



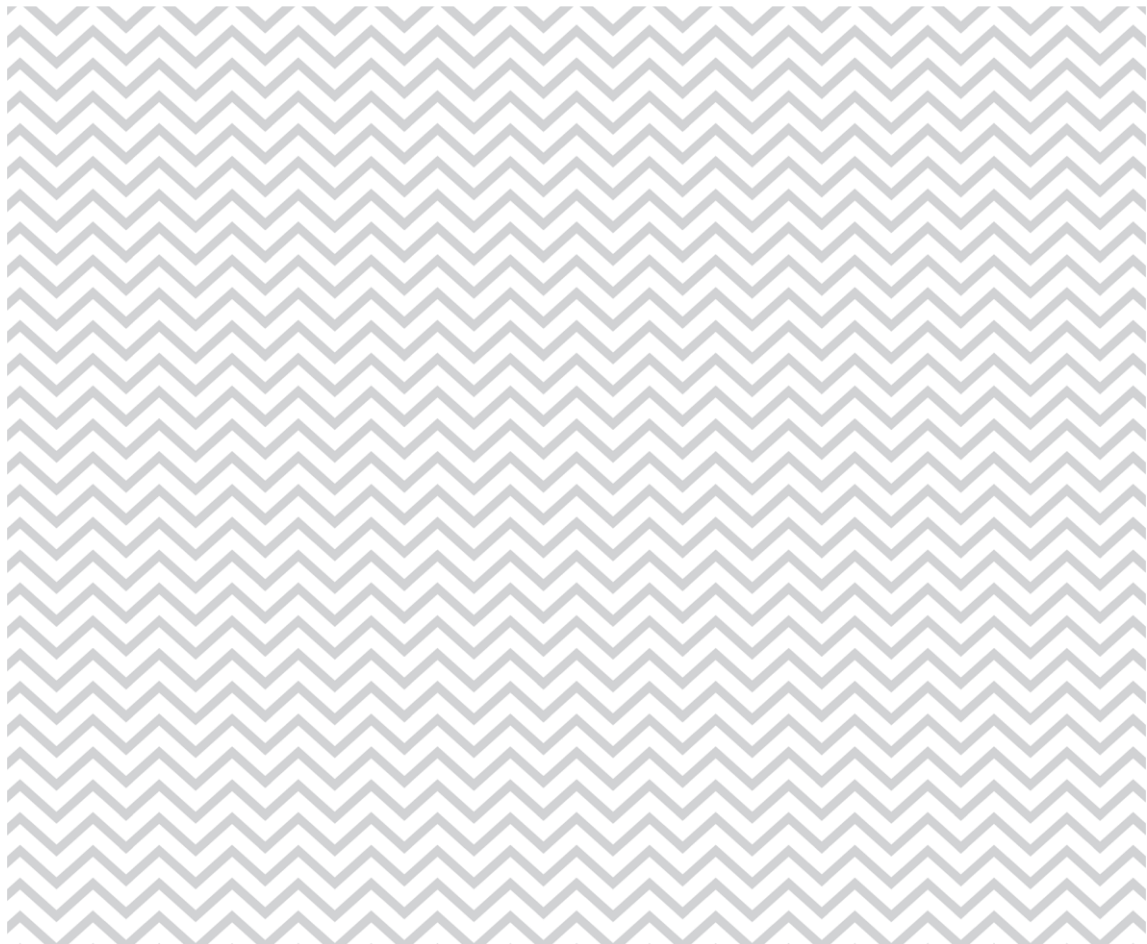
Norwegian  
Meteorological  
Institute

**MET** report

no. 17/2014  
meteorology

**Bedre byluft**  
**Prognoser for meteorologi og luftkvalitet**  
**i norske byer vinteren 2013 - 2014**

Bruce Rolstad Denby  
Leiv Håvard Slørdal (NILU)  
Anna Carlin Benedictow  
Aslaug Skålevik Valved  
Thomas Olsen  
Arne Kristensen



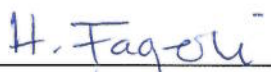





Norwegian  
Meteorological  
Institute

# MET report

<b>Title:</b> Bedre byluft Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2013 - 2014	<b>Date</b> 2014-06-30
<b>Section:</b> Avdeling Klimamodellering og Luftforurensning	<b>Report no.</b> no. 17/2014
<b>Author(s):</b> Bruce Rolstad Denby Leiv Håvard Slørdal (NILU) Anna Carlin Benedictow Aslaug Skålevik Valved Thomas Olsen Arne Kristensen	<b>Classification</b> <input checked="" type="radio"/> Free <input type="radio"/> Restricted
<b>Client(s):</b> Statens vegvesen, Vegdirektoratet	<b>Client's reference</b> [Client's reference]
<b>Abstract</b> Prosjektet Bedre byluft varsler luftkvalitet i norske byer vinterstid, og utføres av Meteorologisk institutt og Norsk institutt for luftforskning i samarbeid under ledelse av Meteorologisk institutt på oppdrag fra Statens Vegvesen v/Vegdirektoratet. Denne rapporten er en evaluering av varsler for sesongen 2013/14.	
<b>Keywords</b> varsling av lokal luftkvalitet, spredningsmodell for luftkvalitet, numerisk værvarsling, observasjoner, evaluering, atmosfærens grenselag, visualisering	

  
Disiplinary signature

  
Responsible signature



## Abstract

Prosjektet Bedre byluft varsler luftkvalitet i norske byer vinterstid, og utføres av Meteorologisk institutt og Norsk institutt for luftforskning i samarbeid under ledelse av Meteorologisk institutt på oppdrag fra Statens Vegvesen v/Vegdirektoratet. Denne rapporten er en evaluering av varsler for sesongen 2013/14.



# Innholdsfortegnelse

<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>9</b>
1 Generelt om sesongen 2013-2014	9
<b>2 Summarisk verifikasjon av den meteorologiske modellen</b>	<b>11</b>
2.1 Resultatoversikt	11
2.2 Evaluering av modellprognosene	12
<b>3 Kvalitet i luftkvalitetsprognosene</b>	<b>19</b>
3.1 Innledning	19
3.2 Resultatoversikt	19
3.3 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Oslo	21
3.4 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Bergen	25
3.5 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Trondheim	27
3.6 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Stavanger	27
3.7 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Grenland	28
3.8 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Drammen	29
3.9 Oppsummering av luftkvalitetsprognosene	29
<b>4 Verification of forecasts using hit tables</b>	<b>31</b>
4.1 Derivation of hit tables and definition forecast quality indicators	31
4.2 Calculated hit tables and forecast quality indicators	34
<b>5 Evaluering fra Vervarslinga for Nord-Norge</b>	<b>37</b>
5.1 Innledning	37

5.2	Målestasjoner	38
5.3	Resultater	39
5.4	Diskusjon	43
<b>6</b>	<b>Evaluering fra Vervarslinga på Vestlandet</b>	<b>44</b>
6.1	Innledning	44
6.2	Vurdering av resultater	46
6.3	Bergen	48
6.4	Stavanger/Sandnes	49
6.5	Trondheim	50
6.6	Konklusjon	51
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Appendikser. Figurer og tabeller</b>	<b>54</b>
8.1	APPENDIX A: Evaluering av luftkvalitetsdata for Oslo.	54
8.2	APPENDIX B: Evaluering av luftkvalitetsdata for Bergen.	73
8.3	APPENDIX C: Evaluering av luftkvalitetsdata for Trondheim.	77
8.4	APPENDIX D: Evaluering av luftkvalitetsdata for Stavanger.	85
8.5	APPENDIX E: Evaluering av luftkvalitetsdata for Grenland.	89
8.6	APPENDIX F: Evaluering av luftkvalitetsdata for Drammen.	96
8.7	APPENDIX G: Hit tables for all six cities	100
8.8	APPENDIX H: Tidsserier for vind	106



# 1 Innledning

*Denne rapporten inneholder en oversikt over varsling av luftkvalitet fra Meteorologisk institutt (MET) og Norsk institutt for luftforskning (NILU) for vintersesongen 2013/14. Det gis en summarisk verifikasjon av den meteorologiske modellen Harmonie med 1 km oppløsning samt av prognosene for luftkvalitet fra AirQuis-modellen basert på input fra Harmonie 1km. I tillegg kommenteres den manuelle varslingen foretatt ved Vervarslinga på Vestlandet og Vervarslinga for Nord-Norge for samme sesong.*

## 1 Generelt om sesongen 2013-2014

I prosjektet Bedre byluft lages det daglige varsler for luftkvaliteten i 10 norske byer. Varslene distribueres til publikum gjennom lokale aviser og radiosendinger, internett, epost og tekstmeldinger. Varslene er utarbeidet subjektivt, men baserer seg på målinger av luftkvaliteten i byene, detaljerte værprognoser fra numeriske værvarslingsmodeller og (for halvparten av byene) spredningsberegninger på grunnlag av utslippsdata og værprognoser. Modellsystemet som beregner bakgrunnen for varslene er installert på Meteorologisk institutt. Der kjøres modellene hver natt i perioden 1. oktober til 30. april under overvåking av døgnoperativt IT-personell. Vintersesongen 2013-2014 ble den meteorologiske modellen Harmonie med 1 km oppløsning benyttet til beregning av værprognoser, og systemet AirQUIS til beregning av luftkvalitet. Varslene til publikum lages av Meteorologisk institutt (Værvarslingsavdelingen i Oslo utarbeider varslene for Sarpsborg/Fredrikstad, Grenland, Kristiansand og Lillehammer; Vervarslinga på Vestlandet for Trondheim, Bergen og Stavanger/Sandnes; Værvarslinga for Nord-Norge for Tromsø), avdeling for miljørettet helsevern i Drammen kommune og av By- og miljøetaten i Oslo kommune.

Det forekom en forurensningsperiode i Oslo i månedsskiftet november/desember 2013, med lengre perioder med observerte timemiddelverdier av  $\text{NO}_2$  over  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det har ikke vært observert  $\text{NO}_2$ -nivåer over  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  denne vintersesongen i noen av de øvrige byene hvor systemet AirQUIS har vært benyttet. I Stavanger, Bergen og Trondheim har det vært svevestøv som hovedsakelig har ført til noen få episoder med mye eller svært mye luftforurensning, både i form av  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2.5}$ , med flest tilfeller med høye verdier av  $\text{PM}_{10}$ .

Generelt viser evalueringen av sesongens luftkvalitetsprognoser at prognosekvaliteten gjennomgående er god. Spesielt er det godt samsvar mellom prognoser og

observasjoner når det gjelder NO<sub>2</sub> for de fleste byene. For svevestøv er kvaliteten noe dårligere, trolig grunnet større usikkerheter i utslippsestimatene for vedfyringen og ikke minst veistøvoppvirvlingen. Dette understreker behovet for en kontinuerlig oppdatering av utslippsoversiktene, og innføring av en forbedret veistøvmodell. Forberedende arbeid med sikte på å implementere en prosessbasert veistøvmodell (NORTRIP) er nå igangsatt.

Evalueringsarbeidet viser også at kvaliteten holder seg gjennom hele prognoseperioden. Resultatene er evaluert separat for "Dag 1"- og "Dag 2"-prognosene, og viser kun en svak endring (om noen) i de beregnede statistiske måltallene. Dette er viktig med tanke på bruk av prognosene i tiltaksøyemed.

Evalueringsarbeidet viser at prognosekvaliteten er lavest i Grenland og Trondheim. For å bedre prognosene for disse byene er det trolig behov for en grundig gjennomgang av utslippsdataene og det øvrige modelloppsettet. En spesialstudie bør gjennomføres, med uttesting mot et utvidet testdatasett av både meteorologi- og luftkvalitetsobservasjoner.

Fra januar 2014 og ut sesongen har det til tider vært problemer med Modellen Harmonie 1 km for enkelte byer. Dette har blitt relatert til sterke vindfelt i høyere luftlag, og kan slik sett ha sammenheng med noe tilsvarende Meteo-France har opplevd at i forbindelse med høy horisontaloppløsning er muligens den vertikale oppløsningen i de øverste lagene (der den sterke vinden er) for dårlig. Problemene medførte manglende prognoser fra AirQUIS, men varsler ble utstedt til publikum basert på annen tilgjengelig informasjon (andre atmosfæremodeller og observasjoner). Det har blitt jobbet med å få en nyere versjon av koden for Harmonie 1 km numerisk stabil og tilpasset AirQUIS for neste sesong.

## 2 Summarisk verifikasjon av den meteorologiske modellen

For vintersesongen 2013-2014 leverte værvarslingsmodellen HARMONIE på 1km oppløsning værdata til spredningsmodellen EPISODE. Samme Harmonie1 modellversjon som ble brukt i forrige vintersesong ble også brukt i år, nærmere beskrevet i Bedre Byluft rapporten, Ødegaard m.fl., 2013a. Resultatene fra denne sesongen er derfor sammenlignbare med forrige vintersesong 2012-2013, beskrevet i Ødegaard m.fl., 2013b. Man kan f.eks. se om modellversjonens varsling av vind og temperatur har andre utfordringer for en forholdvis varm vinter med mye nedbør og perioder med meget sterk vind (hyppige vinterstormer i Nord-Atlanteren) sammenlignet med en til dels kjølig og tørr 2012-2013 vintersesong.

### 2.1 Resultatoversikt

Vi evaluerer timesvise verdier for vindhastighet i 10m høyde og temperatur i 2m høyde ved å beregne differansen mellom Harmonie1 modellens prognose og observasjon på den geografiske posisjonen til observasjonsstasjonen. Følgende mer eller mindre bynære observasjonsstasjoner har vind- og temperaturmålinger:

- Bergen: 1 stasjon (Florida)
- Oslo: 2 stasjoner (Alna og Blindern)
- Drammen: 2 stasjoner (Konnerud og Berskog)
- Grenland: 1 stasjon (Skien-Geiteryggen)
- Stavanger: 1 stasjon (Sola)
- Trondheim: 1 stasjon (Voll)

I Appendix H finnes tidsserier for vind med resultater for 8 stasjoner fra to modeller:

- Harmonie1: HARMONIE cycle 36h1.3 med AROME fysikk på 1x1 km<sup>2</sup> oppløsning
- AROME-N2.5: AROME-Norway HARMONIE cycle 37h1.1 med AROME fysikk på 2.5x2.5 km<sup>2</sup> oppløsning

AROME-N2.5 er tatt med som referanse da modellresultatene brukes som randverdier for Harmonie1.

For hver by har vi oppsummert vintersesongen 2013-2014 for feilen i vind (FF) og temperatur (T2) på dag 1 og dag 2. Per stasjon finnes tabeller med månedlige midler av følgende statistiske parametere definert i Tabell 2.1.1:

- ME (*bias*), et uttrykk for den systematiske feilen, som er gjennomsnittet av differansen mellom prognoser og observasjoner
- SDE (*stde*), uttrykker de usystematiske (tilfeldige) feilene, som er differansens variasjon omkring gjennomsnittsverdiene fra observasjonstidspunkt til observasjonstidspunkt
- RMSE (*rmse*), et mål på den totale feilen (inkluderer både systematisk og tilfeldig feil), som er gjennomsnittlig størrelse av differansen mellom prognose og observasjon
- MAE (*mae*), summerer den totale feilen, men til forskjell fra RMSE blir ikke feilen kvadrert, og er dermed mindre følsom for de store feilene.

Tabell 2.1.1 Definisjon av statistiske parametre.

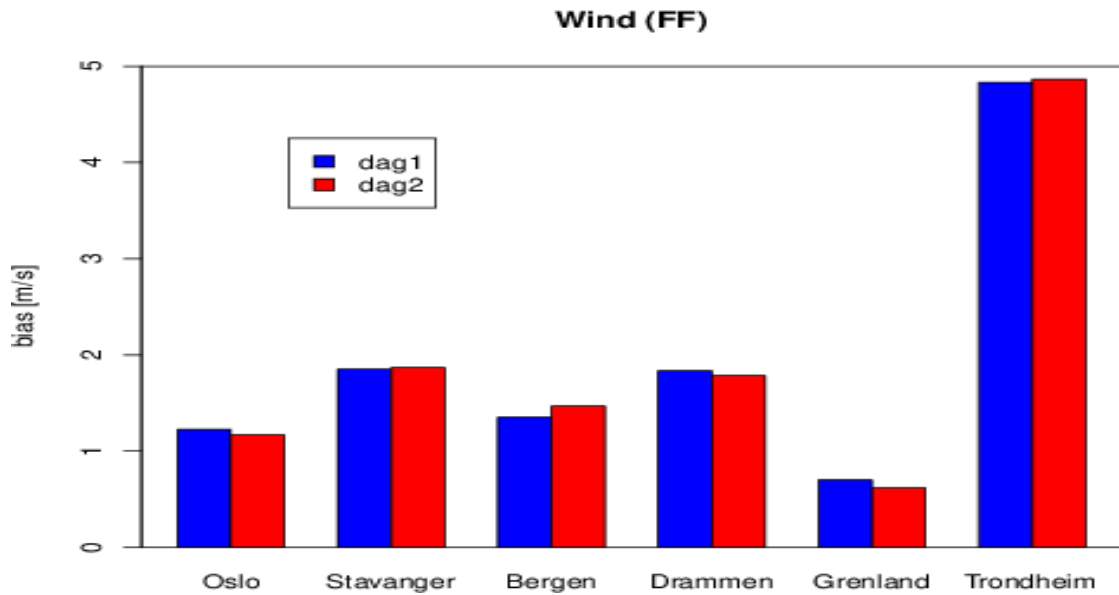
Statistic	Acronym	Formula	Range	Optimal score
Mean Error	ME	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - o_i)$	$-\infty$ to $\infty$	0
Mean Absolute Error	MAE	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n  f_i - o_i $	0 to $\infty$	0
Standard Deviation of Error	SDE	$\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - o_i - \text{ME})^2 \right)^{1/2}$	0 to $\infty$	0
Root Mean Square Error	RMSE	$\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - o_i)^2 \right)^{1/2}$	0 to $\infty$	0

## 2.2 Evaluering av modellprognosene

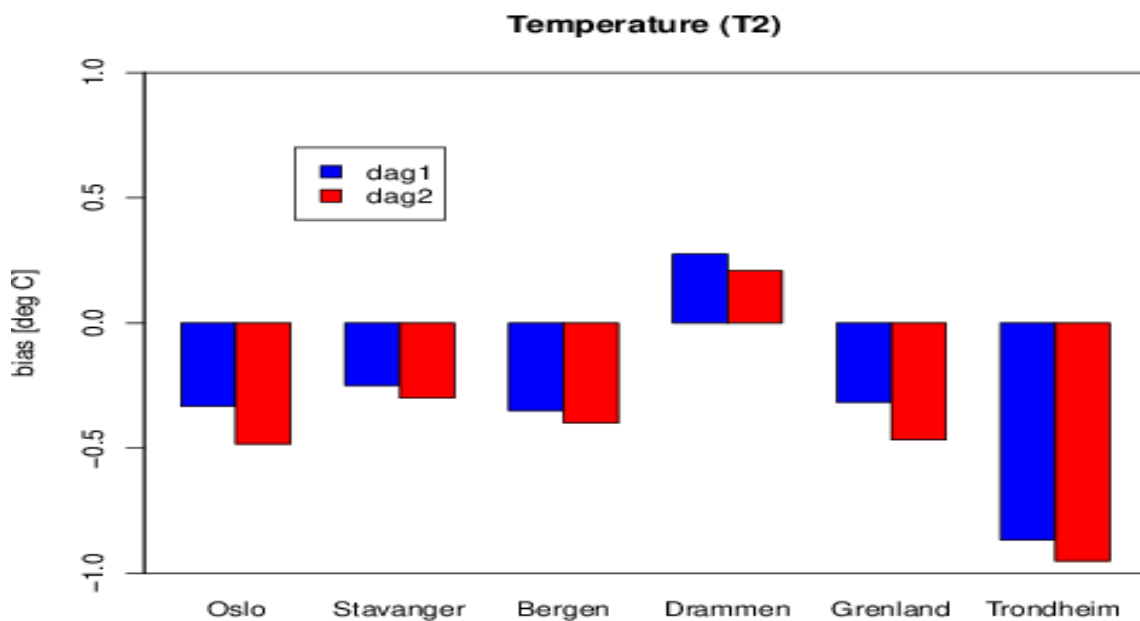
Feilen i vindstyrke- og temperaturprognosene fra Harmonie1 for dag 1 og dag 2 i figurene 2.2.1 og 2.2.2 viser ganske like resultater som i forrige vintersesong, Ødegaard m.fl., 2013b. Av figur 2.2.1 ser vi en variasjon i vindprognosene for de ulike byene på bakgrunn av de få stasjonene som representerer hver by. For denne vinteren er det Grenland som har hatt lavest bias på 0.7 m/s for vindprognosene. Tett fulgt av Oslo og Bergen med bias omkring 1.3 m/s og så har Drammen og Stavanger ganske lik bias på 1.85 m/s. På stasjonen Voll i Trondheim er det fortsatt en sterk overestimering av vind med bias 4.8 m/s mer eller mindre i samsvar med resultater fra forrige vintersesong. Tidsseriene i Appendix H på stasjonen Voll i Trondheim viser en vindstyrke som er nesten dobbelt så stor i Harmonie1 enn i AROME-N2.5. Også på Sola overestimerer generelt Harmonie1 vinden mer enn i AROME-N2.5. I Drammen er feilen i vindstyrke dobbelt så stor på Konnerud i forhold til på Berskog. For temperatur i figur 2.2.2 ser vi også en variasjon for byene, i Drammen og Stavanger har Harmonie1 lavest bias på ca. 0.25 degC. Men i Bergen, Oslo og Grenland finnes en litt større negativ bias på nærmere 0.3 degC, men igjen finnes den største negative bias, 0.85 degC, på stasjonen Voll i Trondheim.

Tidsseriene for temperatur er ikke tatt med i denne rapporten da temperaturprognosene generelt er av god kvalitet og på grunn av at det er vind som har størst innvirkning på luftkvalitetsberegningene. Men fra tidsseriene for temperatur kan likevel nevnes at på

Voll underestimerer både Harmonie1 og AROME-N2.5 like mye og mest når det er varmt. På Florida i Bergen har Harmonie1 fortsatt svakere døgnlig variasjon enn AROME-N2.5, men har tendens til å underestimere mindre enn AROME-N2.5 ved lave temperaturer. Også på Berskog i Drammen underestimerer Harmonie1 mindre enn AROME-N2.5 når det er kaldt, og på Konnerud er temperaturene fra Harmonie1 fortsatt høy om natten, men ellers i samsvar med AROME-N2.5



Figur 2.2.1 Feilen (bias) i vindstyrkeprognoser fra Harmonie1 per by midlet over hele vintersesongen 2013-2014 for dag 1 og dag 2.



Figur 2.2.2 Feilen(bias) i temperaturprognoser fra Harmonie1 per by midlet over hele vintersesongen 2013-2014 for dag 1 og dag 2

Tabell 2.2.1 Statistisk oppsummering av differansen mellom modellberegninger og observasjoner av vindhastighet på 8 stasjoner fra 1. november 2013 til 30. april 2014. Definisjon av statistiske parametre er gitt i Tabell 2.1.1

Oslo-Blindern

	bias	stde	rmse	mae
Nov	0.4	1.5	1.5	1.1
Des	0.8	1.6	1.8	1.3
Jan	0.3	1.1	1.1	0.9
Feb	0.7	1.4	1.5	1.2
Mar	0.3	1.4	1.4	1.1
Apr	0.2	1.2	1.3	0.9

Alna

	bias	stde	rmse	mae
Nov	1.7	1.5	2.3	1.8
Des	2.5	1.7	3.1	2.6
Jan	2.1	1.3	2.5	2.2
Feb	2.3	1.5	2.8	2.4
Mar	2	1.6	2.5	2.1
Apr	1.4	1.4	2	1.6

Sola

	bias	stde	rmse	mae
Nov	1.9	1.9	2.7	2.1
Des	2.4	1.9	3.1	2.6
Jan	2.2	2	2.9	2.4
Feb	2.1	1.6	2.6	2.2
Mar	1.4	1.6	2.2	1.8
Apr	1.1	1.6	2	1.5

Bergen-Florida

	bias	stde	rmse	mae
Nov	1.5	2.1	2.6	2
Des	2	2.2	3	2.5
Jan	1.4	2.8	3.1	2.4
Feb	1.9	2.2	2.9	2.3
Mar	0.8	2	2.2	1.7
Apr	0.5	1.7	1.8	1.3

Drammen-Berskog

	bias	stde	rmse	mae
Nov	1	1.3	1.6	1.2
Des	1.7	1.7	2.3	1.8
Jan	1.1	1	1.5	1.3
Feb	1	1.2	1.5	1.2
Mar	1	1.5	1.8	1.4
Apr	1	1.2	1.6	1.3

Konnerud

	bias	stde	rmse	mae
Nov	2.1	1.9	2.8	2.1
Des	3.5	2.7	4.4	3.5
Jan	2.3	1.3	2.7	2.3
Feb	2.9	2	3.5	2.9
Mar	2.5	1.9	3.1	2.5
Apr	1.9	1.6	2.5	1.9

Skien-Geiteryggen

	bias	stde	rmse	mae
Nov	0	1.3	1.3	1
Des	0.7	1.6	1.7	1.3
Jan	1.1	1.2	1.7	1.4
Feb	1.2	1.4	1.8	1.5
Mar	0.7	1.4	1.6	1.2
Apr	0.5	1.3	1.4	1.1

Trondheim-Voll

	bias	stde	rmse	mae
Nov	4.2	2.6	4.9	4.2
Des	5.7	2.9	6.3	5.7
Jan	7.3	3.7	8.2	7.3
Feb	5.5	3.2	6.4	5.6
Mar	3.8	3.1	4.9	4
Apr	2.5	2.3	3.3	2.6

Tabell 2.2.2 Statistisk oppsummering av differansen mellom modellberegninger og observasjoner av temperatur på 8 stasjoner fra 1. november 2013 til 30. april 2014. Definisjon av statistiske parametre er gitt i Tabell 2.1.1

Oslo-Blindern

	bias	stde	rmse	mae
Nov	0	1.3	1.3	1
Des	-0.2	1.1	1.1	0.8
Jan	-0.6	0.9	1.1	0.9
Feb	-0.4	0.9	1	0.8
Mar	-0.3	1.4	1.4	1.2
Apr	0.6	1.4	1.6	1.2

Alna

	bias	stde	rmse	mae
Nov	-0.2	1.6	1.6	1.3
Des	-0.6	1.3	1.4	1.1
Jan	-1.2	1.1	1.6	1.4
Feb	-0.6	1	1.1	0.9
Mar	-0.6	1.4	1.5	1.3
Apr	0.1	1.4	1.4	1.1

Sola

	bias	stde	rmse	mae
Nov	-0.1	1.2	1.2	0.9
Des	-0.1	1.1	1.1	0.8
Jan	-1	1.2	1.5	1.2
Feb	-0.5	0.9	1	0.8
Mar	-0.8	1	1.3	1
Apr	-0.3	1.2	1.3	1

Bergen-Florida

	bias	stde	rmse	mae
Nov	0.5	1.1	1.2	0.9
Des	0.1	1.2	1.2	1
Jan	-0.2	1.4	1.4	1.1
Feb	-0.6	1.1	1.3	1.1
Mar	-0.7	1.4	1.6	1.3
Apr	-1.2	2.2	2.5	1.9

Drammen-Berskog

	bias	stde	rmse	mae
Nov	0.8	2.1	2.2	1.7
Des	0.8	2.1	2.3	1.7
Jan	-0.6	1.2	1.3	1.1
Feb	-0.4	1.2	1.3	1
Mar	0.1	1.9	1.9	1.5
Apr	1	1.8	2	1.6

Konnerud

	bias	stde	rmse	mae
Nov	0.9	2.3	2.5	1.9
Des	0.9	2.2	2.4	1.8
Jan	-0.5	1.2	1.3	1.1
Feb	-0.4	1.1	1.2	0.9
Mar	0	2	2	1.6
Apr	0.7	2.1	2.3	1.7

Skien-Geiteryggen

	bias	stde	rmse	mae
Nov	-1	1.6	1.9	1.5
Des	-0.4	1.4	1.4	1
Jan	-0.4	0.9	1	0.8
Feb	-0.1	1.1	1.1	0.8
Mar	-0.7	1.6	1.8	1.4
Apr	0.7	1.6	1.7	1.3

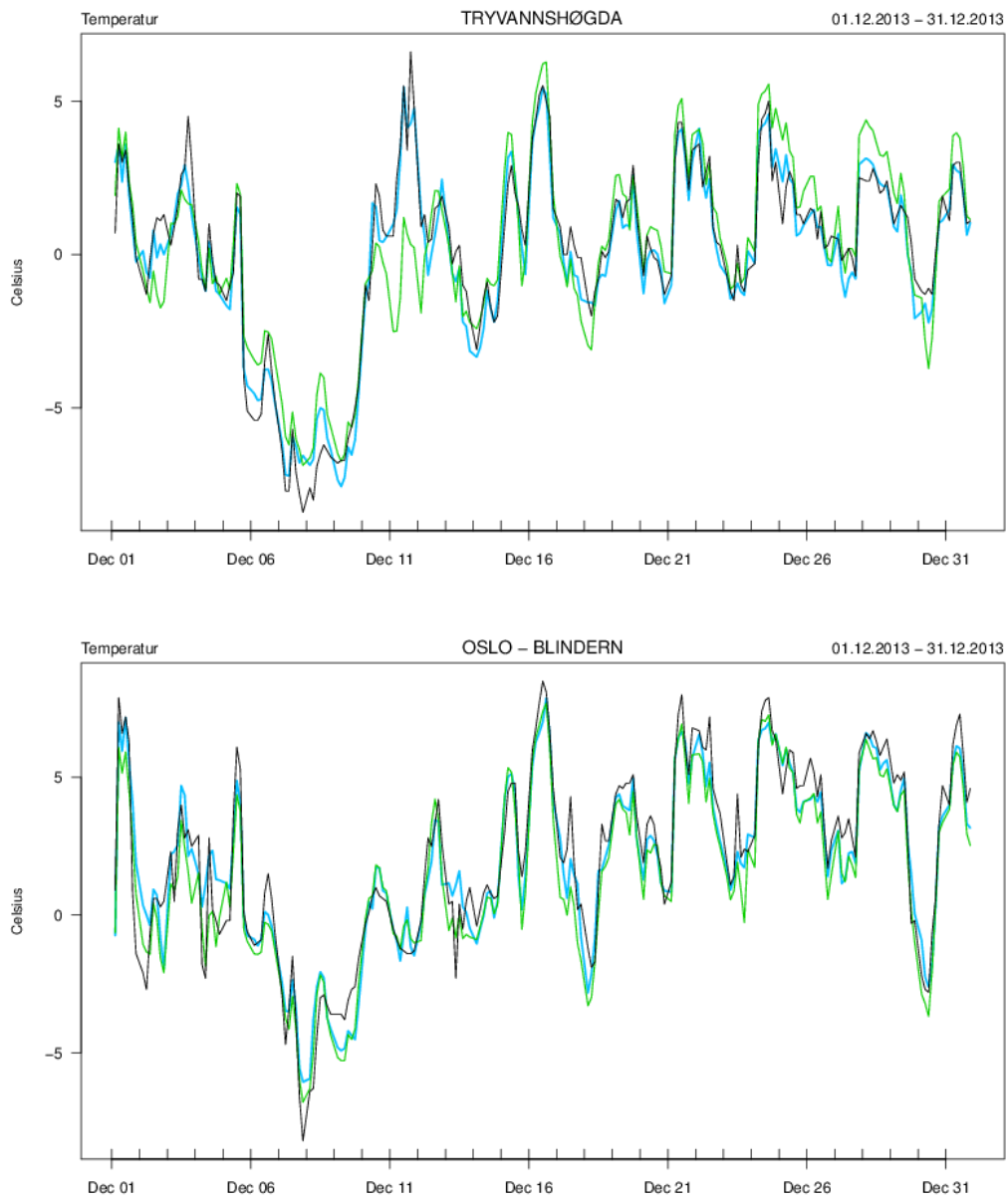
Trondheim-Voll

	bias	stde	rmse	mae
Nov	-0.7	1.3	1.5	1.2
Des	-1.1	1.4	1.8	1.5
Jan	-0.7	1.4	1.6	1.3
Feb	-1.5	1	1.8	1.6
Mar	-1	1.5	1.8	1.5
Apr	-0.2	1.4	1.5	1.1

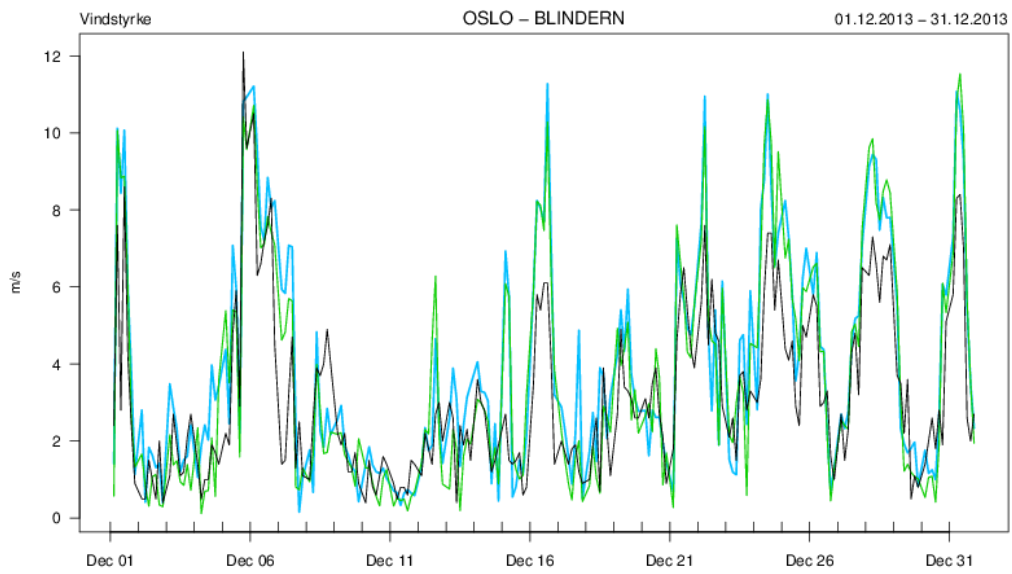




For en kort periode, 11-13 desember 2013, finnes et eksempel på temperatur gradient (se figur 2.2.3) i Oslo med lite vind (se figur 2.2.4) hvor finskalaversjonen Harmonie1 følger observasjonens temperaturstigning bedre i høyden til sammenligning med Harmonie versjonen på 2.5 km (AROME-N2.5).



Figur 2.2.3 Temperatur [degC] for Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Tryvannshøgda, 514 moh og Blindern, 94 moh. for perioden 01.12.2013-31.12.2013.



Figur 2.2.4 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Blindern, 94 moh. for perioden 01.12.2013-31.12.2013.

## 3 Kvalitet i luftkvalitetsprognosene

### 3.1 Innledning

På tilsvarende måte som i fjorårets evalueringsrapport (Ødegaard, m.fl., 2013) dokumenteres prognosekvaliteten for vintersesongen 2013 – 2014 gjennom overordnede statistiske måltall for samvariasjonen mellom luftkvalitetsprognosene og de tilgjengelige observasjonsdataene i de ulike byene. I avsnitt 3.2 gis en beskrivelse av de statistiske måltallene som er benyttet, samt en oversikt over hvilke tidsseriefigurer som er lagt ved som dokumentasjon. De generelle hovedtrekkene som framkommer i dette datamaterialet diskuteres deretter for hver by i avsnittene 3.3 – 3.8. Det må understrekes at en del av luftkvalitetsmålingene foreløpig ikke foreligger som kvalitetssikrede verdier. Dette gjelder i særlig grad data for perioden mars – april 2014.

### 3.2 Resultatoversikt

Av praktiske grunner er tabellene med de statistiske måltallene og tidsseriefigurene for hver by vist samlet i slutten av rapporten i følgende appendix:

- Appendix A: Oslo
- Appendix B: Bergen
- Appendix C: Trondheim
- Appendix D: Stavanger
- Appendix E: Grenland
- Appendix F: Drammen

I hvert appendix vises først de statistiske måltallene i to tabeller, og deretter tidsseriefigurene. I tabellene presenteres følgende statistiske måltall:

1. Aritmetisk middelvei for observasjonene for hele beregningsperioden,  $\bar{C}_O$ .
2. Aritmetisk middelvei for prognoseverdiene,  $\bar{C}_P$ .
3. Relativ prosentvis bias, beregnet som:  $\frac{\bar{C}_P - \bar{C}_O}{\bar{C}_O} \cdot 100$
4. 99.7 prosentilverdi av observasjonene (dvs. ca. 15 høyeste timesverdi gjennom sesongen).
5. 99.7 prosentilverdi av prognoseverdiene.

6. Korrelasjonskoeffisienten mellom observasjon og prognoseverdi gjennom sesongen.

Den relative prosentvise bias angir graden av over- eller underestimering av middelnivåene. En positiv verdi betyr at prognoseverdiene i gjennomsnitt er høyere enn observasjonene (overestimering), mens negative verdien angir at prognosen i middel er for lav. 99.7 prosentilen er blitt benyttet istedenfor maksimumsverdien for å si noe om prognosemodellens evne til å komme opp på de maksimale observerte nivåene. Bruk av maksimal timesverdi vil i stor grad gjenspeile observerte spikerverdier som skyldes spesielle lokale forhold som ikke kan forventes beskrevet i prognose-modellen. Korrelasjonskoeffisienten sier noe om hvor god tidsmessig samvariasjon det er mellom observasjons- og prognoseverdiene. For byene hvor det foreligger flere enn 2 målestasjoner for en luftkvalitetskomponent har vi dessuten angitt middelverdien av det statistiske måltallet for alle stasjonene.

Ved beregningen av alle de statistiske måltallene er kun timesverdier der både observasjon og prognose foreligger blitt benyttet.

Siden prognosemodellen hver natt kjøres to døgn fram i tid foreligger det to prognoseverdier for hver observasjonstime; dvs. verdier fra dagens prognose for det første døgnet (timene 0 – 24) og verdier fra gårsdagens prognose for det andre døgnet (timene 24 – 48). De statistiske måltallene er beregnet for begge disse datasettene, og er i tabellene benevnt som D1 og D2 for hhv. Dag 1 (0 – 24) og Dag 2 (24 – 48). Tabellverdier er vist for komponentene:  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_C$ , der  $\text{PM}_C$  er grovfraksjonen av partiklene, beregnet som:  $\text{PM}_C = \text{PM}_{10} - \text{PM}_{2,5}$ .

Vi har i årets evalueringsrapport valgt å vise tidsseriefigurer av døgnverdier. Dette er gjort både fordi de lovregulerte kravene til partikkelnivåene er relatert til døgnverdier, og fordi tidsserieinformasjonen da kan vises på en mer kompakt måte. Tidsseriene av døgnkonsentrasjonene vises i appendixene først for  $\text{NO}_2$  for samtlige målestasjoner innenfor byområdet, og deretter for  $\text{PM}_{10}$ , og  $\text{PM}_{2,5}$ . Tidsserieplottene er bare vist for D2-prognosene siden det er denne perioden som er mest interessant i forbindelse med eventuelle tiltaksvurderinger. Siden prognosekvaliteten gjennomgående er litt lavere for D2 enn for D1 representerer også tidsseriene for D2 en form for ”worst case”.

I tidsserieplottene for gatestasjonene vises den beregnede prognoseverdien for selve målepunktet (blå kurve) samt prognoseverdiene for speilpunktet på motsatt side av veien (lys grønn kurve). Forskjellen mellom disse to verdiene viser det beregnede bidraget fra veien, og sier også noe om vindretningen ved stasjonen. Dersom observasjonene (rød kurve) periodevis er mer sammenfallende med speilpunktet (grønn kurve) enn med prognosen for målepunktet (blå kurve), betyr dette at vi i denne

perioden beregner veiens eget bidrag på gal side av veien. Dette kan skyldes lokale effekter av nærliggende bygninger, støyskjermer o.l., eller at prognosevindretningen avviker noe fra reell vindretning. Kurven for speilpunktet er kun tatt med som tilleggsinformasjon, og er derfor lagt bak de to andre kurvene.

I det følgende gis en kortfattet oppsummering av hovedresultatene for hver av de seks byene. Siden det forekom en forurensningsperiode i Oslo i månedsskiftet november/desember, med lengre perioder med observerte timemiddelverdier av NO<sub>2</sub> over 200 µg/m<sup>3</sup>, har vi lagt mest vekt på evalueringen i denne byen. Ingen av de øvrige byene har observerte NO<sub>2</sub> nivåer over 200 µg/m<sup>3</sup> denne vintersesongen.

### 3.3 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Oslo

Se Appendix A: Tabell A1 og Tabell A2; Figur A1 – Figur A31.

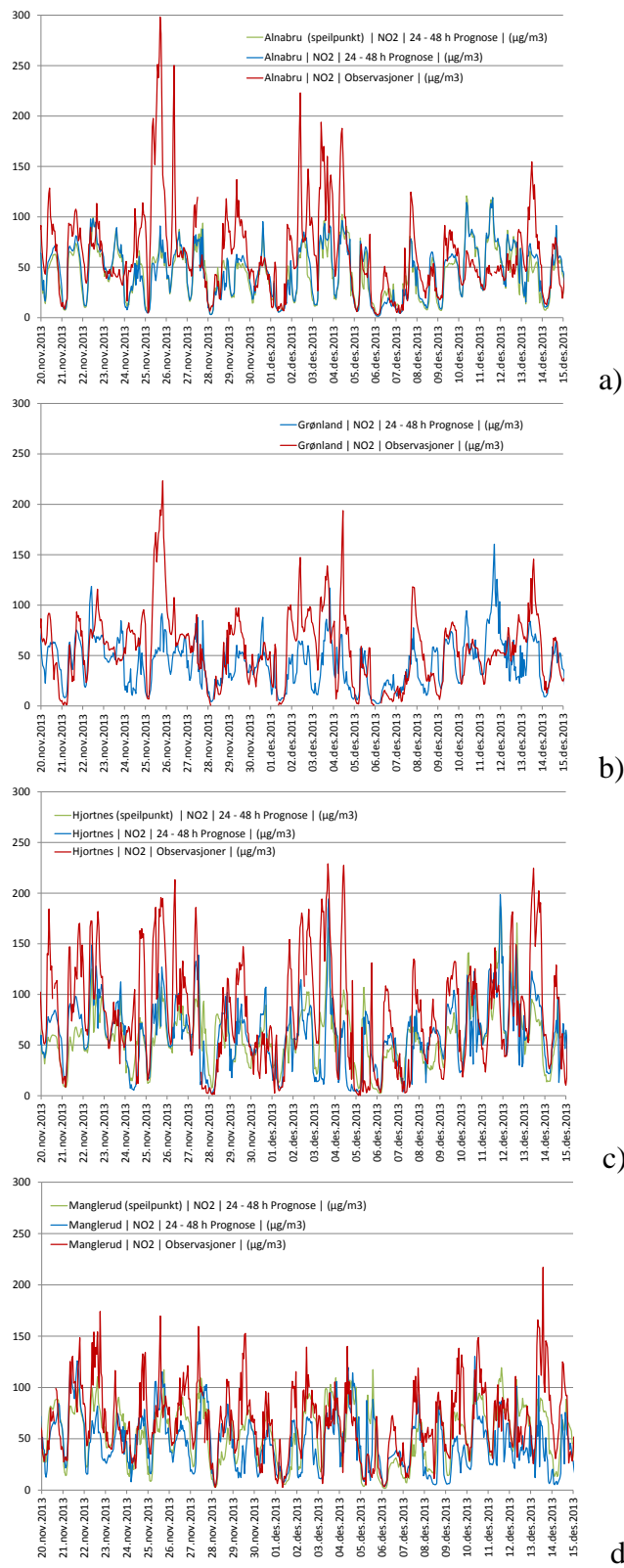
Fra de statistiske måltallene gjengitt i Tabell A1 og Tabell A2, ser vi at det er svært liten forskjell mellom verdiene beregnet for hhv. Dag1 og Dag 2. Korrelasjonskoeffisientene er i stor grad like i D1 og D2 prognosene. Dette underbygger konklusjonen som også ble trukket fra evalueringsarbeidet av fjorårets sesong, om at prognosekvaliteten ikke forringes utover i prognoseperioden. Dette synes å være et generelt trekk ved D1 og D2 prognosene i samtlige byer og for alle komponenter.

For Oslo er NO<sub>2</sub> prognosene generelt relativt gode. Korrelasjonskoeffisientene for flere av de 10 NO<sub>2</sub>-stasjonene ligger over 0.6, og gjennomsnittlig korrelasjon er 0.60 for både D1 og D2 (Tabell A1 og A2). Når det gjelder middelveidene for hele vintersesongen finner vi gjennomgående en svak underestimering på en del stasjoner, mens vi har en markert overestimering på 32% ved RV4. På den eneste bybakgrunnstasjonen, Grønland, er det også en underestimering av middelnivået på 14 % (observert 34.5 µg/m<sup>3</sup> mot beregnet 29.7 µg/m<sup>3</sup>). I gjennomsnitt for alle stasjonene blir samsvaret dog svært bra med en underestimering på kun 2.1 % (observert 42.2 µg/m<sup>3</sup> mot beregnet 40.9 µg/m<sup>3</sup>). For de høyeste NO<sub>2</sub>-nivåene, i framstilt i form av 99.7 prosentilen i Tabell A1 og A2, viser prognosene en klar underestimering på de fleste stasjonene. Denne underestimeringen er sterkest på Alnabru (observert 184.8 µg/m<sup>3</sup> mot D2-beregnet 114.3 µg/m<sup>3</sup>), men kommer også tydelig fram på gatestasjonen Hjortnes, Kirkeveien og på bybakgrunnstasjonen Grønland.

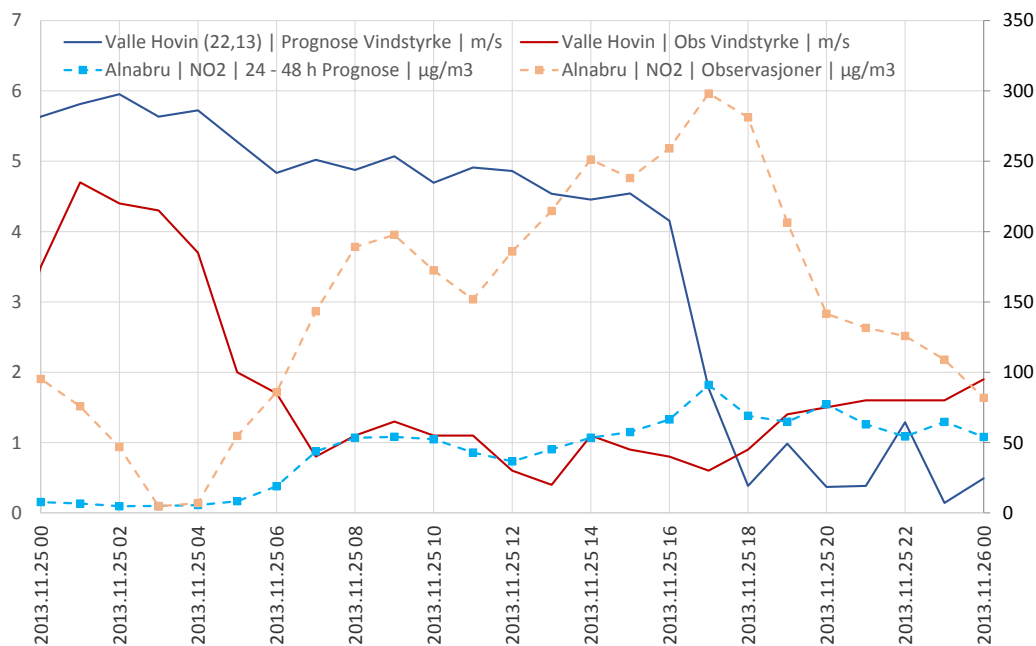
Nærmere analyse av NO<sub>2</sub> dataene for hele vintersesongen viser at underestimeringen av de høyeste verdiene i stor grad skyldes en relativt sterk forurensningsperiode som forekom i siste del av november og første del av desember 2013. I figurene 3.1 a – d nedenfor vises tidsseriene for de timevise NO<sub>2</sub> verdiene (observasjon og D2-prognose) for de målestasjonene der det i denne perioden observeres verdier over 200 µg/m<sup>3</sup>. Som det framgår av disse figurene klarer ikke prognosesystemet å fange opp de svært høye

NO<sub>2</sub> verdiene som observeres. Dette er spesielt tydelig for den kraftigste forurensningssituasjonen som bygger seg opp på Alnabru utover dagen den 25. november, og hvor overskridelser av 200 µg/m<sup>3</sup> inntreffer for samtlige 7 timer fra kl.13 til kl. 19 på kvelden. Den maksimale NO<sub>2</sub> verdien på 298 µg/m<sup>3</sup> observeres kl. 17, samtidig som D2 prognosen oppnår sin maksimumsverdi på denne stasjonen på kun 91 µg/m<sup>3</sup>. Tilsvarende lave verdier beregnes også i D1-prognosen. En foreløpig analyse av denne situasjonen tyder på at underestimeringen i prognosen til en viss grad skyldes at vindstyrken utover dagen den 25. november er for kraftig i modellprognosen. I Figur 3.2 vises målt og beregnet vindstyrke på Valle Hovin sammen med målt og beregnet NO<sub>2</sub>-konsentrasjon for målestasjonen på Alnabru. Som det framgår av denne figuren faller den observerte vindhastigheten på morgenen og holder seg lav (~ 1 m/s) hele dagen. Samtidig med avtagningen av vindstyrken starter NO<sub>2</sub> nivåene på Alnabru å bygge seg opp. Vindstyrken i modellprognosen er imidlertid relativt sterk (4 – 5 m/s) gjennom hele dagen og faller først ned mot de observerte nivåene ved 17 – 18 tiden, dvs. på den tiden da maksimumskonsentrasjonen inntreffer på Alnabru. Prognosesystemets evne til å fange opp denne type situasjoner er av stor betydning og en mer detaljert undersøkelse av de meteorologiske spredningsforholdene i denne perioden bør derfor gjennomføres.

Det er videre grunn til å bemerke at forurensningsepisoden 25. november framkommer ved forhøyede nivåer på samtlige målestasjoner i Oslo, dog med varierende styrke. Det er bare ved målestasjonene på Alnabru og Grønland at NO<sub>2</sub>-nivåer over 200 µg/m<sup>3</sup> observeres denne dagen. På de øvrige stasjonene oppnås maksimumsverdier varierende mellom 136 µg/m<sup>3</sup> (Smestad) og 195 µg/m<sup>3</sup> (Hjortnes). 25. november.



Figur 3.3.A Timesvise observasjons- og D2 prognoseverdier for NO<sub>2</sub> for perioden 20. november – 15. desember 2013 for: a) Alnabru, b) Grønland, c) Hjortnes, og d) Manglerud.



Figur 3.3.B Timesvise observasjons- og D2 prognoseverdier for vindstyrke (m/s) for Valle Hovin (heltrukne linjer, nivå angitt på venstre akse) og observasjons- og D2 prognoseverdier for NO<sub>2</sub> på Alnabru (stiplede linjer; nivå angitt på høyre akse) for 25. november 2013.

Tidsseriefignurer for døgnverdier av observasjoner og D2-prognoser for NO<sub>2</sub> for samtlige målestasjoner er gjengitt for hele varslingsperioden i Figurene A1 – A10 i Appendix A. Også i disse figurene framgår det tydelig at prognosene i liten grad fanger opp de svært høye verdiene som observeres på en del av stasjonene i siste del av november og første del av desember. I de øvrige periodene er hovedinntrykket at prognosekvaliteten generelt er god.

Det kan for øvrig her nevnes at den relativt lave korrelasjonen,  $r = 0.45$ , for stasjonen «E16-Sandvika nord» i stor grad skyldes de betydelige avvikene mellom observerte og prognostiserte verdier i begynnelsen av sesongen, 1. – 24. oktober 2013 (se Figur A10). Dersom denne perioden utelates fra korrelasjonsberegningen øker korrelasjonsverdien til 0.51. Hvorvidt det er noe galt med målingene på denne stasjonen i denne perioden kan ikke avgjøres ut fra dette, men eksempelet viser at modellberegningene også kan benyttes for å velge ut måleperioder der ytterligere kvalitetskontroll bør gjennomføres.

Som en direkte følge av større usikkerheter i utslippsestimatene, og til dels også til større usikkerheter i de regionale prognosene benyttet som bakgrunnsverdier, er prognosekvaliteten markert dårligere for svevestøv enn for NO<sub>2</sub> (se Tabell A1 og A2,



Appendix A). Dette gir seg utslag i lavere korrelasjonskoeffisienter, med gjennomsnittsverdier for D1 og D2 prognosene på henholdsvis: 0.44 og 0.45 for  $PM_{10}$ , 0.47 og 0.47 for  $PM_{2.5}$ , og 0.42 og 0.45 for grovfraksjonen  $PM_C$ . For  $PM_{10}$  og  $PM_C$  finner vi en viss underestimering av middelnivåene på de fleste stasjonene, noe som fører til en midlere prosentvis bias for D1 og D2 på omlag -7 % og -12 % for  $PM_{10}$ , og -9 % og -21 % for grovfraksjonen  $PM_C$ . For  $PM_{2.5}$  beregnes middelnivåene derimot relativt bra med en svak overestimering på 1 % og 2.6 % for hhv. D1 og D2.

Når vi betrakter de høyeste timesverdiene ved bruk av 99.7 prosentilen, finner vi betydelig underestimering i prognoseverdiene. Som vist i Tabell A1 og Tabell A2 er det betydelig variasjon i de statistiske måltallene fra stasjon til stasjon. De fleste stasjonene følger likevel mønsteret med en gjennomgående underestimering. Underestimeringen er mest markert på Hjortnes for  $PM_{10}$  og  $PM_C$ . Denne underestimeringen skyldes ekstremt høye  $PM_{10}$ -verdier målt på denne stasjonen i november (se Figur A13). Relativt høye døgnverdier av  $PM_{10}$  ble også målt på de øvrige målestasjonene i denne perioden (se Figur A11 – A21), men verdiene på Hjortnes er i en egen klasse. I perioden fra 29. oktober til 7. desember ble det målt hele 21 døgn med overskridelser av  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , og for hele sesongen ble det målt 39 døgnverdier over  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på denne stasjonen. Døgnene med de høyeste observerte  $PM_{10}$ -nivåene på Hjortnes,  $\sim 173 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , er sammenfallende med døgnene da de høyeste  $\text{NO}_2$  konsentrasjonene måles, dvs. 25. november og 2. desember (se diskusjonen ovenfor i avsnitt 3.3.1). Imidlertid viser ikke resultatene for  $PM_{2.5}$  noe tegn på ekstremt dårlige spredningsforhold på Hjortnes i denne perioden (se Figur A24). Hvorvidt det i november foregikk anleggsarbeid nær målestasjonen på Hjortnes er ikke brakt på det rene, men dette bør undersøkes nærmere.

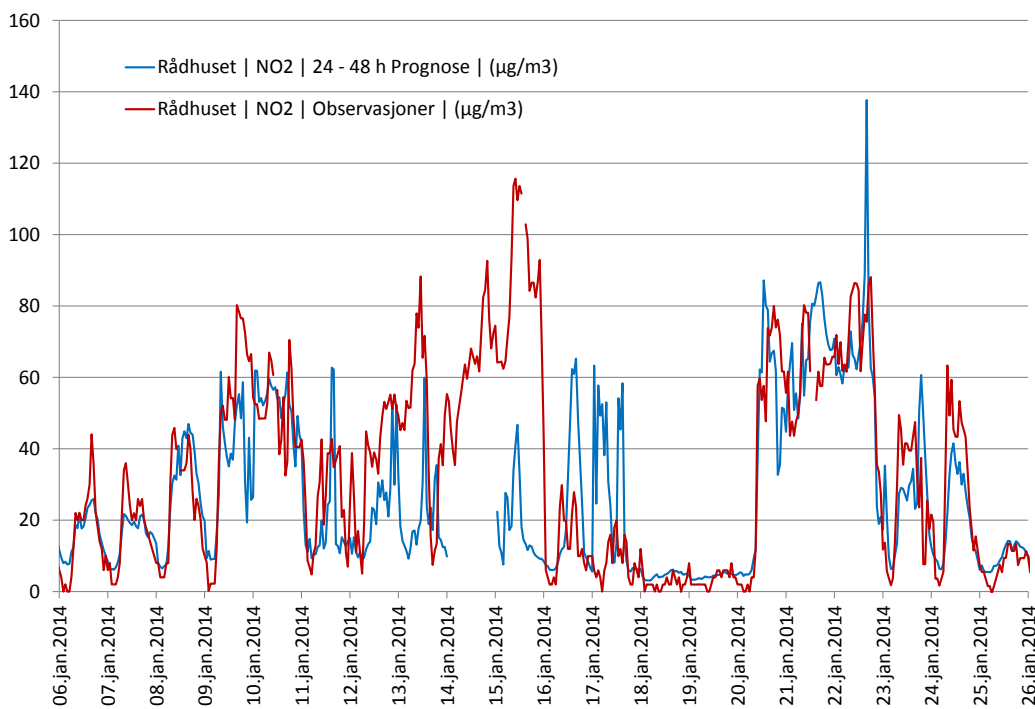
Av de øvrige stasjonene er det flere som viser relativt god prognosekvalitet for svevestøvkomponenten. Ut fra en samlet vurdering av de statistiske parameterne i Tabell A1 og Tabell A2, samt tidsseriefigurene vist i Figur A11 – Figur A31, synes det som de beste svevestøvprognosene beregnes for gatestasjonene Manglerud, RV4 Aker sykehus og Smestad. Sammen med bruk av eventuell tilgjengelig tilleggsinformasjon, f.eks. informasjon om tid og sted for planlagt støvdempingstiltak, tilgang på subjektiv tolkning av de meteorologiske prognosene fra vakthavende meteorolog, lokalkunnskap om snø/is-forhold langs hovedveinettet, og kjennskap/tilgang til de siste dagens observasjonsnivå, vil en kunne bruke prognosene for disse stasjonene til å gi kvalitative og kvantitative varsler for hvilke svevestøvnivåer en kan forvente de to nærmeste døgnene.

### 3.4 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Bergen

(Se Appendix B: Tabell B1 og Tabell B2; Figur B1 – Figur B6)

I Bergen foreligger kun to målestasjoner innenfor modellområdet, Rådhuset (bybakgrunnstasjon) og Danmarks plass (gatestasjon). De statistiske måltallene for disse stasjonene er presentert i Appendix B i Tabell B1 og Tabell B2. Korrelasjonskoeffisienten for NO<sub>2</sub> for Rådhuset og Danmarks plass er hhv. 0.54 og 0.57 for D1-prognosen og 0.51 og 0.53 for D2-prognosen. Dette noe lavere verdier enn det som ble funnet ved fjorårets sesong i denne byen, da verdier i overkant av 0.6 ble oppnådd. Middelverdiene for hele sesongen viser at prognosen underestimerer ~22 % på Rådhuset, mens middelnivået stemmer svært bra på gatestasjonen Danmarks plass. For de høyeste timesverdiene viser 99.7 prosentilen en moderat underestimering i modellverdiene på begge stasjoner.

Det forkom ingen episoder i Bergen denne sesongen med observerte timemiddelverdier av NO<sub>2</sub> over 200 µg/m<sup>3</sup>. De høyeste målte NO<sub>2</sub>-nivåene inntraff i midten av januar. I Figur 3.3 nedenfor vises et eksempel på en tidsserie for Rådhuset for denne perioden, dvs. 6. – 26. januar 2014. I dette tidsrommet forekom to lengre episoder med relativt høye observerte NO<sub>2</sub> nivåer. Som det framgår av figuren klarer modellen i liten grad å fange opp episoden mellom den 14. og 16. januar, mens prognosen viser seg svært presis i episoden fra den 20. til den 23. januar. Prognosen for den 14. januar mangler på grunn av manglende Harmonie-prognose for denne dagen. Dette bruddet bidrar også til å forringe prognosen for den 15. januar, siden spredningsmodellen da er startet uten «restart»-verdier fra foregående dags modellprognose.



Figur 3.4.A Tidsserie av observerte og beregnede timesverdier av NO<sub>2</sub> for bybakgrunnstasjonen Rådhuset for perioden 6. – 26. januar 2014.

For svevestøvkomponentene viser de statistiske måltallene i Tabell B1 og B3 at korrelasjonskoeffisientene varierer mellom 0.32 og 0.53. Disse korrelasjonsverdiene er svært like de tilsvarende verdiene for Oslo. Middelerdiene viser at prognosen gjennomgående underestimerer svevestøvsnivåene en del. På Danmarks plass observeres kun 5 døgnverdier av PM<sub>10</sub> over 50 µg/m<sup>3</sup> denne sesongen (Figur B4) mens døgnverdiene av PM<sub>10</sub> ikke overstiger 40 µg/m<sup>3</sup> ved Rådhuset (Figur B3).

### 3.5 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Trondheim

(Se Appendix C: Tabell C1 og Tabell C2; Figur C1 – Figur C12)

I Trondheim har vi tilgang på en bybakgrunnstasjon (Torvet) og tre gatestasjoner (Bakke kirke, Elgeseter og Heimdalsmyra). Stasjonen på Heimdalsmyra ble ved nyttårsskiftet flyttet, og vi har derfor bare samhoørende observasjon og prognoseverdi for denne stasjonen for perioden 1. oktober – 31 januar 2013.

Som vi også så i fjorårets beregninger for Trondheim underestimerer prognosemodellen relativt betydelig de observerte nivåene på samtlige komponenter på alle målestasjonene. Middelnivåene underestimeres med om lag 30 % for alle komponentene, og for PM<sub>10</sub> beregnes 99.7 prosentilen til det halve av observasjonsnivået (se Tabell C1 og C2). Korrelasjonskoeffisientene er også relativt lave sammenliknet med verdiene i Oslo.

Tidsseriefigurene av døgnverdiene for alle komponentene og alle stasjonene i Trondheim (Figur C1 – C12) viser gjennomgående at modellsystemet underestimerer kraftigst i de tre midtvintersmånedene, desember – februar. I januar og februar er det også hyppige brudd i beregningsmaterialet på grunn av stabilitetsproblemer med Harmionie-1km. Av denne grunn er det vanskelig å avdekke hva som forårsaker de dårlige prognoseresultatene. Det er likevel grunn til å se nærmere på datagrunnlaget for Trondheim. Årsakene til de dårlige resultatene i Trondheim er antakelig sammensatt. En grundig gjennomgang av modelloppsett, utslipps- og meteorologi-data, med en påfølgende uttesting mot et utvidet testdatasett av observasjoner, er trolig nødvendig for å kunne forbedre prognosekvaliteten. Siden svevestøvet i Trondheim i stor grad er forårsaket av oppvirvlet veistøv er det også viktig å inkludere NORTRIP modellen med bruk av lokalt tilpassede inngangsdata.

### 3.6 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Stavanger

(Se Appendix D: Tabell D1 og Tabell D2; Figur D1 – Figur D6)

Som i Bergen, finnes det kun to målestasjoner innenfor beregningsområdet i Stavanger, bybakgrunnstasjonen Våland og gatestasjonen Kannik. De statistiske måltallene for disse stasjonene, Tabell D1 og D2, viser korrelasjonskoeffisienter for NO<sub>2</sub> på Våland på

0.64 og 0.59 for hhv. D1- og D2-prognosene. På Kannik er de tilsvarende verdiene 0.60 og 0.59. Det gjennomsnittlige NO<sub>2</sub> nivået viser kun an marginal underestimering på omlag 3 % på Våland, mens en litt klarere underestimering på 14 % forekommer på Kannik. 99.7 prosentilene viser en relativt sterk overestimering av de høyeste timesverdiene av NO<sub>2</sub> på Våland, mens vi har en tilsvarende underestimering på Kannik. En samlet oversikt over prognosekvaliteten for NO<sub>2</sub> for disse to stasjonene er vist ved tidsseriene av observerte og beregnede døgnverdier i Figur D1 og D2.

For svevestøv viser korrelasjonsverdiene i Tabell D1 og D2 resultater på linje med de tilsvarende verdiene i Oslo. Imidlertid viser middelnivåene og prosentilverdiene at PM<sub>10</sub> nivåene underestimeres i betydelig grad på gatestasjonen Kannik. Dette er trolig knyttet til problemer med estimeringen av veistøvbidraget og illustrerer behovet for forbedringer i denne delen av prognoseverktøyet. Underestimeringen demonstreres tydelig i tidsseriene presentert i Figur D4.

### 3.7 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Grenland

(Se Appendix E: Tabell E1 og Tabell E2; Figur E1 – Figur E9)

I Grenland finnes tre gatestasjoner: Lensmannsdalen, Øyekast og Sverresgate. I tillegg måles NO<sub>2</sub> på to andre stasjoner (Ås-Heistad og Haukenes). Disse ligger imidlertid et stykke utenfor byområdet og måler derfor veldig lave nivåer sammenliknet med ordinære bybakgrunnstasjoner. Ås og Haukenes er likevel tatt med i statistikktabellene og i tidsseriefigurene i Appendix E. De observerte middelverdiene for NO<sub>2</sub> er 8.3 µg/m<sup>3</sup> og 3.7 µg/m<sup>3</sup> på hhv. Ås og Haukenes. De tilsvarende gjennomsnittsverdiene for prognosene hhv. 11.2 µg/m<sup>3</sup> og 6.6 µg/m<sup>3</sup>. Prognoseverdien for Haukenes gjenspeiler bakgrunnsnivåene (MACC) som benyttes i beregningene, og det økte middelnivået på Ås skyldes følgelig lokale bidrag.

Resultatene fra de tre gatestasjonene viser mye av de samme trekkene som vi så i Trondheim, med variabel kvalitet for NO<sub>2</sub>, og med gjennomgående dårligere kvalitet for svevestøvet. For NO<sub>2</sub> er prognoseverdiene relativt gode for gatestasjonen Lensmannsdalen, med korrelasjonskoeffisient på om lag 0.6, og med moderate avvik både i middelnivå og for de høye prosentilverdiene. For de to øvrige gatestasjonene, Øyekast og Sverresgate, er korrelasjonene noe lave. Selv på gatestasjonene er NO<sub>2</sub>-nivåene lave gjennom hele varslingssesongen med maksimal timesverdi på 146 µg/m<sup>3</sup> observert på målestasjonen Lensmannsdalen.

For PM<sub>10</sub> underestimerer prognosemodellen i betydelig grad. Som vist i Figurene E6 – E8 er denne underestimeringen mest markert i november og i mars, og er trolig knyttet til en underestimering av oppvirket veistøv. På Lensmannsdalen måles det denne vinteren hele 29 døgn med PM<sub>10</sub>-konsentrasjoner over 50 µg/m<sup>3</sup>, mens

prognoseverdiene maksimalt når opp i en døgnverdi på  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  på denne stasjonen. Det kan også bemerkes at den maksimale døgnverdien for  $\text{PM}_{10}$  på  $199 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som måles på Lensmannsdalen den 11 mars er var den høyeste døgnverdien observert blant Bedre Byluft byene denne vinteren. Det er kun på målestasjonen Lensmannsdalen at både  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2.5}$  observeres, og all informasjon om grovfraksjonsandelen,  $\text{PM}_C$ , er derfor basert på denne ene stasjonen.  $\text{PM}_{2.5}$  prognosene er relativt gode, med korrelasjonskoeffisienter på 0.47 og 0.48 for hhv. D1- og D2-prognosen, og med kun en svak underestimering av middelverdiene.

### 3.8 Vurdering av luftkvalitetsprognosene for Drammen

(Se Appendix F: Tabell F1 og Tabell F2; Figur F1 – Figur F5)

I Drammen består målenettverket av en gatestasjon, Bangeløkka, hvor alle beregningskomponentene måles. I tillegg måles enkeltkomponenter på 3 øvrige bybakgrunnstasjoner: Drammenselva ( $\text{NO}_2$ ), Grev Wedels plass ( $\text{NO}_2$ ) og Nedre Storgate ( $\text{PM}_{10}$ ). Siden det ikke gjøres  $\text{PM}_{2.5}$ , målinger foreligger ikke noe estimat av grovfraksjonspartiklene.

Prognoseresultatene viser igjen relativt gode resultater for  $\text{NO}_2$ . Fra de statistiske måltallene i Tabell F1 og Tabell F2 ser vi at stasjonene i gjennomsnitt oppnår en korrelasjonskoeffisient på 0.56 (for både D1- og D2-prognosene) og mens  $\text{NO}_2$ -nivået ved gatestasjonen i middel overestimeres marginalt med 4 %, underestimeres nivåene noe mer på bybakgrunnstasjonene (17 – 31 %). Tidsseriefigurene i Figur F1 – Figur F3 viser at prognosene i det store og hele følger observasjonene bra, og at underestimeringen på bybakgrunnstasjonene i stor grad skyldes at minimumsnivåene på nattetid blir for lave. Dette kan tyde på at de benyttede bakgrunnsnivåene i for liten grad fanger opp de reelle konsentrasjonsnivåene på modellrendene.

$\text{PM}_{10}$ -prognosene viser brukbar korrelasjon (varierende mellom 0.39 – 0.47), og en moderat underestimering av de observerte gjennomsnittsnivåene.

### 3.9 Oppsummering av luftkvalitetsprognosene

Generelt viser evalueringen av sesongens luftkvalitetsprognoser at prognosekvaliteten gjennomgående er god. Spesielt er det godt samsvar mellom prognoser og observasjoner når det gjelder  $\text{NO}_2$  for de fleste byene. For svevestøv er kvaliteten noe dårligere, trolig grunnet større usikkerheter i utslippsestimatene for vedfyringen og ikke minst veistøvoppvirvlingen. Dette understreker behovet for en kontinuerlig oppdatering av utslippsoversiktene, og innføring av en forbedret veistøvmodell. Forberedende arbeid med sikte på å implementere en prosessbasert veistøvmodell (NORTRIP; Denby et al., 2012) er nå igangsatt.

Selv om prognosekvaliteten er lavere for svevestøv enn for NO<sub>2</sub>, må det understrekes at PM-prognosene likevel kan nyttiggjøres i varslingsammenheng. Sammen med bruk av tilgjengelig tilleggsinformasjon, som f.eks. informasjon om tid og sted for planlagt støvdempingstiltak, tilgang på subjektiv tolkning av de meteorologiske prognosene fra vakthavende meteorolog, lokalkunnskap om snø/is-forhold langs hovedveinettet, og tilgang til de siste dagens observasjonsnivå, vil en kunne bruke prognosene til å gi kvalifiserte varsler for de forventede svevestøvnivåene.

Evalueringsarbeidet viser også at kvaliteten holder seg gjennom hele prognoseperioden. Resultatene er evaluert separat for "Dag 1"- og "Dag 2"-prognosene, og viser kun en svak endring (om noen) i de beregnede statistiske måltallene. Dette er viktig med tanke på bruk av prognosene i tiltaksøyemed.

Evalueringsarbeidet viser at prognosekvaliteten er lavest i Grenland og Trondheim. For å bedre prognosene for disse byene er det trolig behov for en grundig gjennomgang av utslippsdataene og det øvrige modelloppsettet. En spesialstudie bør gjennomføres, med uttesting mot et utvidet testdatasett av både meteorologi- og luftkvalitetsobservasjoner.

## 4 Verification of forecasts using hit tables

In this section the model forecasts are verified against observations with emphasis on the ability of the model to predict the observed pollutant categories, particularly the poor air quality events.

### 4.1 Derivation of hit tables and definition forecast quality indicators

For the forecasts provided to the public, after subjective interpretation, four levels of air quality are defined (i.e. **Lite**, **Noe**, **Mye** and **Svært mye** [Little, Some, Much, Really a lot]). We can use these four levels to create a ‘hit table’ by providing concentration boundaries to the categories. These boundaries are shown in Table x1. The worst category in the four level system (**Svært mye**) indicates if limit values for hourly mean NO<sub>2</sub> and daily mean PM<sub>10</sub> are exceeded. The hit tables using these four categories provide a simplified overview of the prognosis quality, but these tables are difficult to quantify with single indicators in a simple way.

To do this it is common, as in a previous Bedre Byluft report (Ødegaard et al., 2011), to define just two categories (**God** and **Dårlig** [Good and bad]) and to derive from these two category hit tables relevant indicators for the success of the model to predict air quality at the monitoring sites. Defining two categories, instead of four, is the same as aggregating the two lowest and two highest four level categories.

There are a number of indicators that can be extracted from these hit tables. The two we present here are the percentage of times the model forecast does not match the observed categories (Andel feil varsel, AFV) and the percentage of times the model correctly predicts ‘poor’ air quality events, known as the ‘Critical success index’ (Kritisk suksess indeks, KSI). AFV is defined as:

$$\text{AFV} = \frac{\text{Number of incorrectly predicted air quality events}}{\text{All air quality events}} \times 100$$

We use AFV instead of the percentage of correct predictions (accuracy) because generally the model provides a high number of correct hits, usually > 90% and AFV is more illustrative of the accuracy of the model in this regard. A perfect forecast would have an AFV of 0%.

The KSI indicator is defined as:

$$\text{KSI} = \frac{\text{Number of correctly predicted 'poor' air quality events}}{\text{All predicted or observed 'poor' air quality events}} \times 100$$

The maximum value for KSI is 100%, when the model correctly predicts all ‘poor’ air quality events and does not predict any ‘false-alerts’ (predicting poor air quality when it is observed to be good) and does not predict any ‘missed-alerts’ (predicting good air quality when it is observed to be poor). A model can be considered to be useful for forecasting poor air quality if  $\text{KSI} > 50\%$ .

Both these indicators are dependent on the distribution of the concentration values. For example if the threshold level is low compared to observed and modelled concentrations then the hit region for correctly modelled poor air quality becomes very large and KSI can be high. If only a few events lie in the poor air quality region then KSI can vary significantly, due to the low number of samples. When the threshold is high compared to observations, then it is easy for the model to correctly predict all the low values, leading to a very small value for AFV.

Table 4.1. Pollutant categories and corresponding concentrations used to categorize the air quality for the three components  $\text{NO}_2$  and  $\text{PM}_{10}$ .

4 nivåer		Lite	Noe	Mye	Svært mye
2 nivåer		God		Dårlig	
$\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>Døgn maks. time</b>	< 50	50 - 100	100 - 200	> 200
$\text{PM}_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>Døgnmiddel</b>	< 20	20 - 35	35 - 50	> 50
$\text{PM}_{2,5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>Døgnmiddel</b>	< 10	10 - 20	20 - 30	> 30

The two level system of categorizing air quality forecasts is a straight forward method to understand and to implement. However, it has a major drawback that makes it non-representative of the model results. In the area around the threshold value, e.g.  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for daily mean  $\text{PM}_{10}$ , the method guarantees ‘misses’ no matter how accurate the modelling is. If, for example, the model predicts  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for daily mean  $\text{PM}_{10}$  and the observed concentration is  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  then this is considered a miss. Usually model validation against observations does not include thresholds, to avoid this sort of problem. Indicators such as root mean square error (RMSE), indicating the average error between models and observations, and FAC2, fraction of model calculations within a factor of 2 of the observations, are more generally used for assessing model quality, but these do not tell us how well a forecast performs.

To account for the threshold problem when using the two level category a ‘modified’ two level version is applied. This method also aggregates the four level categories but allows for broader limits around the two level threshold value. In this case we consider



a ‘successful’ prediction to not only lie within the specified categorical ranges but also to include predictions that are halfway between the categories above and below. This allows for some leeway in interpreting success or not.

Using this modified definition, we can split the new hit table into four sections, as in the two level system. The thresholds of this modified form are shown in Figure 4.1 for NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>. These are superimposed onto a scatter plot of data taken from a previous modelling study in Stavanger 2012 (Denby et. al, 2014), using two stations Kannik and Våland. The assessment method is demonstrated using a previous study, that used observed meteorology and included the NORTRIP road dust model, rather than the current forecasts in order to illustrate a ‘high quality’ prediction (referred to as ‘dag 3’ forecasts). In Figure 4.2 the resulting hit tables are shown using both the two level and the modified two level method. Included in Figure 4.2 are also the four level results.

In Figure 4.1, the envelope of successful prediction is indicated by red lines. The poor and good air quality categories within this envelope are distinguished using the 2 level good/poor threshold for the observed data. The two sections above/left and below/right to this successful prediction envelope represent areas of ‘misses’, either as over prediction or as under prediction by the model. Using this system accounts for variability around the good/poor threshold value. Interpretation of the quality of the forecast using AFV and KSI is the same as for the two level system.

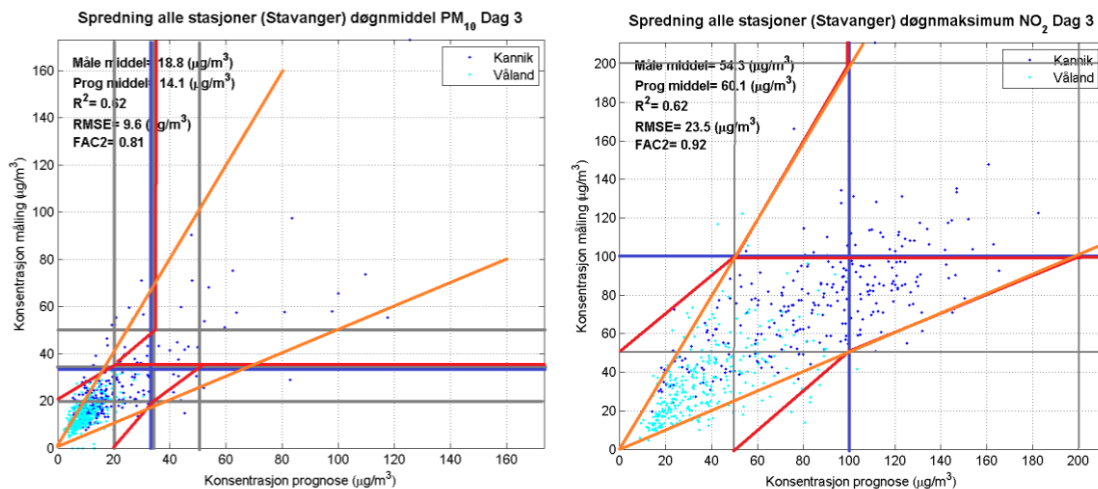


Figure 4.1. Left, scatter plots showing daily mean for PM<sub>10</sub> and right, the daily maximum hourly mean NO<sub>2</sub> in Stavanger for the entire year 2012. Superimposed on the plots are the thresholds for the different methods for categorizing the results. Grey lines are the 4 level hit table, blue lines the 2 level hit table, red lines the 2 level ‘modified’ method (described in the text) and the orange lines the FAC2 indicator method. Note that the ‘modified’ 2 level limits are the same as FAC2 for NO<sub>2</sub> in some places.

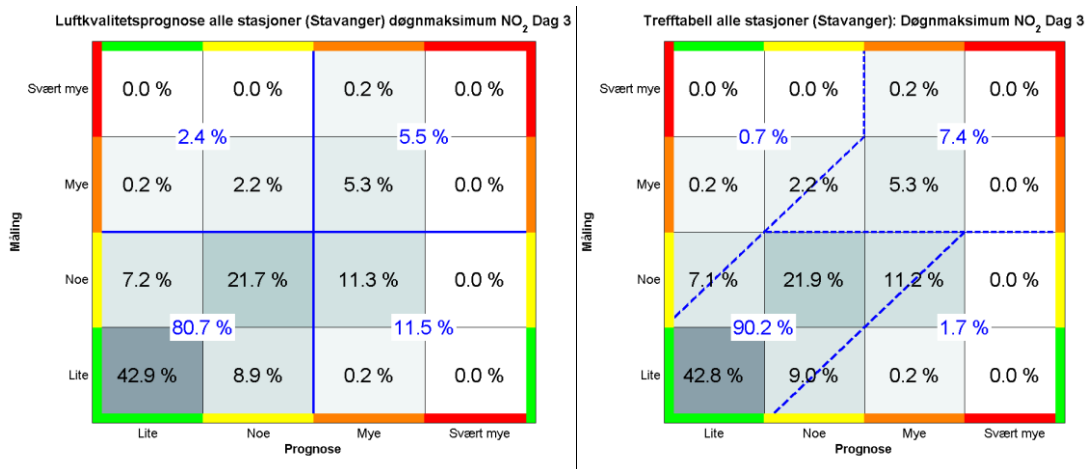


Figure 4.2. Four level hit tables showing maximum hourly mean hits for NO<sub>2</sub> in Stavanger for the entire year 2012, as in Figure 4.1. Four level hit rates are shown in black text as percentages with shading in squares. Superimposed on these tables are the two level methods described in the text. Left, is the normal two level categorization and right is the modified version with hits indicated in blue text. Thresholds are indicated by blue lines, dashed in the case of the modified version.

For the example given in Figure 4.2 we find that the modified two level method applied gives:

KSI = 75% (NO<sub>2</sub>), KSI = 59% (PM<sub>10</sub>), KSI = 44% (PM<sub>2.5</sub>), and

AFV = 2.4% (NO<sub>2</sub>), AFV = 3.4% (PM<sub>10</sub>), and AFV = 1.3% (PM<sub>2.5</sub>),

PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> are not shown as hit tables here. For NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> this would be classified as a useful forecast for poor air quality, but not for PM<sub>2.5</sub>. This example, however, is not a forecast but is taken from an analysis using measured meteorology for the year 2012 (Denby et al., 2014). As such it represents a 'best case' correspondence of the model with observations for the modelling system. KSI will generally be lower for forecasts due to the uncertainty in the meteorology.

## 4.2 Calculated hit tables and forecast quality indicators

Here we present hit tables and forecast quality indicators for the 2013-2014 forecast season. For each city, each pollutant and each forecast day (1 and 2) hit tables are made, similar to Figure 4.2, and the forecast quality is assessed using the AFV and KSI indicators. The hit tables are provided in Appendix G and the indicators are shown below in Figures 4.3 - 4.5. In each city all available monitoring data is used, which ranges from 10 sites in Oslo to 1 site for PM<sub>2.5</sub> in Grenland. No sites for PM<sub>2.5</sub> are available in Drammen. Because the number of measurement stations varies from city to city, and also per pollutant, the hits are given in normalized form as a percentage. It may be interesting to look at the results per station, since some stations have low concentrations and others high, but the hit tables presented in Appendix G are intended to provide an overview.

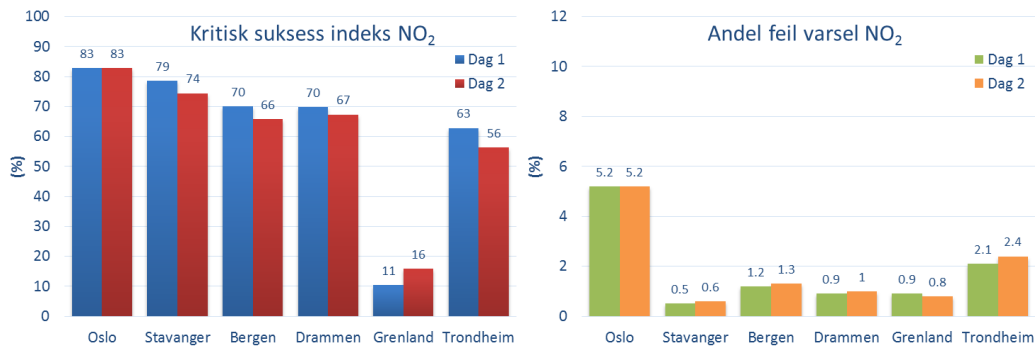


Figure 4.3. Left, critical success index (KSI) and right, fraction of incorrect forecasts (AFV) for the 2013-1014 forecasts of NO<sub>2</sub> maximum daily mean concentration. Shown are the results for day 1 and day 2 forecasts. A useful forecast has KSI > 50%

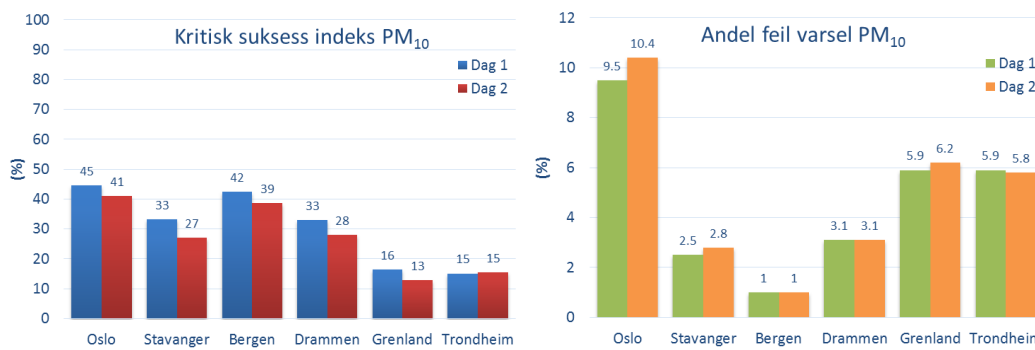


Figure 4.4. Left, critical success index (KSI) and right fraction of incorrect forecasts (AFV) for the 2013-1014 forecasts of PM<sub>10</sub> daily mean concentration. Shown are the results for day 1 and day 2 forecasts. A useful forecast has KSI > 50%.

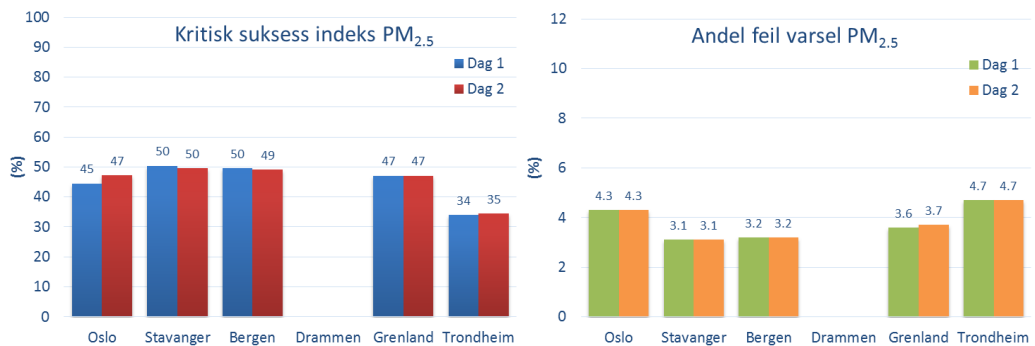


Figure 4.5. Left, critical success index (KSI) and right fraction of incorrect forecasts (AFV) for the 2013-1014 forecasts of PM<sub>2.5</sub> daily mean concentration. Shown are the results for day 1 and day 2 forecasts. A useful forecast has KSI > 50%

The following comments concerning these figures are made:

- NO<sub>2</sub> forecasts are the most successful, with the exception of Grenland. In Oslo the model correctly predicts poor air quality events for NO<sub>2</sub> 83% of the time.
- PM<sub>10</sub> forecasts tend to be the worst, with a KSI significantly less than 50% and the highest AFV values (most inaccurate).
- KSI for PM<sub>2.5</sub> forecasts are generally only slightly less than 50% and AFV consistently lies between 3 and 5%.
- In almost all cases the day 1 forecasts have slightly higher KSI than do the day 2 forecasts, but the differences are never large. For PM<sub>2.5</sub> there is almost no difference between day 1 and day 2 forecasts. The number of wrong forecasts (AFV) is generally the same for day 1 and 2.
- The low KSI in Grenland is, to a large degree, due to the lack of high NO<sub>2</sub> concentrations. Only 0.3% of all observations are classified as 'poor' air quality, around 6 cases, and only one of these was correctly predicted by the model. 99% of all measured and modelled concentrations in Grenland are categorized as 'good' air quality. This indicates how the choice of thresholds, relative to concentrations, can have a significant impact on the KSI indicator.
- The city with the lowest accuracy (highest AFV) is Oslo, and this is particularly the case for PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub>. This low accuracy was seen for most of the stations, but Hjortnes had the worst AFV at 19%. This is due to a tendency for the model to not predict some of the poor air quality events.

## 5 Evaluering fra Vervarslinga for Nord-Norge

### 5.1 Innledning

Vervarslinga for Nord-Norge utstedte sesongens første varsel for Tromsø 01.11.13, mens sesongen ble avsluttet med et varsel for 17.05.14. Avslutning ble satt av historiske årsaker, frem til 17. mai er det tidligere observert høye verdier, aldri etter denne datoen. Årsaken til dette kan ligge i den grundige opprydningsprosessen i gatene før 17. mai-feiringen.

Av hensyn til total arbeidsmengde og bemanning er varselet også denne sesongen laget om ettermiddagen. Man har da laget varsel for to dager senere, samt oppdatert varselet for morgendagen.

Tromsø dekkes ikke av noen modell som beregner luftforurensningsnivået for de kommende døgn. Vi må derfor gjøre en subjektiv vurdering av hvilke luftkvalitetsnivåer vi vil få i dagene som kommer, basert på værvarselet generelt, samt at vi må bruke tilgjengelige værmodeller for å se på Tromsø spesielt. Dette medfører en litt mer omfattende varslingsprosess enn for steder hvor man kan støtte seg til modellberegninger. På grunn av dette registrerte vi de to første sesongene vi varslet, en del parametere som vi har brukt for å beregne luftkvaliteten. Tilsvarende registrerte vi de samme parameterene i etterkant, slik at vi kunne evaluere varslene. Dette gjelder meteorologiske parametere, som temperatur, fuktighet, vind og nedbør, så vel som ikke-meteorologiske parametere som om det er utstrakt bruk av piggdekk og om det er mye trafikk i tidsrommet. På bakgrunn av disse dataene har vi bygd opp en erfaringsdatabase, som vi før sesongen 2010-2011 systematiserte. Denne gir oss en mulighet til å vurdere hvilke forurensningsnivåer vi kan forvente de påfølgende dagene, ved å kun basere oss på de faktorer som virkelig har betydning for luftkvalitetsnivået.

Verifiseringsdataene i denne rapporten er basert på times- og døgnverdier på luftkvalitet.info.

## 5.2 Målestasjoner



Fig. 5.1: Målestasjonen i Hansjordnesbukta, er lokalisert i et svært trafikkert område sentralt i Tromsø. Verdiene fra denne stasjonen er antatt å representere maksimalverdier for Tromsø.

I Tromsø er det to målestasjoner, Hansjordnesbukta (fig. 1) måler  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2.5}$ , mens Tverrforbindelsen (fig. 5.2) kun måler  $\text{PM}_{10}$ . Også denne vinteren har alle målinger i perioder vært ute av drift (fig. 5.3-5.6). I tillegg har data i perioder vært forsinket tilgjengelig i databasen. Dette har medført at vi har hatt begrensede evalueringsmuligheter. Spesielt har muligheten til å bruke dagens observasjoner som et hjelpemiddel for å varsle morgendagens nivåer vært begrenset. Det denne sesongen, som de foregående, få høye verdier av  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{2.5}$ .  $\text{PM}_{10}$  er, og har vært, det største samfunnsproblemet i Tromsø. Denne rapporten presenterer derfor bare dataene for  $\text{NO}_2$  og  $\text{PM}_{2.5}$ , mens  $\text{PM}_{10}$ -nivået utdypes noe mer. Stasjonen i Hansjordnesbukta (fig. 5.5) er den som historisk har de fleste høye målinger av  $\text{PM}_{10}$ -nivå. Målinger hvor stasjonen på Tverrforbindelsen (fig. 5.6) har høyere verdier enn tilsvarende for Hansjordnesbukta (fig. 5.5), er disse brukt i evalueringen.



Fig 5.2: Målestasjonen ved Tverrforbindelsen er plassert mellom en trafikkert vei og et boligområde.

### 5.3 Resultater

Varslingsperioden besto av i alt 198 dager, hver dag med 6 varslingstidspunkt. Totalt for sesongen er det da varslet 1188 nivåer for hver av de tre parametrene, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> og NO<sub>2</sub>.

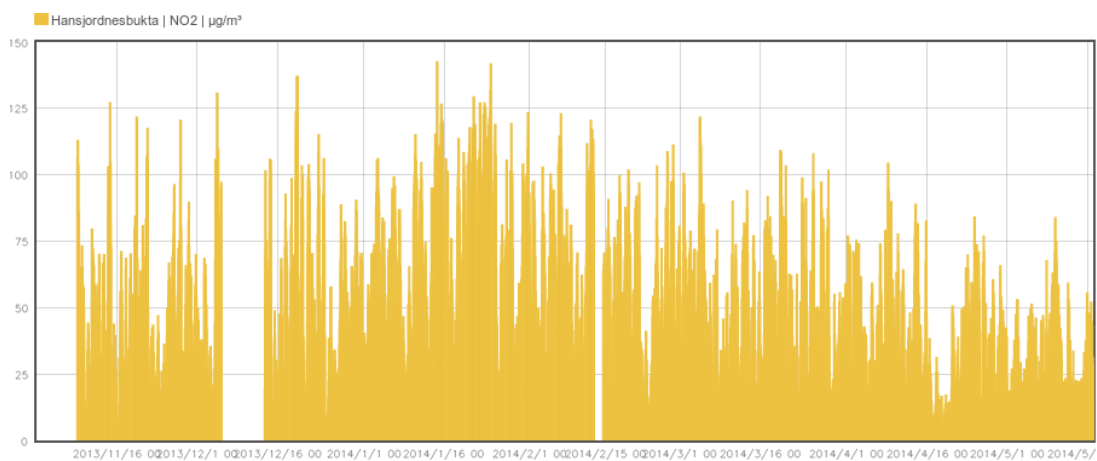


Fig. 5.3: Godkjente NO<sub>2</sub>-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2013-2014.

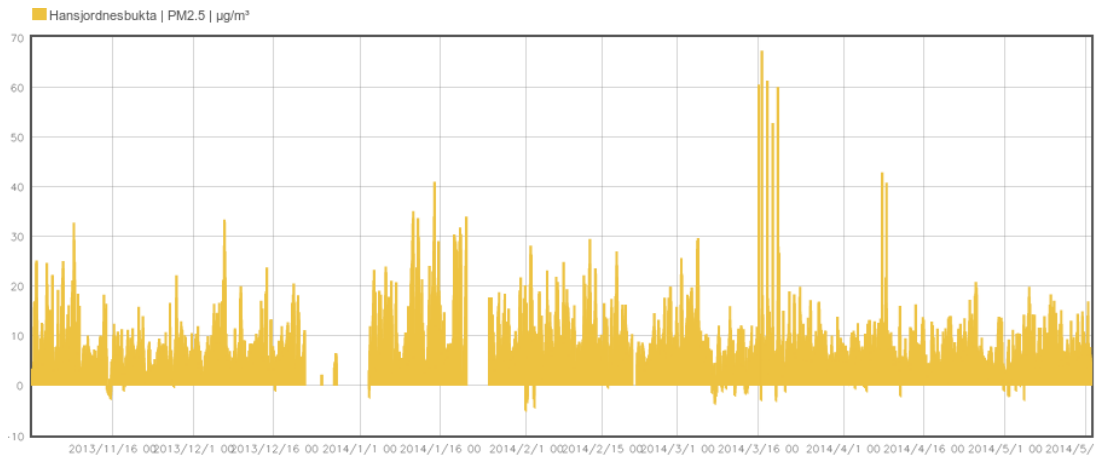


Fig. 5.4: Godkjente PM<sub>2,5</sub>-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2013-2014.

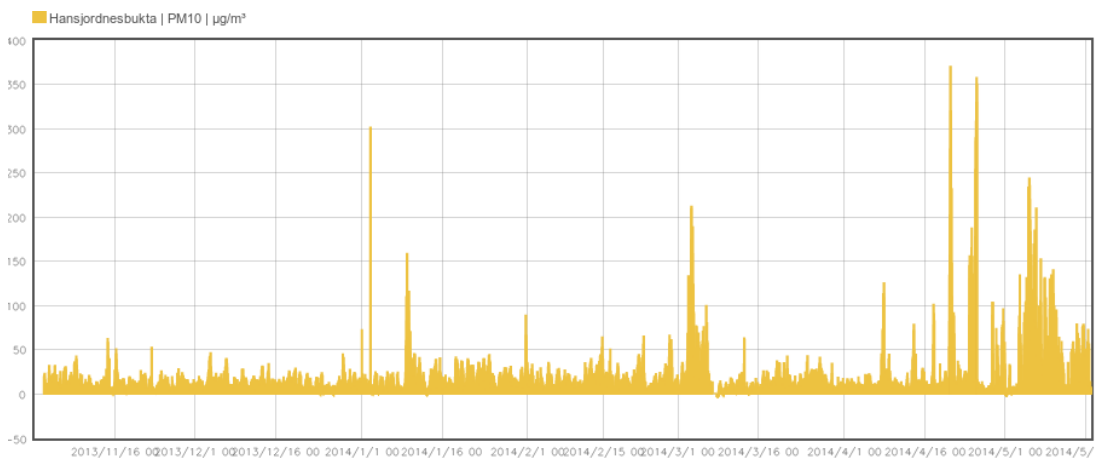


Fig. 5.5: Godkjente PM<sub>10</sub>-målinger (timesverdier) i Hansjordnesbukta sesongen 2013-2014.



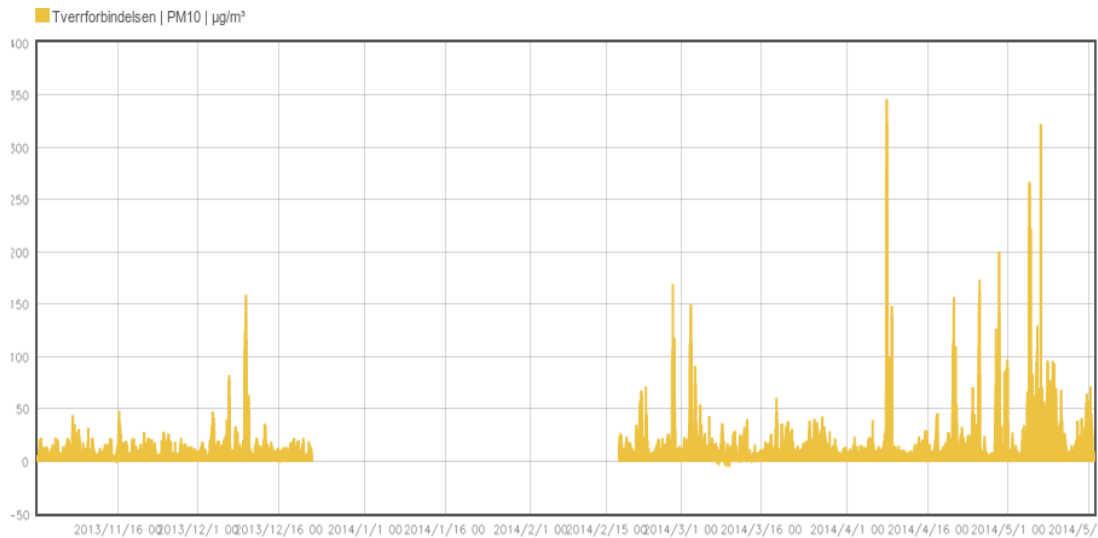


Fig. 5.6: Godkjente PM10-målinger (timesverdier) på Tverrforbindelsen sesongen 2013-2014.

Heller ikke denne sesongen var det noen NO<sub>2</sub>-måling som var høyere enn «NOE» (mer enn 150 µg/m<sup>3</sup>) (fig.3). Kun noen få timesverdier av PM<sub>2.5</sub> som var høyere enn «NOE» (mer enn 150 µg/m<sup>3</sup>) (fig. 4). Imidlertid var det også denne sesongen perioder hvor det ikke var målinger av disse parametrene, eller at målingene ble underkjent. For PM<sub>10</sub> er det flere timesmålinger høyere enn «NOE» (mer enn 100 µg/m<sup>3</sup>), både i Hansjordnesbukta (fig.5) og på Tverrforbindelsen (fig.6).

Ingen målinger av verken NO<sub>2</sub> eller PM<sub>2.5</sub> var høye. Vår erfaring tilsier at disse svært sjelden er høye, slik at varslene i all hovedsak sier «Lite forurensing». Vi vil derfor ikke gå ytterligere inn på disse parametrene i denne rapporten.

Målt nivå	Svært forurenset	0	0	0	0
	Mye forurenset	1	1	1	0
	Noe forurenset	3	1	3	1
	Lite forurenset	171	7	4	0
		Lite forurenset	Noe forurenset	Mye forurenset	Svært forurenset
		Varslet nivå			

Tabell. 5.1: Varslet PM10-nivå (døgnverdi) målt mot PM10-nivå observert i Hansjordnesbukta (n=193).

Målt nivå	Svært forurenset	0	0	0	0
	Mye forurenset	0	0	0	0
	Noe forurenset	4	1	2	0
	Lite forurenset	121	4	6	1
		Lite forurenset	Noe forurenset	Mye forurenset	Svært forurenset
		Varslet nivå			

Tabell. 5.2: Varslet PM10-nivå (døgnverdi) målt mot PM10-nivå observert på Tverrforbindelsen (n=137).

I løpet av sesongen 2013-2014 ble det, verken i Hansjordnesbukta eller på Tverrforbindelsen, registrert noen døgn med PM<sub>10</sub>-døgnverdi på «SVÆRT MYE». «SVÆRT MYE»

ble varslet 1 døgn denne sesongen. Dette døgnet ble det målt «NOE» i Hansjordnesbukta (tab.1). På Tverrforbindelsen ble det heller ikke registret noen døgn med PM10-nivå «MYE», mens det i Hansjordnesbukta ble registrert tre døgn med PM10-døgnverdi på «MYE». Disse tre døgnene ble det varslet henholdsvis «LITE», «NOE» og «MYE». I Hansjordnesbukta ble det 89.6 % av dagene varslet helt korrekt, mens 96,9 % var varslet innenfor ett nivå (tab. 1). Ett døgn (0,7 %) ble det varslet «MYE», men kun målt «LITE». På Tverrforbindelsen ble det varslet helt korrekt 89,1 % av dagene, 96.4 % innenfor ett nivå.

Tverrforbindelsen har en opptid på bare 69,2 %, mens tilsvarende for Hansjordnesbukta er 97,5%. I tillegg er målingene i Hansjordnesbukta jevnt over noe høyere enn på Tverrforbindelsen. Dette, sammen med varslernes instruks om å varsle for de mest utsatte områdene i byen, tilsier at målingene fra Hansjordnesbukta er riktigst å verifisere mot.

## 5.4 Diskusjon

Denne sesongen var det, som tidligere sesonger, få høye målinger. Tabell 5.1 og 5.2 viser at varslene i stor grad har vært riktige i forhold til observerte verdier, dog noe lavere treffprosent enn forrige sesong. Dette kan ha sammenheng med at PM<sub>10</sub> målingene forrige sesong var ute av drift enkelte perioder hvor det tradisjonelt er noen høye målinger. Erfaringer fra tidligere viser at det er enklere å varsle dager med lav forurensing, slik at treffprosenten ble litt kunstig høy forrige sesong, samtidig som tiltakene for å dempe støvproblemen trolig også blir mer effektive. Til tross for dette er det også denne sesongen bra treffprosent på varslene.

Det er fremdeles ikke modellberegninger av luftkvalitet i Tromsø. Vi har heller ikke værobservasjoner eller utsyn til de mest utsatte stedene, hvilket gjør det vanskelig å vite hvordan forholdene er, og vil bli, disse stedene. Kvaliteten på varslene har frem til forrige sesong økt fra år til år. Til tross for en liten nedgang fra i fjor, var også denne sesongen god kvalitet på varslene. Tradisjonelt har det vært vanskeligst å varsle høye verdier. Flere dager med høye målinger denne sesongen har trolig medvirket til at treffprosenten har falt noe.

Resultatene for NO<sub>2</sub> og PM<sub>2.5</sub> (fig. 5.3 og 5.4) viser at opptiden for instrumentene har vært bedre enn tidligere år. Imidlertid er det få høye verdier for disse parametrene, hvilket gjør de relativt enkle å varsle. For PM<sub>10</sub> er observasjonsstabiliteten bra i Hansjordnesbukta, mens på Tverrforbindelsen er instrumentene vært ute av drift en lengre periode..

Et viktig hjelpemiddel er at vi har tilgang til målinger i så nær sanntid som mulig. Denne sesongen har, i noe mindre grad enn forrige sesong, vært preget av at vi i perioder ikke har hatt tilgang til målinger. Disse målingene er, i en stabil vær-situasjon, den beste indikasjonen på hvilke nivåer vi kan vente oss de neste dagene. Skal vi kunne levere gode varsler må opptiden til målestasjonene økes ytterligere.

## 6 Evaluering fra Vervarslinga på Vestlandet

### 6.1 Innledning

Meteorologisk institutt i Bergen (Vervarslinga på Vestlandet) har ansvaret for å varsle luftkvaliteten for Trondheim med referansestasjonene Torvet og Bakke kirke, Bergen med referansestasjonen Rådhuset, og Stavanger/Sandnes med referansestasjonen Våland. De trafikknære stasjonene i Bergen og Stavanger, henholdsvis Danmarks plass og Kannik har også blitt vurdert, men ikke varslet i detalj for. Bakke kirke i Trondheim ligger også på et trafikkert sted, men er med i vurderingen etter ønske fra Trondheim kommune.

Luftkvalitetsvarslingen har blitt gjort fra og med november 2013 til og med april 2014. For Bergen har det også blitt varslet for oktober 2013 som en kontrollperiode for å sjekke at varslingen går bra før oppstarten i november for de andre byene.

Til utarbeidelse av varslene vektlegges hovedsakelig resultatene fra AirQUIS-modellen, i tillegg til observasjonene tilgjengelig på <http://luftkvalitet.info>. De ulike meteorologiske modellene, samt en vurdering av vær-situasjonen og værvarslene som er utarbeidet vurderes også.

Når varslene utarbeides lages det en varslingskurve for hver komponent, PM 2.5, PM10 og NO<sub>2</sub>. Varslene som legges ut på <http://luftkvalitet.info> er en samlekurve av de tre komponentene der høyeste forurensningsverdi vises. I tillegg legges det ut en varslings-tekst som beskriver forventet forurensningsnivå i form av *lite*, *noe*, *mye* eller *svært mye* luftforurensning for referansestasjonene. Noen ganger kommenteres i tillegg forventet nivå av luftforurensning for den trafikknære stasjonen, men dette varierer fra situasjon til situasjon. Det varsles timesverdier, og forurensningsnivåene styres etter kriteriene for timesverdier (se tabell 6.1).

Luftkvalitets- indikator	Helsevirkninger knyttet til luftforurensning	PM10	PM2.5	NO2 ug/m3
Svært mye	Svært stor helsesrisiko	>200	>100	>200
Mye	Helsesrisiko forekommer i visse områder.	100-200	50-100	150-200
Noe	Moderat helsesrisiko	50-100	25-50	100-150
Lite	Liten helsesrisiko	<50	<25	<100

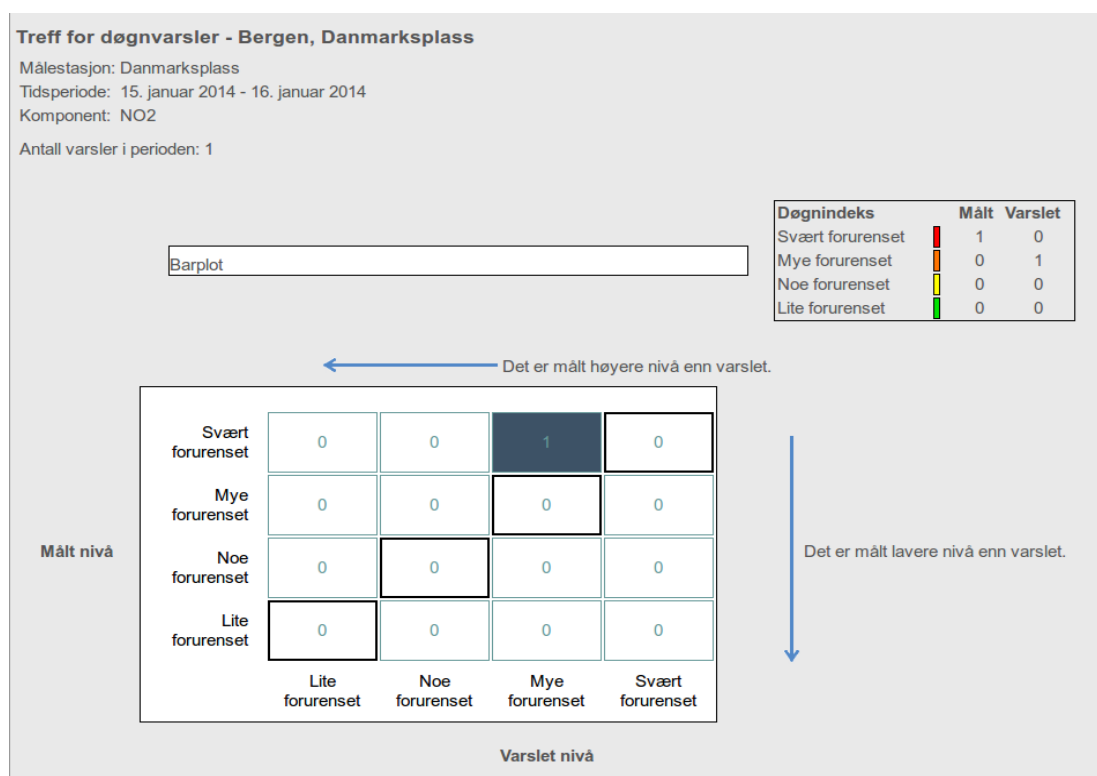
Tabell 6.1. Kriterier for timesverdier inndelt i forurensningsklassene lite, noe, mye og svært mye luftforurensning (<http://luftkvalitet.info>).

I tillegg til varsling via <http://luftkvalitet.info>, sender Vervarslinga på Vestlandet ut en tekst til for eksempel kommuner, aviser, NRK og NILU. Der rapporterer vi om gårsdagens observerte luftkvalitet, og forventet forurensningsnivå for dagen i dag og morgendagen. Dette utføres for både Trondheim, Bergen og Stavanger/Sandnes for referansestasjonene, og også her kommenteres det til tider forventet forurensning i trafikkerte områder. I tillegg sendes et langtidsvarsel på 4-5 dager frem i tid til Bergen kommune der det kommenteres om det er ventet *mye* eller *svært mye* luftforurensning de neste 4-5 dagene basert på vær-situasjonen og langtidsprognosene i værmodellene. Dette er noe Bergen kommune har etterspurt etter at det var en lang periode med høy luftforurensning i Bergen i 2010. Ved å motta et slikt varsel kan de være mer forberedt dersom en slik situasjon er ventet å oppstå i fremtiden. Tilbakemeldingene fra Bergen kommune på denne type varsling har så langt vært veldig positiv.

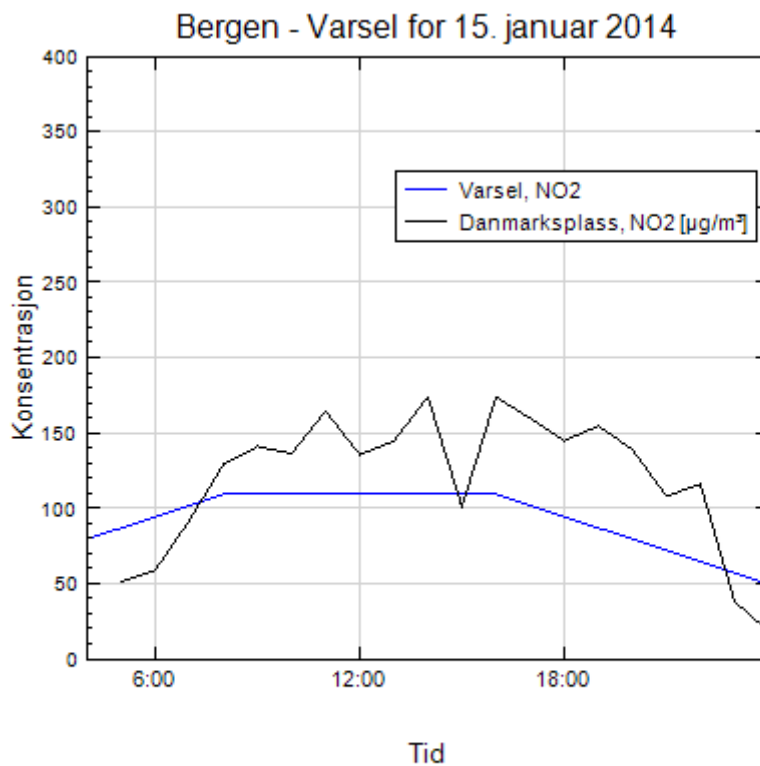
Luftkvalitetsesongen fra november 2013 til april 2014 har vært preget av få eller ingen langvarige høytrykkssituasjoner som er typisk for dannelse og utvikling av lange perioder med høy luftforurensning. Sesongen 2013/2014 var i hovedsak preget av en langvarig periode med sørøstlig og til dels sterk vind, noe som hindret langvarige situasjoner med høy luftforurensning. I tillegg var Trøndelag berørt av to ekstremvær med sterk storm fra vest eller nordvest med kraftige vindkast inn over land, og ett ekstremvær med lokalt store nedbørmengder. Disse tre ekstremværene var henholdsvis Hilde i november 2013, Ivar i desember 2013 og Kyrre i mars 2014. Vestlandet ble i desember 2013 i tillegg truffet av en nordvestlig storm som det danske Meteorologiske institutt ga navnet Bodil. Milde temperaturer og sterk vind som er lite gunstig for dannelse av høy luftforurensning har dermed preget sesongen 2014/2014 for Trondheim, Bergen og Stavanger/Sandnes.

## 6.2 Vurdering av resultater

Under vurdering av resultatene kom det frem at «Treff for døgnvarsler» viser forskjellige resultater sammenlignet med både «Treff for varslingsgraf» og «Se skalerte data» fra administrasjonssiden til luftkvalitet.info. Generelt sett viser «Treff for døgnvarsler» høyere observerte forureningsverdier enn de to andre fremstillingsmåtene. Dette går igjen for de ulike komponentene for både Trondheim, Bergen og Stavanger for hele sesongen 2013/2014. Som et eksempel kan en situasjon fra Danmarks plass i Bergen 15. januar 2014 trekkes frem. «Treff for døgnvarsler» viser at det ble målt svært mye NO<sub>2</sub>, mens de to andre fremstillingsmåtene viser at det ble målt lite NO<sub>2</sub>. Se følgende figurer.

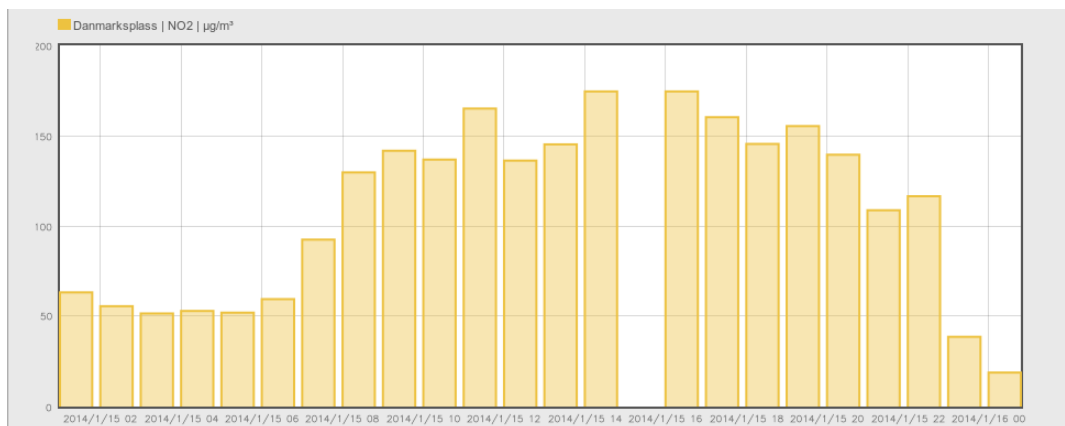


Figur 6.1. «Treff for døgnvarsler» for NO<sub>2</sub> for Danmarks plass 15. januar 2014 viser at NO<sub>2</sub>-nivået ble observert til svært mye denne dagen.



Onsdag ventes det noe forurenset luft, i sterkt trafikkerte strøk kan forureningsnivået være høyere. Utover dagen er det ventet økende vind og avtagende forurensning.

Figur 6.2. «Treff for varslingsgraf» for Danmarks plass 15. januar 2014 viser at nivået for NO<sub>2</sub> ble observert til mye luftforurensning denne dagen.

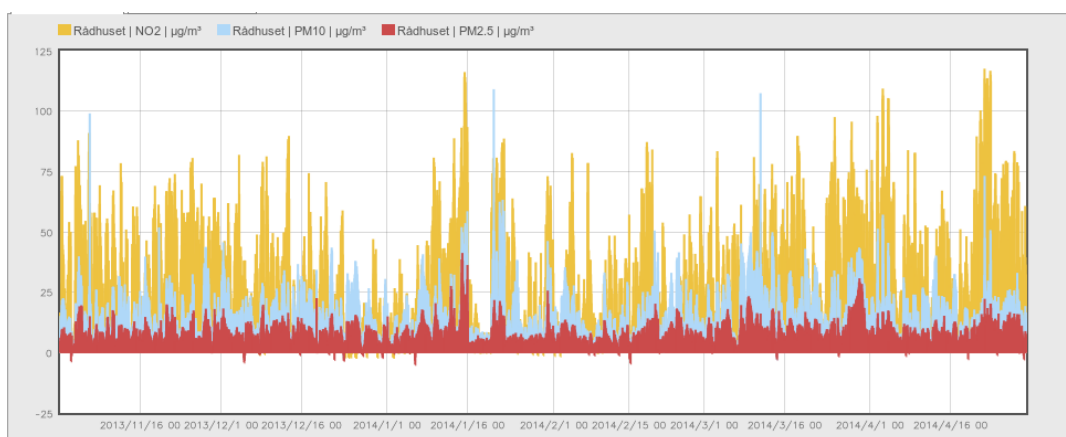


Figur 6.3. «Se skalerte data» for Danmarks plass 15. januar 2014 viser at nivået for NO<sub>2</sub> ble observert til mye luftforurensning denne dagen.

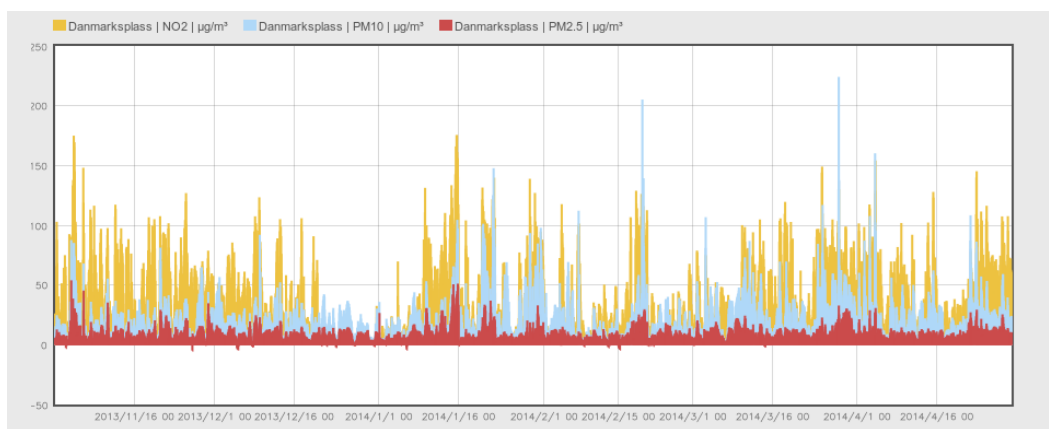
Siden resultatene til «Treff for døgnvarsler» avviker fra de to andre fremstillingsmåtene for observasjoner, er det i denne rapporten valgt å se vekk i fra resultatene til «Treff for døgnvarsler». Resultatene for observert luftforurensning denne sesongen vil dermed bli presentert ved bruk av «Se skalerte data».

### 6.3 Bergen

I Bergen brukes Rådhuset som referansestasjon i den daglige varslingen av luftkvalitet. Rådhuset er en bybakgrunnstasjon, og representerer dermed det generelle bybildet. Avhengig av situasjonen, kommenteres også forventet luftkvalitet ved Danmarks plass som er en trafikknær stasjon. Følgende figurer viser observasjoner for PM<sub>2.5</sub> i rødt, PM<sub>10</sub> i blått og NO<sub>2</sub> i gult for henholdsvis Rådhuset og Danmarks plass fra og med november 2013 til og med april 2014.



Figur 6.4. Observasjoner for PM<sub>2.5</sub> i rødt, PM<sub>10</sub> i blått og NO<sub>2</sub> i gult for Rådhuset fra og med november 2013 til og med april 2014.



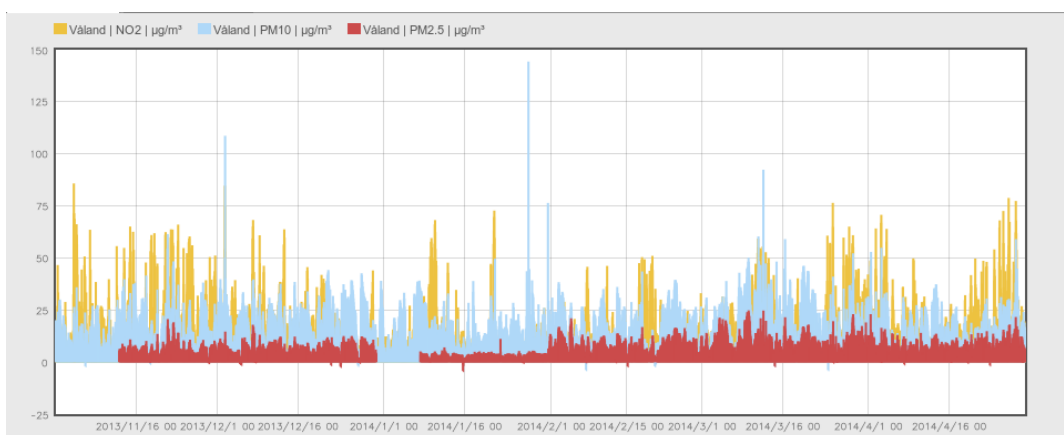
Figur 6.5. Observasjoner for PM<sub>2.5</sub> i rødt, PM<sub>10</sub> i blått og NO<sub>2</sub> i gult for Danmarks plass fra og med november 2013 til og med april 2014.



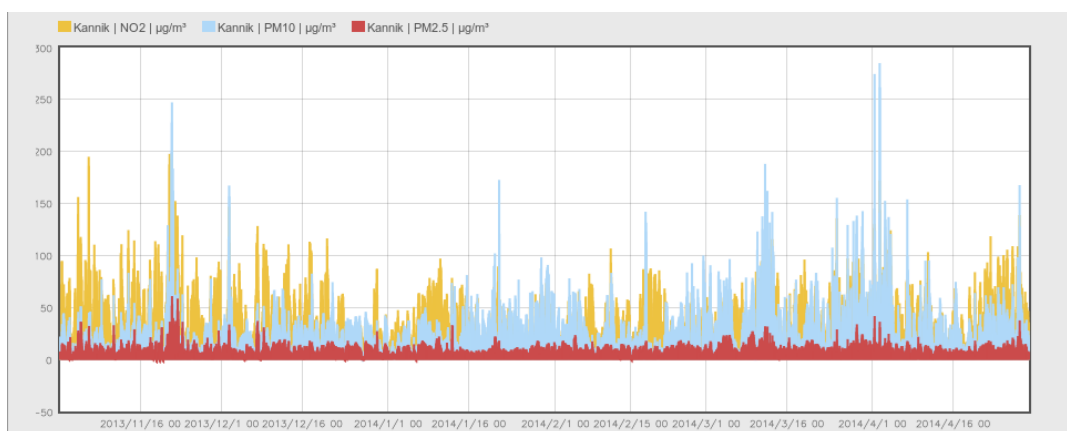
For Rådhuset ble det ikke observert noen tilfeller med svært mye i hele perioden, men PM10 målte mye i 2 tilfeller (januar og mars). På Danmarks plass ble det for PM10 målt svært mye i 2 tilfeller (mars og april), men PM2.5 og NO<sub>2</sub> hadde ingen tilfeller av svært mye hele perioden. Både PM2.5, PM10 og NO<sub>2</sub> nådde opp i mye i noen tilfeller, med flest tilfeller av PM10.

## 6.4 Stavanger/Sandnes

I Stavanger/Sandnes ble Våland brukt som referansestasjon denne sesongen, og representerer forurensingsnivået for bybakgrunnen. Kannik er en veinær stasjon som det ikke utarbeides detaljerte varsler for, men som til tider blir kommentert i tekstvarselet for Stavanger/Sandnes avhengig av situasjonen.



Figur 6.6. Observasjoner for PM2.5 i rødt, PM10 i blått og NO<sub>2</sub> i gult for Våland fra og med november 2013 til og med april 2014.

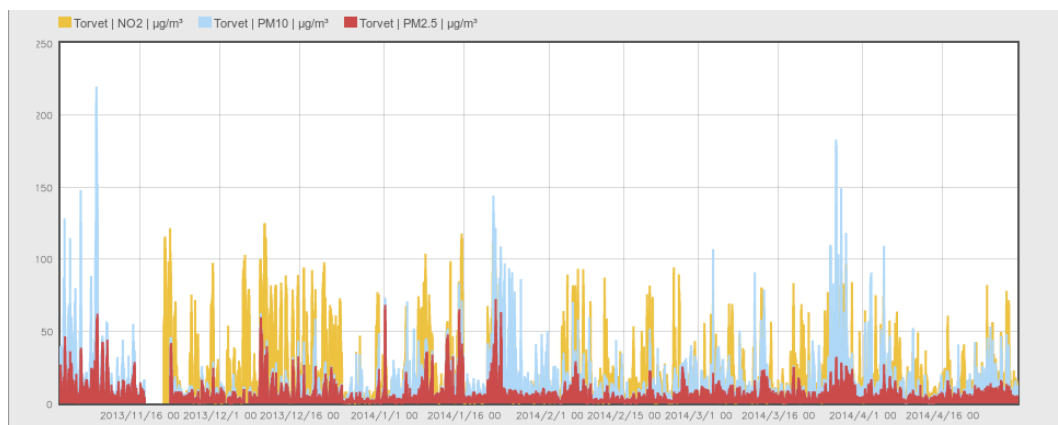


Figur 6.7. Observasjoner for PM2.5 i rødt, PM10 i blått og NO<sub>2</sub> i gult for Kannik fra og med november 2013 til og med april 2014.

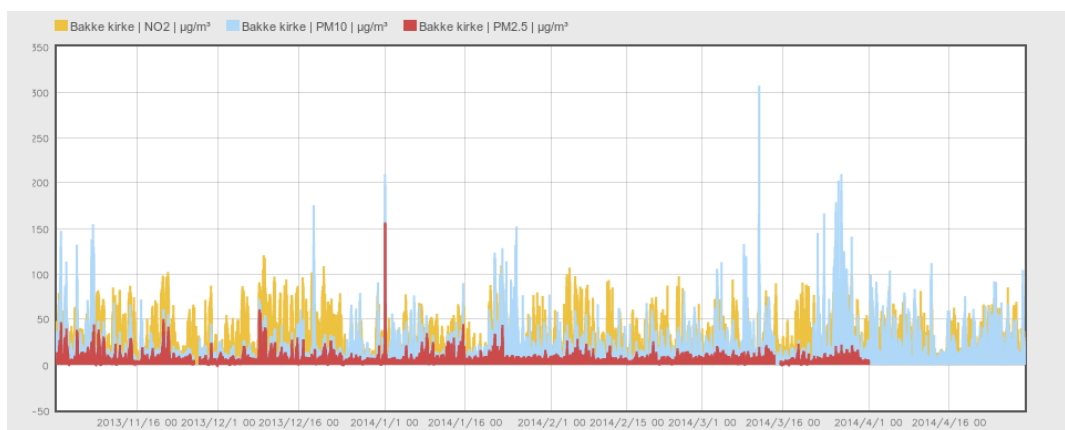
På Våland har det ikke vært målt svært mye av verken PM2.5, PM10 eller NO<sub>2</sub>. For PM10 ble det målt mye ved 2 tilfeller (desember og februar). Ved Kannik ble det målt svært mye PM10 ved 3 tilfeller (1 i november og 2 i april). Ved Kannik ble det målt mye PM2.5 og NO<sub>2</sub> ved noen tilfeller, mens det for PM10 ble målt mye i en del tilfeller fordelt gjennom hele perioden.

## 6.5 Trondheim

I Trondheim brukes stasjonene ved Torvet og ved Bakke kirke som referansestasjoner.



Figur 6.8. Observasjoner for PM2.5 i rødt, PM10 i blått og NO<sub>2</sub> i gult for Torvet fra og med november 2013 til og med april 2014.



Figur 6.9. Observasjoner for PM2.5 i rødt, PM10 i blått og NO<sub>2</sub> i gult for Bakke kirke fra og med november 2013 til og med april 2014.

Ved Torvet ble det ikke observert noen tilfeller der PM2.5 og NO<sub>2</sub> målte svært mye. For PM10 ble det målt svært mye 1 gang (november). Målingene for PM2.5 viste mye noen ganger, og en del ganger for PM10. Det ble ikke målt mye NO<sub>2</sub> i noen tilfeller ved Torvet. Ved Bakke kirke ble det målt svært mye PM2.5 1 gang, og det var på nyttårsaften. For PM10 ble det målt svært mye 4 ganger, der 1 av gangene var på nyttårsaften, og de 3 andre var i mars. I tillegg ble det for PM2.5 målt mye ved et par tilfeller, mens det for PM10 ble målt mye en del ganger. For NO<sub>2</sub> ble det verken målt mye eller svært mye ved Bakke kirke gjennom hele perioden.

For en oppsummering av resultatene se tabell 6.2. og 6.3

Sted	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2.5
Bergen – Rådhuset	0	0	0
Bergen – Danmarks plass	0	2	0
Stavanger – Våland	0	0	0
Stavanger – Kannik	0	3	0
Trondheim – Torvet	0	1	0
Trondheim - Bakke kirke	0	4	1 (nyttårsaften)

Tabell 6.2. Antall tilfeller hvor det har vært målt svært mye luftforurensning for PM2.5, PM10 og NO<sub>2</sub> i Bergen, Stavanger/Sandnes og Trondheim.

Sted	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2.5
Bergen - Rådhuset	0	2	0
Bergen - Danmarks plass	Noen	En del	Noen
Stavanger - Våland	0	2	0
Stavanger - Kannik	Noen	En del	Noen
Trondheim - Torvet	0	En del	Noen
Trondheim - Bakke kirke	0	En del	Noen

Tabell 6.3. Oppsummeringen av tilfellene hvor det har vært målt mye luftforurensning for PM2.5, PM10 og NO<sub>2</sub> i Bergen, Stavanger/Sandnes og Trondheim

## 6.6 Konklusjon

Sesongen november 2013 til april 2014 har vist seg å være en sesong med forholdsvis få tilfeller av svært mye luftforurensning, og hovedgrunnen er nok værforholdene med mild luft og mangel på lange høytrykkssituasjoner, i tillegg til mye vind.

Det har ikke vært målt noen tilfeller med svært mye NO<sub>2</sub> i noen av byene, og i kun noen tilfeller har det vært målt mye NO<sub>2</sub>, og da kun ved de trafikknære stasjonene, noe som ikke er helt uventet. Det er nærliggende å anta at værforholdene denne sesongen med

mye vind og fravær av lange høytrykkssituasjoner har hindret oppbyggingen av mye eller svært mye NO<sub>2</sub>.

PM<sub>2.5</sub> har kun gått opp i svært mye luftforurensning ved ett tilfelle, og det var på nyttårsaften i Trondheim ved Bakke kirke. Det har blitt målt noen tilfeller med mye PM<sub>2.5</sub> ved de trafikknære stasjonene i Bergen og Stavanger, men i Trondheim har det blitt målt ved begge referansestasjonene.

Det har vært forholdsvis få tilfeller der det har vært målt svært mye PM<sub>10</sub>, og det er hovedsakelig ved de trafikknære stasjonene det har blitt målt dette. Likevel er det PM<sub>10</sub> som ved flest tilfeller har målt svært mye luftforurensning. Det er kun ved referansestasjonene Rådhuset i Bergen og Våland i Stavanger der det bare har vært et par tilfeller av mye PM<sub>10</sub> og ikke en del. Dette viser at Trondheim har hatt et noe større problem med svevestøv enn Bergen og Stavanger denne sesongen.

Værsituasjonen med langvarig tørt vær kan ha bidratt til at svevestøvet ikke har regnet vekk. Den sterke vinden kan ha bidratt til at noe av dette svevestøvet kan ha blitt kastet opp i luften i noen tilfeller og bidratt til noen høye toppe, men likevel forhindret langvarig oppbygging over tid. Likevel viser resultatene at det for denne sesongen har vært svevestøv som hovedsakelig har ført til mye eller svært mye luftforurensning, både i form av PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>, men at det har vært flest tilfeller med høye verdier av PM<sub>10</sub>.

## 7 Referanser

- Denby, B.R., Sundvor, I., Johansson, C., Pirjola, L., Ketzel, M., Norman, M., Kupiainen, K. , Gustafsson, M., Blomqvist, G. and Omstedt, G., 2012. A coupled road dust and surface moisture model to predict non-exhaust road traffic induced particle emissions (NORTRIP). Part 2: surface moisture and salt impact modelling. Submitted to *Atmospheric Environment* 2012.
- Denby, B.R., Sundvor, I., Schneider, P., Thanh, D.V. (2014) Air quality maps of NO<sub>2</sub> and PM10 for the region including Stavanger, Sandnes, Randaberg and Sola (Nord-Jæren). Documentation of methodology. Kjeller, NILU (NILU TR, 01/2014).
- Ødegaard, V., K. I. Gjerstad, L. H. Slørdal, H. Abildsnes og T. Olsen, (2013a). BedreByluft – Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2011-2012. met.no report 10/2013, Meteorologisk institutt met.no
- Ødegaard, V., L. H. Slørdal, H. Abildsnes og A. Kristensen, (2013b). BedreByluft – Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2012-2013. met.no report 14/2013, Meteorologisk institutt met.no
- Ødegaard, Viel, Karl Idar Gjerstad, Harald Abildsnes and Thomas Olsen (2011). Bedre byluft Prognoser for meteorologi og luftkvalitet i norske byer vinteren 2010 – 2011. Met.no rapport no. 8/2011.

## 8 Appendikser. Figurer og tabeller

### 8.1 APPENDIX A: Evaluering av luftkvalitetsdata for Oslo.

Bedre Byluft: Sesongen 2013 - 2014

Statistiske måltall for "Dag 1" og "Dag 2" prognoser (basert på observerte og beregnede timeverdier)

Tidsserieplott for døgnerverdier av "Dag2" prognoser

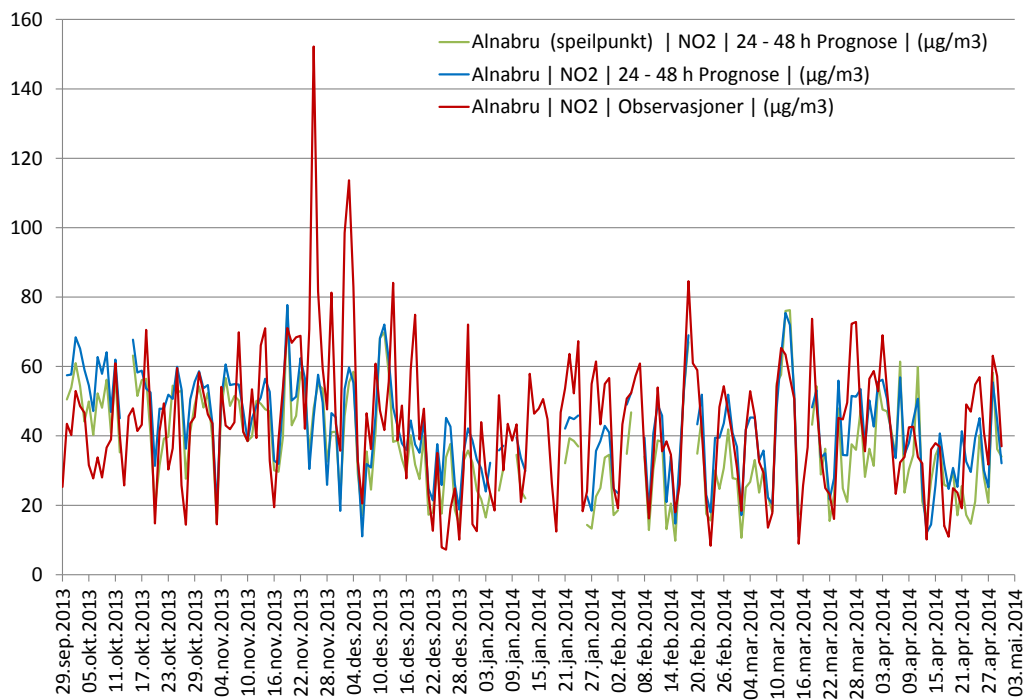
Tabell A1: Oslo Sesong 2013 – 2014, 0 – 24 h prognoser (D1)

Operasjonell Prognose: NO2-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	35.4	33.2	-6.2 %	121.4	108.3	0.56
Alnabru	43.1	42.5	-1.5 %	184.8	114.0	0.58
Bygdøy Alle	54.6	42.4	-22.4 %	144.8	119.5	0.62
Hjortnes	51.9	51.4	-0.8 %	194.7	141.8	0.64
Kirkeveien	38.1	38.6	1.3 %	144.6	100.3	0.69
Manglerud	44.4	39.7	-10.6 %	155.4	125.1	0.61
RV4, Aker sykehus	35.2	46.1	31.2 %	116.8	114.0	0.69
Smestad	47.2	46.7	-0.9 %	124.6	114.5	0.63
Grønland	34.5	29.7	-14.0 %	145.2	106.2	0.57
E-16 Sandvika Nord	37.2	38.4	3.1 %	101.4	95.6	0.45
Middelverdi alle stasjoner:	42.2	40.9	-2.1 %	143.4	113.9	0.60
Operasjonell Prognose: PM10-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	15.0	14.6	-2.6 %	93.8	62.5	0.46
Alnabru	21.2	19.1	-9.9 %	127.0	88.8	0.42
Bygdøy Alle	22.8	17.8	-21.9 %	118.4	84.2	0.37
Hjortnes	34.7	26.6	-23.4 %	263.1	178.6	0.42
Kirkeveien	18.2	15.5	-15.1 %	124.5	54.6	0.38
Manglerud	24.0	21.7	-9.5 %	163.2	127.3	0.57
RV4, Aker sykehus	16.9	21.1	25.0 %	134.2	99.8	0.52
Smestad	18.7	20.4	8.7 %	129.3	97.5	0.46
SofienbergParken	17.8	14.4	-18.9 %	105.0	67.7	0.37
E-16 Sandvika Nord	16.4	16.7	1.6 %	109.8	70.0	0.42
Middelverdi alle stasjoner:	20.6	18.8	-6.6 %	136.8	93.1	0.44
Operasjonell Prognose: PM2.5-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	8.5	9.0	5.8 %	52.3	32.2	0.55
Alnabru	11.7	9.6	-18.2 %	63.0	31.2	0.31
Bygdøy Alle	9.4	10.1	8.1 %	43.0	41.9	0.41
Hjortnes	10.1	11.0	8.4 %	35.3	38.3	0.53
Kirkeveien	8.5	9.7	14.0 %	41.7	32.8	0.43
Manglerud	8.8	9.9	12.8 %	33.3	30.7	0.49
RV4, Aker sykehus	10.0	10.4	3.4 %	52.9	34.0	0.59
Smestad	10.1	9.8	-2.8 %	50.5	28.6	0.50
SofienbergParken	9.6	9.5	-1.5 %	51.0	36.6	0.43
E-16 Sandvika Nord	10.7	8.7	-19.0 %	48.5	26.5	0.46
Middelverdi alle stasjoner:	9.8	9.8	1.1 %	47.2	33.3	0.47
Operasjonell Prognose: PMc-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	6.4	5.5	-13.7 %	71.5	42.7	0.42
Alnabru	10.3	9.6	-7.7 %	91.9	66.2	0.36
Bygdøy Alle	13.7	7.7	-43.7 %	97.0	67.6	0.35
Hjortnes	24.7	15.7	-36.6 %	240.6	151.9	0.40
Kirkeveien	9.7	5.7	-40.7 %	100.8	32.0	0.35
Manglerud	15.2	11.8	-22.6 %	136.9	105.3	0.59
RV4, Aker sykehus	6.9	10.8	56.7 %	111.5	78.1	0.48
Smestad	8.6	10.5	22.3 %	102.8	78.0	0.47
SofienbergParken	8.5	5.0	-41.0 %	67.0	37.2	0.29
E-16 Sandvika Nord	5.7	8.0	40.1 %	84.8	53.9	0.45
Middelverdi alle stasjoner:	11.0	9.0	-8.7 %	110.5	71.3	0.42

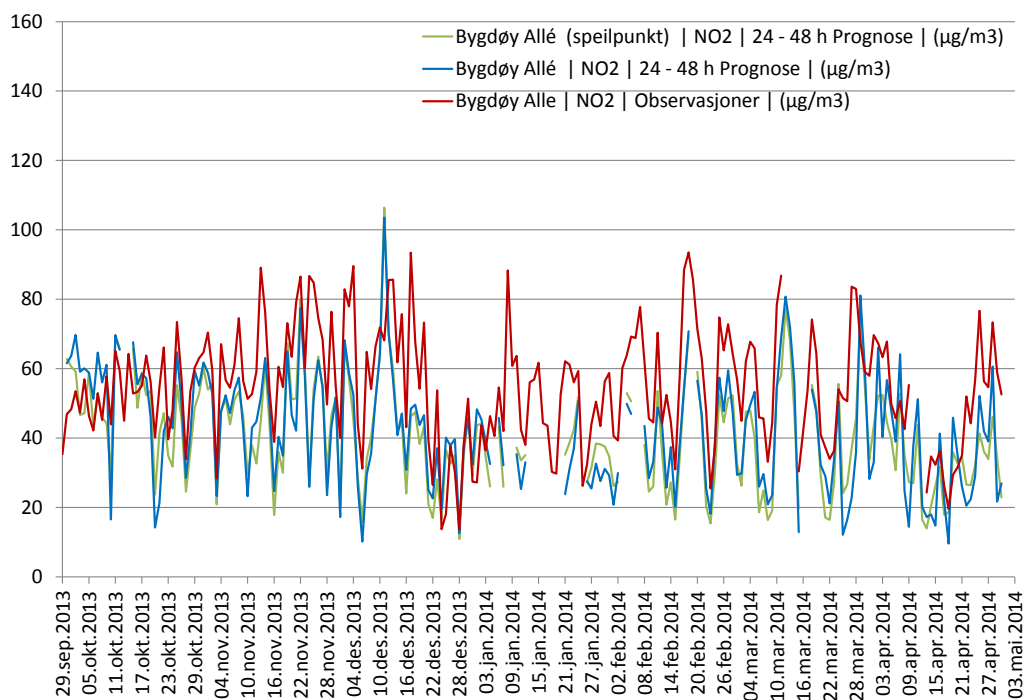
Tabell A2: Oslo Sesong 2013 – 2014, 24 – 48 h prognoser (D2)

Operasjonell Prognose: NO2-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	35.4	33.0	-6.8 %	121.4	113.6	0.57
Alnabru	43.1	42.5	-1.4 %	184.8	114.3	0.59
Bygdøy Alle	54.6	42.0	-23.0 %	144.8	124.7	0.62
Hjortnes	51.9	50.8	-2.0 %	194.7	144.8	0.62
Kirkeveien	38.1	38.9	2.0 %	144.6	105.1	0.68
Manglerud	44.4	39.8	-10.3 %	155.4	124.4	0.59
RV4, Aker sykehus	35.2	46.0	30.7 %	116.8	117.8	0.69
Smestad	47.2	46.7	-1.0 %	124.6	115.3	0.63
Grønland	34.5	29.6	-14.3 %	145.2	111.8	0.58
E-16 Sandvika Nord	37.2	38.5	3.5 %	101.4	94.7	0.45
Middelverdi alle stasjoner:	42.2	40.8	-2.3 %	143.4	116.6	0.60
Operasjonell Prognose: PM10-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	15.0	14.2	-5.1 %	93.8	61.7	0.47
Alnabru	21.2	17.8	-16.3 %	127.0	89.1	0.44
Bygdøy Alle	22.8	17.0	-25.3 %	118.4	110.7	0.39
Hjortnes	34.7	24.0	-30.9 %	263.1	173.9	0.40
Kirkeveien	18.2	15.1	-16.9 %	124.5	56.7	0.38
Manglerud	24.0	20.3	-15.4 %	163.2	122.3	0.58
RV4, Aker sykehus	16.9	19.3	14.3 %	134.2	96.8	0.54
Smestad	18.7	19.0	1.5 %	129.3	105.5	0.49
SofienbergParken	17.8	14.1	-20.6 %	105.0	62.7	0.37
E-16 Sandvika Nord	16.4	15.8	-3.8 %	109.8	70.9	0.47
Middelverdi alle stasjoner:	20.6	17.7	-11.9 %	136.8	95.0	0.45
Operasjonell Prognose: PM2.5-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	8.5	9.2	7.8 %	52.3	32.0	0.54
Alnabru	11.7	9.7	-17.3 %	63.0	28.7	0.32
Bygdøy Alle	9.4	10.3	10.4 %	43.0	44.2	0.42
Hjortnes	10.1	11.0	8.6 %	35.3	42.1	0.51
Kirkeveien	8.5	10.0	17.1 %	41.7	33.7	0.42
Manglerud	8.8	10.0	13.6 %	33.3	27.7	0.45
RV4, Aker sykehus	10.0	10.5	4.4 %	52.9	32.0	0.58
Smestad	10.1	10.0	-1.1 %	50.5	29.9	0.50
SofienbergParken	9.6	9.6	0.0 %	51.0	39.0	0.43
E-16 Sandvika Nord	10.7	8.8	-17.4 %	48.5	26.6	0.48
Middelverdi alle stasjoner:	9.8	9.9	2.6 %	47.2	33.6	0.47
Operasjonell Prognose: PMc-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon Prosentil	Prognose Prosentil	Korrelasjons koeffisient
				0.997	0.997	
Åkebergveien	6.4	5.0	-22.4 %	71.5	36.5	0.45
Alnabru	10.3	8.1	-22.0 %	91.9	66.4	0.39
Bygdøy Alle	13.7	6.7	-51.1 %	97.0	72.1	0.38
Hjortnes	24.7	13.0	-47.2 %	240.6	149.5	0.38
Kirkeveien	9.7	5.1	-46.9 %	100.8	33.0	0.40
Manglerud	15.2	10.3	-32.3 %	136.9	101.7	0.61
RV4, Aker sykehus	6.9	8.9	28.9 %	111.5	78.0	0.53
Smestad	8.6	9.0	4.4 %	102.8	81.7	0.52
SofienbergParken	8.5	4.5	-46.3 %	67.0	38.6	0.30
E-16 Sandvika Nord	5.7	7.0	21.5 %	84.8	52.9	0.52
Middelverdi alle stasjoner:	11.0	7.8	-21.3 %	110.5	71.0	0.45

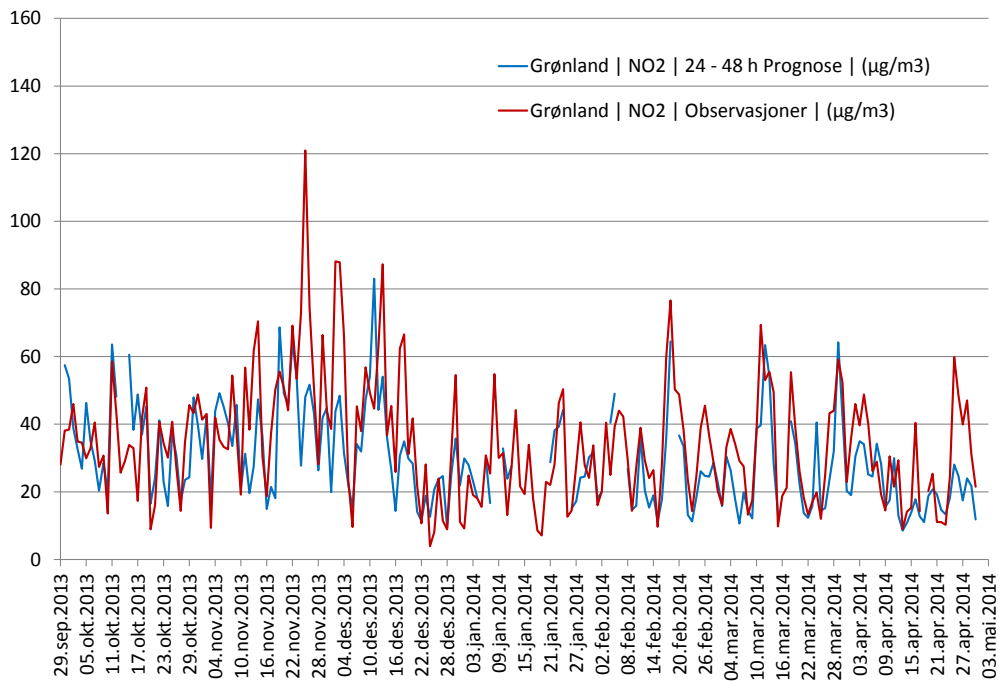




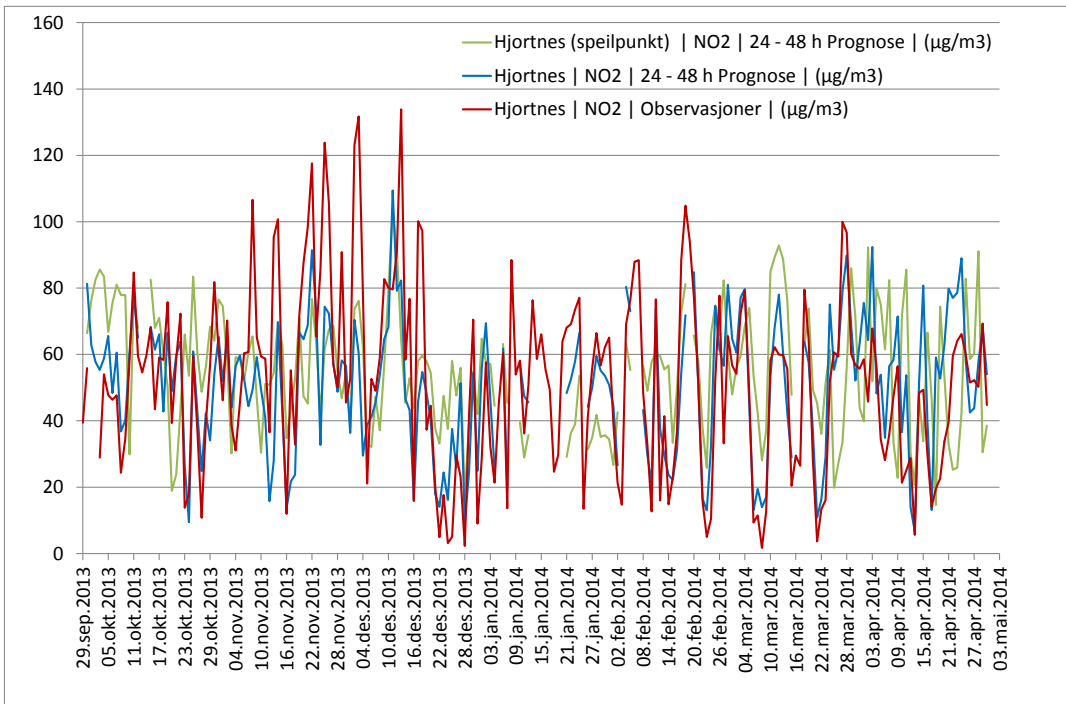
Figur A1: D2-døgnverdi NO<sub>2</sub> Alnabru, Oslo



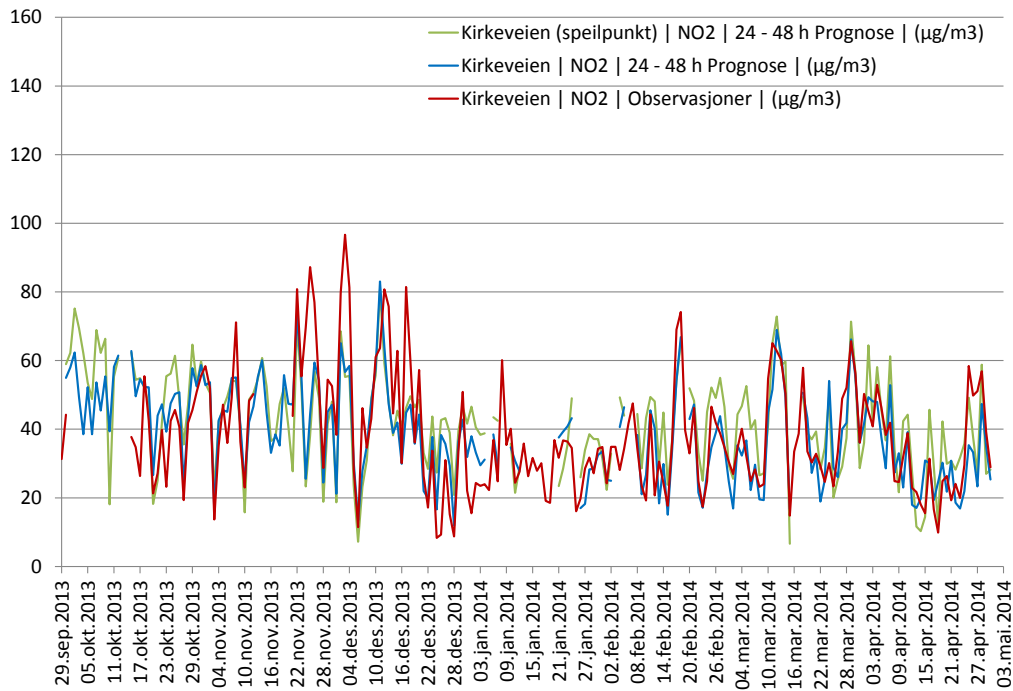
Figur A2: D2-døgnverdi NO<sub>2</sub> Bygdøy Allé, Oslo



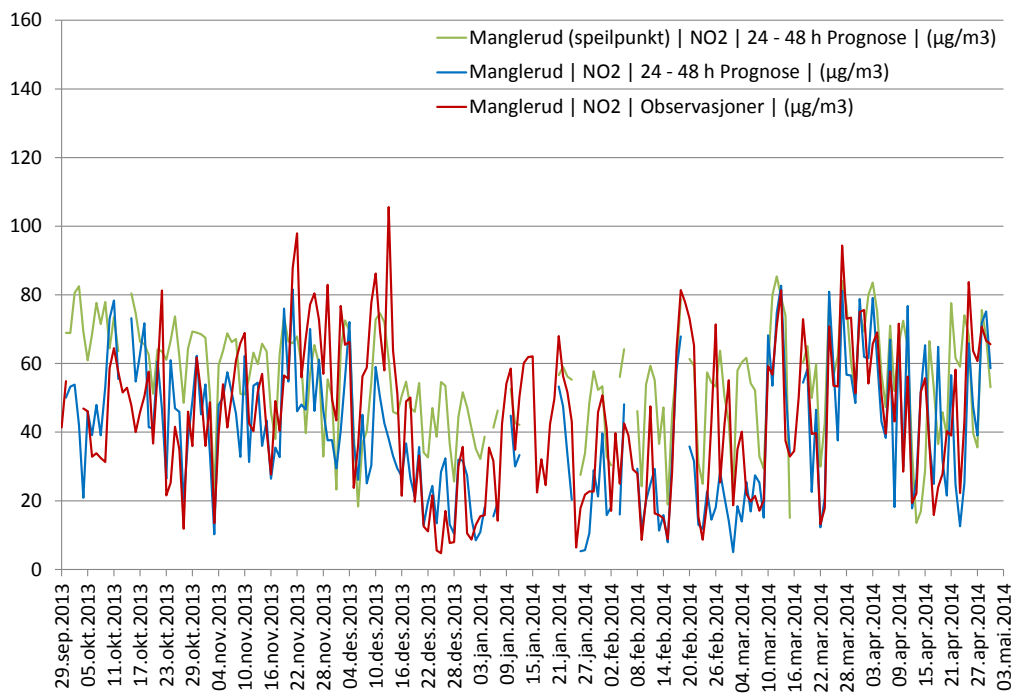
Figur A3: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Grønland, Oslo



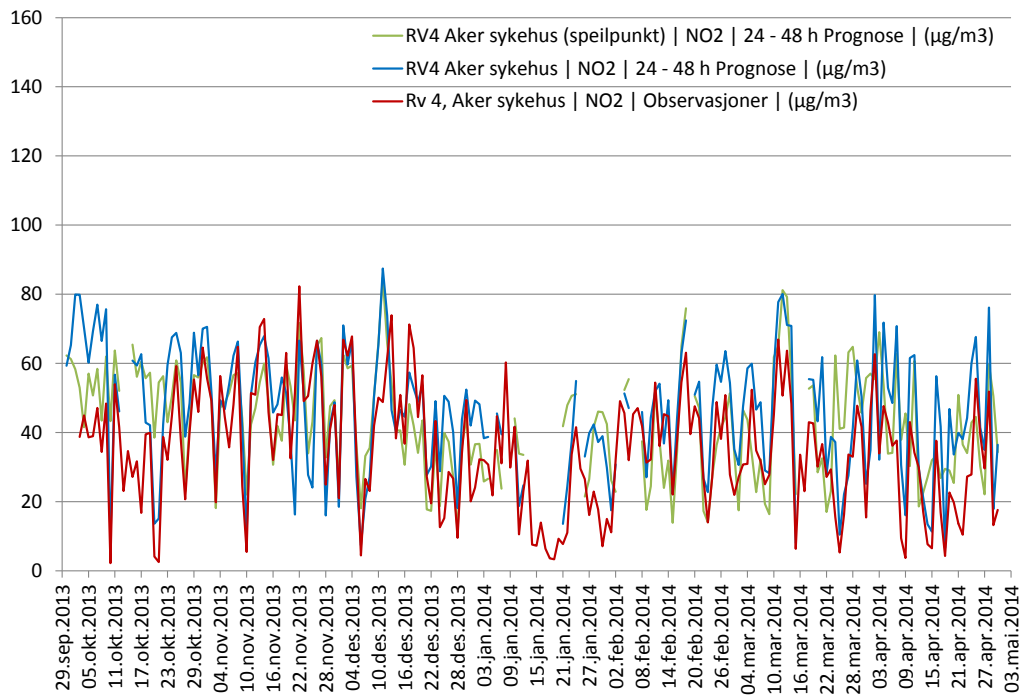
Figur A4: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Hjortnes, Oslo



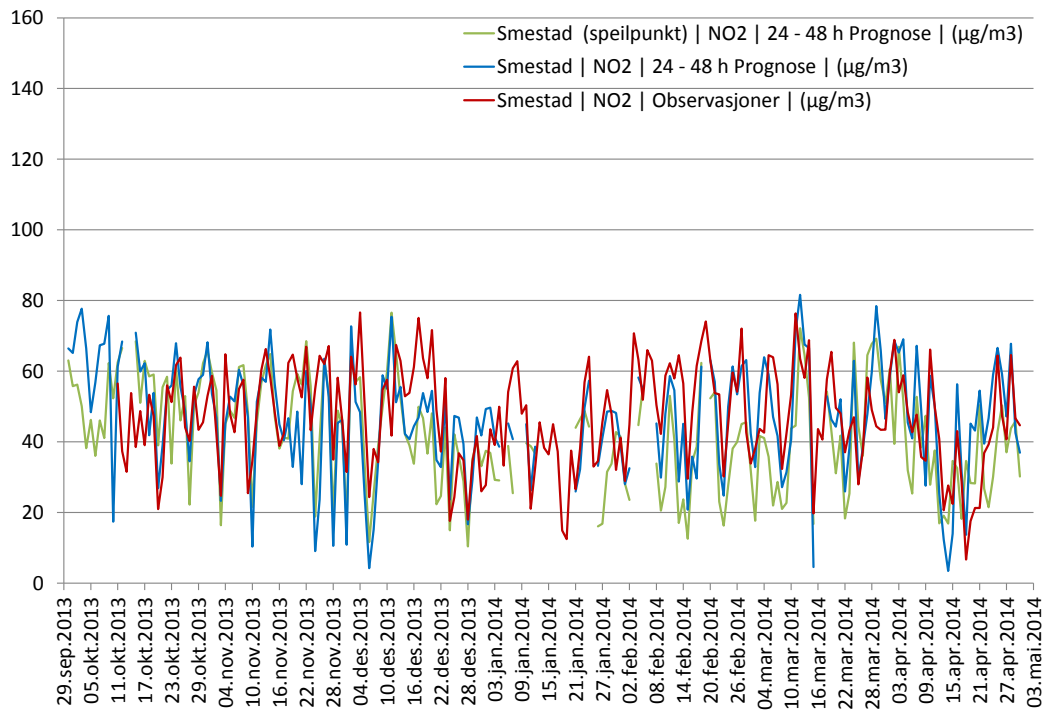
Figur A5: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Kirkeveien, Oslo



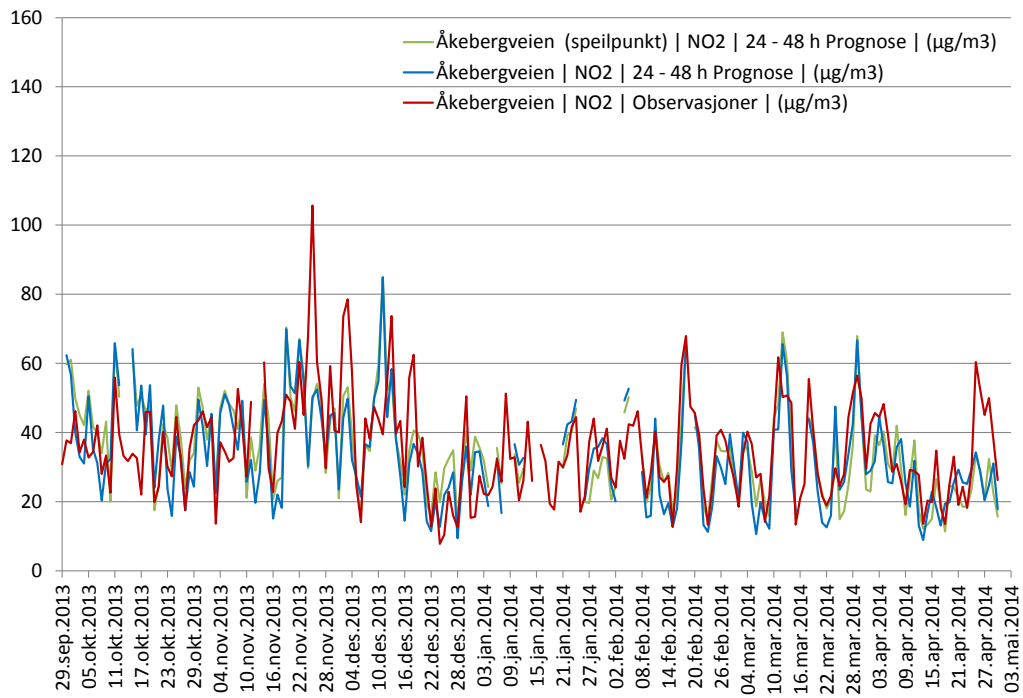
Figur A6: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Manglerud, Oslo



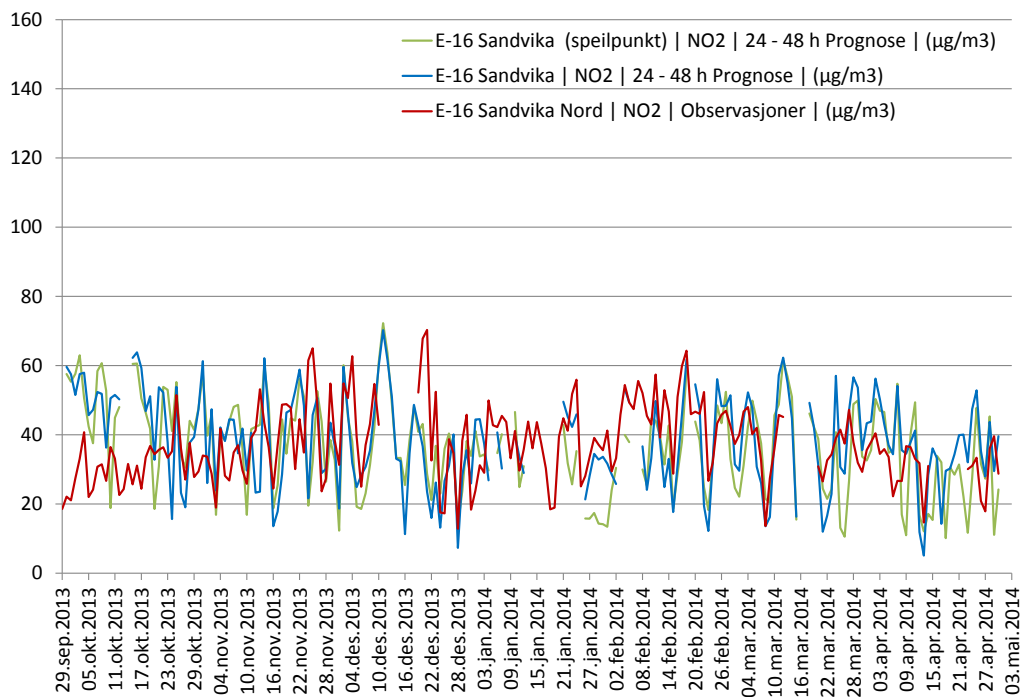
Figur A7: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Rv4 Aker Sykehus, Oslo



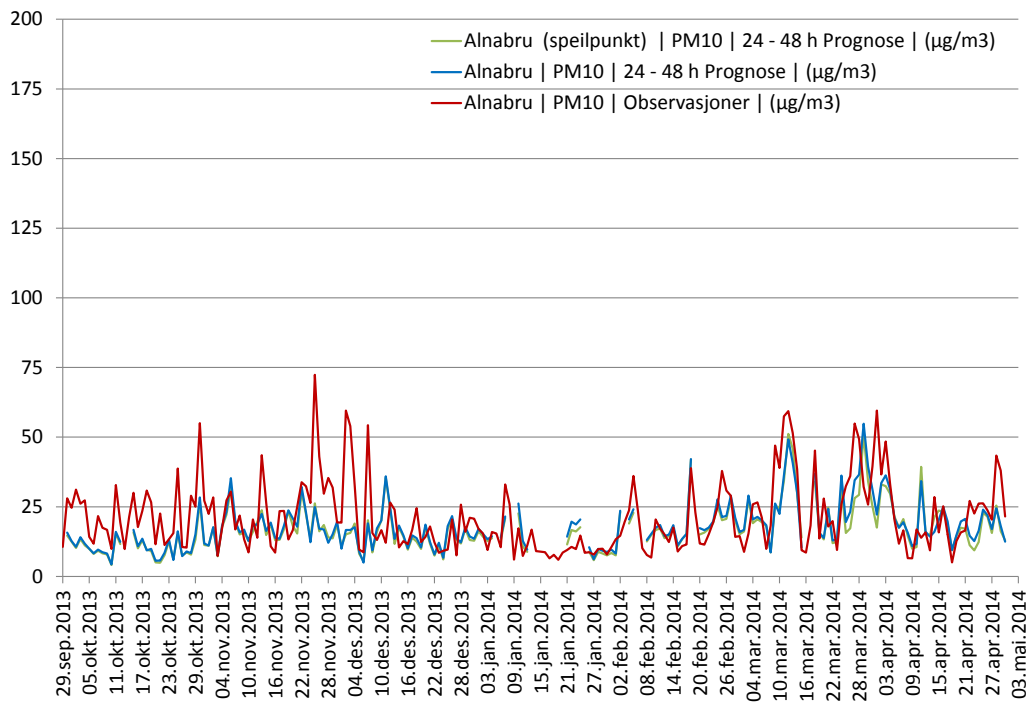
Figur A8: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Smestad, Oslo



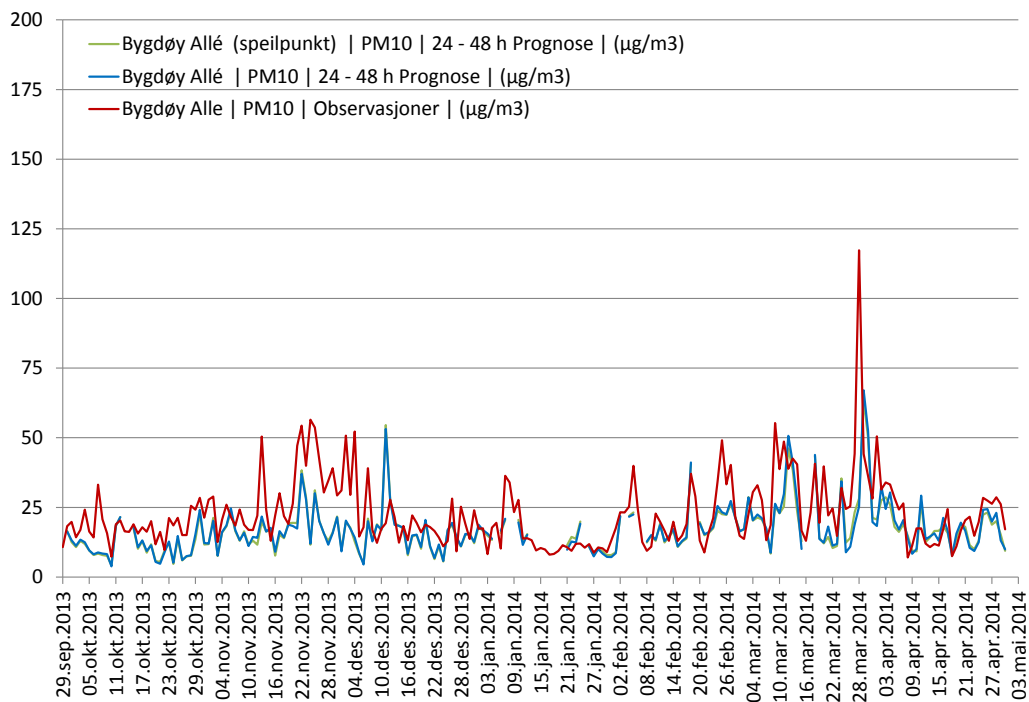
Figur A9: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Åkebergveien, Oslo



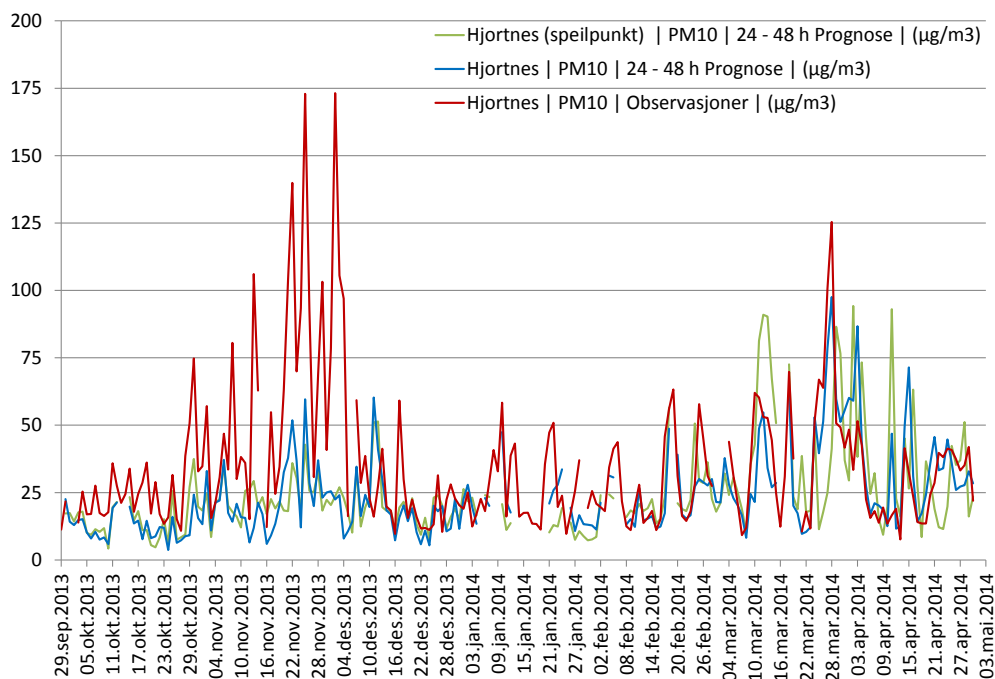
Figur A10: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> E16-Sandvika, Bærum



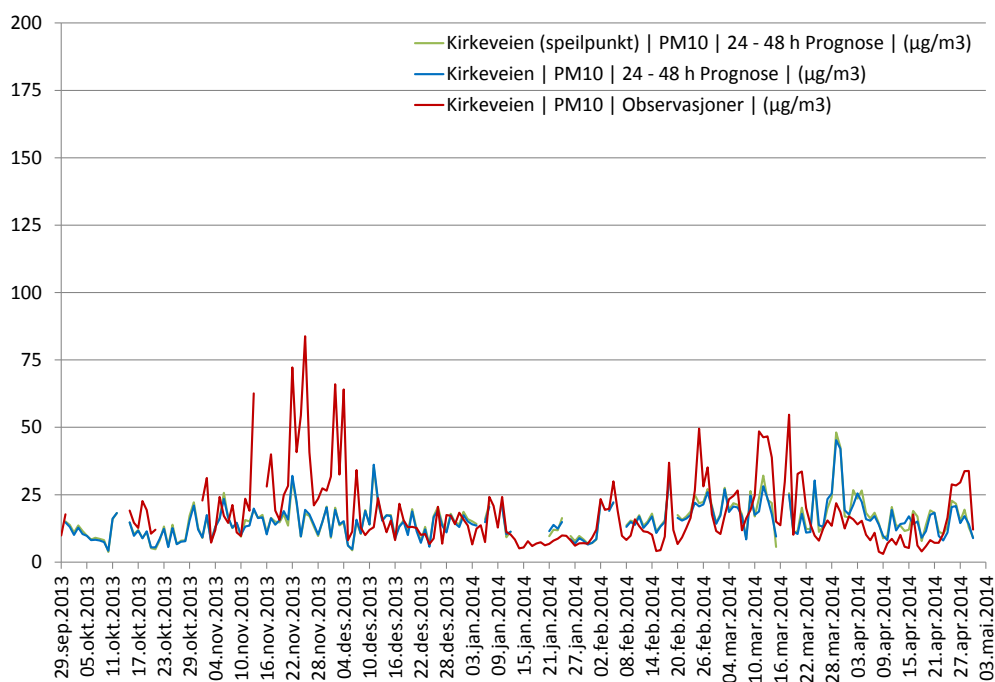
Figur A11: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Alnabru, Oslo



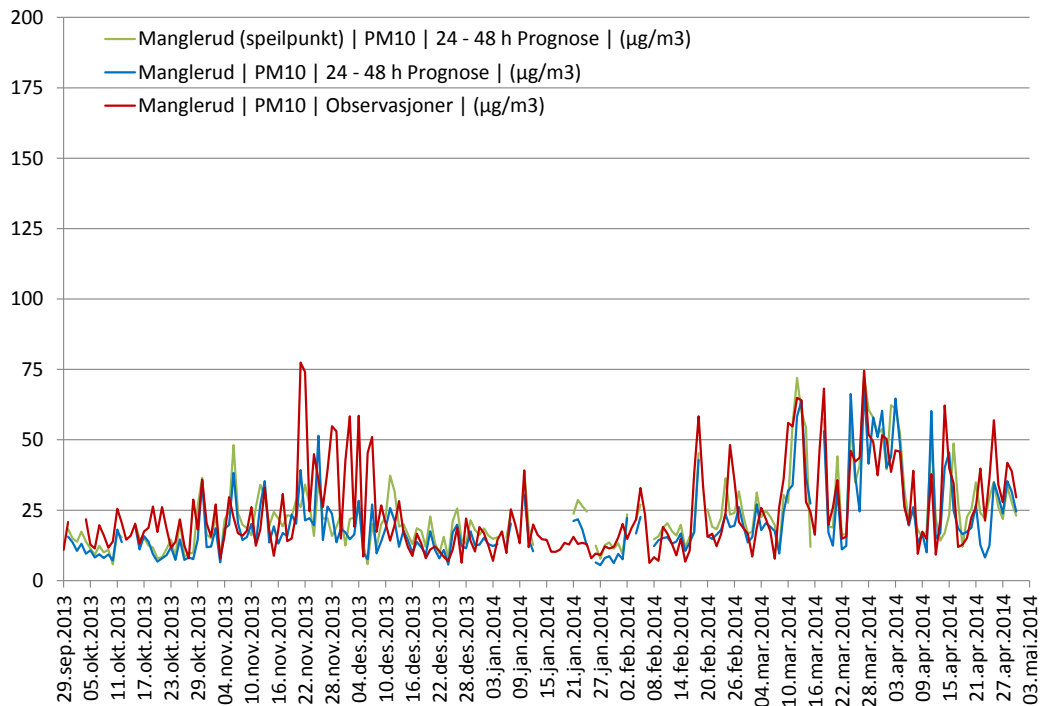
Figur A12: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Bygdø Allé, Oslo



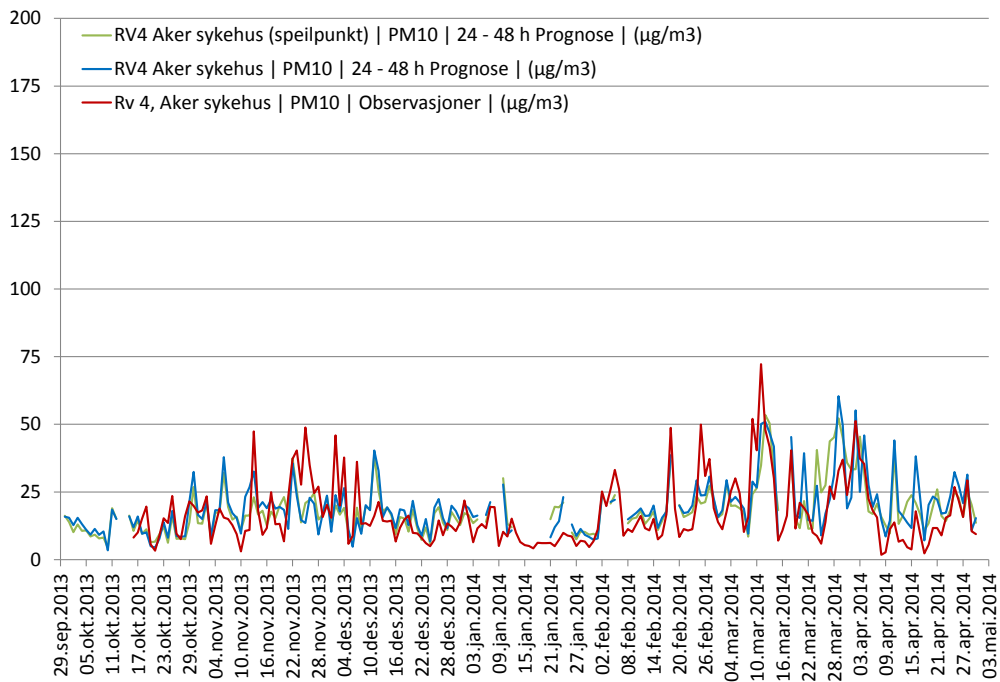
Figur A13: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Hjortnes, Oslo



Figur A14: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Kirkeveien, Oslo

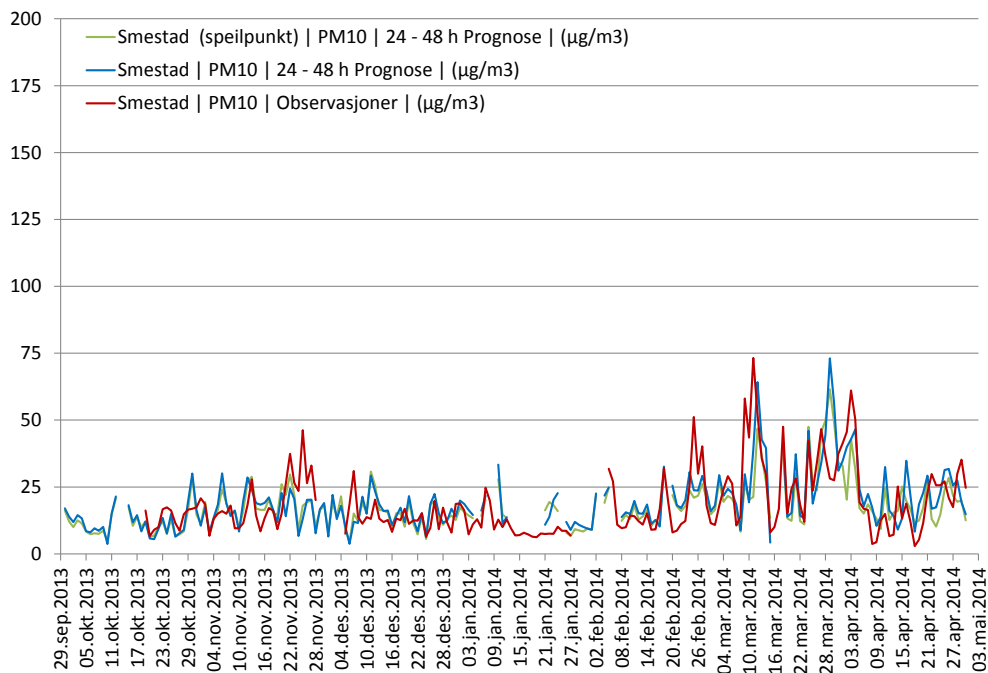


Figur A15: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Manglerud, Oslo

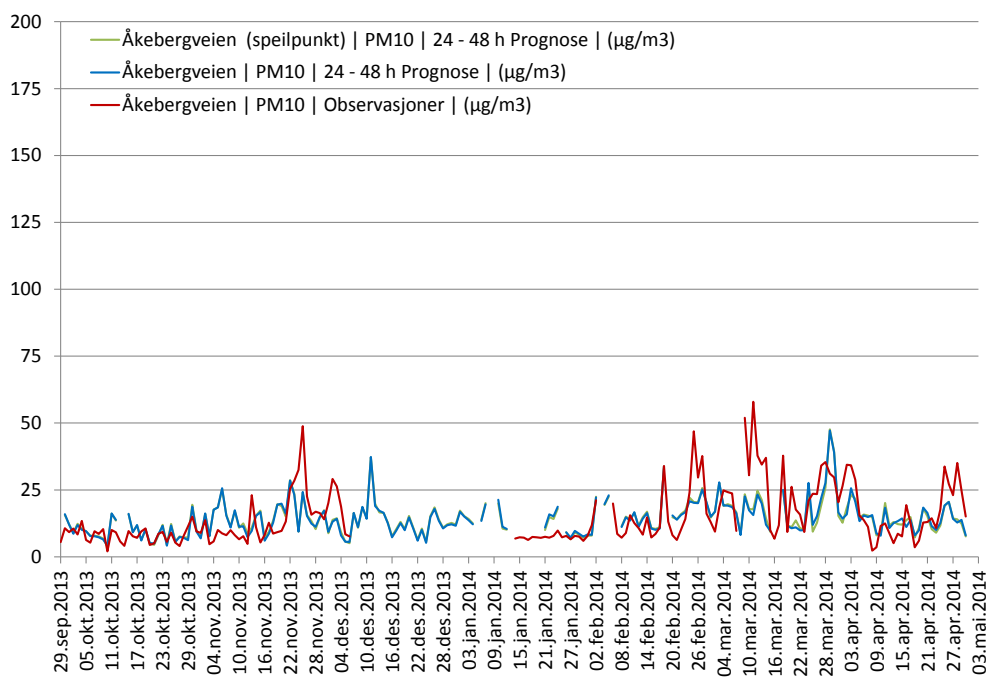


Figur A16: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> RV4 Aker sykehus, Oslo

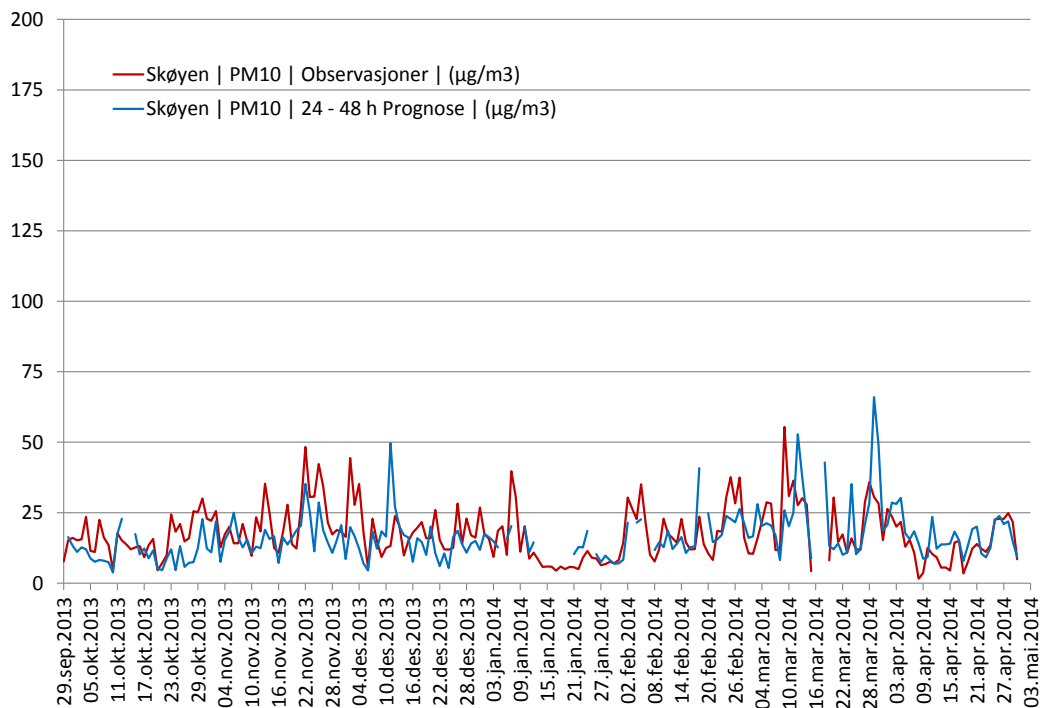




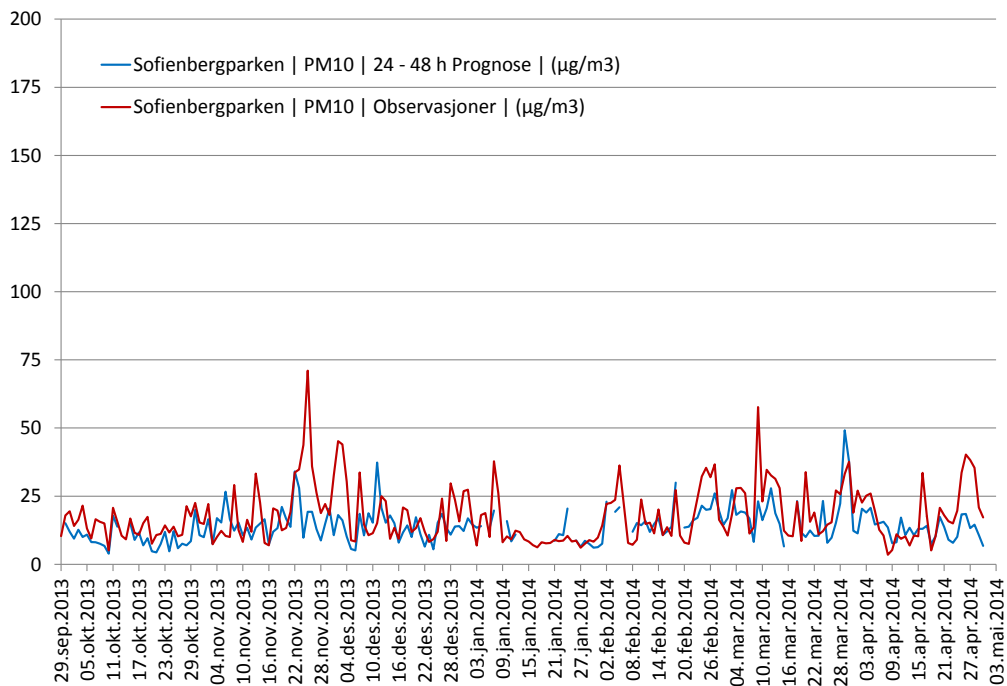
Figur A17: D2-døgnerverdier  $\text{PM}_{10}$  Smestad, Oslo



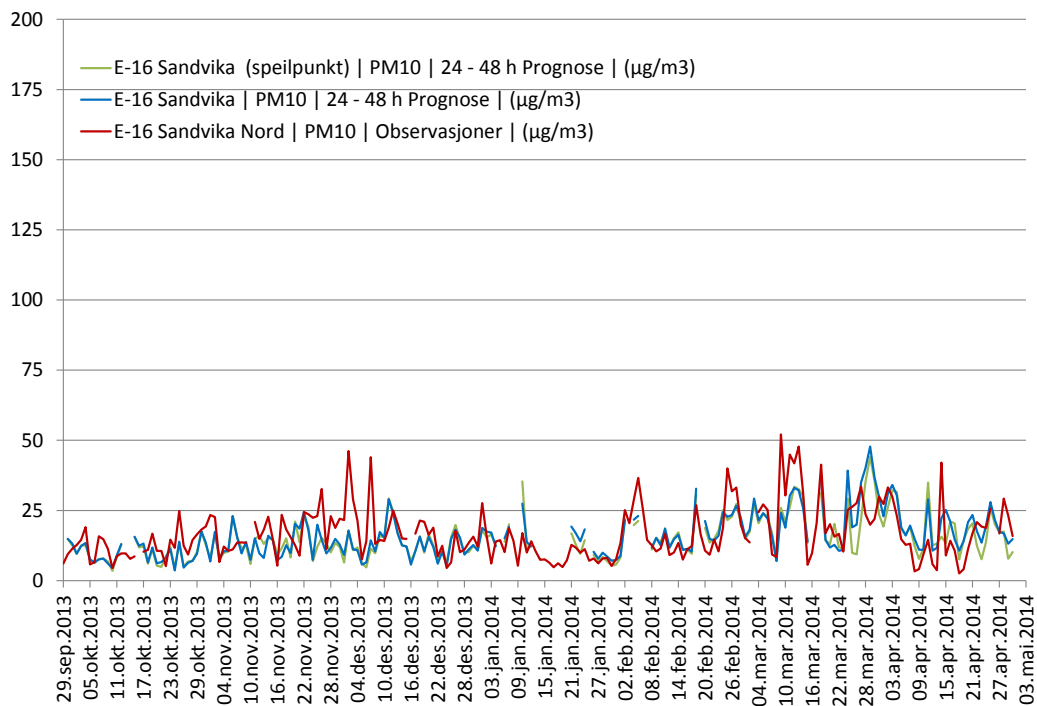
Figur A18: D2-døgnerverdier  $\text{PM}_{10}$  Åkebergveien, Oslo



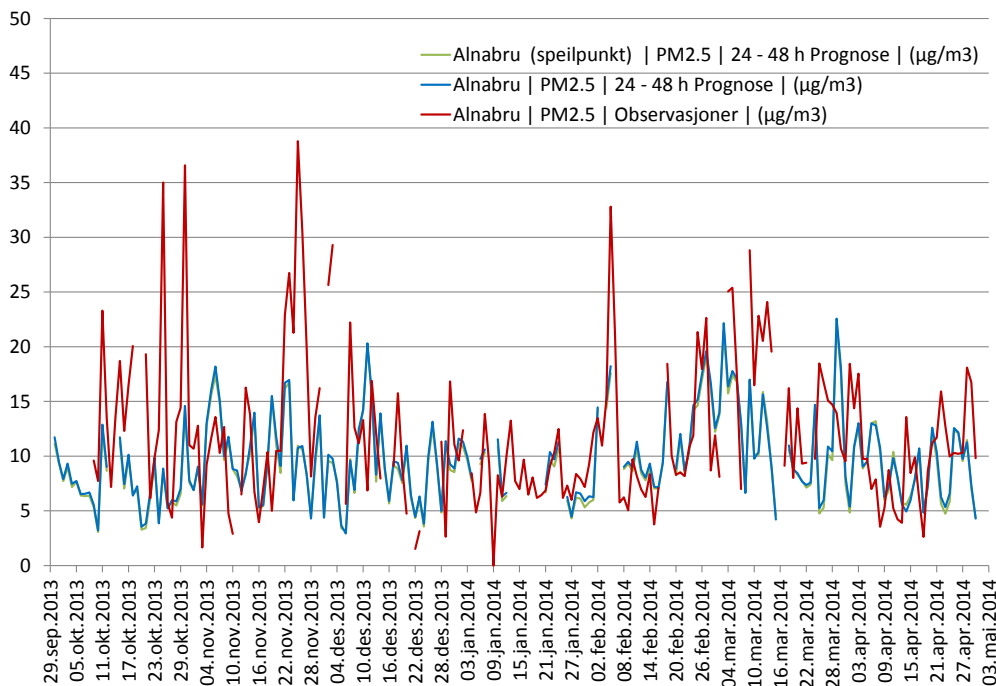
Figur A19: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Skøyen, Oslo



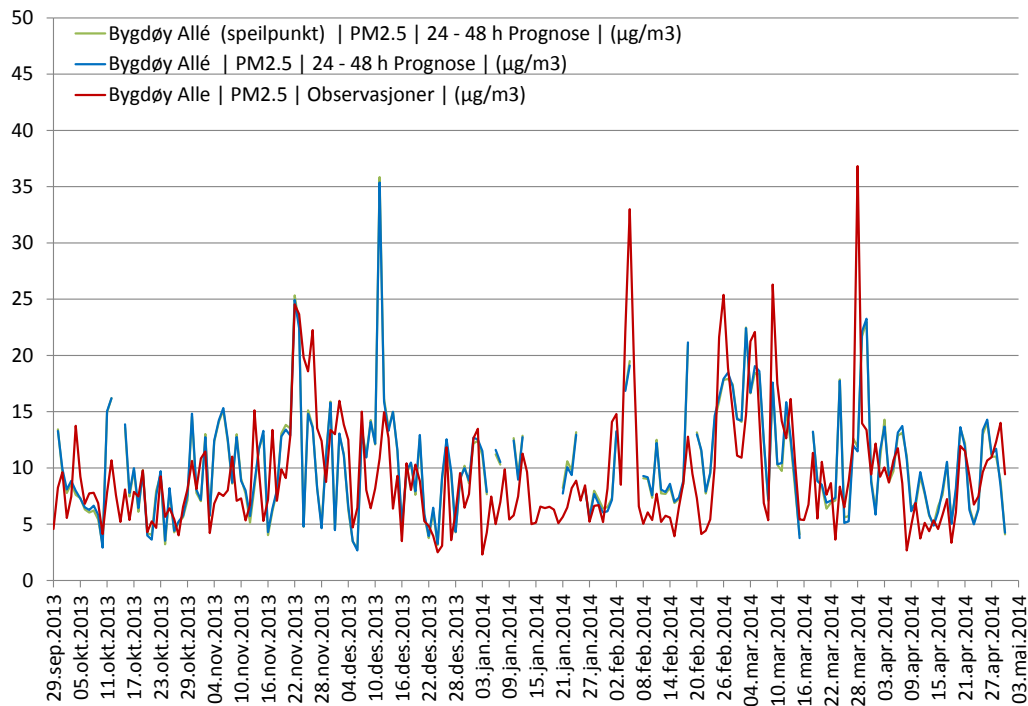
Figur A20: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Sofienbergparken, Oslo



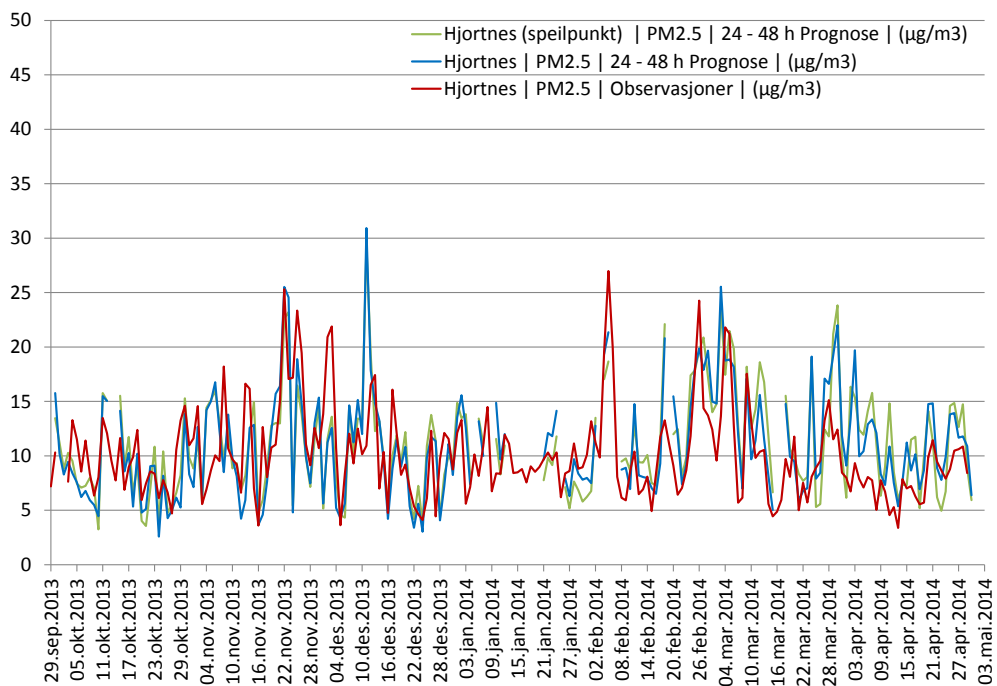
Figur A21: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> E16 Sandvika nord, Bærum



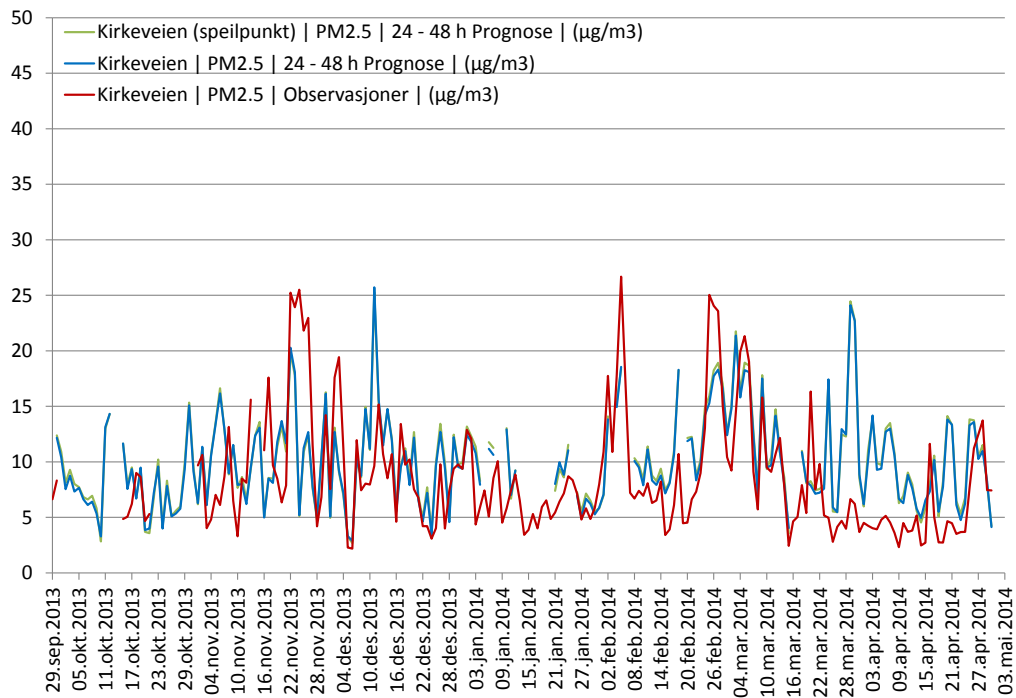
Figur A22: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Alnabru, Oslo



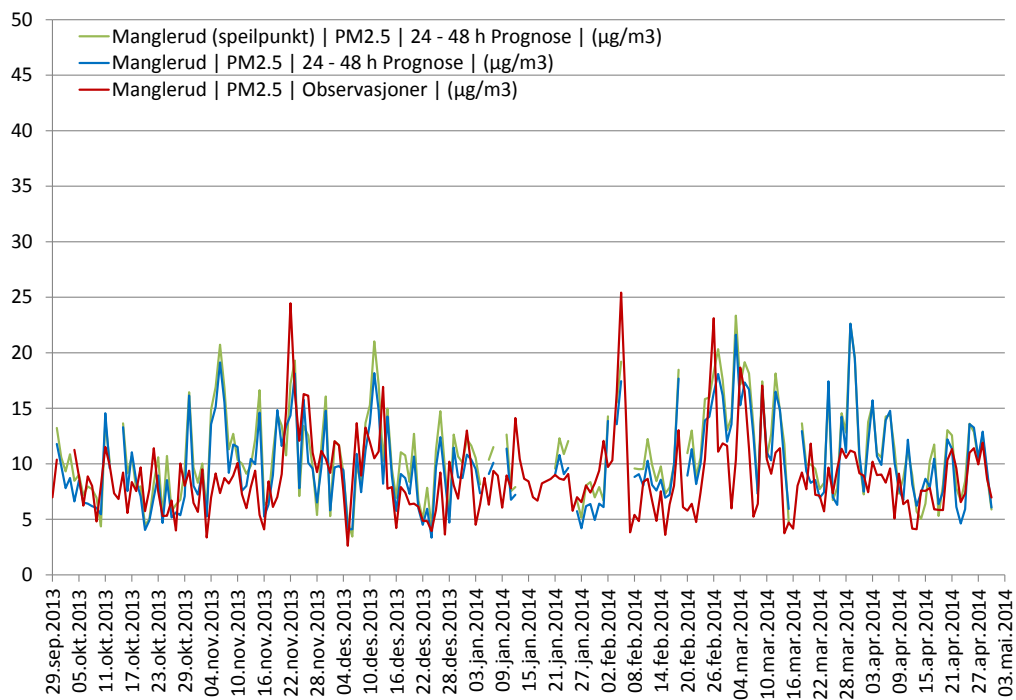
Figur A23: D2- døgnerverdi PM<sub>2,5</sub> Bygdøy Allé, Oslo



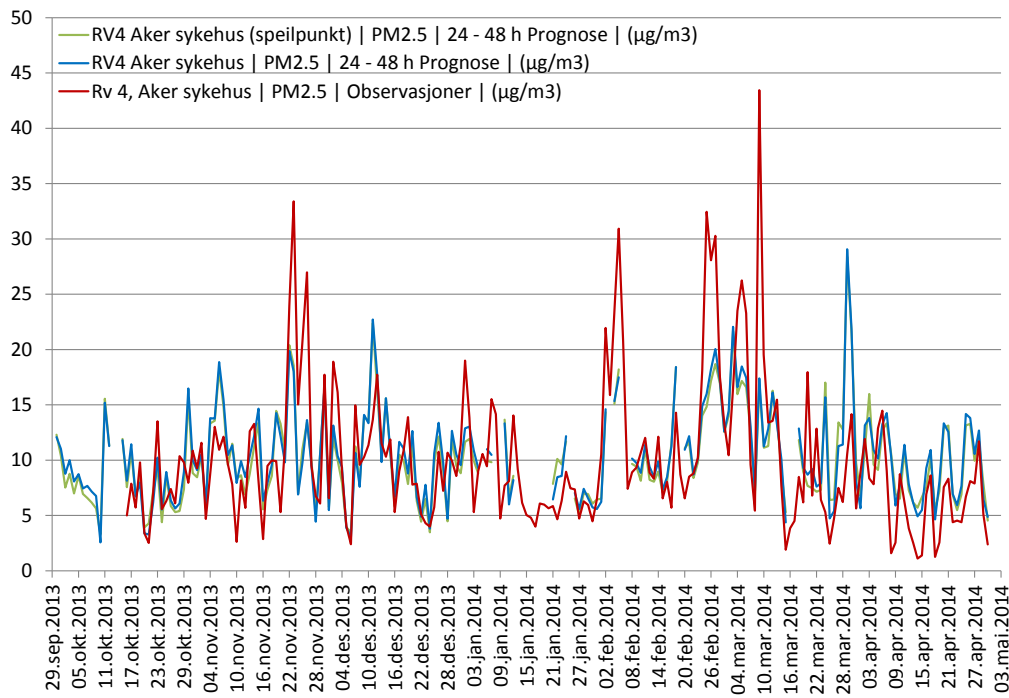
Figur A24: D2-døgnerverdi PM<sub>2,5</sub> Hjortnes, Oslo



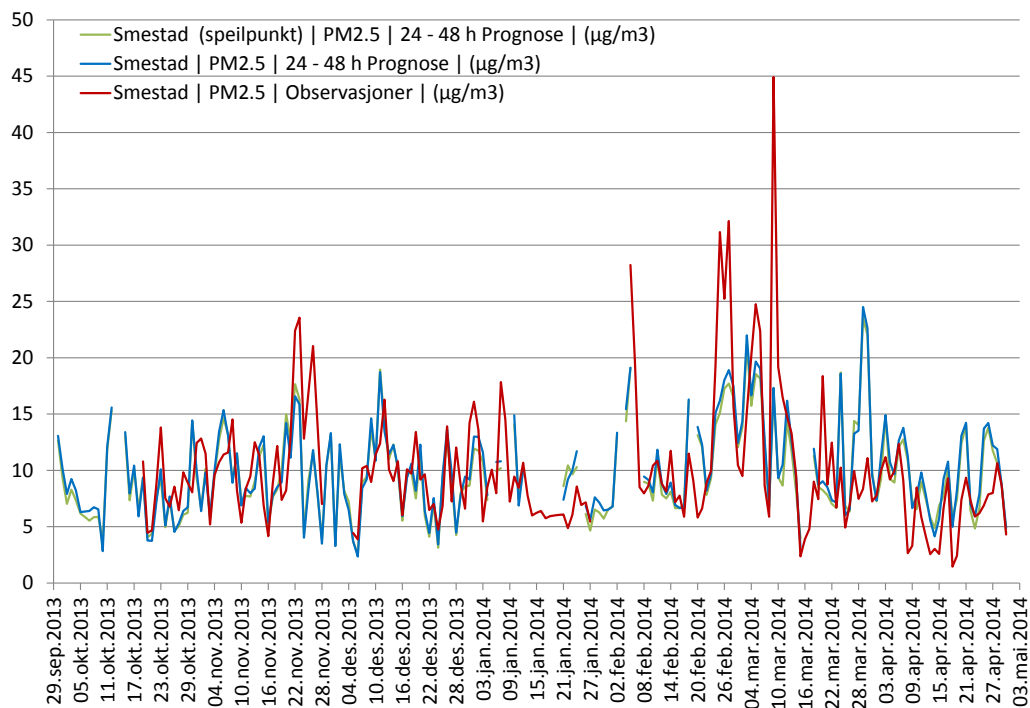
Figur A25: D2- døgnerverdier PM<sub>2,5</sub> Kirkeveien, Oslo



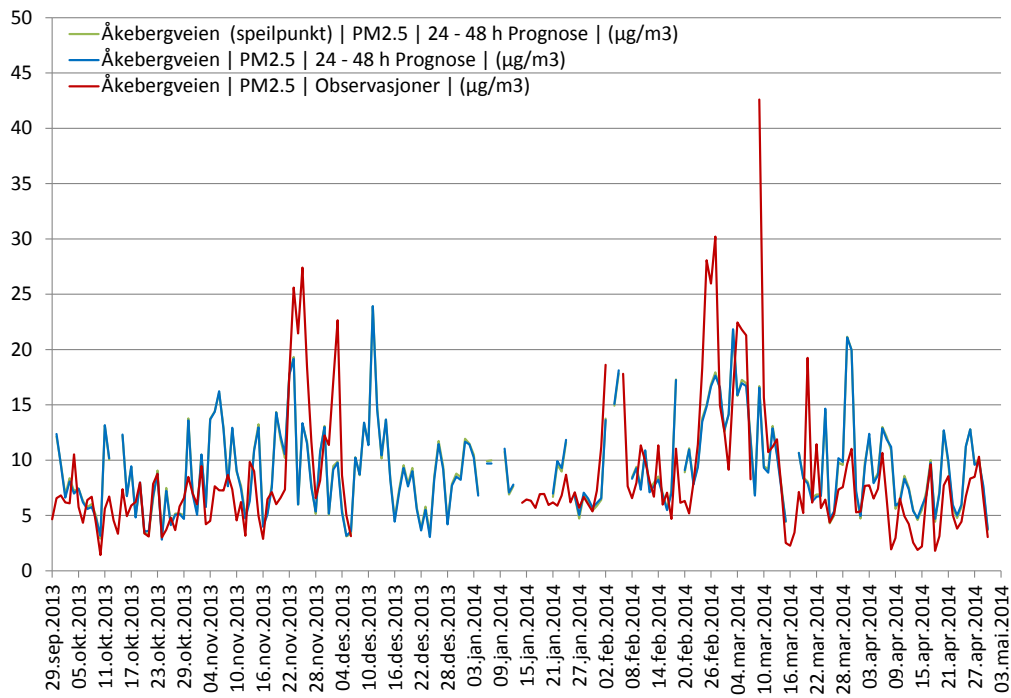
Figur A26: D2-døgnerverdier PM<sub>2,5</sub> Manglerud, Oslo



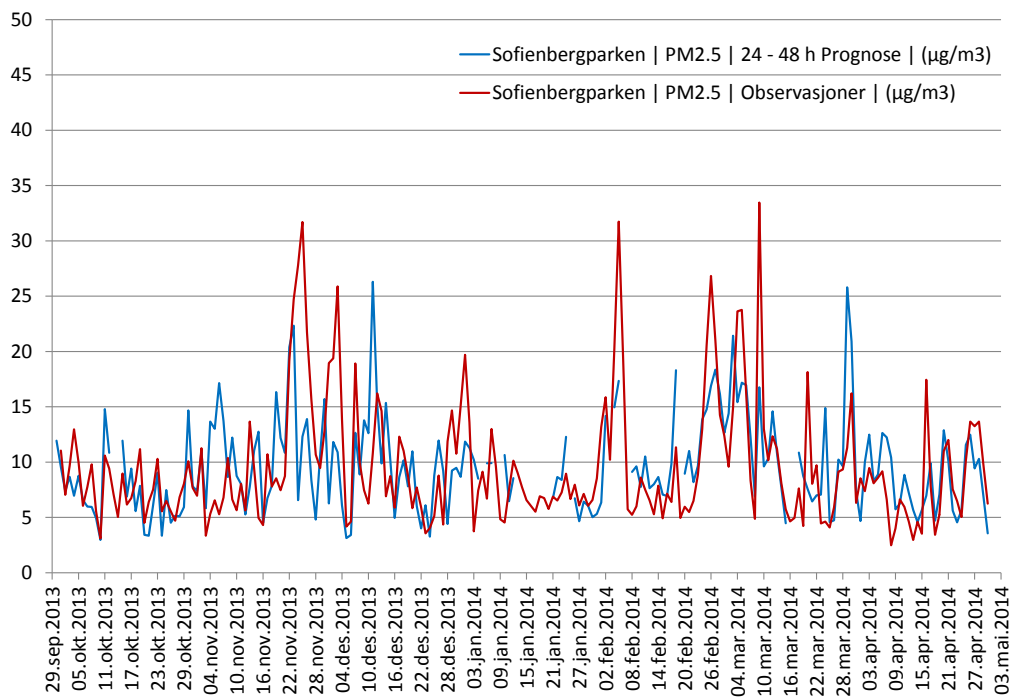
Figur A27: D2- døgnerverdier PM<sub>2,5</sub> RV4 Aker sykehus, Oslo



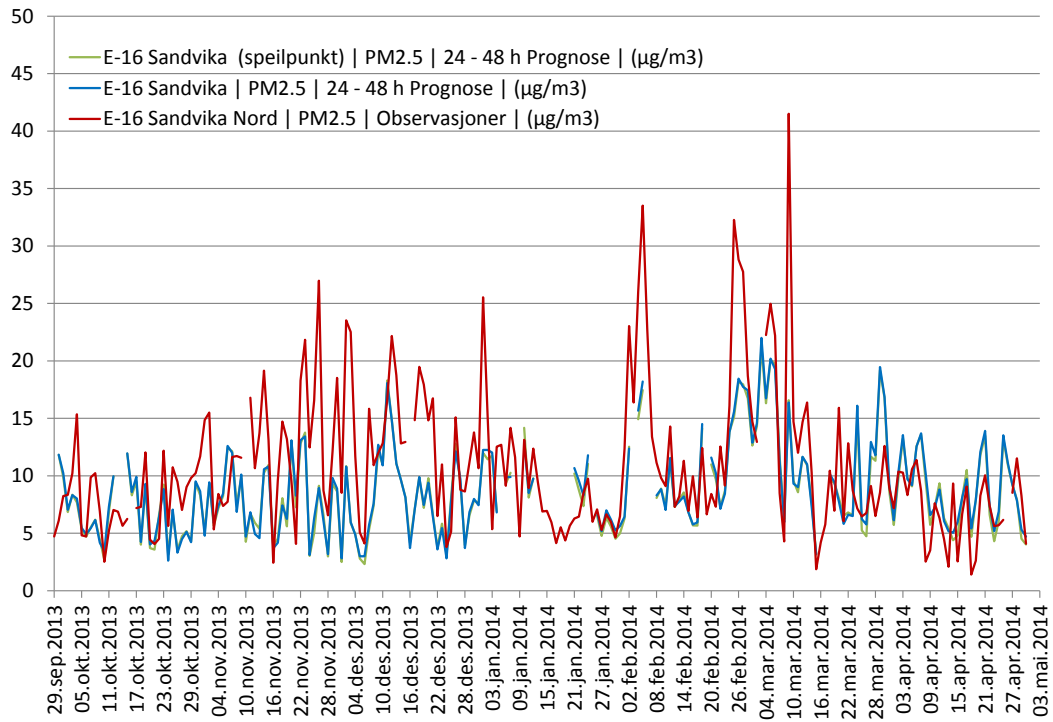
Figur A28: D2-døgnerverdier PM<sub>2,5</sub> Smestad, Oslo



Figur A29: D2- døgnerverdi PM<sub>2,5</sub> Åkebergveien, Oslo



Figur A30: D2- døgnerverdi PM<sub>2,5</sub> Sofienbergparken, Oslo



Figur A31: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> E16 Sandvika nord, Bærum



## 8.2 APPENDIX B: Evaluering av luftkvalitetsdata for Bergen.

Bedre Byluft: Sesongen 2013 - 2014

Statistiske måltall for "Dag 1" og "Dag 2" prognoser (basert på observerte og beregnede timeverdier)

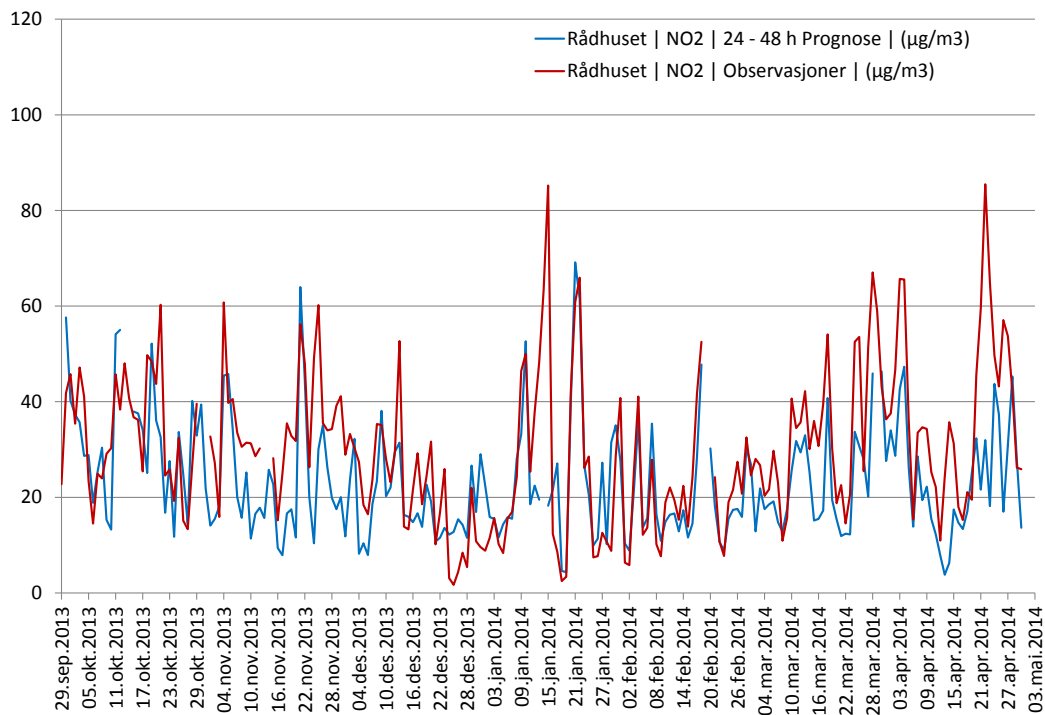
Tidsserieplott for døgnverdier av "Dag2" prognoser

Tabell B1: Bergen Sesong 2013 – 2014, 0 – 24 h prognoser (D1)

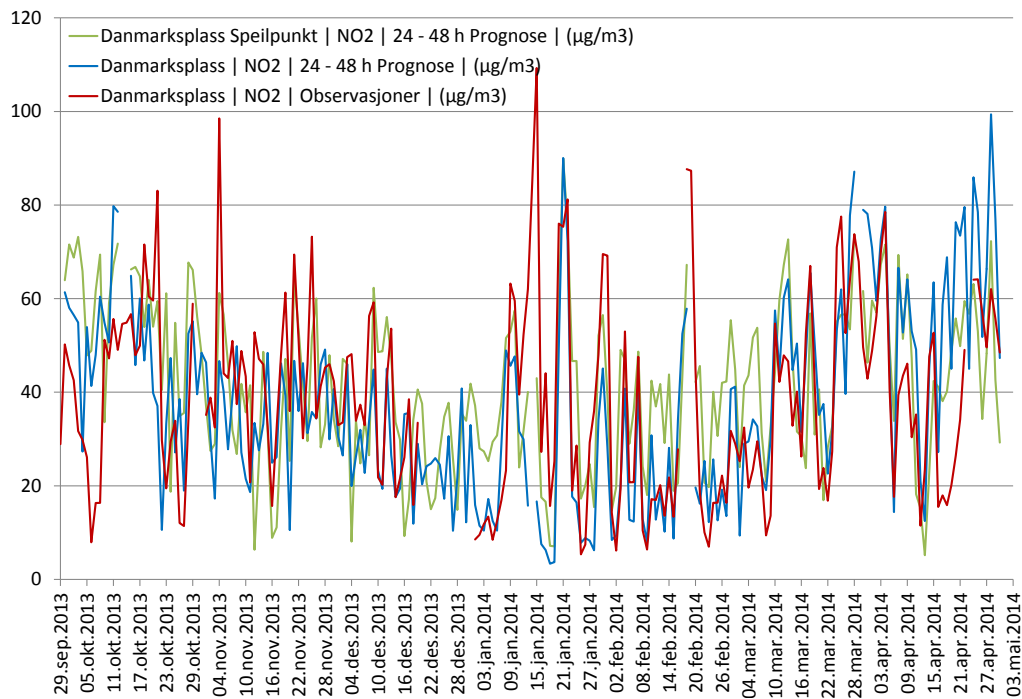
Operasjonell Prognose: D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Rådhuset	30.2	23.8	-21.0 %	105.9	98.2	0.54
NO2 Danmarks plass	38.7	38.1	-1.7 %	144.1	130.0	0.57
PM10 Rådhuset	14.8	11.6	-21.2 %	51.5	59.0	0.42
PM10 Danmarks plass	19.7	17.8	-9.8 %	106.5	107.0	0.52
PM2.5 Rådhuset	7.4	6.3	-15.5 %	27.0	39.0	0.35
PM2.5 Danmarks plass	8.2	7.8	-5.2 %	37.4	44.1	0.45
PMc Rådhuset	7.3	5.4	-26.4 %	35.9	35.2	0.41
PMc Danmarks plass	11.5	10.0	-12.7 %	82.9	81.5	0.49

Tabell B2: Bergen Sesong 2013 – 2014, 24 – 48 h prognoser (D2)

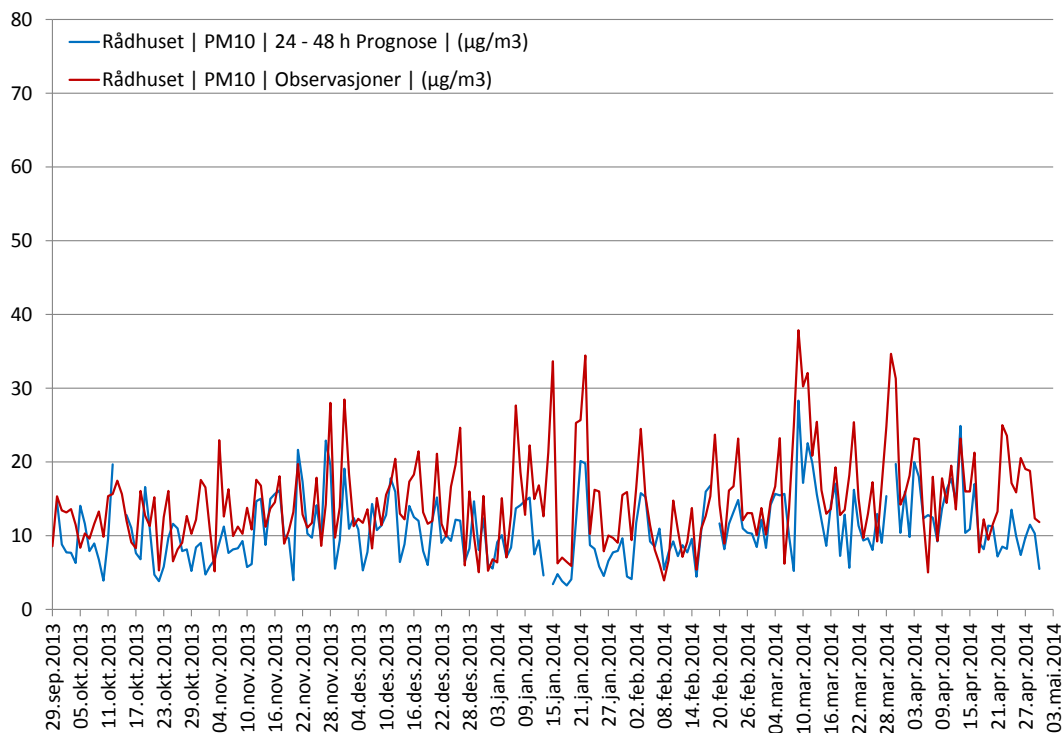
Operasjonell Prognose: D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Rådhuset	30.2	23.4	-22.5 %	106.0	93.4	0.51
NO2 Danmarks plass	38.8	37.6	-3.1 %	144.2	124.3	0.53
PM10 Rådhuset	14.8	10.9	-26.7 %	51.5	47.6	0.36
PM10 Danmarks plass	19.8	16.0	-19.2 %	106.6	105.2	0.43
PM2.5 Rådhuset	7.4	6.1	-17.4 %	27.0	32.4	0.35
PM2.5 Danmarks plass	8.2	7.6	-7.3 %	37.5	44.4	0.38
PMc Rådhuset	7.3	4.7	-35.5 %	36.0	29.4	0.32
PMc Danmarks plass	11.5	8.3	-27.4 %	83.0	76.5	0.40



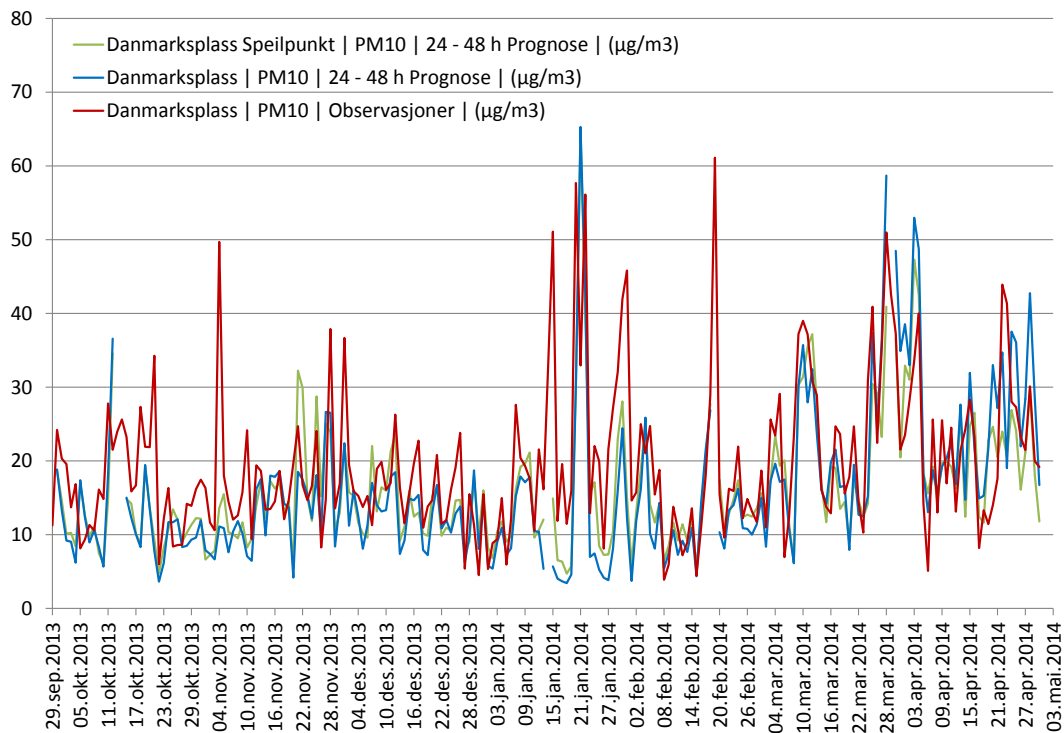
Figur B1: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Rådhuset, Bergen



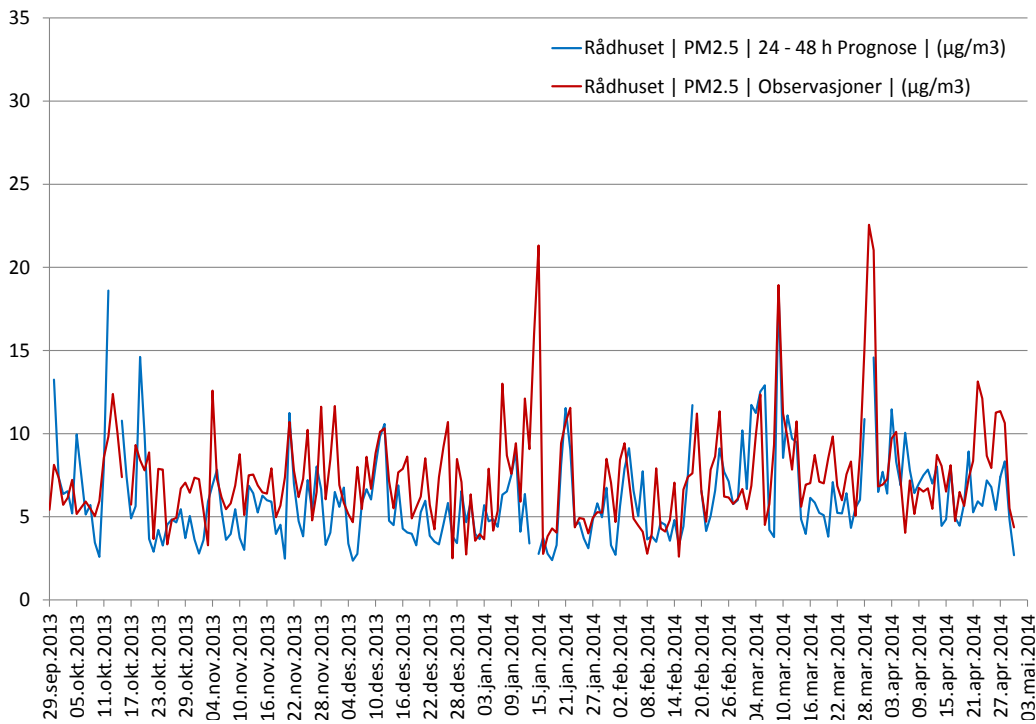
Figur B2: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Danmarks plass, Bergen



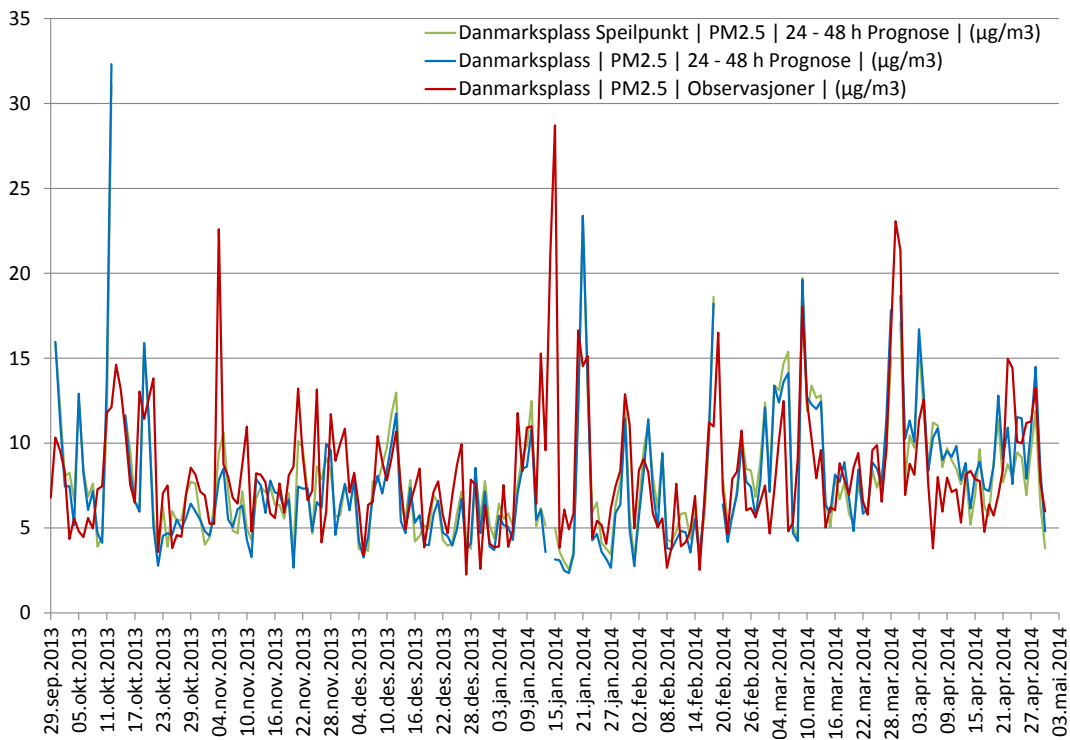
Figur B3: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Rådhuset, Bergen



Figur B4: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Danmarks plass, Bergen



Figur B5: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Rådhuset, Bergen



Figur B6: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Danmarks plass, Bergen

### 8.3 APPENDIX C: Evaluering av luftkvalitetsdata for Trondheim.

Bedre Byluft: Sesongen 2013 - 2014

Statistiske måltall for "Dag 1" og "Dag 2" prognoser (basert på observerte og beregnede timeverdier)

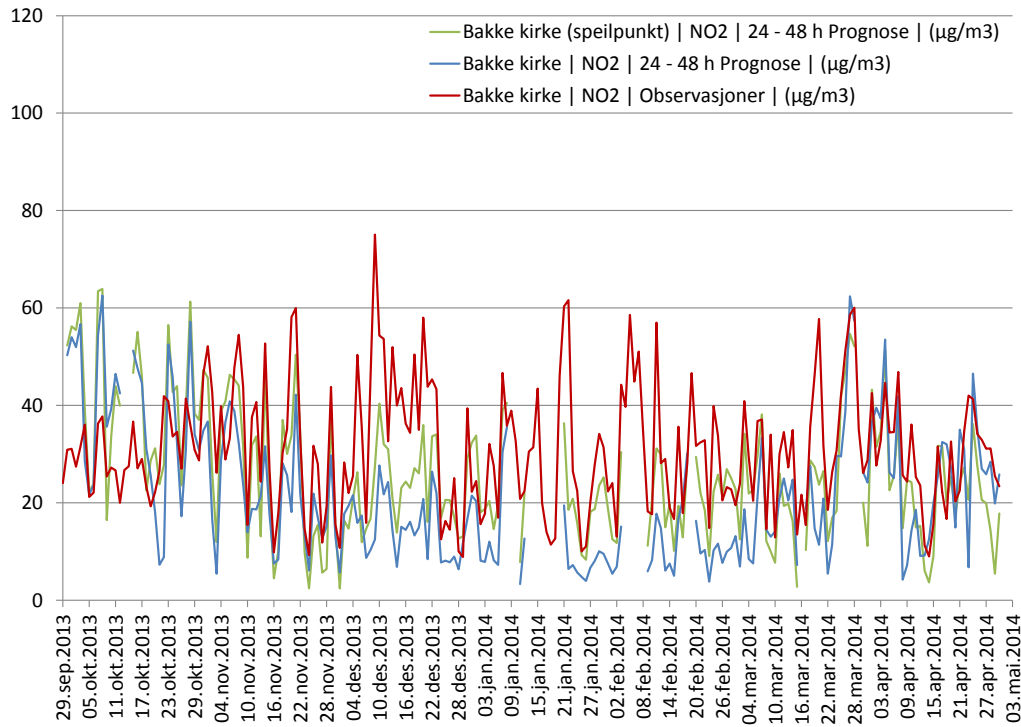
Tidsserieplott for døgnerverdier av "Dag2" prognoser

Tabell C1: Trondheim Sesong 2013 – 2014, 1 – 24 h prognoser (D1)

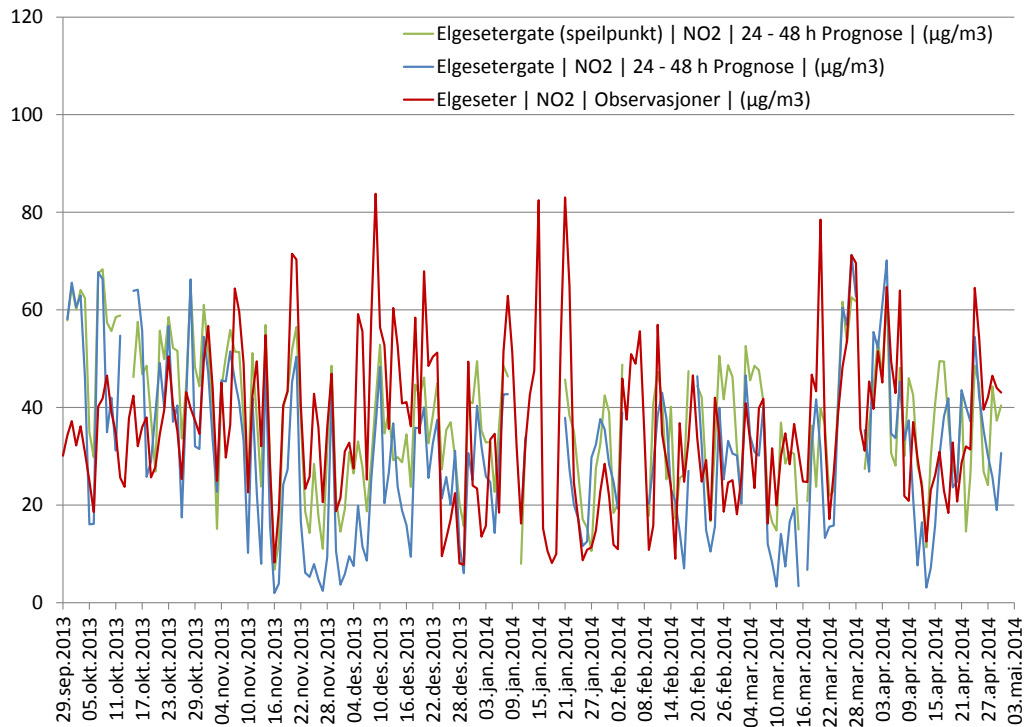
Operasjonell Prognose: NO2-D1						
	Observasjon	Prognose	Prognose	Observasjon	Prognose	Korrelasjons-
	Middelverdi	Middelverdi	%Rel Bias	prosentil	prosentil	koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Bakke kirke	31.3	21.4	-31.5 %	97.3	90.2	0.45
NO2 Elgeseter	35.7	29.9	-16.2 %	115.2	98.9	0.51
NO2 Heimdalsmyra	45.5	32.1	-29.5 %	157.7	110.7	0.60
NO2 Torvet	21.3	15.6	-26.8 %	112.5	83.9	0.50
Middelverdi (alle stasjoner):	33.4	24.7	-26.0 %	120.7	95.9	0.52
Operasjonell Prognose: PM10-D1						
	Observasjon	Prognose	Prognose	Observasjon	Prognose	Korrelasjons-
	Middelverdi	Middelverdi	%Rel Bias	prosentil	prosentil	koeffisient
				0.997	0.997	
PM10 Bakke kirke	21.1	12.4	-41.2 %	150.4	89.9	0.30
PM10 Elgeseter	22.5	17.1	-24.2 %	182.3	109.7	0.40
PM10 Heimdalsmyra	32.8	25.7	-21.8 %	340.7	199.5	0.36
PM10 Torvet	13.7	9.7	-28.8 %	126.0	84.1	0.36
Middelverdi (alle stasjoner):	22.6	16.2	-29.0 %	199.9	120.8	0.35
Operasjonell Prognose: PM2.5-D1						
	Observasjon	Prognose	Prognose	Observasjon	Prognose	Korrelasjons-
	Middelverdi	Middelverdi	%Rel Bias	prosentil	prosentil	koeffisient
				0.997	0.997	
PM2.5 Bakke kirke	7.8	6.0	-23.3 %	44.6	60.0	0.24
PM2.5 Elgeseter	9.6	6.1	-36.2 %	54.8	45.2	0.27
PM2.5 Heimdalsmyra	10.2	6.1	-40.4 %	64.8	35.6	0.46
PM2.5 Torvet	6.7	5.0	-25.5 %	52.1	39.3	0.30
Middelverdi (alle stasjoner):	8.6	5.8	-31.3 %	54.1	45.0	0.32
Operasjonell Prognose: PMc-D1						
	Observasjon	Prognose	Prognose	Observasjon	Prognose	Korrelasjons-
	Middelverdi	Middelverdi	%Rel Bias	prosentil	prosentil	koeffisient
				0.997	0.997	
PMc Bakke kirke	12.9	6.4	-50.0 %	135.8	47.6	0.25
PMc Elgeseter	12.8	10.9	-14.8 %	134.1	84.6	0.35
PMc Heimdalsmyra	24.1	19.6	-18.7 %	294.7	169.8	0.31
PMc Torvet	6.9	4.7	-31.1 %	91.4	46.8	0.33
Middelverdi (alle stasjoner):	14.2	10.4	-28.7 %	164.0	87.2	0.31

Tabell C2: Trondheim: Sesong 2013 – 2014, 24 – 48 h prognoser (D2)

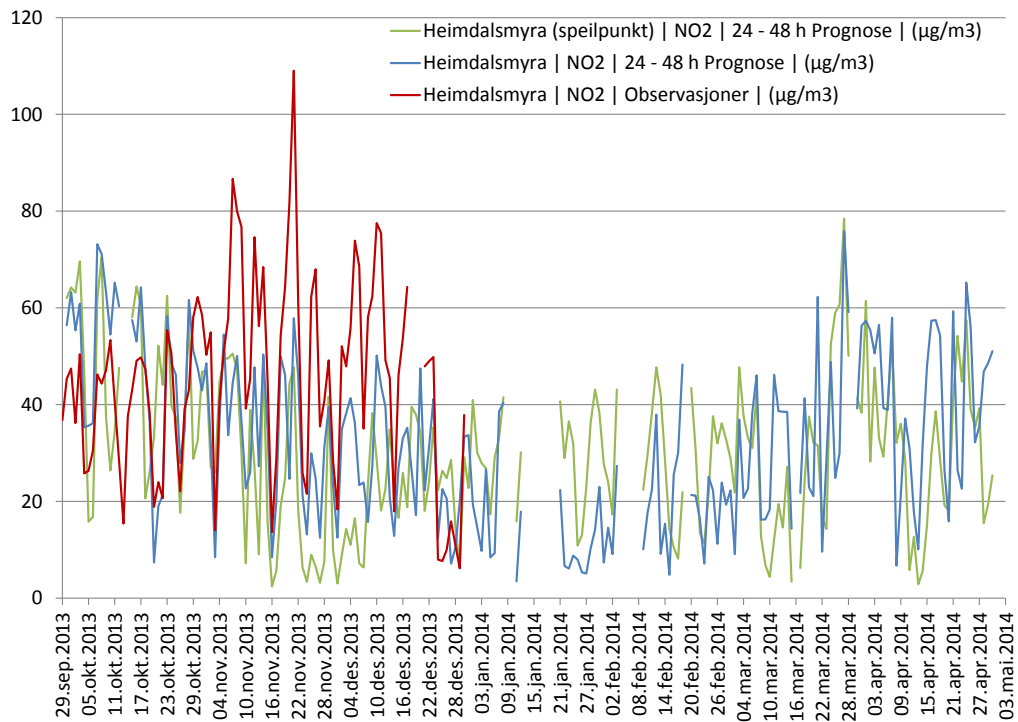
Operasjonell Prognose: NO2-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Bakke kirke	31.3	21.5	-31.3 %	97.3	90.5	0.44
NO2 Elgeseter	35.7	30.5	-14.6 %	115.2	100.7	0.51
NO2 Heimdalsmyra	45.5	32.2	-29.2 %	157.7	108.9	0.57
NO2 Torvet	21.3	15.8	-25.7 %	112.5	83.3	0.50
Middelverdi (alle stasjoner):	33.4	25.0	-25.2 %	120.7	95.8	0.51
Operasjonell Prognose: PM10-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
PM10 Bakke kirke	21.1	11.4	-45.9 %	150.4	75.7	0.29
PM10 Elgeseter	22.5	15.4	-31.8 %	182.3	94.0	0.39
PM10 Heimdalsmyra	32.8	21.5	-34.5 %	340.7	180.1	0.32
PM10 Torvet	13.7	9.2	-33.1 %	126.0	62.0	0.33
Middelverdi (alle stasjoner):	22.6	14.4	-36.4 %	199.9	103.0	0.33
Operasjonell Prognose: PM2.5-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
PM2.5 Bakke kirke	7.8	6.0	-22.8 %	44.6	48.1	0.29
PM2.5 Elgeseter	9.6	6.2	-35.8 %	54.8	41.5	0.32
PM2.5 Heimdalsmyra	10.2	6.1	-40.5 %	64.8	35.5	0.42
PM2.5 Torvet	6.7	5.1	-24.6 %	52.1	38.0	0.36
Middelverdi (alle stasjoner):	8.6	5.8	-30.9 %	54.1	40.8	0.35
Operasjonell Prognose: PMc-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
PMc Bakke kirke	12.9	5.4	-58.0 %	135.8	50.3	0.25
PMc Elgeseter	12.8	9.2	-28.5 %	134.1	77.8	0.32
PMc Heimdalsmyra	24.1	15.4	-36.0 %	294.7	158.7	0.25
PMc Torvet	6.9	4.1	-40.6 %	91.4	41.5	0.26
Middelverdi (alle stasjoner):	14.2	8.5	-40.8 %	164.0	82.1	0.27



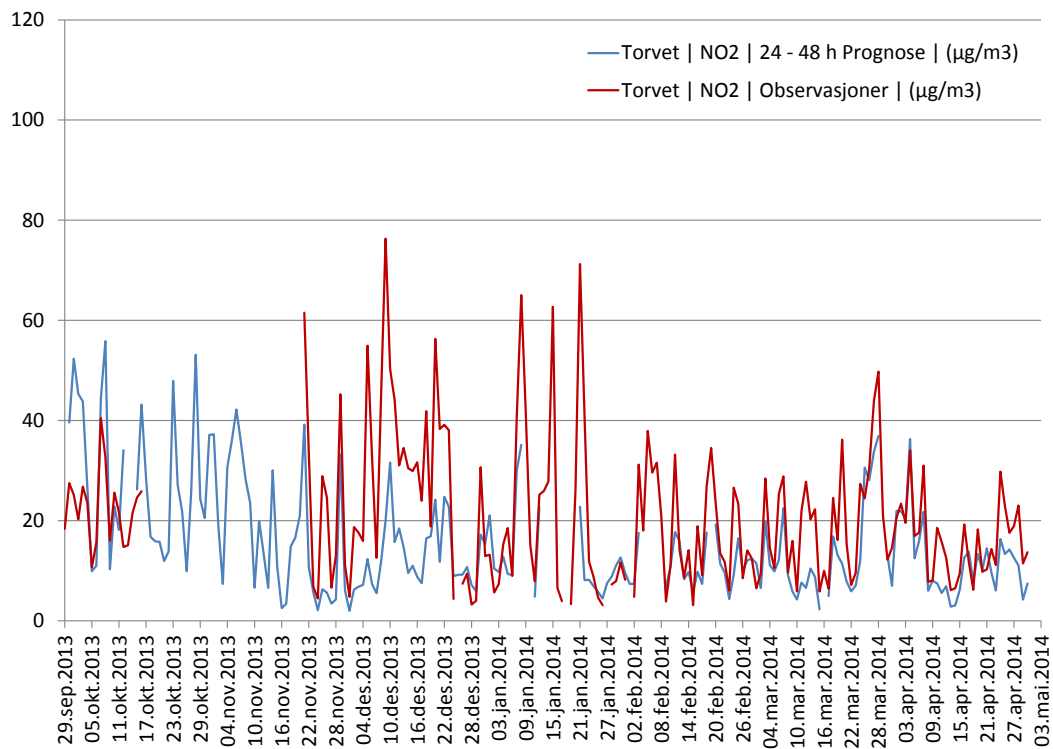
Figur C1: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Bakke kirke, Trondheim



Figur C2: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Elgeseter, Trondheim

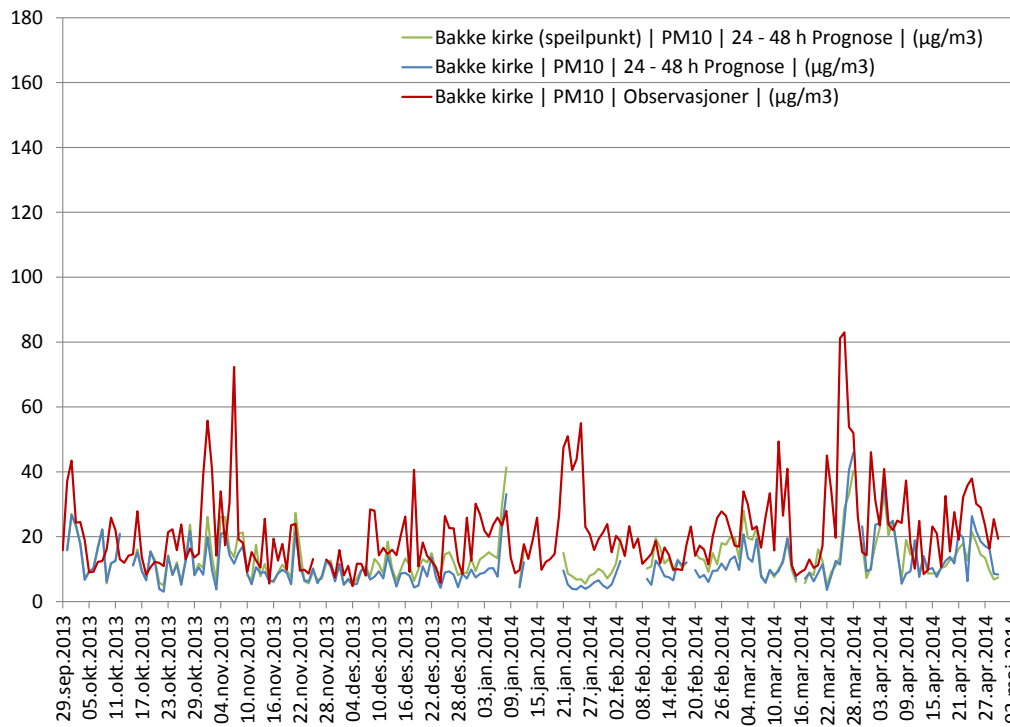


Figur C3: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Heimdalsmyra, Trondheim

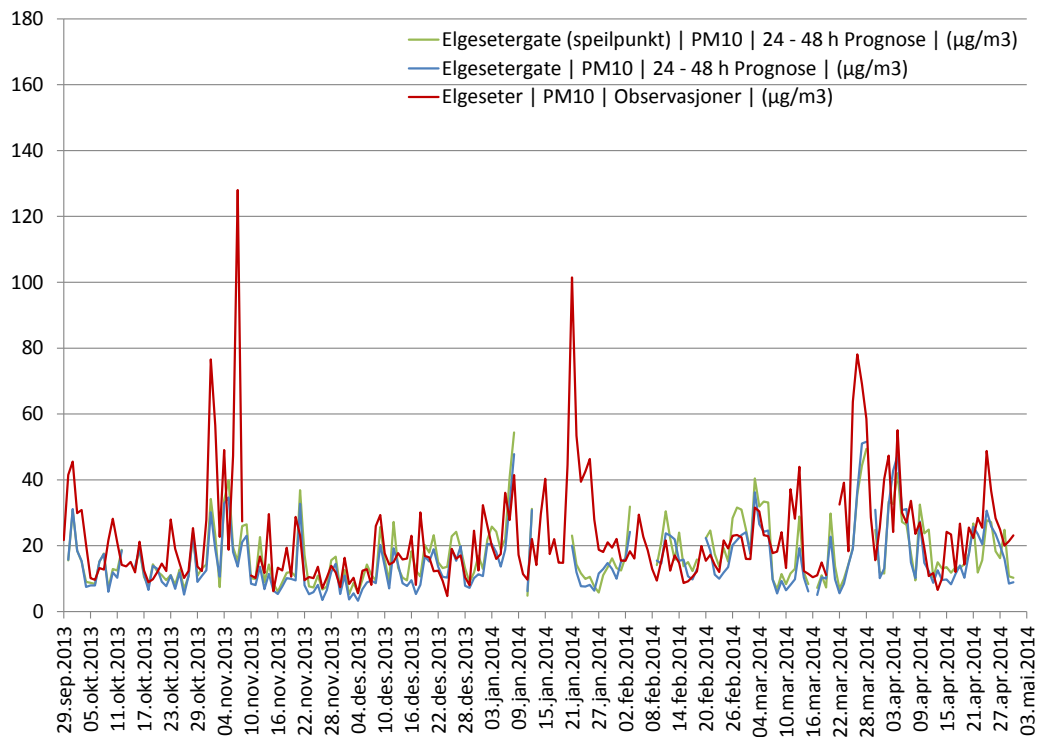


Figur C4: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Torvet, Trondheim

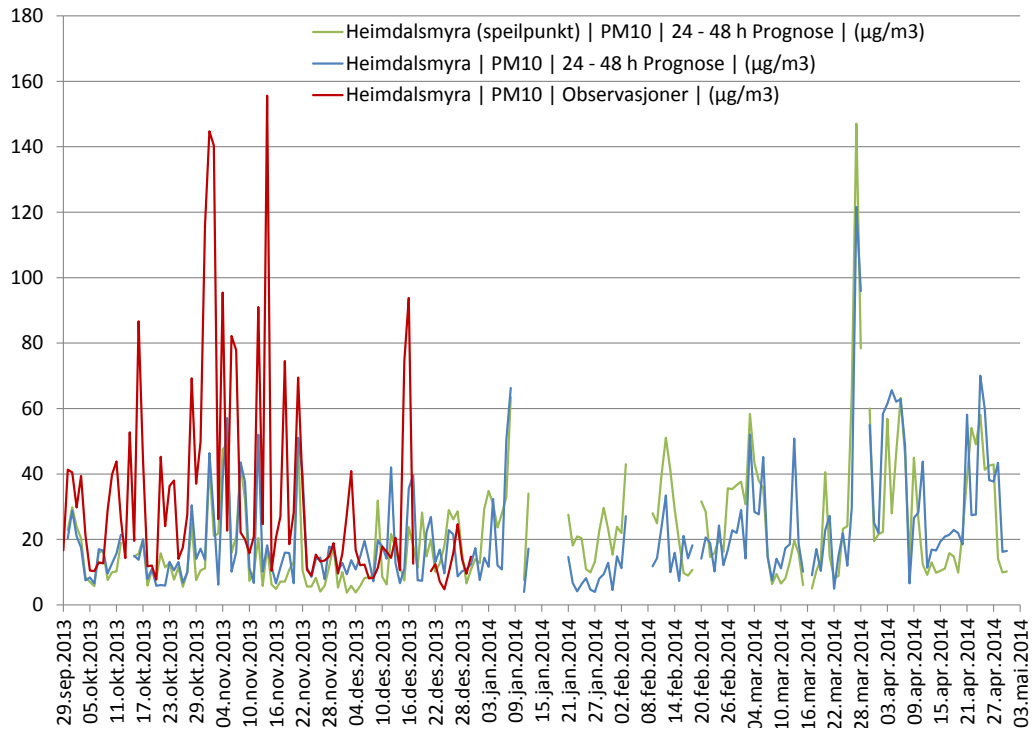




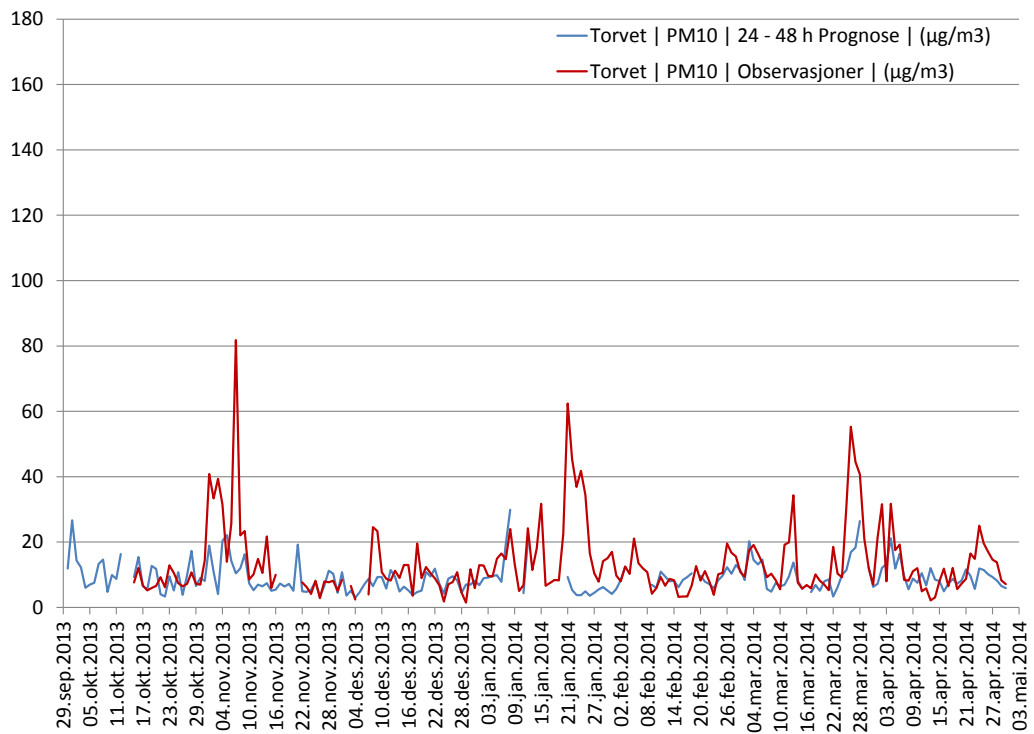
Figur C5: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Bakke kirke, Trondheim



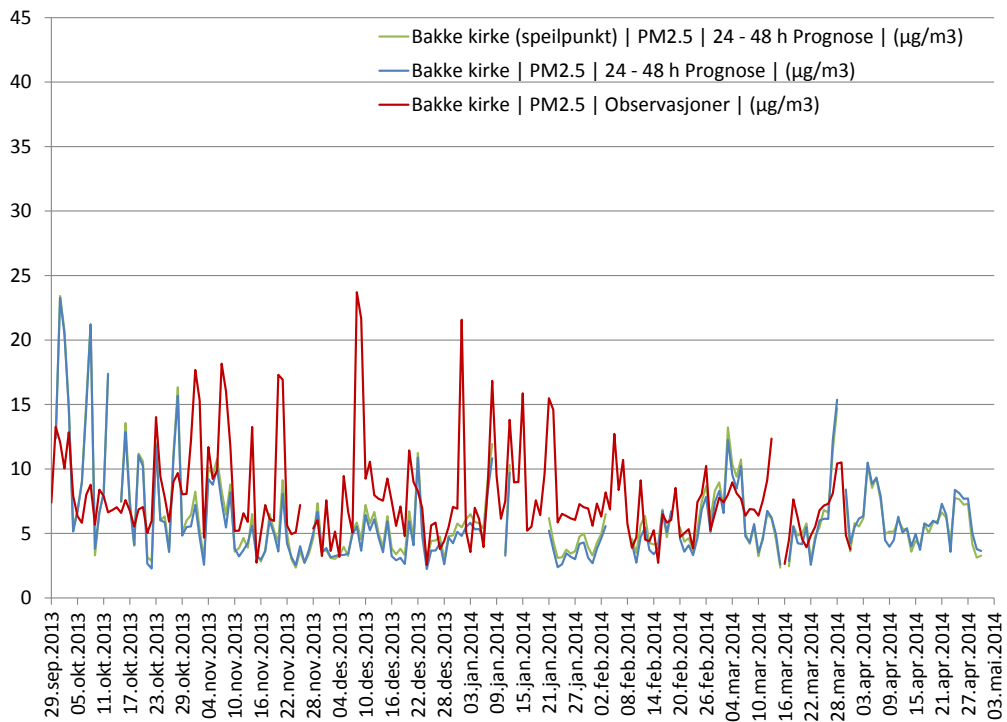
Figur C6: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Elgeseter, Trondheim



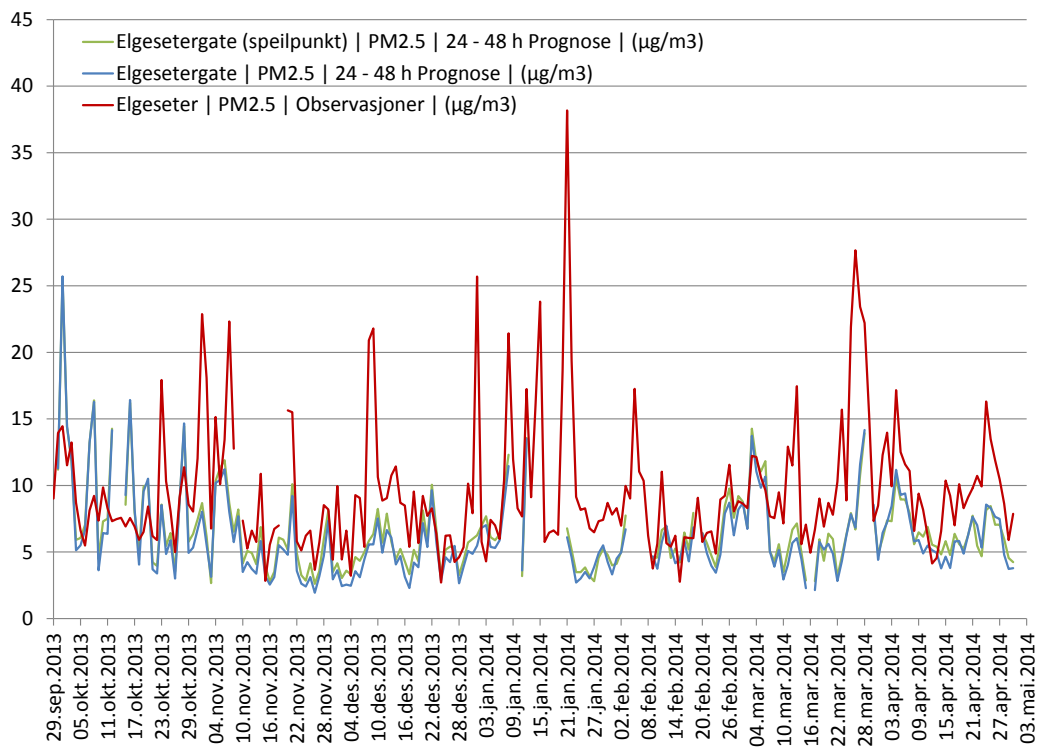
Figur C7: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Heimdalsmyra, Trondheim



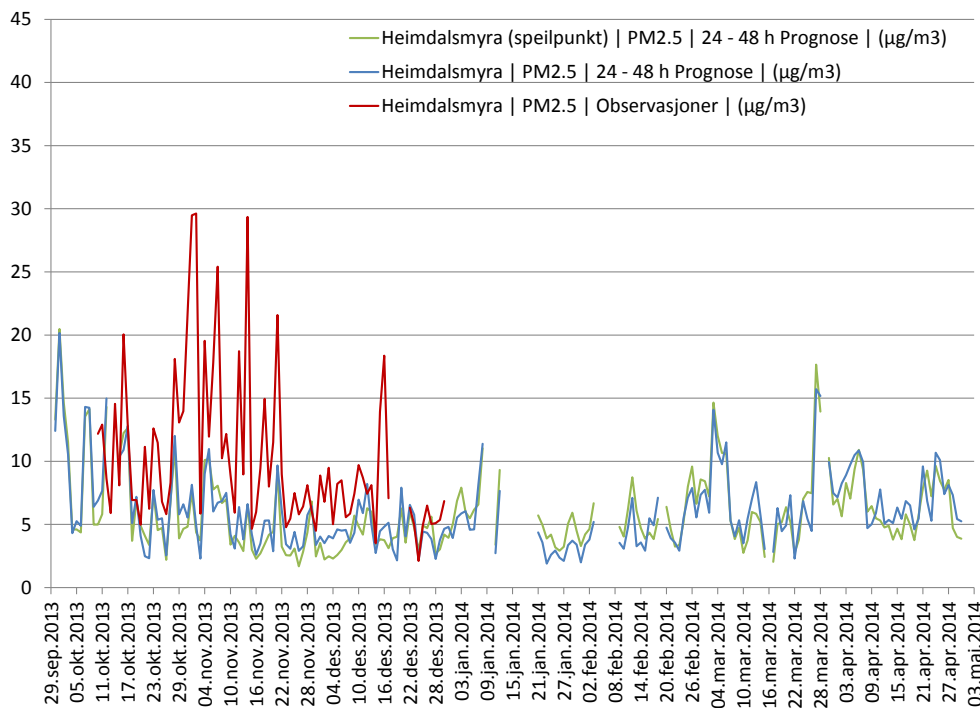
Figur C8: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Torvet, Trondheim



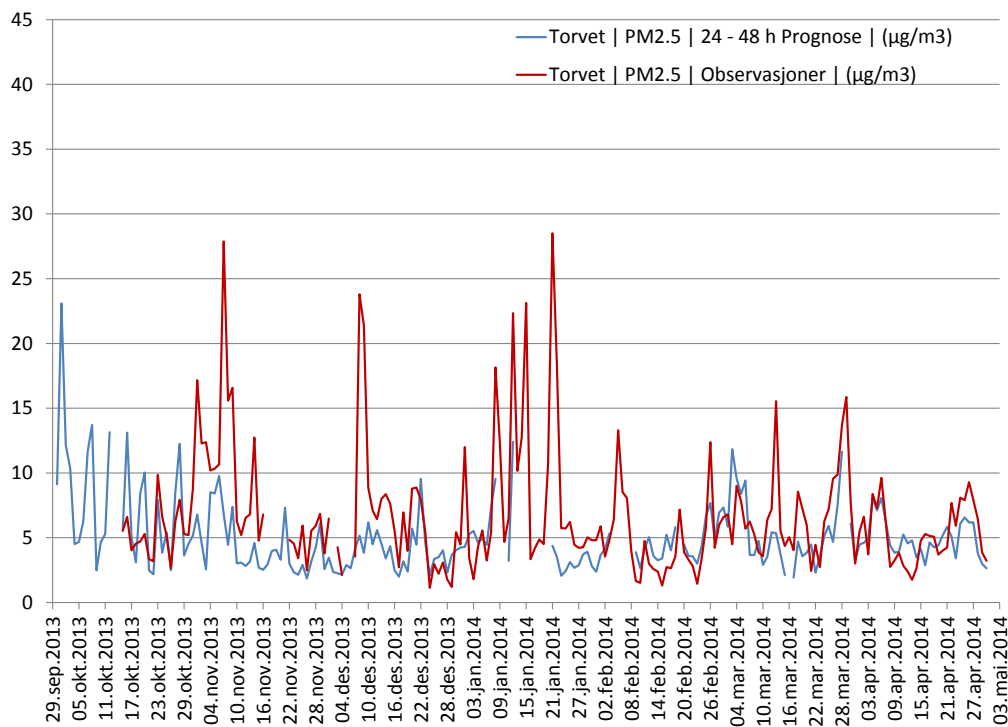
Figur C9: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Bakke kirke, Trondheim



Figur C10: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Elgeseter, Trondheim



Figur C11: D2-døgnverdi PM<sub>2,5</sub> Heimdalsmyra, Trondheim



Figur C12: D2-døgnverdi PM<sub>2,5</sub> Torvet, Trondheim

## 8.4 APPENDIX D: Evaluering av luftkvalitetsdata for Stavanger.

Bedre Byluft: Sesongen 2013 - 2014

Statistiske måltall for "Dag 1" og "Dag 2" prognoser (basert på observerte og beregnede timeverdier)

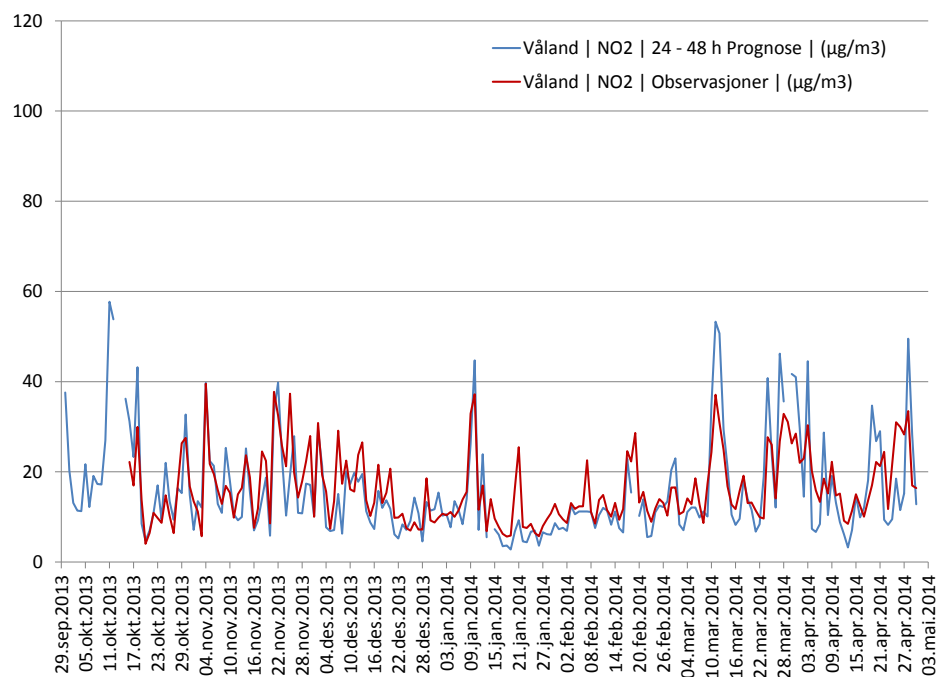
Tidsserieplott for døgnverdier av "Dag2" prognoser

Tabell D1: Stavanger Sesong 2013 – 2014, 1 – 24 h prognoser (D1)

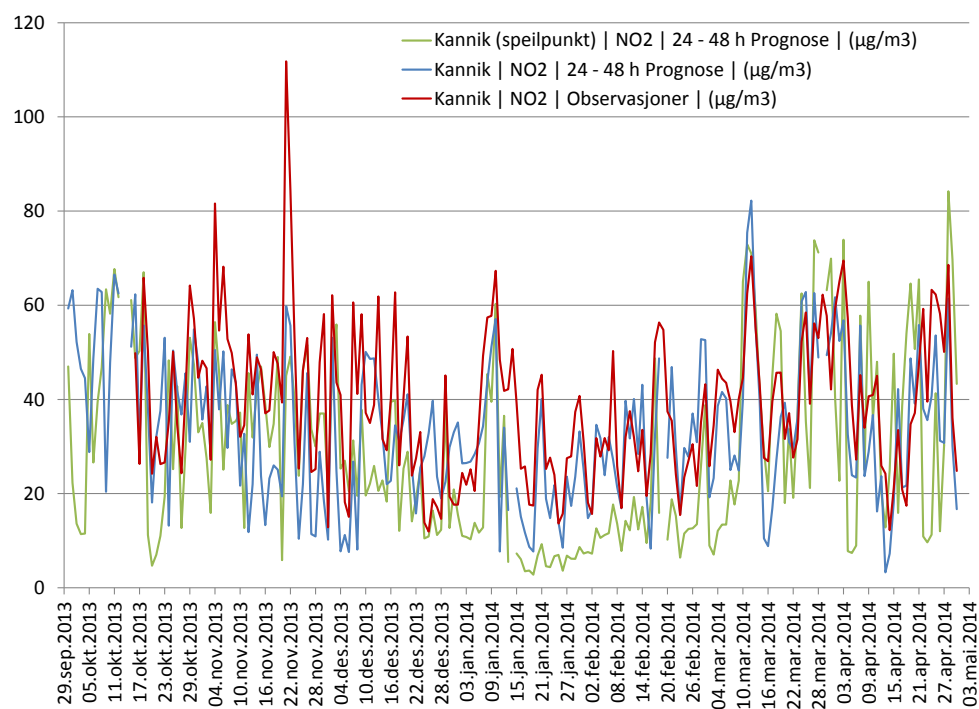
Operasjonell Prognose: D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Våland	16.3	15.8	-2.6 %	67.6	93.8	0.64
NO2 Kannik	39.1	33.5	-14.2 %	148.7	111.0	0.60
PM10 Våland	15.7	14.5	-8.1 %	48.7	63.2	0.46
PM10 Kannik	27.3	19.6	-28.3 %	152.9	93.3	0.46
PM2.5 Våland	6.5	6.9	6.7 %	21.2	26.8	0.47
PM2.5 Kannik	9.0	8.0	-10.9 %	35.9	29.8	0.45
PMc Våland	9.5	7.5	-21.1 %	36.8	42.1	0.40
PMc Kannik	18.3	11.6	-36.8 %	126.4	72.8	0.41

Tabell D2: Stavanger Sesong 2013 – 2014, 24 – 48 h prognoser (D2)

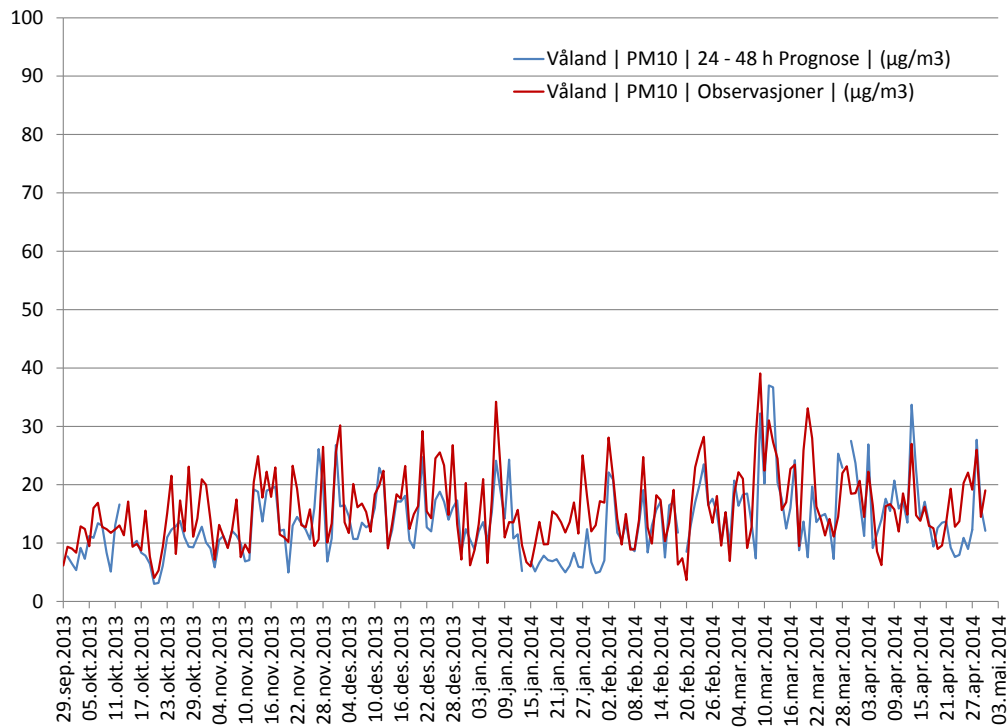
Operasjonell Prognose: D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Våland	16.3	15.8	-2.7 %	67.6	96.6	0.59
NO2 Kannik	39.1	33.6	-14.1 %	148.7	111.1	0.59
PM10 Våland	15.8	13.6	-13.9 %	48.8	62.6	0.45
PM10 Kannik	27.3	17.9	-34.6 %	152.9	95.1	0.49
PM2.5 Våland	6.5	6.8	4.3 %	21.2	24.9	0.48
PM2.5 Kannik	9.0	7.8	-13.0 %	35.9	28.1	0.45
PMc Våland	9.6	6.8	-29.0 %	36.9	39.5	0.37
PMc Kannik	18.4	10.1	-45.2 %	126.4	72.6	0.43



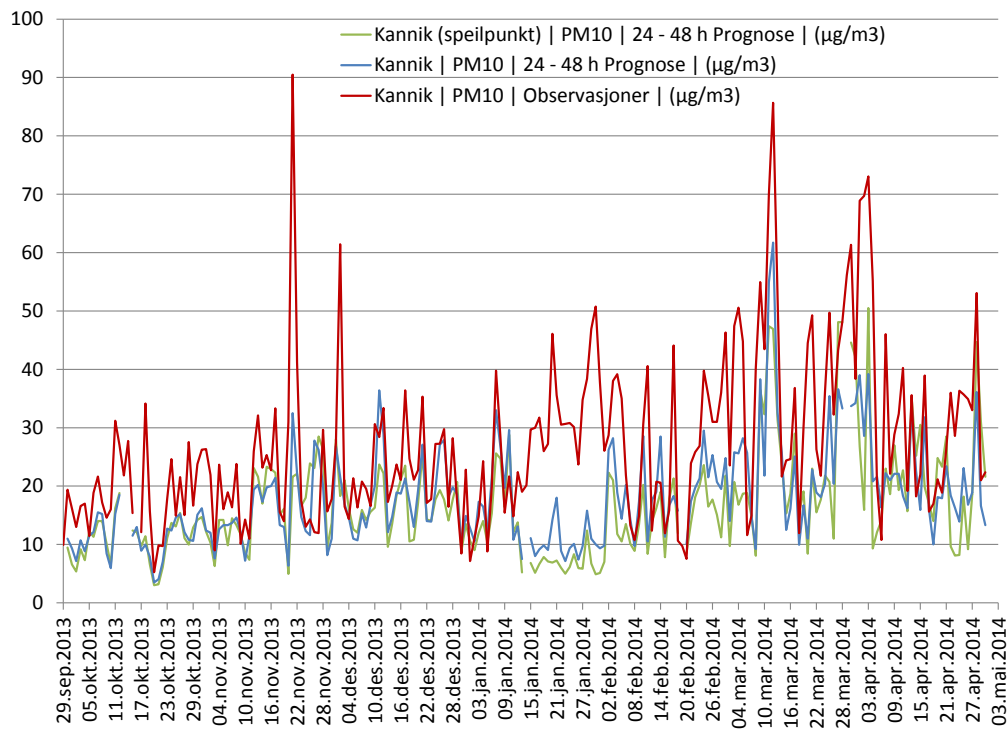
Figur D1: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Våland, Stavanger



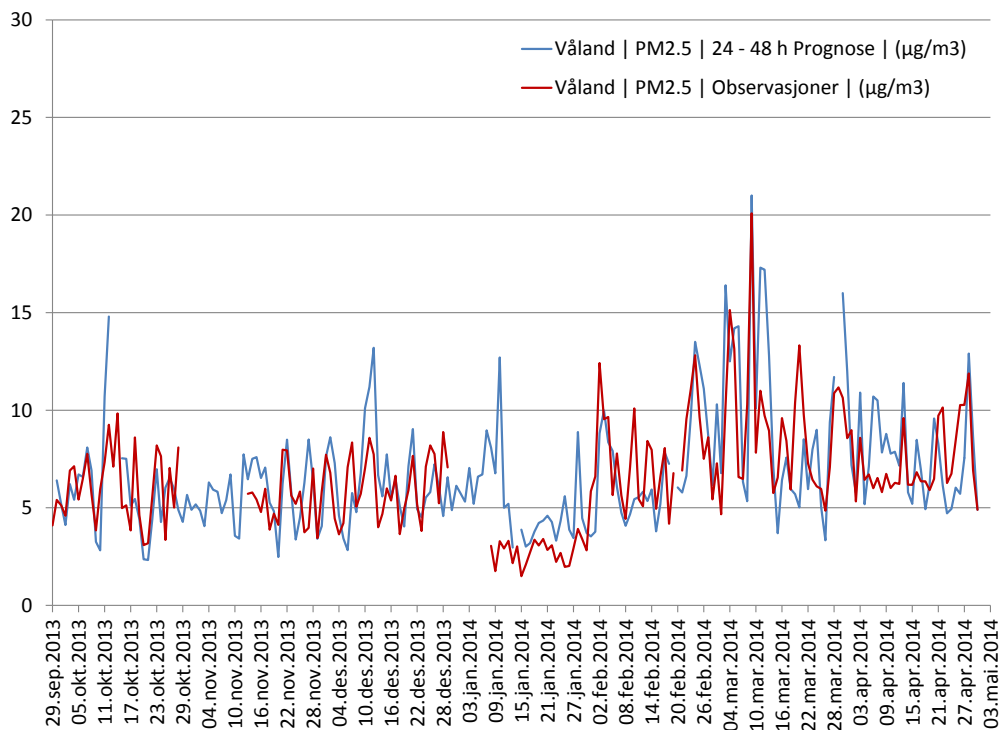
Figur D2: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Kannik, Stavanger



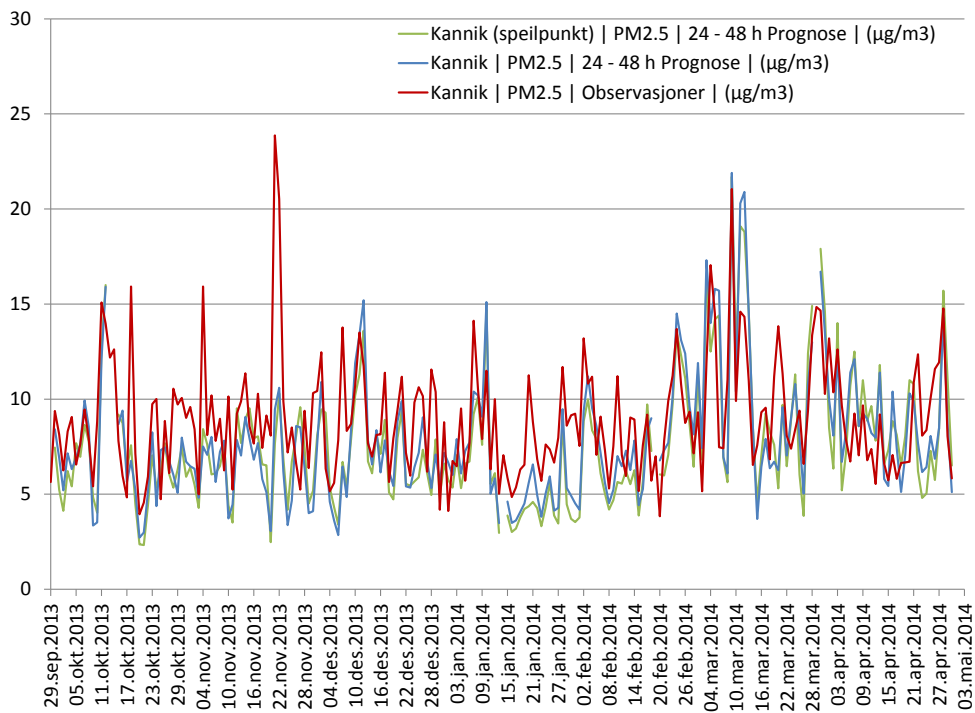
Figur D3: D2-døgnverdi PM<sub>10</sub> Våland, Stavanger



Figur D4: D2-døgnverdi PM<sub>10</sub> Kannik, Stavanger



Figur D5: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Våland, Stavanger



Figur D6: D2-døgnverdier PM<sub>2,5</sub> Kannik, Stavanger



## 8.5 APPENDIX E: Evaluering av luftkvalitetsdata for Grenland.

Bedre Byluft: Sesongen 2013 - 2014

Statistiske måltall for "Dag 1" og "Dag 2" prognoser (basert på observerte og beregnede timeverdier)

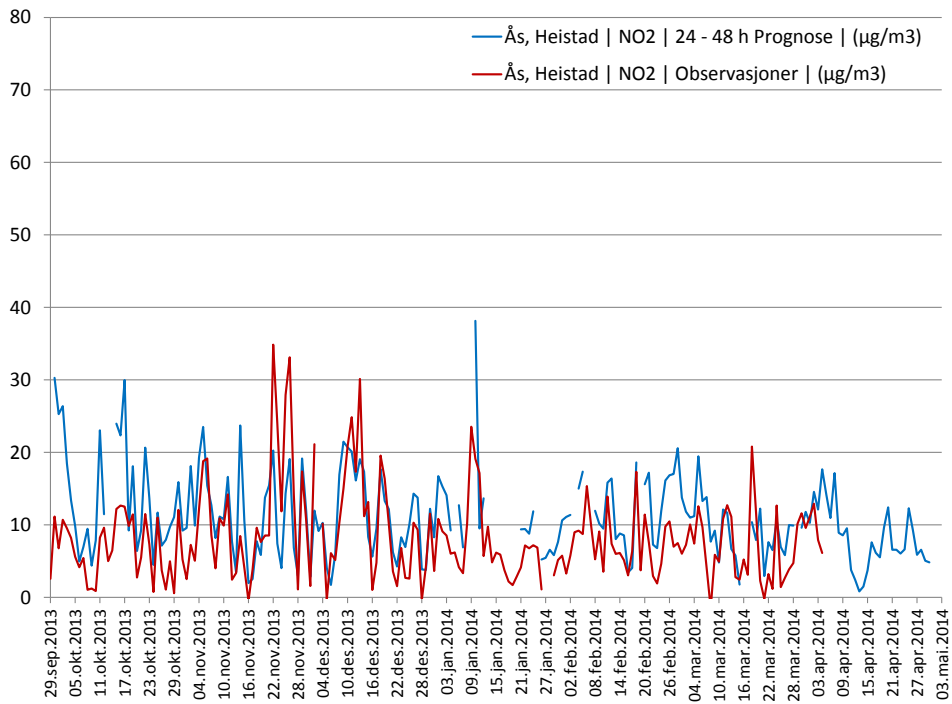
Tidsserieplott for døgnverdier av "Dag2" prognoser

Tabell E1: Grenland Sesong 2013 – 2014, 1 – 24 h prognoser (D1)

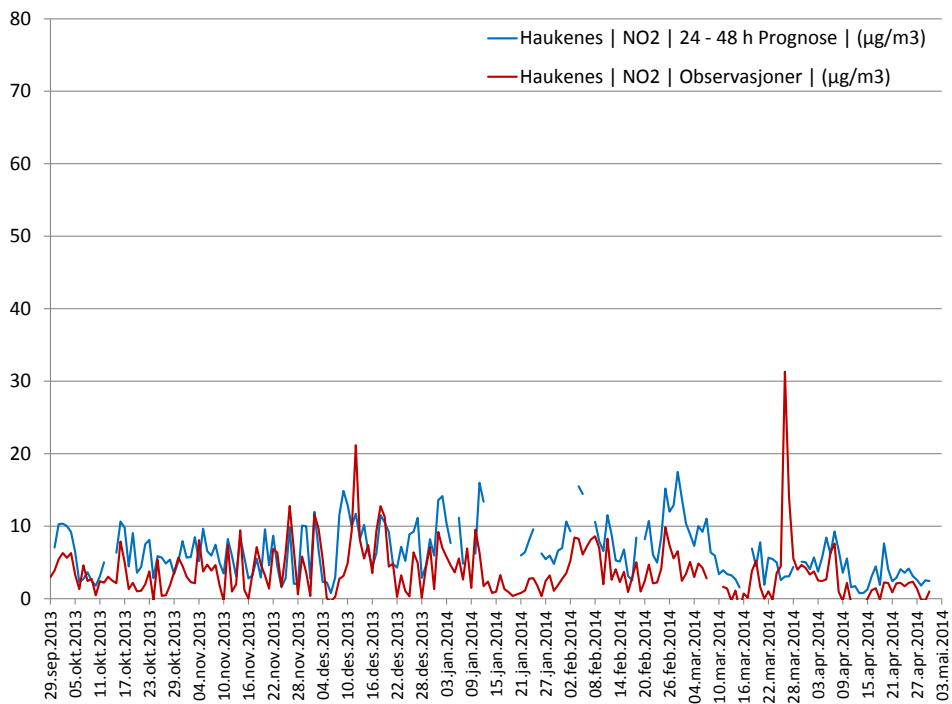
Operasjonell Prognose: NO2-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Ås, Heiestad	8.3	11.2	35.5 %	46.2	58.9	0.42
Haukenes	3.7	6.6	75.5 %	31.5	48.1	0.38
Lensmannsdalen	25.7	28.8	12.1 %	80.4	86.7	0.61
Øyekast	15.1	13.6	-10.0 %	61.0	66.2	0.47
Sverresgt.	25.0	16.6	-33.9 %	88.9	67.6	0.52
Middelverdi (alle stasjoner):	15.6	15.3	15.9 %	61.6	65.5	0.48
Operasjonell Prognose: PM10-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Lensmannsdalen	27.9	20.9	-25.0 %	230.5	95.5	0.42
Øyekast	17.4	12.5	-28.5 %	89.5	56.0	0.39
Sverresgt.	21.8	13.0	-40.2 %	166.1	59.4	0.37
Middelverdi (alle stasjoner):	22.4	15.5	-31.3 %	162.0	70.3	0.39
Operasjonell Prognose: PM2.5-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Lensmannsdalen	9.4	8.6	-8.6 %	36.4	38.8	0.47
Operasjonell Prognose: PMc-D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Lensmannsdalen	14.1	12.4	-12.6 %	153.0	75.8	0.35

Tabell E2: Grenland Sesong 2013 – 2014, 24 – 48 h prognoser (D2)

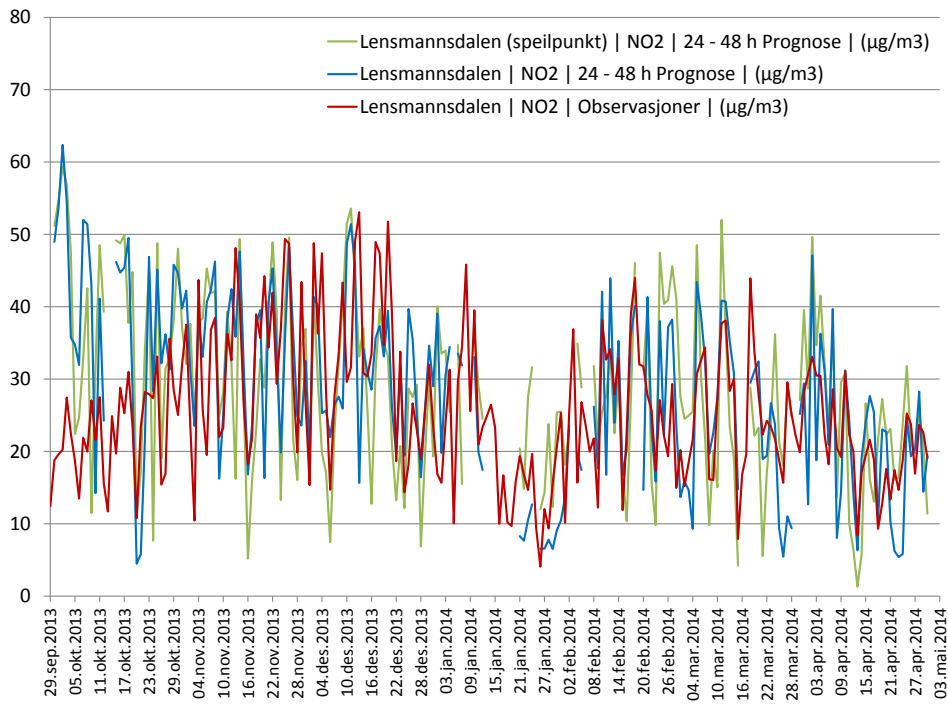
Operasjonell Prognose: NO2-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Ås, Heiestad	8.3	11.2	35.5 %	46.2	55.4	0.40
Haukenes	3.8	6.5	74.2 %	31.5	37.3	0.38
Lensmannsdalen	25.7	28.2	9.5 %	80.4	85.0	0.59
Øyekast	15.2	13.1	-13.3 %	61.0	64.8	0.46
Sverresgt.	25.1	16.1	-36.0 %	88.9	66.8	0.55
Middelverdi (alle stasjoner):	15.6	15.0	14.0 %	61.6	61.9	0.47
Operasjonell Prognose: PM10-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Lensmannsdalen	28.0	19.1	-31.9 %	230.8	87.2	0.42
Øyekast	17.5	11.9	-31.8 %	89.6	48.9	0.39
Sverresgt.	21.9	12.3	-43.5 %	166.1	50.0	0.38
Middelverdi (alle stasjoner):	22.4	14.4	-35.7 %	162.2	62.0	0.40
Operasjonell Prognose: PM2.5-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Lensmannsdalen	9.4	8.4	-10.6 %	36.4	33.6	0.48
Operasjonell Prognose: PMc-D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
Lensmannsdalen	14.2	10.7	-24.8 %	153.2	72.2	0.43



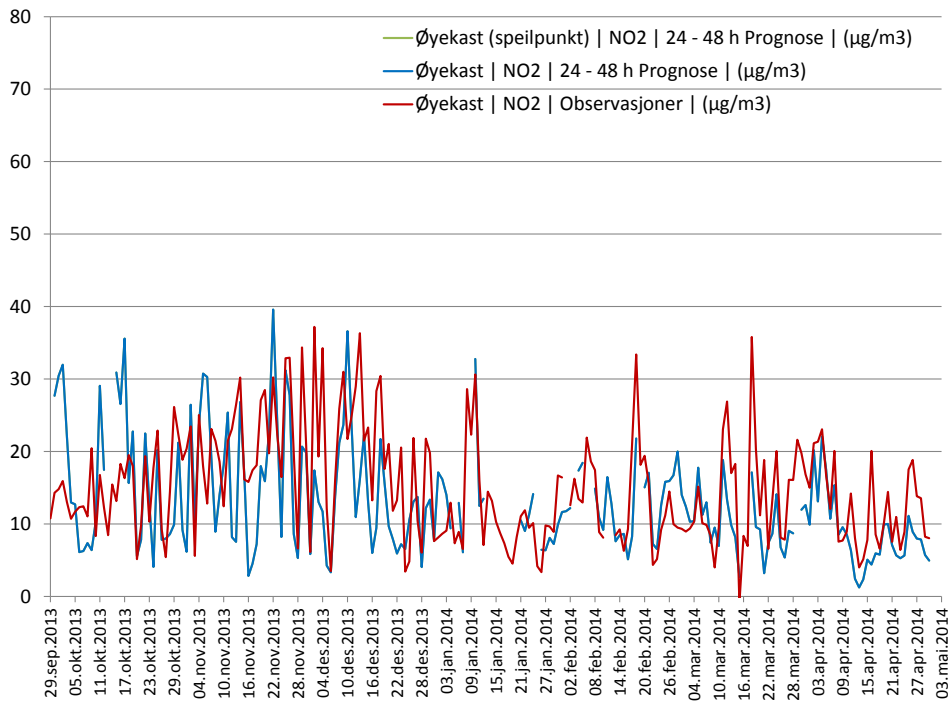
Figur E1: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Ås Heistad, Grenland



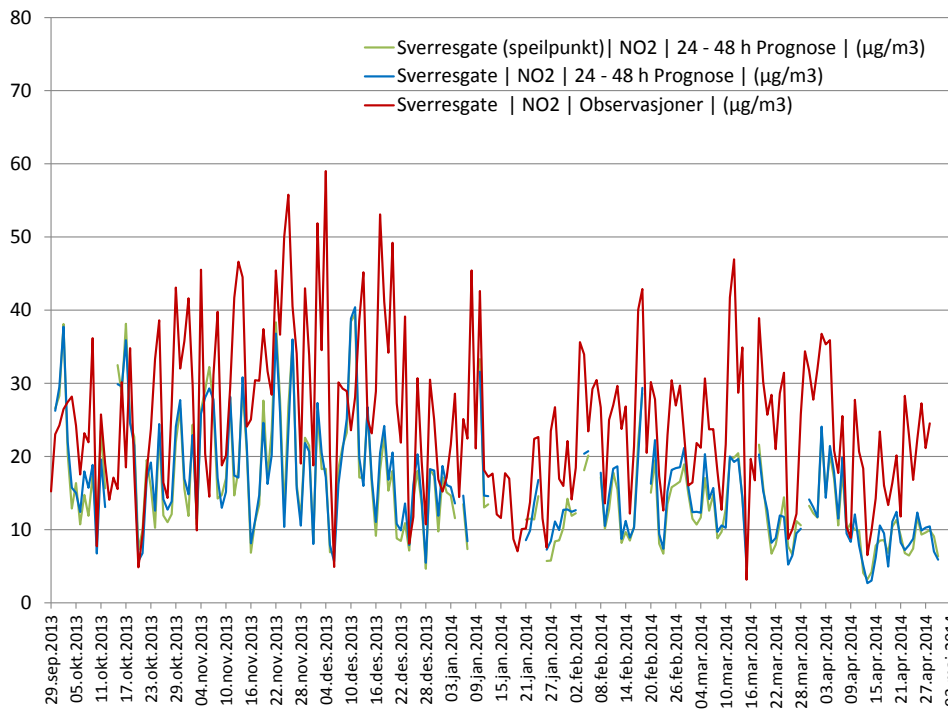
Figur E2: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Haukenes, Grenland



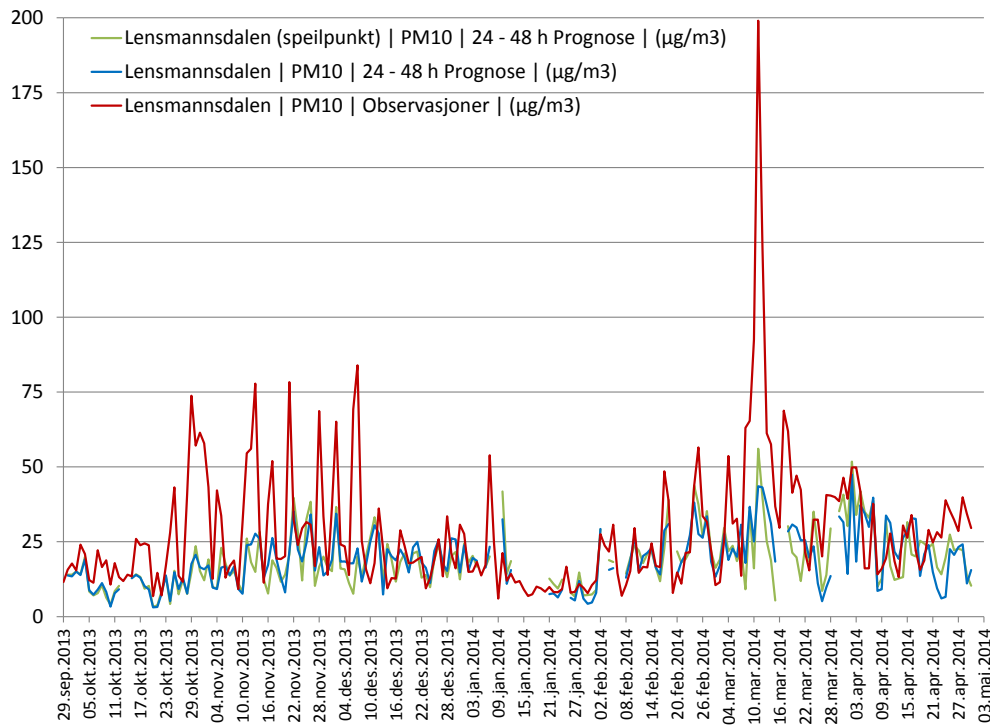
Figur E3: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Lensmannsdalen, Grenland



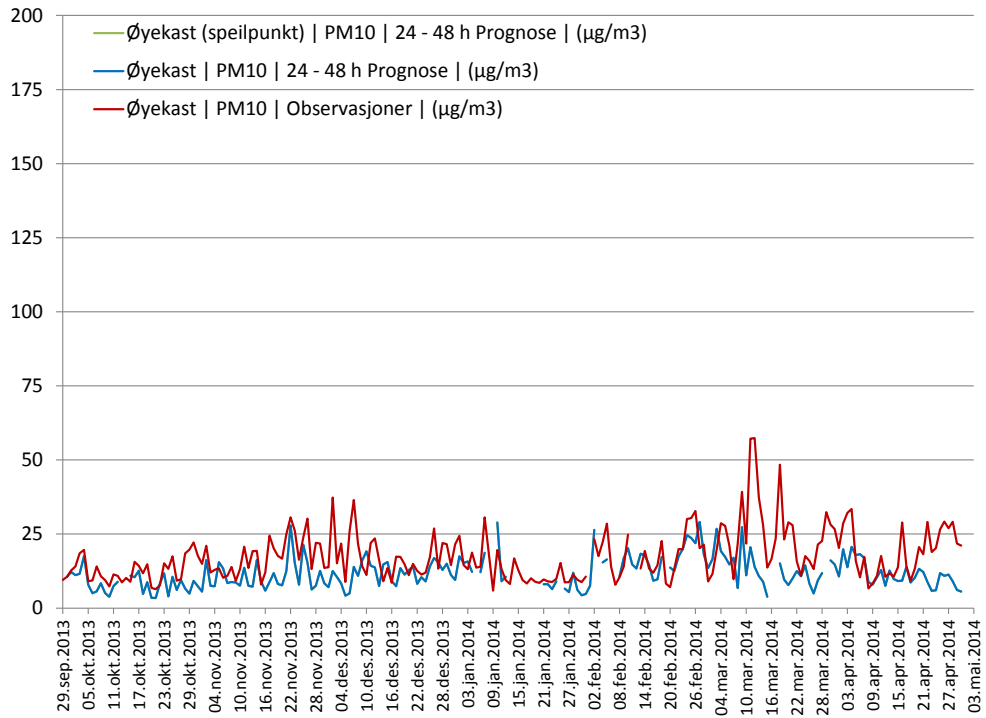
Figur E4: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Øyekast, Grenland



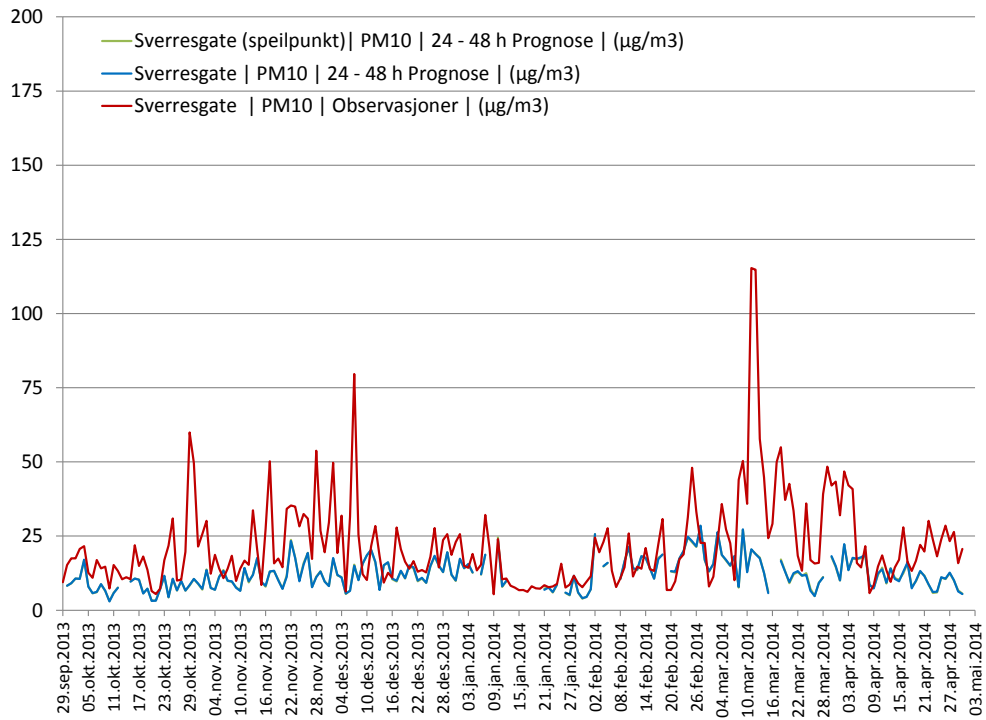
Figur E5: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Sverresgt., Grenland



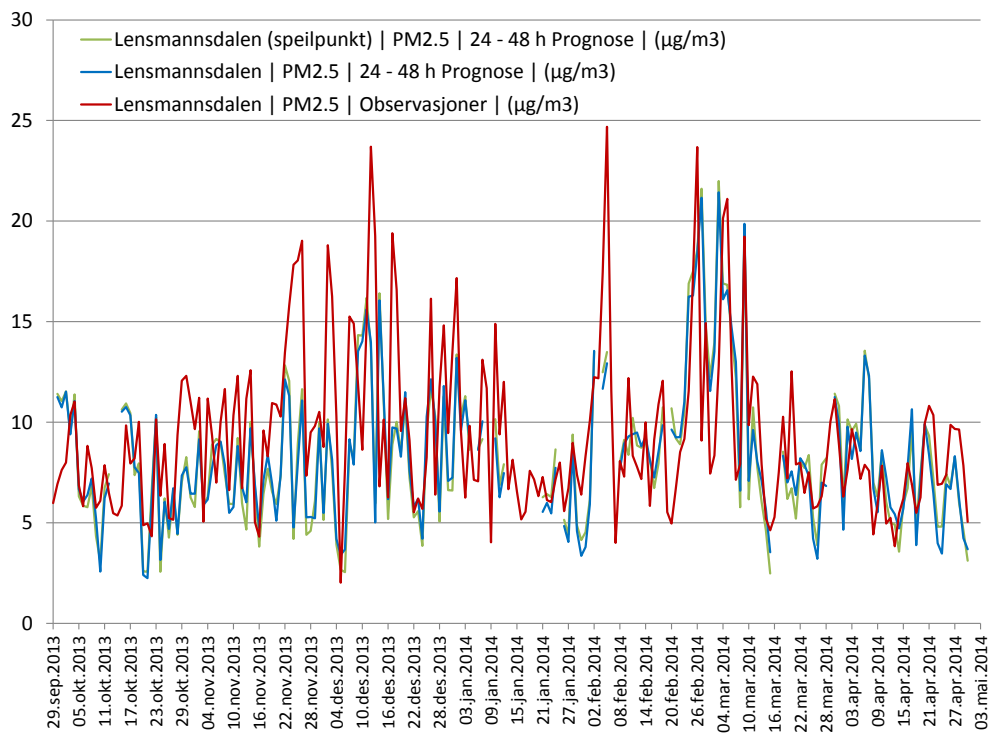
Figur E6: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Lensmannsdalen, Grenland



Figur E7: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Øyekast, Grenland



Figur E8: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Sverresgt., Grenland



Figur E9: D2-døgnverdier  $\text{PM}_{2,5}$  Lensmannsdalen, Grenland

## 8.6 APPENDIX F: Evaluering av luftkvalitetsdata for Drammen.

Bedre Byluft: Sesongen 2013 - 2014

Statistiske måltall for "Dag 1" og "Dag 2" prognoser (basert på observerte og beregnede timeverdier)

Tidsserieplott for døgnverdier av "Dag2" prognoser

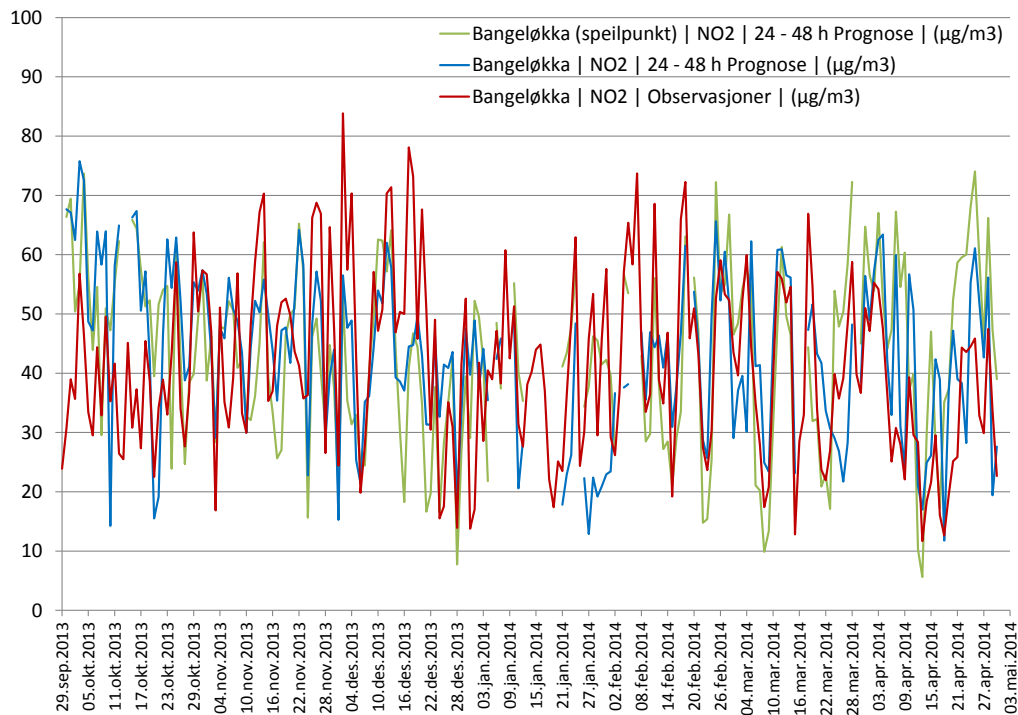
Tabell F1: Drammen Sesong 2013 – 2014, 1 – 24 h prognoser (D1)

Operasjonell Prognose: D1	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Bangeløkka	41.2	43.0	4.4 %	119.7	105.9	0.57
NO2 Drammenselva	29.7	24.6	-17.4 %	104.7	84.4	0.58
NO2 Grev Wedels Plass	33.1	22.8	-31.2 %	107.5	81.1	0.53
Average All Stations:	34.7	30.1	-14.7 %	110.6	90.5	0.56
PM10 Bangeløkka	28.5	23.5	-17.6 %	173.2	114.8	0.46
PM10 Nedre Storgt.	13.3	16.0	20.1 %	71.3	77.3	0.39
Average All Stations:	20.9	19.7	1.2 %	122.3	96.1	0.43

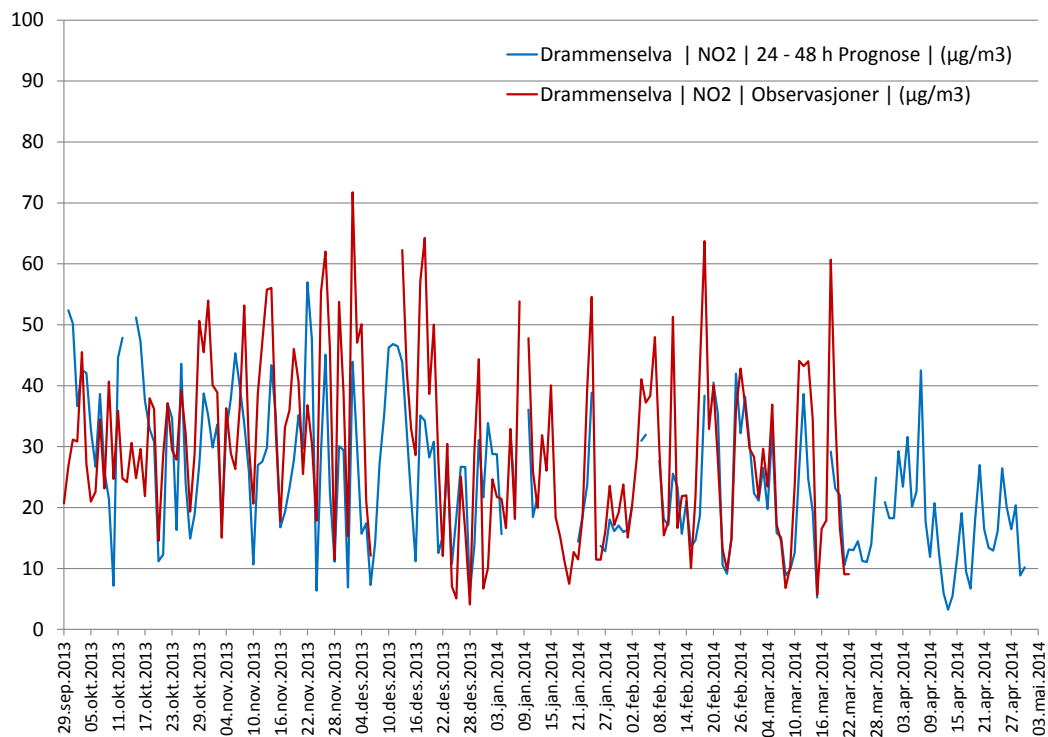
Tabell F2: Drammen Sesong 2013 – 2014, 24 – 48 h prognoser (D2)

Operasjonell Prognose: D2	Observasjon Middelverdi	Prognose Middelverdi	Prognose %Rel Bias	Observasjon prosentil	Prognose prosentil	Korrelasjons- koeffisient
				0.997	0.997	
NO2 Bangeløkka	41.3	43.0	4.1 %	119.7	106.1	0.56
NO2 Drammenselva	29.8	24.7	-17.2 %	104.8	82.8	0.58
NO2 Grev Wedels Plass	33.2	22.8	-31.1 %	107.6	82.0	0.54
Average All Stations:	34.8	30.2	-14.7 %	110.7	90.3	0.56
PM10 Bangeløkka	28.5	22.3	-21.9 %	173.3	126.1	0.47
PM10 Nedre Storgt.	13.4	15.7	17.1 %	71.4	80.1	0.40
Average All Stations:	21.0	19.0	-2.4 %	122.4	103.1	0.43

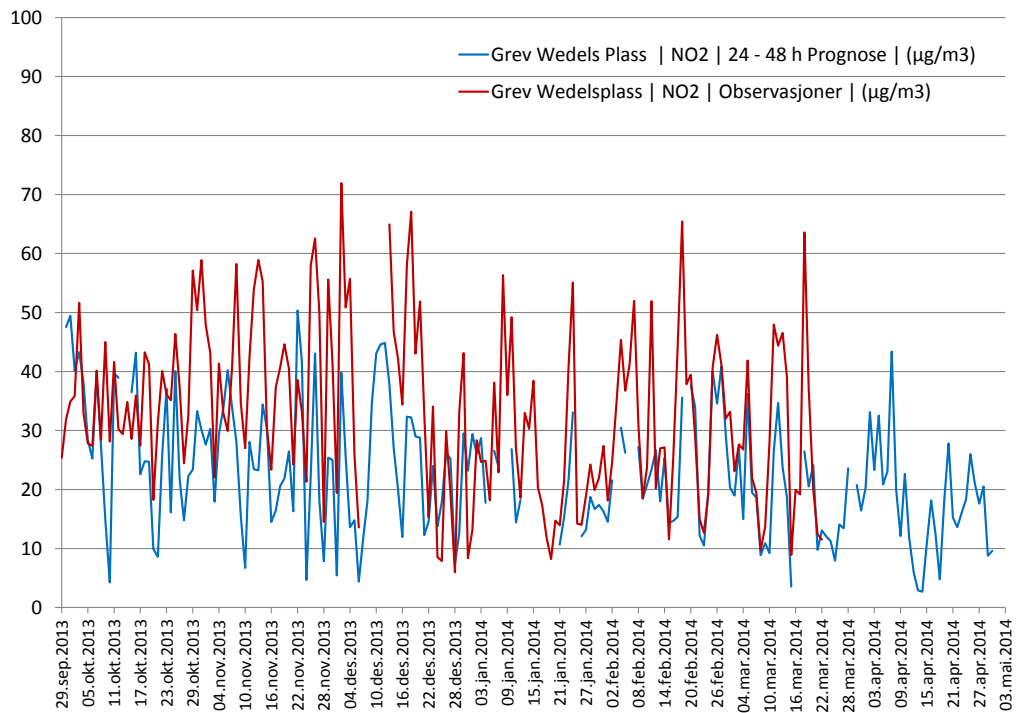




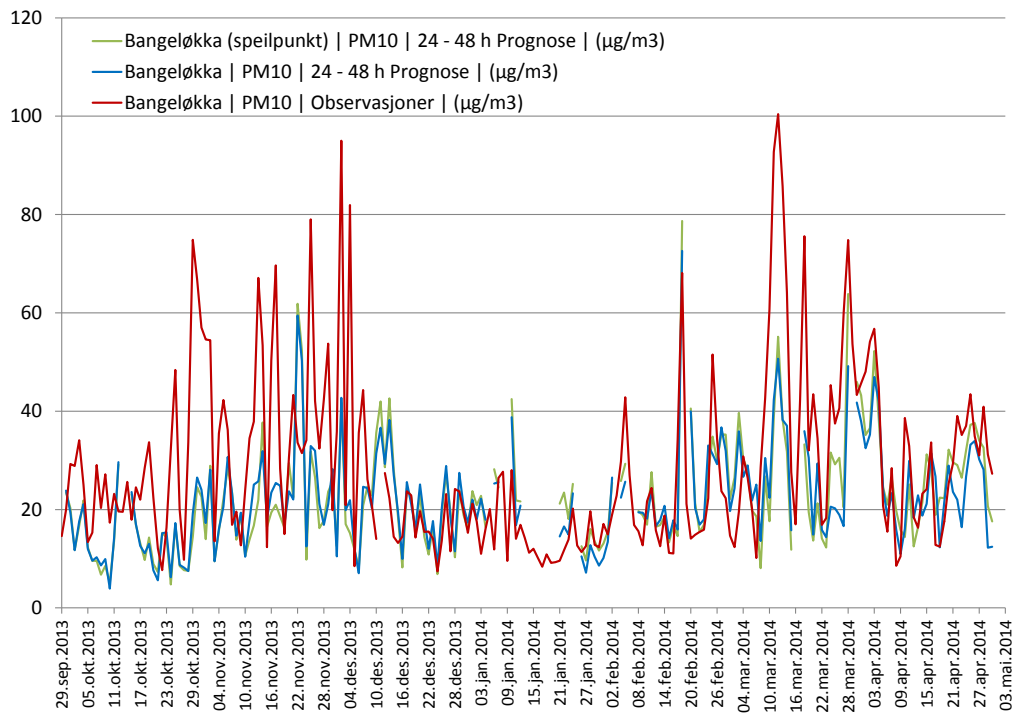
Figur F1: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Bangeløkka, Drammen



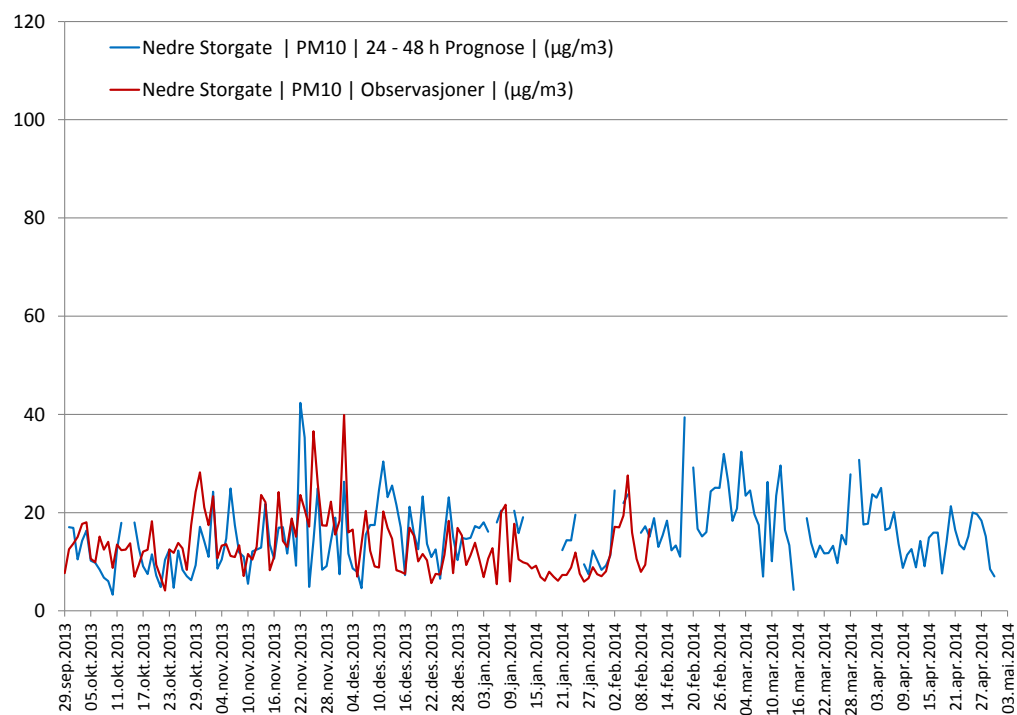
Figur F2: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Drammenselva, Drammen



Figur F3: D2-døgnverdier NO<sub>2</sub> Grev Wedels Plass, Drammen



Figur F4: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Bangeløkka, Drammen



Figur F5: D2-døgnverdier PM<sub>10</sub> Nedre Storgt., Drammen

## 8.7 APPENDIX G: Hit tables for all six cities

In this section hit tables are shown for all six cities.

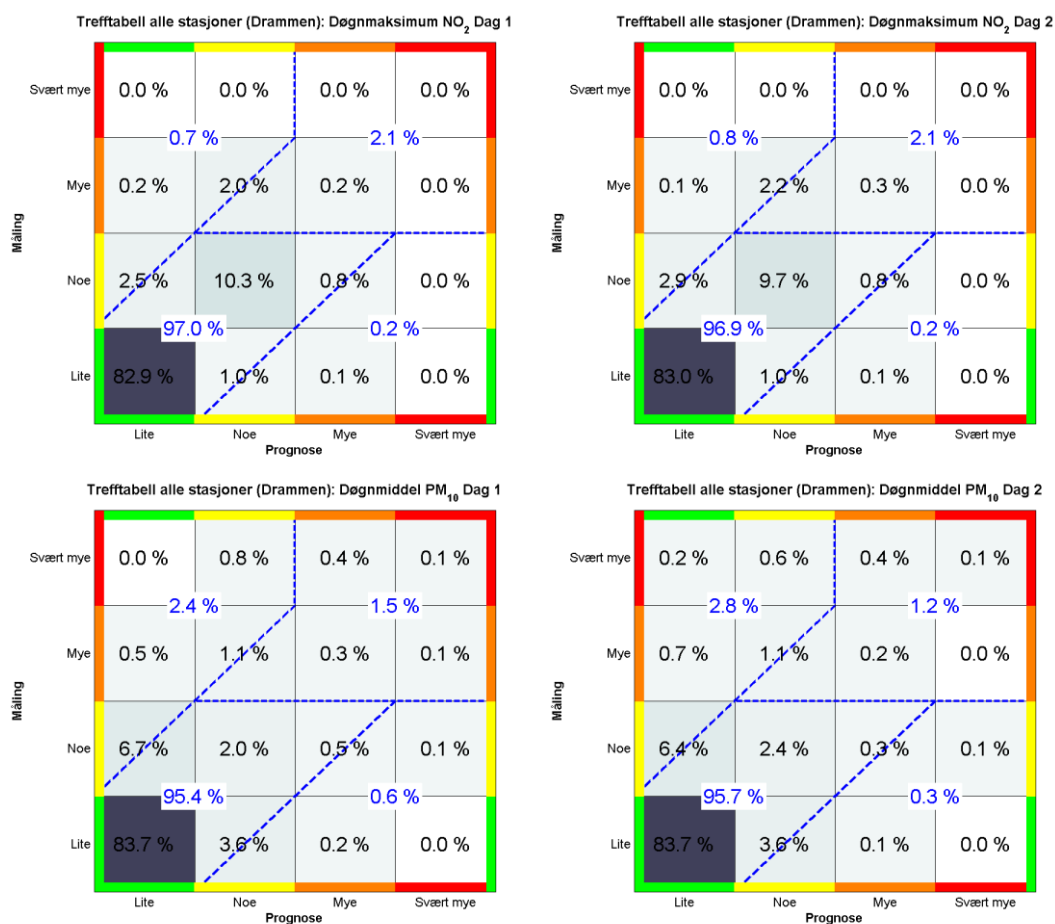


Figure G1. Hit tables for Drammen, 2013-2014 season. Top: NO<sub>2</sub> daily maximum hourly mean concentration. Bottom: PM<sub>10</sub> daily mean concentration. No PM<sub>2.5</sub> measurements are available. Left is the first day forecast, right the second day. 2 stations are available for the comparison. 4 level hit values are shown in black and 2 level modified hit values are shown in blue. Blue dashed line indicates the effective threshold of the modified 2 level hits.

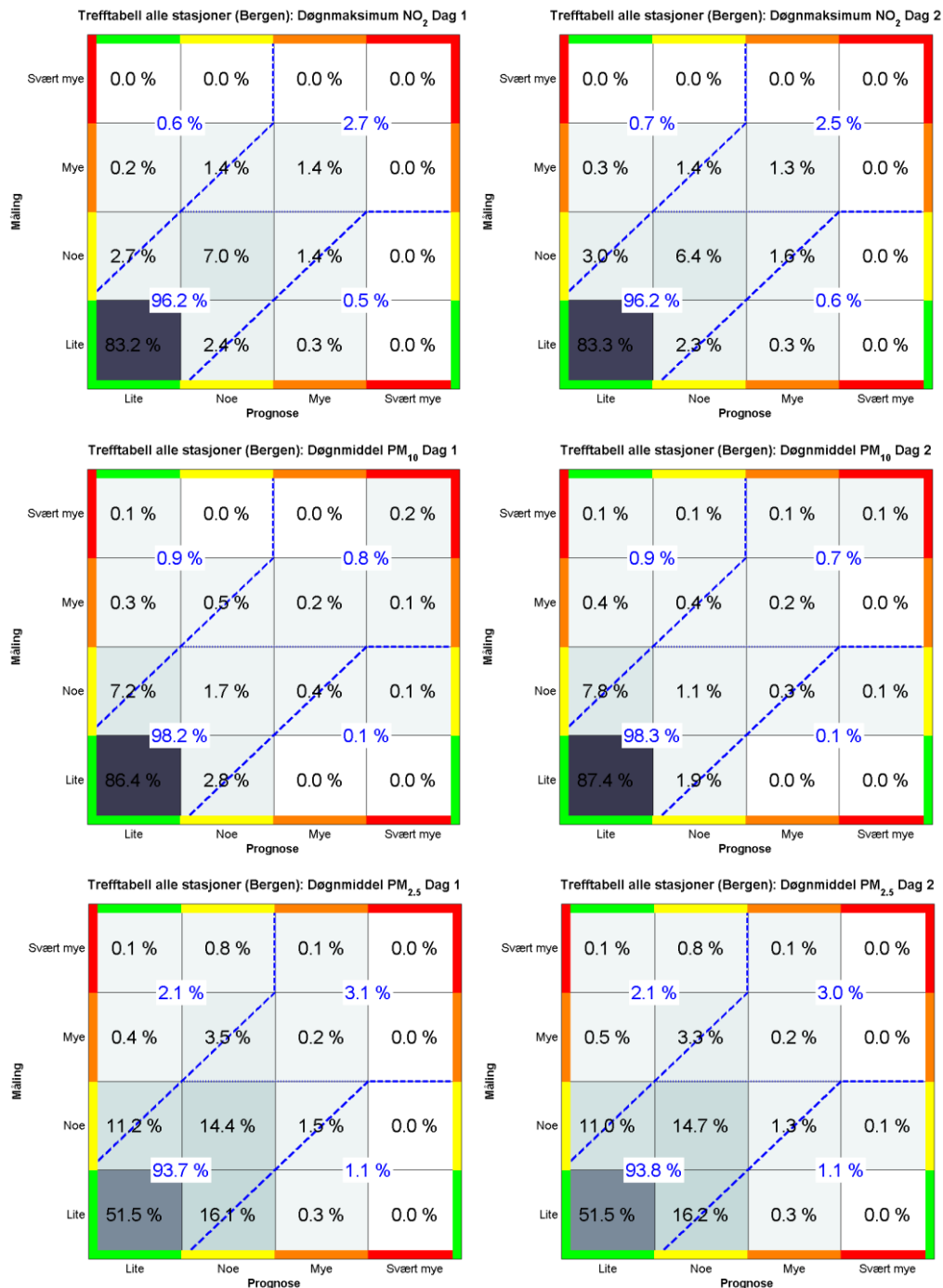


Figure G2. Hit tables for Bergen, 2013-2014 season. Top: NO<sub>2</sub> daily maximum hourly mean concentration. Middle: PM<sub>10</sub> daily mean concentration. Bottom: PM<sub>2.5</sub> daily mean concentration. Left is the first day forecast, right the second day. 2 stations are available for the comparison. 4 level hit values are shown in black and 2 level modified hit values are shown in blue. Blue dashed line indicates the effective threshold of the modified 2 level hits.



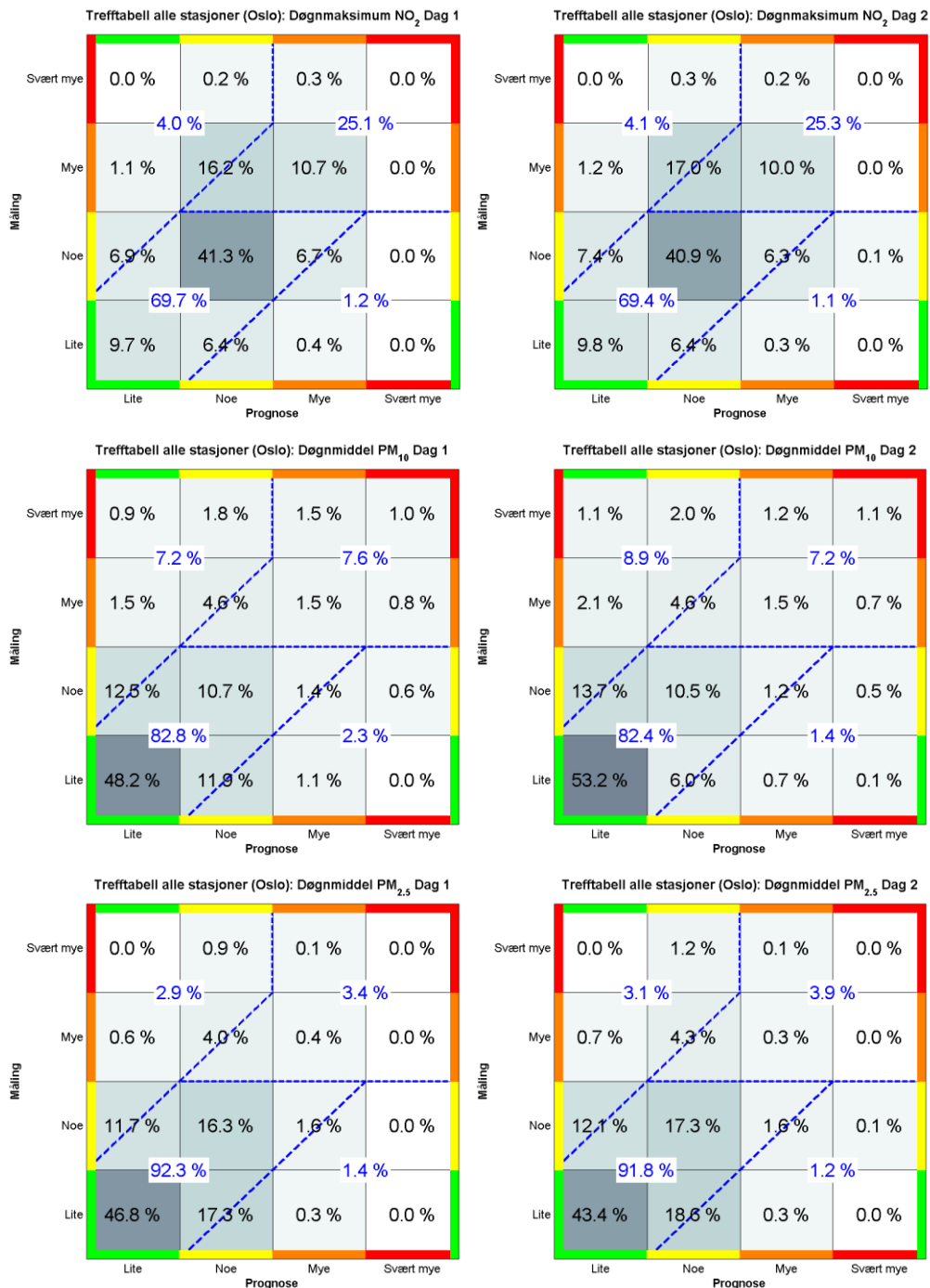


Figure G4. Hit tables for Oslo, 2013-2014 season. Top: NO<sub>2</sub> daily maximum hourly mean concentration. Middle: PM<sub>10</sub> daily mean concentration. Bottom: PM<sub>2.5</sub> daily mean concentration. Left is the first day forecast, right the second day. 10 stations are available for the comparison. 4 level hit values are shown in black and 2 level modified hit values are shown in blue. Blue dashed line indicates the effective threshold of the modified 2 level hits.

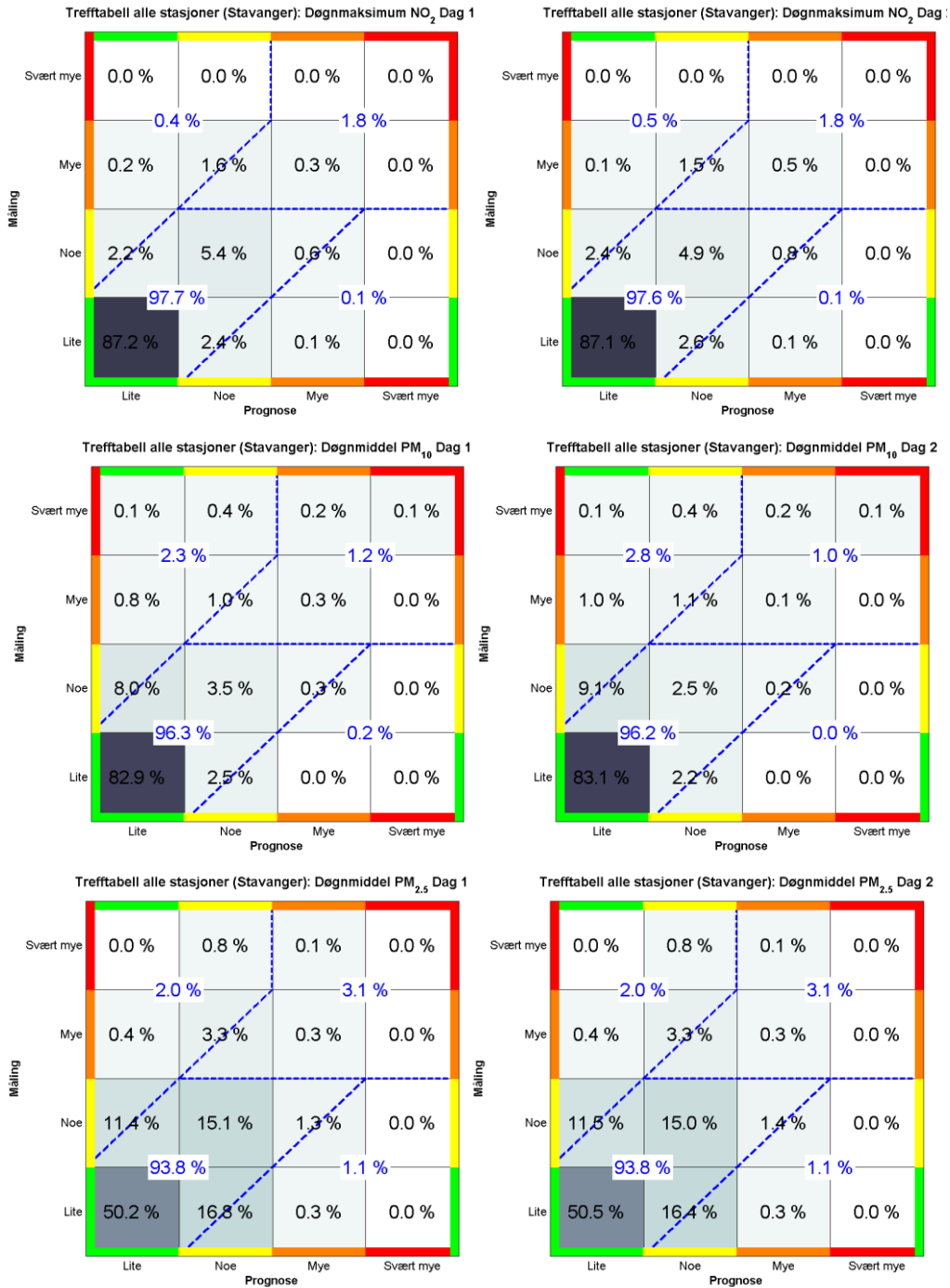


Figure G5. Hit tables for Stavanger, 2013-2014 season. Top: NO<sub>2</sub> daily maximum hourly mean concentration. Middle: PM<sub>10</sub> daily mean concentration. Bottom: PM<sub>2.5</sub> daily mean concentration. Left is the first day forecast, right the second day. 2 stations are available for the comparison. 4 level hit values are shown in black and 2 level modified hit values are shown in blue. Blue dashed line indicates the effective threshold of the modified 2 level hits.



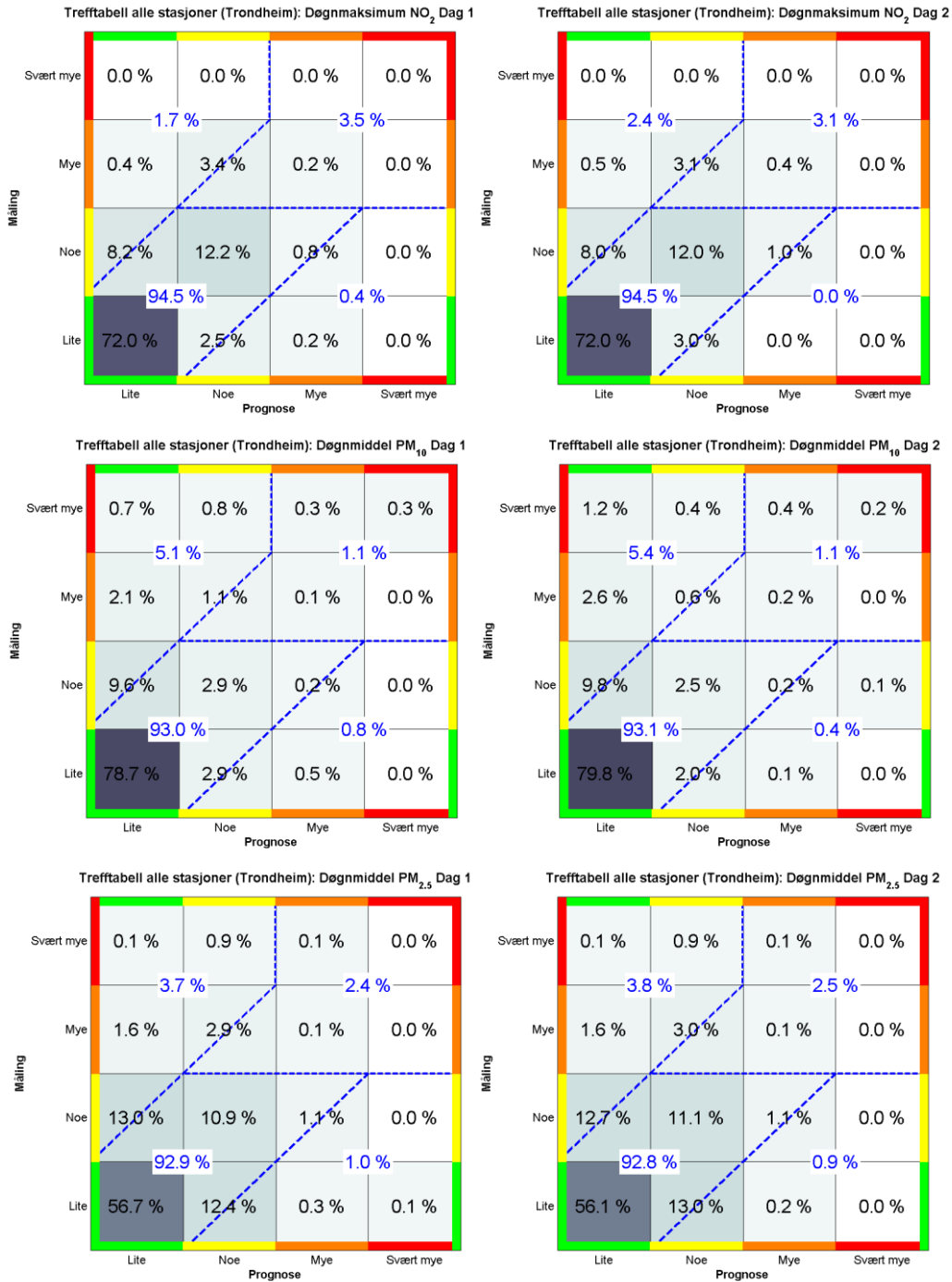
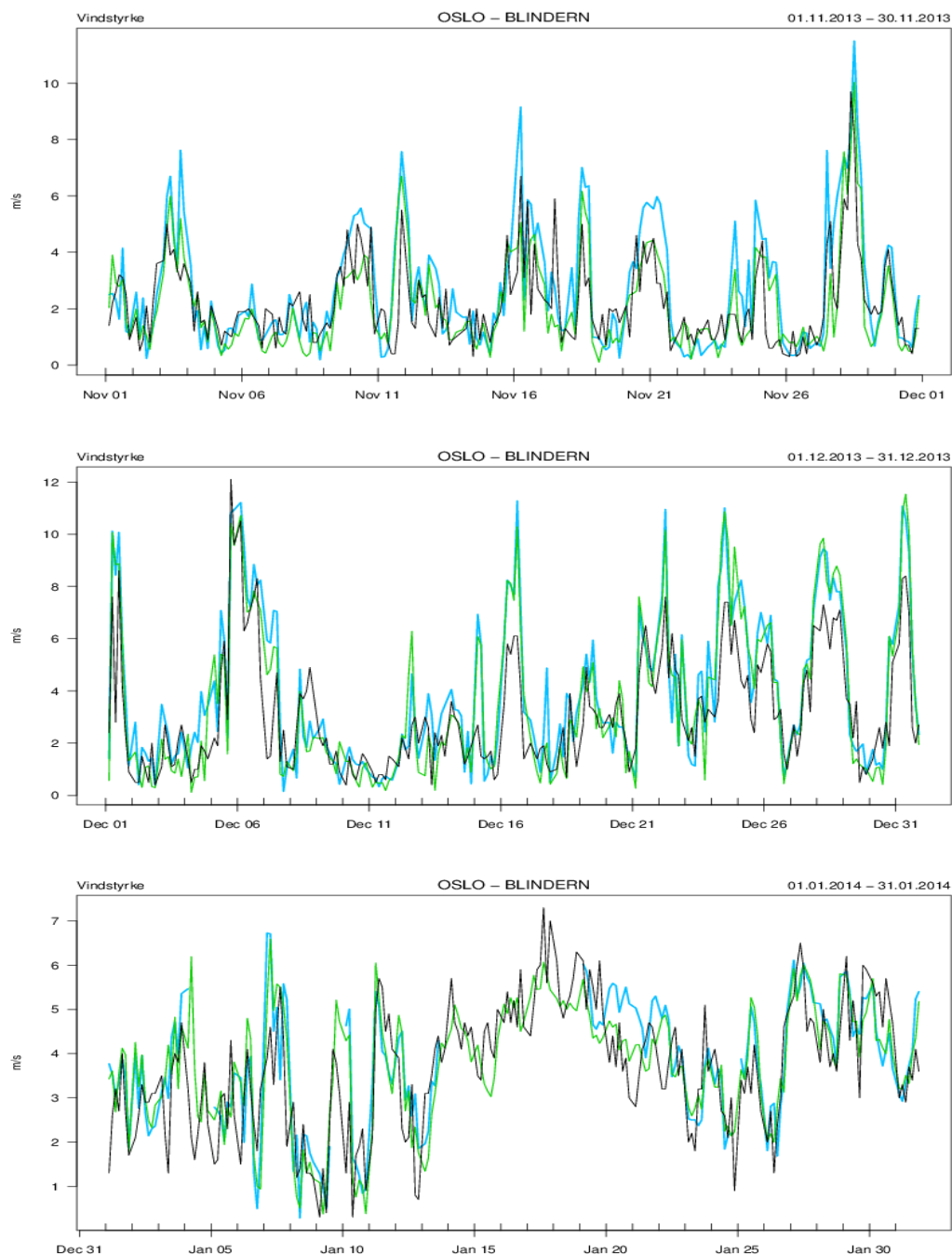
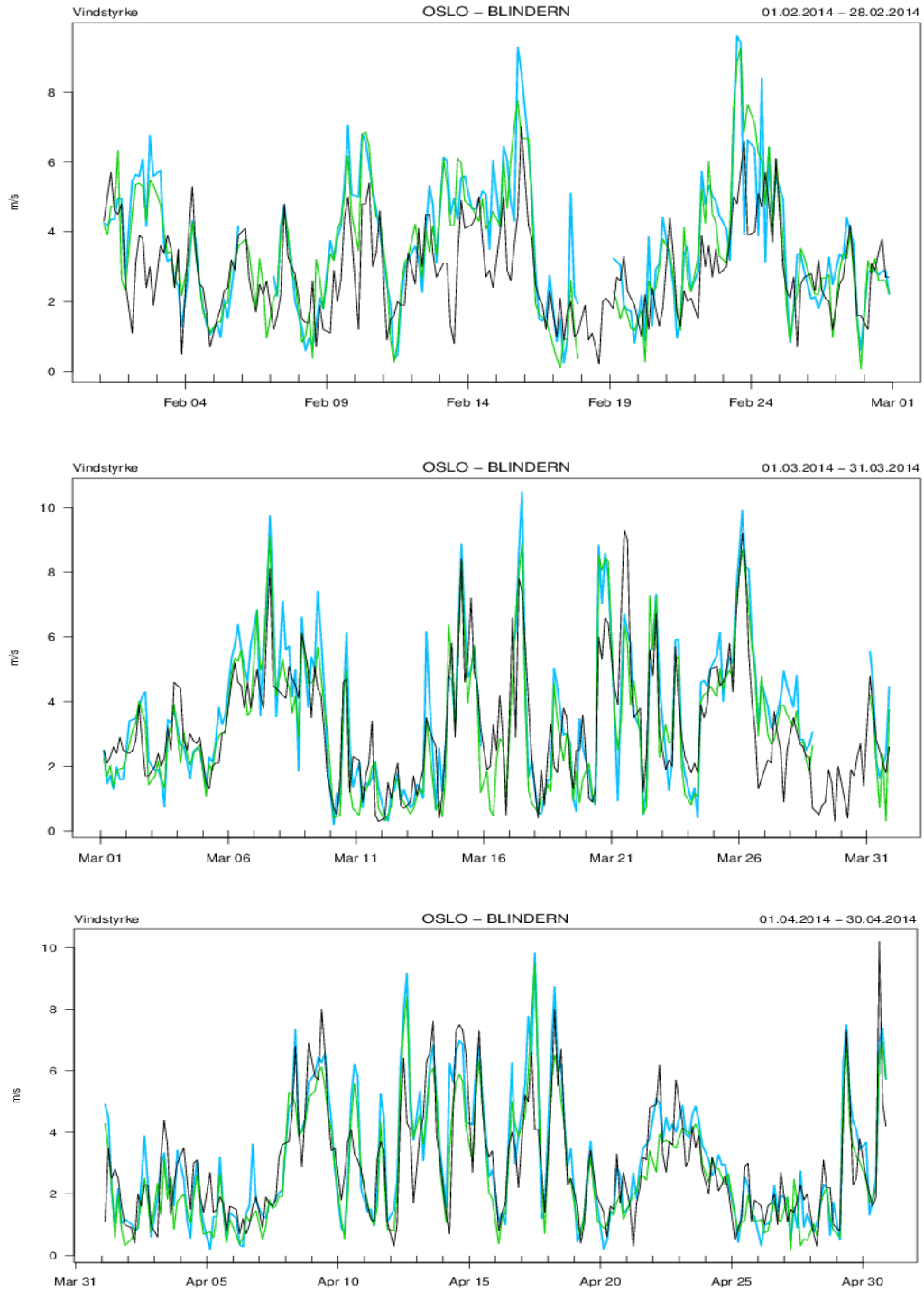


Figure G6. Hit tables for Trondheim, 2013-2014 season. Top: NO<sub>2</sub> daily maximum hourly mean concentration. Middle: PM<sub>10</sub> daily mean concentration. Bottom: PM<sub>2.5</sub> daily mean concentration. Left is the first day forecast, right the second day. 4 stations are available for the comparison. 4 level hit values are shown in black and 2 level modified hit values are shown in blue. Blue dashed line indicates the effective threshold of the modified 2 level hits.

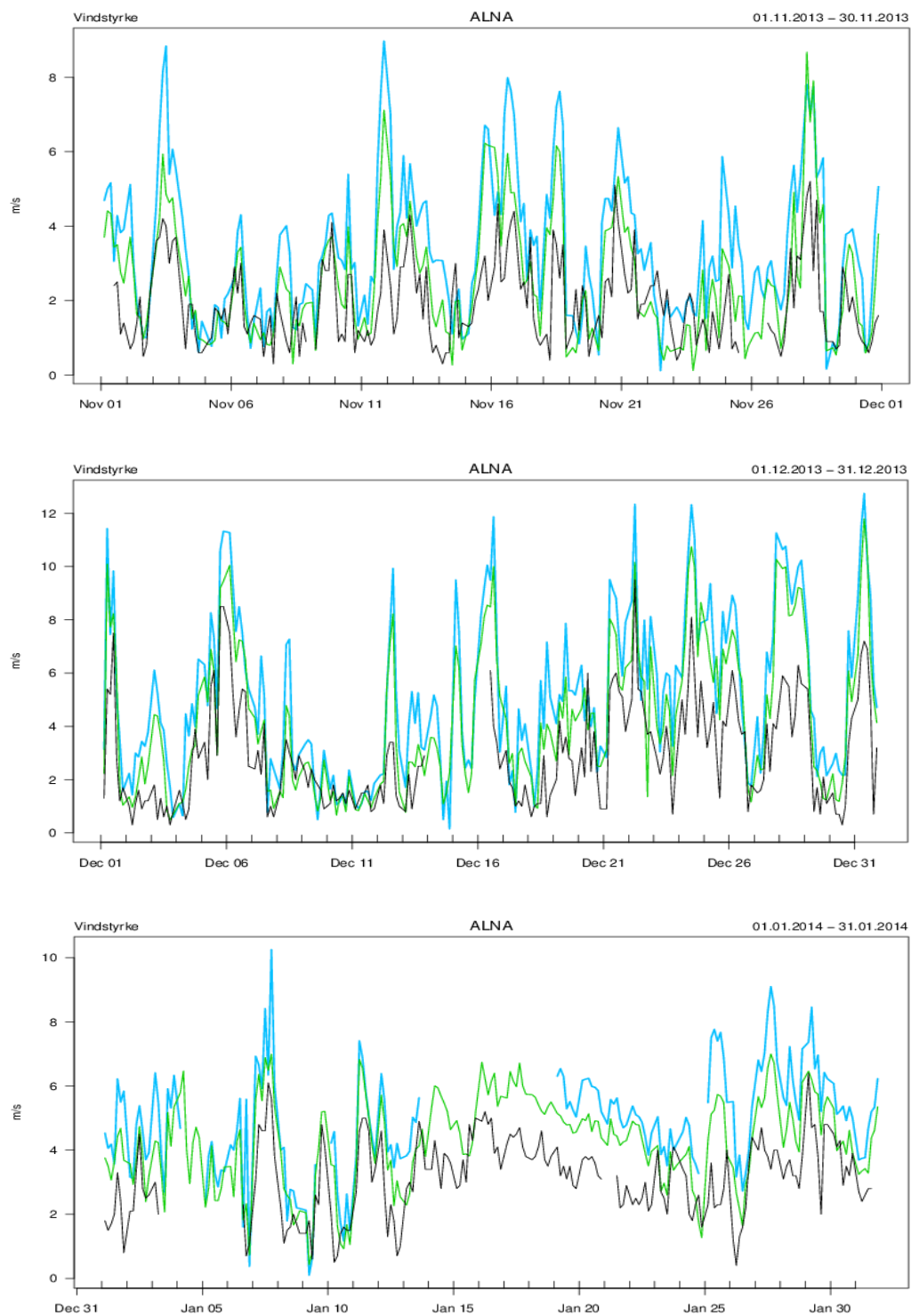
## 8.8 APPENDIX H: Tidsserier for vind



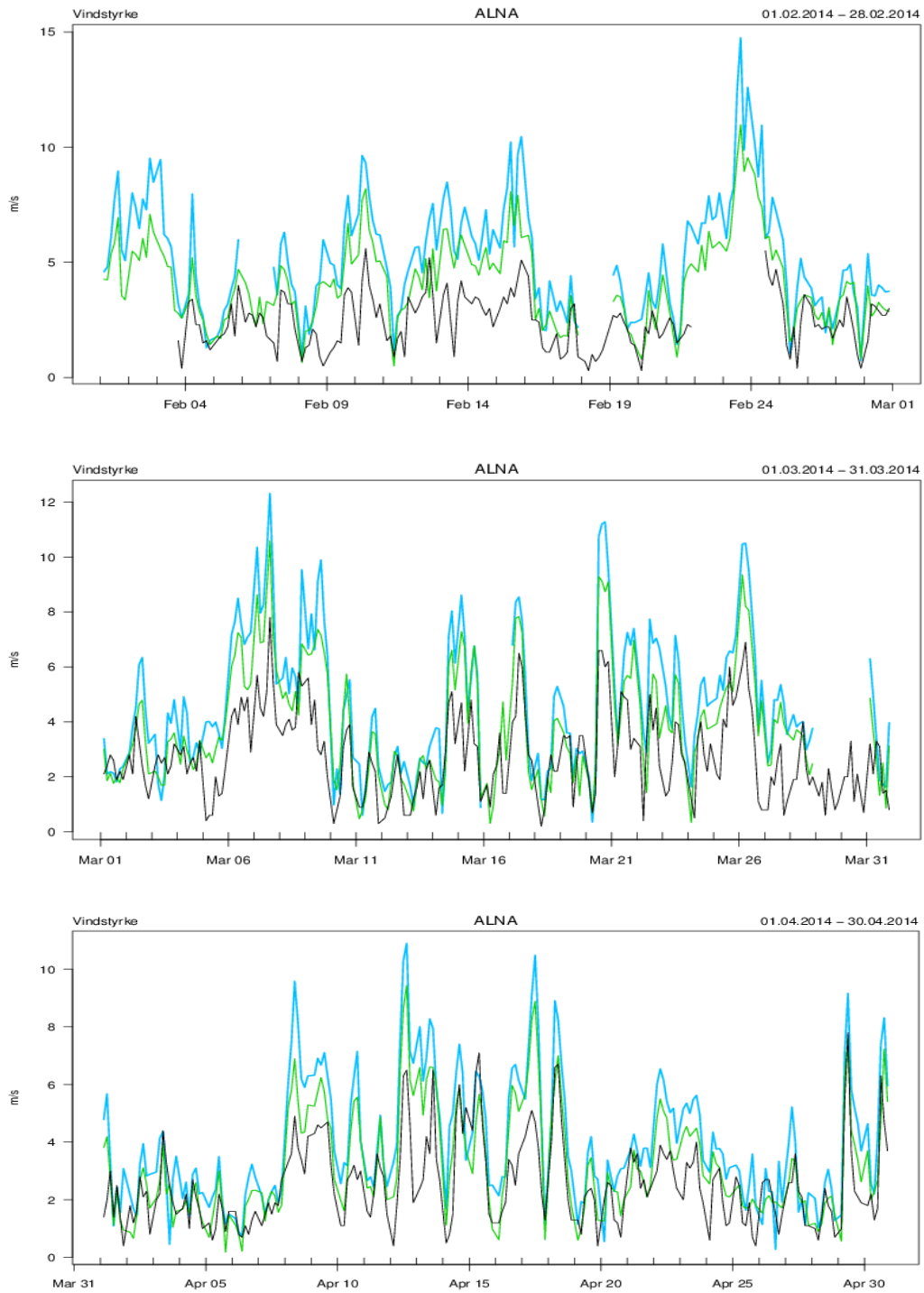
Figur H.1 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Oslo-Blindern for November, Desember 2013 og Januar 2014.



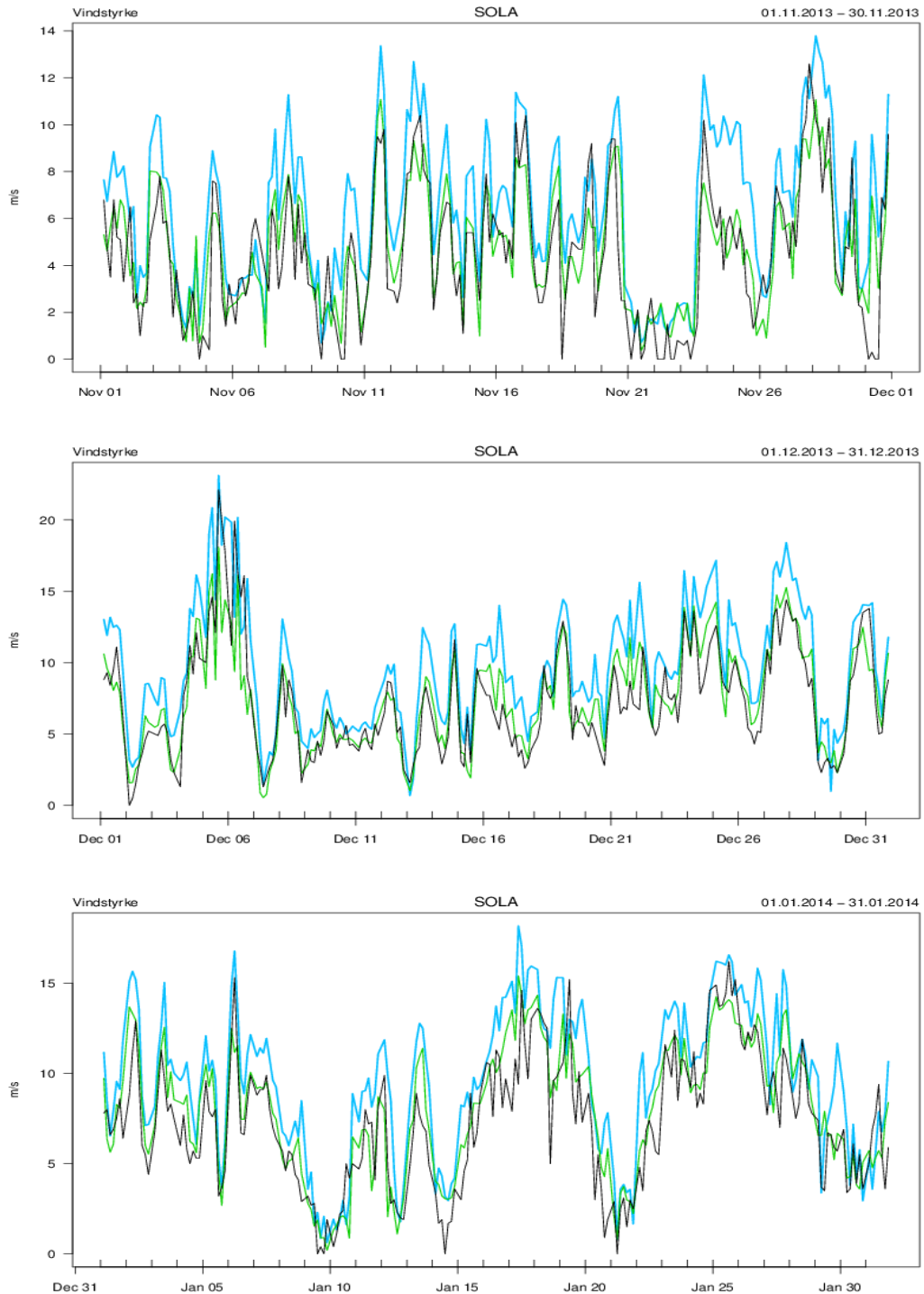
Figur H.2 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Oslo-Blindern for Februar, Mars og April 2014.



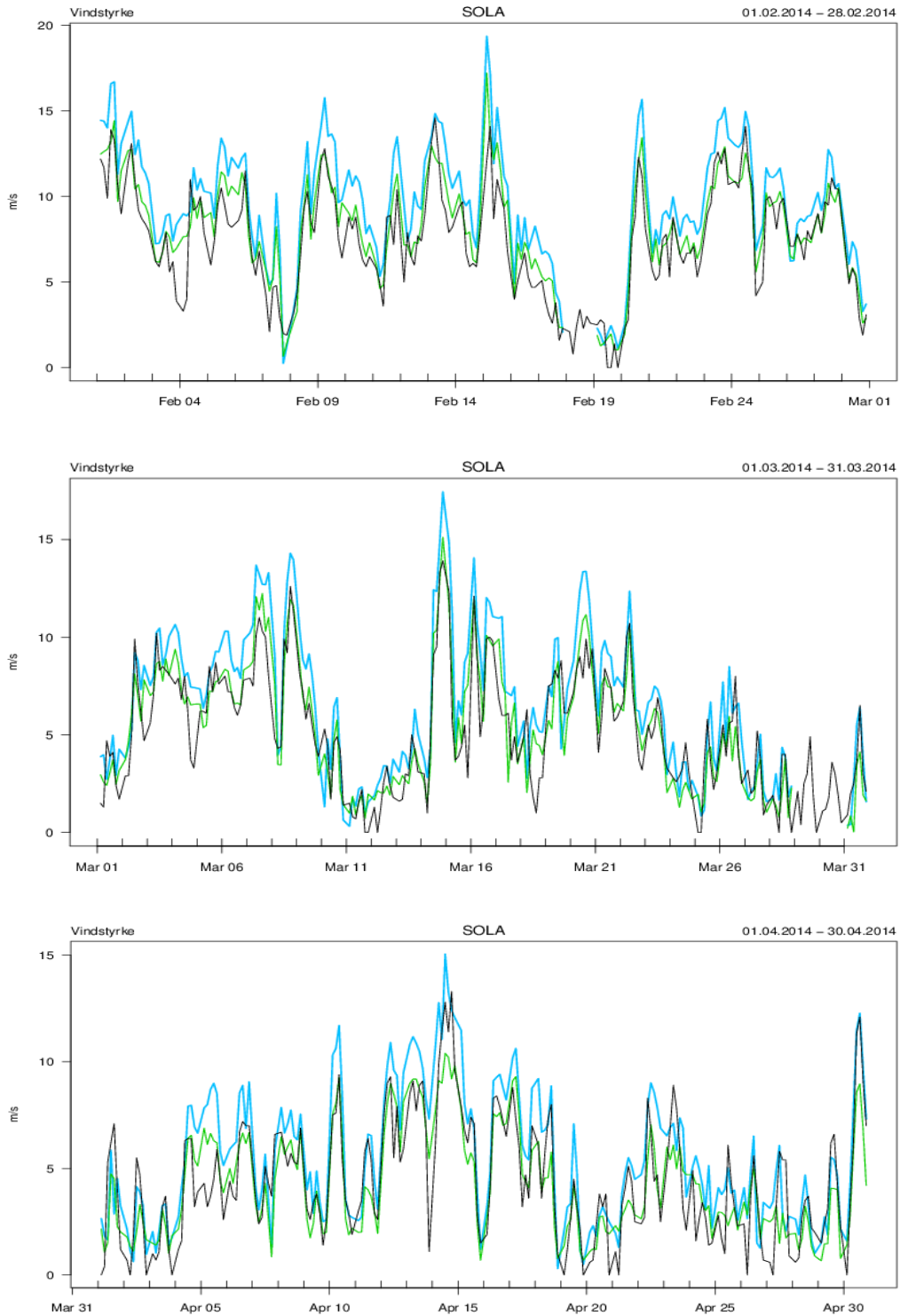
Figur H.3 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Alna for November, Desember 2013 og Januar 2014.



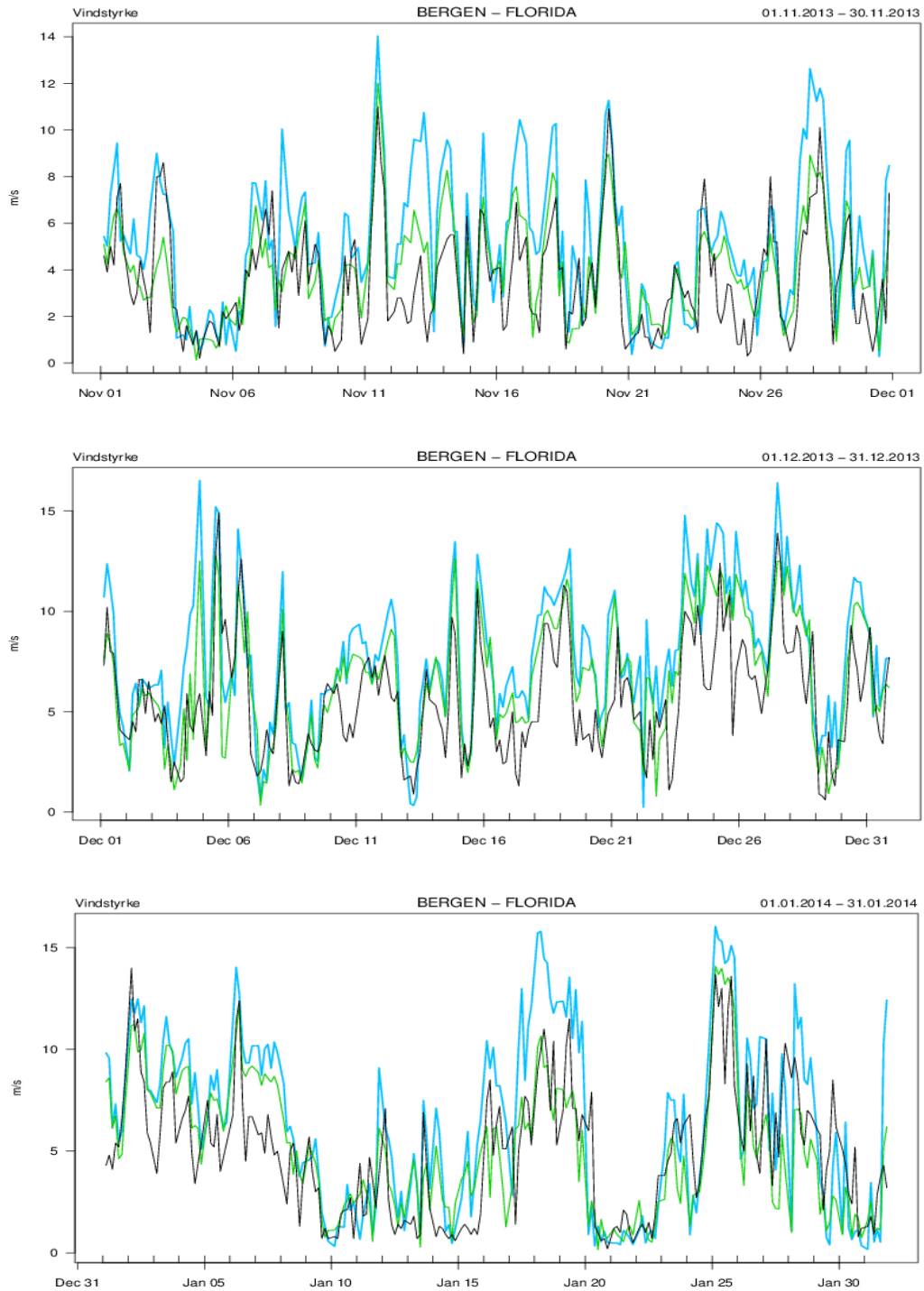
Figur H.4 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Alna for Februar, Mars og April 2014.



Figur H.5 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Sola for November, Desember 2013 og Januar 2014.

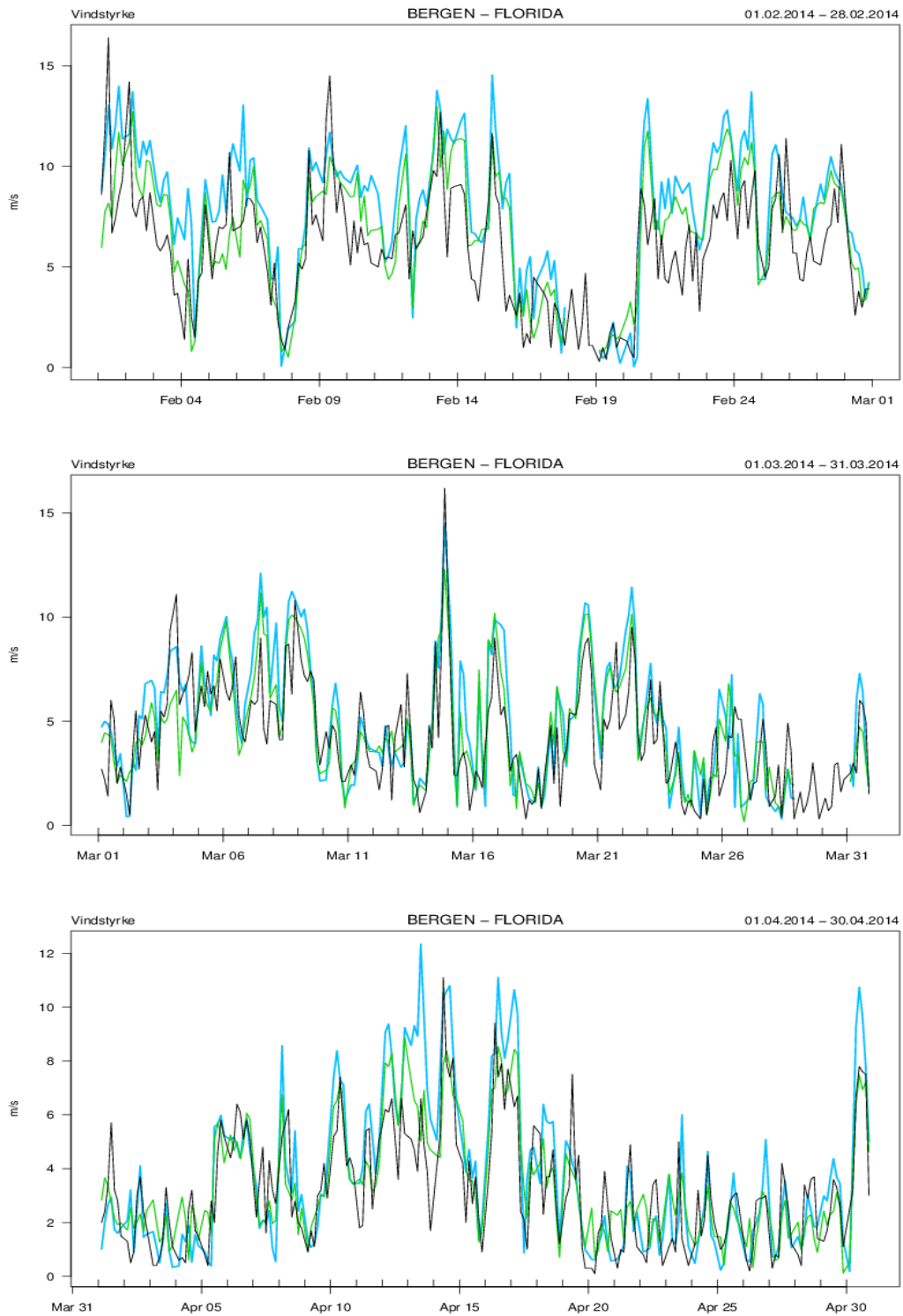


Figur H.6 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Sola for Februar, Mars og April 2014.

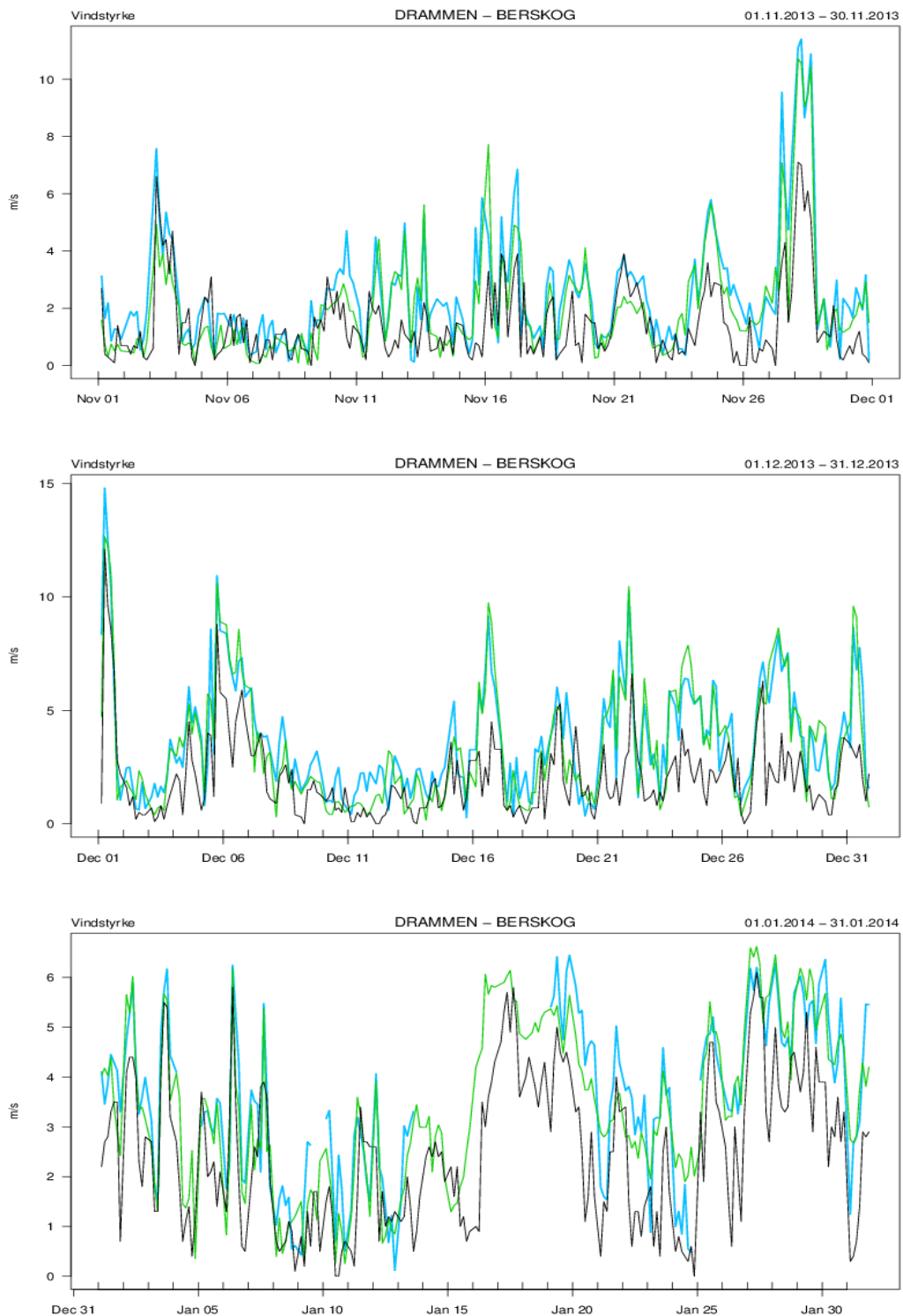


Figur H.7 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Bergen-Florida for November, Desember 2013 og Januar 2014.

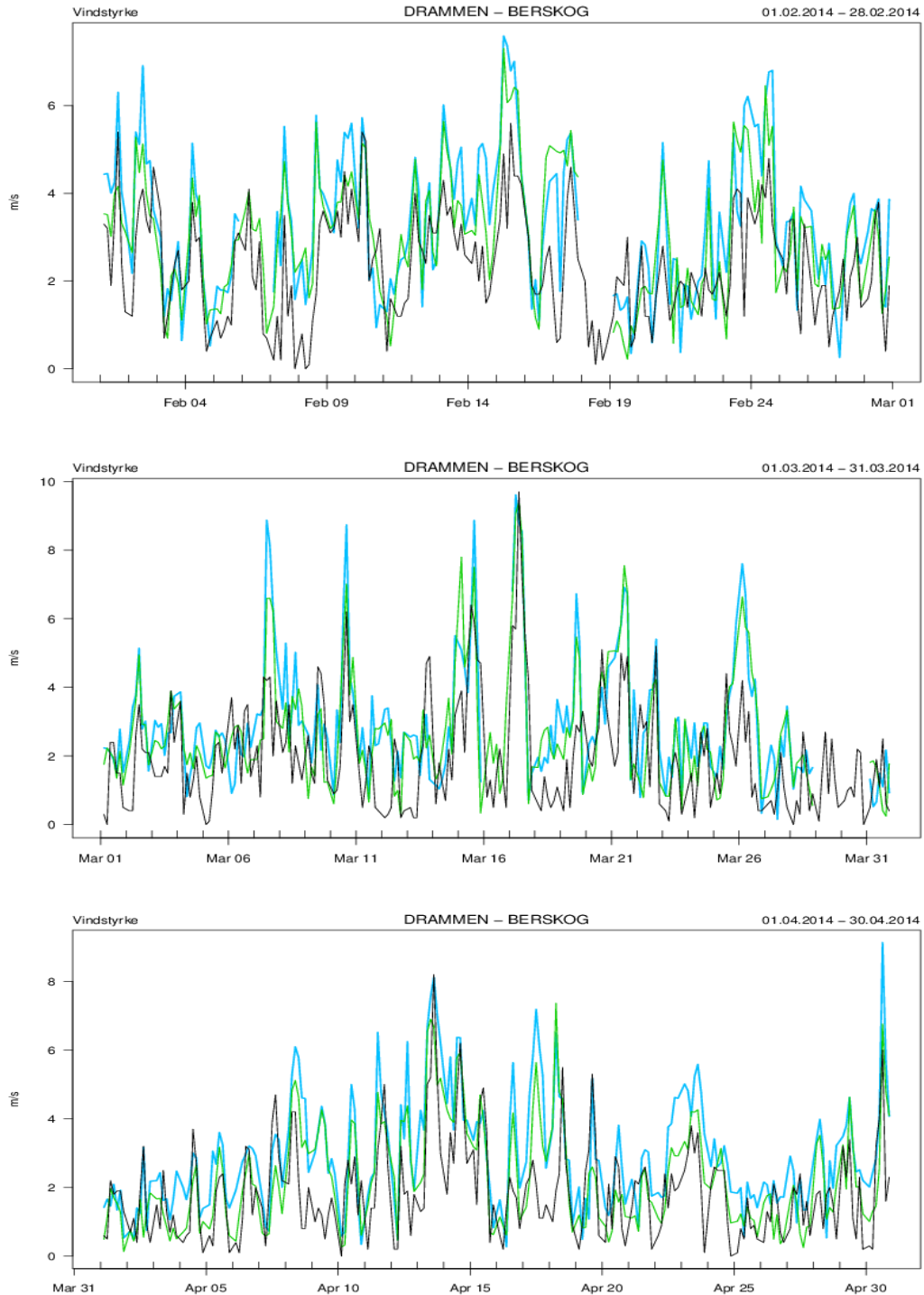




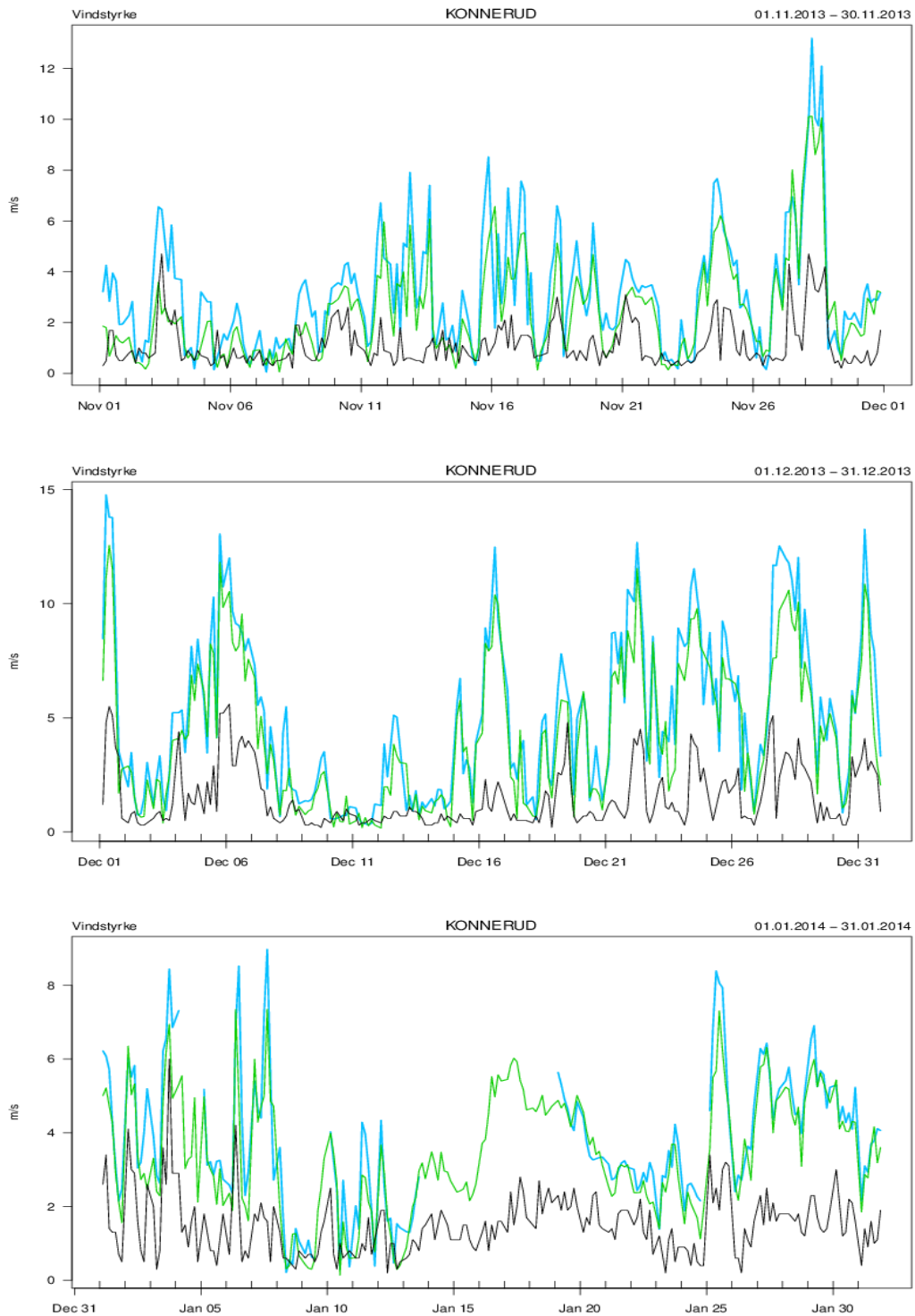
Figur H.8 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Bergen-Florida for Februar, Mars og April 2014.



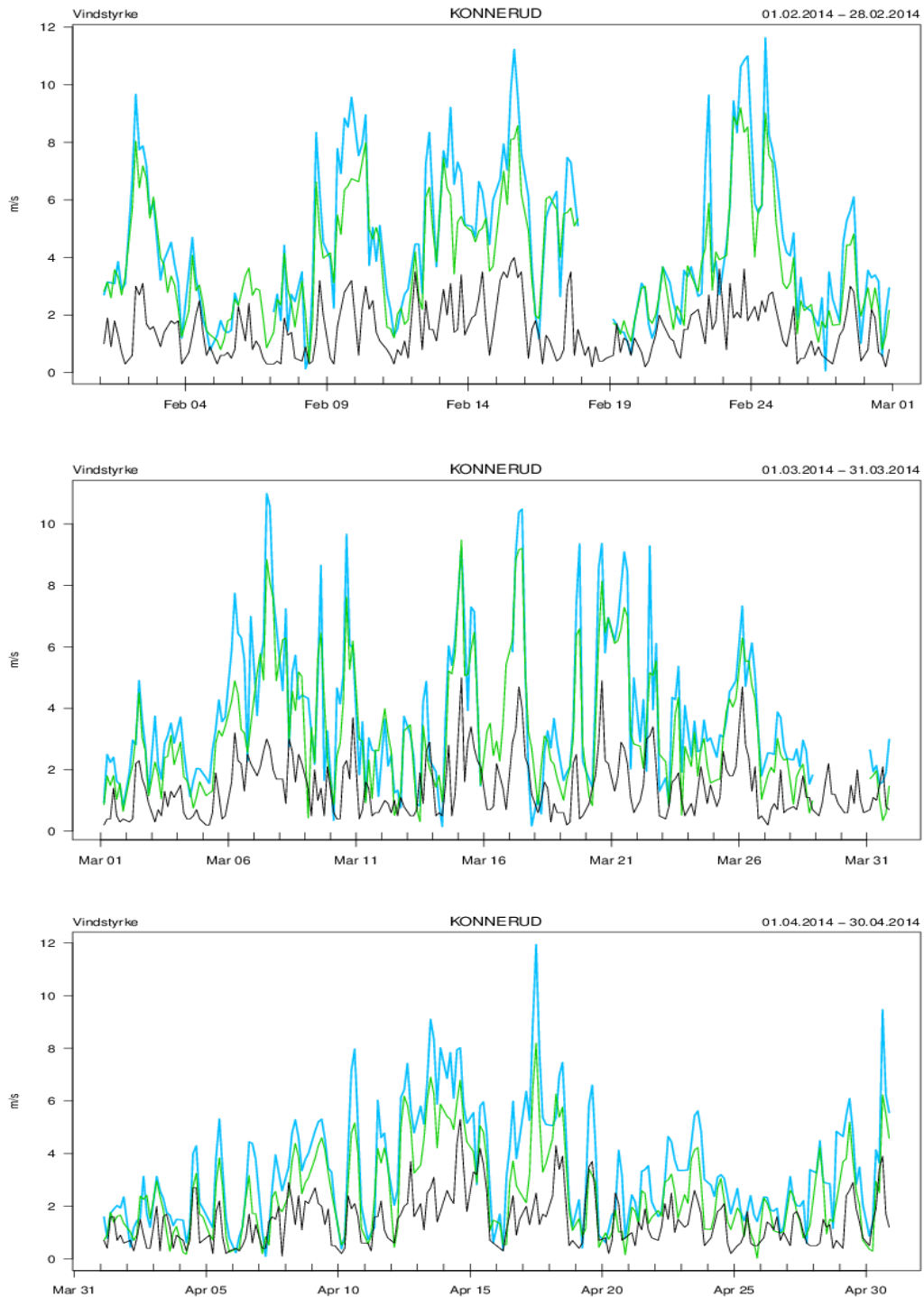
Figur H.9 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Drammen-Berskog for November, Desember 2013 og Januar 2014.



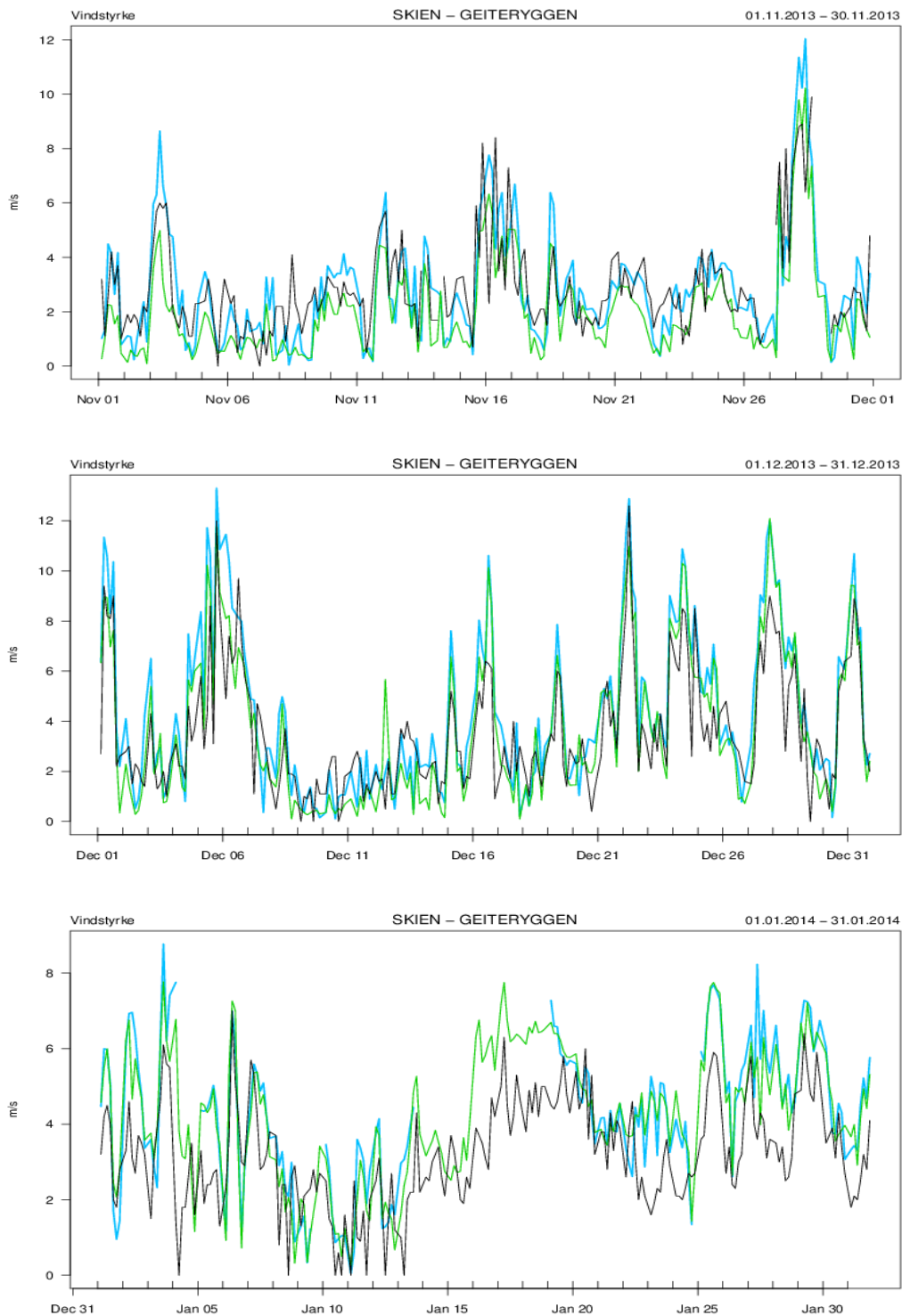
Figur H.10 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Drammen-Berskog for Februar, Mars og April 2014.



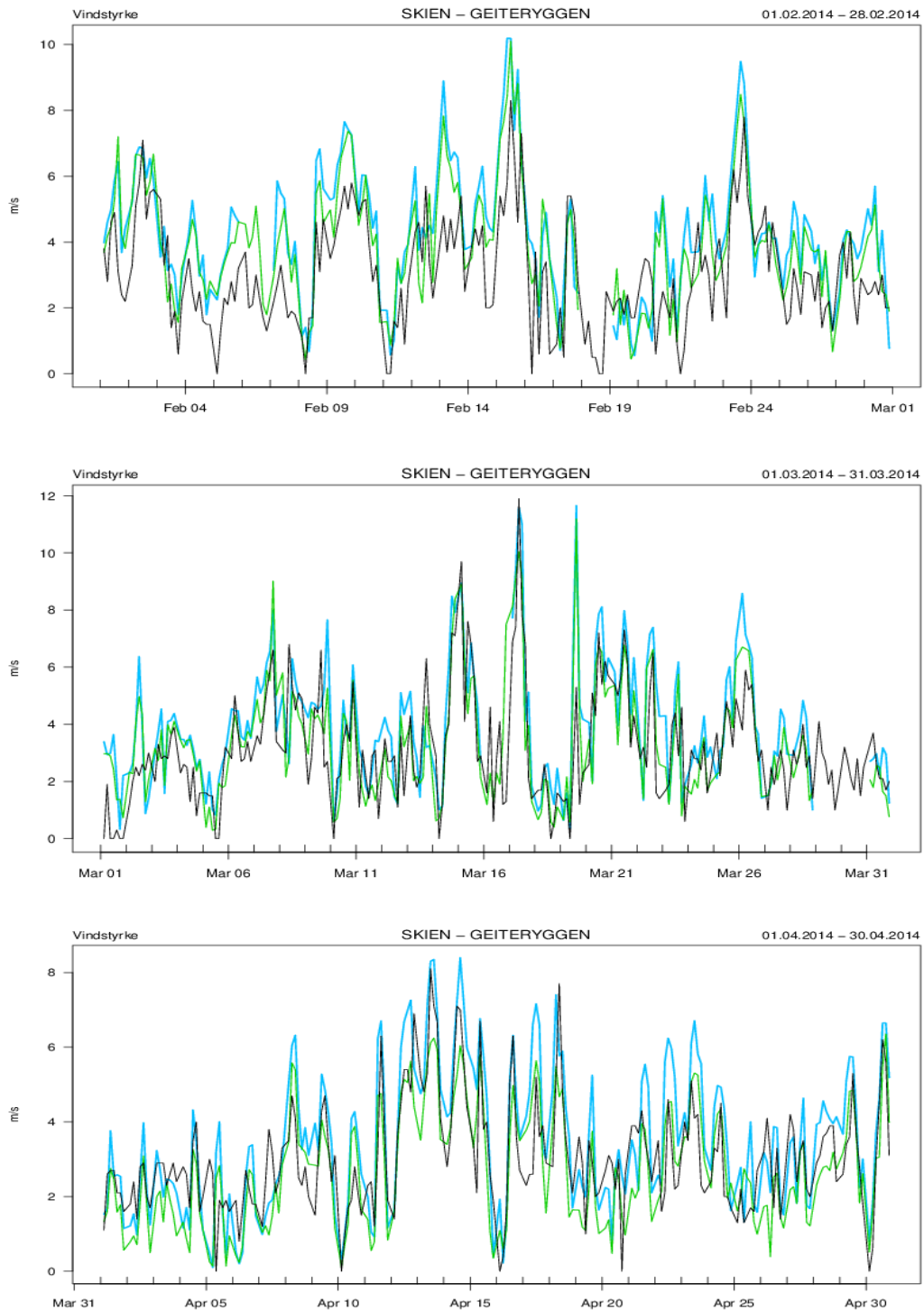
Figur H.11 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Konnerud for November, Desember 2013 og Januar 2014.



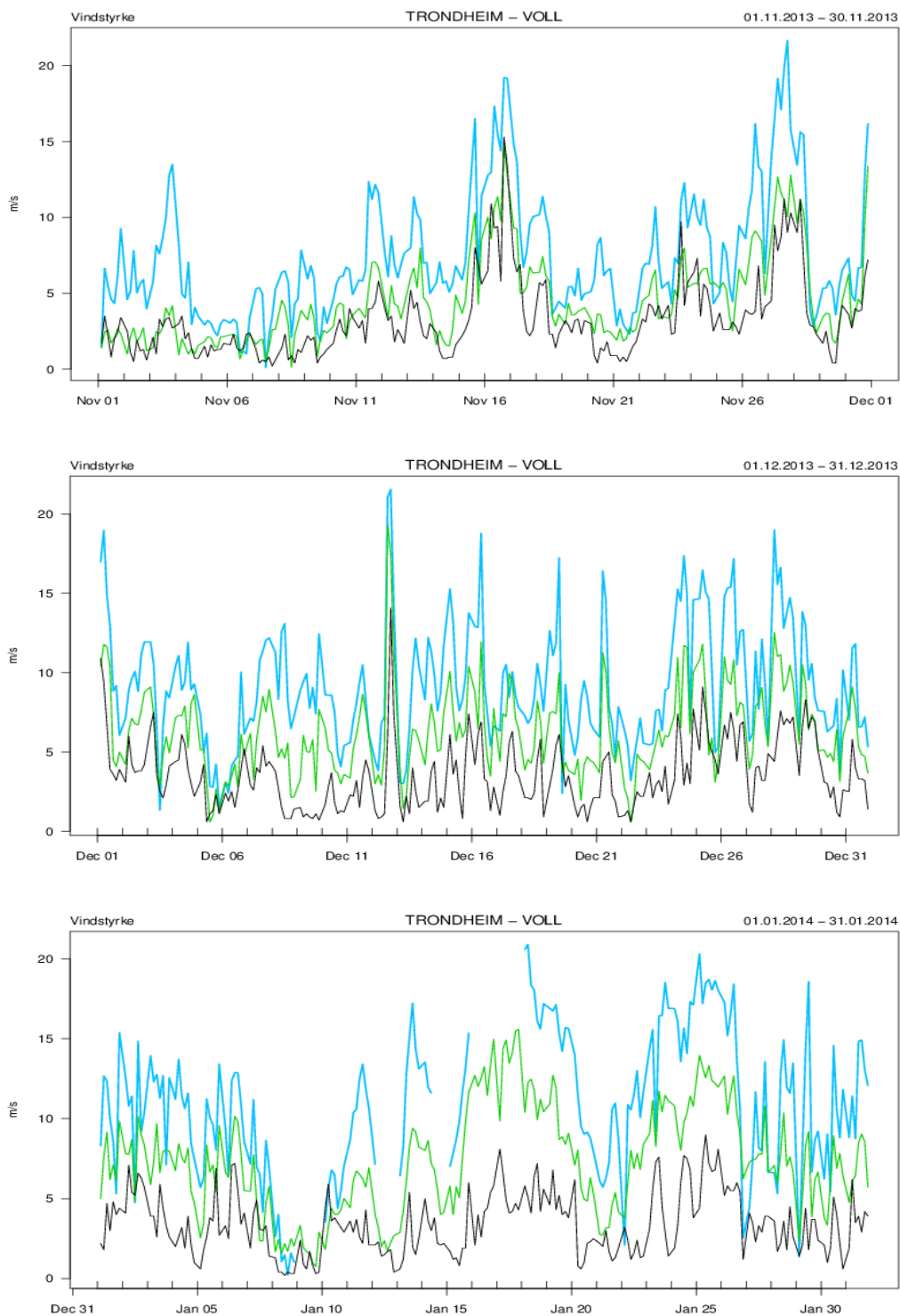
Figur H.12 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Konnerud for Februar, Mars og April 2014.



Figur H.13 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Skien-Geiteryggen for November, Desember 2013 og Januar 2014.

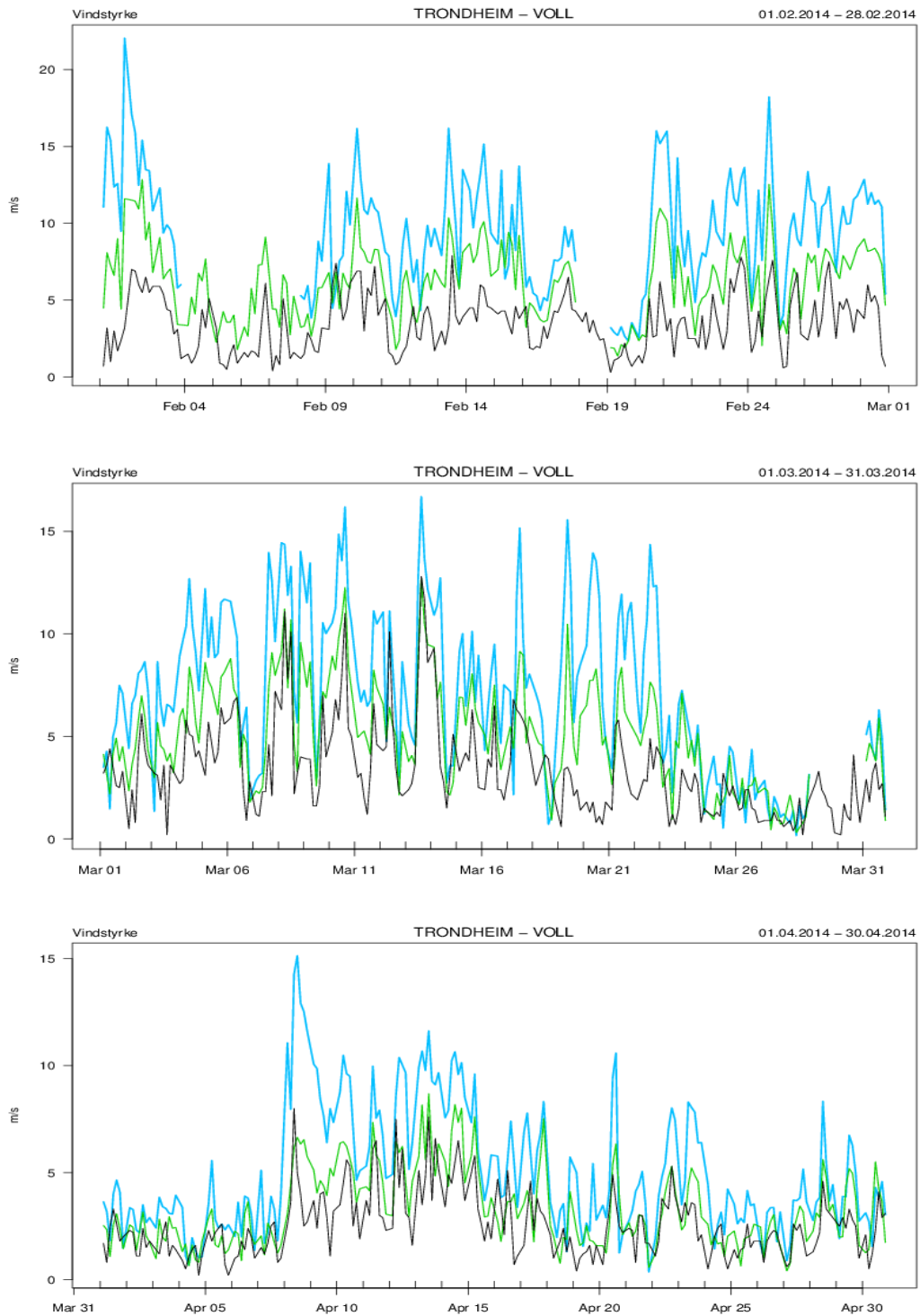


Figur H.14 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Skien-Geiteryggen for Februar, Mars og April 2014.



Figur H.15 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1 (blå), AROME-N2.5 (grønn) og observasjoner (svart) på Trondheim-Vollen for November, Desember 2013 og Januar 2014.





Figur H.16 Vindstyrke [m/s] fra Harmonie1(blå), AROME-N2.5(grønn) og observasjoner(svart) på Trondheim-Voll for Februar, Mars og April 2014.