kommer med falsk alarm i forhold til hvor ofte vi varsler svak vind. Dette kommer fram i *falsk alarm ratio*, og den er i alle tilfeller høyere enn *falsk alarm rate* for svak vind.

For sjeldne hendelser er *treffraten* ofte et forhold mellom to små tall; de tilfellene der hendelsen er både observert og varslet, og de tilfellene der hendelsen er observert, men ikke varslet. En alternativ *treffrate* som måler treff i forhold til hvor ofte hendelsen varsles, er gitt ved $1 - \text{falsk alarm ratio}$. Det kan illustreres med en speilvending av grafen for *falsk alarm ratio*.

På bakgrunn av denne tolkningen, viser grafene at svak vind (< 1/ms) er en relativt sjelden hendelse men som varsles oftere enn den observeres på flere stasjoner. Av de gangene det observeres svak vind, er det *treffraten* 0.65 eller mindre, mens i de tilfellene det varsles svak vind er *falsk alarm ratio* 0.6 - 1. Når vi ser på vind mellom 1 m/s og 2 m/s er *treffraten* økt til mellom 0.6 og 0.9, *falsk alarm ratio* er 0.4 eller mindre for alle stasjoner unntatt Gulskogen og Valle Hovin. *Falsk alarm rate* er økende for økende vindhastighet. Det er fordi det totale antallet tilfeller der hendelsen IKKE observeres, er lavere. For Berskog i Drammen beregnet UM bare noen få ganger sterkere vind enn 4 m/s.

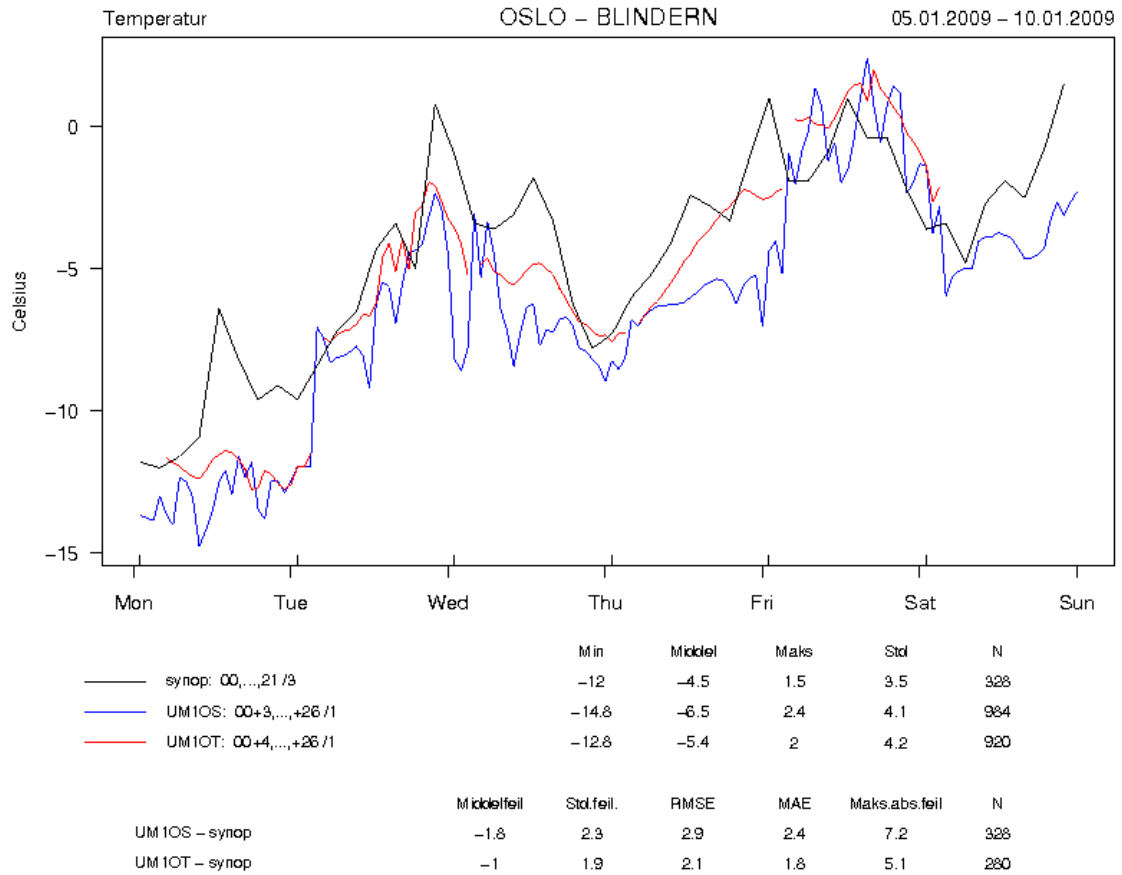
Oppsummert er kvaliteten varierende fra stasjon til stasjon, og den er dårligst for de svakeste vindene. At modellen har for mange tilfeller med svak vind, bidrar til problemene med varsling av $PM_{2,5}$.

4.1 Oppgraderinger av den meteorologiske modellen

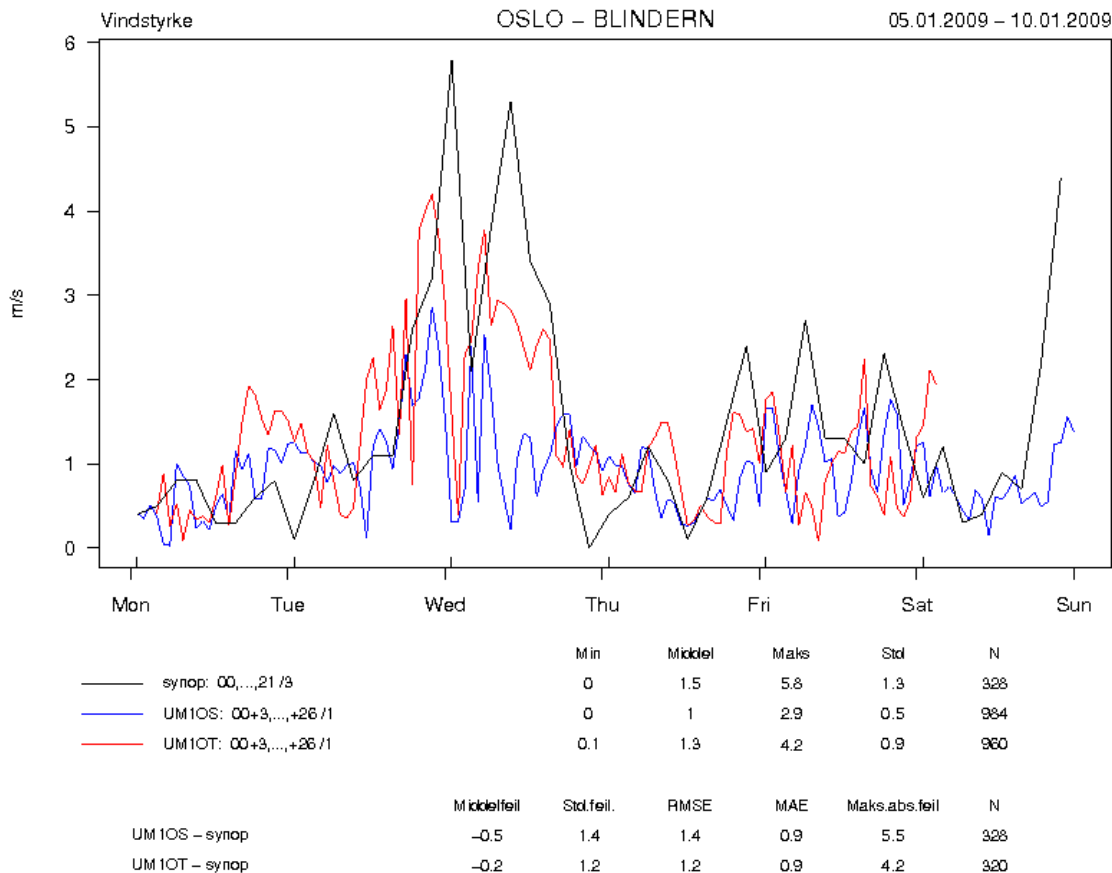
UM 4km har en negativ bias i temperaturen på norske innlandsstasjoner om vinteren (Bremnes og Homleid, 2009). Dette er konsistent med resultatene fra verifikasjonen av UM 1km for Bedre byluft. For UM 4km har feilen blitt noe redusert siste vinter sammenlignet med vinteren 2007-2008. Forbedringen skyldes innføring av fire endringer i modellen: i) å innføre delvis snødekke i modellen, ii) ved å innføre en mer effektiv blanding av lufta nær bakken med lufta høyere i atmosfæren, iii) ved å plassere modellens snødekke på bakken i stedet for på trærne, der den viktigste energiutvekslingen mellom bakken og atmosfæren foregår og iv) ved å la temperaturen i 2 m avhenge mindre av temperaturen på bakken når atmosfæren er svært stabil. De tre første endringene vil ha innflytelse på alle modellfeltene som går inn i AirQUIS. Prognosene for temperatur i 2 m vil være påvirket av alle endringene, og det er denne vi verifiserer mot målt temperatur. Mer effektiv blanding av lufta nær bakken med luft høyere opp fører også til at modellens vindhastighet nær bakken øker noe.

Endringene som ble innført i UM 4km har nå blitt testet i 1 km over tre perioder: mars-april 2008, november 2008 og januar 2009. Resultatet av disse testene er at biasen i temperatur reduseres og at tilfeller med varslet vind for svak forbedres.

Figur 4.1 og 4.2 viser temperatur og vind fra Oslo Blindern for perioden 5. -10. januar 2009, observasjoner og prognoser fra UM med (UM1OT) og uten (UM1OS) oppgraderinger. Dette er perioden da det ble målt høye NO_2 -konsentrasjoner i Oslo, og som er nærmere analysert i kapittel 3. Gjennomsnittsfeil og standardavvik av feilen er redusert for både vind og temperatur med den oppgraderte modellen.



Figur 4.1: Tidsserier av temperatur observert på Blindern (svart), fra UM 1km Oslo, operasjonell versjon, UM1OS (blå) og eksperimentversjon, UM1OT (rød).



Figur 4.2: Tidsserier av vindhastighet observert på Blindern (svart), fra UM 1km Oslo, operasjonell versjon, UM1OS (blå) og eksperimentversjon, UM1OT (rød).

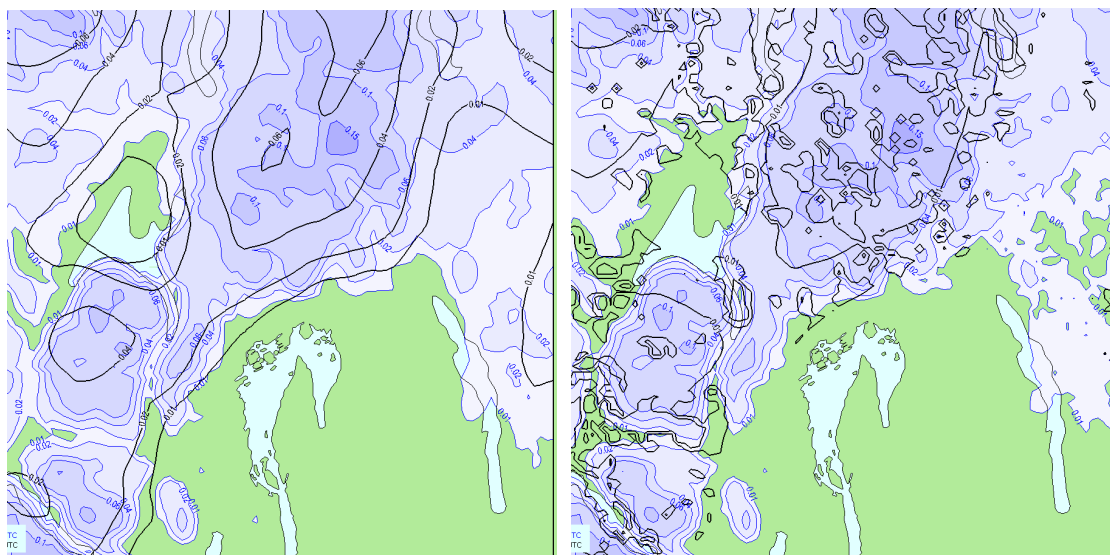
Testene har også vist at oppgraderingen ga problemer for regulariteten til modellen. Regulariteten er nå betydelig bedre etter at met.no og brukerstøtten ved tungregneanlegget på Norges Teknisk-naturvitenskaplige Universitet (NTNU) la ned en innsats for å finne årsaken til problemene. Samtidig tok UK Met Office i bruk sin nye tungregnemaskin fra IBM, og arbeidet parallelt med å løse problemene for UM på denne maskintypen. Den demonstrerte oppgraderingen av UM-modellen er gjennomført etter sesongslutt og vil være operativ i neste varslingsesong.

4.2 Snødata i 1km oppløsning

Informasjon om snødekket på bakken kan ha stor betydning for de meteorologiske prognosene. I Bedre byluft har det tidligere vært gjort forsøk med å bruke satellittdata for å få et detaljert snøfelt til modellene. Et nytt datasett er nå tilgjengelig fra seNorge (<http://www.senorge.no/>). Snødybde data er basert på tradisjonelle observasjoner av temperatur og nedbør som inngangsverdi til en snømodell. Her er snødybde tilgjengelig i et 1 x 1 km gitter i UTM-koordinater. Programmer som tilrettelegger dataene for UM er utviklet og testet, bl.a. inngår de i modellkjøringene for episoden 5. □9. januar i Oslo (se over).

Snøfeltene som er benyttet i de operasjonelle kjøringene er hentet fra HIRLAM med 8 km oppløsning. Figur 4.3 viser snøfeltet i operasjonell UM1 for Oslo og fra seNorge tilrettelagt for UM1. For den aktuelle episoden er det snøfritt i de lavere delene av Oslo i begge datasettene. Imidlertid er snøfeltet fra HIRLAM i dårlig balanse med modellens temperatur,

for snømengden reduseres mye etter bare en times prognose. Punkt (iii) i endringene for modellen som er beskrevet over har betydning for hvor raskt snøen smelter, og derfor bevares snøfeltet bedre i testkjøringen.



Figur 4.3: UM 1km Oslo, snødybde i vannekvivalent (m) fra seNorge (blått felt) og HIRLAM 8km (svarte konturer) ved prognosens starttidspunkt (venstre) og etter en time (høyre).

5. VURDERING AV LUFTKVALITETSVARSLERNE TIL PUBLIKUM

Varslene til publikum er gitt i varslingsklasser som beskriver luftkvaliteten som *bra/nokså bra/dårlig/svært dårlig*. Regelen er at varslet nivå skal reflektere høyeste varslingsklasse uavhengig av kjemisk komponent. Det innebærer at det skal varsles dårlig luftkvalitet dersom det er ventet at f.eks. NO₂-nivået skal overskride grenseverdien for dårlig luftkvalitet, selv om det er ventet lavere konsentrasjoner av PM₁₀ og PM_{2,5}.

Verifikasjonen av dette varslingsproduktet har vært basert på tabeller for treff i varslingsklasser utarbeidet for hver av de tre komponentene. Resultatene i form av Sannsynlighet for oppdagelse (SFO) og Falsk alarm rate (FAR) for varsling av episoder med *nokså bra/dårlig/svært dårlig* luftkvalitet er vist i figur 5.1. Beregningen av SFO og FAR er vist i Appendix E.

Dette er første fulle sesong med prognoser for Fredrikstad, Kristiansand, Lillehammer og Tromsø. Varslingen for de tre førstnevnte byene startet ikke før slutten av mars i fjor. SFO har økt i varslingen for seks av byene i prosjektet, men har blitt markert lavere for Fredrikstad, Grenland, Kristiansand og Lillehammer. For Oslo, Stavanger og Tromsø har det vært en forbedring med hensyn på FAR. FAR er høyere enn SFO for mange av byene: Bergen, Fredrikstad, Grenland, Kristiansand, Lillehammer og Stavanger.

Kvaliteten på varslene varierer mye fra by til by, og årsakene kan være forskjellige. Der Meteorologisk institutt står for varslingen, er dette et gjøremål blant mange og i perioder vil nok konkurranse om tidsbruk føre til at arbeidet med varslene ikke gis nok tid.

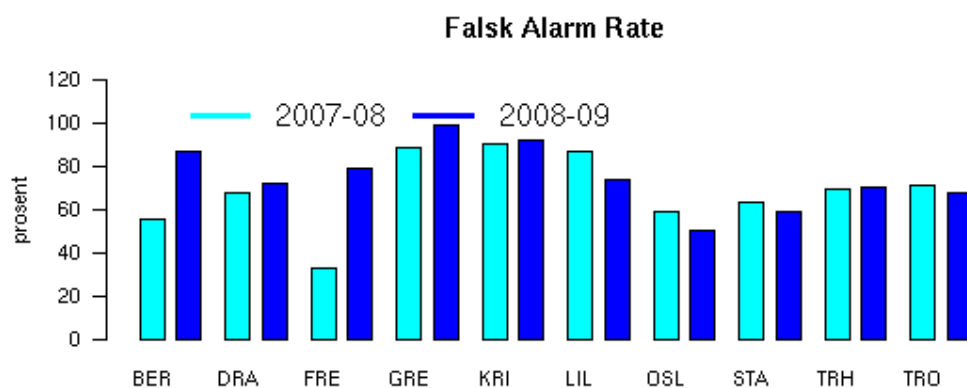
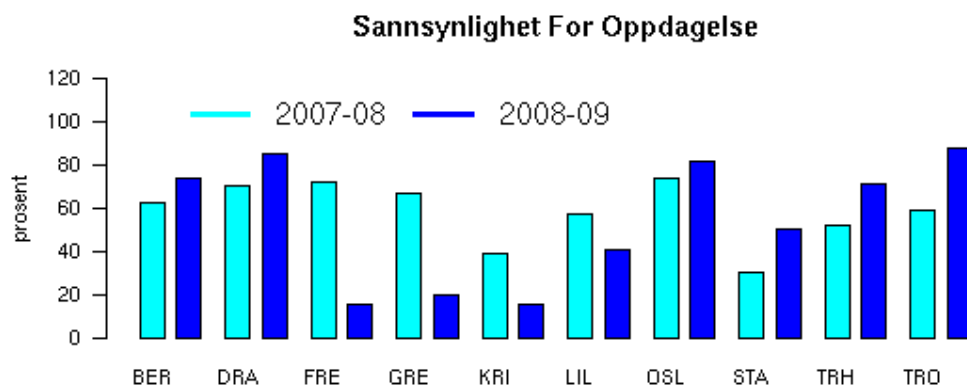
De varslene som Værvarslingsavdelingen utarbeider, gjelder for byer der de fleste meteorologene ikke har gode nok detaljkunnskaper om lokalklima og forurensingskilder. Meteorologiske måledata mangler for byområdene i Fredrikstad og Kristiansand. Vintersesongene kan variere mye fra år til år, og det vil være nødvendig med flere års erfaring før sammenhengene mellom vær-situasjon og dårlig luftkvalitet er tilfredsstillende klarlagt.

Det vil alltid være en vurdering fra varslerne om hvilket sted/område av byen det skal varsles for. Er det der målestasjonen(e) befinner seg? Er det ekstremverdien (for hvilken parameter) som skal varsles, uansett hvor i varslingsområdet den dårlige luftkvaliteten ventes å forekomme? Slike forhold påvirker muligheten for å validere kvaliteten på varslene.

Tekniske problemer med UM har ført til uregelmessigheter i modellkjøringene, spesielt har UM for Sør-Norge feilet mange ganger. Meteorologene ved Værvarslingsavdelingen i Oslo har derfor ikke hatt optimal tilgang på detaljerte værprognoser for Lillehammer, Fredrikstad og Kristiansand. UM for Nord-Norge har hatt god regularitet.

En metode for sammenfatning av statistikk for de subjektive varslene bør utarbeides med sikte på å overvåke utviklingen i varselkvaliteten. Det må tas hensyn til hvordan varslingen utføres, med ett varsel for neste dag som gjelder for luftkvalitet generelt uavhengig av kjemisk komponent og tid på døgnet. Siden treff-tabellene er utarbeidet for hver enkelt komponent, er det nødvendig å gå dypere inn i datagrunnlaget for verifikasjonen, for å sikre at statistikken beskriver kvaliteten av varslene på en korrekt måte.

Den omfattende evalueringen fra Tromsø gir et godt bilde av varselkvaliteten. Evalueringen omfatter bare PM₁₀, derfor kan vi se bort fra den kompliserende faktoren med at varselet skal sammenfatte varslingsklasser fra ulike komponenter.



Figur 5.1: SFO og FAR for sesongen 2007-2008 og 2008-2009 for alle byene (BER=Bergen, DRA=Drammen, FRE=Fredrikstad, GRE=Grenland, KRI=Kristiansand, LIL=Lillehammer, OSL=Oslo, STA=Stavanger, TRH=Trondheim, TRO=Tromsø)

5.1 Evaluering Bedre byluft i Tromsø sesongen 2008-2009

Sesongens første varsel ble utstedt for 28.10.08, mens sesongen ble avsluttet med et varsel for 17.05.09. Årsaken til oppstartsdato var værrelatert. Vi startet varsling når været medførte at folk måtte skifte til vinterdekk. Avslutning ble satt av historiske årsaker, fram til 17. mai er det tidligere observert høye verdier, aldri etter 17. mai. Årsaken til dette kan ligge i den grundige opprydningsprosessen i gatene før 17. mai-feiringen.

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 sesongene vi har varslet, registrert en del parametere som vi har brukt for å beregne luftkvaliteten. Tilsvarende har vi registrert 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 vil få systematisert før neste sesong. Disse dataene er også brukt for å presentere dataene i denne foreløpige rapporten.

Målestasjoner

I Tromsø er det to målestasjoner, Hansjordnesbukta måler NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$, mens Tverrforbindelsen kun måler PM_{10} . Denne vinteren har målingene av NO_2 i lengre tid vært ute av drift (fig. 5.2). I tillegg har Tverrforbindelsen vært ute en lang periode (fig 8). Dette har medført at vi har hatt begrensede evalueringsmuligheter. Det er PM_{10} som er det største samfunnsproblemet i Tromsø, og stasjonen i Hansjordnesbukta (fig. 5.3) er den stasjonen som historisk har de fleste høye målinger av PM_{10} -nivå. Denne rapporten tar derfor kun for seg varsling og evaluering av PM_{10} -nivået i Tromsø. Målinger hvor Stasjonen på Tverrforbindelsen har høyere verdier enn tilsvarende for Hansjordnesbukta, er disse brukt i evalueringen.



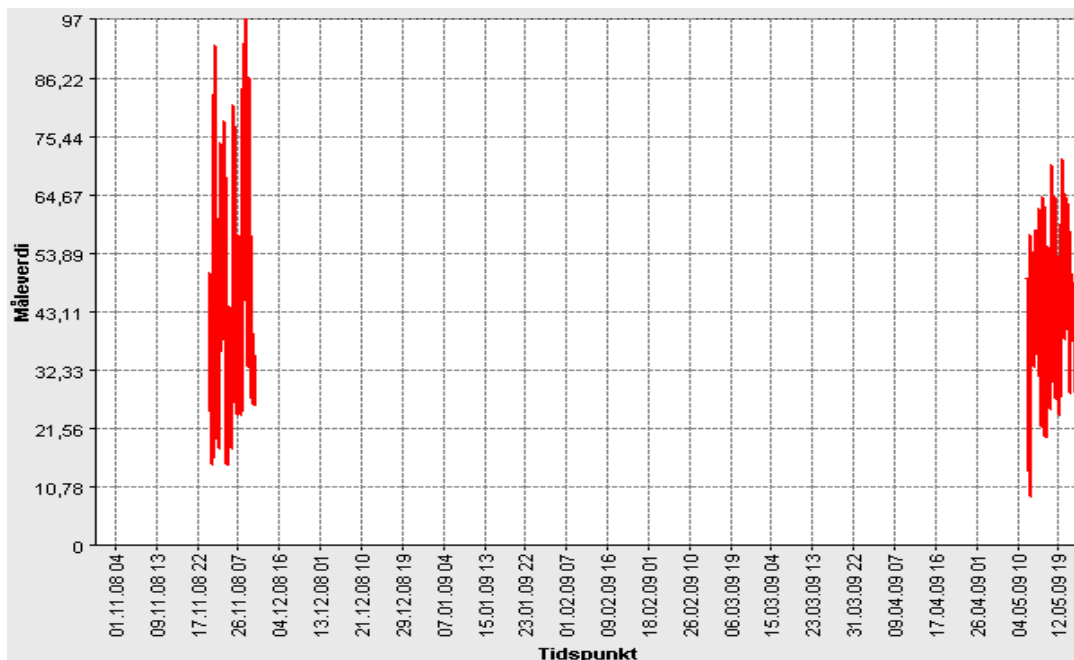
Figur 5.2: Målestasjonen i Hansjordnesbukta, er lokalisert i et svært trafikkert område sentralt i Tromsø. Verdiene fra denne stasjonen er antatt å representere maksimalverdier for Tromsø.



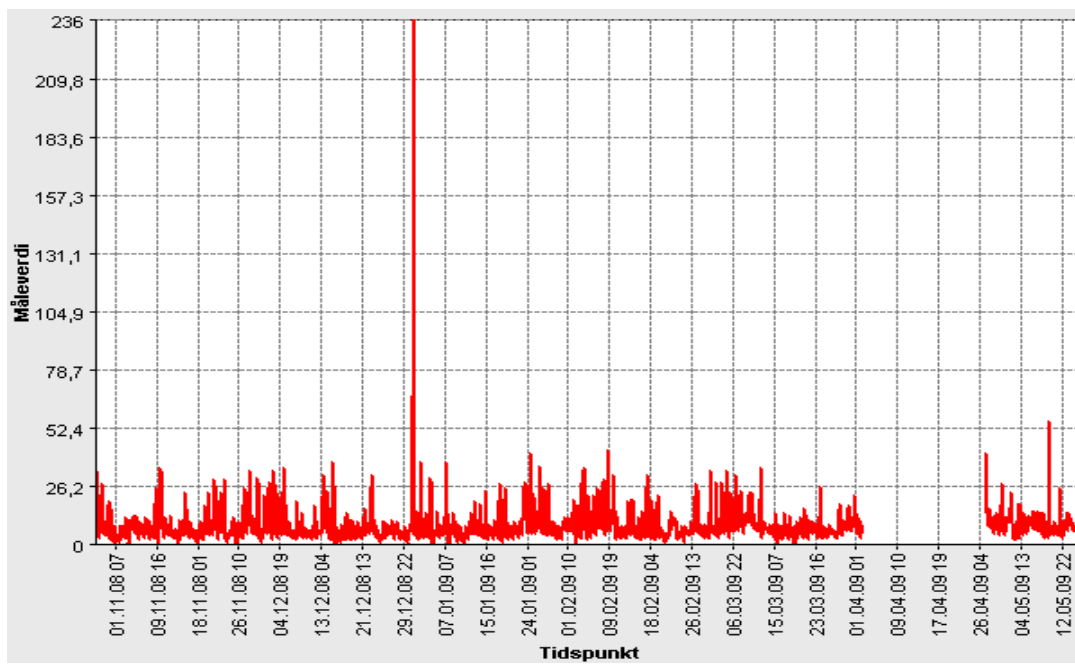
Figur 5.3: Målestasjonen ved Tverrforbindelsen er plassert mellom en trafikkert vei og et boligområde.

Resultater

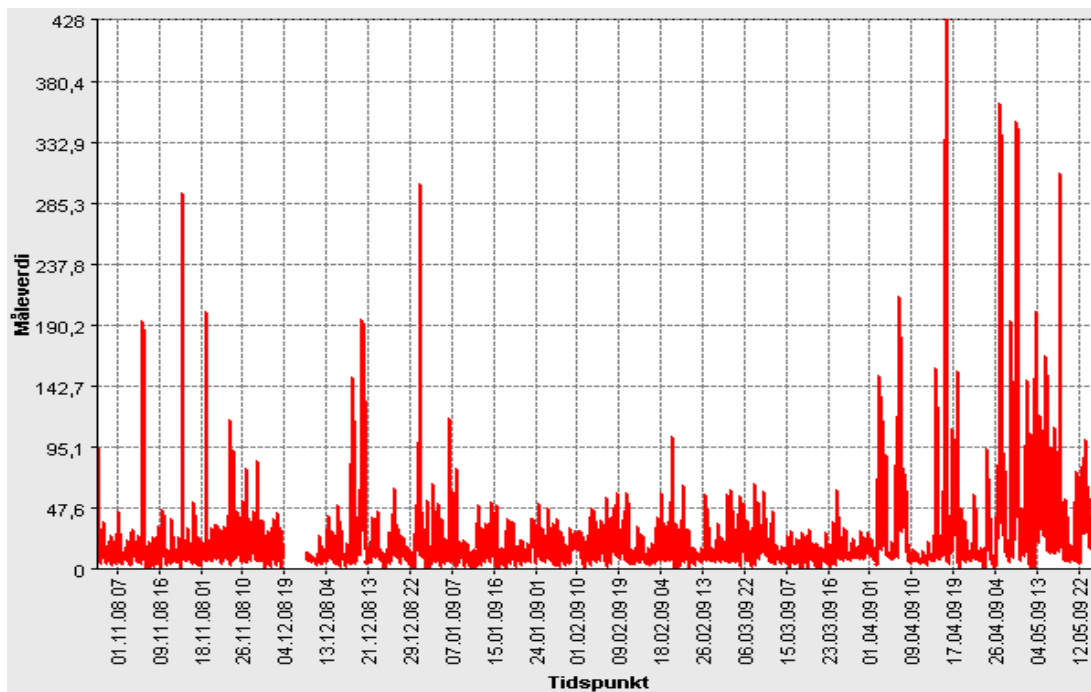
Varslingsperioden besto av i alt 197 dager, hver dag med 6 varslingstidspunkt. Fratrullet tidspunkt hvor varslet verdi eller evaluert verdi mangler, ender vi opp med 1139 sammenlignbare tidspunkt denne sesongen.



Figur 5.4: NO₂-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2008-2009.

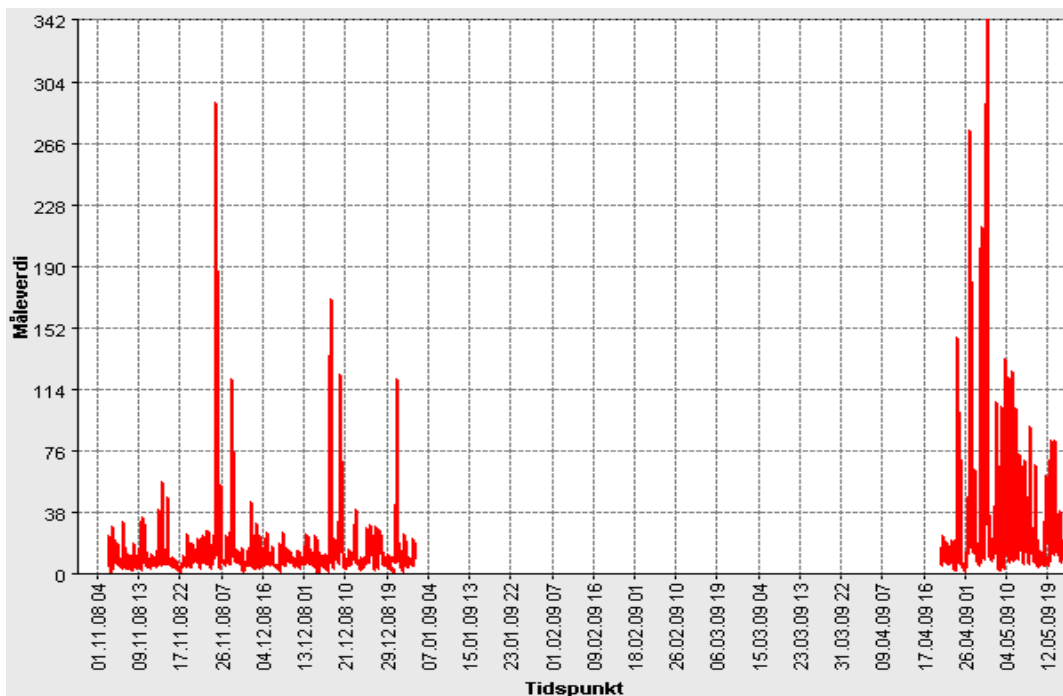


Figur 5.5: PM_{2,5}-målinger (timesverdi) i Hansjordnesbukta sesongen 2008-2009.

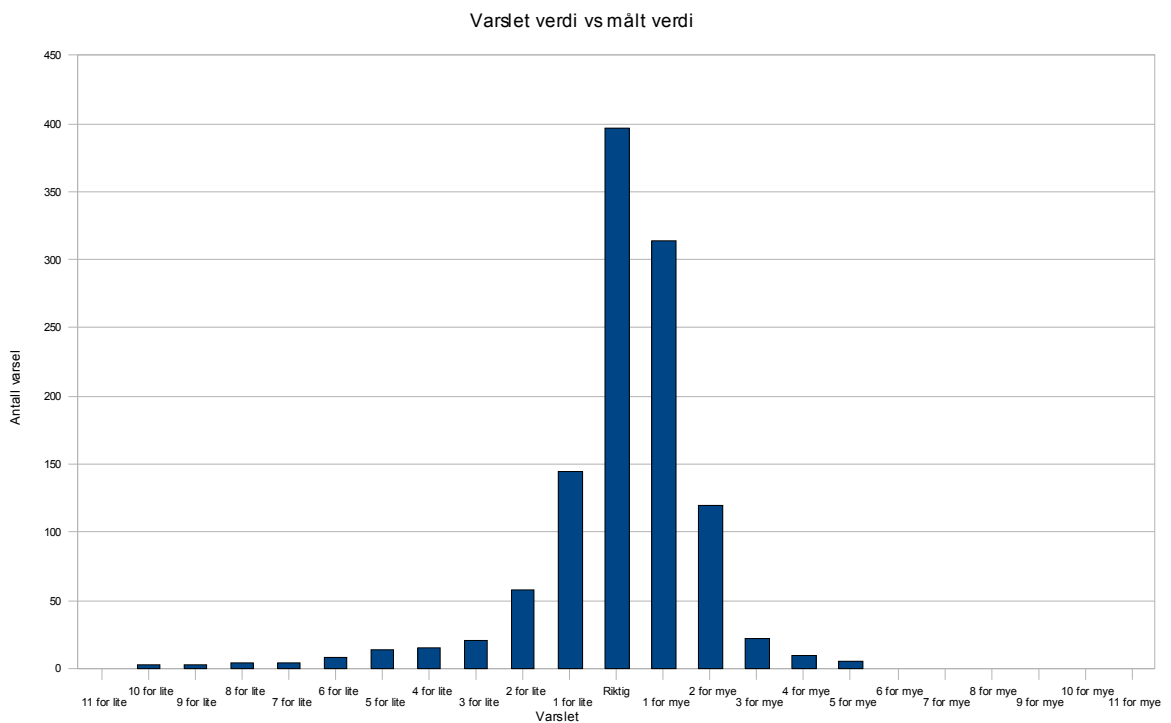


Figur 5.6: PM₁₀-målinger (timesverdi) i Hansjordnesbukta sesongen 2008-2009.

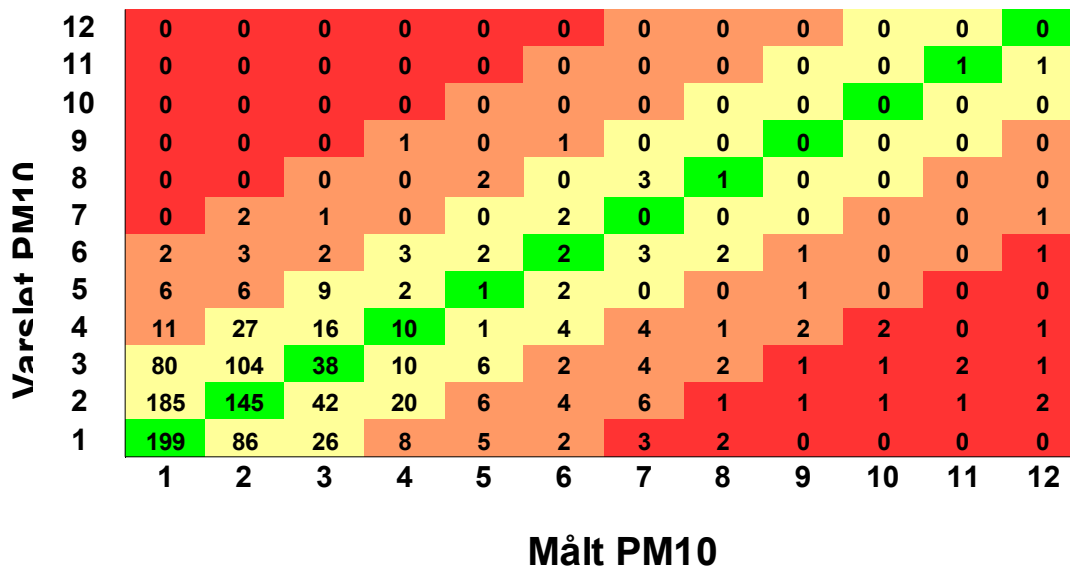
Denne sesongen var det ingen NO₂-målinger som lå over «god» luftkvalitet (fig 5.4). Bortsett fra nyttårsaften, var det denne sesongen kun 1 timesverdi av PM_{2,5} som lå over *nokså god* luftkvalitet (fig.5.5). For PM₁₀ er det flere målinger med høye verdier, både i Hansjordnesbukta (fig. 5.8) og på Tverrforbindingen (fig.5.9)



Figur 5.7: PM₁₀-målinger (timesverdi) på Tverrrforbindelsen sesongen 2008-2009.



Figur 5.8: Varslet PM₁₀-nivå (timesverdi) målt mot observert PM₁₀-nivå (n=1139)



Figur 5.9: Fordeling av varslet PM₁₀ og observert PM₁₀. Grønn = korrekt varslet, Gul = 1-2 nivåer feil varslet, Oransje = 3-5 nivåer feil varslet, Rød = >5 nivåer feil varslet.

Av totalt 1139 sammenlignbare varslingstidspunkt ble det varslet i laveste kategori (god luftkvalitet) 996 ganger (87,45 %). Samme kategori ble observert 990 (86,92 %) ganger.

Totalt 397 tidspunkt (34,86 %) ble varslet helt korrekt, 1033 tidspunkt (90,69 %) er innenfor +/- 2 nivåer. 37 tidspunkt (3,25 %) ble varslet >2 nivåer høyere enn observert nivå. Ingen av disse var >5 nivåer for høye. 69 tidspunkt (6,06 %) ble varslet >2 nivåer lavere enn observert nivå. Største bom var 10 nivåer lavere varslet enn observert nivå, varslet nivå 2, observert nivå 12. (fig. 5.8 og 5.9)

Diskusjon

Sammenligningen viser at det i all hovedsak (86,92 %) av tiden er god luftkvalitet i Tromsø, og at vi i all hovedsak treffer bra med varslene (90,69 % innenfor 2 nivåer). Dette mener jeg er et bra resultat. Ufordringen ligger i å treffe bedre dagene med høye PM₁₀-nivåer. Nivå 10 eller høyere er kun varslet to ganger, mens nivå 10 eller høyere er observert 14 ganger.

Høye PM₁₀-verdier har vist seg gjennom flere års målinger å være et problem om høsten frem til det kommer snø av betydning, samt etter at sola har begynt å ta tak og varme opp veibanen. Dette medfører at i perioden fra ca jul til ca 20. mars ikke er aktuelt å varsle høye PM₁₀-verdier. Etter ca 20. mars er PM₁₀-nivåene svært avhengig av værforhold, især om veibanen er tørr eller ikke, sammen med trafikkmengden. Vi er på dette tidspunkt svært vant med å varsle lave verdier, og lykkes med det, slik at vi er litt forsiktige i anslaget i starten. Dette ville antakelig vært lettere å unngå med en velfungerende AirQUIS-modell.

Vi har også tilfeller hvor det er varslet nedbør, hvor denne har uteblitt. Dette har erfaringsmessig store konsekvenser for PM₁₀-nivået. Andre årsaker er gravevirksomhet og bortkjøring av masse i nærheten av målestasjonen i Hansjordnesbukta, som med all sannsynlighet har bidratt til høye verdier. Dette er især påpekt av Tromsø Kommune i forbindelse med oppstart av bygging av ny brannstasjon i Hansjordnesbukta 16. april. Rutiner for bortkjøring ble strammet inn etter denne dagen.

6. OPPSUMMERING OG ANBEFALINGER

Grensesnittet mellom AirQUIS og UM er oppgradert (Ødegaard m.fl. 2008) før sesongen startet. Det nye grensesnittet unngår interpolasjon av data vertikalt og dermed reduksjon i vindhastigheten som ga overestimering av $PM_{2,5}$ i forrige sesong.

Oppsummert finner vi at AirQUIS underestimerer NO_2 når det er kraftige episoder. $PM_{2,5}$ overestimeres fortsatt noe i fyringssesongen, og noen ganger så mye at også PM_{10} overestimeres. Prognosene underestimerer PM_{10} i forbindelse med store mengder veistøv.

UM har en generell underestimering av temperatur og vindstyrke. Imidlertid overestimeres den svakeste vinden, og modellen har lav treff for oppfangning av episoder med veldig svak vind (mindre enn 1 m/s).

Verifikasjon av publikumsvarslene viser tildels svært høy *Falsk Alarm Rate*. Det er imidlertid mulig at metoden som benyttes for å beregne treff i luftkvalitet fra måledata for tre kjemiske komponenter ikke gir et riktig bilde av kvaliteten.

I all hovedsak (86,92 %) av tiden er det god luftkvalitet i Tromsø, og varslene treffer bra (90,69 % innenfor 2 nivåer). Ufordringen ligger i å treffe bedre dagene med høye PM_{10} -nivåer.

Ved Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) kjøres daglig en snømodell med observasjoner av nedbør og temperatur fra Meteorologisk institutt. Snødata er tilrettelagt for UM og testet i en periode for Oslo-området sammen med en oppgradert modellversjon som behandler snøen på en bedre måte. Resultatene er positive.

6.1 Anbefalinger for spredningsmodellen

NO_2 : I linjekildemodellen som benyttes for å beskrive de sterke konsentrasjonsgradientene nær hovedveinettet, er det lagt inn en minimumsgrense for tillatt vindstyrke på 1 m/s. Dette er nødvendig, fordi modellen anvender en Gaussisk spredningsformel som gir konsentrasjonsverdier som øker proporsjonalt med $1/vindstyrken$. Dette betyr at konsentrasjonsverdiene går mot uendelig når vindstyrken går mot null. NO_2 -resultatene fra UM/AirQUIS systemet kan tyde på at minimumsverdien bør senkes. Dette vil virke selektivt inn på beregningene veinært, og bidra til at prognoseverdiene responderer mer i overensstemmelse med NO_2 -observasjonene i svakvindsituasjoner. Hvor lavt minimumsverdien bør sette kan først bestemmes etter en mer detaljert undersøkelse av hvordan både beregnede NO_2 og NO_X -nivåer stemmer med observasjoner på en lang rekke målestasjoner.

Bruken av de klimatologiske ozonverdiene i prognosene reduserer noe av den naturlige dag til dag variasjonen i NO_2 nivåene, og for å redusere effekten av denne feilkilden burde bakgrunnsverdiene hentes fra regionale prognosemodeller for luftkvalitet.

I situasjonene med kraftig underestimering reagerer trolig all tilgjengelig O_3 med NO i modellen, og ytterligere konsentrasjonsøkning av NO_2 vil dermed bare komme fra direkteutslippet av NO_2 . I en slik situasjon vil modellen beregne for lave NO_2 -nivåer dersom NO_2 andelen i NO_X -utslippet er for lavt. Nyere studier har vist at denne andelen er økende og utslippsmodulen i prognosemodellen bør dermed kontinuerlig oppdateres med hensyn på dette.

$PM_{2,5}$: Oppgradering av grensesnittet mellom UM og AirQUIS fjernet den store positive biasen i prognosene for $PM_{2,5}$ som vi hadde i sesongen 2007-08.

Overestimeringen er mest markert i svakvindsperioder, men siden overestimeringen er så tydelig gjennom hele perioden, er det rimelig å mistenke at de benyttede utslippene fra vedfyringen, som er hovedkilden i dette området, er for høye. Dette er også bekreftet i nylig

gjennomførte studier av kildebidrag til $PM_{2,5}$ i Oslo, som tyder på at det foreliggende anslaget av partikkelutslippet fra vedfyring i Oslo bør halveres (Laupsa et al., 2008).

prognosen for $PM_{2,5}$ fortsatt vært altfor høy utover kvelden den 25. Januar, og hovedårsaken til overestimeringen skyldes nok underestimeringen av vindstyrken. Siden disse høye konsentrasjonsnivåene beregnes i den Eulerske grid-modellen i AirQUIS, og ikke i linjekilde-modellen, bør det vurderes å legge inn en økt grad av minimumsspredning i Euler-modellen. Dette vil virke selektivt reduserende på ekstreme maksimumsverdier av den type som modellen beregner denne kvelden. En justering av minimumsspredningen kan imidlertid først gjennomføres etter at vedfyringsutslippet er korrigert, slik at vi ikke kompenserer overestimerte utslipp med kunstig sterk fortykning i modellen.

PM_{10} : I forbindelse med tidligere PM_{10} beregninger for vinter- og vårsesonger i norske byer har det vist seg nødvendig å oppjustere kildestyrken for veistøvet i disse vårperiodene. I de siste sesongene har en tilsvarende justering også blitt gjennomført for varslingsystemet i Bedre Byluft. Justeringen av kildestyrken er blitt implementert manuelt for hver by dersom en markant økning av forholdet mellom observert PM_{10} og $PM_{2,5}$ oppstår på gatestasjonene på vårparten. Det bør her påpekes at det foreløpig ikke er laget noen generell metodebeskrivelse for hvordan veistøvutslippet skal justeres i varslingsystemet. En slik metodebeskrivelse bør utarbeides, slik at ulike byer kan benytte egne empirisk baserte justeringsfaktorer.

Anbefalinger for den meteorologiske modellen:

Vi har også tilfeller hvor det er varslet nedbør, hvor denne har uteblitt. Dette har erfaringsmessig store konsekvenser for PM_{10} -nivået.

6.2 Anbefalinger for den meteorologiske modellen

Etter oppgraderingen som ble gjort etter sesongslutt, forventes det at feilene som er rapportert for siste sesong er blitt mindre. Etter en ny sesong med oppgradert modell vil vi ha verifikasjonsresultater som eventuelt kan bekrefte det.

Nedbørprognosene har fått lite oppmerksomhet i evalueringsrapportene. I Tromsø er det gjort erfaringer med at nedbørprognosene er viktige i varslingen av veistøv (PM_{10}). Ved Værvarslinga for Nord-Norge har man tilgang til flere meteorologiske prognoser enn bare UM 1km. En sammenligning av feil nedbørprognosene fra flere modeller kan gi en veiledning for de som utarbeider varslene. For nedbør gjelder det tilsvarende som for vind, at det er relativt små mengder som har betydning for luftkvaliteten. Verifikasjon av nedbør bør legge vekt på skillet mellom nedbør og oppholdsvær.

6.3 Anbefalinger for varslingsystemet

Det kan vurderes om det er mulig å starte AirQUIS-beregninger for Tromsø. Dette kan gjøre det lettere å varsle riktig PM_{10} -nivå om våren.

En metode for sammenfatning av statistikk for de subjektive varslene bør utarbeides med sikte på å overvåke utviklingen i varselkvaliteten. Det må tas hensyn til hvordan varslingen utføres, med ett varsel for neste dag som gjelder for luftkvalitet generelt uavhengig av kjemisk komponent og tid på døgnet.

REFERANSER

- Bremnes, J.B. and M. Homleid (2009) Verification of Operational Numerical Weather Prediction Models March to May 2009. met.no note 17/2009 Meteorologisk institutt. http://met.no/Forskning/Publikasjoner/filestore/report_200903-200905.pdf
- Laupsa, H., Denby, B., Larssen, S. and Schaug, J. (2008). Source apportionment of particulate matter (PM_{2,5}) in urban areas using dispersion, receptor and inverse modelling. In press, Atmospheric Environment.
- Laupsa, H., Tønnesen, D.A., Krognnes, T., Bruno, M. and Walker, S.E. (2005). Dispersion and exposure calculation of PM₁₀, NO₂ and benzene for Oslo, Trondheim and Bergen for the year 2003. Kjeller (NILU OR 10/2005).
- Slørdal L.H., McInnes H. and Krognnes T. (2008). The Air Quality Information System AirQUIS. Information Technologies in Environmental Engineering <http://www.iteejournal.com/Volume1/McInnes-IJITEE.pdf> , 1, 40-47.
- Sundvor, I., Slørdal, L. H. and Randall, S. (2009) Dispersion and exposure calculations of PM₁₀, NO₂ and Benzene in Oslo and Trondheim for 2007 (NILU OR09/2009)
- Ødegaard, V., K. I. Gjerstad og N. Bjergene (2007): Bedre byluft Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2006/2007. met.no report 08/2007, Meteorologisk institutt. (http://met.no/Forskning/Publikasjoner/Publikasjoner_2007/filestore/report08_2007.pdf).
- Ødegaard, V., N. Bjergene, K. I. Gjerstad og L. H. Slørdal (2008): Bedre byluft. Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer. met.no report 15/2008 Meteorologisk institutt. (http://met.no/Forskning/Publikasjoner/metno_report/2008/filestore/report_nosign.pdf).

Appendix A
Bedre byluft - evaluering oktober til desember 2008

Produksjonssystemet

UM 1km for Oslo/Drammen, Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim kjører daglig på tungregneanlegget i Trondheim kl 05:15 og data til AirQUIS er klare ca kl 6 norsk tid. Problemer i produksjonssystemene som er meldt inn fra operatørene er listet i tabell A1.

| Dato | Hendelse | Forklaring |
|-------|---|-----------------------------|
| 31.10 | Forsinkelse | Problemer med modellene |
| 5.11 | Ingen data for Trondheim | UM1 feilet |
| 6.11 | Ingen data for Trondheim | UM1 feilet etter 35t |
| 4.12 | Forsinkelse for Oslo, Bergen og Trondheim | problemer med systemet |
| 28.12 | Ingen data for Trondheim | UM1 feilet |
| 30.12 | Forsinkelse på alle byer | Problemer med AirQUIS-pcene |
| 22.1 | Mangler plott NO2 +48t Trondheim | |

Tabell A1. Uregelmessigheter i produksjonsrutinene for Bedre Byluft fra 31. oktober til 31. januar

Meteorologi □ prognoser fra UM

Figurer med tidsserier fra UM 1km for observasjonspunktene Blindern, Alna, Tryvasshøgda, Berskog, Voll, Værnes, Florida, Sola, Kiellandsmyra og Geiteryggen finnes på slutten av rapporten. Utregning av de statistiske målene finnes også her. Figurene viser observasjoner av vind og vindretning i 10m høyde og temperaturen i 2m høyde, sammen med tilsvarende prognoser fra UM 1km for prognoselengder 24 til 48 timer. Oppsummert feilstatistikk for månedene november og desember er gitt i tabell A2-A3.

Generelt er det liten feil i vinden alle tre månedene. Sola og Værnes har høyest rmse. I november er Blindern og Valle Hovin de bystasjonene som har størst feil, med hhv 2.1 og 2 m/s. I desember underestimerer modellen vindstyrken ved Bergen Florida. Spesielt blir de sterkeste vindene underestimert, men i begynnelsen av desember er det noen dager varslet så lite vind at det kan ha innflytelse på spredningsprognosene fra AirQUIS. Modellen har underestimert temperaturen ved de fleste stasjonene i de kalde periodene. Blant bystasjonene har temperaturen har størst feil i Drammen, men også Skien har større feil enn de andre. Fra tidsseriene ser vi at det er perioder med altfor lav temperatur fra modellen som slår ut i feilstatistikken.

| Stasjon | bias ff10m | stde ff10m | rmse ff10m | bias t2m | stde t2m | rmse t2m |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Alna | -0.4 m/s | 1.2 m/s | 1.3 m/s | -1.4 \square | 2.2 \square | 2.6 \square |
| Blindern | -1.2 m/s | 1.7 m/s | 2.1 m/s | -1.3 \square | 2.7 \square | 3.0 \square |
| Tryvasshøgda | -0.2 m/s | 1.6 m/s | 1.6 m/s | -1.7 \square | 3.3 \square | 3.7 \square |
| Valle Hovin | -1.4 m/s | 1.5 m/s | 2.0 m/s | -1.1 \square | 2.6 \square | 2.8 \square |
| Berskog | -0.6 m/s | 1.7 m/s | 1.7 m/s | -3.4 \square | 3.6 \square | 4.9 \square |
| Voll | 0.2 m/s | 1.5 m/s | 1.6 m/s | -0.3 \square | 2.0 \square | 2.0 \square |
| Værnes | -1.6 m/s | 2.2 m/s | 2.8 m/s | -1.0 \square | 2.5 \square | 2.7 \square |
| Florida | -0.7 m/s | 1.7 m/s | 1.9 m/s | -0.9 \square | 1.6 \square | 1.8 \square |
| Kiellandsmyra | 0.7 m/s | 1.4 m/s | 1.6 m/s | 1.4 \square | 1.8 \square | 2.3 \square |
| Sola | -1.3 m/s | 2.1 m/s | 2.5 m/s | -0.6 \square | 1.8 \square | 1.9 \square |
| Geiteryggen | -0.2 m/s | 1.5 m/s | 1.5 m/s | -2.4 \square | 2.7 \square | 3.6 \square |

| Stasjon | bias ff10m | stde ff10m | rmse ff10m | bias t2m | stde t2m | rmse t2m |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Alna | -0.3 m/s | 1.1 m/s | 1.1 m/s | -2.5 \square | 2.9 \square | 3.8 \square |
| Blindern | -1.1 m/s | 1.6 m/s | 1.9 m/s | -2.1 \square | 2.8 \square | 3.5 \square |
| Tryvasshøgda | 0.2 m/s | 1.5 m/s | 1.5 m/s | -3.8 \square | 4.5 \square | 5.8 \square |
| Valle Hovin | -0.9 m/s | 1.3 m/s | 1.6 m/s | -2.1 \square | 2.8 \square | 3.5 \square |
| Berskog | -0.4 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | -3.4 \square | 2.9 \square | 4.5 \square |
| Voll | -0.1 m/s | 1.7 m/s | 1.7 m/s | -2.2 \square | 2.7 \square | 3.5 \square |
| Værnes | -1.6 m/s | 1.9 m/s | 2.5 m/s | -3.7 \square | 2.8 \square | 4.6 \square |
| Florida | -1.4 m/s | 2.1 m/s | 2.5 m/s | -2.2 \square | 2.6 \square | 3.4 \square |
| Kiellandsmyra | 0.1 m/s | 1.5 m/s | 1.5 m/s | 0.9 \square | 2.0 \square | 2.2 \square |
| Sola | -1.1 m/s | 2.1 m/s | 2.4 m/s | -1.6 \square | 2.2 \square | 2.7 \square |
| Geiteryggen | 0.1 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | -3.1 \square | 2.8 \square | 4.2 \square |

Tabell A2-A3 Feilstatistikk fra UM for observasjonspunkter, øverst november 2008 og nederst desember 2008.

Spredningsberegninger, AirQUIS

Prognose av luftkvalitet bygger på prognose av meteorologiske inngangsdata (UM), samt utslippsdatabase og spredningsmodeller fra AirQUIS. UM leveres av met.no og AirQUIS leveres av NILU.

Resultater fra byene i perioden november - desember 2008

Ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ PM₁₀ og PM₂₅ er gitt for de ulike byene for å evaluere prognosen. Følgende parametere er vist:

- Langtidsmiddel
- Maksimalt timemiddel (NO₂) eller døgnmiddel (PM) i hele perioden
- Korrelasjon mellom måling og prognose
- Antall døgn med målt/prognostisert maksimalt timemiddel over 100 µg/m³ for NO₂ eller antall døgn med døgnmiddel over 35 µg/m³ for PM₁₀ eller over 20 µg/m³ for PM_{2.5}

I tillegg vises det plot av tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for NO₂ og døgnmiddel for PM.

Forrige sesong ble et nytt grense snitt laget mellom AirQUIS og UM. Dette grensesnittet ble igjen forandret etter at det ble påvist veldig høye nivåer av PM_{2.5}. Det nyeste grensesnittet har etter det ikke blitt testet sikkert under typiske PM_{2.5} episoder med mye vedfyring. Denne sesongen vil derfor være viktig for å se om det nye grensesnittet er riktig.

Resultater fra Oslo

NO₂

Tabell 1 viser sammenligning av de ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4 og Manglerud i Oslo. I Figur 1 - Figur 4 vises de respektive tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for de samme stasjonene.

Riksvei 4 gir rimelig gode resultater for alle parametere i perioden, dog med en liten overestimering. Ved Kirkeveien og Alnabru underestimeres de høyeste verdiene. Modellberegninger for Manglerud har historisk alltid vist en overestimering i forhold til målinger for komponenter som hovedsaklig kommer fra trafikk. Dette vises også i tabellen og tilhørende figur. Det er så langt ikke gjort noe spesiell studie av modellen for å finne årsak til overestimering ved Manglerud.

PM₁₀

Tabell 2 viser sammenligning av parametere mellom målinger og prognoseverdier for PM₁₀ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4, Manglerud, Sofienbergparken og Skøyen. I Figur 5 - Figur 10 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene.

Ved Kirkeveien ser vi fra tabellen at langtidsmiddelet og antall døgn over 35 µg/m³ er likt mellom prognose og målinger. Prognosen underestimerer noe de høyeste døgnverdiene, men har uansett god korrelasjon. Ved Alnabru er de statistiske parametere fra prognosen både over og under de målte verdiene, mens det ved alle de andre stasjonene er en overestimering.

PM_{2.5}

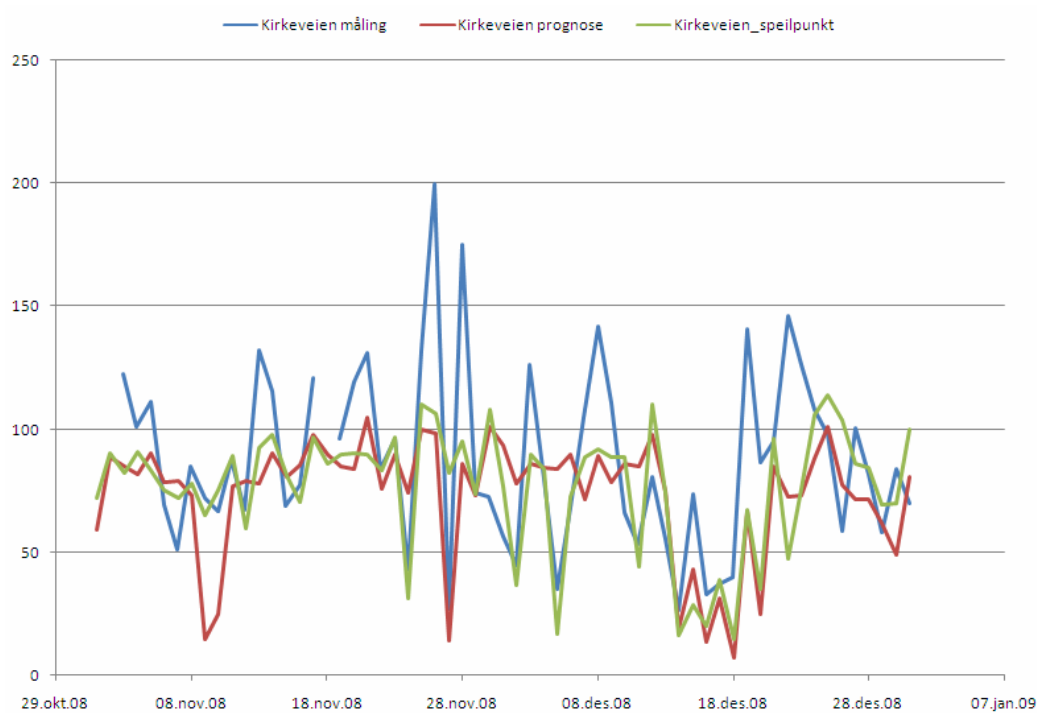
Tabell 3 viser sammenligning av ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for PM_{2.5} ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4 og Manglerud. I Figur 11 - Figur 15 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene.

Ved Alnabru ser vi fra tabellen og ikke minst Figur 13 at det er en generell ganske kraftig underestimering av PM_{2.5}. For alle de andre stasjonene er forholdet motsatt og

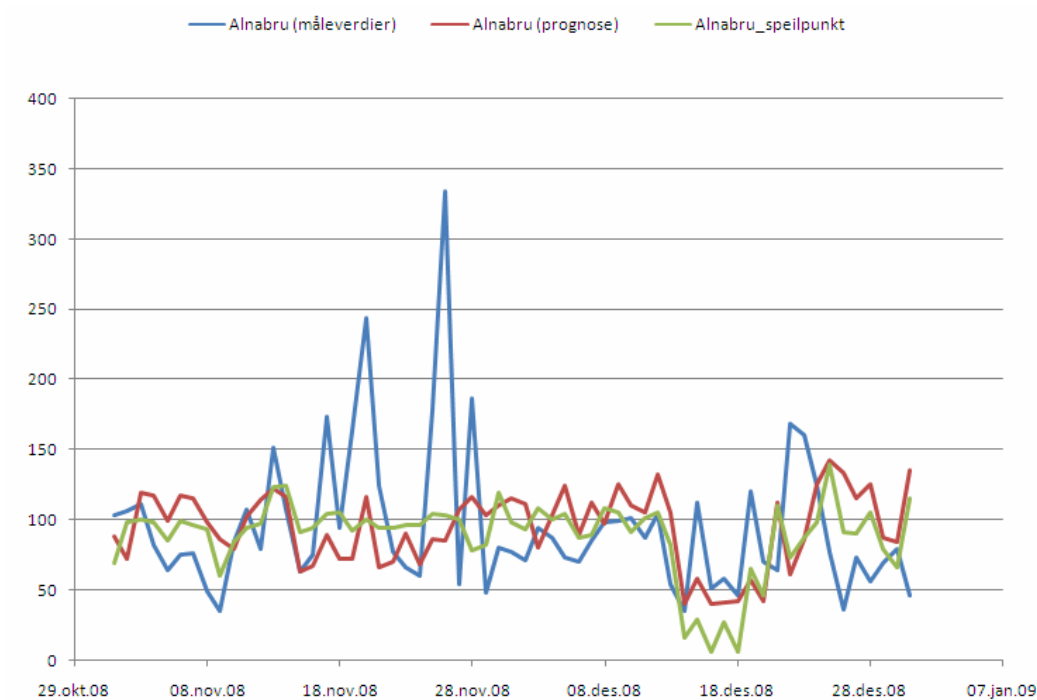
prognosen overestimerer. For Kirkeveien ser vi i Figur 12 at prognosen overestimerer, men at det er veldig god korrelasjon.

Tabell 1: NO2 i Oslo

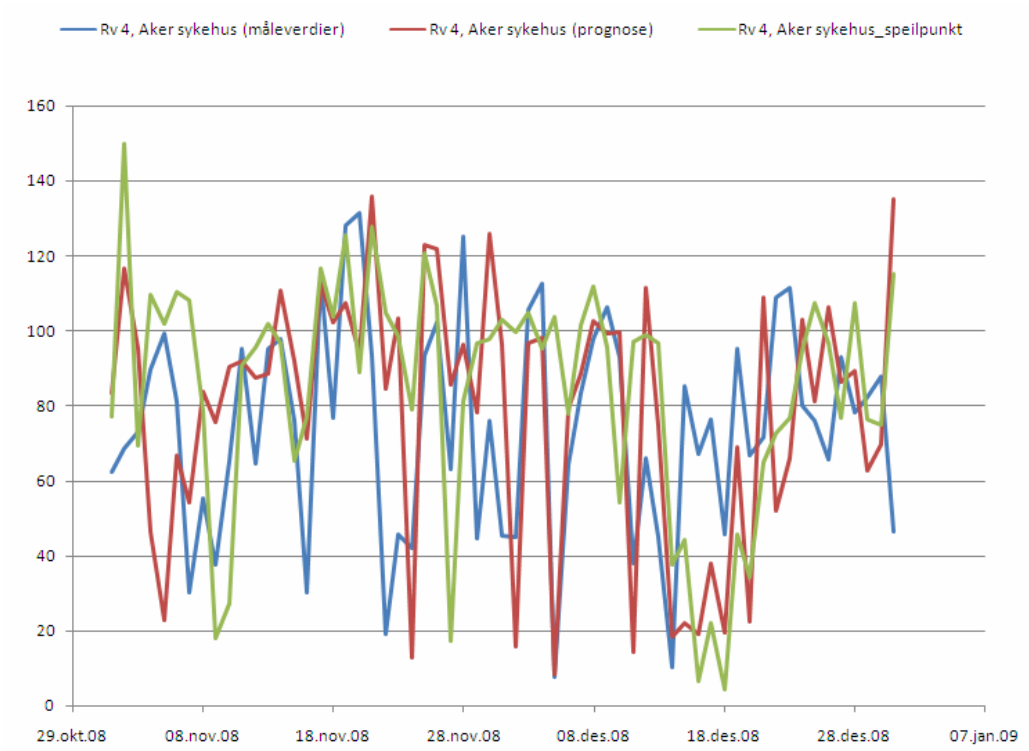
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---|---------------|-----------------|--------------------------------|
| Kirkeveien | Middel, nov. - des. | 88 | 73 | 76 |
| | Maksimalt timemiddel | 200 | 105 | 114 |
| | Korrelasjon | | 0,49 | 0,56 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 20 | 3 | 7 |
| Alnabru | Middel, nov. - des. | 95 | 95 | 88 |
| | Maksimalt timemiddel | 334 | 142 | 139 |
| | Korrelasjon | | 0,02 | 0,23 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 20 | 30 | 19 |
| Riksvei 4 | Middel, nov. - des. | 74 | 79 | 84 |
| | Maksimalt timemiddel | 131 | 135 | 149 |
| | Korrelasjon | | 0,39 | 0,19 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 10 | 16 | 21 |
| Manglerud | Middel, nov. - des. | 103 | 124 | 126 |
| | Maksimalt timemiddel | 180 | 240 | 279 |
| | Korrelasjon | | 0,07 | 0,34 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 35 | 37 | 39 |



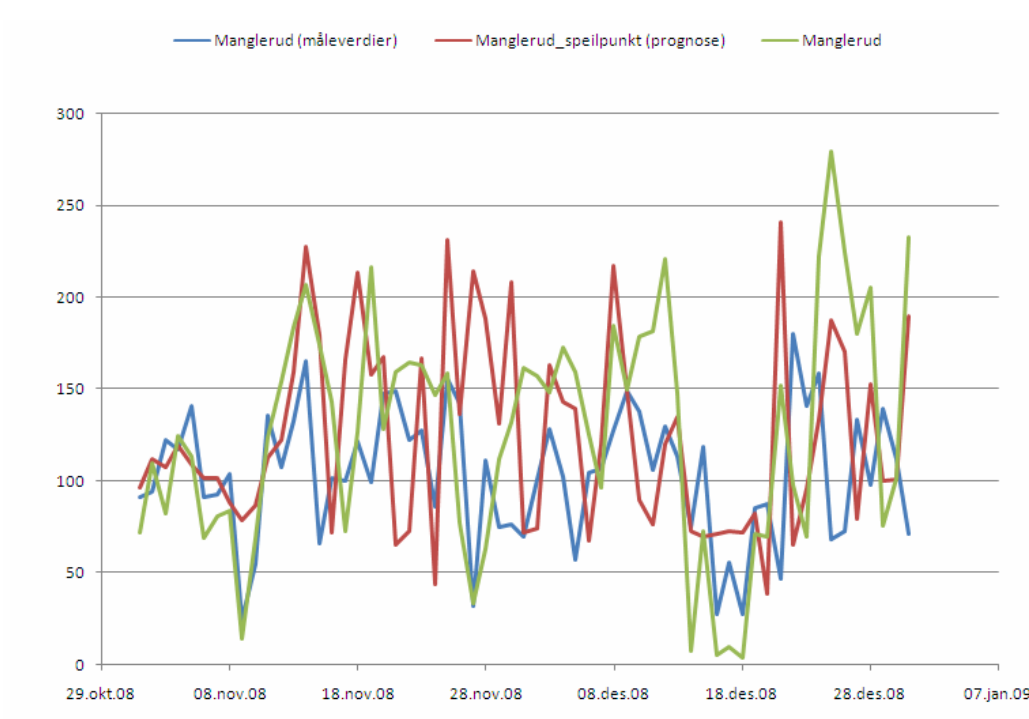
Figur 1: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Kirkeveien.



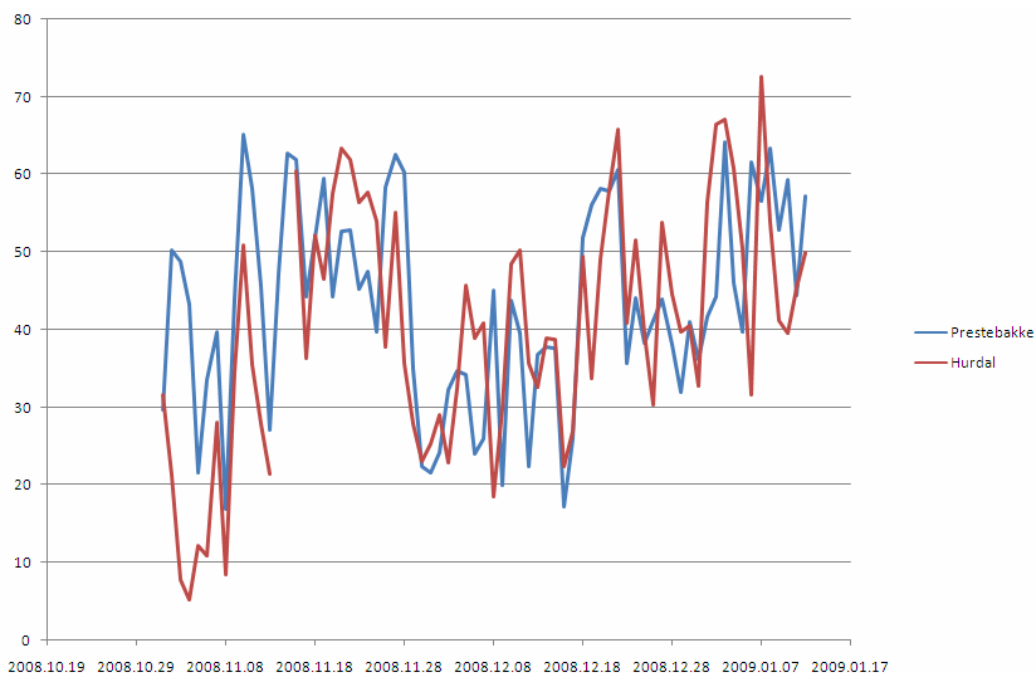
Figur 2: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Alnabru.



Figur 3: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 4: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Manglerud.

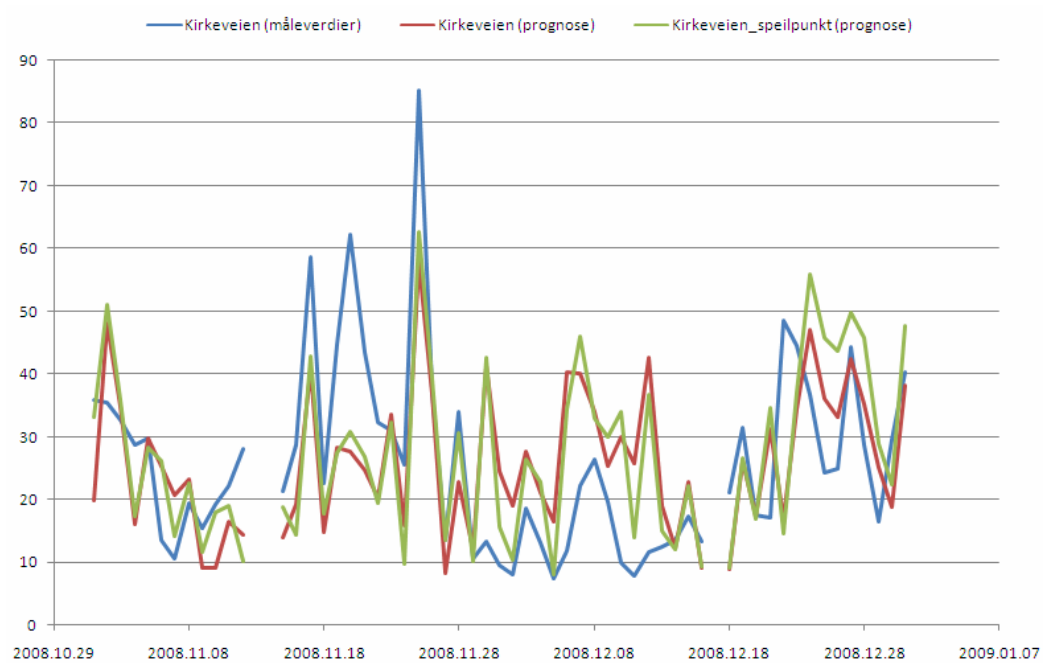


Figur 5: Målt ozonnivå (døgnmiddel) ved Prestebakke og Hurdal.

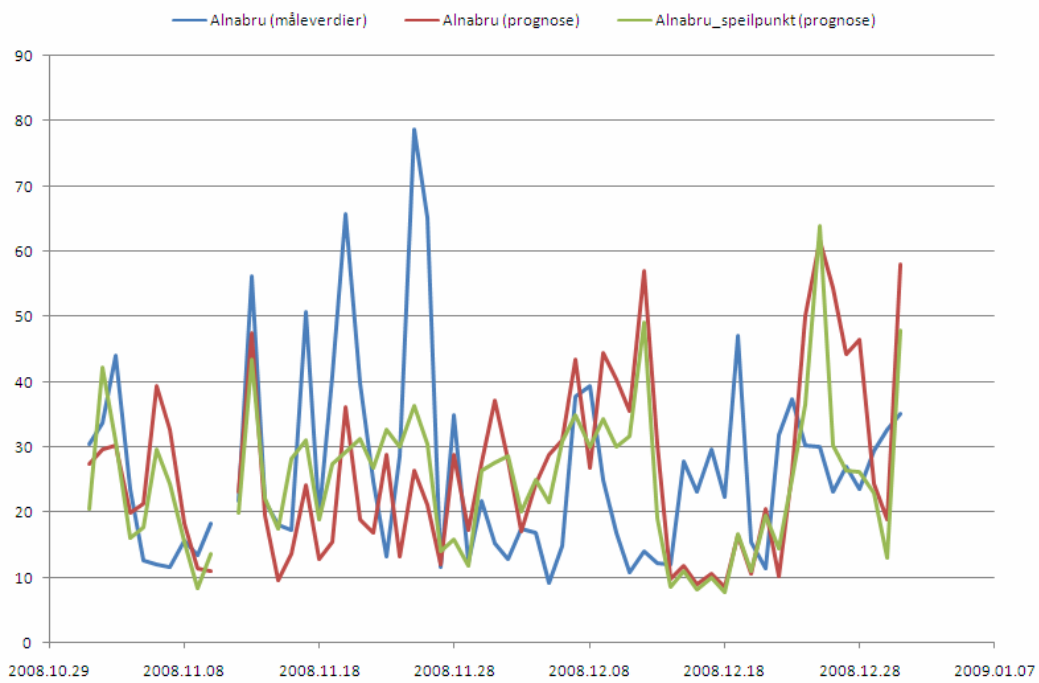
Tabell 2: PM10 i Oslo

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------------|---|--------|----------|---------------------|
| Kirkeveien | Middel, nov. - des. | 26 | 26 | 27 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 85 | 58 | 63 |
| | Korrelasjon | | 0,47 | 0,53 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 13 | 13 | 15 |
| Alnabru | Middel, nov. - des. | 27 | 27 | 25 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 79 | 62 | 64 |
| | Korrelasjon | | 0,11 | 0,31 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 13 | 15 | 7 |
| Riksvei 4 | Middel, nov. - des. | 20 | 28 | 29 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 57 | 79 | 77 |
| | Korrelasjon | | 0,41 | 0,18 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 7 | 19 | 20 |
| Manglerud | Middel, nov. - des. | 27 | 78 | 92 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 78 | 197 | 272 |
| | Korrelasjon | | -0,08 | 0,20 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 12 | 39 | 38 |
| Sofienbergparken | Middel, nov. - des. | 18 | 22 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 55 | 63 | |

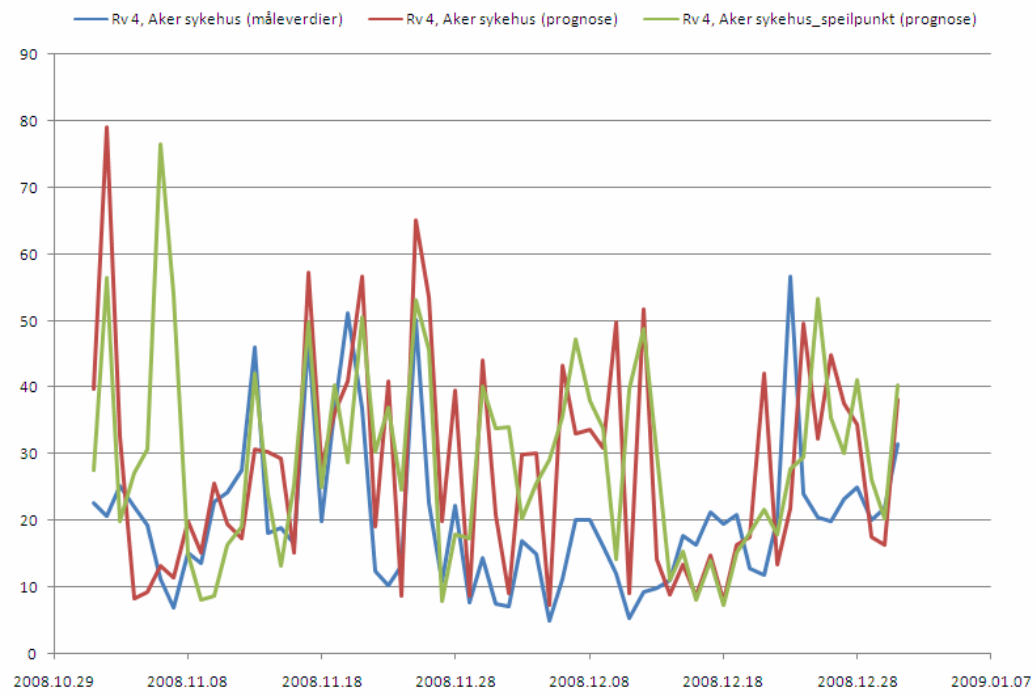
| | | | |
|--------|---|----|------|
| | Korrelasjon | | 0,37 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 2 | 7 |
| Skøyen | Middel, nov. - des. | 21 | 26 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 45 | 58 |
| | Korrelasjon | | 0,60 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 8 | 17 |



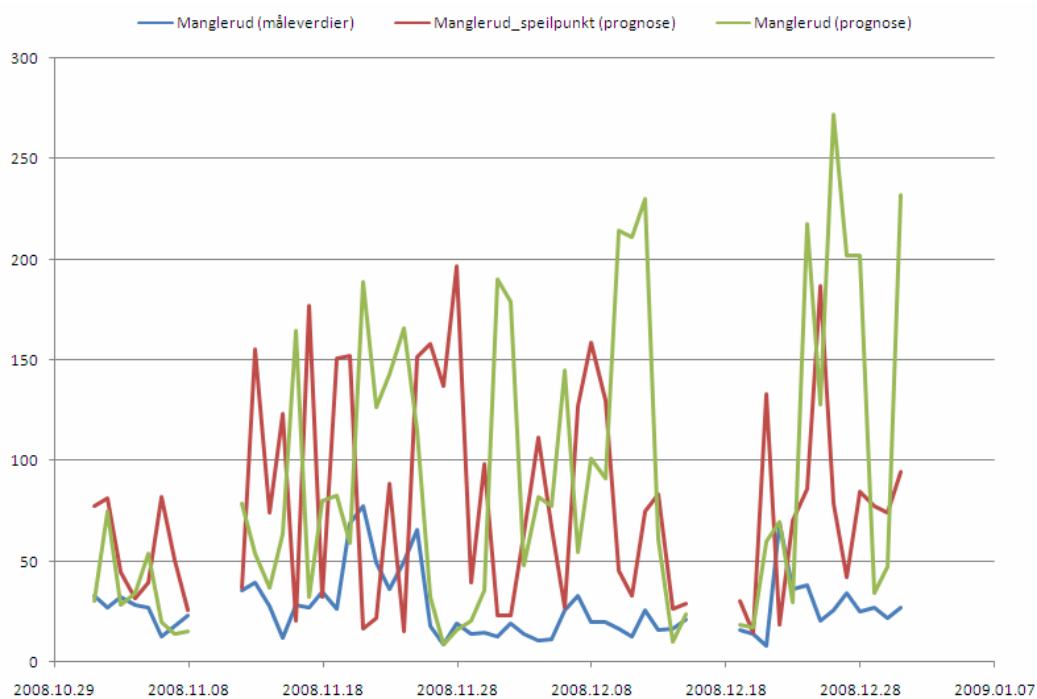
Figur 6: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Kirkeveien.



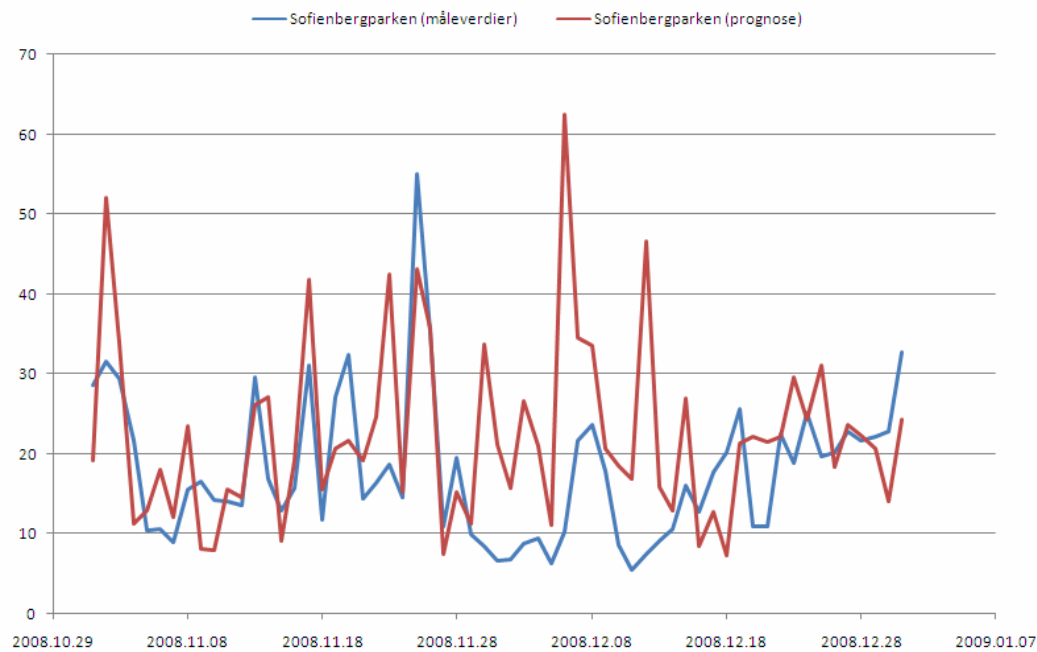
Figur 6: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Alnabru.



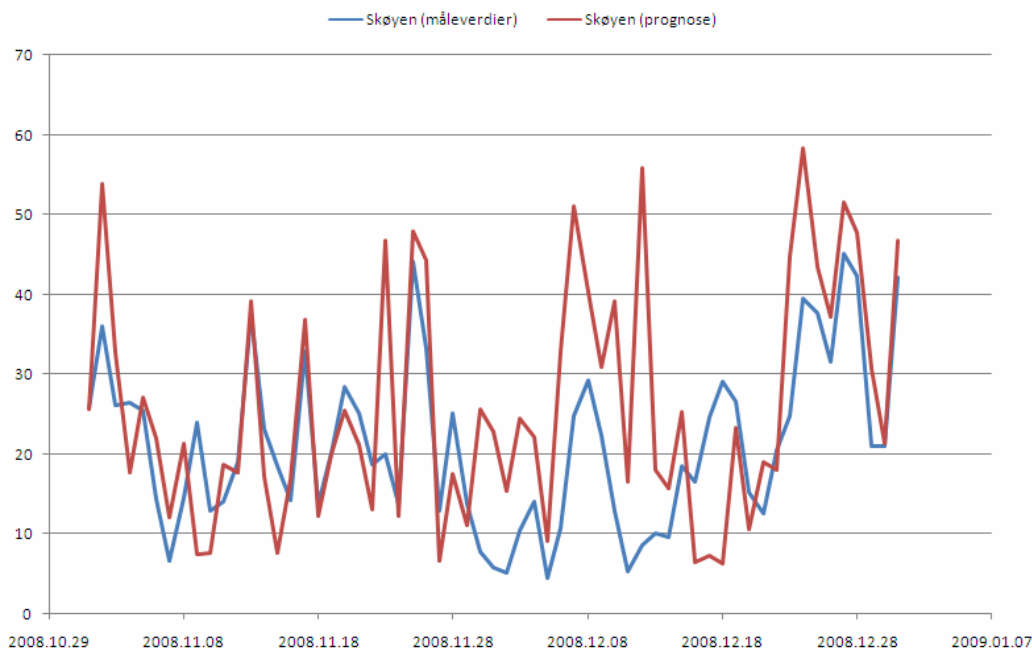
Figur 7: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 8: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Manglerud.



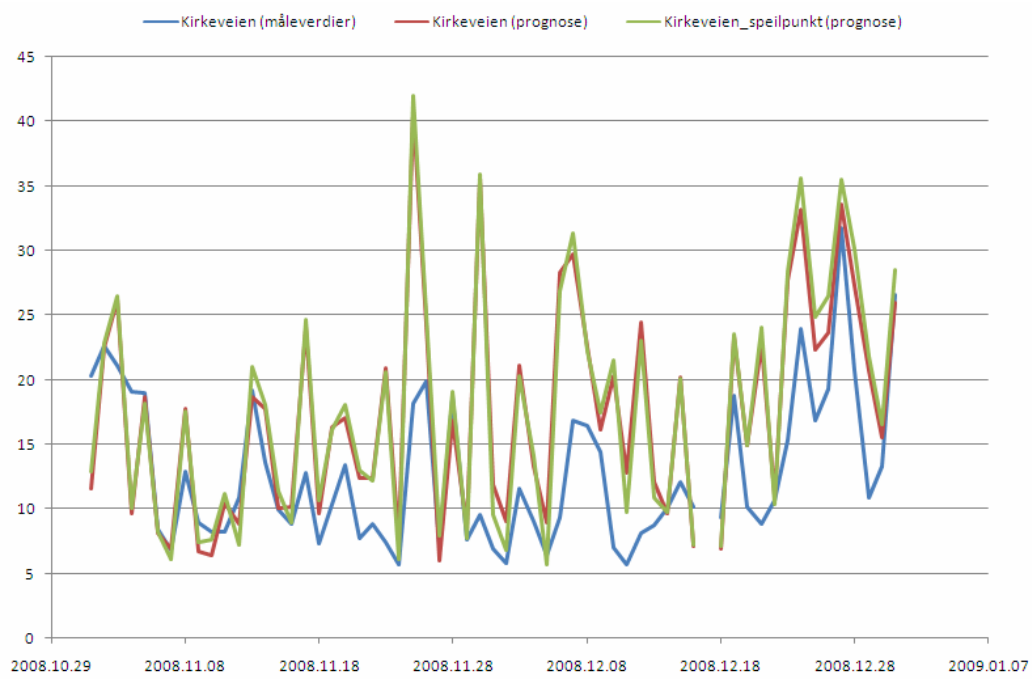
Figur 9: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Sofienbergparken.



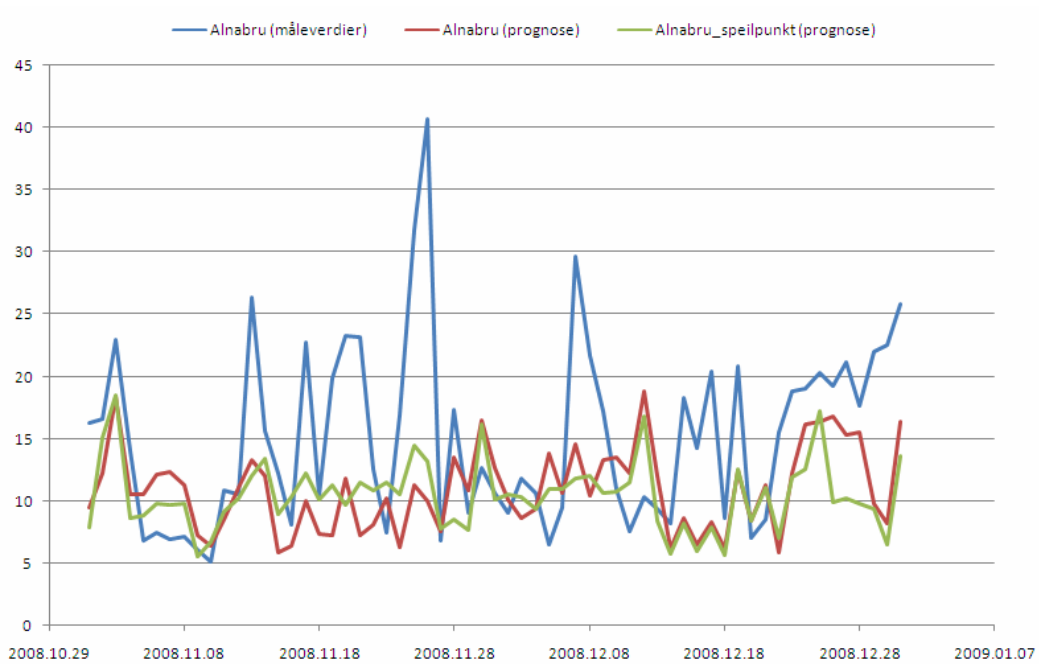
Figur 10: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Skøyen.

Tabell 3: PM2,5 i Oslo

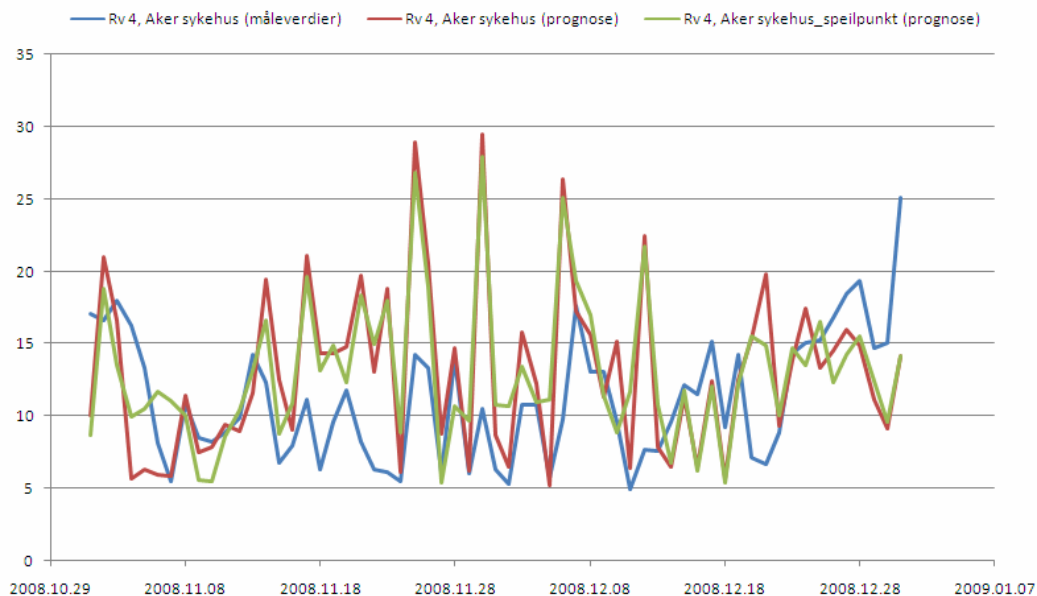
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------|--|--------|----------|------------------------|
| Kirkeveien | Middel, nov. - des. | 13 | 17 | 18 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 32 | 41 | 42 |
| | Korrelasjon | | 0,61 | 0,66 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 7 | 24 | 25 |
| Alnabru | Middel, nov. - des. | 15 | 11 | 11 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 41 | 19 | 19 |
| | Korrelasjon | | 0,25 | 0,40 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 16 | 0 | 0 |
| Riksvei 4 | Middel, nov. - des. | 11 | 13 | 13 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 25 | 29 | 28 |
| | Korrelasjon | | 0,26 | 0,21 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 1 | 7 | 4 |
| Manglerud | Middel, nov. - des. | 13 | 17 | 17 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 30 | 34 | 37 |
| | Korrelasjon | | 0,31 | 0,46 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 6 | 20 | 18 |



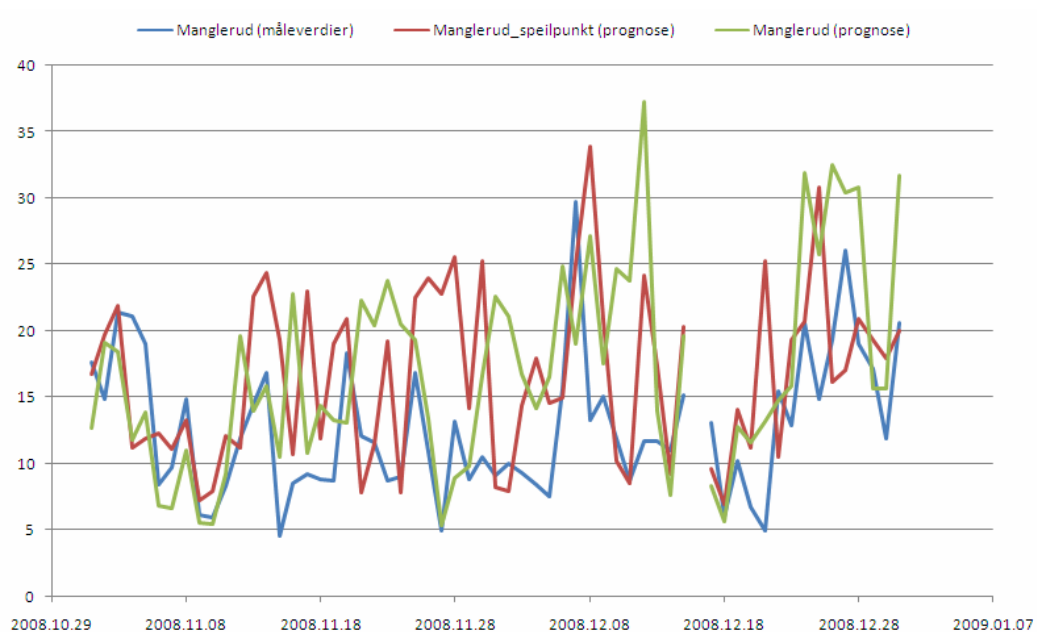
Figur 11: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Kirkeveien.



Figur 12: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Alnabru.



Figur 13: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 14: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Manglerud.

Resultater fra Bergen

NO₂

Tabell 4 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. På Danmarks plass viser tabellen at langtidsmiddel og maksimal timemiddel blir underestimert. Antall døgn med verdier over 100 µg/m³ er allikevel overestimert fra prognosen. Ved Rådhuset er alle parametrene kraftig overestimert. Dette vises godt i tidsserien i Figur 17.

PM₁₀

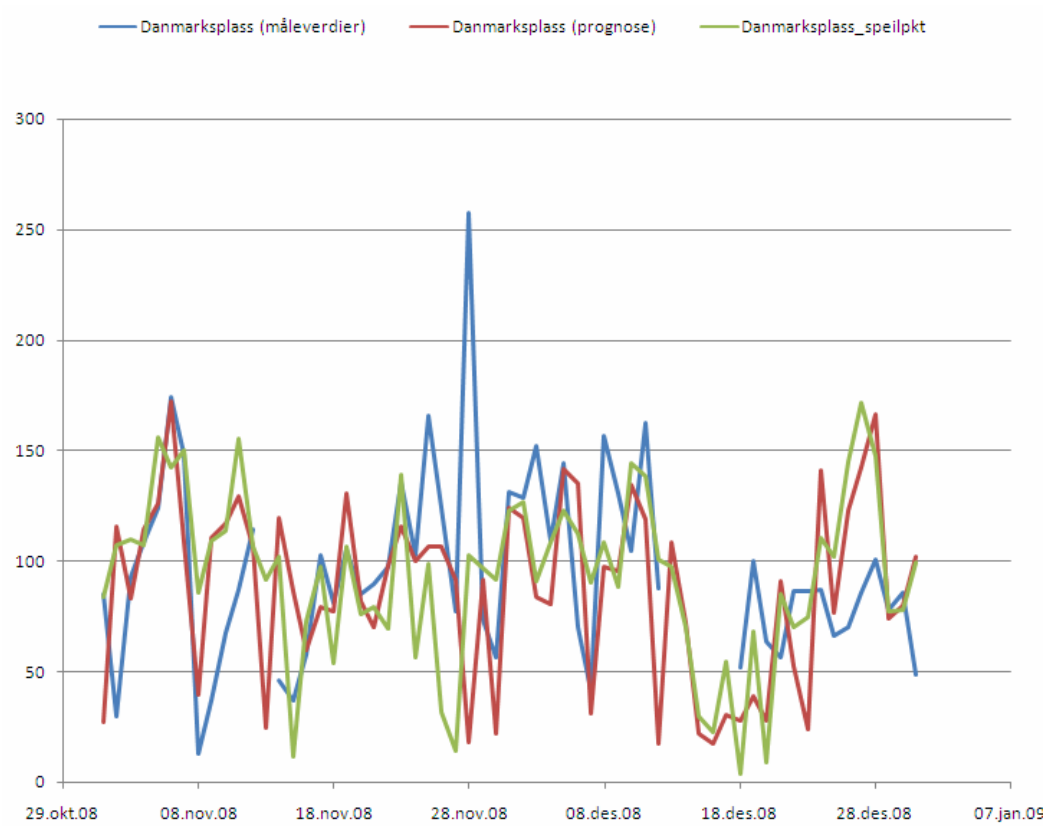
Tabell 5 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. Tabellen viser godt samsvar mellom prognose og målinger ved Danmarks plass selv om prognosen underestimerer mye det høyeste døgnmiddel. Vi ser fra Figur 18 denne ene verdien som skiller seg klart ut i tidsserien. Det er stor sannsynlighet for at dette skyldes en lokal kilde som for eksempel støvende gravarbeid i nærheten av målestasjonen i sammenheng med bybane-utbyggingen. Prognosen for Danmarks plass gir noen døgn med ganske for høye verdier i slutten av desember som mye skyldes overestimering av $PM_{2.5}$. For Rådhuset er det en klar overestimering for hele perioden dette skyldes i stor grad overestimering av $PM_{2.5}$.

$PM_{2.5}$

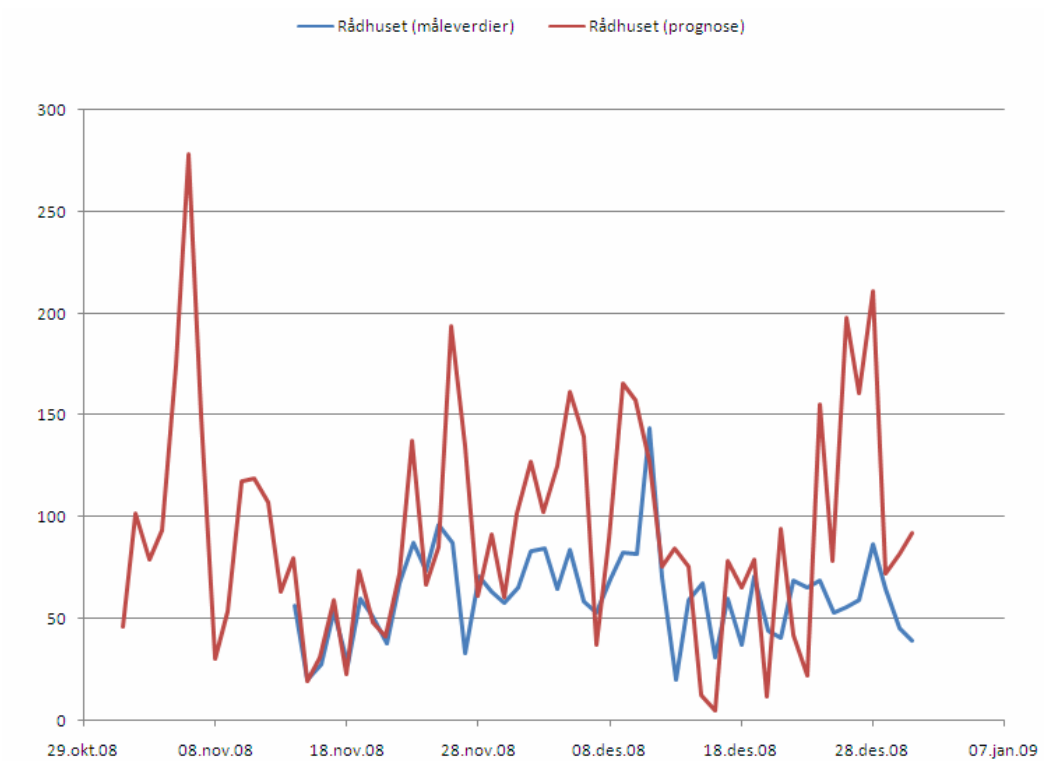
Tabell 6 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. Tabellen viser veldig god korrelasjon for $PM_{2.5}$ ved begge stasjoner i motsetning til korrelasjonen for PM_{10} . Det er uansett en gjennomgående overestimering, spesielt ved Rådhuset. Dette gjenspeiler seg også i resultatet for PM_{10}

Tabell 4: NO₂ i Bergen

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|---|---------------|-----------------|----------------------------|
| Danmarks- plass | Middel, nov. - des. | 97 | 87 | 93 |
| | Maksimalt timemiddel | 258 | 172 | 172 |
| | Korrelasjon | | 0,21 | 0,33 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 22 | 27 | 28 |
| Rådhuset | Middel, nov. - des. | 62 | 93 | |
| | Maksimalt timemiddel | 143 | 278 | |
| | Korrelasjon | | 0,50 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1 | 23 | |



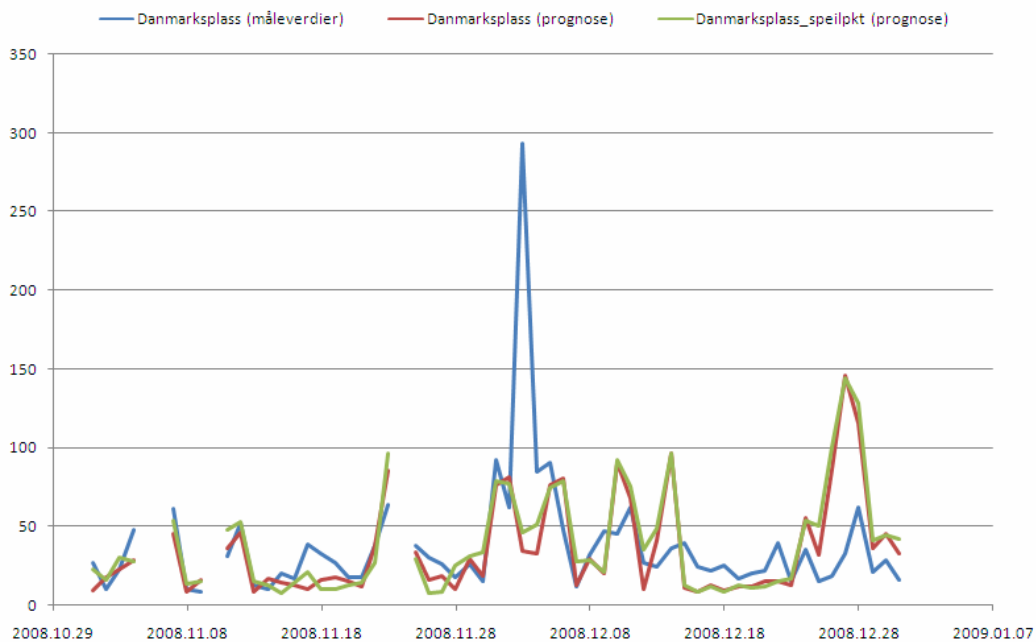
Figur 15: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Danmarks plass.



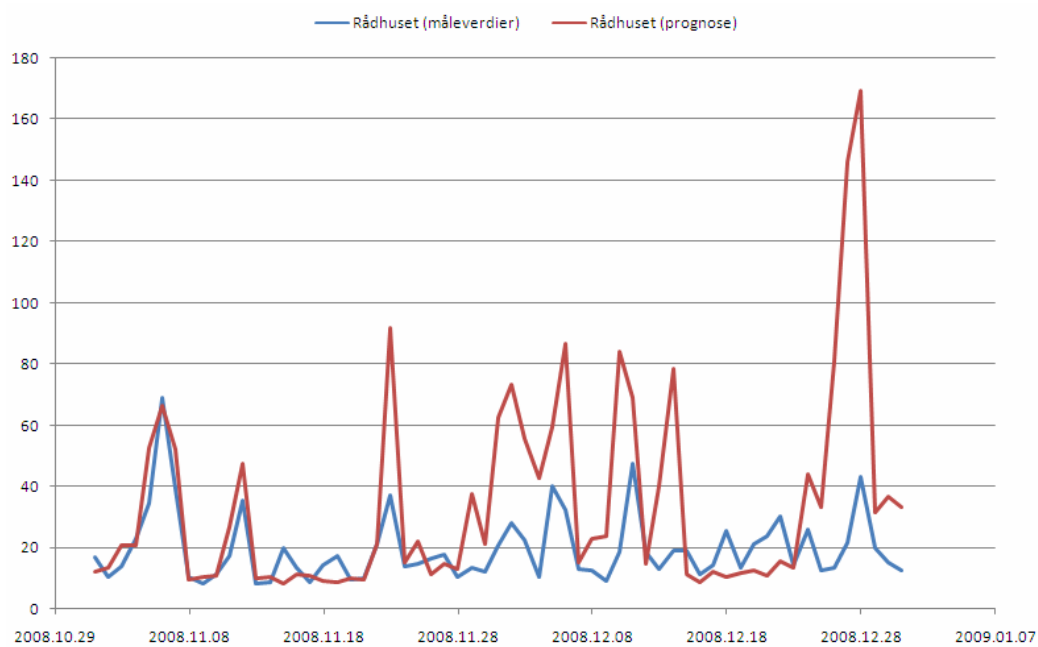
Figur 16: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Rådhuset.

Tabell 5: PM10 i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|---------------------------------|--------|----------|---------------------|
| Danmarks- plass | Middel, nov. - des. | 37 | 35 | 39 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 293 | 146 | 144 |
| | Korrelasjon | | 0,27 | 0,30 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 21 | 19 | 23 |
| Rådhuset | Middel, nov. - des. | 20 | 34 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 69 | 169 | |
| | Korrelasjon | | 0,55 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 7 | 21 | |



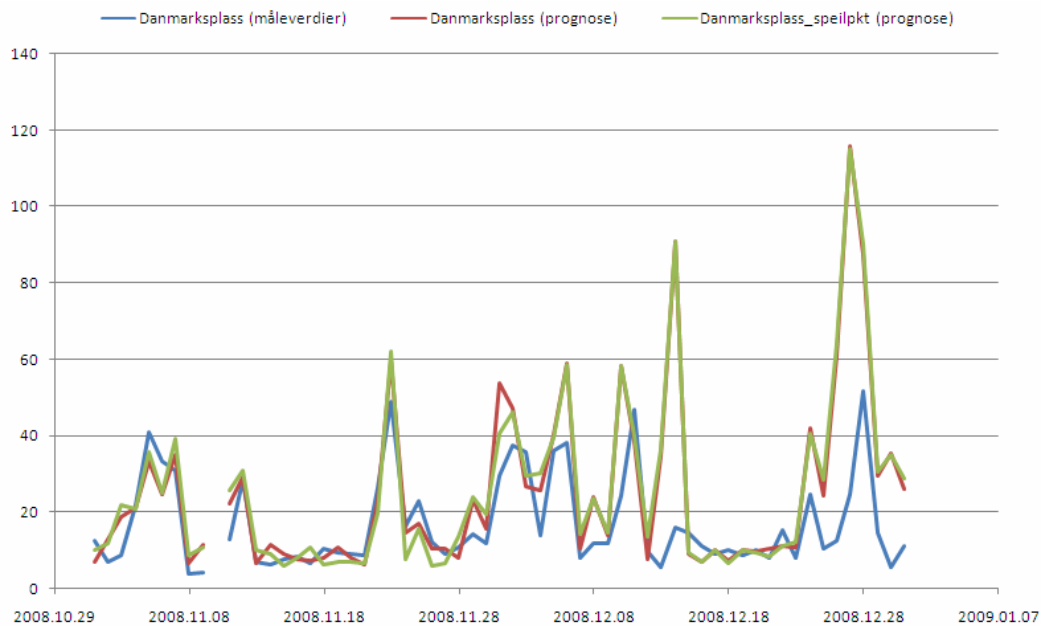
Figur 17: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Danmarks plass.



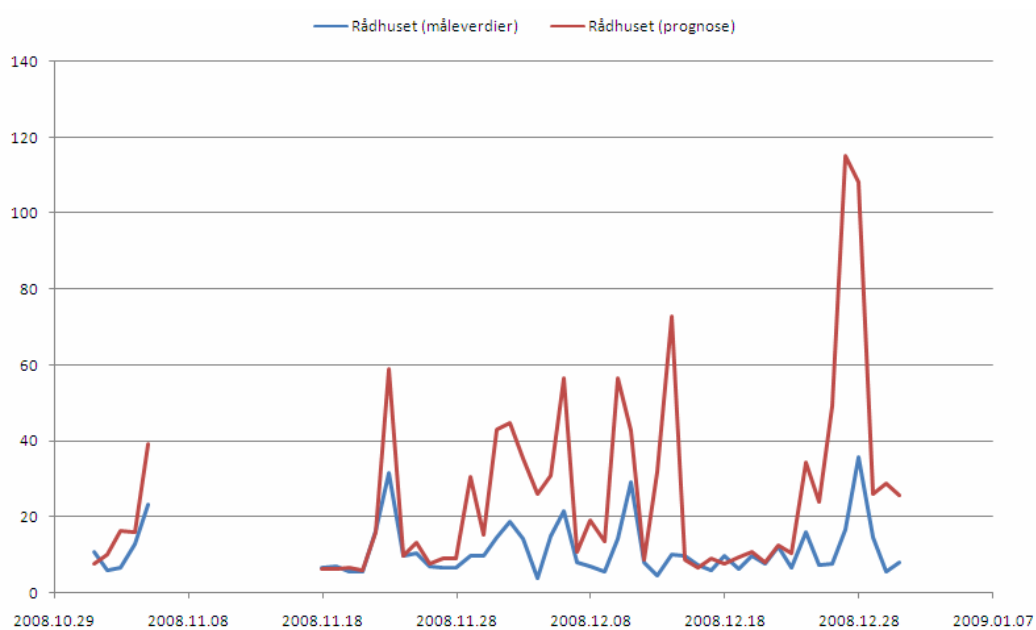
Figur 18: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Rådhuset.

Tabell 6: PM2,5 i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Danmarks-plass | Middel, nov. - des. | 17 | 25 | 26 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 52 | 116 | 115 |
| | Korrelasjon | | 0,60 | 0,60 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 18 | 28 | 28 |
| Rådhuset | Middel, nov. - des. | 11 | 26 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 36 | 115 | |
| | Korrelasjon | | 0,67 | |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 5 | 21 | |



Figur 19: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Danmarks plass.



Figur 20: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Rådhuset.

Resultater fra Trondheim

NO2

Tabell 7 viser de statistiske parametrene for Elgeseter og Bakke Kirke. Man ser en systematisk underestimering for Elgeseter fra tabellen noe som også klart vises i 22□. For Bakke Kirke gir speilpunktet veldig godt samsvar når man sammenligner parametrene, mens reseptorpunktet gir underestimering.

PM₁₀

De statistiske parametrene vist i

Tabell 8 angir et godt samsvar av nivåene i Trondheim for perioden. Prognose og målinger gir så å si samme langtidsmiddel, maksimal døgnmiddel og antall døgn over 35 µg/m³ for begge stasjonene. Fra tabellen og Figur 22 (Elgeseter) ser man derimot at reseptorpunkt og speilpunkt fra AirQUIS gir veldig ulikt resultat. Det er noen døgn som skiller seg spesielt ut i desember og som viser klart hvor sterke variasjoner i konsentrasjonene man kan ha selv over korte avstander. Man ser fra Figur 24 og Figur 25 at det er overestimering ved speilpunktene som gir mange for høye døgnmidler.

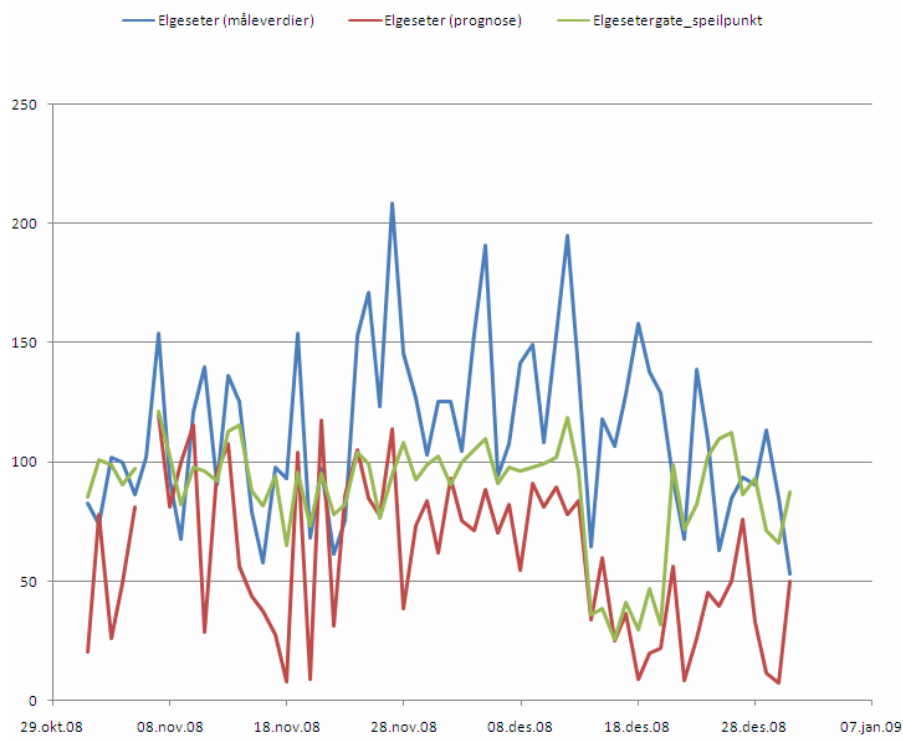
PM_{2.5}

For PM_{2.5} viser

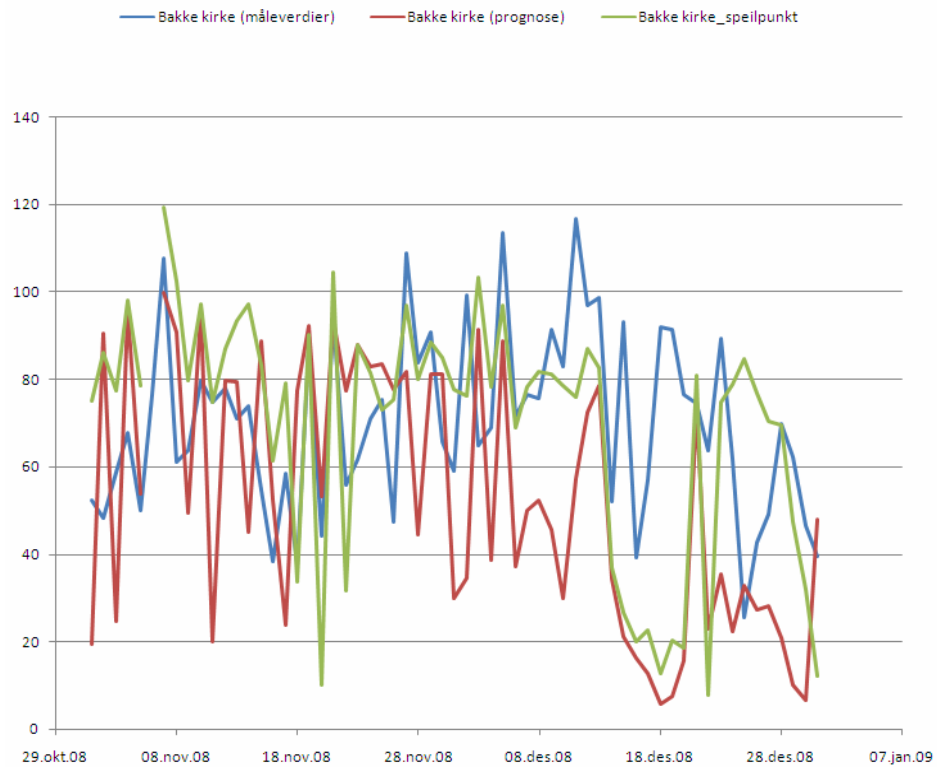
Tabell 9 et godt samsvar mellom prognose og modell, med god korrelasjon for begge stasjonene. Figur 26 og Figur 27 viser fint hvordan kurvene i store trekk følger hverandre og at nivåene er like.

Tabell 7: NO₂ i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|--|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, nov. - des. | 114 | 60 | 88 |
| | Maksimalt timemiddel | 209 | 119 | 121 |
| | Korrelasjon | | 0,36 | 0,20 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 37 | 7 | 15 |
| Bakke Kirke | Middel, nov. - des. | 71 | 53 | 71 |
| | Maksimalt timemiddel | 117 | 100 | 119 |
| | Korrelasjon | | 0,22 | 0,29 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 4 | 0 | 4 |



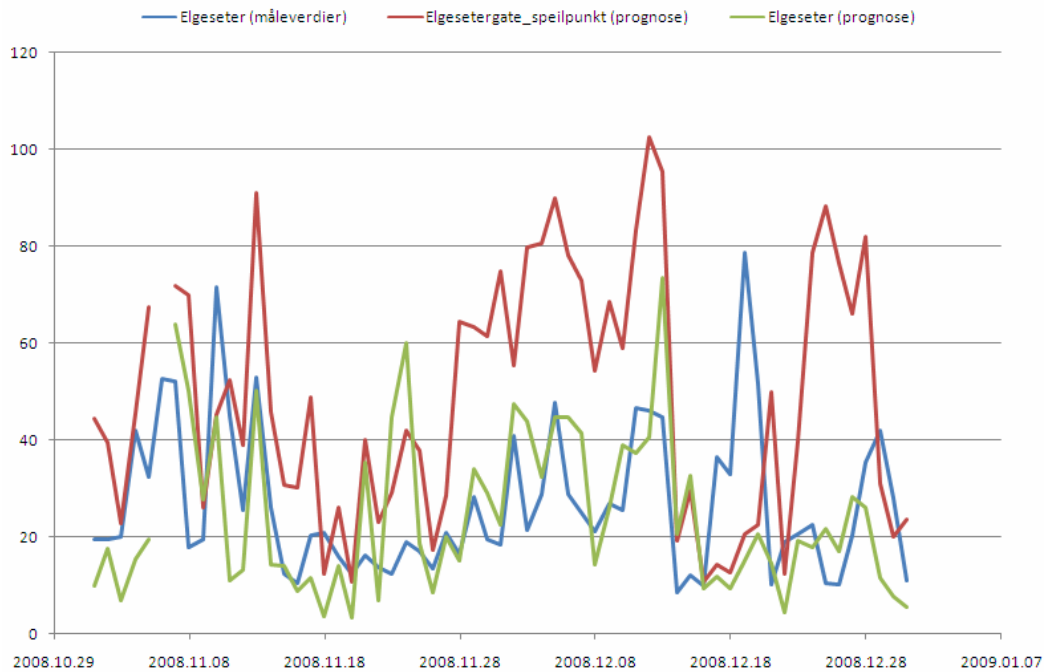
Figur 21: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Elgeseter.



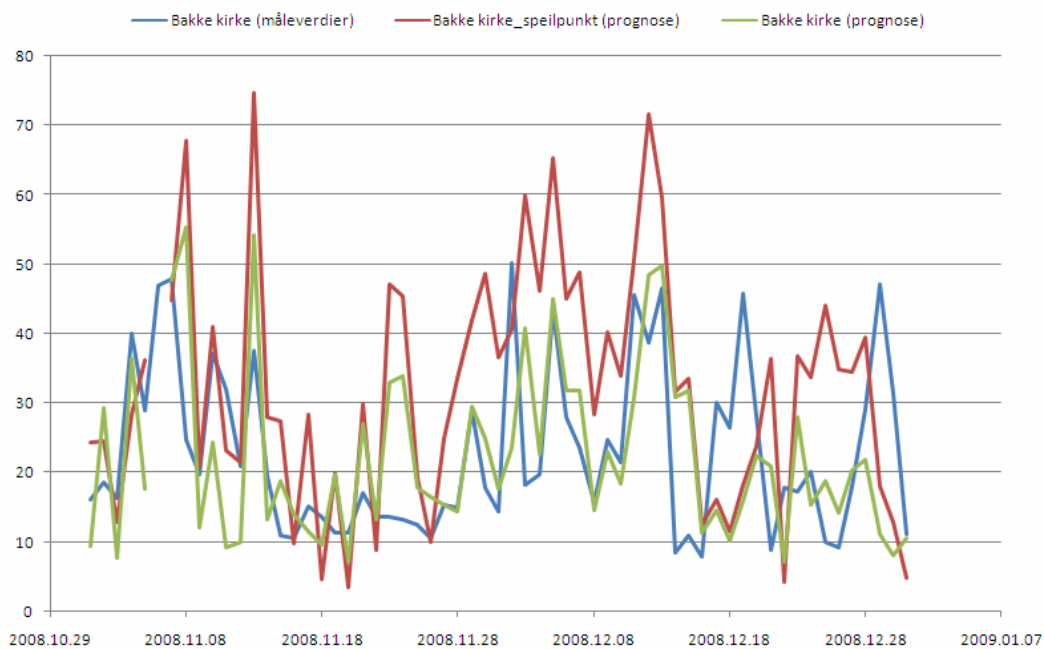
Figur 22: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 8: PM10 i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose- speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|-------------------------|
| Elgeseter | Middel, nov. - des. | 27 | 24 | 49 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 79 | 73 | 103 |
| | Korrelasjon | | 0,36 | 0,25 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 16 | 16 | 38 |
| Bakke Kirke | Middel, nov. - des. | 23 | 22 | 32 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 50 | 55 | 75 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,39 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 12 | 8 | 24 |



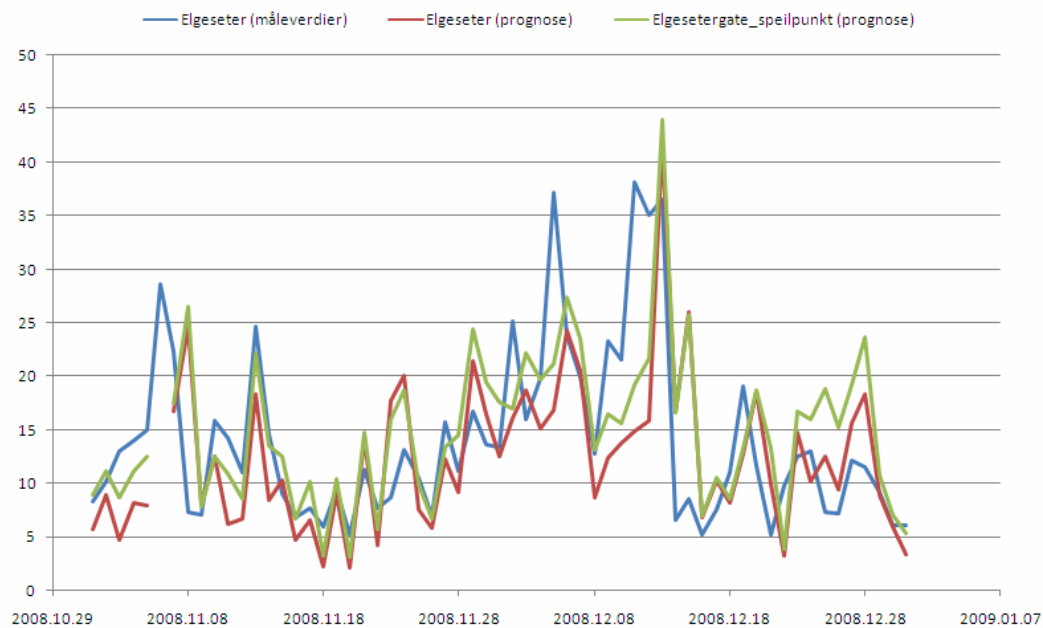
Figur 23: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Elgeseter.



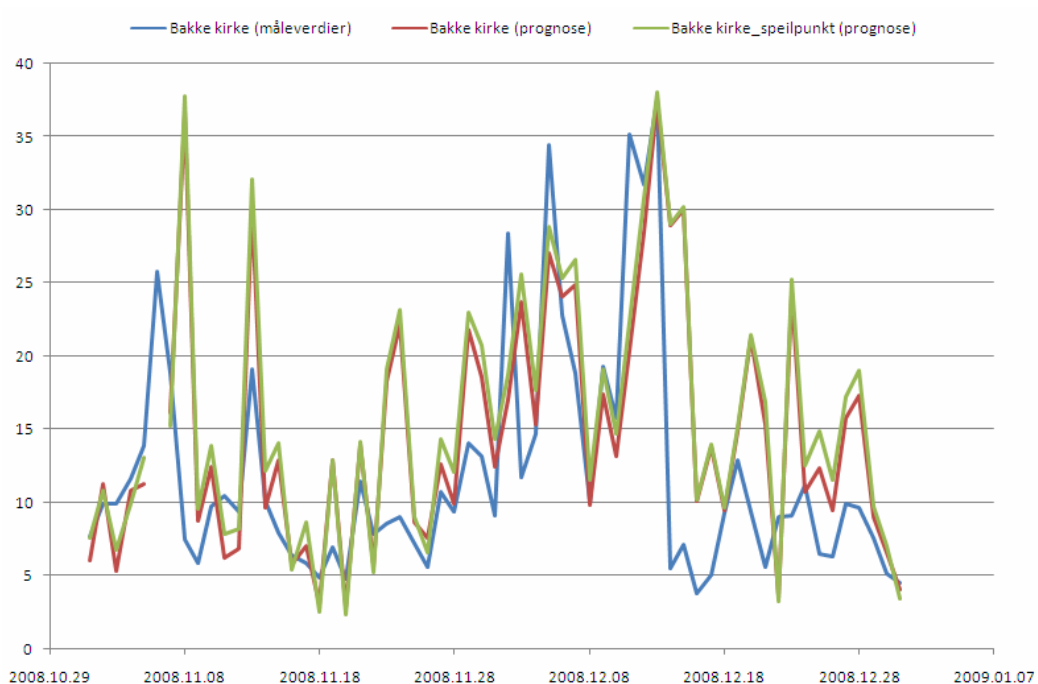
Figur 24: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 9: PM2,5 I Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---------------------------------|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, nov. - des. | 14 | 12 | 15 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 38 | 42 | 44 |
| | Korrelasjon | | 0,54 | 0,61 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m3 | 11 | 7 | 11 |
| Bakke Kirke | Middel, nov. - des. | 12 | 15 | 16 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 38 | 37 | 38 |
| | Korrelasjon | | 0,55 | 0,57 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m3 | 7 | 15 | 16 |



Figur 25: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Elgeseter.



Figur 26: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Bakke Kirke.

Resultater fra Stavanger

NO₂

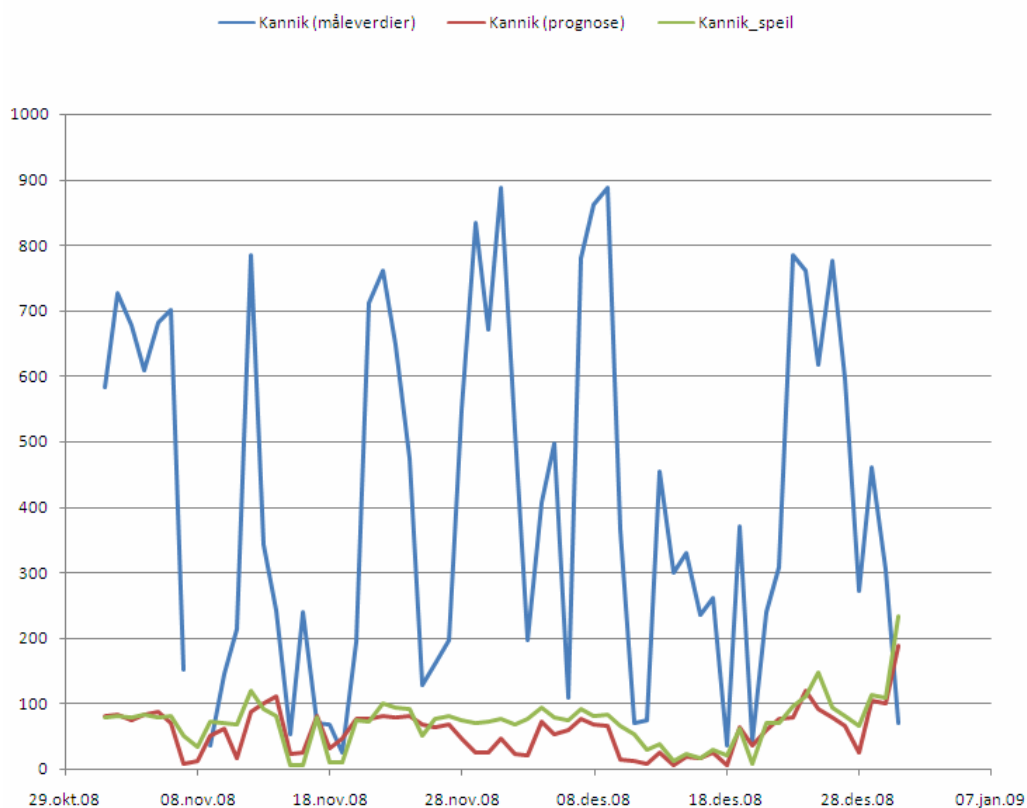
De målte NO₂ verdiene for Kannik er for nesten hele november av dårlig kvalitet med mye hull og store negative verdier. Toppverdiene ligger ekstremt over tidligere års nivåer så det kan se ut som det er noe galt med målingene. For Våland er derimot verdiene mer normale og underestimeringen fra AirQUIS mer beskjeden.

PM₁₀ og PM_{2,5}

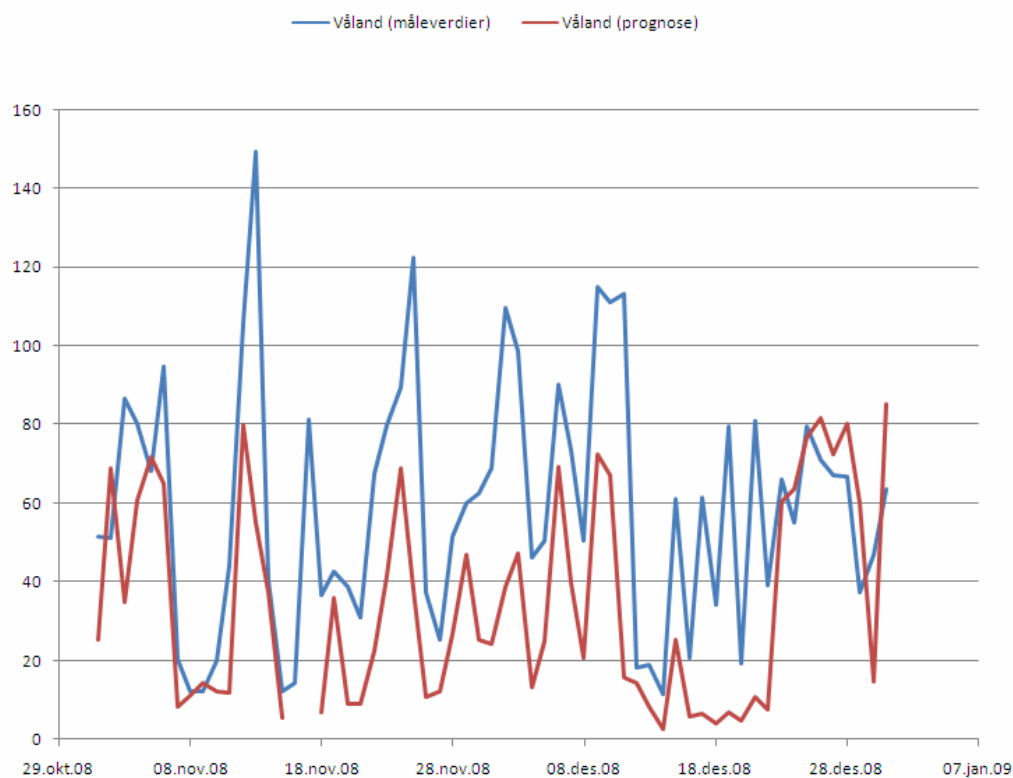
For PM₁₀ er de prognostiserte døgnmiddelene en god del lavere for både Kannik og Våland. Målingene av PM_{2,5} på Våland er så manglefulle at det ikke er vist tidsserier for denne stasjonen. Ved Kannik ser man derimot at underestimeringen av PM₁₀ mye kommer av underestimering av PM_{2,5}

Tabell 10: NO₂ i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|--|--------|----------|------------------------|
| Kannik | Middel, nov. - des. | 416* | 56 | 67 |
| | Maksimalt timemiddel | 889* | 120 | 146 |
| | Korrelasjon | | 0,42* | 0,58* |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 50* | 6 | 6 |
| Våland | Middel, nov. - des. | 59 | 34 | |
| | Maksimalt timemiddel | 149 | 82 | |
| | Korrelasjon | | 0,60 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 7 | 0 | |



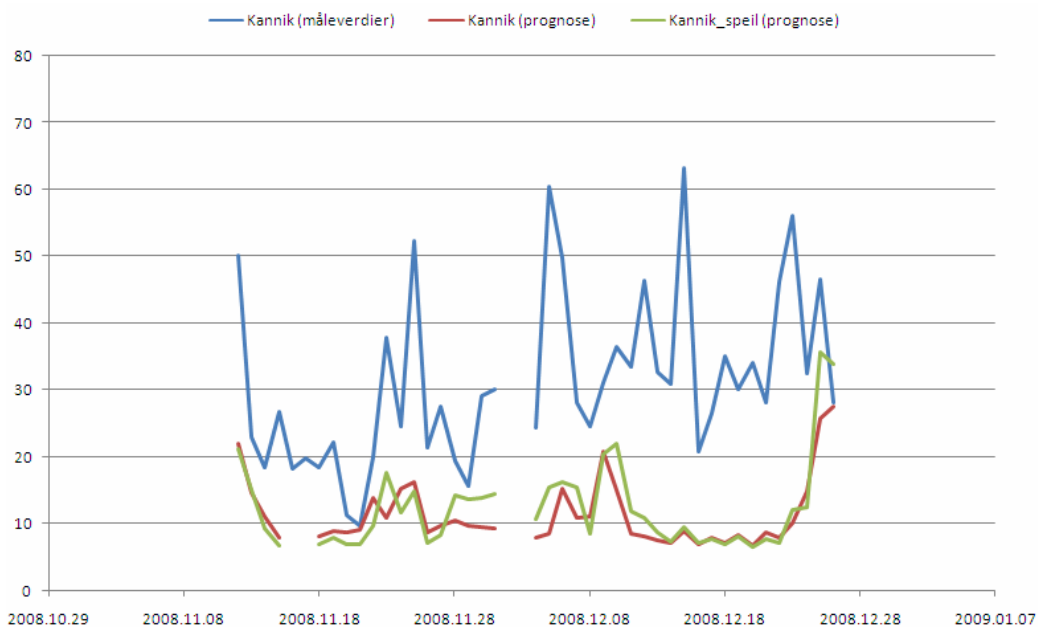
Figur 27: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Kannik.



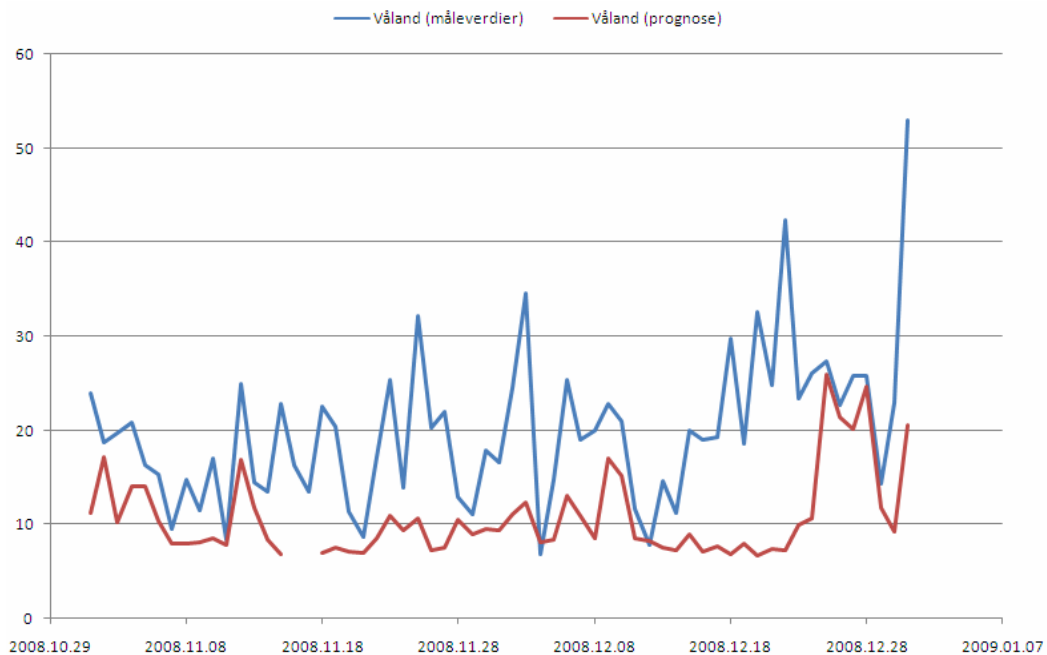
Figur 28: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Våland.

Tabell 11: PM10 i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|--|--------|----------|------------------------|
| Kannik | Middel, nov. - des. | 32 | 12 | 13 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 67 | 28 | 36 |
| | Korrelasjon | | 0,33 | 0,41 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 13 | 0 | 1 |
| Våland | Middel, nov. - des. | 20 | 11 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 53 | 26 | |
| | Korrelasjon | | 0,39 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 2 | 0 | |



Figur 29: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Kannik.

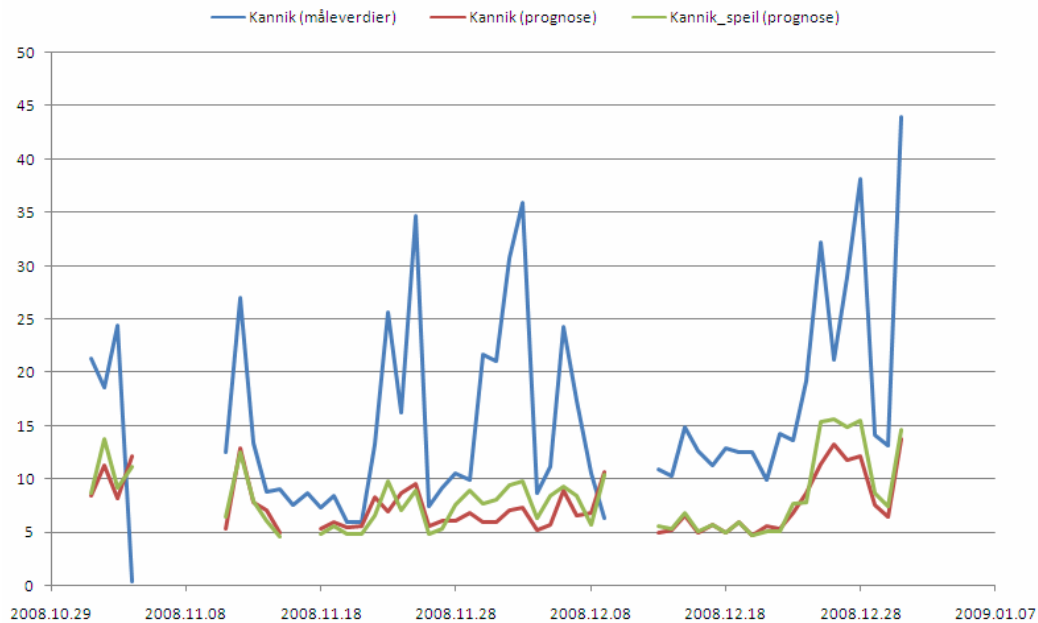


Figur 30: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Våland.

Tabell 12: PM2.5 i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|----------------------|--------|----------|---------------------|
| Kannik | Middel, nov. - des. | 16 | 8 | 8 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 44 | 14 | 16 |
| | Korrelasjon | | 0,57 | 0,69 |

| | | | | |
|--|--|----|---|---|
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 15 | 0 | 0 |
|--|--|----|---|---|



Figur 31: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Kannik.

Resultater fra Grenland

NO₂

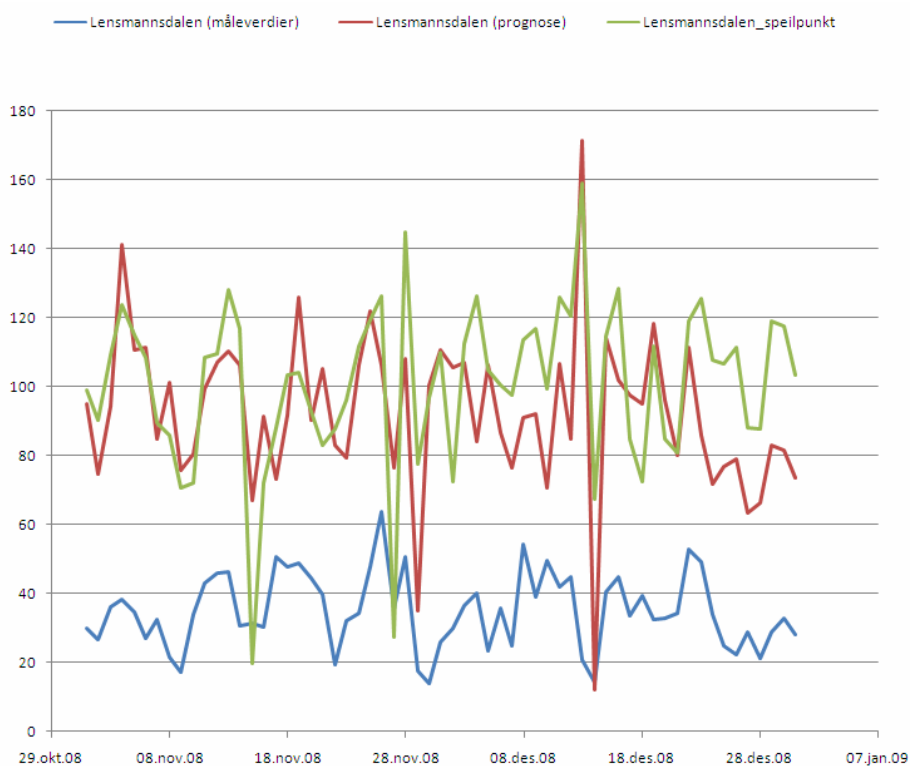
For Lensmannsdalen er de prognostiserte verdiene på et helt annet nivå enn de målte. Langtidsmiddelet er over dobbelt så høyt for prognosen som for målingene. Denne overestimeringen er mindre for Øyekast.

PM₁₀ og PM_{2,5}

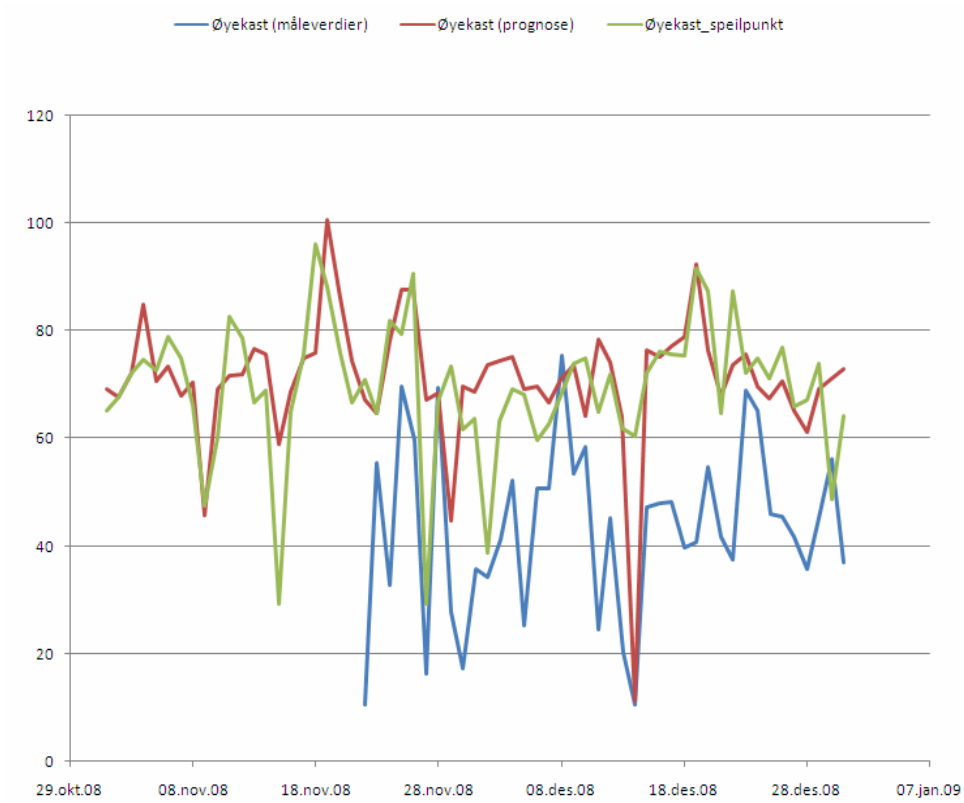
De prognostiserte døgnmidlene for PM₁₀ er både over og under de målte verdiene for både Øyekast og Lensmannsdalen, men det er best samsvar ved Øyekast. For PM_{2,5} er det et døgn som skiller seg ut med et mye høyere målt døgnmiddel, ellers er det godt samsvar mellom prognose og målte verdier.

Tabell 13: NO2 i Grenland

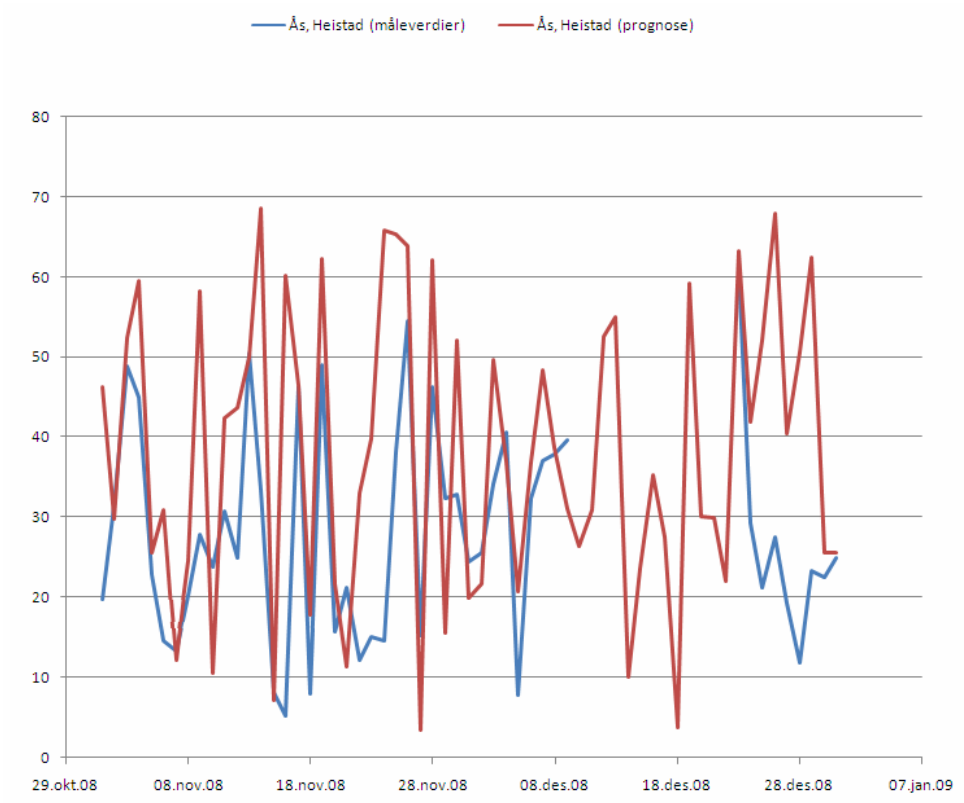
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, nov. - des. | 35 | 93 | 101 |
| | Maksimalt timemiddel | 64 | 171 | 159 |
| | Korrelasjon | | 0,29 | 0,35 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 24 | 35 |
| Øyekast | Middel, nov. - des. | 44 | 71 | 70 |
| | Maksimalt timemiddel | 76 | 101 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,33 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 1 | 0 |
| Ås-Heistad | Middel, nov. - des. | 28 | 38 | |
| | Maksimalt timemiddel | 61 | 69 | |
| | Korrelasjon | | 0,49 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 0 | |



Figur 32: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Lensmannsdalen.



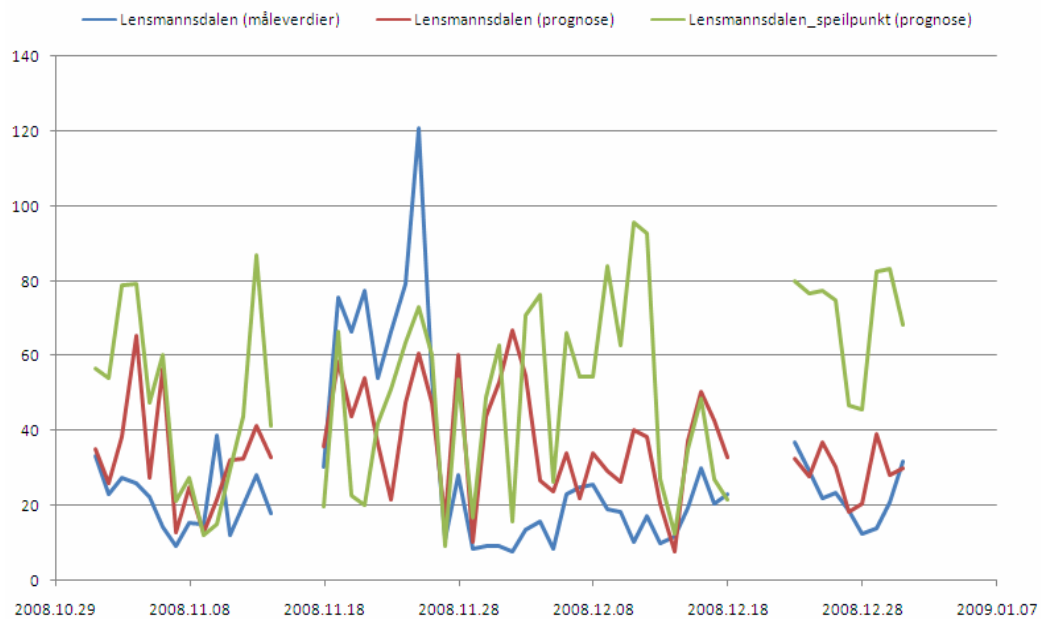
Figur 33: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Øyekast.



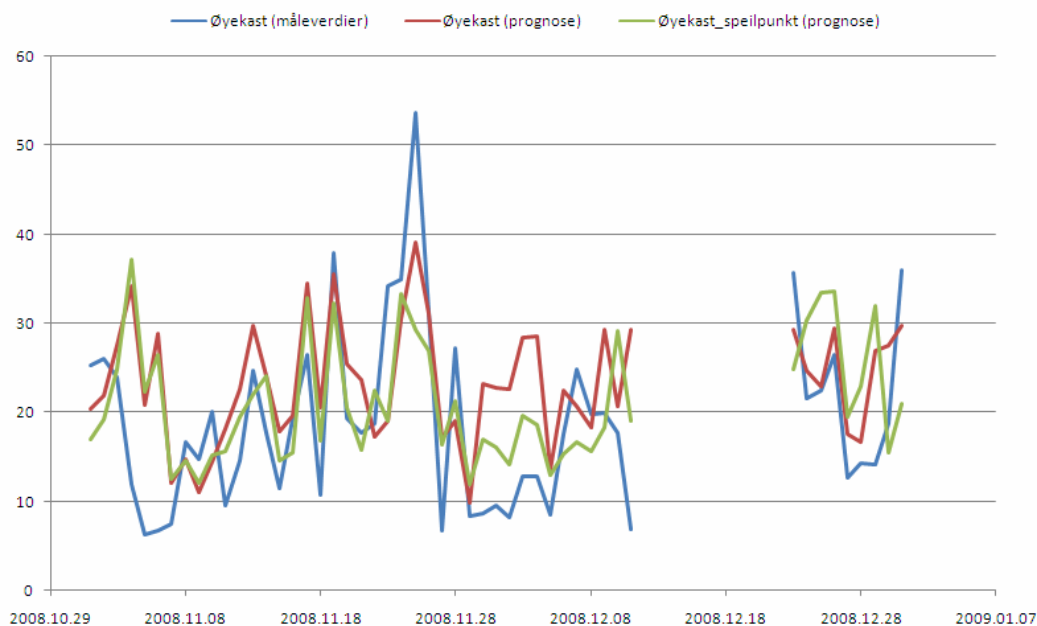
Figur 34: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Ås-Heistad.

Tabell 14: PM10 i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---------------------------------|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, nov. - des. | 28 | 35 | 51 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 121 | 67 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,38 | 0,11 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 10 | 24 | 38 |
| Øyekast | Middel, nov. - des. | 19 | 23 | 21 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 54 | 39 | 37 |
| | Korrelasjon | | 0,52 | 0,45 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 4 | 2 | 1 |



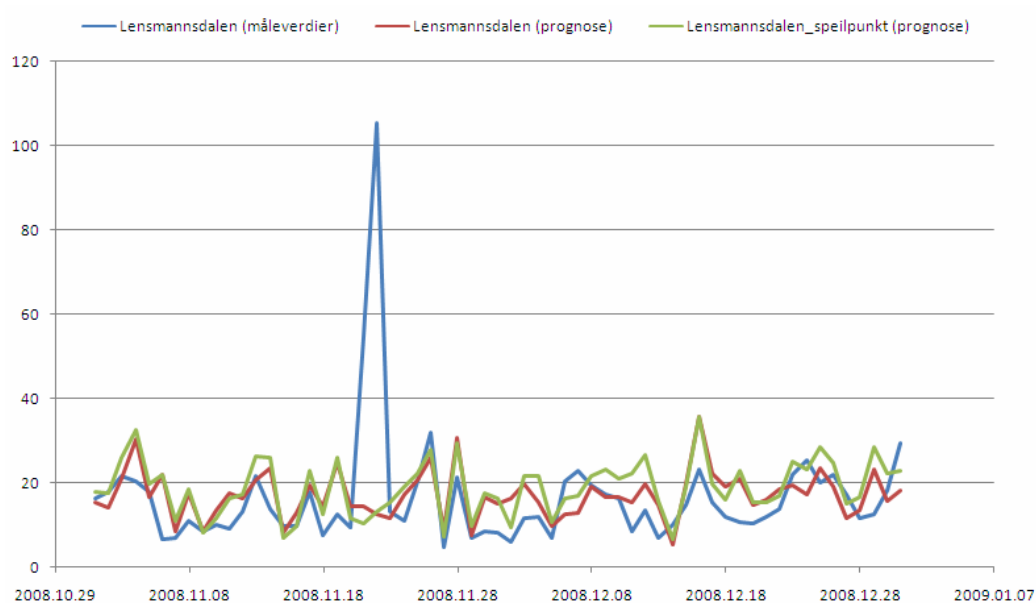
Figur 35: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Lensmannsdalen.



Figur 36: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Øyekast.

Tabell 15: PM2,5 I Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---------------------------------|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, nov. - des. | 16 | 17 | 19 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 105 | 36 | 36 |
| | Korrelasjon | | 0,11 | 0,12 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m3 | 16 | 14 | 26 |



Figur 37: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Lensmannsdalen.

Sammendrag av resultatevalueringen av AirQUIS

Sammenligning mellom de ulike parameterne viser at det er stor forskjell mellom modellresultatene for de ulike byene. Der bør også nevnes at ikke alle måledataene som er brukt i denne rapporten har vært gjennom en kvalitetssikring og at feil kan forekomme. En generell konklusjon av prognose resultatene er gitt under, basert på mer detalj studium av de enkelte byene.

NO₂

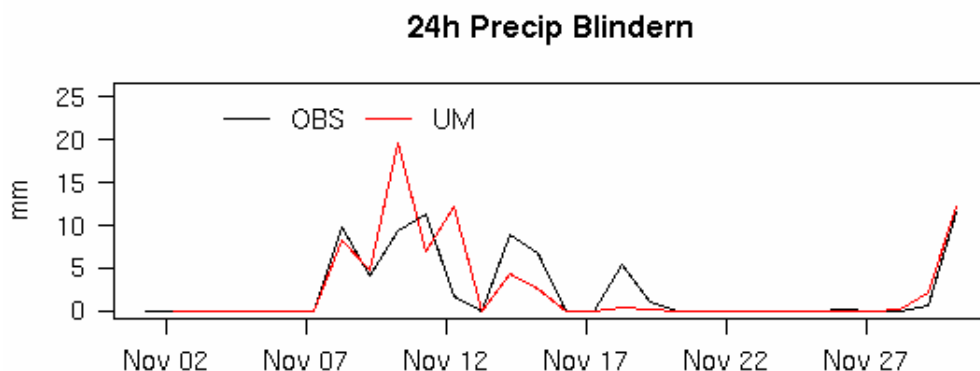
NO₂ nivåene er veldig varierende og prognosen både overestimerer og underestimerer de målte verdiene. Variasjoner i ozon bakgrunn kan ha mye å si for NO₂ konsentrasjonene time for time som vi med prognosen, som har konstant bakgrunn, ikke vil kunne fange opp. Men avvikene er også pga feil knyttet til for eksempel utslipp og meteorologi. Ved enkelte stasjoner som Kannik og Lensmannsdalen er det så ekstreme forskjeller mellom prognose og måleverdier at man ikke burde bruke disse i varsling av luftkvalitet. Det kan være feil ved målingene noe som vi har grunn til å tro for Kannik.

PM_{2.5}

For Oslo og Bergen ser vi en klar overestimering av PM_{2.5} nivåene ved de fleste stasjonene. Det er sannsynlig at overestimeringen i disse byene mye er pga. utslippstallene for vedfyring og f.eks feil på vindhastigheten og nedbør fra UM og ikke pga grensesnittet mellom AirQUIS og UM. Sist sesong så man en ekstrem overestimering også i Trondheim mens denne sesongen får vi veldig bra samsvar i mellom målte verdier og prognosen. Observasjoner og UM-prognoser av døgnnedbør på Oslo Blindern, Bergen Florida og Trondheim Voll er vist i figur 39-44.

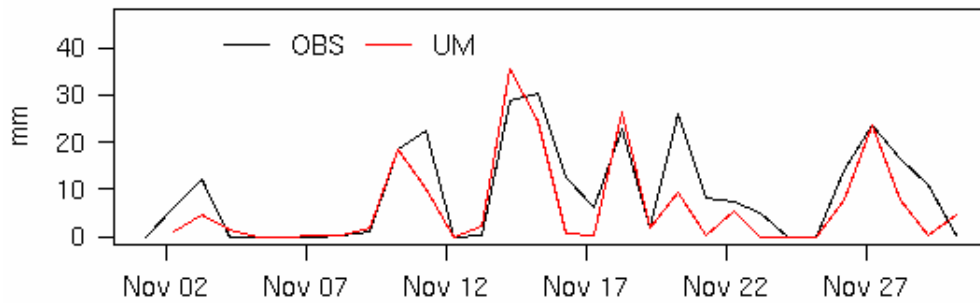
PM₁₀

Overestimeringen eller underestimeringen som blir gjort for PM_{2.5} gjenspeiler seg også i PM₁₀ resultatene. Man ser ingen klar tendens til enten å overestimere eller underestimere PM₁₀



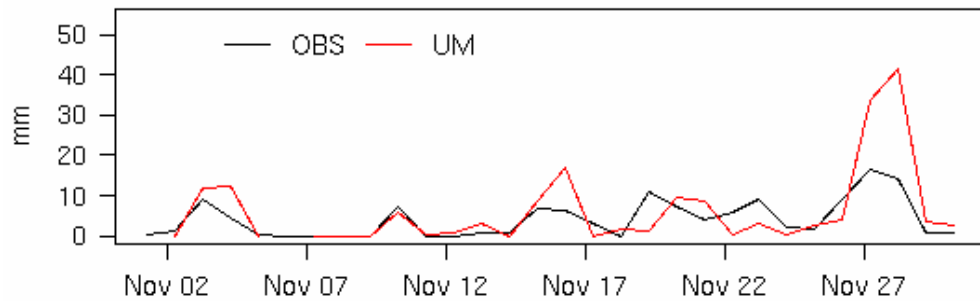
Figur 39. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Oslo Blindern november 2008.

24h Precip Bergen



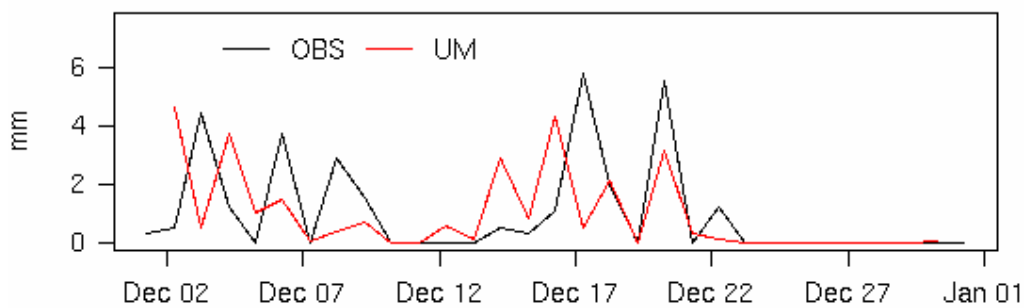
Figur 40. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Bergen Florida november 2008.

24h Precip Trondheim

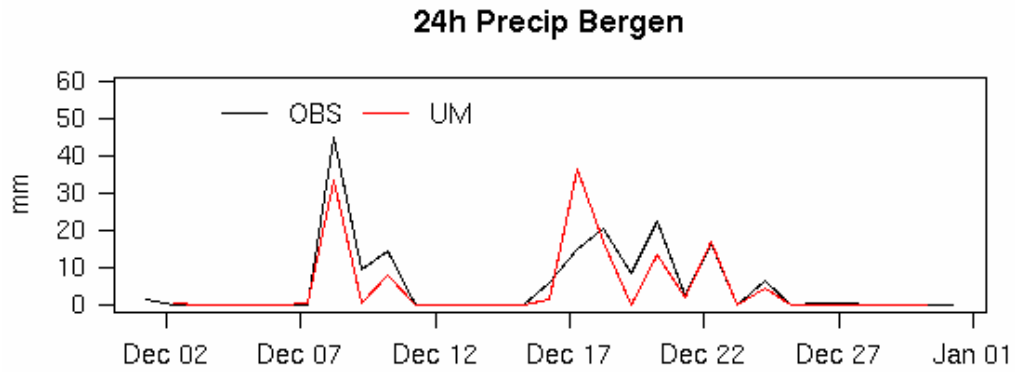


Figur 41. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Trondheim Voll november 2008.

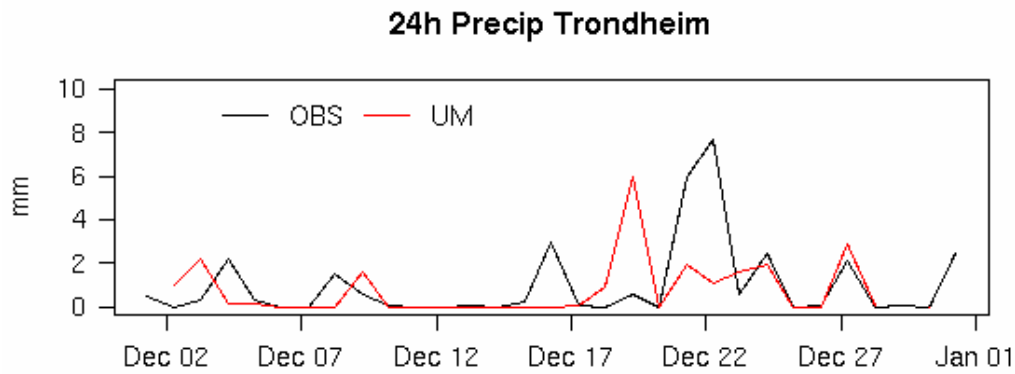
24h Precip Blindern



Figur 42. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Oslo Blindern desember 2008.



Figur 43. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Bergen Florida desember 2008.



Figur 44. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Trondheim Voll desember 2008.

Appendix A
Bedre byluft - evaluering oktober til desember 2008

Produksjonssystemet

UM 1km for Oslo/Drammen, Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim kjører daglig på tungregneanlegget i Trondheim kl 05:15 og data til AirQUIS er klare ca kl 6 norsk tid. Problemer i produksjonssystemene som er meldt inn fra operatørene er listet i tabell A1.

| Dato | Hendelse | Forklaring |
|-------|---|-----------------------------|
| 31.10 | Forsinkelse | Problemer med modellene |
| 5.11 | Ingen data for Trondheim | UM1 feilet |
| 6.11 | Ingen data for Trondheim | UM1 feilet etter 35t |
| 4.12 | Forsinkelse for Oslo, Bergen og Trondheim | problemer med systemet |
| 28.12 | Ingen data for Trondheim | UM1 feilet |
| 30.12 | Forsinkelse på alle byer | Problemer med AirQUIS-pcene |
| 22.1 | Mangler plott NO2 +48t Trondheim | |

Tabell A1. Uregelmessigheter i produksjonsrutinene for Bedre Byluft fra 31. oktober til 31. januar

Meteorologi □ prognoser fra UM

Figurer med tidsserier fra UM 1km for observasjonspunktene Blindern, Alna, Tryvasshøgda, Berskog, Voll, Værnes, Florida, Sola, Kiellandsmyra og Geiteryggen finnes på slutten av rapporten. Utregning av de statistiske målene finnes også her. Figurene viser observasjoner av vind og vindretning i 10m høyde og temperaturen i 2m høyde, sammen med tilsvarende prognoser fra UM 1km for prognoselengder 24 til 48 timer. Oppsummert feilstatistikk for månedene november og desember er gitt i tabell A2-A3.

Generelt er det liten feil i vinden alle tre månedene. Sola og Værnes har høyest rmse. I november er Blindern og Valle Hovin de bystasjonene som har størst feil, med hhv 2.1 og 2 m/s. I desember underestimerer modellen vindstyrken ved Bergen Florida. Spesielt blir de sterkeste vindene underestimert, men i begynnelsen av desember er det noen dager varslet så lite vind at det kan ha innflytelse på spredningsprognosene fra AirQUIS. Modellen har underestimert temperaturen ved de fleste stasjonene i de kalde periodene. Blant bystasjonene har temperaturen har størst feil i Drammen, men også Skien har større feil enn de andre. Fra tidsseriene ser vi at det er perioder med altfor lav temperatur fra modellen som slår ut i feilstatistikken.

| Stasjon | bias ff10m | stde ff10m | rmse ff10m | bias t2m | stde t2m | rmse t2m |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Alna | -0.4 m/s | 1.2 m/s | 1.3 m/s | -1.4 \square | 2.2 \square | 2.6 \square |
| Blindern | -1.2 m/s | 1.7 m/s | 2.1 m/s | -1.3 \square | 2.7 \square | 3.0 \square |
| Tryvasshøgda | -0.2 m/s | 1.6 m/s | 1.6 m/s | -1.7 \square | 3.3 \square | 3.7 \square |
| Valle Hovin | -1.4 m/s | 1.5 m/s | 2.0 m/s | -1.1 \square | 2.6 \square | 2.8 \square |
| Berskog | -0.6 m/s | 1.7 m/s | 1.7 m/s | -3.4 \square | 3.6 \square | 4.9 \square |
| Voll | 0.2 m/s | 1.5 m/s | 1.6 m/s | -0.3 \square | 2.0 \square | 2.0 \square |
| Værnes | -1.6 m/s | 2.2 m/s | 2.8 m/s | -1.0 \square | 2.5 \square | 2.7 \square |
| Florida | -0.7 m/s | 1.7 m/s | 1.9 m/s | -0.9 \square | 1.6 \square | 1.8 \square |
| Kiellandsmyra | 0.7 m/s | 1.4 m/s | 1.6 m/s | 1.4 \square | 1.8 \square | 2.3 \square |
| Sola | -1.3 m/s | 2.1 m/s | 2.5 m/s | -0.6 \square | 1.8 \square | 1.9 \square |
| Geiteryggen | -0.2 m/s | 1.5 m/s | 1.5 m/s | -2.4 \square | 2.7 \square | 3.6 \square |

| Stasjon | bias ff10m | stde ff10m | rmse ff10m | bias t2m | stde t2m | rmse t2m |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Alna | -0.3 m/s | 1.1 m/s | 1.1 m/s | -2.5 \square | 2.9 \square | 3.8 \square |
| Blindern | -1.1 m/s | 1.6 m/s | 1.9 m/s | -2.1 \square | 2.8 \square | 3.5 \square |
| Tryvasshøgda | 0.2 m/s | 1.5 m/s | 1.5 m/s | -3.8 \square | 4.5 \square | 5.8 \square |
| Valle Hovin | -0.9 m/s | 1.3 m/s | 1.6 m/s | -2.1 \square | 2.8 \square | 3.5 \square |
| Berskog | -0.4 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | -3.4 \square | 2.9 \square | 4.5 \square |
| Voll | -0.1 m/s | 1.7 m/s | 1.7 m/s | -2.2 \square | 2.7 \square | 3.5 \square |
| Værnes | -1.6 m/s | 1.9 m/s | 2.5 m/s | -3.7 \square | 2.8 \square | 4.6 \square |
| Florida | -1.4 m/s | 2.1 m/s | 2.5 m/s | -2.2 \square | 2.6 \square | 3.4 \square |
| Kiellandsmyra | 0.1 m/s | 1.5 m/s | 1.5 m/s | 0.9 \square | 2.0 \square | 2.2 \square |
| Sola | -1.1 m/s | 2.1 m/s | 2.4 m/s | -1.6 \square | 2.2 \square | 2.7 \square |
| Geiteryggen | 0.1 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | -3.1 \square | 2.8 \square | 4.2 \square |

Tabell A2-A3 Feilstatistikk fra UM for observasjonspunkter, øverst november 2008 og nederst desember 2008.

Spredningsberegninger, AirQUIS

Prognose av luftkvalitet bygger på prognose av meteorologiske inngangsdata (UM), samt utslippsdatabase og spredningsmodeller fra AirQUIS. UM leveres av met.no og AirQUIS leveres av NILU.

Resultater fra byene i perioden november - desember 2008

Ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ PM₁₀ og PM₂₅ er gitt for de ulike byene for å evaluere prognosen. Følgende parametere er vist:

- Langtidsmiddel
- Maksimalt timemiddel (NO₂) eller døgnmiddel (PM) i hele perioden
- Korrelasjon mellom måling og prognose
- Antall døgn med målt/prognostisert maksimalt timemiddel over 100 µg/m³ for NO₂ eller antall døgn med døgnmiddel over 35 µg/m³ for PM₁₀ eller over 20 µg/m³ for PM_{2.5}

I tillegg vises det plot av tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for NO₂ og døgnmiddel for PM.

Forrige sesong ble et nytt grense snitt laget mellom AirQUIS og UM. Dette grensesnittet ble igjen forandret etter at det ble påvist veldig høye nivåer av PM_{2.5}. Det nyeste grensesnittet har etter det ikke blitt testet sikkert under typiske PM_{2.5} episoder med mye vedfyring. Denne sesongen vil derfor være viktig for å se om det nye grensesnittet er riktig.

Resultater fra Oslo

NO₂

Tabell 1 viser sammenligning av de ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4 og Manglerud i Oslo. I Figur 1 - Figur 4 vises de respektive tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for de samme stasjonene.

Riksvei 4 gir rimelig gode resultater for alle parametere i perioden, dog med en liten overestimering. Ved Kirkeveien og Alnabru underestimeres de høyeste verdiene. Modellberegninger for Manglerud har historisk alltid vist en overestimering i forhold til målinger for komponenter som hovedsaklig kommer fra trafikk. Dette vises også i tabellen og tilhørende figur. Det er så langt ikke gjort noe spesiell studie av modellen for å finne årsak til overestimering ved Manglerud.

PM₁₀

Tabell 2 viser sammenligning av parametere mellom målinger og prognoseverdier for PM₁₀ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4, Manglerud, Sofienbergparken og Skøyen. I Figur 5 - Figur 10 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene.

Ved Kirkeveien ser vi fra tabellen at langtidsmiddelet og antall døgn over 35 µg/m³ er likt mellom prognose og målinger. Prognosen underestimerer noe de høyeste døgnverdiene, men har uansett god korrelasjon. Ved Alnabru er de statistiske parametere fra prognosen både over og under de målte verdiene, mens det ved alle de andre stasjonene er en overestimering.

PM_{2.5}

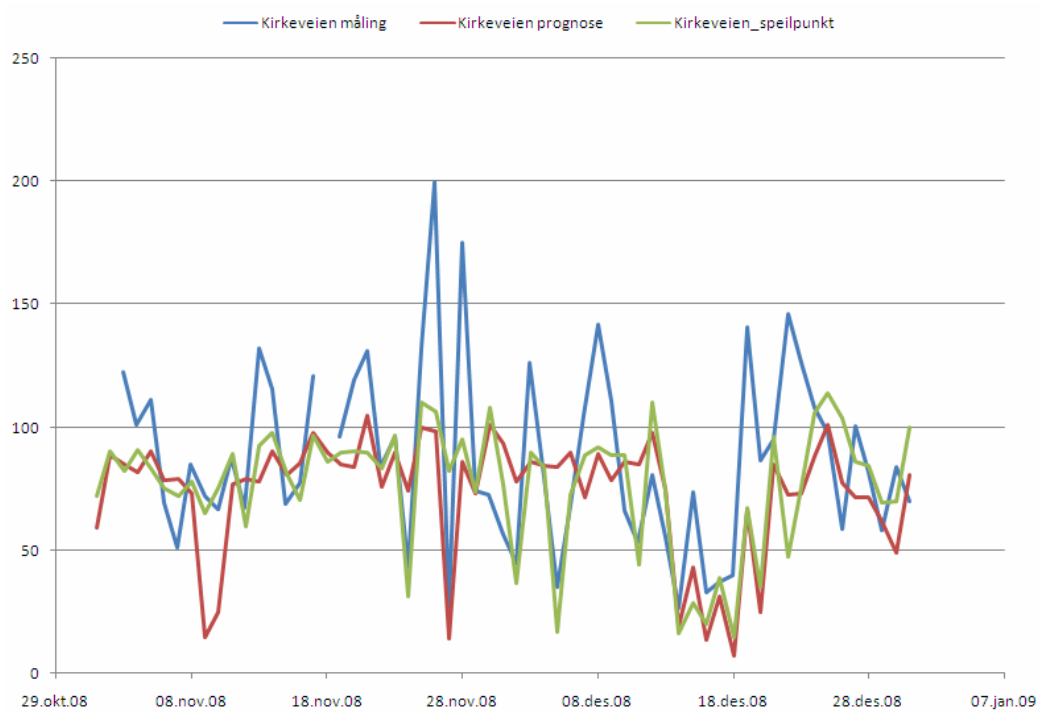
Tabell 3 viser sammenligning av ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for PM_{2.5} ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4 og Manglerud. I Figur 11 - Figur 15 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene.

Ved Alnabru ser vi fra tabellen og ikke minst Figur 13 at det er en generell ganske kraftig underestimering av PM_{2.5}. For alle de andre stasjonene er forholdet motsatt og

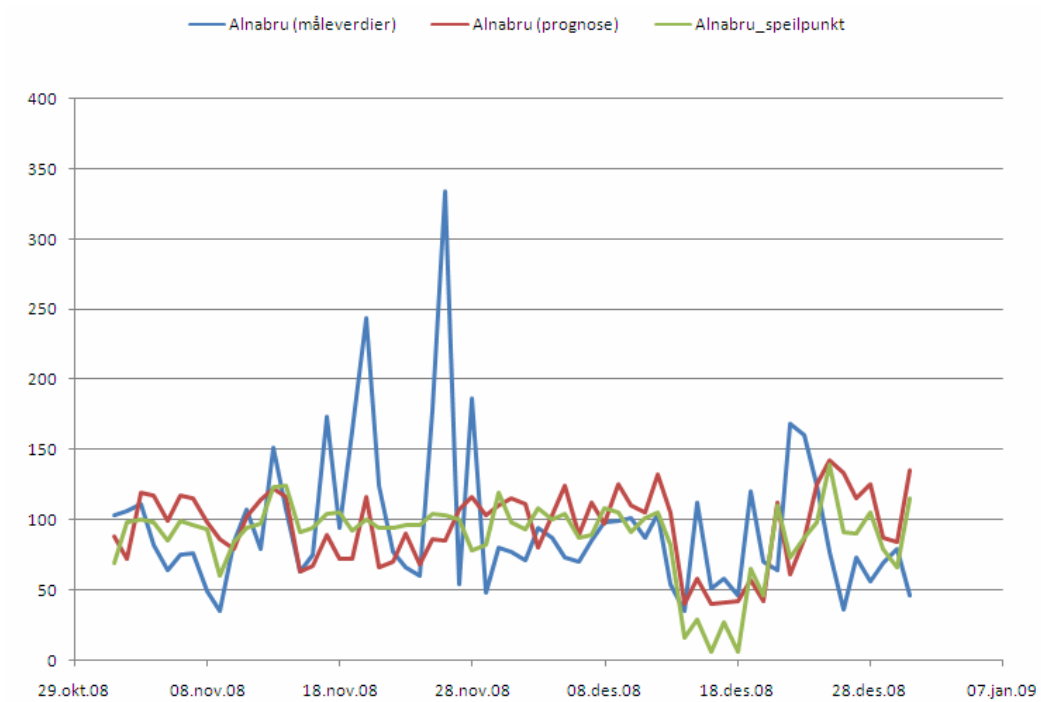
prognosen overestimerer. For Kirkeveien ser vi i Figur 12 at prognosen overestimerer, men at det er veldig god korrelasjon.

Tabell 1: NO2 i Oslo

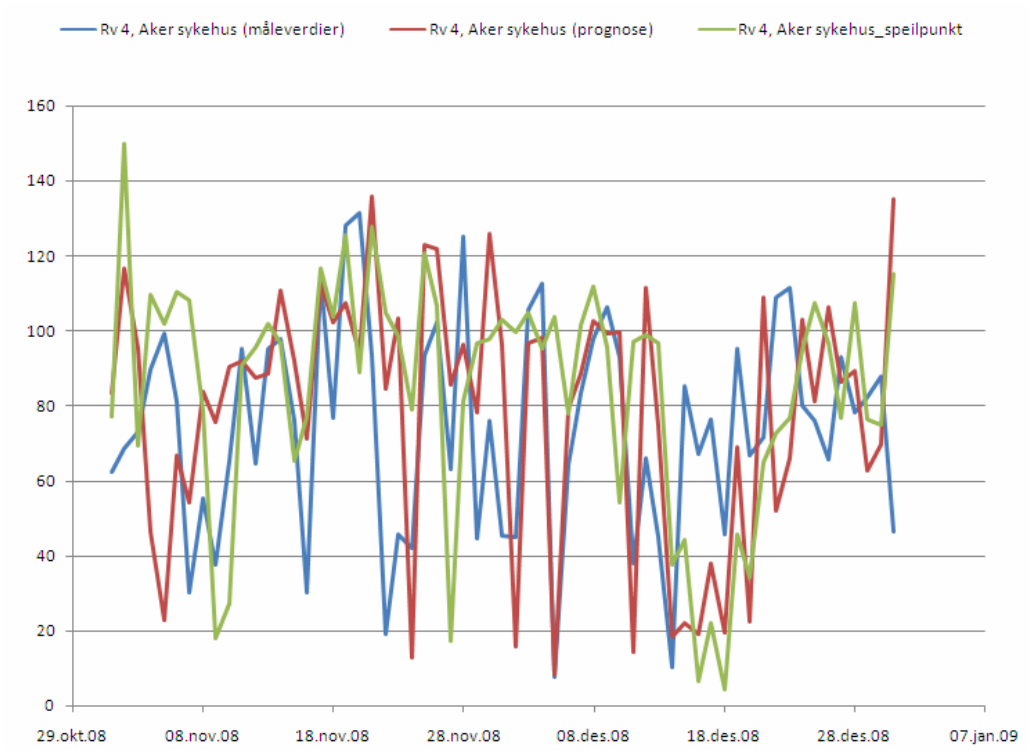
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---|---------------|-----------------|--------------------------------|
| Kirkeveien | Middel, nov. - des. | 88 | 73 | 76 |
| | Maksimalt timemiddel | 200 | 105 | 114 |
| | Korrelasjon | | 0,49 | 0,56 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 20 | 3 | 7 |
| Alnabru | Middel, nov. - des. | 95 | 95 | 88 |
| | Maksimalt timemiddel | 334 | 142 | 139 |
| | Korrelasjon | | 0,02 | 0,23 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 20 | 30 | 19 |
| Riksvei 4 | Middel, nov. - des. | 74 | 79 | 84 |
| | Maksimalt timemiddel | 131 | 135 | 149 |
| | Korrelasjon | | 0,39 | 0,19 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 10 | 16 | 21 |
| Manglerud | Middel, nov. - des. | 103 | 124 | 126 |
| | Maksimalt timemiddel | 180 | 240 | 279 |
| | Korrelasjon | | 0,07 | 0,34 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 35 | 37 | 39 |



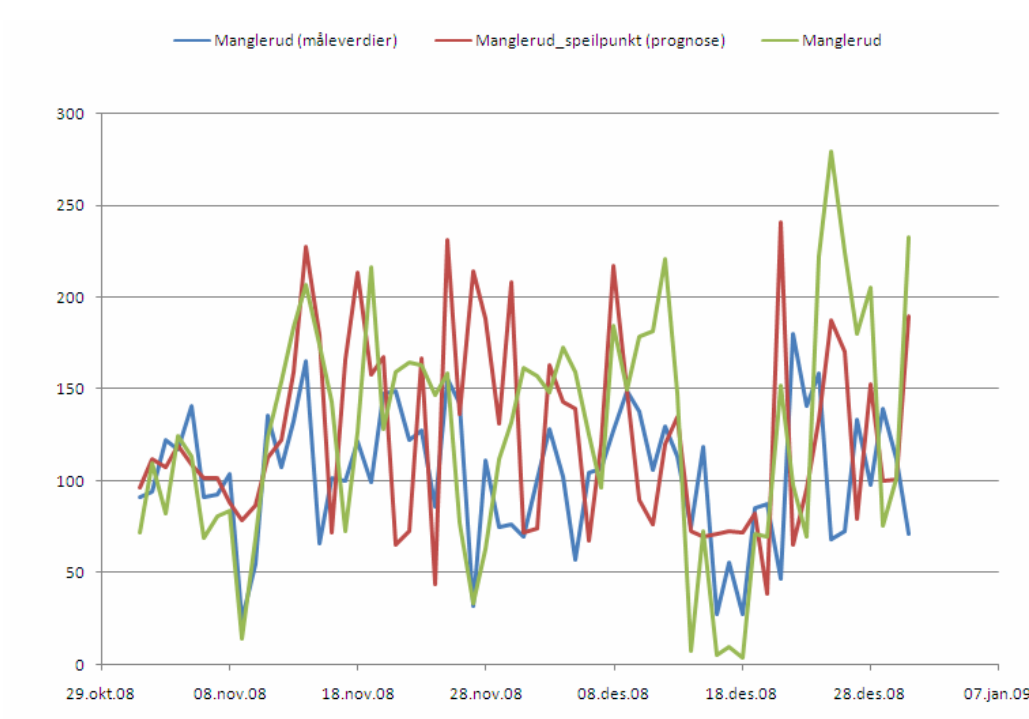
Figur 1: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Kirkeveien.



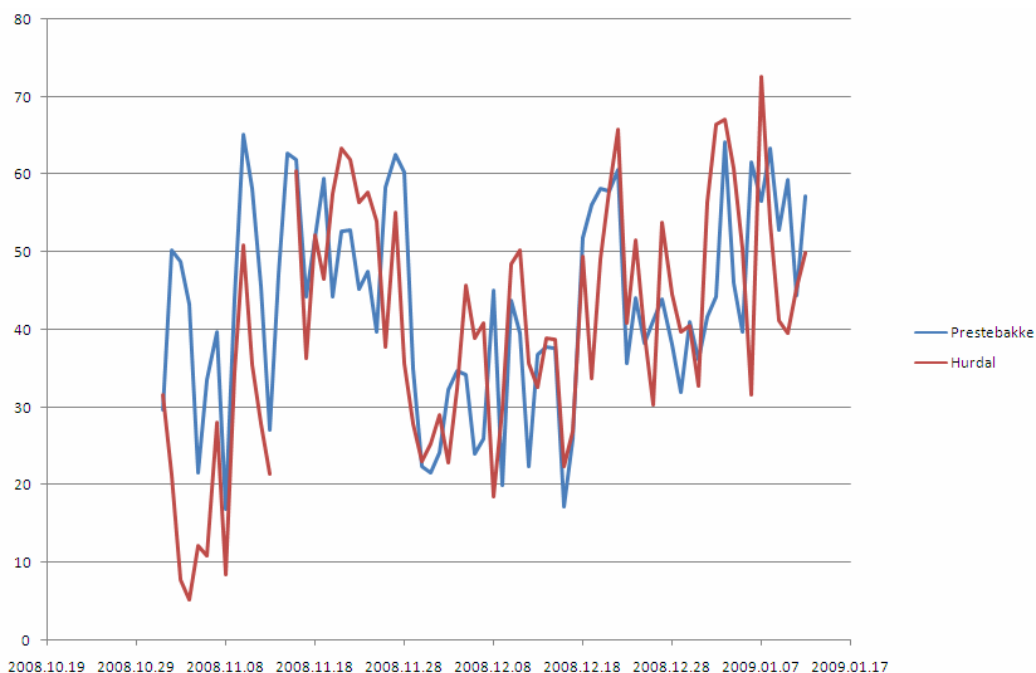
Figur 2: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Alnabru.



Figur 3: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 4: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Manglerud.

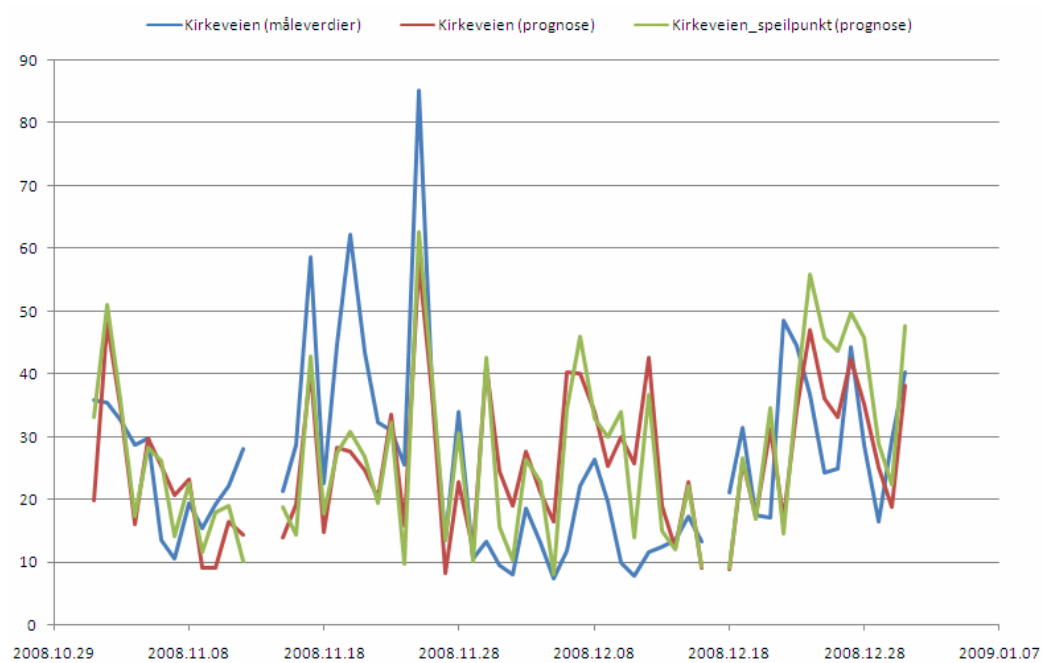


Figur 5: Målt ozonnivå (døgnmiddel) ved Prestebakke og Hurdal.

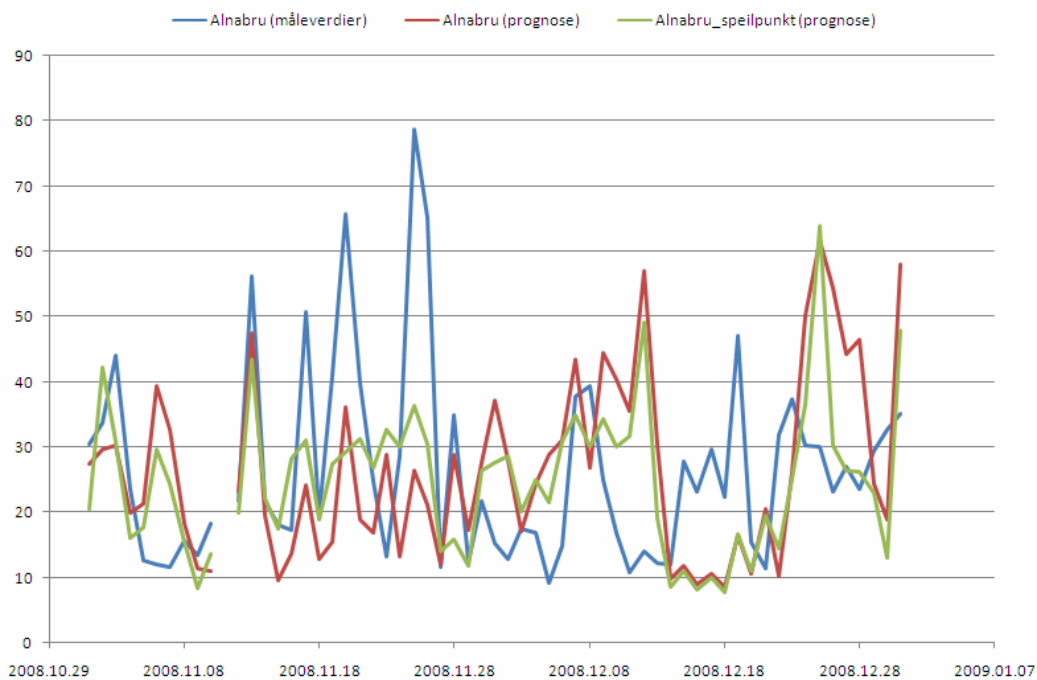
Tabell 2: PM10 i Oslo

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------------|---|--------|----------|---------------------|
| Kirkeveien | Middel, nov. □des. | 26 | 26 | 27 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 85 | 58 | 63 |
| | Korrelasjon | | 0,47 | 0,53 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 13 | 13 | 15 |
| Alnabru | Middel, nov. □des. | 27 | 27 | 25 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 79 | 62 | 64 |
| | Korrelasjon | | 0,11 | 0,31 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 13 | 15 | 7 |
| Riksvei 4 | Middel, nov. □des. | 20 | 28 | 29 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 57 | 79 | 77 |
| | Korrelasjon | | 0,41 | 0,18 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 7 | 19 | 20 |
| Manglerud | Middel, nov. □des. | 27 | 78 | 92 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 78 | 197 | 272 |
| | Korrelasjon | | -0,08 | 0,20 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 12 | 39 | 38 |
| Sofienbergparken | Middel, nov. □des. | 18 | 22 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 55 | 63 | |

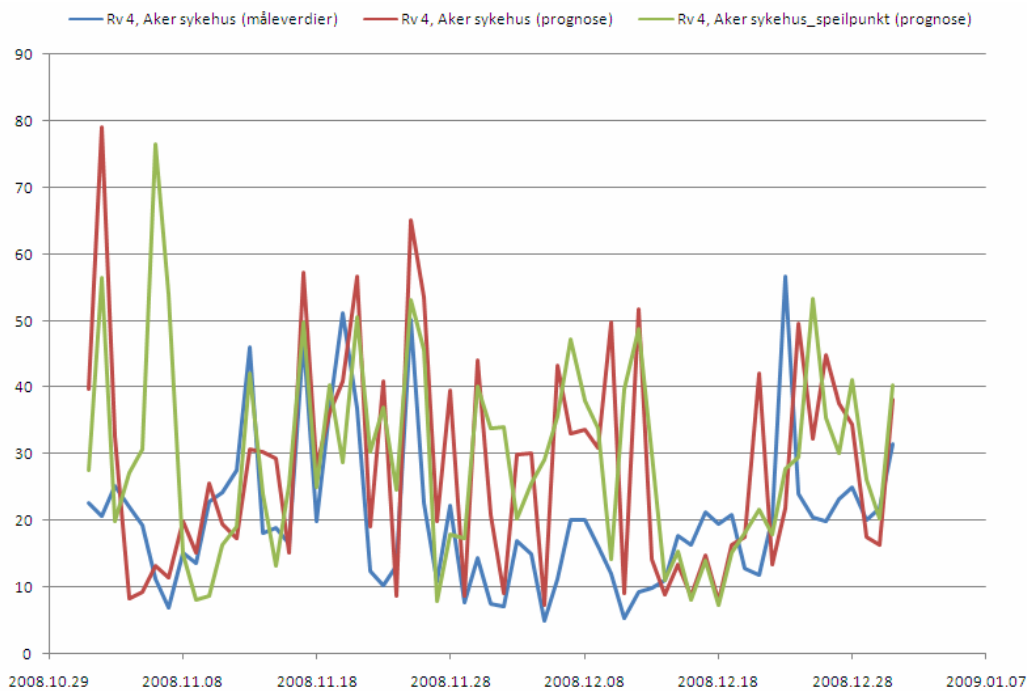
| | | | |
|--------|---------------------------------|----|------|
| | Korrelasjon | | 0,37 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 2 | 7 |
| Skøyen | Middel, nov. - des. | 21 | 26 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 45 | 58 |
| | Korrelasjon | | 0,60 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 8 | 17 |



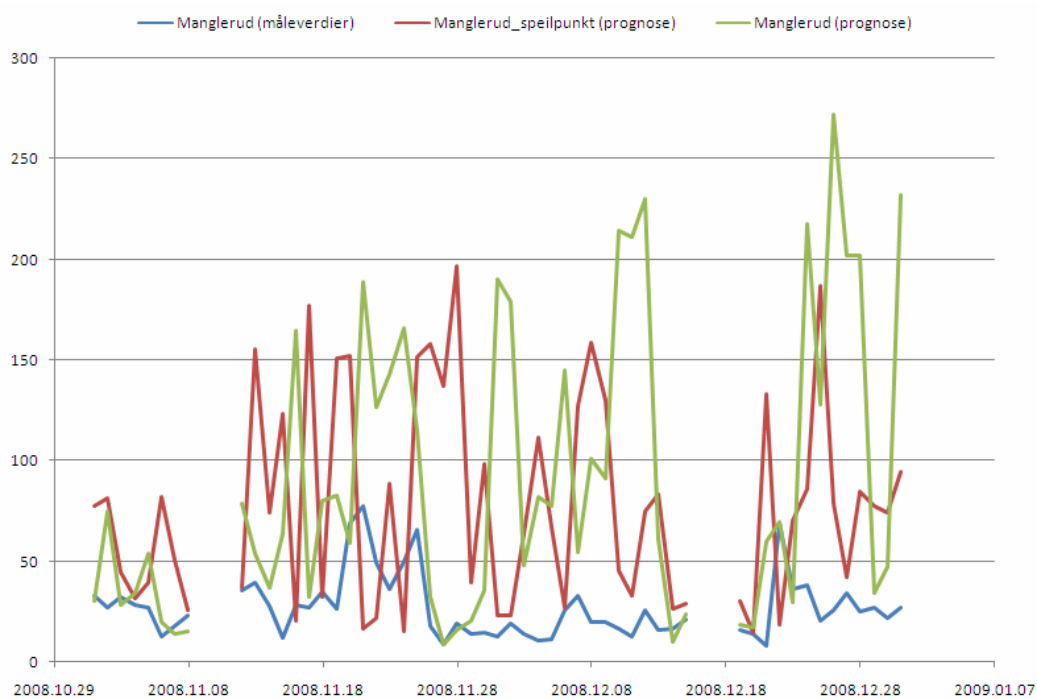
Figur 6: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Kirkeveien.



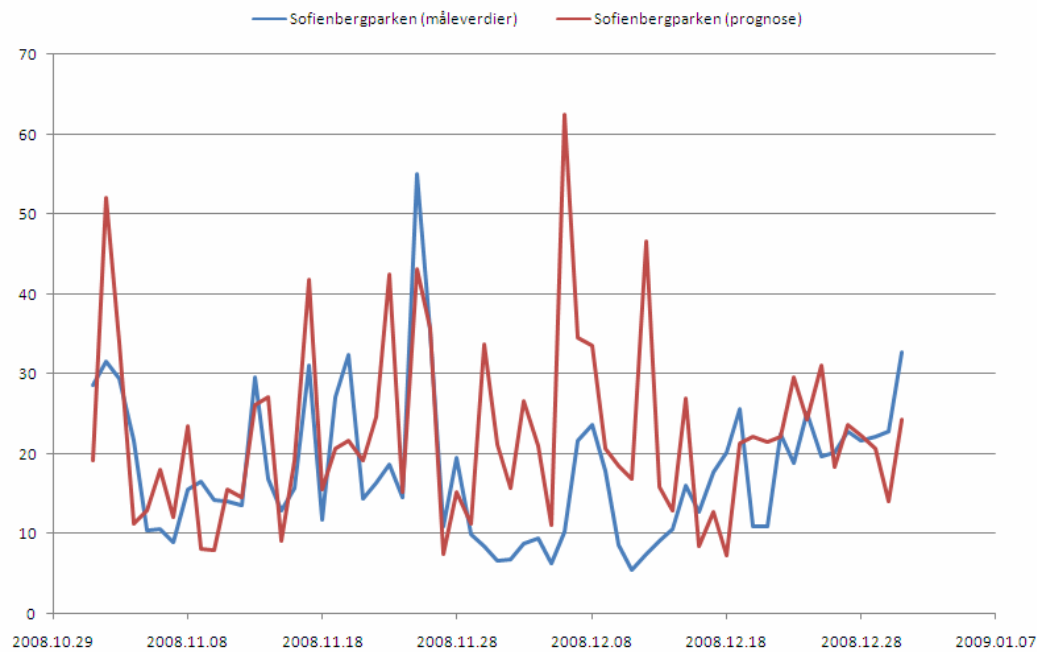
Figur 6: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Alnabru.



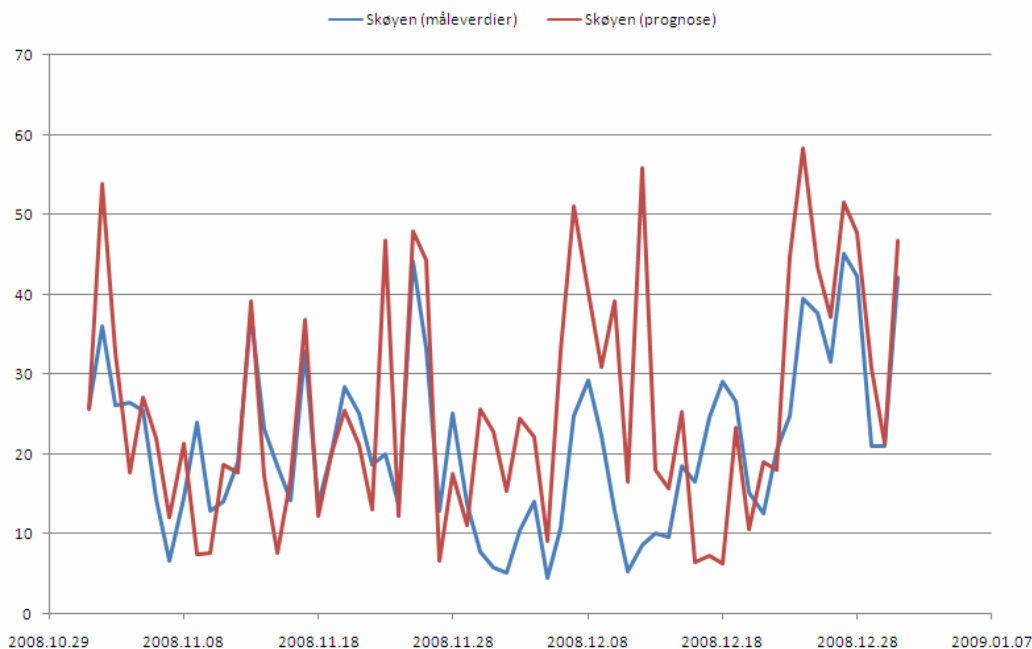
Figur 7: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 8: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Manglerud.



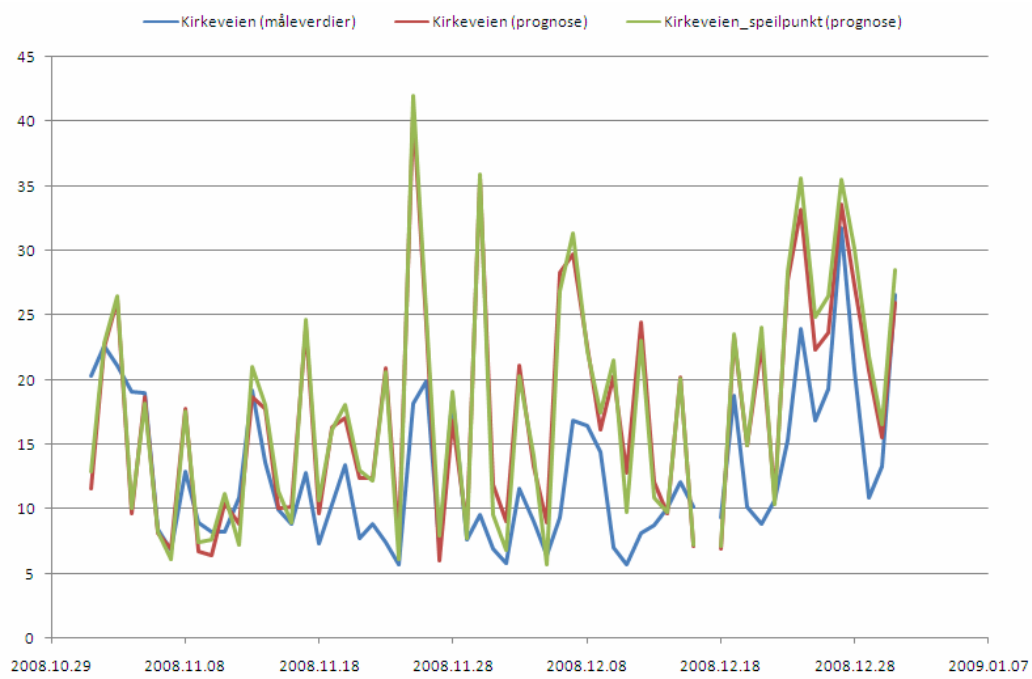
Figur 9: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Sofienbergparken.



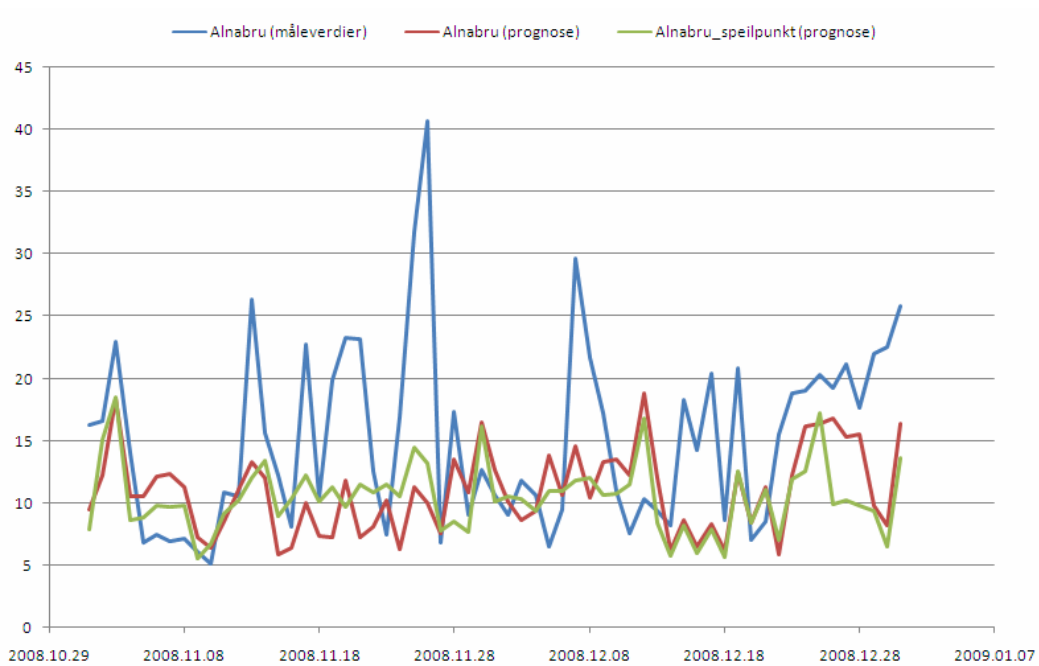
Figur 10: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Skøyen.

Tabell 3: PM2,5 i Oslo

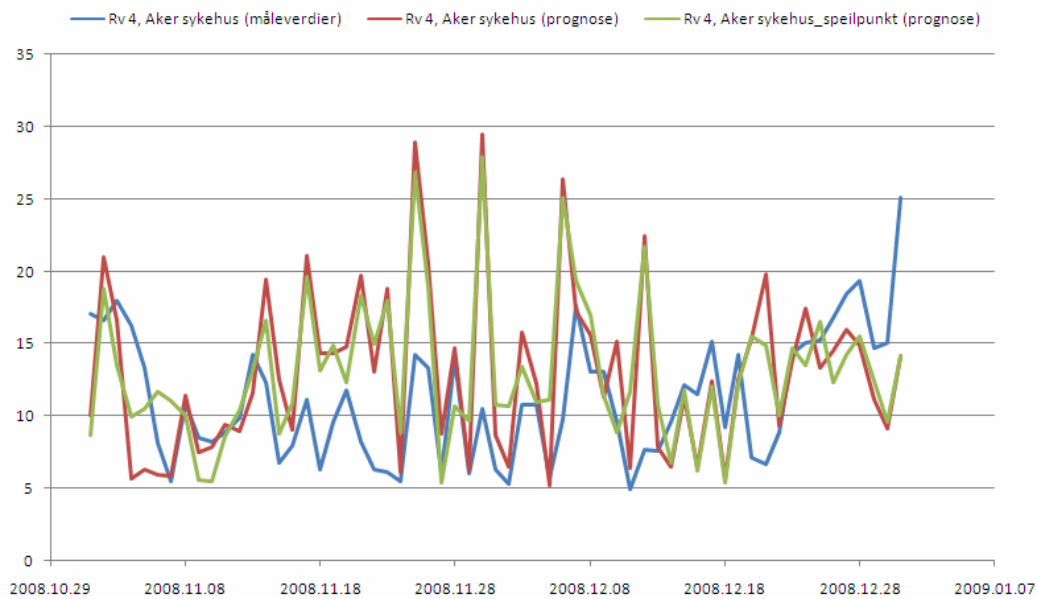
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------|--|--------|----------|------------------------|
| Kirkeveien | Middel, nov. - des. | 13 | 17 | 18 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 32 | 41 | 42 |
| | Korrelasjon | | 0,61 | 0,66 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 7 | 24 | 25 |
| Alnabru | Middel, nov. - des. | 15 | 11 | 11 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 41 | 19 | 19 |
| | Korrelasjon | | 0,25 | 0,40 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 16 | 0 | 0 |
| Riksvei 4 | Middel, nov. - des. | 11 | 13 | 13 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 25 | 29 | 28 |
| | Korrelasjon | | 0,26 | 0,21 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 1 | 7 | 4 |
| Manglerud | Middel, nov. - des. | 13 | 17 | 17 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 30 | 34 | 37 |
| | Korrelasjon | | 0,31 | 0,46 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 6 | 20 | 18 |



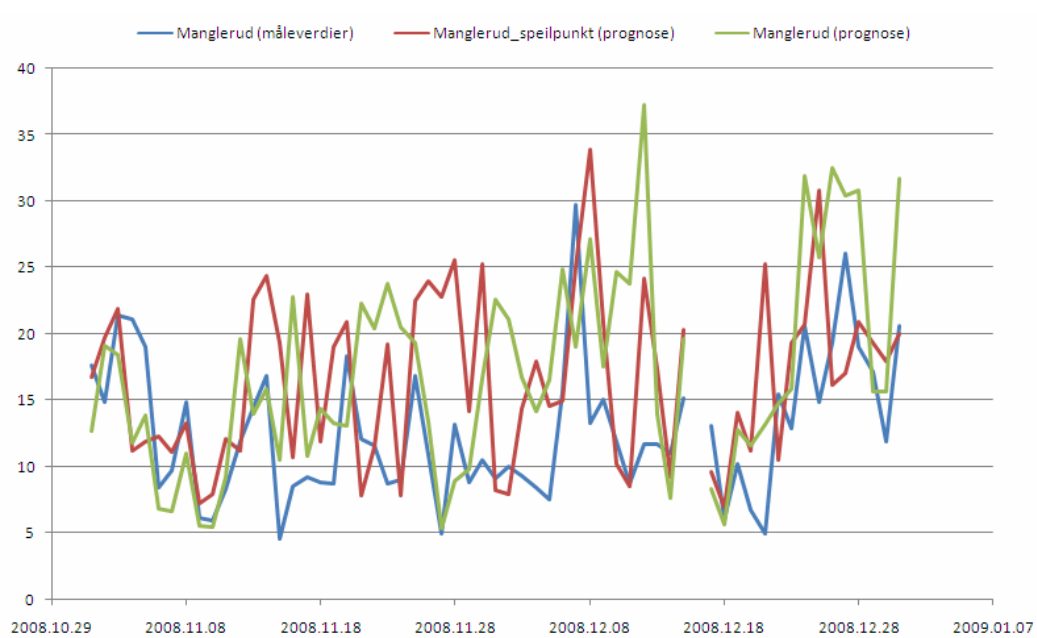
Figur 11: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Kirkeveien.



Figur 12: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Alnabru.



Figur 13: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 14: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Manglerud.

Resultater fra Bergen

NO₂

Tabell 4 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. På Danmarks plass viser tabellen at langtidsmiddel og maksimal timemiddel blir underestimert. Antall døgn med verdier over 100 µg/m³ er allikevel overestimert fra prognosen. Ved Rådhuset er alle parametrene kraftig overestimert. Dette vises godt i tidsserien i Figur 17.

PM₁₀

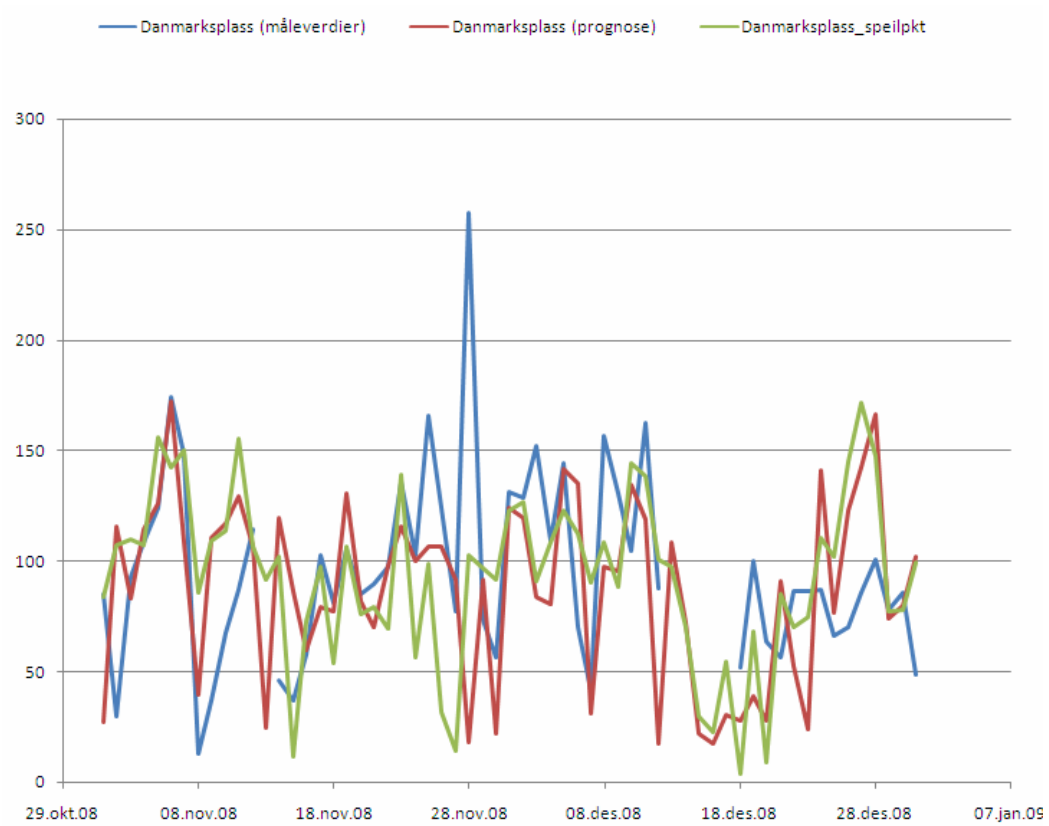
Tabell 5 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. Tabellen viser godt samsvar mellom prognose og målinger ved Danmarks plass selv om prognosen underestimerer mye det høyeste døgnmiddel. Vi ser fra Figur 18 denne ene verdien som skiller seg klart ut i tidsserien. Det er stor sannsynlighet for at dette skyldes en lokal kilde som for eksempel støvende gravarbeid i nærheten av målestasjonen i sammenheng med bybane-utbyggingen. Prognosen for Danmarks plass gir noen døgn med ganske for høye verdier i slutten av desember som mye skyldes overestimering av $PM_{2.5}$. For Rådhuset er det en klar overestimering for hele perioden dette skyldes i stor grad overestimering av $PM_{2.5}$.

$PM_{2.5}$

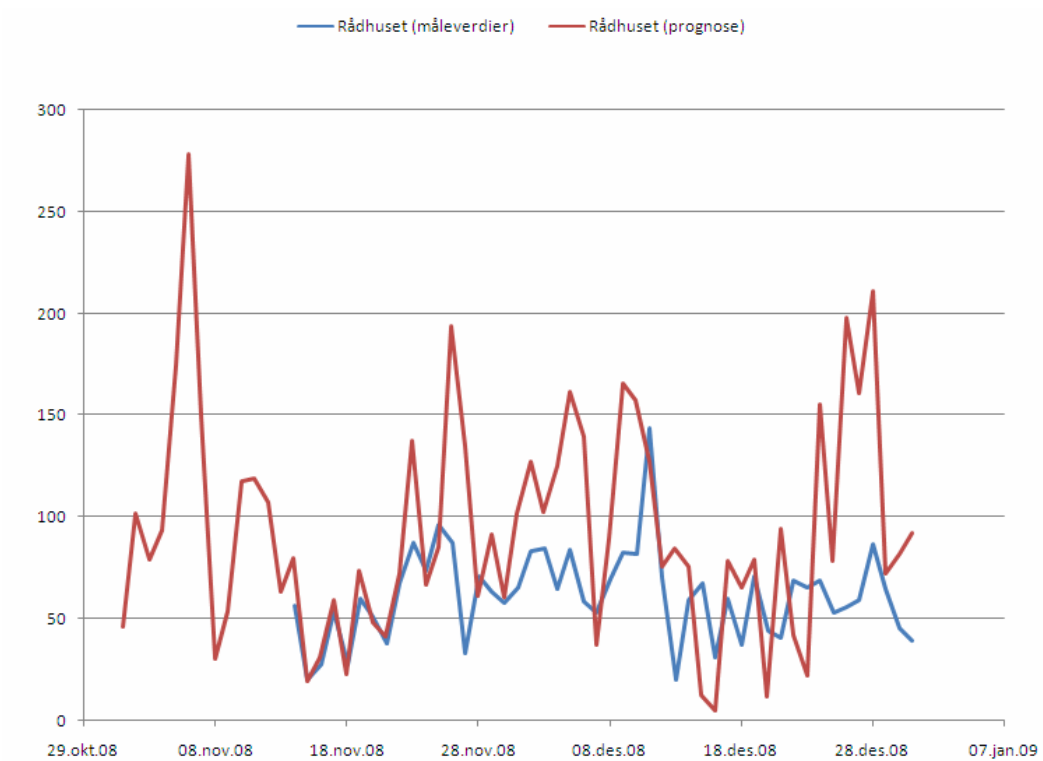
Tabell 6 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. Tabellen viser veldig god korrelasjon for $PM_{2.5}$ ved begge stasjoner i motsetning til korrelasjonen for PM_{10} . Det er uansett en gjennomgående overestimering, spesielt ved Rådhuset. Dette gjenspeiler seg også i resultatet for PM_{10}

Tabell 4: NO2 i Bergen

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|---------------|-----------------|----------------------------|
| Danmarks-plass | Middel, nov. - des. | 97 | 87 | 93 |
| | Maksimalt timemiddel | 258 | 172 | 172 |
| | Korrelasjon | | 0,21 | 0,33 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 22 | 27 | 28 |
| Rådhuset | Middel, nov. - des. | 62 | 93 | |
| | Maksimalt timemiddel | 143 | 278 | |
| | Korrelasjon | | 0,50 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1 | 23 | |



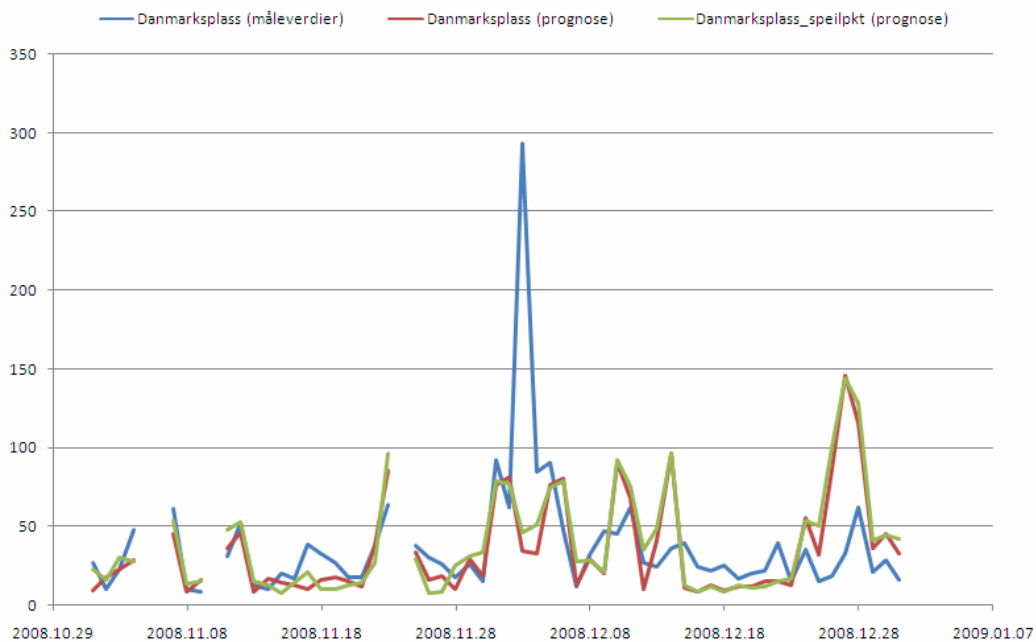
Figur 15: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Danmarks plass.



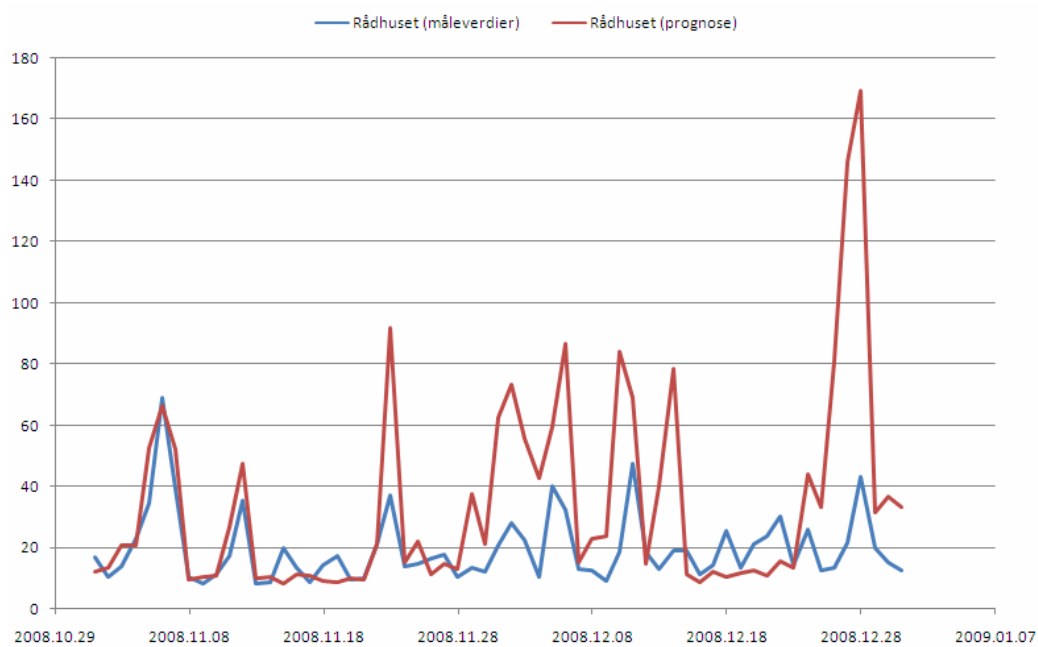
Figur 16: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Rådhuset.

Tabell 5: PM10 i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|---------------------------------|--------|----------|---------------------|
| Danmarks- plass | Middel, nov. - des. | 37 | 35 | 39 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 293 | 146 | 144 |
| | Korrelasjon | | 0,27 | 0,30 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 21 | 19 | 23 |
| Rådhuset | Middel, nov. - des. | 20 | 34 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 69 | 169 | |
| | Korrelasjon | | 0,55 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m3 | 7 | 21 | |



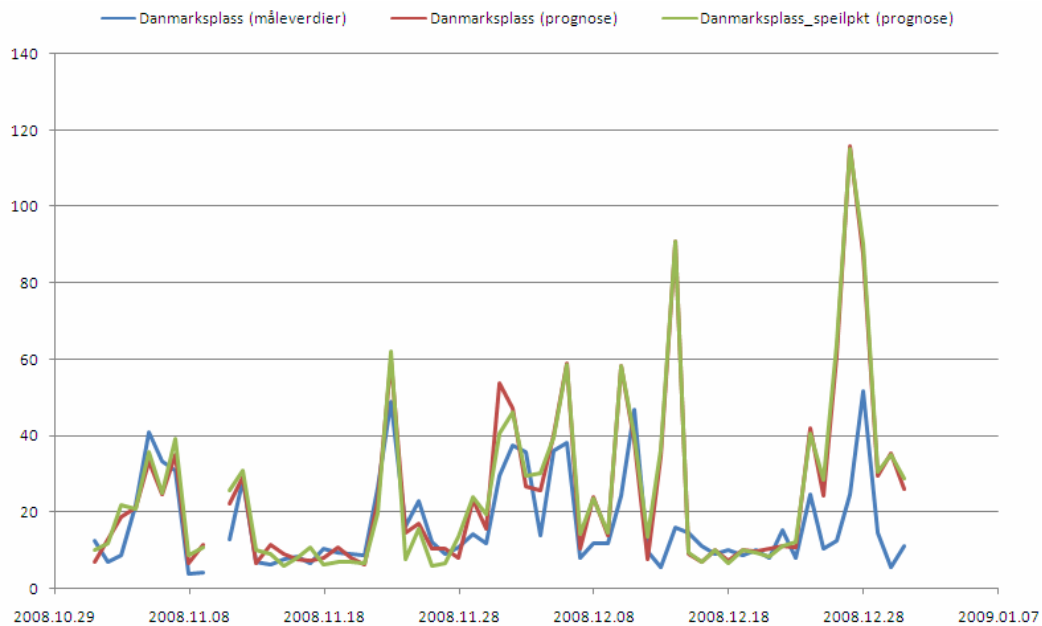
Figur 17: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Danmarks plass.



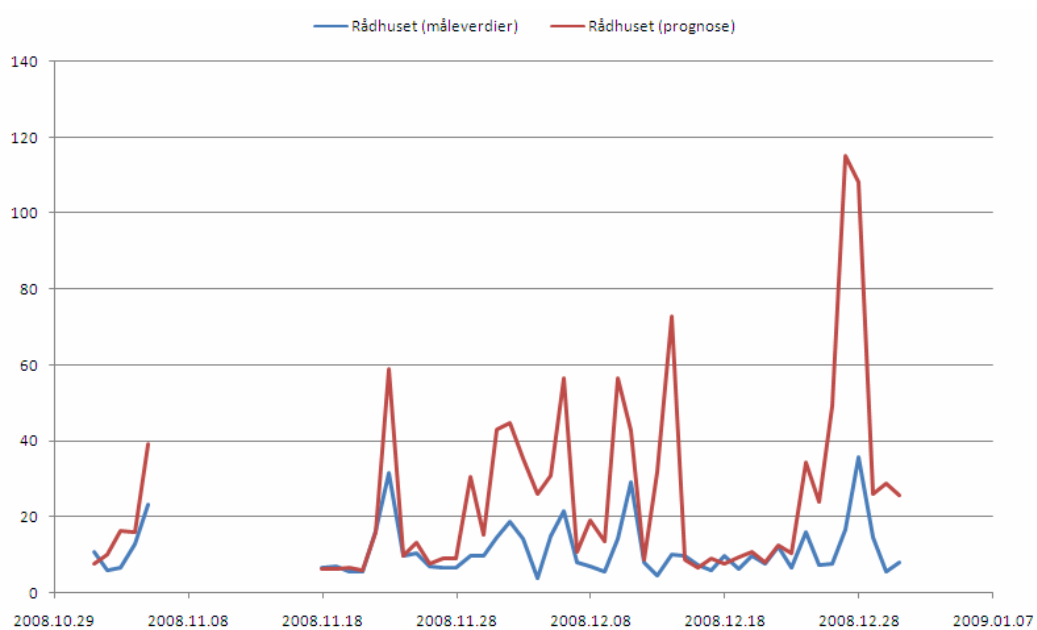
Figur 18: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Rådhuset.

Tabell 6: PM2,5 i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Danmarks-plass | Middel, nov. - des. | 17 | 25 | 26 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 52 | 116 | 115 |
| | Korrelasjon | | 0,60 | 0,60 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 18 | 28 | 28 |
| Rådhuset | Middel, nov. - des. | 11 | 26 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 36 | 115 | |
| | Korrelasjon | | 0,67 | |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 5 | 21 | |



Figur 19: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Danmarks plass.



Figur 20: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Rådhuset.

Resultater fra Trondheim

NO2

Tabell 7 viser de statistiske parametrene for Elgeseter og Bakke Kirke. Man ser en systematisk underestimering for Elgeseter fra tabellen noe som også klart vises i 22□. For Bakke Kirke gir speilpunktet veldig godt samsvar når man sammenligner parametrene, mens reseptorpunktet gir underestimering.

PM₁₀

De statistiske parametrene vist i

Tabell 8 angir et godt samsvar av nivåene i Trondheim for perioden. Prognose og målinger gir så å si samme langtidsmiddel, maksimal døgnmiddel og antall døgn over 35 µg/m³ for begge stasjonene. Fra tabellen og Figur 22 (Elgeseter) ser man derimot at reseptorpunkt og speilpunkt fra AirQUIS gir veldig ulikt resultat. Det er noen døgn som skiller seg spesielt ut i desember og som viser klart hvor sterke variasjoner i konsentrasjonene man kan ha selv over korte avstander. Man ser fra Figur 24 og Figur 25 at det er overestimering ved speilpunktene som gir mange for høye døgnmidler.

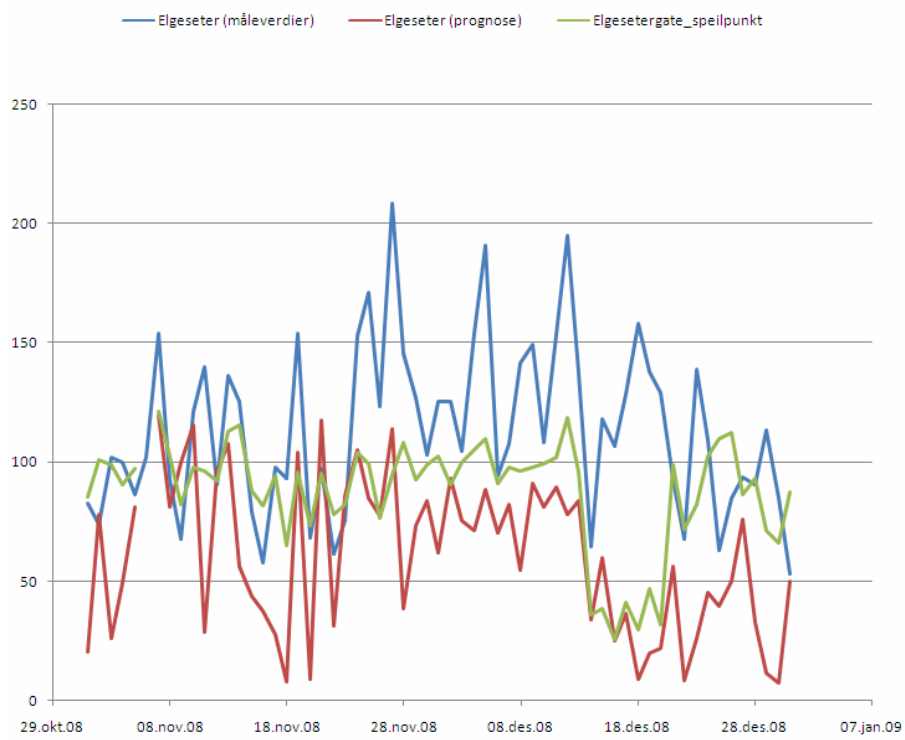
PM_{2.5}

For PM_{2.5} viser

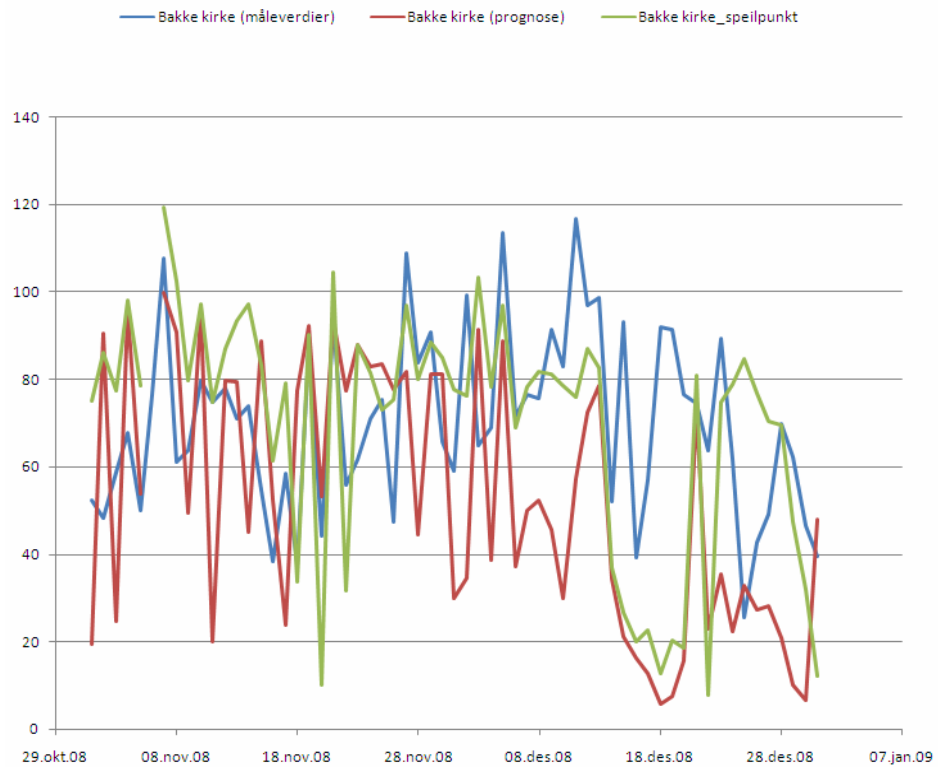
Tabell 9 et godt samsvar mellom prognose og modell, med god korrelasjon for begge stasjonene. Figur 26 og Figur 27 viser fint hvordan kurvene i store trekk følger hverandre og at nivåene er like.

Tabell 7: NO₂ i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|--|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, nov. - des. | 114 | 60 | 88 |
| | Maksimalt timemiddel | 209 | 119 | 121 |
| | Korrelasjon | | 0,36 | 0,20 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 37 | 7 | 15 |
| Bakke Kirke | Middel, nov. - des. | 71 | 53 | 71 |
| | Maksimalt timemiddel | 117 | 100 | 119 |
| | Korrelasjon | | 0,22 | 0,29 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 4 | 0 | 4 |



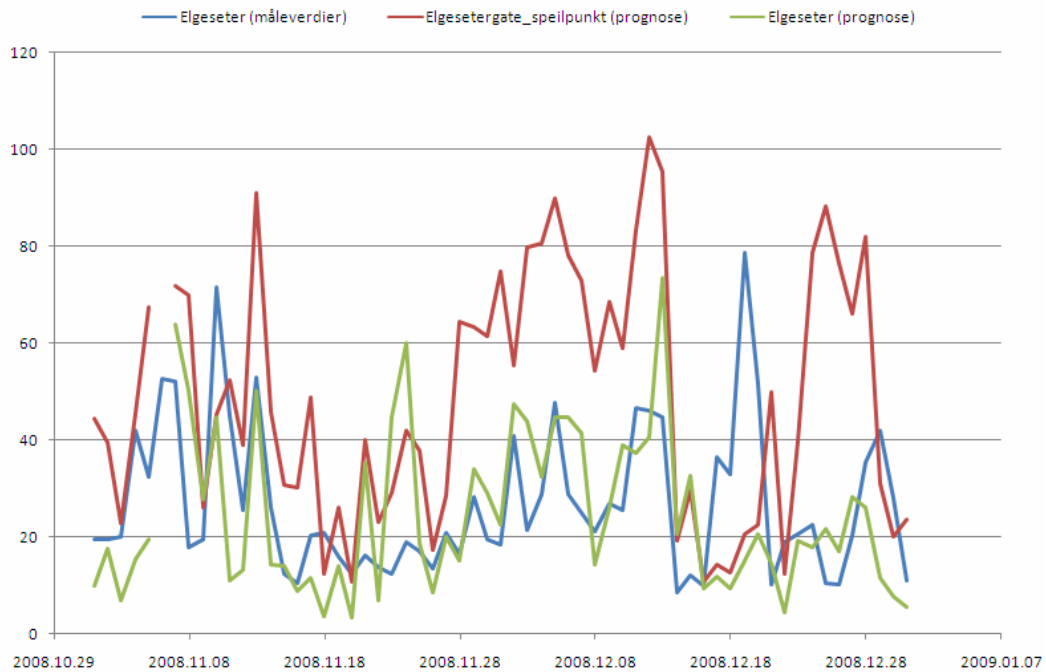
Figur 21: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Elgeseter.



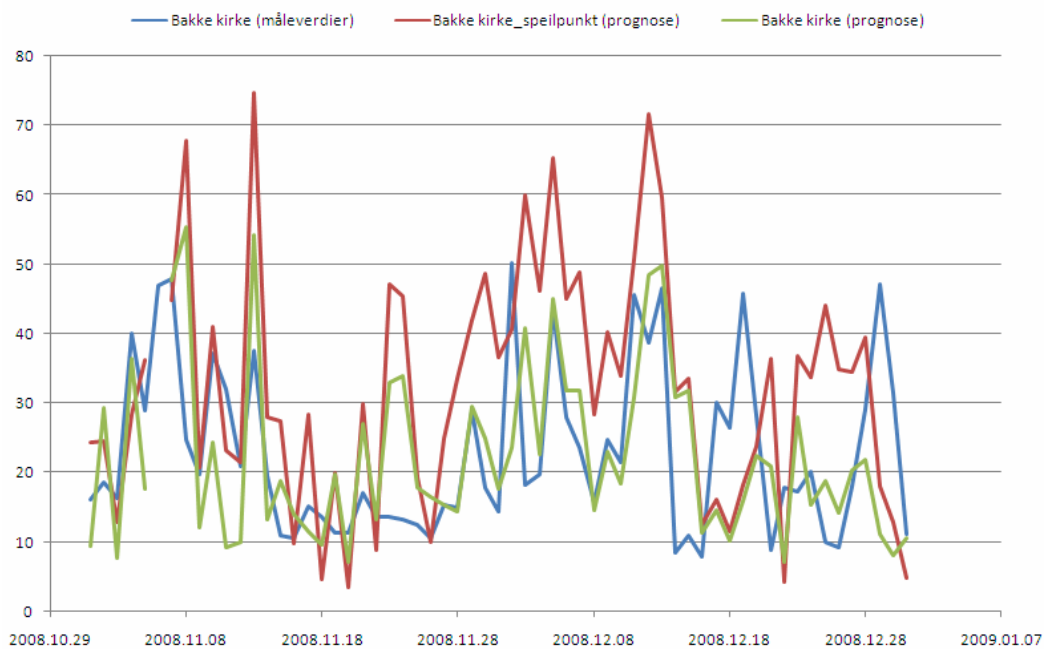
Figur 22: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 8: PM10 i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose- speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|-------------------------|
| Elgeseter | Middel, nov. - des. | 27 | 24 | 49 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 79 | 73 | 103 |
| | Korrelasjon | | 0,36 | 0,25 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 16 | 16 | 38 |
| Bakke Kirke | Middel, nov. - des. | 23 | 22 | 32 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 50 | 55 | 75 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,39 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 12 | 8 | 24 |



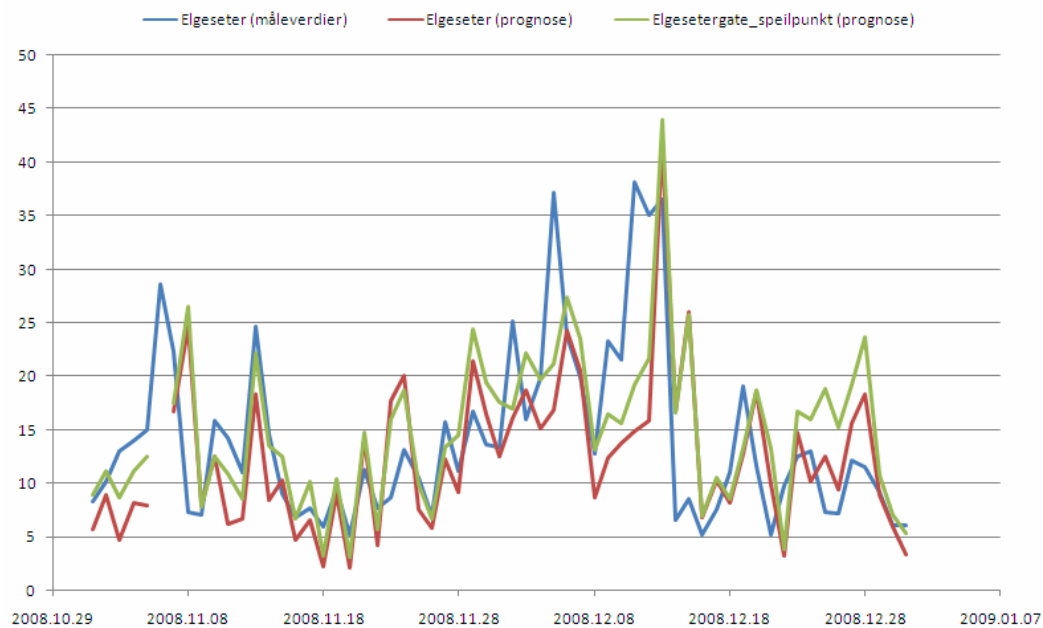
Figur 23: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Elgeseter.



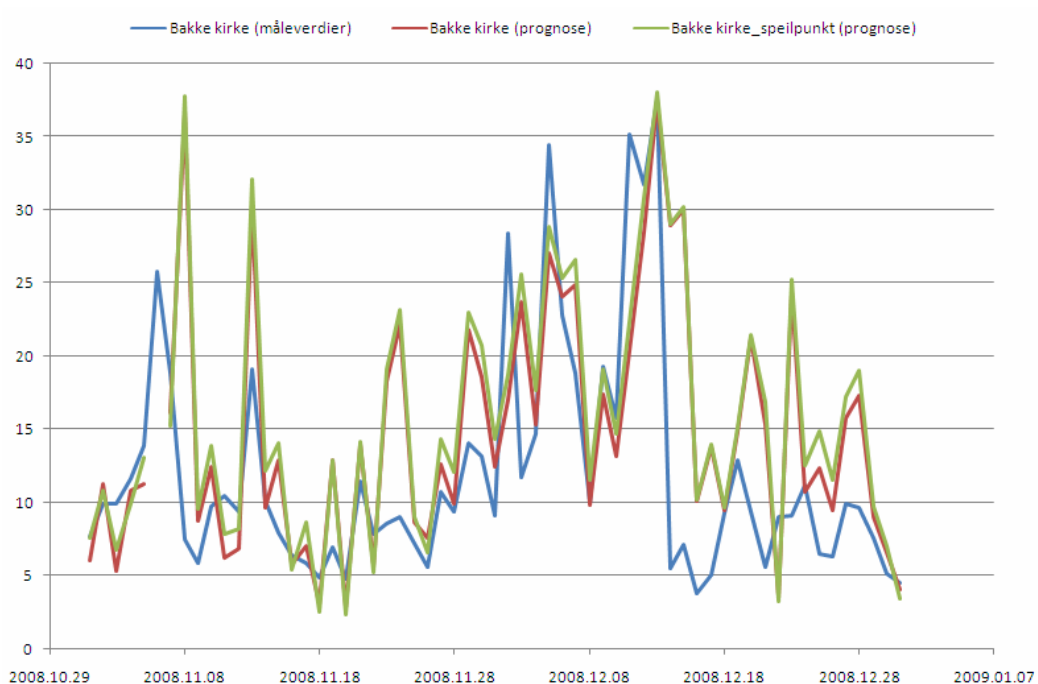
Figur 24: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 9: PM2,5 I Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, nov. - des. | 14 | 12 | 15 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 38 | 42 | 44 |
| | Korrelasjon | | 0,54 | 0,61 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 11 | 7 | 11 |
| Bakke Kirke | Middel, nov. - des. | 12 | 15 | 16 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 38 | 37 | 38 |
| | Korrelasjon | | 0,55 | 0,57 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 7 | 15 | 16 |



Figur 25: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Elgeseter.



Figur 26: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Bakke Kirke.

Resultater fra Stavanger

NO₂

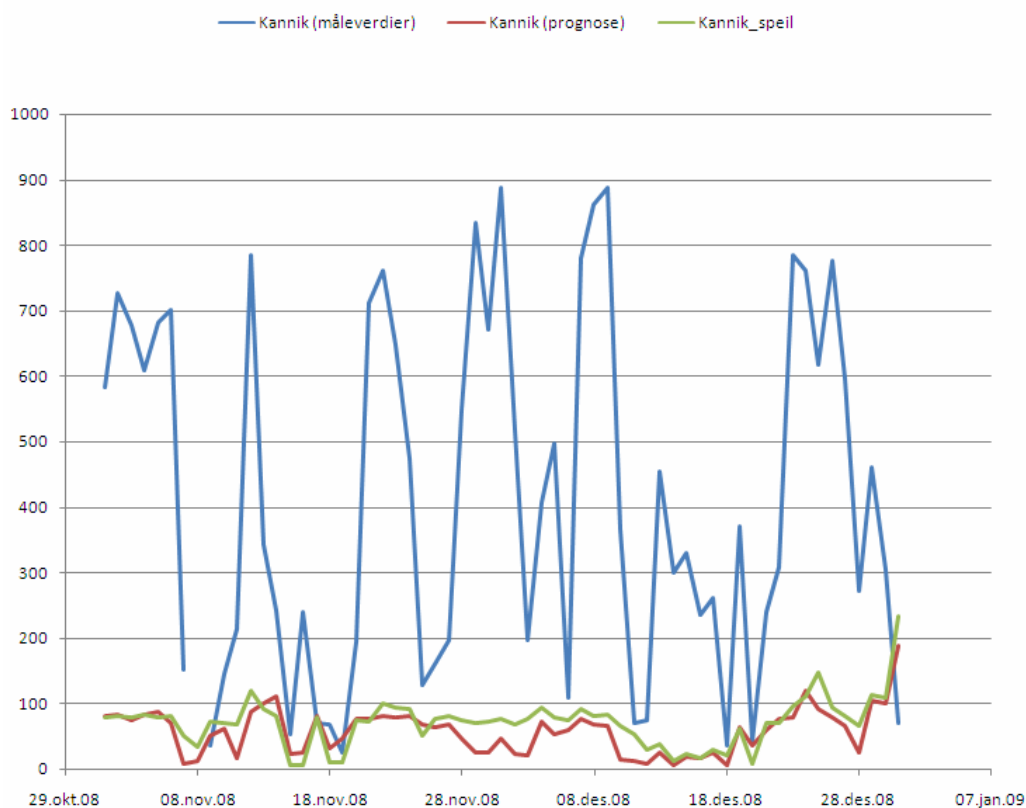
De målte NO₂ verdiene for Kannik er for nesten hele november av dårlig kvalitet med mye hull og store negative verdier. Toppverdiene ligger ekstremt over tidligere års nivåer så det kan se ut som det er noe galt med målingene. For Våland er derimot verdiene mer normale og underestimeringen fra AirQUIS mer beskjeden.

PM₁₀ og PM_{2,5}

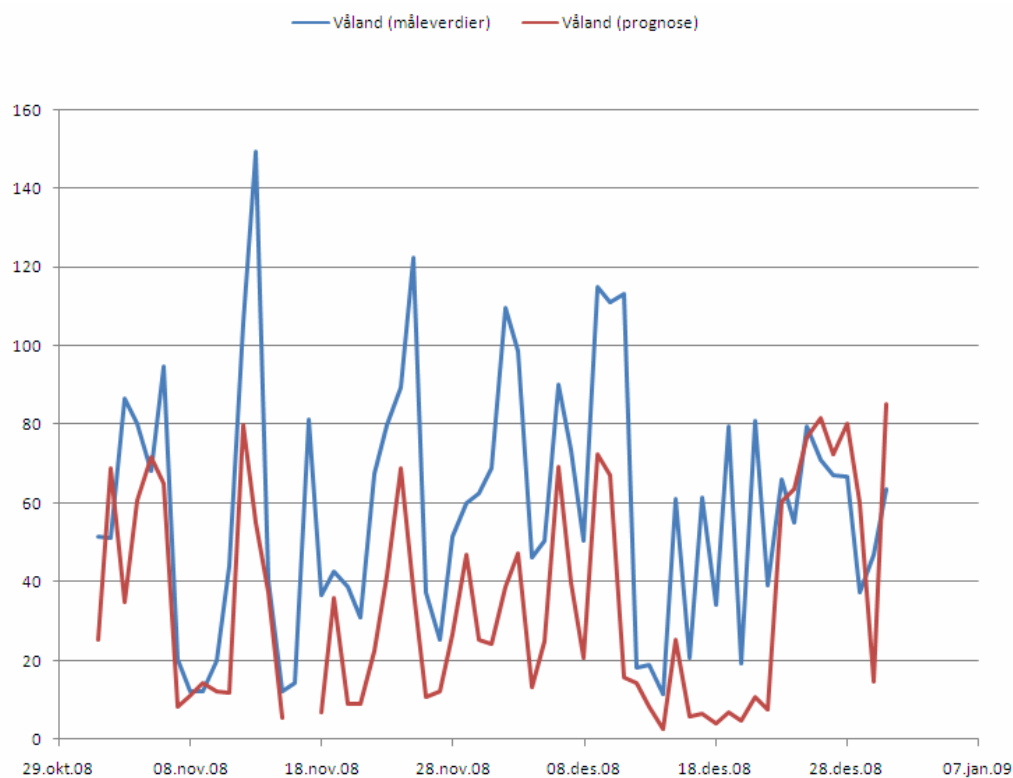
For PM₁₀ er de prognostiserte døgnmiddelene en god del lavere for både Kannik og Våland. Målingene av PM_{2,5} på Våland er så mangelfulle at det ikke er vist tidsserier for denne stasjonen. Ved Kannik ser man derimot at underestimeringen av PM₁₀ mye kommer av underestimering av PM_{2,5}

Tabell 10: NO₂ i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|--|--------|----------|------------------------|
| Kannik | Middel, nov. - des. | 416* | 56 | 67 |
| | Maksimalt timemiddel | 889* | 120 | 146 |
| | Korrelasjon | | 0,42* | 0,58* |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 50* | 6 | 6 |
| Våland | Middel, nov. - des. | 59 | 34 | |
| | Maksimalt timemiddel | 149 | 82 | |
| | Korrelasjon | | 0,60 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 7 | 0 | |



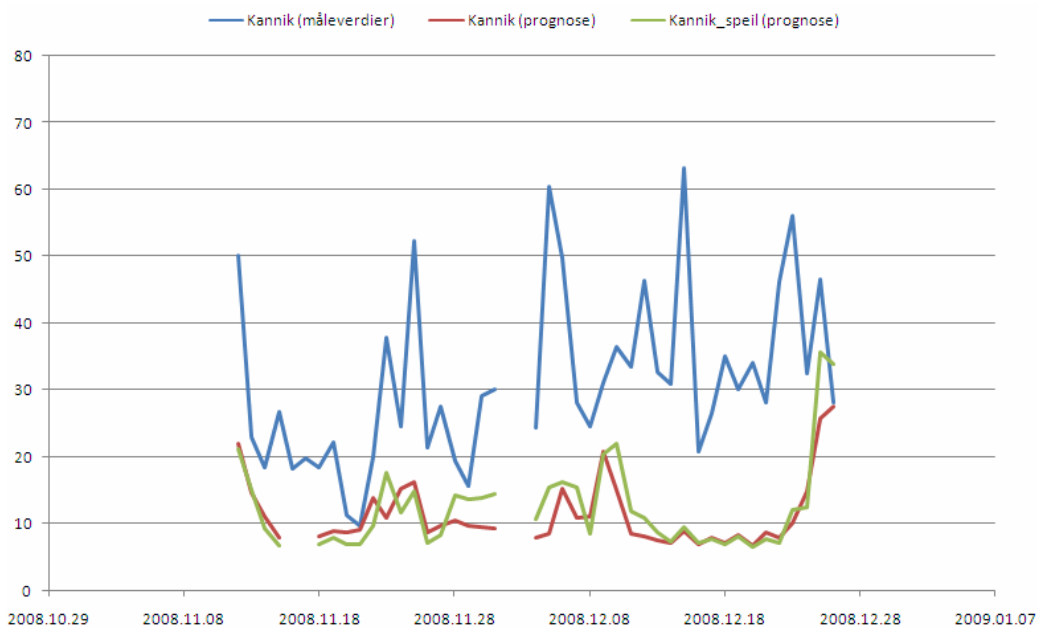
Figur 27: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Kannik.



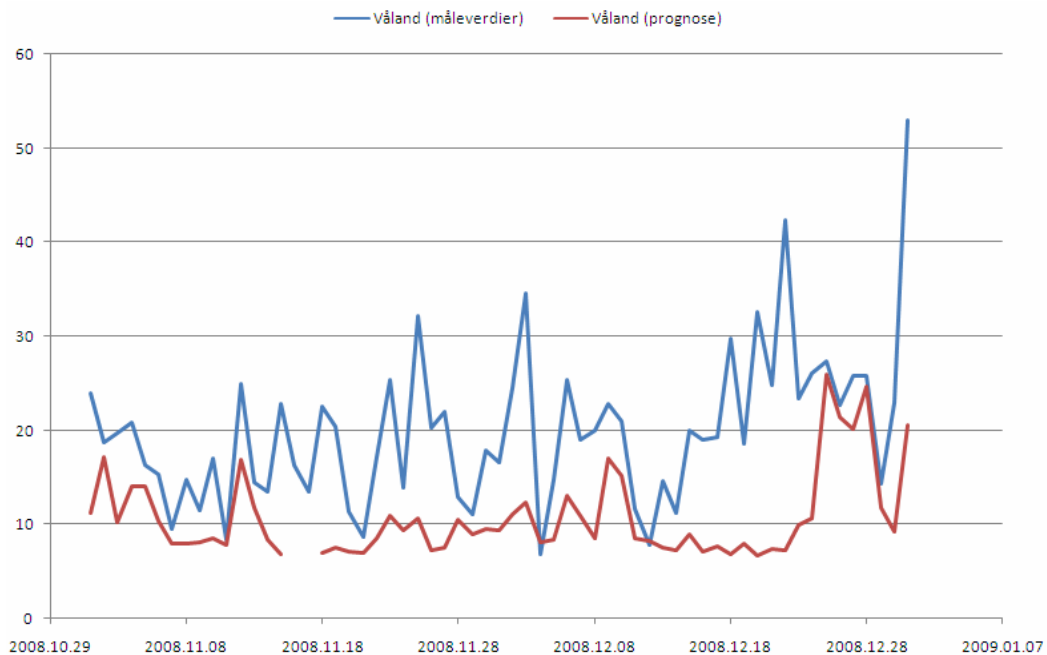
Figur 28: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Våland.

Tabell 11: PM10 i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|--|--------|----------|------------------------|
| Kannik | Middel, nov. - des. | 32 | 12 | 13 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 67 | 28 | 36 |
| | Korrelasjon | | 0,33 | 0,41 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 13 | 0 | 1 |
| Våland | Middel, nov. - des. | 20 | 11 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 53 | 26 | |
| | Korrelasjon | | 0,39 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 2 | 0 | |



Figur 29: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Kannik.

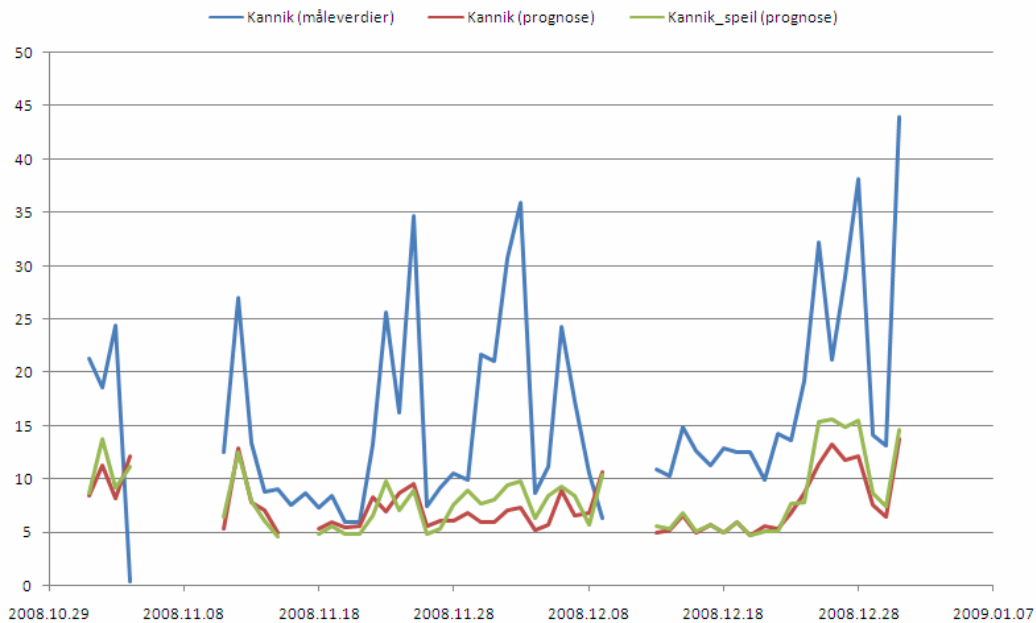


Figur 30: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Våland.

Tabell 12: PM2.5 i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|----------------------|--------|----------|---------------------|
| Kannik | Middel, nov. - des. | 16 | 8 | 8 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 44 | 14 | 16 |
| | Korrelasjon | | 0,57 | 0,69 |

| | | | | |
|--|--|----|---|---|
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 15 | 0 | 0 |
|--|--|----|---|---|



Figur 31: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Kannik.

Resultater fra Grenland

NO₂

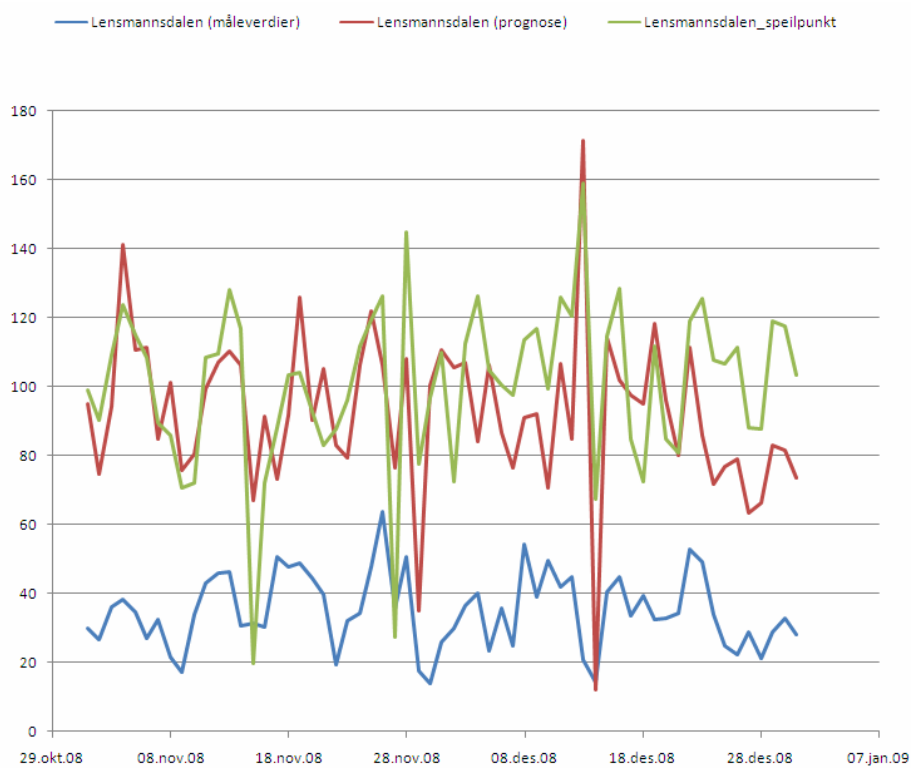
For Lensmannsdalen er de prognostiserte verdiene på et helt annet nivå enn de målte. Langtidsmiddelet er over dobbelt så høyt for prognosen som for målingene. Denne overestimeringen er mindre for Øyekast.

PM₁₀ og PM_{2,5}

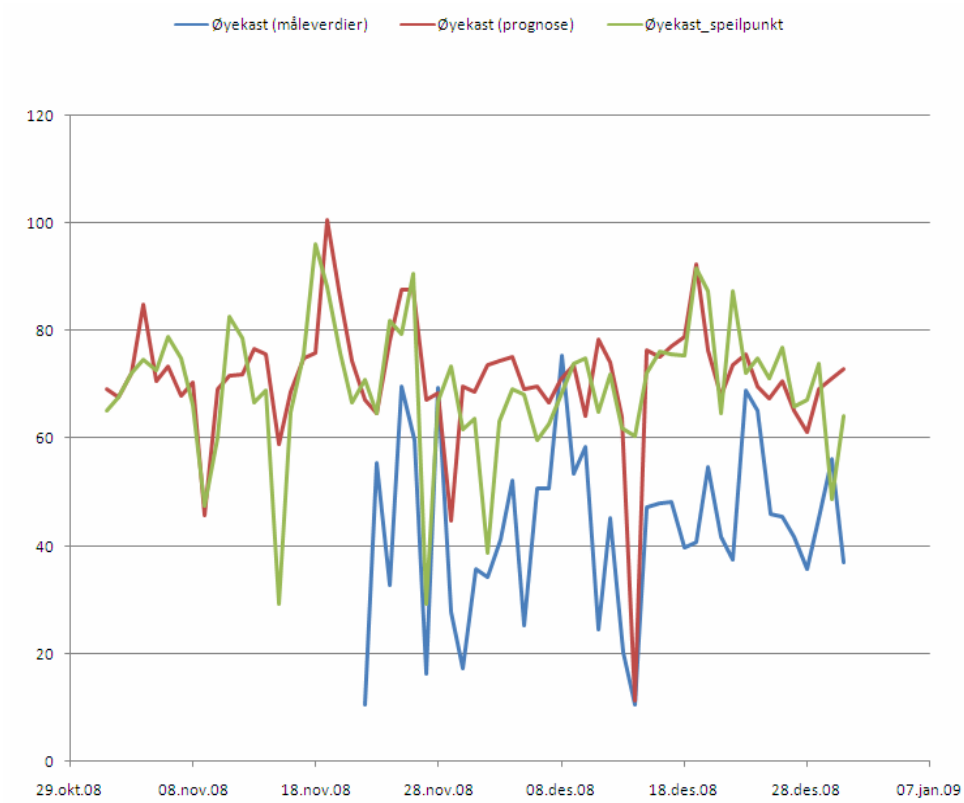
De prognostiserte døgnmidlene for PM₁₀ er både over og under de målte verdiene for både Øyekast og Lensmannsdalen, men det er best samsvar ved Øyekast. For PM_{2,5} er det et døgn som skiller seg ut med et mye høyere målt døgnmiddel, ellers er det godt samsvar mellom prognose og målte verdier.

Tabell 13: NO2 i Grenland

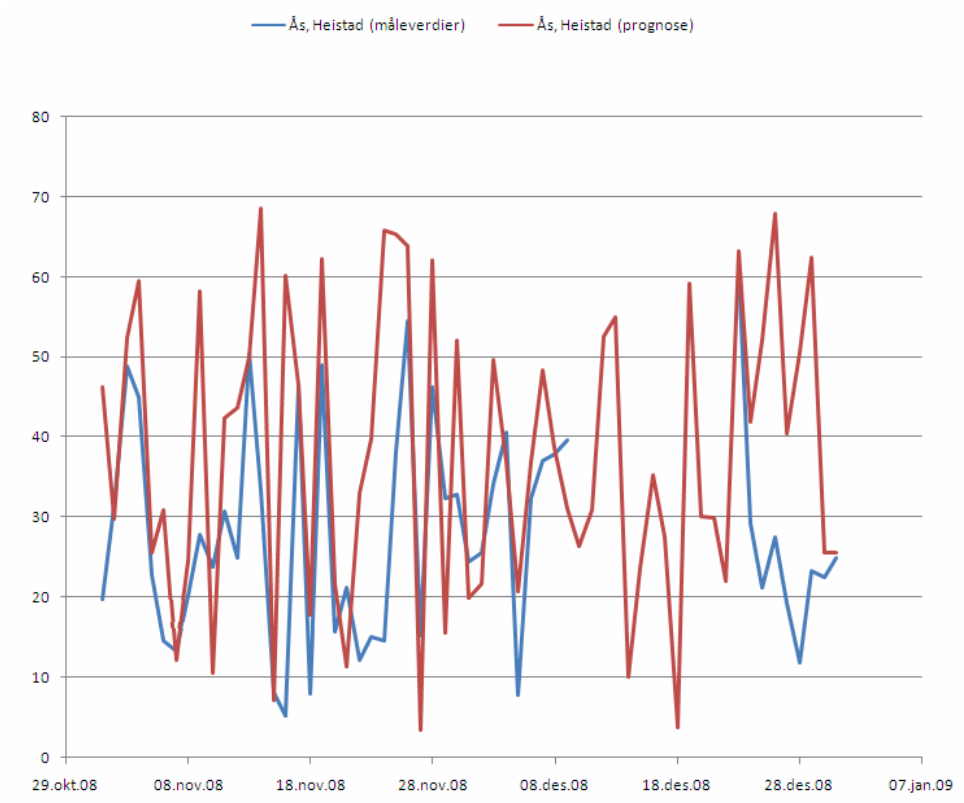
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, nov. - des. | 35 | 93 | 101 |
| | Maksimalt timemiddel | 64 | 171 | 159 |
| | Korrelasjon | | 0,29 | 0,35 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 24 | 35 |
| Øyekast | Middel, nov. - des. | 44 | 71 | 70 |
| | Maksimalt timemiddel | 76 | 101 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,33 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 1 | 0 |
| Ås-Heistad | Middel, nov. - des. | 28 | 38 | |
| | Maksimalt timemiddel | 61 | 69 | |
| | Korrelasjon | | 0,49 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 0 | |



Figur 32: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Lensmannsdalen.



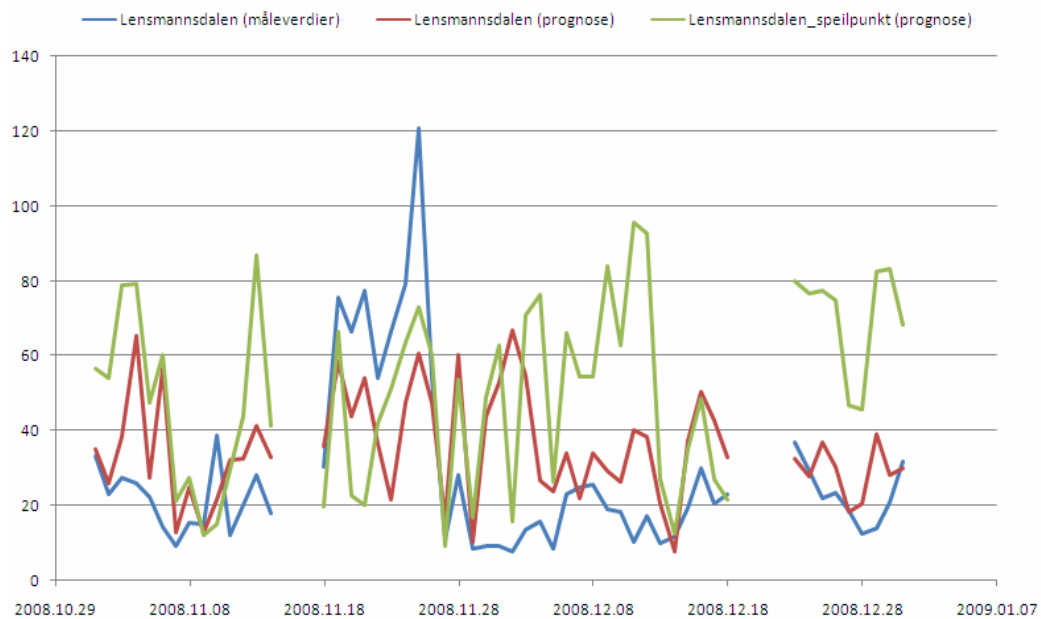
Figur 33: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Øyekast.



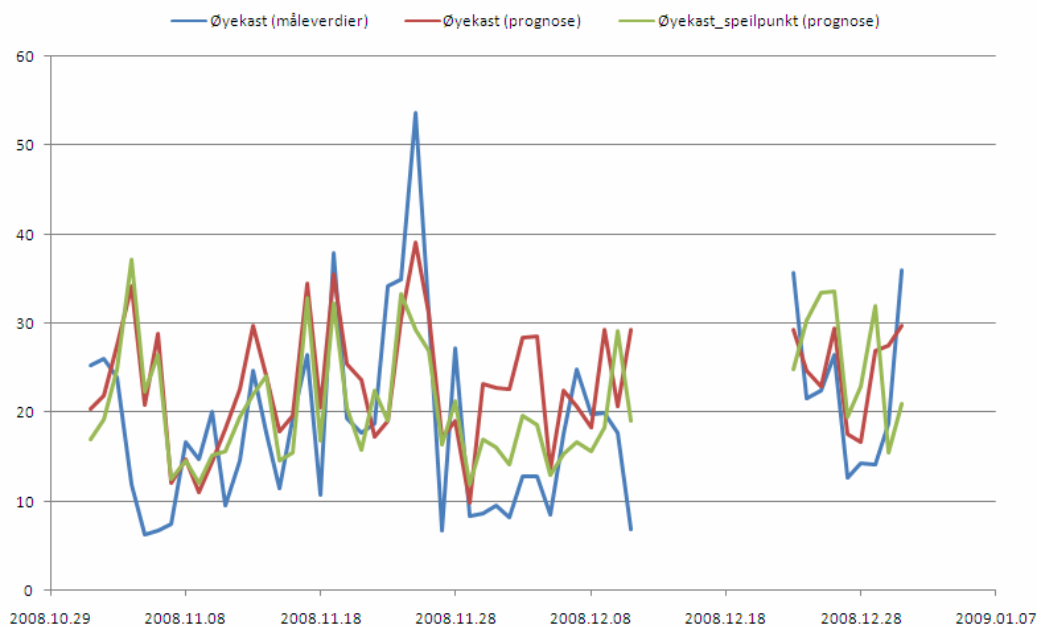
Figur 34: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO2 for hver dag for Ås-Heistad.

Tabell 14: PM10 i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, nov. - des. | 28 | 35 | 51 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 121 | 67 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,38 | 0,11 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 10 | 24 | 38 |
| Øyekast | Middel, nov. - des. | 19 | 23 | 21 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 54 | 39 | 37 |
| | Korrelasjon | | 0,52 | 0,45 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 4 | 2 | 1 |



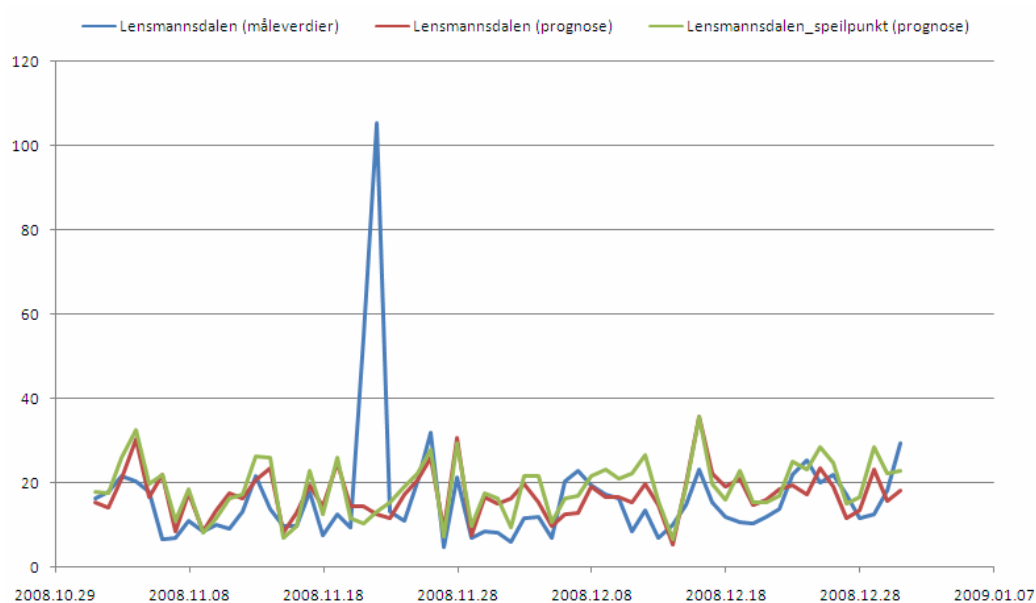
Figur 35: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Lensmannsdalen.



Figur 36: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM10 for hver dag for Øyekast.

Tabell 15: PM2,5 I Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---------------------------------|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, nov. □ des. | 16 | 17 | 19 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 105 | 36 | 36 |
| | Korrelasjon | | 0,11 | 0,12 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m3 | 16 | 14 | 26 |



Figur 37: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Lensmannsdalen.

Sammendrag av resultatevalueringen av AirQUIS

Sammenligning mellom de ulike parameterne viser at det er stor forskjell mellom modellresultatene for de ulike byene. Der bør også nevnes at ikke alle måledataene som er brukt i denne rapporten har vært gjennom en kvalitetssikring og at feil kan forekomme. En generell konklusjon av prognose resultatene er gitt under, basert på mer detalj studium av de enkelte byene.

NO₂

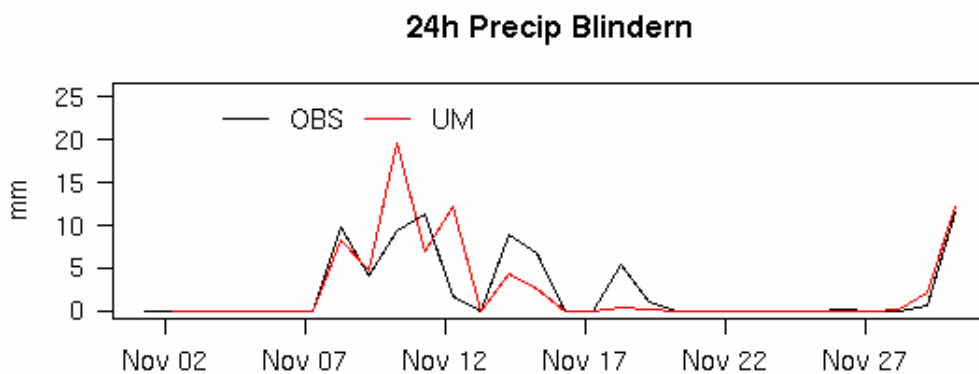
NO₂ nivåene er veldig varierende og prognosen både overestimerer og underestimerer de målte verdiene. Variasjoner i ozon bakgrunn kan ha mye å si for NO₂ konsentrasjonene time for time som vi med prognosen, som har konstant bakgrunn, ikke vil kunne fange opp. Men avvikene er også pga feil knyttet til for eksempel utslipp og meteorologi. Ved enkelte stasjoner som Kannik og Lensmannsdalen er det så ekstreme forskjeller mellom prognose og måleverdier at man ikke burde bruke disse i varsling av luftkvalitet. Det kan være feil ved målingene noe som vi har grunn til å tro for Kannik.

PM_{2.5}

For Oslo og Bergen ser vi en klar overestimering av PM_{2.5} nivåene ved de fleste stasjonene. Det er sannsynlig at overestimeringen i disse byene mye er pga. utslippstallene for vedfyring og f.eks feil på vindhastigheten og nedbør fra UM og ikke pga grensesnittet mellom AirQUIS og UM. Sist sesong så man en ekstrem overestimering også i Trondheim mens denne sesongen får vi veldig bra samsvar i mellom målte verdier og prognosen. Observasjoner og UM-prognoser av døgnnedbør på Oslo Blindern, Bergen Florida og Trondheim Voll er vist i figur 39-44.

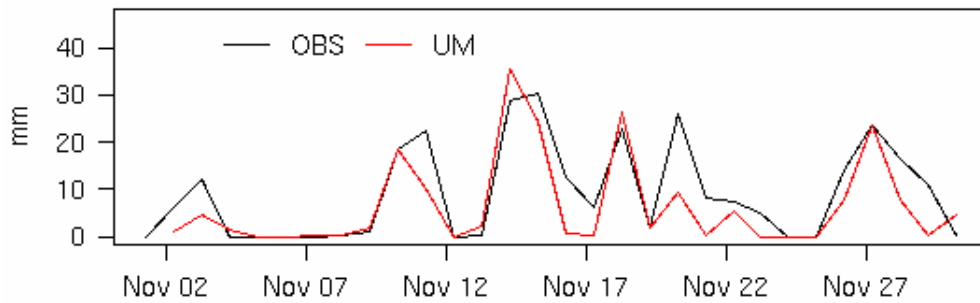
PM₁₀

Overestimeringen eller underestimeringen som blir gjort for PM_{2.5} gjenspeiler seg også i PM₁₀ resultatene. Man ser ingen klar tendens til enten å overestimere eller underestimere PM₁₀



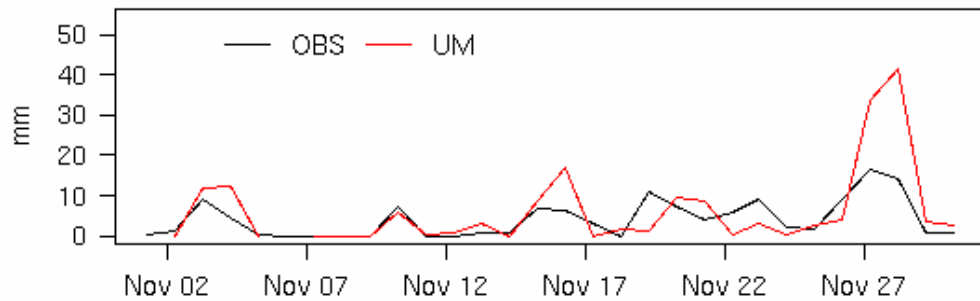
Figur 39. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Oslo Blindern november 2008.

24h Precip Bergen



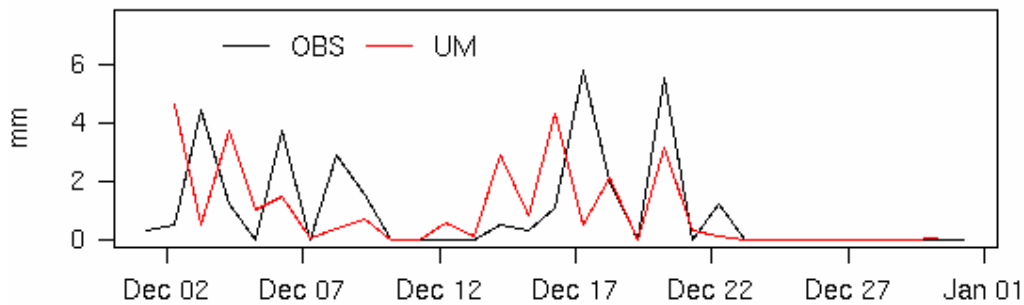
Figur 40. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Bergen Florida november 2008.

24h Precip Trondheim

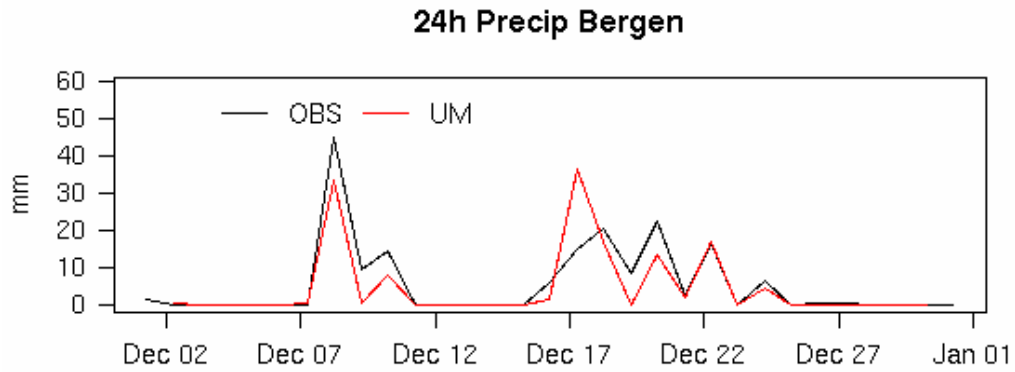


Figur 41. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Trondheim Voll november 2008.

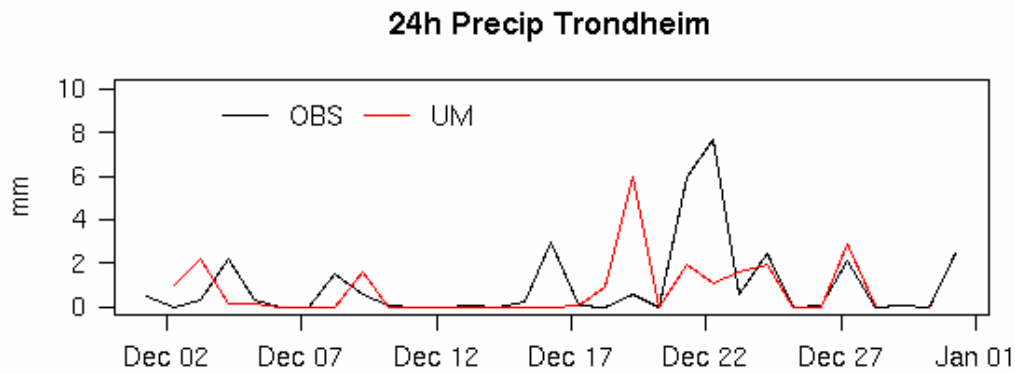
24h Precip Blindern



Figur 42. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Oslo Blindern desember 2008.



Figur 43. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Bergen Florida desember 2008.



Figur 44. Observert (svart) og beregnet med UM (rød) 24t akkumulert nedbør for Trondheim Voll desember 2008.

Appendix B
Bedre byluft - evaluering januar og februar 2009

Produksjonssystemet

UM 1km for Oslo/Drammen, Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim kjører daglig på tungregneanlegget i Trondheim kl 05:15 og data til AirQUIS er klare ca kl 6 norsk tid. Det har ikke vært meldt inn flere feil fra operatørene på Bedre byluftproduksjonen i januar og februar.

Meteorologi - prognoser fra UM

Figurer med tidsserier fra UM 1km for observasjonspunktene Blindern, Alna, Tryvasshøgda, Berskog, Voll, Værnes, Florida, Sola, Kiellandsmyra og Geiteryggen finnes på slutten av rapporten. Utregning av de statistiske målene finnes også her. Figurene viser observasjoner av vind og vindretning i 10m høyde og temperaturen i 2m høyde, sammen med tilsvarende prognoser fra UM 1km for prognoselengder 24 til 48 timer. Oppsummert feilstatistikk for månedene november og desember er gitt i tabell A1-A2.

Generelt er det liten feil i vinden begge månedene, men det underestimering av vinden som preger feilen. Sola og Værnes har høyest rmse. I januar er det Florida og Voll av bystasjonene som har en totalfeil på mer enn 2 m/s, hhv 2.8 og 2.1 m/s. I februar er det ingen bystasjoner som har større feil enn 1.8 m/s. 2.1 og 2 m/s. I midten av februar var det mer vind på Alna og Valle Hovin enn i prognosene fra UM, mens det blåste svært lite på Blindern i samme periode. Der var også prognosene i god overensstemmelse med observasjonene.

Modellen har underestimert temperaturen ved alle stasjonene unntatt Kiellandsmyra i hele perioden. Blant bystasjonene har temperaturen størst feil i Drammen, men også Skien har større feil enn de andre. Fra tidsseriene ser vi at det er perioder i starten av begge månedene, der modellen har for lav temperatur, som slår ut i feilstatistikken.

| stasjon | bias ff | stde ff | rmse ff | bias t2 | stde t2 | rmse t2 |
|---------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Alna | -0.3 m/s | 1.2 m/s | 1.3 m/s | -1.3 °C | 1.9 °C | 2.3 °C |
| Blindern | -0.8 m/s | 1.4 m/s | 1.6 m/s | -1.1 °C | 2.7 °C | 2.9 °C |
| Tryvasshøgda | 0.1 m/s | 1.6 m/s | 1.2 m/s | -2.5 °C | 4.7 °C | 5.3 °C |
| Valle Hovin | -1.2 m/s | 1.4 m/s | 1.9 m/s | -0.9 °C | 2.2 °C | 2.4 °C |
| Drammen | -0.4 m/s | 1.1 m/s | 1.2 m/s | -1.3 °C | 3.9 °C | 5.0 °C |
| Voll | -0.2 m/s | 2.1 m/s | 2.1 m/s | -0.6 °C | 2.2 °C | 2.3 °C |
| Værnes | -2.0 m/s | 2.0 m/s | 2.8 m/s | -2.2 °C | 2.4 °C | 3.3 °C |
| Bergen | -1.9 m/s | 2.1 m/s | 2.8 m/s | -1.7 °C | 2.0 °C | 2.6 °C |
| Kiellandsmyra | 0.0 m/s | 1.4 m/s | 1.4 m/s | 0.4 °C | 1.5 °C | 1.6 °C |
| Sola | -2.2 m/s | 2.2 m/s | 3.1 m/s | -1.2 °C | 1.8 °C | 2.2 °C |
| Skien | 0.2 m/s | 1.4 m/s | 1.5 m/s | -1.7 °C | 2.9 °C | 3.4 °C |

| stasjon | bias ff | stde ff | rmse ff | bias t2 | stde t2 | rmse t2 |
|---------------|----------|---------|---------|------------------|-----------------|-----------------|
| Alna | -0.8 m/s | 1.1 m/s | 1.3 m/s | -1.0 °C | 2.3 °C | 2.5 °C |
| Blindern | -0.7 m/s | 1.3 m/s | 1.5 m/s | -0.7 °C | 2.4 °C | 2.5 °C |
| Tryvasshøgda | 1.0 m/s | 1.4 m/s | 1.7 m/s | -2.5 °C | 3.9 °C | 4.7 °C |
| Valle Hovin | -1.2 m/s | 1.2 m/s | 1.7 m/s | -0.6 °C | 2.3 °C | 2.3 °C |
| Drammen | -0.1 m/s | 1.1 m/s | 1.1 m/s | -1.6 °C | 2.6 °C | 3.1 °C |
| Voll | 0.2 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | -0.3 °C | 1.9 °C | 1.9 °C |
| Værnes | -1.5 m/s | 1.8 m/s | 2.4 m/s | -0.9 °C | 2.7 °C | 2.8 °C |
| Bergen | -0.9 m/s | 1.6 m/s | 1.8 m/s | -1.0 °C | 1.5 °C | 1.8 °C |
| Kiellandsmyra | 0.7 m/s | 1.5 m/s | 1.7 m/s | 1.0 °C | 2.0 °C | 2.2 °C |
| Sola | -0.2 m/s | 1.7 m/s | 1.7 m/s | -0.3 °C | 2.0 °C | 2.0 °C |
| Skien | 0.6 m/s | 1.1 m/s | 1.3 m/s | -1.5 °C | 2.4 °C | 2.8 °C |

Tabell A1-A2 Feilstatistikk fra UM for observasjonspunkter, øverst januar 2009 og nederst februar 2009.

Spredningsberegninger, AirQUIS

Prognose av luftkvalitet bygger på prognose av meteorologiske inngangsdata (UM), samt utslippsdatabase og spredningsmodeller fra AirQUIS. UM leveres av met.no og AirQUIS leveres av NILU.

Resultater fra byene i perioden januar - februar 2009

Ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ PM₁₀ og PM₂₅ er gitt for de ulike byene for å evaluere prognosen. Følgende parametere er vist:

- Langtidsmiddel
- Maksimalt timemiddel (NO₂) eller døgnmiddel (PM) i hele perioden
- Korrelasjon mellom måling og prognose
- Antall døgn med målt/prognostisert maksimalt timemiddel over 100 µg/m³ for NO₂ eller antall døgn med døgnmiddel over 35 µg/m³ for PM₁₀ eller over 20 µg/m³ for PM_{2.5}

I tillegg vises det plot av tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for NO₂ og døgnmiddel for PM.

Forrige sesong ble et nytt grense snitt laget mellom AirQUIS og UM. Dette grensesnittet ble igjen forandret etter at det ble påvist veldig høye nivåer av PM_{2.5} Det nyeste grensesnittet har etter det ikke blitt testet sikkert under typiske PM_{2.5} episoder med mye vedfyring. Denne sesongen vil derfor være viktig for å se om det nye grensesnittet er riktig.

Resultater fra Oslo

NO₂

Tabell 1 viser sammenligning av de ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4 og Manglerud i Oslo. I Figur 1 - Figur 4 vises de respektive tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for de samme stasjonene.

Vi ser fra tidsseriene Figur 1 - Figur 3 over maks timemiddel at flere døgn har veldig mye høyere målte verdier enn prognosen viser. Ved Manglerud Figur 4 er det derimot veldig godt samsvar. Tabellen med de statistiske parametrene viser mye det samme mønsteret som for november og desember måned, men med et klart høyere maksimalt timemiddel. I tillegg ser vi at det ved RV4 er et stort skifte i antall timer med verdier over 100 µg/m³. I november og desember ga prognosen for RV4 flere timer (16 og 20) over grensen enn det som ble målt (10) mens i januar og februar gir prognosen langt færre timer (8 og 11) enn det som er målt (20). Vi ser også i tabellen det gode samsvaret mellom prognose og observasjoner ved Manglerud med den klart beste korrelasjon, nesten samme maksimalverdi og likt antall timer over 100 µg/m³.

PM₁₀

Tabell 2 viser sammenligning av parameterne mellom målinger og prognoseverdier for PM₁₀ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4, Manglerud, og Sofienbergparken. I Figur 5 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene.

Det er en klar overestimering av PM₁₀ ved RV4 og Manglerud og mer variert ved Kirkeveien, Alnabru og Sofienbergparken, med døgn som både er overestimerte og underestimerte. Det er cirka det samme mønsteret som går igjen i denne perioden (januar og februar) som i november og desember mellom de ulike stasjonene. Målt maksimal døgnverdi er generelt høyere ved alle stasjonene og inntreffer 1. januar og som derfor kan skyldes nyttårsfeiringen med fyrverkeri som gjør utslag på målingene. Ellers er nivåene ganske like i januar og februar som i november og desember. Det en ganske høy overestimering ved RV4 og Kirkeveien den 25. januar som vi klart ser kommer fra overestimering av PM_{2,5}.

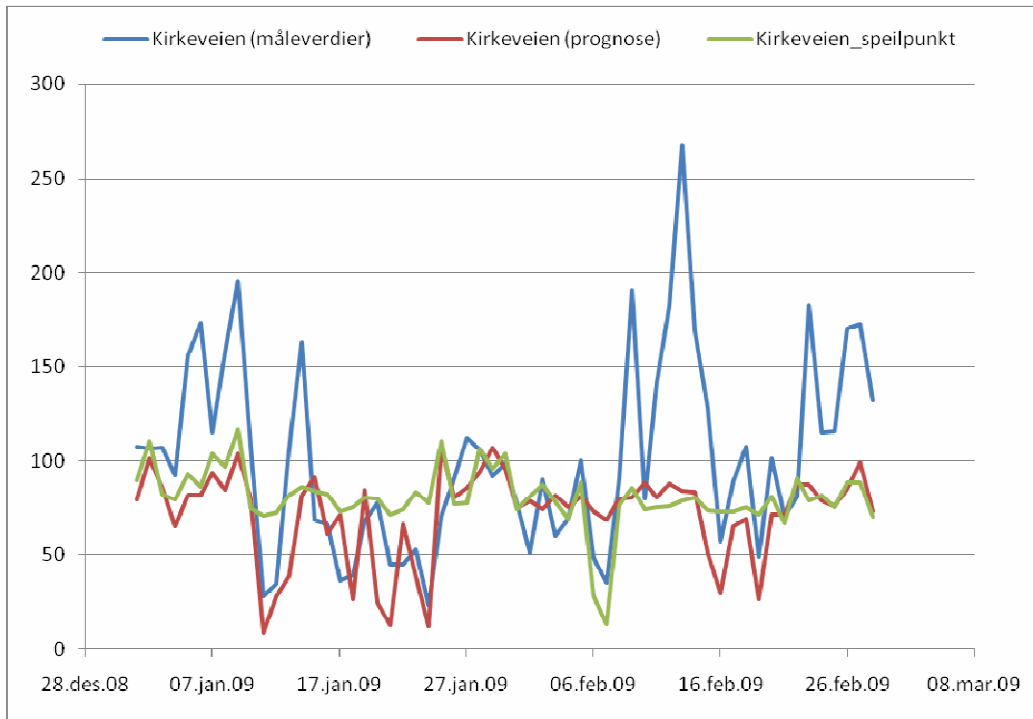
PM_{2,5}

Tabell 3 viser sammenligning av ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for PM_{2,5} ved stasjonene Kirkeveien, Riksvei 4 og Manglerud. I Figur 10 - Figur 12 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene. Alnabru har få gyldige måleverdier for PM_{2,5} i perioden og er utelatt.

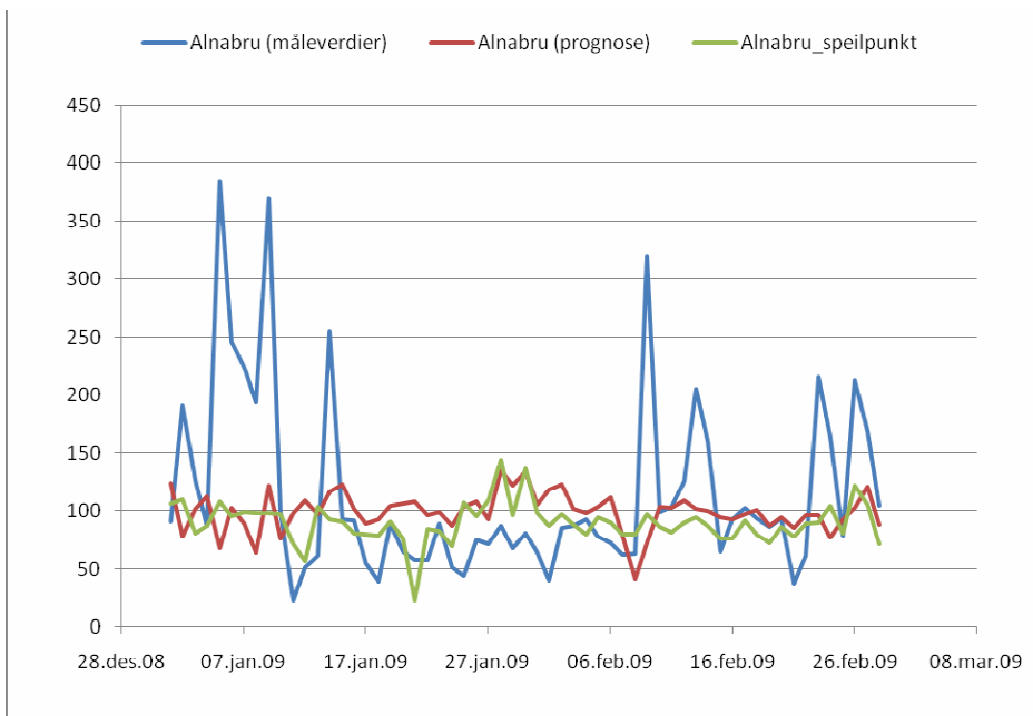
Det er to døgn som skiller seg ut. Det er 1. januar der de målte verdiene er veldig høye og, som nevnt for PM₁₀, mest sannsynlig er pga fyrverkeri. Det andre døgnet er 25. januar der alle prognosene gir veldig høye verdier og overestimerer kraftig. Fra figurene ser vi at resten av døgnene viser ganske likt nivå mellom prognose og observerte data. Fra tabellen ser man at middelverdiene ligger nær 20 µg/m³ noe som gir synlig utslag på antall døgn over denne verdien. Prognosen viser da at den ligger noe høyere enn de målte verdiene med klart flere døgn over 20 µg/m³.

Tabell 1: NO₂ i Oslo

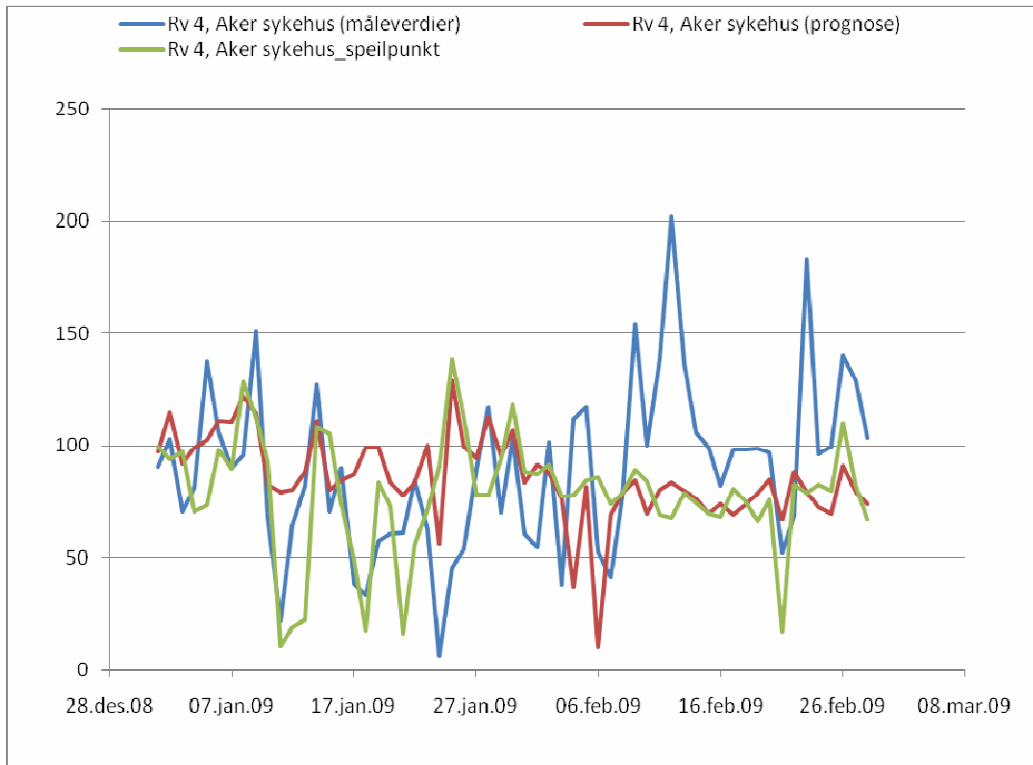
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------|--|--------|----------|------------------------|
| Kirkeveien | Middel, jan. - feb. | 101 | 72 | 81 |
| | Maksimalt timemiddel | 268 | 107 | 117 |
| | Korrelasjon | | 0,52 | 0,37 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 28 | 4 | 6 |
| Alnabru | Middel, jan. - feb. | 114 | 99 | 90 |
| | Maksimalt timemiddel | 384 | 135 | 144 |
| | Korrelasjon | | -0.14 | 0,33 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 19 | 30 | 11 |
| Riksvei 4 | Middel, jan. - feb. | 89 | 78 | 86 |
| | Maksimalt timemiddel | 202 | 138 | 129 |
| | Korrelasjon | | 0,24 | 0,13 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 20 | 8 | 11 |
| Manglerud | Middel, jan. - feb. | 114 | 115 | 142 |
| | Maksimalt timemiddel | 228 | 212 | 255 |
| | Korrelasjon | | 0,64 | 0,19 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 39 | 39 | 53 |



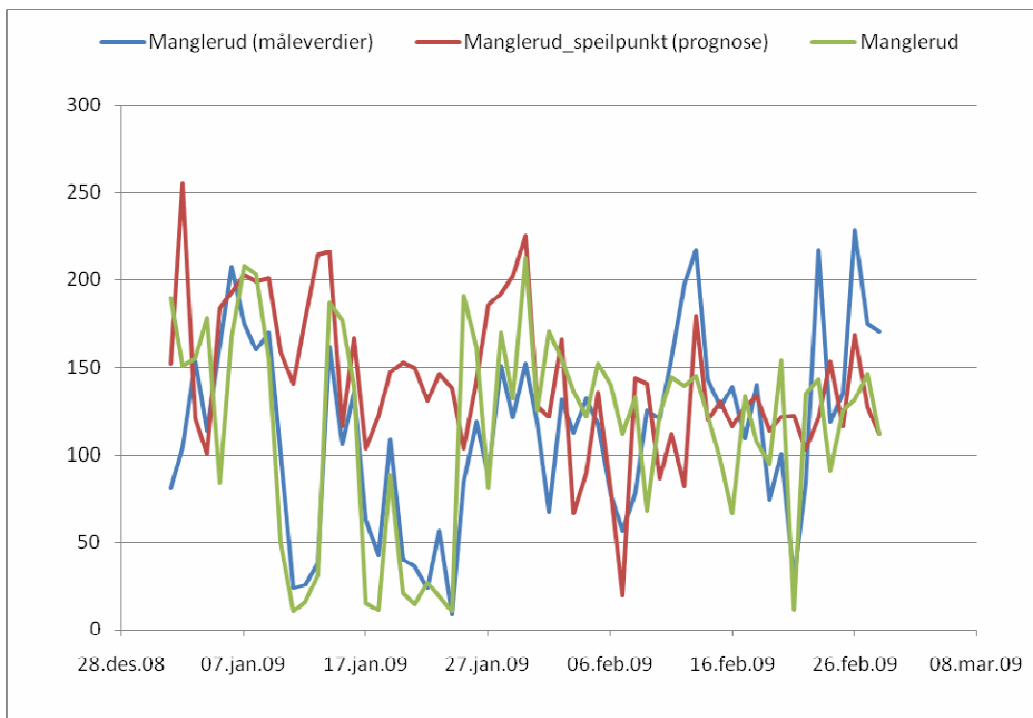
Figur 1: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Kirkeveien.



Figur 2: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Alnabru.



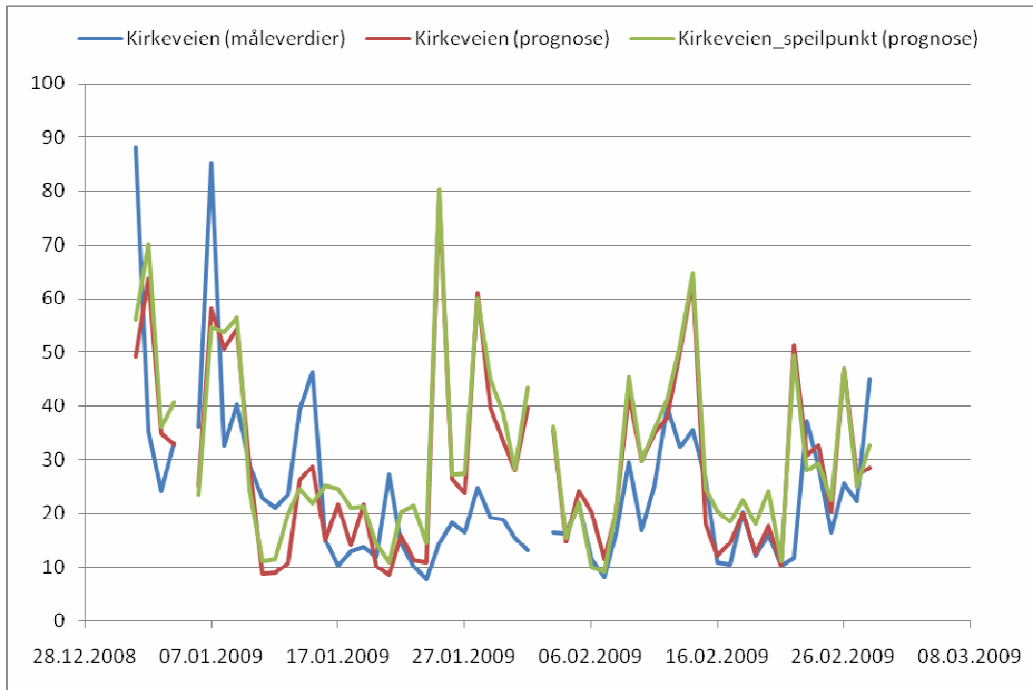
Figur 3: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Riksvei 4.



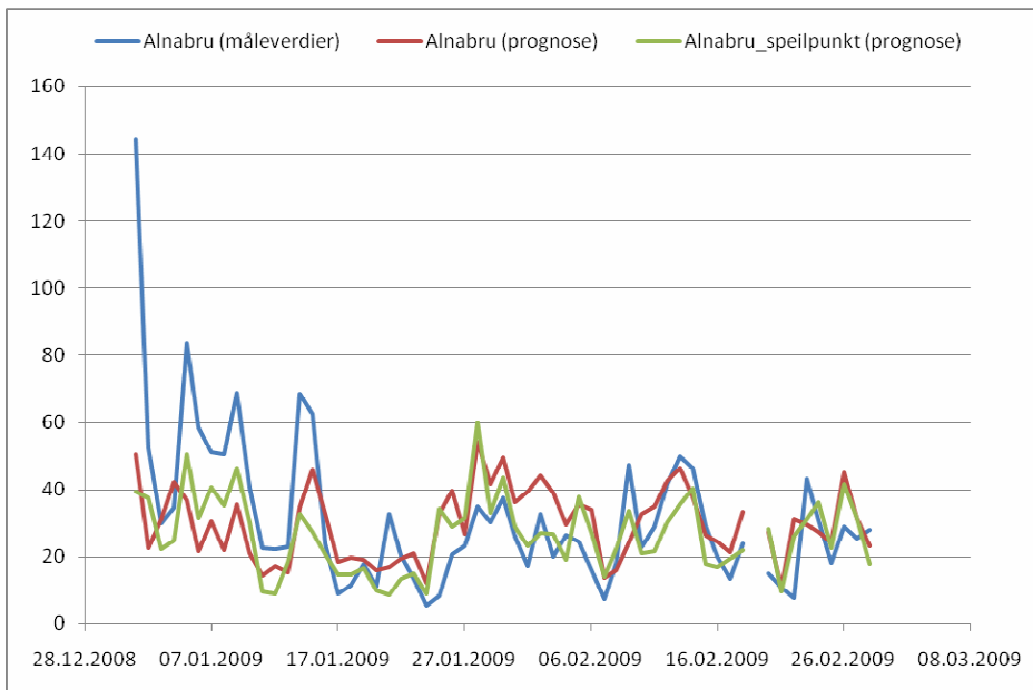
Figur 4: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Manglerud

Tabell 2: PM₁₀ i Oslo

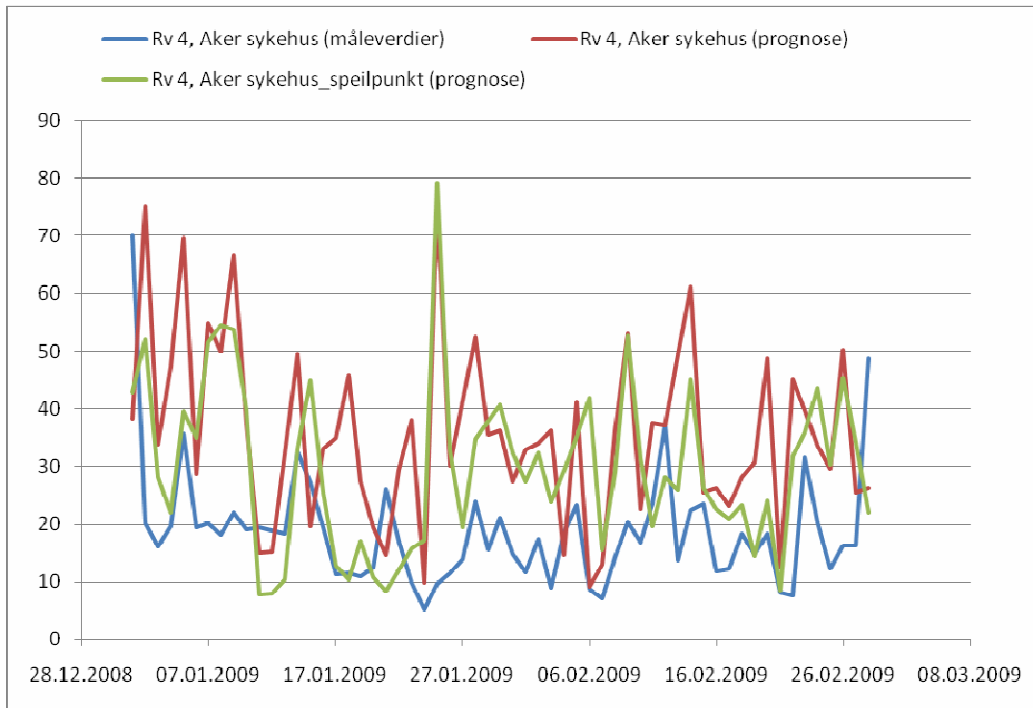
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------------|---|---------------|-----------------|--------------------------------|
| Kirkeveien | Middel, jan. - feb. | 24 | 29 | 31 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 88 | 79 | 80 |
| | Korrelasjon | | 0,47 | 0,45 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 11 | 16 | 20 |
| Alnabru | Middel, jan. - feb. | 32 | 30 | 27 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 144 | 54 | 60 |
| | Korrelasjon | | 0,45 | 0,57 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 16 | 18 | 13 |
| Riksvei 4 | Middel, jan. - feb. | 19 | 36 | 30 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 70 | 75 | 79 |
| | Korrelasjon | | 0,19 | 0,20 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 4 | 28 | 18 |
| Manglerud | Middel, jan. - feb. | 25 | 89 | 117 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 94 | 213 | 270 |
| | Korrelasjon | | 0,40 | 0,11 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 8 | 41 | 55 |
| Sofienbergparken | Middel, jan. - feb. | 22 | 26 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 92 | 97 | |
| | Korrelasjon | | 0,35 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 9 | 13 | |



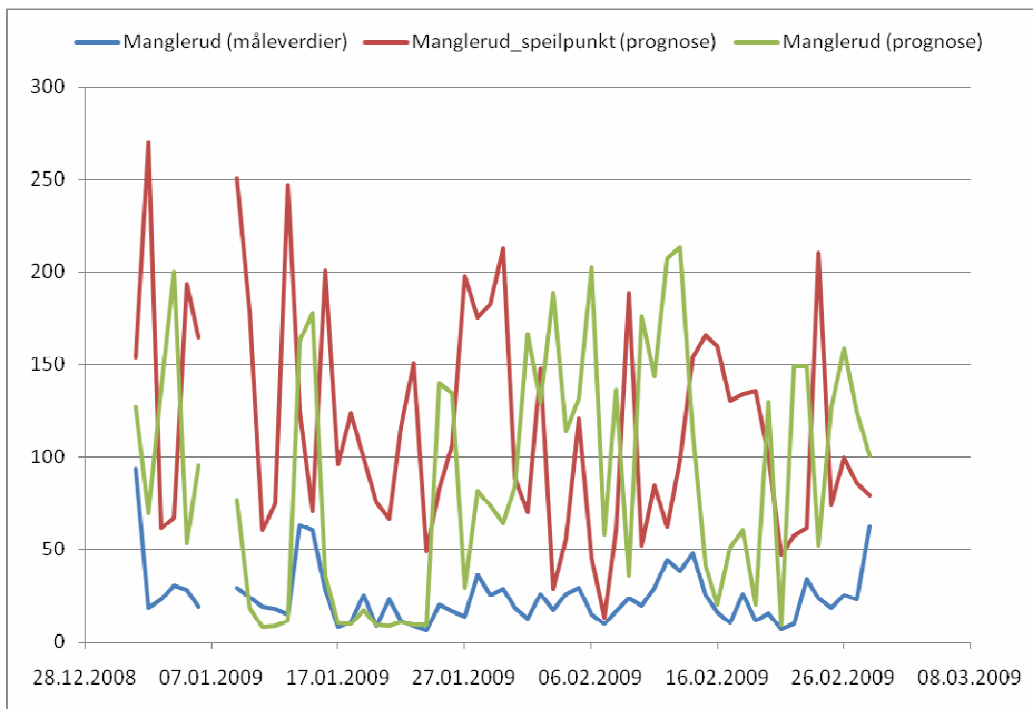
Figur 5: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Kirkeveien.



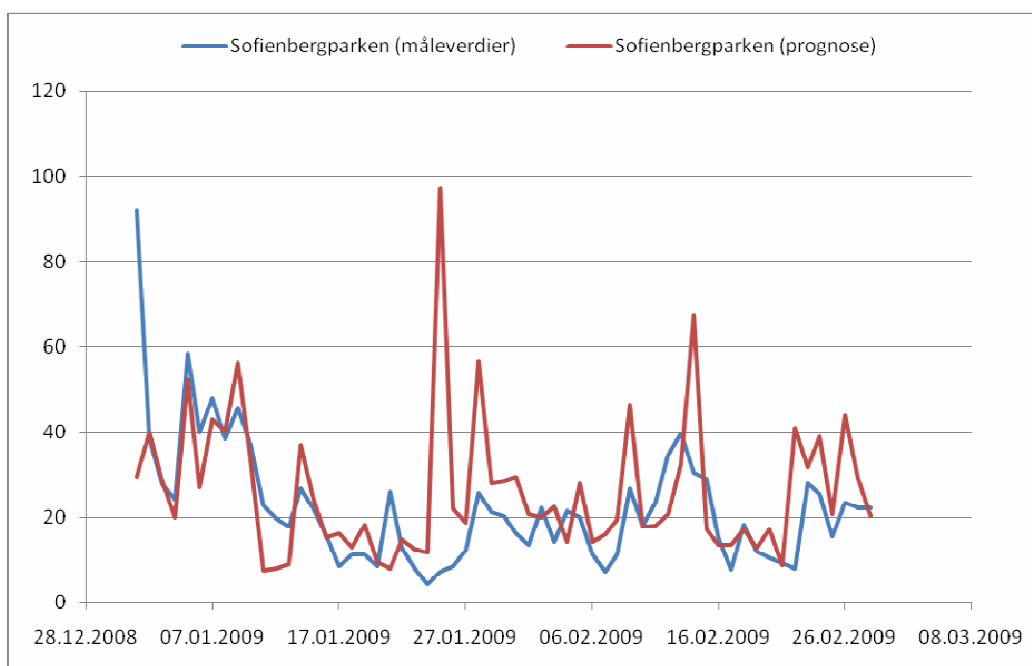
Figur 6: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Alnabru.



Figur 7: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Riksvei 4.



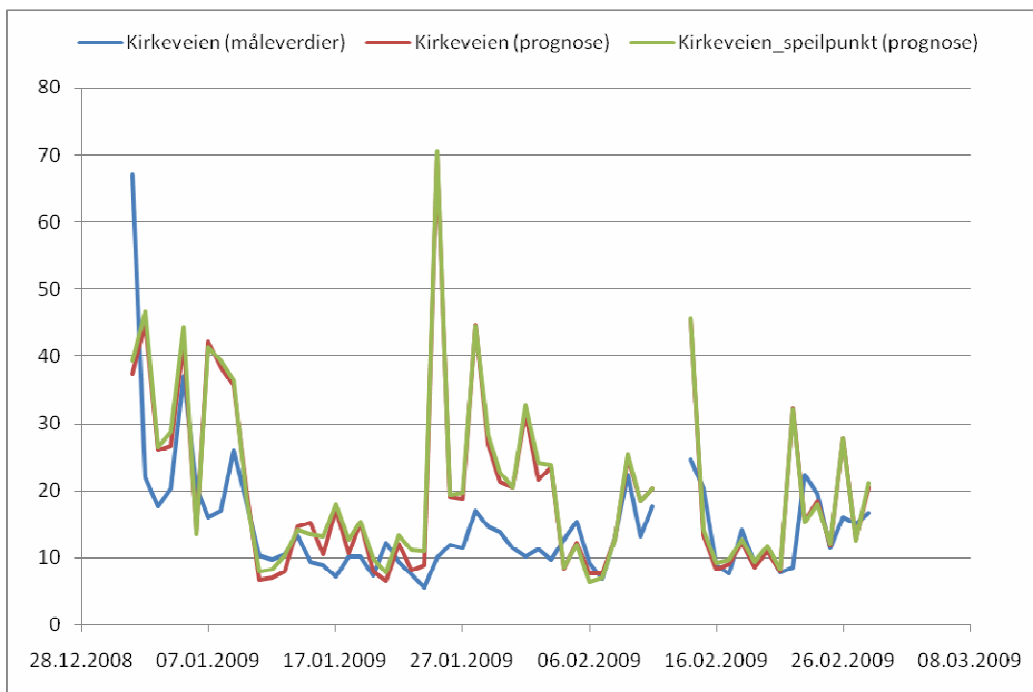
Figur 8: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Manglerud.



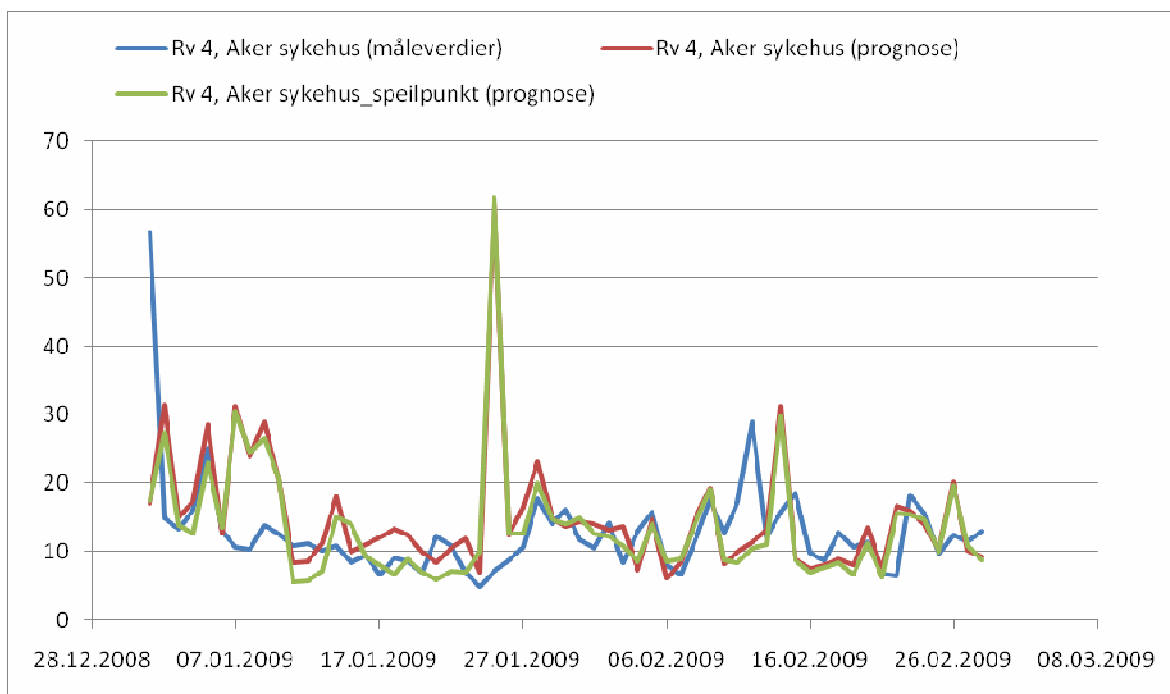
Figur 9: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Sofienbergparken.

Tabell 3: PM_{2,5} i Oslo

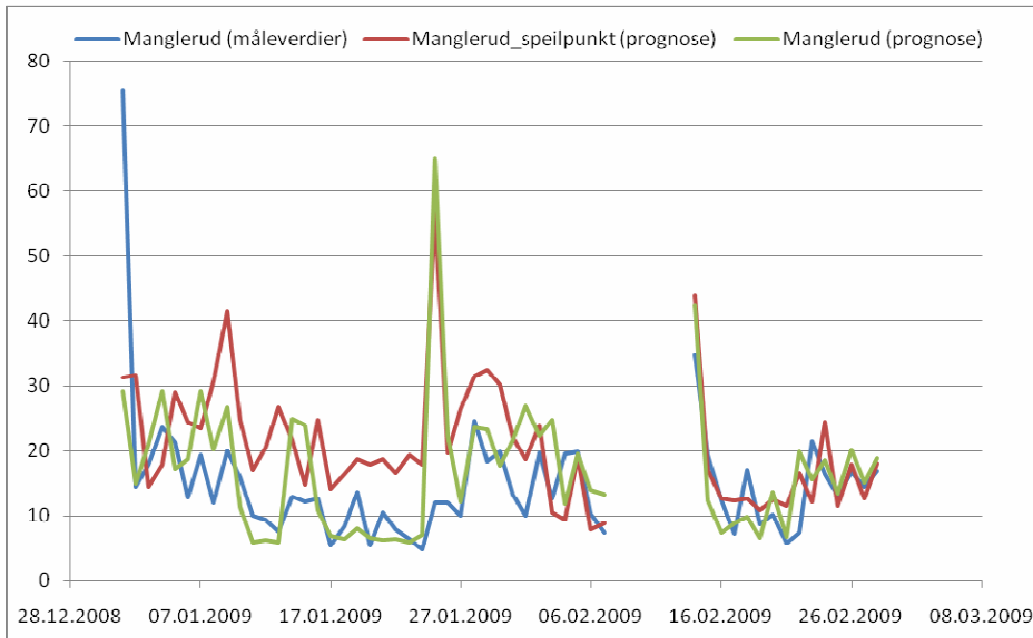
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------|--|--------|----------|------------------------|
| Kirkeveien | Middel, jan. - feb. | 15 | 20 | 21 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 67 | 70 | 70 |
| | Korrelasjon | | 0,45 | 0,45 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 10 | 23 | 22 |
| Riksvei 4 | Middel, jan. - feb. | 13 | 15 | 14 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 57 | 61 | 62 |
| | Korrelasjon | | 0,11 | 0,12 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 3 | 10 | 9 |
| Manglerud | Middel, jan. - feb. | 15 | 21 | 18 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 76 | 56 | 65 |
| | Korrelasjon | | 0,35 | 0,42 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 7 | 21 | 18 |



Figur 10: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Kirkeveien.



Figur 11: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM2,5 for hver dag for Riksvei 4.



Figur 12: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Manglerud.

Resultater fra Bergen

NO₂

Tabell 4 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset. På Danmarks plass viser tabellen at langtidsmiddel og antall døgn med verdier over 100 µg/m³ er så å si likt for prognose og observasjoner. Maksimal timemiddel ved danmarks plass er underestimert noe som vises godt i Figur 13 med to topper (5. januar og 10. februar) som skiller seg klart ut fra resten av verdiene. Ved Rådhuset er alle parametrene overestimerte.

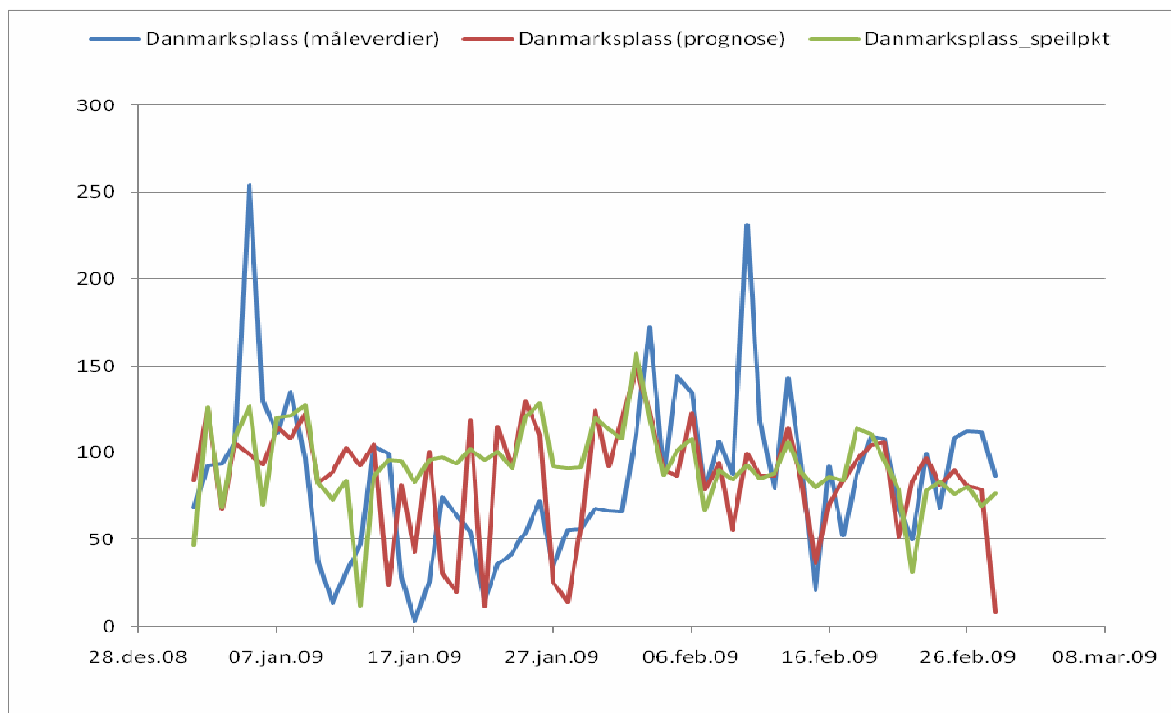
PM₁₀ og PM_{2,5}

De statistiske parametrene for PM₁₀ ved Danmarks plass og Rådhuset viser at det er en overestimering ved begge stasjonene. Det er også en jevn overestimering av PM_{2,5}. Fra Figurene ser man at PM_{2,5} utgjør en god del av overestimeringen vi ser for PM₁₀ ved begge stasjoner (Figur 15 -Figur 18)

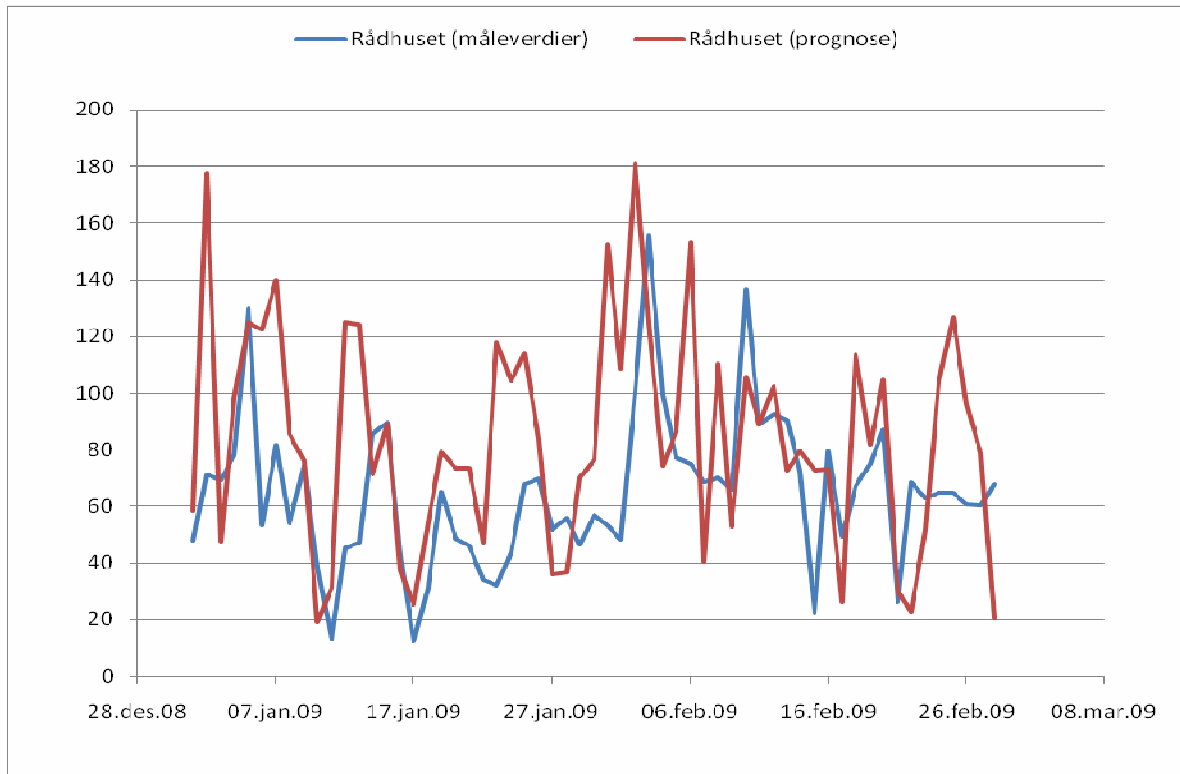
Tabell 4: NO₂ i Bergen

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|--|--------|----------|---------------------|
| Danmarks-plass | Middel, jan. - feb. | 85 | 85 | 93 |
| | Maksimalt timemiddel | 254 | 149 | 157 |
| | Korrelasjon | | 0,33 | 0,30 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 19 | 20 | 20 |

| | | | |
|----------|---|-----|------|
| Rådhuset | Middel, jan. - feb. | 65 | 84 |
| | Maksimalt timemiddel | 155 | 181 |
| | Korrelasjon | | 0,41 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 4 | 21 |



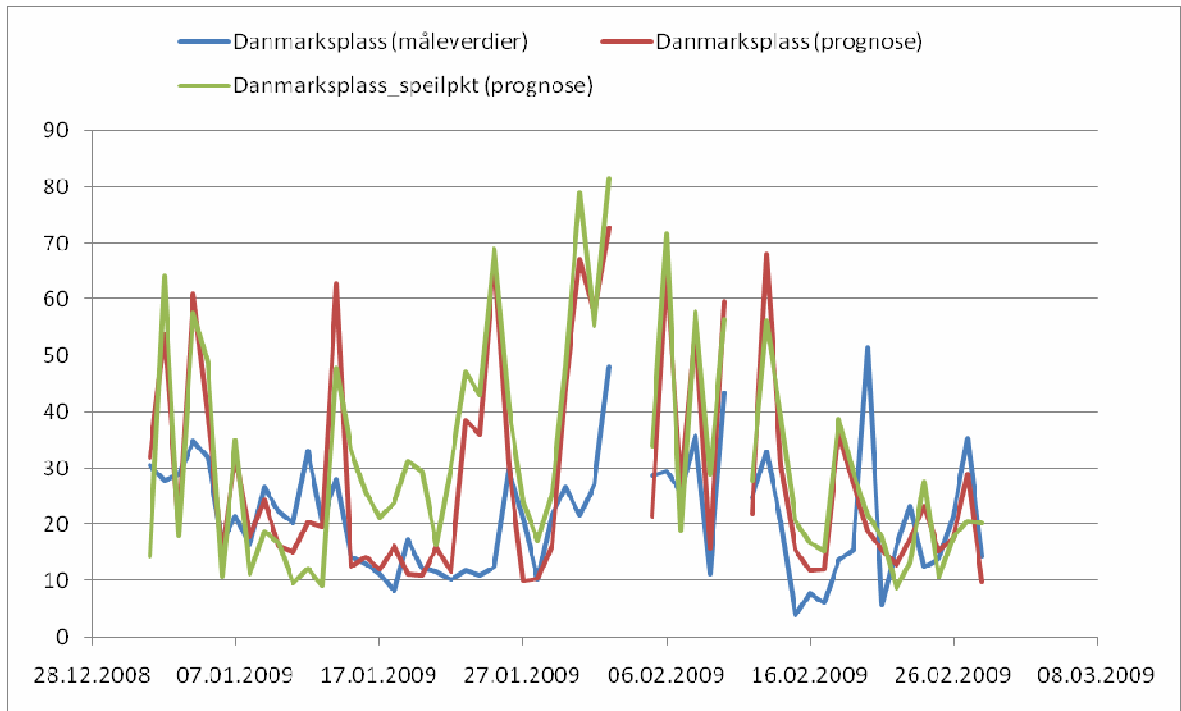
Figur 13: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Danmarks plass.



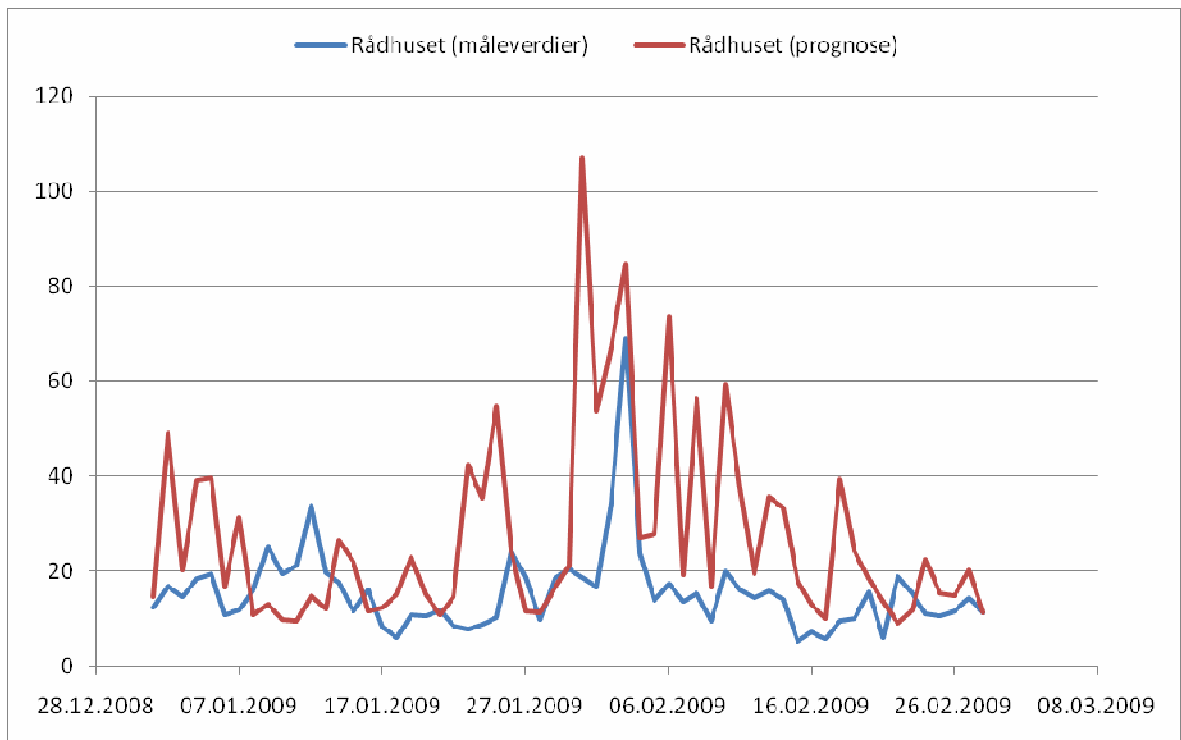
Figur 14: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Rådhuset.

Tabell 5: PM₁₀ i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Danmarks-plass | Middel, jan. - feb. | 21 | 29 | 32 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 52 | 73 | 82 |
| | Korrelasjon | | 0,54 | 0,39 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 5 | 16 | 19 |
| Rådhuset | Middel, jan. - feb. | 16 | 27 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 69 | 107 | |
| | Korrelasjon | | 0,43 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 1 | 16 | |



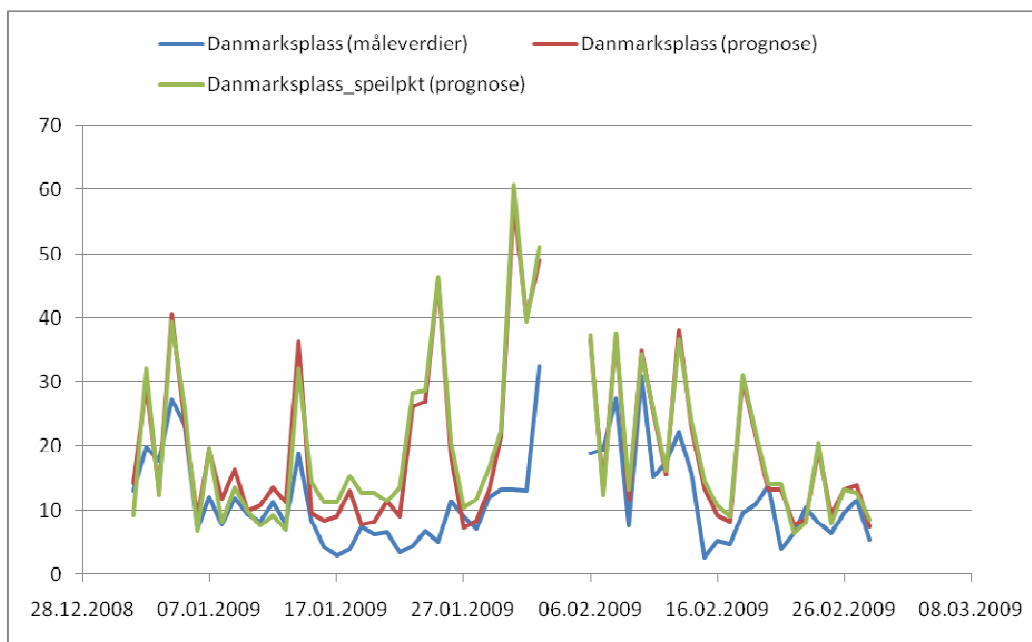
Figur 15: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Danmarks plass.



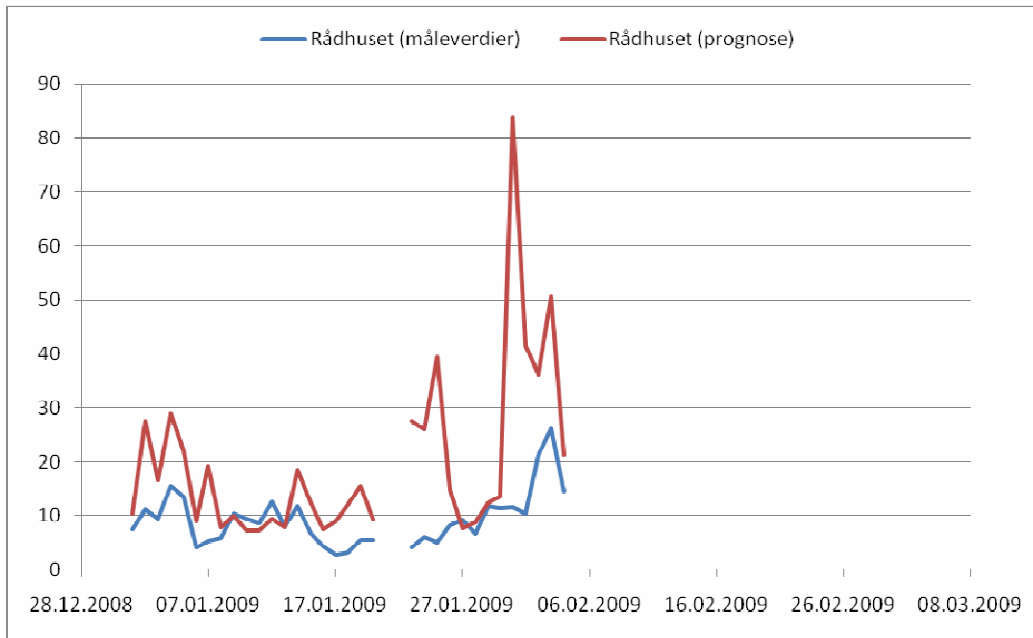
Figur 16: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Rådhuset.

Tabell 6: PM_{2,5} i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|---|--------|----------|---------------------|
| Danmarks- plass | Middel, jan. - feb. | 12 | 19 | 20 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 33 | 58 | 61 |
| | Korrelasjon | | 0,62 | 0,58 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 6 | 19 | 21 |
| Rådhuset | Middel, jan. - feb. | 9 | 20 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 26 | 84 | |
| | Korrelasjon | | 0,45 | |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 2 | 11 | |



Figur 17: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Danmarks plass.



Figur 18: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Rådhuset.

Resultater fra Trondheim

NO₂

Tabell 7 viser de statistiske parametrene for Elgeseter og Bakke Kirke. Man ser en systematisk underestimering for Elgeseter fra tabellen noe som også klart vises i Figur 19. For Bakke Kirke er det bedre samsvar mellom prognose og observasjoner, men av Figur 20 ser man at det er noe underestimering av de høyeste måleverdiene. Det er altså ikke store forandringer sammenlignet med perioden november - desember.

PM₁₀

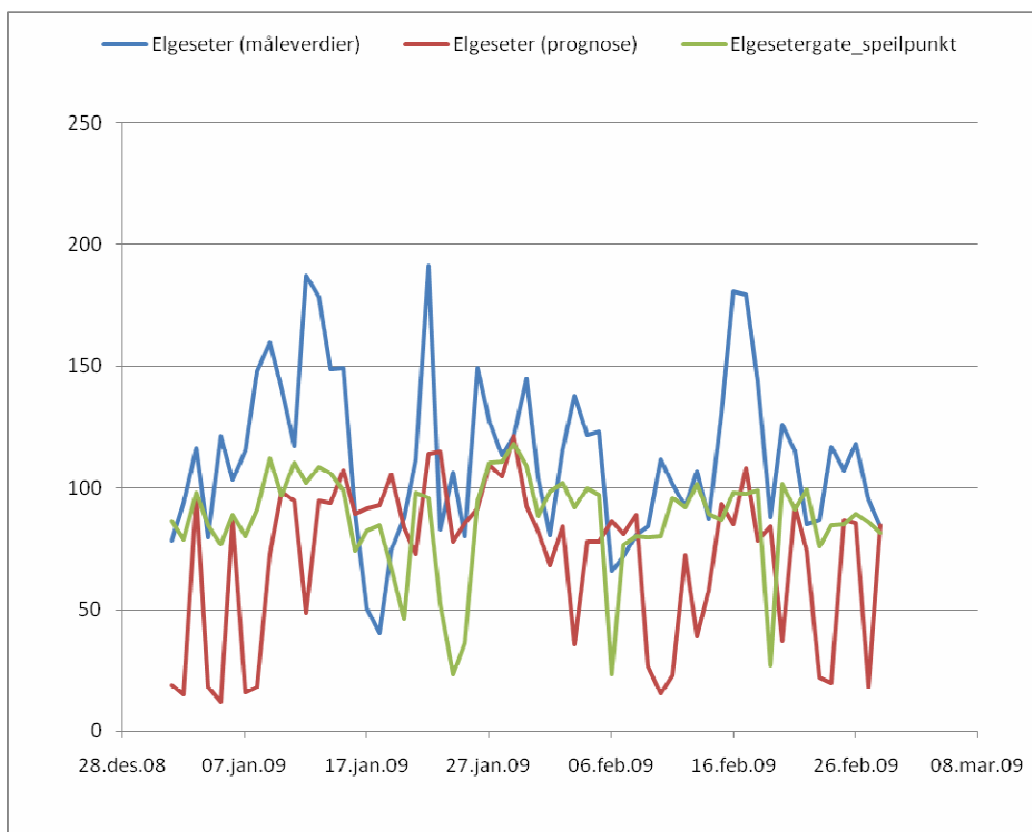
Fra Tabell 8, Figur 22 og Figur 21 ser man at det er en jevn overestimering i motsetning til perioden nov. - des. som hadde et likere nivå for det ene reseptorpunktet (prognose). Derimot er det mye bedre korrelasjon denne perioden og fra figurene ser man at toppene og bunnene i større grad er sammenfallende. Noen av de overestimerte toppene, for eksempel ved Bakke Kirke, ser man er pga overestimering av PM_{2,5}.

PM_{2,5}

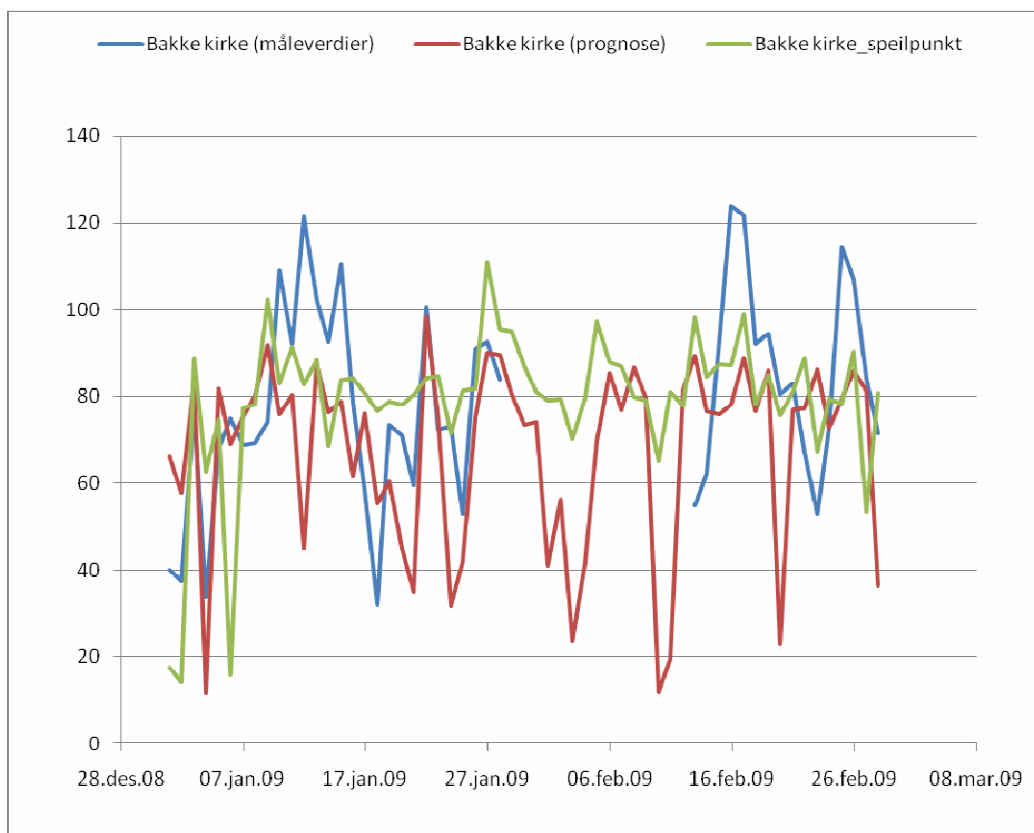
Tabell 9 viser et godt samsvar mellom prognose og modell og Figur 24 og Figur 27 viser fint hvordan kurvene i store trekk følger hverandre og at nivåene er like. Noen av toppene der det er stort avvik vises igjen i resultatene for PM₁₀. Det observerte langtidsmiddelet for PM_{2,5} er ca. 50 % av langtidsmiddelet for PM₁₀ og maks døgnmiddel for PM_{2,5} har en verdi som er så høy som 70 % av den observerte maks døgnmiddel for PM₁₀ (samme døgn).

Tabell 7: NO₂ i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|--|--------|----------|------------------------|
| Elgeseter | Middel, jan. - feb. | 113 | 71 | 87 |
| | Maksimalt timemiddel | 191 | 121 | 118 |
| | Korrelasjon | | 0,15 | 0,50 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 37 | 8 | 12 |
| Bakke Kirke | Middel, jan. - feb. | 79 | 68 | 79 |
| | Maksimalt timemiddel | 124 | 99 | 111 |
| | Korrelasjon | | 0,40 | 0,43 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 9 | 0 | 2 |



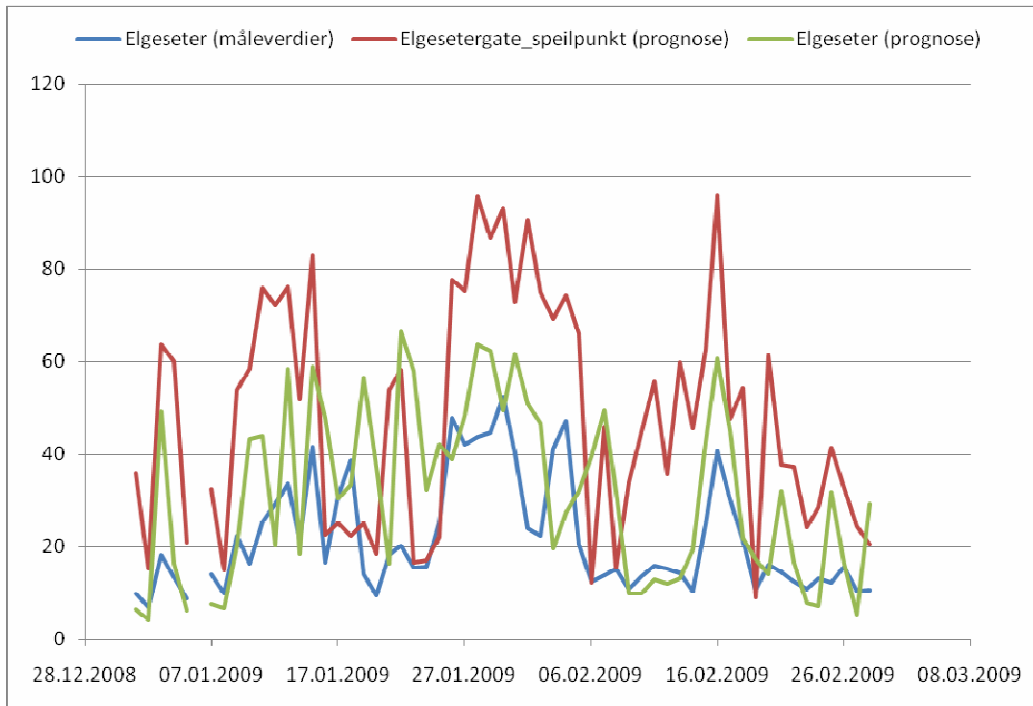
Figur 19: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Elgeseter.



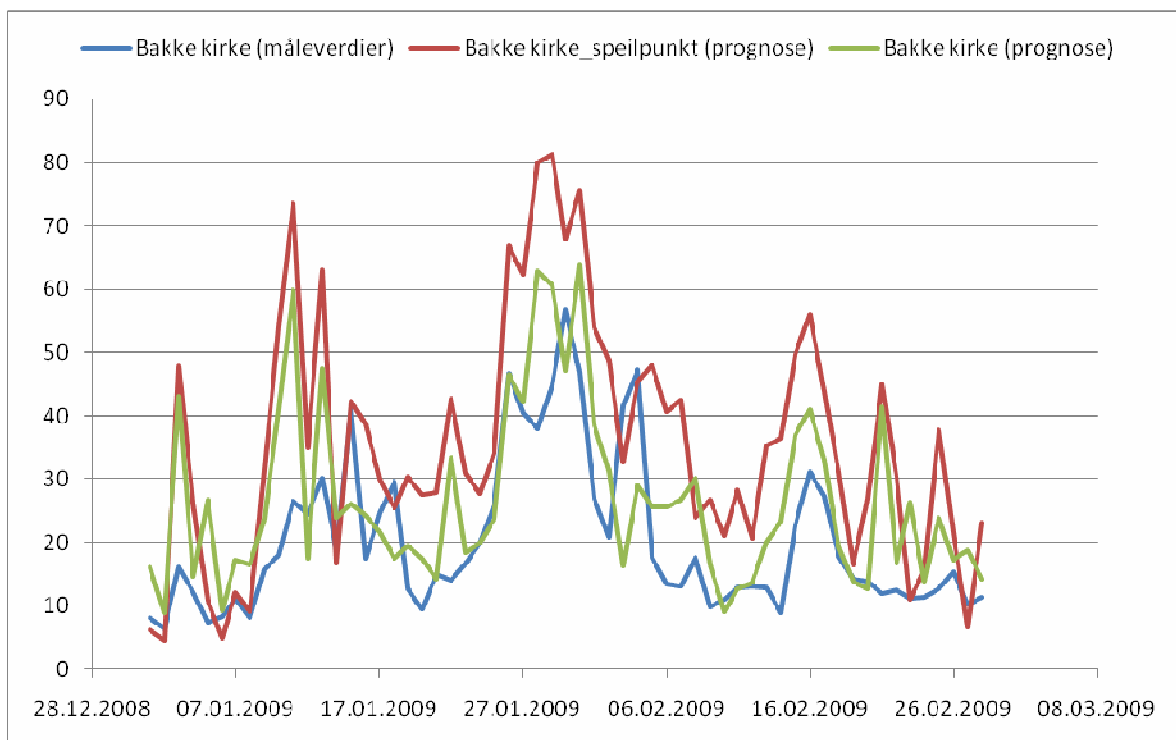
Figur 20: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 8: PM₁₀ i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|------------------------|
| Elgeseter | Middel, jan. - feb. | 22 | 48 | 32 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 53 | 67 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,56 | 0,72 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 11 | 24 | 37 |
| Bakke Kirke | Middel, jan. - feb. | 21 | 27 | 36 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 57 | 64 | 81 |
| | Korrelasjon | | 0,66 | 0,74 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 9 | 14 | 26 |



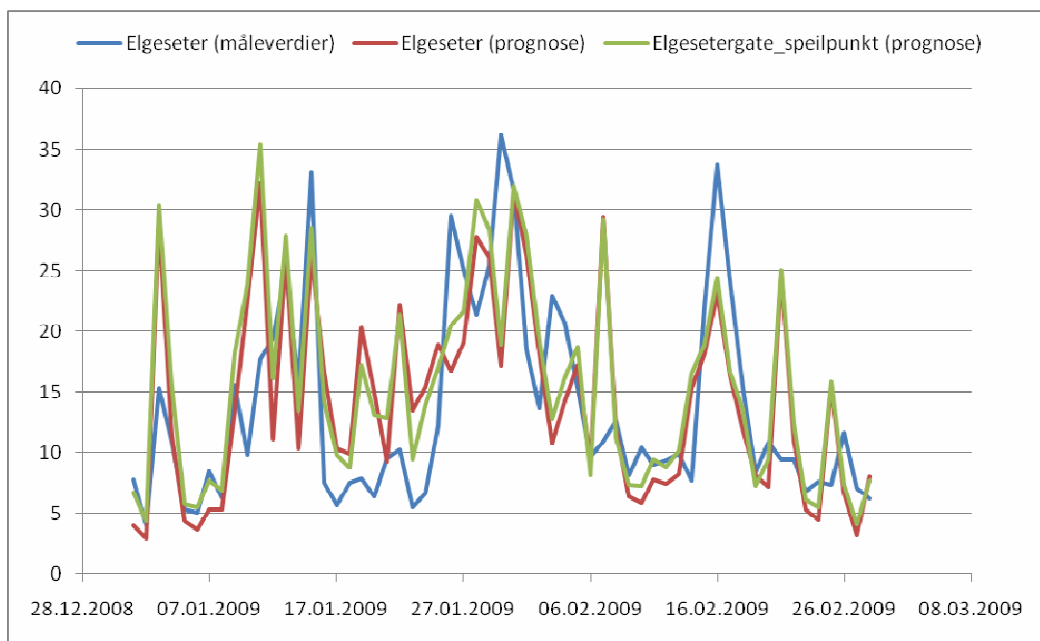
Figur 21: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Elgeseter.



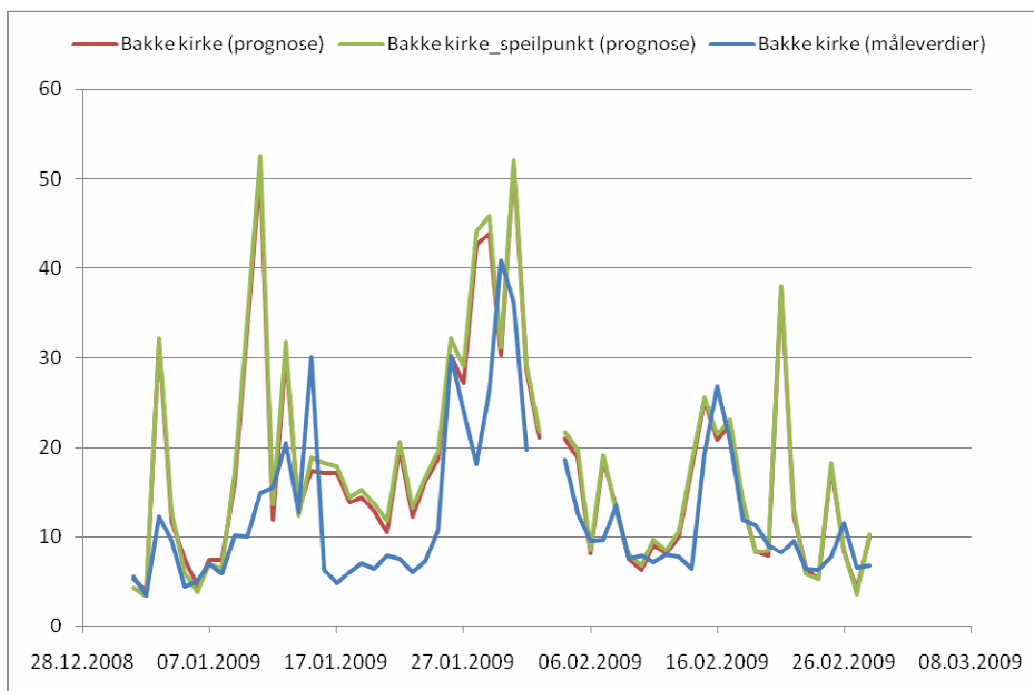
Figur 22: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 9: PM_{2,5} I Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, jan. - feb. | 14 | 14 | 16 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 36 | 32 | 36 |
| | Korrelasjon | | 0,57 | 0,65 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 13 | 14 | 15 |
| Bakke Kirke | Middel, jan. - feb. | 12 | 18 | 18 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 41 | 52 | 53 |
| | Korrelasjon | | 0,65 | 0,65 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 9 | 17 | 18 |



Figur 23: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Elgeseter.



Figur 24: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Bakke Kirke.

Resultater fra Stavanger

NO₂

Resultatene viser det samme som for perioden november – desember: alt for høye observerte verdier ved Kannik, noe underestimering ved Våland, men med god korrelasjon.

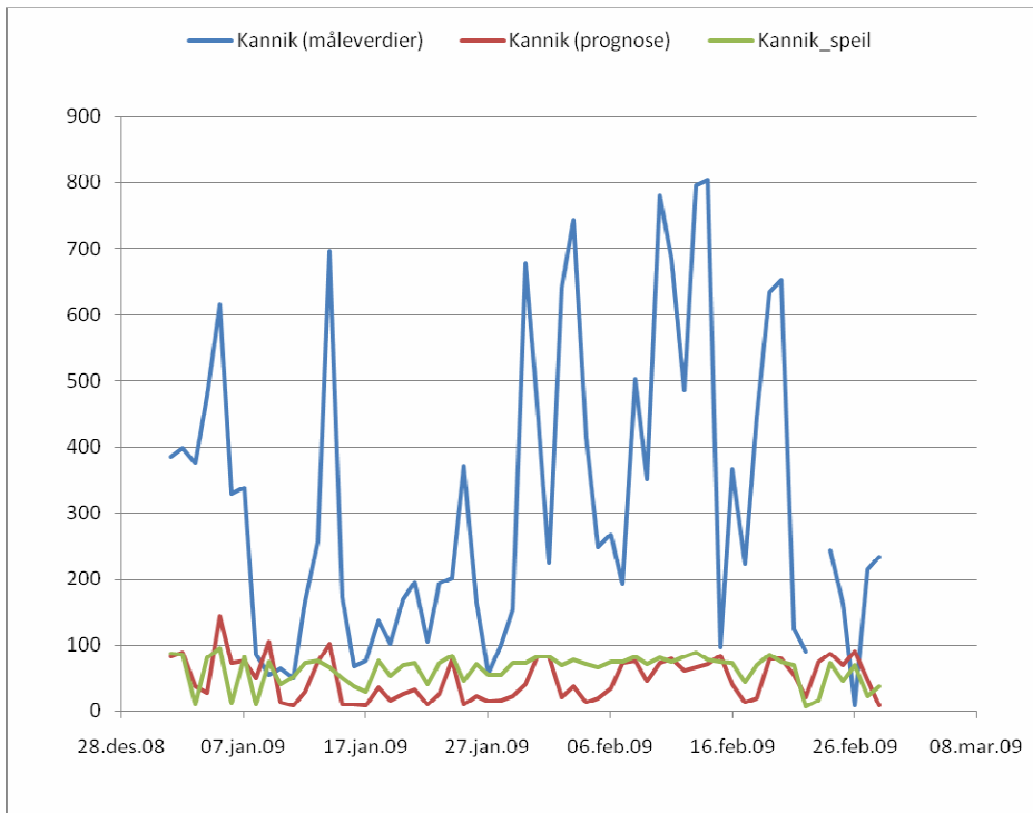
PM₁₀ og PM_{2,5}

Også for PM er resultatene for januar - februar veldig lik resultatene for november – desember. Ved Kannik ser man igjen at underestimeringen av PM₁₀ til dels skyldes underestimering av PM_{2,5}. Det målte langtidsmiddelet for Kannik av PM_{2,5} utgjør 40 % av PM₁₀.

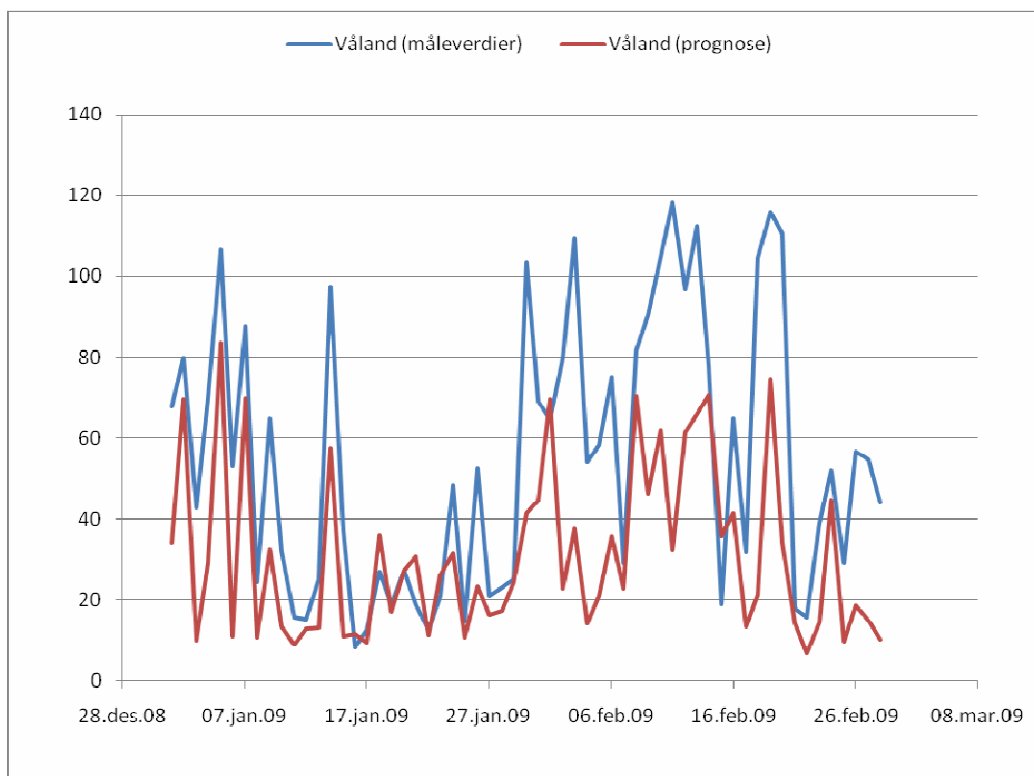
Tabell 10: NO₂ i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|--|--------|----------|---------------------|
| Kannik | Middel, jan. - feb. | 316* | 50 | 63 |
| | Maksimalt timemiddel | 803* | 143 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,38* | 0,45* |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 48* | 3 | 0 |

| | | | |
|--------|---|-----|------|
| Våland | Middel, jan. - feb. | 56 | 31 |
| | Maksimalt timemiddel | 118 | 84 |
| | Korrelasjon | | 0,72 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 9 | 0 |



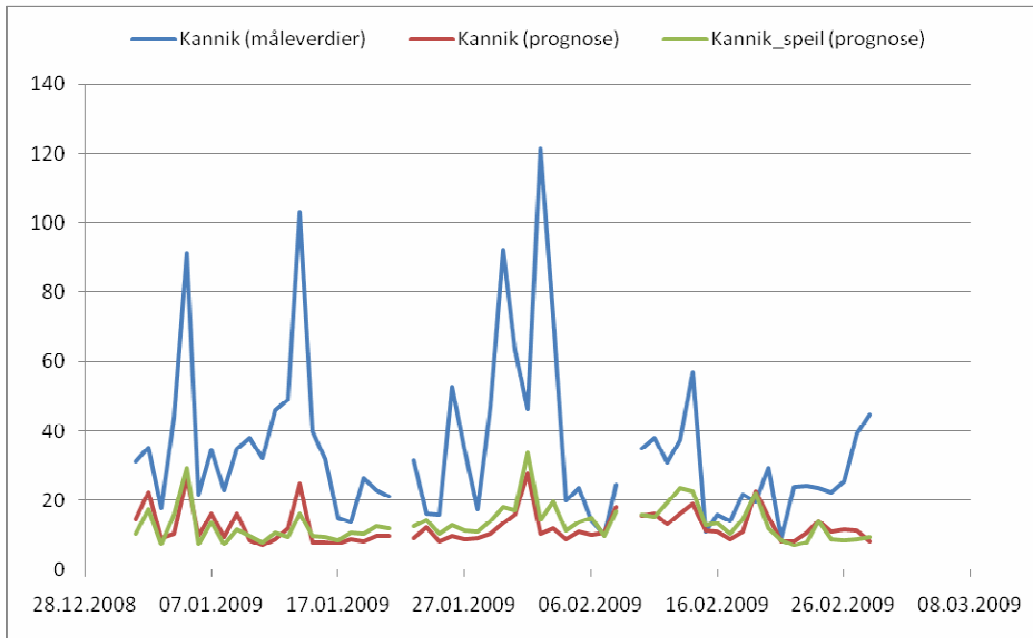
Figur 25: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Kannik.



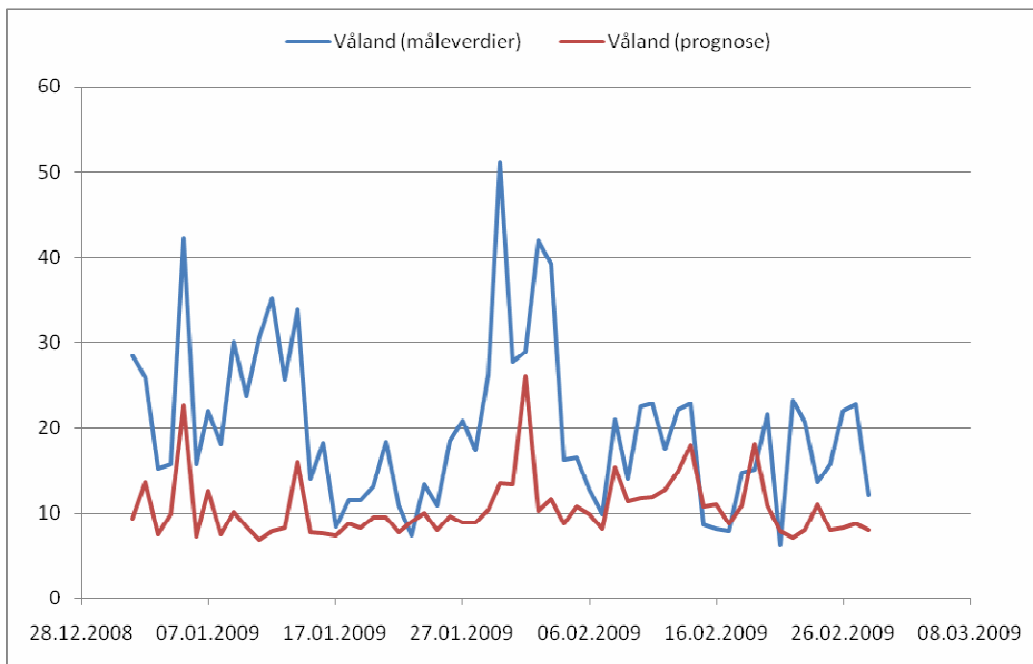
Figur 26: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Våland.

Tabell 11: PM₁₀ i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|---|--------|----------|---------------------|
| Kannik | Middel, jan. - feb. | 35 | 12 | 13 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 121 | 28 | 34 |
| | Korrelasjon | | 0,40 | 0,43 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 20 | 0 | 0 |
| Våland | Middel, jan. - feb. | 20 | 11 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 51 | 26 | |
| | Korrelasjon | | 0,40 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 5 | 0 | |



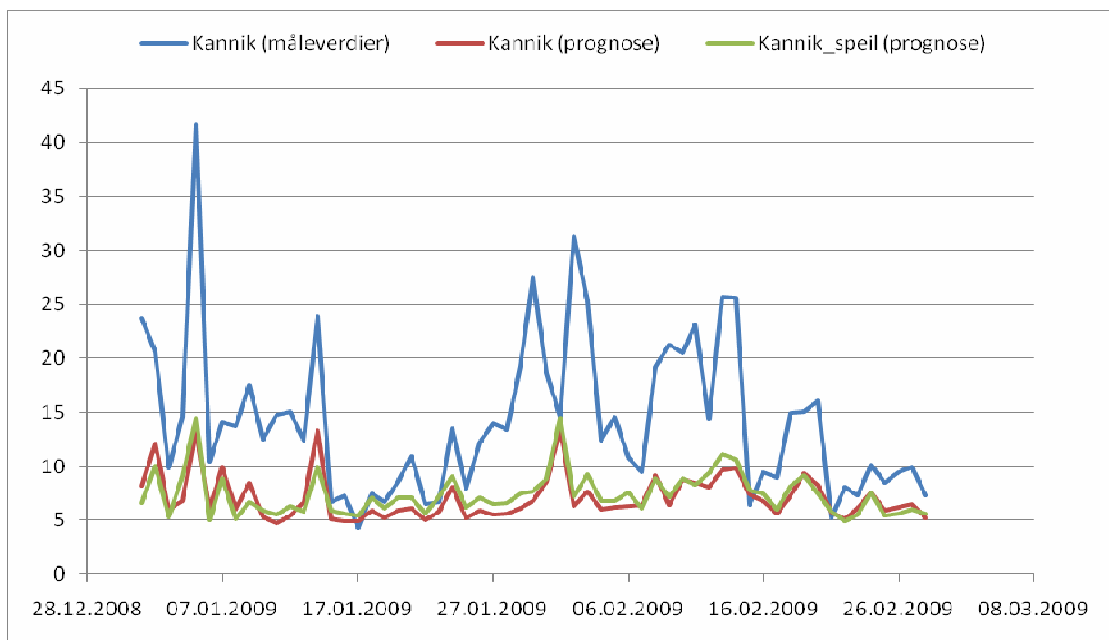
Figur 27: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Kannik.



Figur 28: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Våland.

Tabell 12: PM_{2,5} i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|---|--------|----------|---------------------|
| Kannik | Middel, jan. - feb. | 14 | 7 | 7 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 42 | 13 | 15 |
| | Korrelasjon | | 0,63 | 0,65 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 12 | 0 | 0 |



Figur 29: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Kannik.

Resultater fra Grenland

NO₂

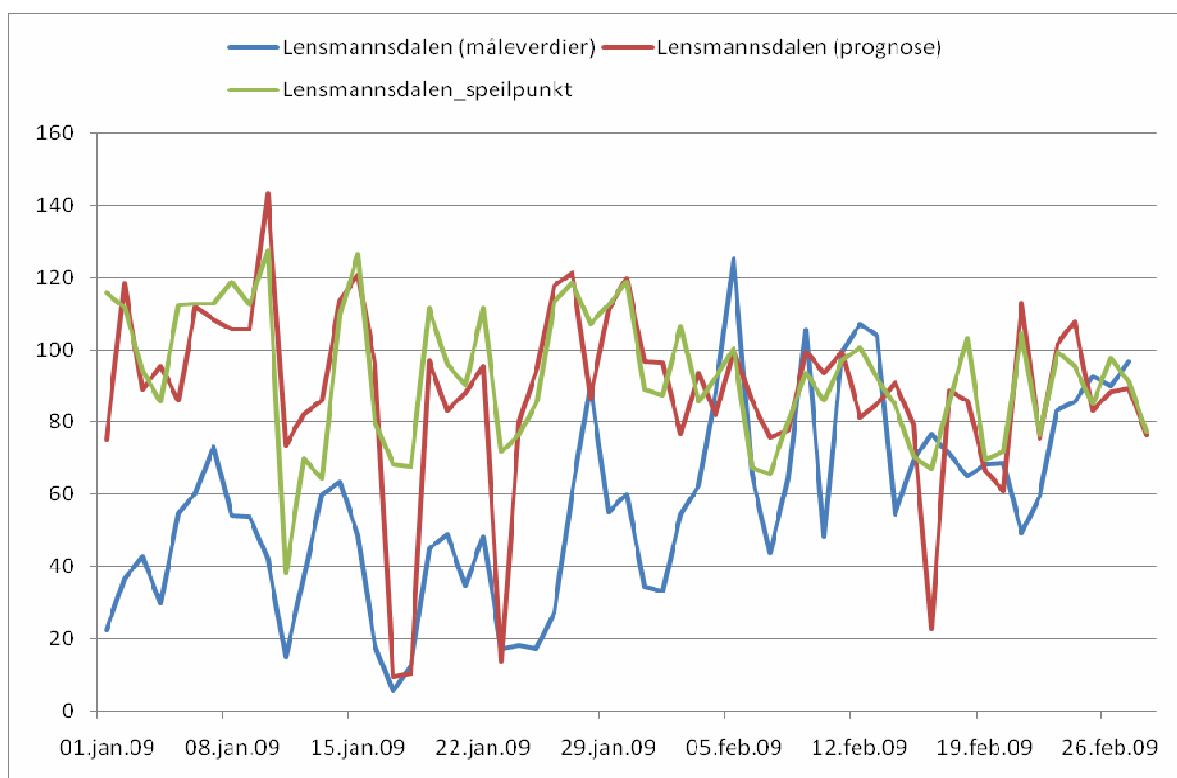
Det er et mye bedre samsvar mellom prognose og målte verdier ved Lensmannsdalen og Øyekast stasjon for denne perioden og som skyldes at observasjonene for januar og spesielt februar gir høyere verdier enn i november og desember.

PM₁₀ og PM_{2,5}

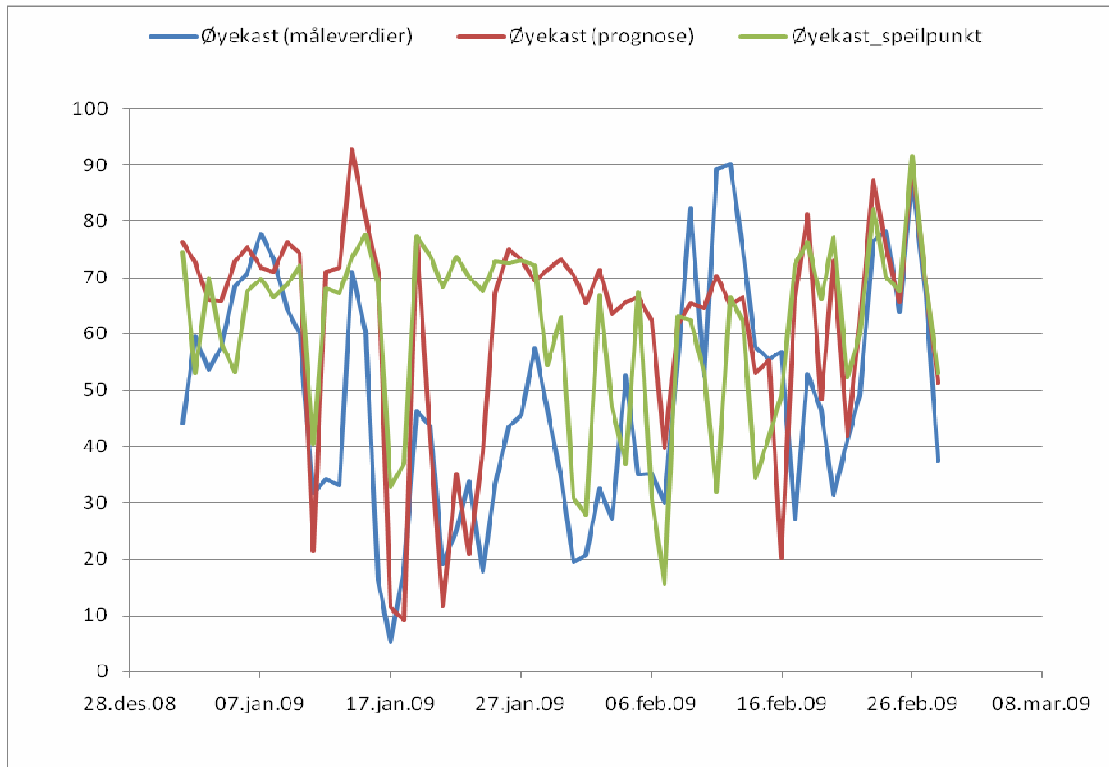
Fra Figur 32 og Tabell 14 ser man at det er en klar overestimering av PM₁₀. Prognosen gir for høyt langtidsmiddel, maks døgnmiddel og antall døgn med middel over 35 µg/m³ ved Lensmannsdalen. Ved Øyekast er det bedre samsvar og overestimeringen er ikke så synlig. For PM_{2,5} er det godt samsvar mellom prognose og målte verdier ved Lensmannsdalen.

Tabell 13: NO₂ i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|--|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, jan. - feb. | 57 | 88 | 93 |
| | Maksimalt timemiddel | 126 | 143 | 128 |
| | Korrelasjon | | 0,21 | 0,19 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 4 | 15 | 22 |
| Øyekast | Middel, jan. - feb. | 49 | 62 | 61 |
| | Maksimalt timemiddel | 90 | 93 | 92 |
| | Korrelasjon | | 0,52 | 0,28 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 0 | 0 | 0 |



Figur 30: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Lensmannsdalen.



Figur 31: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Øyekast.

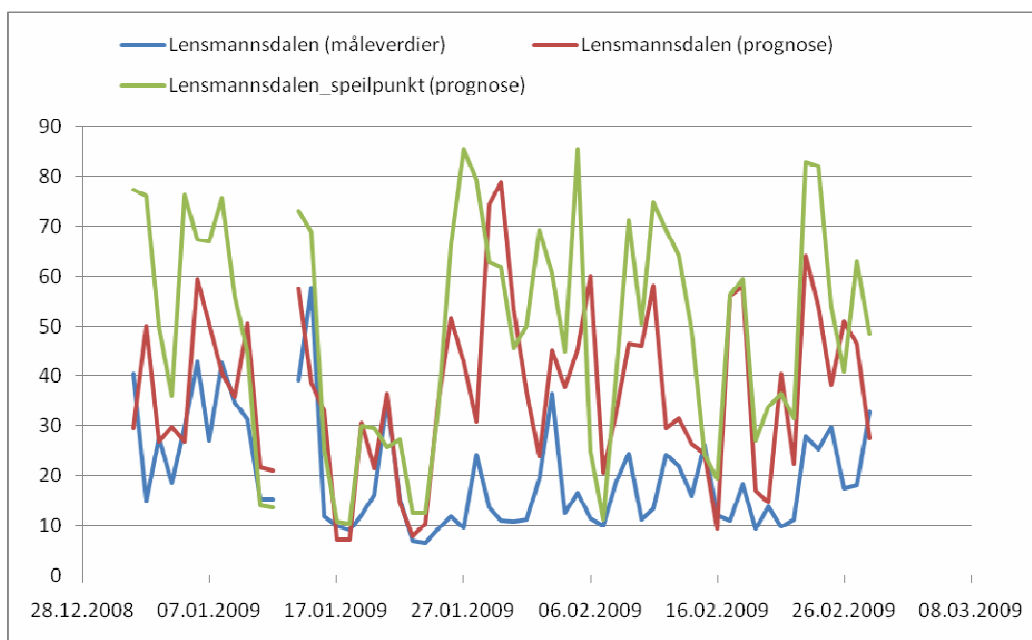
Tabell 14: PM₁₀ i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, jan. - feb. | 20 | 37 | 50 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 58 | 79 | 86 |
| | Korrelasjon | | 0,20 | 0,47 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 7 | 30 | 39 |
| Øyekast | Middel, jan. - feb. | 15 | 22 | 20 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 41 | 46 | 46 |
| | Korrelasjon | | 0,49 | 0,37 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 1 | 1 | 2 |

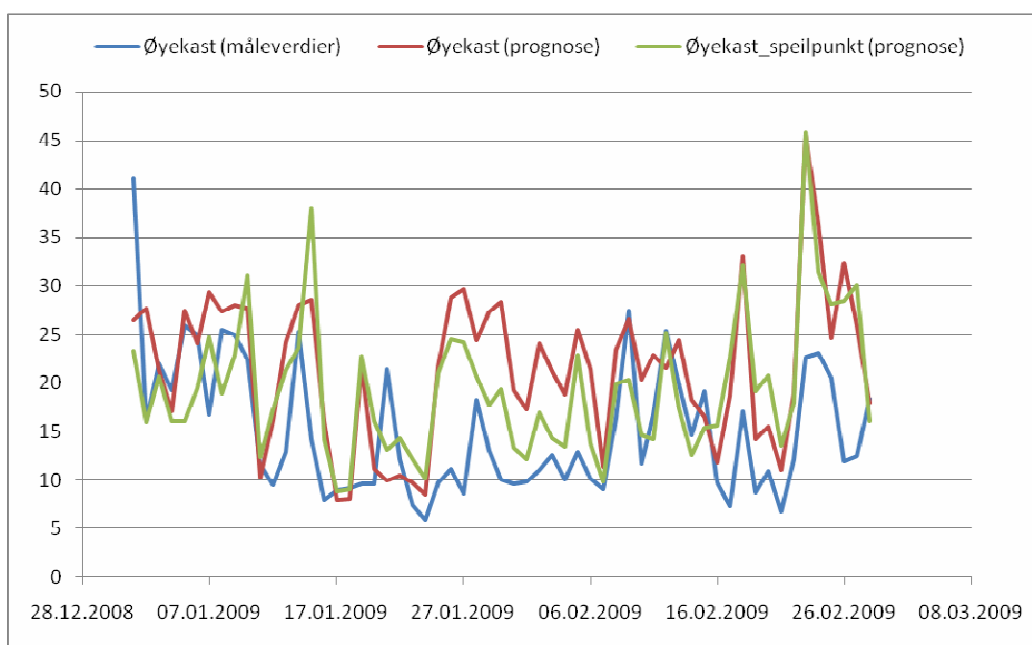
Tabell 15: PM_{2,5} i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---------------------|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, jan. - feb. | 15 | 16 | 17 |

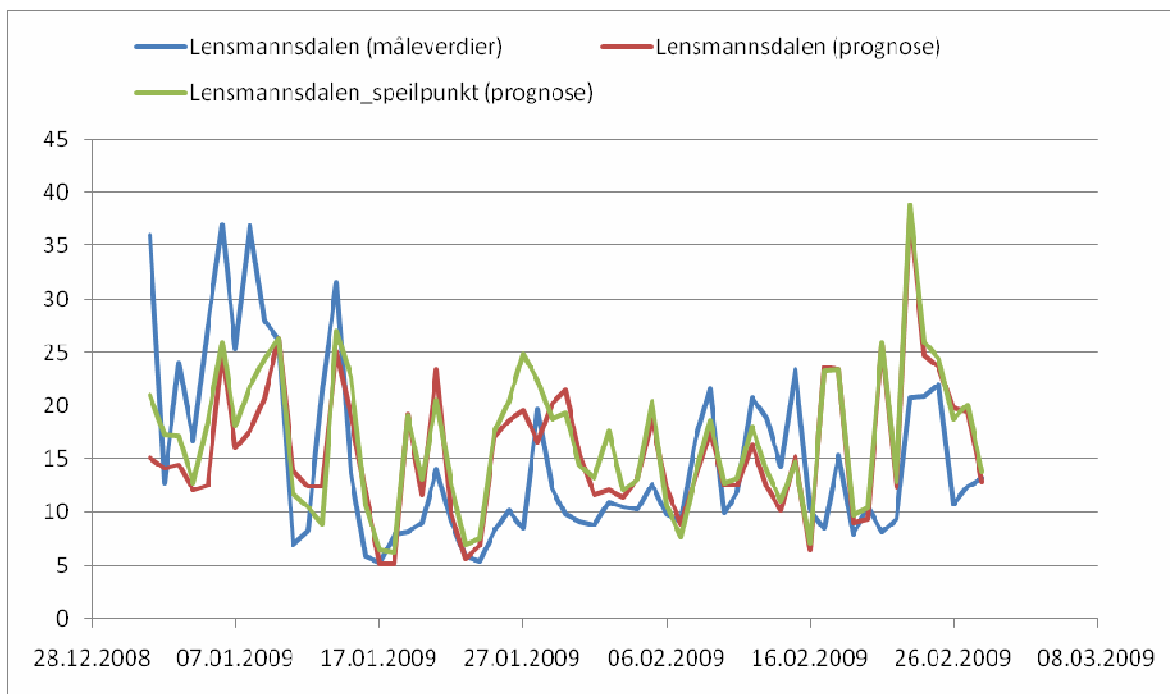
| | | | | |
|--|---|----|------|------|
| | Maksimalt døgnmiddel | 37 | 38 | 39 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,52 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 16 | 13 | 19 |



Figur 32: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Lensmannsdalen.



Figur 33: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Øyekast.



Figur 34: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Lensmannsdalen.

Sammendrag av resultatevalueringen av AirQUIS

Sammenligning mellom de ulike parameterne viser at det er stor forskjell mellom modellresultatene for de ulike byene. Der bør også nevnes at ikke alle måledataene som er brukt i denne rapporten har vært gjennom en full kvalitetssikring og at feil kan forekomme. En generell konklusjon av prognose resultatene er gitt under, basert på mer detalj studium av de enkelte byene.

NO₂

NO₂ nivåene er veldig varierende og prognosen både overestimerer og underestimerer de målte verdiene. Variasjoner i ozon bakgrunn kan ha mye å si for NO₂ konsentrasjonene time for time som vi med prognosen, som har konstant bakgrunn, ikke vil kunne fange opp. Men avvikene er også pga feil knyttet til for eksempel utslipp og meteorologi. En mer detalj studie av episoder for Oslo der NO₂ er kraftig underestimert vil bli utført.

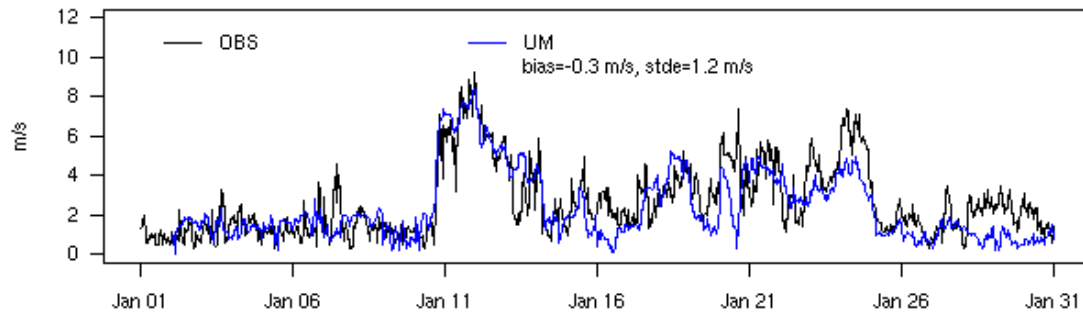
PM_{2.5}

I Trondheim og Grenland får vi veldig bra samsvar mellom målte verdier og prognosen, mens det for Bergen er en overestimering og Stavanger en underestimering. Oslo har et ganske likt nivå mellom observasjoner og prognoser med noen døgn der det er store avvik.

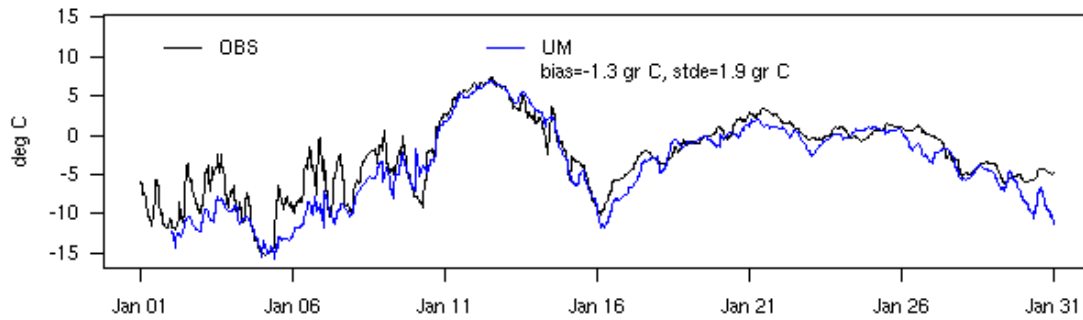
PM₁₀

Overestimeringen eller underestimeringen som blir gjort for PM_{2.5} gjenspeiler seg ofte i PM₁₀ resultatene. For Trondheim og Grenland og er det allikevel noe overestimering for PM₁₀.

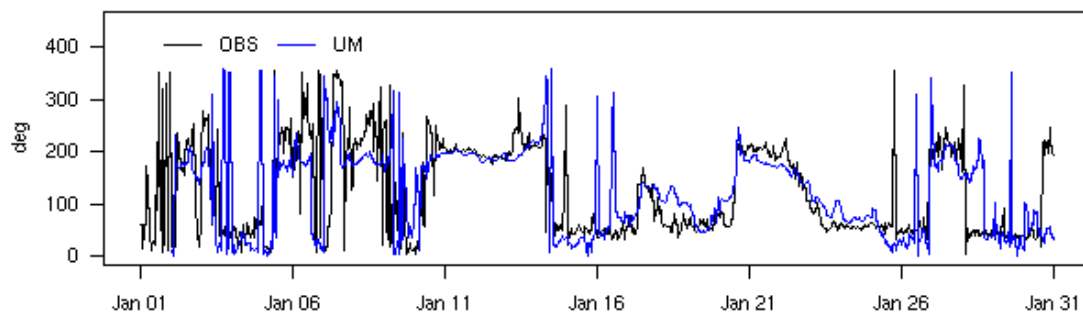
FF 10m Alna



T 2m Alna

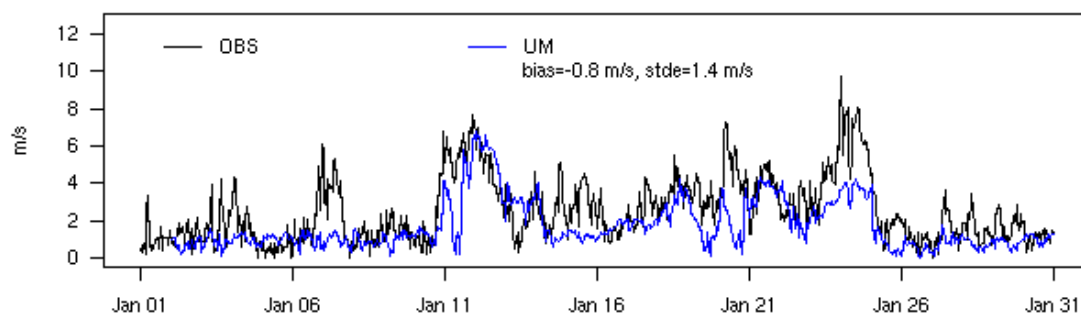


DD 10m Alna

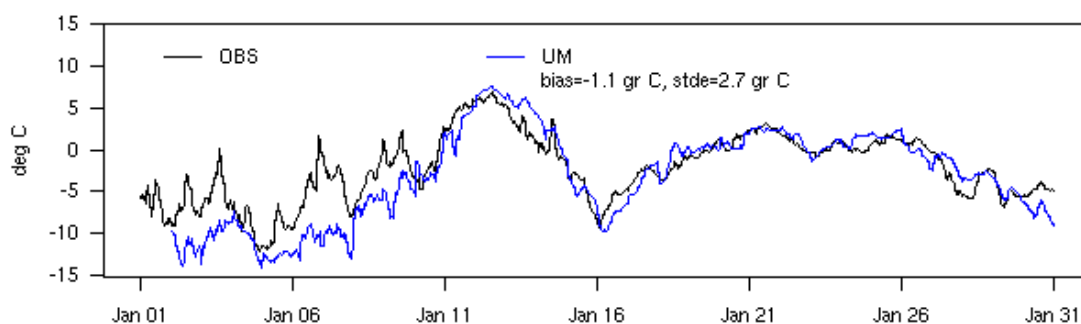


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Oslo Alna. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

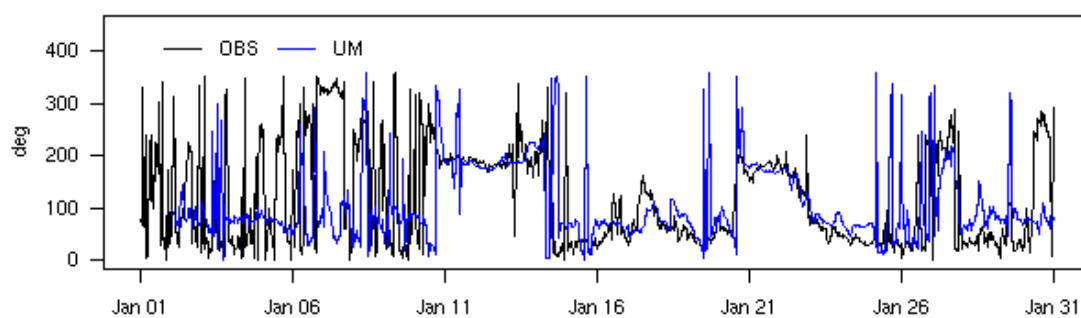
FF 10m Blindern



T 2m Blindern

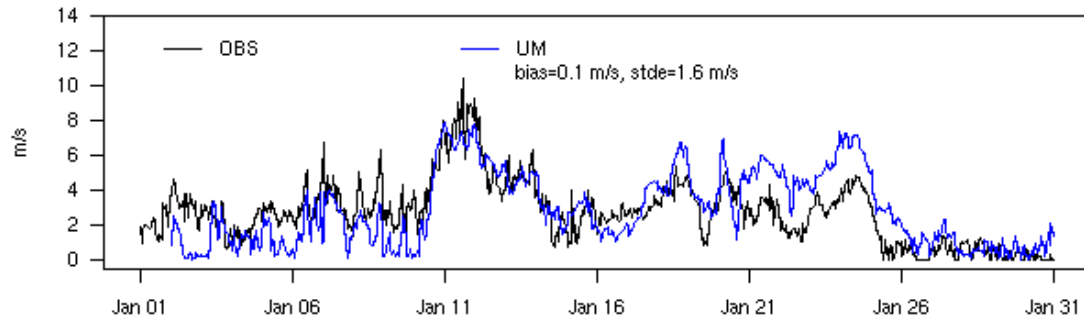


DD 10m Blindern

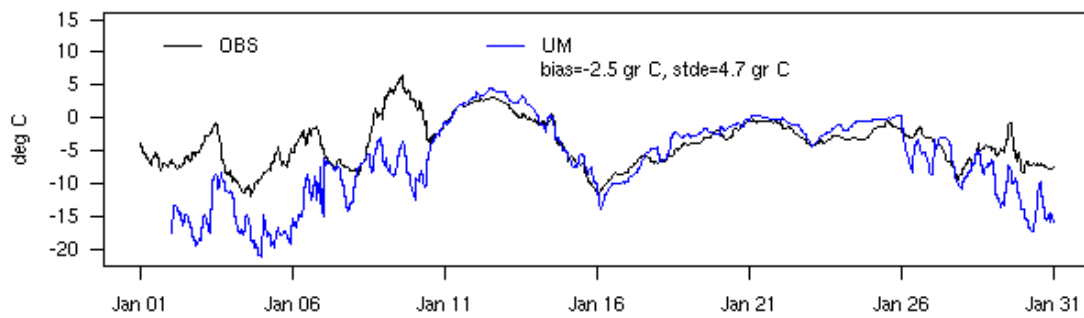


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Oslo Blindern. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

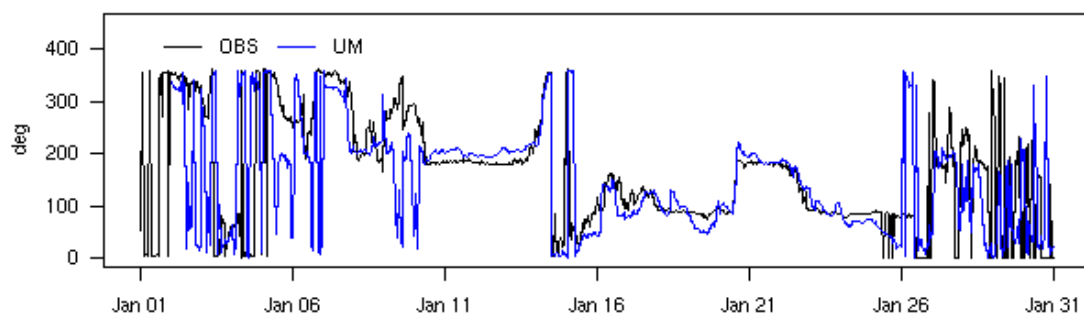
FF 10m Tryvasshogda



T 2m Tryvasshogda

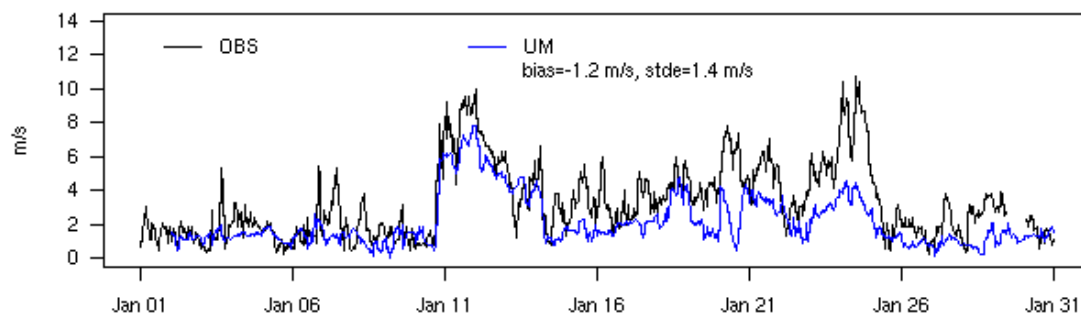


DD 10m Tryvasshogda

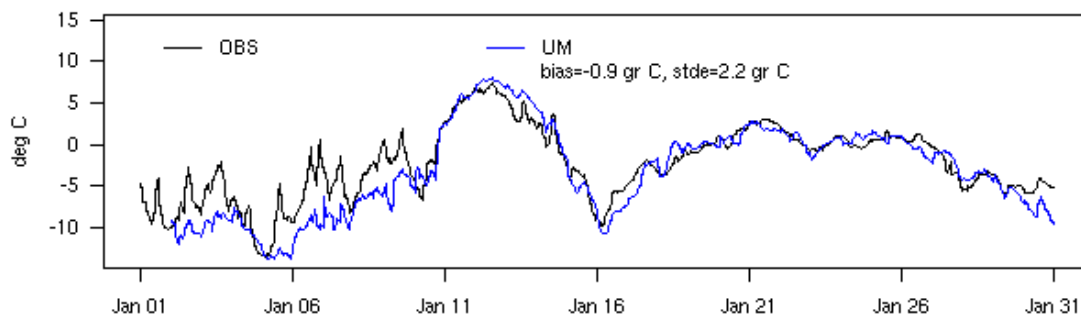


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Oslo Tryvasshøgda. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

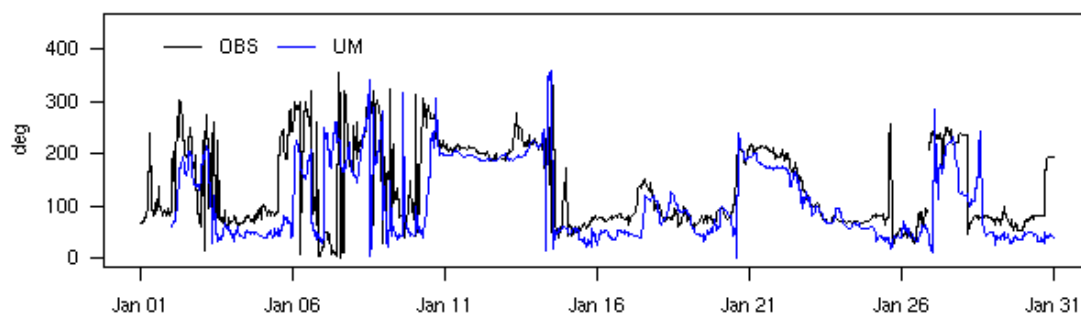
FF 10m ValleHovin



T 2m ValleHovin

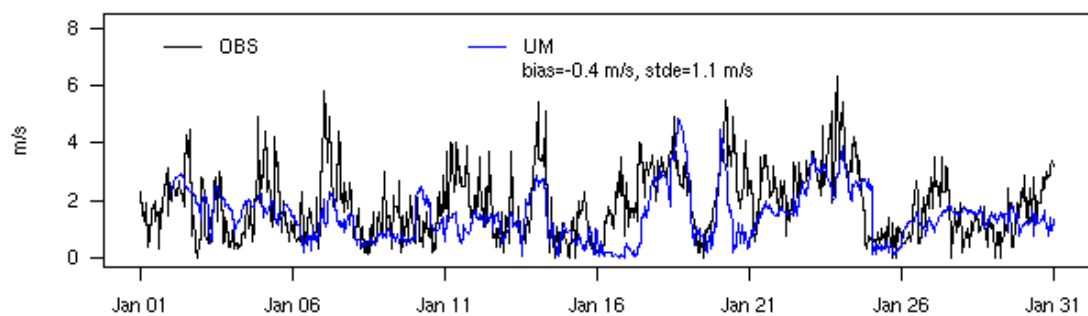


DD 10m ValleHovin

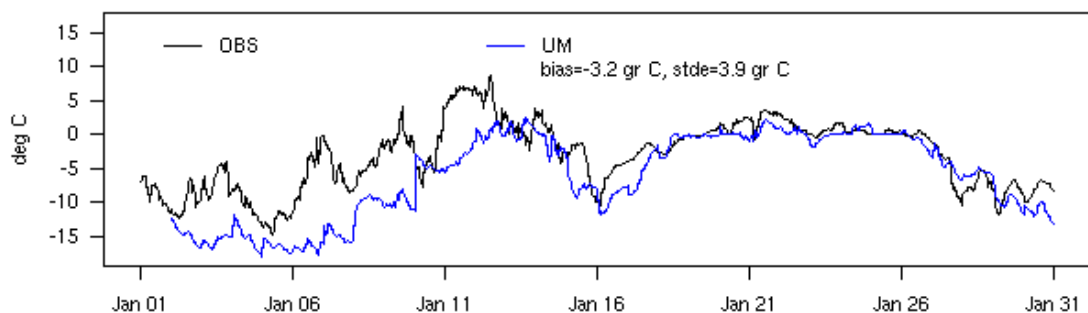


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Oslo Valle Hovin. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

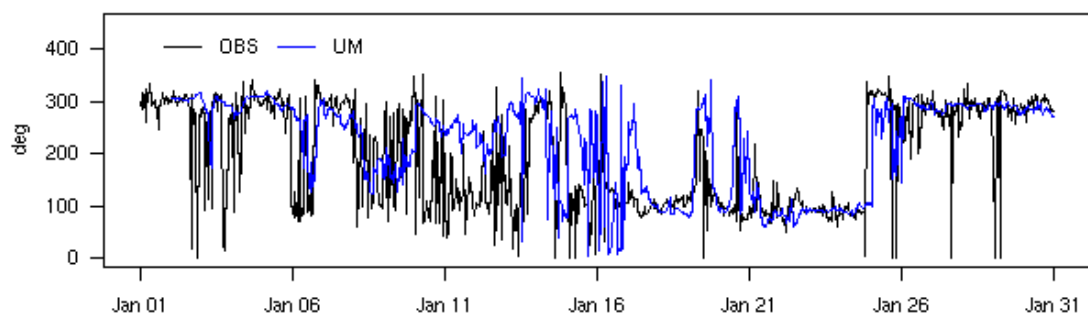
FF 10m Drammen



T 2m Drammen

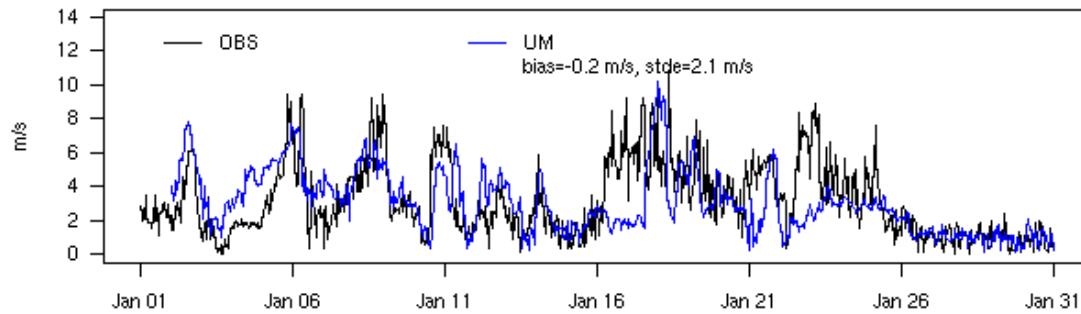


DD 10m Drammen

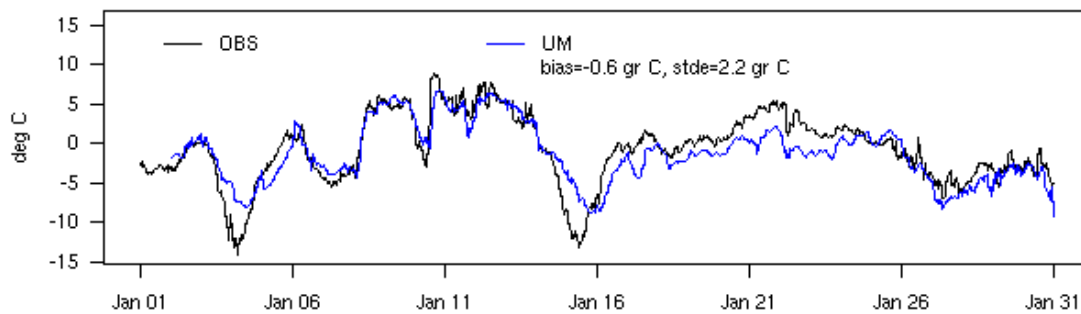


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Drammen Berskog. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

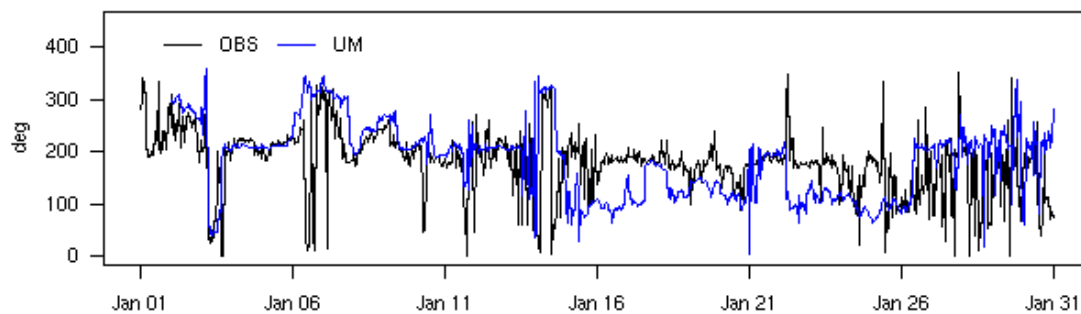
FF 10m Voll



T 2m Voll

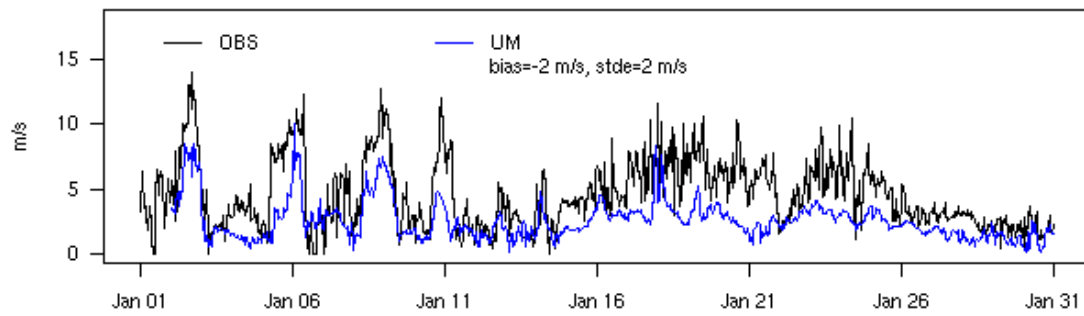


DD 10m Voll

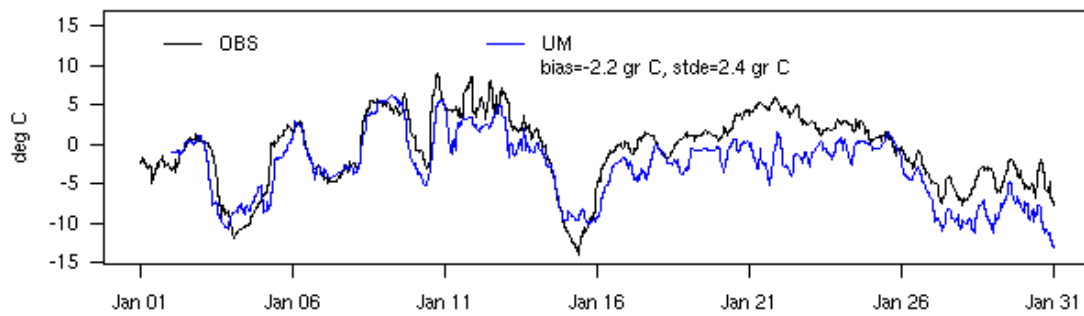


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Trondheim Voll. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

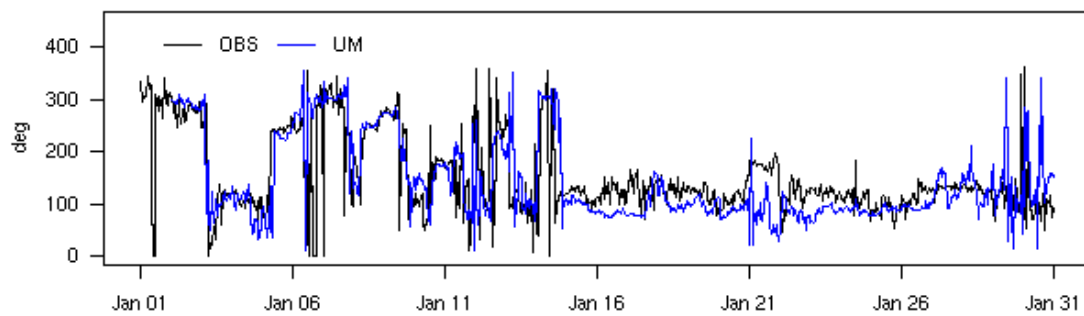
FF 10m Vaernes



T 2m Vaernes

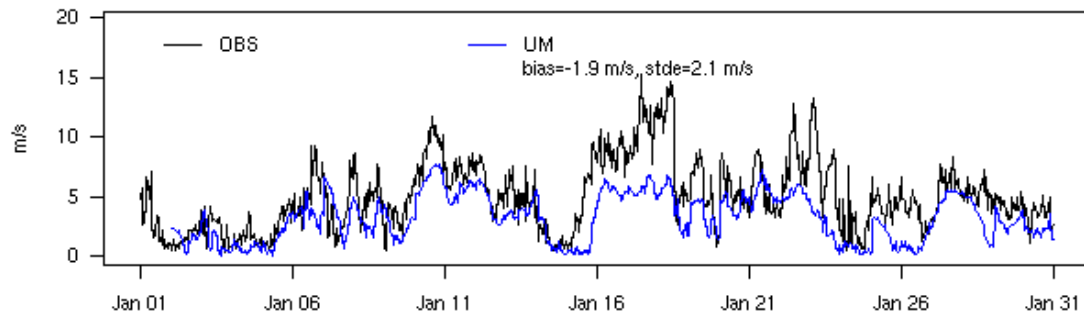


DD 10m Vaernes

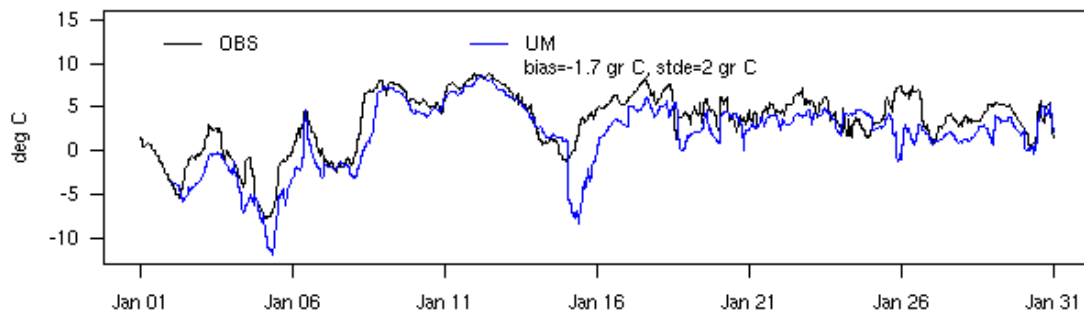


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Trondheim Vaernes. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

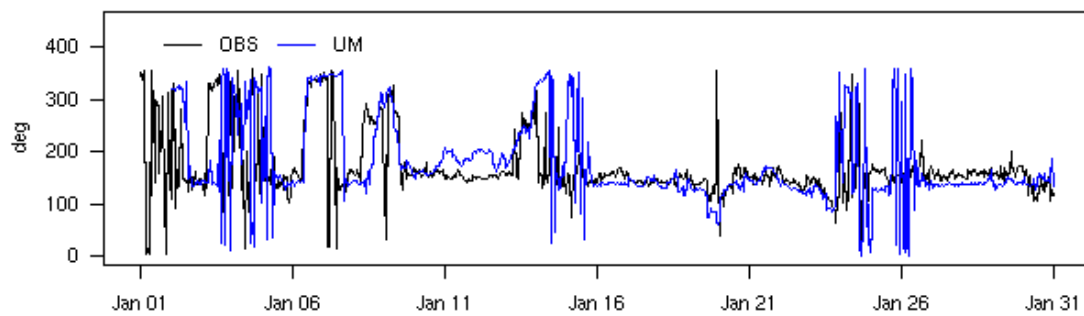
FF 10m Bergen



T 2m Bergen

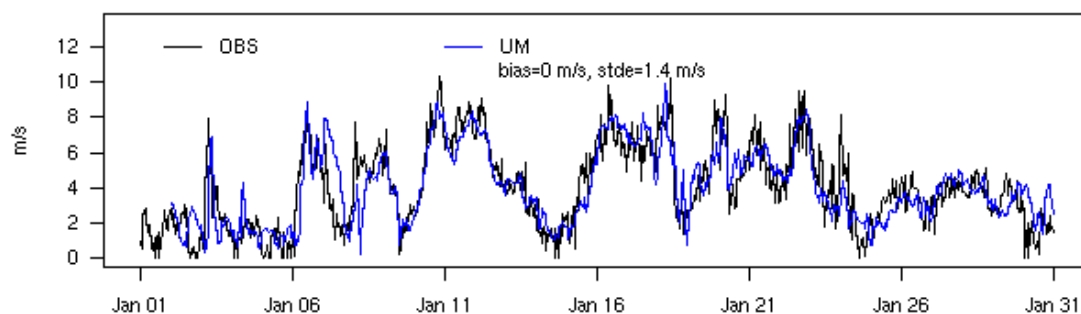


DD 10m Bergen

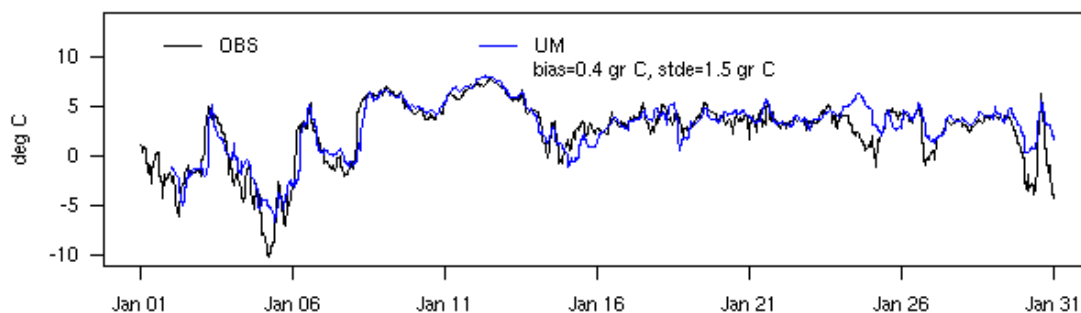


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Bergen Florida. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

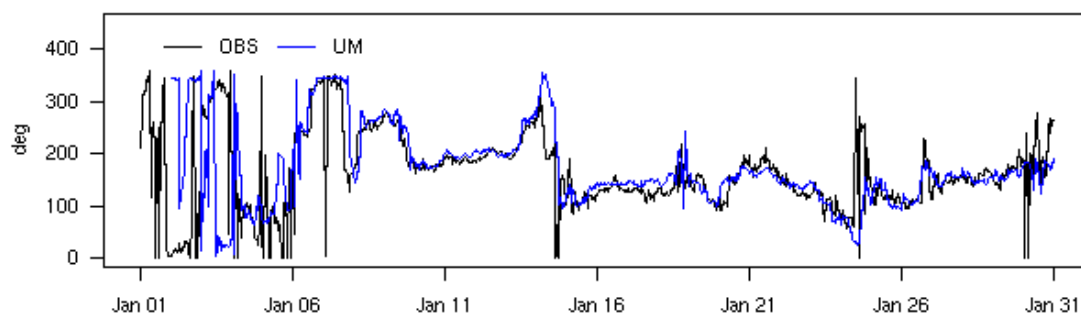
FF 10m Kiellandsmyra



T 2m Kiellandsmyra

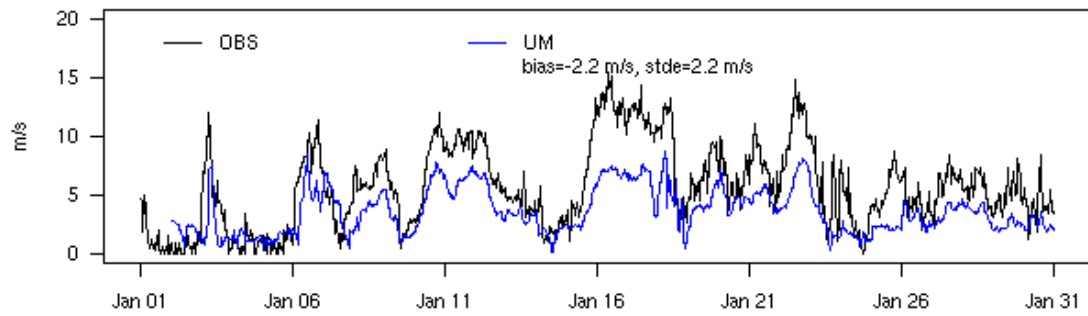


DD 10m Kiellandsmyra

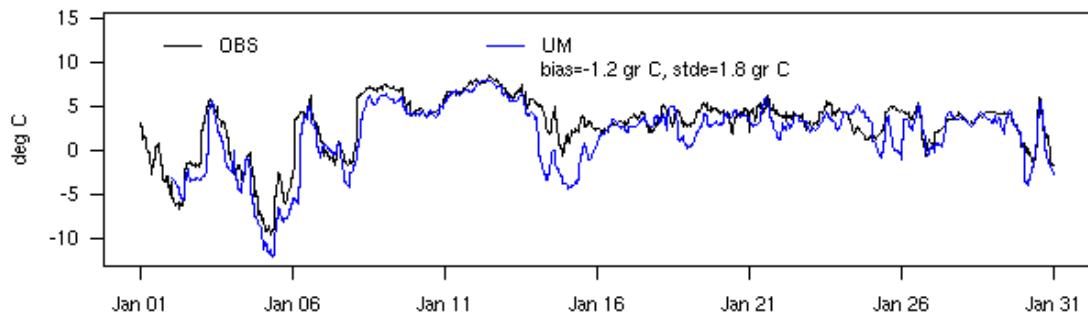


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Stavanger Kiellandsmyra. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

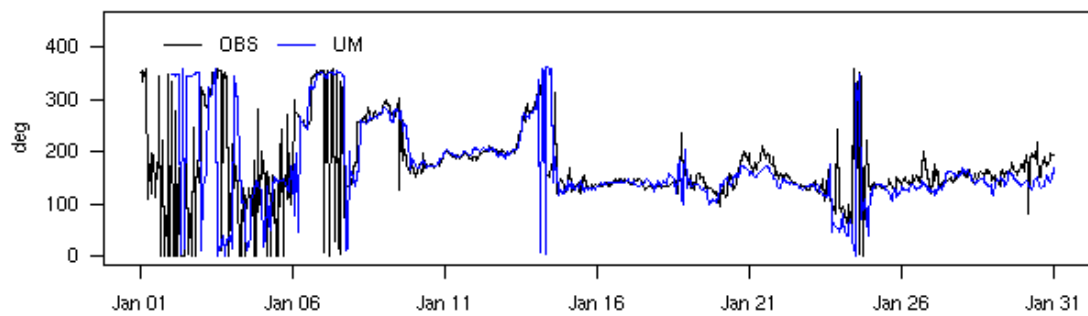
FF 10m Sola



T 2m Sola

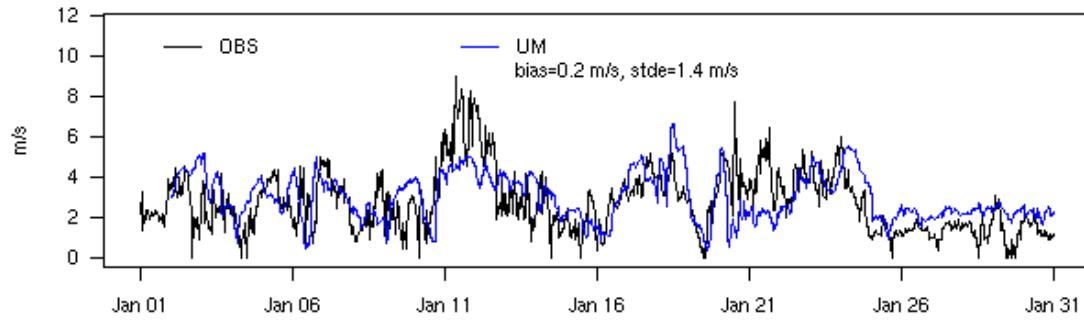


DD 10m Sola

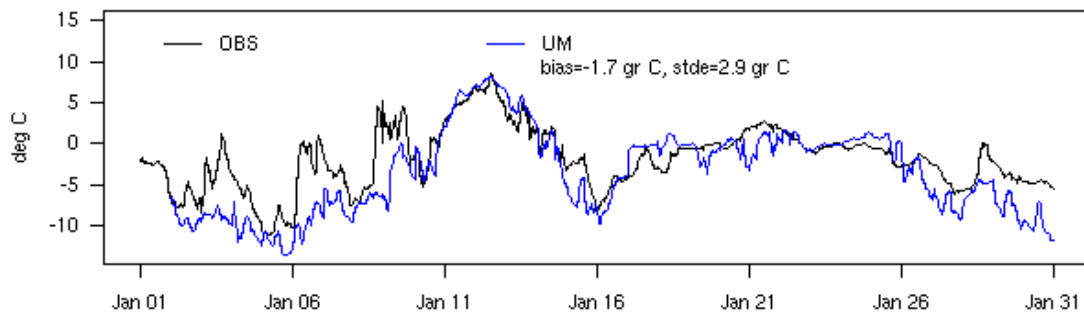


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Stavanger Sola. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

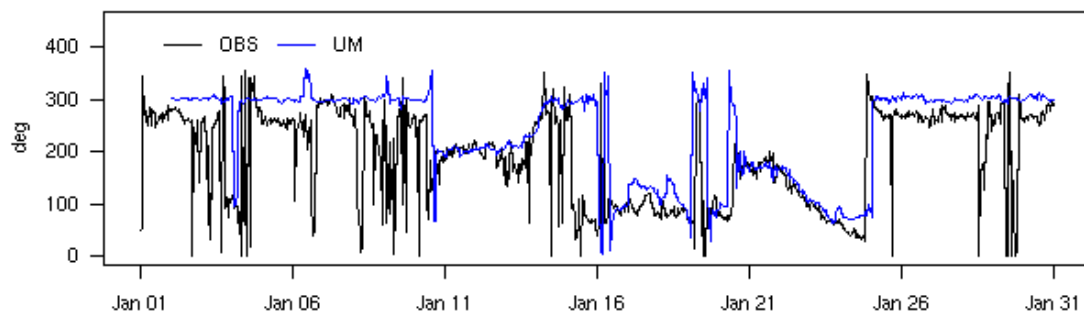
FF 10m Skien



T 2m Skien

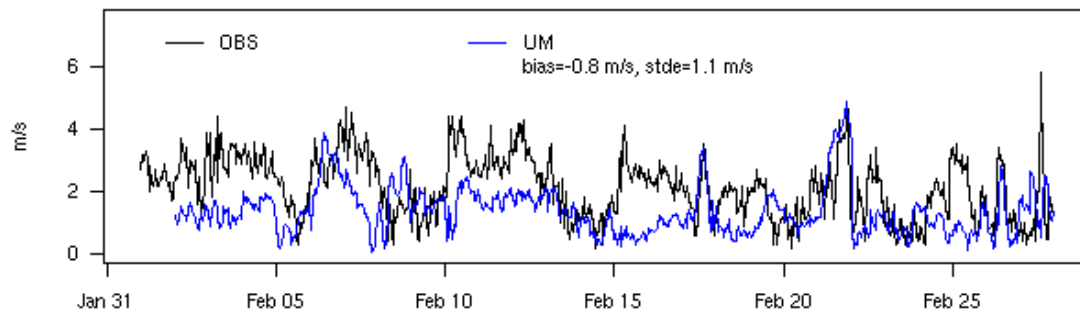


DD 10m Skien

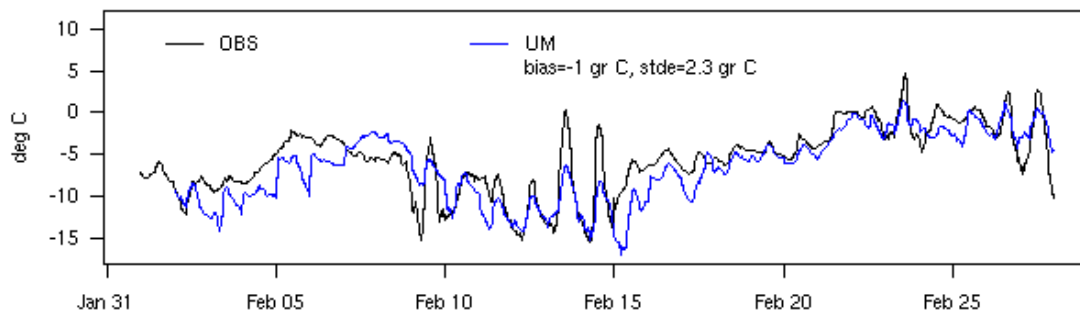


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) januar 2009 på Skien Geiteryggen. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

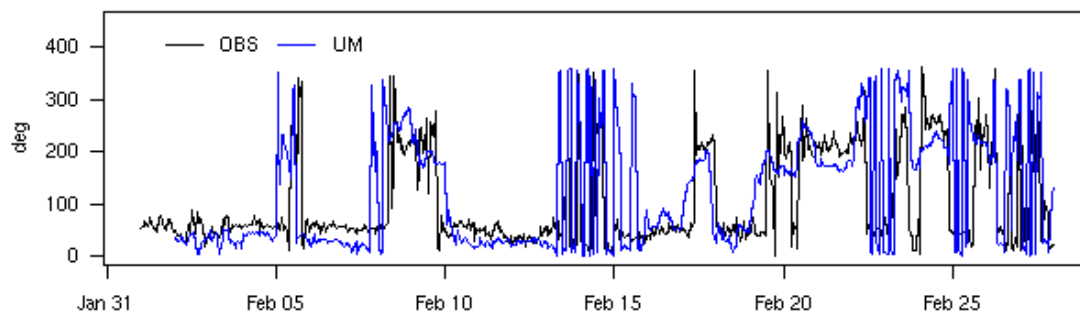
FF 10m Alna



T 2m Alna

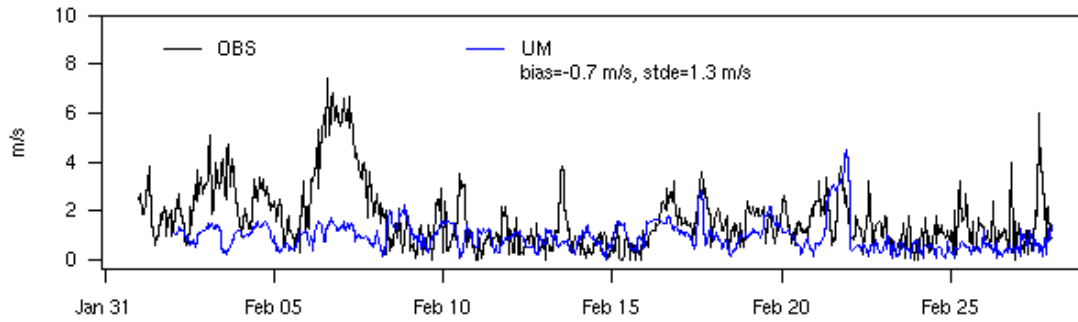


DD 10m Alna

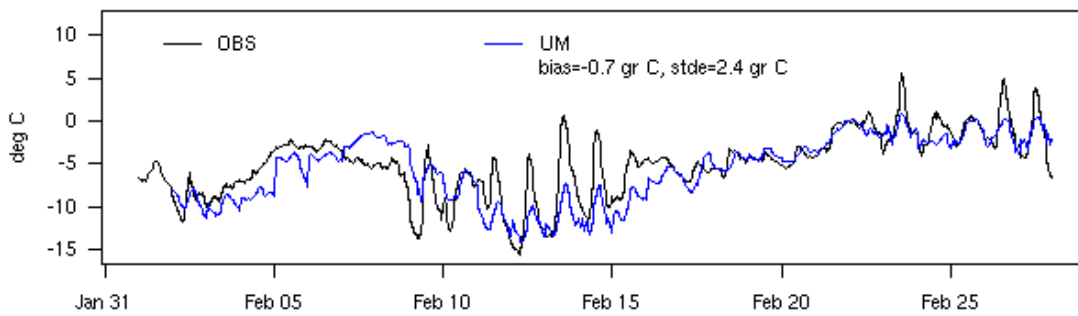


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Oslo Alna. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

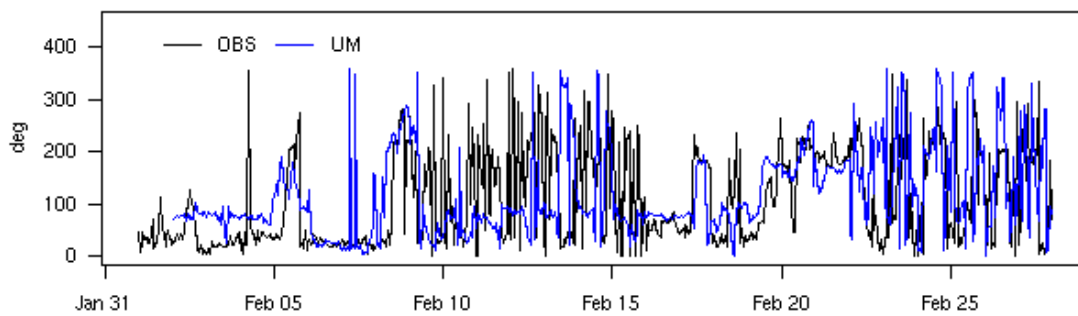
FF 10m Blindern



T 2m Blindern

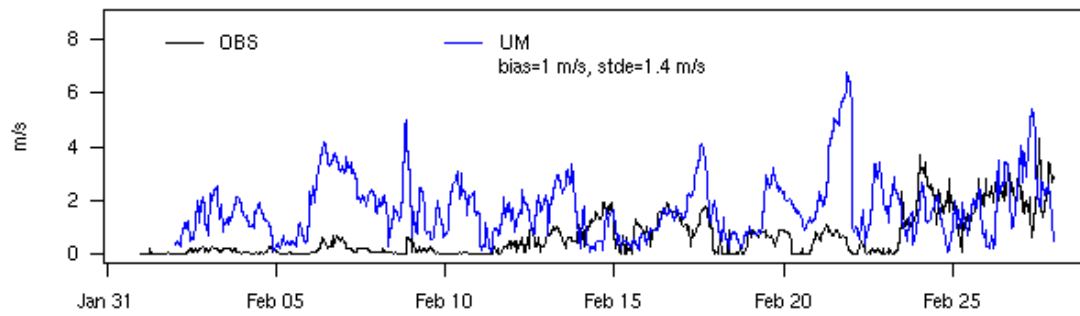


DD 10m Blindern

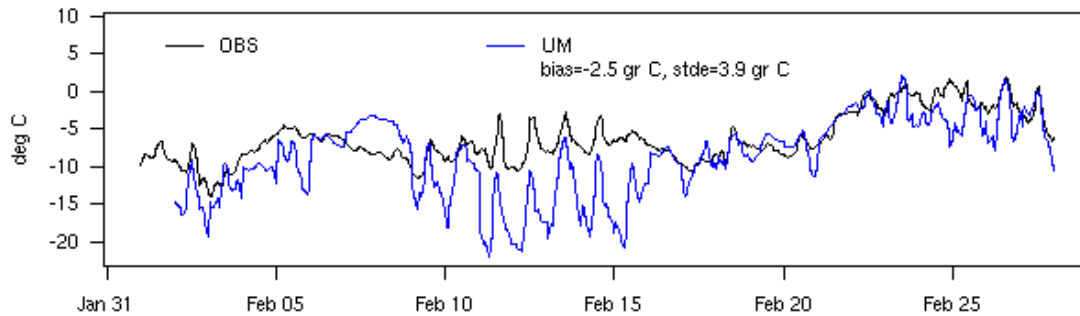


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Oslo Blindern. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

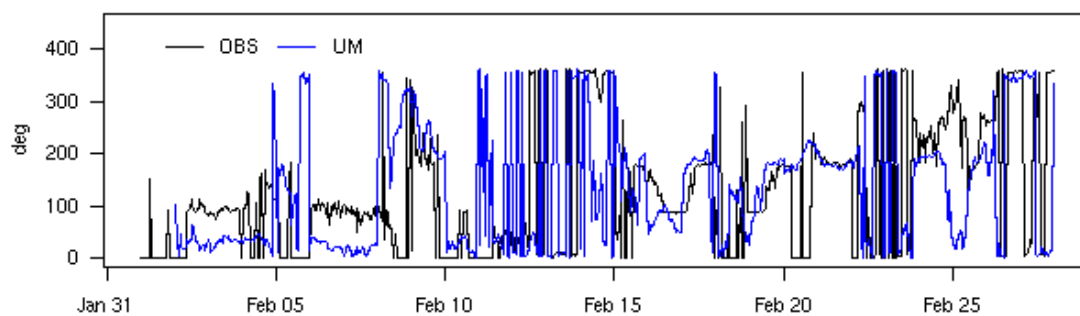
FF 10m Tryvasshogda



T 2m Tryvasshogda

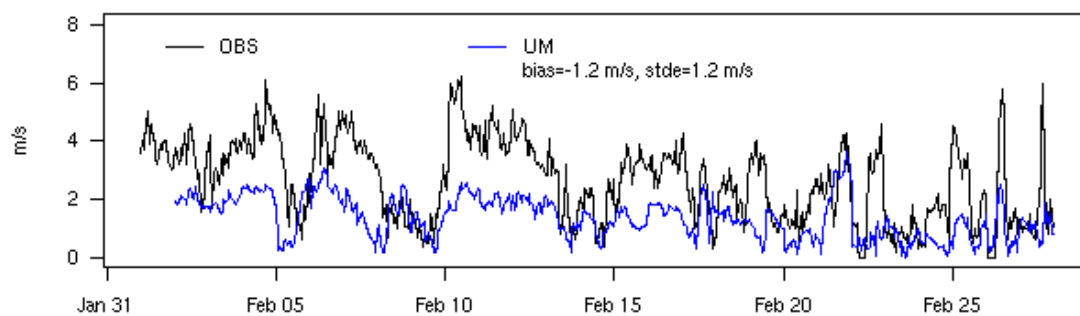


DD 10m Tryvasshogda

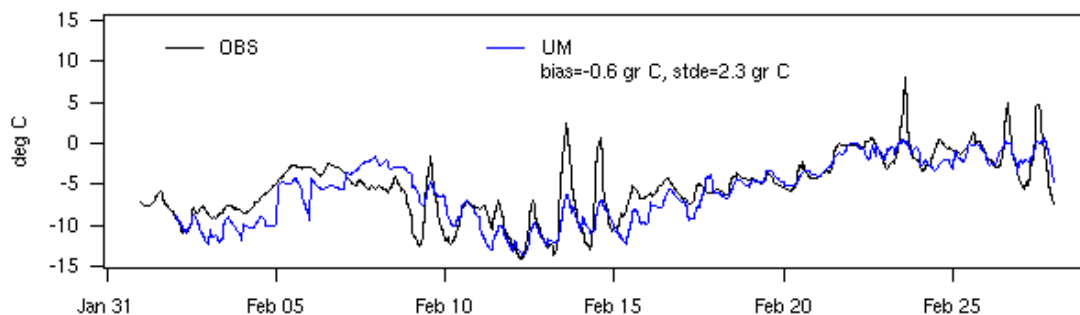


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Oslo Tryvasshøgda. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

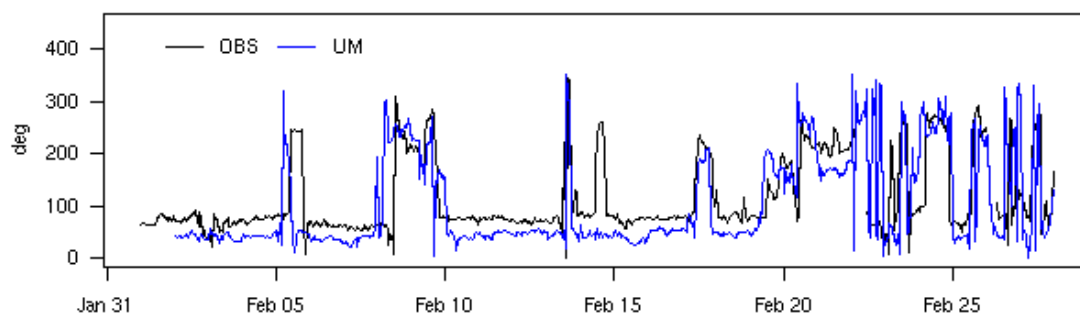
FF 10m ValleHovin



T 2m ValleHovin

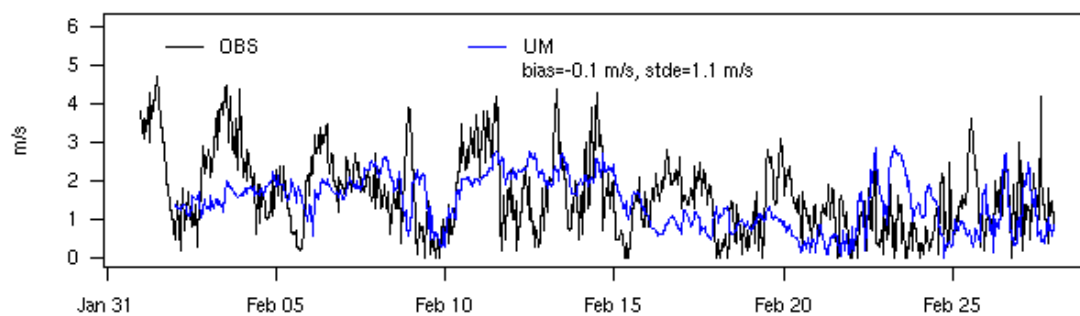


DD 10m ValleHovin

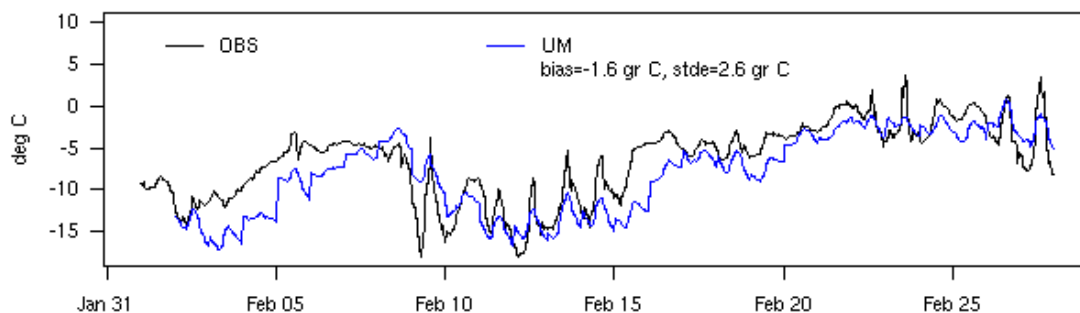


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Oslo Valle Hovin. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

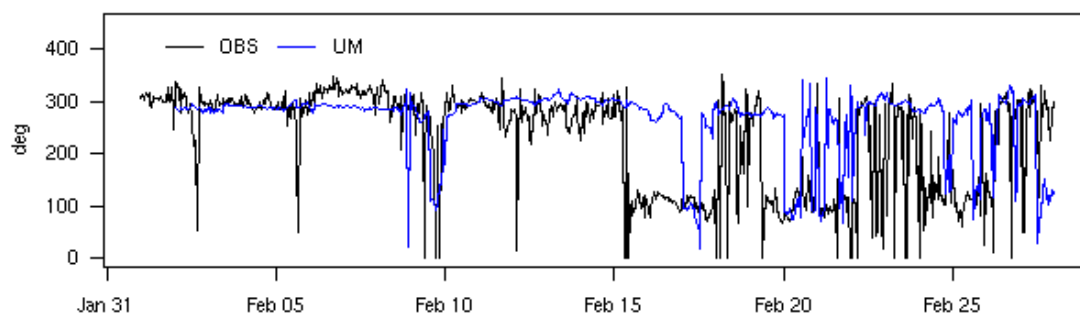
FF 10m Drammen



T 2m Drammen

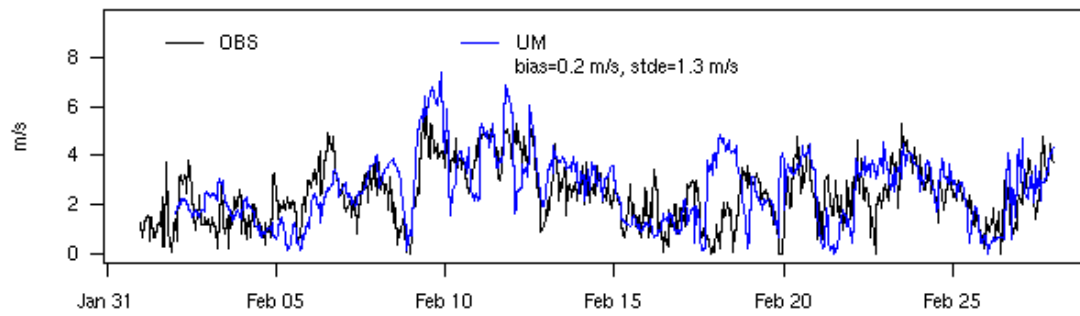


DD 10m Drammen

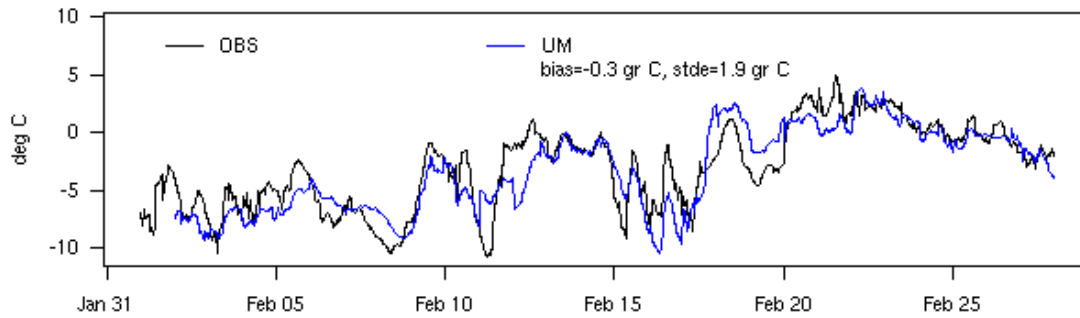


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Drammen Berskog. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

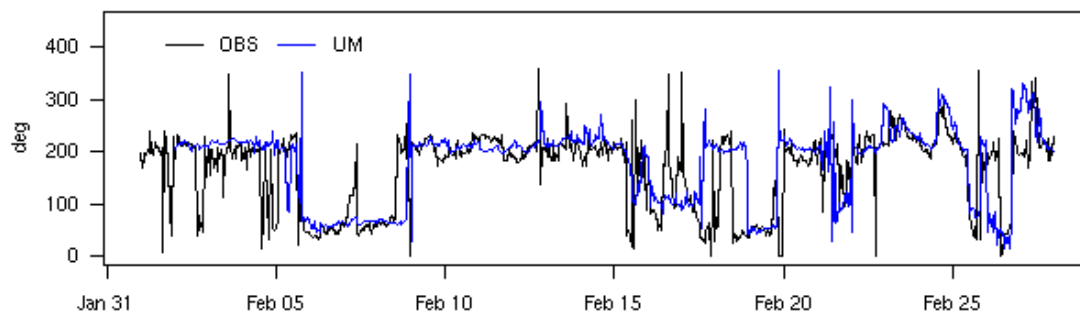
FF 10m Voll



T 2m Voll

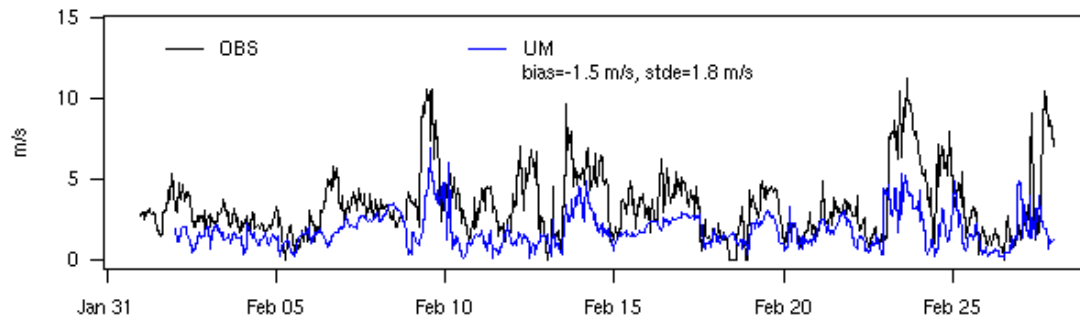


DD 10m Voll

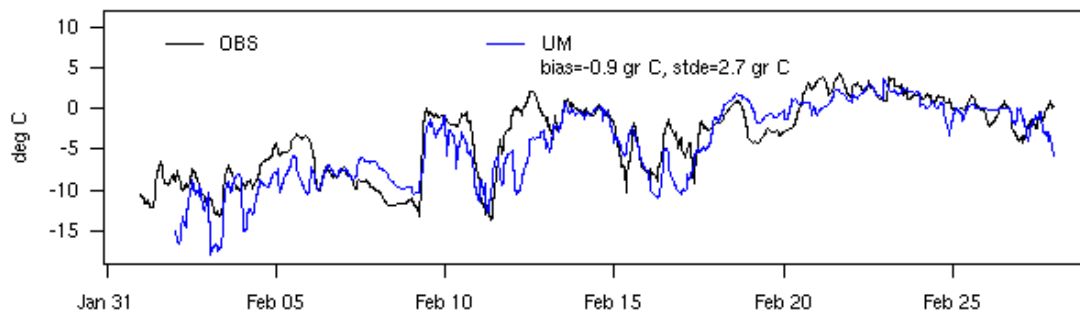


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Trondheim Voll. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

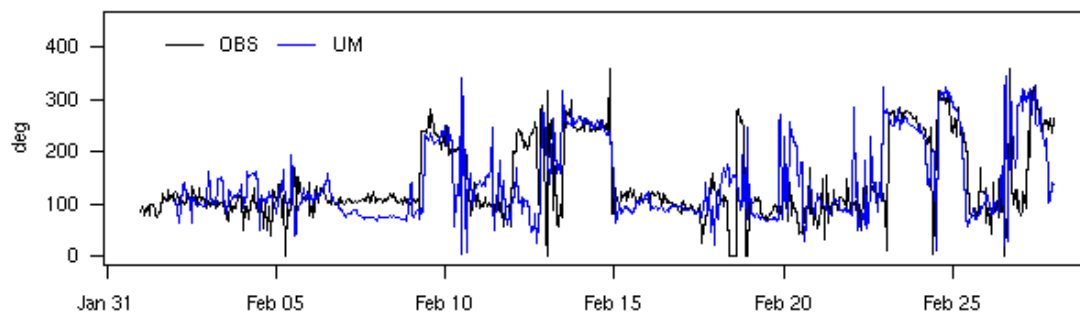
FF 10m Vaernes



T 2m Vaernes

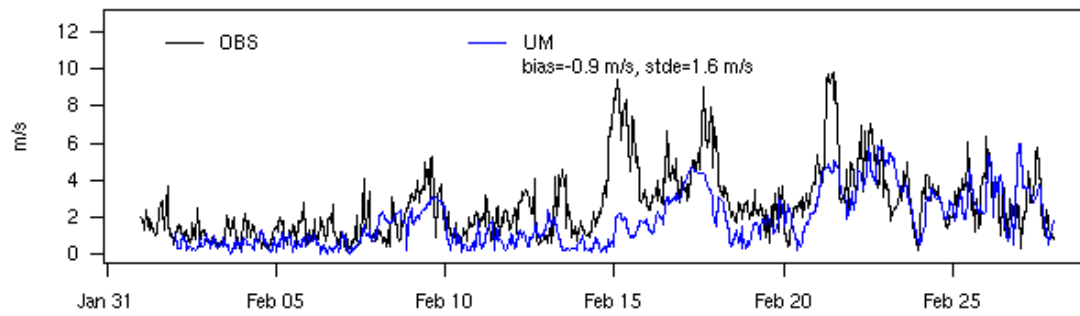


DD 10m Vaernes

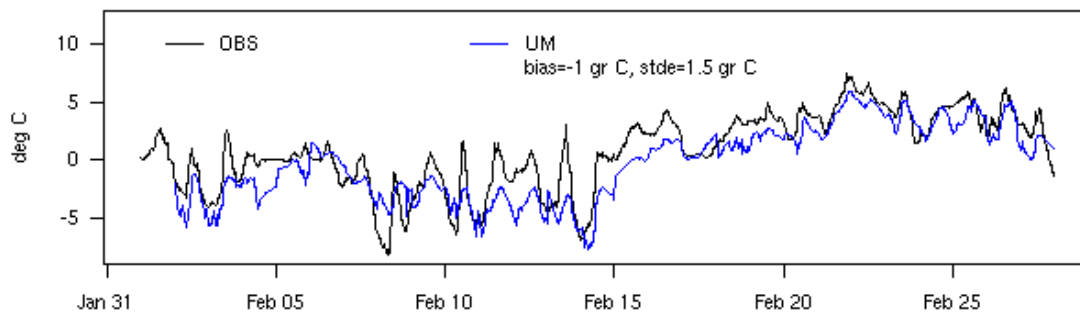


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Trondheim Værnes. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

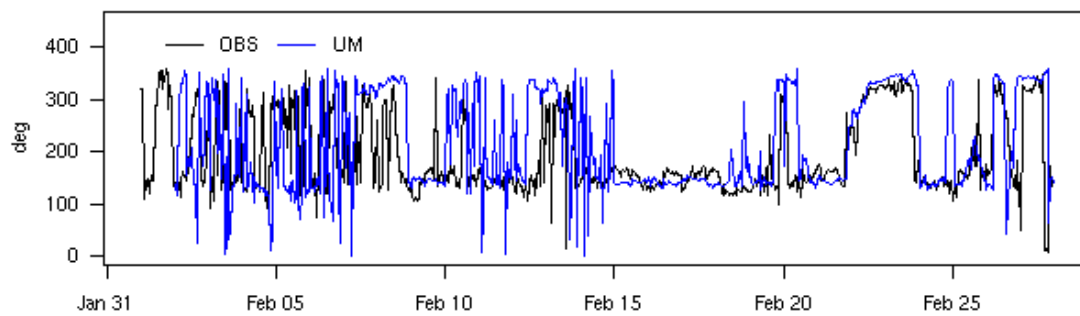
FF 10m Bergen



T 2m Bergen

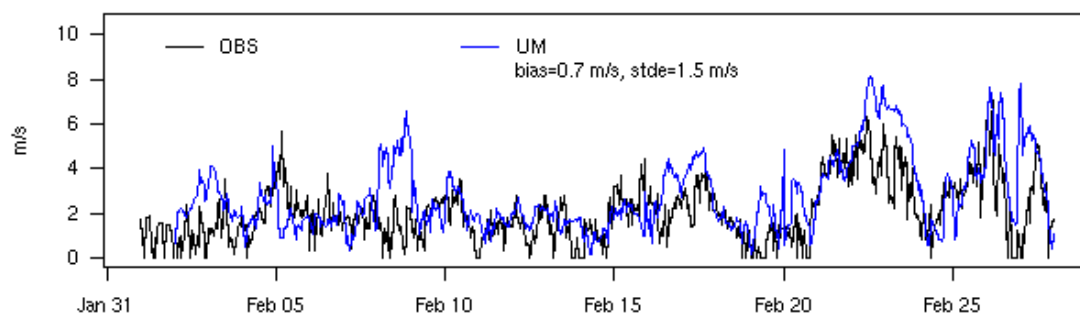


DD 10m Bergen

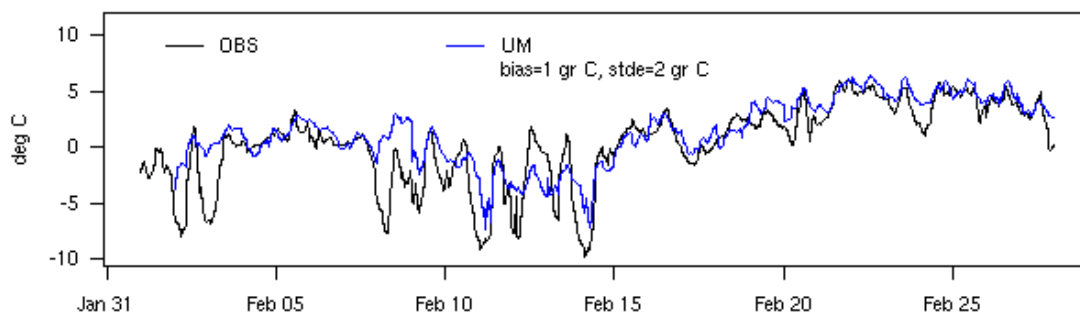


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Bergen Florida. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

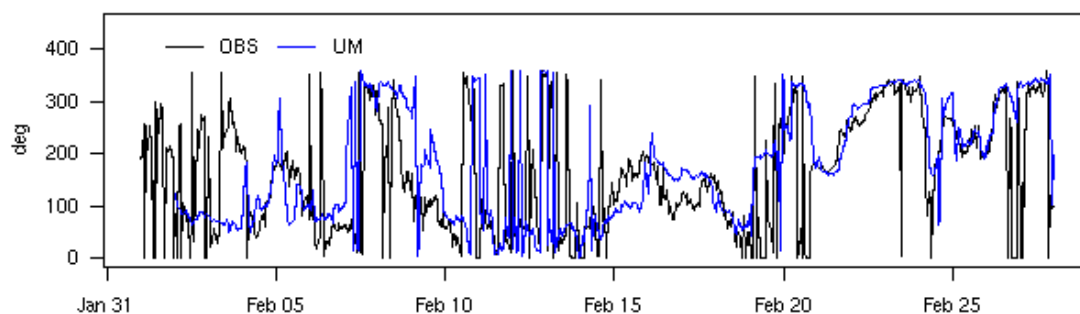
FF 10m Kiellandsmyra



T 2m Kiellandsmyra

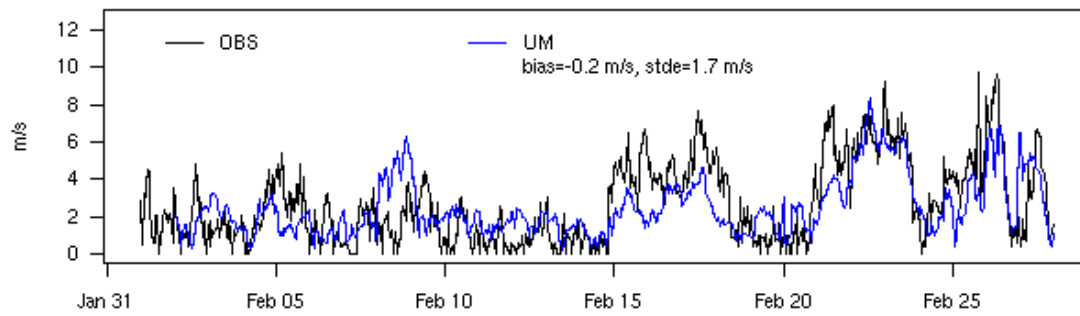


DD 10m Kiellandsmyra

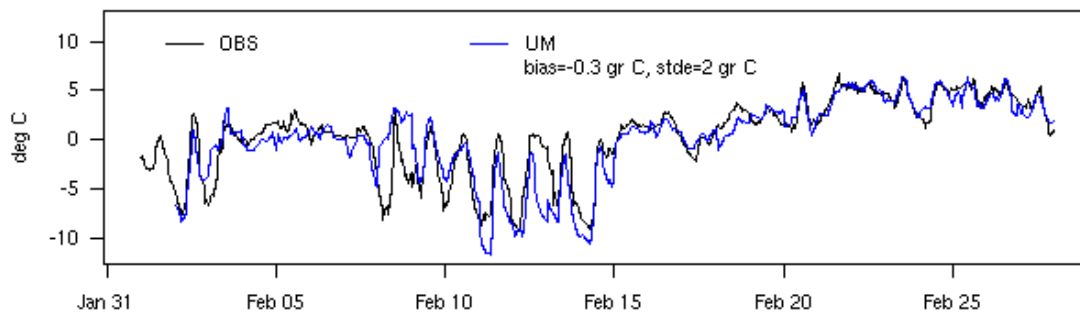


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Stavanger Kiellandsmyra. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

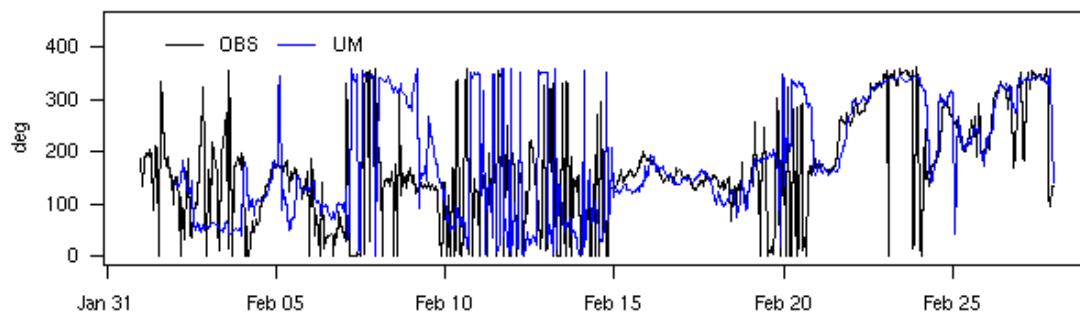
FF 10m Sola



T 2m Sola

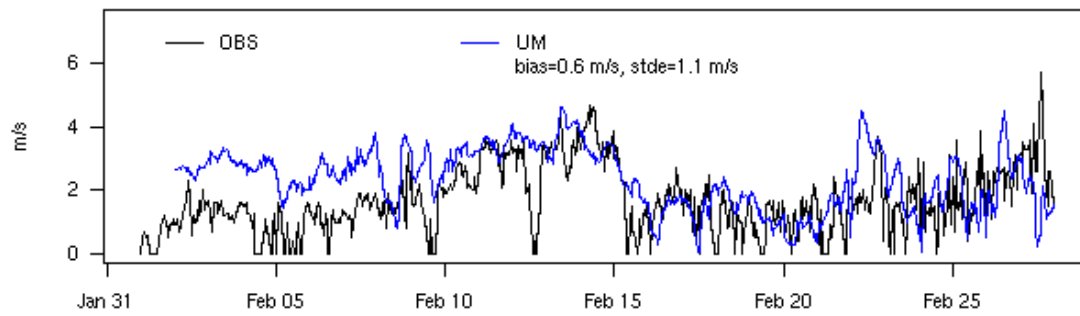


DD 10m Sola

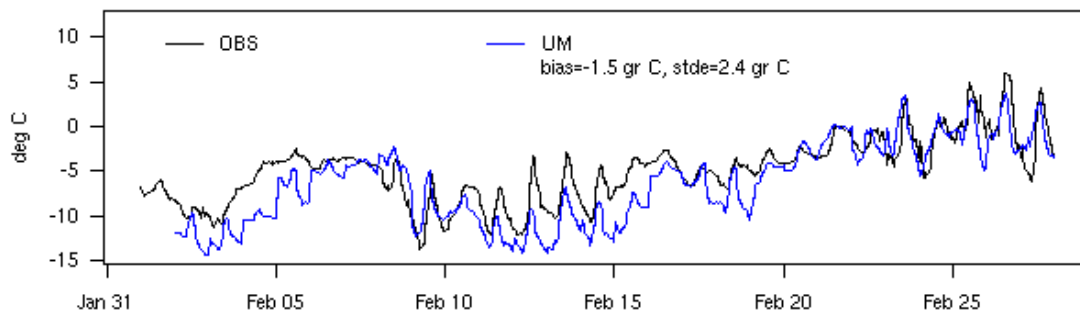


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Stavanger Sola. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

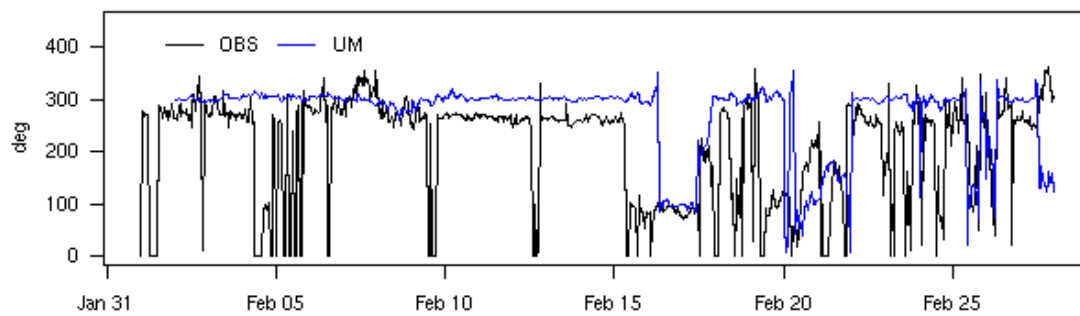
FF 10m Skien



T 2m Skien



DD 10m Skien



Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) februar 2009 på Skien Geiteryggen. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

Appendix C
Bedre byluft - evaluering mars og april 2009

Produksjonssystemet

UM 1km for Oslo/Drammen, Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim kjører daglig på tungregneanlegget i Trondheim kl 05:15 og data til AirQUIS er klare ca kl 6 norsk tid. 15. april var UM forsinket for alle byene, 16. april var det problemer med AirQUIS for Oslo.

Meteorologi - prognoser fra UM

Figurer med tidsserier fra UM 1km for observasjonspunktene Blindern, Alna, Tryvasshøgda, Valle Hovin, Berskog, Florida, Våland, Kiellandsmyra og Geiteryggen finnes på slutten av rapporten. Utregning av de statistiske målene finnes også her. Figurene viser observasjoner av vind og vindretning i 10m høyde og temperaturen i 2m høyde, sammen med tilsvarende prognoser fra UM 1km for prognoselengder 24 til 48 timer. Oppsummert feilstatistikk for månedene november og desember er gitt i tabell A1-A2. Data fra Trondheim (Voll og Værnes) mangler dessverre for denne perioden. I Stavanger har vi fått en ny målestasjon for temperatur, Våland, som ligger nær målestasjonen for luftkvalitet. Denne erstatter Sola i statistikken.

Alle målestasjonene unntatt Bergen i mars, har en totalfeil i vind som er mindre enn 2 m/s begge månedene. I UM underestimeres vinden ved alle stasjonene bortsett fra Tryvasshøgda og Kiellandsmyra. Fra tidsseriene ser vi at det gjelder for både svak og sterk vind.

Temperaturprognosene har hatt stor feil for Oslo-stasjonene og Drammen, spesielt i april. Det er spesielt temperaturen på dagtid som har vært varslet for lav. Dette endrer seg i løpet av april, sannsynligvis i forbindelse med at modellens snøfelt går mot null. Uten snø i modellen, blir det i stedet for høy temperatur om natta. Vi ser også, særlig på Valle Hovin, at vindstyrken i modellen øker samtidig som temperaturen øker. Det henger sammen med at snødekket i modellen bidrar til høy atmosfærisk stabilitet. Ved stasjonene på Vestlandet har modellen også for høy temperatur i perioder med store døgnlige svingninger i temperaturen, vanligvis klarværsituasjoner.

| Stasjon | bias ff | stde ff | rmse ff | bias t2 | stde t2 | rmse t2 |
|---------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Alna | -0.2 m/s | 1.4 m/s | 1.4 m/s | -1.0 °C | 1.8 °C | 2.1 °C |
| Blindern | -1.0 m/s | 1.4 m/s | 1.8 m/s | -0.6 °C | 2.2 °C | 2.3 °C |
| Tryvasshøgda | 0.4 m/s | 1.2 m/s | 1.3 m/s | 0.4 °C | 2.0 °C | 2.2 °C |
| Valle Hovin | -1.2 m/s | 1.3 m/s | 1.8 m/s | -0.8 °C | 2.2 °C | 2.4 °C |
| Drammen | -0.7 m/s | 1.3 m/s | 1.5 m/s | -1.4 °C | 2.4 °C | 2.8 °C |
| Bergen | -1.2 m/s | 2.0 m/s | 2.3 m/s | -0.3 °C | 1.3 °C | 1.3 °C |
| Kiellandsmyra | 0.2 m/s | 1.4m/s | 1.4 m/s | 0.8 °C | 1.3 °C | 1.6 °C |
| Våland | | | | 0.8 °C | 1.2 °C | 1.4 °C |
| Skien | -0.4 m/s | 1.2 m/s | 1.3 m/s | -0.8 °C | 1.9 °C | 2.0 °C |

| Stasjon | bias ff | stde ff | rmse ff | bias t2 | stde t2 | rmse t2 |
|---------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Alna | 0.0 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | -0.5 °C | 3.3 °C | 3.4 °C |
| Blindern | -0.6 m/s | 1.3 m/s | 1.4 m/s | 0.0 °C | 3.9 °C | 3.9 °C |
| Tryvasshøgda | 0.2 m/s | 1.3 m/s | 1.3 m/s | 0.1 °C | 3.4 °C | 3.4 °C |
| Valle Hovin | -0.8 m/s | 1.3 m/s | 1.5 m/s | -0.5 °C | 4.1 °C | 4.1 °C |
| Drammen | -0.4 m/s | 1.2 m/s | 1.3 m/s | -1.0 °C | 4.9 °C | 5.0 °C |
| Bergen | -1.1 m/s | 1.5 m/s | 1.9 m/s | -0.3 °C | 1.9 °C | 1.9 °C |
| Kiellandsmyra | 0.4 m/s | 1.3 m/s | 1.4 m/s | 0.8 °C | 1.8 °C | 2.0 °C |
| Våland | | | | 0.5 °C | 1.8 °C | 1.9 °C |
| Skien | -0.2 m/s | 1.0 m/s | 1.0 m/s | 0.6 °C | 2.2 °C | 2.3 °C |

Tabell A1-A2 Feilstatistikk fra UM for observasjonspunkter, øverst januar 2009 og nederst februar 2009.

Spredningsberegninger, AirQUIS

Prognose av luftkvalitet bygger på prognose av meteorologiske inngangsdata (UM), samt utslippsdatabase og spredningsmodeller fra AirQUIS. UM leveres av met.no og AirQUIS leveres av NILU.

Resultater fra byene i perioden mars - april 2009

Ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂, PM₁₀ og PM_{2.5} er gitt for de ulike byene for å evaluere prognosen. Følgende parametere er vist:

- Langtidsmiddel
- Maksimalt timemiddel (NO₂) eller døgnmiddel (PM) i hele perioden
- Korrelasjon mellom måling og prognose
- Antall døgn med målt/prognostisert maksimalt timemiddel over 100 µg/m³ for NO₂ eller antall døgn med døgnmiddel over 35 µg/m³ for PM₁₀ eller over 20 µg/m³ for PM_{2.5}

I tillegg vises det plot av tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for NO₂ og døgnmiddel for PM.

Forrige sesong ble et nytt grense snitt laget mellom AirQUIS og UM. Dette grensesnittet ble igjen forandret etter at det ble påvist veldig høye nivåer av PM_{2.5}. Det nyeste grensesnittet har etter det ikke blitt testet sikkert under typiske PM_{2.5} episoder med mye vedfyring. Denne sesongen vil derfor være viktig for å se om det nye grensesnittet er riktig.

Resultater fra Oslo

NO₂

Tabell 1 viser sammenligning av de ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for NO₂ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4 og Manglerud i Oslo. I Figur 1 - Figur 4 vises de respektive tidsserier med maksimalt timemiddel per døgn for de samme stasjonene.

Som tidligere i varslingsperioden, viser tidsseriene av maks timemiddel at modellprognosene ikke klarer å fange opp de høyeste målte verdiene. Unntaket er igjen Manglerud, der det kun er en maksimumstime som klart underestimeres. De statistiske parametrene i Tabell 1 viser mye av det samme mønsteret som for de tidligere månedene, dog med noe lavere maksimale timemiddel. Underestimeringen av maksimalverdiene leder derfor til at prognosemodellen ikke varsler noen døgn med timeverdier over 100 µg/m³ for Kirkeveien og Riksvei 4 i denne perioden, mens observasjonene viser hhv. 12 og 18 døgn med slike overskridelser på disse stasjonene. I denne perioden peker stasjonen på Alnabru seg ut ved at korrelasjonen mellom observerte og prognostiserte maksimale timeverdier er nær null.

PM₁₀

Tabell 2 viser sammenligning av parameterne mellom målinger og prognoseverdier for PM₁₀ ved stasjonene Kirkeveien, Alnabru, Riksvei 4, Manglerud, og Sofienbergparken. I Figur 5 -Figur 9 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene. Merk at det er store hull i måleserien på Alnabru i denne perioden.

For siste del av mars og for store deler av april varsler modellen altfor lave PM₁₀-verdier på samtlige stasjoner bortsett fra Manglerud, der prognosen fortsatt overestimerer PM₁₀ nivået. Dette vises tydelig ved at prognosen klart underestimerer antall overskridelsesdøgn (med døgnkonsentrasjoner over 35 µg/m³) på disse stasjonene. Et annet karakteristisk trekk ved denne beregningsperioden er at korrelasjonskoeffisientene for samtlige stasjoner er svært lave (nær null), noe som også framkommer i figurene av tidsseriene ved at samvariasjonen mellom observasjon og prognose er svært dårlig.

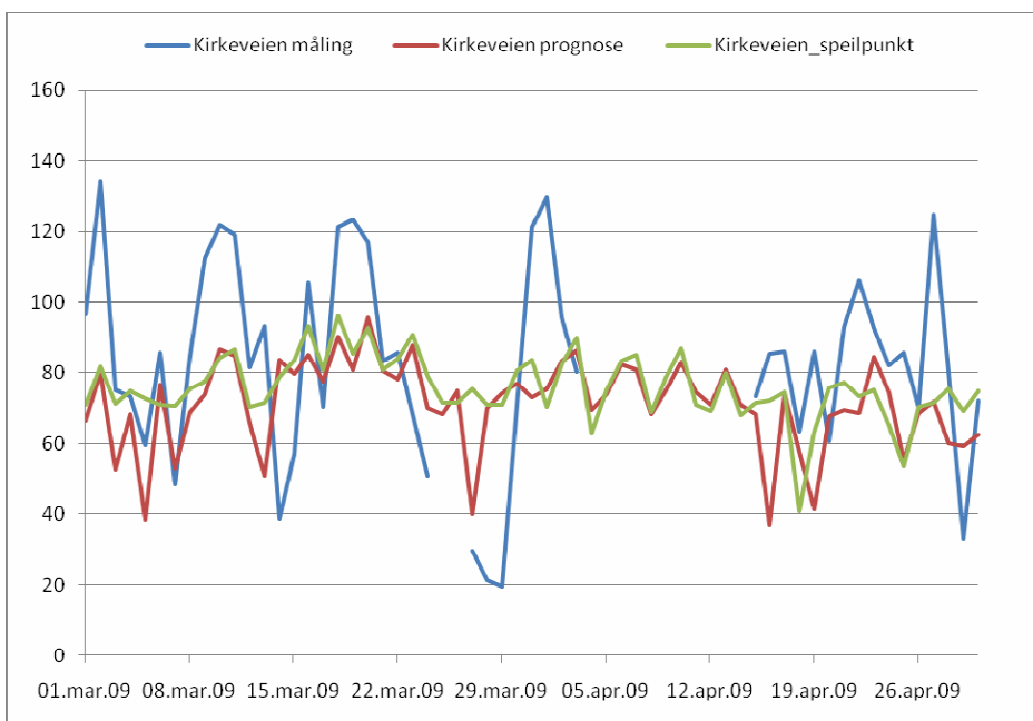
PM_{2,5}

Tabell 3 viser sammenligning av ulike parametere mellom målinger og prognoseverdier for PM_{2,5} ved stasjonene Kirkeveien, Riksvei 4 og Manglerud. I Figur 10 - Figur 12 vises de respektive tidsserier med døgnmiddel for de samme stasjonene. Alnabru har få gyldige måleverdier for PM_{2,5} i perioden og er utelatt.

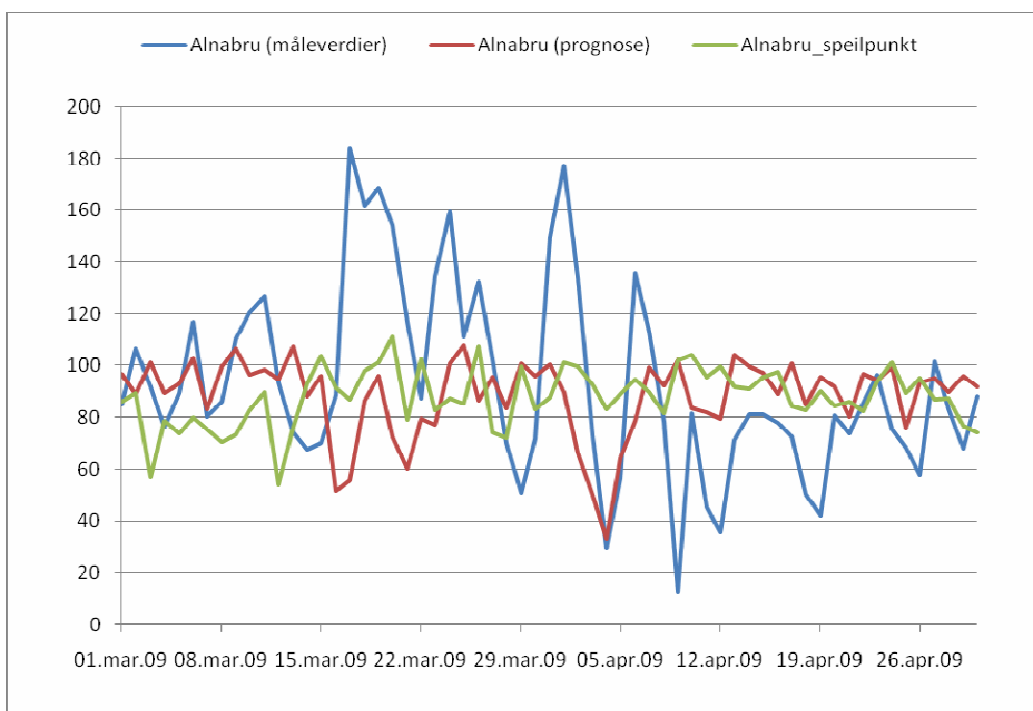
Som vist i Tabell 3 og i figurene 10 -12 er det generelt lave verdier av PM_{2,5} i denne vårperioden med svært få døgnmidler over 20 µg/m³ både i observasjonene og i varselet. Som for PM₁₀ viser de lave korrelasjonene i Tabell 3 at samvariasjonen mellom observasjonene og prognosen er dårlig, og tidsseriefigurene viser at de observerte PM_{2,5}-nivåene, på samme vis som PM₁₀-nivåene, klart underestimeres i store deler av april.

Tabell 1: NO₂ i Oslo

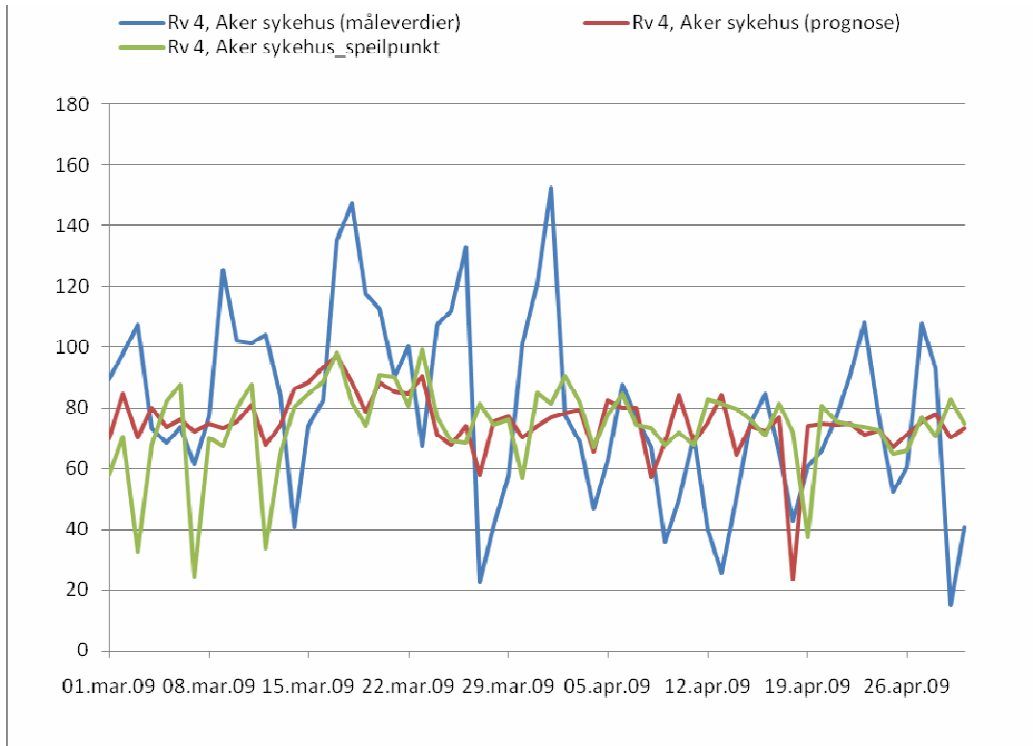
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------|--|--------|----------|---------------------|
| Kirkeveien | Middel, mar. - apr. 2009 | 83 | 71 | 76 |
| | Maksimalt timemiddel | 134 | 96 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,38 | 0,32 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 12 | 0 | 0 |
| Alnabru | Middel, mar. - apr. 2009 | 93 | 88 | 88 |
| | Maksimalt timemiddel | 184 | 108 | 111 |
| | Korrelasjon | | 0,00 | 0,10 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 21 | 11 | 9 |
| Riksvei 4 | Middel, mar. - apr. 2009 | 80 | 75 | 74 |
| | Maksimalt timemiddel | 153 | 97 | 99 |
| | Korrelasjon | | 0,30 | 0,02 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 18 | 0 | 0 |
| Manglerud | Middel, mar. - apr. | 108 | 112 | 138 |
| | Maksimalt timemiddel | 234 | 186 | 182 |
| | Korrelasjon | | 0,38 | 0,14 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 39 | 46 | 56 |



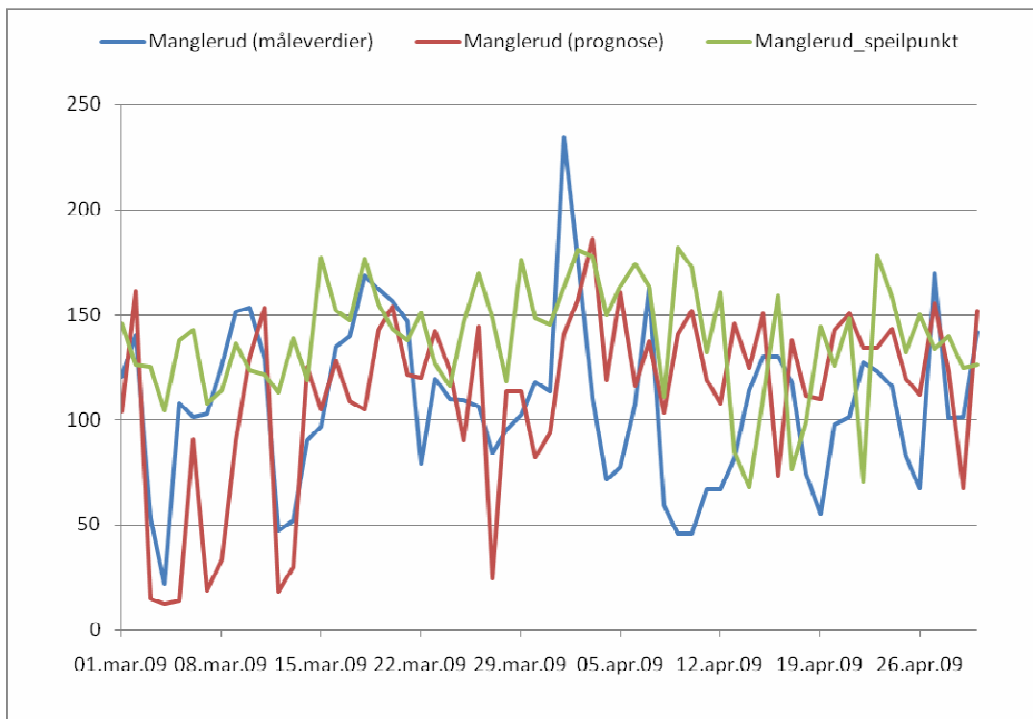
Figur 1: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Kirkeveien.



Figur 2: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Alnabru.



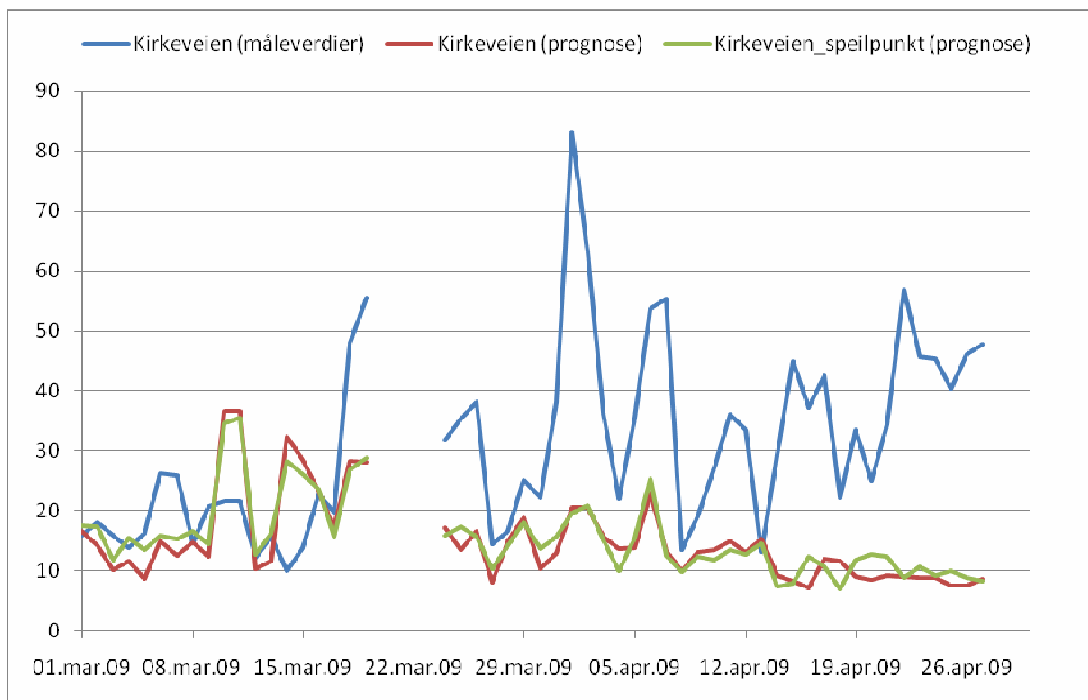
Figur 3: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Riksvei 4.



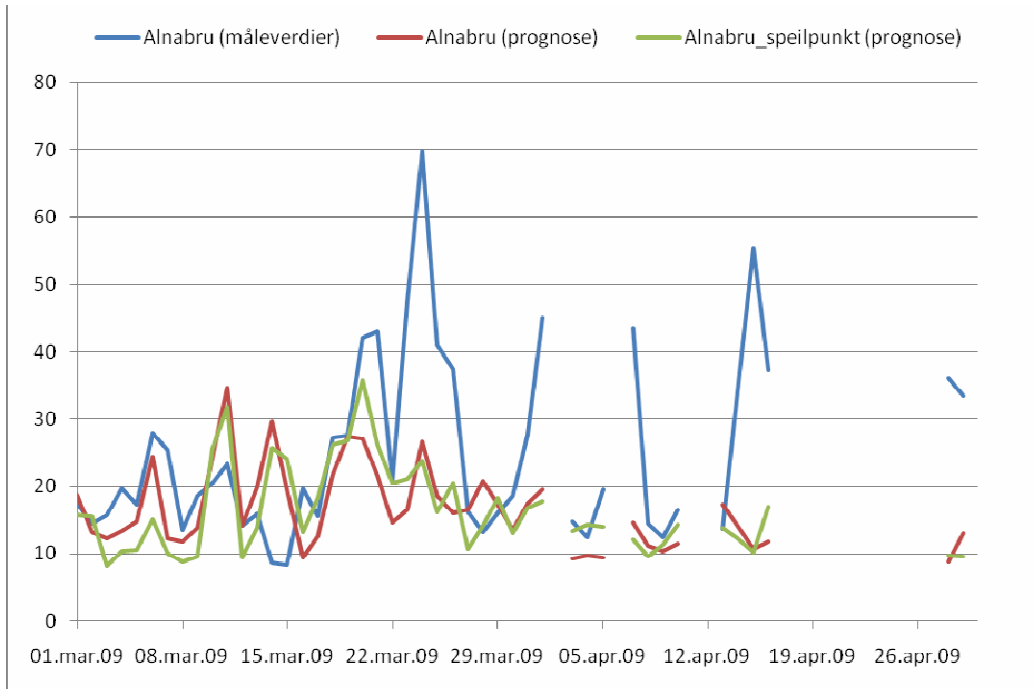
Figur 4: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Manglerud

Tabell 2: PM₁₀ i Oslo

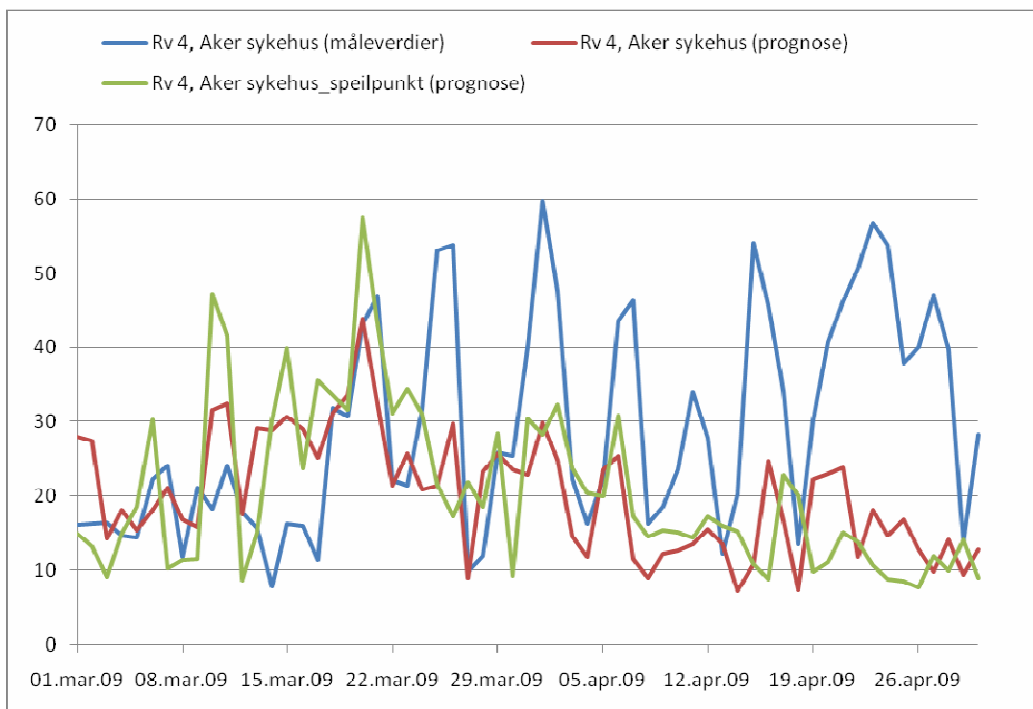
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-----------------------|---|--------|----------|------------------------|
| Kirkeveien | Middel, mar. - apr. | 31 | 15 | 16 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 83 | 37 | 36 |
| | Korrelasjon | | -0,01 | -0,03 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 21 | 2 | 1 |
| Alnabru | Middel, mar. - apr. | 25 | 17 | 16 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 70 | 35 | 36 |
| | Korrelasjon | | 0,19 | 0,22 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 12 | 0 | 1 |
| Riksvei 4 | Middel, mar. - apr. | 29 | 20 | 21 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 60 | 44 | 57 |
| | Korrelasjon | | 0,10 | -0,04 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 20 | 1 | 6 |
| Manglerud | Middel, mar. - apr. | 31 | 50 | 92 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 63 | 146 | 208 |
| | Korrelasjon | | 0,29 | 0,03 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 23 | 32 | 52 |
| Sofienberg- parken | Middel, mar. - apr. | 23 | 16 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 66 | 59 | |
| | Korrelasjon | | -0,11 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 10 | 5 | |



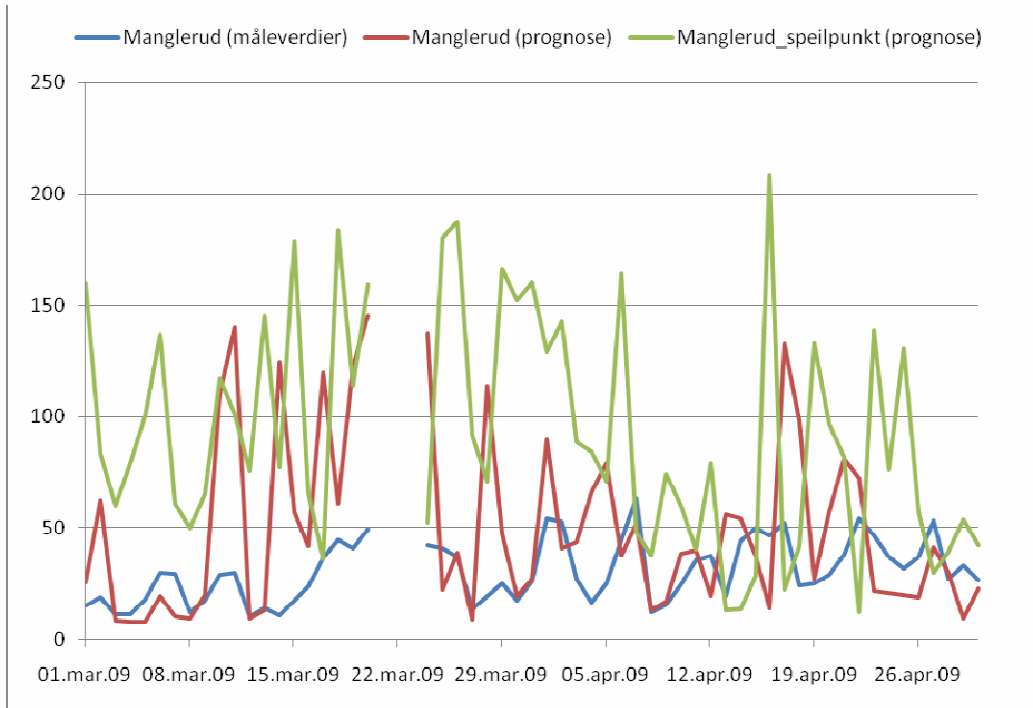
Figur 5: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Kirkeveien.



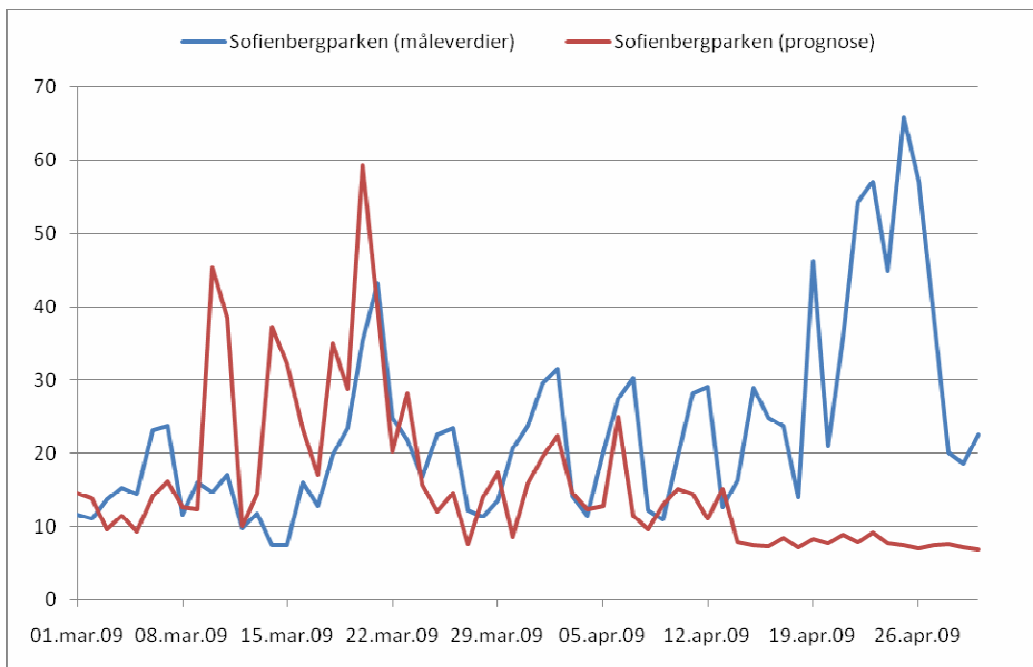
Figur 6: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Alnabru.



Figur 7: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Riksvei 4.



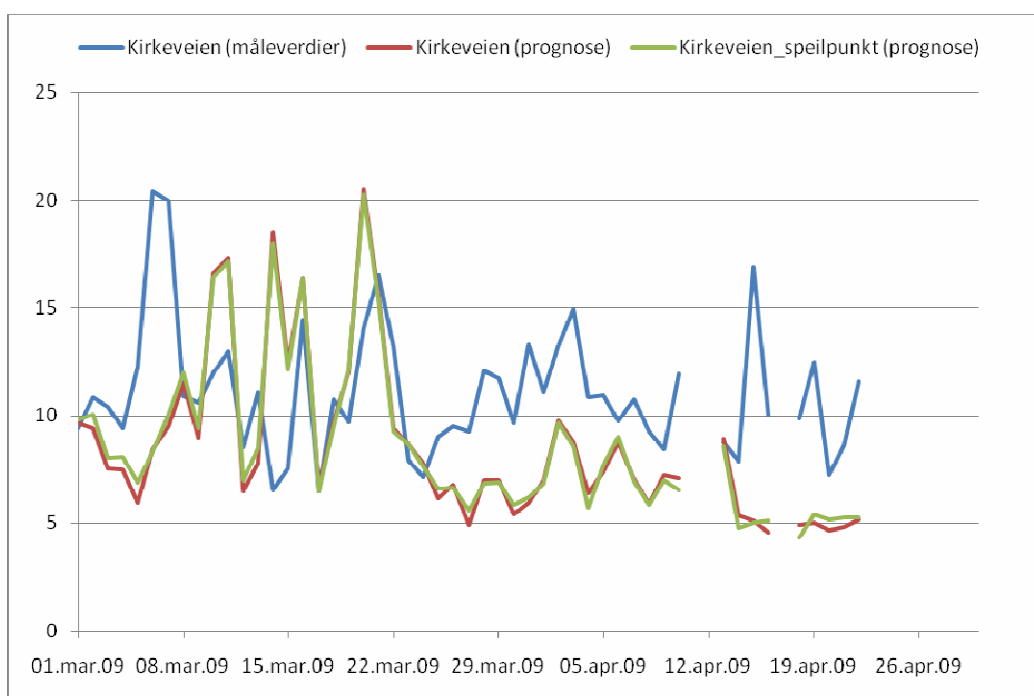
Figur 8: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Manglerud.



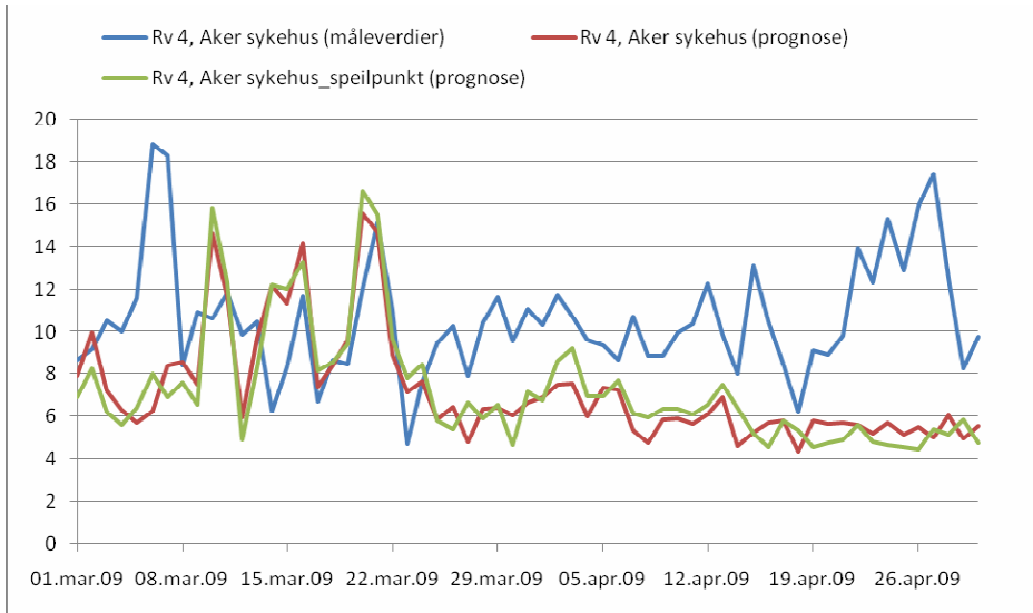
Figur 9: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Sofienbergparken.

Tabell 3: PM_{2,5} i Oslo

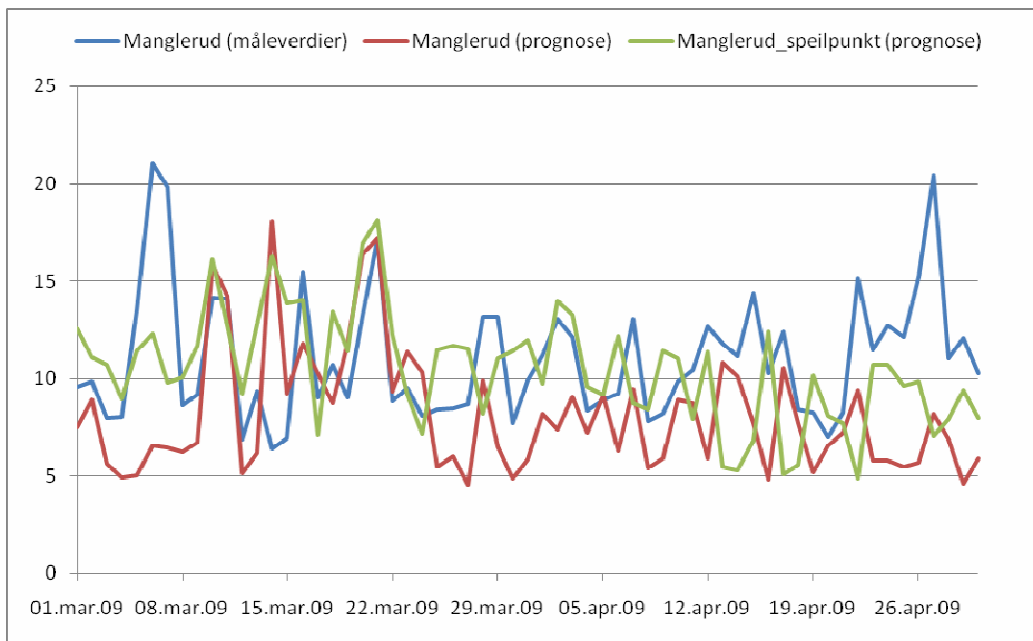
| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|------------|---|--------|----------|---------------------|
| Kirkeveien | Middel, mar. - apr. | 11 | 9 | 9 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 20 | 21 | 20 |
| | Korrelasjon | | 0,21 | 0,22 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 1 | 1 | 1 |
| Riksvei 4 | Middel, mar. - apr. | 11 | 7 | 7 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 19 | 16 | 17 |
| | Korrelasjon | | 0,03 | -0,01 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 0 | 0 | 0 |
| Manglerud | Middel, mar. - apr. | 11 | 8 | 10 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 21 | 18 | 18 |
| | Korrelasjon | | 0,19 | 0,06 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 2 | 0 | 0 |



Figur 10: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Kirkeveien.



Figur 11: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Riksvei 4.



Figur 12: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Manglerud.

Resultater fra Bergen

NO₂

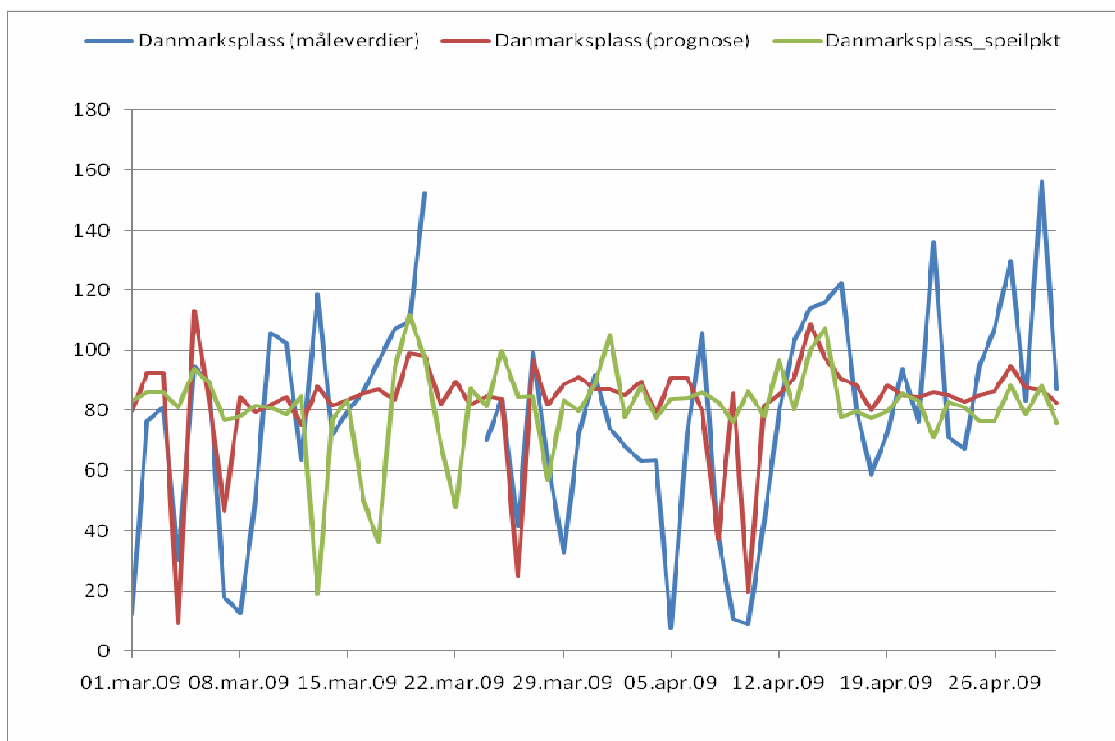
Tabell 4 viser de statistiske parametrene for Danmarks plass og Rådhuset, og tidsseriene for de maksimale timemiddelverdiene for disse stasjonene er vist i Figur 13 og Figur 14. Som tidligere denne sesongen viser resultatene en svak underestimert for Danmarks plass, mens prognosen gir en moderat overestimert for Rådhuset. Dette leder til en klar underestimert av antallet døgn med timemiddel over 100 µg/m³ på Danmarks plass og en nesten like klar overestimert av overskridelsesdøgn på Rådhuset. Korrelasjonsverdier på 0.52 (Danmarks plass) og 0.38 (Rådhuset) tyder på en viss grad av samvariasjon mellom observasjon og prognose.

PM₁₀ og PM_{2,5}

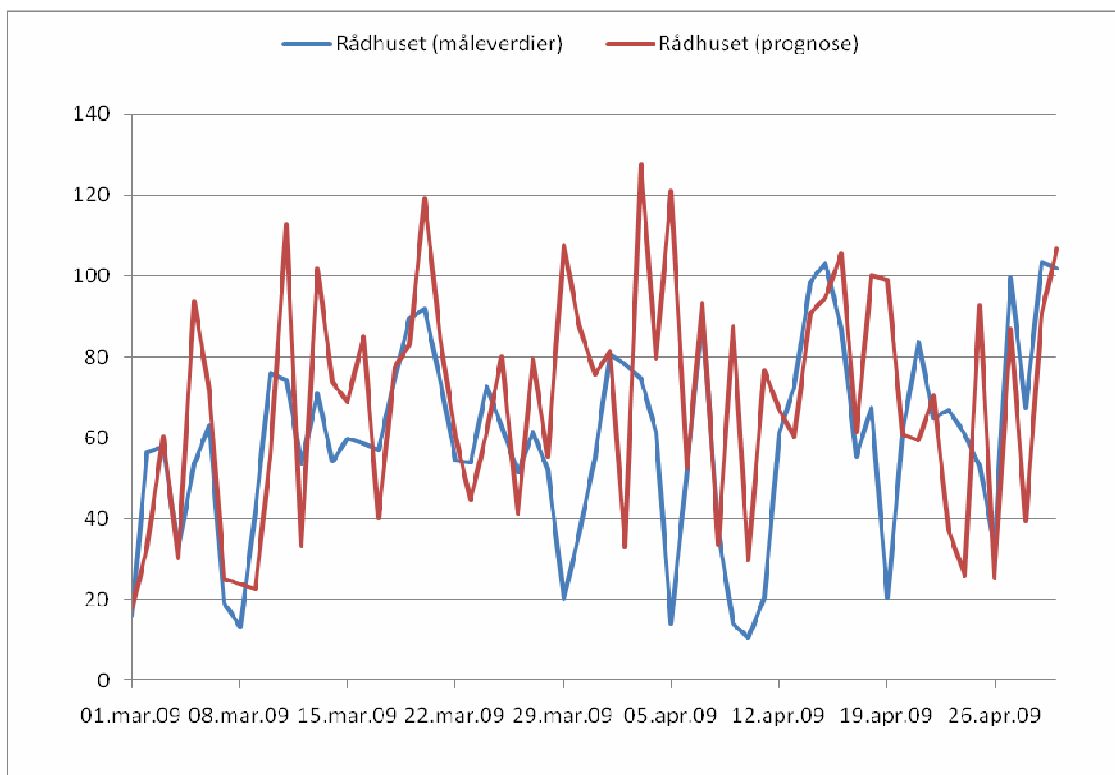
Mens de statistiske parametrene for PM₁₀ ved Danmarks plass og Rådhuset viste en klar overestimert i midtvintersmånedene januar og februar, viser disse parameterne nå klare tegn på at prognosen underestimerer PM₁₀ nivåene ved begge stasjonene (se Tabell 5 og Figur 15 og 16). Underestimeringen fører til at ingen av de observerte overskridelsene av 35 µg/m³ på de to målestasjonene fanges opp av prognosemodellen. Som i Oslo er underestimeringen mest markant i april. Den samme underestimeringen sees også for PM_{2,5} (Tabell 6 og Figurene 17 og 18), men for denne komponenten er de observerte nivåene likevel så lave at ingen overskridelse av 20 µg/m³ forekommer i perioden.

Tabell 4: NO₂ i Bergen

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|--|--------|----------|------------------------|
| Danmarks- plass | Middel, mar. - apr. | 78 | 82 | 81 |
| | Maksimalt timemiddel | 157 | 113 | 112 |
| | Korrelasjon | | 0,52 | 0,05 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 15 | 2 | 3 |
| Rådhuset | Middel, mar. - apr. | 59 | 69 | |
| | Maksimalt timemiddel | 104 | 128 | |
| | Korrelasjon | | 0,38 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 3 | 8 | |



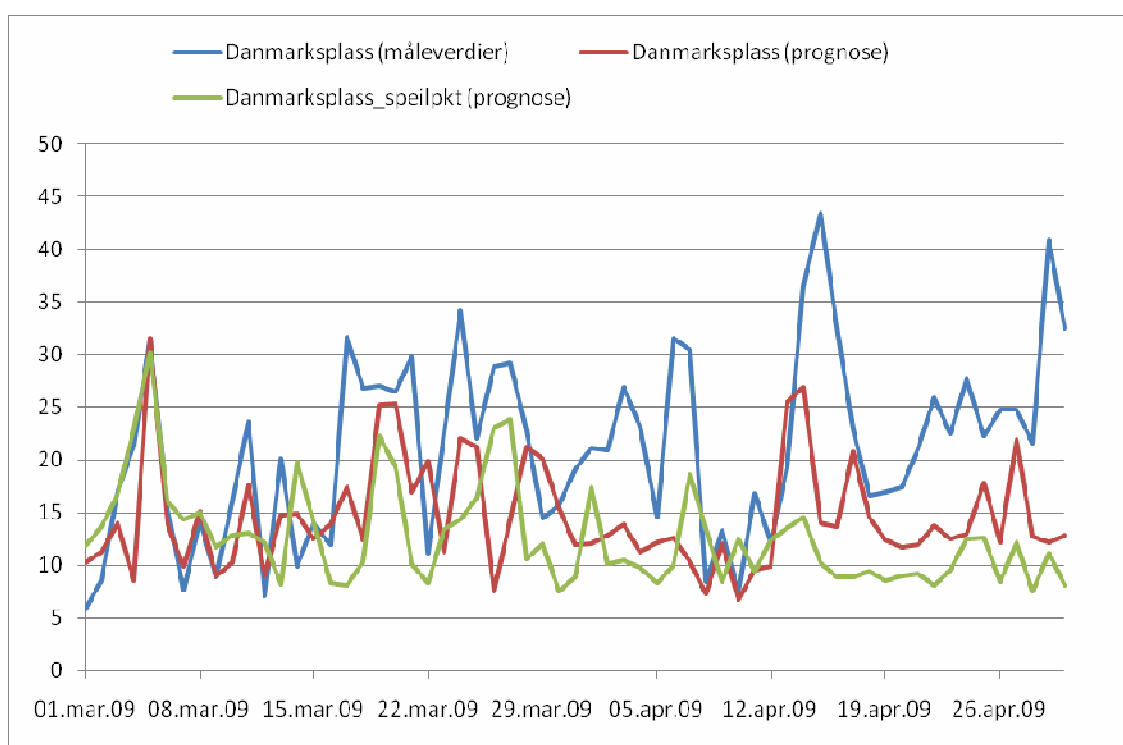
Figur 13: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Danmarks plass.



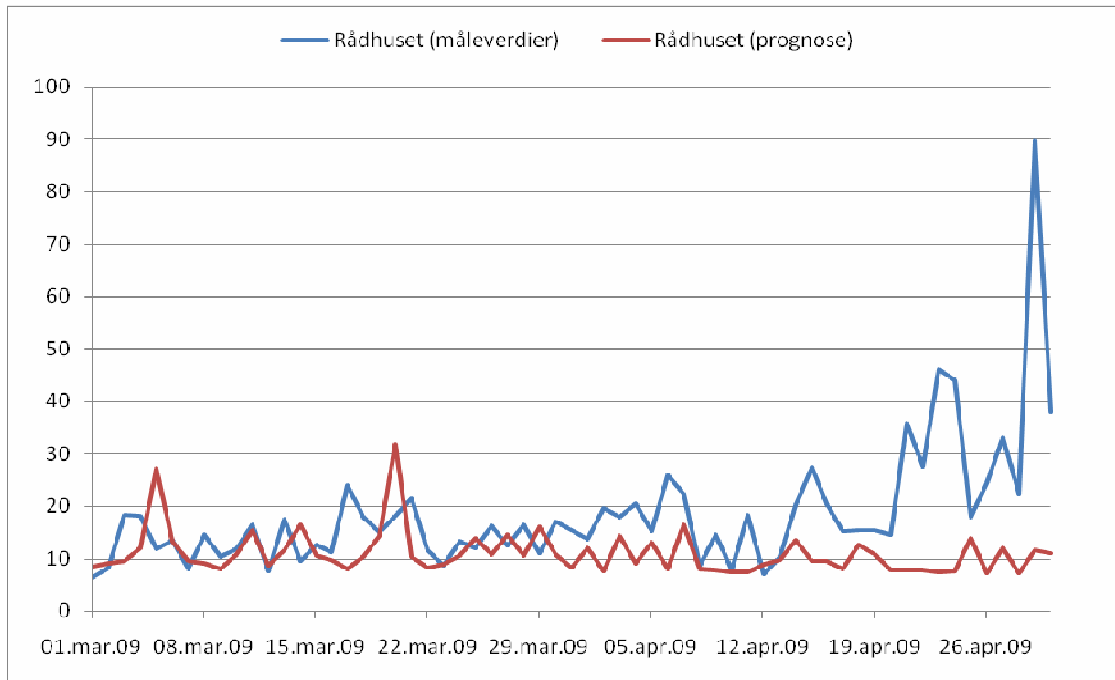
Figur 14: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Rådhuset.

Tabell 5: PM₁₀ i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|---|--------|----------|------------------------|
| Danmarks- plass | Middel, mar. - apr. | 21 | 15 | 13 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 43 | 32 | 30 |
| | Korrelasjon | | 0,37 | 0,12 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 3 | 0 | 0 |
| Rådhuset | Middel, mar. - apr. | 19 | 11 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 90 | 32 | |
| | Korrelasjon | | -0,08 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 5 | 0 | |



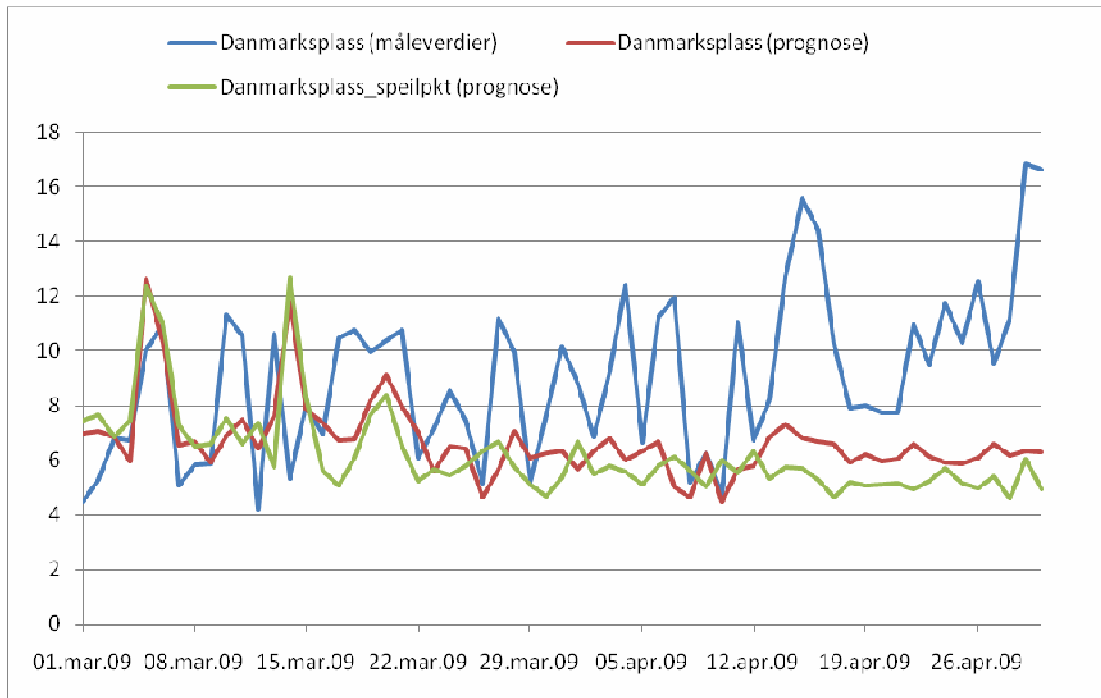
Figur 15: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Danmarks plass.



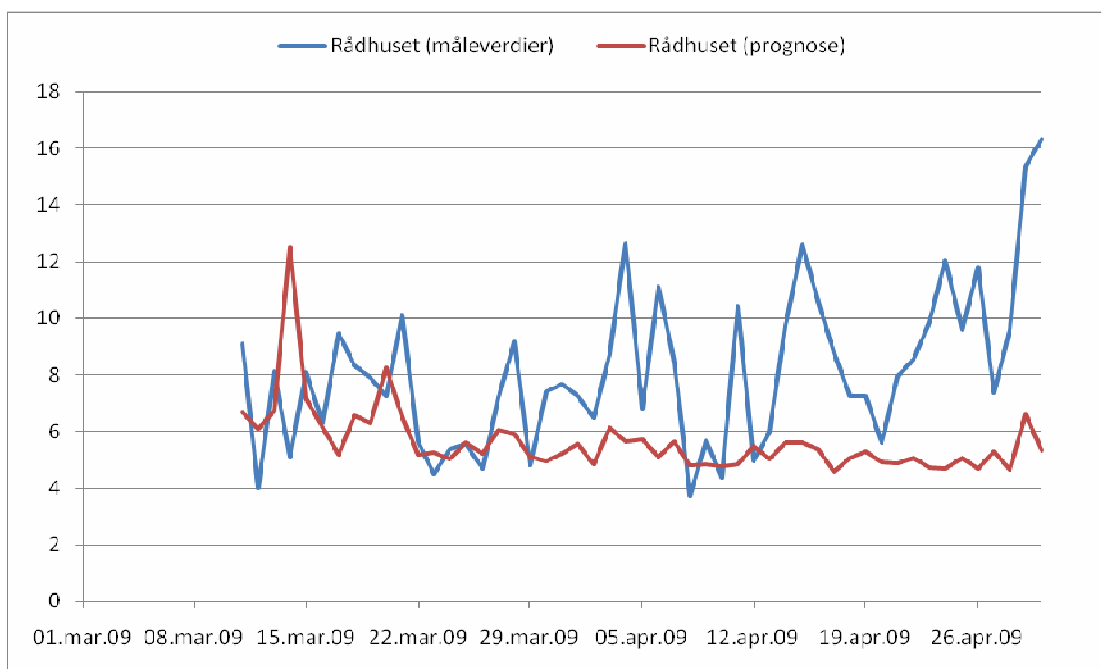
Figur 16: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Rådhuset.

Tabell 6: PM_{2,5} i Bergen.

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------------------|---|--------|----------|---------------------|
| Danmarks- plass | Middel, mar. - apr. | 9 | 7 | 6 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 17 | 13 | 13 |
| | Korrelasjon | | 0,08 | -0,16 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 0 | 0 | 0 |
| Rådhuset | Middel, mar. - apr. | 8 | 6 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 16 | 12 | |
| | Korrelasjon | | -0,07 | |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 0 | 0 | |



Figur 17: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Danmarks plass.



Figur 18: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Rådhuset.

Resultater fra Trondheim

NO₂

Tabell 7 viser de statistiske parametrene for NO₂-prognosene for Elgeseter og Bakke Kirke. Som for de tidligere månedene viser de statistiske måltallene at prognosen underestimerer de maksimale timekonsentrasjonene. Fra tidsseriene for de to stasjonene, vist i Figur 19 og 20, ser man at de høyeste måleverdiene ikke gjenspeiles i prognosene. Dog er det grunn til å påpeke at middelveiden av de observerte maksimumstimene ved Bakke Kirke (se tabell 7 og figur 20) faktisk er lavere enn middelveidene av prognosekurvene.

PM₁₀

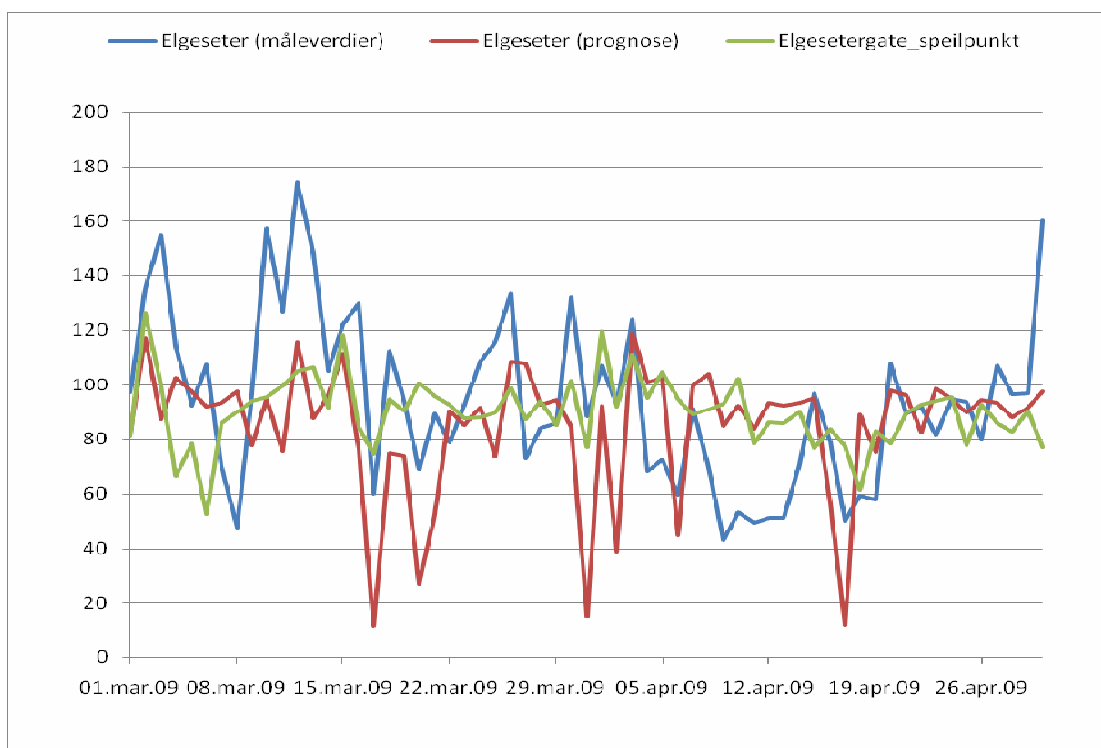
Fra Tabell 8, Figur 21 og Figur 22 ser man igjen at prognosemodellen gir for høye døgnkonsentrasjoner av PM₁₀ ved Elgeseter, mens varselet for Bakke Kirke i større grad er sammenfallende med de observerte nivåene. Korrelasjonen er fortsatt relativt høy på begge stasjonene (tett oppunder 0.5), noe som viser at de observerte og modellerte døgnverdiene samvarierer i brukbar grad.

PM_{2,5}

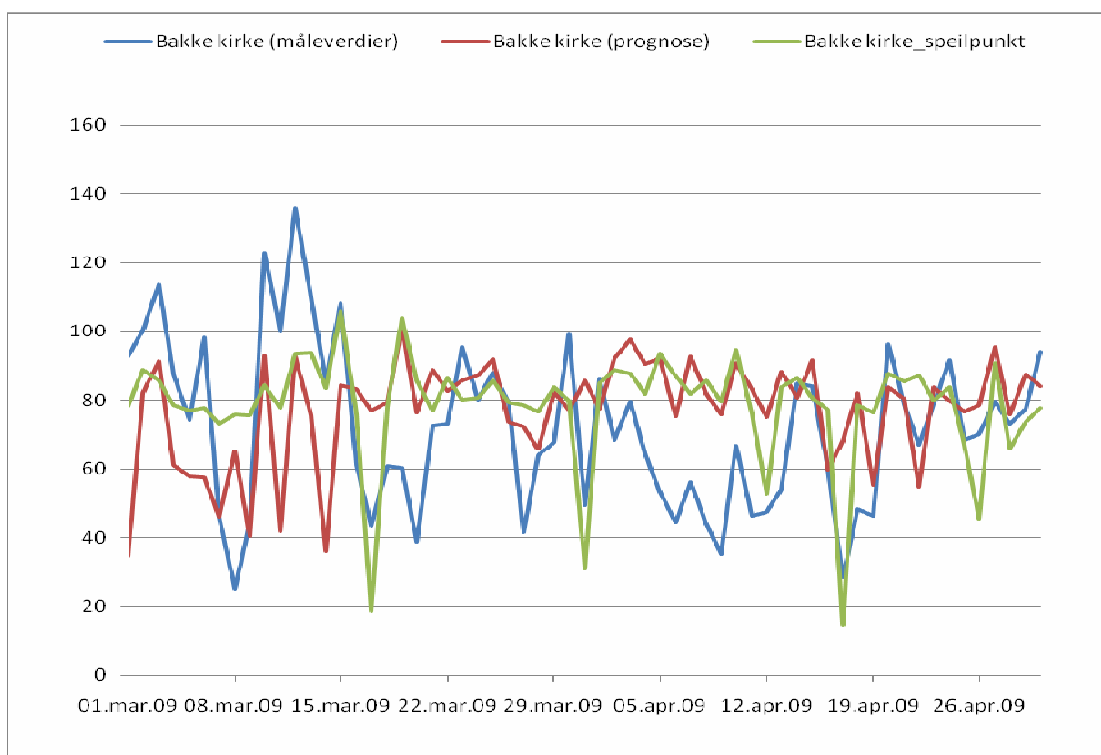
Tabell 9 viser at prognosen underestimerer de observerte døgnverdiene av PM_{2,5}. Dette kommer også klart fram i tidsserieplottene for Elgeseter og Bakke Kirke som er vist i Figur 23 og 24. I motsetning til tidligere i denne varslings sesongen er nå også korrelasjonene betydelig dårligere, dvs. nær null, for begge stasjonene. Den klare underestimeringen av PM_{2,5} i hele april måned viser også at modellen i betydelig grad overestimerer grovfraksjonsdelen i PM₁₀-prognosene, spesielt for Elgeseter (se Figur 21 og 22).

Tabell 7: NO₂ i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|--|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, mar. - apr. | 94 | 85 | 90 |
| | Maksimalt timemiddel | 174 | 119 | 127 |
| | Korrelasjon | | 0,31 | 0,30 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 21 | 10 | 10 |
| Bakke Kirke | Middel, mar. - apr. | 72 | 77 | 78 |
| | Maksimalt timemiddel | 136 | 101 | 106 |
| | Korrelasjon | | 0,14 | 0,41 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 7 | 1 | 2 |



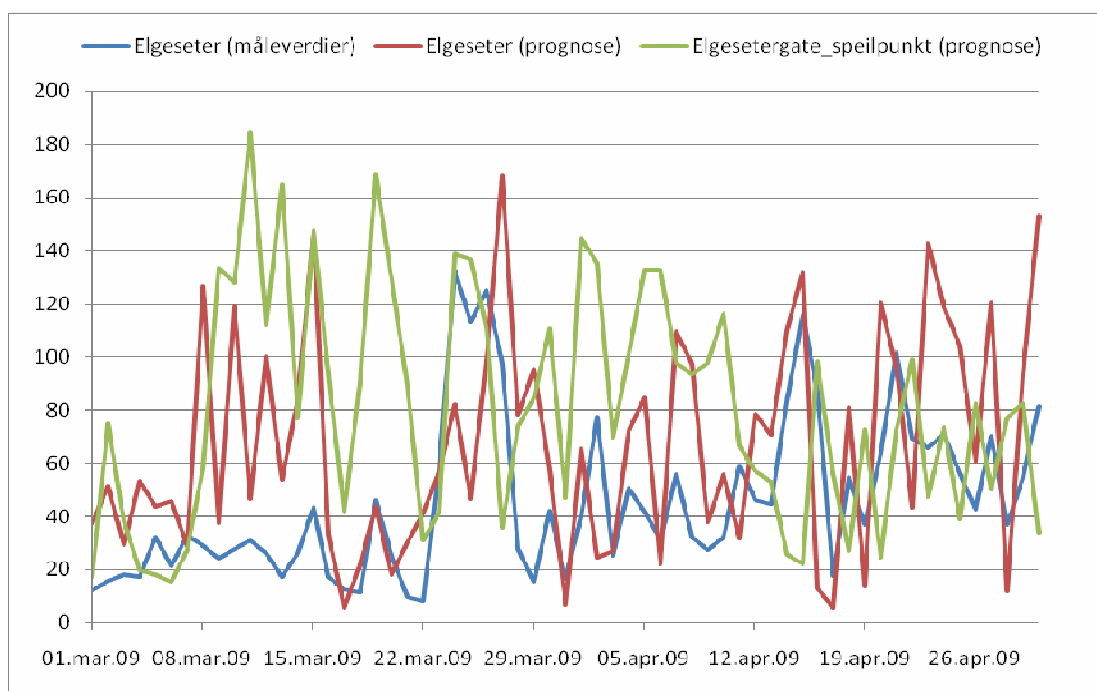
Figur 19: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Elgeseter.



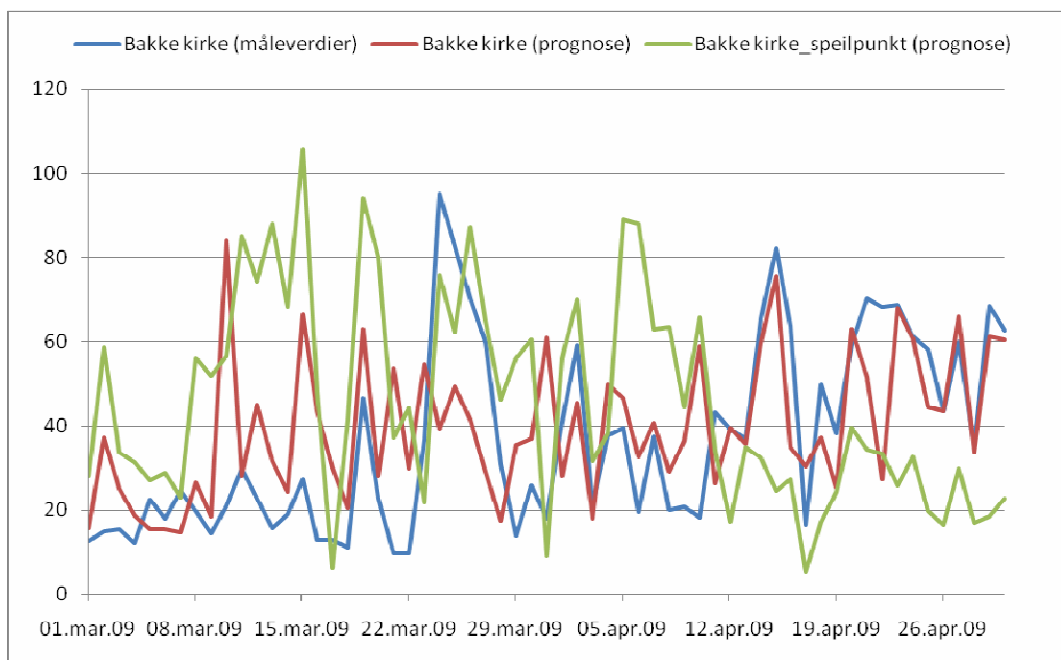
Figur 20: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 8: PM₁₀ i Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose- speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|-------------------------|
| Elgeseter | Middel, mar. - apr. | 46 | 67 | 81 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 132 | 168 | 185 |
| | Korrelasjon | | 0,47 | 0,03 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 32 | 45 | 50 |
| Bakke Kirke | Middel, mar. - apr. | 37 | 40 | 45 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 95 | 84 | 106 |
| | Korrelasjon | | 0,46 | -0.06 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 30 | 34 | 33 |



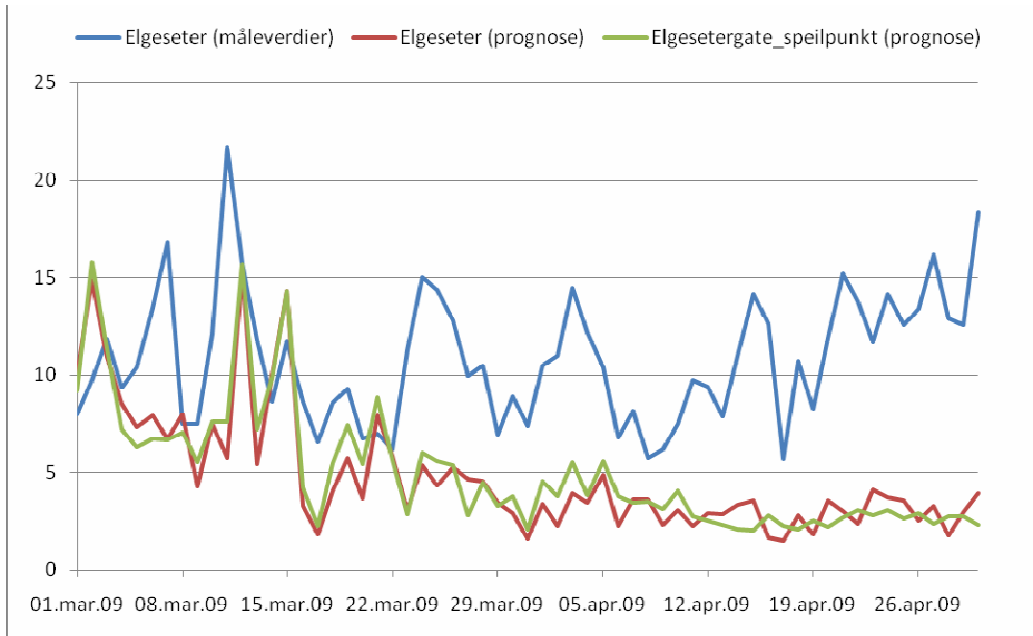
Figur 21: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Elgeseter.



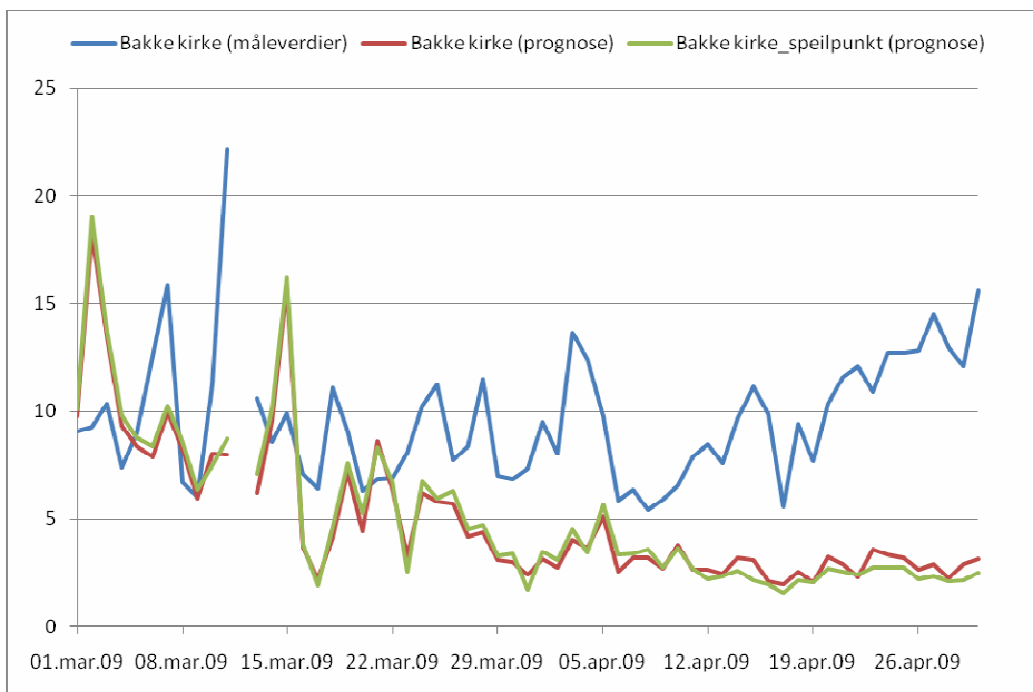
Figur 22: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Bakke Kirke.

Tabell 9: PM_{2,5} I Trondheim

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|-------------|---|--------|----------|---------------------|
| Elgeseter | Middel, mar. - apr. | 11 | 5 | 5 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 22 | 15 | 16 |
| | Korrelasjon | | 0,12 | 0,08 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 1 | 0 | 0 |
| Bakke Kirke | Middel, mar. - apr. | 10 | 5 | 5 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 22 | 18 | 19 |
| | Korrelasjon | | 0,10 | 0,08 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 1 | 0 | 0 |



Figur 23: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Elgeseter.



Figur 24: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Bakke Kirke.

Resultater fra Stavanger

NO₂

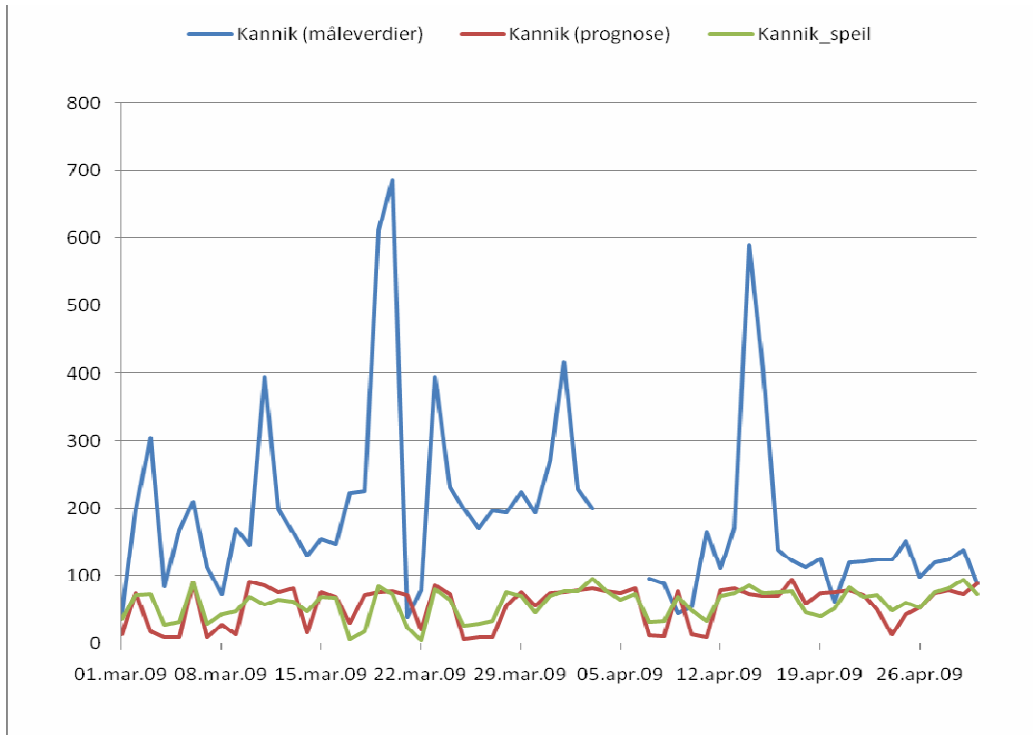
Resultatene for NO₂ ved Kannik (Figur 25) viser det samme som for de tidligere periodene denne sesongen, dvs. urealistisk høye observerte verdier. Resultatene for Våland (Se Tabell 10 og Figur 26) viser imidlertid mindre grad av underestimering enn tidligere i sesongen, og korrelasjonen mellom prognosen og observasjonene er på hele 0.56.

PM₁₀ og PM_{2,5}

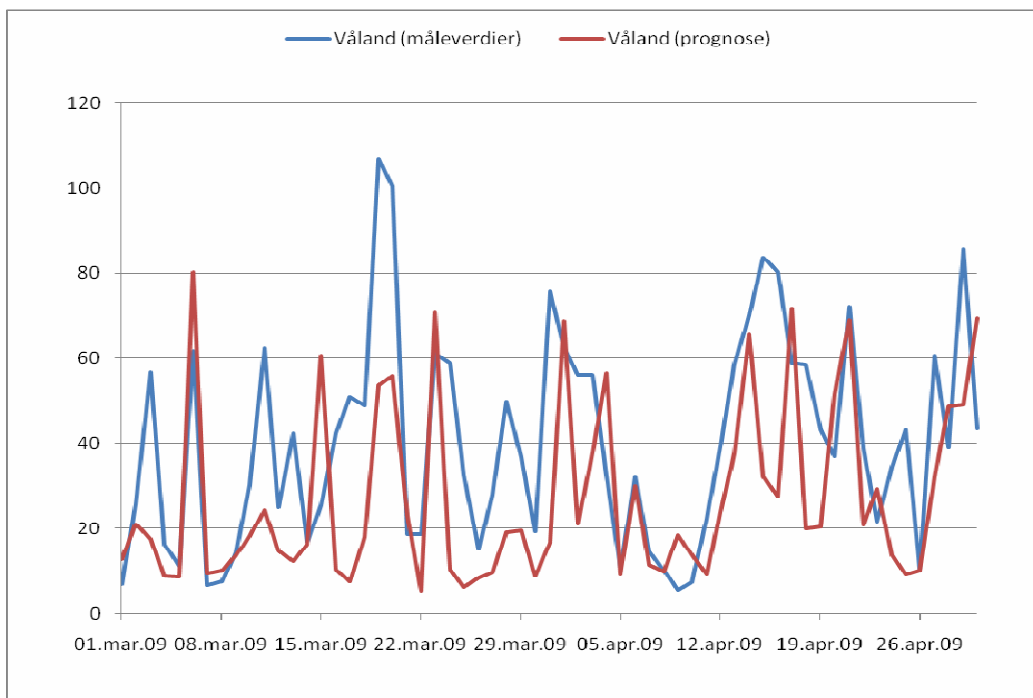
For PM er resultatene for mars-april svært like resultatene som har framkommet tidligere i sesongen, dvs. med en betydelig underestimering av både PM₁₀ og PM_{2,5} i varslene. Ved både Kannik og Våland ser man igjen at underestimeringen av PM₁₀ til dels skyldes underestimeringen av PM_{2,5}. Det målte langtidsmiddelet for Kannik av PM_{2,5} utgjør 40% av PM₁₀.

Tabell 10: NO₂ i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|--|--------|----------|------------------------|
| Kannik | Middel, mar. - apr. | 190 | 56 | 59 |
| | Maksimalt timemiddel | 686 | 94 | 96 |
| | Korrelasjon | | 0,28 | 0,36 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 46 | 0 | 0 |
| Våland | Middel, mar. - apr. | 40 | 27 | |
| | Maksimalt timemiddel | 107 | 80 | |
| | Korrelasjon | | 0,56 | |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 2 | 0 | |



Figur 25: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Kannik.

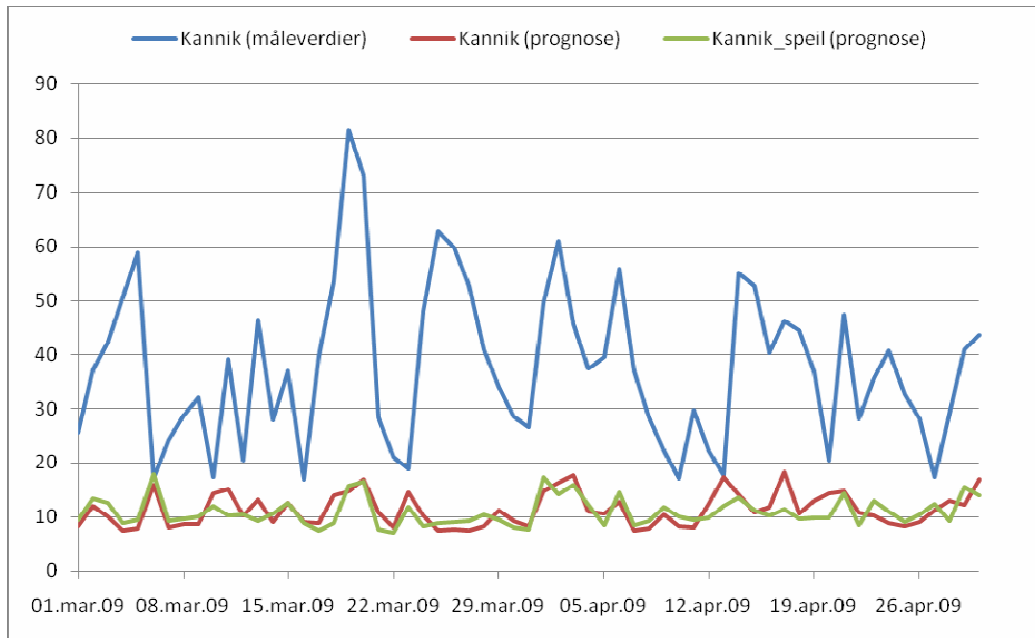


Figur 26: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Våland.

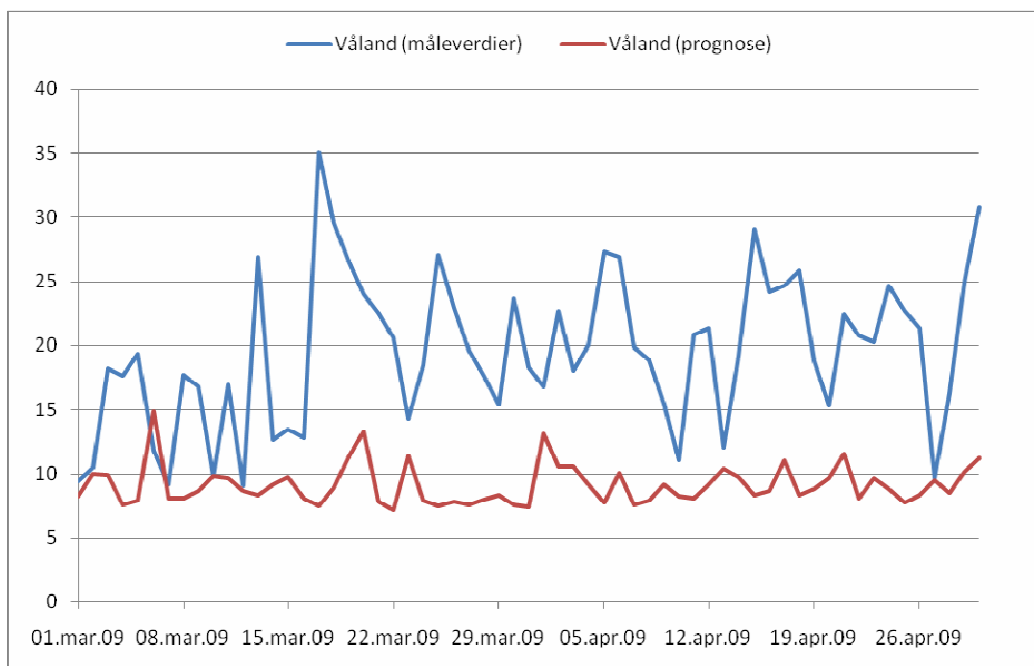
Tabell 11: PM₁₀ i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose |
|------|-----------|--------|----------|----------|
|------|-----------|--------|----------|----------|

| | | | | speilpunkt |
|--------|--|----|-------|------------|
| Kannik | Middel, mar. - apr. | 38 | 11 | 11 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 81 | 18 | 18 |
| | Korrelasjon | | 0,18 | 0,29 |
| | Antall døgnmiddel over 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 34 | 0 | 0 |
| Våland | Middel, mar. - apr. | 20 | 9 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 35 | 15 | |
| | Korrelasjon | | -0,10 | |
| | Antall døgnmiddel over 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 1 | 0 | |



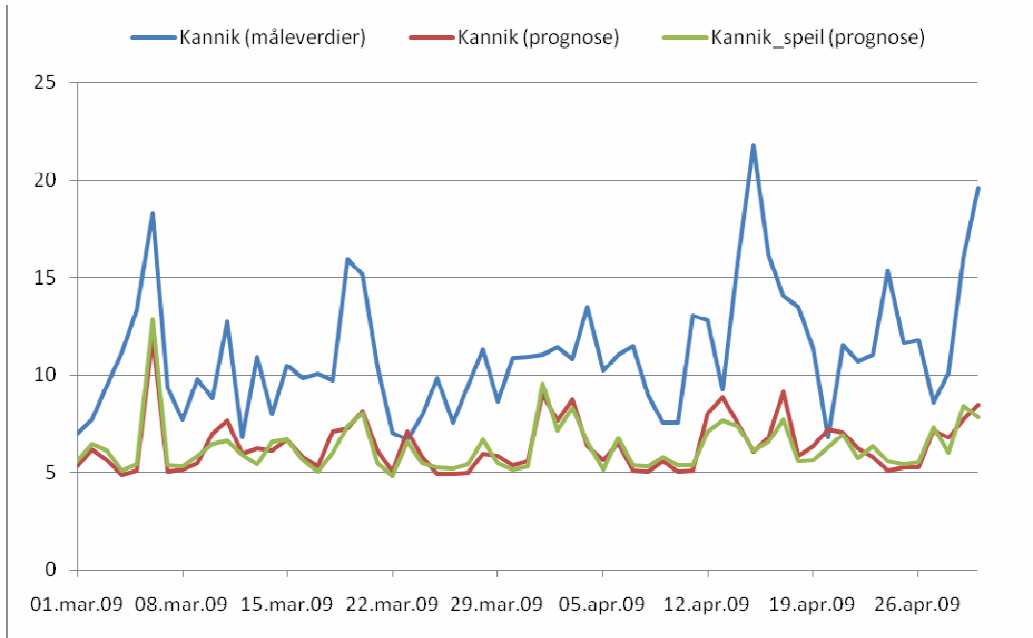
Figur 27: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Kannik.



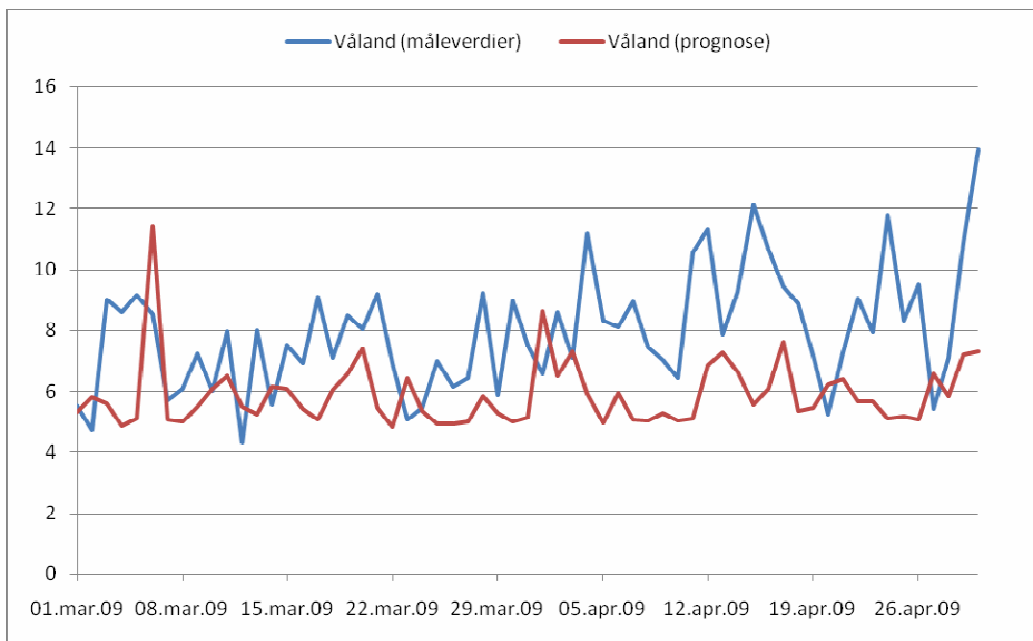
Figur 28: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Våland.

Tabell 12: PM_{2,5} i Stavanger

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|--------|---|--------|----------|---------------------|
| Kannik | Middel, mar. - apr. | 11 | 6 | 6 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 22 | 12 | 13 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,46 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 1 | 0 | 0 |
| Våland | Middel, mar. - apr. | 8 | 6 | |
| | Maksimalt døgnmiddel | 14 | 11 | |
| | Korrelasjon | | 0,13 | |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 0 | 0 | |



Figur 29: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Kannik.



Figur 30: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Våland.

Resultater fra Grenland

NO₂

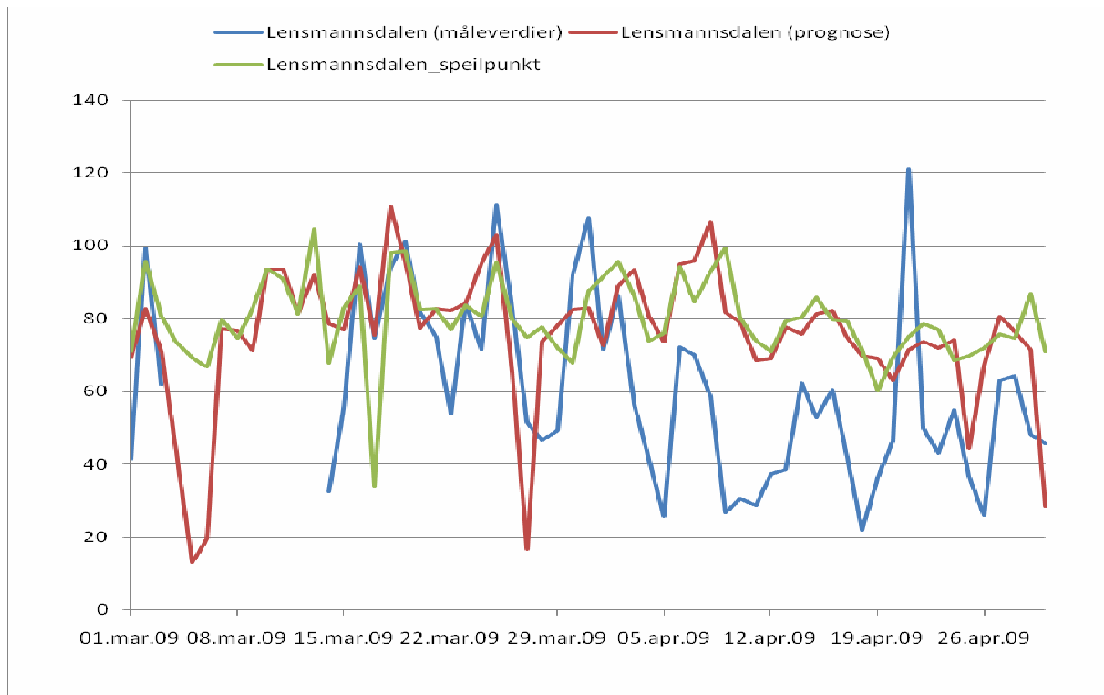
Fra resultatene presentert i Tabell 13 og Figurene 31 og 32 ser vi at det fortsatt er en betydelig overestimering av de maksimale timeverdiene av NO₂ for både Lensmannsdalen og Øyekast. Imidlertid er de maksimale observasjonsnivåene omtrent av tilsvarende størrelse som prognoseverdiene, noe som gjør at anslaget over antall dager med timemiddel over 100 µg/m³ blir omtrent riktig for Lensmannsdalen (observert 5 døgn mot prognostisert 3 døgn). Likeledes er korrelasjonen over 0.4 på begge stasjonene.

PM₁₀ og PM_{2,5}

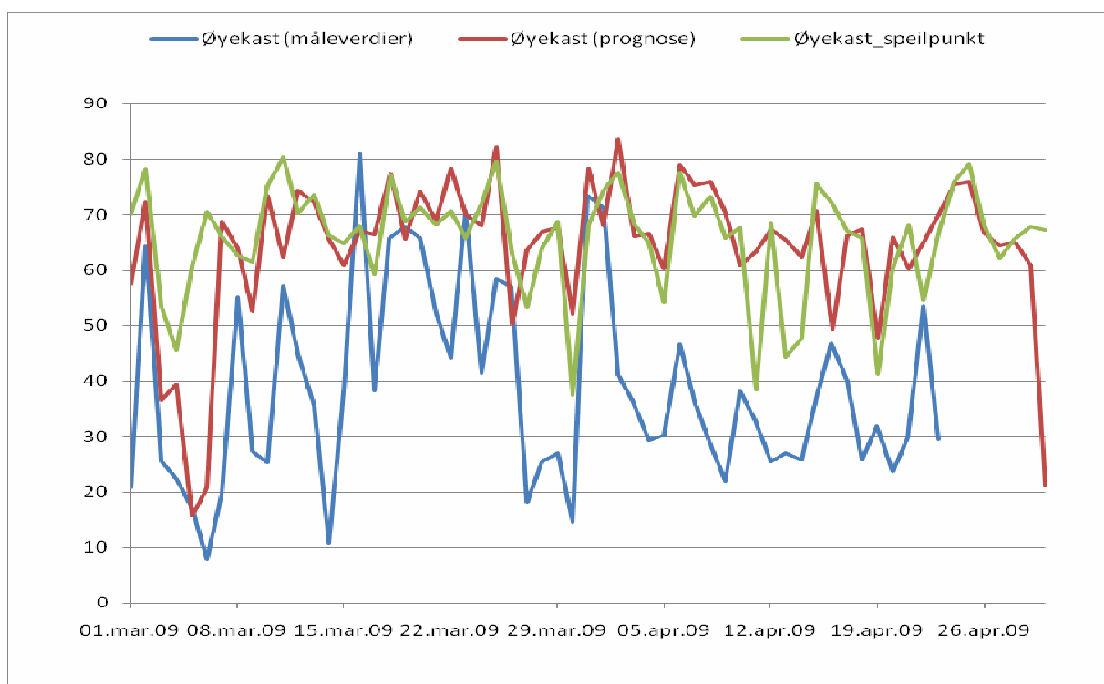
Tabell 14 og figurene 33 og 34 viser gjennomgående overestimering av prognoseverdiene av PM₁₀ for både Lensmannsdalen og Øyekast. Prognosen gir for høyt langtidsmiddel, maks døgnmiddel og antall døgn med middel over 35 µg/m³ ved begge stasjonene. PM_{2,5} er bare målt på Lensmannsdalen og overestimeres av prognosemodellen i store deler av denne vårperioden.

Tabell 13: NO₂ i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|--|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, mar. - apr. | 61 | 75 | 80 |
| | Maksimalt timemiddel | 121 | 110 | 105 |
| | Korrelasjon | | 0,43 | 0,38 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 5 | 3 | 21 |
| Øyekast | Middel, mar. - apr. | 39 | 64 | 66 |
| | Maksimalt timemiddel | 81 | 84 | 80 |
| | Korrelasjon | | 0,42 | 0,40 |
| | Antall dager med timemiddel over 100 µg/m ³ | 0 | 0 | 0 |



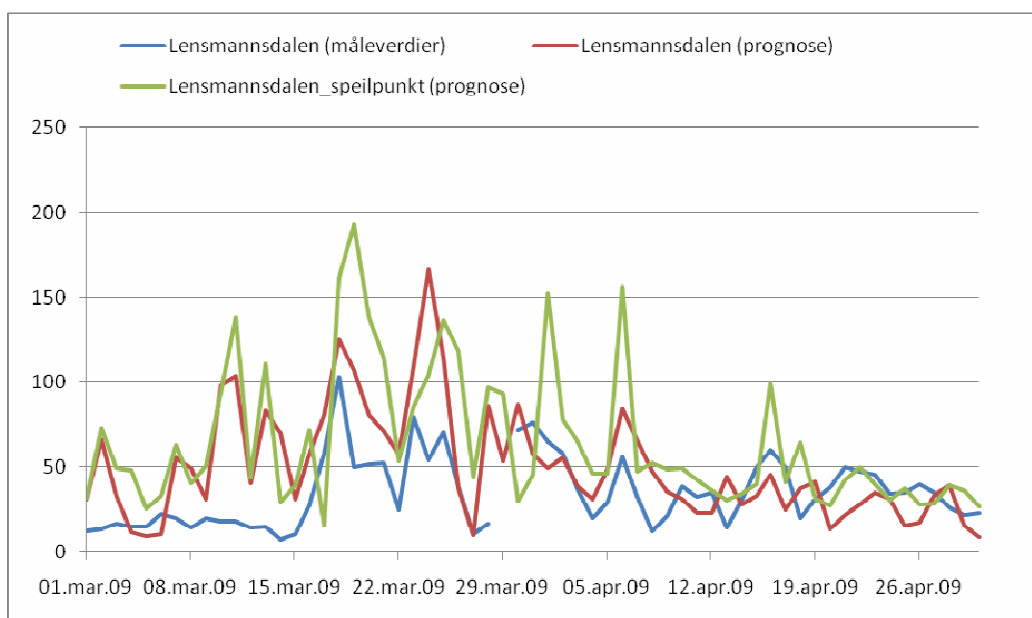
Figur 31: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Lensmannsdalen.



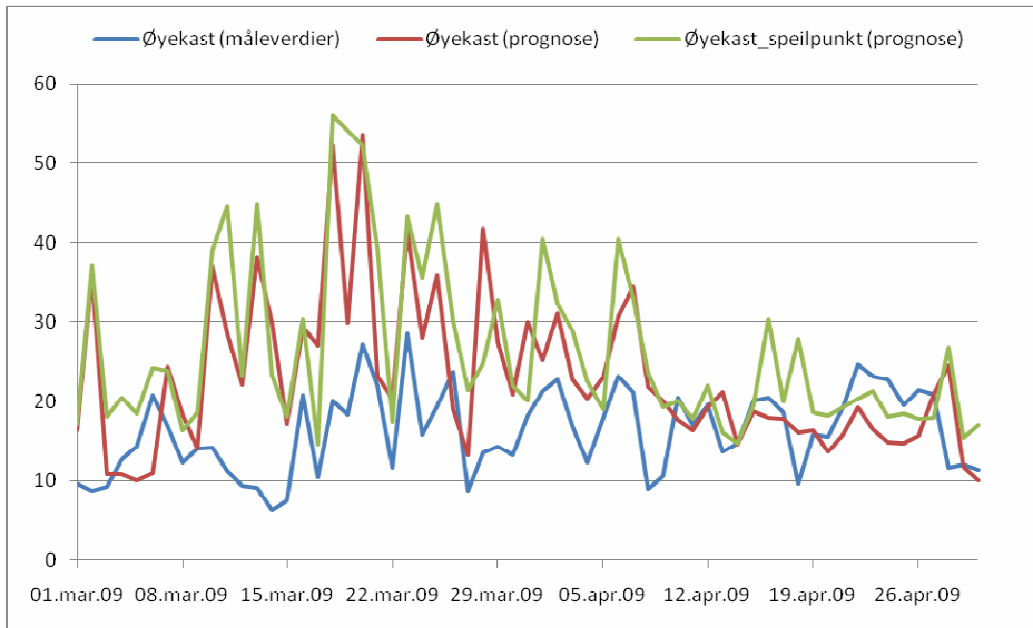
Figur 32: Maksimalt målt og prognostisert timemiddel av NO₂ for hver dag for Øyekast.

Tabell 14: PM₁₀ i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, mar. - apr. | 35 | 51 | 65 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 104 | 167 | 193 |
| | Korrelasjon | | 0,44 | 0,42 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 27 | 37 | 47 |
| Øyekast | Middel, mar. - apr. | 16 | 23 | 26 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 29 | 54 | 56 |
| | Korrelasjon | | 0,23 | 0,31 |
| | Antall døgnmiddel over 35 µg/m ³ | 0 | 8 | 13 |



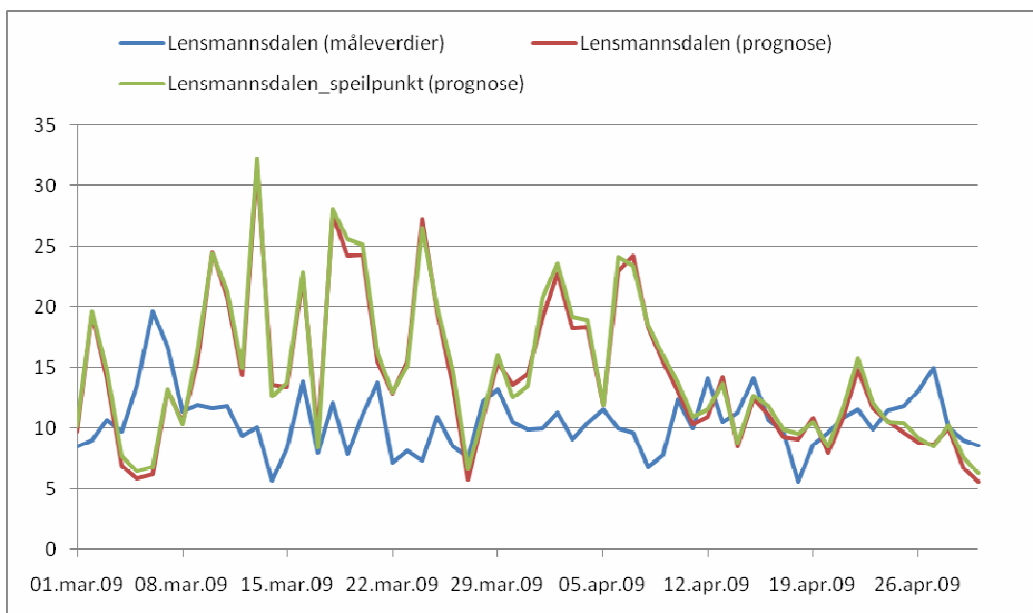
Figur 33: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Lensmannsdalen.



Figur 34: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM₁₀ for hver dag for Øyekast.

Tabell 15: PM_{2,5} i Grenland

| Sted | Parameter | Måling | Prognose | Prognose speilpunkt |
|----------------|---|--------|----------|---------------------|
| Lensmannsdalen | Middel, mar. - apr. | 11 | 14 | 15 |
| | Maksimalt døgnmiddel | 20 | 32 | 32 |
| | Korrelasjon | | -0.09 | -0,08 |
| | Antall døgnmiddel over 20 µg/m ³ | 0 | 11 | 12 |



Figur 35: Målt og prognostisert døgnmiddel av PM_{2,5} for hver dag for Lensmannsdalen.

Sammendrag av resultatevalueringen av AirQUIS

Sammenligning mellom de ulike parameterne viser at det er stor forskjell mellom modellresultatene for de ulike byene. Der bør også nevnes at ikke alle måledataene som er brukt i denne rapporten har vært gjennom en kvalitetssikring og at feil kan forekomme. En generell konklusjon av luftkvalitetsprognosene er gitt nedenfor, basert på en samlet gjennomgang av resultatene fra de ulike byene. Det bør her bemerkes at avvikene mellom observasjonene og varslene for Stavanger og Grenland er så store at en kvalitetskontroll av så vel målinger som utslippsoversikter og modelloppsett bør gjennomføres for disse byene istedenfor en detaljert analyse av prognosekvaliteten.

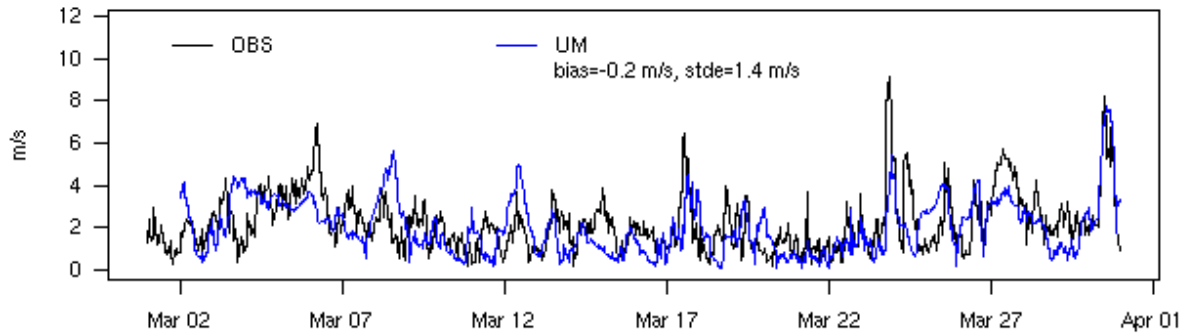
NO₂

NO₂ nivåene er veldig varierende og prognosen både overestimerer og underestimerer de målte daglige maksimale timeverdiene. Et gjennomgående trekk synes likevel å være at prognosen har problemer med å fange opp de aller høyeste observerte timeverdiene. Noe av dette kan skyldes at vi i prognosene benytter nær konstante (klimatologiske) bakgrunnsverdier for ozon, og følgelig ikke fanger opp de forhøyede nivåene av NO₂ som forekommer i perioder når langtransportert ozon tilføres byområdene. I tillegg kan avvik også skyldes feil i utslippene og/eller dårlig treff i den benyttede meteorologiske prognosen. Ved enkelte stasjoner som Kannik og Lensmannsdalen er det ekstreme forskjeller mellom prognose og måleverdier. For Kannik skyldes de ekstreme avvikene trolig feil i målingene, siden de målte verdiene er urealistisk høye.

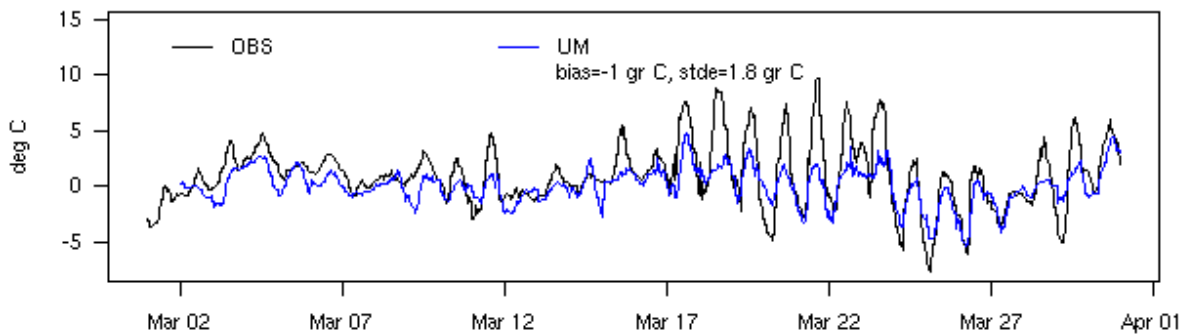
PM₁₀ og PM_{2.5}

For Oslo og Bergen ser vi nå en gjennomgående underestimering av både PM₁₀ og PM_{2.5} ved de fleste stasjonene, spesielt i april. Dette skyldes antakelig at prognosemodellen ikke i tilstrekkelig grad fanger opp den økte oppvirvlingen av veistøv utover våren. I Trondheim overestimeres PM₁₀ nivåene i starten av mars, mens prognosen nærmer seg de observerte verdiene mer utover i perioden. For PM_{2.5} er situasjonen i Trondheim tilsvarende som i Oslo og Bergen, ved at de observerte nivåenes gradvis underestimeres mer og mer utover i april. Dette kan tyde på at prognosemodellen overestimerer grovfraksjonen noe i Trondheim. Som tidligere i sesongen underestimeres de observerte svevestøvnivåene i Stavanger også i mars og april, mens det i Grenland gjennomgående varsles for høye nivåer.

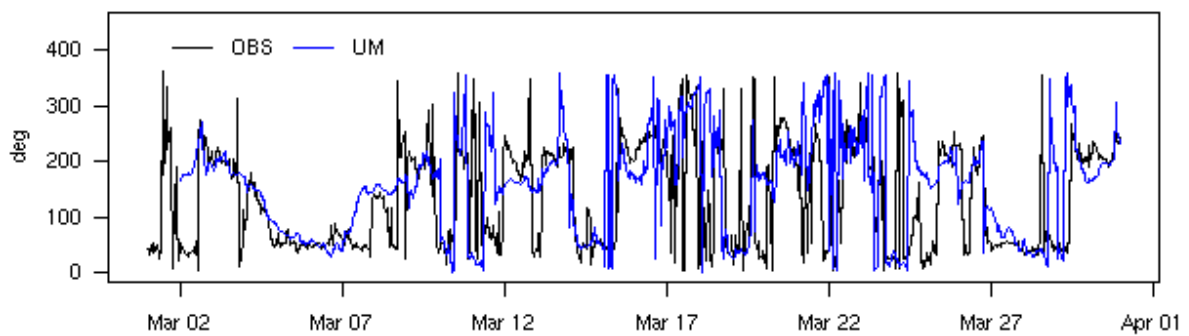
FF 10m Alna



T 2m Alna

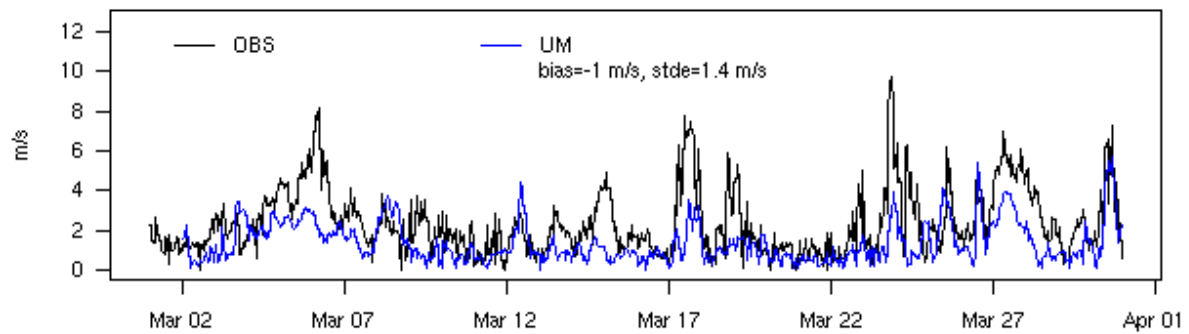


DD 10m Alna

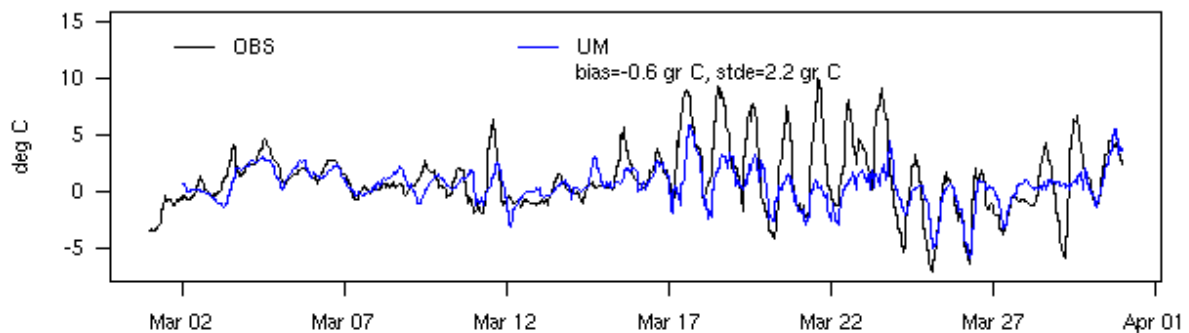


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Oslo Alna. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

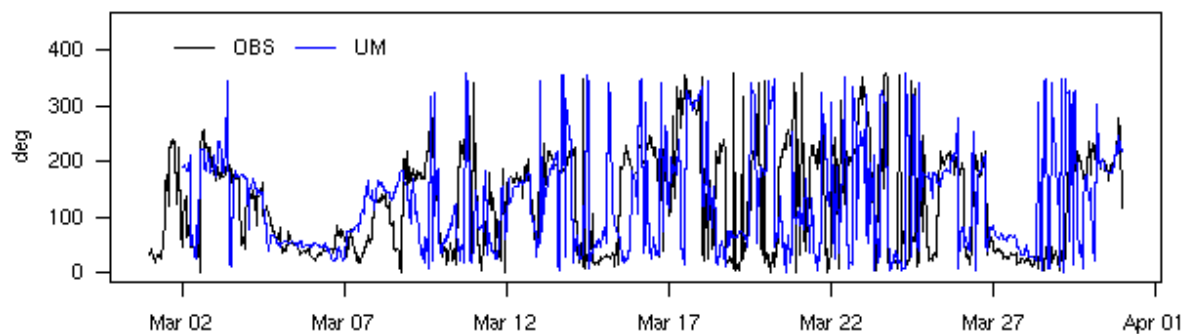
FF 10m Blindern



T 2m Blindern

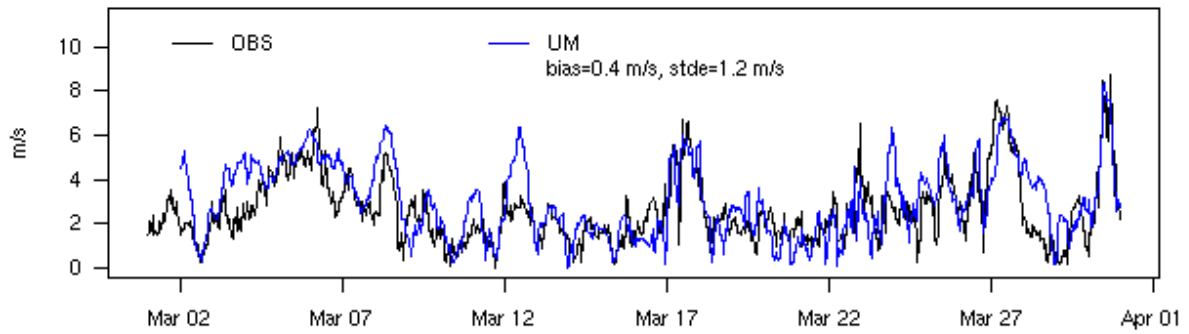


DD 10m Blindern

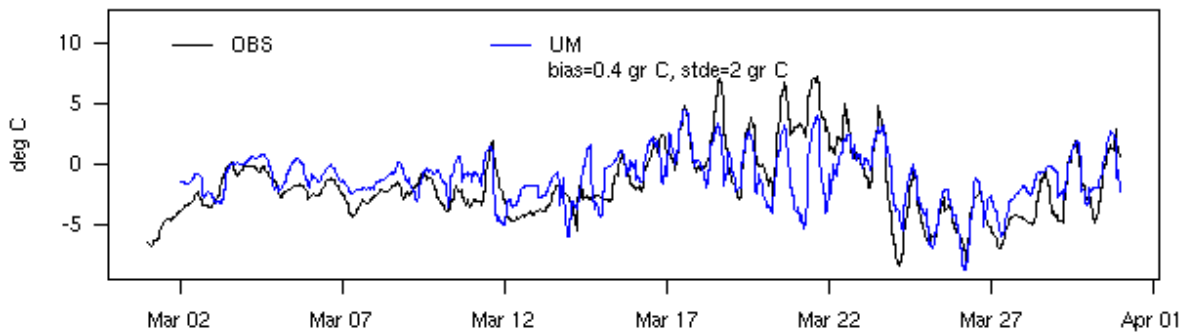


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Oslo Blindern. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

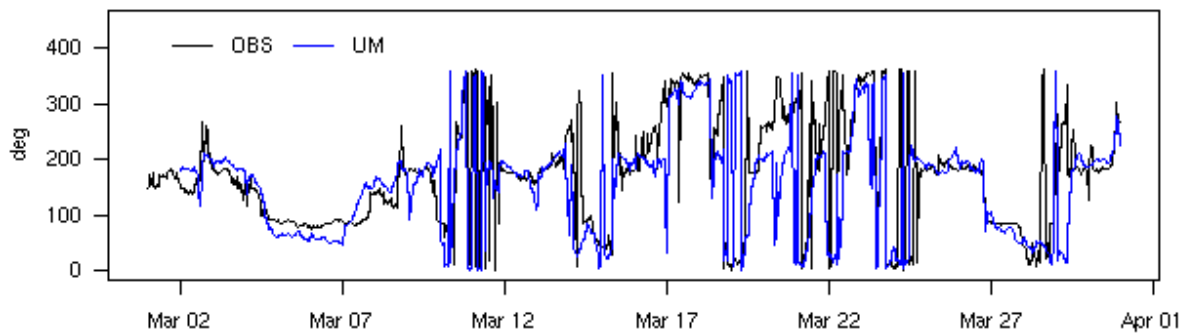
FF 10m Tryvasshogda



T 2m Tryvasshogda

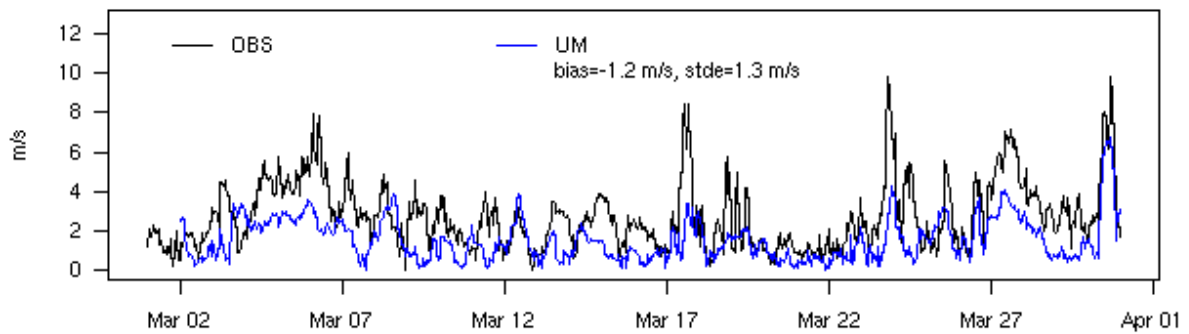


DD 10m Tryvasshogda

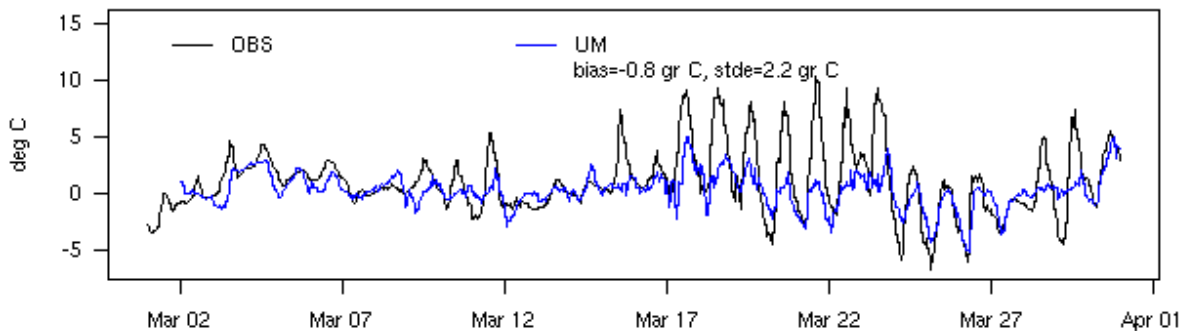


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Oslo Tryvasshøgda. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

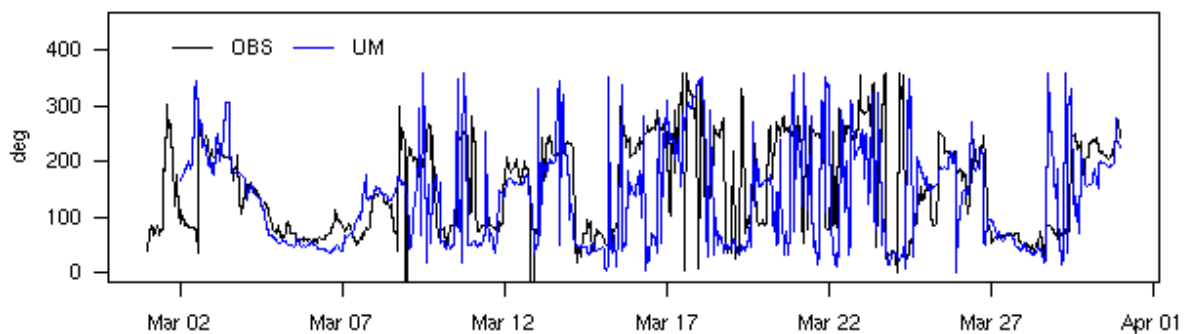
FF 10m ValleHovin



T 2m ValleHovin

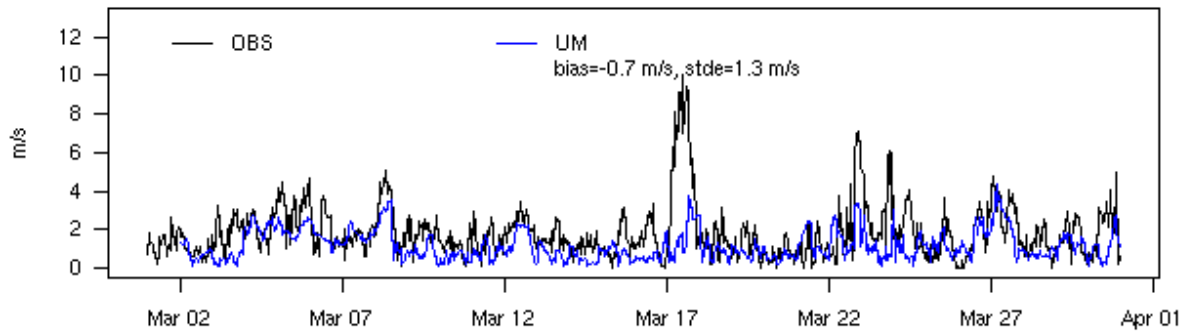


DD 10m ValleHovin

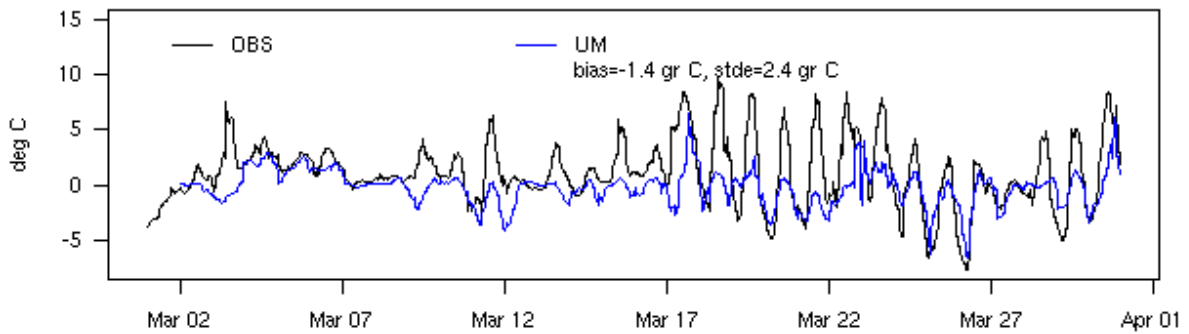


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Oslo Valle Hovin. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

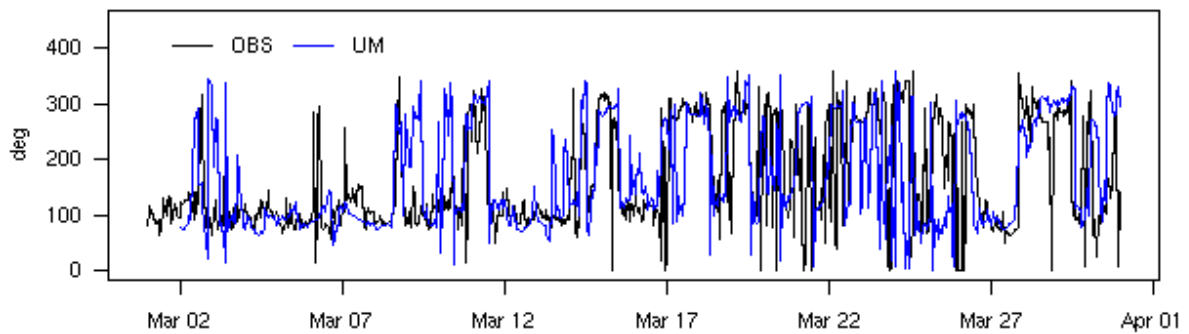
FF 10m Drammen



T 2m Drammen

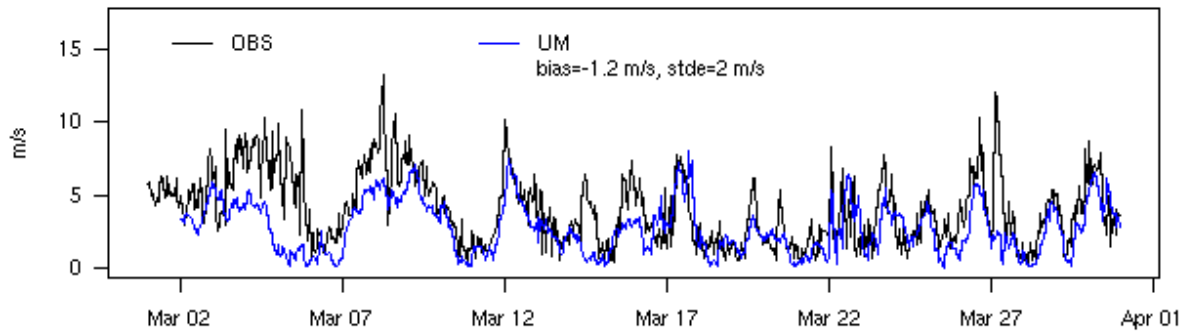


DD 10m Drammen

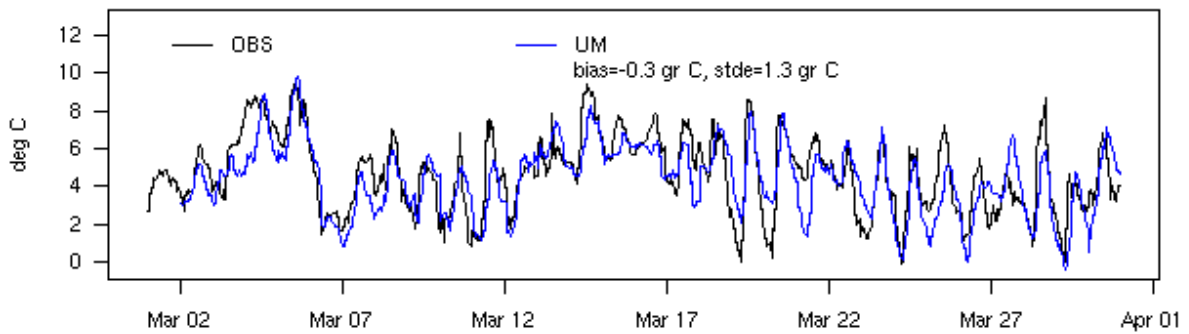


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Drammen Berskog. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

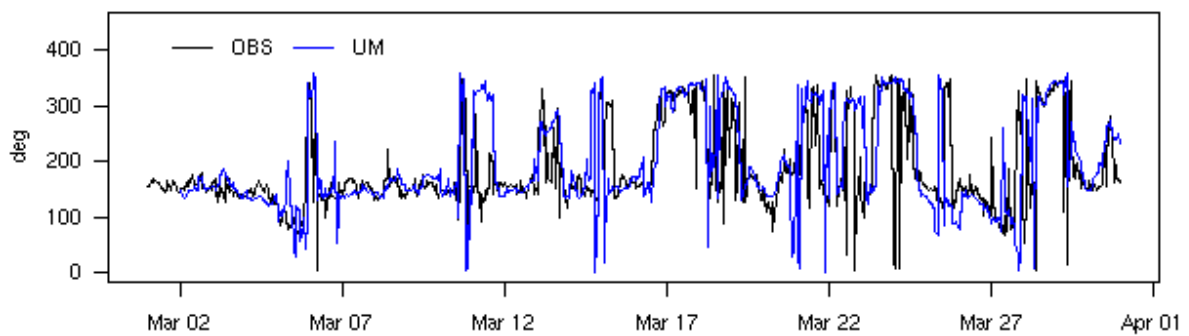
FF 10m Bergen



T 2m Bergen

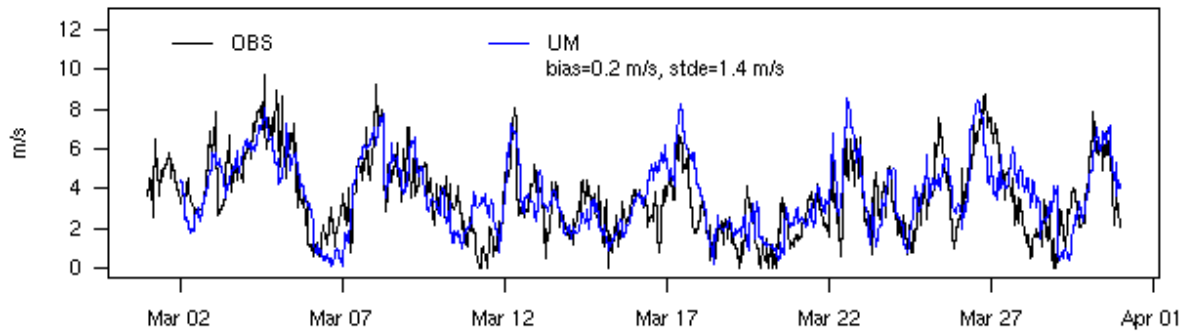


DD 10m Bergen

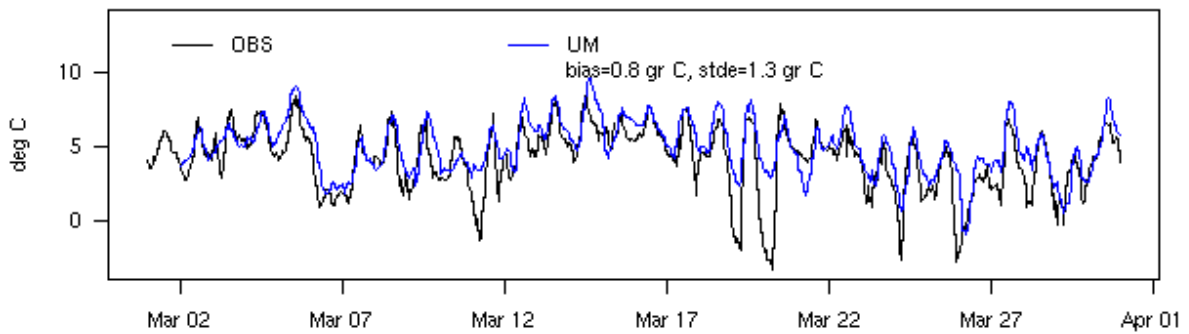


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Bergen Florida. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

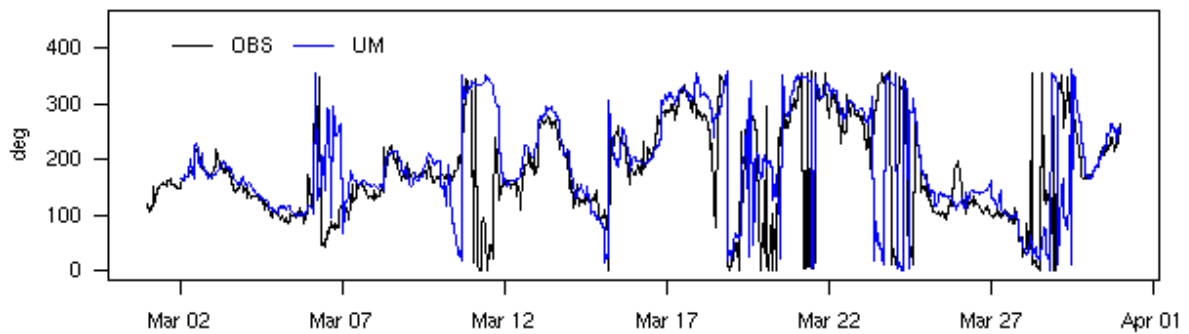
FF 10m Kiellandsmyra



T 2m Kiellandsmyra

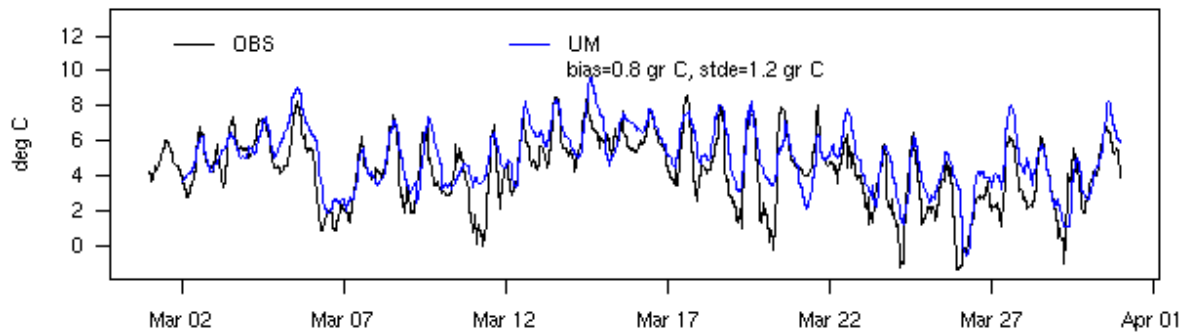


DD 10m Kiellandsmyra



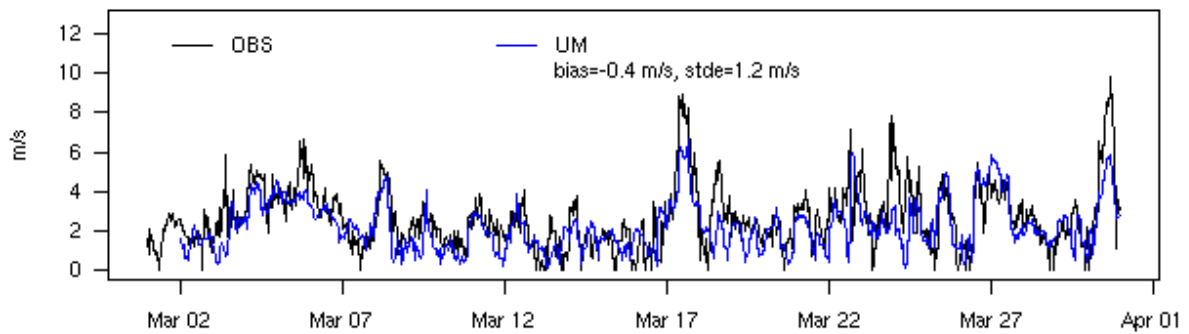
Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Stavanger Kiellandsmyra. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

T 2m Vaaland

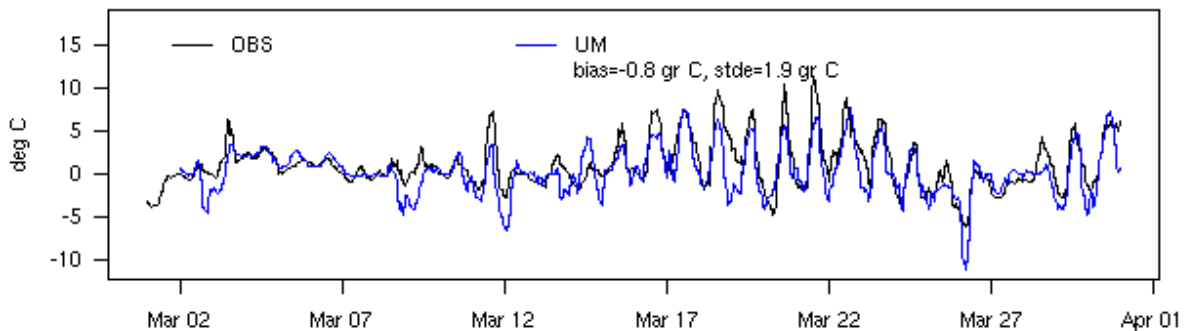


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 2m temperatur mars 2009 på Stavanger Våland. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

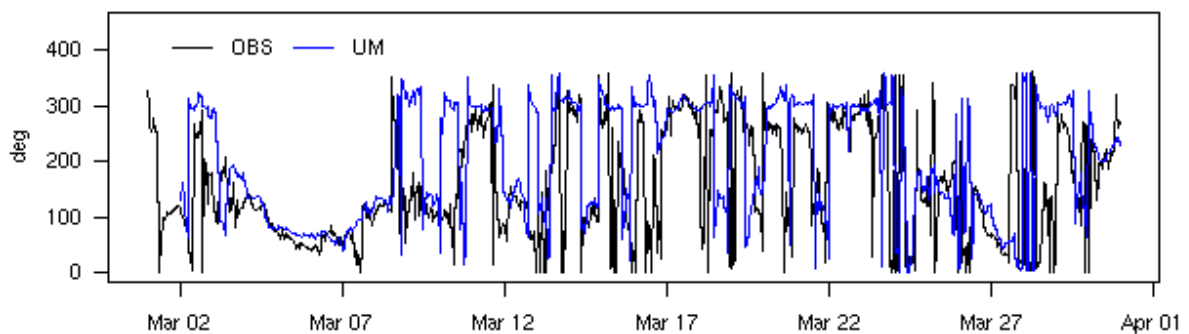
FF 10m Skien



T 2m Skien

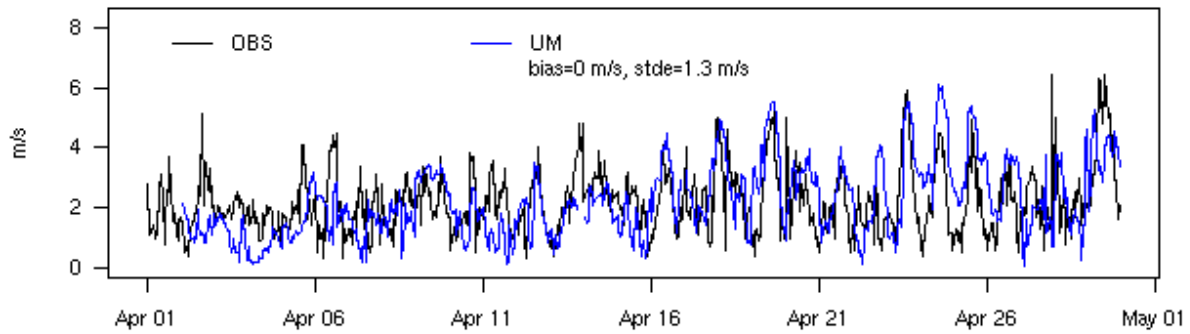


DD 10m Skien

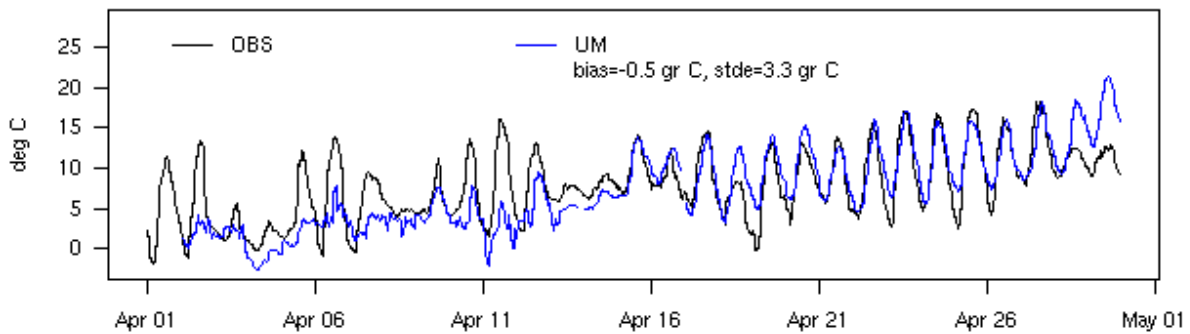


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) mars 2009 på Skien Geiteryggen. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

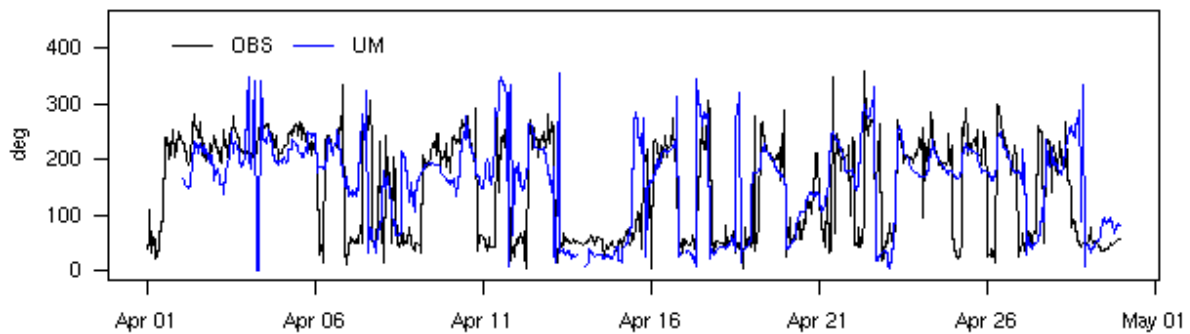
FF 10m Alna



T 2m Alna

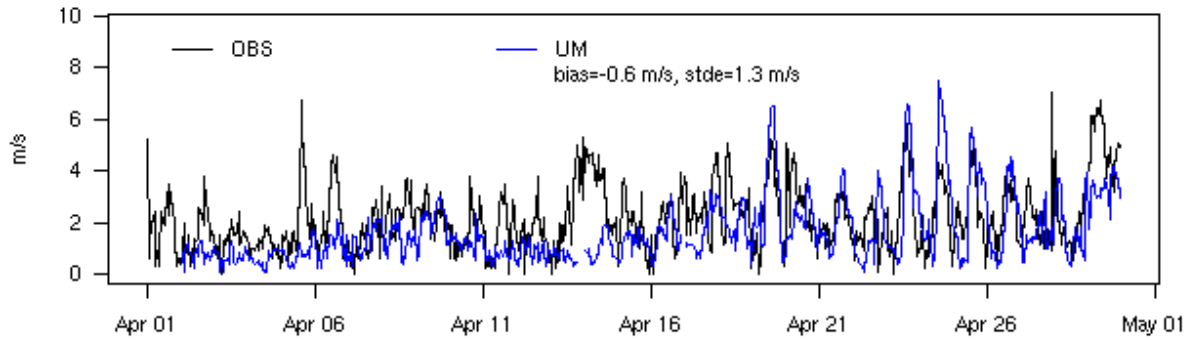


DD 10m Alna

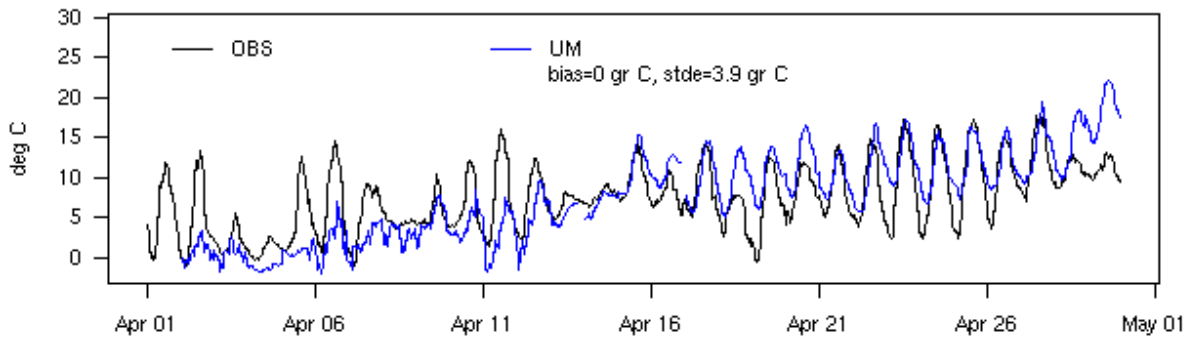


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Oslo Alna. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

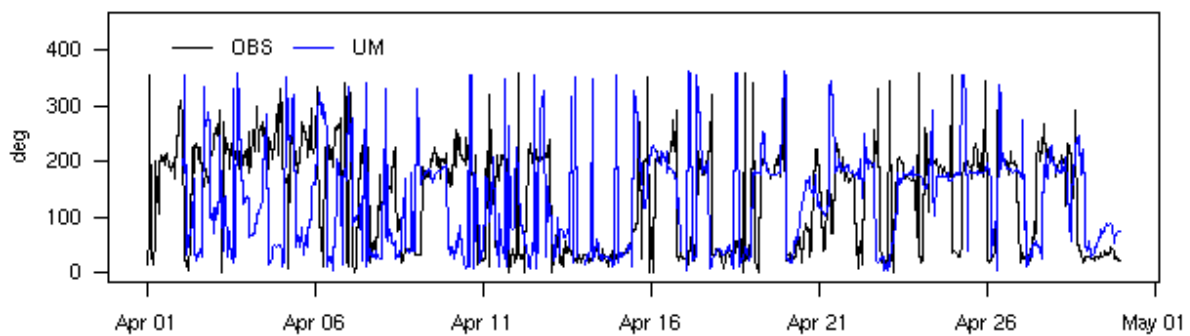
FF 10m Blindern



T 2m Blindern

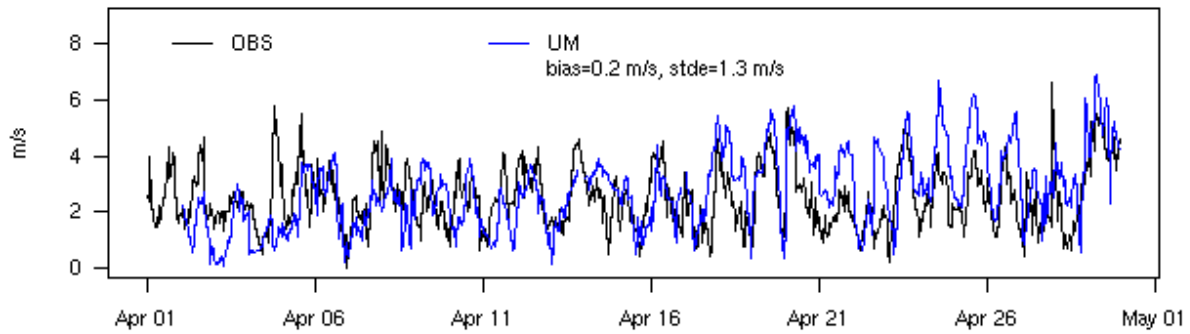


DD 10m Blindern

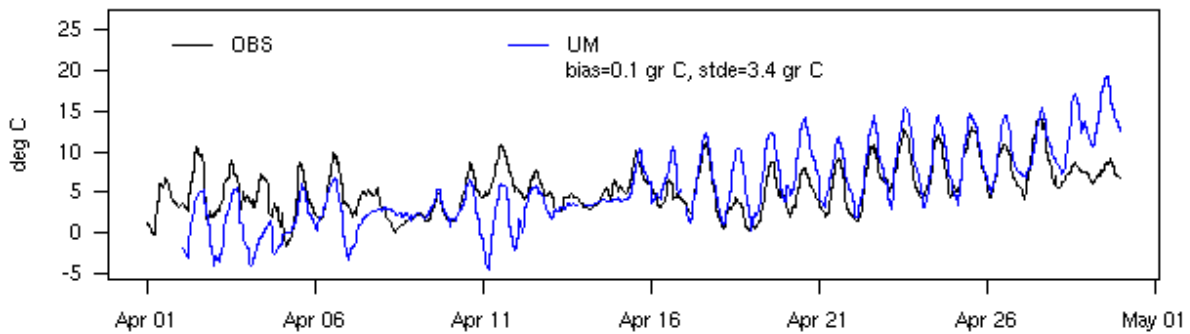


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Oslo Blindern. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

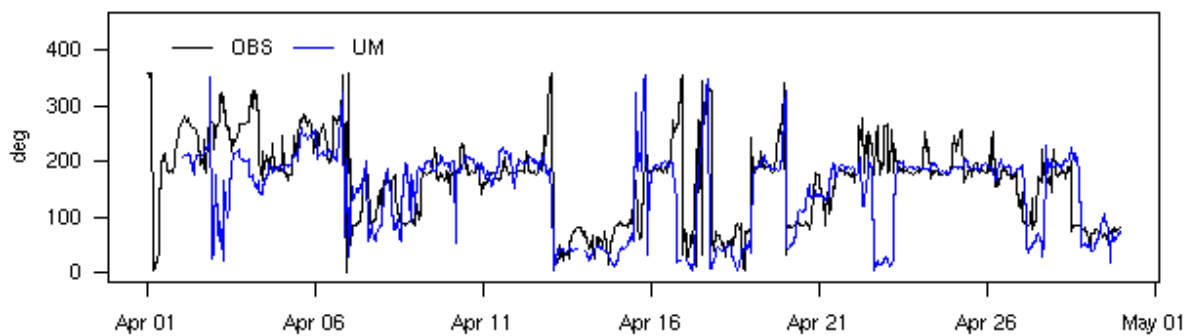
FF 10m Tryvasshogda



T 2m Tryvasshogda

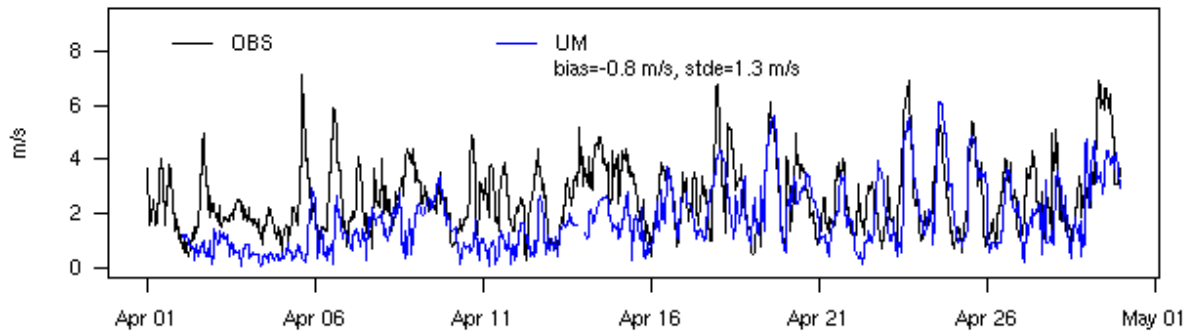


DD 10m Tryvasshogda

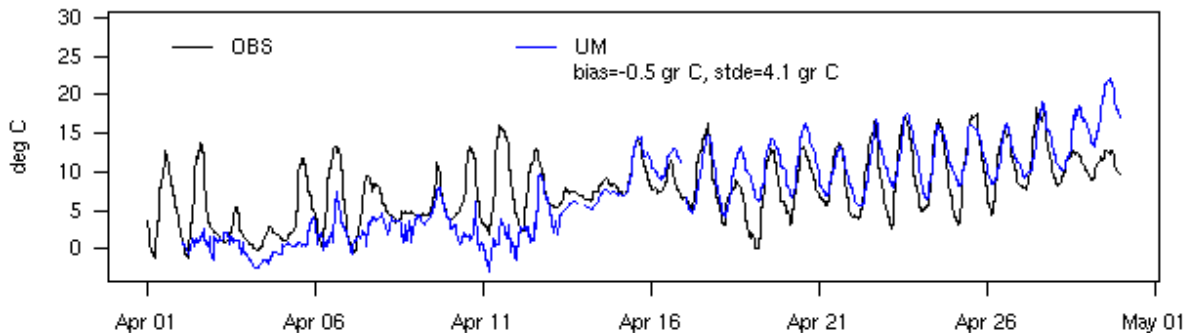


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Oslo Tryvasshøgda. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

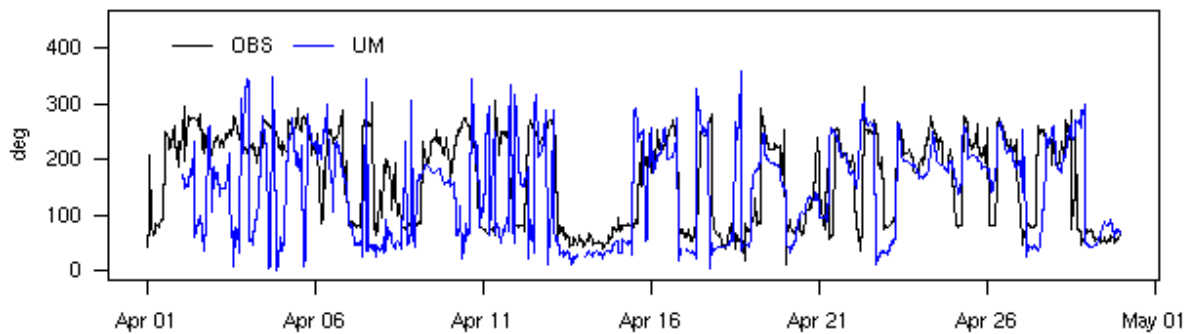
FF 10m ValleHovin



T 2m ValleHovin

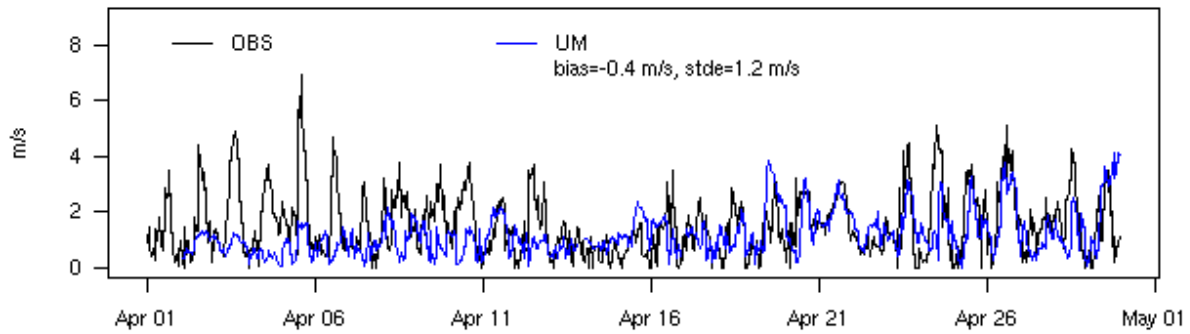


DD 10m ValleHovin

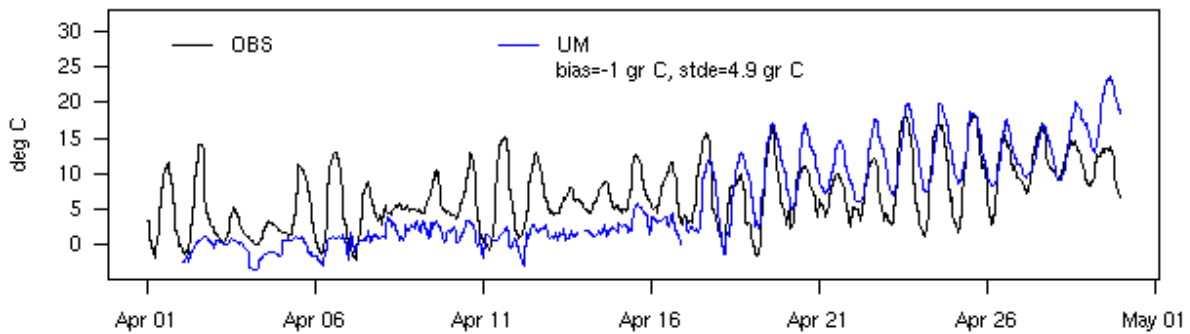


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Oslo Valle Hovin. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

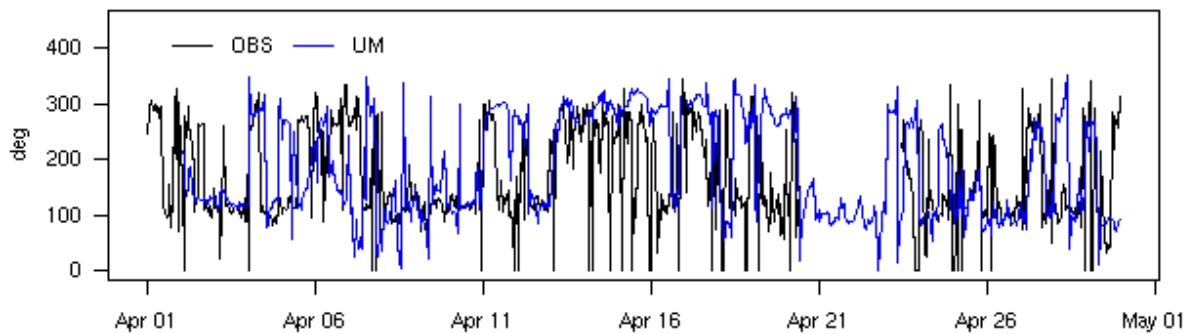
FF 10m Drammen



T 2m Drammen

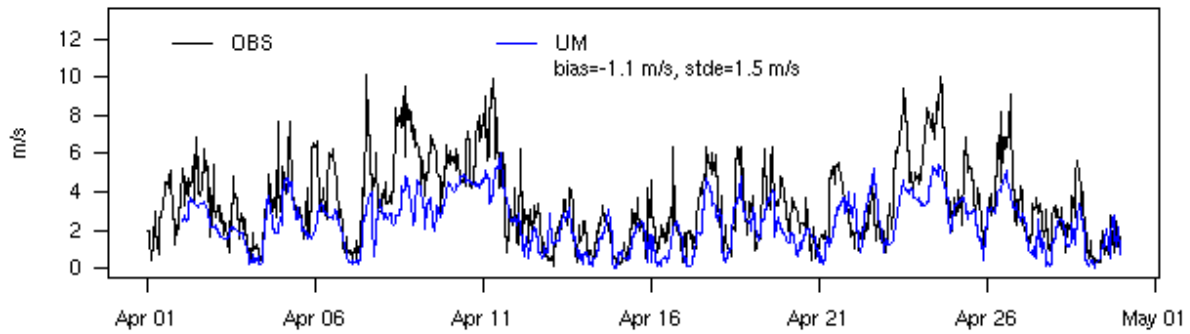


DD 10m Drammen

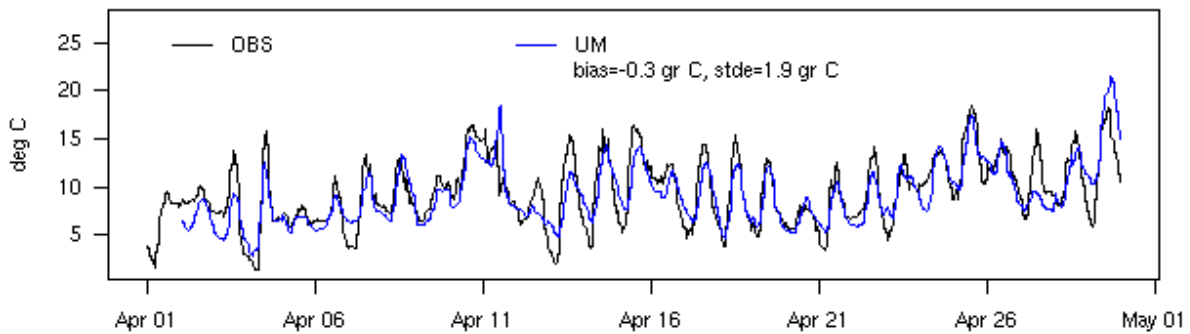


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Drammen Berskog. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

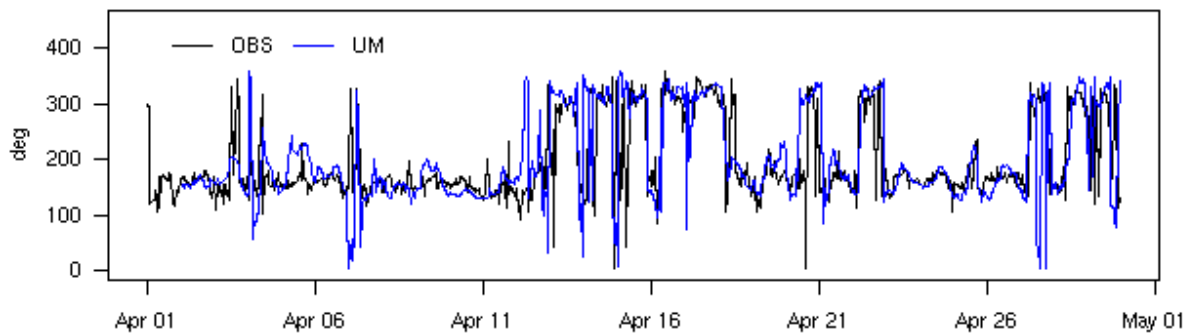
FF 10m Bergen



T 2m Bergen

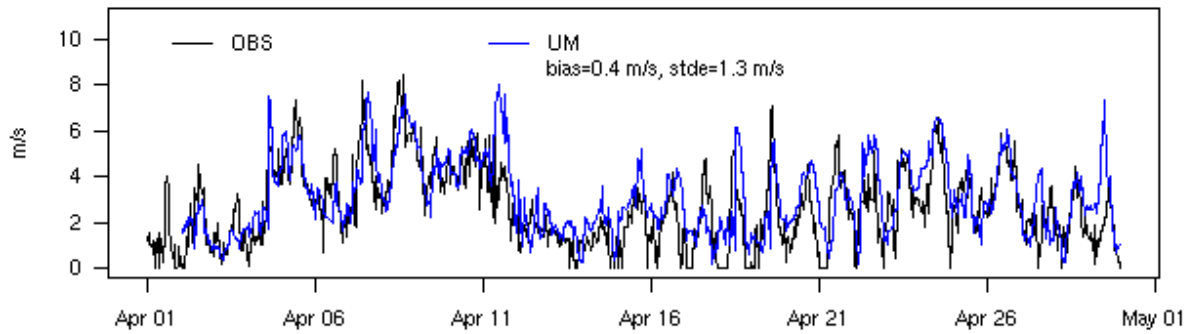


DD 10m Bergen

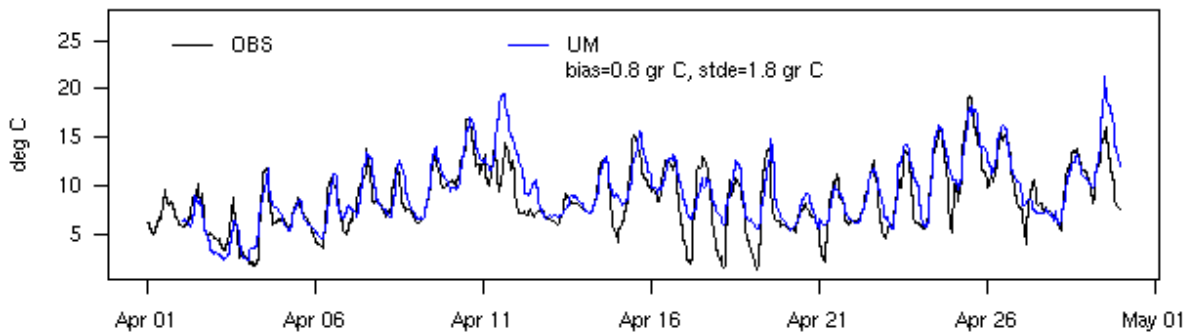


Observasjoner (svart) og UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Bergen Florida. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

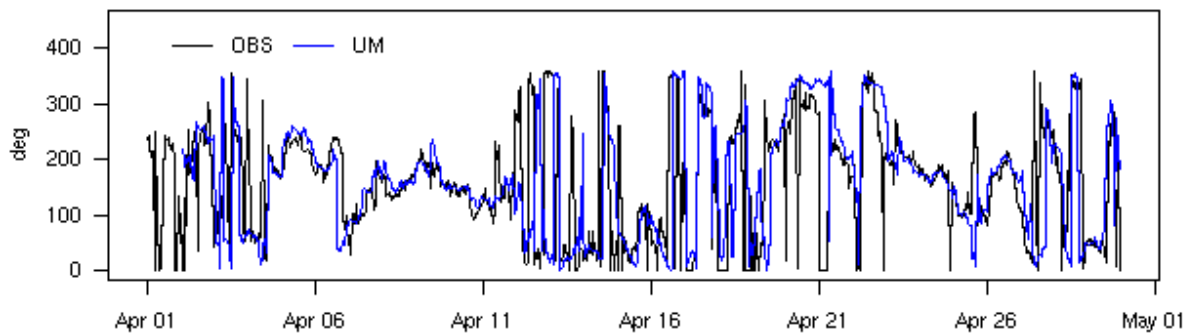
FF 10m Kiellandsmyra



T 2m Kiellandsmyra

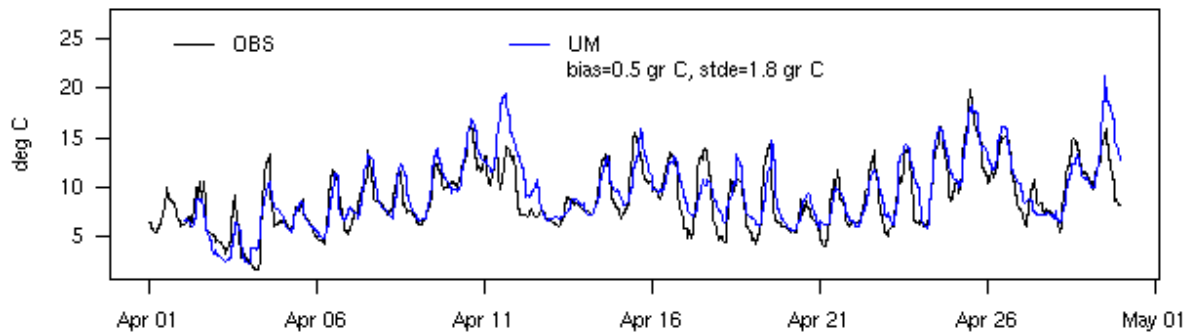


DD 10m Kiellandsmyra



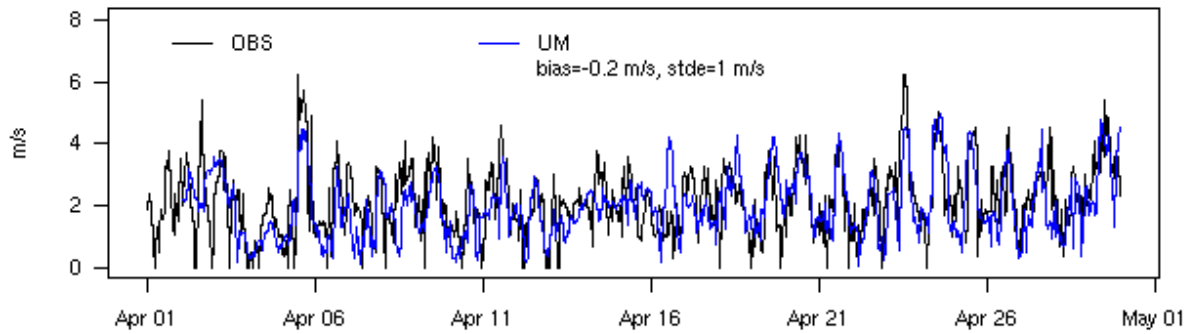
Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Stavanger Kiellandsmyra. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

T 2m Vaaland

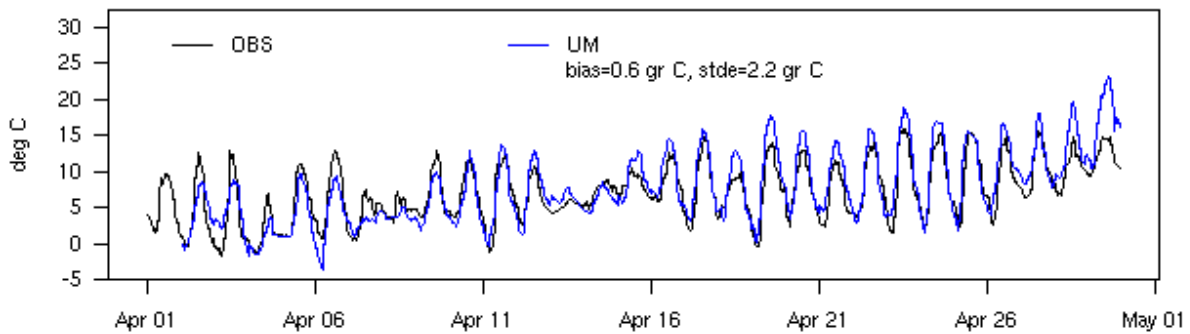


Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 2m temperatur april 2009 på Stavanger Våland. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

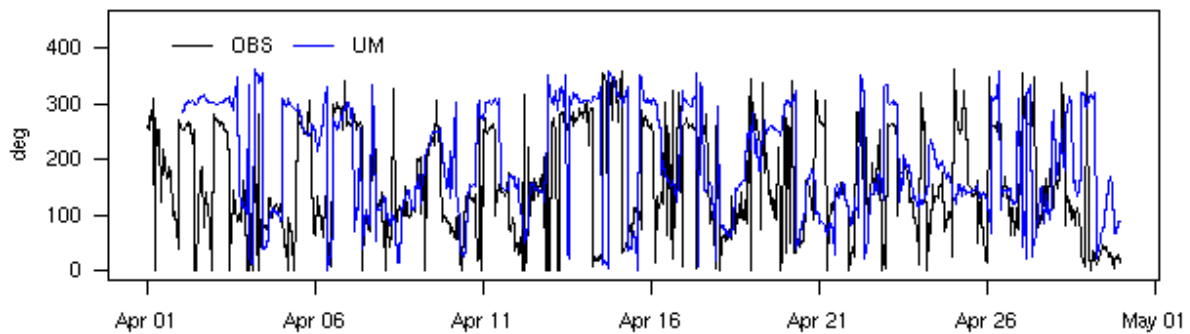
FF 10m Skien



T 2m Skien

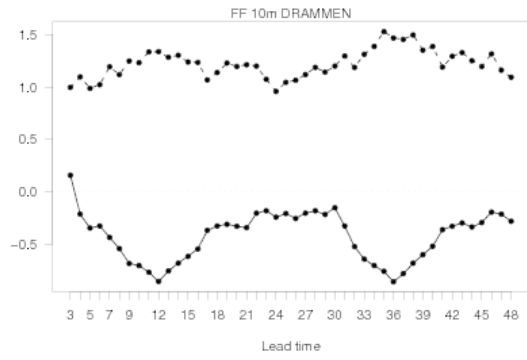
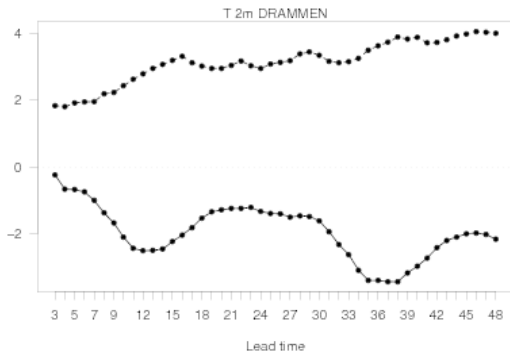
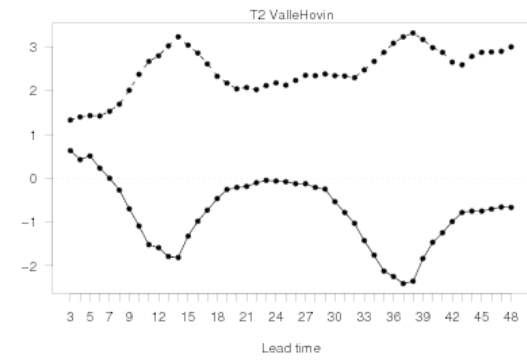
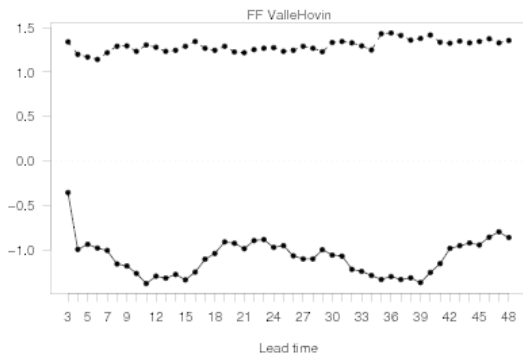
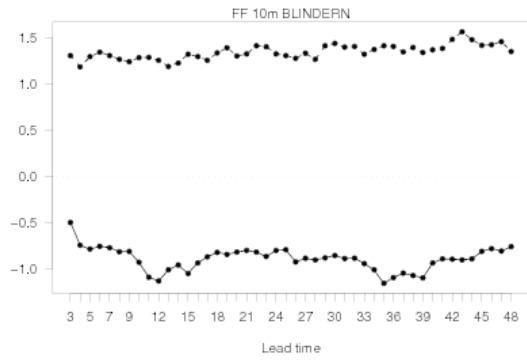
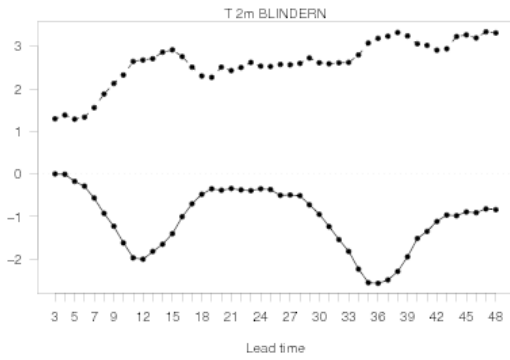
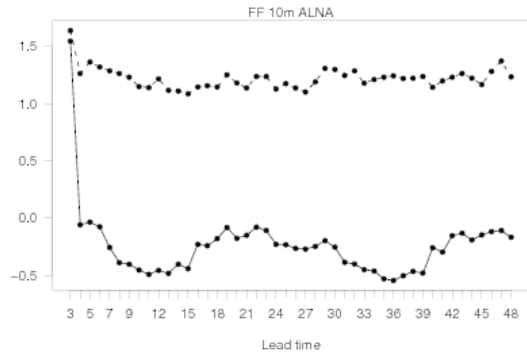
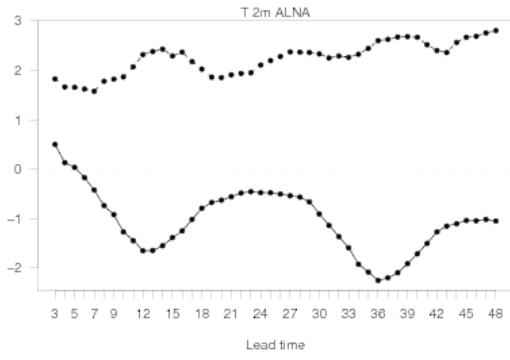


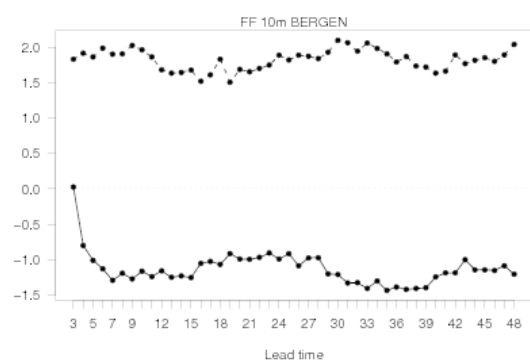
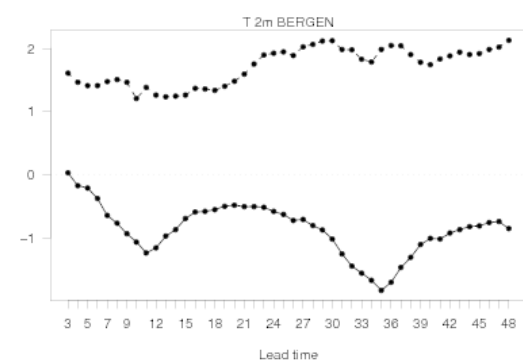
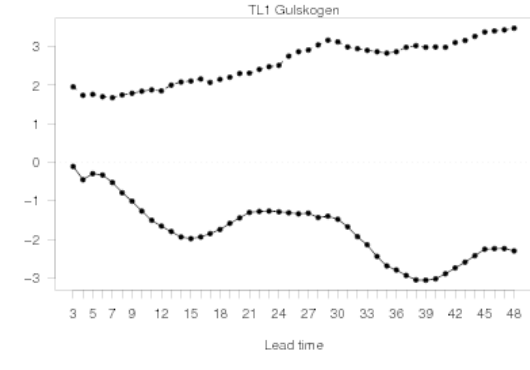
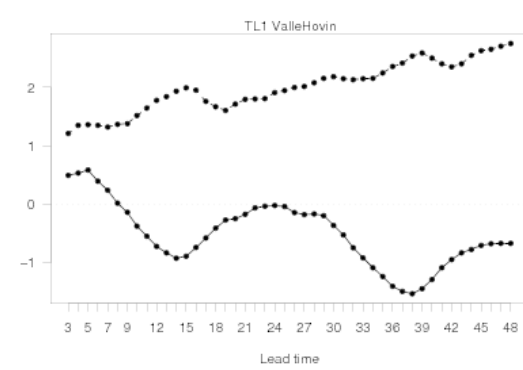
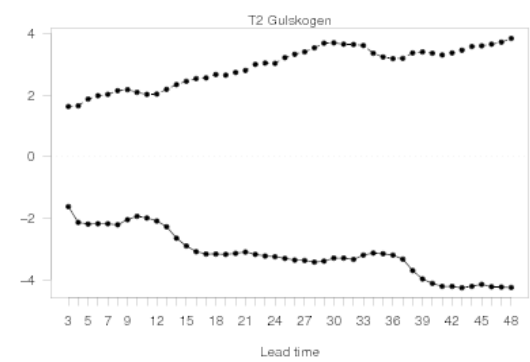
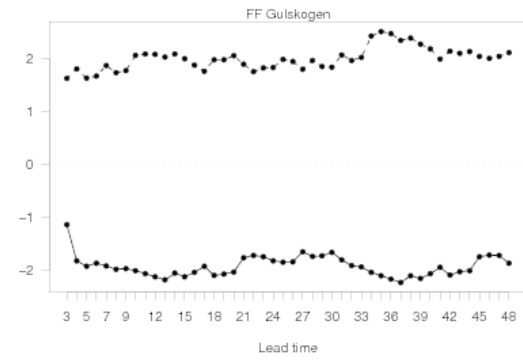
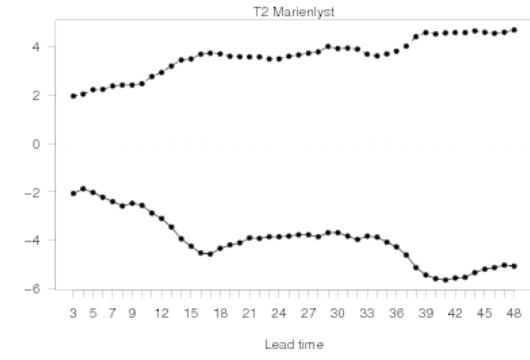
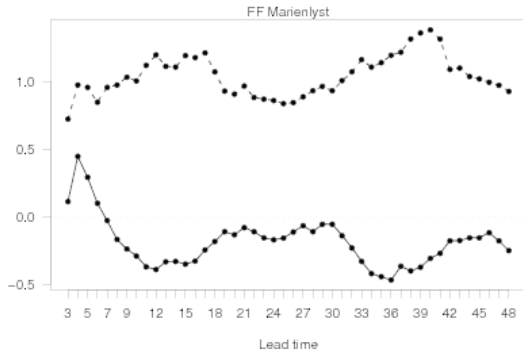
DD 10m Skien

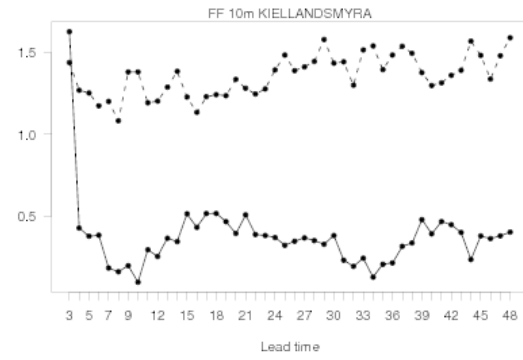
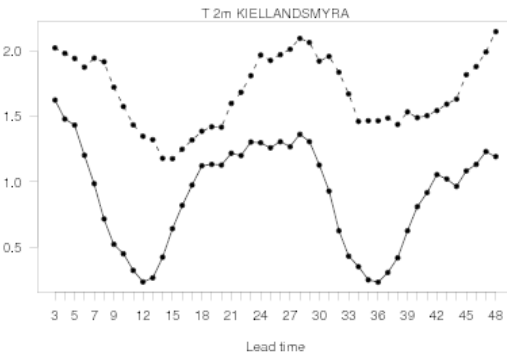
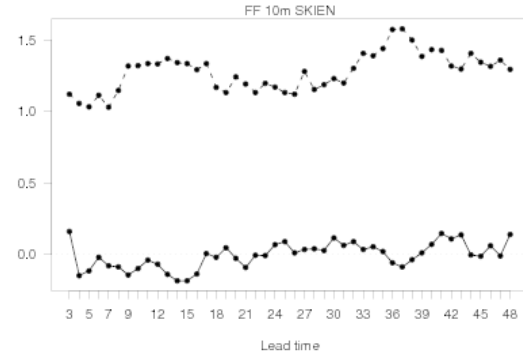
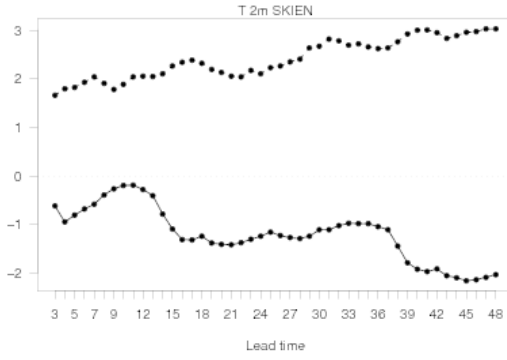
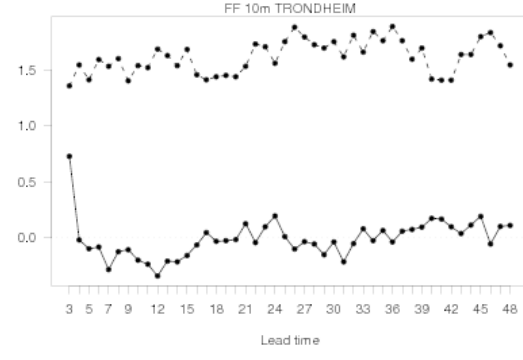
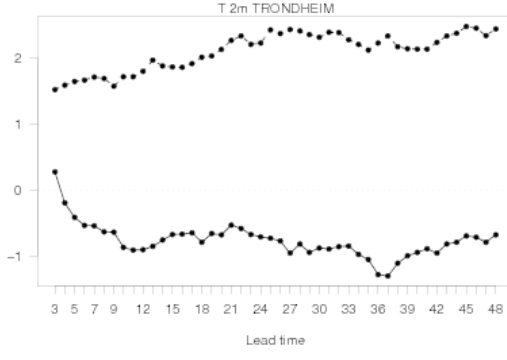
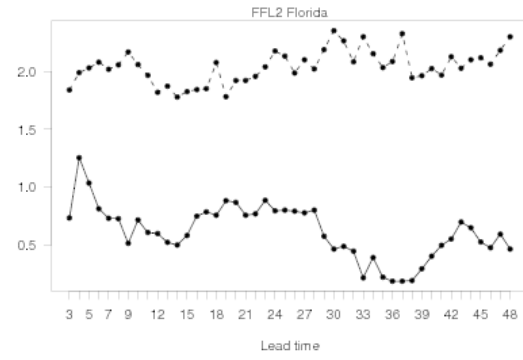
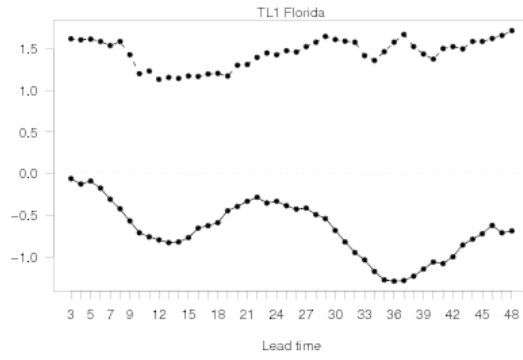


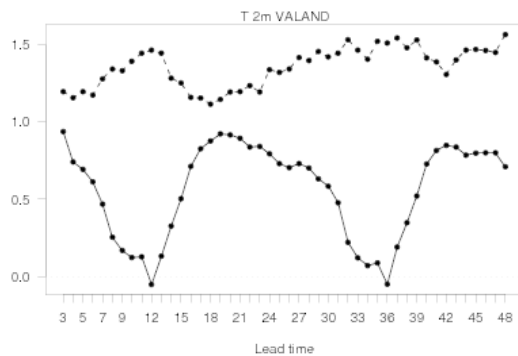
Observasjoner (svart), UM prognoser (blå) av 10m vind (øverst), 2m temperatur (midten) og 10m vindretning (nederst) april 2009 på Skien Geiteryggen. Bias og standardavviket av feilen for 10m vind og 2m temperatur beregnet for hele tidsserien.

Appendix D





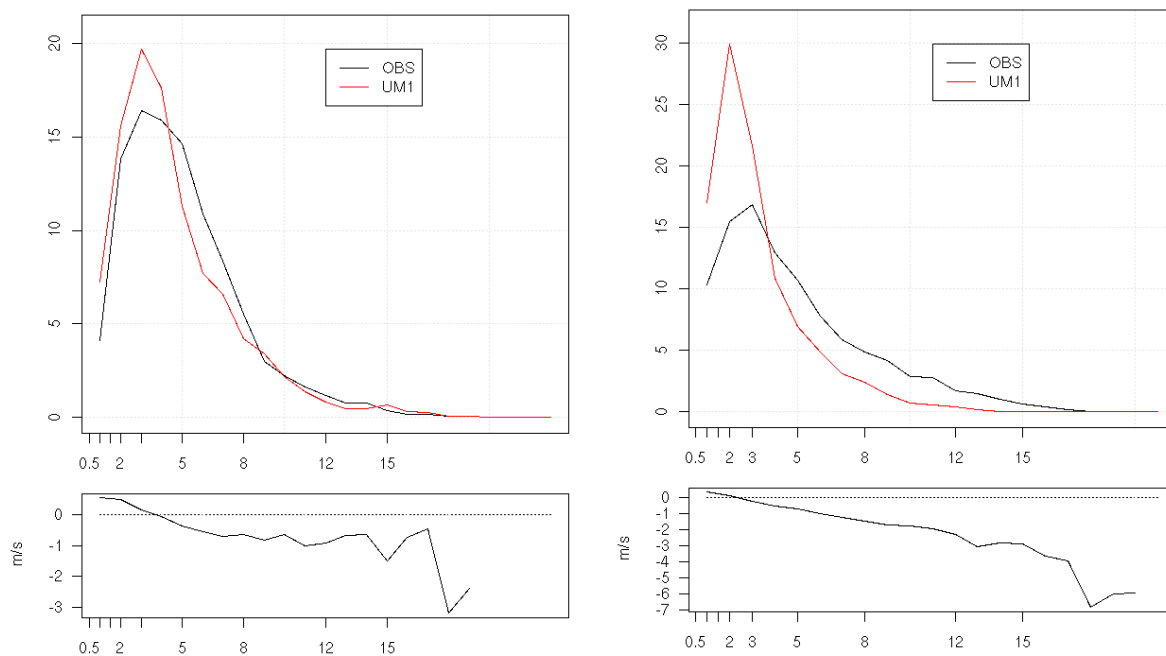




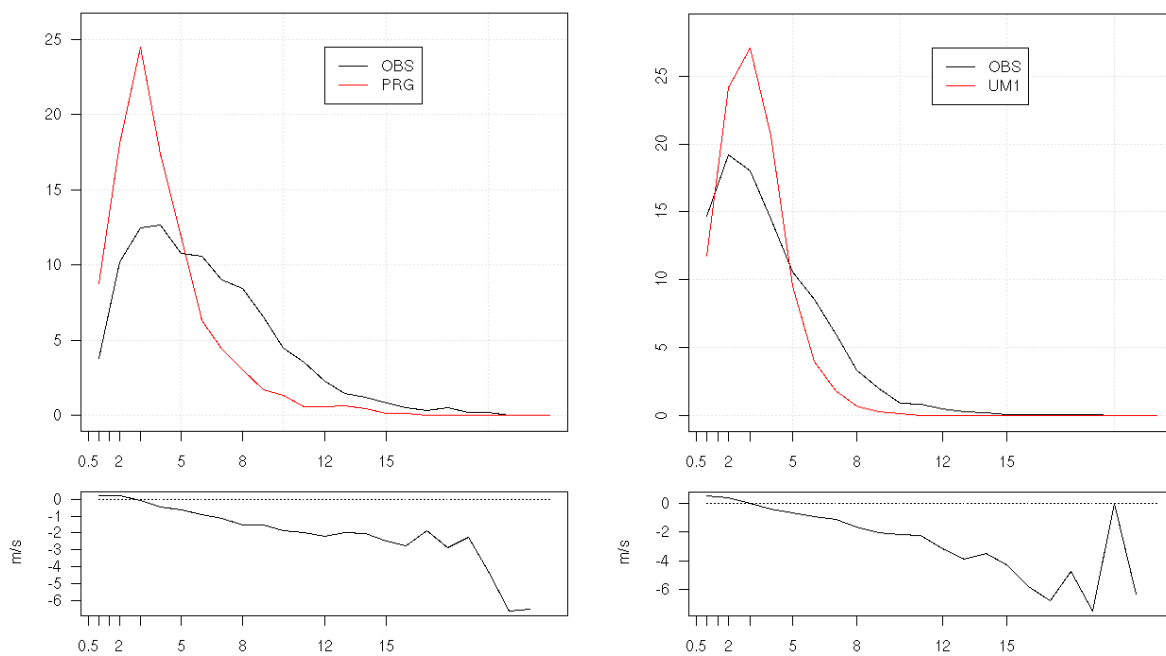
Figurene over: Stasjonsvis gjennomsnittsfeil (heltrukken) og standardavvik av feilen (stiplet) for vind og temperatur som funksjon av prognoselengde.

| | | | | |
|-------------------------|------|----------|-------------|-----------------|
| OSLO Alna | T 2m | Vind 10m | | |
| OSLO Blindern | T 2m | Vind 10m | | |
| OSLO Valle Hovin | T 2m | Vind 10m | T 25m (TL1) | |
| DRAMMEN Berskog | T 2m | Vind 10m | | |
| DRAMMEN Marienlyst | T 2m | Vind 10m | | |
| DRAMMEN Gulskogen | T 2m | Vind 10m | T 25m (TL1) | |
| BERGEN Florida | T 2m | Vind 10m | T 33m (TL1) | Vind 33m (FFL2) |
| TRONDHEIM Voll | T 2m | Vind 10m | | |
| STAVANGER Kiellandsmyra | T 2m | Vind 10m | | |
| STAVANGER Våland | T 2m | | | |
| SKIEN Geiteryggen | T 2m | Vind 10m | | |

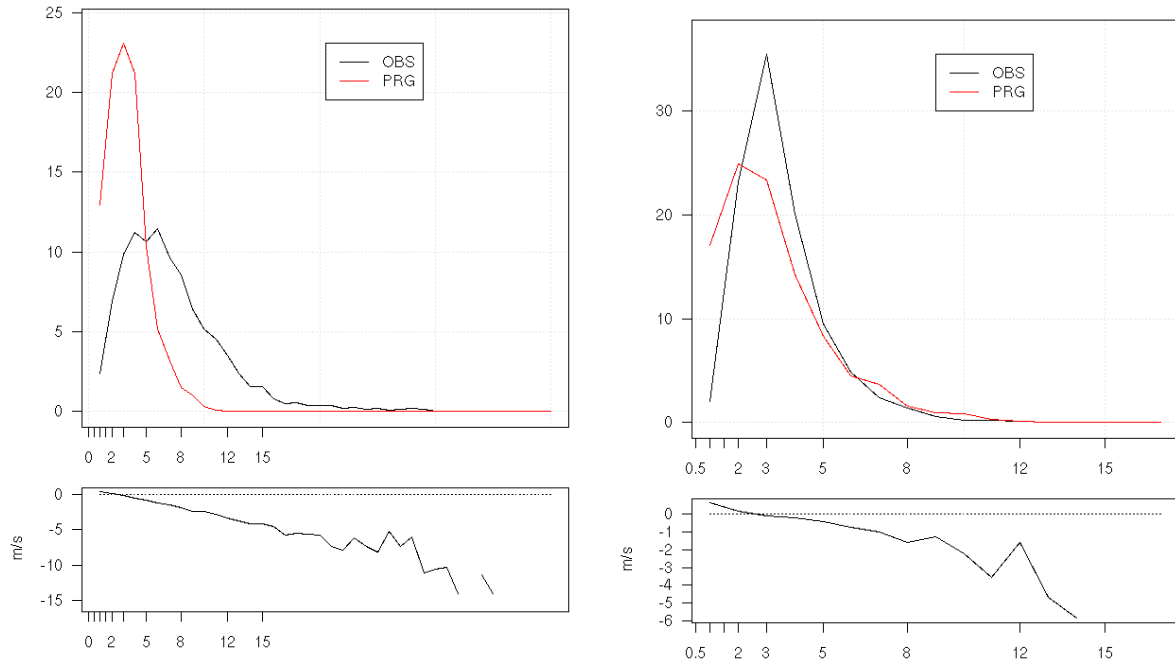
Tabellen viser data brukt til verifikasjon av UM1.



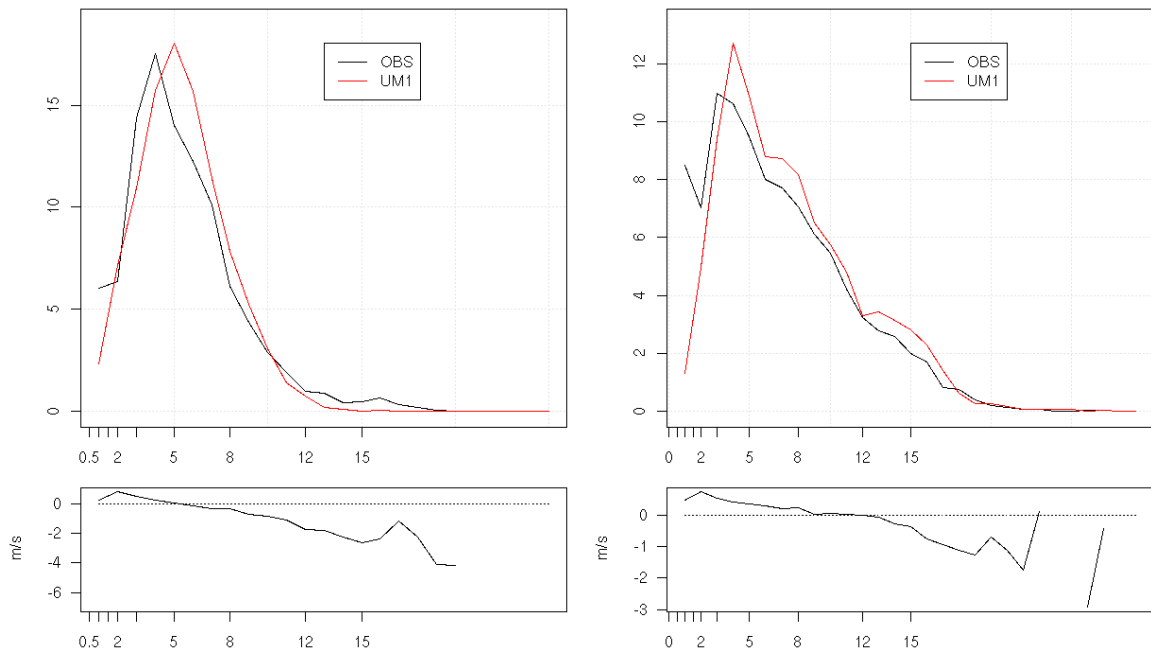
Figur D1: Vindtilfeller fordelt på vindhastighet (øverst) for Oslo Alna (venstre) og Oslo Blindern (høyre), observasjoner (svart) og UM1 (rød). Gjennomsnittsfelen i UM1 fordelt på vindhastighet (nederst)



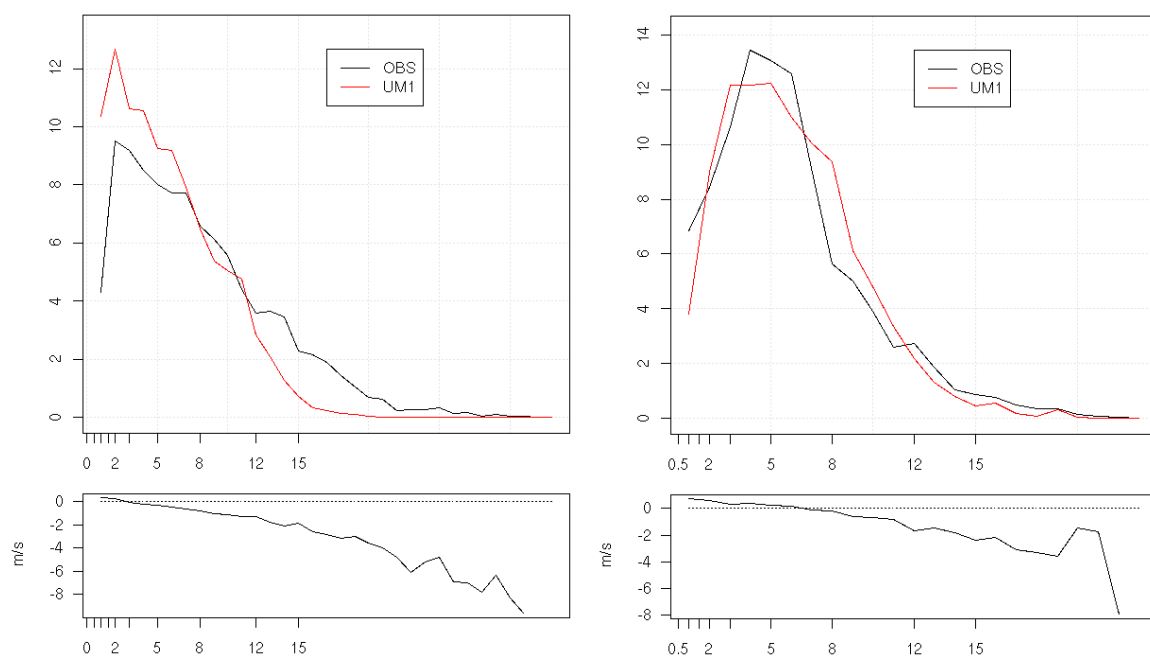
Figur D2: Vindtilfeller fordelt på vindhastighet (øverst) for Oslo Valle Hovin (venstre) og Drammen Berskog (høyre), observasjoner (svart) og UM1 (rød). Gjennomsnittsfelen i UM1 fordelt på vindhastighet (nederst)



Figur D3: Vindtilfeller fordelt på vindhastighet (øverst) for Drammen Gulsbogen (venstre) og Drammen Marienlyst (høyre), observasjoner (svart) og UM1 (rød). Gjennomsnittsfeilen i UM1 fordelt på vindhastighet (nederst)

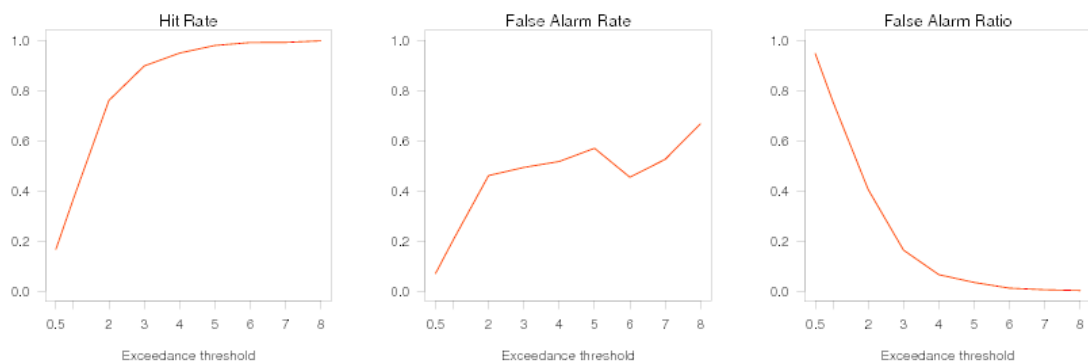


Figur D4: Vindtilfeller fordelt på vindhastighet (øverst) for Skien Geiteryggen (venstre) og Stavanger Kiellandsmyra (høyre), observasjoner (svart) og UM1 (rød). Gjennomsnittsfeilen i UM1 fordelt på vindhastighet (nederst)

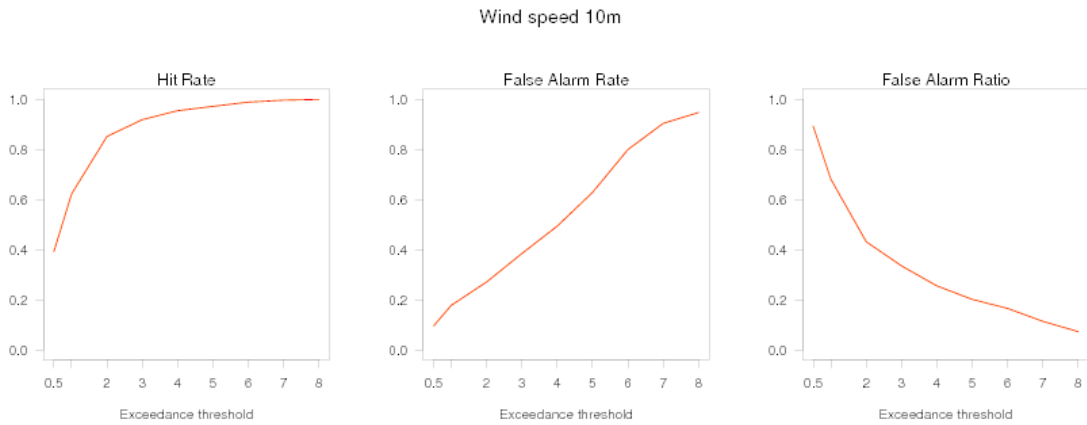


Figur D5: Vindtilfeller fordelt på vindhastighet (øverst) for Bergen Florida (venstre) og Trondheim Voll (høyre), observasjoner (svart) og UM1 (rød). Gjennomsnittsfeilen i UM1 fordelt på vindhastighet (nederst)

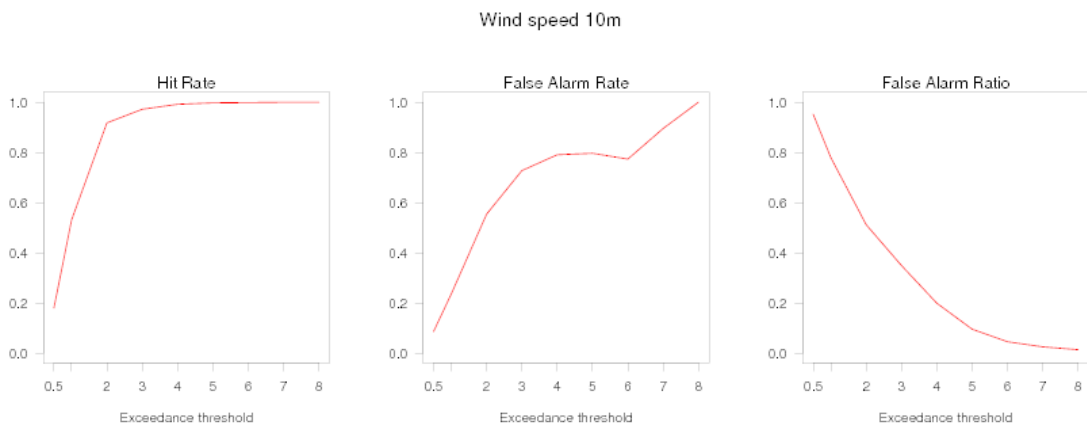
Wind speed 10m



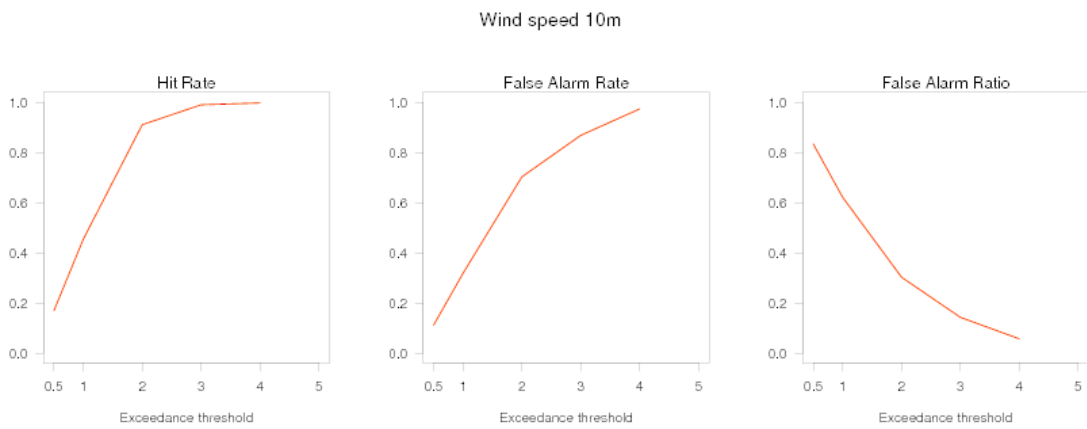
Figur D6: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Alna i Oslo.



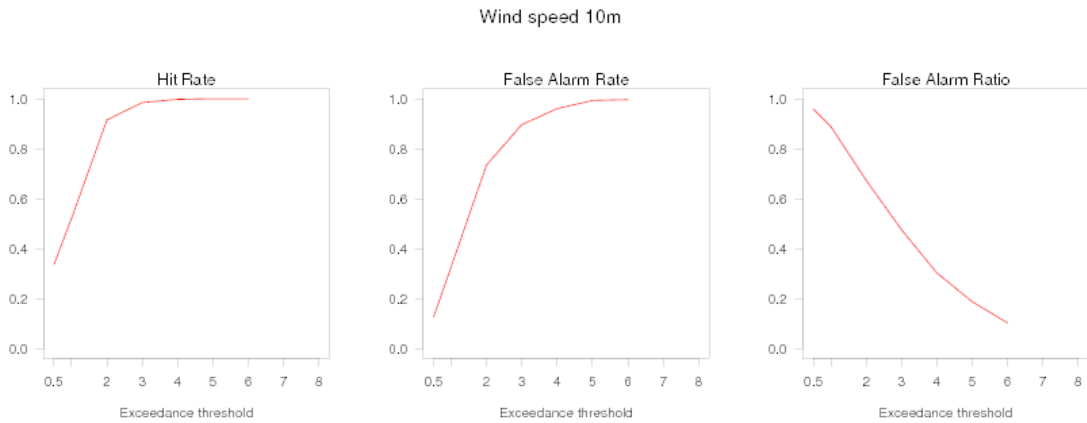
Figur D7: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Blindern i Oslo



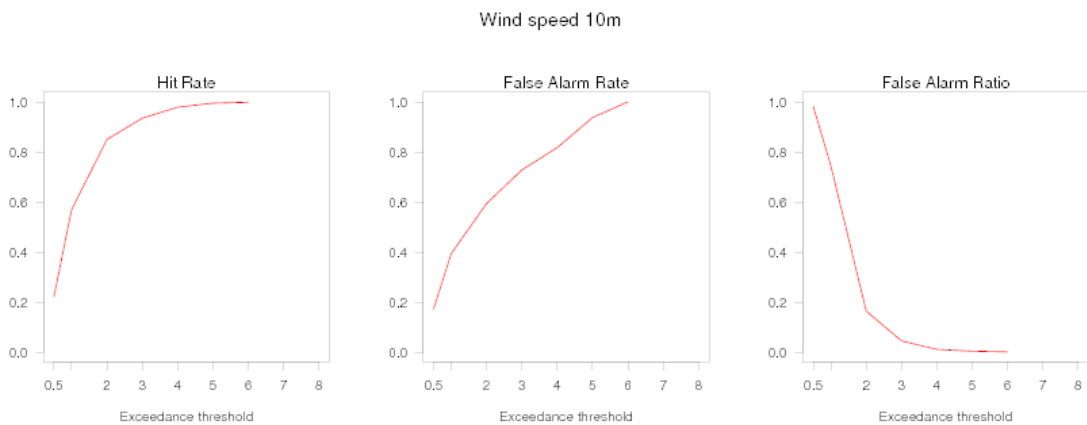
Figur D8: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Valle Hovin i Oslo



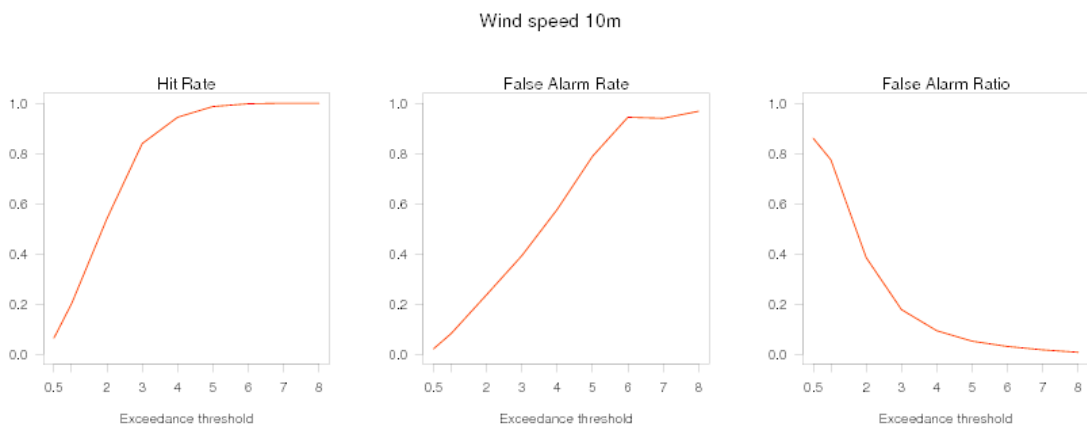
Figur D9: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0.5, 1, 2, 3 og 4 m/s på Berskog i Drammen



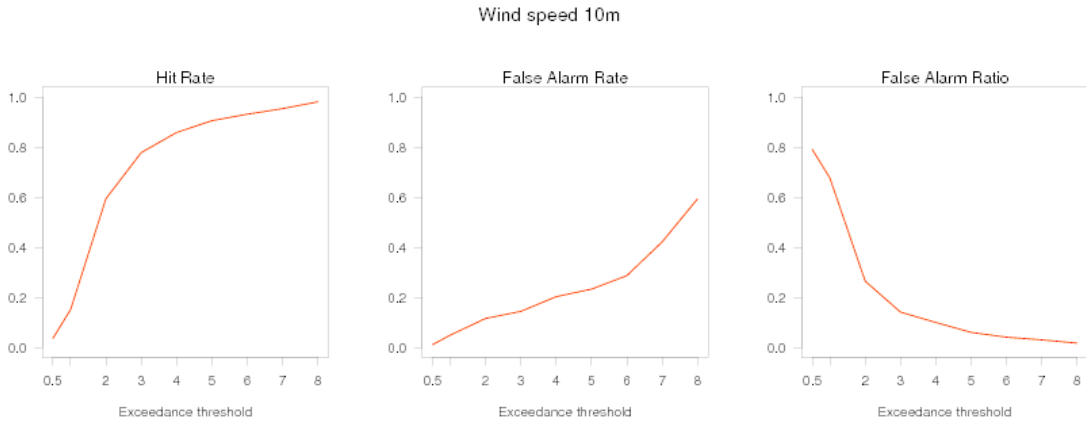
Figur D10: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Gulskogen i Drammen



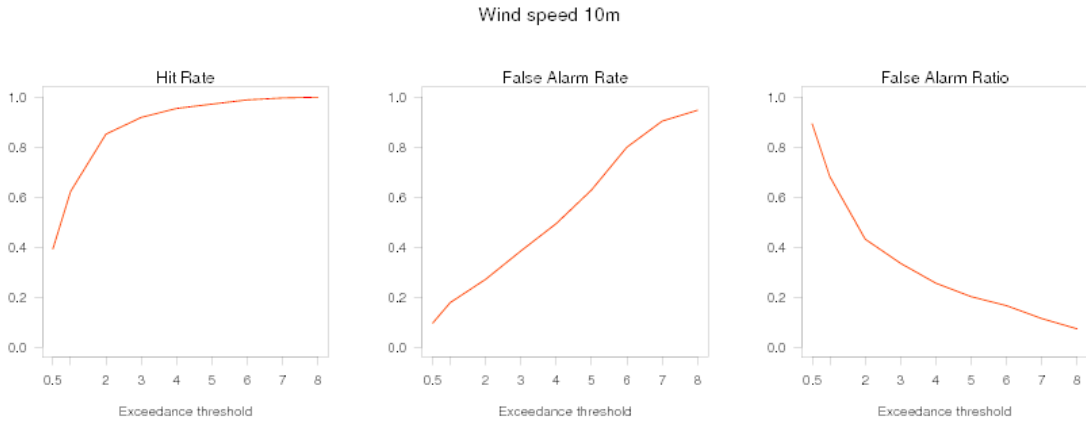
Figur D11: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Marienlyst i Drammen



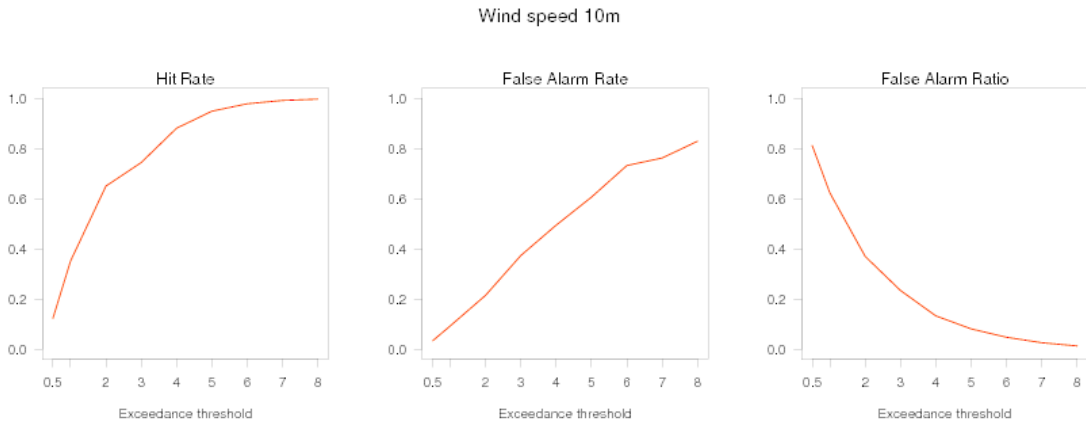
Figur D12: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Geiteryggen i Skien



Figur D13: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Kiellandsmyra i Stavanger



Figur D14: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Florida i Bergen



Figur D15: Statistikk for vindhastighet mindre enn 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 m/s på Voll i Trondheim

Appendix E

Statistiske mål

Definisjon av statistiske mål benyttet i kapittel 4 og 5 og i Appendix D

Nøkkeltall (a, b, c, d) for kvantifisering av hendelser

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | Observert dårlig luftkvalitet | Observert god luftkvalitet |
| Prognostisert dårlig luftkvalitet | a | b |
| Prognostisert god luftkvalitet | c | d |

Evalueringsparametere og hvordan de beregnes.

| Parameter | Forklaring og utregning | Optimal verdi |
|------------------------------------|--|---------------|
| Falsk alarm ratio | Prosent av antall ganger varslet dårlig luftkvalitet var falsk alarm $= b / (a + b) \cdot 100$ | 0 |
| Falsk alarm rate (FAR) | Prosent av alle tilfeller av god luftkvalitet som fikk prognose dårlig luftkvalitet $= b / (b + d) \cdot 100$ | 0 |
| Sannsynlighet for oppdagelse (SFO) | Prosent av de observerte tilfellene av dårlig luftkvalitet som ble varslet $= d / (c + d) \cdot 100$ | 100 |

Differansen mellom prognose og observasjon blir beregnet for hver stasjon og for hvert tidspunkt (E_i).

$$E_i = O_i - P_i$$

Gjennomsnittet (*bias*) og standardavviket (*stde*) av alle E_i for hver enkelt prognoselengde beregnes som

$$bias = 1/n \sum_{i=1}^n E_i \text{ og}$$

$$stde = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n [(P_i - \bar{P}) - (O_i - \bar{O})]^2}$$

der P_i og O_i er hhv. prognoseverdien observasjonsverdien for den enkelte stasjon og det enkelte tidspunkt (i) mens \bar{P} og \bar{O} er gjennomsnittsverdien av hhv. alle prognoseverdiene og observasjonsverdiene for en enkeltstasjon. Det totale antallet par (observasjon og prognose) er n . Den gjennomsnittlige feilen uttrykker prognosens skjevhet eller systematiske feil, standardavviket gir prognosens variasjon omkring gjennomsnittsfeilen og er et mål for den tilfeldige feilen. Den tilfeldige feilen kan også tolkes som prognosens forutsigelsesevne. Kvadreringen medfører at de største enkeltavvikene får størst innflytelse på standardavviket av feilen.