



Norwegian
Meteorological Institute
met.no

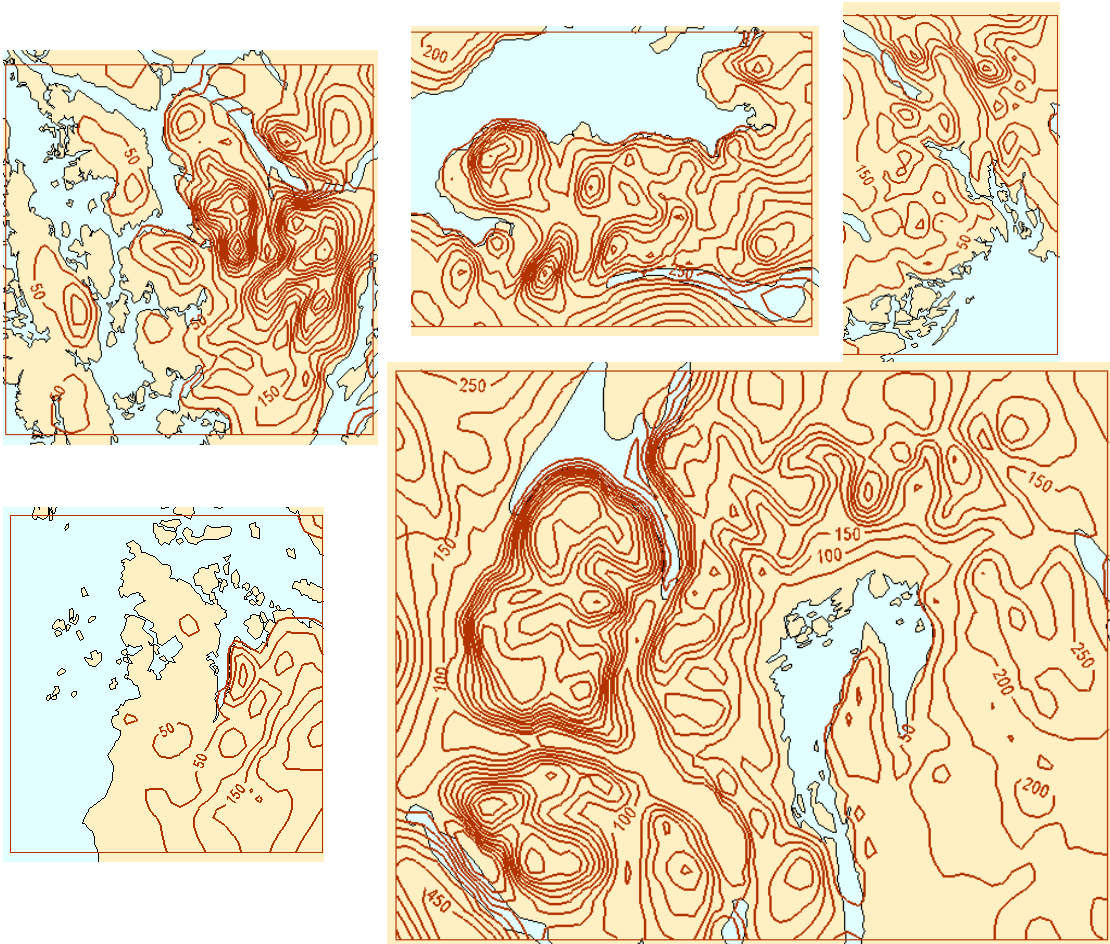
met.no report

no. 14/2005
meteorologi

Bedre byluft

Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2004/2005

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 2004/2005	Dato 31. august 2005
Seksjon Meteorologi	Rapport nr. 14/2005
Forfattere Viel Ødegaard, Karl Idar Gjerstad og Norvald Bjergene	Klassifisering <input type="checkbox"/> Free <input checked="" 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.....	4
2	Evaluering.....	10
2.1	Valg av evalueringsdøgn.....	10
2.2	Representasjonsnivå.....	10
2.3	Evalueringsmetode.....	11
3	Oslo.....	12
3.1	Meteorologi.....	12
3.2	Luftkvalitet.....	12
3.3	Spesialstudium av perioden 22. - 28. februar 2005.....	14
3.4	Spesialstudium av perioden 5. - 12. mars 2005.....	15
4	Drammen.....	16
4.1	Meteorologi.....	16
4.2	Luftkvalitet.....	16
4.3	Spesialstudium av perioden 14. - 22. februar 2005.....	17
5	Bergen.....	18
5.1	Meteorologi.....	18
5.2	Luftkvalitet.....	18
5.3	Spesialstudium av perioden 18. - 27. desember 2004.....	19
5.4	Spesialstudium av perioden 20. -27. februar 2005.....	20
6	Trondheim.....	21
6.1	Meteorologi.....	21
6.2	Luftkvalitet.....	22
6.3	Spesialstudium av perioden 17. - 24. januar 2005.....	23
6.4	Spesialstudium av perioden 11. -22. mars 2005.....	25
7	Stavanger.....	25
7.1	Meteorologi.....	25
7.2	Luftkvalitet.....	25
7.3	Spesialstudium av perioden 5. - 10. februar 2005.....	26
8	Grenland.....	27
8.1	Meteorologi.....	27
8.2	Luftkvalitet.....	27
9	Utviklingsoppgaver i luftkvalitetsmodellering.....	28
9.1	Evaluering av flere reseptorpunkter langs DOAS-strekk.....	28
9.2	Sammenligning av 0 - 24timers prognoser med 24 - 48timers prognoser	29
9.3	Kvalitetsovervåking.....	30
10	Konklusjoner og anbefalinger.....	35
10.1	Det operasjonelle modellsystemet.....	35
10.2	Meteorologi.....	35
10.3	Luftkvalitet.....	35
	Referanser.....	36

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 2004 til 30. april 2005. Det beregnes kvantitative prognoser for konsentrasjonen av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} i et 1km rutenett som dekker byene. Prognosene danner 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.

For sesongen 2004/2005 er det gjort oppgraderinger i systemet ved å utvide prognoselengdene for modellene fra 24-48 timer til 0-48 timer, dvs. dagens varsel er tilgjengelig sammen med morgendagens varsel. Meteorologiprognosene beregnes for utvidete områder (se seksjon 1) og for alle byer blir det daglig beregnet MM5-prognoser. AirQUIS har gjennomgått oppgradering på områder beskrevet i seksjon 1.

Gjennom sesongen har MM5 gått uten problemer fram til slutten av mars. Stigende utetemperatur medførte høy temperatur i datarommet på Meteorologisk institutt, med det resultat at maskinene fikk problemer. Maskinene ble flyttet over i nytt datarom i første halvdel av april. Dette ga et avbrudd i prognosene på to dager. 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.

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 2004/2005 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 interasjon 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.

For sesongen 2004/2005 er 1km-områdene Trondheim, Bergen og Stavanger utvidet med hhv. 130 %, 66 % og 55 %. Stor-Oslo 3km er utvidet ca 44 % og gir plass for Grenland 1km i tillegg til Stor-Oslo 1km. De nye områdene har vært i drift siden sesongstart. Prognoselengden for MM5 har blitt utvidet til fra 24-48 timer til 0-48 timer fra begynnelsen av sesongen. Beregningene utføres mer effektivt slik at prognosen er ferdig like tidlig som før utvidelsen.

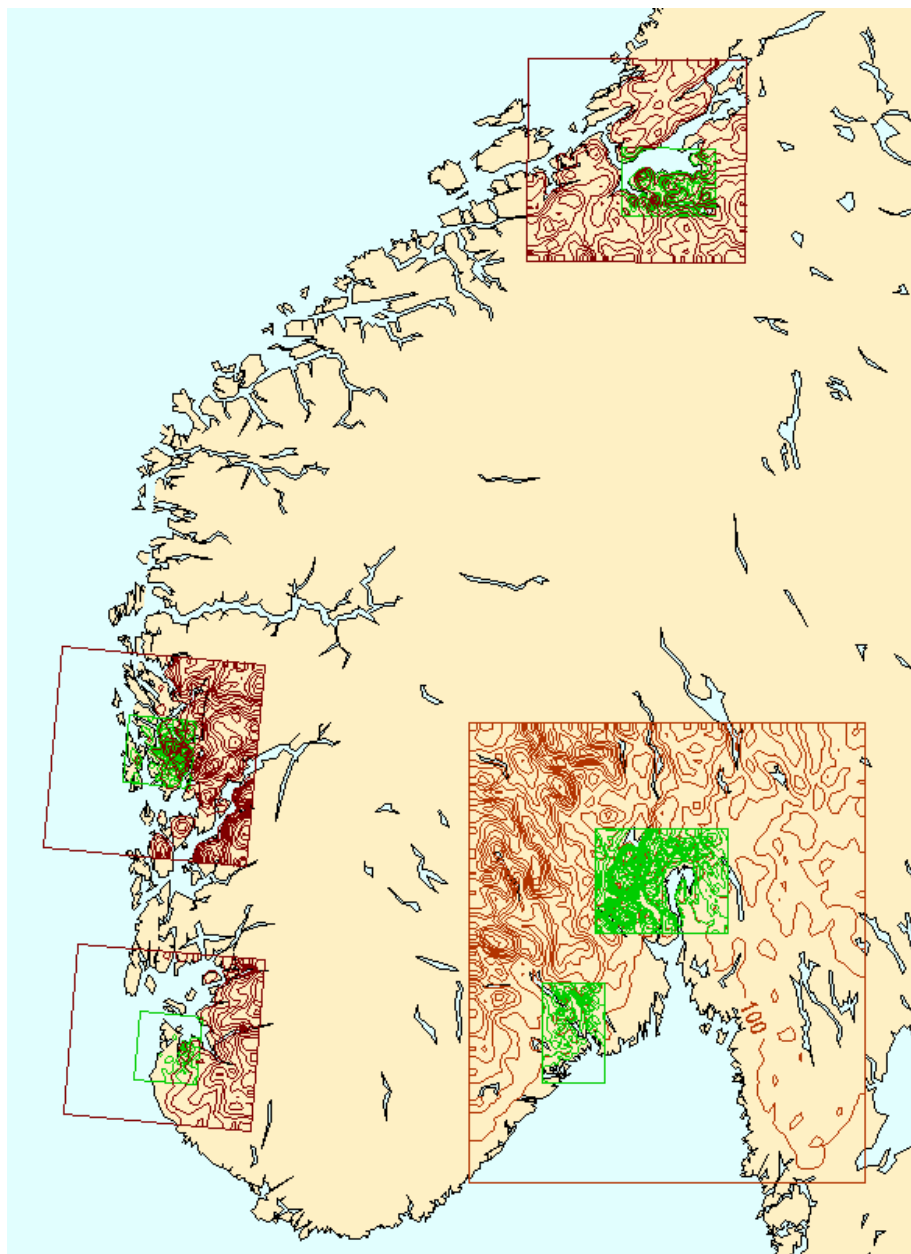
Målsettingen for sesongen har vært å innføre UM som numerisk værvarslingsmodell i Bedre Byluft. Betydelige ressurser har vært lagt ned for å effektivisere beregningene og få modellen til å kunne benytte Linux-plattform. Foreløpig har det ikke lyktes å få beregningstiden tilstrekkelig kort til at prognosene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

Bedre Byluft operasjonelle rutiner.

Daglige prognoser for meteorologi og luftkvalitet kjøres og overvåkes ved Meteorologisk institutt. De forskjellige delene av prosessen følger tidsskjemaet under.

Tabell 1.2 Tider for gjennomføring av Bedre Byluft-prognoser

Tid UTC	
ca. 03.25	Hirlam10 fra 00 UTC er ferdig, data hentet fra Trondheim til <i>met.no</i>
ca. 03.28	Inngangsdata til MM5 ferdig
ca. 04.20	MM5 Stor-Oslo ferdig (første område), MM5 input til AirQUIS ferdig
ca. 04.29	MM5 Stor-Oslo meteogram grafikk ferdig
ca. 04.40	AirQUIS Drammen ferdig (første by)
ca. 05.10	MM5 Stavanger ferdig (siste område), MM5 input til AirQUIS ferdig
ca. 05.13	MM5 Stavanger meteogram grafikk ferdig
ca. 06:42	AirQUIS Oslo ferdig (siste by)

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. Tidligere sesonger har NILU benyttet en versjon av AirQUIS som har vært integrert i ENSIS (Environmental Surveillance and Information System). Før 2004/2005 sesongen ble AirQUIS oppgradert til å omfatte en modul som er tilrettelagt for kjøring av en operasjonell rutine. Denne nye versjonen av AirQUIS har erstattet den gamle versjonen i Bedre Byluft.

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, bråtebrenning og husbranner. Deretter kombineres utslippsdataene med meteorologiske data for å beregne transport og spredning av utslippene i form av konsentrasjonsfelt for hver time og for hver komponent. Arealene til AirQUIS er for alle byene gitt i et én 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, d.v.s. 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, f.eks. endring av veidata, piggdekkprosent osv., lett kan gjøres underveis i sesongen. Inngangsdataene for beregningene består av trafikkdata, forbruk av fossilt brensel fra punktkilder og arealkilder, samt meteorologiske data og bakgrunnsverdier av NO₂, NO_x, O₃ (ozon), PM₁₀ og PM_{2,5} for beregningsperioden. I tillegg benyttes befolkningsfordeling i ruter og i bygningspunkter til å beregne eksponering.

1.2.2 SSB-data

Forbruksdata fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) er inndelt i ca. 80 kildekategorier. For å redusere antall kategorier som brukes i beregningene blir kildekategoriene fra SSB slått sammen til såkalte 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. Utslippsfaktoren for NO₂ er 3 - 20 % av utslippsfaktoren 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.

SSB har levert nye tall for når og hvor mye det fyres i Bergen, Oslo og Trondheim. Disse dataene ble innarbeidet i AirQUIS før sesongstart høsten 2004. Utslipet fra vedfyring vil variere med utetemperaturen, fram til og med sesongen 2004/2005 har ikke dette vært inkludert i AirQUIS. NILU har innledet utvikling av en slik modul i AirQUIS, planen er at dette innarbeides i AirQUIS før neste varslingssesong.

1.2.3 Bakgrunnsverdier

Luftkvalitetsmodellen regner 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 NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ brukt i luftkvalitetsmodellen i de fire byene. Enhet: mg/m^3 .

By	NO_2	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$
Oslo			
Drammen	2,0	6,0	4,1
Stavanger			
Bergen	1,5	5,1	3,4
Trondheim	0,9	1,9	1,3
Grenland	2,0	6,0	0

Beregningene av NO_2 avhenger bl.a. av ozonkonsentrasjonene (O_3). O_3 -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 middelvei av disse maksimumsverdiene som vist i tabellen. For Drammen, Grenland og Stavanger er det brukt samme tabulerte ozonverdier som for Oslo. For Bergen og Trondheim er det brukt middelveier for hver time i døgnet henholdsvis for stasjonene Voss og Kårvatn.

Tabell 1.4 Bakgrunnskonsentrasjoner av ozon (O_3) for hver time i døgnet brukt i luftkvalitetsmodellen i de fire byene. Enhet: mg/m^3 .

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 trafikkandelen 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

Utslippsfaktorene er fra Nasjonal utslippsmodell for veitrafikk for 1997.

1.2.6 PM₁₀ – bidrag fra asfaltavrivning

Statens vegvesen Veidirektoratet (Statens vegvesen, 2003) har oppgitt prosentvis trafikkarbeid med piggfrie dekk for 2003. For Grenland som var ny januar 2005 ble forelå ikke data og ble derfor satt lik Drammen. Alle byer, inkludert Grenland, vil bli oppgradert sommer 2005. Asfaltavrivning 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:

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

Konstantene a , b og c er empirisk definerte parametere, TT er prosentandel tungtrafikk, $G(v)$ er en hastighetsfunksjon, RP er resuspensjonsfaktor og PD er prosentandel piggdekkbelastet trafikkarbeid.

Tabell 1.5 Piggfriandelen i år 2003 i de ulike byene i Bedre Byluft.

By	Piggfriandelen 2003 (%)
Oslo	71,6
Trondheim	58,9
Bergen	67,6
Drammen	58,7
Grenland	58,7
Stavanger	70,9

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 og Bærum ble oppdatert i 2004 av SSB. Veinettet i Oslo er også samme som 2002/2003 sesongen. 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 er miljøhastighet på trondheimsveien lagt inn i AirQUIS, dvs. reduksjon fra 80 km/t til 60 km/t.

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

Denne basen er uendret fra forrige sesong.

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

Denne basen er uendret fra forrige sesong.

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

Grenland er ny i Bedre Byluft-prosjektet. 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

1.2.12.1 Omlegging til ny plattform, AirQUIS₂₀₀₃

Høsten 2004 ble Bedre Byluft lagt om fra den gamle plattformen, ENSIS (Enviromental

Surveillance and Information System) til nye oppdaterte AirQUIS₂₀₀₃. Selv om dette ikke har gjort direkte inngrep i modellene, så har denne omleggingen gjort sesongen 2004/2005 ekstra utfordrende.

1.2.12.2 Omlegging til 48 timers luftkvalitetsvarsel

I løpet av sesongen 2004/2005 endret Bedre Byluft prognose tid fra å kjøre en 24-timers prognose for luftkvalitetsvarsel til en 48-timers prognose. Dette ble koordinert med en tilsvarende omlegging av meteorologi prognosen, MM5. Denne omleggingen fører til at den prognosen som forligger om morgenen er gjeldende for inneværende døgn og det påfølgende.

1.2.12.3 Bedre og fleksible kart

Høsten 2004 ble grafverktøyet som viser utbredelse av forurensing utbedret. Endringen gjør det mulig å stille inn hvilke utsnitt som vises i output-filene på forhånd. Dette gjør det mulig å justere størrelsen på kartene. Filene som genereres fra AirQUIS i .jpg-format er statiske.

1.2.12.4 Utvikle og teste temperaturvariabel vedfyringsmodell

For tiden jobber NILU med å forbedre utslippsmodellen med å utvikle en temperaturavhengig vedfyringsmodell. Denne forbedringen var dessverre ikke klar til sesongen 2004/2005.

1.2.12.5 Visning av uke- og månedsmiddel

NILU jobber med å lage en modul for å vise uke- og månedsmiddel av Bedre Byluft prognoser Luftkvalitet.info.

1.2.12.6 Veier på kart

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 har vært ønske/behov om at det også vises konsentrasjoner langs veier i tillegg til arealkonsentrasjoner. NILU skal sommer 2005 gi et prosjektforslag til en slik løsning. Planen er at dette blir innarbeidet i AirQUIS innen oktober 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 MM5 3km og UM 4km tatt med i den statistiske evalueringen.

Beregning av treffprosjenter for luftkvalitetsprognoser er gjort for alle tilgjengelige data. Evalueringen av luftkvalitetsprognosene er utført for dagene angitt i tabell 2.1.

2.1 Valg av evalueringsdøgn

For hver av byene er det valgt ut en eller to perioder til spesialstudier i sesongen 2004-2005. 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 Evalueringsdøgn for luftkvalitetsprognoser for prosjektbyene sesongen 2004-2005.

By	Periode 1	Periode 2
Oslo	22. – 28. februar	5. – 12. mars
Trondheim	17. – 24. januar	11. – 22. mars
Bergen	18. – 27. desember	20. – 27. februar
Drammen	14. – 22. februar	
Stavanger	5. – 10. februar	
Grenland	Meteorologiske observasjoner mangler	

2.2 Representasjonsnivå

I Tabell 2.2 ses 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 µg/m³ 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 parer 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 forutsigelsesevne. 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, MM5 3km og UM 4km er validert mot observasjoner ved stasjonene Blindern, Tryvasshøgda og Valle Hovin (Figur A1). Temperaturprognosene fra MM5 1km har en tilfeldig feil som ligger omkring 2 til 2.5 grader svakt økende med prognoselengde. Temperaturprognosene for Tryvasshøgda har lavere feil enn de andre stasjonene, men markert større feil i UM. For lavlandsstasjonene har MM5 en gjennomsnittsfel som svinger gjennom døgnet, mens det samme er tilfelle for UM på Tryvasshøgda. UM har mindre feil enn MM5 på Valle Hovin.

Vindprognosene har en tilfeldig feil som ligger i underkant av 2 m/s. Gjennomsnittsfelen er negativ (prognosene gir for svak vind) på Blindern og Valle Hovin, mens MM5 1km har positiv gjennomsnittsfel på Tryvasshøgda.

Ved Blindern er nord-østlige vindretninger dominerende. Alle modellene har denne fordelingen, men alle har for få tilfeller med store vindr (mer enn 10 m/s). MM5 har også for mange tilfeller med nordøstlig vindretning. UM har en bedre fordeling med flere tilfeller av sørlig og sør-vestlig vind (Figur A2). Vindretningen på Tryvasshøgda er ikke korrekt representert med noen av modellene, men skjermingen for østlig vind er til stede i alle (Figur A2). Modellenes topografi bidrar til at vindretninger med øst-vest komponent er underrepresentert på Valle Hovin. Alle modeller har i stedet tyngdepunktet på nord-søraksen (Figur A3).

3.1.1 Meteorologi i periodene 22.-28. februar og 5.-12. mars

Perioden 22.-28. februar er dominert av et høytrykk som beveger seg vestover fra Sibir over Skandinavia mot Grønland. Den storskala vindretningen er til å begynne med østlig for seinere å dreie nordlig. Bakketemperaturene i Østlandsområdet synker gjennom perioden, men er hele tiden under frysepunktet. Den døgnlige variasjonen i 2m temperatur er større i MM5 enn det som er observert, spesielt på Blindern (Figur B2), noe som indikerer at MM5 har for lite skydekke. Nattetidsinversjonen på Valle Hovin blir også for sterk i modellen som en følge av dette, mens stabiliteten om dagen viser samsvar mellom modell og observasjoner (Figur B4). Vindretningen lokalt på Blindern og Valle Hovin er nord-østlig i nesten hele perioden, i samsvar med beregnet vindretning fra MM5. De observerte vindene er imidlertid lavere enn observert i det meste av perioden. Observasjonene på Blindern viser helt opp i 10 m/s 22.-23. februar, mens MM5 har mindre enn 6 m/s. Observert vind på Valle Hovin er noe lavere, opptil 8 m/s.

Et høytrykk vest for Stor-Britannia gir svak nordlig vind over Østlandsområdet i perioden 5.-12. mars. Bakketemperaturen nattetid er lav (-5 - -10°C), men lite skyer gir høye dagtemperaturer (5 - 10°C) på Blindern og Valle Hovin. T2m beregnet med MM5 følger den observerte godt, spesielt på Valle Hovin (Figur B14). Stabiliteten nattetid er noe overestimert, men den døgnlige variasjonen er riktig beskrevet (Figur B16). Vinden i MM5 ligger på samme nivå som den observerte, mindre enn 4 m/s og vindretningen varierer omkring nord.

3.2 Luftkvalitet

3.2.1 Målestasjoner

De målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Kirkeveien, Løren, Aker Sykehus, Riksvei 4 – Aker, Sofienbergparken og Manglerud. Målestasjonen Kirkeveien er plassert ca. 3 meter fra

Kirkeveien og må karakteriseres som en veinær stasjon. Løren ligger også i et belastet område, ikke så langt fra Ring 3 med mye trafikk. Riksvei 4 – Aker ligger nær Trondheimsveien ved Aker sykehus. Stasjonen ved Aker Sykehus ligger inne på sykehusområdet omlag 150 meter i fra Trondheimsveien, dette er bakgrunnsstasjon. Også stasjonen i Sofienbergparken er en bakgrunnsstasjon, her måles kun PM₁₀. Stasjonen Manglerud ligger ca. 3 meter fra Ring 3, i hellingen ned mot Brynstunnelen, og må også karakteriseres som en veinær stasjon. Figur D1 – D13 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

3.2.2 Treff i prognosene gjennom hele sesongen

Tabellene C1 – C11 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 noen målestasjoner i Oslo sesongen 2004-2005.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Manglerud	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	-	-
	PM ₁₀	28	29
Kirkeveien	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	5	-
	PM ₁₀	-	-
Løren	NO ₂	39	-
	PM _{2,5}	-	-
	PM ₁₀	24	14
RV 4, Aker	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	-	-
	PM ₁₀	38	0

Tabell 3.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for noen målestasjoner i Oslo sesongen 2004-2005.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Manglerud	PM _{2,5}	82
	PM ₁₀	60
Kirkeveien	PM _{2,5}	82
	PM ₁₀	58
Løren	PM _{2,5}	69
	PM ₁₀	39
RV 4, Aker	PM _{2,5}	89
	PM ₁₀	52
Aker sykehus	PM _{2,5}	90
	PM ₁₀	86

3.3 Spesialstudium av perioden 22. – 28. februar 2005

3.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, Løren, RV4 Aker, Aker sykehus og Manglerud er gitt i Figurene B1-12 i Appendix B.

I denne perioden er det godt samsvar mellom prognose og måleverdier for NO₂. Ved de veinære stasjonene er det målt topper over 100µg/m³ per time 24. og/eller 25. februar. Disse toppene har AirQUIS truffet godt både på i tid og nivå. Også 26. feb. prognoserer AirQUIS en topp på ca 100µg/m³ ved Aker stasjonene og Løren uten at dette er målt reelt, dette kan heller ikke forklares utafra prognosert vindretning og -hastighet. For Manglerud er speilpunktet konsekvent bedre enn det originale reseptorpunktet.

3.3.2 PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, Løren, RV4 Aker, Aker sykehus og Manglerud er gitt i Figurene B1-12 i Appendix B.

For PM₁₀ er det noe dårligere treff enn for NO₂. AirQUIS prognosen treffer toppene i tid, men prognoserer generelt for lavt nivå. 25. februar er det er målt verdier helt opp i 350 µg/m³ per time på Løren, mens AirQUIS prognosen gir 250 µg/m³ per time. Unntaket er Manglerud der prognosen for speilpunktet ligger jevnt noe høyere enn måleverdiene. På Kirkeveien er det spesielt lav prognose ca 50 µg/m³ per time, mens måleverdiene er opptil 150 µg/m³ per time. Det har vært generelt lave prognoser for Kirkeveien sesongen 2004/2005. Dette kan skyldes at utslippet i AirQUIS er for lavt. Spesielt kan det nevnes at for Kirkeveien er det i AirQUIS databasen lagt inn en andel av tungtrafikk på 3,5 %. Det er grunn til å tro at dette gir utslag på prognosene for PM₁₀ og NO₂. Demping av støv i forbindelse med dugging har vært for sterk. Dette skyldes at denne rutinen ble utviklet på grunnlag av observerte bakketemperaturer

(Tønnesen, 2003), mens den operasjonelle rutinen i Bedre Byluft benytter seg av prognoserte MM5-temperaturer. MM5 har generelt underestimert bakketemperaturen. Dette ble endret 9. mars 2005 slik at AirQUIS ikke leser inn bakketemperatur fra MM5, men genererer disse verdiene i stedet. Noe av underestimeringen av PM₁₀ skyldes for ofte demping som følge av dugging.

3.3.3 PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, Løren, RV4 Aker, Aker sykehus og Manglerud er gitt i Figurene B1-12 i Appendix B.

I denne perioden er det godt samsvar mellom prognose og måleverdier for PM_{2,5} for Aker stasjonene og Løren, disse stasjonene har prognosetopper på 20 – 40 µg/m³ per time som treffer godt med målingene både på dag og nivå. For Manglerud og Kirkeveien underestimerer prognosen for PM_{2,5}. Her ligger målinger helt opptil 40 – 50 µg/m³ per time, mens prognosene ligger på ca 20 – 30 µg/m³ per time.

3.4. Spesialstudium av perioden 5. - 12. mars 2005

3.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, Løren, RV4 Aker, Aker sykehus og Manglerud er gitt i Figurene B13-24 i Appendix B.

Gatestasjonene har i denne perioden målte NO₂-konsentrasjoner mellom 100 og 200 µg/m³ per time. Løren har høyest nivå med ca 200 µg/m³ per time. Vi ser at for 6. - 8. mars er en underestimering på alle stasjoner med unntak av Manglerud. Ved RV4 Aker, Aker sykehus og Løren er det også målt høye konsentrasjoner av NO₂ nattestid. Dette tyder på en lokal resirkulering av forurenset luft som modellen ikke klarer å reprodusere. Bortsett fra disse dagene er det akseptabelt nivå av prognosert NO₂.

3.4.2 PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, Løren, RV4 Aker, Aker sykehus og Manglerud er gitt i Figurene B13-24 i Appendix B.

Det er kraftig underestimering av PM₁₀ denne perioden. Målingene viser topper på 200 – 300 µg/m³, mens prognosen bare viser 50 µg/m³. Sammenligning med kurvene for NO₂ og PM_{2,5} forklarer at det er utslippet av PM₁₀ som er årsak til det dårlige samsvaret.

Demping av støv i forbindelse med dugging har vært for sterk. Dette skyldes at denne rutinen baserte på observerte måledata, mens Bedre Byluft har benyttet seg av MM5 data. MM5 har generelt underestimert bakketemperaturen. Dette ble endret 9. mars 2005 slik at AirQUIS ikke leser inn bakketemperatur fra MM5, men genererer disse verdiene i stedet. Noe av underestimeringen av PM₁₀ skyldes for ofte demping som følge av dugging.

3.4.3 PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Kirkeveien, Løren, RV4 Aker, Aker sykehus og Manglerud er gitt i Figurene B13-24 i Appendix B. I denne perioden er det godt samsvar mellom prognose og måleverdier for PM_{2,5}. Både målinger og prognose viser topper i intervallet 30 – 60 µg/m³ per time.

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 nær null, men svakt negativ om ettermiddagen gjennom hele sesongen. UM-modellen har større negativ gjennomsnittsfel, men mindre tilfeldig feil i 2m temperaturen (bedre forutsigbarhet). Vinden i MM5 1km og 3km har også liten gjennomsnittsfel, mens UM har positiv gjennomsnittsfel. Også for vind har UM større forutsigbarhet med lavere standardavvik av feilen. Færre observasjoner kl 00 UTC gir et hopp i de statistiske verdiene for alle modeller.

Vindretningen (Figur A3 nederst) observert på Drammen - Berskog er orientert om en øst-vestakse. Alle modellene har problemer med å beskrive de østlige vindene, men MM5 1km har flest tilfeller med østlig vind.

4.1.2 Meteorologi i perioden 14. - 22. februar

En høytrykksrygg i Norskehavet sørger for nordlige vinder over det østlige Norge i begynnelsen av perioden. I forbindelse med en lavtrykkspassasje den 19. februar over Sør-Norge dreier vinden sørlig og er skiftende i en periode. Det er lave vinder (mindre enn 4m/s) unntatt 19. februar. Temperaturene er under frysepunktet nattestid i hele perioden og også om dagen i det meste av perioden. Figur B26 viser MM5 temperaturer, vindhastighet og vindretning for alle luftkvalitetsmålepunktene i Drammen samt Drammen Berskog, der meteorologiobservasjonene er tatt. Modellen viser små variasjoner i temperatur mellom de forskjellige punktene. Natttemperaturen er lavere i observasjonene enn i modellen, noe som kan skyldes for lite skyer og som fører til for sterk inversjon på nattestid dersom erfaringer fra Valle Hovin kan overføres til Drammen. Variasjonen i vind er noe større, med sterkest vind på Bangeløkka. Vindretningen svinger mye omkring nord i både observasjoner og modell, og fra punkt til punkt er det en del variasjon.

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 målstasjon for PM₁₀. Denne måler bybakgrunn. Det er også en gatestasjon ved Bangeløkka (langs Bjønstjerne Bjørnsonsgate), dette er en veinær stasjon. Figur D31 – D33 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

4.2.2 Treff i prognosene gjennom hele sesongen

Tabellene C24 – C26 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 14. - 22. februar 2005

4.3.1 NO₂ og PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bangeløkka, Nedre Storgate og Drammenselva er gitt i Figurene B25 og B26 i Appendix B.

I denne perioden viser målingene av NO₂ topper som er lavere enn 100 µg/m³ per time, dette er laveste varslingsklasse. Prognosen gir noe lavere verdier, opptil 70µg/m³ per time, men dette er i samme varslingsklasse og en akseptabel samsvar mellom prognose og måling.

Prognosen for PM₁₀ ligger stort sett på samme nivå som målingene, dvs. omkring 50 µg/m³ per time, noe lavere for bakgrunnsstasjonen ved Nedre storgate og noe høyere for gatestasjonen ved Bangeløkka. Ved Nedre storgate er det målt en stor topp på 150 µg/m³ per time 18. februar. Denne toppen er sammenfallende med lav vindhastighet som er overestimert med MM5. Dette kan være grunnen til at AirQUIS ikke treffer denne toppen. På slutten av 15. februar er det også målt høye verdier ved alle stasjoner i Drammen, også denne gangen er det sammenfallende med overestimert vind.

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 1km, MM5 3km og UM 4km underestimerer temperaturen. Forutsigbarheten er like god i alle modeller, og den tilfeldige feilen ligger på ca 2°. For Flesland er den gjennomsnittlige feilen positiv i MM5 1km mens den blir svakt negativ i løpet av perioden i MM5 3km og UM 4km. For Flesland er forutsigbarheten best i UM 4km.

Vinden i Bergen har en tilfeldig feil på opptil 2.5 m/s i alle modeller. Gjennomsnittsfelen varierer noe, med UM på den positive siden og MM5 på den negative siden. For Flesland har UM de beste vindprognosene, med minst tilfeldig feil og nøytral gjennomsnittsfel. MM5 1km har tilfeldig feil opp til 3 m/s. Statistikken for UM er mindre representativ da data for april mangler. Ved Flesland er det bare observasjoner hver 6. time.

Vinden på Florida har flest tilfeller med sørøstlig retning. MM5 1km har en fordeling som samsvarer godt med observasjonene. Modellene med grovere oppløsning har en overvekt av sørlige vinder (Figur A5). På Flesland dominerer sørlige og sørøstlige vindretninger. Fordelingen er best beskrevet i MM5 3km, mens MM5 1km og UM 4km har en overvekt av hhv sørøstlig og sørlig vind (Figur A5).

5.1.2 Meteorologi i periodene 18. - 27. desember 2004 og 20. -27. februar 2005

Noen svake lavtrykk utenfor kysten av Vestlandet gir en periode med svake vinder mellom nord og sørvest. Den 21. - 24. desember gir et kraftigere lavtrykk sterke vinder, opptil 12 m/s, fra sørvest og vest. Modellen underestimerer vinden i de dagene med mest vind, og varsler mindre vind på Danmarks plass enn på Florida. Vindretningen fra modellen er riktig i det meste av perioden. Temperaturene svinger omkring frysepunktet med liten døgnlig variasjon, men øker opp til 9°C i forbindelse med vindøkningen. Den er godt varslet for hele perioden. Stabilitetsforholdene mellom 2 og 33 m er noe positive i observasjonene (mindre enn 0.2°/m) i periodene med kuldegrader, og nøytrale perioden 21. - 24. desember. Modellen har et bilde som samsvarer ganske godt med observasjonene (Figur B28).

I perioden 20. - 27. februar dominerer et høytrykk over Skandinavia. Storskala vindretning er østlig, men feltet forstyrres av fjellene i Sør-Norge slik at retningen i Bergen varierer mer. Vinden er mindre enn 4 m/s det meste av perioden, men øker opp i 8 m/s den 23. februar. Modellen overestimerer vinden i begynnelsen av perioden, og underestimerer noe den 23. februar. Vindretningen er for mye vestlig i forbindelse med overestimering av vinden. Det er lite skyer og dermed en døgnlig gang i temperaturen. Modellens temperaturprognoser stemmer godt med observasjonene. Det er større døgnlig gang i prognosene for Danmarks plass enn for Bergen - Florida. Stabiliteten er positiv nattetid og riktig beskrevet i MM5 (Figur B30).

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 D14 – D19 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

5.2.3 Treff i prognosene gjennom hele sesongen

Tabellene C12 – C15 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for alle stasjoner basert på timemiddelverdier og døgnmiddelverdier. Det er få observasjoner i varslingsklasse 2 og 3 for timemiddel. En oppsummering av treff i alle varslingsklasser for døgnmiddelverdier er gitt i Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Prosentvis treff i varslingsklasse for alle målestasjoner i Bergen sesongen 2004-2005.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Danmarks plass	PM _{2,5}	90
	PM ₁₀	77
Rådhuset	PM ₁₀	90

5.3 Spesialstudium av perioden 18. - 27. desember 2004

5.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Rådhuset og Danmarks plass er gitt i Figur B27 og B28 i Appendix B.

Det er godt samsvar mellom målinger og prognose i denne perioden. Det er målt topper på 100 – 150 µg/m³ per time for begge stasjoner. For Danmarks plass er prognosen for speilpunktet ofte bedre enn prognosen for det originale reseptorpunktet. Dette skyldes trolig at Danmarks plass er omgitt av høye bygninger som kan forårsake en lokal endring av vindretningen i gaterommet.

5.3.2 PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Rådhuset og Danmarks plass er gitt i Figur B27 og B28 i Appendix B.

Både målinger og prognose har topper på 50 – 100 µg/m³ per time. Selv om AirQUIS ligger på riktig nivå treffer den ikke toppene på riktig tid. Det er en overestimering av PM₁₀ 18. desember, målingene viser her ca 20 µg/m³ per time, mens AirQUIS prognoserer ca 70 µg/m³ per time for Danmarks plass og ca 120 µg/m³ per time for Rådhuset. Denne dagen har MM5 underestimert vinden over flere timer, dette kan er en kilde til overestimering av konsentrasjonsnivået. Overestimering 18. desember for PM₁₀ er sammenfallende med overestimering av PM_{2,5}. 20. desember er det målt ca 100 µg/m³ per time på begge stasjonene. AirQUIS underestimerer for Danmarks plass, men treffer meget godt for Rådhuset.

5.3.3 PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Danmarks plass er gitt i Figur B27 og B28 i Appendix B.

Prognosen for PM_{2,5} har topper på samme nivå som målingene, men noen av toppene treffer ikke i tid. 18. desember gir prognosen en høy verdi på 60 µg/m³ per time, mens målingene bare viser 20 µg/m³ per time, denne dagen har MM5 underestimert vinden over flere timer, dette kan er en kilde til overestimering av konsentrasjonsnivået. Overestimering 18. desember for PM_{2,5} er sammenfallende med overestimering av PM₁₀. Den 20. desember er det en underestimering av PM_{2,5} på samme måte som AirQUIS underestimerte PM₁₀ for Danmarks plass denne dagen. Merk at for PM₁₀ var det riktig prognose på Rådhuset, der måles ikke PM_{2,5}.

5.4. Spesialstudium av perioden 20. - 27. februar 2005

5.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Rådhuset og Danmarks plass er gitt i Figur B29 og B30 i Appendix B.

I denne perioden er det høyt NO₂-nivå i Bergen. På Danmarks plass er det målt topper helt opp i 250 µg/m³ per time, ved Rådhuset er det målt ca 100 µg/m³ per time. Prognosen for Rådhuset er bra. Der gir AirQUIS samme nivå som målingene med unntak av en enkel overestimert topp 24. februar. Ved Danmarks plass underestimerer modellen i perioden og gir konsentrasjoner opptil 100 µg/m³ per time. Det er verdt å legge merke til at på Danmarks plass er det også målt høye konsentrasjoner nattetid. Dette kan tyde på at forurenset luft blir lokalt resirkulert og at på denne måten bygger opp det høye forurensningsnivået. Et slik lokalt fenomen vil ikke bli fanget opp i modellen.

5.4.2 PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Rådhuset og Danmarks plass er gitt i Figur B29 og B30 i Appendix B.

Det er målt uvanlig høyt PM₁₀-nivå i Bergen i denne perioden. På Danmarks plass er det målt topper helt opp i 250 µg/m³ per time, ved Rådhuset er det målt ca 150 µg/m³ per time. Ved Rådhuset treffer prognosen forholdsvis bra med noe over- og noe underestimering. Men på Danmarks plass er det mye underestimering. Det er verdt å legge merke til at på Danmarks plass er det også målt høye konsentrasjoner nattetid. Dette kan tyde på at forurenset luft blir lokalt resirkulert og at på denne måten bygger opp det høye forurensningsnivået. Et slik lokalt fenomen vil ikke bli fanget opp i modellen.

5.4.3 PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Danmarks plass er gitt i Figur B29 og B30 i Appendix B.

Det er målt høyt PM_{2,5}-nivå i perioden med topper på 60 - 70 µg/m³ per time. Prognosen viser noe lavere verdier, 30 - 40 µg/m³ per time. Unntaket er 21. februar der det er en liten overestimering. Også for PM_{2,5} er det målt høye konsentrasjoner om natten, noe som tyder på at forurenset luft blir lokalt resirkulert.

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 alle modeller har en tilfeldig feil på omkring 2°C. MM5-modellene har minst gjennomsnittsfeil, mens UM 4km har en negativ gjennomsnittsfeil. På Værnes er den negative gjennomsnittsfeilen større også i MM5-modellene, og den tilfeldige feilen ligger på et litt høyere nivå. For Elgeseter varierer feilen mer gjennom døgnet, med negativ gjennomsnittsfeil på dagtid. Den tilfeldige feilen har også større variasjon enn på Voll og Værnes, noe som må skyldes at observasjonene har større variasjon. Generelt for UM-modellen er at den gjennomsnittlige feilen blir mindre negativ utover i prognosen.

Prognosene for vindhastighet har negativ gjennomsnittsfeil på Værnes og positiv på de andre stasjonene. Alle modellene har minst feil (både bias og stde) på Voll, men MM5 har litt høyere stde (opptil 2 m/s). UM 4km har størst feil på Elgeseter, mens MM5 har mindre enn 2 m/s. Værnes er den stasjonen i Trondheimsområdet som har høyeste verdier for tilfeldig feil, økende opptil 3 m/s over prognoselengden.

Vindretningen som observeres på Voll har en overvekt av sørlige og sørvestlige tilfeller. MM5 1km og UM 4km reproducerer dette bildet ganske godt, mens MM5 3km har for få tilfeller med sørvestlig 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 4km har færrest. På Elgeseter observeres en stor overvekt av sørlig vind, og dette bildet reproduseres bare av MM5 1km (Figur A7 - A8).

6.1.2 Meteorologi i periodene 17. - 24. januar og 11. - 22. mars 2005

Fra 17. januar var været i Trøndelag styrt av lavtrykksaktivitet ved Island. Storskala sørvestlig vind dominerte det første døgnet av perioden. Resten av perioden vekslet mellom svake vinder (2 m/s) og noe sterkere, 6-8 m/s. Vinden i MM5 er i samsvar med observasjonene med unntak av overestimering for den 18. januar og en kort periode den 20. januar. Vindretningen observert på Voll var overveiende sørlig fram til 22. januar da den dreide mer på vest. MM5 har en god beskrivelse av de sørlige vindene, men mangler den østlige komponenten i de to første dagene. Vindretningen er for mye mot nord i slutten av perioden, da observasjonene viser nordvest. Temperaturen i perioden hadde ingen døgnlig gang, men var omkring og under frysepunktet etter 18. januar. MM5 underestimerer temperaturen helt fram til 22. januar, og spesielt mye den første dagen (Figur B34).

Perioden 11. - 22. mars hadde en høytrykksrygg over det nordlige Skandinavia i starten. Storskala vindretning var sørøstlig. Flere svake lavtrykk utafor kysten utover i perioden ga skiftende vindretninger, men ikke mye vind. Vinden observert på Voll var på det meste 4.8 m/s men varierte mye i perioden. Vind beregnet med MM5 ligger på samme nivå, men varierer ikke på samme måte som observasjonene, og spesielt er de stille periodene dårlig representert. Vindretningen beregnet med MM5 passer godt med observasjonene, bortsett fra i perioden 15. - 17. mars da observasjonene viser nordlig vindretning mens MM5 har sørlig vind. Temperaturen ligger under frysepunktet det meste av perioden. Den er godt beregnet med MM5 med unntak av en for stor døgnlig variasjon, spesielt etter 20. mars (Figur 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 en typisk veinær stasjon, mens Teknostallen er en stasjon for bybakgrunn i Trondheim. Figur D20 – D28 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

6.2.2 Treff i prognosene gjennom sesongen

Tabellene C16 – C21 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 2004-2005.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff i Varslingsklasse 2	Prosentvis treff i Varslingsklasse 3
Elgeseter	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	7	-
	PM ₁₀	27	15
Bakke Kirke	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	40	-
	PM ₁₀	22	-
Teknostallen	NO ₂	-	-
	PM _{2,5}	17	-
	PM ₁₀	12	-

Tabell 6.2 Prosentvis treff i varslingsklasse for alle målestasjoner i Trondheim sesongen 2004-2005.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Elgeseter	PM _{2,5}	75
	PM ₁₀	64
Bakke Kirke	PM _{2,5}	86
	PM ₁₀	63
Teknostallen	PM _{2,5}	90
	PM ₁₀	83

6.3 Spesialstudium av perioden 17. - 24. januar 2005

6.3.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Elgeseter, Bakke Kirke og Teknostallen er gitt i Figur B31 og B34 i Appendix B.

Det er normalt NO₂-nivå i denne perioden. Gatestasjonene, Bakke Kirke og Elgeseter måler dagsverdier på ca 100 µg/m³ per time og bakgrunnsstasjonen, Teknostallen, måler dagsverdier på ca 80 µg/m³ per time. Modellen gir verdier som er i samsvar med dette. For Elgeseter ser vi at speilpunktet er systematisk nærmere målingene enn det originale reseptorpunktet. Dette er også observert tidligere ved Elgeseter.

6.3.2 PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Elgeseter, Bakke Kirke og Teknostallen er gitt i Figur B31 og B34 i Appendix B.

Ved Bakke Kirke er det målt dagstopper på 50 – 100 µg/m³ per time. Modellen treffer disse verdiene meget bra. 19. og 20. januar er det målt hhv. 200 og 300 µg/m³ på Elgeseter, utenom disse to dagene er det målt moderate dagstopper på maksimalt 50 µg/m³ per time. Prognosen for Elgeseter er høy, 150 og 300 µg/m³ per time, og treffer de maksimale toppene 19. og 20. januar riktig. Bortsett fra disse to dagene overestimerer AirQUIS nivået ved Elgeseter. Også ved Teknostallen er det overestimert av PM₁₀ nivået.

Utslippet fra piggdekkslitasje av asfalt i Trondheim (grovfraksjon-støv, differansen mellom PM₁₀ og PM_{2,5}) har vært noe høyt sesongen 2004/2005. Dette ble studert og korrigert våren 2005. I denne studie perioden ser vi at MM5 har overestimert vinden. Kombinasjonene av for høyt utslipp og for sterk vind er to feilkilder som tildels utligner hverandre. Derfor er det likevel periodevis godt samsvar mellom prognose og måling.

6.3.3 PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bakke Kirke og Teknostallen er gitt i Figur B31 og B34 i Appendix B.

Det er en til tider stor overestimert av PM_{2,5} i Trondheim i denne perioden spesielt 21. januar hvor det er prognosert opptil 150 µg/m³ per time ved Bakke Kirke og 100 µg/m³ ved Teknostallen. Kurvene for reseptorpunkt og speilpunkt ved Bakke Kirke er sammenfallende, dette viser at bidraget kommer fra arealkilder, dvs. vedfyring, og ikke fra veikilder. Utslippsnivå av vedfyring er sesongkorrigert og ikke temperaturkorrigert. Januar 2005 var atskillig mildere enn normalt og derfor ble det ikke fyrt så mye med ved som modellen antar. Selv om det er dårlige spredningsforhold i Trondheim i denne perioden vil det ikke bli høyt nivå av PM_{2,5} når det reelle utslippet er mye lavere enn antatt. NILU jobber med å løse dette problemet, se kapittel 1.2.12.4.

6.4 Spesialstudium av perioden 11. - 22. mars 2005

6.4.1 NO₂

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Elgeseter, Bakke Kirke og Teknostallen er gitt i Figur B35 og B38 i Appendix B.

Det er normalt NO₂-nivå i denne perioden. Gatestasjonene, Bakke Kirke og Elgeseter måler dagsverdier på ca 100 µg/m³ per time og bakgrunnsstasjonen, Teknostallen, måler dagsverdier på ca 80 µg/m³ per time. Modellen gir verdier som er i samsvar med dette. For denne perioden er

det gir ikke speilpunktet bedre prognoser enn det originale reseptorpunktet slik som for forrige evalueringsperiode. Disse to periodene viser verdien av analysere både reseptorpunkt og speilpunktet.

6.4.2 PM₁₀

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Elgeseter, Bakke Kirke og Teknostallen er gitt i Figur B35 og B38 i Appendix B.

På Elgeseter har både målinger og prognose topper på ca 200µg/m³ per time og ved Bakke Kirke har både målinger og prognose topper på ca 150µg/m³ per time. Selv om toppene treffer godt på nivå, treffer de ikke like tilfredsstillende i tid. 14. og 16. mars underestimerer prognosen, dette kan skyldes at MM5 overestimerer vinden disse dagene. AirQUIS overestimerer PM₁₀-nivået 15. og 17. mars, disse dagene treffer prognosen for vind bra, men utslippet fra piggdekkslitasje av asfalt i Trondheim (grovfraksjon-støv, differansen mellom PM₁₀ og PM_{2,5}) har vært noe høyt sesongen 2004/2005. Dette ble studert og korrigert våren 2005.

6.4.3 PM_{2,5}

Grafisk framstilling av de målte og beregnede konsentrasjonene og meteorologiske data for Bakke Kirke og Teknostallen er gitt i Figur B35 og B38 i Appendix B.

Det er godt samsvar mellom prognoser og målinger av PM_{2,5} i Trondheim i denne perioden. På gatestasjonen Bakke Kirke har både prognose og målinger topper på 40 µg/m³ per time. Med unntak av en overestimering 18. mars treffer også prognosen bra på tid. Ved bakgrunnsstasjonen, Teknostallen, er nivået lavere opptil 30 µg/m³ per time. Også her er treffer prognosen både på nivå og tid.

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 A9. Observasjoner av meteorologiske parametere er kun tilgjengelig fra Sola hver 6. time. Temperaturprognosene har en tilfeldig feil i underkant av 2°. UM 4km har nøytral gjennomsnittsfel mens MM5-modellene har en gjennomsnittsfel som varierer over døgnet og er minst negativ på dagtid.

Vindprognosene har en tilfeldig feil på omkring 3 m/s, minst i UM 4km. MM5-modellene har negativ gjennomsnittsfel mens UM har positiv gjennomsnittsfel (Figur A9).

Observert vindretning ved Sola er oftest nordlig eller sørlig. Vindretningen ved Sola er ikke godt representert i noen av modellene: MM5 1km har overvekt på sørøstlige vindretninger, MM5 3km har for mange tilfeller på sørøst og nordvest mens UM 4km også har for mange tilfeller med østlig vind (Figur A10).

7.1.2 Meteorologi i perioden 5. - 10. februar 2005

I perioden er preget av et sterkt sør-sørvestlig vindfelt mellom et lavtrykk ved Island og et høytrykk i øst. Observert vind ved Sola går opp i 12 m/s, mens modellen gir ca. 10 m/s på det meste. MM5 beregner sterkere vind på Våland enn på Sola. Vindretningen observert på Sola samsvarer fullstendig med beregninger for både Sola og Våland.. Temperaturen observert ved Sola har en svak døgnlig gang og er over frysepunktet hele perioden. MM5 beregner for lave temperaturer nattetid for Sola, mens beregningene for Våland samsvarer godt med det som observeres på Sola (Figur B40).

7.2 Luftkvalitet

7.2.1 Målestasjoner

Målestasjonen ved Våland er anvendt for evalueringen. Figur D29 – D30 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

7.2.2 Treff i prognosene gjennom sesongen

Tabellene C22 – C23 i Appendix C viser treff og forekomst innen alle varslingsklasser for PM₁₀ og PM_{2,5} for alle stasjoner basert på timemiddel og døgnmiddelverdier. En oppsummering av treff i alle varslingsklasser for døgnmiddel er gitt i Tabell 7.1.

Tabell 7.1 Prosentvis treff i varslingsklasse for alle målestasjoner i Stavanger sesongen 2004-2005.

Stasjon	Komponent	Prosentvis treff
Våland	PM _{2,5}	84
	PM ₁₀	98

7.3 Spesialstudium av perioden 5. - 10. februar 2005

7.3.1 PM₁₀ og PM_{2,5}

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

Det er målt verdier av PM₁₀ på 30 – 40 µg/m³ per time i denne perioden, mens målingene er lavere, ca 10 µg/m³ per time. Tilsvarende er det målt verdier av PM_{2,5} på 20 - 30 µg/m³ per time i denne perioden, mens målingene er lavere, ca 5 µg/m³ per time. Vi ser at nivået også er høyt nattetid for begge komponenter. I denne perioden har vi observert det samme ved alle stasjoner i alle byer. Det var i denne perioden konstant vind fra sør og oppfølging av perioden avdekket at det høye nivået av støv skyldes langtransportert PM_{2,5} fra kontinentet. Slike fenomener kan forekomme og dette er ikke beskrevet i spredningsmodellen.

8. GRENLAND

8.1 Meteorologi

Ingen observasjoner av meteorologi er tilgjengelig for Grenland for denne sesongen.

8.2 Luftkvalitet

8.2.1 Målestasjoner

Målestasjonen i Lensmannsdalen er anvendt for evalueringen. Dette er en veinær stasjon. Figur D34 – D35 i Appendix D viser grafer med timesverdier av luftkvalitet samlet for hele sesongen.

8.2.2 Treff i prognosene gjennom sesongen

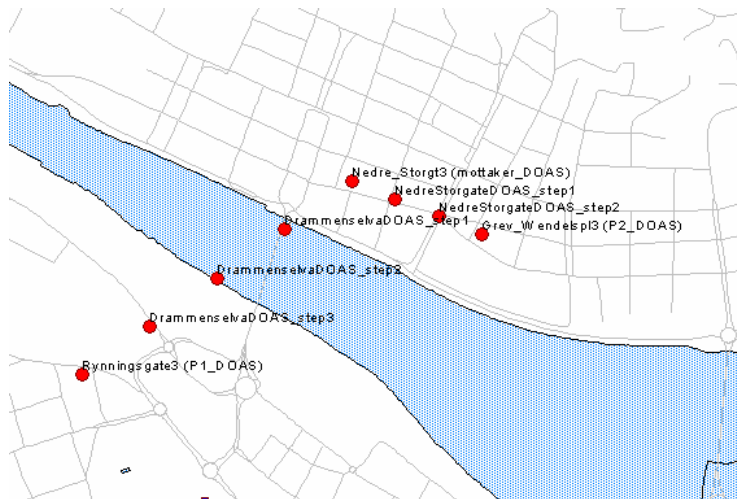
Tabell C27 i Appendix C viser treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ for Lensmannsdalen basert på timemiddelverdier. Det foreligger ikke meteorologidata til å gjøre en mer grundig analyse av enkelt perioder.

9. UTVIKLINGSOPPGAVER I LUFTKVALITETSMODELLERING

9.1 Evaluering av flere reseptorpunkter langs DOAS-strekk

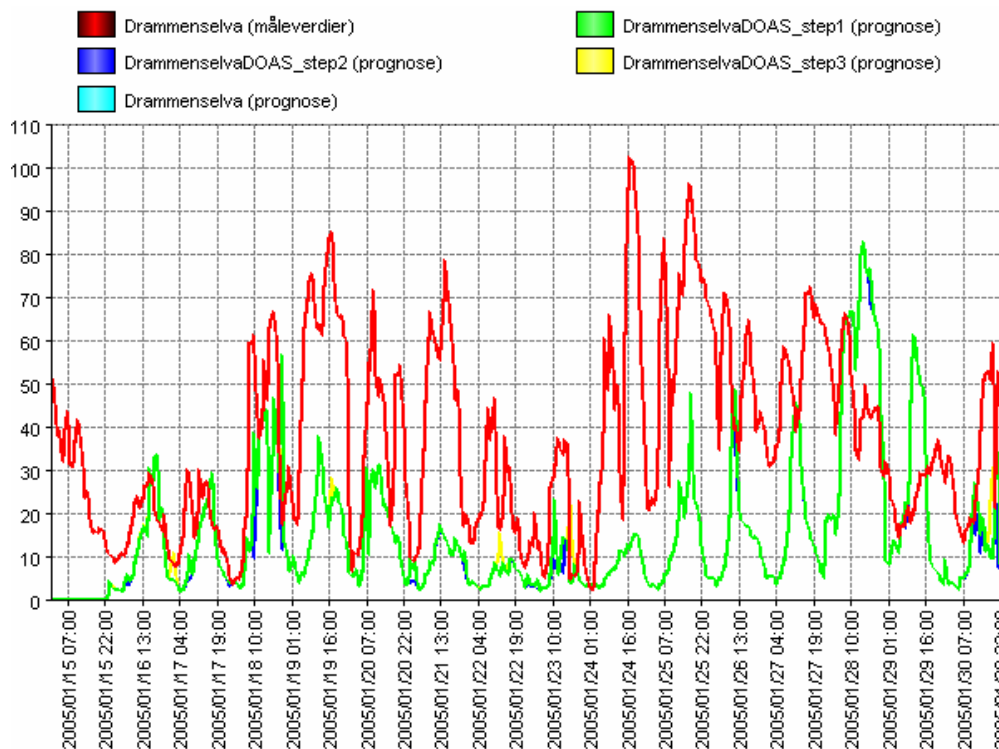
For å måle konsentrasjoner av NO₂ brukes gjerne et optisk måleinstrument, DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy). Dette instrumentet består av en sender og en mottaker (for en elektromagnetisk stråle) som monteres 300-700 meter fra hverandre i en høyde på 15-30 meter over bakken. Når mottakeren absorberer strålingen fra senderen beregnes NO₂ konsentrasjon i luftrommet mellom dem.

AirQUIS beregner konsentrasjoner i bestemte punkt (reseptorpunkt), mens en DOAS måler konsentrasjon langs en linje. Målet for denne studien er å finne ut om det er en gevinst i å legge flere reseptorpunkter langs DOAS-strekket i AirQUIS. Bedre Byluft gjør beregninger som blir sammenlignet med DOAS målinger i Oslo (Grønland-Hammersborg) og Drammen (Drammenselva og Grev Wedels plass). Eksempel fra Drammen er vist i Figur 9.1.



Figur 9.1 Det er to DOAS strekk i Drammen, det ene går fra Nedre Storgate 3, over Drammenselva, til Rynnings gate 3. Det andre går fra Nedre Storgate 3, over sentrum, til Grev Wedels plass 3. Figuren er hentet fra AirQUIS, de røde markørene viser hvor det er lagt inn reseptorpunkter i AirQUIS' database.

Ved å studere beregnede prognoser for de forskjellige reseptorpunkter langs et slikt DOAS strekk, ser vi at det er ingen eller marginal forskjell på prognoseverdiene langs strekket. I Figur 9.2 er grafene for DOAS måleverdier og fire reseptorpunkter fra AirQUIS tegnet sammen for siste halvdel av januar 2005. AirQUIS prognosene for de ulike reseptorpunktene er så like at de blir sammenfallende. Bare unntaksvis kan vi se at det er forskjell mellom grafene for prognosene (dvs. alle grafene utenom den røde) og når det er forskjell, er denne ytterst marginal. Det samme mønsteret er observert for DOAS strekkene på Grønland, Oslo, og for andre tidspunkt.



Figur 9.2 Grafer for måleverdier og fire reseptorpunkter langs et DOAS-strekk.

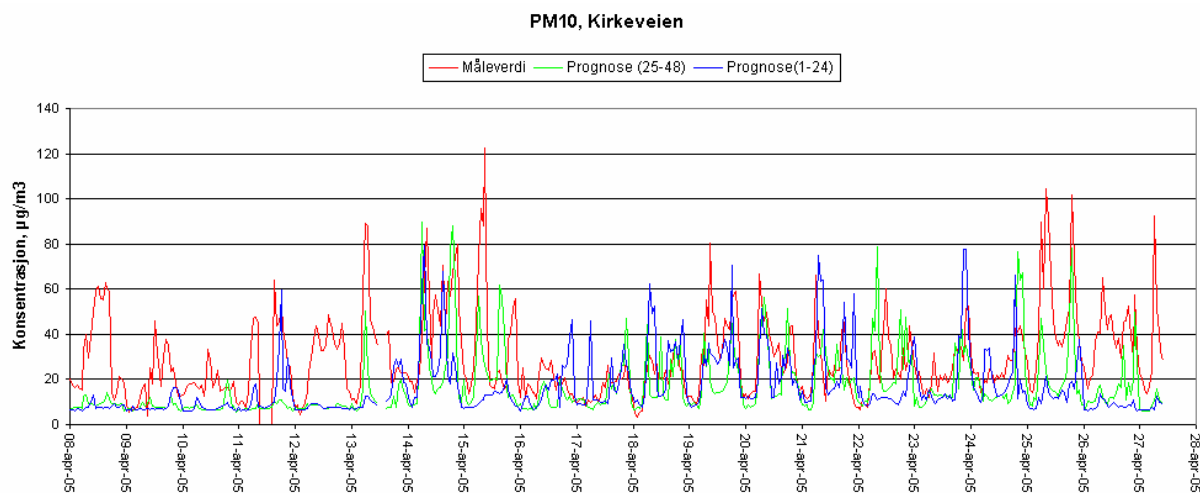
Konklusjonen: For å gjøre AirQUIS beregninger som sammenlignes med DOAS målinger er det tilstrekkelig å legge inn to reseptorpunkter for hver DOAS sløyfe, en i hvert endepunkt.

9.2 Sammenligning av 0-24timers prognoser med 24-48timers prognoser

En endring for sesongen 2004/2005 er overgangen til å kjøre beregninger for 0-48 timer i stedet for 24-48 timer som tidligere. Denne overgangen var koordinert for både meteorologiprognosen og luftkvalitetsprognosen. Prognosene er fremdeles ferdige innen kl. 06:30 om morgenen. Den 48-timersprognosen som da foreligger er gjeldende for inneværende døgn og det påfølgende. Det vil si at etter omleggingen vil MM5/AirQUIS levere en prognose også for inneværende døgn. Det er undersøkt om prognosene for de første 24 timene samsvarer bedre med måleverdiene. MM5 er kjørt i 48 timer fra sesongstart. Omleggingen av AirQUIS fant sted i månedsskifte februar – mars 2005, dvs. at Bedre Byluft har kjørt 48 timers prognose i to måneder i sesongen 2004/2005.

Vi har sammenlignet de spredningsberegningene som er kjørt på de ferskeste meteorologidataene og de som er kjørt på meteorologidata som er varslet et døgn fram i tid. Noe overraskende viser det seg at denne omleggingen ikke har hatt noen signifikant positiv effekt på spredningsberegningene. Eksempelvis, var målt to-månedersmiddel $34,1 \mu\text{g PM}_{10} / \text{m}^3$ per time for Kirkeveien. Etter at AirQUIS ble kjørt med 48-timers prognose er tilsvarende middel $15,9 \mu\text{g PM}_{10} / \text{m}^3$ per time, mens det ved tidligere AirQUIS kjøring var $16,0 \mu\text{g PM}_{10} / \text{m}^3$ per time. Det kan tilsynelatende se ut som om omleggingen har gjort prognosen dårligere, men nedgangen er bare marginal og kun midlet over to måneder. Også andre kvalitetsparametere som *korrelasjon*, *nøyaktighet* og *sannsynlighet for oppdagelse* (definert i kap. 9.3) er bare marginalt endret, og i dette tilfellet svekket (ikke vist i figurer). Figur 9.3 viser begge prognosene for PM_{10} i Kirkeveien sammen med måleverdier for perioden 8. – 28. april 2005. Dette eksempelet viser at de to

prognosene har omlag like godt treff i forhold til observerte data.



Figur 9.3 Utsnitt fra en periode, 8. – 28. april 2005, for PM_{10} i Kirkeveien. Rød kurve er måledata, grønn kurve er prognose gitt et døgn tidligere og blå kurve er prognose gitt samme dag.

Figurene Appendix A viser feilen i meteorologiprognosene som funksjon av prognoselengden. Den tilfeldige feilen (*stde*) i prognoser for trykket øker med prognoselengden (ikke vist) men dette er ikke nødvendigvis tilfelle med prognosene for temperatur og vind. Observert temperatur og vind kan ha sammenheng med spesielle forhold lokalt eller nær bakken som modellene ikke klarer å beskrive. Lokale forhold vil derfor dominere feilen som viser en begrenset avhengighet av prognoselengde. Feilen vil være i de korte prognosene er nesten like stor, til tross for at prognosen av det storskala meteorologiske systemet er mer riktig.

Konklusjon så langt er at det ikke vil være noen gevinst ved å legge om fra 24-timers prognose til 48-timers prognose. Men det er viktig at det heller ikke har svekket prognoseverktøyet. At hele prognosen fra 0 til 48 timer beregnes hver dag, gir mulighet for å studere sammenhengen mellom feil og prognoselengde, og spesielt avdekke problemer knyttet til modellenes startbetingelser.

9.3 Kvalitetsovervåking

Ved evaluering av prognoseberegninger er det enklest å betrakte prognosen enten som korrekt eller ikke korrekt og så vurdere kvaliteten på prognosen ut ifra hvor ofte den er korrekt. Det er gjennomført prognoseberegninger for en rekke stasjoner med timevis prognoser for seks måneder. For å forenkle en slik vurdering har vi begrenset oss til fire stasjoner, Kirkeveien, Løren, Danmarks plass og Elgeseter. Vi har vurdert døgnmiddel for PM_{10} og $PM_{2,5}$ og maksimal timemiddel i løpet av et døgn for NO_2 . Vi betraktet her bare to klasser for luftkvalitet, god luft og dårlig luft, der grensen er satt mellom de to laveste varslingsklassene, dvs. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per time for NO_2 , $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per døgn for PM_{10} og $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per døgn for $PM_{2,5}$.

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 9.1. Teknikken går ut på å telle antall treff i firefeltstabellen (tabell 9.1), der antall *a* og *d* er riktige prognoser for hhv. god luft og dårlig luft, mens antall *b* og *c* er hhv. over- og underestimert. Ved å regne ut forskjellige forhold mellom disse tallene

kommer vi frem til de tre kvalitetsparametrene i tabell 9.2.

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

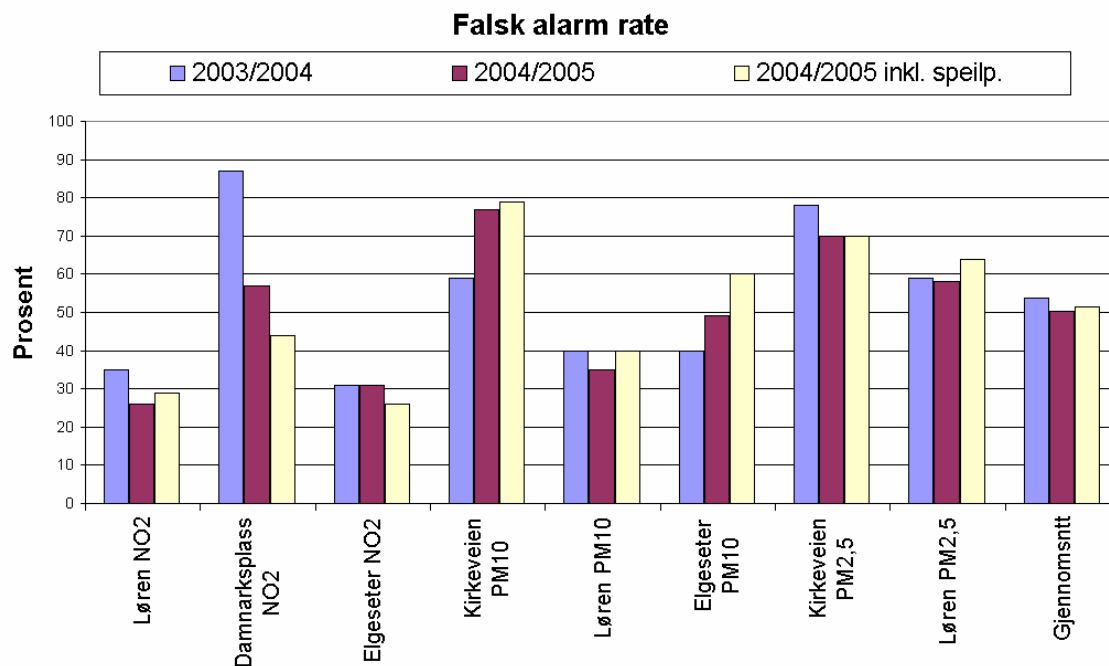
	Prognosert god luftkvalitet	Prognosert dårlig luftkvalitet
Observert god luftkvalitet	a	b
Observert dårlig luftkvalitet	c	d

Tabell 9.2 Evalueringsparametere og hvordan de beregnes.

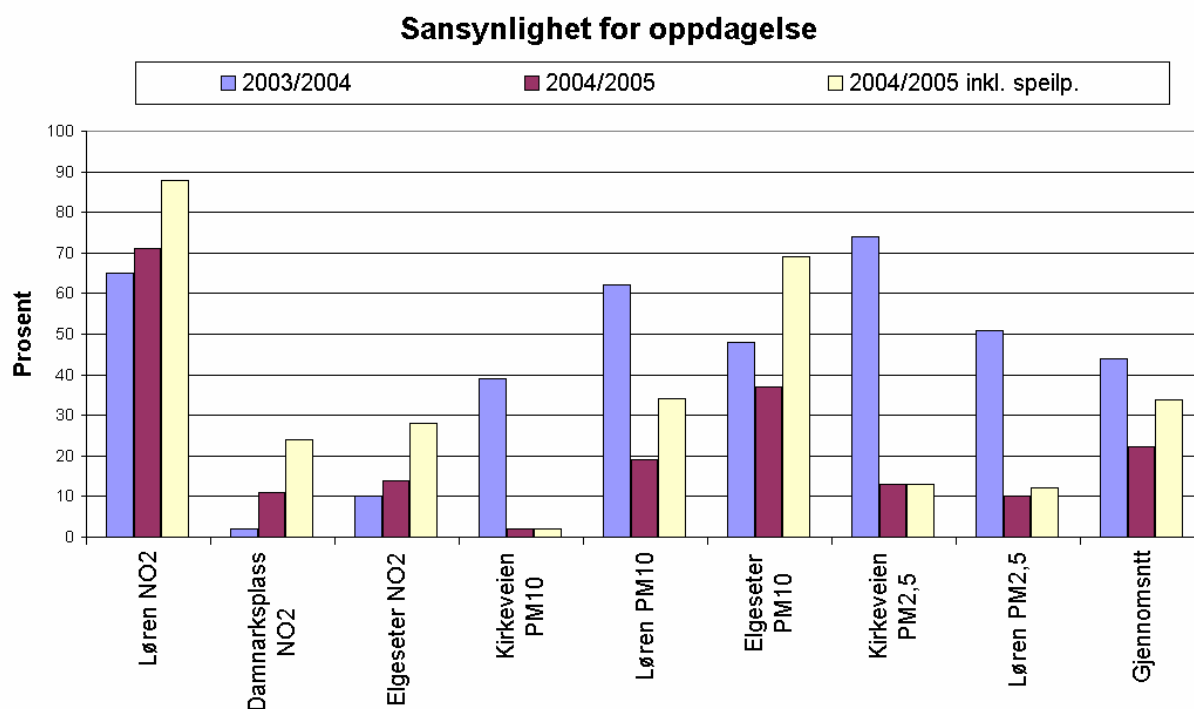
Parameter	Forklaring og utregning
Nøyaktighet	Prosentvis prognose som er riktig som god eller dårlig luftkvalitet $= (a+d)/(a+b+c+d) * 100$
Falsk alarm rate	Prosentvis at antall ganger varsel om dårlig luftkvalitet ikke var tilfelle $= b / (b + d) * 100$
Sannsynlighet for oppdagelse	Prosent av de observerte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

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. I noen tilfeller har det vært svært få tilfeller av dårlig luftkvalitet, både observert og prognosert. Dette gir en skjev fordeling i firefeltstabellen med stor overvekt av treff i klasse *a*, tabell 9.1. Dette fører til at noen få treff i klassene *b, c* og *d* gir stort utslag på kvalitetsparametrene og disse tilfellene er derfor ikke tilstrekkelig for å karakterisere kvaliteten for prognosen. Disse forekomstene er derfor utelatt. Et stolpediagram for *falsk alarm rate* er gitt i Figur 9.4 og et stolpediagram for *sannsynlighet for oppdagelse* er gitt i Figur 9.5. For begge figurene gjelder at blå søyle representer resultatene for 2003/2004 sesongen, rød søyle representer resultatene for 2004/2005 sesongen. Gul søyle representer også resultatene for 2004/2005 sesongen, men her er observasjonene evaluert mot høyeste prognose av reseptorpunktet og det respektive speilpunkt.

Kvalitetsparametrene varierer mellom de ulike stasjonene og mellom de to sesongene. *Falsk alarm rate* varierer mellom 26 % og 54 %. 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 %. Bedre Byluft har en *sannsynlighet for oppdagelse* mellom 2 % og 88 %. Dette er et stort spenn og til sammenligning har vi funnet at tilsvarende prognosesystemer andre steder ligger mellom 30 % og 50 %. Konklusjonen er at Bedre Byluft kan sammenlignes med lignende varslingsmodeller andre steder når det gjelder kvalitet.



Figur 9.4 Falsk alarm rate for Løren, Kirkeveien, Damnarksplass og Elgeseter for sesongene 2003/2004 og 2004/2005. Lav Falsk alarm rate betyr god prognose.

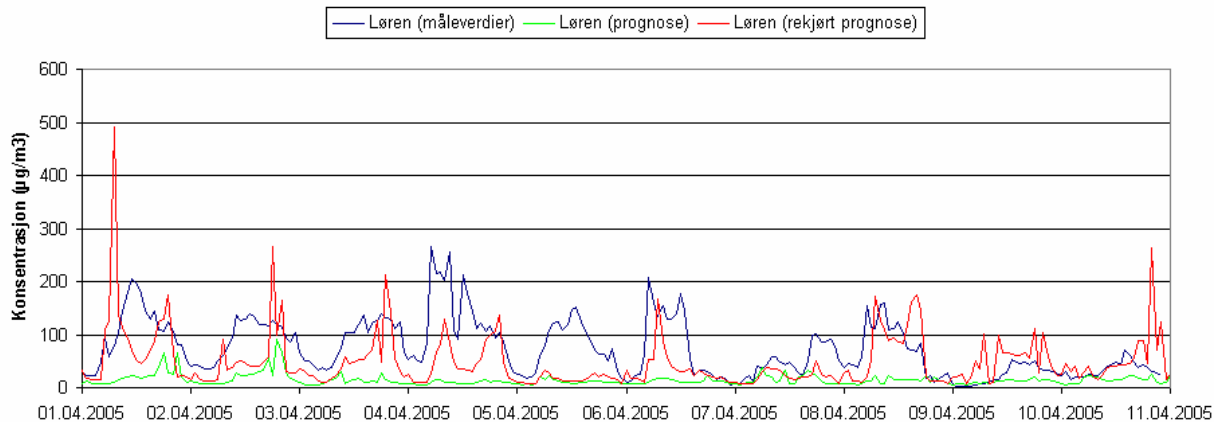


Figur 9.5 Sansynlighet for oppdagelse for Løren, Kirkeveien, Damnarksplass og Elgeseter for sesongene 2003/2004 og 2004/2005. Høy sansynlighet for oppdagelse betyr god prognose.

Utviklingen fra sesongen 2003/2004 til sesongen 2004/2005 er noe negativ. Gjennomsnittet for *falsk alarm rate* er bare marginalt lavere (bedre), men *sannsynlighet for oppdagelse* har gått ned fra 44 % til 22 %, da har vi sett bort fra speilpunktene. Vi ser også at prognosene for NO₂ har blitt bedre for 2004/2005 sesongen med mindre falsk alarm og høyere treff på dårlig luftkvalitet. Det som spesielt trekker i negativ retning er prognosene av PM₁₀ og PM_{2,5}. For disse komponentene er falsk alarm rate på omlag samme nivå begge sesongene, men sannsynligheten for oppdagelse blir signifikant redusert. Den negative utviklingen kan skyldes flere faktorer:

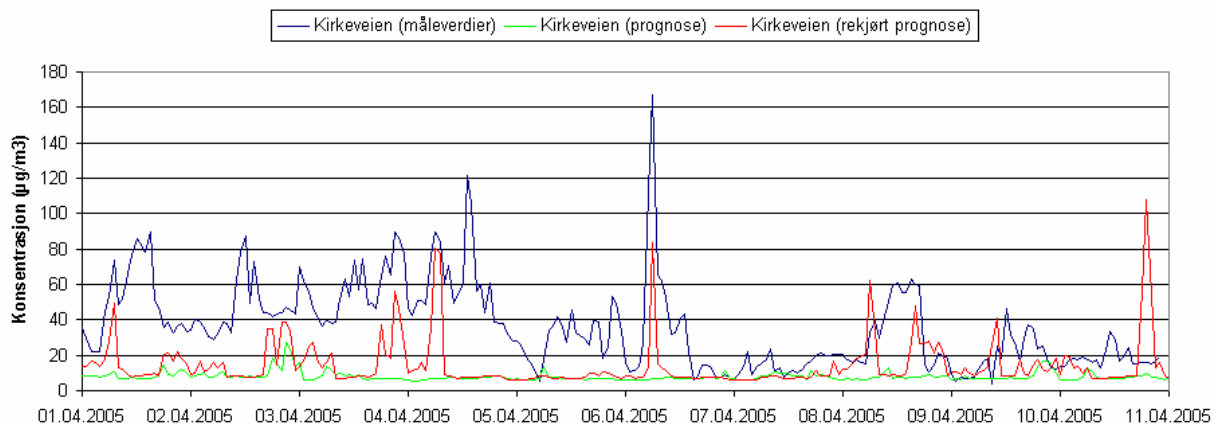
- Rutinen for å dempe støvutslipp under fuktige forhold var basert på måledata for duggpunkttemperatur og bakketemperatur, denne rutinen var ny før sesongen 2004/2005. I Bedre Byluft blir det brukt MM5 data for disse temperaturene. MM5 har systematisk underestimert bakketemperaturen og dette har ført til for ofte støvdemping gjennom store deler av sesongen. Når rutinene blir aktivert fører den til at utslippet av støv dempes med 70 %. Dette ble korrigert i midten av mars 2005. Som følge av dette har prognosen varslet signifikant lavere andel av dårlig luftkvalitet for PM₁₀ og PM_{2,5} sesongen 2004/2005 i forhold til sesongen 2003/2004.
- Nyere forskning tyder på at utslipp av grovfraksjon PM₁₀ er høyere enn det som er lagt til grunn i databasene for Bedre Byluft. Dette støttes av Ketzal et al. (2005), vi har også sett dette i forbindelse med arbeidet med "Fremskaffing av faglig grunnlag for revisjon av 1. datterdirektiv, partikler" (Laupsa et al., 2005)
- For sesongen 2003/2004 var utslippet fra vedfyring overestimert, dette ga høyere *sannsynlighet for oppdagelse* av støvepisoder. Utslipp til luft som følge av vedfyring ble oppdatert etter 2003/2004 sesongen.
- Om våren når snødekke forsvinner og veibanene og veiskuldrene tørker opp, må enkelte utslippsparementer endres til vår-modus. I 2005 var dette sammenfallende med påskeferien. Konsekvensen av dette var at AirQUIS underestimerte kraftig en periode før personell var på jobb og kunne kvalitetssikre kjøringene. Figur 9.6 og Figur 9.7 viser en periode på ti dager hvor det er stort utslipp av deponert PM₁₀ fra veibanene og veiskuldrene. De blå linjene viser måleverdier. De grønne linjene viser prognosen som underestimerer kraftig, de røde linjene er etterkjøringer hvor alle inputparametere er tilpasset vår-modus. For Løren viser etterkjøringer at AirQUIS gir en god prognose også for støvperiodene om våren. Ved Kirkeveien klarer AirQUIS bare delvis å oppnå like høyt nivå som målingene. Som nevnt tidligere, er det observert en generell underestimering ved Kirkeveien denne sesongen som trolig kommer av for lavt utslipp fra trafikk. Dersom støvperioden hadde blitt aktivisert på riktig tidspunkt ville dette også gitt signifikant utslag i sesongstatistikken for kvalitetsparametrene. *Falsk alarm rate* ville ikke blitt påvirket, men *sannsynlighet for oppdagelse* ville blitt bedre, eksempelvis ville sannsynlighet for oppdagelse av høyt PM₁₀-nivå ved Løren økt fra 19 % til 29 %. Dette er et nivå som er sammenlignbart med tilsvarende prognosesystemer andre steder.
- I tillegg er det variasjoner i de meteorologiske forholdene fra varslingssesong til varslingssesong. Dette vil også gi signifikante utslag i den statistikken som er presentert i dette kapittelet. Vinteren 2004/2005 var spesiell ved at det var en mild vinter med svært lite snø i Oslo. For Danmarks plass har vi sett at antall observerte tilfeller av dårlig luftkvalitet for NO₂ har økt fra 22 % i 2003/2004 til 35 % i 2004/2005.

Løren PM10 1.-10. april 2005



Figur 9.6 Blå kurve: Måleverdier for Løren. Grønn kurve prognose for Løren kjørt i vanlig modus. Rød kurve prognose for Løren kjørt i vår modus. Perioden er 1.-10. april 2005.

Kirkeveien PM10 1.-10. april 2005



Figur 9.7 Blå kurve: Måleverdier for Kirkeveien. Grønn kurve prognose for Kirkeveien kjørt i vanlig modus. Rød kurve prognose for Kirkeveien kjørt i vår modus. Perioden er 1.-10. april 2005.

Gevinsten ved å beregne konsentrasjoner for reseptorpunktene speilpunkt kommer også tydelig fram i disse kvalitetsparametrene. For *falsk alarm rate* har speilpunktene minimal betydning, denne parameteren er omlag på samme nivå selv om speilpunktet inkluderes i statistikken. Men vi ser fra figur 9.5 at *sannsynligheten for oppdagelse* øker betydelig når også speilpunktet analyseres. I snitt øker *sannsynligheten for oppdagelse* fra 22 % til 34 % for sesongen 2004/2005.

10. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

10.1 Det operasjonelle modellsystemet

For å inkludere ekstra utslipp fra støv som oppstår når snødekket forsvinner og veibanene og veiskuldrene tørker opp, har det for sesongen 2004/2005 vært nødvendig med en manuell inngripen. Det anbefales at denne rutinen endres slik at systemet fungerer uavhengig av manuell inngripen. NILU vil i samarbeid med *met.no* finne en bedre løsning på dette.

10.2 Meteorologi

Evaluering av meteorologiske prognoser viser at UM 4km har bedre forutsigbarhet for vindhastighet enn MM5-modellene. Dette er tildels tilfelle for temperaturen også, men her er det bl.a tydelig at temperaturen i starten av modellprognosen har en negativ gjennomsnittsfel i vintersesongen, men at denne retter seg inn i løpet av noen timer. Feilen har derfor liten effekt for Bedre Byluft-prognosene som går fra 24 til 48 timer. Grunnen til at temperaturen er for lav i starten av prognosen er ikke klarlagt. Vindretningsprognosene er ikke bedre enn i MM5 1km, men dette antas å være begrenset av modellens oppløsning. Det anbefales derfor å fortsette arbeidet med å erstatte MM5 med UM i Bedre Byluft.

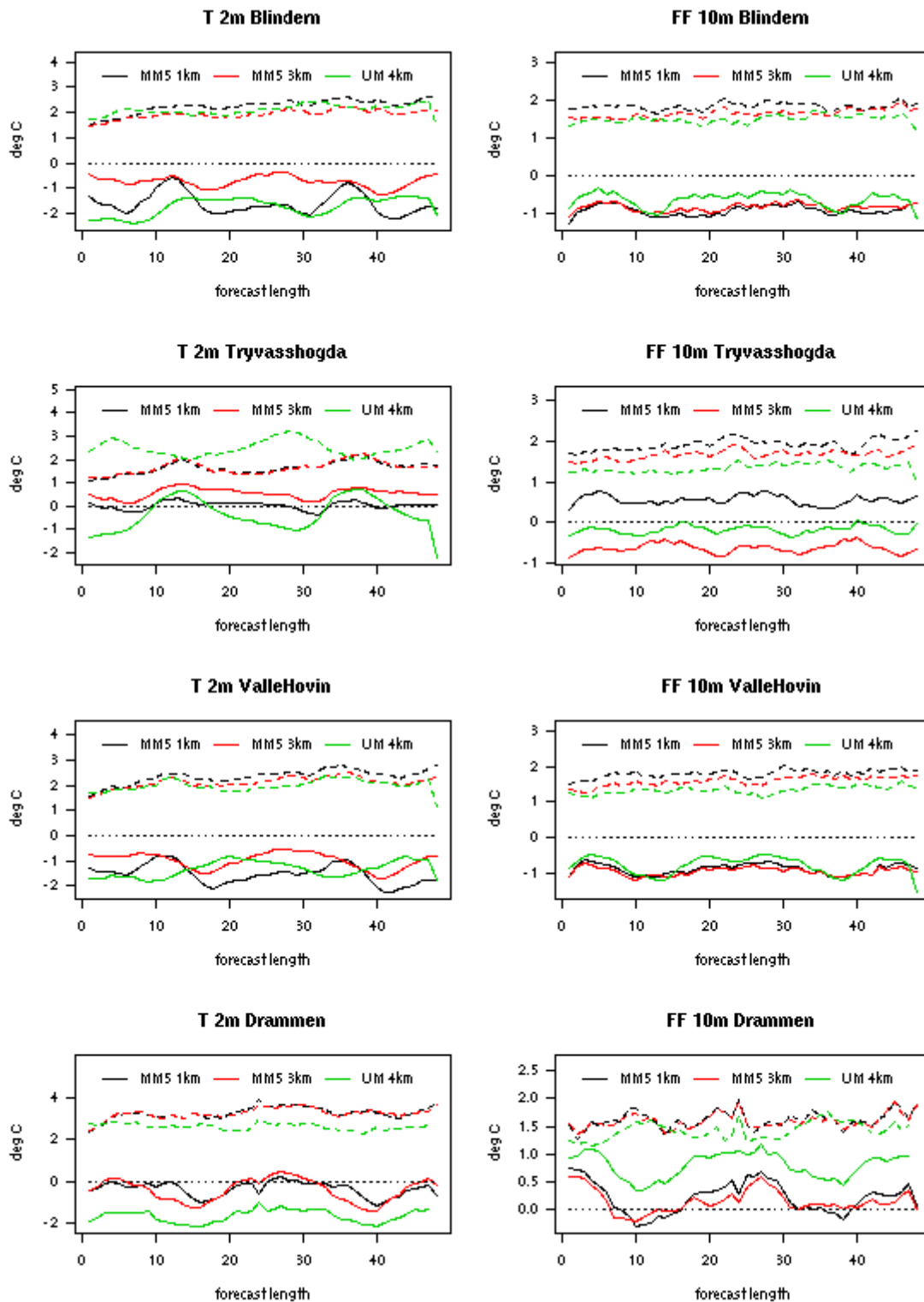
10.3 Luftkvalitet

Noen av utslippstallene som brukes i Bedre Byluft begynner å bli gamle. NILU vil rådføre seg med SSB og evaluere hvilke data som bør oppdateres. Tidspunkt for eventuell oppdatering av utslippstall avhenger av SSB og finansiering av dette arbeidet.

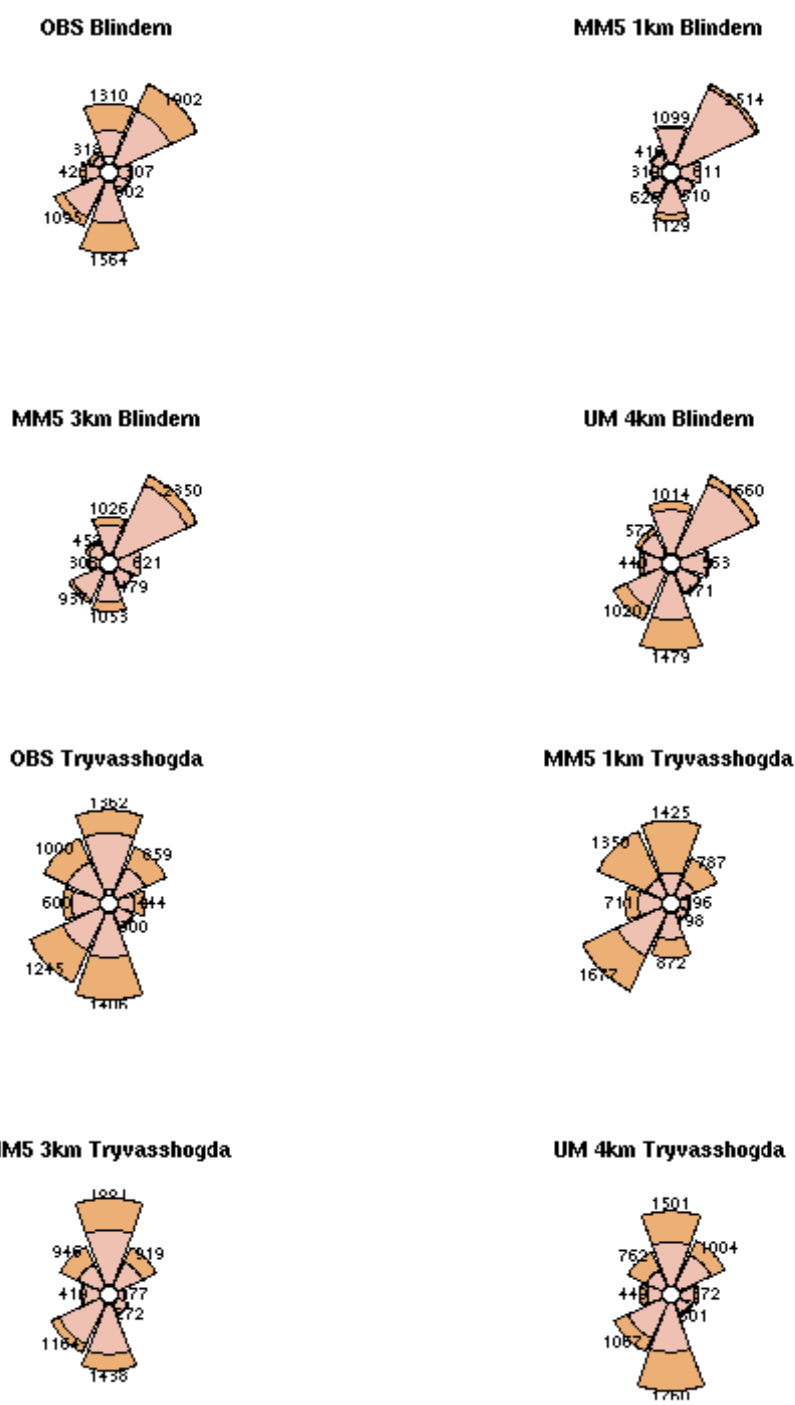
NILU jobber med å forbedre utslippsmodellen med å utvikle en temperaturavhengig vedfyringsmodell. Denne forbedringen vil være klar oktober 2005, se kapittel 1.2.12.4.

REFERANSER

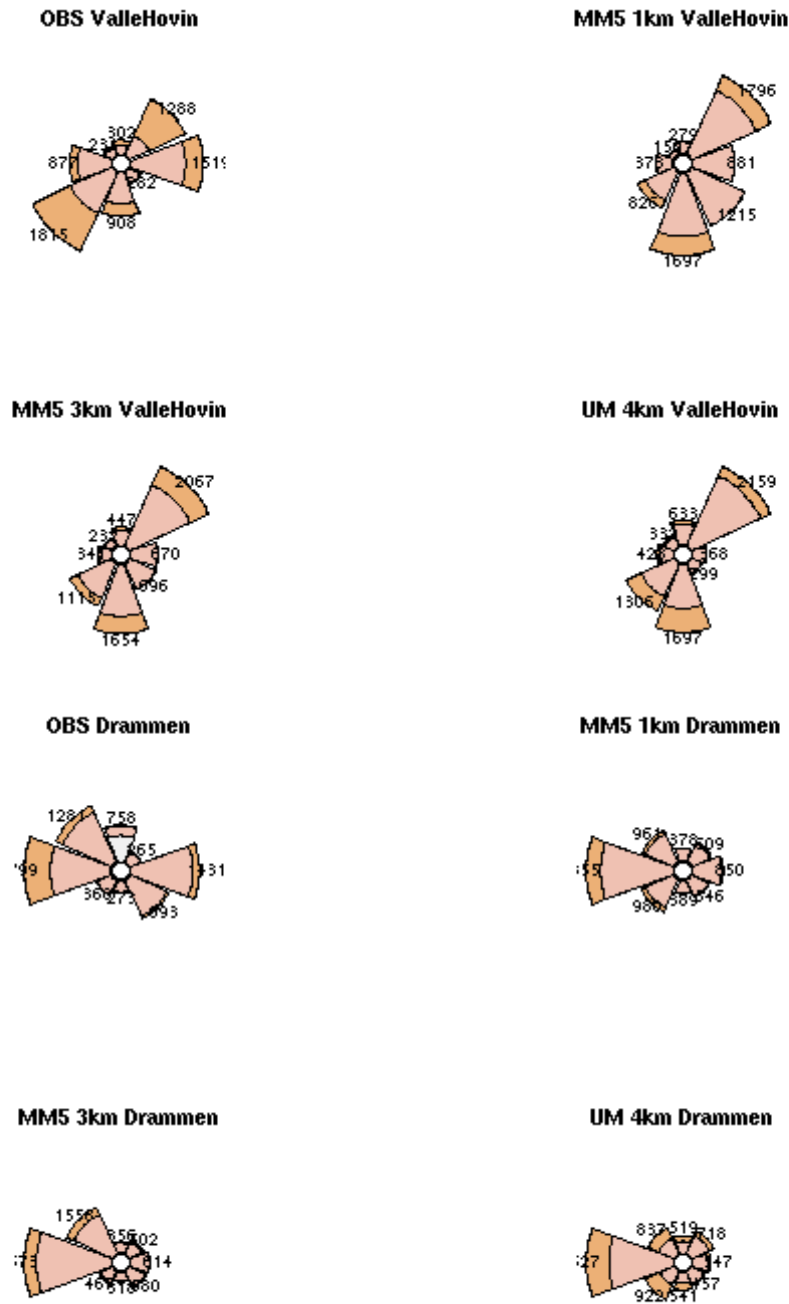
- Bjørge, D., J.E. Haugen, M. Homleid, O.N. Vignes and V. Ødegaard (2003): *Updating the HIRLAM numerical weather prediction system at met.no 2000-2002*, Research Report no. **145**, Norwegian Meteorological Institute, P.O. Box 43, Blindern, N-0313 Oslo, Norway
- Buskerud vegkontor (2001): *Tidsvariasjon 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.
- 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.
- 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 I. datterdirektiv, partikler*. Kjeller (NILU OR 6/2005)
- 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)



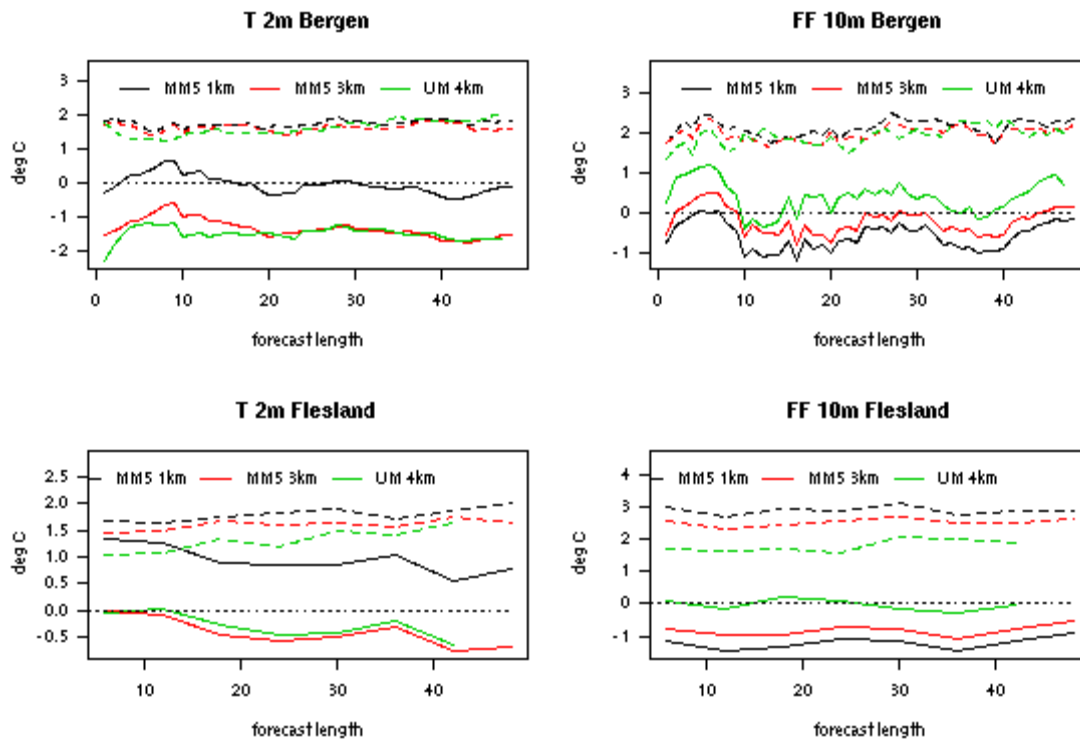
Figur A1 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for stasjonene i Oslo og Drammen for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005. Heltrukken linje gjennomsnittsfeil (bias), stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).



Figur A2 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).

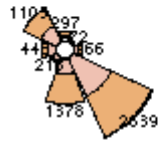


Figur A3 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



Figur A4 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for stasjonene i Bergen for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005. Heltrukken linje gjennomsnittsfel (bias). stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

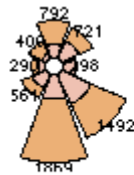
OBS Bergen



MM5 1km Bergen



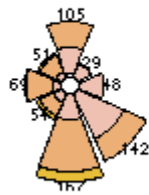
MM5 3km Bergen



UM 4km Bergen



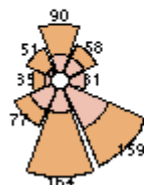
OBS Flesland



MM5 1km Flesland



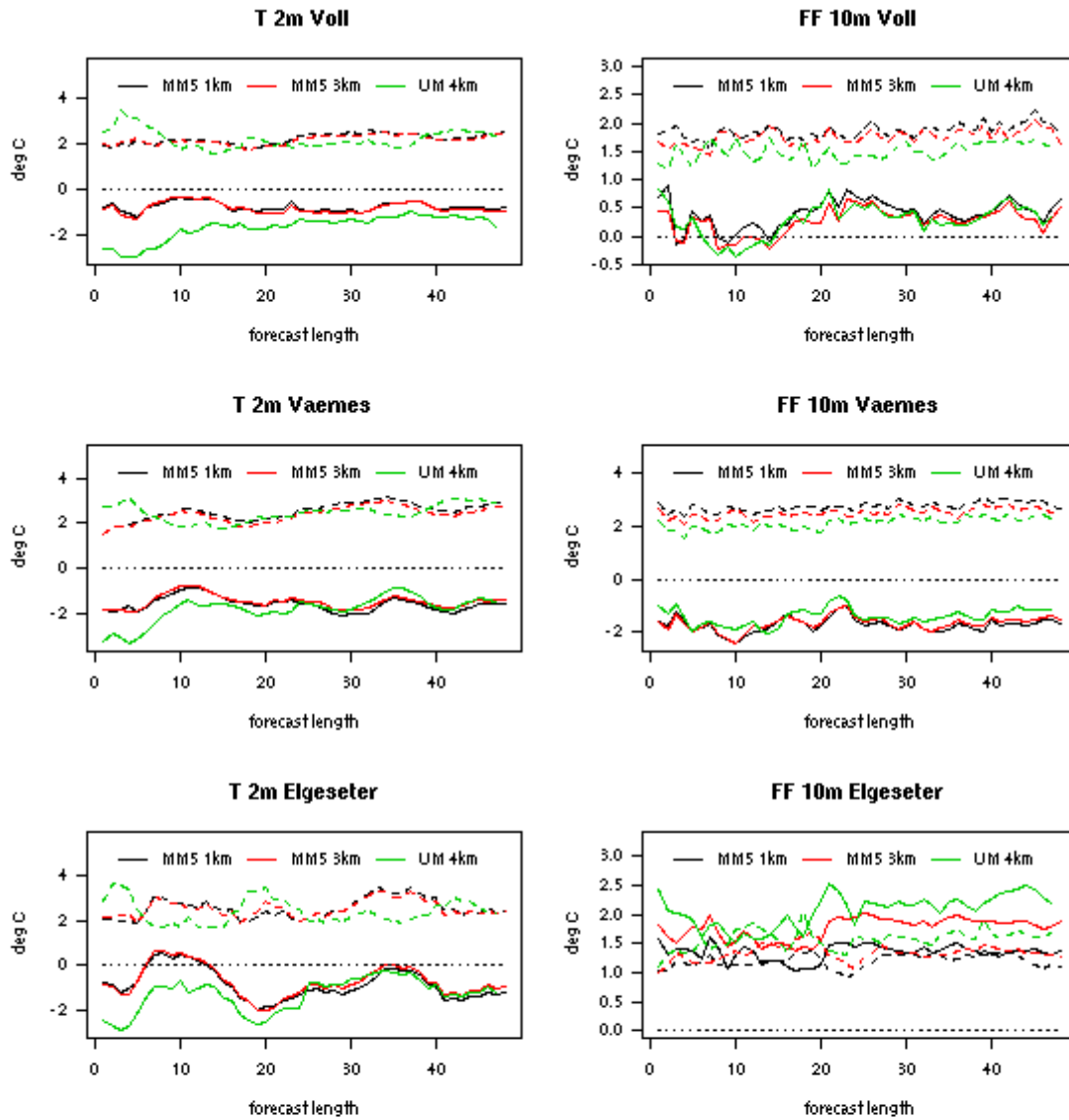
MM5 3km Flesland



UM 4km Flesland



Figur A5 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



Figur A6 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for stasjonene i Trondheim for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005. Heltrukken linje gjennomsnittsfeil (bias). stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).

OBS Elgeseter



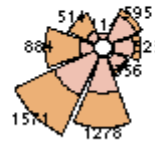
MM5 1km Elgeseter



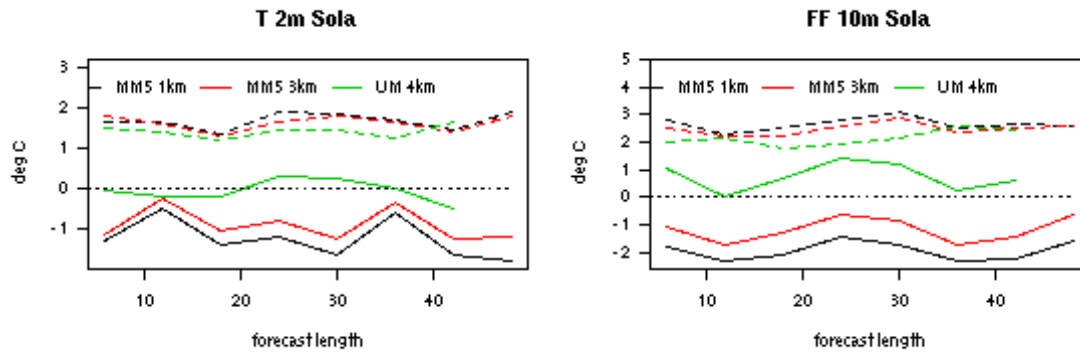
MM5 3km Elgeseter



UM 4km Elgeseter



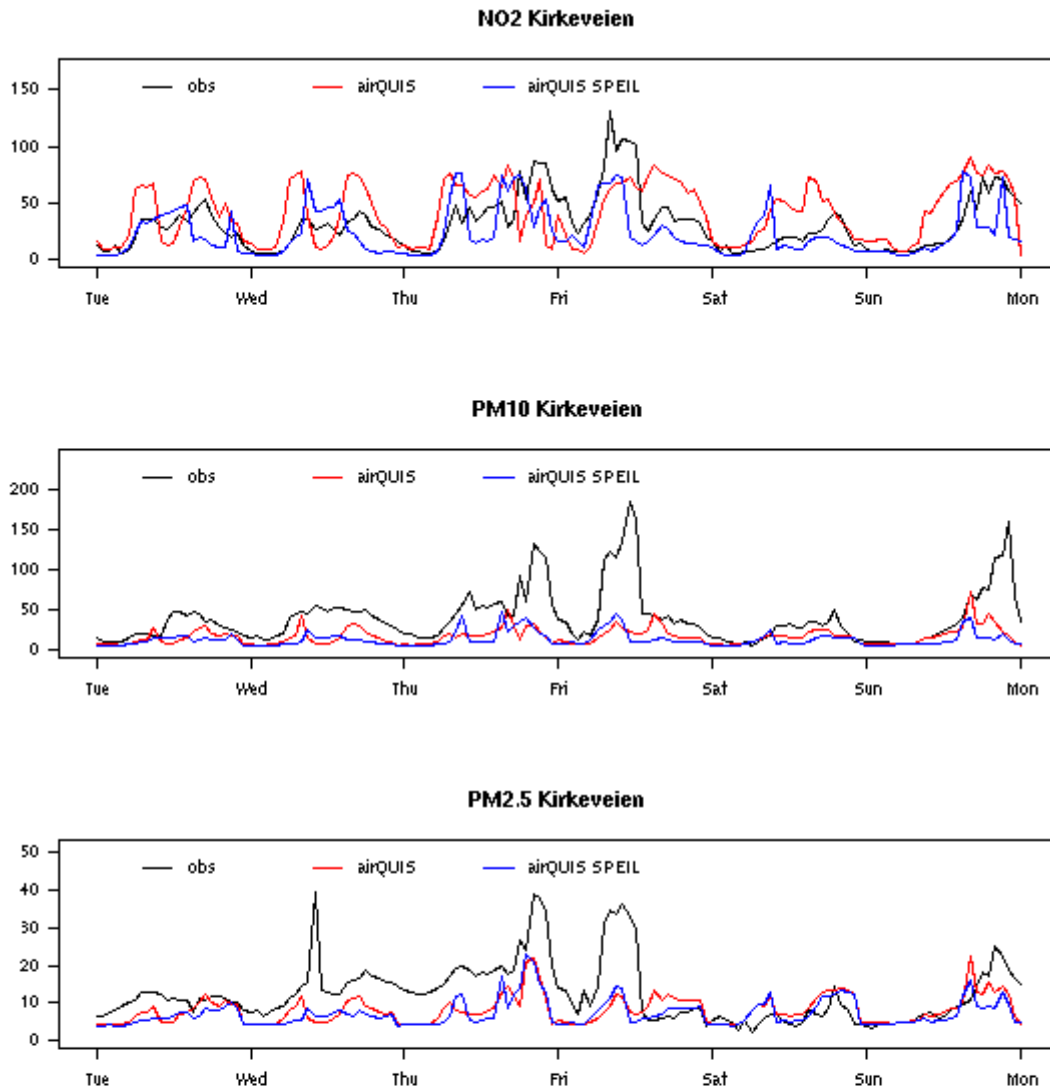
Figur A8 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



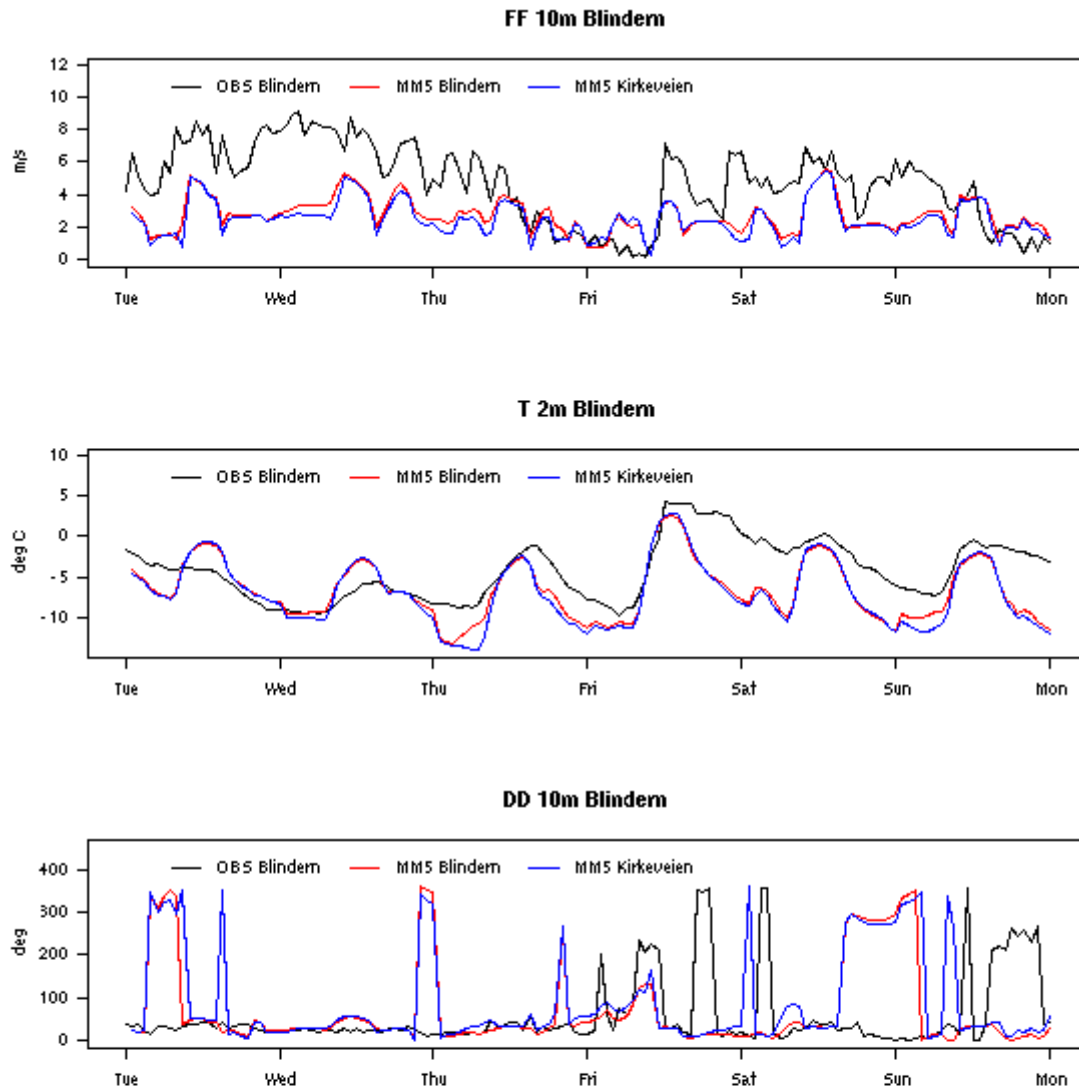
Figur A9 Verifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for Sola ved Stavanger for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005. Heltrukken linje gjennomsnittsfel (bias). stiplet linje tilfeldig feil (standardavvik av feilen - stde).



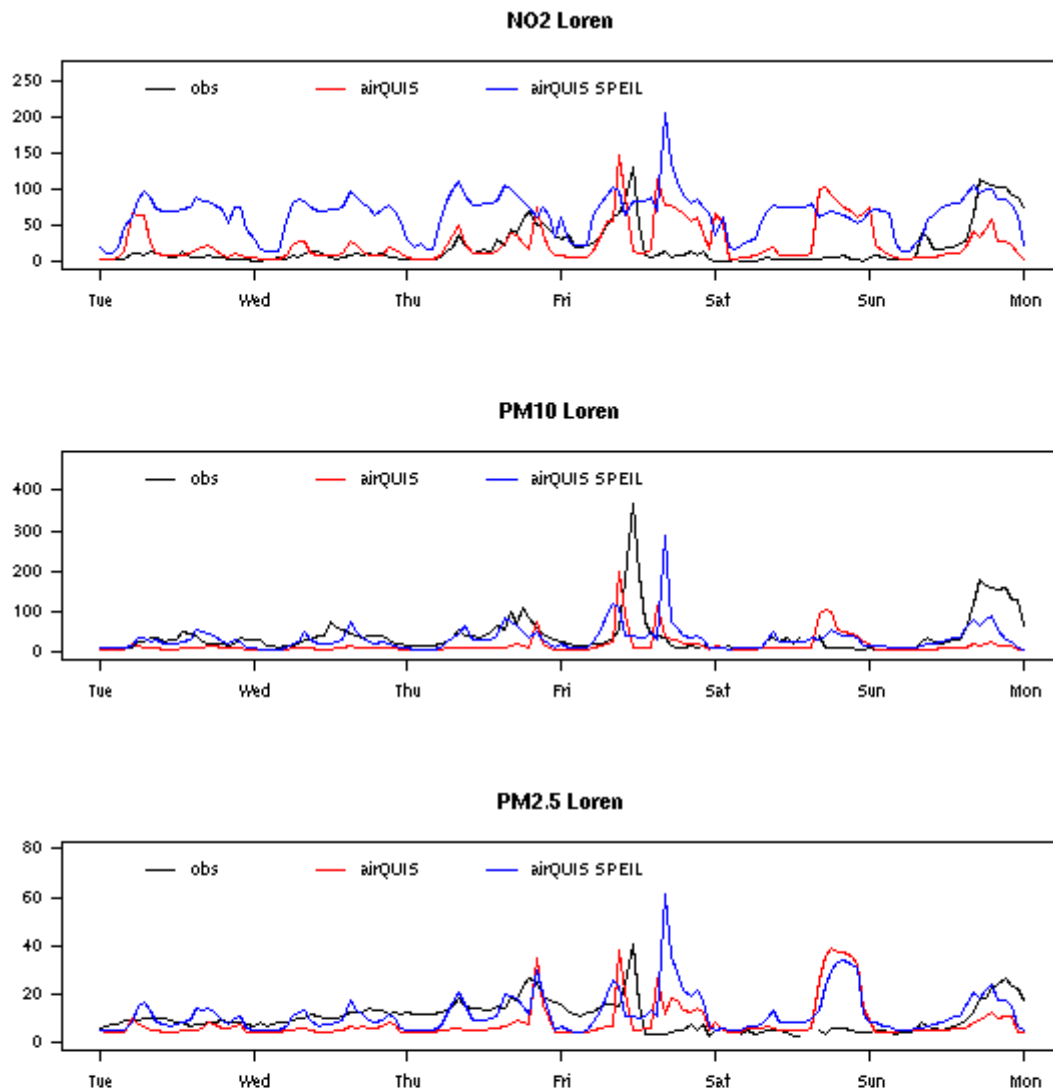
Figur A10 Vindroseverifikasjon av prognoser fra MM5 1km, MM5 3km og UM 4km for perioden 1. november 2004 til 1. mai 2005, antall tilfeller fordelt på vindretning og styrke (stille, vind, bris, kuling, storm).



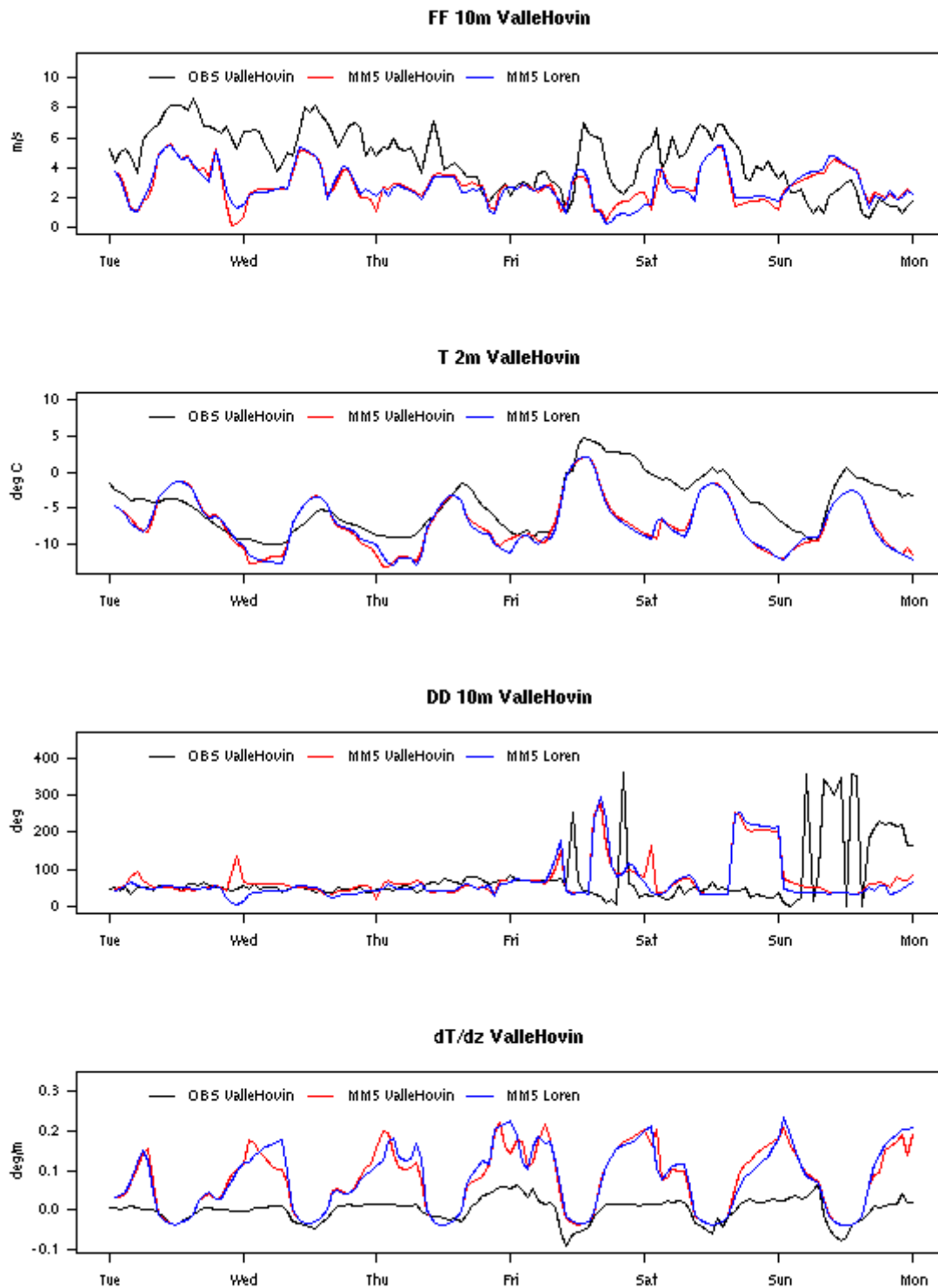
Figur B1 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Kirkeveien 22.-28. februar 2005.



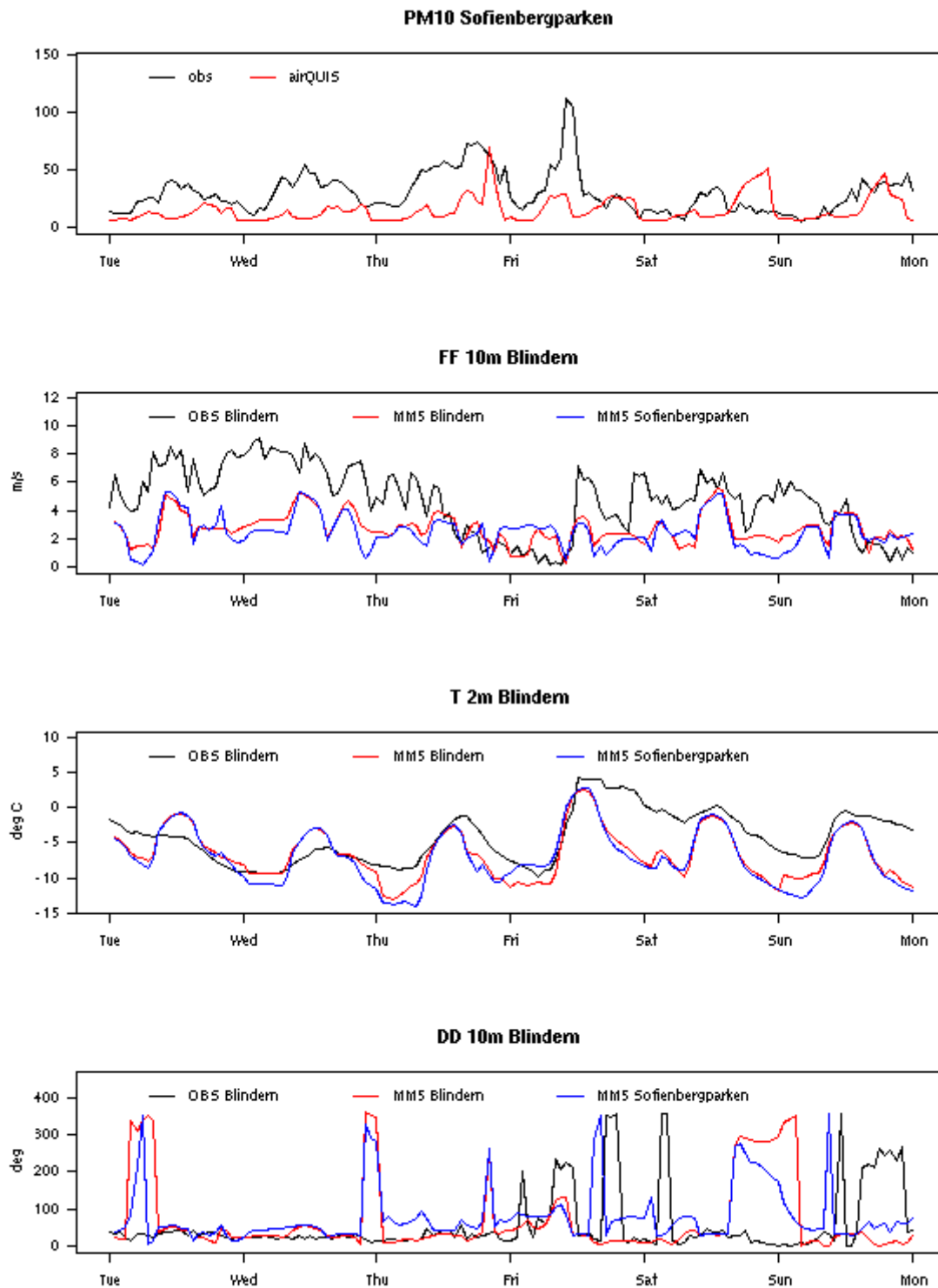
Figur B2 Prognoser for meteorologiske parametre på Blindern og målestasjonen i Kirkeveien, samt observasjonene på Blindern 22.-28. februar 2005.



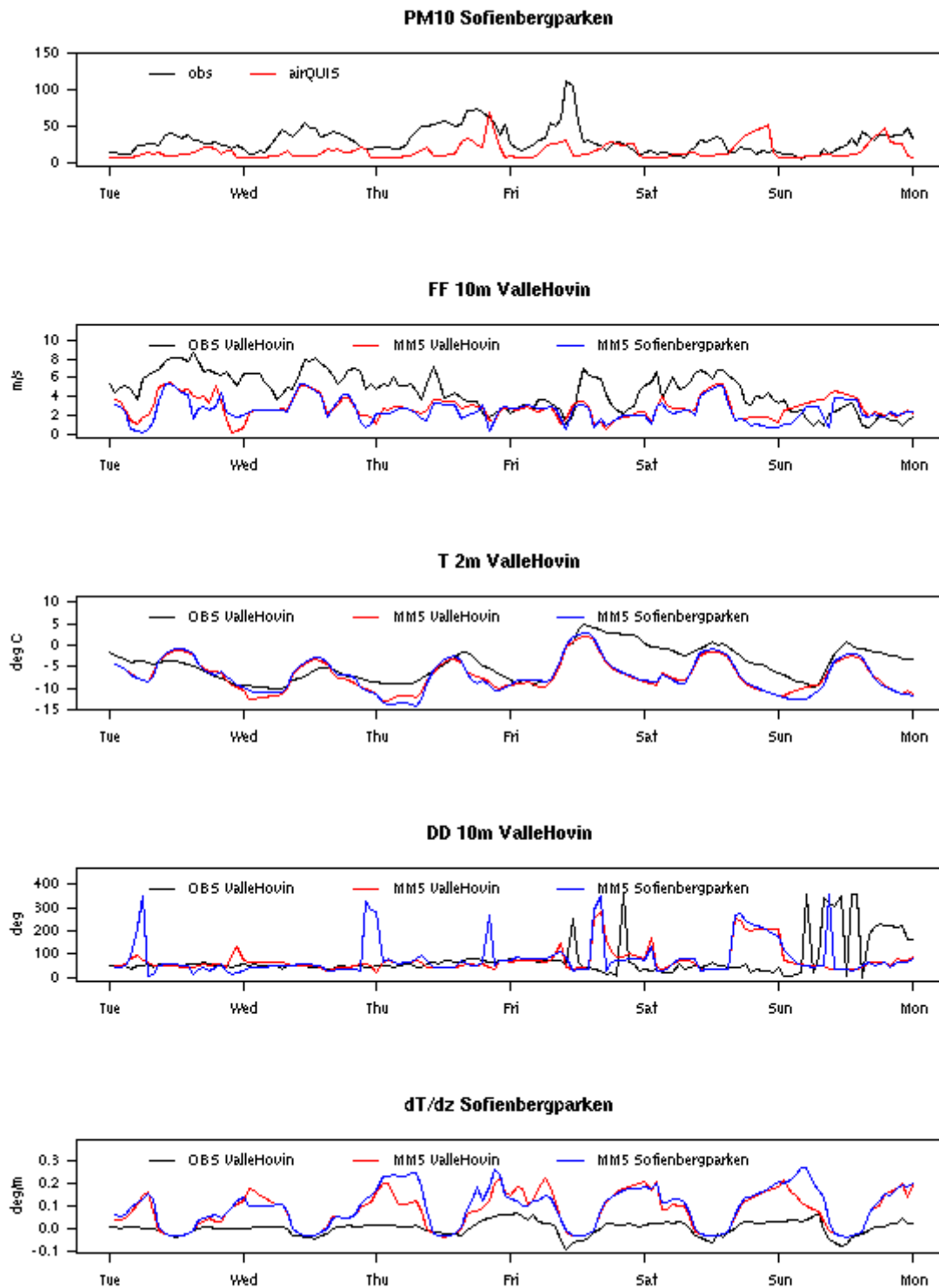
Figur B3 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Kirkeveien 22.-28. februar 2005.



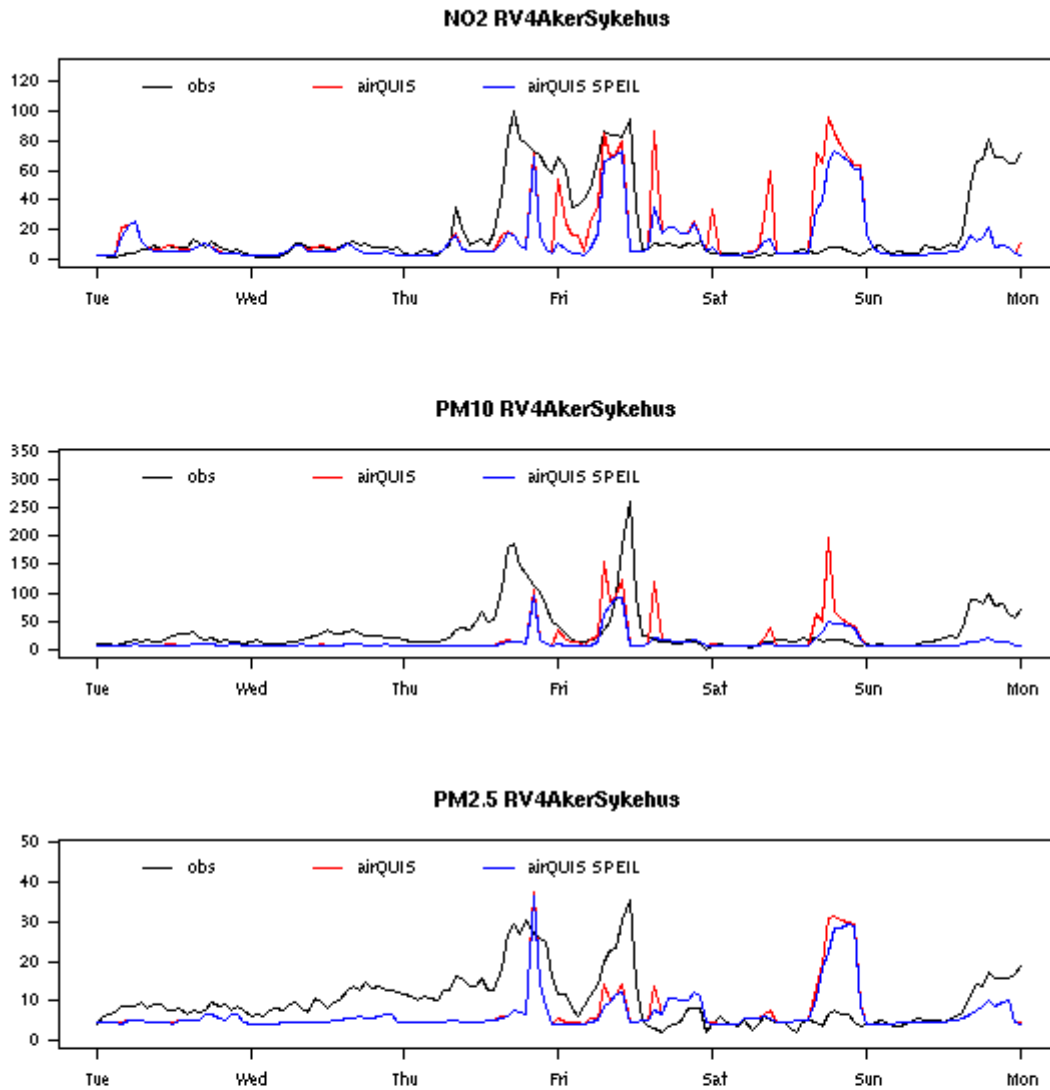
Figur B4 Prognoser for meteorologiske parametre på Valle Hovin og målestasjonen på Løren, samt observasjonene på Valle Hovin 22.-28. februar 2005.



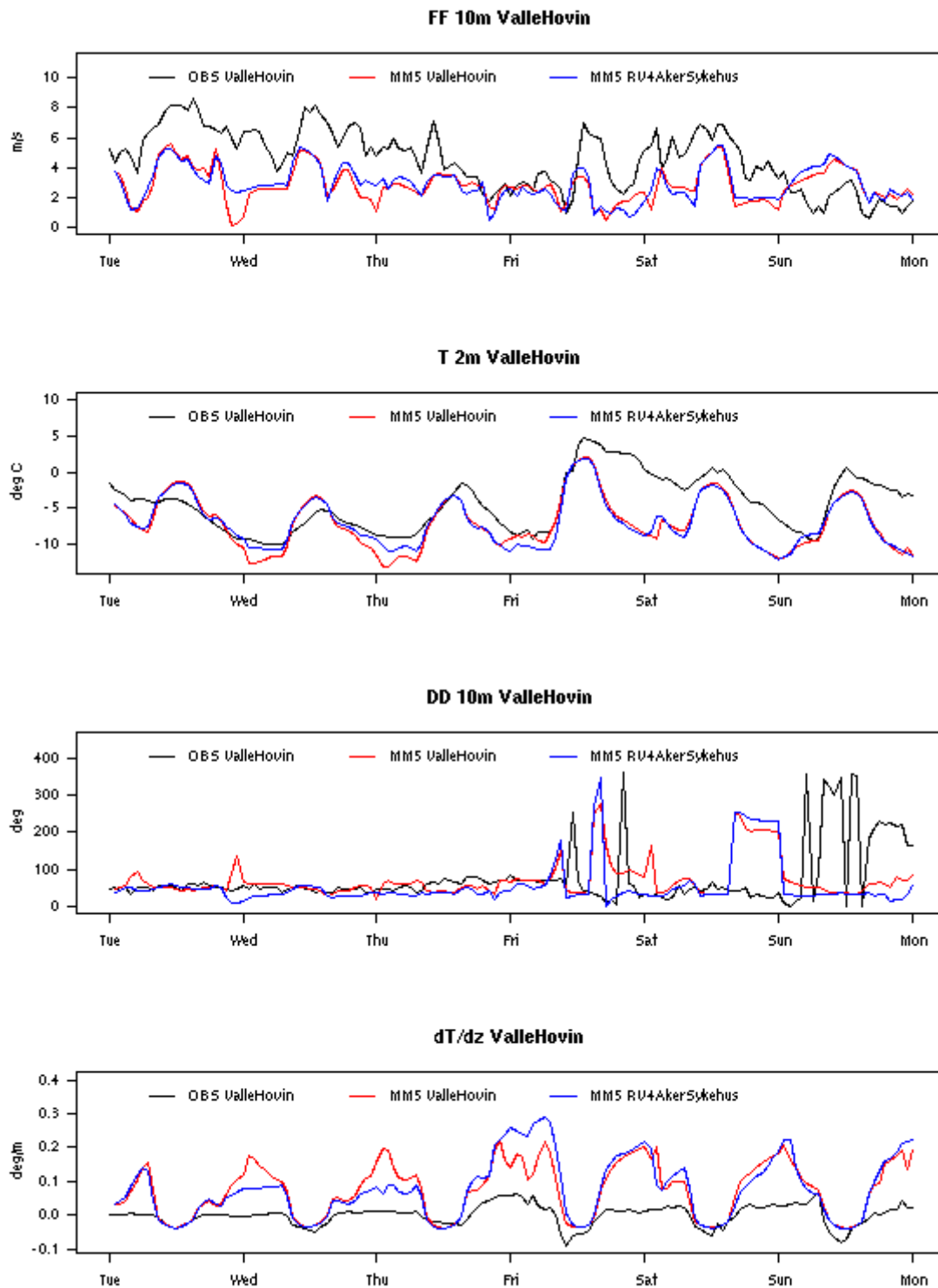
Figur B5 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Sofienbergparken (øverst), prognoser for meteorologiske parametre for Sofienbergparken og Blindern samt observasjoner fra Blindern 22.-28. februar 2005.



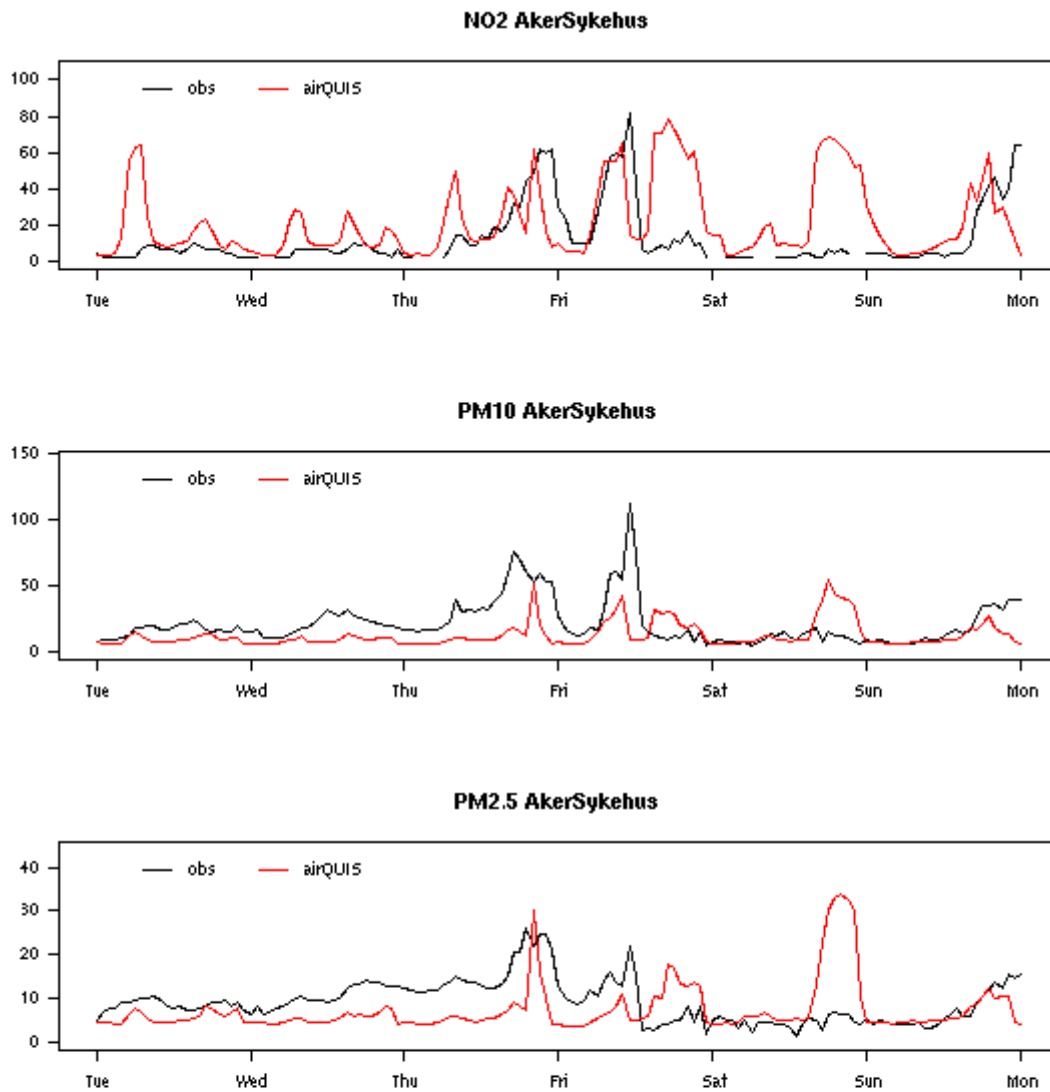
Figur B6 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Sofienbergparken (øverst), prognoser for meteorologiske parametre for Sofienbergparken og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 22.-28. februar 2005.



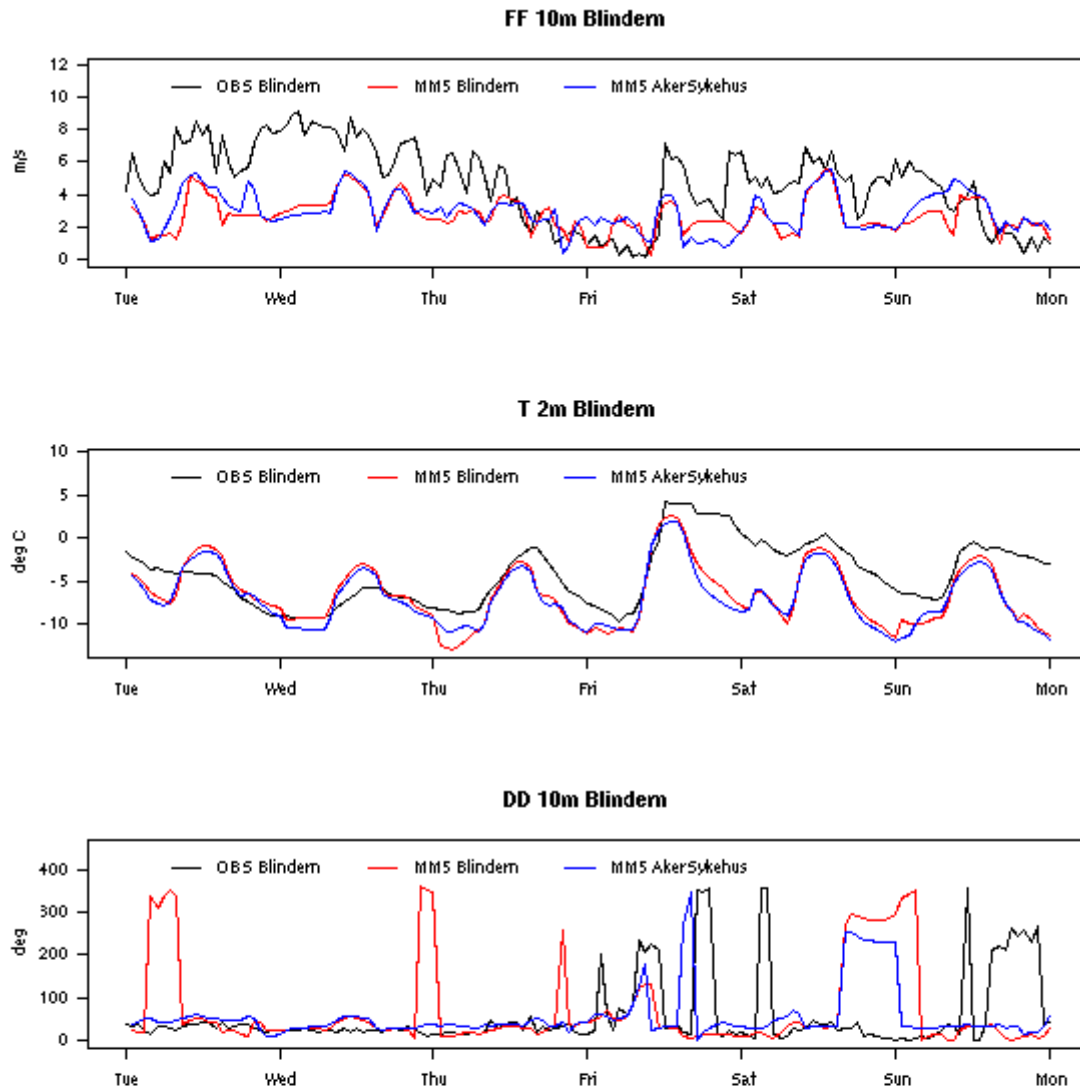
Figur B7 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon RV 4 ved Aker Sykehus 22.-28. februar 2005.



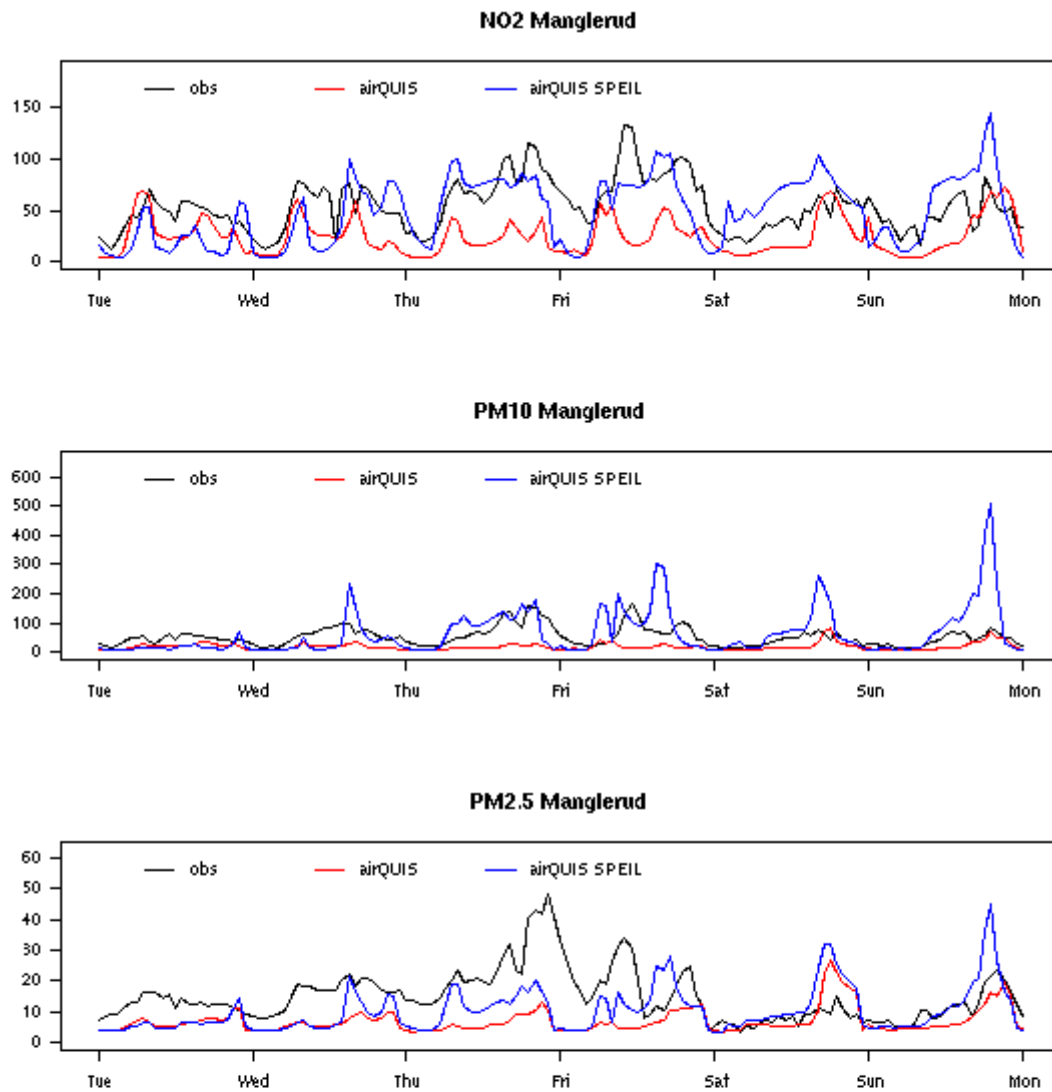
Figur B8 Prognoser for meteorologiske parametre for målestasjonen ved RV4 ved Aker Sykehus og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 22.-28. februar 2005.



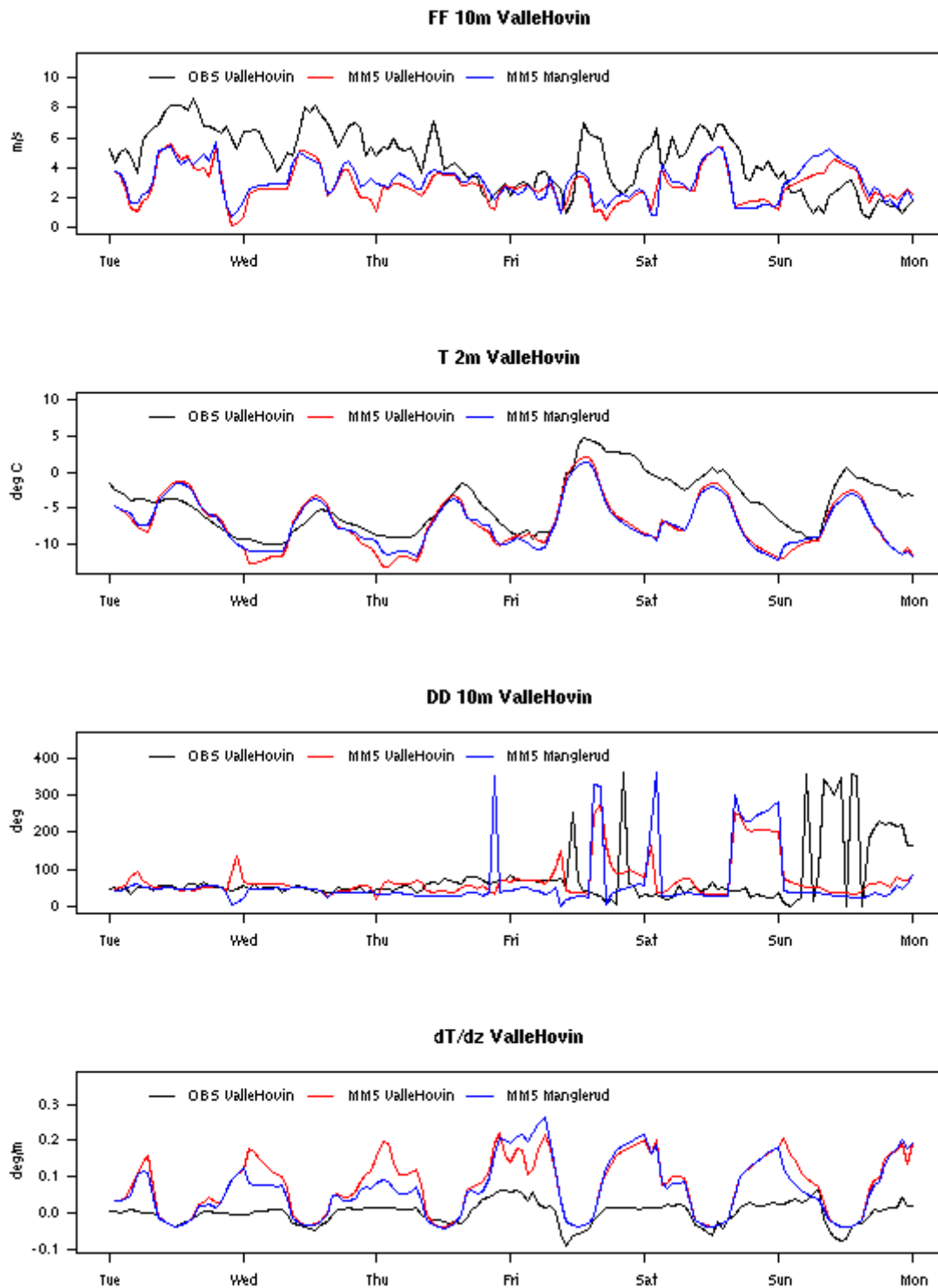
Figur B9 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Aker Sykehus 22.-28. februar 2005.



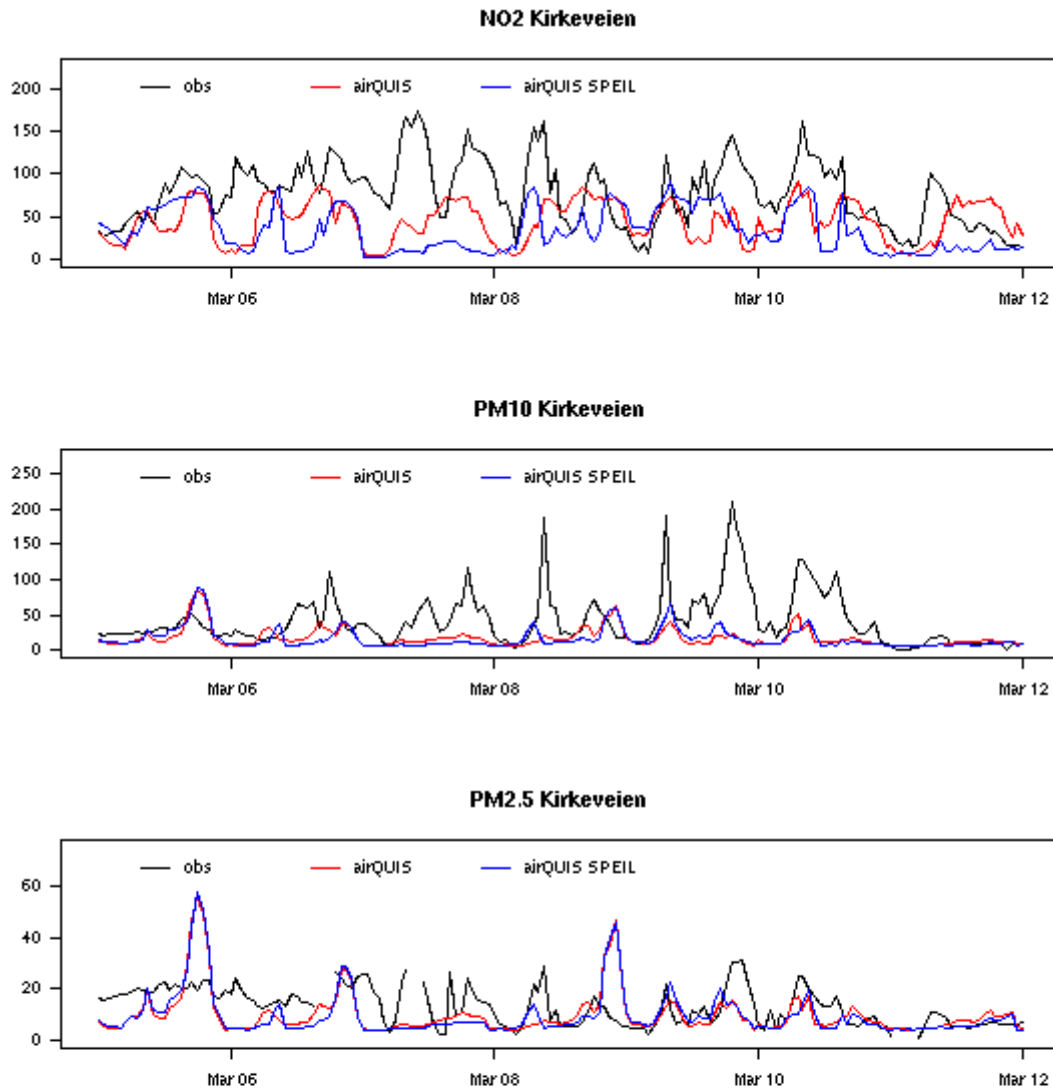
Figur B10 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjon Aker sykehus og Blindern samt observasjoner fra Blindern 22.-28. februar 2005.



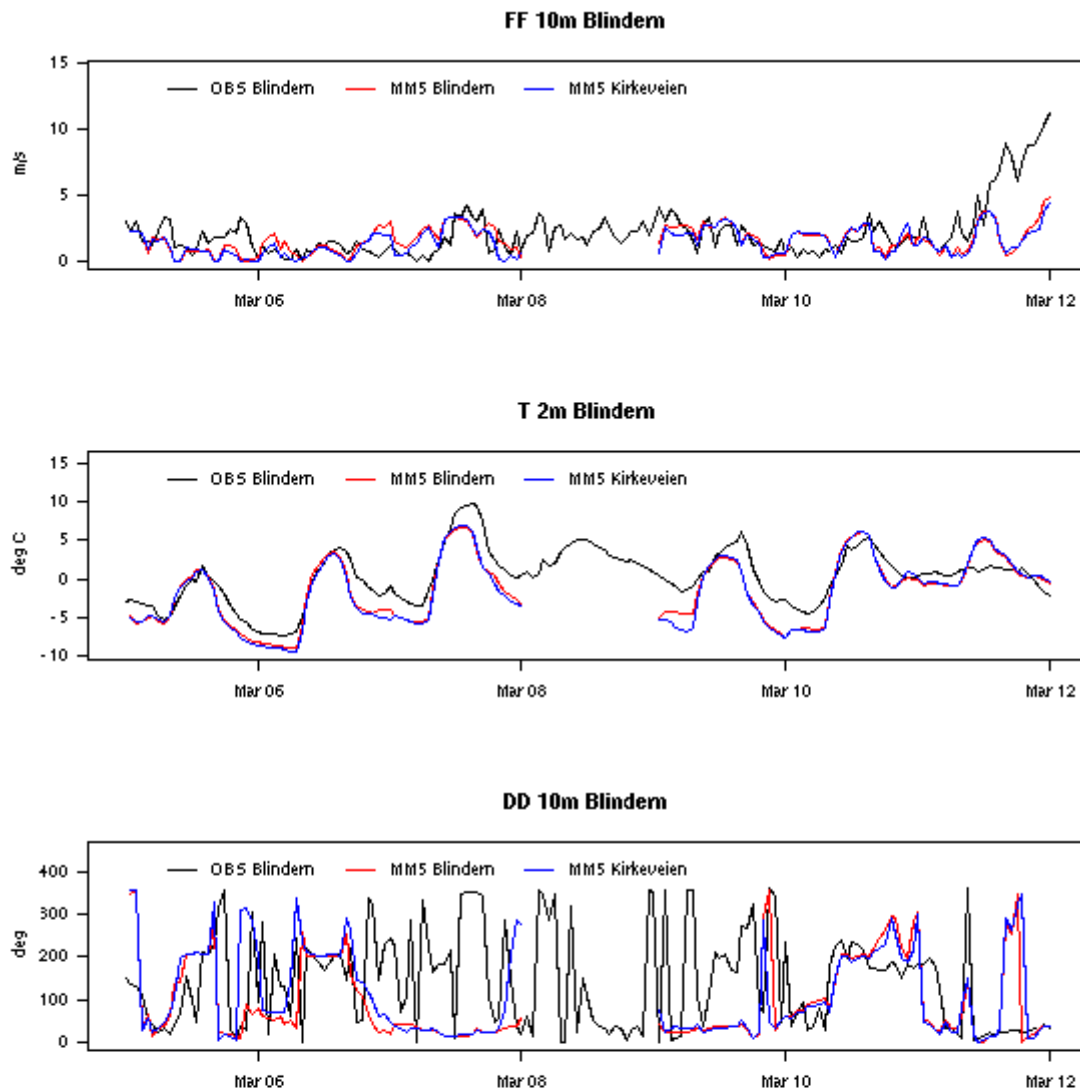
Figur B11 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Manglerud 22.-28. februar 2005.



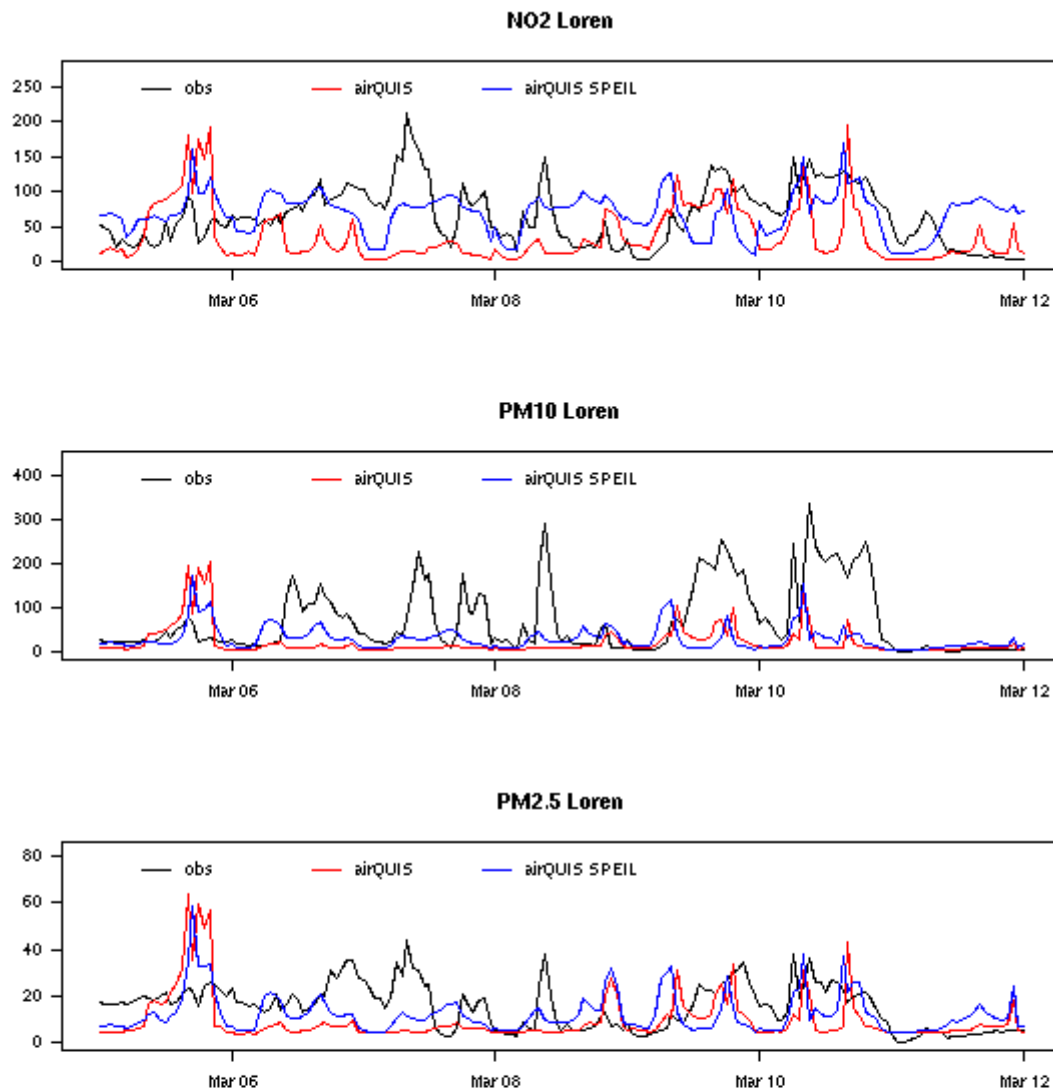
Figur B12 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjonen på Manglerud og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 22.-28. februar 2005.



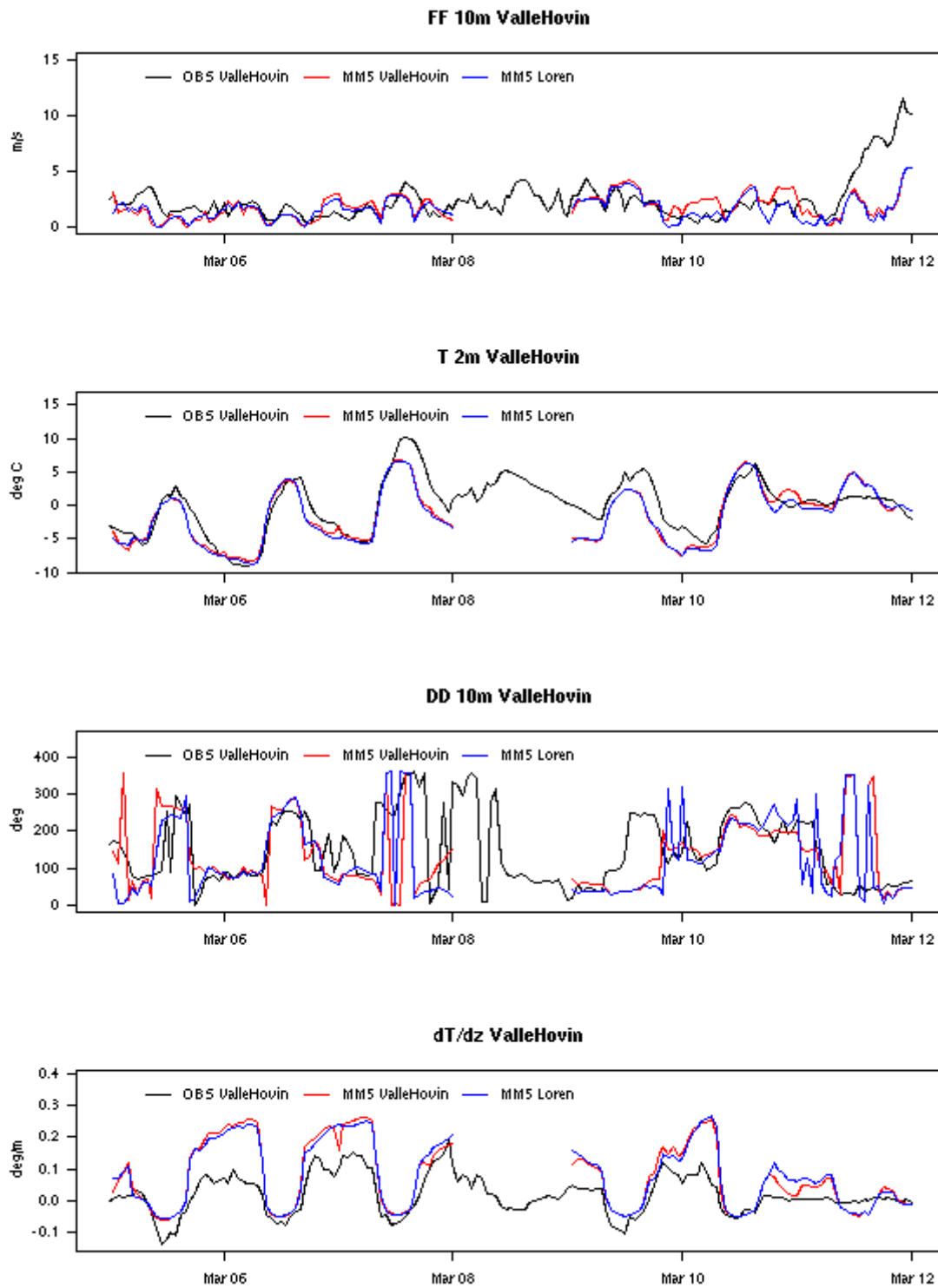
Figur B13 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Kirkeveien 5-12. mars 2005.



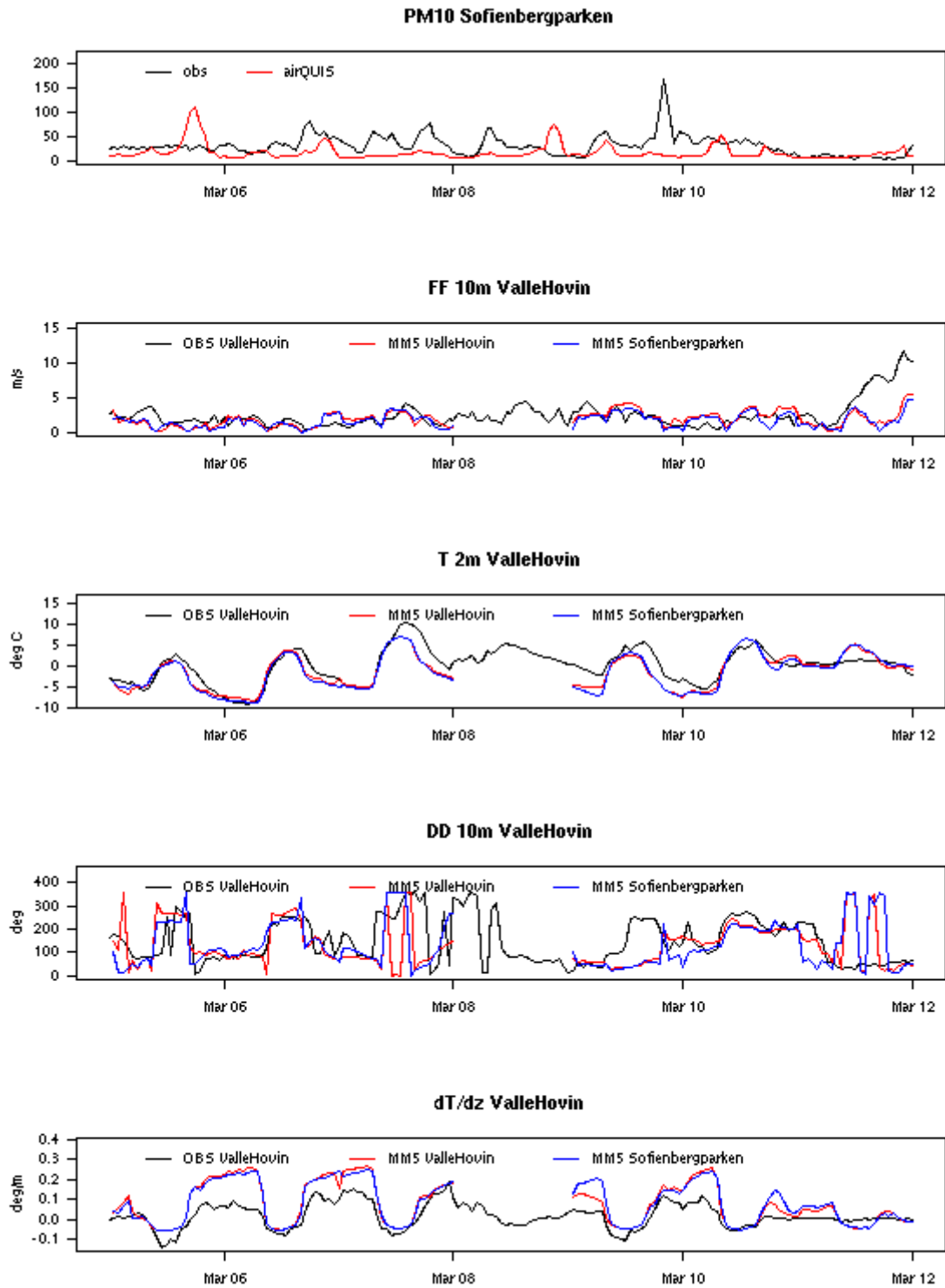
Figur B14 Prognoser for meteorologiske parametre på Blindern og målestasjonen i Kirkeveien, samt observasjonene på Blindern 5.-12. mars 2005.



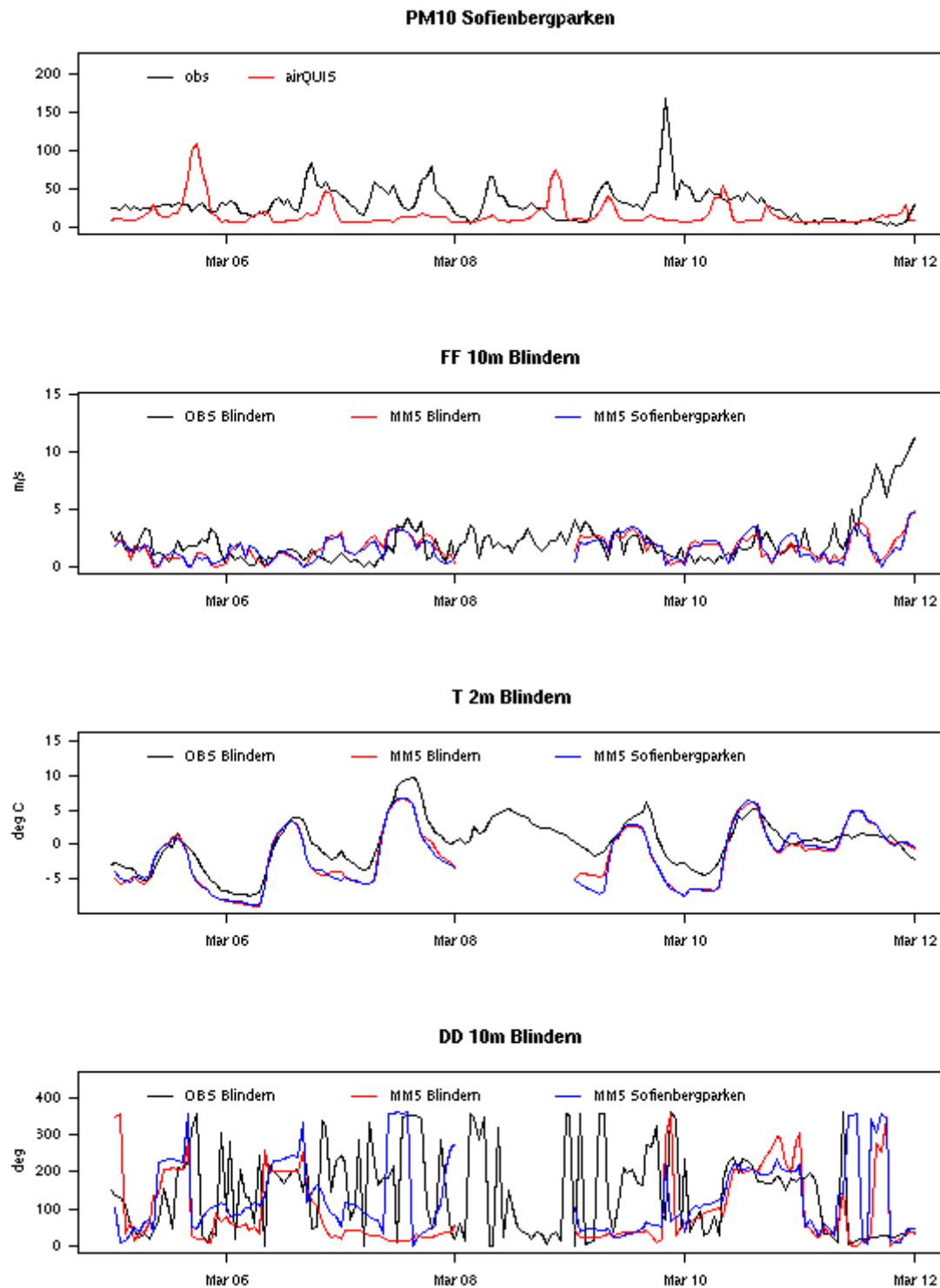
Figur B15 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Løren 5.-12. mars 2005.



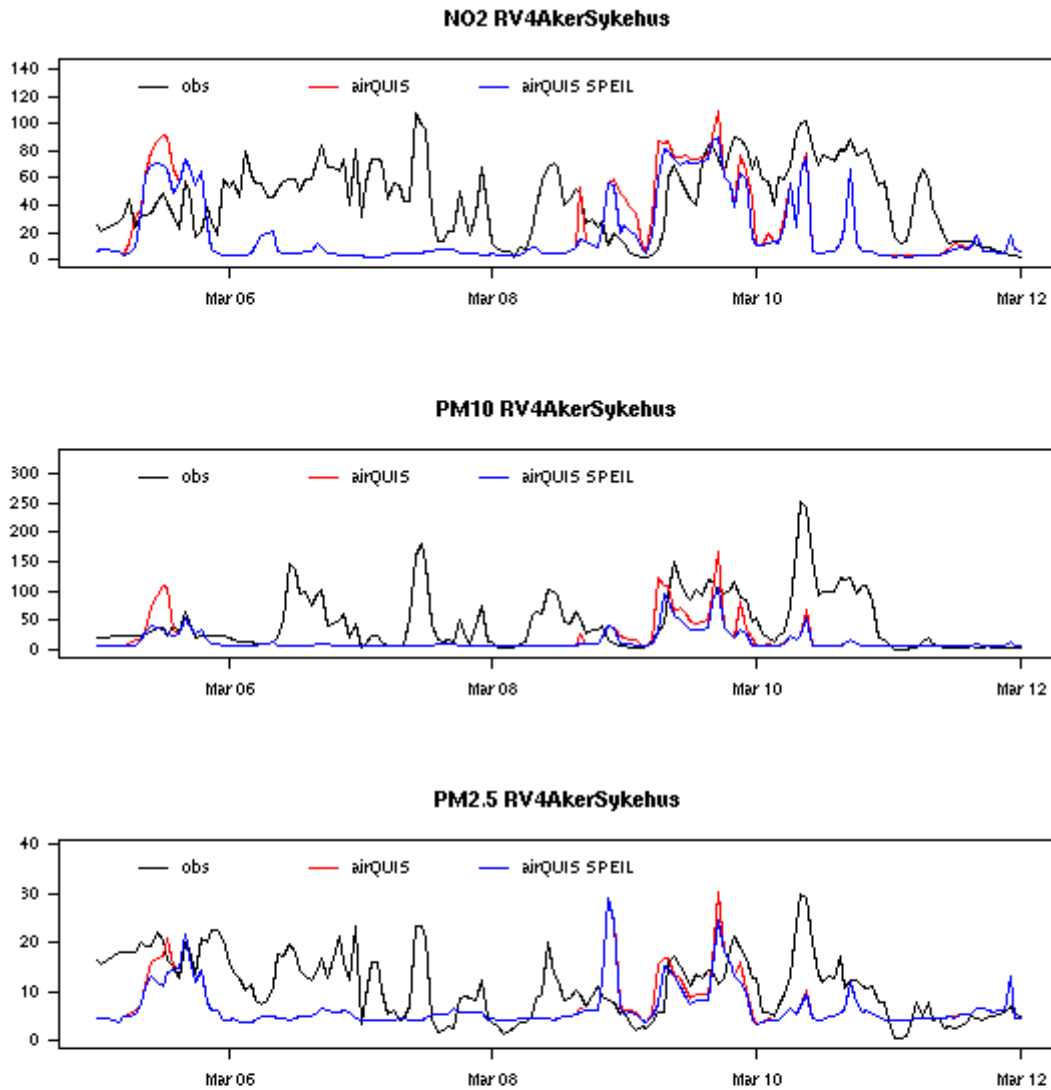
Figur B16 Prognoser for meteorologiske parametre på Valle Hovin og målestasjonen på Løren, samt observasjonene på Valle Hovin 5.-12. mars 2005.



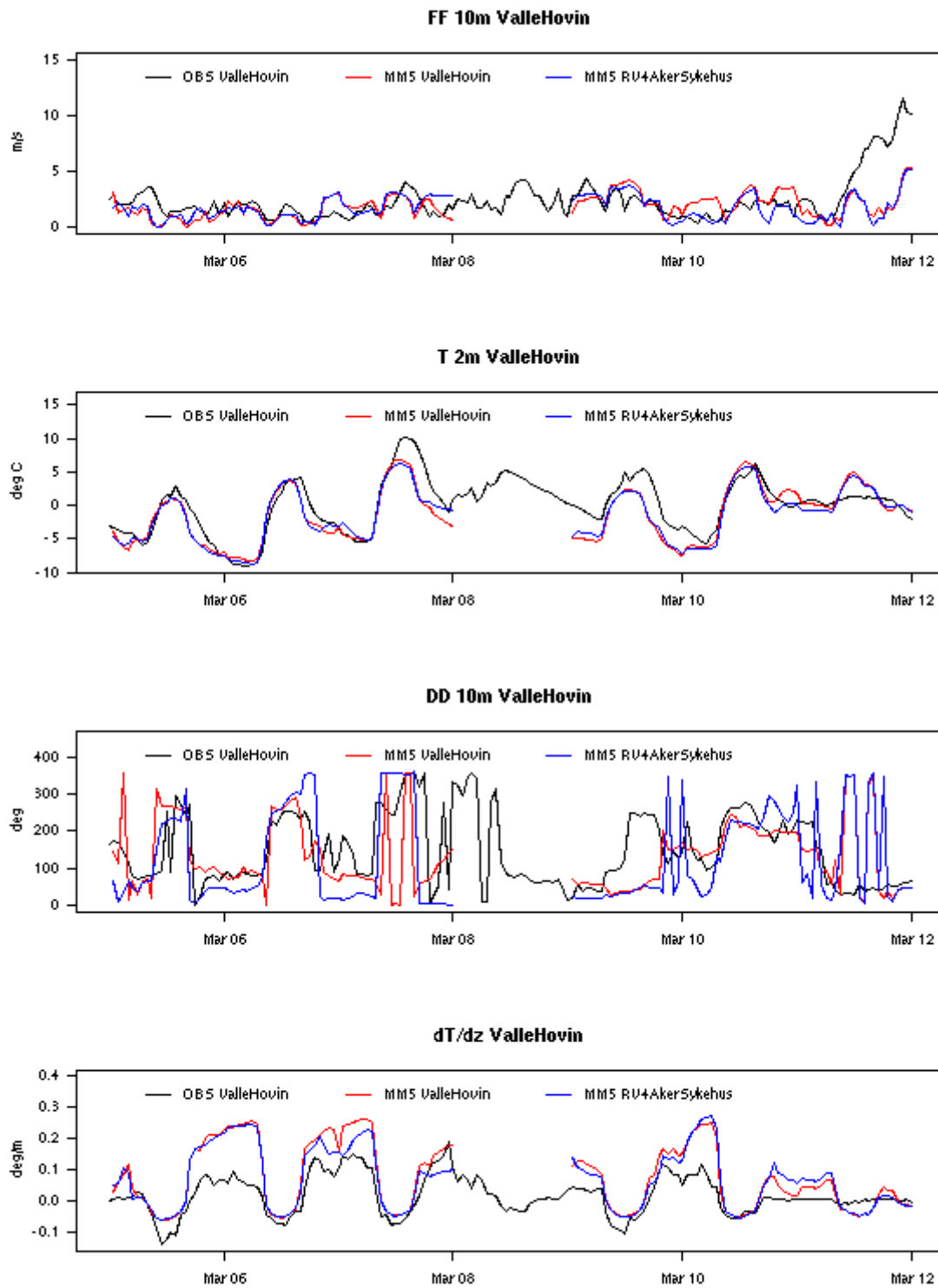
Figur B17 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Sofienbergparken (øverst), prognoser for meteorologiske parametre for Sofienbergparken og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 5.-12 mars 2005.



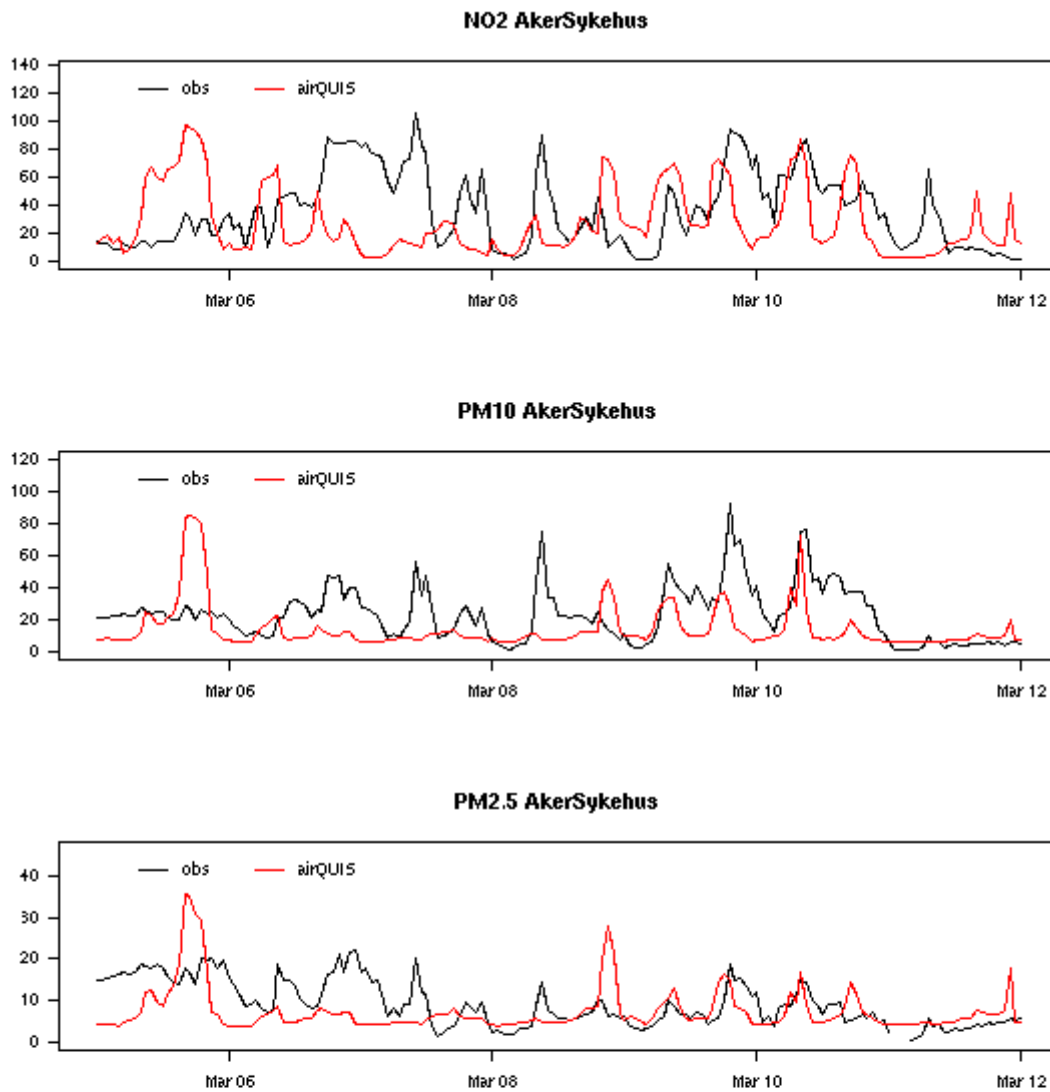
Figur B18 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Sofienbergparken (øverst), prognoser for meteorologiske parametre for Sofienbergparken og Blindern samt observasjoner fra Blindern 5.-12. mars 2005.



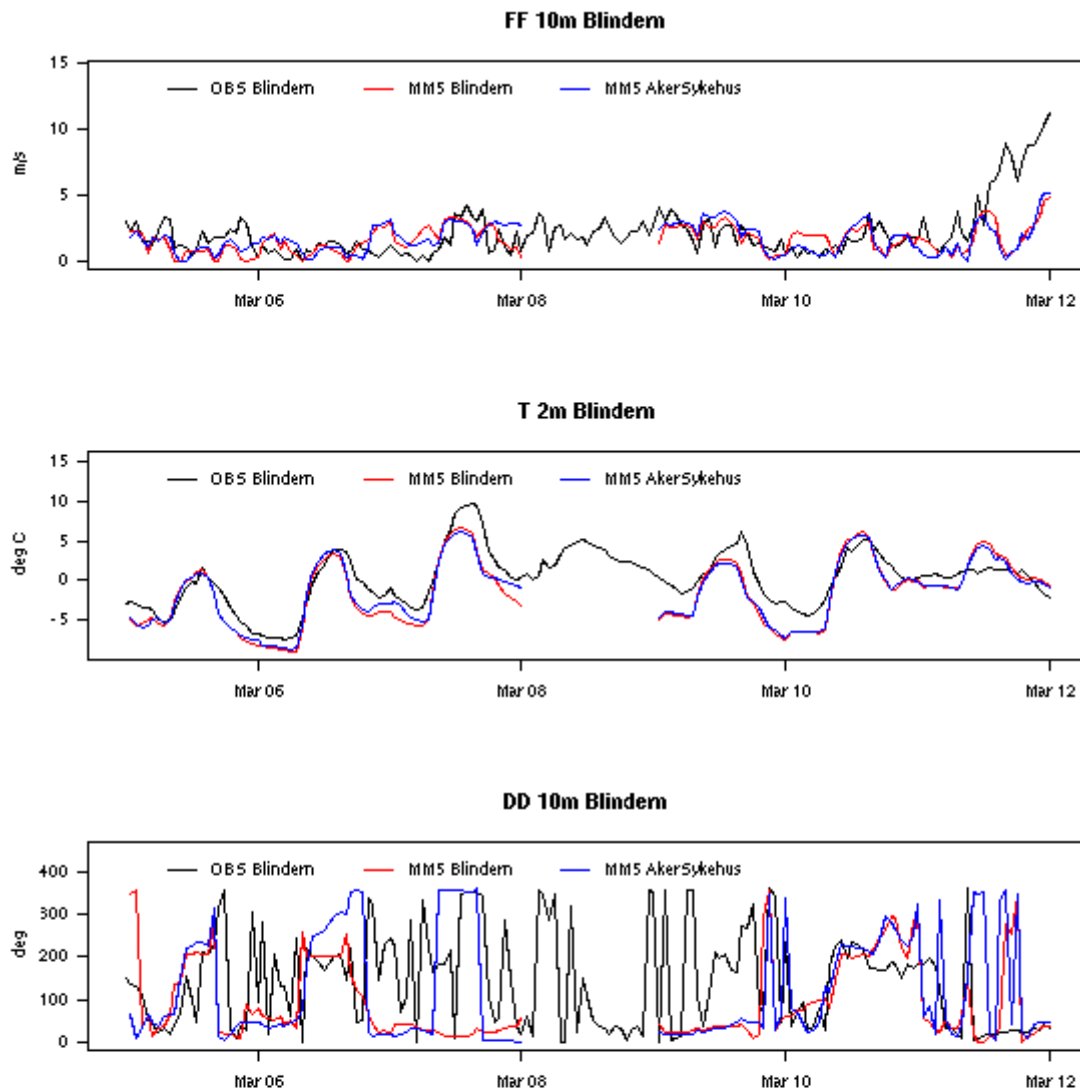
Figur B19 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon RV4 ved Aker sykehus 5.-12. mars 2005.



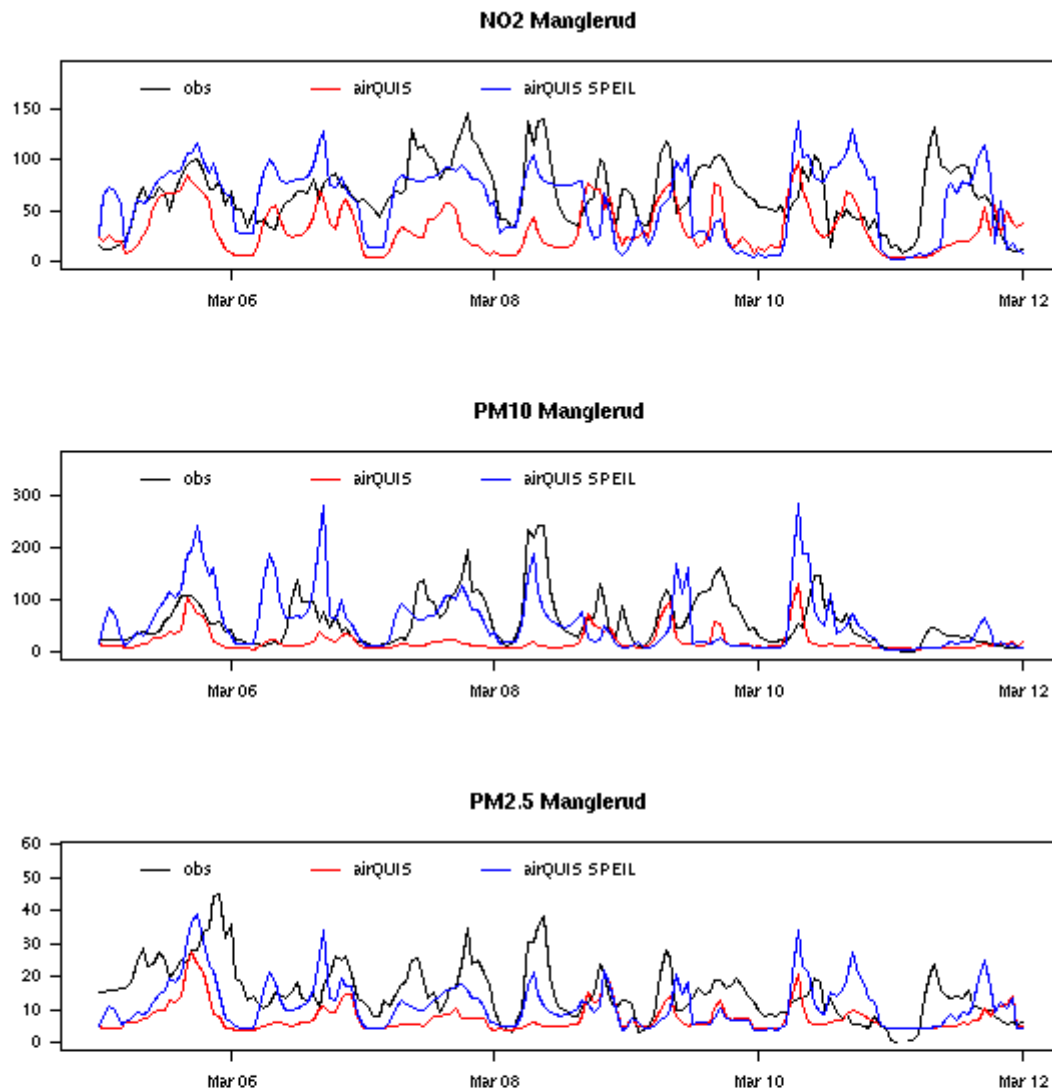
Figur B20 Prognoser for meteorologiske parametre for målestasjonen ved RV4 ved Aker Sykehus og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 5.-12. mars 2005.



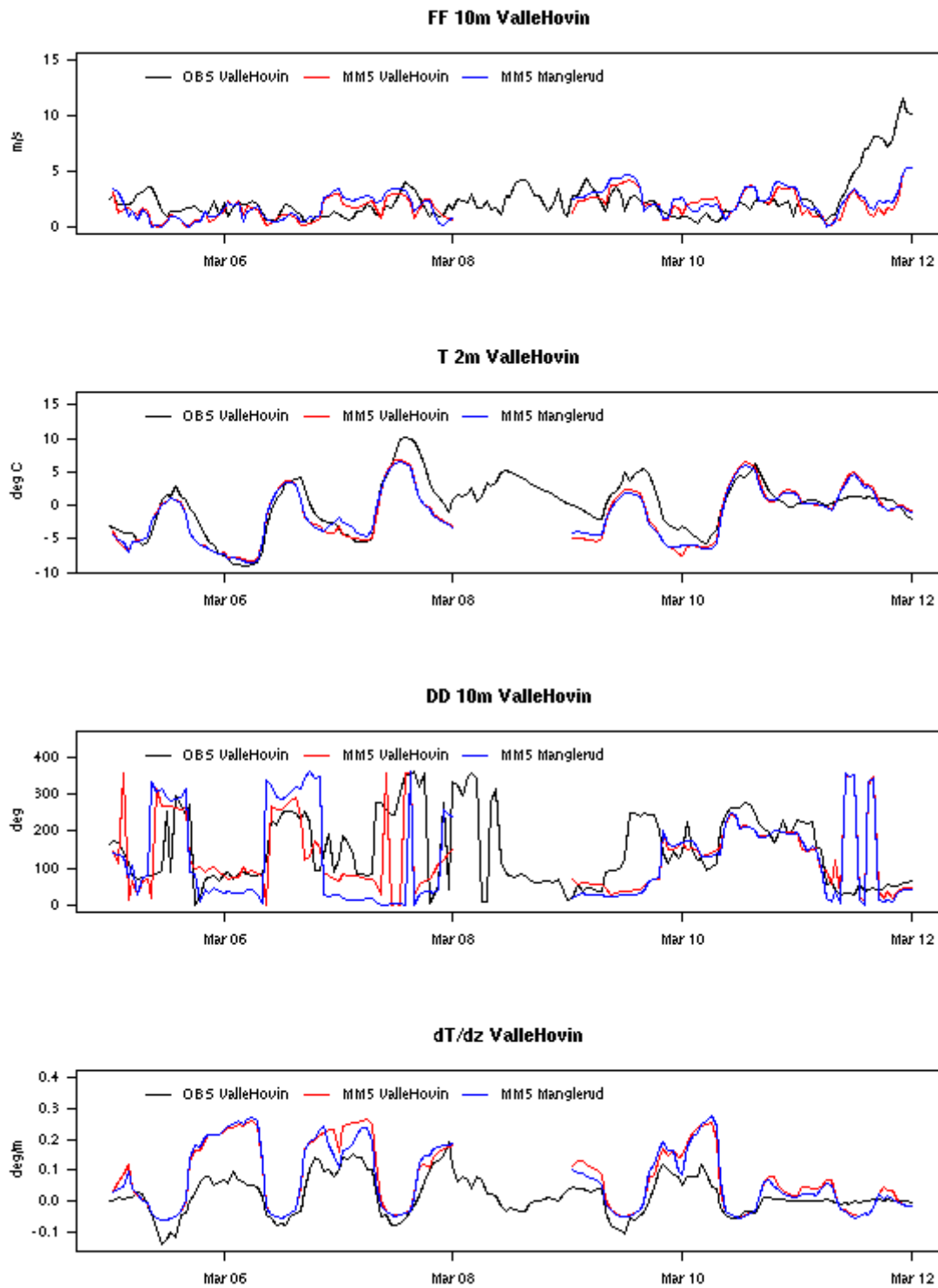
Figur B21 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Aker sykehus 5.-12. mars 2005.



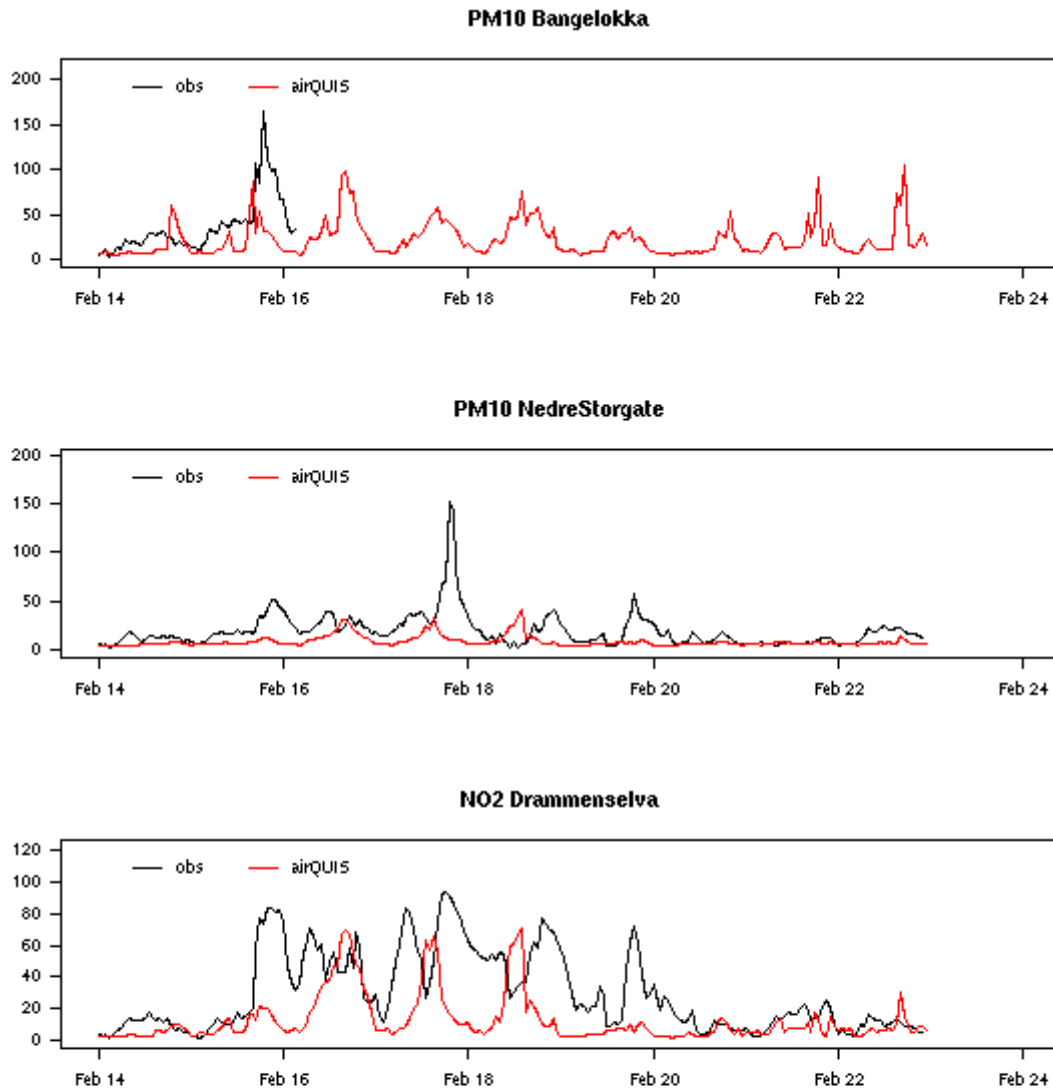
Figur B22 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjon Aker sykehus og Blindern samt observasjoner fra Blindern 5.-12. mars 2005.



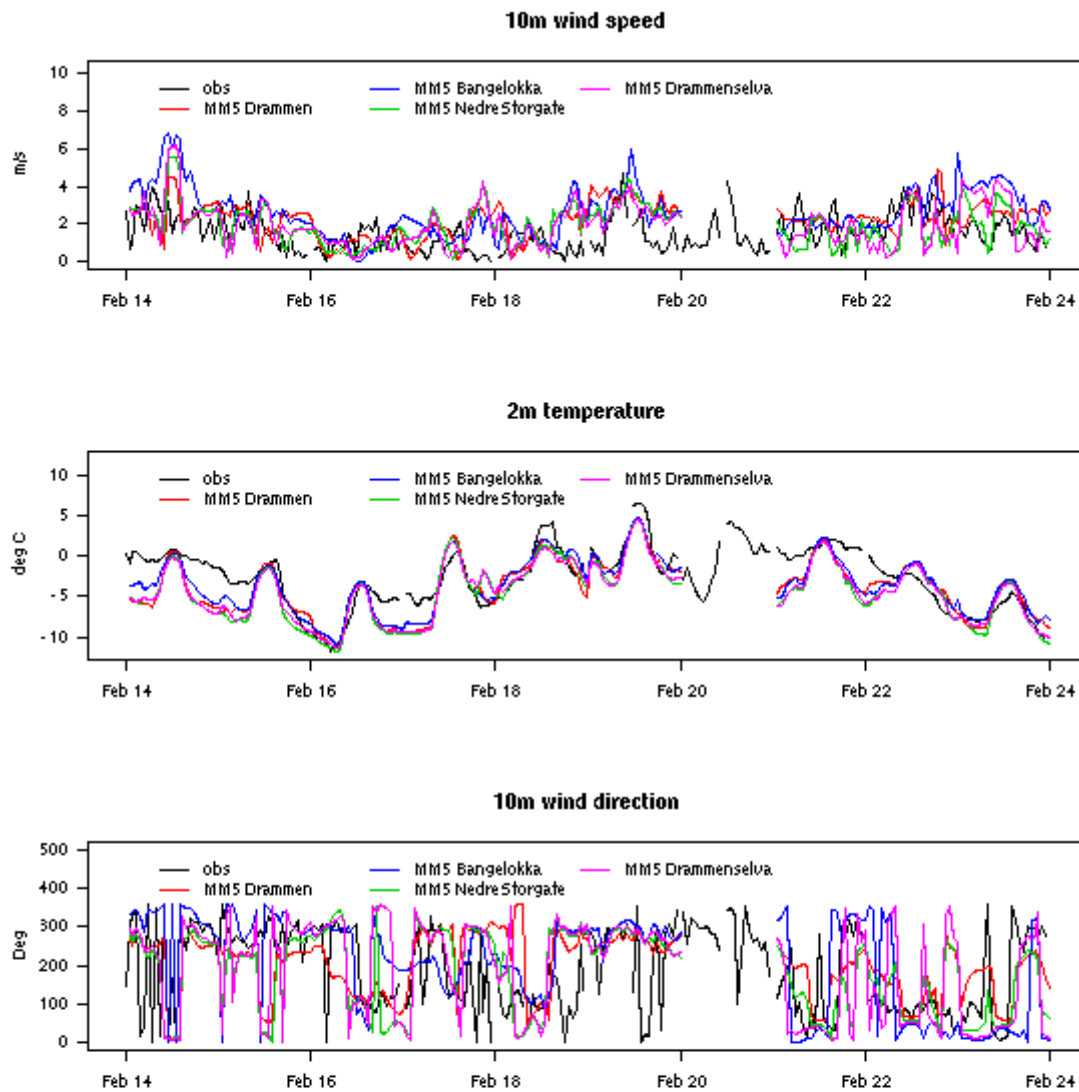
Figur B23 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjon Manglerud 5.-12. mars 2005.



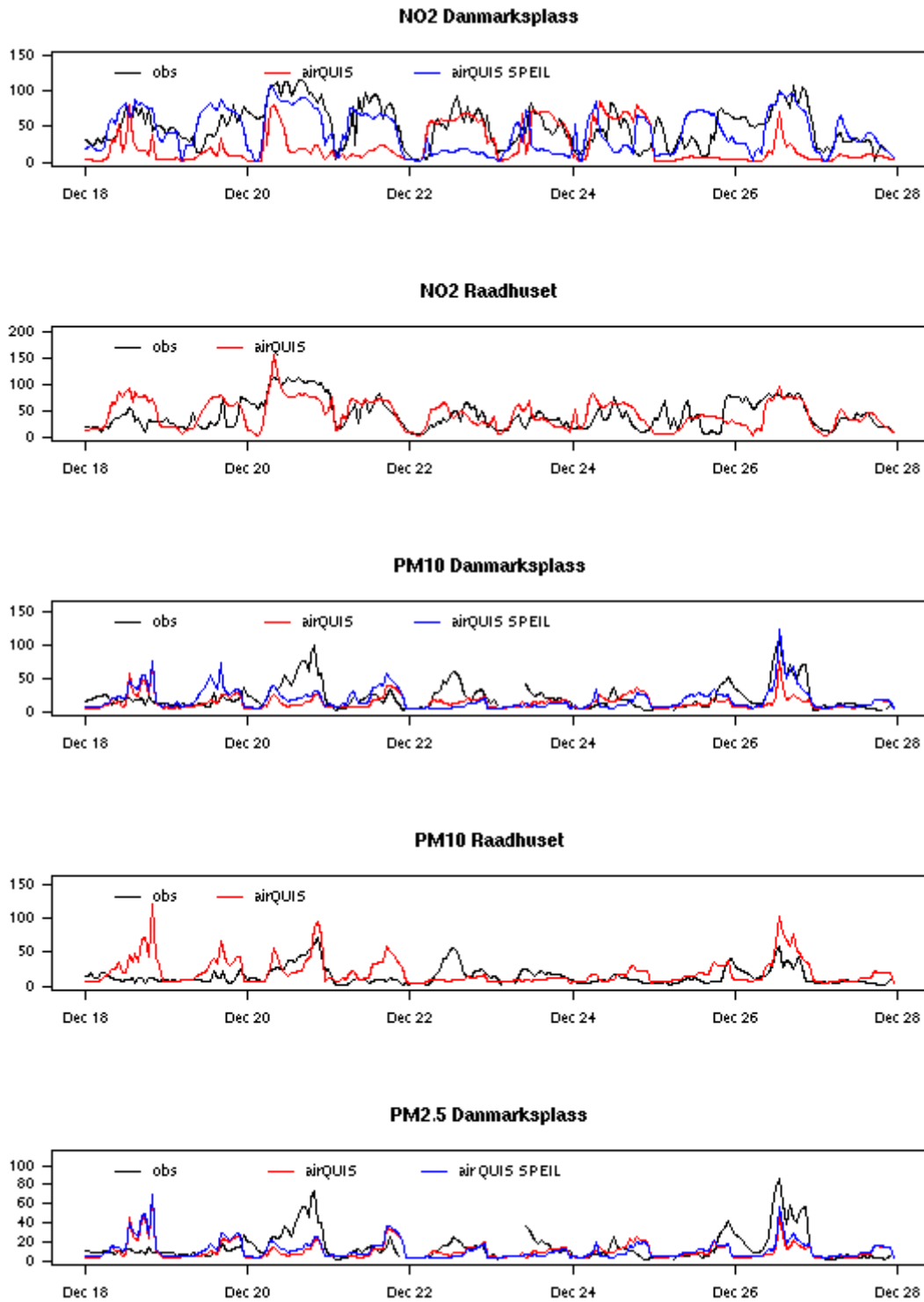
Figur B24 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjon Manglerud og Valle Hovin samt observasjoner fra Valle Hovin 5.-12. mars 2005.



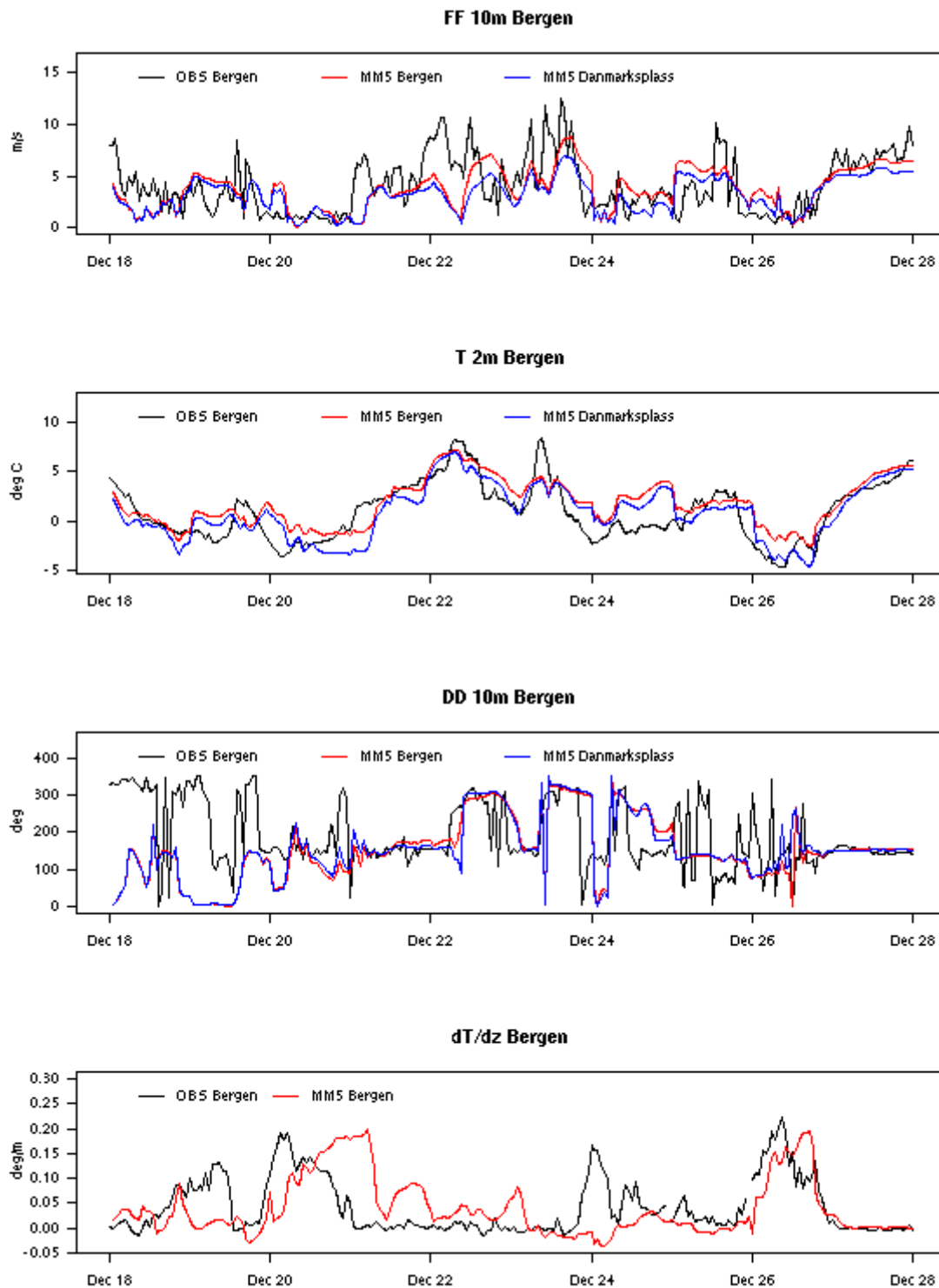
Figur B25 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene i Drammen 14.-22. februar 2005.



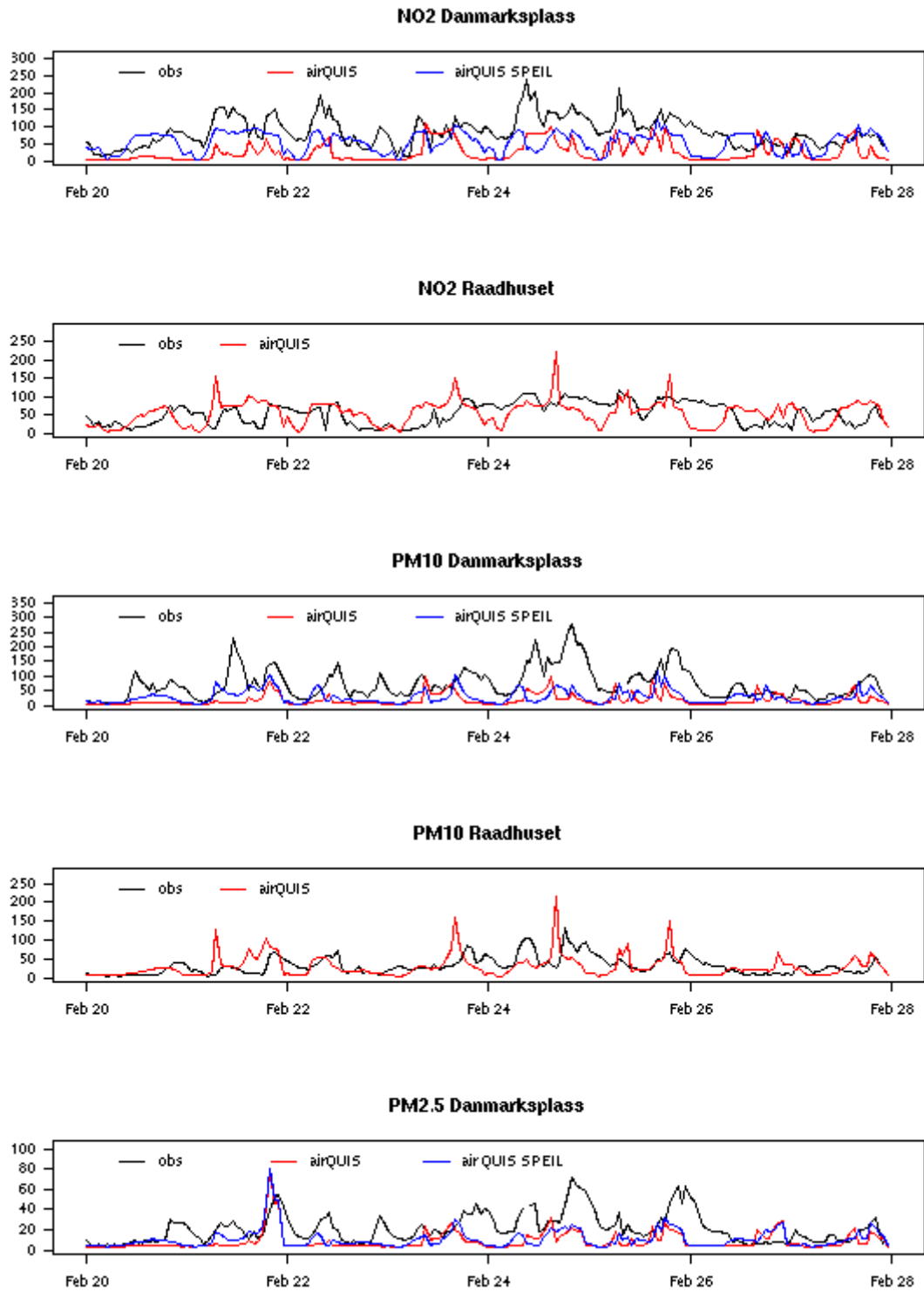
Figur B26 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjonene i Drammen og Drammen Berskog, samt observasjoner fra Drammen Berskog 14.-22. februar 2005.



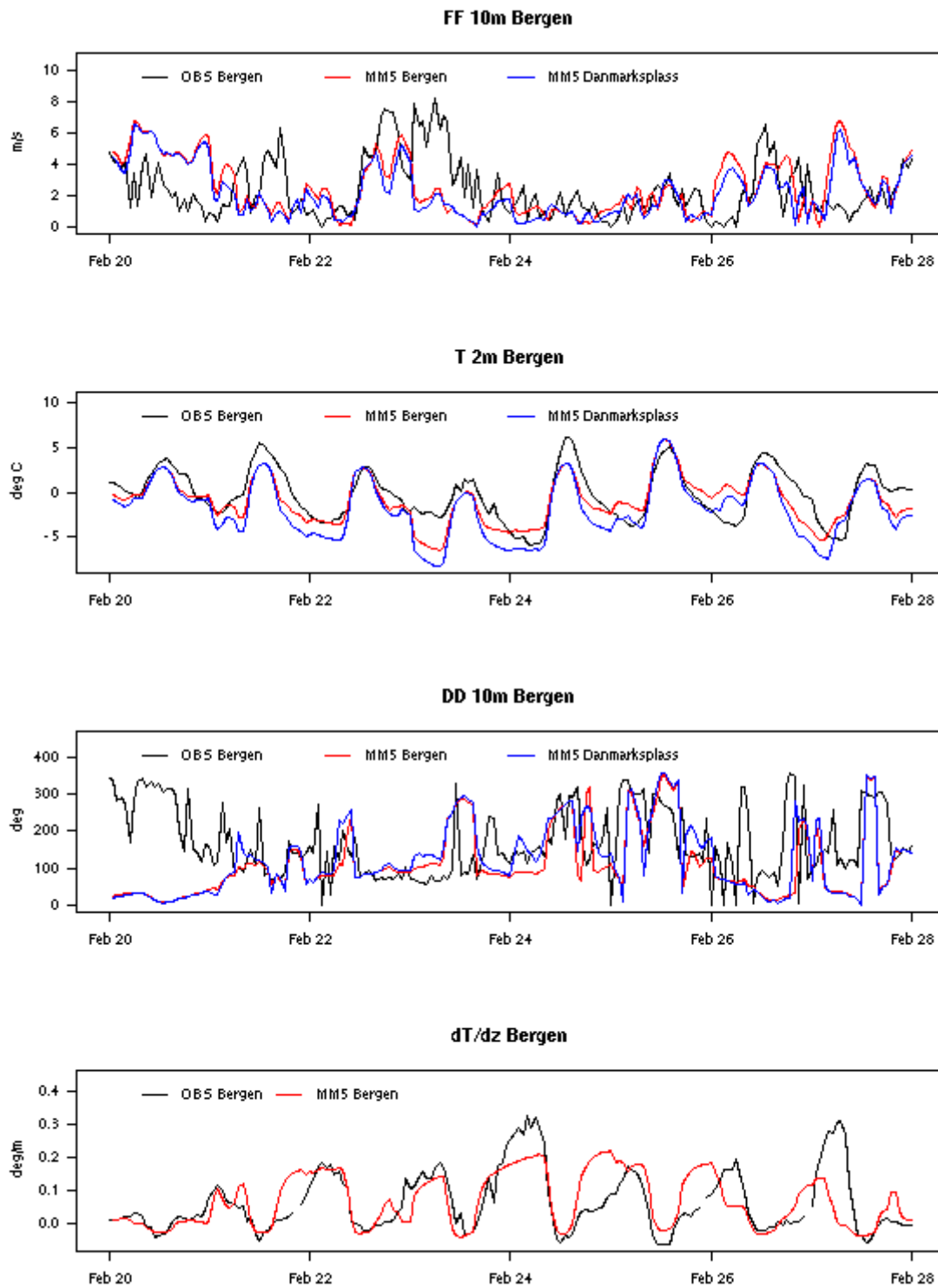
Figur B27 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene i Bergen 18.-27. desember 2004.



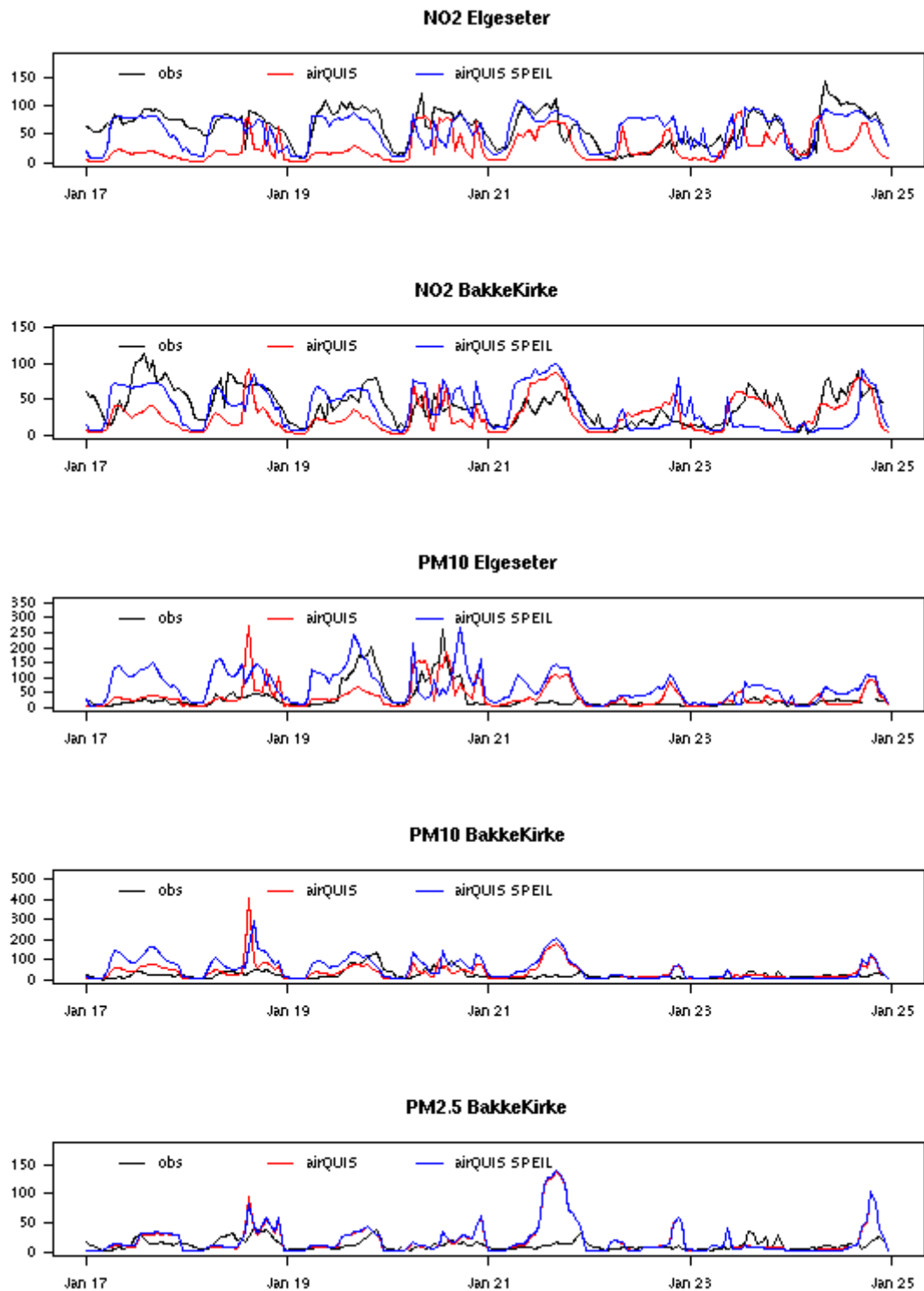
Figur B28 Prognoser for meteorologiske parametre på målestasjonene i Bergen og Bergen Florida, samt observasjoner fra Bergen Florida 18.-27. desember 2004.



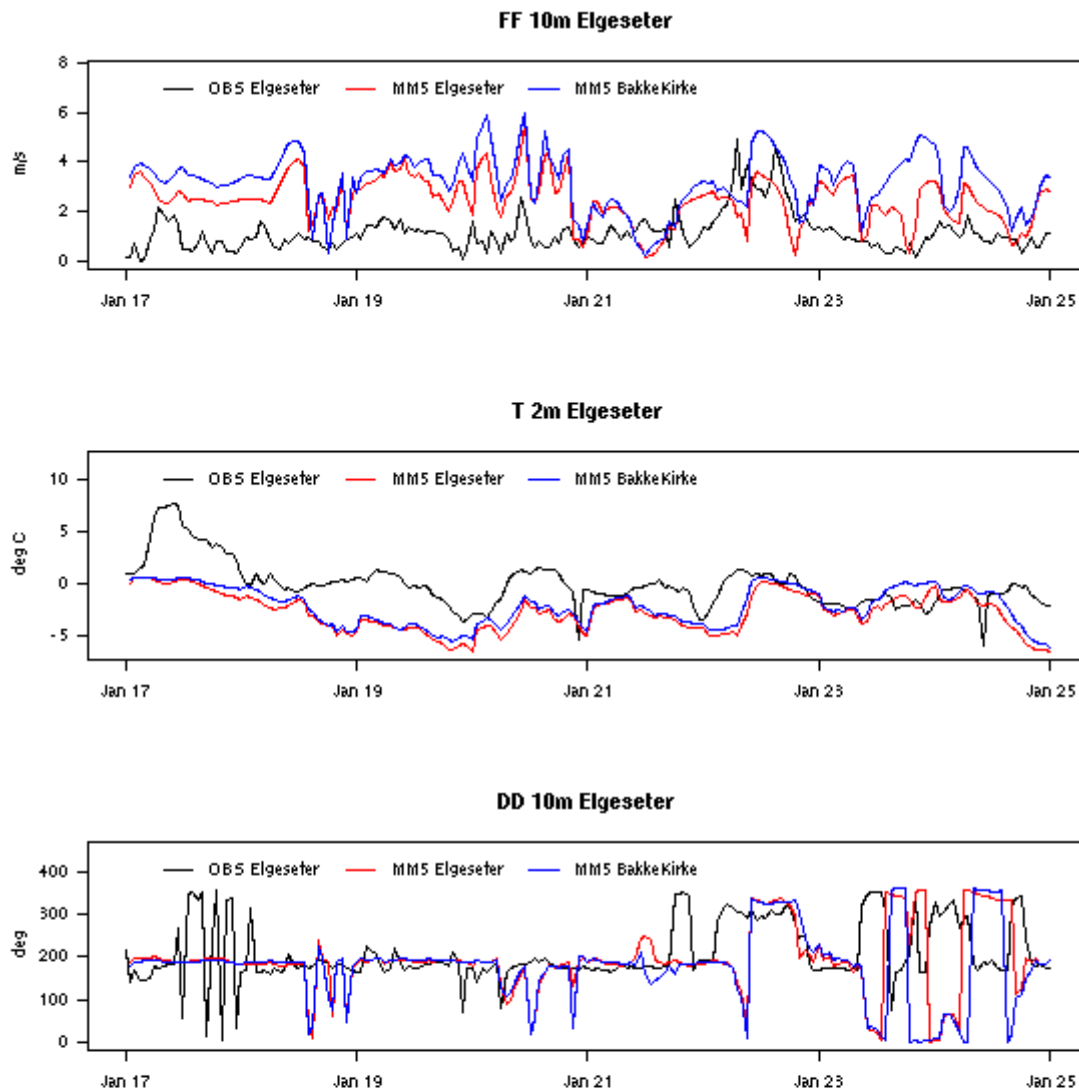
Figur B29 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene i Bergen 20.-27. februar 2005.



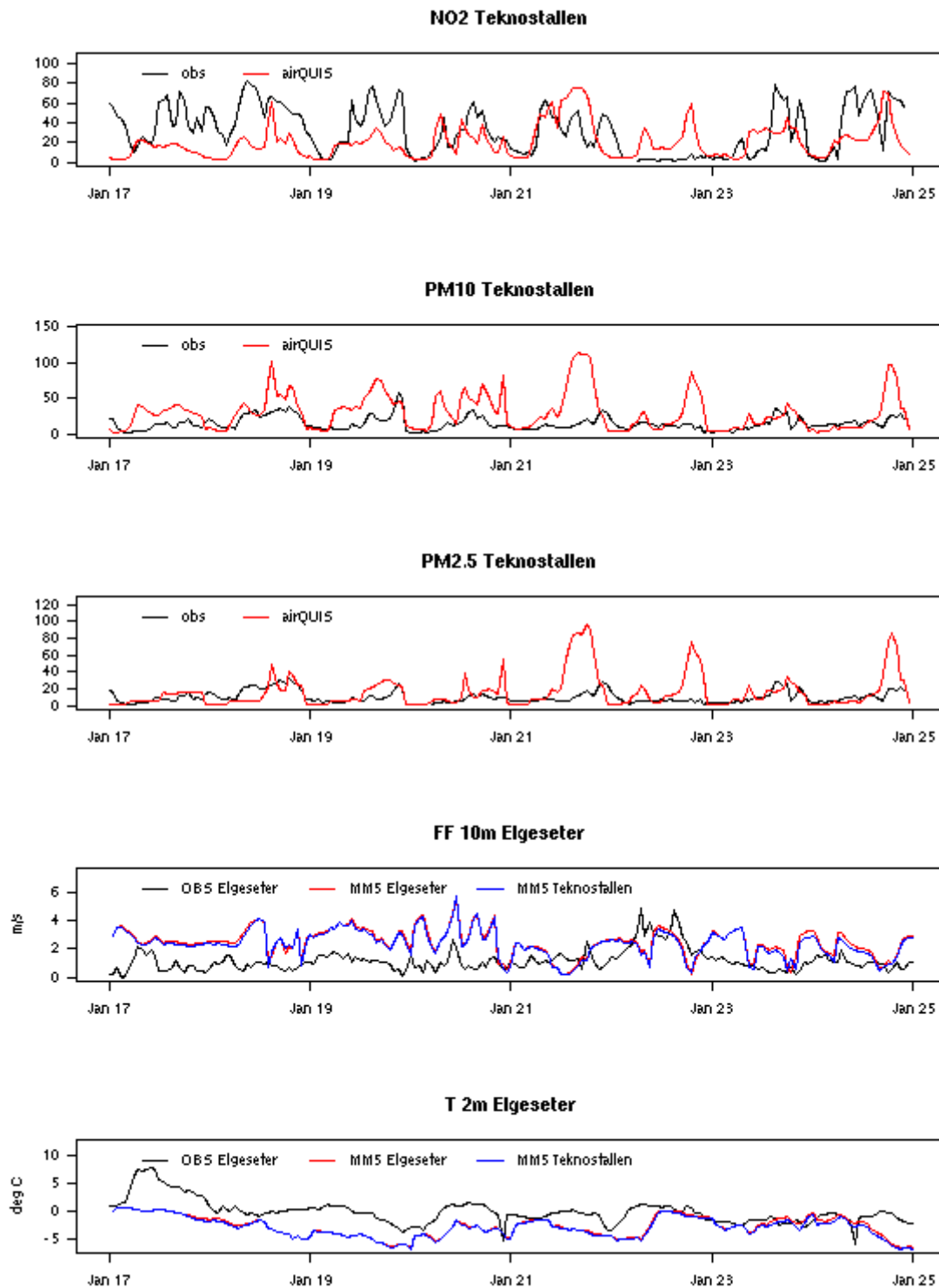
Figur B30 Prognoser for meteorologiske parametre på Danmarks plass og Bergen Florida, samt observasjoner fra Bergen Florida 20.-27. februar 2005.



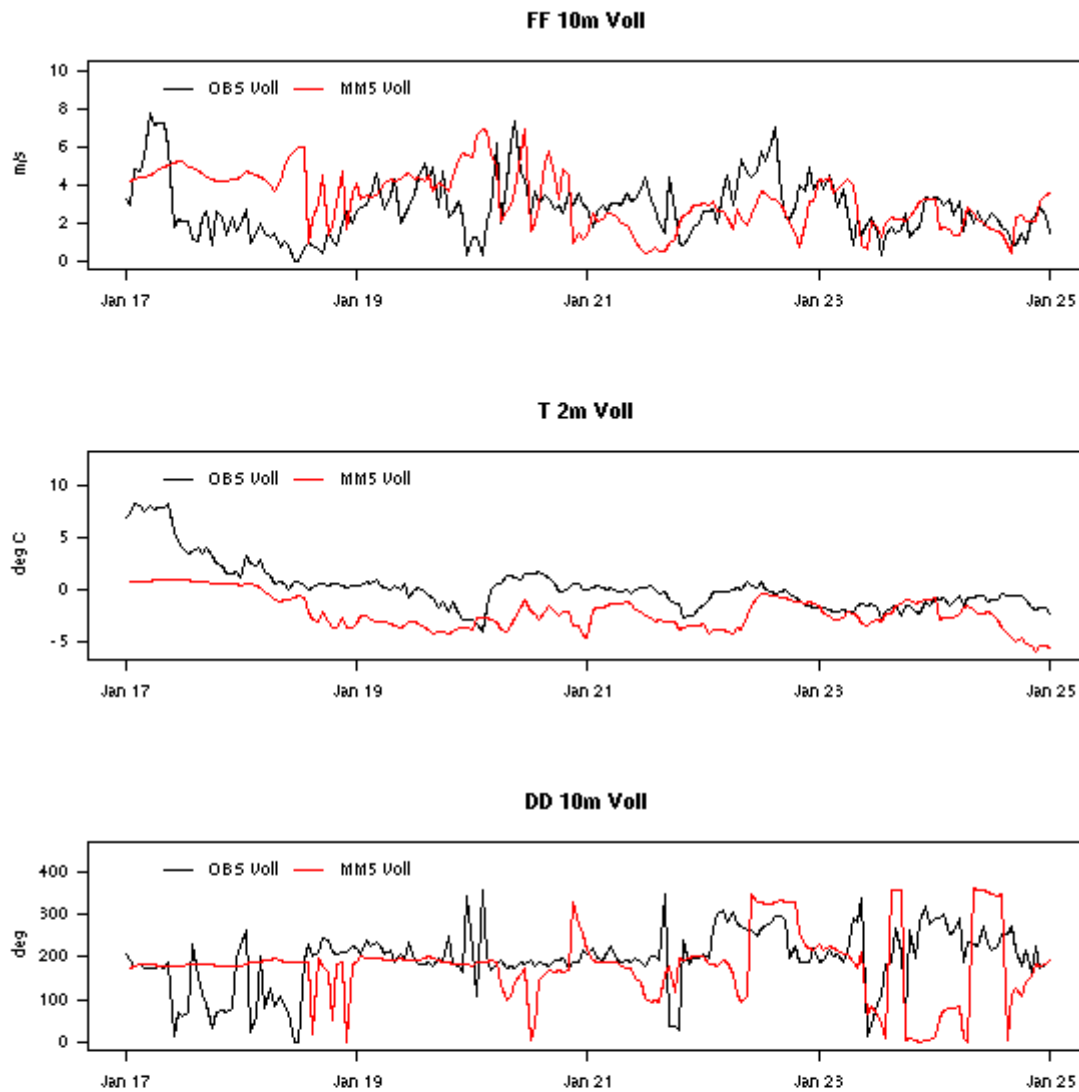
Figur B31 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene Elgeseter og Bakke Kirke 17.-24. januar 2005.



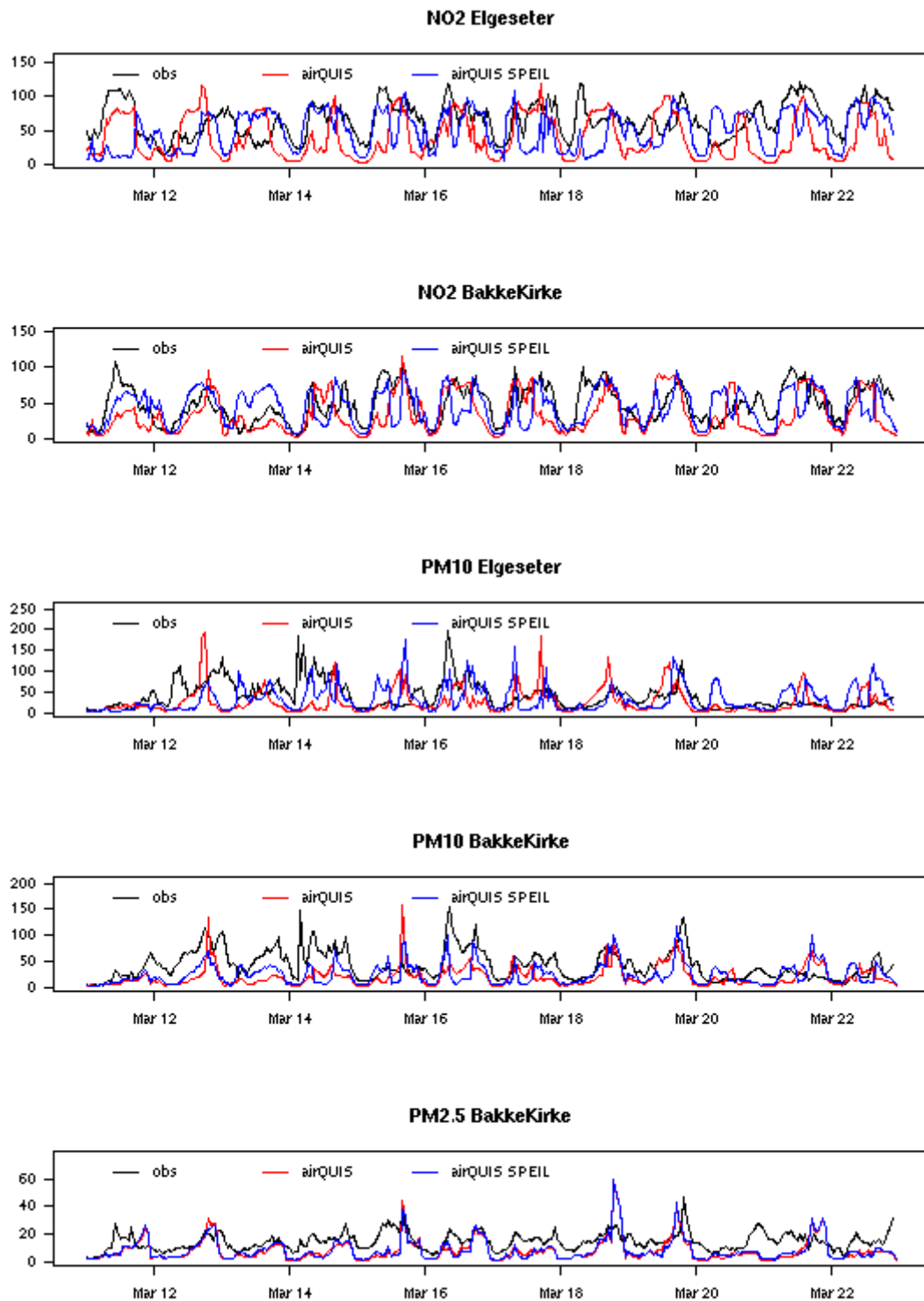
Figur B32 Prognoser for meteorologiske parametre på Elgeseter og Bakke kirke, samt observasjoner fra Elgeseter 17.-24. januar 2005.



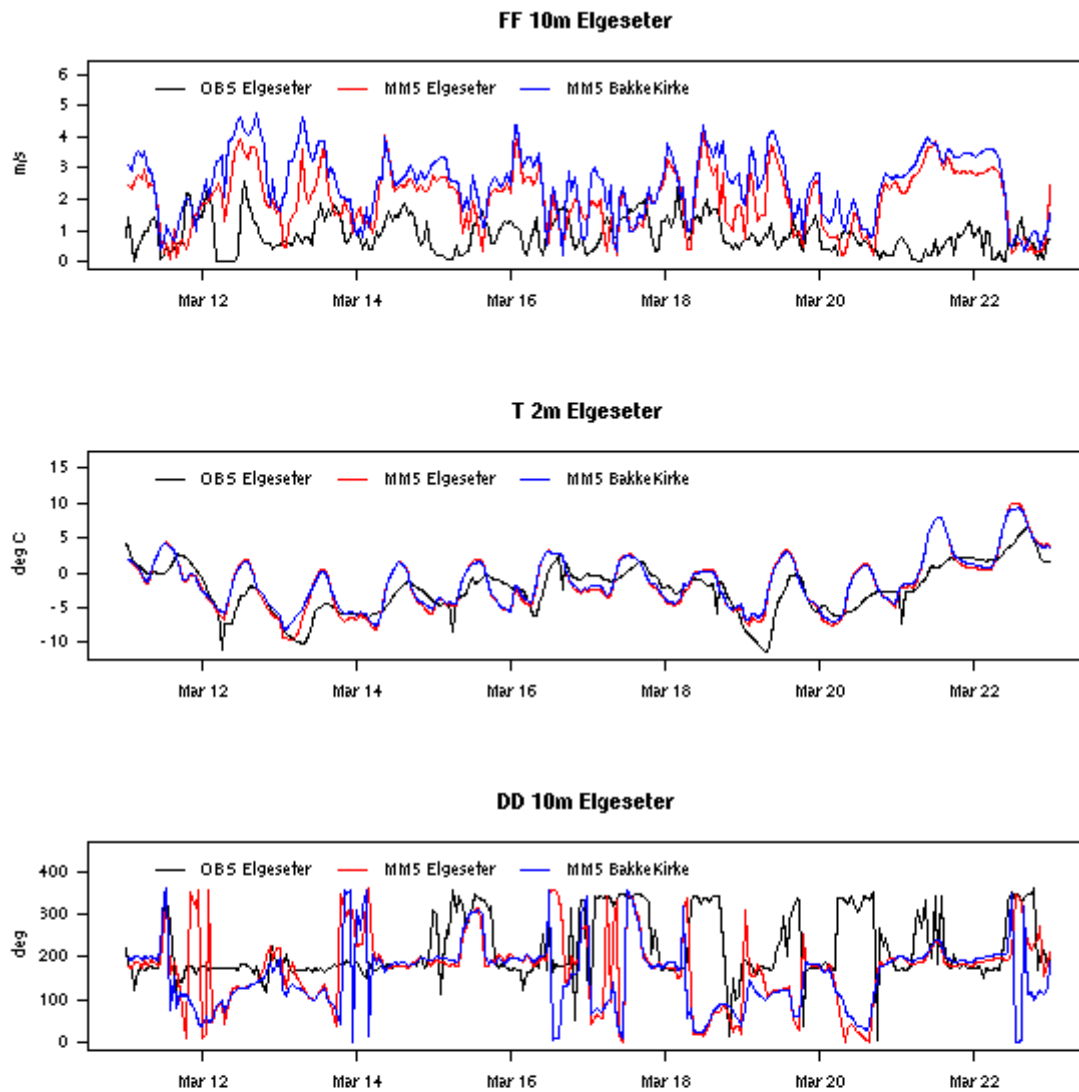
Figur B33 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen ved Teknostallen, prognoser av meteorologiske parametre for Teknostallen og Elgeseter og observasjoner fra Elgeseter 17.-24. januar 2005.



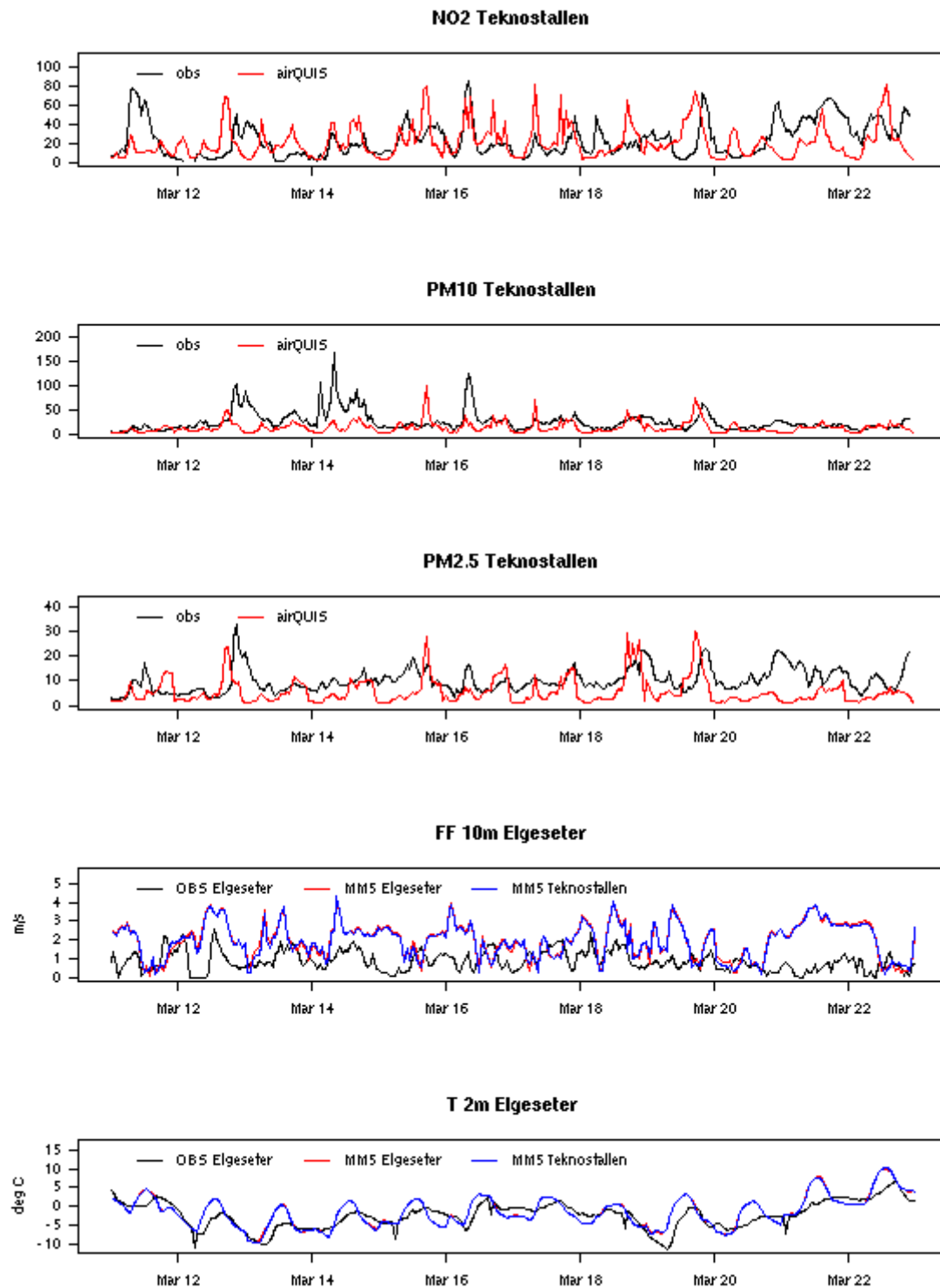
Figur B34 Prognoser og observasjoner av meteorologiske parametre på Voll 17.-24. januar 2005.



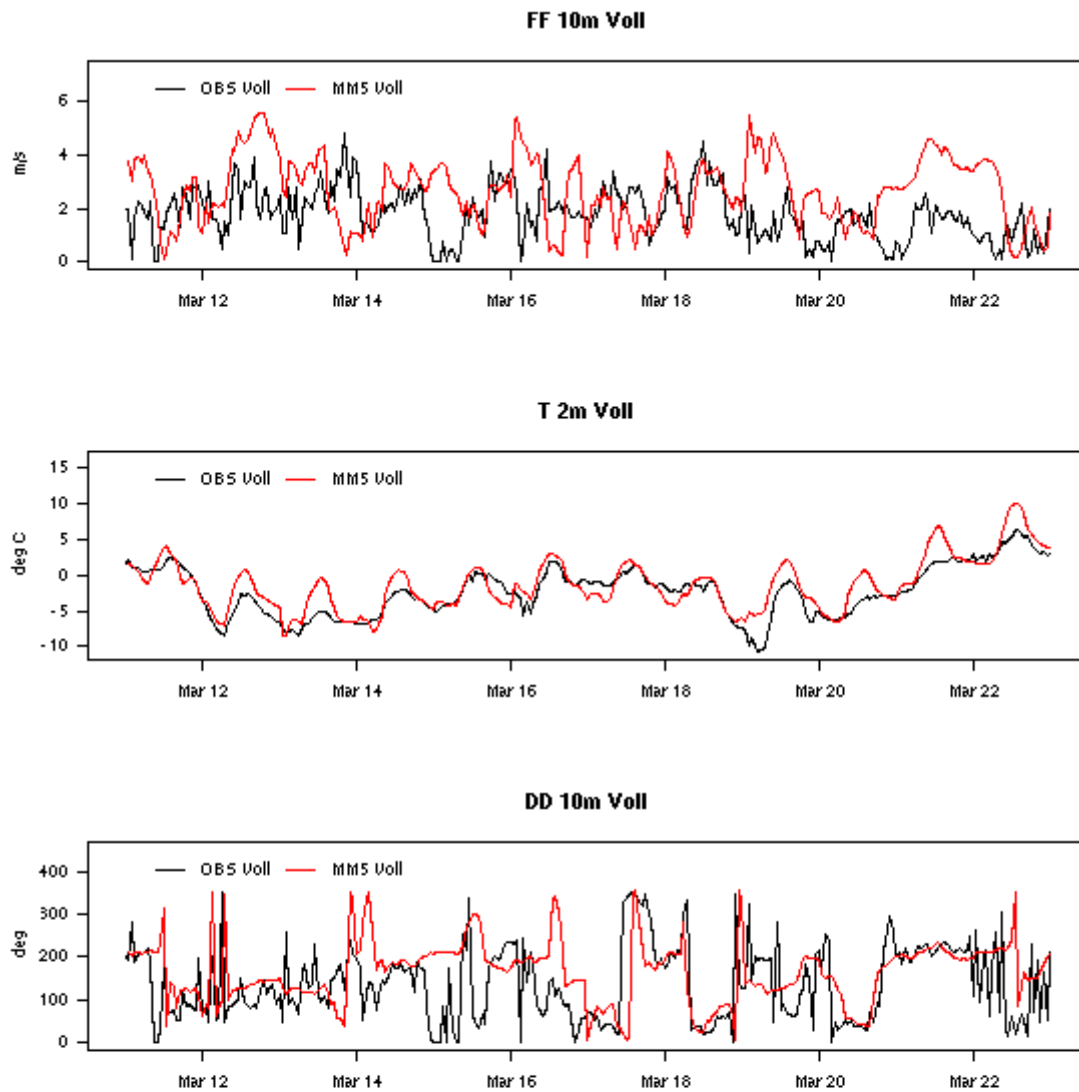
Figur B35 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonene Elgeseter og Bakke Kirke 11.-22. mars 2005.



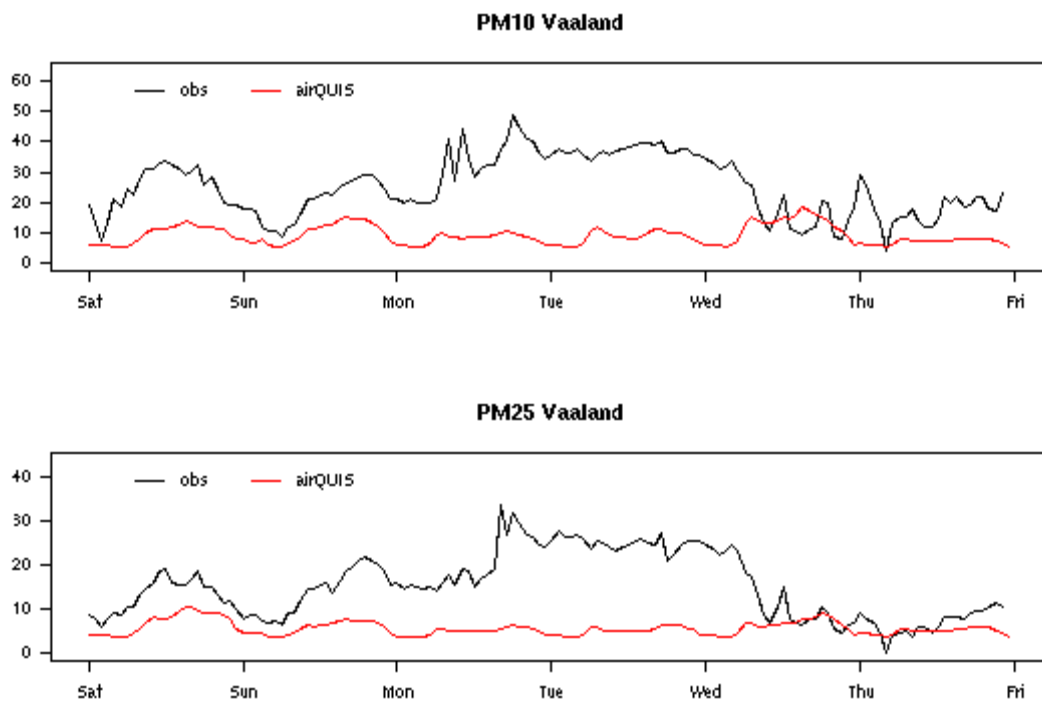
Figur B36 Prognoser for meteorologiske parametre på Elgeseter og Bakke kirke, samt observasjoner fra Elgeseter 11.-22. mars 2005.



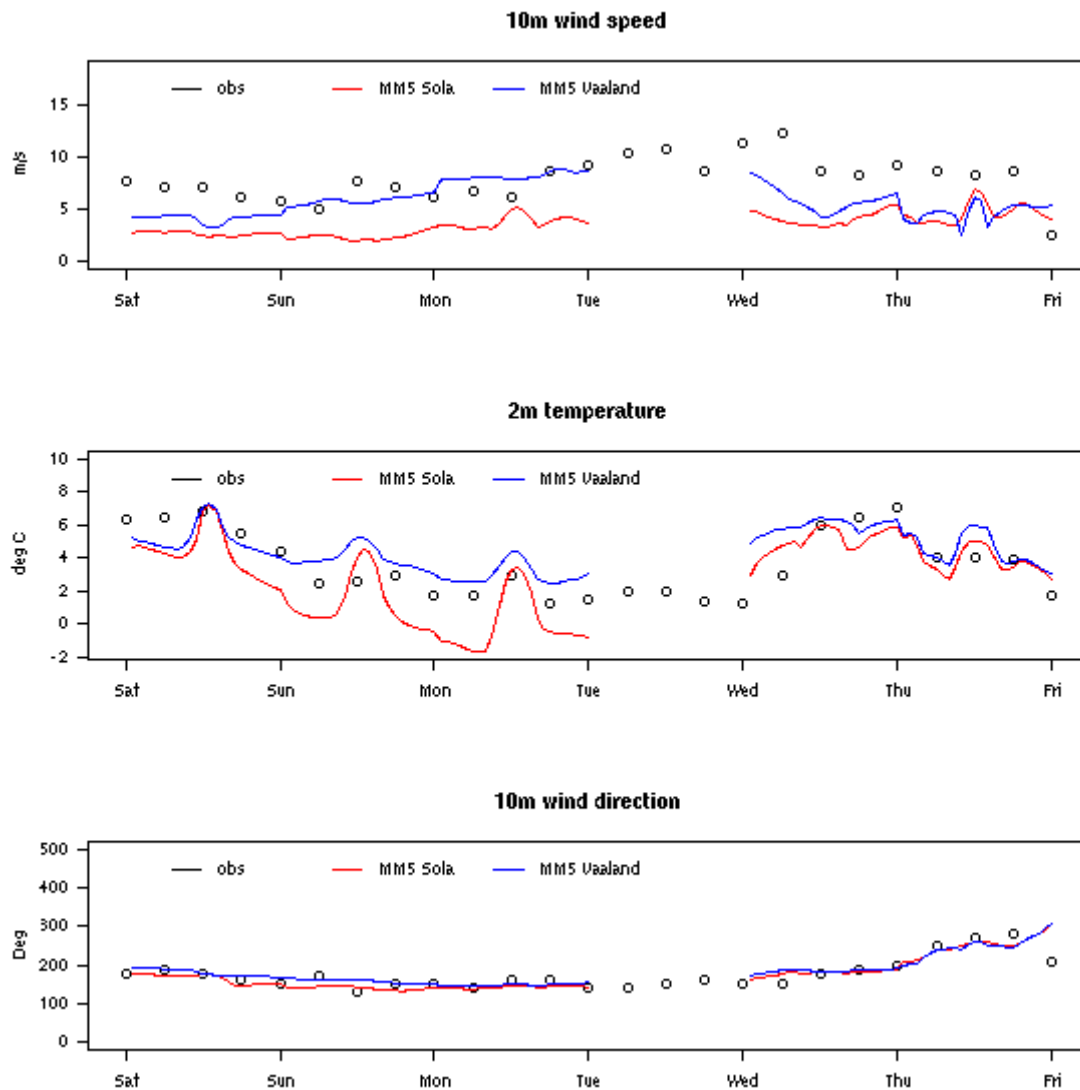
Figur B37 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen ved Teknostallen, prognoser av meteorologiske parametre for Teknostallen og Elgeseter og observasjoner fra Elgeseter 11.-22. mars 2005.



Figur B38 Prognoser og observasjoner av meteorologiske parametre på Voll 11.-22. mars 2005.



Figur B39 Prognoser og observasjoner av luftkvalitet på målestasjonen Våland 5.-10. februar 2005.



Figur B40 Prognoser for meteorologiske parametre på Sola og Våland, samt observasjoner fra Sola 5.-10. februar 2005.

Løren – 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	2110	2068	42	19	12	5	26%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1134	1410	-276	42	42	13	31%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	760	237	523	86	67	37	43%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	48	45	3	18	29	7	39%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	5	7	-2	5	7	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3352	3481	-129	63	73	25	40%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	675	257	418	96	66	36	38%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	29	29	0	9	18	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	4	0	4	2	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	2767	3328	-561	40	62	14	35%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	641	335	306	39	47	12	31%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	551	92	459	55	37	13	24%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	105	12	93	36	11	5	14%

Løren - 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	131	151	-20	107	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	34	6	28	2	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	3	0	3	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	1	0	1	0	69%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	76	124	-48	57	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	21	23	-2	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	55	10	45	4	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	18	0	18	0	39%

Kirkeveien – 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	3069	2903	166	30	12	1	3%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1080	1291	-211	94	161	78	83%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	184	5	179	55	2	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	8	0	8	3	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3826	4006	-180	100	139	78	78%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	481	134	347	74	20	9	12%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	13	51	-38	5	13	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	6	8	-2	3	3	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3521	4054	-533	64	132	47	73%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	642	136	506	69	39	16	23%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	155	9	146	41	4	2	5%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	17	0	17	8	0	0	

Kirveveien - 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	154	166	-12	142	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	24	7	17	1	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	0	2	-2	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	1	0	1	0	82%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	111	168	-57	101	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	43	6	37	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	26	1	25	1	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	0	1	0	58%

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	3305	2393	912	48	17	7	15%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1032	1344	-312	118	115	74	63%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	30	30	0	15	25	2	13%
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	4035	3644	391	119	124	81	68%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	298	110	188	57	26	8	14%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	12	13	-1	4	7	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	4	0	4	2	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3488	3232	256	73	67	32	44%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	626	353	273	56	32	9	16%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	226	151	75	39	48	15	38%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	25	31	-6	14	10	0	

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	166	154	12	140	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	15	3	12	0	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	0	1	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	89%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	109	107	2	70	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	35	39	-4	8	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	37	9	28	3	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	2	-1	0	52%

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	3811	4026	-215	89	136	67	75%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	434	137	297	59	31	12	20%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	91	12	79	31	7	1	3%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	6	0	6	3	0	0	

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	3898	2863	1035	89	25	13	15%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	422	902	-480	78	130	58	74%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	24	2	22	13	2	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	4122	3642	480	141	126	102	72%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	210	112	98	38	25	9	24%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	8	13	-5	2	6	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	3	0	3	1	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4123	3679	444	128	120	85	66%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	214	85	129	41	34	8	20%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	30	3	27	13	3	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	

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	168	154	14	142	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	13	3	10	0	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	0	1	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	90%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	158	157	1	135	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	19	0	19	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	2	0	2	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	86%

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	3032	2906	126	29	27	8	28%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1147	1078	69	99	60	31	31%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	181	211	-30	53	85	26	49%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	7	4	3	0	3	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	3814	4039	-225	98	118	65	66%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	500	154	346	75	54	24	32%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	29	6	23	7	3	1	14%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	4	0	4	2	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3247	3415	-168	48	56	22	46%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	764	381	383	71	33	16	23%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	308	267	41	46	41	13	28%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	41	136	-95	17	45	5	29%

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	146	174	-28	142	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	31	1	30	1	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	2	0	2	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	82%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	93	111	-18	77	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	39	18	21	4	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	46	37	9	19	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	3	9	-6	1	60%

Danmarksclass – 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	2868	3502	-634	23	67	14	61%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1273	693	580	98	94	45	46%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	196	28	168	53	15	5	9%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	21	0	21	6	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	3	0	3	2	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	4002	4071	-69	115	135	91	79%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	256	138	118	53	34	8	15%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	37	13	24	12	6	1	8%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	3	1	2	2	1	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3890	4044	-154	100	140	85	85%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	355	131	224	60	23	4	7%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	71	47	24	17	12	1	6%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	13	1	12	5	1	0	

Danmarksclass – 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	164	175	-11	158	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	17	1	16	0	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	90%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	150	165	-15	135	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	17	4	13	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	14	7	7	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	0	1	0	77%

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	3249	2334	915	37	20	8	22%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1006	1383	-377	112	104	65	58%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	111	57	54	32	22	5	16%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	2	13	-11	1	9	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	4	-4	0	3	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4230	3577	653	152	106	95	63%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	104	179	-75	26	33	8	31%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	9	30	-21	4	15	1	25%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	5	-5	0	4	0	

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	174	147	27	141	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	7	9	-2	1	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	1	2	-1	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	90%

Bakke Kirke – time

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	3393	3175	218	51	54	17	33%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	792	614	178	99	102	62	63%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	62	2	60	29	2	1	3%
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	3972	3489	483	102	111	65	64%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	302	227	75	68	28	10	15%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	30	58	-28	10	14	4	40%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	2	17	-15	1	5	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3664	3324	340	105	85	50	48%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	468	368	100	36	40	12	33%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	150	84	66	27	24	6	22%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	25	15	10	13	9	0	

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	162	145	17	133	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	13	9	4	3	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	1	4	-3	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	86%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	133	122	11	91	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	16	23	-7	6	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	27	13	14	3	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	3	0	3	0	63%

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	2020	3574	-1554	8	58	5	63%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	1810	590	1220	77	97	41	53%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	495	35	460	85	20	11	13%
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	32	0	32	12	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	4004	4017	-13	125	136	99	79%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	259	142	117	40	24	7	18%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	54	36	18	14	13	1	7%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	13	4	9	3	2	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	3645	3747	-102	96	86	56	58%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	436	268	168	40	40	9	23%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	187	128	59	26	32	7	27%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	55	56	-1	20	17	3	15%

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	94	108	-14	86	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	8	7	1	0	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	3	0	3	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	2	0	2	0	75%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	129	141	-12	105	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	19	19	0	2	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	28	11	17	3	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	5	4	1	0	64%

Teknostallen – 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	3827	4058	-231	86	121	55	64%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	475	140	335	90	53	25	28%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	13	1	12	6	1	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	4006	4042	-36	128	145	109	85%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	208	115	93	42	16	4	10%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	21	38	-17	6	12	1	17%
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	23	4	19	5	2	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4017	3974	43	128	117	88	69%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	247	186	61	33	45	12	36%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	65	36	29	17	11	2	12%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	6	3	3	4	2	0	

Teknostallen – 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	171	167	4	157	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	7	8	-1	0	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	1	0	1	0	90%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	157	164	-7	143	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	15	8	7	2	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	10	3	7	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	83%

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	2814	2707	107	95	84	66	69%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	85	100	-15	26	33	7	27%
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	
PM2.5								
Varslingsklasse 0	0-25 ug/m ³	4189	3758	431	141	136	103	73%
Varslingsklasse 1	25-50 ug/m ³	142	33	109	35	22	2	6%
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	6	0	6	5	0	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	1	0	1	1	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	4277	3764	513	152	144	119	78%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	64	25	39	28	12	1	4%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	0	2	-2	0	2	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	2	0	2	2	0	0	

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
PM2.5						
Varslingsklasse 0	0-20 ug/m ³	147	158	-11	132	
Varslingsklasse 1	20-35 ug/m ³	3	0	3	0	
Varslingsklasse 2	35-60 ug/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> ug/m ³	0	0	0	0	84%
PM10						
Varslingsklasse 0	0-35 ug/m ³	179	158	21	155	
Varslingsklasse 1	35-50 ug/m ³	3	0	3	0	
Varslingsklasse 2	50-100 ug/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	100-> ug/m ³	0	0	0	0	98%

Nedre storgate – 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	3435	3784	-349	95	154	88	93%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	191	7	184	50	4	0	
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	18	0	18	5	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	3	0	3	2	0	0	

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	3633	3734	-101	71	137	52	73%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	616	57	559	93	21	13	14%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	36	0	36	15	0	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	0	0	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	8	0	8	3	0	0	

Bangeløkka – 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	1345	2852	-1507	56	14	6	11%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	6	934	-928	0	140	0	
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	269	5	264	2	4	0	
Varslingsklasse 2	150-200 ug/m ³	727	0	727	7	0	0	
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	770	0	770	72	0	0	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	2239	3594	-1355	36	93	23	64%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	606	173	433	43	52	17	40%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	229	23	206	45	12	5	11%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	50	1	49	16	1	0	

Lensmannsdalen – 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	2607	2465	142	66	65	35	53%
Varslingsklasse 0	60-100 ug/m ³	270	172	98	40	44	13	33%
Varslingsklasse 1	100-150 ug/m ³	26	2	24	15	1	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	
PM10								
Varslingsklasse 0	0-50 ug/m ³	2002	2579	-577	20	89	16	80%
Varslingsklasse 1	50-100 ug/m ³	573	32	541	39	6	2	5%
Varslingsklasse 2	100-200 ug/m ³	264	16	248	35	7	1	3%
Varslingsklasse 3	200-> ug/m ³	65	12	53	27	8	0	

NO2 Løren Oslo

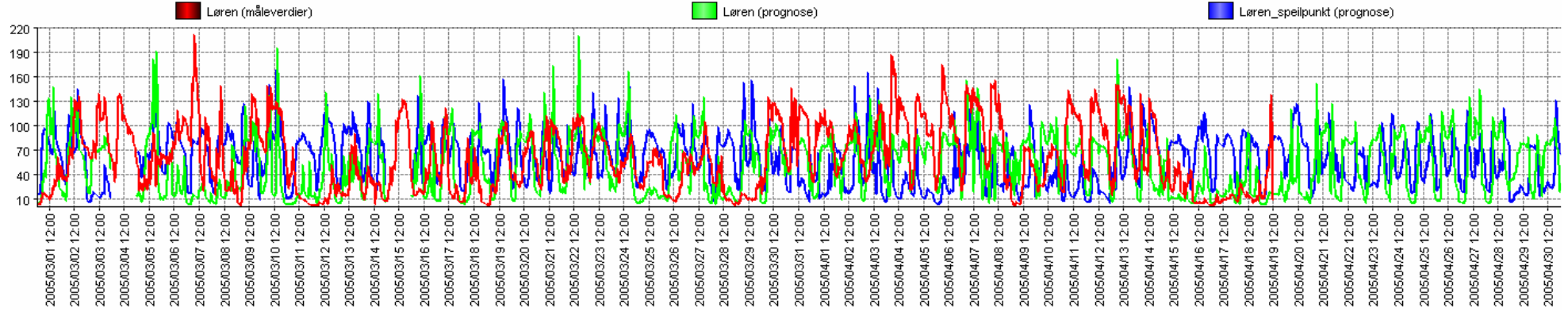
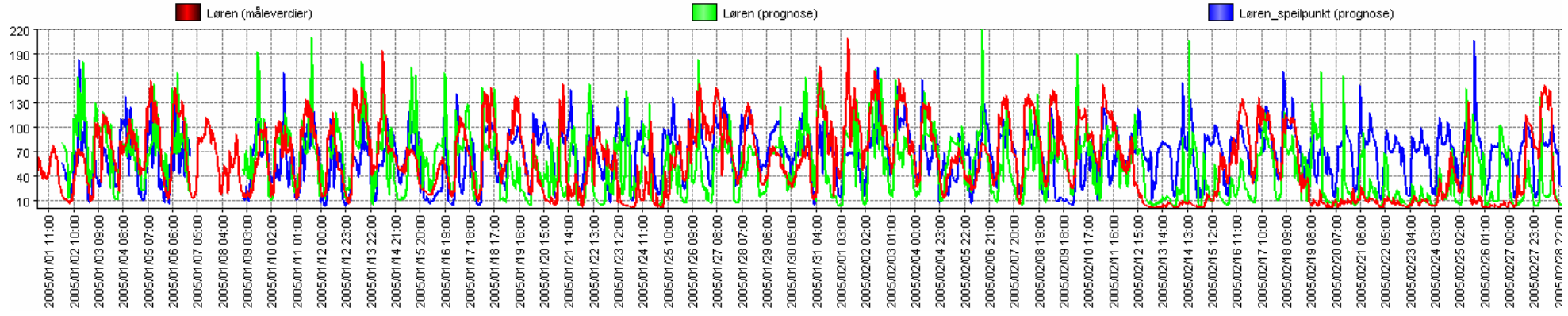
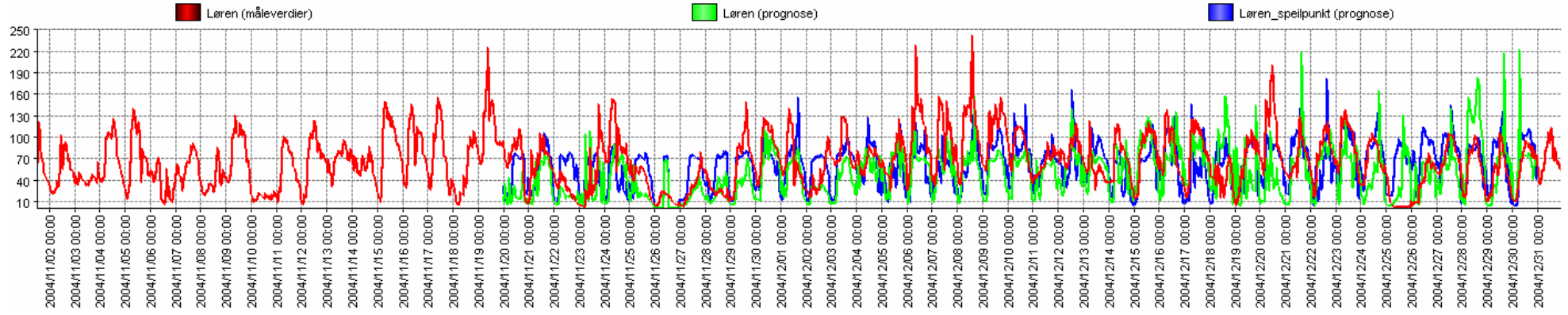


Figure D1

PM10 Løren Oslo

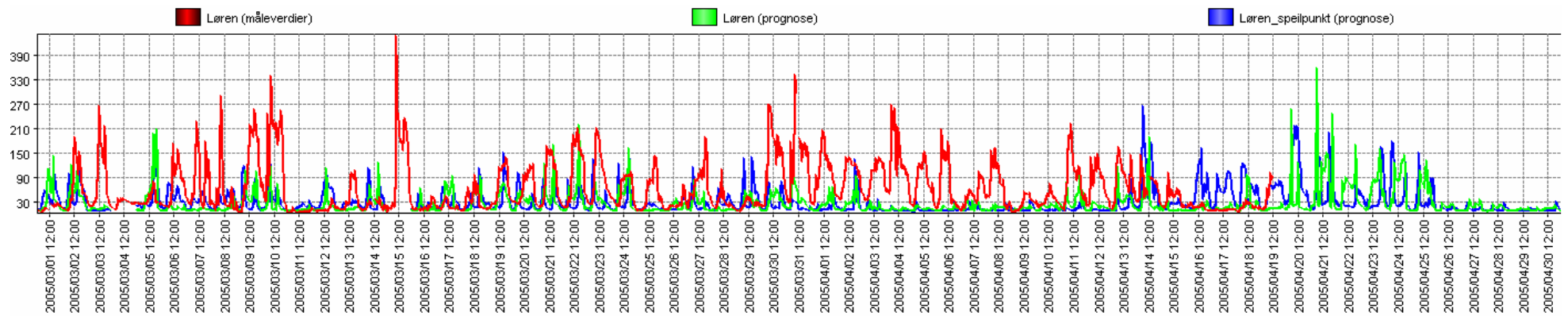
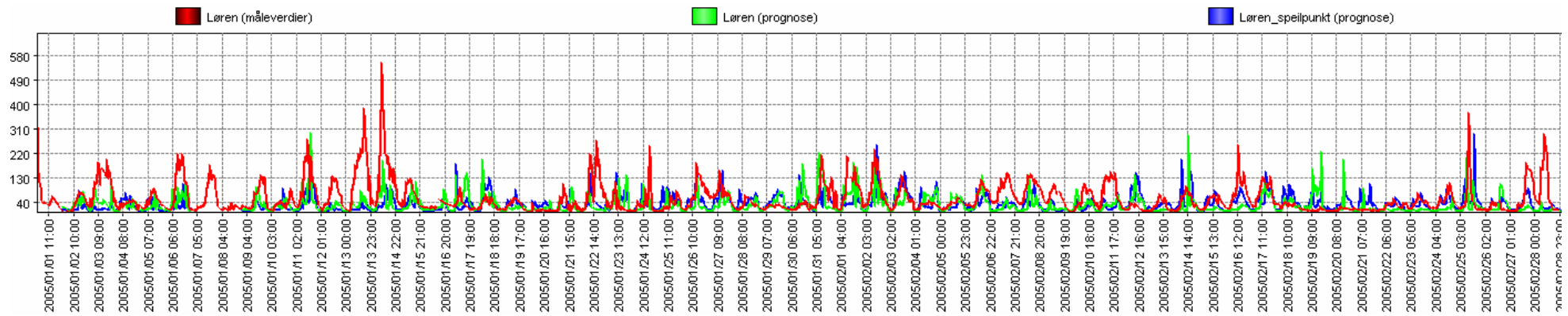
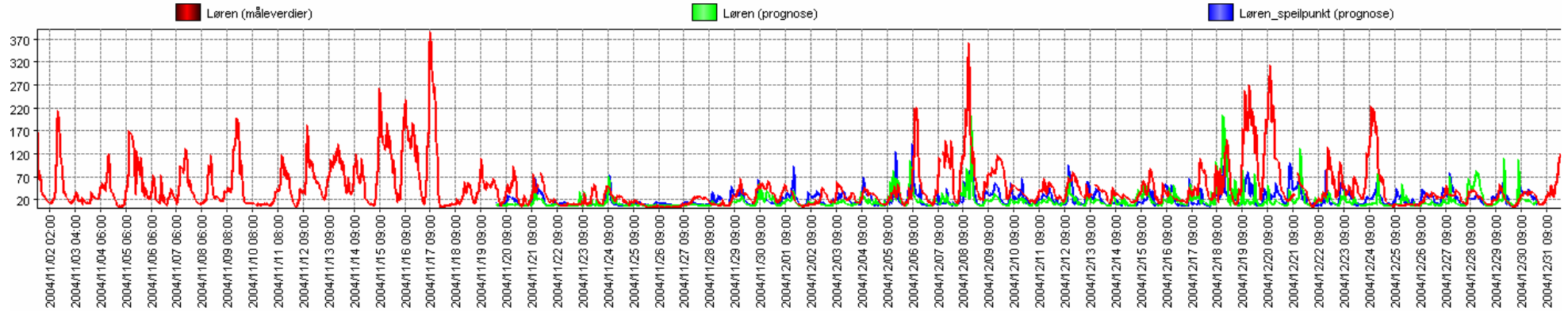


Figure D2

PM2.5 Løren Oslo

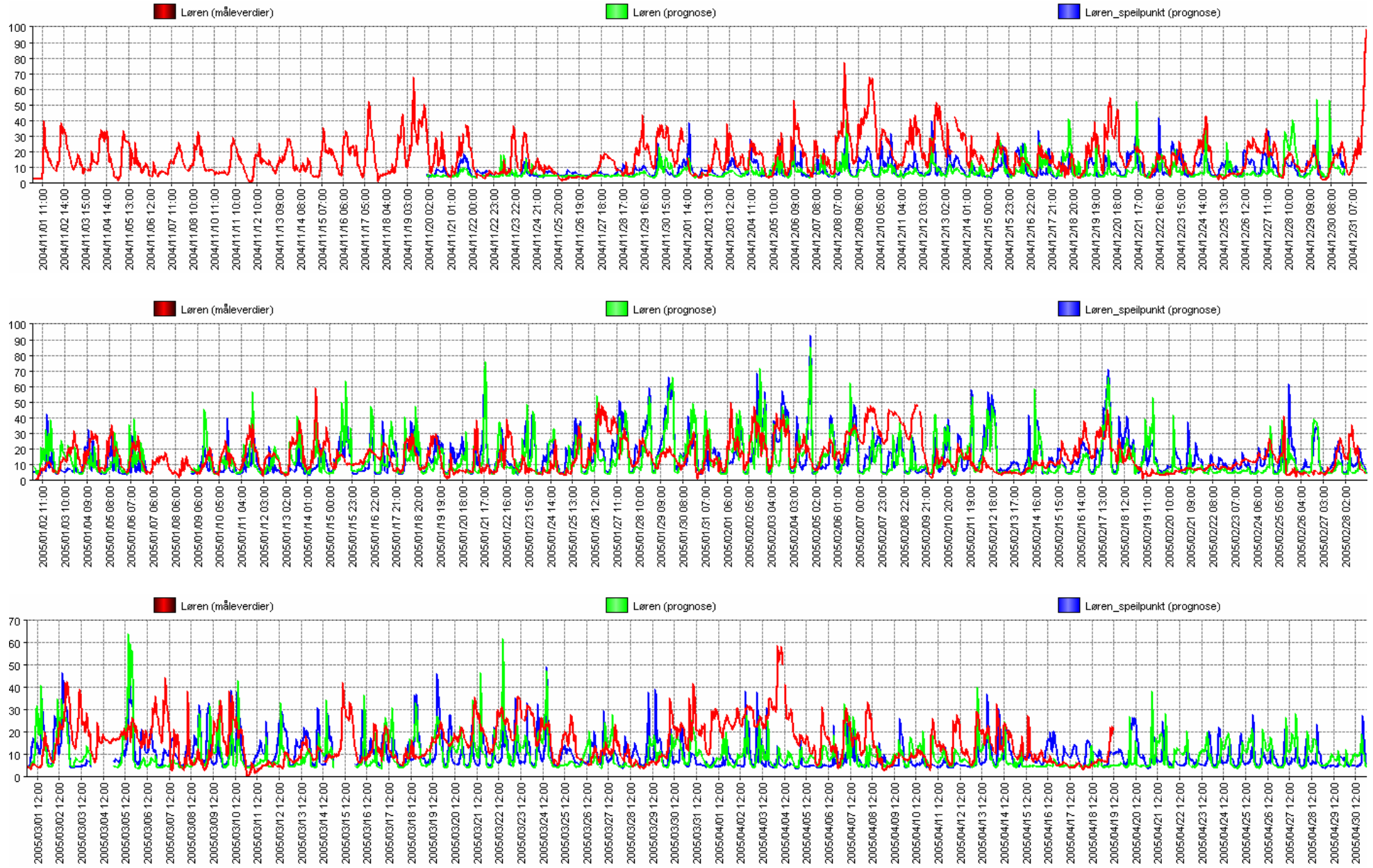


Figure D3

NO2 Kirkeveien Oslo

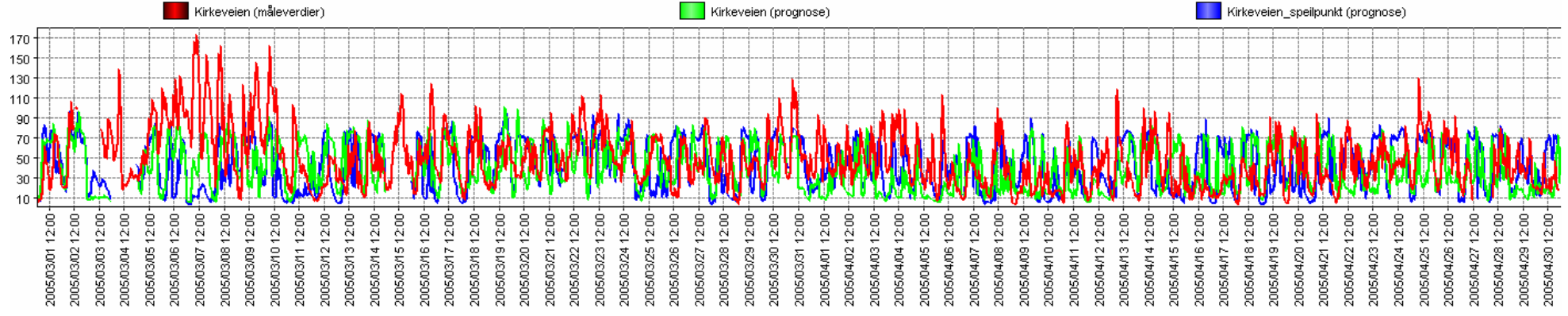
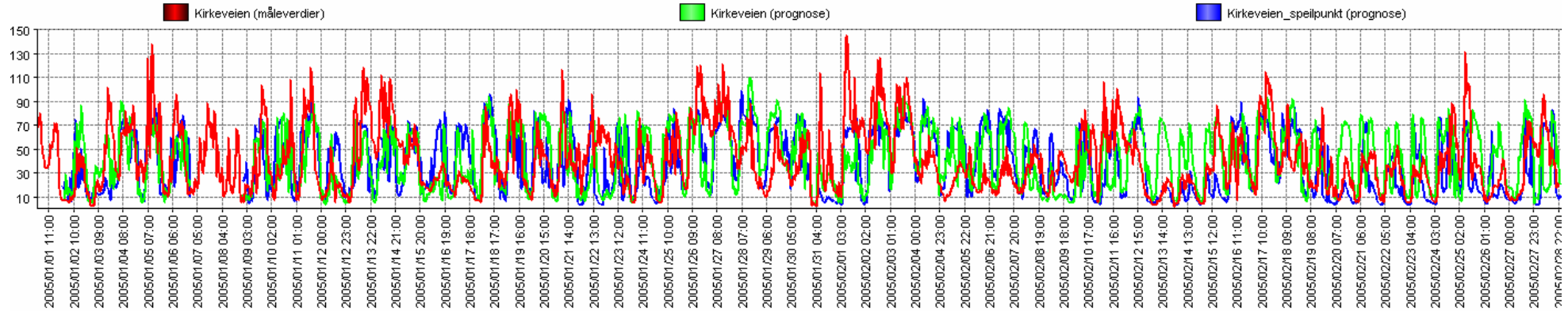
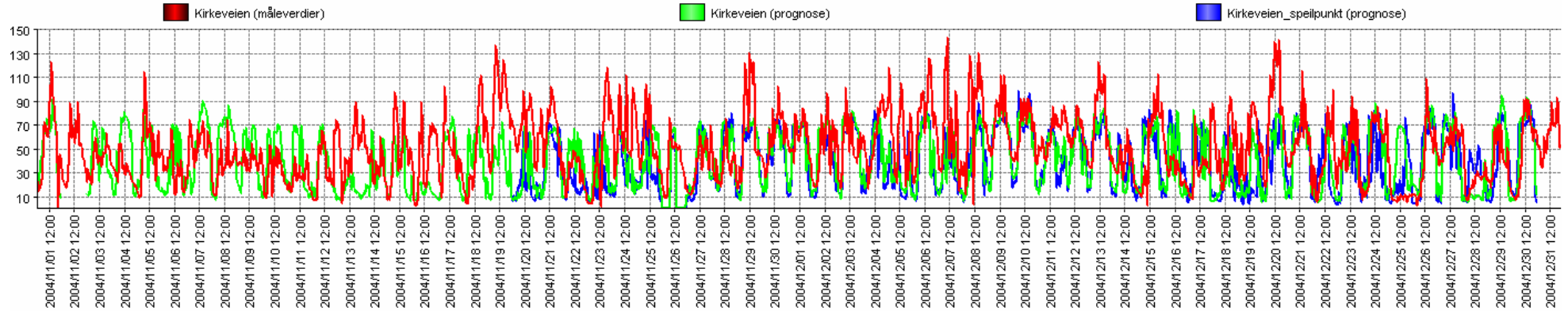


Figure D4

PM10 Kirkeveien Oslo

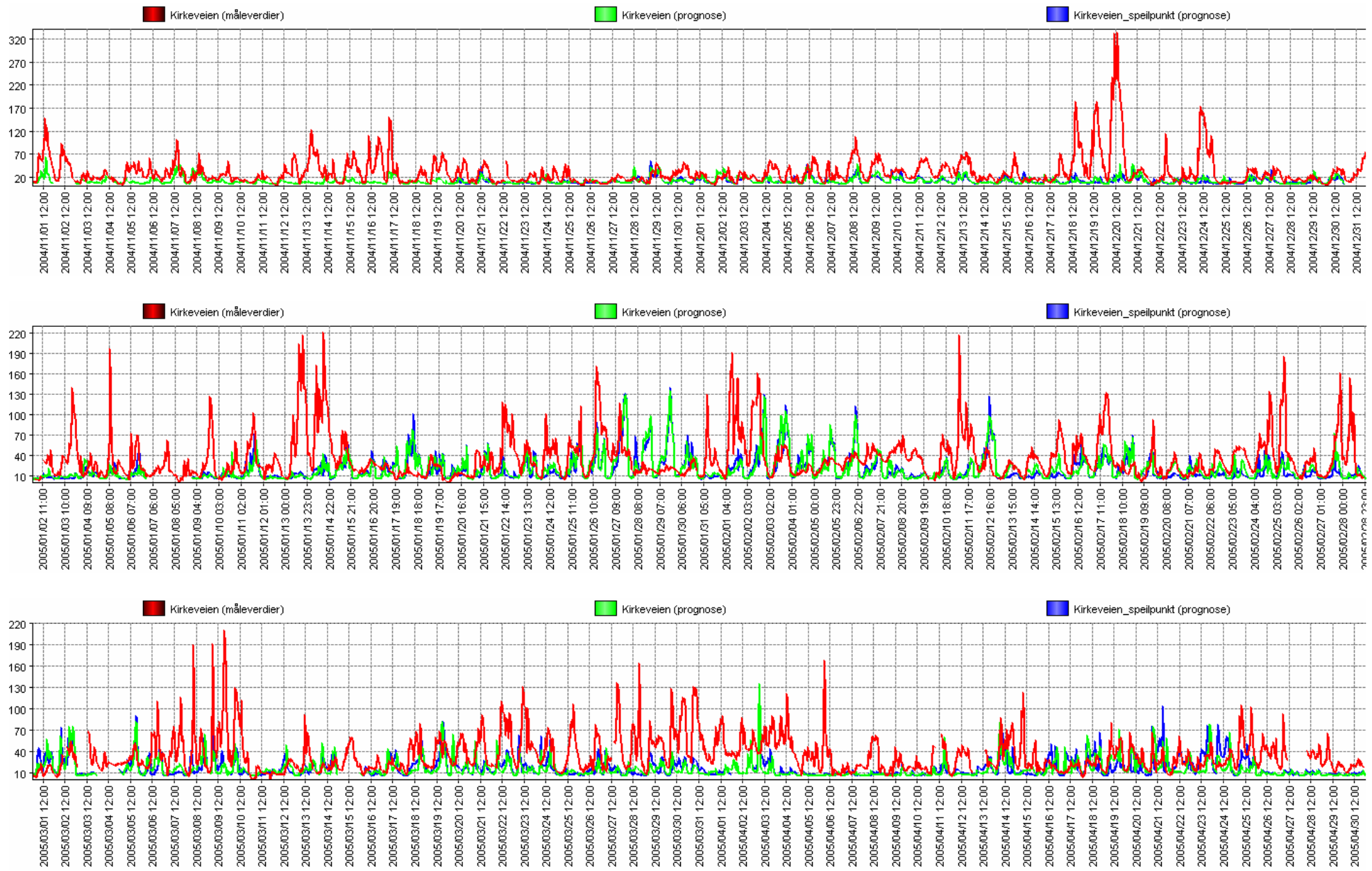


Figure D5

PM2.5 Kirkeveien Oslo

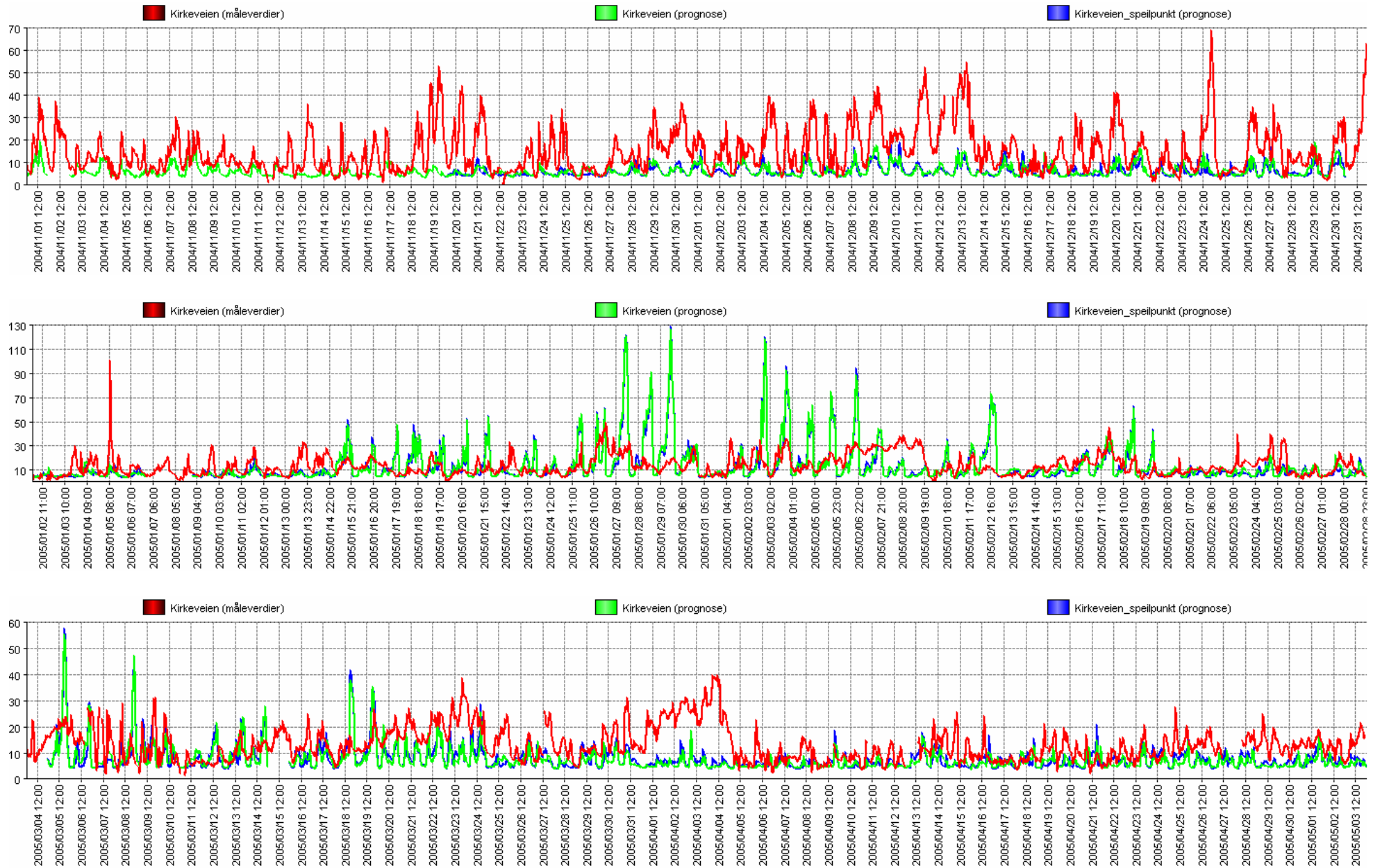


Figure D6

NO2 RV4 Aker sykehus

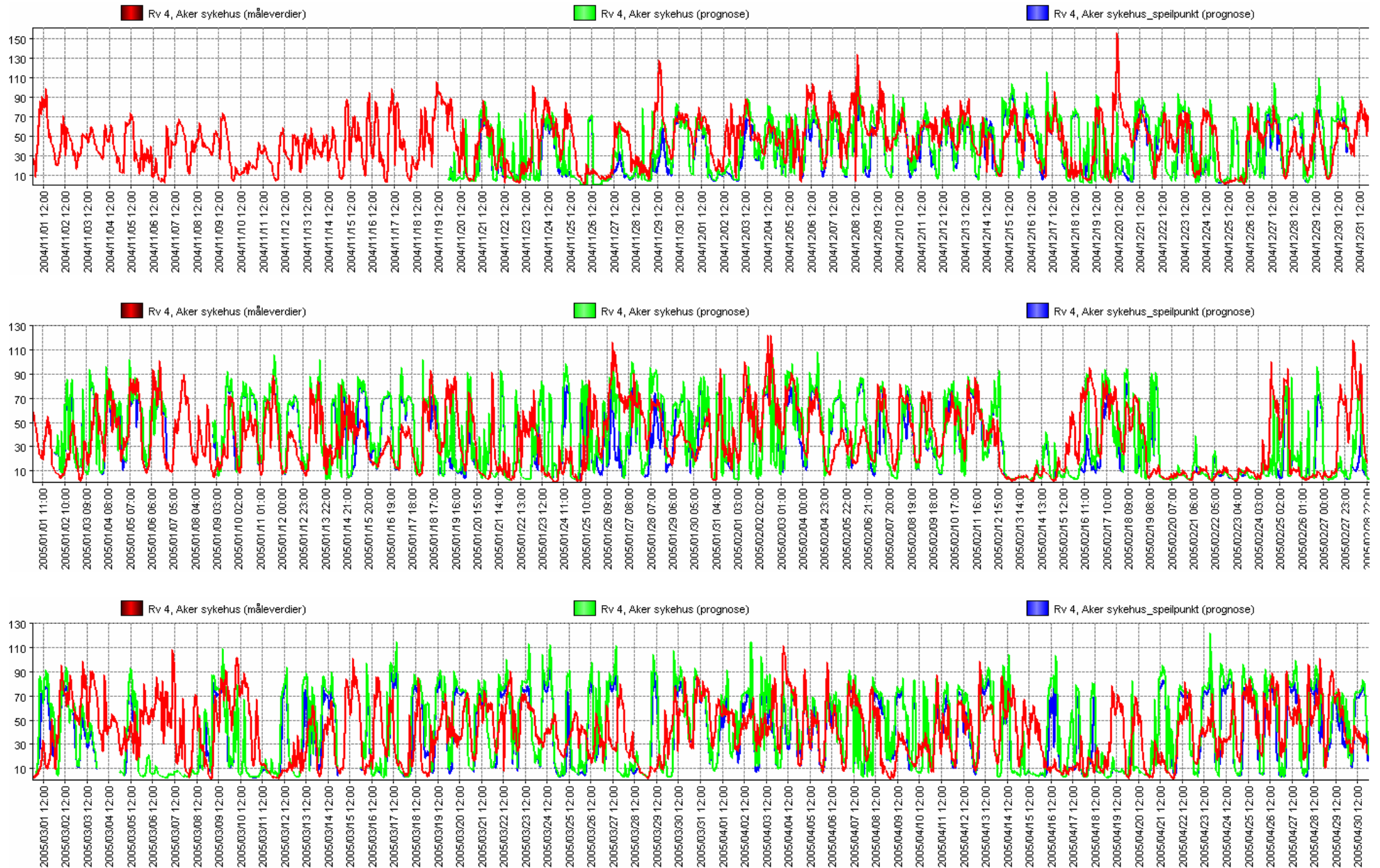


Figure D7

PM10 RV4 Aker sykehus

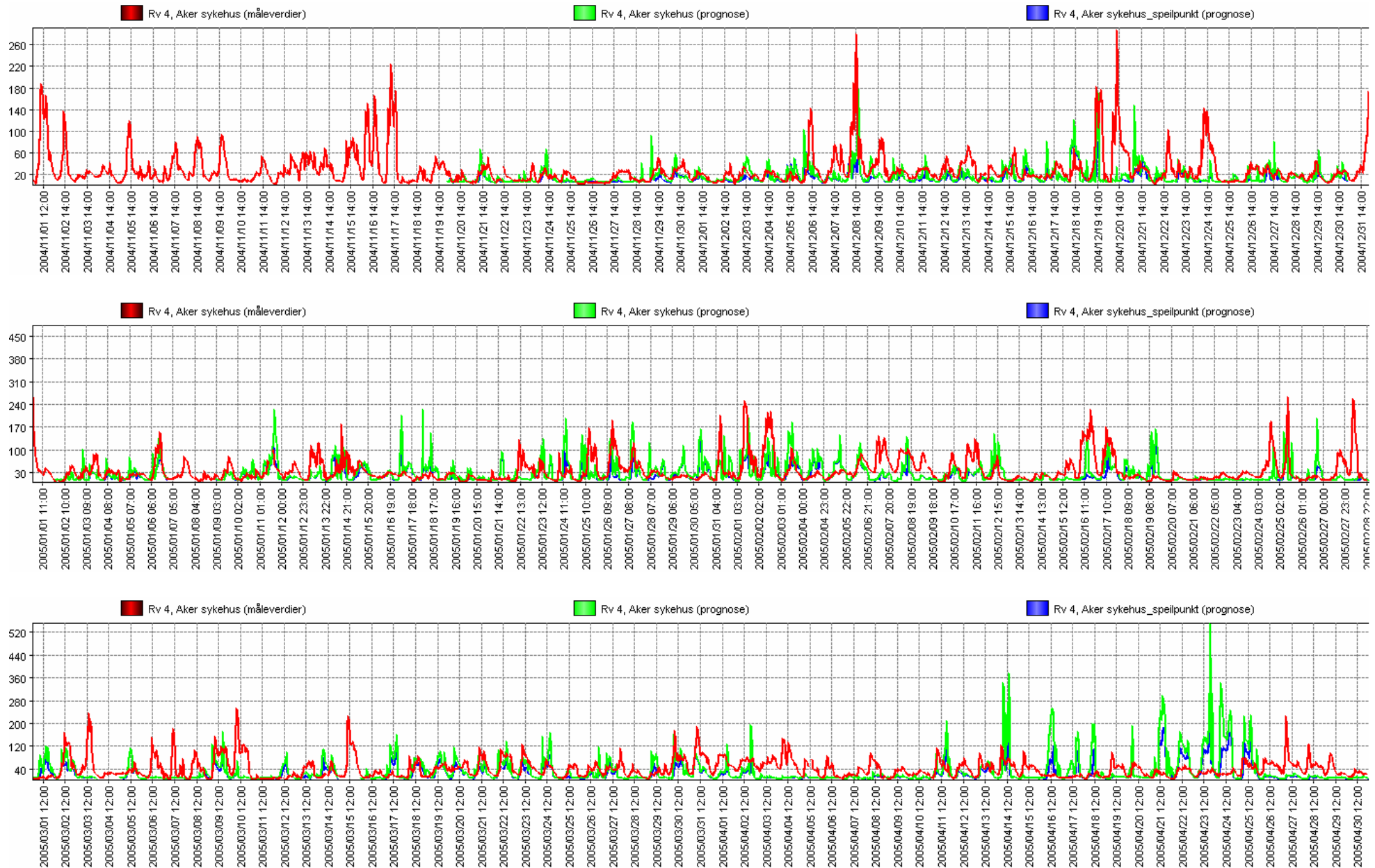


Figure D8

PM2.5 RV4 Aker sykehus

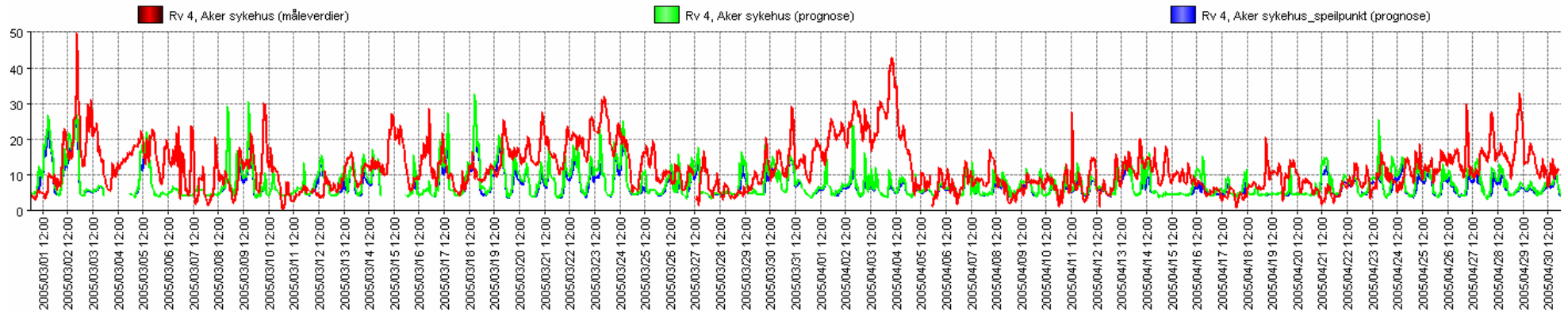
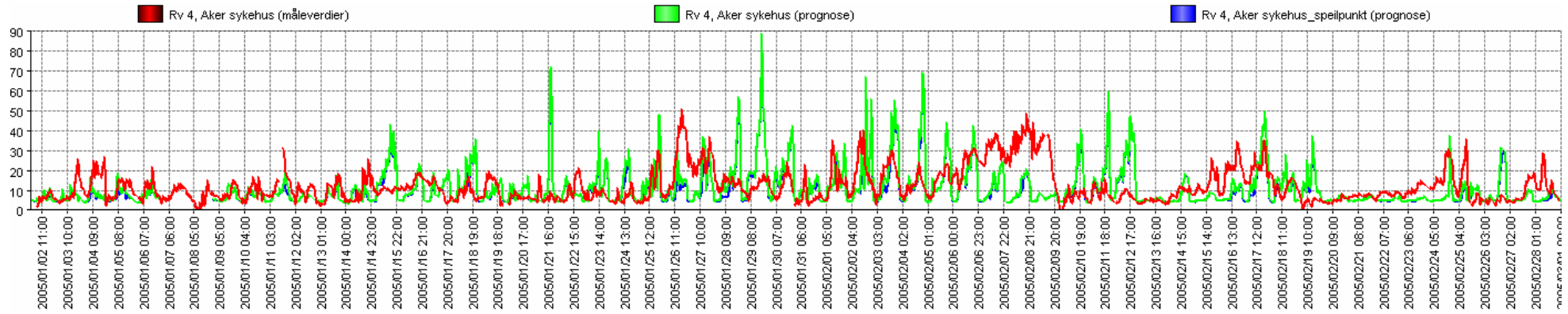
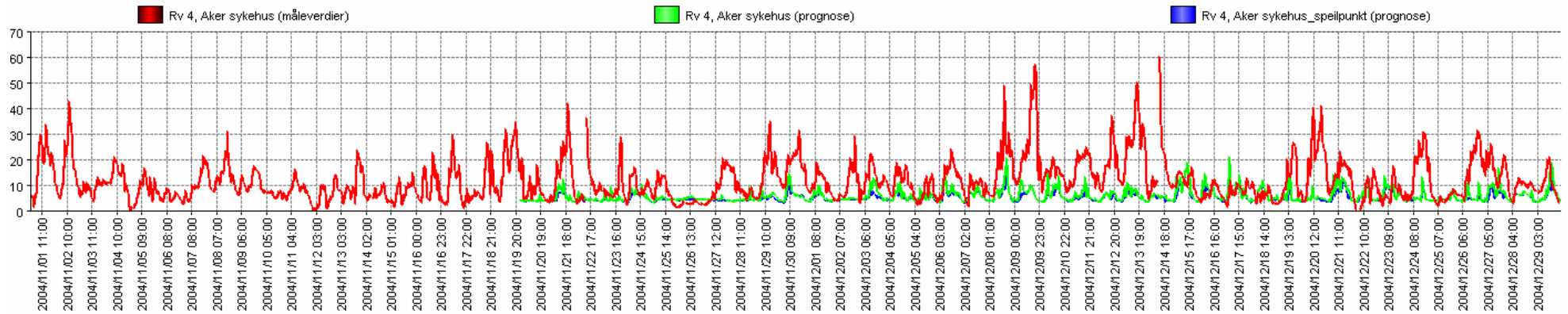


Figure D9

PM10 Sofienbergparken Oslo

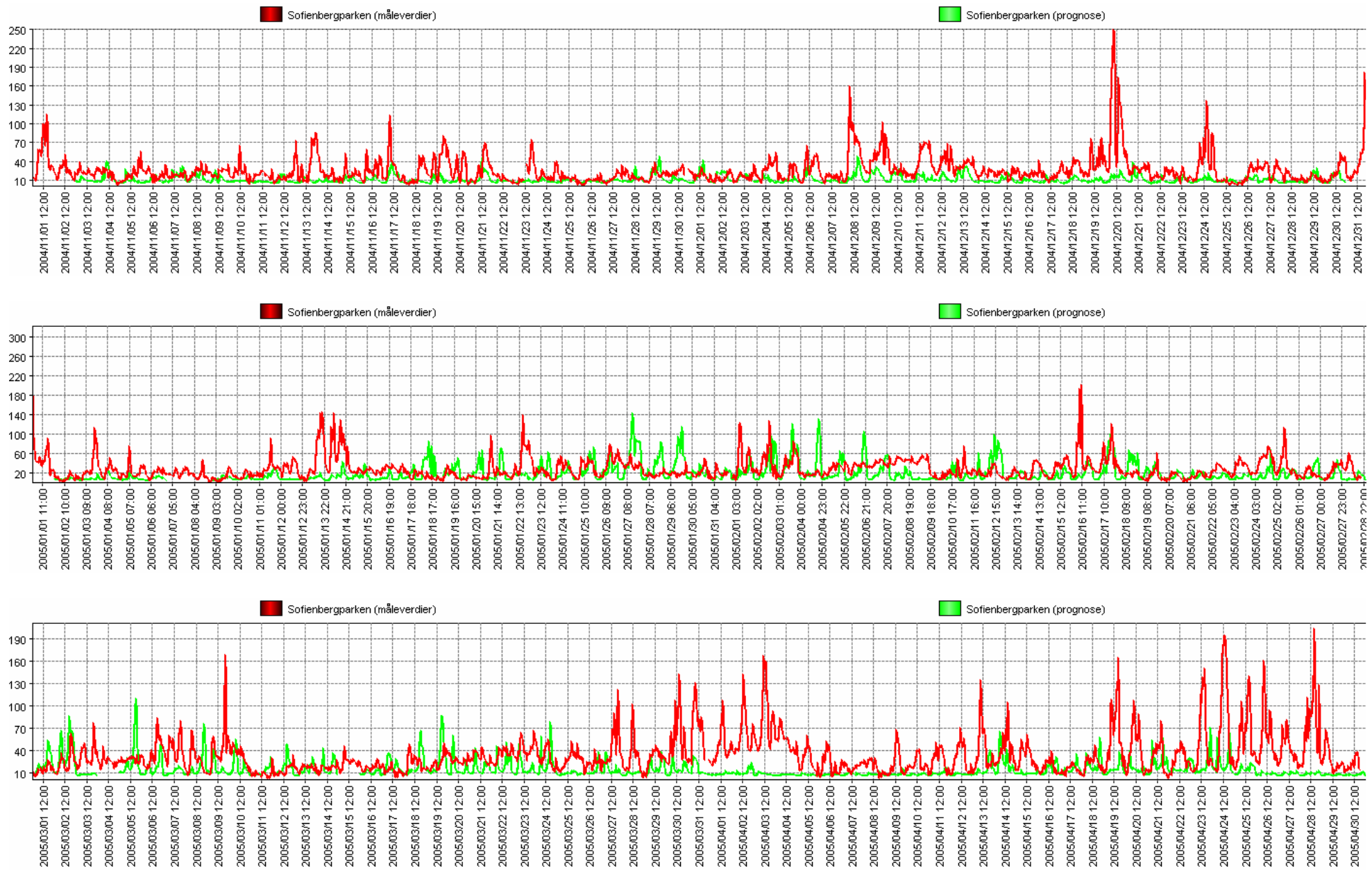


Figure D10

NO2 Manglerud Oslo

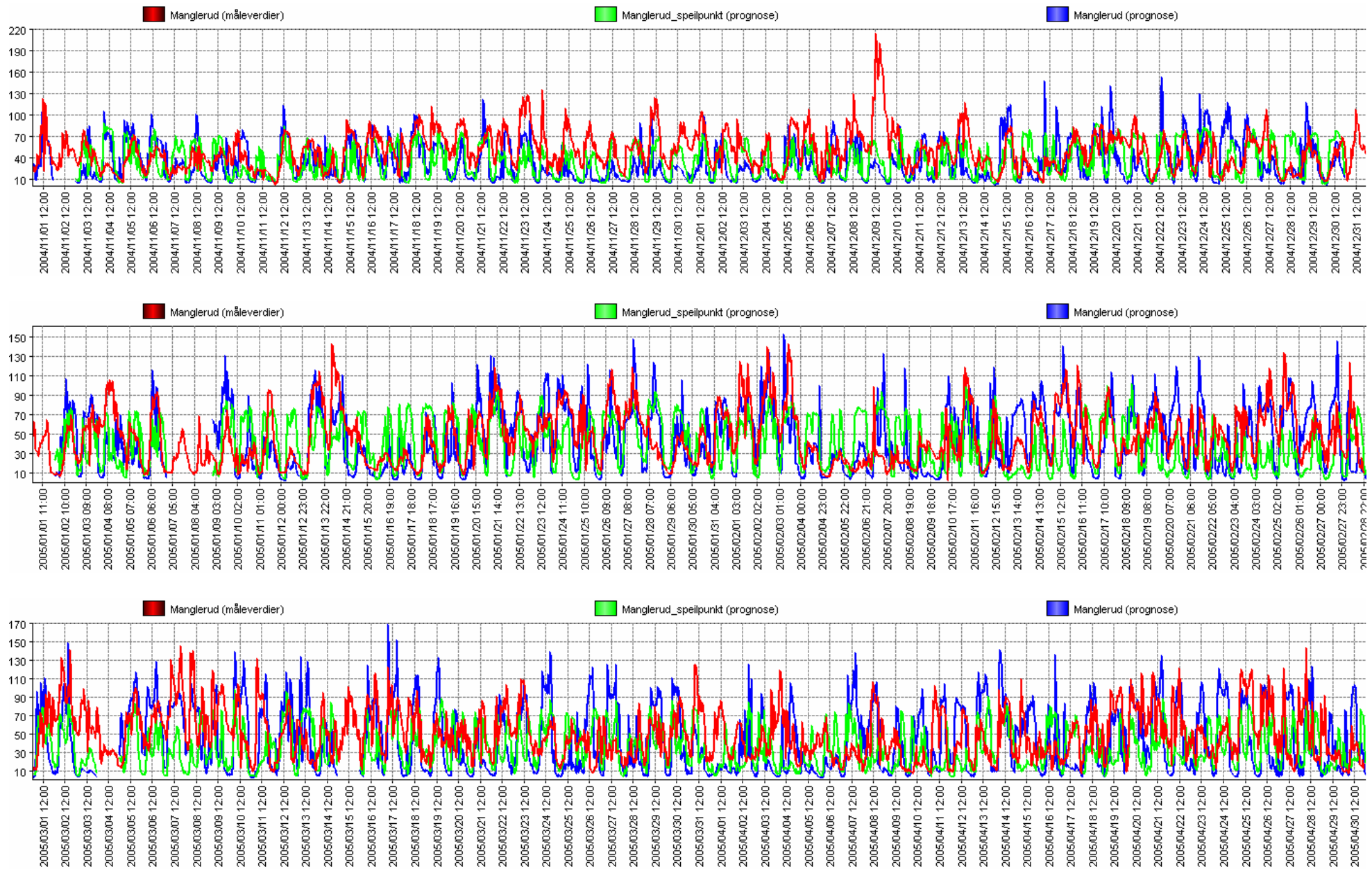


Figure D11

PM10 Manglerud Oslo

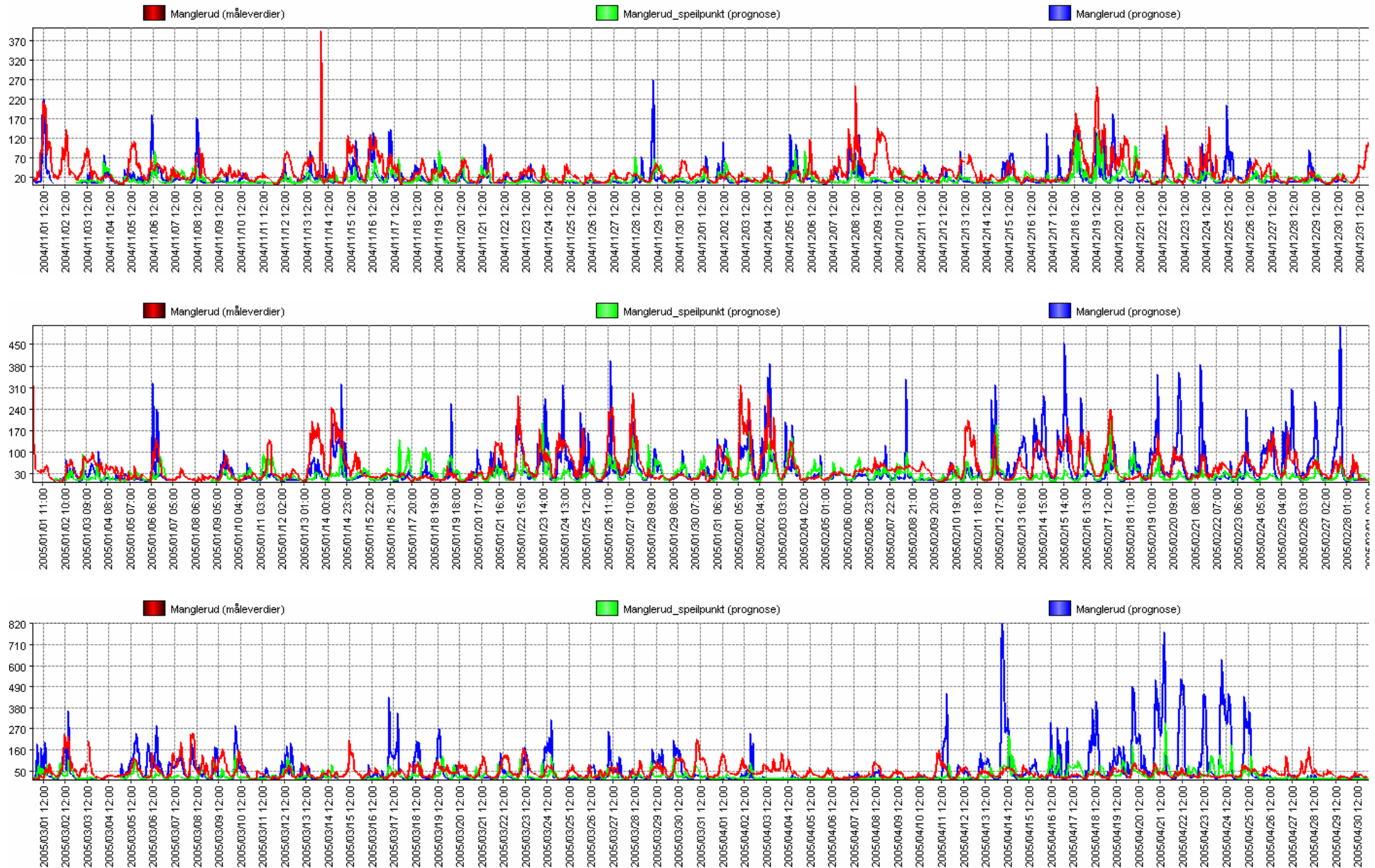


Figure D12

PM2.5 Manglerud Oslo

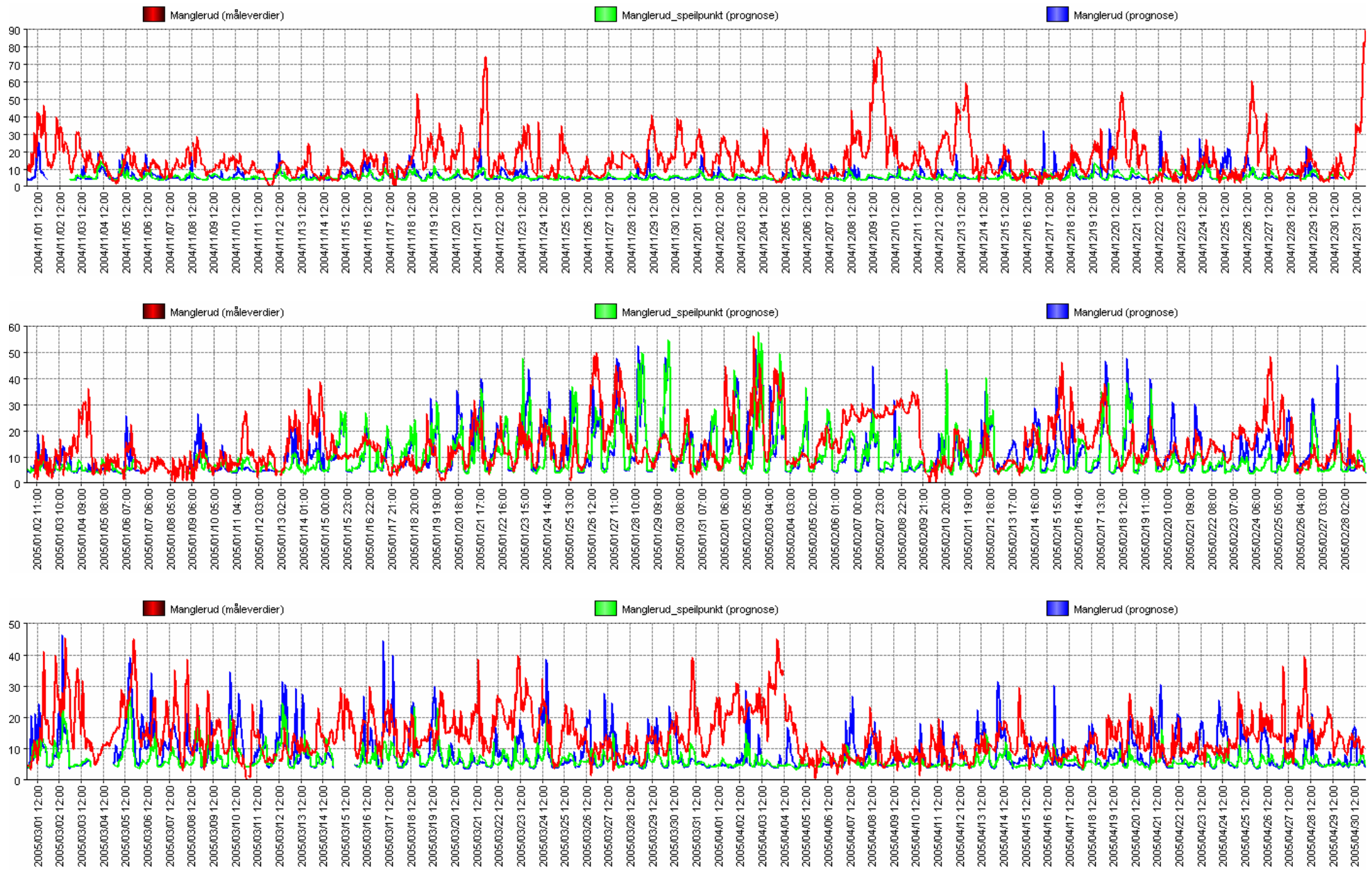


Figure D13

NO2 Danmarkspllass Bergen

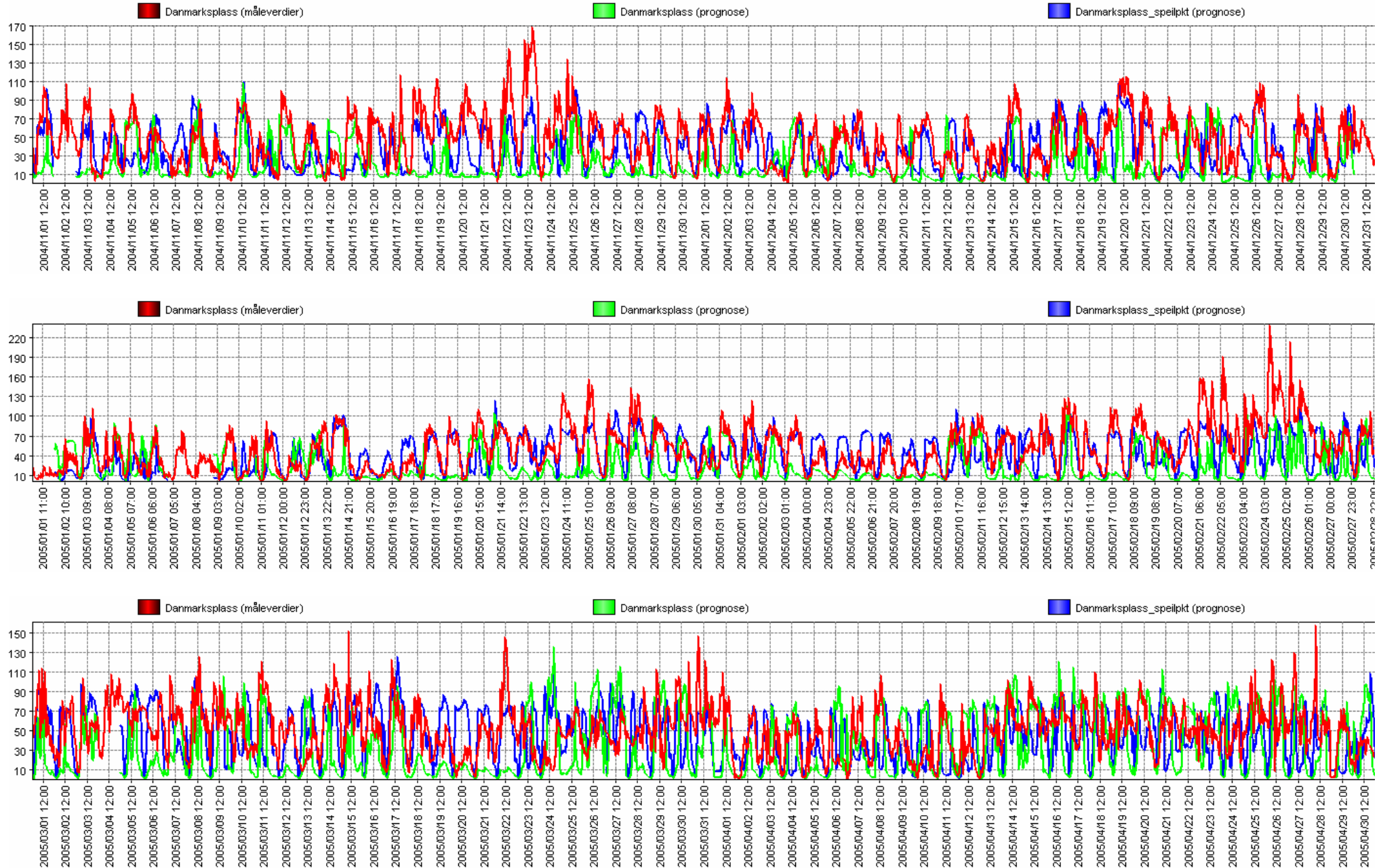
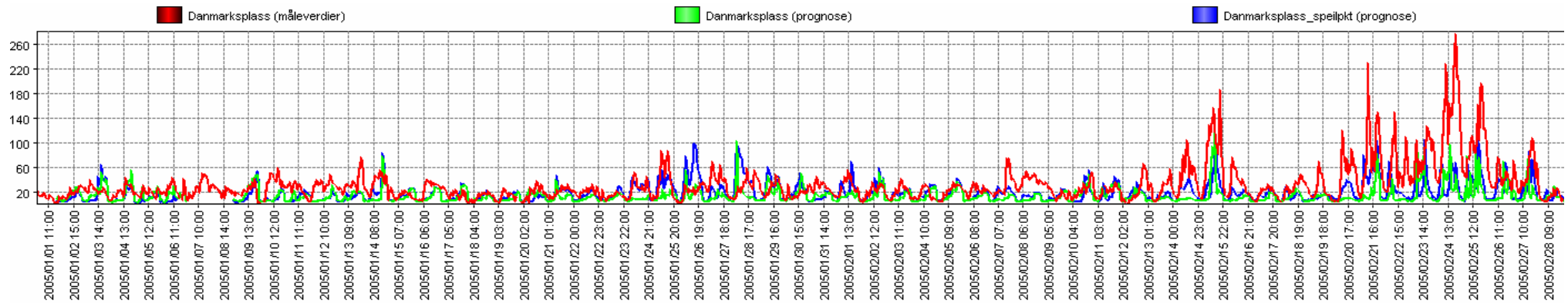
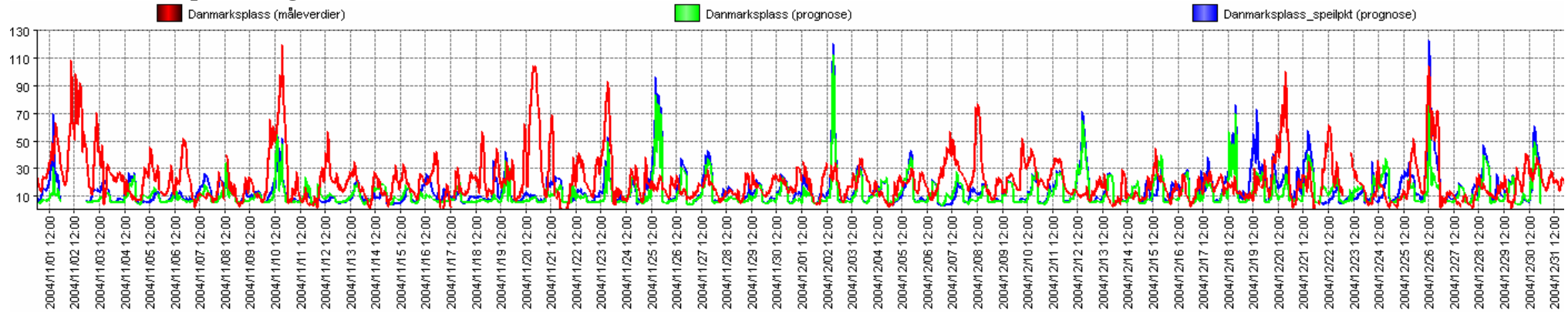


Figure 14

PM10 Danmarks plass Bergen



— Danmarks plass (måleverdier) — Danmarks plass (prognose) — Danmarks plass_speilpt (prognose)

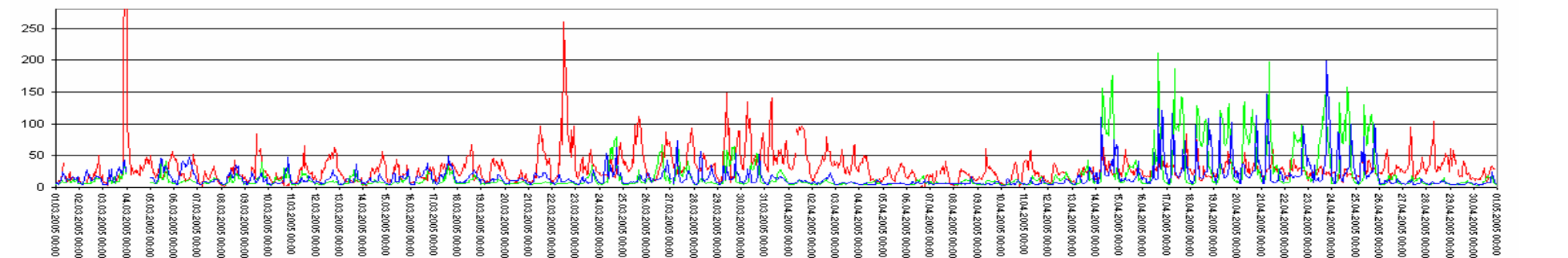


Figure 15

PM2.5 Danmarksplass Bergen

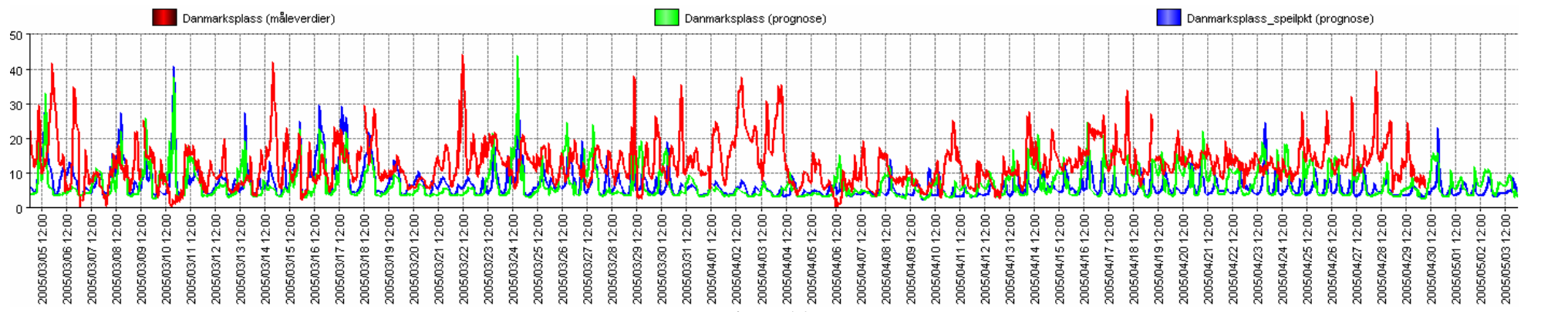
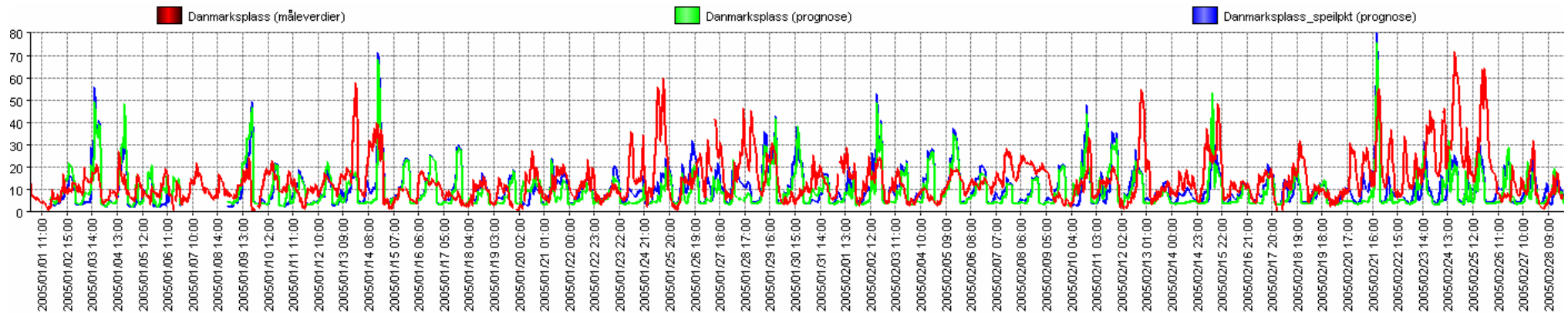
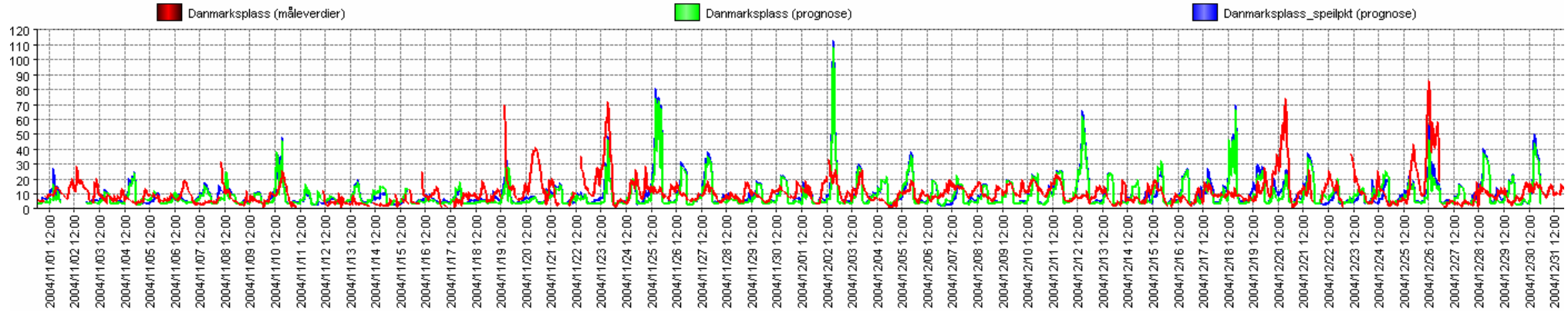


Figure 16

NO2 Rådhuset Bergen

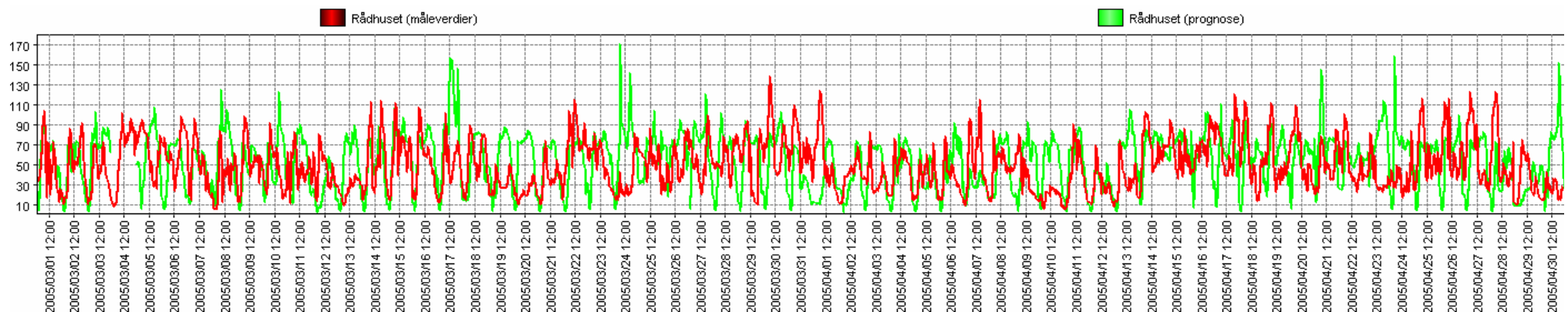
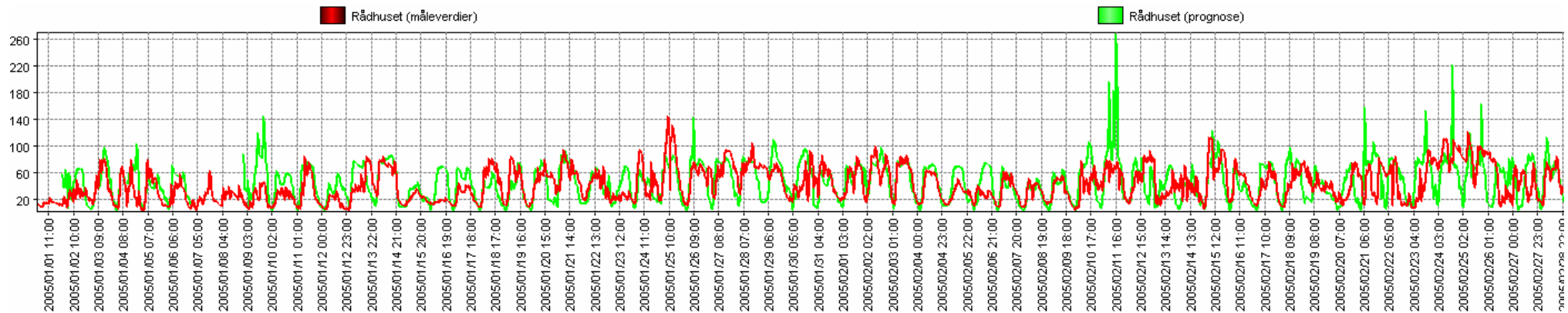
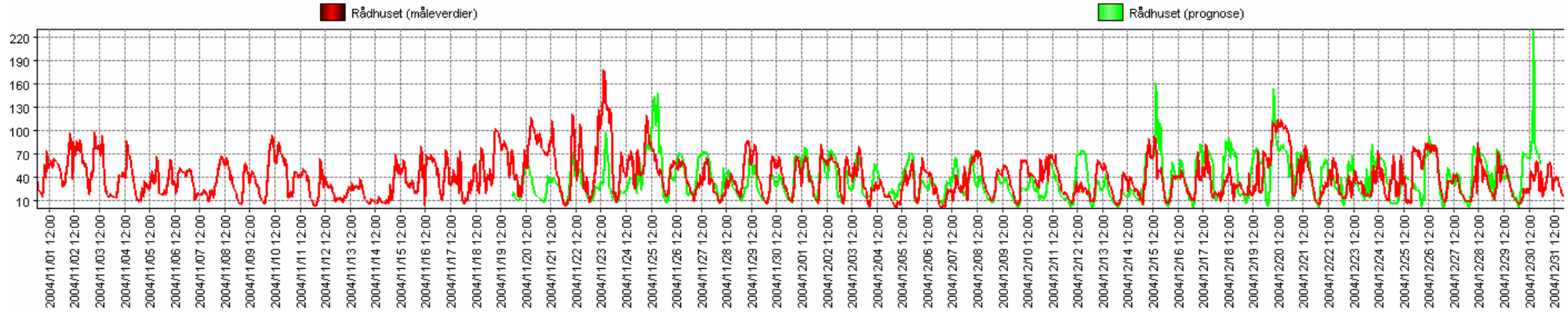


Figure 17

PM10 Rådhuset Bergen

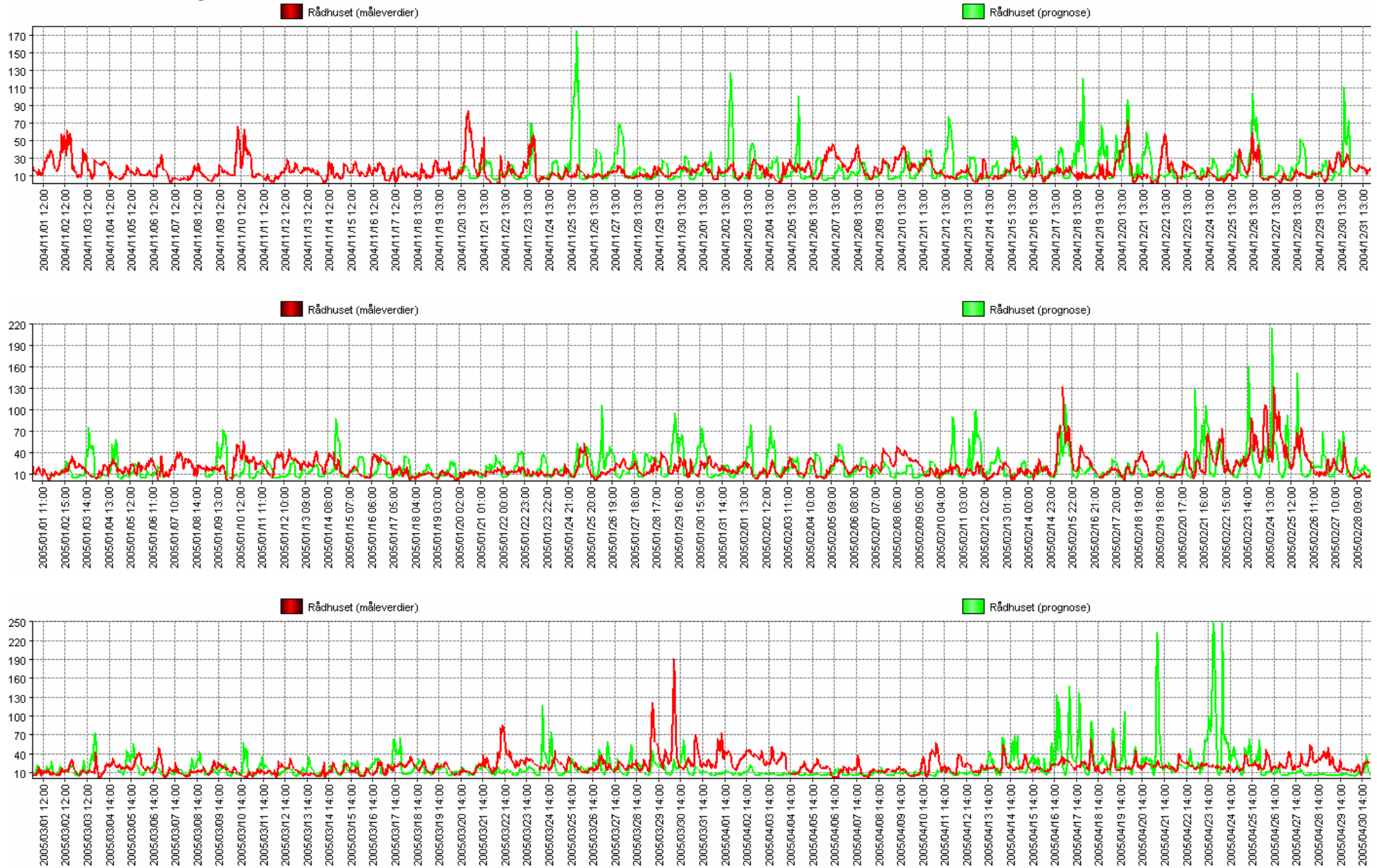


Figure 18

NO2 Rådhuset Bergen

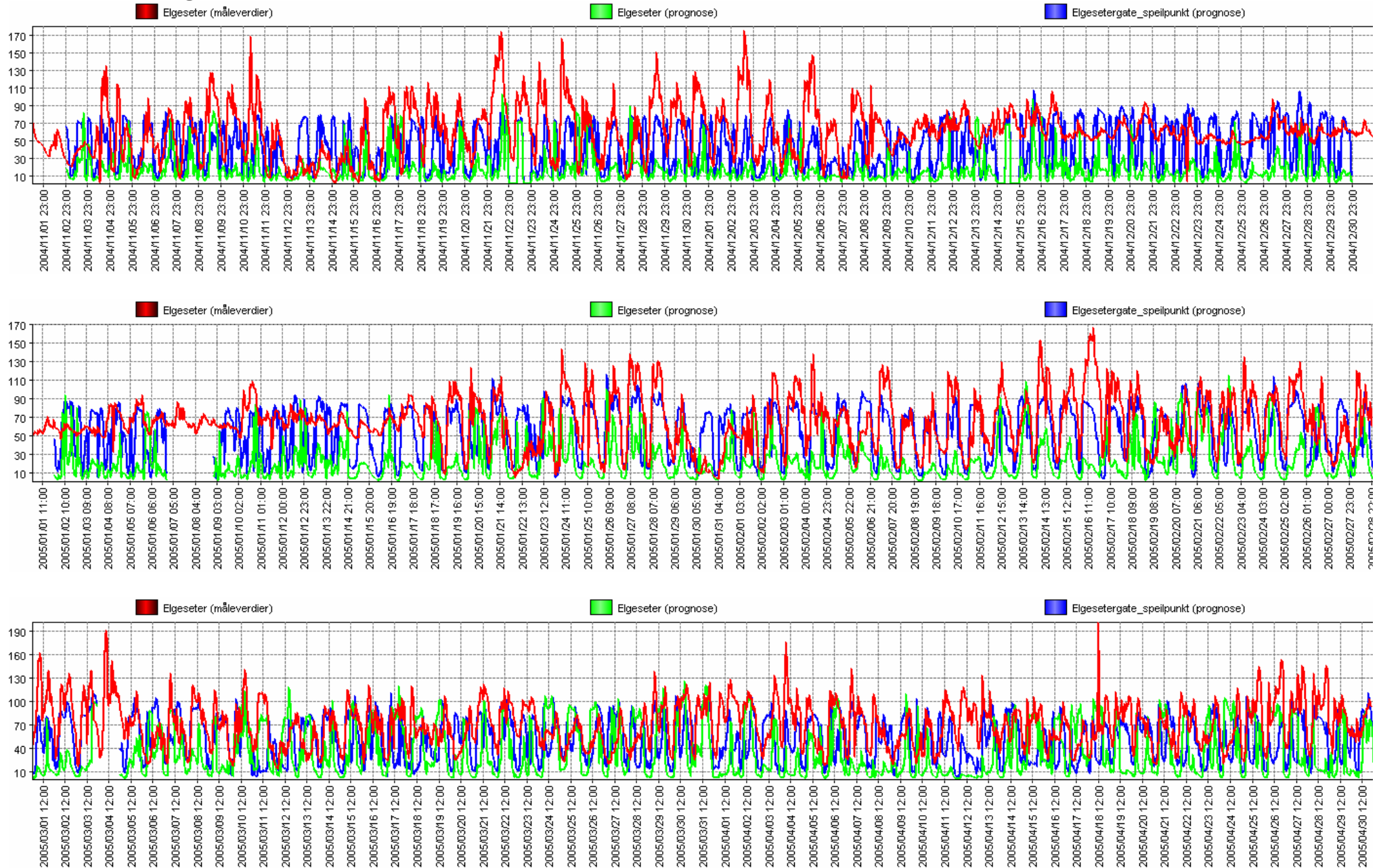


Figure 19

NO2 Elgeseter Trondheim

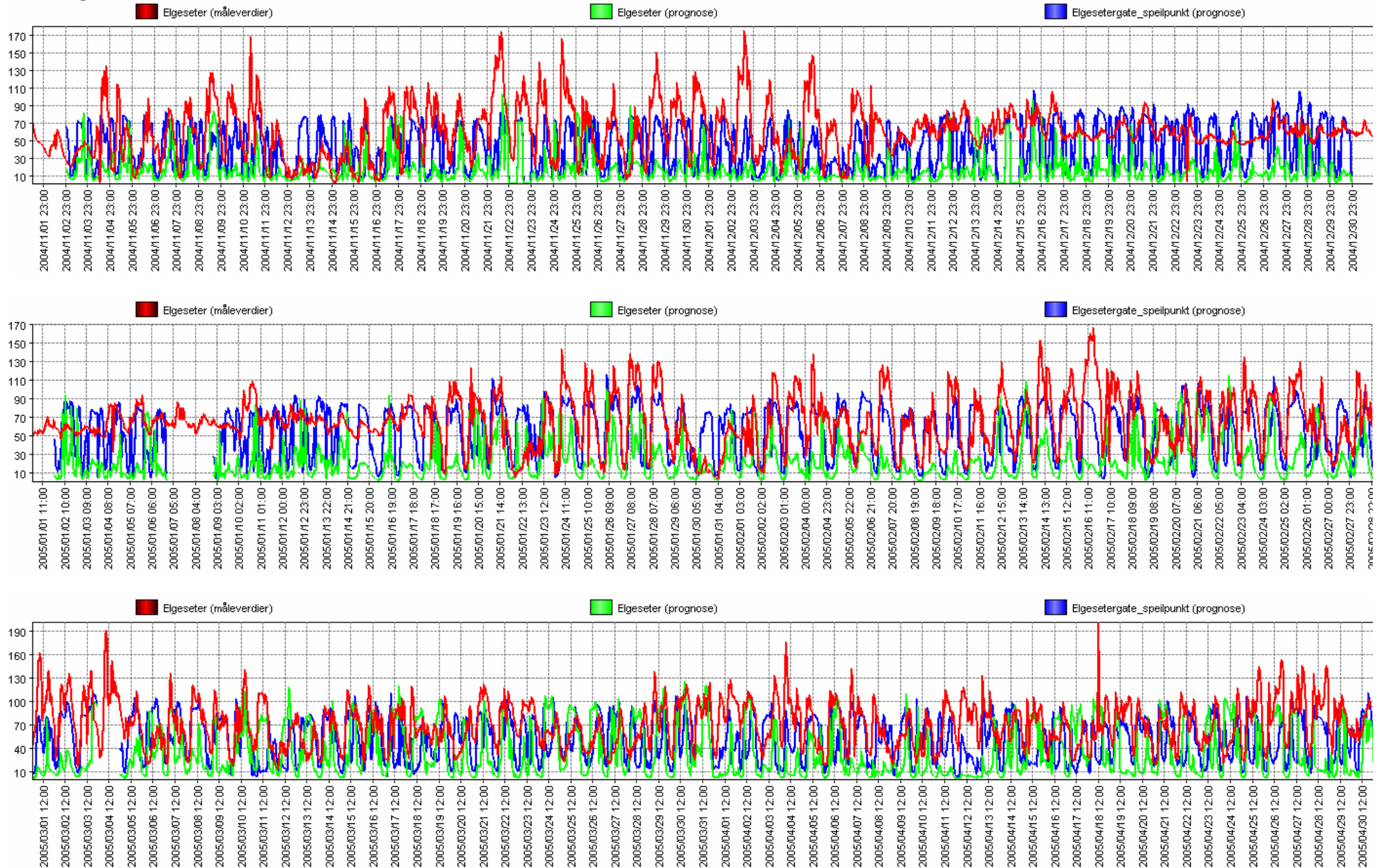


Figure 20

PM10 Elgeseter Trondheim

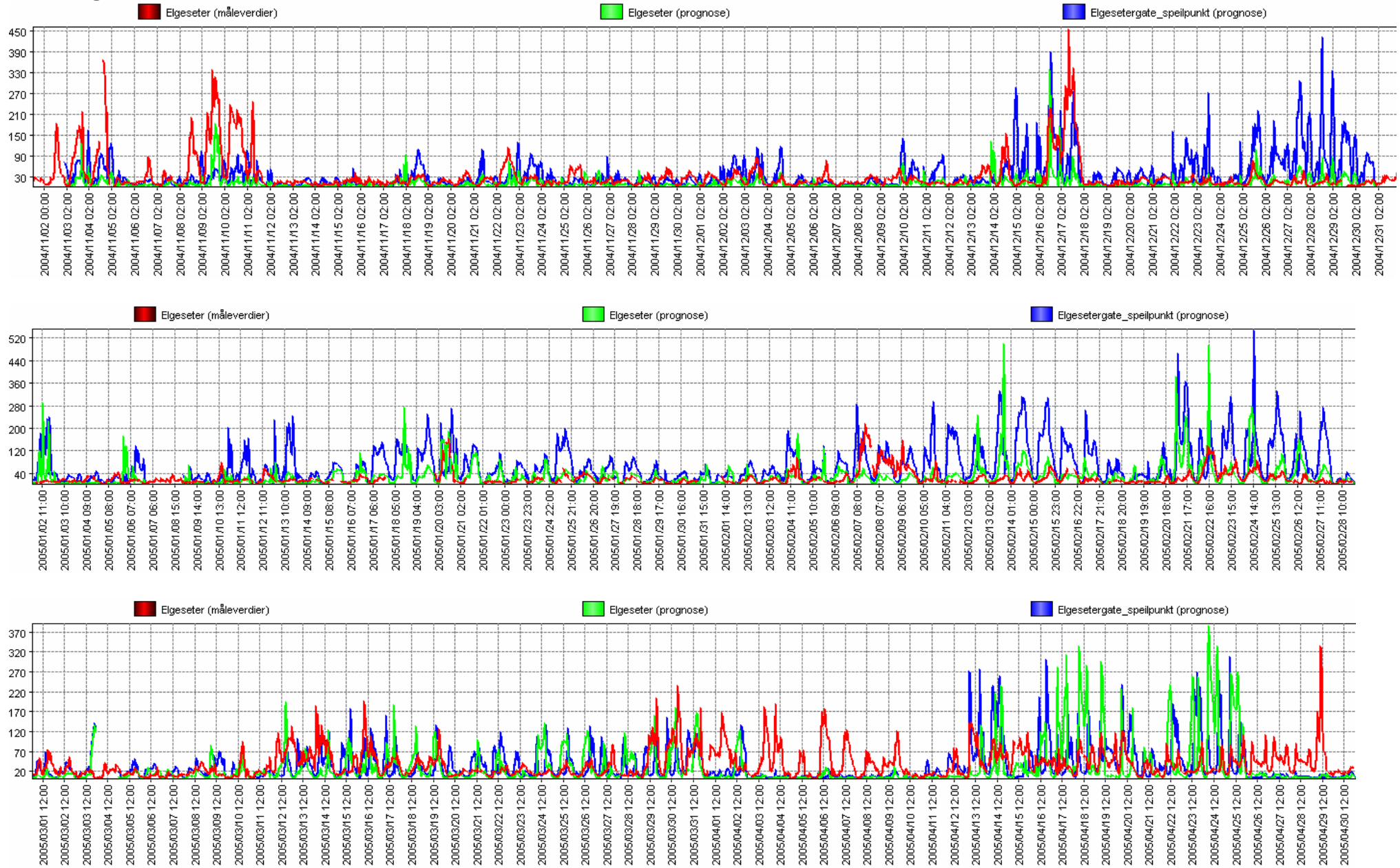


Figure 21

PM2.5 Elgeseter Trondheim

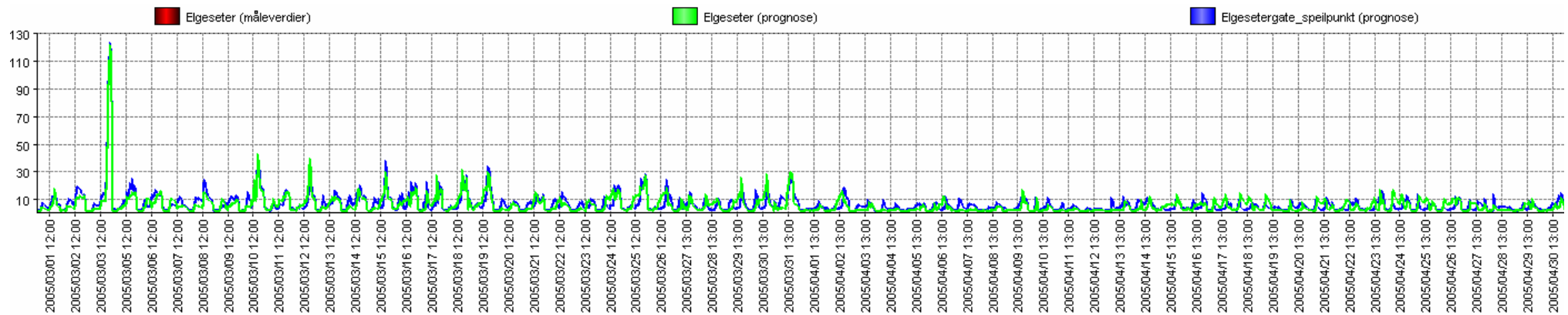
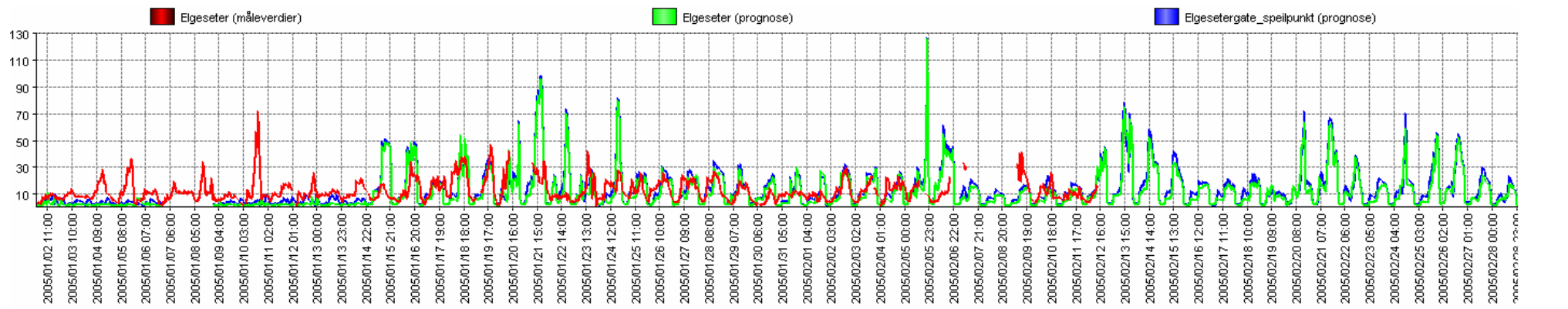
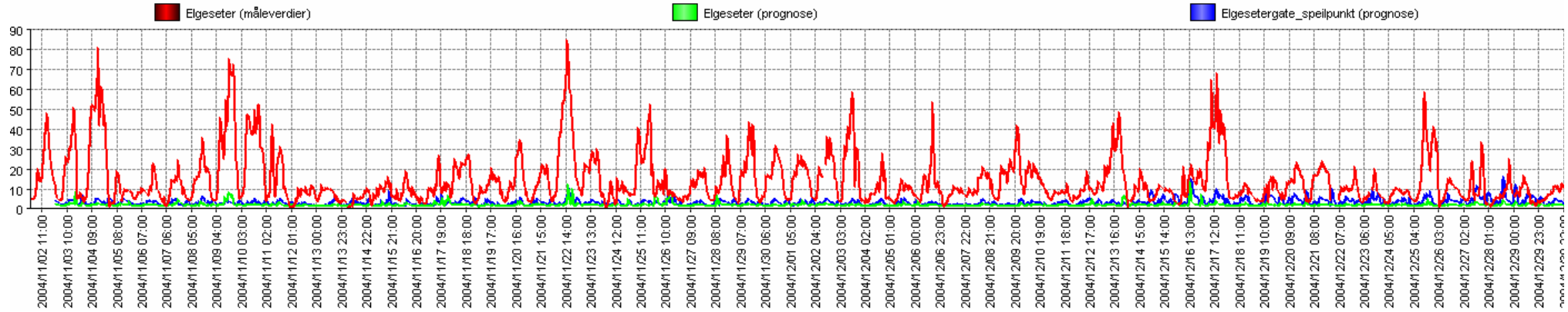


Figure D22

NO2 Bakke Kirke Trondheim

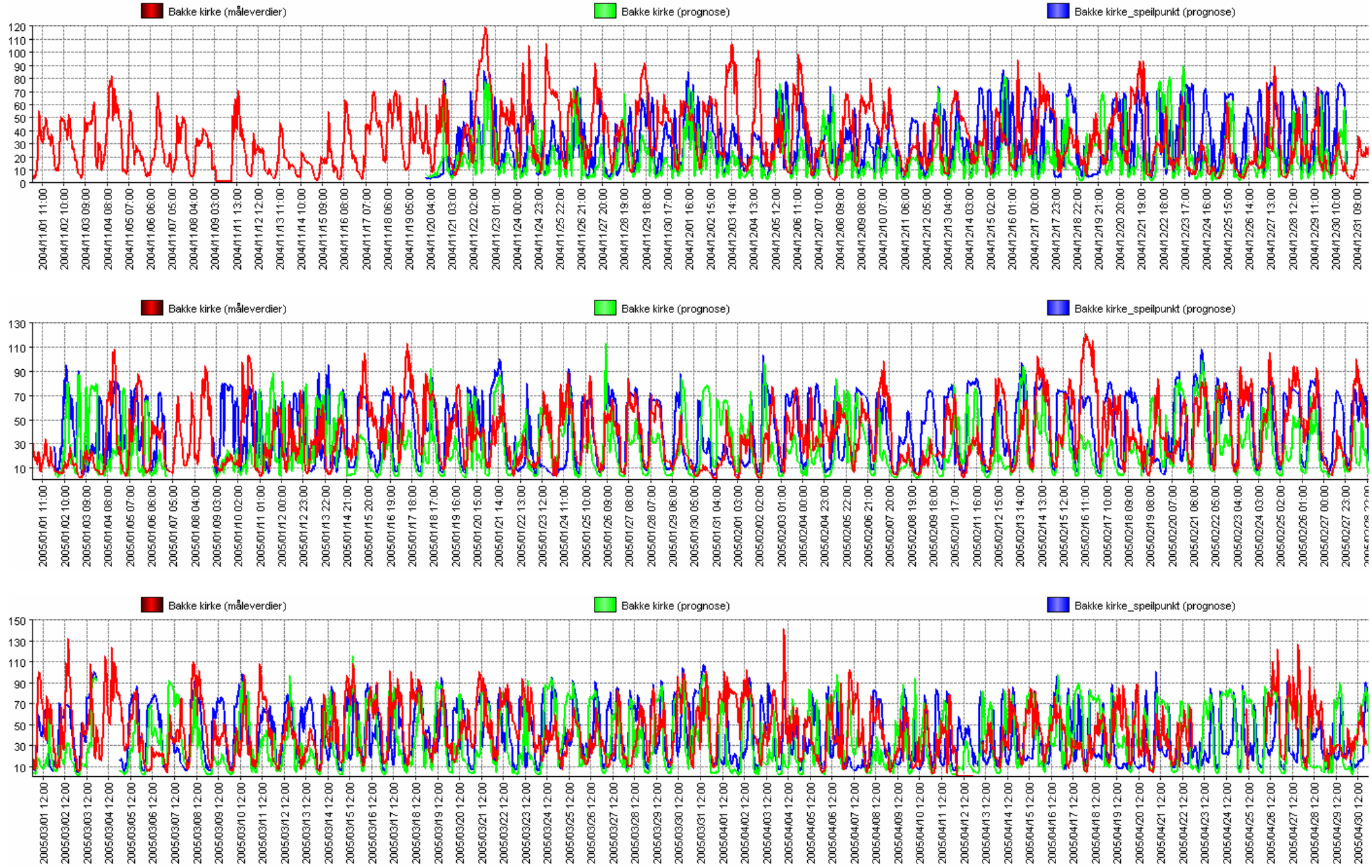


Figure D23

PM10 Bakke Kirke Trondheim

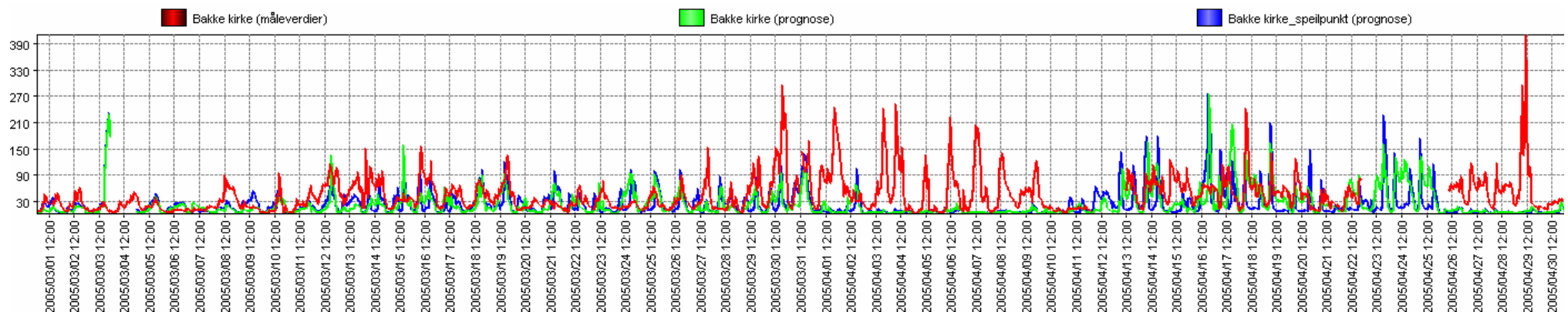
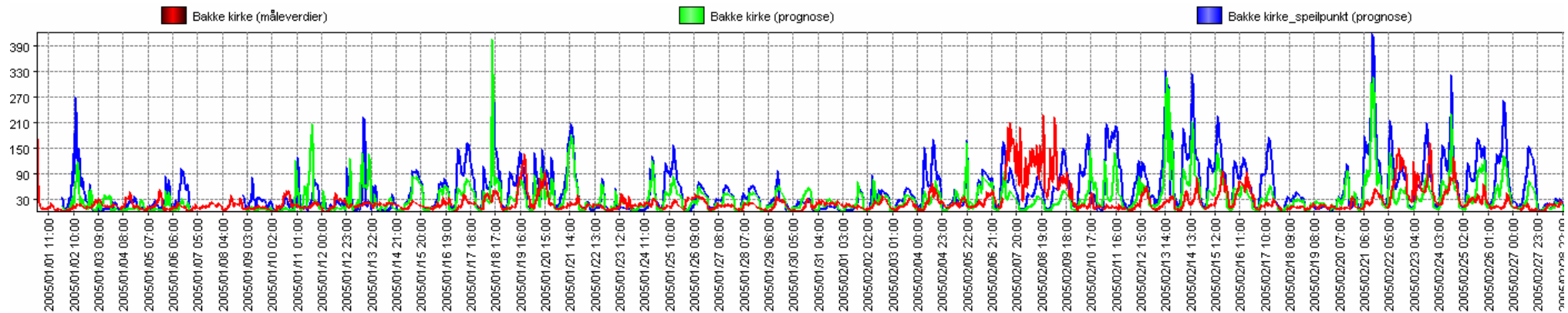
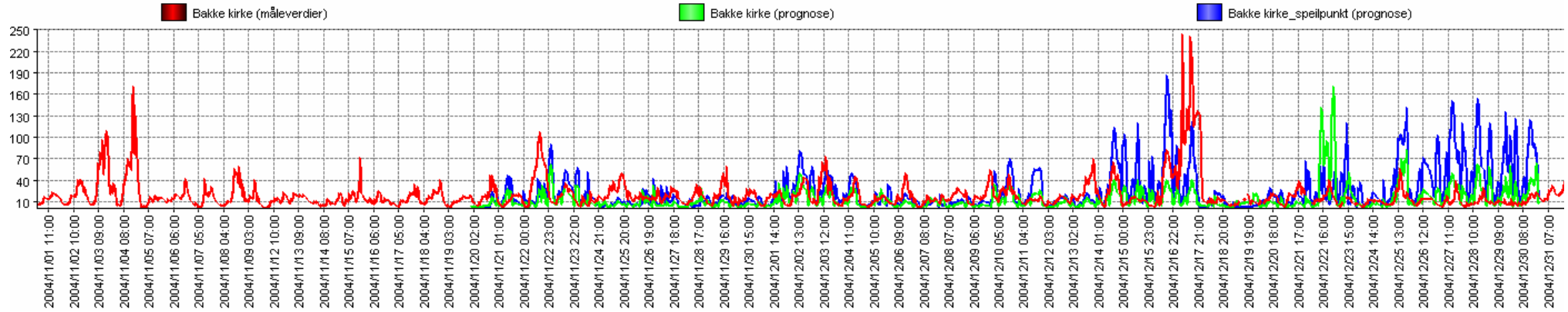


Figure D24

PM2.5 Bakke Kirke Trondheim

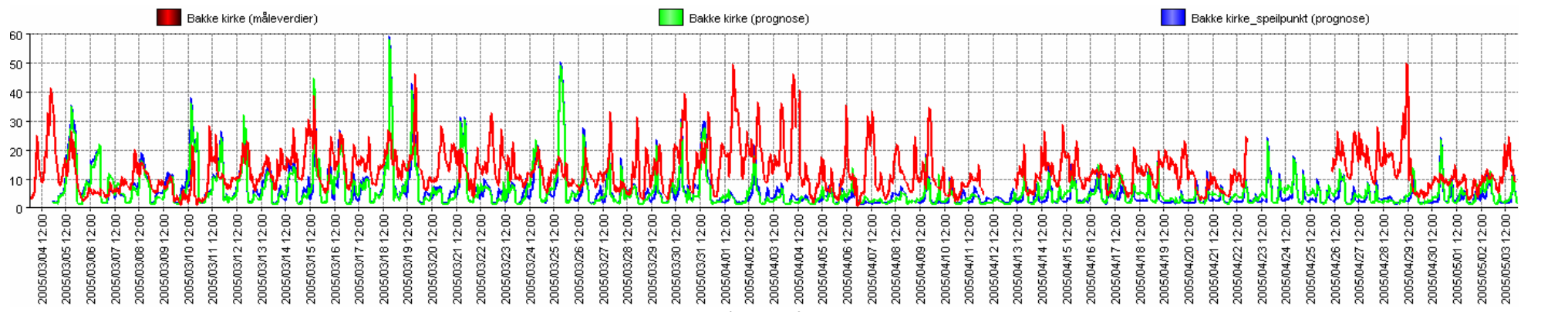
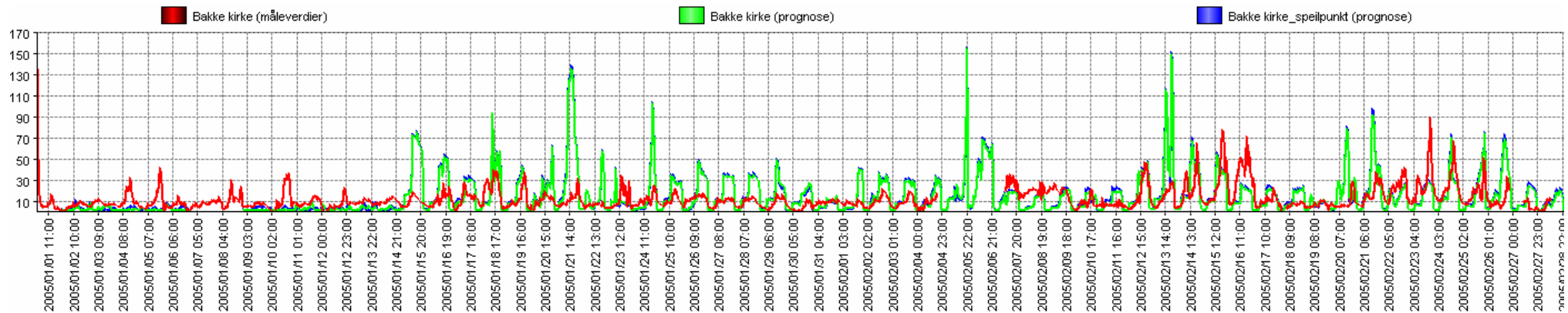
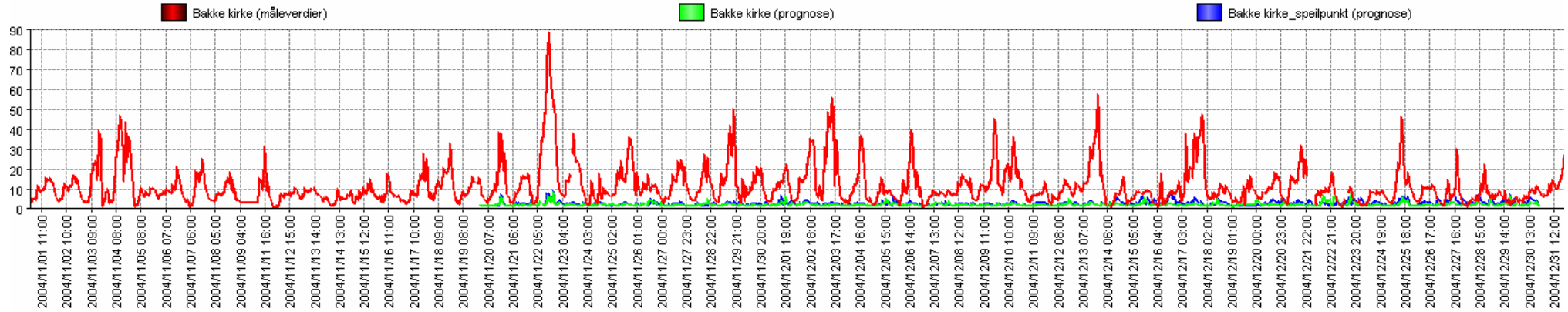


Figure D25

NO2 Teknostallen Trondheim

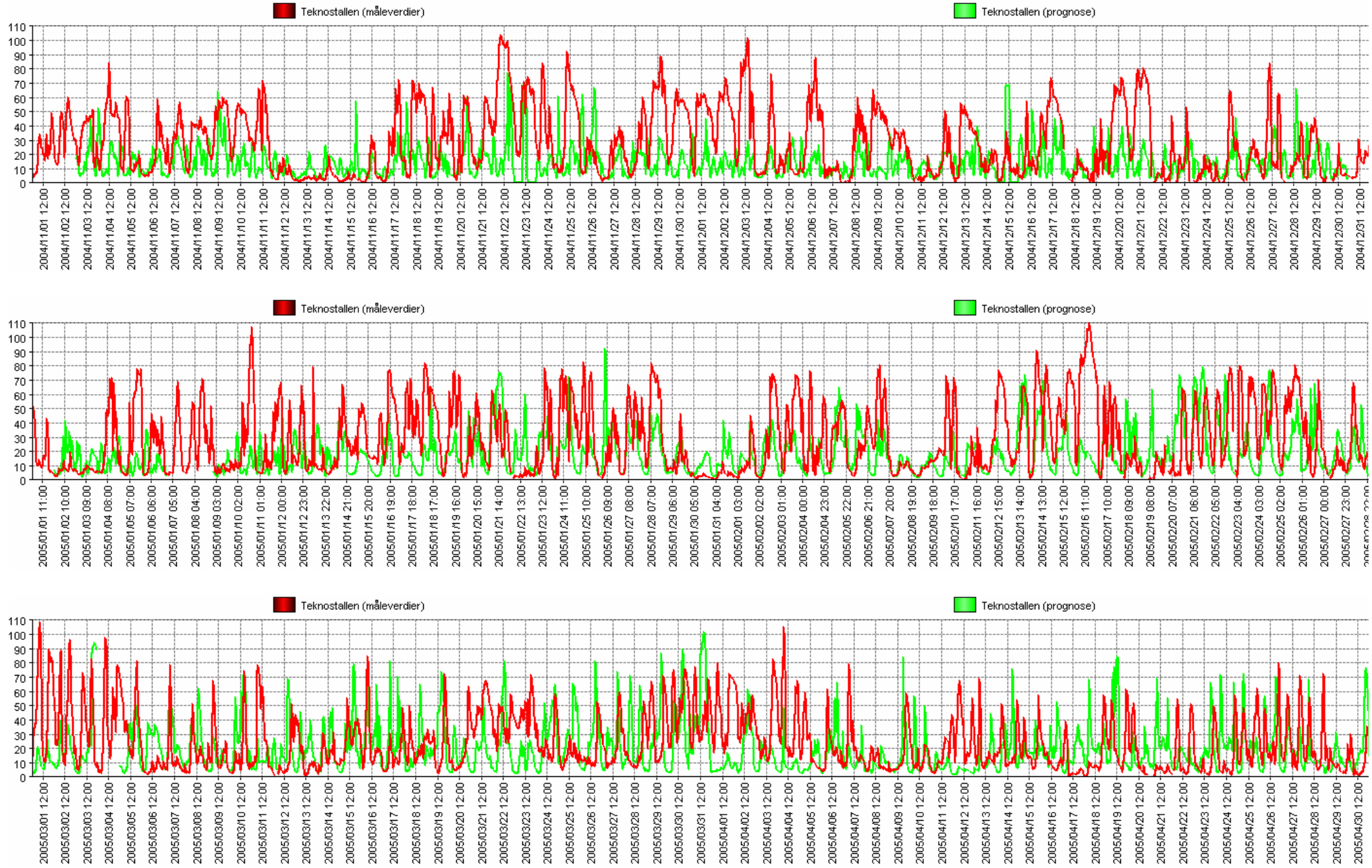


Figure D26

PM10 Teknostallen Trondheim

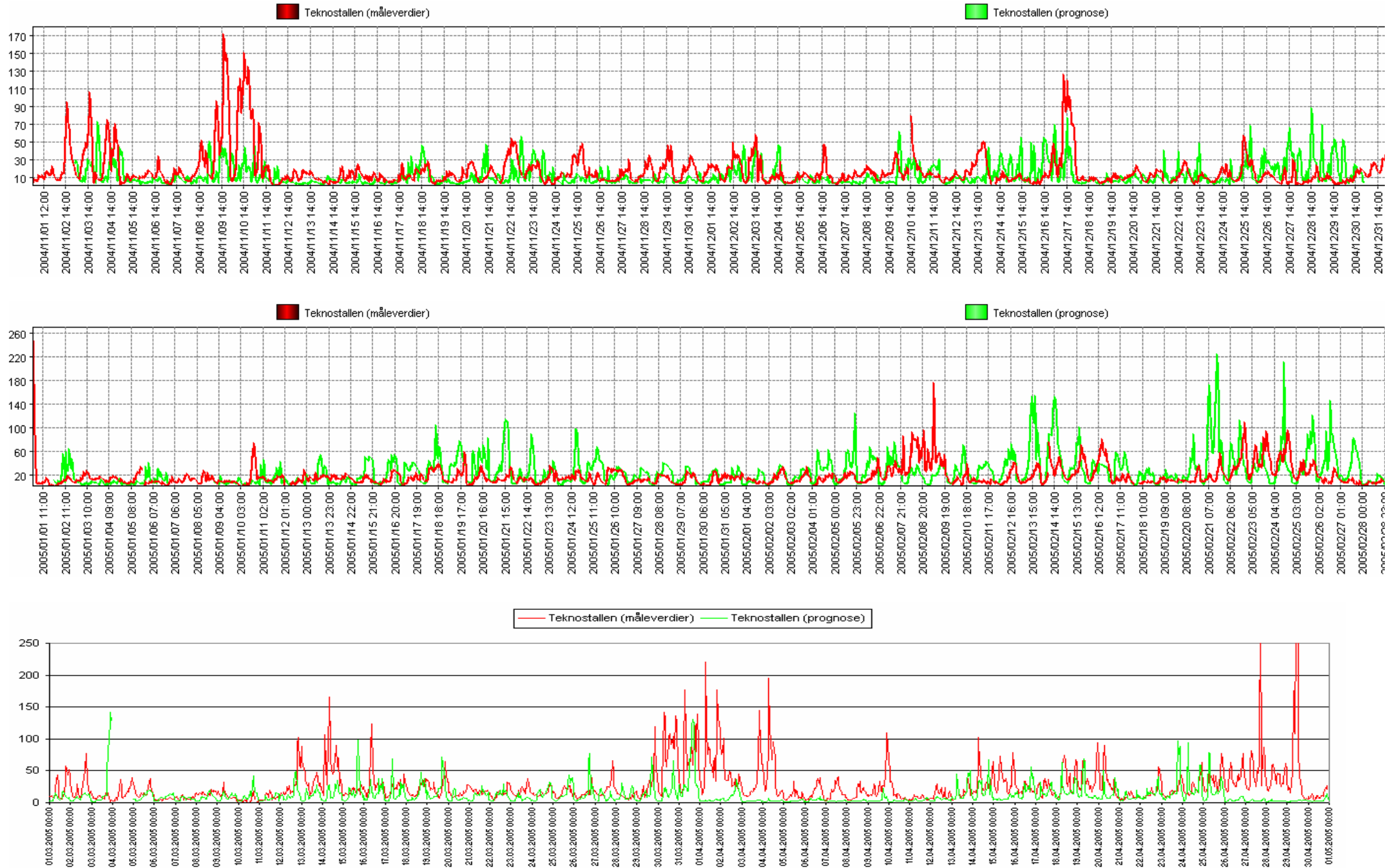


Figure D27

PM2.5 Teknostallen Trondheim

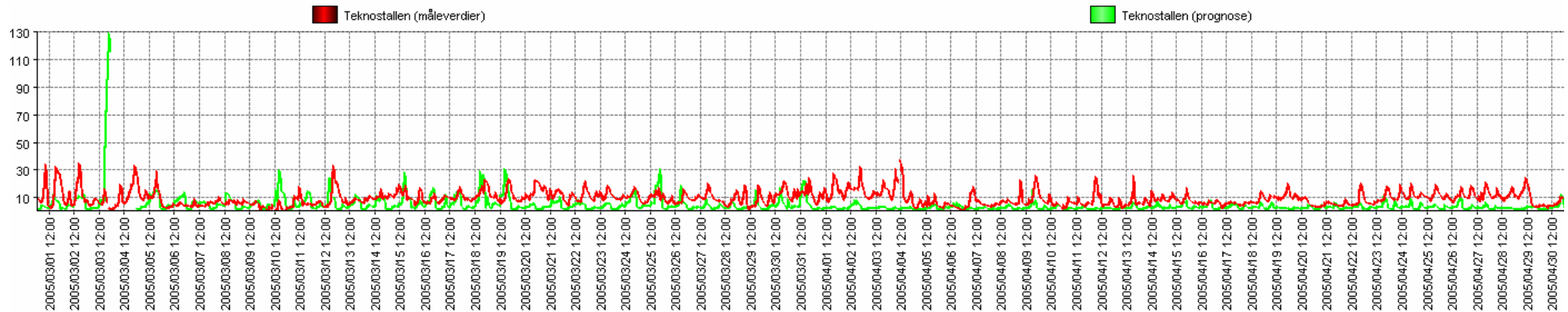
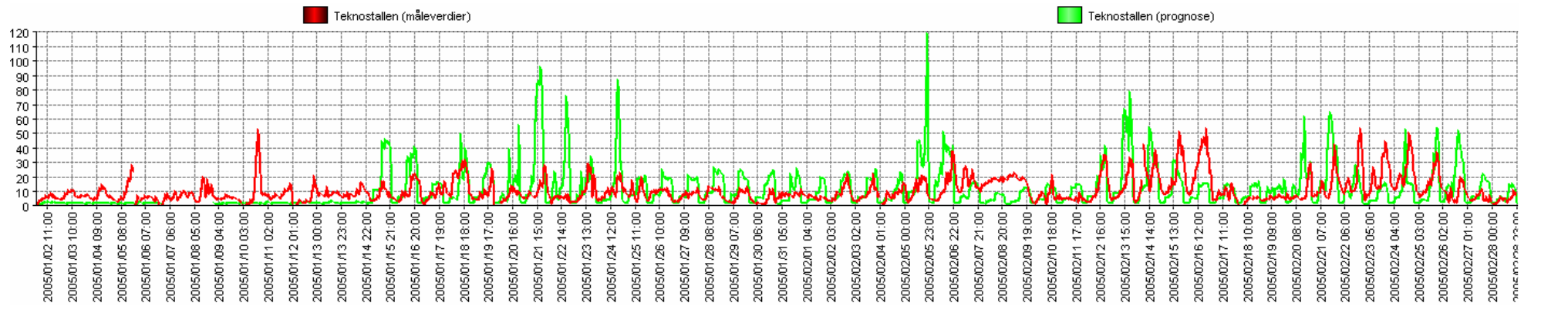
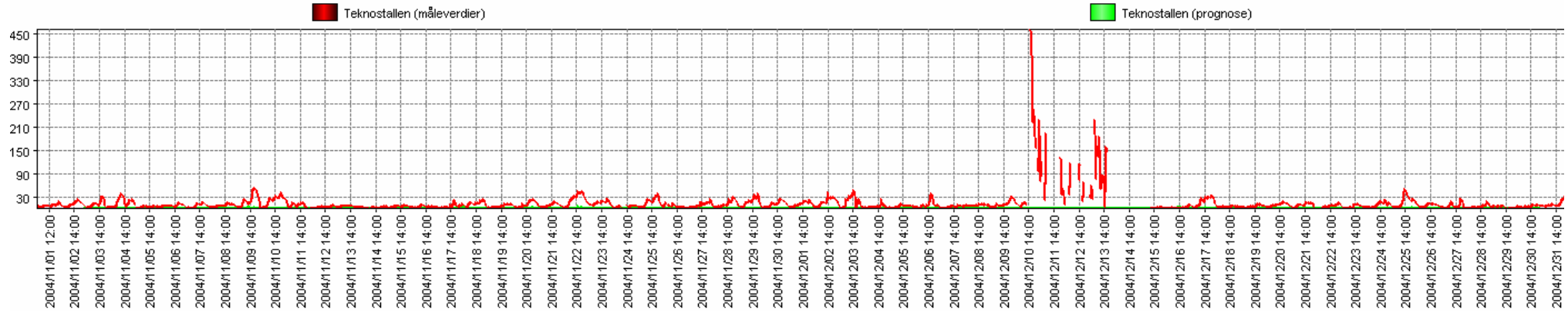


Figure D28

PM10 Våland Stavanger

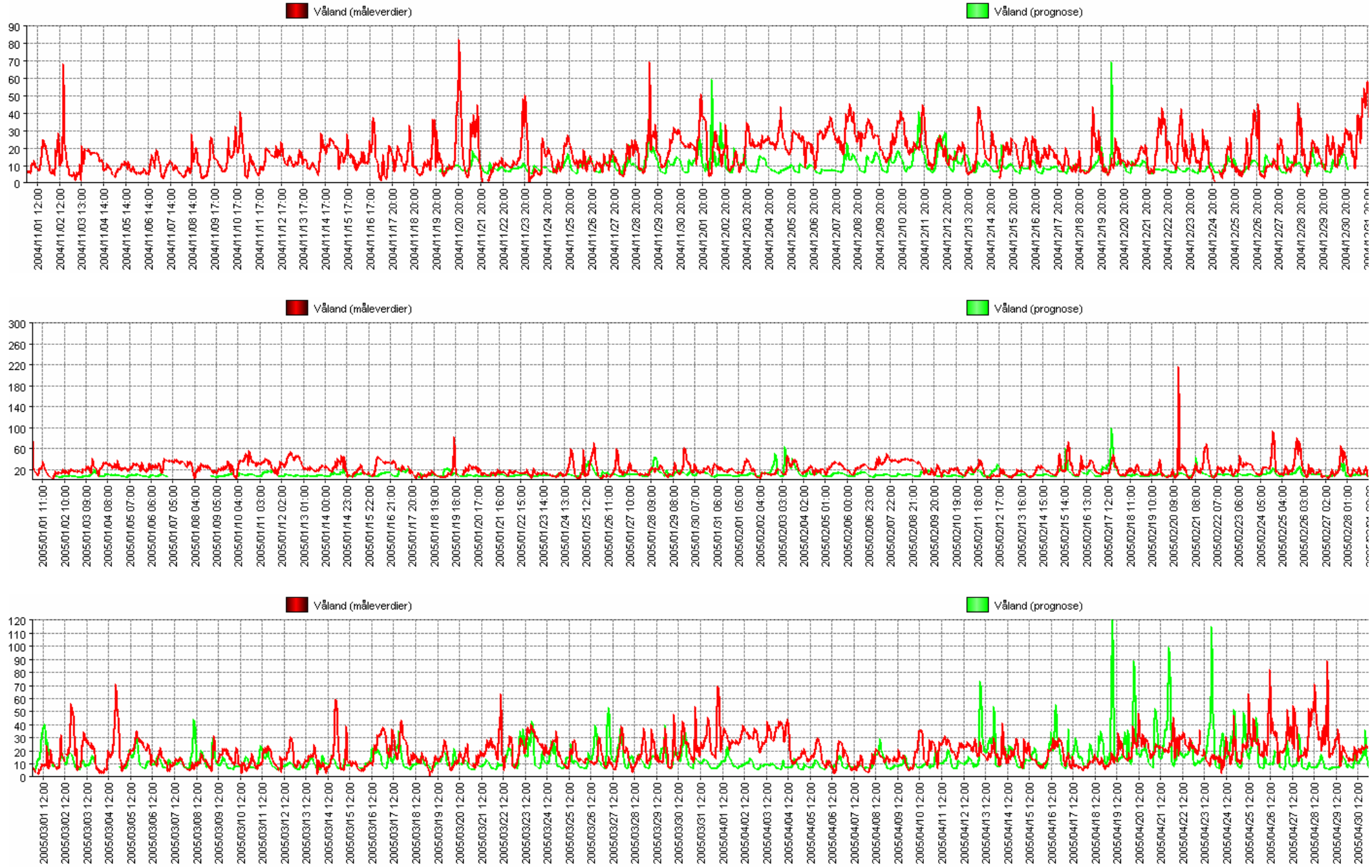


Figure D29

PM2.5 Våland Stavanger

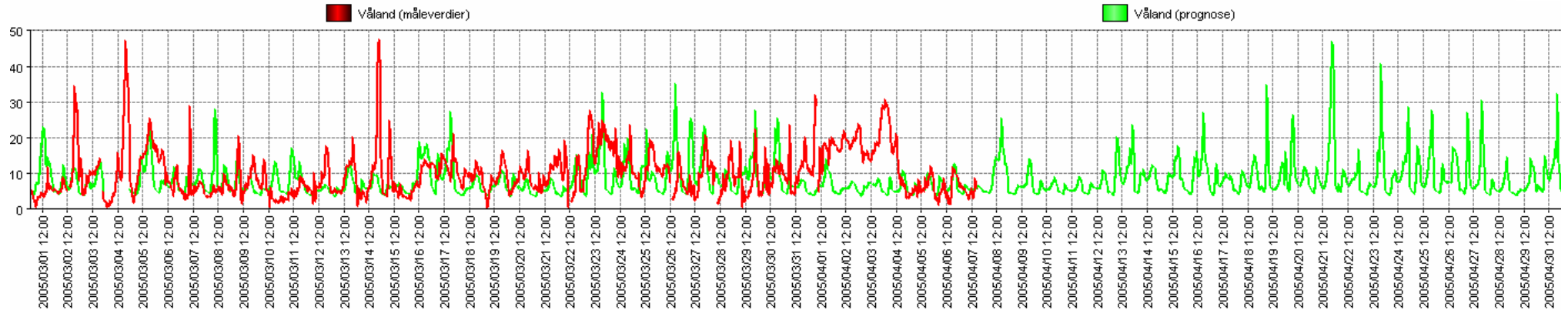
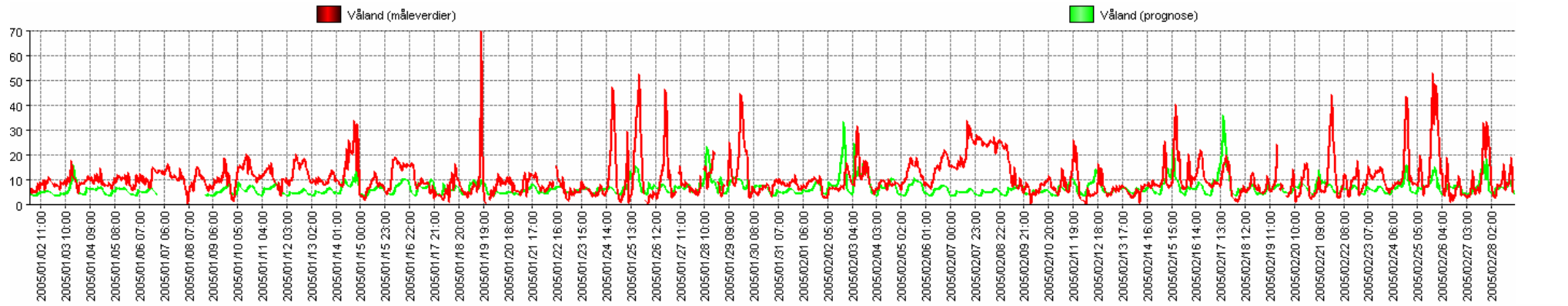
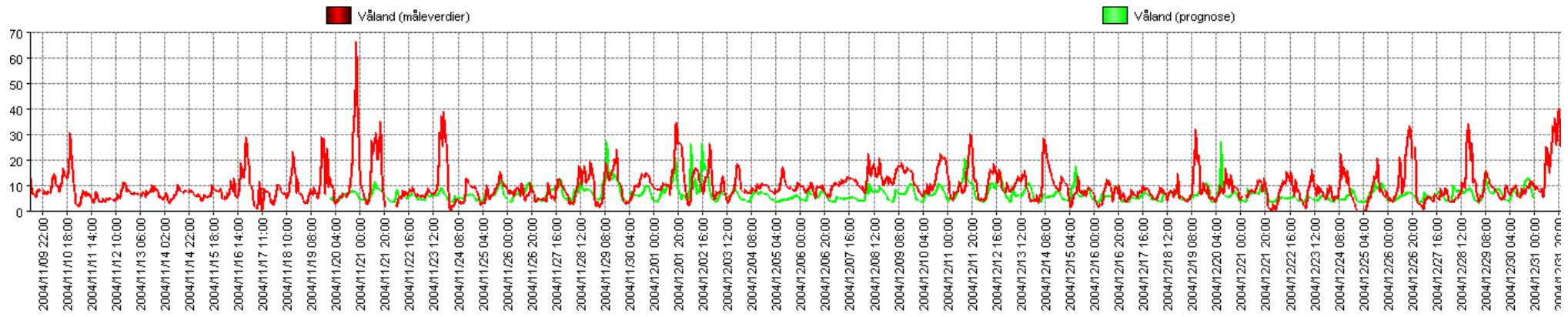


Figure D30

PM10 Nedre storgate Drammen

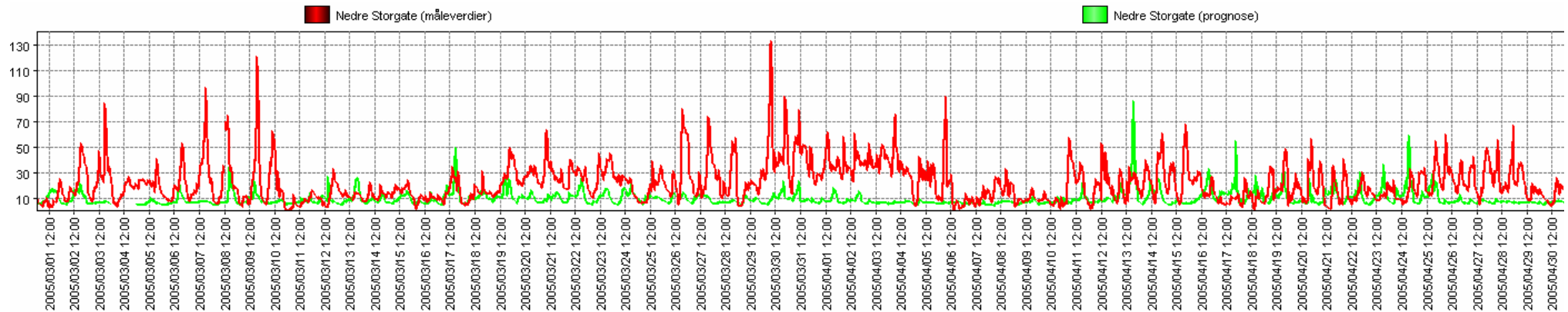
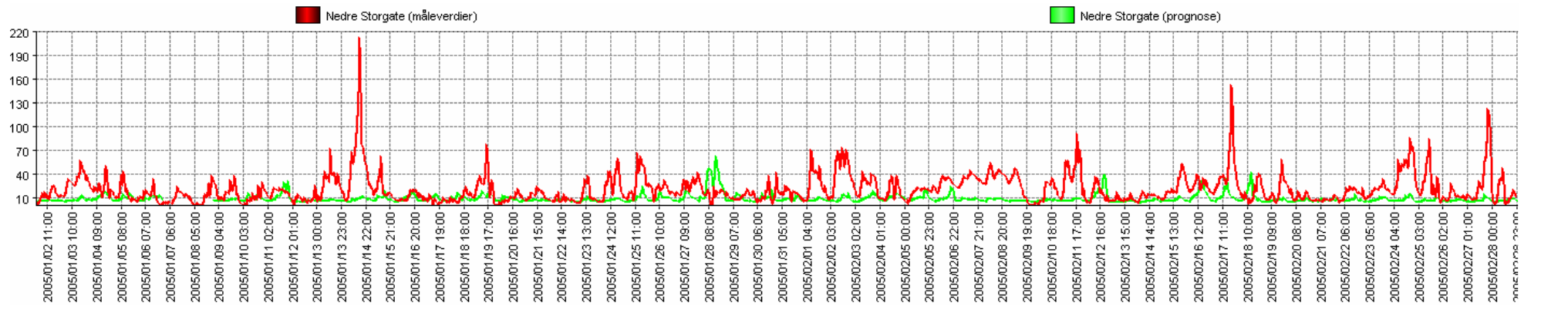
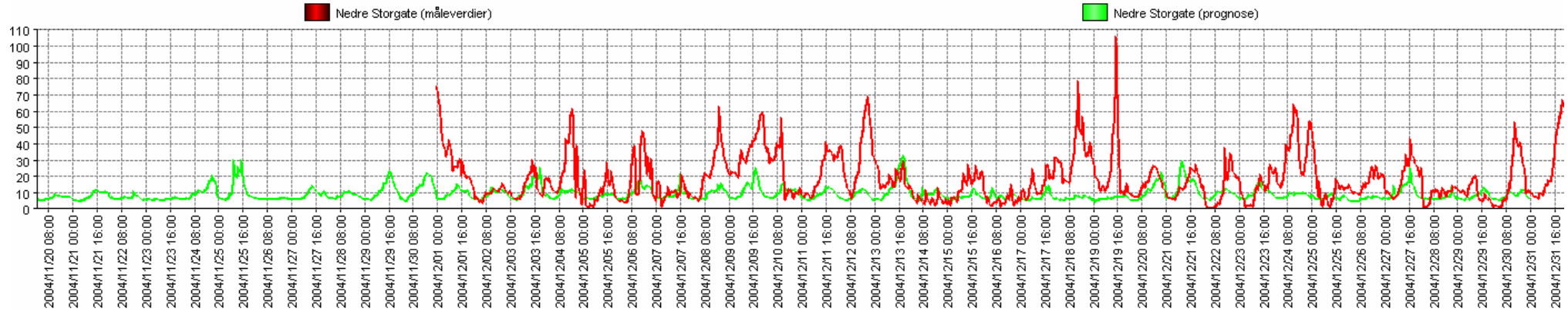


Figure D31

NO2 Drammenselva Drammen

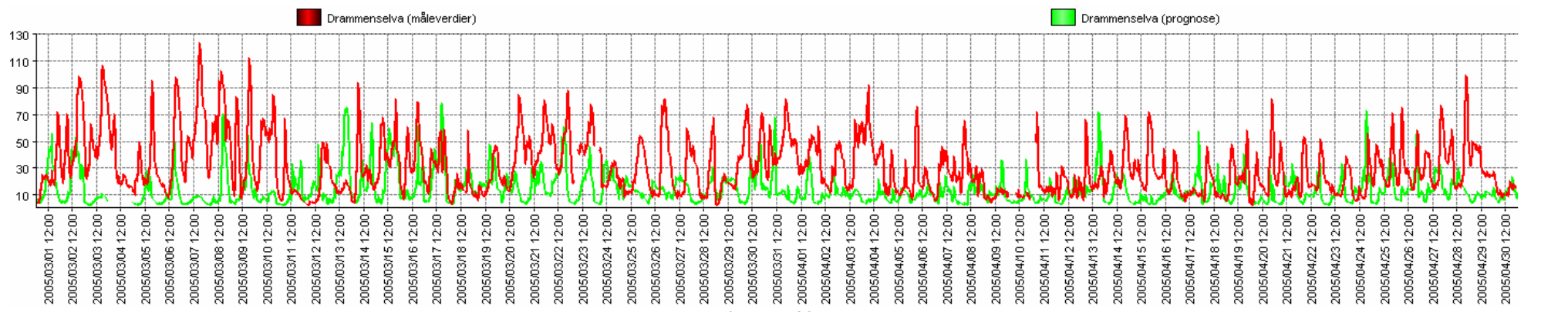
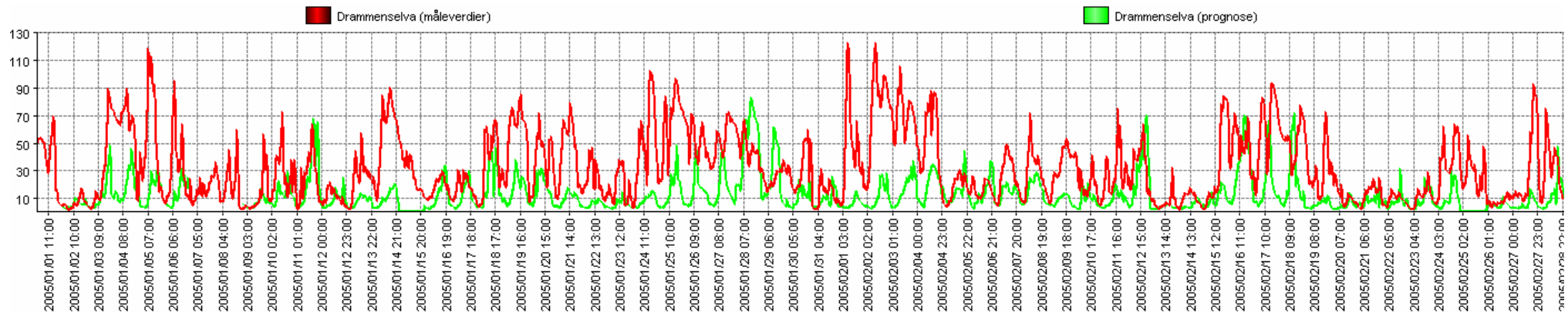
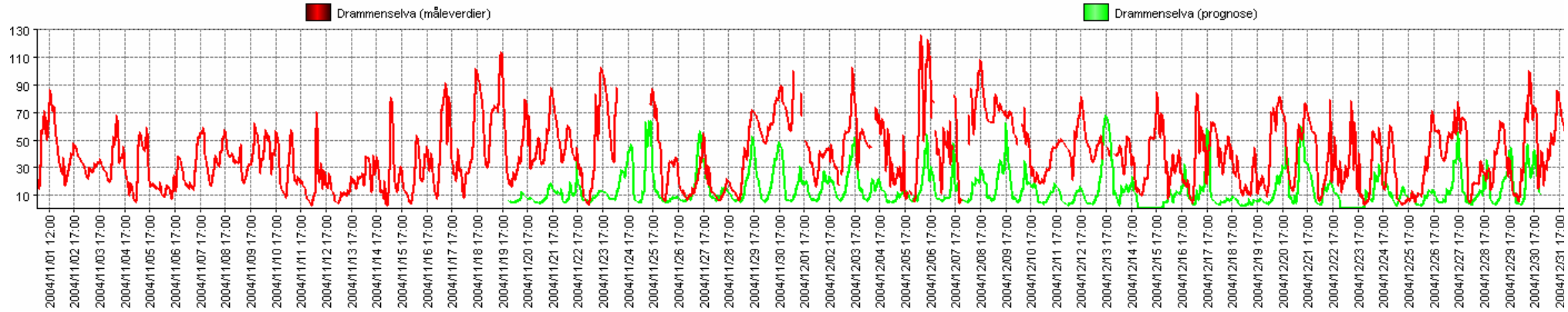


Figure D32

PM10 Bangeløkka Drammen

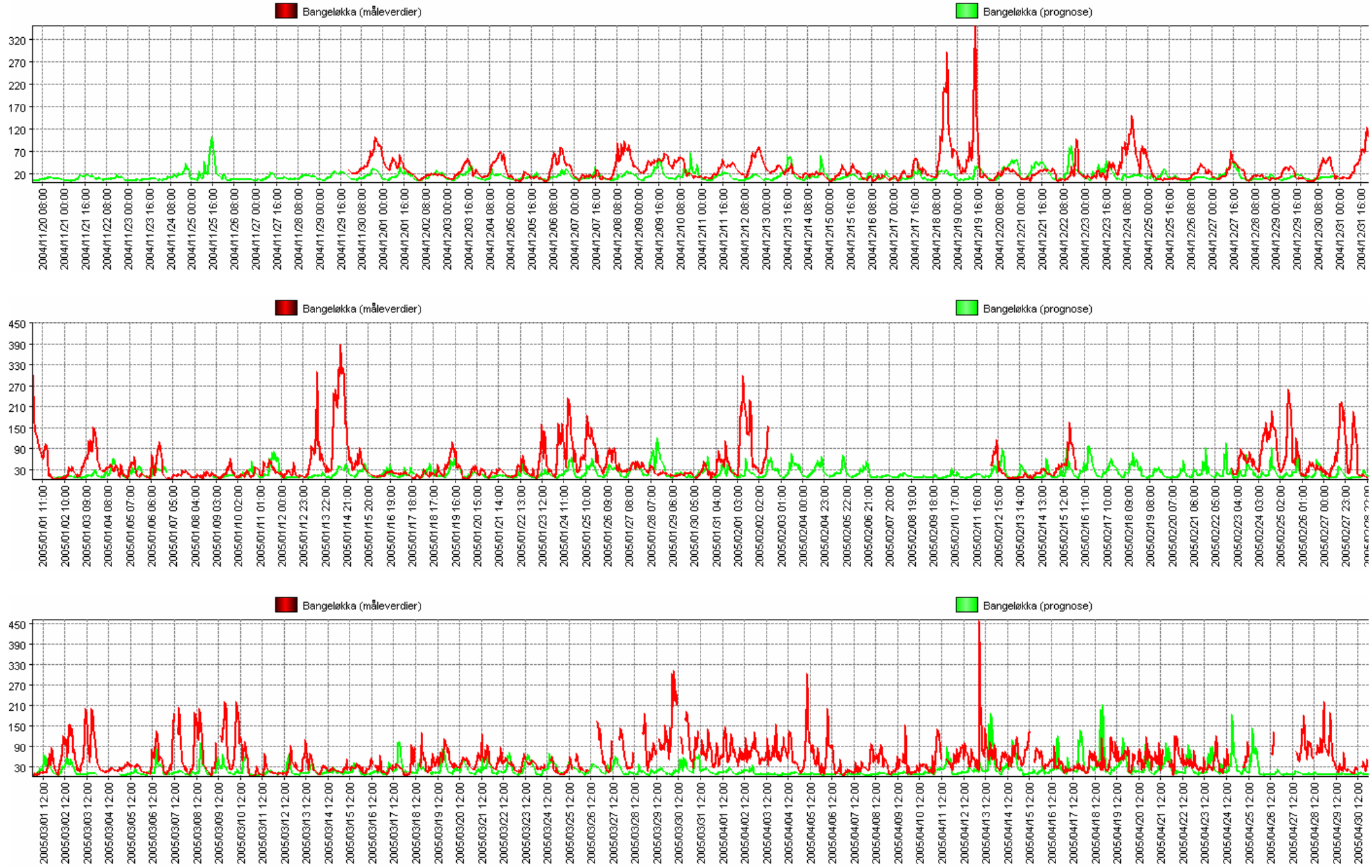


Figure D33

NO2 Lensmannsdalen Grenland

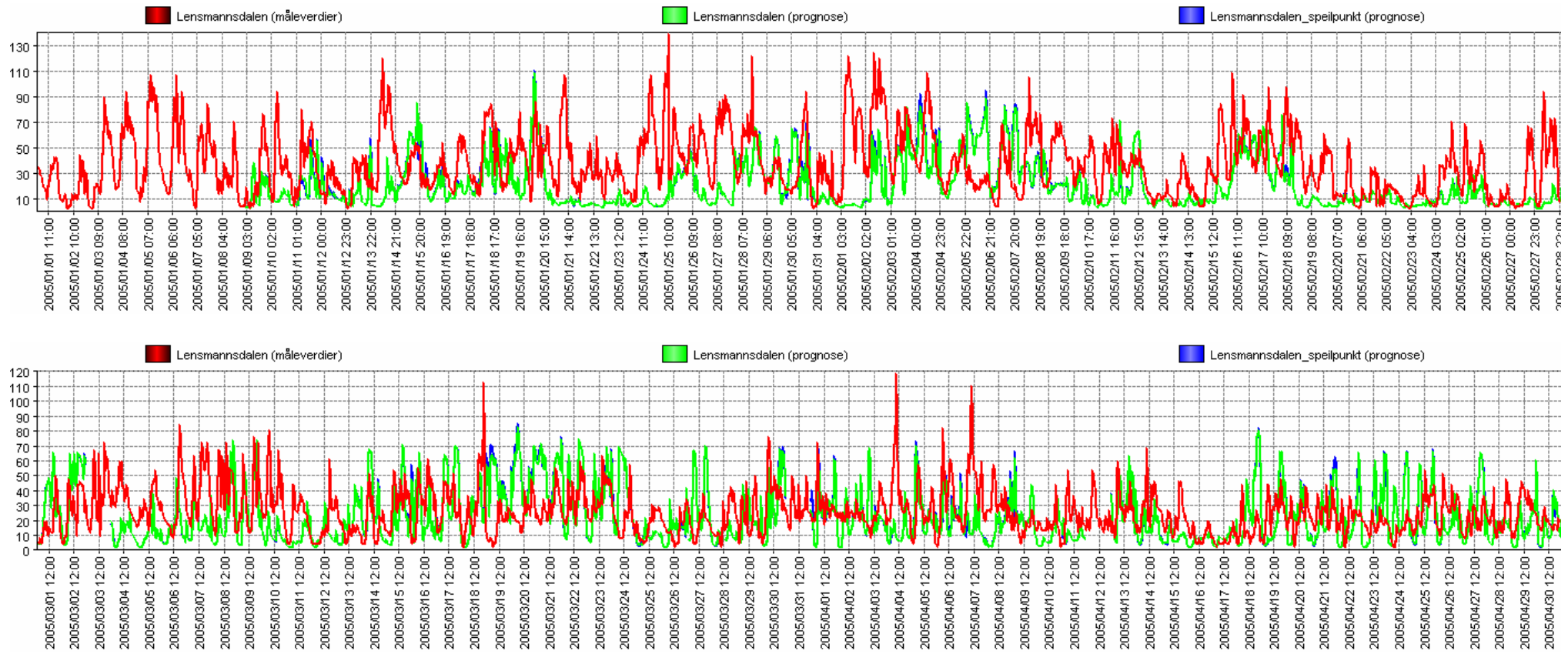


Figure D34

PM10 Lensmannsdalen Grenland

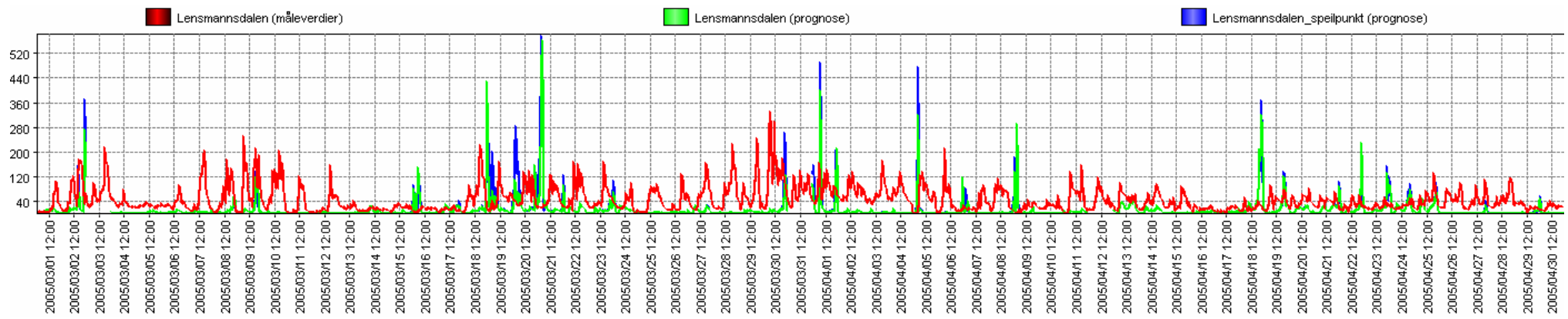
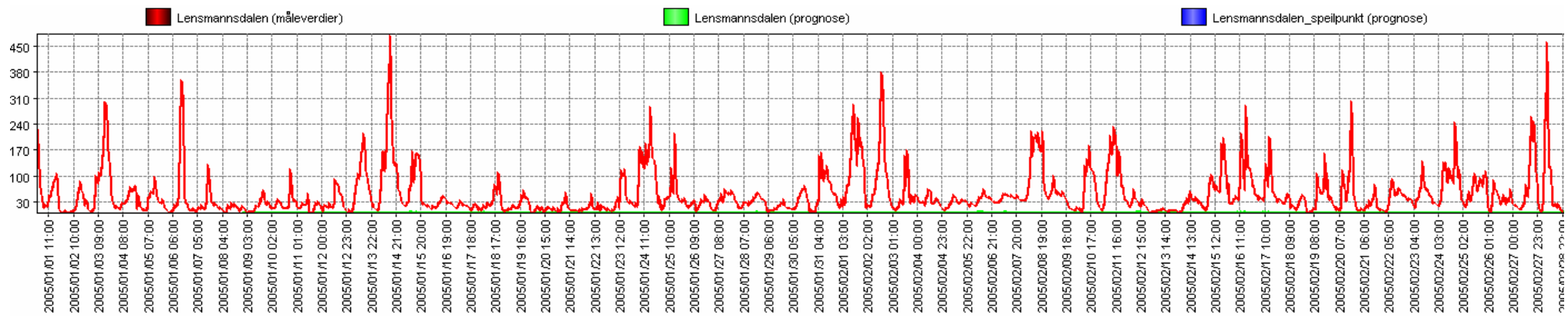


Figure D35