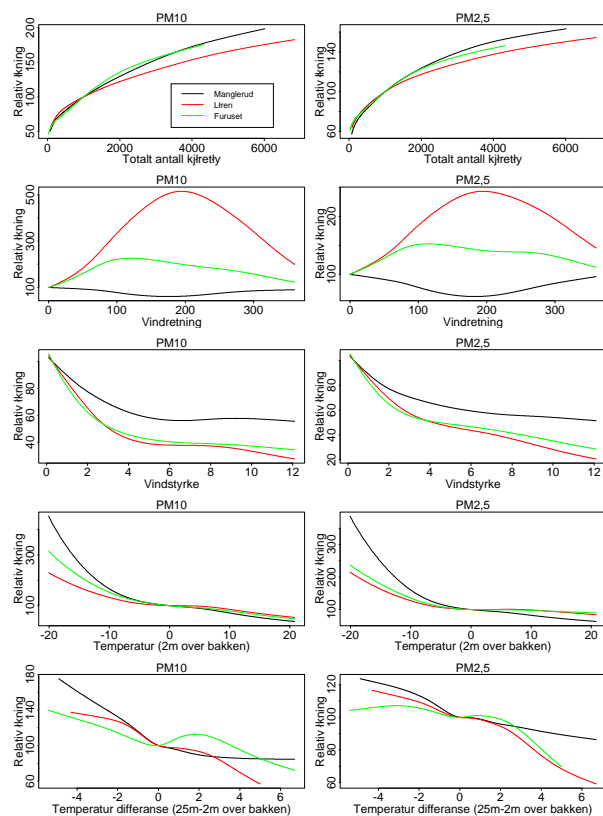


Effekt av salting på svevestøv. En analyse basert på data for vinteren 2001/2002 og 2002/2003



SAMBA/19/2003

Gunnhildur Högnadóttir
Steinbakk
Magne Aldrin

September 2003

Tittel/Title: Effekt av salting på svevestøv.
En analyse basert på data for vinteren 2001/2002 og
2002/2003

Dato/Date: September
År/Year: 2003
Notat nr./Note no.: SAMBA/19/2003

Forfatter/Author: Gunnhildur Högnadóttir Steinbakk
Magne Aldrin

Sammendrag/Abstract: Statens Vegvesen, Stor-Oslo distrikt har ønsket å finne ut om salting kan ha en gunstig effekt på svevestøv fra trafikken. I denne rapporten presenterer vi resultater basert på data fra vinteren 2001/2002 og vinteren 2002/2003 hvor vi bruker en ikke-lineær regresjonsmodell av svevestøvmengden som en funksjon av trafikkdata og diverse meteorologiske data. Vi finner ingen entydig effekt av salting på svevestøvmengden da effektene estimeres til å noen ganger være positive og andre ganger negative. Videre viser analysen vår at de estimerte effektene er ganske små (typisk mindre enn 30%) og ikke statistisk signifikante. Vi konkluderer derfor med at salting ikke har noen tydelig effekt på svevestøvkonsentrasjonen. Om det likevel skulle være en slik effekt, er den ikke svært stor.

Emneord/Keywords: Trafikk, svevestøv, salting, generaliserte additive modeller

Målgruppe/Target group: -

Tilgjengelighet/Availability: Åpen

Prosjekt/Project: Salting02

Prosjektnr./Project no.: 220030

Satsningsfelt/Research field: -

Antall sider/No. of pages: 61

Innhold

1	Introduksjon	2
2	Data	3
3	Modeller med salting	24
3.1	Seperate modeller for hver svevestøvvariabel	24
3.2	Modell hvor svevestøvkonsentrasjonen fra ulike målestasjoner kombineres	25
3.3	Resultater	26
4	Modeller uten salting	31
5	Konklusjon	44
A	Figurer fra GAM analysen	45

1 Introduksjon

Svevestøv fra trafikk på veiene i Oslo er et miljøproblem. Statens Vegvesen, Stor-Oslo distriktet har satt i gang forsøk for se om salting av veiene kan redusere mengden av svevestøv. Man håper at salting er gunstig ved at saltet binder fuktighet som igjen kan binde svevestøv og dermed redusere svevestøvmengden.

Det er mange faktorer som påvirker svevestøvet. For å kunne identifisere effekten av salting på svevestøvkonsentrasjonen, er det derfor viktig å korrigere for effekten av kjente forklaringsvariable som værforhold og trafikkmengden. I det foreliggende arbeidet har vi analysert data fra vinteren 2001/2002 og vinteren 2002/2003. Analysen bygger videre på et forprosjekt gjennomført i 2001 (Kåresen et al 2001). En viktig forskjell var at det nå ble gjennomført parallelle forsøk, dvs. det ble saltet parallellt på to ulike strekninger i forsøksperioden. Konklusjonen er at vi ikke finner noen signifikant effekt av salting. Dette er samme konklusjon som i forrige prosjekt, men er basert på et langt større og bedre datagrunnlag og mer presis statistisk modellering. Videre tyder resultatene på at om salting likevel har en effekt, så er den trolig ikke veldig stor.

2 Data

Dataene består av forsøk med sprøyting av magnesiumklorid (salting), trafikkmålinger, svevestøvmålinger og meteorologiske observasjoner fra vinteren 2001/2002 og vinteren 2002/2003. Saltingen gjennomføres ved at man først feier veibanen med en kost (ikke så grundig som vaskingen som er blitt gjennomført ved ett par ganger) og deretter legger på en løsning av magnesiumklorid. Det er benyttet ca 30 gram salt per kvadratmeter.

Forsøkene med saltingen ble gjennomført på to ulike strekninger i periodene november-april vinteren 2001/2002 og februar-april vinteren 2002/2003. Langs strekningen Sinsen-Ryen (ring 3) ble det saltet syv ganger vinteren 2001/2002 og tre ganger vinteren 2002/2003. På strekningen bomringen-Karihaugen (E6) ble det saltet en gang vinteren 2001/2002 og fire ganger i perioden 2002/2003.

Trafikkmengden ble målt fra automatiske stasjoner ved Løren, Manglerud og Karihaugen. I tillegg til total trafikk, inneholder trafikkdataene tung og lett trafikk. Vi har valgt å bare bruke total trafikk i videre analyse. Svevestøvkonsentrasjonen, PM10 og PM2,5, ble målt fra automatiske stasjoner ved Løren, Manglerud og Furuset. Furuset ligger på strekningen bomringen-Karihaugen, mens Løren og Manglerud ligger på strekningen Sinsen-Ryen. Vi fjernet ekstremt høye PM verdier rundt nyttårsaften¹ da det er all oppskytning av raketter som er årsaken til det høye nivået. Trafikkdata på Karihaugen fra vinteren 2001/2002 så ut til å fortsatt følge sommertid i begynnelsen av observasjonsserien og ble derfor korigert til vintertid. Tilsvarende ble trafikkdata fra 30. og 31. mars ble fjernet datasettet da de det virket som målingene fortsatt fulgte vintertid ved overgangen til sommertid i 2003. Trafikk- og svevestøvdataene for Manglerud, Løren og Karihaugen er vist i figurene 1-3. Vertikal rød strek viser salting ved Løren-Manglerud, mens den grønne streken viser salting ved Furuset.

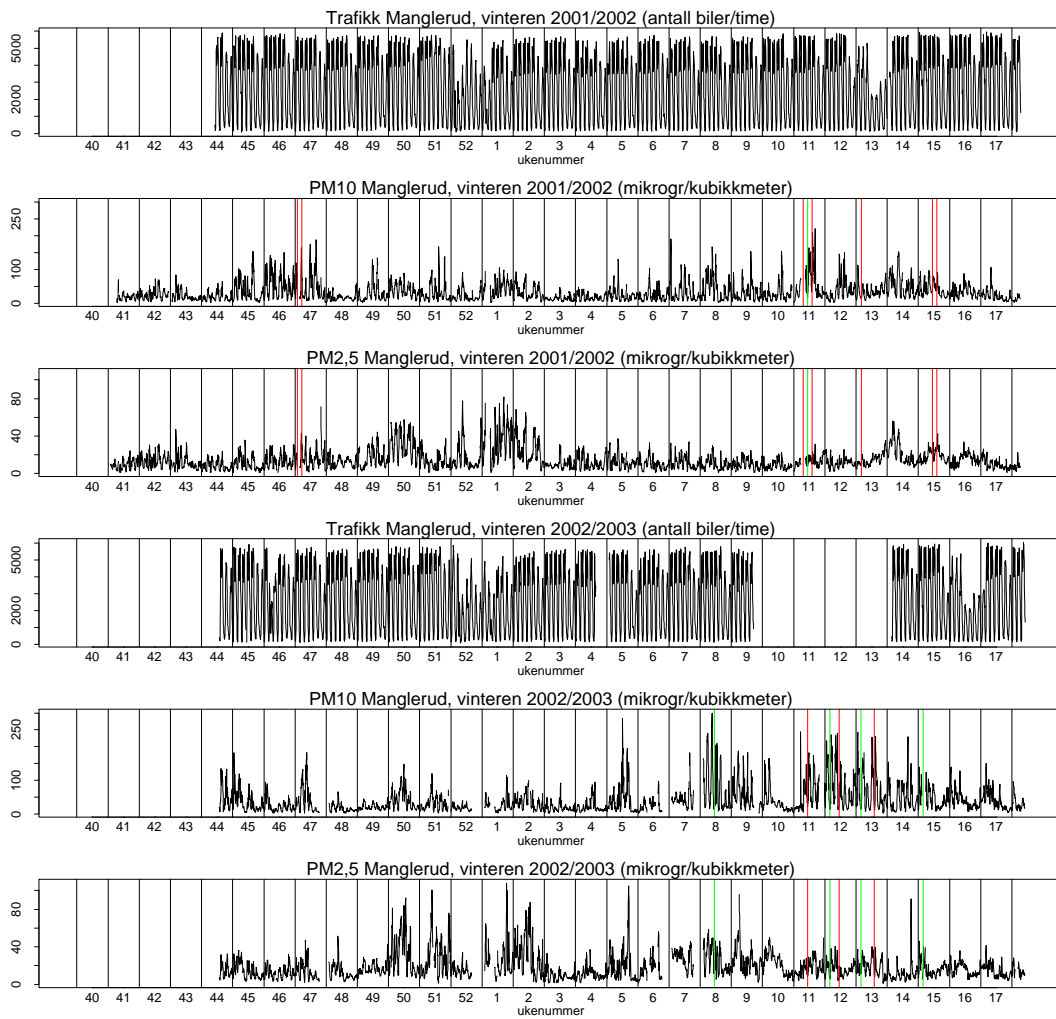
Figur 4 og 5 viser tre ulike kombinasjoner av svevestøvdata for henholdsvis PM10 og PM2,5. Svevestøvmålingene kombineres ved å se på differansen mellom logaritmen til svevestøv ved Furuset og logaritmen til svevestøvdata ved de andre målestasjonene ved Manglerud og Løren samt gjennomsnittet av Manglerud og Løren. Ved å se på differansen mellom logaritmen til dataene vil effekten av en del kjente felles forklaringsvariable (f.eks. temperatur) i stor grad bli fjernet slik at det kan bli lettere å se en eventuell effekt av salting.

I tillegg til trafikk og svevestøv har vi følgende meteorologiske data vist i figur 6 for vinteren 2001/2002 og i figur 7 for vinteren 2002/2003: Temperatur 2 meter over bakken, temperatur 25 meter over bakken, vindretning, vindstyrke, luftfuktighet og nedbør. Som i forrige prosjekt (Kåresen et al 2001) valgte vi å bruke differansen mellom 25 meter og 2 meter over bakken, istedenfor NILUs temperaturdifferanse som er basert på differansen mellom 2 meter og 8 meter over bakken. Noen av vindretningsdataene fra NILU var merket som usikre. Vi har likevel valgt å inkludere alle vindretningsdataene i denne analysen.

¹ Alle PM-verdier fra kl 20.00 31/12 til kl 20.00 1/1 ved årskiftet 2001/2002 og 2002/2003 ble fjernet.

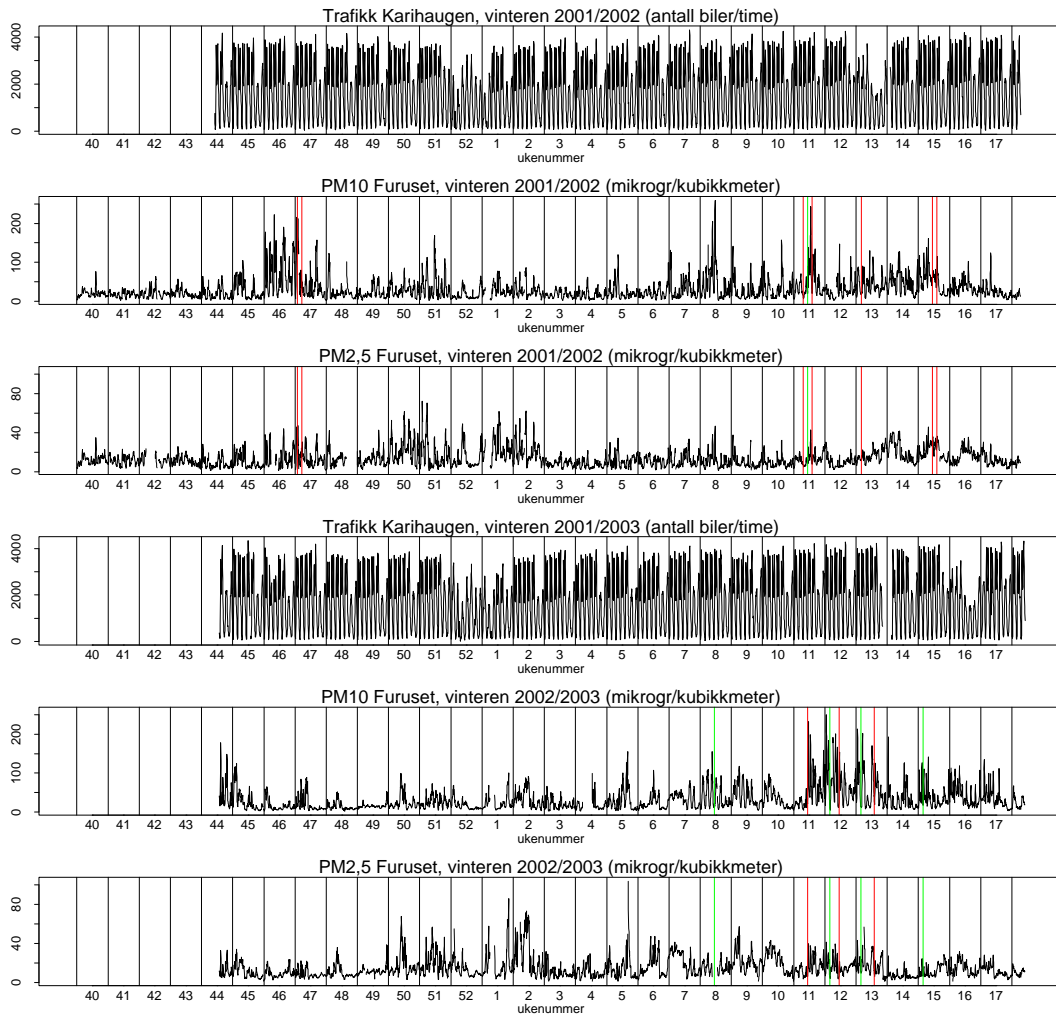
Figurene 8 til 19 viser vi logaritmen til mengden svevestøv rundt saltingtidspunktene for de tre målestasjonene Løren, Manglerud og Furuset. Rød vertikal strek er salting på strekningen Løren-Manglerud, mens grønn strek er salting ved Karihaugen. Hvis salting skal ha gunstig effekt på svevestøvet målt på Løren og Manglerud, bør kurven minke etter rød strek i figur 8 og 9 samt i figur 10 og 11. Tilsvarende bør kurven minke etter grønn strek for svevestøvdata fra Furuset i figur 12 og 13. Figurene viser ingen klar indikasjon på at dette er tilfelle. Figur 14 til 19 viser differansen mellom logaritmen til svevestøvet ved Furuset og Manglerud/Løren i ulike kombinasjoner. Ved å se på differansen mellom to stasjoner vil mye av effekten av meteorologiske variable filtreres bort, og det bør være lettere å se en eventuell effekt av salting. Dersom salting har en gunstig effekt, skal kurven gå oppover etter rød strek og gå nedover etter grønn strek, noe som ikke er lett å se er tilfelle. For vinteren 2002/2003 har vi fått oppgitt hvilke dager det var varslet høy konsentrasjon av svevestøv. Disse periodene er gjengitt som tykkere lilla kurve i figurene. Vi ser av disse figurene at det er dager med høy svevestøvkonsentrasjon hvor det ikke er blitt varslet mye svevestøv.

Manglerud



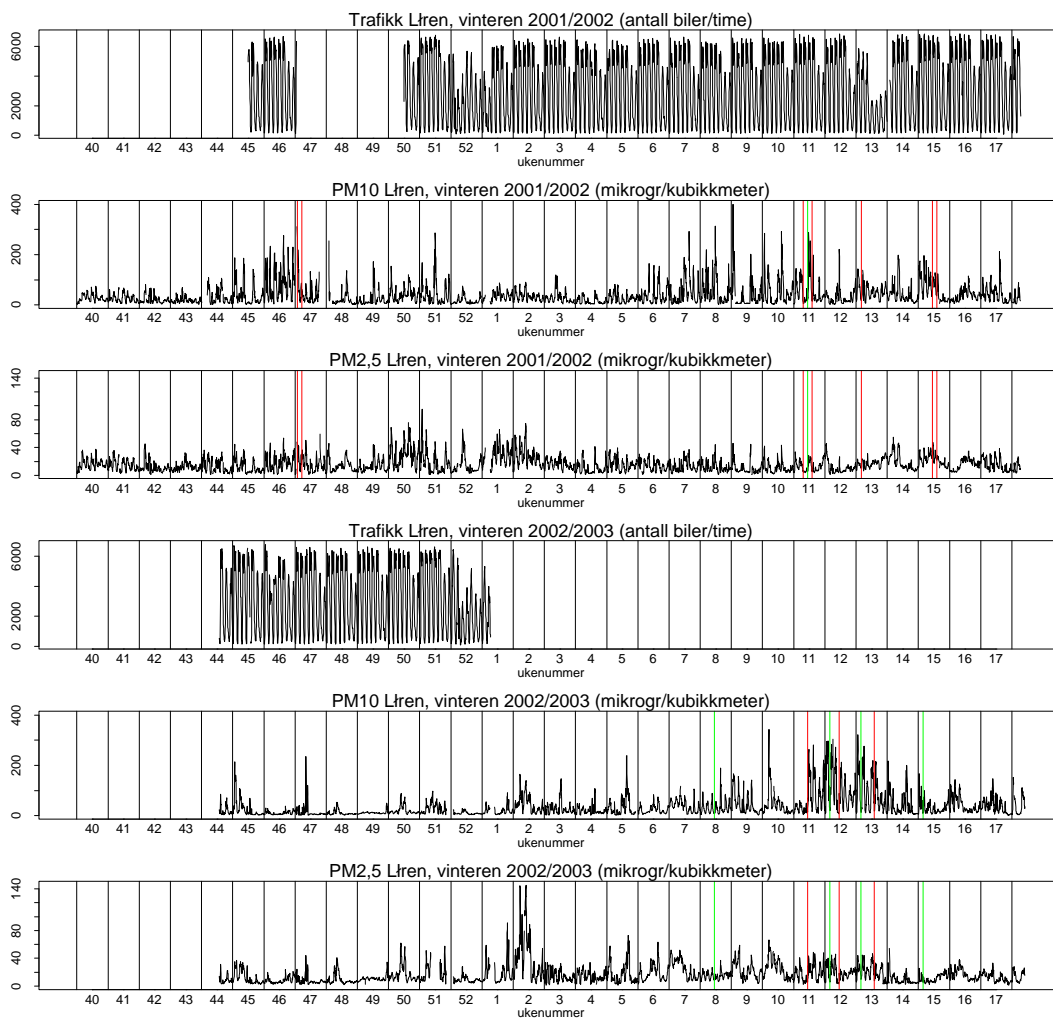
Figur 1: Trafikk- og svevestøvdata fra Manglerud vinteren 2001/2002 (øvre halvdel) og vinteren 2002/2003 (nedre halvdel). Grønn vertikal strek er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal strek er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud.

Furuset/Karihaugen

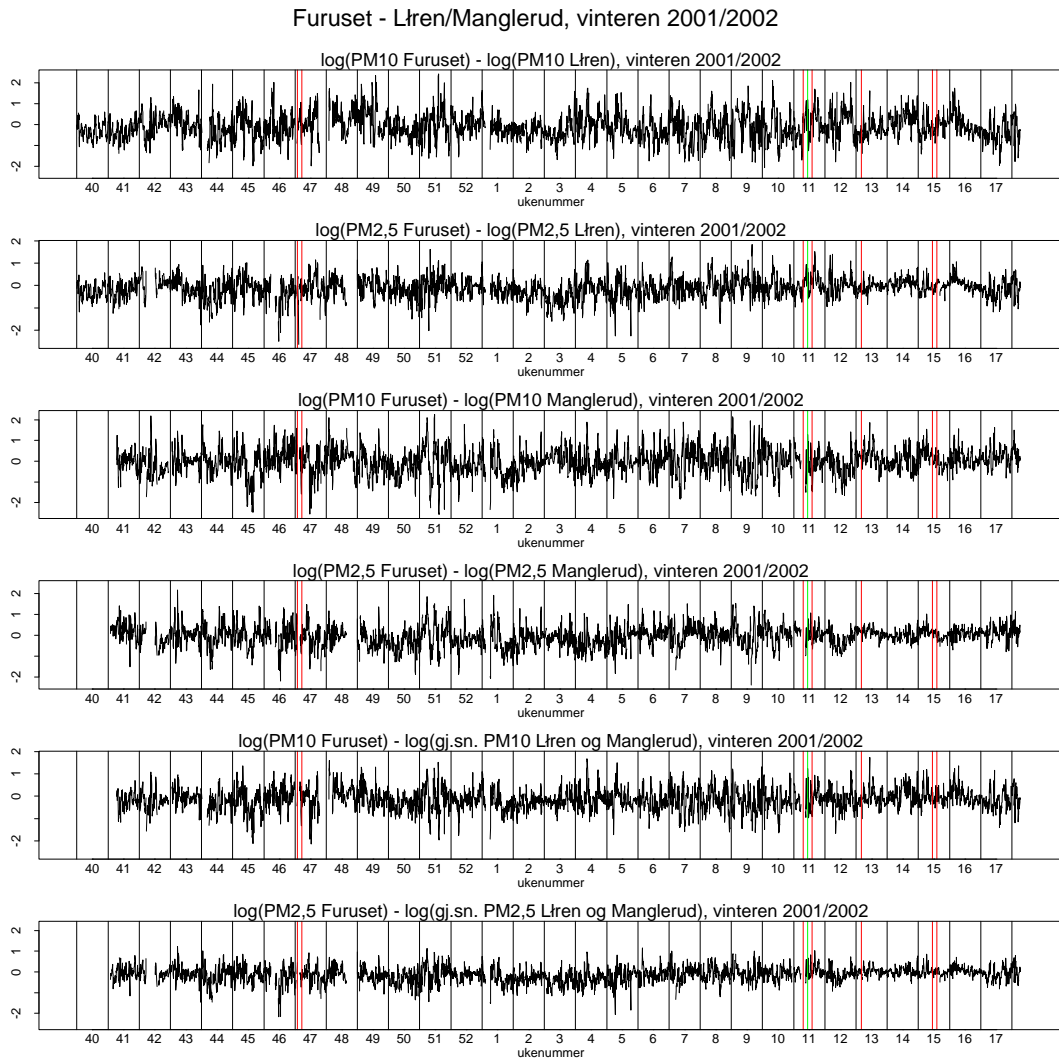


Figur 2: Trafikkdata fra Karihaugen og svevestøvdata fra Furuset vinteren 2001/2002 (øvre halvdel) og vinteren 2002/2003 (nedre halvdel). Grønn vertikal strek er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal strek er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud.

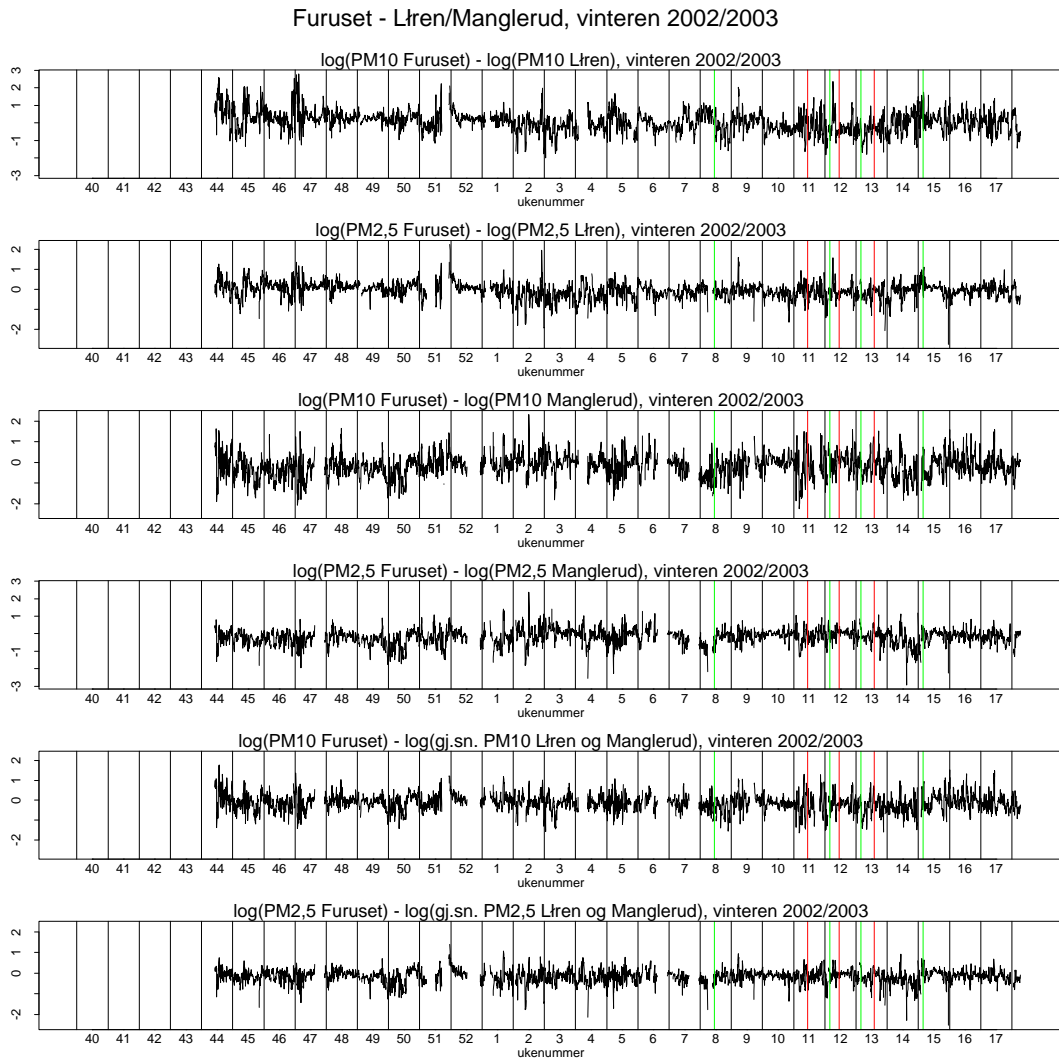
Løren



Figur 3: Trafikk- og svevestøvdata fra Løren vinteren 2001/2002 (øvre halvdel) og vinteren 2002/2003 (nedre halvdel). Grønn vertikal strek er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal strek er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud.

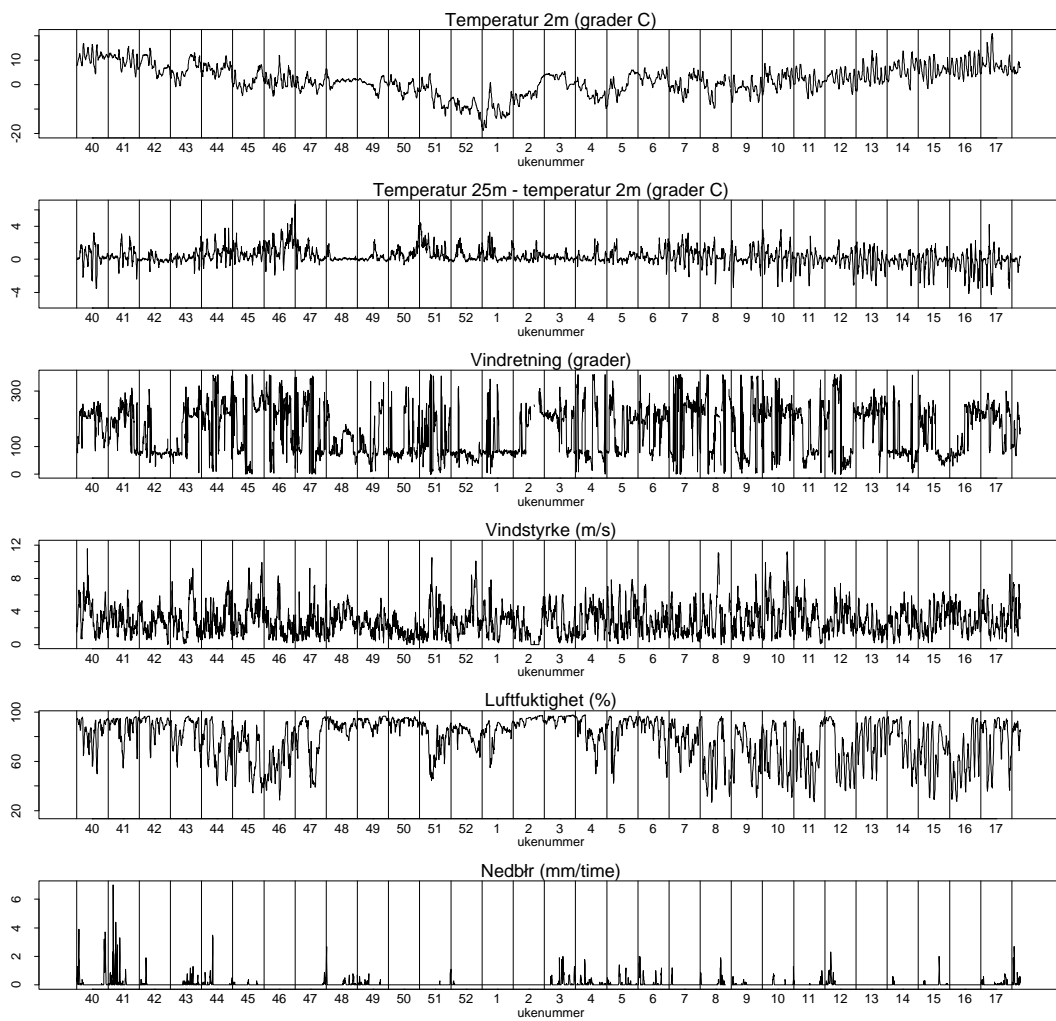


Figur 4: Kombinasjon av svevestøvdata fra Furuset, Løren og Manglerud fra vinteren 2001/2002. Grønn vertikal strek er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal strek er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud.



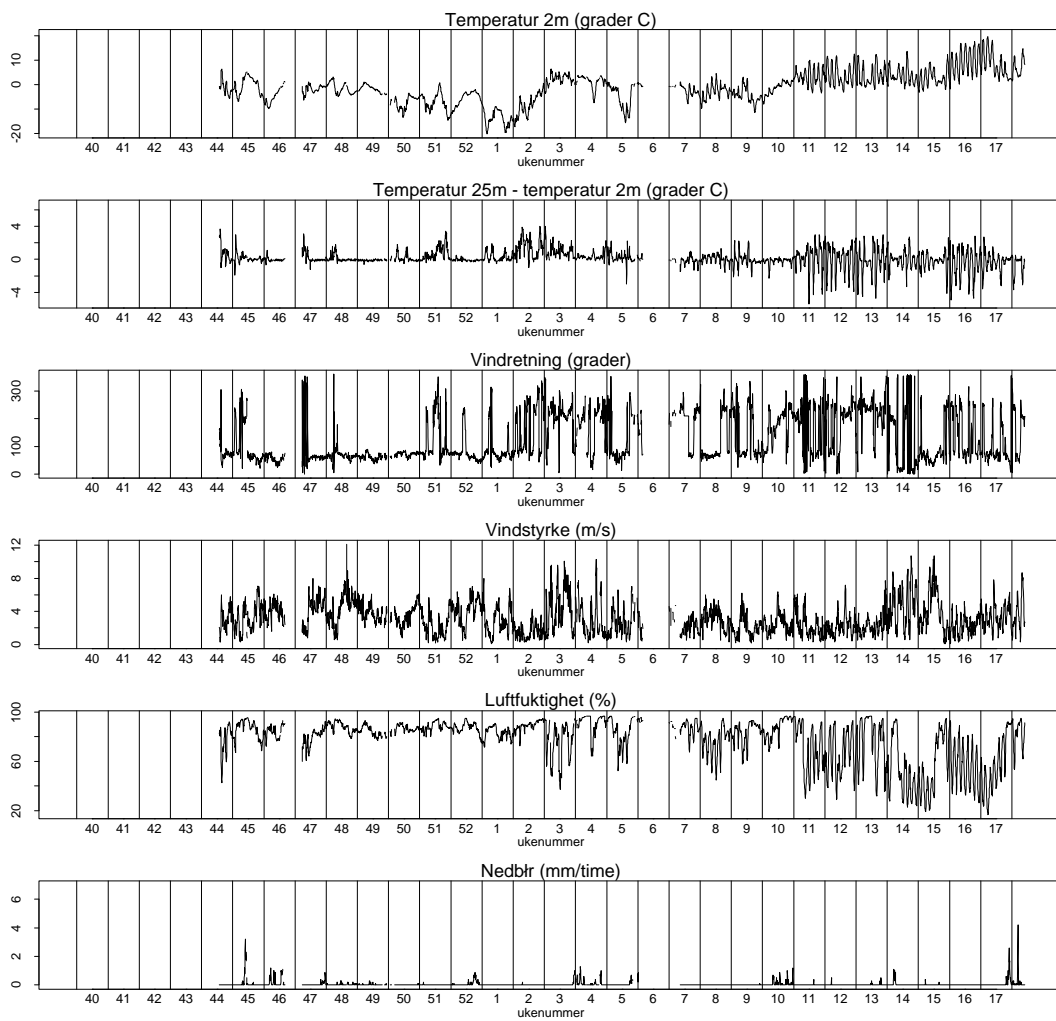
Figur 5: Kombinasjon av svevestøvdata fra Furuset, Løren og Manglerud fra vinteren 2002/2003. Grønn vertikal strek er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal strek er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud.

2001/2002

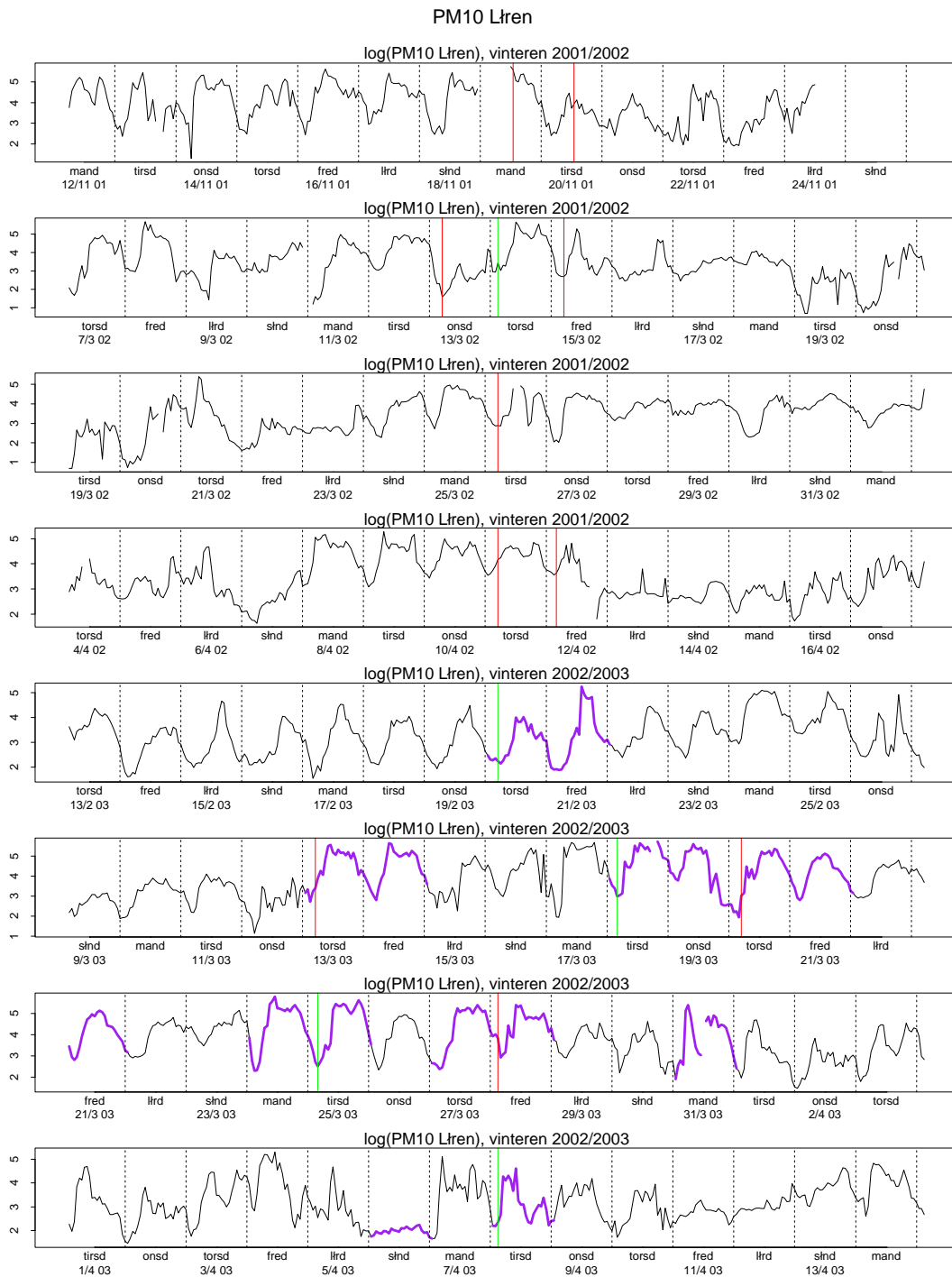


Figur 6: Meteorologiske data fra vinteren 2001/2002.

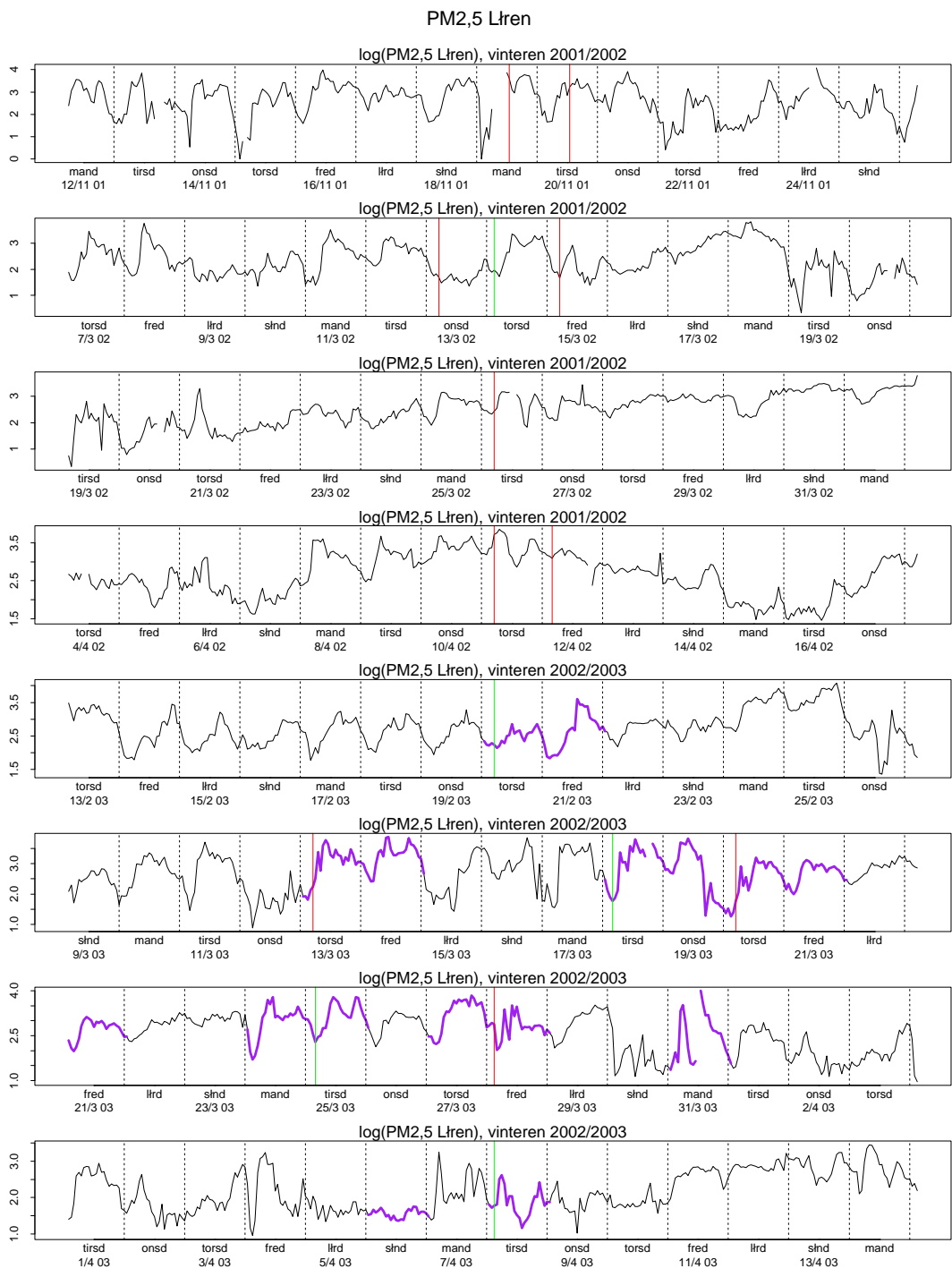
2002/2003



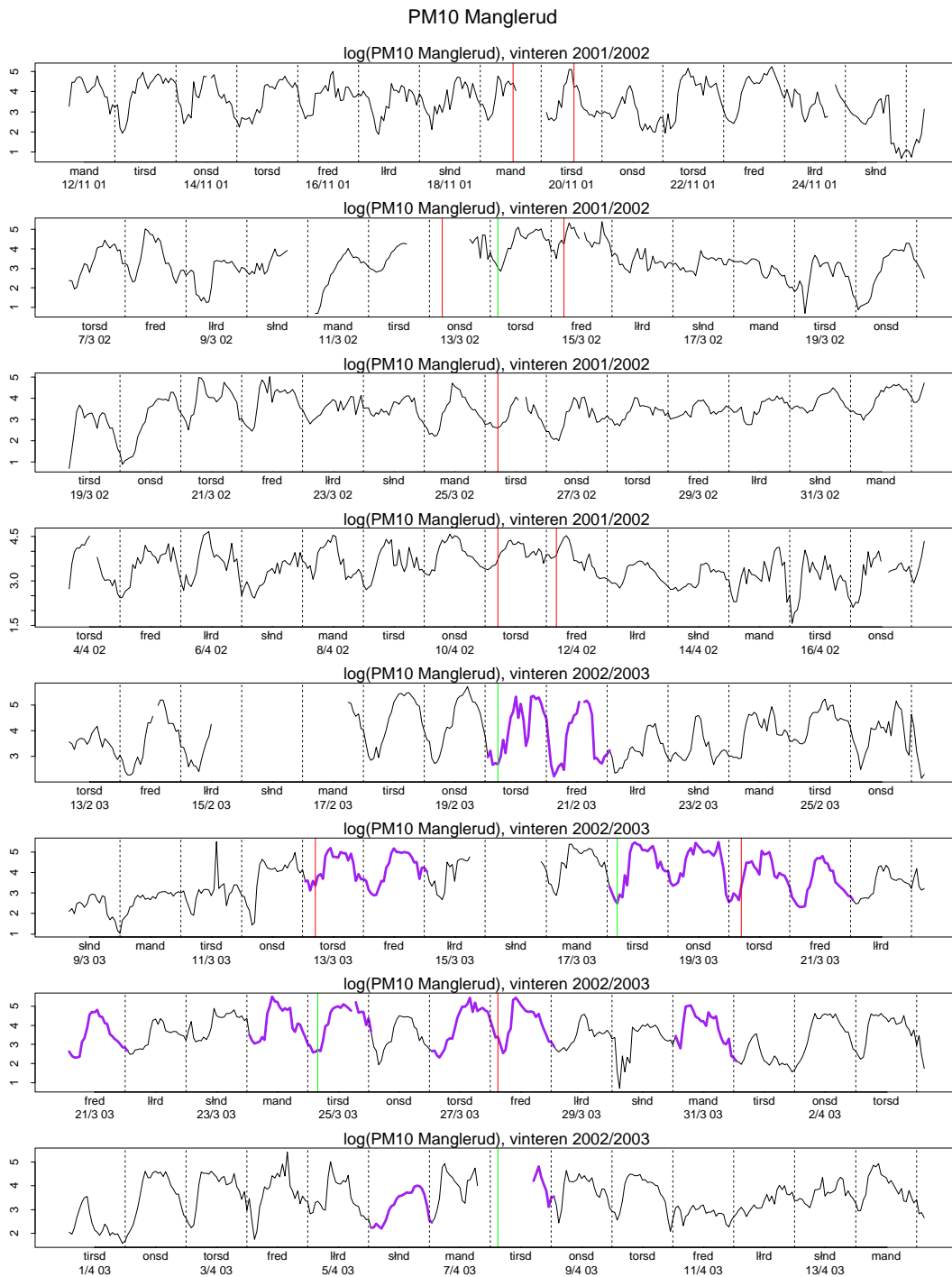
Figur 7: Meteorologiske data fra vinteren 2002/2003.



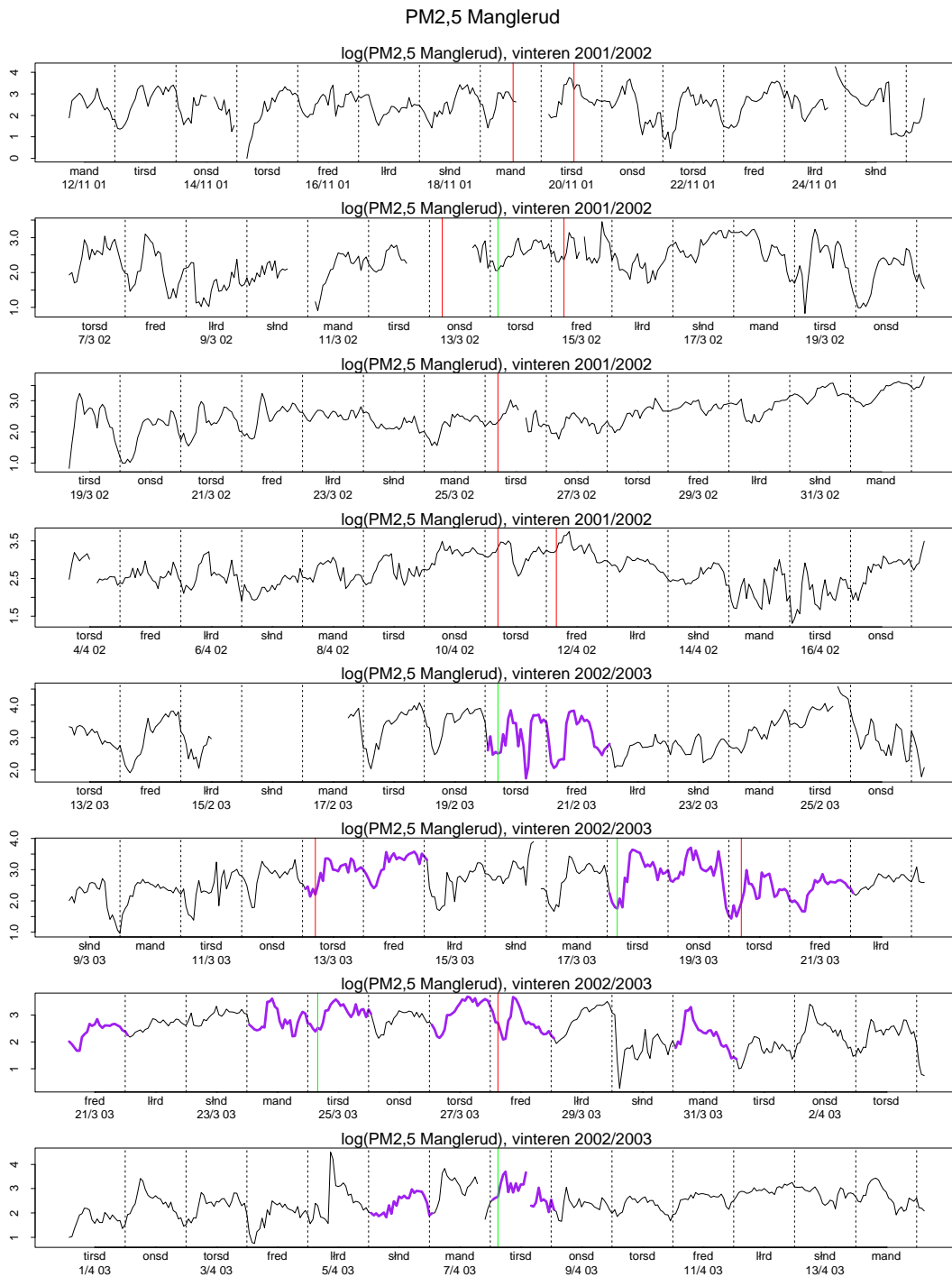
Figur 8: Svevestøvdata PM10 fra Løren på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



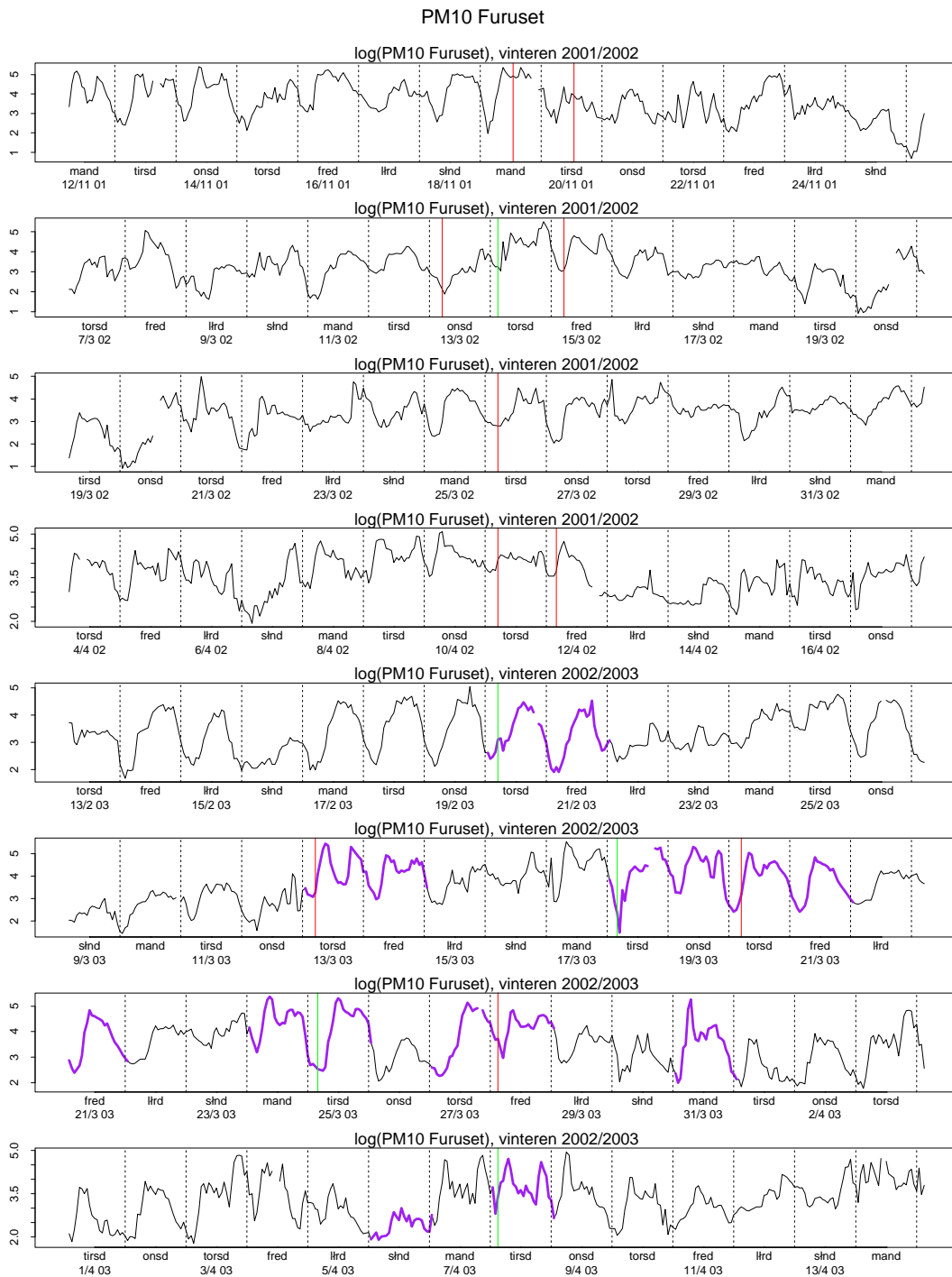
Figur 9: Svevestøvdata PM2,5 fra Løren på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



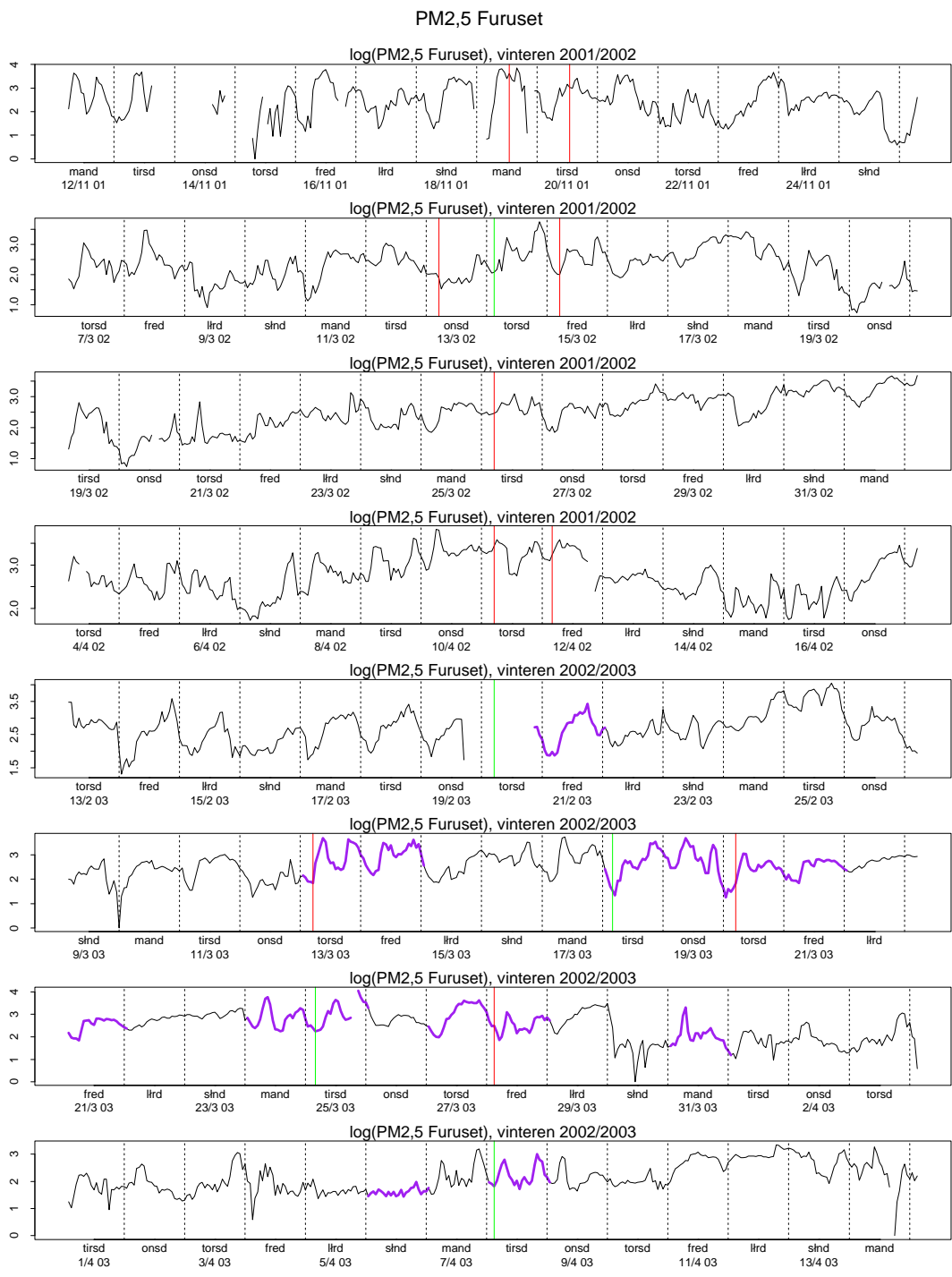
Figur 10: Svevestøvdata PM10 fra Manglerud på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



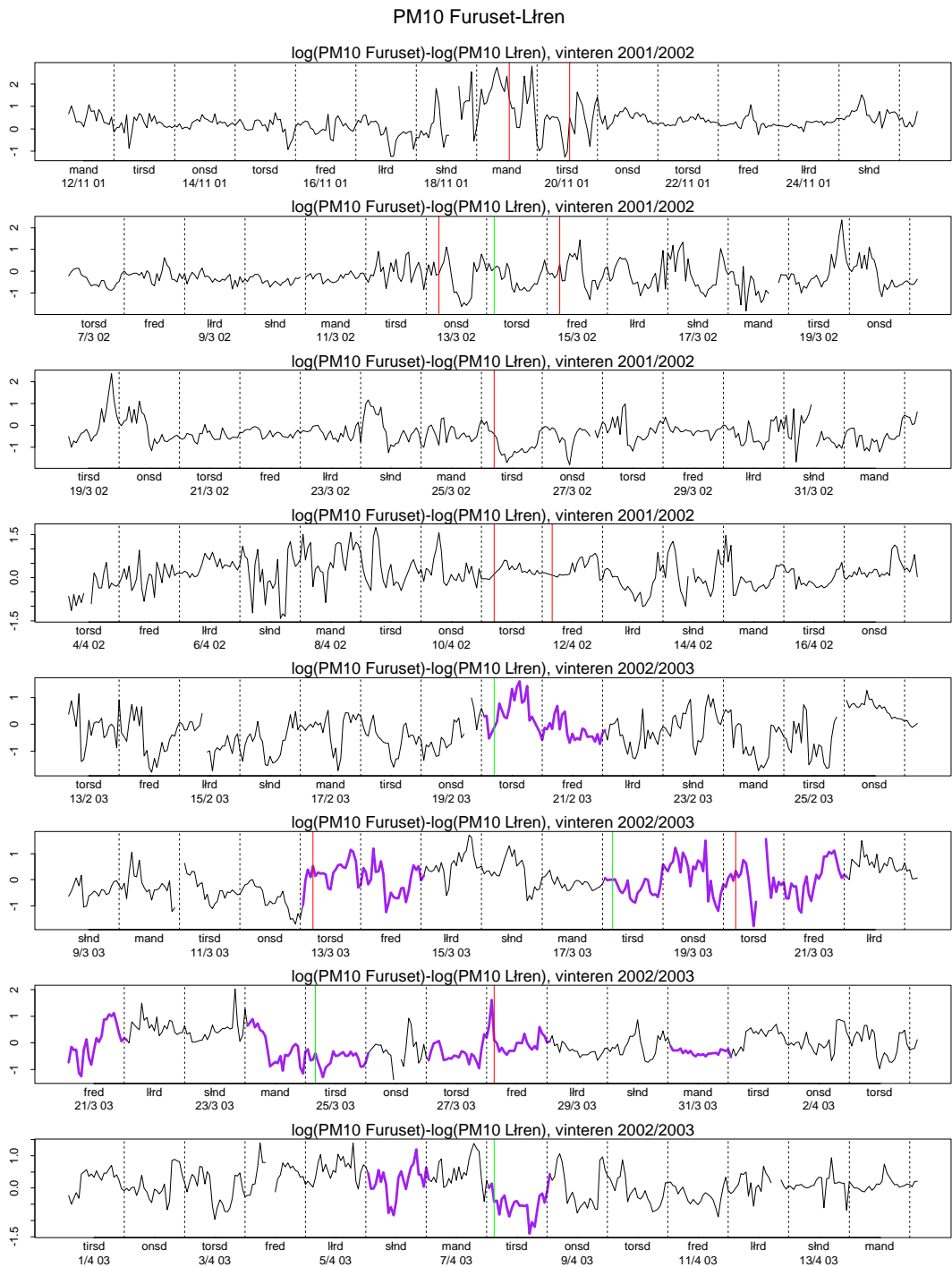
Figur 11: Svevestøvdata PM2,5 fra Manglerud på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



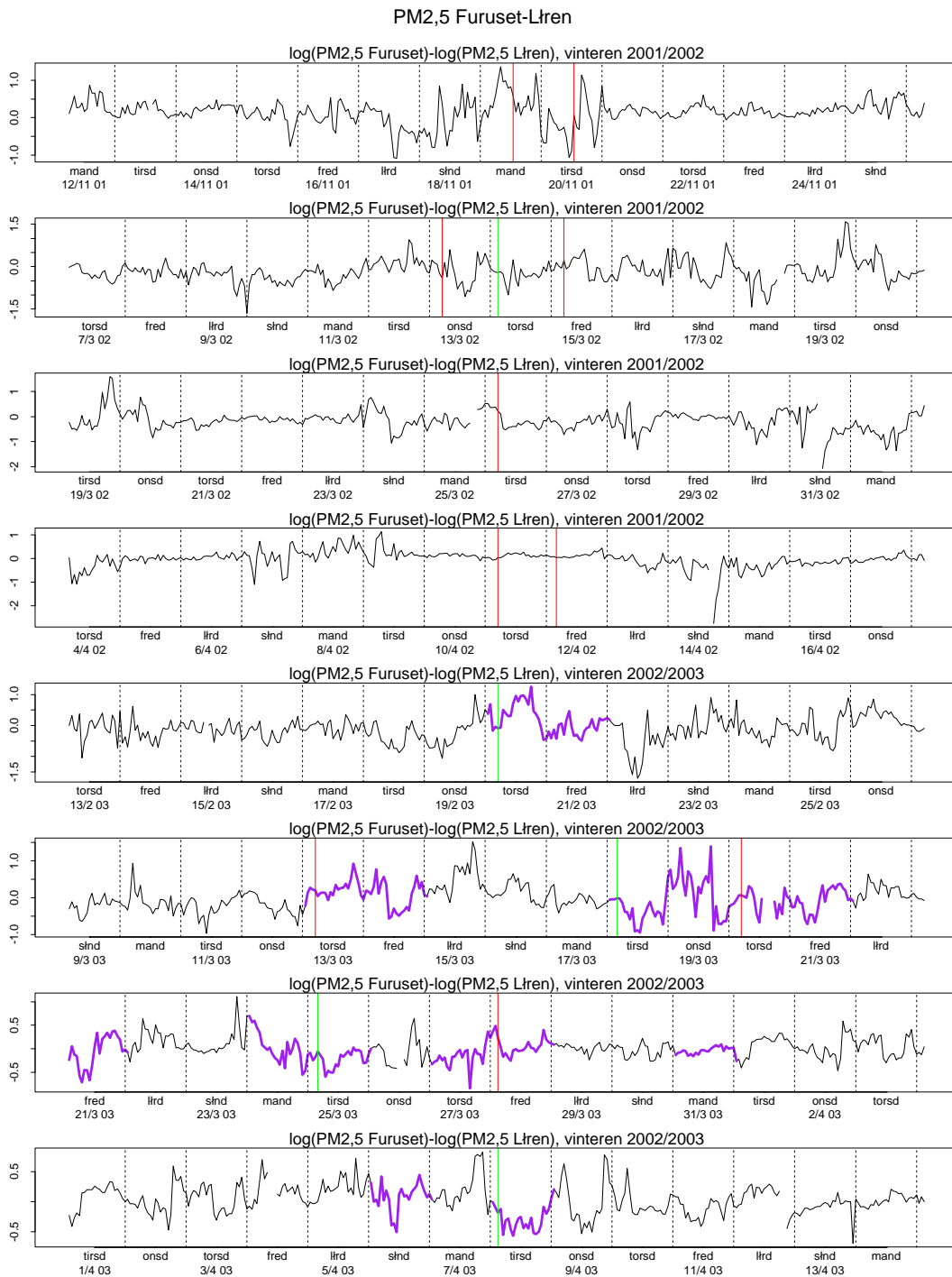
Figur 12: Svevestøvdata PM10 fra Furuset på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



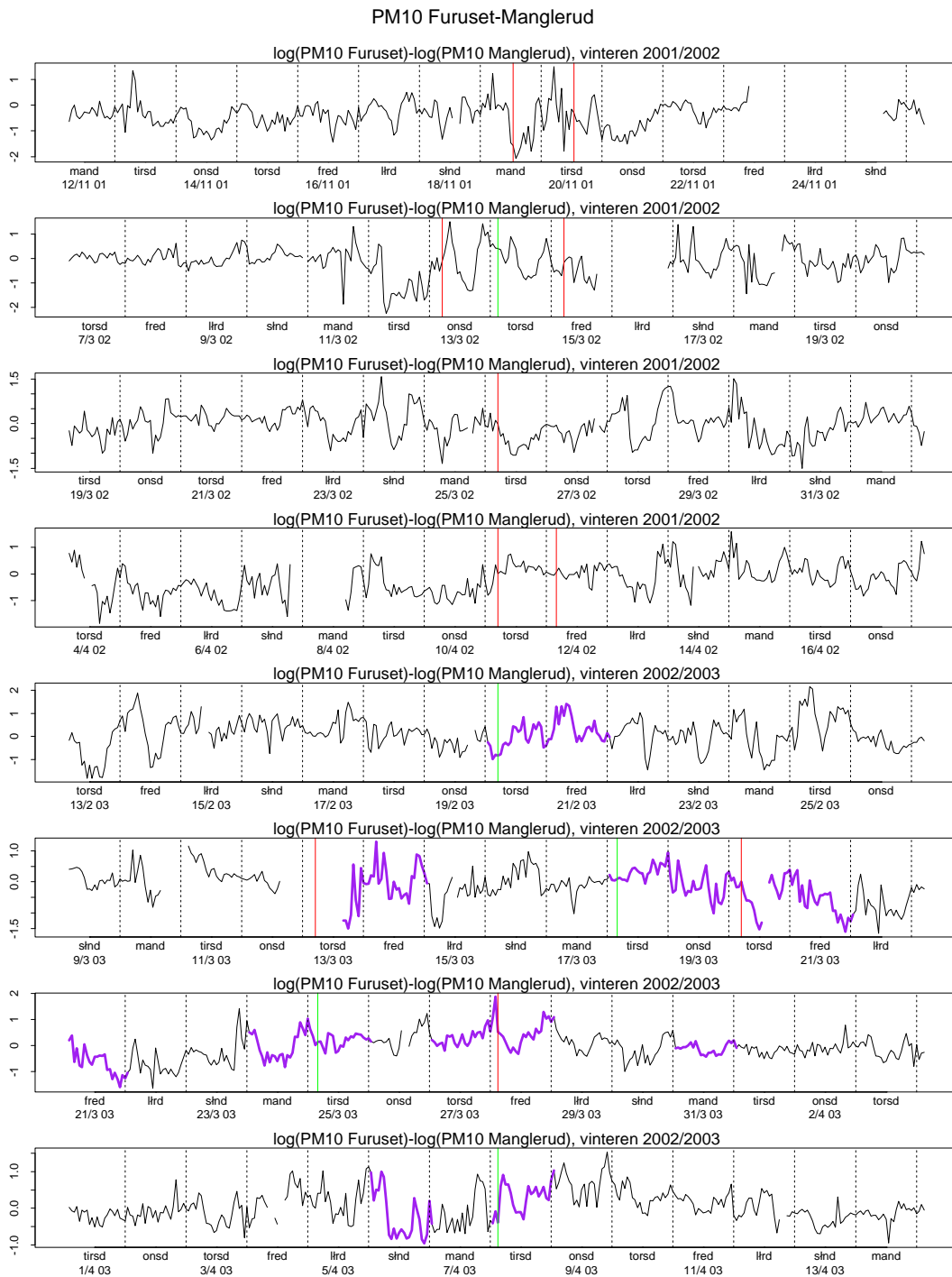
Figur 13: Svevestøvdata PM2,5 fra Furuset på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



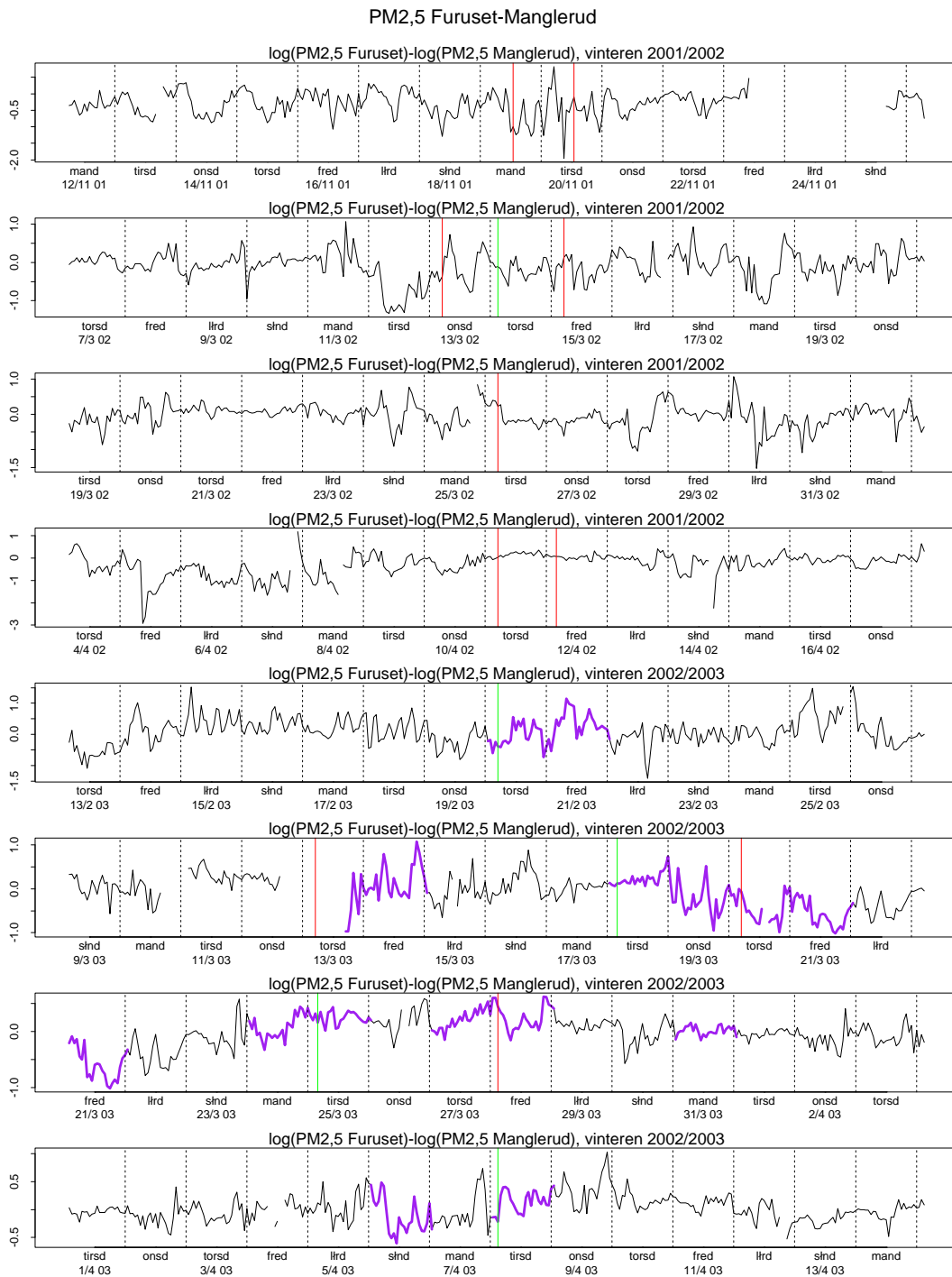
Figur 14: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonentrasjon.



Figur 15: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

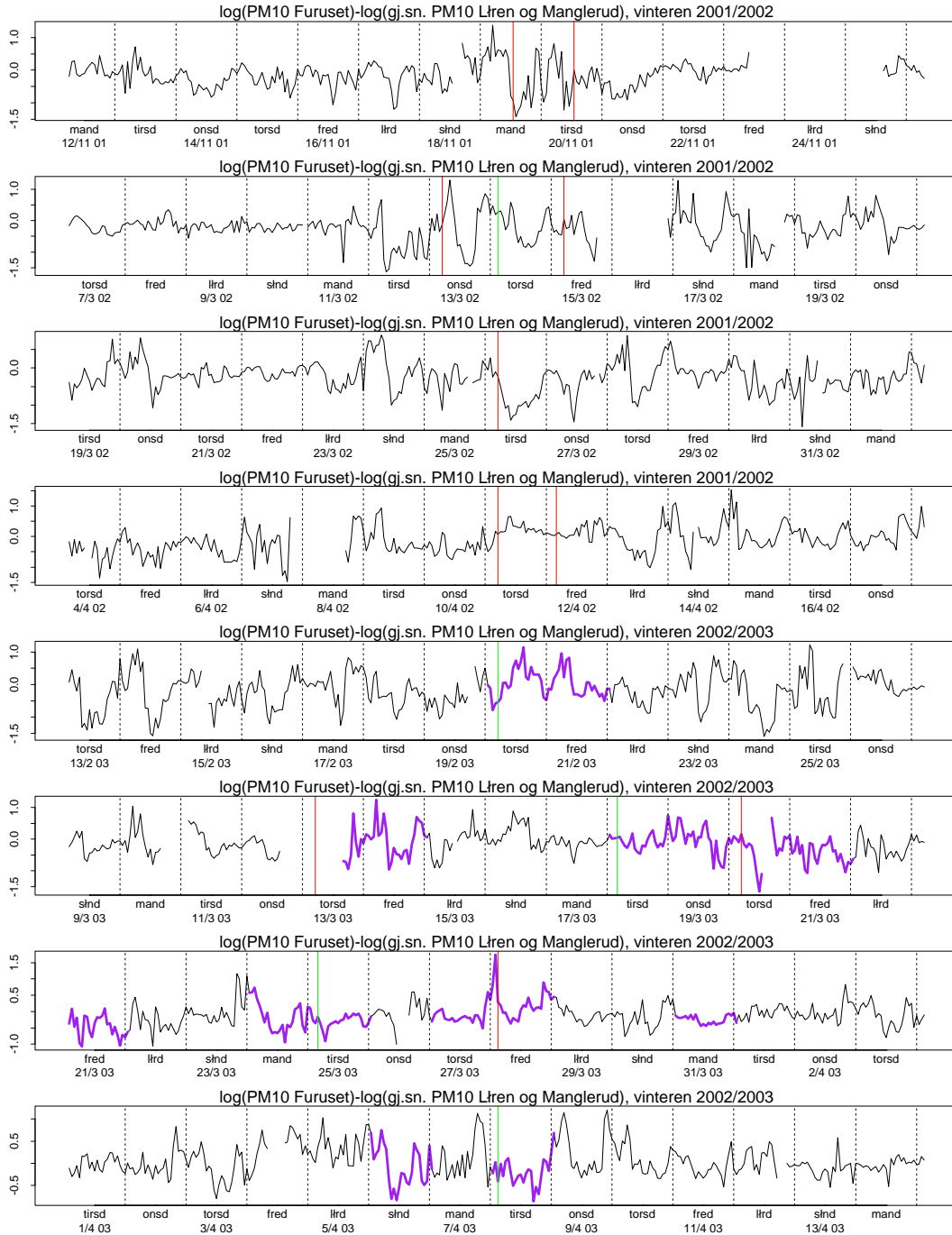


Figur 16: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



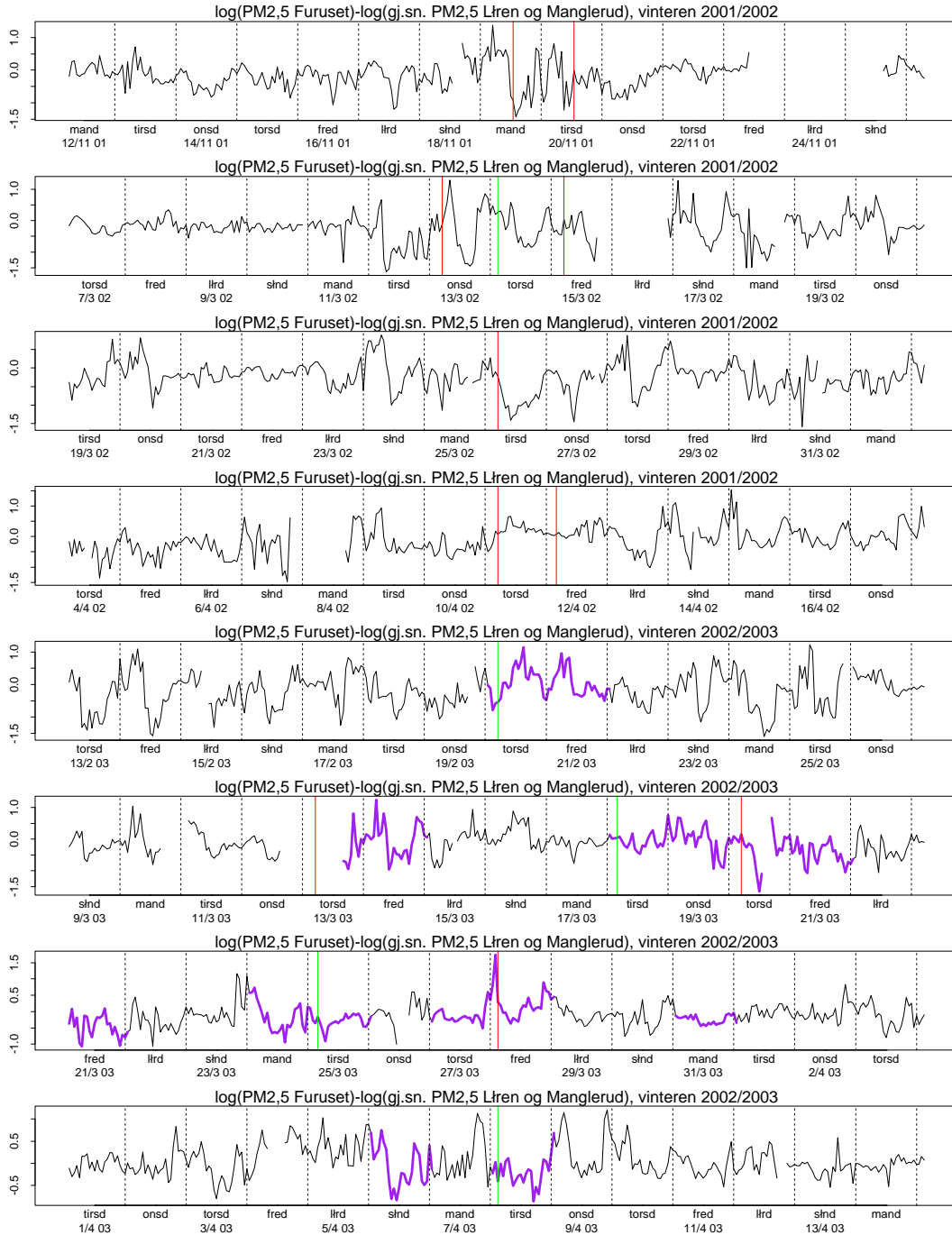
Figur 17: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

PM10 Furuset-gj.sn Liren og Manglerud



Figur 18: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

PM2,5 Furuset-gj.sn. Løren og Manglerud



Figur 19: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

3 Modeller med salting

Vi bruker en modell for hver svevestøvvariabel PM10 og PM2,5 ved stasjonene Løren, Furuset og Manglerud. I tillegg vil vi bruke differansemodeller som kombinerer målinger av svevestøvet PM10 ved Furuset, Manglerud og Løren. Tilsvarende har vi differansemodeller for PM2,5. Først vil vi presentere de separate modellene for Løren, Furuset og Manglerud i avsnitt 3.1, deretter spesifiserer vi differansemodellene i 3.2. Vi presenterer modellen kun for PM10 da helt tilsvarende modeller brukes for PM2,5.

3.1 Separate modeller for hver svevestøvvariabel

For å modellere sammenhengen mellom svevestøv og effekt av salting, må vi korrigere for en del kjente forklaringsvariable som trafikk- og meteorologiske data. Vi har valgt å bruke 'generaliserte additive modeller' hvor vi bruker en tilsvarende modell som i forrige prosjekt Kåresen et al (2001):

$$\begin{aligned} \log(\text{PM10}) = & s_1(\text{timer etter salting}) + s_2(\log(\text{trafikk})) + s_3(\text{vindretning}) + \\ & s_4(\text{vindstyrke}) + s_5(\text{temperatur02}) + s_6(\text{deltaTemp}) + \\ & s_7(\text{relativFuktighet}) + s_8(\log(\text{nedbør}+0.1)) + \\ & s_9(\log(\text{gj.sn. nedbør siste 3 timer}+0.1)) + \\ & s_{10}(\log(\text{gj.sn. nedbør siste uke}+0.1)) + \\ & s_{11}(\text{time}) + s_{12}(\text{tid}) + \epsilon. \end{aligned} \tag{1}$$

Funksjonene s_i symboliserer en glatt ikke parametrisk funksjon hvor funksjonsformen bestemmes av dataene. ϵ er en del av variasjonen i $\log(\text{PM10})$ som ikke kan forklares av den systematiske delen av modellen. Merk at PM10 modelleres på logaritmisk skala. På originalskala får vi da en multiplikativ effekt av variable istedenfor additiv, mao.

$$\begin{aligned} \text{PM10} = & S_1(\text{timer etter salting}) \cdot S_2(\log(\text{trafikk})) \cdot S_3(\text{vindretning}) \cdot \\ & S_4(\text{vindstyrke}) \cdot S_5(\text{temperatur02}) \cdot S_6(\text{deltaTemp}) \cdot \\ & S_7(\text{relativFuktighet}) \cdot S_8(\log(\text{nedbør}+0.1)) \cdot \\ & S_9(\log(\text{gj.sn. nedbør siste 3 timer}+0.1)) \cdot \\ & S_{10}(\log(\text{gj.sn. nedbør siste uke}+0.1)) \cdot \\ & S_{11}(\text{time}) \cdot S_{12}(\text{tid}) \cdot E, \end{aligned} \tag{2}$$

hvor $S_i(\cdot) = \exp(s_i(\cdot))$ er ikke negative funksjoner.

Saltingen er kodet som timer etter salting hvor en eventuell effekt av salting kan opp-
tre umiddelbart, men kan bare vare maksimalt to døgn. I forprosjektet valgte man
fem døgn som maksimal effekt. Senere har vi imidlertid ut fra diskusjon med opp-
dragsgiveren fått avklart at om salting har effekt, varer den neppe lenger enn to døgn.

Nedbørsvariabelen er delt opp i tre. Første nedbørsvariabel er en logaritmiske transformasjon av nedbørsmengden i inneværende time. Vi kan tenke oss at nedbør tar med seg svevestøvet i lufta på vei ned mot bakken, slik at det gir våt veibane, som igjen binder støvet på bakken. I tillegg tror vi at nedbørsmengden ved tidligere tidspunkt har innvirkning på svevestøvet. Gjennomsnittlig nedbør de foregående tre timer skal fange opp at nedbor de siste timene kan medføre våt veibane noe tid etter at nedbøren falt. Dersom det regner mye den siste uken er det naturlig at veibanen vaskes, og vi har derfor inkludert den siste nedbørsvariabelen som beskriver gjennomsnittlig nedbør de foregående 7 dager.

Tidsvariabelen 'time' skal fange opp eventuelle uforklarte døgnvariasjoner. Tilsvarende skal variabelen 'tid' fange opp eventuelle uforklarte sesongvariasjoner. Variabelen 'tid' modelleres som antall dager etter 1. oktober 2001. Merk at de fleste variasjonene forklares av trafikk og de meteorologiske variablene i likning (1), slik at spesielt $s_{10}(\text{time})$ ikke er tolkbar.

Avviksleddet ϵ er korrelert over tid, dvs. at to påfølgende verdier av ϵ vil tendere til å være ganske like.

3.2 Modell hvor svevestøvkonsentrasjonen fra ulike målestasjoner kombineres

En viktig motivasjon for å modellere differansen mellom svevestøvmengden fra Furuset og Løren (evt. Manglerud), er at mange forklaringsvariable utenom salting er felles og vil ha like effekter. Dermed håper vi at effekten av disse forklaringsvariablene forsvinner, eller i hvertfall dempes og at effekten av salt kan lettere estimeres. Temperatur er typisk en variabel som vil ha felles effekt for Løren og Furuset, mens vi kan forvente at effekten av vindretning avhenger av hvor målestasjonen står plassert. Vi bruker tre differansmodeller i analysen hvor svevestøv fra følgende målestasjoner kombineres:

- Furuset - Løren
- Furuset - Manglerud
- Furuset - gjennomsnitt av Løren og Manglerud

Modellen nedenfor presenteres kun for kombinasjonen Furuset-Løren, men tilsvarende modeller brukes for de andre kombinasjonene. Modellen vi har valgt er gitt ved:

$$\begin{aligned}
& \log(\text{PM10 Furuset}) - \log(\text{PM10 Løren}) \\
&= s_{1F}(\text{salting Furuset}) + s_{1L}(\text{salting Løren}) \\
&+ s_3(\text{vindretning}) + s_4(\text{vindstyrke}) \\
&+ s_5(\text{temperatur02}) + s_6(\text{deltaTemp}) \\
&+ s_7(\text{relativFuktighet}) + s_8(\log(\text{nedbør}+0.1)) \\
&+ s_9(\log(\text{gj.sn. nedbør siste 3 timer}+0.1)) \\
&+ s_{10}(\log(\text{gj.sn. nedbør siste uke}+0.1)) \\
&+ s_{11}(\text{time}) + s_{12}(\text{tid}) + \epsilon.
\end{aligned} \tag{3}$$

Her er svevestøvmengden modellert på logaritmisk skala. På originalskala får vi en multiplikativ effekt av hver variable, dvs.

$$\begin{aligned}
\frac{\text{PM10 Furuset}}{\text{PM10 Løren}} &= S_{1F}(\text{salting Furuset}) \cdot S_{1L}(\text{salting Løren}) \cdot \\
&S_3(\text{vindretning}) \cdot S_4(\text{vindstyrke}) \cdot \\
&S_5(\text{temperatur02}) \cdot S_6(\text{deltaTemp}) \cdot \\
&S_7(\text{relativFuktighet}) \cdot S_8(\log(\text{nedbør}+0.1)) \cdot \\
&S_9(\log(\text{gj.sn. nedbør siste 3 timer}+0.1)) \cdot \\
&S_{10}(\log(\text{gj.sn. nedbør siste uke}+0.1)) \cdot \\
&S_{11}(\text{time}) \cdot S_{12}(\text{tid}) \cdot E.
\end{aligned} \tag{4}$$

Trafikk er en variabel med nokså konstante periodiske variasjoner, med unntak av ferier som jul og påske. Variasjonen i trafikken til differansen mellom to ulike målestasjoner er relativt liten, og analyser viser at den har en liten effekt på differansen mellom svevestøvdata fra tilsvarende målestasjoner. I differansemodellene har vi derfor utelatt trafikk som en forklaringsvariabel også fordi trafikldataene utgjør en stor andel av det totale antall manglende data, se feks trafikldata fra Løren vinteren 2002/2003 i figur 3.

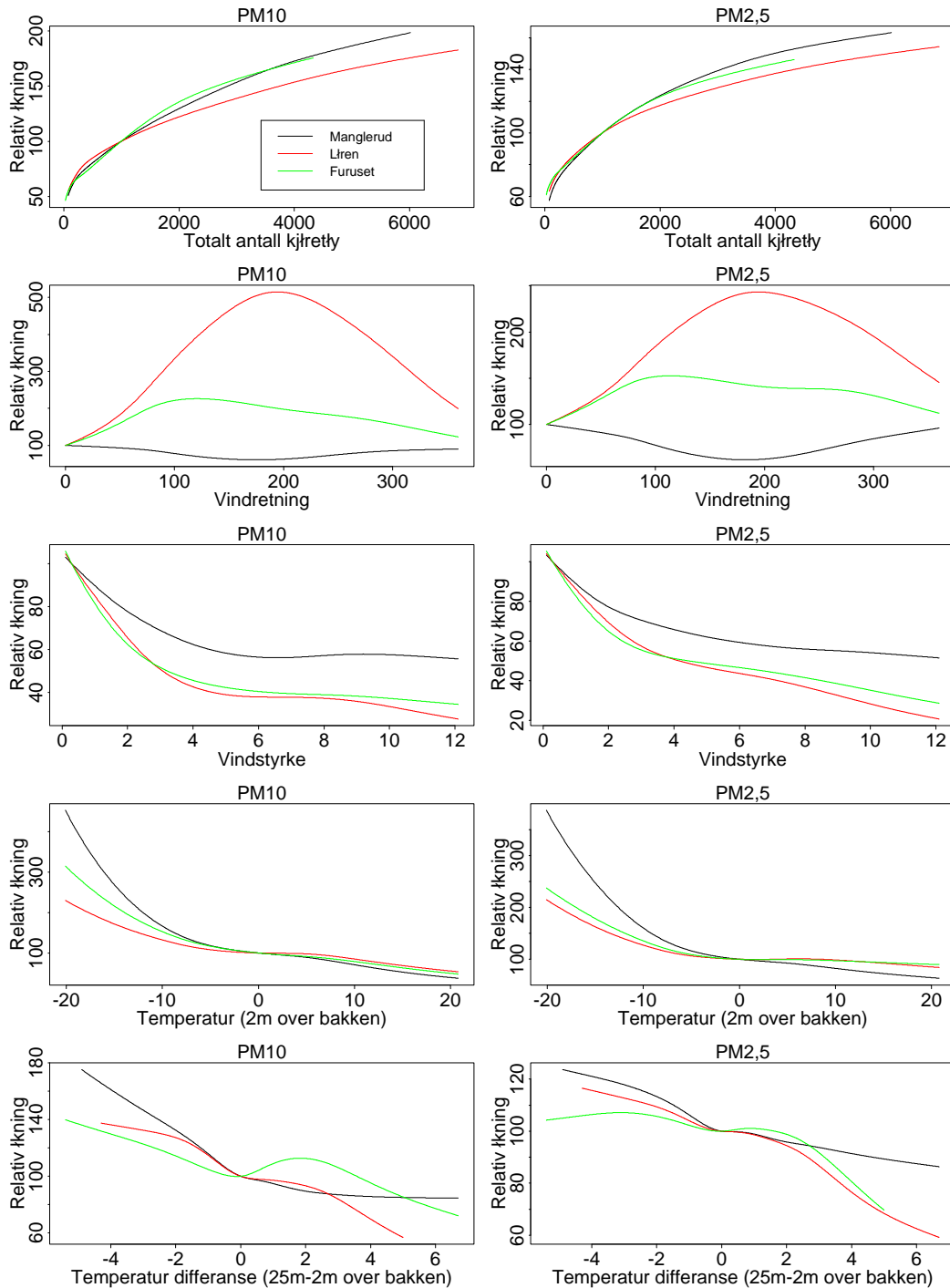
Saltevariabelen har vi valgt å kode som to forskjellige glatte funksjoner av salting ved Furuset og salting ved Løren. Ellers er forklaringsvariablene de samme som vi brukte i den separate modellen i (1). Vi forventer at effekten på svevestøvkonsentrasjonen til mange av forklaringsvariablene i differansemodellen vil være mindre enn ved de separate modellene.

3.3 Resultater

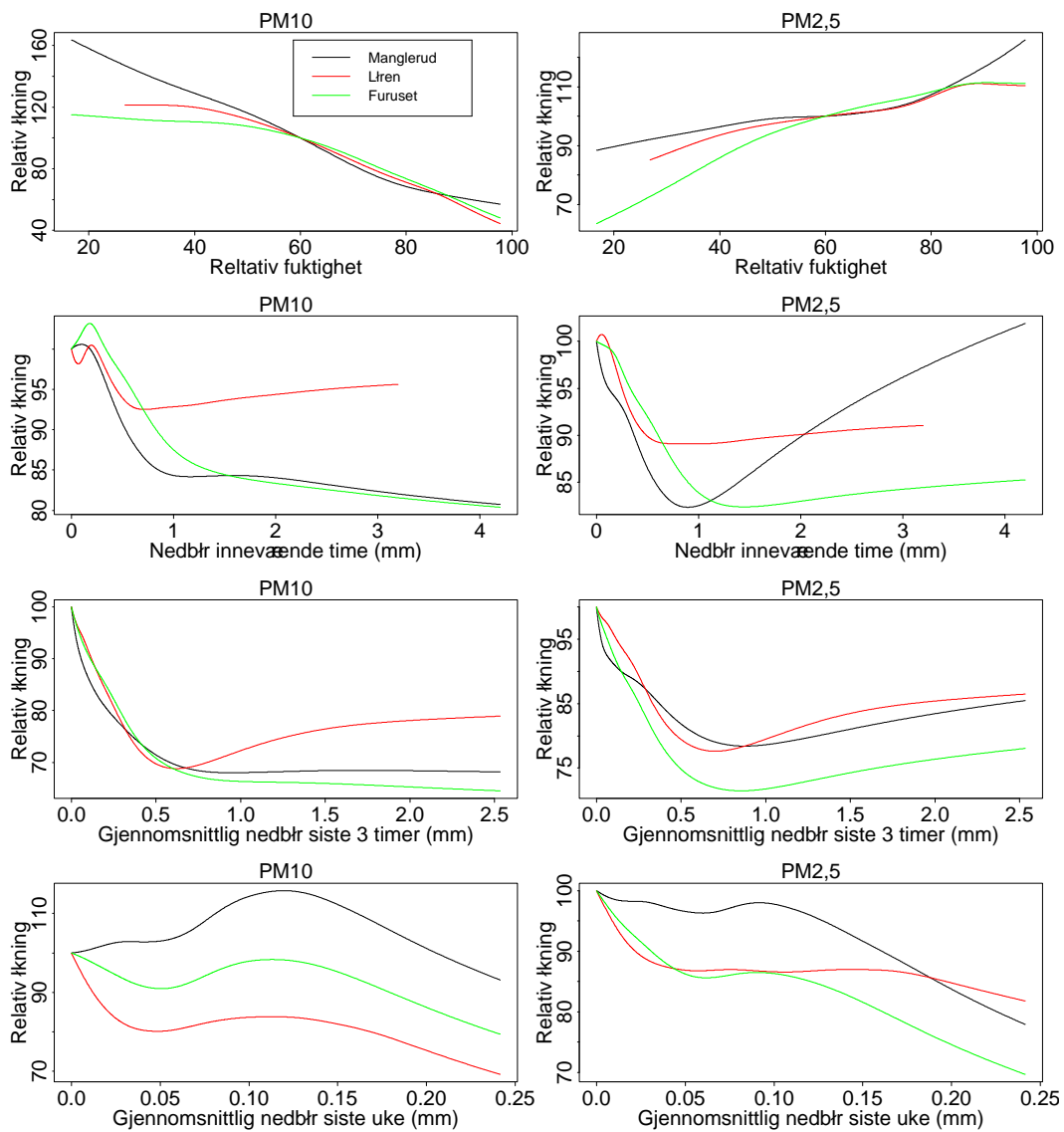
Vi vil her presentere de estimerte modellene. De estimerte effektene av salting er den viktigste størrelsen, men først viser vi de estimerte effektene av de øvrige forklaringsvariablene. Figur 20 og 21 viser estimert effekt på svevestøvet av de ulike variablene

unntatt salting og de to leddene $S_{11}(\text{time})$ og $S_{12}(\text{tid})$. Hver av kurvene representerer resultater fra de ulike målestasjonene på Løren, Manglerud og Karihaugen ved å bruke separat modell (1). Effekten av hver variabel er angitt som prosentvis økning av svevestøvkonsentrasjonen. En felles referanseverdi for forventet svevestøvmengde til observasjonsstedene er vilkårlig valgt til 100%. For trafikkmengden, for eksempel, er referanseverdien valgt til å være forventet svevestøvkonsentrasjon ved 1000 biler. Når antallet biler øker, øker også konsentrasjonen av svevestøvmengden. Slik kan vi sammenligne de ulike målestasjonene når vi bruker modell (1). For figurene 20 og 21 er effekten på PM10 vist i venstre kolonne, mens PM2,5 er vist i høyre kolonne. Vi ser at kurvene fra de forskjellige målestasjonene stort sett er like i formen unntatt for vindretning og i noen grad temperaturdifferanse og nedbør. For temperaturdifferanse og nedbør er kurvene relativt usikre (se brede konfidensbånd på kurvene i appendiks), så forskjellene er ikke nødvendigvis signifikante. I denne analysen fant vi tilsvarende effekter som i salteprosjektet i 2001 (Kåresen et al 2001). Stor trafikk gir en økning på den forventede svevestøvkonsentrasjonen. Når det gjelder vindstyrke, får vi de høyeste PM-verdiene ved 0m/s (vindstille). Når vindstyrken øker, reduseres svevestøvkonsentrasjonen. Kalde dager gir som forventet høy konsentrasjon av svevestøvparkler. For Løren har en vindretning på 180 grader størst effekt, mens for Furuset finner vi den største effekten rundt 90 grader. For PM10 er høy luftfuktighet det gunstigste, men for PM2,5 er lav luftfuktighet det beste. Mer nedbør gir stort sett lavere PM-verdier hvor både nedbør i inneværende time, i foregående timer og i siste uke har effekt. For nedbørsmengder mer enn 1mm i inneværende time er kurvene svært usikre. For større nedbørsmengder er kurvene svært usikre. Den stigende kurven fra 1mm nedbør i inneværende time for PM2,5 Manglerud i 21 er derfor ikke til å stole på.

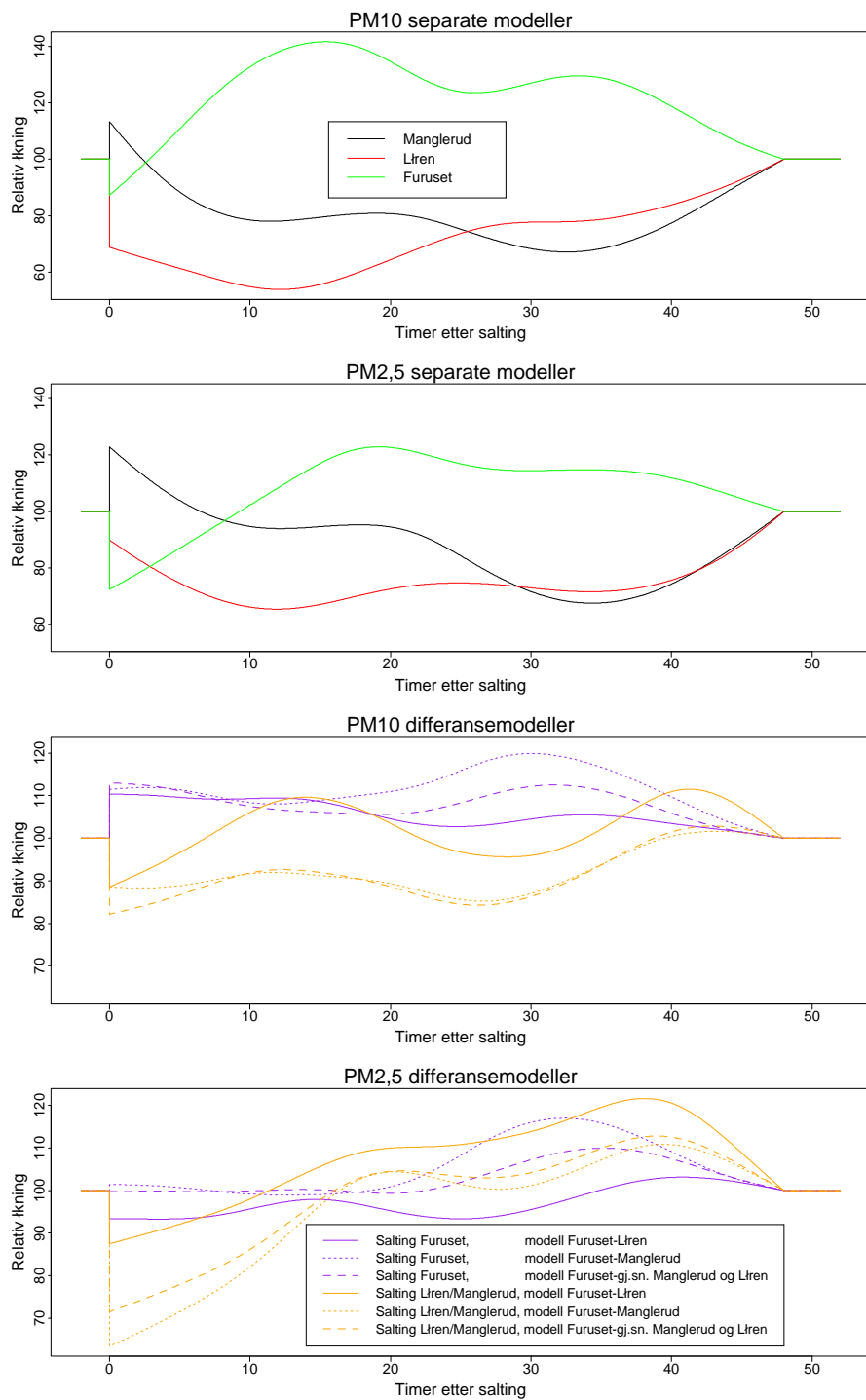
Figur 22 viser effekten av salting på svevestøvmengden. Øvre del av figuren viser effekten når vi estimerer fra separate modeller gitt ved (1) for de ulike observasjonsstedene Løren, Manglerud og Karihaugen, mens nedre del viser effekter estimert fra differansmodellene i (3). For differansmodellen har vi to saltingstidspunkt og tre modeller som tilsammen gir seks ulike kurver i figur 22. Fargen på kurven skiller mellom salting ved Furuset (lilla) og salting ved Løren/Manglerud (gul), mens kurvens stipling skiller mellom de ulike differansmodellene. Vi antar at effekten av salting vil maksimalt vare i 2 døgn, eller 48 timer. Umiddelbart før salting og 48 timer (og lenger) etter salting har salting ingen effekt, dvs. en faktor på 0=100% i den multiplikative modellen gitt ved (3). En liten stund etter saltingen ville en videre tro at den relative svevestøvmengden ville minke til under 100% for så å nå 100% etter at effekten av salting har gitt seg. Det er ingen tydelige tegn på dette i figur 22.



Figur 20: Relativ effekt for separate modeller. PM10 venstre kolonne, PM2,5 høyre kolonne.



Figur 21: Relativ effekt for separate modeller. PM10 venstre kolonne, PM2,5 høyre kolonne.



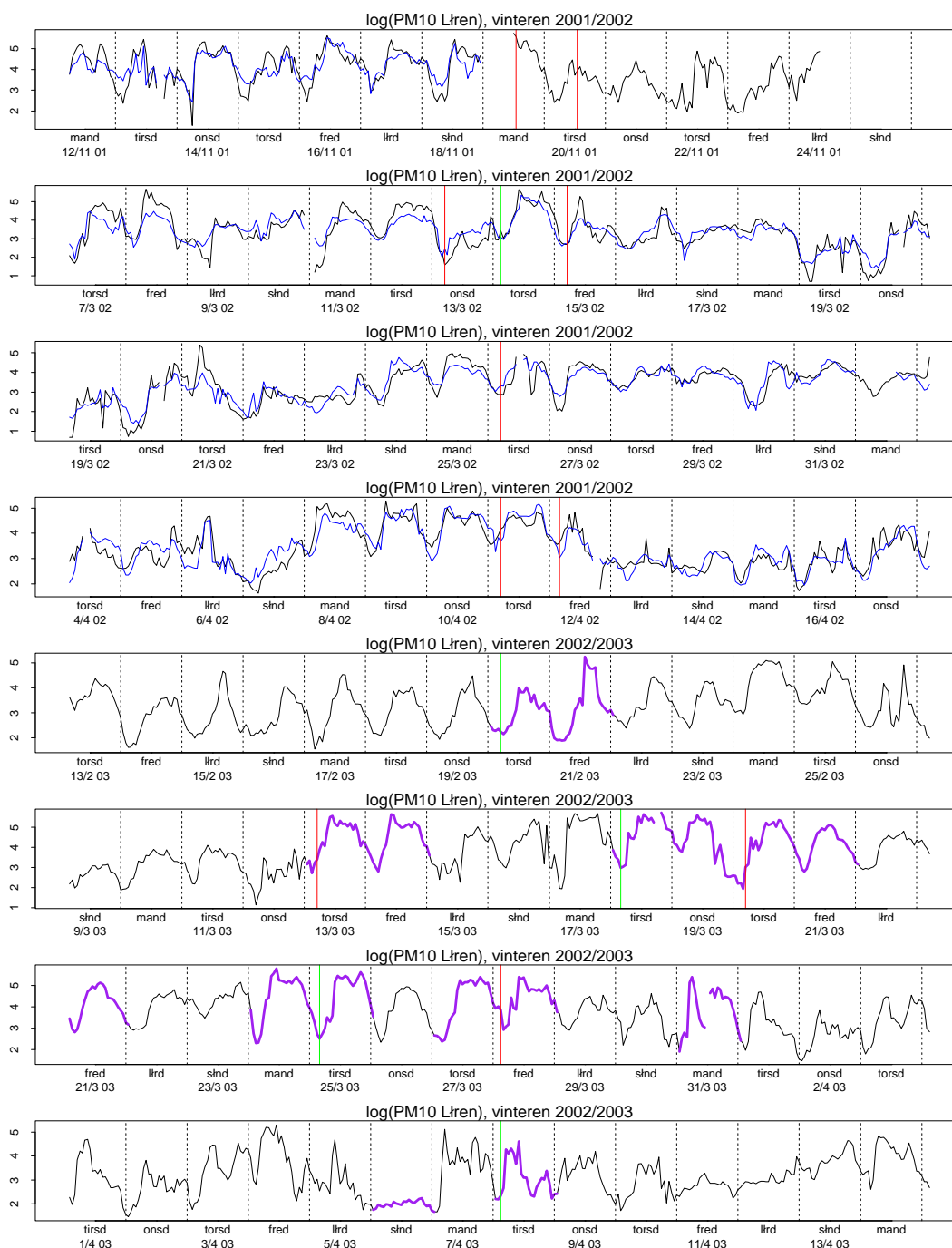
Figur 22: Relativ effekt av salting på svevestøvkonsentrasjonen for separate modeller (øvre halvdel) og differanse modeller (nedre halvdel).

4 Modeller uten salting

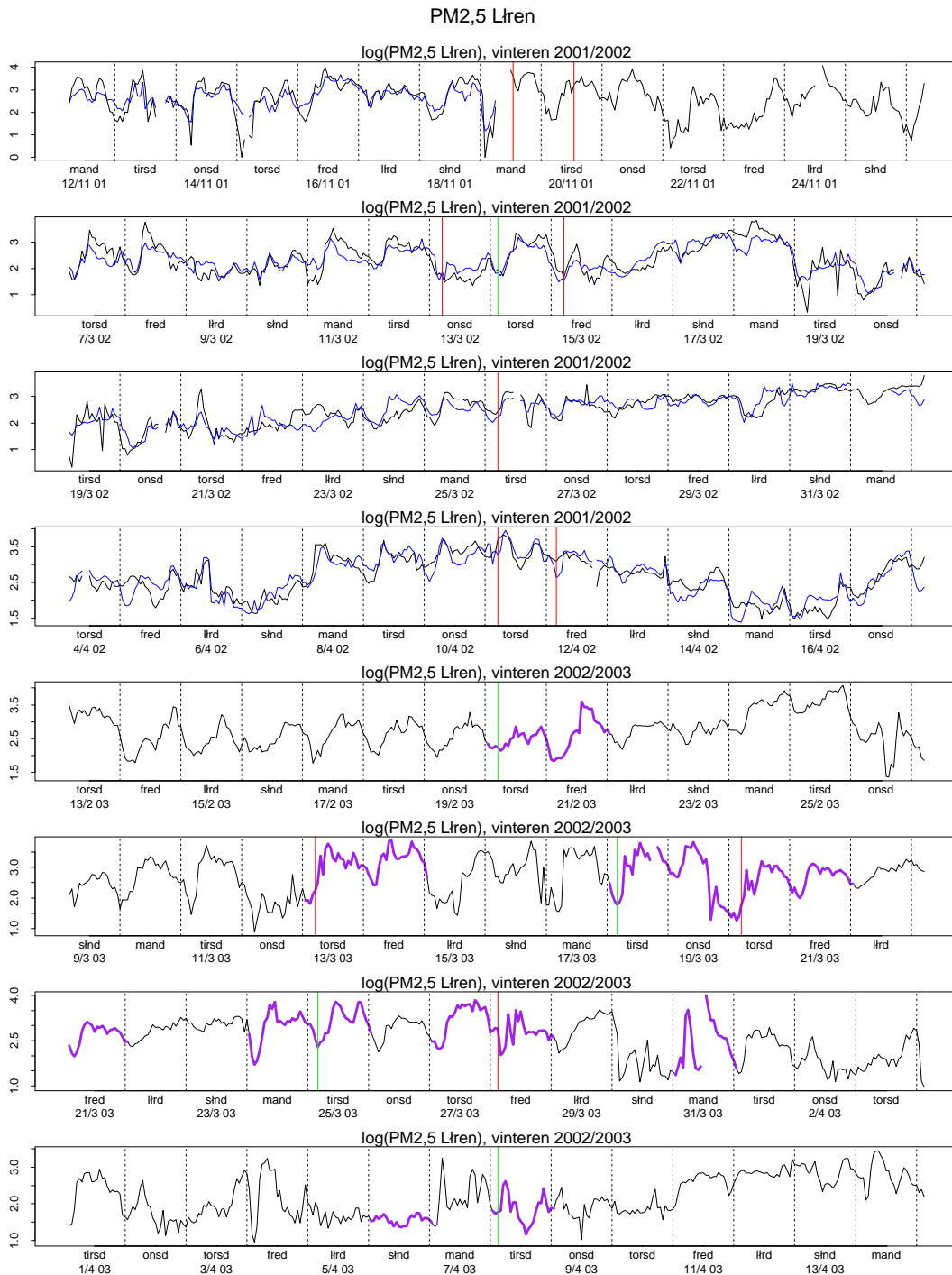
Vi har reestimert modellen (1) og (3), men nå utelatt effekten av salting fra modellene. Ut i fra disse modellene kan vi predikere hva svevestøvkonsentrasjonen ville ha vært hvis vi ikke saltet. Figur 23 til 28 viser prediksjonen ved å bruke den separate modellen (1) for målestasjoene på henholdsvis Løren, Manglerud og Karihaugen rundt saltingstidspunktene. Merk at disse figurene er tilsvarende figurer 8 til 19 men de predikerte verdiene er med i tillegg. De faktiske observasjonene er gitt ved svart kurve, mens blå kurve viser predikerte PM-verdier. Vi ser at modellen klarer å forklare en god del av svingningen til PM10 og PM2,5. I de tilfellene hvor den *observerte* svevestøvkonsentrasjonen minker, minker også de predikerte verdiene, se for eksempel saltingstidspunkt 11/4 2002 på Manglerud for PM2,5 nederst på figur 25. Dog er det i perioder noen timer til noen dager med systematiske avvik mellom virkelig PM-verdi og modell-prediksjon i den ene eller andre retningen. Om vi ut fra disse figurene kan se at virkelig PM-verdiene etter salting synker mer enn forventet ut fra modellen, er det et tegn på at salting har effekt. Men vi ser ingen klare tegn til dette. Vi tolker dette som at hvis salting har effekt, så er den trolig ikke veldig stor og tydelig.

Vi har også reestimert differansemodell (3) uten salting, se figur 29 til 34 som viser prediksjonen rundt saltingstidspunktene. Husk at grønn vertikal strek er salting ved Furuset, mens rød vertikal strek er salting ved Løren/Manglerud. Dersom saltingen skal ha gunstig effekt på svevestøvet, bør kurven i figurene gå ned etter grønn strek og gå opp etter rød strek. Også her ser vi at ved å hovedsaklig bruke meteorologiske forklaringsvariable, klarer modellen å fange opp store deler av variabiliteten i den observerte svevestøvkonsentrasjonen.

PM10 Løren

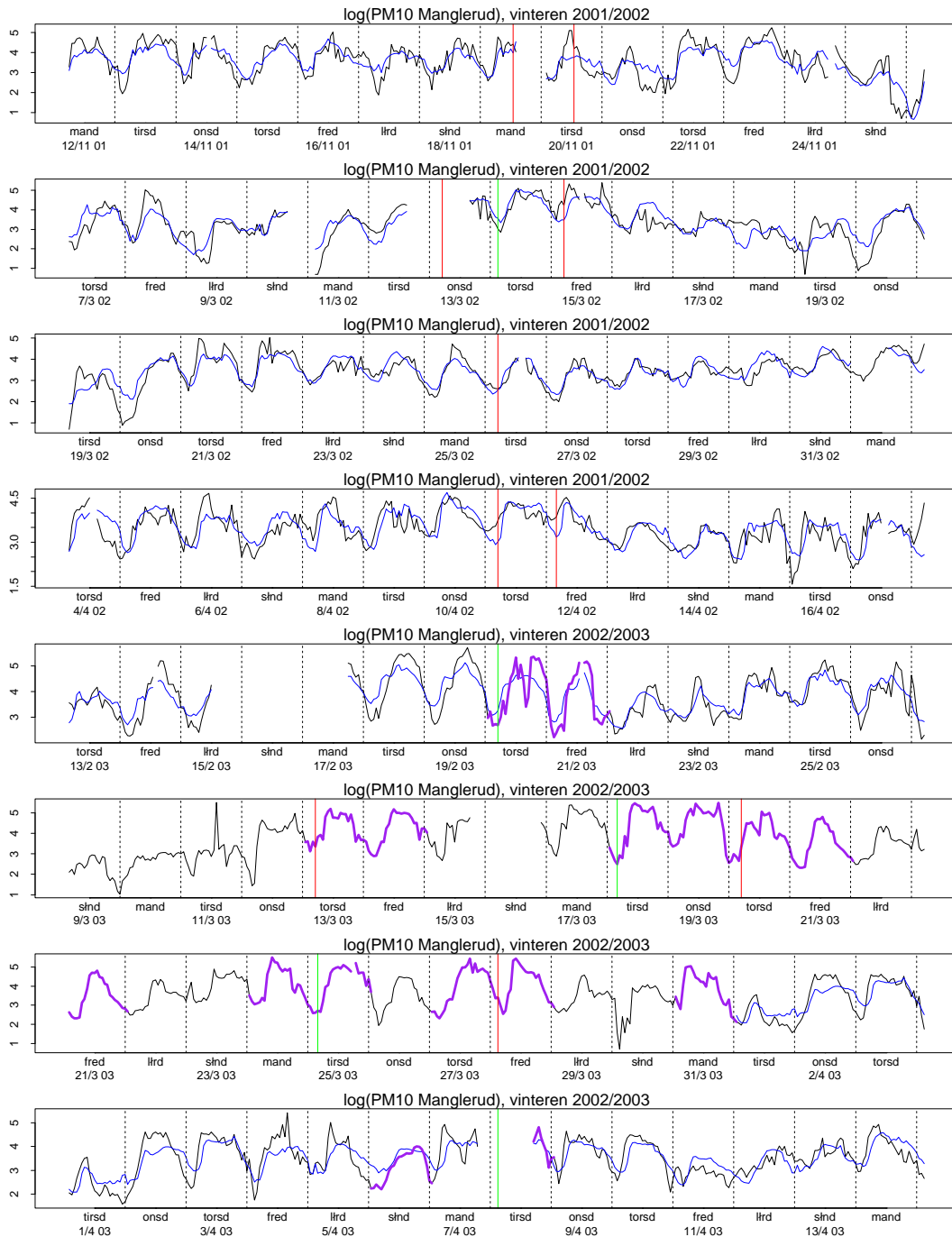


Figur 23: Svevestøvdata PM10 fra Løren og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon. Paneler uten modellpredikert kurve kommer av at trafikkdata mangler for gitt tidsrom.

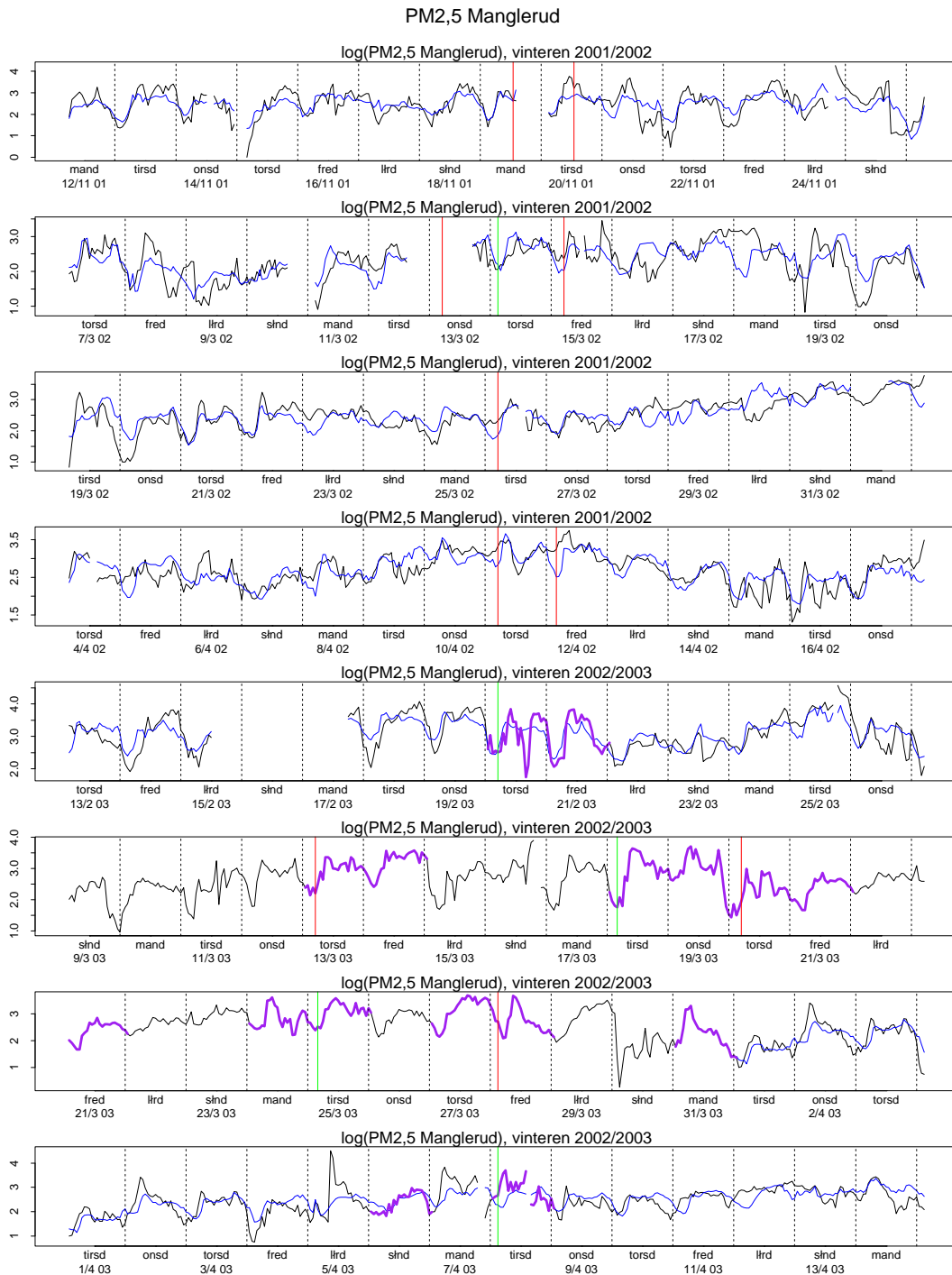


Figur 24: Svevestøvdata PM_{2,5} fra Løren og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon. Paneler uten modellpredikert kurve kommer av trafikkdata mangler for gitt tidsrom.

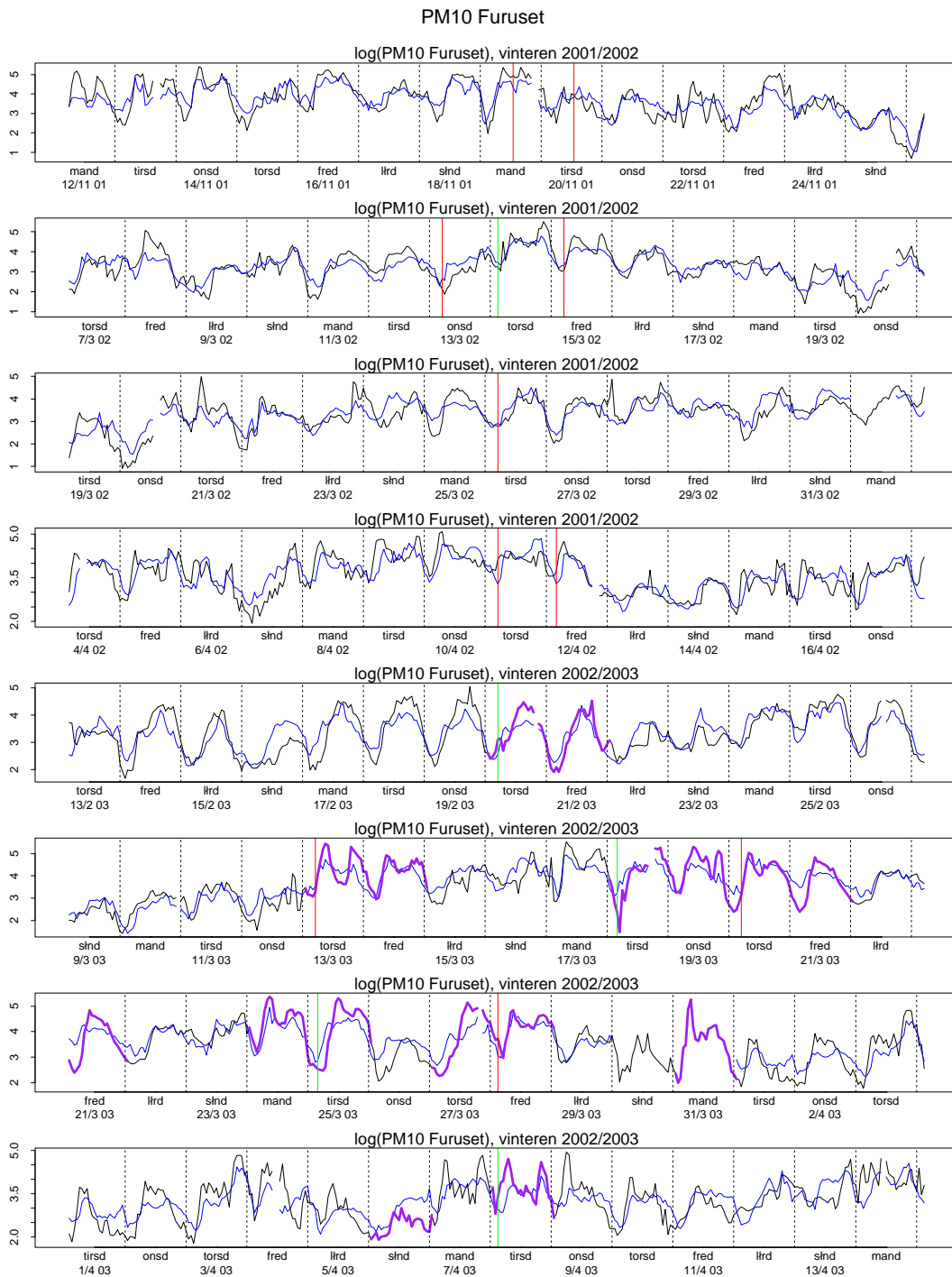
PM10 Manglerud



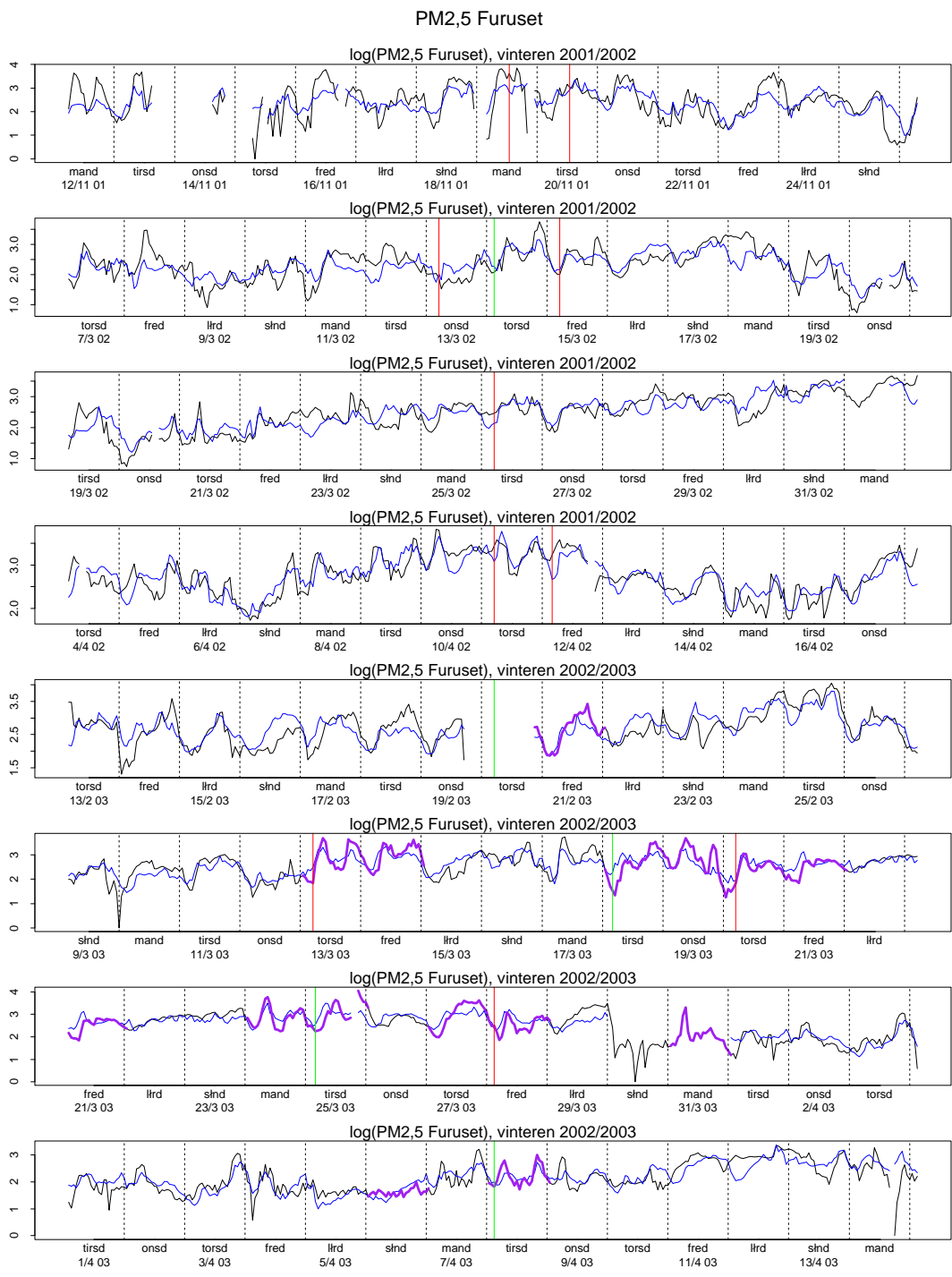
Figur 25: Svevestøvdata PM10 fra Manglerud og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon. Paneler uten modellpredikert kurve kommer av at trafikkdata mangler for gitt tidsrom.



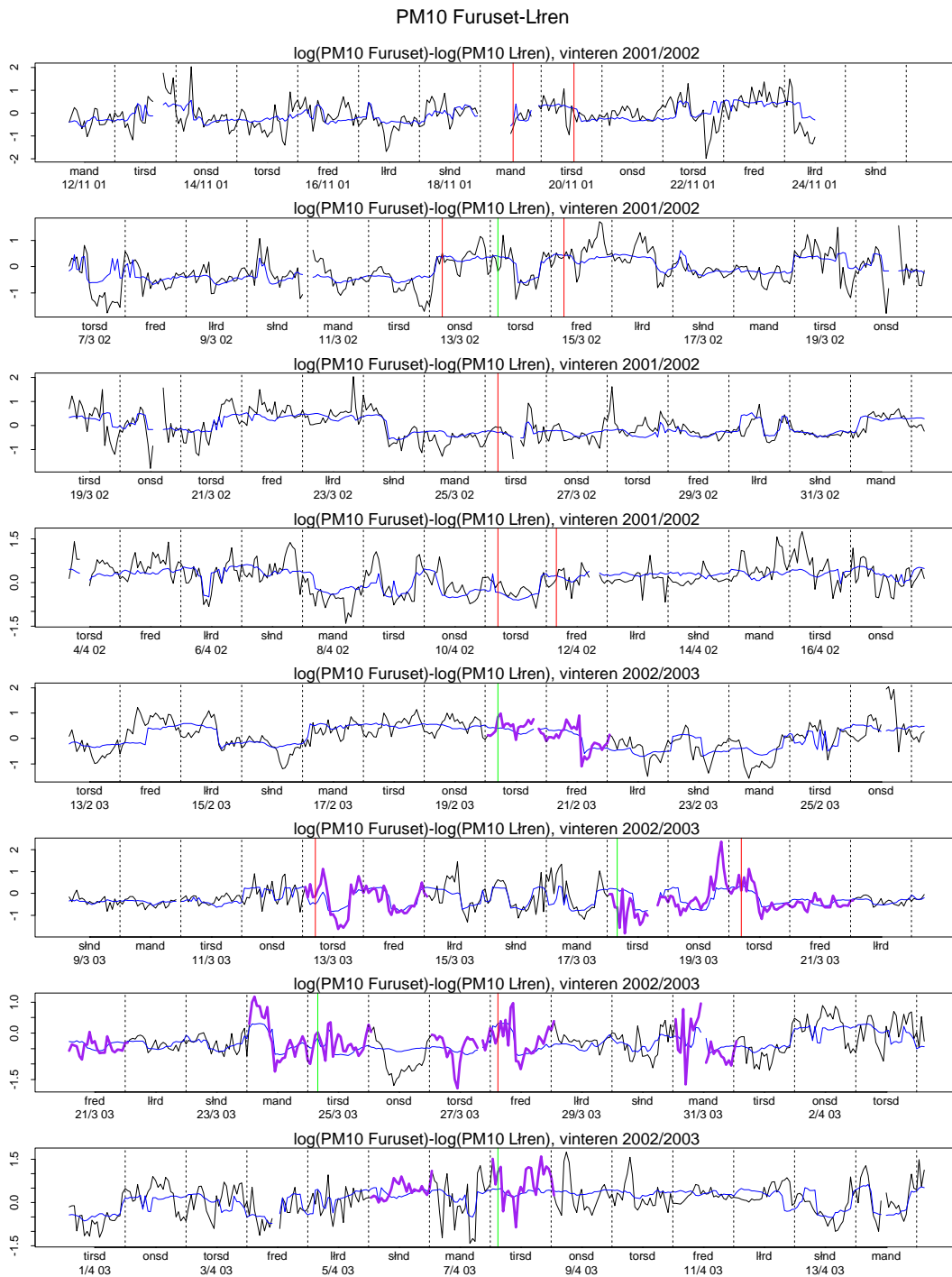
Figur 26: Svevestøvdata PM2,5 fra Manglerud og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon. Paneler uten modellpredikert kurve kommer av at trafikkdata mangler for gitt tidsrom.



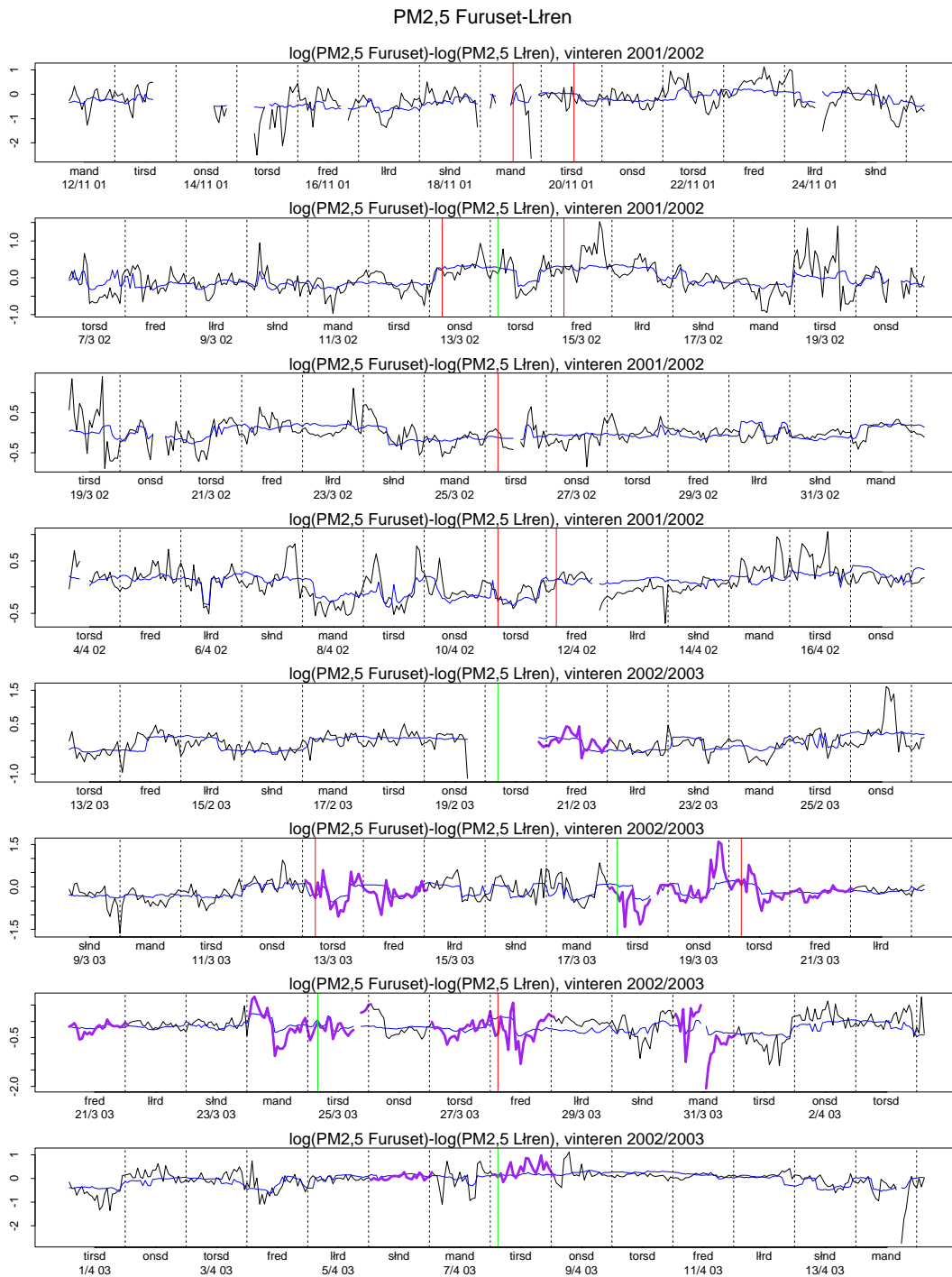
Figur 27: Svevestøvdata PM10 fra Furuset og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingstidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingstidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



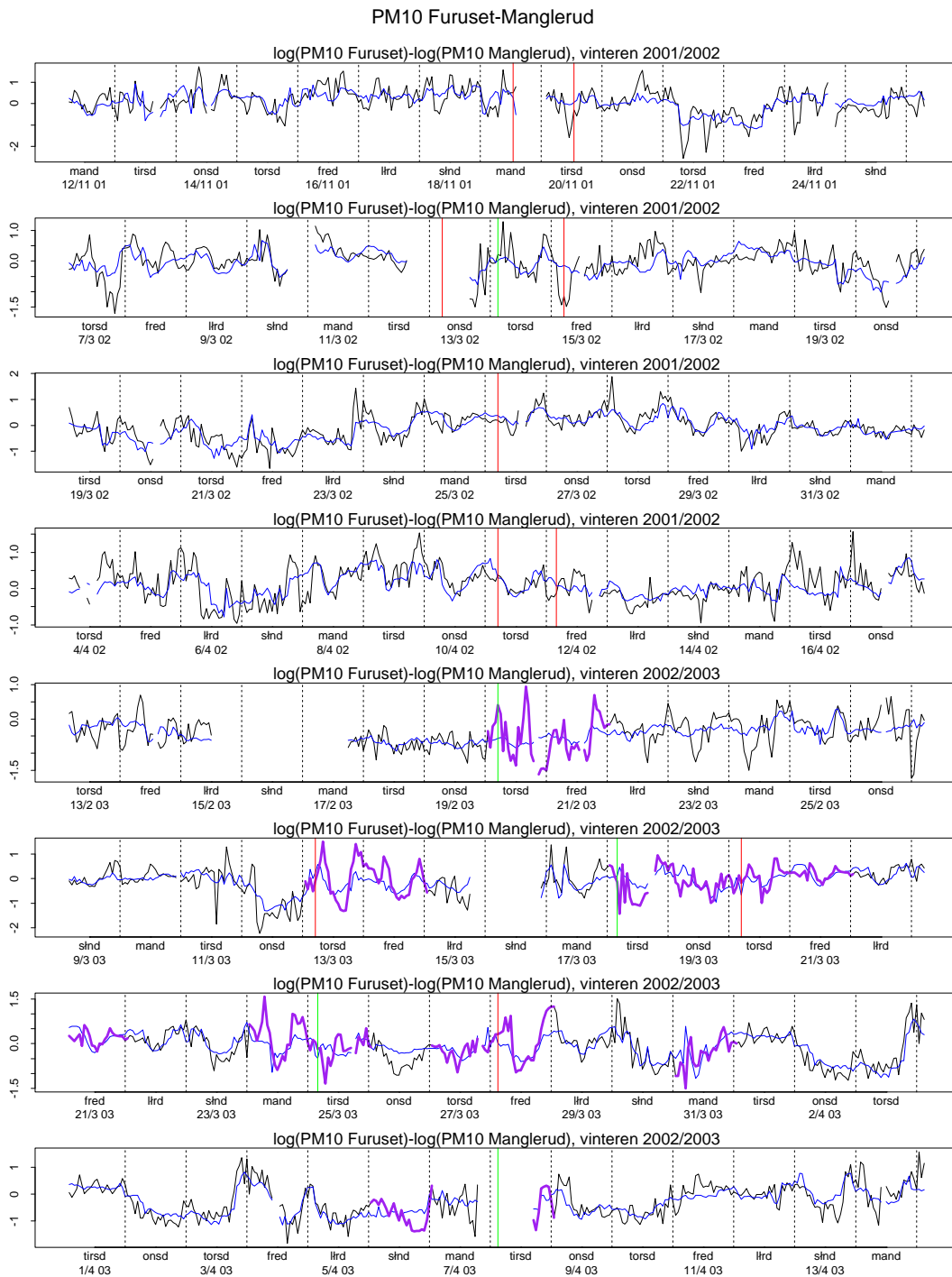
Figur 28: Svevestøvdata PM2,5 fra Furuset og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



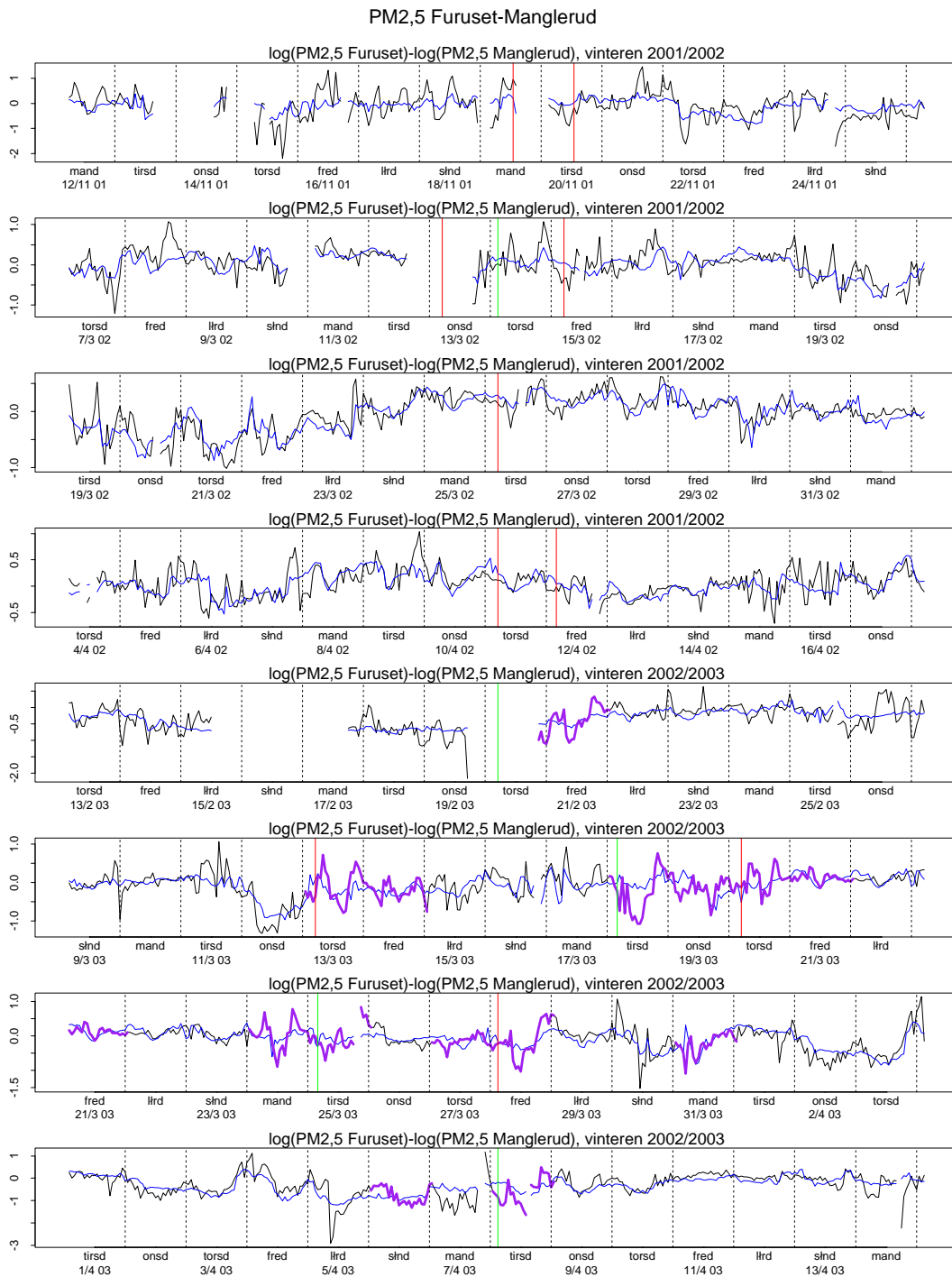
Figur 29: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



Figur 30: Kombinasjoner av svevestøvdata PM2,5 og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

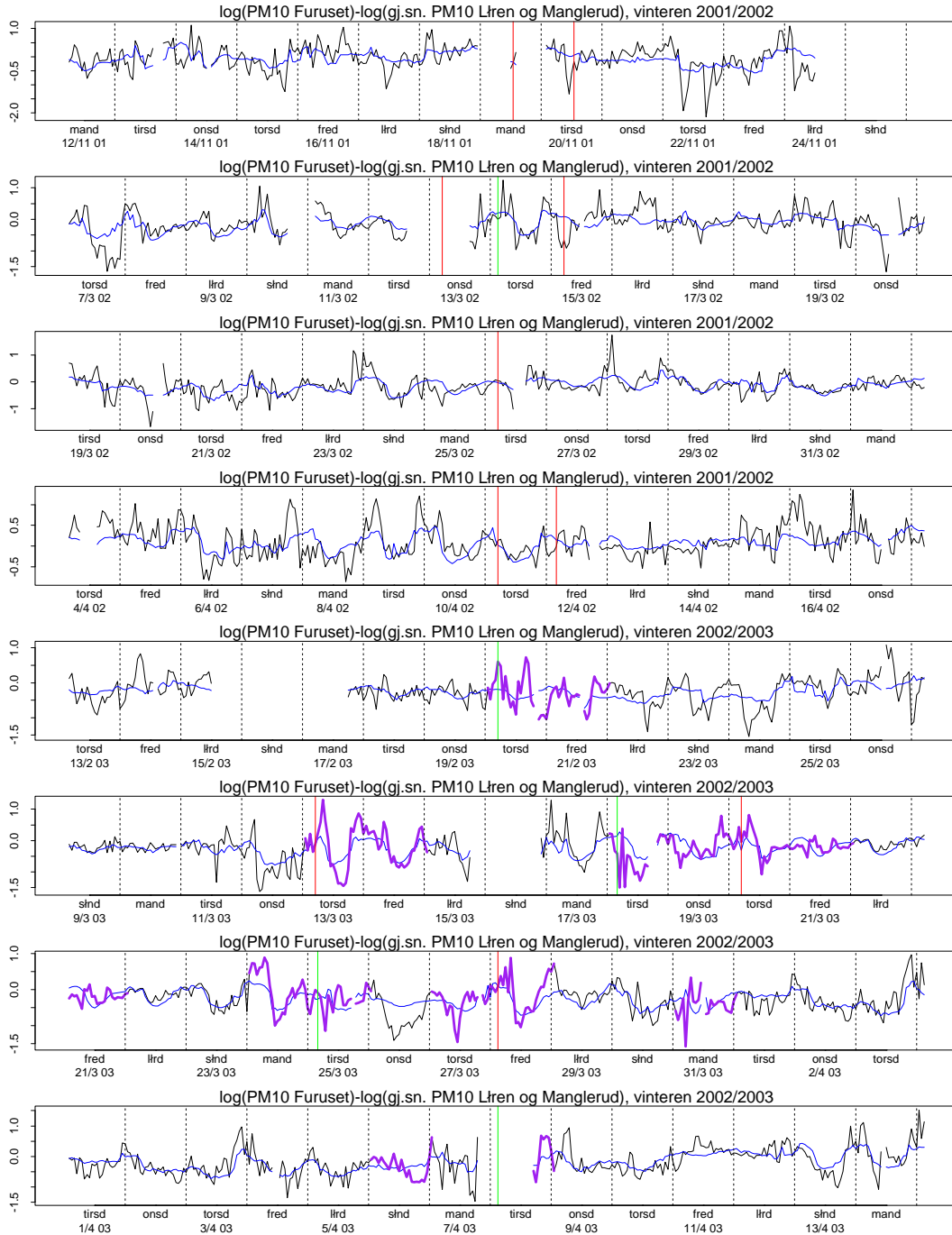


Figur 31: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

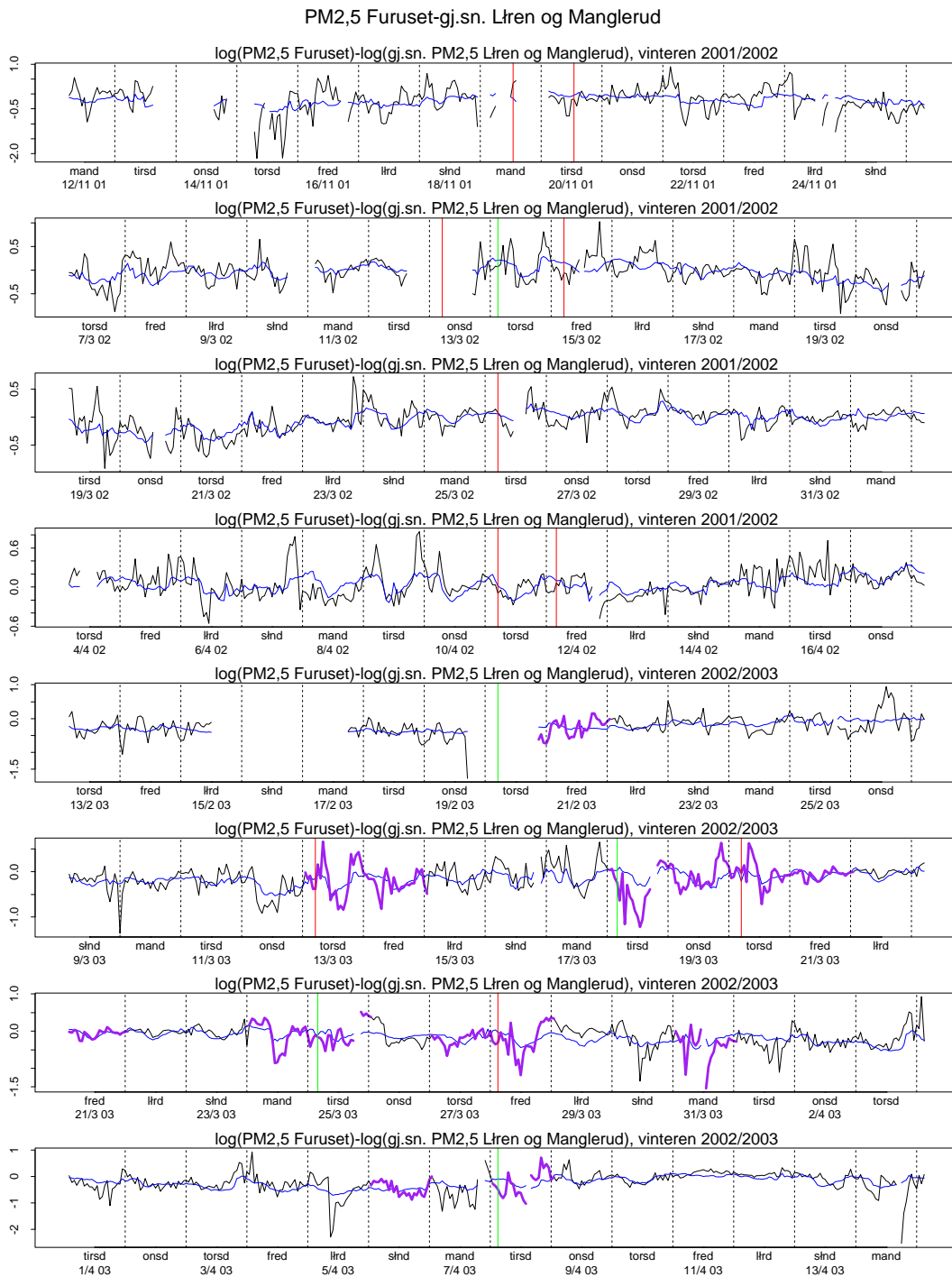


Figur 32: Kombinasjoner av svevestøvdata PM_{2,5} og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

PM10 Furuset-gj.sn. Løren og Manglerud



Figur 33: Kombinasjoner av svevestøvdata PM10 og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.



Figur 34: Kombinasjoner av svevestøvdata PM_{2,5} og modellpredikert verdi (blå) på logaritmisk skala ved saltingtidspunktene. Grønn vertikal linje er saltingtidspunkt for Furuset. Rød vertikal linje er saltingtidspunkt for Løren-Manglerud. Lilla kurve viser perioder hvor det er varslet høy svevestøvkonsentrasjon.

5 Konklusjon

Vi finner ingen entydig effekt av salting på svevestøvmengden. I de ulike delanalysene vi gjør er de estimerte effektene noen ganger positive og noen ganger negative, og de er dessuten relativt små (typisk mindre enn 30%). I tillegg er de estimerte effektene ikke statistisk signifikante, og vi konkluderer derfor med at salting ikke har noen tydelig effekt på konsentrasjonen av svevestøv. Om det likevel skulle være en slik effekt er den ikke svært stor. Konklusjonen er den samme som i forrige prosjekt (Kåresen et al 2001) til tross for at det ble gjennomført parallelle saltingsforsøk på to ulike veier og datagrunnlaget er atskillig større.

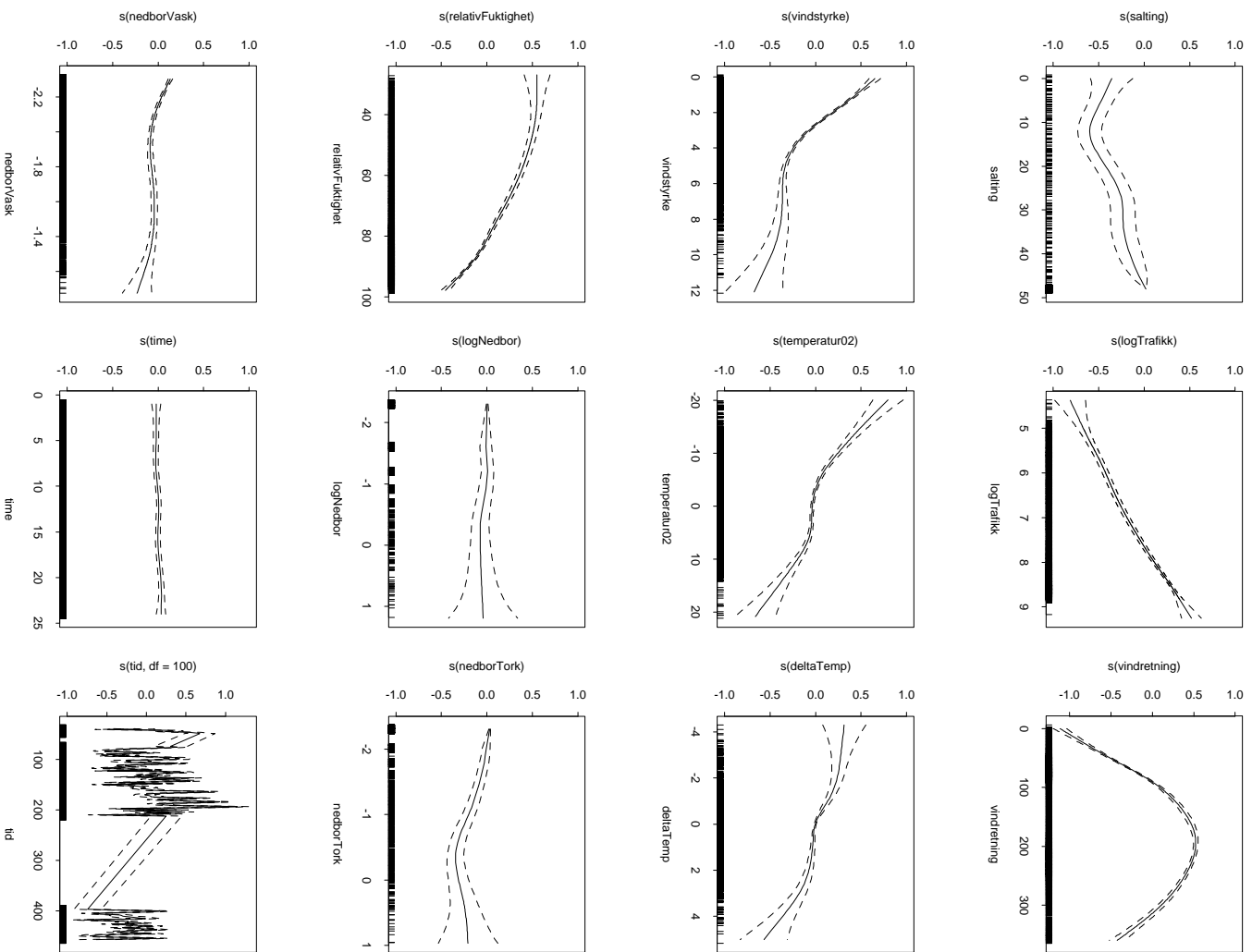
Referanser

KÅRESEN, KJETIL OG ALDRIN, MAGNE (2001). Effekt av salting på trafikkgenerert svevestøv; foreløbig statistisk analyse. Notat, Norsk Regnesentral.

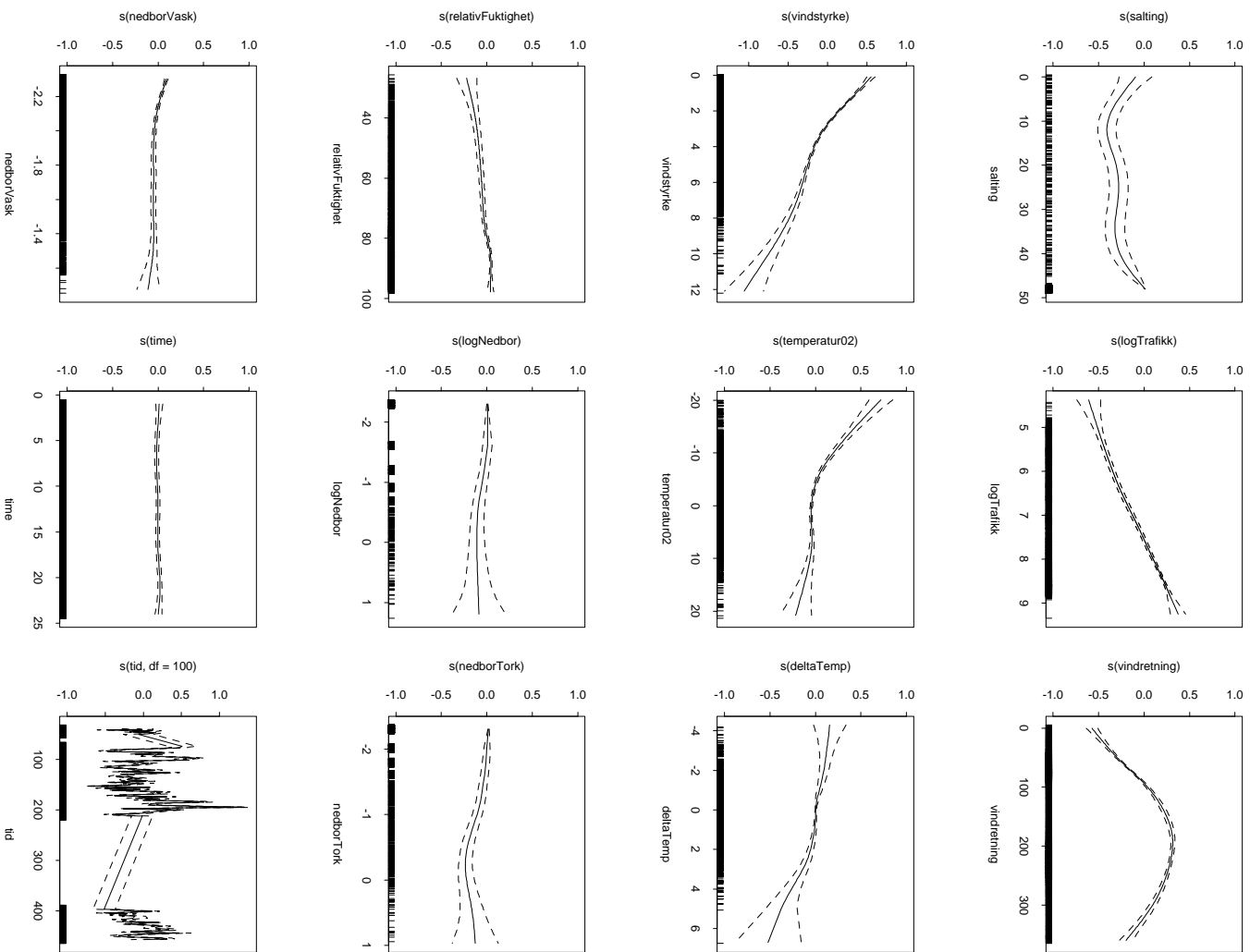
A Figurer fra GAM analysen

I dette appendikset viser vi resultater fra de estimaterte effektene av hver variabel i generaliserte additive modellene (1) og (3). Her vises figurene med absolutte verdier og på logaritmisk skala noe vi ikke gjorde i kapittel 3.3. En kurve med store utslag viser at variabelen har hatt stor effekt, mens en flat kurve viser liten effekt. Figurene er direkte sammenlignbare da vi har brukt samme skala. De stiplede linjene er 95% konfidensintervall som viser usikkerheten til den estimerte effekten.

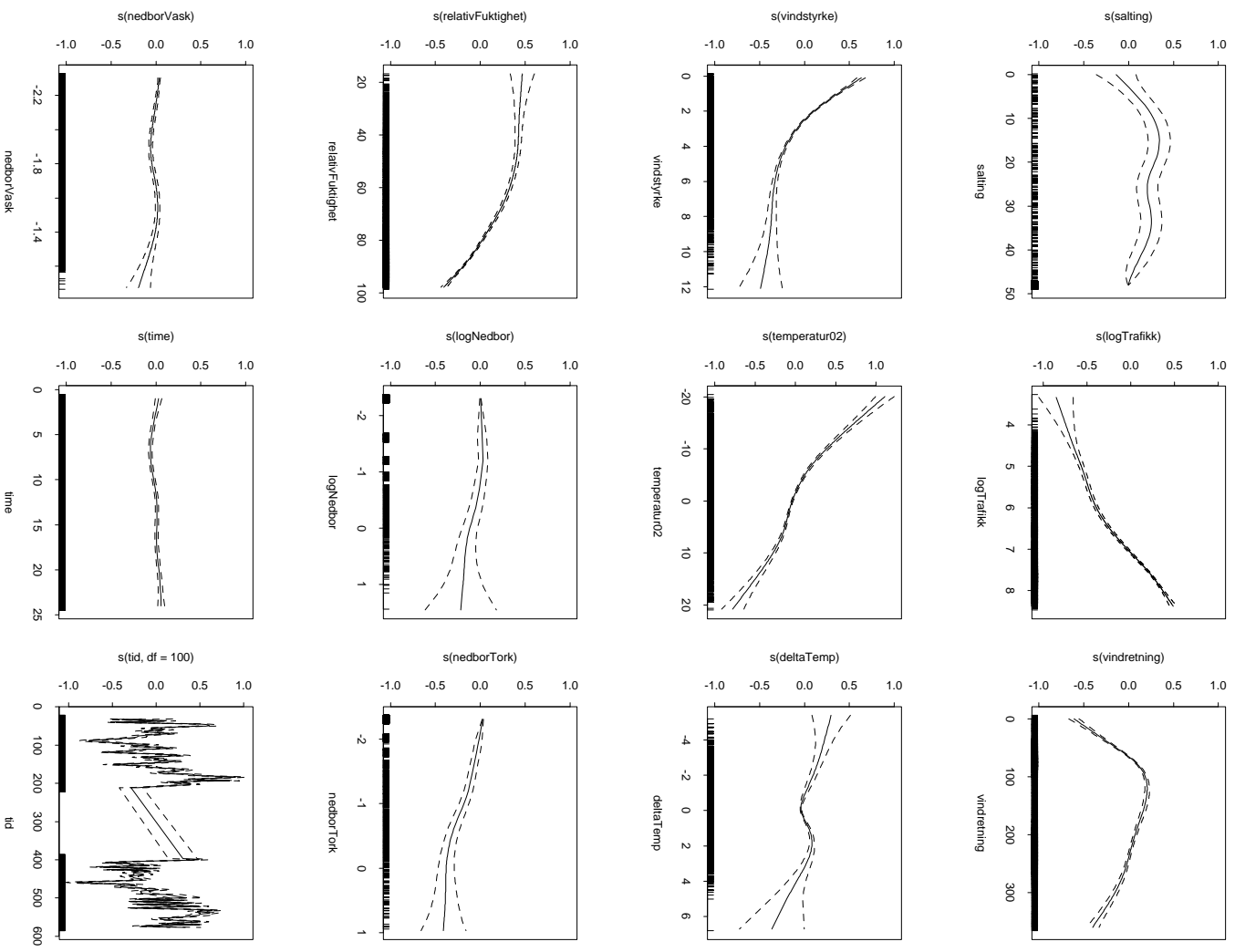
Figurene 41 og 42 viser autokorrelasjonen til feilledet ϵ til den separate modellen (1), mens 49 og 50 viser autokorrelasjonen i differansmodellen (3). Autokorrelasjonen avtar raskt etter bare et par timer, dog raskere for differansmodellene enn de separate modellene. Bemerk her at vi bruker mange frihetsgrader på $s(\text{tid})$ for å minske autokorrelasjonen i ϵ



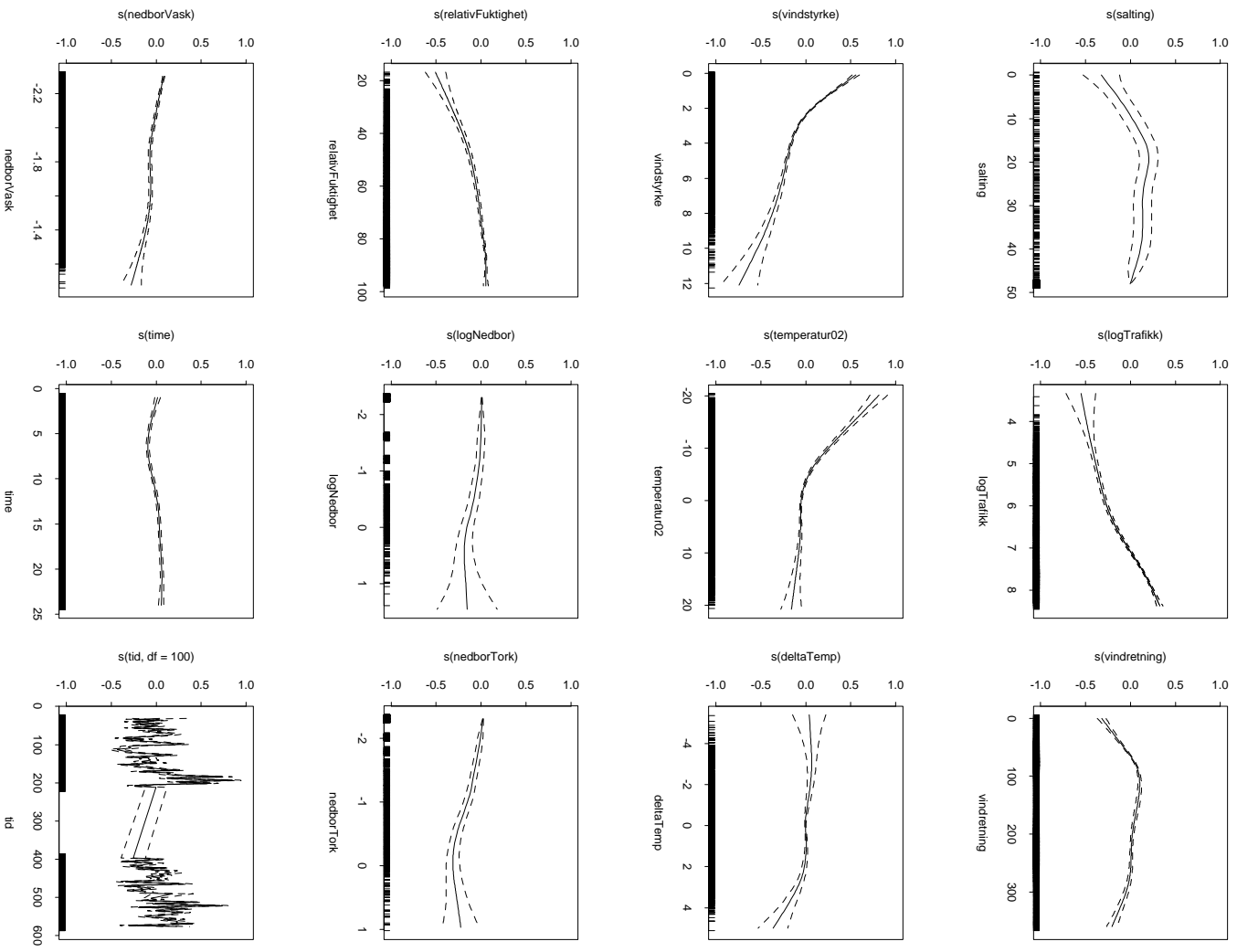
Figur 35: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM10 på Løren



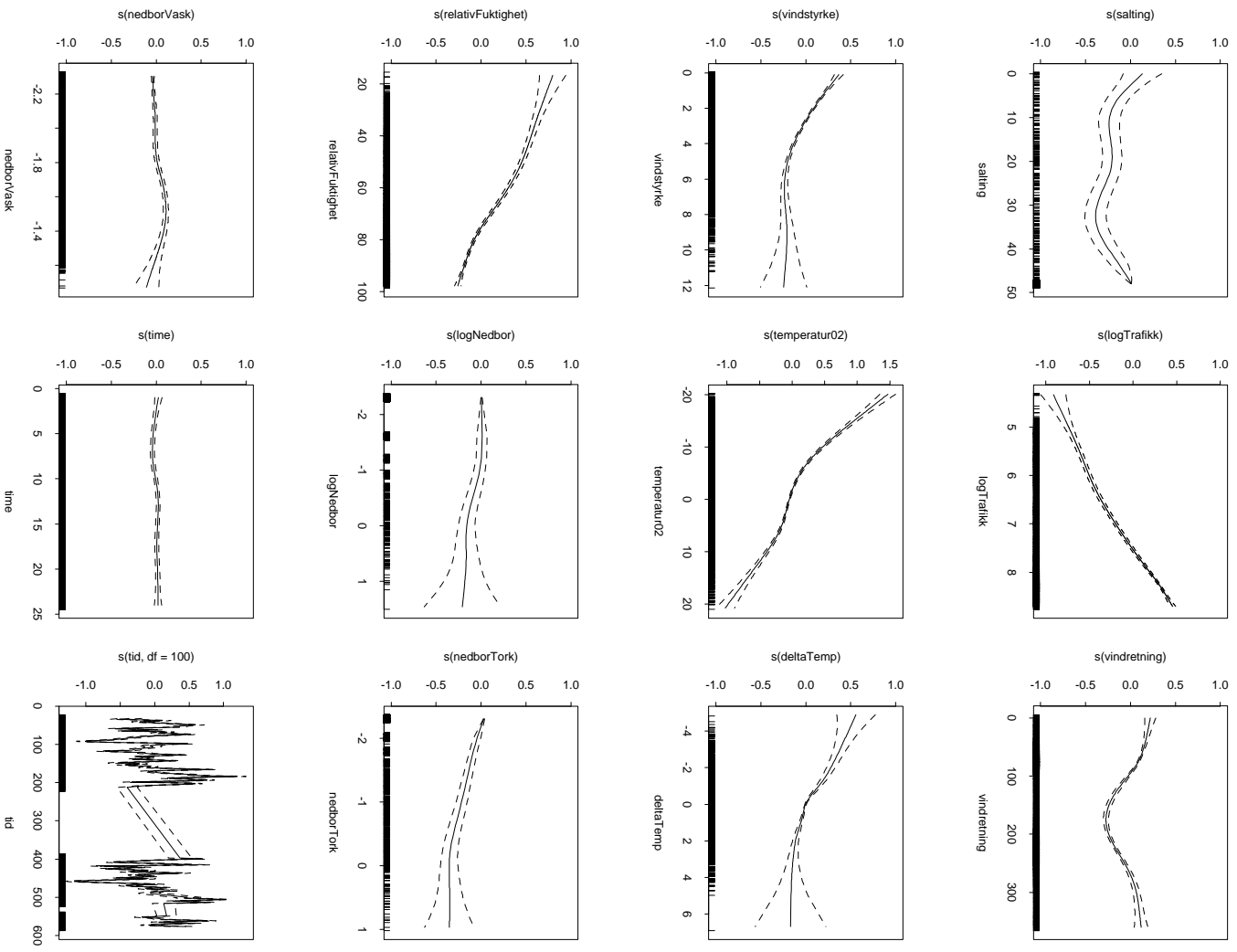
Figur 36: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM_{2,5} på Løren.



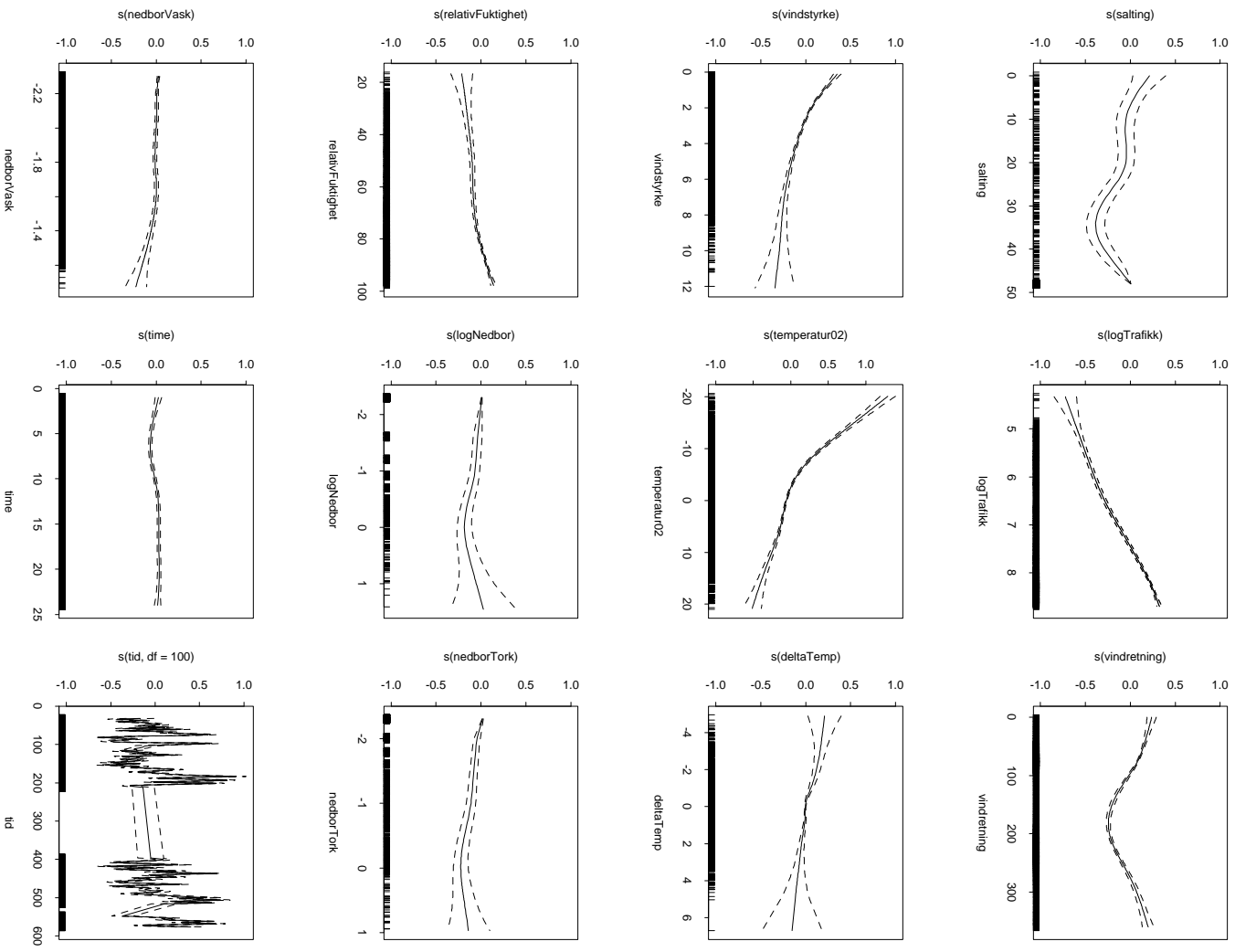
Figur 37: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM10 på Furuset.



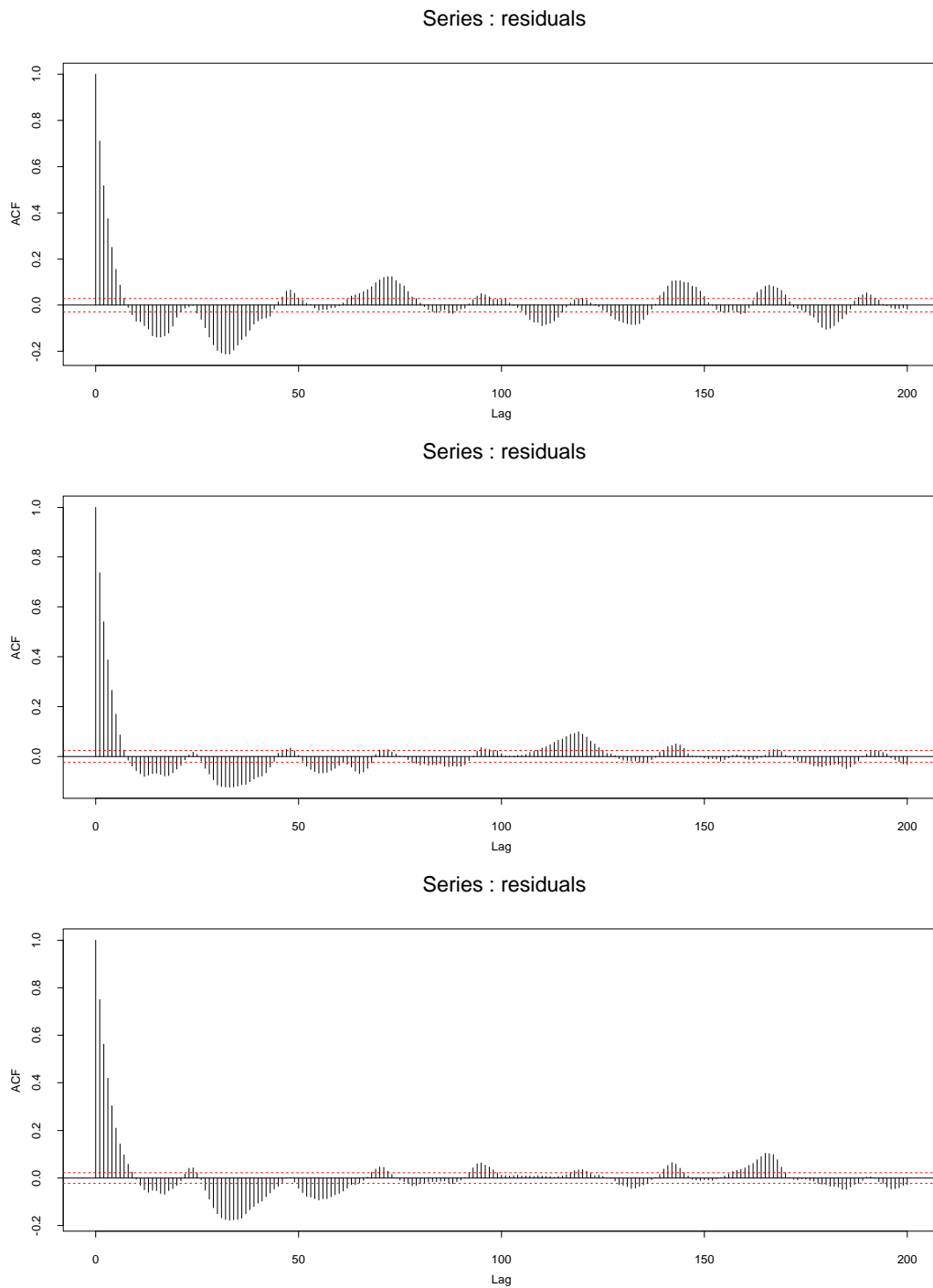
Figur 38: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM_{2,5} på Furuset.



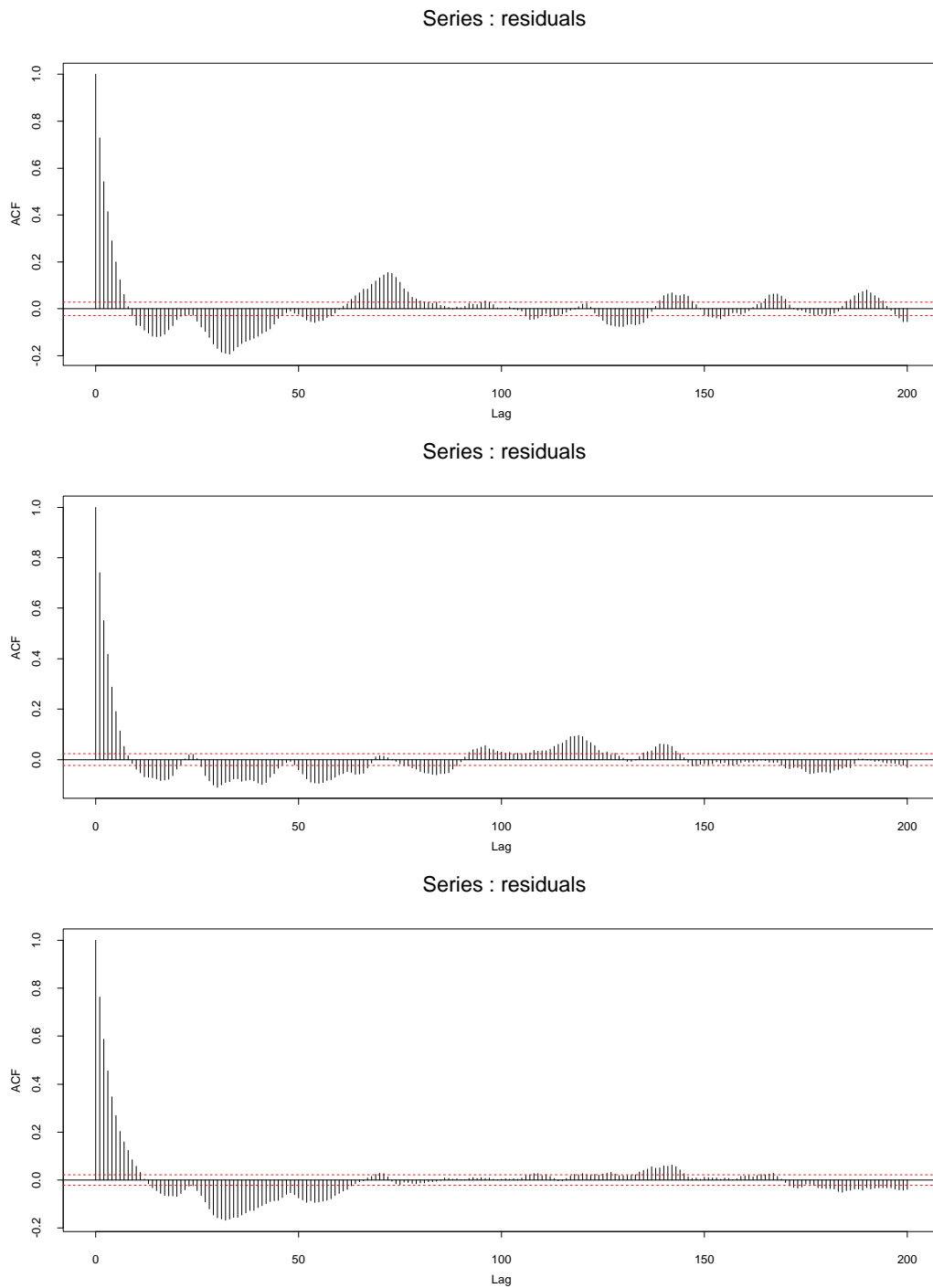
Figur 39: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM10 på Manglerud.



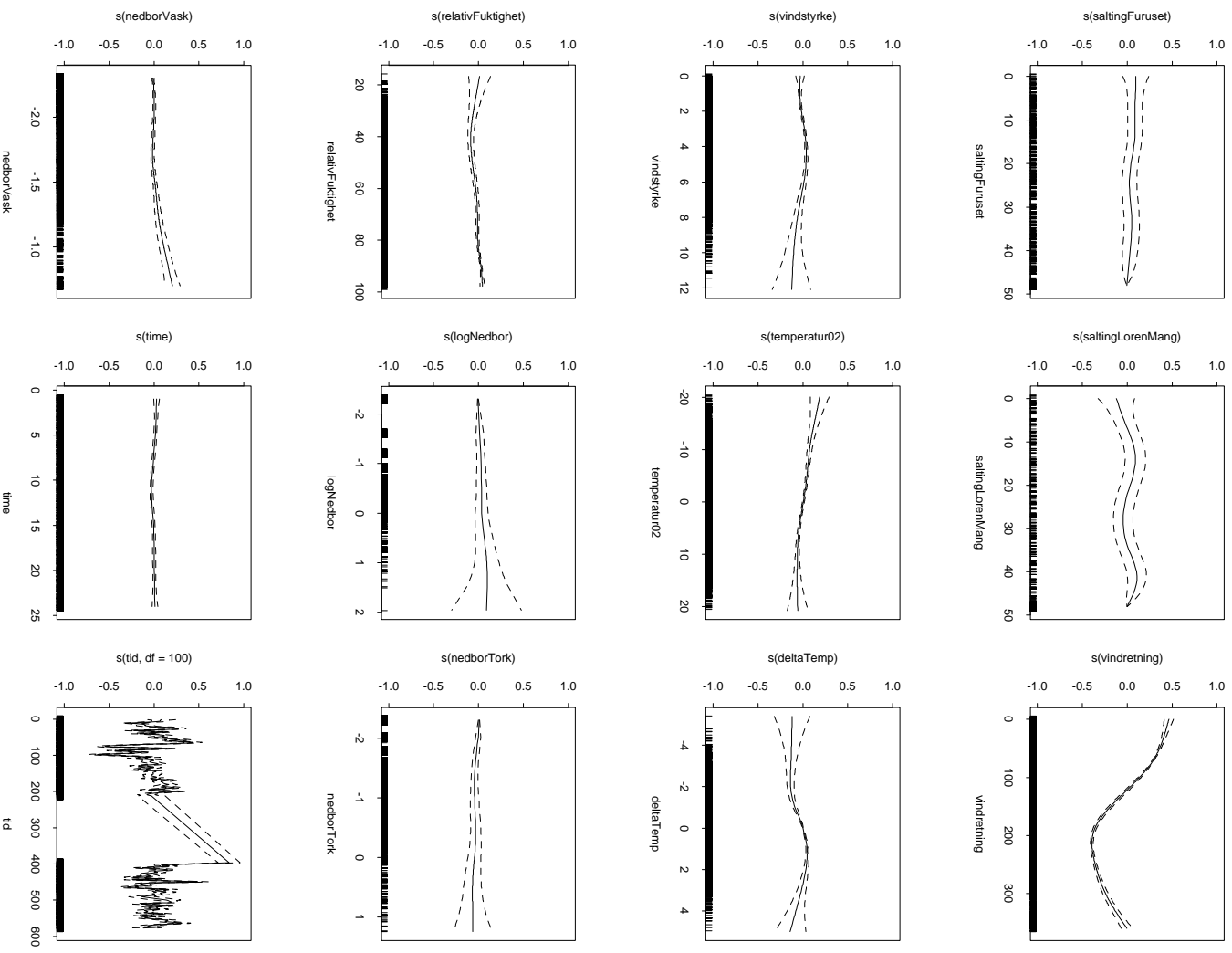
Figur 40: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM_{2,5} på Manglerud.



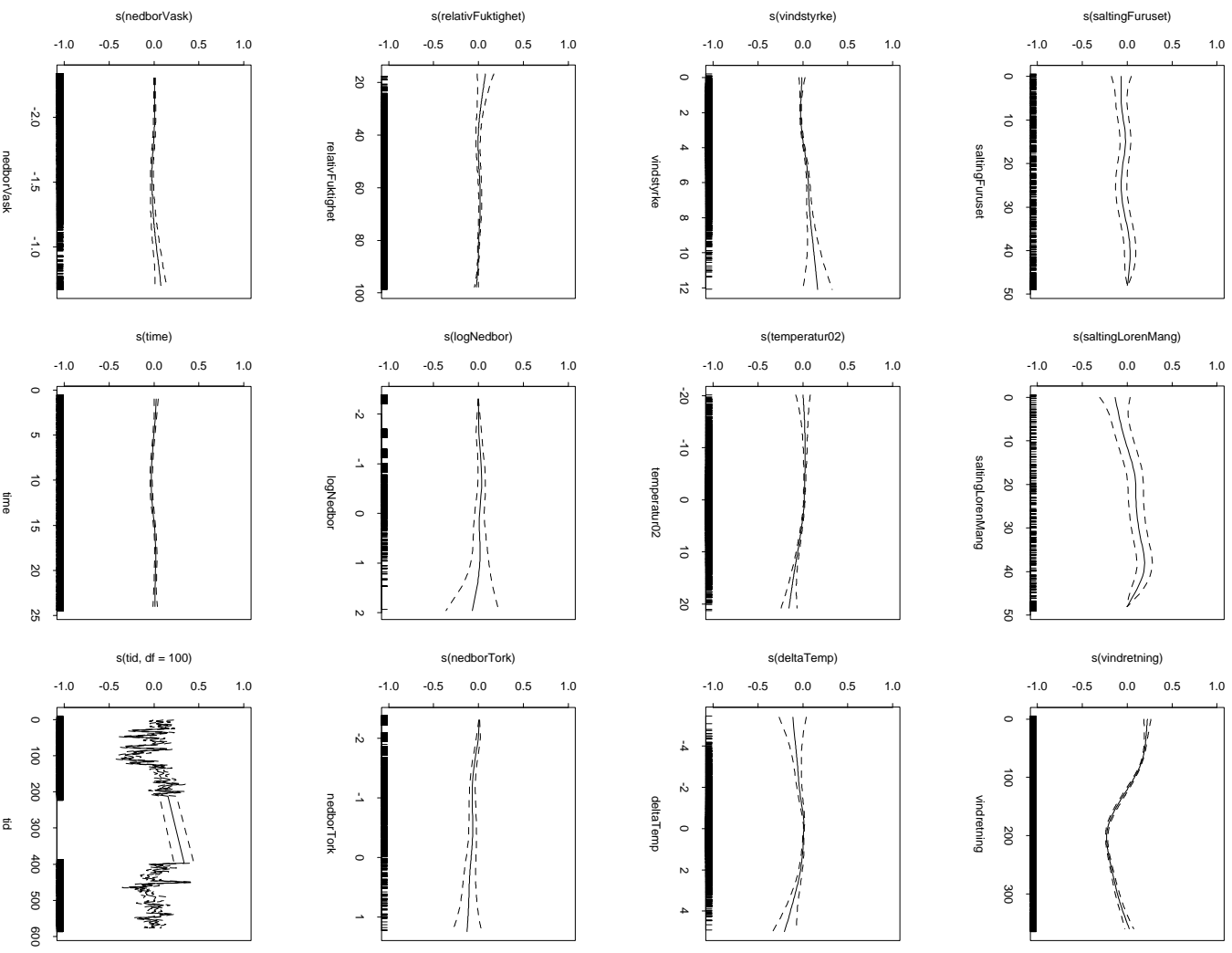
Figur 41: Autokorrelasjonen for feilledet ϵ basert på separate modeller for PM10 fra følgende målestasjoner (*fra toppen*): Løren, Manglerud og Furuset.



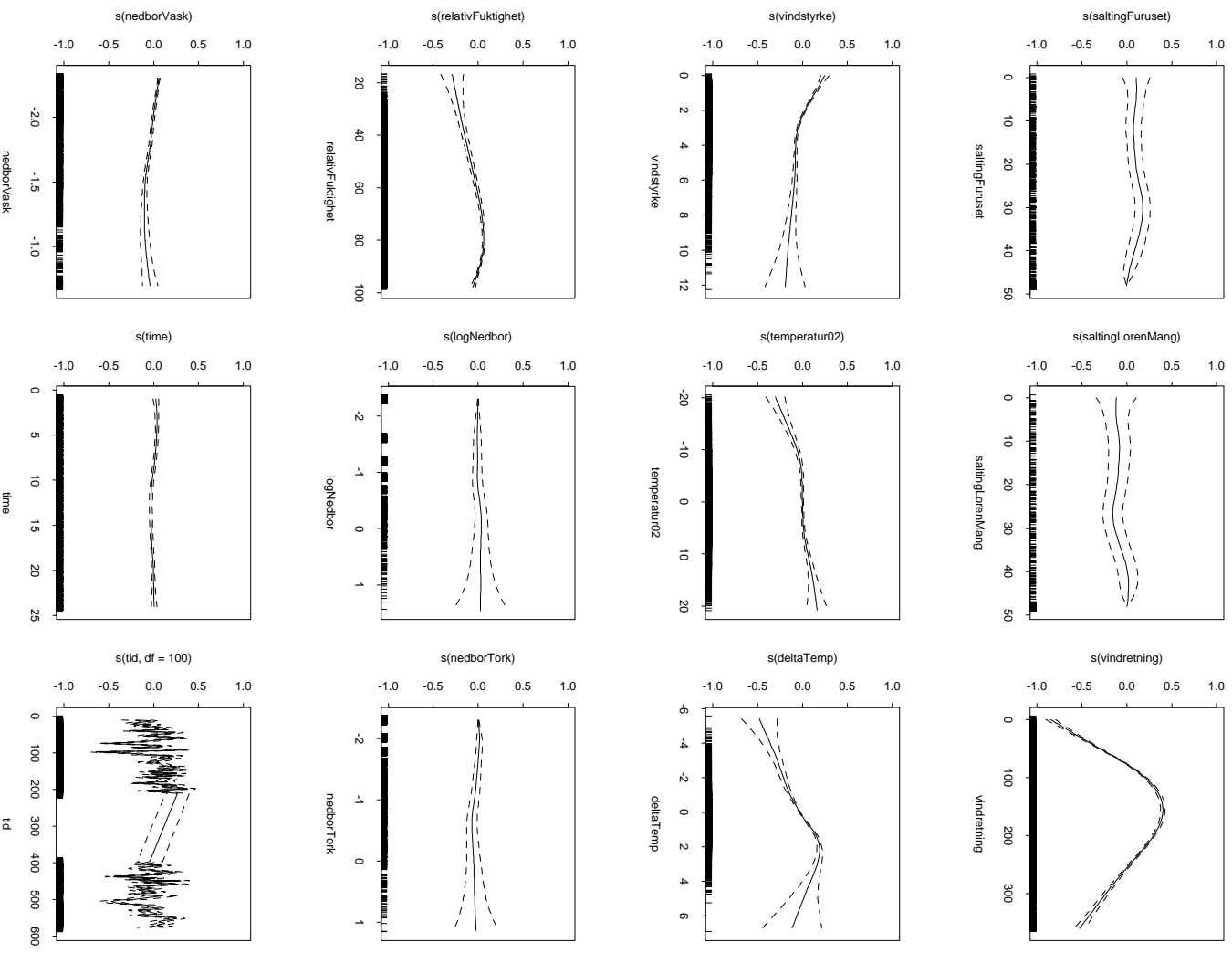
Figur 42: Autokorrelasjonen for feilledet ϵ basert på separate modeller for PM_{2,5} fra følgende målestasjoner (*fra toppen*): Løren, Manglerud og Furuset.



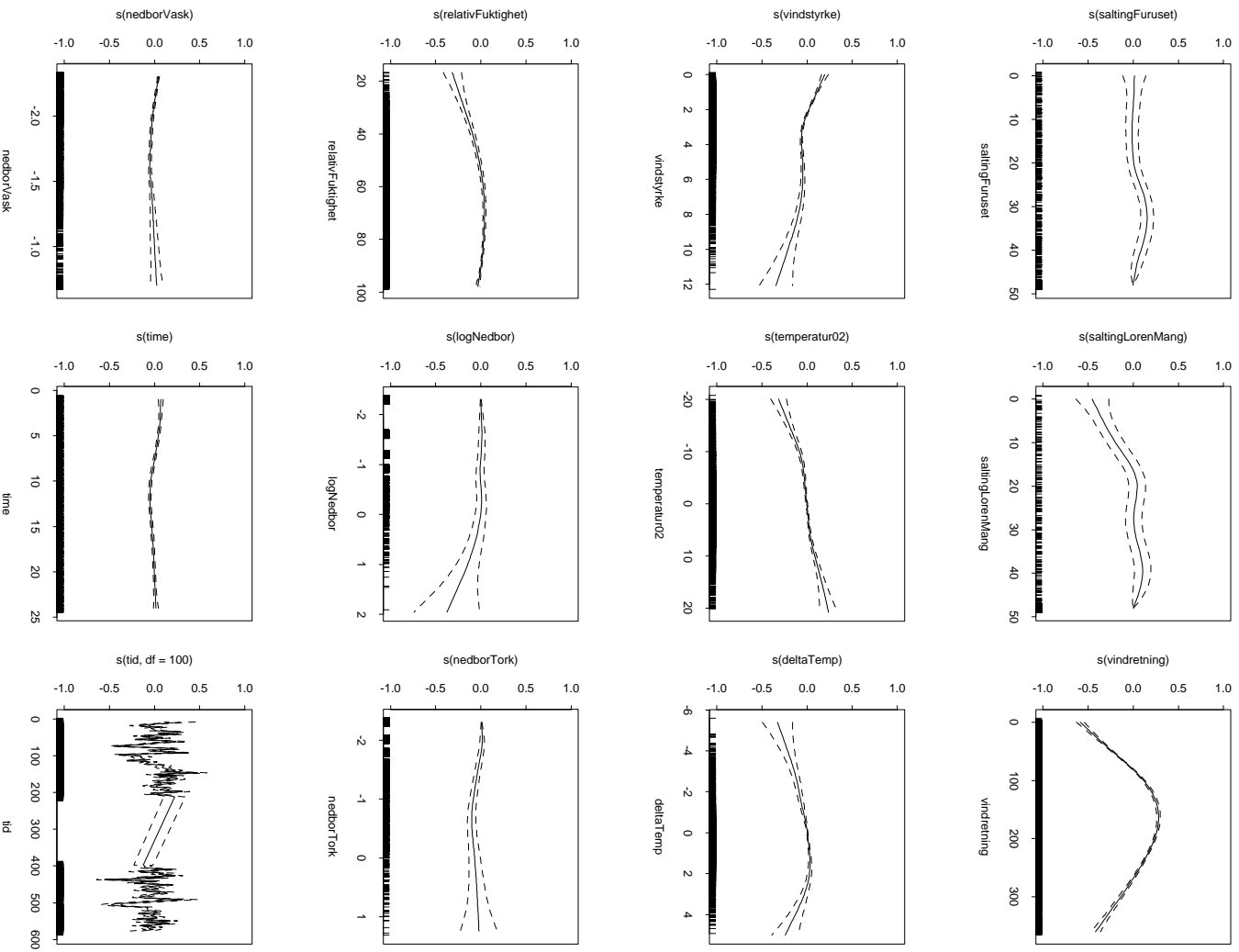
Figur 43: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM10 på for differansmodellen Furuaset - Løren



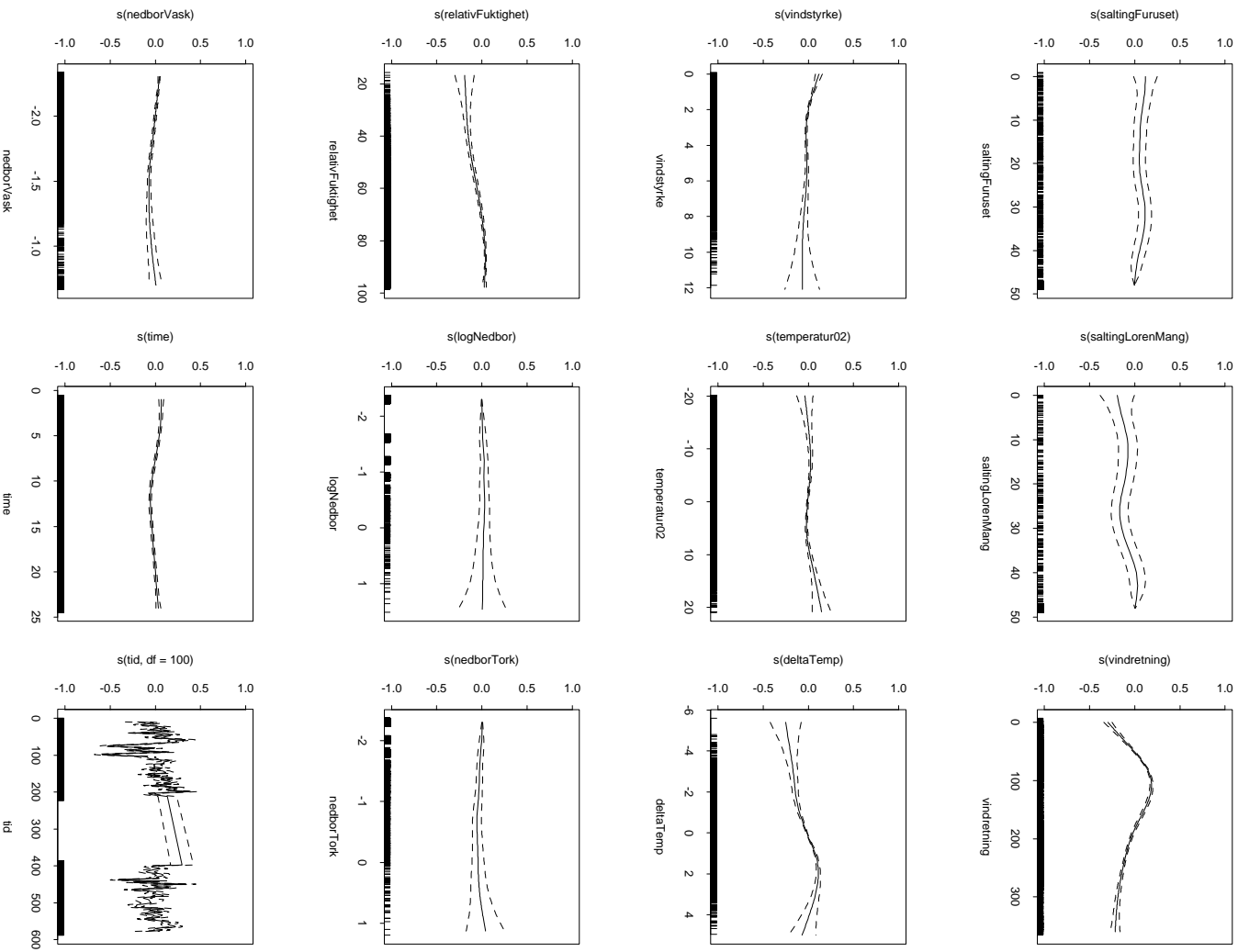
Figur 44: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM_{2,5} på for differansmodellen Furuset - Løren.



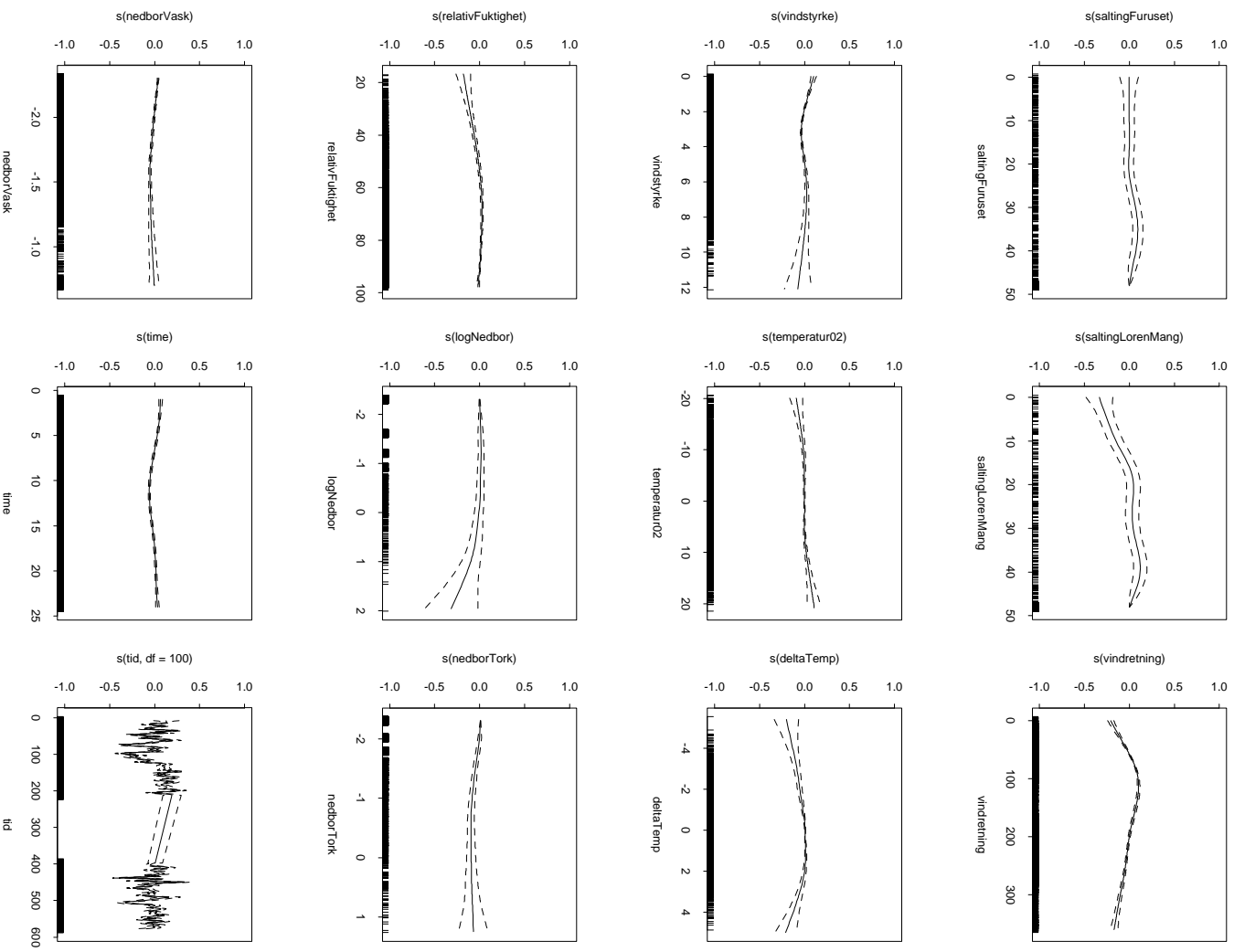
Figur 45: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM10 for differansmodellen Furuset - Manglerud.



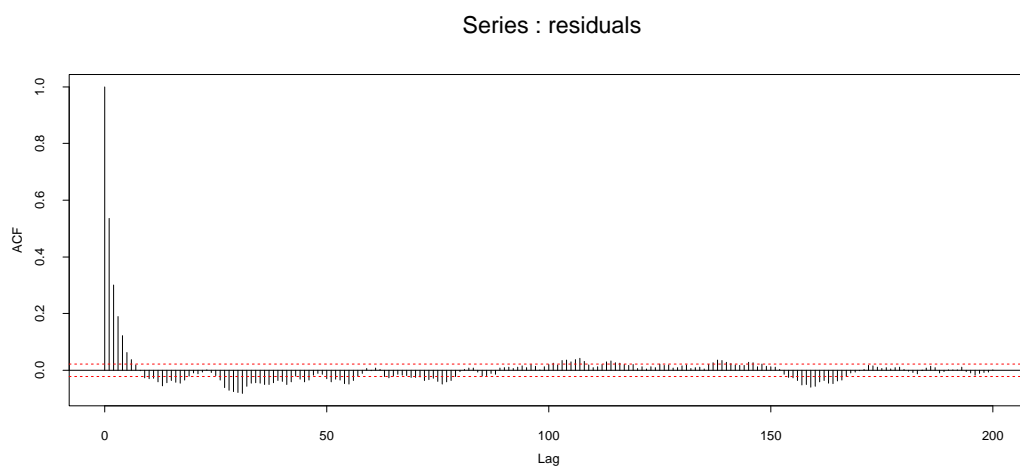
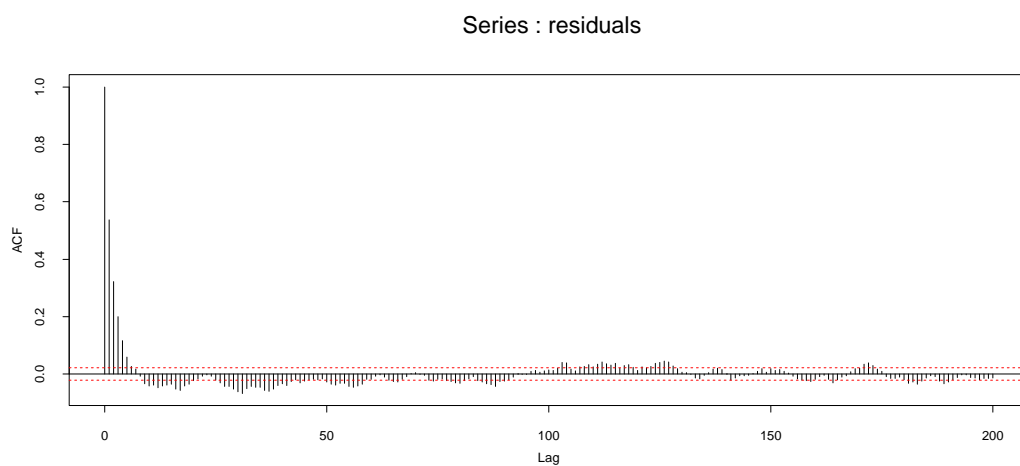
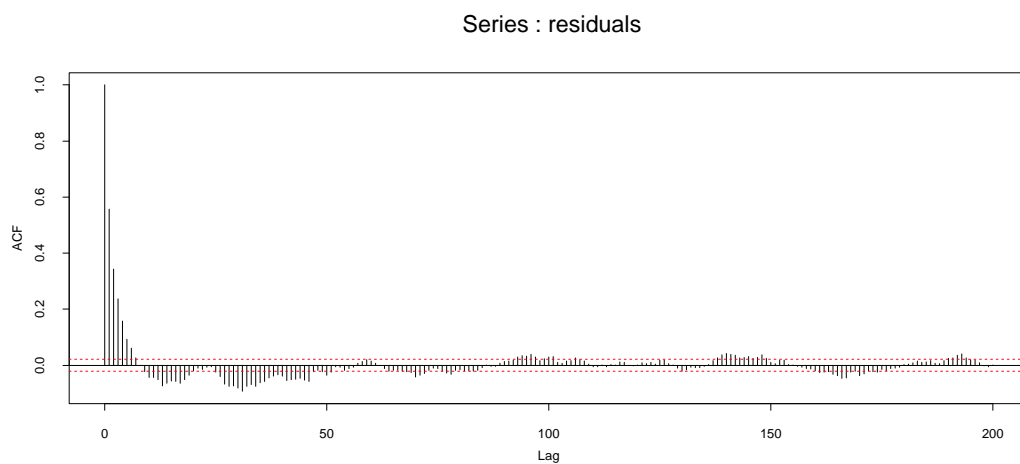
Figur 46: Estimerte effekter med konfidensbånd for $PM_{2,5}$ for differansmodellen Furuset - Manglerud.



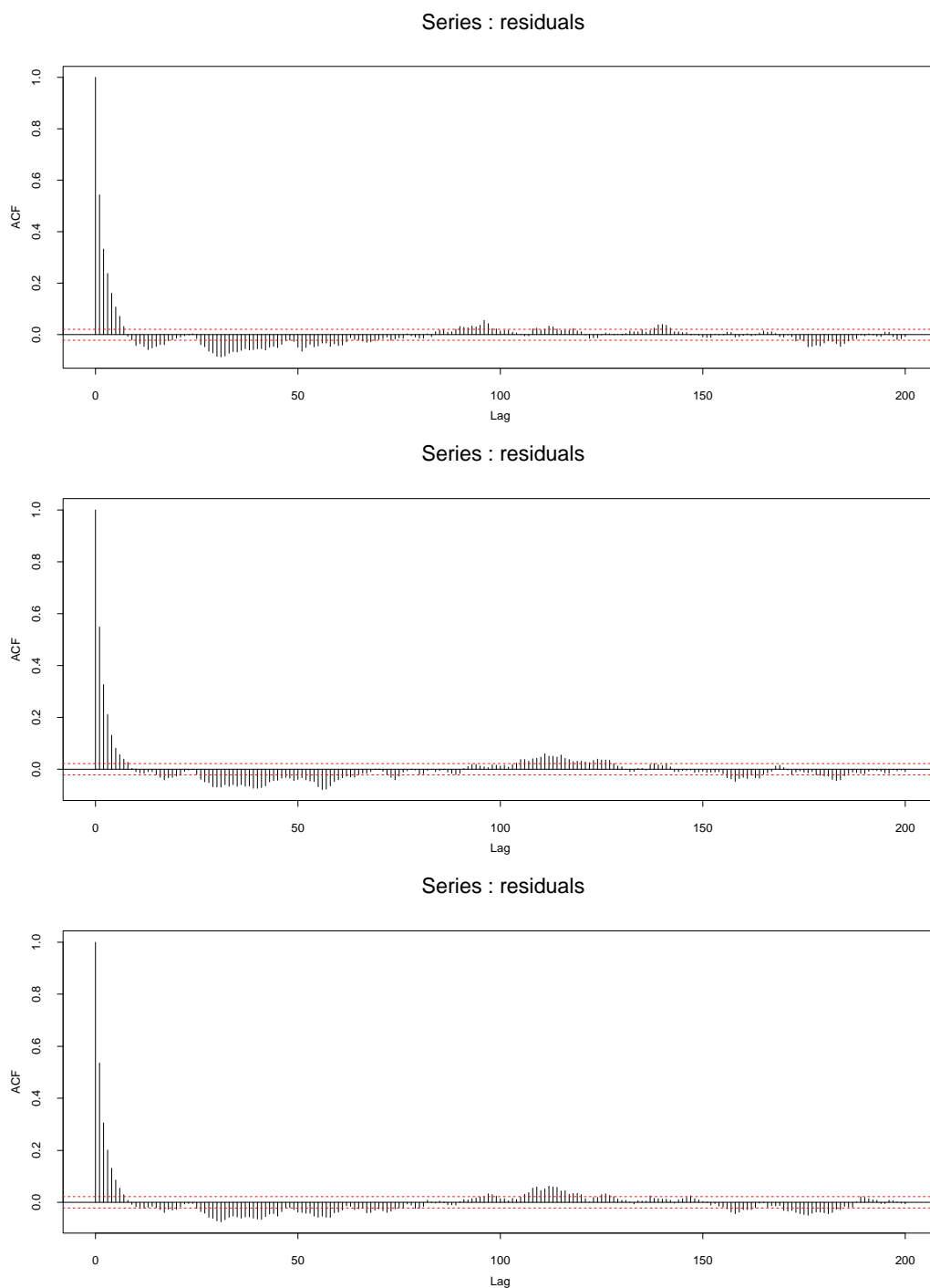
Figur 47: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM10 for differansmodellen Furu-set - gjsn (Manglerud, Løren).



Figur 48: Estimerte effekter med konfidensbånd for PM_{2,5} for differansmodellen Furu-set - gjsn (Manglerud, Løren).



Figur 49: Autokorrelasjonen for feilleddet ϵ basert på differansemodeller for PM10 fra følgende kombinasjoner av målestasjonene (*fra toppen*): Furuset-Løren, Furuset-Manglerud og Furuset-gjennomsnitt av Manglerud og Løren.



Figur 50: Autokorrelasjonen for feilleddet ϵ basert på differansemodeller for PM2,5 fra følgende kombinasjoner av målestasjonene (*fra toppen*): Furuset-Løren, Furuset-Manglerud og Furuset-gjennomsnitt av Manglerud og Løren.