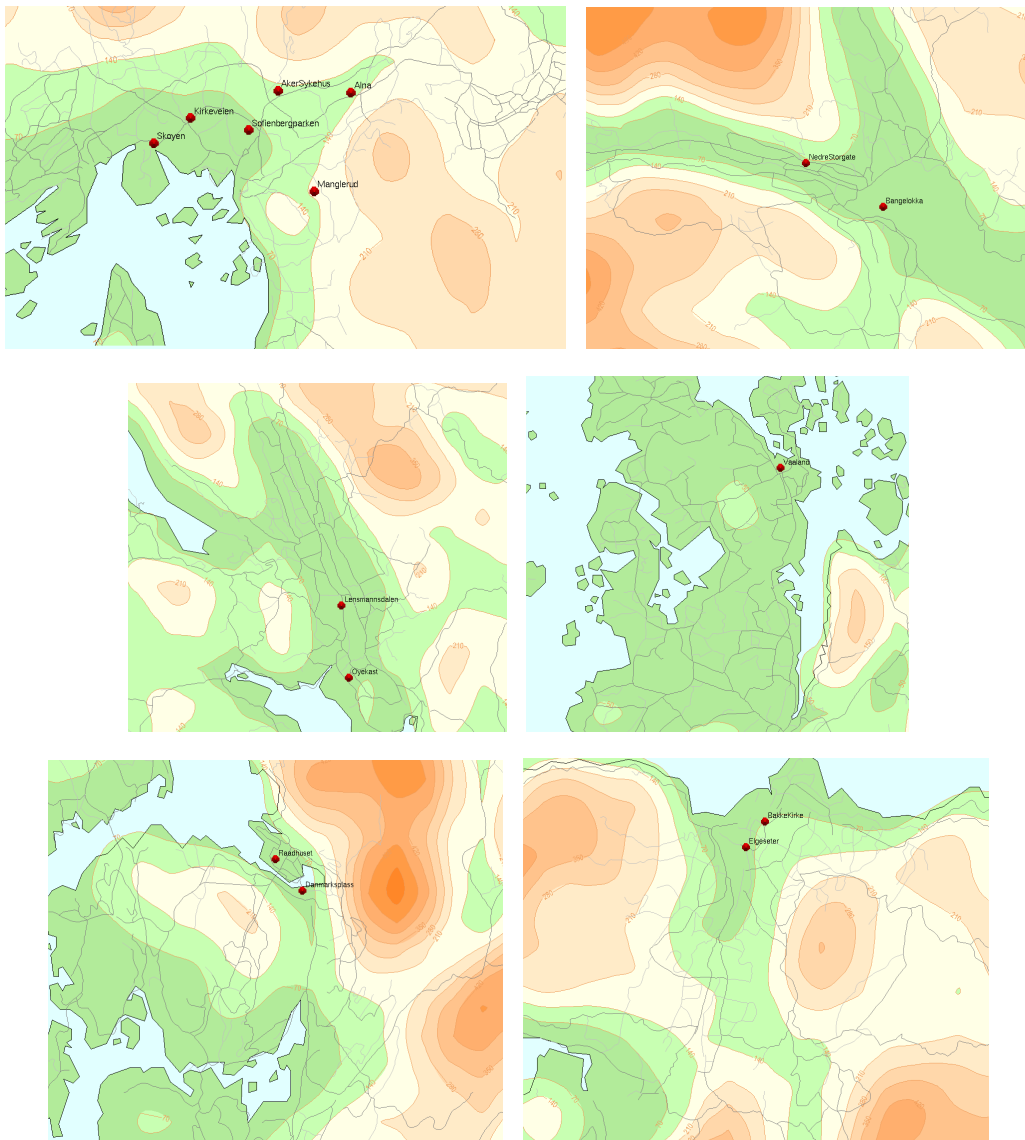




Bedre byluft



Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2006/2007

Viel Ødegaard ¹⁾, Karl Idar Gjerstad ²⁾ og Norvald Bjergene ¹⁾





Tittel Bedre byluft - evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2006/2007	Dato 17. august 2007
Seksjon Meteorologi	Rapport nr. 8/2007
Forfattere Viel Ødegaard, Karl Idar Gjerstad og Norvald Bjergene	Klassifisering <input checked="" type="radio"/> Free <input type="radio"/> Restricted
	ISSN 1503-8025
	e-ISSN 1503-8025
Oppdragsgiver Statens Vegvesen	
Sammendrag se side 1	
Nøkkelord luftkvalitet i byer, finskala meteorologi, prognosemodeller, evaluering	

Disiplinary signature	Responsible signature
 _____	 _____

Innholdsfortegnelse

	Sammendrag	1
1	Beskrivelse av prognosemodellen	2
1.1	Den meteorologiske modellen	2
1.1.1	Unified Model	2
1.1.2	Horisontal og vertikal gitterinndeling	2
1.1.3	Løsningsmetoder for ligningene	3
1.1.4	Stråling	3
1.1.5	Skyer og nedbør	3
1.1.6	Den bakkenære atmosfæren	4
1.1.7	Bakkens overflate	4
1.1.8	Topografi	4
1.1.9	Land-havmaske	4
1.1.10	Bakke­data med tidsvariasjon	5
1.1.11	Start- og randverdier	5
1.1.12	Oppsettet for Bedre byluft	6
1.1.13	Grensesnittet mellom UM og AirQUIS	7
1.2	Luftkvalitetsmodellen	9
1.2.1	Inngangsdata og versjoner	10
1.2.2	SSB-data	10
1.2.3	Bakgrunnsverdier	12
1.2.4	Tidsvariasjon for trafikk	13
1.2.5	Trafikkfaktorer for trafikk	13
1.2.6	PM ₁₀ – bidrag fra asfaltavrivning	13
1.2.7	Oslo	14
1.2.8	Trondheim	14
1.2.9	Drammen	14
1.2.10	Bergen	15
1.2.11	Stavanger	15
1.2.12	Grenland	15
2	Evaluering	16
2.1	Oppsummerende statistikk for meteorologi	16
2.2	Sesongmiddel og korrelasjon for luftkvalitet	18
2.3	Kvalitetsvurdering av luftkvalitetsprognoser	26
2.4	Meteorologi med UM	30
2.5	AirQUIS med UM	31
2.6	Evaluering av luftkvalitetsvarsler fra sluttbruker	39
2.6.1	Om evaluering av subjektive luftkvalitetsvarsler	39
2.6.2	Evalueringsresultater	40
3	Anbefalinger	43
3.1	Meteorologi	43
3.2	Luftkvalitet	43
	Referanser	44

SAMMENDRAG

Prognosesystemet bestående av den numeriske værvarslingsmodellen MM5 og luftkvalitetsmodellen AirQUIS er benyttet til prognoser for luftkvalitet i de norske byene Bergen, Drammen, Oslo, Grenland, Stavanger og Trondheim fra 1. november 2006 til 1. mai 2007. Det beregnes kvantitative prognoser for konsentrasjonen av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} i et 1 km rutenett som dekker byene. Prognosene danner datagrunnlaget for varsler av luftkvalitet som utarbeides for hver av byene av systemets sluttbrukere.

Modellsystemet er utviklet på oppdrag for Statens Vegvesen Vegdirektoratet, og er et resultat av et faglig samarbeid mellom Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Meteorologisk institutt (*met.no*). Systemet består av en numerisk værvarslingsmodell (MM5) med høy horisontal oppløsning for detaljert beskrivelse av spredningsforholdene for luftforurensning, og et informasjonssystem for luftkvalitet (AirQUIS) som inkluderer en utslippsdatabase, beregning av konsentrasjoner av luftforurensning og befolkningseksposering.

Sluttbrukerne av systemet har tilgang til prognoser fra MM5 og AirQUIS på internett hver morgen seinest kl. 7:30 lokal vintertid. Meteorologiske data er i form av tidsserier og vertikale sonderinger for utvalgte punkter, samt kart. Luftkvalitetsdata er i form av tabeller for målepunkter og kart.

Fra mars har også meteorologiske data fra UK Met Office Unified Model (UM) for byene Oslo, Bergen og Trondheim vært tilgjengelig på internett. AirQUIS har benyttet disse dataene til eksperimentelle luftkvalitetsprognoser siden slutten av mars. Disse prognosene er resultatet av et langvarig utviklingsarbeid for å erstatte MM5 som meteorologimodell i Bedre byluft.

Rapporten beskriver modellsystemene, endringer og oppdateringer for sesongen. Evaluering av prognoser mot observasjoner av meteorologiske parametere og luftkvalitet er utarbeidet for hele sesongen under ett. Evaluering av prognosene med UM utgjør en viktig del av rapporten. Det blir lagt vekt på sammenlignbare perioder både når det gjelder meteorologi og luftkvalitet.

Rapporten har fem appendix. Appendix A definerer de statistiske målene som benyttes til beskrivelse av prognosenes kvalitet, Appendix B inneholder figurer som illustrerer de statistiske målene for prognosefeilen til MM5, Appendix C inneholder tidsserier av observert og prognostisert forurensningskonsentrasjon for alle målesteder og komponenter samt speilpunkter. Appendix D viser statistiske mål for prognosefeilen til MM5 og UM for sesongens to siste måneder og Appendix E inneholder datagrunnlaget for beregning av kvaliteten på de subjektive varslene fra systemets sluttbrukere.

Rapporten konkluderer med at Bedre byluft kan sammenlignes med lignende varslingsmodeller andre steder når det gjelder kvalitet. Prognosene for lokal meteorologi har gjennomsnittlig lave verdier på statistiske mål for feil. AirQUIS med input fra UM-modellen gir bedre resultater enn med MM5. Det er nødvendig å forbedre temperaturvarslene fra UM, og det er nødvendig å oppgradere utslippsdatabasen i AirQUIS for Drammen og Grenland.

1. BESKRIVELSE AV PROGNOSEMODELLEN

1.1 Det meteorologiske modellsystemet

Den meteorologiske modellen (MM5) som er benyttet for beregning av inngangsdata til spredningsmodellen har ikke vært endret siden forrige sesong. For detaljert beskrivelse av modellen og oppsettet rundt den, henvises det til fjorårets rapport (Ødegaard et al. 2006).

MM5 er en fritt tilgjengelig modell utviklet ved NCAR. NCAR har besluttet å erstatte MM5 med en ny modell, Weather Research and Forecasting Model (WRF) framfor å videreutvikle MM5. Det har derfor ikke kommet nye versjoner av MM5 de siste årene. Ved met.no er det etablert et samarbeid med United Kingdom Meteorological Office (UK Met Office) om lokal skala meteorologisk modellering. I dette samarbeidet skal met.no benytte UK Met Office sin modell, Unified Model (UM). I samarbeidet skal UK Met Office bidra med støtte og oppfølging av modellen, mens met.no bl.a skal bidra med uttesting og identifisering av modellkvalitet/modellfeil i kompleks topografi og nordisk vinterklima. Modellen har vært i drift ved met.no siden 2004 med 4x4 km oppløsning. Modellen har gitt svært gode prognoser for vind og nedbør når vi evaluerer resultatene mot observasjoner i Norge. Etter en helhetsvurdering har met.no kommet fram til at MM5 bør erstattes med UM.

UM har vært kjørt med 1km horisontal oppløsning for tre områder rundt flyplasser i Norge. Fra vinteren 2007 ble antall områder med 1km oppløsning utvidet til åtte, og omfatter nå alle byene som er med i Bedre byluft. En ny maskin ved tungregneanlegget i Trondheim er den direkte årsaken til at det er mulig å gjøre meteorologiberegninger med UM innenfor tidsfristene til Bedre byluft.

1.1.1 Unified Model

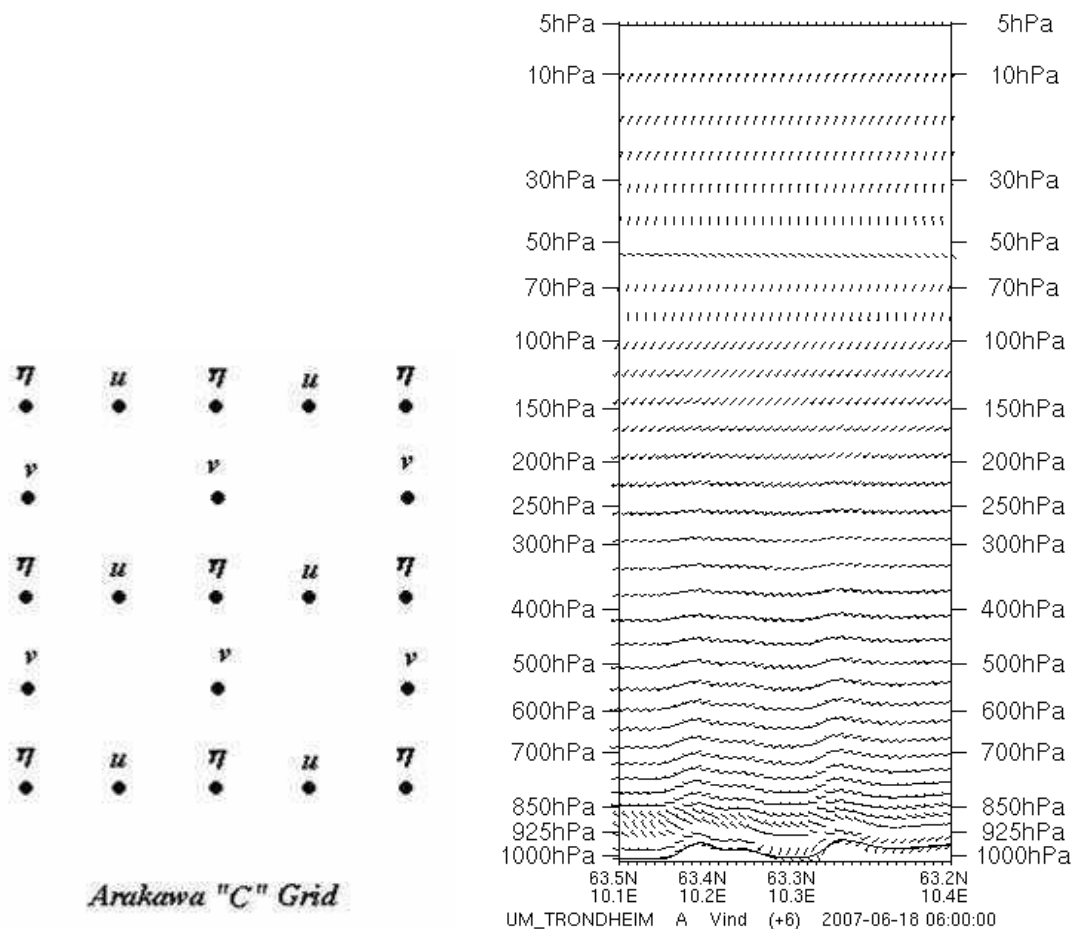
Numeriske værvarslingsmodeller er gitterpunktmodeller som løser et ligningssett bestående like mange ligninger som ukjente variable. Hvilke antakelser som ligger til grunn for forenklingene som må gjøres, varierer fra modell til modell. I UM og MM5 antas det ikke at det er balanse mellom tyngdekraften og den horisontale trykkraften til enhver tid. Modellene kan da beregne endringer i vertikalhastigheten, og gjør dem egnet til å benyttes med høy oppløsning, der det f.eks beregnes oppstigningshastigheter over bratt terreng og i konvektive bevegelser.

1.1.2 Horisontal og vertikal gitterinndeling

Det horisontale gitteret i UM er et Arakawa C-gitter. Her er beregningspunktene for vinden en halv gitterlengde forskjøvet i forhold til beregningspunktene for temperatur og fuktighet.

Vertikalt har gitteret 38 nivåer og det er terrengfølgende nær bakken og går over til konstant høyde over havet i øvre lag. Koordinaten er basert på høyde. Nedenstående figur viser vinden i alle nivåer i et snitt gjennom Trondheim fra Korsfjorden til Jonsvatnet.

Vertikalt er det også en halv gitterlengde forskyvning av beregningsnivået for potensiell temperatur og vertikalhastighet i forhold til de andre variablene (Charney-Philips grid).



Figur 1.1 Beregningspunkter i gitteret som benyttes i UM. Vindhastighetene u (retning øst-vest) og v (retning nord-sør) beregnes en halv gitterrute forskjøvet i forhold til η som symboliserer temperatur, vanndamp eller vanninnhold (venstre) Fordeling av lagene i UM illustrert med vindpiler for alle gitterpunkter (høyre).

1.1.3 Løsningsmetoder for ligningene

Det benyttes en semi-implisitt tidsintegrasjon over to tidsnivåer og en semi-Lagrangsk adveksjon. Dette er beregningsmetoder som benyttes for å kunne utføre tidsintegrasjon med relativt lange tidsskritt slik at beregningene ikke skal ta for lang tid. Det regnes med 20 sekunders tidsskritt i tidsintegrasjonen for alle byene, unntatt Trondheim der det benyttes 24 sekunder.

1.1.4 Stråling

UM beskriver atmosfærisk stråling der det tas hensyn til gasser (Cusack et al. 1999) og iskrystaller med ulike former (Kristjansson et al. 2000). Når det gjelder skydekkets betydning, skilles det mellom bygeskyer og lagskyer (Geleyn and Hollingsworth 1979).

1.1.5 Skyer og nedbør

Nedbørprosesser beskrives vha detaljerte mikrofysikkprosesser inne i skyene. Vannet forekommer som damp, i skyer som vann eller is og i nedbøren som regn, snø og hagl (Wilson and Ballard, 1999). Det skilles mellom grunne og dype bygeskyer (Lock et al. 2000). Utviklingen

av dype bygeskyer tar hensyn til skyenes levetid (Fritsch and Chappell, 1980) og utveksling av luft med omgivelsene over skyenes ytterkanter (Grant and Brown, 1999).

1.1.6 Den bakkenære atmosfæren

Prosesser i den bakkenære atmosfæren er ansvarlig for transport av varme og fuktighet mellom den frie atmosfæren og bakkens overflate. Beskrivelsen inneholder detaljer i flere nivåer mellom bakken og den diagnostiserte høyden av dette blandingslaget. Dette er nødvendig da dybden av blandingslaget kan variere mellom 2-3 tusen meter i ustabile tilfeller til mindre enn hundre meter i ekstremt stabile tilfeller.

1.1.7 Bakkens overflate

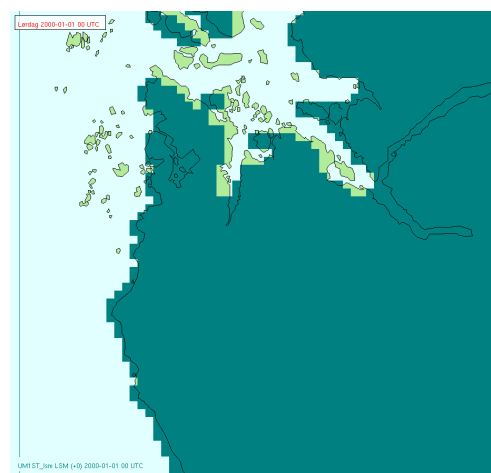
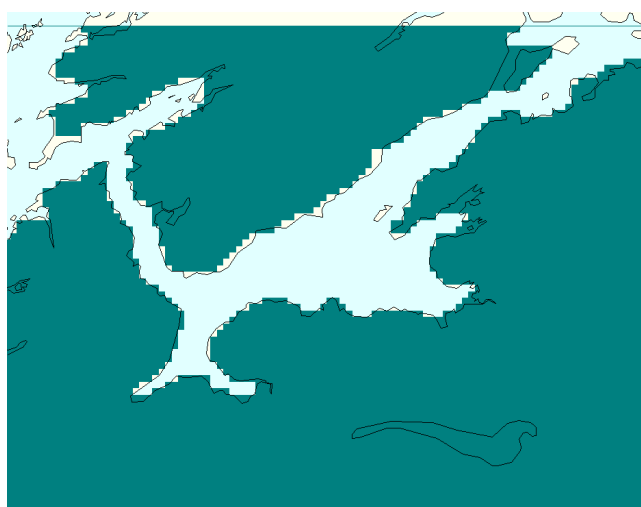
Bakkens overflate beskrives med ni forskjellige overflatetyper, der hver gitterboks i bakkenivå kan ha flere overflatetyper som hver seg beslaglegger en brøkdel av gitterboksens bunnareal. Overflatetyperne som er beskrevet er i) løvskog ii) barskog iii) gress i tempererte strøk iv) gress i tropiske områder v) busker vi) by vii) innsjø viii) bar jord ix) is. Datagrunnlaget for beskrivelsen har 1km oppløsning. Overflatetyperne har ulike egenskaper når det gjelder varmekapasitet, varmeledningsevne, vannledningsevne, vannlagringskapasitet, utstråling og strålingsrefleksjon med mer. Disse egenskapene er avgjørende for fordelingen mellom varme og fuktighet i overføringen av energi mellom bakke og atmosfære, og igjen betydning for simulering av temperatur, luftfuktighet og skydannelse.

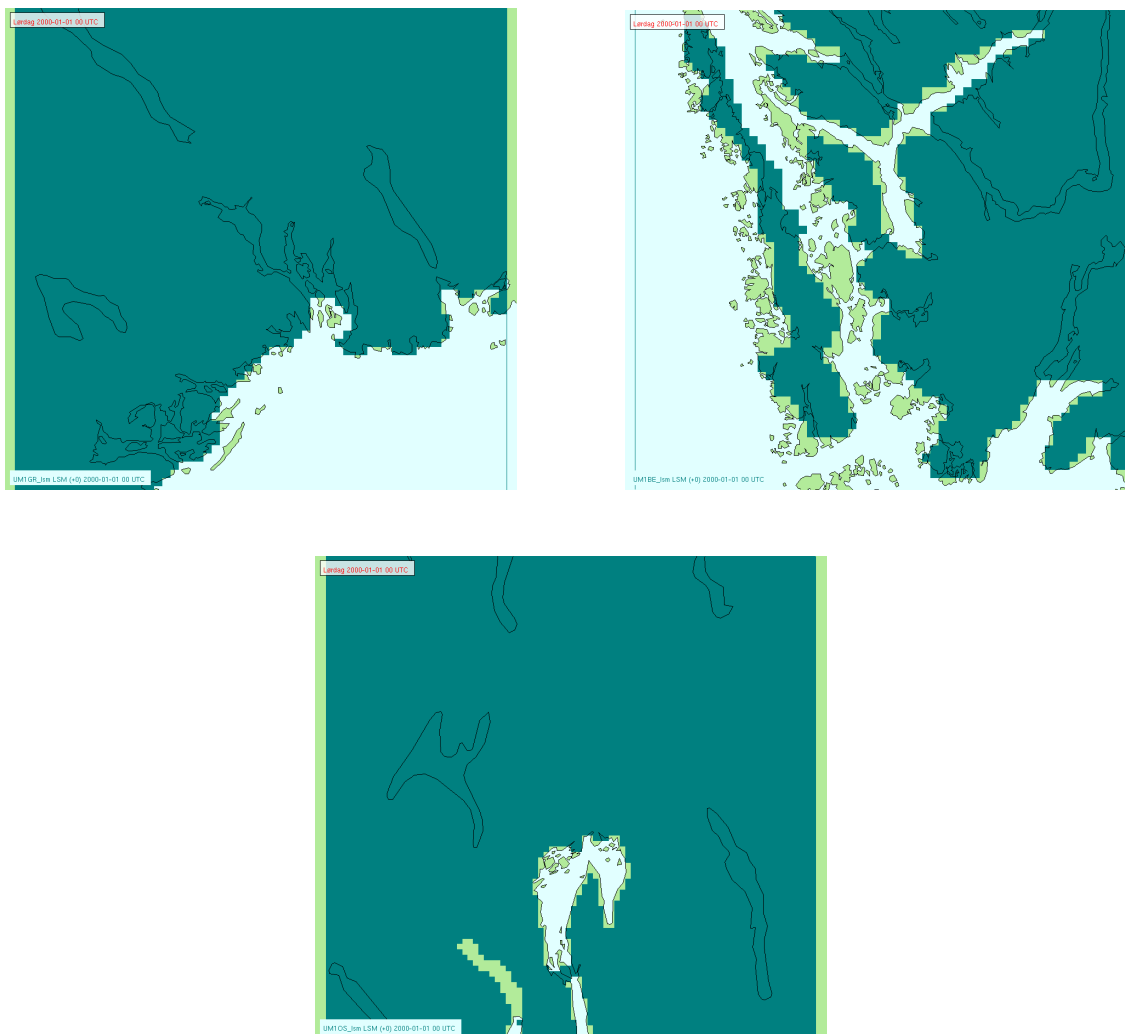
1.1.8 Topografi

Topografidataene som benyttes i modellen har en oppløsning på 30' (tilsvarer ca 1km) og kommer fra GLOBE datasettet. Fra disse dataene beregnes også topografivariasjon og hellingsvinkel NS og ØV innenfor gridboksen. Siden dataene ikke har høyere oppløsning enn modellen selv i våre oppsett for Bedre byluft, blir variasjonen innenfor gridboksen liten.

1.1.9 Land-havmaske

Modellen benytter antakelsen at hver gridboks er enten hav eller land. Ved met.no er det utviklet et verktøy for individuell tilpasning av land-havmasken. Dette benyttes sammen med kartdata for å korrigere land-havmasken slik at det blir best mulig overensstemmelse mellom land-havmasken og de høyoppløselige kartdataene.





Figur 1.2 Land-havmaske i UM. Øverst til venstre Trondheim, øverst til høyre Stavanger, midten til venstre Grenland, midten til høyre Bergen og nederst Oslo og Drammen.

1.1.10 Bakkedata med tidsvariasjon

Inngangsdata som varierer i tid får modellen fra et system av modeller og observasjoner som nøstes i hverandre med økende oppløsning. Temperaturen på havoverflaten og havisutbredelsen er basert på satellittobservasjoner og oppdateres daglig. I områder med skyer, der satellittene ikke kan oppdatere dataene, benyttes data fra European Centre for Medium Range Forecasting (ECWMF). Bakkens overflatetemperatur, snødekke, jordtemperaturer og jordfuktighet kommer fra en 12-timers HIRLAM-prognose som korrigeres vha observasjoner av 2m temperatur og 2m relativ fuktighet. Alle disse dataene har horisontal oppløsning 10x10 km.

1.1.11 Start- og randverdier

Atmosfærens tilstand ved starten av prognosen er en HIRLAM-prosessering av observasjonene, kalt analyse. Analysen gjøres i et 20x20 km grid og interpoleres til 10x10 km og 4x4 km. For modellene som benyttes i Bedre byluft, er starttidspunktet forskjøvet 3 timer, for at dataene skal

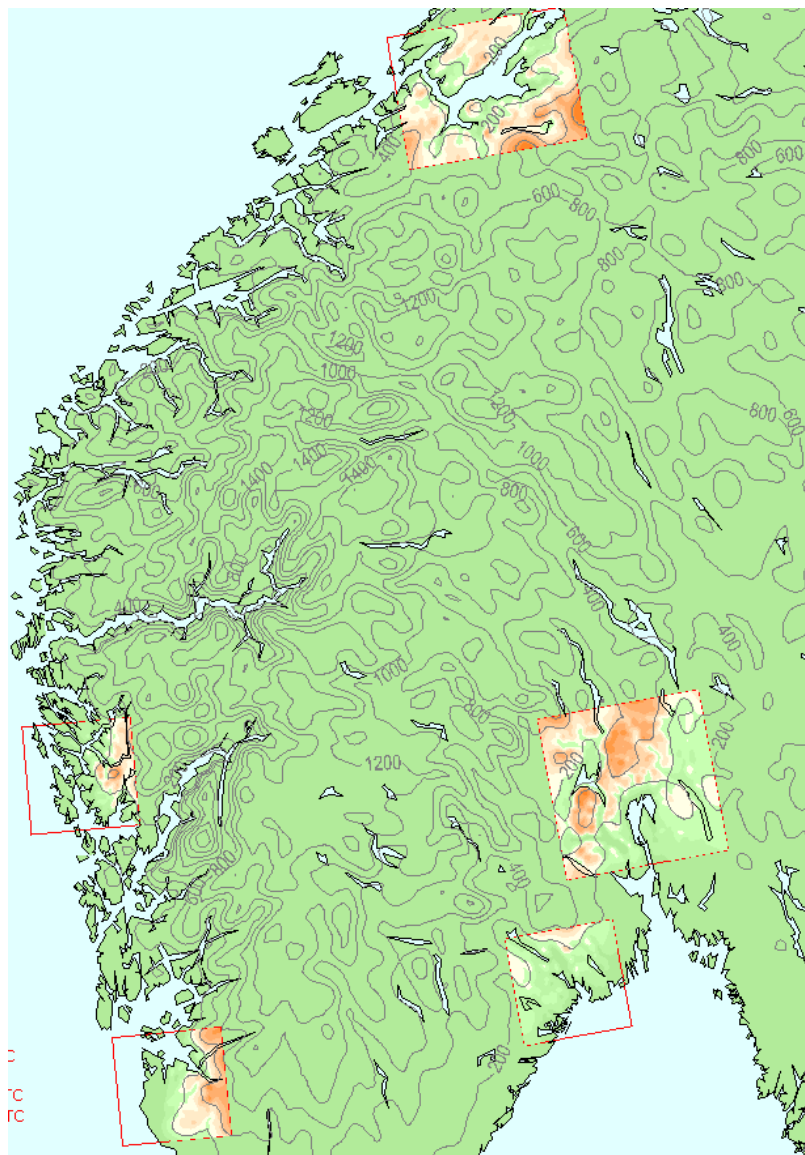
tilpasse seg 4x4 km oppløsning før videre nedskalering til 1x1km.

Randverdier til HIRLAM 10x10 km kommer fra en 12 timer eldre ECMWF prognose og gis hver tredje time. Randverdier til UM 4x4 km kommer fra en HIRLAM-prognose fra samme tidspunkt og gis hver time. Fra UM 4x4 km beregnes randverdier til UM 1x1 km. Disse randverdier oppdateres hvert 20. minutt fordi byområdene er relativt små. Ved å gi randverdier ofte, sikrer vi at variasjonene i været i de ytre områdene blir overført til de indre, høyoppløselige områdene.

Topografien i den ytre 4km modellen er mer utglattet og derfor forskjellig fra topografien i det indre 1km-området. Værparametre som trykk og temperatur varierer med høyden. For at disse skal overføres fra ytre til indre område uten brå endringer som kan skape numerisk støy, er topografien i det indre området tilpasset den ytre topografien over en sone på 8 gitterpunkter fra ytterkanten.

1.1.12 Oppsettet for Bedre byluft

UM-modellen er satt opp til å beregne på fem områder: Oslo og Drammen, Grenland, Stavanger, Bergen og Trondheim. Oslo og Drammen har 90x90 beregningspunkter horisontalt, Trondheim har 100x75 og de andre områdene har 60x60 punkter. Modellen startes opp på data for 03 UTC daglig og kjører 45 timer fram til 00 UTC to dager senere.



Figur 1.3 UM-områdene for Bedre byluft, topografi i farger grønt til brunt med 70 m ekvidistanse. På bakgrunnskartet vises topografi (grå isolinjer) i UM4km med 200m ekvidistanse.

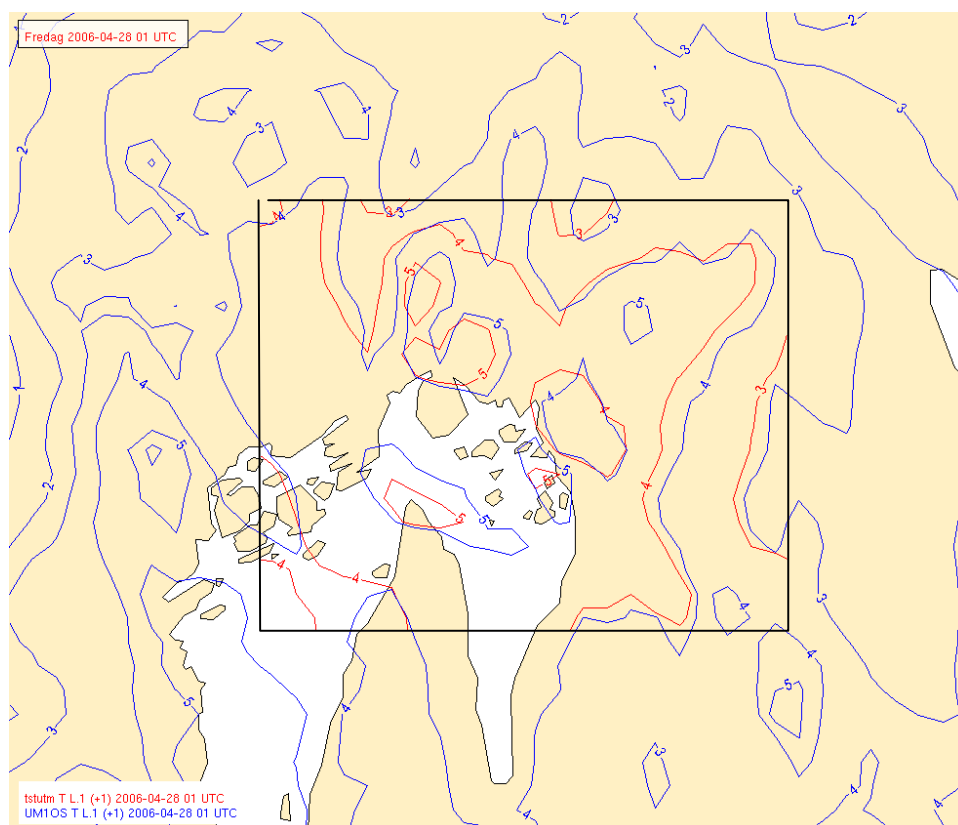
1.1.13 Grensesnittet mellom UM og AirQUIS

UM-data overføres fra tungregneanlegget i Trondheim til met.no og konverteres til met.no filformat (feltfil) lokalt. Det er utviklet en programpakke som leser meteorologiske data fra UM feltfiler (kulekoordinater) og interpolerer horisontalt til AirQUIS' grid (UTM-koordinater) og vertikalt mellom to terrengfølgende høydekoordinater. UM har 10-12 lag innenfor den totale tykkelsen til de 10 lagene i AirQUIS. Figur 1.4 og 1.5 viser resultatet av interpolasjonen. I operasjonell bruk er det bare de interpolerte vindverdiene (1.5 høyre) som blir benyttet i

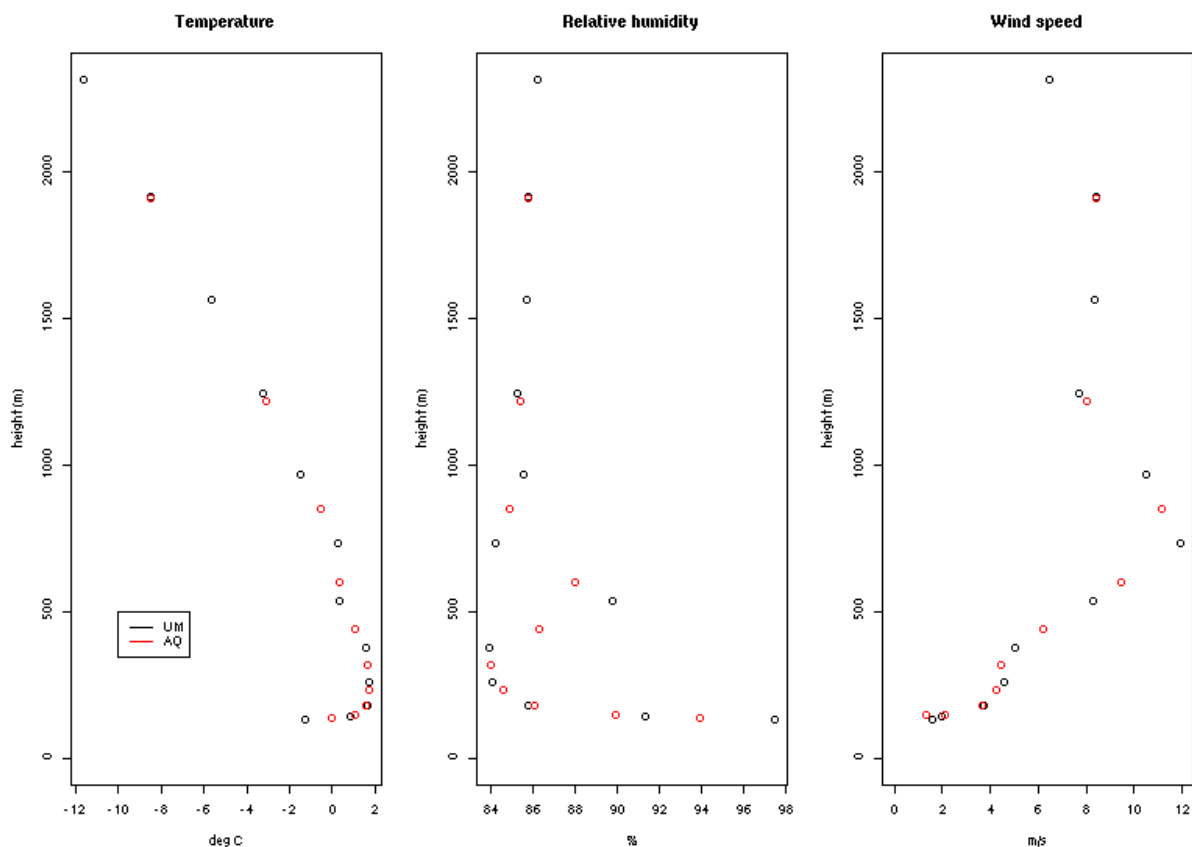
AirQUIS. Duggpunkttemperatur og vertikal temperaturgradient beregnes ikke direkte i UM, og må derfor etterberegnes for AirQUIS.

Data med tidsvariasjon overføres fra UM til AirQUIS for hver time.

Bakke data uten tidsvariasjon (2-dimensjonale)	Topografi, overflatetype
Bakke data med tidsvariasjon (2-dimensjonale)	Lufttemperatur, bakketemperatur, vertikal temperaturendring, høyden av blandingslaget, duggpunktstemperatur, relativ fuktighet, prosentvis skydekke, nedbør
Data med tidsvariasjon i flere nivåer (3-dimensjonale)	Vind
Data med tidsvariasjon i ett punkt (1-dimensjonale)	Lufttemperatur, bakketemperatur, vertikal temperaturendring, høyden av blandingslaget, duggpunktstemperatur, relativ fuktighet, nedbør, vindretning, vindstyrke



Figur 1.4 Temperatur i UM Oslo-området (blå), og etter interpolasjon til AirQUIS' UTM-koordinater (rød) innenfor AirQUIS-området.



Figur 1.5 Resultat av interpolasjon fra UM-lagene (svart) til AirQUIS-lagene (rødt).

1.2 Luftkvalitetsmodellen

Spredningsberegningene i Bedre Byluft-prosjektet blir gjennomført ved hjelp av NILUs AirQUIS (Air Quality and Information System). AirQUIS er et system for luftkvalitetsovervåking og miljøinformasjon i sin tid utviklet av NILU i samarbeid med NORGIT Senteret A/S. Systemet inneholder flere delsystemer, bl.a. en måledatabase, en utslippsdatabase, sprednings- og eksponeringsmodeller, samt ulike måter å presentere og analysere data på GIS. AirQUIS er nå et rent NILU-produkt som er under kontinuerlig utvikling.

Beregningene med AirQUIS Forecast foregår i flere trinn. Først blir utslipp fra de tre kildekategoriene areal, punkt og linje beregnet for valgt time, dvs. at utslippsfaktorer og tidsvariasjoner for denne timen benyttes til å beregne utslipp for timen basert på årsutslippet. Man tar hensyn til faktorer som f.eks. kjøretøysammensetning og piggdekkandel. Prognosemodellen kan derfor ikke dekke dager med spesielle utslippsforhold som veiarbeid, husbranner og uforutsett trafikkmønster. Deretter kombineres utslippsdataene med meteorologiske data for å beregne transport og spredning av utslippene i form av konsentrasjonsfelt for hver time og for hver komponent. Arealene til AirQUIS er for alle byene gitt i et 1 km²-rutenett.

Størst usikkerhet i utslippsdataene knyttes trolig til PM₁₀ utslippsmodulen. Utslipp av partikler (PM₁₀ og PM_{2,5}) beregnes ut fra trafikens kjøretøysammensetning og trafikkhastighet. Først

beregnes eksospartikkelutslippet, deretter finfraksjon av veistøv (PM_{2,5}). Grovfraksjonen i partikkelutslippet, dvs. forskjellen mellom utslippet av PM₁₀ og PM_{2,5}, beregnes deretter ut fra piggdekkandel, hastighet, andel tungtrafikk, graden av fuktighet på veibanen og resuspensjonsbidraget (Tønnesen, 1997). For å bestemme hvor tørr veibanen er, trenger man kjennskap til nedbørmengde, hvor lang tid det har gått siden det falt nedbør, luftfuktighet og temperatur. Disse dataene hentes fra MM5 (eller HIRLAM10). Graden av fuktighet på veibanen modifierer både PM_{2,5}- og PM₁₀-utslippet som stammer fra veislitasje.

1.2.1 Inngangsdata og versjoner

Det er installert AirQUIS på *met.no* for alle byer. Applikasjonen er fleksibel siden utslippsdata blir hentet dynamisk fra databasene. Dette innebærer at endringer i kilder, eksempelvis endring av veidata, piggdekkandel eller lignende, lett kan gjøres underveis i sesongen. Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, forbruk av fossilt brensel fra punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av NO₂, NO_x, O₃ (ozon), PM₁₀ og PM_{2,5} for beregningsperioden. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningspunkter til å beregne eksponering.

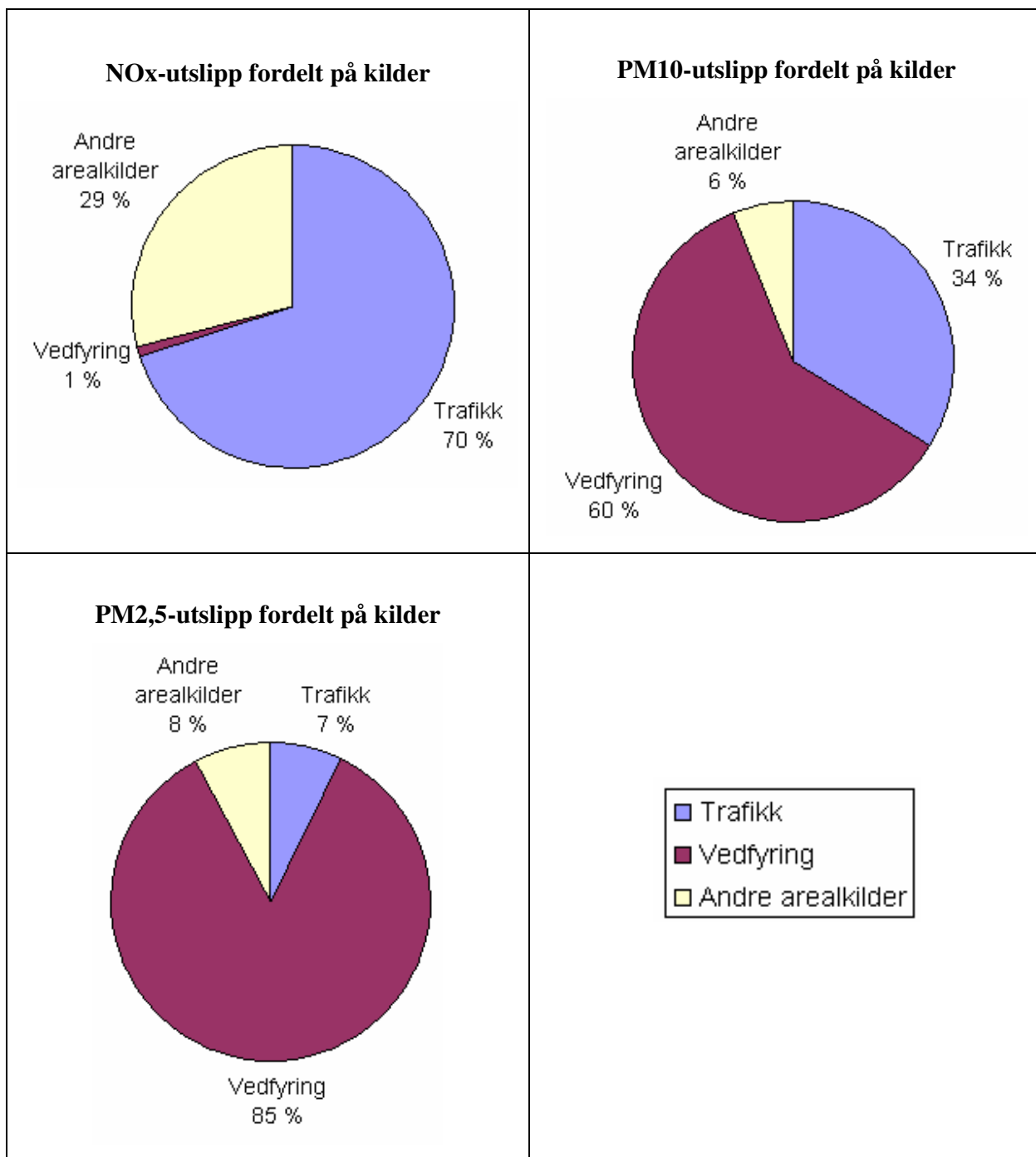
1.2.2 SSB-data

Forbruksdata fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) er inndelt i ca 80 kildekategorier. For å redusere antall kategorier som brukes i beregningene blir kildekategoriene fra SSB slått sammen til såkalte samlekategorier (Tabell 1.2). Samlekategoriene 1 til og med 6 er data fra SSB. Veitrafikk, kildekategori 7, er trafikkdata levert av samferdselssektorene (Kap. 1.2.4 – 1.2.6).

Tabell 1.1: Samlekategorier benyttet i AirQUIS Forecast beregningene.

Samlekategori	Beskrivelse
1	Vedfyring
2	Industri
3	Primærnæring, offentlig forvaltning og privat tjenesteyting
4	Oppvarming unntatt vedfyring
5	Motorredskap unntatt gressklippere
6	Skip og jernbane
7	Trafikk

Forbrukstall for hver kildekategori levert av SSB multipliseres med utslippsfaktorer for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}. Dette gir primærutslipp av disse komponentene for hver kildekategori. Deretter sorteres de ulike kildekategoriene i de enkelte samlekategoriene, og utslippene innenfor hver grunnkrets summeres. Dette gir totalutslipp fra hver samlekategori innenfor hver grunnkrets, dette utslippet blir omtalt som *arealkilder*. NILU kan ikke oppdatere disse dataene selv. Utslippsdata for arealkilder utenom vedfyring ble oppdatert siste halvdel av 90-tallet, mens det ble gjort oppdateringer av utslippsdata for vedfyring i 2003/2004. Begge disse kategoriene har nå behov for oppdatering. Grunnen til at det bare var utslipp fra vedfyring som ble oppdatert i 2001-2003 er at denne kilden er viktigst med tanke på konsentrasjoner av PM_{2.5} og PM₁₀.



Figur 1.6 Diagrammene viser hvordan utslipp fordeles mellom tre hovedkilder: Trafikk, vedfyring og andre arealkilder utenom vedfyring.

Figur 1.6 viser hvordan AirQUIS fordeler totalutslippet av NOx, PM10 og PM2.5 mellom de tre hovedkildene i Oslo: Trafikkutslipp, utslipp fra vedfyring og utslipp fra andre arealkilder enn vedfyring. Figuren viser at vedfyring er viktigste kilde for PM10 og PM2.5. Kategorien for arealkilder utenom vedfyring gir også et betydelig bidrag til totalutslippet; spesielt for NOx, men også for PM10 og PM2,5. Denne figuren bygger på AirQUIS-data som er hentet fra Oslo, det er

likevel rimelig å anta at tilsvarende diagrammer fra de andre byene vil vise samme tendens med noe variasjon. Figuren viser at for å kunne prognostisere luftkvaliteten er alle arealkilder viktige, ikke bare vedfyring selv om den er størst for PM.

1.2.3 Bakgrunnsverdier

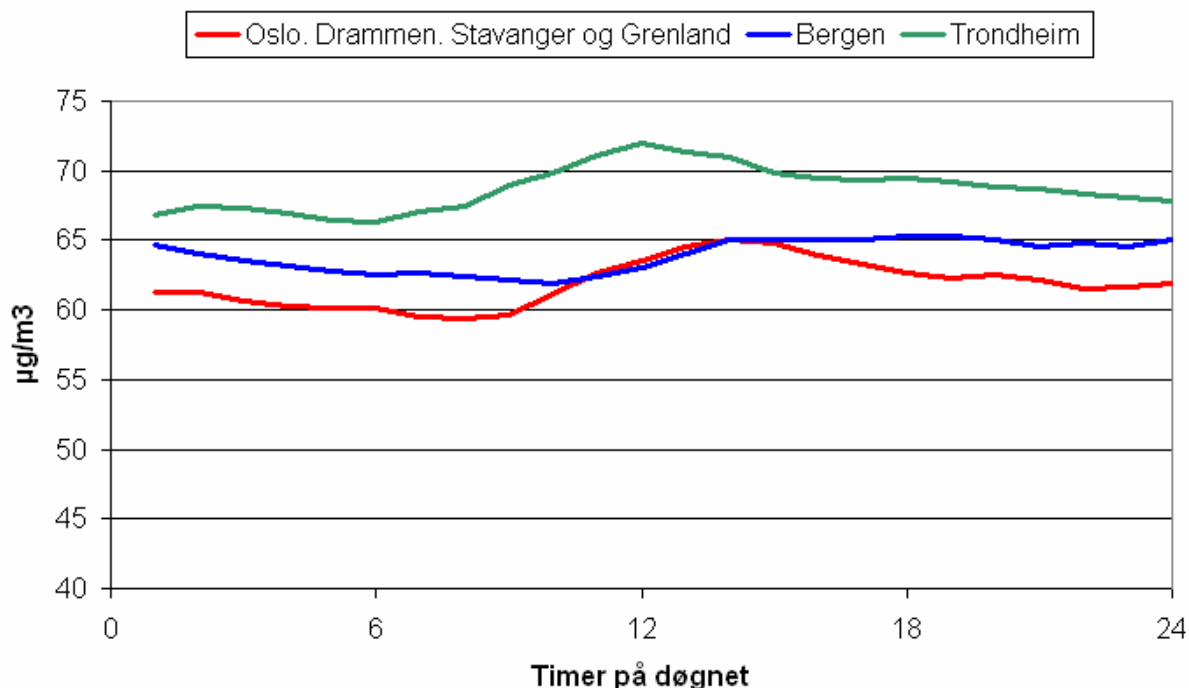
AirQUIS beregner kun bidraget fra lokale kilder. Modellen må derfor anta bakgrunnskonsentrasjoner for at nivåene ikke skal bli for lave. Bakgrunnsverdiene som er brukt for de seks byene for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er vist Tabell 1.3.

Tabell 1.2 Bakgrunnskonsentrasjoner av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} brukt i AirQUIS i de seks byene.
Enhet: mg/m³.

By	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
Oslo Drammen Grenland Stavanger	2,0	6,0	4,1
Bergen	1,5	5,1	3,4
Trondheim	0,9	1,9	1,3

Beregningene av NO₂ avhenger bl.a. av ozonkonsentrasjonene (O₃). Antatt O₃-bakgrunn for hver time i døgnet er vist i Figur 1.7. Grafene er ment å simulere en midlere døgnsyklus av ozon på vinterstid i Sør-Norge. For Oslo er ozonverdiene beregnet på grunnlag av timesdata i vinterperioden 1999-2000 av maksimum på de tre stasjonene Jeløya, Prestebakke og Hurdal. For hver time i døgnet beregnes det en middelvei av disse maksimumsverdiene som vist i tabellen. For Drammen, Grenland og Stavanger er det brukt samme tabulerte ozonverdier som for Oslo. For Bergen og Trondheim er det brukt middelveier for hver time i døgnet henholdsvis for stasjonene Voss og Kårvatn.

Antatt bakgrunnsnivå av ozon



Figur 1.7 Bakgrunnskonsentrasjoner av ozon (O_3) for hver time i døgnet brukt i luftkvalitetsmodellen i de seks byene. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per time.

1.2.4 Tidsvariasjon for trafikk

I beregningen brukes tidsvariasjon for trafikk for å fordele årlig døgntrafikk (ÅDT) til timestrafikk. Døgnfordeling av trafikken er basert på tellinger på E18 i Drammen i 2000. Tidsvariasjonen for trafikk på E18 i Drammen er levert av Buskerud vegkontor (Buskerud vegkontor, 2001). NILU har justert trafikandelen et par timer midt på natten slik at det gir en bedre overensstemmelse med kjøremønsteret i Oslo og Trondheim.

1.2.5 Trafikkfaktorer for trafikk

Utslippsfaktorer for alle kjøretøy er beregnet av NILU basert på rapportene *Utslipp fra vegtrafikk i Norge* og *COPERT 3*. Utslippsfaktor for NO_2 er 3 - 20 % av utslippsfaktor for NO_x , avhengig av kjøretøy og stigning for den enkelte veilenke.

1.2.6 PM_{10} – bidrag fra asfaltavriving

Statens vegvesen Veidirektoratet har oppgitt prosentvis trafikkarbeid med piggfrie dekk for 2005 (Larssen, 2005). Databasene for alle byene ble oppgradert sommeren 2005. Asfaltavriving fra piggdekk er en signifikant kilde for grovfraksjon svevestøv i byer i Norge. Hvor mye svevestøv som genereres fra piggdekk er gitt ved følgende likning:

Grovfraksjon støvutslipp per kjøretøy =

$$c \cdot (a \cdot TT + b) \cdot G(v) \cdot RP \cdot \text{fuktighetsdemping},$$

der:

$$RP = 0,98 \cdot PD + 0,02.$$

$$G(v) = (v/v_0)^2$$

Konstantene a , b og c er empirisk definerte parametere, TT er prosentandel tungtrafikk, RP er resuspensjonsfaktor der PD er prosentandel piggdekkbelastet trafikkarbeid. G er hastighetsfunksjonen der v er hastigheten og v_0 er referansehastighet på 75 km/h.

Tabell 1.4 Piggfriandelen i år 2005 i de ulike byene i Bedre Byluft.

By	Piggfriandelen 2005 (%)
Oslo	76,2
Trondheim	62,3
Bergen	70,1
Drammen	70,6
Grenland	42,6
Stavanger	70,3

1.2.7 Oslo

Utslippsdata i Oslo bygger på arbeid bl.a. utført i forbindelse med prosjektet *Rikets Miljøtilstand 2001* (Laupsa, 2002a). Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB med faktorer som beskriver tidsvariasjonen gjennom året og er oppdatert fra 1995 til 1998. Utslipps- og forbruksdata for vedfyring i Oslo ble oppdatert i 2004 av SSB. For utslipp fra veitrafikk i Oslo er det benyttet vei- og trafikkdata for 1992 som hovedsakelig kommer fra prosjektet *Transportplan i 10 byer 1992*. Trafikkdata er imidlertid skalert frem til 2000 i hht. *Nasjonal transportplan 2002-2011* (Statens vegvesen, 1998). Nytt hovedveinett er lagt inn og er fra beregnet med en trafikkmodell fra Scandiaconsult (MA2 kjøring) (Laupsa, 2002b) for 1999. Veinettet i Oslo-området er også oppdatert med de tunneler som var åpnet i 2000/2001.

Store deler av hovedveinettet er i tillegg manuelt kvalitetssikret og korrigert. Korreksjonene er basert på tellinger fra Statens vegvesen Oslo fra 1999 t.o.m. 2002. I tillegg er deler av de viktigste kommunale og fylkeskommunale veiene kontrollert og oppdatert i samarbeid med Helsevernetaten i Oslo. For sesongen 2004/2005 ble miljøhastighet på Trondheimsveien lagt inn i AirQUIS, dvs. reell hastighetsreduksjon fra 80 km/t til 70 km/t (ny skiltet hastighet er 60 km/t). For sesongen 2005/2006 ble årsgjennsnittet (ÅDT) oppdatert for veilenker som ligger i umiddelbar nærhet av målestasjonene i Oslo. Dette gjelder totalt 20 veilenker (riksveier og europaveier). Data for nye ÅDT-tall ble levert av Oslo veikontor.

1.2.8 Trondheim

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB med faktorer som beskriver tidsvariasjonen gjennom året og er oppdatert fra 1995 til 1998. Utslipps- og forbruksdata for vedfyring i Trondheim ble oppdatert i 2004 av SSB.

Trafikkdata er ikke endret for sesongen 2004/2005. For utslipp fra veitrafikk i Trondheim er det benyttet vei- og trafikkdata for 1998. Data er levert av Sør-Trøndelag vegkontor. I tillegg er hovedveinettet manuelt kvalitetssikret og oppdatert

1.2.9 Drammen

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB og er oppdatert fra 1995 til år

2000. For utslipp fra veitrafikk er det benyttet vei- og trafikkdata som er samlet inn for prosjektet *Transportplan i 10 byer i 1992*. Døgnfordelingen av trafikken er basert på tellinger utført av Buskerud vegkontor på E18 utenfor Drammen i 1999.

1.2.10 Bergen

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB og er fra 1995. For utslipp fra veitrafikk er det benyttet vei- og trafikkdata som er oppdatert i 2003 i forbindelse med prosjektet *Oppdatering av trafikk og arealbefolkning for Bergen i AirQUIS* (Guerreiro, 2004). Tidsvariasjonene for trafikk er som for Oslo og Trondheim. Utslipps- og forbruksdata for vedfyring i Bergen ble oppdatert i 2004 av SSB.

1.2.11 Stavanger

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB med faktorer som beskriver tidsvariasjonen gjennom året og er fra 1998. Utslipps- og forbruksdata for vedfyring i Stavanger er oppdatert fra 1998-data til 2001-data av SSB. For utslipp fra veitrafikk er det benyttet vei- og trafikkdata basert på tellinger og trafikkberegninger fra Vstøy/Vbase 4.4 med beregningsår 2000. For kommunene Stavanger, Sola, Sandnes og Randaberg foreligger kun vei- og trafikkdata for europaveier, riksveier og delvis fylkesveier. Det er ikke trafikkdata på kommunale veier. Døgnfordelingen av trafikken er basert på tellinger utført av Buskerud vegkontor på E18 utenfor Drammen i 1999, som vi anser som relevante også for Stavanger.

1.2.12 Grenland

Databasen for Grenland har utgangspunkt i EU-prosjektet MASURIN. Data for trafikk ble oppdatert på NILU i 2004 og er gyldige for 2003.

2. EVALUERING

For de meteorologiske prognosene er det beregnet feilstatistikk over hele sesongen for punkter i alle områdene. I tillegg til Meteorologisk institutts måledata har Oslo kommune lagt til rette data fra Valle Hovin. Drammen kommune har gjort tilgjengelig data fra Gulsbogen og Marienlyst. Statens Vegvesen har tilrettelagt data fra Elgeseter. Geofysisk Institutt i Bergen har bidratt med temperaturdata i 33m høyde over bakken og observasjoner fra Ulriken 640 moh.

De statistiske parametrene som benyttes til å beskrive prognosenes kvalitet, er definert i Appendix A. Statistisk evaluering av meteorologiske prognoser er presentert i Appendix B. Tidsserier med luftkvalitetsobservasjoner og -prognoser er presentert i Appendix C. Det har blitt laget prognoser med UM for alle byene i Bedre byluft fra februar 2007. Statistisk evaluering av UM-prognosene i sammenligning med MM5 for mars og april er presentert i Appendix D. Evaluering av de subjektive varslene fra sluttbrukerne i systemet er basert på kategorisering av tilfeller med god eller dårlig luftkvalitet. Grensen for konsentrasjoner av de ulike komponentene går mellom varslingsklasse 0 og varslingsklasse 1 (se tabell 2.1).

Tabell 2.1 Konsentrasjonsintervaller i varslingsklasser og fargekoder brukt i AirQUIS for de ulike komponentene. NO_2 gjelder timemiddel mens PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ gjelder døgnmiddel. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

NO_2	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	Varslingsklasse	Fargekode
0-100	0-35	0-20	0	
100-150	35-50	20-35	1	Yellow
150-200	50-100	35-60	2	Orange
> 200	> 100	> 60	3	Red

Det er lagt inn et intervall på $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rundt overgangene med glidende overgang i fargene.

The US Environmental Protection Agency (EPA) har gitt anbefalinger for prognoseevaluering (EPA, 2003). Disse anbefalingene er egnet til å evaluere Bedre Byluft. Nøkkeltall for prognoseevaluering er gitt i Appendix A.

2.1 Oppsummerende statistikk for meteorologi

Datatettheten i prognosene er mye større enn datatettheten i observasjonene. I de fleste byene er det en eller to observasjonsstasjoner som rapporterer i sanntid til Meteorologisk institutt. I tillegg finnes det meteorologiske målestasjoner som driftes av kommunene. Noen av disse gir data i sanntid til eierne og de som skal utføre varslerjobben. Data fra de kommunale målestasjonene blir gjort tilgjengelig for Meteorologisk institutt i ettertid og benyttes til evaluering av prognosene. Flere av stasjonene til Meteorologisk institutt ligger utenfor bykjernen, derfor er observasjonene fra stasjoner som driftes av kommunene spesielt interessante. Resultater for stasjonene Værnes, Sola og Tryvasshøgda er mindre viktig for luftkvalitetsvarslingen.

Det henvises til de månedlige evalueringsrapportene for en "dagtildag"-framstilling av prognoser og observasjoner.

Appendix B Figur B.1 viser gjennomsnittsfel (bias) og feilens variasjon omkring gjennomsnittet (standardavvik av feilen, stde) for hver time fra prognosens starttidspunkt og for hvert observasjonspunkt i Oslo. Standardavvik av feilen i temperatur er mindre enn 2 grader på alle stasjoner unntatt Valle Hovin, der den ligger litt over 2 grader. Vinden har en feil på mindre enn

2 m/s på alle stasjonene. Bias i temperaturprognosene er positiv på Tryvasshøgda, men svinger ellers omkring 0°C, med litt for høy dagtemperatur og litt for lav temperatur om kvelden. Bias i vindprognosene er negativ på Blindern og Valle Hovin og positiv på Tryvasshøgda.

Figur B2 og B3 viser samme parametre for Drammen. Her er stde for temperatur omkring 3 grader på alle observasjonssteder. Temperaturprognosene har også en bias som svinger over 1 grad gjennom døgnet, varmest tidlig på dagen, og aldri negativ. Temperaturmålinger fra 10 og 25m på Gulskogen og Marienlyst har samme feil. Vindprognosene for Drammen har lavt stde (ca 1.5 m/s) i 10m høyde, men noe høyere i 25m på Gulskogen. Bias er positiv på Berskog og Marienlyst, men for det meste negativ på Gulskogen. Biasen har også en døgnlig variasjon, og denne er størst i 25m på Gulskogen. Vinden er for sterk seint på dagen og om natta.

Figur B4 viser statistiske parametre beregnet på prognosene for Bergen. Temperaturen har stde omkring 2 grader på Florida både i 2m og i 33m, men opptil 2.5 grader på Ulriken. Bias varierer over døgnet, og på Florida er det relativt sett lavere temperatur i prognosene tidlig på dagen. Vindprognosene har stde fra 2 til 2.5 m/s på Florida i 2m og 33m. På Ulriken er feilen over 4 m/s og bias er negativ.

I Figur B5 vises statistiske parametre beregnet på prognoser for observasjonssteder i Trondheim. Standardavvik av feilen i temperaturprognosene øker noe med prognoselengde og ender opp på 2.5 og 3 grader på hhv Voll og Værnes. Biasen er nær 0°C på Voll og litt negativ på Værnes. Temperaturprognosene for Elgeseter har stde opp til 3 grader og en bias med døgnlig variasjon på over 2 grader. Vindprognosene har mindre feil på Elgeseter enn de andre stasjonene. Stde er mindre enn 1.5 m/s mens den er omkring 2 og 3 m/s på hhv Voll og Værnes.

Figur B6 viser statistisk evaluering av prognoser mot observasjoner i Stavanger. Sola rapporterer bare observasjoner hver sjette time. Temperaturprognosene stde omkring 2 grader, og bias svinger omkring 0°C på Kiellandsmyra. Vindprognosene har minst stde og bias på Kiellandsmyra, hhv 2 m/s og 0 til -1 m/s.

Feilstatistikken til prognosene for Skien/Geiteryggen er vist i Figur B7. Temperaturprognosene har stde som øker med prognoselengden fra 1.5 til 2.2 grader. Bias svinger omkring 0°C med størst negativ feil om kvelden. Vindprognosene for Skien har stde mindre enn 2 m/s og en negativ bias på ca 0.5 m/s.

Figurene B8 til B13 viser fordelingen av vindtilfeller på retning og styrke fra observasjoner og prognoser. Fargefeltene angir andelen av tilfellene i hver retning som ligger i de forskjellige hastighetsområdene vind, bris, kuling og storm. De fleste steder vil det bare være vind, bris og kuling representert i dataene. Her er det ikke beregnet statistikk fra dag til dag, men det er et mål at prognosene skal ha en fordeling som ligner den observerte fordelingen.

For Blindern (Figur B8) er NØ-sektoren brukbart representert i MM5, men et stort nok antall tilfeller, men ikke stor nok vindhastighet. Tilfeller av N, S og SV er underrepresentert i MM5. Nordlig vind varierer mye i hastighet på Blindern, og de svake vindene fra nord er heller ikke representert i MM5. Observasjonene på Tryvasshøgda har generelt større vindhastighet og flest tilfeller fra S og SV. I MM5 er det også mange tilfeller med stor hastighet, men sektoren fra S er ikke representert. I stedet varsles det oftere vind fra NV. På Valle Hovin dominerer vind fra SV, NØ og Ø, mens MM5 har høyere frekvens av vind fra S og NØ, og færre tilfeller med stor hastighet.

På Berskog (Figur B9) observeres det oftest vind fra NV, V og Ø. MM5 har en overvekt av tilfeller fra V og færre tilfeller med høy hastighet. MM5 for Gulskogen har en god representasjon

av vinden fra V, men mangler tilfellene med de høyeste hastighetene. SV-sektoren er også for hyppig fra MM5. Marienlyst observerer oftest vind fra V og NV. Dette simuleres av MM5, men vind fra Ø er underrepresentert i MM5.

I Bergen (Figur B10) er det god overensstemmelse mellom MM5 og observasjonene på Florida i 10m høyde. I 33m viser observasjonene større hyppighet av vind fra S, mens MM5 gir vind fra SV også i denne høyden. Ulriken har en overvekt av tilfeller fra S både i observasjoner og MM5, men MM5 har for liten hastighet og for mange tilfeller fordelt på alle de andre retningene.

Observert vind fra Ø er underrepresentert i MM5 på Voll (Figur B11), men ellers samsvarer prognosene og observasjonene godt. På Værnes observeres mange tilfeller med sterk vind fra V som ikke gjenfinnes i modelldataene. MM5 simulerer forholdene på Elgeseter med stor overvekt av vind fra S godt, men for mange tilfeller med stor hastighet.

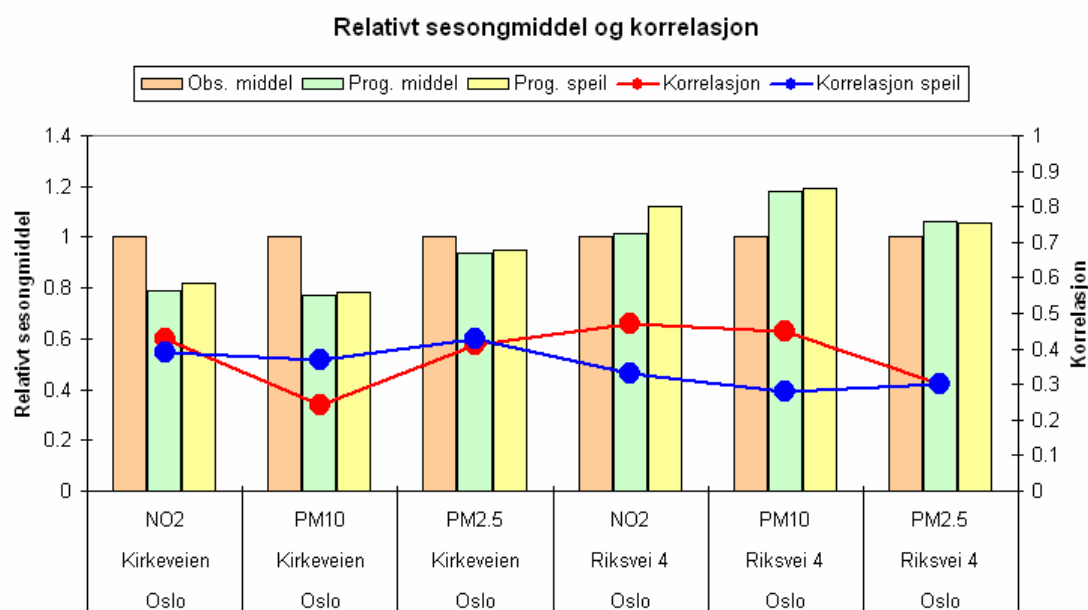
MM5 underestimerer klart de største vindhastighetene på nesten alle retninger på Sola (Figur B12), men har korrekt mange tilfeller fra S og SØ. På Kiellandsmyra er vinden noe mindre styrt mot S enn det MM5 beregner. Antallet tilfeller for de øvrige retningene stemmer godt, men hastigheten er ofte for liten.

Vindprognosene for Skien fra MM5 (Figur B13) viser god overensstemmelse med observasjonene både når det gjelder retning og hastighet.

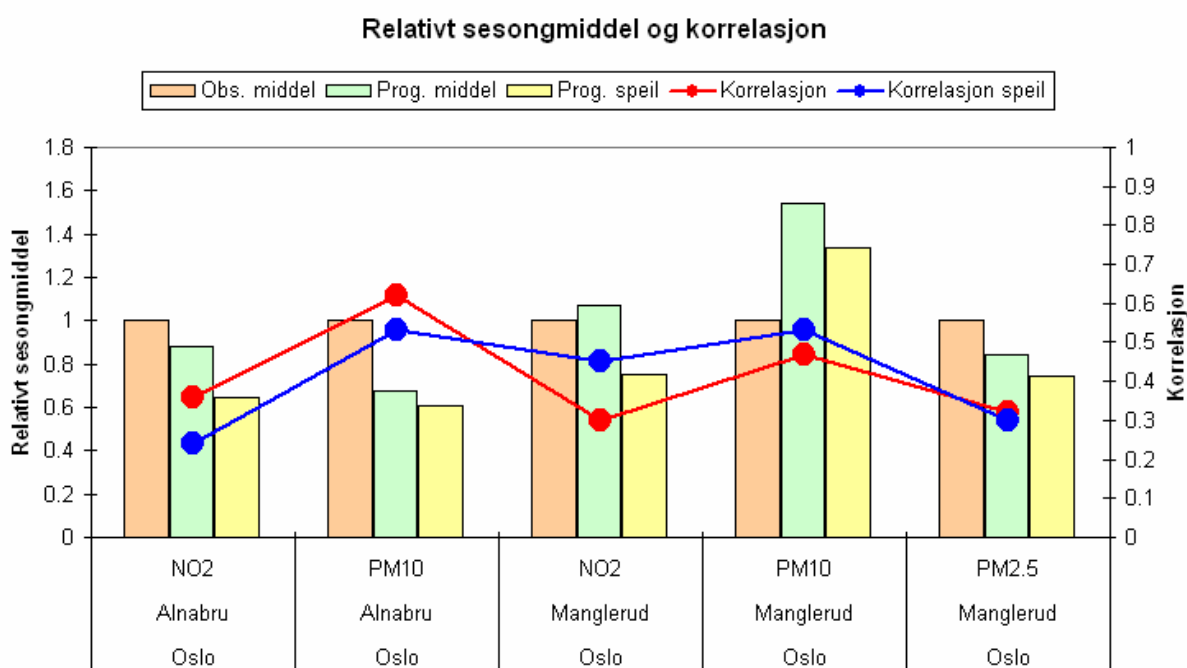
2.2 Sesongmiddel og korrelasjon for luftkvalitet

Figur 2.1 – 2.5 viser langtidsmiddel og korrelasjon mellom målinger og prognose inkludert speilpunkt for utvalgte stasjoner i alle byer. Korrelasjon er regnet på timedata for NO₂ og på døgndata for PM₁₀ og PM_{2,5}. Både langtidsmiddel og korrelasjon viser at for enkelte stasjoner er prognosen for speilpunktet mer representativt for luftkvaliteten enn hva det originale prognosepunktet er. Dette gjelder spesielt for Elgeseter og Danmarks plass. Dette skyldes trolig lokale meteorologiske forhold. Eksempelvis kan vindretning i et gaterom avvike fra vindretningen ellers. For disse stasjonene anbefales det generelt å bruke prognose for speilpunktet fremfor det originale prognosepunktet.

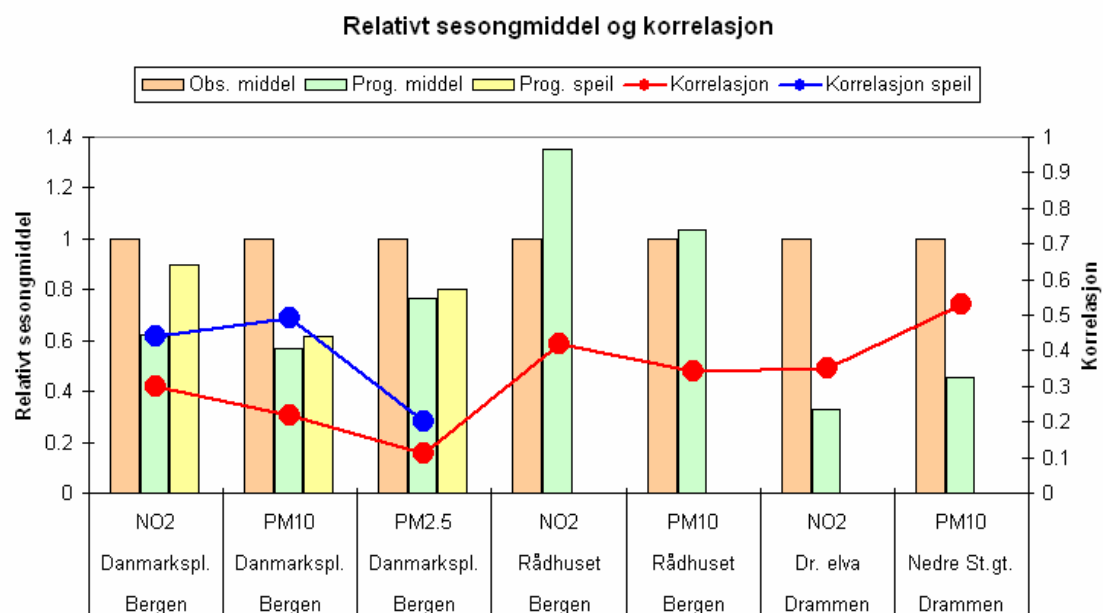
I Figur 2.1 – 2.5 viser stolpene observerte og prognostiserte konsentrasjoner midlet over hele sesongen og normalisert i forhold til observasjonene. Dvs. at observasjonene, de oransje stolpene, alltid = 1; og de prognostiserte konsentrasjonene, de grønne og gule stolpene, er skalert i forhold til observasjonene. Prognosen er god når den gule og/eller den grønne stolpen er på samme nivå som den oransje, dvs. nær 1. Den røde linja med sirkulære markører viser korrelasjonen mellom observasjoner og prognoser (oransje og grønne stolper). Den blå linja med sirkulære markører viser korrelasjonen mellom observasjoner og speilpunkt (oransje og gule stolper). Korrelasjonen vil alltid ligge mellom 0 og ± 1, høy korrelasjon indikerer at prognosen er god.



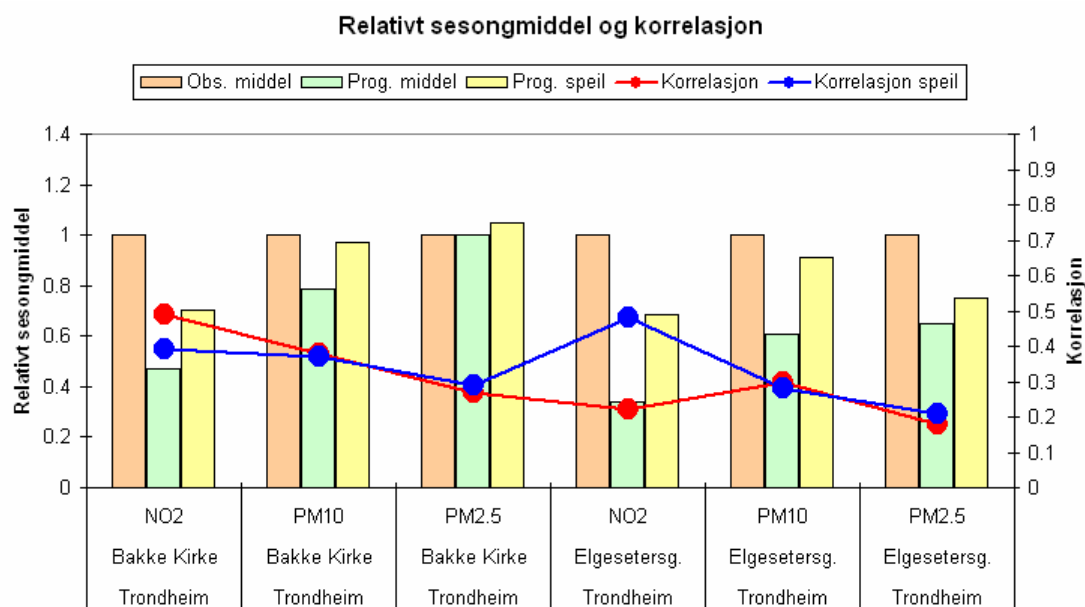
Figur 2.1 Korrelasjon og relativt sesongmiddel av prognose ved Kirkeveien og Riksvei 4.



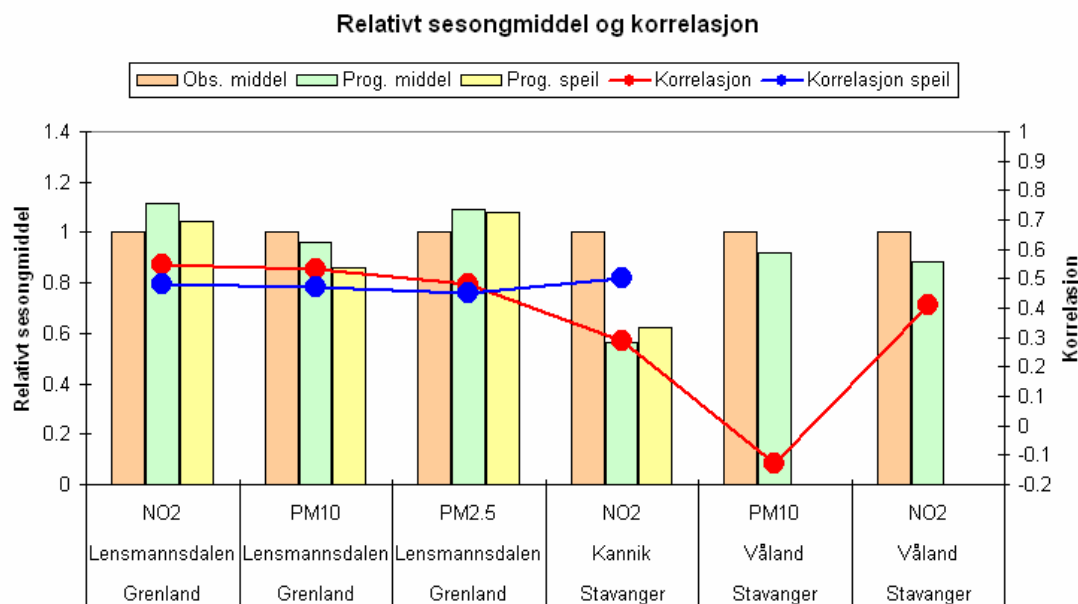
Figur 2.2 Korrelasjon og relativt sesongmiddel av prognose ved Alnabru og Manglerud



Figur 2.3 Korrelasjon og relativt sesongmiddel av prognose ved Danmarks plass (Bergen), Rådhuset (Bergen), Drammenselva (Drammen) og Nedre Storgate (Drammen).



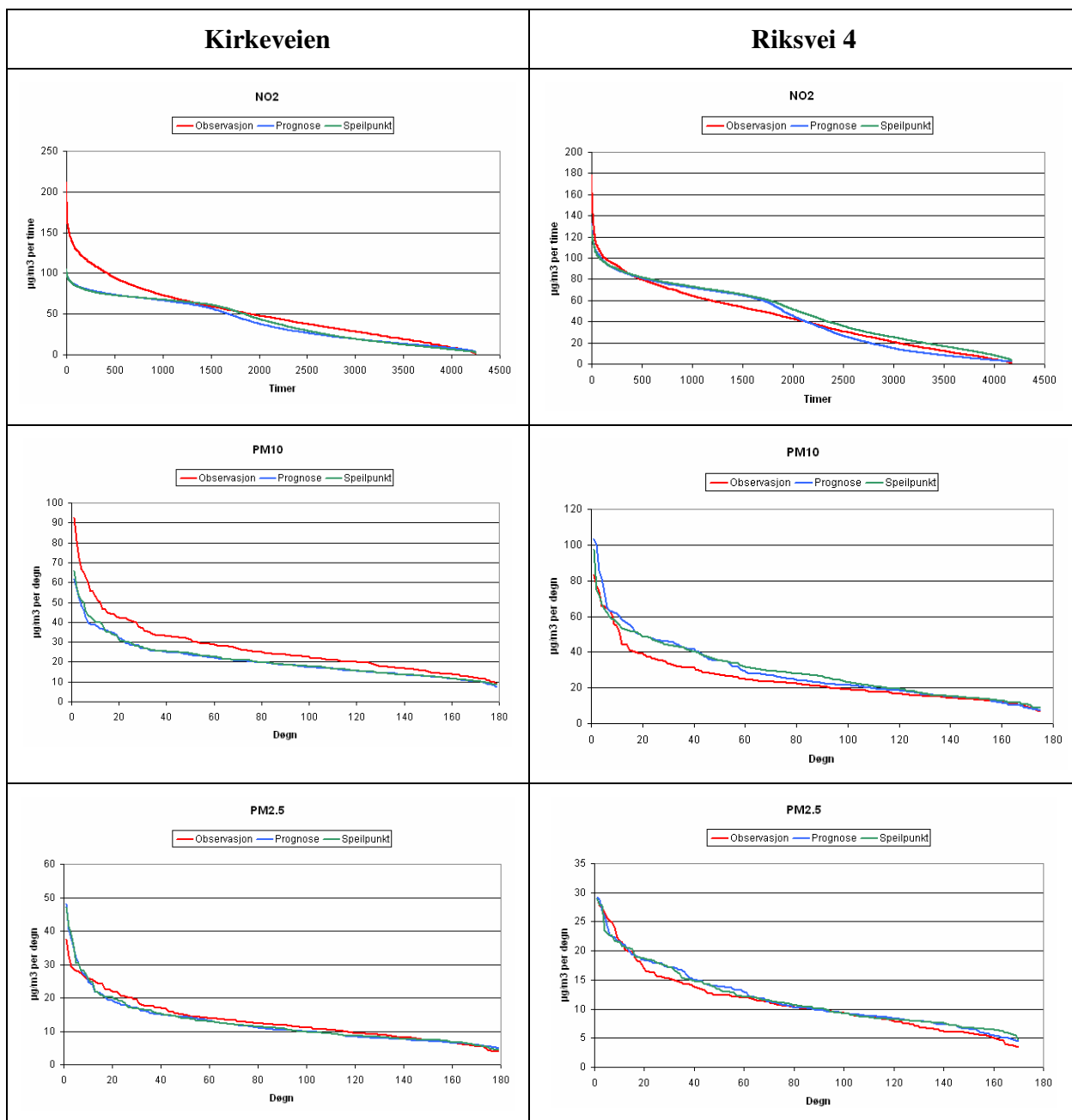
Figur 2.4 Korrelasjon og relativt sesongmiddel av prognose ved Bakke Kirke og Elgeseter (Trondheim).



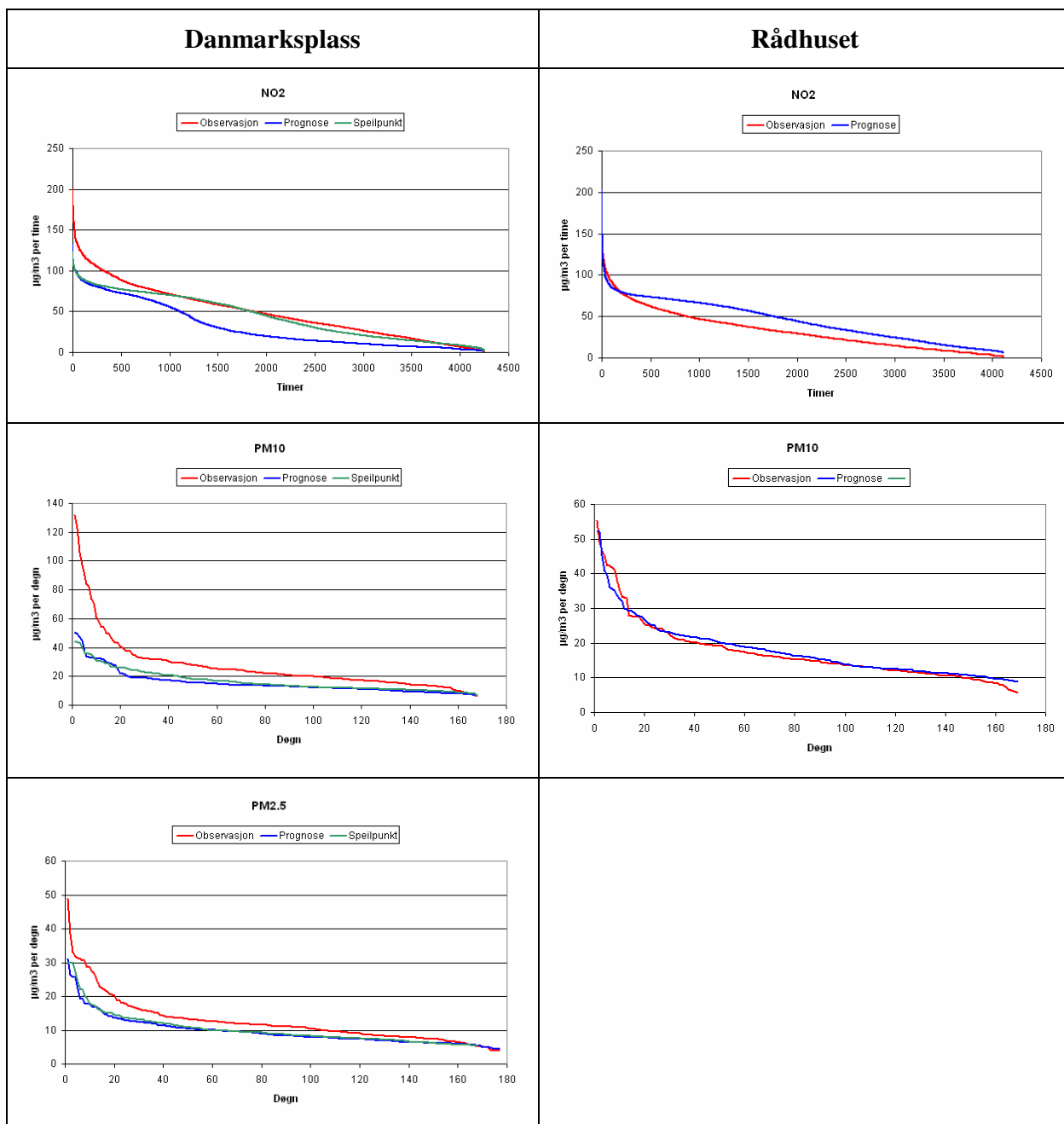
Figur 2.5 Korrelasjon og relativt sesongmiddel av prognose ved Lensmannsdalen (Grenland), Kannik (Stavanger) og Våland (Stavanger).

Figur 2.6-2.10 viser måleverdier og prognoser sortert i minkende rekkefølge for de utvalgte stasjonene. Kurvene viser om modellen generelt over- eller underestimerer. Kurvene viser også at prognosene for NO₂ har en avvikende form sammenlignet med de andre kurvene. Dette henger trolig sammen med at NO reagerer med ozon og danner NO₂. I AirQUIS-databasene er det lagt inn en fast døgnvariasjon for ozonnivået for hver by (Tabell 1.4) og prognosen for NO₂ avhenger av denne. Det reelle ozonkonsentrasjonen i Norge er for det meste forårsaket av langtransportert forurensing fra Europa og denne vil variere fra dag til dag. Det antatt faste ozonnivået vil derfor kunne forårsake både over- og underestimeringer av NO₂, alt ettersom hvordan det reelle ozonnivået er.

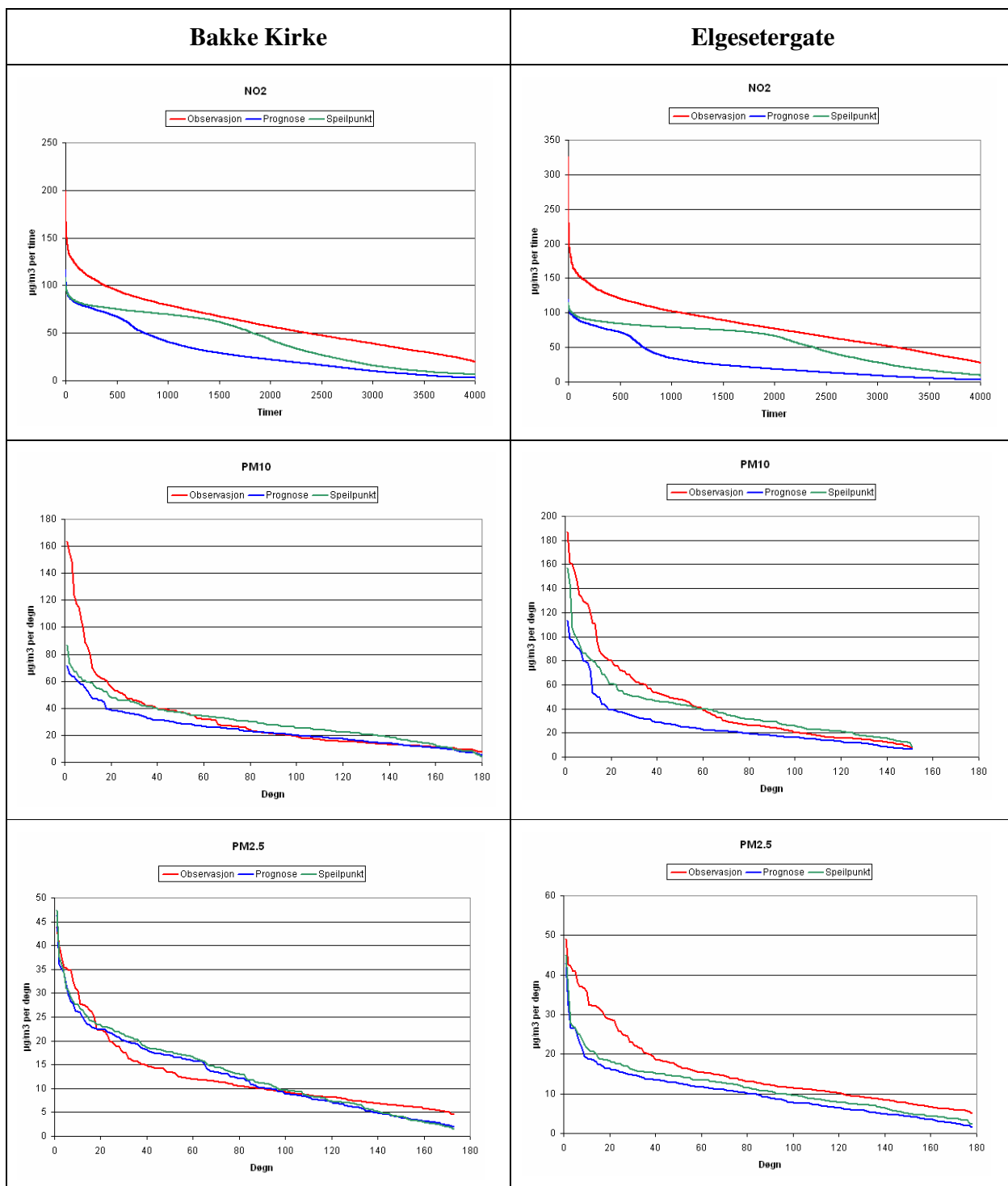
Figurene viser at kvaliteten på prognosen varierer noe fra stasjon til stasjon. Det er også variasjon mellom stasjonene hvorvidt de overestimerer eller underestimerer. Stasjonene i Drammen utmerker seg negativt ved at prognosen er systematisk svært mye lavere enn observasjonene.



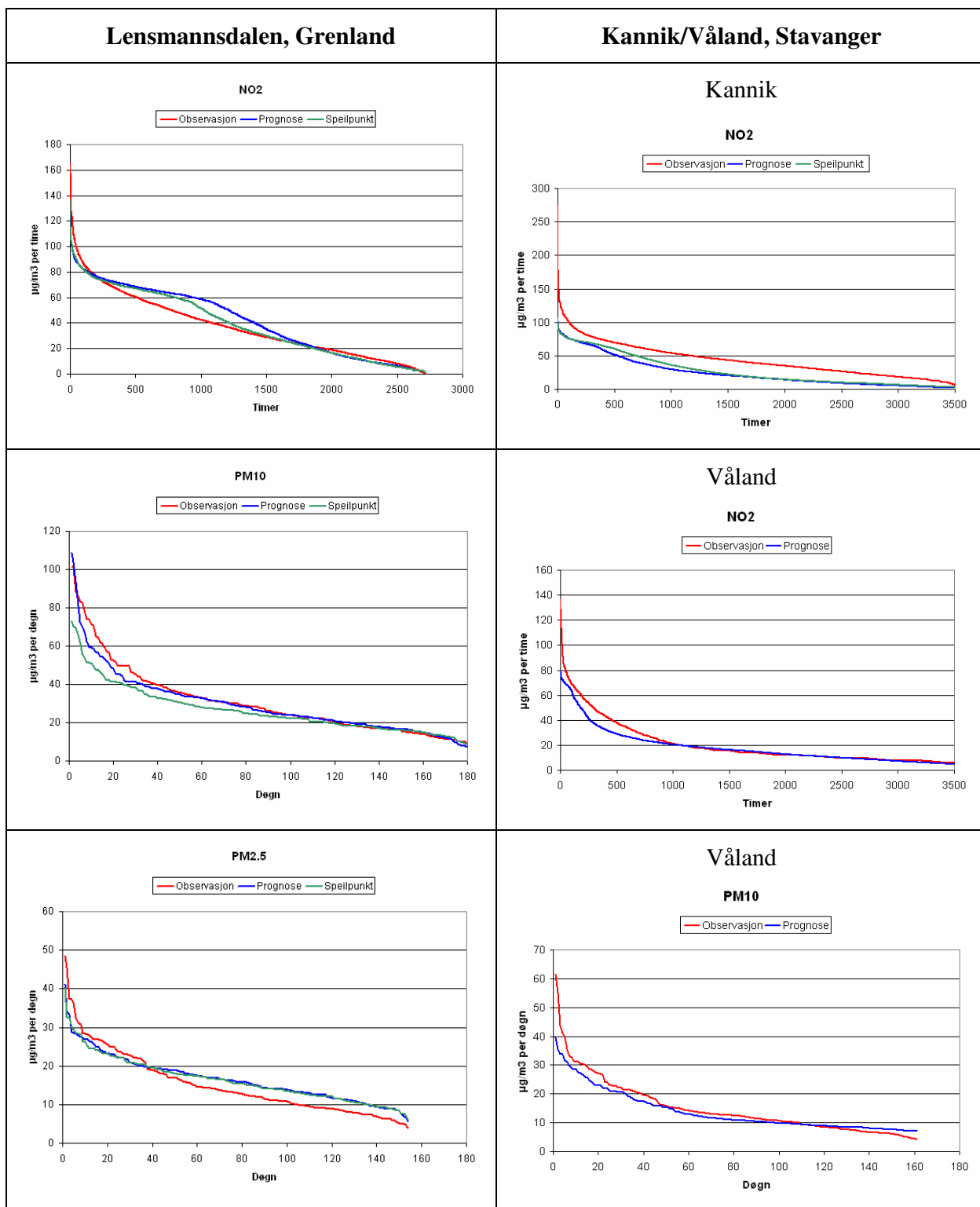
Figur 2.6 Målinger og prognoser for Kirkeveien og Riksvei 4 sortert i minkende rekkefølge. Hele sesongen 2006/2007 er inkludert i figuren.



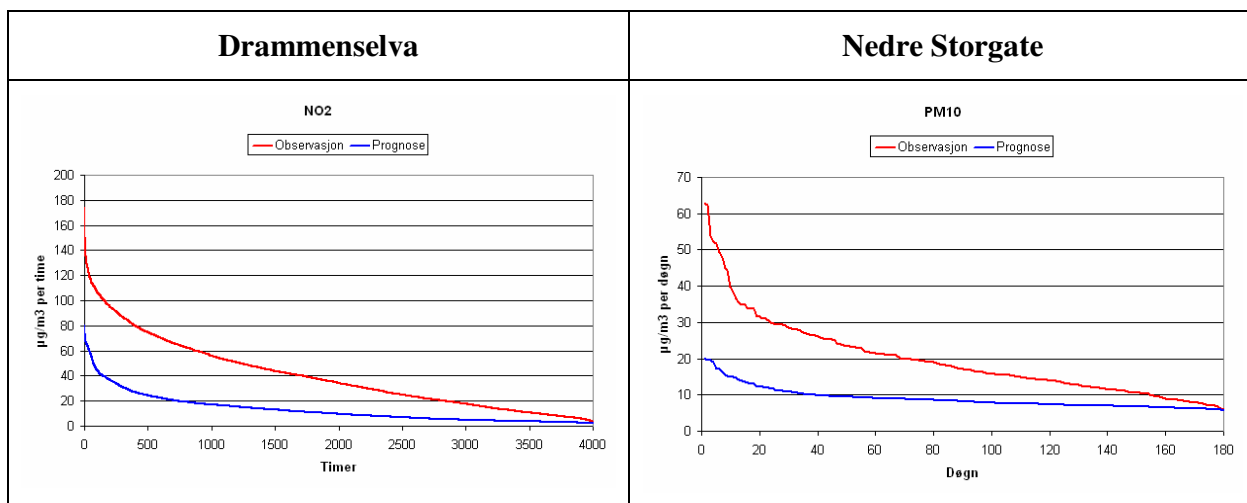
Figur 2.7 Målinger og prognoser for Danmarks plass og Rådhuset sortert i minkende rekkefølge. Hele sesongen 2006/2007 er inkludert i figuren.



Figur 2.8 Målinger og prognoser for Bakke Kirke og Elgeseter sortert i minkende rekkefølge. Hele sesongen 2006/2007 er inkludert i figuren.



Figur 2.9 Målinger og prognoser for Lensmannsdalen, Kannik og Våland sortert i minkende rekkefølge. Hele sesongen 2006/2007 er inkludert i figuren.



Figur 2.10 Målinger og prognoser for Drammenselva og Nedre Storgate sortert i minkende rekkefølge. Hele sesongen 2006/2007 er inkludert i figuren.

2.3 Kvalitetsvurdering av luftkvalitetsprognoser

En annen metode for å evaluere kvaliteten på prognoseberegningene er å klassifisere hver observasjon og hver prognostisert verdi som enten *god luftkvalitet* eller *dårlig luftkvalitet*. Deretter evalueres kvaliteten på prognosen ut ifra hvor ofte den treffer samme klasse som observasjonen. Med denne metoden er det forholdsvis enkelt å håndtere store datamengder, dessuten kan kvaliteten på prognosen kvantifiseres med få parametere. Det er gjennomført prognoseberegninger for en rekke stasjoner med timevise prognoser gjennom seks måneder. Vi har vurdert døgnmiddel for PM₁₀ og PM_{2,5} og maksimal timemiddel i løpet av et døgn for NO₂. Intervallene for å klassifisere prognose og observasjon som god- eller dårlig luftkvalitet er gitt i Tabell 2.2. Skillet mellom god og dårlig luftkvalitet tilsvarer skillet mellom varslingsklasse 0 og varslingsklasse 1. Dersom prognosen er i samme klasse som observasjon, så regnes den som “riktig”, hvis ikke er den “feil”. Komponentene er vurdert uavhengig fra hverandre.

Tabell 2.2 Intervaller for å klassifisere observasjoner og prognoser.

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

Tabell 2.3 viser alle beregnede kvalitetsparametere, Andel riktige varsel (ARV), Varslet tendens (VT), Falsk alarm rate (FAR) og Sannsynlighet for oppdagelse (SFO). For noen av disse

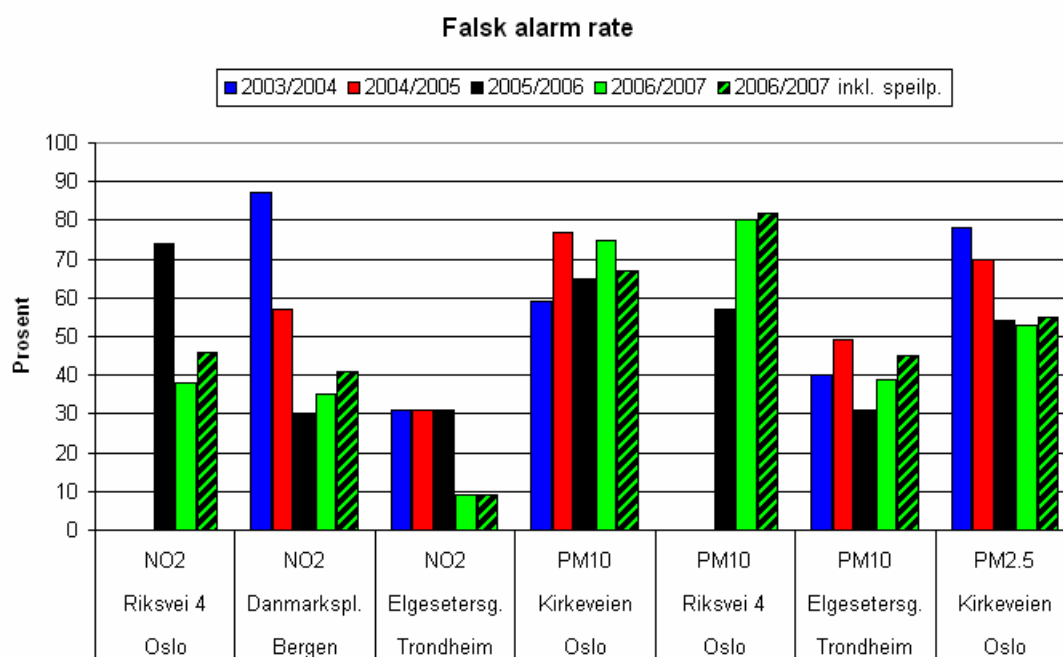
tidsserier er det svært få tilfeller av dårlig luftkvalitet, både observert og prognostisert. Dette gir en skjev fordeling i firefeltstabellen med stor overvekt av treff i klasse *a*, Appendix A. Dette fører til at noen få treff i klassene *b*, *c* og *d* gir stort utslag på kvalitetsparametrene. Disse tidsseriene gir derfor et dårligere bilde av kvaliteten for prognosen enn det som er tilfelle.

Et stolpediagram for *falsk alarm rate* er gitt i Figur 2.2 og et stolpediagram for *sannsynlighet for oppdagelse* er gitt i Figur 2.3. For begge figurene gjelder at blå søyle representer resultatene for 2003/2004 sesongen, rød søyle representer resultatene for 2004/2005 sesongen, sort søyle representer resultatene for 2005/2006 sesongen og grønn søyle representer resultatene for 2006/2007 sesongen. Grønn søyle som er skravert representer også resultatene for 2006/2007 sesongen, men her er observasjonene evaluert mot høyeste prognose av reseptorpunktet og det respektive speilpunkt.

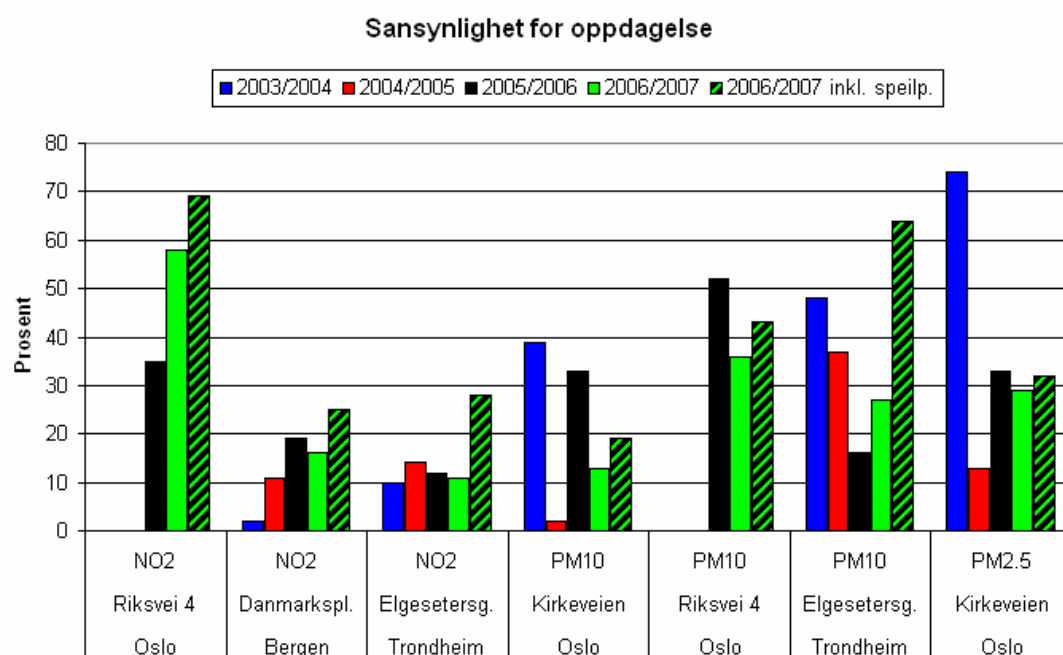
Kvalitetsparametrene varierer mellom de ulike stasjonene og mellom sesongene. I EPAs rapport er det ikke angitt hvilke nivå som er akseptable for disse kvalitetsparametrene, men vi har funnet at tilsvarende prognosesystemer andre steder har resultater som er sammenlignbare med Bedre Byluft-prosjektet. Konklusjonen er at Bedre Byluft kan sammenlignes med lignende varslingsmodeller andre steder når det gjelder kvalitet.

Tabell 2.3 Beregnede kvalitetsparametere for målestasjoner i Bedre Byluft-systemet.

By	Stasjon	Komponent	ARV (%)	VT	FAR (%)	FAR inkl. speilp. (%)	SFO (%)	SFO inkl. Speilp. (%)
Oslo	Kirkeveien	NO2	55	0.05	38	46	3	5
		PM10	78	0.50	75	67	13	19
		PM2.5	84	0.61	53	55	29	32
	Riksvei 4	NO2	71	1.25	54	61	58	68
		PM10	66	1.82	80	82	36	43
		PM2.5	85	1.08	100	100	0	0
	Alnabru	NO2	54	0,50	65	64	17	20
		PM10	70	0,31	14	30	27	28
		PM2.5	58	0,01	100	100	0	0
Manglerud	NO2	63	0,76	28	30	55	75	
	PM10	61	2,50	66	69	84	87	
	PM2.5	80	0,23	50	50	11	11	
Bergen	Danmarkspl.	NO2	63	0.25	35	41	16	25
		PM10	83	0.19	80	58	4	19
		PM2.5	87	0.25	80	75	5	10
	Rådhuset	NO2	82	1.44	84		23	
PM10		92	0.80	75		20		
Drammen	Dr. elva	NO2	43	0.05	14		4	
	Nedre St.gt.	PM10	93	0.00	0		0	
Trondheim	Bakke Kirke	NO2	61	0.09	63	54	3	5
		PM10	70	0.59	50	55	30	48
		PM2.5	74	1.30	87	89	17	17
	Elgesetersg.	NO2	35	0.12	9	9	11	28
		PM10	62	0.44	39	45	27	64
	PM2.5	76	0.22	88	77	3	8	
Grenland	Lensmannsdalen	NO2	80	0.93	69	71	28	36
		PM10	69	0.92	54	52	42	52
		PM2.5	77	0.92	47	49	49	54
Stavanger	Kannik	NO2	82	0.13	55	66	6	6
	Våland	PM10	95	0.33	100		0	
		NO2	95	0.00	0		0	



Figur 2.12 Historisk utvikling av falsk alarm rate.



Figur 2.3 Historisk utvikling av sannsynlighet for oppdagelse.

2.4 Meteorologi med UM

Kjøringer med UM 1km på Bedre byluft-områdene startet opp i siste halvdel av februar. Prognosene er evaluert fra 1. mars til 30. april og statistiske mål for prognosefeil på observasjonsstedene er framstilt grafisk i Appendix D.

Figur D1 viser resultatene for Oslo. Temperaturprognosene fra UM har litt større stde enn MM5, og feilen er størst på Tryvasshøgda. Biasen er mer negativ og med større døgnlig gang. I denne perioden er det varslet for kaldt på dagen. Det er liten forskjell på stde i 2m, 8m og 25m på Valle Hovin, men biasen blir mer negativ med høyden. Vindprognosene for Oslo er generelt bedre med UM, spesielt i stde.

I Figur D2-3 vises resultatene fra Drammen. Også her er UM altfor kald på dagtid, og det resulterer også i større stde for timene midt på dagen. Biasen blir mer negativ med høyden (Gulskogen) og den er mer negativ for dag to enn for dag en i prognosen. Resultatene er ganske like for alle stasjoner. Vinden har omtrent samme feil i MM5 og UM. Størst forskjell er det på Marienlyst, der UM har positiv bias om kvelden. Feilen i 10m er liten, mindre enn 1.5 m/s stde på Marienlyst, mindre enn 2 m/s på Berskog, men noe større i 25m høyde på Gulskogen.

Figur D4 viser statistiske mål for Bergen. Både i 2m og i 33m er stde i UM lik eller litt lavere enn i MM5, men biasen er mer negativ, og spesielt i 33m høyde. Vinden fra UM har mindre stde og mindre bias i 10m, men større positiv bias i 33m.

Resultatene fra Trondheim er vist i Figur D5. UM har de beste temperaturprognosene for alle stasjonene, men spesielt Voll og Elgeseter, med lavest stde. Bias varierer over døgnet, og har størst negativ feil om natta. På Elgeseter er utslaget mindre i UM enn i MM5. Vindprognosene har minst feil i UM på alle stasjoner. Stde er mindre enn 2 m/s og 1.5 m/s på hhv Voll og Elgeseter. På Elgeseter har MM5 størst positiv bias midt på dagen, mens UM har noe positiv bias gjennom hele døgnet.

Resultatene fra Stavanger vises i Figur D6. Sola har bare observasjoner hver sjette time. UM har best resultat for både vind og temperatur på Sola og for vind på Kiellandsmyra. Temperaturprognosene for Kiellandsmyra har samme stde i begge modellene, men bias er større i UM, positiv om natta og negativ om dagen.

I Skien er det bare en stasjon, Geiteryggen, som måler meteorologi. Resultatene fra Geiteryggen er vist i Figur D7. Vindprognosene har minst stde og minst bias i UM, men begge modellene har lave feilverdier. Temperaturprognosene har negativ bias i UM og større stde enn i MM5.

Oppsummert er vindprognosene fra UM best når det gjelder stde på de fleste stasjoner. Det betyr at modellen er best på å varsle endringer i vind fra time til time. Biasen er forskjellig i de to modellene, UM er mest positiv men døgnlig variasjon varierer fra sted til sted for begge modeller. Det kan ikke konkluderes at bias er bedre i den ene modellen enn i den andre.

Temperaturprognosene fra UM har større feil enn temperaturprognosene fra MM5 på alle stasjoner på Østlandet. På Vestlandet og i Trondheim har UM resultater som er minst like gode som MM5. Oppsummerende statistikk er ikke egnet til å forklare slike forskjeller. I de månedlige rapportene kan man se observasjoner og varsler fra time til time for Meteorologisk institutts observasjonssteder (Ødegaard og Gjerstad, 2007). Her ser vi at UM skiller seg ut med å beregne veldig kalde netter i noen perioder i mars på stasjonene Drammen Berskog, Oslo Tryvasshøgda og Skien Geiteryggen og Trondheim Værnes. Her blir feilen mellom 5 og 15 grader, og det gir et stort bidrag til de oppsummerende tallene. I april er feilen ikke større i UM en i MM5 med unntak av noen kalde netter på Tryvasshøgda. En forklaring kan være at enkelte overflatetyper har for

stor utstråling når bakken er frossen eller snødekket.

Figur D8-D13 viser fordelingen av vindtilfeller på vindretning og hastighet på stasjonene. Topografien er en styrende parameter for vindretning. Siden topografien er den samme i MM5 og UM, kan den ikke forklare forskjellene mellom modellene. Forskjellige hastigheter kan gi ulik topografisk styring. På noen stasjoner er det klare signaler om at den ene modellen er bedre, f.eks er UM best på Tryvasshøgda og Valle Hovin med hhv stor og liten sektor fra S, eller på Kiellandsmyra der MM5 har altfor få tilfeller med sterk vind. I Skien er MM5 bedre enn UM, som har altfor liten sektor fra V. Andre steder er begge modellene gode, som i Bergen 10m og Elgeseter, mens begge mangler S-sektor i Bergen 33m. Slike stedlige forskjeller må sluttbrukerne være oppmerksomme på og ta hensyn til i sine varsler.

2.5 AirQUIS med UM

I perioden fra 28. mars til 1. mai ble AirQUIS kjørt parallelt med både MM5 og UM som inngangsdata for tre byer; Oslo, Bergen og Trondheim. I dette kapittelet vil resultatene for disse to parallelle kjøringene sammenlignes.

Først må det understrekes at perioden som det er gjennomført parallelle kjøring for er svært kort, ca 40 dager. Dette betyr at statistikken som lages på grunnlag av resultatene er noe usikker og beregninger fra noen få avvikende døgn kan påvirke resultatene mye. Evalueringsperioden strekker seg bare over en årstid, våren. I vintermånedene er det andre meteorologiske sprednings- og utslippsforhold som er avgjørende for lokal luftkvalitet. AirQUIS er ikke evaluert under slike forhold så langt. Det er derfor ikke grunnlag til å si hvor mye bedre resultatene blir med den ene eller andre modellen. Det beste vi kan oppnå på dette datagrunnlaget er å konkludere om hvilke meteorologimodell som er best egnet som inngangsdata til AirQUIS.

I Tabell 2.4 har vi sammenlignet gjennomsnittlig prosentvis avvik, korrelasjon, standardavvik og bias på timebasis i testperioden med inngangsdata fra begge meteorologimodellene. Modellen som har gitt best inngangsdata er markert med grå bakgrunn for hver parameter som er vurdert. Tabellen viser at inngangsdata fra UM gir best resultat for de fleste parametrene. Det er også verdt å legge merke til at det kun er ved evaluering av speilpunkt hvor MM5 gir de best inngangsdata.

Tabell 2.4 Timevis statistikk samlet inn for stasjonene: Kirkeveien, Riksvei 4, Alnabru, Manglerud, Danmarks plass og Bakke Kirke. Det beste resultat for hver parameter merket med grå bakgrunn.

Parametere (Midlet over 40 døgn og 6 stasjoner)	AirQUIS med MM5	AirQUIS med UM
Prosentvis avvik mellom observasjon og prognose.	29 %	27 %
Prosentvis avvik mellom observasjon og speilpunkt.	33 %	50 %
Korrelasjon mellom observasjon og prognose.	0,35	0,50
Korrelasjon mellom observasjon og speilpunkt.	0,44	0,51
Standardavvik	21	21
Standardavvik - Speilpunkt	22	25

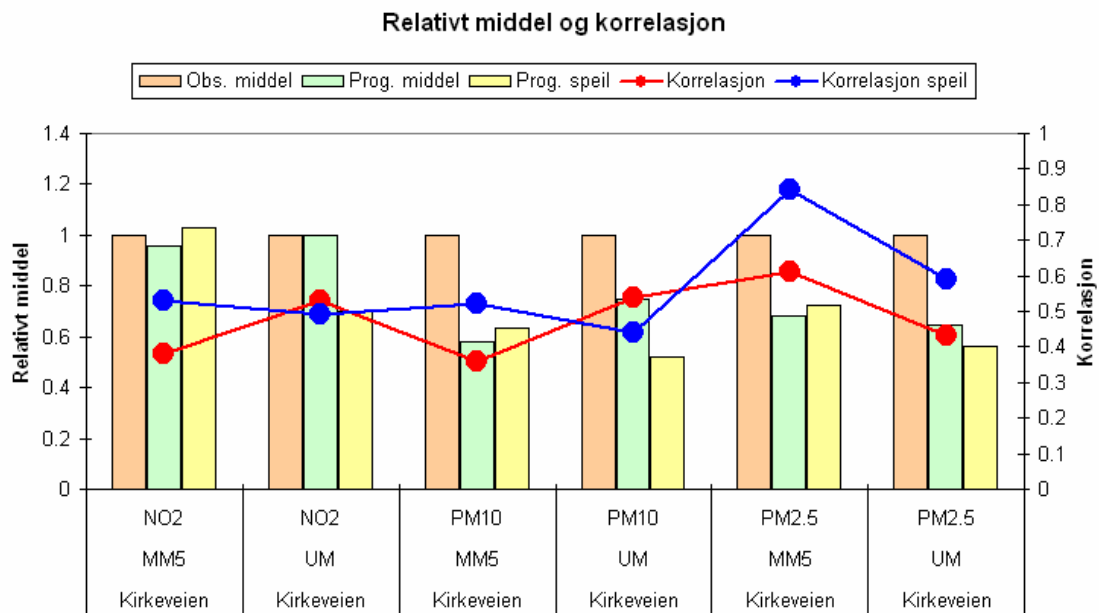
Bias NO2	5	3
Bias PM10	6	-3
Bias PM2,5	7	7
Bias, gjennomsnitt alle komponenter	6	2
Bias NO2 - Speilpunkt	4	1
Bias PM10 - Speilpunkt	3	-11
Bias PM2,5 - Speilpunkt	7	7
Bias, gjennomsnitt alle komponenter - Speilpunkt	5	-1

I Tabell 2.5 er resultatene fra AirQUIS-beregningene vurdert med kvalitetsparametrene definert i Appendix A. Modellen som har gitt best inngangsdata er markert med grå bakgrunn for hver parameter som er vurdert. Også denne statistikken viser at inngangsdata fra UM gir best resultat.

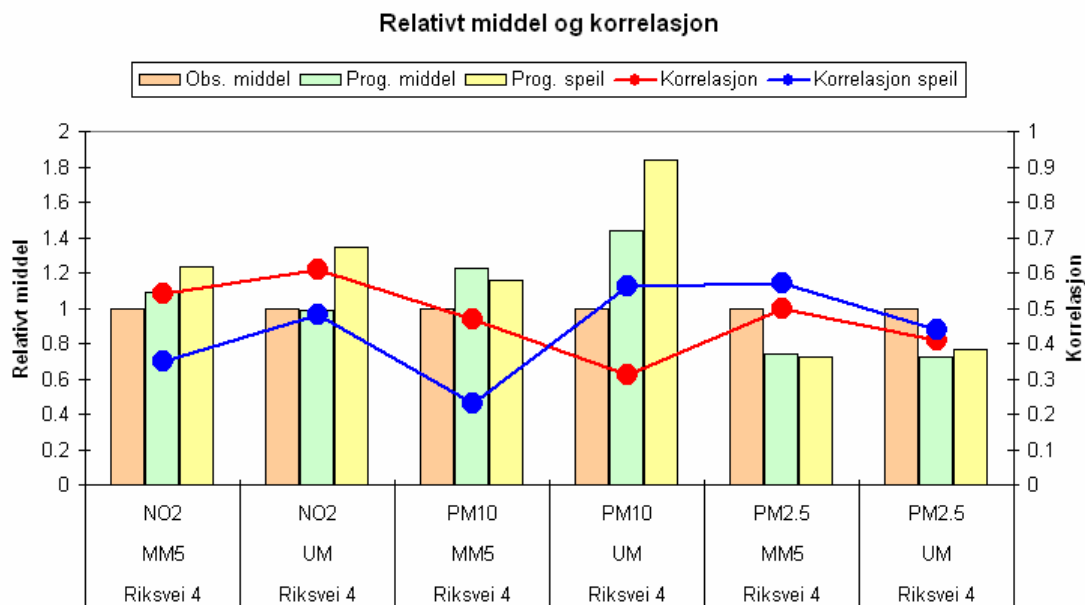
Tabell 2.5 Kvalitetsparametere beregnet for AirQUIS med inngangsdata fra de to meteorologimodellene. Det beste resultat for hver parameter mer merket med grå bakgrunn.

Kvalitets parametere (Midlet over 40 døgn og 6 stasjoner)	AirQUIS med MM5	AirQUIS med UM
Andel riktige varsel (ARV)	72 %	73 %
Varslet tendens (VT)	0,59	0,88
Falsk alarm rate (FAR)	45 %	39 %
Sannsynlighet for oppdagelse (SFO)	27 %	40 %

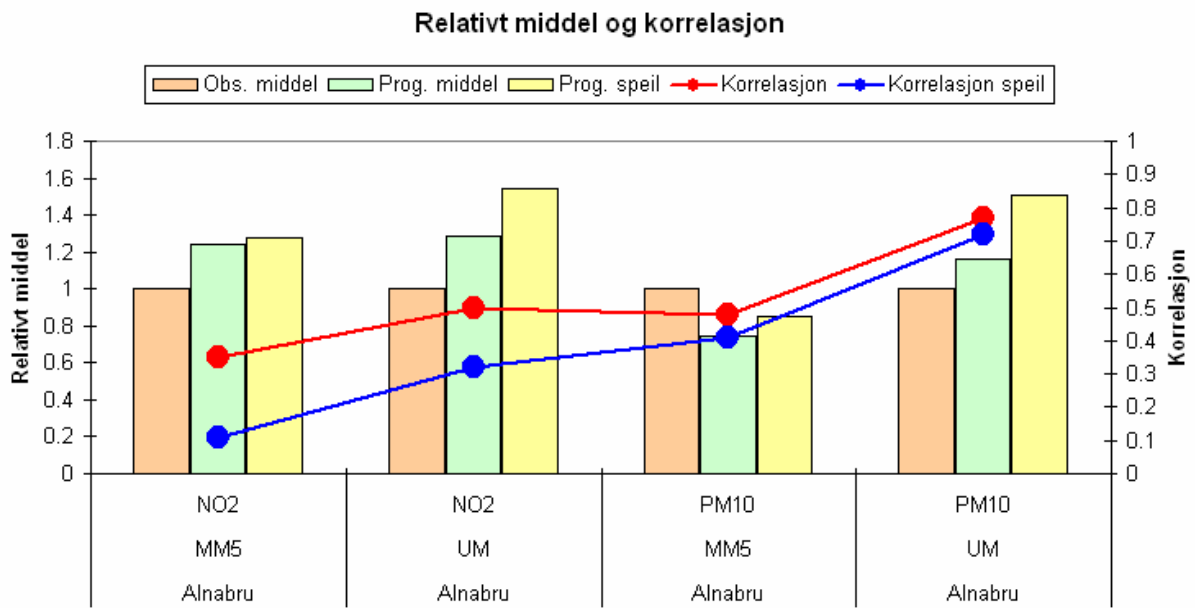
Figur 2.14-2.19 viser langtidsmiddel (ca 40 dager) relativt til observasjoner, samt korrelasjon for seks stasjoner inkludert speilpunkter. Figurene bygger på samme data som Tabell 2.4 og 2.5. Figurene viser at overgangen fra MM5 til UM gir noe ulik effekt på de forskjellige stasjonene. Dette skyldes trolig både at evalueringsperioden er svært kort og at stasjonene har ulike forutsetninger, slik som utforming av gaterom. De mest påfallende funnene i AirQUIS med UM som inngangsdata er at: 1) Korrelasjonen blir systematisk bedre, 2) Vurdering av speilpunkt gir dårligere resultat. Størst enkeltutslag ser vi for PM10 ved Alnabru, hvor MM5 gir en underestimert på ca 20 % mens UM gir en tilsvarende overestimert. Figur - Figur viser hele tidsserier for NO2, PM10 og PM2.5 ved Kirkeveien og Bakke Kirke.



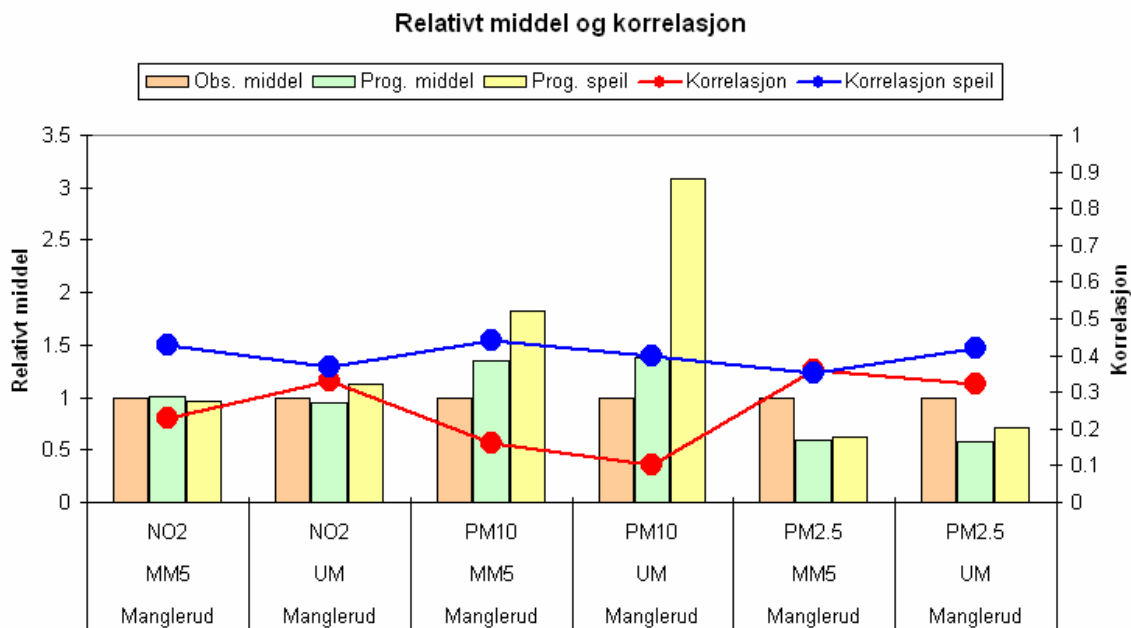
Figur 2.14 Korrelasjon og relativt middel i testperioden for Kirkeveien med hhv. MM5 og UM som inngangsdata.



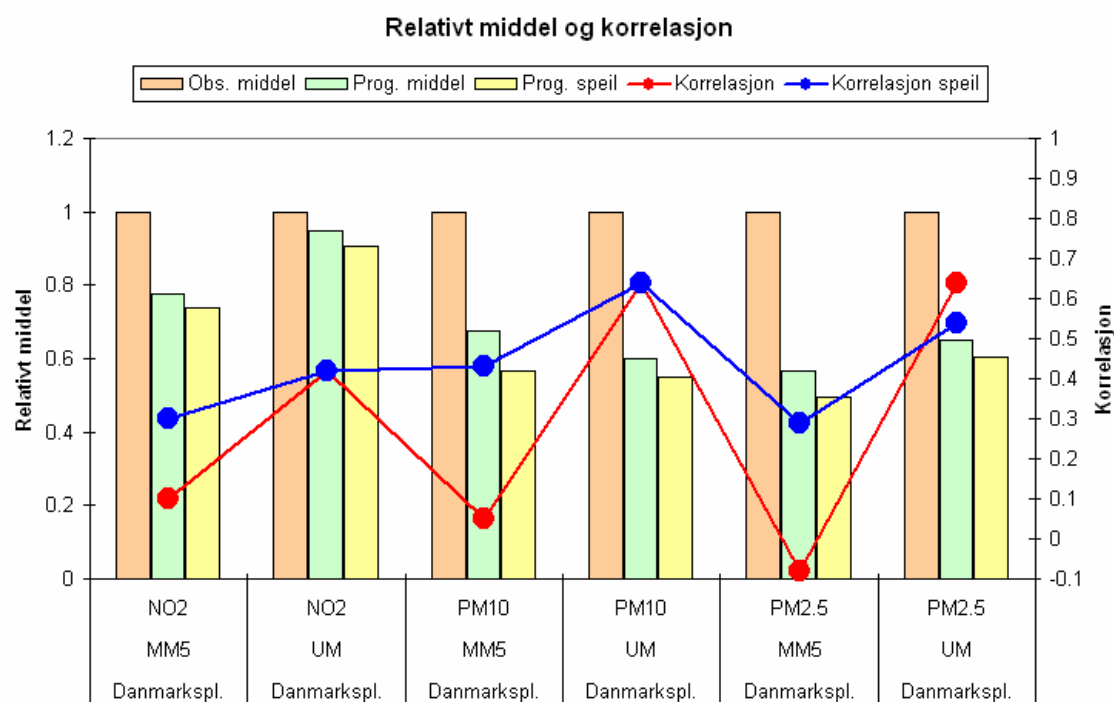
Figur 2.15 Korrelasjon og relativt middel i testperioden for Riksvei 4 med hhv. MM5 og UM som inngangsdata.



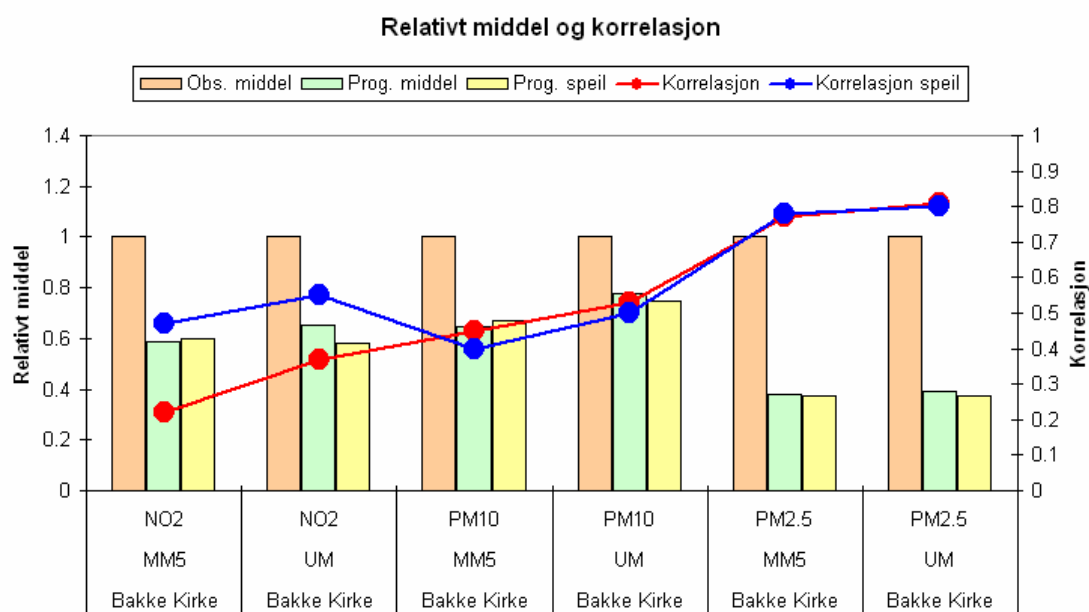
Figur 2.16 Korrelasjon og relativt middel i testperioden for Alnabru med hhv. MM5 og UM som inngangsdata.



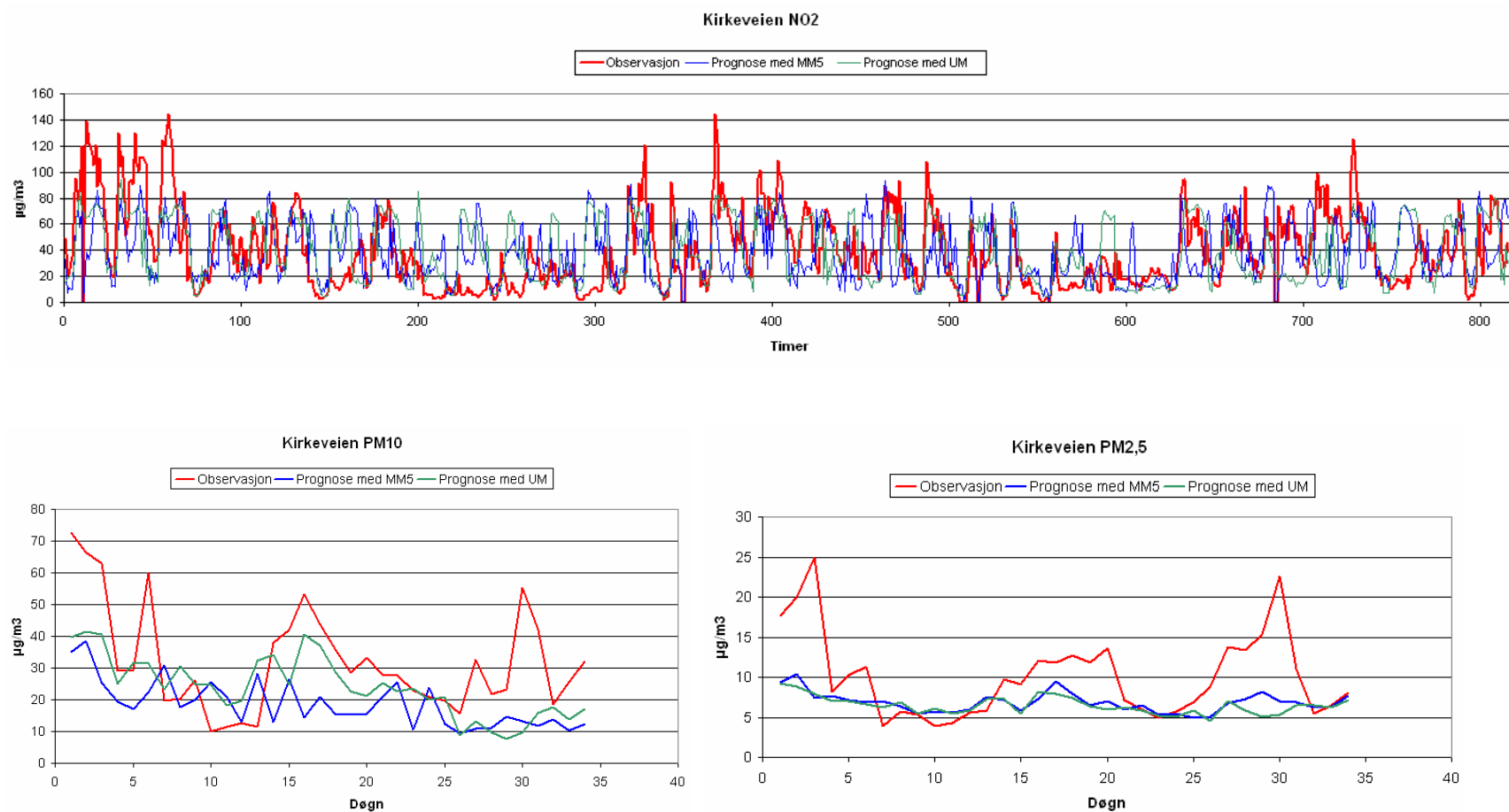
Figur 2.17 Korrelasjon og relativt middel i testperioden for Manglerud med hhv. MM5 og UM som inngangsdata.



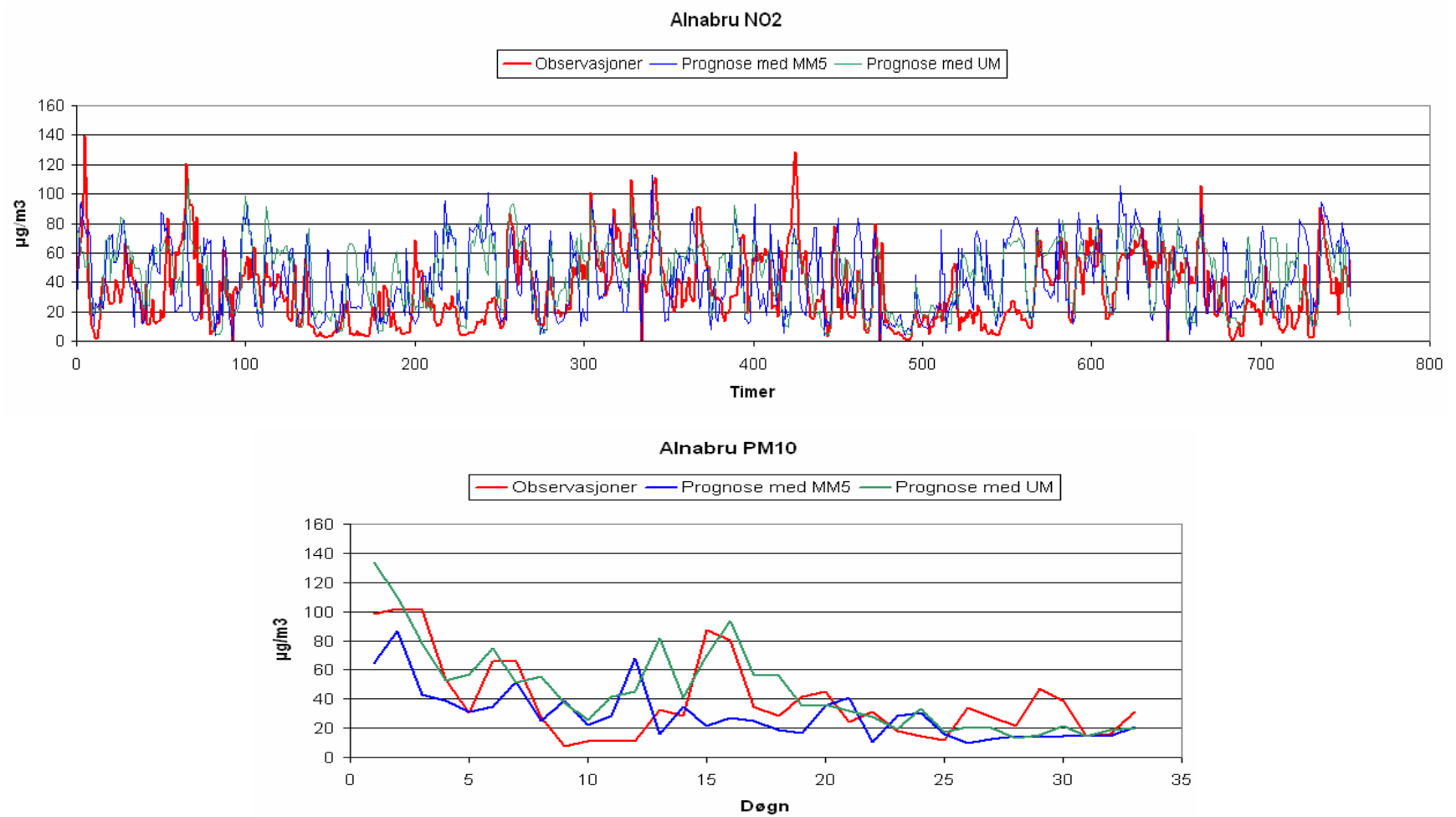
Figur 2.18 Korrelasjon og relativt middel i testperioden for Danmarkspl. med hhv. MM5 og UM som inngangsdata.



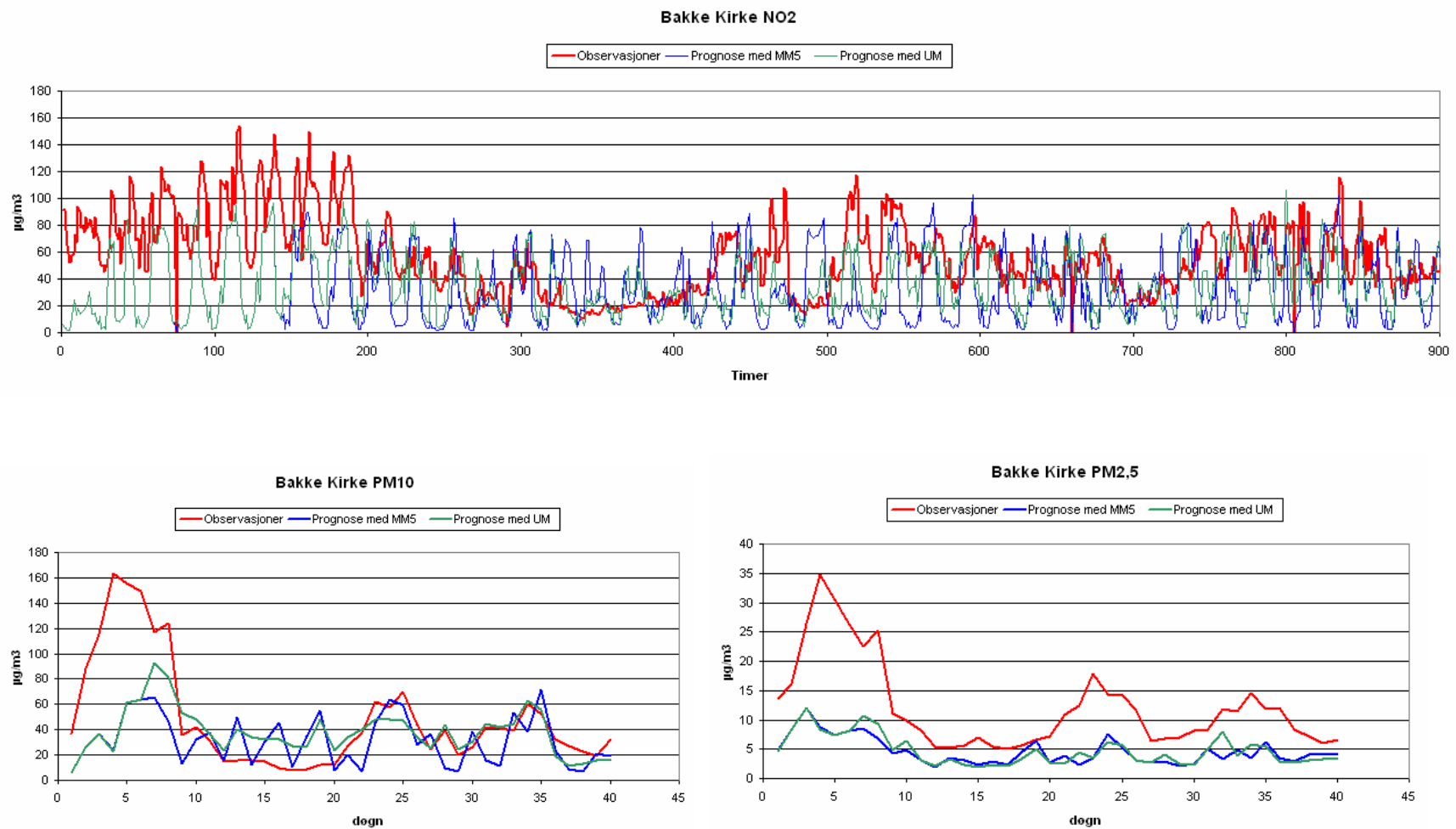
Figur 2.19 Korrelasjon og relativt middel i testperioden for Bakke Kirke med hhv. MM5 og UM som inngangsdata.



Figur 2.20 Observasjoner, prognoser med MM5 som inngangdata og prognoser med UM som inngangsdata. Figuren viser timesverdier av NO2 øverst, døgnverdier av PM10 nede til venstre og døgnverdier av PM2,5 nede til høyre.



Figur 2.21 Observasjoner, prognoser med MM5 som inngangdata og prognoser med UM som inngangsdata. Figuren viser timesverdier av NO2 øverst, døgnverdier av PM10 nede til venstre og døgnverdier av PM2,5 nede til høyre



Figur 2.22 Observasjoner, prognoser med MM5 som inngangdata og prognoser med UM som inngangsdata. Figuren viser timesverdier av NO₂ øverst, døgnverdier av PM₁₀ nede til venstre og døgnverdier av PM_{2,5} nede til høyre

Evaluering av modellresultatene fra AirQUIS med MM5 og UM som inngangsdata gir oss følgende konklusjoner:

1. Med UM som inngangsdata blir langtidsmiddel trolig litt bedre.
2. Med UM som inngangsdata blir korrelasjon mellom observasjon og prognose signifikant bedre.
3. Prognoser for speilpunkt får dårligere langtidsmiddel, men bedre korrelasjon med UM som inngangsdata.
4. Den tilfeldige feilen (standardavviket) er omtrent uforandret.
5. Den systematiske feilen (bias) blir mindre med UM som inngangsdata.
6. Kvalitetsparametere som brukes til varsling blir bedre med UM som inngangsdata.
7. En overgang fra MM5 til UM vil trolig styrke varsling av luftkvalitet i Bedre Byluft, selv om evalueringen er gjort på grunnlag av en kort tidsperiode.

2.6 Evaluering av luftkvalitetsvarsler fra sluttbruker

Prognosene fra AirQUIS og MM5 er datagrunnlaget for varsler av luftkvalitet som distribueres til offentligheten gjennom aviser, radio og internett. Sluttbruker defineres som den som utarbeider disse varslene. I Oslo utarbeider Helsevernetaten i Oslo kommune varslene, i Drammen kommune er Helsetjenesten Miljørettet helsevern sluttbruker og utarbeider varsler. Meteorologisk institutt i Bergen utarbeider varsler for Bergen, Stavanger og Trondheim og Meteorologisk institutt i Oslo utarbeider varslene for Grenland.

2.6.1 Om evaluering av subjektive luftkvalitetsvarsler

Målsettingen for varslingen er å forhåndsmelde om forurensingssituasjoner av potensielt helse- og miljøskadelig omfang. Det antas av den grunn at nytteverdien av varslingen har større betydning enn angivelse av det fullt ut korrekte forureningsnivået, sett i forhold til en eller flere målestasjoner. Evalueringen av varslene er utarbeidet for å undersøke kvaliteten i forhold til denne målsettingen. Evalueringen er gjort (1) vha. spredningsplott for treff av døgnvarsler, og (2) med anvendelse av noen statistiske mål.

Begrensingen i evalueringen ligger ellers bl.a. i følgende forhold:

Luftkvalitetsvarslet er formulert til å gjelde for, eller være best mulig representativt for større eller mindre deler av et geografisk byområde, som f.eks. Bergen sentrum, og det kan dessuten ofte være begrenset grunnlag for detaljering. Å sammenligne de subjektive varslene direkte med målte verdier (observasjoner) blir av den grunn ofte vanskelig, og i noen tilfeller kanskje direkte feil. Målestasjonen(e) det sammenlignes mot er plassert etter beste skjønn for å fange opp det aktuelle luftforureningsnivået, men det kan være store lokale variasjoner, avhengig av topografi, vind- og værforhold, varierende utslipp fra trafikk, industrikilder og fyring.

Forureningsnivået har gjerne relasjon til bare en parameter; oftest PM10, noen få ganger NO₂ og mer sjelden PM2,5. Høyt nivå på svevestøv trenger for eksempel ikke være sammenfallende med høye NO₂ verdier. Det gjør at sammenligning av det subjektive varslet med de enkelte målte

(observerte) parametrene (forurensningskomponentene) kan ha liten eller nokså begrenset verdi som mål på godheten av varslet, uansett hvilke statistiske mål som benyttes. Det ligger også en vesentlig begrensning i selve tallmaterialet, og gruppering i klasser for forurensningsnivå, både for observasjon og for varsel. Dette gjør at noen statistiske mål gir liten eller ingen mening for flere av parametrene, målt enkeltvis. *Det er derfor også tatt med en evaluering beregnet ut fra en samlet oppstilling av forurensningskomponentene PM10, PM2.5 og NO₂. Det antas at resultatene fra denne oppstillingen (gitt med de forskjellige statistiske mål), er et vesentlig bedre mål på godheten av de subjektive luftkvalitetsvarslene, og dermed også en god indikator på nytteverdien.*

Evalueringen omfatter subjektive luftkvalitetsvarsler utsendt fra Meteorologisk institutt, Værvarslingsavdelingen på Blindern for Grenland, og fra regionavdelingen Vervarslinga på Vestlandet for Stavanger/Sandnes, Bergen og Trondheim.

2.6.2 Evalueringresultater

En sammenligning med resultatene fra AirQUIS prognosene gitt i kapittel 2.3 for parametrene PM10, PM2,5 og NO₂ viser at de subjektive varslene generelt sett gir et positivt bidrag til godheten av luftkvalitetsvarslene. Sammenligningen synliggjør dessuten verdien av AirQUIS resultatene som input til den subjektive luftkvalitetsvarslingen. BIAS i Tabell 2.6 tilsvarer VT (Varslet Tendens) i Tabell 2.3 – 2.5.

Tabell 2.6 Kvalitetsparametere beregnet for subjektiv varsling av luftkvalitet for Bergen.

Bergen	A	B	C	D	SFO	FAR	BIAS	ARV	SI
Rådhuset									
PM10	165	33	3	7	70,0	82,5	4,0	82,7	0,2
NO ₂	167	28	1	14	93,3	66,7	2,8	86,2	0,3
Danmarks plass									
PM10	144	22	16	15	48,4	59,5	1,2	80,7	0,3
PM 2,5	162	17	15	12	44,4	58,6	1,1	84,5	0,3
NO ₂	118	13	50	29	36,7	31,0	0,5	70,0	0,3
Bergen samlet	756	113	85	77	47,5	59,5	1,2	80,8	0,3

Tabell 2.7 Kvalitetsparametere beregnet for subjektiv varsling av luftkvalitet for Trondheim.

Trondheim	A	B	C	D	SFO	FAR	BIAS	ARV	SI
<i>Elgeseter</i>									
PM10	64	35	36	43	54,4	44,9	1,0	60,1	0,4
PM 2,5	118	44	20	26	56,5	62,9	1,5	69,2	0,3
NO ₂	69	11	87	43	33,1	20,4	0,4	53,3	0,3
<i>Teknostallen</i>									
PM10	119	66	2	21	91,3	75,9	3,8	67,3	0,2
PM 2,5	130	59	7	9	56,3	86,8	4,3	67,8	0,1
NO ₂	155	54	1	0	0,0	100,0	54,0	73,8	0,0
<i>Bakke kirke</i>									
PM10	99	52	23	36	61,0	59,1	1,5	64,3	0,3
PM 2,5	123	48	11	17	60,7	73,8	2,3	70,4	0,2
NO ₂	111	29	45	25	35,7	53,7	0,8	64,8	0,3
Trondheim samlet	988	398	232	220	48,7	64,4	1,4	65,7	0,3

Tabell 2.8 Kvalitetsparametere beregnet for subjektiv varsling av luftkvalitet for Stavanger.

Stavanger	A	B	C	D	SFO	FAR	BIAS	ARV	SI
<i>Kannik</i>									
PM10									
NO ₂	173	5	24	8	25,0	38,5	0,4	86,2	0,2
<i>Våland</i>									
PM10	135	19	5	1	16,7	95,0	3,3	85,0	0,0
PM 2,5									
NO ₂	192	10	5	3	37,5	76,9	1,6	92,9	0,2
Stavanger samlet	500	34	34	12	26,1	73,9	1,0	88,3	0,2

Tabell 2.9 Kvalitetsparametere beregnet for subjektiv varsling av luftkvalitet for Grenland.

Grenland	A	B	C	D	SFO	FAR	BIAS	ARV	SI
<i>Lensmannsdalen</i>									
PM10	98	42	21	28	57,1	60,0	1,4	66,7	0,3
PM 2,5	83	46	13	23	63,9	66,7	1,9	64,2	0,3
NO ₂	114	60	8	7	46,7	89,6	4,5	64,0	0,1
<i>Øyekast</i>									
PM10	106	54	4	14	77,8	79,4	3,8	67,4	0,2
NO ₂	122	67	0	0		100,0		64,6	0,0
<i>Ås, Heistad</i>									

NO ₂	122	67	0	0		100,0		64,6	0,0
<i>Grenland samlet</i>	645	336	46	72	61,0	82,4	3,5	65,2	0,2

3. ANBEFALINGER

3.1 Meteorologi

Omlegging av Bedre byluft til å benytte UM som meteorologimodell har vært førsteprioritetet siste sesong. Evalueringsresultatene som foreligger bekrefter at modellen har bedre kvalitet enn MM5 på vindprognosene. Kvaliteten på temperaturprognosene varierer mer. De største feilene finner vi i klarværssituasjoner, og da spesielt om natta. Temperaturen kan på små områder bli veldig lav. Arbeidet med å finne forklaringen på dette og teste andre verdier for bakkens egenskaper vil starte opp høste 2007.

For sesongen 2007-08 er det planlagt luftkvalitetsvarsler for flere byer. Inntil utslippsdatabaser for nye byer er på plass, skal det varsles ut fra meteorologiske forhold for spredning av forurensning, og uten AirQUIS-beregninger. For å ha kontroll med at den meteorologiske modellen beregner lokalt vær riktig, er det behov for flere observasjoner. I mange byer mangler observasjoner fra byområdet, og de fleste byene har bare en stasjon som rapporterer i sanntid. Det anbefales å skaffe Meteorologisk institutt datatilgang fra eksisterende og framtidige målestasjoner i sanntid. Meteorologisk institutt ønsker å klarlegge i hvilken grad det lar seg gjøre teknisk å få data fra målestasjoner som eies/driftes av andre (kommuner, veikontor) inn i vårt system i sanntid. Når det gjelder opprettelse av nye stasjoner kan Meteorologisk institutt bidra i forkant, med plassering og valg av utstyr, slik at nytten av målingene blir optimal.

3.2 Luftkvalitet

Bedre Byluft-systemet har vært under kontinuerlig utvikling og forbedring siden oppstarten i 1999. Per i dag vurderer vi at det er størst forbedringspotensial i å oppdatere alle utslippsdata som brukes i systemet. For enhver teoretisk modell gjelder det at kvaliteten på utgangsdata ikke kan bli bedre enn kvaliteten på inngangsdata.

Evalueringen viser at en overgang fra MM5 til UM som inngangsdata for meteorologi trolig vil gi bedre prognostisering av luftkvaliteten i AirQUIS. Denne evalueringen er bare gjort for en kort periode, ca 40 dager, og bare for en årstid, våren. Derfor vil vi anbefale at Bedre Byluft-systemet legger over fra MM5 til UM, men at en by (Oslo) kjøres både med MM5 og UM som inngangsdata for å bekrefte at de funn som er gjort i denne evalueringen også gjelder i en lengre periode og under andre meteorologiske forhold (andre årstider).

AirQUIS-prognosen for Drammen har vært svært svak siste sesong, Figur 2.3 og 2.10. Også sluttbrukere i Drammen kommune melder at denne prognosen ikke kan benyttes til varslings. Dette skyldes trolig at inngangsdata er utdatert. Vi anbefaler derfor at AirQUIS-beregninger for Drammen opphører inntil oppdaterte inngangsdata foreligger.

Sluttbrukere for Grenland har gitt tilbakemelding på at kartene for luftkvalitet som leveres fra AirQUIS er svært dårlige og ikke kan benyttes. Samtidig viser evalueringen i denne rapporten at modellen gir rimelig gode resultater på reseptorpunkt, Figur 2.5 og 2.9. Vi vil derfor anbefale at det fortsatt kjøres AirQUIS-beregninger for Grenland, men at generering av karter opphører. Resultater presenteres bare med tabeller over konsentrasjoner i reseptorpunkt.

AirQUIS-prognosen i Stavanger har vært noe variabel, Figur 2.5 og 2.9. Dessuten er det generelt lavere forurensningsnivå i Stavanger enn i de andre byene. Det forekommer sjeldent at kartene viser utslag av betydning. Vi anbefaler derfor at det fortsatt kjøres AirQUIS-beregninger for Stavanger, men at generering av karter opphører. Resultater presenteres bare med tabeller over konsentrasjoner. Dette forutsetter at sluttbrukerne er enige i dette.

Ellers anbefaler vi at AirQUIS kjøres for Oslo, Bergen og Trondheim også neste sesong.

REFERANSER

Bjørge, D., J.E. Haugen, M. Homleid, O.N. Vignes and V. Ødegaard (2003): *Updating the HIRLAM numerical weather prediction system at met.no 2000-2002*, Research Report no. 145, Norwegian Meteorological Institute, P.O. Box 43, Blindern, N-0313 Oslo, Norway

Buskerud vegkontor (2001): *Tidsvariasjon for trafikk for E18 i Drammen 2000*.

Cox, P.M., Betts, R.A., Bunton, C.B., Essery, R.L.H., Rowntree, P.R. and Smith, J., 1999: The impact of new land surface physics on the GCM simulation of climate and climate sensitivity. *Clim Dyn*, 15, 183-203.

Cusack, S. Edwards, J.M. and Crowther, J.M., 1999: Investigating k distribution methods for parameterizing gaseous absorption in the Hadley Centre Climate Model. *J Geophys Res (Atmos)*, 104, 2,051-2,057.

Environmental Protection Agency (2003): *Guidelines for Developing an Air Quality (Ozone and PM_{2,5}) Forecasting Program*, U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning and Standards, USA.

European Environment Agency (2000): *COPERT III, Computer programme to calculate emission from road transport*. Technical report No 49

Fritsch, J.M. and Chappell, C.F., 1980: Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. Part I. Convective parameterization. Part II. Mesoscale model. *J Atmos Sci*, 37, 1,722-1,762.

Geleyn, J.-F. and Hollingsworth, A., 1979: An economical analytical method for the computation of the interaction between scattering and line absorption of radiation. *Beitr Phys Atmos*, 52, 1-16.

Grant, A.L.M., 2001: Cloud-base fluxes in the cumulus-capped boundary layer. *Quart J R Meteorol Soc*, 127, 407-421.

Grant, A.L.M. and Brown, A.R., 1999: A similarity hypothesis for shallow-cumulus transports. *Quart J R Meteorol Soc*, 125, 1913-1936.

Guerreiro, C. B. (2004): personlig kommunikasjon med prosjektleder (o-103124)

Ketzel, M., Omstedt, G., Johansson, C., Düring, I., Gidhagen, L., Lohmeyer, A., Berkowicz, R. og Wåhlin, P. (2005): *Estimation and validation of PM_{2,5}/PM₁₀ exhaust and non-exhaust emission factors for street pollution modelling*. Conference on Urban Air Quality, Valencia, Spain, 29 – 31 March 2005.

Kristjansson, J.E., Edwards, J.M. and Mitchell, D.L., 2000: Impact of a new scheme for optical properties of ice crystals on climates of two GCMs. *J Geophys Res (Atmos)*, 105, 10,063-10,079.

Larssen, S. (2005): Personlig kommunikasjon

Laupsa, H. (2002a): *Rikets miljøtilstand 2001*, Notat, Kjeller, NILU 2001

Laupsa, H. (2002b): Scandiaconsult, personlig kommunikasjon

Laupsa, H., Slørdal, L. H. og Tønnesen, D. (2005): *Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler*. Kjeller (NILU OR 6/2005)

Lock, A.P., Brown, A.R., Bush, M.R., Martin, G.M. and Smith, R.N.B., 2000: A new boundary layer mixing scheme. Part I. Scheme description and single-column model tests. *Mon Weather Rev*, 128, 3,187-3,199.

SFT (1999): *Utslipp fra vegtrafikk i Norge*. Rapport

Statens vegvesen, Vegdirektoratet (2003): *Piggdekkundersøkelsen 2003*, 16-3-2003/KJJ

Statens vegvesen (1998): *Nasjonal Transportplan 2002-2011. Trafikkprognoser for bruk i planarbeidet*. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet.

Tønnesen, D. (2003): *Veibanedata til forbedring av støvutslippsmodul i AirQUIS*. Kjeller (NILU OR 61/2003)

Wilson, D.R. and Ballard, S.P., 1999: A microphysically based precipitation scheme for the UK Meteorological Office Unified Model. *Quart J R Meteorol Soc*, 125, 1,607-1,636.

Ødegaard, V. og K.I. Gjerstad, *Månedlige evalueringsrapporter for Bedre byluft*, november 2006 til april 2007. Tilgjengelig fra Meteorologisk institutt, Boks 43 Blindern, N-0313 Oslo.

APPENDIX A

Statistiske mål

Definisjon av statistiske mål benyttet i kapittel 2 og i Appendix C og E

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

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

Evalueringsparametere og hvordan de beregnes.

Parameter	Forklaring og utregning	Optimal verdi
Andel riktige varsel (ARV)	Prosentvis prognose som er riktig som god eller dårlig luftkvalitet = $(a+d) / (a+b+c+d) \cdot 100$	100
Varslet tendens (VT)	VT < 1, betyr at prognosen underestimerer. VT > 1, betyr at prognosen overestimerer. = $(b+d) / (c+d)$	1
Suksessindeks (SI)	Som for ARV men bare for dårlig luftkvalitet = $d / (b+c+d)$	1
Falsk alarm rate (FAR)	Prosentvis at antall ganger varsel om dårlig luftkvalitet ikke var tilfelle = $b / (b + d) \cdot 100$	0
Sannsynlighet for oppdagelse (SFO)	Prosent av de observerte tilfellene av dårlig luftkvalitet som blir varslet = $d / (c + d) \cdot 100$	100

Definisjonen av statistiske mål benyttet i kapittel 2 og i Appendix B og D.

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. Den totale feilen ($rmse$) beregnes fra $stde$ og $bias$:

$$rmse = \sqrt{bias^2 + stde^2}$$

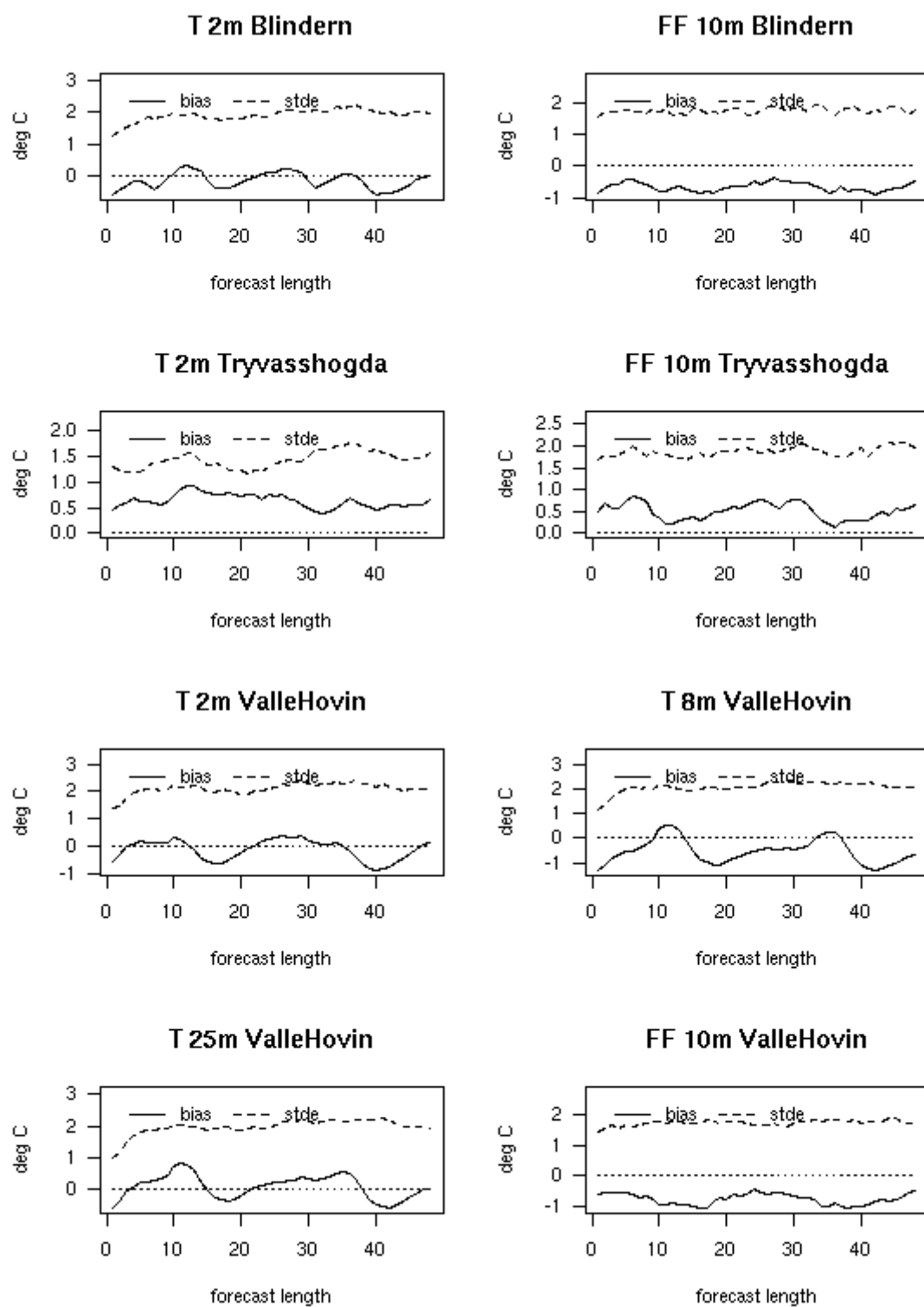
Feilen uttrykkes i den enheten som parameteren måles i: m/s for vind, °C for temperatur.

Korrelasjon mellom to serier av data uttrykkes ved korrelasjonskoeffesienten og beregnes slik:

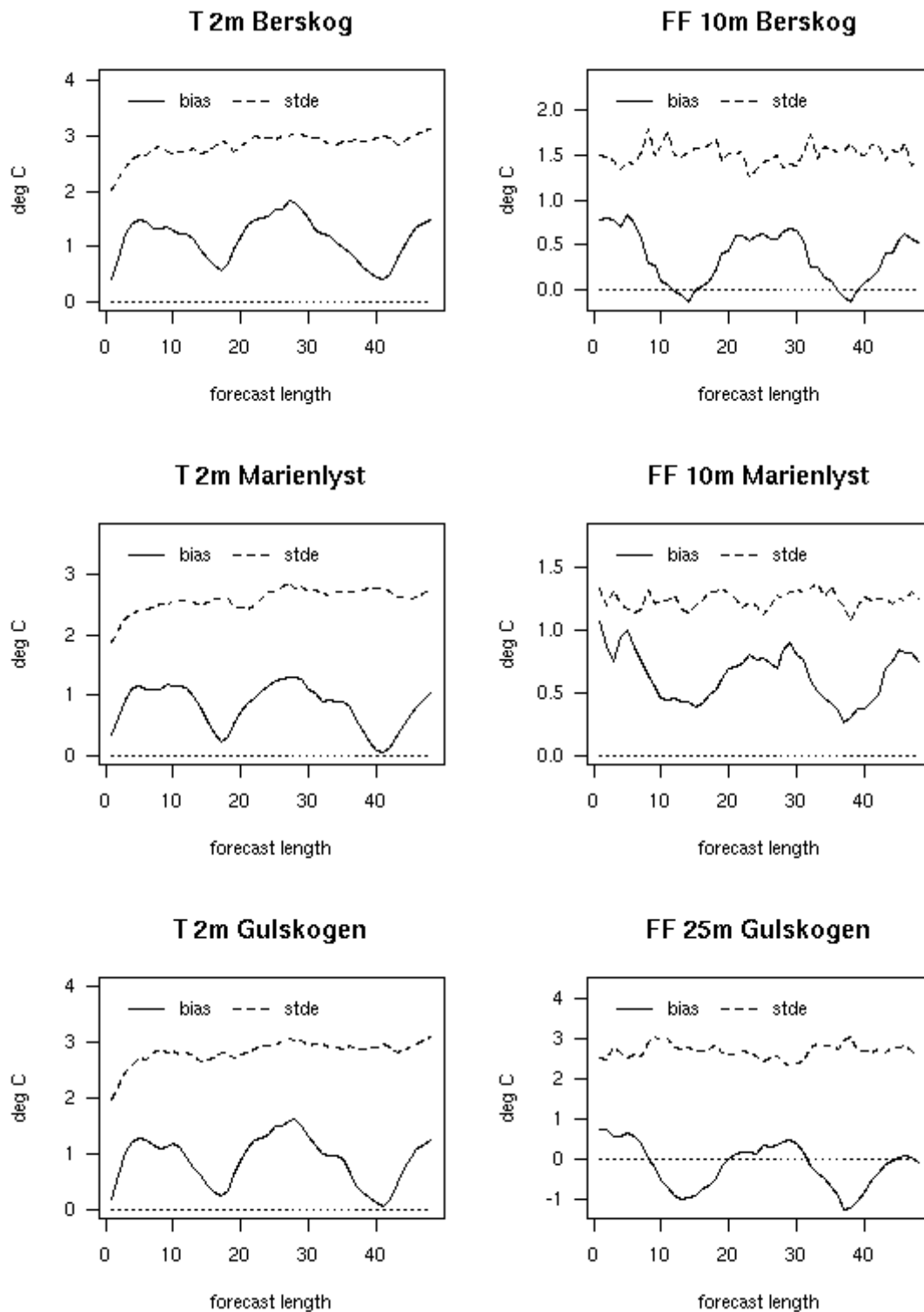
$$r = \frac{\sum (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{(n-1)s_x s_y}$$

der O_i og P_i er hver enkelt verdi i serien av observasjoner og prognoser, \bar{O} og \bar{P} er gjennomsnittsverdien for hele serien, n er antallet dataverdier i serien og s_o og s_p er standardavviket (variasjonen omkring gjennomsnittet) til hver av seriene O og P .

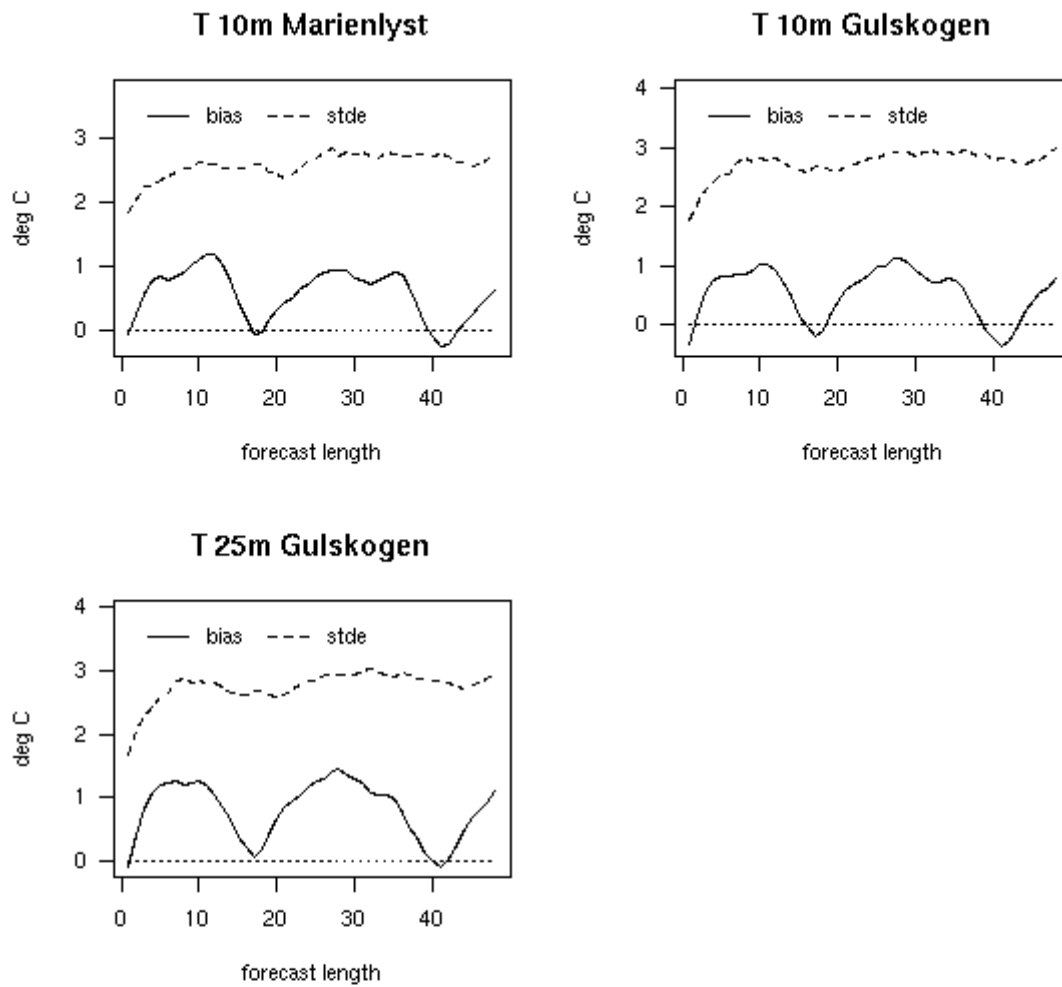
APPENDIX B



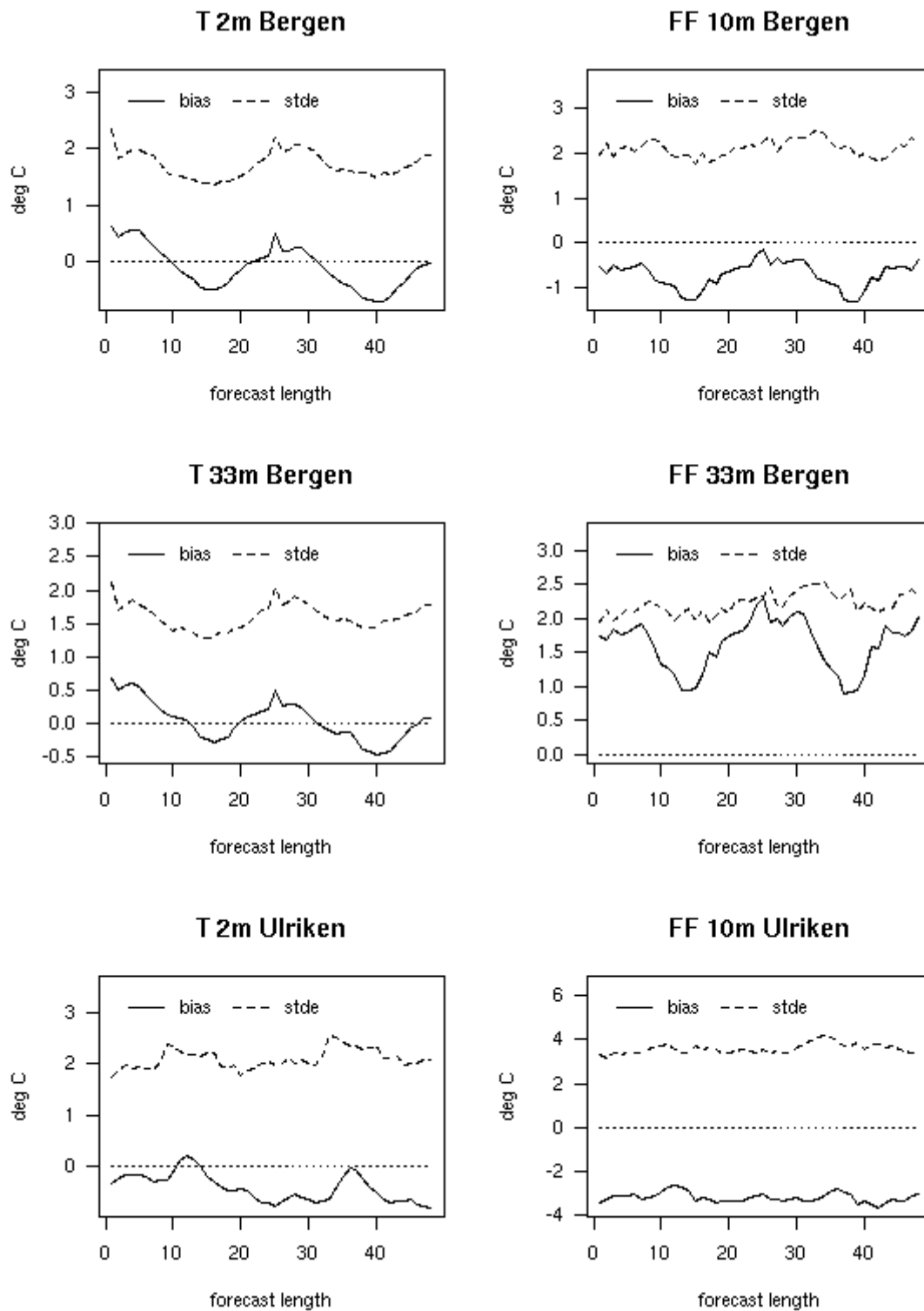
Figur B1 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiplet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 2m og vind i 10m i Oslo-området som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.



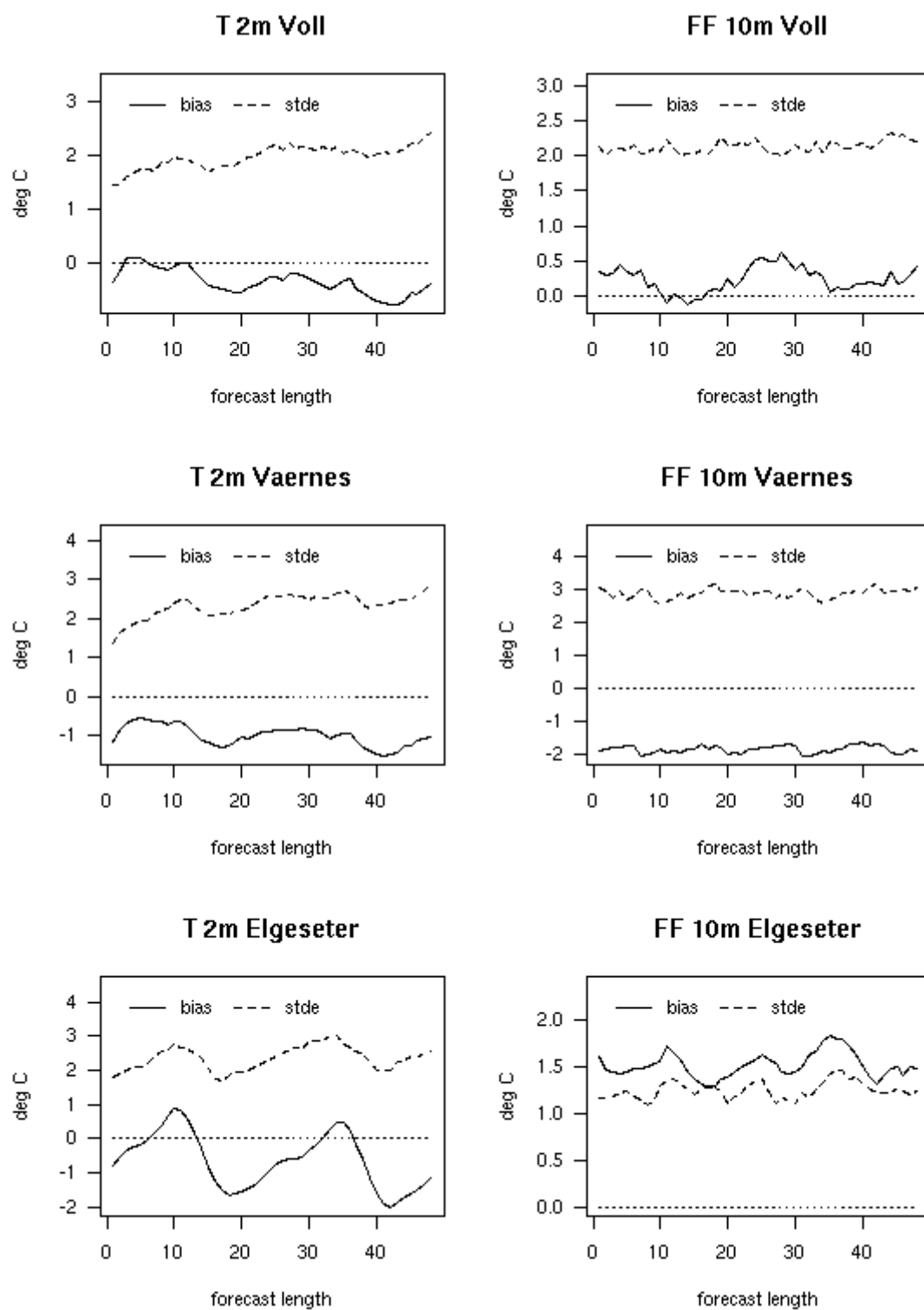
Figur B2 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiplet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 2m og vind i 10m og 25m i Drammen som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.



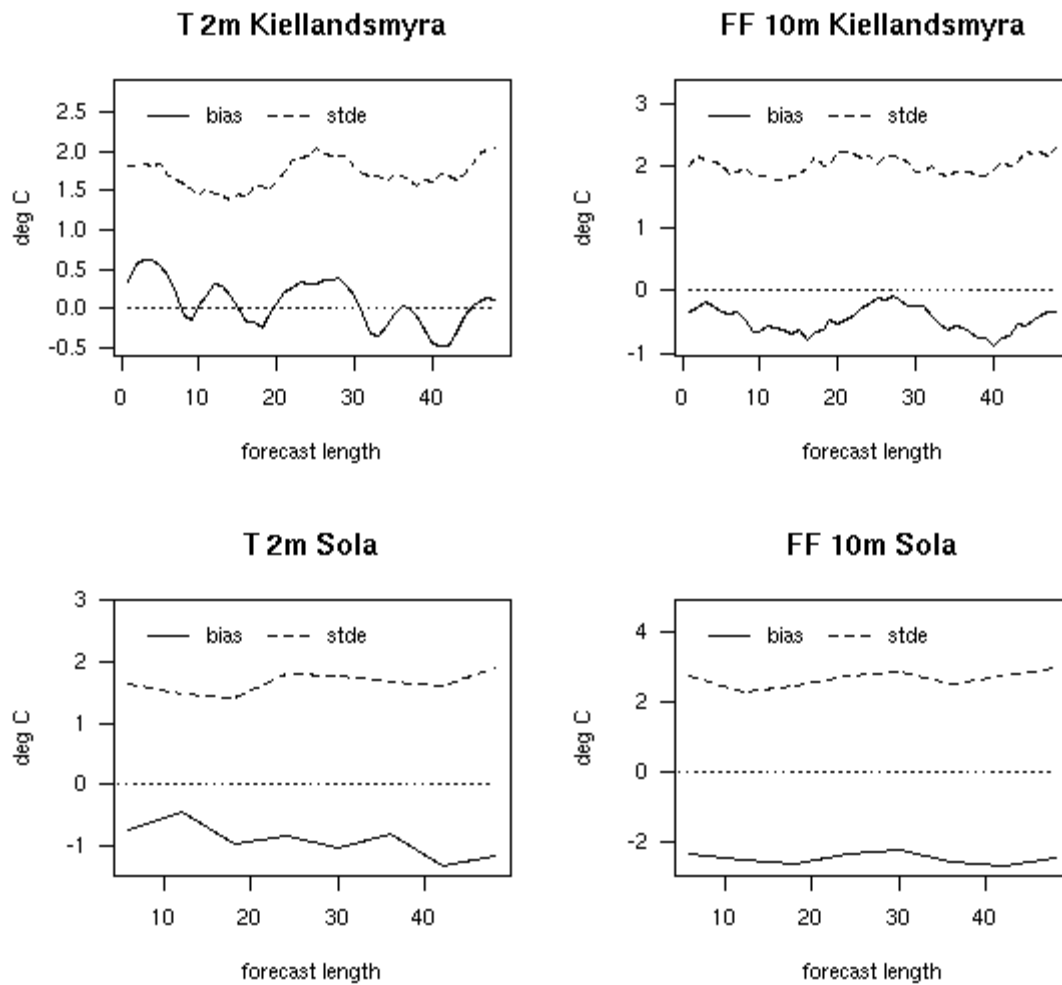
Figur B3 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiplet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 10m og vind i 10m og 25m i Drammen som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.



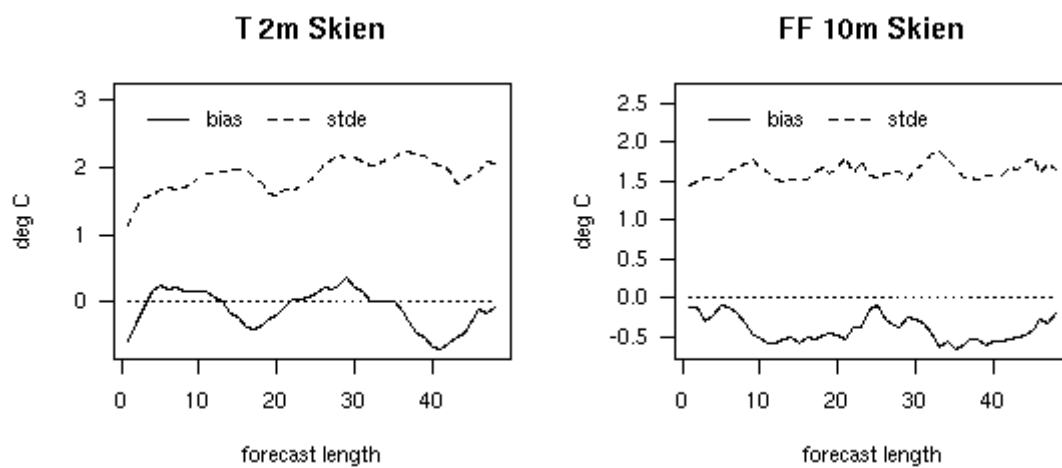
Figur B4 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiptet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 2m og vind i 10m i Bergen som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.



Figur B5 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiptet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 2m og vind i 10m i Trondheim som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

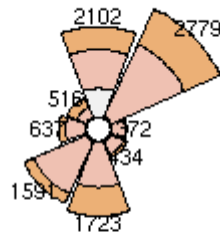


Figur B6 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiplet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 2m og vind i 10m i Stavanger som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

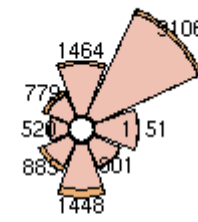


Figur B7 Feilen (bias heltrukken, standardavvik av feilen stiplet, se forklaring i Appendix H) i MM5-prognoser for temperatur i 2m og vind i 10m i Grenland som funksjon av prognoselengden. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

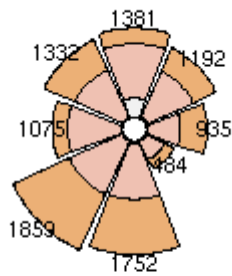
OBS Blindern



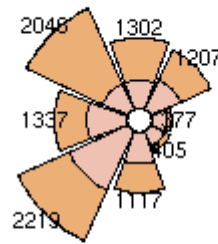
MM5 1km Blindern



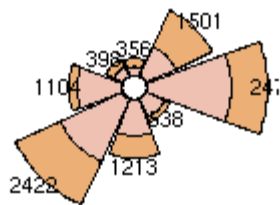
OBS Tryvasshogda



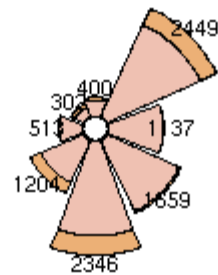
MM5 1km Tryvasshogda



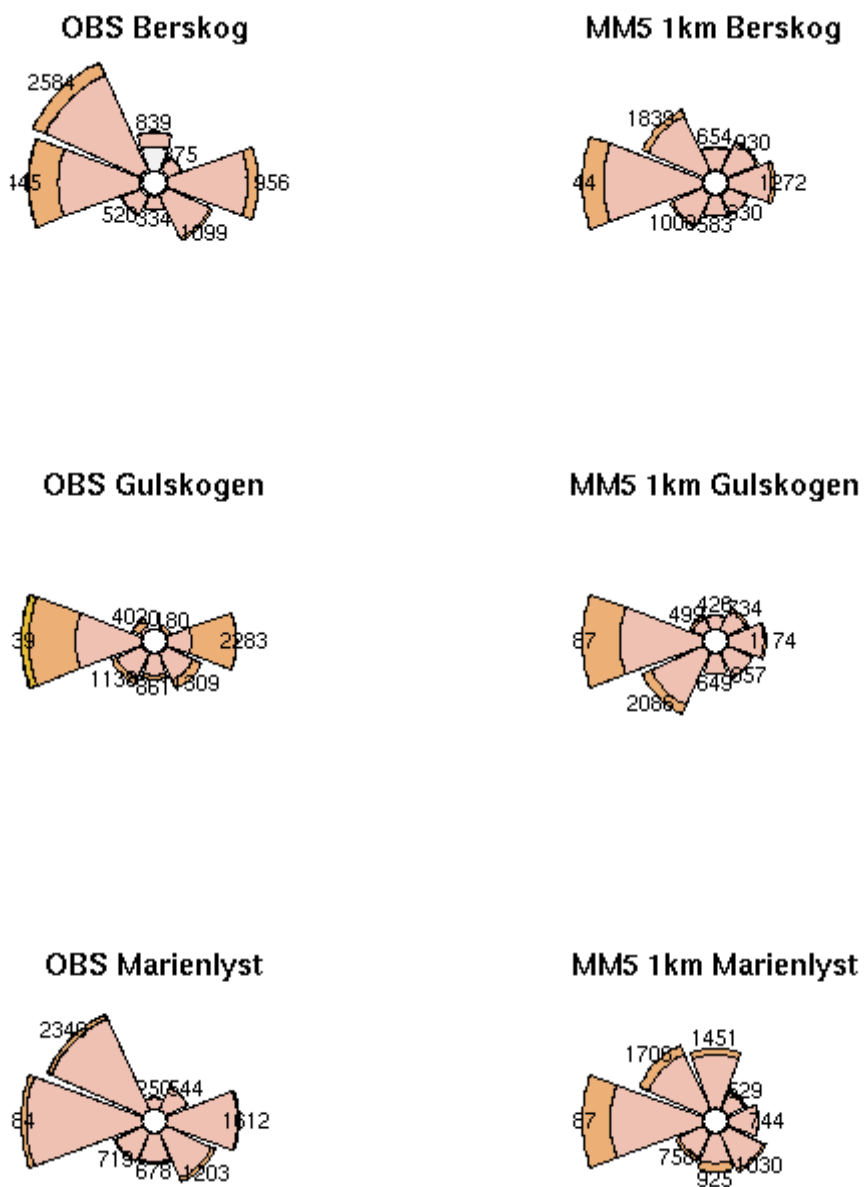
OBS ValleHovin



MM5 1km ValleHovin

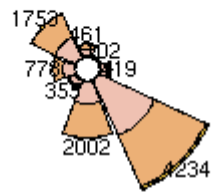


Figur B8 Fordeling av vind på styrke og retning i observasjoner (venstre) og MM5 (høyre) i Oslo. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

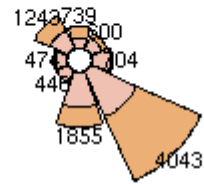


Figur B9 Fordeling av vind på styrke og retning i observasjoner (venstre) og MM5 (høyre) for Drammen. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

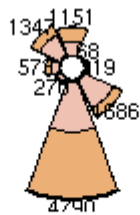
OBS Bergen



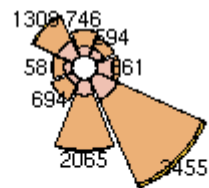
MM5 1km Bergen



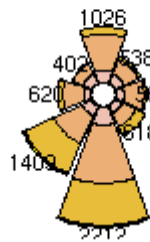
OBS Bergen 33m height



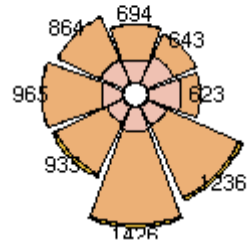
MM5 1km Bergen 33m height



OBS Ulriken

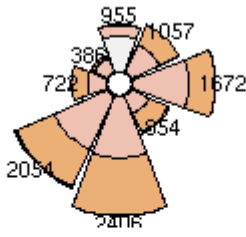


MM5 1km Ulriken

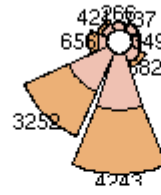


Figur B10 Fordeling av vind på styrke og retning i observasjoner (venstre) og MM5 (høyre) for Bergen. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

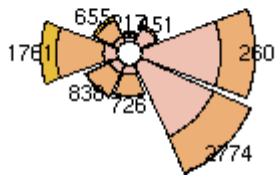
OBS Voll



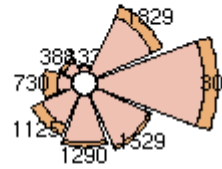
MM5 1km Voll



OBS Vaernes



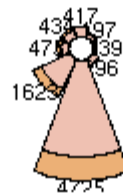
MM5 1km Vaernes



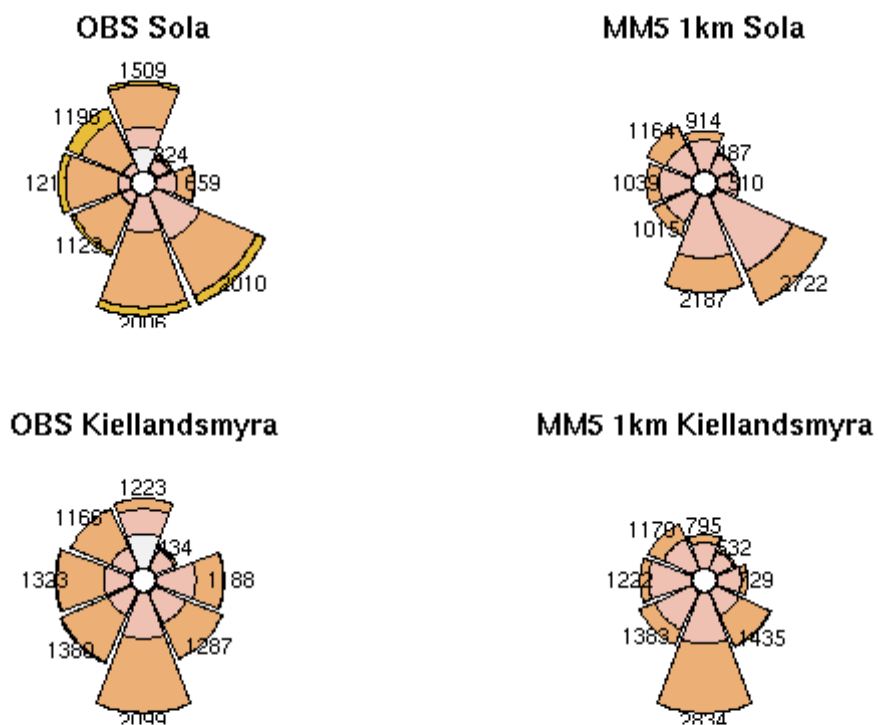
OBS Elgeseter



MM5 1km Elgeseter



Figur B11 Fordeling av vind på styrke og retning i observasjoner (venstre) og MM5 (høyre) for Trondheimsområdet. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.



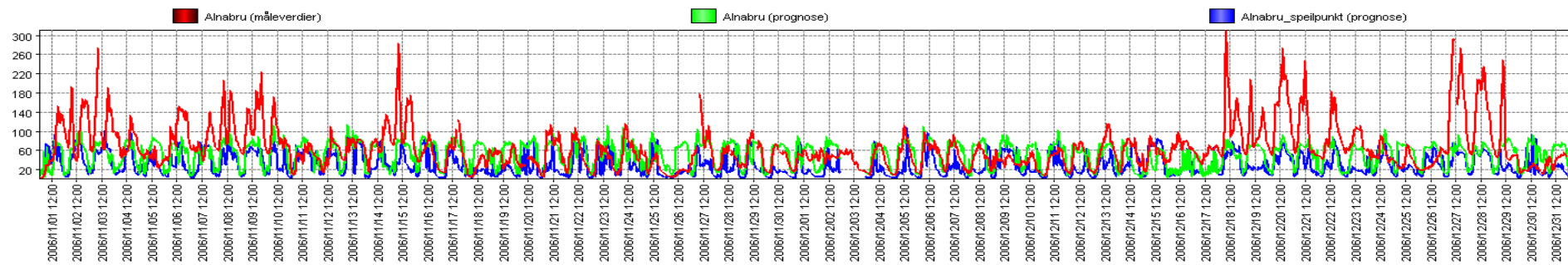
Figur B12 Fordeling av vind på styrke og retning i observasjoner (venstre) og MM5 (høyre) for Stavanger. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

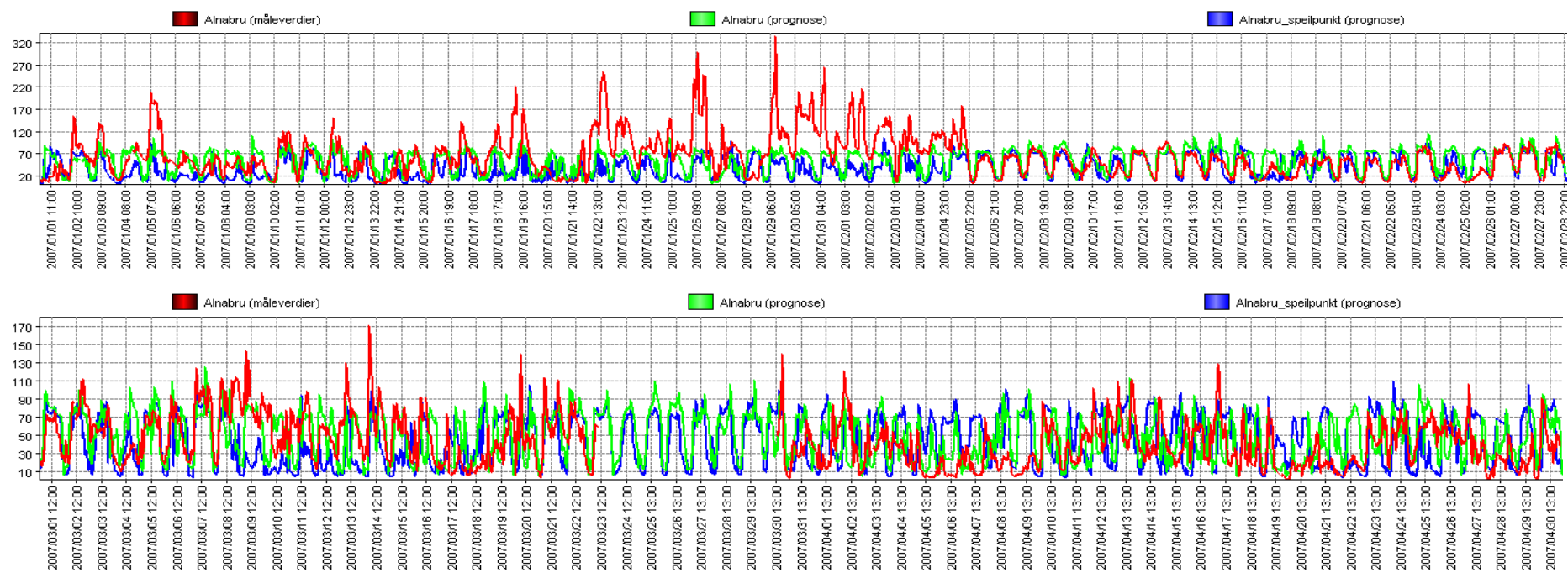


Figur B13 Fordeling av vind på styrke og retning i observasjoner (venstre) og MM5 (høyre) for Grenland. Data omfatter perioden 1. november til 30. april.

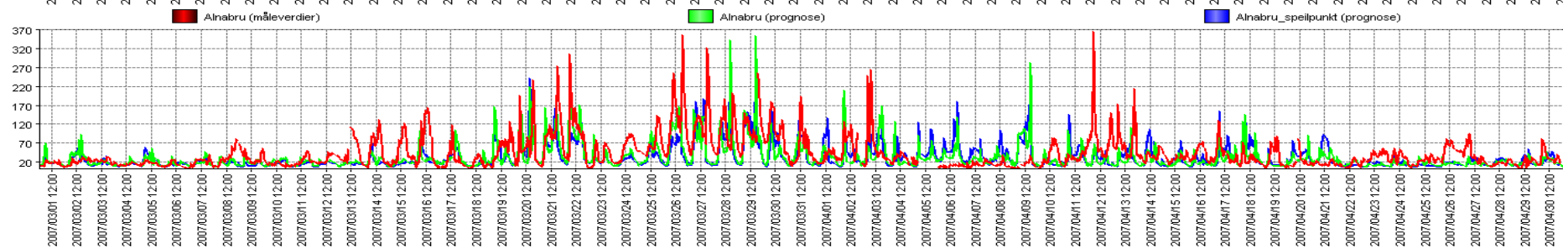
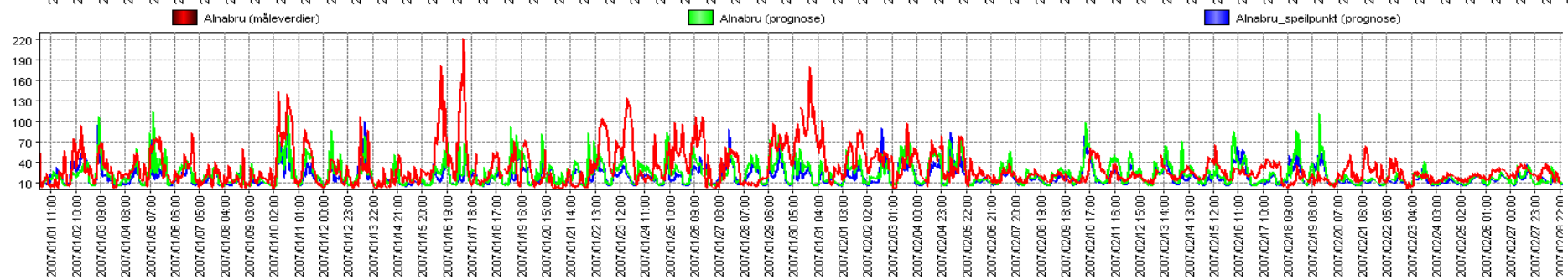
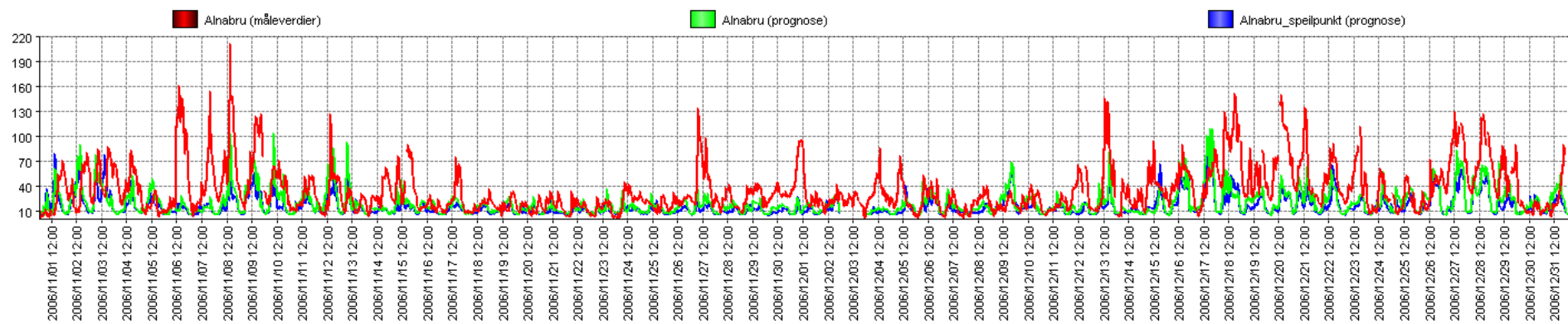
APPENDIX C

NO2 Alnabru Oslo

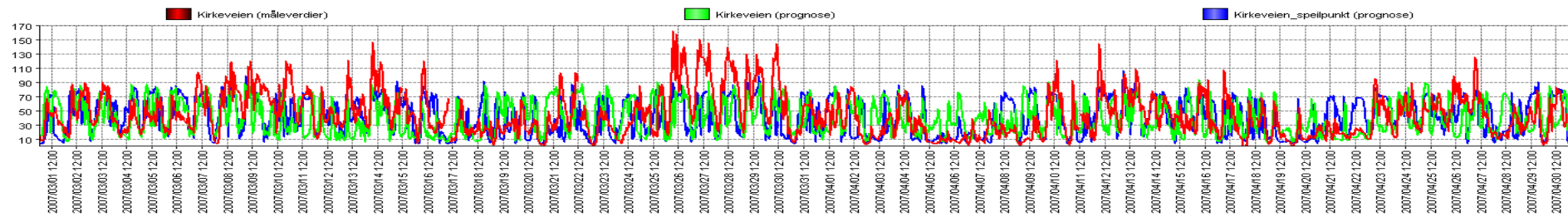
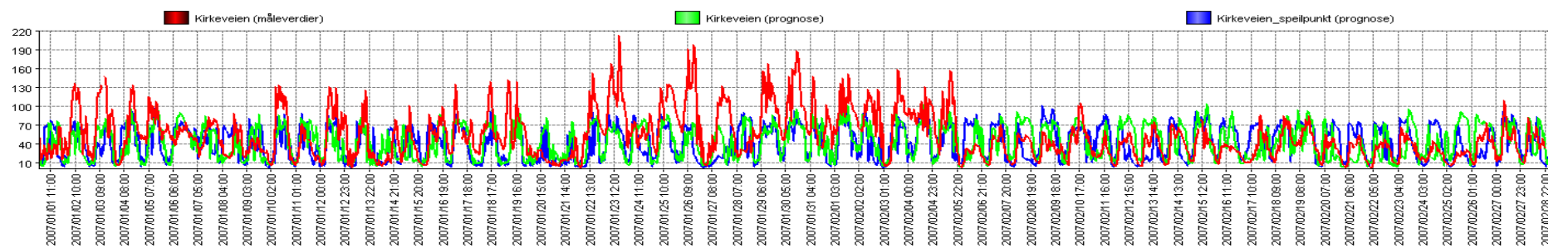
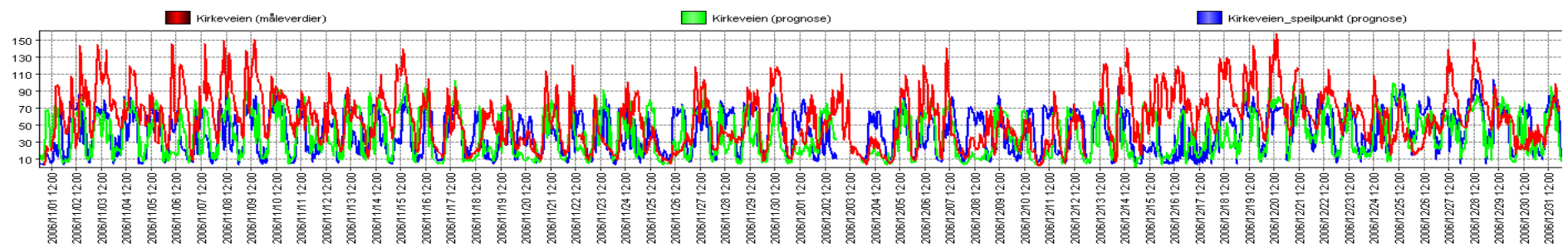




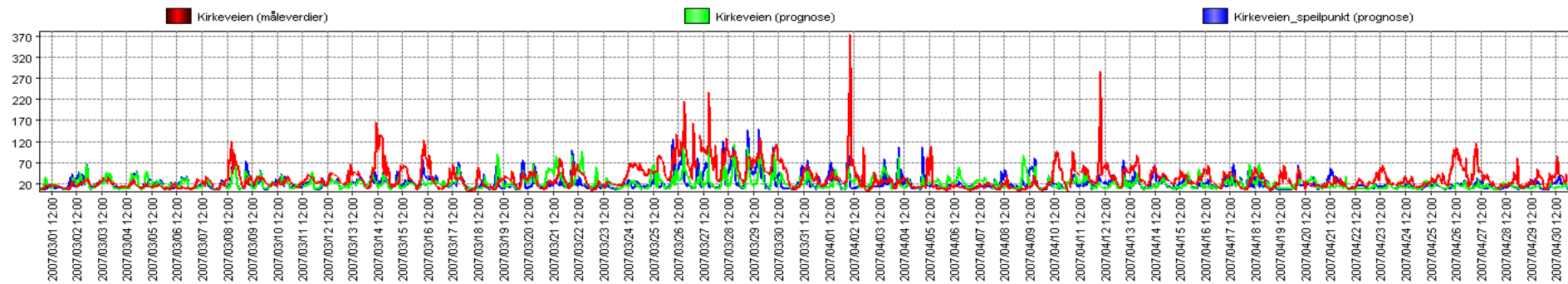
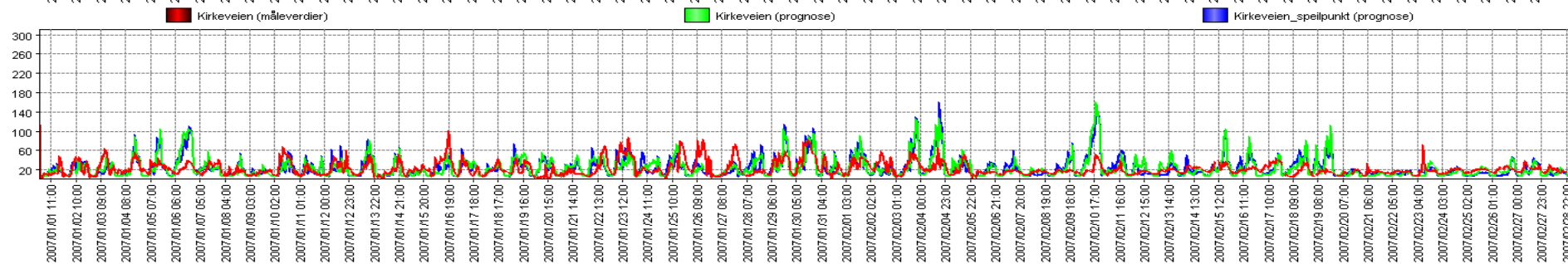
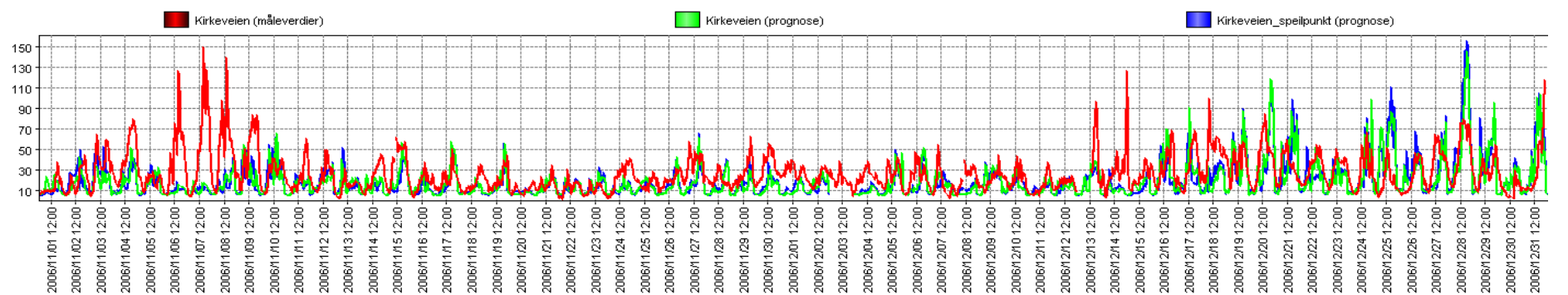
PM10 Alnabru Oslo



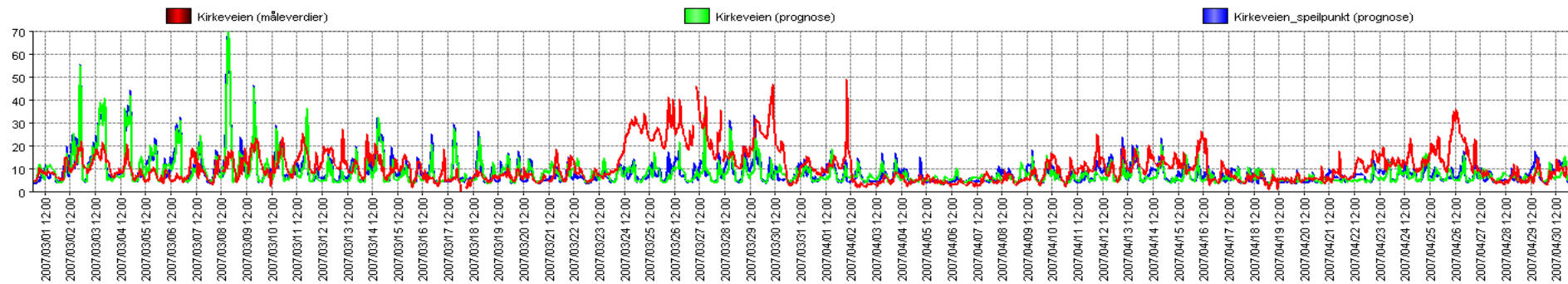
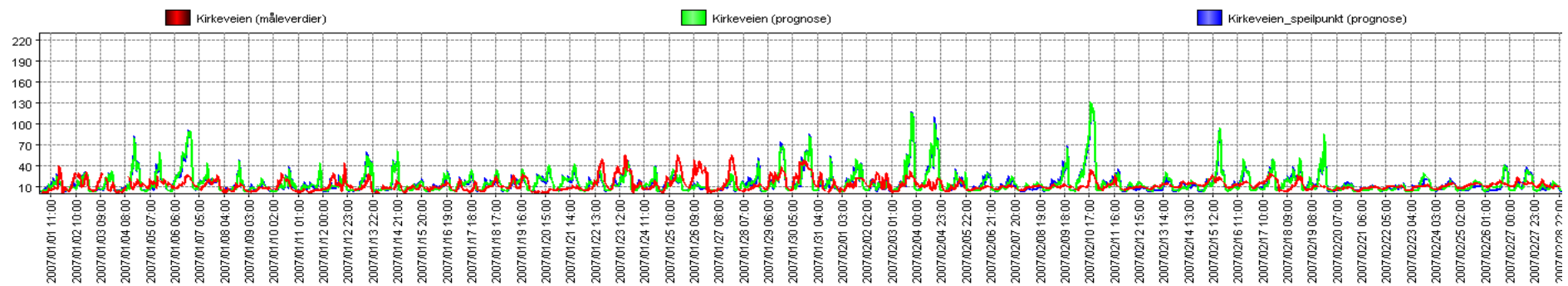
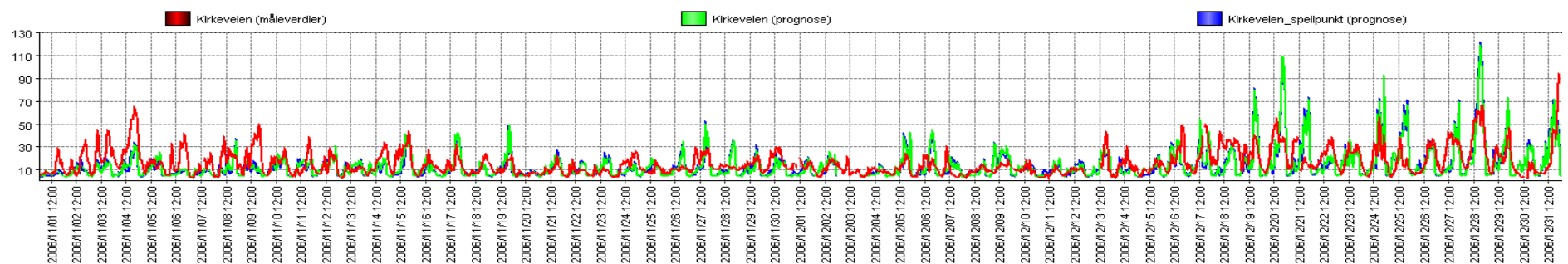
Kirkeveien NO2



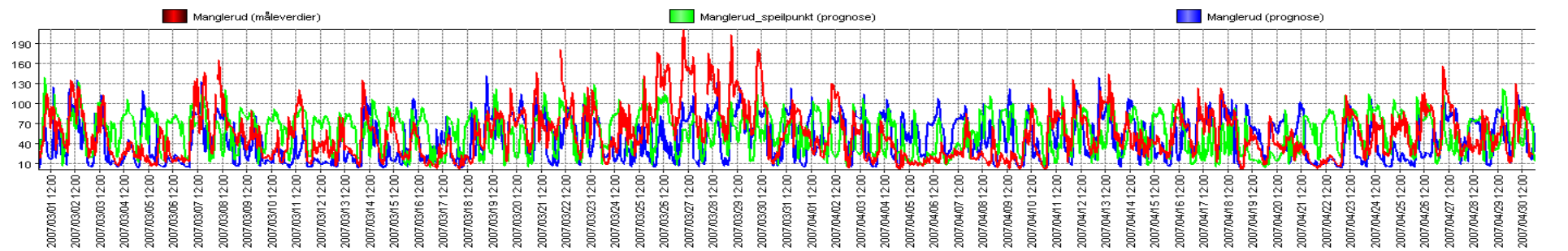
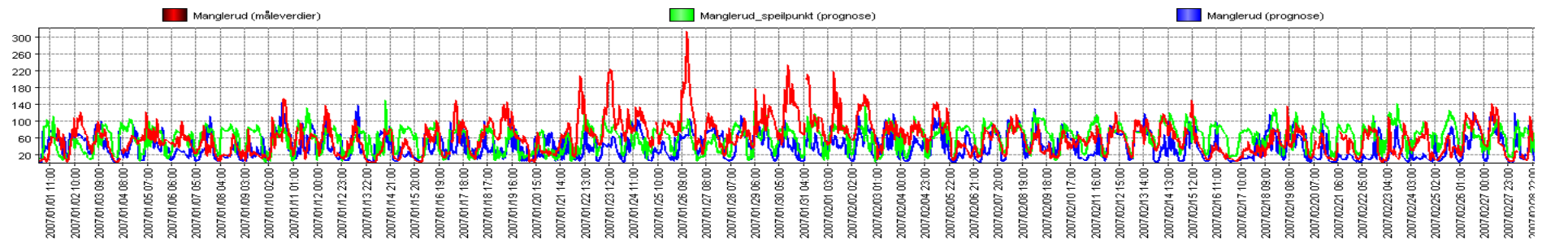
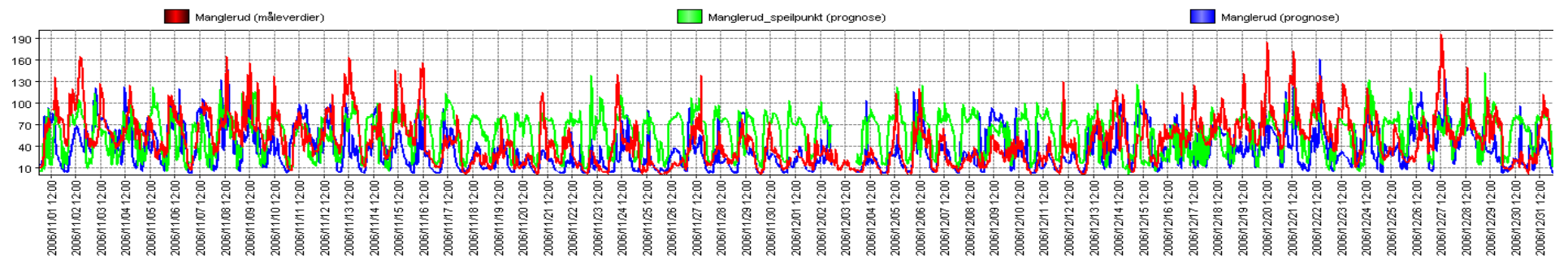
Kirkeveien PM10



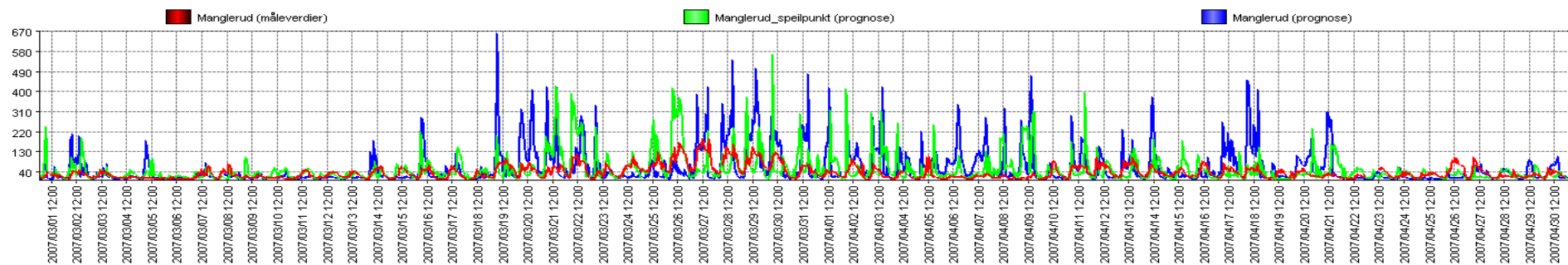
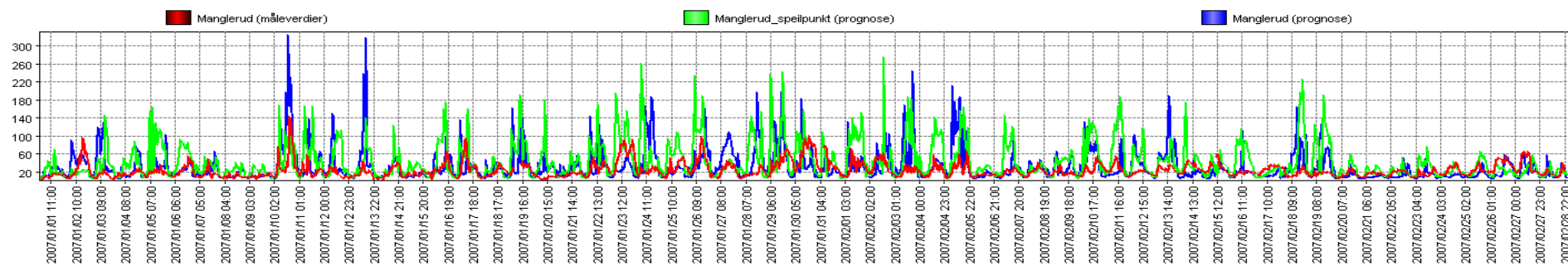
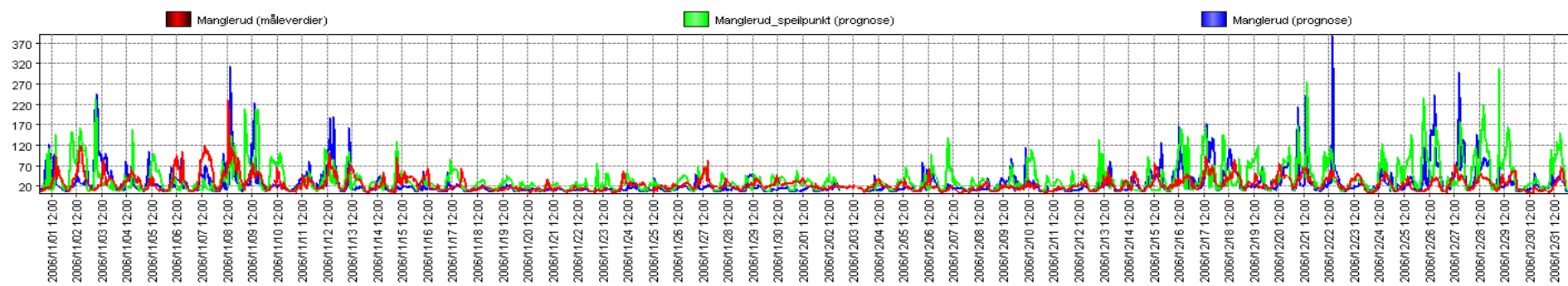
Kirkeveien PM2,5



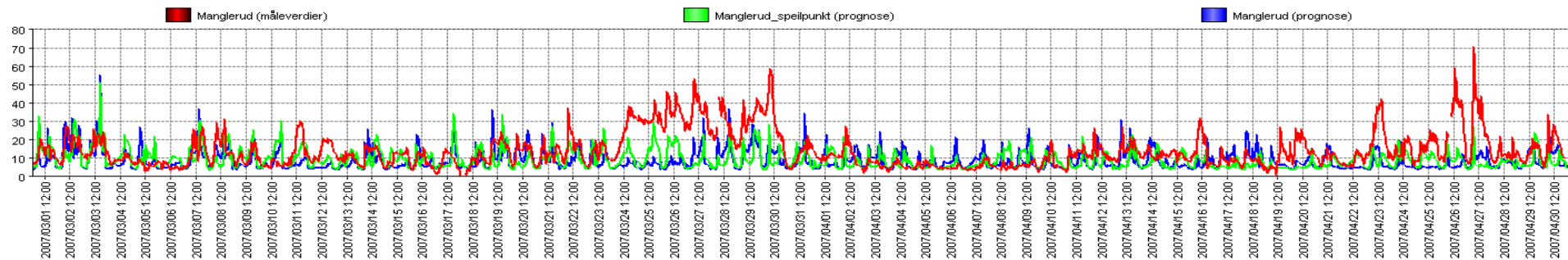
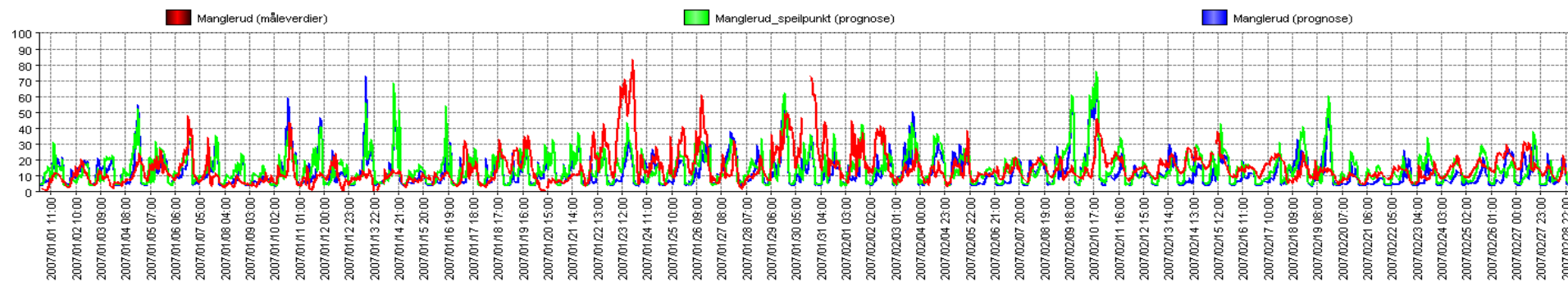
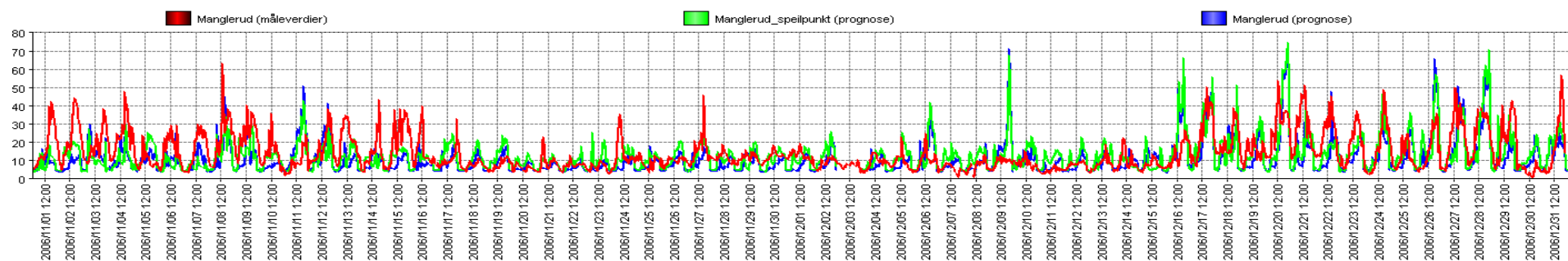
Manglerud NO2



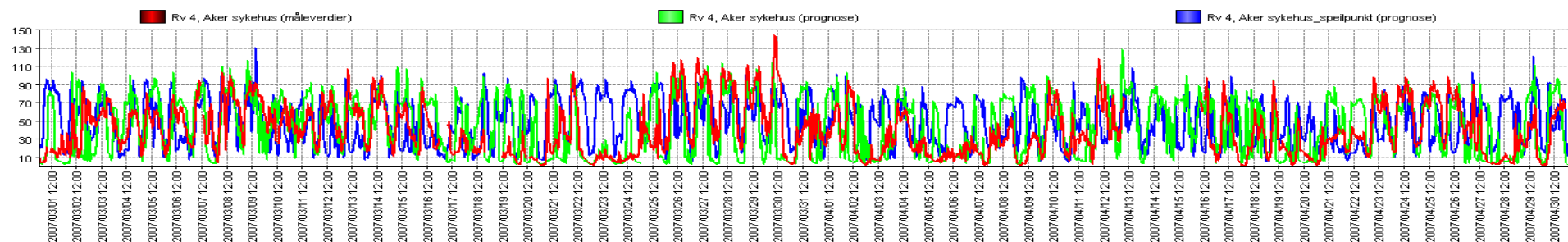
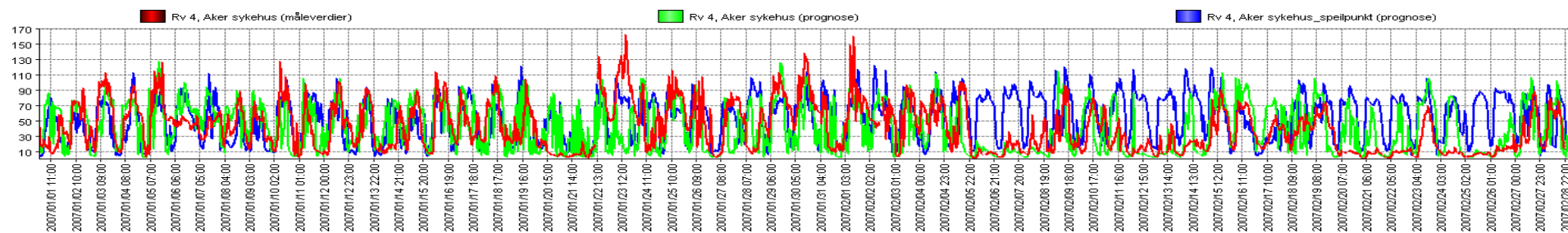
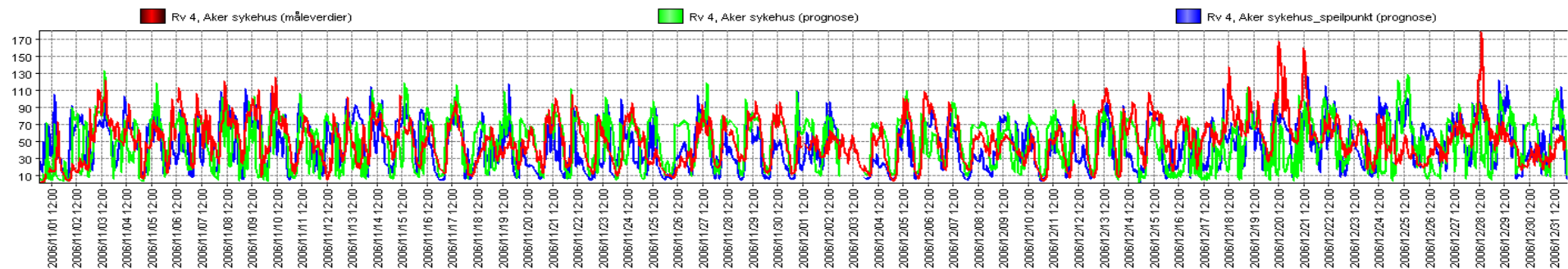
Manglerud PM10



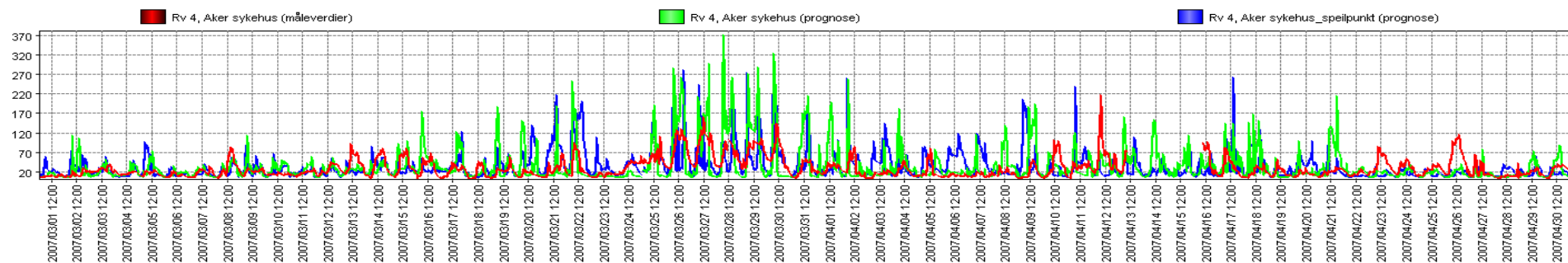
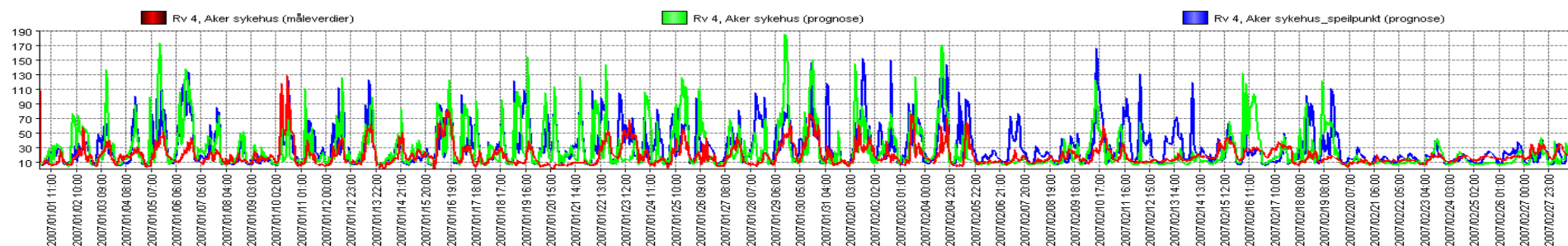
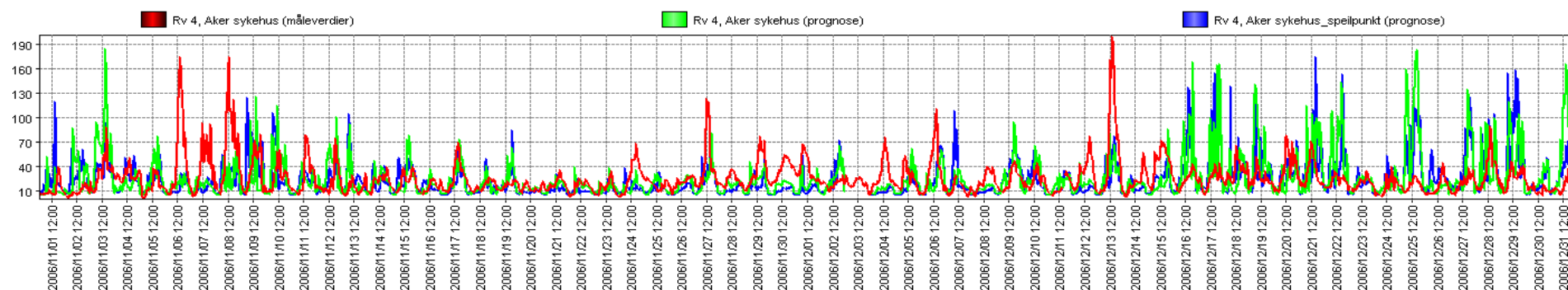
Manglerud PM2.5



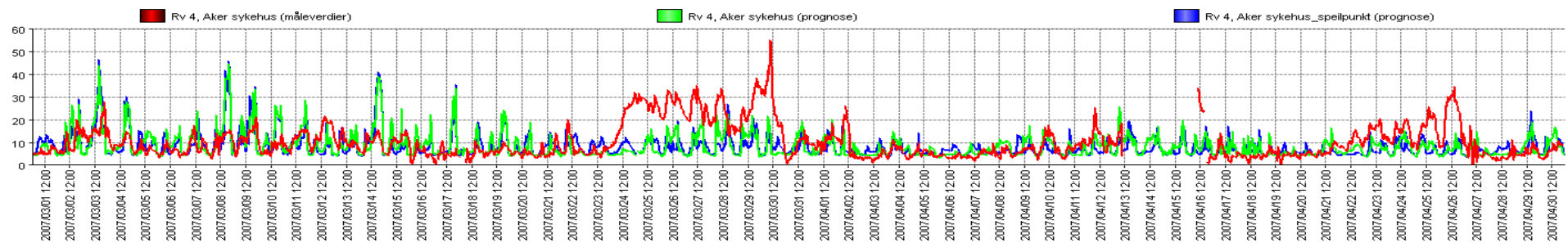
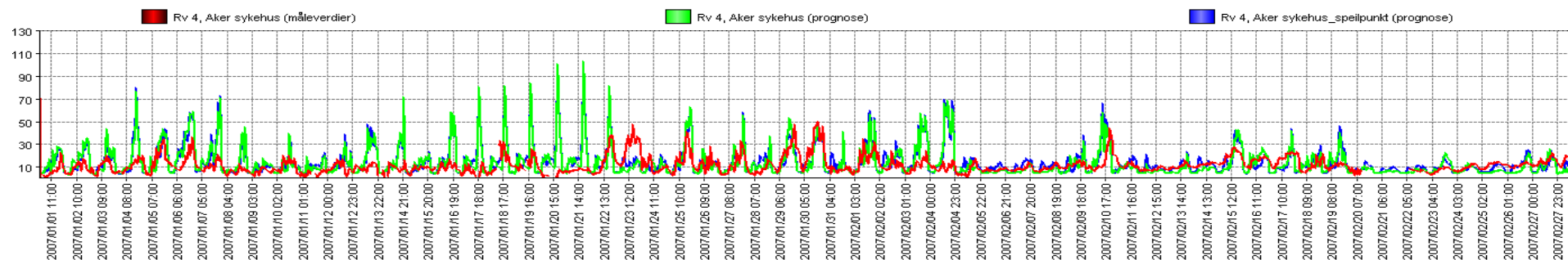
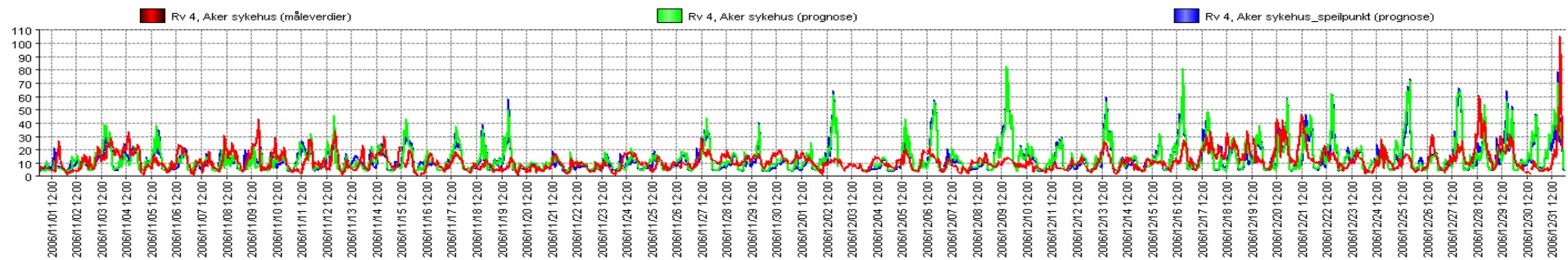
RV4 Aker sykehus NO2



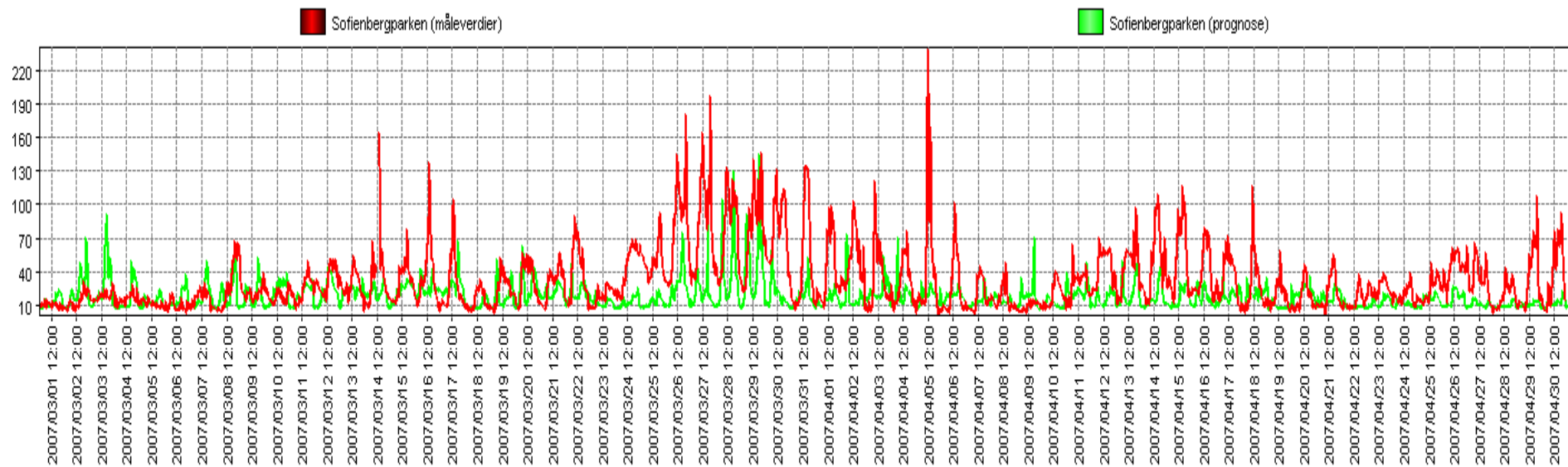
RV4 Aker sykehus PM10



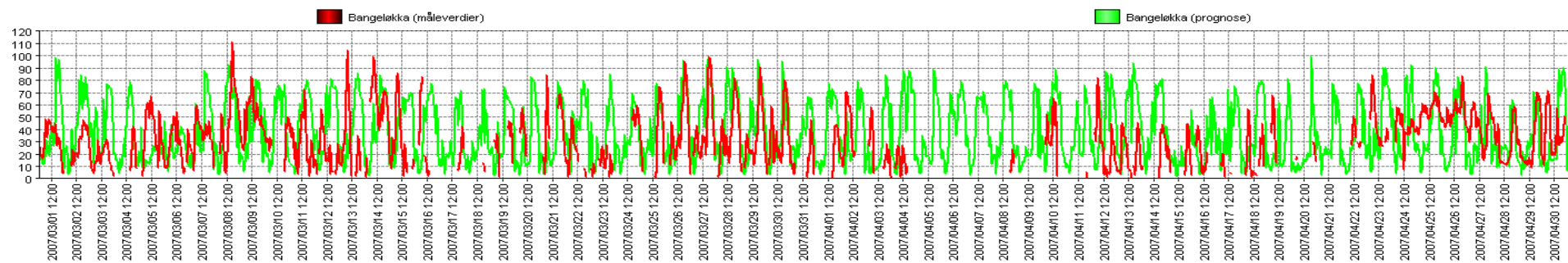
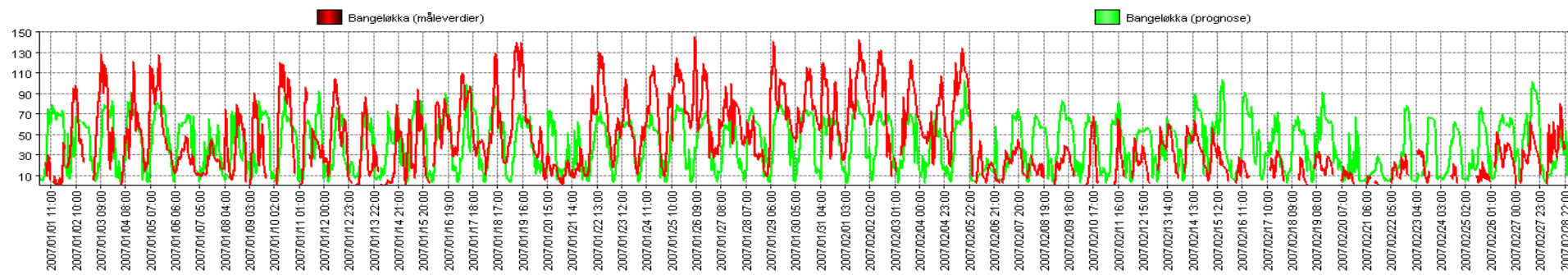
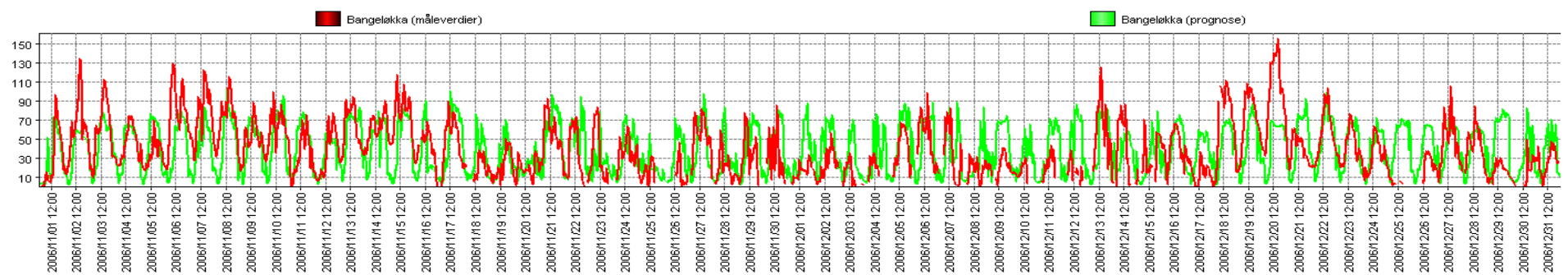
RV4 Aker sykehus PM2.5



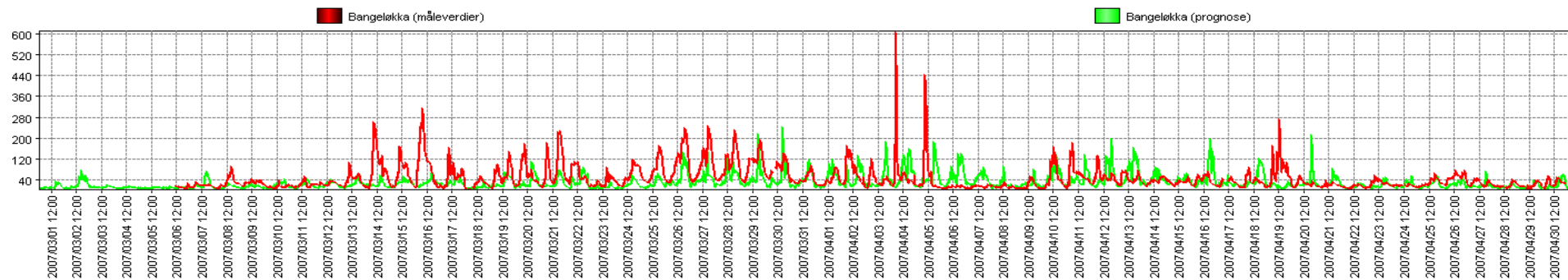
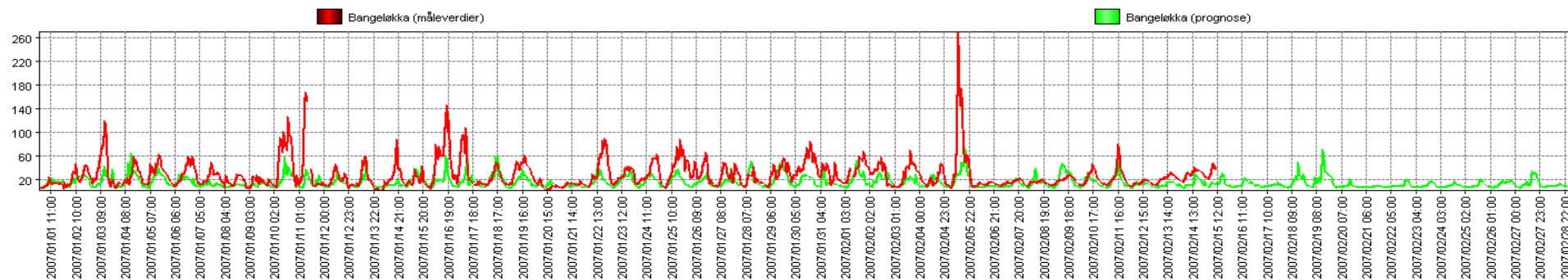
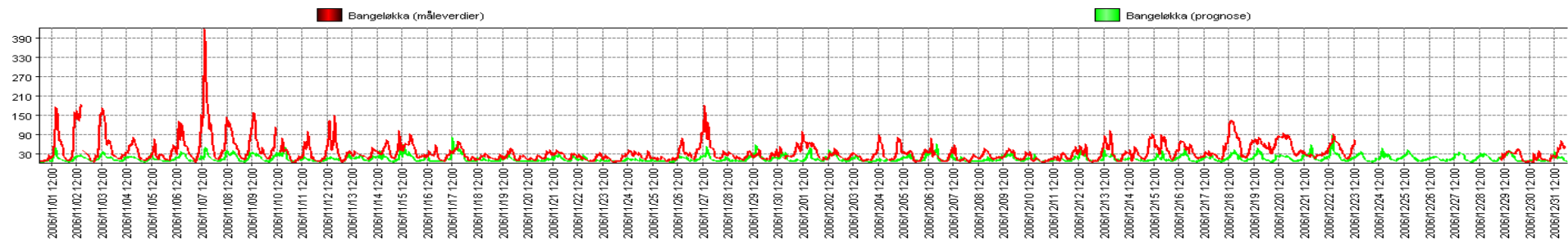
Sofienbergsparken PM10



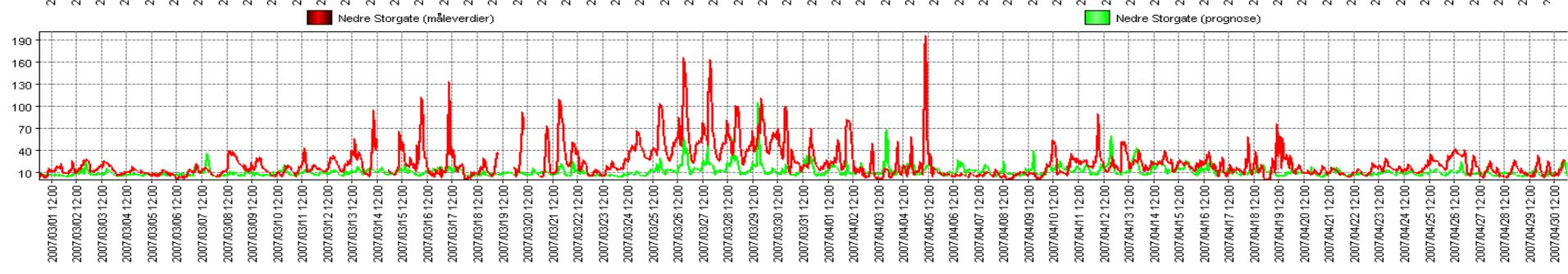
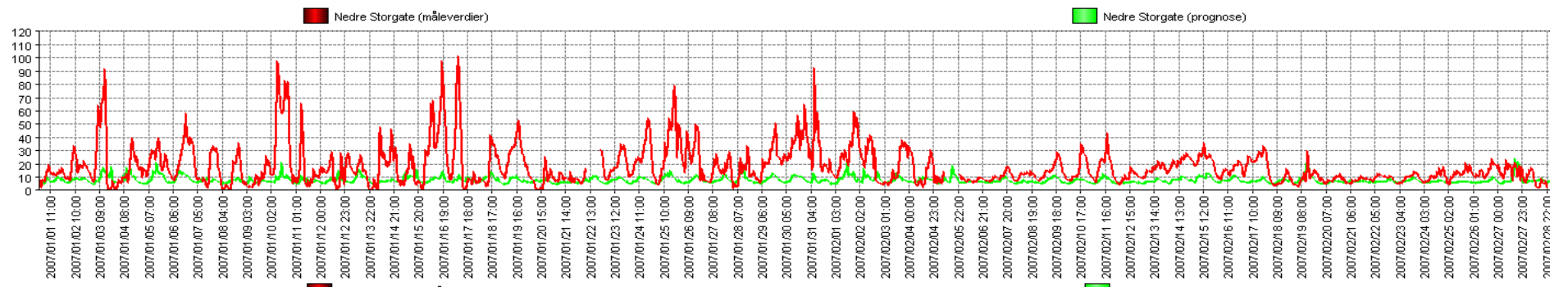
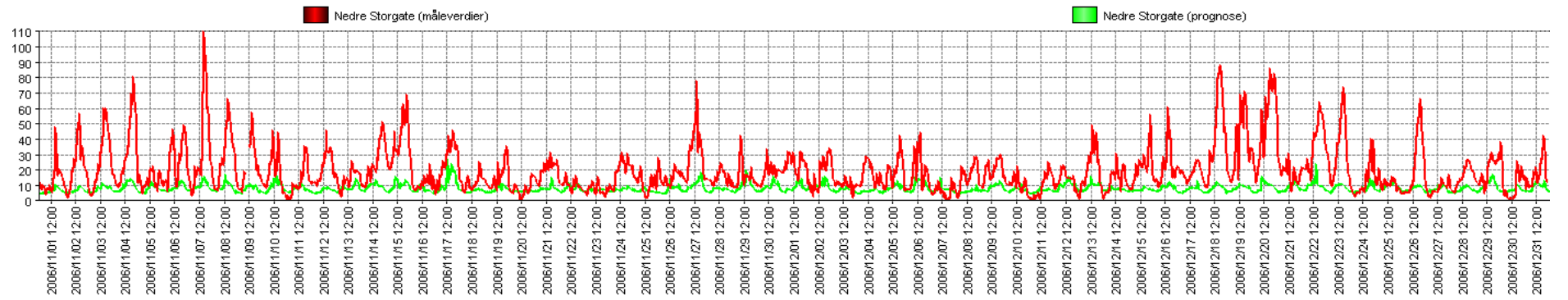
Bangeløkka NO₂



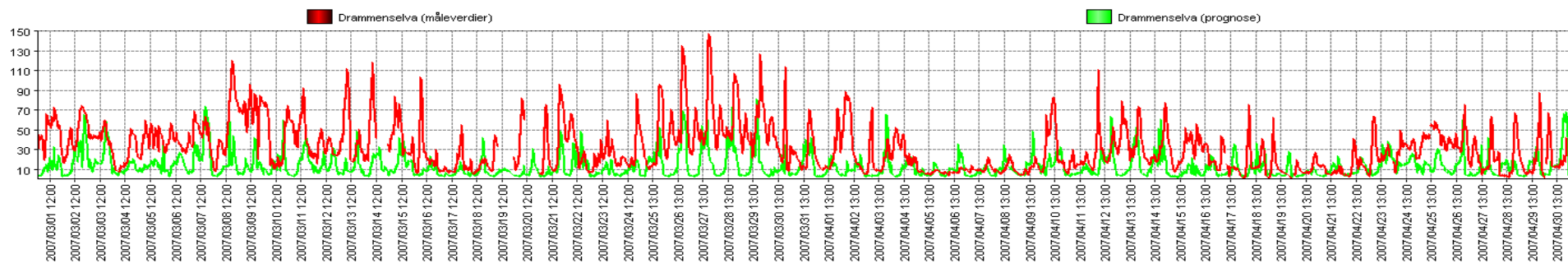
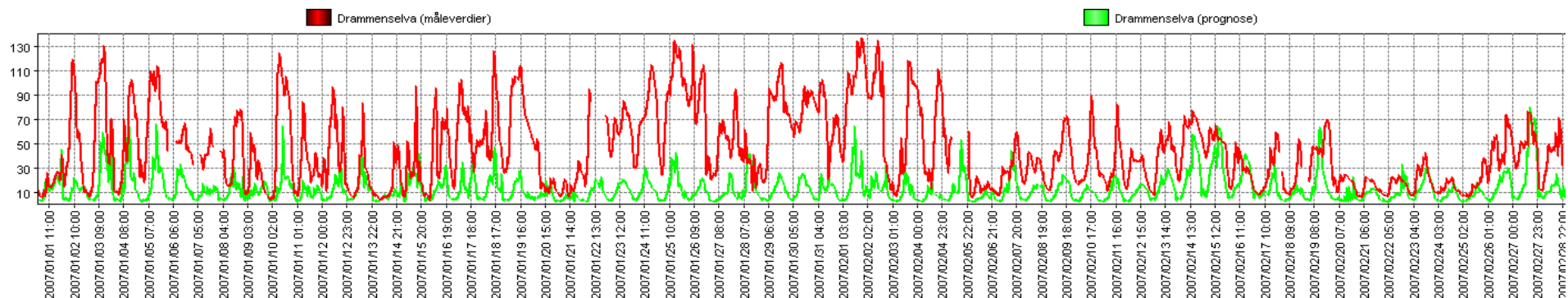
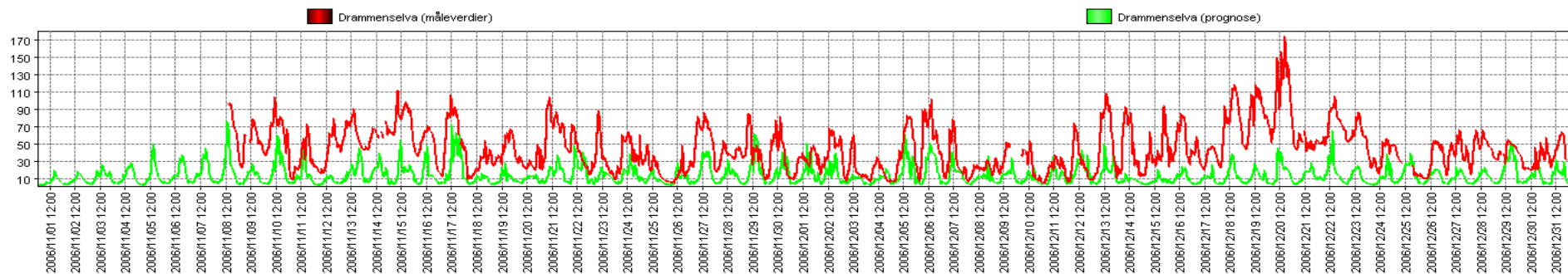
Bangeløkka PM10



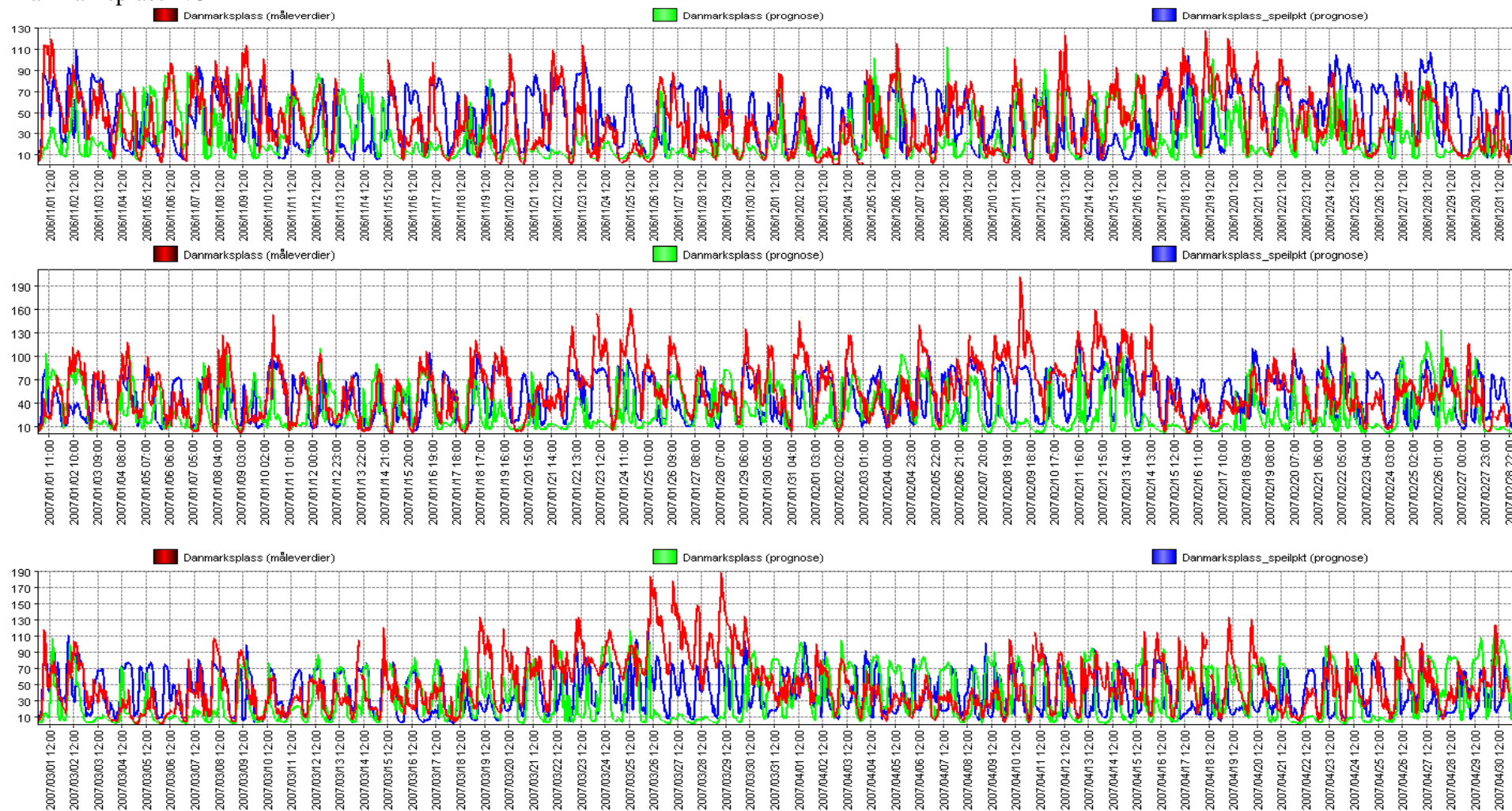
Nedre storgate PM10



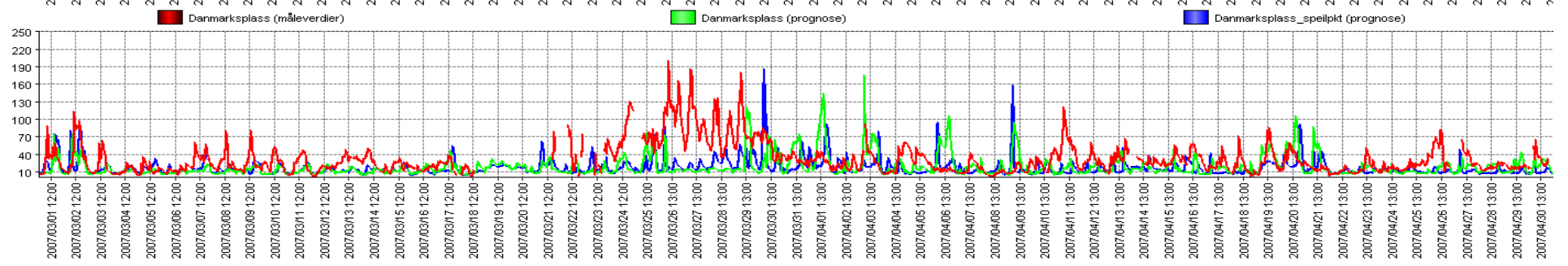
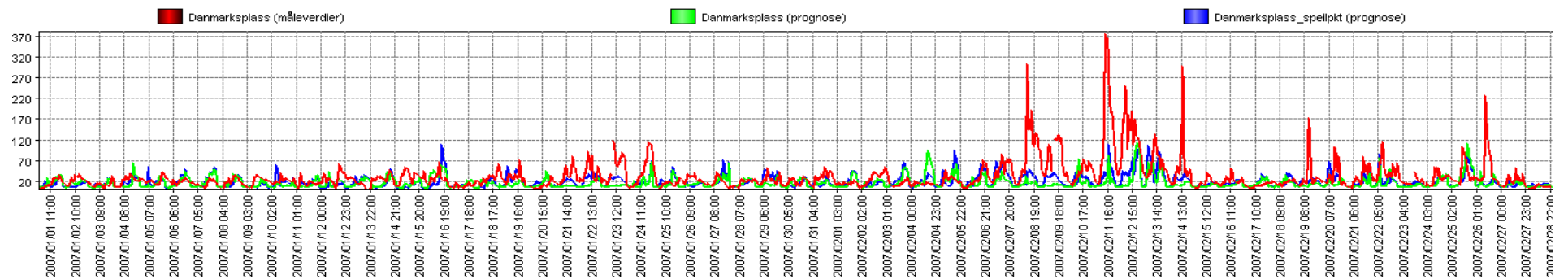
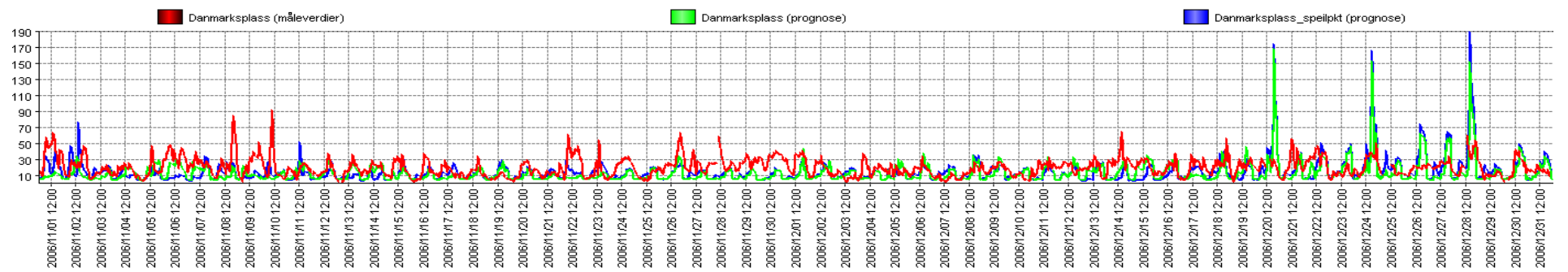
Drammenselva NO2



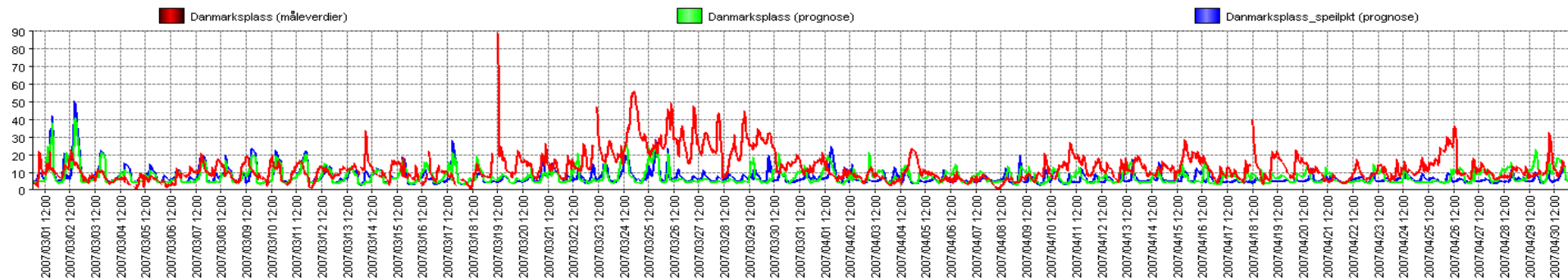
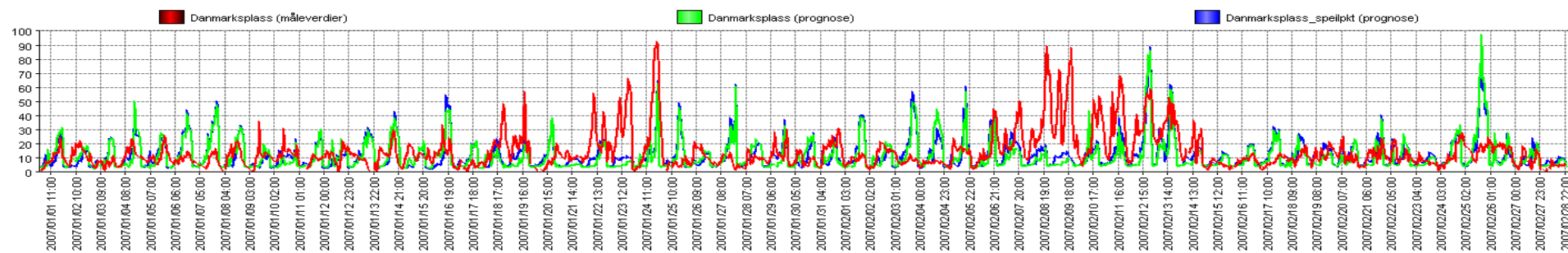
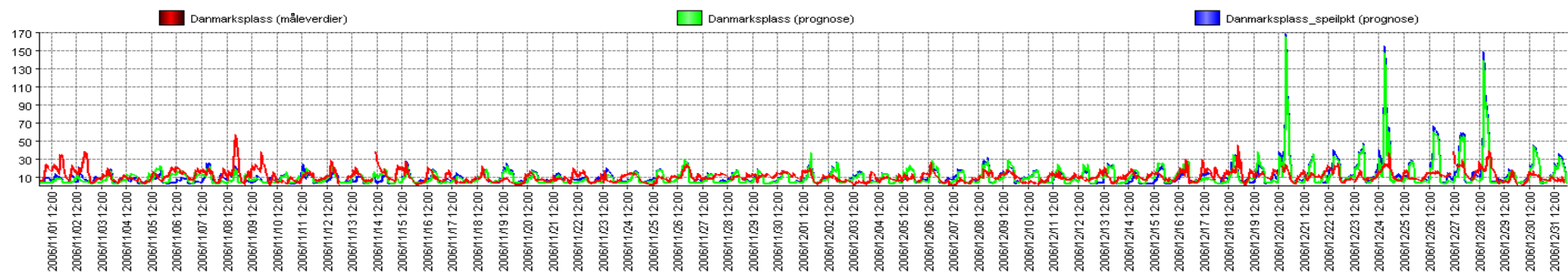
Danmarkspllass NO2



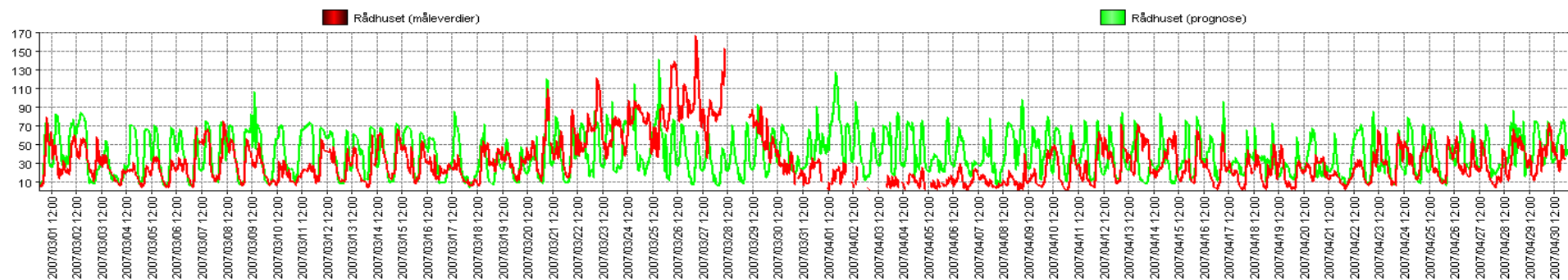
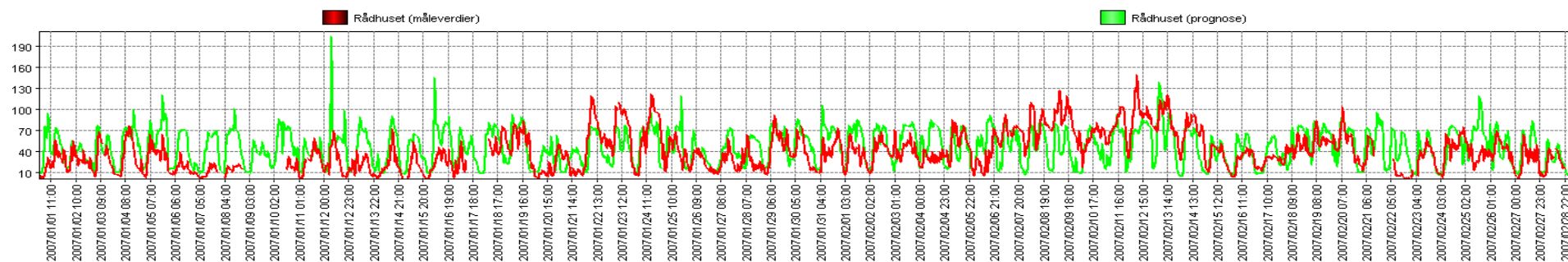
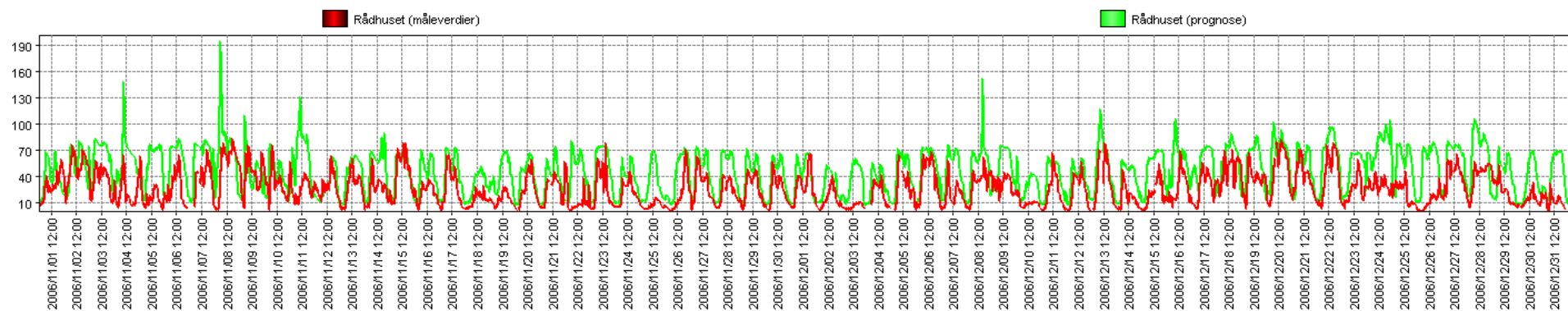
Danmarkspllass PM10



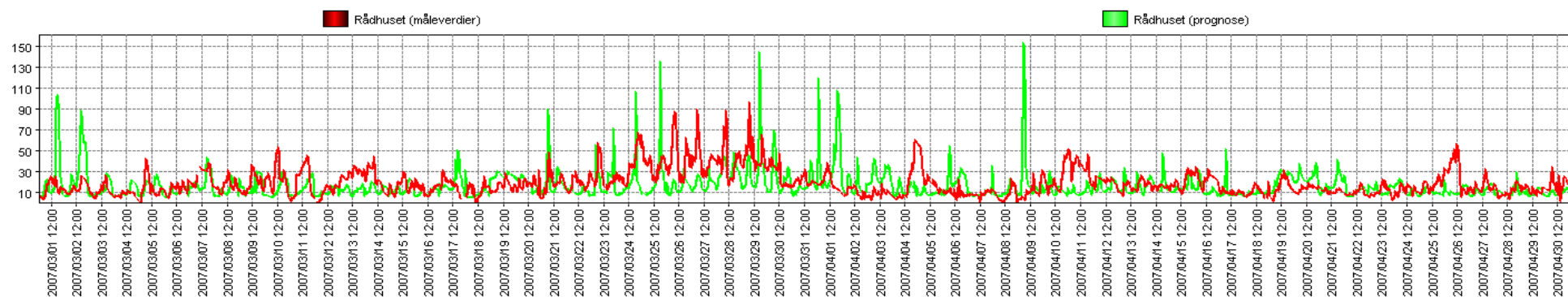
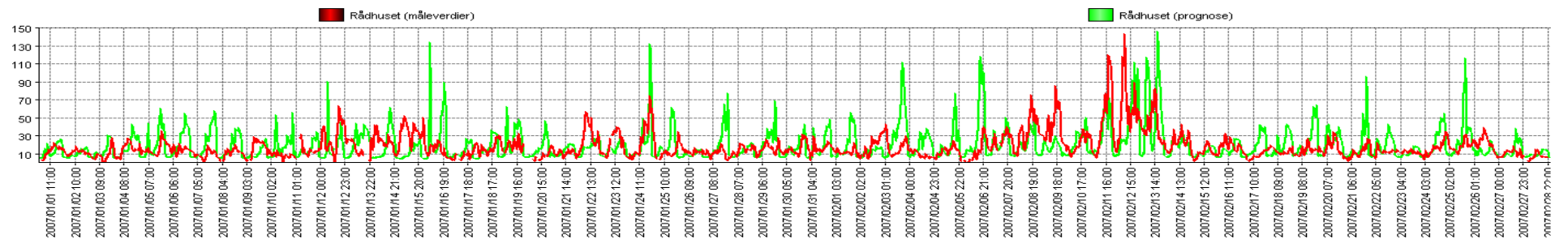
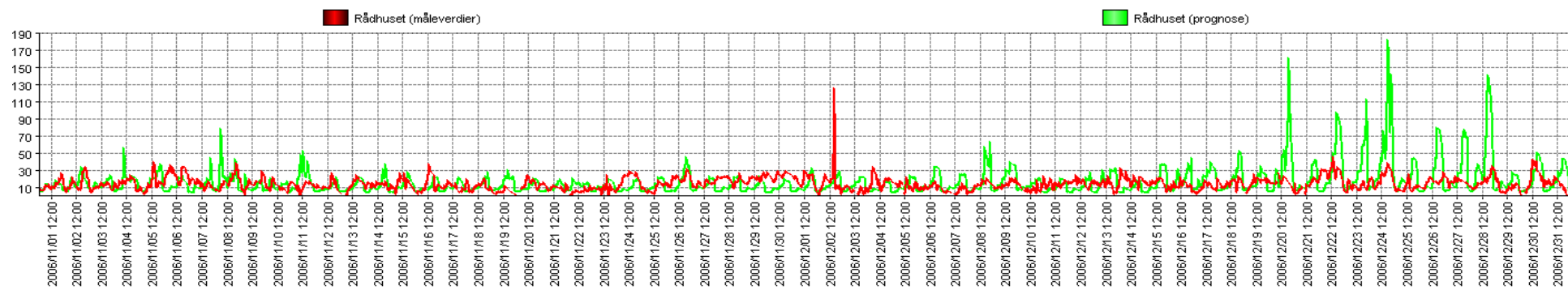
Danmarksplass PM2.5



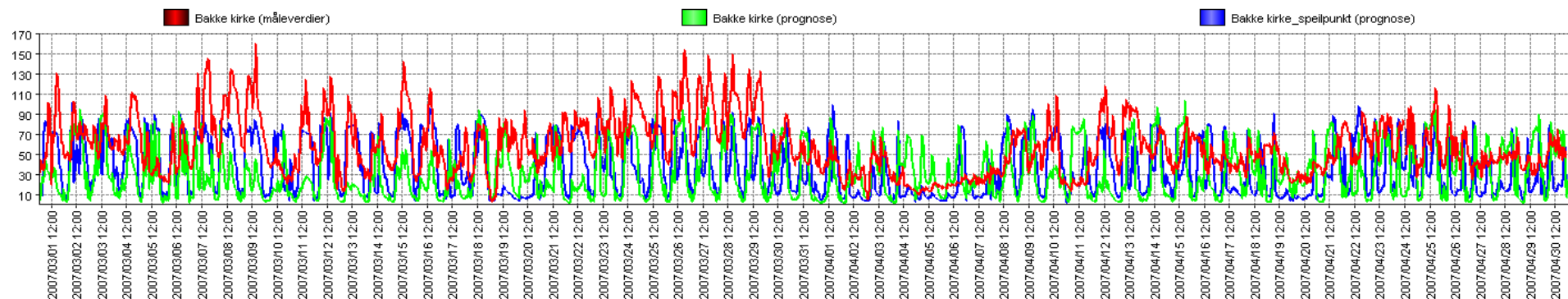
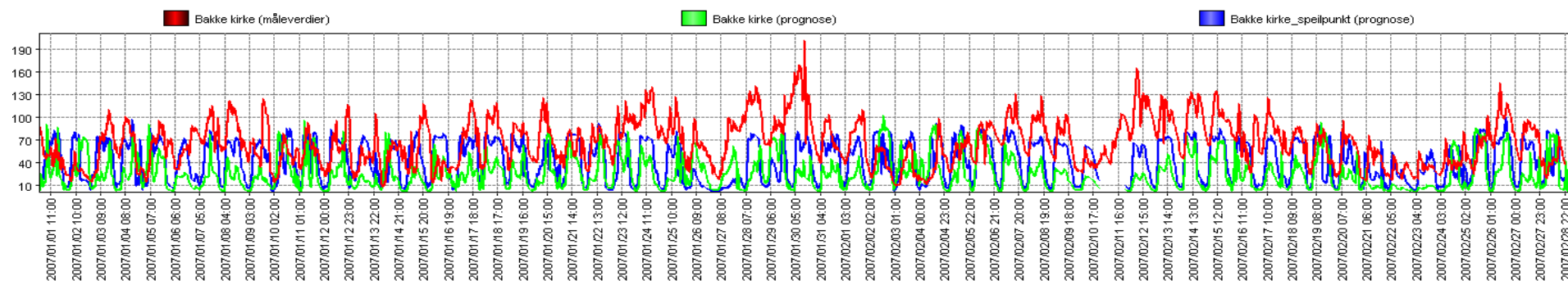
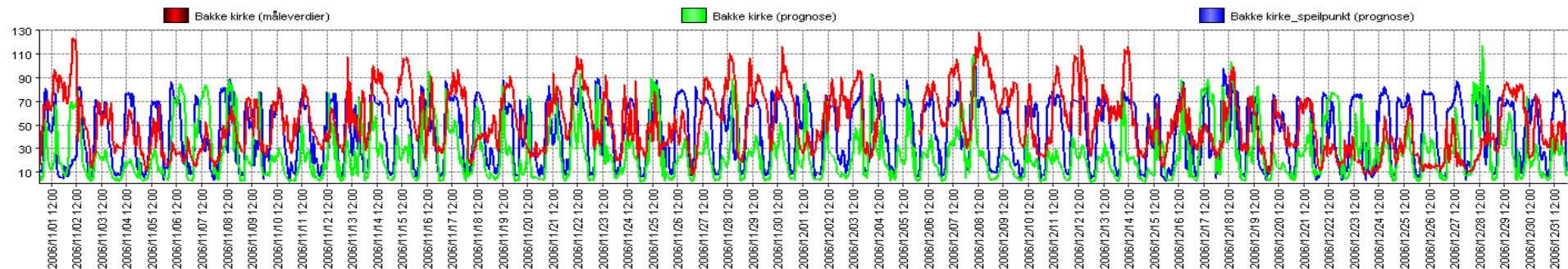
Rådhuset NO2



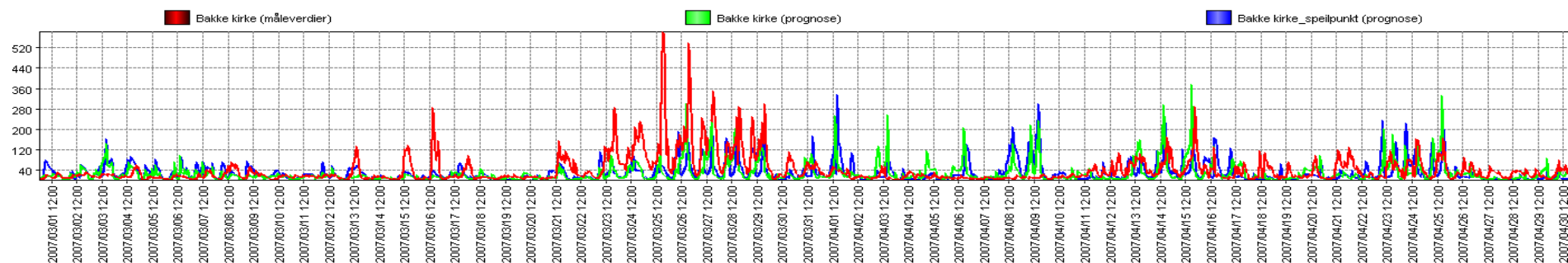
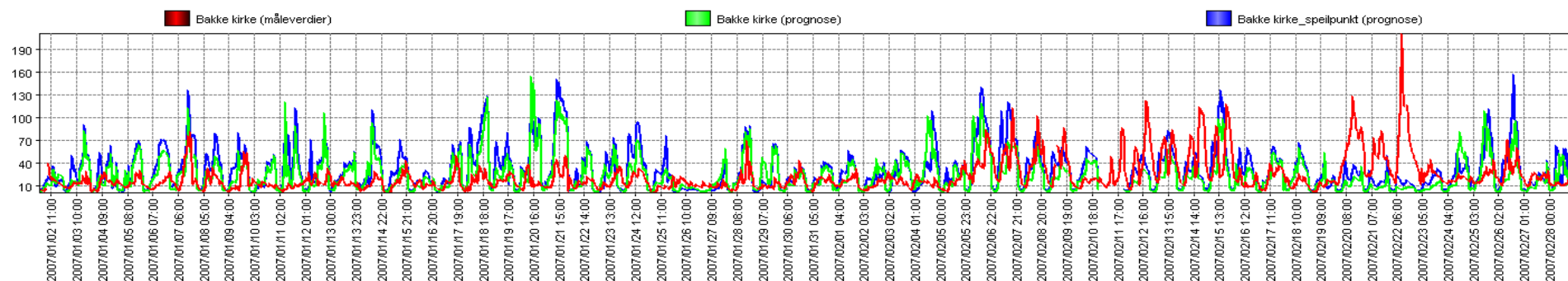
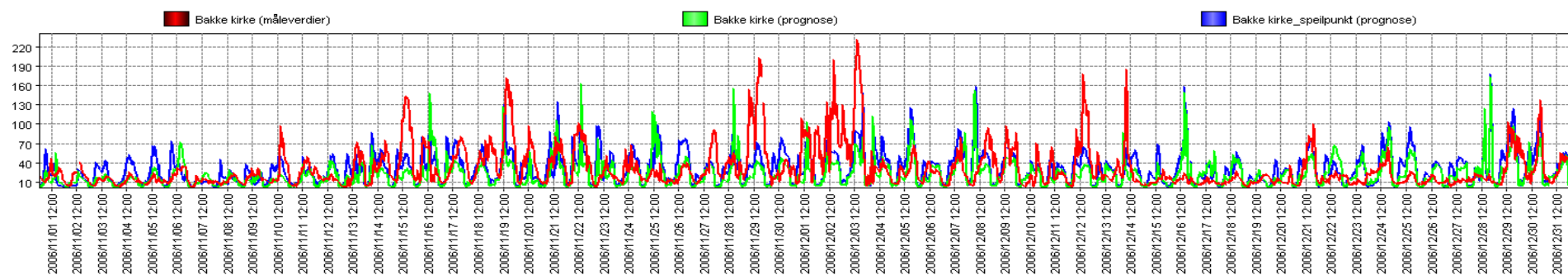
Rådhuset PM10



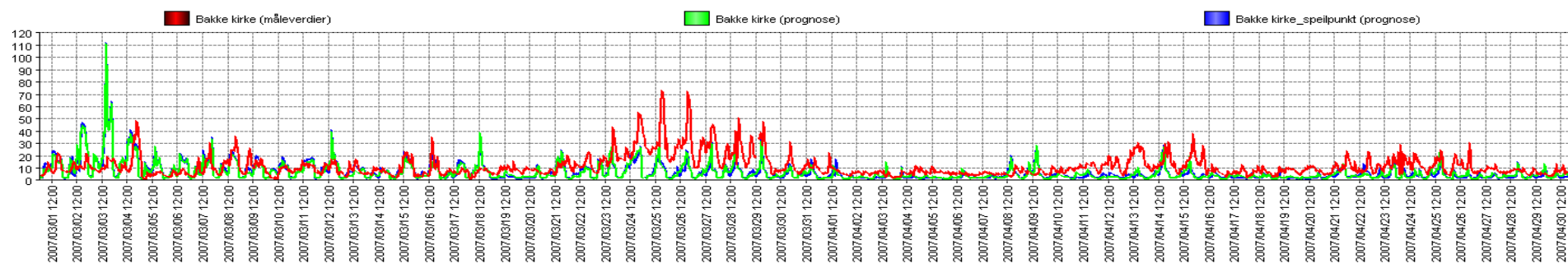
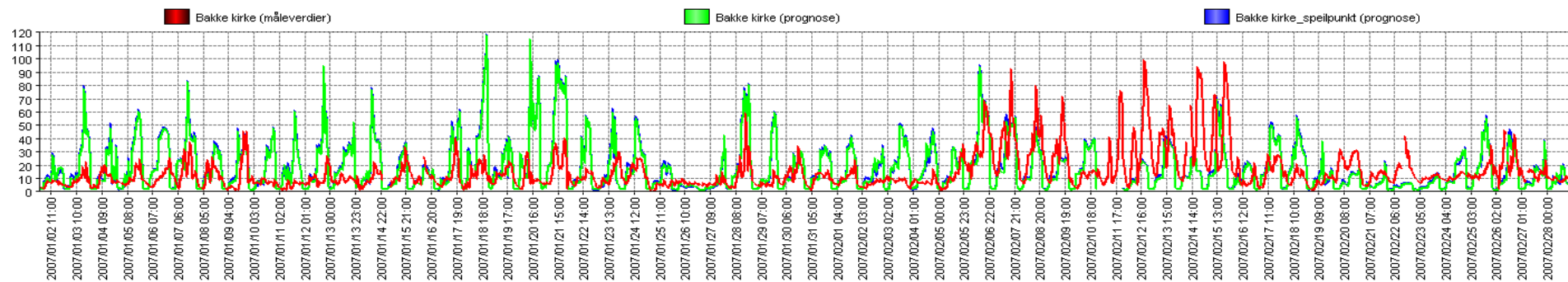
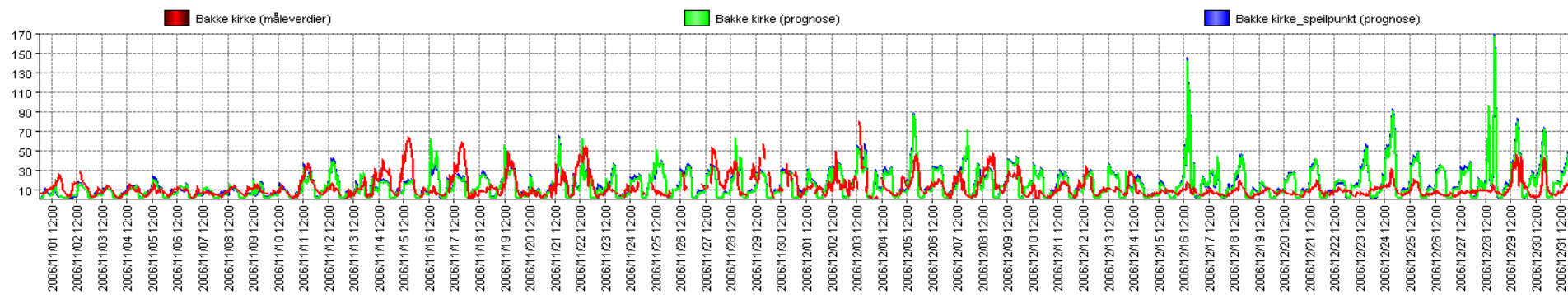
Bakke Kirke NO2



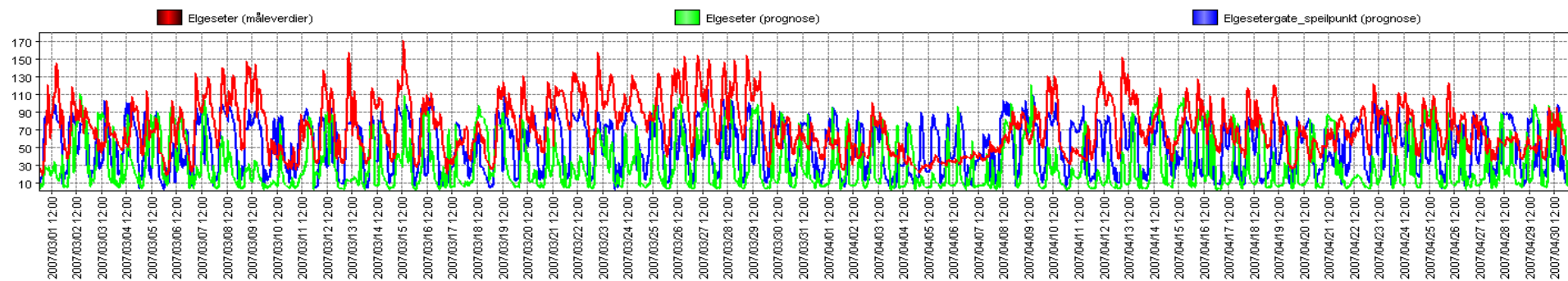
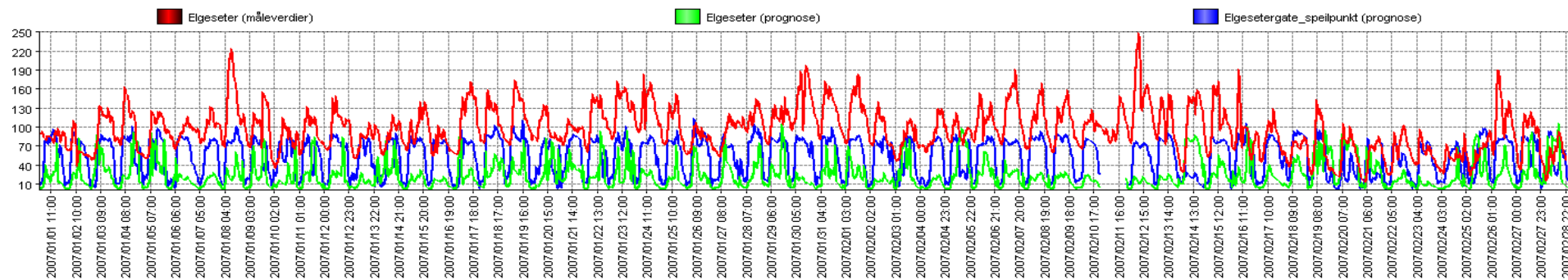
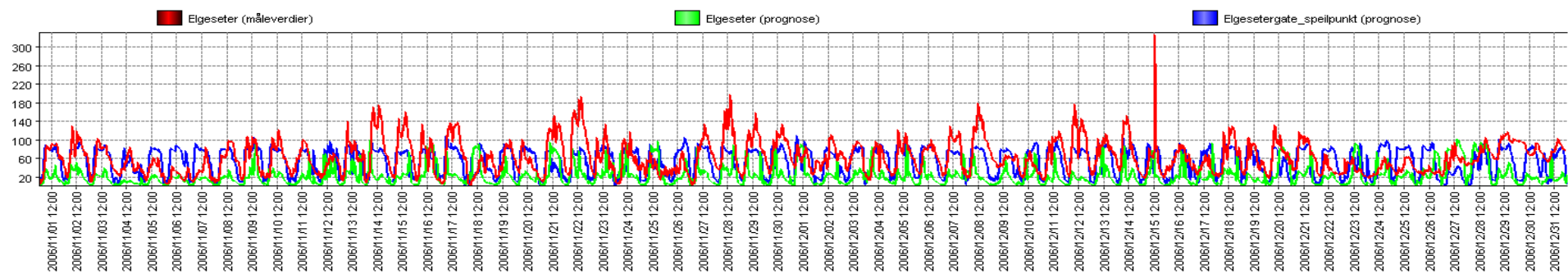
Bakke Kirke PM10



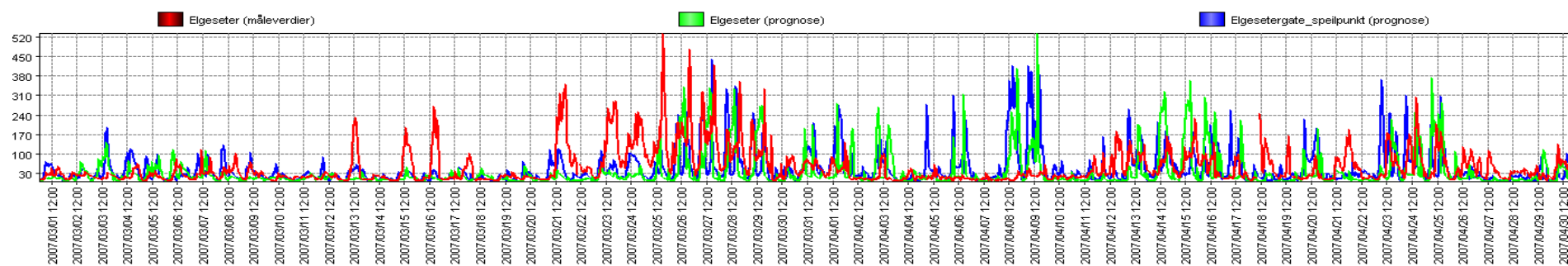
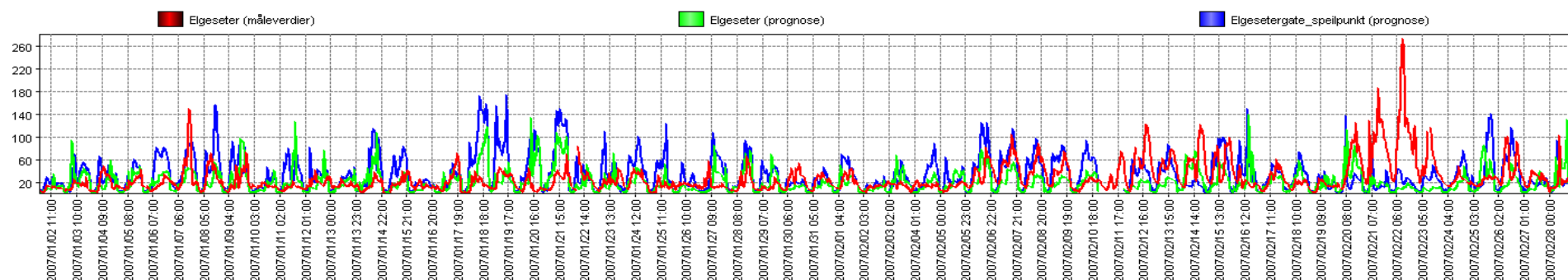
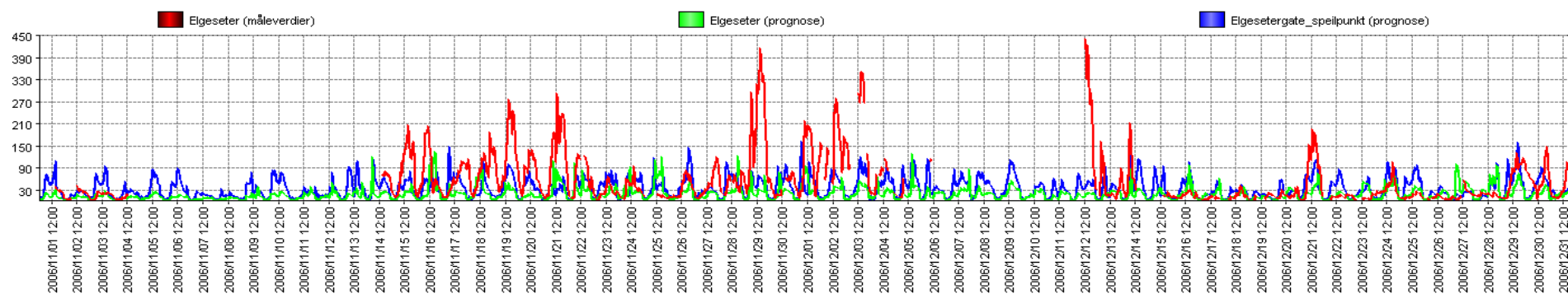
Bakke Kirke PM2.5



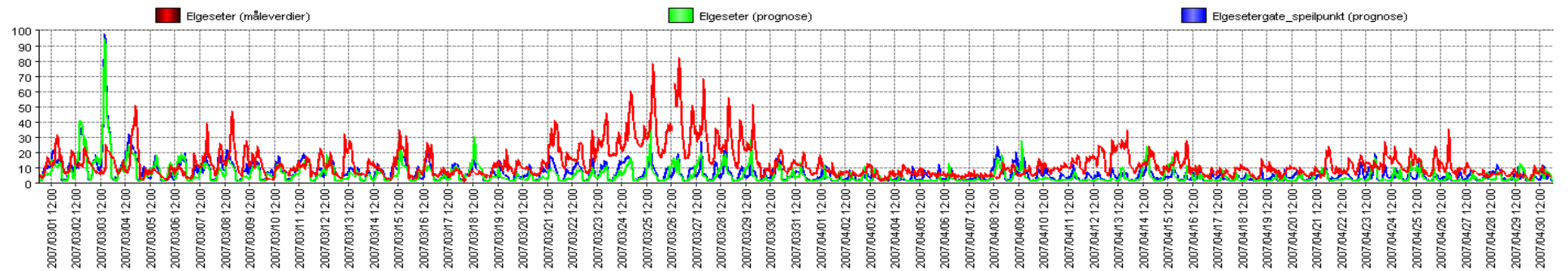
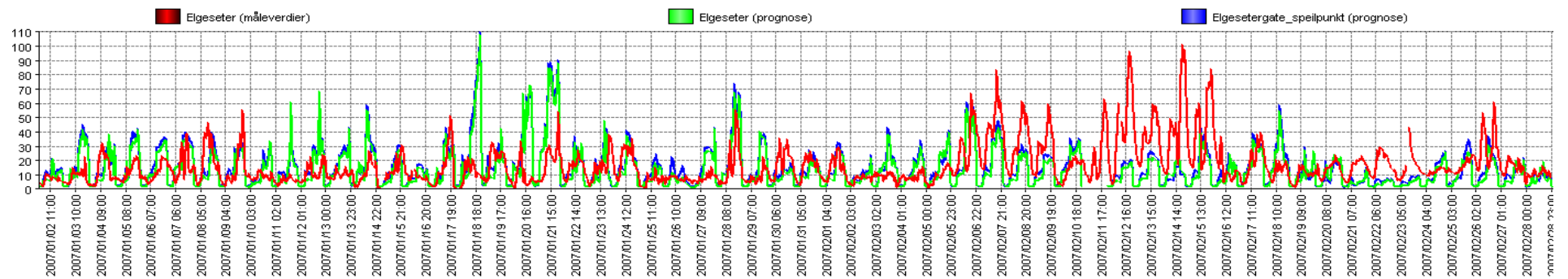
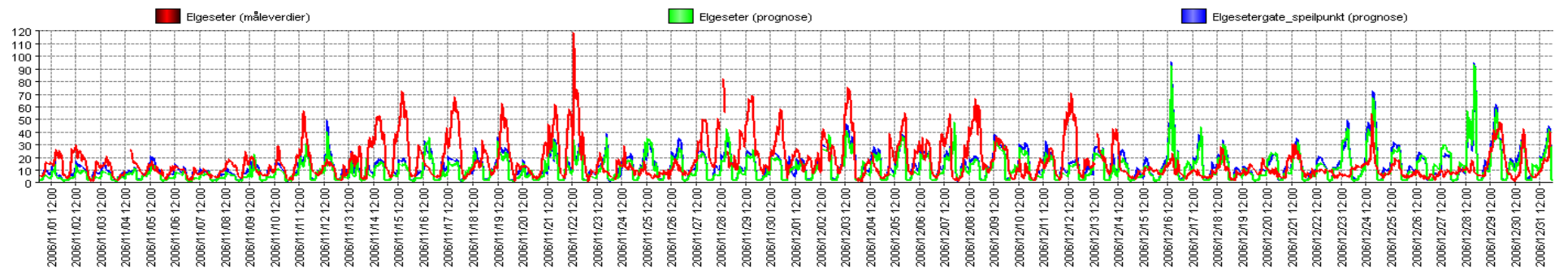
Elgesetergate NO2



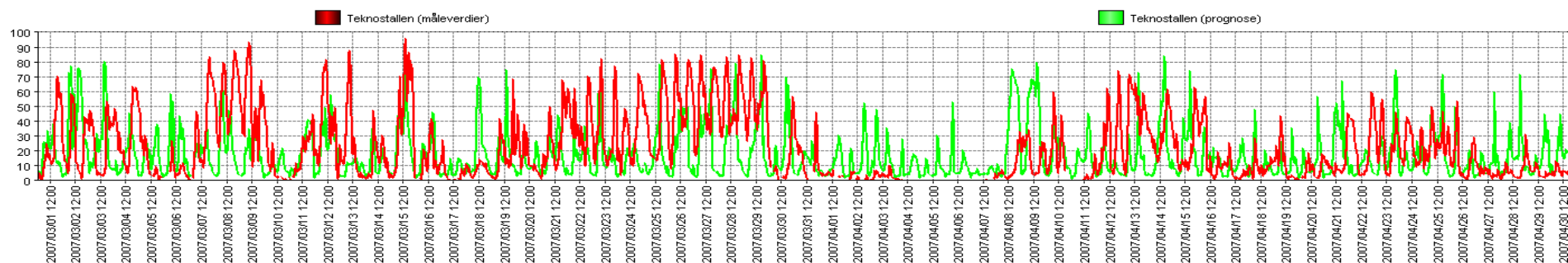
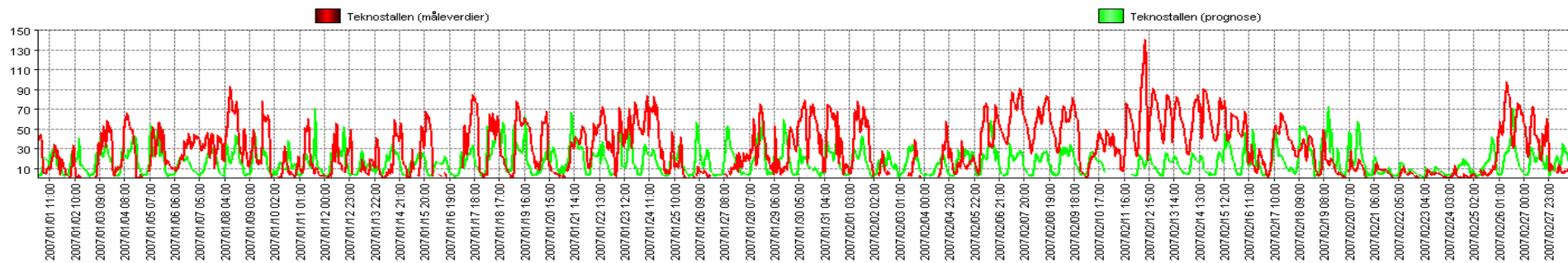
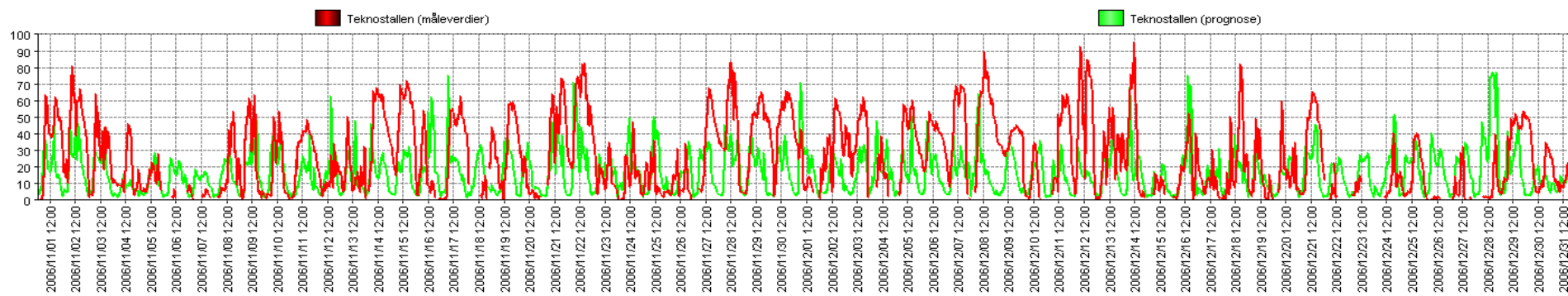
Elgesetergate PM10



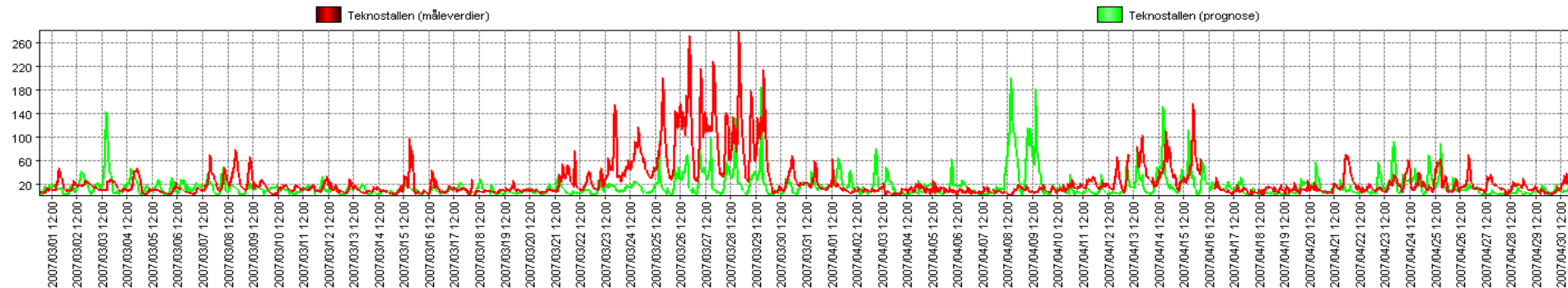
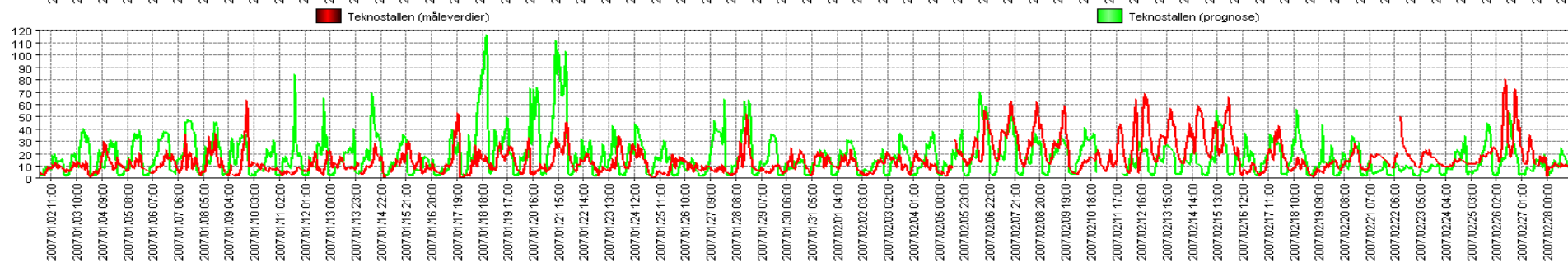
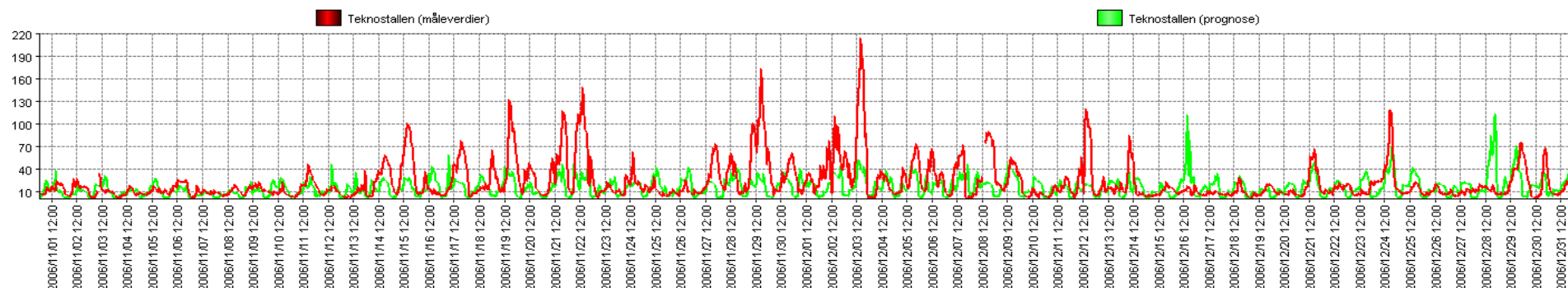
Elgesetergate PM2.5



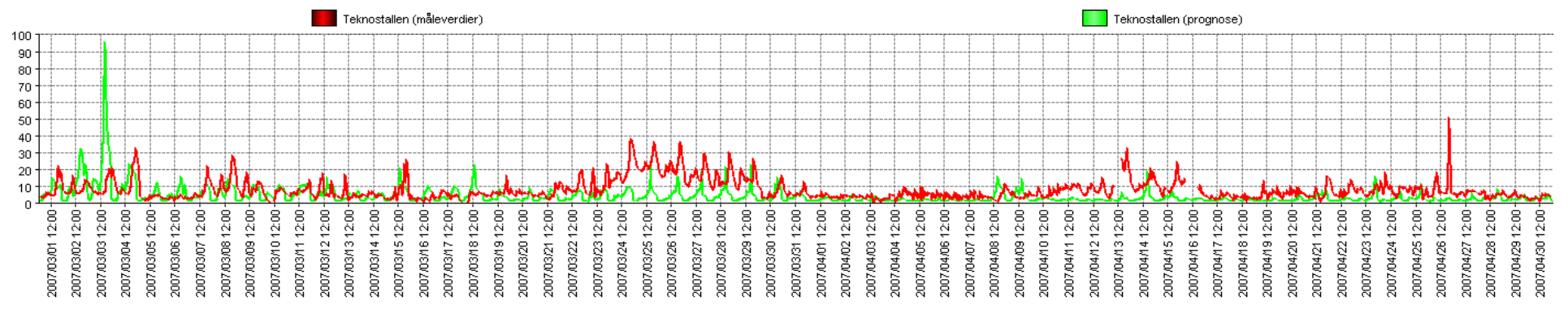
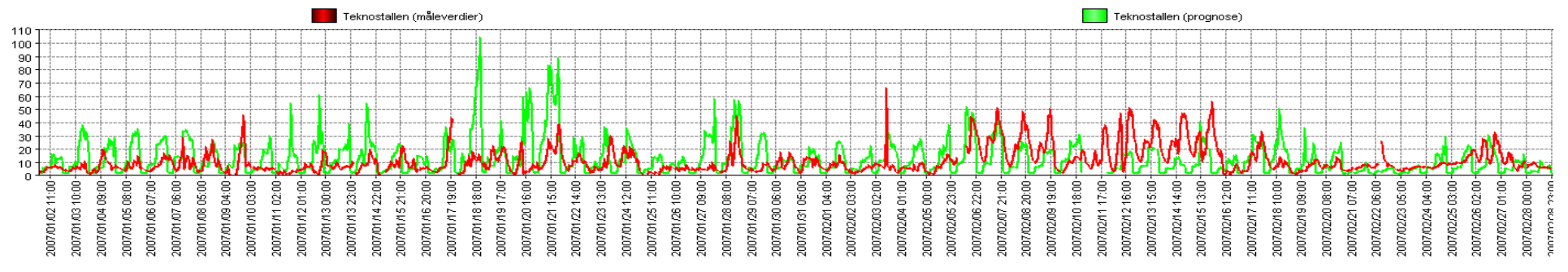
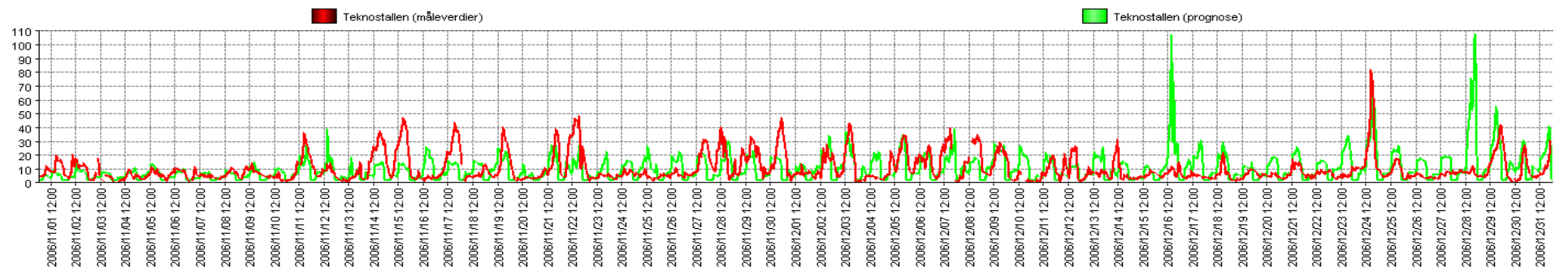
Teknostallen NO2



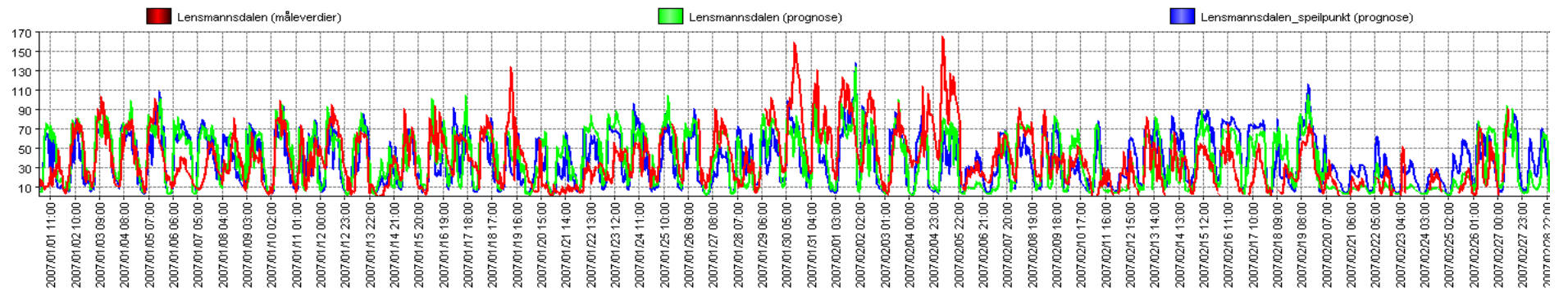
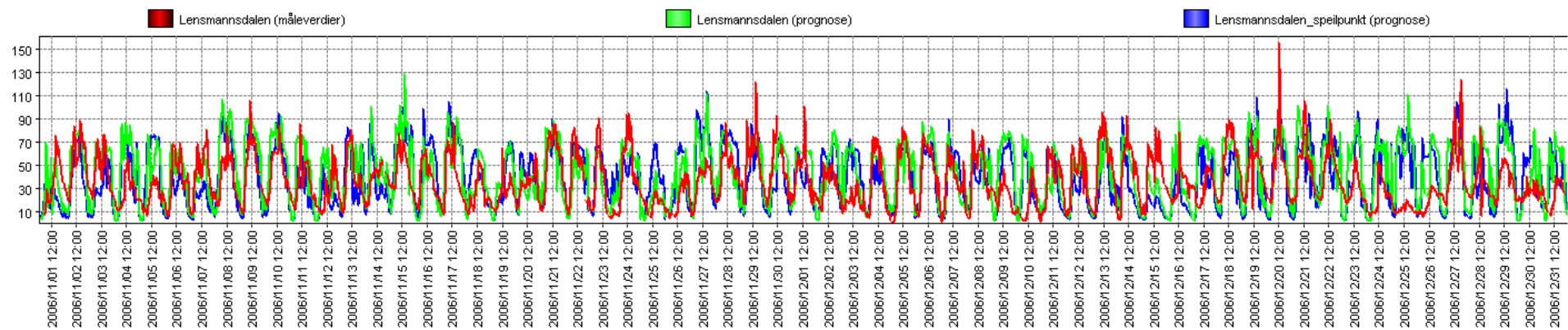
Teknostallen PM10



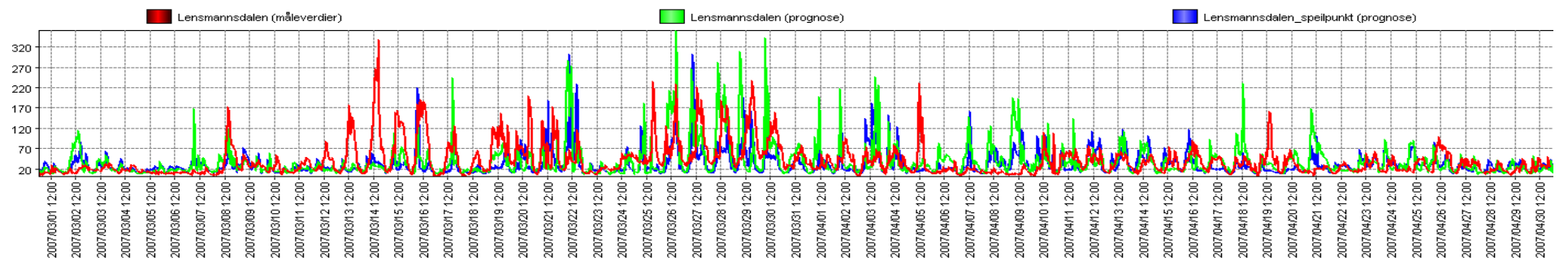
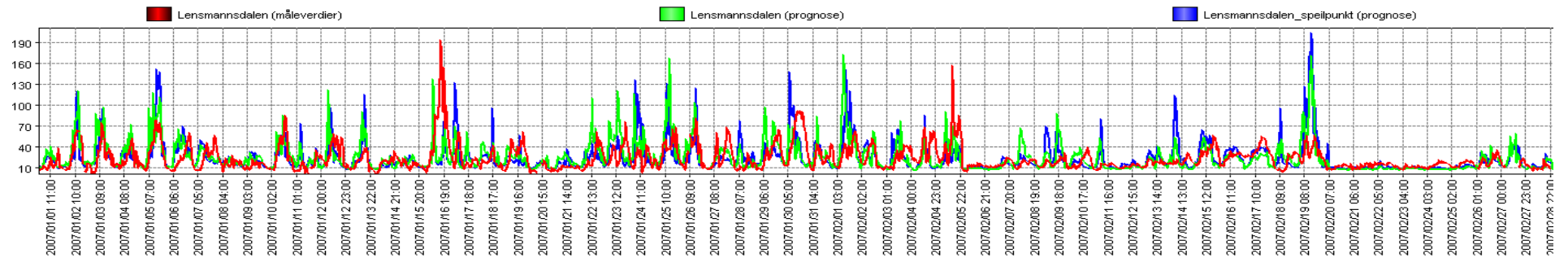
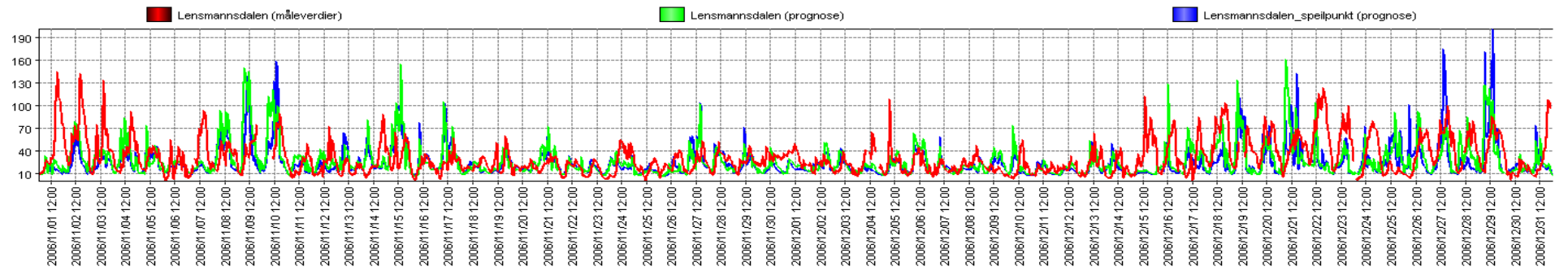
Teknostallen PM2.5



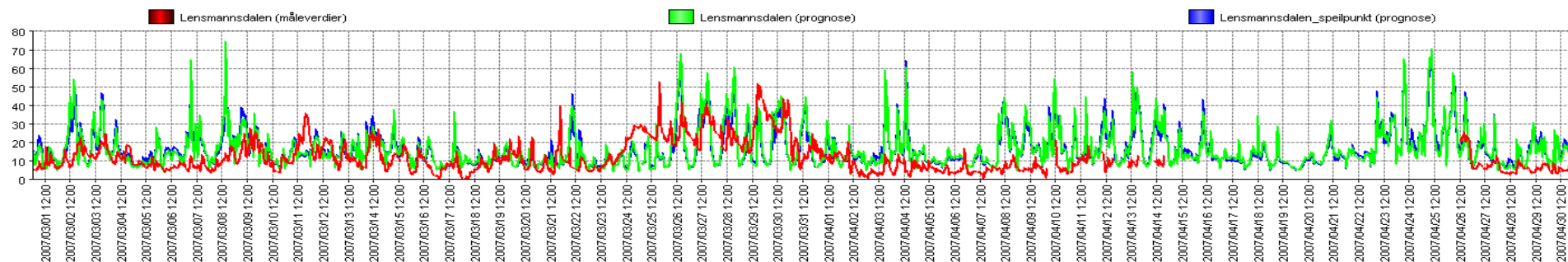
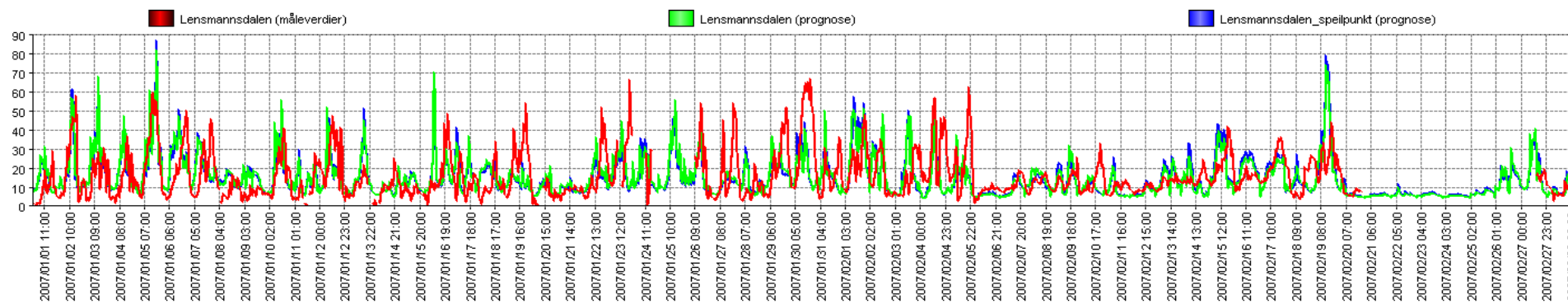
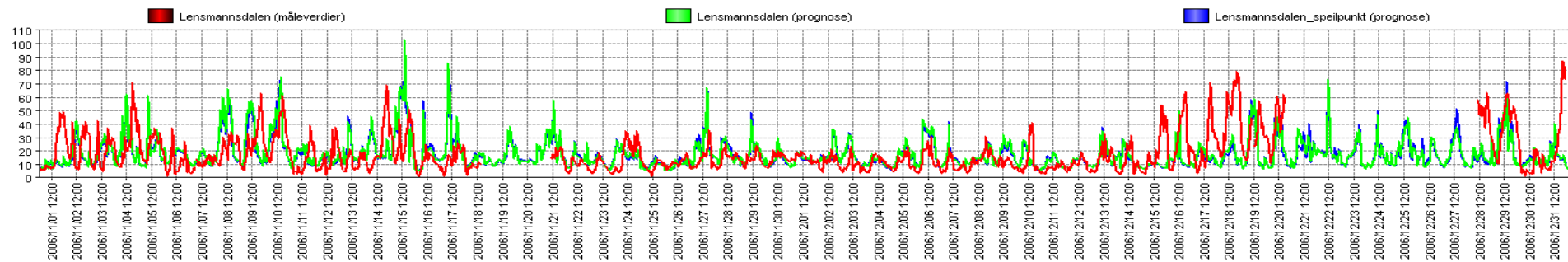
Lensmannsdalen NO2



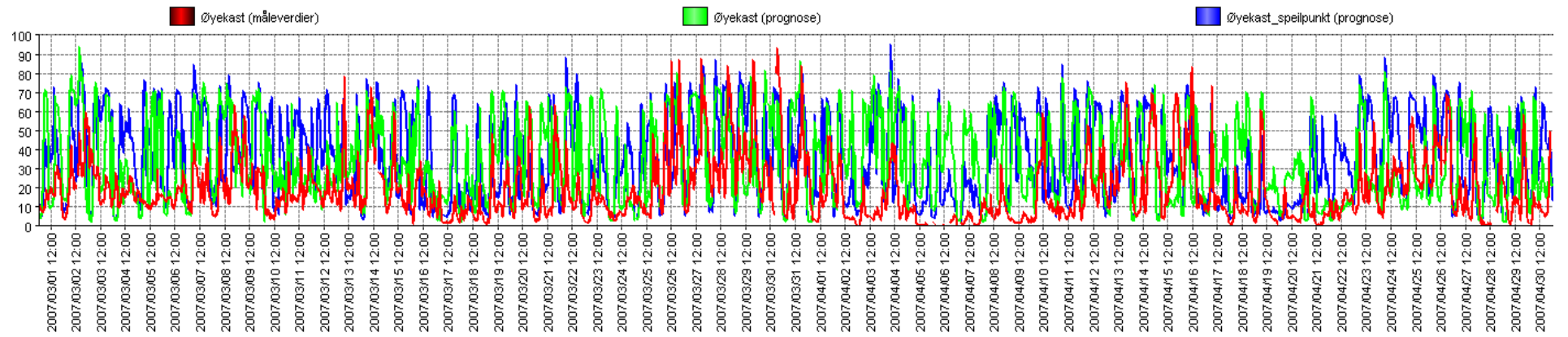
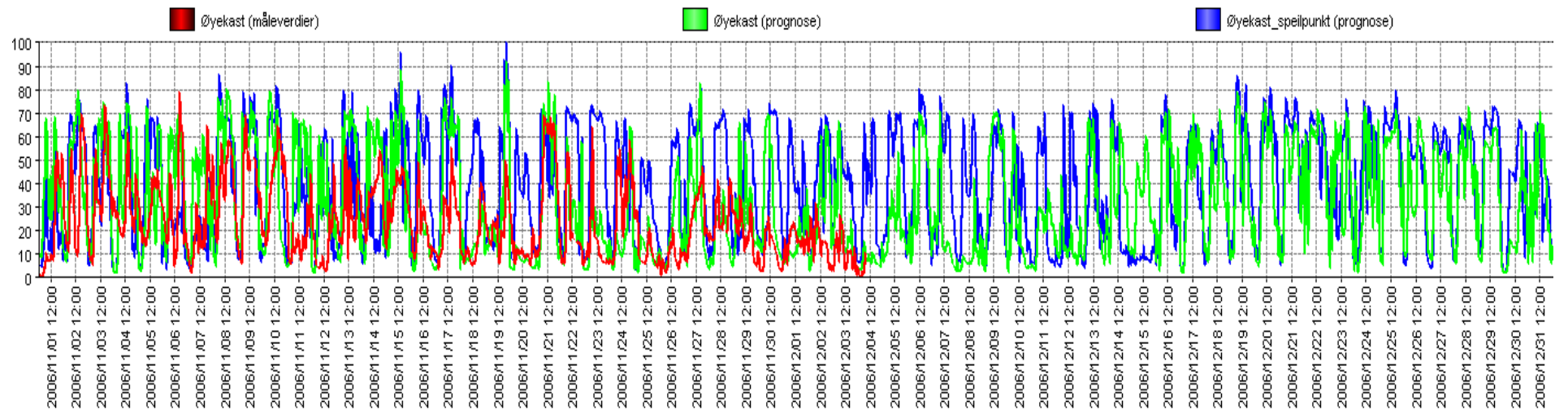
Lensmannsdalen PM10



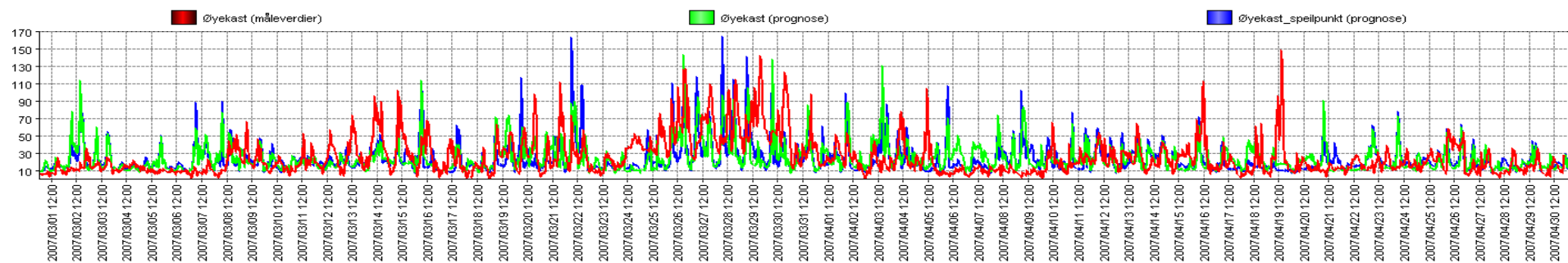
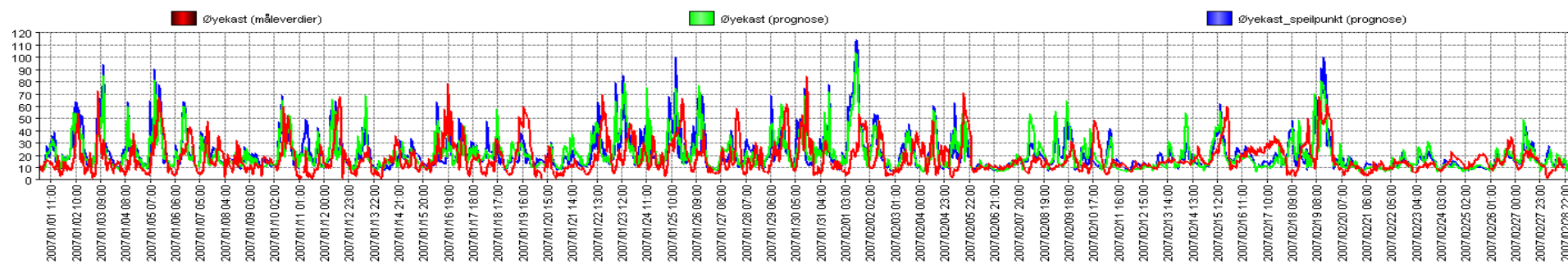
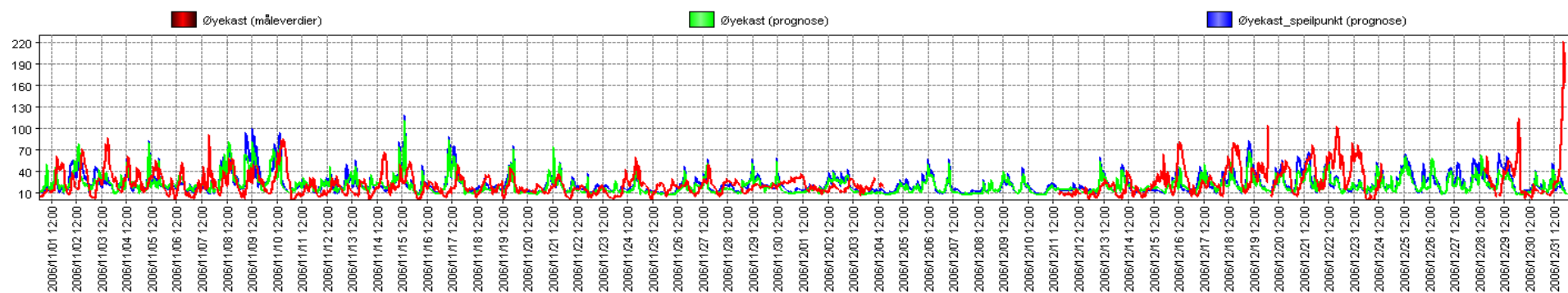
Lensmannsdalen PM2.5



Øyekast NO2



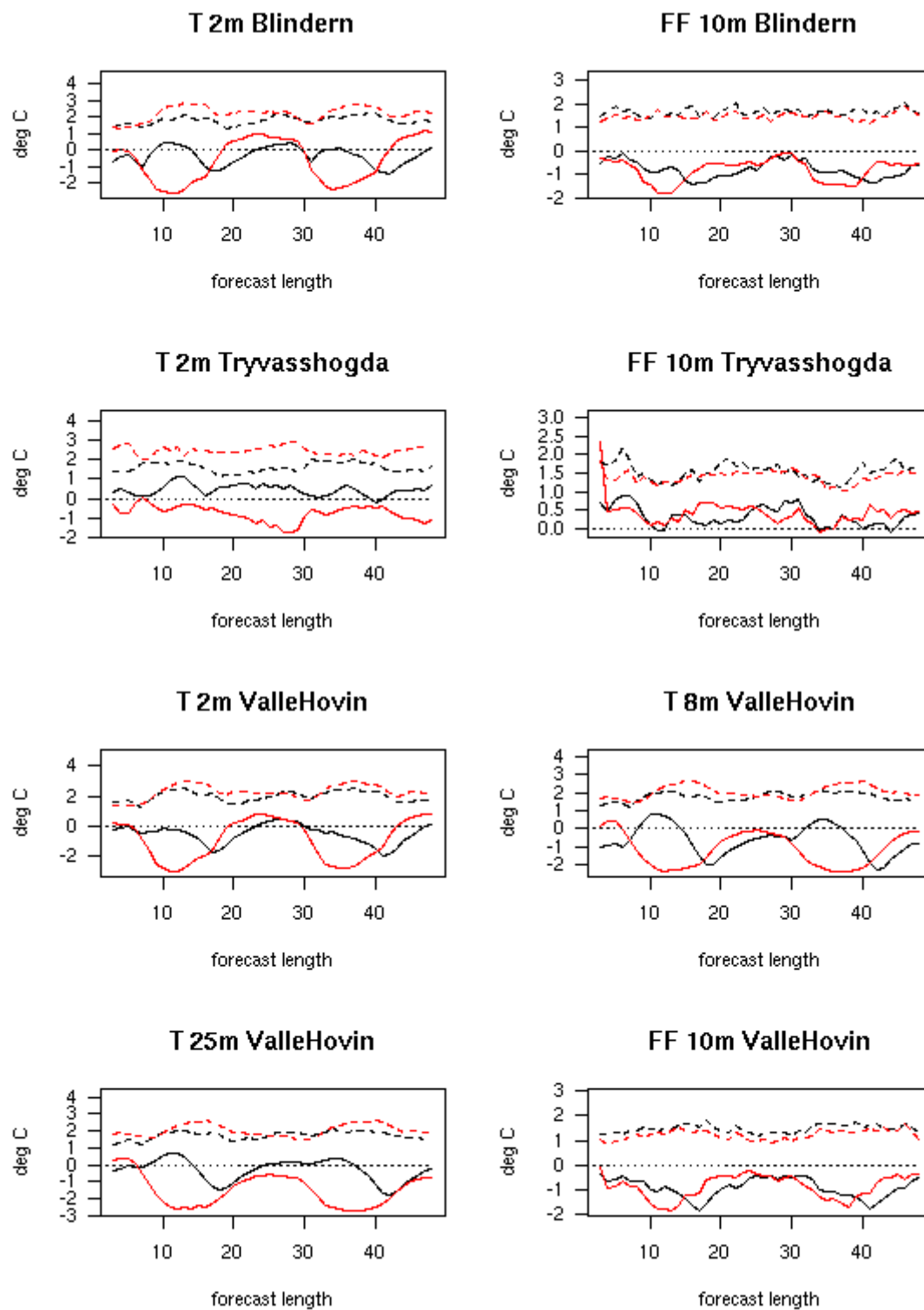
Øyekast PM10



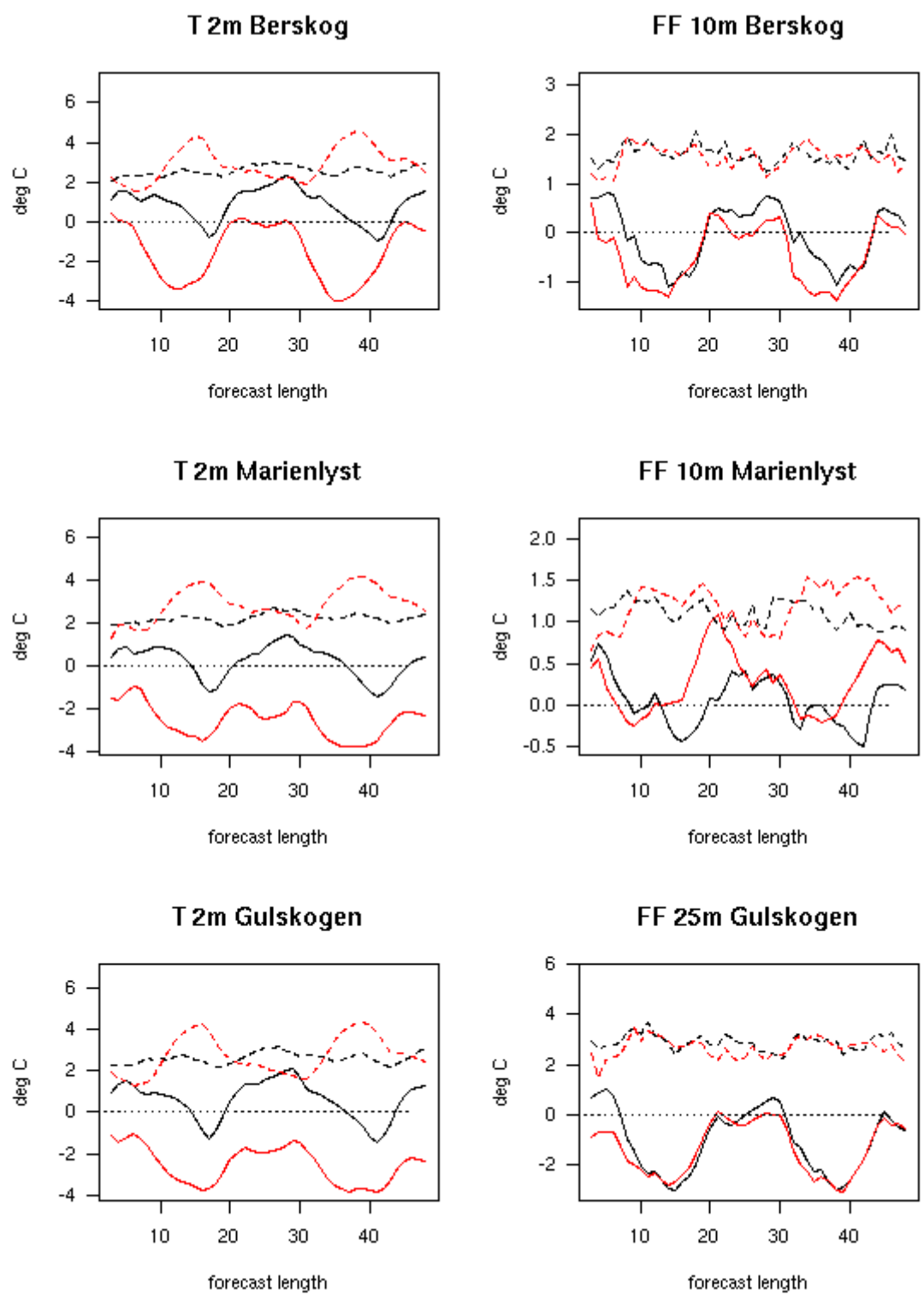
Tabell C1 Langtidsmiddel og korrelasjon mellom målinger og prognose for utvalgte stasjoner i alle byer.

By	Stasjon	Komponent	Sesong- middel målinger	Sesong- middel prognose	Sesong-middel prognose for speilpunkt	Korrelasjon måling/ prognose	Korrelasjon måling/ prognose for speilpunkt
Oslo	Kirkeveien	NO2	51.1	40.4	41.7	0.43	0.39
		PM10	26.8	20.6	21.0	0.24	0.37
		PM2.5	13.1	12.3	12.4	0.41	0.43
	Riksvei 4	NO2	43.3	43.8	48.6	0.47	0.33
		PM10	24.4	28.8	29.1	0.45	0.28
		PM2.5	11.1	11.8	11.7	0.30	0.30
Bergen	Danmarkspl.	NO2	48.6	30.3	43.6	0.30	0.44
		PM10	27.0	15.4	16.6	0.22	0.49
		PM2.5	12.5	9.6	10.0	0.11	0.20
	Rådhuset	NO2	32.6	44.1		0.42	
		PM10	17.2	17.8		0.34	
Drammen	Dr. elva	NO2	39.7	13.0		0.35	
	Nedre St.gt.	PM10	19.7	8.9		0.53	
Trondheim	Bakke Kirke	NO2	58.0	27.4	40.9	0.49	0.39
		PM10	30.7	24.1	29.9	0.38	0.37
		PM2.5	12.6	12.6	13.2	0.27	0.29
	Elgesetersg.	NO2	76.1	25.9	52.0	0.22	0.48
		PM10	42.9	26.1	39.0	0.30	0.28
		PM2.5	15.2	9.9	11.4	0.18	0.21
Grenland	Lensmannsdalen	NO2	37.3	41.6	38.9	0.55	0.48
		PM10	30.7	29.5	26.3	0.53	0.47
		PM2.5	15.2	16.6	16.4	0.48	0.45
Stavanger	Kannik	NO2	42.8	24.0	26.7	0.29	0.50
	Våland	PM10	15.1	13.8		-0.13	
		NO2	17.5	15.5		0.41	

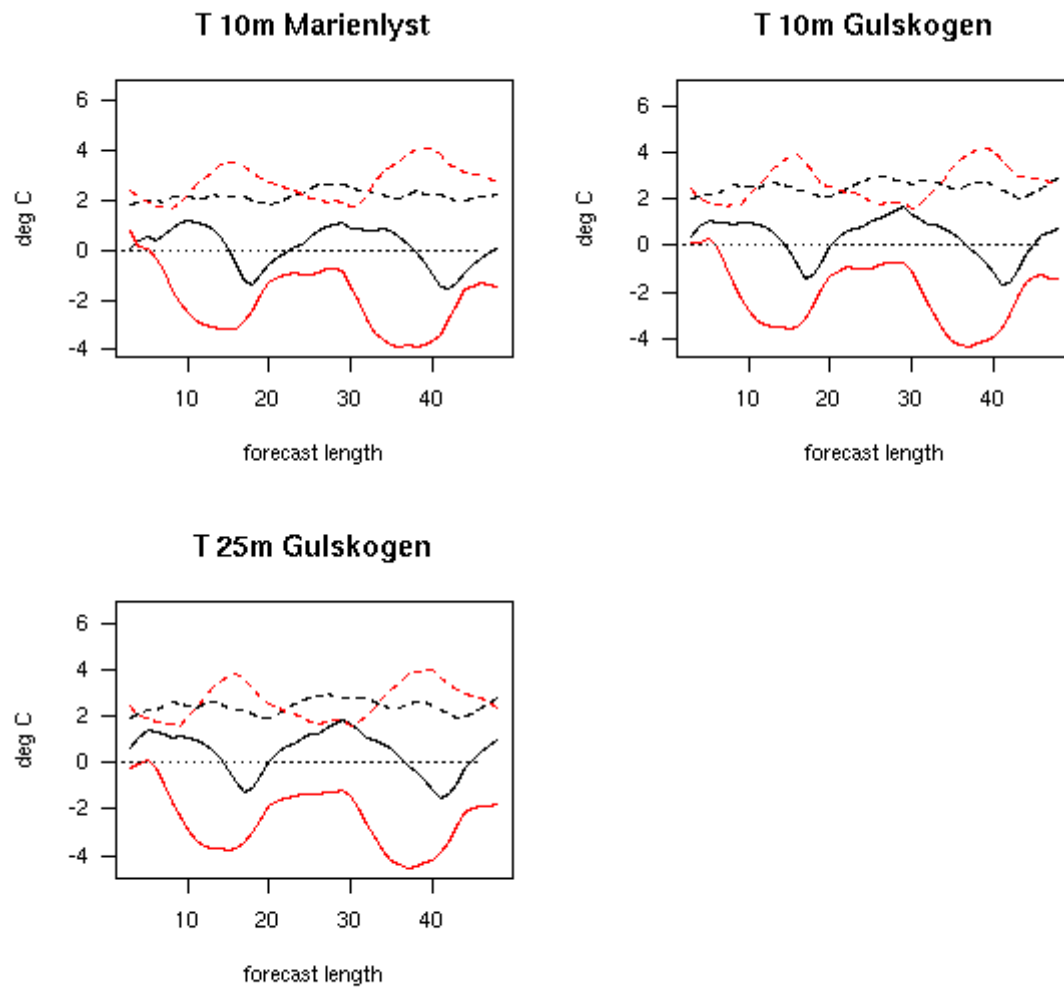
APPENDIX D



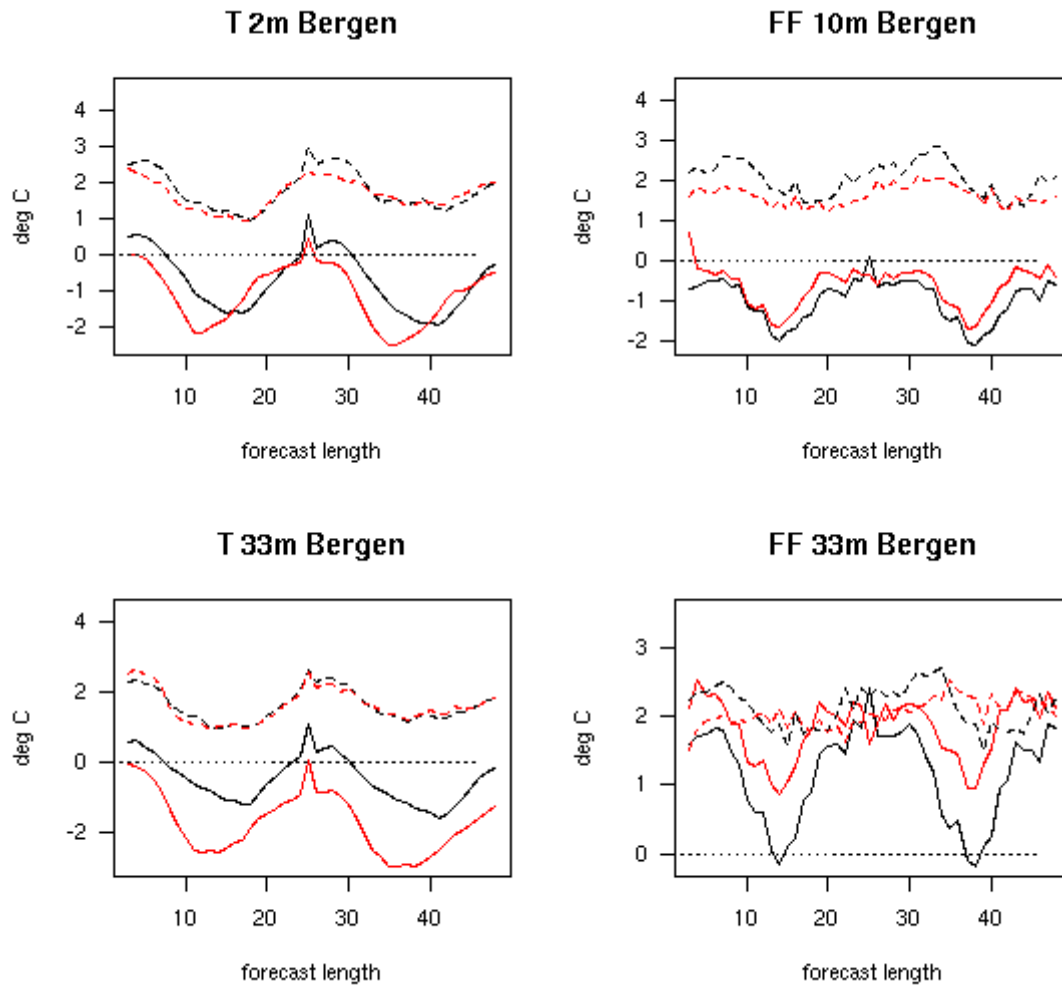
Figur D1 Feilen (gjennomsnittsfelil heltrukken og standardavvik av feilen stiplet) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjoner i Oslo. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



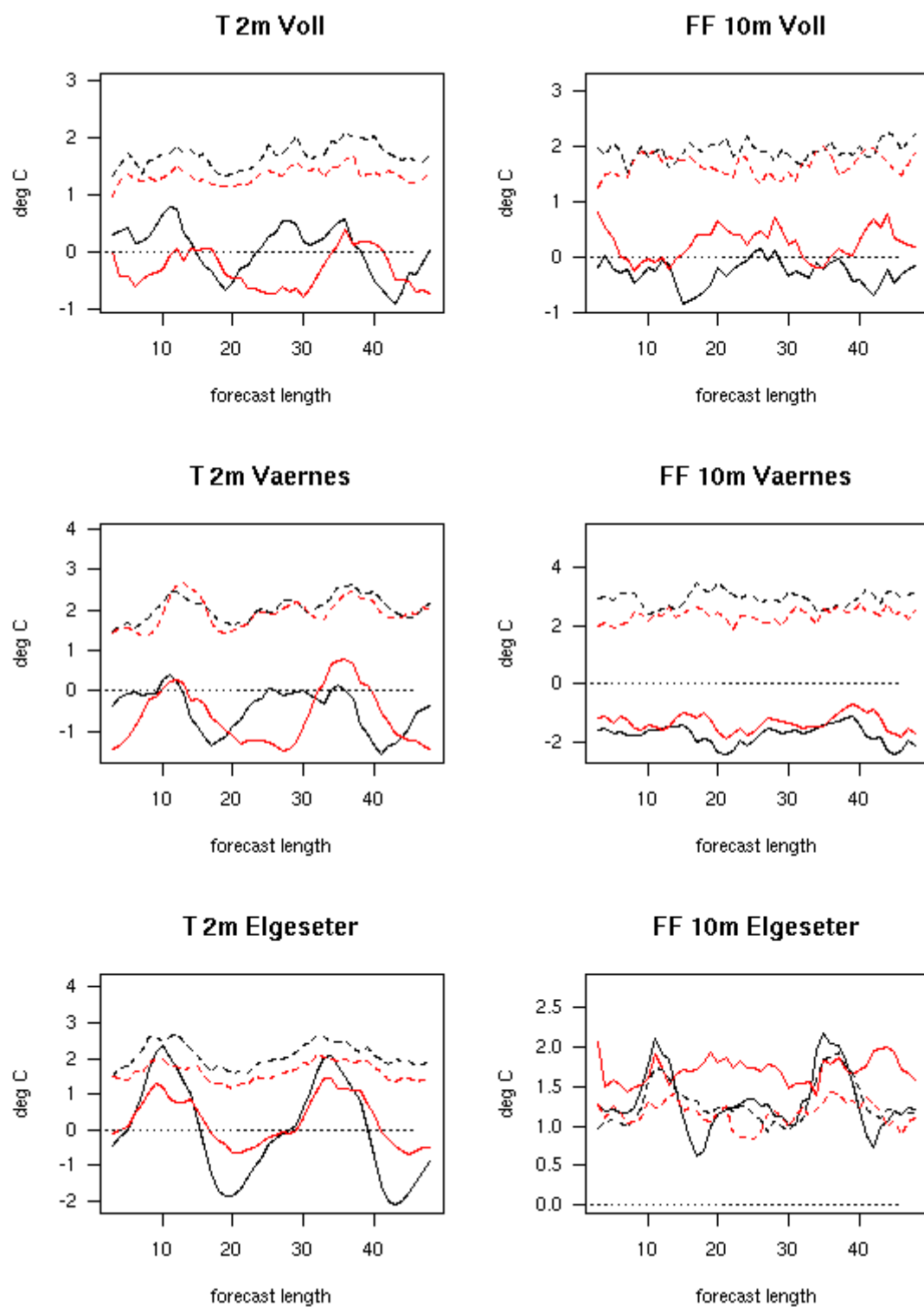
Figur D2 Feilen (gjennomsnittsfel heltrukken og standardavvik av feilen stiplet) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjoner i Drammen. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



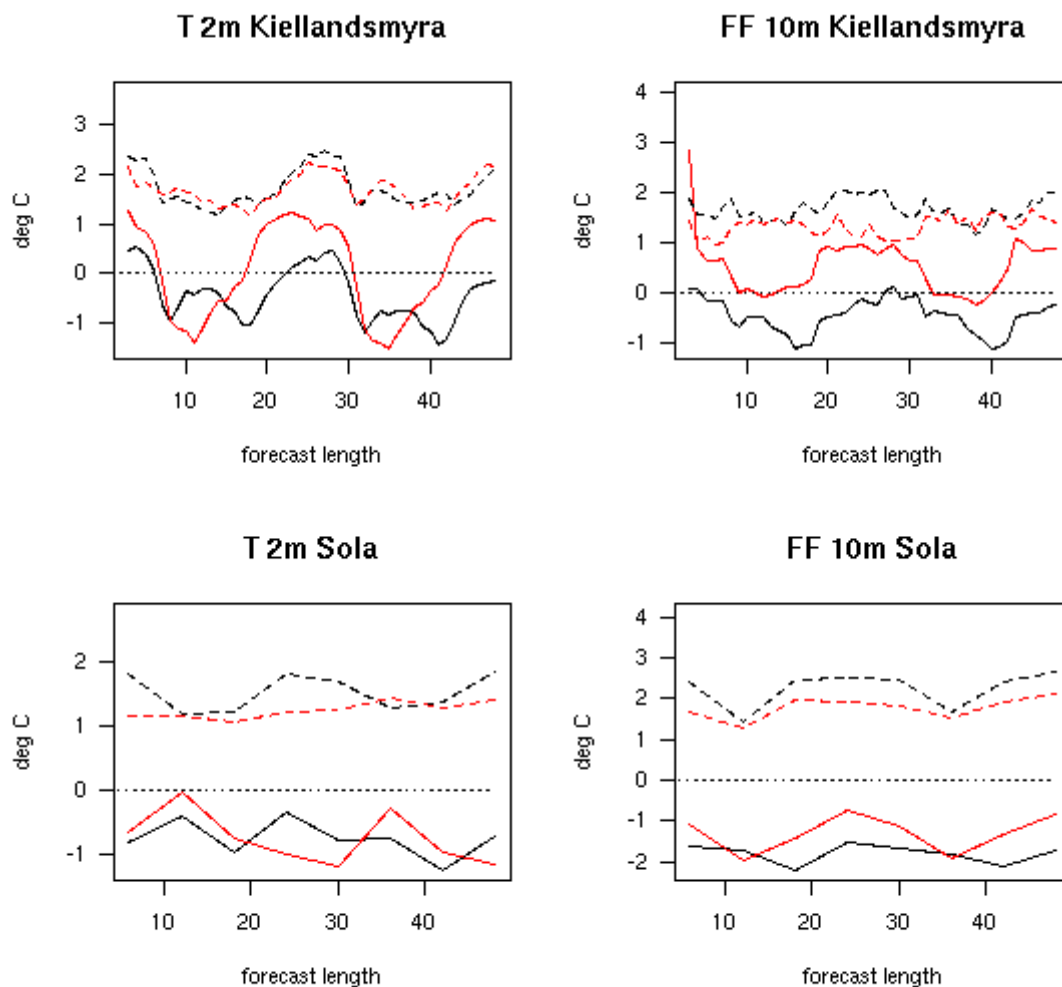
Figur D3 Feilen (gjennomsnittsfel heltrukken og standardavvik av feilen stiplet) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjoner i Drammen. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



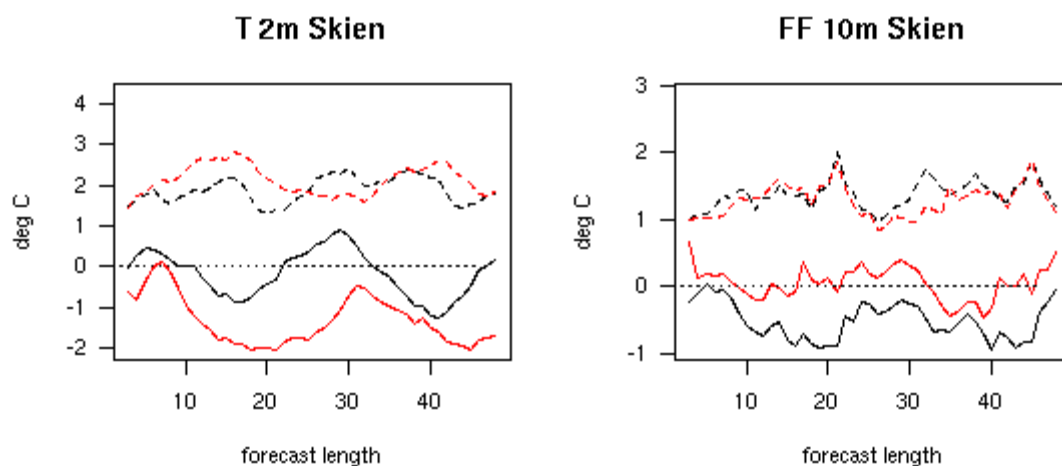
Figur D4 Feilen (gjennomsnittsfelil trukket og standardavvik av feilen stiplel) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjoner i Bergen. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



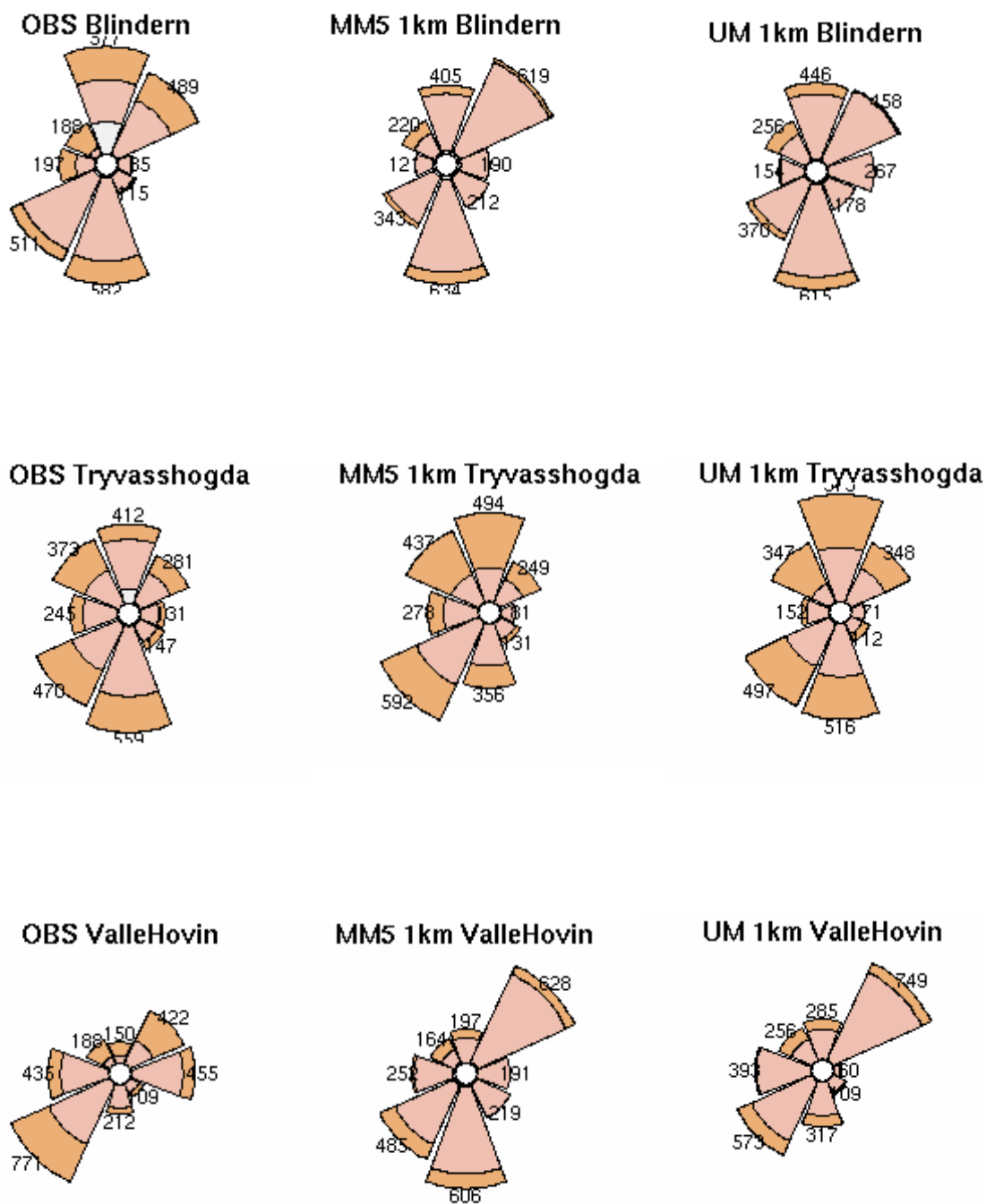
Figur D5 Feilen (gjennomsnittsfeil heltrukket og standardavvik av feilen stiplet) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjoner i Trondheim. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



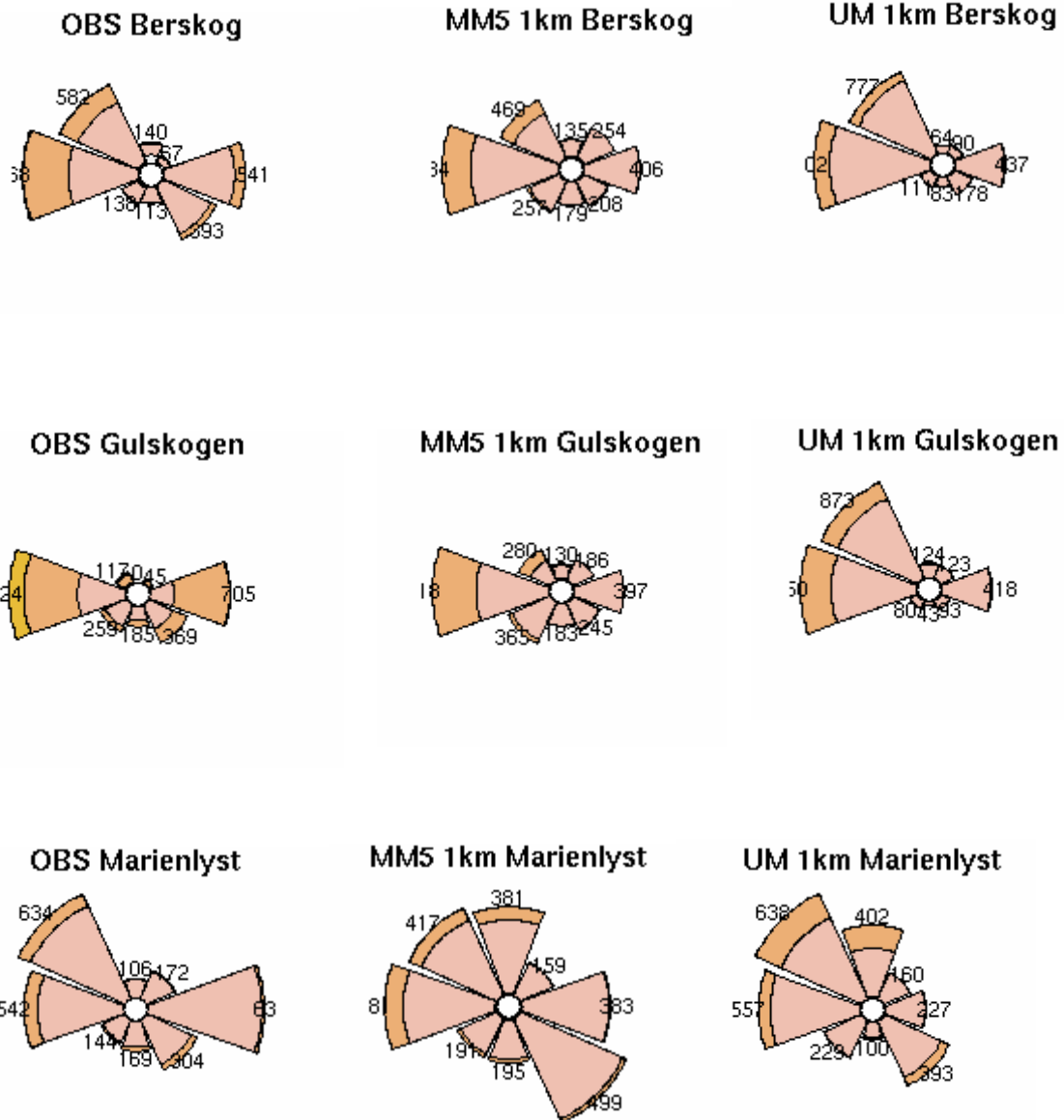
Figur D6 Feilen (gjennomsnittsfel heltrukken og standardavvik av feilen stiplet) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjoner i Stavanger. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



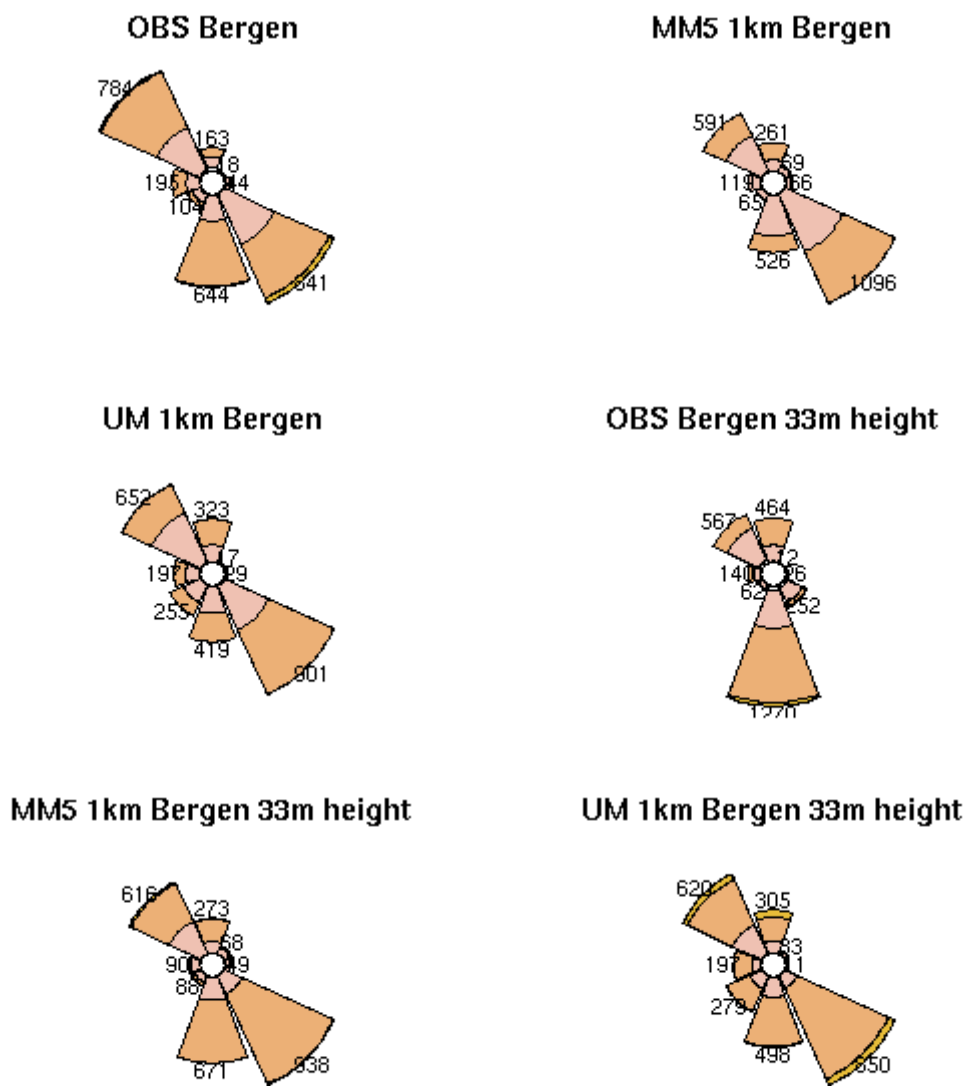
Figur D7 Feilen (gjennomsnittsfel heltrukken og standardavvik av feilen stiplet) i prognoser fra MM5 (svart) og UM (rød) for temperatur og vind i forhold til observasjoner fra stasjonen i Skien. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.



Figur D8 Fordelingen av vinddata på retning og styrke i observasjoner, MM5 og UM for stasjoner i Oslo. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.

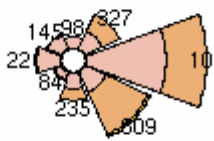


Figur D9 Fordelingen av vinddata på retning og styrke i observasjoner, MM5 og UM for stasjoner i Drammen. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.

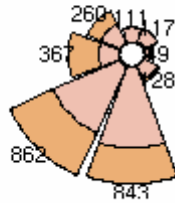


Figur D10 Fordelingen av vinddata på retning og styrke i observasjoner, MM5 og UM for stasjoner i Bergen. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.

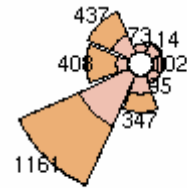
OBS Voll



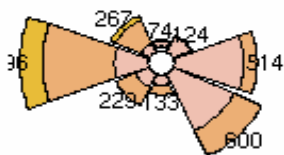
MM5 1km Voll



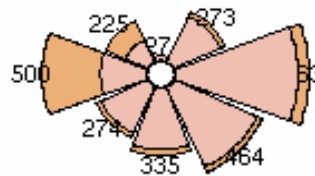
UM 1km Voll



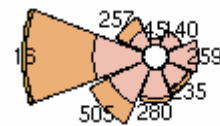
OBS Vaernes



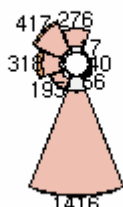
MM5 1km Vaernes



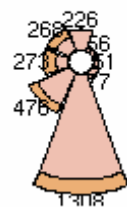
UM 1km Vaernes



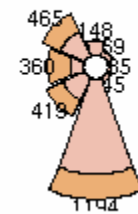
OBS Elgeseter



MM5 1km Elgeseter

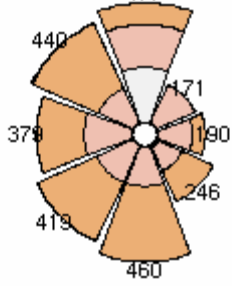


UM 1km Elgeseter

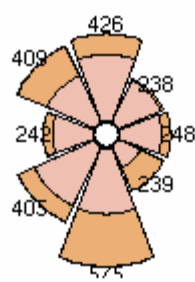


Figur D11 Fordelingen av vinddata på retning og styrke i observasjoner, MM5 og UM for stasjoner i Trondheim. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.

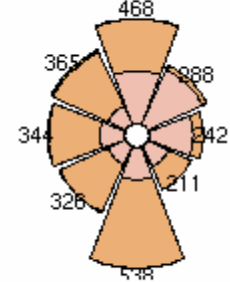
OBS Kiellandsmyra



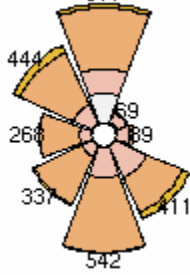
MM5 1km Kiellandsmyra



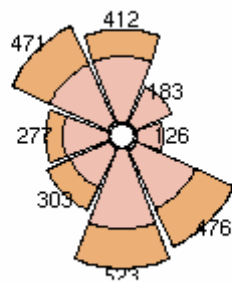
UM 1km Kiellandsmyra



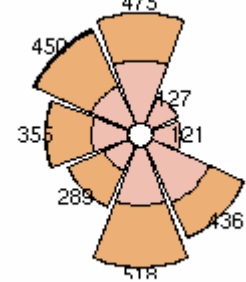
OBS Sola



MM5 1km Sola

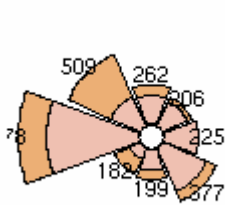


UM 1km Sola

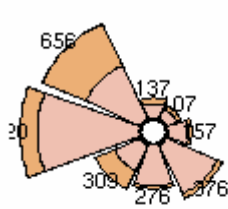


Figur D12 Fordelingen av vinddata på retning og styrke i observasjoner, MM5 og UM for stasjoner i Stavanger. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.

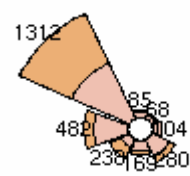
OBS Skien



MM5 1km Skien



UM 1km Skien



Figur D13 Fordelingen av vinddata på retning og styrke i observasjoner, MM5 og UM for stasjoner i Skien. Data omfatter perioden 1. mars til 30. april.

APPENDIX E

Målestasjon: Teknostallen
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: PM10

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	2	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	1	5	2	0	
	Noe	1	5	7	0	
	Lite	119	59	7	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	

Målestasjon: Bakke kirke
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: PM2.5

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	2	3	2	0	
	Noe	9	9	3	0	
	Lite	123	43	5	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	

Varslet nivå

Målestasjon: Elgeseter
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: PM2.5

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

Målt nivå	Varslet nivå			
	Lite	Noe	Mye	Svært mye
Svært mye	0	0	0	0
Mye	2	6	2	0
Noe	18	14	4	0
Lite	118	40	4	0

Det er målt lavere nivå enn varslet

V

Målestasjon: Teknostallen
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: PM2.5

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

Målt nivå	Varslet nivå			
	Lite	Noe	Mye	Svært mye
Svært mye	0	0	0	0
Mye	0	1	0	0
Noe	7	5	3	0
Lite	130	52	7	0

Det er målt lavere nivå enn varslet

V

Målestasjon: Bakke kirke
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	1	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	2	2	0	0	
	Noe	43	20	2	0	
	Lite	111	29	0	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	
Varslet nivå						

Målestasjon: Elgeseter
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	2	1	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	19	16	2	0	
	Noe	66	24	0	0	
	Lite	69	11	0	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	
Varslet nivå						

Målestasjon: Teknostallen
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet
	Mye	0	0	0	0	
	Noe	1	0	0	0	
	Lite	155	52	2	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	V
Varslet nivå						

Målestasjon: Lensmannsdalen
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: PM10

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

Målt nivå	Svært mye	0	2	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet
	Mye	6	12	3	0	
	Noe	15	9	1	1	
	Lite	98	37	5	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	V
Varslet nivå						

Målestasjon: Øyekast
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	0	0	0	0
	Noe	0	0	0	0
	Lite	122	54	13	0
		Lite	Noe	Mye	Svært mye

Varslet nivå

| Det er målt lavere nivå enn varslet

V

Målestasjon: Ås, Heistad
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	0	0	0	0
	Noe	0	0	0	0
	Lite	122	54	13	0
		Lite	Noe	Mye	Svært mye

Varslet nivå

| Det er målt lavere nivå enn varslet

V

Målestasjon: Lensmannsdalen
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	1	1	0	0
	Noe	7	4	2	0
	Lite	114	49	11	0
		Lite	Noe	Mye	Svært mye

Det er målt lavere nivå enn varslet

V

Varslet nivå

Målestation: Lensmannsdalen
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: PM2.5

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	0	3	1	0
	Noe	13	16	3	0
	Lite	83	38	8	0
		Lite	Noe	Mye	Svært mye

Det er målt lavere nivå enn varslet

V

Varslet nivå

Målestasjon: Våland
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varsle V
	Mye	0	0	0	0	
	Noe	5	2	1	0	
	Lite	192	9	1	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	

Målestasjon: Kannik
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	1	0	0	 V	
	Mye	2	1	1	0		
	Noe	22	5	0	0		Det er målt lavere nivå enn varslet
	Lite	173	4	1	0		
		Lite	Noe	Mye	Svært mye		
Varslet nivå							

Målestasjon: Våland
Tidsperiode: 01.10.06 - 30.04.07
Komponent: PM10

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	 V	
	Mye	1	1	0	0		Det er målt lavere nivå enn varslet
	Noe	4	0	0	0		
	Lite	135	16	3	0		
		Lite	Noe	Mye	Svært mye		
Varslet nivå							

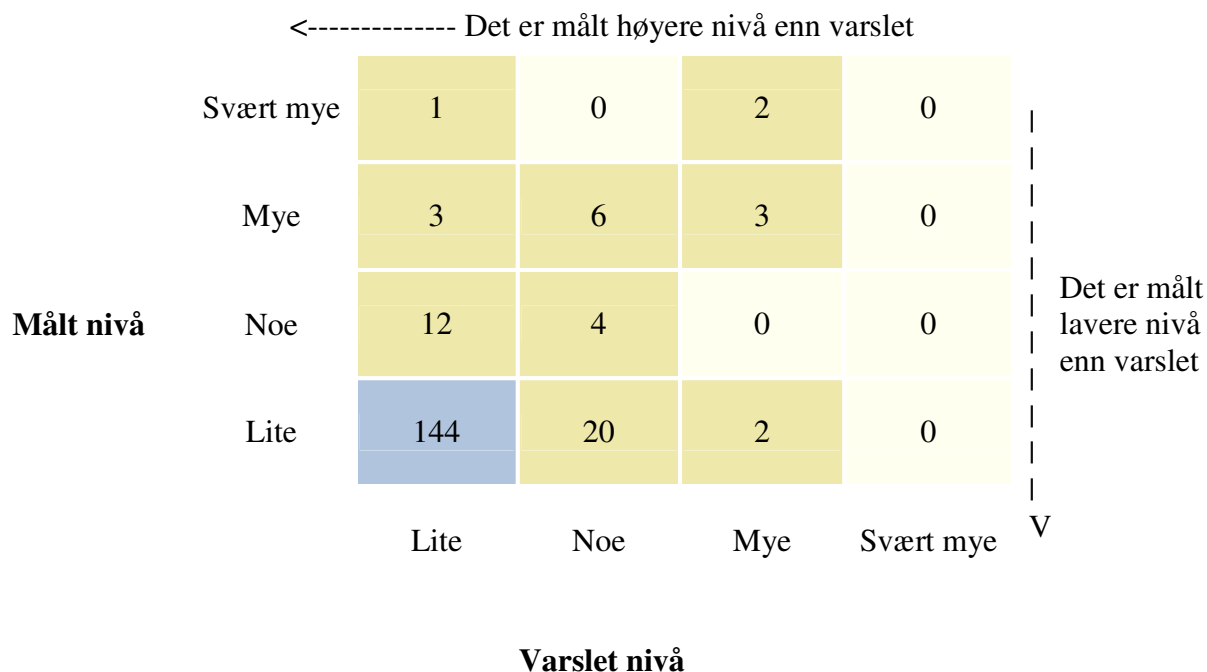
Målestasjon: Rådhuset
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: PM10

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

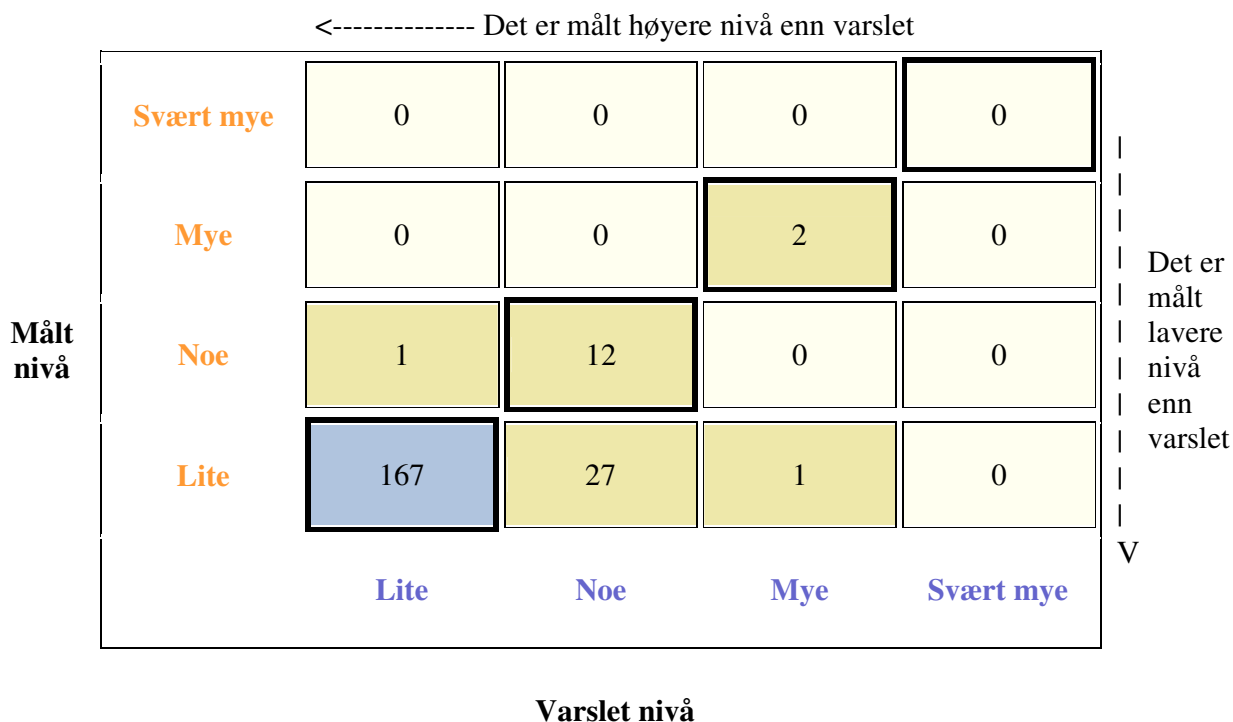
Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	0	0	1	0	
	Noe	3	2	4	0	
	Lite	165	31	2	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	

Varslet nivå

Målestasjon: Danmarks plass
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: PM10



Målestasjon: Rådhuset
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2



Målestasjon: Danmarks plass
Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
Komponent: NO2

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

Målt nivå	Svært mye	0	1	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	1	5	1	0	
	Noe	49	21	1	0	
	Lite	118	12	1	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	

Varslet nivå

Målestasjon: Danmarks plass
 Tidsperiode: 01.09.06 - 30.04.07
 Komponent: PM2.5

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0	Det er målt lavere nivå enn varslet V
	Mye	2	0	0	0	
	Noe	13	11	1	0	
	Lite	162	17	0	0	
		Lite	Noe	Mye	Svært mye	

Varslet nivå