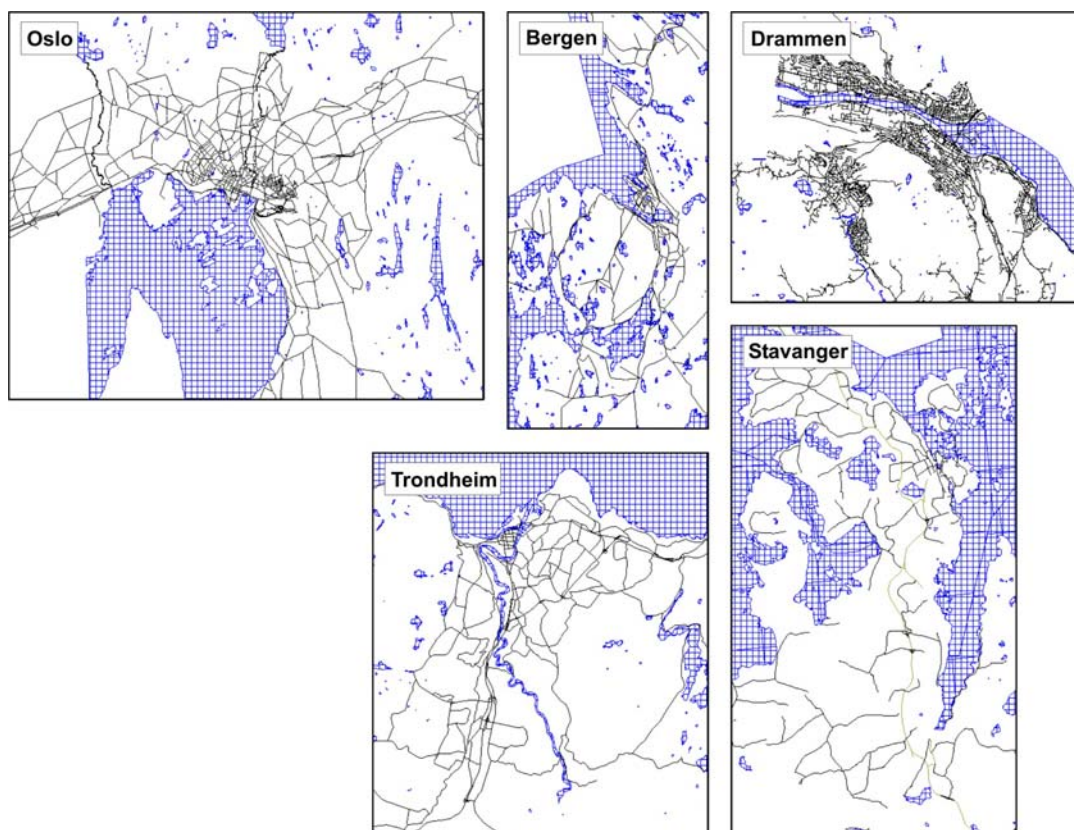


Bedre Byluft

Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2001/2002

Hildegunn T.B. Jablonska¹⁾, Sam Erik Walker¹⁾, Trond Bøhler¹⁾,
Morten Ødegaard Køltzow²⁾, Erik Berge²⁾ og
Norvald Bjergene²⁾

- 1) Norsk institutt for luftforskning (NILU)
- 2) Meteorologisk institutt (met.no)



Norsk institutt
for luftforskning



Meteorologisk
institutt
met.no



Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Innhold

	Side
Sammendrag og konklusjon	3
1 Beskrivelse av prognosemodellen	9
1.1 Den meteorologiske modellen.....	9
1.2 Luftkvalitetsmodellen.....	10
1.2.1 Inngangsdata og versjoner.....	11
2 Bakgrunnsverdier.....	12
3 Valg av evalueringsdøgn og varslingsklasser.....	14
4 Oslo	15
4.1 Oppsummering av sesongen	15
4.1.1 Meteorologi	15
4.1.2 Luftkvalitet.....	18
5 Drammen.....	21
5.1 Oppsummering av sesongen	21
5.1.1 Meteorologi	21
5.1.2 Luftkvalitet.....	24
6 Bergen.....	25
6.1 Oppsummering av sesongen	25
6.1.1 Meteorologi	25
6.1.2 Luftkvalitet.....	25
6.1.3 Evalueringsdøgnene 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002	26
7 Trondheim.....	27
7.1 Oppsummering gjennom sesongen	27
7.1.1 Meteorologi	27
7.1.2 Tre enkeltdager i Trondheim.....	29
7.1.3 Luftkvalitet.....	30
7.1.4 Evalueringsdøgn 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, april 2002.....	32
8 Stavanger.....	33
8.1 Oppsummering gjennom sesongen	33
8.1.1 Meteorologi	33
8.1.2 Luftkvalitet.....	33
9 Referanser	34
Vedlegg A Tabeller, meteorologi.....	37
Vedlegg B Meteorologi fra enkeltdager i Bergen Stavanger og Trondheim.....	43
Vedlegg C Plassering av stasjonene Marienlyst og Engene i Drammen	53
Vedlegg D Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Oslo, meteorologi.....	57
Vedlegg E Tidsserier av observerte og modellresultater i Drammen, meteorologi.....	99

Vedlegg F Tidsserier av observasjoner og modellresultater i Trondheim, meteorologi	123
Vedlegg G Tidsserier av evalueringsdøgn sesongen 2001-2002, luftkvalitet	129
Vedlegg H Tabeller for treff i varslingsklasser 2001-2002	142
Vedlegg I Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Oslo, luftkvalitet	168
Vedlegg J Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Drammen, luftkvalitet	200

Sammendrag og konklusjon

Som en del av Bedre byluft-prosjektet er det utviklet en prognosemodell for detaljerte beregninger av meteorologi og luftkvalitet i byene Oslo, Bergen, Trondheim, Drammen og Stavanger. Hensikten med prognosemodellen har vært å gi kvantitative prognoser av NO₂, PM_{2,5} og PM₁₀ i vintersesongen (perioden 1. november til 1. mai) for å støtte den lokale varslingen i hver enkelt by. Prognosene er ferdigstilt i perioden kl. 07 til kl. 09 om morgenen (lokal vintertid) og er gyldige for neste dag. De lokale myndigheter har dermed den nødvendige tid for å anvende prognosene i varslingen for neste dag.

Prognosemodellen er utviklet på oppdrag for Statens Veivesen Veidirektoratet, og den er et resultat av et faglig samarbeid mellom Norsk institutt for luftforskning og Meteorologisk institutt. Modellen har tatt utgangspunkt i eksisterende modeller for luftkvalitet, mens en ny meteorologisk modell utviklet for detaljerte beregninger av meteorologi er tatt i bruk i dette prosjektet. Disse modellene er så koplet sammen til en integrert prognosemodell. De operasjonelle kjøringene utføres på Meteorologisk institutt som har døgnkontinuerlig tjeneste.

Resultatene fra prognosemodellen legges hver morgen automatisk ut på en internettside. På denne internettsiden kan brukerne hente prognoser for luftkvalitet og meteorologi. Prognosene av luftkvalitet gir resultater både i punktverdier og som geografiske kart. Meteorolog på vakt har vært tilgjengelig hver morgen for en vurdering av de meteorologiske prognosene. For Oslo og Drammen er det værvarslingstjenesten i Oslo som har ansvaret for denne kontakten. For Bergen, Trondheim og Stavanger er det værvarslingstjenesten i Bergen som har ansvaret. Det operasjonelle systemet har vært svært stabilt hele vintersesongen med bare noen få dager der resultatene har uteblitt eller blitt forsinket.

For Oslo og Drammen har prognosemodellen vært kjørt gjennom hele vintersesongen. For Bergen, Trondheim og Stavanger er modellen startet opp på dager der meteorolog på vakt har forventet værforhold som ville tilsi høye konsentrasjoner av NO₂, PM_{2,5} eller PM₁₀. Årsaken til dette har vært begrensninger i regneressursene. For de øvrige dagene er luftkvalitetsberegningene i Bergen, Trondheim og Stavanger basert på mindre detaljerte værdata fra met.nos rutinemodeller.

Hensikten med denne rapporten er ved hjelp av statistiske metoder å gi en kvantitativ sammenligning av resultatene fra prognosemodellen for vintersesongen 2001/2002 med observasjoner, og på bakgrunn av dette gi en kort vurdering av resultatene.

Måledata for meteorologi og luftkvalitet som har blitt brukt som referanse i evalueringen har blitt skaffet til veie fra kommunene og de lokale veikontorene, og vi ønsker å takke de involverte for deres hjelp med dette.

Konklusjoner og anbefalinger - meteorologi.

Vindmodellen MM5 gir et godt bilde av vindklimaet i Oslo. Data fra de seks månedene november, desember, januar, februar, mars og april har for sesongen 2001/2002 underbygget tidligere konklusjoner vedrørende kvaliteten av MM5-dataene i Oslo. Resultatene indikerer at vindhastighet og retning er litt bedre beregnet for svakvindsituasjoner med høye forurensningsverdier enn for tilfeller med høyere vindhastighet. For temperatur og vertikal stabilitet er bildet omvendt, dvs. at prognosen for disse to størrelsene generelt har en forbedring for værtyper som ikke karakteriserer høy vinterforurensning i Oslo.

Temperaturen i 2 m nivået underestimeres med ca. 1°C i Oslo området. Den døgnlige variasjonen i temperaturen er også noe for sterk på ettervinteren og våren. Resultatene fra Valle Hovin viser at i mange tilfeller er den bakkenære inversjonen for kraftig i MM5. For relativ fuktighet er resultatene mer variable. For denne parameteren er det større usikkerhet i målingene og beregningene.

Resultatene fra Drammen for de samme seks månedene viser en svak overestimert av temperaturen. Spredningen i temperaturdataene er større i Drammen enn i Oslo. Samtidig ser vi at amplituden i den døgnlige temperaturkurven er noe for stor, slik som i Oslo. MM5-vindene verifiserer imidlertid betydelig dårlige i Drammen enn i Oslo. I denne studien har vi i detalj sett på skjermingen rundt stasjonene Marienlyst og Engene. Begge stasjonene er i stor grad påvirket av nærliggende bygninger, trær osv. Særlig på Engene vil dette i en del tilfeller forklare avvik fra de modellerte vindverdiene.

For Trondheim er MM5-resultatene analysert for mesteparten av april. Vindresultatene er gode i Trondheim, særlig på Voll, mens avviket på Midtbyen er noe større. Midtbyen er, slik som Marienlyst og Engene, plassert i sentrum av byen og det kan derfor ikke forventes like godt samsvar med MM5 pga. av lokale vindeffekter knyttet til bygninger og gaterom i byen.

For Stavanger og Bergen er bare fire døgn analysert. Dette er et for lite datagrunnlag til å trekke generelle konklusjoner. For Bergen ble det gjort en grundigere analyse av sesongen 2000/2001 og leseren henvises til dette arbeidet (Berge og Køltzow, 2002). For Stavanger er resultatene sammenlignbare med tilsvarende studier av enkeltepisoder. Vi anbefaler sterkt at MM5 kjøres for en lengre periode for Stavanger kommende vinter slik at et større datamateriale kan opparbeides.

Resultatene fra denne rapporten sammenholdt med tidligere erfaringer gjør at vi kommer med følgende anbefalinger for det videre arbeidet med meteorologien og MM5:

- For å forbedre temperatur- og inversjonsberegningene bør modellens følsomhet til ulike ledd i energibalansen i MM5 studeres nærmere. Spesielt bør det legges vekt på energibalansen over byområdene som ofte avviker vesentlig fra energibalansen over skog, gras, vann osv.

- Bakke­data av stor betydning for temperaturen nær bakken og den termiske sirkulasjonen, slik som snø­dekke, sjø­temperatur og bakke­fuktighet bør også evalueres og evt. forbedres.
- Det bør også gjennomføres mer detaljerte studier av inversjonsberegningene bla. ved å sammenligne med sonderinger og mastedata.
- Betydningen av modellens vertikale og horisontale oppløsning bør også studeres nærmere. For Drammen og Bergen har tidligere studier allerede antydnet at 1 km horisontal oppløsning ikke er tilstrekkelig for å beskrive den lokale sirkulasjonen tilfredstillende.
- MM5s følsomhet overfor initial- og randverdiene fra HIRLAM10 bør også være gjenstand for studier, slik at det i større grad kan bestemmes hvordan HIRLAM10-dataene påvirker MM5-resultatene.
- Vind- og temperaturprofilen nær bakken er i stor grad avhengig av grenselagsparameteriseringen. Vi vil derfor foreslå at det gjennomføres studier av følsomheten i de bakkenære beregningene til denne parameteriseringen bla. ved at MM5 kjøres med et høyere ordens luknings­skjema over en lengre periode (eksempelvis en måned).
- Vi har i denne rapporten sett at plasseringen av stasjonene i Drammen kan være av stor betydning når målingene skal sammenlignes med beregninger. Vi foreslår derfor at denne typen studier følges opp og gjennomføres for alle de meteorologiske stasjonene som anvendes i Bedre byluft-arbeidet.

Konklusjoner og anbefalinger – luftkvalitet

Beregningene i AirQUIS benytter i tillegg til prognoser for meteorologi fra MM5 årssett for forbruks- og utslippsdata fra SSB og trafikkdata fra Veikontorene og NILU. I tillegg er bakgrunnsverdier for beregningskomponentene og for ozon konstante basert på siste tilgjengelige målinger ved representative stasjoner. Kvaliteten på disse inngangsdata er viktige for å få gode resultater. Siden prognoseberegningene for luftkvalitet benytter historiske inngangsdata for utslipp, betyr dette at prognosene ikke tar hensyn til spesielle avvik fra det normale når det gjelder utslipp, som f.eks. veiarbeid og husbranner.

Stavanger er etablert med en ny versjon av prognosemodellen på luftforurensnings (AirQUIS) delen. Denne har dessverre noen tekniske feil, og beregninger av PM₁₀ gir en kraftig underestimering hele vinteren. Samme tendens ses i testing av den nye versjonen på de andre 4 byene, og implementering av en ny, raskere og mer fleksibel AirQUIS på Oslo, Drammen, Trondheim og Bergen ble da utsatt i vinter til feilene blir funnet og utbedret.

I en gjennomgang av nyere trafikk­tellinger fra Oslo kommune viser det seg at døgntrafikken i Kirkeveien er 20-40% lavere enn tidligere oppgitte tall som nå brukes av AirQUIS. Dette kan være en årsak til den generelle overestimeringen vi har sett gjennom sesongen for reseptor-punktet i Kirkeveien. I gjennomgangen ble

det også oppdaget at døgntrafikken i Groruddalen er 20-50% høyere enn antatt. Dette vil hovedsakelig gi utslag på kartene og feltverdiene for Oslo.

Veistasjonen Alna er plassert for langt unna vei i modellen og underestimerer konsekvent på begge komponenter PM_{10} og NO_2 , evaluering av denne stasjonen vektlegges ikke her, vi vil komme tilbake til dette når effekten av denne feilplasseringen er testet.

Undersøkelser og testing av modellen viser at vedfyring er en hovedkilde av PM_{10} i Oslo, og usikkerhet rundt dette bidraget til støvkonsentrasjonene kan gi store forskjeller i resultatet. SSB har oppgitt svært forskjellige utslippskoeffisienter på støv fra vedfyring de siste årene.

Når det gjelder resultatene av prognosene viser beregningene generelt en god samvariasjon mellom modellerte og målte verdier for alle byene. Unntaket er PM_{10} -beregninger for Stavanger, hvor modellen underestimerer kraftig. Noen ekstreme maksimumsverdier dekkes ikke av prognosemodellen. Grunnen til dette er en kombinasjon av statiske utslippsdata og at MM5 ikke alltid prognoserer de spesielle værforhold som inntreffer. I Oslo gav beregningene noe for høye verdier pga. at MM5 gir for ofte stabile atmosfæriske forhold sammenlignet med målinger. I Bergen, Trondheim, Drammen og Stavanger beskrives spesielt NO_2 godt bortsett fra noen ekstremdøgn hvor maksimumsverdiene er langt over de øvrige verdiene. For PM_{10} er samvariasjonen noe mer kompleks i og med at kildestyrken varierer med parametre som luftfuktighet, nedbør, bilturbulens og opptørking av veibanen, men generelt beskriver modellen middelverdier og maksimale timesverdier over døgnet rimelig bra. Vi ser at modellen for PM_{10} i Trondheim ved enkelte meget lave vindstyrker overestimerer ekstremt i enkelte timer.

Tabellene H5 og H6 i Vedlegg H viser at modellen har treff på 48-86% på døgngjennomsnittsverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$ i Oslo. Det er best samsvar mellom observerte og prognoserte verdier på stasjonene Furuset (PM_{10} , 61% og $PM_{2,5}$, 86%) og Løren ($PM_{2,5}$, 66%). I tabellene H1-H4 ser vi treff i timesverdiene på NO_2 , PM_{10} og $PM_{2,5}$ for Oslo. I Kirkeveien ser vi at modellene har en treff på 67% i varslingsklasse 2 (150-200 $\mu g/m^3$) for NO_2 . Vi ser og 50-55% treff i varslingsklassene 2 (50-100 $\mu g/m^3$) og 3 (100-> $\mu g/m^3$) for PM_{10} og tilsvarende for $PM_{2,5}$ i Kirkeveien. For NO_2 på Løren er treffprosenten for varslingsklasse 1 (100-150 $\mu g/m^3$) 45%.

Vi ser av tabellen H8 i Vedlegg H for treff i varslingsklasser i Drammen en treff i overkant av 80% for døgngjennomsnitt av PM_{10} . For PM_{10} ser vi ellers en generell underestimering av modellene ved begge målestasjoner, Fayegata og Nedre Storgate på timesbasis. Årsaken til dette kan være en betydelig overestimering av vindstyrke i MM5. For NO_2 underestimerer modellen for begge målestasjonene i Drammen og vi har få treff i varslingsklasse 1 (100-150 $\mu g/m^3$). Det er ellers få treff i de høyere varslingsklasser for NO_2 gjennom sesongen.

Det er observert få dager med gjennomsnittelig PM_{10} over varslingsklasse 0 og lite materiale å beregne prosenttreff i Bergen, se tabellene H21 og H22 i Vedlegg H. Dette gjelder også timesverdier av NO_2 og PM_{10} . Vi ser dog en generell

underestimering av begge komponenter på Rådhuset. Bergen mangler oppdaterte kilde-data, både for trafikk- og arealkildata, og noe av årsaken til underestimeringen kan ligge i for lave utslippsdata.

Av tabellene H9-H20 i Vedlegg H ser vi treff i varslingsklasser gjennom sesongen for Trondheim. Treff på døgnmidlet PM_{10} og $PM_{2,5}$ i Elgesetergate ligger mellom 74-84%, samtidig som treffprosenten i varslingsklasse 1, 2 og 3 ikke er tilfredstillende. Vi ser at luftkvalitetsmodellen prognoserer bedre i de høyere varslingsklassene når MM5 er kjørt i Trondheim for timesverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$. Det er bare observert NO_2 i varslingsklasse 0 og 1 i april, dette er for lite tallmateriale til å si noe om forbedring av prognoser pga MM5 til å gi noen klare konklusjoner for denne komponenten.

Det er få observerte verdier av NO_2 i varslingsklasse 1 på målestasjonene Kannik og Våland i Stavanger gjennom sesongen, se tabellene H23 og H24 i appendiks H. Prognosemodellen overestimerer noe på stasjonen Kannik, men treffer ikke de observerte timene i varslingsklasse 1.

Modellen for PM_{10} har åpenbart tekniske feil for Stavanger, der det er en kraftig underestimering. Dette blir det arbeidet med for utbedring til neste sesong.

For videre arbeid anbefaler vi følgende punkter:

- Oppdatering av utslippsbaser tilsvarende det som er benyttet i SFTs prosjekt Rikets Miljøtilstand, dvs. med en betydelig økning av partikler fra vedfyring.
- Forbedre kildeledd i trafikkgenerert PM_{10} . Dette inkluderer betydningen av variabler som ÅDT, underlag og solinnstråling på opptørring av veibane, eksosbidrag, oppvirvling av støv generert av bilturbulens samt inkludering av kildeleddet vindgenerert svevestøv utenfor veibanen.
- Alternative måter å beregne reseptorpunkt verdier (en på hver side av veien, middelverdi etc, og følsomheten i resultatene til dette).
- NO_2 -beregningenes følsomhet til ozon..
- Vurderer følsomheten til bakgrunnsverdier.
- Vurdere følsomheten knyttet til MM5-dataene.
- Trafikktallene er tildels basert på gamle trafikkberegninger som er oppjustert med telldata. For Oslos vedkommende har åpningen av Gardermoen gitt helt andre trafikkforhold enn ved beregningene i TP10.
- Bakgrunnsverdiene for beregningene er basert på målinger til dels ganske langt fra byene.

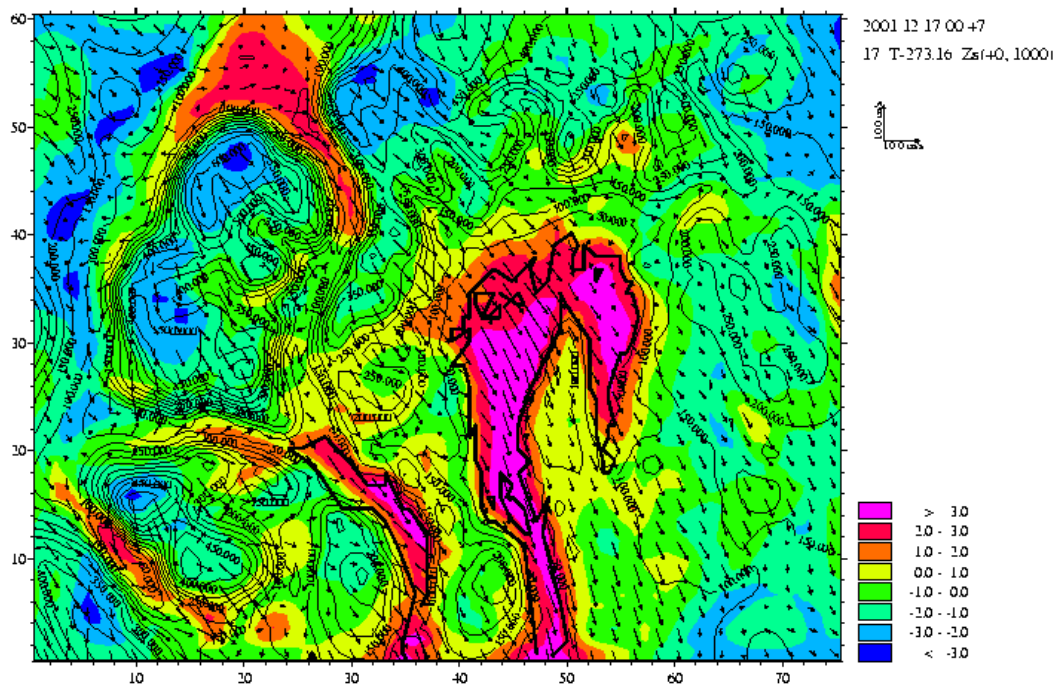
Bedre Byluft

Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2001/2002

1 Beskrivelse av prognosemodellen

1.1 Den meteorologiske modellen

Meteorologisk Institutt (met.nos) operasjonelle værvarslingsmodeller består av HIRLAM50 (50 km horisontal oppløsning) og HIRLAM10 (10 km horisontal oppløsning). HIRLAM50 utarbeider en 48 timers prognose fire ganger i døgnet for Nord-Amerika, Atlanterhavet nord for ca. 20 °N og Europa. To ganger i døgnet utarbeides en 48 timers prognose fra HIRLAM10 for Nordvest-Europa. Disse to kjøringene er basert på HIRLAM50-resultater samt observasjonsgrunnlaget henholdsvis kl. 00 og kl. 12 UTC. MM5-beregningene i prognosemodellen er basert på resultatene fra HIRLAM10 00 UTC-kjøringen for perioden +24 til +48, dvs. dagen etter at modellen er kjørt. MM5 utfører beregningene i et område med 3 km oppløsning og med et indre område med 1 km oppløsning. Det er resultatene fra det indre området som er anvendt for spredningsberegningene. Resultatene fra MM5 foreligger ca. kl. 05 UTC etter at henholdsvis HIRLAM50 og HIRLAM10 er ferdige. Beregningene med MM5 er utført lokalt på MI på et LINUX-cluster med 20 prosessorer. En 24 timers prognose med MM5 for Stor-Oslo-området (se Figur 1) krever ca. 1,3 timer CPU på den nye maskinen.



Figur 1: Vind (vindpiler) og temperatur (fargeskala) beregnet av MM5 17.12.2001. Legg merke til vindstyrker på 6-8 m/s fra nordvest over de høyeste åsene og over Vestfjorden, samtidig som det er stagnasjon og nærmest vindstille i sentrale og østlige deler av Oslo. Denne dagen ble det registrert NO_2 -verdier på over $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på Alna i den østlige delen av Oslo.

1.2 Luftkvalitetsmodellen.

Spredningsberegningene i Bedre Byluft-prosjektet blir gjennomført ved hjelp av NILUs AirQUIS system. AirQUIS er et system for luftkvalitetsovervåking og miljøinformasjon (Air Quality and Information System) utviklet av NILU i samarbeid med NORGIT Senteret A/S. Systemet inneholder flere delsystemer, bl.a. en måledatabase, en utslippsdatabase, sprednings- og eksponeringsmodeller, samt ulike måter å presentere data og resultater grafisk, basert på moderne GIS-verktøy. Når systemet også omfatter jord og vann kalles det totale systemet for ENSIS (ENVIRONMENTAL SURVEILLANCE AND INFORMATION SYSTEM).

AirQUIS-beregningene foregår i flere trinn. Først blir utslipp fra de tre kildekategoriene areal, punkt og linje beregnet for valgt time, dvs. at utslippsfaktorer og tidsvariasjoner for denne timen benyttes til å beregne et utslipp ved bruk av statiske trafikk-, utslipps- og forbruksdata som årssett i utslippsbasen. Man tar her hensyn til faktorer som f.eks. temperatur, kjøretøysammensetning og piggdekkandel. Prognosemodellen kan derfor ikke dekke dager med spesielle utslippsforhold som veiarbeid, bråtebrenning og husbranner. Deretter kombineres utslippsdataene med meteorologiske data for å beregne transport og spredning av utslippene, og en ender opp med konsentrasjonsfelter for hver time for hver komponent.

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB. For utslipp fra veitrafikk er det for Oslo, Drammen og Bergen benyttet vei og trafikkdata som er samlet inn for prosjektet Transportplan i 10 byer (TP10) i 1992 og som er skalert til 1998/99. For Trondheim er trafikkdataene fra 1998. For utslipp fra veitrafikk for Stavanger er det benyttet vei- og trafikkdata basert på tellinger og trafikkberegninger fra Vstøy/Vbase 4.4 med beregningsår 2000. For kommunene Stavanger, Sola, Sandnes og Randaberg foreligger det bare vei- og trafikkdata for europaveier, riksveier og delvis fylkesveier. En har ikke trafikkdata på kommunale veier i Stavanger-området. Døgnfordeling av trafikken er basert på tellinger i Oslo fra 1996. Piggdekkandelen som er benyttet i byene er hhv. 61 %, 42 %, 27 %, 26 % og 31% for henholdsvis Trondheim, Drammen, Bergen, Oslo og Stavanger.

Utslippene fra arealkildene til AirQUIS er for Oslo gitt i et 1 km*1 km rutenett. Størst usikkerhet i utslippsdataene knyttes trolig til utslippsmodulen for PM₁₀. Utslipp av partikler (PM₁₀ og PM_{2,5}) beregnes ut fra trafikkenes kjøretøy-sammensetning og trafikkhastighet. Først beregnes eksospartikkelutslippet, deretter finfraksjon av veistøv (PM_{2,5}). Grovfraksjonen i partikkelutslippet, d.v.s. forskjellen mellom utslippet av PM₁₀ og PM_{2,5}, beregnes deretter ut fra piggdekkandel, graden av fuktighet på veibanen og resuspensjonsbidraget (Tønnesen, 1997). For å bestemme hvor tørr veibanen er, trenger man kjennskap til nedbørmengde, hvor lang tid det har gått siden det falt nedbør, luftfuktighet og temperatur. Disse dataene hentes fra HIRLAM10 eller MM5. Graden av fuktighet på veibanen modifierer både PM_{2,5}- og PM₁₀-utslippet som stammer fra veislitasje.

1.2.1 Inngangsdata og versjoner

AirQUIS benytter årssett av forbruks- og utslippsdata fra SSB i tillegg til årssett for trafikkdata fra veikontorene. En oversikt over disse settene og installasjoner på met.no er gitt nedenfor.

Generelt for alle byene er at spredningsmodellen EPISODE ble videreutviklet våren 2000 med en ny modell for vertikalutveksling i gridet, og parametrene i linjekildemodellen er endret. I alle byene er denne versjonen av EPISODE brukt hele vinteren 2001/2002.

Trondheim

Utslippsdatabasen ble etablert våren/sommeren 2000. Data fra stasjonære kilder er levert av SSB og er fra 1995. Trafikkdata fra 1998er levert av Sør Trøndelag veikontor. Bakgrunnskonsentrasjoner av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er fra Kårvatn stasjon for 1999. Ozonbakgrunn er fra samme stasjon for 1999/2000.

Drammen

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB og er fra 1995. For utslipp fra veitrafikk er det benyttet vei og trafikkdata som er samlet inn for prosjektet Transportplan i 10 byer i 1992. Døgnfordeling av trafikken er basert på tellinger utført av Buskerud Veikontor på E18 utenfor Drammen i 1999.

Bakgrunnskonsentrasjoner av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er fra Birkenes stasjon for 1999. Ozonbakgrunnen er fra stasjonene Jeløya, Hurdal og Prestebakke.

Bergen

Utslipps- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB og er fra 1995. For utslipp fra veitrafikk er det benyttet vei og trafikkdata som er samlet inn for prosjektet Transportplan i 10 byer i 1992. Døgnfordeling av trafikken er basert på tellinger i Oslo fra 1996.

Bakgrunnsverdien for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for Bergen er utregnet på grunnlag av data innsamlet på Skreådalen 1999. Ozondata er fra Voss vinteren 1999/2000.

I januar 2001 ble piggdekkandelen redusert til 27%. Trafikktallene er skalert til 1998/1999 tall.

Oslo

Utslipp- og forbruksdata fra stasjonære kilder er levert av SSB og er fra 1995. For utslipp fra veitrafikk er det benyttet vei- og trafikkdata for 1992 og 1996. Data kommer i hovedsakelig fra prosjektet Transportplan i 10 byer av 1992. Døgnfordeling av trafikken er basert på tellinger i Oslo fra 1996.

Bakgrunnskonsentrasjoner av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er fra Birkenes stasjon for 1999. Ozonbakgrunnen fra stasjonene Jeløya, Hurdal og Prestebakke i 1999-2000.

I versjon DNMI 1999-2000 ble det benyttet 55% piggdekkandel. Installasjonen på met.no januar 2001 inneholdt skalerte trafikkdata 1998/1999 tall. Posisjonen til enkelte veilenker og reseptorpunkt er korrigert. Dessuten ble piggdekkandelen redusert til 26%. Dette er tall oppgitt av Statens Veivesen-Veidirektoratet og er prognosetall for vinteren 2000-2001.

Stavanger

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

Bakgrunnskonsentrasjoner av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er fra Birkenes stasjon for 1999. Ozonbakgrunnen fra stasjonene Jeløya, Hurdal og Prestebakke i 1999-2000.

Installasjon av Stavanger på AirQUIS ble foretatt 16.november 2001 hos met.no, med en piggdekkandel på 31%.

2 Bakgrunnsverdier

Luftkvalitetsmodellen regner kun bidraget fra lokale kilder. Modellen må derfor anta bakgrunnskonsentrasjoner for at nivåene ikke skal bli for lave. Bakgrunnsverdiene som er brukt for de fire byene for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Bakgrunnskonsentrasjoner av NO_2 , PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ brukt i luftkvalitetsmodellen i de fire byene. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Tidligere beregninger (Slørdal, 1998) har vist at bakgrunnsbidraget kan være betydelig, særlig for partikler, og at bidraget kan variere mye fra dag til dag.

Beregningene av NO_2 avhenger bl.a. av ozonkonsentrasjonene (O_3). For O_3 bakgrunn for de fire byene er det derfor laget en tabell med O_3 bakgrunnsverdi for hver time i døgnet (Tabell 2), som er ment å simulere en midlere døgnsyklus av denne komponenten på vinterstid i Sør-Norge. For Oslo er ozonverdiene beregnet på grunnlag av timesdata i vinterperioden 1999-2000 av maksimum på de tre stasjonene Jeløya, Prestebakke og Hurdal. For hver time i døgnet beregnes det en middelvei av disse maksimumsverdiene som vist i tabellen. For Drammen og Stavanger er det brukt samme tabulerte ozonverdier som for Oslo. For Bergen og Trondheim er det brukt middelveier for hver time i døgnet henholdsvis for stasjonene Voss og Kårvatn.

Tabell 2: Bakgrunnskonsentrasjoner av ozon for hver time i døgnet brukt i luftkvalitetsmodellen i de fire byene. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

3 Valg av evalueringsdøgn og varslingsklasser

For Stor-Oslo, som dekker Oslo og Drammen ble MM5 kjørt daglig, mens for de andre byene ble MM5 startet opp for dager da det var forventet høye forurensningsverdier på bakgrunn av vær-situasjonen. Beslutningen om oppstart av modellen ble tatt av vakthavende meteorolog ved MI. For de øvrige dagene ble HIRLAM10-data interpolert til MM5s 1 km gitter og anvendt som inngangsdata for AirQUIS. På denne måten ble prognoser av luftkvalitet utarbeidet for alle dagene i perioden 1. november 2001 til 1. mai 2002. Pga. av de høye forurensningsverdiene i Trondheim i begynnelsen av april, samt problemene med å prognostisere disse verdiene riktig ble det i begynnelsen av april besluttet å anvende MM5 daglig fram til 1. mai. Tabell 3 gir en oversikt over de dagene MM5 er anvendt og som er benyttet i evalueringen av de meteorologiske prognosene.

Tabell 3: *Evalueringsdøgn for vintersesongen 2001/2002. (Dato representerer den dagen prognosen var gyldig, dvs. oppstart av MM5 ble bestemt et døgn tidligere).*

	November	Desember	Januar	Februar	Mars	April	Ant.
Oslo og Drammen	Alle dager	Alle dager	Alle dager	Alle dager	Alle dager	Alle dager	181
Bergen		11, 12			13, 14		4
Trondheim		12			14, 15	4, 7-30	28
Stavanger		11, 12			13, 14		4

Tabell 4: *Varslingsklasser.*

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

I Vedlegg H viser tabellene treff i varslingsklasser for alle byene. Høyeste prognoserte og observerte varslingsklasse per dag er funnet. Disse ble da sammenlignet og det er funnet antall dager hvor disse stemmer overens. Prosentvis treff innenfor dag er så beregnet ved å dividere antall dager treff med antall dager observert per varslingsklasse.

4 Oslo

Prognosemodellen MM5/AirQUIS er kjørt for hele perioden 1. november 2001 til og med 30. april 2002. Prognosene for meteorologi og luftkvalitet har daglig vært tilgjengelige for Oslo kommune, Oslo Veikontor og Veidirektoratet gjennom met.nos internettside for Bedre Byluftprosjektet.

4.1 Oppsummering av sesongen

4.1.1 Meteorologi

I Tabell 5 er de statistiske parametrene gjengitt for Valle Hovin, Blindern og Tryvann, basert på alle observerte timeverdier. I Tabell A1 i Vedlegg A har vi vist en mer detaljert analyse av datasettet der det er tatt hensyn til tidspunkt på døgnet og vindretning. Parametrene i Tabell 5 og A1 står for følgende:

- N – antall observasjoner
- BIAS – midlere avvik mellom observerte og modellerte verdier
- STDE – standardavviket
- RMSE – kvadratavviket

For en matematisk definisjon av disse parametrene henvises til Berge et al. (2000).

RMSE verdiene gir i det følgende liten statistisk informasjon i tillegg til STDE. Vi har likevel tatt med RMSE verdiene i tabellene selv om de ikke er kommentert i teksten. Vindobservasjonene fra Tryvann er ikke med i evalueringen siden stasjonen er skjermet i flere retninger, noe som gjør en tolkning av vinden vanskelig. Vindobservasjonene på Blindern er tatt i 25 m høyde. Imidlertid ligger det flere høye bygninger og trær i nærheten av stasjonen. Dette gjør at den effektive målehøyden trolig bør settes lavere enn 25 m ved sammenligning med modelldata. Vi har derfor sammenlignet vindverdiene på Blindern både med 25 m- og 10 m-nivået i modellen.

Tabell 5: Statistikk for +24 til +48 prognose for vind, temperatur (T) og relativ fuktighet (RH) for MM5 med 1 km oppløsning basert på timeverdier. Temperatur og vind i 25 m er sammenlignet med nærmeste modellag (ca. 25 m for MM5). ¹For stasjonen Blindern er modellresultatene fra nederste MM5 nivå (ca. 10 m) også sammenlignet med målingene. De statistiske parametrene er definert i Berge et al., 2000.

OSLO	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Valle Hovin	Vind 25m	4203	0,37	1,53	1,93	1,97
Blindern	Vind 25m	4167	0,85	1,77	2,21	2,37
Blindern ¹	Mod. 10m	4167	-0,36	1,4	1,79	1,83
Valle Hovin	T 25m	4223	-0,72	2,24	2,74	2,84
Valle Hovin	T 2m	4203	-0,88	2,56	2,74	3,09
Blindern	T 2m	4163	-1,5	2,47	2,57	2,97
Tryvann	T 2m	4165	-0,96	1,79	2,11	2,32
Valle Hovin	RH 2m	4203	3,24	11,8	15,18	15,82
Blindern	RH 2m	4166	6,69	11,96	13,62	15,18
Tryvann	RH 2m	4165	0,26	12,25	16,23	16,23

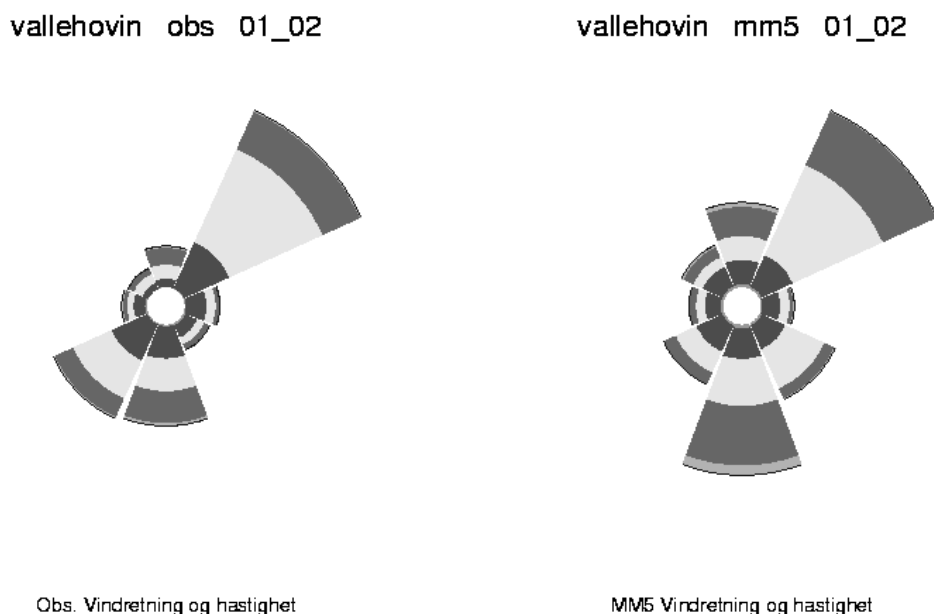
For sesongen 2000/2001 ble MM5 evaluert for 20 dager der værforholdene var ugunstige med tanke på spredning av luftforurensning (Berge og Køltzow, 2002 A). I denne rapporten dekker dataene seks vintermåneder og representerer en betydelig større variasjon i vind, temperatur og fuktighet enn data anvendt i forrige års evaluering.

Tabell 5 viser at MM5 overestimerer vindhastigheten på Valle Hovin i gjennomsnitt (BIAS) med 0.37 m/s, mens standardavviket er på 1.93 m/s. På Blindern gir MM5 vinden i 25 m en BIAS på 0.85 m/s, mens 10 m vind gir en BIAS på -0.36 m/s. Resultatene tyder på at vindobservasjonen på Blindern trolig representerer et nivå mellom 25 m og 10 m. Det er for tiden stor byggeaktivitet i området rundt målestasjonen på Blindern, noe som gjør at vinddataene fra denne stasjonen i stadig større grad vil kunne bli påvirket av den lokale arkitekturen.

Frekvensfordelingen av vindhastighet og retning for Valle Hovin og Blindern er presentert i vindrosene i Figur 2 og Figur 3. På Valle Hovin viser modellen noe for liten hyppighet av vind fra SV, mens hyppigheten av vind fra sørlig og nordlig kant er noe for stor. På Blindern er det litt for stor hyppighet av nordvest vind i modellen, 00000000 forøvrig er samsvaret godt. Figurene viser også at modellen underestimerer hyppigheten av lave vindhastigheter noe. Vi ser at MM5 gir en god beskrivelse av vindklimaet i Oslo vintertid (se også Berge og Køltzow, 2002 B).

For temperatur viser resultatene en negativ BIAS for alle stasjonene. Minst er avviket i 25 m på Valle Hovin med -0.72 °C. Størst er avviket på Blindern med -1.5 °C i 2 m. Dette understreker at modellen gir en noe for kraftig inversjon nær bakken. Relativ fuktighet overestimeres noe i middel slik som forventet når temperaturen er litt for lav. På Tryvann er BIAS kun 0.26 %, men likevel ser vi at STDE er på 16.23% noe som viser en betydelig spredning i dataene.

Sammenlignet med resultatene fra forrige sesong viser Tabell 5 litt større BIAS, MAE, STDE og RMSE for vindhastighet både for Valle Hovin og Blindern. Vindhastigheten fra Valle Hovin samsvarer bedre med MM5 enn tilsvarende data fra Blindern. Dette er i samsvar med det som er funnet i tidligere evalueringer (Berge og Køltzow, 2002, Berge et al., 2000). For temperatur er det motsatte tilfelle, dvs. resultatene viser bedre samsvar når data fra hele vintersesongen 2001/2002 anvendes sammenlignet med dager med høy forurensning fra 2000/2001. For relativ fuktighet er det mer variasjon i resultatene, men som for temperatur er det en tendens til bedre samsvar når data fra hele vintersesongen anvendes.



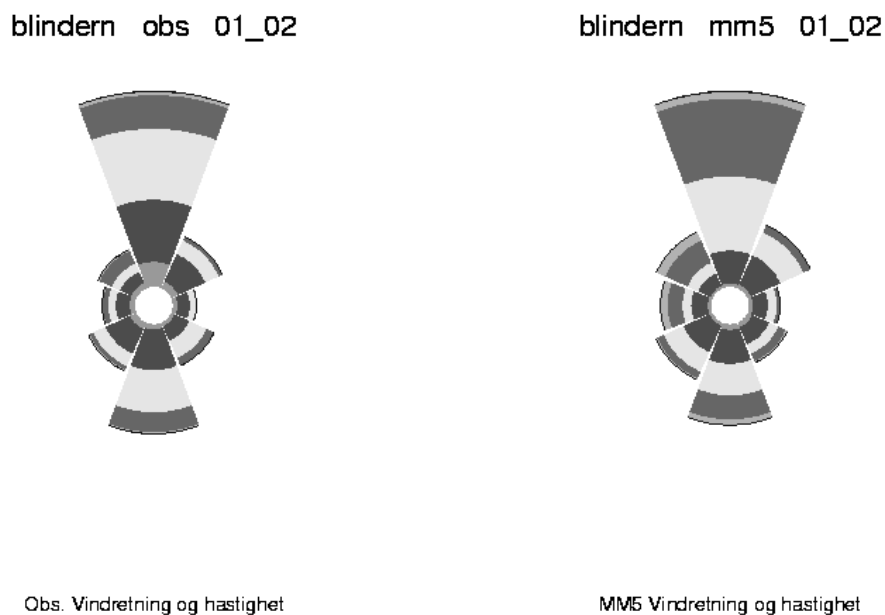
Figur 2: Observert og modellert vindretning, og vindstyrke på Valle Hovin. Vindstyrken er gitt i intervallene 0-0.5, 0.5-2.0, 2.0-4.0, 4.0-8.0 og 8.0-12.0 (m/s).

Tabell A1 i Vedlegg A viser MM5-resultatene som en funksjon av tidspunkt på døgnet og vindretning. Mens Valle Hovin har lavest BIAS for vind fra vest og nord på henholdsvis -0.17 m/s og -0.26 m/s, har Blindern størst BIAS for disse to retningene med 1.24 m/s og 1.37 m/s. Vind fra syd og øst gir lavest BIAS (0.44 m/s og 0.44 m/s) og STDE (1.67 m/s og 2.59 m/s) på Blindern. Hvorvidt disse variasjonene kan tilskrives ulike ruhetslementer i nærheten av stasjonene bør undersøkes i en senere studie (slik som for Drammen i kapittel 5.1.1).

Tabell A1 viser tydelig at temperaturen på alle tre stasjonene underestimeres mer om natten enn om dagen. Vi ser også at i middel så er amplituden i den døgnlige syklusen i MM5 litt for stor.

I Vedlegg D er tidsserieplottene fra vinterens hurtigevaluering for Oslo vist. Tidsserieplottene gjenspeiler de samme trekkene som statistikken viser, men variasjonen fra dag til dag kommer nå til syne. Det vil føre for langt å kommentere alle detaljer her. I stedet presenteres noen generelle trekk. For november og desember beregner MM5 litt kaldere enn observasjonene. Vinden prognostiseres godt, men i midten av desember gir MM5 1-3 m/s for høy vind. I januar sees større avvik i temperaturprognosene på Blindern, bedre samsvar finnes på Tryvann. På ettervinteren og våren er fortsatt vindprognosene gode, mens nattemperaturen nå ofte blir for lave på Blindern og Valle Hovin. Døgnvariasjonen i temperatur gjengis bedre på Tryvann for denne årstiden. Stabiliteten nær bakken på Valle Hovin er gitt ved temperaturdifferansen mellom henholdsvis 25 m og 8 m, og 25 m og 2 m (se tidsserieplott i Vedlegg D for Valle

Hovin). Modellen viser en overestimering av inversjonen nær bakken, men de modellerte verdiene samsvarer betydelig bedre med differansen $T(25m)-T(2m)$ enn differansen $T(25m)-T(8m)$. Særlig gjelder dette perioden februar – april, mens MM5 overestimerer $T(25m)-T(2m)$ i større grad midtvinters. $T(25m)-T(2m)$ er beregnet ved hjelp en sensor i 25 m og en i 2 m, mens $T(25m)-T(8m)$ måles direkte av en sensor. Korrelasjonen mellom de to temperaturdifferanser er så lav som 0.44 for dataene fra de 6 månedene som er presentert i denne rapporten.



Figur 3: Observert og modellert vindretning, og vindstyrke på Valle Hovin. Vindstyrken er gitt i intervallene 0-0.5, 0.5-2.0, 2.0-4.0, 4.0-8.0 og 8.0.

4.1.2 Luftkvalitet.

For hvert evalueringdøgn er det beregnet 24 timemidlede konsentrasjoner for hvert målepunkt for hver av komponentene PM_{10} , $PM_{2.5}$ og NO_2 , slik at det er mulig å sammenligne resultatet av modellberegningene med målinger utført på samme sted og i samme periode. I tillegg beregner AirQUIS også døgnmiddelverdier av PM_{10} og $PM_{2.5}$ i de samme reseptorpunktene. Det er utført modellevaluering kun for komponentene PM_{10} og $PM_{2.5}$ som døgnmiddel og NO_2 som times-verdi.

De målestasjonene som er anvendt for evalueringen er Kirkeveien, Furuset, Løren og Alna. Målestasjonen Kirkeveien er plassert ca. 3 meter fra Kirkeveien, og må derfor karakteriseres som en veinær stasjon. Målestasjonen Furuset ligger i et sterkt belastet område ved E6 nord for Oslo. Løren ligger i et belastet område, men er ikke nær en høytraffikert vei. Alna ligger ved Strømsveien, og må karakteriseres som veinær. Nordahl Brunsgate er ikke tatt med i evalueringen siden det har pågått store rivingsarbeider og byggeprosjekter rett ved stasjonen.

I Vedlegg H og I er det vist tabeller med treff i varslingsklasser for hele sesongen, og grafer med timesverdier av luftkvalitet gjennom sesongen.

I Tabell 4 - Tabell 8 beskrives resultatet av modellevalueringen for henholdsvis timeverdier av NO₂ og døgnverdier av PM₁₀ og PM_{2,5} i Oslo. Bokstaven O betegner i alle sammenhenger observerte verdier, mens P betegner modellberegnete (predikterte) verdier.

Generelt kan sies at beregningene for Oslo samsvarer godt med målinger og fanger opp døgnvariasjonene i meteorologi og utslipp, men at prognosemodellen overestimerer konsentrasjonene sammenlignet med målingene.

Tabell 6: Modellevalueringsparametre for NO₂ time basert på alle timemiddelverdiene i Oslo vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Kirkeveien	Furuset	Løren	Alna
Antall verdier		4 262	4 272	4 265	4 272
O gj.snitt	µg/m ³	41,4	45,9	50,6	49,4
P gj.snitt	µg/m ³	63,0	36,5	47,2	22,4
O _{max}	µg/m ³	184,7	151,4	192,2	306,2
P _{max}	µg/m ³	270,0	148,6	159,7	94,5
Korrelasjon		0,31	0,33	0,46	0,27

Som vi ser av tabellen beregner vi for høy NO₂-konsentrasjon for både gjennomsnitt og maksimumsverdier på stasjonen Kirkeveien, men noe for lavt på de tre andre. Modellen underestimerer i særlig grad på stasjonen Alna. Modellens plassering av denne stasjonen er lenger fra veien enn den reelle plasseringen, og vil bidra noe til denne underestimeringen. Effekten av dette vil bli undersøkt nærmere med nye modellberegninger. Korrelasjonen er best på Løren, og dårligst på Alna.

Usikkerheten i NO₂-beregningene er, i tillegg til trafikkmengde og kjøretøy-sammensetning, primært knyttet til bakgrunnskonsentrasjoner av O₃ (og NO₂). I modellen anvender vi midlere bakgrunnskonsentrasjoner av O₃ (og NO₂) basert på middelverdier for vinteren 2001/2002. For en enkelttime kan O₃-bakgrunnen typisk avvike med 10-20 µg/m³ fra denne middelverdien, noe som vil medføre en tilsvarende unøyaktighet i beregnet NO₂-konsentrasjon.

Modellen antar i tillegg at vi overalt har fotokjemisk likevekt mellom NO, NO₂ og O₃. Dette kan overestimere de modellerte NO₂-konsentrasjonene nær veiene noe siden overgangen fra NO i utslippet fra bilene til NO₂ i virkeligheten tar noe lengre tid (200-300 sekunder). Med en vindstyrke på f.eks. 1 m/s vil dette si at vi oppnår likevekt først noen hundre meter fra veien.

Tabell 7: Modellevalueringparametre for PM_{10} døgn basert på alle timemiddelverdiene i Oslo vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Kirkeveien	Furuset	Løren	Alna
Antall verdier		175	177	173	177
O gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	32,3	34,6	42,3	42,9
P gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30,2	18,0	23,4	13,3
Omax	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	82,2	103,9	114,4	123,4
Pmax	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	78,8	64,1	65,7	26,0
Korrelasjon		0,28	0,40	0,40	0,25

Vi beregner gjennomgående noe for lavt på stasjonene (se Tabell 7). Særlig beregner vi for lavt på stasjonen Alna. På stasjonen Kirkeveien beregner vi et ganske riktig nivå. Korrelasjonen er best på Furuset og Løren.

Tabell 8: Modellevalueringparametre for $PM_{2,5}$ døgn basert på alle timemiddelverdiene i Oslo vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Kirkeveien	Furuset	Løren
Antall verdier		177	169	177
O gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14,2	13,1	15,4
P gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	22,4	9,7	16,2
Omax	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	67,5	68,4	44,3
Pmax	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	49,2	19,2	36,8
Korrelasjon		0,15	0,08	0,15

Vi beregner gjennomgående noe for høyt på stasjonen Kirkeveien, noe for lavt på stasjonen Furuset og omtrent likt på stasjonen Løren for komponenten $PM_{2,5}$, se Tabell 8. Dette gjenspeiles også i maksimumsverdiene. Korrelasjonen er lav, men positiv, og ganske lik på alle tre stasjoner.

I en gjennomgang av nyere trafikktegninger fra Oslo kommune viser det seg at døgntrafikken i Kirkeveien er 20-40% lavere enn tidligere oppgitte tall som nå brukes av AirQUIS. Dette kan være en årsak til den generelle overestimeringen vi har sett gjennom sesongen for reseptorpunktet i Kirkeveien, se figurer i Vedlegg I og tabeller i Vedlegg H.

I mars og spesielt april underestimerer modellen PM_{10} på Furuset. Sett ut fra årstiden kan dette ha sammenheng med økt gjenoppblåst veistøv, som følge av støvdepot ved vei, som frigjøres når det blir snøfritt. Parametriseringen av dette kildeleddet er kompleks og mangler i modellen.

Tabellene H5 og H6 i Vedlegg H viser at modellen har treff på 48-86% på døgngjennomsnittsverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$. Det er best samsvar mellom observerte og prognoserte verdier på stasjonene Furuset (PM_{10} , 61% og $PM_{2,5}$, 86%) og Løren ($PM_{2,5}$, 66%).

I tabellene H1-H4 ser vi treff i timesverdiene på NO_2 , PM_{10} og $PM_{2,5}$. I Kirkeveien ser vi at modellene har en treff på 67% i varslingsklasse 2 (150-200) for NO_2 . Vi ser og 50-55% treff i varslingsklassene 2 (50-100) og 3 (100-> $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

for PM₁₀ og tilsvarende for PM_{2,5} i Kirkeveien. For NO₂ på Løren er treffprosenten for varslingsklasse 1 (100-150) 45%.

5 Drammen

5.1 Oppsummering av sesongen

I Vedlegg H og J er henholdsvis tabeller med treff i varslingsklasser samlet for hele sesongen, og grafer med timesverdier på luftkvalitet gjennom sesongen.

5.1.1 Meteorologi

I vintersesongen 2001-2002 ble det for Drammen utført MM5 simuleringer hver dag fra 1. november til 1. mai. Data fra disse kjøringene er sammenlignet med observasjoner fra målestasjonene Engene og Marienlyst. Målestasjonene måler vindstyrke og vindretning i 10 m høyde og temperatur og relativ fuktighet (kun Marienlyst) i 2 m høyde.

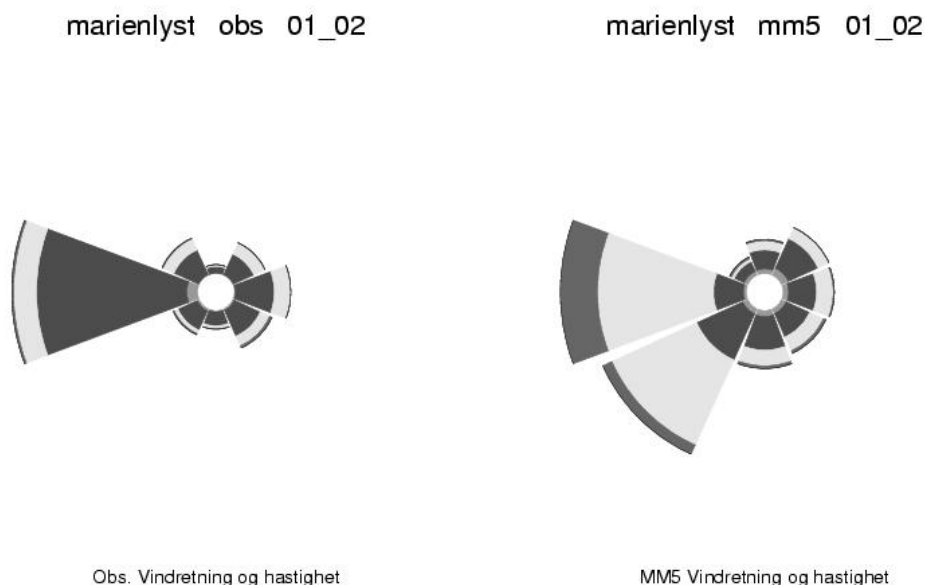
Tabell 9: Statistikk for +24 til +48 prognose for vind, temperatur (T) og relativ fuktighet (RH) for MM5 med 1 km oppløsning sammenlignet med observasjoner for Marienlyst og Engene basert på timeverdier. De statistiske parametrene er definert i Berge et al., 2000.

DRAMMEN	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Marienlyst	Vind 10m	3915	0,65	1,21	1,38	1,53
Engene	Vind 10m	4221	1,23	1,42	1,30	1,79
Marienlyst	T 2m	4018	0,33	2,64	3,47	3,49
Engene	T 2m	4043	0,29	2,43	3,21	3,22
Marienlyst	RH 2m	4018	-0,27	12,77	15,88	15,88

Både målestasjonen på Marienlyst og på Engene ligger i Drammen sentrum og er derfor påvirket av omkringliggende bygninger slik som vist i figurene i Vedlegg C (Figurene i Vedlegg C er gjort tilgjengelige av Tom Hartz Nilsen, Drammen kommune). På Marienlyst er det åpent i retningene øst og sørøst fra målestasjonen, mens det ligger bygninger av varierende høyde fra (5-50 m) på 35-150 m avstand i andre retninger. Mot vest ligger det blant annet to bygninger som er 10-12 m høye bare 34 m og 65 m fra målestasjonen. På Engene er målestasjonen plassert i hjørnet av en åpen plass. Imidlertid finnes det her 7-12 m høye bygninger på 15-70 m avstand i alle retninger. Mest åpent er det mot sør.

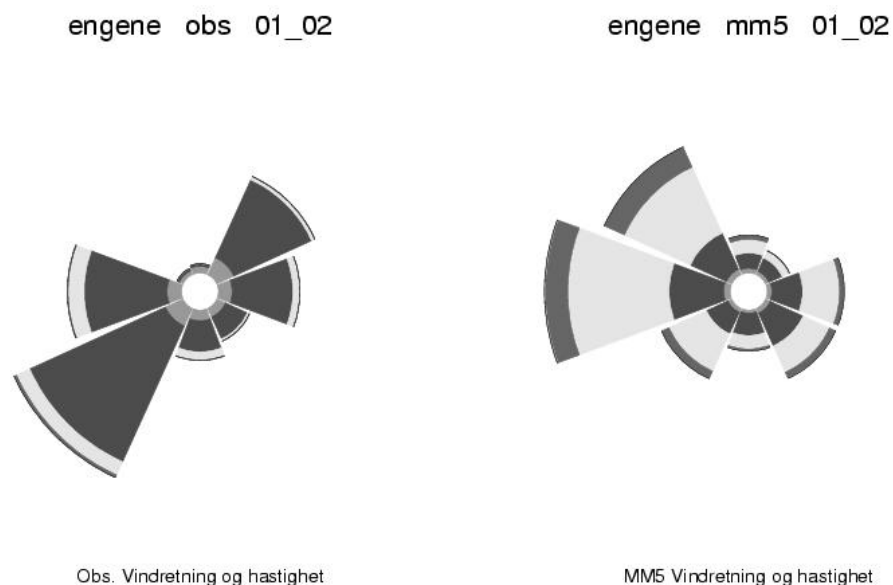
Den systematiske forskjellen i modellerte og observerte størrelser er størst for vindstyrken (Tabell 9). På begge målestasjonene overestimerer modellen vindstyrken. Mens MM5 i gjennomsnitt overestimerer den målte vindstyrken med 1.23 m/s på Engene overestimeres vinden med 0.65 m/s på Marienlyst. Spredningen i modellresultatene er imidlertid ganske lik for de to målestasjonene med standardavvik på henholdsvis 1.30 m/s og 1.38 m/s. Vi har også evaluert vindstyrken avhengig av vindretningen (Tabell A2 Vedlegg A). Spredningen i resultatene er ganske lik uavhengig av hvor vinden kommer fra. Imidlertid er det store avvik for den systematiske feilen. På Marienlyst er det en svak negativ BIAS i vindstyrken når det blåser fra øst, syd og nord. For vestlig vind er det imidlertid

en positiv BIAS på 1.39 m/s. Vest er i tillegg den dominerende vindretningen (Figur 4) slik at resultatet fra denne sektoren vil dominere totalresultatene for vinden. Sektoren mot vest er også sammenfallende med den retningen der de nærmeste bygningene befinner seg og dermed den retningen der vinden vil bremses opp mest. På Engene er også forskjellen mellom observert og modellert vindstyrke avhengig av vindretning. Spesielt skiller den nordlige vindretningen seg ut med en systematisk overestimering av vinden med 3.20 m/s, noe som kan indikere betydelig skjerming i denne retningen. Minst systematisk avvik i vinden finner vi for vind fra sørlig sektor. Dette er den sektoren der avstanden til nærmeste hindring er størst.



Figur 4: Observert og modellert vindretning, og vindstyrke på Marienlyst. Vindstyrken er gitt i intervallene 0-0.5, 0.5-2.0, 2.0-4.0, 4.0-8.0 og 8.0-12.0 (m/s).

Observert og modellert vindretning for henholdsvis Marienlyst og Engene er vist i Figur 4 og Figur 5. Vindretningen er delt inn i 8 sektorer, hver på 45°. For Marienlyst finner vi store avvik i modell og observasjoner for sørvestlig retning. Siden stasjonen er skjermet mot denne retningen er det vanskelig å vurdere om dette avviket skyldes feil i modellen eller at målingen er lite representativ for denne vindretningen. På Engene er avviket mellom modellert og observert vindretning enda større. Plasseringen av denne stasjonen betyr imidlertid at vinden som måles der er representativ for et lite område av Drammen (se Vedlegg C). Vinddataene fra Engene egner derfor seg lite til sammenligning med MM5, siden de modellerte verdiene representerer en gjennomsnittelig vindverdi for et areal på 1km*1km. Dette er trolig en hovedårsak til at MM5-resultatene stemmer dårlig overens med vindmålingen på Engene. Det er også viktig å påpeke at hyppigheten av lave vindhastigheter er stor på Engene, og at ved lave vindstyrker (mindre enn 1.0 m/s) er målingene av vindretningen lite pålitelig.



Figur 5: Observert og modellert vindretning, og vindstyrke på Engene. Vindstyrken er gitt i intervallene 0-0.5, 0.5-2.0, 2.0-4.0, 4.0-8.0 og 8.0-12.0 (m/s).

Temperaturprognosene fra MM5 har en liten positiv BIAS på henholdsvis 0.29°C og 0.33°C for Engene og Marienlyst, mens STDE er på henholdsvis 3.21°C og 3.47°C. Om dagen er MM5 for varm både på Marienlyst og Engene, mens om kvelden og natten er det langt mindre systematiske avvik (se Vedlegg A).

På Marienlyst er det også observert relativ fuktighet. MM5 prognosene har lite systematisk avvik (BIAS under 1%), mens STDE er på 15.88%. Fra variasjonen gjennom døgnet kan vi se at prognosene for relativ fuktighet er tett knyttet til temperaturprognosene.

Sammenlignet med evalueringen av 20 dager i 2000/01 er det systematiske avviket i vindstyrken noe mindre på Marienlyst. Standardavviket er imidlertid noe høyere for 2001/02. Observasjoner på Engene var ikke tilgjengelig sesongen 2000/01. For temperaturen var det noe større systematiske avvik sesongen 2001/02, mens spredningen var mindre. Avviket mellom den modellerte relative fuktigheten og den observerte er svært lik for de to sesongene. Det er viktig å merke seg at forskjellen i datautvalget er stort (167 døgn mot 20 døgn), noe som kan være årsaken til forskjellene vi finner.

I Vedlegg E vises vindstyrke, vindretning, temperatur og relativ fuktighet som tidsserier gjennom sesongen 2001/02 for Marienlyst og Engene. Figurene er de samme som tidligere er blitt vist i hurtigevalueringen av MM5. I en slik sammenligning kommer det frem egenskaper ved prognosene som kan være situasjonsavhengig (for eksempel værtype og tid på døgn).

I november underestimeres temperaturen. I desember svinger prognosene mellom under- og overestimering i perioder før temperaturen modelleres godt i januar. Videre utover vinteren lages det gode temperaturprognoser for både Engene og Marienlyst, men det er periodevis noe for kaldt om natten i modellen. I april modelleres gangen i den døgnlige syklusen bra, men amplituden er litt for kraftig. Vi ser også at den relative fuktigheten følger temperaturen. Når modellen er for kald, er samtidig den relative fuktigheten for høy og omvendt.

Tilsvarende kan vi se at vindstyrken i perioden overestimeres med opp mot 4 m/s, mens i andre perioder er det godt samsvar med observasjonene (spesielt på Marienlyst). Den modellerte vindretningen er også i perioder i godt samsvar med den observerte. På grunn av den geografiske orienteringen av Drammensdalen vil vestlige og østlige vinder være dominerende på Marienlyst og Engene.

5.1.2 Luftkvalitet

I Vedlegg J er tidsserier med observerte og prognostiserte luftkvalitetsdata gjennom sesongen presentert. Målingene som er tilgjengelig for evaluering i Drammen for NO₂ er utført med DOAS (Doppler....). Sløyfen Rynnings gate er en sløyfe over elva som er ca. 600 m lang. Sløyfen som ender på Grev Wedels pl. er ca. 300 m lang og går over sentrum. Resultatene av de statistiske beregningene er gitt i Tabell 10 og Tabell 11.

Tabell 10: Modellevalueringsparametre for NO₂ time basert på alle timemiddelverdiene for Drammen vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Engene 110 - Fayegata	Rynnings gate
Antall verdier		4 225	4 273
O gj.snitt	µg/m ³	42,5	38,4
P gj.snitt	µg/m ³	43,8	40,8
O _{max}	µg/m ³	171,2	198,1
P _{max}	µg/m ³	107,7	103,2
Korrelasjon		0,33	0,34

Generelt er det godt samsvar mellom målte og beregnede verdier av NO₂ for målesløyfene Engene 110 - Fayegata og Rynnings gate. Middelerdiene er ganske like, men maksimumsverdiene beregnes noe for lavt.

Tabell 11: Modellevalueringsparametre for PM₁₀ døgn basert på alle timemiddelverdiene for Drammen vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Brakerøya – Engene 110 - Fayegata	Nedre Storgate 3 tak
Antall verdier		157	173
O gj.snitt	µg/m ³	17,3	20,0
P gj.snitt	µg/m ³	14,5	12,5
O _{max}	µg/m ³	105,8	79,1
P _{max}	µg/m ³	33,0	23,1
Korrelasjon		0,00	0,18

Vi beregner noe for lavt for PM₁₀ på begge målestasjonene. Grunnen til de lave beregnede verdiene kan være at vertikalprofilene i modellen avtar for mye som funksjon av høyden. Det er forøvrig ingen korrelasjon mellom målt og beregnet verdi på målestasjonen Brakerøya – Engene 110 – Fayegata.

Vi ser av tabellen H8 i Vedlegg H for treff i varslingsklasser et treff i overkant av 80% for døgngjennomsnitt av PM₁₀. For PM₁₀ ser vi ellers en generell underestimert av modellene ved begge målestasjoner, Fayegata og Nedre Storgate på time. Årsaken til dette kan være en betydelig overestimert av vindstyrken i MM5. For NO₂ underestimerer modellen for begge målestasjoner og vi har få treff i varslingsklasse 1 (100-150 µg/m³). Det er få treff i de høyere varslingsklasser for NO₂ gjennom sesongen.

6 Bergen

6.1 Oppsummering av sesongen

I Vedlegg G og H er henholdsvis timesgrafer på evalueringdøgn, og tabeller med treff i varslingsklasser samlet for hele sesongen.

6.1.1 Meteorologi

MM5 er utført for to perioder med to dagers varighet for sesongen 2001/2002, henholdsvis 11. og 12. desember 2001 og 13. og 14. mars 2002. Resultatene fra MM5 er sammenlignet med observasjoner fra stasjonen Florida i Vedlegg B. I perioden 11.-12. desember var det tåke eller nær tåke i Bergen, noe vi ser fra observasjonen av relativ fuktighet som er nær 100%. Den meteorologiske modellen har for disse to dagene en helt annen løsning med betydelig høyere temperatur (7-8°C) og en relativ luftfuktighet på 40-50%. Vi har ikke hatt tid til å studere disse to dagene i mer detalj, men vi anbefaler at en grundigere studie gjennomføres for å forstå årsaken til disse avvikene. Vindretning og vindstyrke samsvarer noe bedre med målingene.

For dagene 13.-14. mars gir MM5 et godt bilde av både vind og temperaturforholdene. Temperaturen varierer fra nær 0°C om morgenen til 7-8°C om ettermiddagen. MM5 viser litt mindre døgnvariasjon. Vinden er svak (1-3 m/s) noe som MM5 gjengir bra. Imidlertid har MM5 litt for lav fuktighet 14. mars.

Det er vanskelig å trekke konklusjoner ut fra et så lite datamateriale. I rapporten Berge og Køltzow (2002) er resultater for 18 Bergensdøgn fra sesongen 2000/2001 diskutert. Leseren henvises til denne rapporten for en grundigere vurdering av MM5-modellen i Bergen.

6.1.2 Luftkvalitet

Vi har bare måledata fra stasjonen Rådhuset som er en typisk bybakgrunnstasjon for Bergen sentrum. De statistiske evalueringstallene for sammenligning mellom målte og beregnede verdier er gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 12: Modellevalueringsparametre for NO₂ time, PM₁₀ time og PM₁₀ døgn basert på alle timemiddelverdiene i Bergen vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Rådhuset		
		NO ₂ time	PM ₁₀ time	PM ₁₀ døgn
Antall verdier		4268	4217	176
O gj.snitt	µg/m ³	60,8	16,3	16,3
P gj.snitt	µg/m ³	31,9	11,0	11,0
O _{max}	µg/m ³	141,3	122,4	47,2
P _{max}	µg/m ³	95,4	68,5	33,3
Korrelasjon		0,24	0,15	0,14

For NO₂ gir beregningene både for lav middelvei og maksimalverdi på Rådhuset. Når det gjelder PM₁₀ time og døgn, beregnes det også der noe for lave verdier. I alle tre tilfellene er ikke korrelasjonen veldig høy, men den er positiv. Det er observert døgngjennomsnitt i varslingsklasse 1 kun 6 dager gjennom hele sesongen. Prognosemodellen har døgngjennomsnitt bare i den laveste varslingsklassen på PM₁₀, og det er ikke prognosert timesverdier for NO₂ over 100 µg/m³.

Det er observert få dager med døgnverdier av PM₁₀ over varslingsklasse 0 og det er for lite materiale til å beregne prosenttreff, se tabellene H21 og H22 i Vedlegg H. Dette gjelder også NO₂ og PM₁₀ timesverdier. Vi ser dog en generell underestimering av begge komponenter. Bergen mangler oppdaterte kildedata, både trafikk- og arealkildedata og noe av årsaken kan ligge i for lave utslippsdata.

6.1.3 Evalueringsdøgnene 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002

Vi ser at i alle de fire evalueringsdøgnene, (figurene G1 og G2 i Vedlegg G) bygges NO₂ opp på morgenkysten og faller kraftig på ettermiddagen, noe de observerte verdiene ikke gjør. Generelt er det observerte NO₂-nivået høyt gjennom natten, og prognosemodellen gjensker ikke dette. For 13/3 og 14/3 er det observerte ozonnivået for Voss 20-30 µg/m³ høyere enn bakgrunnsverdiene (se Tabell 2) og synker svært lite i løpet av nattetimene. Dette kan indikere at ozonnivået i Bergen i disse dagene var høyere enn normal middelvei, og vil bidra til at modellen underestimerer NO₂.

PM₁₀-nivået 11. og 12. desember 2001 i prognosemodellen underestimeres i forhold til de målte verdier. Dette skyldes til dels for høye vindhastigheter i MM5 (se figurer fra Florida i appendiks B) i forhold til de observerte. Støvkonsentrasjonene er omvendt proporsjonale med vindhastigheten, og i og med at AirQUIS ikke har med resuspensjon av PM₁₀ og PM_{2,5} fra støvdeponi utenfor veibane, vil vi ikke få med dette bidraget.

Den 13. og 14. mars 2002 ser vi derimot større samsvar i utviklingen gjennom døgnet og nivået på PM₁₀ beregningene i forhold til de observerte. Vi ser her at de prognoserte vindhastigheter stemmer bedre overens med de observerte i figurene fra Florida i Vedlegg B.

7 Trondheim

7.1 Oppsummering gjennom sesongen

I Vedlegg G og H er henholdsvis timesverdier på evalueringsdøgn og tabeller med treff i varslingsklasser samlet for hele sesongen. MM5 ble kjørt 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, samt 4/4 og 7/4-30/4-2002. Under er det vist statistikk, delt i periodene 1/11-2001-31/3-2002, og april 2002, for å se forskjellene mellom perioden hvor MM5 ble kjørt nesten hele april måned og HIRLAM10-kjøringene. Treff i varslingsklasser i tabellene H9-H20 på time for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}, og døgnmidler av partikler er også delt i disse to periodene.

7.1.1 Meteorologi

Gjennom vinteren 2001/2002 ble MM5 kjørt 27 dager for Trondheim. De aktuelle dagene er gjengitt i Tabell 13. I denne evalueringen blir MM5 prognosene sammenlignet med observasjoner på Voll og i Midtbyen. Målestasjonen på Voll har ingen store bygninger eller spesielle topografiske hindringer i nærheten, slik at målingene kan være representative for et større område. I Midtbyen er det målinger av temperatur, vindstyrke og vindretning i 10 m høyde. Måleinstrumentene befinner seg om lag 5 m over de høyeste hustakene i området, mens nordover mot fjorden er det forholdsvis åpent.

Timeverdier av temperatur, vindstyrke, retning og relativ fuktighet fra MM5 er sammenlignet med observasjoner. Tabell 13 oppsummerer den generelle statistikken for de ulike parametrene ved de to målestasjonene.

Tabell 13: Statistikk for +24 til +48 prognose for vind, temperatur (T) og relativ fuktighet (RH) for MM5 med 1 km oppløsning sammenlignet med observasjoner for Voll og Midtbyen basert på timeverdier. De statistiske parametrene er definert i Berge et al., 2000.

TRONDHEIM	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Voll	Vind 10m	642	0.16	1.23	1.55	1.56
Midtbyen	Vind 10m	343	0.23	1.22	1.52	1.54
Voll	T 2m	642	-0.62	1.88	2.25	2.34
Midtbyen	T 25m	501	-1.05	2.67	3.04	3.22
Voll	RH 2m	642	4.27	12.28	14.41	15.03

Vindstyrken i MM5 er i godt samsvar med observerte verdier på Voll og Midtbyen. Vi finner en BIAS på 0.16 m/s og 0.23 m/s og STDE på 1.55 m/s og 1.52 m/s for henholdsvis Voll og Midtbyen. Samsvaret mellom observasjonene og prognosene fra MM5 varierer noe med tidspunkt på døgnet (Tabell A3, Vedlegg A). På Voll er det en liten systematisk overestimering om kvelden og natten, som ikke registreres på dagtid. Det er liten variasjon i prognosekvaliteten avhengig av vindretning, med unntak av østlig vind på Voll. I disse tilfellene er det en systematisk overestimering på 0.54 m/s.

voll obs April_02



Obs. Vindretning og hastighet

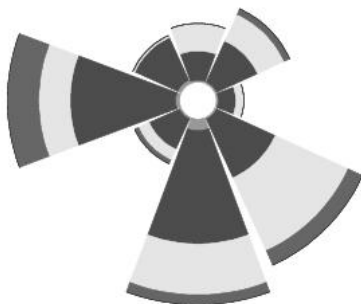
voll mm5 April_02



MM5 Vindretning og hastighet

Figur 6: Observert og modellert vindretning, og vindstyrke på Voll. Vindstyrken er gitt i intervallene 0-0.5, 0.5-2.0, 2.0-4.0, 4.0-8.0 og 8.0-12.0 (m/s).

midtbyen obs April_02



Obs. Vindretning og hastighet

midtbyen mm5 April_02



MM5 Vindretning og hastighet

Figur 7: Observert og modellert vindretning, og vindstyrke på Midtbyen. Vindstyrken er gitt i intervallene 0-0.5, 0.5-2.0, 2.0-4.0, 4.0-8.0 og 8.0-12.0 (m/s).

Observert og modellert vindretning for henholdsvis Voll og Midtbyen er gjengitt i Figur 6 og Figur 7. På Voll er det et godt samsvar mellom prognosene og observasjonene. Den dominerende vindretningen er fra sør. MM5 overestimerer imidlertid noe hyppigheten av vind fra nordvest. I Midtbyen er det ikke et tilsvarende godt samsvar mellom observasjonene og MM5 prognosene. En forklaring på dette kan være at målestasjonen i større grad er påvirket av ruhetselementer (bygninger, trær osv.) enn på Voll.

Sammenligner vi temperaturen i 2 m høyde fra modellen med observasjonene ser vi at modellen er gir lavere temperatur enn observasjonene på Voll (BIAS på -0.62°C), mens STDE er på 2.25°C . Siden målestasjonen i Midtbyen ligger ca. 30 m over bakken har vi sammenlignet temperaturen med modellens temperatur i 25 m. I Midtbyen finner vi en BIAS på -1.05°C .

Selv om MM5 i gjennomsnitt underestimerer temperatur, har de modellerte verdiene på dagtid en positiv BIAS på henholdsvis 0.84° og 0.91° på Voll og Midtbyen. Sammenlignet med observasjonene har derfor modellen en for stor døgnlig amplitude i temperaturen.

Sammenlignet med observasjoner har MM5 en BIAS i relativ fuktighet på 4.27%. Dette avviket er bla. knyttet til modellens BIAS i temperaturen. Dette kommer fram ved å sammenligne den døgnlige syklusen i fuktigheten med temperaturen. Når modellen beregner for kaldt, har den samtidig for høy relativ fuktighet og omvendt. STDE er for den relative fuktigheten lik 14.41 %.

I Vedlegg F vises tidsserieplott av vindstyrke, vindretning, temperatur og relativ fuktighet for april 2002 for de to stasjonene. Vi finner de samme trekkene som vist fra Tabell 13 og Tabell A3. Vindprognosene er gode, men den døgnlige amplituden i temperaturen er for stor.

Sammenlignet med evalueringen for sesongen 2000/2001 viser resultatene fra april 2002 noe dårligere samsvar mellom modell og observasjoner. Det må imidlertid understrekes at datasett etfor 2001/2002 i stor grad innholdt vinterdager og bare en aprildag. Det er derfor vanskelig å sammenligne resultatene fra de to sesongene.

7.1.2 Tre enkeltdager i Trondheim.

I Vedlegg B er MM5-resultater sammenlignet med observasjoner på Voll for dagene 12. desember og 14. og 15. mars. Vindstyrken er første del av 12 desember ca. 2 m/s for høy, mens den siste delen av dagen stemmer godt med observasjonene. Vindretningene er stabilt fra 150° både i modellen og observasjonene. Temperaturen stiger gjennom hele døgnet fra ca. -2°C om morgenen til ca. $+2^{\circ}\text{C}$ om kvelden. Modellen er $1-2^{\circ}\text{C}$ for varm det meste av dagen.

Også 14. mars finner vi godt samsvar mellom modellerte og målte verdier. 15. mars er temperaturen $2-4^{\circ}\text{C}$ for kaldt midt på dagen og vindstyrken ca. 2 m/s for lav fram til kl. 1000.

Det er interessant å merke seg at vinden snur fra sørøst til nord om dagen i ca. 3 timer 14. mars og i ca. 8 timer 15. mars. Dette skyldes en svak solgangsvind fra Trondheimsfjorden pga. soloppvarming av områdene i byen og sør for Trondheim. Begge dager dreier vinden tilbake på sørøst om ettermiddagen/kvelden. MM5 fanger opp denne effekten 15. mars da solgangbrisen er sterkest, men ikke 14. mars. Denne sirkulasjonen vil kunne være av stor betydning for forurensningssituasjonen i Trondheim om våren. Fra figurene observerer vi tilnærmet stagnasjon i vindfeltet (både i observasjonen og MM5) i den perioden vinden snur. Høye forurensningsverdier kan forventes når det er nærmest vindstille. Solgangsvinden tar også med seg luft innover byen med lavt innhold av NO₂ og PM₁₀. Dermed vil konsentrasjonene kunne reduseres en periode midt på dagen. Etter at vinden snur om kvelden vil forurensning som er transportert sør for Trondheim om dagen kunne transporteres tilbake til byen slik at forurensningsnivået tiltar om kvelden når vinden dreier tilbake på sørøst. Observasjonene av luftkvaliteten er diskutert i delavsnitt 7.1.4 for Trondheim, og dataene antyder at et slikt transportmønster kan forekomme enkelte dager om våren.

7.1.3 Luftkvalitet

For Trondheim foreligger det måledata for NO₂ bare fra Midtbyen, mens PM₁₀ er målt på de tre stasjonene Midtbyen, Elgesetergate og Rosendal og PM_{2,5} på Elgesetergate og Rosendal. De statistiske beregningene er beskrevet nedenfor i Tabell 14 - Tabell 18.

Tabell 14: Modellevalueringsparametre for NO₂ time basert på alle timemiddelverdiene for Trondheim vinteren 2001/2002 fordelt på to perioder: 1: 1.11.2001-1.4.2002, og 2: 1.4.2002 – 1.5.2002.

Parameter	Enhet	Midtbyen	Midtbyen
		1.11.2001-1.4.2002	1.4.2002-1.5.2002
Antall verdier		3576	642
O gj.snitt	µg/m ³	41,4	37,9
P gj.snitt	µg/m ³	31,2	35,1
O _{max}	µg/m ³	144,6	123,2
P _{max}	µg/m ³	140,7	101,5
Korrelasjon		0,48	0,24

Beregningene for NO₂ viser godt samsvar mellom målte og beregnede verdier både for middelveidier og maksimumsverdier, selv om de beregnede verdiene er litt lavere enn de observerte i begge periodene. Korrelasjonsverdien, særlig for den lengste perioden, tyder også på at samvariasjonen mellom målte og beregnede data er god.

Tabell 15: Modellevalueringsparametre for PM_{10} døgn basert på alle timemiddelverdiene i Trondheim vinteren 2001/2002 for perioden 1.11.2001- 1.4.2002.

Parameter	Enhet	Midtbyen	Elgesetergate	Rosendal
Antall verdier		142	130	134
O gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	31,8	25,4	16,8
P gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11,6	17,6	11,3
O_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	114,8	214,8	59,9
P_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	299,0	552,3	174,5
Korrelasjon		0,28	0,25	0,47

Tabell 16: Modellevalueringsparametre for PM_{10} døgn basert på alle timemiddelverdiene i Trondheim vinteren 2001/2002 for perioden 1.4.2002-1.5.2002.

Parameter	Enhet	Midtbyen	Elgesetergate	Rosendal
Antall verdier		26	26	30
O gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	53,6	64,9	41,4
P gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	17,6	58,6	16,5
O_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	129,4	178,6	97,4
P_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40,4	191,7	45,9
Korrelasjon		-0,23	-0,20	-0,19

For PM_{10} beregner modellen gjennomgående for lavt i begge perioder, særlig på stasjonen Midtbyen. Der er i tillegg korrelasjonskoeffisientene negative på alle tre stasjoner, men her må vi huske på at antall verdier er ganske lite (26-30).

Tabell 17: Modellevalueringsparametre for $PM_{2,5}$ døgn basert på alle timemiddelverdiene i Trondheim vinteren 2001/2002 for perioden 1.11.2001- 1.4.2002.

Parameter	Enhet	Elgesetergate	Rosendal
Antall verdier		128	141
O gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12,1	10,3
P gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,2	6,3
O_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,7	26,3
P_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	68,1	34,4
Korrelasjon		0,31	0,40

Tabell 18: Modellevalueringsparametre for $PM_{2,5}$ døgn basert på alle timemiddelverdiene i Trondheim vinteren 2001/2002 for perioden 1.4.2002-1.5.2002.

Parameter	Enhet	Elgesetergate	Rosendal
Antall verdier		30	23
O gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15,4	14,5
P gj.snitt	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,6	4,4
O_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	29,6	25,1
P_{\max}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	28,6	9,7
Korrelasjon		-0,30	0,06

For PM_{2,5}-døgn ser vi at modellen gjennomgående beregner for lavt, særlig på stasjonen Rosendal i april 2002. Korrelasjonskoeffisienten er ganske bra og positiv på de to stasjonene i den første perioden, men lavere og endog negativ i den andre. Men vi må igjen huske på at antall verdier er ganske lite (23 og 30).

7.1.4 Evalueringsdøgn 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, april 2002

Vi ser at prognosemodellen overestimerer i store deler av timene i evalueringsdøgnene for PM₁₀ på Elgeseter gate, Midtbyen og på Rosendal, se figurene G3-G8 i Vedlegg G. Den 15/3 ser vi i modellen ekstremverdier opp mot 900 µg/m³ i Elgesetergate. Denne dagen illustrerer en svakhet i modellen som omhandler parametrisering av spredning ved meget lave vindhastigheter. Vi ser av figurene i Vedlegg B at prognoserte vindhastigheter ved Voll mellom ca kl 8 og 12 den 15/3 er langt under 1 m/s. Testkjøringer viser at modellen underestimerer spredningen og dermed kraftig overestimerer støvkonsentrasjoner i disse lavvindssituasjonene

Både den 14/3 og 15/3 ser vi effekten av solgangsbrisen, hvor vi får en topp i de målte PM₁₀ verdiene på kvelden. Dette fenomenet er godt gjenspeilet i modellen spesielt den 15/3.

For NO₂ ser vi at i evalueringsdøgnene er det god samvariasjon gjennom døgnet mellom de observerte og prognoserte verdier.

De første dagene i april underestimerer prognosemodellen kraftig sammenlignet med målinger for PM₁₀ og PM_{2,5}, se figurene G13-G18 i Vedlegg G. Dette har sin forklaring i at meteorologimodellen gir i dette tidsrommet nedbør. Samtidig er det observert meget høye støvkonsentrasjoner, noe som indikerer tørre forhold i virkeligheten. Den 4. april gir meteorologimodellen såkalt numerisk nedbør, dvs ekstremt lave verdier av nedbør, som det egentlig ikke skal bli tatt hensyn til i luftkvalitetsmodellen. Her ble det funnet en feil i parametriseringen som gjorde at støvkonsentrasjonene ble dempet som følge av denne nedbøren. Dette vil bli utbedret.

Resten av april måned ser vi en generell overestimering i prognosene av episoder på PM₁₀ under meget lave vindhastigheter. For NO₂ er det godt samsvar mellom de observerte og prognoserte verdier, se figur G16 i Vedlegg G, men modellen treffer ikke godt nok i varslingsklassene.

Av tabellene H9-H20 i Vedlegg H ser vi treff i varslingsklasser gjennom sesongen. Treff på døgnmidlet PM₁₀ og PM_{2,5} i Elgesetergate ligger mellom 74-84%, samtidig som treffprosenten i varslingsklasse 1, 2 og 3 ikke er tilfredsstillende. Vi ser at luftkvalitetsmodellen prognoserer bedre i de høyere varslingsklassene når MM5 er kjørt, for timesverdier av PM₁₀ og PM_{2,5}. Det ble bare observert NO₂ i varslingsklasse 0 og 1 i april, dette er for lite tallmateriale til å si noe om forbedringen av prognosen pga MM5 for denne komponenten.

8 Stavanger

8.1 Oppsummering gjennom sesongen

I Vedlegg G og H er henholdsvis timesgrafer på evalueringsdøgn og tabeller med treff i varslingsklasser samlet for hele sesongen.

8.1.1 Meteorologi

MM5 er utført for de samme dagene som for Bergen, dvs. 11. og 12. desember 2001 og 13. og 14. mars 2002. Resultatene fra MM5 er sammenlignet med observasjoner fra stasjonene Sola og Kiellandsmyra i Vedlegg B. Stasjonen Kiellandsmyra er ny og drives av Rogaland Veikontor. Stasjonene har vært i drift siden januar 2002 og data eksisterer derfor ikke for 11. og 12. desember. Stasjonen er plassert sørvest for Kannik i nærheten av krysset mellom E18 og Madlaveien. Denne stasjonen vil derfor bedre kunne representere de lokale meteorologiske forholdene i Stavanger enn stasjonen Sola. Merk at observasjonene på Sola kun er tatt hver sjette time.

I perioden 11.-12. desember tyder de litt mangelfulle observasjonene fra Sola på at det var tåke slik som i Bergen. Den meteorologiske modellen har også for Sola en helt annen løsning med høyere temperatur (3-5°C) og en relativ luftfuktighet på 70-80%. Vi har ikke hatt tid til å studere disse to dagene i mer detalj for Stavanger heller, men vi anbefaler at en grundigere studie også gjennomføres av Stavangerdataene. Vindstyrken samsvarer betydelig bedre med målingene disse to dagene. Vindretningsdataene inneholder bare to observasjoner 11. desember.

For dagene 13.-14. mars gir MM5 realistiske verdier både på Sola og Kiellandsmyra. Vi observerer samvariasjon mellom de to stasjonene for alle parametrene bortsett fra vindstyrken 13. mars, som første delen av dette døgnet er 3-6 m/s sterkere på Sola. Dette til tross for at vinddataene på Sola er hentet fra 10 m, mens vinddataene fra Kiellandsmyra er fra 25 m. MM5 er 2-3°C for kald på begge stasjoner om morgenen 13. mars. Maksimumstemperaturen (2m) stemmer godt med observasjonene for begge stasjonene. 14. mars er temperaturen noe lavere om morgenen på begge stasjonene, noe som også gjenspeiles i modellen. Vinden er noe underestimert 13. mars, mens det omvendte er tilfelle 14. mars. Vindretningene dreier noe for tidlig fra nordvest til nordøst i modellen 13. mars. Dette kan muligens forklare hvorfor vindhastigheten underestimeres i modellen denne dagen.

Det er vanskelig å trekke konklusjoner ut fra et så lite datamateriale. Vi vil derfor sterkt anbefale at MM5 kjøres for en lengre periode (1-2 måneder) for Stavanger neste vintersesong, slik at en statistisk analyse av modellresultatene kan gjennomføres for denne byen.

8.1.2 Luftkvalitet

Det er stasjonene Våland og Kannik som er tilgjengelig i Stavanger for sammenligning av målte og beregnede verdier, både for NO₂ og for PM₁₀. Resultatene av de statistiske beregningene er gitt i Tabell 19 og Tabell 20.

Tabell 19: Modellevalueringsparametre for NO₂ time basert på alle timemiddelverdiene for Stavanger vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Våland	Kannik
Antall verdier		3444	3762
O gj.snitt	µg/m ³	22,4	33,0
P gj.snitt	µg/m ³	18,5	26,2
O _{max}	µg/m ³	244,5	124,2
P _{max}	µg/m ³	101,8	149,2
Korrelasjon		0,28	0,30

Generelt er det godt samsvar mellom målte og beregnede verdier av NO₂ for de to stasjonene. Vi beregner i middel noe for lavt. Maksimumsverdien beregnes for lavt på Våland, men noe for høyt på Kannik.

Tabell 20: Modellevalueringsparametre for PM₁₀ døgn basert på alle timemiddelverdiene for Stavanger vinteren 2001/2002.

Parameter	Enhet	Våland	Kannik
Antall verdier		143	150
O gj.snitt	µg/m ³	17,9	28,9
P gj.snitt	µg/m ³	7,8	8,9
O _{max}	µg/m ³	48,7	124,3
P _{max}	µg/m ³	16,4	32,8
Korrelasjon		0,12	0,20

For PM₁₀ beregner vi også for lavt på begge målestasjonene, både som middelværdi og som maksverdi. I særlig grad beregner vi for lavt på stasjonen Kannik. Korrelasjonen er allikevel positiv på begge stasjonene.

Det er få observerte verdier av NO₂ i varslingsklasse 1 på både Kannik og Våland gjennom sesongen, se tabellene H23 og H24 i appendiks H. Prognosemodellen overestimerer noe på Kannik, men treffer ikke de observerte timene i varslingsklasse 1.

Modellen for PM₁₀ har åpenbart tekniske feil for Stavanger, det er en kraftig underestimert. Dette blir det arbeidet med for utbedring til neste sesong.

9 Referanser

Berge, E. og Køltzow, M. (2002A) Evaluering av prognosemodell for meteorologi vinteren 2000/2001. Oslo, Meteorologisk institutt. (Research Report under bearbeidelse).

Berge, E. og Køltzow, M. (2002B) Meteorologiske forhold i Bjørvika vintertid beskrevet ut fra en fin-skala meteorologisk modell. Oslo, Meteorologisk institutt. (Research Report under bearbeidelse).

- Berge, E., Walker, S.E., Sorteberg, A., Lenkopane, M., Eastwood, S., Jablonska, H.J. og Ødegaard, M. (2000) Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet for 22 vinterdager i Oslo. Oslo (Meteorologisk institutt, Research Report No. 100).
- Slørdahl, L.H. (1998) Eksponering til luftforurensning i Oslo, Drammen, Bergen og Trondheim. Beregning av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for vinteren 1995-1996. Kjeller (NILU OR 38/98).
- Tønnesen, D.A. (1999) Metodikk for beregning av støvutslipp i VLUFT 4.26. Internt notat. Kjeller, NILU.

Vedlegg A

Tabeller, meteorologi

Tabell A1: Statistikk for +24 til +48 prognose for vind, temperatur (T) og relativ fuktighet (RH) for MM5 med 1 km oppløsning sammenlignet med observasjoner for Valle Hovin, Blindern og Tryvann basert på timeverdier. Resultater er gitt for hele døgnet (0-24) og for tre tidsperioder i løpet av dagen (natt klokken 1-8, dag klokken 9-16 og kveld klokken 17-24). Evalueringen av vindstyrke er videre delt inn i 4 kategorier, henholdsvis når vinden i modellen og den observerte vinden samtidig kommer fra vest (45° - 135°), syd (135° - 225°), øst (225° - 315°) og nord (315° - 45°). De statistiske parametrene er definert i Berge et al., 2000.

OSLO	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE	
Valle Hovin	V25, 0-24	4203	0.37	1.53	1.93	1.97	
	V25, 1-8	1383	0.17	1.81	2.31	2.32	
	V25, 9-16	1386	0.24	1.93	2.47	2.49	
	V25, 17-24	1384	0.50	2.10	2.66	2.70	
	V25, øst	1169	0.50	1.67	2.13	2.19	
	V25, syd	845	0.48	2.58	3.21	3.25	
	V25, vest	443	-0.17	1.82	2.38	2.39	
	V25, nord	403	-0.26	2.52	3.25	3.26	
	Blindern	V25, 0-24	4167	0.85	1.77	2.21	2.37
		V25, 1-8	1353	0.84	2.22	2.80	2.92
V25, 9-16		1357	0.57	2.30	2.88	2.94	
V25, 17-24		1206	1.16	2.41	2.86	3.09	
V25, øst		537	0.44	1.33	1.67	1.73	
V25, syd		990	0.44	2.04	2.59	2.62	
V25, vest		617	1.24	2.63	3.35	3.57	
V25, nord		1706	1.37	2.61	3.03	3.32	
V10, 0-24		4167	-0.36	1.40	1.79	1.83	
V10, 1-8		1353	-0.30	1.54	2.02	2.05	
V10, 9-16	1357	-0.56	1.86	2.36	2.42		
V10, 17-24	1206	-0.22	1.63	2.07	2.09		
V10, øst	571	0.04	1.30	1.59	1.59		
V10, syd	898	-0.59	1.61	1.94	2.03		
V10, vest	545	-0.11	1.63	2.22	2.22		
V10, nord	1706	-0.35	1.94	2.55	2.57		
Oslo	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE	
Valle Hovin	T 25, 0-24	4223	-0.72	2.24	2.74	2.84	
	T 25, 1-8	1391	-1.15	3.57	4.40	4.54	
	T 25, 9-16	1391	0.19	3.30	4.15	4.15	
	T 25, 17-24	1232	-0.14	4.02	5.22	5.22	
	T 2m, 0-24	4203	-1.43	2.56	2.74	3.09	
	T 2m, 1-8	1383	-1.89	3.83	4.47	4.85	
	T 2m, 9-16	1386	-0.54	3.39	4.28	4.32	
	T 2m, 17-24	1225	-0.85	4.21	5.29	5.36	
	Blindern	T 2m, 0-24	4163	-1.50	2.47	2.57	2.97
		T 2m, 1-8	1352	-2.05	3.95	4.40	4.85
T 2m, 9-16		1356	-0.93	3.34	4.16	4.27	
T 2m, 17-24		1204	-1.62	3.57	4.23	4.53	
Tryvann	T 2m, 0-24	4165	-0.96	1.79	2.11	2.32	
	T 2m, 1-8	1356	-1.31	3.30	3.96	4.17	
	T 2m, 9-16	1358	-0.44	3.20	4.02	4.04	
	T 2m, 17-24	1200	-1.22	3.46	4.33	4.47	

Oslo	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Valle Hovin	RH, 0-24	4203	3.24	11.80	15.18	15.52
	RH, 1-8	1383	5.11	13.18	16.22	17.01
	RH, 9-16	1386	-2.80	16.19	21.03	21.22
	RH, 17-24	1225	4.72	16.31	20.82	21.34
Blindern	RH, 0-24	4166	6.69	11.96	13.62	15.18
	RH, 1-8	1353	9.08	15.03	16.98	19.25
	RH, 9-16	1356	2.81	17.83	22.38	22.55
	RH, 17-24	1206	7.70	16.71	20.04	21.47
Tryvann	RH, 0-24	4165	0.26	12.25	16.23	16.23
	RH, 1-8	1356	0.74	15.26	19.91	19.93
	RH, 9-16	1358	-2.25	19.04	24.12	24.23
	RH, 17-24	1200	1.31	17.11	21.29	21.33

Tabell A2: Som tabell A1, men for Marienlyst og Engene.

Drammen	PAR	N	BIAS		STDE	RMSE
Stasjon						
Marienlyst	Vind,0-24t	3915	0.65	1.21	1.38	1.53
Marienlyst	Vind, 1-8t	1334	0.93	1.38	1.43	1.71
Marienlyst	Vind, 9-16t	1350	0.43	1.26	1.56	1.62
Marienlyst	Vind, 17-24t	1195	0.65	1.29	1.50	1.64
Marienlyst	Vind, øst	668	-0.15	0.88	1.11	1.12
	Vind, syd	541	-0.10	1.11	1.46	1.47
Marienlyst		2045	1.39	1.65	1.40	1.98
Marienlyst	Vind, nord	335	-0.22	1.16	1.49	1.51
Engene	Vind, 0-24t	4221	1.23	1.42	1.30	1.79
Engene	Vind, 1-8t	1375	1.28	1.49	1.36	1.87
Engene	Vind, 9-16t	1375	1.10	1.46	1.50	1.86
Engene	Vind, 17-24t	1221	1.25	1.46	1.42	1.89
Engene	Vind, øst	658	1.02	1.32	1.29	1.65
	Vind, syd	535	0.85	1.26	1.45	1.68
	Vind, vest	1677	1.34	1.59	1.45	1.97
	Vind, nord	90	3.20	3.21	1.52	3.54

Drammen	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Stasjon						
Marienlyst		4018	0.33	2.64	3.47	3.49
Marienlyst	T2m 1-8t	1365	0.36	3.49	4.41	4.42
Marienlyst	T2m 9-16t	1368	1.31	3.61	4.41	4.61
Marienlyst	T2m 16-24t	1208	-0.26	3.66	4.65	4.66
Engene	T2m 0-24t	4043	0.29	2.43	3.21	3.22
Engene	T2m 1-8t	1375	0.41	3.35	4.22	4.24
Engene	T2m 9-16t	1375	1.21	3.43	4.18	4.35
Engene	T2m 17-24t	1221	-0.23	3.46	4.42	4.43

Drammen	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Stasjon						
Marienlyst	RH 0-24t	4018	-0.27	12.77	15.88	15.88
Marienlyst	RH 1-8t	1365	-2.13	14.71	18.60	18.72
Marienlyst	RH 9-16	1368	-2.90	16.43	20.83	21.03
	RH 17-24	1208	4.06	16.47	20.06	20.47

Tabell A3: Som tabell A1, men for Voll og Midtbyen.

Trondheim	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Stasjon						
Voll	Vind, 0-24t	642	0.16	1.23	1.55	1.56
Voll	Vind, 1-8t	222	0.38	1.38	1.66	1.71
Voll	Vind, 9-16t	222	-0.09	1.26	1.60	1.60
Voll	Vind,17-24t	194	0.15	1.10	1.48	1.49
Voll	Vind, ost	88	0.54	1.37	1.67	1.75
Voll	Vind, syd	328	0.09	1.47	1.82	1.82
Voll	Vind, vest	93	-0.26	2.01	2.57	2.58
Voll	Vind, nord	117	-0.12	0.86	1.07	1.08
Midtbyen	Vind, 0-24t	343	0.23	1.22	1.52	1.54
Midtbyen	Vind, 1-8t	139	0.72	1.27	1.36	1.54
Midtbyen	Vind, 9-16t	128	0.61	1.78	2.17	2.26
Midtbyen	Vind,17-24t	115	-0.06	1.24	1.66	1.66
Midtbyen	Vind, ost	55	0.16	1.28	1.61	1.61
Midtbyen	Vind, syd	128	0.20	1.39	1.71	1.72
Midtbyen	Vind, vest	13	1.31	2.28	2.15	2.52
Midtbyen	Vind, nord	38	0.14	1.27	1.53	1.54

Trondheim	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMS
Stasjon						
Voll	T2m, 0-24t	642	-0.62	1.88	2.25	2.34
Voll	T2m, 1-8t	222	-1.69	2.57	2.61	3.11
Voll	T2m, 9-16t	222	0.84	1.82	2.16	2.32
Voll	T2m,17-24t	194	-1.26	2.13	2.79	3.06
Midtbyen	T25m,0-24t	501	-1.05	2.67	3.04	3.22
Midtbyen	T25m, 1-8t	143	-1.31	2.43	2.63	2.94
Midtbyen	T25m,9-16t	142	0.91	2.73	3.12	3.25
Midtbyen	T25m,16-24t	115	-1.47	3.00	3.34	3.65

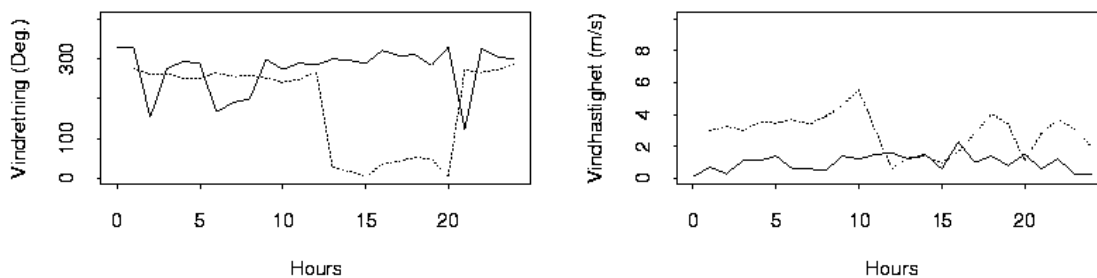
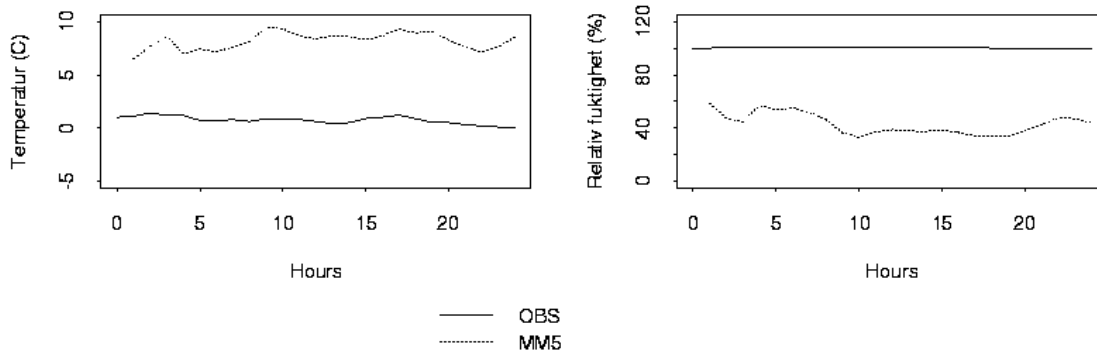
Trondheim	PAR	N	BIAS	MAE	STDE	RMSE
Stasjon						
Voll	RH, 0-24t	642	4.27	12.28	14.41	15.03
Voll	RH, 1-8t	222	7.35	13.48	14.74	16.47
Voll	RH, 9-16t	222	-3.84	11.44	13.44	13.98
Voll	RH, 17-24t	194	10.96	15.40	15.87	19.28

Vedlegg B

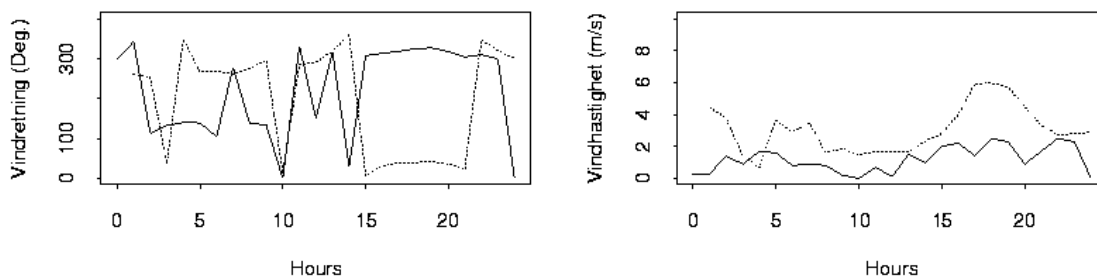
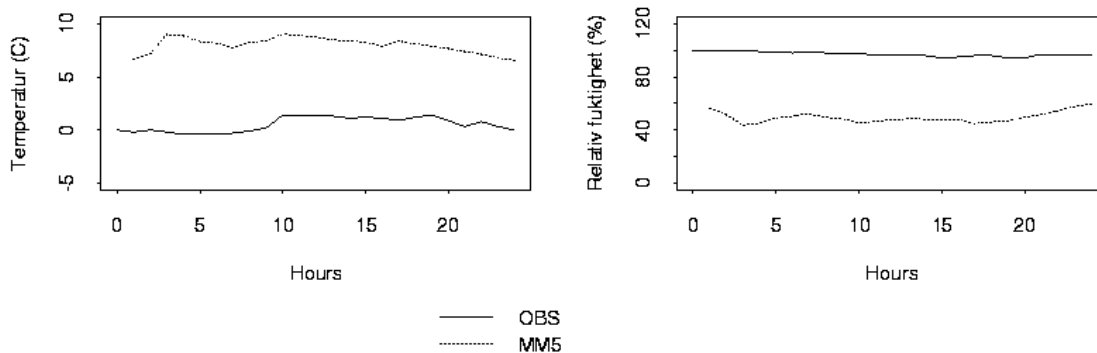
Meteorologi fra enkeltdager i Bergen Stavanger og Trondheim

Resultater fra enkeltdager i Bergen, Stavanger og Trondheim.

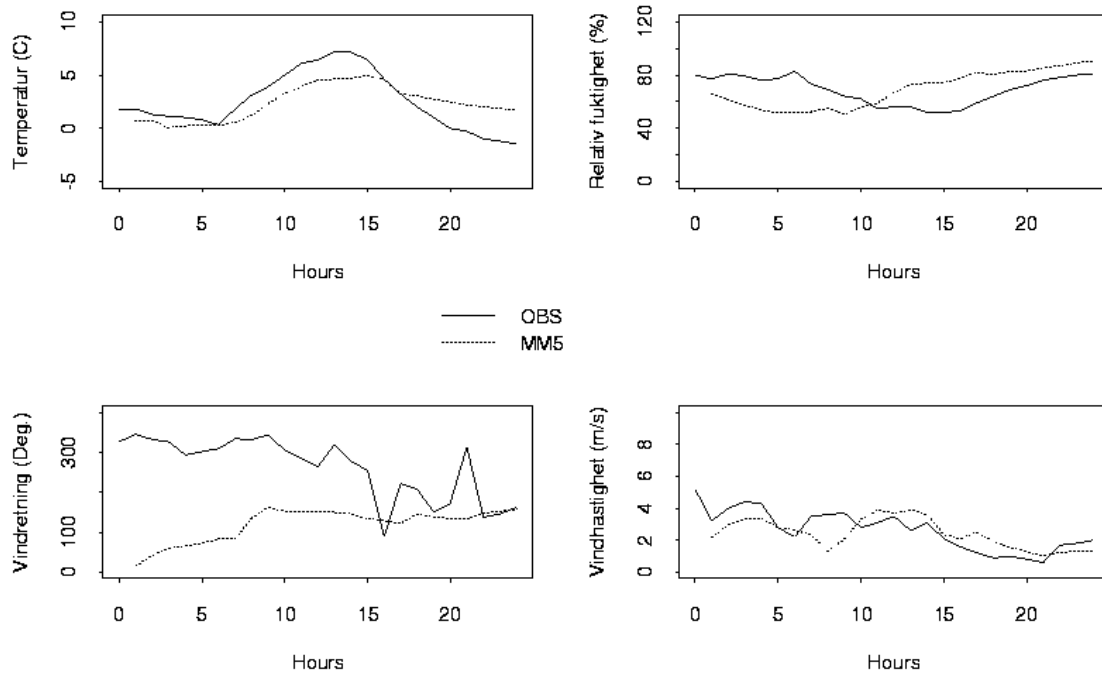
florida 11 . 12 . 2001



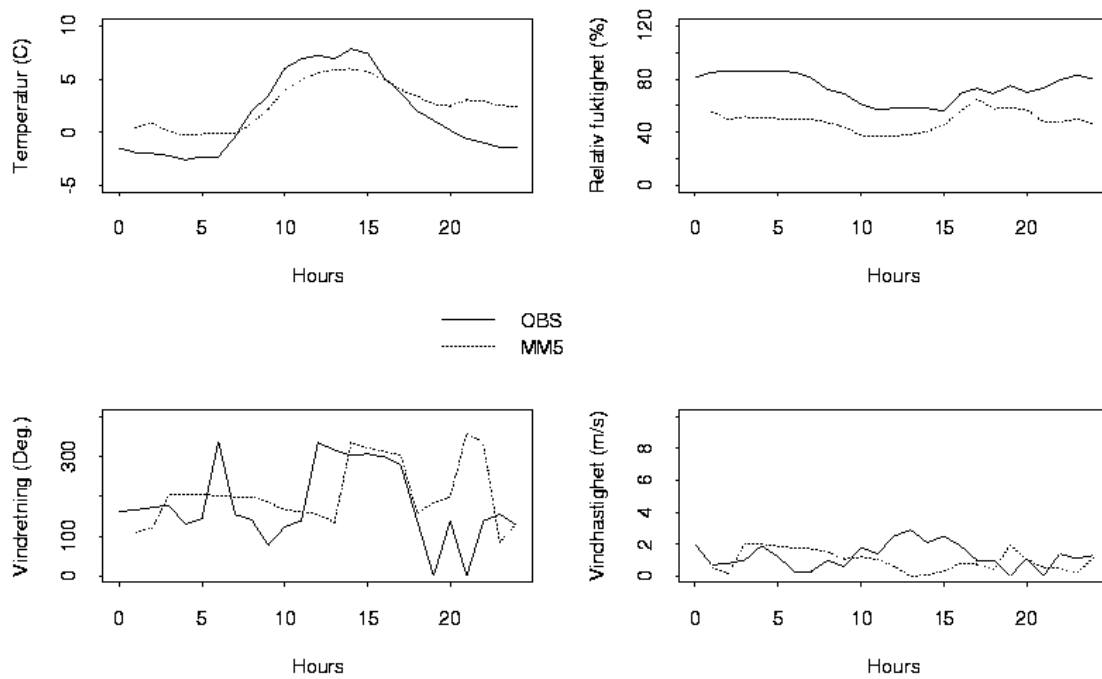
florida 12 . 12 . 2001



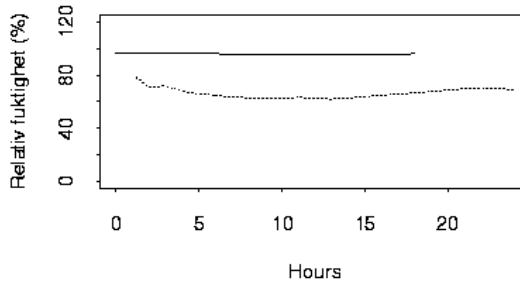
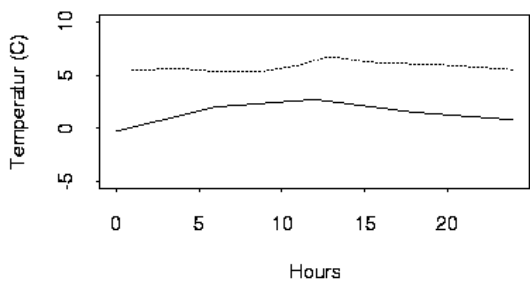
florida 13 . 03 . 2002



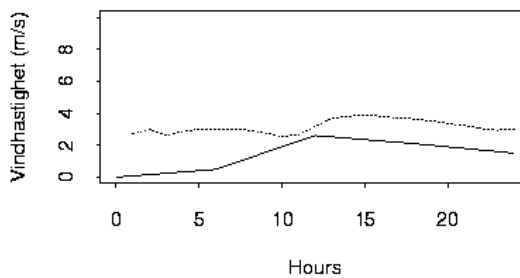
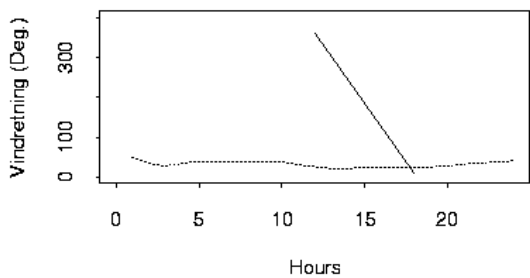
florida 14 . 03 . 2002



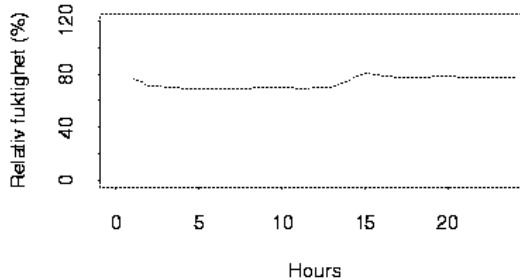
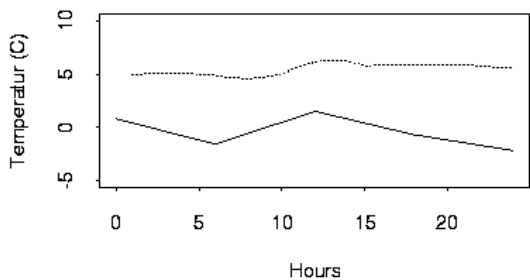
sola 11 . 12 . 2001



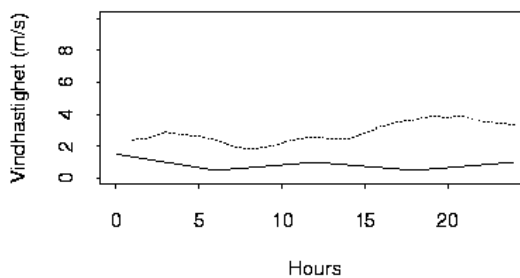
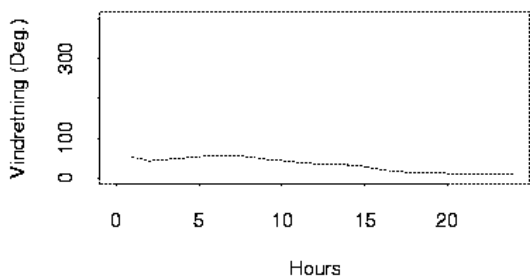
— OBS
 MM5



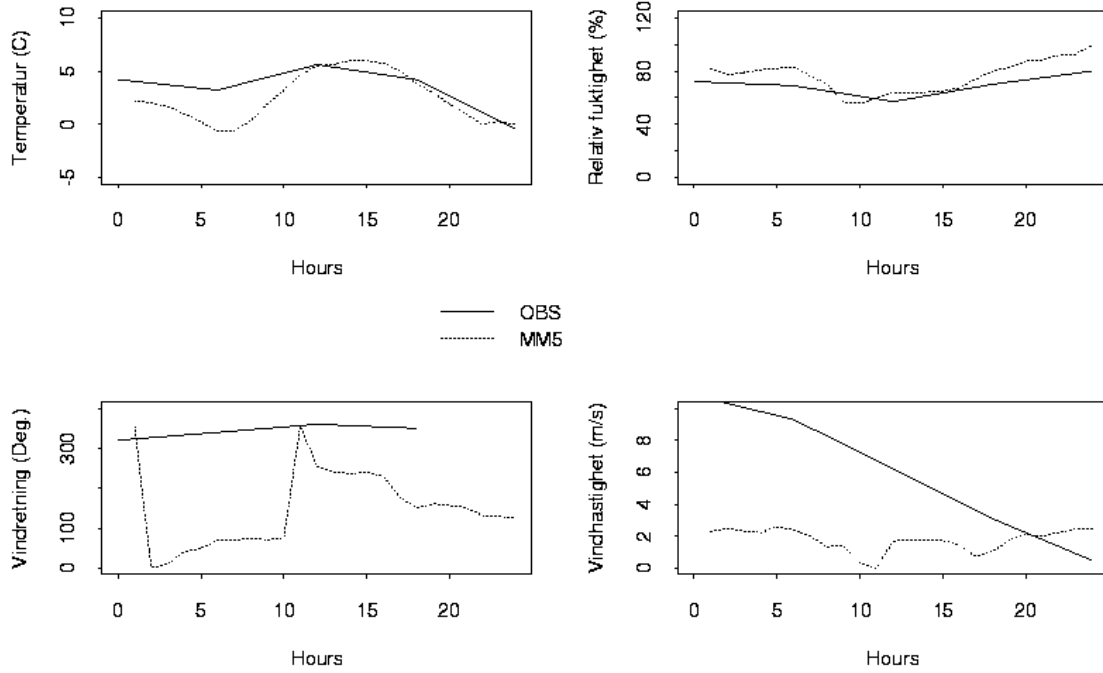
sola 12 . 12 . 2001



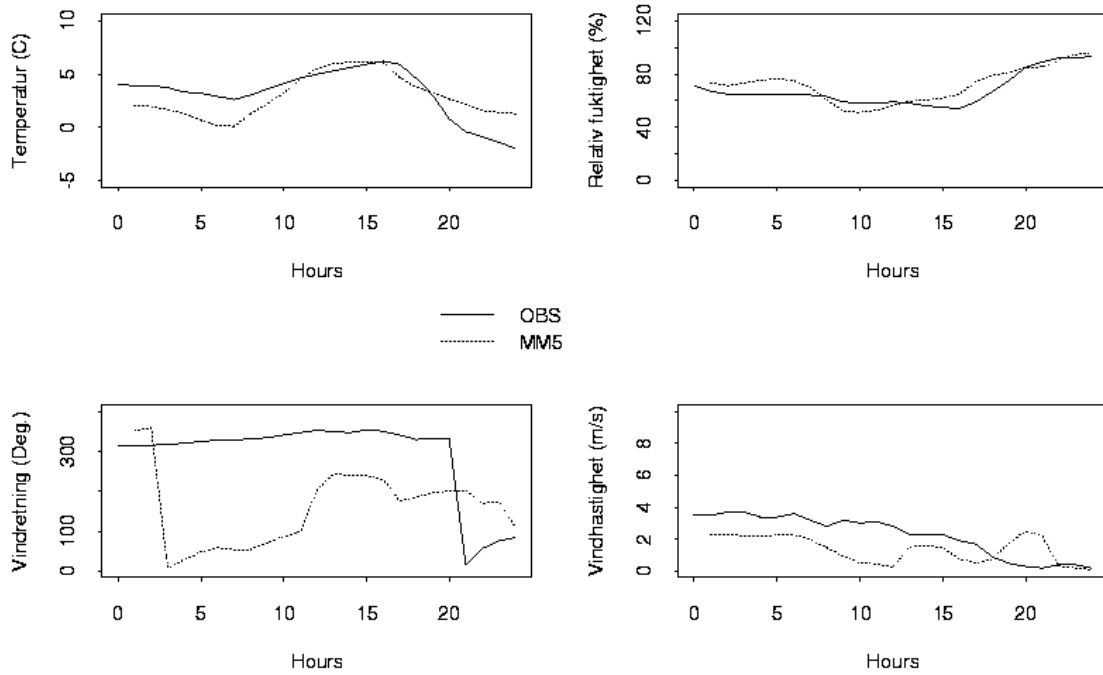
— OBS
 MM5



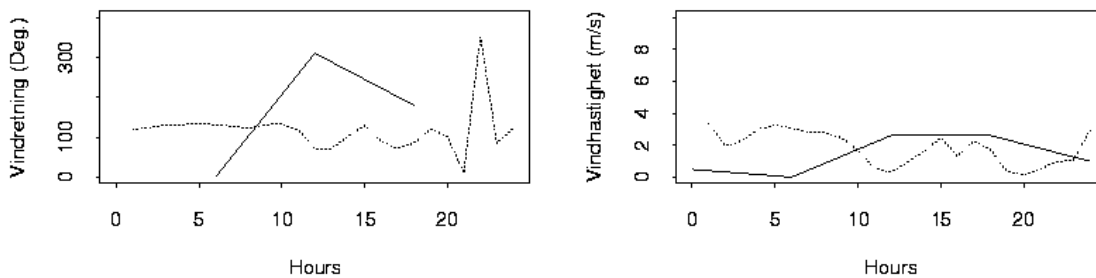
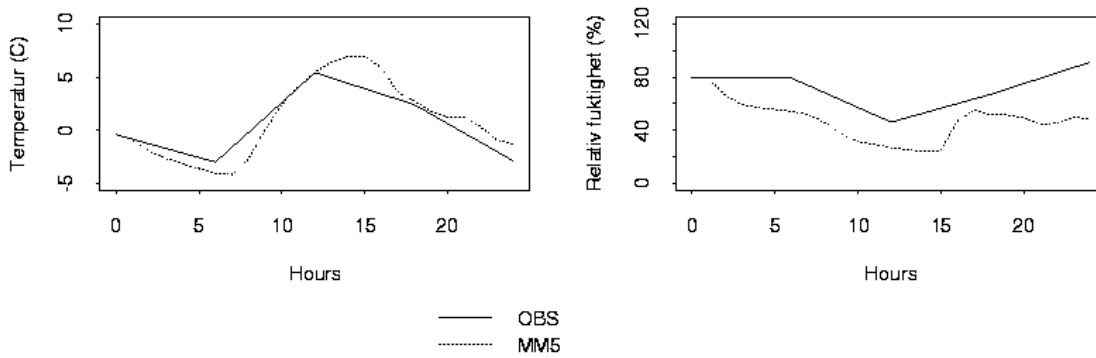
sola 13 . 03 . 2002



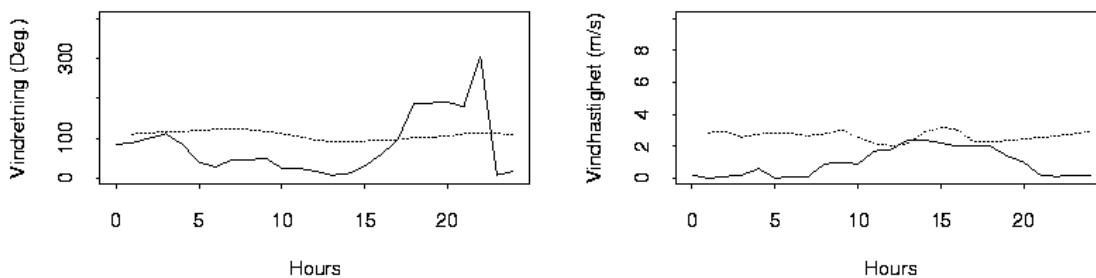
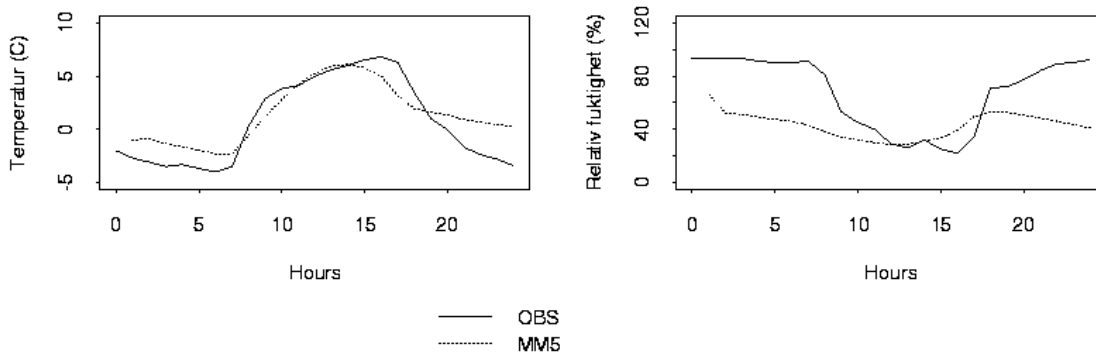
kiellandsmyra 13 . 03 . 2002



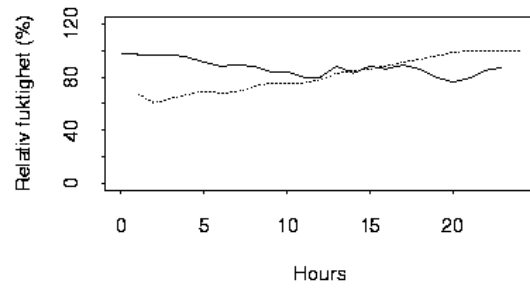
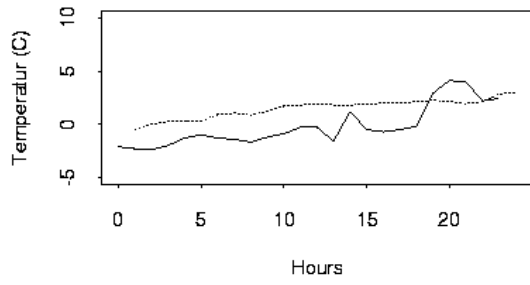
sola 14 . 03 . 2002



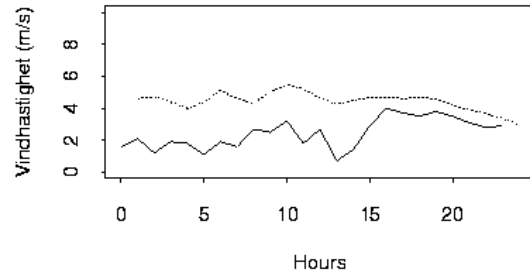
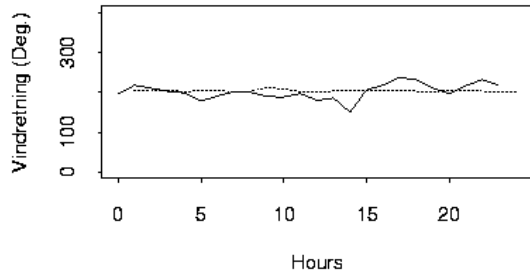
kiellandsmyra 14 . 03 . 2002



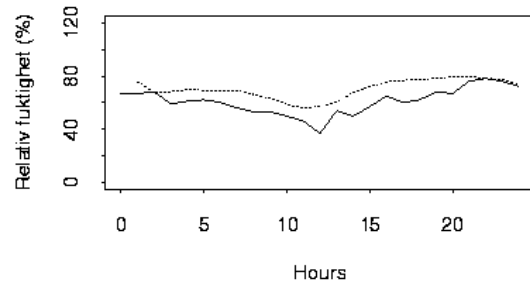
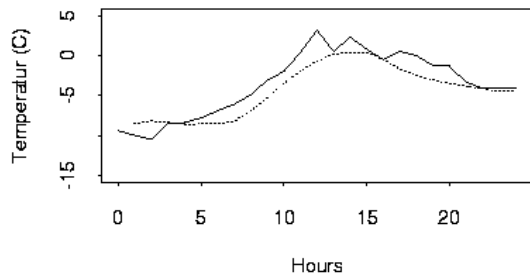
voll 12 . 12 . 2001



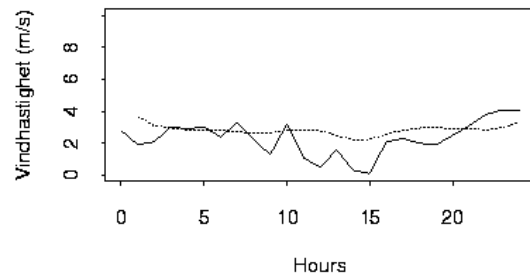
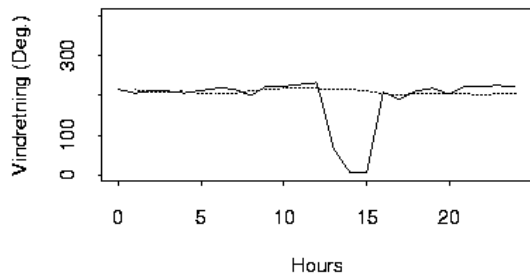
— OBS
- - - MM5



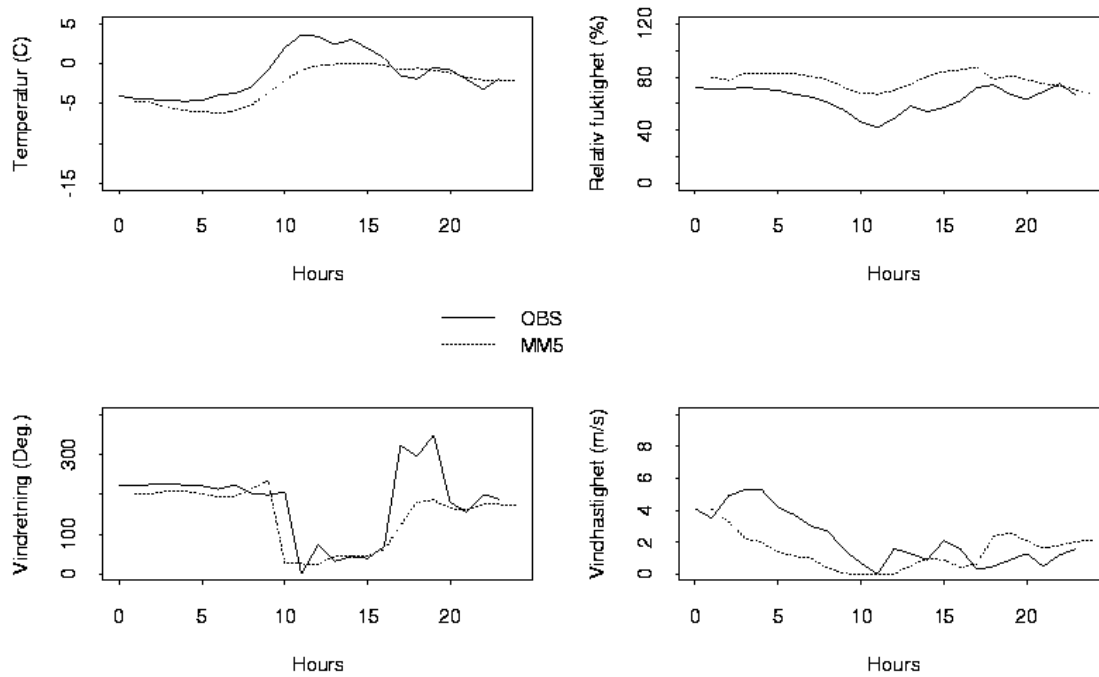
voll 14 . 03 . 2002



— OBS
- - - MM5



voll 15 . 03 . 2002

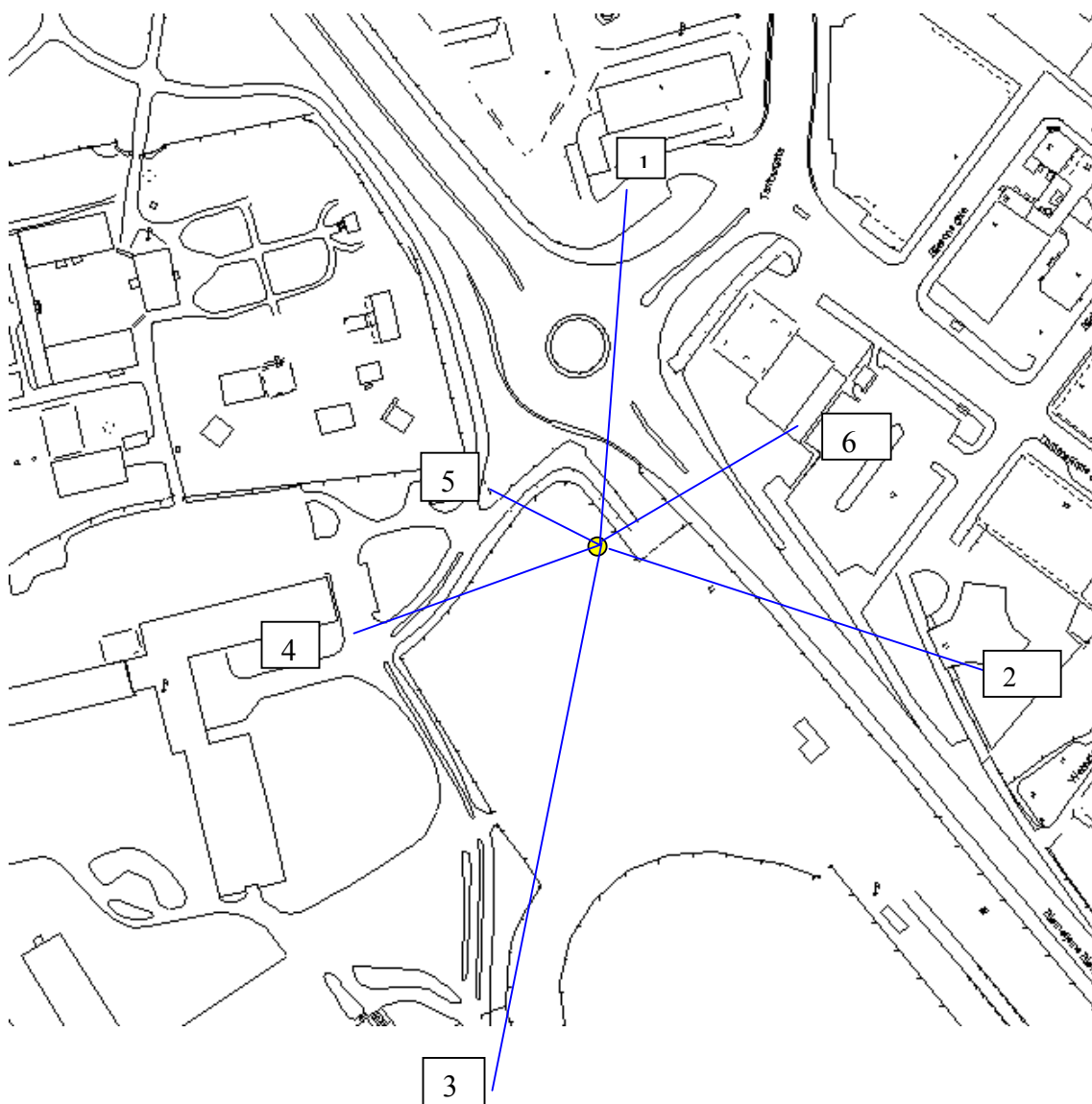


Vedlegg C

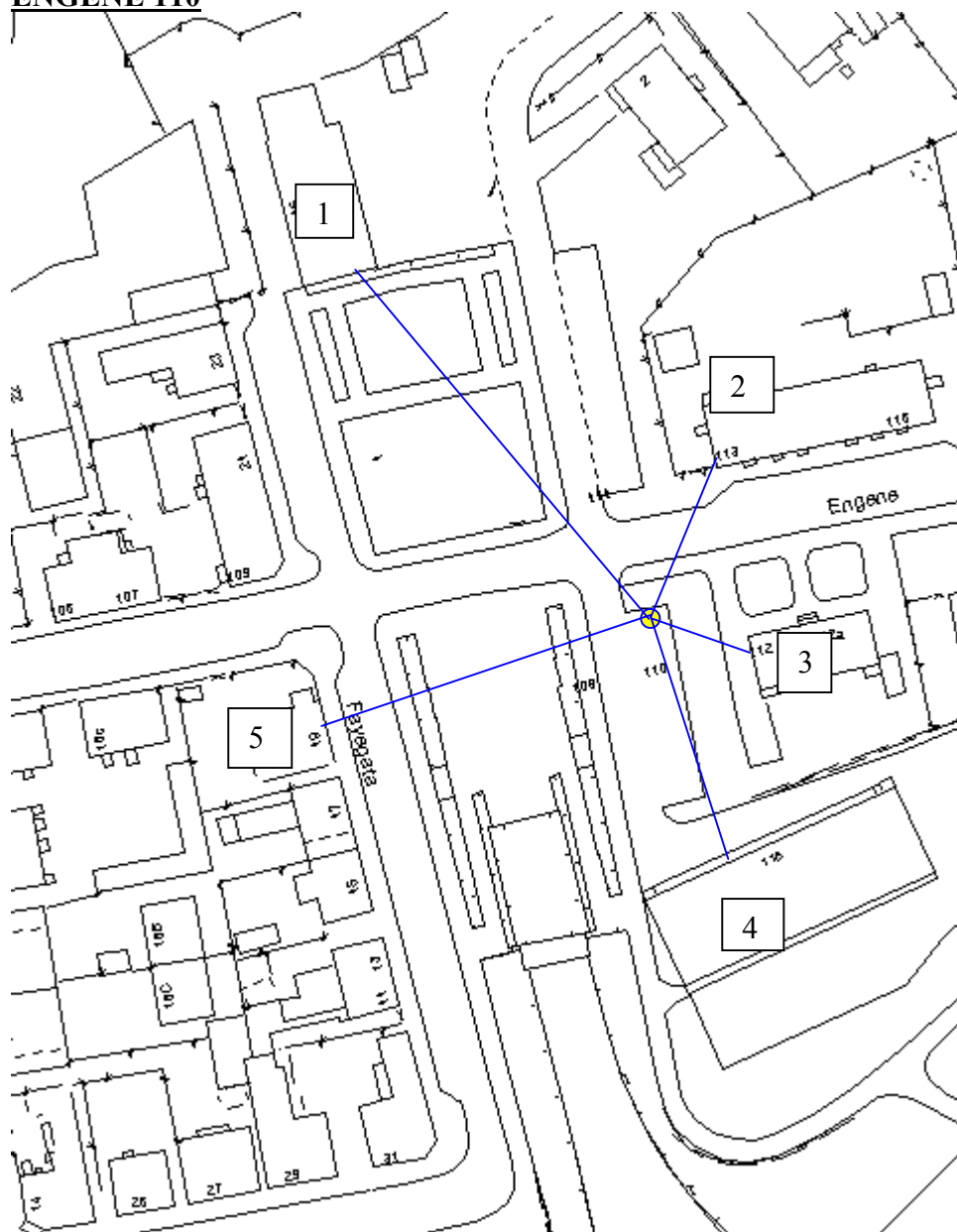
Plassering av stasjonene Marienlyst og Engene i Drammen

Plassering av stasjonene Marienlyst og Engene i Drammen (data gjort tilgjengelig av Tom-Hartz Nilsen, Drammen kommune).

MARIENLYST



Sted	Avstand	Ca.Høyde
1. TV-4	91 m	12 m
2. Shell	58m	4 m
3. Skistablokka	103 m	50 m
4. Marienlystbadet	140 m	5 m
5. Drammen Videregående	65 m	10 m
6. Busker Museet	34 m	10-12 m !?

ENGENE 110

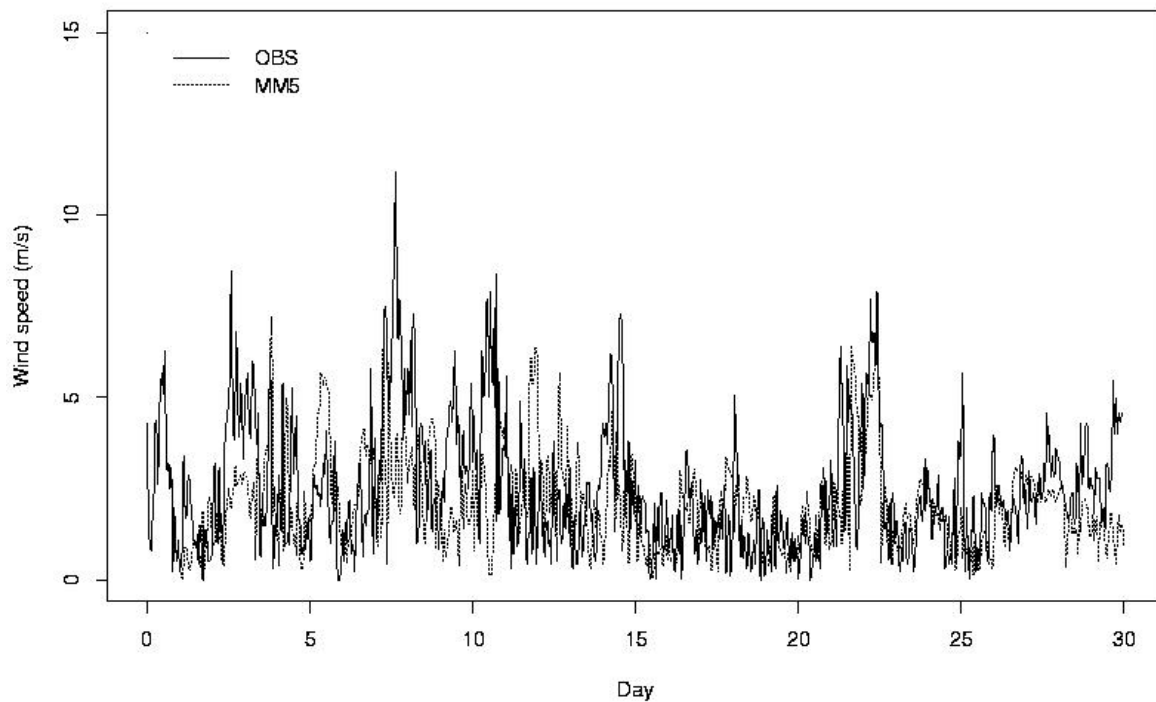
Sted	Avstand	Ca.Høyde
1 Trafo	67 m	10-12 m
2. Engene 113	26 m	7-8 m
3. Engene 112	16 m	7-8 m
4. Telebygget	36 m	7-8 m
5. Fayegata 19	51 m	7-8 m

Vedlegg D

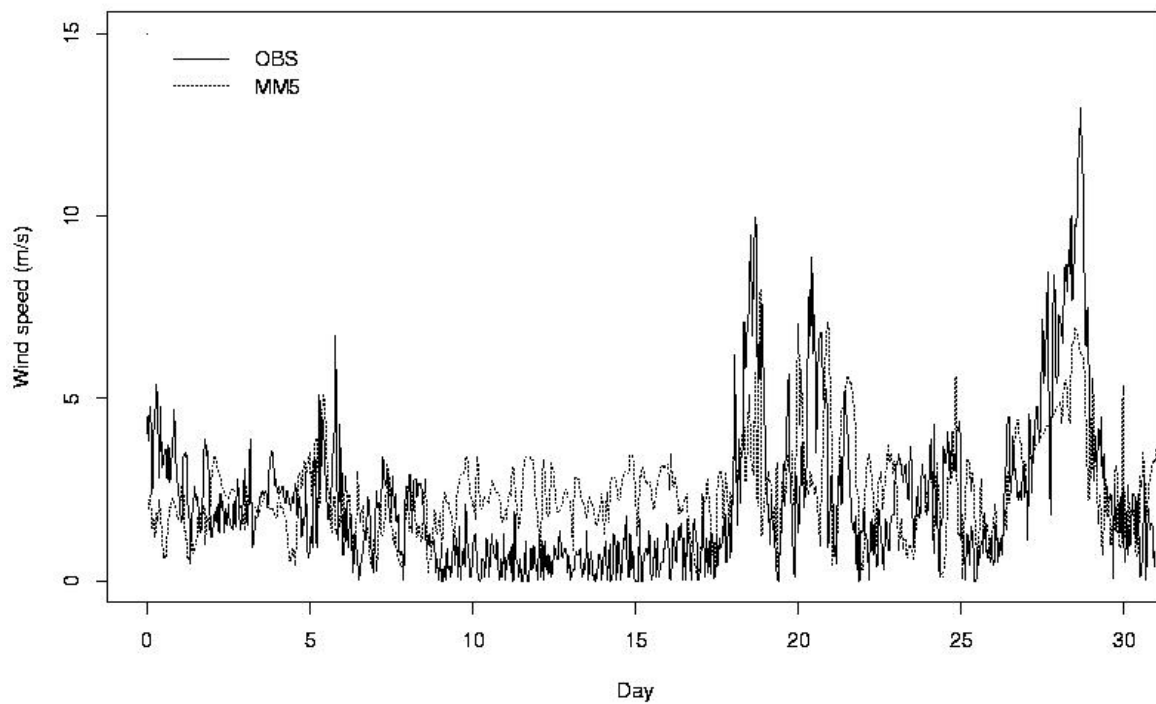
Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Oslo, meteorologi

Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Oslo.

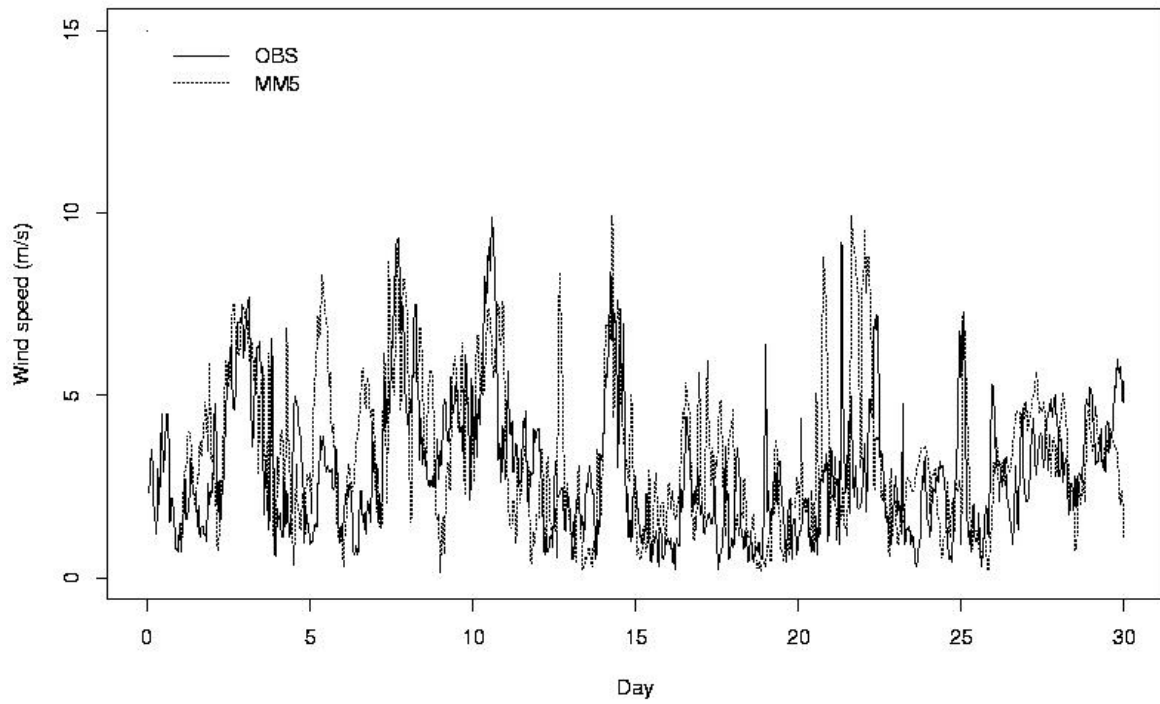
blindern 2001 11



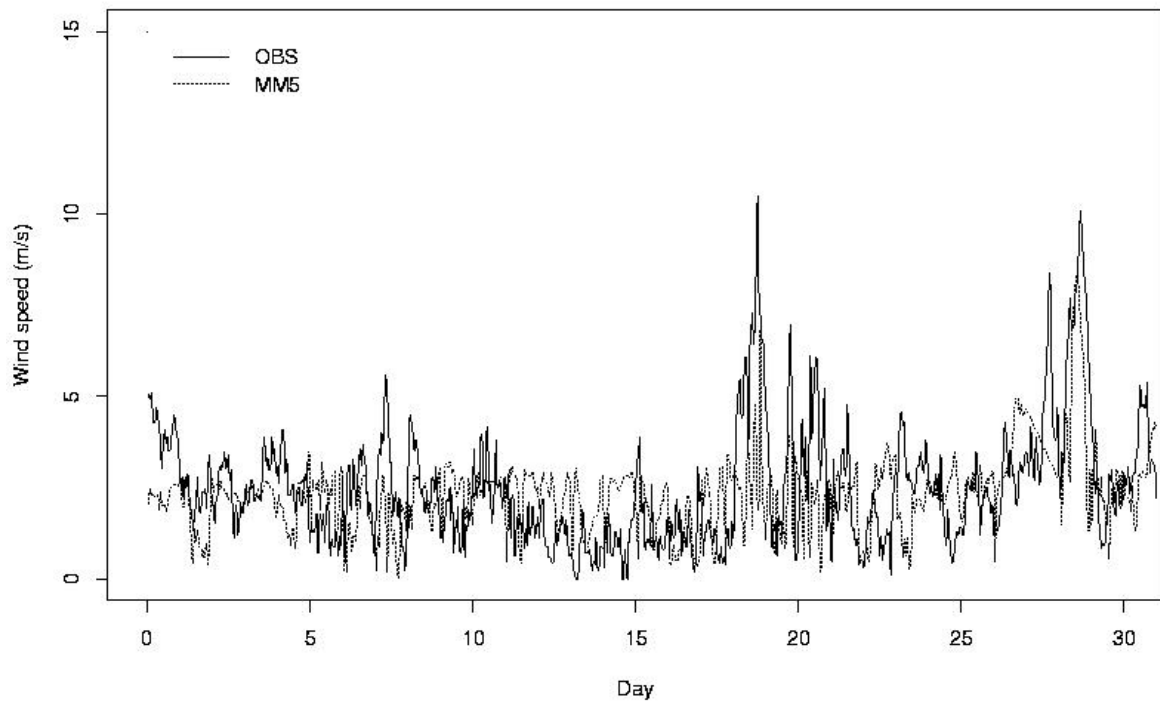
blindern 2001 12



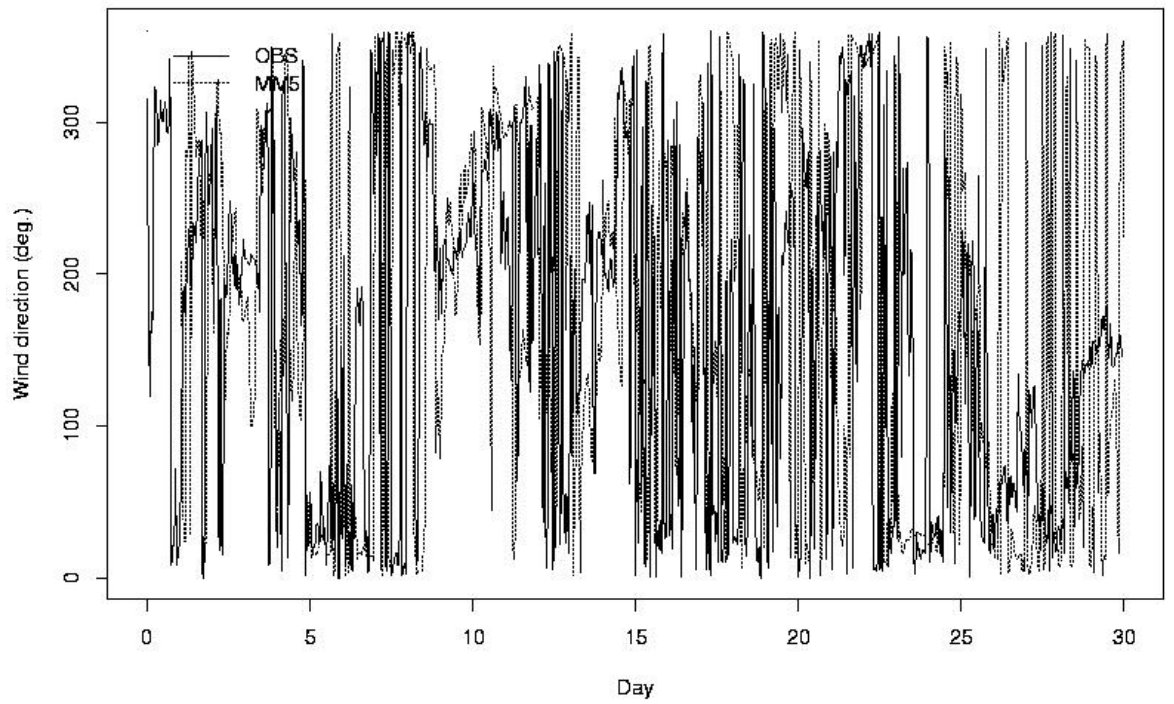
vallehovin 2001 11



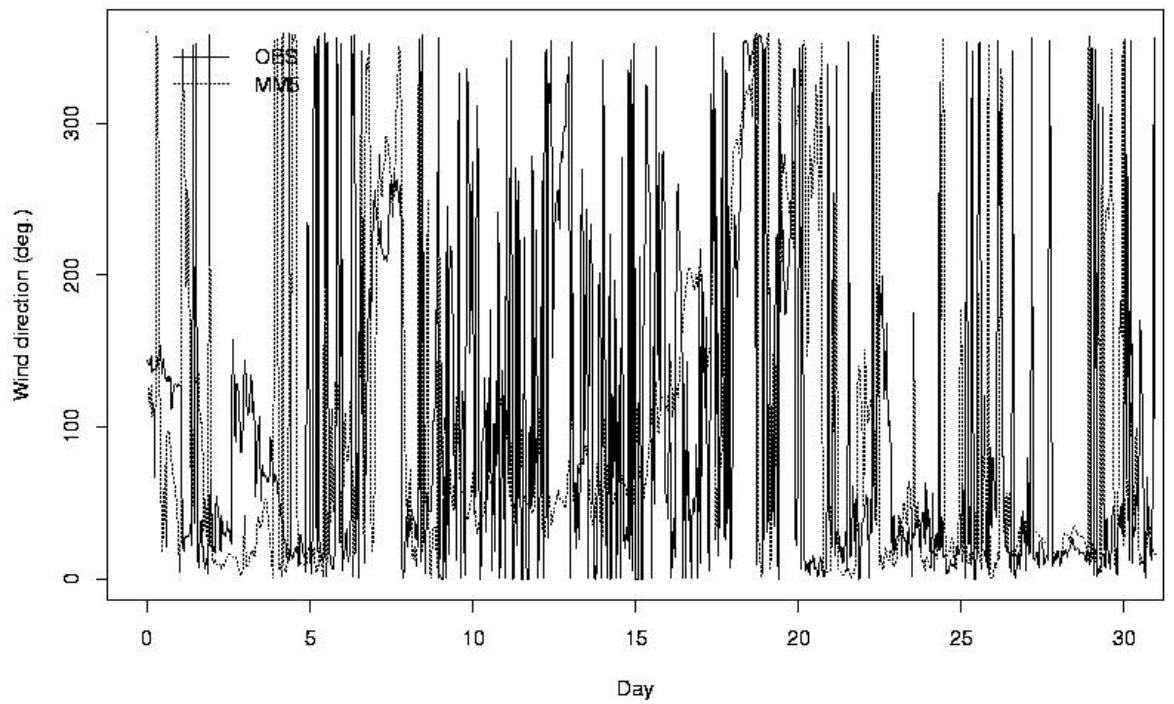
vallehovin 2001 12



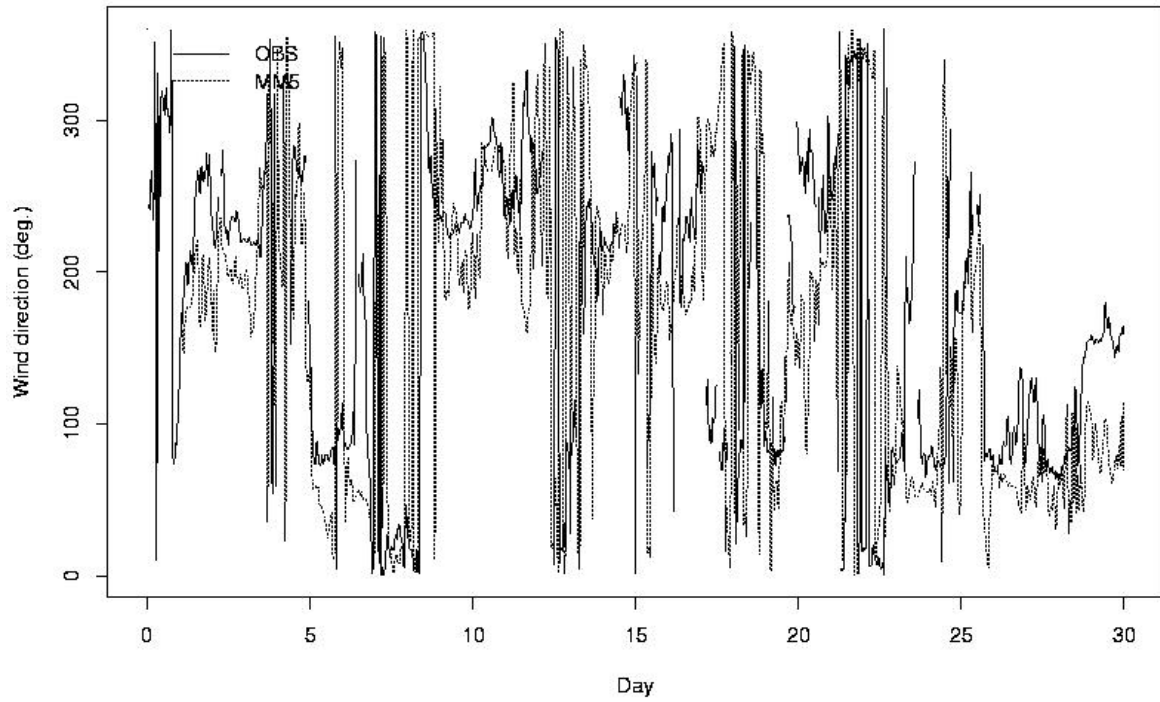
blindern 2001 11



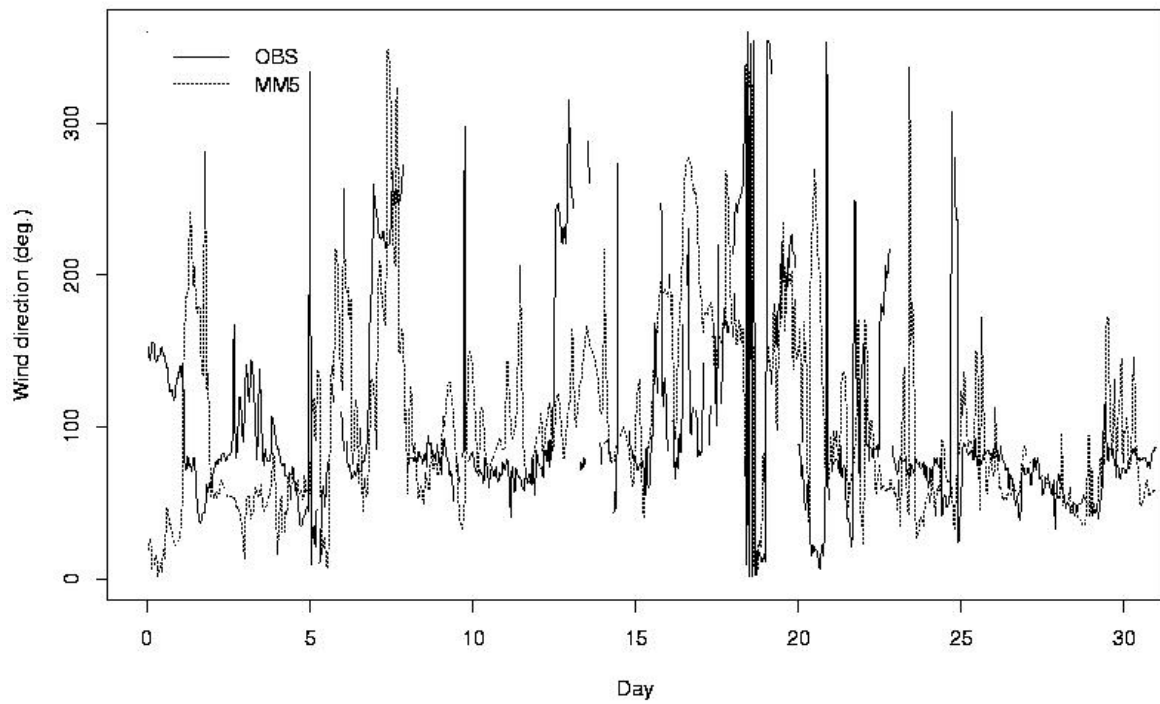
blindern 2001 12



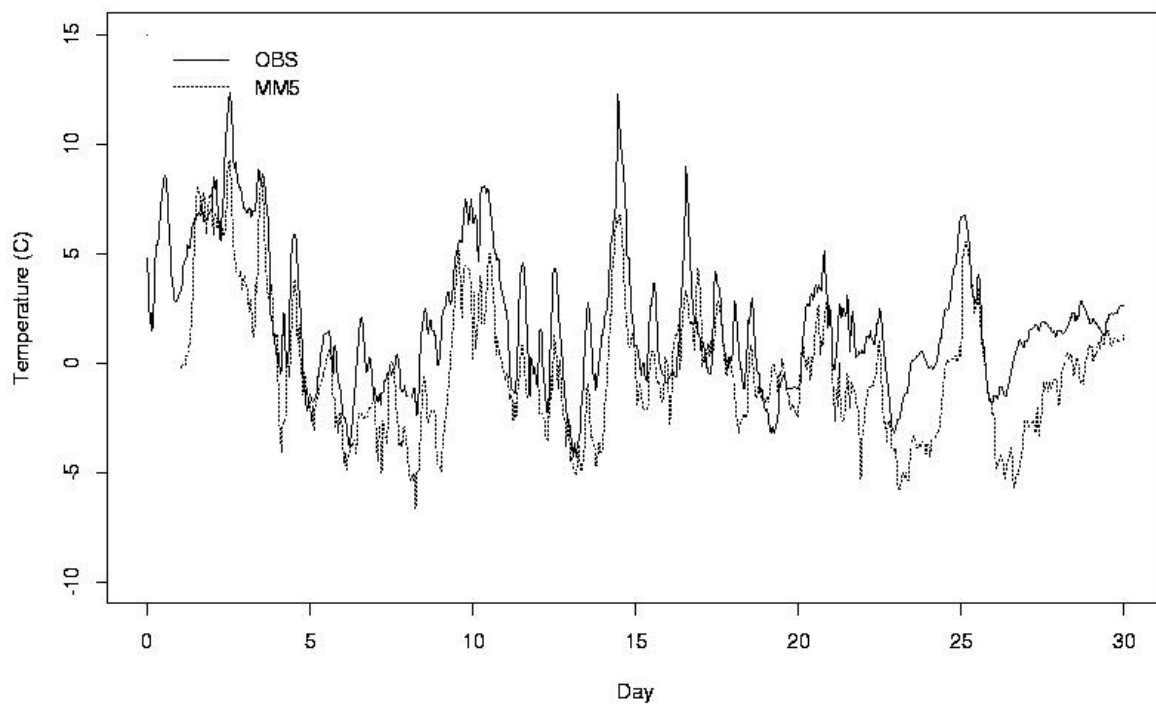
vallehovin 2001 11



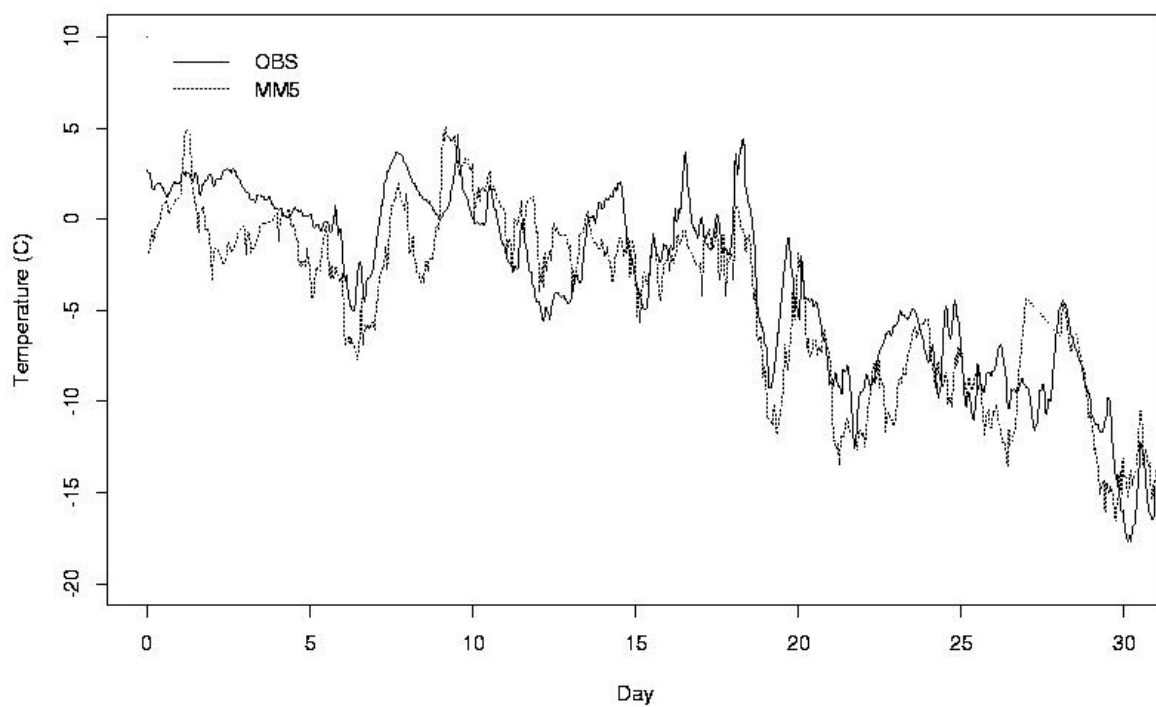
vallehovin 2001 12



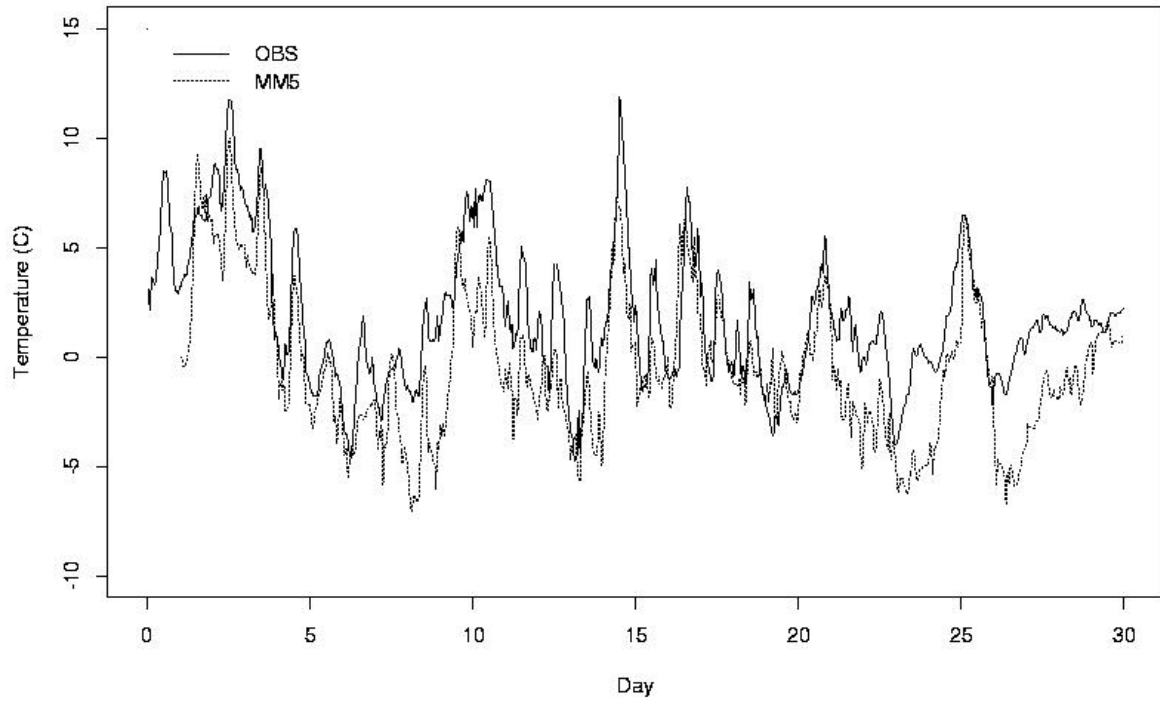
blindern 2001 11



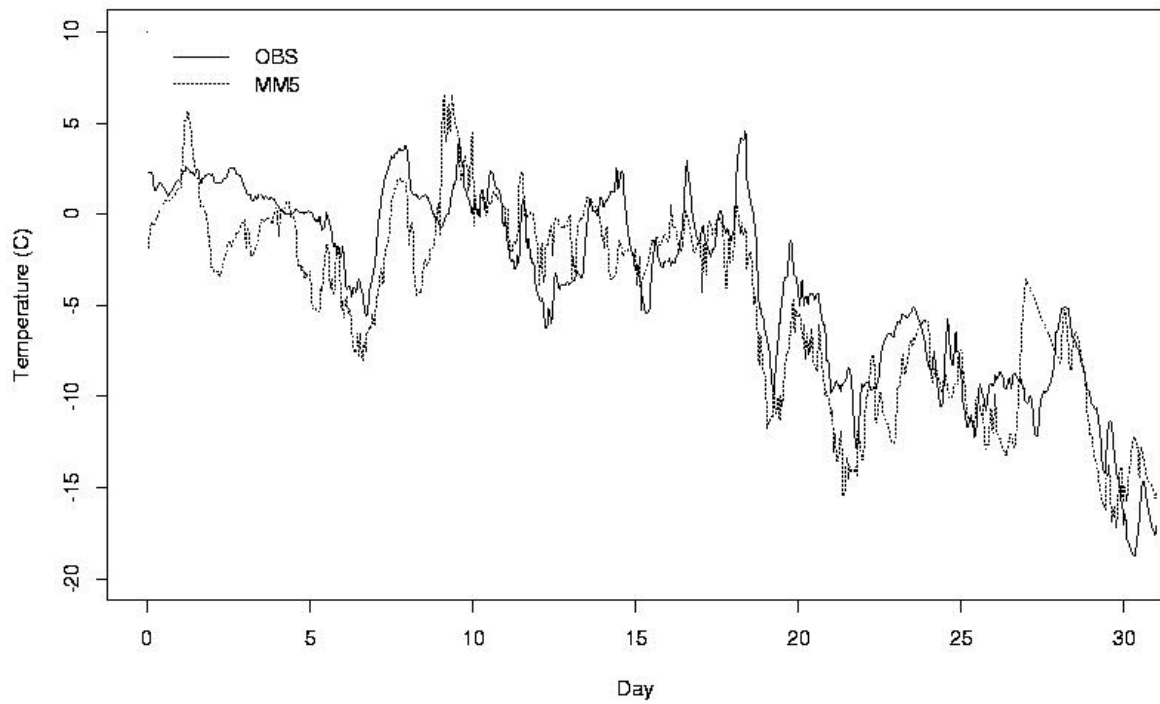
blindern 2001 12



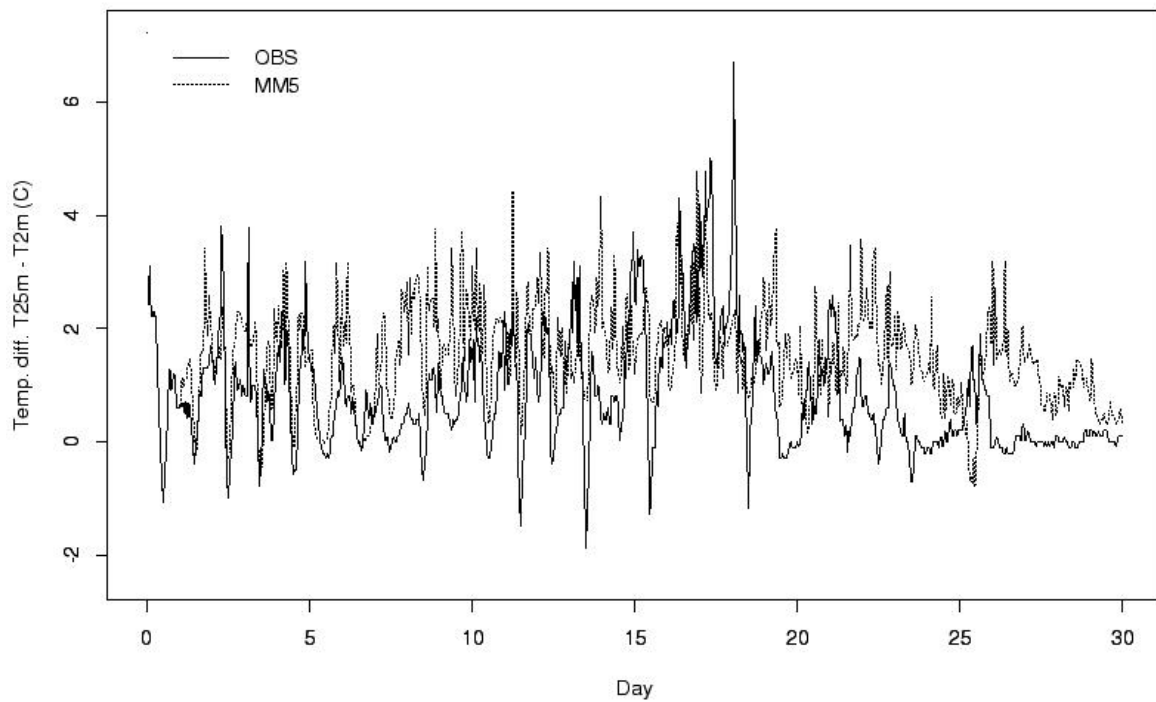
vallehovin 2001 11



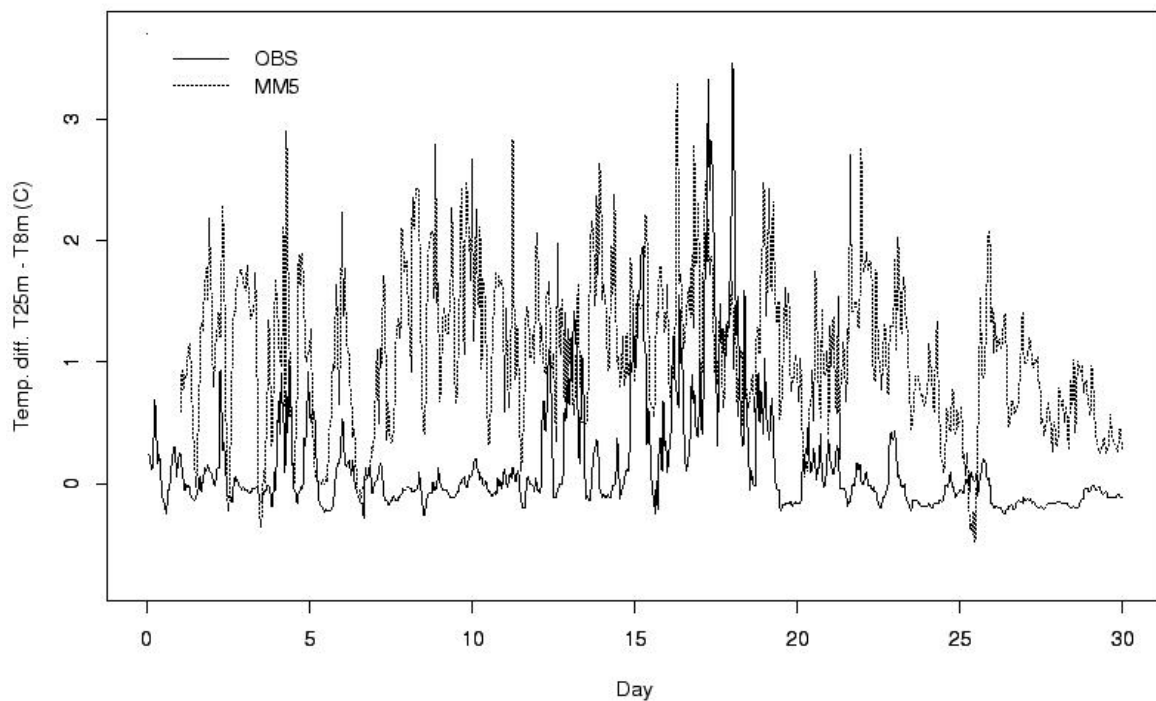
vallehovin 2001 12



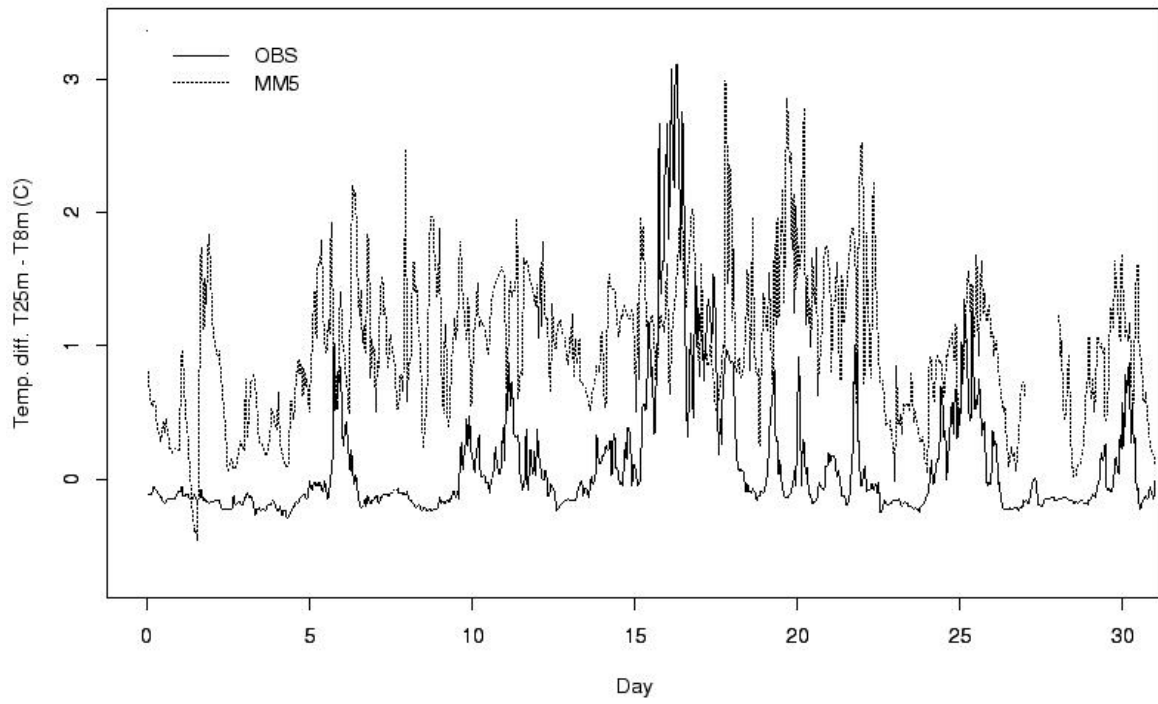
vallehovin 2001 11



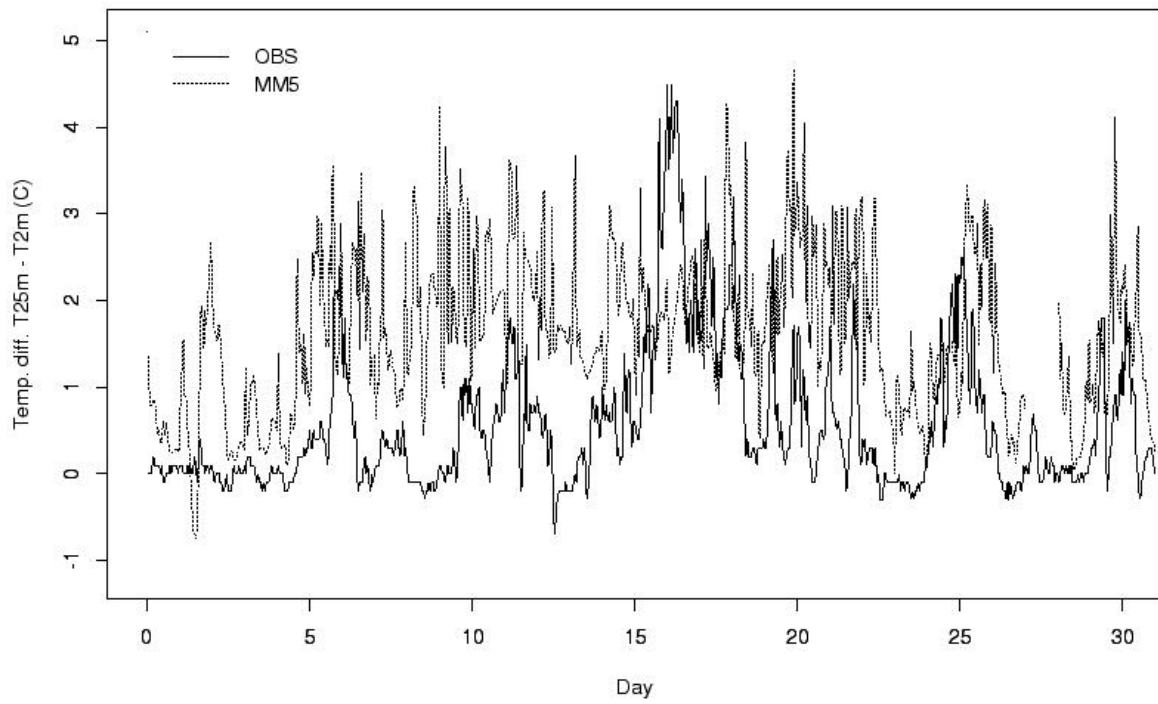
vallehovin 2001 11



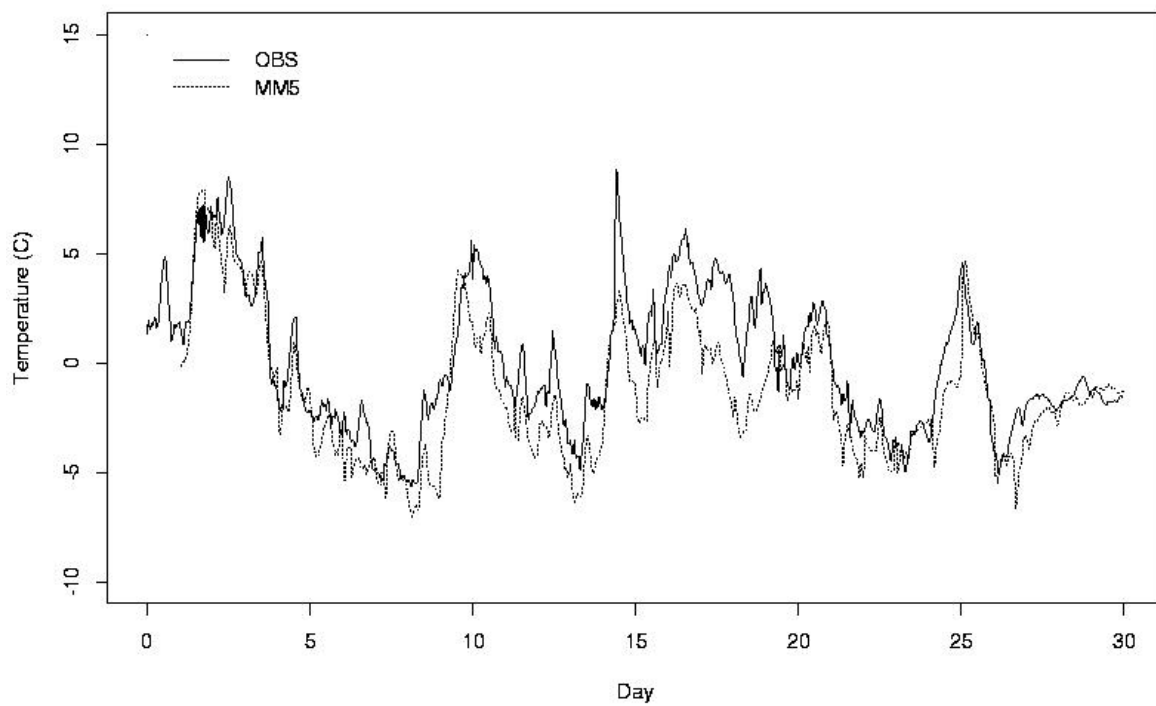
vallehovin 2001 12



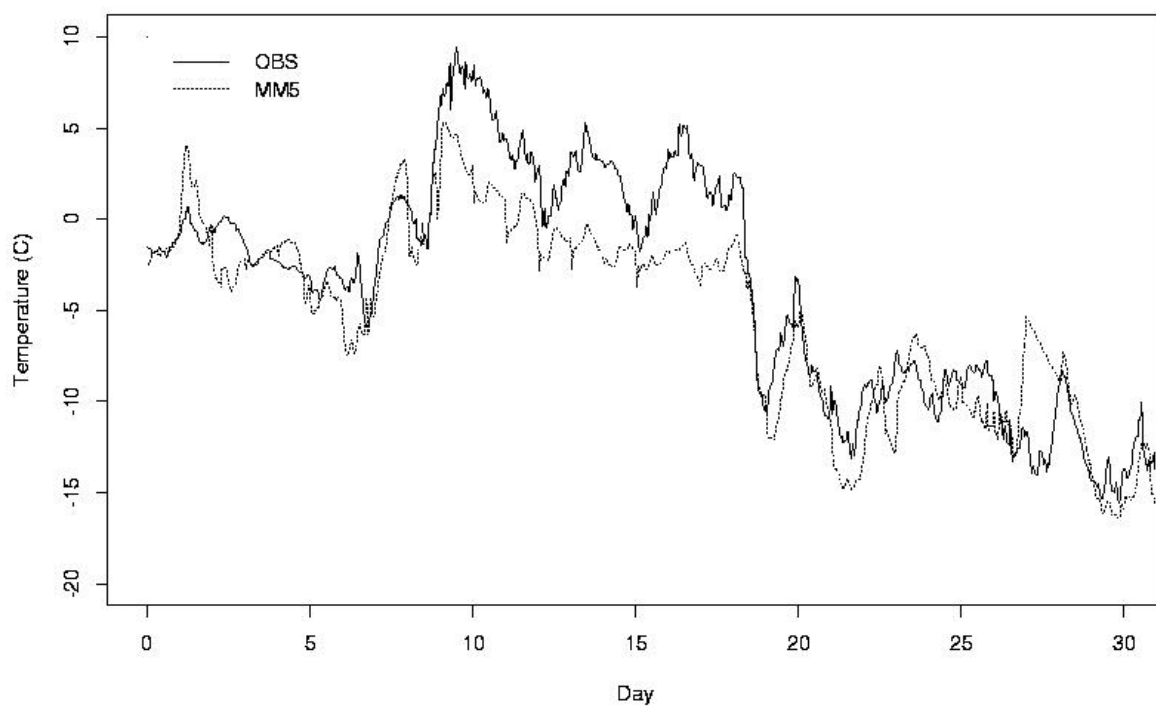
vallehovin 2001 12



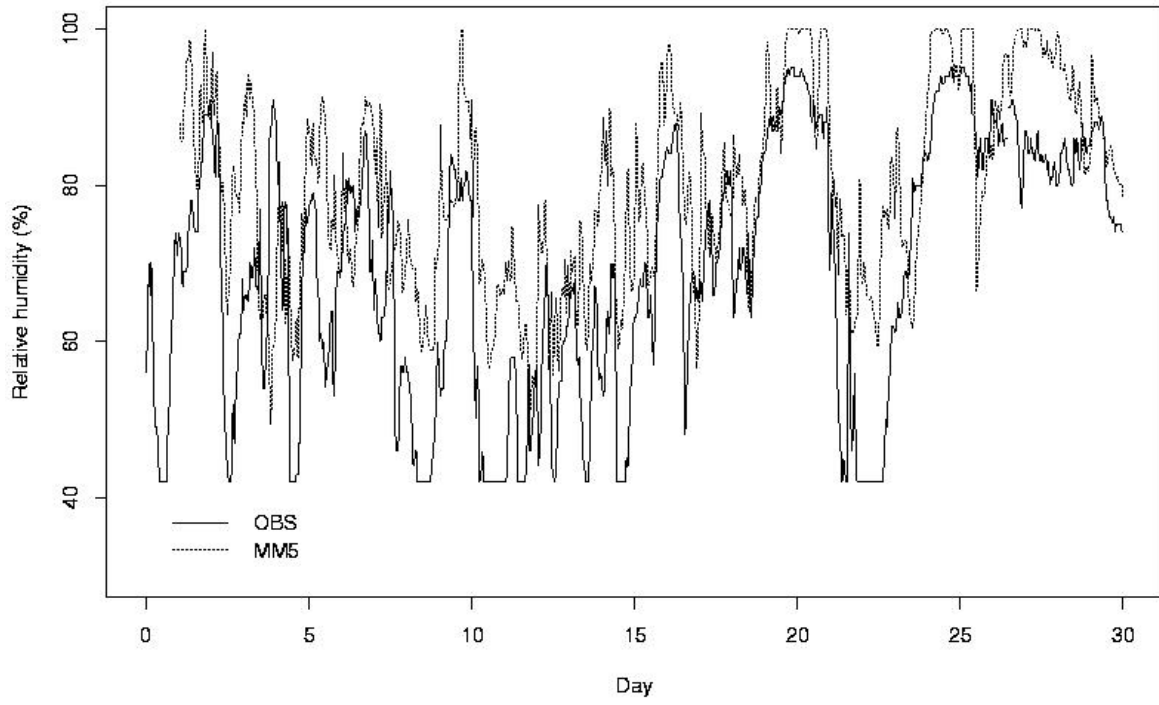
tryvann 2001 11



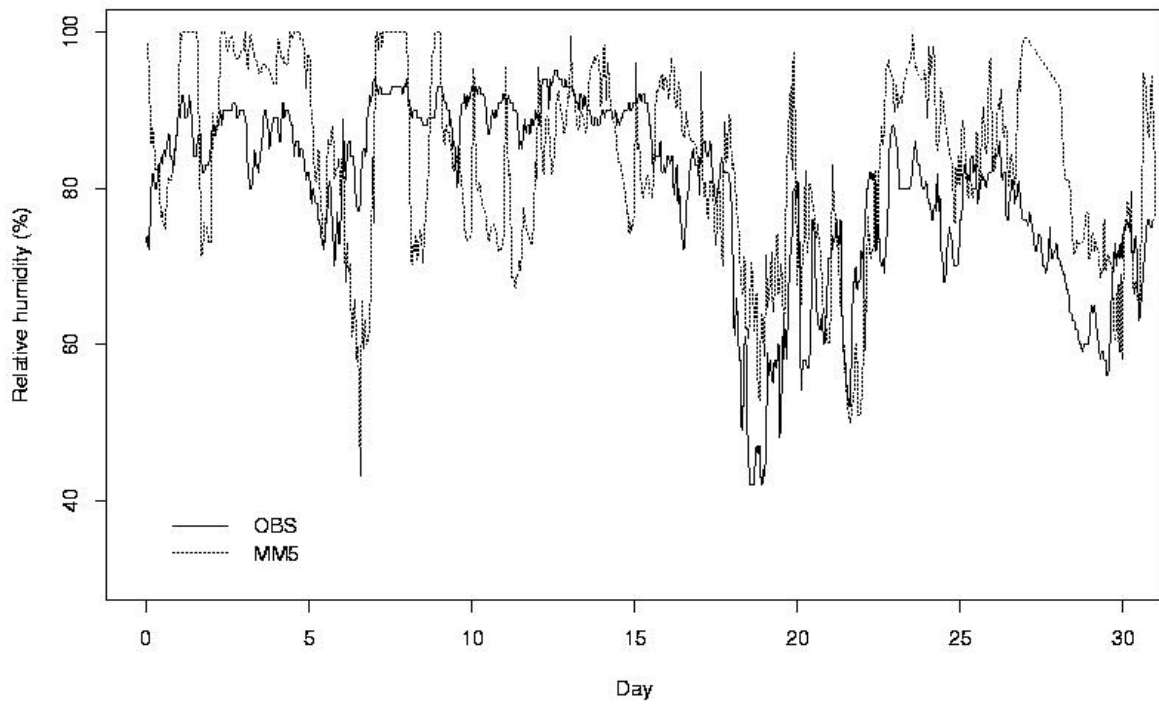
tryvann 2001 12



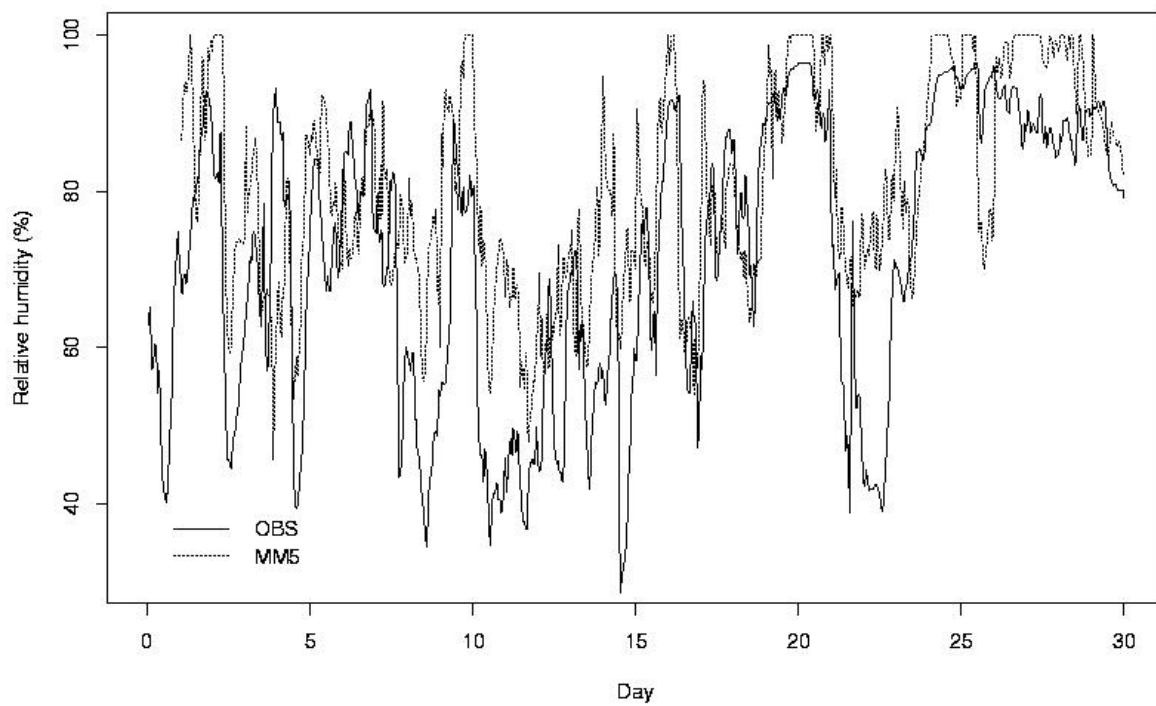
blindern 2001 11



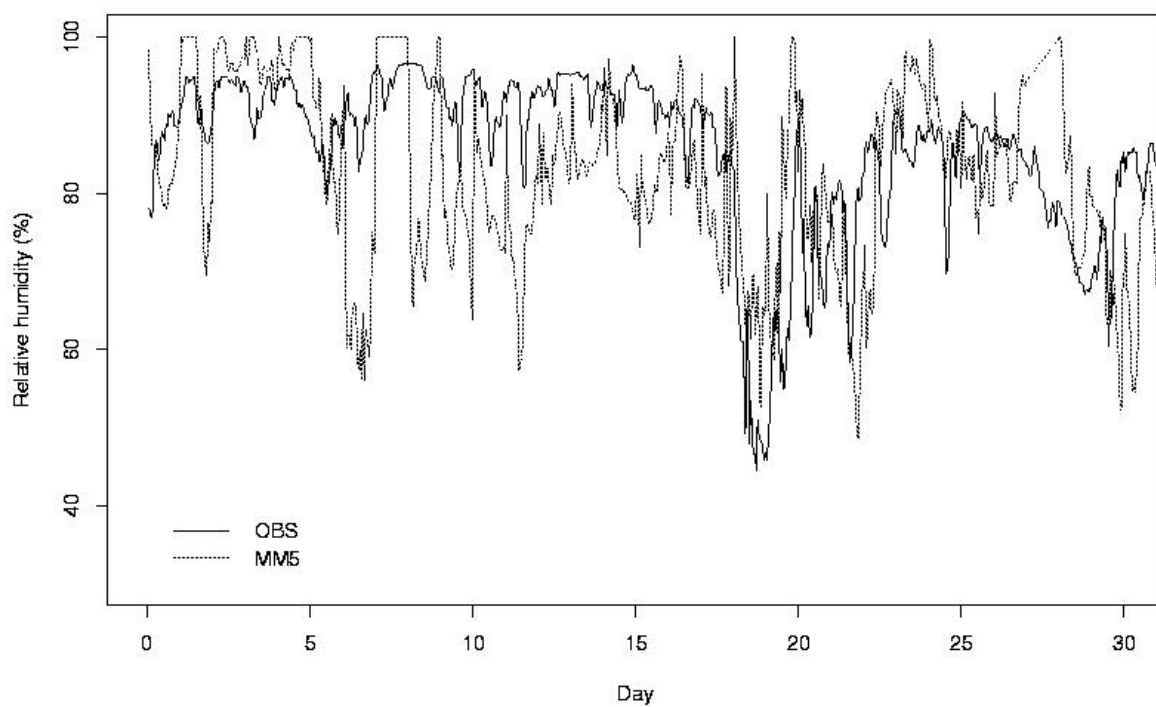
blindern 2001 12



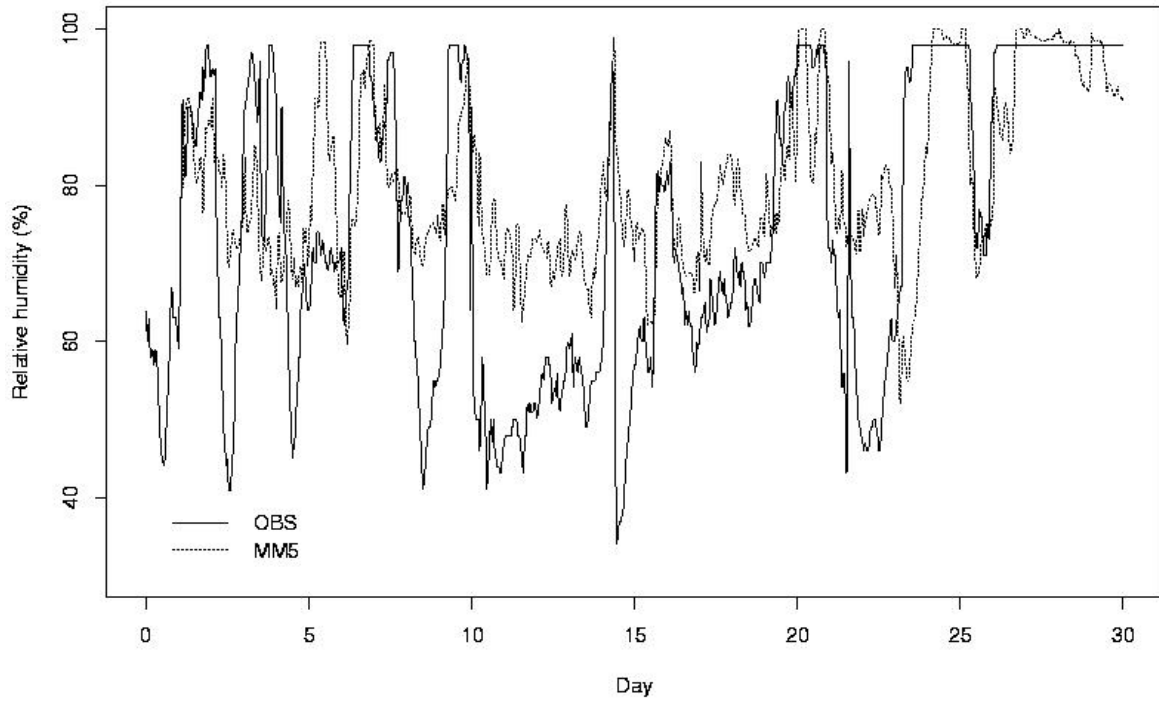
vallehovin 2001 11



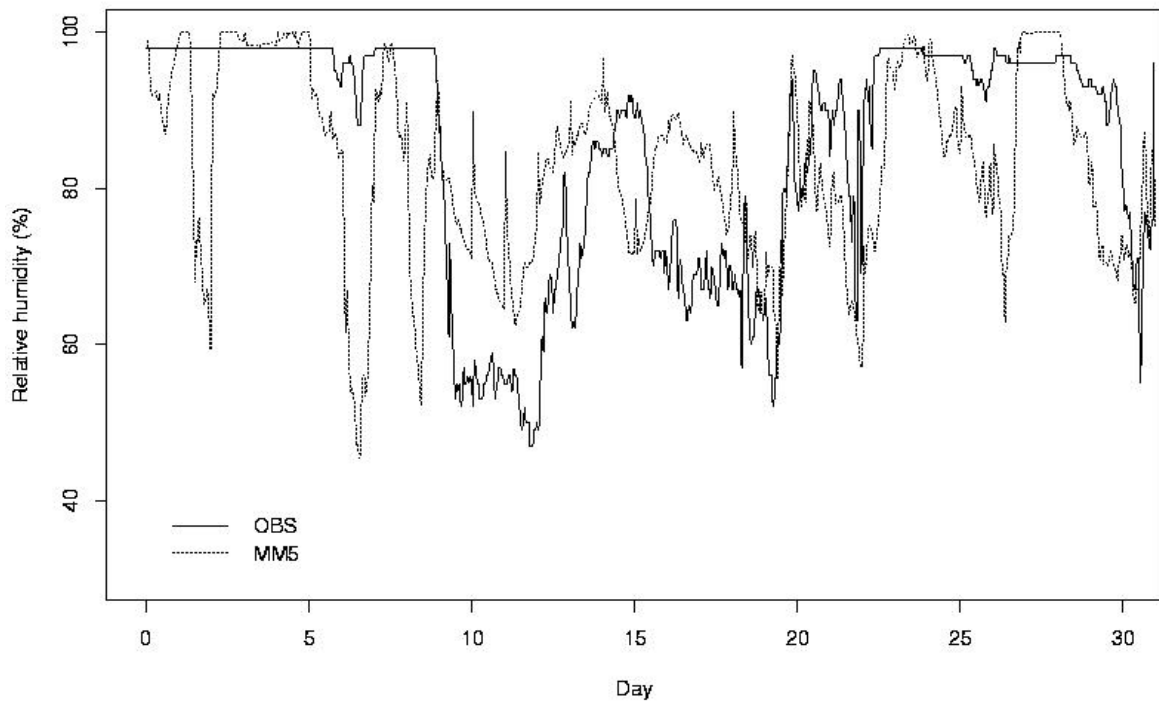
vallehovin 2001 12



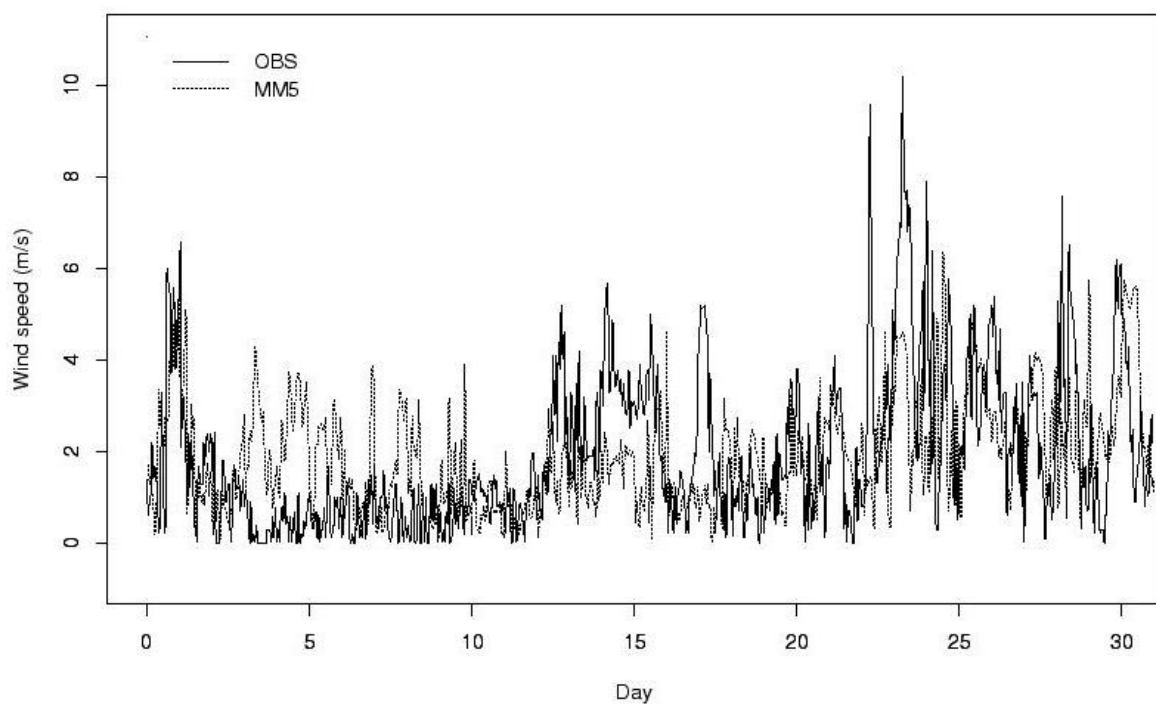
tryvann 2001 11



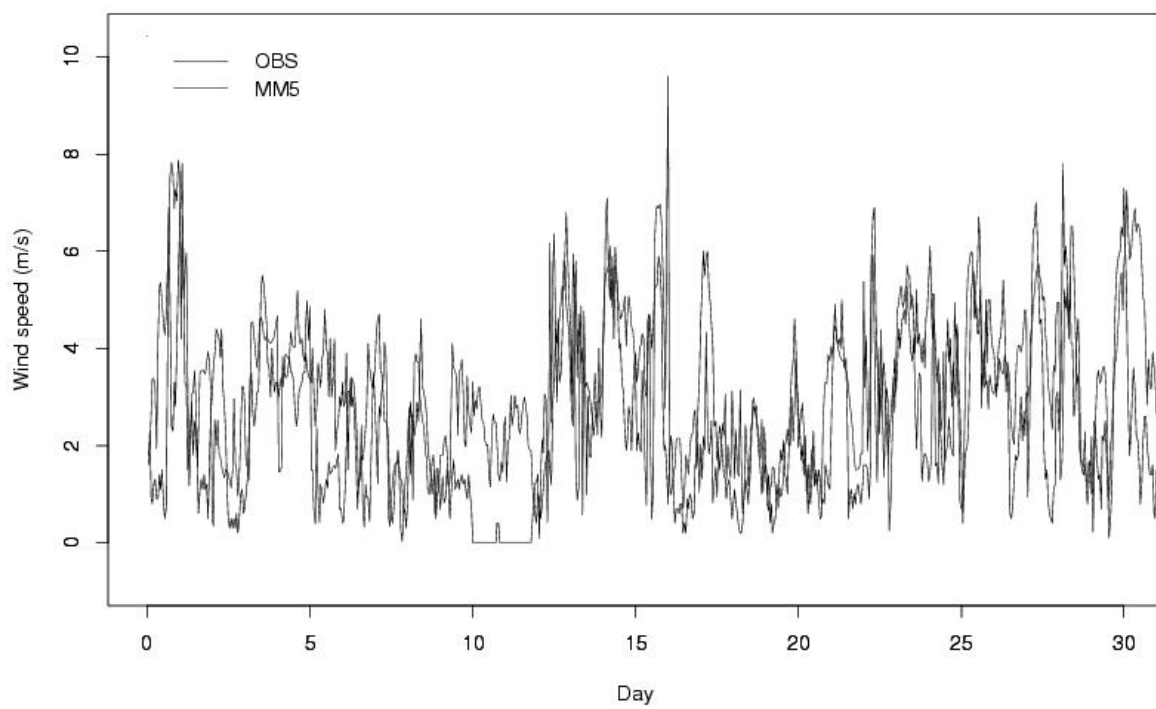
tryvann 2001 12



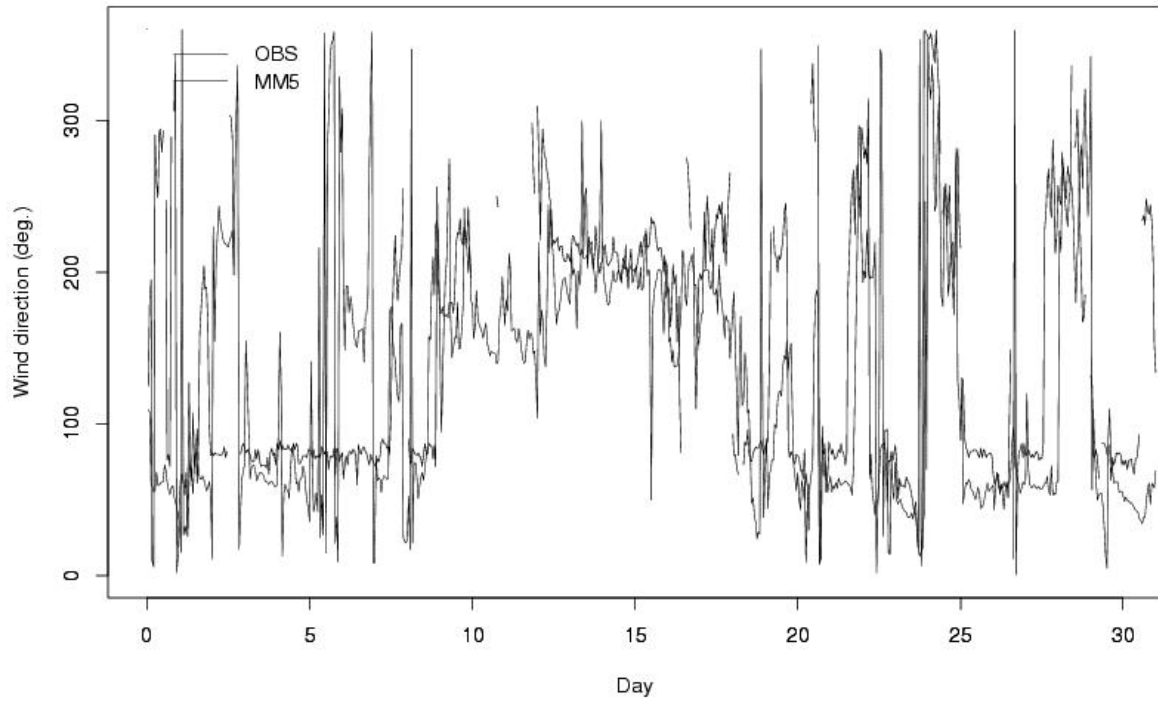
blindern 2002 01



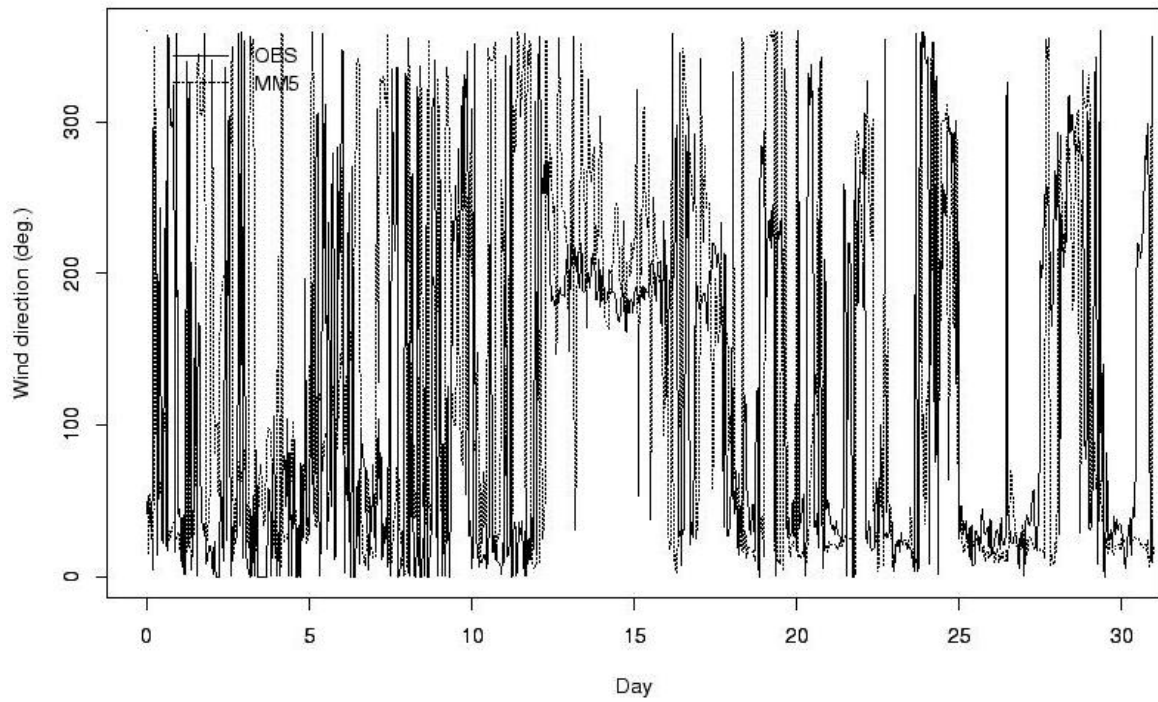
vallehoivn 2002 01



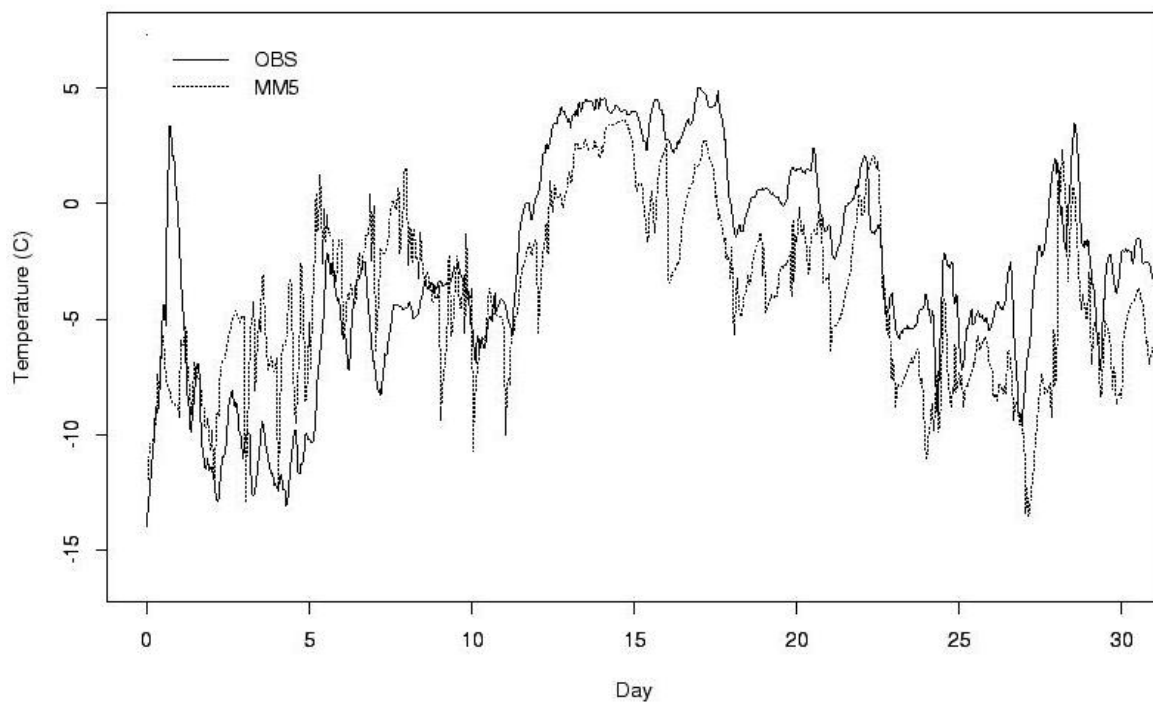
vallehovin 2002 01



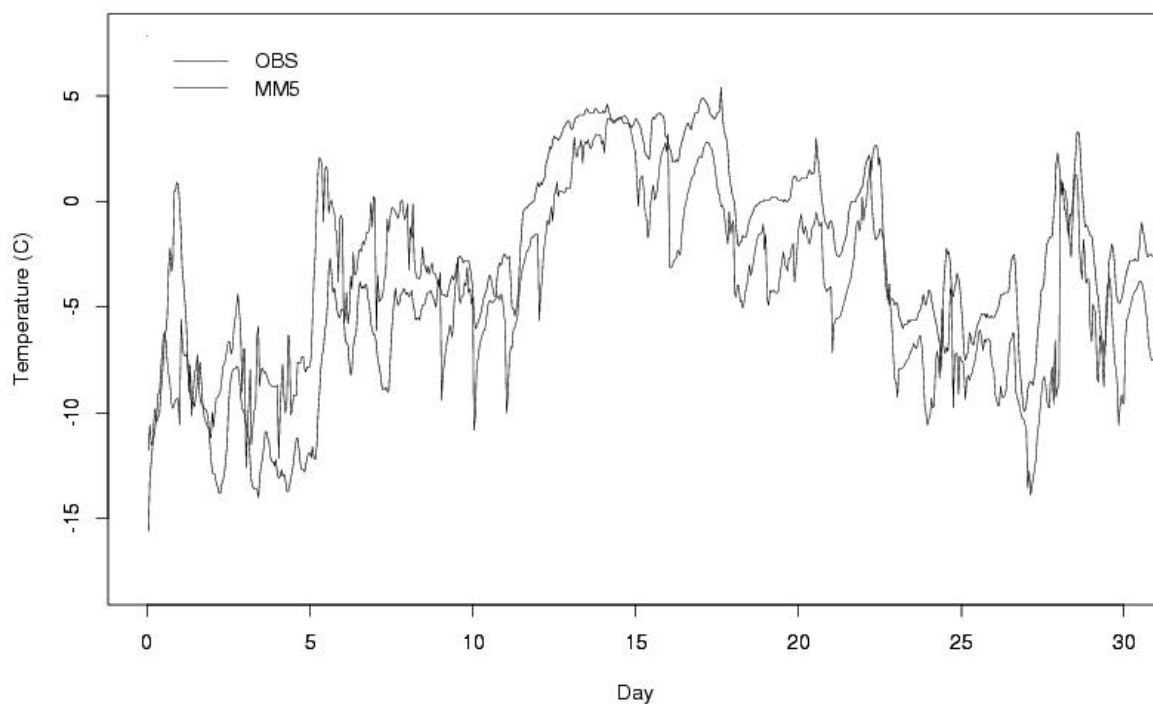
blindern 2002 01



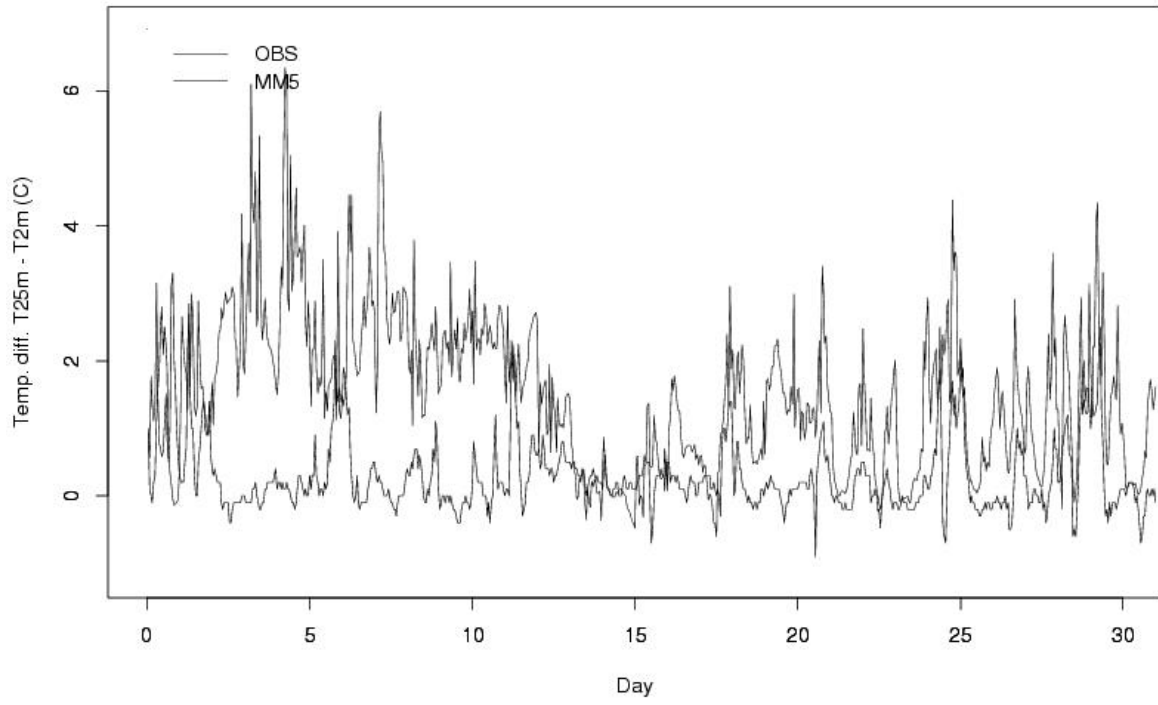
blindern 2002 01



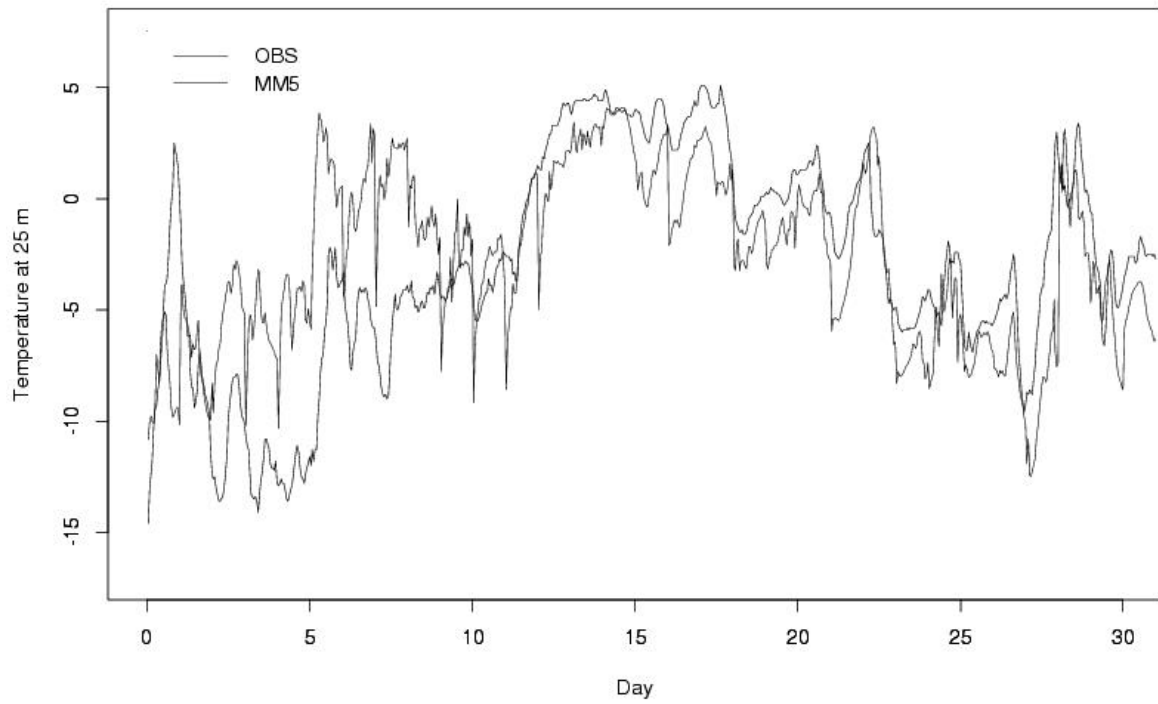
vallehoivn 2002 01



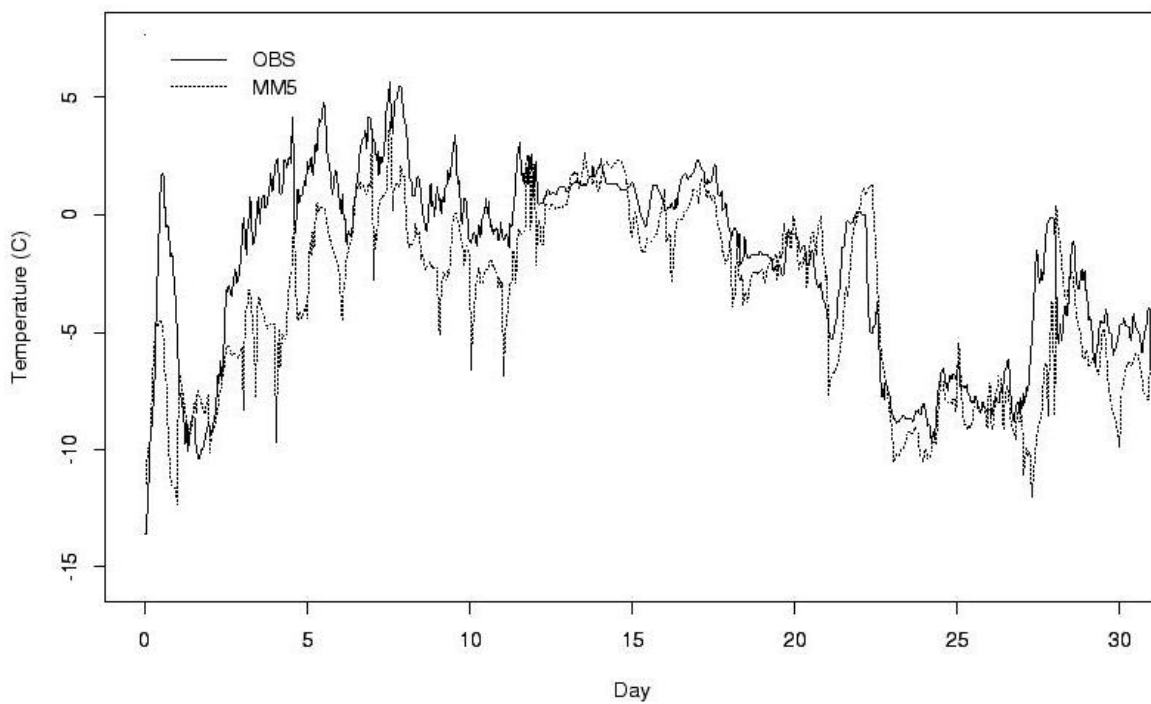
vallehovin 2002 01



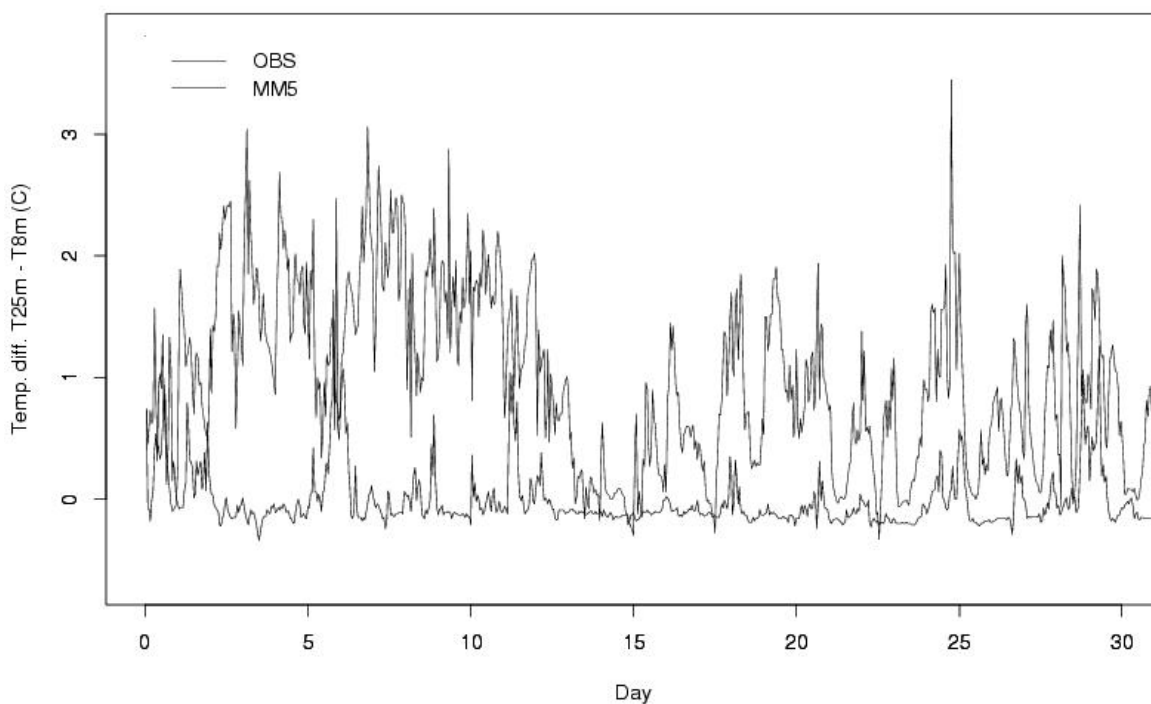
vallehovin 2002 01



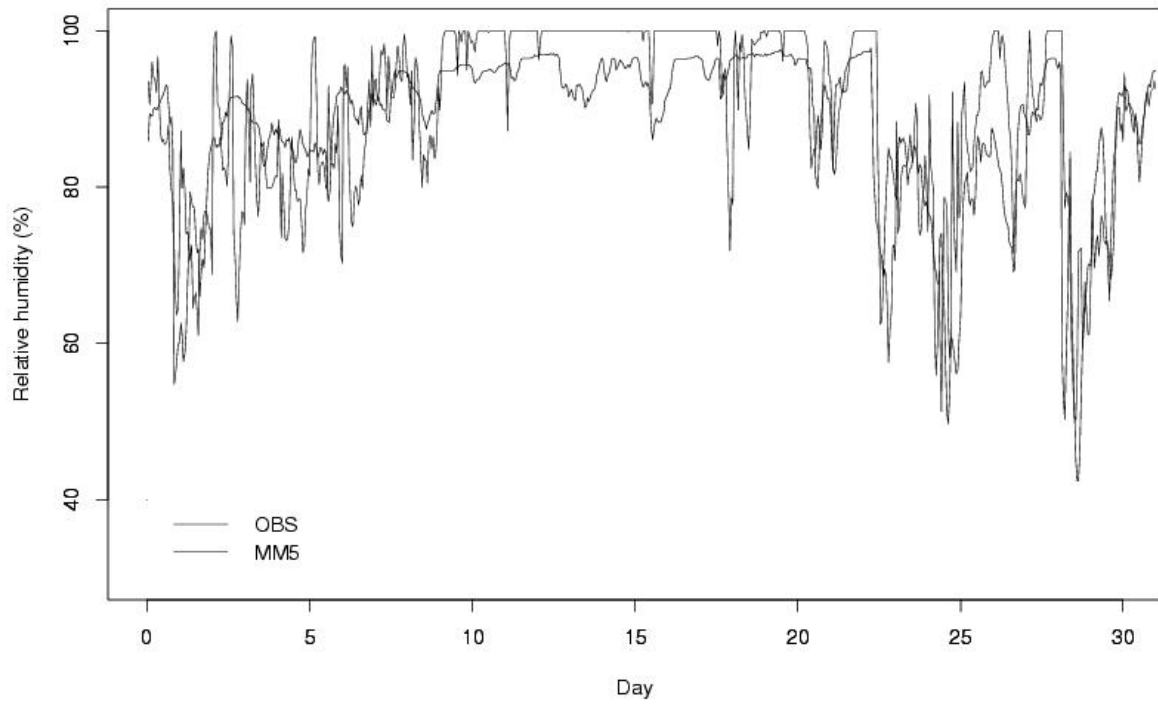
tryvann 2002 01



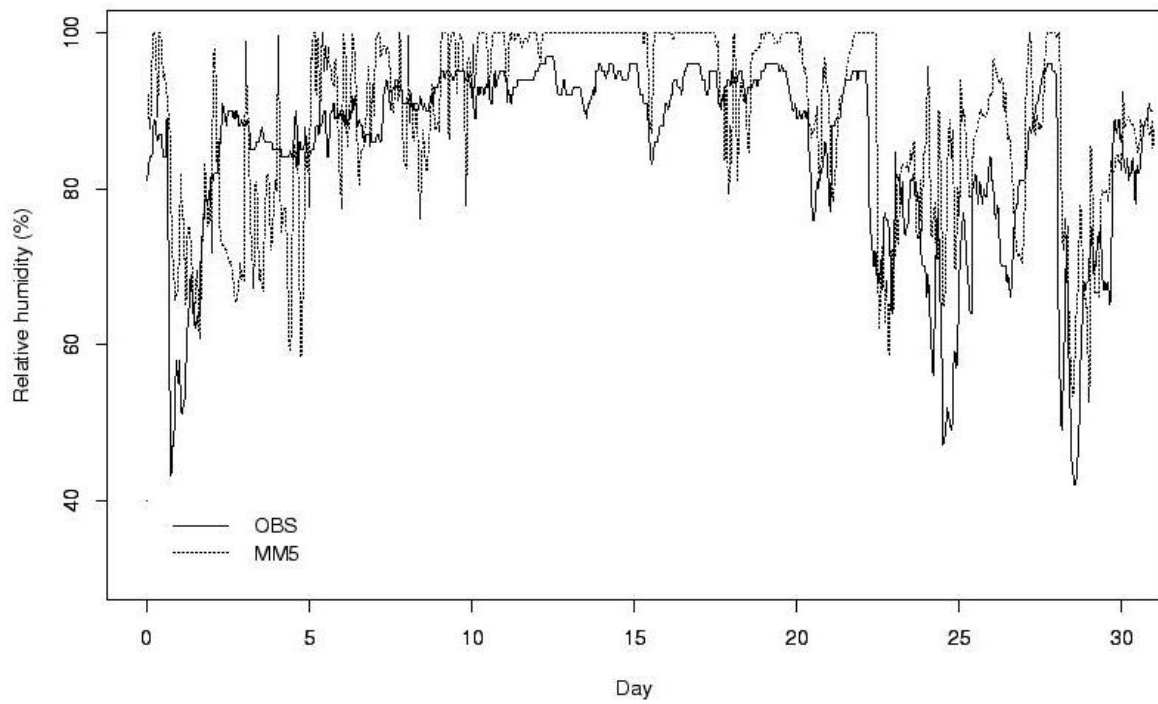
vallehoen 2002 01



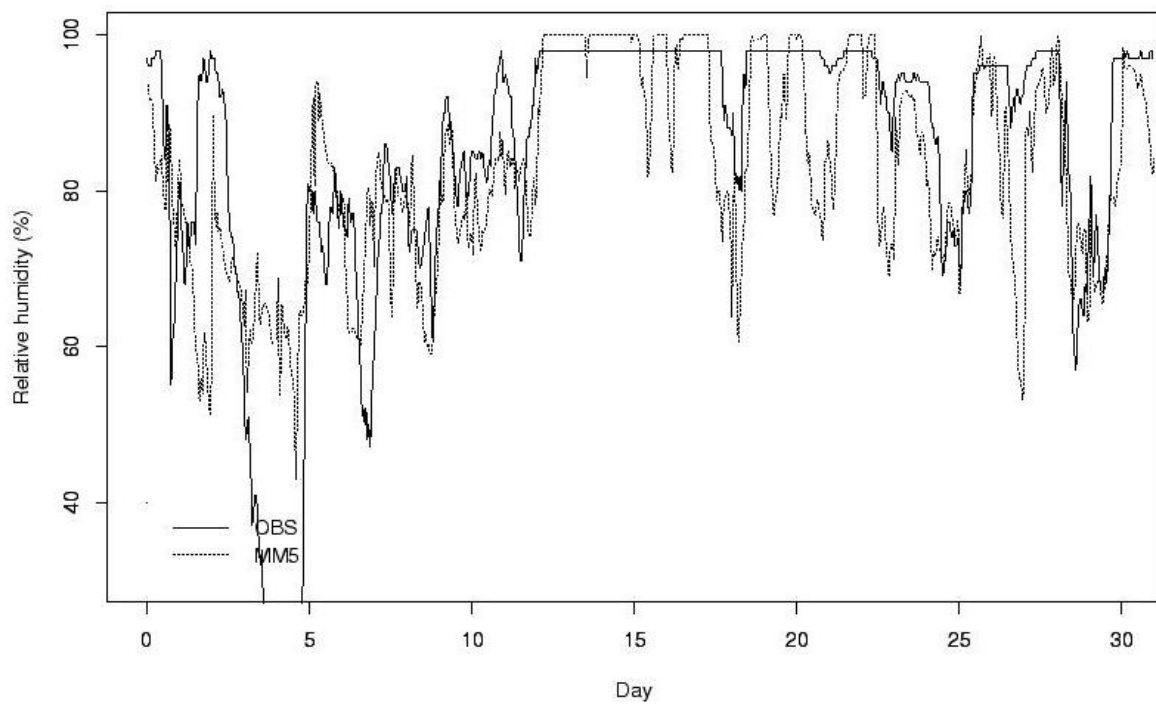
vallehovin 2002 01



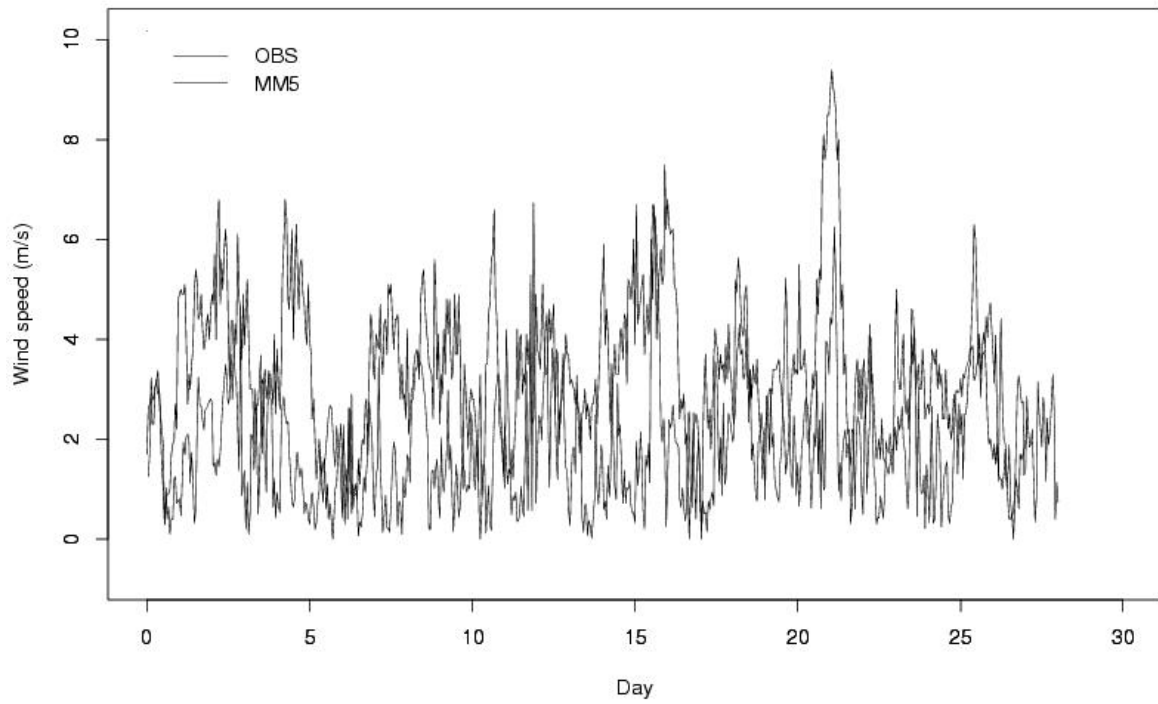
blindern 2002 01



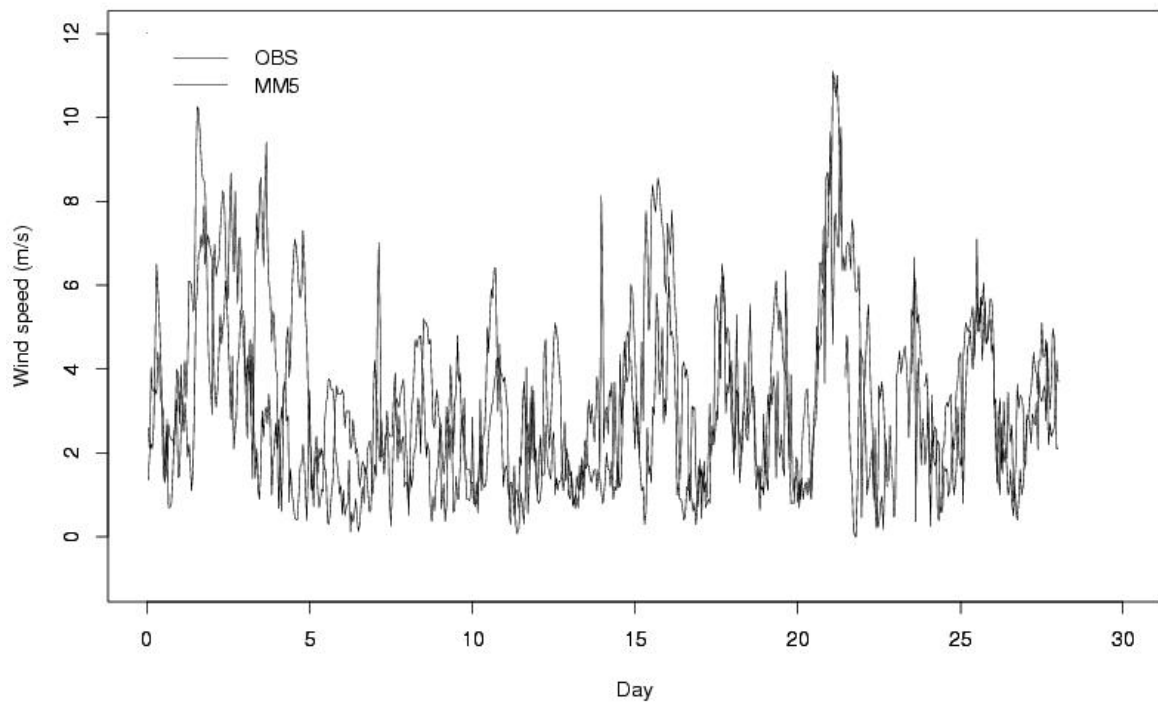
tryvann 2002 01



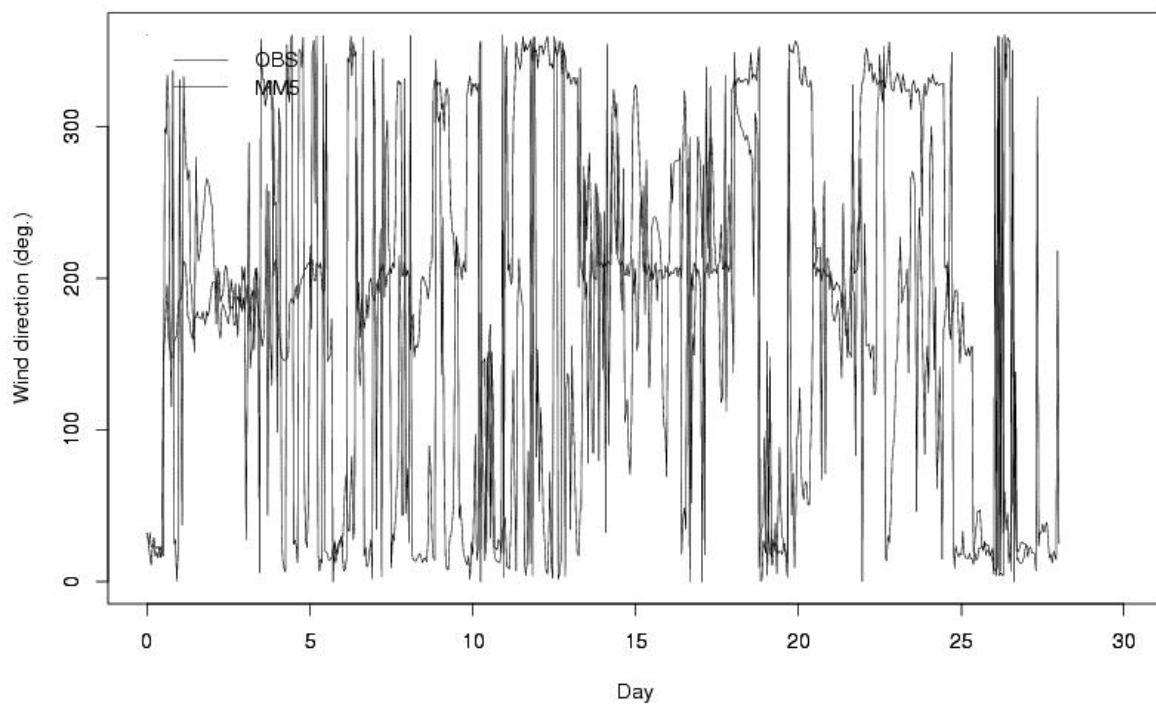
blindern 2002 02



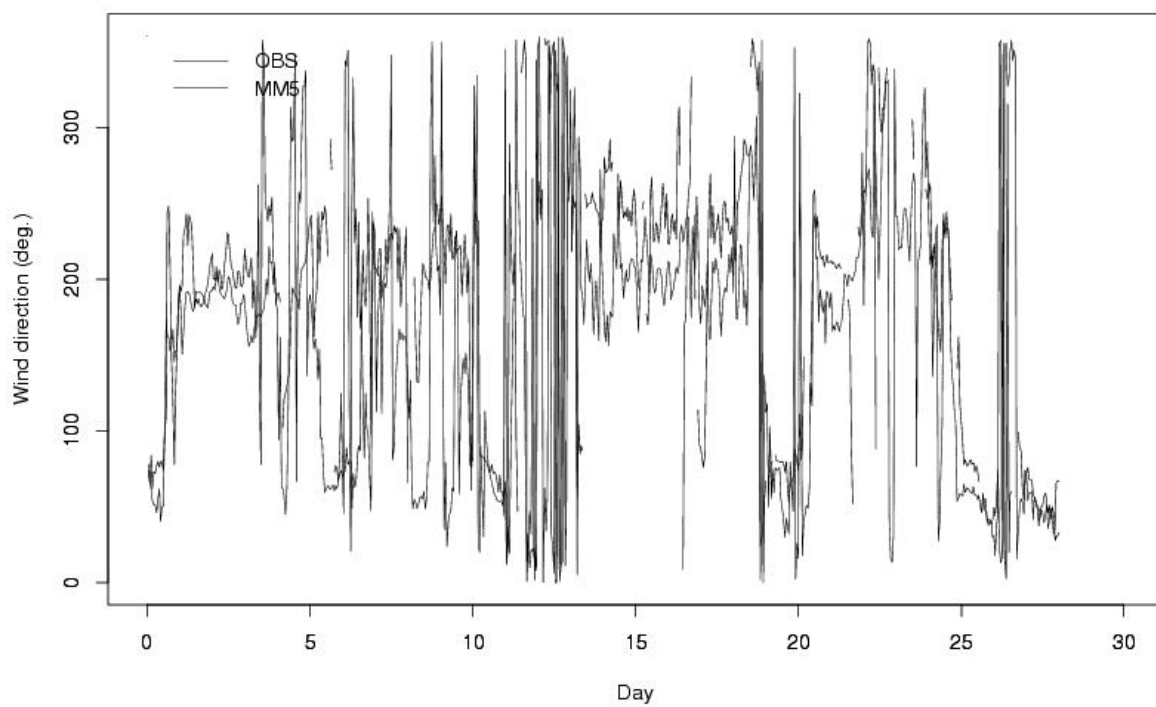
vallehovin 2002 02



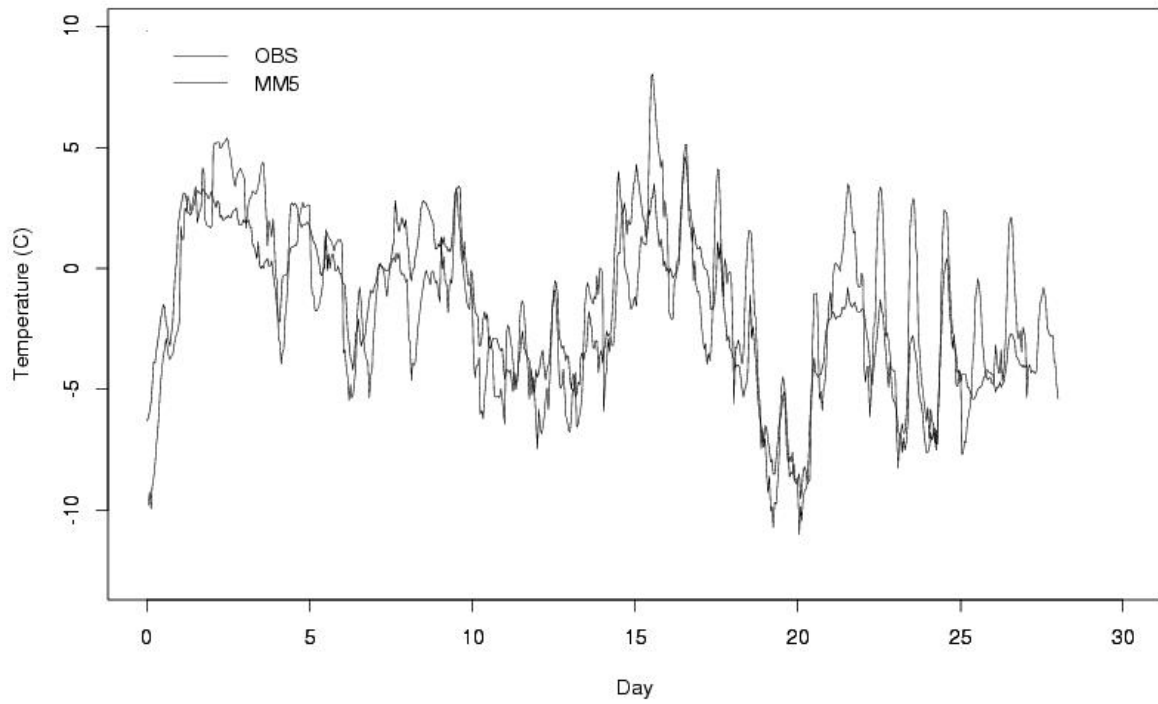
blindern 2002 02



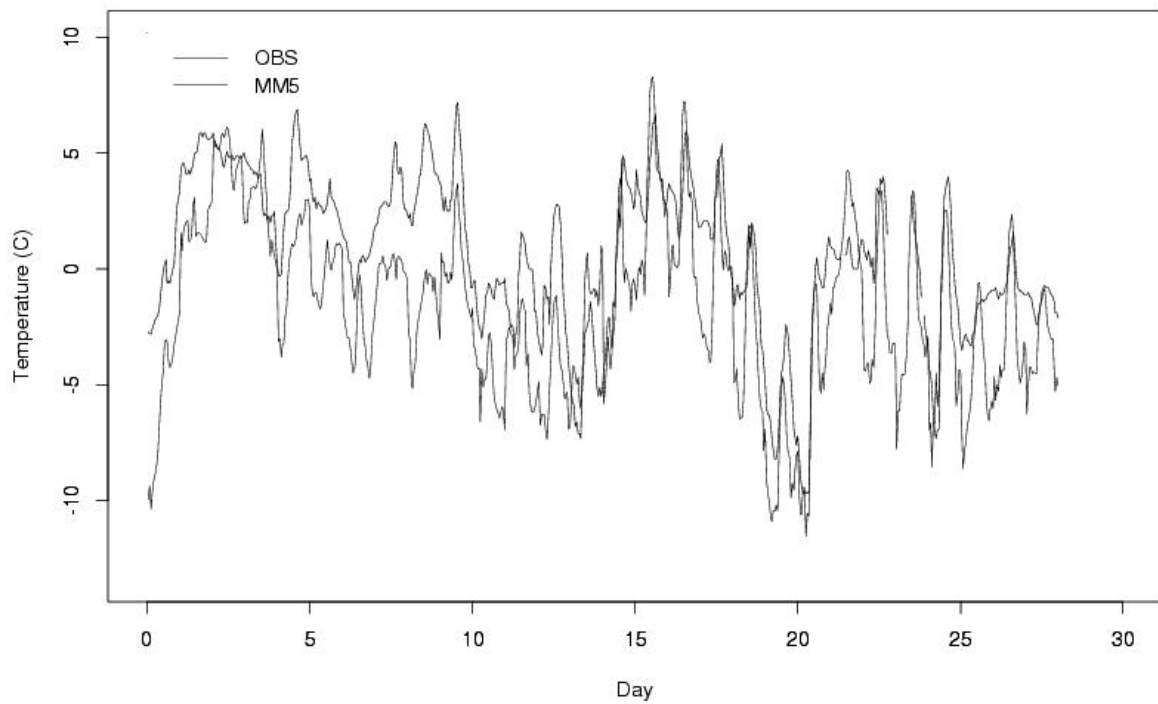
vallehoivn 2002 02



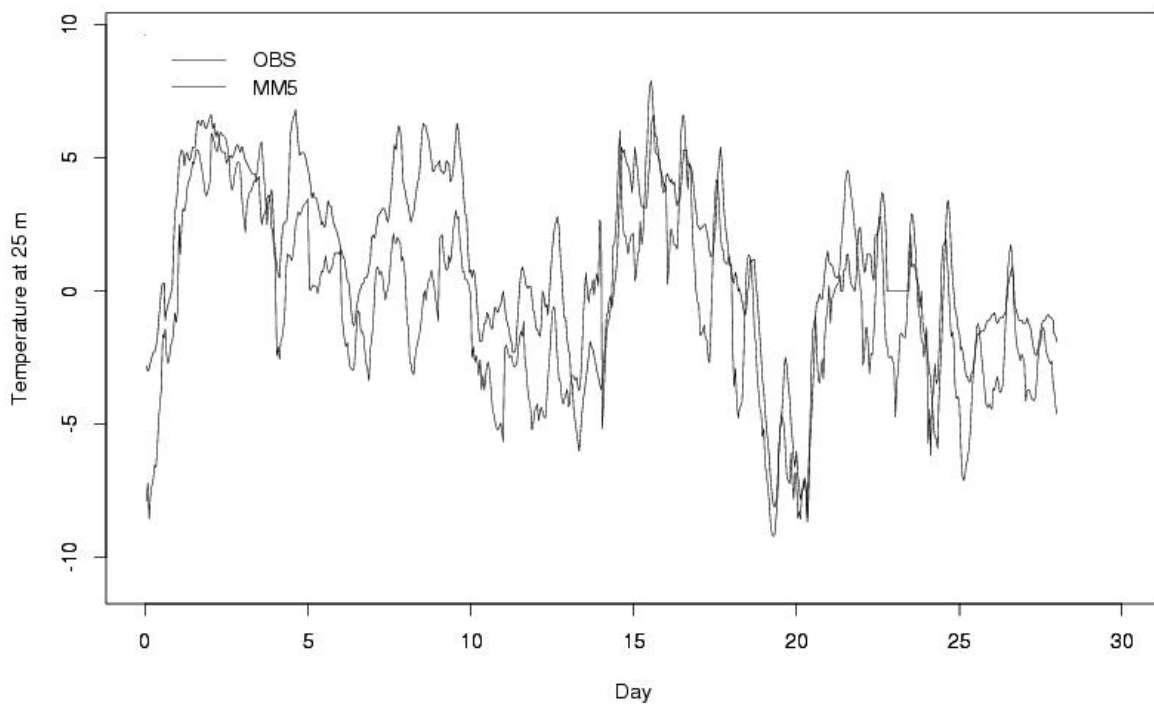
blindern 2002 02



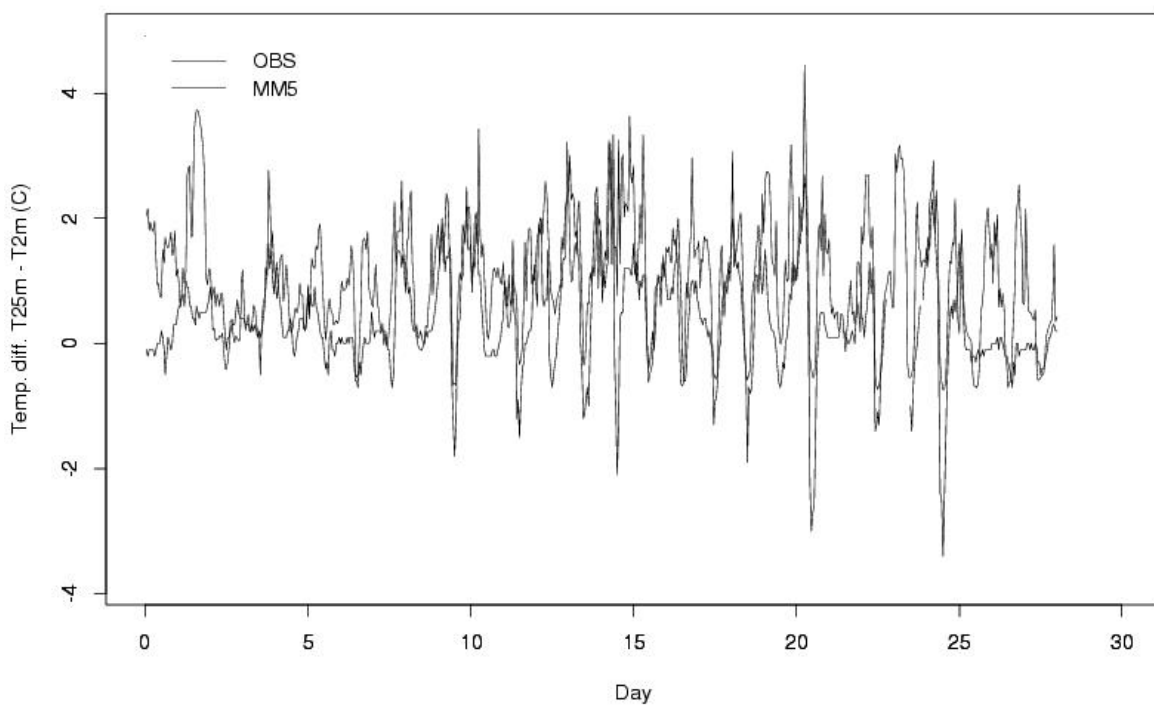
vallehoivn 2002 02



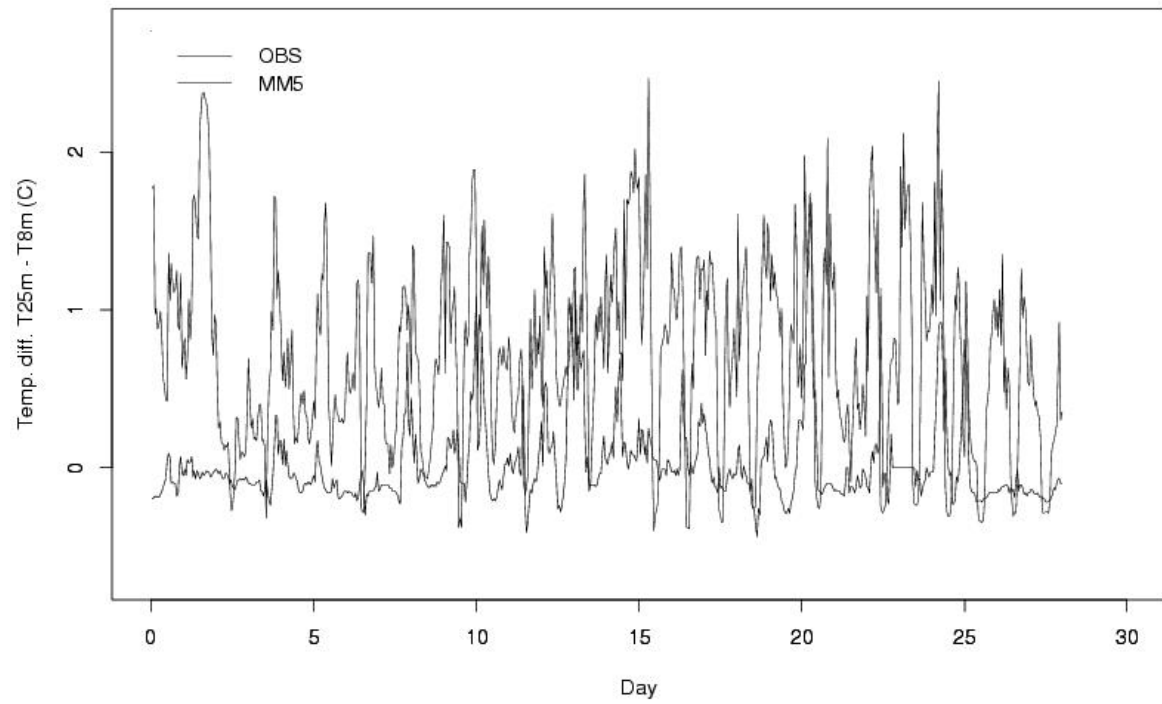
vallehovin 2002 02



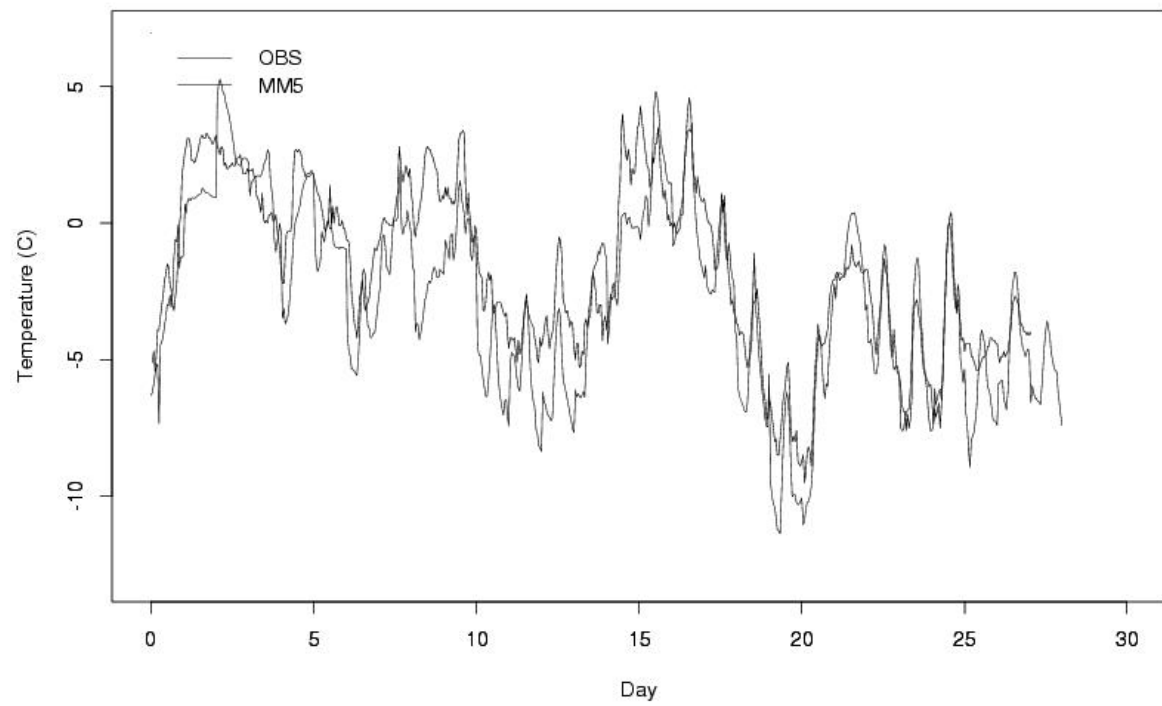
vallehovin 2002 02



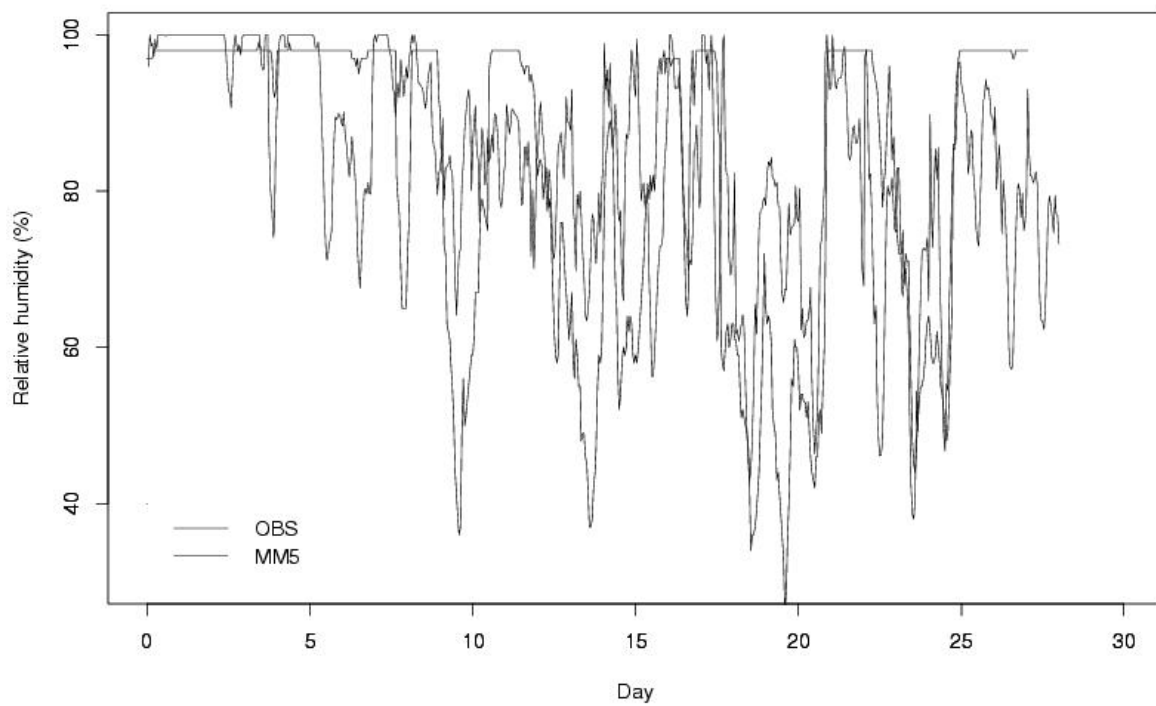
vallehovin 2002 02



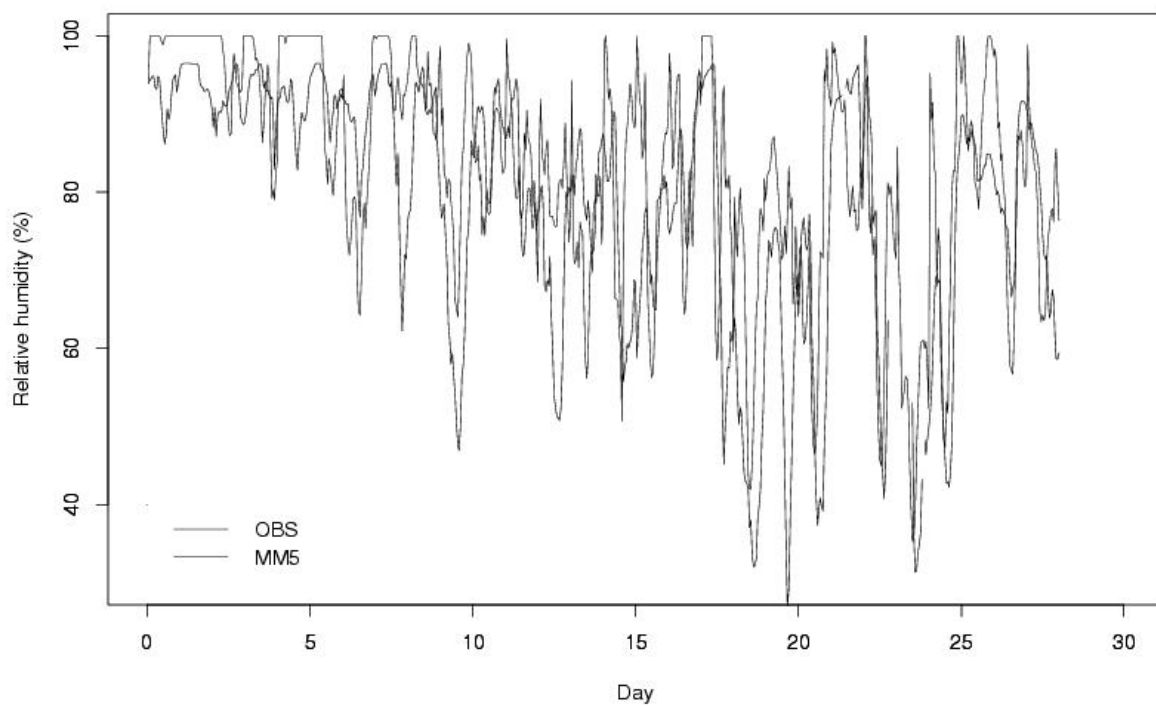
tryvann 2002 02



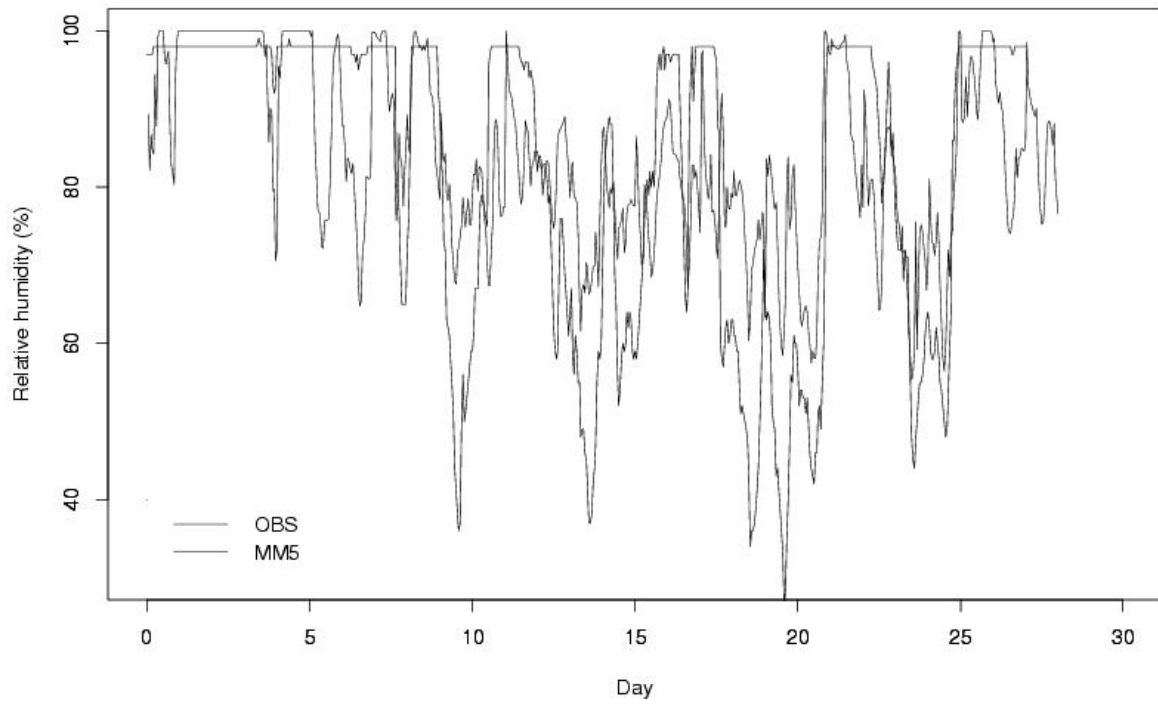
blindern 2002 02



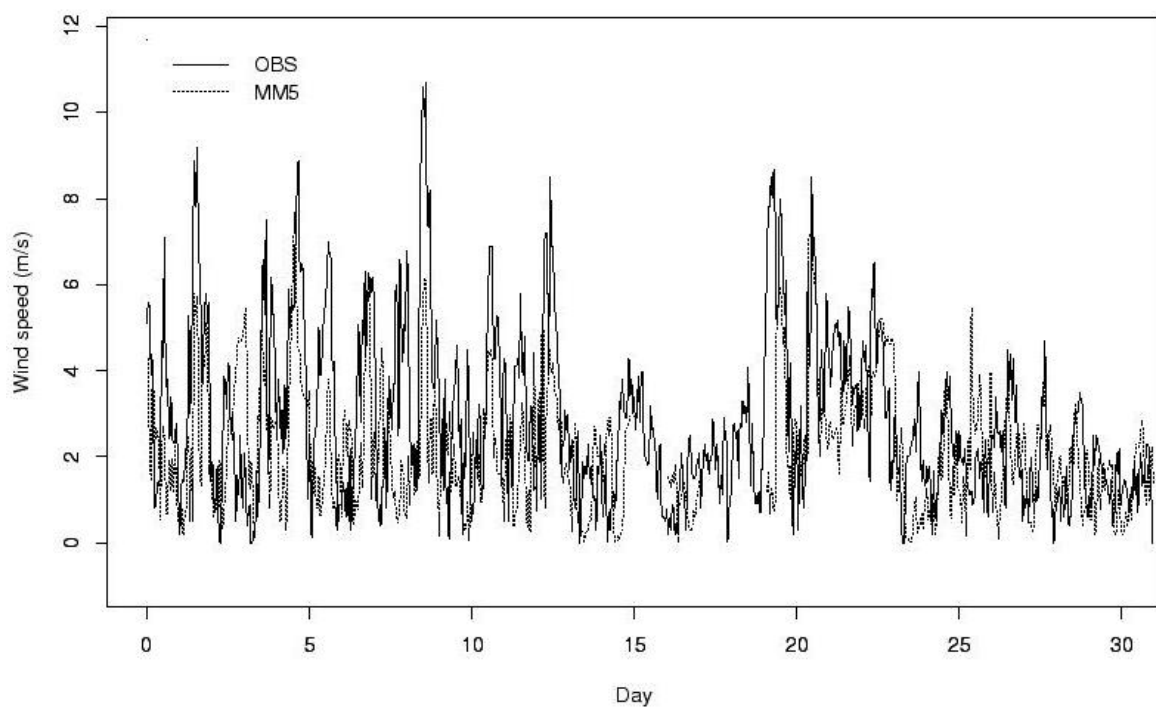
vallehovin 2002 02



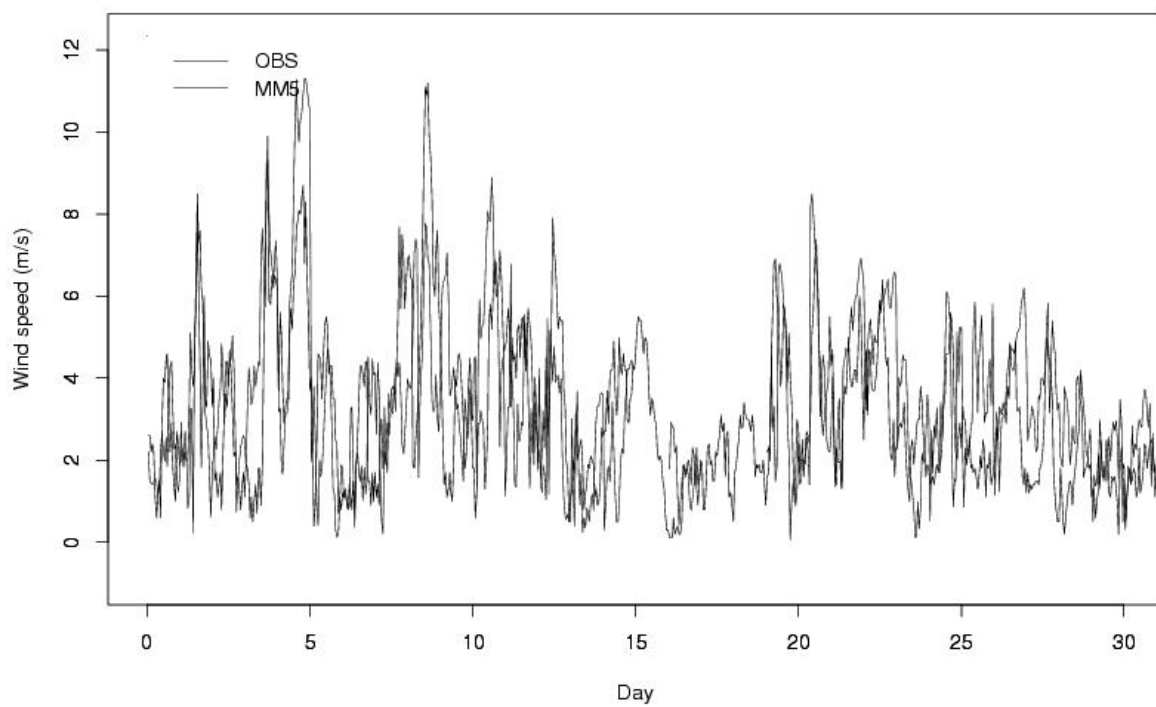
tryvann 2002 02



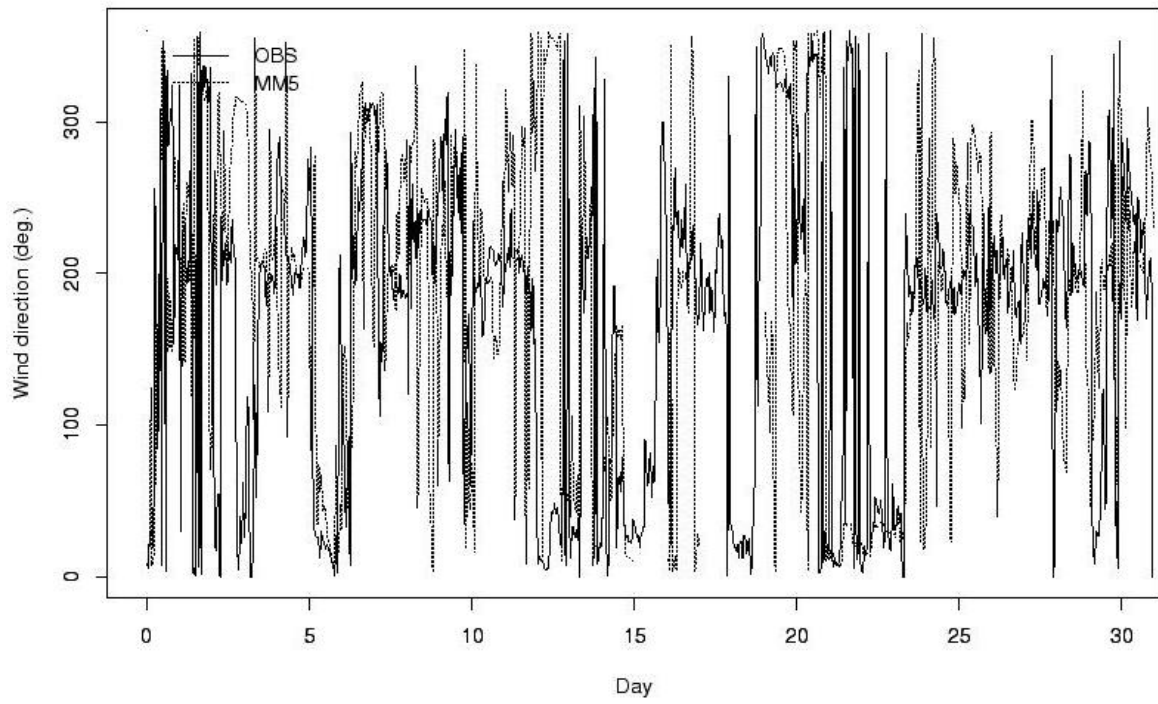
blindern 2002 03



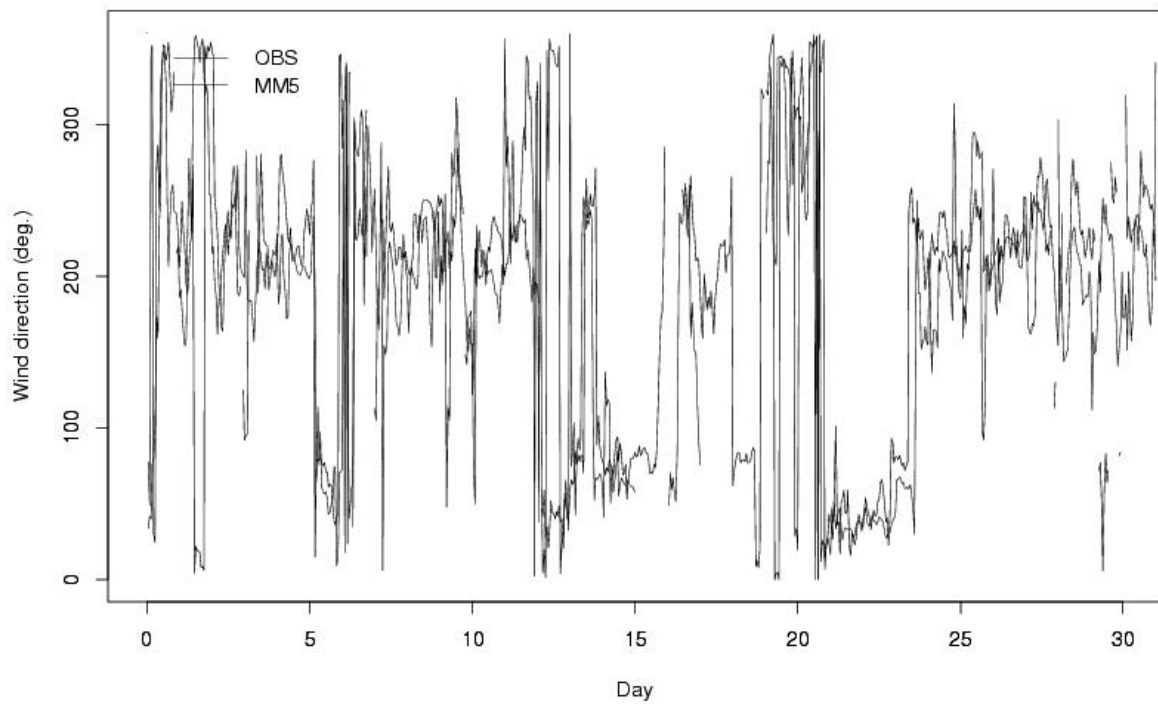
vallehoivn 2002 03



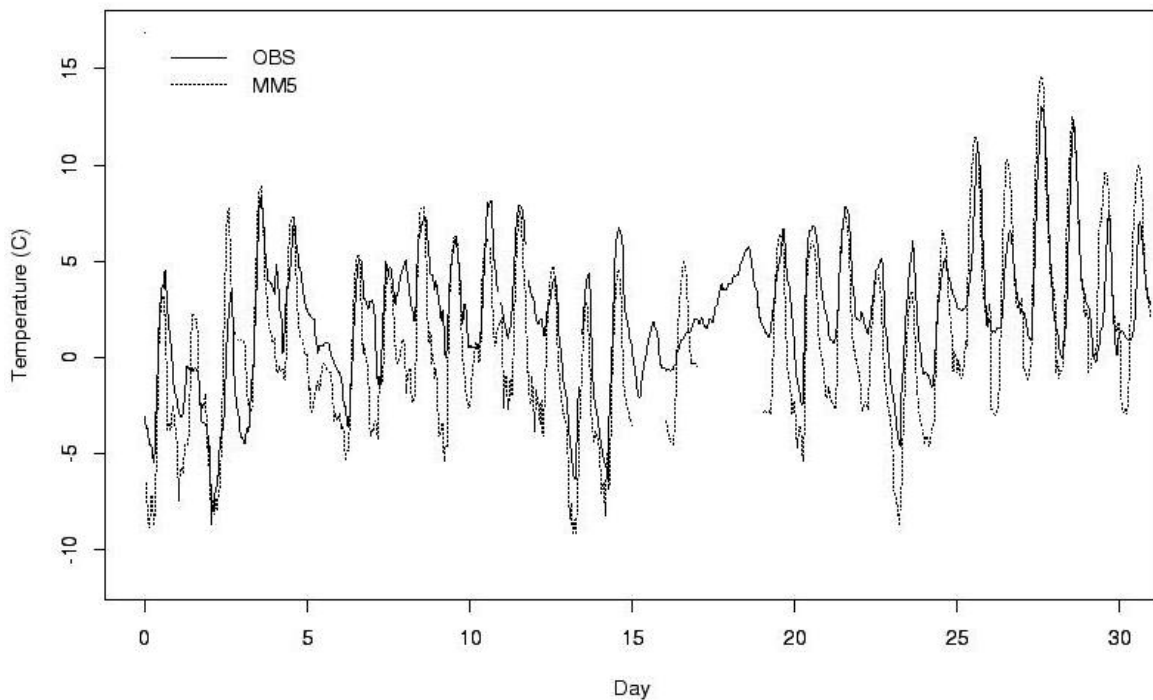
blindern 2002 03



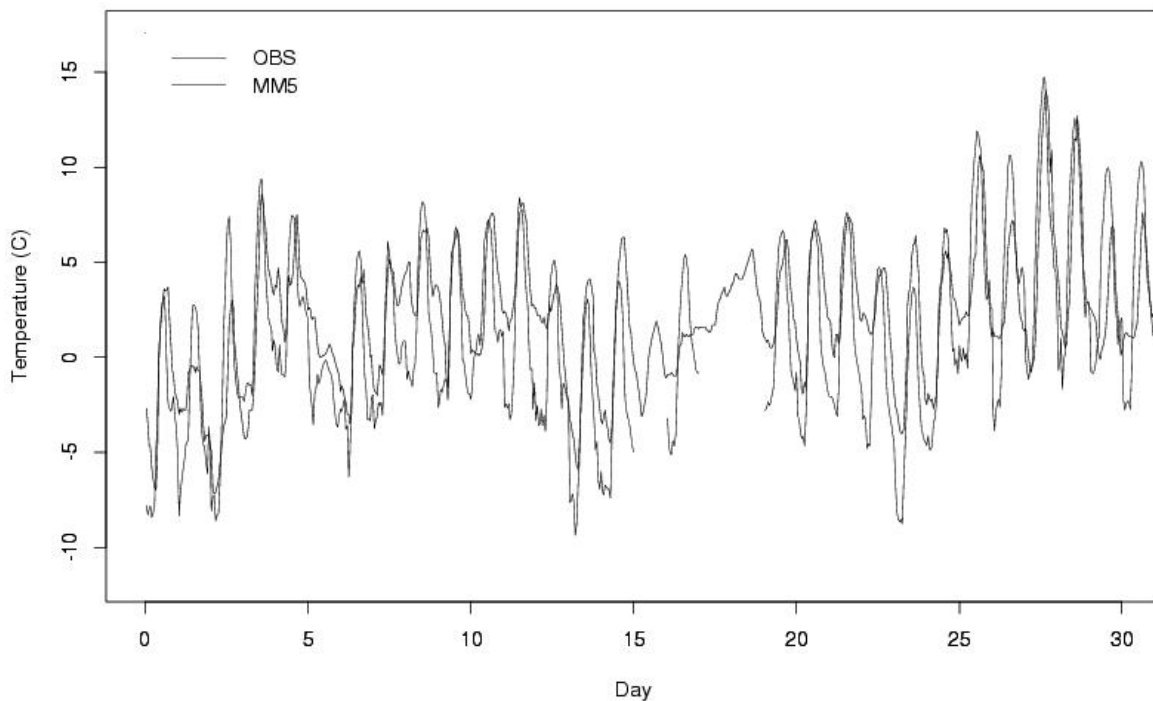
vallehoivn 2002 03



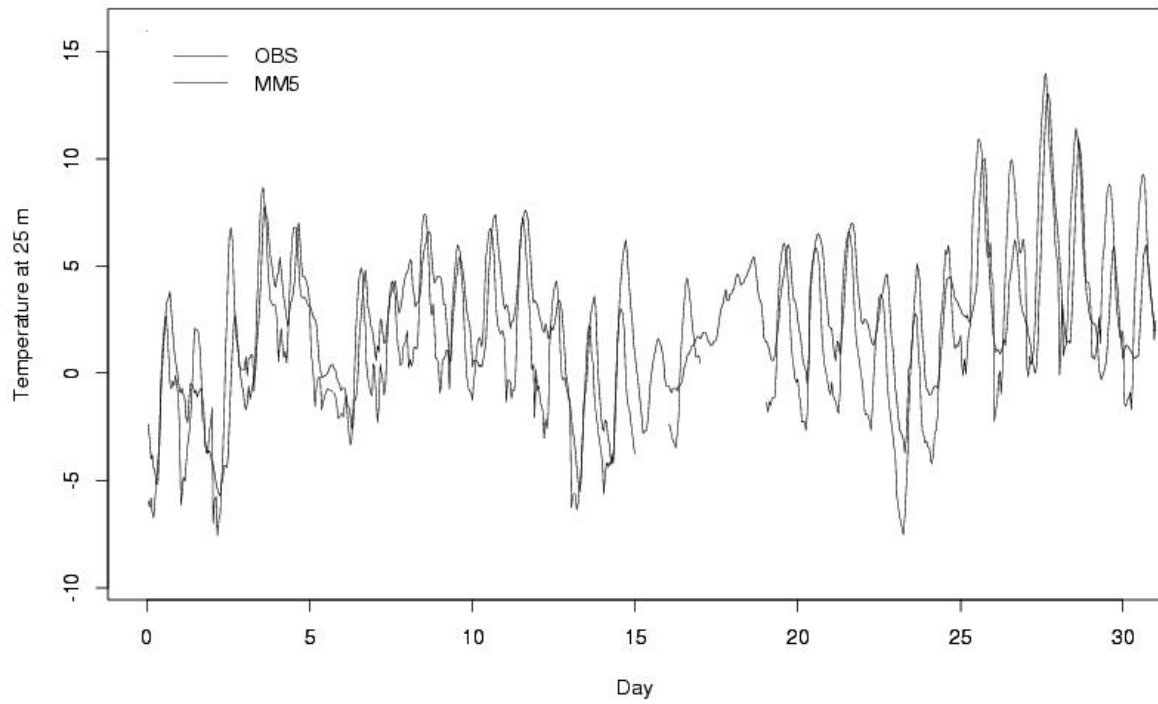
blindern 2002 03



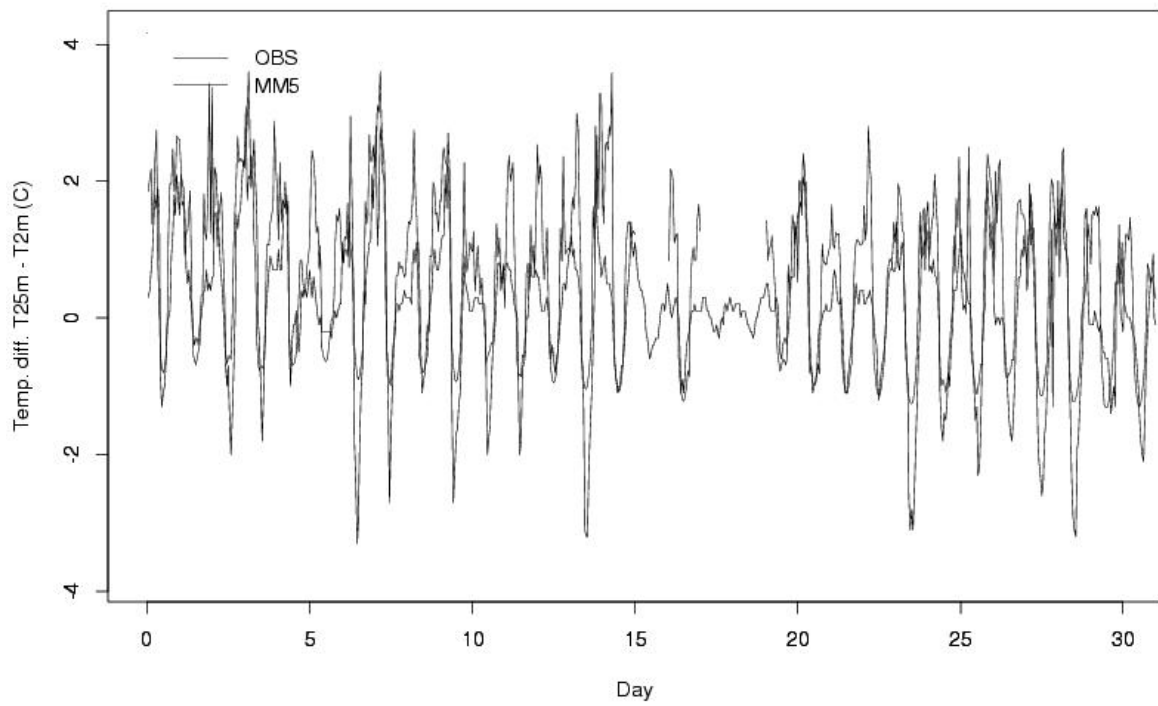
vallehovin 2002 03



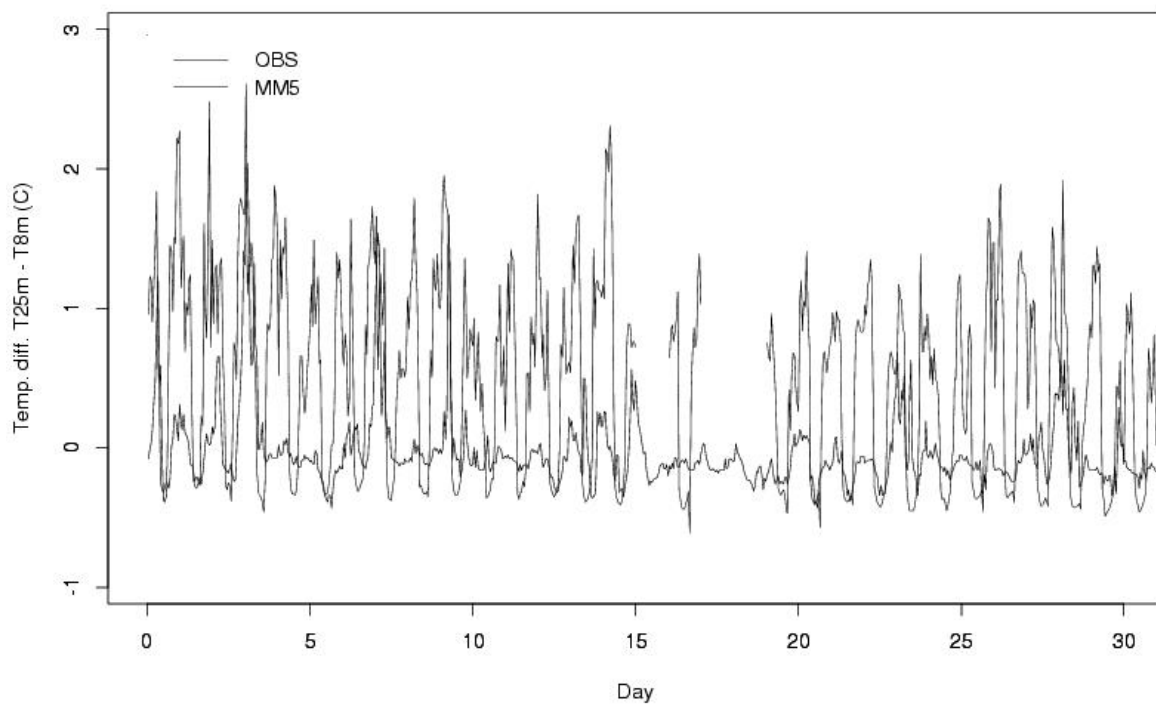
vallehovin 2002 03



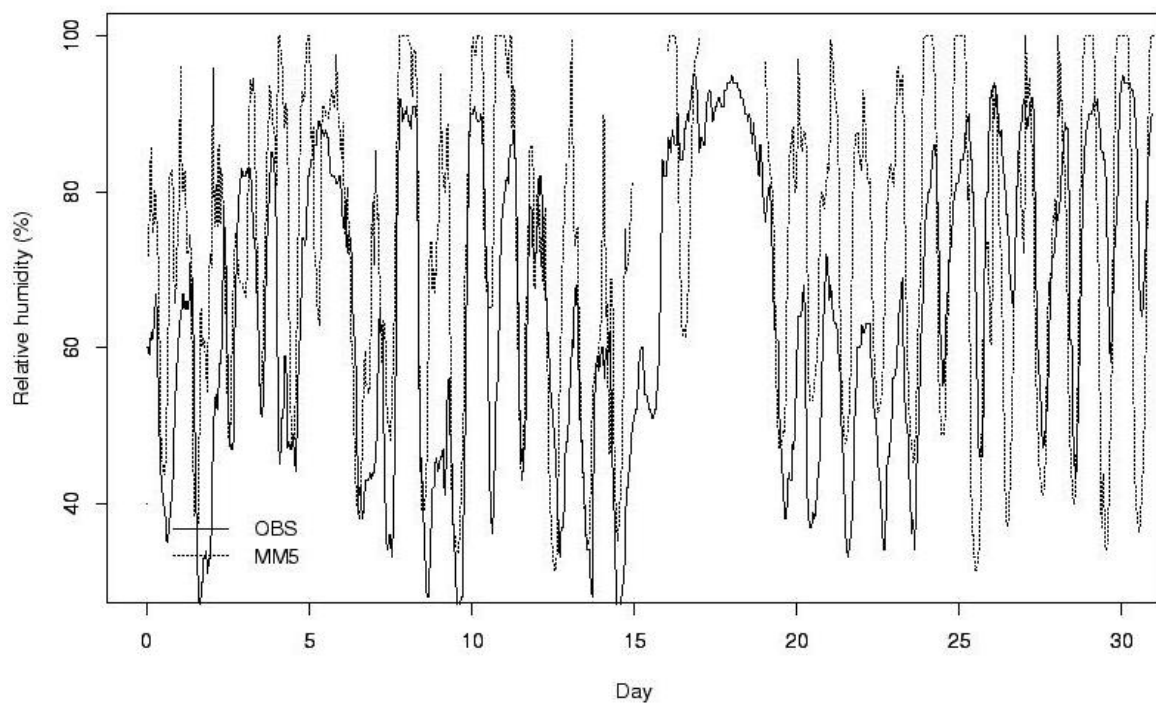
vallehovin 2002 03



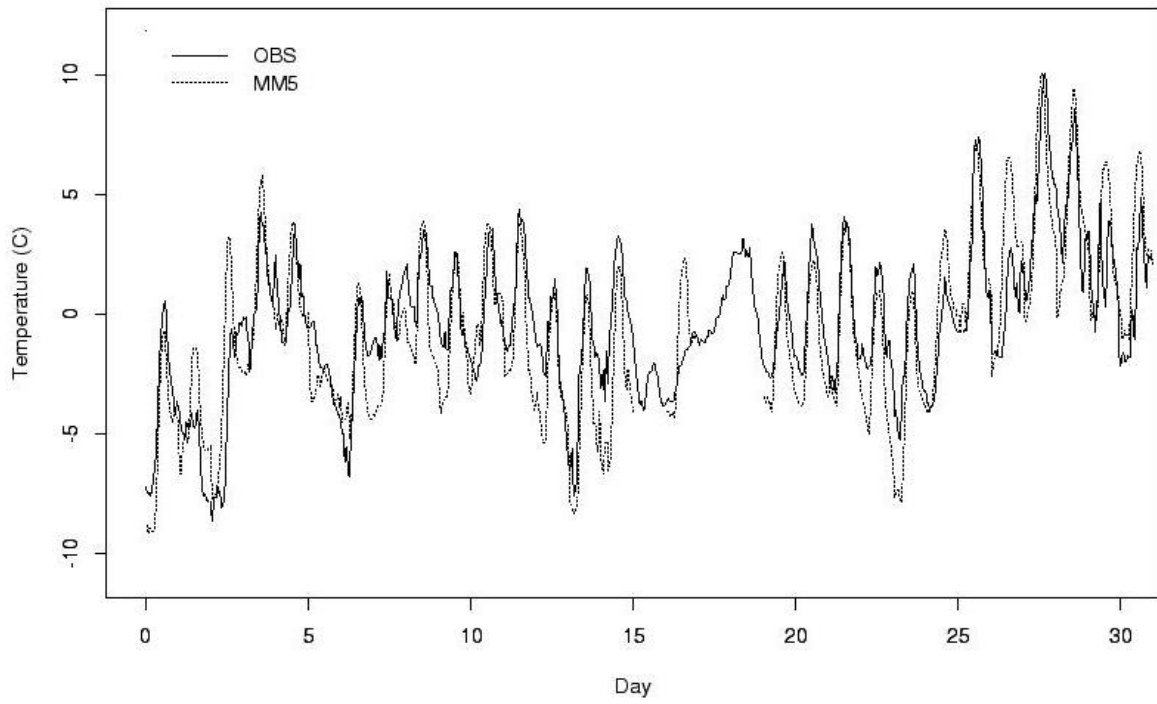
vallehovin 2002 03



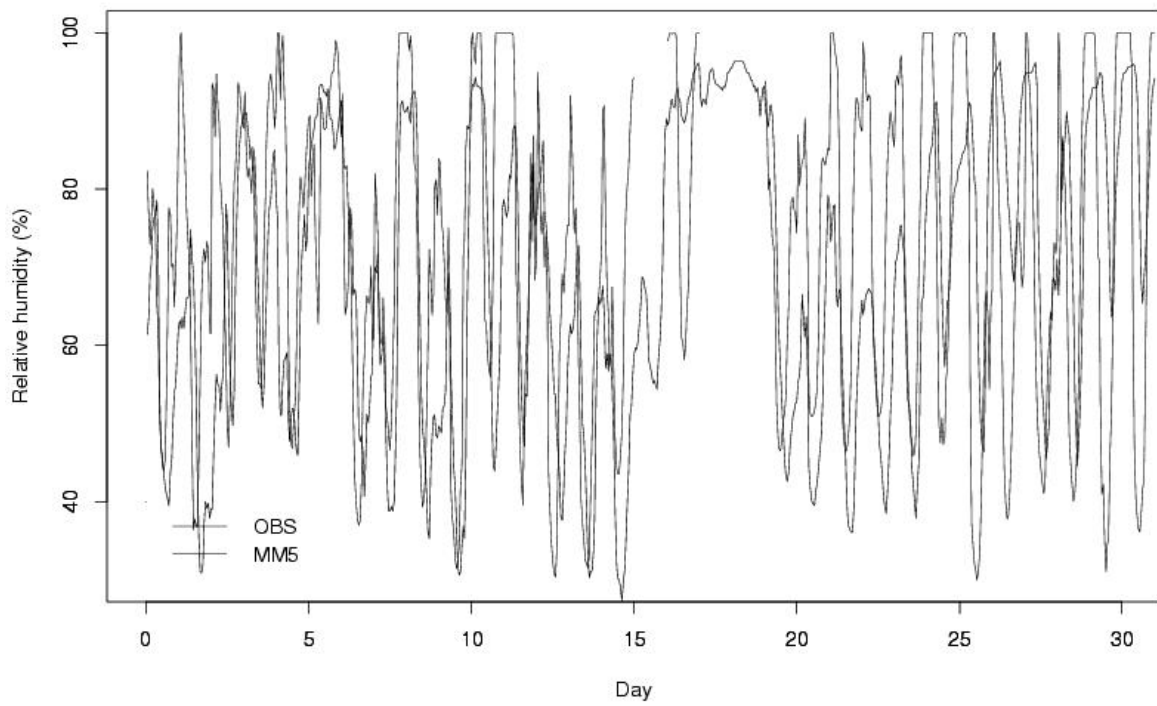
blindern 2002 03



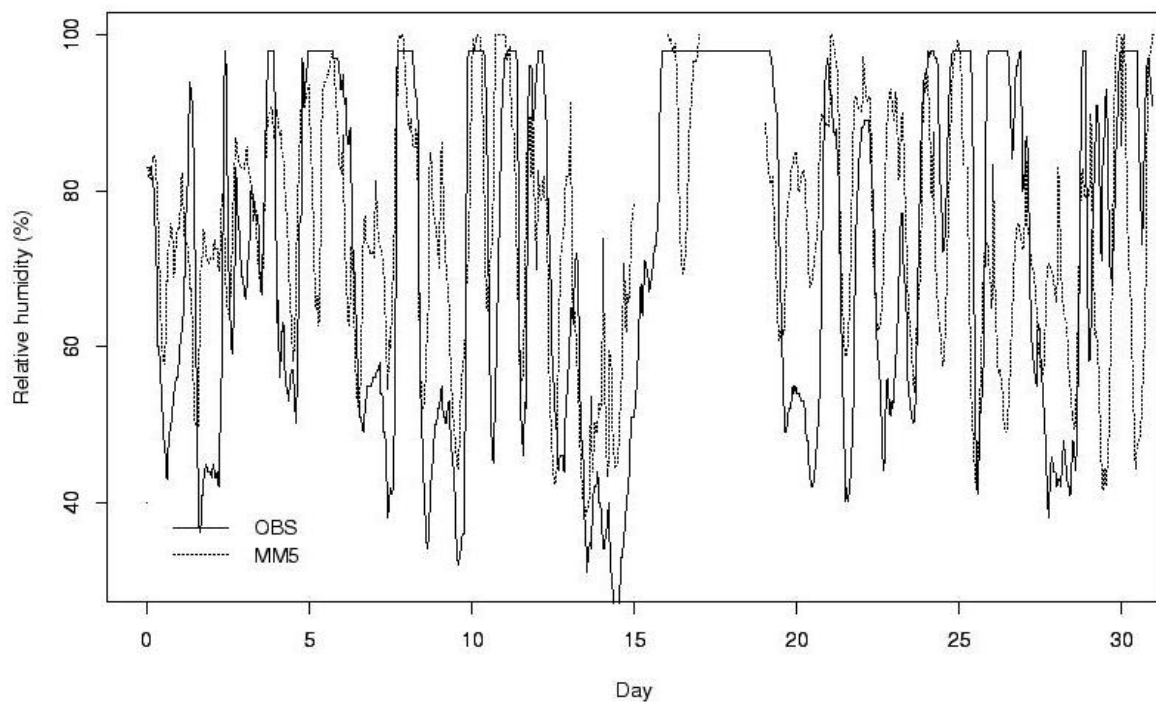
tryvann 2002 03



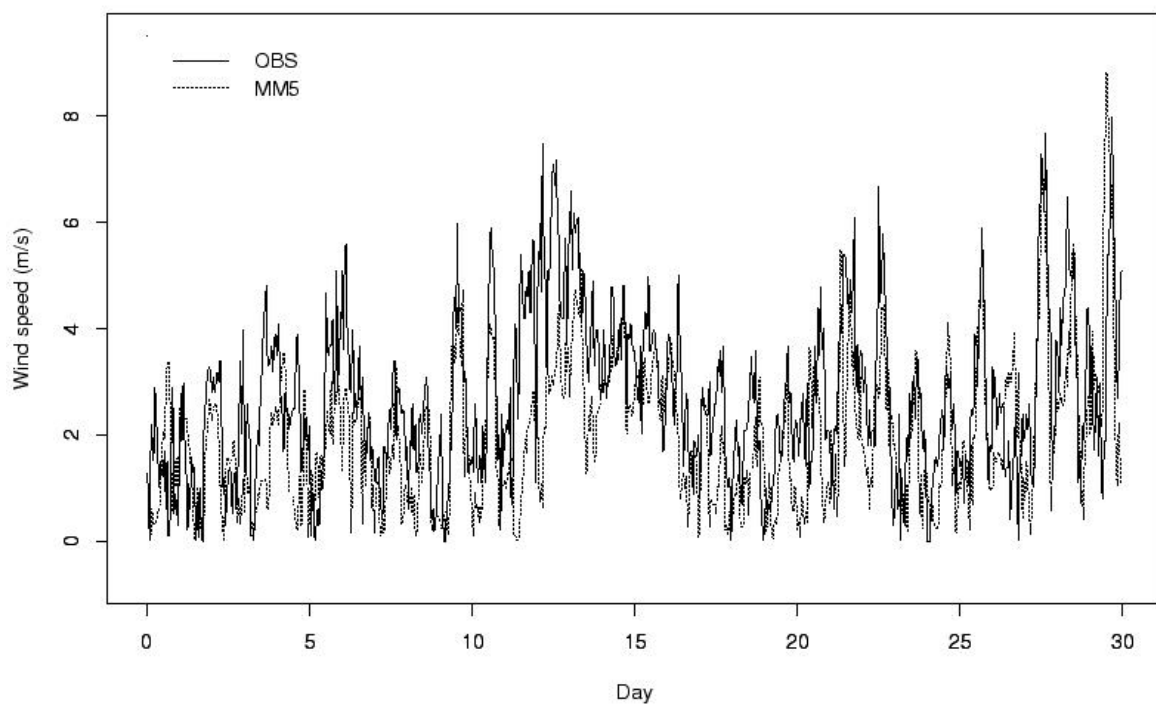
vallehovin 2002 03



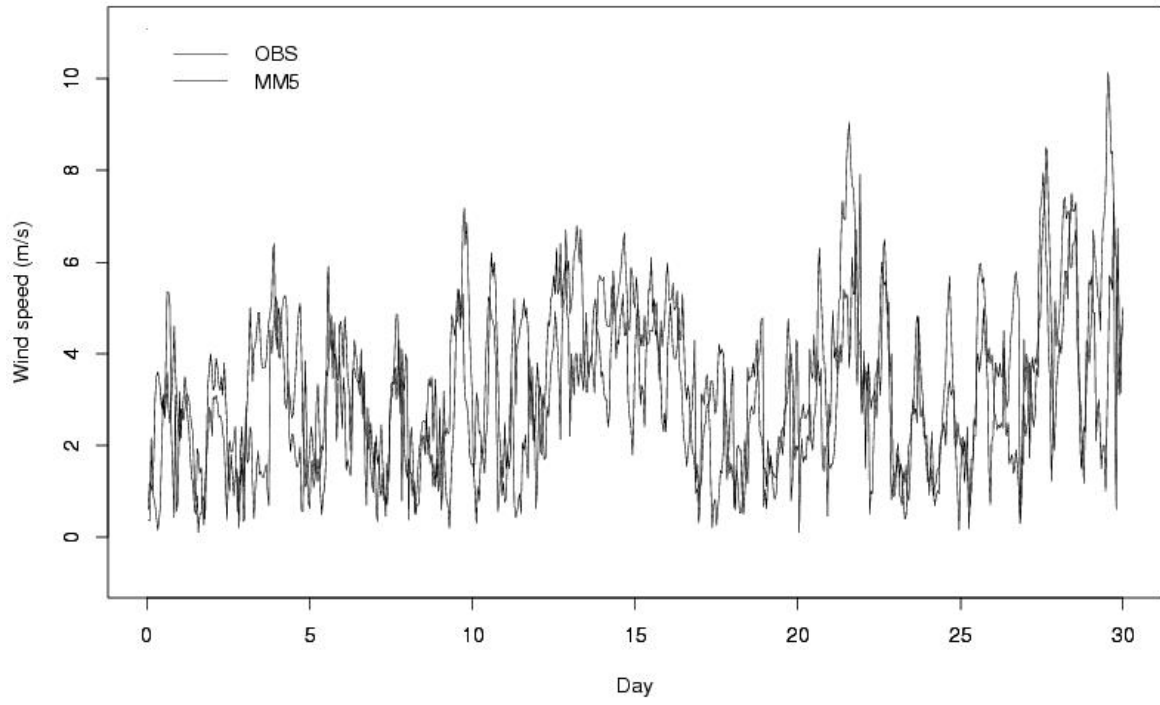
tryvann 2002 03



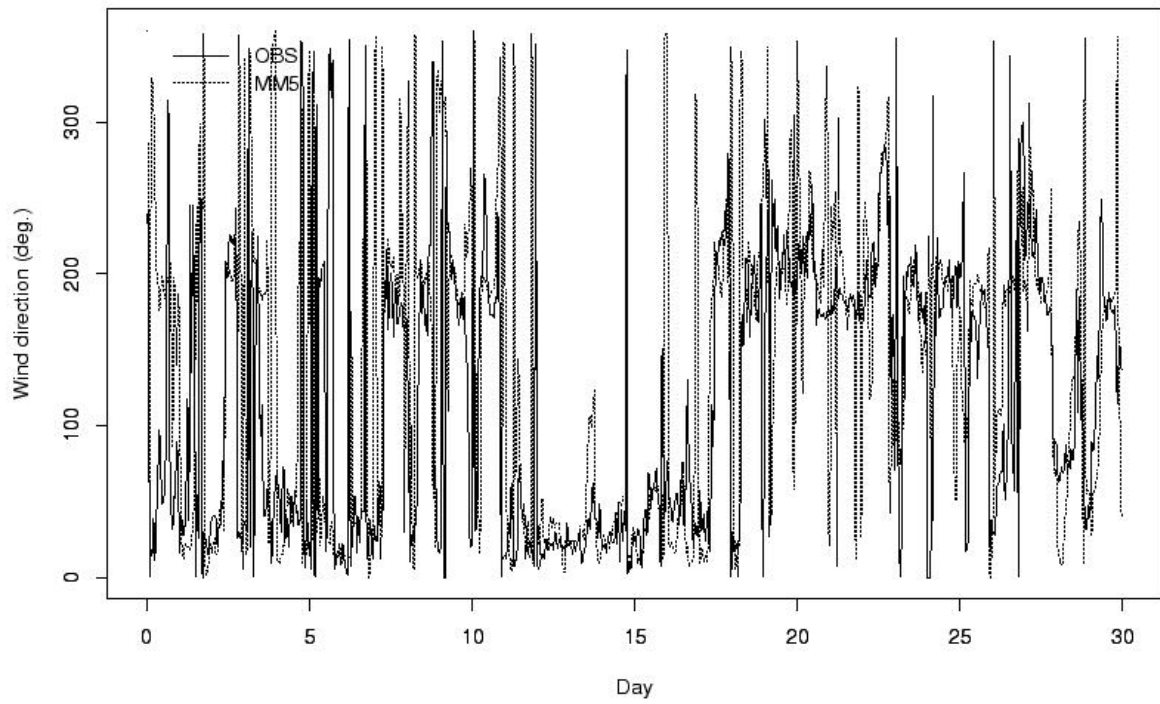
blindern 2002 04



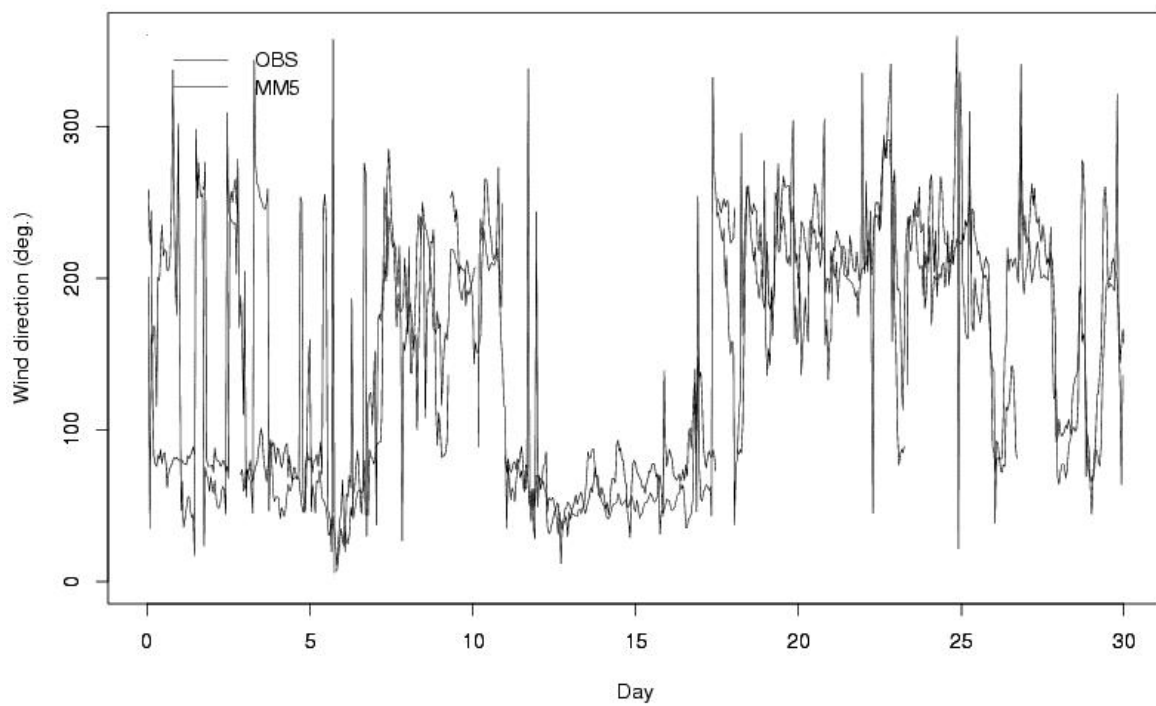
vallehovin 2002 04



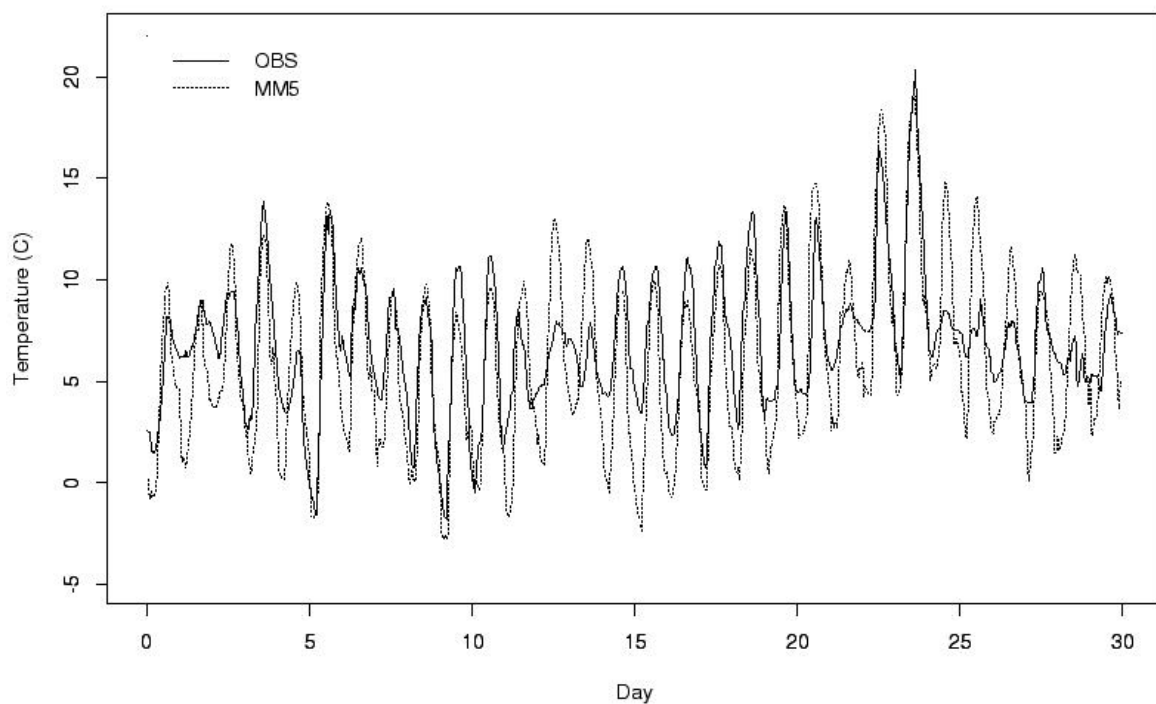
blindern 2002 04



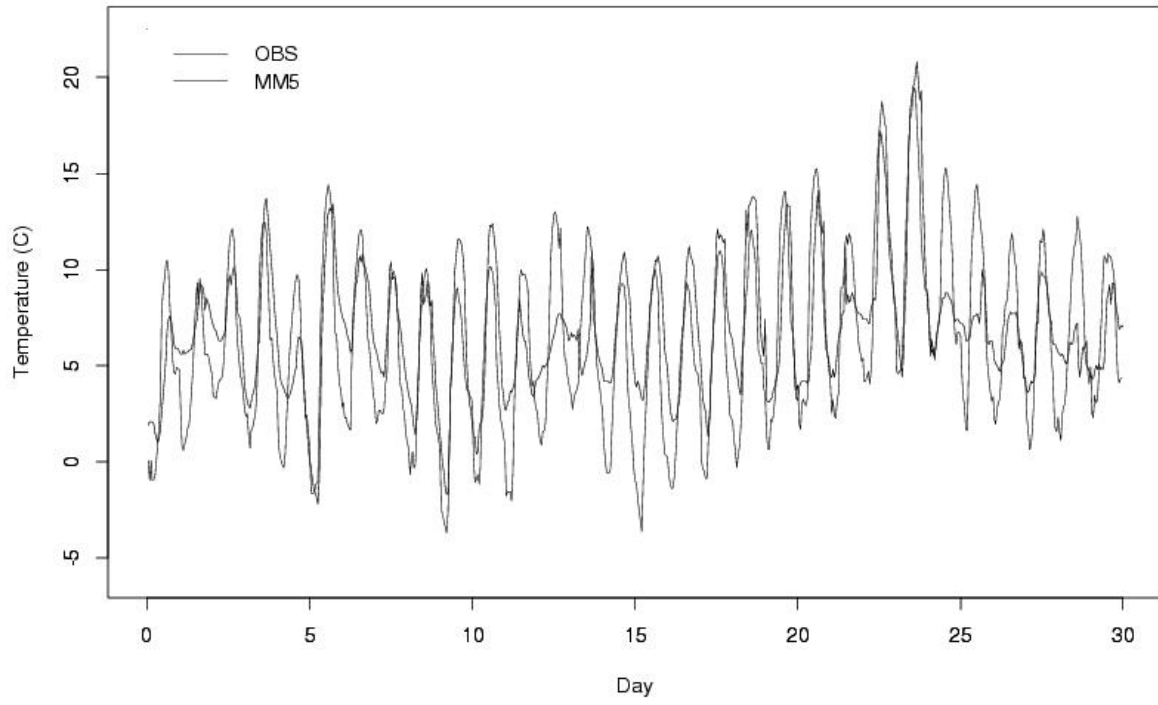
vallehoen 2002 04



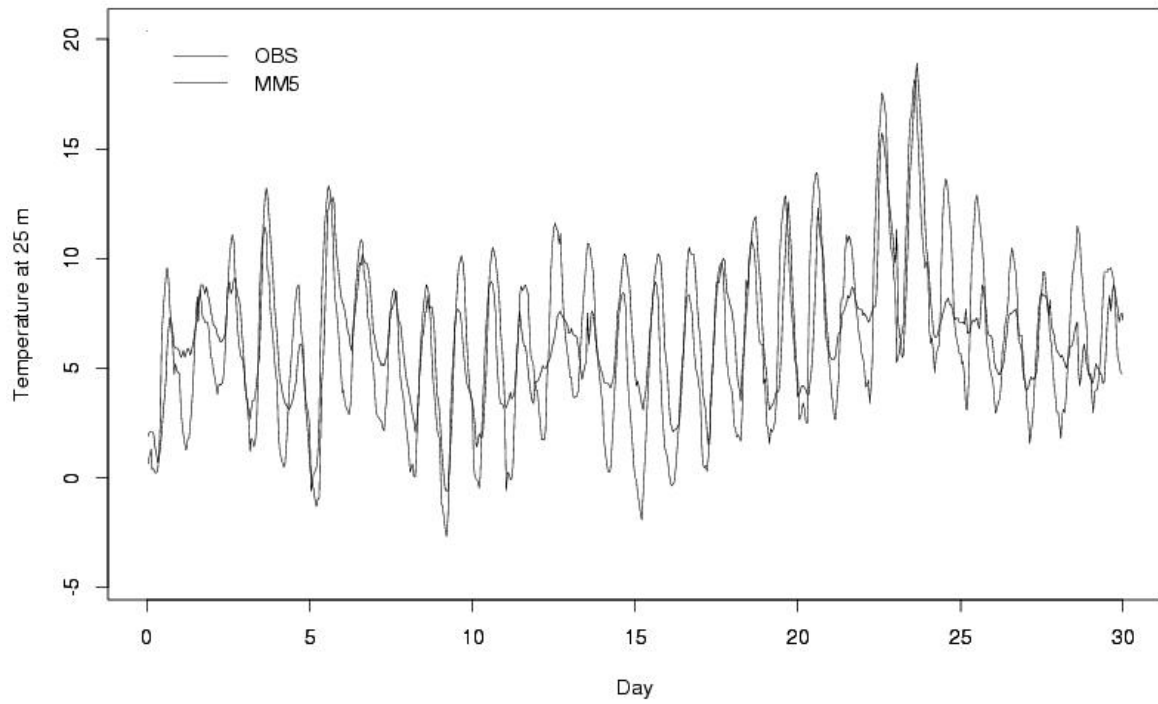
blindern 2002 04



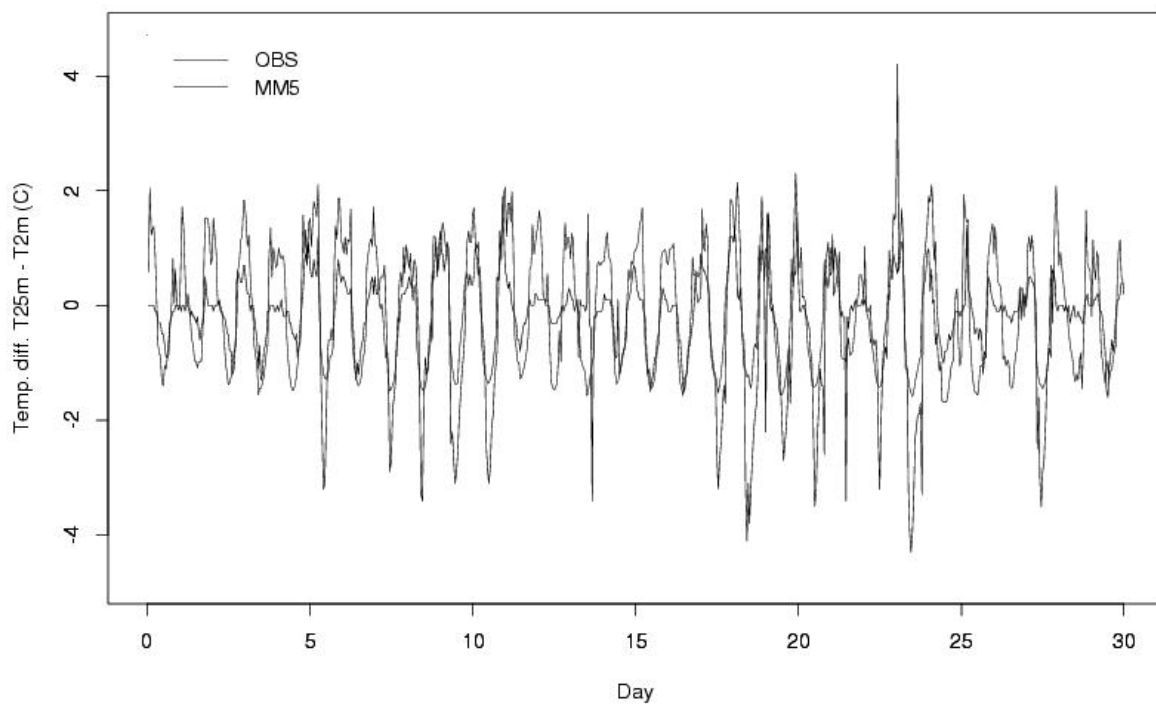
vallehovin 2002 04



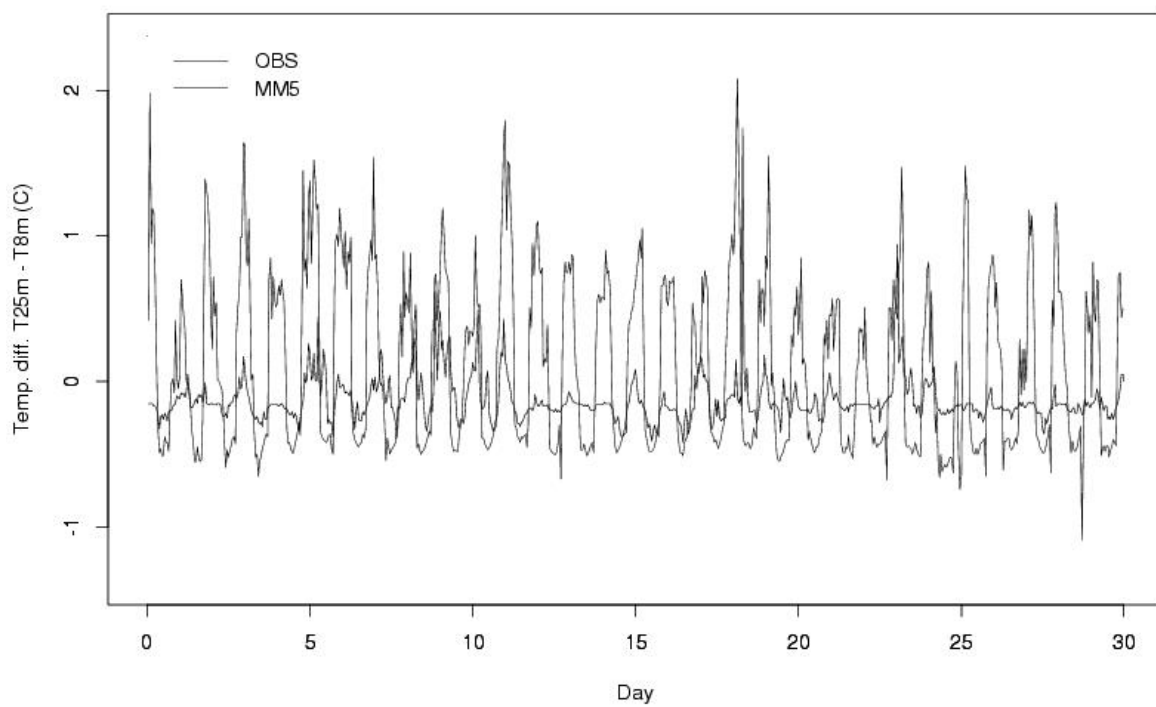
vallehovin 2002 04



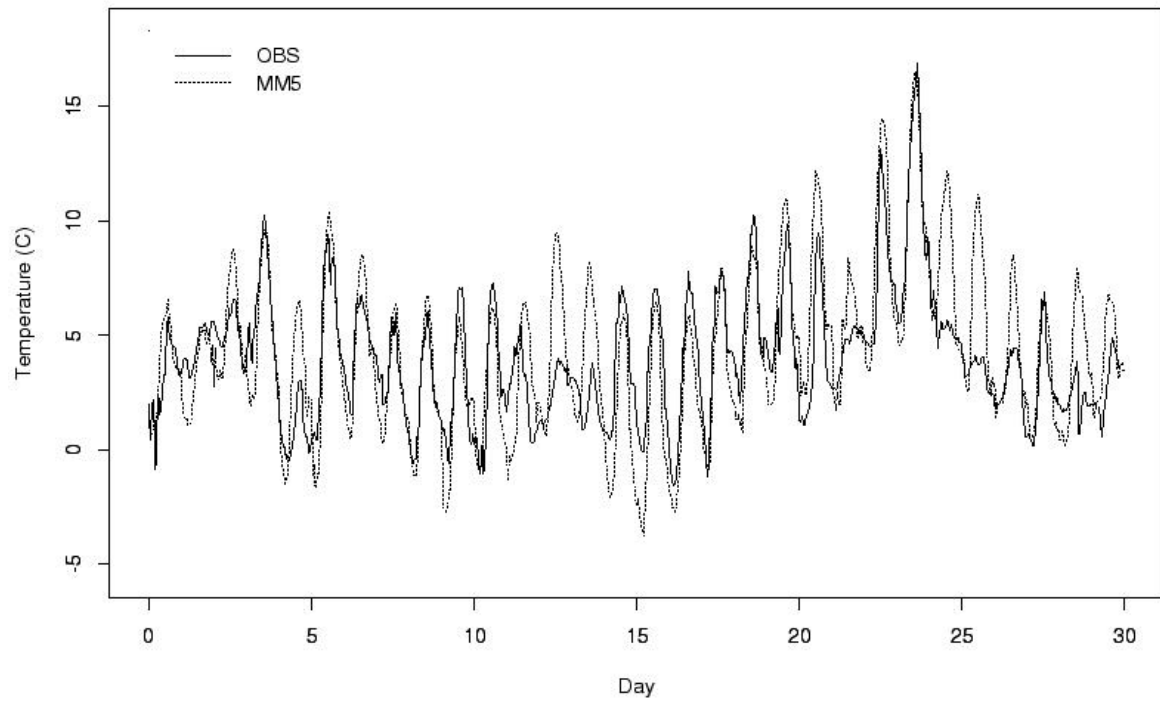
vallehovin 2002 04



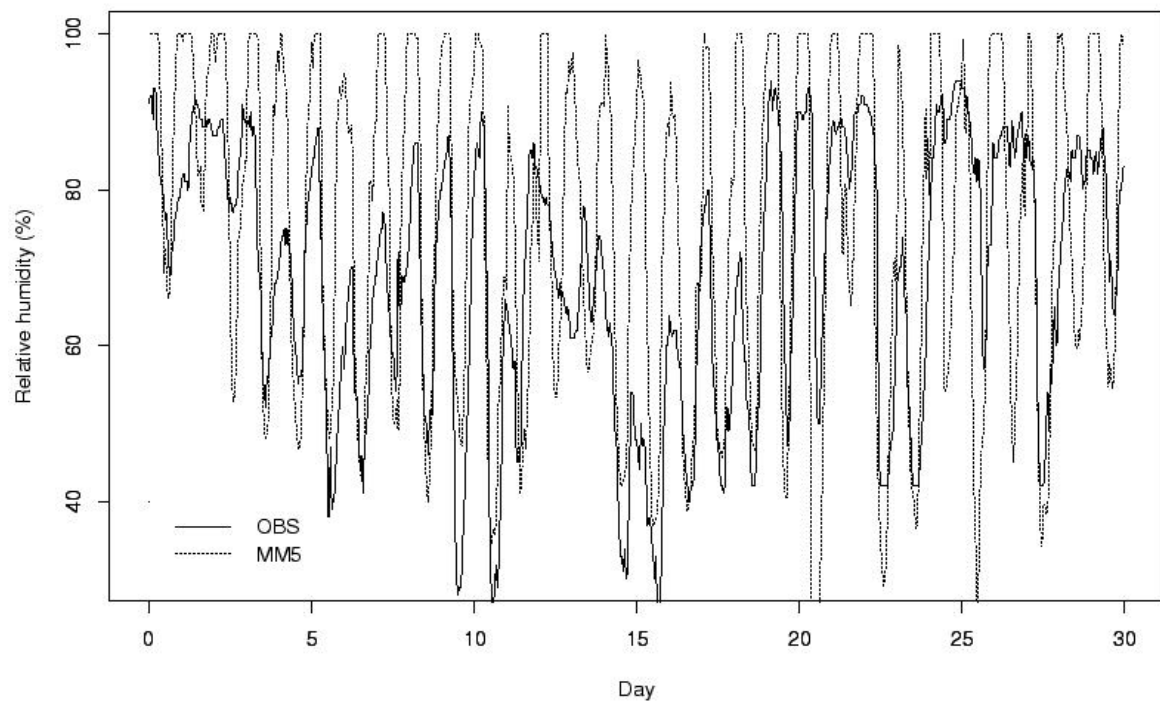
vallehovin 2002 04



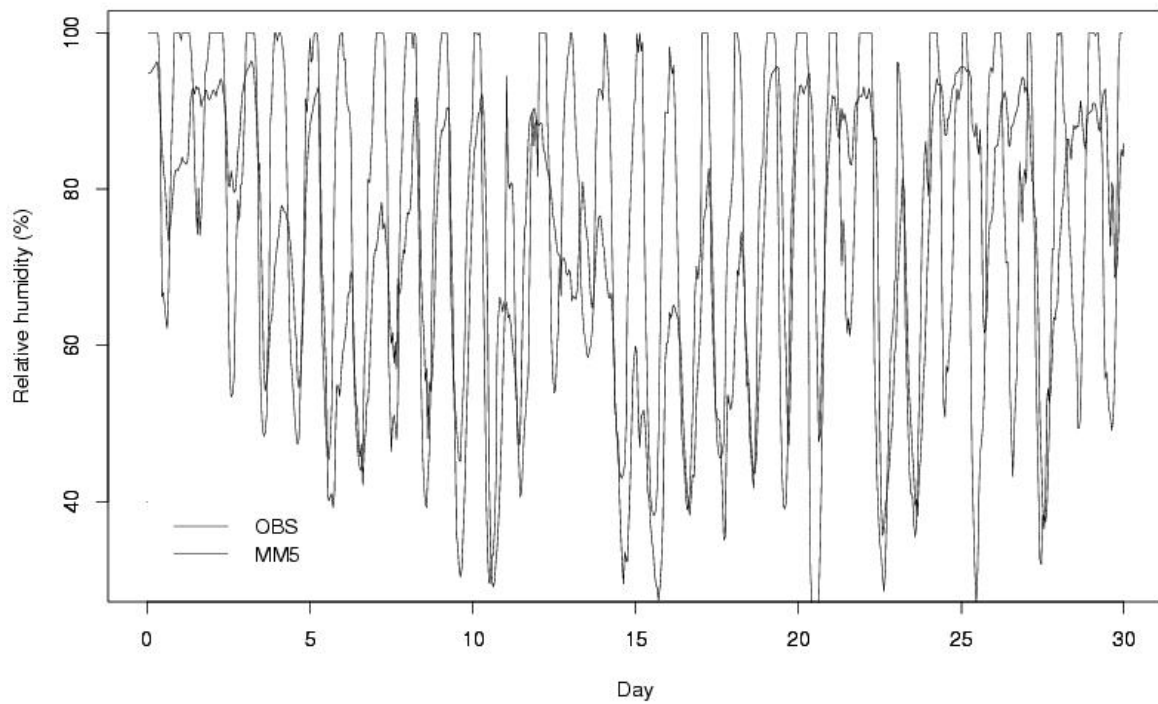
tryvann 2002 04



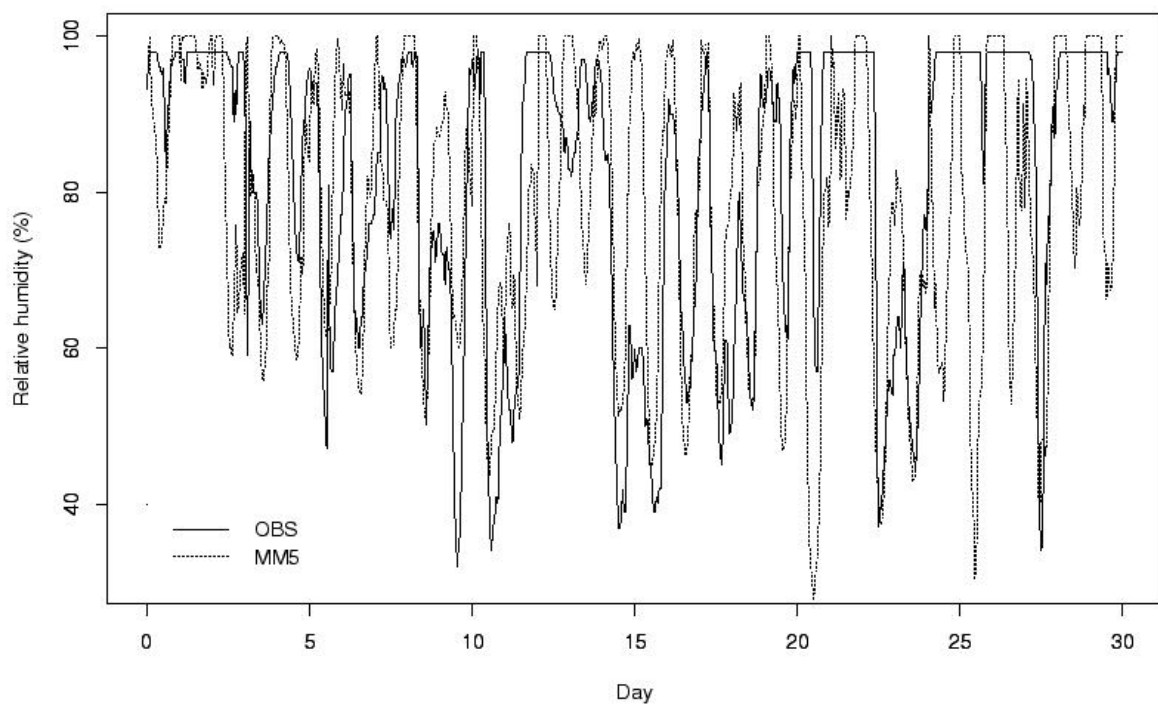
blindern 2002 04



vallehovin 2002 04



tryvann 2002 04

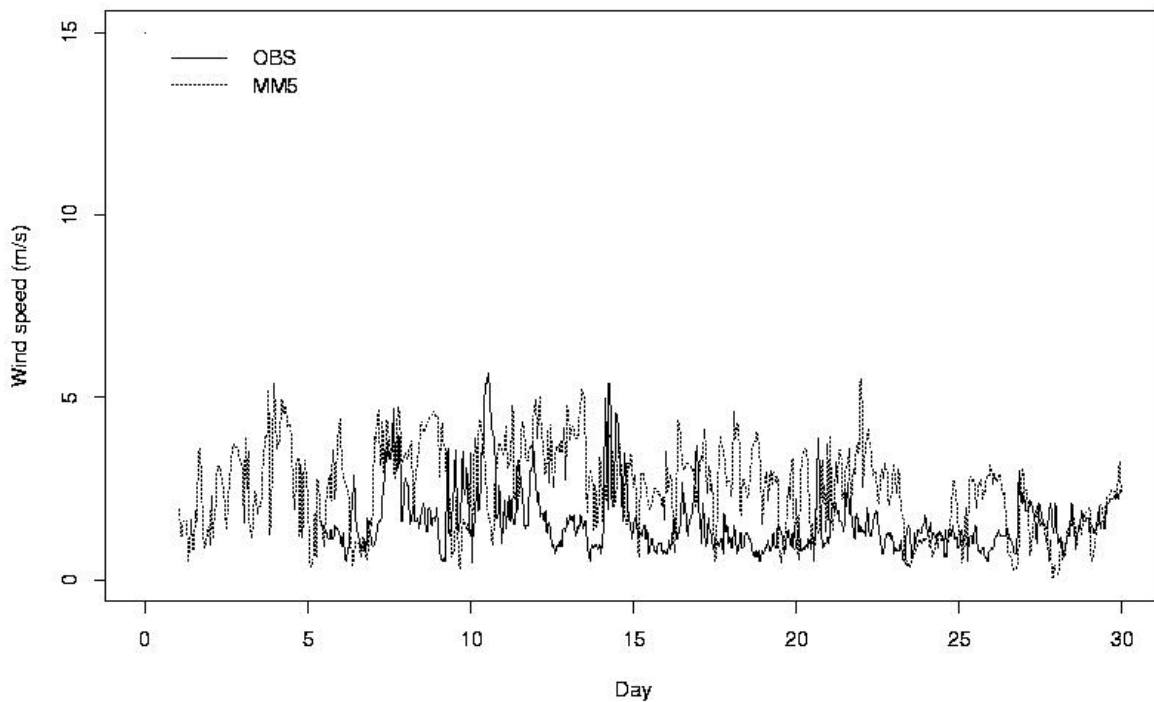


Vedlegg E

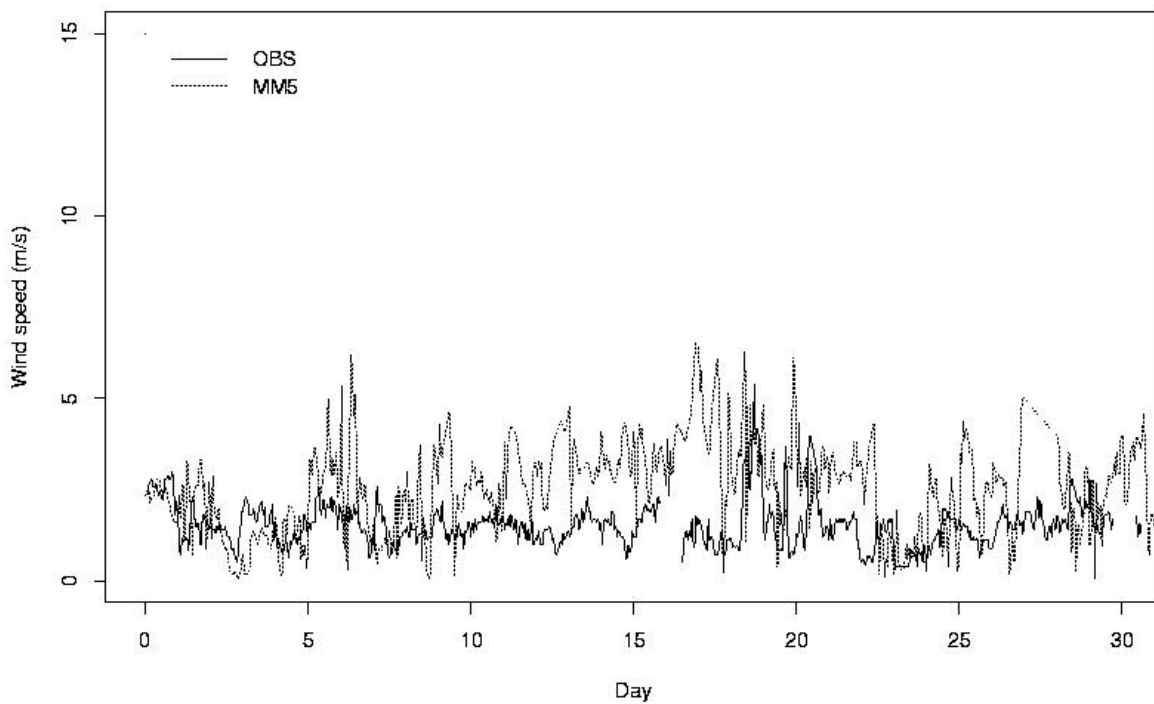
Tidsserier av observerte og modellresultater i Drammen, meteorologi

Tidserier av observasjoner og modellresultater i Drammen.

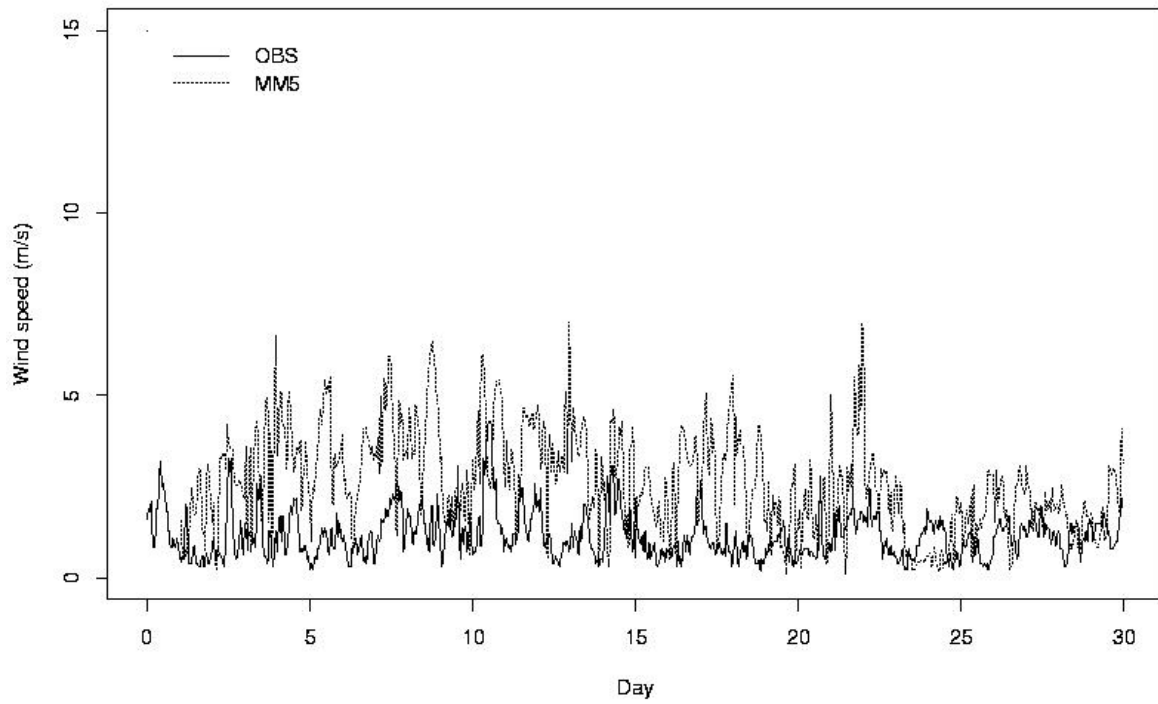
marienlyst 2001 11



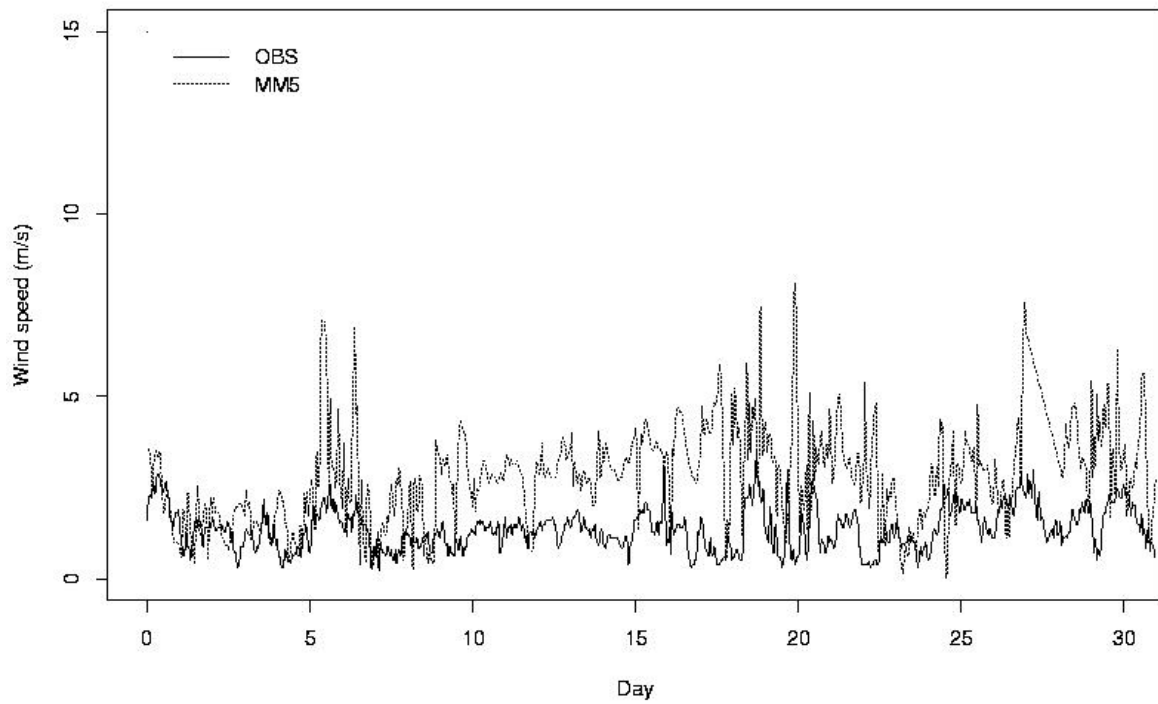
marienlyst 2001 12



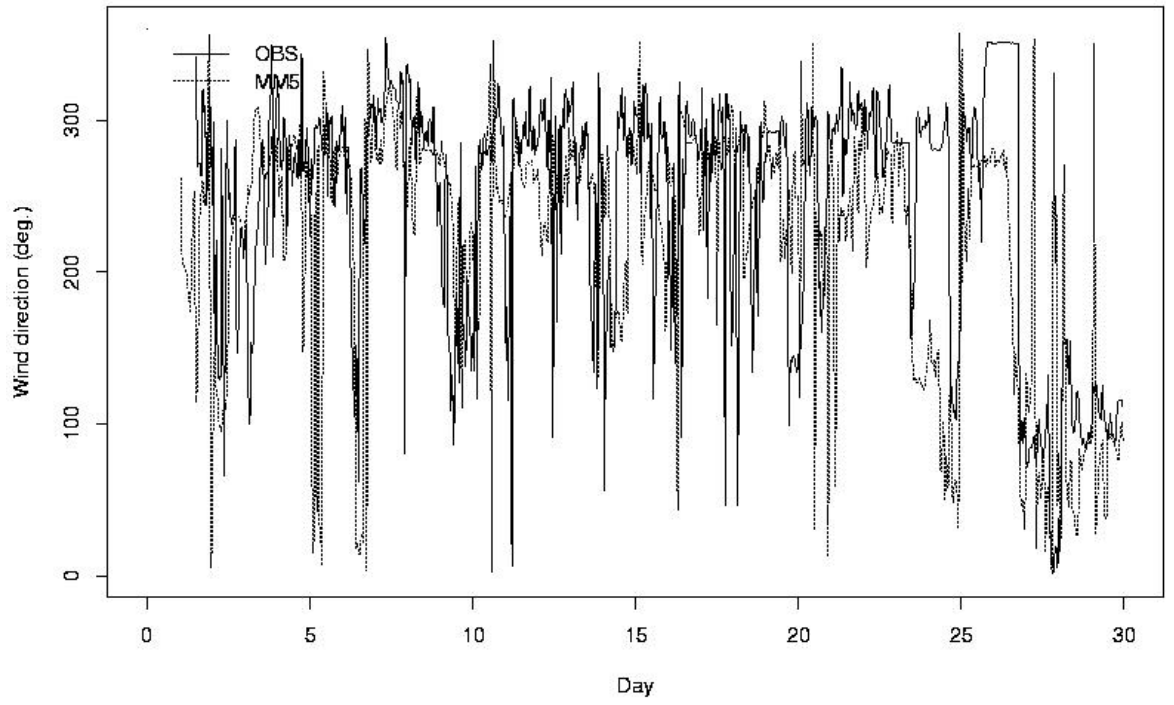
engine 2001 11



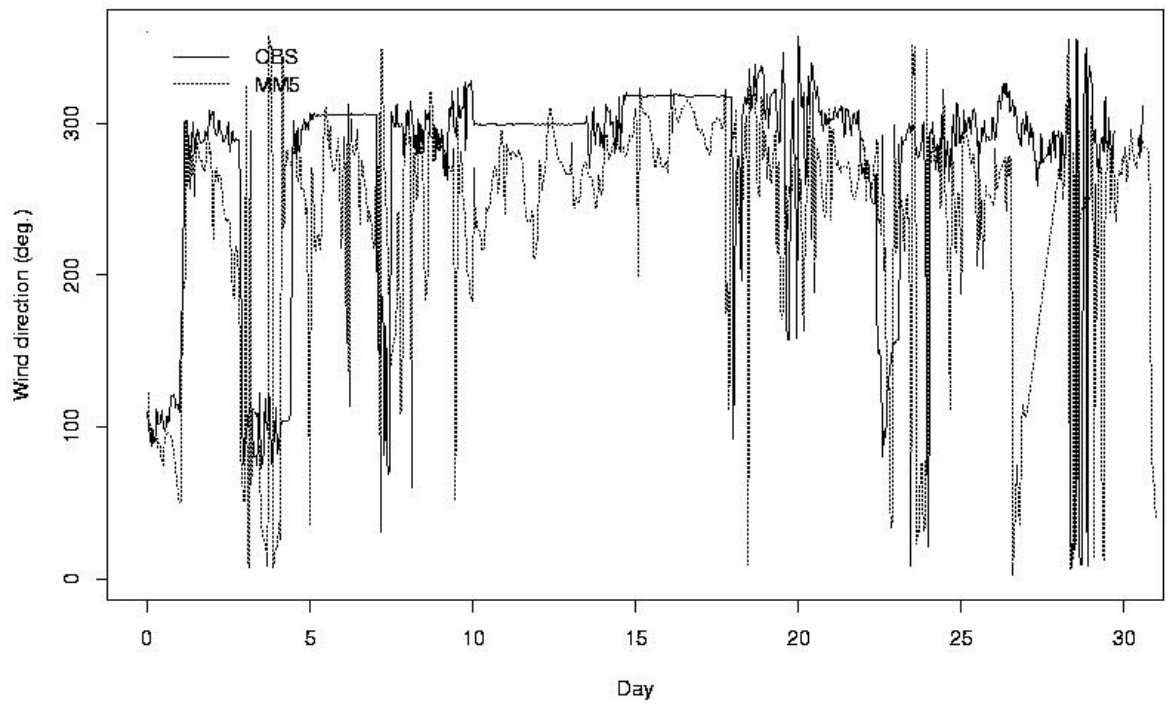
engine 2001 12



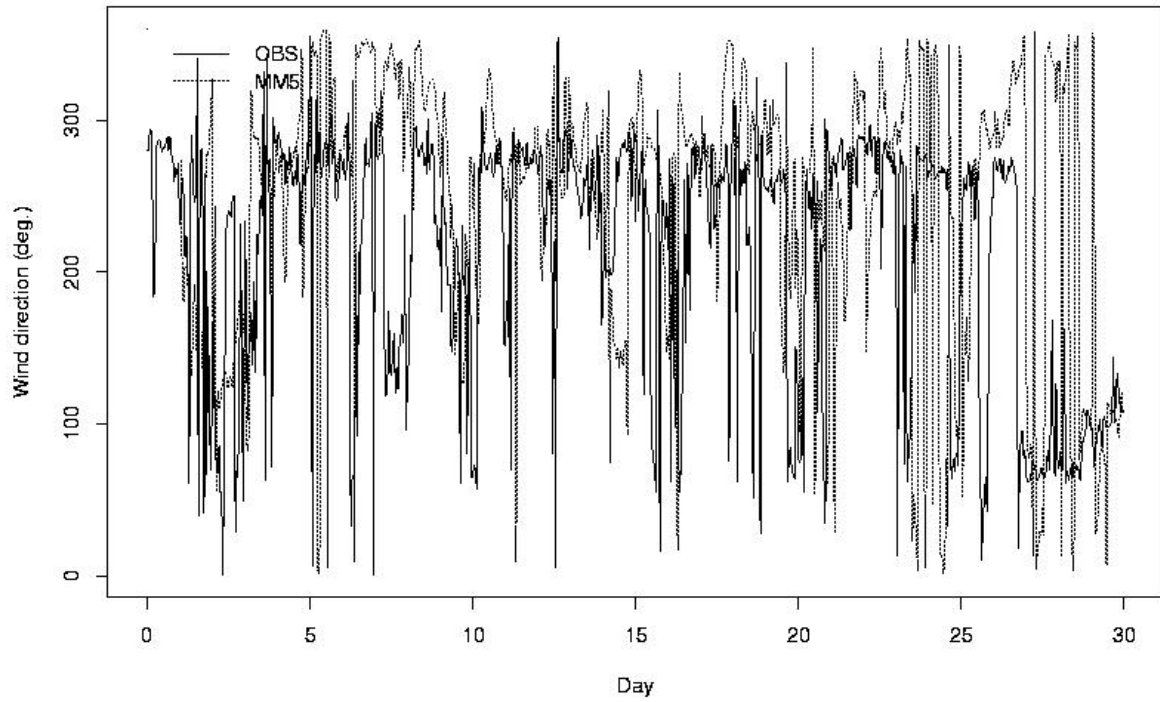
marienlyst 2001 11



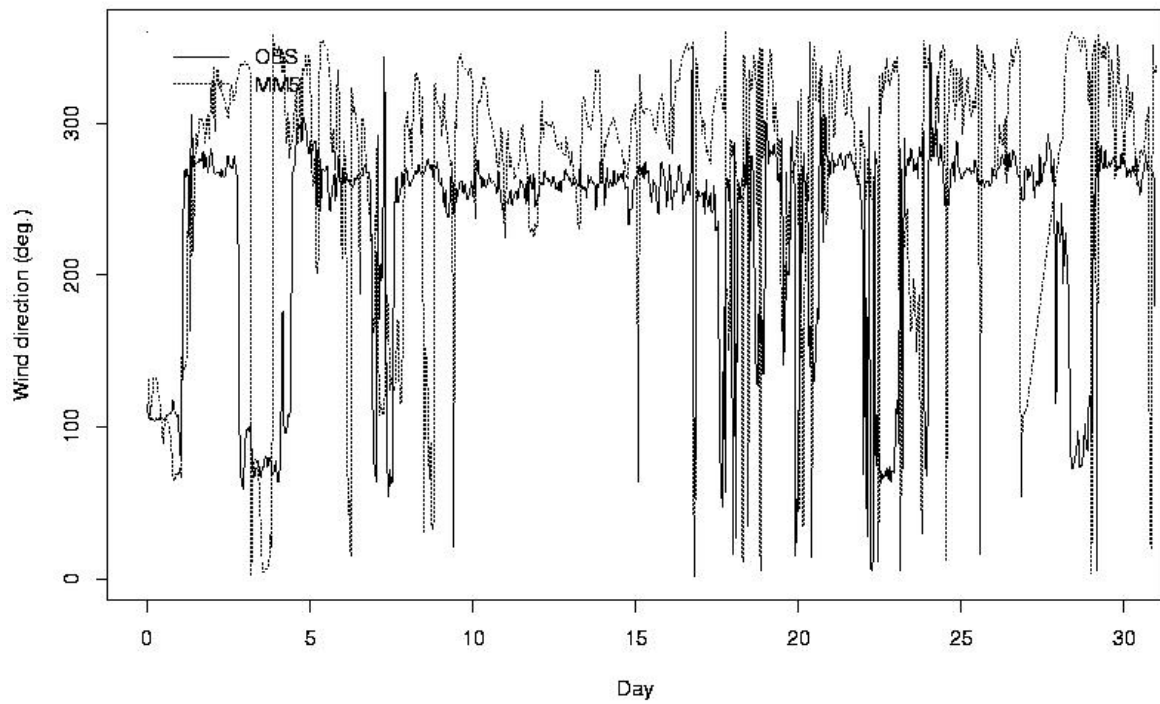
marienlyst 2001 12



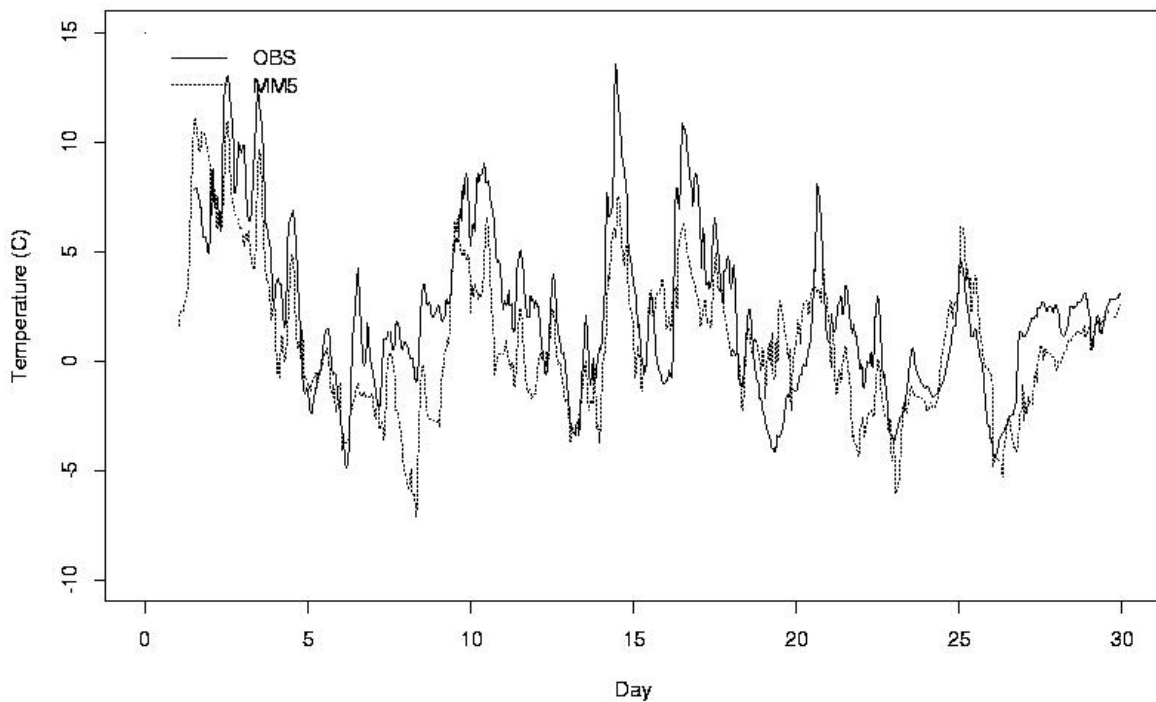
engene 2001 11



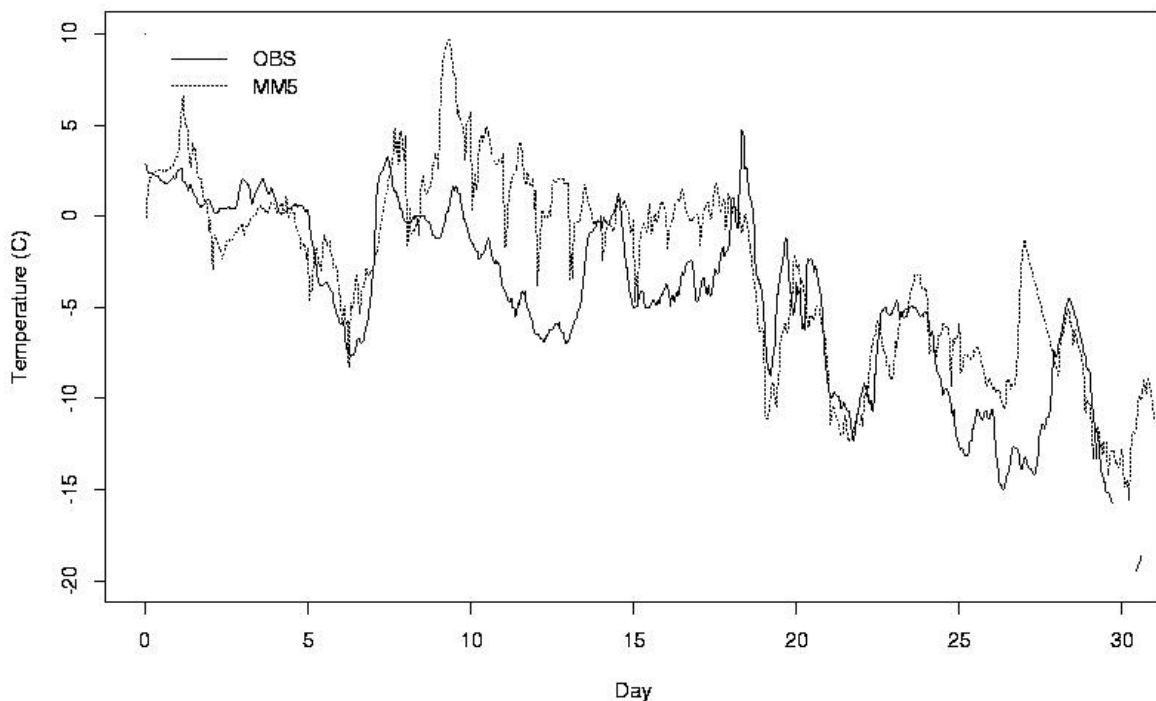
engene 2001 12



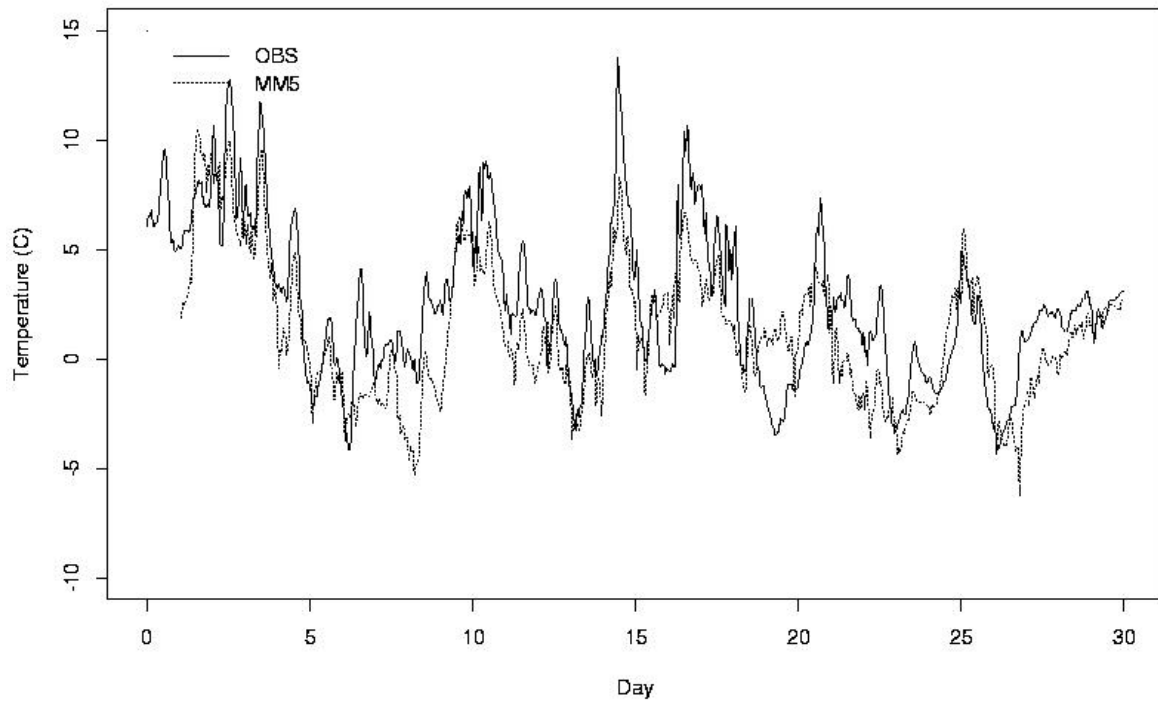
marienlyst 2001 11



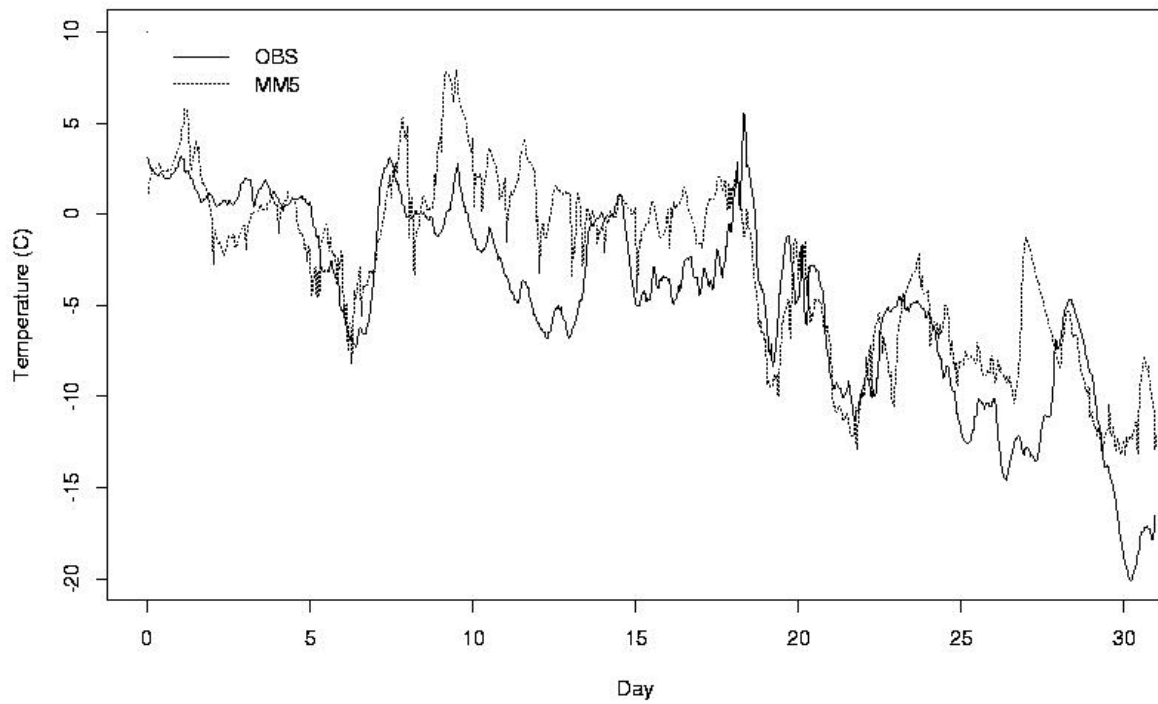
marienlyst 2001 12



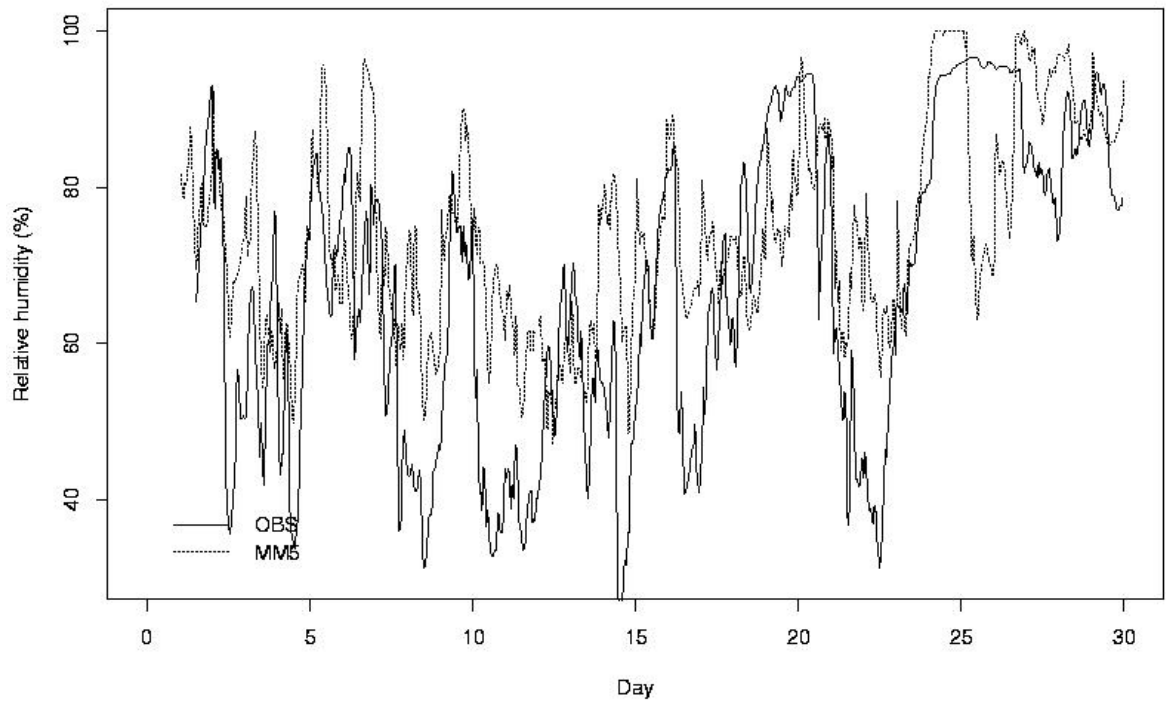
engene 2001 11



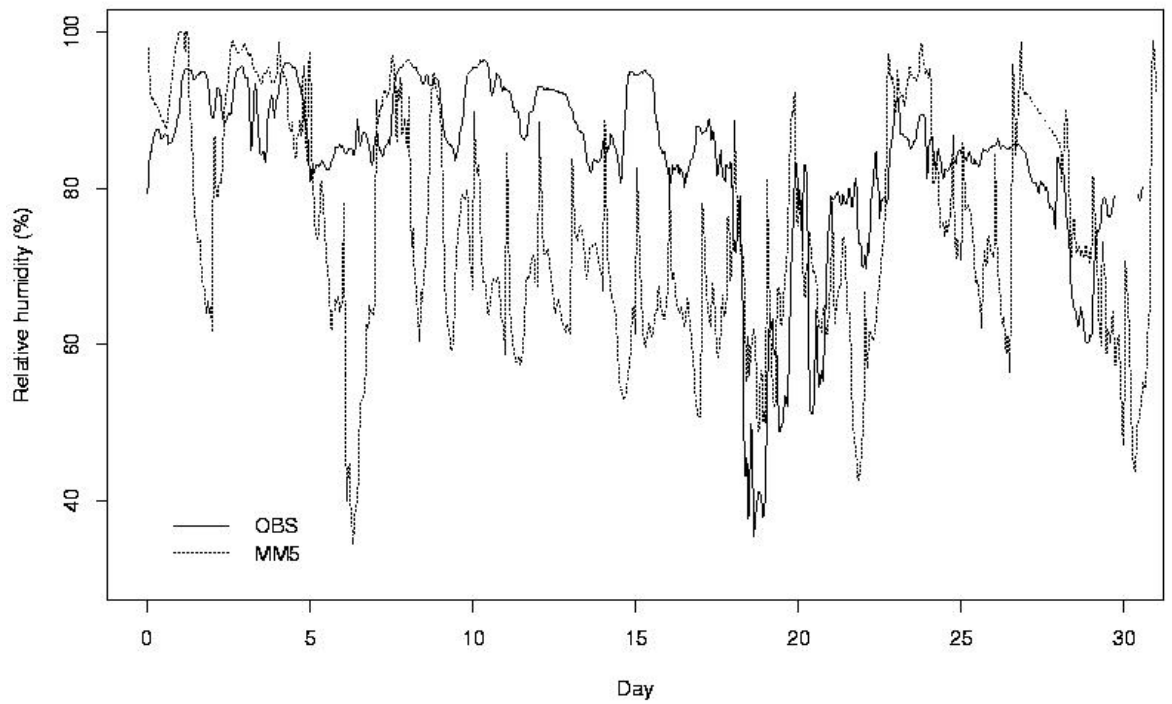
engene 2001 12



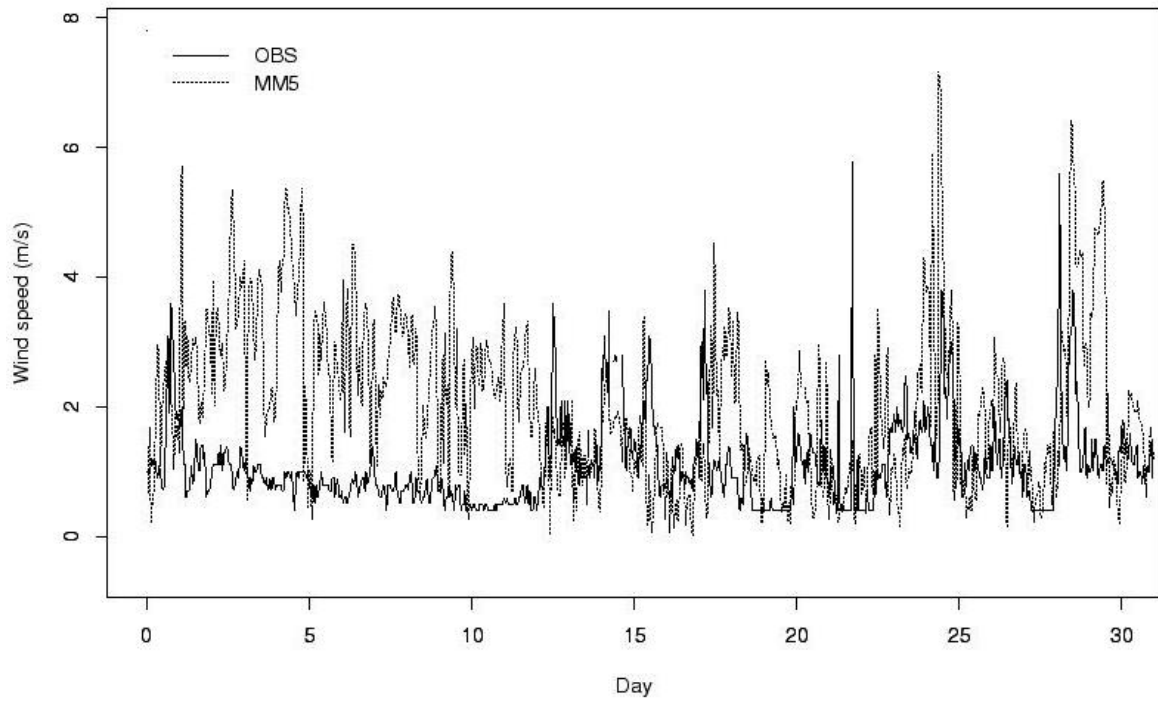
marienlyst 2001 11



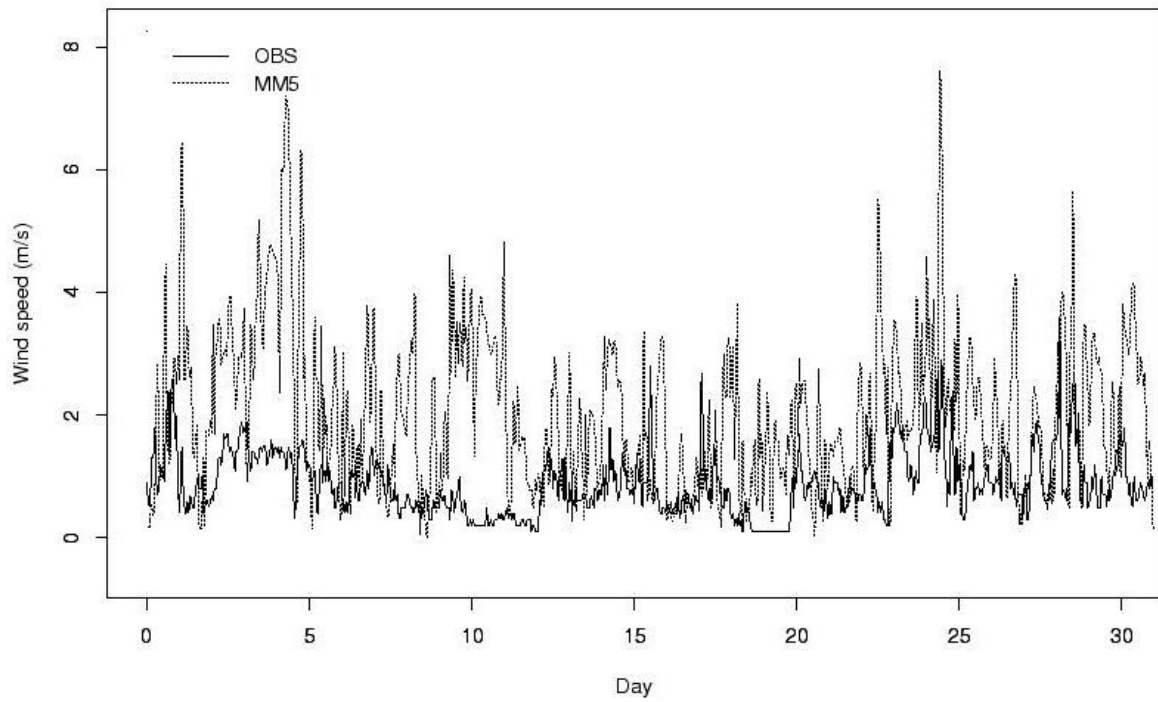
marienlyst 2001 12



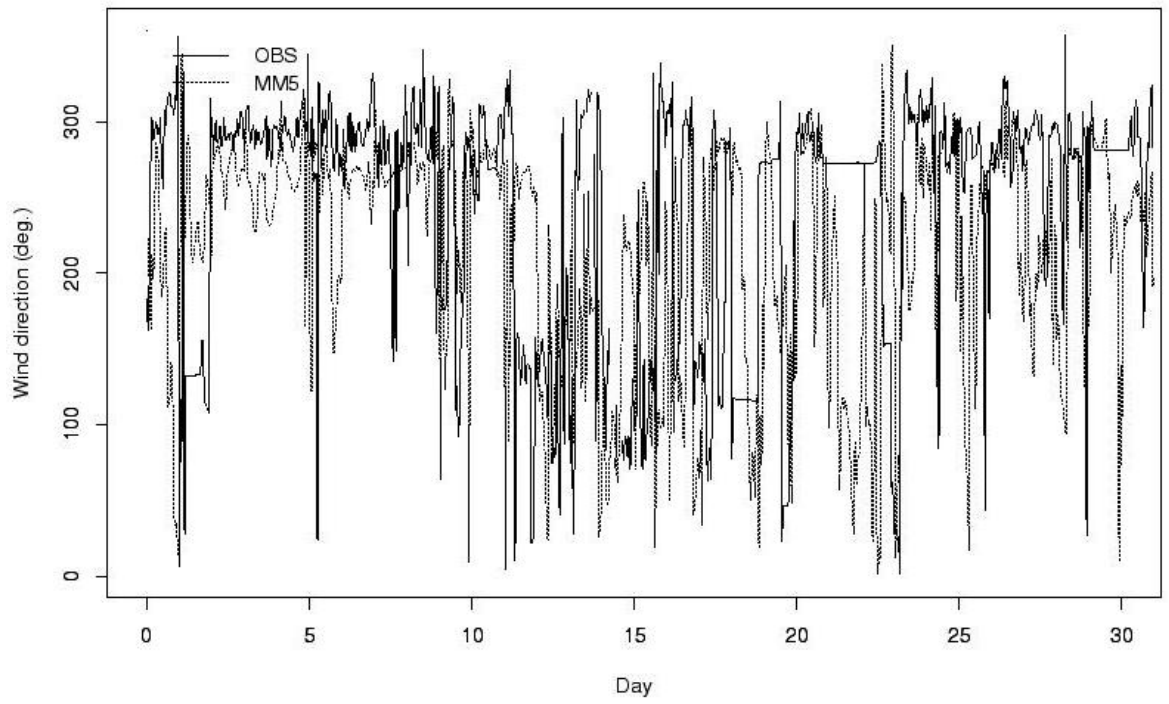
marienlyst 2002 01



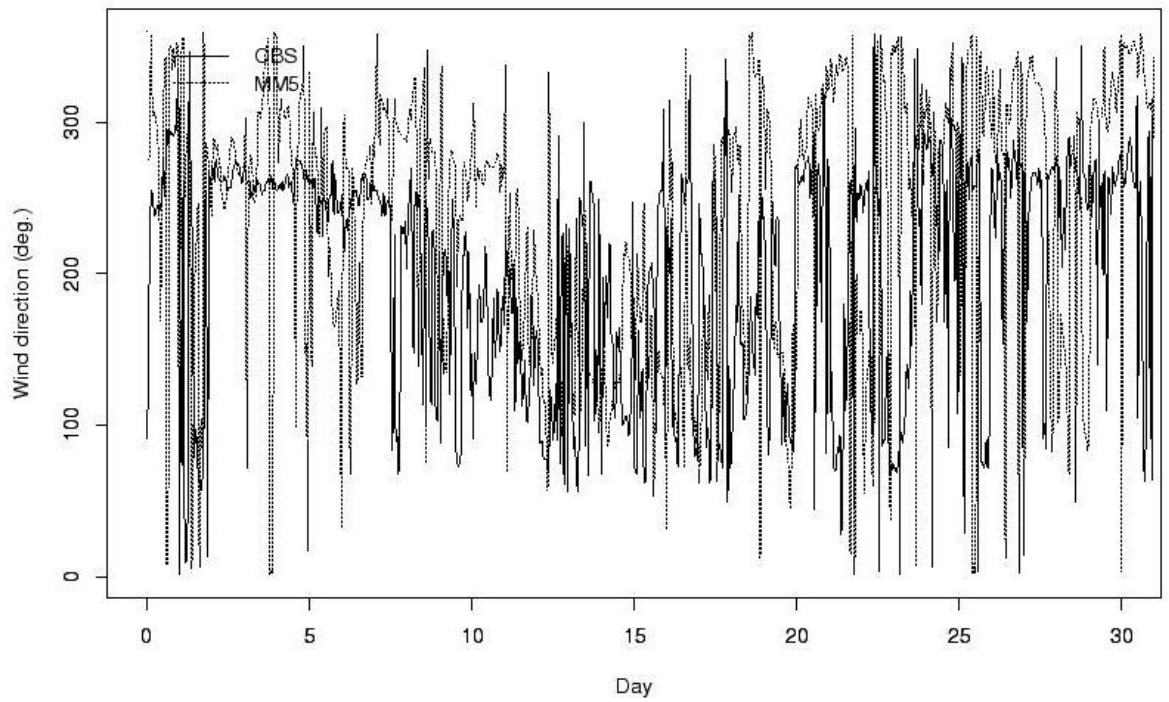
engene 2002 01



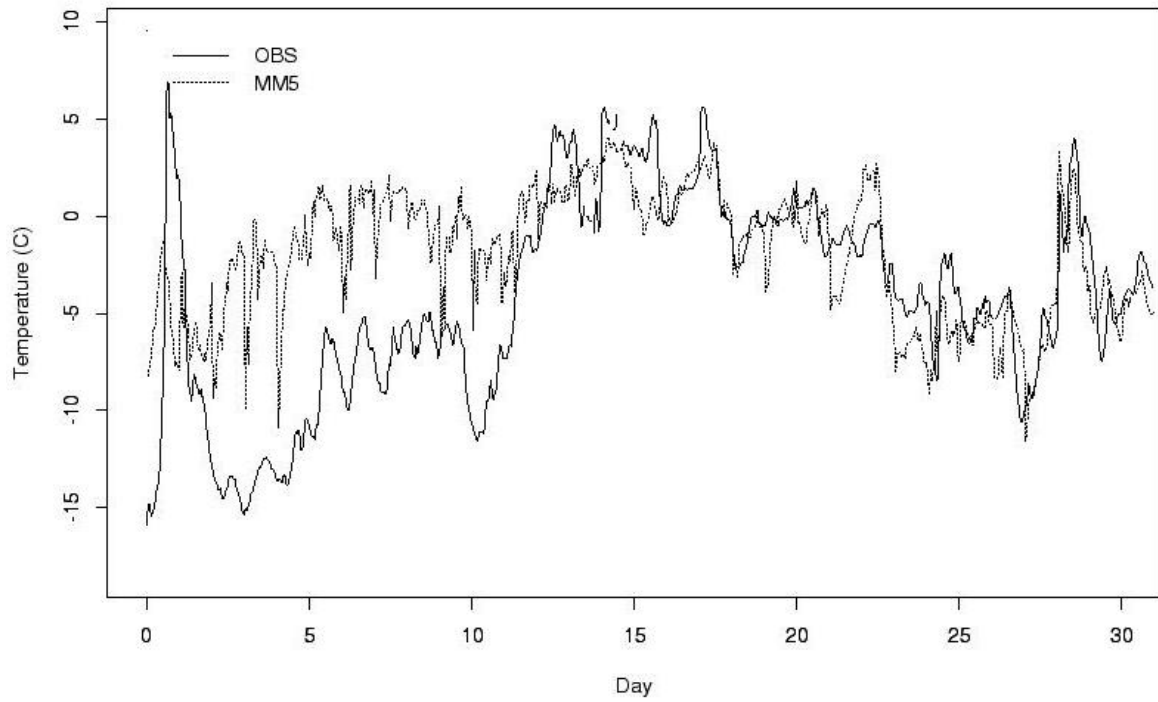
marienlyst 2002 01



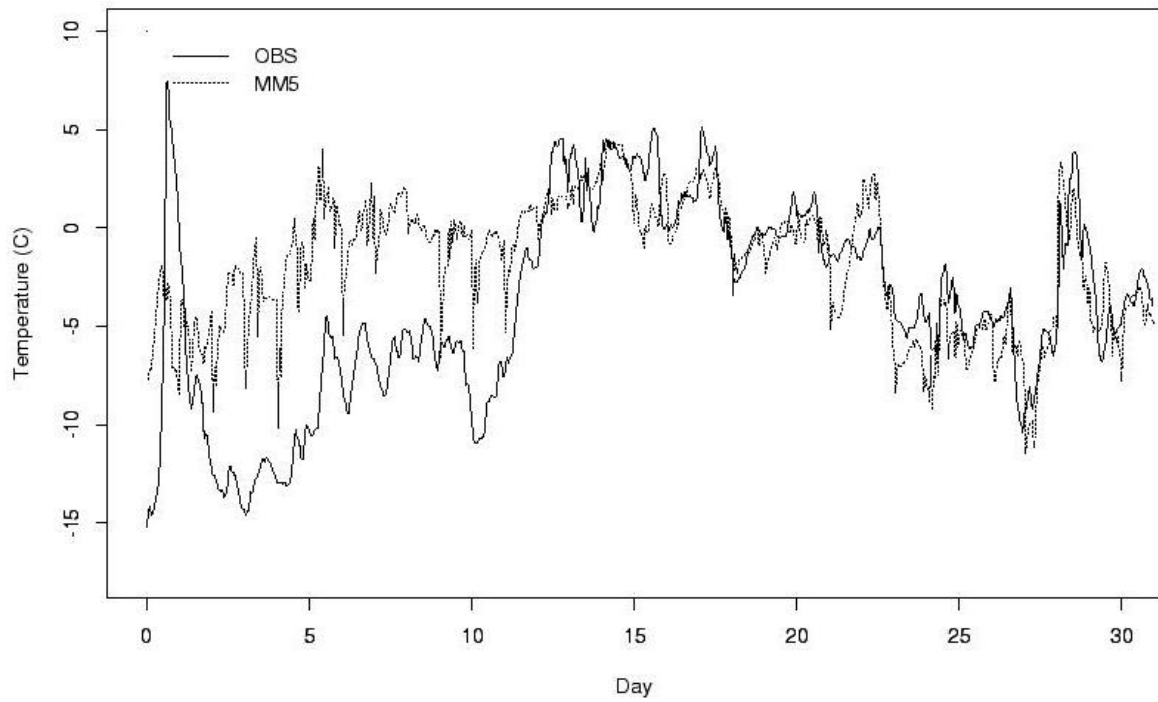
engene 2002 01



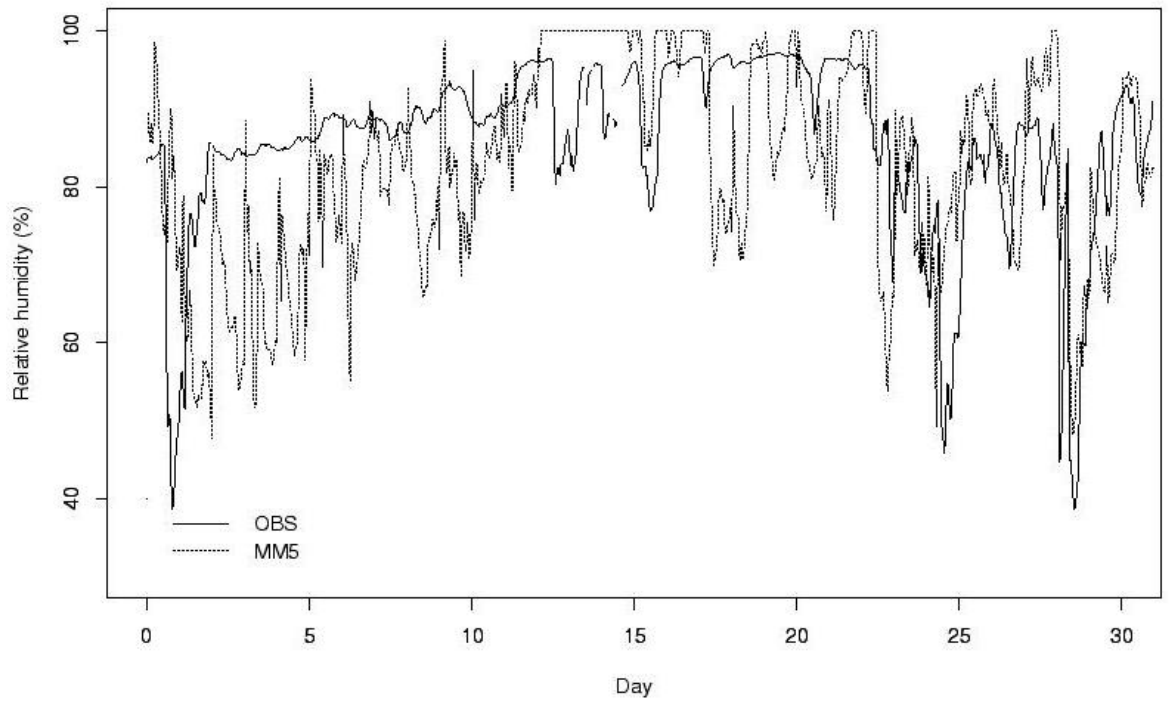
marienlyst 2002 01



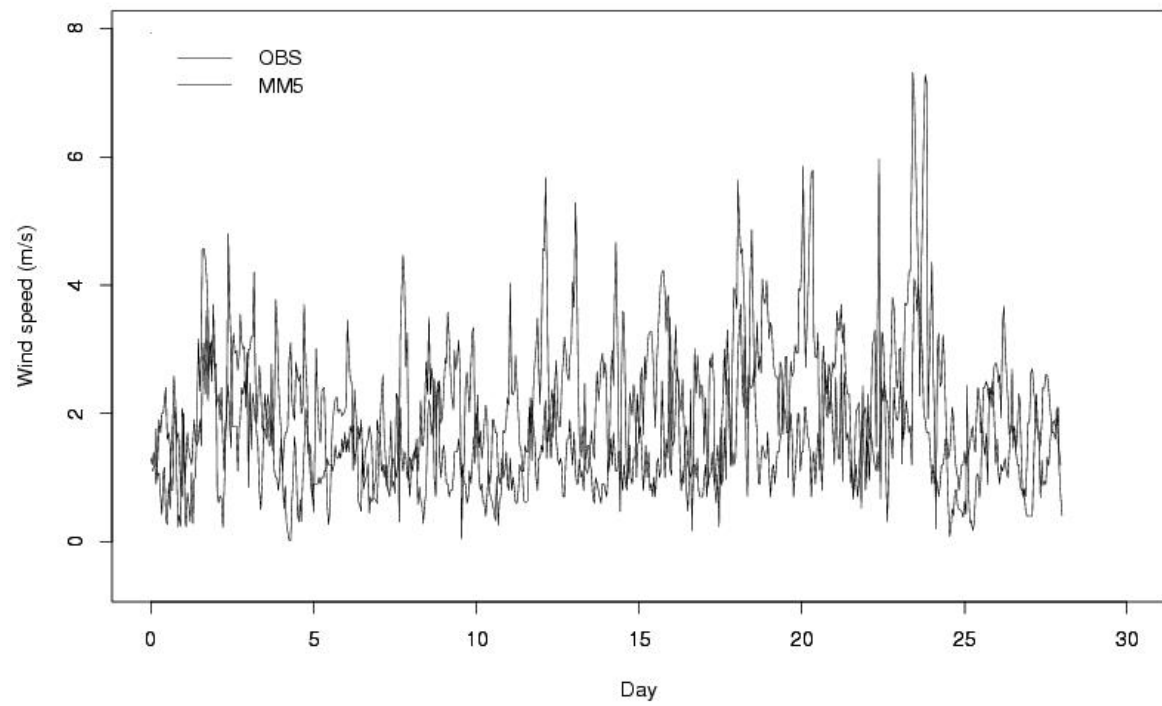
engene 2002 01



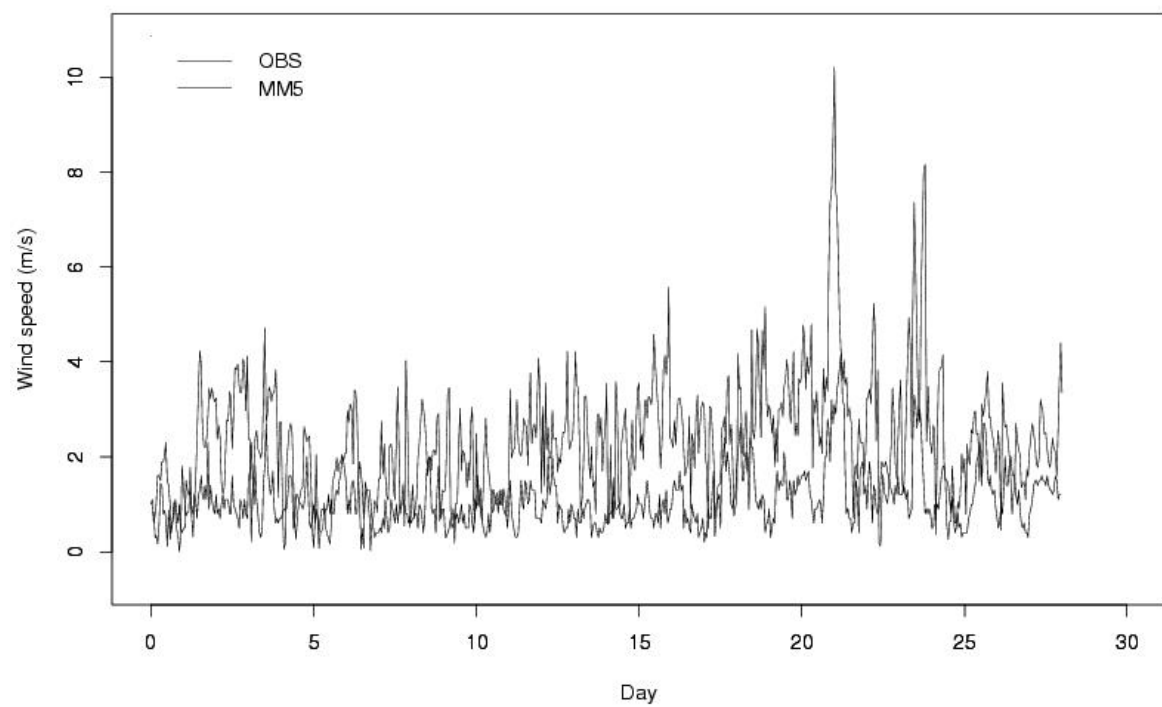
marienlyst 2002 01



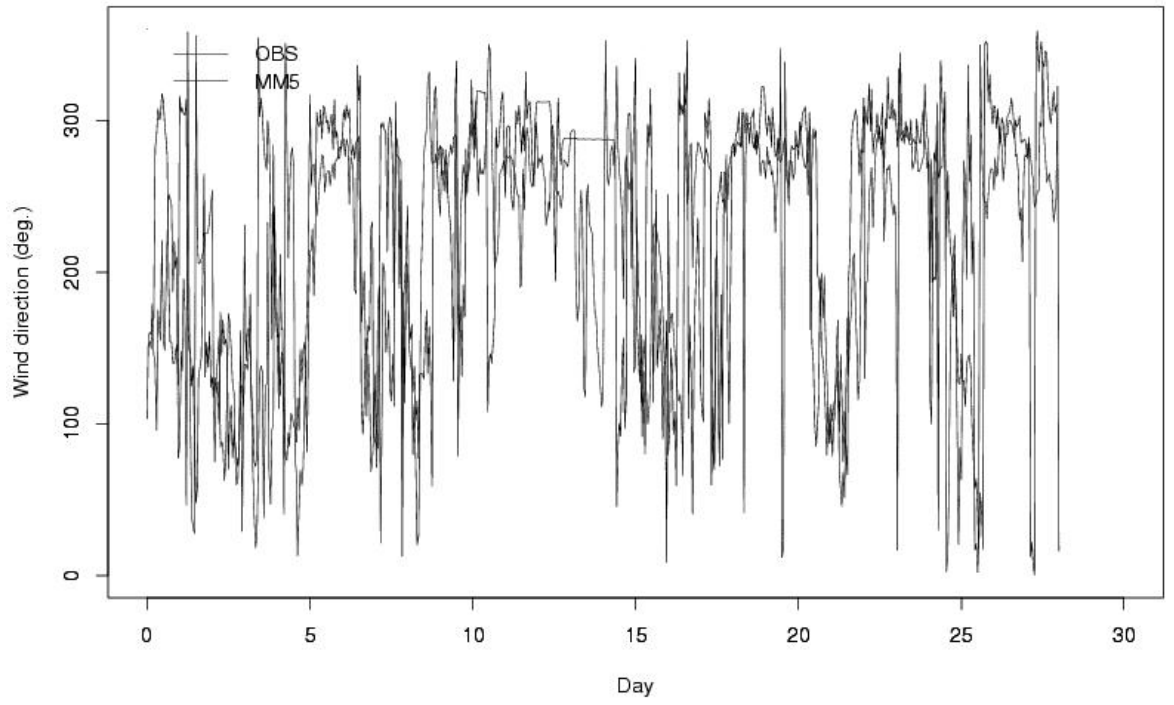
marienlyst 2002 02



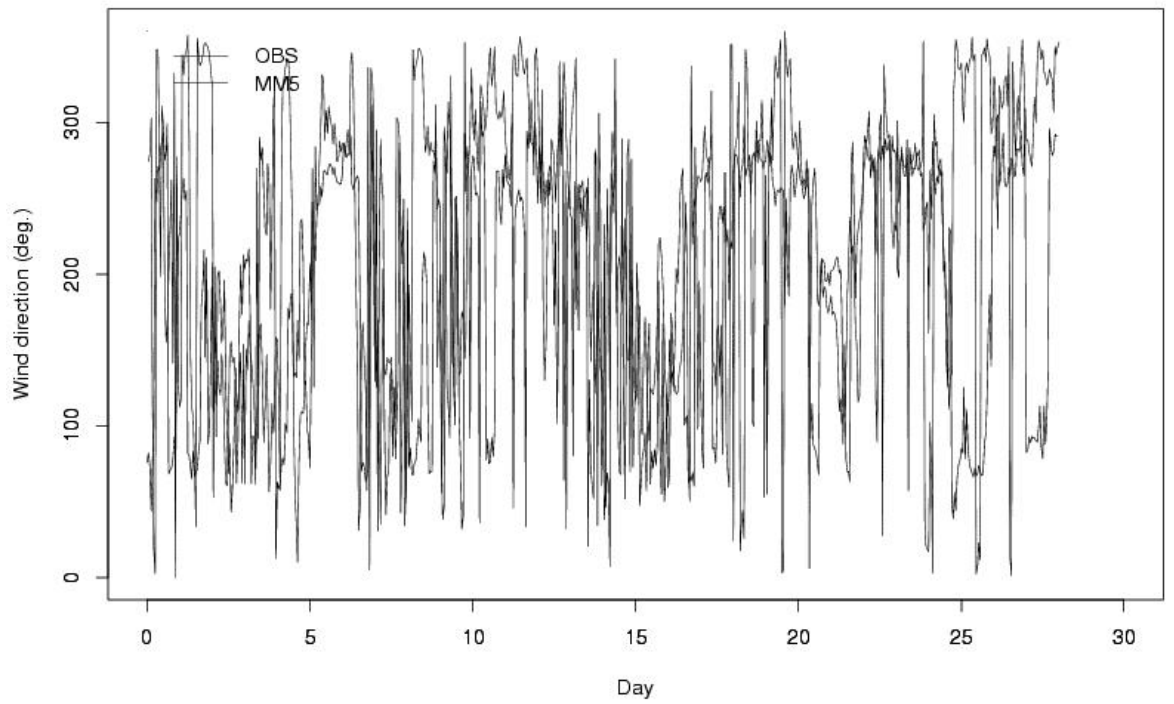
engene 2002 02



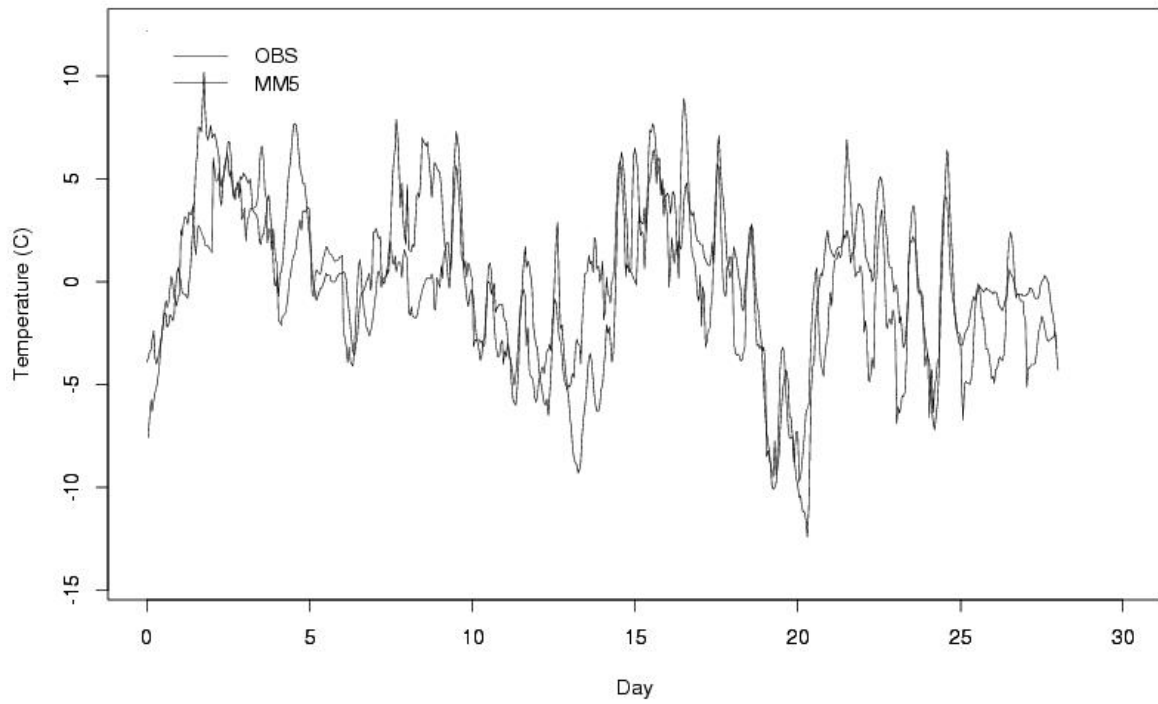
marienlyst 2002 02



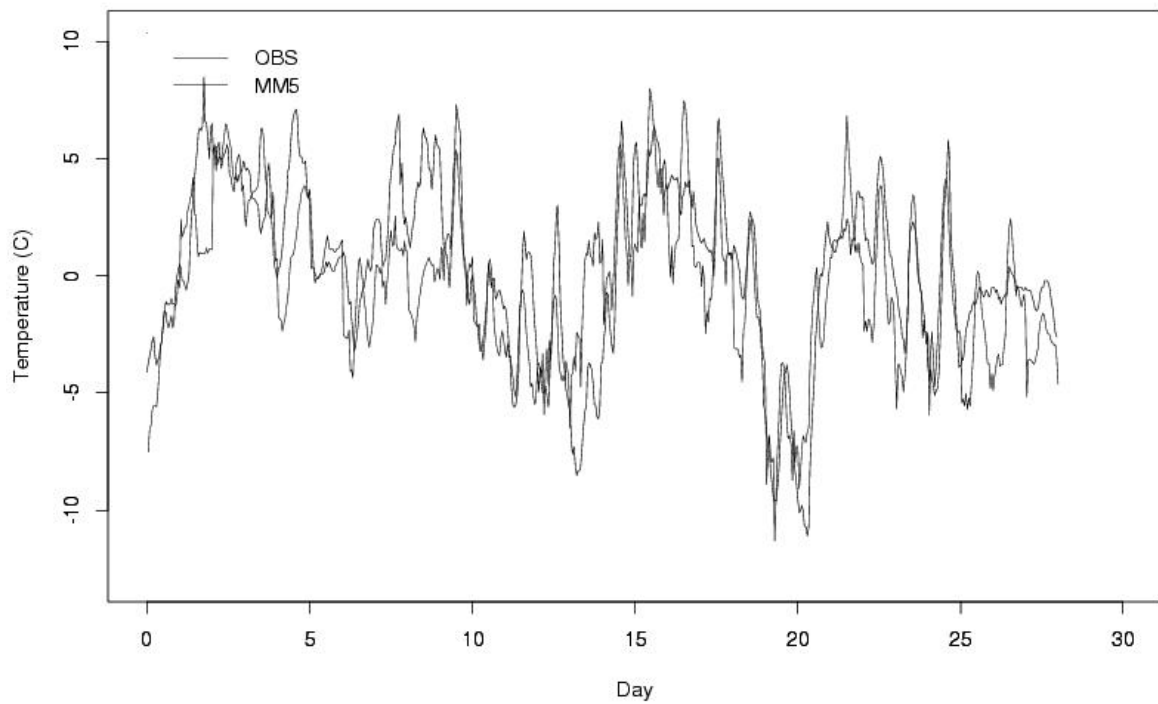
engene 2002 02



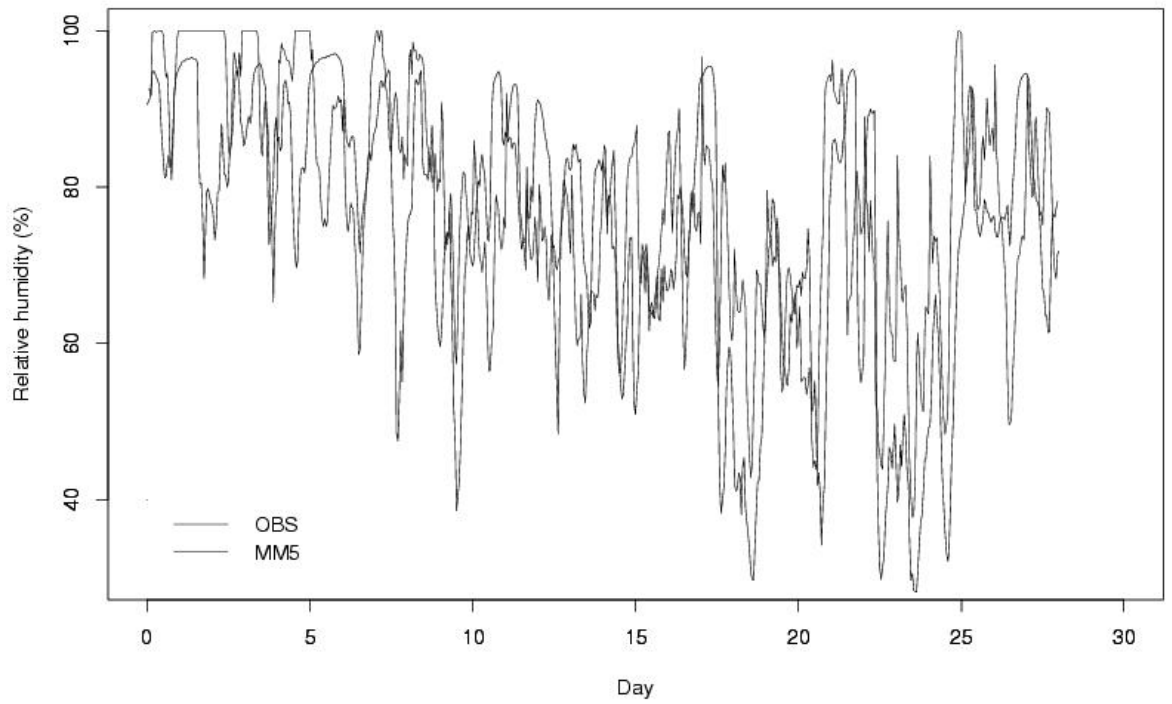
marienlyst 2002 02



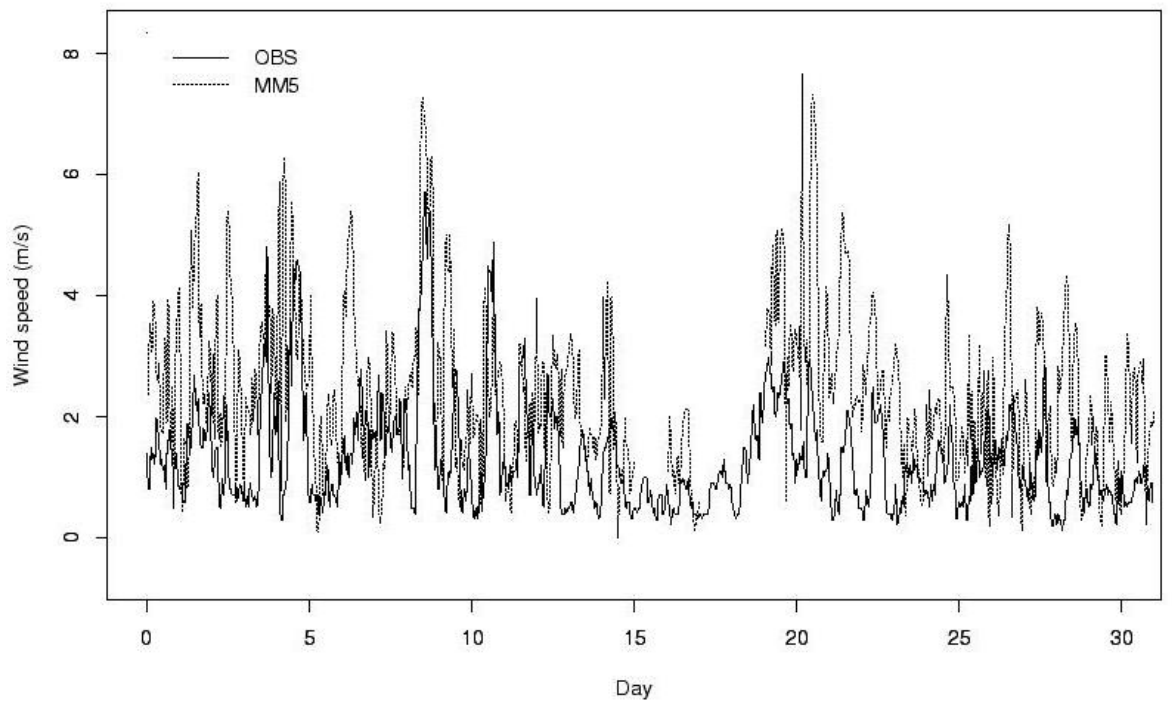
engene 2002 02



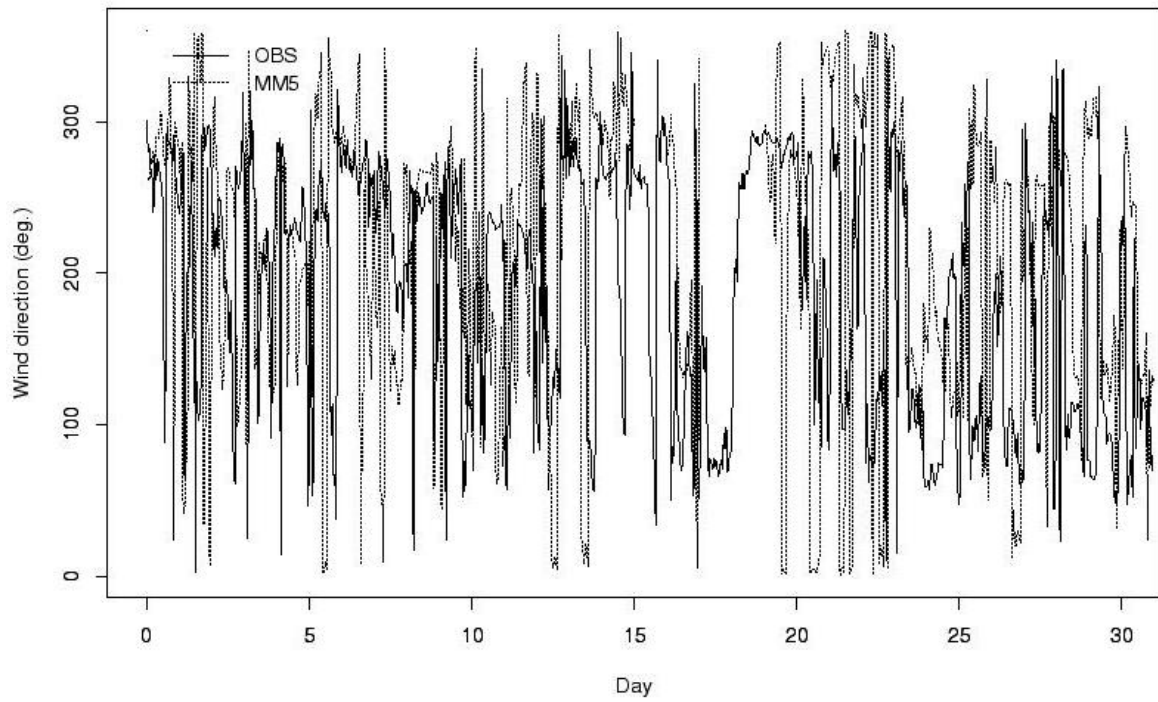
marienlyst 2002 02



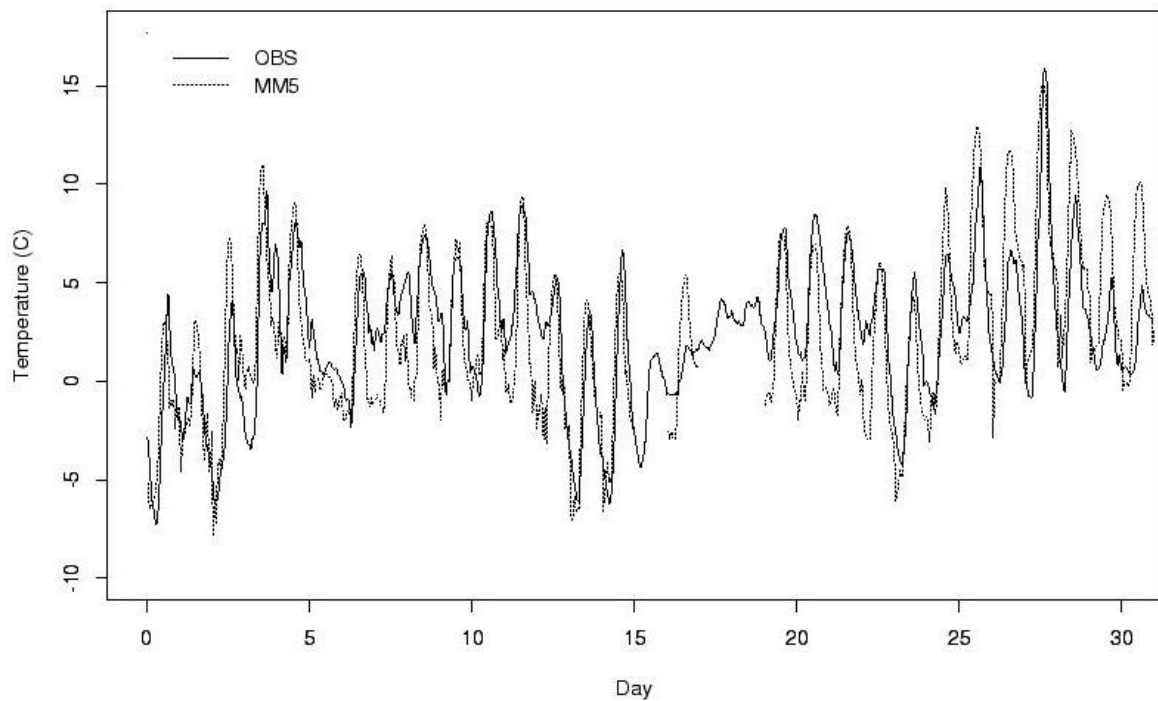
engene 2002 03



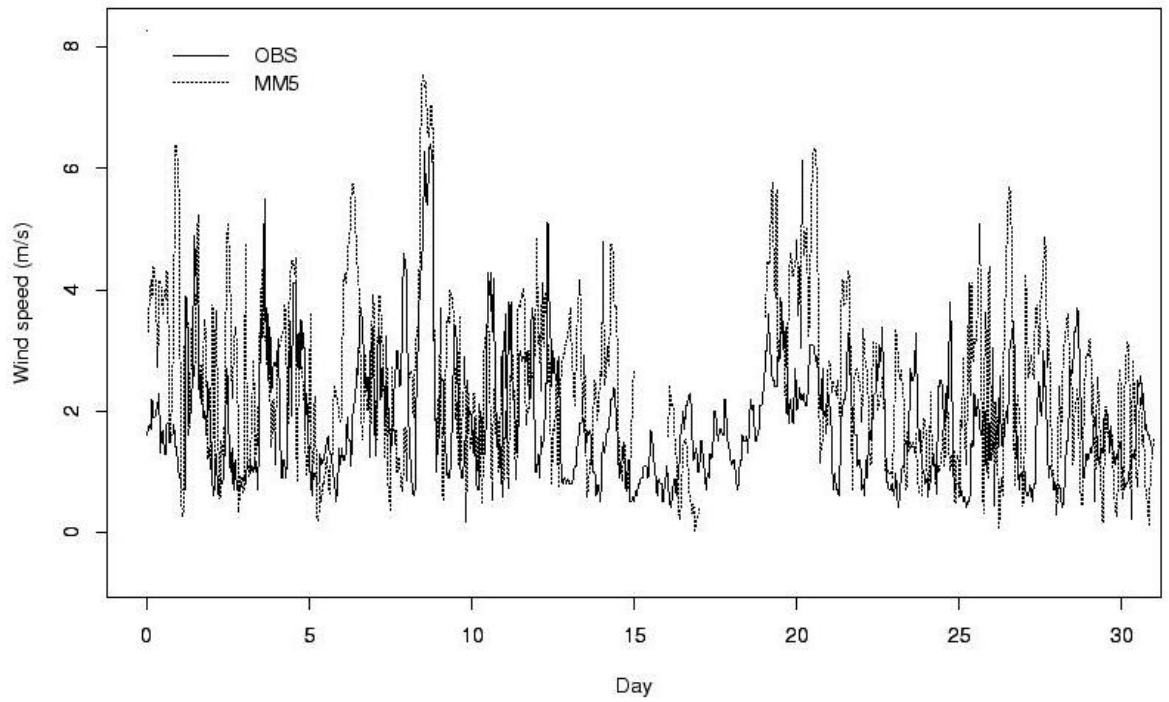
engene 2002 03



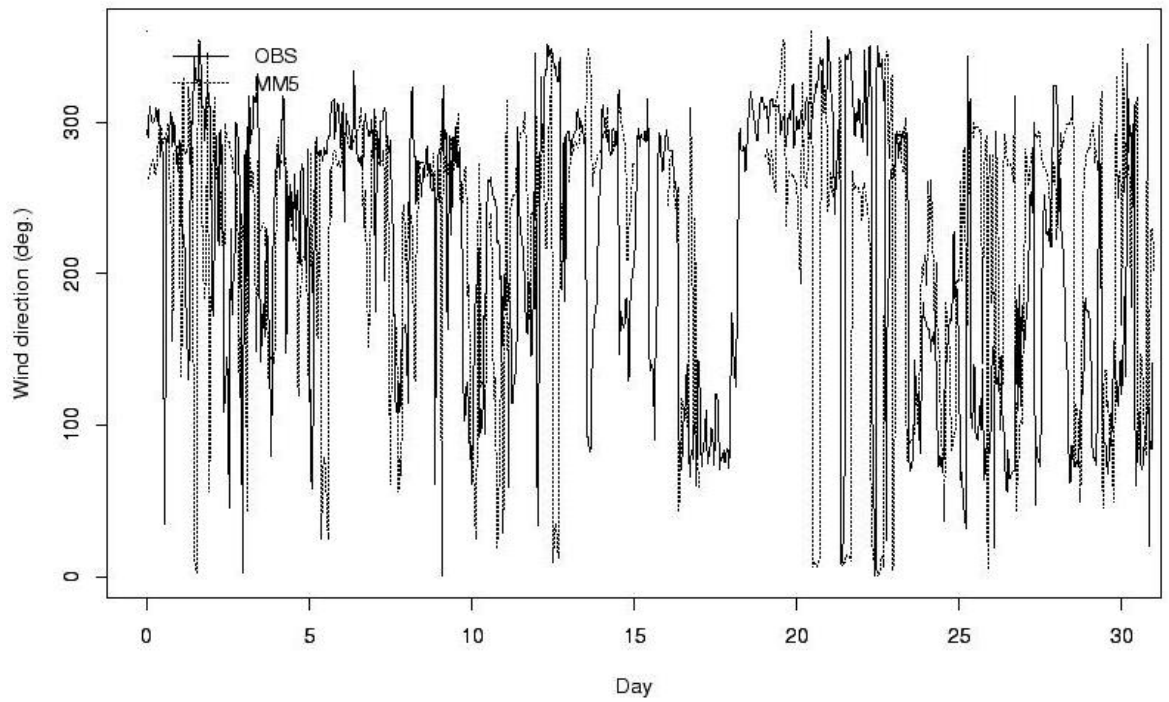
engene 2002 03



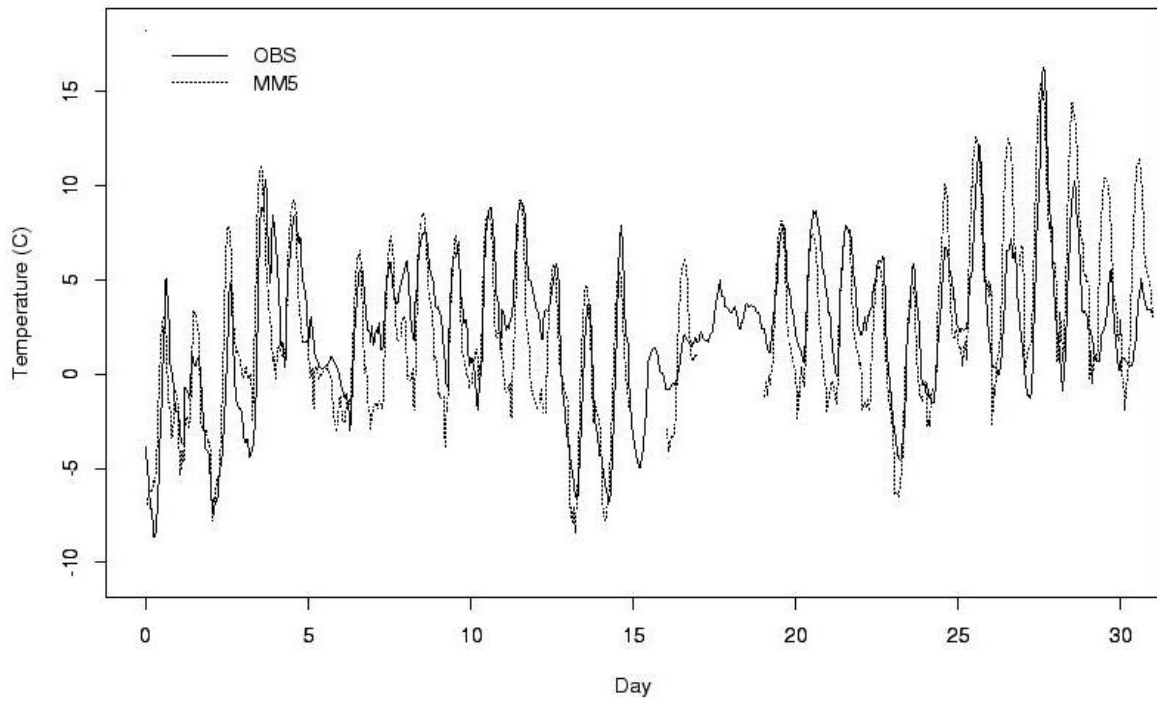
marienlyst 2002 03



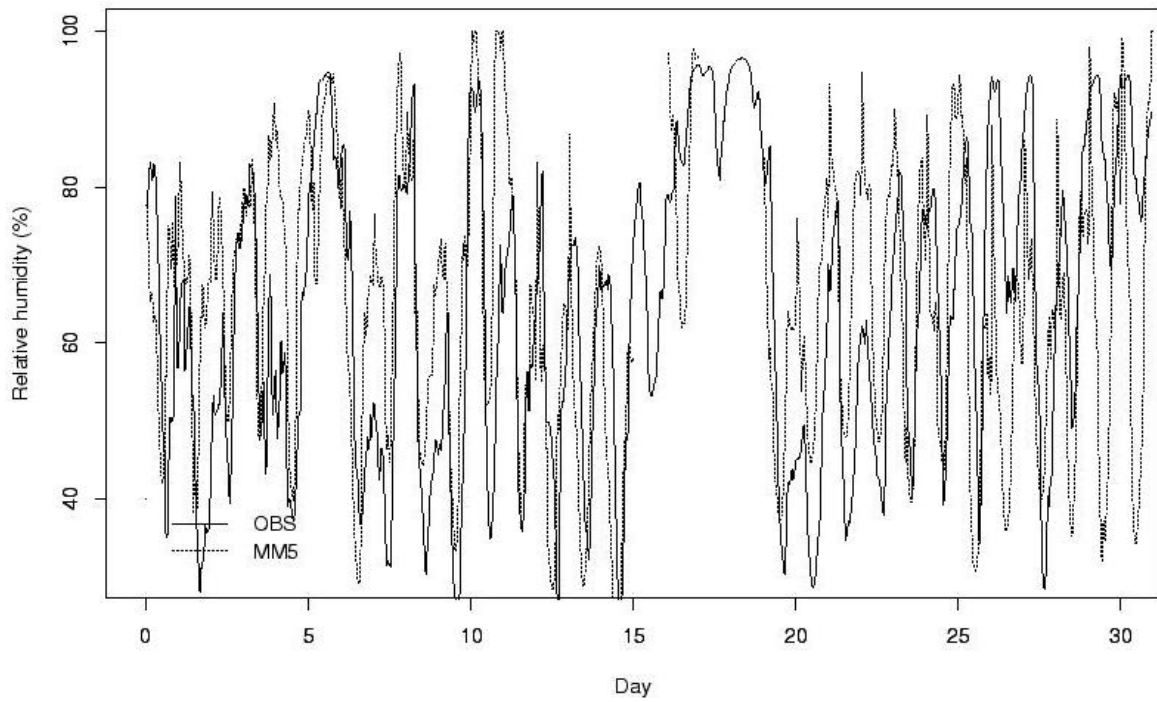
marienlyst 2002 03



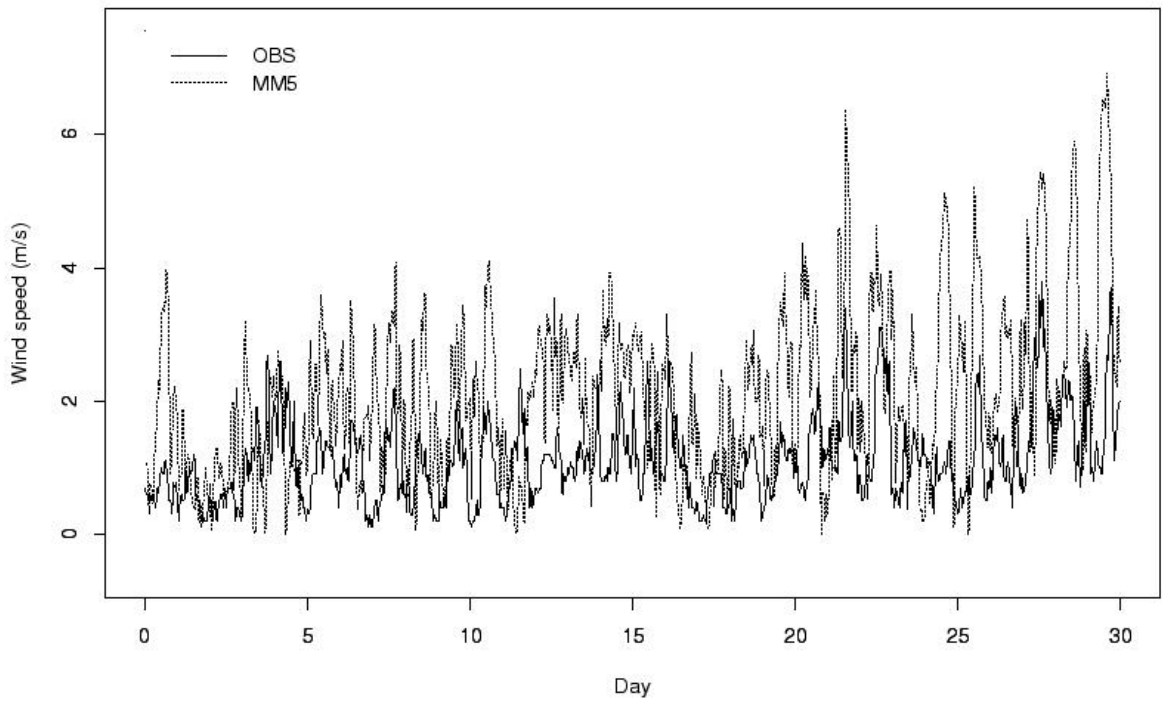
marienlyst 2002 03



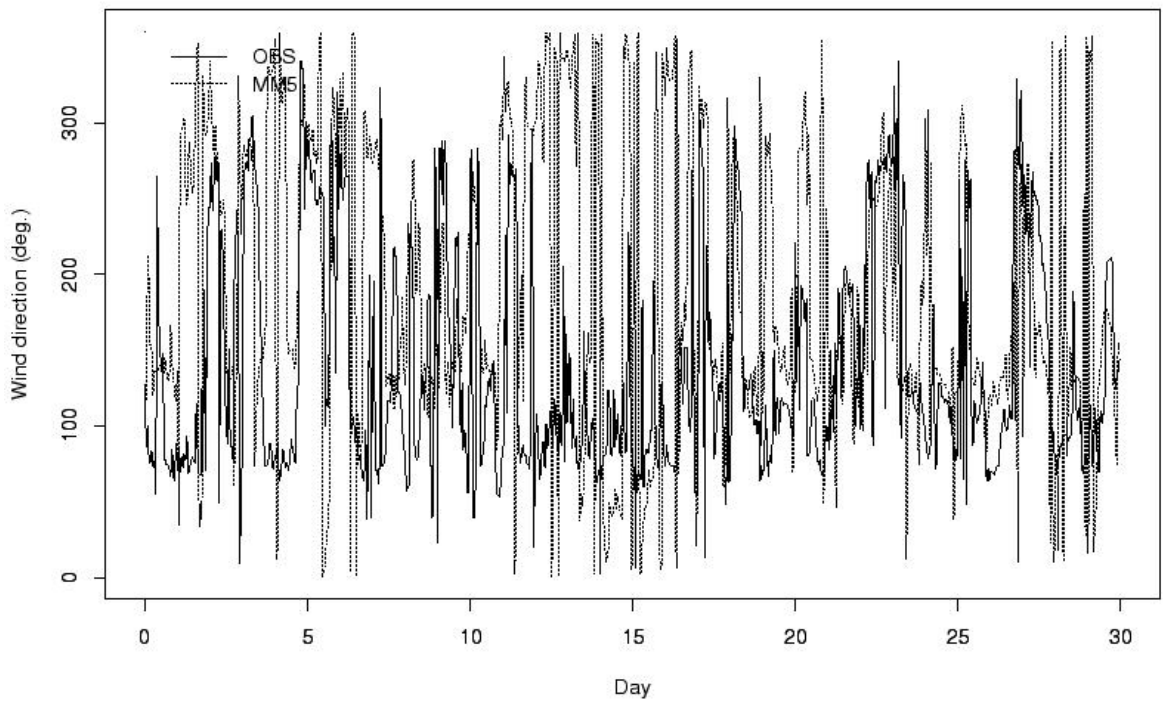
marienlyst 2002 03



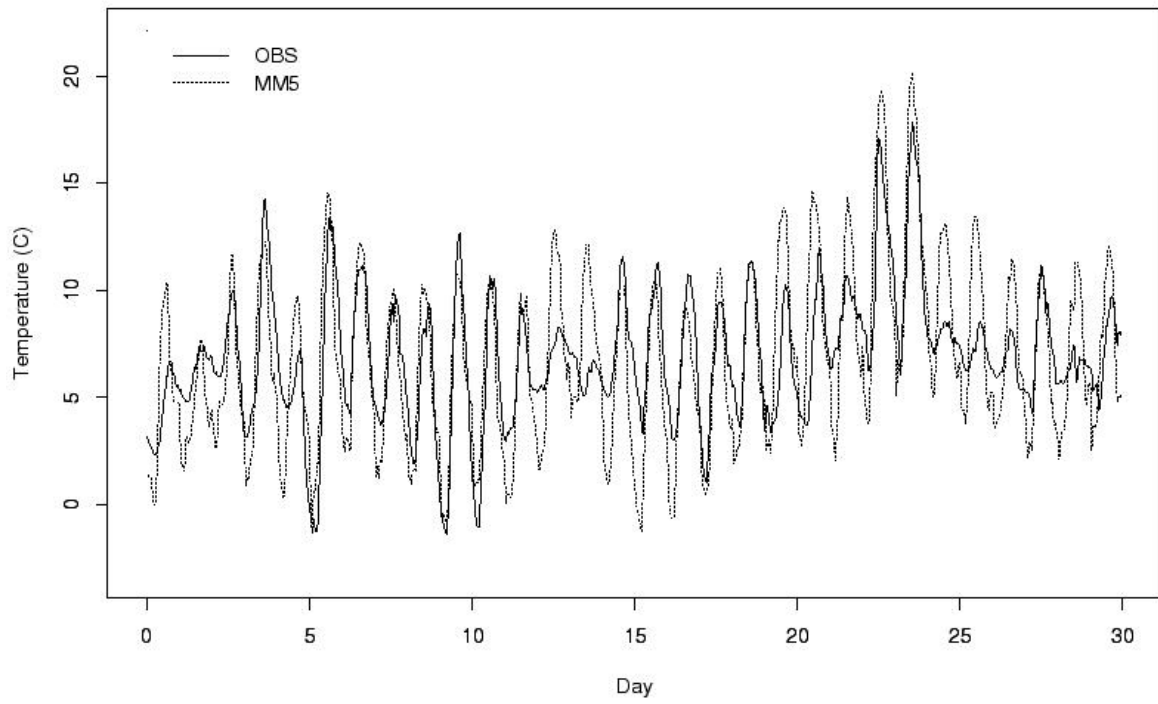
engene 2002 04



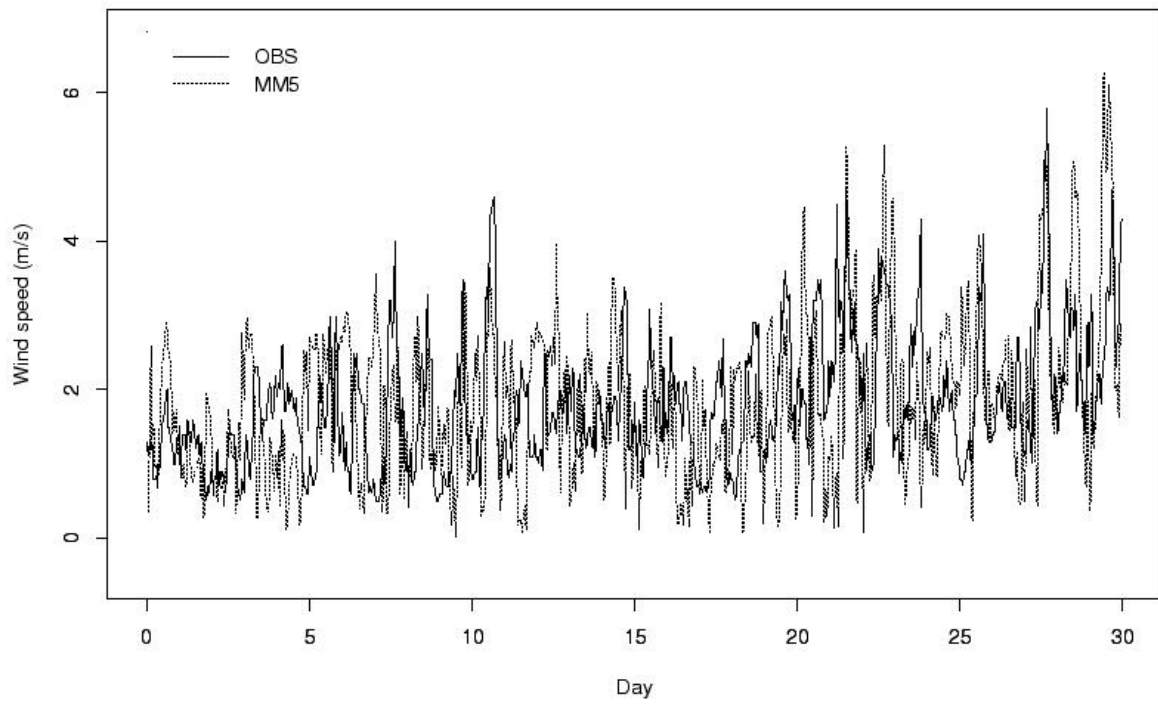
engene 2002 04



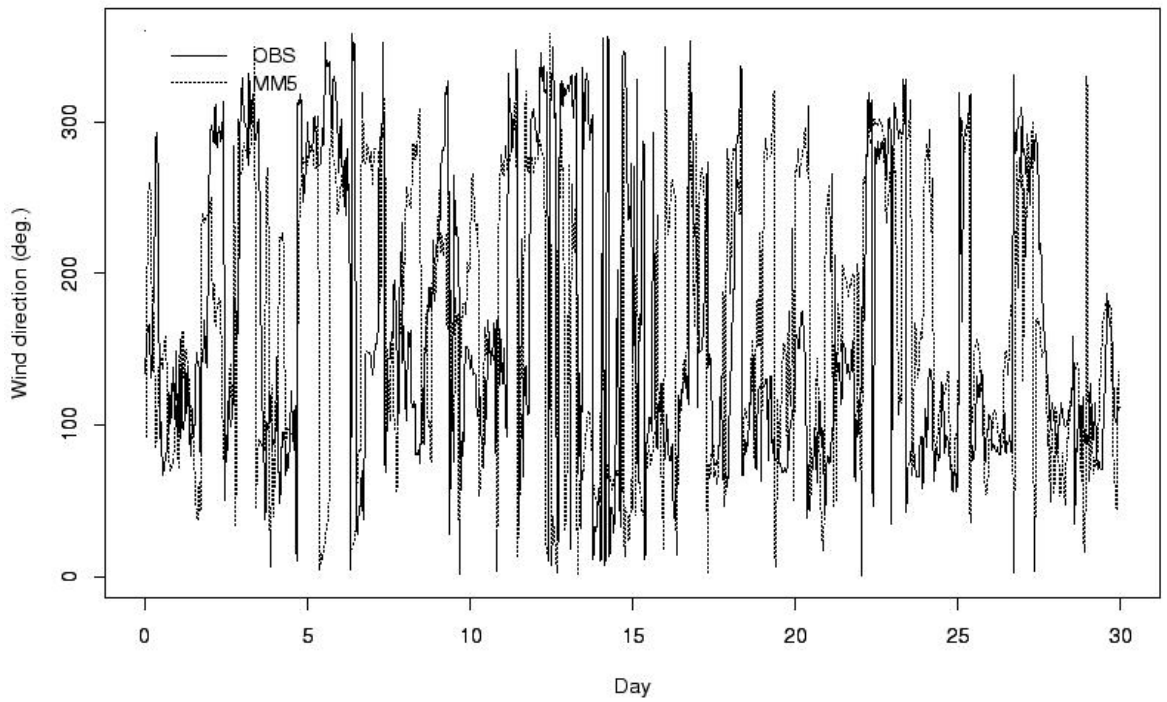
engene 2002 04



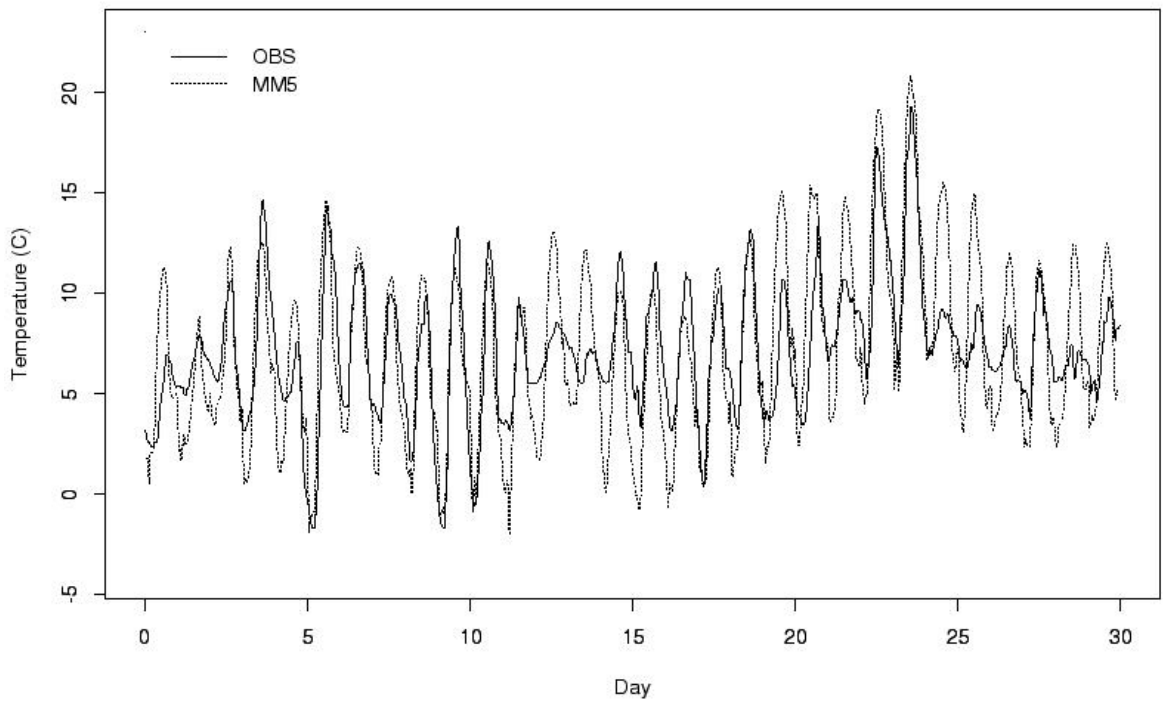
marienlyst 2002 04



marienlyst 2002 04



marienlyst 2002 04

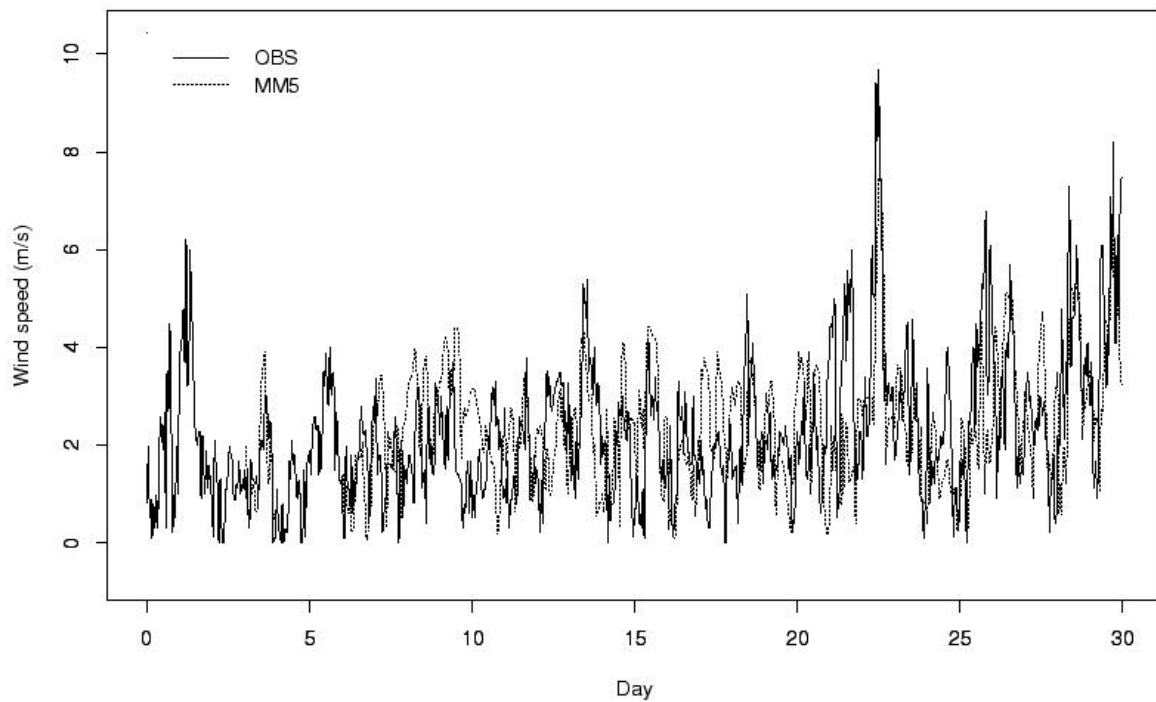


Vedlegg F

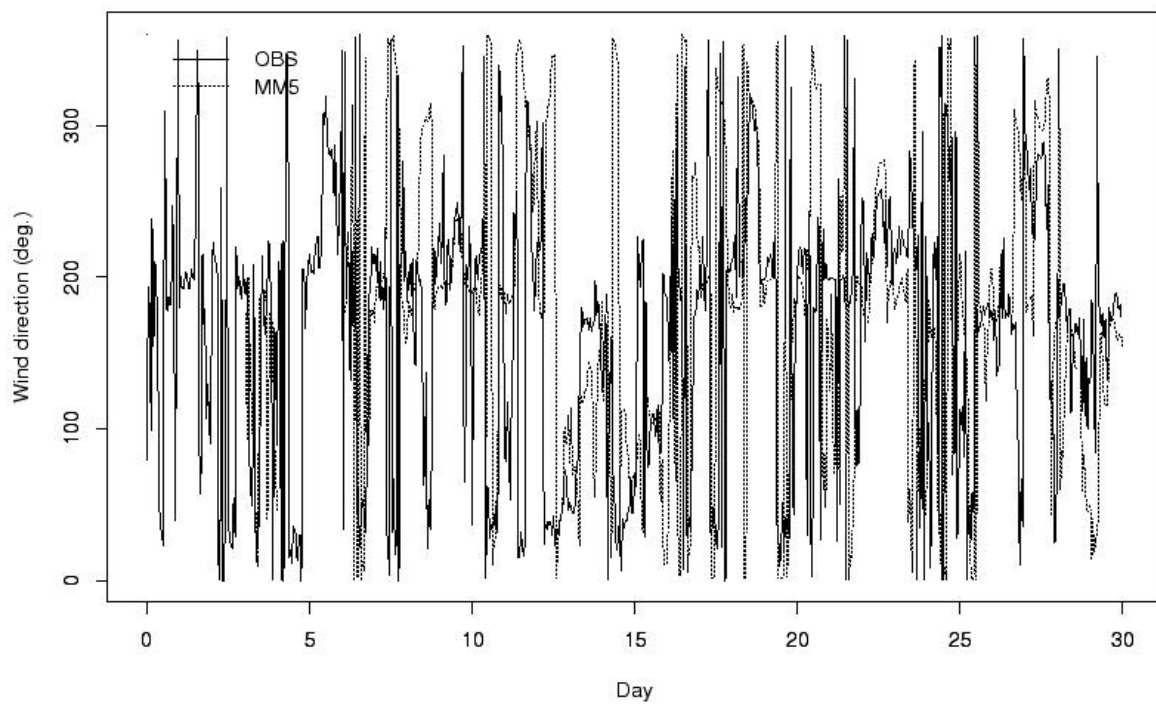
Tidsserier av observasjoner og modellresultater i Trondheim, meteorologi

Tidsserier av observasjoner og modellresultater i Trondheim.

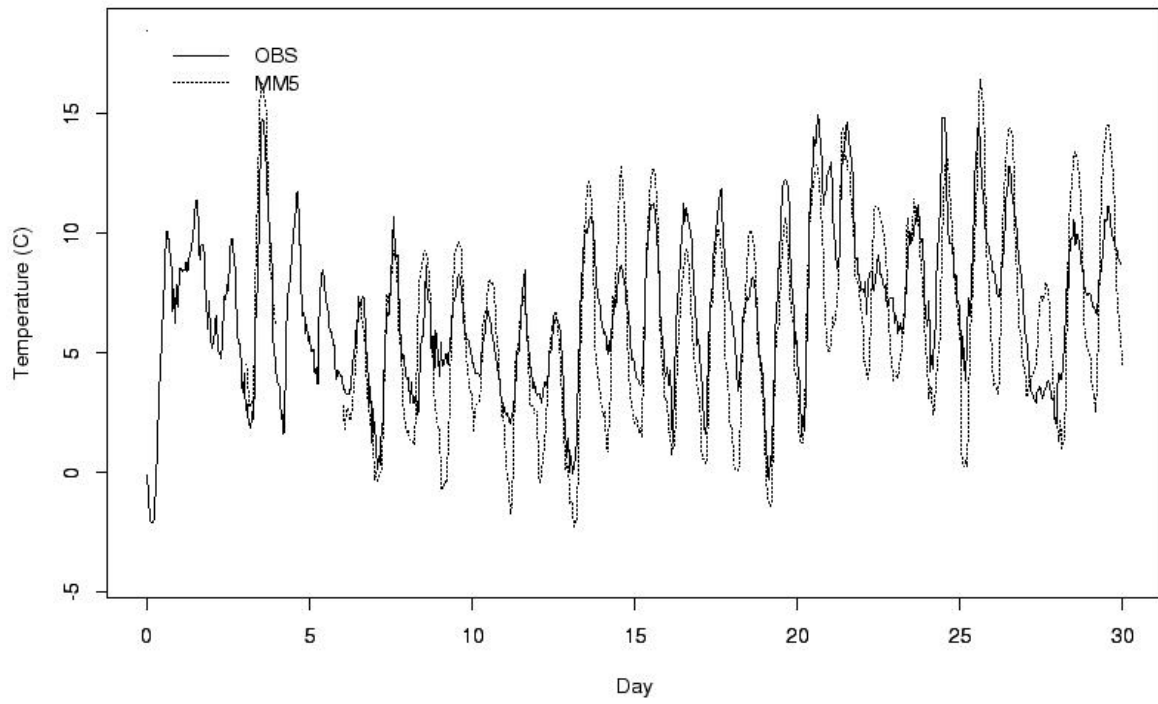
voll 2002 04



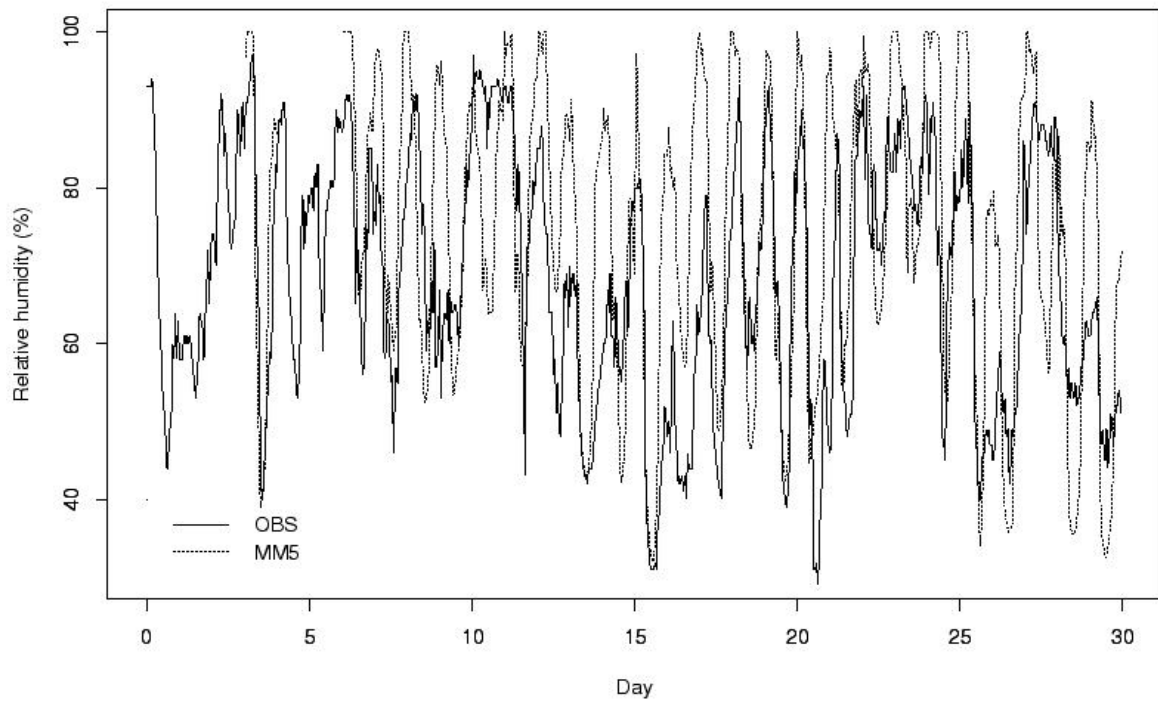
voll 2002 04



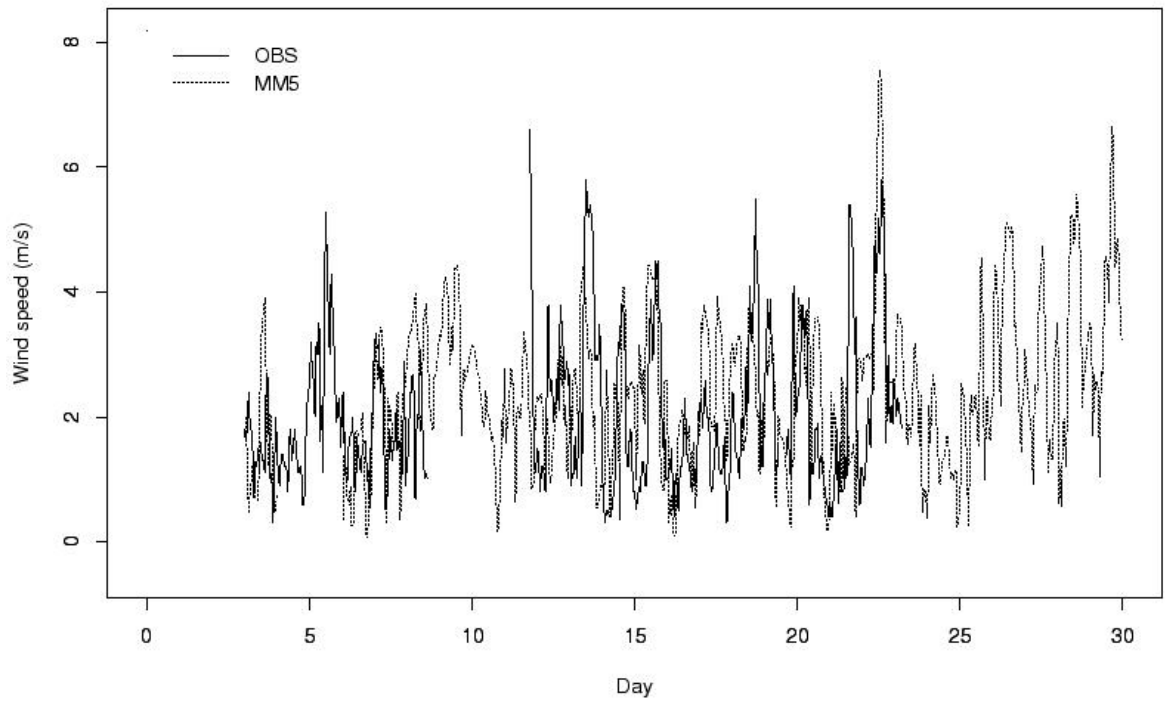
voll 2002 04



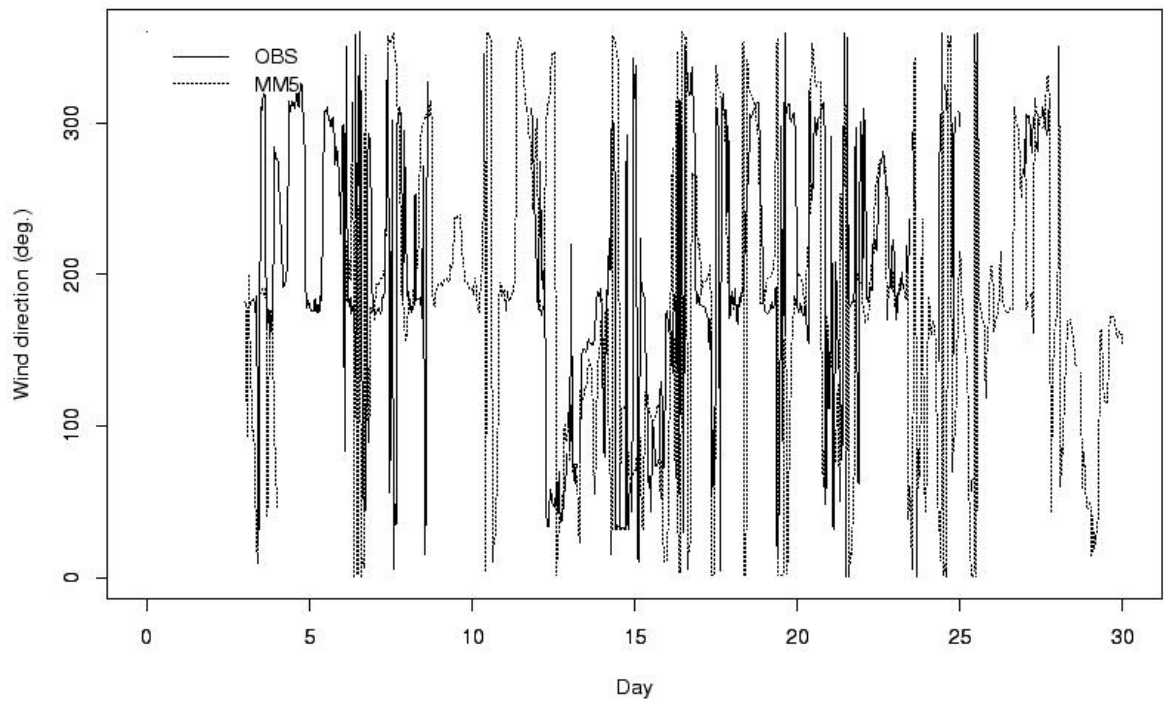
voll 2002 04



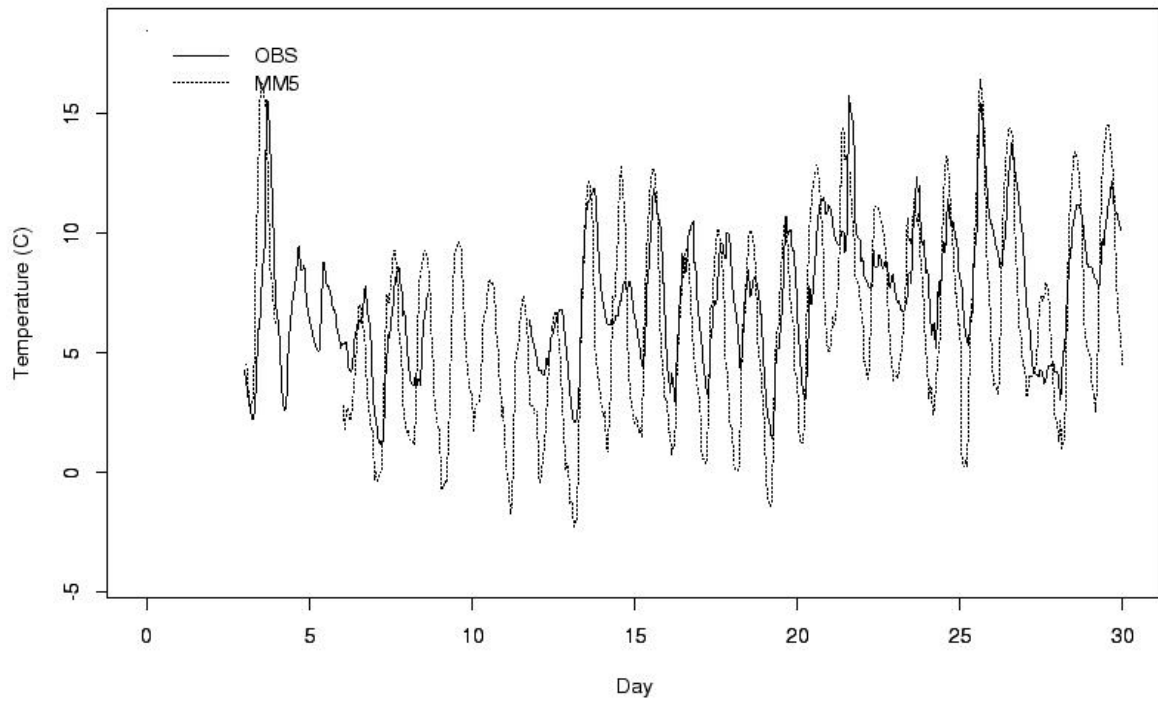
midtbyen 2002 04



midtbyen 2002 04



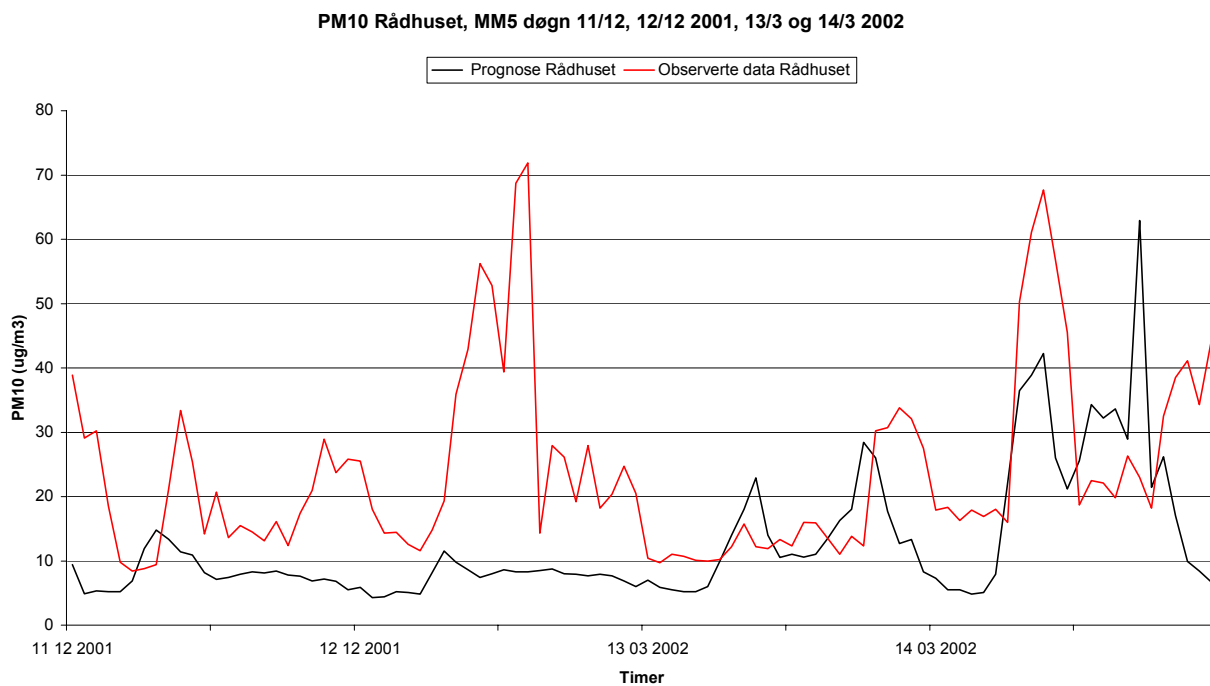
midtbyen 2002 04



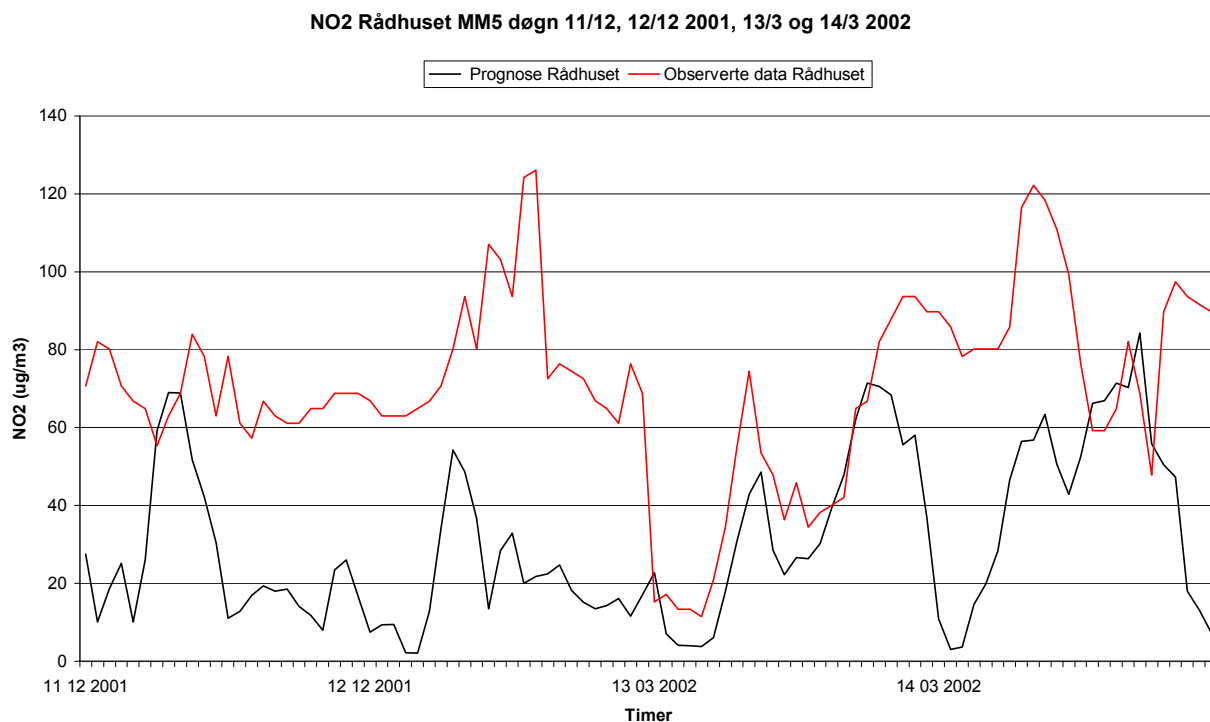
Vedlegg G

Tidsserier av evalueringsdøgn sesongen 2001-2002, luftkvalitet

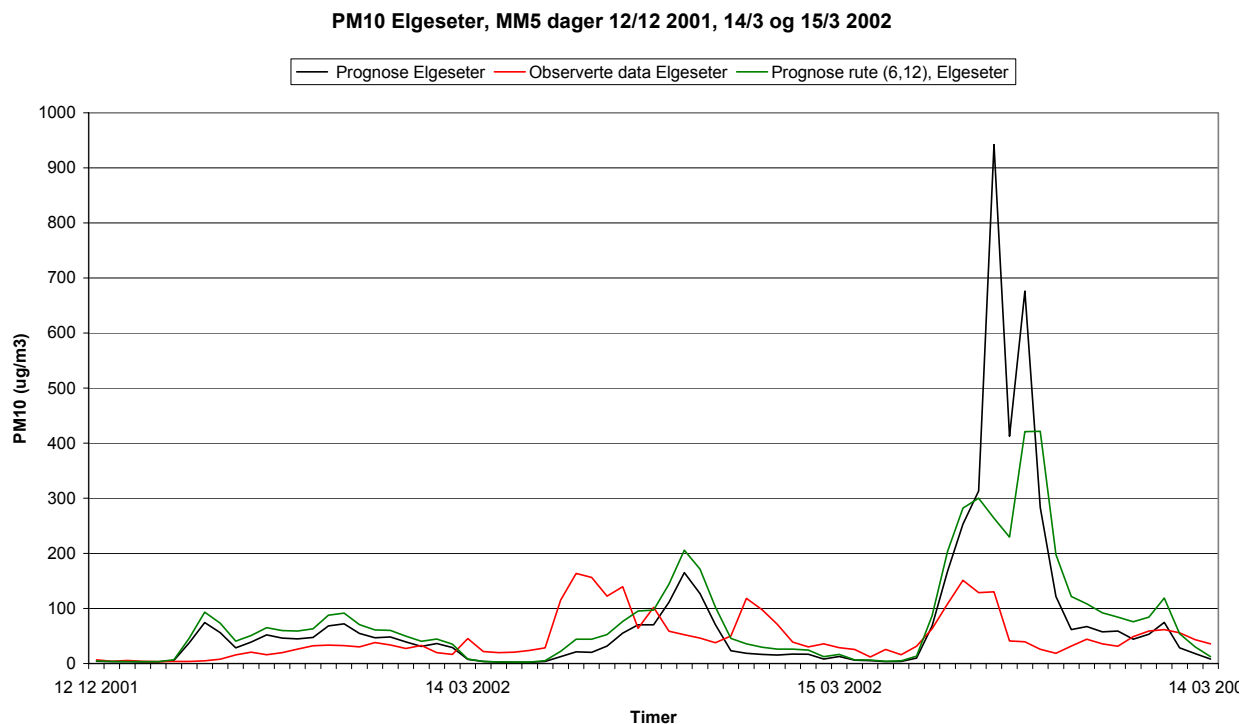
Grafer for evalueringsdøgn sesongen 2001-2002



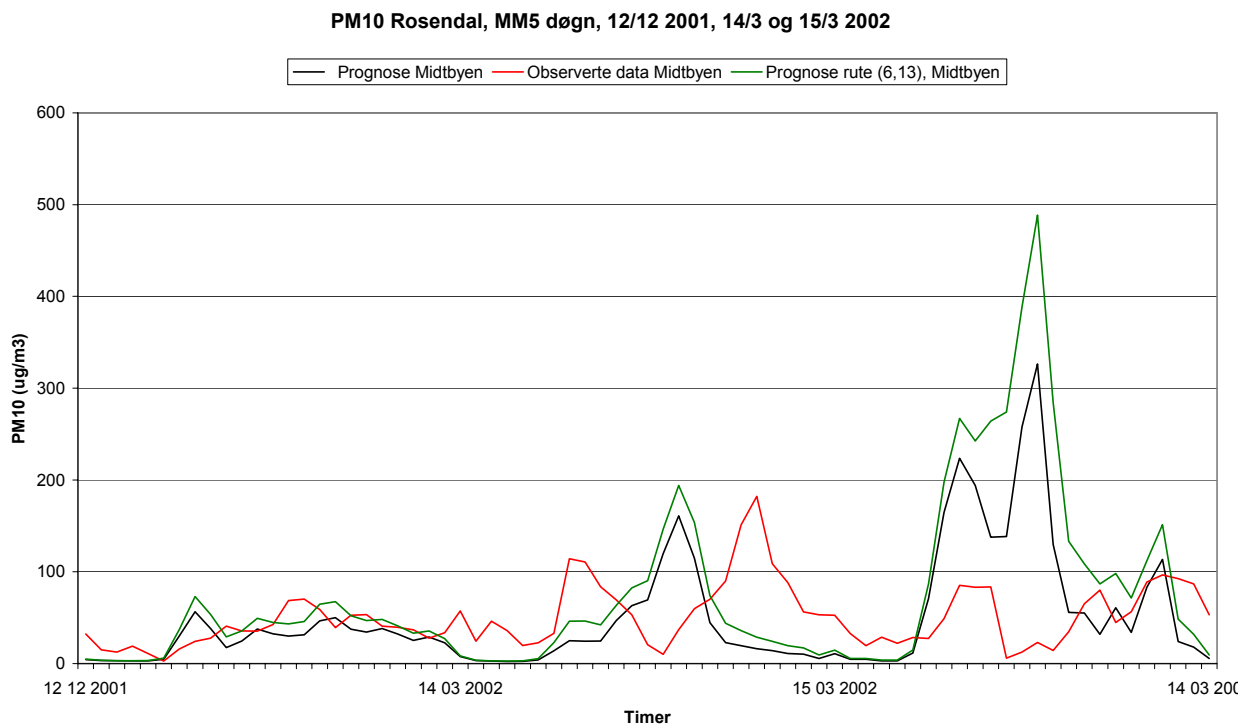
Figur G1: Prognoserte og observerte PM₁₀-konsentrasjoner for 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002 ved Rådhuset, Bergen.



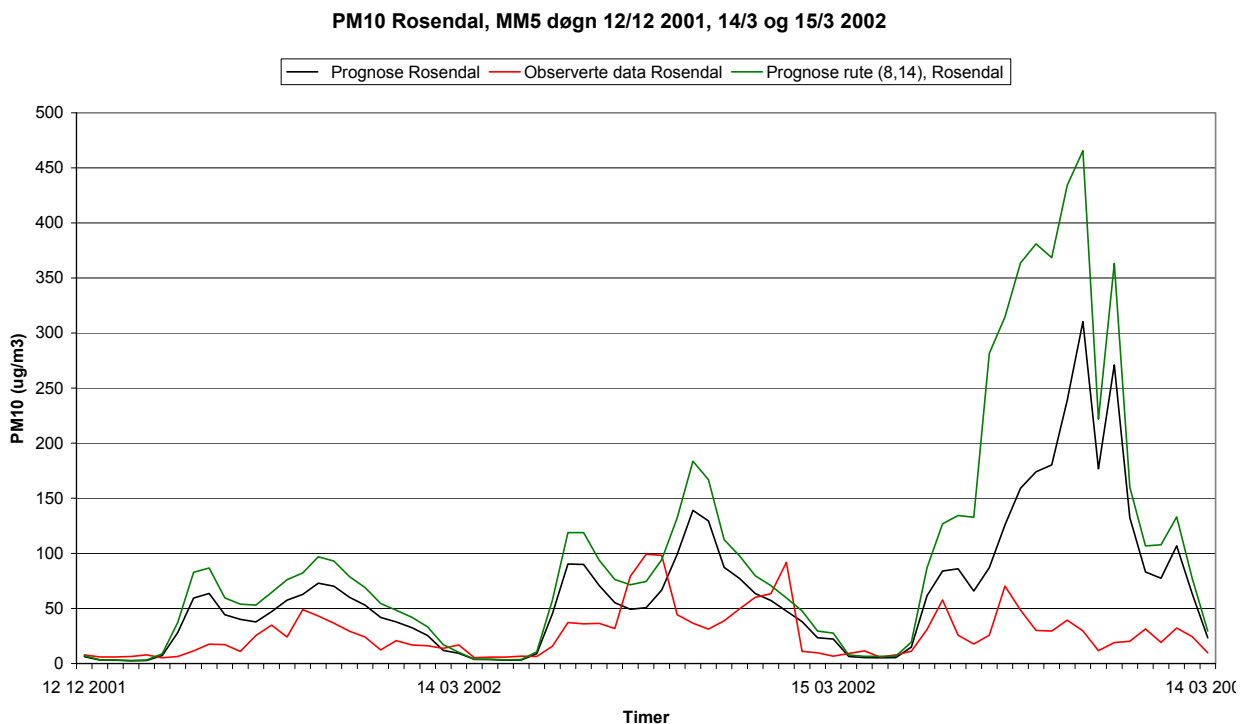
Figur G2: Prognoserte og observerte NO_x-konsentrasjoner for 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002 ved Rådhuset, Bergen.



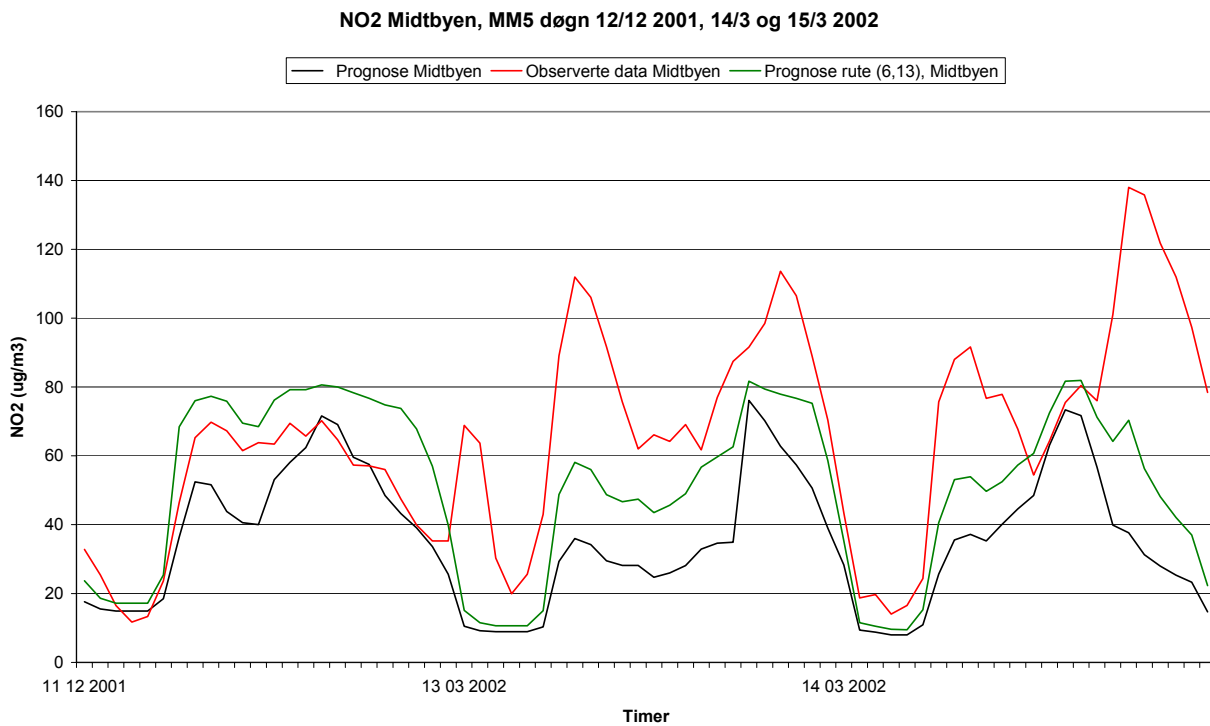
Figur G3: Prognoserte og observerte PM₁₀-konsentrasjoner for 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, i Elgeseter gate, Trondheim.



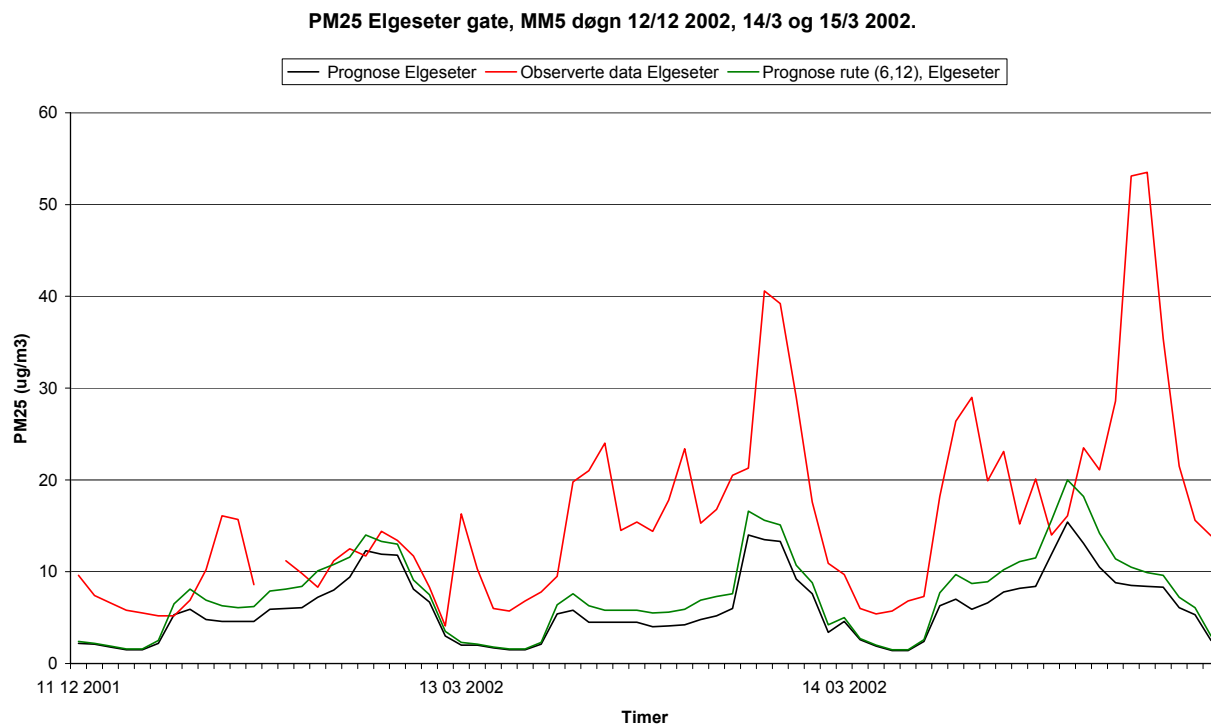
Figur G4: Prognoserte og observerte PM₁₀-konsentrasjoner for 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, i Midtbyen, Trondheim.



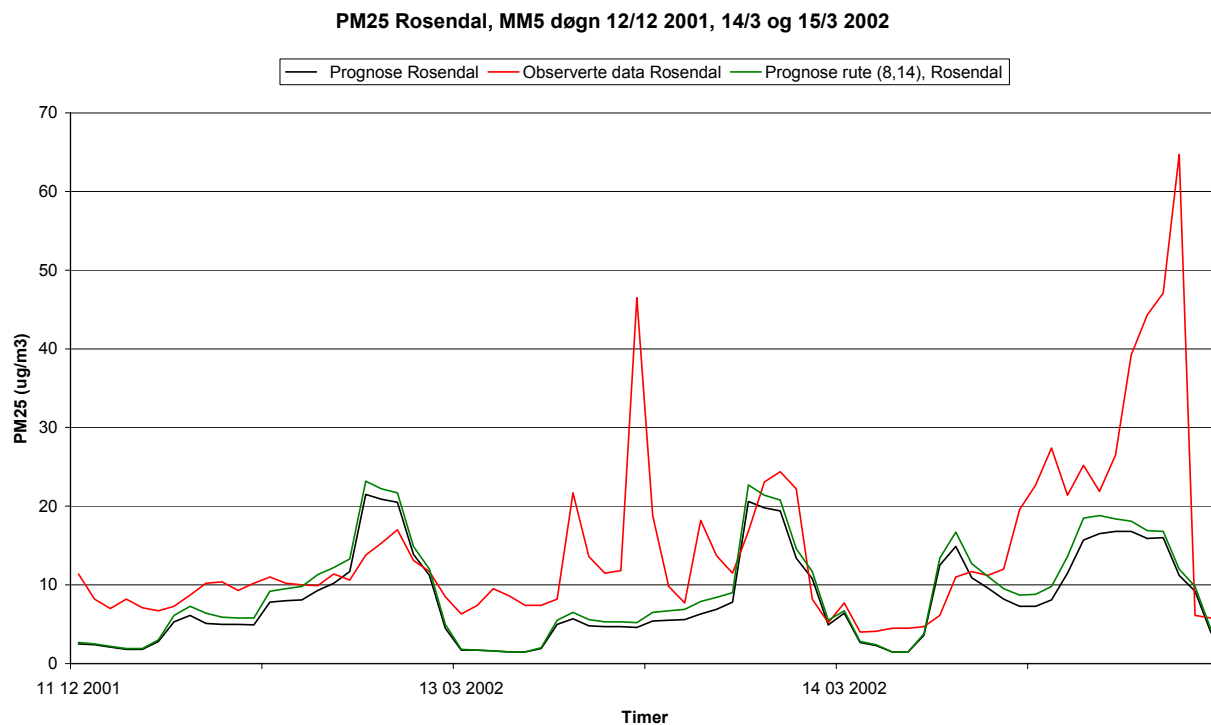
Figur G5: Prognoserte og observerte PM_{10} -konsentrasjoner for 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, ved Rosendal, Trondheim.



Figur G6: Prognoserte og observerte NO_2 -konsentrasjoner for 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, i Midtbyen, Trondheim.

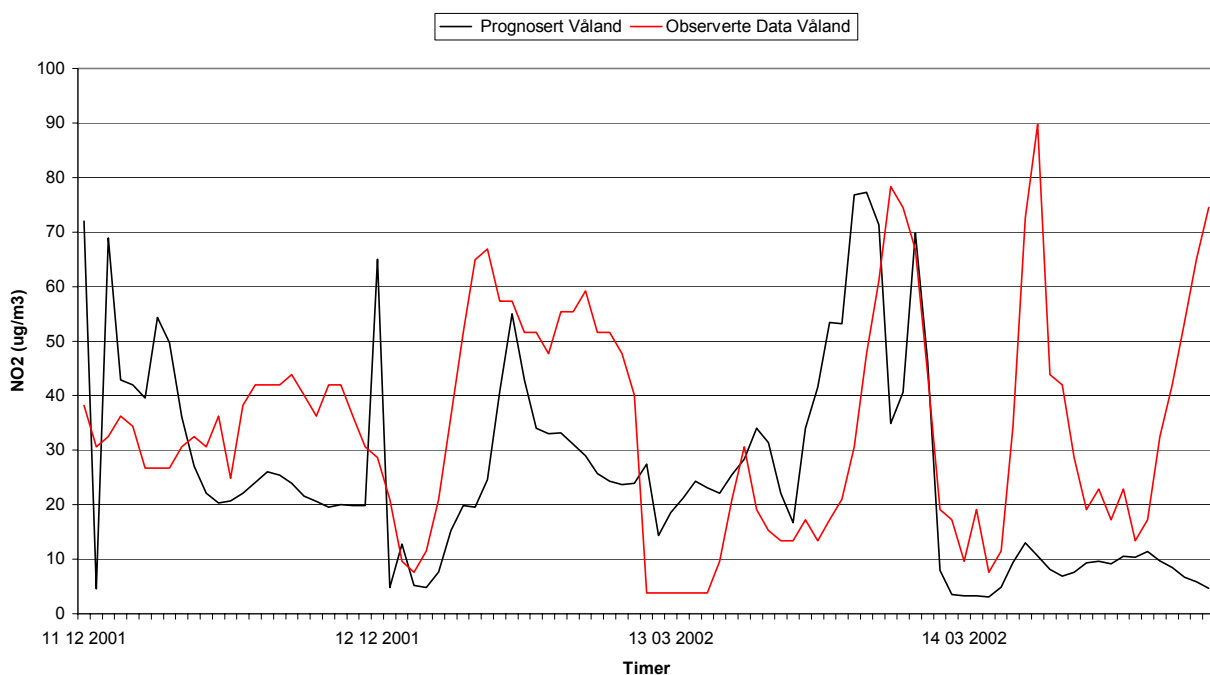


Figur G7: Prognoserte og observerte $PM_{2,5}$ -konsentrasjoner for 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, ved Elgesetergate, Trondheim.



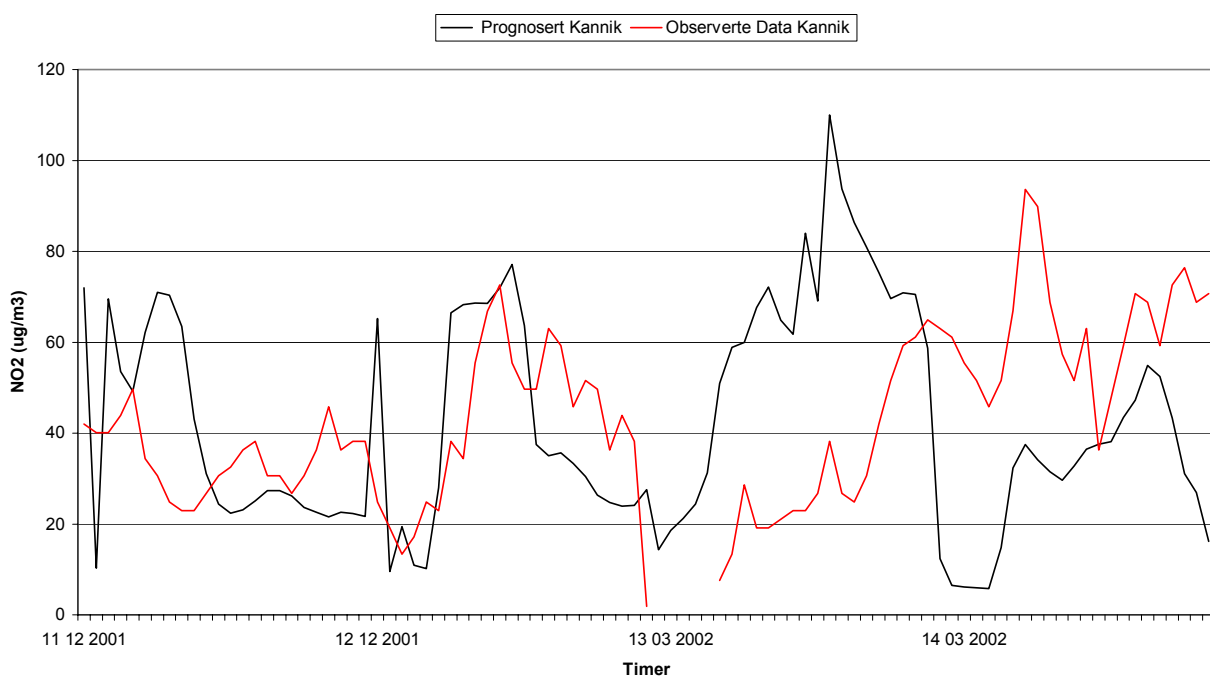
Figur G8: Prognoserte og observerte $PM_{2,5}$ -konsentrasjoner for 12/12-2001, 14/3 og 15/3-2002, på Rosendal, Trondheim.

NO₂ Våland, MM5 dager, 11/12 2001,12/12 2001, 13/3 2002 og 14/3 2002

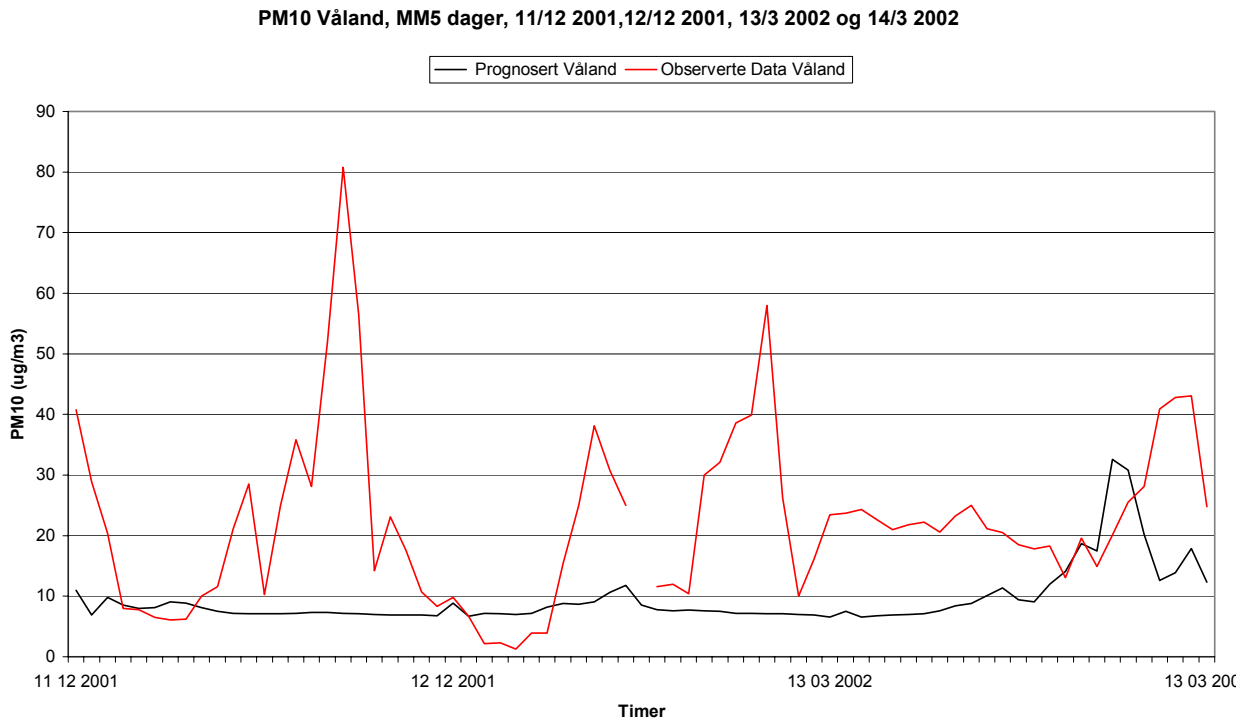


Figur G9: Prognoserte og observerte NO₂-konsentrasjoner for 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002 for Våland, Stavanger.

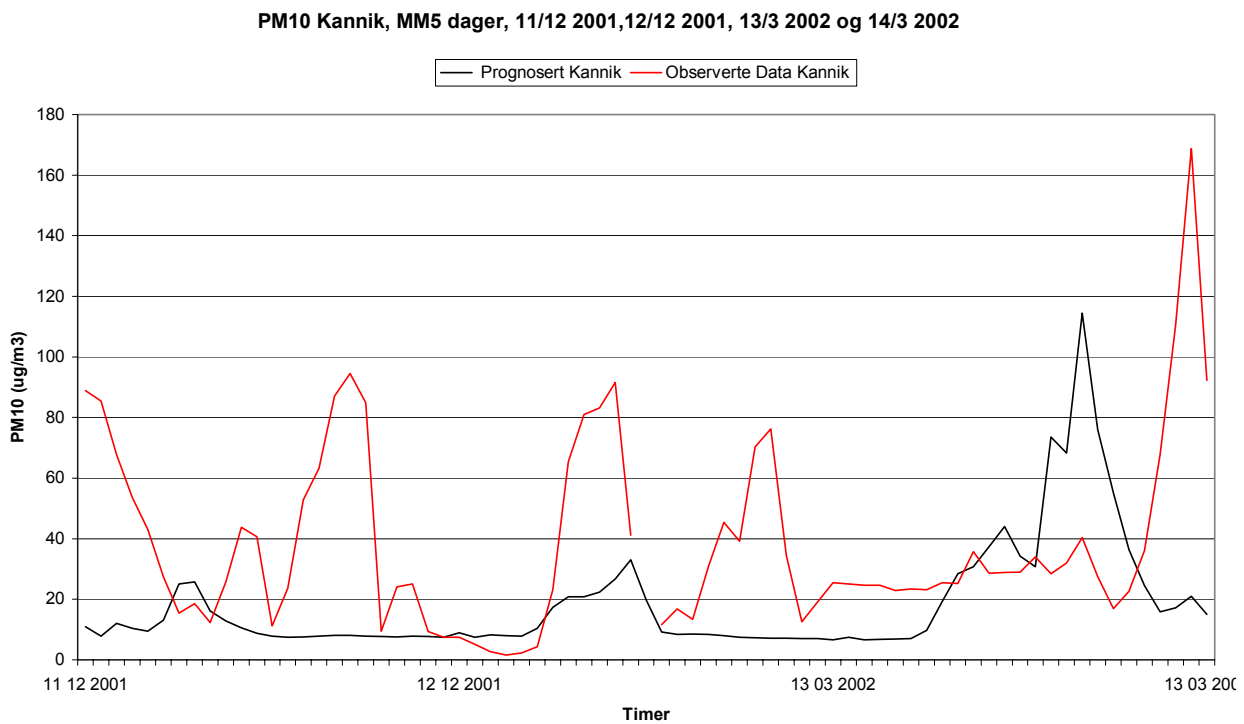
NO₂ Kannik, MM5 dager, 11/12 2001,12/12 2001, 13/3 2002 og 14/3 2002



Figur G10: Prognoserte og observerte NO_2 -konsentrasjoner for 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002 for Kannik, Stavanger.

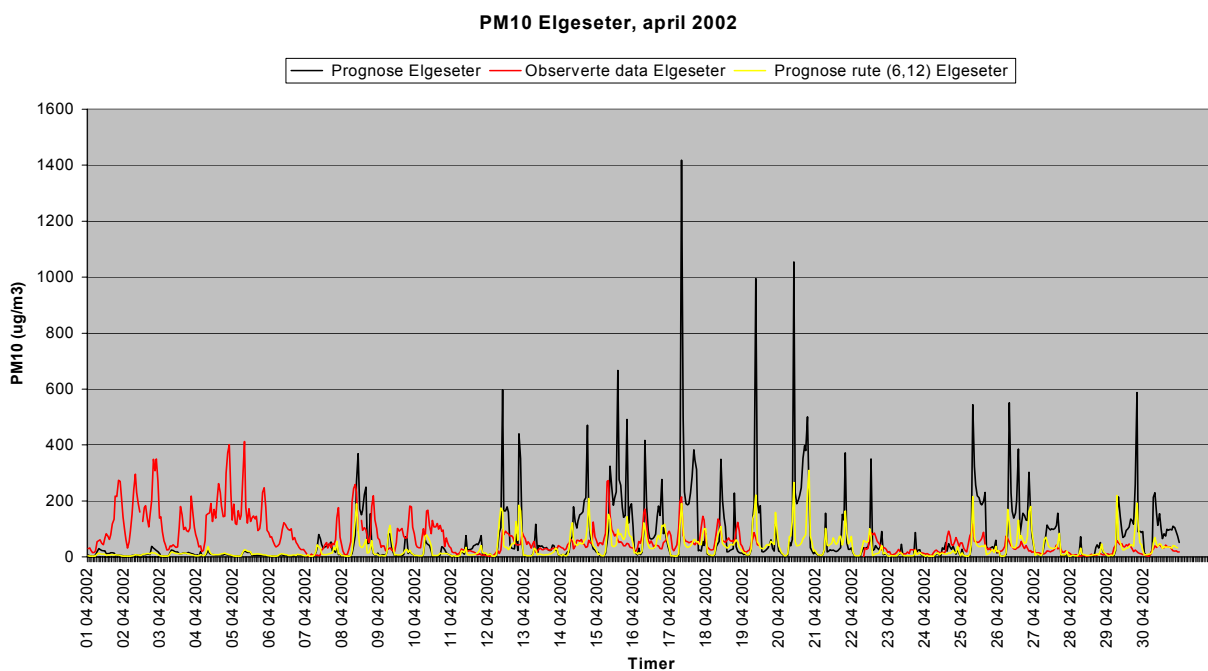


Figur G11: Prognoserte og observerte PM_{10} -konsentrasjoner for 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002 for Våland, Stavanger.

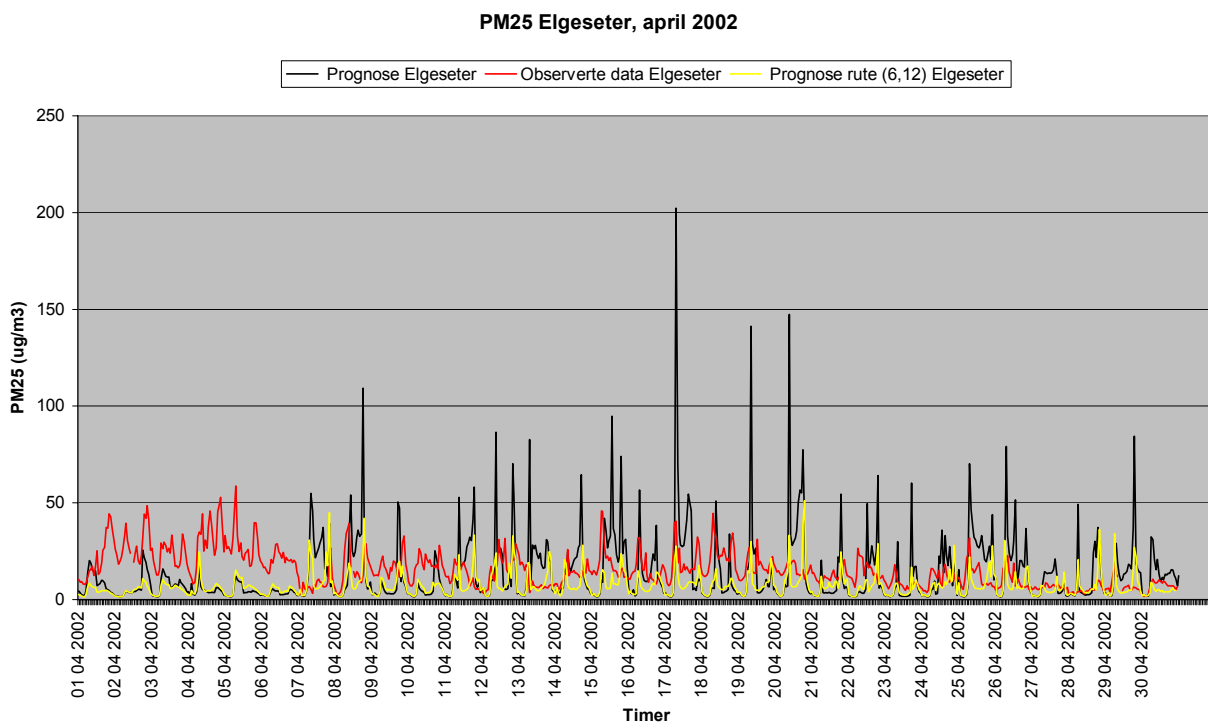


Figur G12: Prognoserte og observerte PM_{10} -konsentrasjoner for 11/12, 12/12-2001, 13/3 og 14/3-2002 for Kannik, Stavanger.

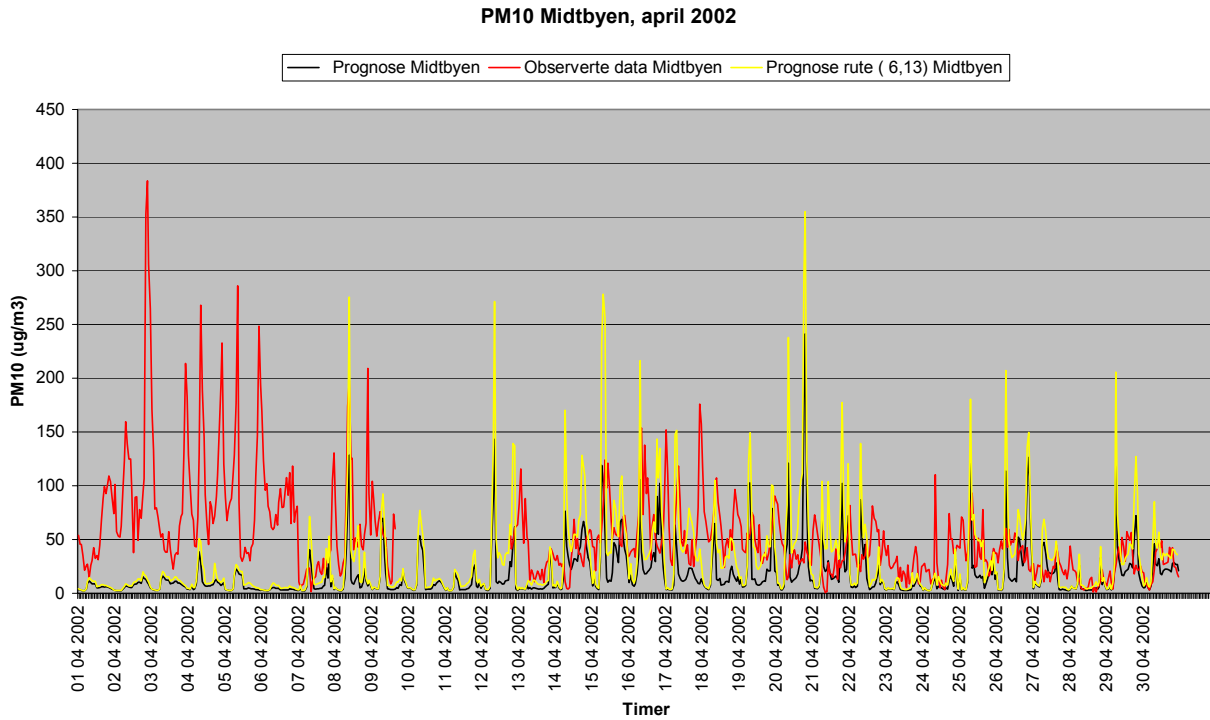
Trondheim grafer, april 2002



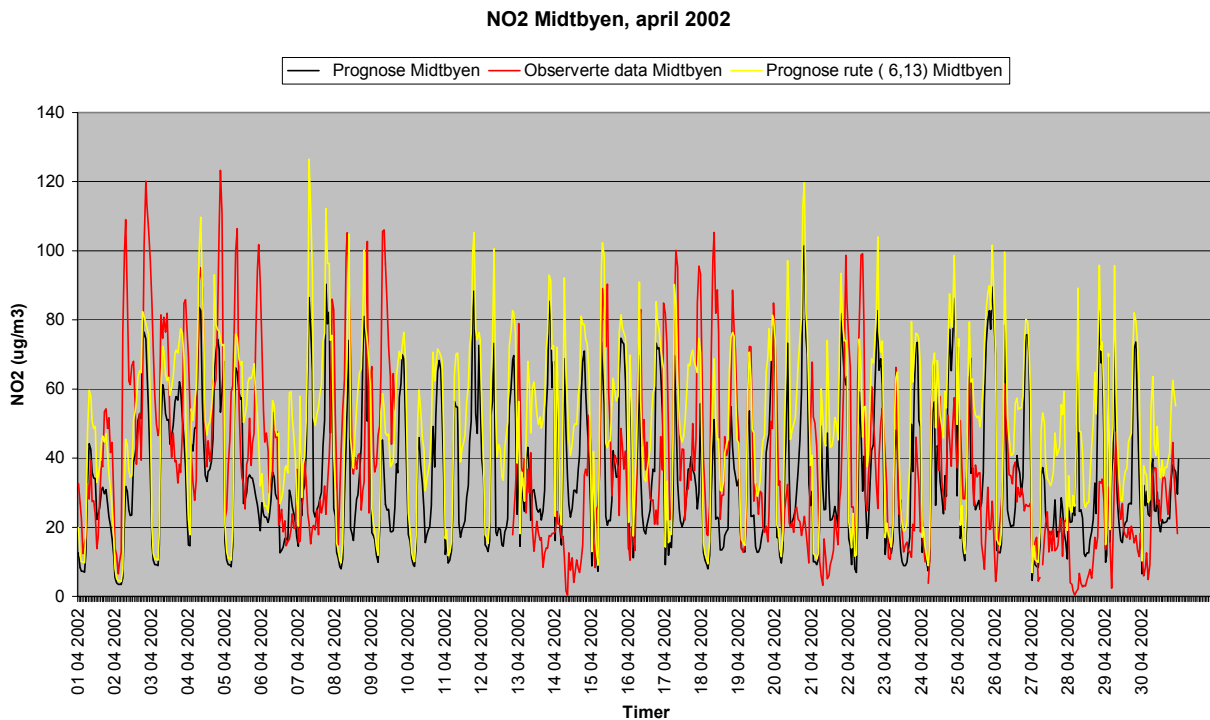
Figur G13: Prognosert reseptor punkt, prognosert tilhørende ruteverdi og observert PM_{10} i Elgesetergate, Trondheim, april 2002.



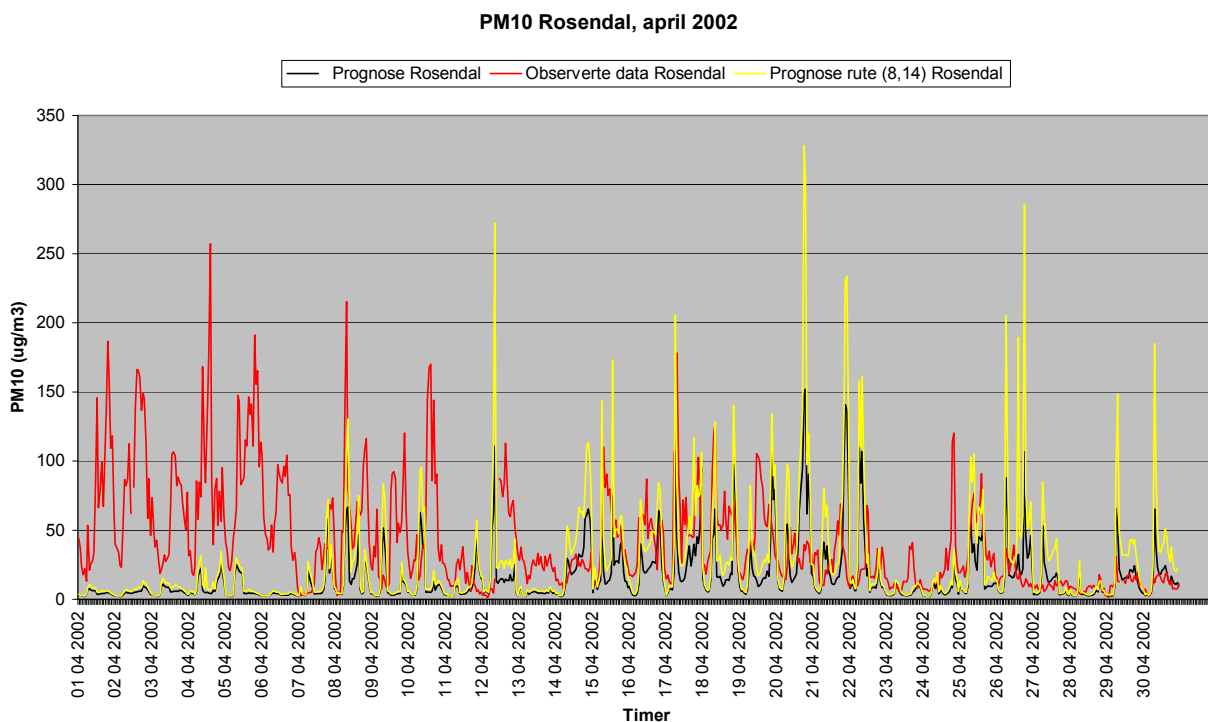
Figur G14: Prognosert reseptor punkt, prognosert tilhørende ruteverdi og observert $PM_{2,5}$ i Elgesetergate, Trondheim, april 2002.



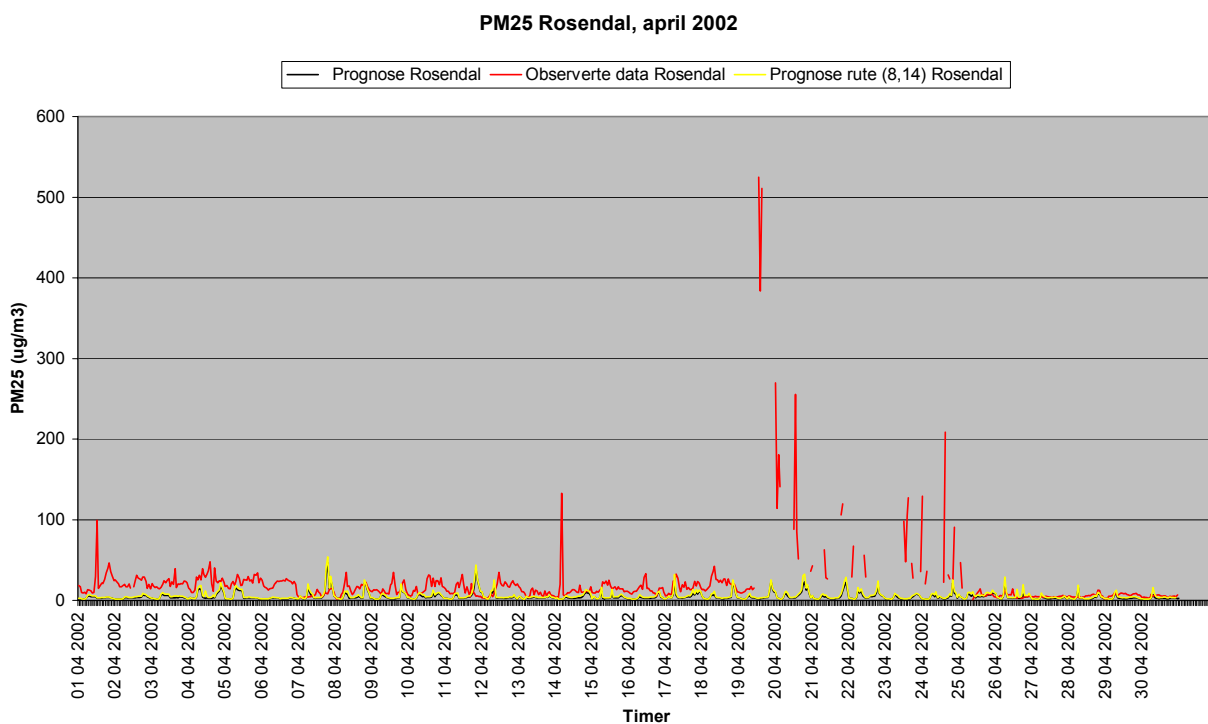
Figur G15: Prognosert reseptor punkt, prognosert tilhørende ruteverdi og observert PM_{10} i Midtbyen, Trondheim, april 2002.



Figur G16: Prognosert reseptor punkt, prognosert tilhørende ruteverdi og observert NO_2 i Midtbyen, Trondheim, april 2002.



Figur G17: Prognosert reseptor punkt, prognosert tilhørende ruteverdi og observert PM_{10} på Rosendal, Trondheim, april 2002.



Figur G18: Prognosert reseptor punkt, prognosert tilhørende ruteverdi og observert $PM_{2,5}$ på Rosendal, Trondheim, april 2002.

Vedlegg H

Tabeller for treff i varslingsklasser 2001-2002

Tabeller for treff i varslingsklasser 2001-2002

Høyeste prognoserte og observerte varslingsklasse per dag er funnet for hele sesongen. Disse ble sammenlignet og det er funnet antall dager hvor disse stemmer overens. Prosentvis treff innenfor dag er så beregnet ved å dividere antall dager treff med antall dager observert per varslingsklasse.

Under er en tabell med treff innen varslingsklasser.

Tabell H1: Treff og forekomst innen varslingsklasser i Kirkeveien for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} for timeverdier.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent vis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Kirkeveien								
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	3481	1768	1713	48	2	1	
Varslingsklasse 0-b	60-100 µg/m ³	800	2208	-1408	107	53	28	19
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	60	300	-204	23	78	8	35
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	3	55	-52	3	36	2	67
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	13	-13	0	12	0	-

PM₁₀, Kirkeveien								
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	2968	3134	-166	42	11	7	17
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	593	555	38	36	27	7	19
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	642	515	127	67	87	37	55
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	141	140	1	36	56	18	50

PM_{2,5}, Kirkeveien								
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	3455	2597	858	65	5	2	3
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	726	967	-241	80	22	6	8
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	137	555	-418	30	66	14	47
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	26	225	-199	6	88	3	50

Tabell H2: Treff og forekomst innen varslingsklasser for Furuset, Oslo for timeverdier av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent vis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Furuset								
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	3173	3252	-79	40	28	5	
Varslingsklasse 0	60-100 µg/m ³	1103	1073	30	112	138	82	57
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	67	19	48	28	15	2	7
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	1	0	1	1	0	0	0
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀, Furuset								
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	2843	3875	-932	44	87	26	59
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	518	234	284	23	29	5	22
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	668	185	483	66	45	16	24
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	215	49	166	48	20	11	23
PM_{2,5}, Furuset								
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	3616	4042	-426	83	86	44	53
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	619	252	367	63	67	23	37
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	103	46	57	32	24	9	28
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	6	4	2	3	4	0	0

Tabell H3: Treff og forekomst innen varslingsklasser for Løren, Oslo for timeverdier av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}.

<i>Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvist reff innenfor døgn</i>
NO₂, Oslo, Løren								
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	2841	2637	204	27	8	6	
Varslingsklasse 0	60-100 µg/m ³	1116	1569	-453	84	107	55	55
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	332	132	200	67	61	30	45
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	5	6	-1	3	5	0	0
	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀, Løren								
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	2597	3574	-977	26	47	12	46
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	564	372	192	22	31	6	27
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	718	312	406	55	64	21	38
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	465	86	379	78	39	25	32
PM_{2,5}, Løren								
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	3136	3297	-161	50	30	14	28
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	997	670	327	72	38	17	24
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	204	282	-78	56	67	21	38
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	7	95	-88	3	46	1	33

Tabell H4: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Alna Tittutgrenda, Oslo for timeverdier av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}.

<i>Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Alna Tittut								
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	2975	4109	-1134	36	99	20	
Varslingsklasse 0	60-100 µg/m ³	1174	235	939	101	82	41	45
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	145	0	145	25	0	0	0
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	29	0	29	10	0	0	0
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	21	0	21	9	0	0	0
PM₁₀, Alna Tittut								
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	2513	4207	1694	25	130	20	80
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	581	107	474	24	32	4	17
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	893	29	864	62	18	5	8
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	357	1	356	70	1	0	0

Tabell H5: Treff og forekomst innen varslingsklasser på stasjonene for døgnverdier av PM₁₀ i Oslo.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn-Prognoserte døgn</i>	<i>Samlet antall dager treff</i>	<i>Samlet prosentvis treff</i>
PM₁₀, Kirkeveien						
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	107	130	-23	81	54%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	49	35	14	10	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	24	13	11	6	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	0	0	0	
PM₁₀, Furuset						
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	111	165	-54	105	61%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	38	9	29	1	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	27	4	23	2	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	4	0	4	0	
PM₁₀, Løren						
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	149	129	20	77	48%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	22	40	-18	5	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	9	9	0	3	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	0	0	0	
PM₁₀, Alna Tittut						
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	91	178	-87	89	50%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	30	0	30	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	49	0	49	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	10	0	10	0	

Tabell H6: Treff og forekomst innen varslingsklasser på stasjonene i Oslo for døgnverdier av PM_{2,5}.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn-Prognose</i>	<i>Samlet antall dager treff</i>	<i>Samlet prosent vis treff</i>
PM_{2,5}, Kirkeveien						
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	150	82	68	71	48%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	25	86	-61	13	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	4	10	-6	1	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	1	0	1	0	
PM_{2,5}, Furuset						
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	156	177	-21	153	86%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	23	1	22	0	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	1	0	1	0	
PM_{2,5}, Løren						
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	142	135	7	112	66%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	35	41	-6	9	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	3	2	1	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	0	0	0	0	

Tabell H7: Treff og forekomst innen varslingsklasser på stasjonene for Drammen for timeverdier av NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5}.

<i>Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslings-klasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Fayegata								
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	3254	2748	506	42	4	2	
Varslingsklasse 0	60-100 µg/m ³	988	1592	-604	111	173	107	71
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	97	4	93	27	4	1	4
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	5	0	5	1	0	0	0
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀, Fayegata								
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	3816	4209	-393	118	123	84	71
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	184	105	79	11	39	1	9
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	256	30	226	30	19	6	20
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	88	0	88	22	0	0	0
NO₂, Nedre Storgt								
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	3505	3088	417	56	8	3	
Varslingsklasse 0	60-100 µg/m ³	761	1255	-494	107	172	102	64
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	68	1	67	17	1	0	0
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	10	0	10	1	0	0	0
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀, Nedre Storgt								
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	3776	4285	-509	99	148	84	84
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	320	56	264	31	31	9	29
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	218	3	215	41	2	1	2
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	30	0	30	10	0	0	0

Tabell H8: Treff og forekomst innen varslingsklasser på stasjonen i Drammen for døgnverdier av PM₁₀.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn- Prognoserte døgn</i>	<i>Samlet antall dager treff</i>	<i>Samlet prosent vis treff</i>
PM₁₀, Fayegata						
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	151	179	-28	149	
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	7	0	7	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	14	0	14	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	1	0	1	-	83%
PM₁₀, Nedre Storgt						
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	157	179	-2	155	
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	20	0	20	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	2	0	2	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	0	0	-	87%

Tabell H9: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Elgeseter, Trondheim for timeverdier av PM₁₀ og PM_{2,5}.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvis treff innenfor døgn</i>
PM₁₀, Elgeseter	Antall	3241	3576					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	3050	3317	-267	67	115	59	88
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	212	90	122	34	5	2	6
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	238	144	94	25	18	4	16
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	124	73	51	25	13	7	28
PM_{2,5}, Elgeseter	Antall	3249	3576					
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	3108	3322	-214	65	108	53	82
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	382	154	228	50	22	9	18
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	126	85	41	32	9	2	6
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	8	63	-55	4	12	1	25

Tabell H10: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Elgeseter, Trondheim for døgnverdier av PM₁₀ og PM_{2,5}.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall treff</i>	<i>Samlet prosentvis treff</i>
PM₁₀, Elgeseter	Antall	141	149			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	112	133	-21	102	74%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	12	10	2	1	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	16	4	12	2	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	1	2	-1	0	
PM₁₀, Elgeseter	Antall	141	148			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	112	140	-28	106	76%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	12	2	10	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	16	4	12	2	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	1	2	-1	0	
PM_{2,5}, Elgeseter	Antall	141	149			
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	125	135	-10	113	82%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	16	11	5	2	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	0	1	-1	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	0	2	-2	0	
PM_{2,5}, Elgeseter	Antall	141	148			
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	125	139	-14	117	84%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	16	7	9	1	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	0	2	-2	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	0	0	0	0	

Tabell H11: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Midtbyen, Trondheim for timeverdier av NO₂ og PM₁₀.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser.</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent vis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Midtbyen	Antall	3624	3576					
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	2575	3038	-463	38	70	32	
Varslingsklasse 0-b	60-100 µg/m ³	915	547	368	72	72	41	66
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	134	39	95	41	9	4	9
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀, Midtbyen	Antall	3521	3576					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	2502	3464	-962	11	126	11	100
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	539	55	484	35	7	2	6
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	498	64	434	75	11	5	7
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	85	41	44	30	7	4	13

Tabell H12: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Midtbyen, Trondheim for døgnverdier av PM_{10} .

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall treff</i>	<i>Samlet prosentvis treff</i>
PM₁₀, Midtbyen	Antall	150	149			
Varslingsklasse 0	0-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	144	-44	98	66%
Varslingsklasse 1	35-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	1	34	0	
Varslingsklasse 2	50-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	3	11	1	
Varslingsklasse 3	100-> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1	0	0	

Tabell H13: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Rosendal, Trondheim for timeverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvis treff innenfor døgn</i>
PM₁₀, Rosendal	Antall	3346	3576					
Varslingsklasse 0	0-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3341	3435	-94	94	125	81	86
Varslingsklasse 1	35-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	151	71	80	26	6	0	0
Varslingsklasse 2	50-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	117	89	28	22	14	3	14
Varslingsklasse 3	100-> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	29	-14	9	6	1	11
PM_{2,5}, Rosendal	Antall	3475	3576					
Varslingsklasse 0	0-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3298	3433	-135	81	116	70	86
Varslingsklasse 1	20-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	249	122	127	43	16	3	7
Varslingsklasse 2	35-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60	55	5	20	14	2	10
Varslingsklasse 3	60-> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	14	3	7	5	0	0

Tabell H14: Treff og forekomst innen varslingsklasser for døgnverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$ på Rosendal.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall treff</i>	<i>Samlet prosent vis treff</i>
PM₁₀ , Rosendal	Antall	145	149			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	138	141	-3	130	89%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	5	4	1	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	2	2	0	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	2	2	0	
PM_{2,5} Rosendal	Antall	149	149			
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	143	145	-2	128	93%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	5	4	1	0	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	1	0	1	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	0	0	0	0	

Tabell H15: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Elgeseter, Trondheim for PM₁₀ og PM_{2,5} timeverdier i april 2002.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvis treff innenfor døgn</i>
PM₁₀, Elgeseter	Antall	650	720					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	343	468	-125	5	5	0	0
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	98	47	51	2	1	0	0
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	158	70	88	7	7	1	14
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	121	135	-14	16	17	7	44
PM_{2,5}, Elgeseter	Antall	716	720					
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	547	553	-6	6	4	0	0
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	142	112	30	16	5	1	6
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	31	38	-7	8	8	1	13
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	0	17	-17	0	13	0	-

Tabell H16: Treff og forekomst innen varslingsklasser på Elgeseter, Trondheim for døgnverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$.

<i>Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall treff</i>	<i>Samlet prosent vis treff</i>
PM₁₀, Elgeseter	Antall	28	30			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	9	14	-5	5	29%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	5	2	3	1	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	10	5	5	2	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	4	9	-5	0	
PM_{2,5}, Elgeseter	Antall	30	30			
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	23	25	-2	18	60%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	7	5	2	0	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	0	0	0	0	

Tabell H17: Treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ timeverdier på Midtbyen, Trondheim.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent vis treff innenfor døgn</i>
NO₂ Midtbyen	Antall	642	720					
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	603	606	-3	9	5	3	33
Varslingsklasse 0-b	60-100 µg/m ³	101	113	-12	14	24	12	86
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	16	1	15	7	1	0	0
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀ Midtbyen	Antall	646	720					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	323	635	-312	2	9	1	50
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	136	36	100	4	5	2	50
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	192	32	160	9	6	2	22
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	69	17	52	15	10	3	20

Tabell H18: Treff og forekomst innen varslingsklasser for døgnverdier av PM₁₀ på Midtbyen.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall treff</i>	<i>Samlet prosentvis treff</i>
PM₁₀ , Midtbyen	Antall	28	30			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	9	27	-18	9	39%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	5	3	2	2	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	12	0	12	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	2	0	2	0	

Tabell H19: Treff og forekomst innen varslingsklasser for PM₁₀ og PM_{2,5} timeverdier på Rosendal.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosentvis treff innenfor døgn</i>
PM₁₀ Rosendal	Antall	715	720					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	414	630	-216	5	10	1	20
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	89	38	51	4	1	1	25
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	158	42	116	6	12	3	50
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	59	10	49	15	7	3	20
PM_{2,5} Rosendal	Antall	631	720					
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	526	707	-181	7	20	5	71
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	144	11	133	11	8	2	18
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	21	2	19	3	2	0	0
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	29	0	29	9	0	0	0

Tabell H20: Treff og forekomst innen varslingsklasser for døgnverdier av PM_{10} og $PM_{2,5}$ på Rosendal.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall treff</i>	<i>Samlet prosentvis treff</i>
PM₁₀ , Rosendal	Antall	30	30			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	14	29	-15	13	43%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	5	1	4	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	11	0	11	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	0	0	0	
PM_{2,5} Rosendal	Antall	30	30			
Varslingsklasse 0	0-20 µg/m ³	17	30	-13	17	57%
Varslingsklasse 1	20-35 µg/m ³	7	0	7	0	
Varslingsklasse 2	35-60 µg/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	60-> µg/m ³	6	0	6	0	

Bergen
Luftkvalitet

Tabell H21: Treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ timeverdier på Rådhuset.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer – Prognoserte timer</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent vis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Rådhuset	Antall	4340	4272					
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	2018	3751	-1733	14	93	11	
	60-100 µg/m ³	2241	593	1648	143	88	72	53
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	85	0	85	24	0	0	0
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀ Rådhuset	Antall	4289	4272					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	4076	4259	-183	131	163	120	92
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	211	62	149	31	9	0	0
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	52	23	29	16	9	2	22
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	5	0	5	3	0	0	0

Tabell H22: Treff og forekomst innen varslingsklasser for døgnverdier av PM₁₀ Rådhuset.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn – Prognoserte døgn</i>	<i>Antall dager treff</i>	<i>Samlet prosent vis treff</i>
PM₁₀ Rådhuset	Antall	178 (181)	178			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	172 (175)	178	-6	172	97%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	6	0	6	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	0	0	0	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	0	0	0	

Stavanger Luftkvalitet

Tabell H23: Treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ timeverdier på Våland.

<i>Prosentvis treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent vis treff innenfor døgn</i>
NO₂, Våland	Antall		3936					
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	3801	3709	92	119	118	90	
Varslingsklasse 0-b	60-100 µg/m ³	140	250	-110	43	46	17	66
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	7	1	6	1	1	0	0
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	5	0	5	0	0	0	-
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	7	0	7	2	0	0	0
PM₁₀ Våland	Antall	3511	3912					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	3697	3956	-259	111	164	110	99
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	221	4	217	32	1	0	0
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	35	0	35	19	0	0	0
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	7	0	7	3	0	0	0

Tabell H24: Treff og forekomst innen varslingsklasser for NO₂ og PM₁₀ timeverdier på Kannik.

<i>Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte timer i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte timer i varslingsklassen</i>	<i>Observerte timer - Prognoserte</i>	<i>Høyeste observerte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Høyeste prognoserte varslingsklasse (antall dager)</i>	<i>Treff innenfor døgn</i>	<i>Prosent treff innenfor døgn</i>
NO₂, Kannik	Antall	3791	3936					
Varslingsklasse 0-a	0-60 µg/m ³	3583	3531	52	77	92	47	
Varslingsklasse 0	60-100 µg/m ³	369	399	-30	82	63	34	51
Varslingsklasse 1	100-150 µg/m ³	8	30	-22	6	10	0	0
Varslingsklasse 2	150-200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
Varslingsklasse 3	200-> µg/m ³	0	0	0	0	0	0	-
PM₁₀, Kannik	Antall	3678	3912					
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	3035	3921	-886	42	157	42	100
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	479	21	458	36	3	0	0
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	379	17	362	62	4	4	6
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	67	1	66	25	1	1	4

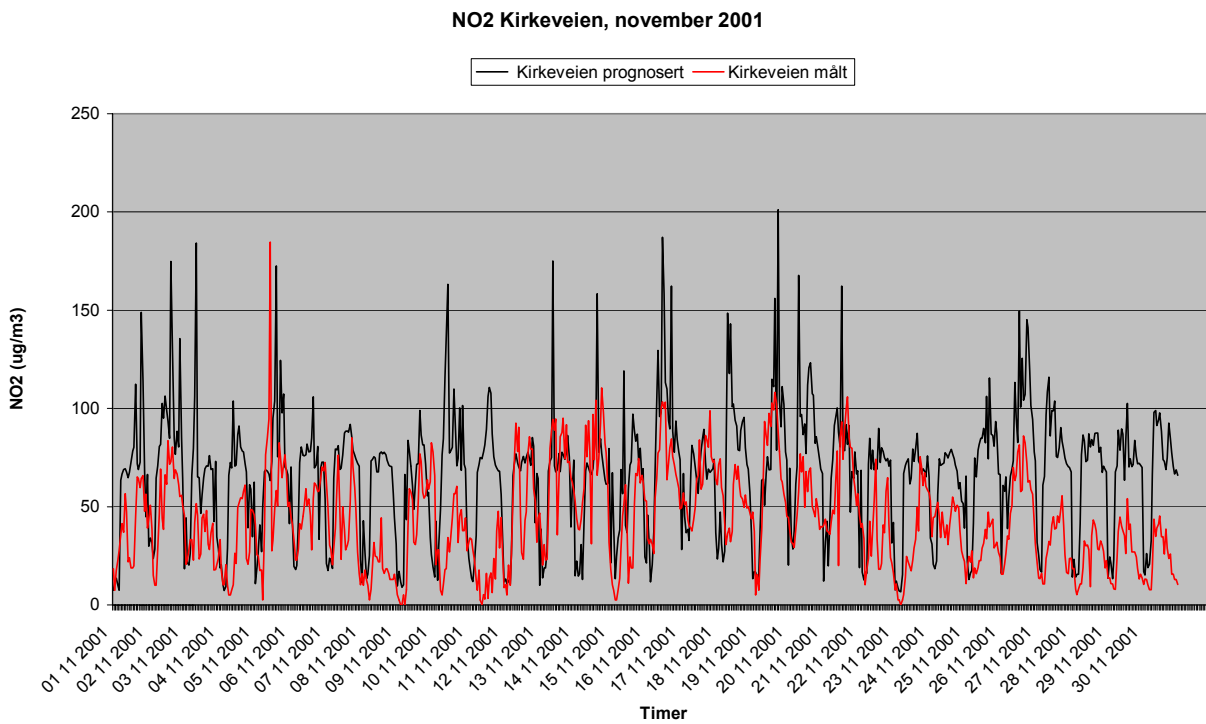
Tabell H25: Treff og forekomst innen varslingsklasser for døgnverdier av PM₁₀ Våland og Kannik.

<i>Prosentvise treff innenfor de ulike varslingsklasser. Døgnverdier</i>	<i>Konsentrasjonsintervall</i>	<i>Antall observerte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Antall prognoserte døgn i varslingsklassen</i>	<i>Observerte døgn - Prognoserte</i>	<i>Antall dager treff</i>	<i>Samlet prosent vis treff</i>
PM₁₀ Våland	Antall		148 (163)			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	143 (144)	148 (163)	-5	143	97%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	5	0	5	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	0	0	0	-	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	0	0	0	-	
PM₁₀ ,Kannik	Antall	156 (157)	156 (163)			
Varslingsklasse 0	0-35 µg/m ³	117 (118)	156 (163)	-39	117	75%
Varslingsklasse 1	35-50 µg/m ³	25	0	25	0	
Varslingsklasse 2	50-100 µg/m ³	13	0	13	0	
Varslingsklasse 3	100-> µg/m ³	1	0	1	0	

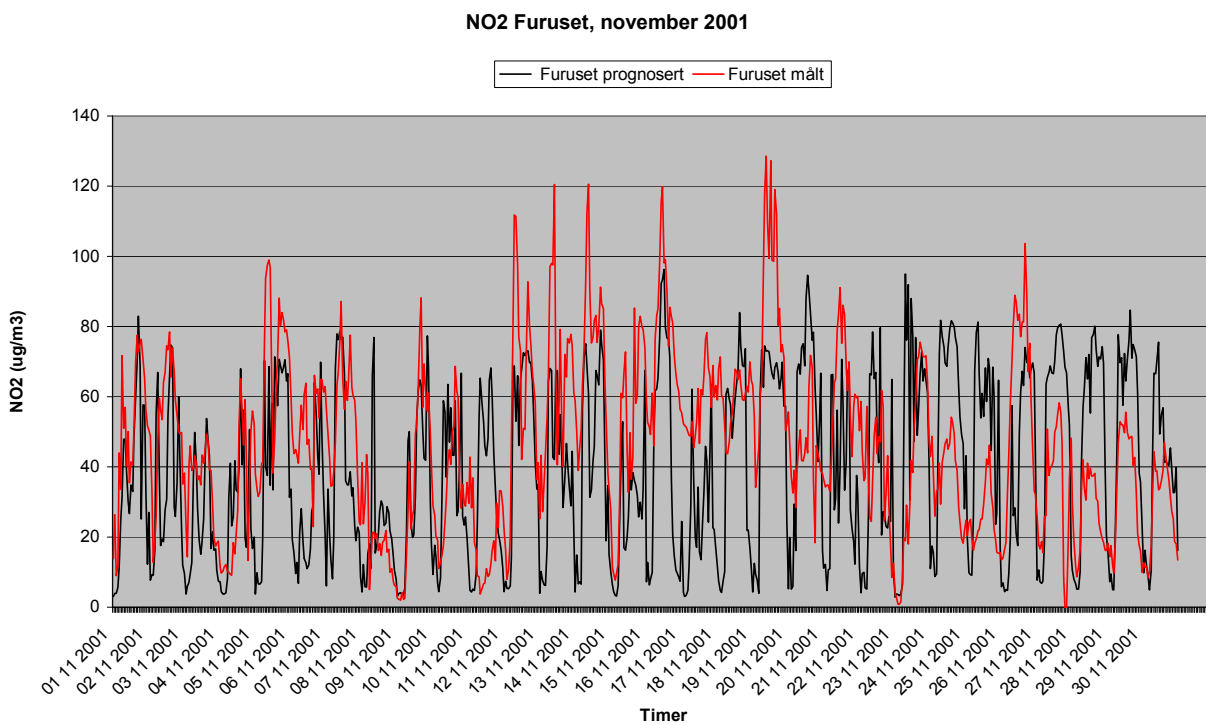
Vedlegg I

Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Oslo, luftkvalitet

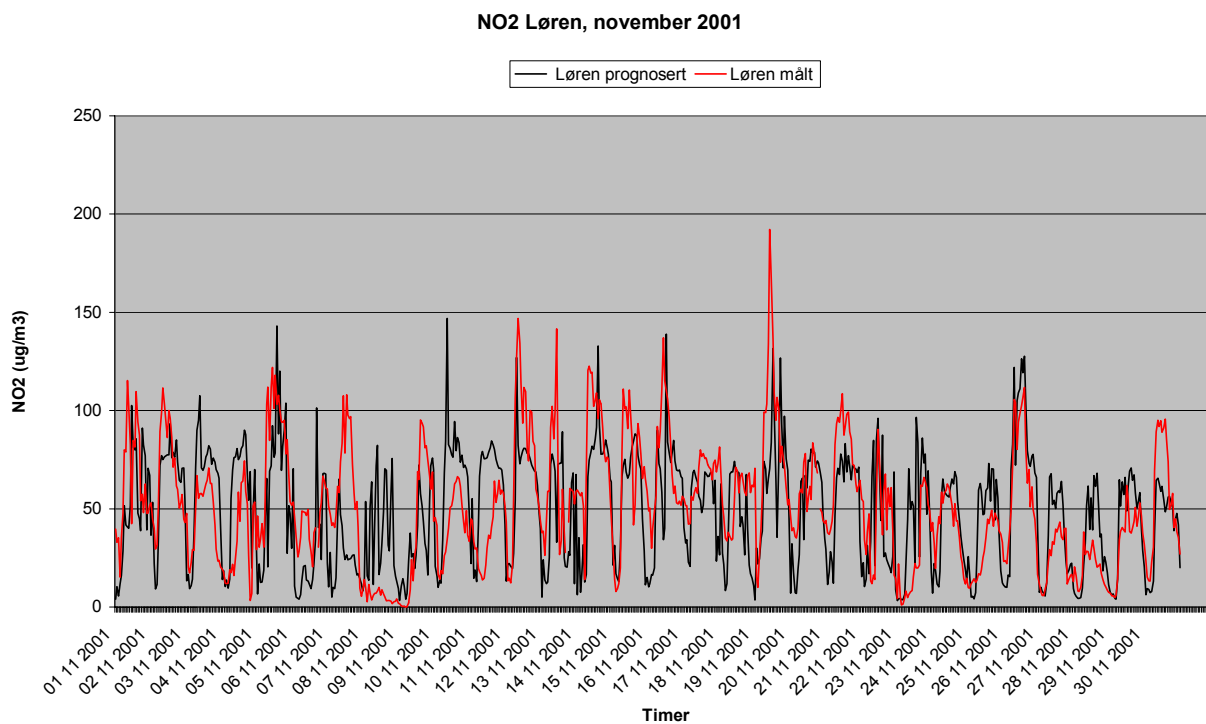
Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Oslo



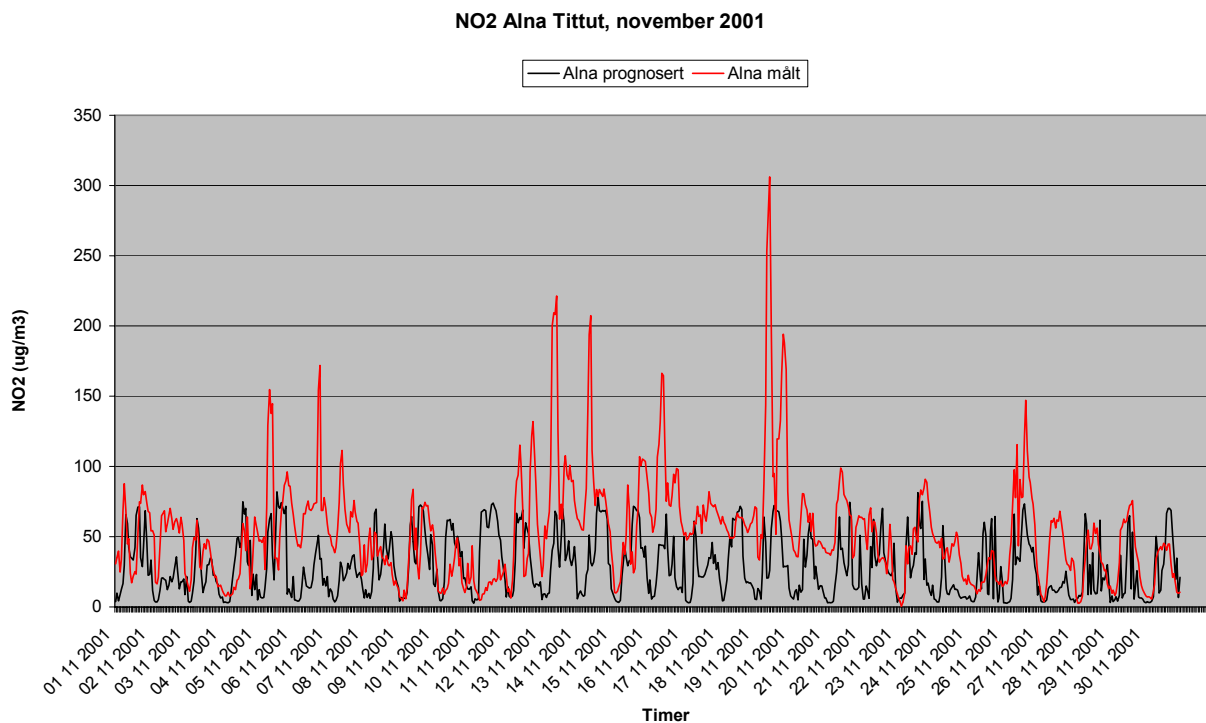
Figur 11: Observerte og modellert NO₂ i Kirkeveien, november 2001.



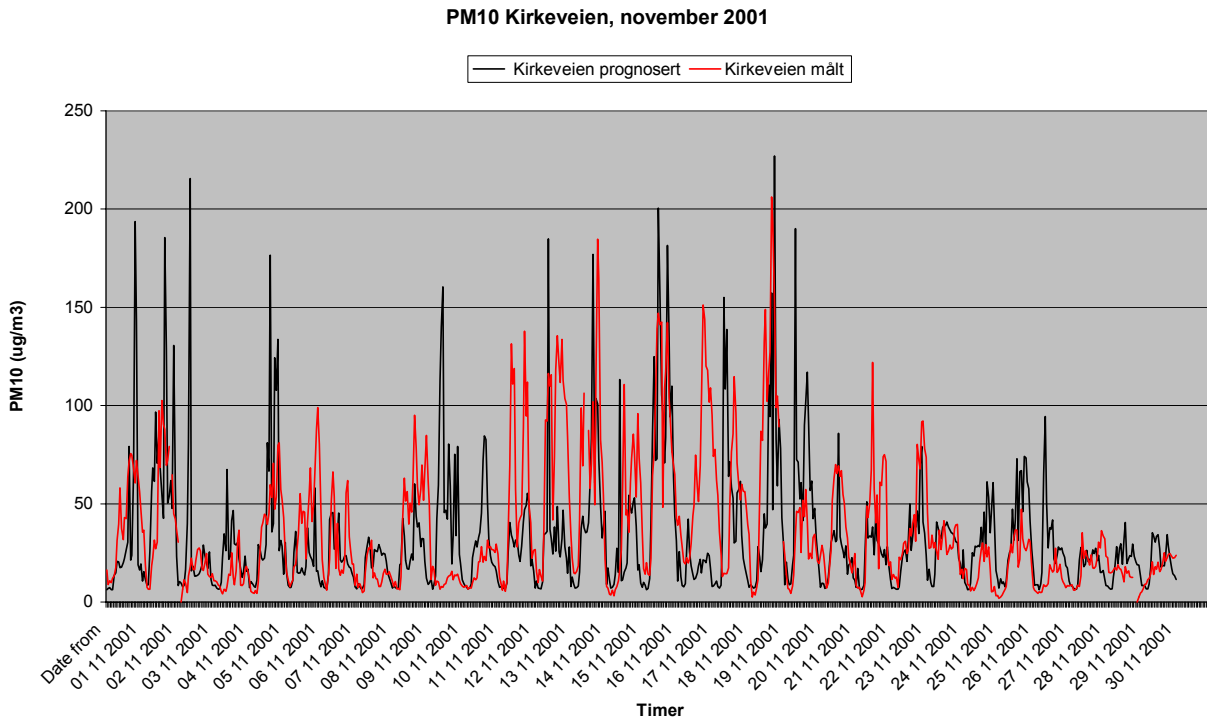
Figur 12: Observerte og modellert NO₂ på Furuset, november 2001.



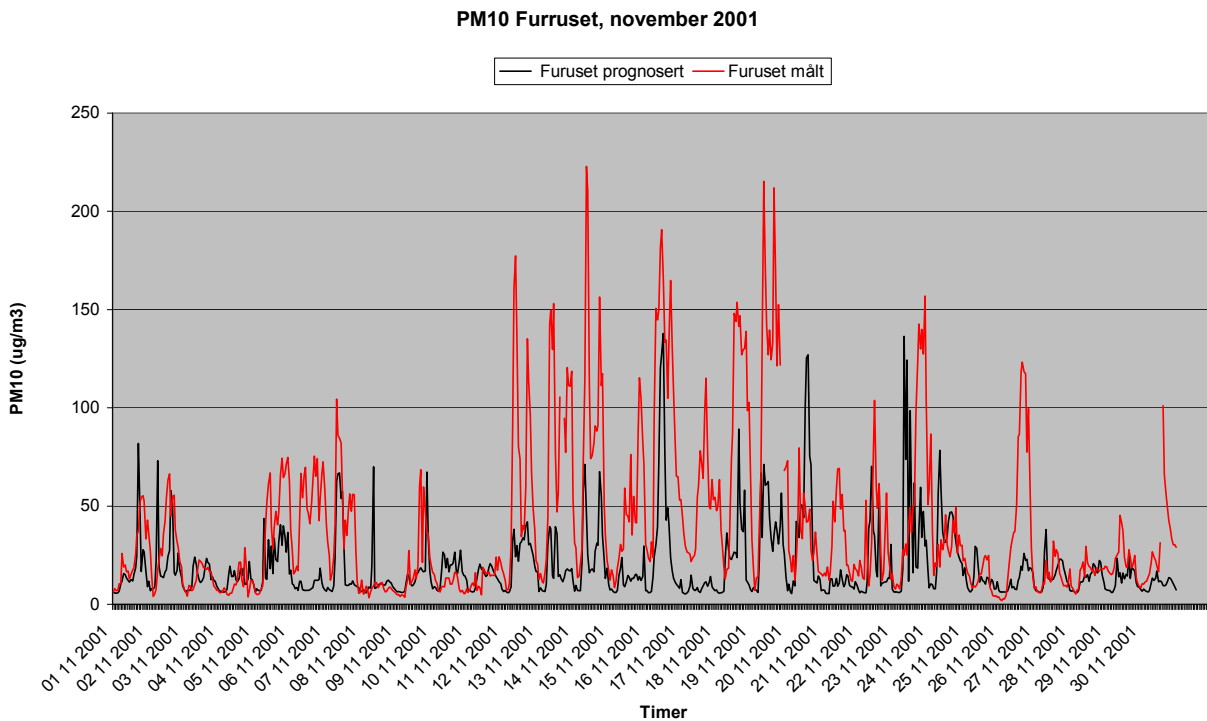
Figur 13: Observert og modellert på Løren, november 2001.



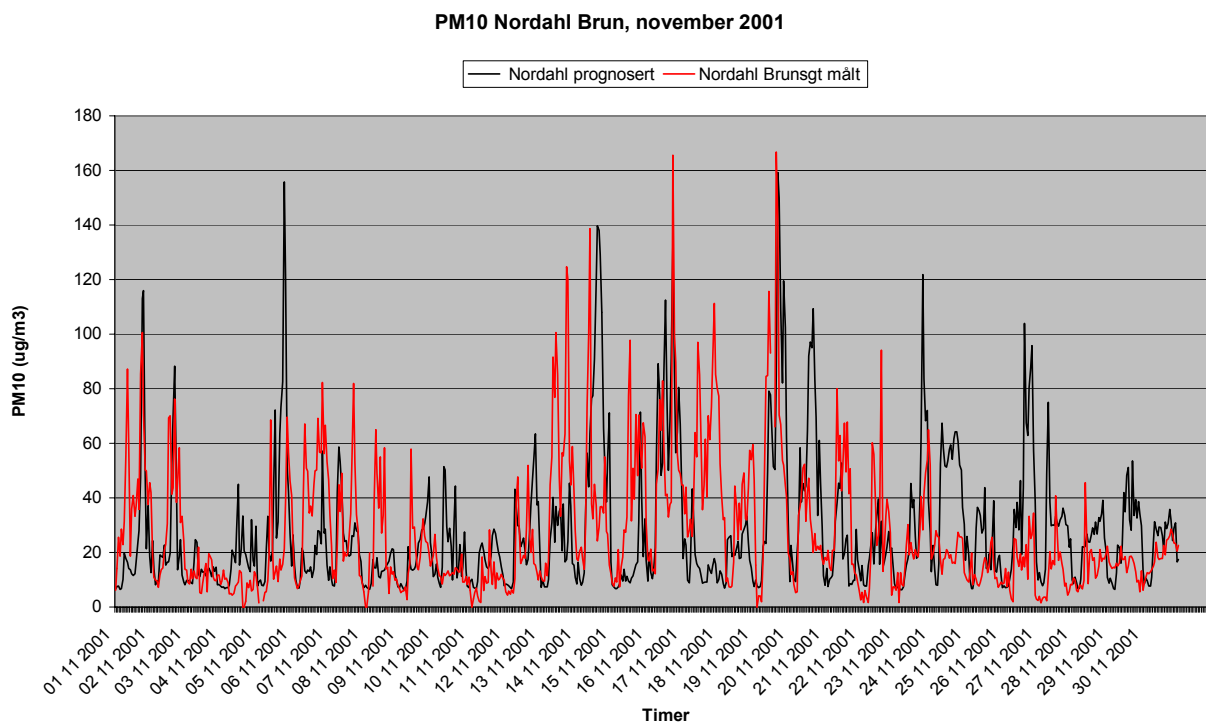
Figur 14: Observert og modellert NO₂ på Alna, Tittutgrenda, november 2001.



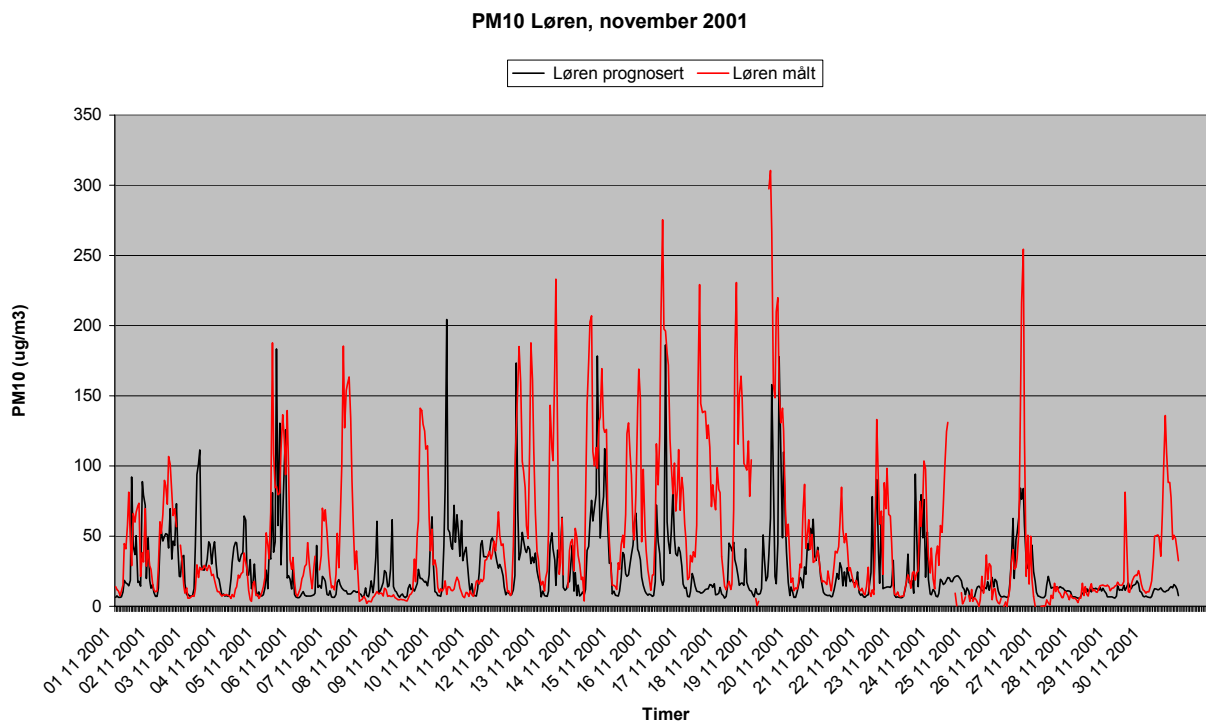
Figur I5: Observert og modellert PM_{10} i Kirkeveien, november 2001.



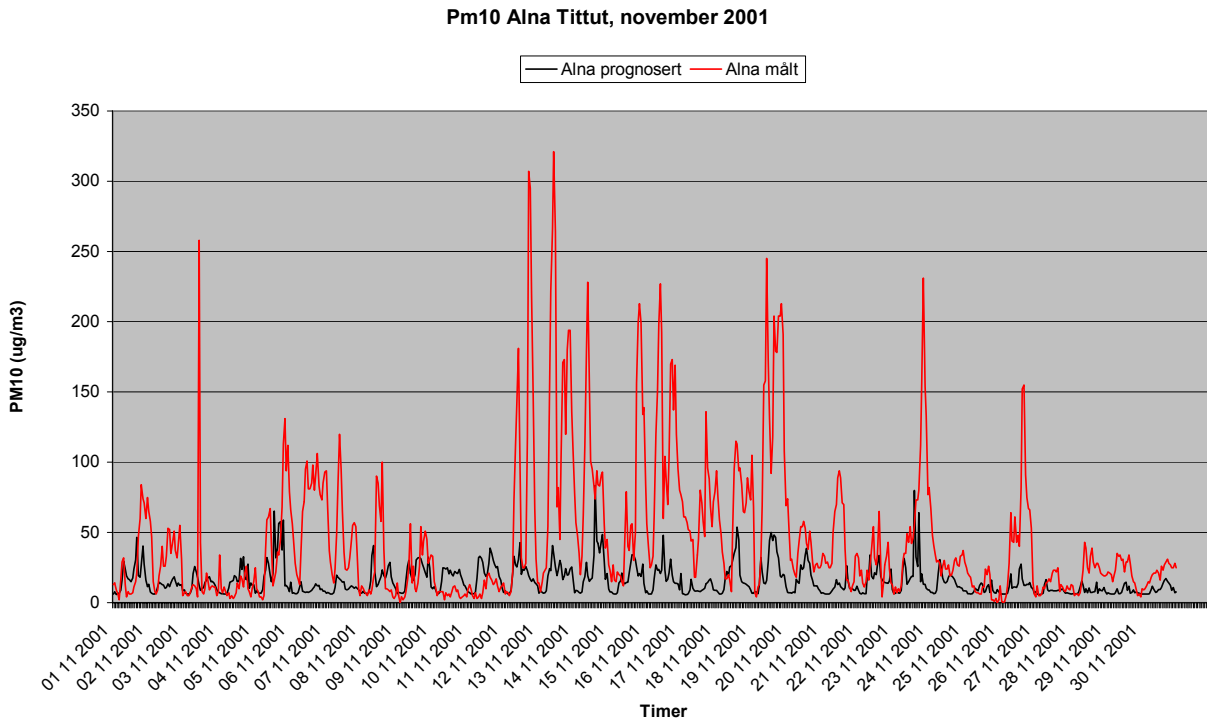
Figur I6: Observert og modellert PM_{10} på Furuset, november 2001.



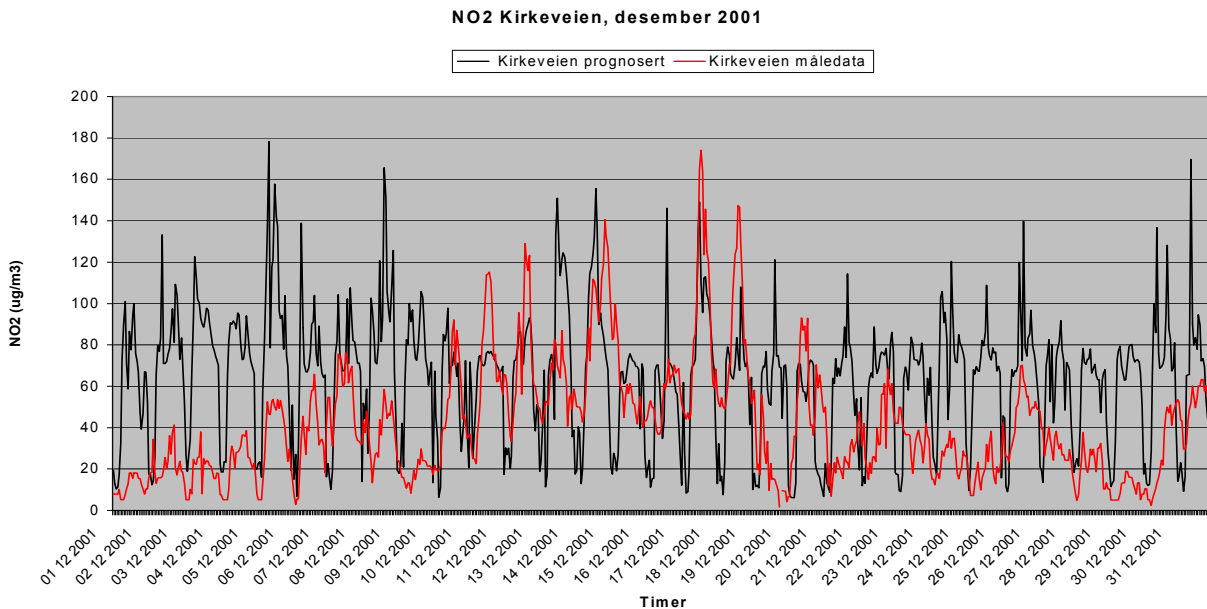
Figur 17: Observert og modellert PM_{10} i Nordahl Bruns gate, november 2001.



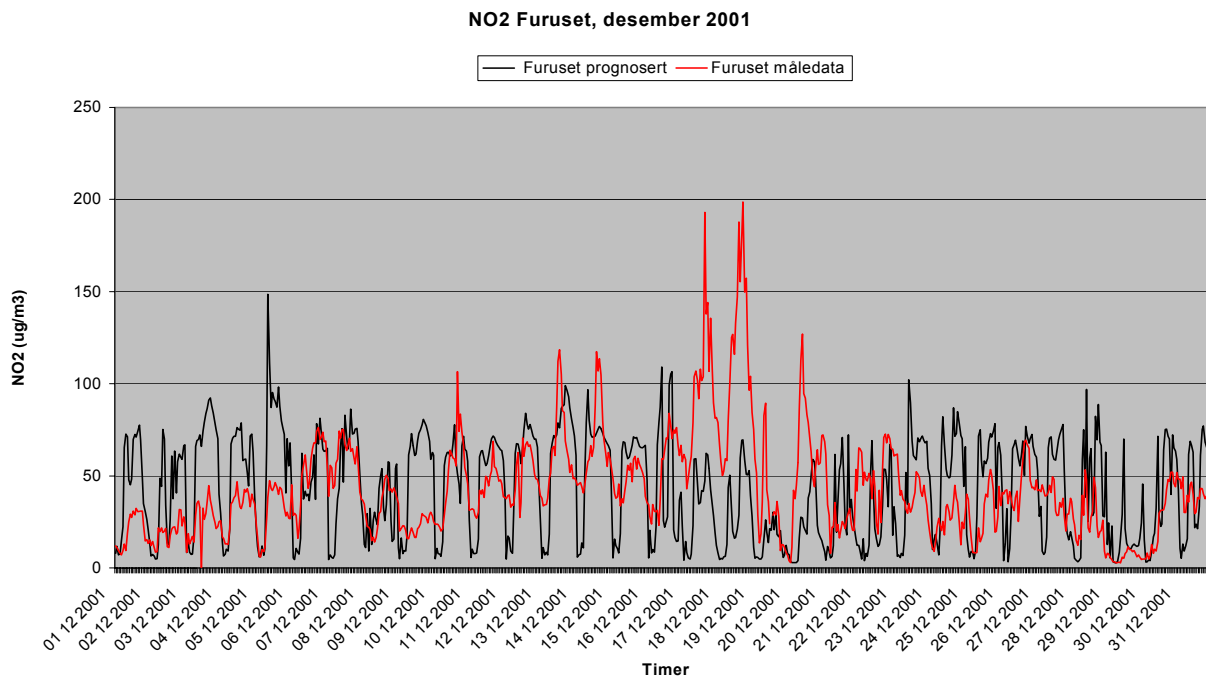
Figur 18: Observert og modellert PM_{10} på Løren, november 2001.



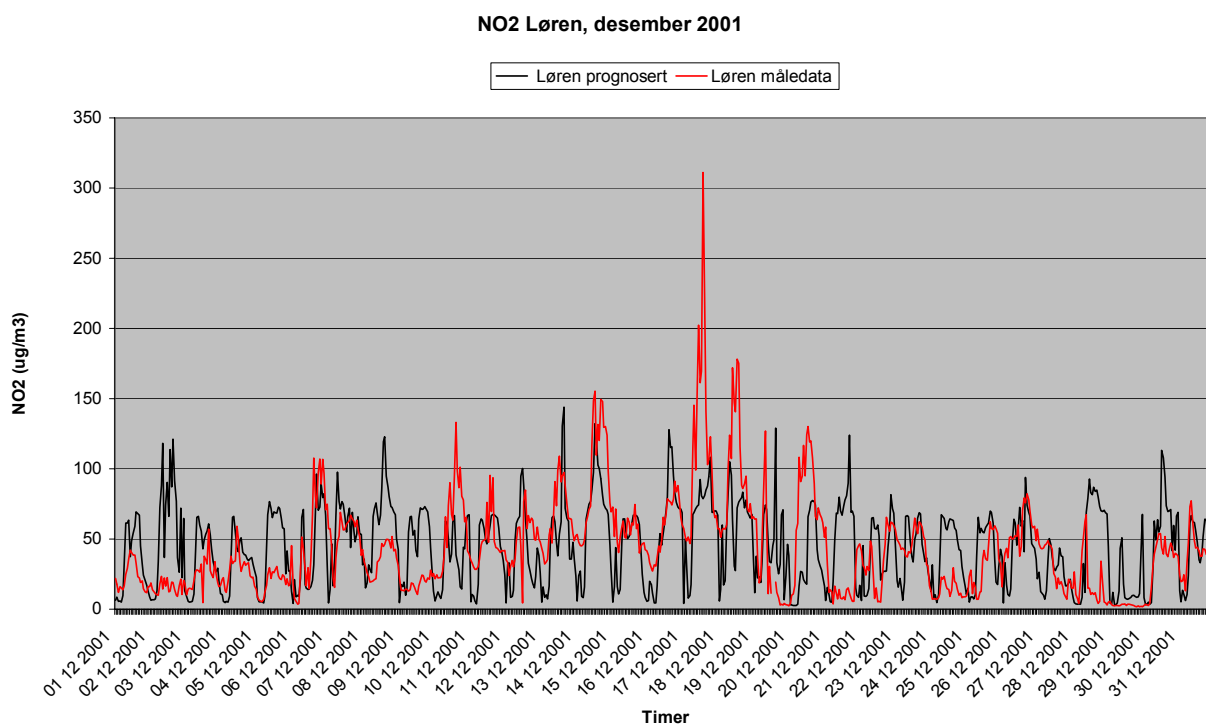
Figur I9: Observert og modellert PM_{10} på Alna, Tittutgrenda, november 2001.



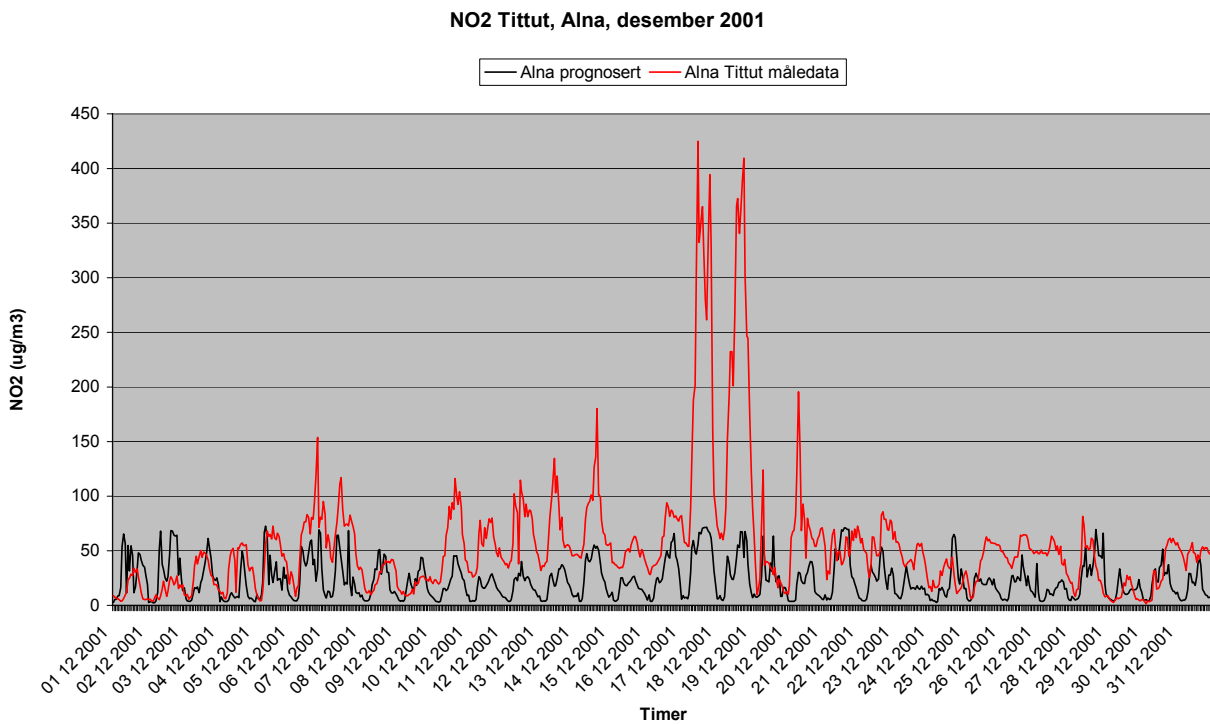
Figur I10: Observert og modellert NO_2 i Kirkeveien, desember 2001.



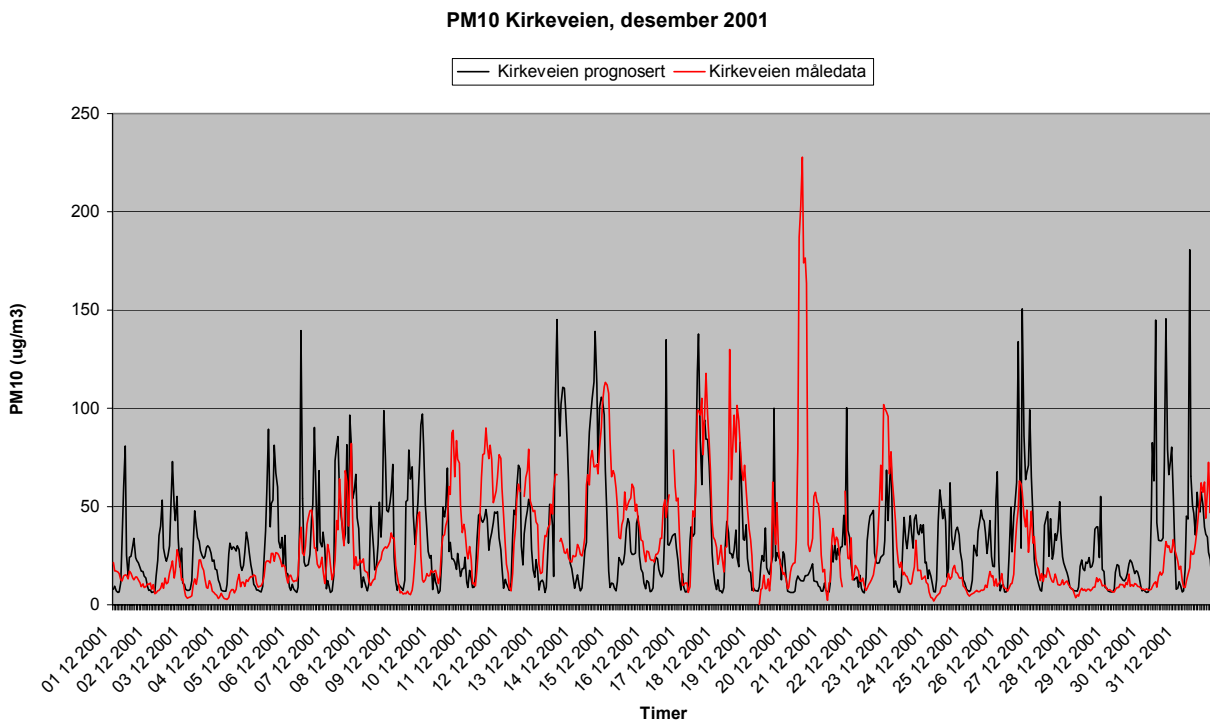
Figur II1: Observert og modellert NO₂ på Furuset, desember 2001.



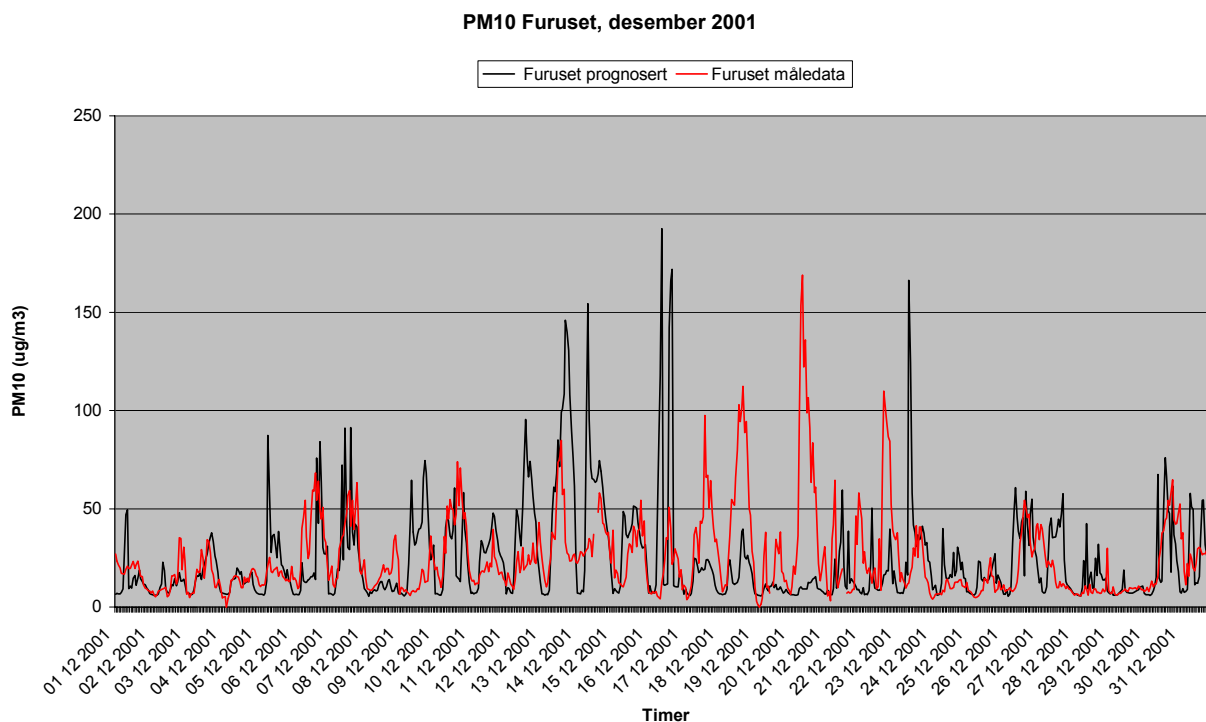
Figur II2: Observert og modellert NO₂ på Løren, desember 2001.



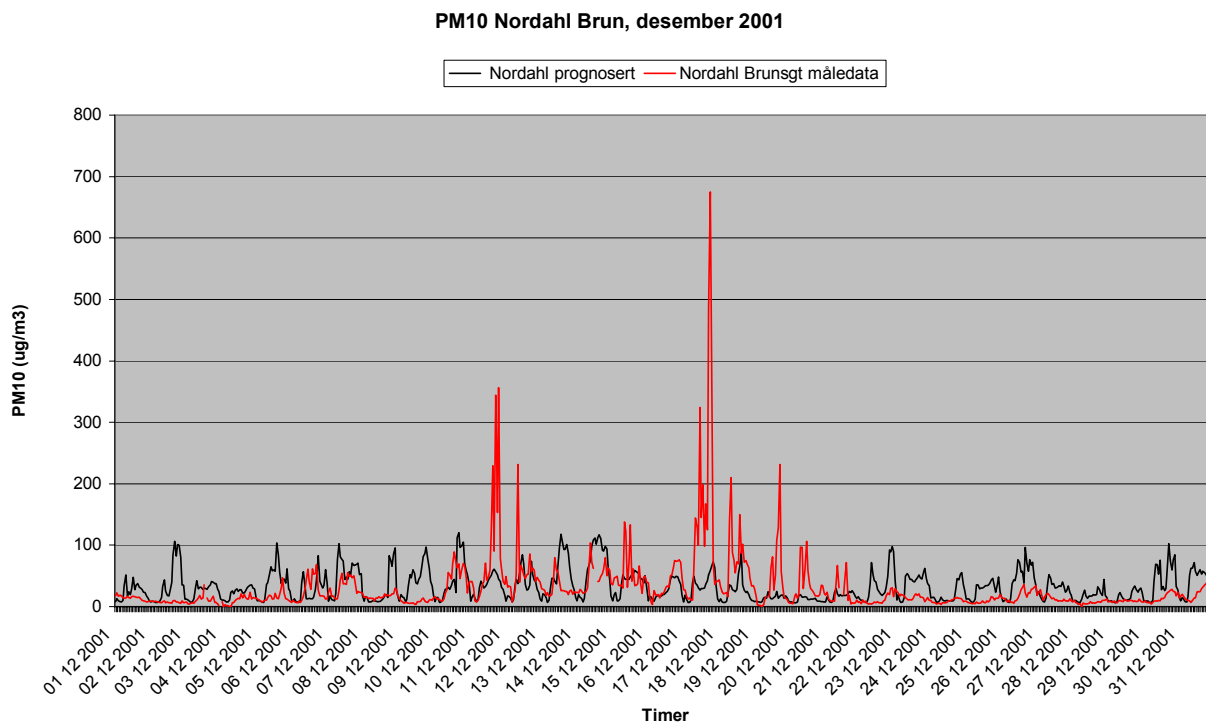
Figur I13: Observert og modellert NO₂ på Alna, Tittutgrenda, desember 2001.



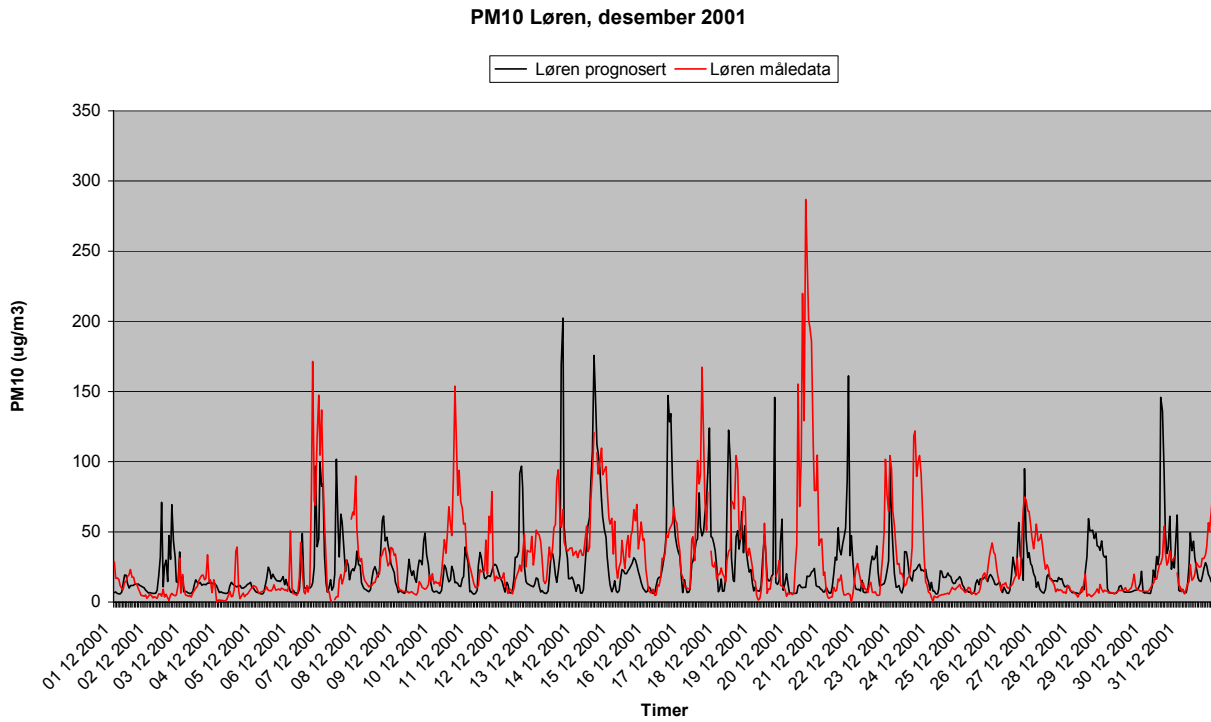
Figur I14: Observert og modellert PM₁₀ i Kirkeveien, desember 2001.



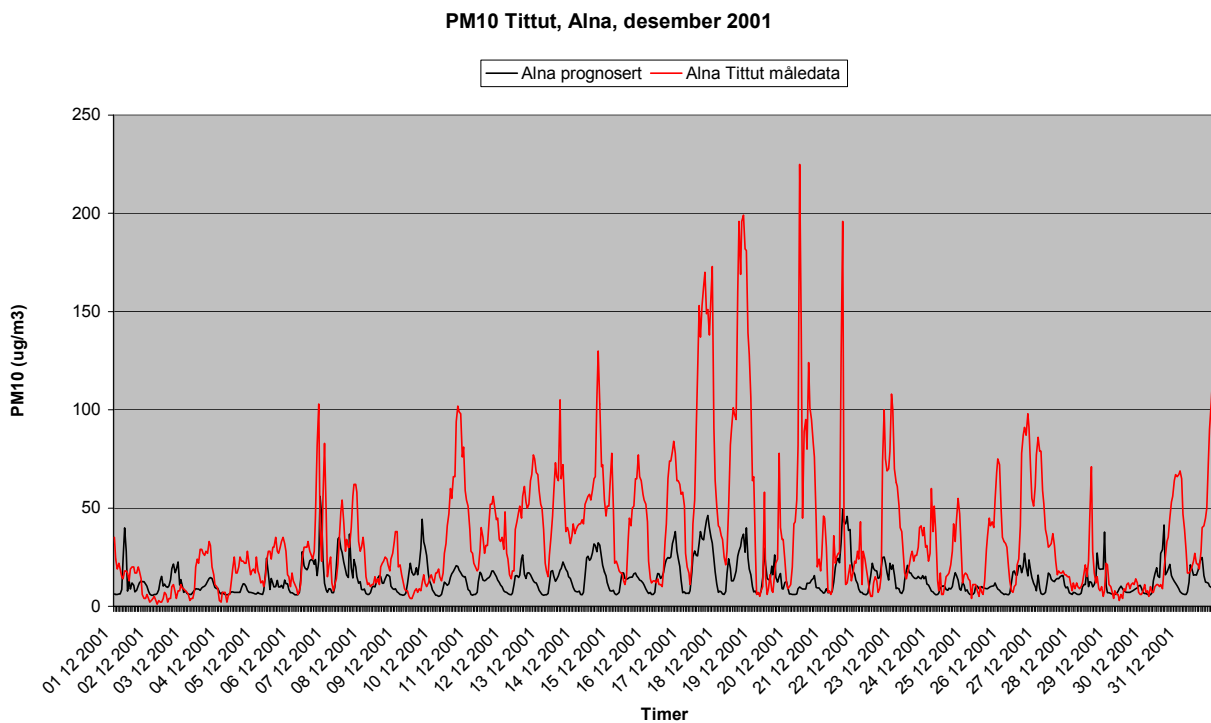
Figur I15: Observert og modellert PM_{10} på Furuset, desember 2001.



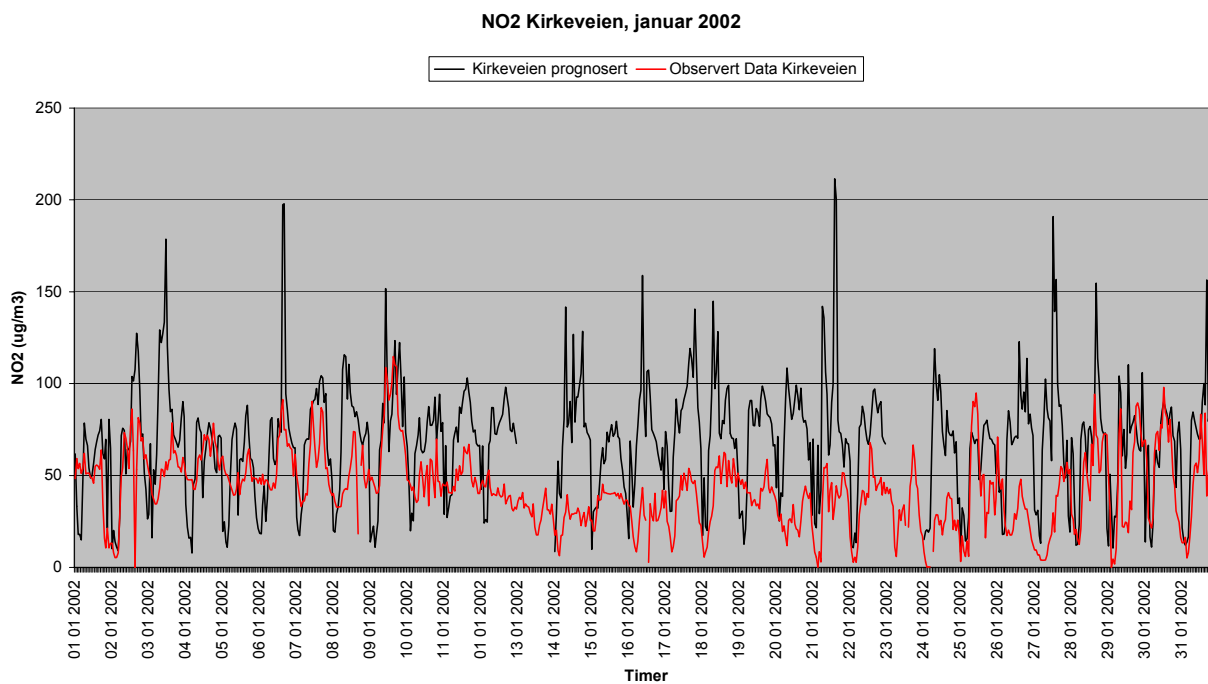
Figur I16: Observert og modellert PM_{10} i Nordahl Bruns gate, desember 2001.



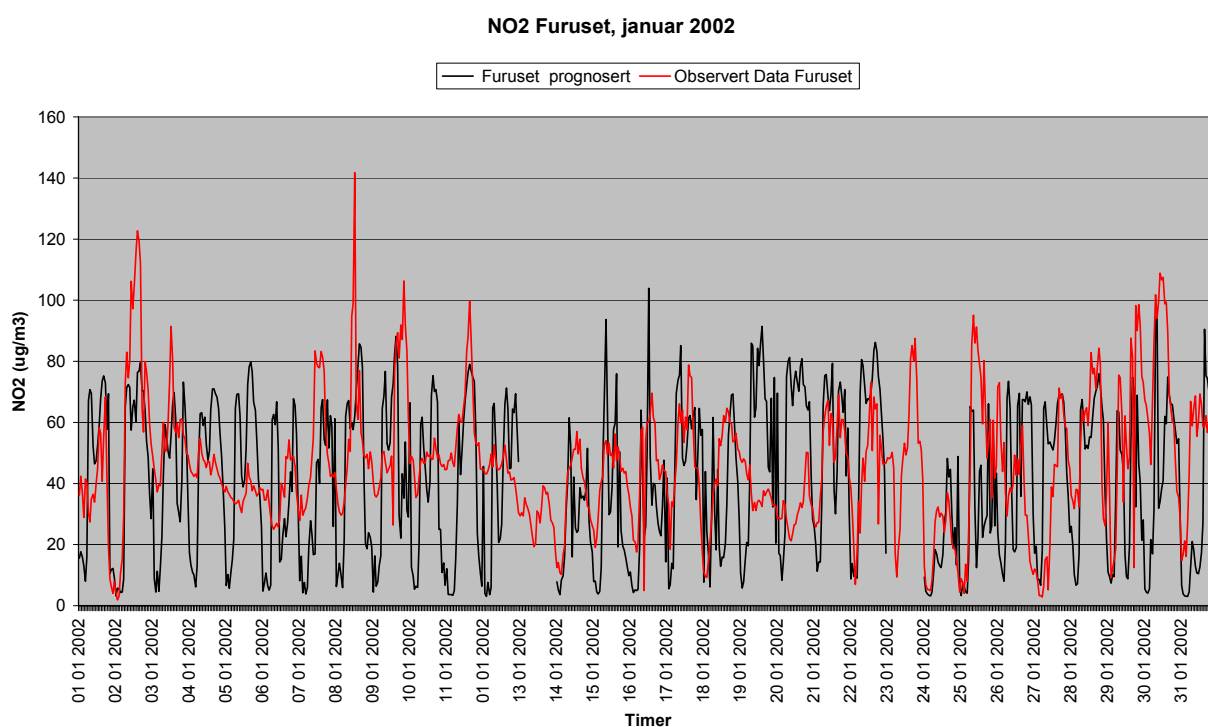
Figur I17: Observert og modellert PM₁₀ på Løren, desember 2001.



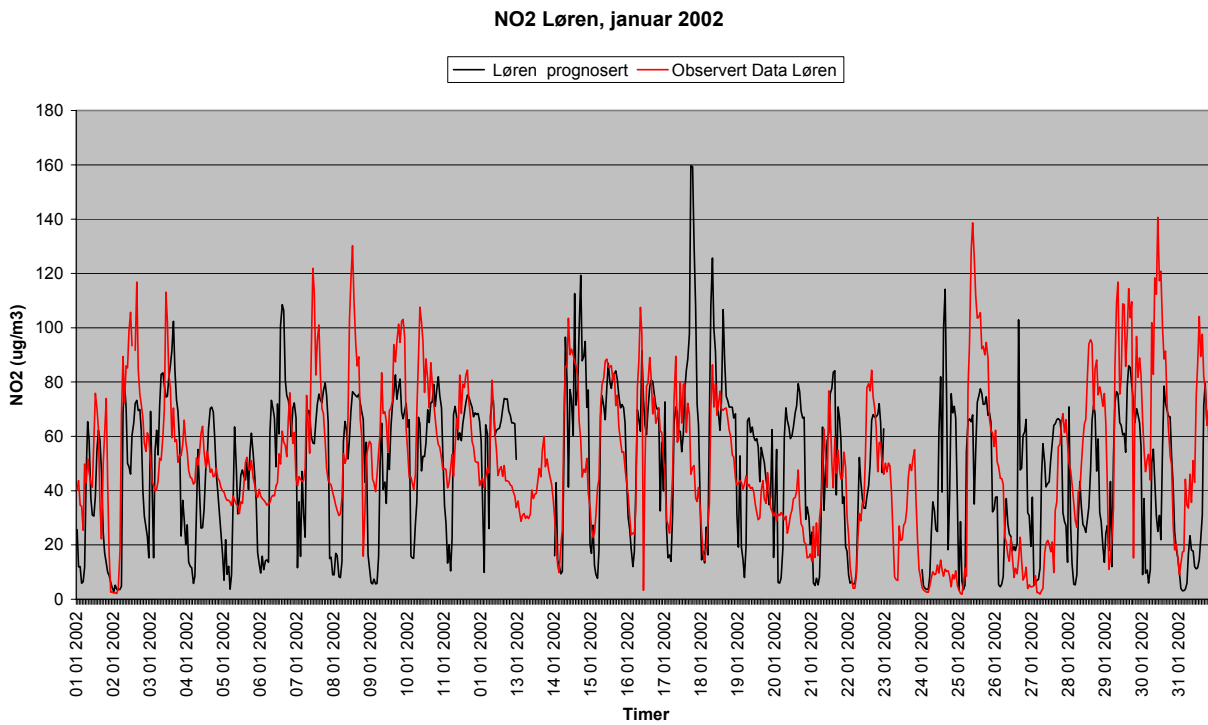
Figur I18: Observert og modellert PM₁₀ på Alna, Tittutgrenda, desember 2001.



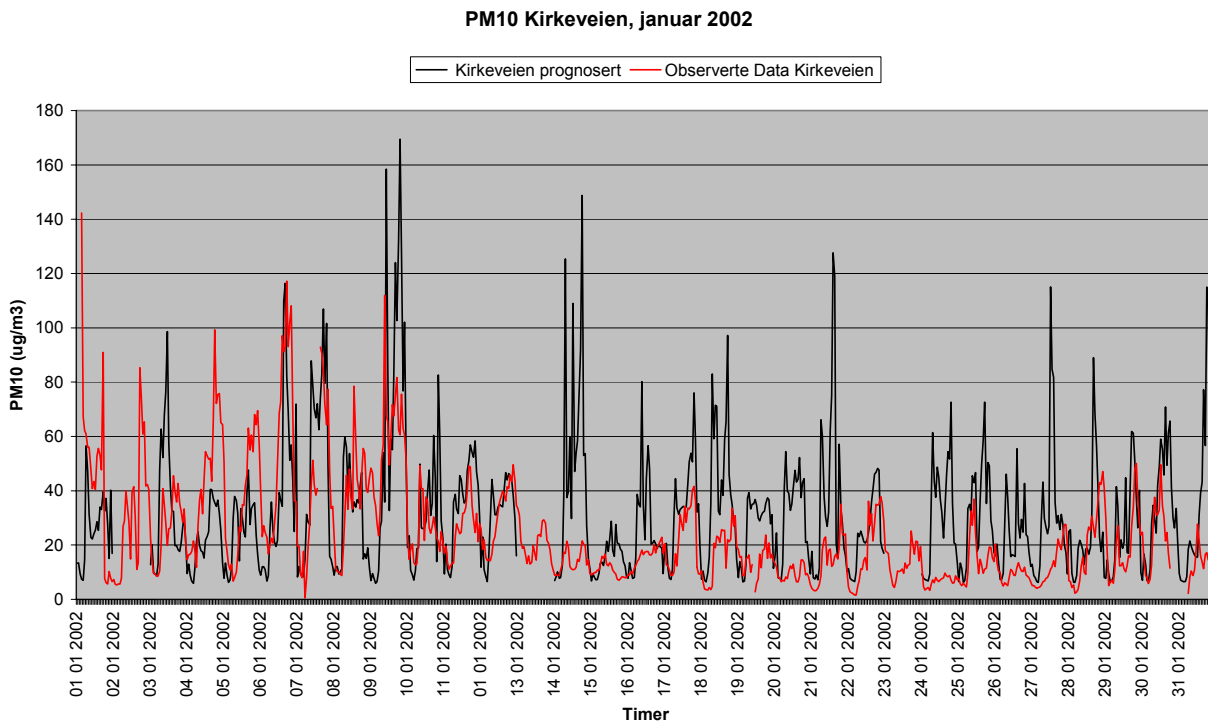
Figur I19: Observert og modellert NO₂ i Kirkeveien, januar 2002.



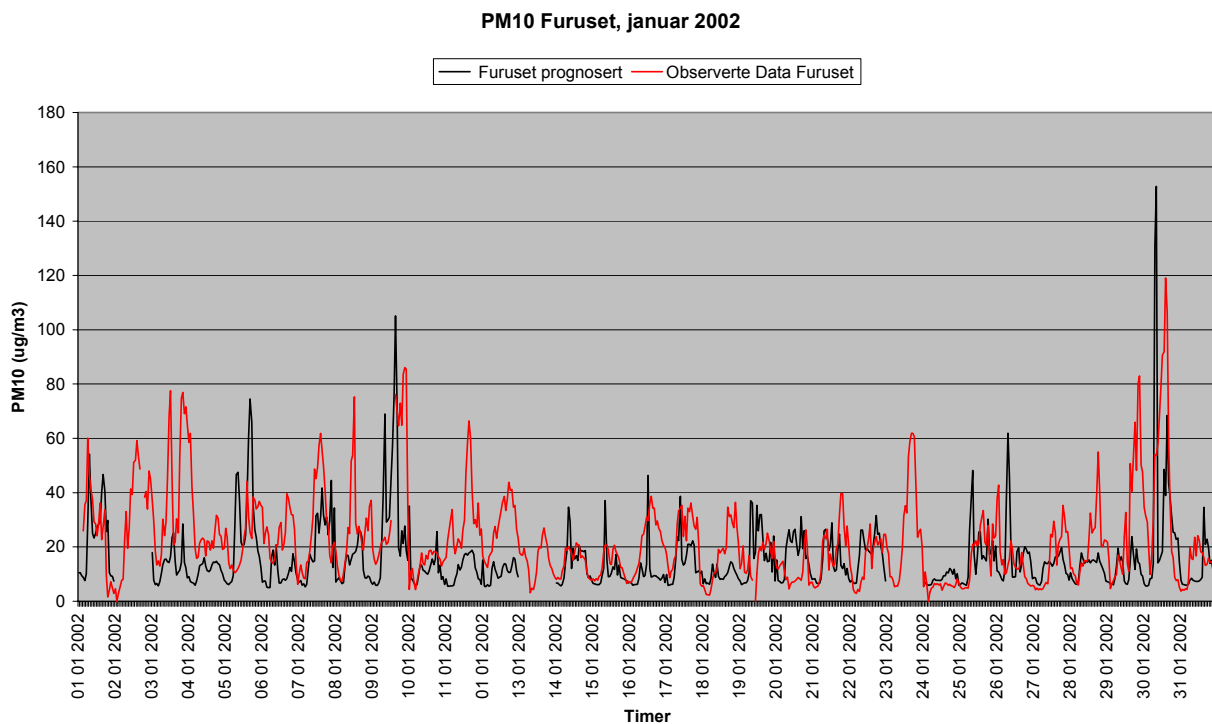
Figur I20: Observert og modellert NO₂ på Furuset, januar 2002.



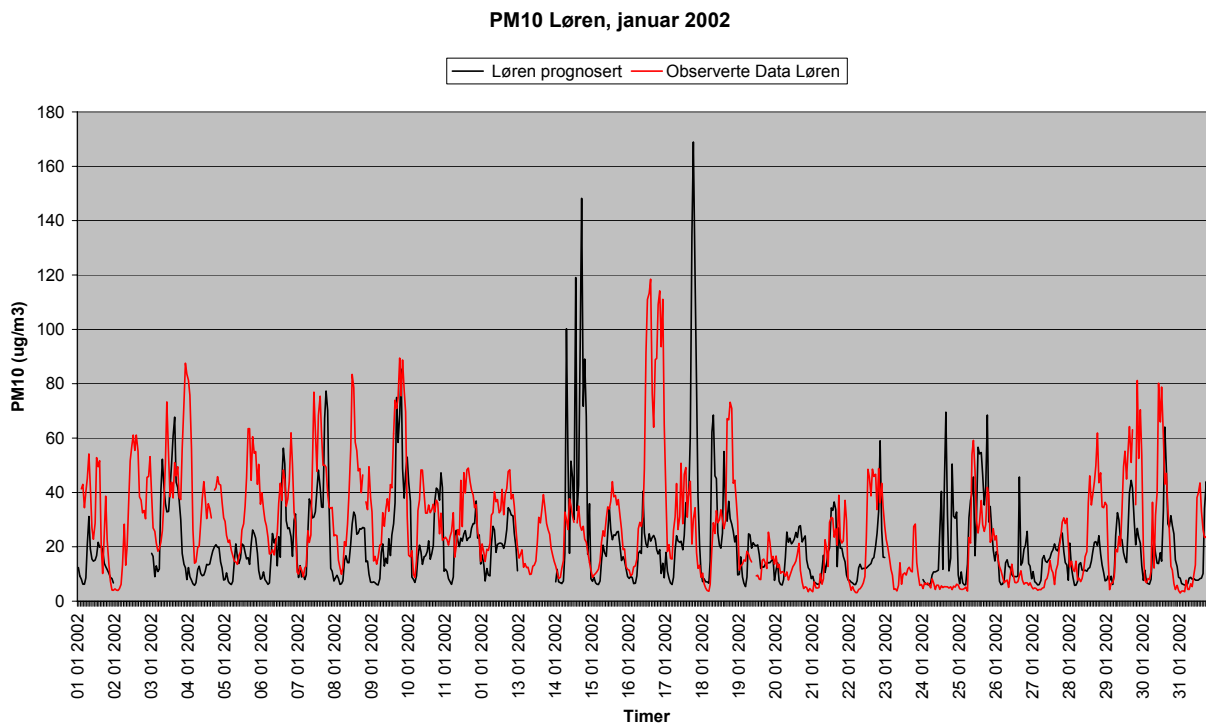
Figur I21: Observert og modellert NO₂ på Løren, januar 2002.



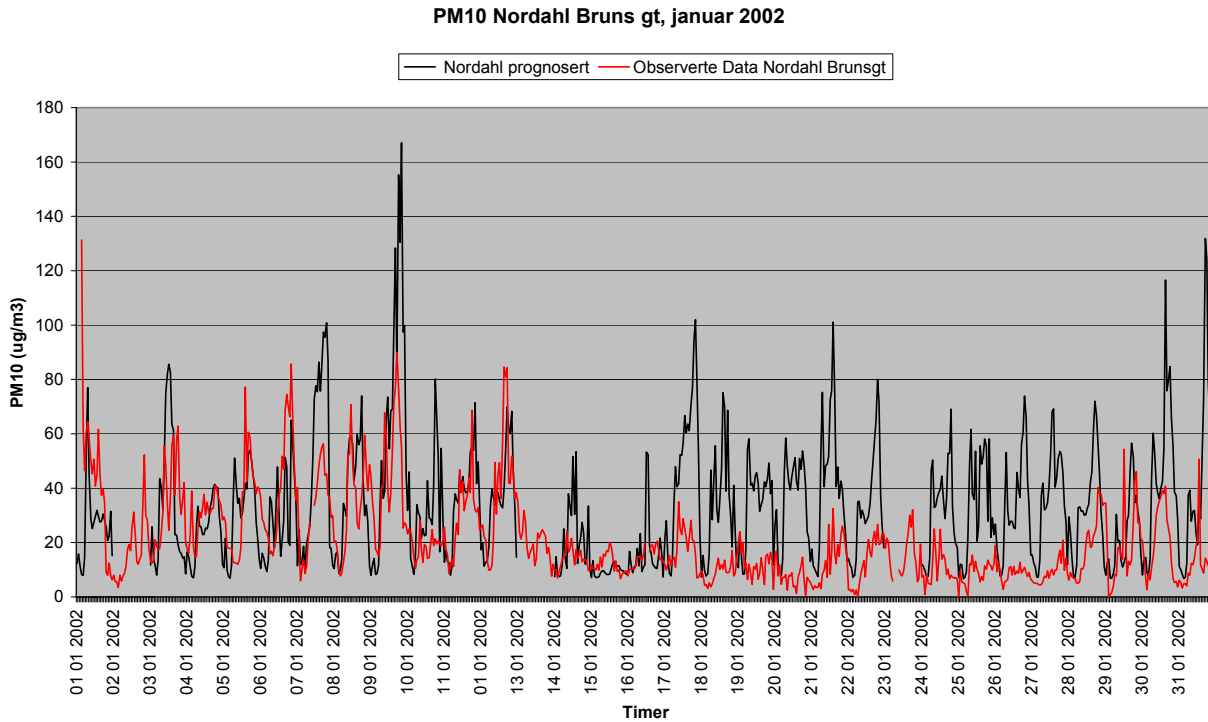
Figur I22: Observert og modellert PM₁₀ i Kirkeveien, januar 2002.



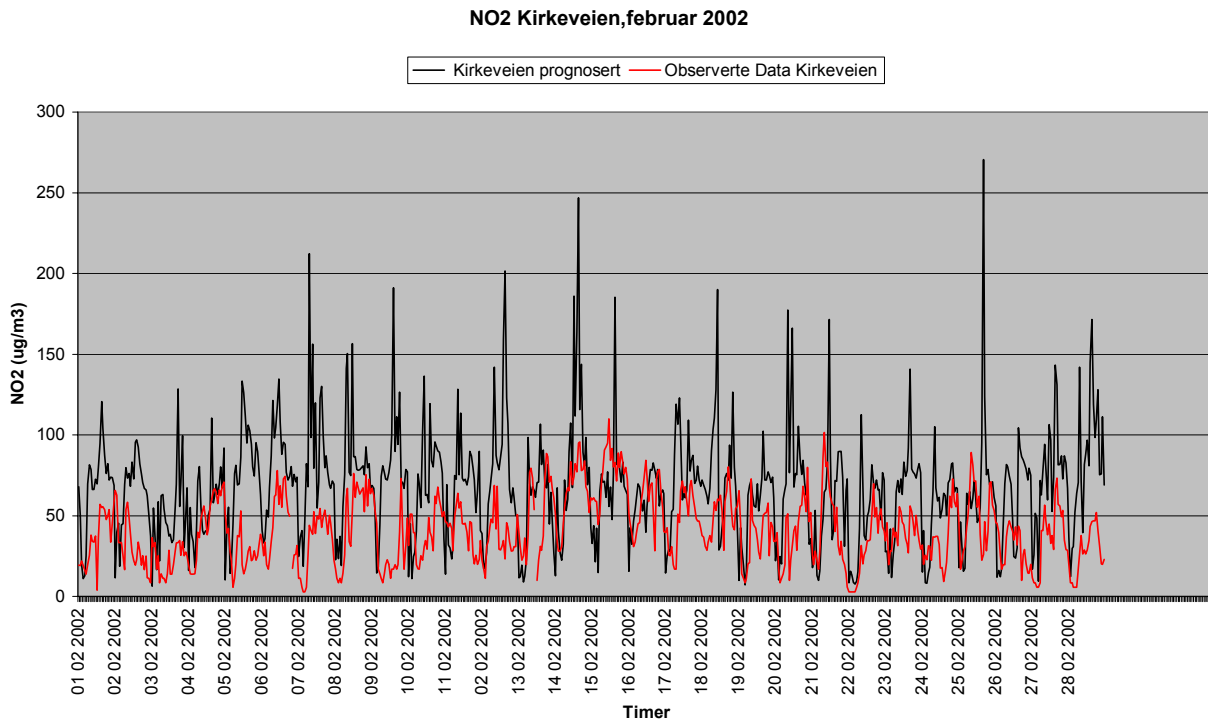
Figur I23: Observert og modellert PM₁₀ på Furuset, januar 2002.



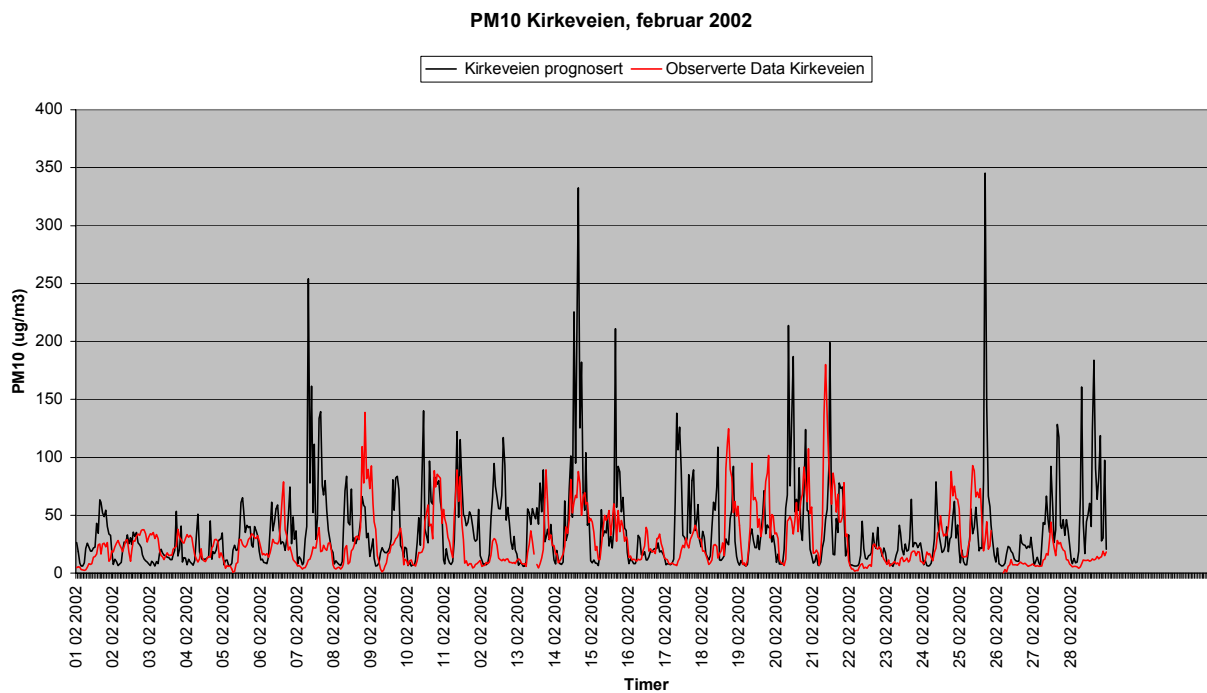
Figur I24: Observert og modellert PM₁₀ på Løren, januar 2002.



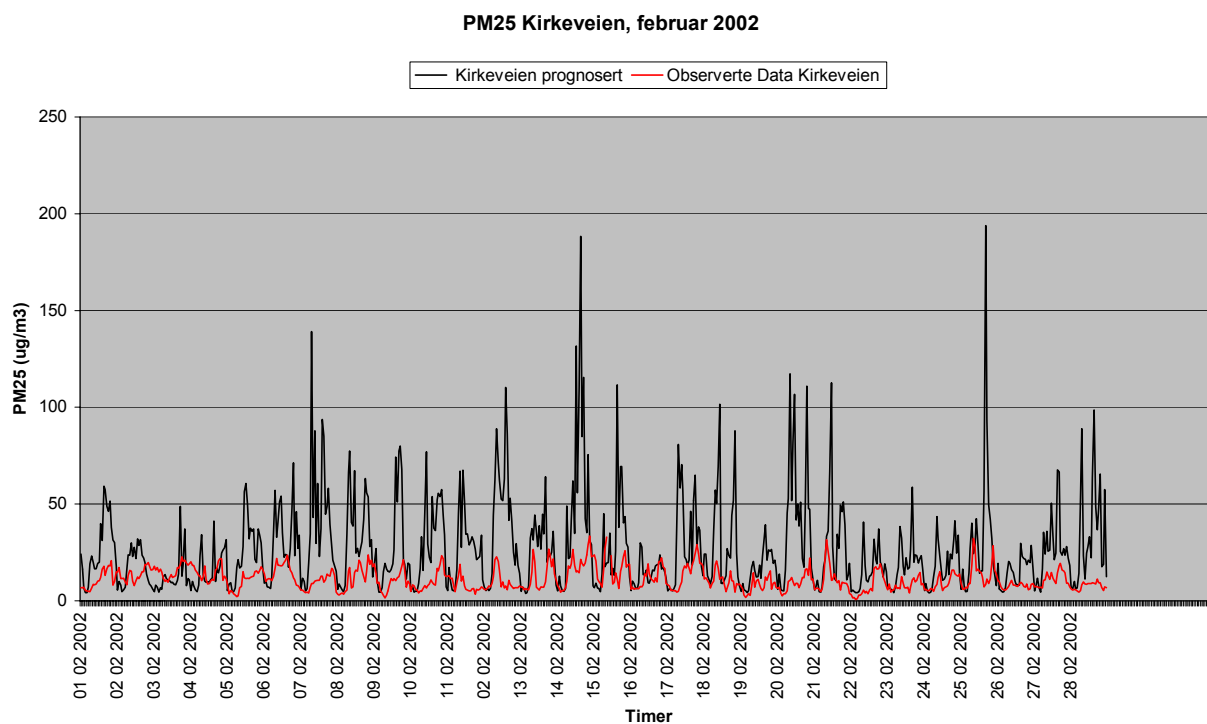
Figur I25: Observert og modellert PM_{10} på Nordahl Bruns gt, januar 2002.



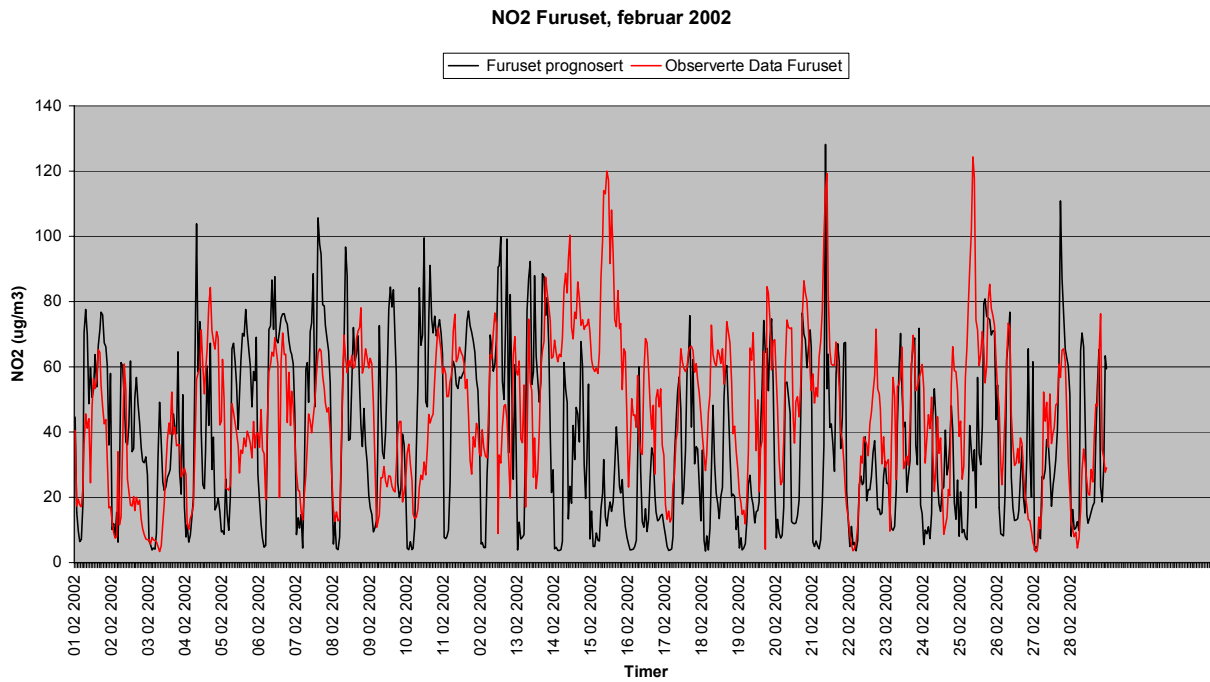
Figur I26: Observert og prognosert NO_2 i Kirkeveien, februar 2002.



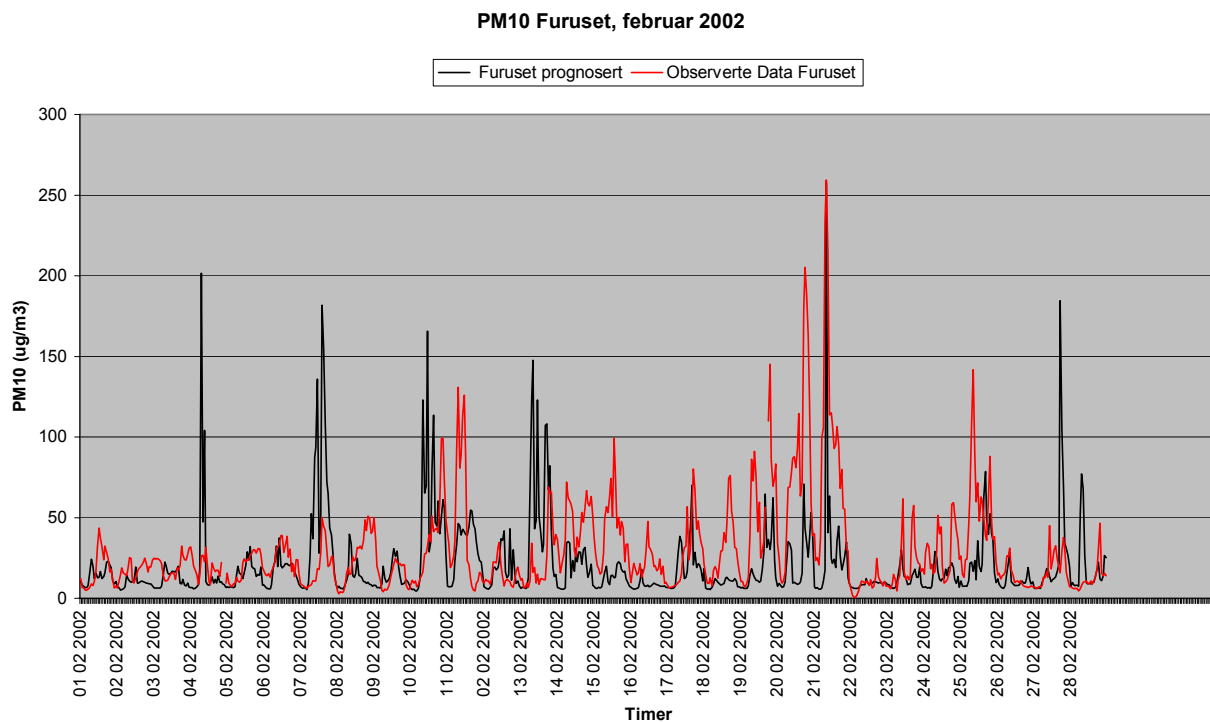
Figur I27: Observert og prognosert PM_{10} i Kirkeveien, februar 2002.



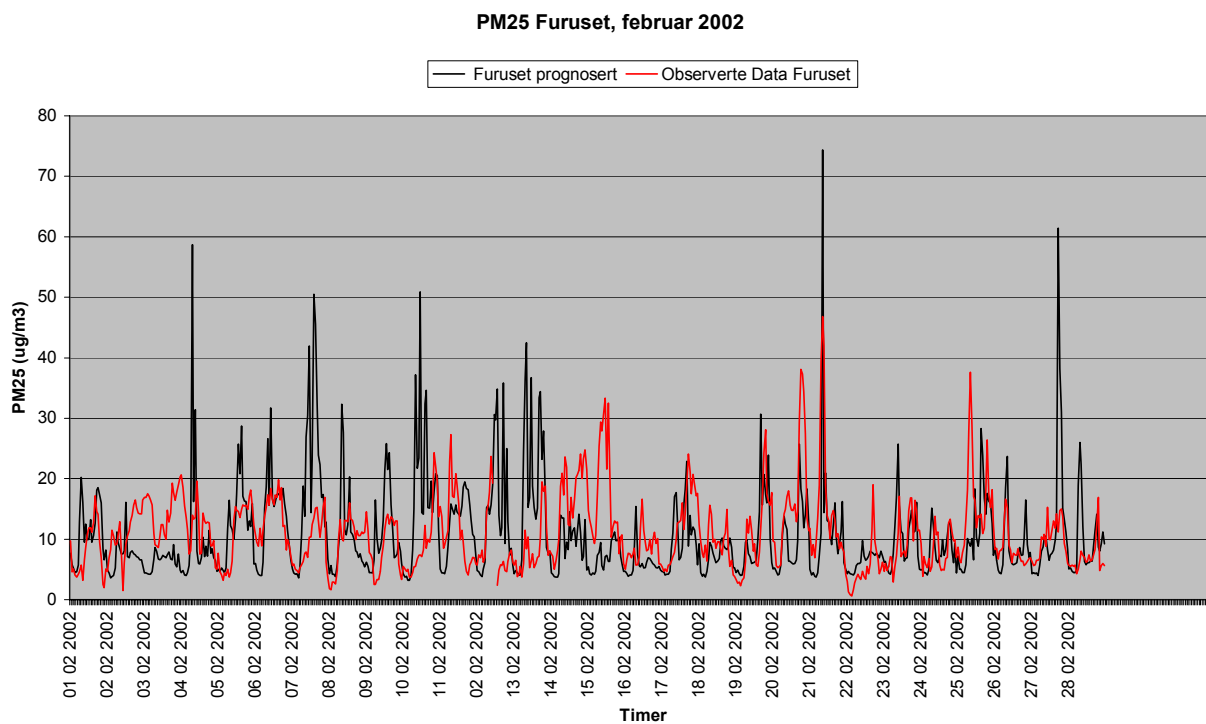
Figur I28: Observert og prognosert $PM_{2,5}$ i Kirkeveien, februar 2002.



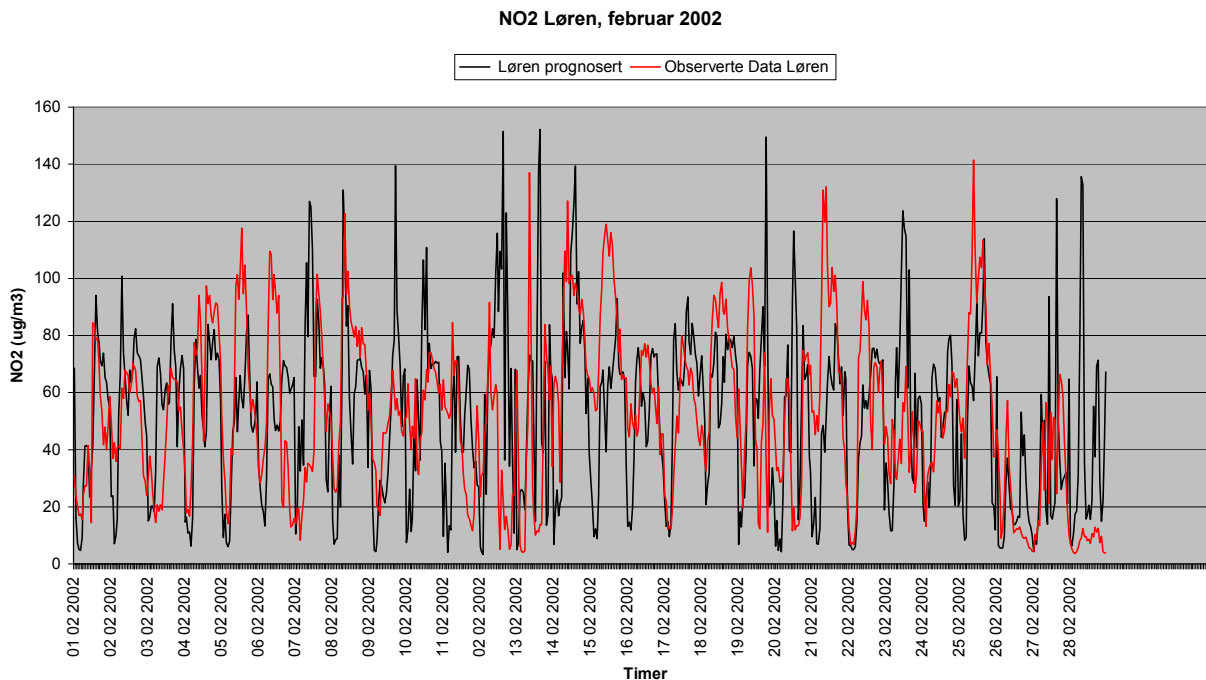
Figur I29: Observert og prognosert NO₂ på Furuset, februar 2002.



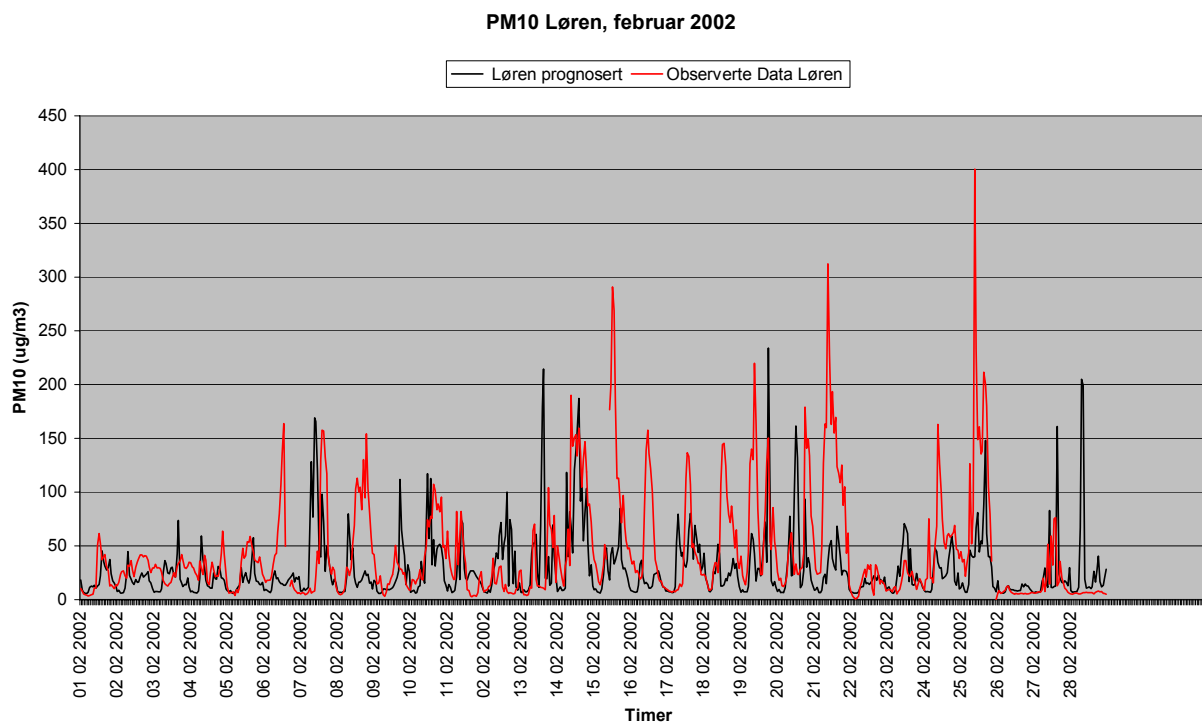
Figur I30: Observert og prognosert PM₁₀ på Furuset, februar 2002.



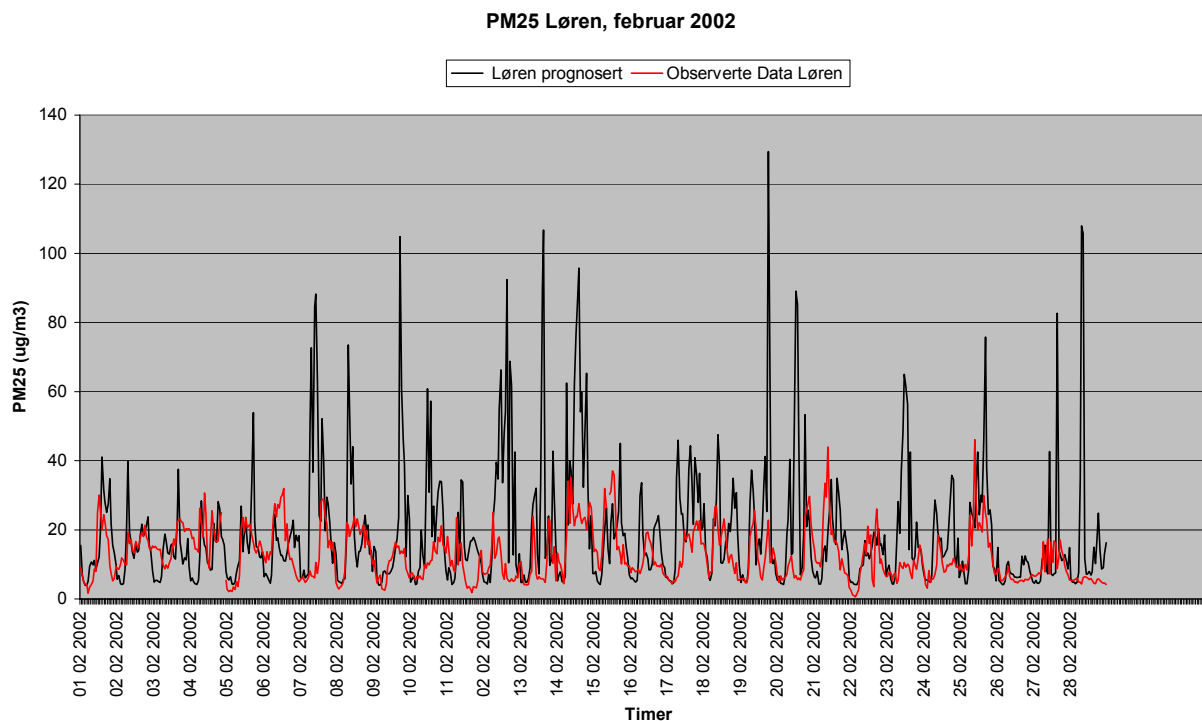
Figur I31: Observert og prognosert $PM_{2,5}$ på Furuset, februar 2002.



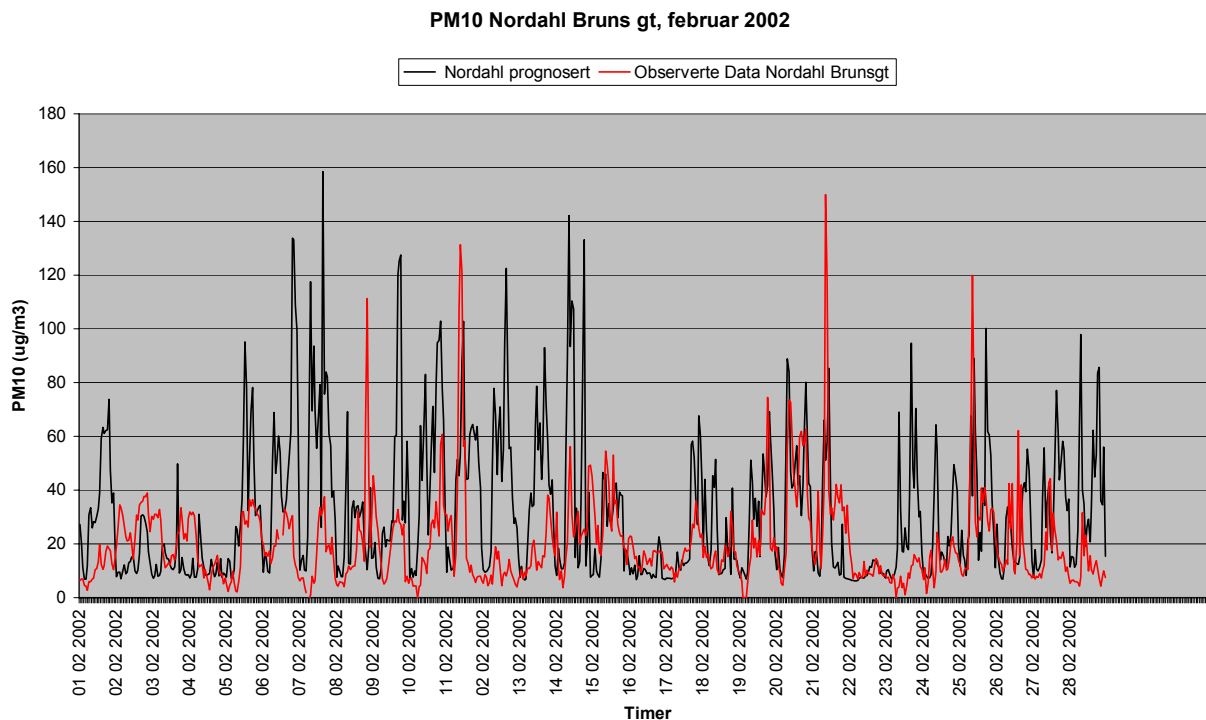
Figur I32: Observert og prognosert NO_2 på Løren, februar 2002.



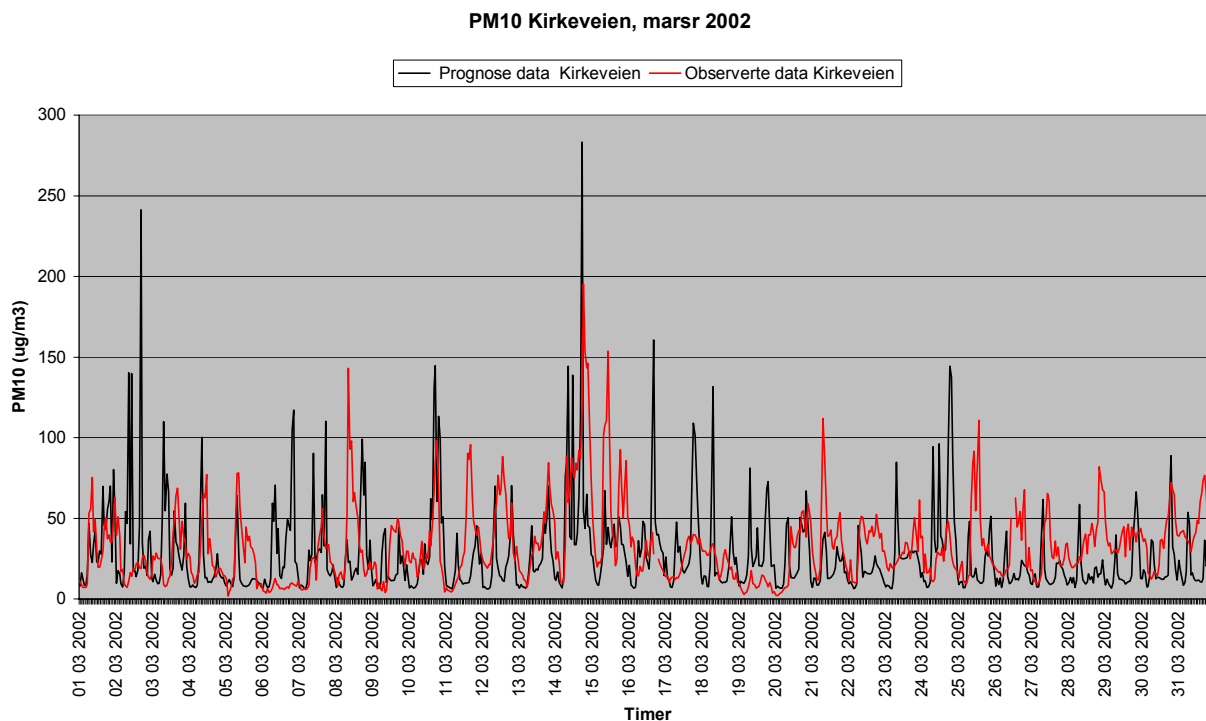
Figur I33: Observert og prognosert PM_{10} på Løren, februar 2002.



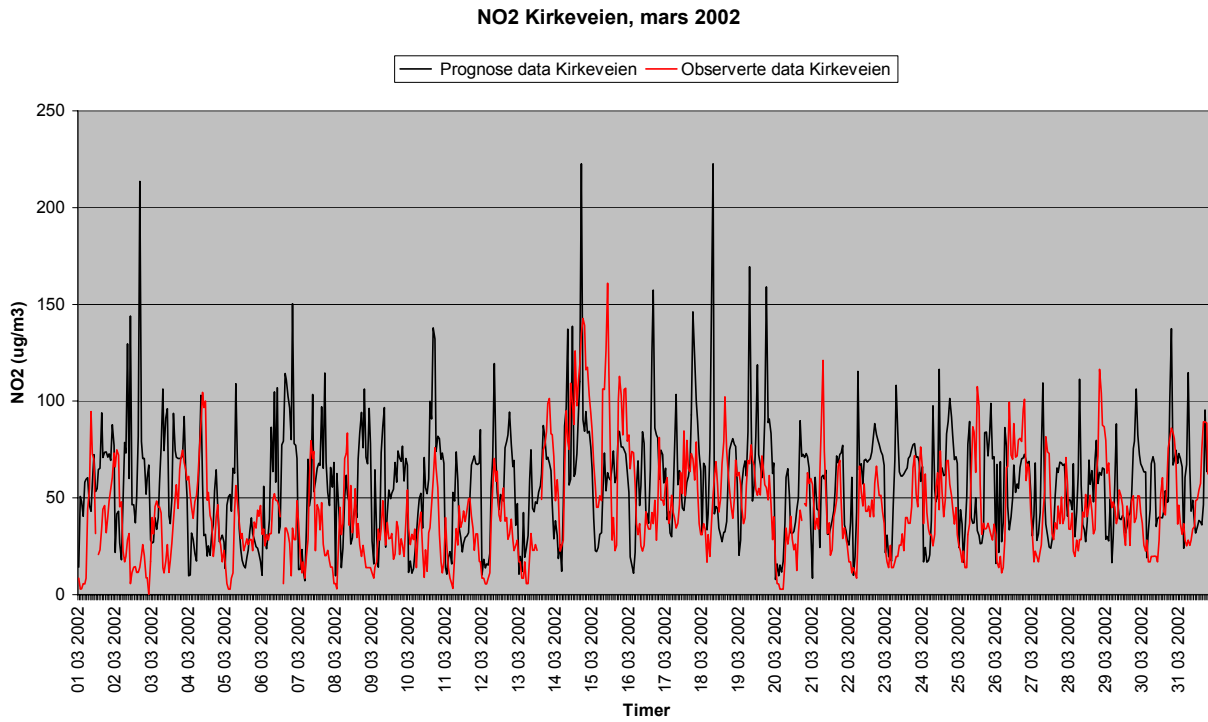
Figur I34: Observert og prognosert $PM_{2,5}$ på Løren, februar 2002.



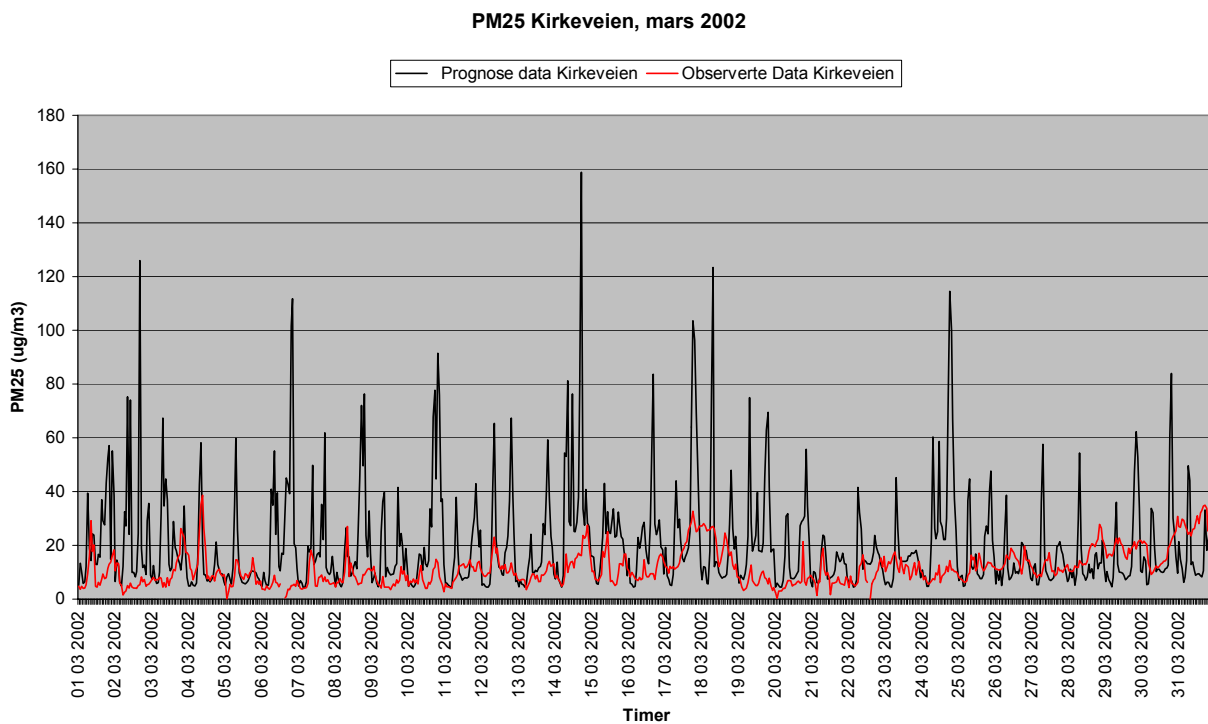
Figur I35: Observert og prognosert PM_{10} i Nordahl Bruns gt, februar 2002.



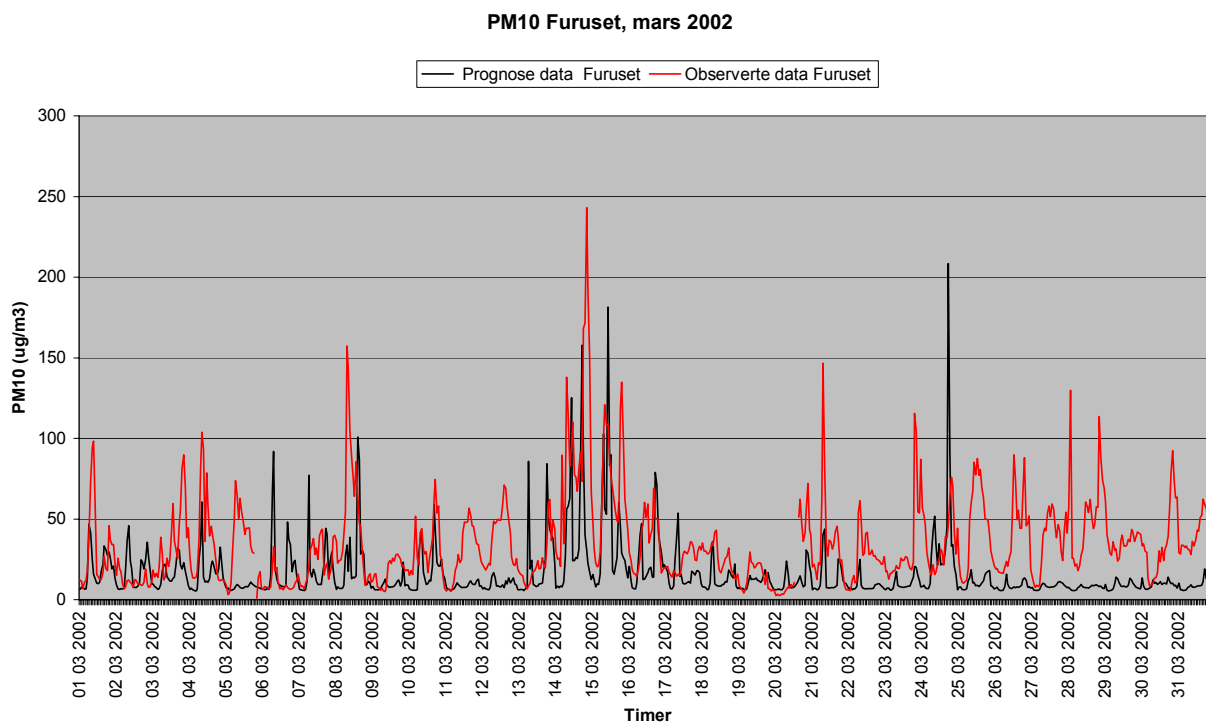
Figur I36: Observert og prognosert PM_{10} i Kirkeveien Oslo, mars 2002.



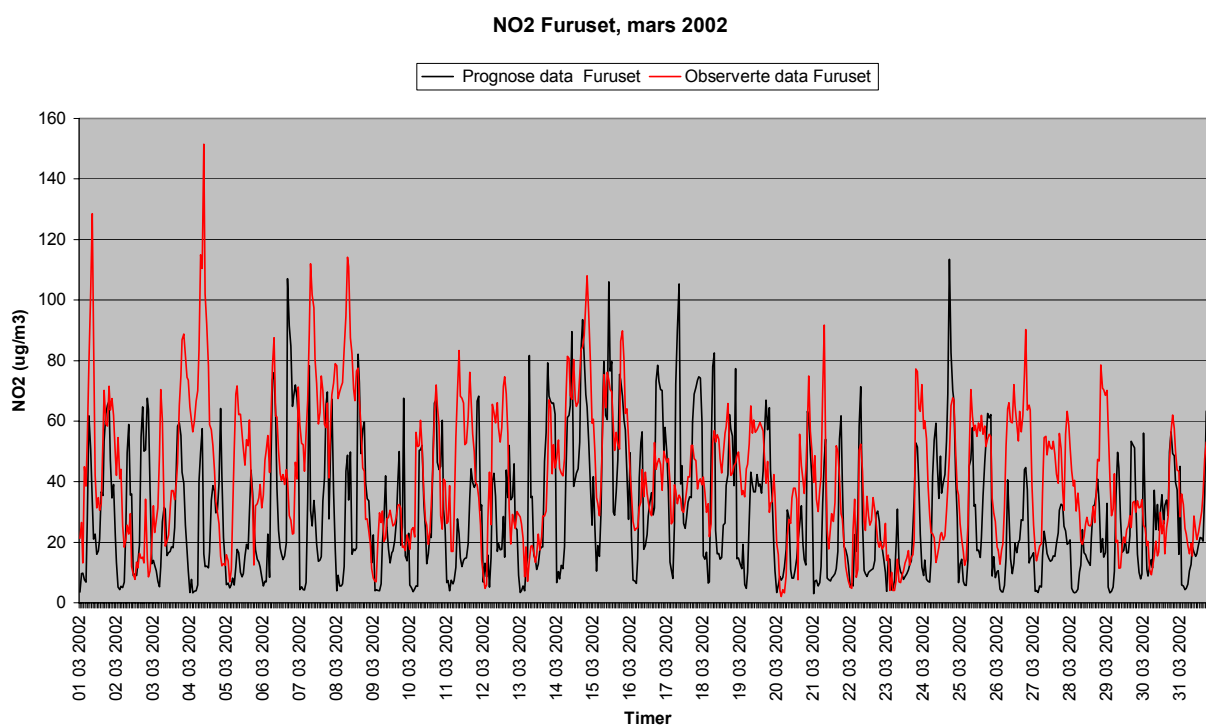
Figur I37: Observert og prognosert NO₂ i Kirkeveien Oslo, mars 2002.



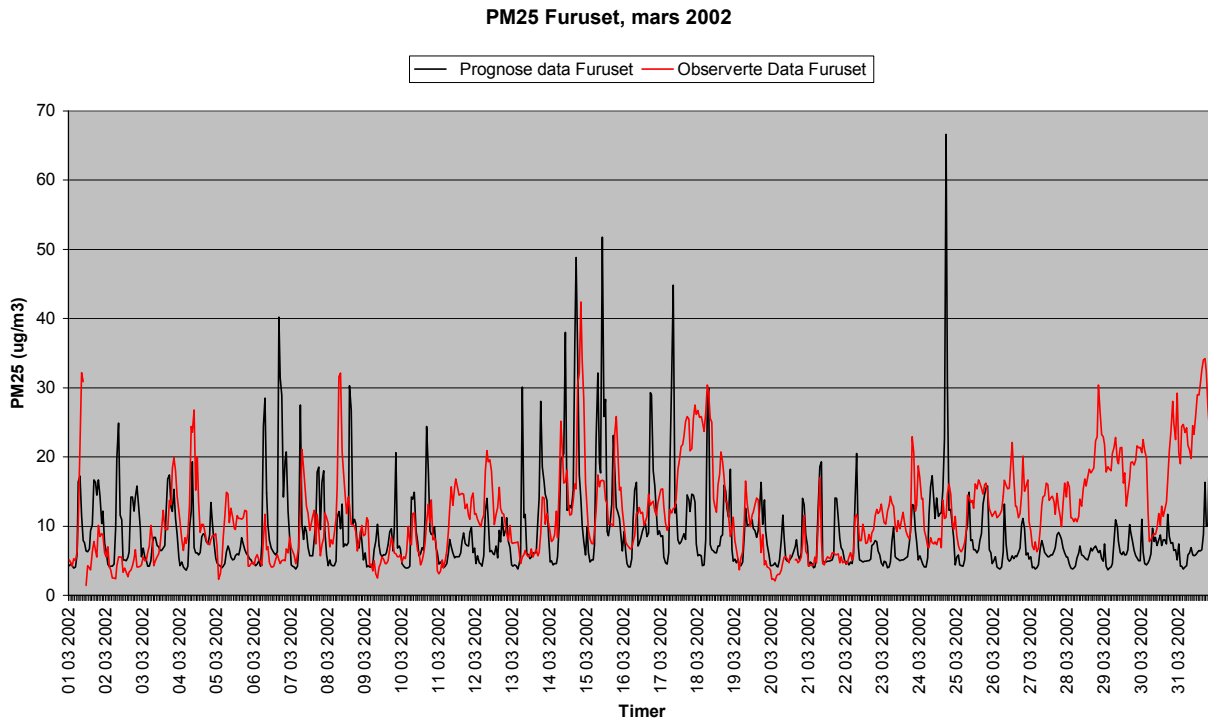
Figur I38: Observert og prognosert PM_{2.5} i Kirkeveien Oslo, mars 2002.



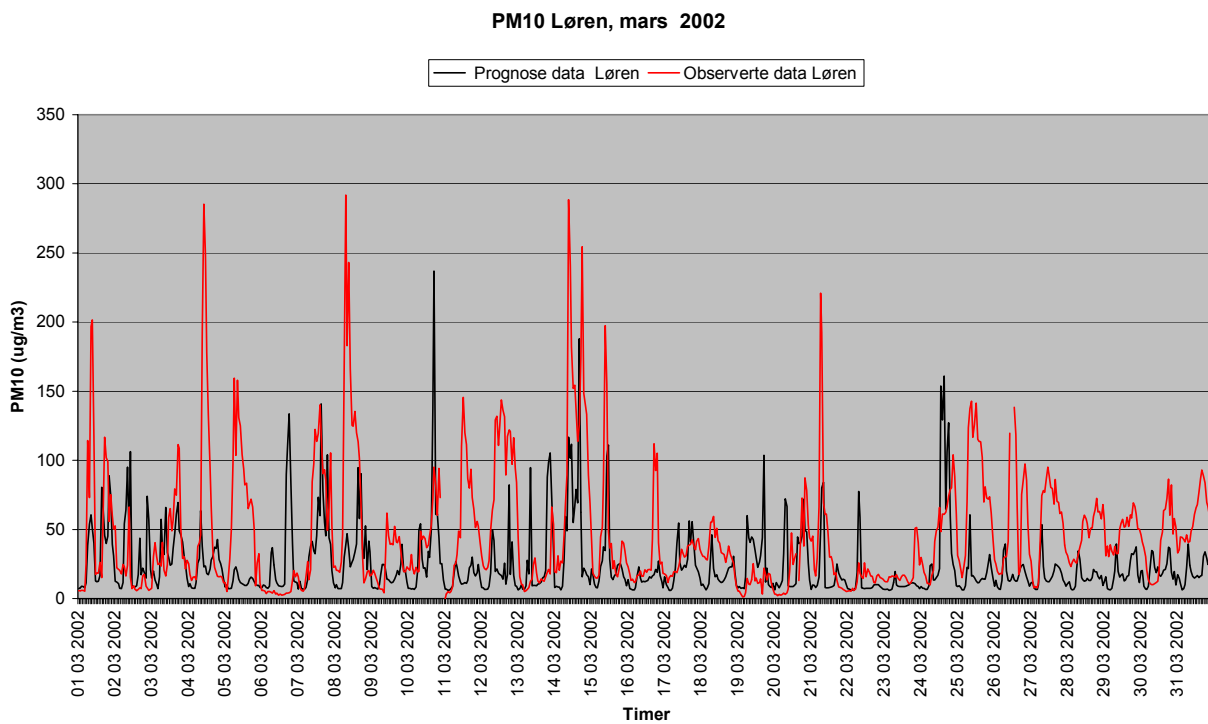
Figur I39: Observert og prognosert PM₁₀ på Furuset Oslo, mars 2002.



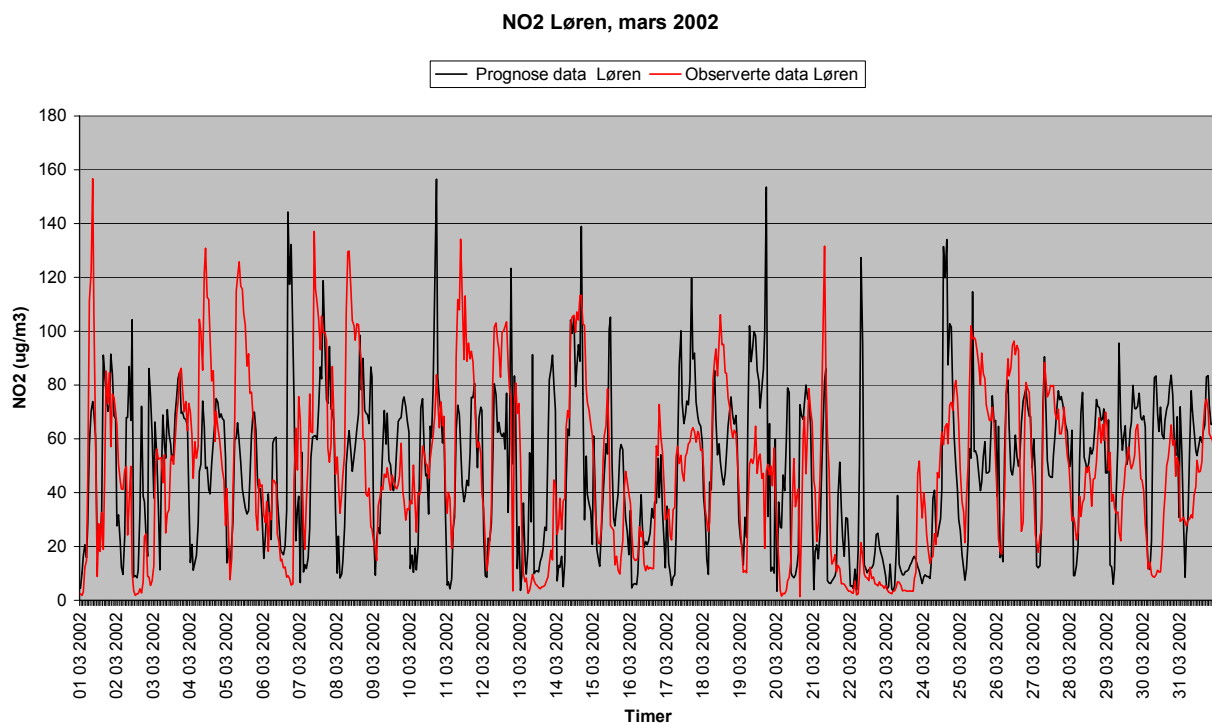
Figur I40: Observert og prognosert NO₂ på Furuset Oslo, mars 2002.



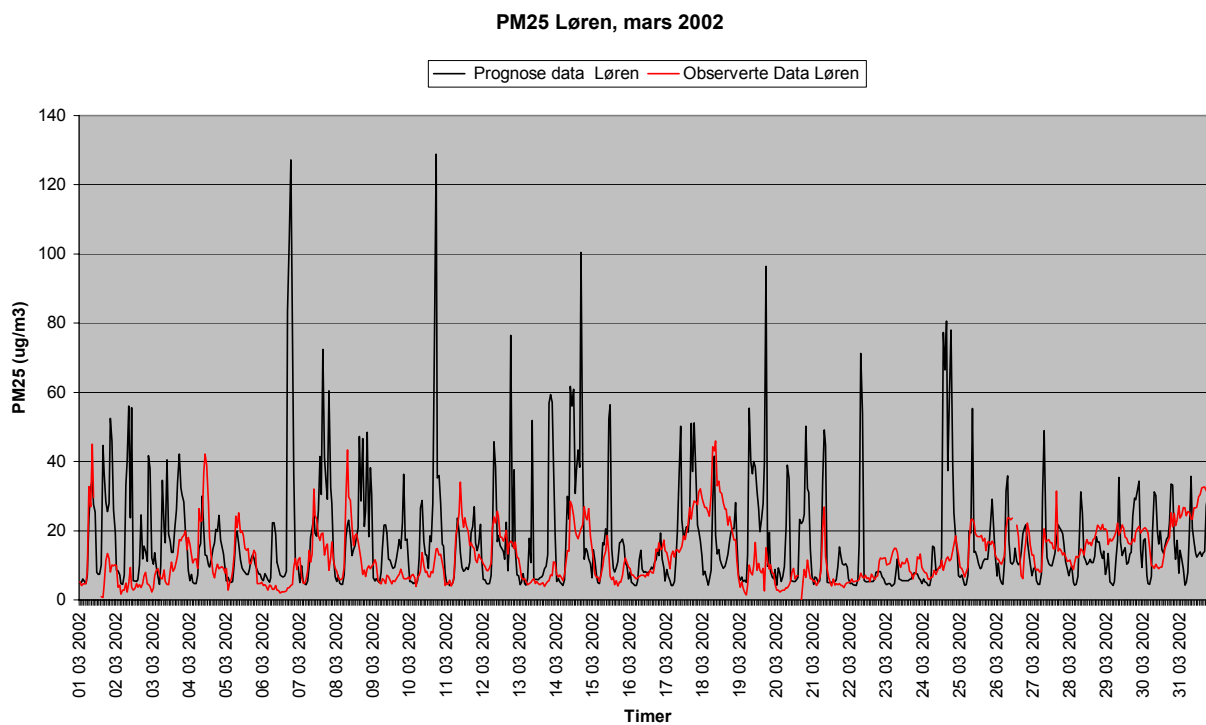
Figur I41 Observert og prognosert $PM_{2,5}$ på Furuset Oslo, mars 2002.



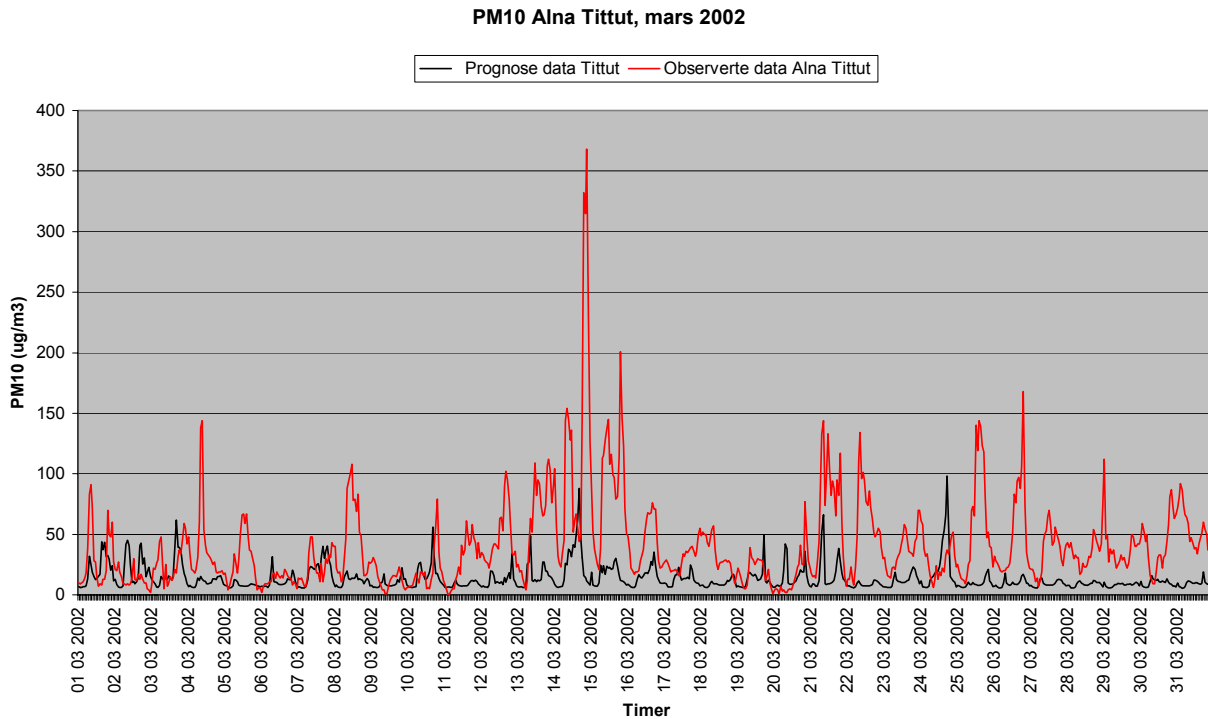
Figur I42: Observert og prognosert PM_{10} på Løren Oslo, mars 2002.



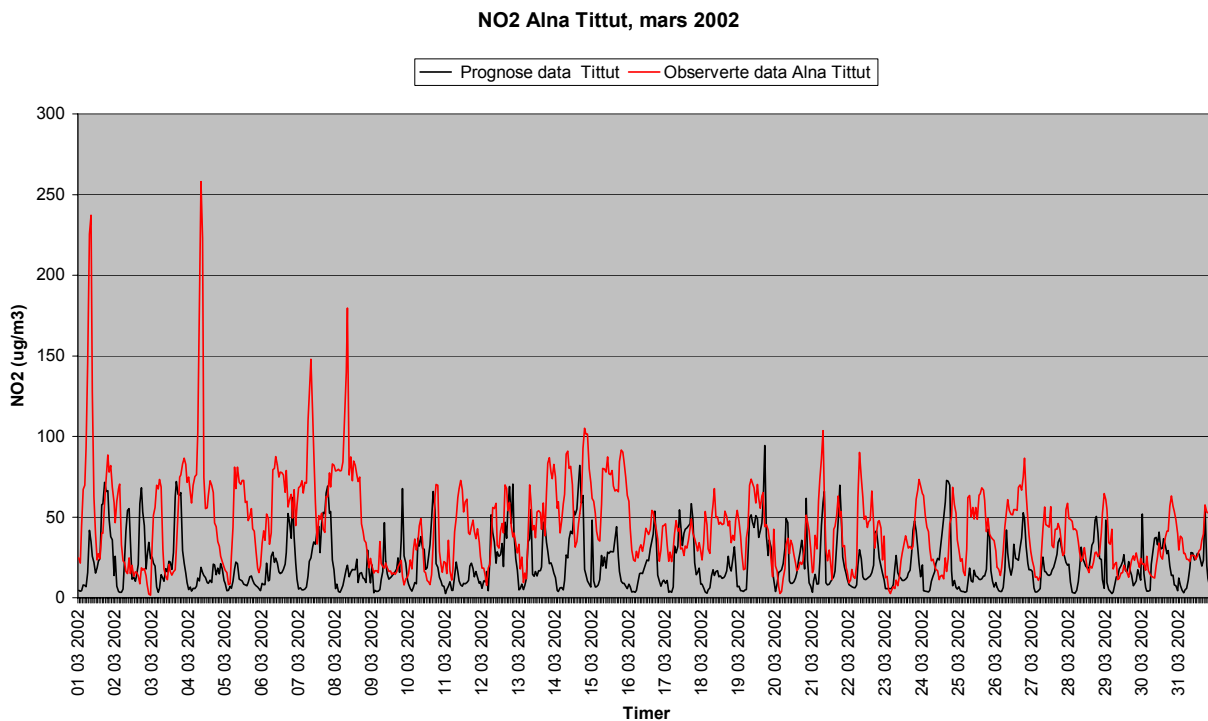
Figur I43: Observert og prognosert NO₂ på Løren Oslo, mars 2002.



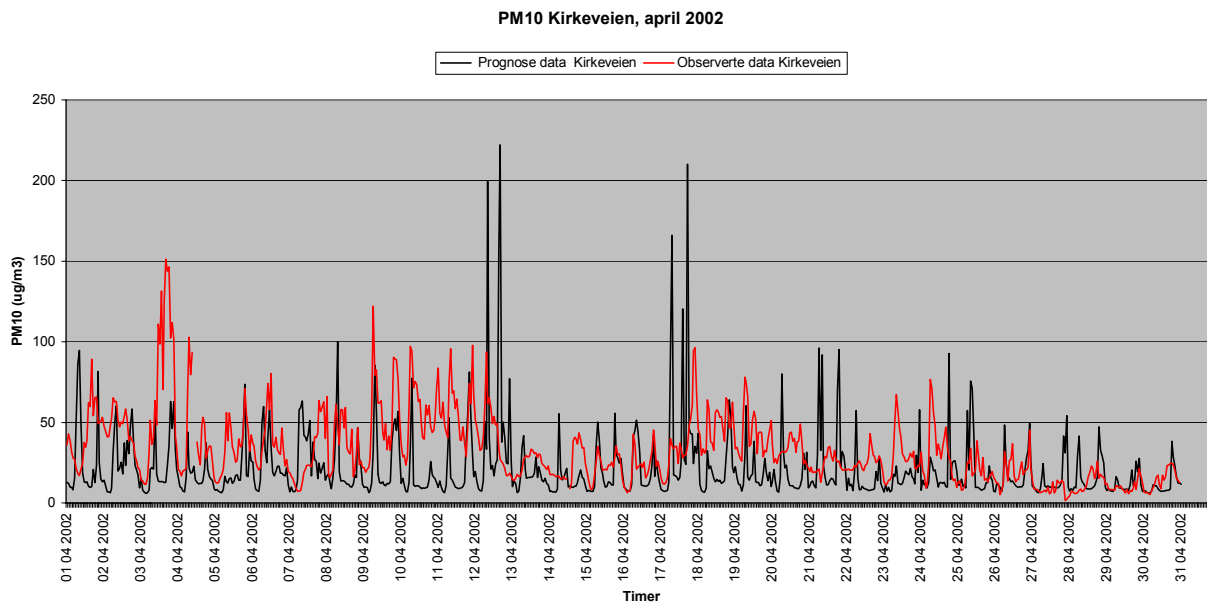
Figur I44: Observert og prognosert PM_{2.5} på Løren Oslo, mars 2002.



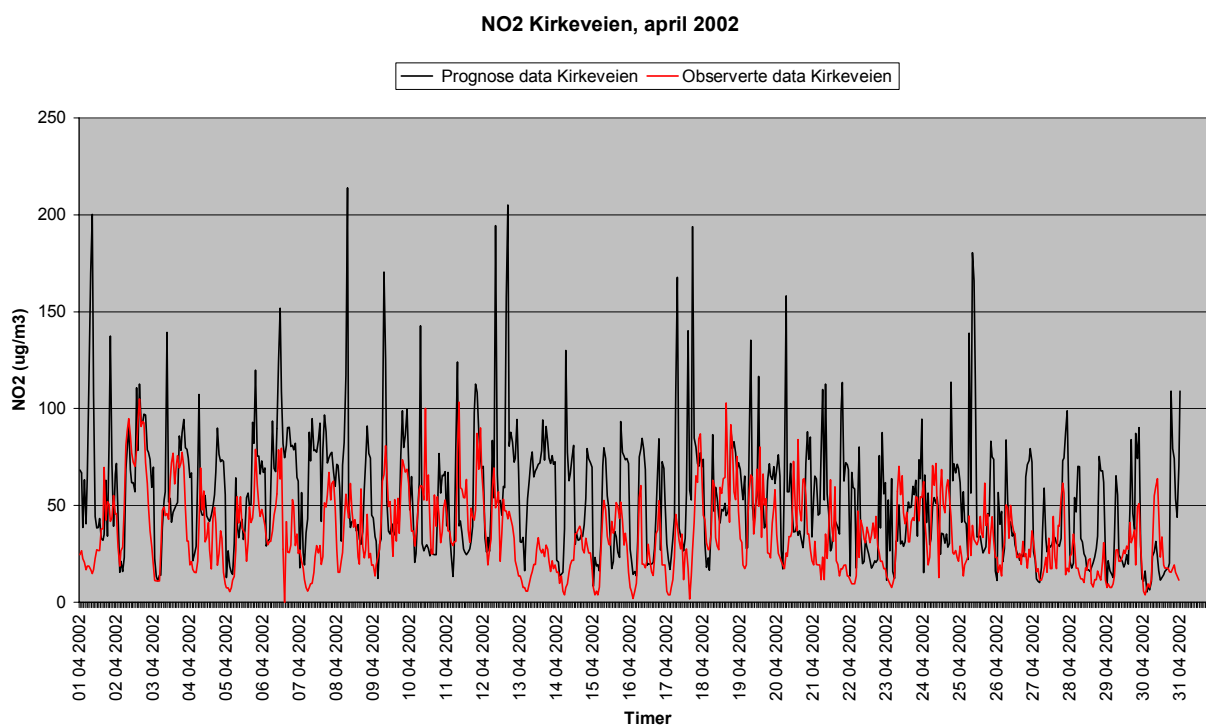
Figur I45: Observert og prognosert PM₁₀ på Alna Tittutgrenda Oslo, mars 2002.



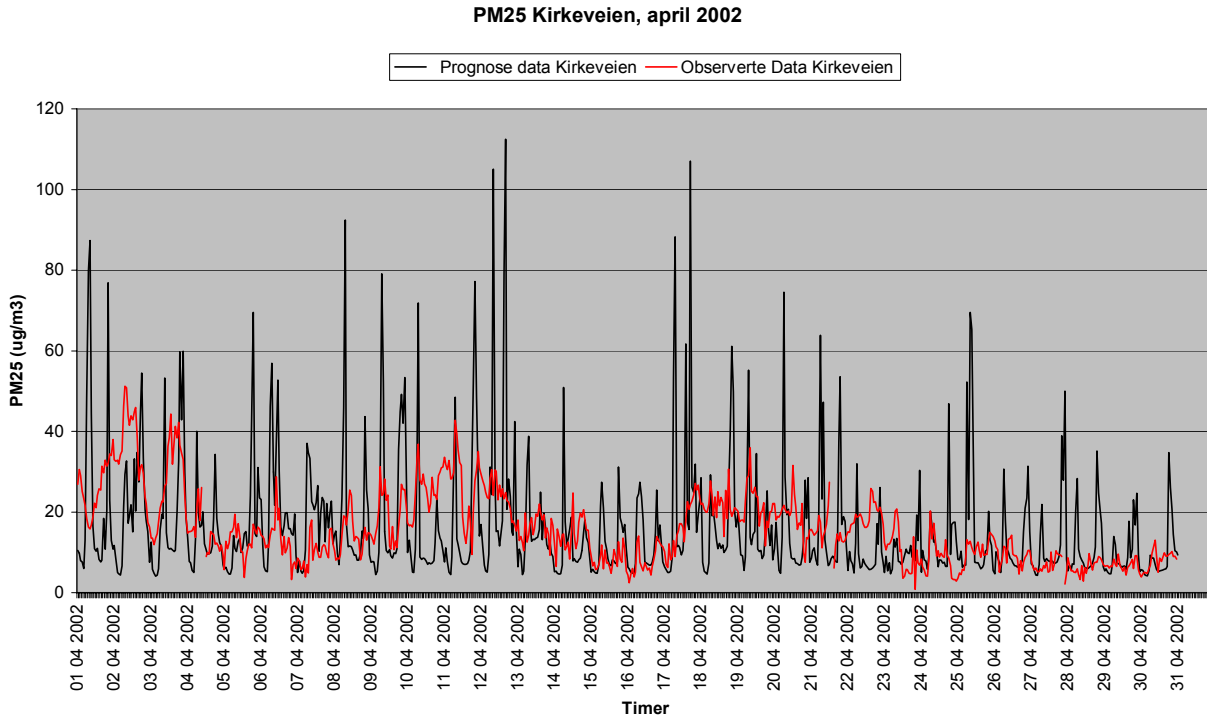
Figur I46: Observert og prognosert NO₂ på Alna, Tittutgrenda Oslo, mars 2002.



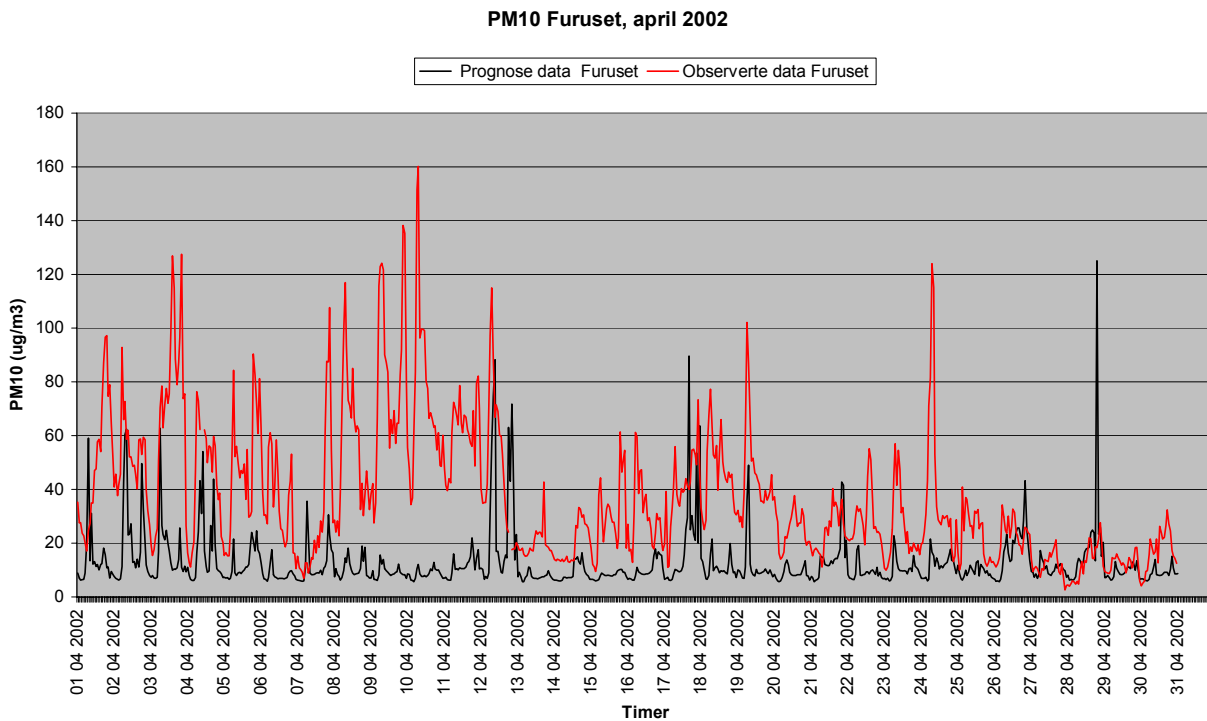
Figur I47: Prognosert og observert PM₁₀ ved Kirkeveien, Oslo, april 2002.



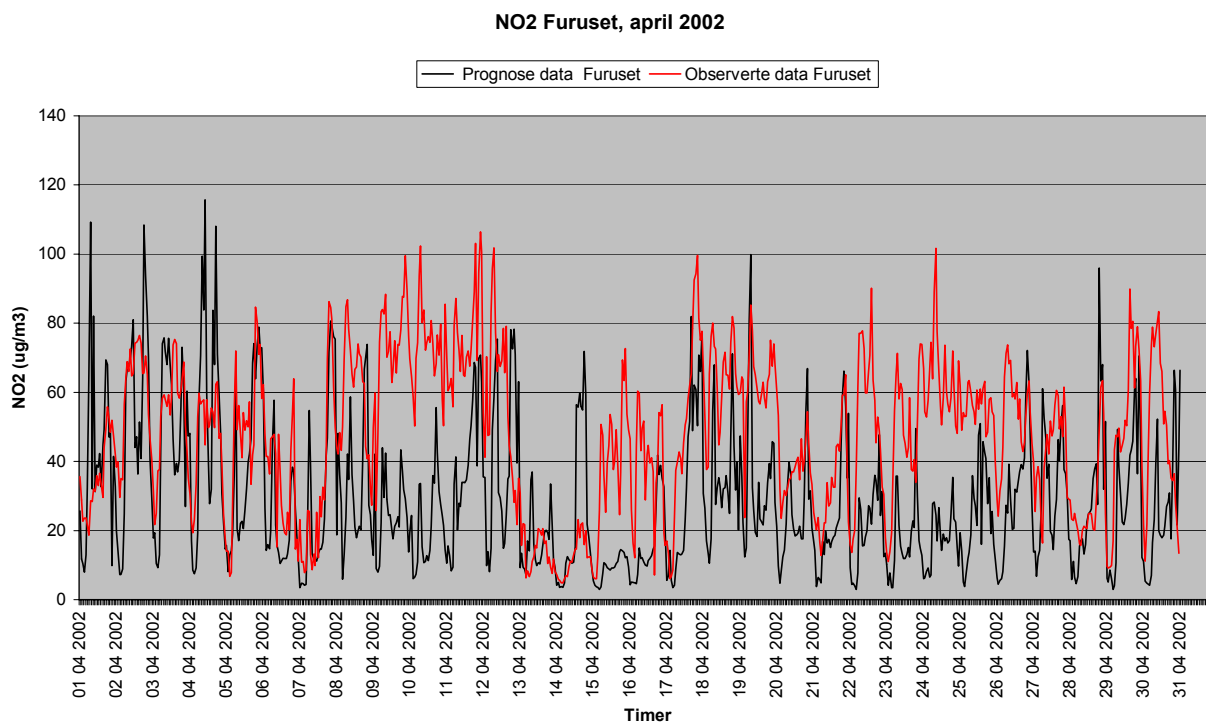
Figur I48: Prognosert og observert NO₂ ved Kirkeveien, Oslo, april 2002.



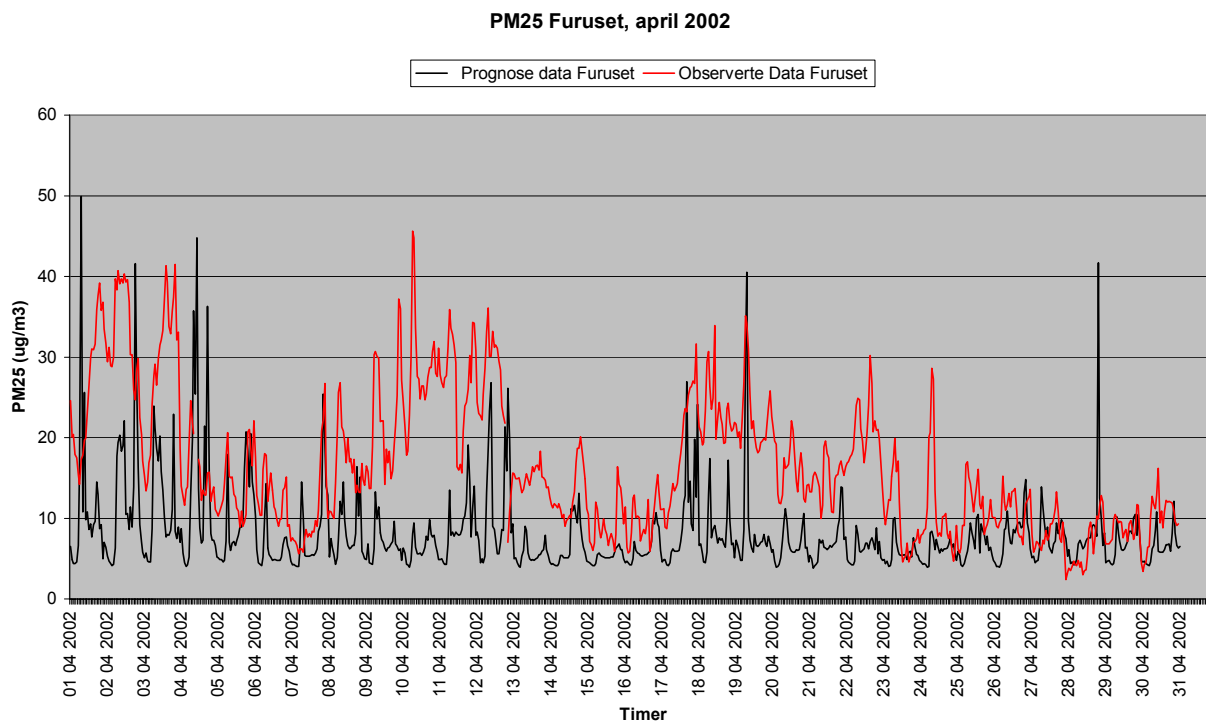
Figur I49: Prognosert og observert $PM_{2,5}$ ved Kirkeveien, Oslo, april 2002.



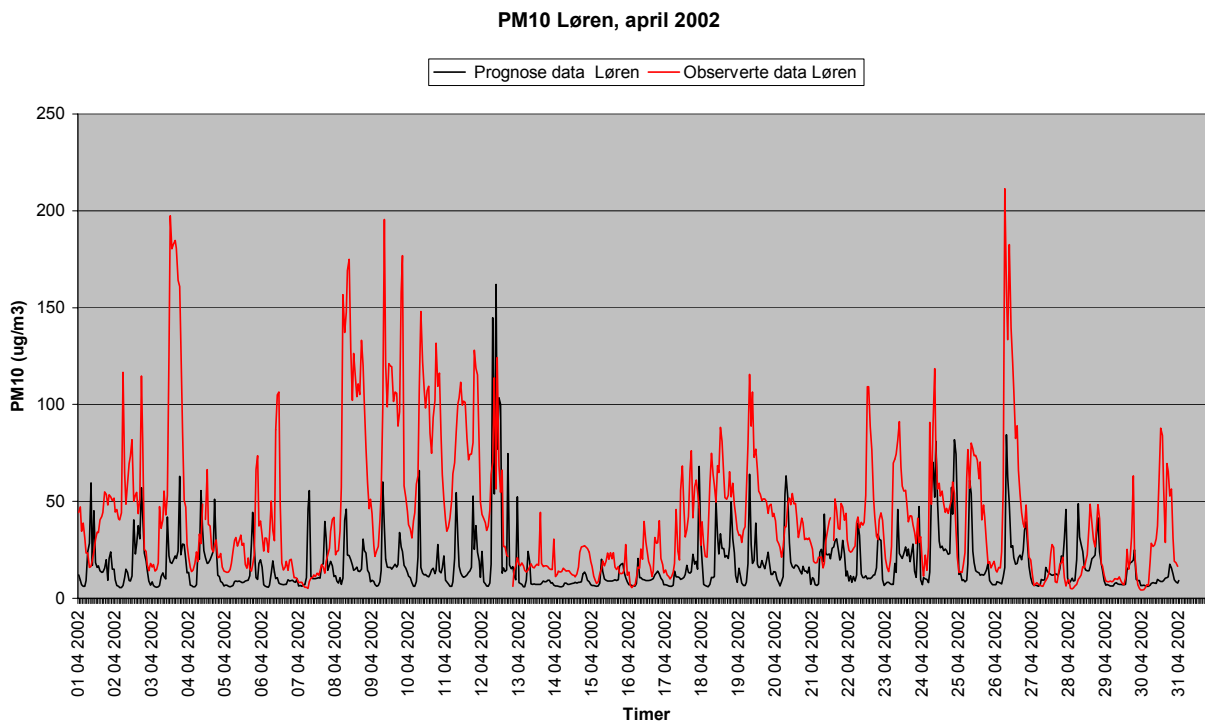
Figur I50: Prognosert og observert PM_{10} på Furuset, Oslo, april 2002.



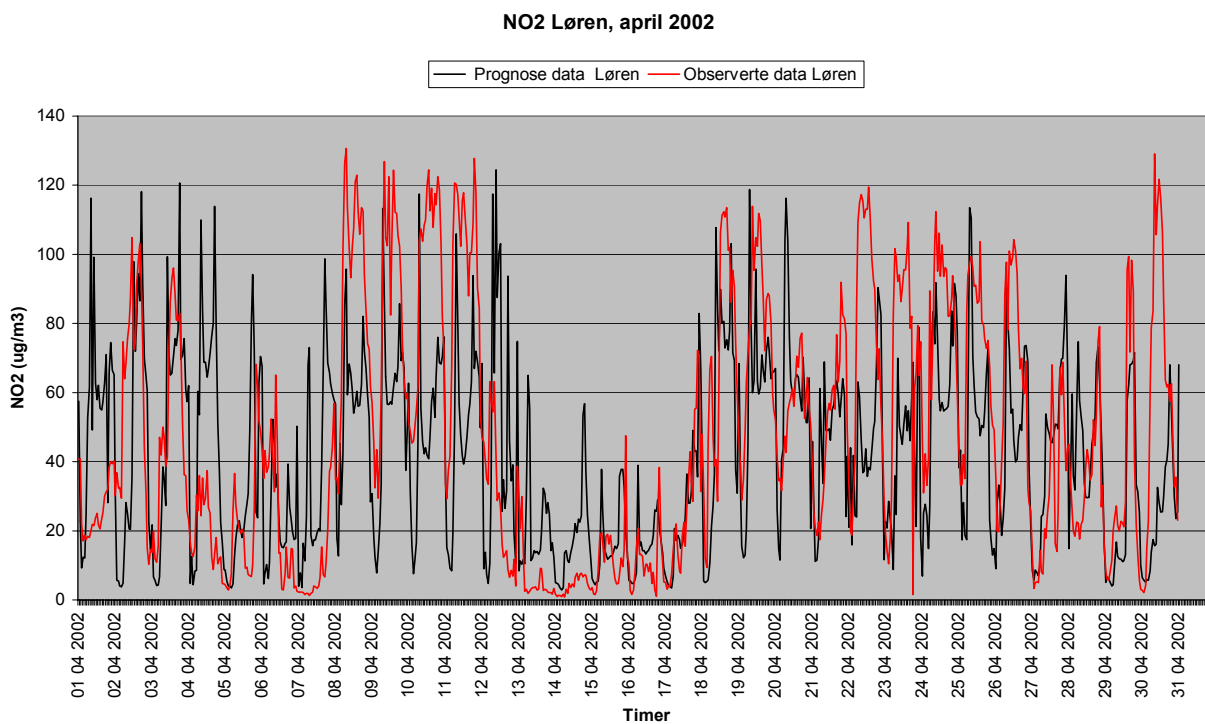
Figur I51: Prognosert og observert NO₂ på Furuset, Oslo, april 2002.



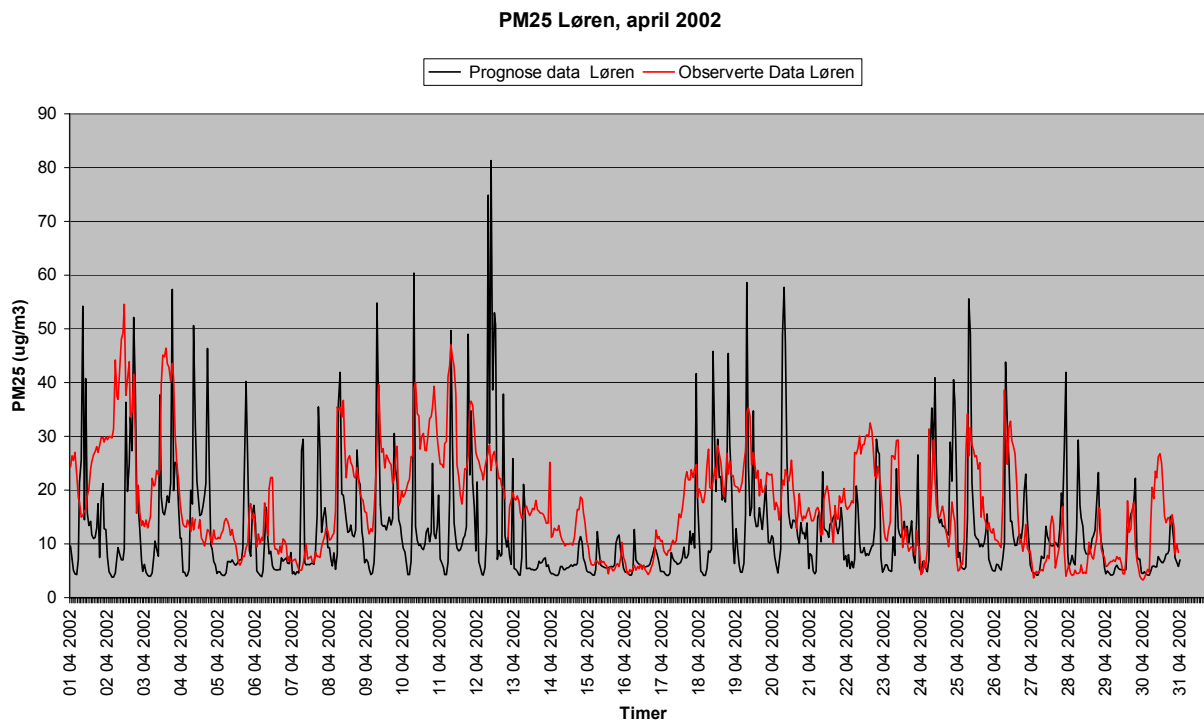
Figur I52: Prognosert og observert PM_{2,5} på Furuset, Oslo, april 2002.



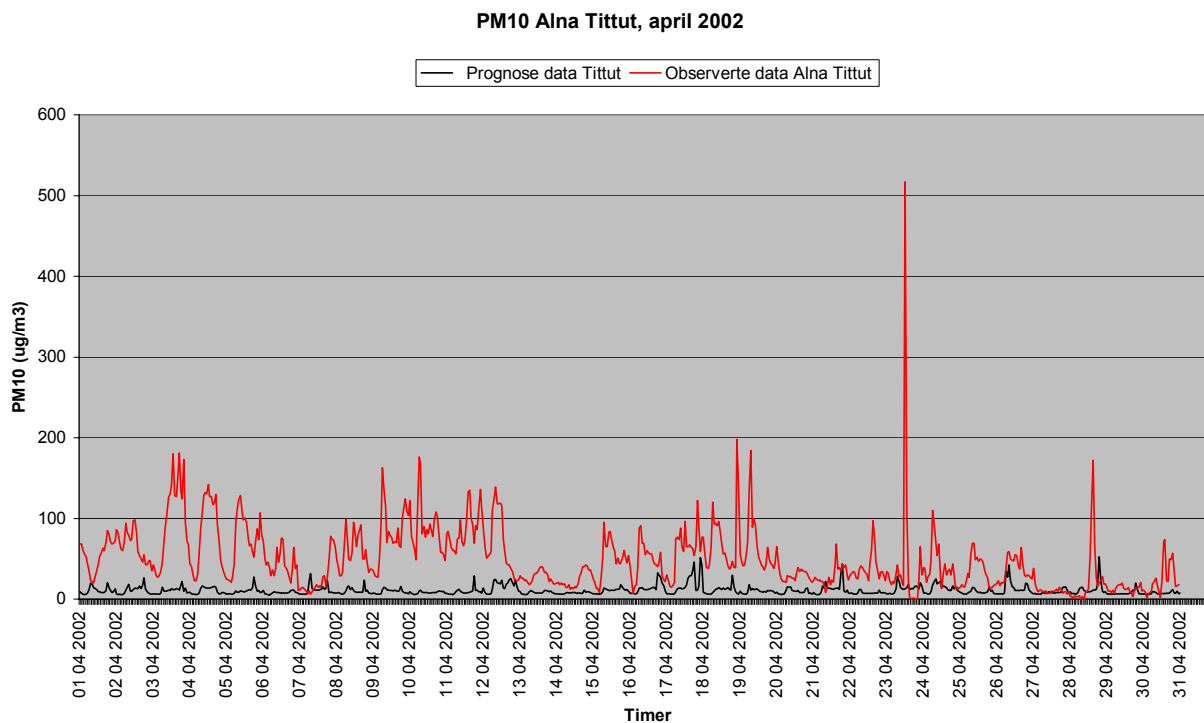
Figur I53: Prognosert og observert PM_{10} ved Løren, Oslo, april 2002.



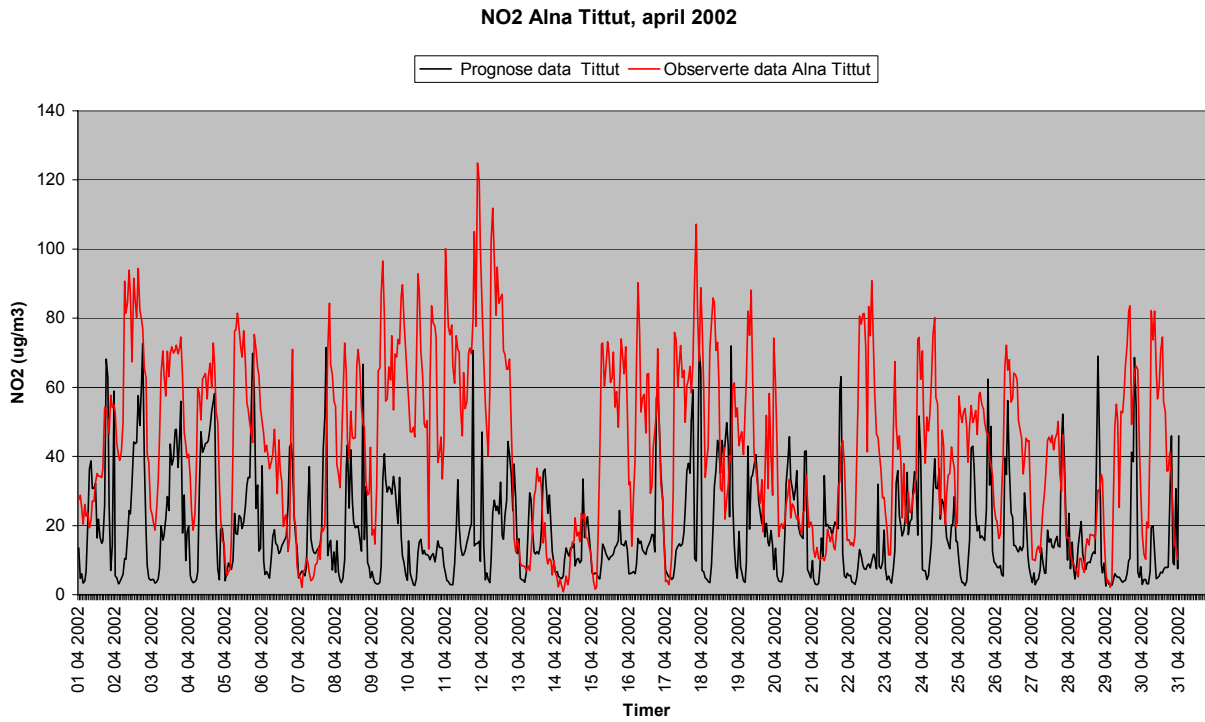
Figur I54: Prognosert og observert NO_2 ved Løren, Oslo, april 2002.



Figur I55: Prognosert og observert $PM_{2,5}$ ved Løren, Oslo, april 2002.



Figur I56: Prognosert og observert PM_{10} ved Alna Tittutgrenda, Oslo, april 2002.

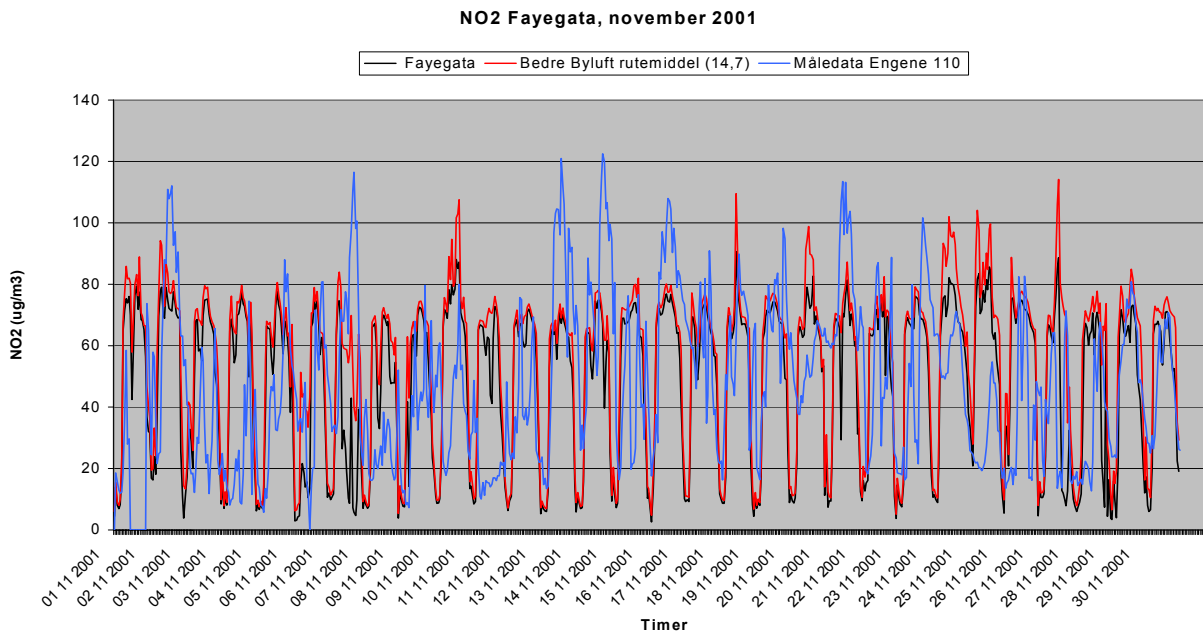


Figur I57: Prognosert og observert NO₂ ved Alna Tittutgrenda, Oslo, april 2002.

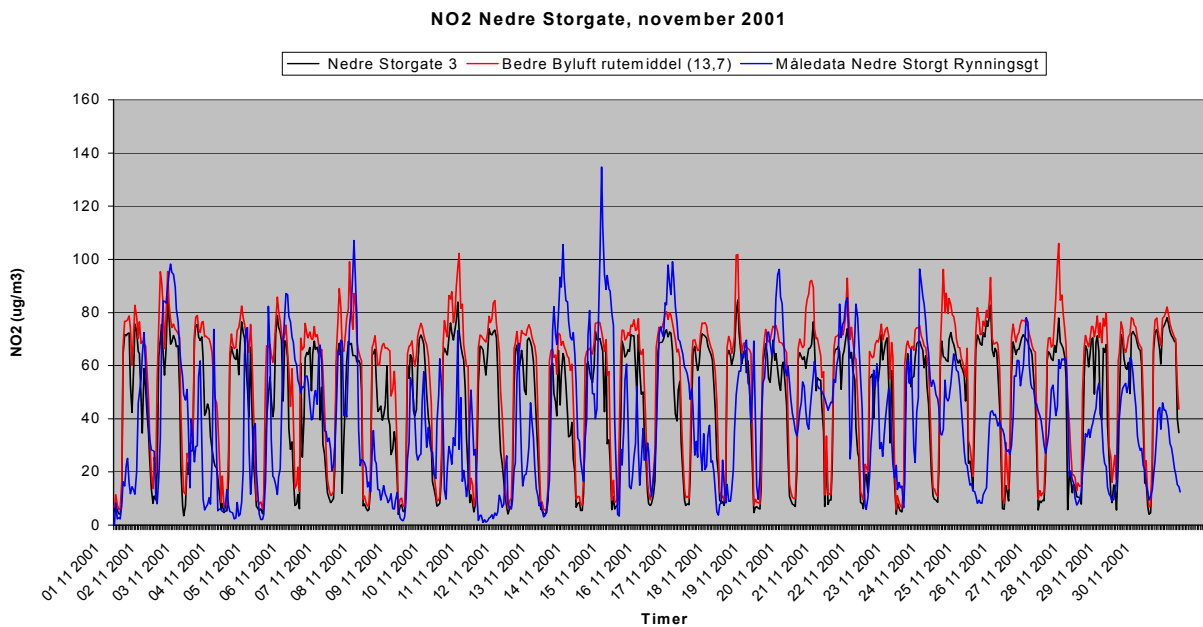
Vedlegg J

Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Drammen, luftkvalitet

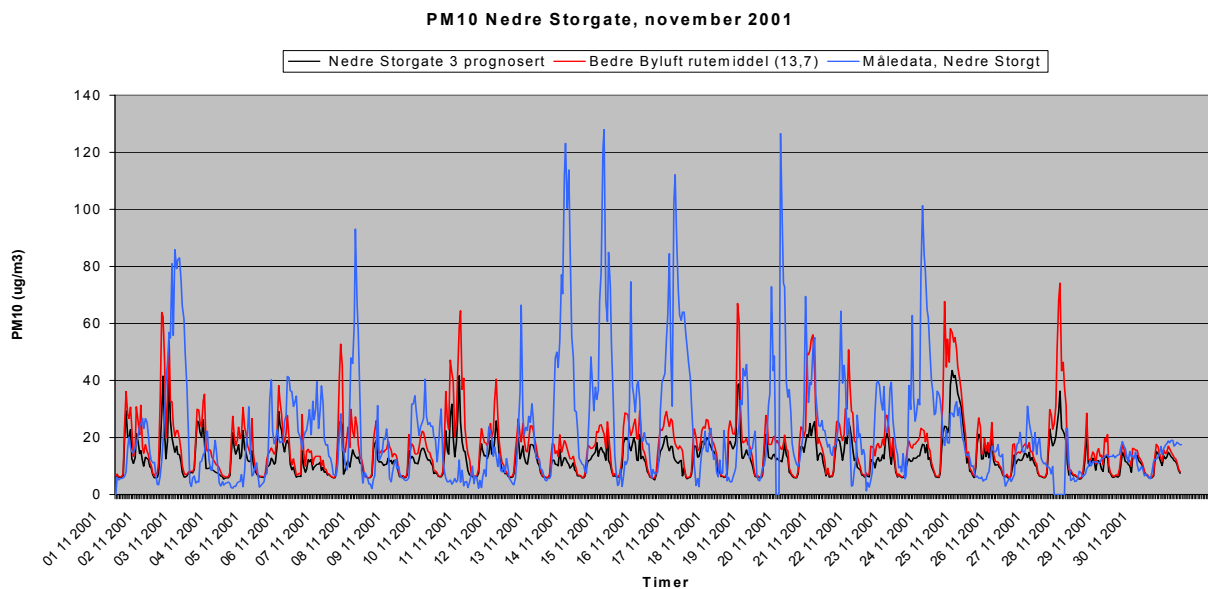
Tidsserier av observerte og modellerte verdier i Drammen



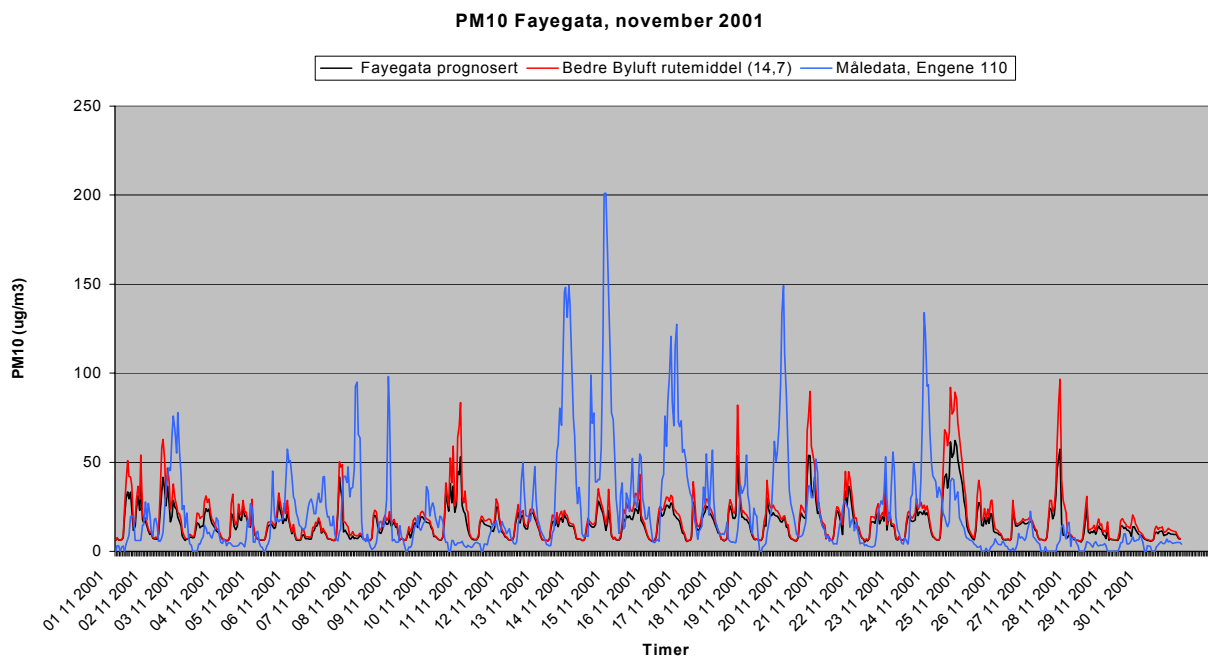
Figur J1: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av NO₂ Engene 110 ved Fayegata november 2001.



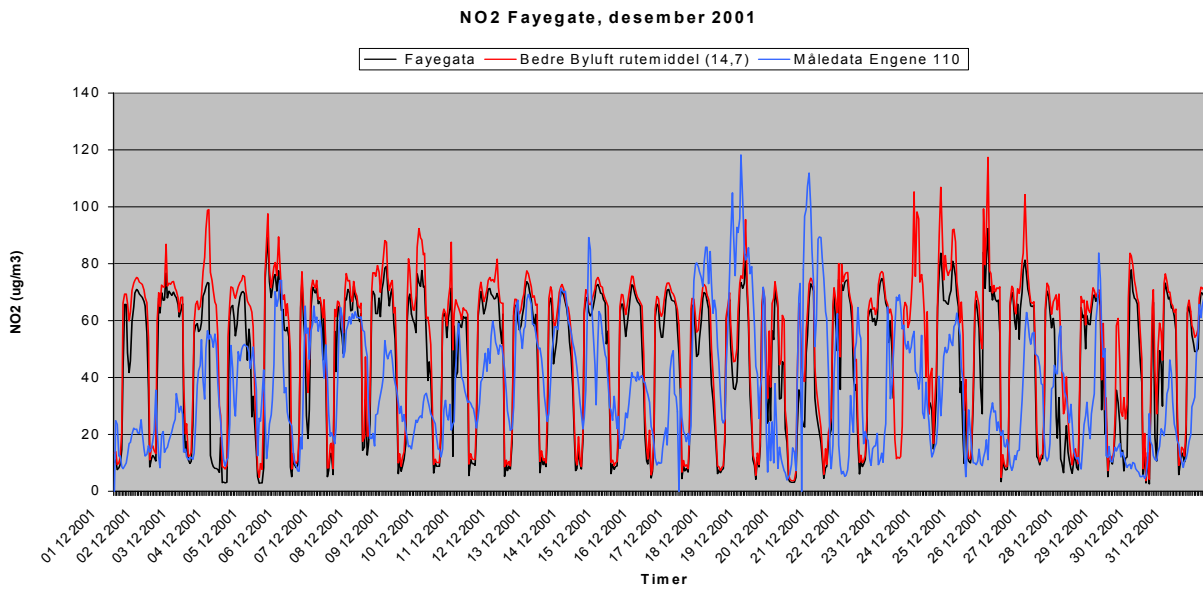
Figur J2: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av NO₂ på DOAS sløyfen mellom Nedre Storgt 3 og Rynningsgt november 2001.



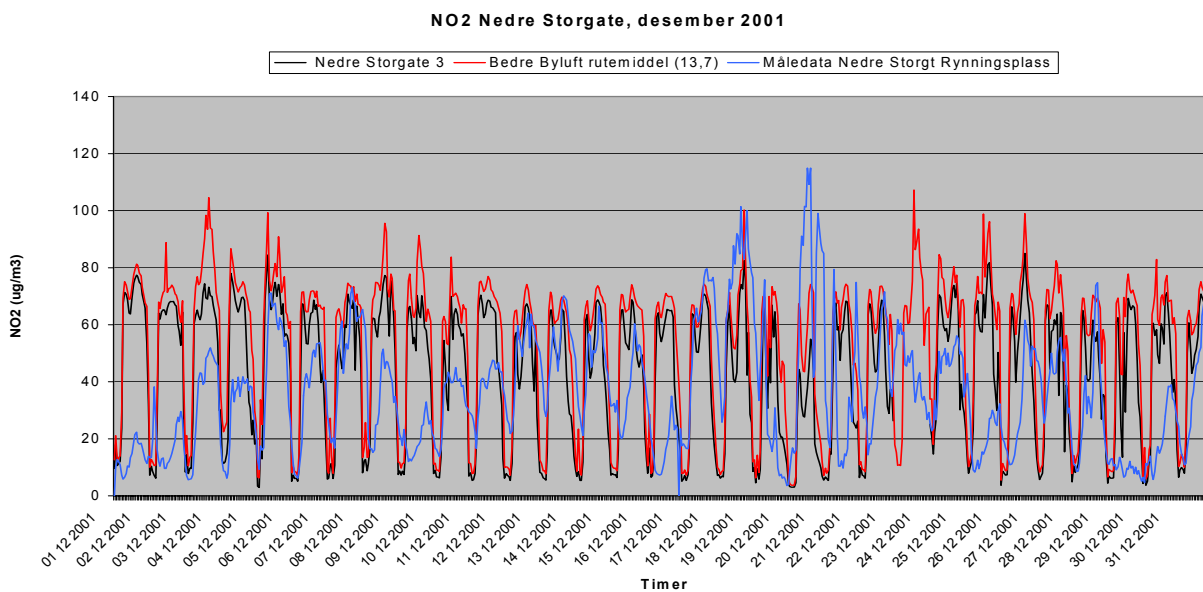
Figur J3: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av PM₁₀ på Nedre Storgt 3, november 2001.



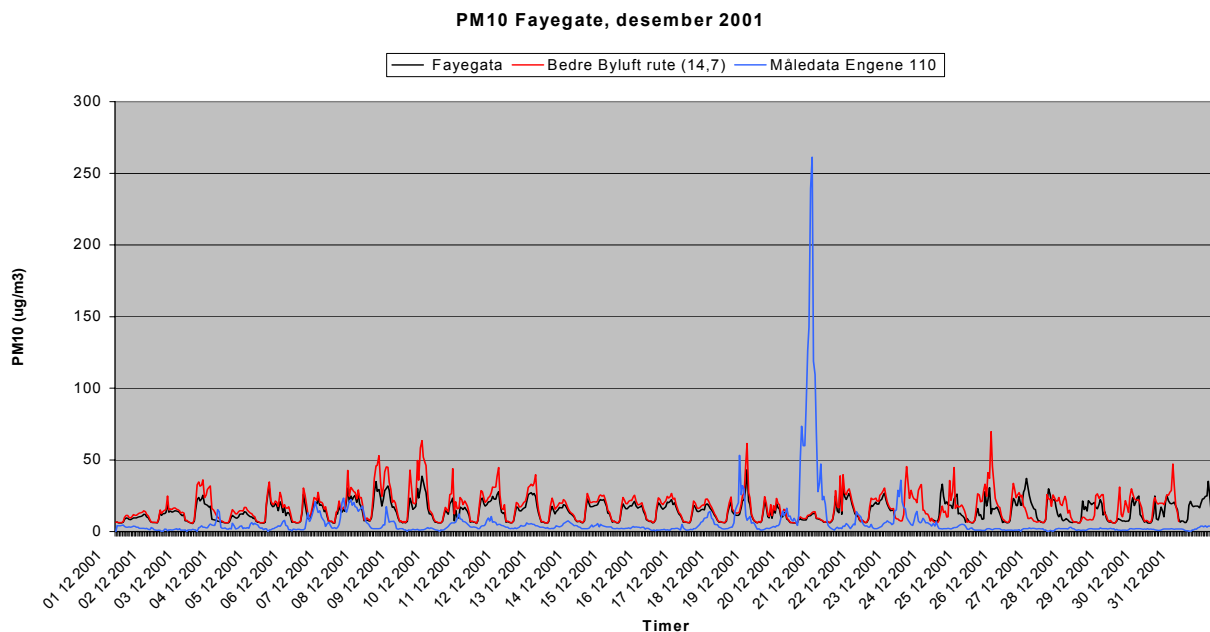
Figur J4: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av PM₁₀ på Engene 110, november 2001.



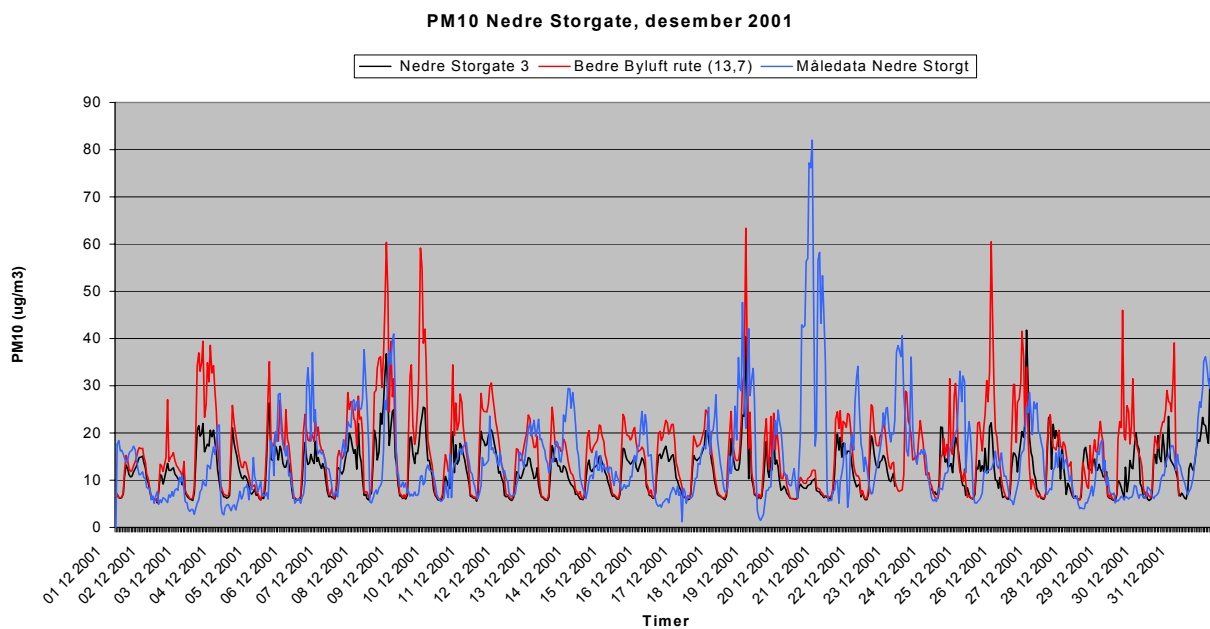
Figur J5: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av NO₂ Engene 110 ved Fayegata, desember 2001.



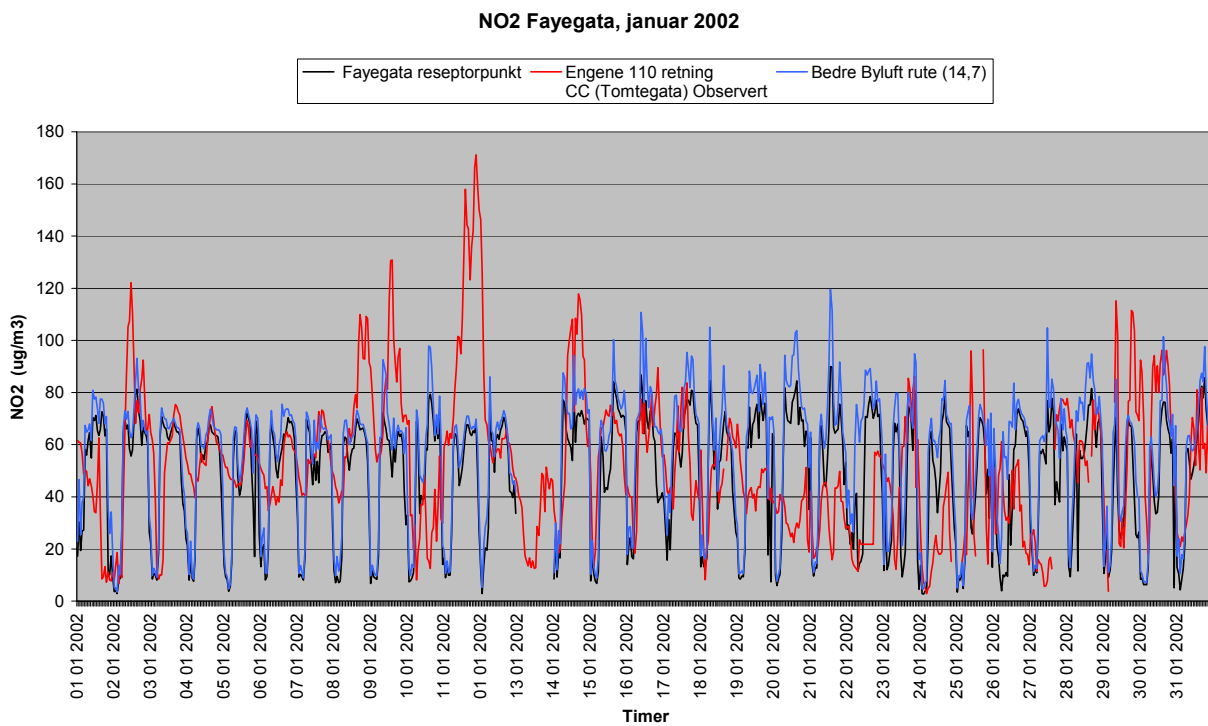
Figur J6: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av NO₂ på DOAS sløyfen mellom Nedre Storgt 3 og Rynningsgt desember 2001.



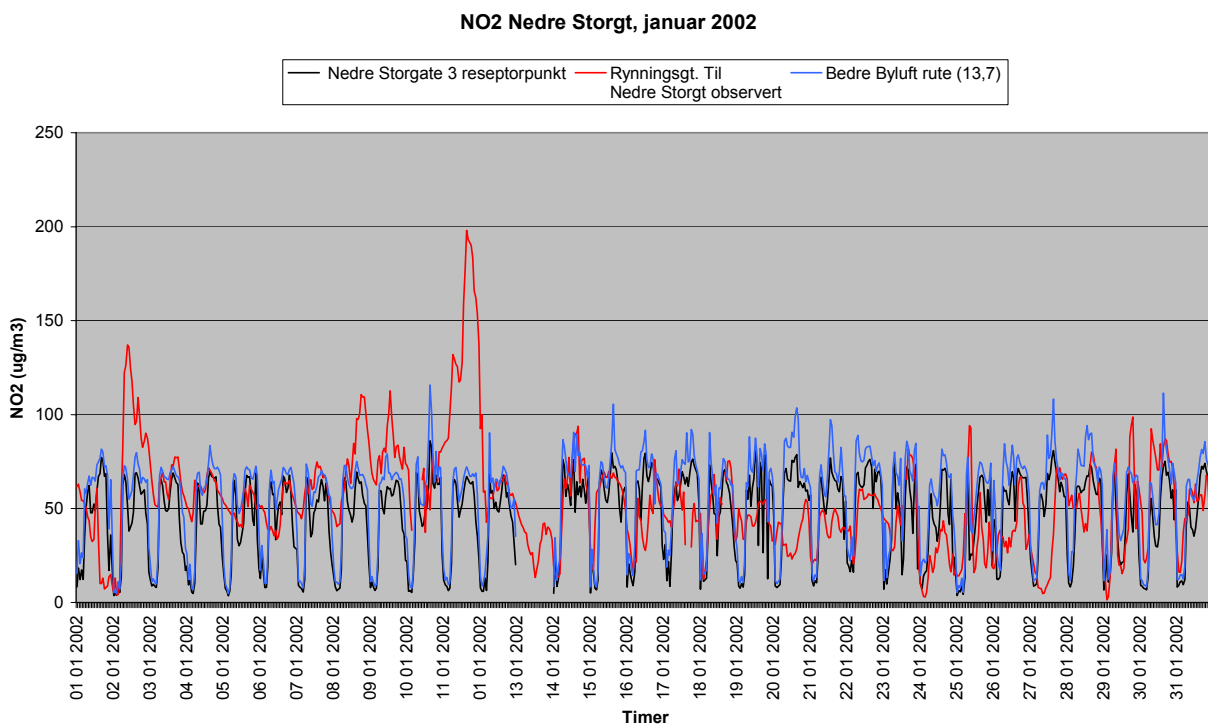
Figur J7: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av PM_{10} på Engene 110, desember 2001.



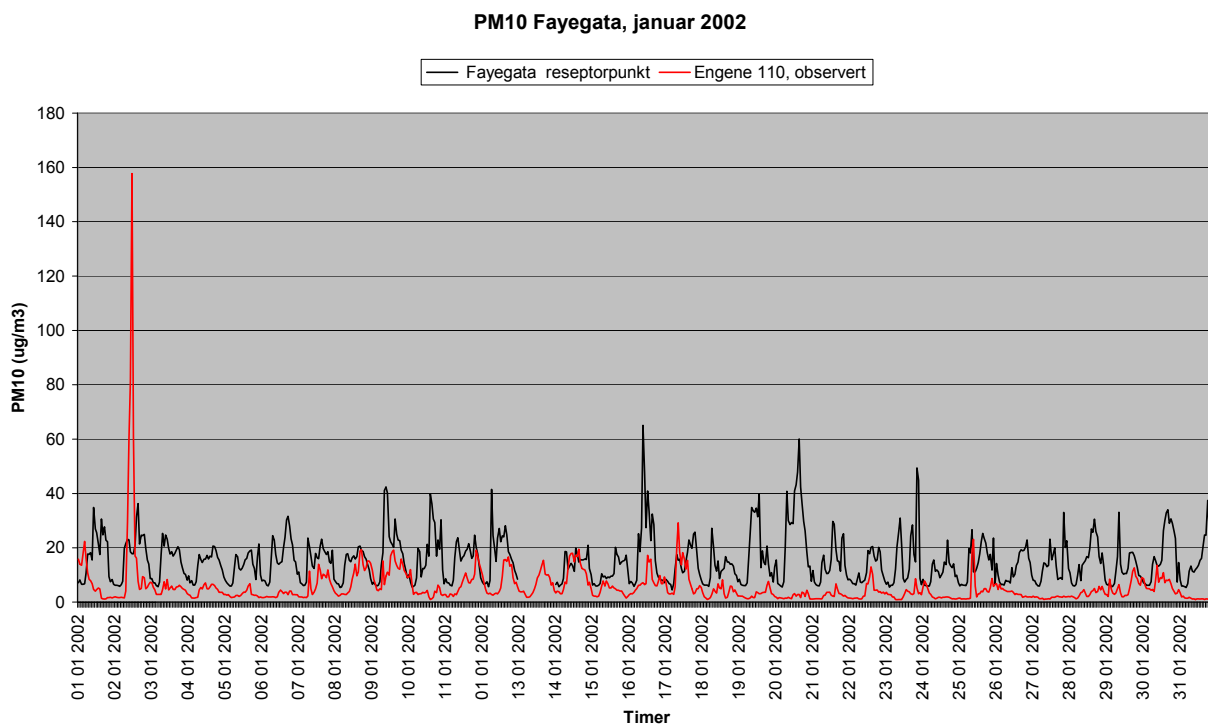
Figur J8: Modellerte rutemiddelkonsentrasjoner og reseptorpunkt-konsentrasjoner sammenliknet med observasjoner av PM_{10} på Nedre Storgt 3, desember 2001.



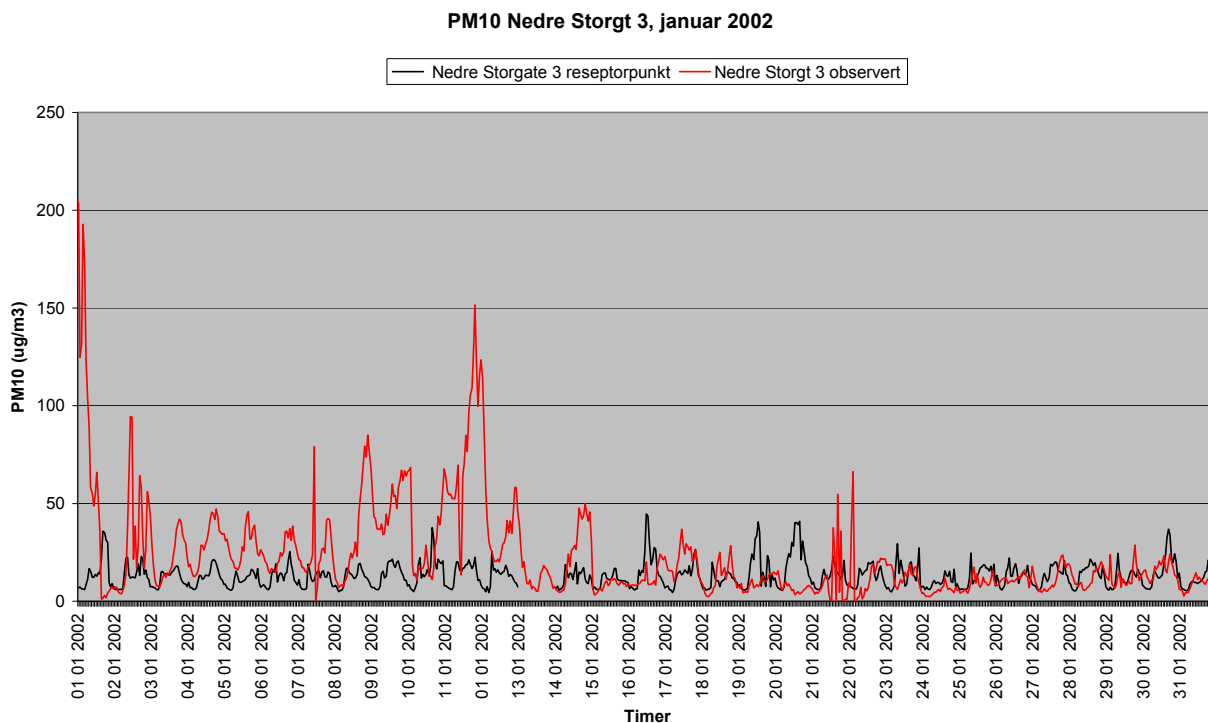
Figur J9: Observert og modellert NO₂ på Fayegata, januar 2002.



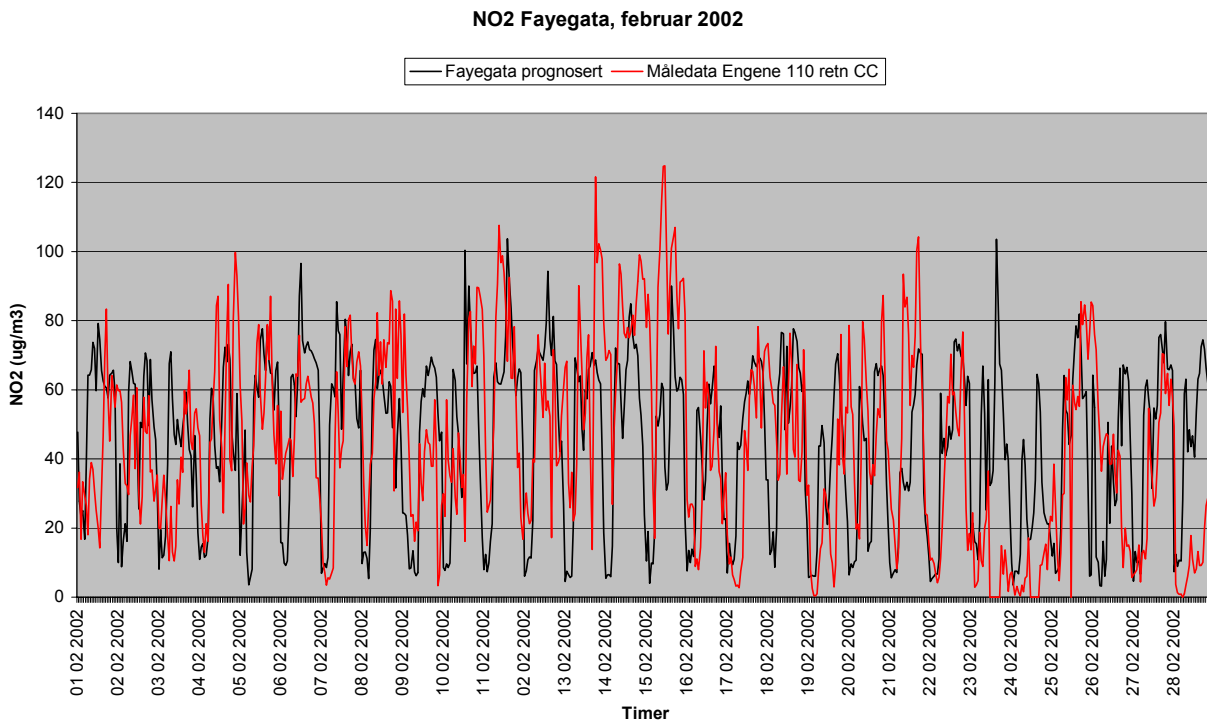
Figur J10: Observert og modellert NO₂ på Nedre Storgata, januar 2002.



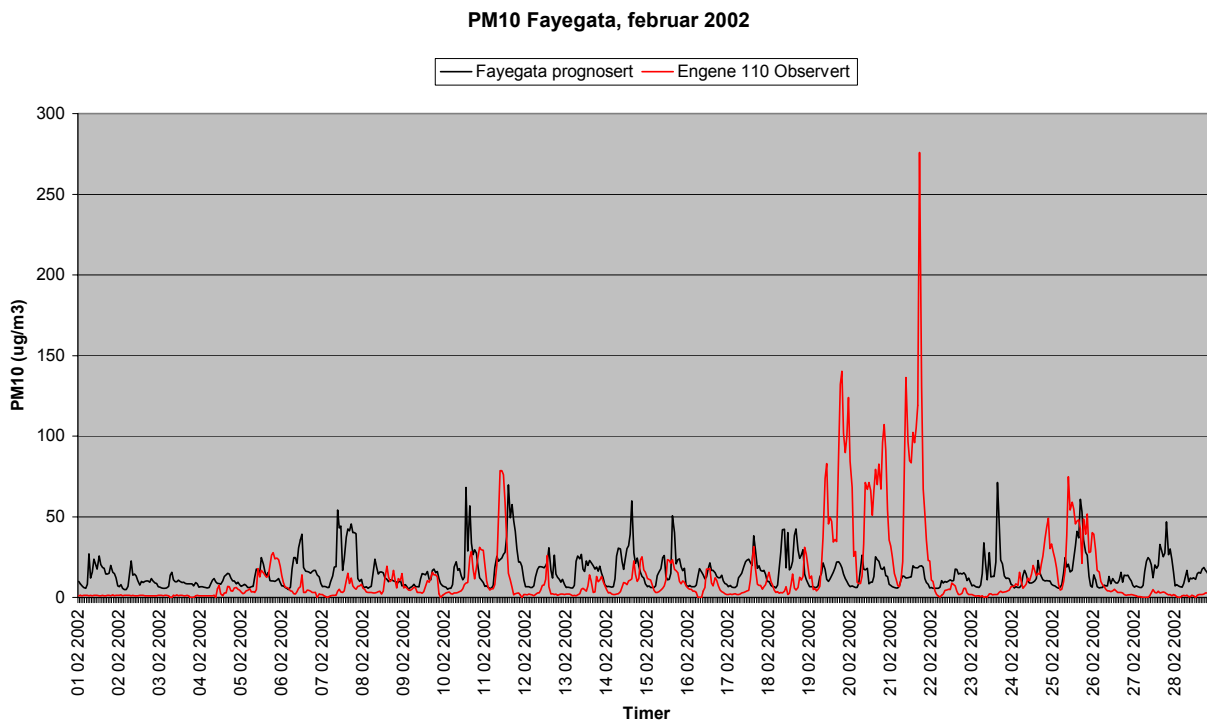
Figur J11: Observert og modellert PM₁₀ på Fayegata, januar 2002.



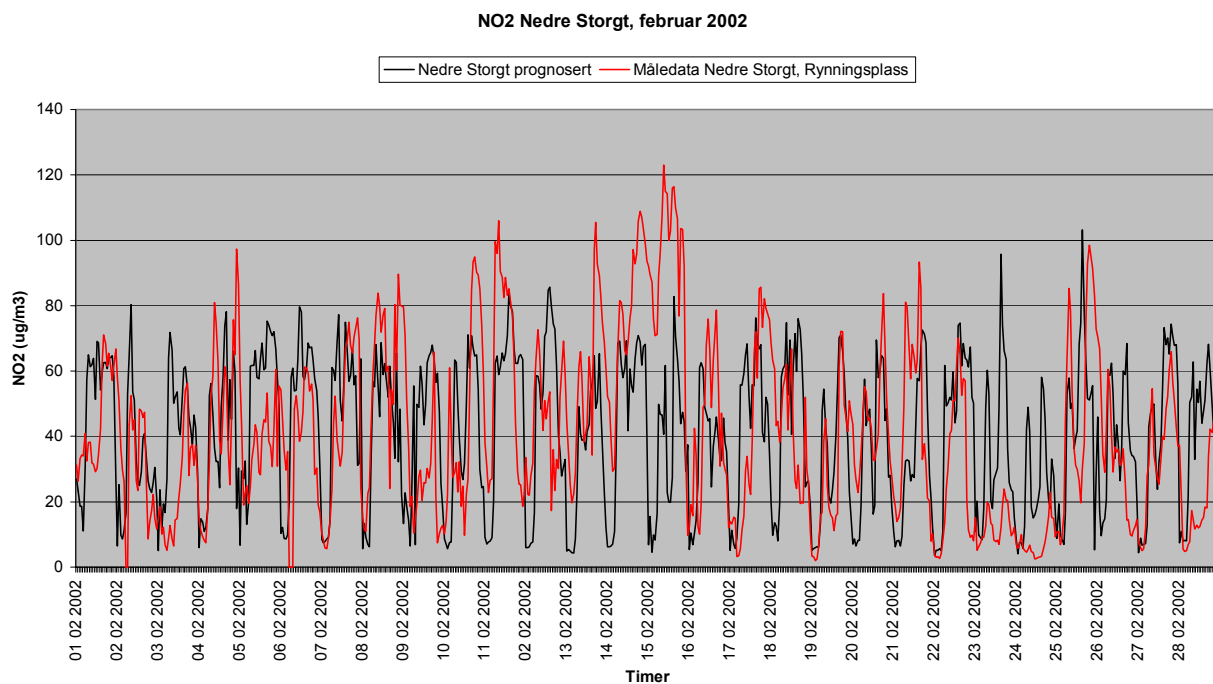
Figur J12: Observert og modellert PM₁₀ på Nedre Storgata, januar 2002.



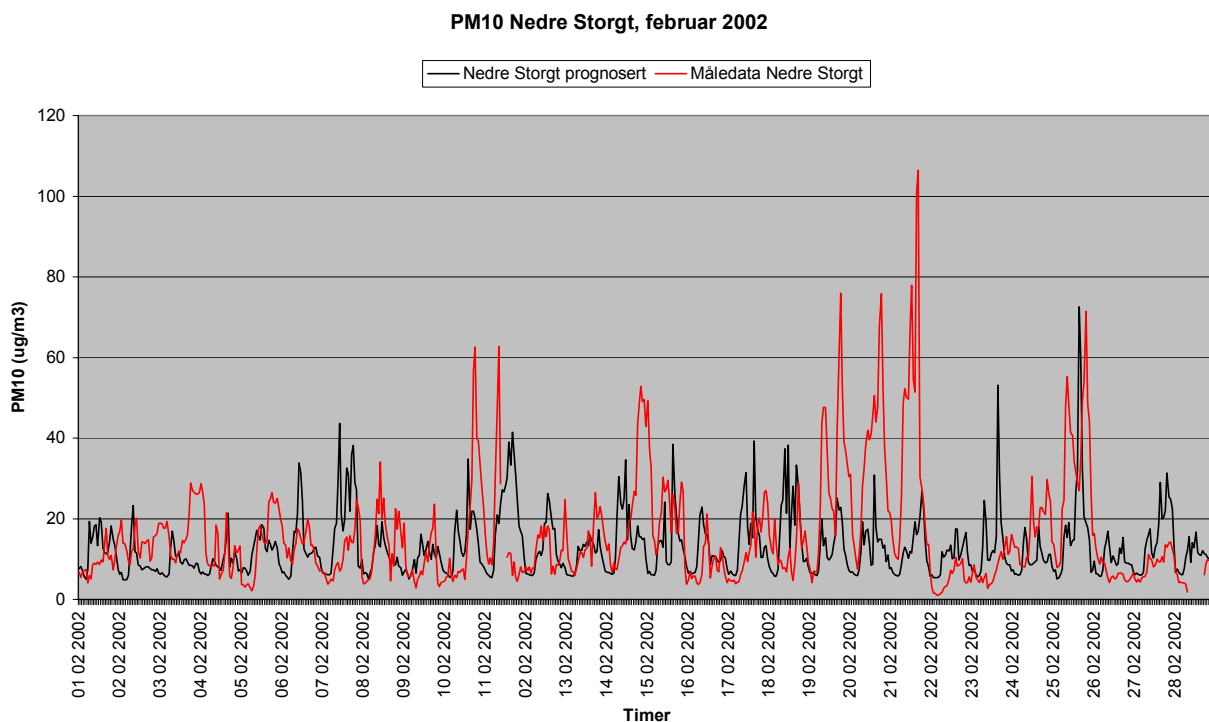
Figur J13: Observert og prognosert NO₂ i Fayegata, Drammen, februar 2002.



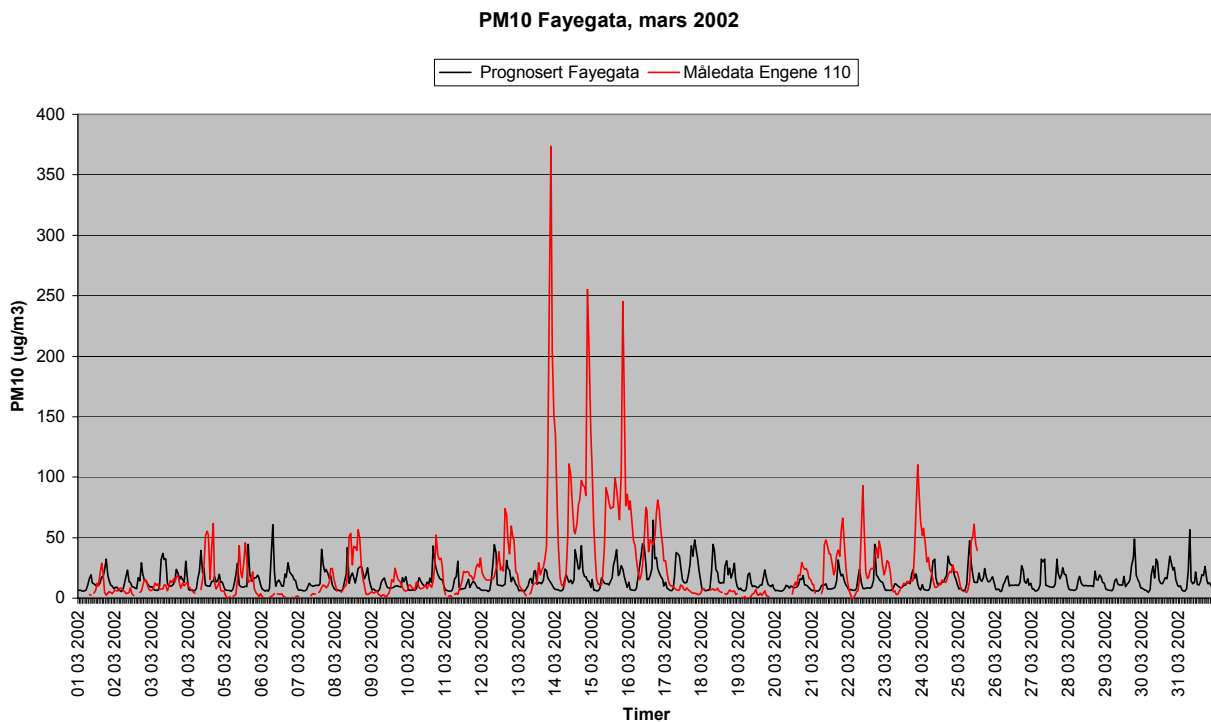
Figur J14: Observert og prognosert PM₁₀ i Fayegata Drammen, februar 2002.



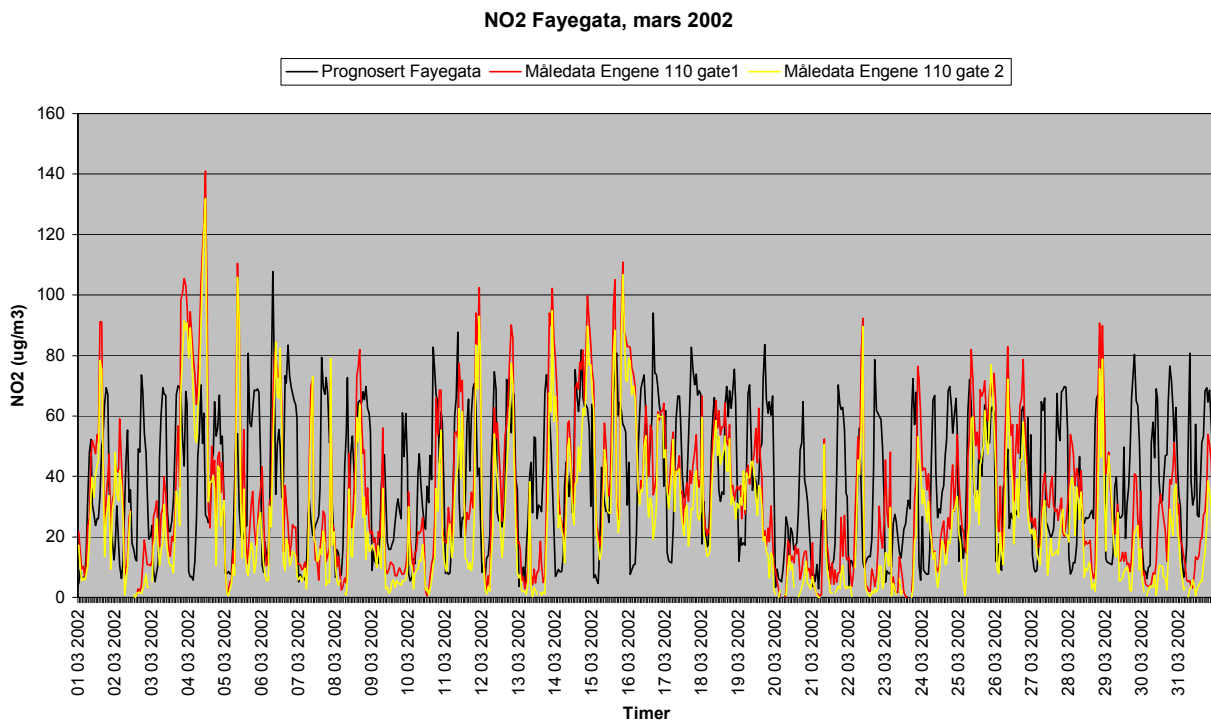
Figur J15: Observert og prognosert NO₂ i Nedre Storgt Drammen, februar 2002.



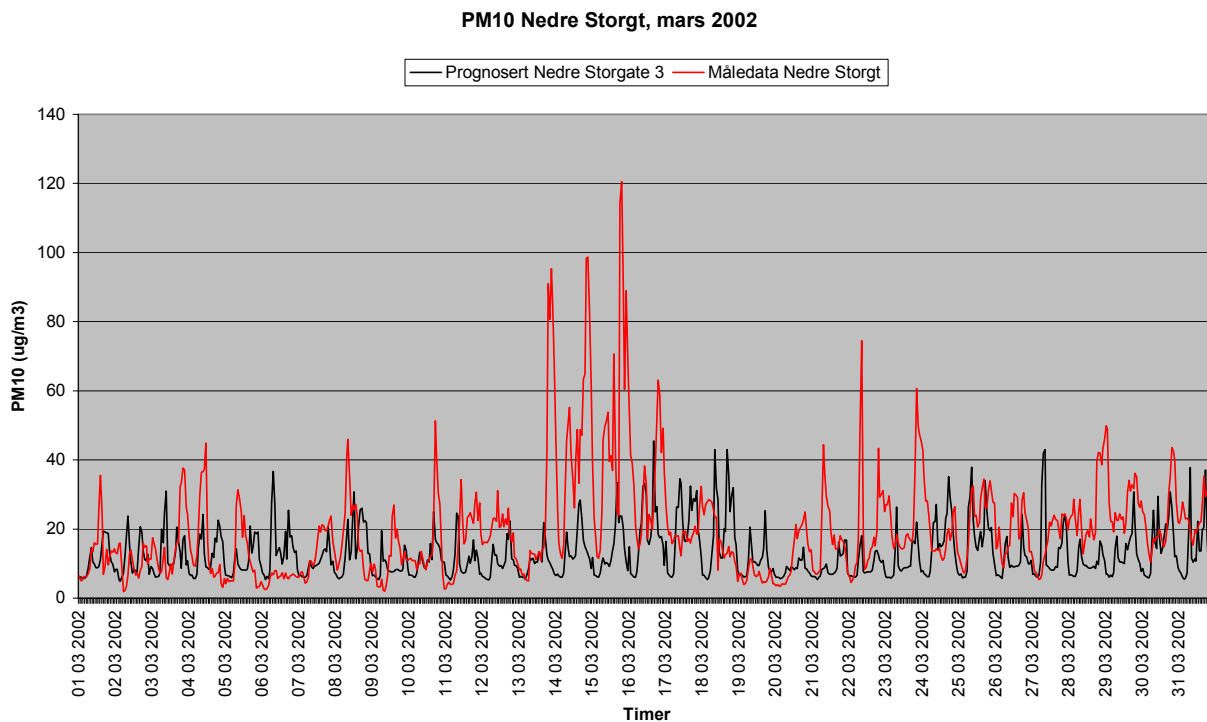
Figur J16: Observert og prognosert PM₁₀ i Nedre Storgt Drammen, februar 2002.



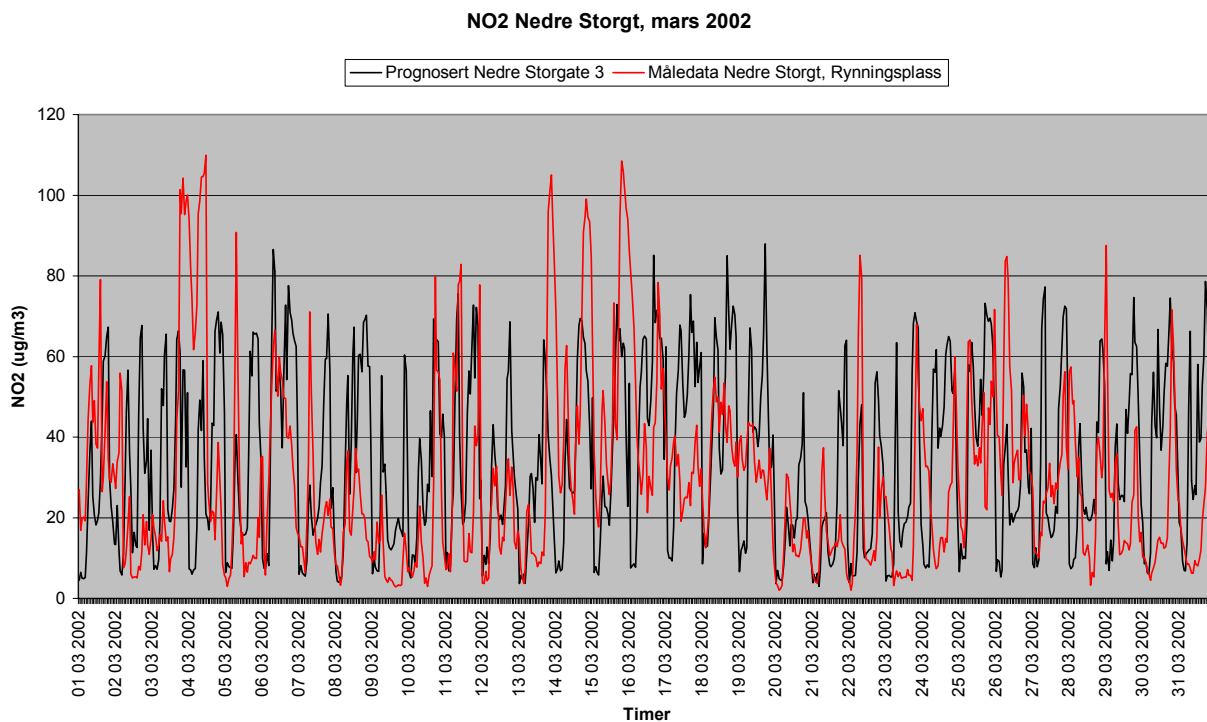
Figur J17: Observert og prognosert PM₁₀ i Fayegata, mars 2002.



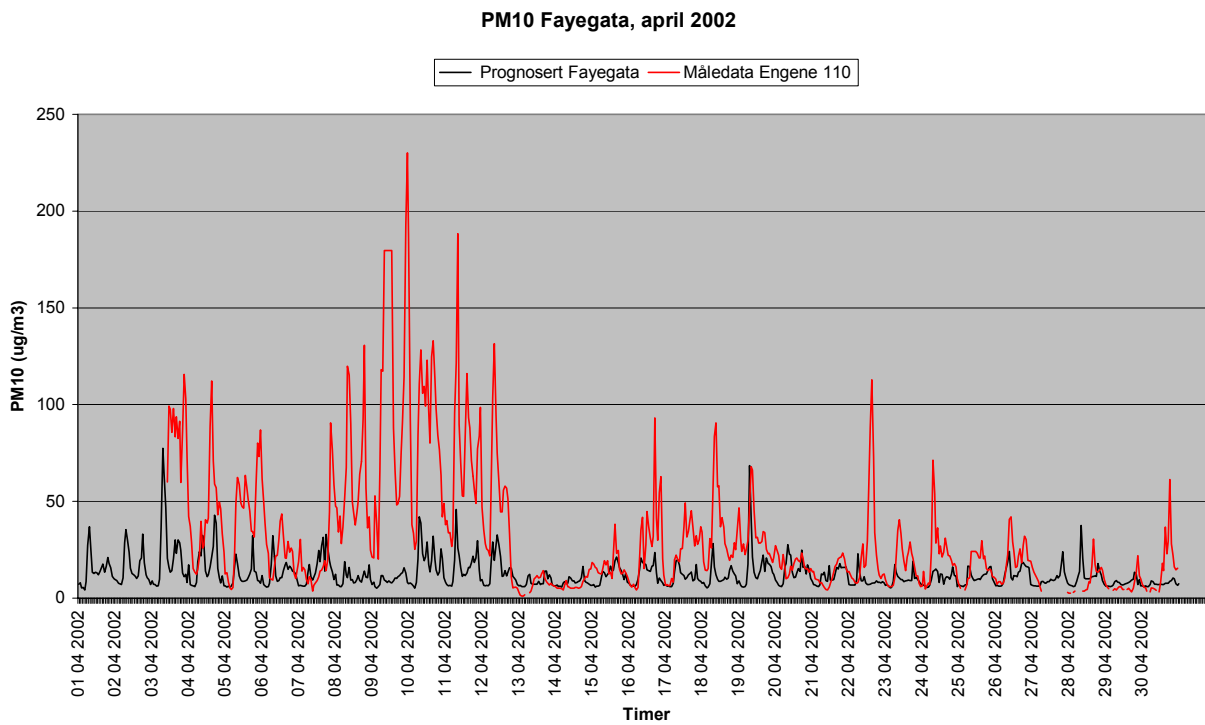
Figur J18: Observert og prognosert NO₂ i Fayegata, mars 2002.



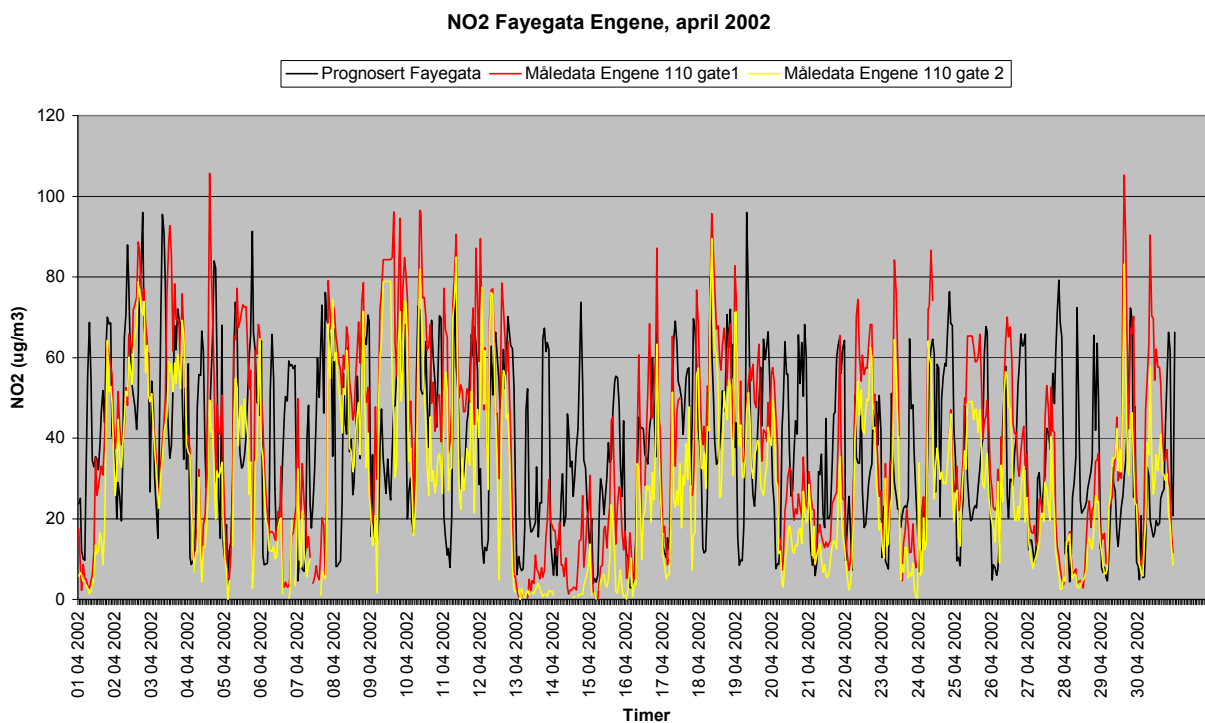
Figur J19: Observert og prognosert PM_{10} i Nedre Storgate, mars 2002.



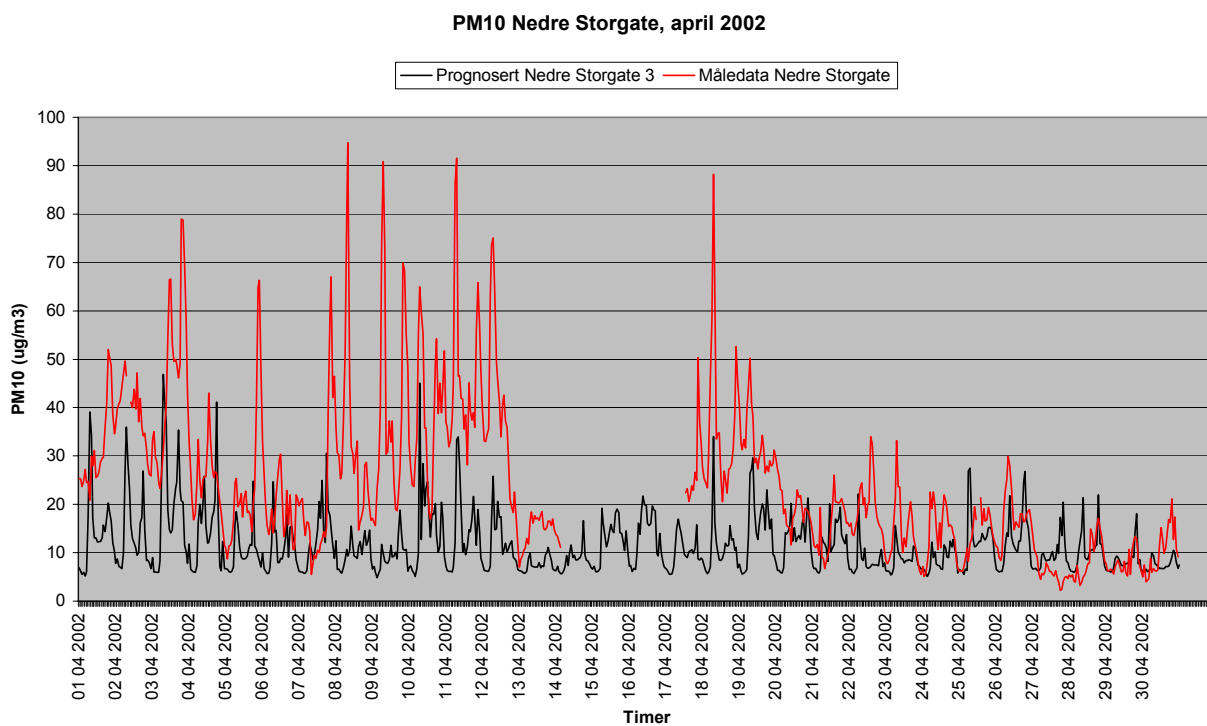
Figur J20: Observert og prognosert NO_2 i Nedre Storgate, mars 2002.



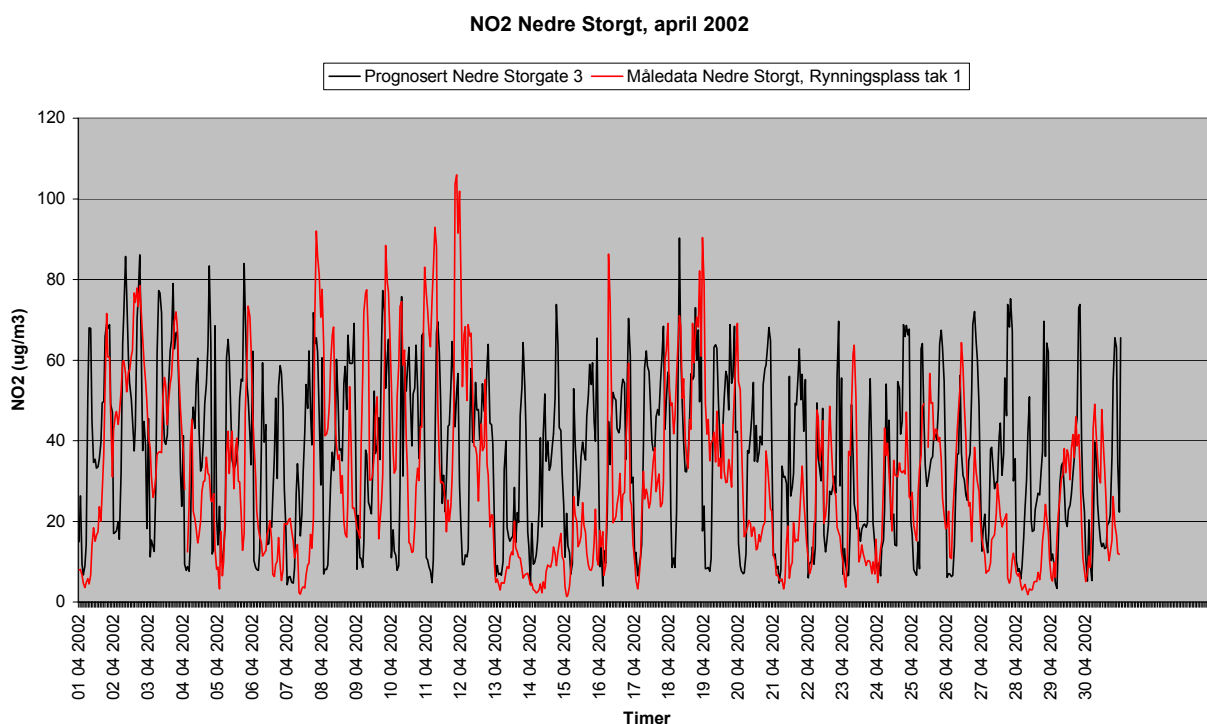
Figur J21: Prognosert og observert PM_{10} i Fayegata, Drammen, april 2002.



Figur J22: Prognosert og observert NO_2 i Fayegata Drammen, april 2002.



Figur J23: Prognosert og observert PM₁₀ i Nedre Storgt Drammen, april 2002.



Figur J24: Prognosert og observert NO₂ i Nedre Storgate, Drammen april 2002.



Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Postboks 100, N-2027 Kjeller

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORT NR. OR 53/2002	ISBN 82-425-1398-8 ISSN 0807-7207	
DATO	ANSV. SIGN.	ANT. SIDER 212	PRIS NOK 150,-
TITTEL Bedre Byluft Evaluering av prognosemodell for meteorologi og luftkvalitet vinteren 2001/2002		PROSJEKTLEDER Hildegunn Jablonska	
		NILU PROSJEKT NR. O-99070	
FORFATTER(E) Hildegunn T.B. Jablonska, Sam Erik Walker, Trond Bøhler, Morten Ødegaard Køltzow, Erik Berge og Norvald Bjergene		TILGJENGELIGHET * A	
		OPPDRAGSGIVERS REF. Pål Rosland	
OPPDRAGSGIVER Statens Vevesen, Vegdirektoratet Postboks 8142 Dep. 0033 OSLO			
STIKKORD Luftkvalitets prognoser	Prognosemodellen	Varsel om luftforurensning	
REFERAT Som en del av Bedre byluft-prosjektet er det utviklet en prognosemodell for detaljerte beregninger av meteorologi og luftkvalitet i byene Oslo, Bergen, Trondheim, Drammen og Stavanger. Hensikten med prognosemodellen har vært å gi kvantitative prognoser av NO ₂ , PM _{2,5} og PM ₁₀ i vintersesongen (perioden 1. november til 1. mai) for å støtte den lokale varslingen i hver enkelt by. Prognosene er ferdigstilt i perioden kl. 07 til kl. 09 om morgenen (lokal vintertid) og er gyldige for neste dag. De lokale myndigheter har dermed den nødvendige tid for å anvende prognosene i varslingen for neste dag			
TITLE Evaluation of an air quality and meteorology forecast model for Norwegian cities 2001-2002			
ABSTRACT As a part of the project Better Air, a forecast model was developed for detailed calculations of meteorology and air quality for the cities Oslo, Bergen, Trondheim, Drammen and Stavanger. The purpose with the model has been to give quantitative forecasts of NO ₂ , PM _{2,5} and PM ₁₀ during the winter season (the period 1. November til 1. May) as a supplement to the local forecast in each city. The forecast is run between 07- 09 am local wintertime and are valid for the next day. The local government then has time to make use of the prognoses in their forecast for the next day.			

* Kategorier: A Åpen - kan bestilles fra NILU
 B Begrenset distribusjon
 C Kan ikke utleveres