



Norwegian
Meteorological Institute
met.no

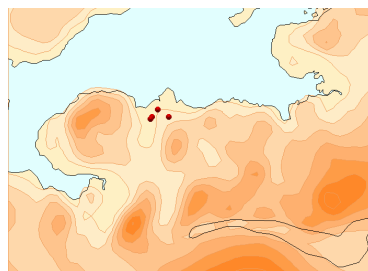
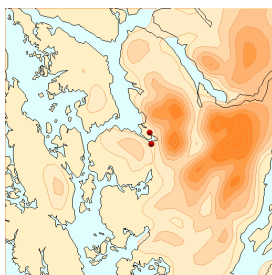
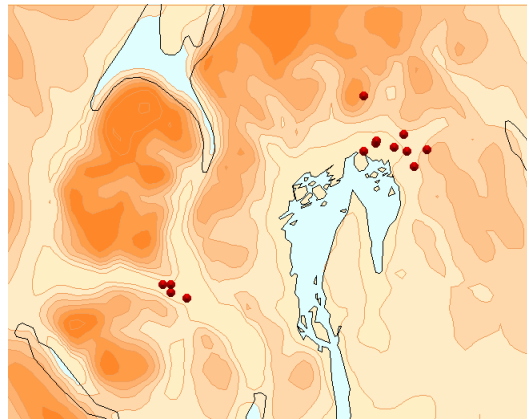
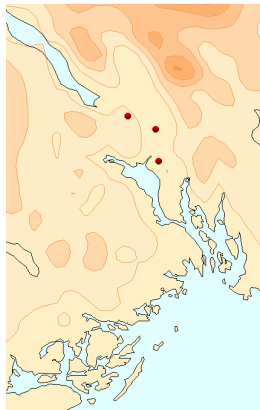
met.no report

no. 8/2006
meteorologi

Bedre byluft

Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2005/2006

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



1) Meteorologisk institutt 2) Norsk institutt for luftforskning



Tittel Bedre byluft - evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2005/2006	Dato 17. august 2006
Seksjon Meteorologi	Rapport nr. 8/2006
Forfattere Viel Ødegaard, Karl Idar Gjerstad og Norvald Bjergene	Klassifisering <input checked="" type="checkbox"/> Free <input type="checkbox"/> 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
1.2	Luftkvalitetsmodellen.....	3
2	Evaluering.....	9
2.1	Valg av evalueringsdøgn.....	9
2.2	Representasjonsnivå.....	9
2.3	Evalueringsmetode.....	10
3	Oslo.....	11
3.1	Meteorologi.....	11
3.2	Luftkvalitet.....	12
3.3	Spesialstudium av perioden 11. - 28. desember	13
3.4	Spesialstudium av perioden 21. - 30. januar.....	14
4	Drammen.....	17
4.1	Meteorologi.....	17
4.2	Luftkvalitet.....	17
4.3	Spesialstudium av perioden 20. - 31. mars.....	17
5	Bergen.....	19
5.1	Meteorologi.....	19
5.2	Luftkvalitet.....	19
5.3	Spesialstudium av perioden 1. - 10. desember	20
5.4	Spesialstudium av perioden 13. - 27. mars	22
6	Trondheim.....	23
6.1	Meteorologi.....	23
6.2	Luftkvalitet.....	23
6.3	Spesialstudium av perioden 12. - 20. februar.....	24
6.4	Spesialstudium av perioden 18. - 30. april	25
7	Stavanger.....	27
7.1	Meteorologi.....	27
7.2	Luftkvalitet.....	27
7.3	Spesialstudium av perioden 13. - 24. mars.....	28
8	Grenland.....	30
8.1	Meteorologi.....	30
8.2	Luftkvalitet.....	30
8.3	Spesialstudium av perioden 10. - 28. februar	31
8.4	Spesialstudium av perioden 13. - 31. mars	32
9	Andre studier	33
9.1	Luftkvalitet i mai 2006.....	33
9.2	Sammenligning av 1 - 24timers prognoser med 25 - 48timers prognoser	37
9.3	Kvalitetsovervåking.....	37
9.4	Langtidsstatistikk.....	41
9.5	Subjektive luftkvalitetsvarsler - treff, spredningsdiagram og sta.....	48
10	Konklusjoner og anbefalinger.....	53
10.1	Det operasjonelle modellsystemet.....	53
10.2	Meteorologi.....	53
10.3	Luftkvalitet.....	53
	Referanser.....	34

SAMMENDRAG

Prognosesystemet bestående av den numeriske værvarslingsmodellen MM5 og luftkvalitetsmodellen AirQUIS er benyttet til prognoser for luftkvalitet i de norske byene Bergen, Drammen, Oslo, Skien, Stavanger og Trondheim fra 1. november 2005 til 30. april 2006. Det beregnes kvantitative prognoser for konsentrasjonen av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} i et 1km rutenett som dekker byene. Prognosene gir datagrunnlaget for varsler av luftkvalitet som utarbeides lokalt i hver av byene.

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 en luftkvalitetsmodell (AirQUIS) for beregning av konsentrasjoner av luftforurensning.

Brukerne av systemet har tilgang til prognoser fra MM5 og AirQUIS på internett hver morgen seinest kl. 7:45 lokal vintertid. Meteorologiske data er i form av kart og tidsserier for utvalgte punkter. Luftkvalitetsdata er i form av kart og tabeller for målepunkter.

Utviklingsarbeidet med prognosesystemet er i sesongen 2005/2006 konsentrert om å sette opp en ny meteorologimodell for varslingsområdene, UK Met. Office Unified Model (UM), samt å utvikle et program som tilpasser data fra UM til spredningsmodellen AirQUIS. UM er ikke benyttet til varsling i sesongen. Resultater med UM rapporteres for seg. Meteorologiprognoser fra MM5 beregnes som i forrige sesong. AirQUIS har gjennomgått oppgradering mhp årsdøgnetrafikken (ÅDT), som er oppdatert for veilenker som ligger i umiddelbar nærhet av målestasjonene i Oslo med data levert av Oslo veikontor.

Gjennom sesongen har MM5 gått uten problemer med unntak av en maskinstans 6. februar. Introduksjon av 48 timer prognoselengde i AirQUIS i begynnelsen av mars førte til at beregningstiden økte, men i god margin innenfor tidsrammene.

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. For en eller to kortere perioder i hver av byene er det gjort en mer inngående analyse av prognosene. Kapittel 9 tar for seg spesialstudier av i) forurensningssituasjonen i Sør-Norge de to første ukene i mai, ii) sammenligning av prognoselengder 1-24 timer mot 25-48 timer i AirQUIS, iii) trender i prognosekvaliteten de siste tre årene, iv) langtidsstatistikk for sesongen med analyse av prognosen for speilpunktene og v) statistisk evaluering av de subjektive varslene som er utstedt til offentligheten for Trondheim, Bergen og Stavanger.

Kommunene og lokale veikontor har bidratt med måledata som er brukt i evalueringen. De involverte takkes for bidraget.

1. BESKRIVELSE AV PROGNOSEMODELLEN

1.1 Den meteorologiske modellen

For sesongen 2005/2006 er MM5 versjon 3.4 (Grell et al., 1994) benyttet til å generere inngangsdata til AirQUIS. MM5 er fri programvare fra National Centre for Atmospheric Research (NCAR) i USA, Colorado. Ved Meteorologisk institutt kjøres modellen i toveis nesting i 3- og 1km horisontal oppløsning. Områdene er vist i Figur 1. Modellen har et sett opsjoner for bl.a. beskrivelse av diabatiske prosesser. For beskrivelse av kondensasjon og nedbør benyttes et enkelt skjema for beskrivelse av vannets tre faser (Dudhia, 1993). Turbulente prosesser i atmosfærens grenselag beskrives av et skjema utarbeidet av Hong og Pan (1993). Strålingsprosessene og interaksjon med skyer (Grell et al., 1994). Utvikling av temperatur og fuktighet i bakkens overflate og utveksling med atmosfæren beskrives av et skjema med 5 jordlag (Dudhia, 1996).

Som inngangsdata (initial- og randverdier) til modellen benyttes prognoser fra Hirlam 10km (Bjørge et al., 2003). Data for vind, temperatur, geopotensiale og relativ fuktighet er gitt i 15 trykkflater. I tillegg gis prognosedata for temperatur og jordfuktighet i bakkens overflate. Snødekke, sjøtemperatur og haviskonsentrasjon hentes også fra Hirlam 10km. Fysiografiske data som terrenghøyde, kystlinje, overflatetyper (vegetasjon mm), ruhet, albedo, jordas varmeledningsevne og fuktighetskapasitet hentes fra MM5 fysiografidatabase som har en maksimal oppløsning på ca. 900m.

Endringer og oppgradering av den numeriske værvarslingsmodellen.

Siste sesong har Hirlam 10km hatt to viktige oppgraderinger: Sjøtemperatur i modellen blir nå daglig oppdatert med data fra satellitt, mot tidligere ukentlige oppdateringer. Fra 1. februar er modellen også oppgradert fra versjon 6.2 til versjon 6.4. Begge oppgraderingene har gitt betydelige forbedringer av prognosene i form av mindre avvik fra observasjoner av trykk, temperatur og vind.

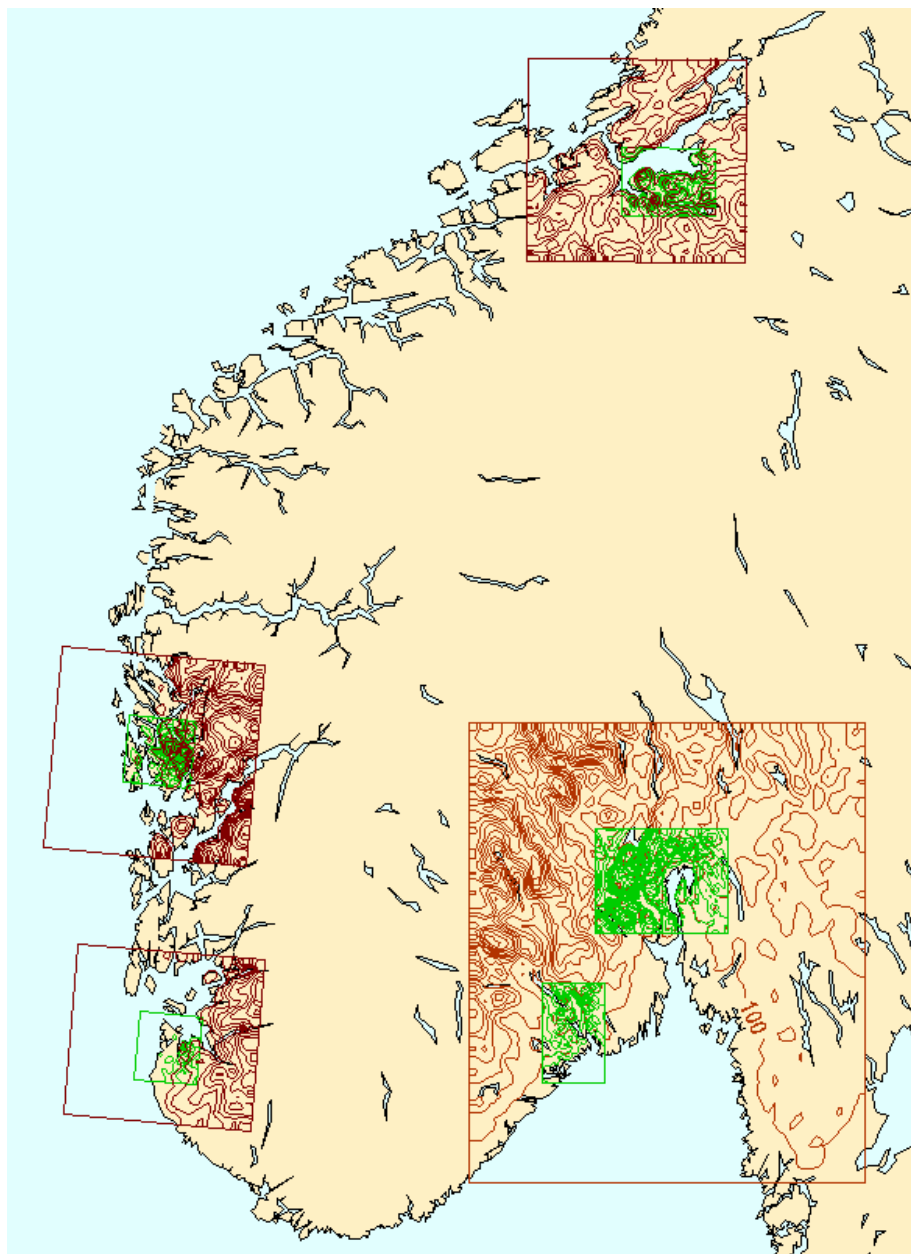
Målsettingen for sesongen har vært å innføre UM som numerisk værvarslingsmodell i Bedre Byluft. Betydelige ressurser har vært lagt ned for å effektivisere beregningene og få modellen til å kunne benytte Linux-plattform. Foreløpig har det ikke lyktes å få beregningstiden tilstrekkelig kort til at prognosene kan benyttes i Bedre Byluft, derfor må MM5 benyttes inntil videre.

Kontinuerlig evaluering av UM-prognosene viser at denne modellen har i gjennomsnitt mindre feil i en del parametere enn MM5 (se seksjon 2). Det er en viktig grunn til å fortsette arbeidet med å tilpasse UM til Bedre Byluft.

Temperaturprognosene antas å ha potensial for forbedringer ved forbedret oppløsning og hyppigere oppdatering av snødekkedata i modellen. Satellittdata er den datakilden som har tilstrekkelig oppløsning. Det pågår arbeid med å lage rutiner som kan benytte satellittobservasjoner av snødekke i MM5 og UM.

Tabell 1.1 Antall beregningspunkter for MM5 for de enkelte beregningsområdene

	Oslo og Drammen	Grenland	Bergen	Stavanger	Trondheim
3 km	88 x 76		40 x 40	34 x 37	40 x 43
1 km	61 x 76	58 x 37	40 x 40	40 x 37	40 x 55



Figur 1. MM5-områder 2004/2005. Høydekurver med 100m ekvidistanse for 3km-områdene (brune), og med 50m ekvidistanse for 1km-områdene (grønne).

1.2 Luftkvalitetsmodellen

Spredningsberegningene i Bedre Byluft-prosjektet blir gjennomført ved hjelp av NILUs AirQUIS system. AirQUIS er et system for luftkvalitetsovervåking og miljøinformasjon (Air QUALity and Information System) 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 data og resultater på grafisk, basert på moderne GIS verktøy. AirQUIS er senere blitt videreutviklet av NILU.

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 et utslipp ved bruk av statiske trafikk, utslipps- og forbruksdata som årssett i utslippsbasen. Man tar her hensyn til faktorer som f.eks. temperatur, 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. Arealkildene 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 trafikkenes 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, 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 en versjon av AirQUIS Forecast 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 bygningpunkter 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 samlekategori (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 1.2 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 NO_x, NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}. Dette gir primærutslipp av disse komponentene for hver kildekategori. Utslippsfaktor for NO₂ er 3 - 20 % av utslippsfaktor for NO_x, avhengig av kjøretøy og stigning for den enkelte veilenke. Deretter sorteres de ulike kildekategoriene i de enkelte samlekategoriene, og utslippene innenfor hver grunnkrets summeres. Dette gir totalutslipp fra hver samlekategori innenfor hver grunnkrets.

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 1.3 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). O₃-bakgrunn for de seks byene er vist i en tabell med bakgrunnsverdi for hver time i døgnet (Tabell 1.4), som er ment å simulere en midlere døgnsyklus av denne komponenten 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 middelværdi 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 middelværdier for hver time i døgnet henholdsvis for stasjonene Voss og Kårvatn.

Tabell 1.4 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.

Kl.	Oslo, Drammen, Stavanger og Grenland	Bergen	Trondheim
1	61,3	64,7	66,8
2	61,3	64,1	67,4
3	60,6	63,6	67,3
4	60,3	63,2	67,0
5	60,2	62,8	66,5
6	60,2	62,5	66,3
7	59,5	62,6	67,1
8	59,4	62,4	67,4
9	59,7	62,2	68,9
10	61,1	61,9	69,9
11	62,7	62,4	71,1
12	63,6	63,0	72,0
13	64,6	64,1	71,4
14	65,0	65,1	71,0
15	64,8	65,1	69,9
16	63,9	65,0	69,5
17	63,3	65,0	69,3
18	62,7	65,3	69,4
19	62,3	65,3	69,2
20	62,5	65,0	68,8
21	62,1	64,6	68,7
22	61,5	64,8	68,3
23	61,7	64,6	68,1
24	61,9	65,1	67,8

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*.

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 1.5 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 tjue 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.

1.2.11 Grenland

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

1.2.12 Endringer og oppgraderinger av AirQUIS

Våren 2005 var NILU i dialog med SVV med innspill fra Oslo kommune om å videreutvikle den visuelle presentasjonsformen som brukes i Bedre Byluft. Det var ønske om at det også skulle vises konsentrasjoner langs veier i tillegg til arealkonsentrasjoner. Høsten 2005 ble en slik funksjonalitet utviklet og implementert i AirQUIS og levert til 1. november 2005.

2. EVALUERING

For de meteorologiske prognosene er det beregnet feilstatistikk over hele sesongen for punkter i alle områdene unntatt Grenlandsområdet der observasjoner mangler. I tillegg til Meteorologisk institutts måledata har Oslo kommune lagt til rette data fra Valle Hovin. Trondheim kommune har tilrettelagt data fra Elgeseter. Geofysisk Institutt i Bergen har bidratt med temperaturdata i 33m høyde over bakken. Statistisk evaluering av meteorologiske prognoser er presentert i Appendix A. Med bakgrunn i den planlagte overgangen fra MM5 til UM for Bedre Byluft er prognoser fra UM 4km tatt med i den statistiske evalueringen. Denne versjonen av UM er ikke direkte sammenlignbar med MM5 pga grovere oppløsning. Dette vil spesielt slå ut i prognosene for vindretning, der UM ikke har tilstrekkelig detaljert beskrivelse av topografien til at den topografiske styringen av vinden kommer fram.

Beregning av treffprosjenter for luftkvalitetsprognoser (Appendix C) er gjort for alle tilgjengelige data. Evalueringen av luftkvalitetsprognosene er utført for dagene angitt i tabell 2.1. Beregning av Sannsynlighet For Oppdagelse (SFO) og Falsk Alarm Rate (FAR) er beskrevet i Kap. 9 sammen med resultatene av evaluering av lange trender, lange tidsserier og subjektive varsler. For denne evalueringen er et utvalg av dataene benyttet. Utvalgsmetoden er beskrevet i Kap. 9.

2.1 Valg av evalueringdøgn

For hver av byene er det valgt ut en eller to perioder til spesialstudier i sesongen 2005-2006. De utvalgte periodene for hver by er angitt i Tabell 2.1 og omfatter perioder da det er målt høye konsentrasjoner av luftforurensning eller perioder som det er interessant å studere nærmere fordi de kan belyse kvaliteten av prognosesystemet. Målte og beregnede verdier for luftkvalitet og meteorologiske parametere er vist som tidsserier i Appendix B.

Tabell 2.1 Evalueringdøgn for luftkvalitetsprognoser for prosjektbyene sesongen 2005-2006.

By	Periode 1	Periode 2
Oslo	11. – 28. desember	21. – 30. januar
Trondheim	12. – 20. februar	18. – 30. april
Bergen	1. – 10. desember	13. – 27. mars
Grenland	10. – 28. februar	13. – 31. mars
Drammen	20. – 31. mars	
Stavanger	13. – 24. mars	

2.2 Representasjonsnivå

Tabell 2.2 viser fargekodene på de forskjellige nivåene i AirQUIS for komponentene NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} som tilsvarer varslingsklassene 0 til 3.

Tabell 2.2 Konsentrasjonsintervaller i varslingsklasser og fargekoder brukt i AirQUIS for de ulike komponentene. NO₂ gjelder timemiddel mens PM₁₀ og PM_{2,5} gjelder døgnmiddel. Enhet: µg/m³.

NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	Varslingsklasse	Fargekode
0-100	0-35	0-20	0	
100-150	35-50	20-35	1	
150-200	50-100	35-60	2	
> 200	> 100	> 60	3	

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

2.3 Evalueringsmetode

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 og en enkelt prognoselengde. Feilen for hver enkelt stasjon blir dermed en funksjon av prognoselengden. Det totale antallet parert med observasjoner og prognoser 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 forutsigelsessevne. Den totale feilen (*rmse*) beregnes fra *stde* og *bias*:

$$rmse = \sqrt{bias^2 + stde^2} \text{ er ikke vist i figurene.}$$

For vindprognosene er det laget vindroser for å gi et bilde av modellenes fordeling av vindretning sammenlignet med observert vindretning. Alle tilfeller med vind mer enn 0,2 m/s fordeles på 8 retninger. Fordelingen av vindtilfeller på retning i observasjoner og modeller skal være likest mulig.

Tidsserier av luftkvalitetsmålinger og AirQUIS-prognoser er sammenholdt med tilsvarende tidsserier av observert og prognosert temperatur 2m, vindhastighet 10m, vindretning 10m og stabilitet. Nærmeste meteorologiske målestasjon er valgt. I enkelte tilfeller ligger luftkvalitetsmålingene i samme avstand fra to meteorologiske målepunkter. Da vises data fra begge.

3. OSLO

3.1 Meteorologi

3.1.1 Meteorologiprognosenes kvalitet gjennom sesongen

Prognoser fra MM5 1km og UM 4km er validert mot observasjoner ved stasjonene Blindern, Tryvasshøgda og Valle Hovin (Figur A1). Temperaturprognosene fra MM5 har en tilfeldig feil (stde, brutte linjer) som ligger omkring 2 til 2.5 grader svakt økende med prognoselengde. Temperaturprognosene for Tryvasshøgda har lavere feil enn de andre stasjonene i MM5, men markert større feil i UM. Gjennomsnittsfeilen svinger gjennom døgnet, med kaldere dager og varmere netter i forhold til observasjonene. Unntaket er UM på Tryvasshøgda, der UM-prognosene er mer for kalde om nettene enn om dagene.

Vindprognosene har en tilfeldig feil som ligger i underkant av 2 m/s. I UM-modellen er det en markert økning i tilfeldig feil ved omkring 33 timer prognoselengde. Årsaken til dette er ikke forstått. Gjennomsnittsfeilen er negativ (prognosene gir for svak vind) på Blindern og Valle Hovin, mens MM5 har positiv gjennomsnittsfeil på Tryvasshøgda.

Ved Blindern er nordøstlige vindretninger dominerende. Begge modellene har denne fordelingen, men for få tilfeller med mye vind (mer enn 10 m/s). MM5 har også færrest tilfeller med sørlig vindretning mens UM har færrest tilfeller med nordlig vind (Figur A2). Vindretningen på Tryvasshøgda er godt representert med UM-modellen, mens MM5 har for mange tilfeller med nordvestlig og sørvestlig vind (Figur A2). På Valle Hovin er vind fra sørvest underrepresentert i begge modellene, mens vind fra øst er spesielt underrepresentert i UM (Figur A2).

3.1.1 Meteorologi i periodene 11. - 28. desember 2005 og 21. - 30. januar 2006

I perioden 11. - 28. desember ligger et høytrykk over sør for Norge mot Storbritannia. I nord og vest er det lavtrykk. Den storskala vinden er vestlig og etter hvert nordlig, men svak. Fra den 17. desember kommer høytrykket inn over Sør-Norge og det dannes en høytrykksrygg over hele landet. Bakketemperaturene i Østlandsområdet er over frysepunktet i starten av perioden, men fra 17. desember synker temperaturen. Enkelte dager i perioden er det høyere dagtemperaturer enn varselet fra MM5 gir. Observasjoner og varsler for Blindern og Valle Hovin viser ikke store forskjeller. Vindretningen lokalt på Blindern er mer nordlig enn på Valle Hovin både i modell og observasjoner. De observerte vindene er omkring 3 m/s og godt representert av modellen (Figur B2, B6).

Et høytrykk øst og sør for Skandinavia gir svak vestlig vind over Østlandsområdet i perioden 21. - 30. januar. Fra 24. januar kommer høytrykket inn over Nordsjøen og Sør-Norge, og vinden dreier mot nord. I starten av perioden er det lave temperaturer (-5 - -10°C), men temperaturen øker til over frysepunktet i dagene 24. - 26. januar. Beregnet temperatur fra MM5 er for høy om natten 27. og 28. januar. Observert stabilitet ved Valle Hovin er nær nøytral første halvdel av perioden, mens det er stabile netter i siste halvdel av perioden. Stabiliteten i MM5 for de fleste stasjoner er høyere enn observert ved Valle Hovin. Vindretningen ved Valle Hovin varierer mellom nordøst og sør i perioden, og er godt representert i modellen. Det er observert vind opp til 6m/s ved Valle Hovin, og den sterkeste vinden er underestimert av MM5. De svake vindene er godt beregnet. Ved Blindern er det varslet svak vind hele perioden, også når observasjonene viser mer enn 5-8 m/s (Figur B12, B16).

3.2 Luftkvalitet

3.2.1 Målestasjoner

Målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Kirkeveien, Aker Sykehus, Riksvei 4 – Aker, Sofienbergparken, Skøyen, Alnabru og Manglerud. Målestasjonen Kirkeveien er plassert ca 3 meter fra Kirkeveien og må karakteriseres som en veinær stasjon. Riksvei 4 – Aker ligger nær Trondheimsveien ved Aker sykehus. Stasjonen ved Aker Sykehus ligger inne på sykehusområdet omlag 150 meter i fra Trondheimsveien, dette anses som en bybakgrunnsstasjon. Også stasjonene i Sofienbergparken og på Skøyen er bakgrunnsstasjoner, på disse to måles kun PM₁₀. Stasjonen på Alnabru ligger ved Strømsveien og er en veinær stasjon. Stasjonen Manglerud ligger ca 3 meter fra Ring 3, i hellingen ned mot Brynstunnelen, og må også karakteriseres som en veinær stasjon. Figur D1 – D16 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

3.2.2 Treff i prognosene gjennom hele sesongen

Tabellene C1 – C14 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for alle stasjoner basert på timemiddelverdier og døgnmiddelverdier. En oppsummering av treff i varslingsklasse 2 og 3 er gitt i Tabell 3.1 og Tabell 3.2. For stasjoner der det er 10 eller færre dager med observasjoner i den respektive varslingsklassen, er ikke prosentvis treff angitt, men markert med minustegn (-).

Tabell 3.1 Prosentvis treff i varslingsklasse 2 og 3 for målestasjoner i Oslo sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for timesdata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Kirkeveien	NO ₂	0	0
	PM _{2,5}	44	-
	PM ₁₀	0	-
Aker sykehus	NO ₂	0	-
	PM _{2,5}	25	-
Riksvei 4, Aker	NO ₂	0	-
	PM _{2,5}	22	-
	PM ₁₀	31	-
Sofienbergs-parken	PM ₁₀	22	-
Alnabru	NO ₂	0	0
	PM ₁₀	0	0
Manglerud	NO ₂	6	-
	PM _{2,5}	21	-
	PM ₁₀	20	-

Tabell 3.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for målestasjoner i Oslo sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for døgndata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Kirkeveien	PM _{2,5}	73
	PM ₁₀	84
Aker sykehus	PM _{2,5}	86
	PM ₁₀	91
Riksvei 4, Aker	PM _{2,5}	88
	PM ₁₀	73
Sofienbergparken	PM ₁₀	74
Skøyen	PM ₁₀	72
Alnabru	PM ₁₀	56
Manglerud	PM _{2,5}	78
	PM ₁₀	56

3.3 Spesialstudium av perioden 11. – 28. desember

3.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, RV4, Aker sykehus, Manglerud og Alnabru er vist i Figurene B1-B10 i Appendix B.

AirQUIS prognosen passer for det meste bra med målingene, men det er noen unntak: I perioden 12. – 14. desember og 20. desember var det høye konsentrasjoner av NO₂ i Oslo, det ble målt spesielt høye konsentrasjoner på Alnabru. Modellen har ikke klart å gjenskape denne episoden. Avviket skyldes trolig en kombinasjon av utslipp og meteorologi. Det er flere store kjøpesenter på Alna og veinettet er ikke stort nok til å hindre kø i forbindelse med julehandelen. Både trafikkvolum og kjøremønster vil derfor avvike fra utslippstallene og tidsvariasjonene i databasen. Et slikt kjøremønster der biler står mye i kø fører til mye eksosutslipp, men lav kjørehastighet. Dette skal gi høyere verdier av NO₂ enn det modellen prognostiserer med den gjennomsnittlige ÅDT som ligger i databasen.

Selv om utslippsbasen trolig forårsaker det meste av avviket kan noe også skyldes MM5 prognosen, 14. desember gir MM5 en gjennomsnittlig vindfart på 2.1 m/s for døgnet, dette er mulig et noe høyt estimat. Valle Hovin har døgnmiddel på 1.5 m/s og på Blindern var det 0,5 m/s. Dette utgjør en signifikant faktor for spredningsberegningene.

Av figurene ser vi også at det observerte NO₂-nivået er særdeles lavt 25. og 26. desember. Dette skyldes naturligvis at det er lite trafikk disse dagene, mens utslippstallene i databasen ikke tar hensyn til helligdager i jula.

3.3.2 PM₁₀/ PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, RV4, Aker sykehus, Manglerud, Skøyen, Sofienberg og Alnabru er vist i figurene B1-B10 i Appendix B.

Generelt er det en tendens til at PM_{2,5} overestimeres, mens PM₁₀ underestimeres i perioden uten at avvikende er ekstreme. Unntaket er Manglerud hvor det er en kraftig overestimering av PM₁₀. For Manglerud har det lenge vært prognostisert svært høye verdier, spesielt for PM₁₀. Dette vises godt i Figur D7 i Appendix D. Denne overestimeringen skyldes trolig at spredningsberegningen ikke håndterer de lokale forholdene på Manglerud korrekt.

For stasjonene som enten er bybakgrunn eller ligger i områder med mye vedfyring (eks. Kirkeveien og Aker sykehus) ser vi at finfraksjonen PM_{2,5} utgjør mesteparten av PM₁₀-konsentrasjonen, mens for Riksvei 4 er det vekslende om grov- eller finfraksjonen gir størst bidrag til PM₁₀-konsentrasjonen.

12. – 14. desember var det en episode med høye NO₂-konsentrasjoner på Alnabru. Dersom dette er forårsaket av økt biltrafikk og kjøring i forbindelse med julehandelen, som vi har antatt, så skulle vi også vente høye verdier av PM_{2,5}, men lave verdier av grovfraksjon (PM₁₀ - PM_{2,5}) pga. lite piggdekk slitasje ved lav kjørehastighet. Det er ikke målinger av PM_{2,5} på Alnabru til å verifisere eller forkaste denne hypotesen. Riktignok er også PM₁₀ nivået er høyt, men vi vet ikke hvordan konsentrasjonen er fordelt mellom fin- og grovfraksjon.

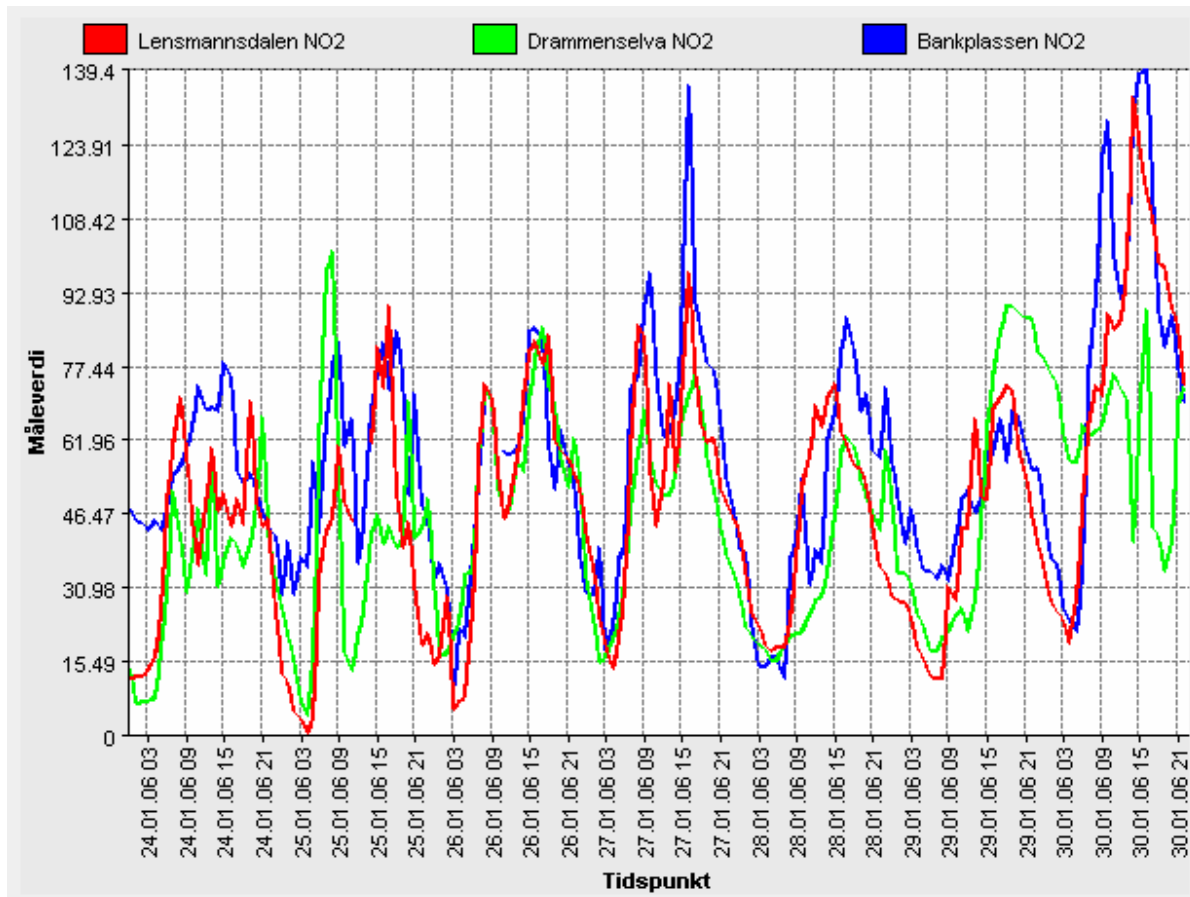
Figurene viser også at AirQUIS gir enkelte overestimerte timer i prognosen for PM_{2,5}, eksempelvis 23. desember på Riksvei 4 og Aker sykehus. Dette er sammenfallende med dårlige spredningsforhold og spesielt lav vindfart i meteorologiprognosene.

3.4. Spesialstudium av perioden 21. – 30. januar

3.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, RV4, Aker sykehus, Manglerud og Alnabru er vist i Figurene B11-B20 i Appendix B.

Det oppstår en periode med høye NO₂-verdier fra og med 26. januar og ut perioden. Målingene viser konsentrasjoner helt opp i varslingsklasse 3 ved flere stasjoner i Oslo. Prognosene kommer ikke lenger opp enn varslingsklasse 1. Vi legger spesielt merke til at målingene også viser høye konsentrasjoner om natten, 50 – 70 µg NO₂/m³ per time, mens prognosene alltid viser bakgrunnsnivå om natten. Dette tyder på at forurenset luft blir liggende i Oslogryta og akkumulerer fra en dag til neste, denne effekten blir ikke fanget opp i AirQUIS. Måledata for andre byer i Østlandsområdet, Drammen, Grenland og Lillehammer, viser at det er stigende konsentrasjoner av NO₂ om natten (Figur 3.1). Dette tyder på at det kommer langtransportert bidrag på ca 15 µg NO₂/m³ per time fra kontinentet. Dette er ikke mye, men det får betydning når det kommer på toppen av allerede høye konsentrasjoner.



Figur 3.1 Kurvene viser at det er konsentrasjonen av NO_2 på ca $15 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ per time over Østlandet om natten i perioden. Dette bidraget er trolig fra langtransport. Lensmannsdalen er i Grenland, Drammenselva er i Drammen og Bankplassen er i Lillehammer.

3.4.2 $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2,5}$

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, RV4, Aker sykehus, Manglerud, Skøyen, Sofienberg og Alnabru er vist i figurene B11-B20 i Appendix B.

For PM_{10} er det målt høye verdier i perioden 25. januar – 30. januar. Her ligger prognosen over målingene de første dagene, mens målingene ligger høyere de siste dagene. I motsetning til NO_2 går de målte konsentrasjonene for PM_{10} nesten ned til normalt bakgrunnsnivå om natten. Dette kan ha sammenheng med at det ble utført mye renhold av gatene i Oslo i denne perioden.

I perioden 25. januar – 30. januar er det meget lav vindfart som gir dårlige spredningsforhold. MM5-prognosen treffer godt på vindfart og dette gir også høye prognostiserte konsentrasjoner. MM5 gir svake stabile forhold 25. januar – 30. januar, mens de meteorologiske målingene viser at det er noen få timer med nøytrale forhold midt på dagen. Dette er ikke mye avvik, men stabiliteten sammen med effektivt renhold av gatene kan være årsaken til at prognosen overestimerer PM_{10} -konsentrasjonen i perioden.

$\text{PM}_{2,5}$ følger i stor grad samme mønster som PM_{10} . Igjen ser vi at for stasjonene som enten er

bybakgrunn eller ligger i områder med mye vedfyring utgjør finfraksjonen, $PM_{2,5}$, en betydelig av PM_{10} -konsentrasjonen. På samme måte som for NO_2 så tyder måleresultater fra Østlandsbyene på at det er et tilsig av ca $10 \mu\text{g } PM_{2,5}/\text{m}^3$ per time fra kontinentet.

På Manglerud er det også i denne perioden prognostisert svært høye verdier av PM_{10} , mens prognosen for $PM_{2,5}$ treffer rimelig bra.

4. DRAMMEN

4.1 Meteorologi

4.1.1 Meteorologiprognosenes kvalitet gjennom sesongen

Statistisk evaluering av 2m temperatur og 10m vind for Drammen Berskog er vist i Appendix A Figur A1, nederst. Temperaturprognosene for Drammen fra MM5 har en gjennomsnittsfel som er positiv om natten og nær null om dagen gjennom hele sesongen. UM-modellen har det samme mønsteret, men forskjøvet mot negative verdier. Den tilfeldige feilen i 2m temperaturen er omkring 2.5 grader i UM og 3 grader i MM5. Vinden har en positiv gjennomsnittsfel i begge modeller, UM størst. Forutsigbarheten når det gjelder vindstyrke er stor, med standardavvik lavere enn 1.5 m/s for MM5. UM har en økning i standardavvik av feilen ved prognoselengde 33 timer.

Vindretningen (Figur A3) observert på Drammen - Berskog er overveiende fra nordøst, øst og vest. Begge modellene har problemer med å beskrive de østlige vindene, men MM5 har flest tilfeller med østlig vind. UM har også for få tilfeller med vestlig vind.

4.1.2 Meteorologi i perioden 20. - 31. mars

Et høytrykk over Sør-Norge gir svak vind og lite skyer i perioden fram til 27. mars. Flere småskala lavtrykk utvikles i siste del av perioden, men feltet er fortsatt svakt. Temperaturene er under frysepunktet nattetid i første del av perioden, med store døgnlige svingninger. I slutten av perioden ligger temperaturen litt over frysepunktet hele døgnet. MM5-modellen har for små utslag i den døgnlige variasjonen, noe som gir kuldegrader hele perioden. Vinden observert ved Berskog er for det meste mindre enn 3 m/s. Prognosene fra MM5 varierer fra stasjon til stasjon, men alle har lite avvik fra observasjonen. Vindretningen er ofte omkring nordvest avbrutt av kortere perioder med østlig vind. i både observasjoner og modell (Figur B22).

4.2 Luftkvalitet

4.2.1 Målestasjoner

Målingene tilgjengelig for evaluering i Drammen for NO₂ er utført med DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy) og tar utgangspunkt i Nedre Storgate og er typiske stasjoner for beskrivelse av bybakgrunn. Sløyfen Rynningsgate er en sløyfe over elva som er ca 600 m lang. Sløyfen som ender på Grev Wedels plass er ca 300 m lang og går over sentrum. På taket, 15 meter over bakken, i Nedre Storgate 3 er det også en målstation for PM₁₀. Denne måler bybakgrunn. Det er også en veinær gatestasjon ved Bangeløkka (langs Bjønstjerne Bjørnsonsgate). Figur D35 – D38 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

4.2.2 Treff i prognosene gjennom hele sesongen

Tabellene C29 – C32 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ for aktuelle stasjoner basert på timemiddelverdier og døgnmiddel.

4.3 Spesialstudium av perioden 20. – 31. mars

4.3.1 NO₂ og PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bangeløkka, Nedre Storgate og Drammenselva er vist i Figurene B21-B22 i Appendix B.

Generelt er modellresultatene for lave i Drammen, spesielt for PM₁₀. Dette skyldes trolig at

utslippsdata, spesielt trafikkdata, er i ferd med å bli utdatert. I tillegg har det vært mye anleggsvirksomhet i Drammen som kan ha forårsaket lokale utslipp. MM5 prognosen treffer bra i forhold til målinger og kan ikke forårsake avviket i AirQUIS.

5. BERGEN

5.1 Meteorologi

5.1.1 Meteorologiprognosenes kvalitet gjennom sesongen

Statistisk evaluering av meteorologiprognosene for Bergen er vist i Appendix A, Figur A4. Temperaturen i 2m har gjennomsnittsfel nær null i MM5. UM underestimerer temperaturen med ca 2.5 grader i gjennomsnitt. Forutsigbarheten er like god i begge modeller, og den tilfeldige feilen ligger på ca 2° men øker svakt med prognoselengden i UM.

Vinden i Bergen har en tilfeldig feil på 2 - 2.5 m/s i begge modeller, men i UM øker feilen ved prognoselengder over 33 timer. Gjennomsnittsfelen er nær nøytral, men litt mer negativ i MM5.

Vinden på Florida har flest tilfeller med sørøstlig retning. MM5 har en fordeling som samsvarer godt med observasjonene. UM har også et stort antall tilfeller med sterk sørlig vind (Figur A5).

5.1.2 Meteorologi i periodene 1. - 10. desember 2005 og 13. - 27. mars 2006

Et høytrykk over det nordlige Skandinavia og lavtrykk i Nordsjøen som etter hvert svekkes gir vind fra sørøst i Bergensområdet. Den 3. og 4. desember er vinden i perioder over 10m/s, og det er den også den 10. desember. Modellen underestimerer vinden i de dagene med mest vind, men overestimerer for en stor del for dagene med veldig lite vind, spesielt 2. og 8. desember. Det er liten forskjell i varslene for Danmarks plass og for Florida. Vindretningen fra modellen er riktig i periodene med mye vind. Ved Florida er det store temperatursvingninger gjennom perioden, men temperaturen er over frysepunktet. Det er liten døgnlig variasjon, men temperaturen øker opp til 9°C i forbindelse med vindøkningen. Temperaturen på Ulriken ligger over Florida i periodene med svak vind. Den vertikale temperaturendringen målt på Florida viser også at de stabile forholdene gjør seg gjeldende mellom 2 og 33 m. Modellen har ikke varslet inversjonsperiodene (Figur B24).

I perioden 13. - 27. mars dominerer et høytrykk over Skandinavia og Norskehavet. Fra den 23. mars legger høytrykket seg over Sør-Norge, etter noen døgn med småskala lavtrykksaktivitet. Det er svak vind i hele perioden med unntak av dagene 19. - 22. mars. Modellen har gode vindprognoser for perioden, men noe underestimering av vinden den 19. mars. Storskala vindretning er først sørøstlig, deretter lange perioder med nordlig vind. Modellen har god beskrivelse av vindretningen. Det er lite skyer og dermed en døgnlig gang i temperaturen. Modellens temperaturprognoser stemmer godt med observasjonene på Florida selv om det varsles litt for liten døgnlig gang med for høye temperaturer om natten. Stabiliteten er positiv nattetid gjennom høytrykksperiodene. Heller ikke for denne perioden klarer MM5 å beskrive inversjonen som kan observeres både som et bakkenært fenomen på Florida og som en dypere inversjon over laget helt opp til Ulriken (Figur B26).

5.2 Luftkvalitet

5.2.1 Målestasjoner

De målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Rådhuset og Danmarks plass. Stasjonen Rådhuset er en typisk bybakgrunnsstasjon for Bergen sentrum, mens stasjonen ved Danmarks plass er en veinær stasjon. Figur D17 – D21 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

5.2.2 Treff i prognosene gjennom hele sesongen

Tabellene C15 – C18 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂, PM₁₀

og PM_{2,5} for alle stasjoner basert på timemiddelverdier og døgnmiddelverdier. En oppsummering av treff i varslingsklasse 2 og 3 er gitt i Tabell 5.1 og Tabell 5.2. For stasjoner der det er 10 eller færre dager med observasjoner i den respektive varslingsklassen er ikke prosentvis treff angitt, men markert med minustegn (-).

Tabell 5.1 Prosentvis treff i varslingsklasse 2 og 3 for begge målestasjoner i Bergen sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for timesdata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Danmarks- plass	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	16	0
	PM ₁₀	14	0
Rådhuset	NO ₂	-	-
	PM ₁₀	0	-

Tabell 5.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for begge målestasjoner i Bergen sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for døgndata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Danmarksplass	PM _{2,5}	81
	PM ₁₀	56
Rådhuset	PM ₁₀	82

5.3 Spesialstudium av perioden 1. – 10. desember

5.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Danmarksplass og Rådhuset er vist i Figurene B23-B24 i Appendix B.

For Danmarksplass ligger målingene opp mot 150 µg NO₂/m³ per time mens prognosen ligger i underkant av 100 µg NO₂/m³ per time. Her ser vi også at prognosen for speilpunktet gir atskillig bedre samsvar med målingene enn hva det originale reseptorpunktet gjør, dette kan trolig forklares av målestasjonen ligger i et gaterom og den lokale vindretningen derfor vil avvike fra vindretningen som kan måles over bygningene. For Rådhuset ligger både prognose og målinger mellom 100 og 150 µg NO₂/m³ per time. AirQUIS overestimerer 3. – 4. desember og underestimerer 5. – 7., dette kan trolig forklares av at vindfarten og stabiliteten i MM5 gir først for dårlige - og deretter for gode - spredningsforhold til spredningsberegningene.

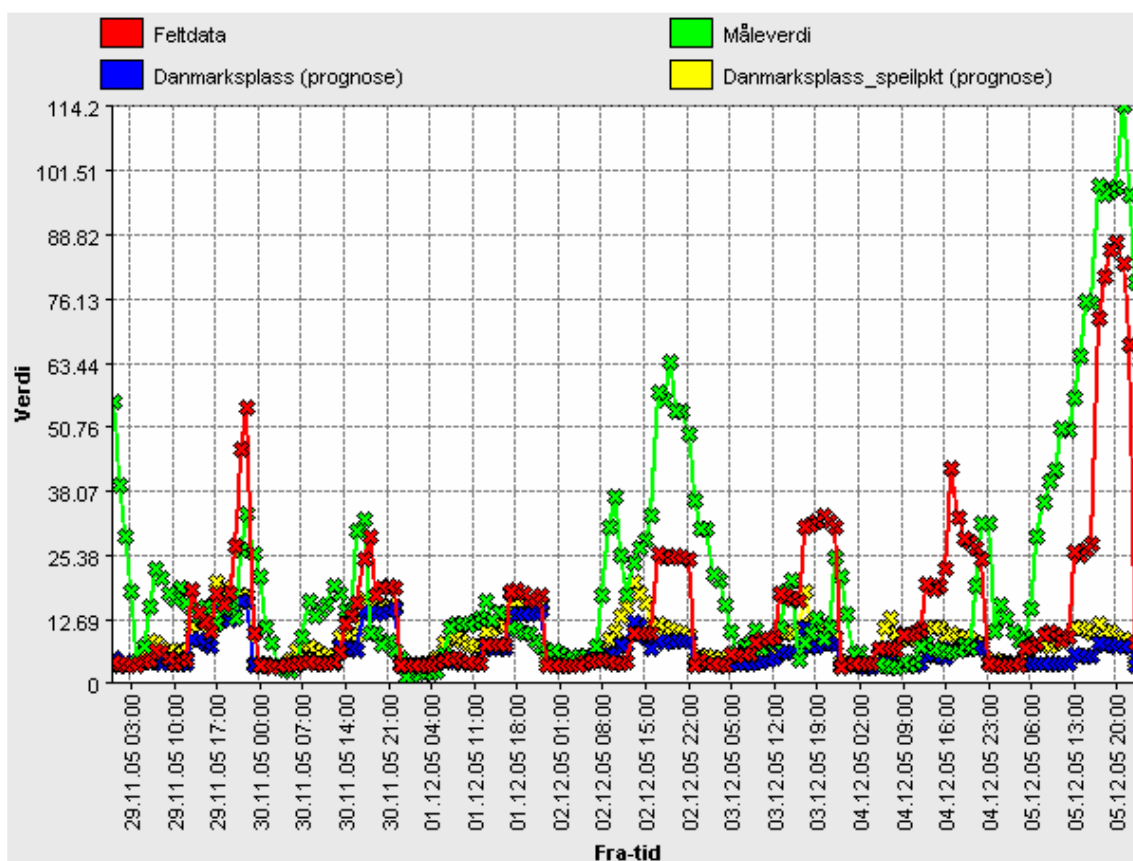
5.3.2 PM₁₀/ PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Danmarksplass og Rådhuset er vist i Figurene B23-B24 i Appendix B.

Det var mye PM i Bergen i perioden. Vi ser at for PM₁₀ ved Rådhuset treffer modellen noen av toppene i disse periodene, mens for Danmarks plass er prognosen for lav hele perioden.

7.-10 desember er det målt høye verdier av grovfraksjonen (PM₁₀ – PM_{2,5}). Vi har også sett at det ikke var nedbør i perioden eller dagene før. Trolig er det høye nivået av grovfraksjon veistøv som kommer fra oppvirvling av deponert veistøv av samme type som vi ofte ser om våren når snødekket forsvinner. Det er ikke ofte dette skjer på høsten, med det er mulig i tørre perioder uten snødekke. Det er derfor rimelig å anta at AirQUIS underestimerer på grunn av uforutsett høyt utslipp av grovfraksjon PM₁₀.

Mandag 5. desember var det ca 150 µg/m³ PM₁₀ som timemiddel på Danmarks plass, herav ca 110 µg/m³ PM_{2,5}. AirQUIS er langt unna å prognosere dette PM_{2,5}-nivået på Danmarks plass. Men AirQUIS prognosere høyt PM_{2,5} nivå rett sør for Puddefjordsbroen. Her er prognostisert PM_{2,5}-nivå ca 90 µg/m³ som timemiddel, se Figur 5.1. Det målte nivået på Danmarks plass er ca 110 µg/m³. AirQUIS har ikke klart å lokalisere konsentrasjonsnivåene internt i Bergen by, men klarer å prognosere riktig konsentrasjonsnivå i Bergen selv om det ikke ser slik ut når vi utelukkende ser på reseptorpunktgrafen for Danmarks plass.



Figur 5.1 Grønn kurve er PM_{2,5} observert på Danmarks plass. Blå og gul kurve er PM_{2,5} prognostisert på Danmarks plass. Rød kurve er PM_{2,5}-prognose midlet over en kvadratkilometer rett sør for Puddefjordsbroen.

5.4. Spesialstudium av perioden 13. – 27. mars

5.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Danmarks plass og Rådhuset er vist i Figurene B25-B26 i Appendix B.

15. og 17. mars ligger målingene på Danmarks plass på ca 200 µg/m³ per time, mens prognosen bare ligger på ca 100 µg/m³ per time. I denne perioden er det også målt høye NO₂-konsentrasjoner om natten, opptil 70 µg/m³ per time. Dette tyder på at forurenset luft ikke transporteres bort i løpet av natten, men blir liggende igjen til neste dag. På den måten vil NO₂-konsentrasjonen akkumulere fra en dag til den neste og dette kan forklare de høye målingene som ikke blir prognostisert av AirQUIS. Ved Rådhuset er det også målt høye verdier 17. mars, 150 µg/m³ per time. Dette er noe lavere enn på Danmarks plass og konsentrasjonen er heller ikke like høy om natten.

For disse dagene er det målt lav vindfart, dette er også varslet fra MM5. Men meteorologiske målinger viser at det er lett atmosfærisk stabilitet om natten, mens MM5 gir mer nøytrale forhold. Dette samsvarer med at forurenset luft blir liggende igjen uten at AirQUIS klarer å varsle situasjonen.

Noe av det samme skjer i dagene 22. – 24. mars, da er det lett atmosfærisk stabilitet om natten som gir høyere konsentrasjoner av NO₂, 50 µg/m³ per time. Men disse dagene er det høyere vindfart, slik at konsentrasjonen om dagen likevel ikke blir unormalt høy.

5.4.2 PM₁₀/PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Danmarks plass og Rådhuset er vist i Figurene B25-B26 i Appendix B.

Kurvene for målinger og prognoser av PM₁₀ ved Danmarks plass, følger det samme mønsteret som kurvene for NO₂ i perioden 14. – 18. mars. Dette innebærer at konsentrasjonene er svært høye om dagen (200 µg/m³ per time), de synker ikke ned til normale verdier om natten, i stedet blir den forurensete luften liggende igjen til neste dag. Det er også målt høye konsentrasjoner av PM₁₀ 20.- 21. mars. Disse dagene treffer AirQUIS de høye verdiene, men i AirQUIS finner de høyeste verdiene sted i morgenrushet, mens målingene viser at det er høyest konsentrasjon midt på dagen. 24.-25. mars er tredje episode med høye konsentrasjoner av PM₁₀. Her er målingene ca 200 µg/m³ per time og hoveddelen av konsentrasjonen er grovfraksjon (veistøv). Prognosen er lavere, ca 130 µg/m³ per time. MM5 treffer forholdsvis godt disse dagene og kan trolig ikke forklare avviket mellom målinger og AirQUIS. Det er mer sannsynlig at avviket skyldes høyt utslipp på grunn av tørre forhold og/eller akkumulerende effekt. PM_{2,5} følger også samme mønster som PM₁₀, men her er konsentrasjonene lavere. Bare tre dager viser målingene døgnmiddel i varslingsklasse 1.

6. TRONDHEIM

6.1 Meteorologi

6.1.1 Meteorologiprognosenes kvalitet gjennom sesongen

Statistisk evaluering av prognosene for 2m temperatur og 10m vind er framstilt i Appendix A, Figur A6. Forutsigbarheten i prognosene for temperatur er best for Voll, der MM5 har en tilfeldig feil på omkring 2°C. MM5-modellen har minst gjennomsnittsfel, mens UM har en negativ gjennomsnittsfel. På Værnes er det en liten negativ gjennomsnittsfel også i MM5, og den tilfeldige feilen ligger på et litt høyere nivå. Observasjoner fra Elgeseter er ikke tilgjengelig for sesongen.

Prognosene for vindhastighet har negativ gjennomsnittsfel på Værnes og positiv på Voll i MM5. UM har like stor negativ gjennomsnittsfel på Værnes, men nær null på Voll. UM har minst feil tilfeldig feil på begge stasjoner i de første 33 timene av prognosen. Feilen ved Voll er litt lavere enn ved Værnes i begge modeller.

Vindretningen som observeres på Voll har en overvekt av sørlige og sørvestlige tilfeller. MM5 reproducerer dette bildet godt, mens UM har for mange tilfeller med sørvestlig og nordøstlig vind. På Værnes observeres flest tilfeller med østlig og sørøstlig vind. Ingen av modellene har tilstrekkelig antall tilfeller med sørøstlig vindretning: MM5 har flest tilfeller mens UM har flere tilfeller med sterkere vind, slik observasjonene også viser. (Figur A7).

6.1.2 Meteorologi i periodene 12. - 20. februar og 18. - 30. april

Et høytrykk over det sørlige Skandinavia med en rygg nordover preger vær-situasjonen fra 12. februar. Perioden avbrytes av enkelte småskala lavtrykk utenfor Trøndelag og sørlig vind. Høytrykket beveger seg østover, men kommer tilbake igjen. Perioden avsluttes med at høytrykket beveger seg videre vestover og vi får et lavtrykk i Nordsjøen.

Vinden i perioden vekslet mellom svake vinder (2 m/s) fram til 15. februar, og noe sterkere, 5-10 m/s til 18. februar og deretter svak vind resten av perioden. Dominerende vindretning ved Voll har vært sørlig i hele perioden. MM5 har overestimert vinden for Voll i periodene med lite vind, mens prognosene for Elgeseter og Teknostallen har hatt mindre vind. Temperaturen i perioden hadde ingen utpreget døgnlig gang. Kuldegrader er observert i hovedsak fra 17. til 20. februar. MM5 har gode temperaturprognoser, men for kaldt de to siste nettene (Figur B28, B30 og B32).

Et svakt trykkfelt med høytrykket sør i Skandinavia og svak vind preget perioden 18. - 30. april. Vinden observert på Voll var mindre enn 4 m/s det meste av perioden, men gikk opp i nærmere 10 m/s 25. og 26. april. MM5 har gode beregninger av vinden og retningen, men litt for sterk vind 28. og 29. april. Temperaturen ligger over frysepunktet nesten hele perioden, men en tydelig døgnlig gang. Den er godt beregnet med MM5 (Figur B34, B36 og B38).

6.2 Luftkvalitet

6.2.1 Målestasjoner

De målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Elgesetergate, Bakke kirke og Teknostallen. Elgesetergate og Bakke kirke er typiske veinære stasjoner, mens Teknostallen er en stasjon for bybakgrunn i Trondheim. Figur D22 – D30 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

6.2.2 Treff i prognosene gjennom sesongen

Tabellene C19 – C24 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for alle stasjoner basert på timemiddelverdier og døgnmiddelverdier. En oppsummering av treff i varslingsklasse 2 og 3 er gitt i Tabell 6.1 og Tabell 6.2. For stasjoner der det er 10 eller færre dager med observasjoner i den respektive varslingsklassen er ikke prosentvis treff angitt, men markert med minustegn (-).

Tabell 6.1 Prosentvis treff i varslingsklasse 2 og 3 for alle målestasjoner i Trondheim sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for timesdata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Elgeseter	NO ₂	0	-
	PM _{2,5}	11	-
	PM ₁₀	22	5
Bakke kirke	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	37	-
	PM ₁₀	19	-
Teknostallen	NO ₂	0	-
	PM _{2,5}	18	-
	PM ₁₀	0	0

Tabell 6.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for alle målestasjoner i Trondheim sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for døgndata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Elgeseter	PM _{2,5}	74
	PM ₁₀	56
Bakke kirke	PM _{2,5}	77
	PM ₁₀	67
Teknostallen	PM _{2,5}	89
	PM ₁₀	89

6.3 Spesialstudium av perioden 12. – 20. februar

6.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bakke kirke, Elgesetergate og Teknostallen er vist i Figurene B27-B32 i Appendix B.

12. – 14. februar er det målt høye verdier for NO₂ ved alle tre stasjoner, Bakke kirke, Elgeseter og Teknostallen. Prognosen er lavere enn målingene disse dagene, spesielt ved Teknostallen.

Dette henger trolig sammen med at MM5 overestimerer vindfarten disse dagene. 15. – 17. februar er det høyere vindfart, både målt og fra MM5. Dette gir lavere og riktige prognoser for NO₂-konsentrasjonen. Etter 17. februar er det igjen mindre vind og tilsvarende noe høyere prognoser for NO₂-konsentrasjonen.

6.3.2 PM₁₀/PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bakke kirke, Elgesetergate og Teknostallen er vist i Figurene B27-B32 i Appendix B.

Det er flere dager med høye verdier av PM₁₀ og PM_{2,5} i perioden. For Teknostallen er det rimelig bra treff mellom prognose og målinger, for gatestasjonene er det litt mer varierende.

For Bakke kirke overestimerer modellen. Figur B31 viser at det er bidraget fra PM_{2,5} som forårsaker at prognosen viser for høye verdier enkelte dager, og spesielt 12. februar.

Ved Elgeseter er det særdeles høy konsentrasjon av PM₁₀ 15. februar. Kurvene viser at denne konsentrasjonen hovedsakelig består av grovfraksjon. Det er ingen samtidig høy konsentrasjon av andre komponenter eller på de andre stasjonene som tyder på at det er generelt dårlig luftkvalitet i Trondheim denne dagen. Målt vindfart på Voll skulle også tyde på gode spredningsforhold. Det er rimelig å anta at denne høye observasjonen kommer fra et midlertidig lokalt utslipp som ikke ligger i databasen.

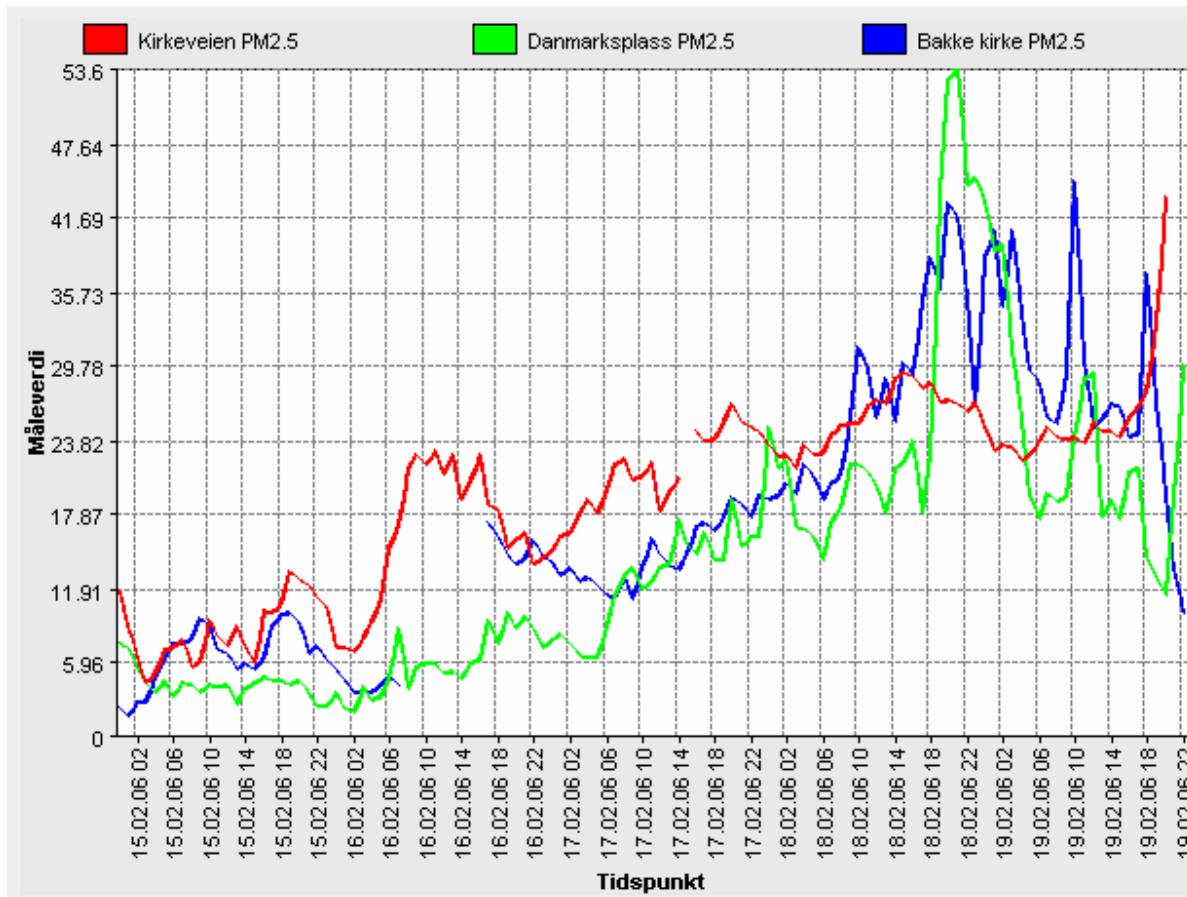
18. – 20. februar er også en periode hvor det er høye konsentrasjoner av PM om natten, ca 25 µg/m³ per time for PM_{2,5} og 40 µg/m³ per time for PM₁₀. Siden konsentrasjonen av NO₂ ligger på et normalt nivå om natten er det lite trolig at forurenset luft akkumuleres fra dag til dag. Ved å sammenligne målte verdier av PM_{2,5} for flere byer i Norge i samme periode, Figur 6.1, ser vi det samme mønsteret både i Oslo, Bergen og Trondheim. Dette tyder på at den høye verdien av PM skyldes langtransportert forurensing. Dette er en effekt som ikke er inkludert i AirQUIS.

6.4 Spesialstudium av perioden 18. – 30. april

6.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bakke kirke, Elgesetergate og Teknostallen er vist i Figurene B33-B38 i Appendix B.

For NO₂ treffer prognosen rimelig bra i denne perioden. På Elgeseter og Bakke kirke er både målinger og prognoser på ca 80 – 100 µg/m³ per time, mens tilsvarende nivå for Teknostallen er ca 60 µg/m³ per time.



Figur 6.1 Kurvene viser tydelig langtransportert PM-forurensing 17. – 19. februar.

6.4.2 PM₁₀/PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bakke kirke, Elgesetergate og Teknostallen er vist i Figurene B33-B38 i Appendix B.

Det er både observert og prognostisert særdeles høye verdier av PM₁₀ i denne perioden og 70 – 90 % er grovfraksjon. Dette er en klassisk episode hvor store mengder deponert veistøv slippes fri når snøen smelter og dette forårsaker dårlig luftkvalitet. I perioden er det både målt og prognostisert høy vindfart som under normale forhold vil gi god luftkvalitet. Men om våren vil vinden sørge for at mye veistøv virvles opp fra bakken og luften forurenses. Da snødekke var i ferd med å forsvinne ble utslippet i AirQUIS tilpasset forholdene om våren. Dette skjedde 20. april slik at første modellberegning med vårfaktorer ble kjørt for 21. april. Figurene viser at både målinger og modellberegninger er særdeles høye, 200 – 300 µg/m³ per time for PM₁₀. Ved å tilpasse modellen de nye utslippsforholdene om våren klarer AirQUIS å varsle de høyeste verdiene.

7. STAVANGER

7.1 Meteorologi

7.1.1 Meteorologiprognosenes kvalitet gjennom sesongen

Statistisk evaluering av prognoser for 2m temperatur og 10m vind er vist i Appendix A, Figur A8. Observasjoner av meteorologiske parametere er kun tilgjengelig fra Sola hver 6. time, mens timesdata er tilgjengelig fra Kiellandsmyra. Temperaturprognosene har en tilfeldig feil på ca. 1.5° på begge stasjoner i MM5. UM har en negativ gjennomsnittsfel på 1 - 1.5 grader, mens MM5 har en gjennomsnittsfel som varierer over døgnet og er positiv på dagtid på Kiellandsmyra.

Vindprognosene har en tilfeldig feil på omkring 2 m/s i UM de første 33 timene av prognosen. MM5 har enda mindre feil (1 - 1.5 m/s) på Kiellandsmyra men større på Sola. MM5 har også liten gjennomsnittsfel på Kiellandsmyra (1 m/s) men negativ feil på Sola (-2 m/s). Gjennomsnittsfelen i UM er nøytral på Sola og positiv (2.5 - 3 m/s) på Kiellandsmyra (Figur A9).

Observert vindretning ved Sola er oftest nordlig eller sørlig. Vindretningen ved Sola er godt representert i UM, men ikke like godt i MM5 som har for få tilfeller med vind fra nord. Ved Kiellandsmyra har MM5 for få tilfeller av østlig og nordlig vindretning, mens UM har for få tilfeller med nordlig og sørlig vindretning (Figur A10) UM har også altfor stor andel med sterk vind fra sørøst.

7.1.2 Meteorologi i perioden 13. - 24. mars

Et høytrykk over Skandinavia og Norskehavet gir svak vind i perioden. Fra 22. mars viker høytrykket for et småskala lavtrykk over Sør-Norge og beveger seg ut i Nordsjøen. Observert vind ved Kiellandsmyra er meget svak, i kortere perioden om natta helt nede i 0 m/s. MM5 varsler for mye vind i hele perioden. Temperaturen observert på Kiellandsmyra har en utpreget døgnlig gang og ligger under frysepunktet i starten av perioden. Etter hvert blir det varmere. Vindretningen observert på Kiellandsmyra er til er til å begynne med sørøstlig, men etter hvert nordlig. MM5-beregningene samsvarer godt med prognosene. For Kiellandsmyra og Kannik er beregningene så like at de ikke kan skilles i plottet (Figur B40).

7.2 Luftkvalitet

7.2.1 Målestasjoner

De målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Kannik og Våland. Kannik er en typisk veinær stasjon, mens Våland ligger ca 130 meter fra veien. Figur D31 – D34 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

7.2.2 Treff i prognosene gjennom sesongen

Tabellene C25 – C28 i Appendix C viser treff og forekomst innen alle varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ for begge stasjoner basert på timemiddel og døgnmiddelveidier. En oppsummering av treff i varslingsklasse 2 og 3 er gitt i Tabell 7.1 og Tabell 7.2. For stasjoner der det er 10 eller færre dager med observasjoner i den respektive varslingsklassen er ikke prosentvis treff angitt, men markert med minustegn (-).

Tabell 7.1 Prosentvis treff i varslingsklasse 2 og 3 for begge målestasjoner i Stavanger sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for timesdata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Våland	NO ₂	0	-
	PM ₁₀	0	-
Kannik	NO ₂	-	-
	PM ₁₀	6	0

Tabell 7.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for begge målestasjoner i Stavanger sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for døgndata.

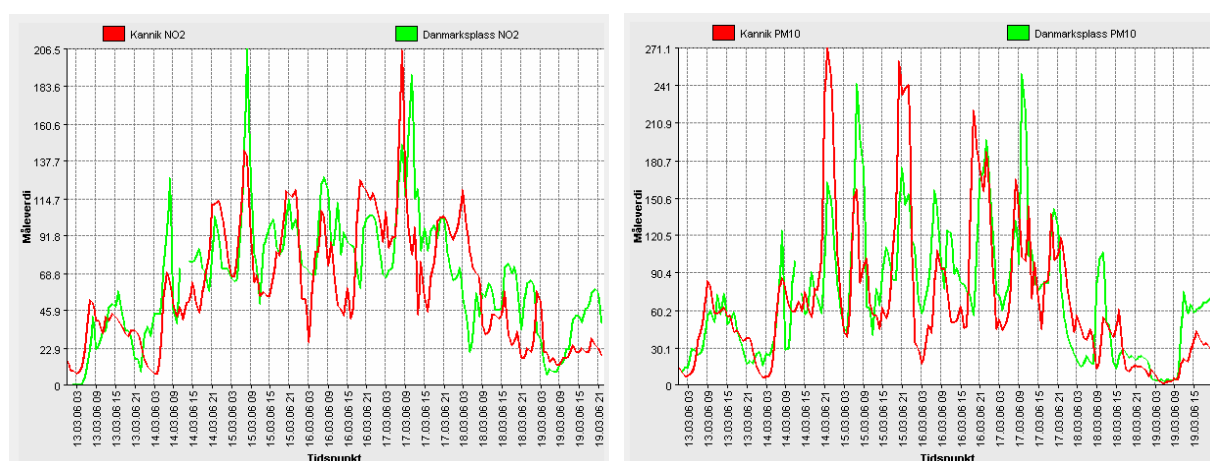
Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Kannik	PM ₁₀	63
Våland	PM ₁₀	86

7.3 Spesialstudium av perioden 13. – 24. mars

7.3.1 NO₂ og PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kannik og Våland er vist i Figurene B39-B40 i Appendix B.

I denne perioden er det særdeles dårlig luftkvalitet i Stavanger. De målte konsentrasjonene for NO₂ og PM₁₀ følger tilsvarende mønster som målingene i Bergen, Figur 7.1.



Figur 7.1 Kurvene viser at det er samme situasjon for luftforurensingen i Stavanger og Bergen 14. – 19. mars.

De høye konsentrasjonene av grovfraksjon PM_{10} sammen med observerte konsentrasjoner i andre byer viser at det er regionalt dårlige spredningsforhold i denne perioden og ikke bidrag fra langtransportert forurensing.

14. – 18. mars er det særdeles høye konsentrasjoner av både NO_2 og PM_{10} . På dagtid er maksimalverdier for begge komponenter over $200 \mu g/m^3$ per time, mens konsentrasjonene om natten også er høyere enn normalt, ca $50 \mu g/m^3$ per time for begge komponenter. Dette tyder på at forurenset luft ikke transporteres bort i løpet av natten, men blir liggende igjen til neste dag, på den måten vil konsentrasjonen akkumulere fra en dag til den neste. Dette kan forklare de høye målingene som ikke blir prognostisert av AirQUIS.

Samtidig har det vært en tørr periode slik at ekstra mye veistøv har blitt virvlet opp. I denne perioden er også vindfarten fra MM5 høyere enn det målingene viser i Stavanger. Dette vil bidra til at AirQUIS underestimerer konsentrasjonene.

8. GRENLAND

8.1 Meteorologi

8.1.1 Meteorologiprognosenes kvalitet gjennom sesongen

Temperaturprognosene fra MM5 for Geiteryggen i Skien har hatt en tilfeldig feil på 1 - 2.5 grader, størst midt på dagen og svakt økende med prognoselengden. UM-prognosene har hatt litt høyere feil i hele prognoselengden unntatt midt på dagen. Gjennomsnittsfeilen i MM5 er nær nøytral med litt for kalde dager og for varme netter. Gjennomsnittsfeilen i UM er mer negativ (Figur A10).

Vindprognosene fra MM5 har en tilfeldig feil på ca. 1.5 m/s og en gjennomsnittsfeil som er mindre negativ enn -1 m/s. Vindprognosene fra UM har litt mindre tilfeldig feil de første 33 timene, men deretter er den større. Gjennomsnittsfeilen er nesten null i siste del av prognoselengden.

Observert vindretning i Skien er overveiende fra vest. Vinden kommer også oftest fra vest i MM5. Imidlertid er tilfellene med vind fra nord flere i observasjonene enn i MM5 og tilfellene med vind fra nordvest er flere i MM5. I UM er de aller fleste tilfellene vind fra nordvest (Figur A11).

8.1.2 Meteorologi i periodene 10. - 28. februar og 20. - 31. mars

Perioden 10. - 28. februar har to perioder med høytrykk og nordlig storskala vindretning, avbrutt av en periode fra 15. til 19. februar med østlig vind, skyer og nedboer. Hele perioden har vintertemperaturer, med unntak av 22. - 23. februar da det er varmegrader. Det er ikke sterk vind i perioden. Maksimalt går vinden opp i 5 m/s den 15. februar i forbindelse med væromslaget. Prognosene for vind varierer noe fra stasjon til stasjon: MM5-prognosene for Geiteryggen svarer godt til observasjonene samme sted. For Øyekast beregner MM5 ofte svakere vind og en litt mer nordøstlig retning, for Lensmannsdalen beregnes det oftest litt sterkere vind med nordlig retning. Temperaturen beregnet for de tre punktene varierer mindre, og passer godt med observasjonene på Geiteryggen. Unntaket er de fire første dagene av perioden, da observert temperatur er minst 5 grader lavere enn beregnet om natten (Figur B42).

I perioden fra 20. - 31. mars er det klart vær, høytrykk og lite vind. Temperaturen observert ved Geiteryggen kan en utpreget døgnlig gang. De første tre dagene er temperaturen beregnet med MM5 lavere enn det som observeres ved Geiteryggen, men i resten av prognosen er det godt samsvar. Vinden observert ved Geiteryggen er i hele perioden mindre enn 4 m/s. Prognosen fra MM5 for de tre punktene Geiteryggen, Øyekast og Lensmannsdalen varierer en god del innenfor 0 - 4 m/s, og for Øyekast er det oftest beregnet minst vind. Vindretningen svinger omkring nord både i MM5 og observasjonene gjennom hele perioden (Figur B44).

8.2 Luftkvalitet

8.2.1 Målestasjoner

De målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Lensmannsdalen, Øyekast og Haukenes. Lensmannsdalen og Øyekast er veinære stasjoner, Øyekast ligger også ca 1 km øst for industriområdet på Hærøya. Haukenes er en stasjon for bakgrunnsnivå omkring Grenland. Figur D39 – D44 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

8.2.2 Treff i prognosene gjennom sesongen

Tabell C33 – C37 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for Lensmannsdalen, Øyekast og Haukenes basert på timemiddelverdier og døgnverdier. En oppsummering av treff i varslingsklasse 2 og 3 for Lensmannsdalen er gitt i Tabell 8.1 og Tabell 8.2. For situasjoner der det er 10 eller færre dager med observasjoner i den respektive varslingsklassen er ikke prosentvis treff angitt, men markert med minustegn (-).

Tabell 8.1 Prosentvis treff i varslingsklasse 2 og 3 for Lensmannsdalen i Grenland sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for timesdata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Lensmannsdalen	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	8	-
	PM ₁₀	46	27

Tabell 8.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for Lensmannsdalen i Grenland sesongen 2005-2006. Tabellen viser treff for døgndata.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Lensmannsdalen	PM _{2,5}	35
	PM ₁₀	44

8.3 Spesialstudium av perioden 10. – 28. februar

8.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Lensmannsdalen og Øyekast er vist i Figurene B41-B42 i Appendix B.

For NO₂ treffer prognosen rimelig bra i denne perioden. På Lensmannsdalen er både målinger og prognoser på ca 100 µg/m³ per time, mens tilsvarende nivå for Øyekast er noe lavere. MM5 prognosen treffer også bra i denne perioden.

15. – 17. februar er det observert svært lave måleverdier. For de samme dagene er vindfarten relativt høy (ca 4 m/s) og vindretningen ligger stabilt mellom 0° og 100°.

8.3.2 PM₁₀/PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Lensmannsdalen og Øyekast er vist i Figurene B41-B42 i Appendix B.

Generelt ser vi at AirQUIS overestimerer dager med høy PM-forurensing. MM5 prognosen treffer bra i perioden, og avviket mellom målinger og prognose kan trolig best forklares ut i fra utslippsdata. Vi ser at også for PM er det både målt og beregnet lave konsentrasjoner 15. – 17. februar, disse dagene var det høy vindfart og stabil vindretning. 26. – 28. februar er det observert en episode med særdeles høy PM₁₀-konsentrasjoner. Dette er trolig forårsaket av opptørking av veiene disse dagene

8.4 Spesialstudium av perioden 13. – 31. mars

8.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Lensmannsdalen og Øyekast er vist i Figurene B43-B44 i Appendix B.

I denne perioden er prognosen for NO₂ noe overestimert, spesielt ved Øyekast. Men fortsatt er både prognoser og målinger innenfor samme varslingsklasse.

8.4.2 PM₁₀/PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Lensmannsdalen og Øyekast er vist i Figurene B43-B44 i Appendix B.

I perioden 20.- 26. mars er det målt ekstremt høye konsentrasjoner av PM₁₀ ved Lensmannsdalen, 300 – 400 µg/m³ per time. Sammenligning med kurvene for PM_{2,5} viser at de høye konsentrasjonene av PM₁₀ for det meste skyldes grovfraksjon støv. De samme dagene er det atskillig lavere konsentrasjon ved Øyekast, 50 – 100 µg PM₁₀ /m³ per time. Dette viser at den høye konsentrasjonen er lokalisert i sentrum. Denne episoden kan skyldes deponert veistøv som har blitt frigjort i en kort periode med tørre forhold langs veiene i Grenland.

9. ANDRE STUDIER

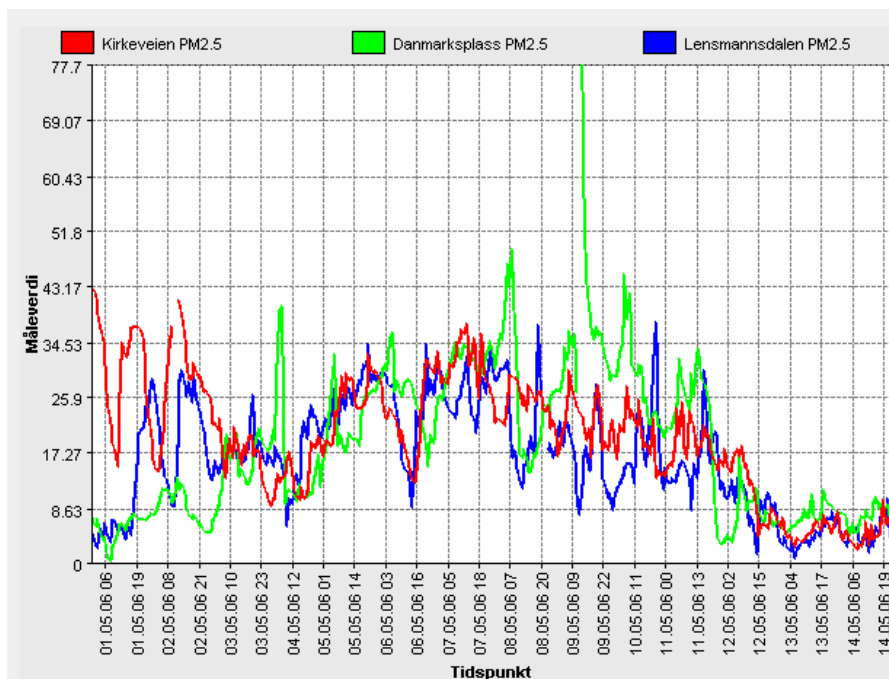
9.1 Luftkvalitet i mai 2006

Bedre Byluft sesongen avsluttes 30. april hvert år. Etter dette er det normalt ikke dårlig luftkvalitet i norske byer. Sesongen 2005/2006 var noe spesiell, det var en særdeles snørik vinter og snødekke ble liggende lenge.

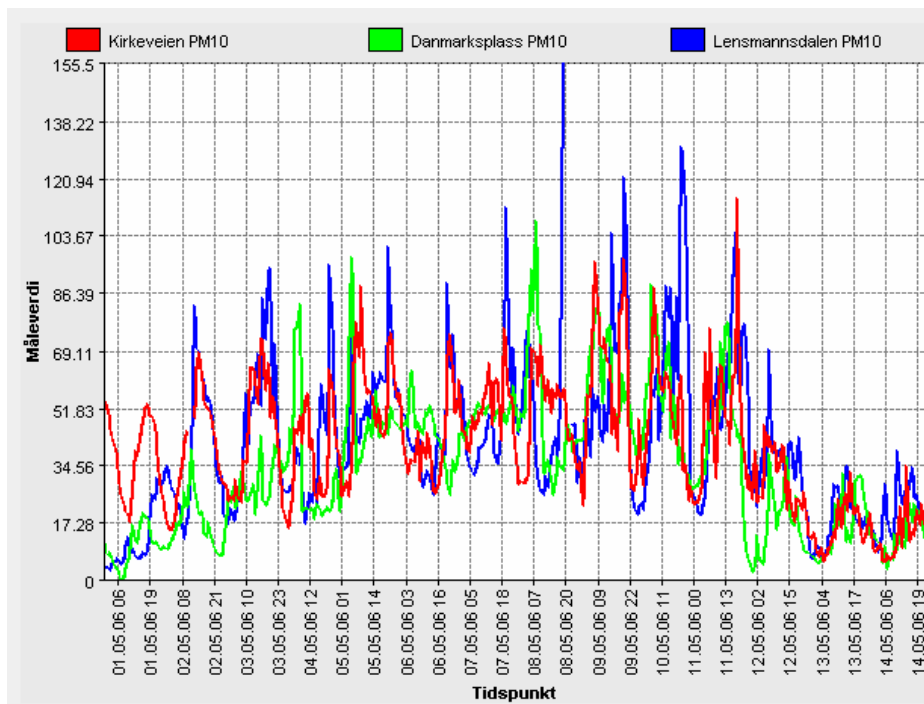
Figur 9.1 viser at både Oslo, Grenland og Bergen hadde en økende konsentrasjon av $PM_{2.5}$ de to første ukene i mai. Dette tyder helt klart på tilsig av langtransportert forurensing, noe som også bekreftes av at Norge i perioden hadde en tilførsel av luft fra Øst-Europa (Ukraina og Hviterussland). Figur 9.4a viser partikkelbaner beregnet med HIRLAM20 fra 3. mai 00 UTC til 5. mai 12 UTC. Luftpartikler i høyde 925 hPa har en gjennomsnittlig bevegelse fra disse forurensete områdene via Skagerak til Vestlandet i løpet av 60 timer.

Figur 9.2 viser at tilsiget av $PM_{2.5}$ også gir utslag på PM_{10} -konsentrasjonen. I tillegg er det trolig fremdeles utslipp av deponert veistøv i denne perioden. Dette skyldes trolig at snødekket ble liggende uvanlig lenge denne sesongen. Figur 9.4b viser observert snødybde 3. mai i Østlandsområdet. PM_{10} -nivået kommer opp til ca $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per time, av dette utgjør langtransportert $PM_{2.5}$ ca $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per time. Fra og med 13. mai er det lave verdier av både PM_{10} og $PM_{2.5}$, som er vanlig for denne årstiden.

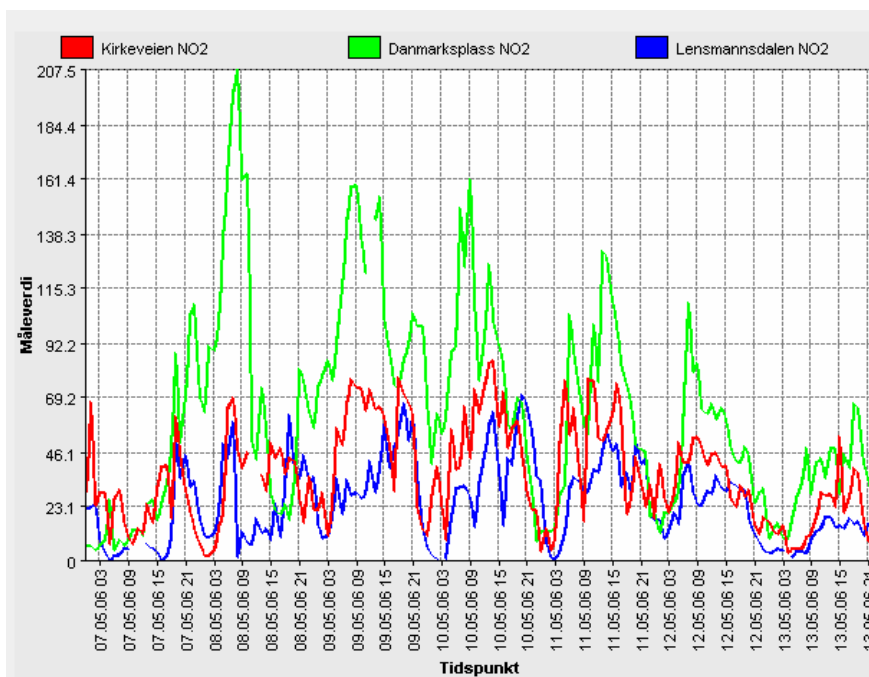
For NO_2 er det relativt lave og normale konsentrasjoner på Østlandet ($< 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per time), mens det noen høye observasjoner i Bergen (opptil $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per time), Figur 9.3. Dette kan ikke forklares av annet enn dårlige spredningsforhold i Bergen denne perioden.



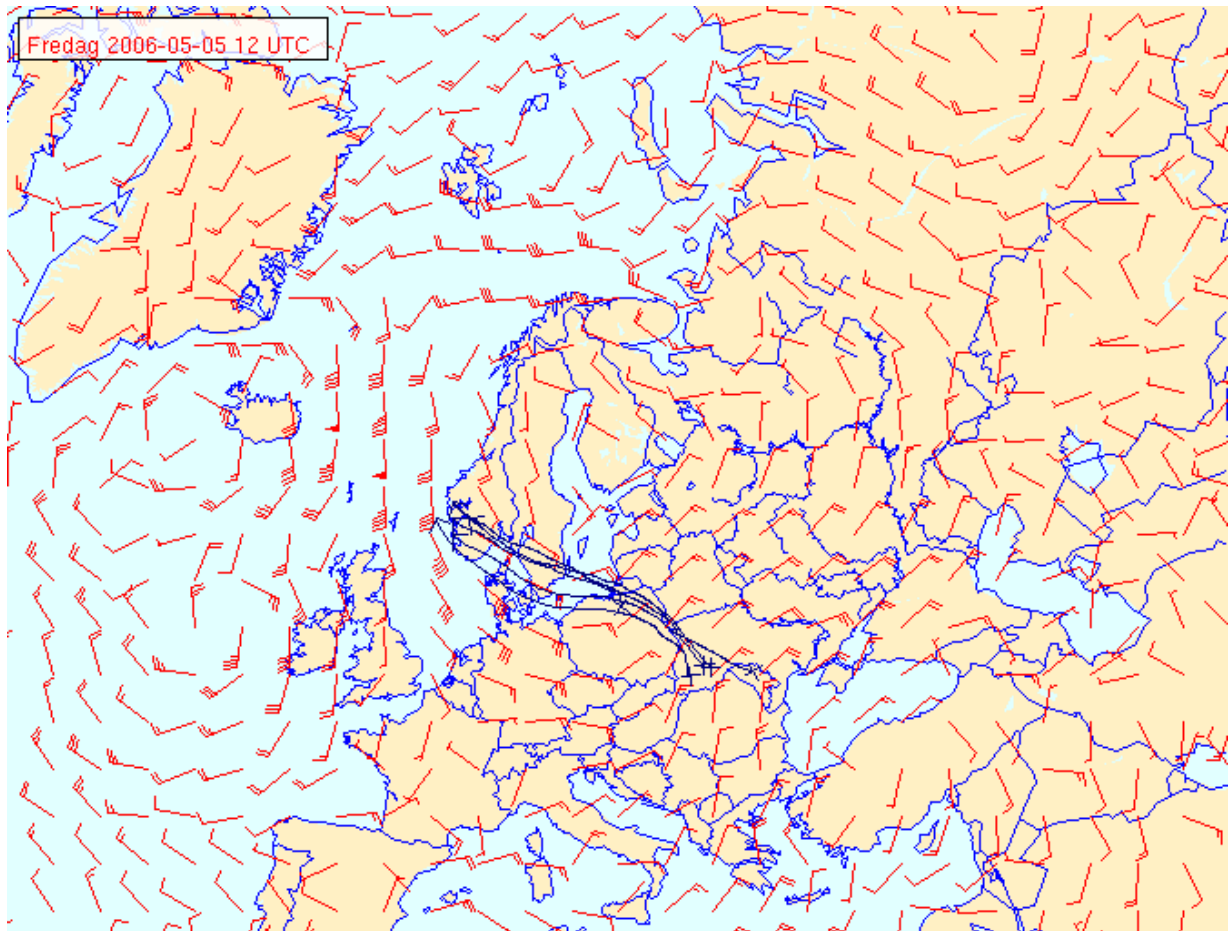
Figur 9.1 $PM_{2.5}$ observasjoner 1. – 14. mai ved Kirkeveien (Oslo), Lensmannsdalen (Grenland) og Danmarks plass (Bergen).



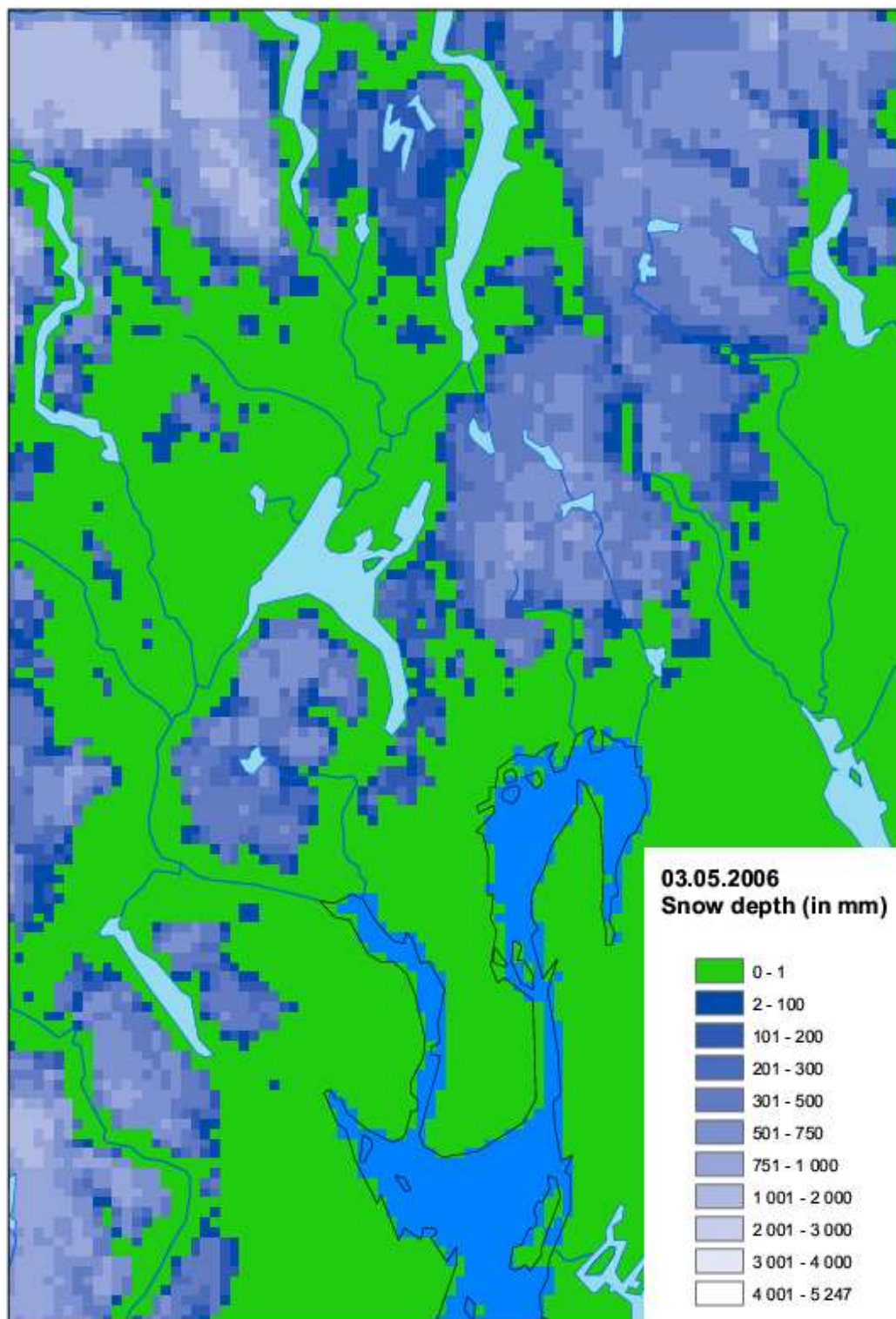
Figur 9.2 PM_{10} observasjoner 1. – 14. mai ved Kirkeveien (Oslo), Lensmannsdalen (Grenland) og Danmarks plass (Bergen).



Figur 9.3 NO_2 observasjoner 7. – 14. mai ved Kirkeveien (Oslo), Lensmannsdalen (Grenland) og Danmarks plass (Bergen).



Figur 9.4a Partikkelbaner i 925 hPa beregnet med HIRLAM20 fra 3. mai 00 UTC til 5. mai 12 UTC.



Figur 9.4b Observert snødybde i Østlandsområdet 3. mai 2006.

9.2 Sammenligning av 1-24 timers prognoser med 25-48 timers prognoser

Våren 2005 ble MM5- og AirQUIS-rutinen videreutviklet til å kjøre Bedre Byluftprognosen for 48 timer i stedet for 24 timer som var tilfelle tidligere. Formålet med denne utviklingen er å levere bedre prognose til brukerne. Hypotesen er at prognosen for de første 24 timene vil ha bedre kvalitet enn prognosen for de siste 24 timene i hver enkelt modellkjøring.

Statistikk over prognosene og målingene viser at det bare er marginal forskjell mellom den ferskeste prognosen og den som er et døgn gammel. Resultatene fra Kirkeveien viser at det ikke er signifikant endring av årsmiddelet for de to prognosene. Korrelasjonen blir litt bedre ved å sammenligne den ferskeste prognosen opp mot målingene, men også her er forbedringen så liten at den ikke kan betraktes som signifikant.

Konklusjonen er at for dagens system er det kun marginal forskjell på kvaliteten for den ferskeste og den ett døgn gamle prognosen. Det er ingen praktisk gevinst ved å kjøre en 48-timers prognose i forhold til å kjøre en 24-timers prognose når det gjelder statistisk samsvar mellom prognose og måleresultater. Men det er en fordel for sluttbrukerne at prognosen kjøres i 48 timer. Da vil det alltid være to sett av kart å velge mellom for å gjøre det subjektive varselet, dette gjør systemet mer fleksibelt for sluttbrukerne.

9.3 Kvalitetsovervåking

En 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. For å forenkle en slik vurdering har vi begrenset oss til fire stasjoner, Kirkeveien, Riksvei 4, Danmarks plass og Elgeseter. 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 9.1. Dersom prognosen er i samme klasse som observasjon, så regnes den som "riktig", hvis ikke er den "feil". Komponentene er vurdert uavhengig av hverandre.

Tabell 9.1 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 9.2 Nøkkeltall (a, b, c, d) for kvantifisering av hendelser

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

Tabell 9.3 Evalueringsparametere og hvordan de beregnes.

Parameter	Forklaring og utregning
Nøyaktighet	Prosentvis prognose som er riktig som god eller dårlig luftkvalitet $= (a+d)/(a+b+c+d) \cdot 100$
Falsk alarm rate	Prosentvis at antall ganger varsel om dårlig luftkvalitet ikke var tilfelle $= b / (b + d) \cdot 100$
Sannsynlighet for oppdagelse	Prosent av de observerte tilfellene av dårlig luftkvalitet som blir varslet $= d / (c + d) \cdot 100$

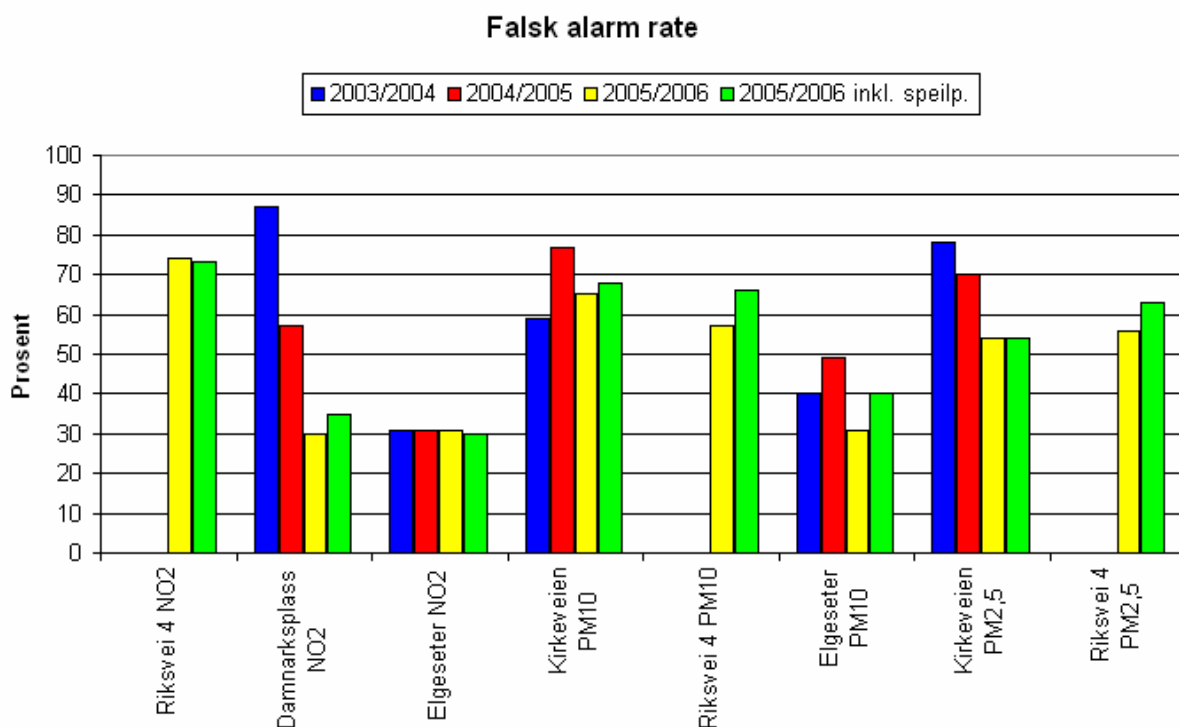
The US Environmental Protection Agency (EPA) har gitt anbefalinger for prognoseevaluering (EPA, 2003). Disse anbefalingene er egnet til å evaluere Bedre Byluft. Nøkkeltall for prognoseevaluering er gitt i Tabell 9.2. Teknikken går ut på å telle antall treff i firefeltstabellen (Tabell 9.2), der antall a og d er riktige prognoser for hhv. god luft og dårlig luft, mens antall b og c er hhv. over- og underestimering. Ved å regne ut forskjellige forhold mellom disse tallene kommer vi frem til de tre kvalitetsparametrene i Tabell 9.3.

Vi har valgt å fokusere på parametrene *Falsk alarm rate* og *Sannsynlighet for oppdagelse*, da disse er de mest relevante parametrene i forhold til brukere av Bedre Byluft systemet. For noen 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 , Tabell 9.2. Dette fører til at noen få treff i klassene b , c og d gir stort utslag på kvalitetsparametrene. Disse tidsseriene er derfor ikke tilstrekkelig for å karakterisere kvaliteten for prognosen og er derfor ikke presentert i denne rapporten. Et stolpediagram for *falsk alarm rate* er gitt i Figur 9.5 og et stolpediagram for *sannsynlighet for oppdagelse* er gitt i Figur 9.6. For begge figurene gjelder at blå søyle representer resultatene for 2003/2004 sesongen, rød søyle representer resultatene for 2004/2005 sesongen og gul søyle representer resultatene for 2005/2006 sesongen. Grønn søyle representer også resultatene for 2005/2006 sesongen, men her er observasjonene evaluert mot høyeste prognose av reseptorpunktet og det respektive spillpunkt.

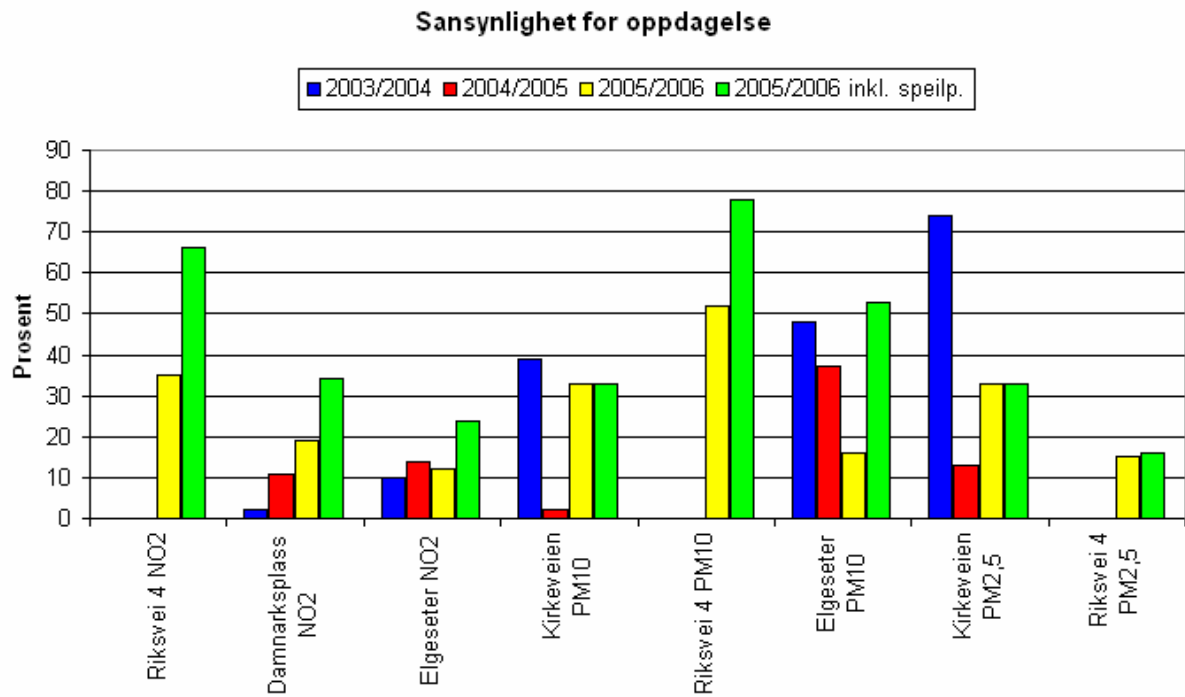
Kvalitetsparametrene varierer mellom de ulike stasjonene og mellom sesongene. For sesongen 2005/2006 varierer *Falsk alarm rate* mellom 30 % og 74 %. *Sannsynlighet for oppdagelse* varierer mellom 12 % og 52 %, dersom vi også evaluerer spillpunktet ligger *sannsynlighet for oppdagelse* mellom 16 % og 78 %. 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 en *falsk alarm rate* mellom 27 % og 79 % og en *sannsynlighet for oppdagelse* mellom 30 % og 50 %. Konklusjonen er at Bedre Byluft kan sammenlignes med lignende varslingsmodeller andre steder når det gjelder kvalitet.

Sesongen 2005/2006 er generelt bedre enn tidligere sesonger. Det kan være flere grunner til dette:

- Før sesongen ble ÅDT-tall inklusive andel tungtrafikk oppdatert for veilenker som ligger langs målestasjonene i Oslo.
- Om våren når snødekke forsvinner og veibanene og veiskuldrene tørker opp, må enkelte utslippsparametere endres manuelt. Denne overgangen ble iverksatt på et mer riktig tidspunkt denne sesongen i forhold til tidligere.
- Det var en unormalt snørik vinter sesongen 2005/2006. Modellen er derfor kjørt på ulikt case i forhold til tidligere sesonger, da er det også naturlig at kvaliteten på prognosen er noe ulik.



Figur 9.5. Falsk alarm rate for Riksvei 4, Kirkeveien, Danmarks plass og Elgeseter for sesongene 2003/2004, 2004/2005 og 2005/2006. Lav Falsk alarm rate betyr god prognose.



Figur 9.6. Sansynlighet for oppdagelse for Riksvei 4, Kirkeveien, Dammarks plass og Elgeseter for sesongene 2003/2004, 2004/2005 og 2005/2006. Høy sansynlighet for oppdagelse betyr god prognose.

9.4 Langtidsstatistikk

Tabell 9.4 viser langtidsmiddel og korrelasjon mellom målinger og prognose inkludert speilpunkt for Kirkeveien, Riksvei 4, Bakke kirke, Elgesetergate og Danmarks plass. Korrelasjon er regnet på timedata for NO₂ og på døgndata for PM₁₀ og PM_{2,5}, men korrelasjonen blir tilnærmet den samme enten den blir beregnet på timedata eller på døgndata. 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, men også (i litt mindre grad) for Bakke kirke. 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.

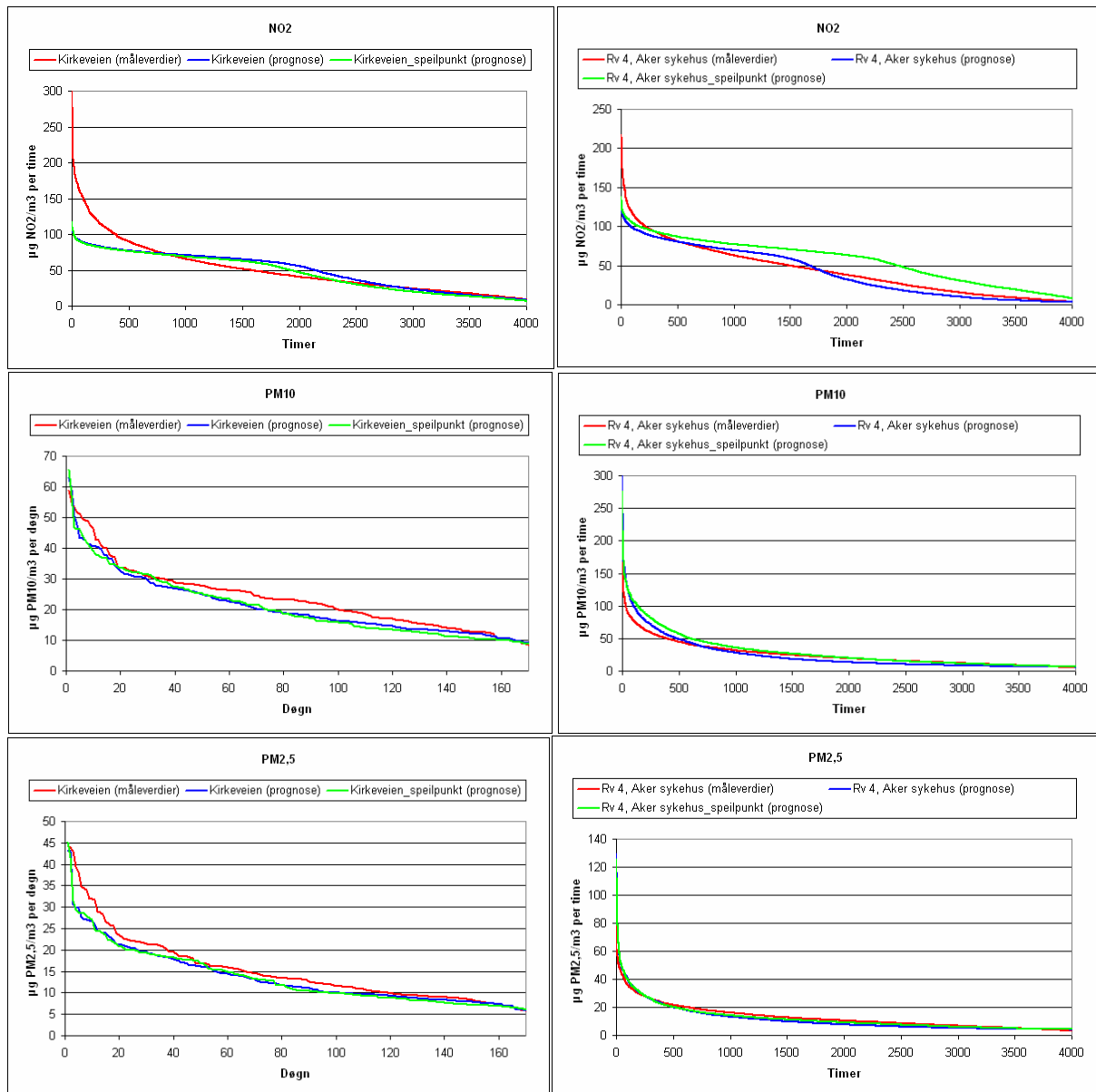
For stasjonene i Oslo, Kirkeveien og Riksvei 4, er avviket mellom målingene og prognosen (originalt reseptorpunkt) i snitt 7 % for alle tre komponenter. For stasjonene i Trondheim, Bakke kirke og Elgeseter, er tilsvarende avvik 33 %, men dersom målingene evalueres opp mot prognosen for speilpunktet er avviket bare 15 %. For Danmarks plass i Bergen er det noe dårligere, her avviker prognosene for originalpunktet med 52 % mens prognosene for speilpunktet avviker med 32 %.

I gjennomsnitt ligger korrelasjonen mellom originalt reseptorpunkt og måling på 0,3, mens korrelasjon mellom speilpunkt av reseptorpunkt og måling i snitt ligger på 0,35. Dersom korrelasjonen midles over alle tre komponentene varierer den mellom 0,29 og 0,36 for de ulike stasjonene.

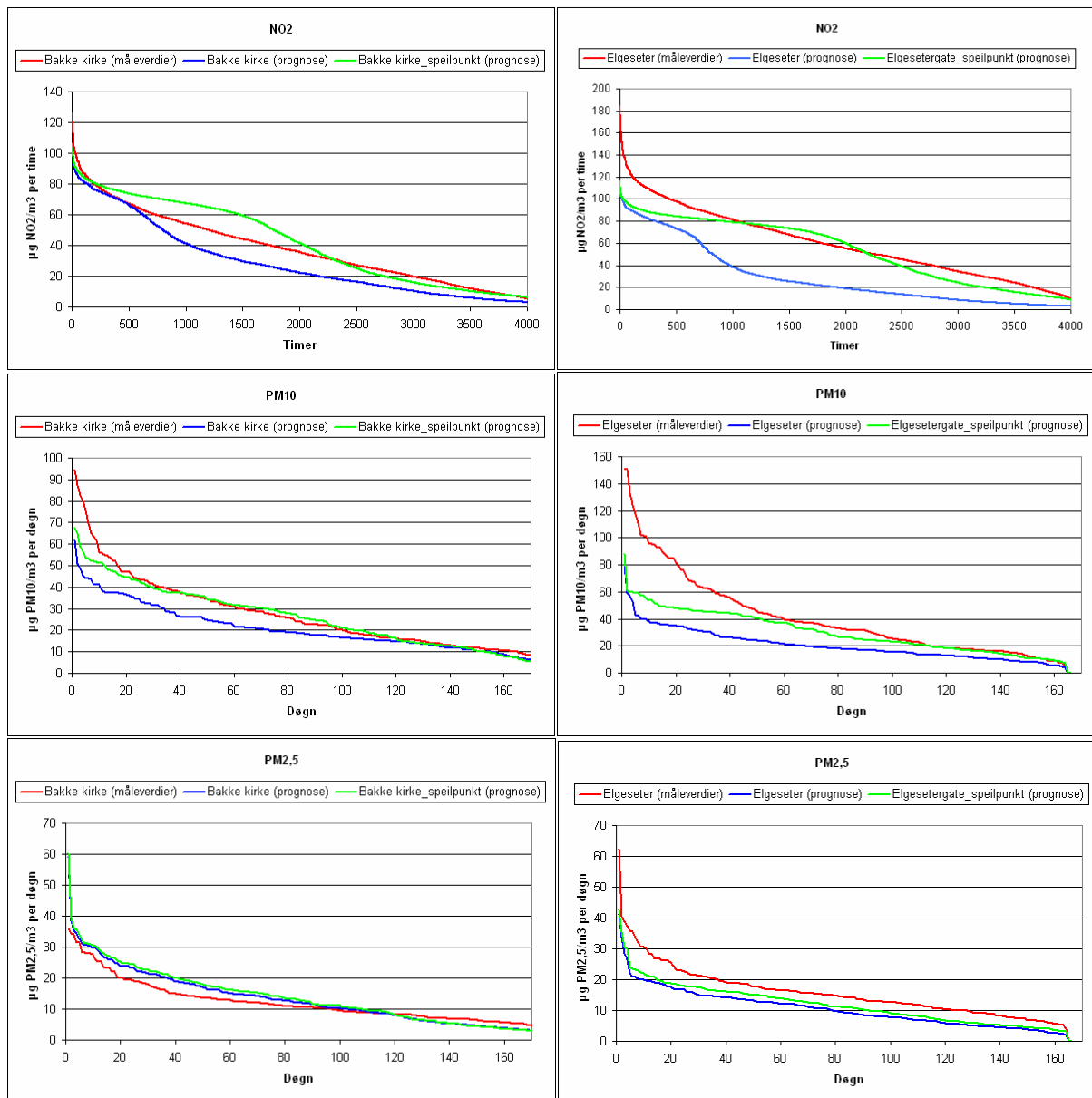
Figurene 9.7, 9.8 og 9.9 viser måleverdier og prognoser sortert i minkende rekkefølge for de fem stasjonene. Kurvene viser om modellen generelt over- eller underestimerer. Kurvene viser også at prognosene for NO₂ har en avvikende form sammenlignet med de andre kurvene. Dette henger trolig sammen med 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. Figur 9.10 og 9.11 viser variasjon i døgnmiddelet av målt ozonkonsentrasjon ved hhv. Rådhuset (i Bergen) og Bærum. Merk at ozonkonsentrasjon i urbane miljø vil avvike fra bakgrunnskonsentrasjonen siden ozon reagerer med NO ($O_3 + NO \rightarrow O_2 + NO_2$). Ozonkonsentrasjon i byen er derfor lavere enn ozonkonsentrasjonene utenfor.

Tabell 9.4 Langtidsmiddel og korrelasjon mellom målinger og prognose for stasjonene: Kirkeveien, Riksvei 4, Bakke kirke, Elgeseter og Danmarkspllass.

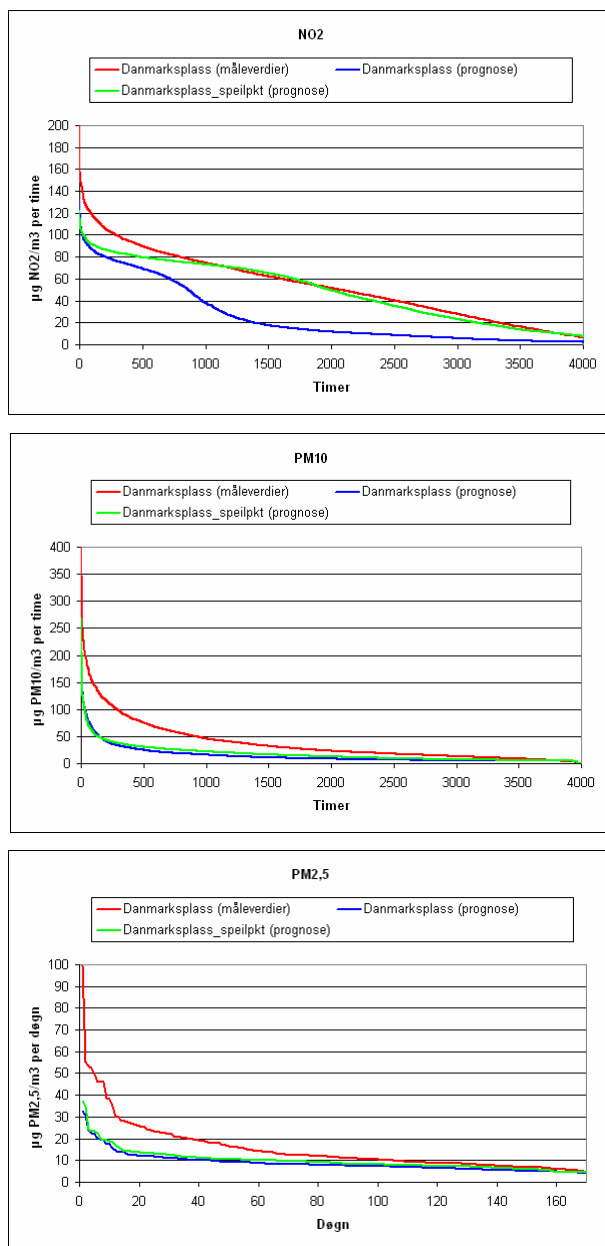
By	Stasjon	Komponent	Sesong-middel målinger	Sesong-middel prognose	Sesong-middel prognose for speilpunkt	Korrelasjon måling/ prognose	Korrelasjon måling/ prognose for speilpunkt
Oslo	Kirkeveien	NO ₂	47,7	46,4	43,3	0,27	0,35
Oslo	Kirkeveien	PM ₁₀	22,6	20,3	20,0	0,34	0,35
Oslo	Kirkeveien	PM _{2,5}	14,7	13,2	13,1	0,42	0,43
Oslo	Riksvei 4	NO ₂	41,9	39,4	55,1	0,37	0,26
Oslo	Riksvei 4	PM ₁₀	24,1	23,2	28,4	0,35	0,33
Oslo	Riksvei 4	PM _{2,5}	12,3	11,0	11,8	0,31	0,32
Trondheim	Bakke K.	NO ₂	36,6	27,7	40,4	0,36	0,50
Trondheim	Bakke K.	PM ₁₀	27,4	20,6	26,1	0,11	0,19
Trondheim	Bakke K.	PM _{2,5}	12,2	13,4	13,9	0,43	0,44
Trondheim	Elgesetergt.	NO ₂	57,4	27,7	51,9	0,26	0,52
Trondheim	Elgesetergt.	PM ₁₀	40,7	20,4	30,2	0,21	0,21
Trondheim	Elgesetergt.	PM _{2,5}	15,9	10,3	11,7	0,25	0,28
Bergen	Danmarkspl.	NO ₂	50,6	23,9	46,5	0,33	0,50
Bergen	Danmarkspl.	PM ₁₀	37,5	14,3	17,5	0,26	0,34
Bergen	Danmarkspl.	PM _{2,5}	15,2	8,8	9,9	0,16	0,27



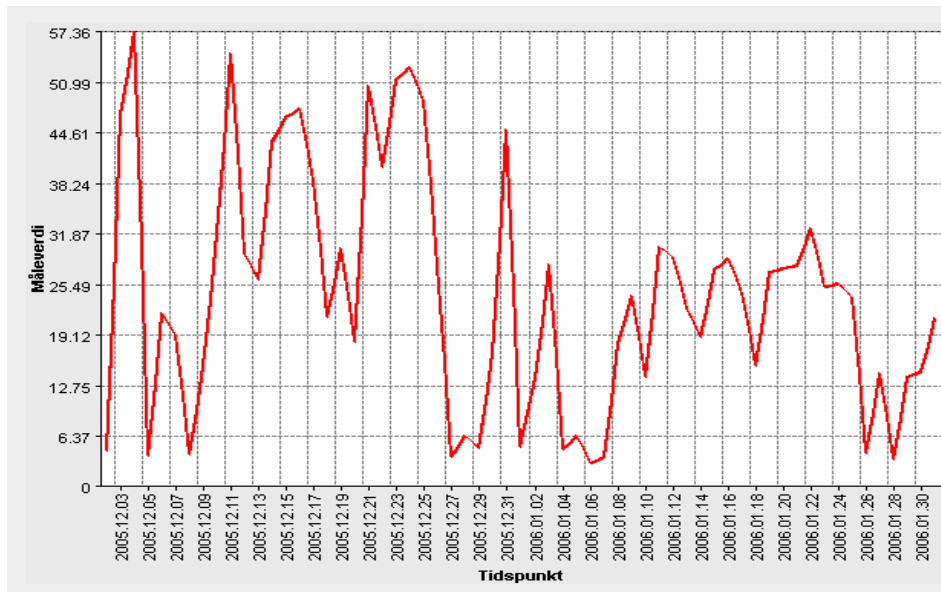
Figur 9.7 Måleverdier og prognoser for Kirkeveien og Riksvei 4 sortert i minkende rekkefølge. Hele 2005/2006 sesongen er inkludert i figuren.



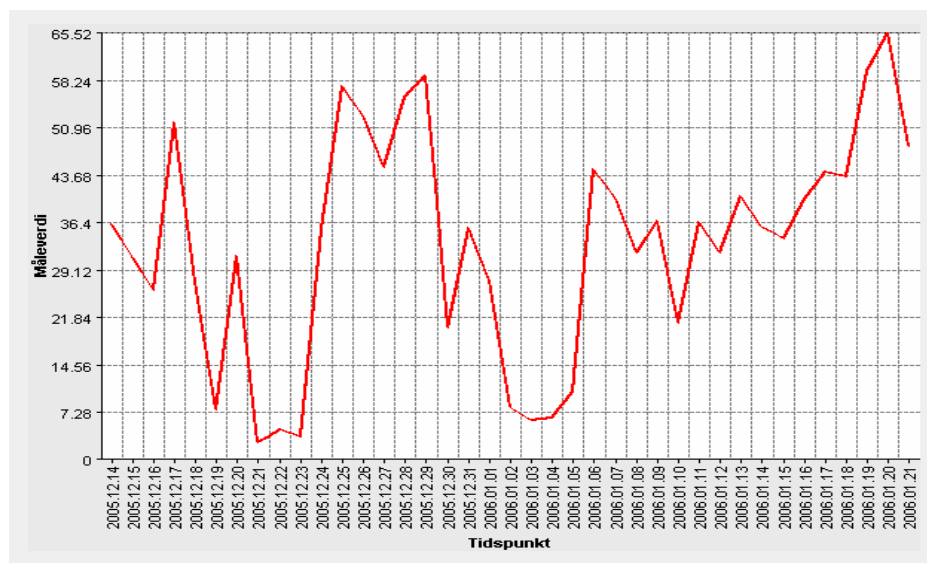
Figur 9.8 Måleverdier og prognoser for Bakke kirke og Elgeseter sortert i minkende rekkefølge. Hele 2005/2006 sesongen er inkludert i figuren.



Figur 9.9 Måleverdier og prognoser for Danmarks plass sortert i minkende rekkefølge. Hele 2005/2006 sesongen er inkludert i figuren.



Figur 9.10 Døgnmiddel for ozon ved Rådhuset stasjon i desember og januar. Figuren viser at ozonnivået varierer fra dag til dag. Rådhuset er en bystasjon hvor det er mye NO_x -utslipp i nærmiljøet, dette påvirker ozonkonsentrasjonen. Det riktige bakgrunnsnivået av ozon i Bergen vi derfor være høyere enn hva denne figuren viser.



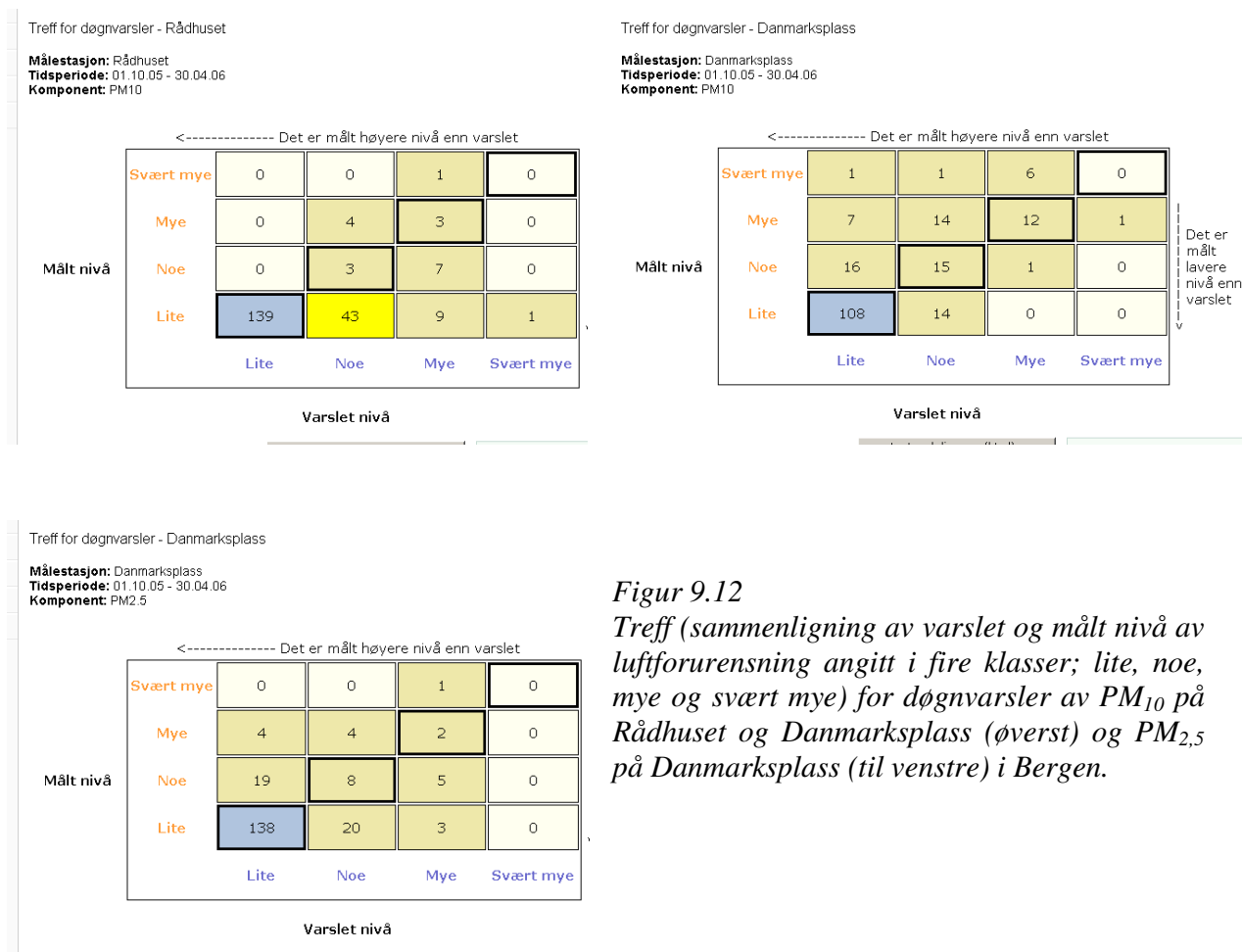
Figur 9.11 Døgnmiddel for ozon ved Bærum stasjon i desember og januar. Figuren viser at det reelle ozonnivået varierer fra dag til dag. I AirQUIS følger ozonnivået en gitt døgnvariasjon og har et døgn middel på ca $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per døgn.

9.5 Subjektive luftkvalitetsvarsler - treff, spredningsdiagram og statistiske mål

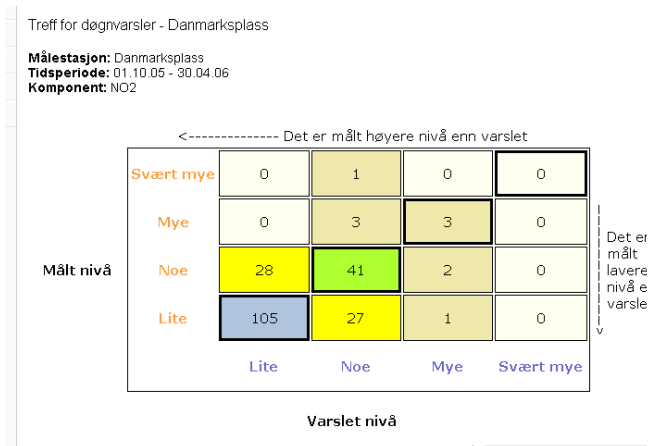
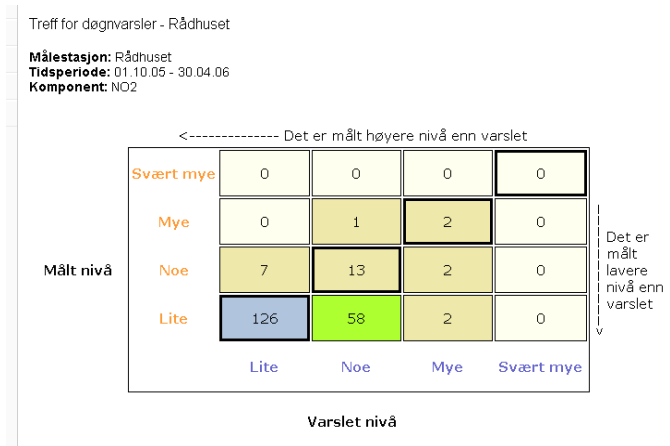
Oppstillingen omfatter luftkvalitetsvarslene utsendt til offentligheten for Trondheim, Bergen og Stavanger gjennom media.

Målsettingen for varslingen er i første rekke å forhåndsmelde om forurensningssituasjoner av potensielt helse- og miljøskadelig omfang. Nytteverdien av varslingen antas av den grunn å ha større betydning enn angivelse av det fullt ut korrekte nivået sett forhold til en eller flere målestasjoner. Evalueringen av varslene er utarbeidet for å undersøke kvaliteten i forhold til denne målsettingen. Begrensningene i evalueringen ligger i følgende forhold.

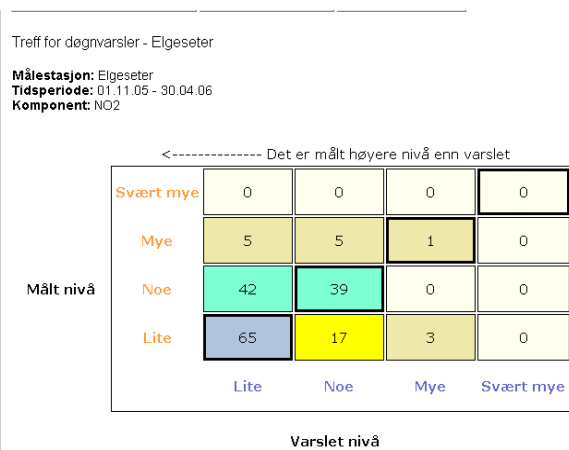
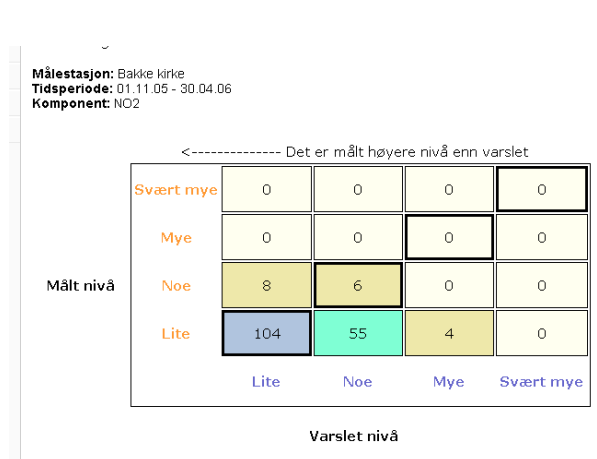
- Luftkvalitetsvarslet er formulert til å gjelde for, eller være best mulig representativt for større eller mindre deler av et geografisk byområde, som f.eks. Bergen sentrum og det kan ofte være begrenset grunnlag for detaljering. Målestasjonen(e) det sammenlignes mot er plassert etter beste skjønn for å fange opp det aktuelle luftforurensningsnivået, men det kan være store lokale variasjoner, avhengig av topografi, vind- og værforhold, varierende utslipp fra trafikk, industrikilder og fyring.
- Forurensningsnivået i luftkvalitetsvarslet har dessuten oftest relasjon til bare en parameter; oftest PM_{10} , noen få ganger NO_2 og nesten aldri $PM_{2,5}$. Høyt nivå på svevestøv trenger ikke være sammenfallende med høye NO_2 verdier. Det gjør at sammenligning av varslet med de enkelte parametrene (forurensningskomponentene) i en del tilfeller kan ha liten verdi som mål på godheten uansett hvilke statistiske mål som benyttes.



Figur 9.12
 Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av PM_{10} på Rådhuset og Danmarks plass (øverst) og $PM_{2,5}$ på Danmarks plass (til venstre) i Bergen.



Figur 9.13 Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av NO₂ for Rådhuset (venstre) og Danmarks plass (høyre) i Bergen.



Figur 9.14 Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av NO₂ ved Bakke kirke og Elgeseter (øverst) og ved Teknostallen (til venstre) i Trondheim.

Treff for døgnvarsler - Bakke kirke

Målestasjon: Bakke kirke
Tidsperiode: 01.11.05 - 30.04.06
Komponent: PM10

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	4	5	5	1
	Noe	3	15	11	1
	Lite	59	51	17	1
		Lite	Noe	Mye	Svært mye
		Varslet nivå			

Treff for døgnvarsler - Elgeseter

Målestasjon: Elgeseter
Tidsperiode: 01.11.05 - 30.04.06
Komponent: PM10

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

Målt nivå	Svært mye	1	1	4	2
	Mye	8	14	9	1
	Noe	9	16	8	0
	Lite	44	35	10	0
		Lite	Noe	Mye	Svært mye
		Varslet nivå			

Det er målt lavere nivå enn varslet

Treff for døgnvarsler - Teknostallen

Målestasjon: Teknostallen
Tidsperiode: 01.11.05 - 30.04.06
Komponent: PM10

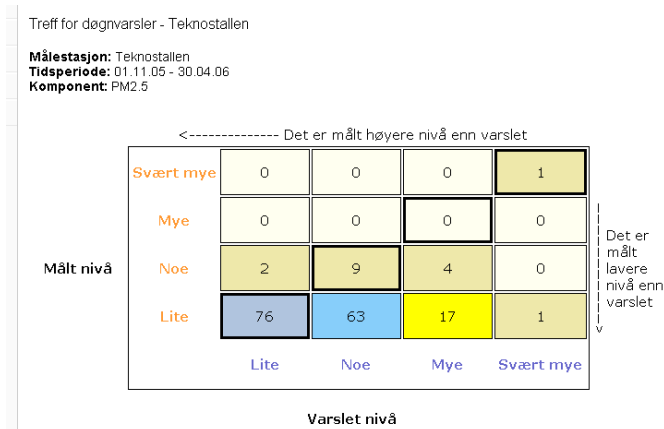
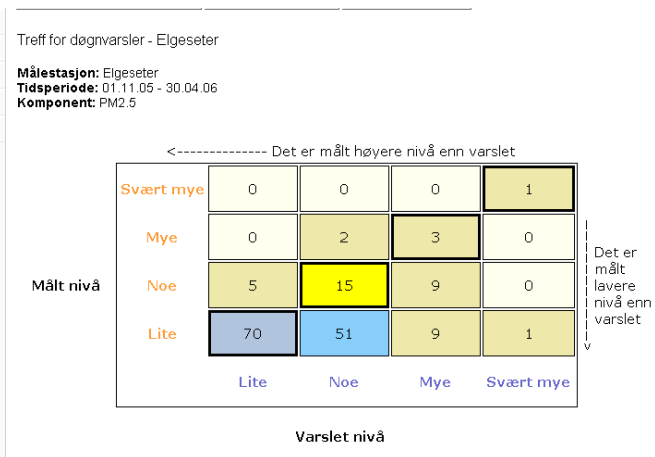
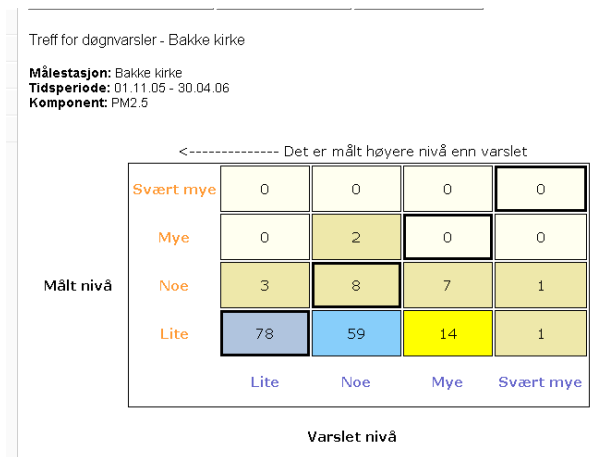
<----- Det er målt høyere nivå enn varslet

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	0	2	2	1
	Noe	1	5	5	0
	Lite	64	66	25	1
		Lite	Noe	Mye	Svært mye
		Varslet nivå			

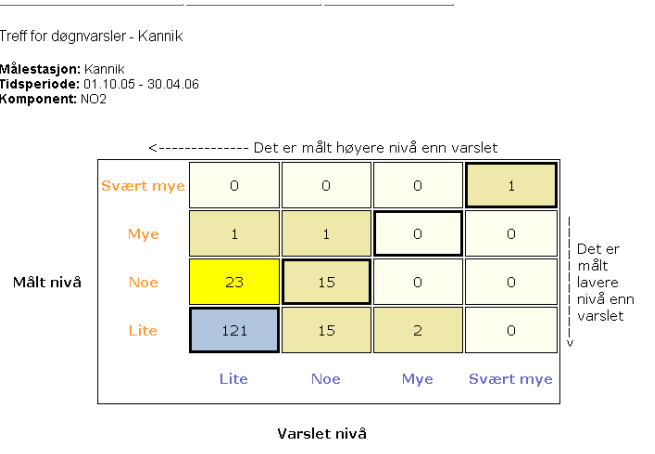
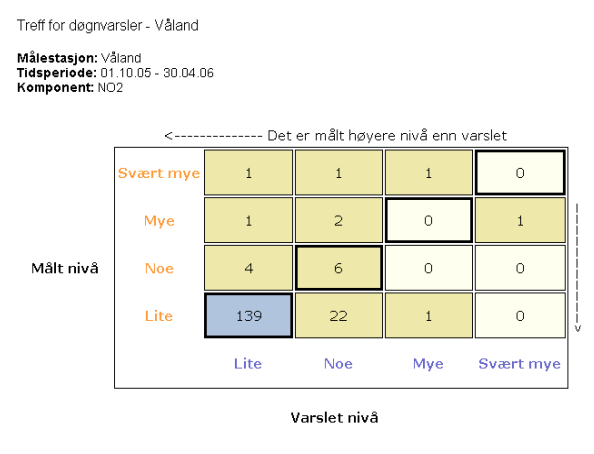
Det er målt lavere nivå enn varslet

Figur 9.15

Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av PM₁₀ ved Bakke kirke og Elgeseter (øverst) og ved Teknostallen (til venstre) i Trondheim.



Figur 9.16
Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av PM_{2,5} ved Bakke kirke og Elgeseter (øverst) og ved Teknostallen (til venstre) i Trondheim.



Figur 9.17 Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av NO₂ ved Våland (venstre) og Kannik (høyre) i Stavanger.

Treff for døgnvarsler - Våland

Målestasjon: Våland
Tidsperiode: 01.10.05 - 30.04.06
Komponent: PM10

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

Målt nivå	Svært mye	0	0	0	0
	Mye	0	0	0	0
	Noe	0	5	3	0
	Lite	129	24	4	1
		Lite	Noe	Mye	Svært mye
		Varslet nivå			

Treff for døgnvarsler - Kannik

Målestasjon: Kannik
Tidsperiode: 01.10.05 - 30.04.06
Komponent: PM10

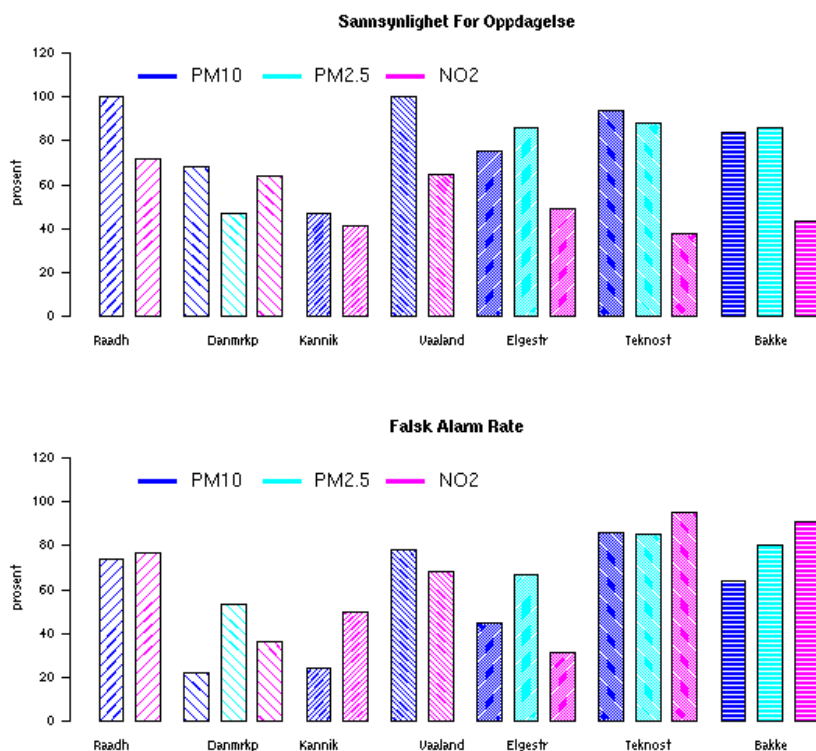
<----- Det er målt høyere nivå enn varslet

Målt nivå	Svært mye	0	1	1	0
	Mye	15	10	5	1
	Noe	21	13	1	0
	Lite	96	10	0	0
		Lite	Noe	Mye	Svært mye
		Varslet nivå			

----- Det er målt lavere nivå enn varslet

Figur 9.18 Treff (sammenligning av varslet og målt nivå av luftforurensning angitt i fire klasser; lite, noe, mye og svært mye) for døgnvarsler av PM₁₀ ved Våland (venstre) og Kannik (høyre) i Stavanger.

Beregningen av sannsynlighet for oppdagelse (SFO) og falsk alarm (FAR) benytter framgangsmåten beskrevet i kapittel 9.3 anvendt på tallene i spredningsdiagrammene (Figur 9.12 - 9.18). For SFO og FAR gjelder det at SFO skal være så høy som mulig samtidig som at FAR er så lav som mulig. Det er lett å legge seg på et nivå som sikrer at varslene nesten alltid slår til når situasjonen inntreffer, men det vil sannsynligvis gi en høy falsk alarm rate og liten nytteverdi.



Figur 9.19 Sannsynlighet for oppdagelse (SFO) og falsk alarm rate (FAR) i de subjektive luftkvalitetsvarslene for hver komponent og hver målestasjon i Bergen, Trondheim og Stavanger

Framstillingen i plottene forteller ikke mye om antall riktige varsler. Det kan finnes i Tabell 9.5, i kolonnen andel riktige varsler (ARV). For Bergen og Stavanger er for eksempel andel riktige varsler for PM10 i området fra 74 % til 83 %. For Trondheim er det mer variert og dårligere resultat. Det bør vurderes om dette kan ha en mulig sammenheng med renhold og støvdempende tiltak i de mest trafikkerte hovedgatene. Med fordelingen av varsler i kategoriene beskrevet i kapittel 9.3 blir

$ARV = (A+D)/(A+B+C+D)$, tilsvarer nøyaktighet

$SI = D/(B+C+D)$, suksessindeks

$BIAS = (B+D)/(C+D)$, bias > 1, overvarsling, bias < 1, undervarsling, bias = 1, nøytralt

	Bias	ARV	SI
Bergen			
Rådhuset			
PM10	3,89	0,75	0,26
PM2,5			
NO ₂	3,12	0,68	0,21
Danmarks plass			
PM10	0,86	0,81	0,57
PM2,5	1,00	0,77	0,30
NO ₂	1,00	0,73	0,47
Stavanger			
Kannik			
PM10	0,62	0,74	0,41
PM2,5			
NO ₂	0,83	0,77	0,29
Våland			
PM10	4,63	0,83	0,22
PM2,5			
NO ₂	2,00	0,84	0,28
Trondheim			
Elgeseter			
PM10	1,37	0,61	0,47
PM2,5	2,60	0,60	0,31
NO ₂	0,71	0,62	0,40
Teknostallen			
PM10	6,69	0,46	0,14
PM2,5	5,94	0,52	0,14
NO ₂	8,13	0,62	0,04
Bakke kirke			
PM10	2,38	0,56	0,33
PM2,5	4,38	0,55	0,19
NO ₂	4,64	0,62	0,08

Tabell 9.5 Bias, Suksessindeks og Andel Riktige Varsler av de enkelte komponentene i de subjektive varslene for målestasjonene i Bergen, Stavanger og Trondheim.

10. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

10.1 Det operasjonelle modellsystemet

Oppgradering av Bedre byluft-nettsidene for å forbedre oversikten over prognoseresultatene. Kartpresentasjonen av MM5-prognosene forbedres slik at man kan klikke fram og tilbake i tid fra hvert kart, og kartene lages mer lesbare.

10.2 Meteorologi

I forbindelse med statusrapportering for overgangen til UM vil det bli lagt fram forslag til videre arbeid med det meteorologiske grunnlaget for luftkvalitetsprognosene.

10.2 Luftkvalitet

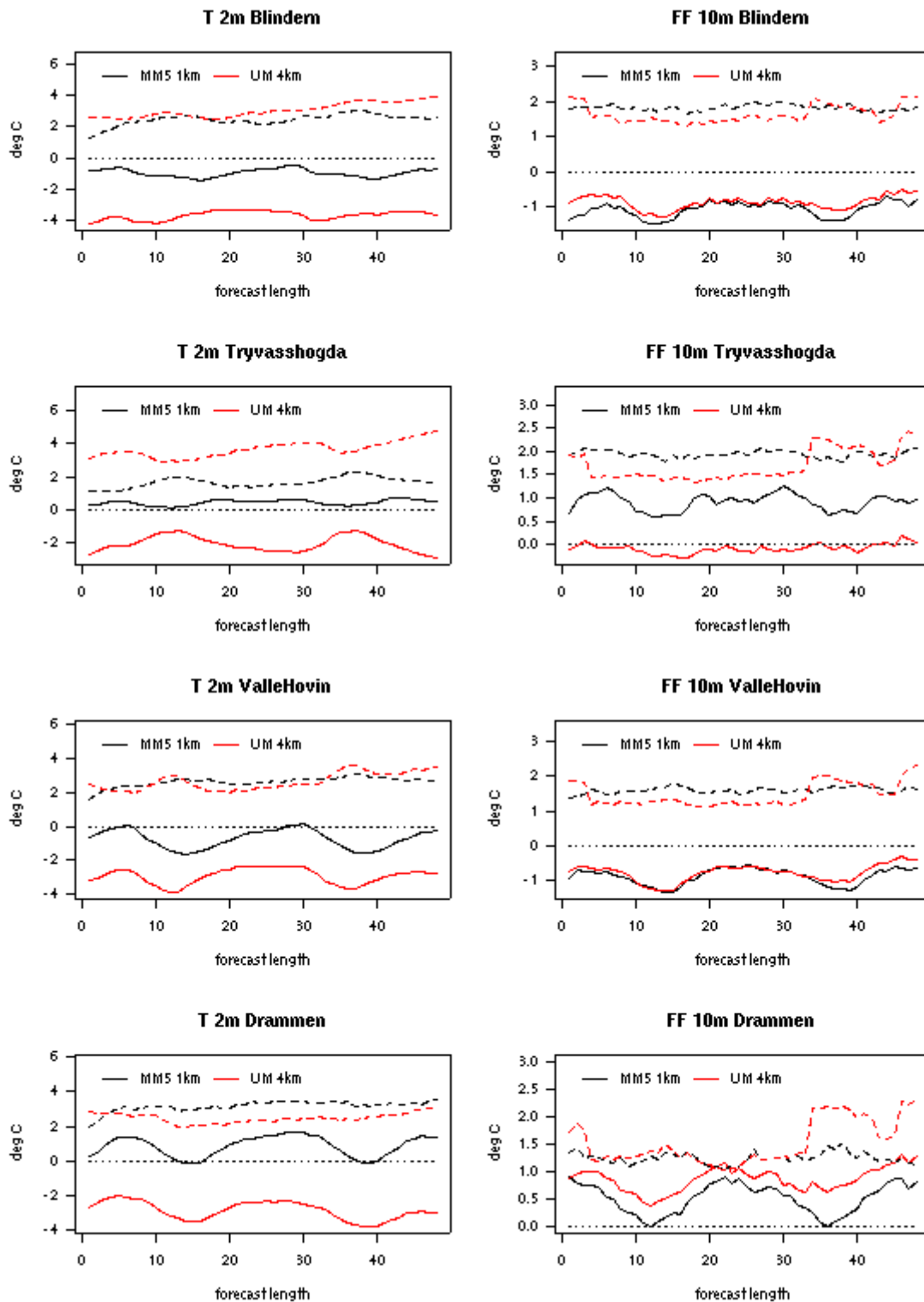
Mye utslippsdata begynner å bli foreldet. Det bør vurderes å bruke ressurser til å fornye disse dataene. For enhver teoretisk modell gjelder det at kvaliteten på utgangsdata ikke kan bli bedre enn kvaliteten på inngangsdata. Uavhengig av dette har Helse- og velferdsetaten i Oslo kommune (HEV) bedt NILU om å undersøke muligheten til å koble AirQUIS sammen med trafikkmodeller for å effektivt kunne oppdatere ÅDT-tall i databasene regelmessig.

Som sluttbruker har HEV også etterlyst samlekart som visualiserer luftkvalitet for flere komponenter samtidig (i dag genererer AirQUIS karter for hver komponent som viser luftkvalitet). Et prosjektforslag til en slik utvikling er oversendt til HEV.

Bedre Byluft benytter statiske bakgrunnsverdier av NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} og O₃ som er basert på målte middelveier, Tabell 1.3 og Tabell 1.4. De reelle bakgrunnsverdiene vil imidlertid variere fra dag til dag gjennom hele sesongen. Avviket mellom antatt og reelt bakgrunnsnivå vil derfor være en feilkilde for prognosen. Denne feilkilden kan reduseres dersom systemet ble utviklet slik at måldata fra bakgrunnsstasjoner automatisk ble overført til AirQUIS på samme måte som MM5-data blir overført i dag. Dette kan imidlertid bli relativt kostnads- og tidkrevende siden det krever sammenkobling av systemer som ikke er sammenkoblet i dag. Det vil også involvere nye aktører i prosjektet.

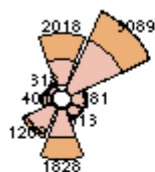
REFERANSER

- 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*.
- Dudhia, J. (1993): *A non-hydrostatic version of the Penn State/NCAR mesoscale model: Validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front*. Mon. Wea. Rev., **121**, p1493-1513.
- Dudhia, J. (1996): *A multi-layer soil temperature model for MM5*. Preprints, The sixth PSU/NCAR Mesoscale Model Users Workshop, 22-24 July 1996, Boulder, Colorado, p49-50.
- 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
- Grell, G.A, J. Dudhia and D.R. Stauffer (1994): *A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)*, NCAR Tech. Note, NCAR/TN-**398** + STR, 122 pp.
- Guerreiro, C. B. (2004): personlig kommunikasjon med prosjektleder (o-103124)
- Hong, S.-Y. and H.-L. Pan (1996): *Non-local boundary layer vertical diffusion in a Medium-Range Forecast Model*. Monthly Weather Review **124**, 1215-1238.
- 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.
- 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)
- 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)

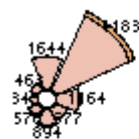


Figur A1 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km, og UM 4km for stasjonene i Oslo og Drammen for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006. Heltrukket linje gjennomsnittsfeil (bias). stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

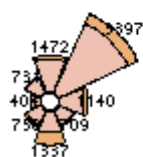
OBS Blindern



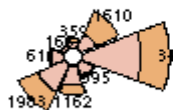
MM5 1km Blindern



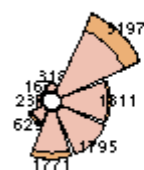
UM 4km Blindern



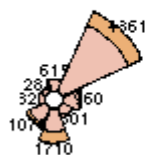
OBS ValleHovin



MM5 1km ValleHovin

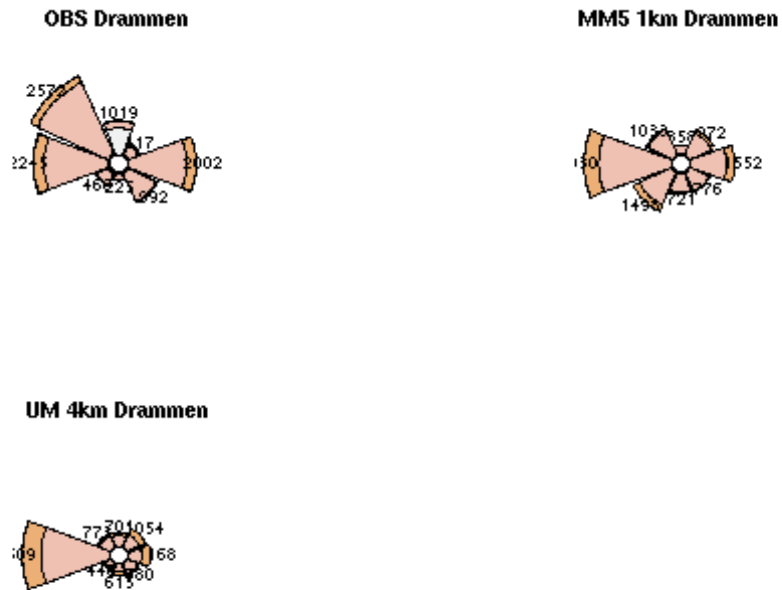


UM 4km ValleHovin

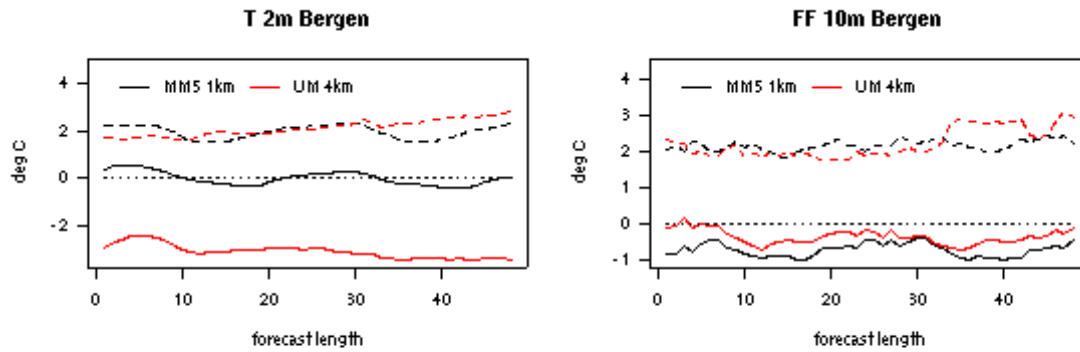


Figur A2

Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



Figur A3 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



Figur A4 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for stasjonene i Bergen for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006. Heltrukken linje gjennomsnittsfeil (bias), stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

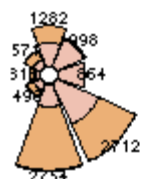
OBS Bergen



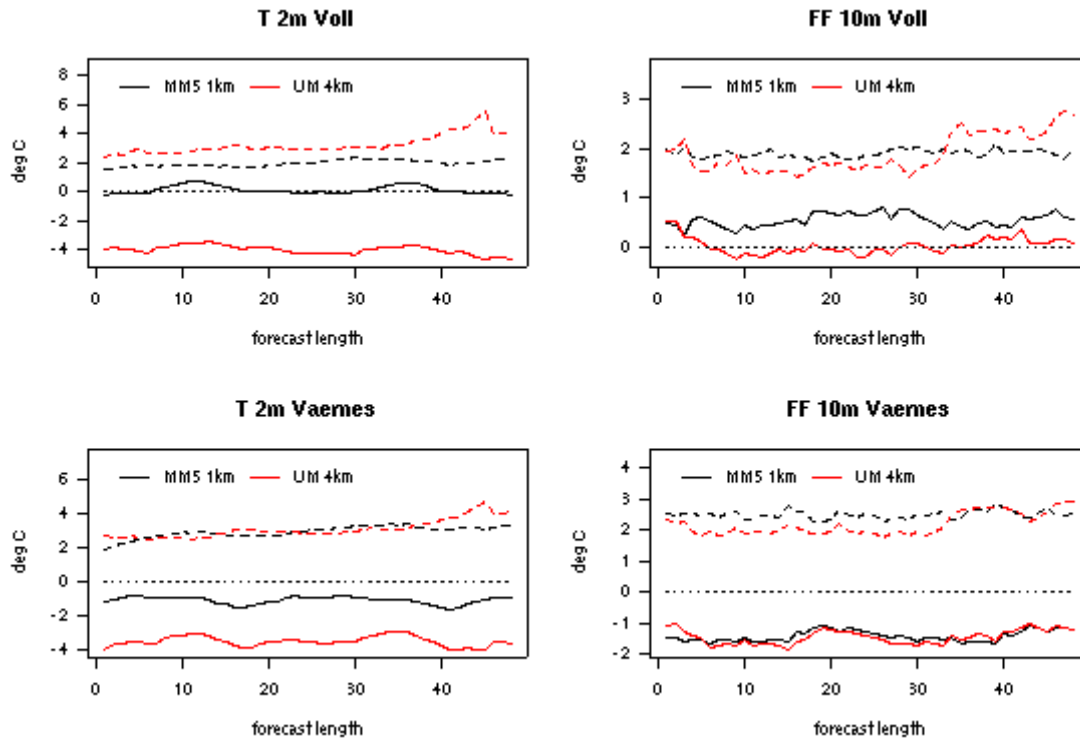
MM5 1km Bergen



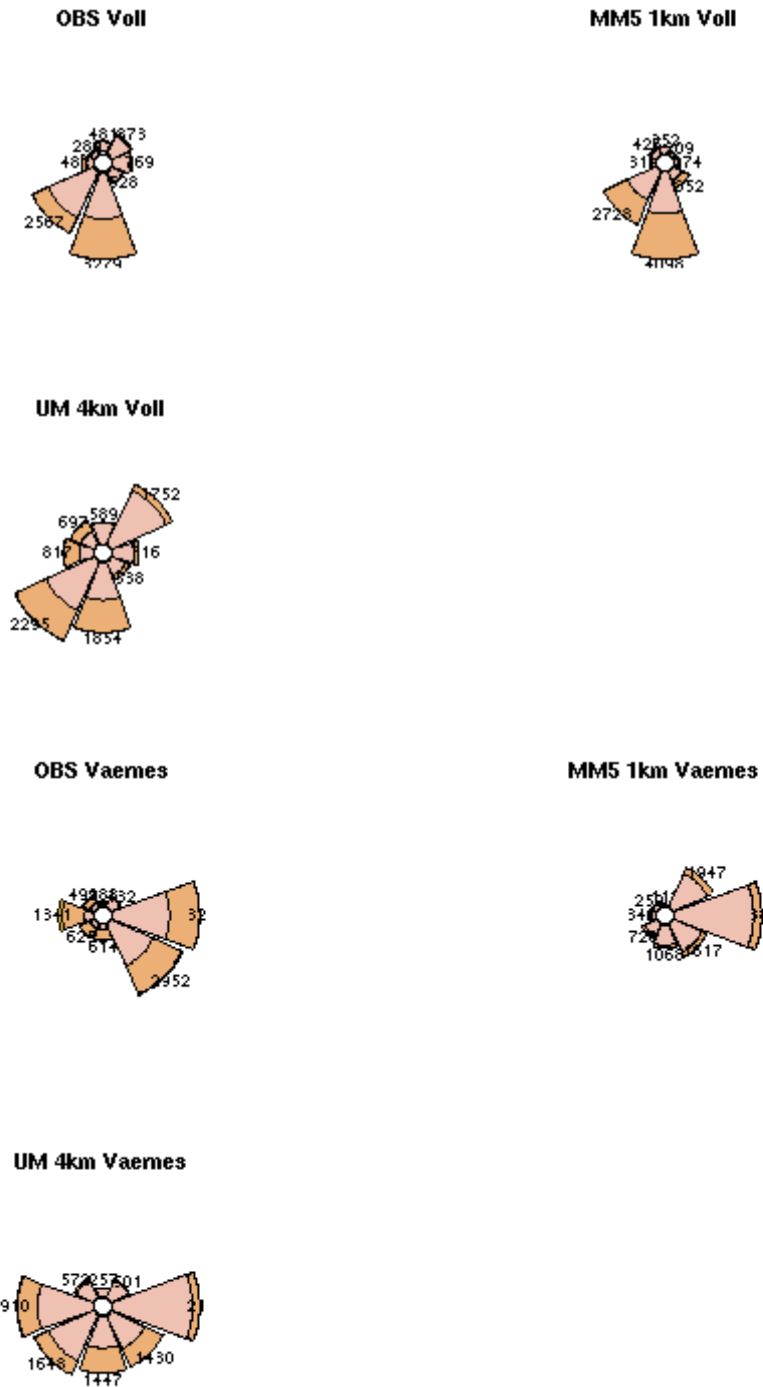
UM 4km Bergen



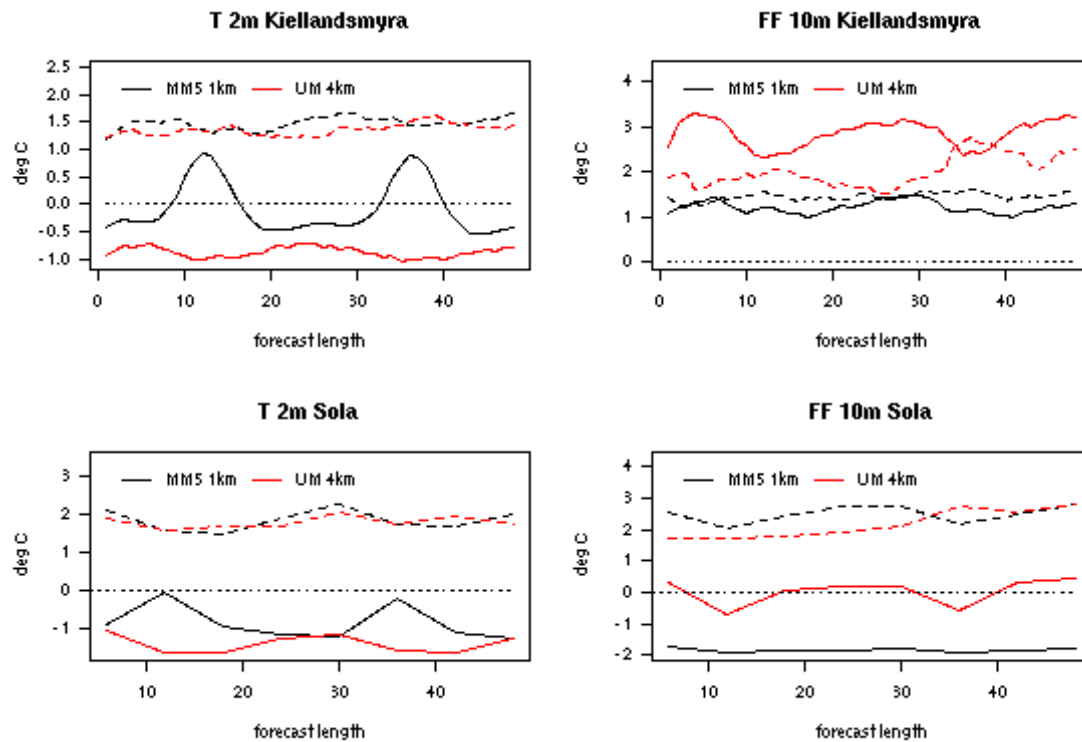
Figur A5 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



Figur A6 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km, og UM 4km for stasjonene i Trondheim for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006. Heltrukket linje gjennomsnittsfel (bias), stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

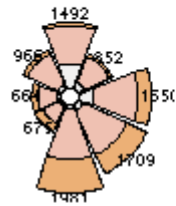


Figur A7 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).

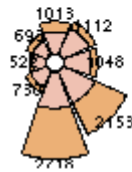


Figur A8 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for Sola ved Stavanger for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006. Heltrukken linje gjennomsnittsfeil (bias), stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

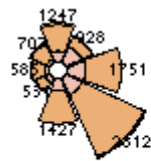
OBS Kiellandsmyra



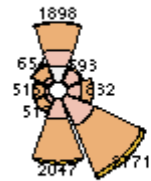
MM5 1km Kiellandsmyra



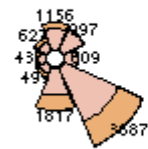
UM 4km Kiellandsmyra



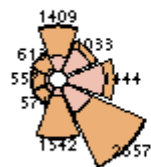
OBS Sola



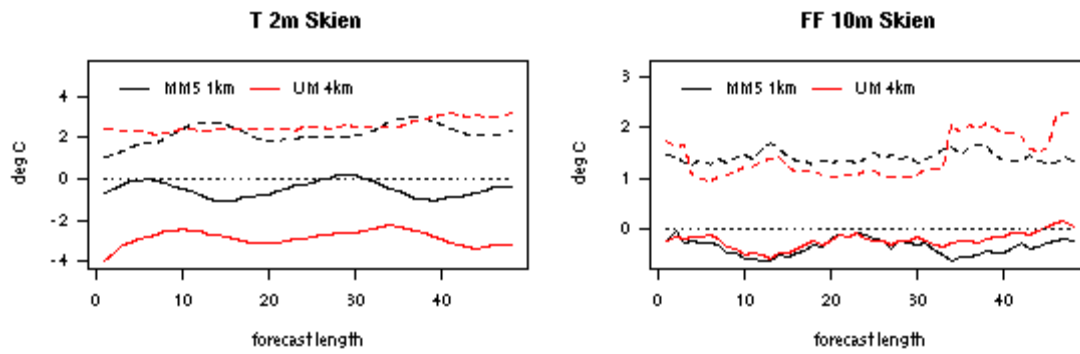
MM5 1km Sola



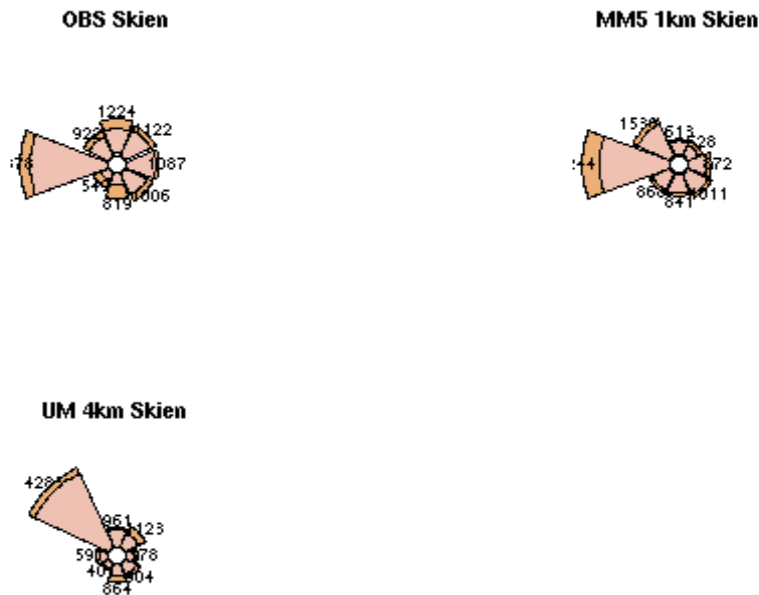
UM 4km Sola

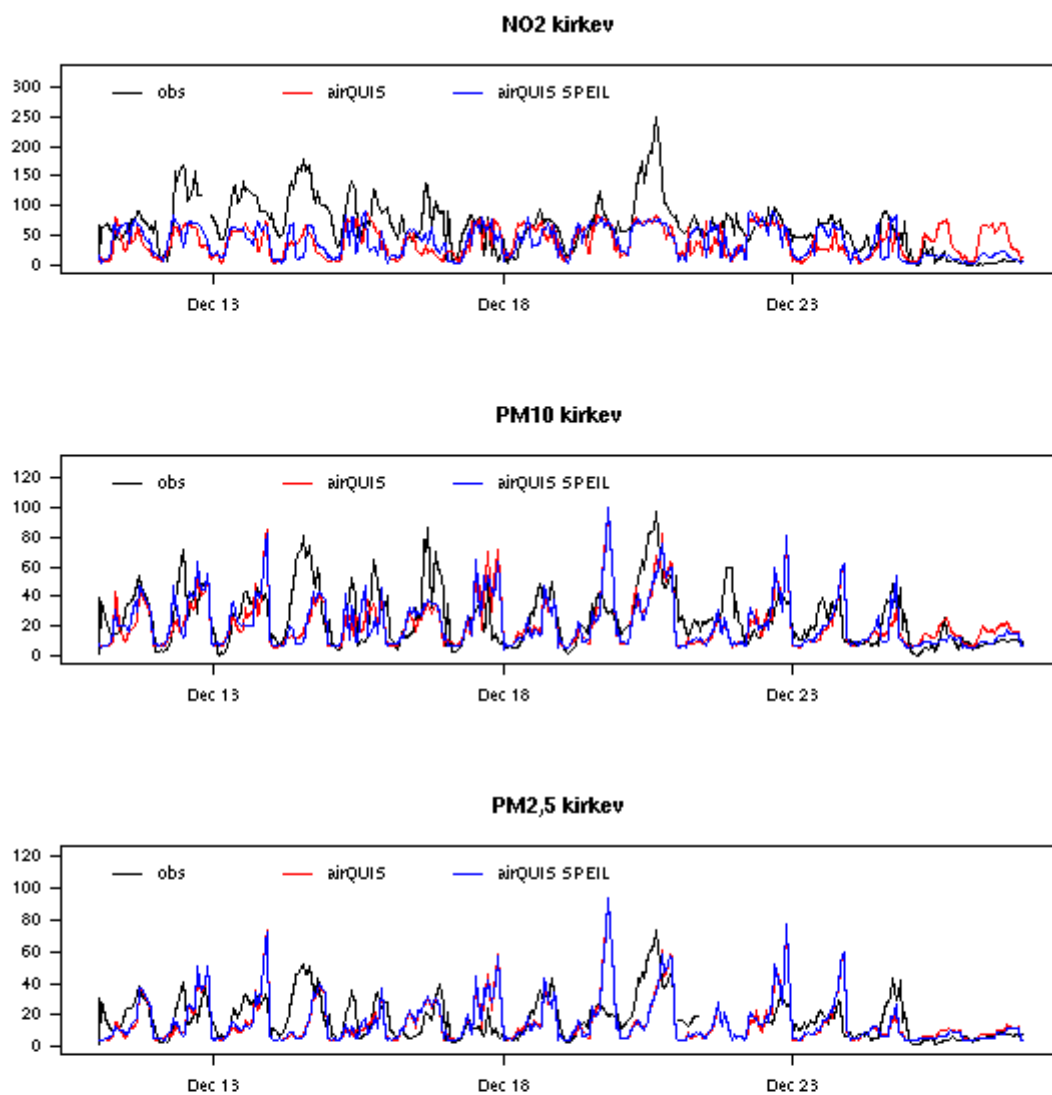


Figur A9 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).

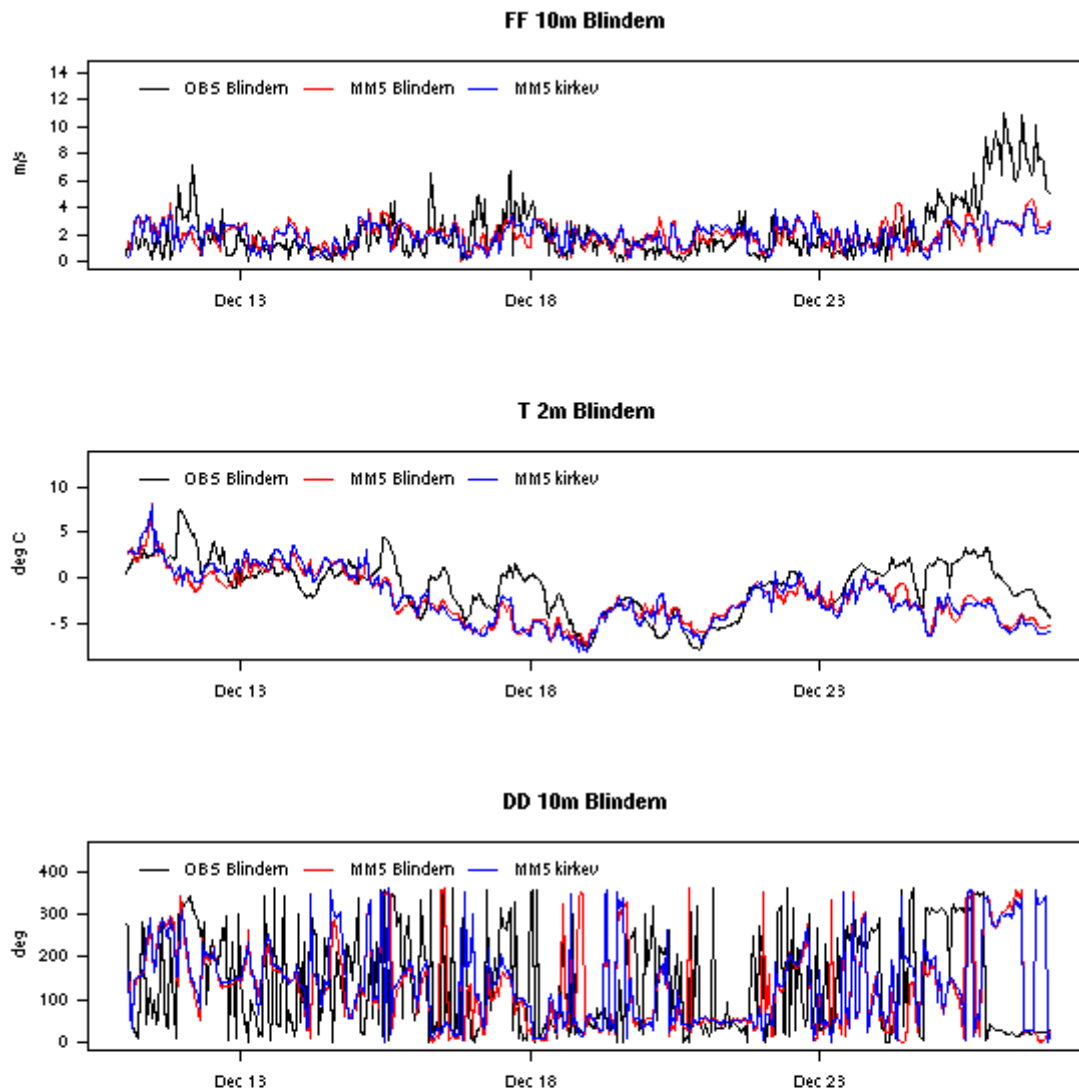


Figur A10 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km og UM 4km for stasjonene i Bergen for perioden 1. oktober 2005 til 1. mai 2006. Heltrukken linje gjennomsnittsfel (bias), stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

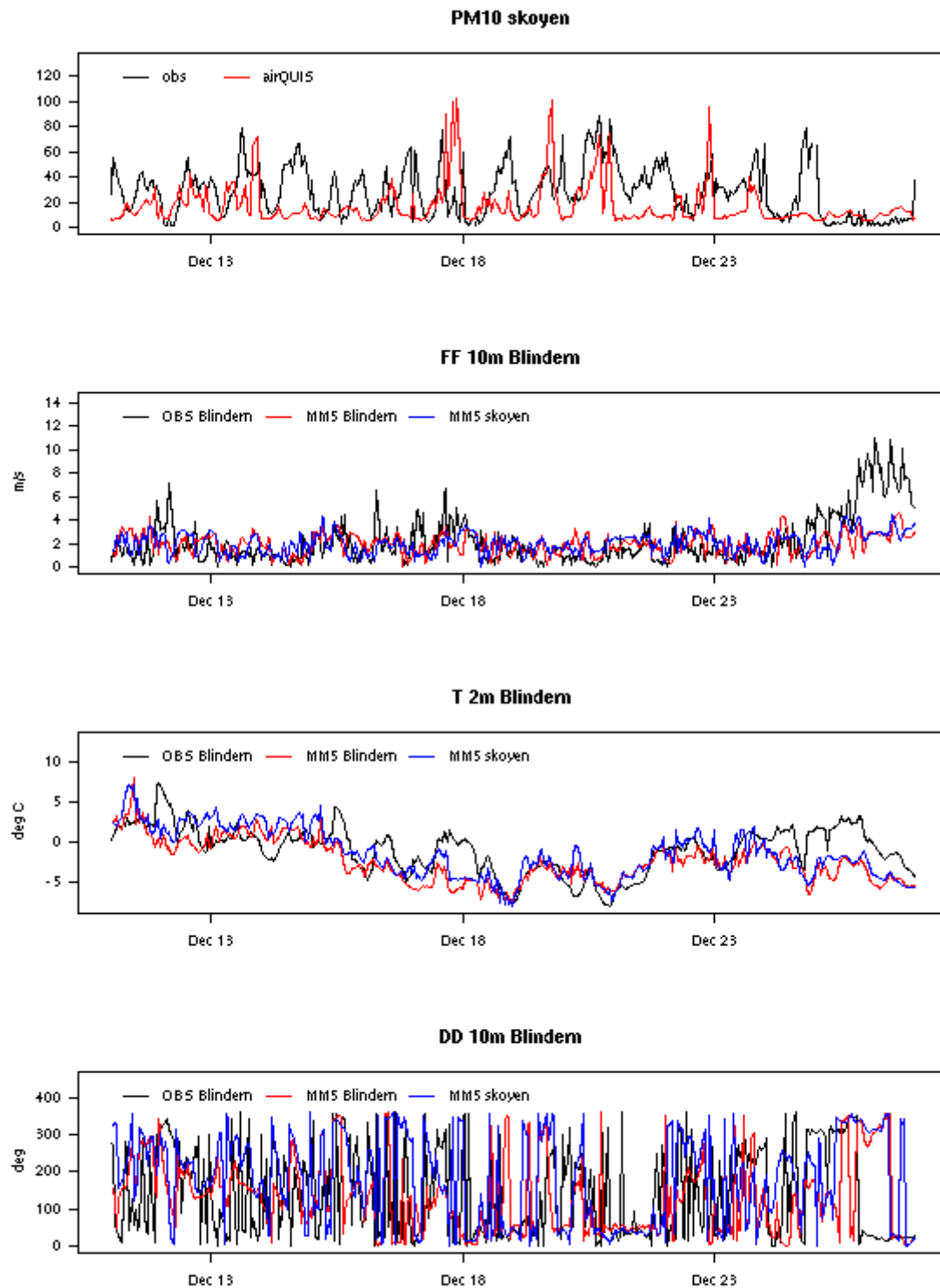




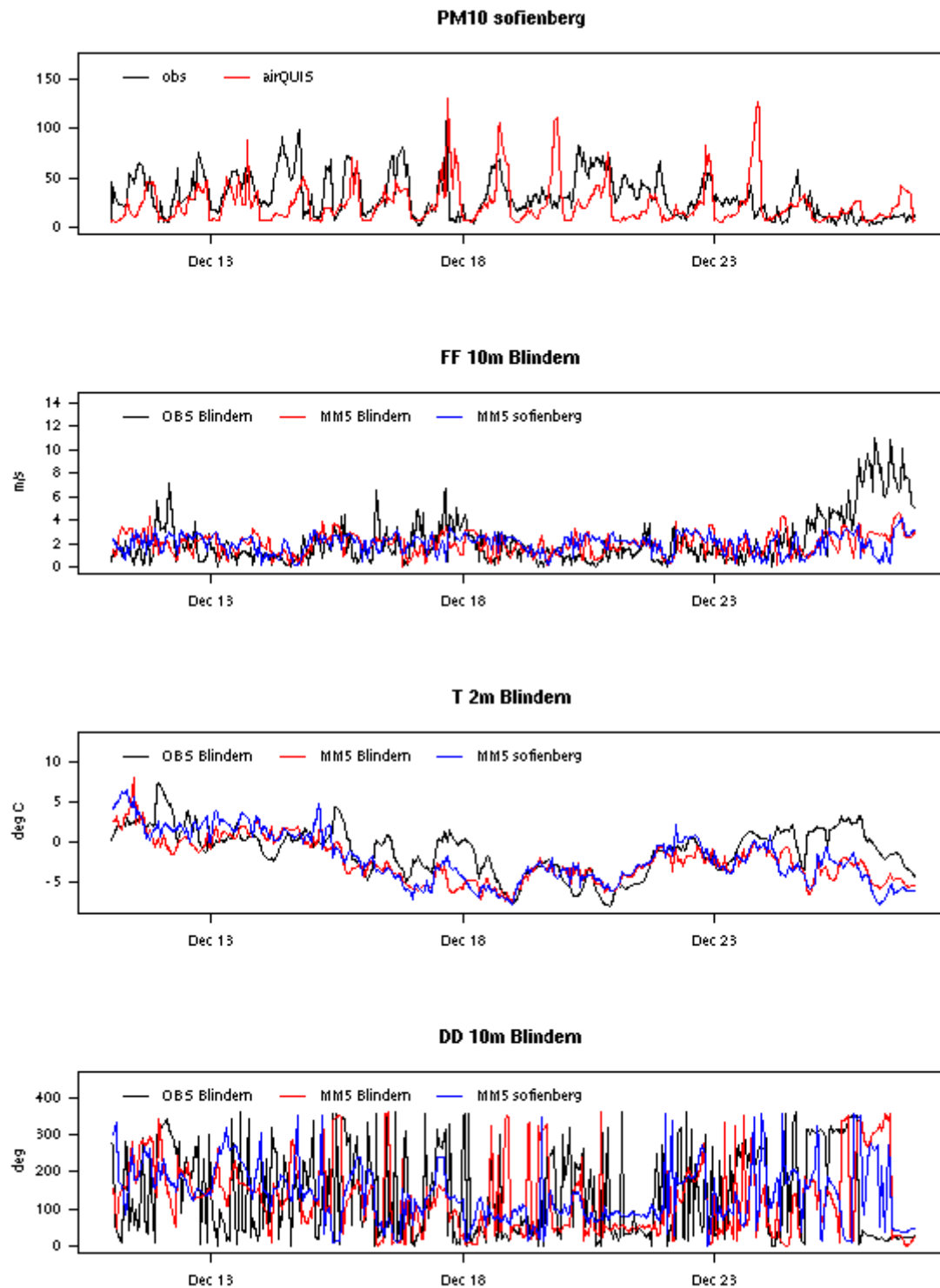
Figur B1 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Kirkeveien 11.-28. desember 2005.



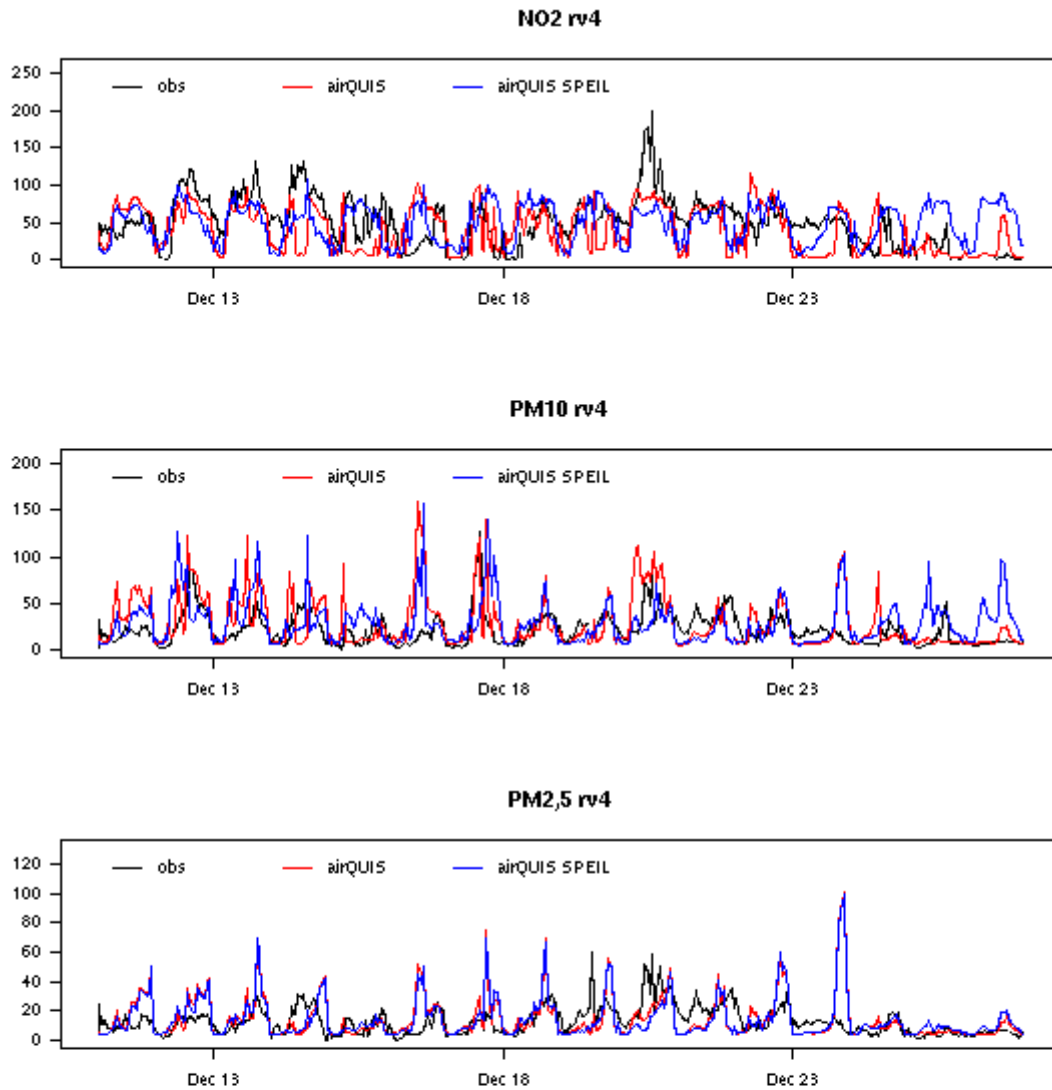
Figur B2 Prognoser for meteorologiske parametre på Blindern og målestasjonen i Kirkeveien, samt observasjonene på Blindern 11.-28. desember 2005.



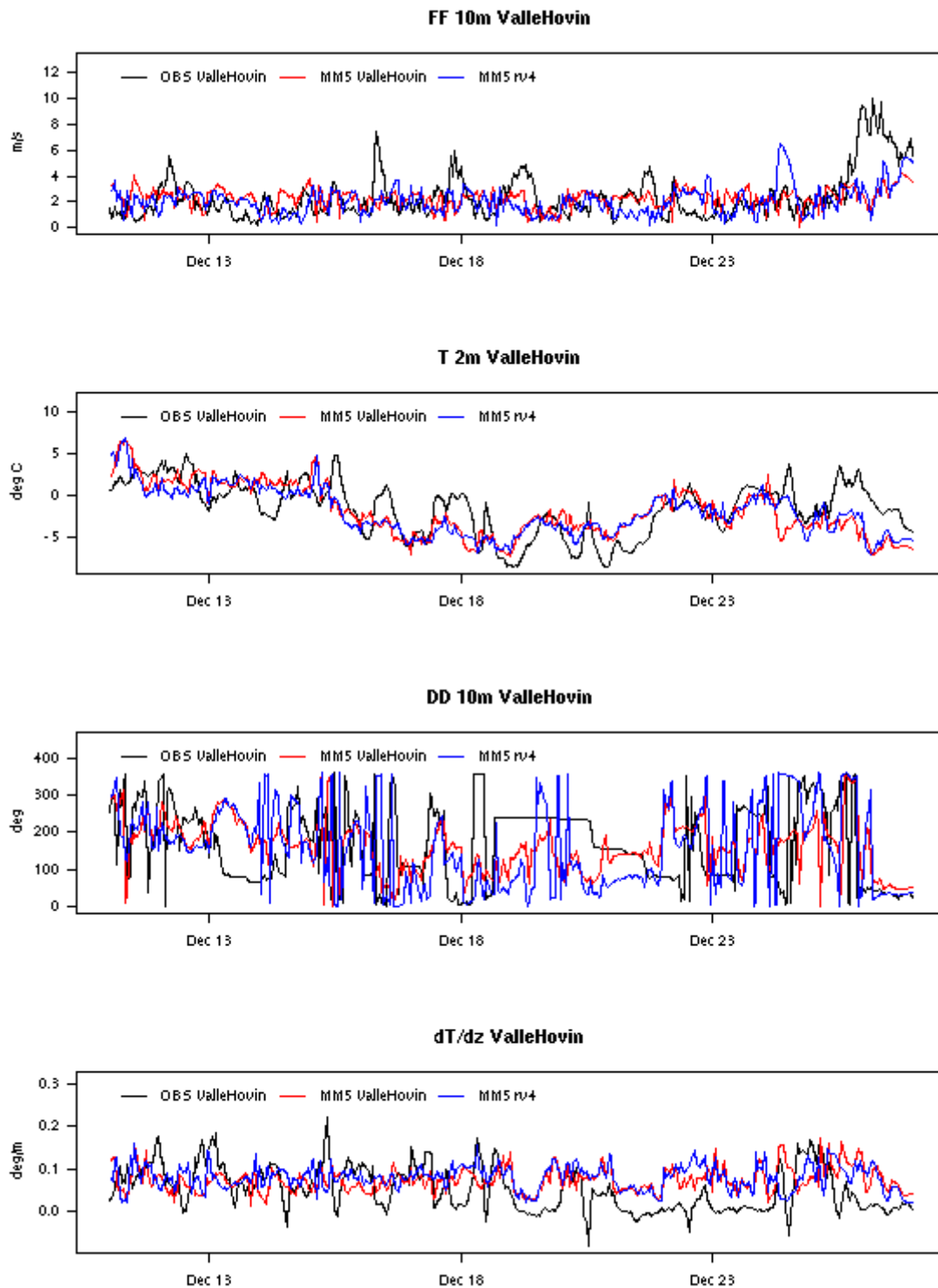
Figur B3 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Skøyen 11.-28. desember 2005 samt prognoser for meteorologiske parametre på Blindern og målestasjonen på Skøyen.



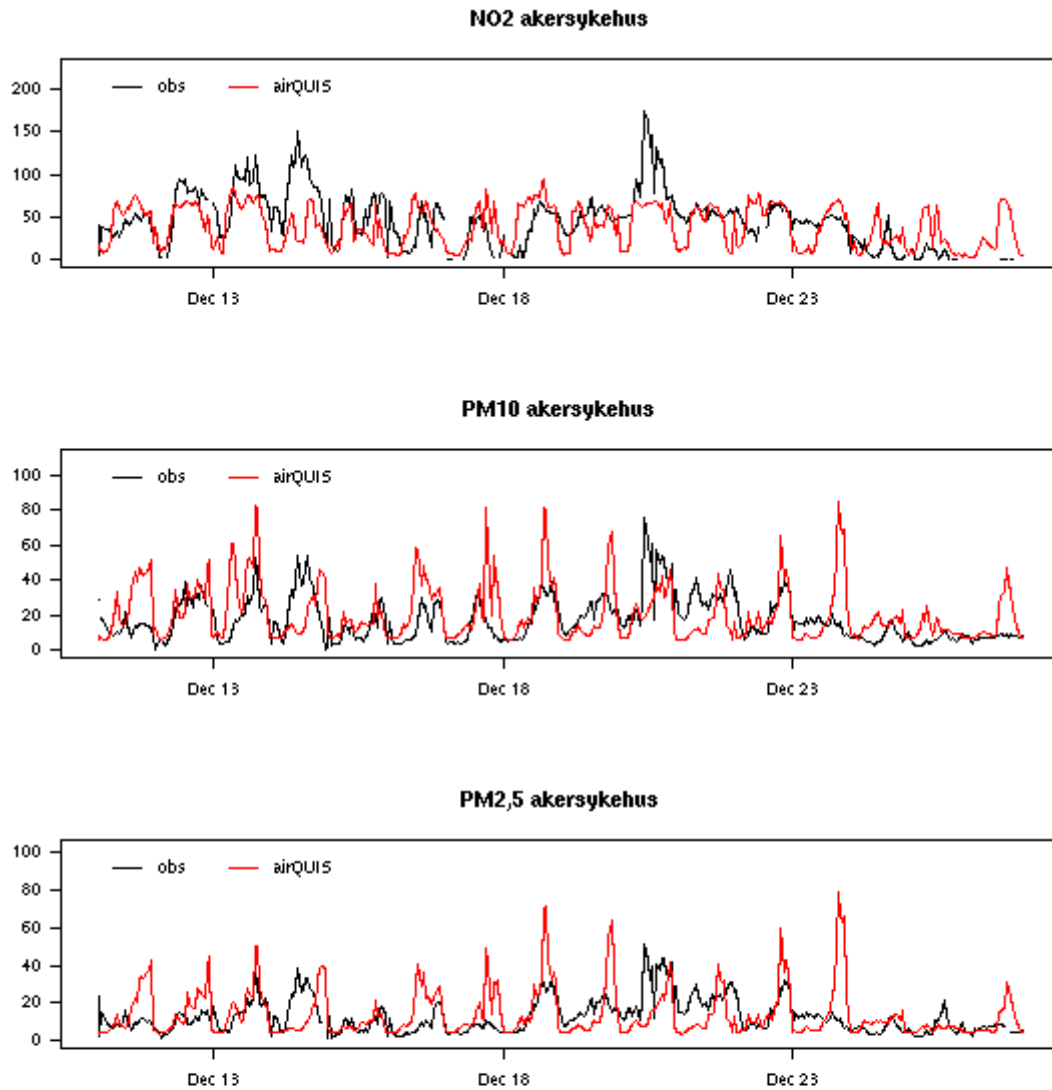
Figur B4 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Sofienbergparken (øverst), prognoser for meteorologiske parametre for Sofienbergparken og Blindern samt observasjoner fra Blindern 11.-28. desember 2005.



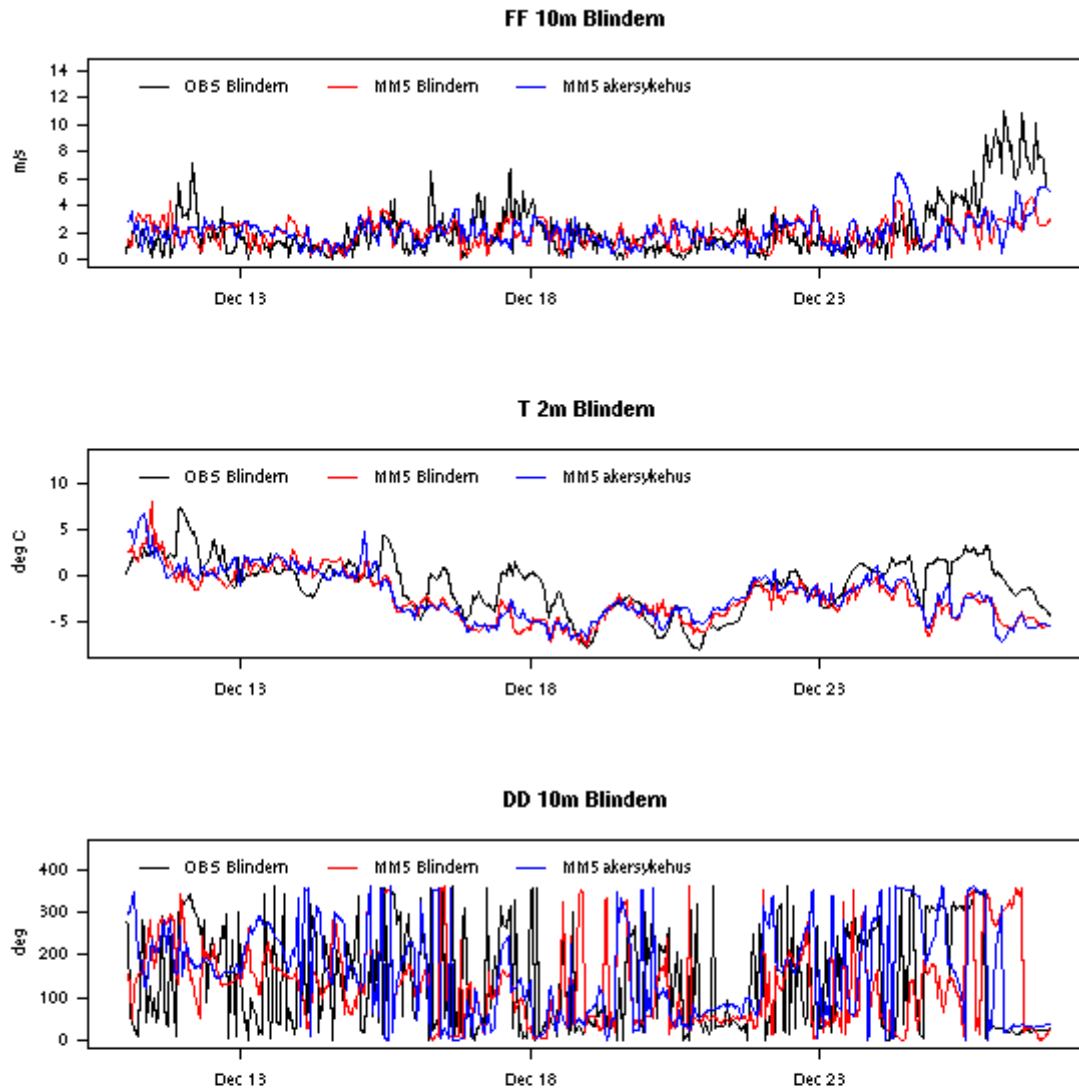
Figur B5 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon RV 4 ved Aker Sykehus 11.-28. desember 2005.



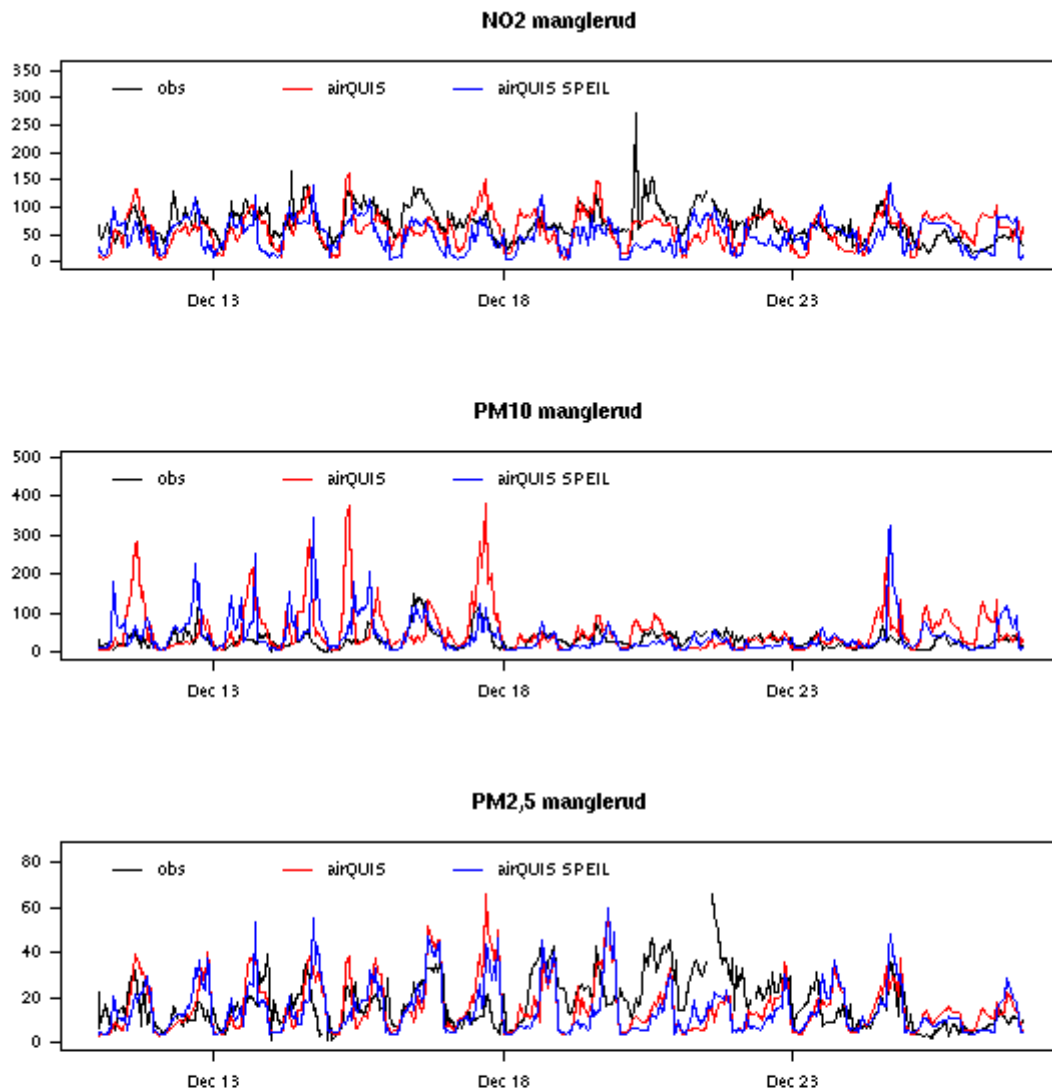
Figur B6 Prognoser for meteorologiske parametre for målestasjonen ved RV4 ved Aker Sykehus og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 11.-28. desember 2005.



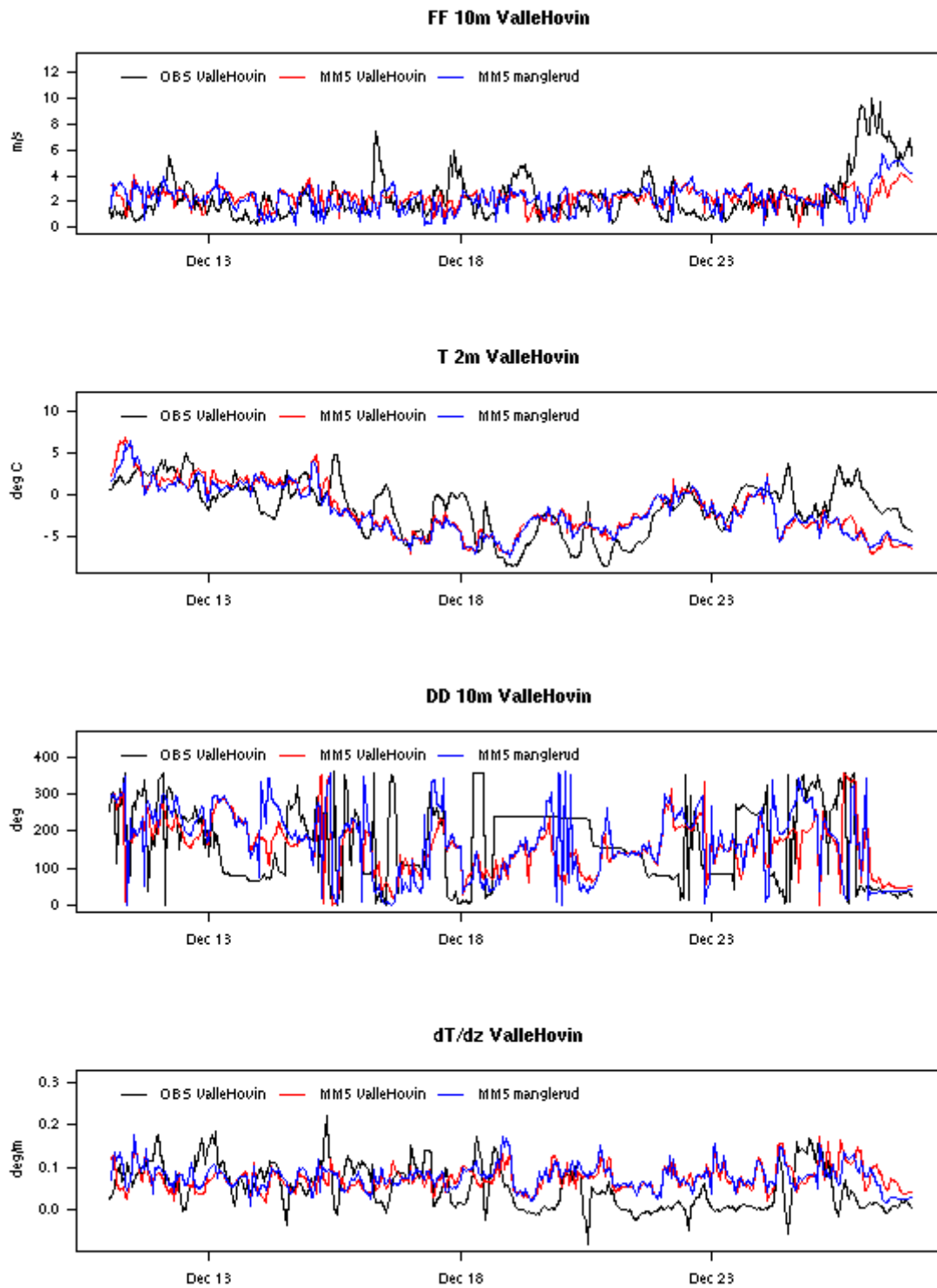
Figur B7 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Aker Sykehus 11.-28. desember 2005.



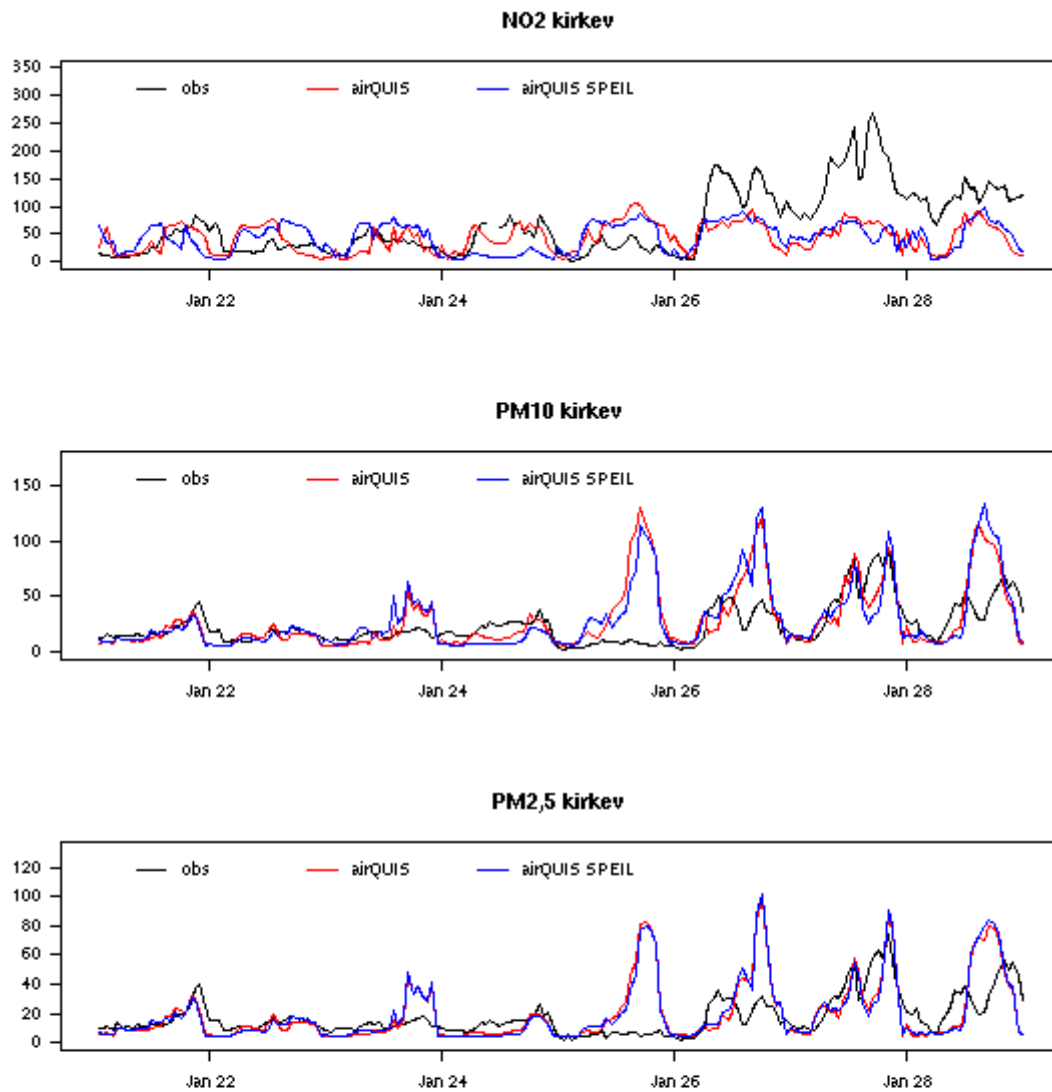
Figur B8 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjon Aker sykehus og Blindern samt observasjoner fra Blindern 11.-28. desember 2005.



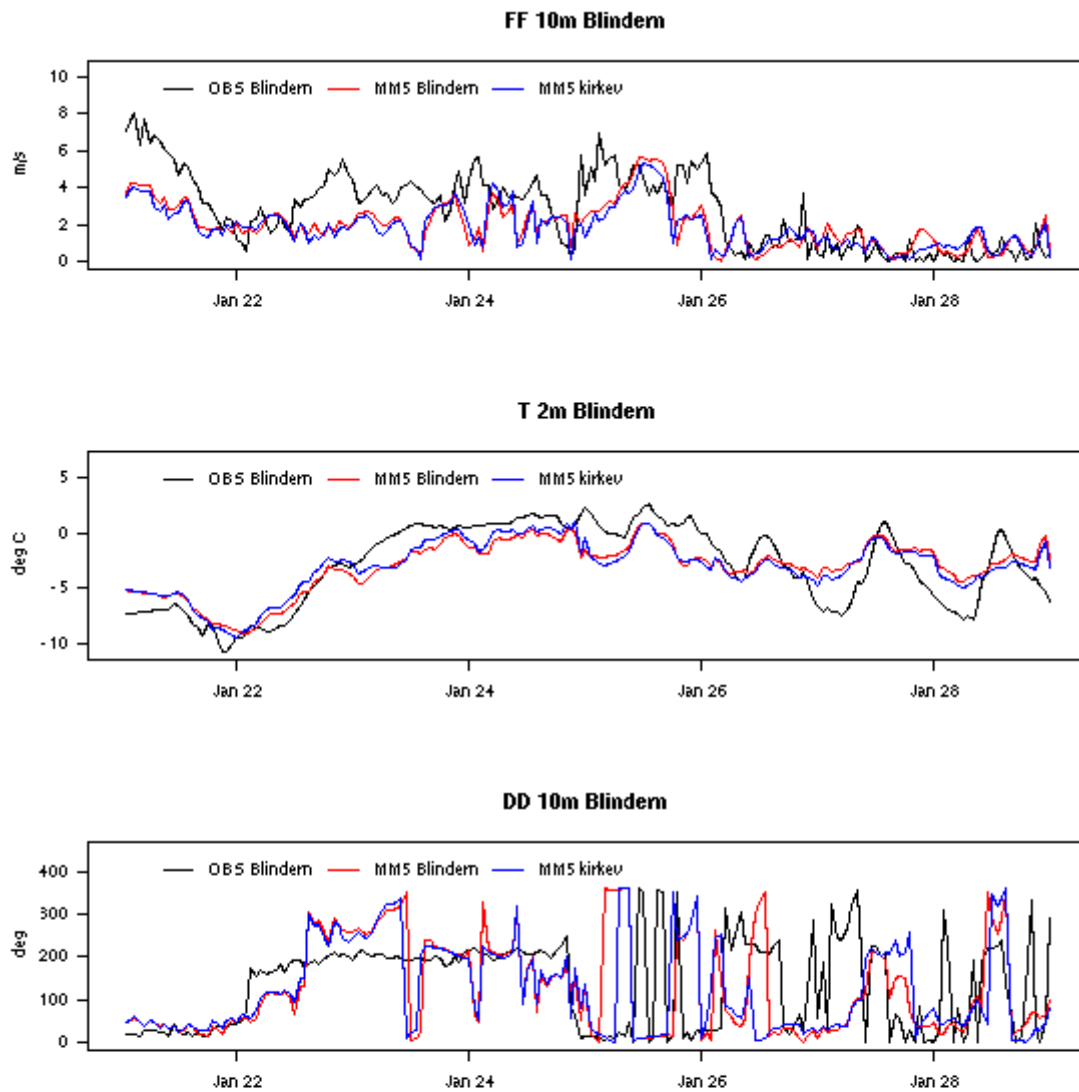
Figur B9 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Manglerud 11.-28. desember 2005.



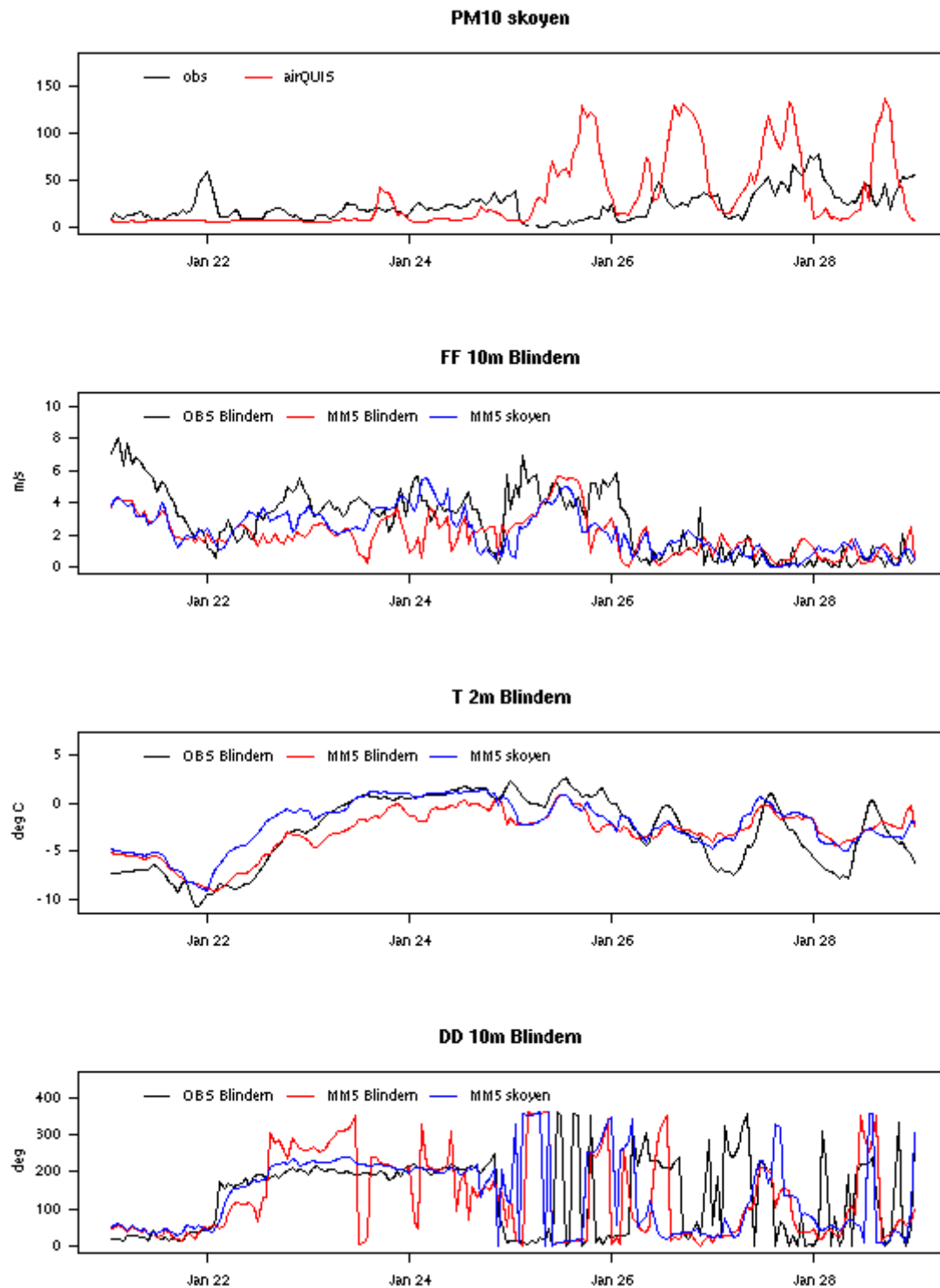
Figur B10 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjonen på Manglerud og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 11.-28. desember 2005.



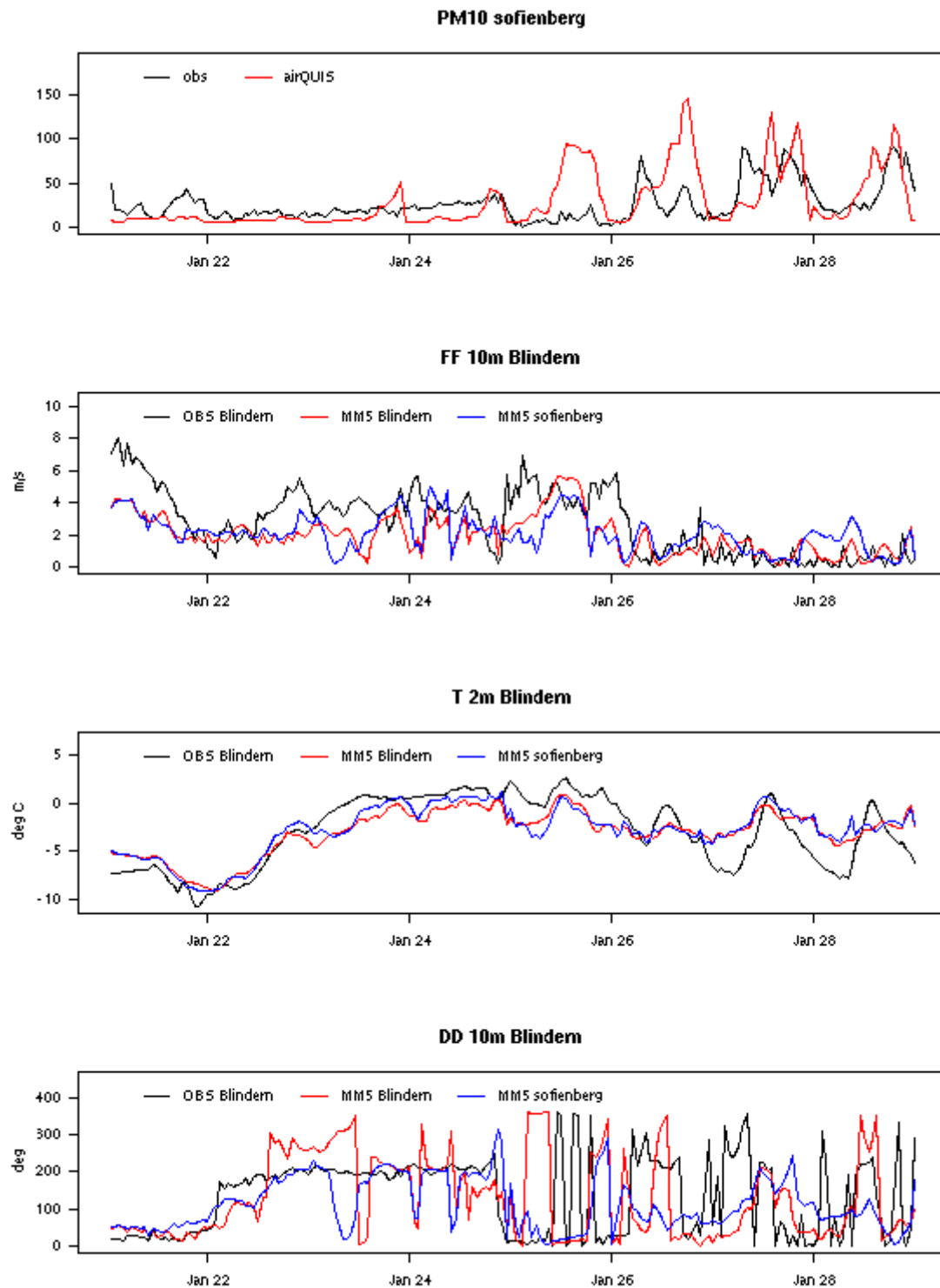
Figur B11 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Kirkeveien 21.-30. januar 2006.



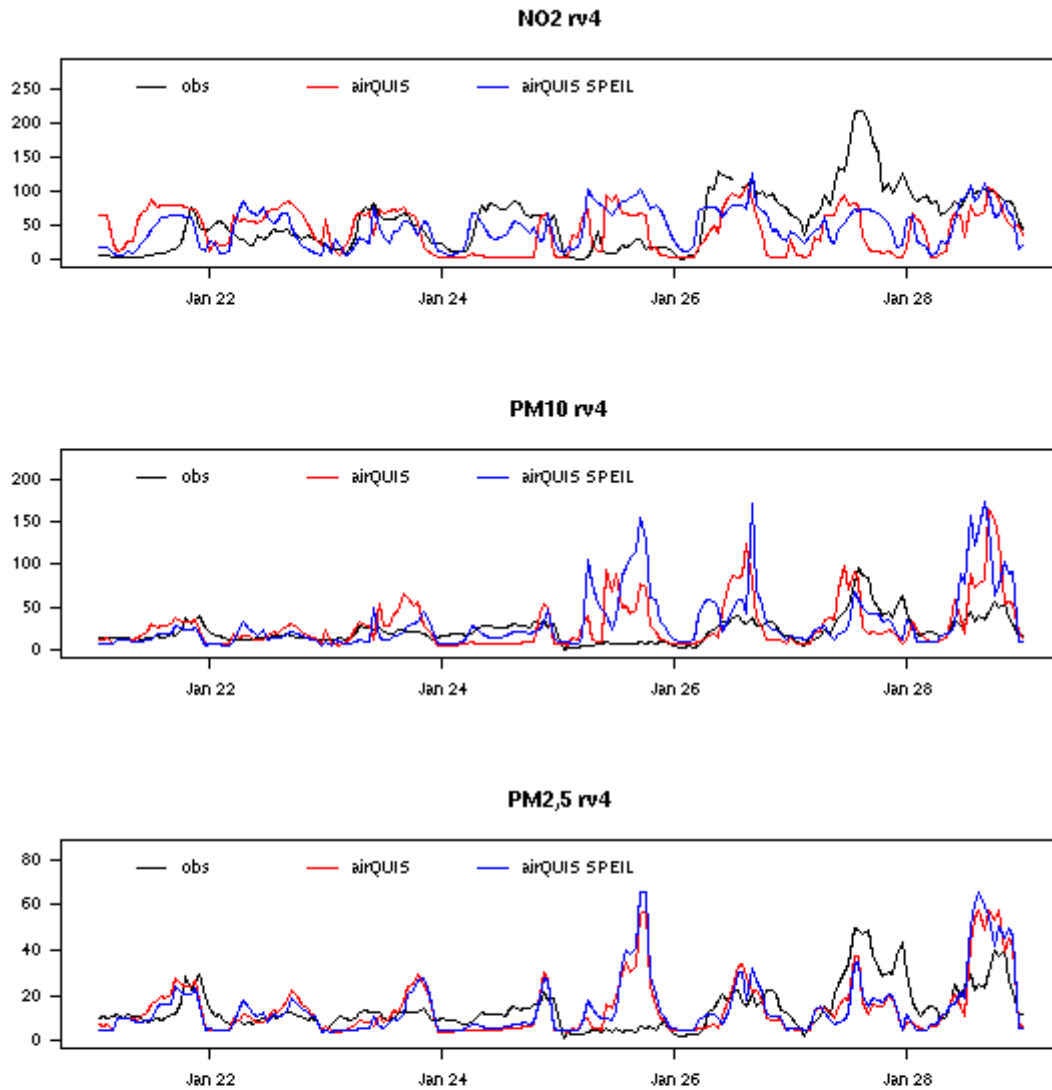
Figur B12 Prognoser for meteorologiske parametre på Blindern og målestasjonen i Kirkeveien, samt observasjonene på Blindern 21.-30. januar 2006.



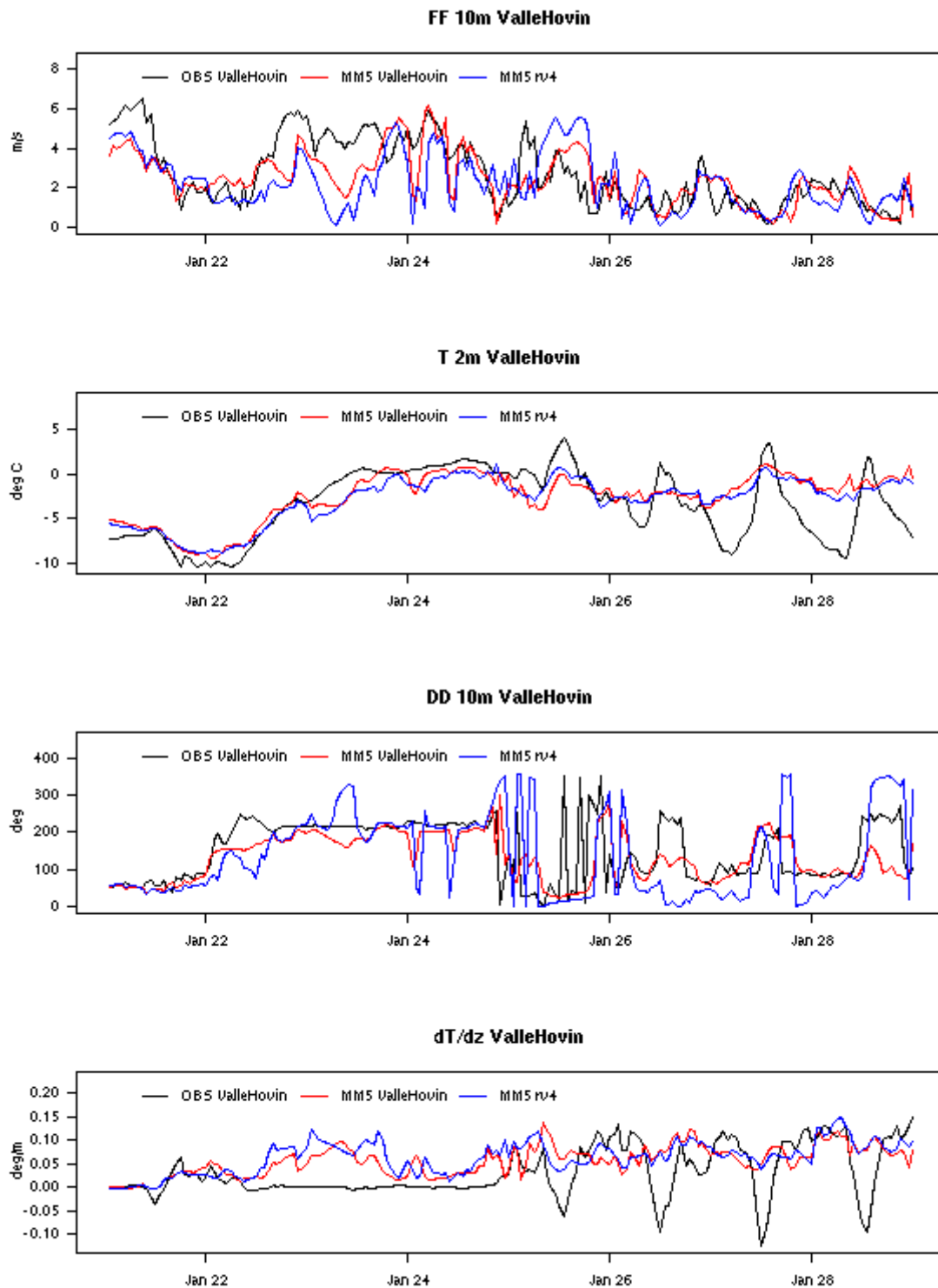
Figur B13 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Løren 21.-30. januar 2006 (øverst). Prognoser for meteorologiske parametre på Blindern og målestasjonen på Skøyen, samt observasjonene på Blindern 21.-30. januar 2006.



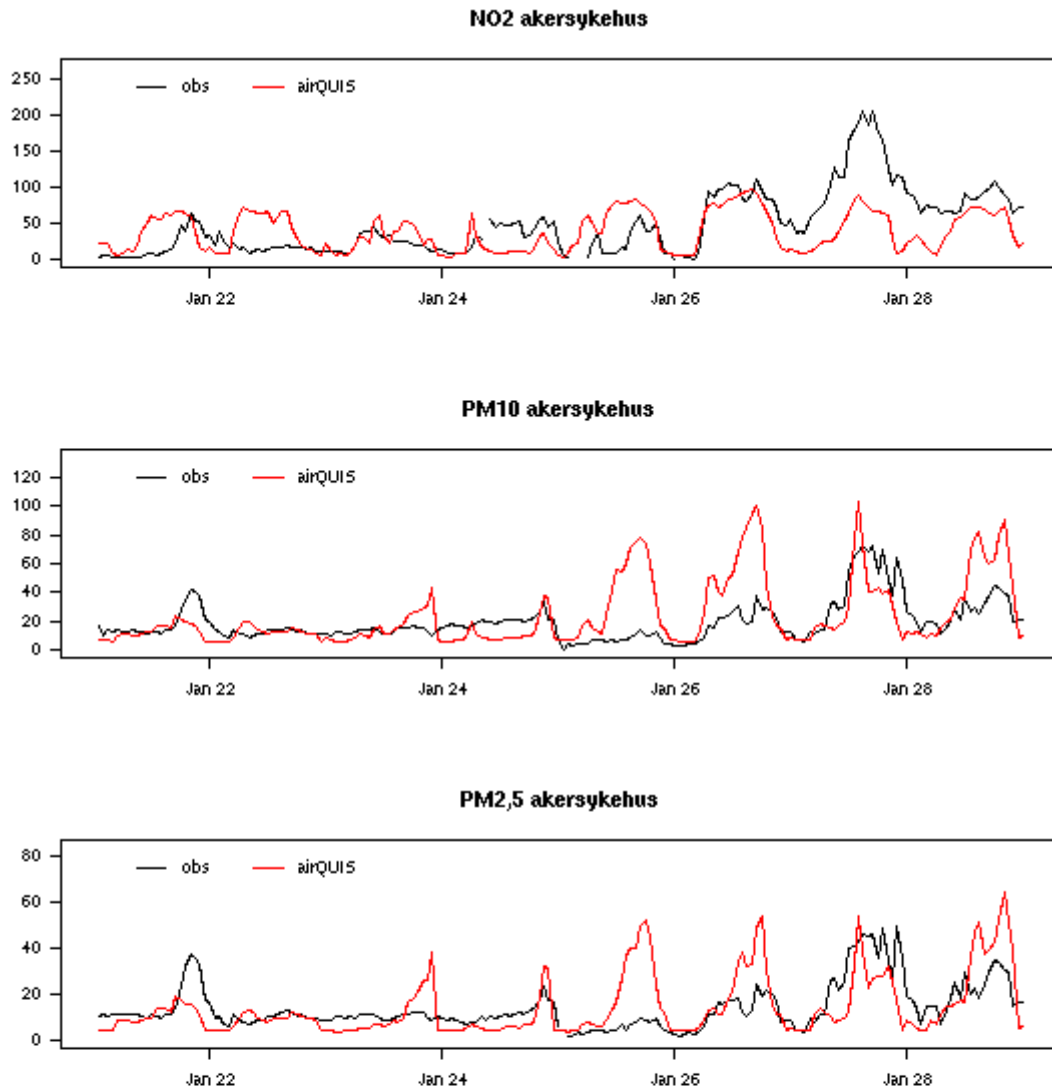
Figur B14 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Sofienbergparken (øverst), prognoser for meteorologiske parametre for Sofienbergparken og Blindern samt observasjoner fra Blindern 21.-30. januar 2006.



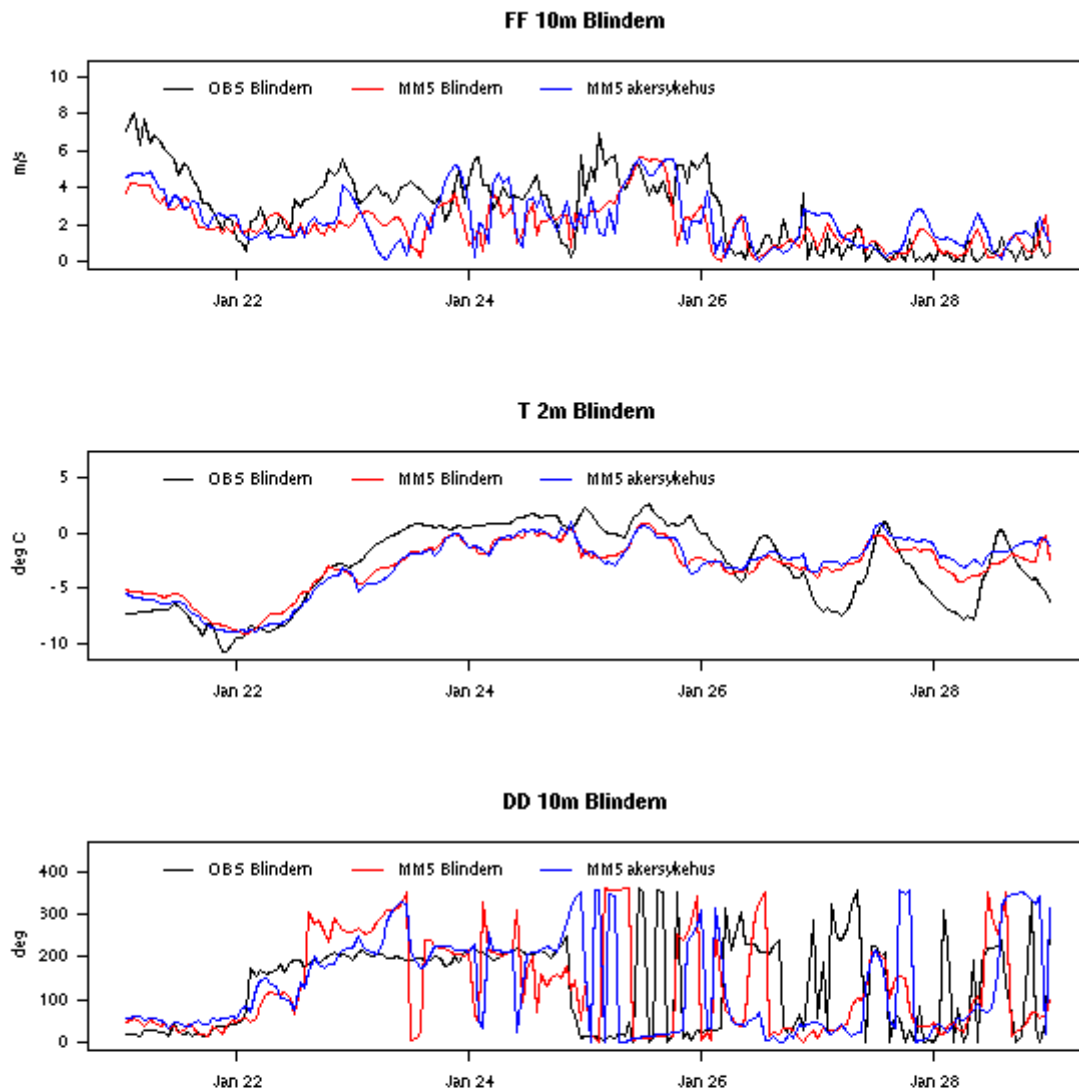
Figur B15 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon RV4 ved Aker sykehus 21.-30. januar 2006.



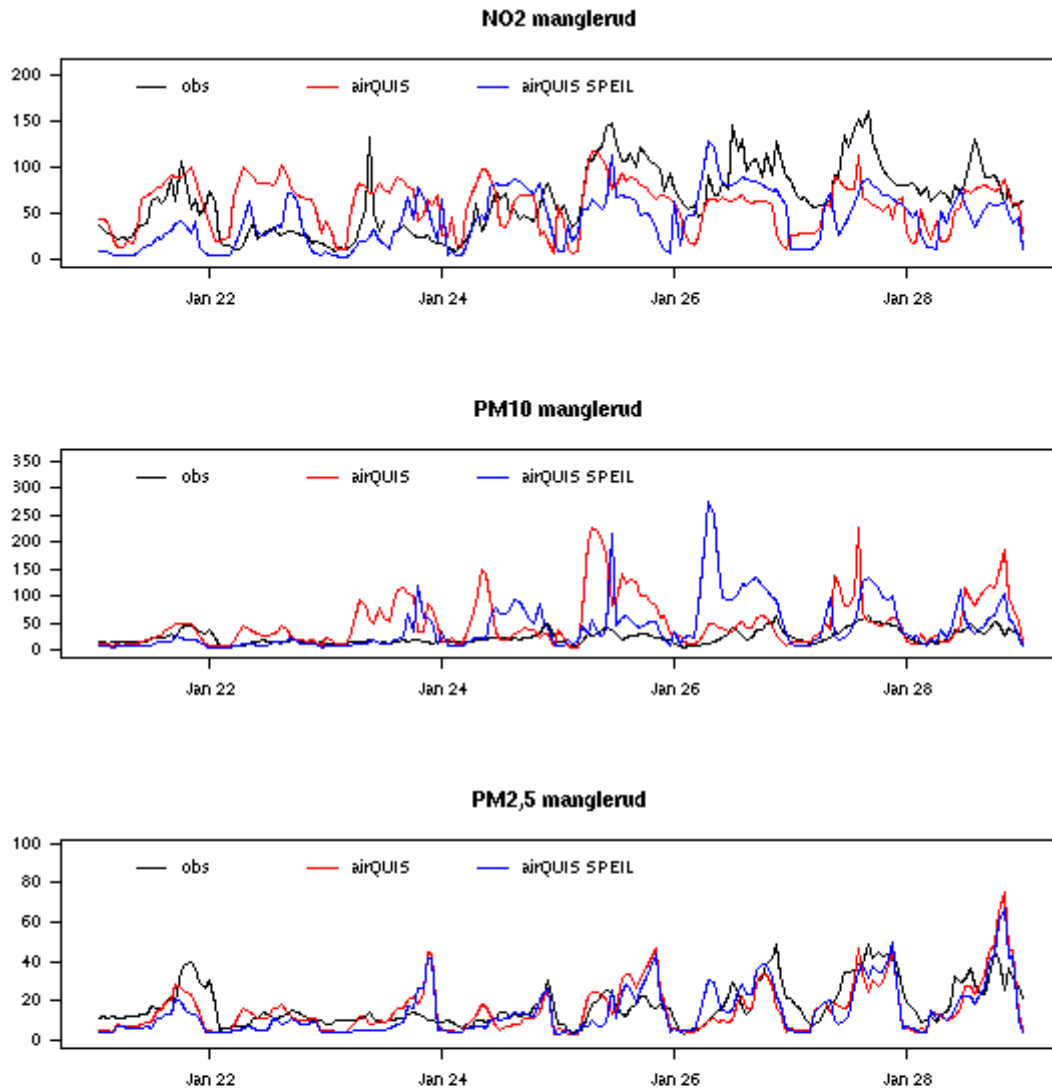
Figur B16 Prognoser for meteorologiske parametre for målestasjonen ved RV4 ved Aker Sykehus og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 21.-30. januar 2006.



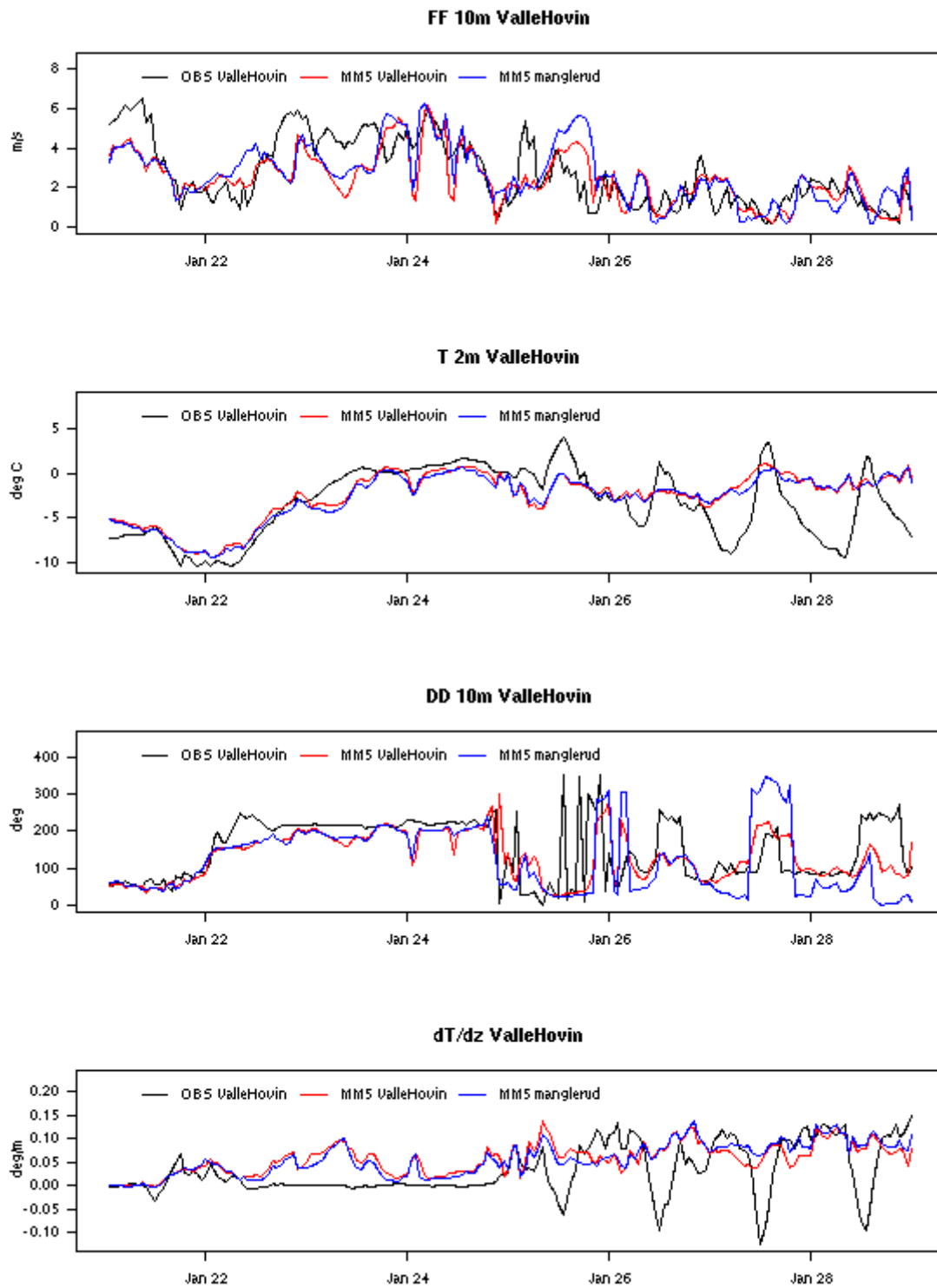
Figur B17 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Aker sykehus 21.-30. januar 2006.



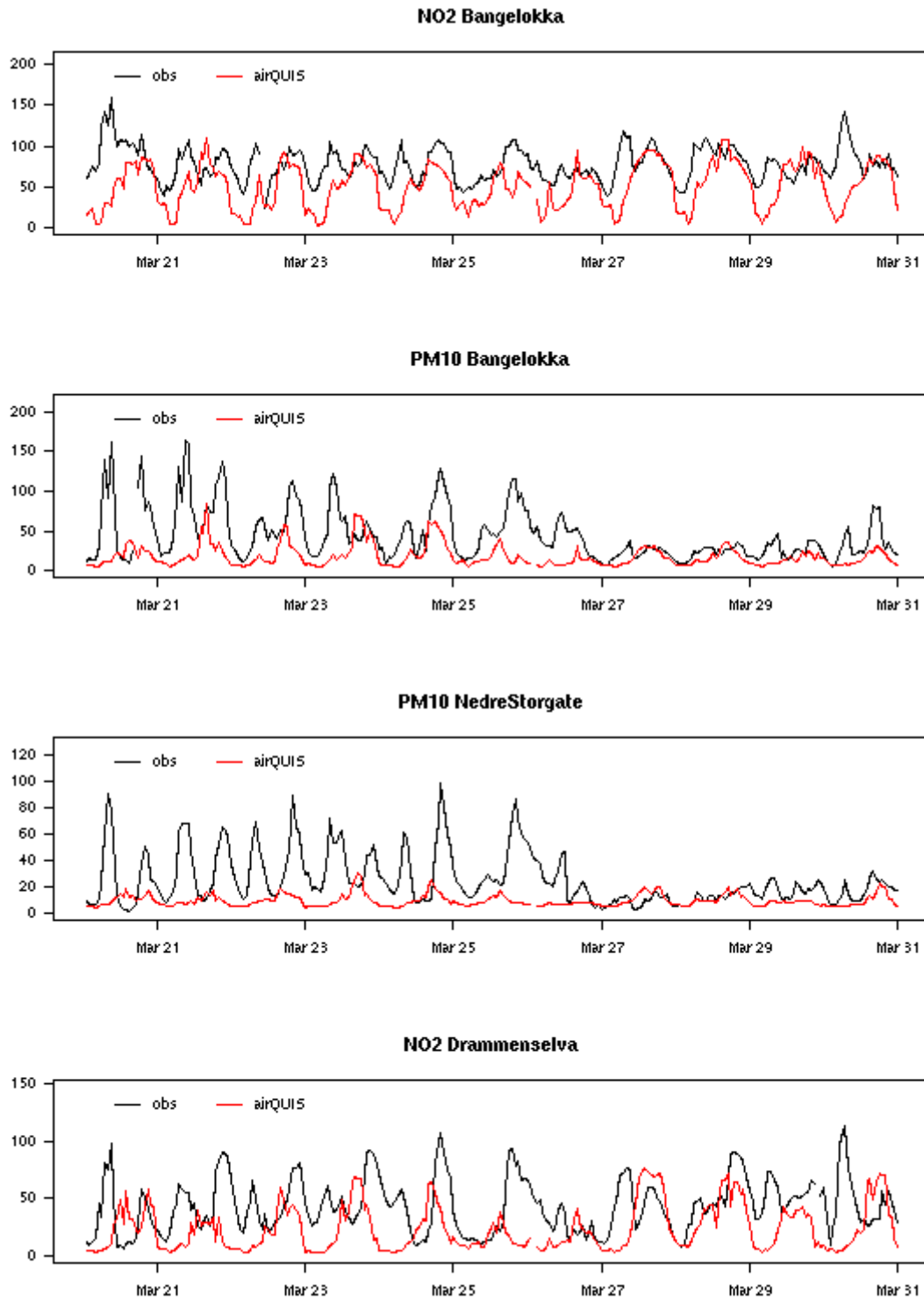
Figur B18 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjon Aker sykehus og Blindern samt observasjoner fra Blindern 21.-30. januar 2006.



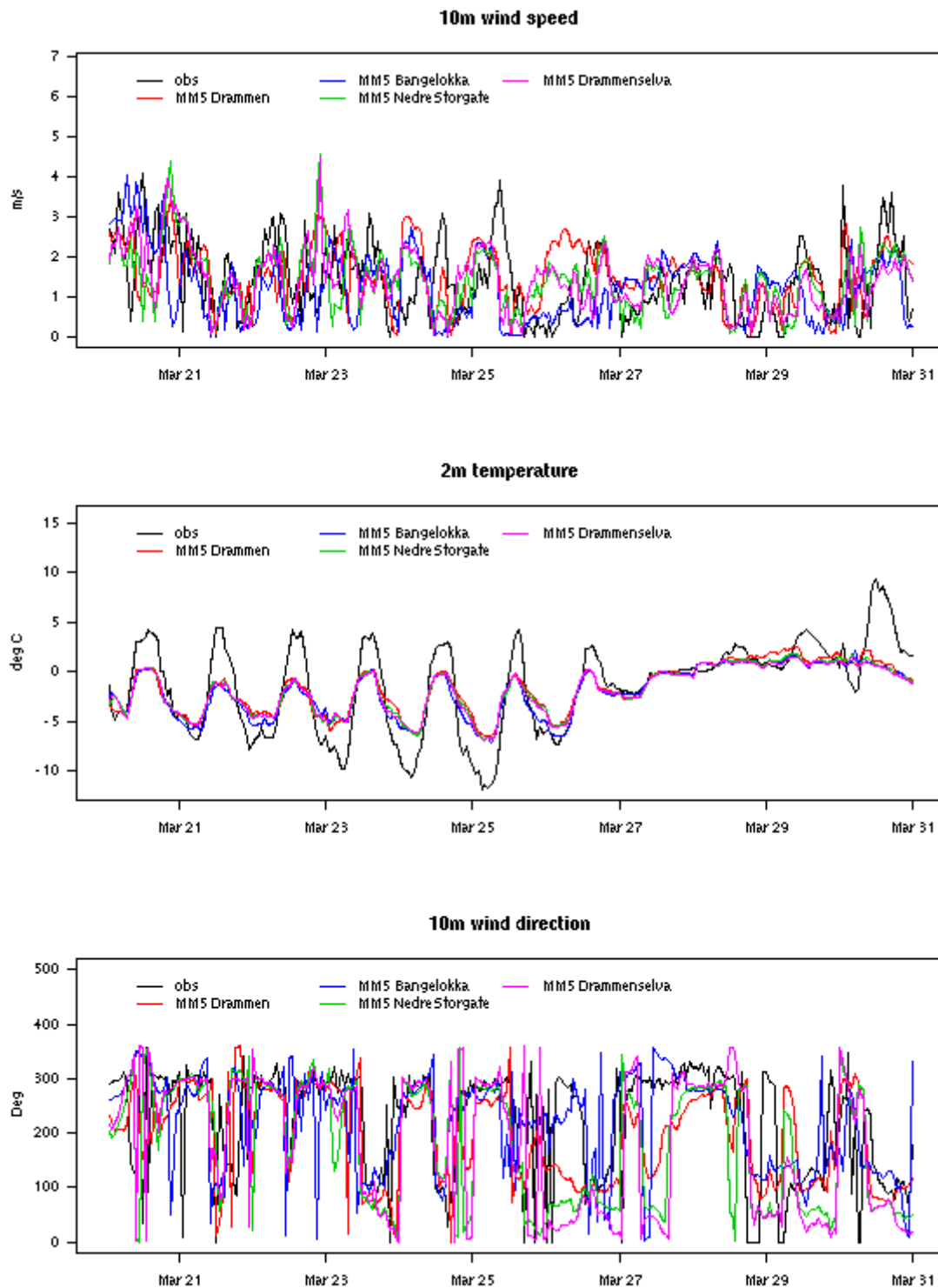
Figur B19 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Manglerud 21.-30. januar 2006.



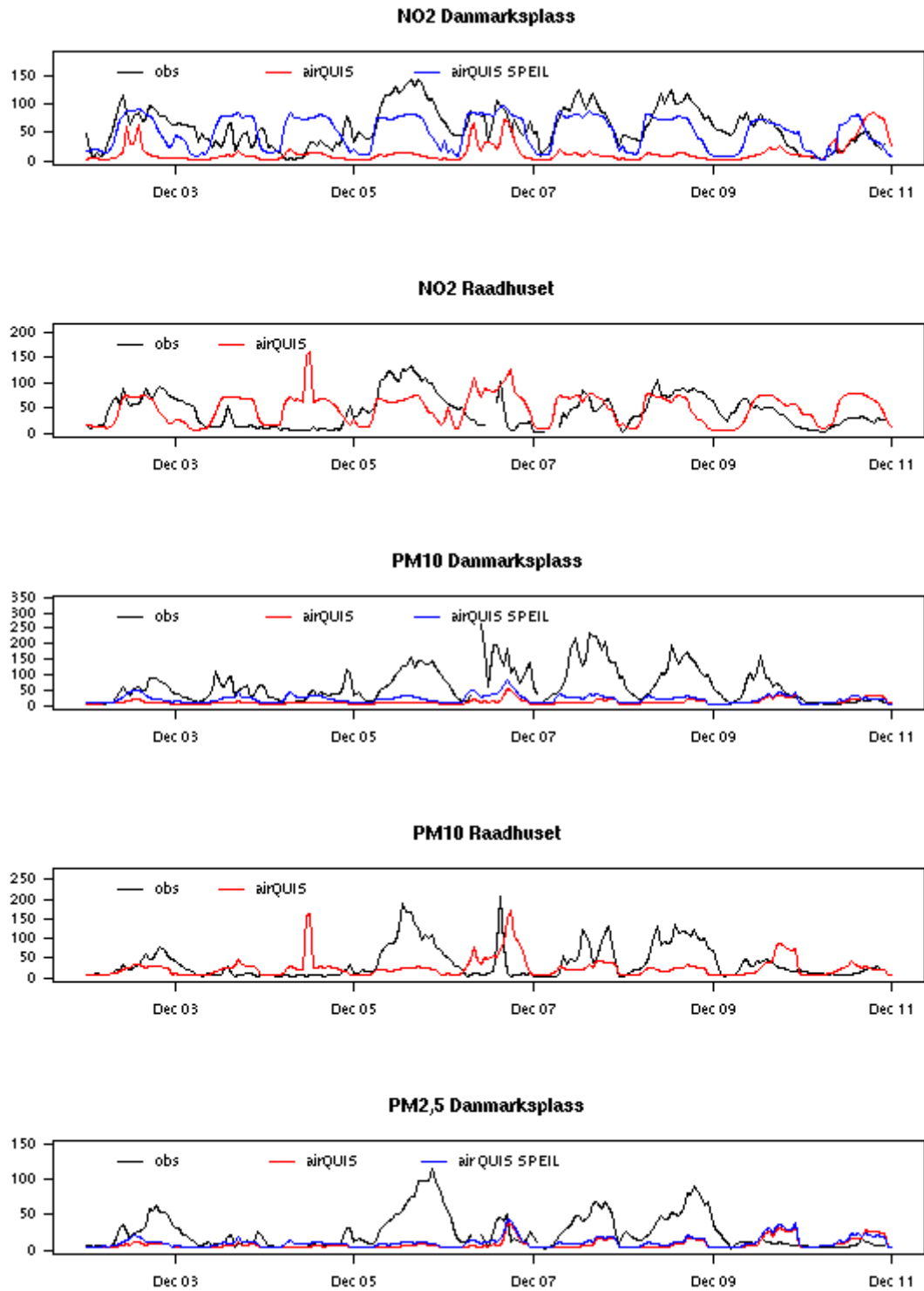
Figur B20 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjon Manglerud og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 21.-30. januar 2006.



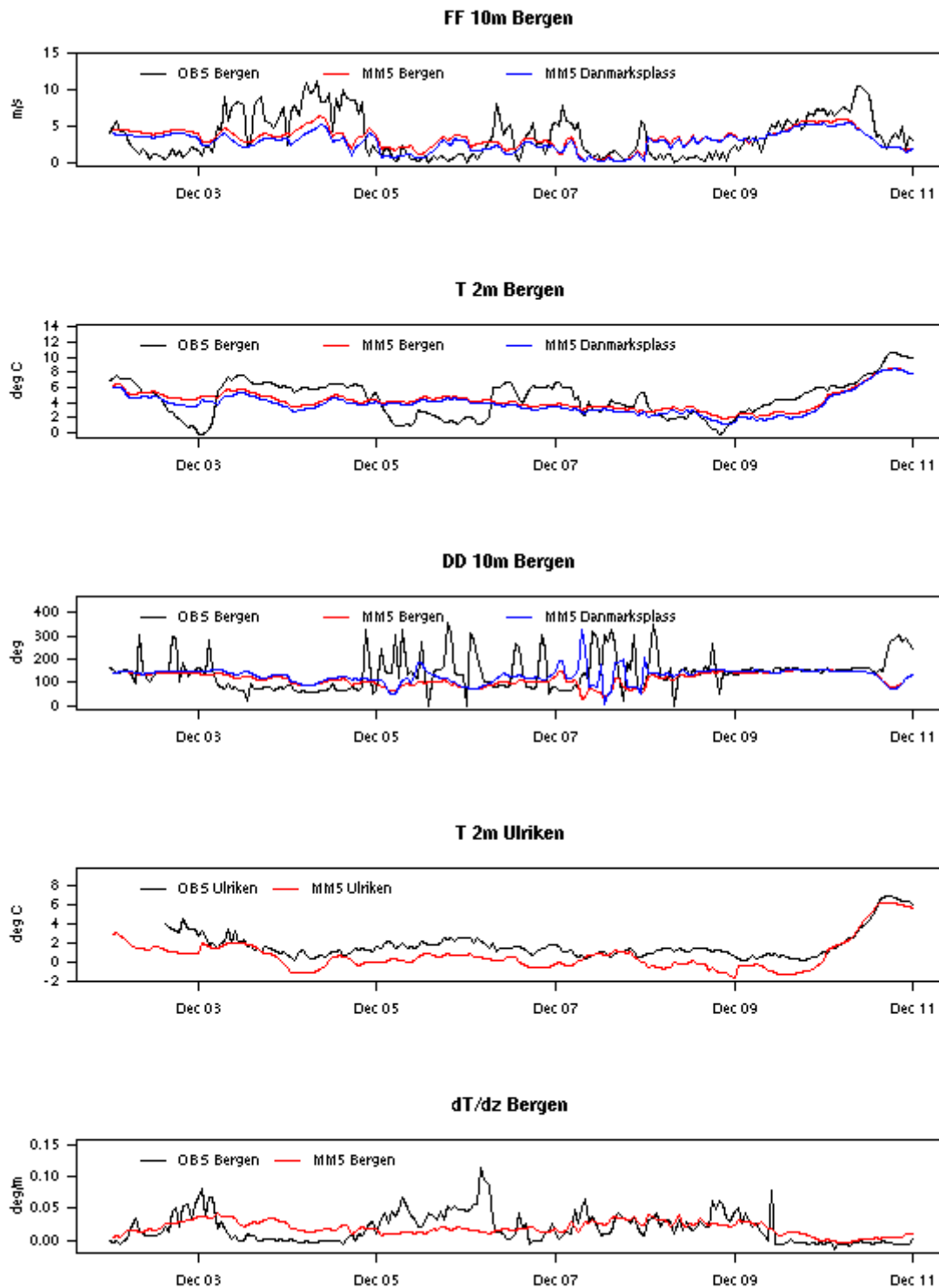
Figur B21 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene i Drammen 20.-31. mars 2006.



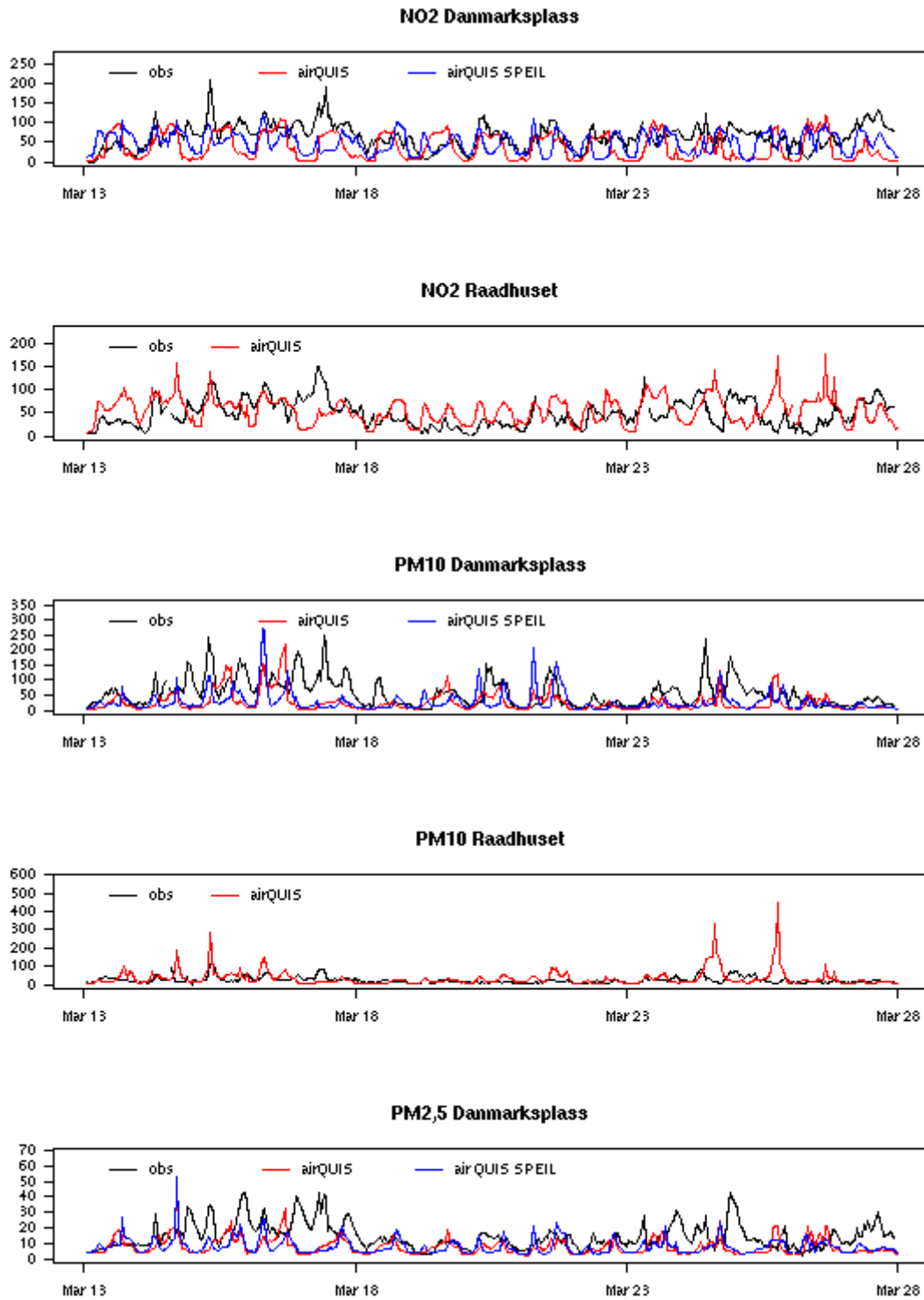
Figur B22 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjonene i Drammen og Drammen Berskog, samt observasjoner fra Drammen Berskog 20.-31. mars 2006.



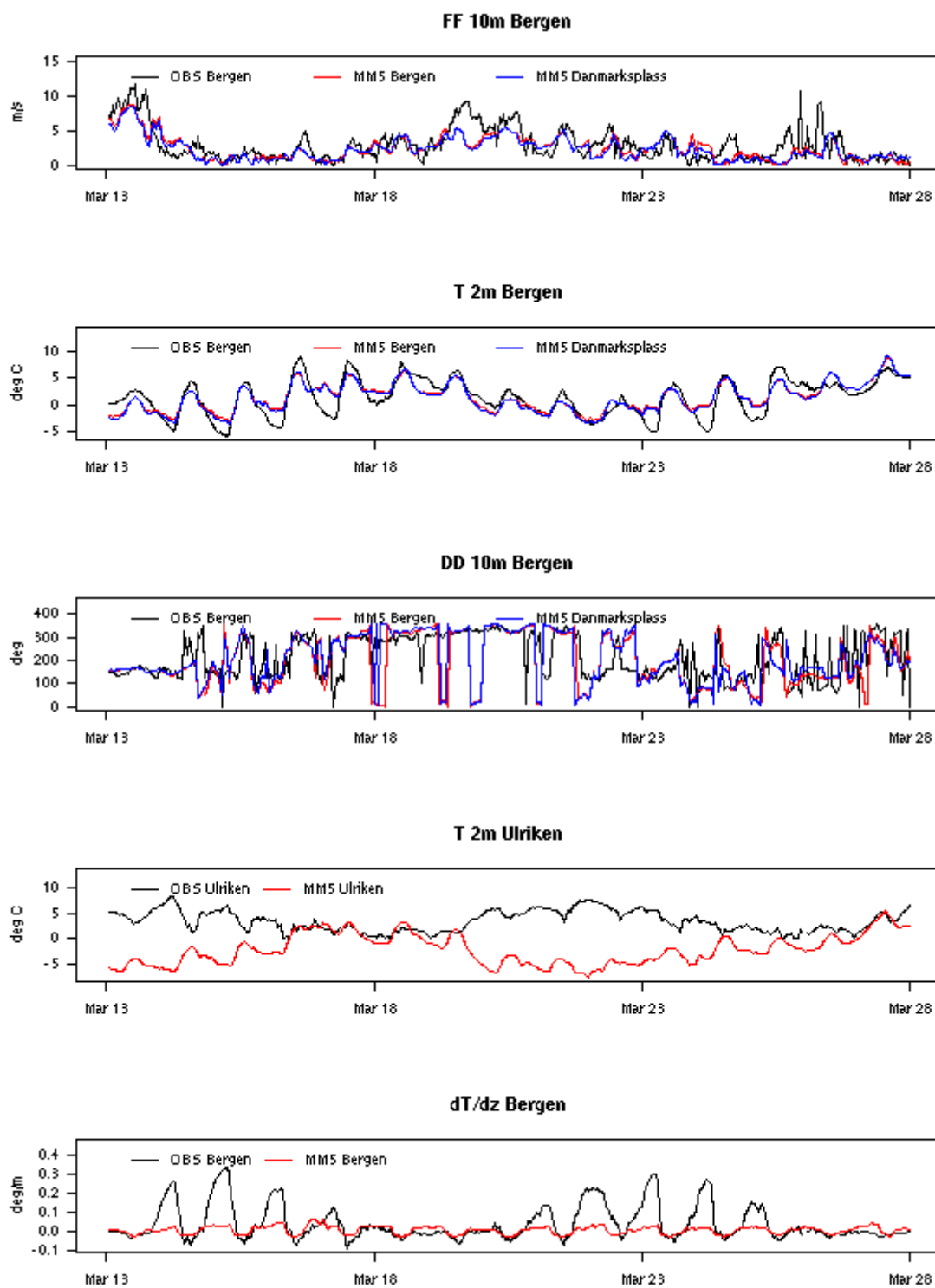
Figur B23 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene i Bergen 1.-10. desember 2005.



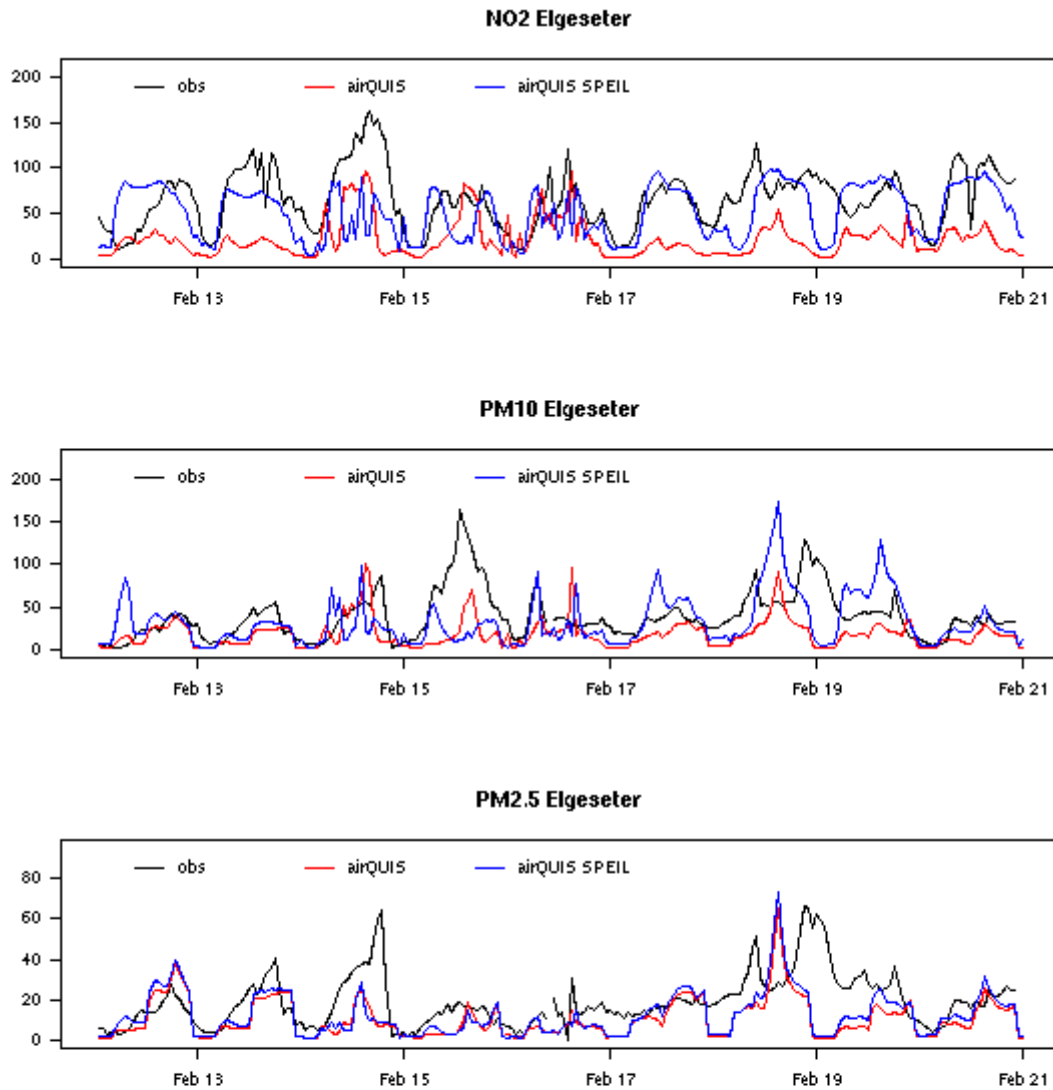
Figur B24 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjonene i Bergen og Bergen Florida, samt observasjoner fra Bergen Florida 1.-10. desember 2005. Prognoser og observasjoner av 2m temperatur for Ulriken 1.-10. desember 2005.



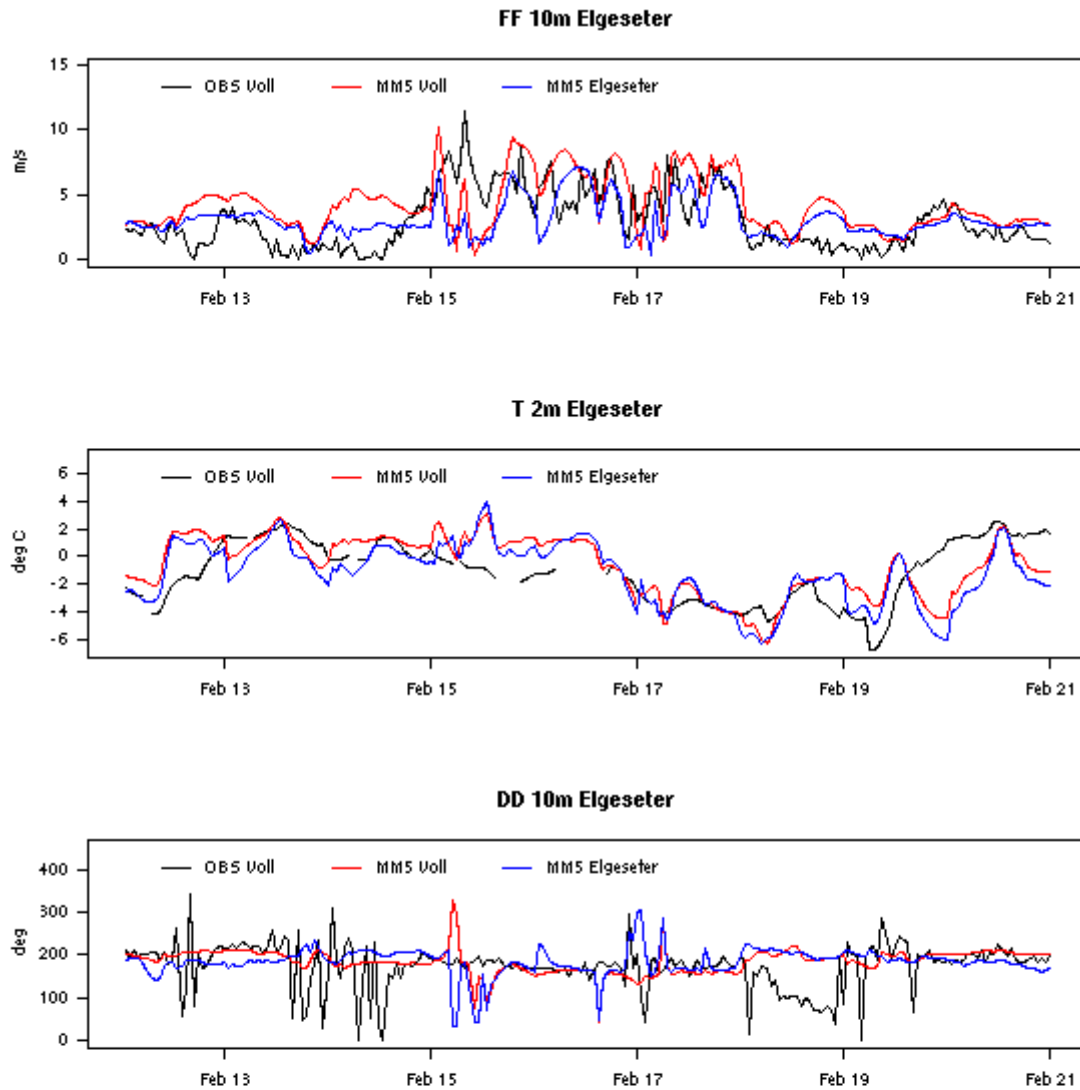
Figur B25 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene i Bergen 13.-27. mars 2006.



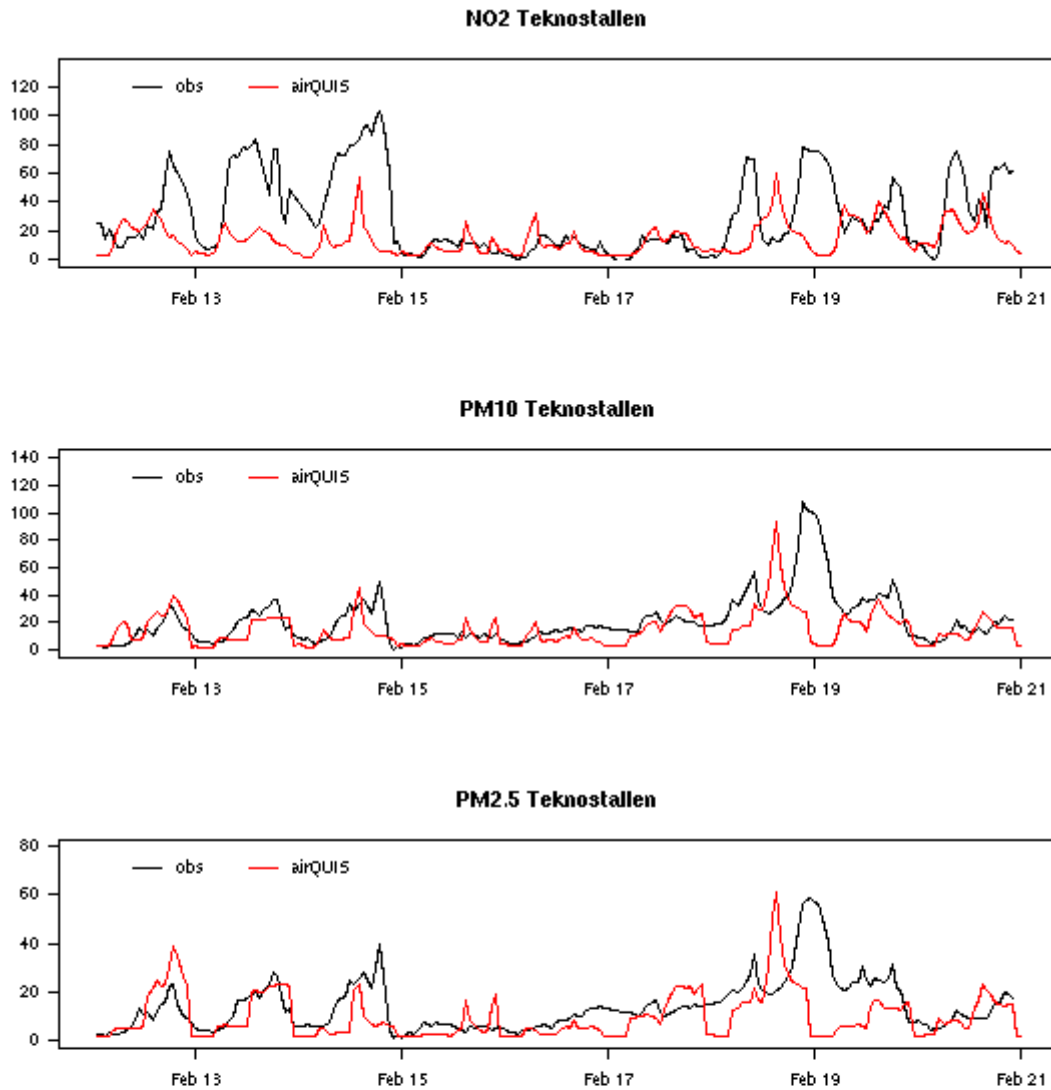
Figur B26 Prognoser for meteorologiske parametre på Danmarks plass og Bergen Florida, samt observasjoner fra Bergen Florida 13.-27. mars 2006. Prognoser for 2m temperatur og observasjoner fra Ulriken 13.-27. mars 2006.



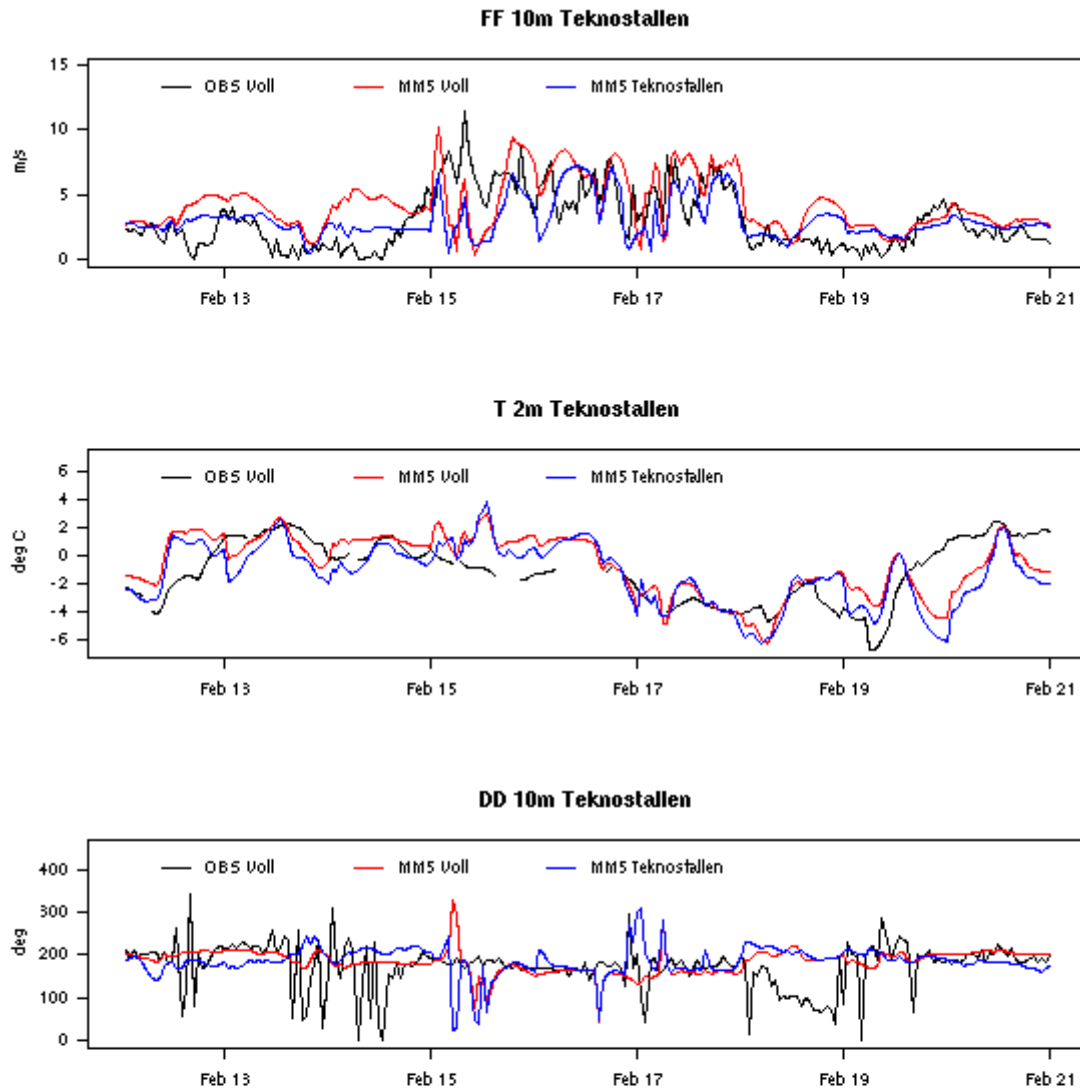
Figur B27 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen Elgeseter 12.-20. februar 2006.



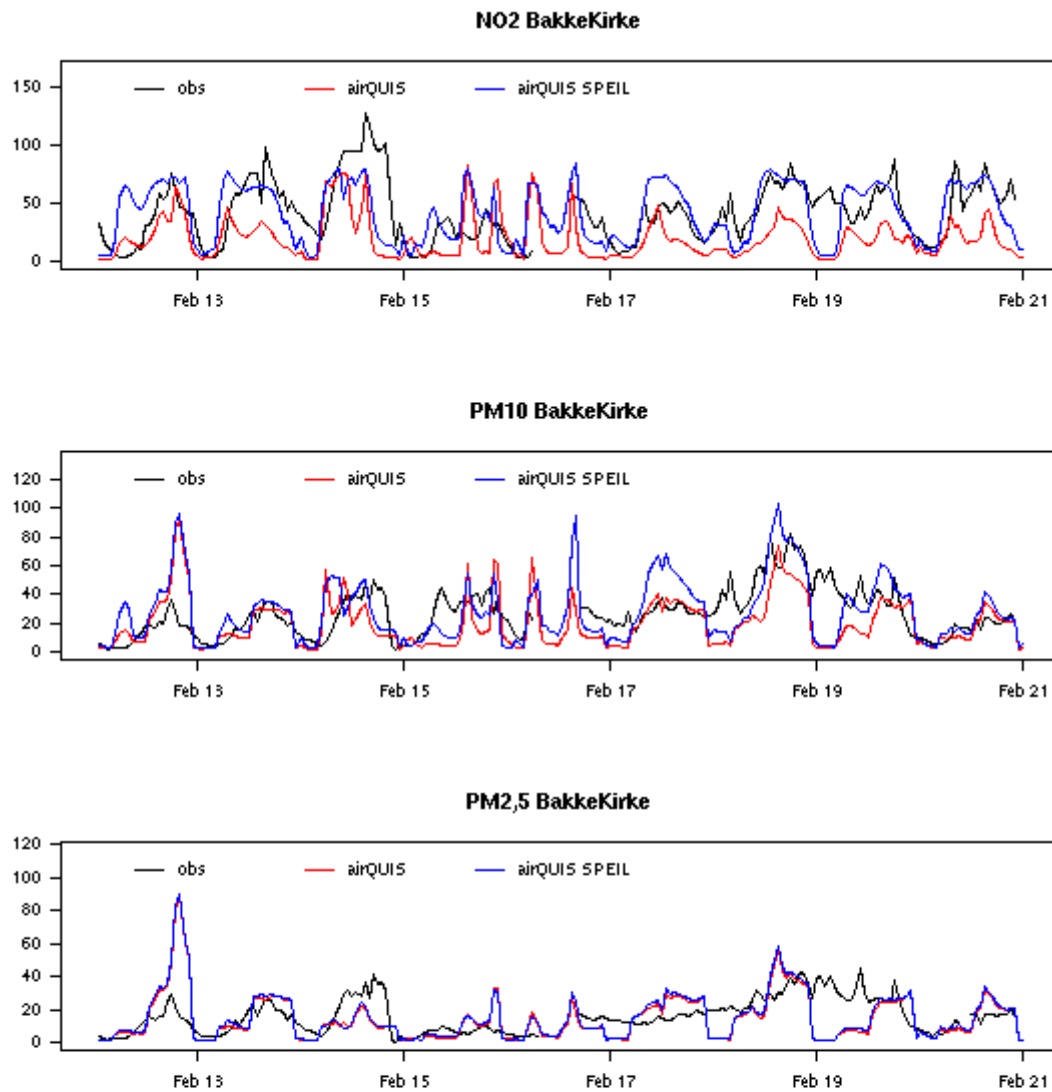
Figur B28 Prognoser for meteorologiske parametre på Elgeseter og Voll, samt observasjoner fra Voll 12.-20. februar 2006.



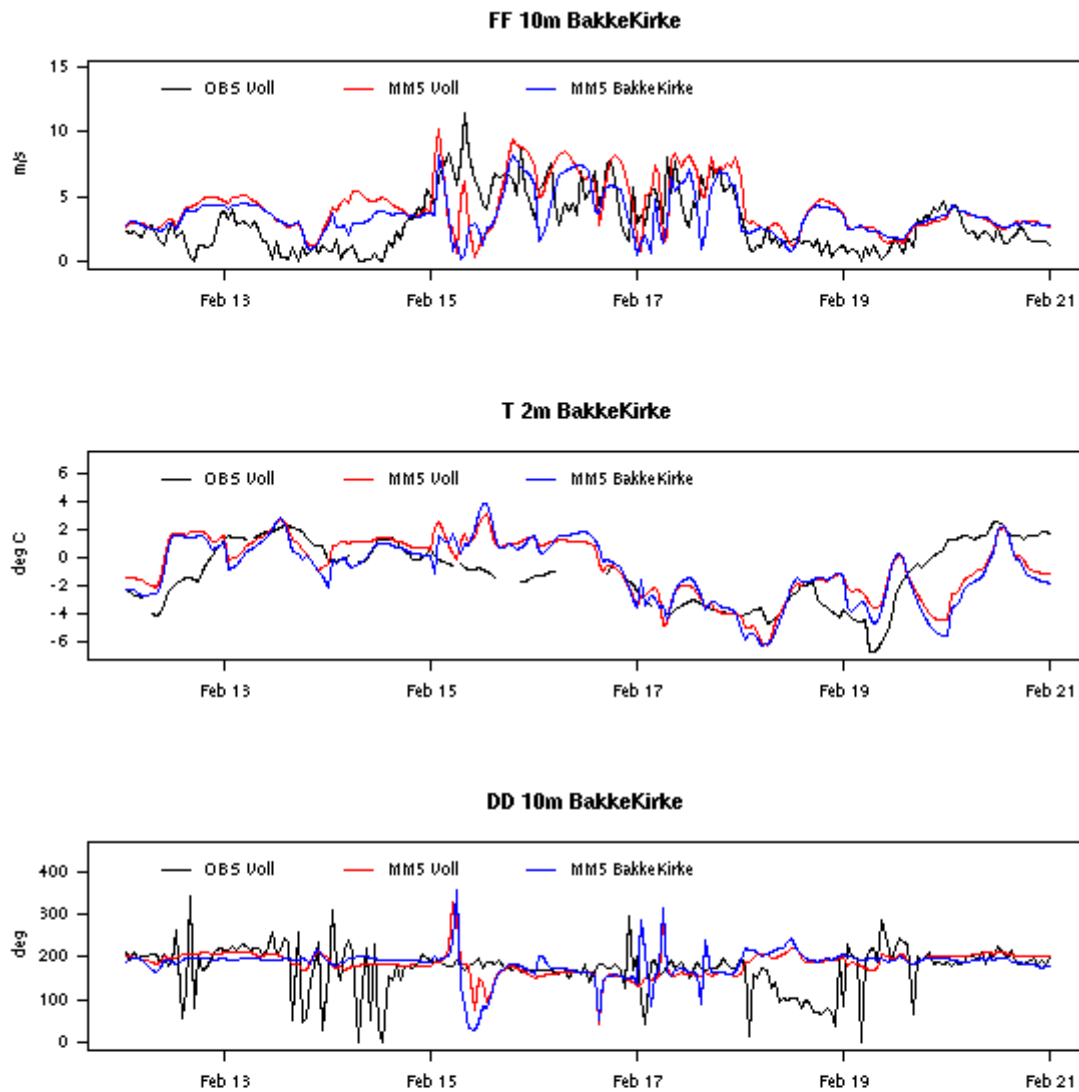
Figur B29 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen ved Teknostallen 12.-20. februar 2006.



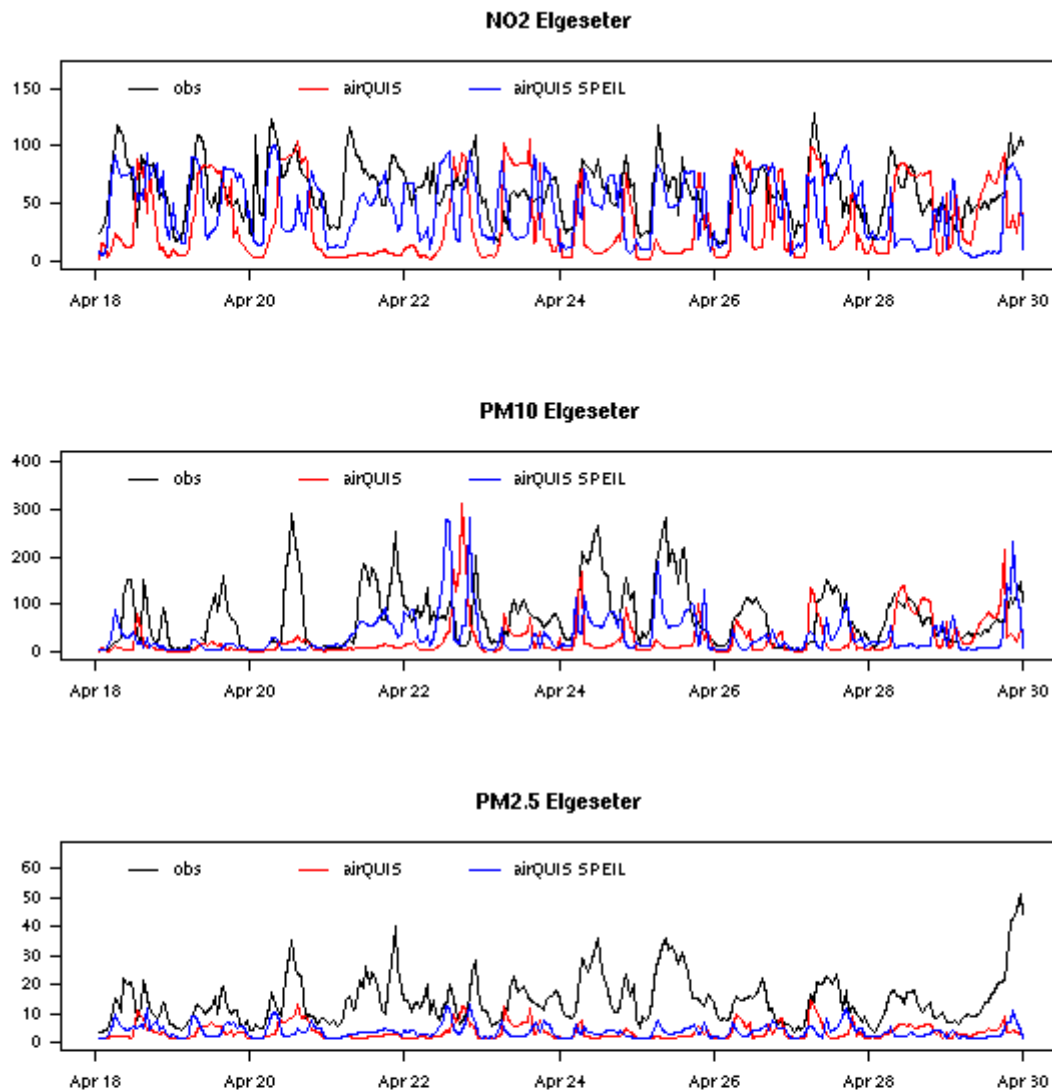
Figur B30 Prognoser av meteorologiske parametre for Teknostallen og Voll, samt observasjoner fra Voll 12.-20. februar 2006.



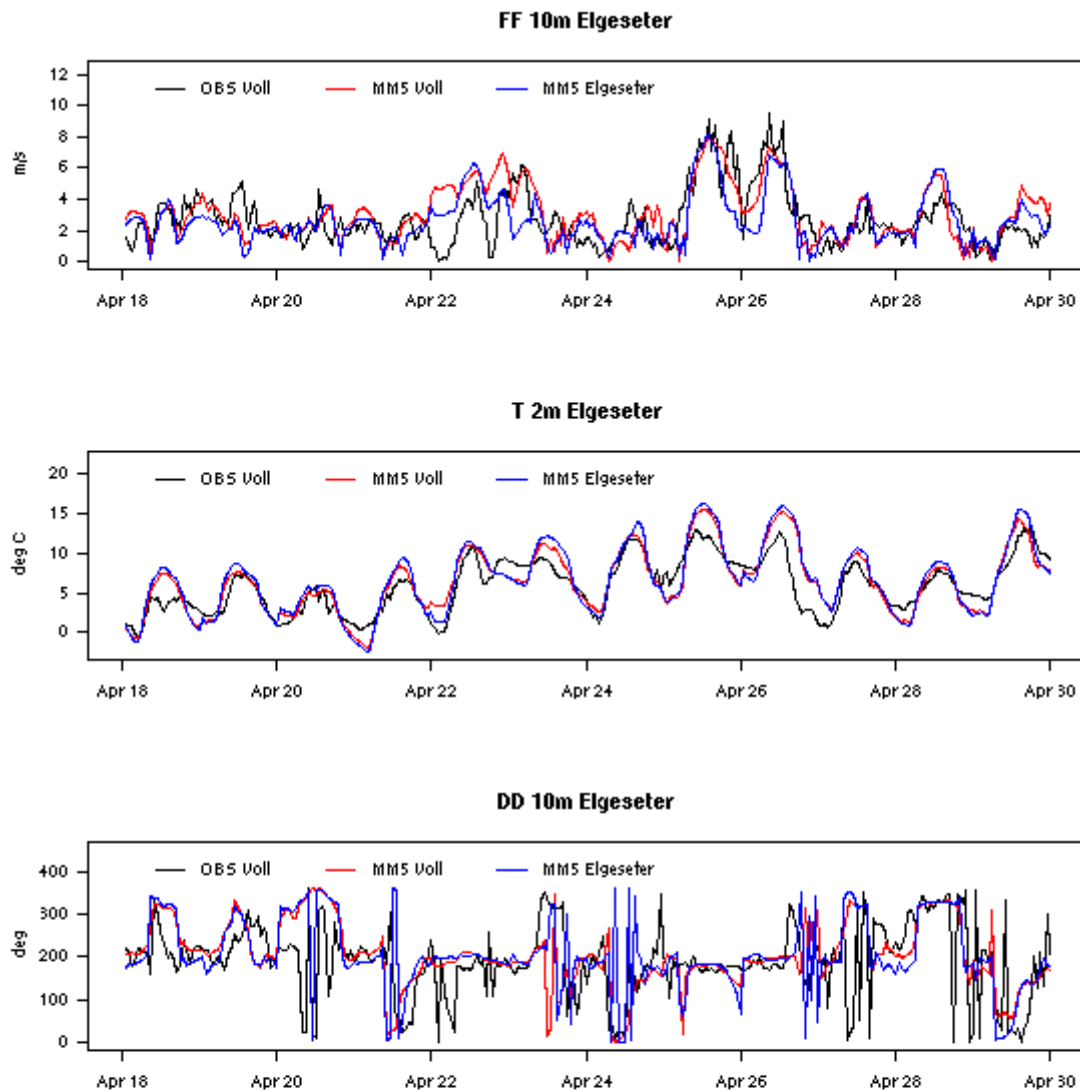
Figur B31 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen ved Bakke kirke 12.-20. februar 2006.



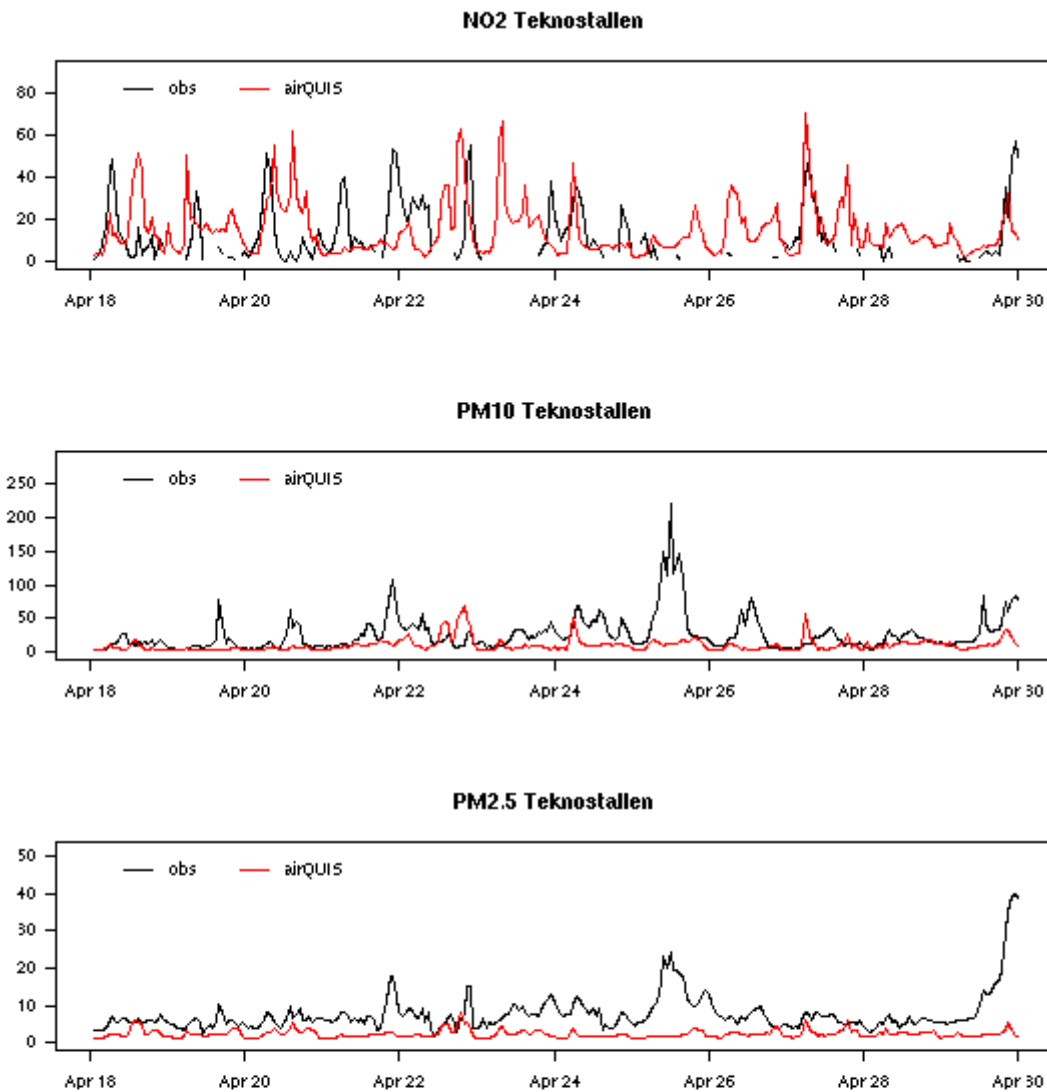
Figur B32 Prognoser av meteorologiske parametre for Bakke kirke og Voll, samt observasjoner fra Voll 12.-20. februar 2006.



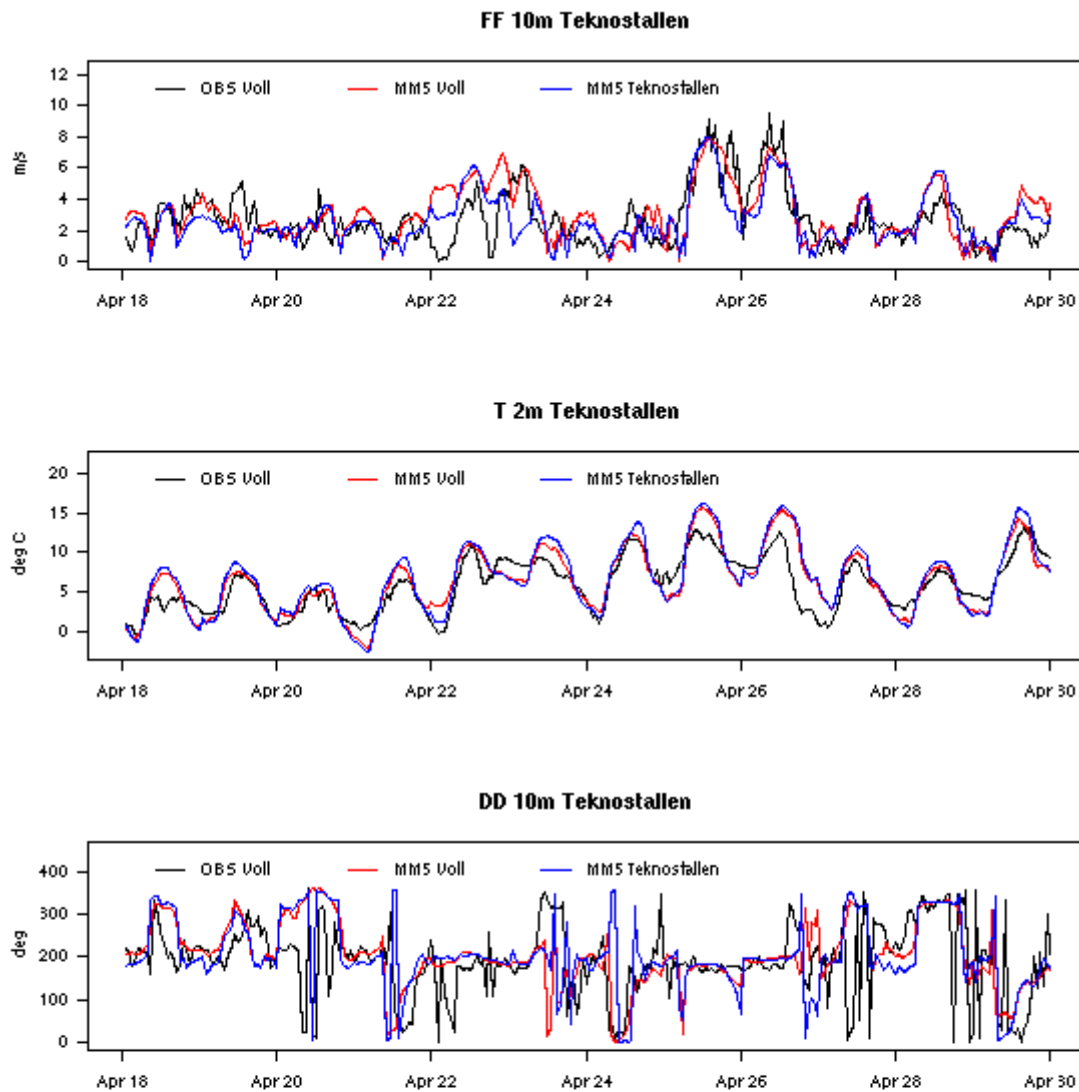
Figur B33 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen Elgeseter 18.-30. april 2006.



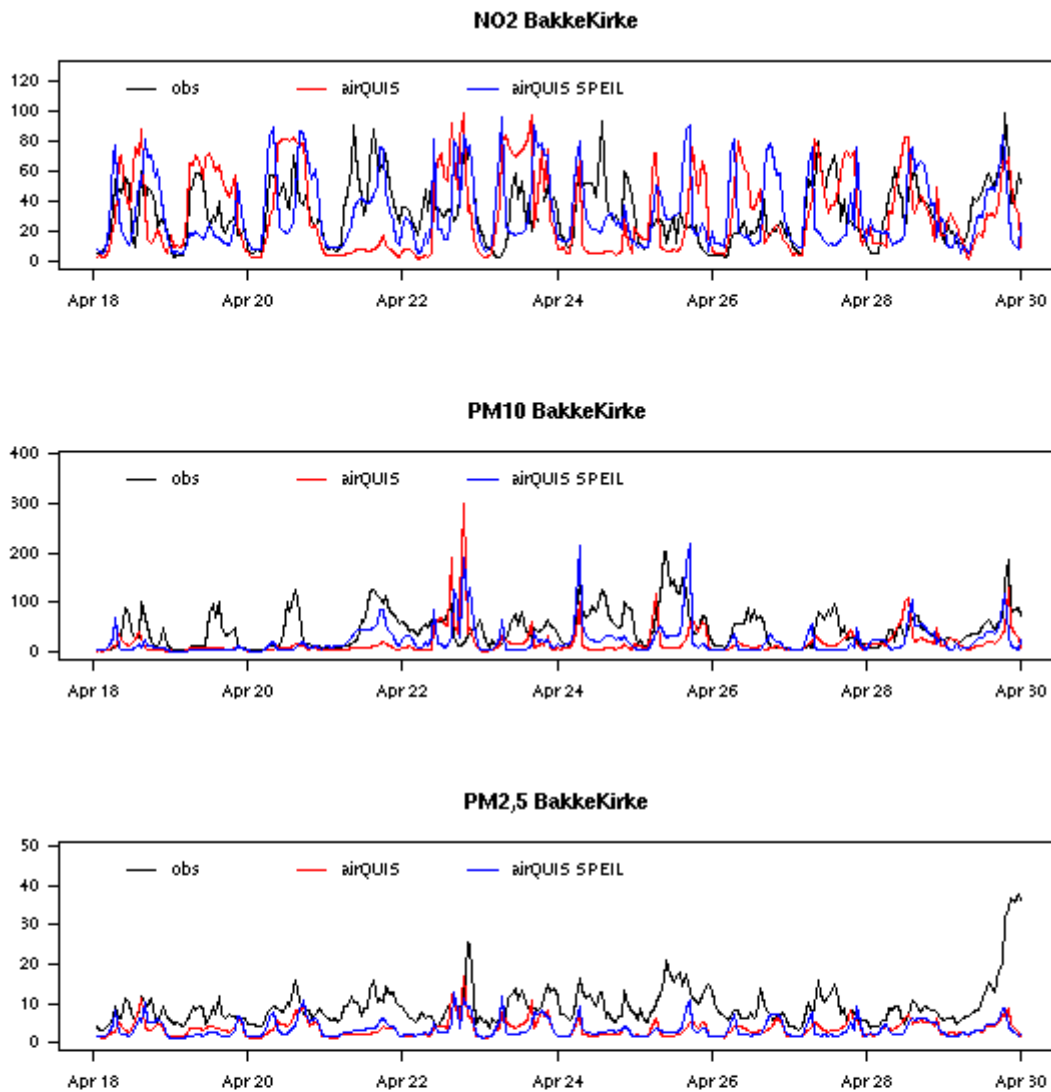
Figur B34 Prognoser for meteorologiske parametre for Voll og Elgeseter, samt observasjoner fra Voll 18.-30. april 2006.



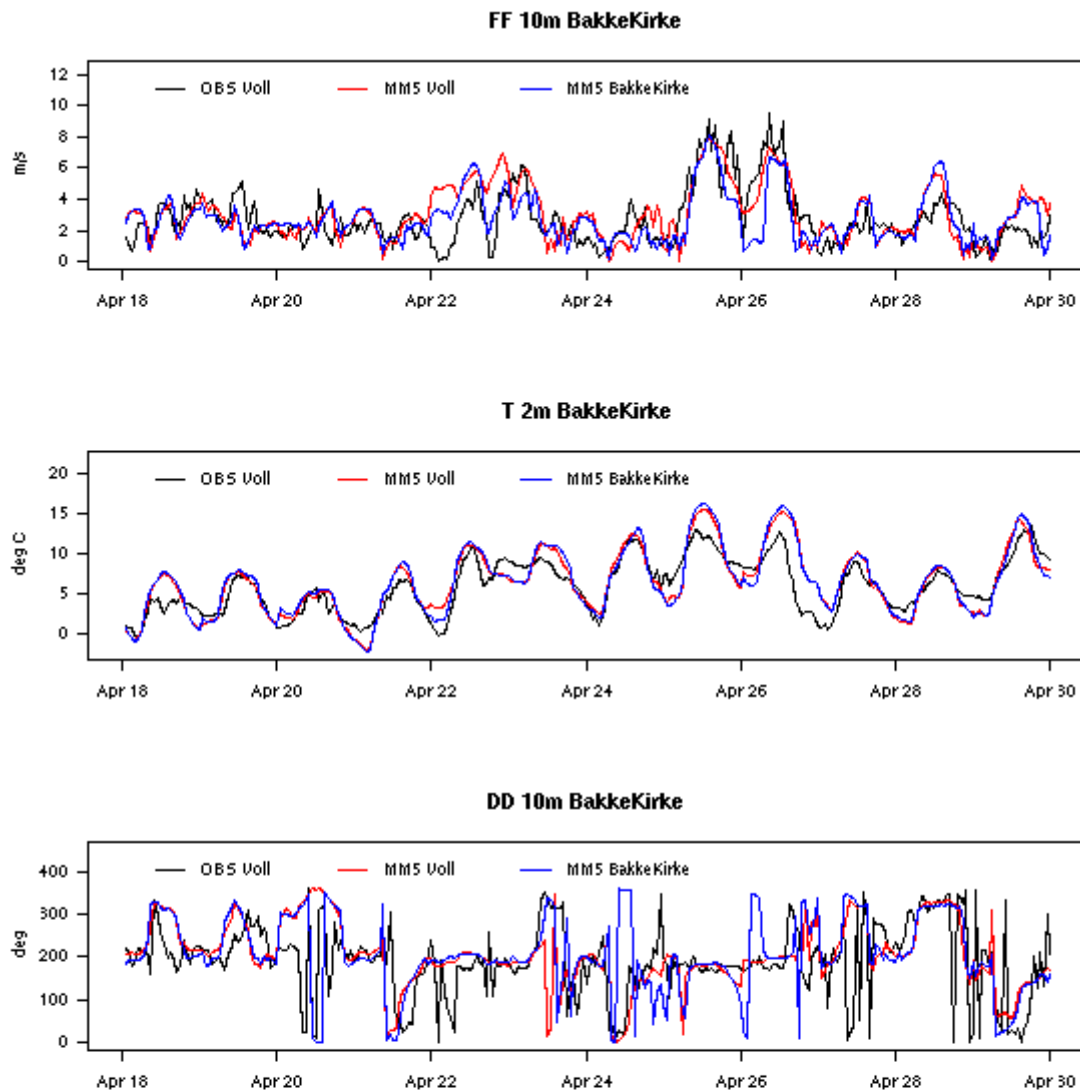
Figur B35 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen Teknostallen 18.-30. april 2006.



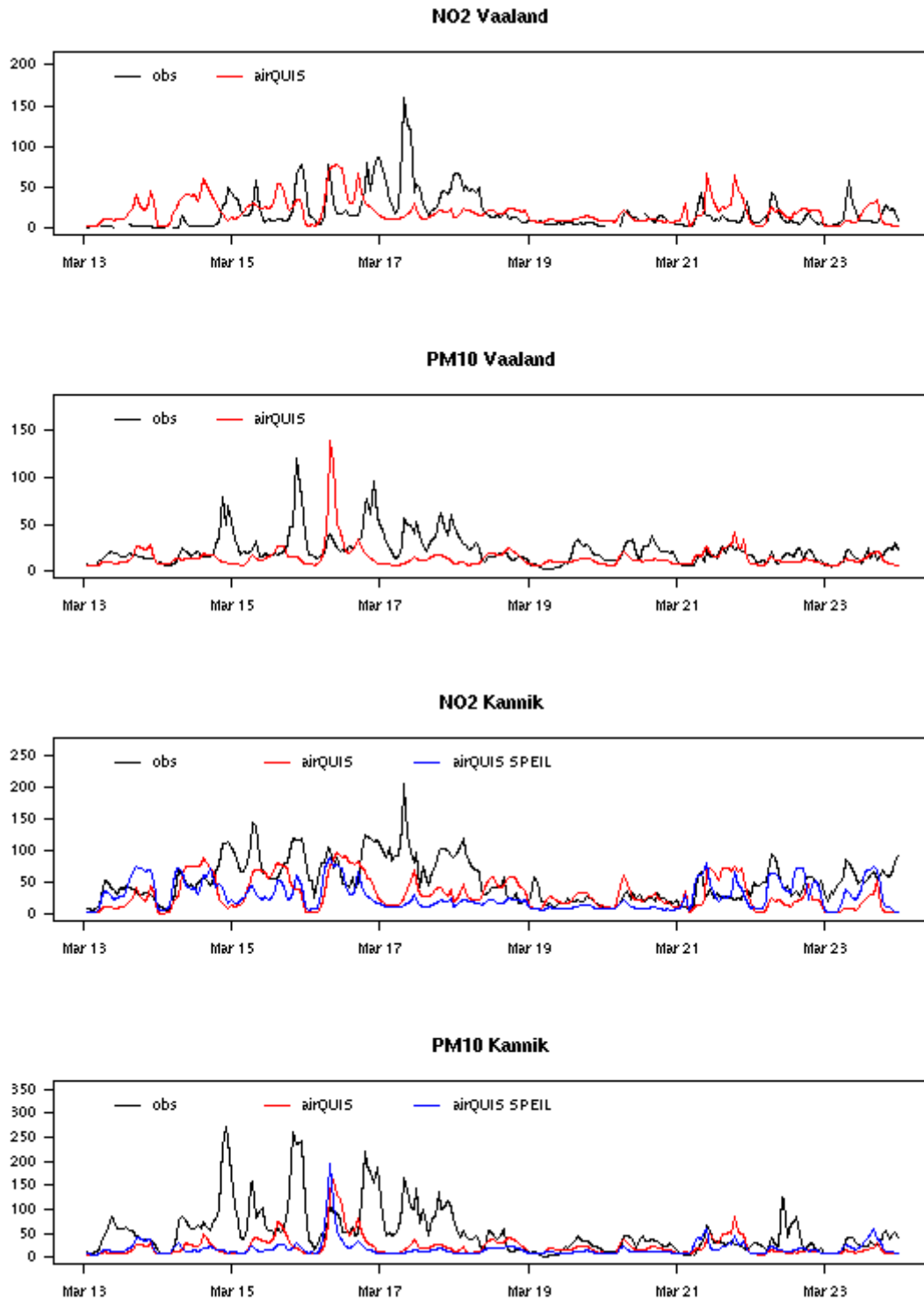
Figur B36 Prognoser for meteorologiske parametre for Voll og Teknostallen, samt observasjoner fra Voll 18.-30. april 2006.



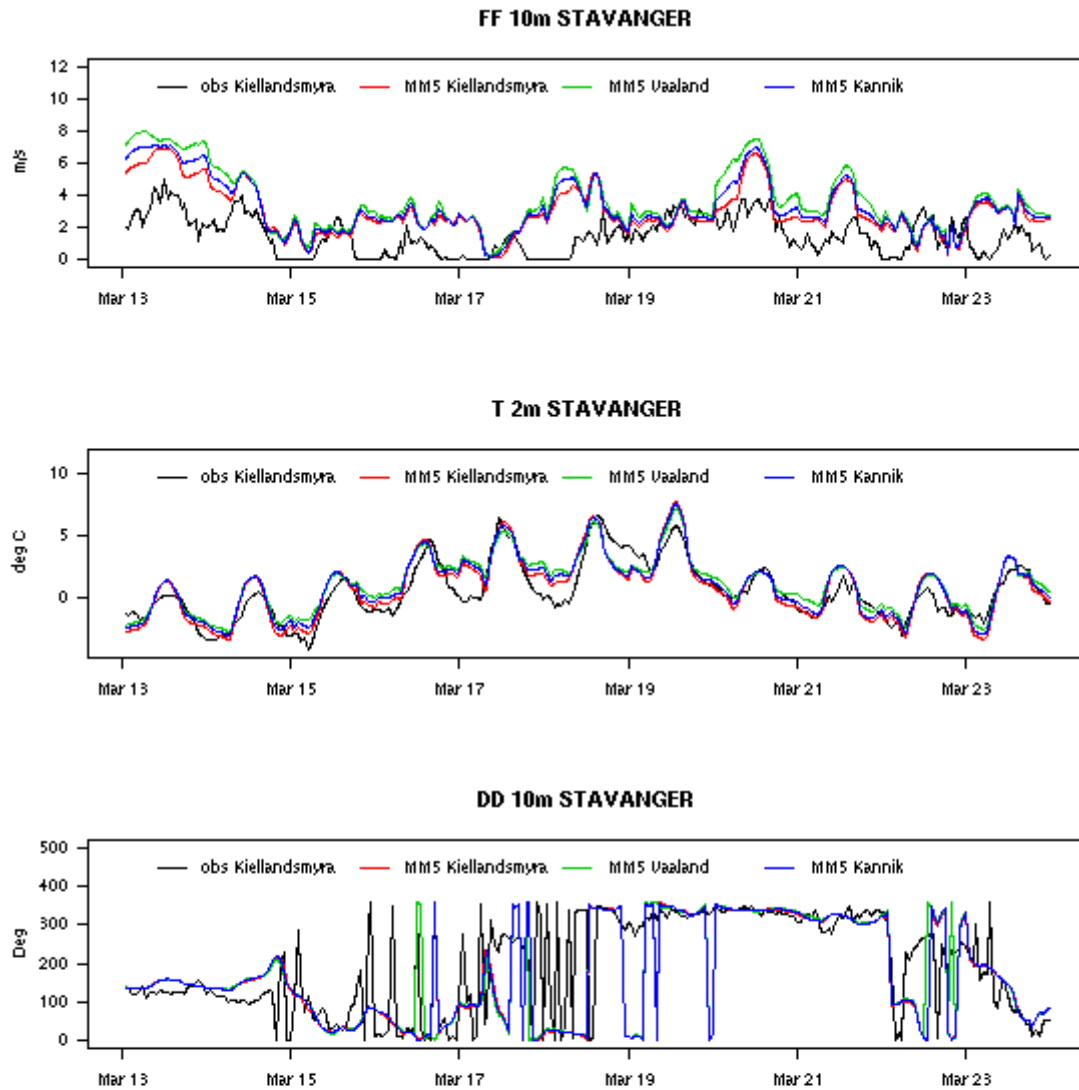
Figur B37 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen Bakke kirke 18.-30. april 2006.



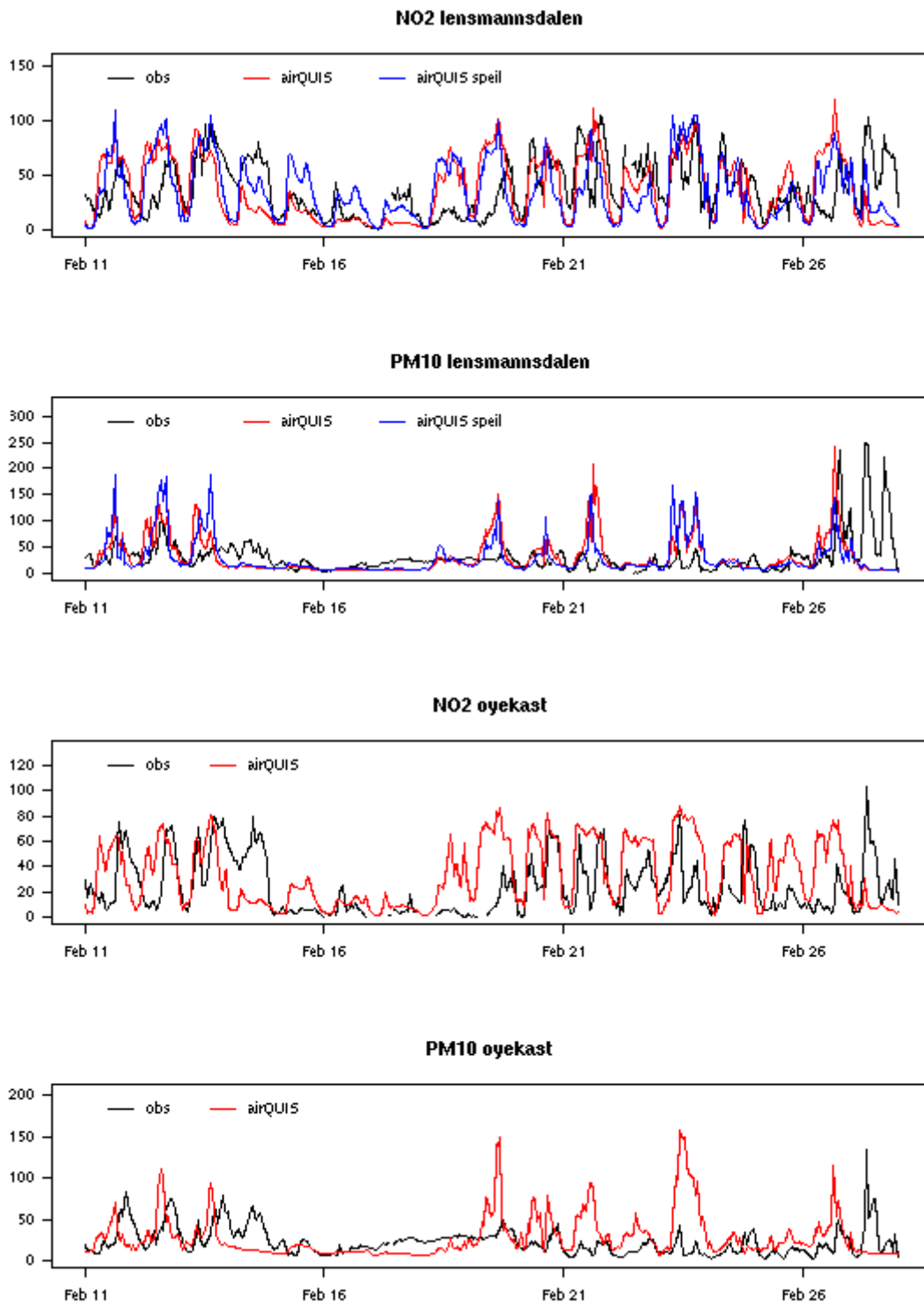
Figur B38 Prognoser for meteorologiske parametre for Voll og Bakke kirke, samt observasjoner fra Voll 18.-30. april 2006.



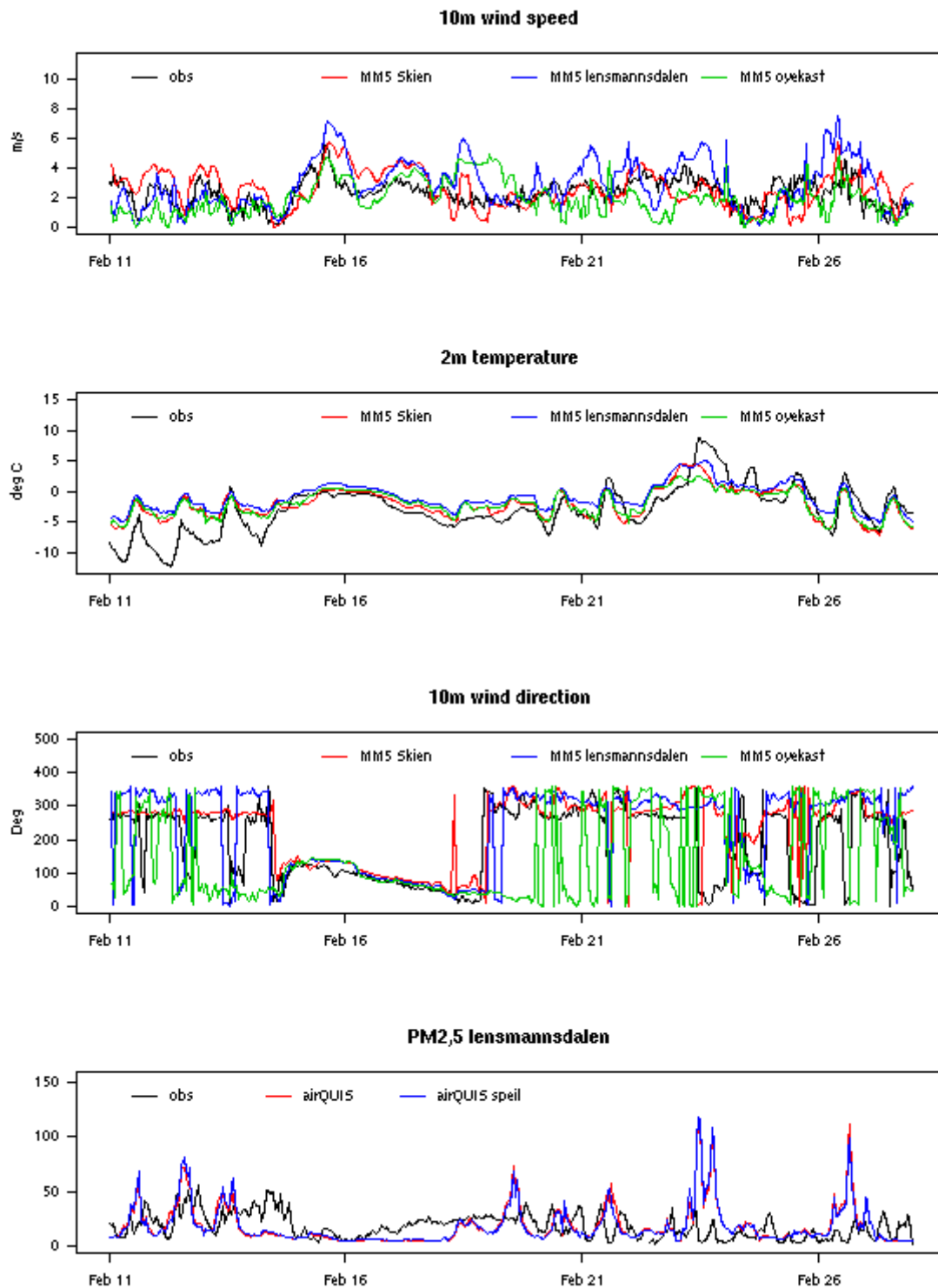
Figur B39 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen Våland og Kannik 13.-24. mars 2006.



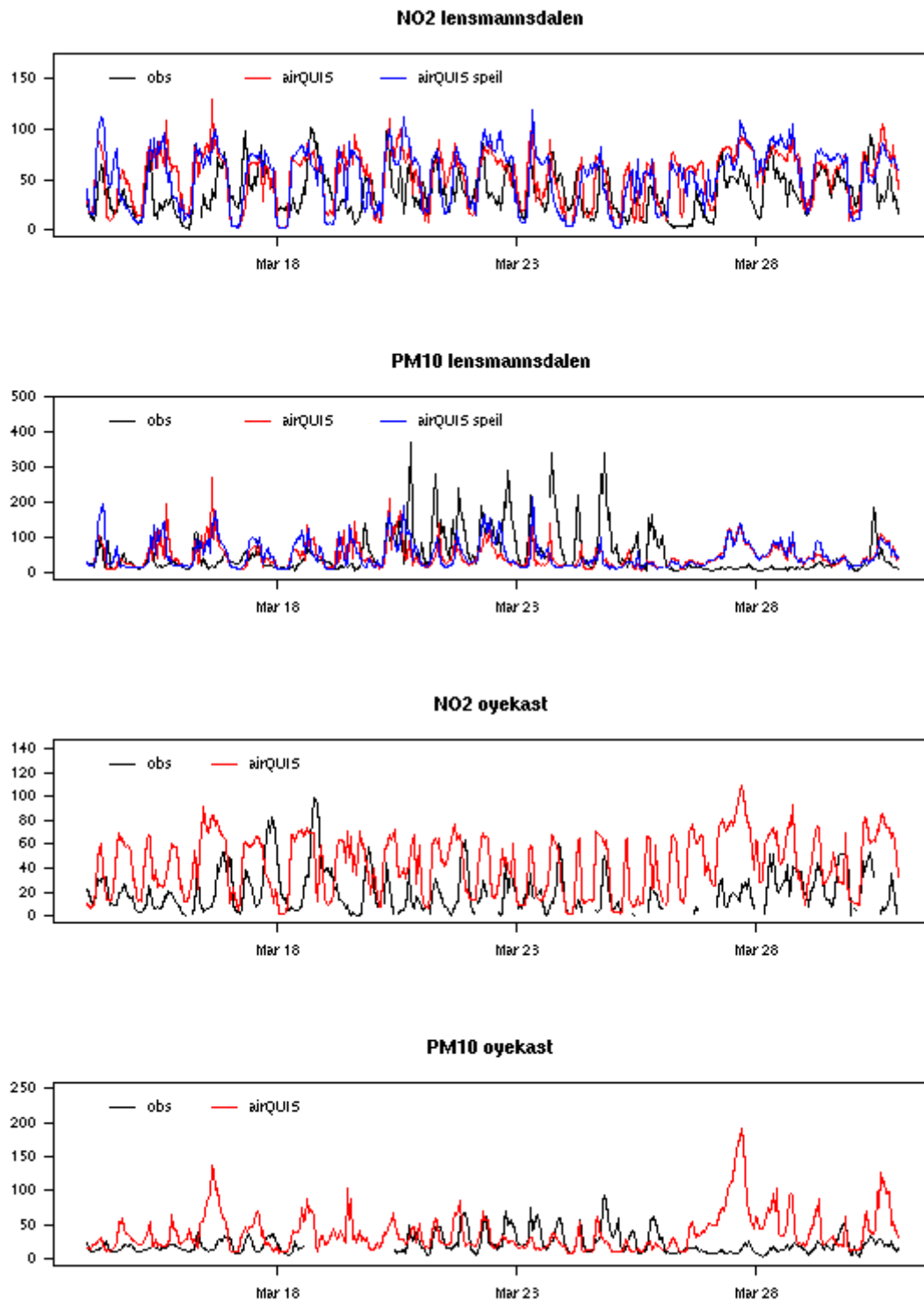
Figur B40 Prognoser for meteorologiske parametre for Kiellandsmyra, Kannik og Våland, samt observasjoner fra Kiellandsmyra 13.-24. mars 2006.



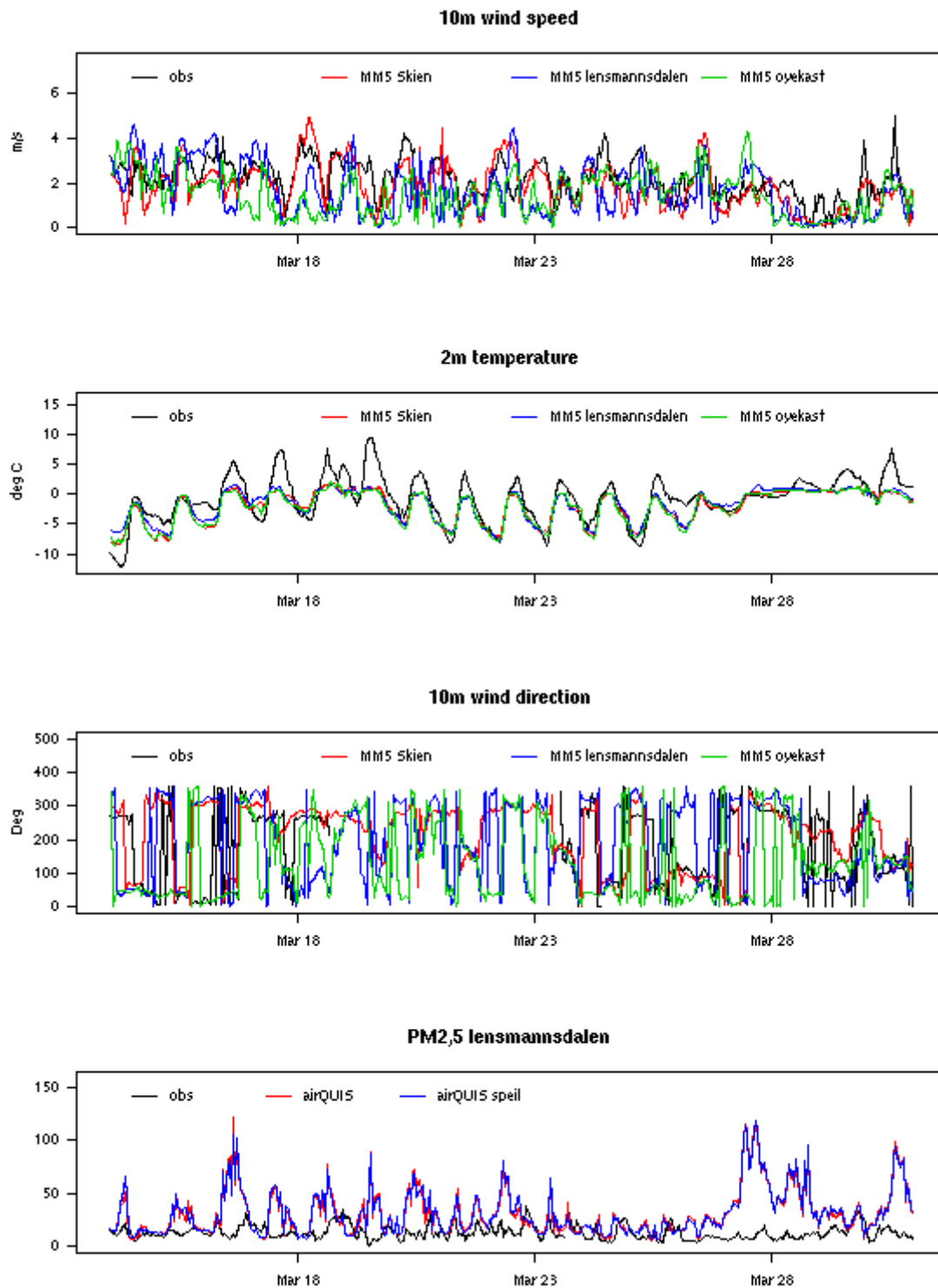
Figur B41 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene Lensmannsdalen og Øyekast 11.-28. februar 2006.



Figur B42 Prognoser for meteorologiske parametre for Geiteryggen, Lensmannsdalen og Øyekast samt observasjoner fra Geiteryggen 11.-28. februar 2006.



Figur B43 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene Lensmannsdalen og Øyekast 20.-31. mars 2006.



Figur B44 Prognoser for meteorologiske parametre for Geiteryggen, Lensmannsdalen og Øyekast samt observasjoner fra Geiteryggen 20.-31. mars 2006.

Alnabru – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	2489	1892	597	31	1	0	
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1274	2328	-1054	75	128	57	76%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	382	99	283	39	51	12	31%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	107	0	107	17	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	110	0	110	20	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3371	3909	-538	65	104	46	71%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	763	353	410	66	59	26	39%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	194	51	143	40	14	6	15%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	40	6	34	11	3	1	9%

Tabell C1

Alnabru – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Ingen tidsserie med måledata eksisterer for PM2.5						
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	104	151	-47	91	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	37	22	15	5	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	34	7	27	4	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	7	0	7	0	56%

Tabell C2

Kirkeveien – time

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3180	2463	717	59	5	2	3%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	805	1840	-1035	71	166	64	90%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	280	16	264	30	9	2	7%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	86	0	86	17	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	15	0	15	5	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3733	3792	-59	101	88	62	61%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	558	420	138	62	55	26	42%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	72	101	-29	18	33	8	44%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	6	-5	1	4	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4051	4004	47	111	110	75	68%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	295	282	13	63	57	22	35%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	13	33	-20	7	13	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	

Tabell C3

Kirkeveien – døgn

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	144	152	-8	124	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	33	26	7	8	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	5	2	3	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	73%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	162	162	0	147	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	14	15	-1	4	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	5	3	2	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	84%

Tabell C4

RV4 Aker – time

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3134	2798	336	56	22	15	27%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	896	1434	-538	83	106	56	67%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	190	87	103	32	52	15	47%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	24	0	24	6	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	5	0	5	2	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3926	3992	-66	126	105	80	63%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	313	284	29	44	54	13	30%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	23	38	-15	9	19	2	22%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	5	-5	0	2	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3887	3833	54	113	85	64	57%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	353	387	-34	50	54	16	32%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	33	95	-62	16	38	5	31%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	4	-4	0	3	0	

Tabell C5

RV4 Aker – døgn

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	160	174	-14	155	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	18	5	13	3	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	1	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	88%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	149	151	-2	126	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	23	23	0	5	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	6	6	0	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	73%

Tabell C6

Sofienbergparken – time

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3784	4035	-251	103	111	70	68%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	355	225	130	62	48	17	27%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	18	59	-41	9	21	2	22%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	

Tabell C7

Sofienbergparken – døgn

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Ingen tidsserie med måledata eksisterer for PM2.5						
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	146	165	-19	133	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	21	10	11	1	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	8	5	3	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	74%

Tabell C8

Aker sykehus – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3637	3232	405	103	44	33	32%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	490	1073	-583	52	128	41	79%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	114	14	100	18	8	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	28	0	28	7	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	3	0	3	2	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3992	4022	-30	128	109	85	66%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	344	250	94	46	47	12	26%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	24	44	-20	8	23	2	25%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	3	-3	0	1	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4184	4117	67	139	129	106	76%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	164	186	-22	38	44	14	37%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	6	16	-10	4	7	1	25%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	3	0	3	1	0	0	

Tabell C9

Aker sykehus – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	160	173	-13	153	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	21	6	15	2	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	1	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	86%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	170	171	-1	161	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	10	8	2	2	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	2	1	1	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	91%

Tabell C10

Manglerud – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	2550	3029	-479	35	34	8	23%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1210	1091	119	56	67	21	38%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	517	189	328	69	71	33	48%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	77	10	67	17	8	1	6%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	8	0	8	5	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3624	3953	-329	85	92	50	59%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	677	341	336	83	74	41	49%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	59	25	34	14	14	3	21%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3724	3539	185	77	68	39	51%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	539	456	83	79	45	22	28%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	96	228	-132	25	27	5	20%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	2	96	-94	1	40	1	100%

Tabell C11

Manglerud – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	142	169	-27	135	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	32	11	21	6	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	7	0	7	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	78%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	128	114	14	88	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	37	25	12	5	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	16	35	-19	4	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	6	-6	0	56%

Tabell C12

Skøyen – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3976	3899	77	101	112	69	68%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	385	321	64	77	41	21	27%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	7	97	-90	4	25	1	25%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	2	-2	0	2	0	

Tabell C13

Skøyen – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Ingen tidsserie med måledata eksisterer for PM2.5						
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	152	151	1	126	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	22	16	6	2	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	7	13	-6	1	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	72%

Tabell C14

Danmarksplass – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	2719	3577	-858	28	73	12	43%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1346	716	630	82	90	41	50%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	286	26	260	66	17	8	12%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	7	0	7	5	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3799	4132	-333	110	127	84	76%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	391	151	240	41	40	10	24%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	161	35	126	25	12	4	16%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	14	1	13	6	1	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3429	4149	-720	79	137	70	89%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	647	138	509	49	28	7	14%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	255	31	224	44	14	6	14%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	34	1	33	10	1	0	

Tabell C15

Danmarksplass – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	146	174	-28	142	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	26	6	20	4	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	9	0	9	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	1	0	1	0	81%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	103	171	-68	100	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	28	7	21	1	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	33	2	31	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	7	0	7	0	56%

Tabell C16

Rådhuset – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3574	2558	1016	58	10	4	7%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	734	1668	-934	108	132	81	75%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	50	75	-25	15	24	5	33%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	1	15	-14	1	11	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	3	-3	0	3	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4064	3999	65	131	110	93	71%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	225	242	-17	38	46	16	42%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	45	69	-24	11	17	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	4	9	-5	2	7	0	

Tabell C17

Rådhuset – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	165	157	8	146	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	9	11	-2	1	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	7	12	-5	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	0	1	0	82%

Tabell C18

Bakke Kirke – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3587	3687	-100	57	57	16	28%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	713	629	84	111	120	70	63%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	31	3	28	14	3	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3890	3537	353	107	74	53	50%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	402	627	-225	55	72	22	40%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	51	143	-92	19	29	7	37%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	12	-11	1	5	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3718	3966	-248	87	97	49	56%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	522	291	231	63	55	21	33%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	110	60	50	27	26	5	19%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	6	2	4	5	2	0	

Tabell C19

Bakke Kirke – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	161	142	19	130	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	20	35	-15	9	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	3	-2	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	77%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	134	157	-23	116	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	31	21	10	5	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	17	2	15	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	67%

Tabell C20

Elgeseter – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	2478	3585	-1107	21	51	8	38%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1418	713	705	63	111	42	67%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	427	21	406	86	18	10	12%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	23	0	23	10	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	2	0	2	2	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3632	3870	-238	72	100	50	69%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	596	404	192	73	64	31	42%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	114	41	73	35	15	4	11%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	6	4	2	2	1	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3291	3967	-676	65	93	48	74%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	677	280	397	54	53	19	35%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	296	69	227	41	31	9	22%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	61	3	58	22	3	1	5%

Tabell C21

Elgeseter – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	139	170	-31	131	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	36	9	27	3	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	5	1	4	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	2	0	2	0	74%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	102	161	-59	93	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	30	14	16	3	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	36	5	31	5	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	9	0	9	0	56%

Tabell C22

Teknostallen – time

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3305	4206	-901	90	133	70	78%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	516	113	403	81	47	26	32%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	27	0	27	6	0	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	15	0	15	1	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3943	3983	-40	112	115	79	71%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	360	298	62	57	52	22	39%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	29	33	-4	11	11	2	18%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	7	5	2	2	2	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4032	4202	-170	110	143	91	83%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	244	103	141	58	31	14	24%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	35	14	21	10	6	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	10	0	10	4	0	0	

Tabell C23

Teknostallen – døgn

Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	167	174	-7	160	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	14	5	9	1	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	0	1	-1	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	1	0	1	0	89%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	163	179	-16	160	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	11	1	10	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	4	0	4	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	0	1	0	89%

Tabell C24

Våland – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3758	4239	-481	146	148	118	81%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	103	80	23	15	32	2	13%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	51	0	51	10	0	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	14	0	14	4	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	8	0	8	3	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4171	4297	-126	135	170	127	94%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	141	18	123	38	7	1	3%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	10	4	6	5	3	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	3	0	3	3	0	0	

Tabell C25

Våland – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	156	180	-24	154	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	11	0	11	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	86%

Tabell C26

Kannik – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3410	3887	-477	62	98	41	66%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	806	431	375	78	81	39	50%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	110	1	109	38	1	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	2	0	2	2	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3406	4252	-846	58	159	54	93%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	679	54	625	72	16	5	7%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	178	13	165	35	5	2	6%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	31	0	31	16	0	0	

Tabell C27

Kannik – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	111	176	-65	110	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	33	2	31	2	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	32	2	30	1	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	2	0	2	0	63%

Tabell C28

Nedre storgate – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Ingen tidsserie med måledata eksisterer for PM2.5						
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	170	177	-7	165	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	7	0	7	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	1	0	1	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	93%

Tabell C29

Drammenselva – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3007	4187	-1180	58	153	48	83%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	618	84	534	72	25	11	15%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	118	0	118	27	0	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	

Tabell C30

Bangeløkka – time (1. februar – 1. mai)

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	738	1534	-796	3	7	0	
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	992	569	423	33	75	26	79%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	280	8	272	46	6	4	9%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	6	0	6	4	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	1542	2047	-505	23	63	23	100%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	376	60	316	37	22	7	19%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	111	4	107	25	3	1	4%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	4	0	4	1	0	0	

Tabell C31

Bangeløkka – døgn (1. februar – 1. mai)

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Ingen tidsserie med måledata eksisterer for PM2.5						
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	42	88	-46	40	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	23	0	23	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	18	0	18	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	0	1	0	45%

Tabell C32

Lensmannsdalen – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	3113	3043	70	72	34	19	26%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	466	1258	-792	65	132	49	75%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	42	18	24	14	14	1	7%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	2793	3609	-816	58	98	23	40%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	551	502	49	59	27	14	24%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	80	180	-100	26	42	2	8%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	28	-28	0	13	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	2982	3686	-704	63	83	37	59%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	443	448	-5	52	43	12	23%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	164	146	18	26	43	12	46%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	28	15	13	11	10	3	27%

Tabell C33

Lensmannsdalen – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	102	127	-25	56	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	40	39	1	6	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	12	-11	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	2	-2	0	35%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	94	128	-34	67	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	25	23	2	5	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	21	27	-6	6	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	3	1	2	0	44%

Tabell C34

Øyekast – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	2966	2725	241	115	26	22	19%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	134	677	-543	27	114	23	85%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	3	4	-1	2	1	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	0	1	-1	0	1	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3229	3067	162	91	79	52	57%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	196	263	-67	50	43	16	32%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	2	43	-41	2	13	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	10	-9	1	6	0	

Tabell C35

Øyekast – døgn

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte døgn i varslingsklassen	Antall prognoserte døgn i varslingsklassen	Observerte døgn - Prognoserte døgn	Samlet antall dager treff	Samlet prosentvis treff
PM2.5						
Ingen tidsserie med måledata eksisterer for PM2.5						
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	133	115	18	107	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	8	15	-7	1	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	1	9	-8	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	2	-2	0	78%

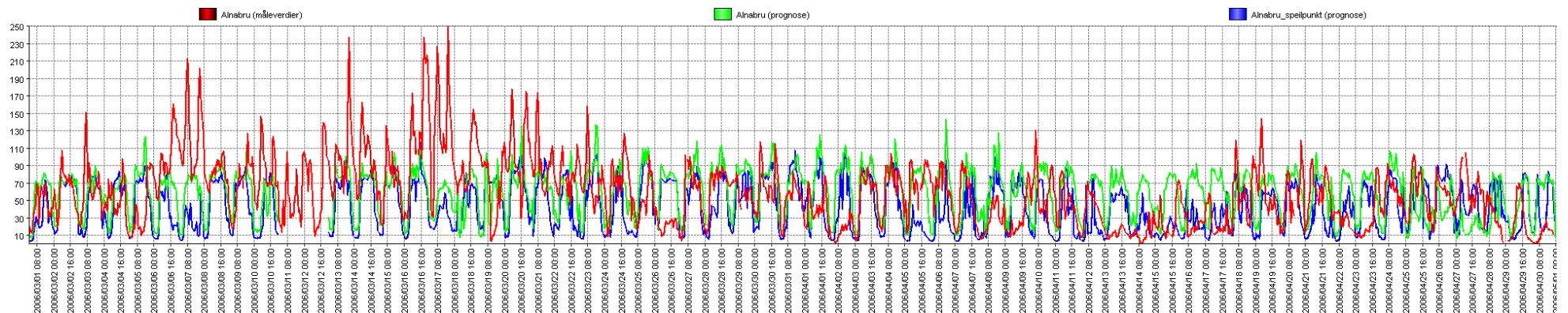
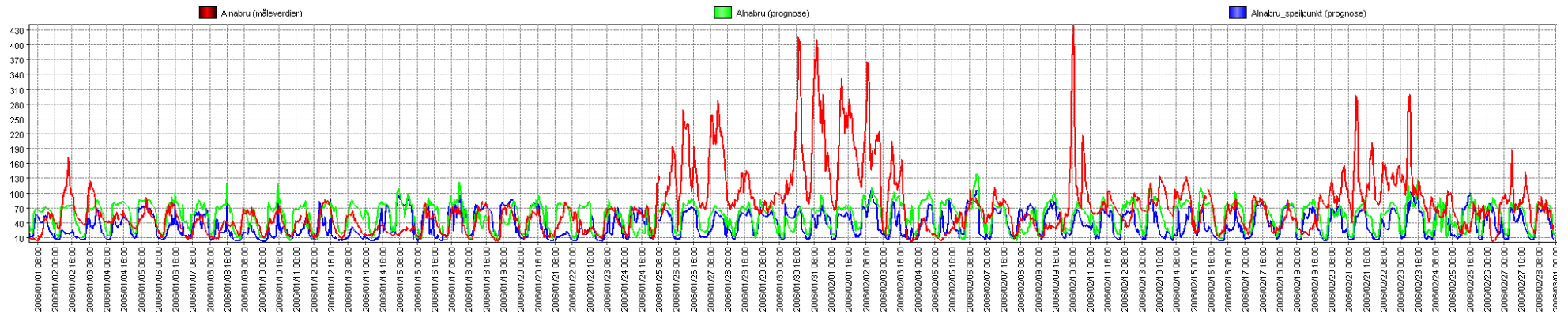
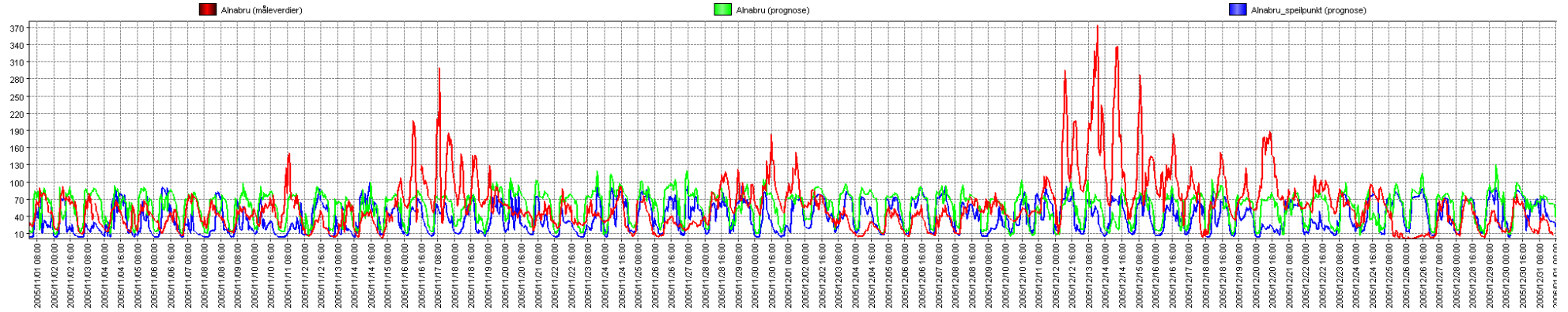
Tabell C36

Haukenes – time

Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser	Konsentrasjonsintervall	Antall observerte timer i varslingsklassen	Antall prognoserte timer i varslingsklassen	Observerte timer - Prognoserte	Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)	Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)	Treff innenfor døgn	Prosentvis treff innenfor døgn
NO2								
Varslingsklasse 0-a	0-60 ug/m ³	2579	4297	-1718	123	170	115	93%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	0	22	-22	0	10	0	
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	

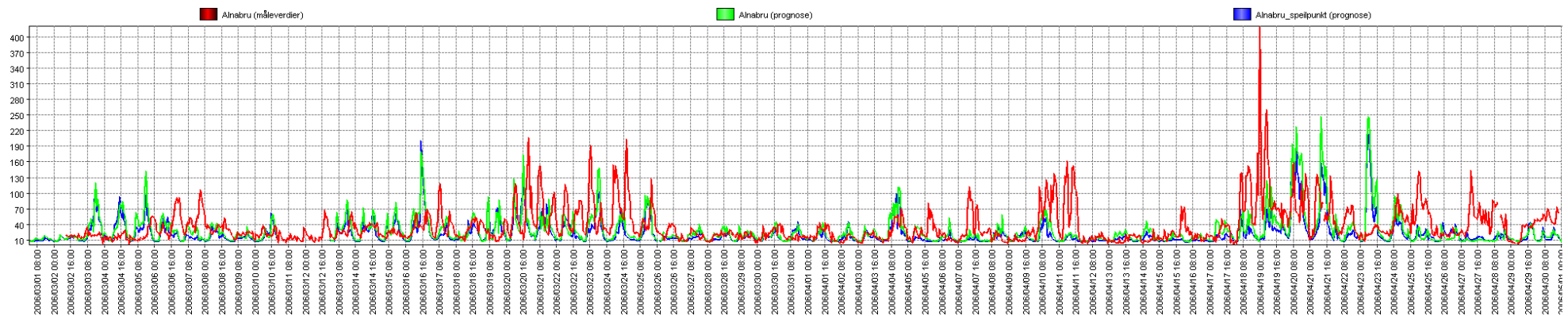
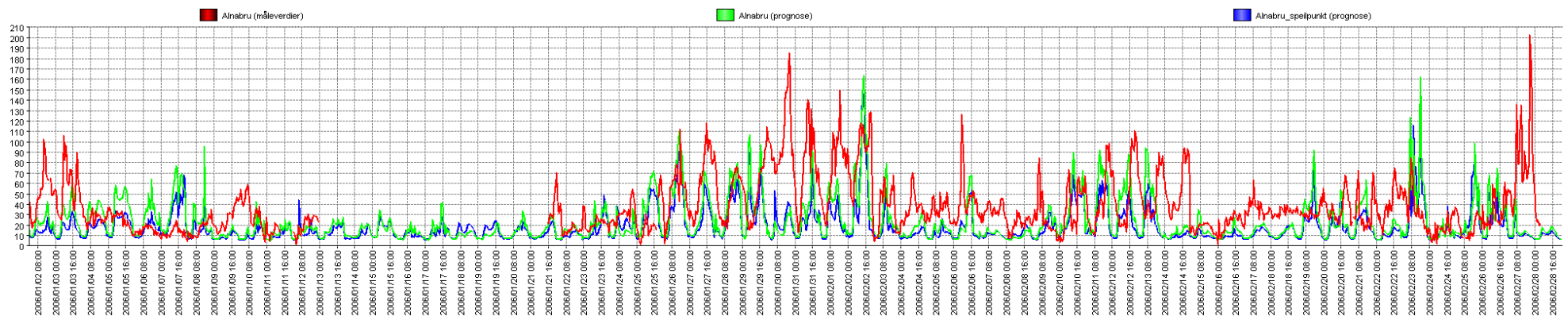
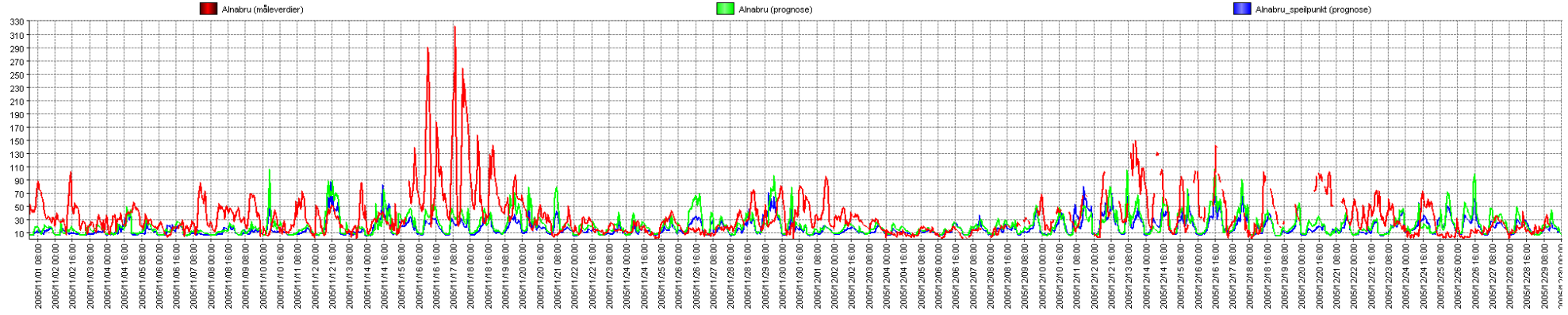
Tabell C37

NO2 Alnabru Oslo



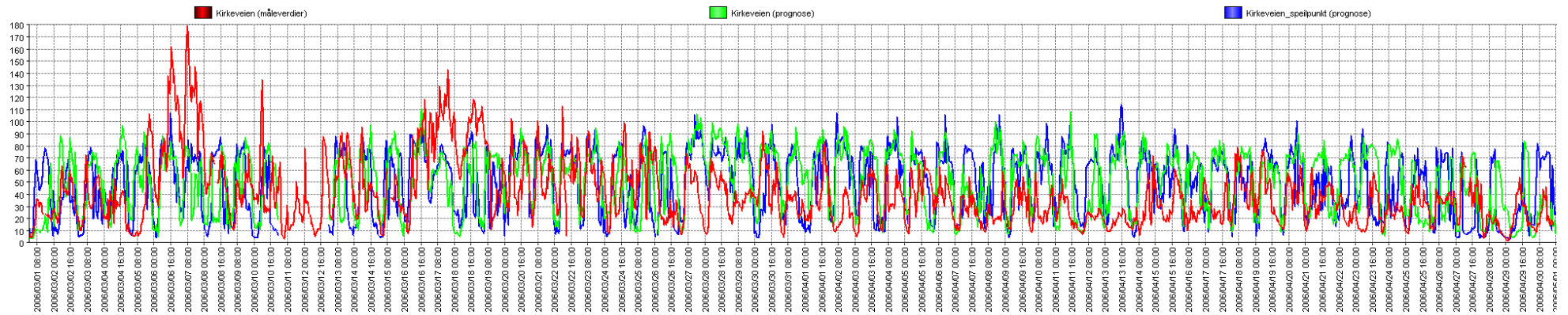
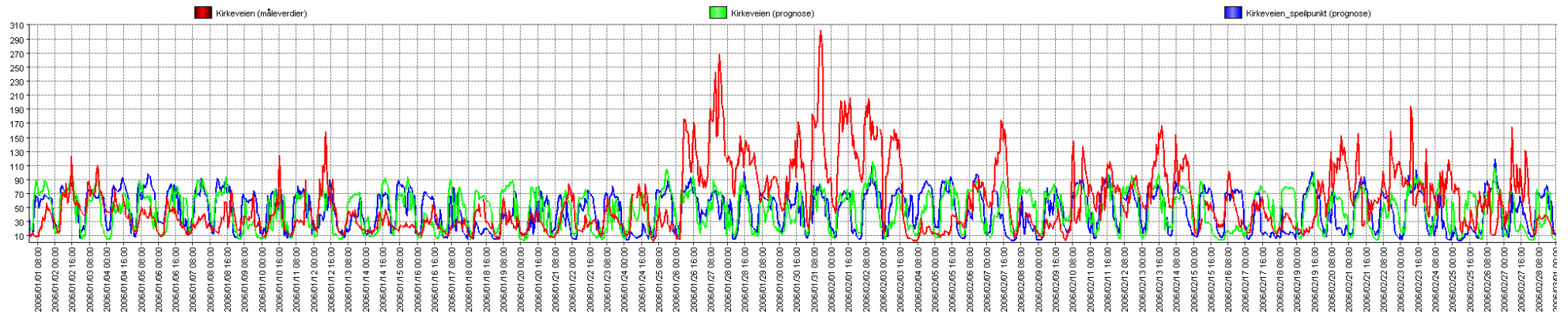
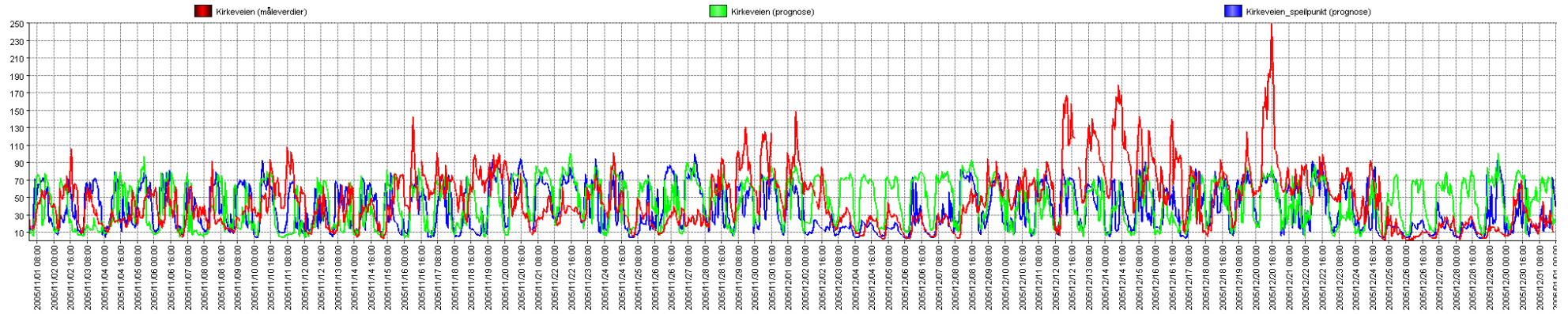
Figur D1

PM10 Alnabru Oslo



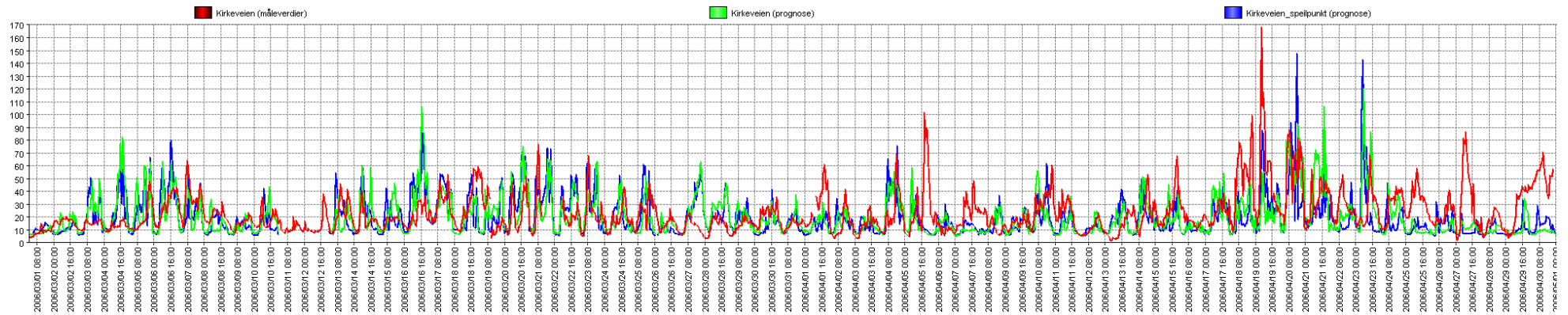
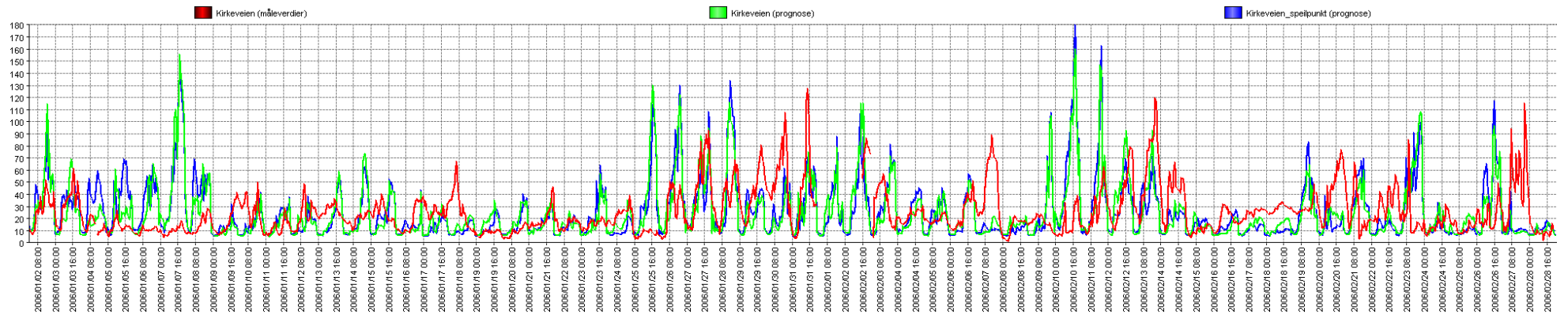
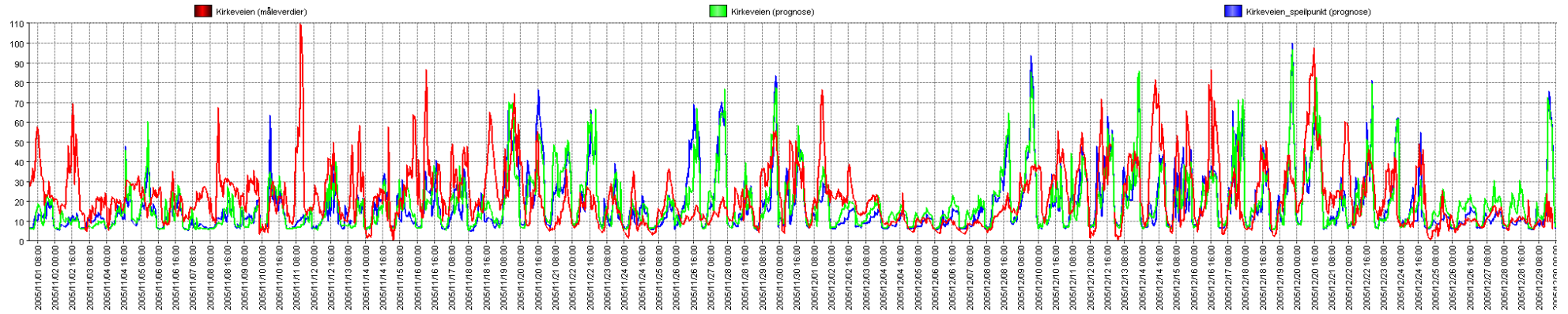
Figur D2

NO2 Kirkeveien Oslo



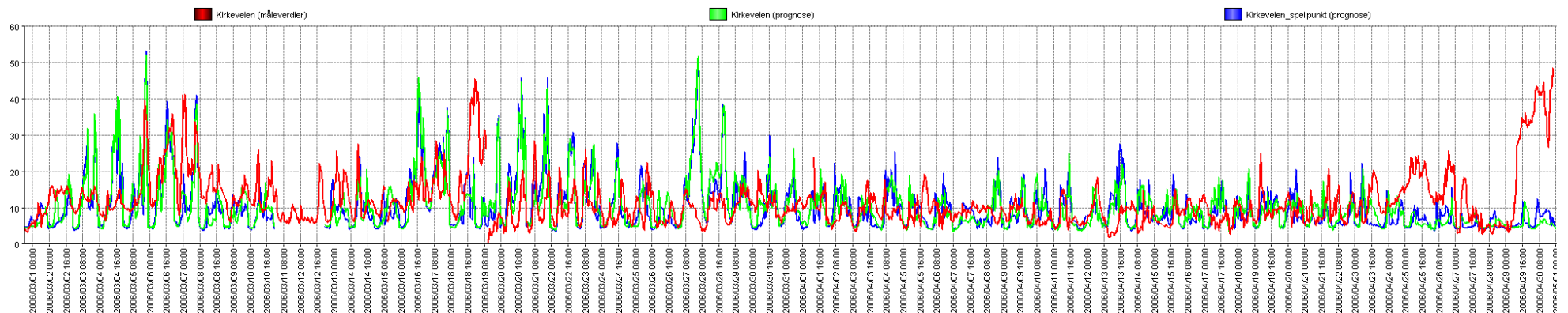
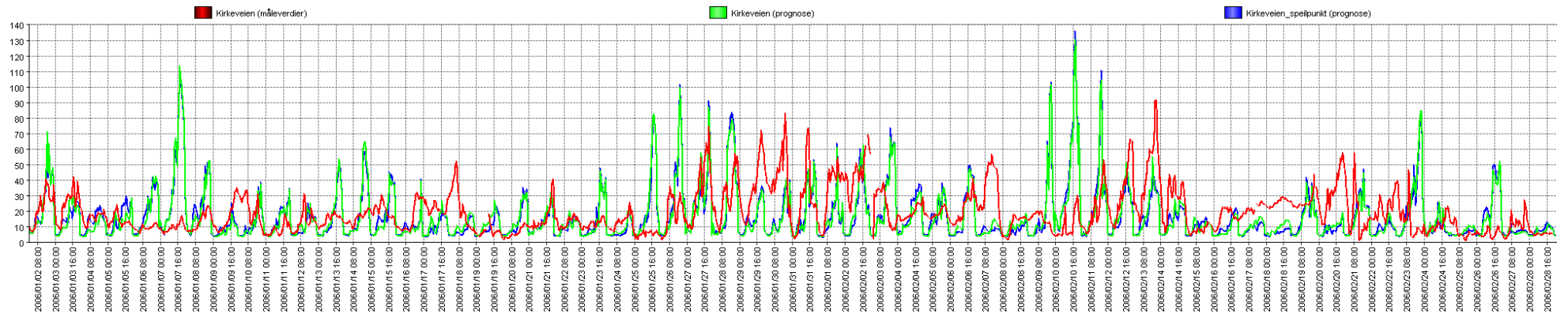
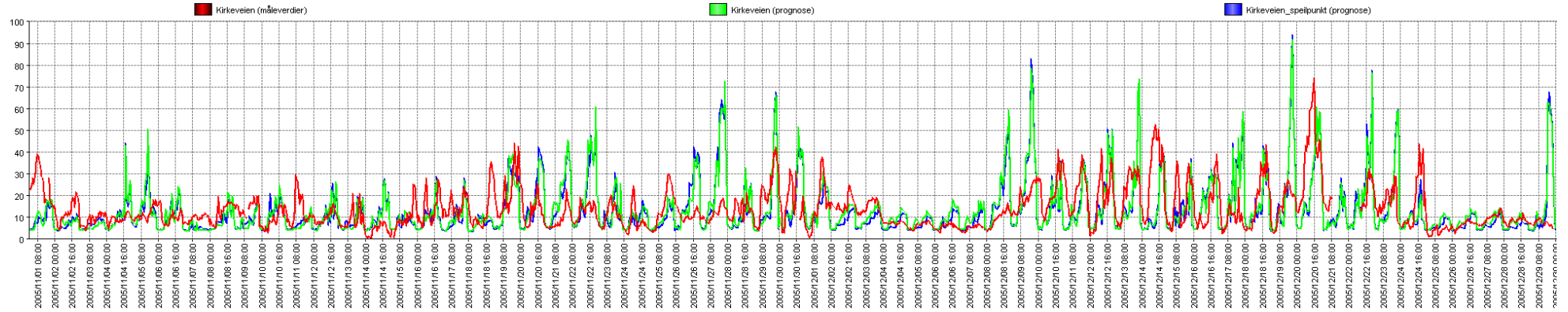
Figur D3

PM10 Kirkeveien Oslo



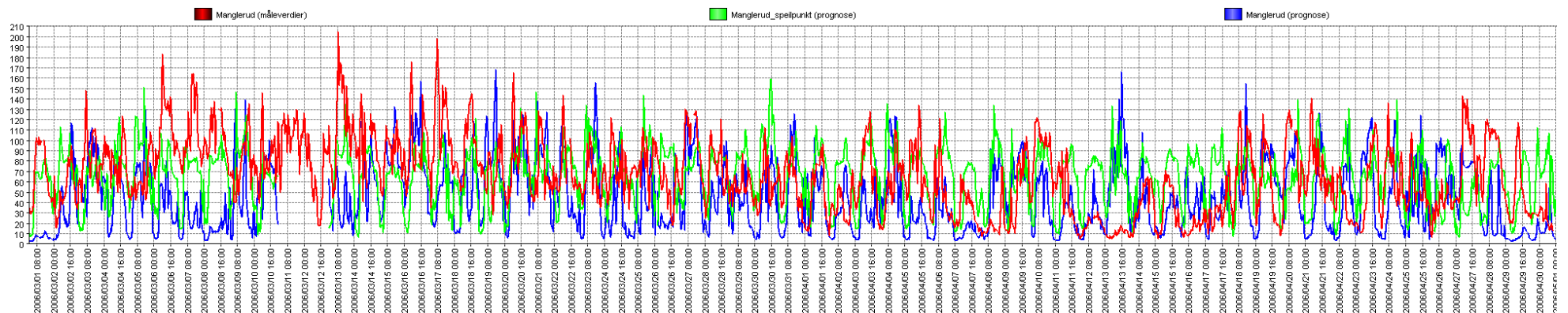
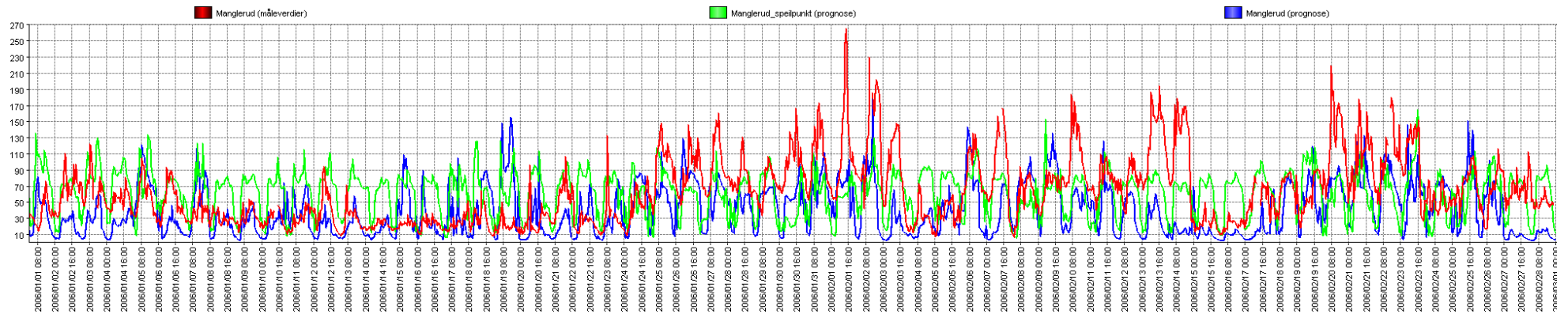
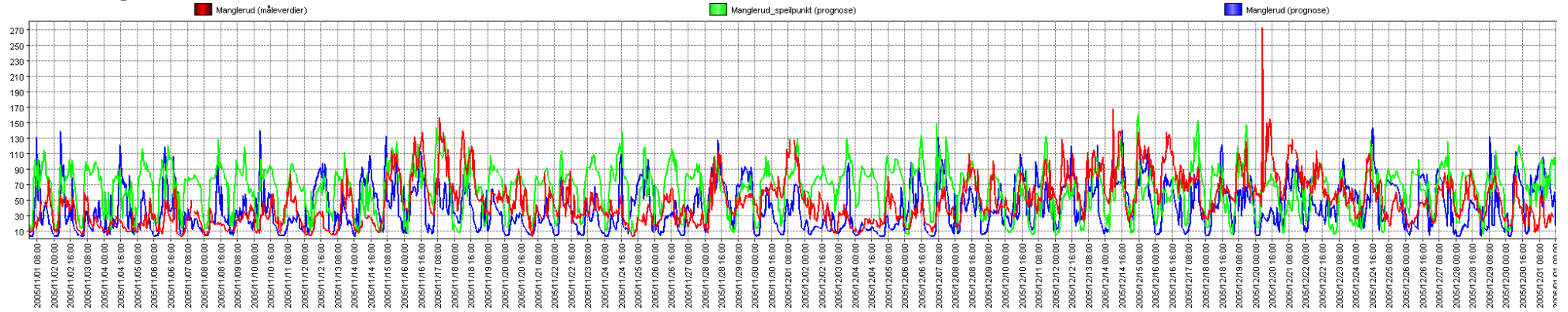
Figur D4

PM2,5 Kirkeveien Oslo



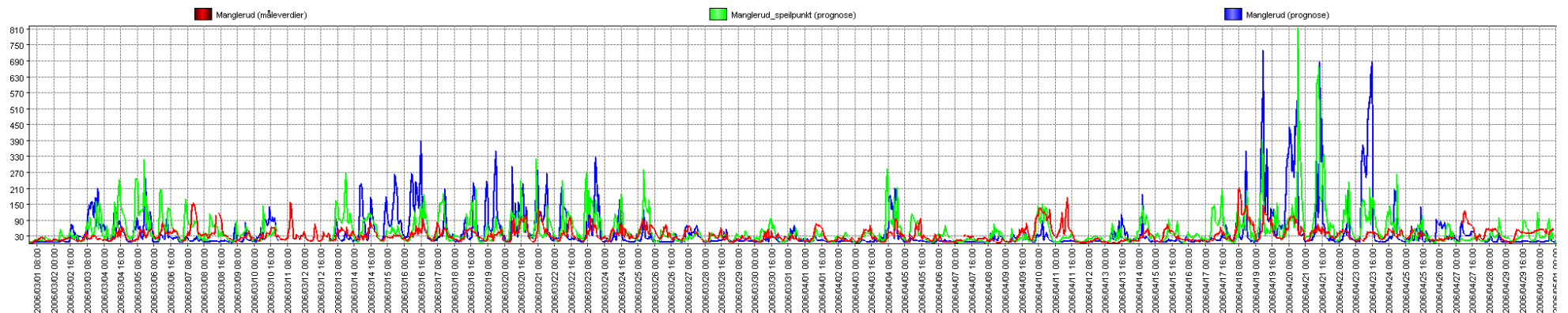
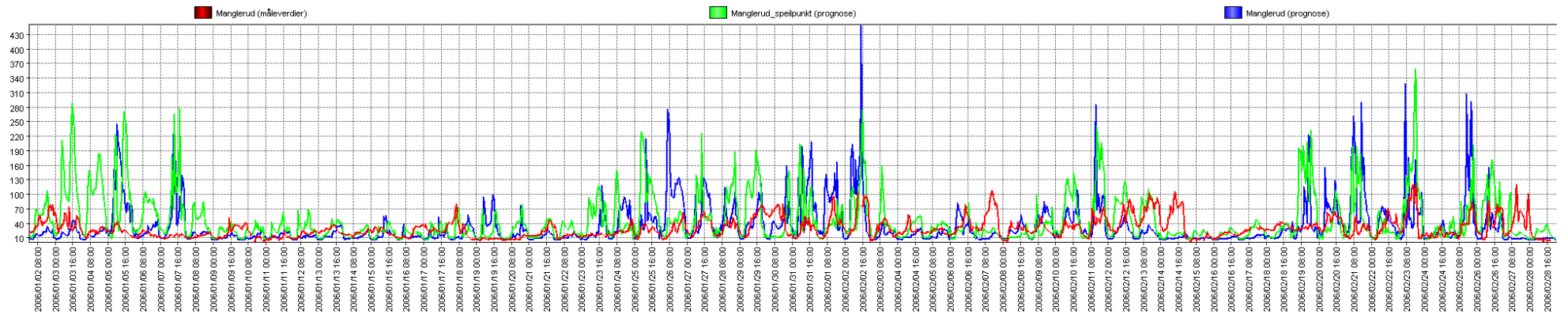
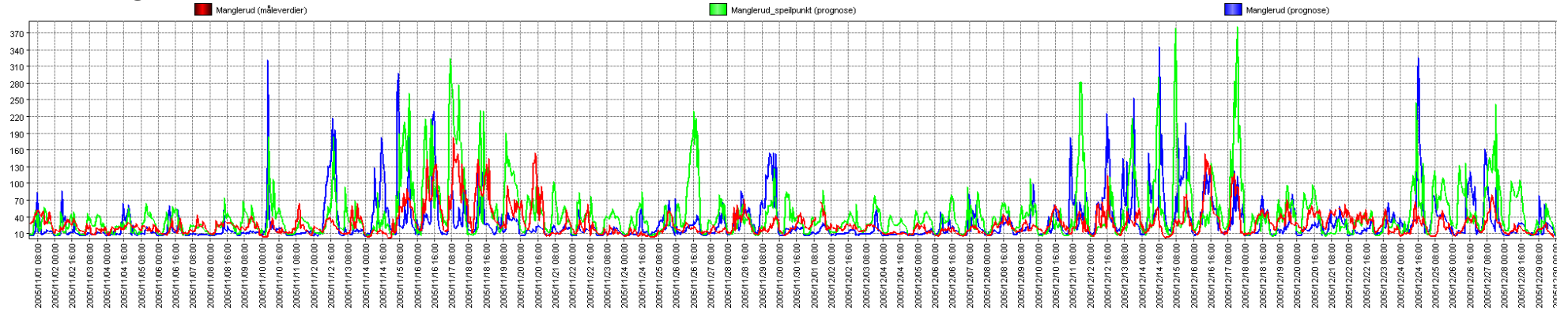
Figur D5

NO2 Manglerud Oslo



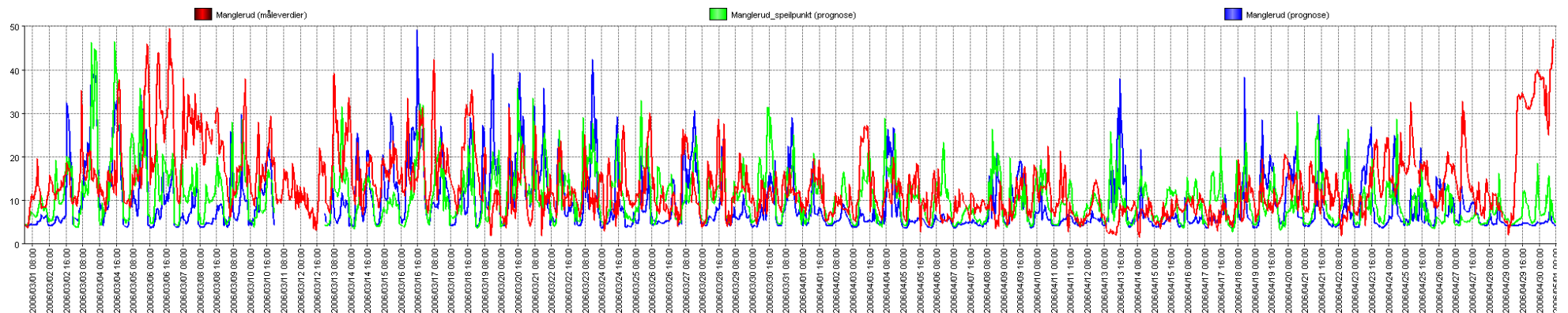
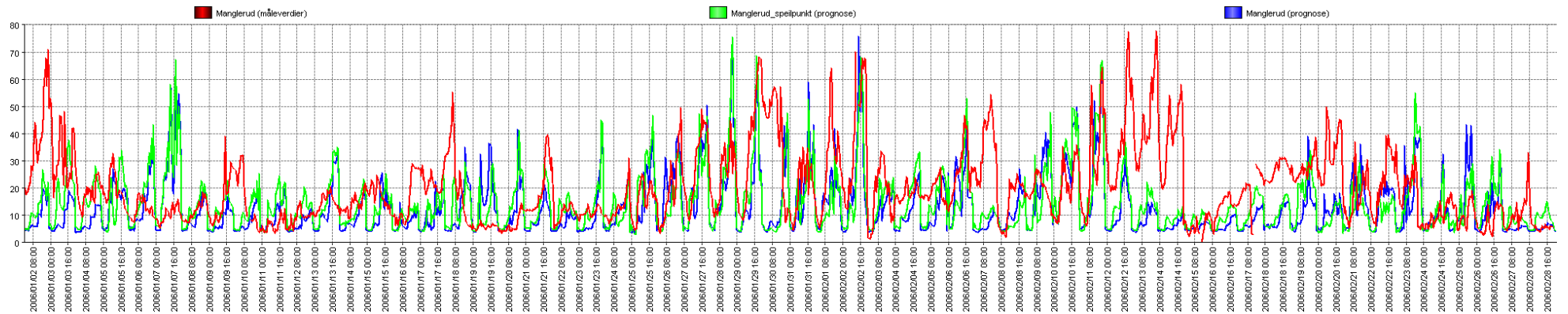
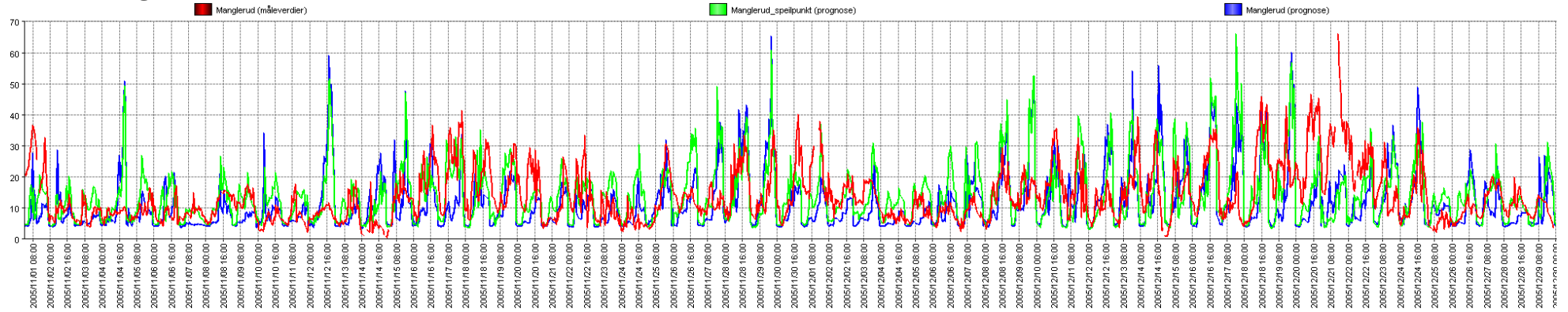
Figur D6

PM10 Manglerud Oslo



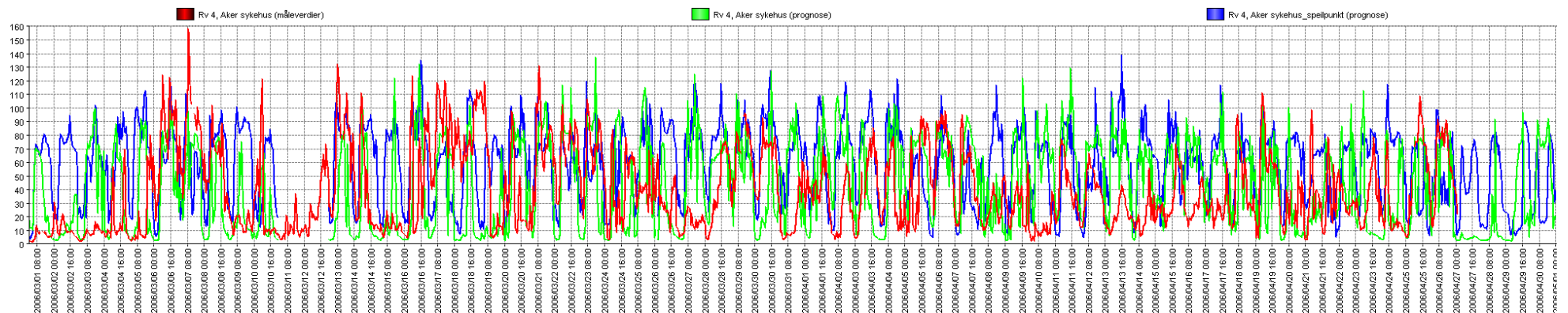
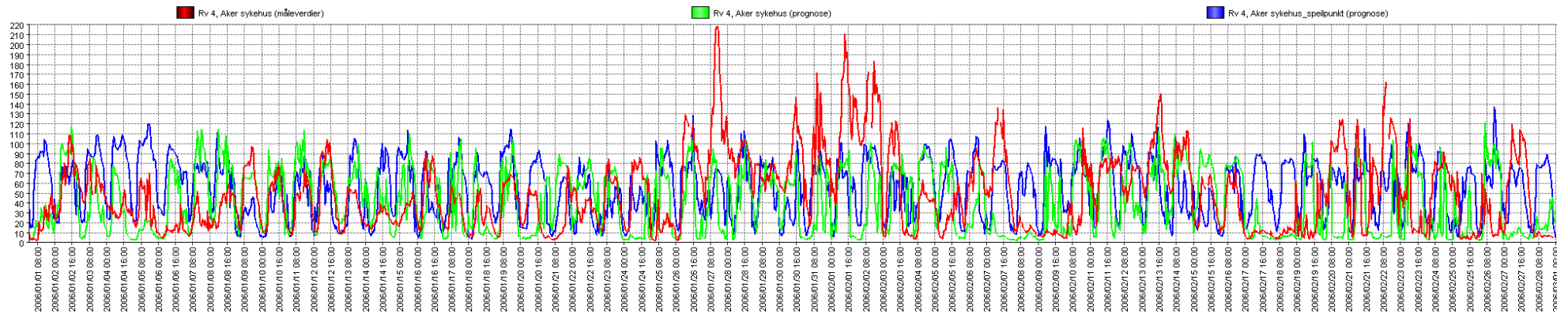
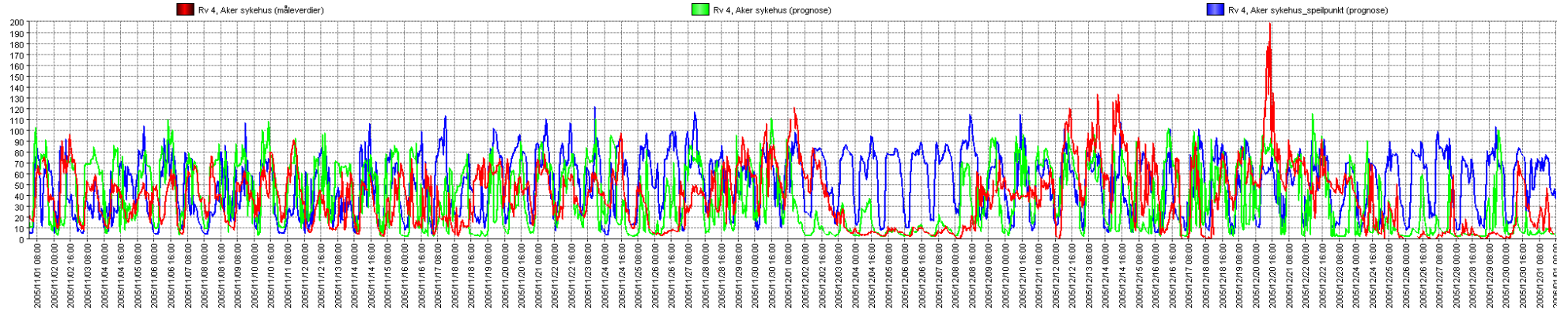
Figur D7

PM2,5 Manglerud Oslo



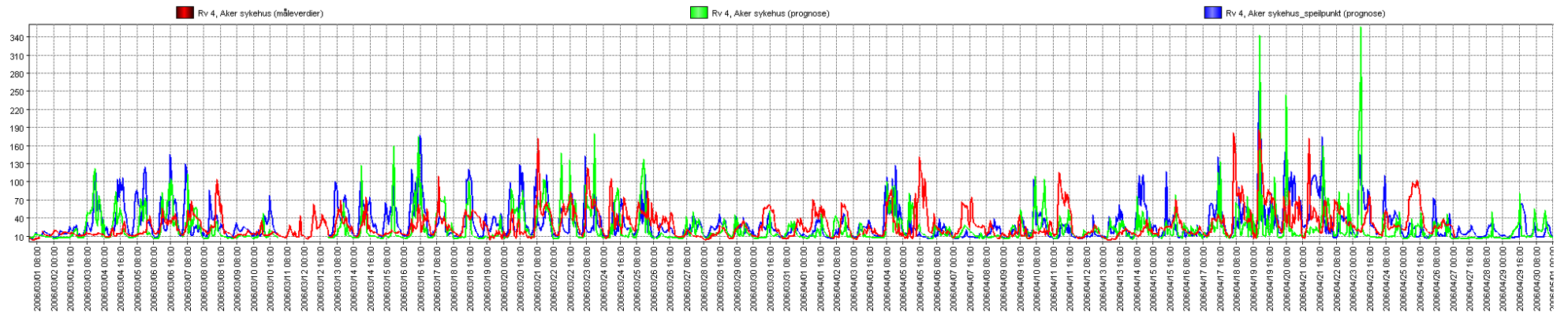
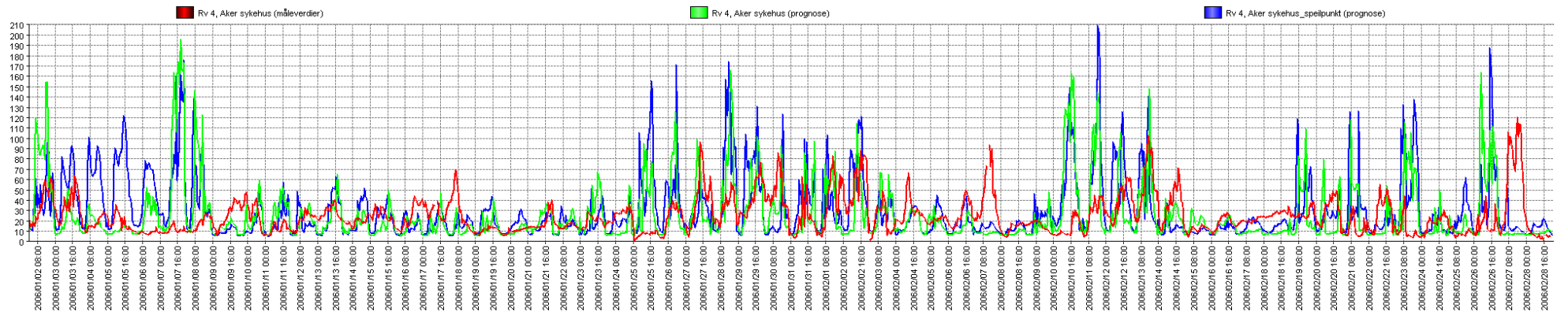
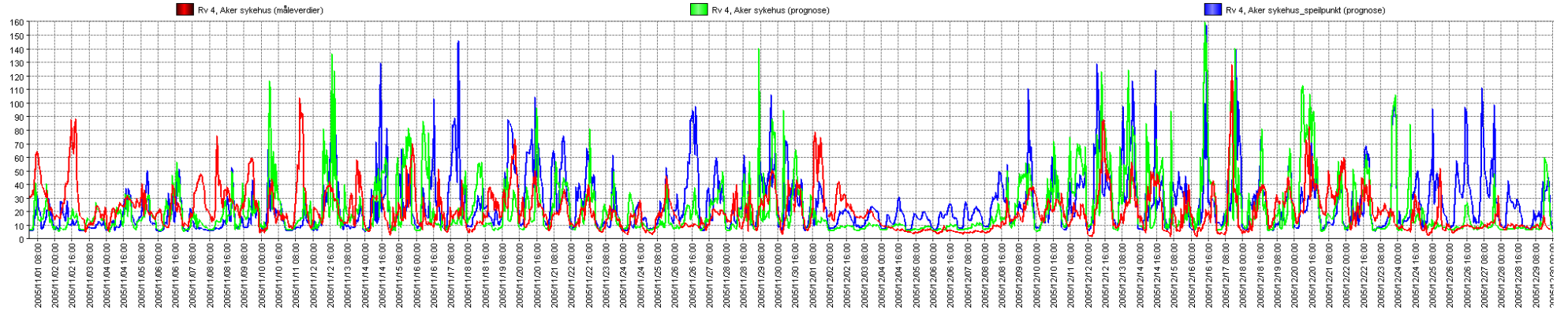
Figur D8

NO2 Riksvei 4 Oslo



Figur D9

PM10 Riksvei 4 Oslo



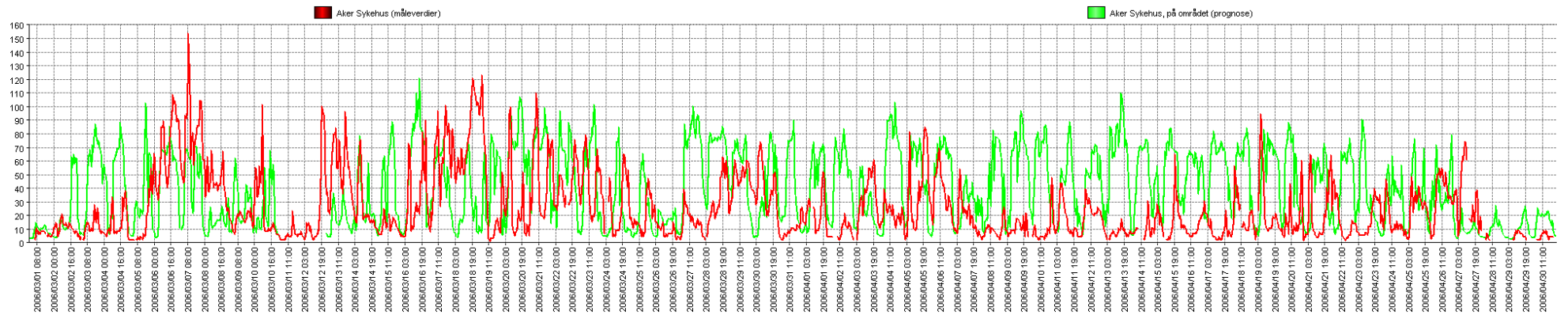
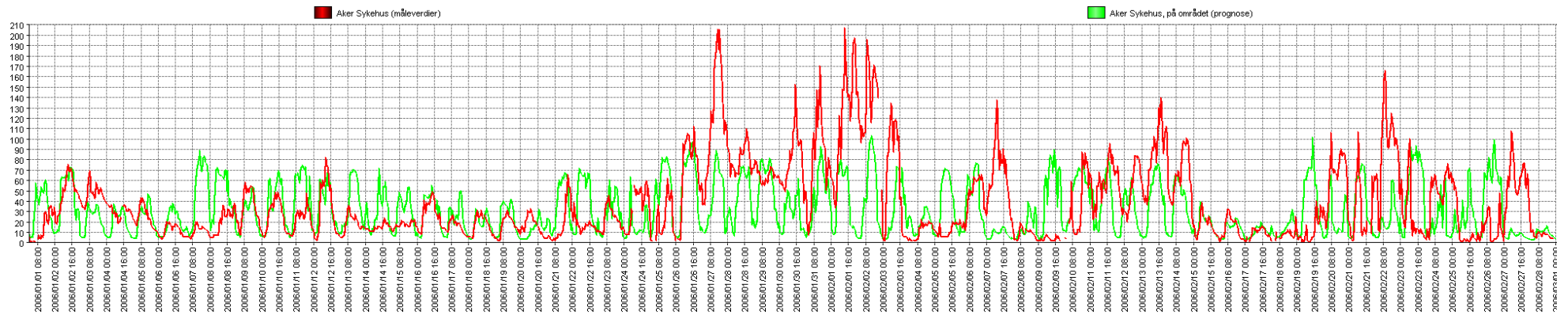
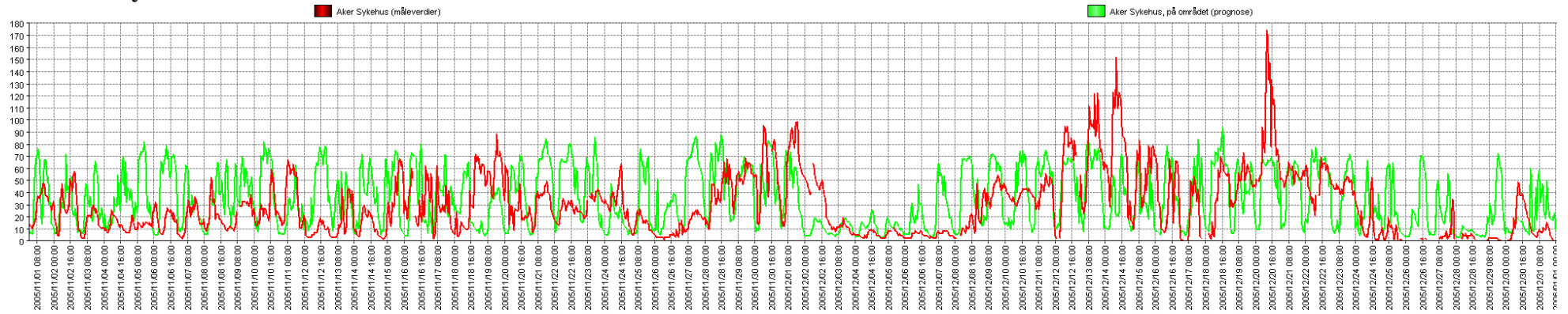
Figur D10

PM2,5 Riksvei 4 Oslo



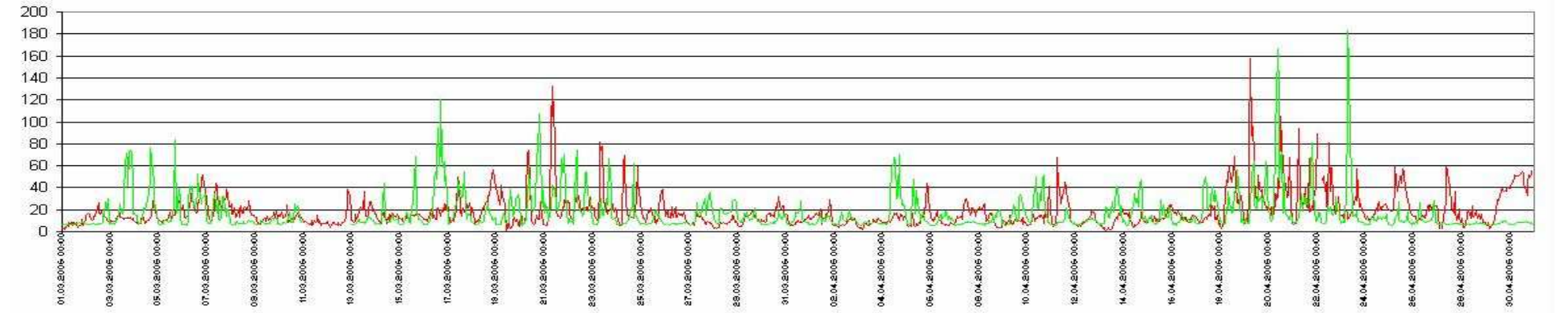
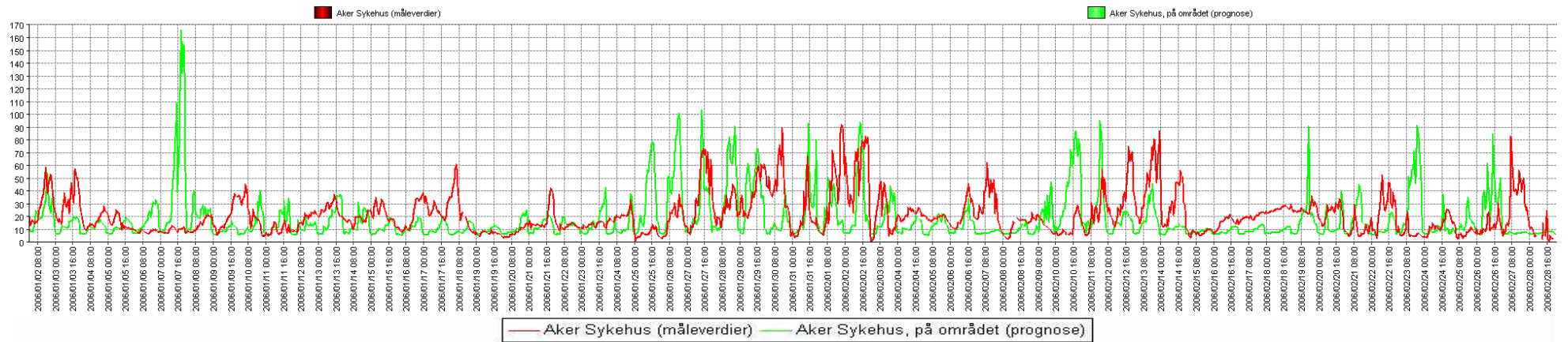
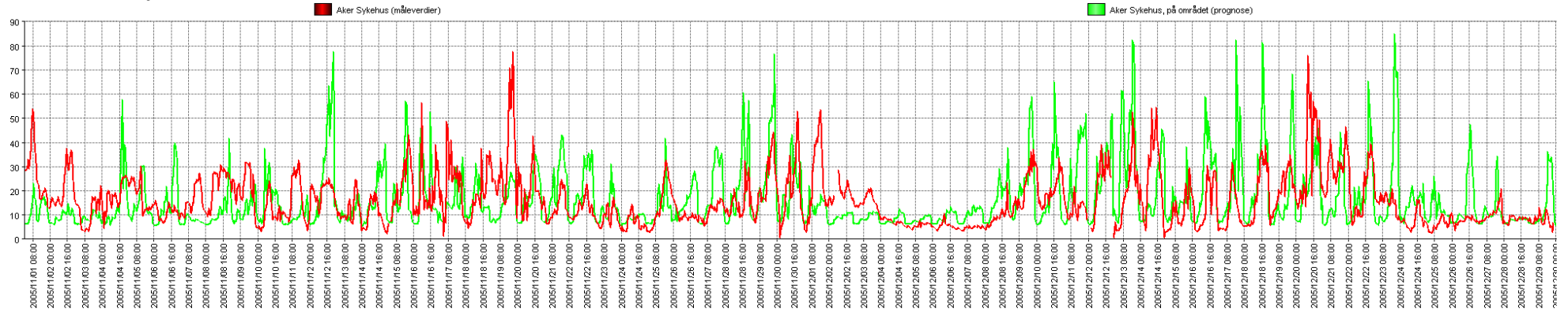
Figur D11

NO2 Akersykehus Oslo



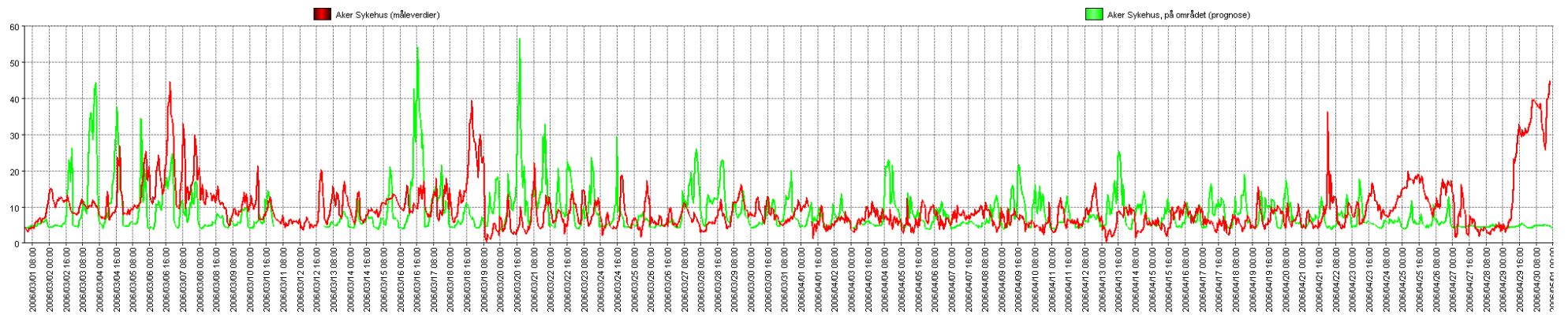
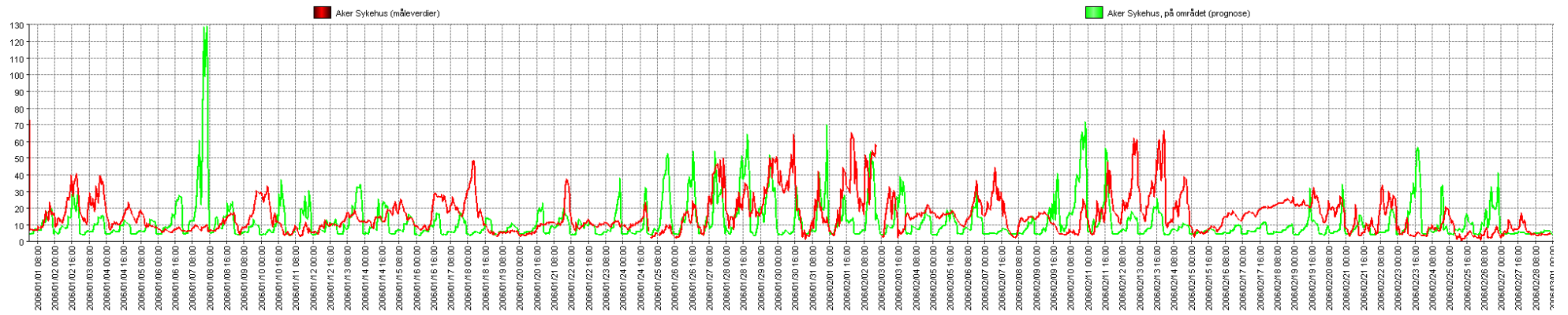
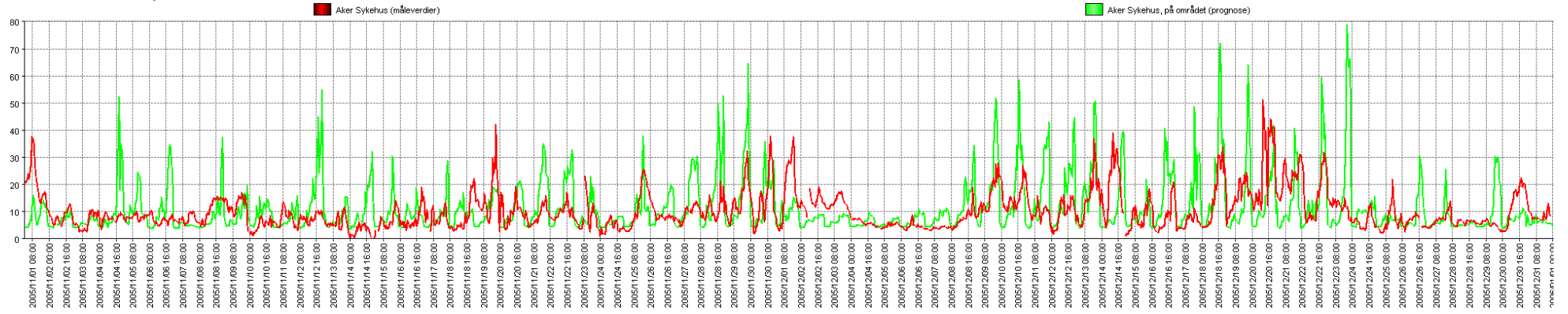
Figur D12

PM10 Akersykehus Oslo



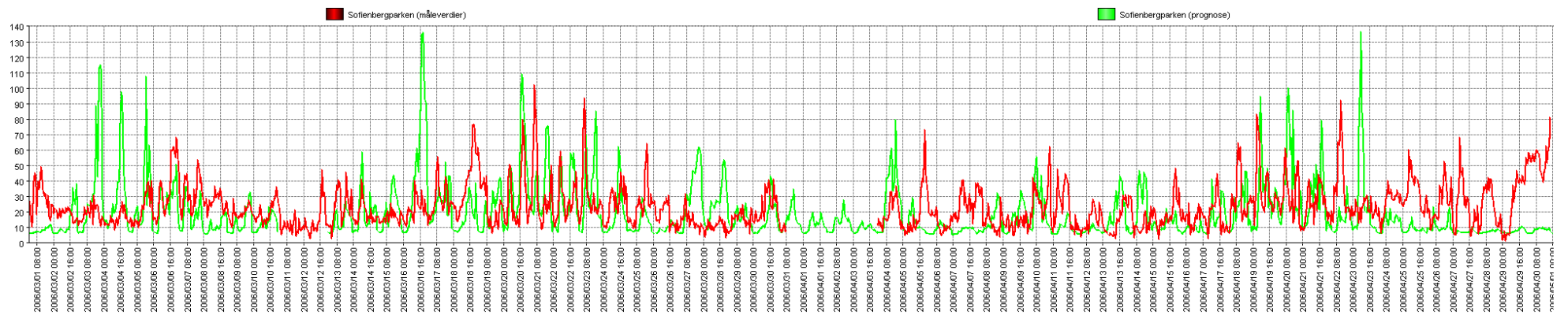
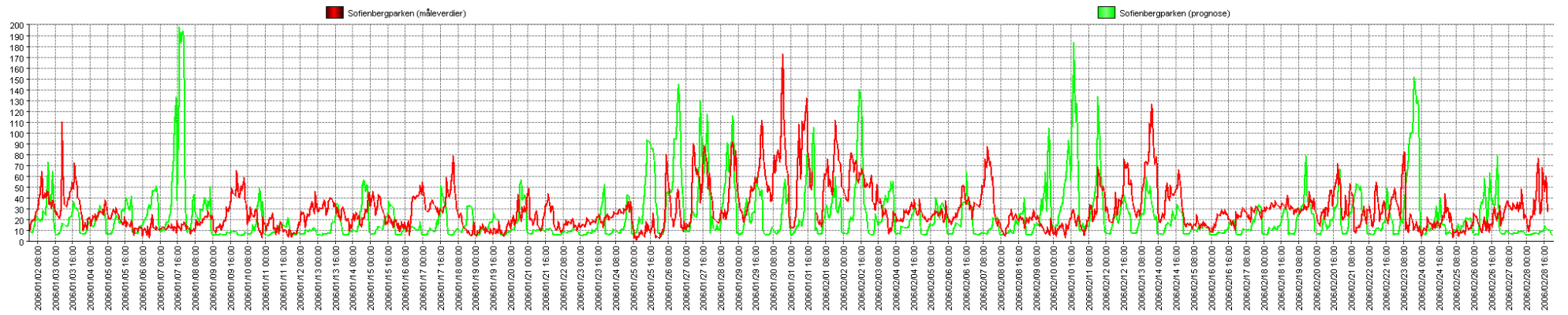
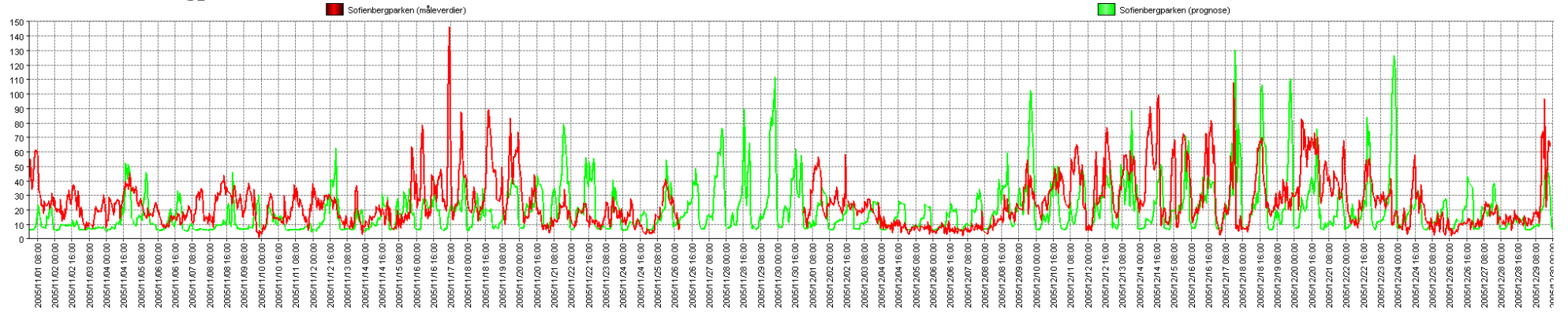
Figur D13

PM2,5 Akersykehus Oslo



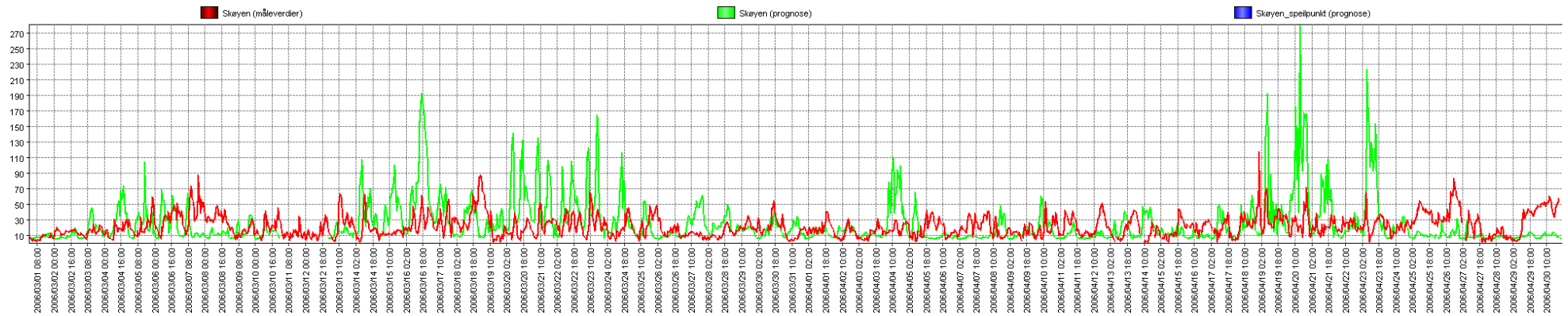
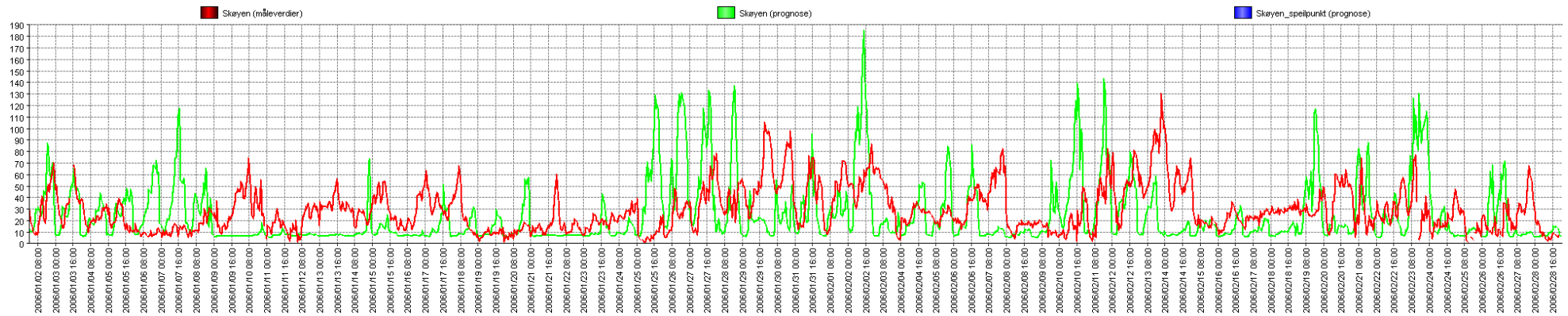
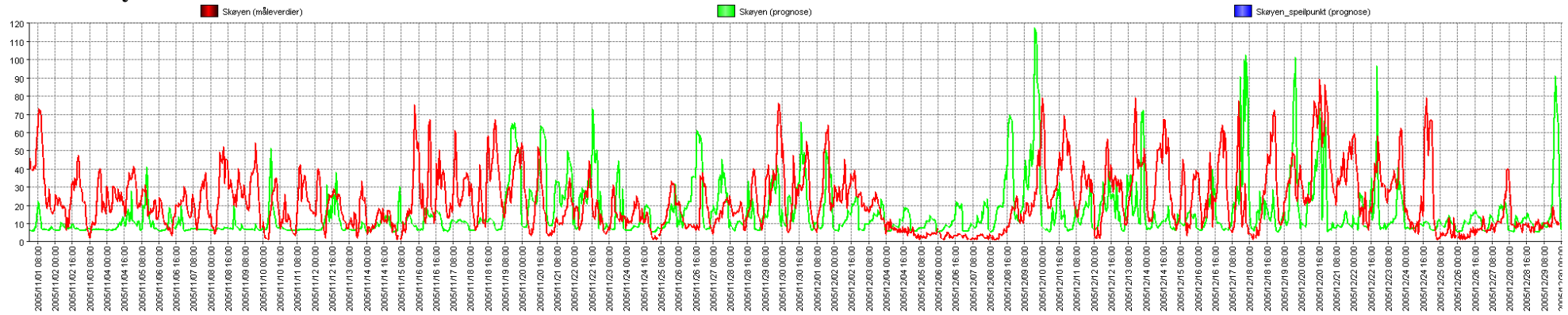
Figur D14

PM10 Sofienbergparken Oslo



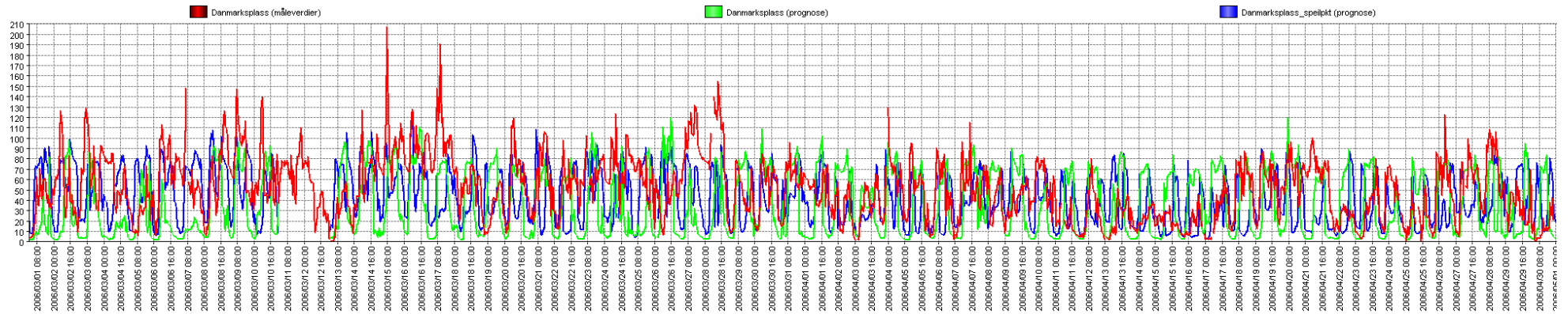
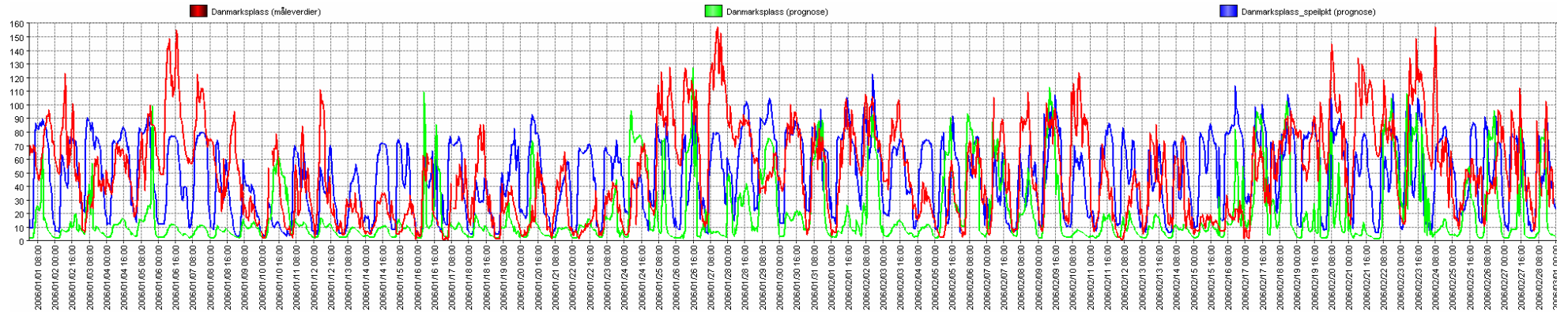
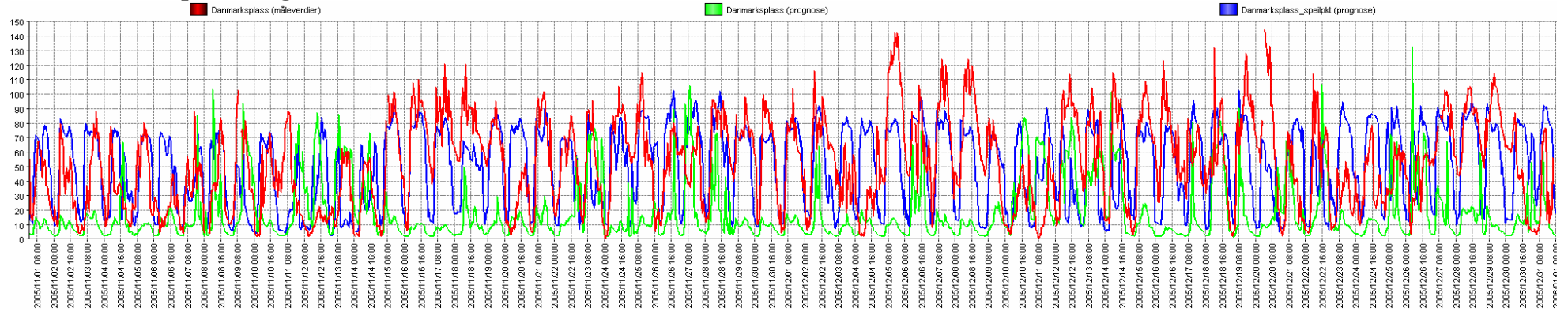
Figur D15

PM10 Skøyen Oslo



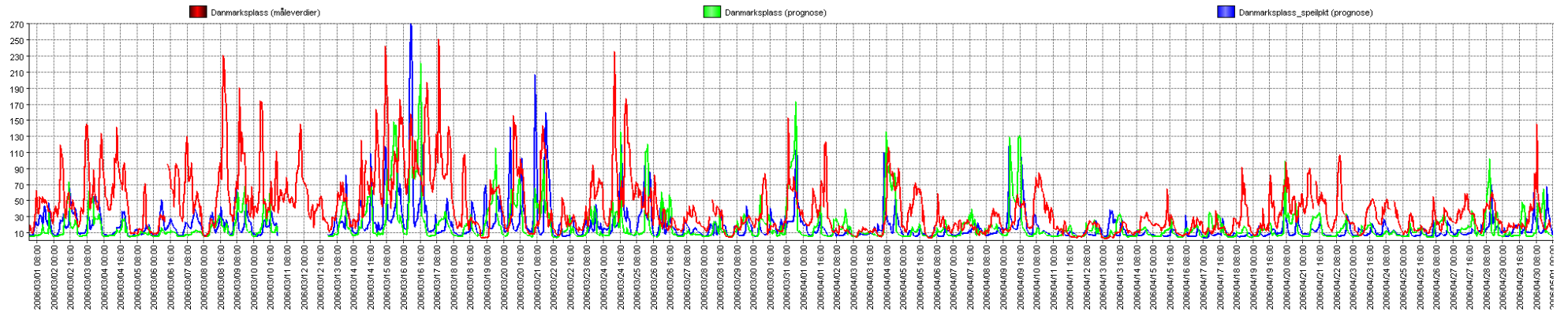
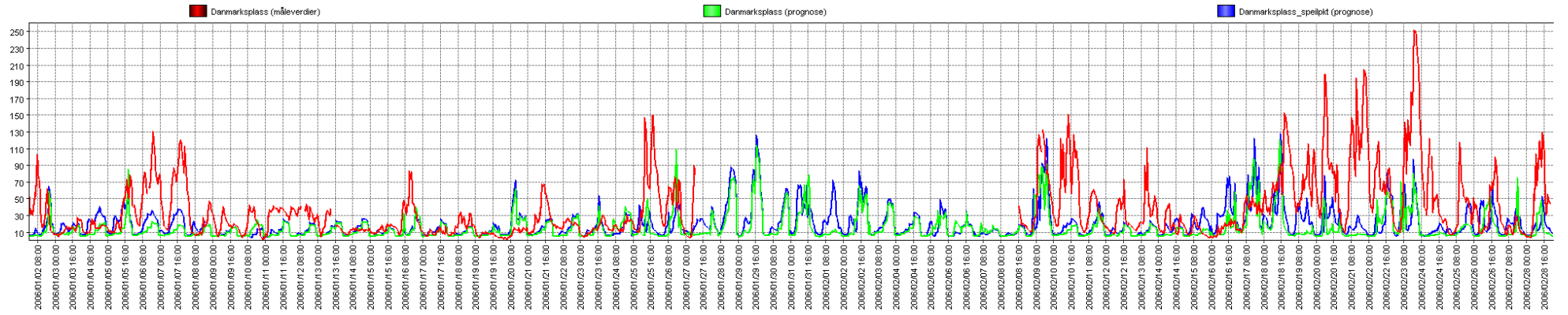
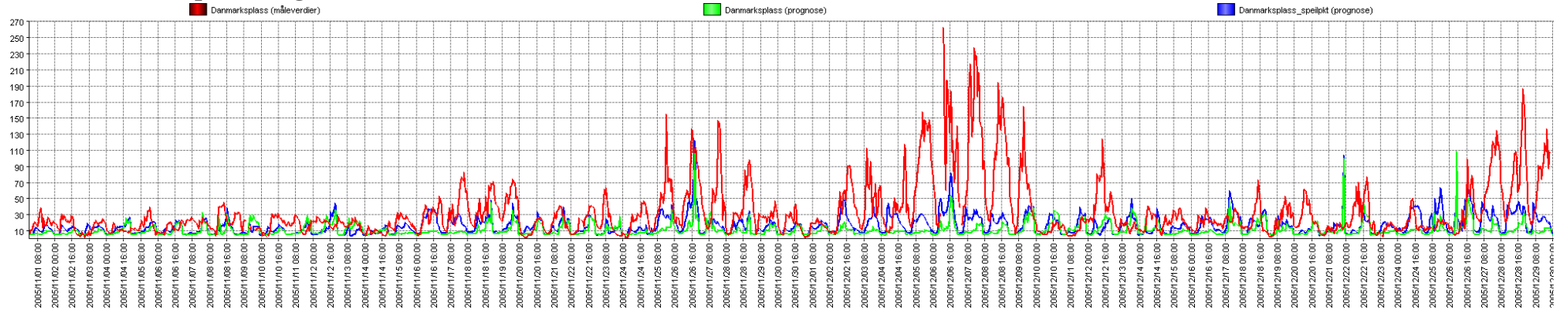
Figur D16

NO2 Danmarksplass Bergen



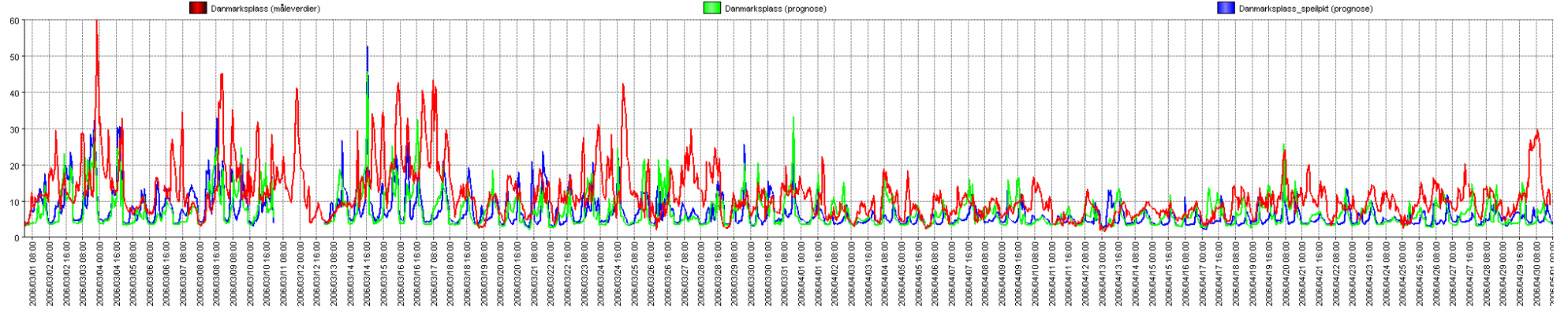
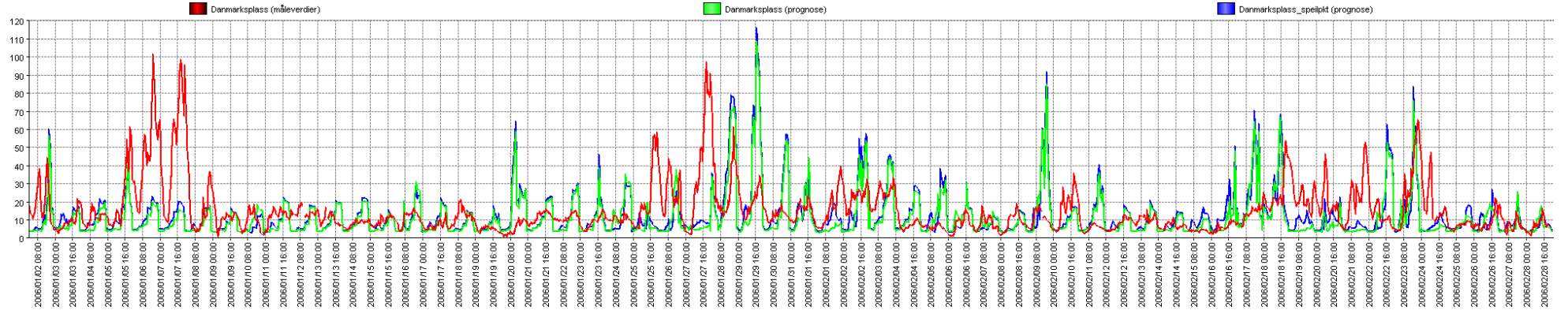
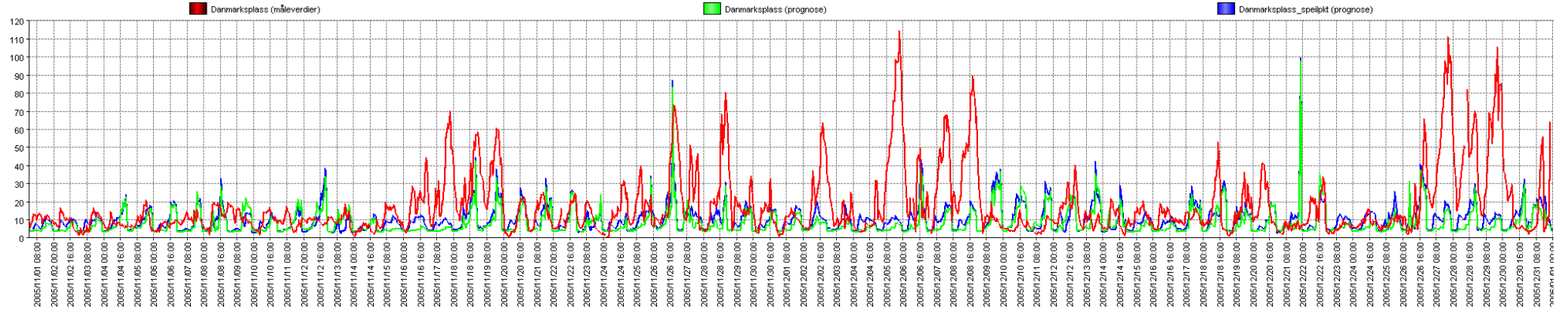
Figur D17

PM10 Danmarksplass Bergen



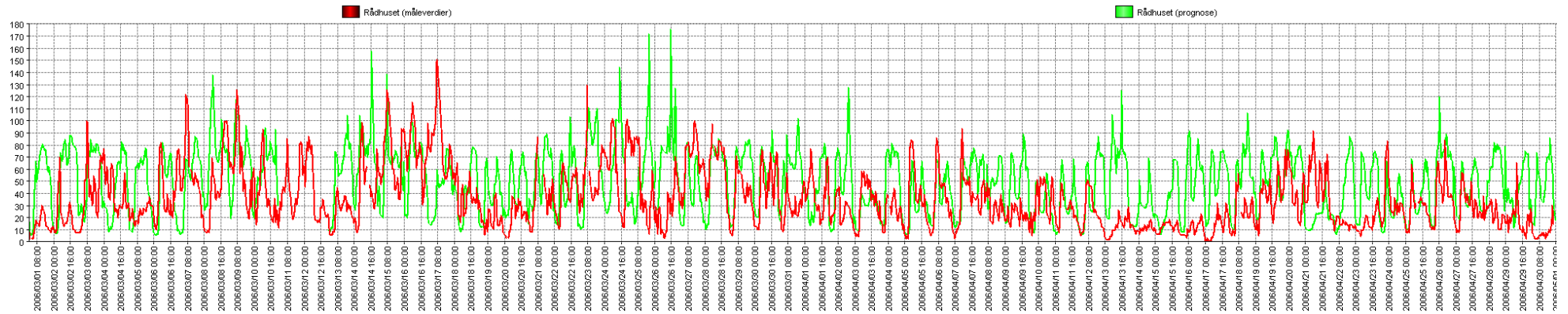
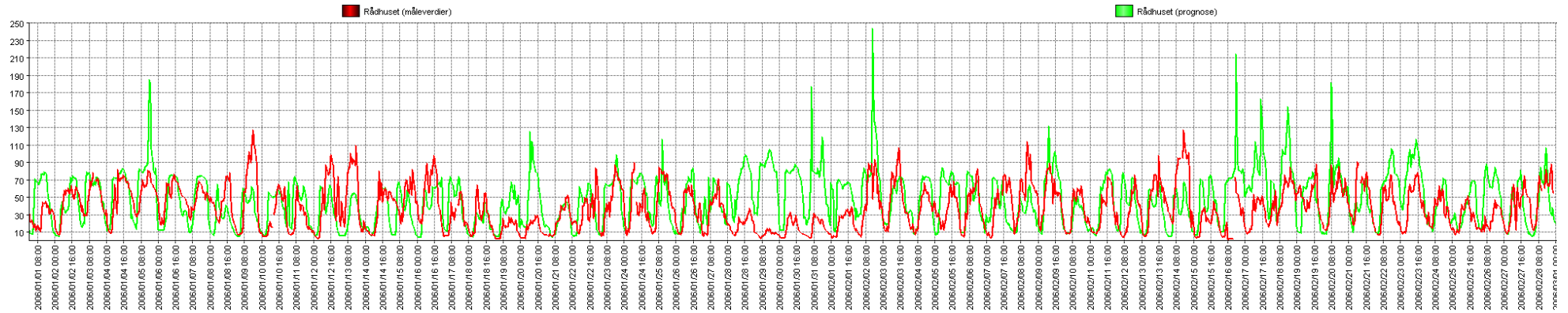
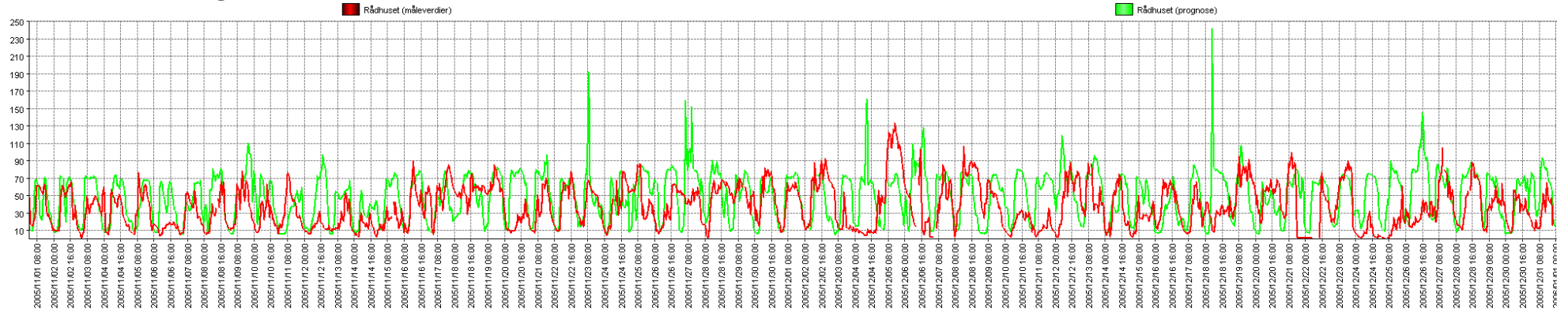
Figur D18

PM2,5 Danmarksplass Bergen



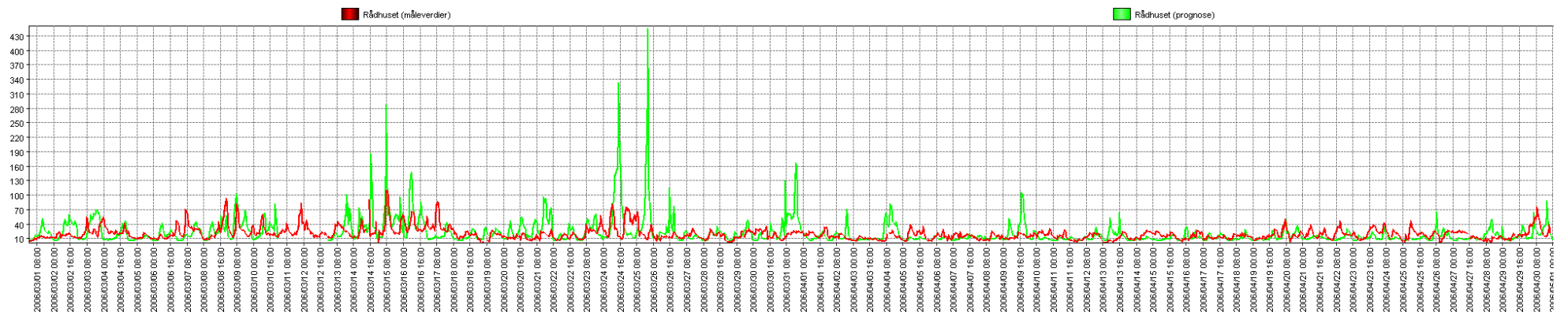
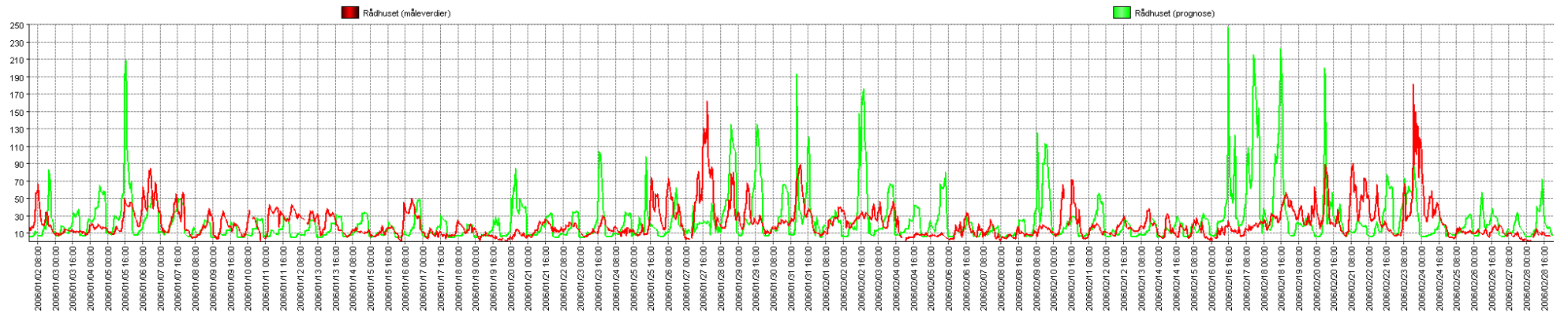
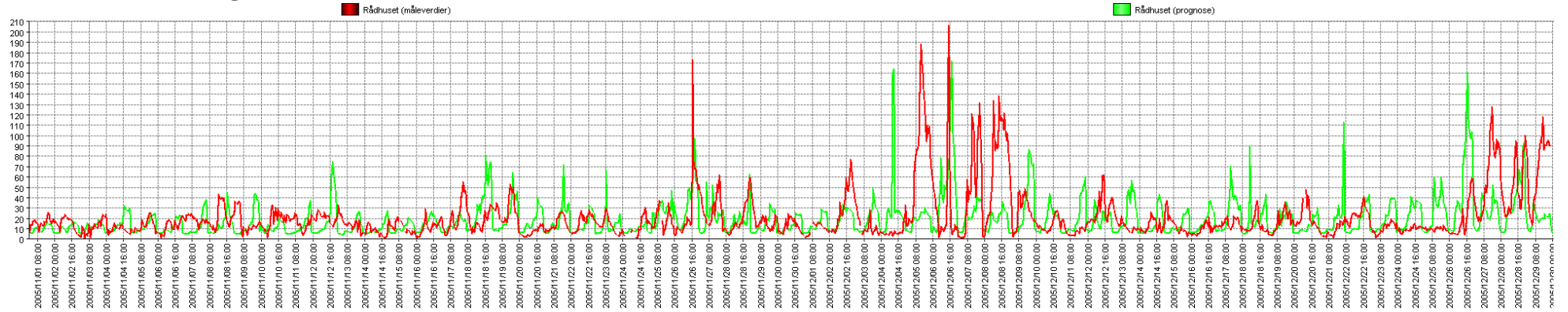
Figur D19

NO2 Rådhuset Bergen



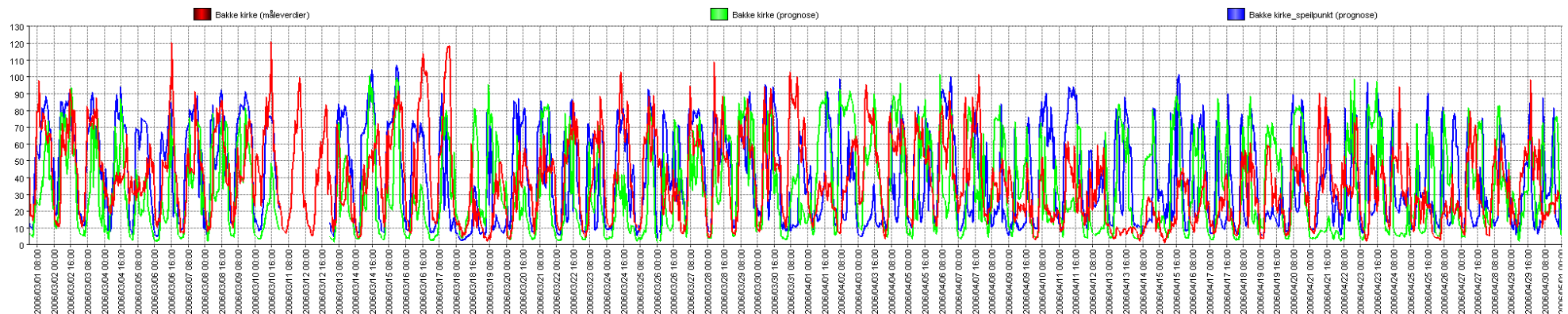
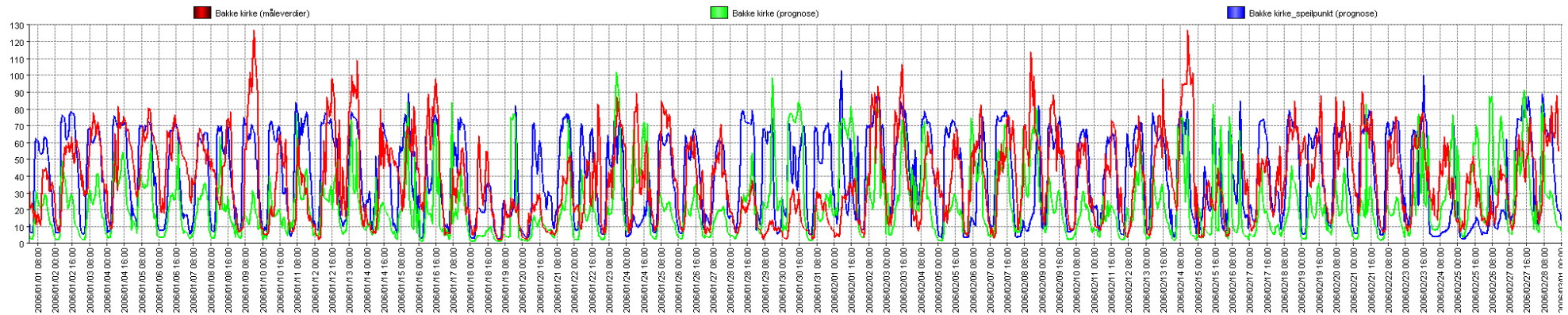
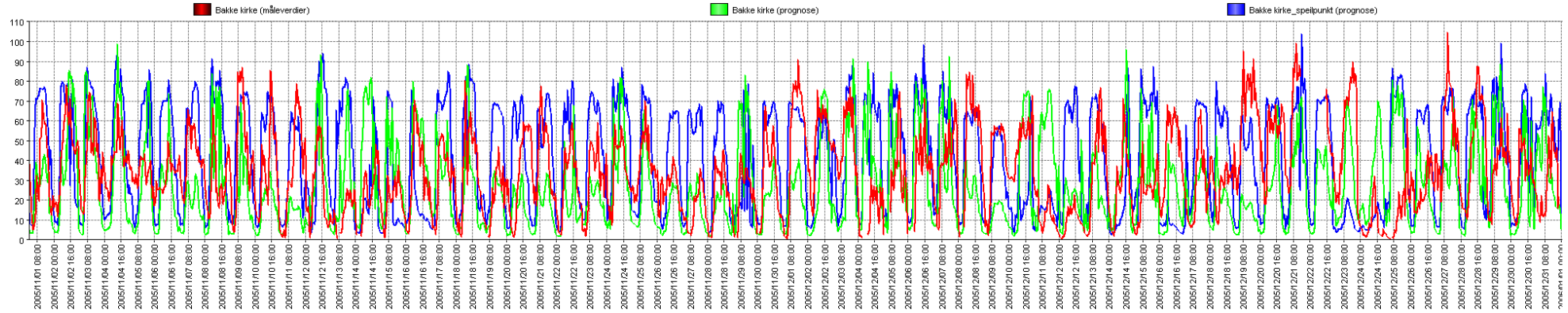
Figur D20

PM10 Rådhuset Bergen



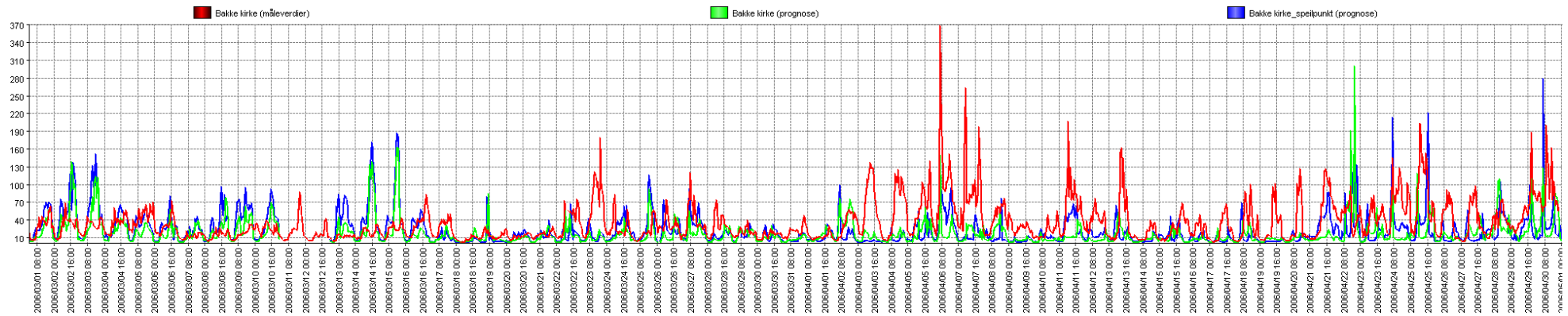
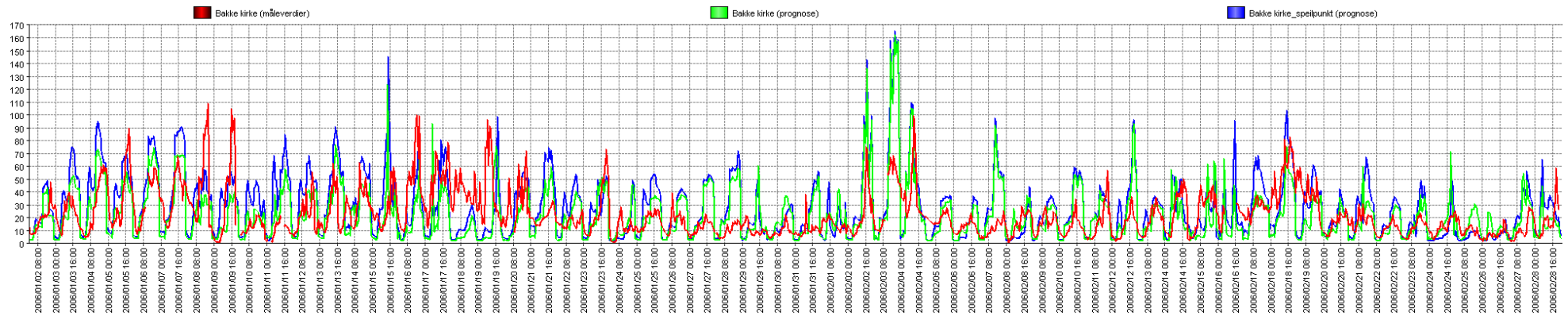
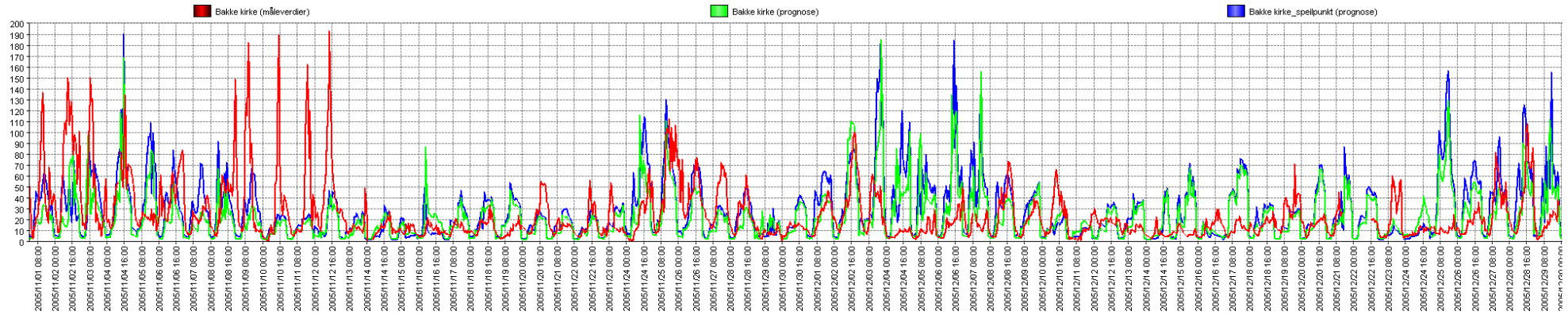
Figur D21

NO2 Bakke Kirke Trondheim



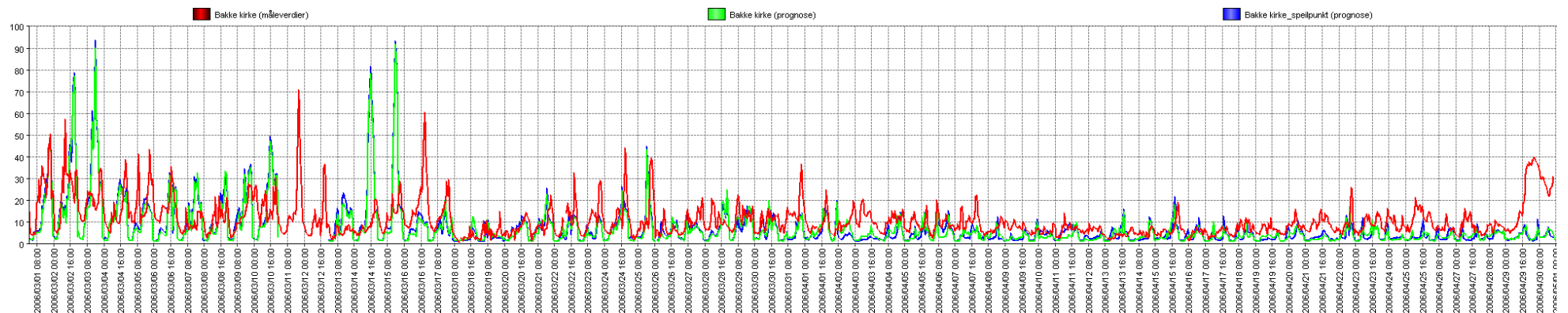
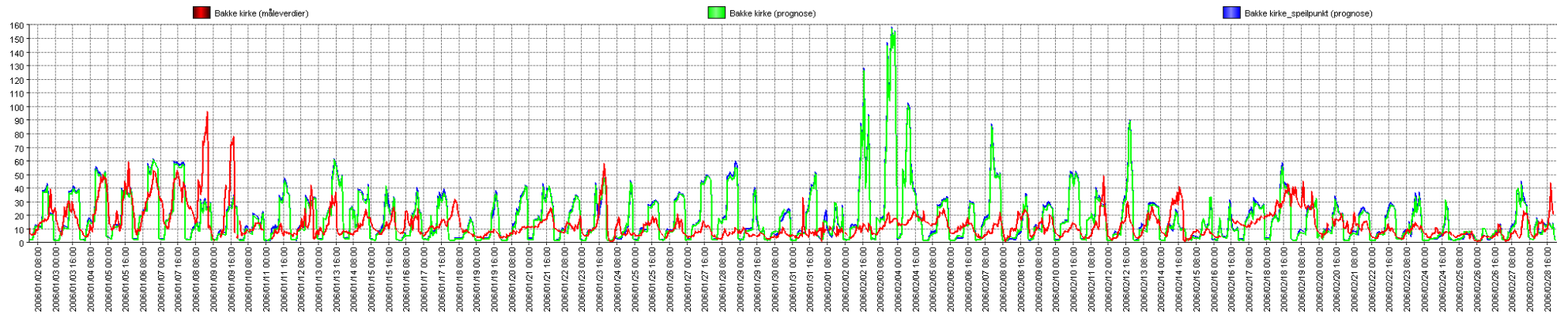
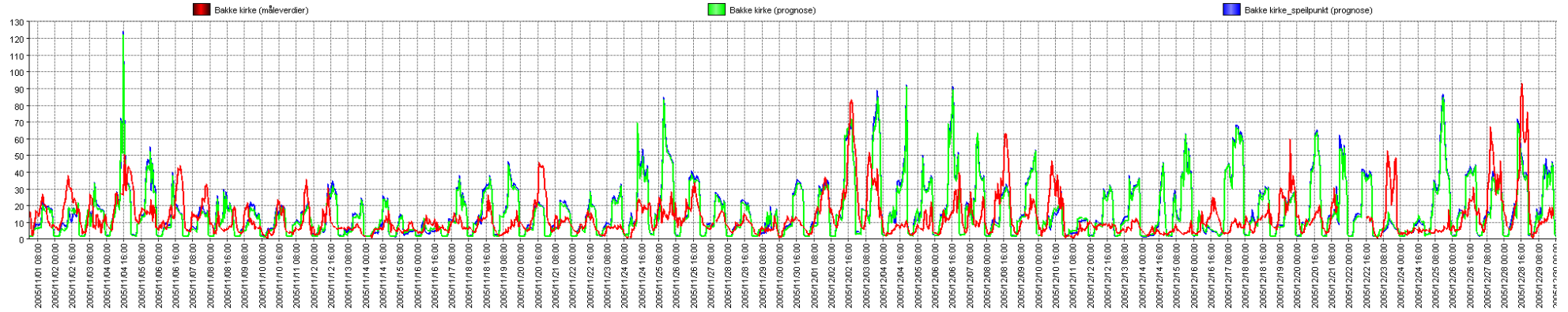
Figur D22

PM10 Bakke Kirke Trondheim



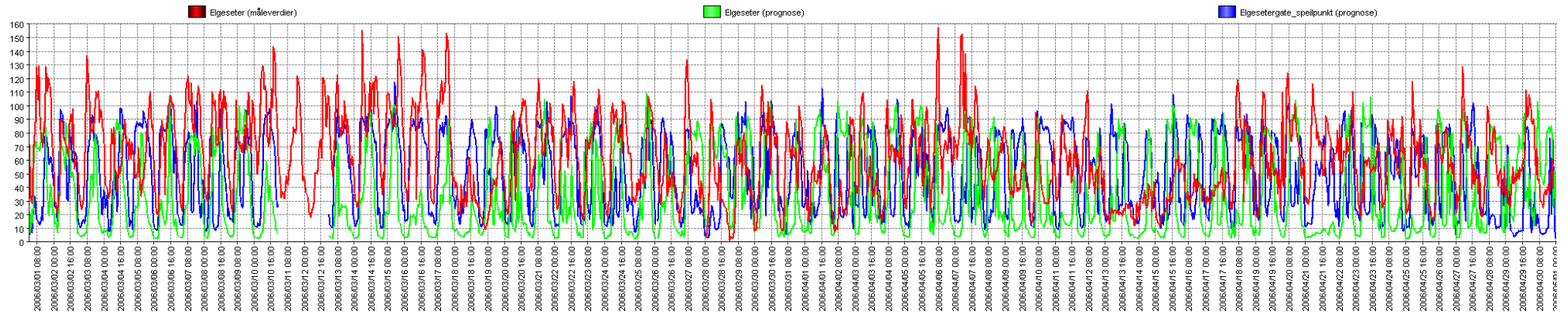
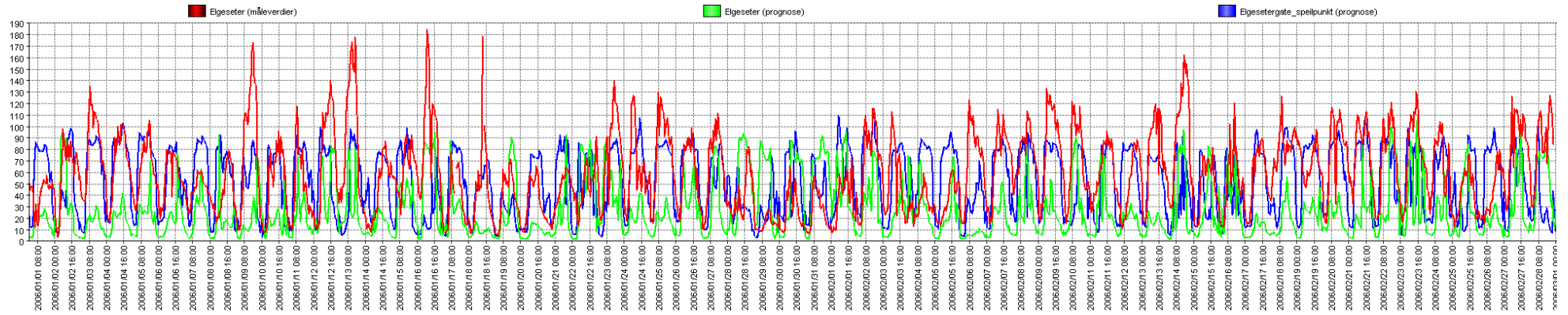
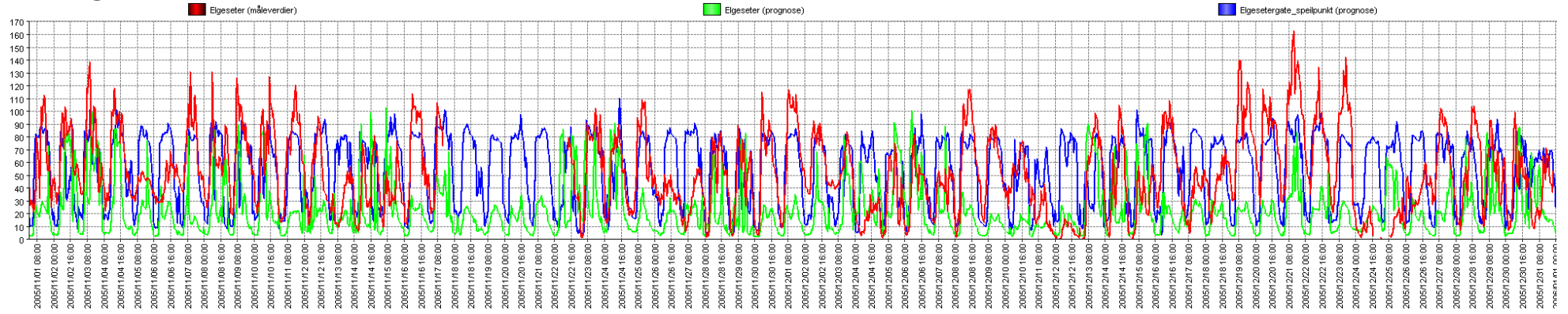
Figur D23

PM2,5 Bakke Kirke Trondheim



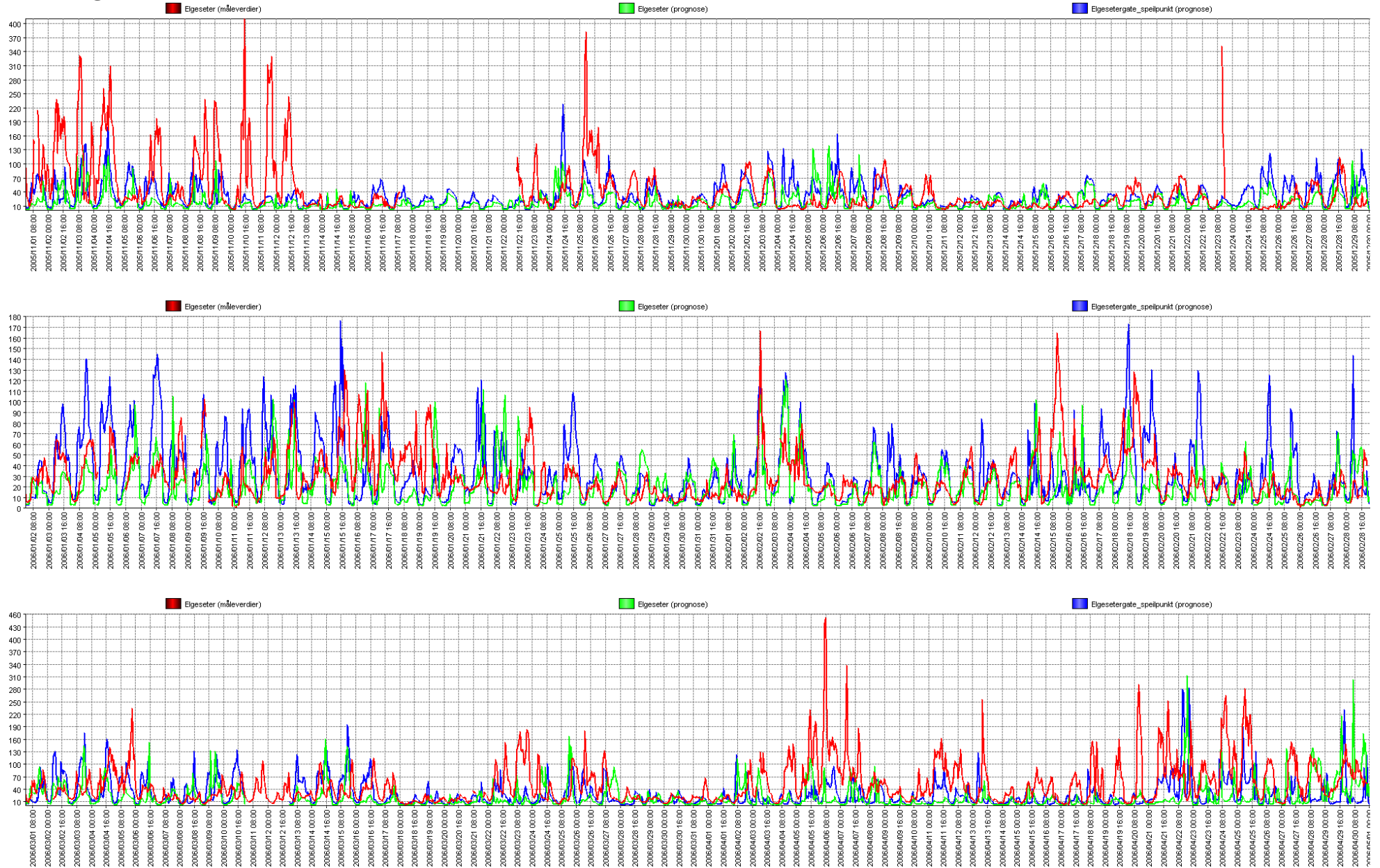
Figur D24

NO2 Elgeseter Trondheim



Figur D25

PM10 Elgeseter Trondheim



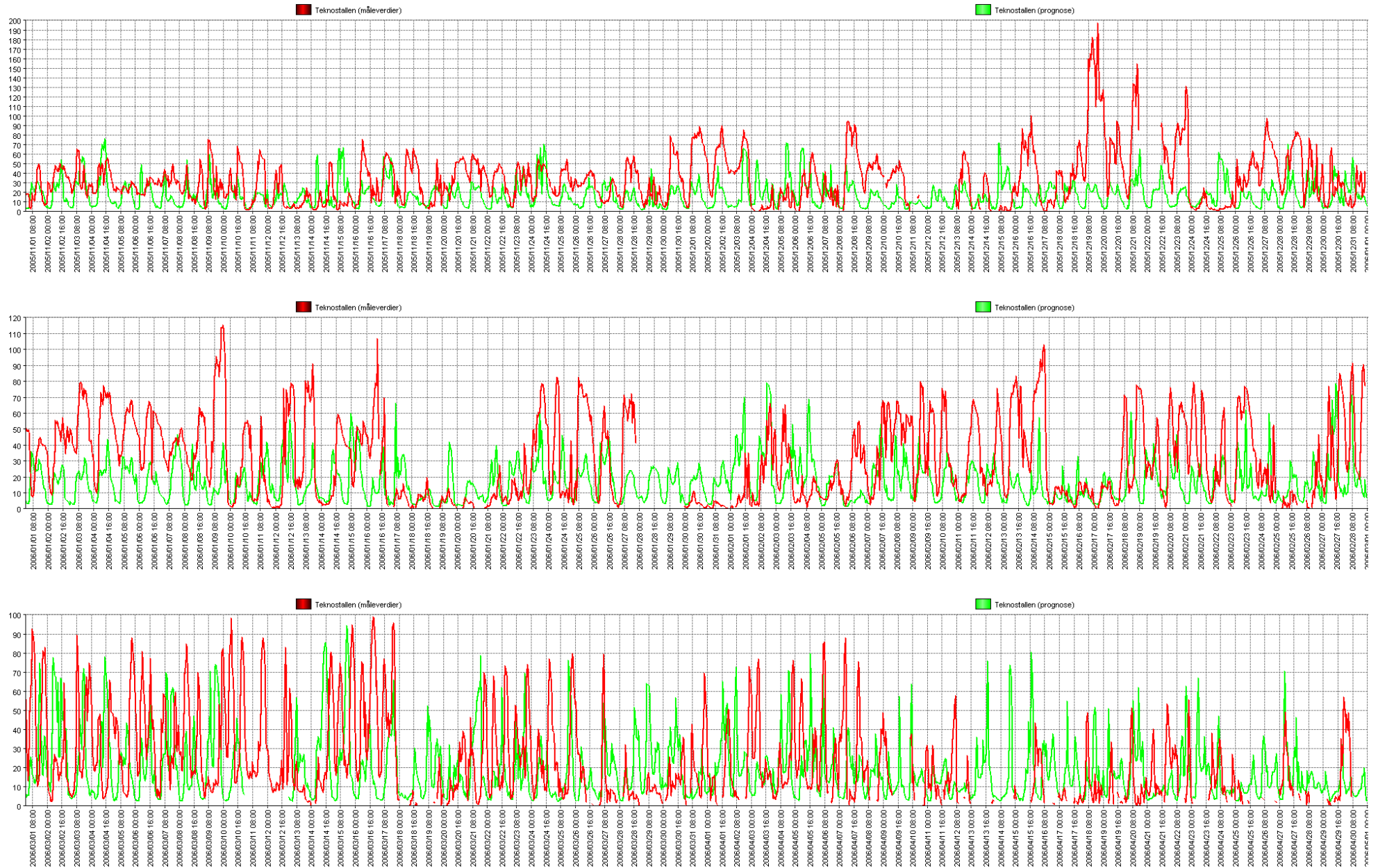
Figur D26

PM2,5 Elgeseter Trondheim



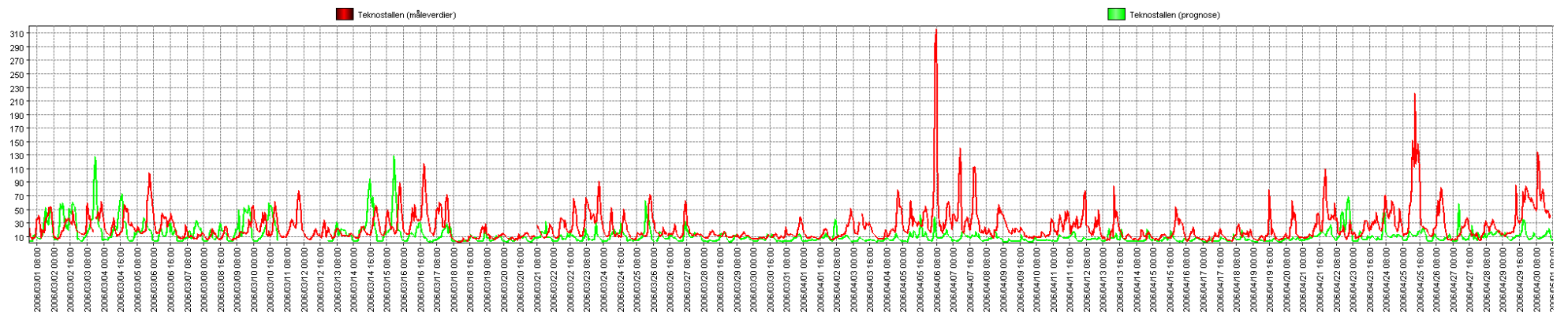
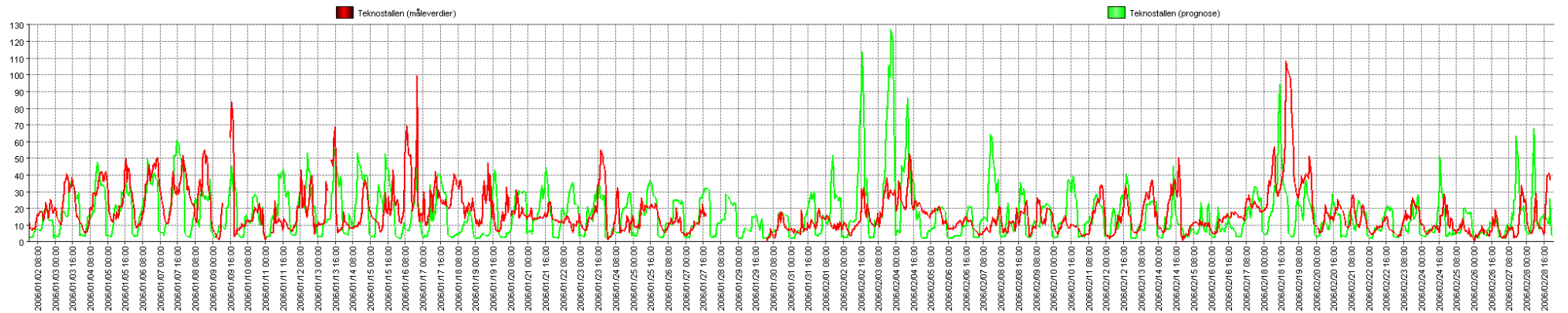
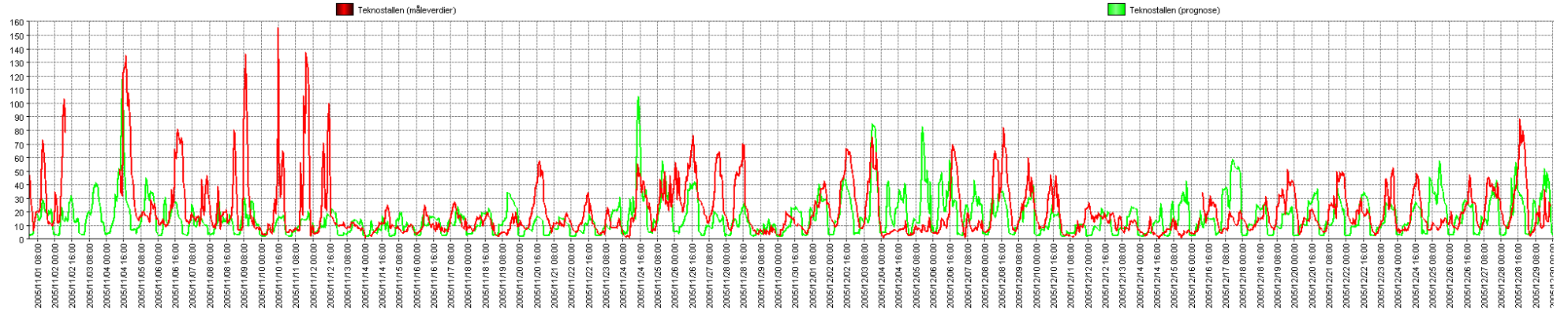
Figur D27

NO2 Teknostallen Trondheim



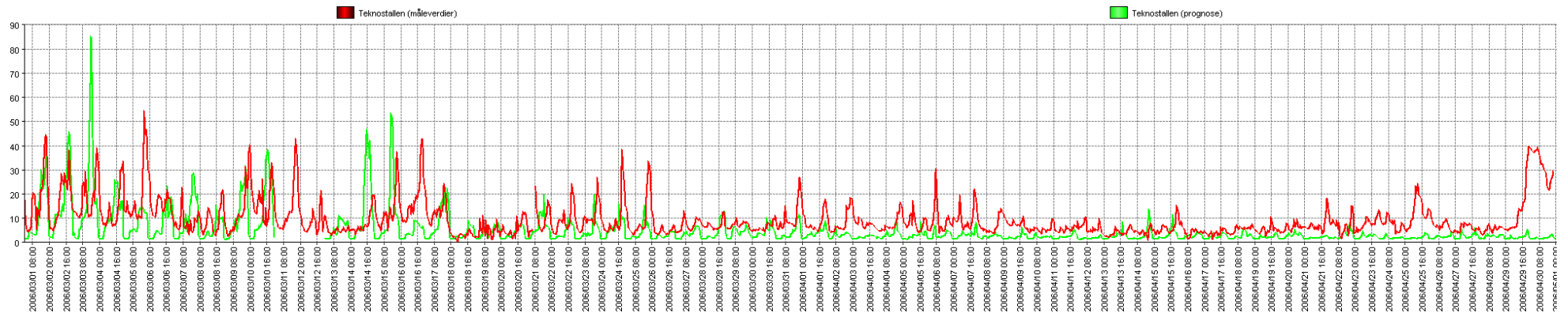
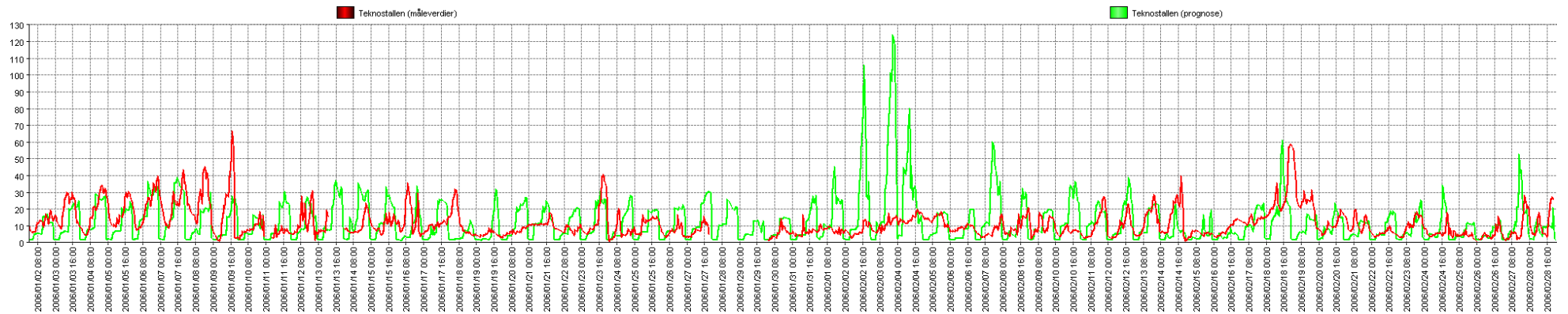
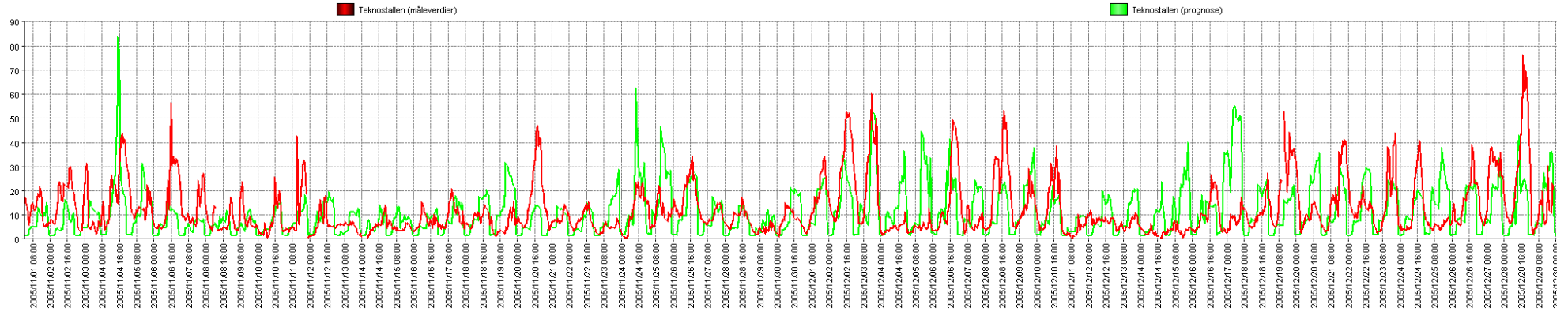
Figur D28

PM10 Teknostallen Trondheim



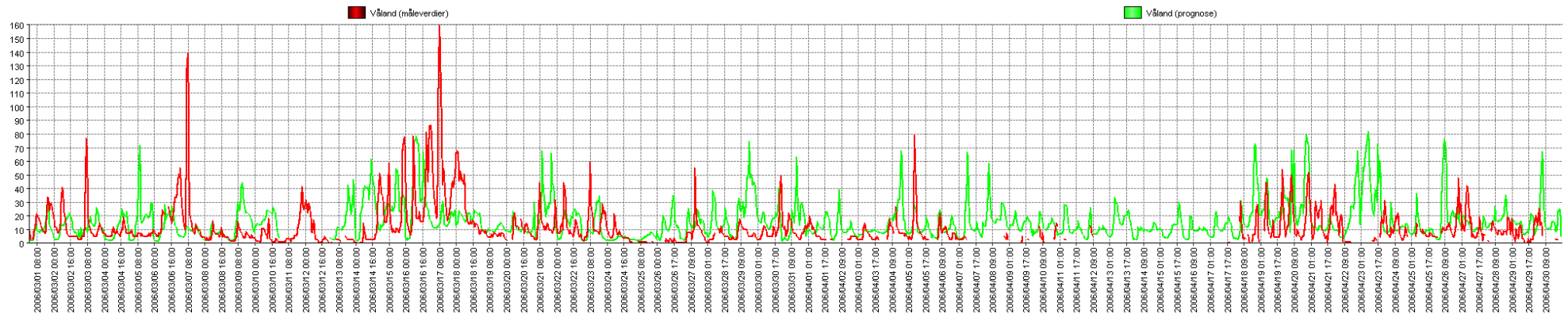
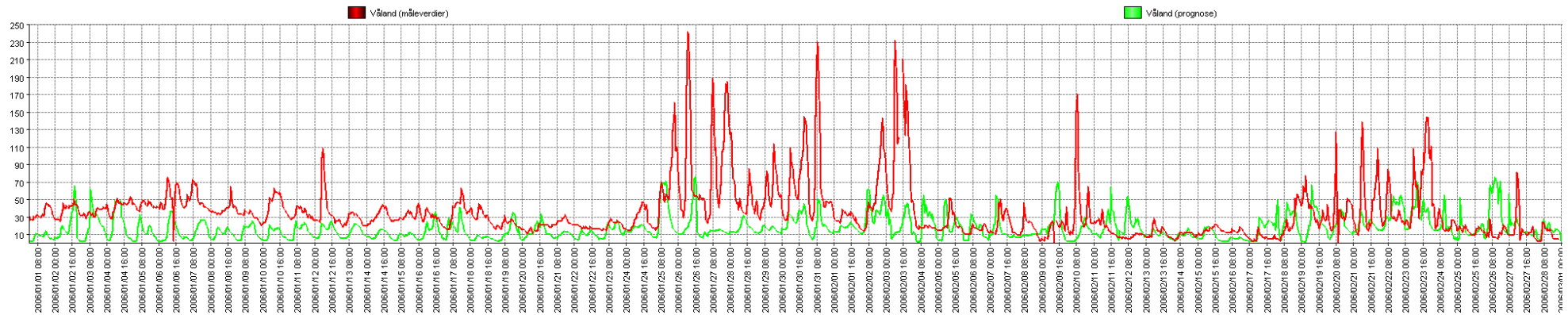
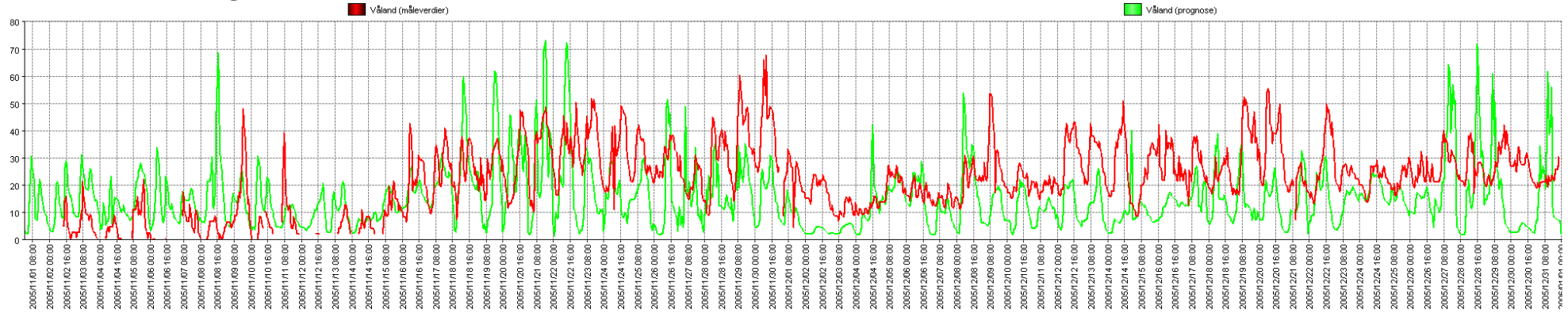
Figur D29

PM2,5 Teknostallen Trondheim



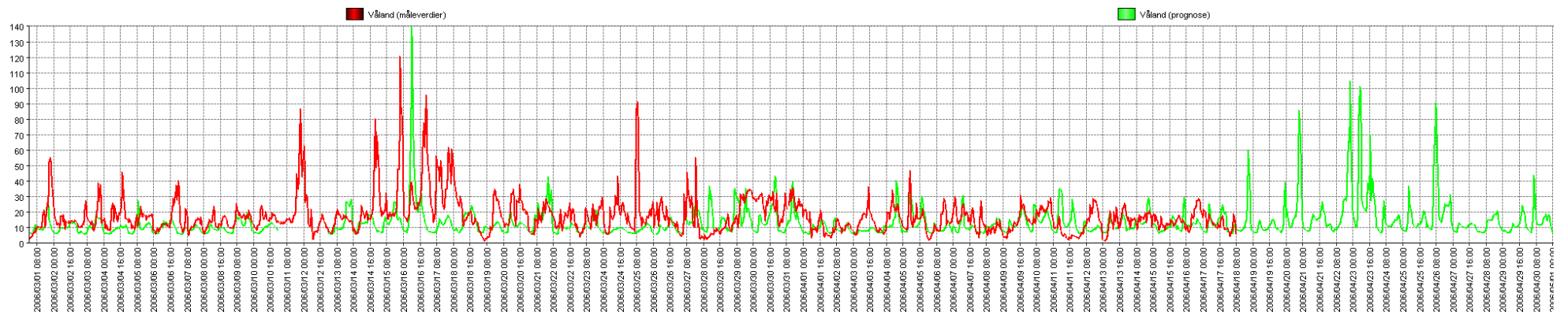
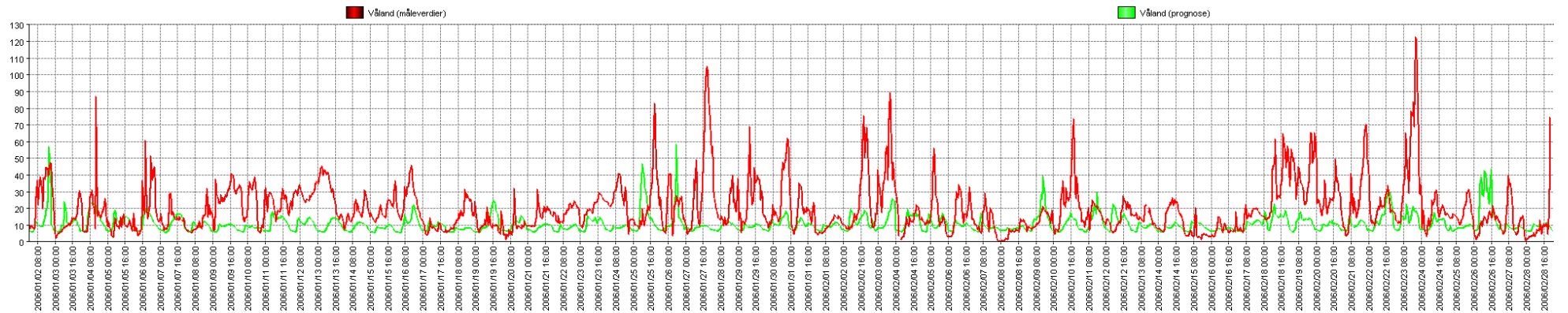
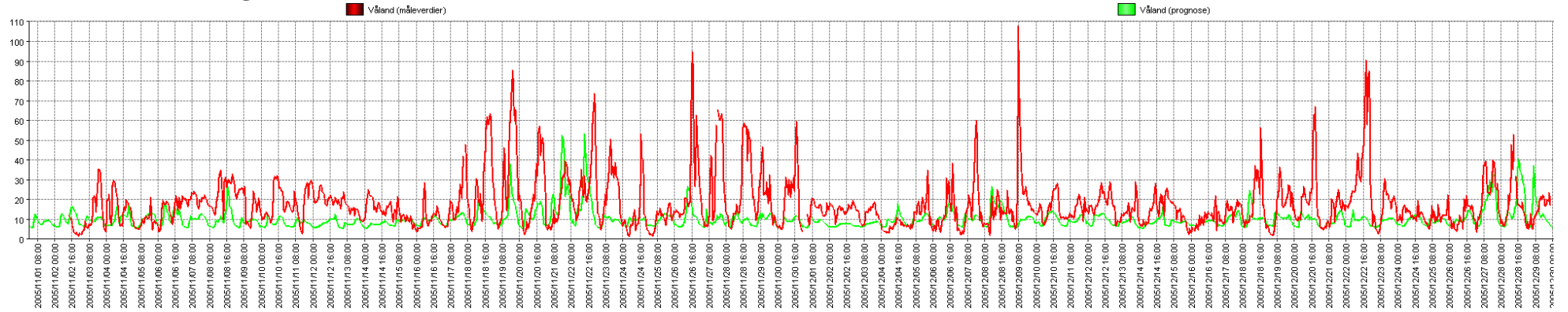
Figur D30

NO2 Våland Stavanger



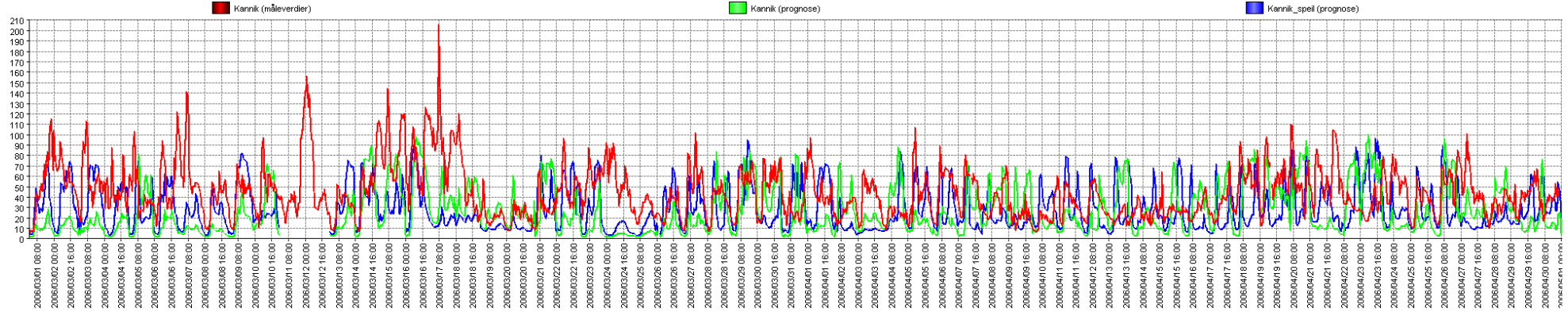
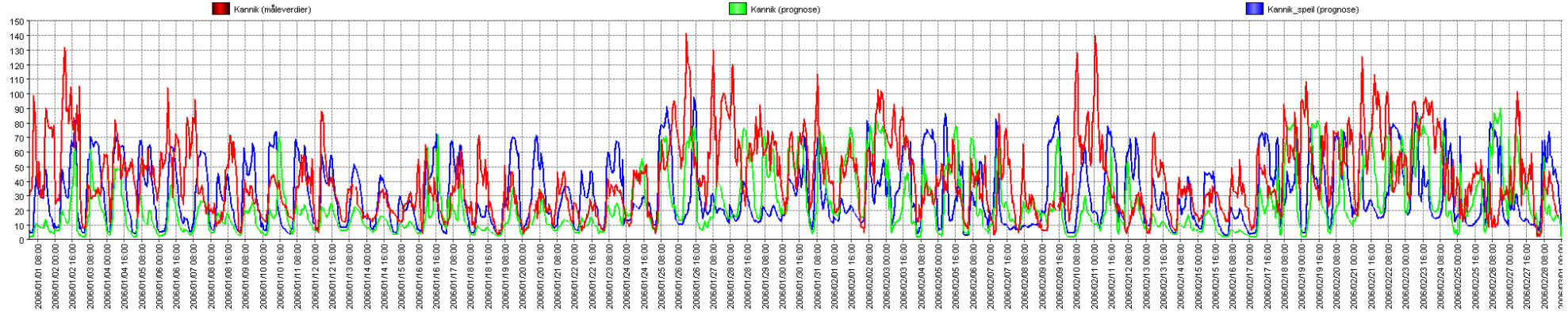
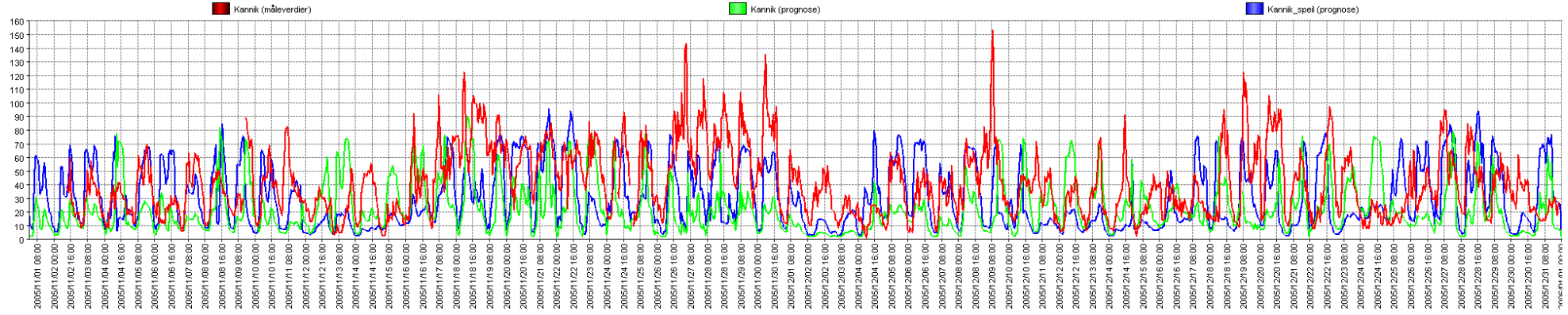
Figur D31

PM10 Vålend Stavanger



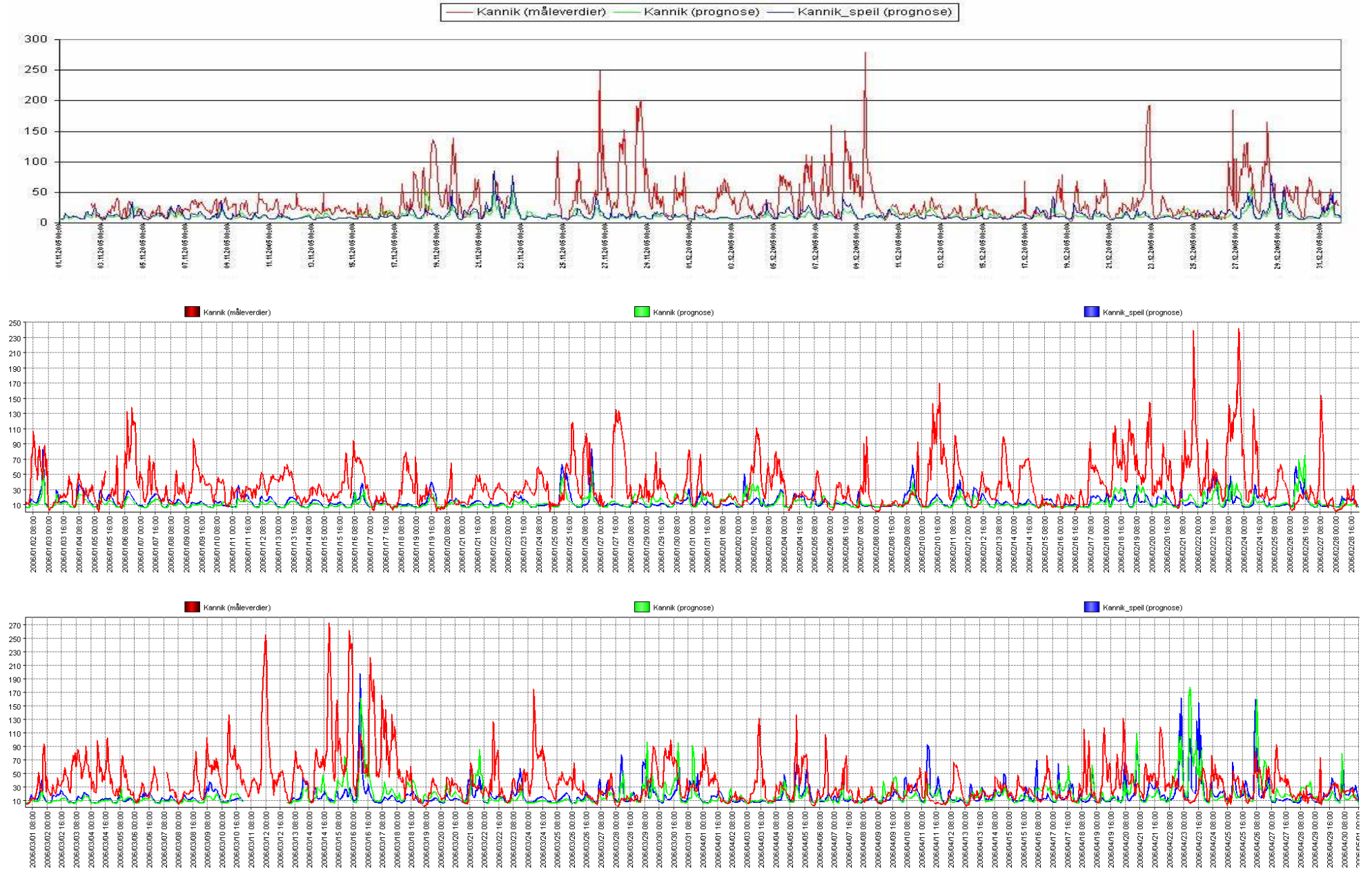
Figur D32

NO2 Kannik Stavanger



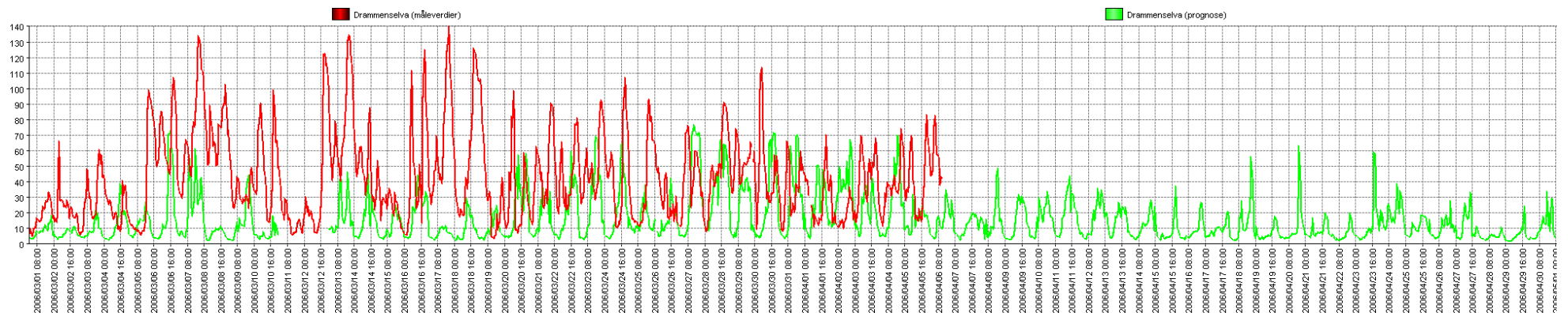
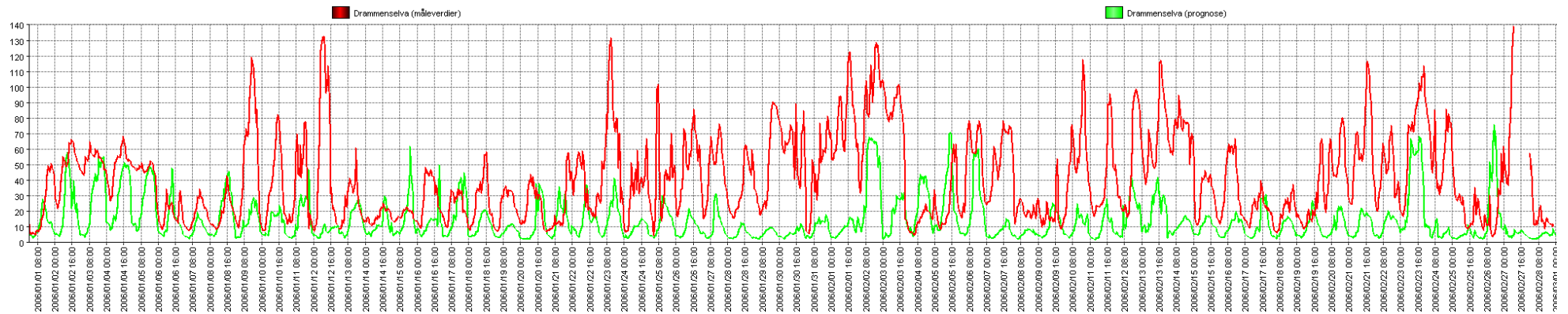
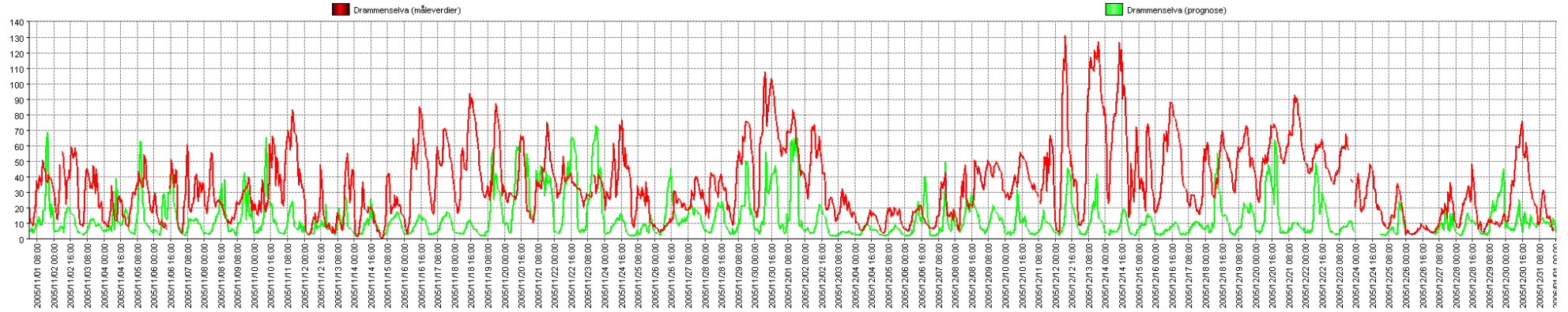
Figur D33

PM10 Kannik Stavanger



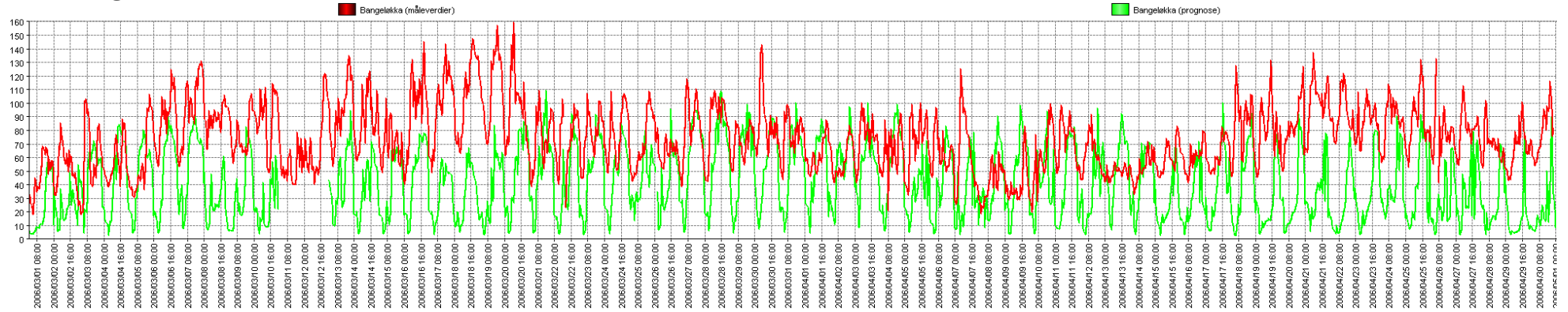
Figur D34

NO2 Drammenselva Drammen



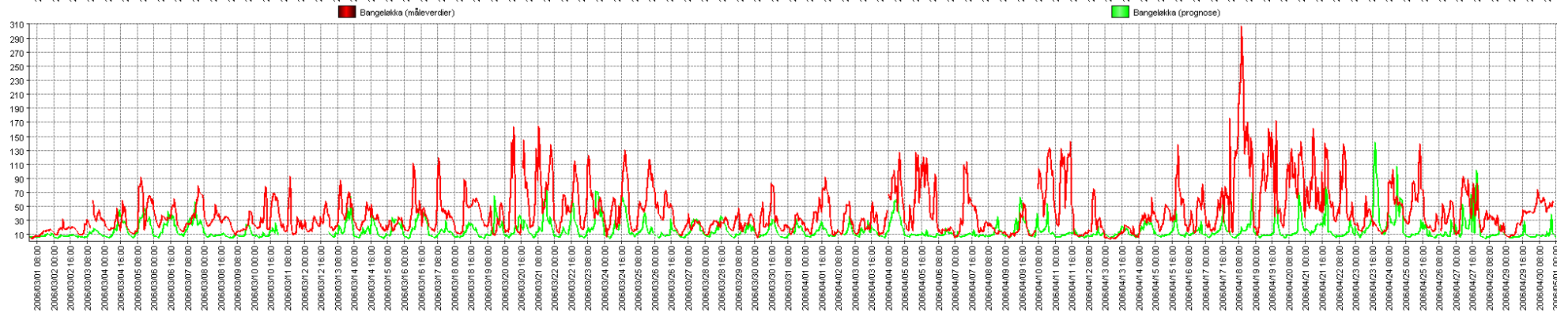
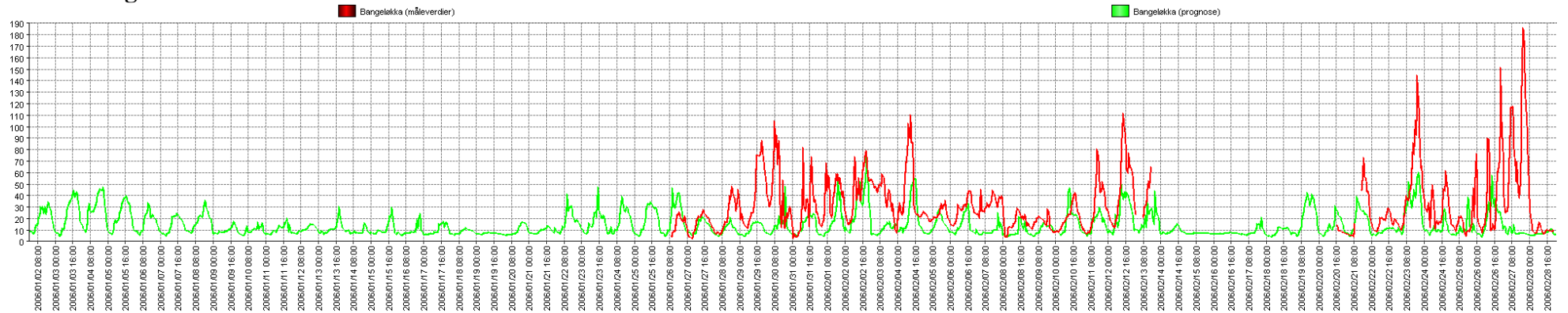
Figur D35

NO2 Bangeløkka Drammen



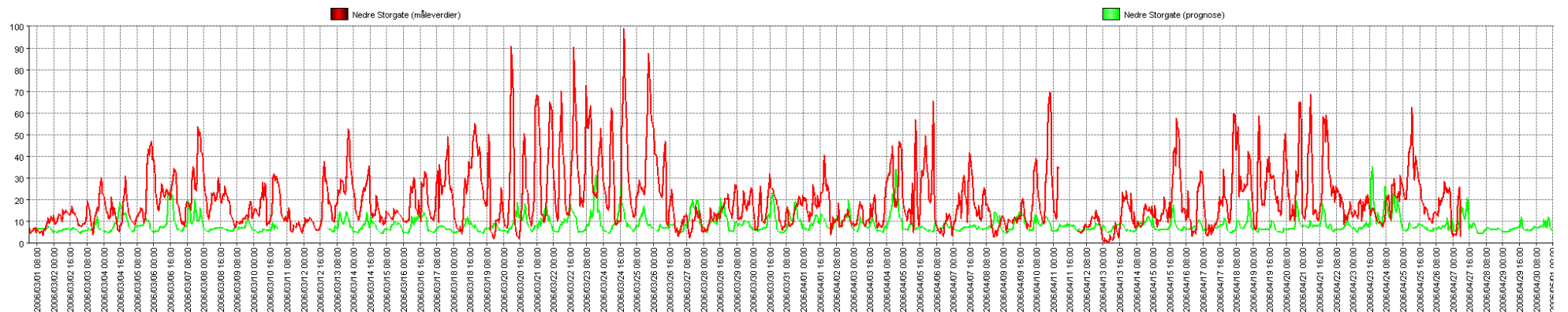
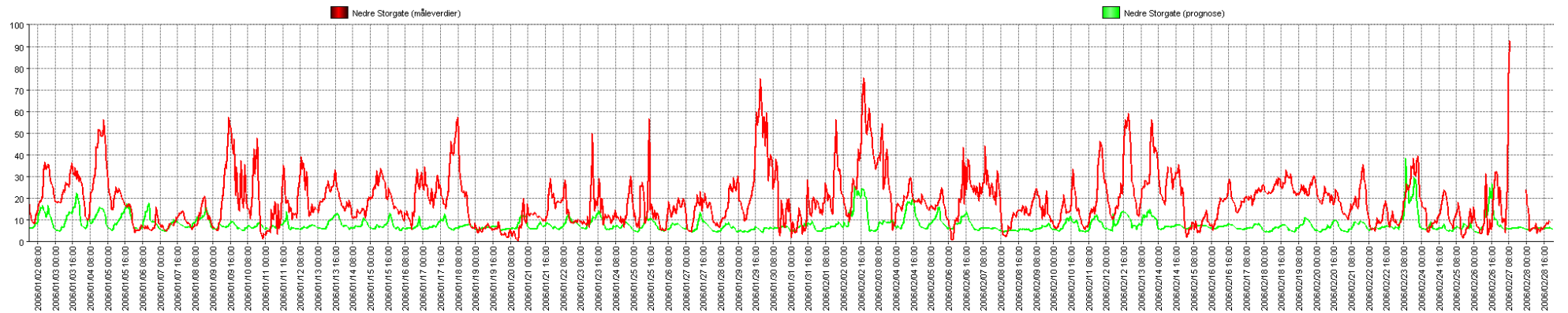
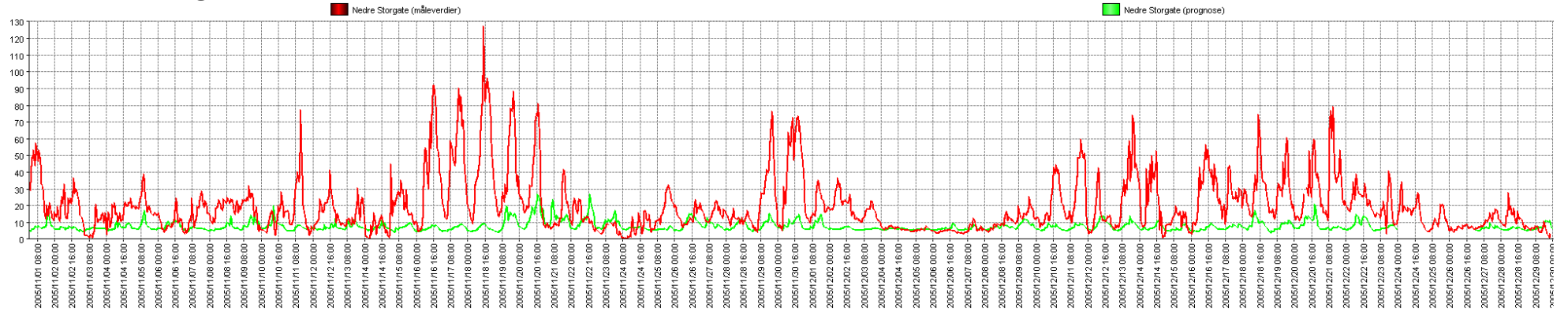
Figur D36

PM10 Bangeløkka Drammen



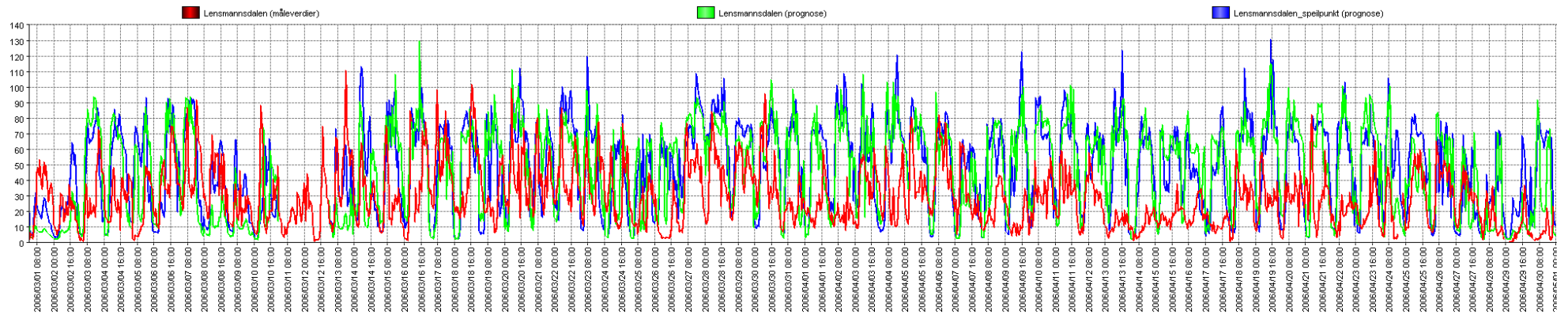
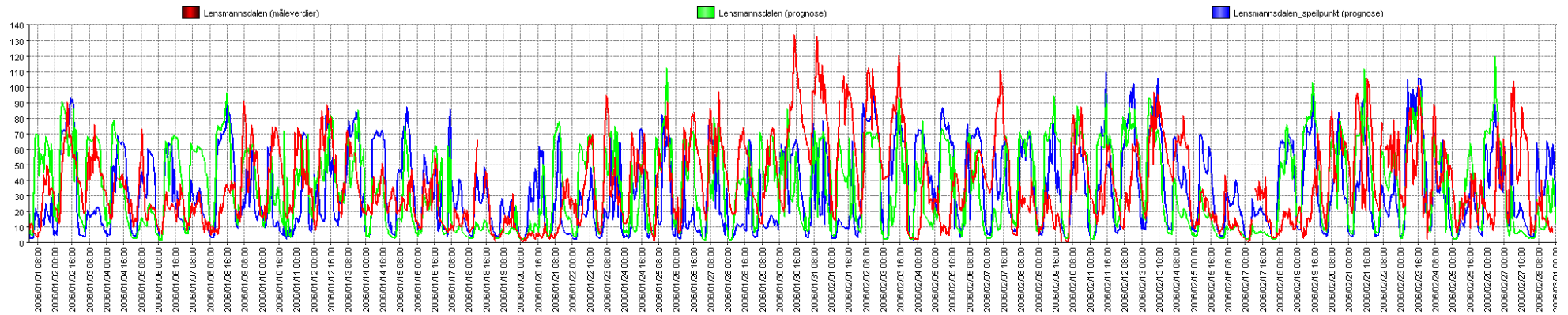
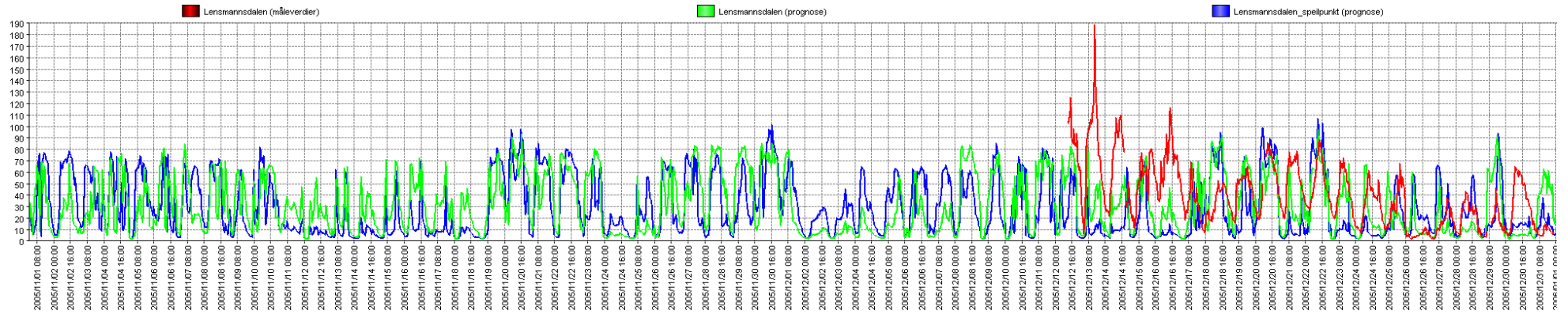
Figur D37

PM10 Nedre storgate Drammen



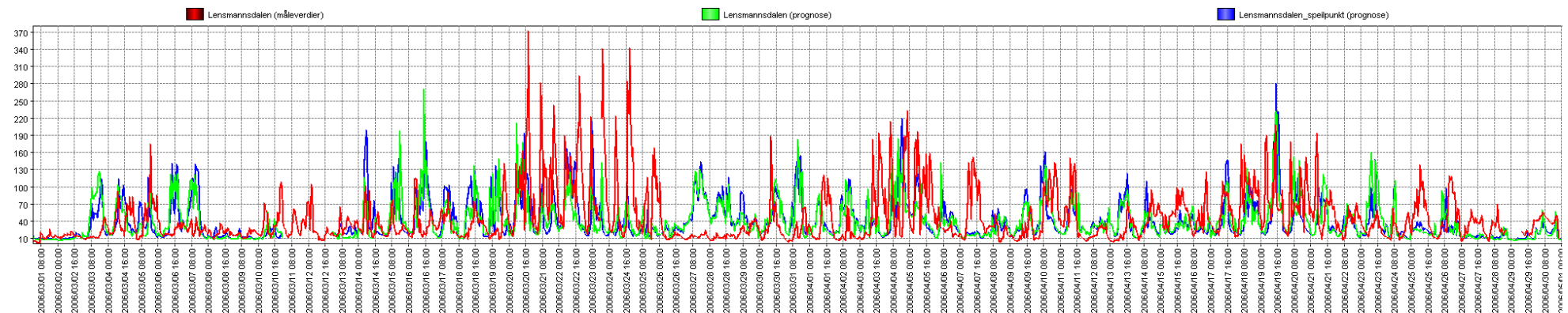
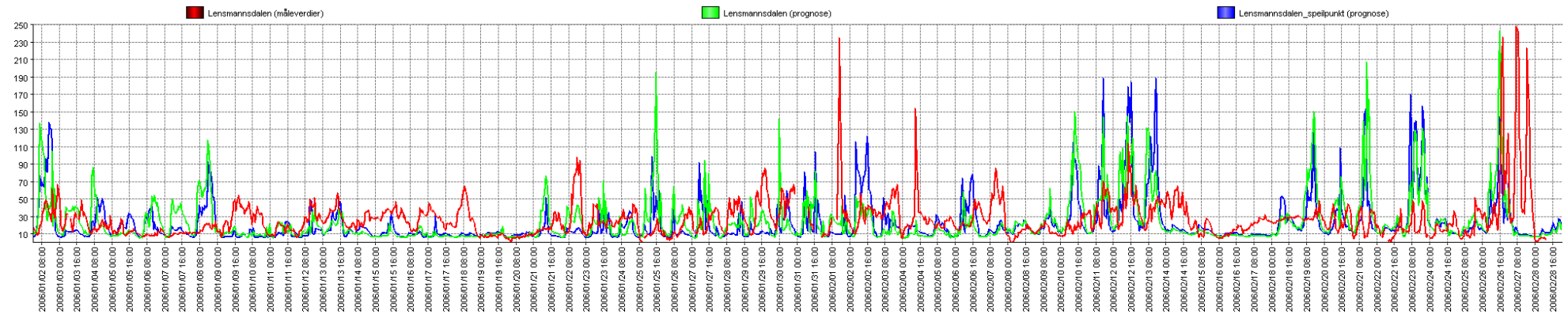
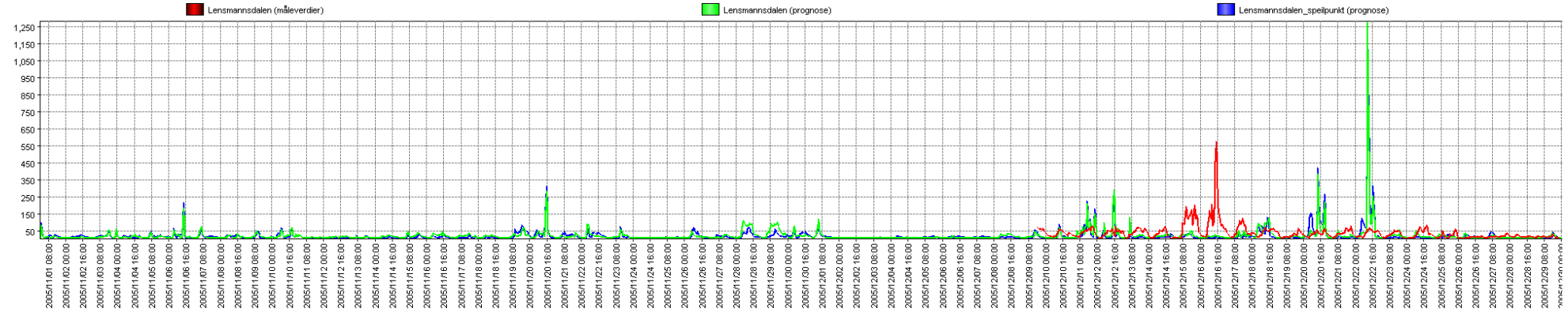
Figur D38

NO2 Lensmannsdalen Grenland



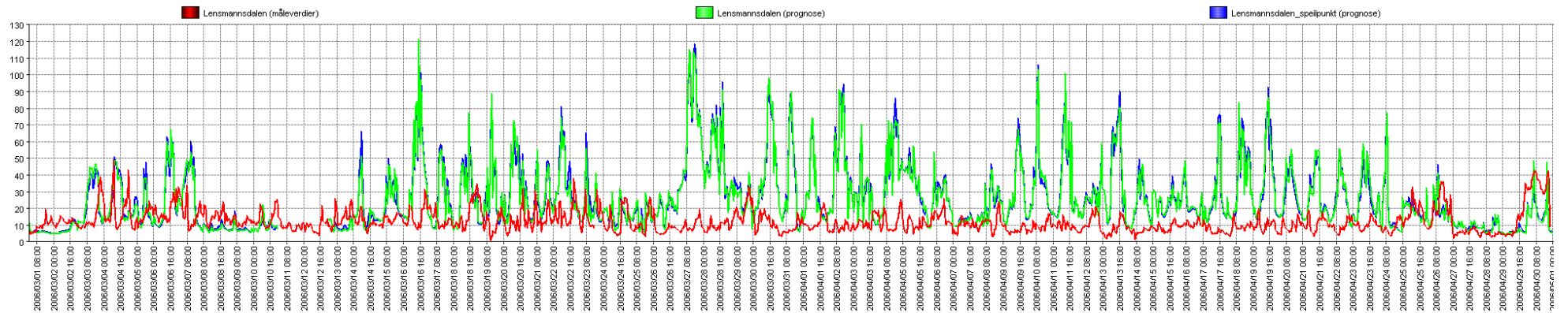
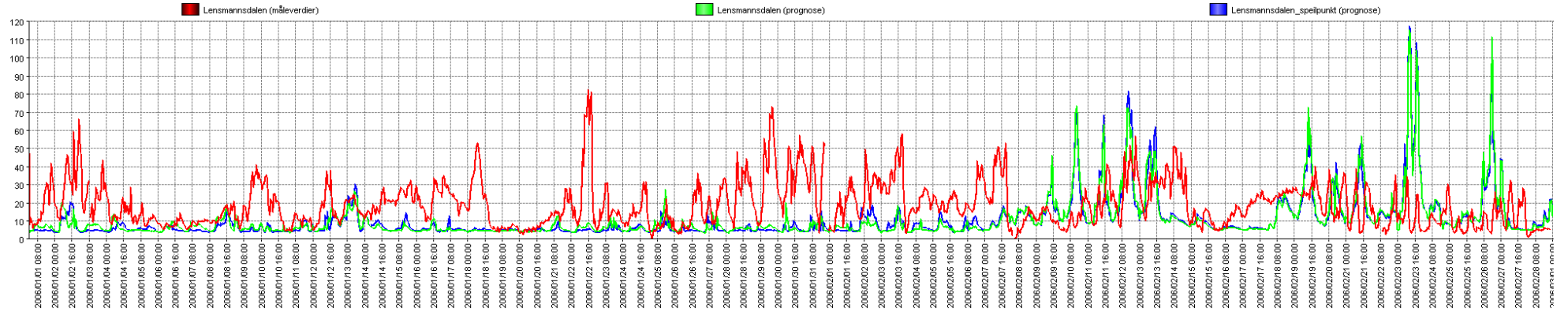
Figur D39

PM10 Lensmannsdalen Grenland



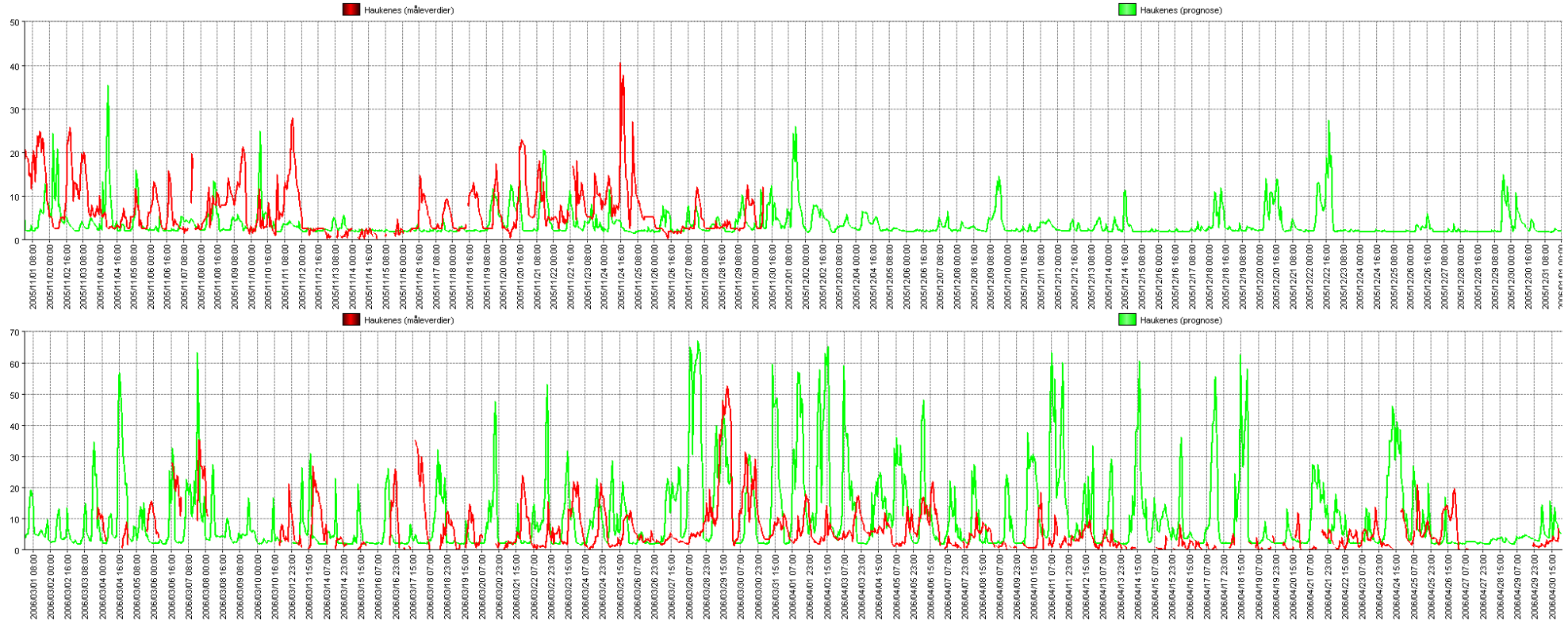
Figur D40

PM2,5 Lensmannsdalen Grenland



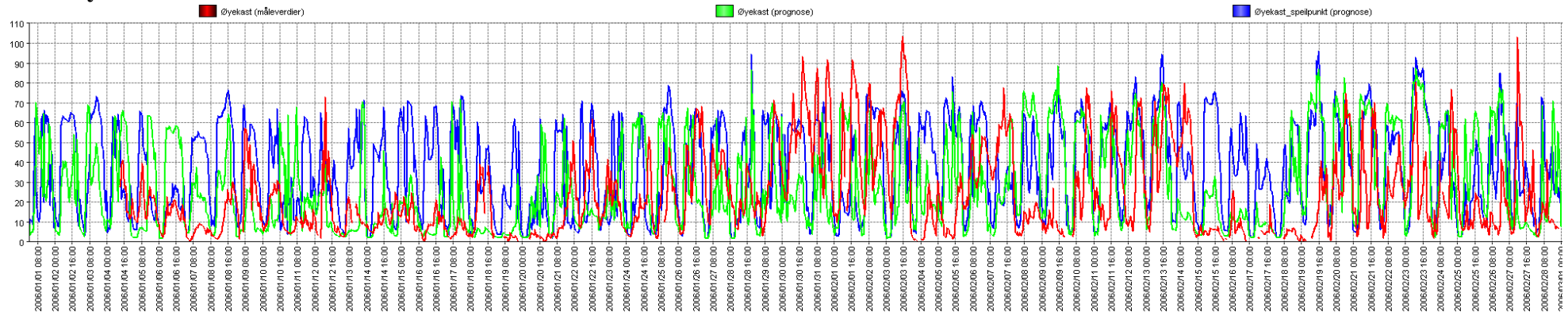
Figur D41

NO2 Haukenes Grenland

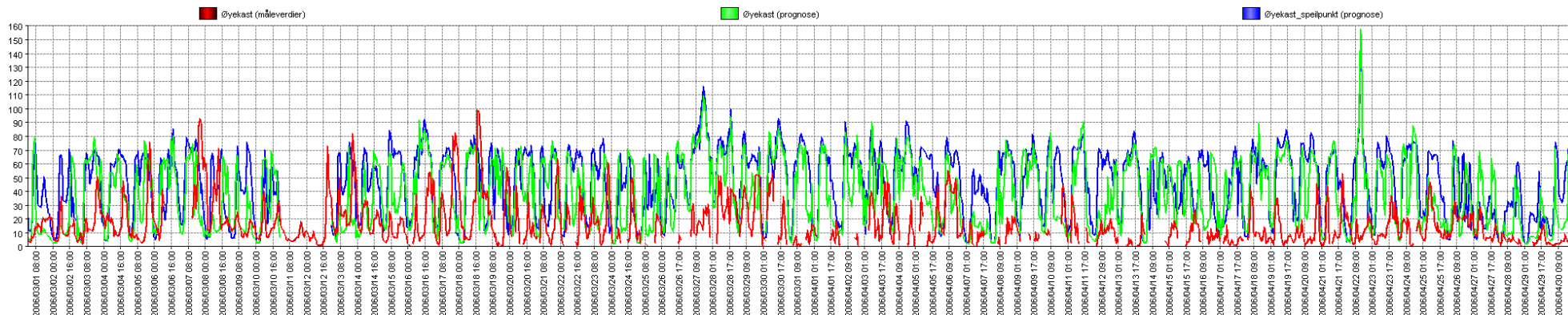


Figur D42

NO2 Øyekast Grenland

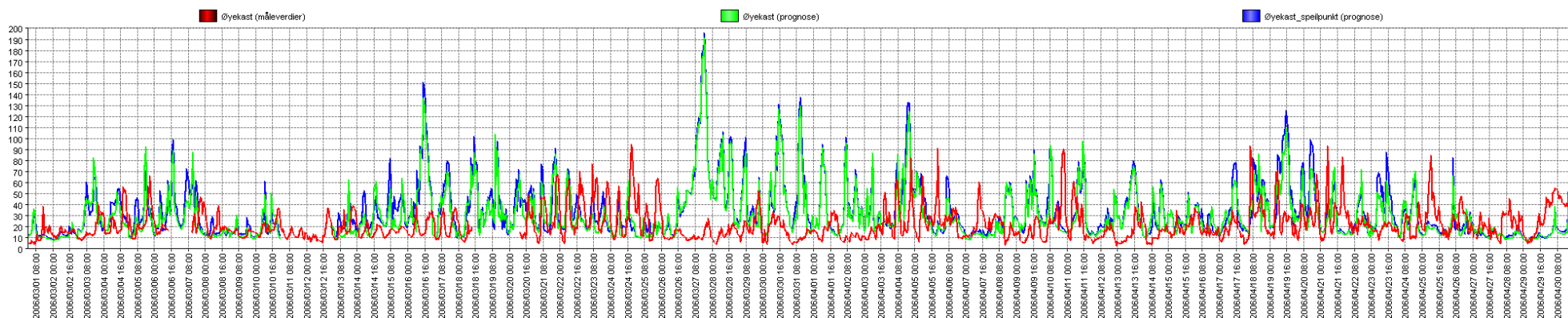
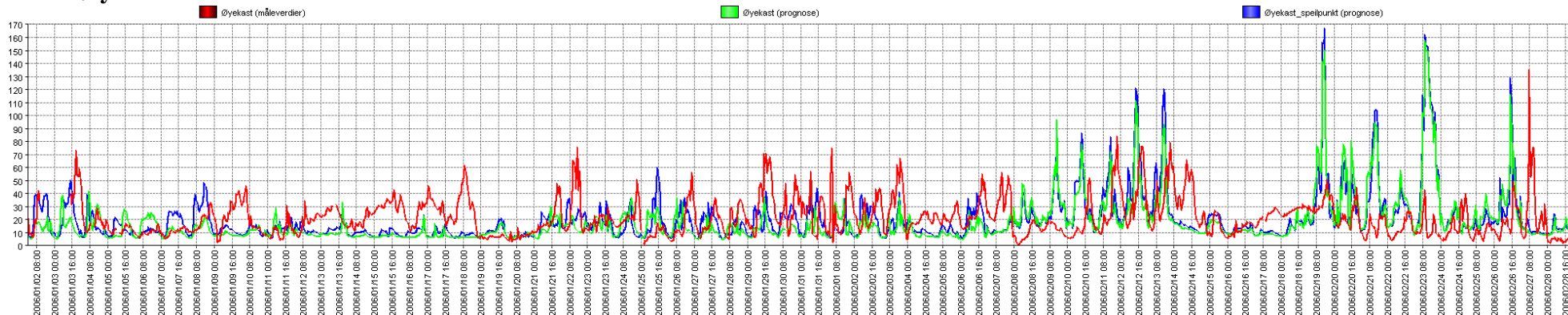


Figur D43 (del 1)



Figur D43 (del 2)

PM10 Øyekast Grenland



Figur D44