



*Dinh Quang Pham*

## **Sesongjustering av passasjerer og flybevegelser – oppdrag for luftfartsverket**

# Innhold

|          |                                                     |           |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b>                                   | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>Passasjerer på ruter innenlands totalt</b>       | <b>9</b>  |
| 2.1      | Innledning . . . . .                                | 9         |
| 2.2      | Resultater fra sesongjustering . . . . .            | 9         |
| 2.3      | Oppsummering . . . . .                              | 15        |
| 2.4      | Program . . . . .                                   | 16        |
| <b>3</b> | <b>Passasjerer på ruter utenlands totalt</b>        | <b>18</b> |
| 3.1      | Innledning . . . . .                                | 18        |
| 3.2      | Resultater fra sesongjustering . . . . .            | 18        |
| 3.3      | Oppsummering . . . . .                              | 22        |
| 3.4      | Program . . . . .                                   | 24        |
| <b>4</b> | <b>Passasjerer på charter utlandet totalt</b>       | <b>26</b> |
| 4.1      | Innledning . . . . .                                | 26        |
| 4.2      | Sesongjustering med additiv modell . . . . .        | 27        |
| 4.3      | Sesongjustering med multiplikativ modell . . . . .  | 32        |
| 4.4      | Konklusjon og oppsummering . . . . .                | 36        |
| 4.5      | Program . . . . .                                   | 39        |
| <b>5</b> | <b>Flybevegelser på innenlands ruter, totalt</b>    | <b>42</b> |
| 5.1      | Innledning . . . . .                                | 42        |
| 5.2      | Resultater . . . . .                                | 43        |
| 5.3      | Oppsummering . . . . .                              | 46        |
| 5.4      | Program . . . . .                                   | 47        |
| <b>6</b> | <b>Flybevegelser på utenlands ruter, totalt</b>     | <b>50</b> |
| 6.1      | Innledning . . . . .                                | 50        |
| 6.2      | Resultater fra sesongjustering . . . . .            | 51        |
| 6.3      | Oppsummering . . . . .                              | 54        |
| 6.4      | Program . . . . .                                   | 56        |
| <b>7</b> | <b>Flybevegelser for charter på utenlands ruter</b> | <b>58</b> |
| 7.1      | Innledning . . . . .                                | 58        |
| 7.2      | Resultater . . . . .                                | 59        |
| 7.3      | Oppsummering . . . . .                              | 61        |
| 7.4      | Program . . . . .                                   | 61        |
| <b>8</b> | <b>En oppsummering for luftfartsstatistikk</b>      | <b>66</b> |

# Figurer

|      |                                                                           |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | <i>Rådata av passasjerer på innenlands ruter (i million)</i>              | 9  |
| 2.2  | <i>Rådata gjennom årene (i million)</i>                                   | 10 |
| 2.3  | <i>Rådata og framskrivinger (i million)</i>                               | 12 |
| 2.4  | <i>Rådata og sesongjusterte tall (i million), fra 1983 til 2001</i>       | 13 |
| 2.5  | <i>Rådata og trend (i million), fra 1983 til 2001</i>                     | 14 |
| 2.6  | <i>Sesongjusterte tall og trend (i million), fra 1983 til 2001</i>        | 14 |
| 2.7  | <i>Sesongkomponent i prosent, fra 1983 til 2001</i>                       | 14 |
| 2.8  | <i>Sesongkomponent i prosent</i>                                          | 15 |
| 2.9  | <i>Den irregulære komponenten i prosent</i>                               | 15 |
| 3.1  | <i>Rådata av passasjerer på utenlands ruter</i>                           | 18 |
| 3.2  | <i>Rådata av passasjerer på innenlands og utenlands ruter (i million)</i> | 19 |
| 3.3  | <i>Rådata av passasjerer på utenlands ruter</i>                           | 19 |
| 3.4  | <i>Rådata og framskrivinger</i>                                           | 20 |
| 3.5  | <i>Rådata og sesongjusterte tall, fra 1983 til 2001</i>                   | 22 |
| 3.6  | <i>Rådata og trend, fra 1983 til 2001</i>                                 | 22 |
| 3.7  | <i>Sesongjusterte tall og trend(i million), fra 1983 til 2001</i>         | 22 |
| 3.8  | <i>Sesongkomponent (i prosent), fra 1983 til 2001</i>                     | 23 |
| 3.9  | <i>Sesongkomponent (i prosent)</i>                                        | 23 |
| 3.10 | <i>Irregulærkomponent (i prosent)</i>                                     | 23 |
| 4.1  | <i>Rådata av passasjerer på charter utlandet</i>                          | 26 |
| 4.2  | <i>Rådata gjennom årene, over 12 måneder</i>                              | 27 |
| 4.3  | <i>Rådata og framskrivinger</i>                                           | 29 |
| 4.4  | <i>Rådata og sesongjusterte tall (additiv modell)</i>                     | 30 |
| 4.5  | <i>Rådata og trend (additiv modell)</i>                                   | 30 |
| 4.6  | <i>Sesongjusterte tall og trend (additiv modell)</i>                      | 31 |
| 4.7  | <i>Sesongkomponenten (additiv modell)</i>                                 | 31 |
| 4.8  | <i>Sesongkomponenten av 12 måneder gjennom årene (additiv modell)</i>     | 31 |
| 4.9  | <i>rådataene og sesongkomponenten (additiv modell)</i>                    | 32 |
| 4.10 | <i>Den irregulære komponenten (additiv modell)</i>                        | 32 |
| 4.11 | <i>Rådata og framskrivinger</i>                                           | 34 |
| 4.12 | <i>Framskrivinger ved additiv og multiplikativ modell</i>                 | 35 |
| 4.13 | <i>Rådataene og framskrivinger</i>                                        | 36 |
| 4.14 | <i>Rådataene og sesongjusterte tall</i>                                   | 36 |
| 4.15 | <i>Rådataene og trend</i>                                                 | 36 |
| 4.16 | <i>Sesongjusterte tall og trend</i>                                       | 37 |
| 4.17 | <i>Sesongkomponent</i>                                                    | 37 |
| 4.18 | <i>Sesongkomponent</i>                                                    | 37 |
| 4.19 | <i>Irregulærkomponent</i>                                                 | 38 |

|      |                                                                                         |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.20 | <i>Avviket i prosent av trender . . . . .</i>                                           | 38 |
| 4.21 | <i>Avviket i prosent av sesongjusterte tall . . . . .</i>                               | 38 |
| 5.1  | <i>Rådata av flybevegelser på innenlands ruter . . . . .</i>                            | 42 |
| 5.2  | <i>Rådata og prekorrigerte dataene for kalendereffekter og intervensjoner . . . . .</i> | 44 |
| 5.3  | <i>Rådata og framskrivinger . . . . .</i>                                               | 44 |
| 5.4  | <i>Rådata og sesongjusterte tall . . . . .</i>                                          | 46 |
| 5.5  | <i>Rådata og trend . . . . .</i>                                                        | 46 |
| 5.6  | <i>Sesongjusterte tall og trend . . . . .</i>                                           | 46 |
| 5.7  | <i>Sesongkomponenten . . . . .</i>                                                      | 47 |
| 5.8  | <i>Sesongkomponenten for 12 måneder . . . . .</i>                                       | 47 |
| 5.9  | <i>Den irregulære komponenten . . . . .</i>                                             | 47 |
| 6.1  | <i>Rådata av flybevegelser på utenlands ruter . . . . .</i>                             | 50 |
| 6.2  | <i>Rådata for 12 måneder . . . . .</i>                                                  | 51 |
| 6.3  | <i>Rådata og framskrivinger . . . . .</i>                                               | 53 |
| 6.4  | <i>Rådata og sesongjusterte tall . . . . .</i>                                          | 54 |
| 6.5  | <i>Rådata og trend . . . . .</i>                                                        | 55 |
| 6.6  | <i>Sesongjusterte tall og trend . . . . .</i>                                           | 55 |
| 6.7  | <i>Sesongkomponenten . . . . .</i>                                                      | 55 |
| 6.8  | <i>Sesongkomponenten for 12 måneder . . . . .</i>                                       | 56 |
| 6.9  | <i>Den irregulære komponenten . . . . .</i>                                             | 56 |
| 7.1  | <i>Rådataene . . . . .</i>                                                              | 58 |
| 7.2  | <i>Rådataene og framskrivinger . . . . .</i>                                            | 61 |
| 7.3  | <i>Rådataene og sesongjusterte tall . . . . .</i>                                       | 62 |
| 7.4  | <i>Rådataene og trend . . . . .</i>                                                     | 62 |
| 7.5  | <i>Sesongjusterte tall og trend . . . . .</i>                                           | 62 |
| 7.6  | <i>Sesongkomponenten . . . . .</i>                                                      | 63 |
| 7.7  | <i>Sesongkomponenten for 12 måneder . . . . .</i>                                       | 63 |
| 7.8  | <i>Den irregulære komponenten . . . . .</i>                                             | 63 |

# Tabeller

|      |                                                                                                                                     |    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | <i>Datoene til 1. påskedag fra 1982 til 2001</i>                                                                                    | 11 |
| 2.2  | <i>Intervensjoner for passasjer på innenlands ruter</i>                                                                             | 11 |
| 2.3  | <i>Framskrivningene og 95% konfidensintervaller</i>                                                                                 | 12 |
| 2.4  | <i>Grenseverdiene for <math>S(\%)</math> og <math>MM(\%)</math></i>                                                                 | 13 |
| 2.5  | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten</i>                                 | 17 |
| 3.1  | <i>Intervensjoner for passasjer på innenlands ruter</i>                                                                             | 20 |
| 3.2  | <i>Framskrivningene og 95% konfidensintervaller</i>                                                                                 | 21 |
| 3.3  | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten</i>                                 | 25 |
| 4.1  | <i>Rådataene av oktober og november</i>                                                                                             | 27 |
| 4.2  | <i>Ukedagseffekter</i>                                                                                                              | 28 |
| 4.3  | <i>Intervensjoner for passasjer på charter utlandet</i>                                                                             | 28 |
| 4.4  | <i>Framskrivningene og 95% konfidensintervaller</i>                                                                                 | 29 |
| 4.5  | <i>Intervensjoner for passasjer på charter utlandet</i>                                                                             | 32 |
| 4.6  | <i>Ukedagseffekter</i>                                                                                                              | 33 |
| 4.7  | <i>Intervensjoner for passasjer på charter utlandet</i>                                                                             | 34 |
| 4.8  | <i>Framskrivningene og 95% konfidensintervaller</i>                                                                                 | 34 |
| 4.9  | <i>Kvalitetsmål</i>                                                                                                                 | 35 |
| 4.10 | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten for den additive modellen</i>       | 40 |
| 4.11 | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten for den multiplikative modellen</i> | 41 |
| 5.1  | <i>Ukedagseffekter</i>                                                                                                              | 43 |
| 5.2  | <i>Intervensjoner</i>                                                                                                               | 44 |
| 5.3  | <i>Framskrivningene og 95% konfidensintervaller</i>                                                                                 | 45 |
| 5.4  | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten</i>                                 | 49 |
| 6.1  | <i>Ukedagseffekter</i>                                                                                                              | 52 |
| 6.2  | <i>Intervensjoner</i>                                                                                                               | 52 |
| 6.3  | <i>Framskrivningene og 95% konfidensintervaller</i>                                                                                 | 53 |
| 6.4  | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten</i>                                 | 57 |
| 7.1  | <i>Resultaer fra sesongjustering ved to metoder</i>                                                                                 | 59 |
| 7.2  | <i>Intervensjoner</i>                                                                                                               | 60 |

---

|     |                                                                                                                   |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.3 | <i>Framskrivingene og 95% konfidensintervaller . . . . .</i>                                                      | 60 |
| 7.4 | <i>Observerte dataene og framskrivinger for sesongjusterte tall, trend<br/>og den sesongkomponenten . . . . .</i> | 65 |
| 8.1 | <i>Modell for sesongjustering . . . . .</i>                                                                       | 66 |
| 8.2 | <i>ARIMA modell . . . . .</i>                                                                                     | 67 |
| 8.3 | <i>Kalendereffekter på 5% nivå . . . . .</i>                                                                      | 67 |
| 8.4 | <i>Intervensjoner . . . . .</i>                                                                                   | 67 |
| 8.5 | <i>F-testene på 5% nivå . . . . .</i>                                                                             | 68 |
| 8.6 | <i>Sliding spans analysen . . . . .</i>                                                                           | 68 |

# Kapittel 1

## Innledning

Vi sesongjusterer en tidsserie  $O_t$  for å publisere to nye tidsserier, som vi kaller  $S_t$  og  $A_t$ , der  $S_t$  beskriver sesongvariasjoner, mens  $A_t$  er den tidsserien som ikke er påvirket av  $S_t$ . Vi beskriver  $O_t$  på formen

$$\begin{aligned} O_t &= S_t + A_t && \text{for additiv modell} \\ &= S_t \times A_t && \text{for multiplikativ modell} \end{aligned} \quad (1.1)$$

vi kaller  $S_t$  for sesongkomponent og  $A_t$  for sesongjusterte tall. Trenden  $T_t$  beregnes ved å glatte de sesongjusterte tallene. Restleddene ( $A_t - T_t$  for den additive modellen og  $A_t/T_t$  for den multiplikative modellen) kaller vi den irregulære komponenten  $I_t$ . Dermed blir man ikke forvirret av sesongvariasjoner ved bruk av  $T_t$  for å betrakte den langsiktige utviklingen av rådataene.

Det er mange grunner som fører til sesongvariasjoner i en tidsserie

- Kalendereffekter. Faste helligdager som 17. mai, juledagene, og varierende helligdager som påske eller pinse. Ukedageeffekter som skyldes ulike antall ukedager i samme måned fra år til år, er også en faktor til som bidrar til sesongvariasjoner.
- Ferier. For luftfartstatistikken vil i tillegg faktorer som høstferie og sommerferie medføre endringer i antall passasjerer.
- Været. Endringene av temperatur, nedbør påvirker direkte eller indirekte transportutviklingen.

Det kan være flere årsaker til sesongvariasjoner i dataene. Sesongkomponenten er en tidsserie med regelmessige variasjoner som gjentar seg på samme tidspunkt hvert år, med nesten samme størrelse, kan forklares og estimeres. Det er mange tidsserier, der man er interessert i trend og sesongjusterte tall. Men for planlegging er sesongkomponenten en viktig størrelse.

I dette notatet beskriver vi resultater fra sesongjustering og forslag til implementering for antall passasjerer og flybevegelser summert over alle lufthavner, fordelt på

- innenlands ruter
- utenlands ruter
- utenlands charter

Det er i alt 6 tidsserier som skal analyseres. Resultater fra sesongjustering for hver tidsserie presenteres i et eget kapittel. Dataene er månedstall og observert fra januar 1982 til august 2000 (224 observasjoner) for passasjerer og fra januar 1989 til desember 1999 (132 observasjoner) for flybevegelser. I beregningen bruker vi X-12-ARIMA som er utviklet av US Census. Programmet har vært brukt i SSB siden 1998 for sesongjustering. Det finnes en versjon av programmet i SAS som kalles ved PROC X12. Fordelen ved bruk av prosedyren i SAS er at man kan lagre dataene og sesongjustere tidsseriene i samme program. Men vi bruker ikke denne prosedyren i analysen på grunn av at PROC X12 er basert på en beta versjon 0.2.5 av X-12-ARIMA. Det mangler også en rutine for korrigering for effektene for påske og intervensjoner, hvor disse effektene kan påvirke tidsseriene i luftfartstatistikk. Vi bruker X-12-ARIMA som ikke er versjonen i SAS, for analysen, siden det er flere opsjoner for prekorrigering samt å kunne velge lengden til filter på forhånd. Manualen er skrevet mye mer detaljert enn den i SAS. Dessuten er programmet rettet for feil etter versjon 0.2.5.

Vi vil bruke mest figurer for å illustrere resultatene. Vi plotter med forskjellige skalaer for de tre tidsseriene. Vi velger verdiene på  $y$ -aksen for innenlands ruter fra 0 til 2 millioner, mens for utenlands rute er fra 0 til 800000 og for utenlands charter fra 0 til 350000. Ved å plote i samme skala for disse tidsseriene, får vi et riktig bilde av variasjoner mellom dem, men fordi vi analyserer dem hver for seg, er dette ikke nødvendig. Trenden og sesongjusterte tall plottes med samme skala som rådataene, men for sesongkomponenten vil vi velger verdiene på  $y$ -aksen slik at man kan se tydelige sesongvariasjoner. Framskrivningene er også viktige for luftfartstatistikken. Vi beskriver dem i tabellene og figurene.

Effektene av ukedager, påske og intervensjoner må korrigeres hvis testene viser en signifikans, før vi spalter opp tidsserien i trend og sesongkomponent. Estimeringen av effektene utføres ved hjelp av en ARIMA modell. Modellen brukes også for å forlenge tidsserien til begge to sider slik at de symmetriske brukes for hele tidsserien. Det er fem innebygde modeller i X-12-ARIMA (side 136 i X-12-ARIMA manualen).

(0 1 1)(0 1 1)  
 (0 1 2)(0 1 1)  
 (2 1 0)(0 1 1)  
 (0 2 2)(0 1 1)  
 (2 1 2)(0 1 1)

De tre kriterier for å velge en ARIMA modell er:

- (i) Gjennomsnittlig absolutt prognosefeil i prosent over de siste 3 årene er mindre eller lik 15%.
- (ii)  $\chi^2$  for testing om residualene er ukorrelerte, må ha  $p$ -verdi større enn 5%.
- (iii) Det er ingen tegn til "overdifferencing", dvs  $\sum_i \theta_i > 0.9$ .

Den første modellen som vi kaller air line modell, testes først. Hvis den ikke tilfredsstiller de tre kriteriene, blir den andre testet. Dersom alle fem modellene forkastes kan vi angi en bestemt ARIMA modell for programmet.

Påskeeffekt er effekten som påvirker data på grunn av påske. Siden disse helligdagene varierer fra år til år, fra 22. mars til 25. april, betrakter vi ikke effekten

som en sesongvariasjon. I estimeringen får vi en verdi  $\hat{d}$ , definert som antall dager før 1. påskedag som rådataene er påvirket av effekten. Når  $d = 3$  er skjærtorsdag, langfredag, lørdag og 1. påskedag å betrakte som påskedagene. Siden påske ofte faller i april, vil vi ikke korrigere rådataene for effekten hvis påskedagene er i april. For eksempel, for passasjerer på innenlands rute som beskrives i kapittel 2, er  $\hat{d} = 8$ , blir rådataene i mars og april 1983, 1985, 1986, 1988, 1989, 1991, 1996 og 1999 korrigert. Merk at metoden for påskekorrigerings ikke tar hensyn til de norske helligdagene.

Box and Tiao (1965) utviklet intervensjonsanalyse for å studere tidsserier som er påvirket av eksterne begivenheter. For eksempel, flygelederstreik i juni 1998 (4-5 dager uten flytrafikk) reduserte antall passasjerer. Vi korrigerer også dataene for denne effekten. Metoden blir innført i X-12-ARIMA. Vi kan la programmet selv estimere tidspunkter, størrelser og typer fra dataene eller angi tidspunktene på forhånd, og estimere effekter.

For å kunne sesongjustere en tidsserie lager vi et program som inneholder mange kommandoer og opsjoner. For eksempel,

```
series{title"Antall passasjerer på innenlands ruter"
      start=1989.jan
      periode=12
      ...
transform{function=auto}
outlier{ }
...
```

I programmet lar vi X-12-ARIMA selv velger en modell for sesongjustering ved å basere på testen  $AICC_{nolog} - AICC_{log} < \Delta_{AICC}$  for additiv modell, hvor  $\Delta_{AICC} = -2$ , hvor  $AIC$  er "Akaike's information criterion" og  $AICC$  er " $F$  corrected  $AIC$ ". Vi kaller -2 en default verdi. Det er verdi som man har lagt inn i programmet og kan endres ved brukeren. Vi kan angi på forhånd  $\Delta_{AICC} = -4$  for å ha en større avstand mellom additiv og multiplikativ modell. Den kommandoen **transform** ser slik ut

```
transform{function=auto
          aicdiff=-4}
```

Vi bruker default verdier i første kjøring for å velge en modell for sesongjustering og estimere effektene av ukedager, påske og intervensjoner. Hvis resultater blir dårlig kjører vi programmet på nytt med endringer for default verdier.

Vi vurderer resultatene fra sesongjustering ved hjelp av sliding spans analyse (Findley et al 1990). Det er en ny teknikk som er brukt i X-12-ARIMA, men ikke i det tidligere programmet X-11-ARIMA. Vi får mer nøyaktige konklusjoner om hvor god en sesongjustering er enn ved de 11 kvalitetsmål i X-11-ARIMA.

Vi beskriver resultater fra sesongjustering for antall passasjerer på innenlands ruter, utenlands ruter og charter på utenlands ruter i kapitlene 2, 3 og 4 og for antall flybevegelser i kapitlene 6, 5 og 7. Kapittel 8 gir en oppsummering for de seks tidsseriene.

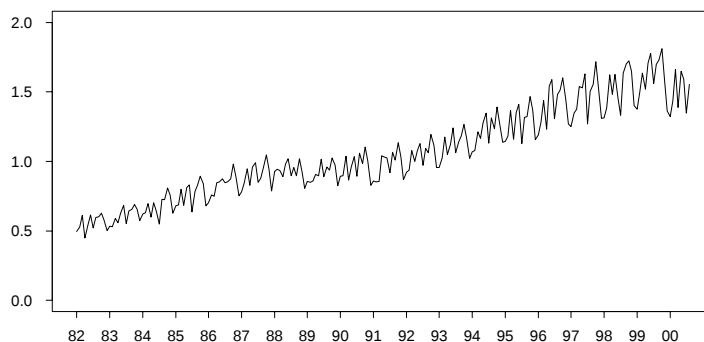
Jeg vil takke Leiv Solheim for gode kommentarer.

## Kapittel 2

# Passasjerer på ruter innenlands totalt

### 2.1 Innledning

Data er antall passasjerer som er summert over alle lufthavner på innenlands ruter. I alt er det 224 observasjoner fra januar 1982 til august 2000. Rådata er plottet i figur 2.1. Verdiene på  $y$ -aksen er i millioner. Den viser en klar trend med omtrent en tredobling fra 1982 til 2000.

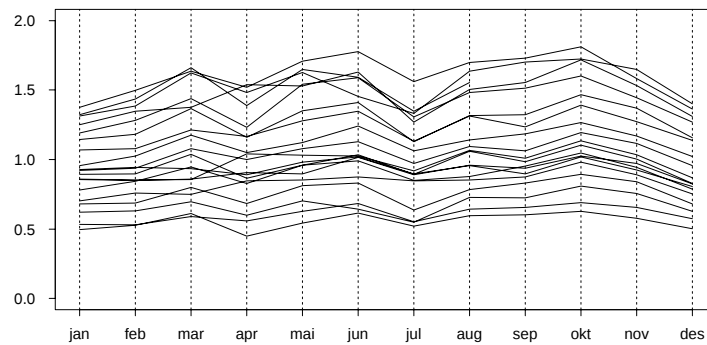


Figur 2.1: *Rådata av passasjerer på innenlands ruter (i million)*

En enkel metode for å sjekke sesongvariasjonen er å plotte rådataene for hvert år over hverandre. Det skal vise samme endringer fra år til år på et bestemt tidspunkt. Vi ser i figur 2.2 et klart sesongmønster i dataene med høye verdier i mars, juni, oktober og lave verdier i januar, juli, desember. Man kan også plotte autokorrelasjonfunksjonen eller spektraltettheten for å finne sesongvariasjoner i data.

### 2.2 Resultater fra sesongjustering

Vi får følgende resultater



Figur 2.2: Rådata gjennom årene (i million)

### - Modell for sesongjustering

Testen viser at multiplikativ modell passer best med dataene. Dette vil si at rådata  $O_t$  skrives ved

$$O_t = S_t \times T_t \times I_t$$

$O_t$  og  $T_t$  har samme nivå, mens  $S_t$  og  $I_t$  beregnes i prosent.

### - ARIMA modell

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt, med

| Par.           | Estimert |        |                  |
|----------------|----------|--------|------------------|
|                | Verdi    | Std    |                  |
| $\hat{\theta}$ | 0.6464   | 0.0523 | sign. på 5% nivå |
| $\hat{\Theta}$ | 0.6583   | 0.0528 | sign. på 5% nivå |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivinger:

siste år: 11.50, forrige år: 2.70, to år tidligere: 2.19  
siste tre år: 5.46. Grenseverdien for siste tre år er 15%.

Vi ser at de tre kriteriene for å velge en ARIMA modell, er tilfredsstillt. Ved hjelp av en ARIMA modell kan vi forlenge tidsserien til begge to sider, slik at de symmetriske vektene kan brukes for hele serien.

### - Kalendereffekter

Det er to effekter som påvirker dataene

- Ukedageffekter som skyldes ulike antall dager i samme måned fra år til år. Testen viser at dataene ikke er påvirket av denne effekten.

- Påskeeffekt som påvirker dataene på grunn av påske. Siden disse helligdagene varierer fra år til år, fra 22 mars til 25 april, betrakter vi ikke effekten som en sesongvariasjon. Testen viser at effekten er signifikant på

5% nivå, med  $t$ -verdi er -11.61. Tabell 2.1 viser datoene til 1. påskedag fra 1982 til 2001. Basert på dataene estimerer X-12-ARIMA også antall dager  $d$  før 1. påskedag som er påvirket av effekten. Vi får  $\hat{d} = 8$ . Dermed er dataene av 1983, 1985, 1986, 1988, 1989, 1991, 1994, 1996, 1999 korrigert for påskeeffekten.

Påskeeffekten må fjernes før vi kan utføre en sesongjustering.

Tabell 2.1: *Datoene til 1. påskedag fra 1982 til 2001*

| år   | mars | april | år   | mars | april |
|------|------|-------|------|------|-------|
| 1982 |      | 11.   | 1992 |      | 19.   |
| 1983 |      | 3.    | 1993 |      | 11.   |
| 1984 |      | 22.   | 1994 |      | 3.    |
| 1985 |      | 7.    | 1995 |      | 16.   |
| 1986 | 30.  |       | 1996 |      | 7.    |
| 1987 |      | 19.   | 1997 | 30.  |       |
| 1988 |      | 3.    | 1998 |      | 12.   |
| 1989 | 26.  |       | 1999 |      | 4.    |
| 1990 |      | 15.   | 2000 |      | 23.   |
| 1991 | 31.  |       | 2001 |      | 15.   |

#### - Intervensjoner

Det er spesielle begivenheter som påvirker rådataene, for eksempel streik. Effekten kan bifra til endringer i trend og sesongjusterte tall, og må også fjernes før sesongjustering. ARIMA modellen blir bedre tilpasset med dataene slik at vi får bedre framskrivninger. I manualen X-12-ARIMA finner man forklaringer for intervensjoner (se side 144). Tidspunktene, typene og størrelsene er vist i tabell 2.2, den kritiske verdien for å identifisere ekstremverdier velges selv av programmet og er avhengig av lengden til tidsserien (se tabell 6.23 side 145, i manualen).

Tabell 2.2: *Intervensjoner for passasjer på innenlands ruter*

| år   | måned | type | est.verdi | std    | $t$   |
|------|-------|------|-----------|--------|-------|
| 1984 | juni  | AO   | -0.1571   | 0.0316 | -4.97 |
| 1984 | juli  | AO   | -0.1736   | 0.0322 | -5.39 |
| 1985 | juli  | AO   | -0.1415   | 0.0314 | -4.50 |
| 1998 | juni  | AO   | -0.1494   | 0.0311 | -4.80 |

Forklaringen for juni 1998 er flygelederstreik som medførte 4-5 dager uten flytrafikk.

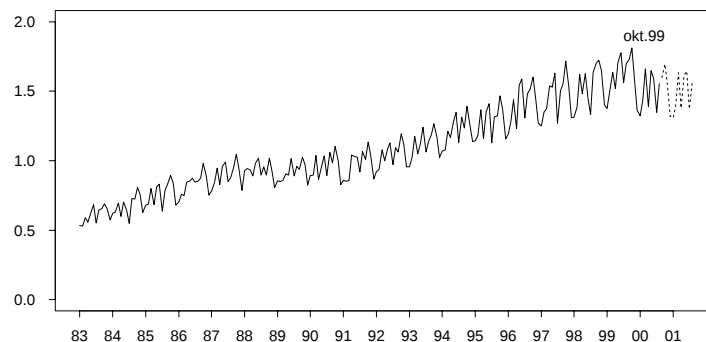
#### - Framskrivninger

beregnes fra ARIMA (0 1 1)(0 1 1) med hensyn til effektene av ukedager, påske og intervensjoner. De estimerte verdiene og 95% konfidensintervaller er listet i tabell 2.3

Tabell 2.3: *Framskrivingene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre   | framsk. | øvre    |
|------|-----------|---------|---------|---------|
| 2000 | september | 1486281 | 1598316 | 1718796 |
|      | oktober   | 1568708 | 1694404 | 1830171 |
|      | november  | 1416776 | 1536687 | 1666747 |
|      | desember  | 1212794 | 1320664 | 1438129 |
| 2001 | januar    | 1196726 | 1308111 | 1429864 |
|      | februar   | 1278316 | 1402379 | 1538484 |
|      | mars      | 1482459 | 1632331 | 1797355 |
|      | april     | 1247469 | 1378187 | 1522603 |
|      | mai       | 1457153 | 1614847 | 1789607 |
|      | juni      | 1478650 | 1644206 | 1828298 |
|      | juli      | 1231667 | 1373491 | 1531645 |
|      | august    | 1410287 | 1577380 | 1764270 |

Rådataene og framskrivingene (stiplet linje) er plottet i figur 2.3. Vi ser at trenden går ned. Oktober 1999 kan være et vendepunkt for passasjerer på innenlands ruter.

Figur 2.3: *Rådata og framskrivinger (i million)*

- Tester for sesongmønster og sesongbevegelser

$F$ -testene viser at sesongmønster er signifikant på 1% nivå, med  $F = 147.24$ . Det er ingen tegn til signifikans for sesongbevegelser med samme nivå,  $F = 1.44$ . Dette viser at sesongmønsteret er stabilt.

- Kvalitetsmål og sliding spans

brukes for å vurdere hvor god en sesongjustering er. De 11 målene  $M1$ - $M11$  og  $Q$  (veiet gjennomsnitt av  $M1$ - $M11$ ) er gitt i nedenfor tabell.

| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.384 | 0.320 | 0.776 | 0.679 | 0.664 | 0.303 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.196 | 0.420 | 0.162 | 0.367 | 0.352 | 0.414 |

Vi får lave verdier ( $< 1$ ) for  $M_i$  og  $Q$ .

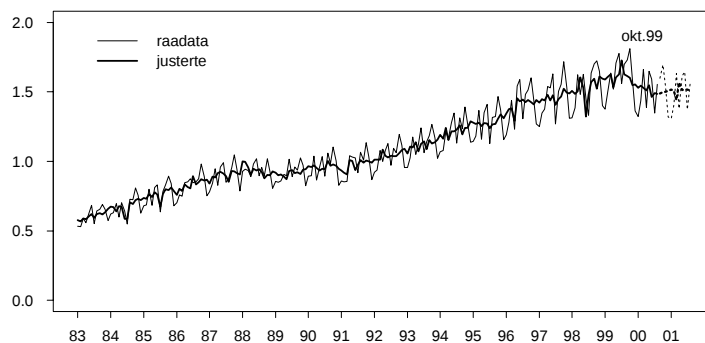
Sliding spans (Findley et al. 1990) er utført for fire delmengder delvis overlappende [jan.1989, aug.1997], [jan.1990, aug.1998], [jan.1991, aug.1999] og [jan. 1992, aug.2000]. Dataene av disse mengdene er kopiert fra de observasjonene, og sesongjusteres med prekorrigeringen for effektene av ukedager, påske og intervensjoner lik som den opprinnelige tidsserien. Vi får  $S(\%) = 3.4$ ,  $MM(\%) = 8.7$  og  $YY(\%) = 0.0$ . Disse tallene er mye lavere enn grenseverdier for en dårlig sesongjustering. Det vil si vi får lave endringer for trenden, og sesongjusterte tall når nye observasjoner tilføyes. Grenseverdiene for  $S(\%)$ ,  $MM(\%)$  og  $YY(\%)$  er gitt i tabell 2.4.

Tabell 2.4: Grenseverdiene for  $S(\%)$  og  $MM(\%)$

| $S(\%)$              | $MM(\%)$         | Konklusjon                 |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| $S(\%) \leq 15$      | $MM(\%) \leq 40$ | god sesongjustering        |
| $15 < S(\%) \leq 25$ | $MM(\%) \leq 40$ | mindre god sesongjustering |
| $S(\%) > 25$         | $MM(\%) > 40$    | dårlig sesongjustering     |

#### - Figurer

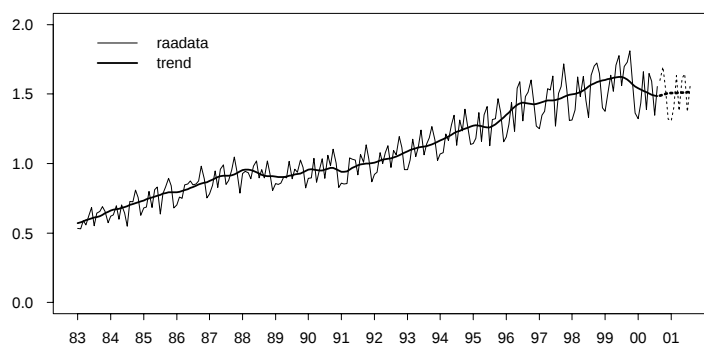
Figur 2.4 og 2.5 viser sesongjusterte tall og trend samt rådataene fra 1983 til 2001, med framskrivninger som stiplet linje.



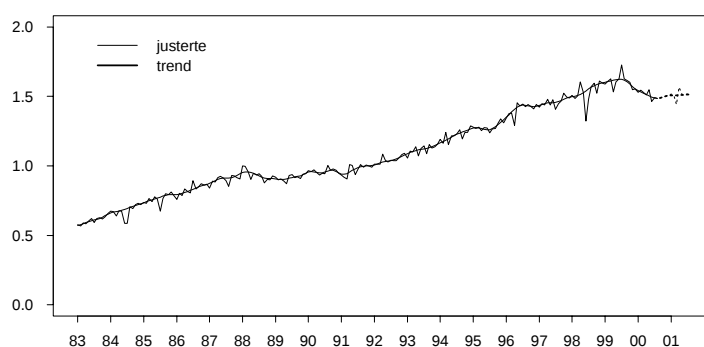
Figur 2.4: Rådata og sesongjusterte tall (i million), fra 1983 til 2001

Grunnen til at vi plottet tallene fra 1983 til 2001, men ikke fra 1982 til 2001, er at vi vil beholde samme skala i alle figurer.

Sesongjusterte tallene og trenden er plottet i figur 2.6. Vi ser at tallene i de siste månedene, fra ca oktober 1999, gikk ned. Men framskrivingene viser en svak økning fra september 2000.

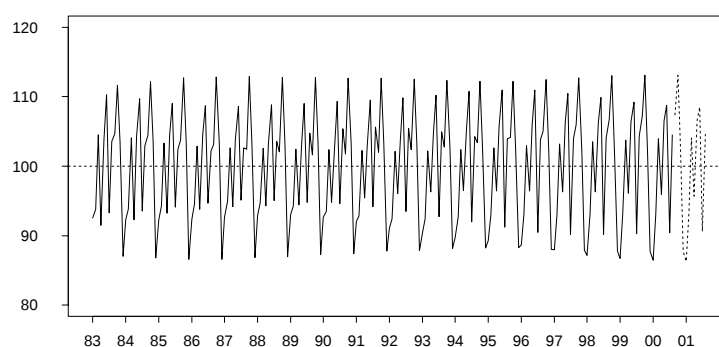


Figur 2.5: Rådata og trend (i million), fra 1983 til 2001



Figur 2.6: Sesongjusterte tall og trend (i million), fra 1983 til 2001

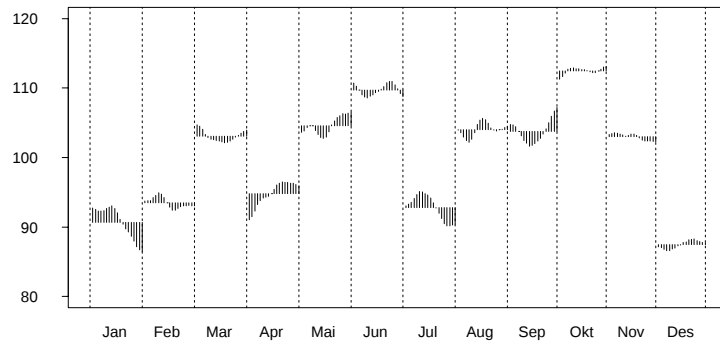
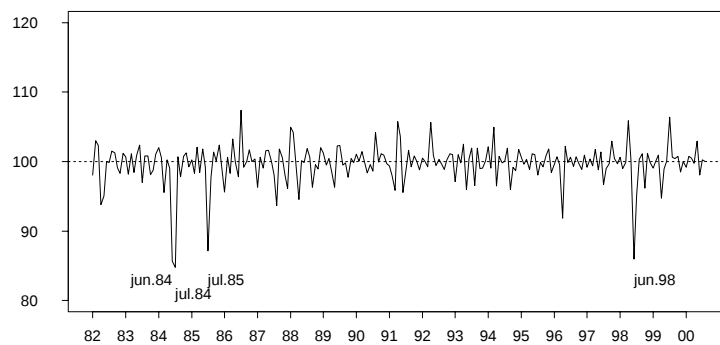
Sesongkomponenten og framskrivingen er vist i figur 2.7. Det viser et stabilt sesongmønster.



Figur 2.7: Sesongkomponent i prosent, fra 1983 til 2001

For å ha et mer detaljert bilde av sesongvariasjoner gjennom årene for hver enkelt måned, plottes vi på følgende måte:

La  $i$  stå for måned og  $j$  stå for år, for størrelsen  $\Delta_{i,j}^S$ . For eksempel, for

Figur 2.8: *Sesongkomponent i prosent*Figur 2.9: *Den irregulære komponenten i prosent*

januar 1982, definerer vi  $\Delta_{jan.82}^S$  slik

$$\begin{aligned}\Delta_{jan.82}^S &= S_{jan.82} - \bar{S}_{jan} \\ &= S_{jan.82} - \frac{1}{19}(S_{jan.82} + S_{jan.83} + \dots + S_{jan.00})\end{aligned}$$

hvor  $S_{jan.82}$  er sesongkomponenten for januar 1982. Dvs,  $\Delta_{jan.82}^S$  er avviket av sesongkomponenten i januar 1982 i forhold til gjennomsnittet for alle sesongkomponentene for januar i tidsserien. Vi beregner på tilsvarende måte for de andre  $\Delta_{i,j}^S$ , hvor  $i$ =januar, ..., desember, og  $j$ =1982, ..., 2000. Figur 2.8 viser  $\Delta_{i,j}^S$  for 12 måneder.

Den irregulære komponenten  $I_t$  er plottet i figur 2.9. Testen viser at den er en hvit støy prosess. Vi ser at  $I_t$  varierer rundt 100%, bortsett fra tidspunktene hvor intervensjoner har forekommet.

## 2.3 Oppsummering

Rådataene viser en nedgang i en kort periode etter oktober 1999. Det kan være en sammenheng med Color Air gikk konkurs i september 1999, ruteinnskrenkinger SAS og Braathens i desember 1999 og omlegging av

seteavgift til passasjeravgift som medfører redusert flytrafikk. Ved å la X-12-ARIMA velge selv verdi for å estimere intervensjoner, får vi bare ekstremverdier som er listet ut i tabell 2.2. Dette betyr at hverken konkuransen av Color Air eller økningen av setavgift fører til signifikant endring i trenden.

Tabell 2.5 viser de observerte dataene og framskrivingene for sesongjusterte tall, trend og sesongkomponenten (i prosent), fra september 1999 til august 2001. Det viser en svak økning i trenden. Dessuten får vi ganske stabile sesongvariasjoner. Figur 2.8 viser at oktober har høyest og desember har lavest sesong for passasjerer i innenlands ruter.

## 2.4 Program

Vi bruker X-12-ARIMA for sesongjustering. Programmet beskrives slik

```

series{title="Passasjerer i innenlandsruter"
      start=1982.1          # dato til den første observasjon
      period=12             # månedstall
      file="p_innenland.dat" # filnavn
      decimals=0}          # antall desimaler
transform{function=auto     # å teste M eller A modell
          savelog=autotransform} # resultatet listes ut i en fil
regression{aictest=(td easter) # regresjonsanalyse mht td og easter
           savelog=aictest}    # resultatet listes ut i en fil
automdl{file="my.mdl"       # filen som inneholder 5 ARIMA modeller
        identify=all        # velger en av de fem
        savelog=automodel}  # resultatet listes ut i en fil
forecast{save=(fct)}       # beregning for framskrivinger
outlier{ }                 # estimering for intervensjoner
estimate{maxiter=1000}     # max antall iterasjoner er 1000
x11{savelog=(m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 q) # 11 tester
    print=all
    save=(d10 d11 d12 d13)} # skriver ut  $S_t$ ,  $A_t$ ,  $T_t$  og  $I_t$ 
slidingspans{additivesa=percent outlier=keep
             print=all
             savelog=percent}
history{ } # revisjoner for sesongjusterte tall

```

Tabell 2.5: Observerte dataene og framskrivninger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten

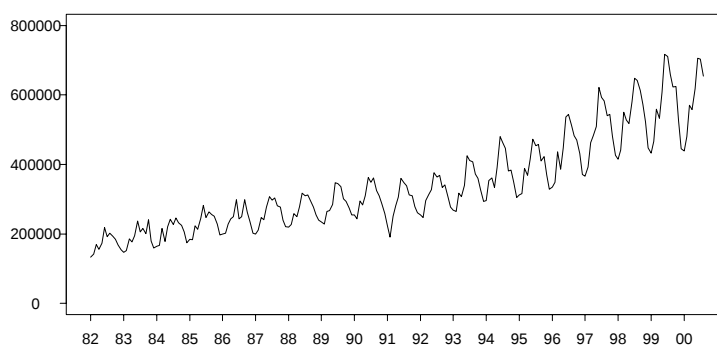
| Observerte data |      |         |          |         |        | Framskrivninger |      |         |          |         |        |
|-----------------|------|---------|----------|---------|--------|-----------------|------|---------|----------|---------|--------|
| mnd             | år   | rådata  | justerte | trend   | sek.%  | mnd             | år   | rådata  | justerte | trend   | sek.%  |
| sep.            | 1999 | 1728664 | 1612531  | 1605581 | 107.20 | sep.            | 2000 | 1598316 | 1487880  | 1489709 | 107.40 |
| okt.            | 1999 | 1809592 | 1600393  | 1588886 | 113.07 | okt.            | 2000 | 1694404 | 1498152  | 1495696 | 113.10 |
| nov.            | 1999 | 1581909 | 1546685  | 1569979 | 102.28 | nov.            | 2000 | 1536688 | 1501654  | 1501602 | 102.30 |
| des.            | 1999 | 1363312 | 1553775  | 1553628 | 87.74  | des.            | 2000 | 1320665 | 1506532  | 1505591 | 87.70  |
| jan.            | 2000 | 1321823 | 1528382  | 1541368 | 86.49  | jan.            | 2001 | 1308112 | 1514992  | 1507109 | 86.30  |
| feb.            | 2000 | 1435639 | 1543310  | 1531882 | 93.02  | feb.            | 2001 | 1402380 | 1507339  | 1507937 | 93.00  |
| mar.            | 2000 | 1659225 | 1530526  | 1523197 | 103.96 | mar.            | 2001 | 1632332 | 1441919  | 1508243 | 104.10 |
| apr.            | 2000 | 1389108 | 1510172  | 1513533 | 95.92  | apr.            | 2001 | 1378187 | 1565329  | 1508907 | 95.70  |
| mai.            | 2000 | 1647873 | 1547530  | 1502967 | 106.48 | mai.            | 2001 | 1614848 | 1514768  | 1510147 | 106.60 |
| jun.            | 2000 | 1593137 | 1464439  | 1493355 | 108.79 | jun.            | 2001 | 1644207 | 1515285  | 1511584 | 108.50 |
| jul.            | 2000 | 1348091 | 1490801  | 1487412 | 90.43  | jul.            | 2001 | 1373491 | 1516760  | 1512675 | 90.60  |
| aug.            | 2000 | 1553203 | 1486283  | 1486199 | 104.50 | aug.            | 2001 | 1577380 | 1507704  | 1513789 | 104.60 |

## Kapittel 3

# Passasjerer på ruter utenlands totalt

### 3.1 Innledning

Data er antall passasjerer som er summert over alle lufthavner på utenlands ruter, fra januar 1982 til august 2000. I alt er det 224 observasjoner. Dataene er plottet i figur 3.1. Den viser en økning i trenden og et klart sesongmønster. Merk at de to figurene 2.1 og 3.1 er med forskjellig skala. Verdiene på  $y$ -aksen for innenlands ruter varierer fra 0 til 2 millioner, mens for utenlands ruter er fra 0 til 800000. For å kunne sammenligne endringer i rådataene av disse to tidsseriene, bruker vi figur 3.2. Vi ser at det er en svakere økning i trenden for utenlands ruter. Bortsett fra figur 3.2 vil vi bruke skalaen fra 0 til 800000 for utenlands ruter. Rådataene av 12 måneder gjennom årene er plottet i figur 3.3. Den viser at det eksisterer sesongvariasjoner i dataene. Juni er måneden som har høyest sesongkomponent.

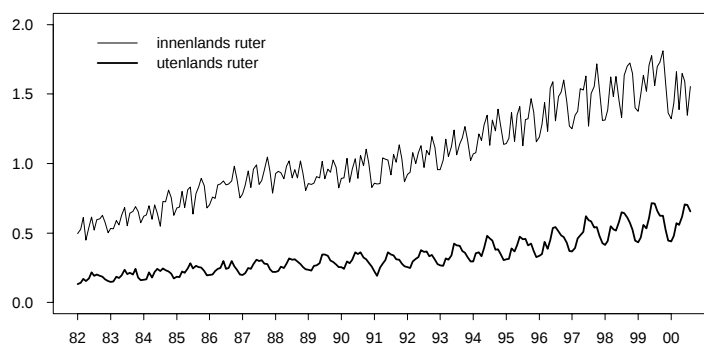


Figur 3.1: *Rådata av passasjerer på utenlands ruter*

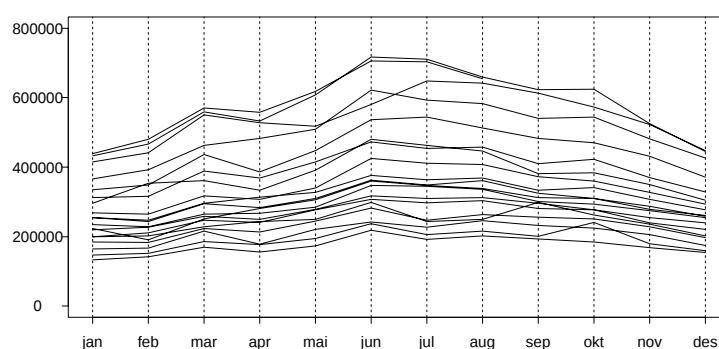
Vi lar programmet selv prekorrigere for ukedagseffekter, påskeeffekt og intervensjoner, når testen viser signifikante effekter.

### 3.2 Resultater fra sesongjustering

Vi får følgende resultater



Figur 3.2: Rådata av passasjerer på innenlands og utenlands ruter (i million)



Figur 3.3: Rådata av passasjerer på utenlands ruter

#### - Modell for sesongjustering

Sesongjusteringen skal utføres med den multiplikative modellen ( $O_t = S_t \times T_t \times I_t$ ). Merk at  $O_t$  og  $T_t$  har samme nivå, mens  $S_t$  og  $I_t$  beregnes i prosent.

#### - ARIMA modell

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt, med

| Par.           | Estimert |        |                  |
|----------------|----------|--------|------------------|
|                | Verdi    | Std    |                  |
| $\hat{\theta}$ | 0.6866   | 0.0500 | sign. på 5% nivå |
| $\hat{\Theta}$ | 0.6207   | 0.0575 | sign. på 5% nivå |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivninger:

siste år: 6.55, forrige år: 3.37, to år tidligere: 2.52

siste tre år: 4.14. Grenseverdien for siste tre år er 15%.

Vi ser at de tre kriteriene for å velge en ARIMA modell, er tilfredsstillt. Denne modellen brukes for å forlenge tidsserien.

### - Kalendereffekter

Vi får ikke signifikante effekter for ukedager.

For påskeeffekten er det en signifikans på 5% nivå ( $t = -5.08$ ). Beregningen viser at  $\hat{d} = 1$ . De observerte dataene i mars 1986, 1989, 1991 og 1997 blir korrigert opp med faktoren 0.96, mens apriltallene justeres ned med størrelsen 1.04.

### - Intervensjoner

Tidspunktene, typene og størrelsene for intervensjoner er listet ut i tabell 3.1. Verdien for å identifisere intervensjoner velges av programmet.

Tabell 3.1: *Intervensjoner for passasjer på innenlands ruter*

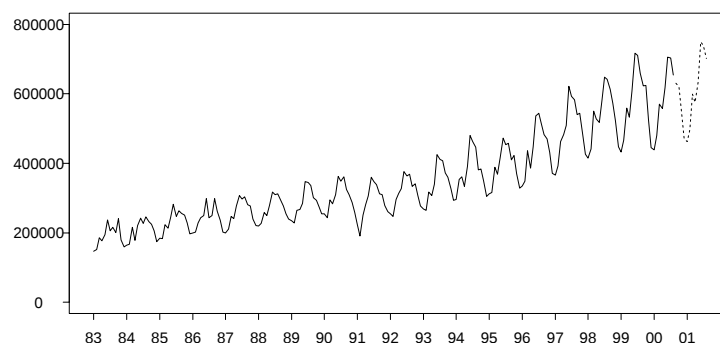
| år   | måned     | type | est.verdi | std    | t     |
|------|-----------|------|-----------|--------|-------|
| 1983 | oktober   | AO   | 0.1822    | 0.0301 | 6.05  |
| 1986 | september | AO   | 0.1493    | 0.0290 | 5.14  |
| 1991 | januar    | LS   | -0.1237   | 0.0239 | -5.17 |
| 1991 | februar   | AO   | -0.1750   | 0.0302 | -5.79 |
| 1994 | februar   | AO   | 0.1766    | 0.0290 | 6.07  |
| 1998 | juni      | AO   | -0.1404   | 0.0294 | -4.77 |

Forklaringen for januar 1991 er gulfkrigen, februar 1994 er Vinter Olympiaden og juni 1998 er flygelederstreik som medfører 4-5 dager uten flytrafikk.

### - Framskrivinger

beregnes med ARIMA (0 1 1)(0 1 1) med prekorrigering for effektene av påske og intervensjoner. De estimerte verdiene og 95% konfidensintervaller er listet ut i tabell 3.2.

Rådataene og framskrivinger (stiplet linje) er plottet i figur 3.4.



Figur 3.4: *Rådata og framskrivinger*

Tabell 3.2: *Framskrivningene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre  | framsk. | øvre   |
|------|-----------|--------|---------|--------|
| 2000 | september | 588819 | 630760  | 675689 |
|      | oktober   | 577649 | 620838  | 667256 |
|      | november  | 506329 | 545904  | 588573 |
|      | desember  | 435220 | 470660  | 508985 |
| 2001 | januar    | 426559 | 462638  | 501770 |
|      | februar   | 456053 | 496025  | 539500 |
|      | mars      | 549688 | 599505  | 653836 |
|      | april     | 525724 | 574882  | 628636 |
|      | mai       | 577093 | 632660  | 693578 |
|      | juni      | 682247 | 749952  | 824375 |
|      | juli      | 671024 | 739265  | 814445 |
|      | august    | 635748 | 702063  | 775295 |

Det er en økning i trenden.

- Tester for sesongmønster og sesongbevegelser

$F$  testene viser at sesongmønsteret er signifikant på 1% nivå,  $F = 393.58$ .

Det er ikke signifikant for sesongbevegelser på 5% nivå,  $F = 1.40$ . Vi får et ganske stabilt sesongmønster.

- Kvalitetsmål og sliding spans

De 11 målene  $M1$ - $M11$  og  $Q$  (veiet gjennomsnitt av  $M1$ - $M11$ ) er gitt i nedenfor tabell.

| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.071 | 0.088 | 0.538 | 0.309 | 0.569 | 0.083 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.119 | 0.271 | 0.094 | 0.271 | 0.259 | 0.234 |

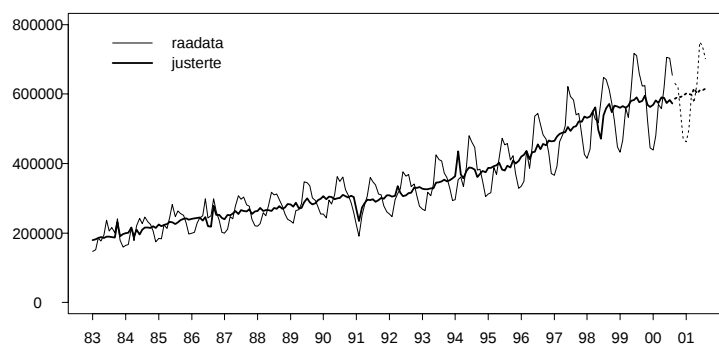
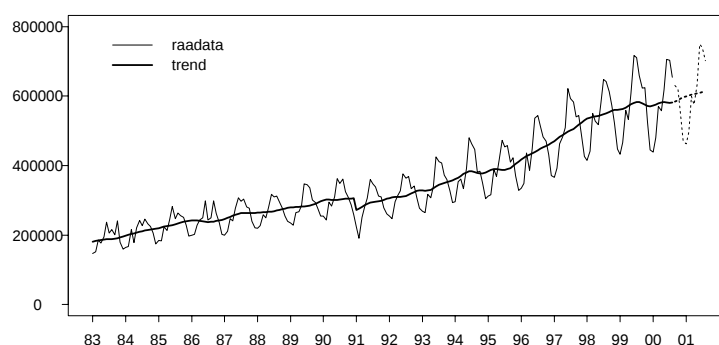
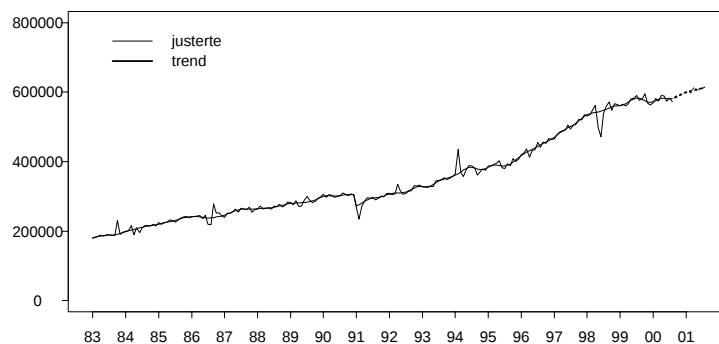
Verdiene av  $Mi$  og  $Q$  er lave.

Vi får  $S(\%) = 0.0$ ,  $MM(\%) = 0.0$  og  $YY(\%) = 0.0$ . Tallene viser en god sesongjustering

- Figurer

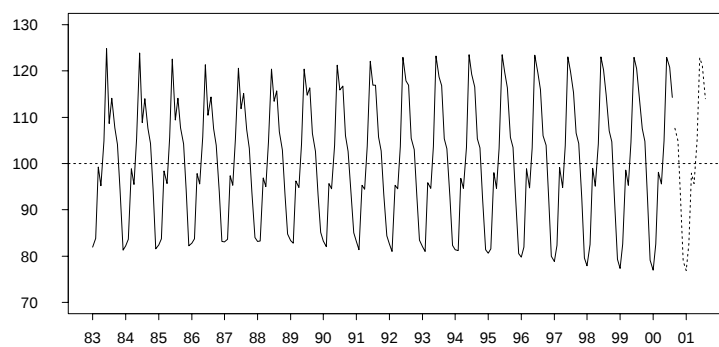
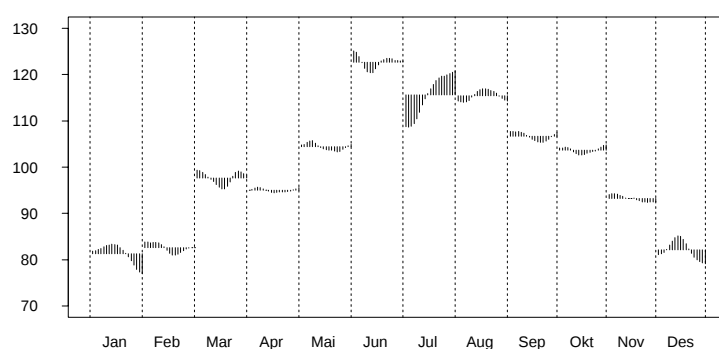
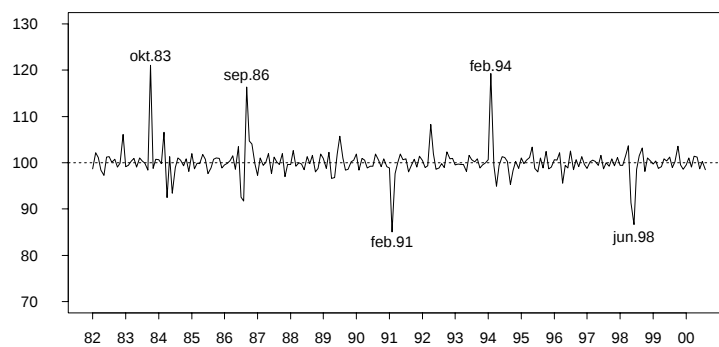
Vi har følgende figurer

- figur 3.5 for rådataene og sesongjusterte tall, fra 1983 til 2001
- figur 3.6 for rådataene og trend, fra 1983 til 2001
- figur 3.7 for sesongjusterte tall og trend, fra 1983 til 2001
- figur 3.8 for sesongkomponent (i prosent), fra 1983 til 2001
- figur 3.9 for sesongkomponent (i prosent) gjennom årene, for hver måned
- figur 3.10 for irregulærkomponent (i prosent)

Figur 3.5: *Rådata og sesongjusterte tall, fra 1983 til 2001*Figur 3.6: *Rådata og trend, fra 1983 til 2001*Figur 3.7: *Sesongjusterte tall og trend(i million), fra 1983 til 2001*

### 3.3 Oppsummering

Vi får en god sesongjustering for passasjerer på utenlands ruter. Testen og figur 3.8 viser at sesongkomponenten er ganske stabil og den varierer fra 70 til 130%. Juni er den måneden som har høyest sesong, mens januar og desember er de to månedene som har færreste passasjerer i året. Vi ser også at juni og juli har omtrent like høy sesong i de siste årene. Figur 3.7 viser en jevn økning i trenden

Figur 3.8: *Sesongkomponent (i prosent), fra 1983 til 2001*Figur 3.9: *Sesongkomponent (i prosent)*Figur 3.10: *Irregulærkomponent (i prosent)*

for utenlands ruter.

Tabell 3.3 viser rådataene, sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten i de siste 12 månedene, samt deres framskrivninger.

Programmet beskriver slik

```

series{title="Passasjerer i utenlandsruter"
      start=1982.1          # dato til den første observasjon
      period=12             # månedstall
      file="p_utenland.dat" # filnavn
      decimals=0           # antall desimaler
    }

transform{function=auto      # å teste M eller A modell
          savelog=autotransform # resultatet listes ut i en fil
        }

regression{aictest=(td easter) # regresjonsanalyse mht td og easter
            savelog=aictest      # resultatet listes ut i en fil
          }

automdl{file="my.mdl"        # filen som inneholder 5 ARIMA modeller
        identify=all         # velger en av de fem
        savelog=automodel    # resultatet listes ut i en fil
      }

forecast{save=(fct)}        # beregning for framskrivinger
outlier{                    # estimering for intervensjoner
estimate{maxiter=1000}      # max antall iterasjoner er 1000
x11{savelog=(m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 q) # 11 tester
     print=all
     save=(d10 d11 d12 d13)  # skriver ut  $S_t$ ,  $A_t$ ,  $T_t$  og  $I_t$ 
   }

slidingspans{additivesa=percent outlier=keep
              print=all
              savelog=percent
            }

history{ } # revisjoner for sesongjusterte tall

```

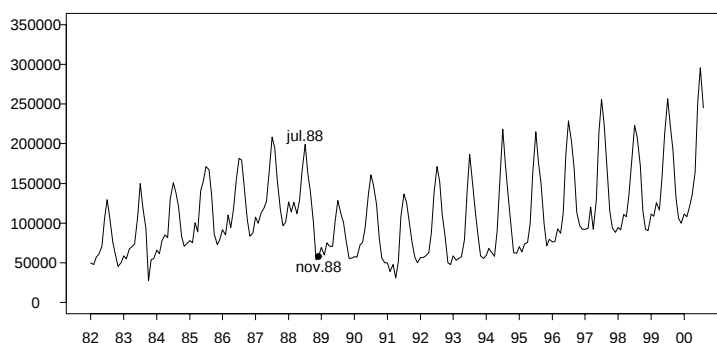


## Kapittel 4

# Passasjerer på charter utlandet totalt

### 4.1 Innledning

Dataene er antall passasjerer summert over alle lufthavner på utenlands charter. Tidsserien er observert fra januar 1982 til august 2000. I alt er det 224 observasjoner. Rådataene er plottet i figur 4.1. Det er et klart sesongmønster. Dataene har en regelmessig variasjon i perioden fra januar 1982 fram til oktober 1988. Juli er måneden med de fleste passasjerene. Tabell 4.1 viser rådataene for juli, august, september, oktober og november 1988 samt deres gjennomsnitt i to periodene [1982-1987] og [1989-1999]. Vi ser at tallet i november 1988 er ganske lavt. Endringen fra oktober til november 1988 er stor med -46648 passasjerer, mens gjennomsnittlige endringer fra oktober til november i [1982-1987] er -9154 og [1989-1999] er -25112. Kurven for hele tidsserien ser ut som den kan deles i to. Den første inneholder observasjonene fram til oktober 1988 og den andre starter fra november 1988 med lavere nivå. Figur 4.2 viser rådataene plottet for 12 måneder. Juni, juli, august og september har store sesongvariasjoner.

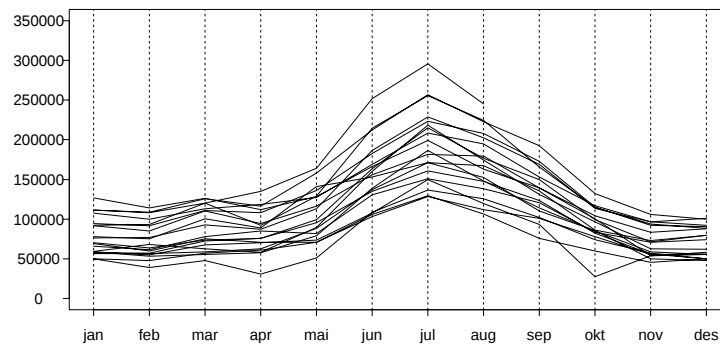


Figur 4.1: *Rådata av passasjerer på charter utlandet*

Testen viser at den additive modellen  $O_t = T_t + S_t + I_t$  passer best med dataene, men vi vil også presentere resultater fra sesongjustering med den multiplikative modellen,  $O_t = T_t \times S_t \times I_t$ .

Tabell 4.1: *Rådataene av oktober og november*

| måned          | Gjennomsnitt |         |
|----------------|--------------|---------|
|                | 1988         | 1982-87 |
| juli           | 198903       | 165338  |
| august         | 162789       | 150932  |
| september      | 139644       | 119720  |
| oktober        | 100491       | 79744   |
| november       | 53843        | 70590   |
| diff.(aug,jul) | -36114       | -14406  |
| diff.(sep,aug) | -23145       | -31212  |
| diff.(okt,sep) | -39153       | -39976  |
| diff.(nov,okt) | -46648       | -9154   |

Figur 4.2: *Rådata gjennom årene, over 12 måneder*

## 4.2 Sesongjustering med additiv modell

Vi får følgende resultater

- ARIMA modell

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt, med

| Par.           | Estimert |        |                       |
|----------------|----------|--------|-----------------------|
|                | Verdi    | Std    |                       |
| $\hat{\theta}$ | -0.0905  | 0.0684 | ikke sign. på 5% nivå |
| $\hat{\Theta}$ | 0.4724   | 0.0630 | sign. på 5% nivå      |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivinger:

siste år: 6.13, forrige år: 10.65, to år tidligere: 18.35

siste tre år: 11.71. Grenseverdien for siste tre år er 15%.

Vi ser at  $\hat{\theta}$  ikke er signifikant på 5% nivå. Ved å fjerne  $\theta$  fra modellen, får vi en dårligere tilpasning. Vi har også prøvd med flere ARIMA modeller, men det gir ikke bedre resultater. Vi aksepterer derfor ARIMA (0 1 1)(0 1 1) for dataene. De tre kriteriene for å velge en ARIMA modell, er tilfredsstillt.

## - Kalendereffekter

Vi får signifikante effekter for ukedager, med  $\chi^2 = 114.07$ , og 6 frihetsgrader. Vektene for ukedager er listet ut i tabell 4.2. Det er signifikante for tirsdagen, lørdagen og søndagen på 5% nivå. En tolkning er at tirsdagen har færre passasjerer, mens lørdagen og søndagen har de største passasjerertallene i uka.

Tabell 4.2: *Ukedagseffekter*

|         | effekt   | std    | t-verdi |
|---------|----------|--------|---------|
| mandag  | -668.74  | 675.00 | -0.99   |
| tirsdag | -1994.64 | 701.39 | -2.84   |
| onsdag  | -980.95  | 674.38 | -1.45   |
| torsdag | -718.96  | 674.96 | -1.07   |
| fredag  | 421.40   | 716.33 | 0.59    |
| lørdag  | 1640.42  | 677.73 | 2.42    |
| søndag  | 2301.48  | 697.09 | 3.30    |

Påskeeffekten er signifikant på 5% nivå,  $t = 4.70$ .

## - Intervensjoner

Tidspunktene, typene og størrelsene av intervensjoner er vist i tabell 4.3.

Tabell 4.3: *Intervensjoner for passasjer på charter utlandet*

| år   | måned   | type | est.verdi | std  | t     |
|------|---------|------|-----------|------|-------|
| 1983 | oktober | AO   | -43592    | 4848 | -8.99 |
| 1985 | mai     | AO   | 37484     | 4721 | 7.94  |

Disse to tidspunktene er svært signifikante.

## - Framskrivinger

Framskrivingene og deres 95% konfidensintervaller er listet ut i tabell 4.4. Den siste kolonnen viser framskrivingene som blir korrigert for effektene av ukedager og påske i år 2001.

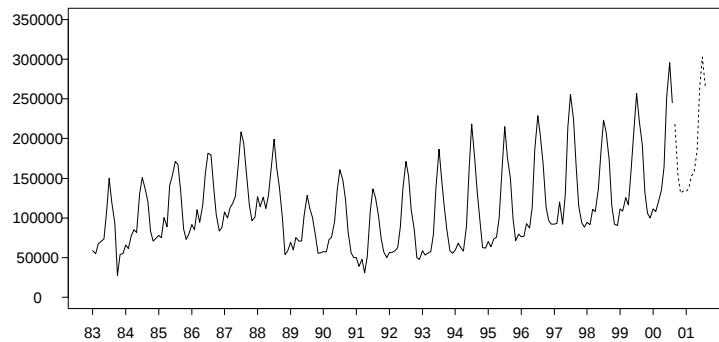
Rådataene og framskrivinger er plottet i figur 4.3. Vi ser en økning i trenden.

## - Tester for sesongmønster og sesongbevegelser

$F$ -testene viser at sesongmønsteret er signifikant på 5% nivå. Vi har også en signifikans på samme nivå for sesongbevegelser. Dette viser en ustabil sesongkomponent og sesongjusteringen kan bli dårlig. Vi får store revisjoner for sesongjusterte tall når nye observasjoner tilføyes.

Tabell 4.4: *Framskrivingene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre  | framsk. | øvre   | fram. jus. |
|------|-----------|--------|---------|--------|------------|
| 2000 | september | 201767 | 217538  | 233309 | 215477     |
|      | oktober   | 130872 | 153935  | 176999 | 154298     |
|      | november  | 102403 | 130944  | 159485 | 132645     |
|      | desember  | 100650 | 133887  | 167123 | 129524     |
| 2001 | januar    | 96082  | 133326  | 170571 | 136971     |
|      | februar   | 96747  | 137717  | 178688 | 137932     |
|      | mars      | 108674 | 152941  | 197209 | 154307     |
|      | april     | 109612 | 157038  | 204464 | 152697     |
|      | mai       | 134376 | 184651  | 234925 | 188346     |
|      | juni      | 211083 | 264169  | 317255 | 262108     |
|      | juli      | 246886 | 302598  | 358310 | 302960     |
|      | august    | 206417 | 264637  | 322857 | 265916     |

Figur 4.3: *Rådata og framskrivinger*

## - Kvalitetsmål og sliding spans

De 11 målene  $M1$ - $M11$  og  $Q$  (veiet gjennomsnitt av  $M1$ - $M11$ ) er gitt i nedenfor tabell.

| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.031 | 0.024 | 0.209 | 1.173 | 0.449 | 0.862 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.339 | 0.425 | 0.306 | 0.448 | 0.439 | 0.353 |

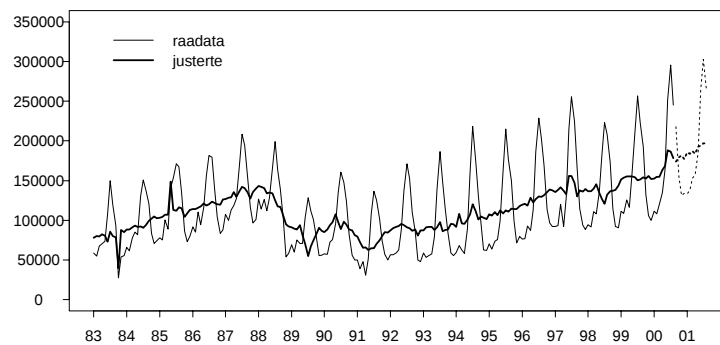
Verdien av  $M4$  er høy. Tallet viser at den irregulære komponenten  $I_t$  ikke er en hvit støy prosess. Alle testene som er basert på  $I_t$  kan være ugyldige.

Sliding spans gir  $S(\%)^{add} = 35.6$ ,  $MM(\%)^{add} = 35.9$  og  $YY(\%)^{add} = 12.0$  som er større enn grenseverdier for å akseptere en sesongjustering. Vi kan få store revisjoner for sesongjusterte tall når nye observasjoner kommer.

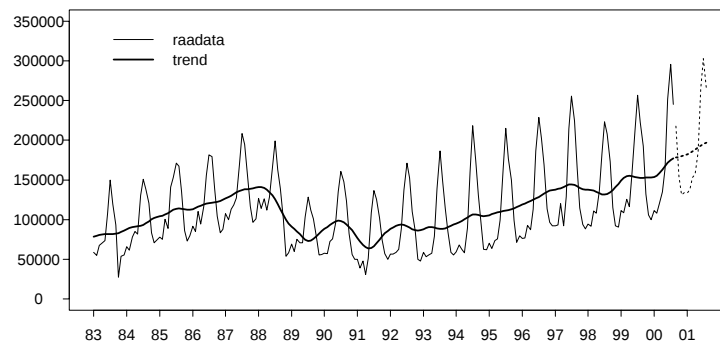
## - Figurer

Vi har følgende figurer

- figur 4.4 for rådataene og sesongjusterte tall, fra 1983 til 2001
- figur 4.5 for rådataene og trend, fra 1983 til 2001
- figur 4.6 for sesongjusterte tall og trend, fra 1983 til 2001
- figur 4.7 for sesongkomponent, fra 1983 til 2001
- figur 4.8 for sesongkomponent gjennom årene, for hver måned
- figur 4.9 sesongkomponenten og rådataene
- figur 4.10 for irregulærkomponent (i prosent)



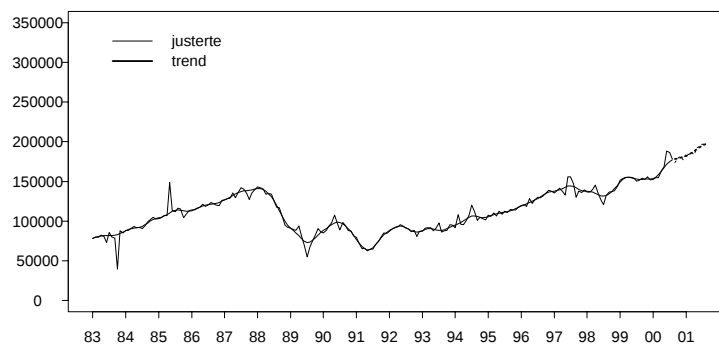
Figur 4.4: *Rådata og sesongjusterte tall (additiv modell)*



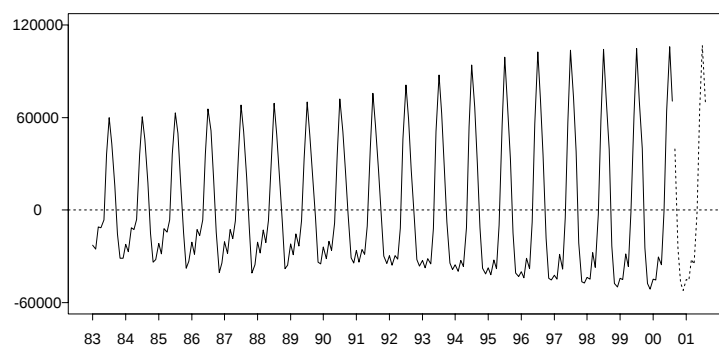
Figur 4.5: *Rådata og trend (additiv modell)*

Merk at skalaen på  $y$ -aksen for sesongkomponenten i figur 4.7 og 4.9 ikke er den samme. Siden vi har brukt den additive modellen for sesongjusteringen, har sesongkomponenten  $S_t$  og rådataene  $O_t$  samme enhet. For å kunne plotte de to kurvene i samme figur, trekker vi  $O_t$  fra deres gjennomsnitt  $\bar{O}_t$  slik at  $S_t$  og  $O_t$  varierer rundt 0-aksen. Med denne metoden får vi et godt bilde om sesongvariasjoner i forhold til de observerte dataene. Vi ser i figur 4.9 at rådataene inneholder store sesongvariasjoner. Juni, juli og august er månedene som har høyeste sesongkomponentene og endringene i samme måned fra år til år er store. Sesongvariasjoner i januar, februar,

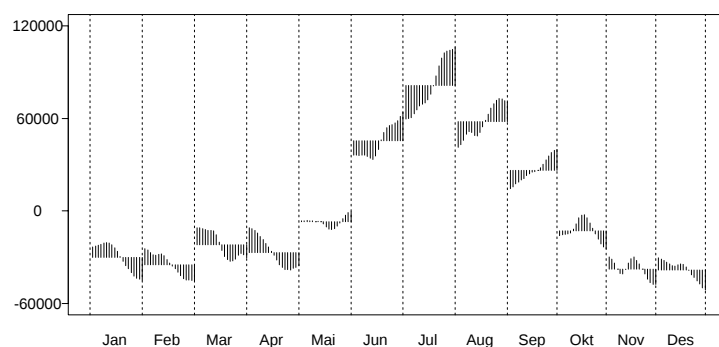
mars og april er også ustabile. Den irregulære komponenten beskriver avvikene mellom trenden og sesongjusterte tall. Siden tallene er lave bortsett fra tidspunktene for intervensjoner, faller de to komponentene sammen.



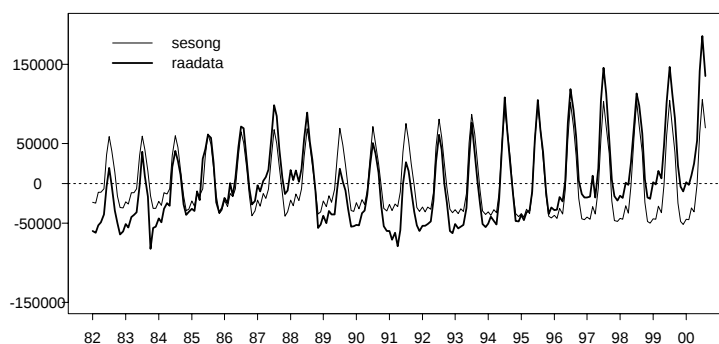
Figur 4.6: *Sesongjusterte tall og trend (additiv modell)*



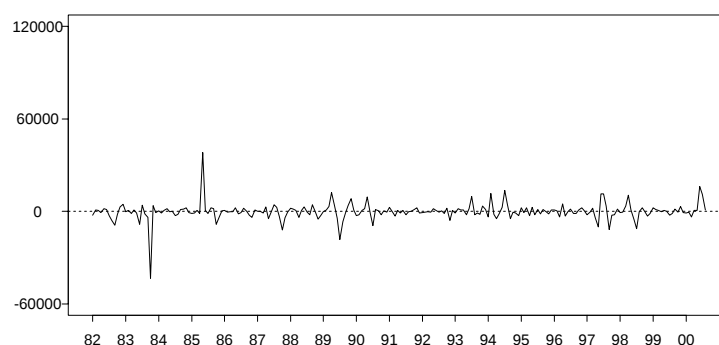
Figur 4.7: *Sesongkomponenten (additiv modell)*



Figur 4.8: *Sesongkomponenten av 12 måneder gjennom årene (additiv modell)*



Figur 4.9: rådataene og sesongkomponenten (additiv modell)



Figur 4.10: Den irregulære komponenten (additiv modell)

### 4.3 Sesongjustering med multiplikativ modell

Vi får følgende resultater

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt for dataene. Intervensjonene er gitt i tabell 4.5.

Tabell 4.5: Intervensjoner for passasjer på charter utlandet

| år   | måned    | type | est.verdi | std    | t      |
|------|----------|------|-----------|--------|--------|
| 1983 | oktober  | AO   | -0.9269   | 0.0394 | -23.49 |
| 1985 | mai      | AO   | 0.3438    | 0.0384 | 8.94   |
| 1988 | november | LS   | -0.2940   | 0.0561 | -5.24  |
| 1991 | april    | AO   | -0.2287   | 0.0402 | -5.69  |
| 1991 | juni     | LS   | 0.2870    | 0.0562 | 5.11   |
| 1994 | februar  | AO   | 0.2346    | 0.0377 | 6.22   |

November 1988 og juni 1991 er to nivåskifter. Bortsett fra  $M4 = 1.420$  er de andre  $M_i$  mindre enn 1.  $Q = 0.240$ . Sliding spans analysen gir  $S(\%) = 21.2$ ,  $MM(\%) = 19.4$  og  $YY(\%) = 4.3$ . Disse verdiene er lavere enn de samme størrelsene for additive modellen, men vi får også en dårlig sesongjustering for

antall passasjerer på charter utlandet totalt ved den multiplikative modellen (se tabell 2.4 for grenseverdiene av  $S(\%)$ ,  $MM(\%)$  og  $YY(\%)$ ).

Vi får en høy verdi (dvs, større enn 1) for  $M4$ . Dette kan skyldes at det er flere tidspunkter som blir justert for intervensjoner av typen AO. Verdien av  $S(\%)$  er også høy. Årsaken kan være korrigeringen for intervensjoner av typen LS. I den nye kjøringen vil vi begrense antall intervensjoner i regARIMA modellen slik at  $M4$  og  $S(\%)$  kan bli mindre. Etter flere forsøk får vi lavere verdiene for  $M4$ ,  $S(\%)$ ,  $MM(\%)$  og  $YY(\%)$  ved å fjerne LS1988.nov, AO1991.apr og AO1994.feb fra modellen. Sliding spans gir  $S(\%) = 14.4$ ,  $MM(\%) = 15.5$  og  $YY(\%) = 1.1$ . Dessuten blir  $M4$  mye mindre med  $M4 = 0.988$ . Resultater viser en god sesongjustering. Vi får

- ARIMA modell

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt, med

| Par.           | Estimert |        |                       |
|----------------|----------|--------|-----------------------|
|                | Verdi    | Std    |                       |
| $\hat{\theta}$ | 0.0378   | 0.0681 | ikke sign. på 5% nivå |
| $\hat{\Theta}$ | 0.4984   | 0.0605 | sign. på 5% nivå      |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivninger:

siste år: 5.15, forrige år: 12.22, to år tidligere: 6.34  
siste tre år: 7.90. Grenseverdien for siste tre år er 15%.

- Kalendereffekter

Effekten er signifikant, med  $\chi^2 = 88.66$  og 6 frihetsgrader. Vektene for ukedager er listet ut i tabell 4.6. Lørdagen og søndagen er de dagene i uka som har de største passasjerertallene. For additive modellen er tirsdagen, mens her er det onsdagen som har de laveste tallene.

Tabell 4.6: *Ukedagseffekter*

|         | effekt  | std    | t-verdi |
|---------|---------|--------|---------|
| mandag  | -0.0089 | 0.0072 | -1.23   |
| tirsdag | -0.0183 | 0.0074 | -2.47   |
| onsdag  | -0.0054 | 0.0071 | -0.76   |
| torsdag | -0.0124 | 0.0072 | -1.71   |
| fredag  | 0.0104  | 0.0075 | 1.38    |
| lørdag  | 0.0122  | 0.0072 | 1.69    |
| søndag  | 0.0223  | 0.0073 | 3.05    |

Påskeeffekten er signifikant på 5% nivå,  $t = 6.17$ .

- Intervensjoner

Tidspunktene, typene og størrelsene av intervensjoner er vist i tabell 4.7.

Tabell 4.7: *Intervensjoner for passasjer på charter utlandet*

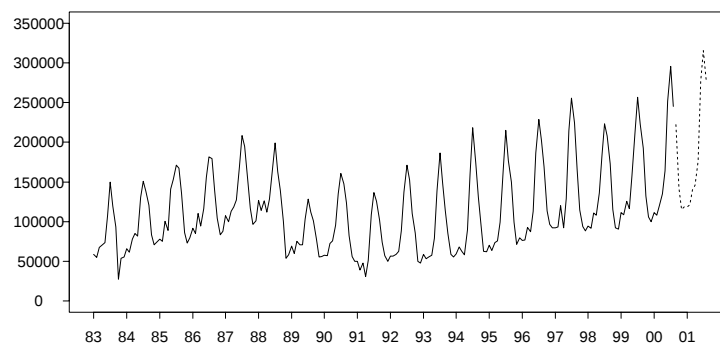
| år   | måned   | type | est.verdi | std    | t      |
|------|---------|------|-----------|--------|--------|
| 1983 | oktober | AO   | -0.9300   | 0.0510 | -18.22 |
| 1985 | mai     | AO   | 0.3426    | 0.0496 | 6.89   |
| 1991 | juni    | LS   | 0.2951    | 0.0681 | 4.33   |

## - Framskrivinger

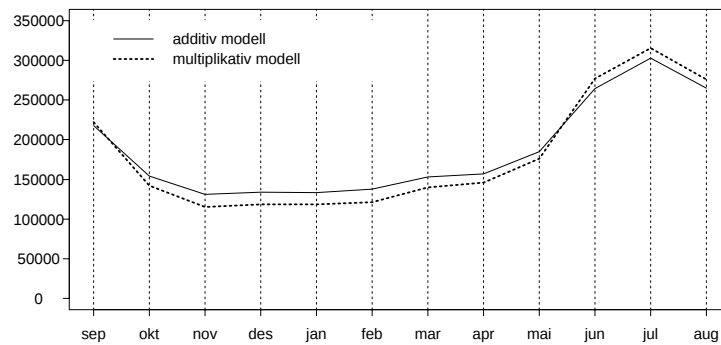
Framskrivingene og deres 95% konfidensintervaller er listet ut i tabell 4.8 og plottet i figur 4.11.

Tabell 4.8: *Framskrivingene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre  | framsk. | øvre   | fram. jus. |
|------|-----------|--------|---------|--------|------------|
| 2000 | september | 190520 | 222242  | 259244 | 217263     |
|      | oktober   | 115039 | 142110  | 175553 | 142809     |
|      | november  | 89199  | 115239  | 148881 | 117304     |
|      | desember  | 88236  | 118557  | 159297 | 113350     |
| 2001 | januar    | 85432  | 118704  | 164934 | 122634     |
|      | februar   | 84747  | 121431  | 173995 | 122516     |
|      | mars      | 95084  | 140189  | 206690 | 143275     |
|      | april     | 96381  | 145964  | 221055 | 139477     |
|      | mai       | 113635 | 176284  | 273474 | 182755     |
|      | juni      | 174079 | 276622  | 439568 | 270425     |
|      | juli      | 194005 | 315260  | 512300 | 316810     |
|      | august    | 166287 | 276065  | 458315 | 278099     |

Figur 4.11: *Rådata og framskrivinger*

Figur 4.12 viser framskrivingene av rådataene beregnes ved å ta *log* (multiplikativ modell) og uten transformasjonen (additiv modell) av rådataene. Vi ser at den multiplikative modellen gir lavere verdier i midten og høyere i slutten.



Figur 4.12: Framskrivinger ved additiv og multiplikativ modell

- Tester for sesongmønster og sesongbevegelser

$F$ -testene viser at sesongmønsteret og sesongbevegelsene er signifikante på 5% nivå. Vi får samme konklusjoner som for den additive modellen.

- Kvalitetsmål og sliding spans

De 11 målene  $M1$ - $M11$  og  $Q$  (veiet gjennomsnitt av  $M1$ - $M11$ ) er gitt i tabell 4.9.  $M4$  er nå litt lavere enn 1.

Tabell 4.9: Kvalitetsmål

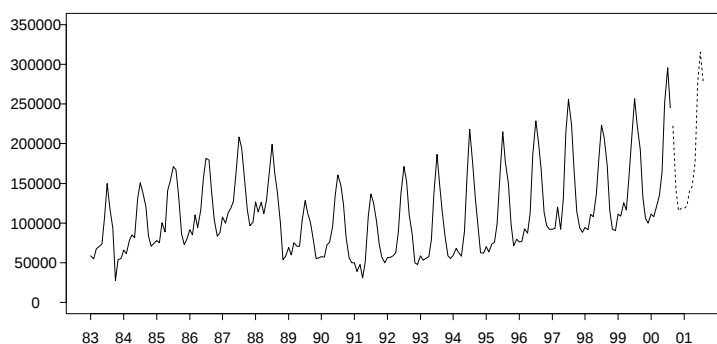
| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.029 | 0.026 | 0.113 | 0.988 | 0.403 | 0.826 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.212 | 0.467 | 0.083 | 0.528 | 0.521 | 0.288 |

Vi får  $S(\%)^{mult} = 14.4$ ,  $MM(\%)^{mult} = 15.5$  og  $YY(\%)^{mult} = 1.1$  som viser en god sesongjustering.

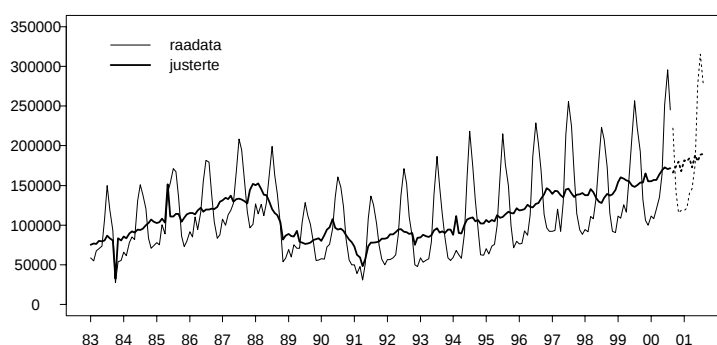
- Figurer

Vi har følgende figurer

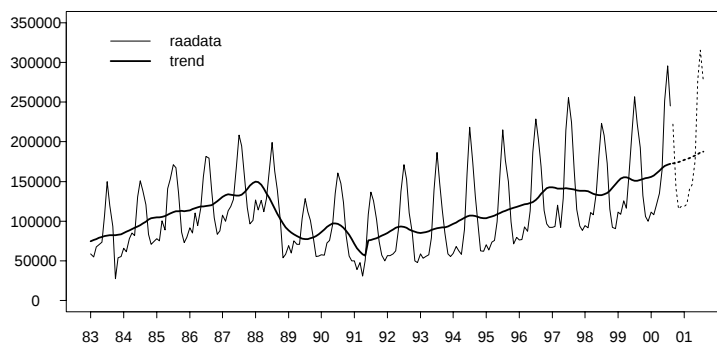
- figur 4.13 for rådataene og framskrivinger
- figur 4.14 for rådataene og sesongjusterte tall
- figur 4.15 for rådata og trend
- figur 4.16 for sesongjusterte tall og trend
- figur 4.17 for sesongkomponenten
- figur 4.18 for sesongkomponenten av 12 måneder
- figur 4.19 for irregulærkomponenten
- figur 4.20 for avviket i prosent av sesongjusterte tallene (additiv og multiplikativ modell)
- figur 4.21 for avviket i prosent av trendene (additiv og multiplikativ modell)



Figur 4.13: Rådataene og framskrivinger



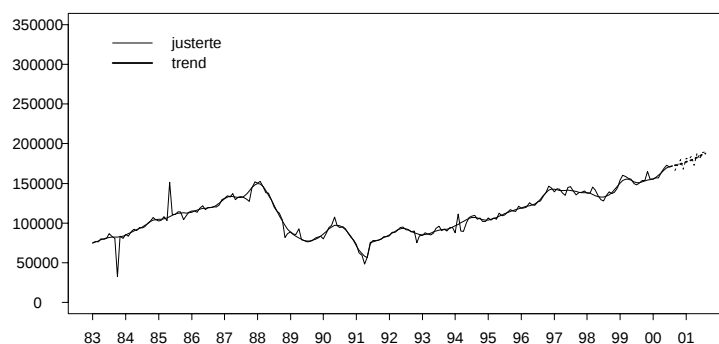
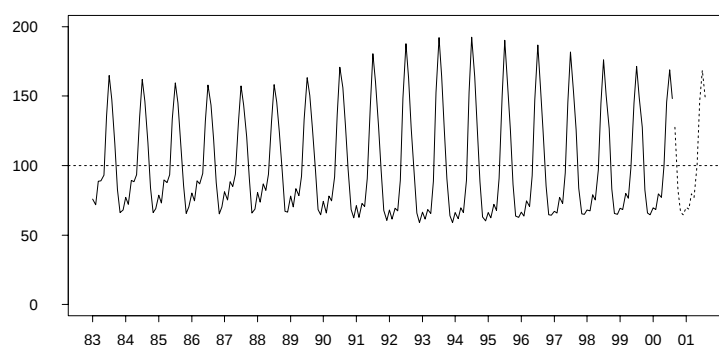
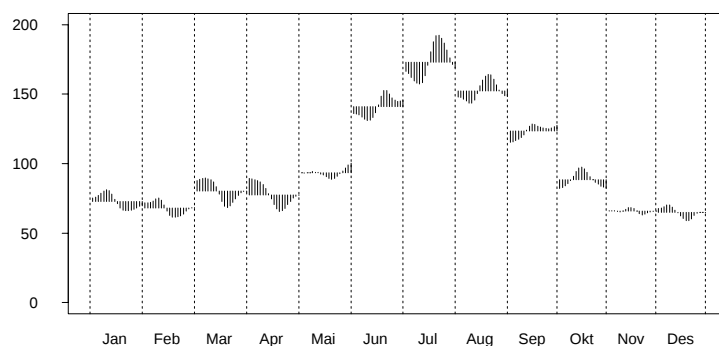
Figur 4.14: Rådataene og sesongjusterte tall



Figur 4.15: Rådataene og trend

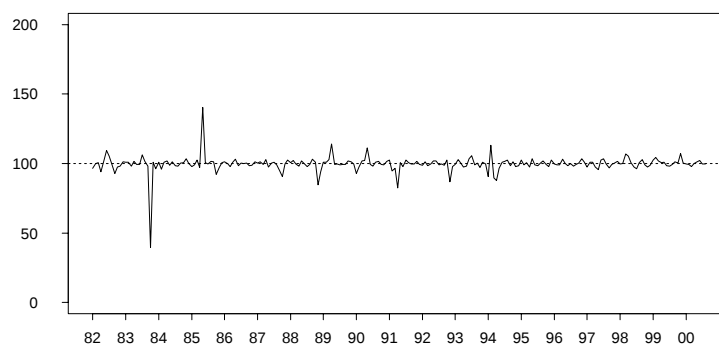
## 4.4 Konklusjon og oppsummering

I første kjøring lar vi programmet selv velger en modell for sesongjustering. Testen er basert på  $AICC$  verdiene fra regARIMA modell med  $\log$  og uten transformasjon (se side 67 i X-12-ARIMA manualen). En additiv modell blir valgt hvis  $AICC_{nolog} < AICC_{log} + \Delta_{AICC}$ , hvor  $\Delta_{AICC} = -2$  som default verdien. Vi får  $AICC_{nolog} = 4539$ , og  $AICC_{log} = 4623$ . Dermed er den additive

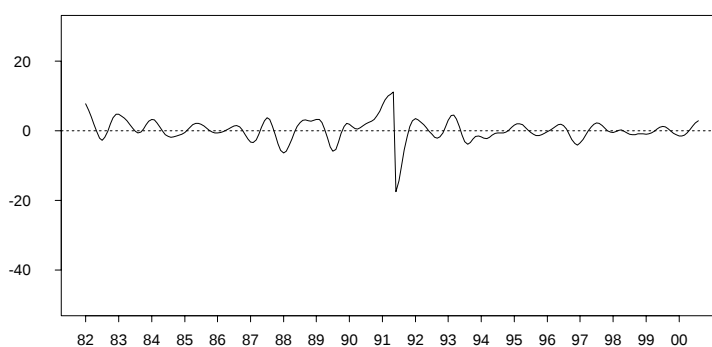
Figur 4.16: *Sesongjusterte tall og trend*Figur 4.17: *Sesongkomponent*Figur 4.18: *Sesongkomponent*

modellen valgt. Sliding spans analysen gir  $S^{add}(\%) = 35.6$ ,  $MM^{add}(\%) = 35.9$  og  $YY^{add}(\%) = 12.0$ .

Ved å transformere rådataene med  $\log$  som vi kaller multiplikativ modell, får vi fra sliding spans analysen  $S^{mult}(\%) = 21.2$ ,  $MM^{mult}(\%) = 19.4$  og  $YY^{mult}(\%) = 4.3$ . Resultater er bedre når vi begrenser antall intervensjoner i modellen.  $S(\%)$ ,  $MM(\%)$  og  $YY(\%)$  blir mindre med 14.4, 15.5 og  $YY(\%) = 1.1$ , henholdsvis.



Figur 4.19: Irregulærkomponent



Figur 4.20: Avviket i prosent av trender



Figur 4.21: Avviket i prosent av sesongjusterte tall

Tabell 2.4 viser grenseverdiene for  $S(\%)$  og  $MM(\%)$ . Tallene av disse størrelsene viser at vi får en god sesongjustering med multiplikativ modell, men den blir dårlig ved additiv modell. Modellen gir store revisjoner for sesongjusterte tall på grunn av høye sesongvariasjoner. Vi anbefaler en multiplikativ modell for charter på utenlands ruter. Figur 4.20 og 4.21 plotter avvikene i prosent av trender og sesongjusterte tall ved to modeller. De er relative store opptil 20% i tidspunkter

som knyttet til intervensjoner, men i slutten av serien er tallene lave.

Tabell 4.10 og 4.11 lister ut rådataene, sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten, samt deres framskrivinger ved additiv og multiplikativ modell.

## 4.5 Program

Programmet beskrives slik

```

series{title="Passasjerer på charter utlandet totalt"
        start=1982.1
        period=12
        file="p_charter.dat"
        decimals=2}
transform{function=log}
regression{aictest=(td easter)
            savelog=aictest}
automdl{file="my.mdl"
        identify=all
        savelog=automodel}
forecast{save=(fct)}
outlier{ }
estimate{maxiter=1000}
x11{savelog=(m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 q)
    print=all
    save=(d10 d11 d12 d13)}
slidingspans{additivesa=percent outlier=keep
    print=all
    savelog=percent}

```

Tabell 4.10: Observerte dataene og framskrivninger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten for den additive modellen

| Observerte data |      |        |          |        |        | Framskrivninger |      |        |          |        |        |
|-----------------|------|--------|----------|--------|--------|-----------------|------|--------|----------|--------|--------|
| mnd             | år   | rådata | justerte | trend  | sek    | mnd             | år   | rådata | justerte | trend  | sek    |
| sep.            | 1999 | 192296 | 154210   | 152751 | 39786  | sep.            | 2000 | 215477 | 173911   | 178356 | 39504  |
| okt.            | 1999 | 132477 | 152577   | 152914 | -24464 | okt.            | 2000 | 154298 | 179446   | 179073 | -24786 |
| nov.            | 1999 | 106074 | 156082   | 152966 | -47345 | nov.            | 2000 | 132645 | 181312   | 179873 | -46967 |
| des.            | 1999 | 99746  | 152227   | 153052 | -51202 | des.            | 2000 | 129524 | 177142   | 180846 | -51982 |
| jan.            | 2000 | 111286 | 152651   | 153600 | -44639 | jan.            | 2001 | 136971 | 185665   | 182132 | -45049 |
| feb.            | 2000 | 108300 | 154834   | 155225 | -45181 | feb.            | 2001 | 137932 | 183569   | 183836 | -45424 |
| mar.            | 2000 | 120133 | 154874   | 158366 | -30306 | mar.            | 2001 | 154307 | 187254   | 185930 | -31581 |
| apr.            | 2000 | 135126 | 163381   | 162712 | -35354 | apr.            | 2001 | 152697 | 183527   | 188330 | -35171 |
| mai.            | 2000 | 164188 | 168328   | 167489 | -496   | mai.            | 2001 | 188346 | 192763   | 190848 | -722   |
| jun.            | 2000 | 251674 | 188002   | 171837 | 63970  | jun.            | 2001 | 262108 | 194088   | 193219 | 65958  |
| jul.            | 2000 | 295455 | 186265   | 175096 | 105916 | jul.            | 2001 | 302960 | 196663   | 195278 | 106659 |
| aug.            | 2000 | 245143 | 178254   | 177192 | 70584  | aug.            | 2001 | 265916 | 197075   | 196878 | 70119  |

Tabell 4.11: Observerte dataene og framskrivninger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten for den multiplikative modellen

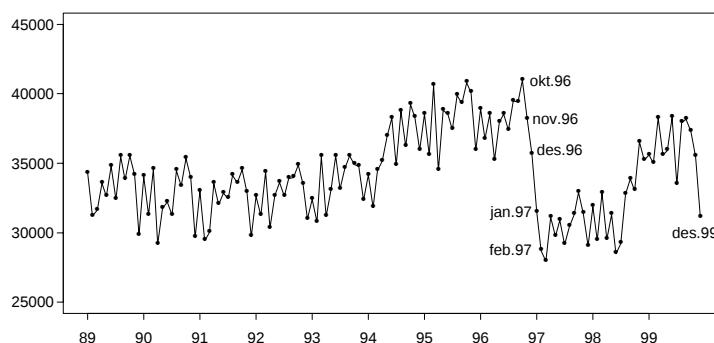
| Observerte data |      |        |          |        |        | Framskrivninger |      |        |          |        |        |
|-----------------|------|--------|----------|--------|--------|-----------------|------|--------|----------|--------|--------|
| mnd             | år   | rådata | justerte | trend  | sek. % | mnd             | år   | rådata | justerte | trend  | sek. % |
| sep.            | 1999 | 192296 | 153526   | 151793 | 127.50 | sep.            | 2000 | 222242 | 166297   | 172636 | 127.70 |
| okt.            | 1999 | 132477 | 153400   | 153027 | 82.57  | okt.            | 2000 | 142111 | 174033   | 173324 | 82.50  |
| nov.            | 1999 | 106074 | 165204   | 154071 | 65.98  | nov.            | 2000 | 115239 | 179881   | 174406 | 66.40  |
| des.            | 1999 | 99746  | 155173   | 154837 | 64.75  | des.            | 2000 | 118557 | 167689   | 175710 | 64.60  |
| jan.            | 2000 | 111286 | 155499   | 155791 | 69.76  | jan.            | 2001 | 118705 | 181568   | 176972 | 69.80  |
| feb.            | 2000 | 108300 | 156799   | 157536 | 68.53  | feb.            | 2001 | 121432 | 180223   | 178140 | 68.60  |
| mar.            | 2000 | 120133 | 156691   | 160286 | 79.75  | mar.            | 2001 | 140190 | 184072   | 179429 | 79.50  |
| apr.            | 2000 | 135126 | 163769   | 163625 | 77.20  | apr.            | 2001 | 145965 | 172614   | 180977 | 77.20  |
| mai.            | 2000 | 164188 | 168838   | 166822 | 100.46 | mai.            | 2001 | 176285 | 188121   | 182770 | 100.70 |
| jun.            | 2000 | 251674 | 172897   | 169385 | 145.84 | jun.            | 2001 | 276622 | 180267   | 184570 | 146.70 |
| jul.            | 2000 | 295455 | 170407   | 171091 | 168.99 | jul.            | 2001 | 315260 | 188739   | 186259 | 168.70 |
| aug.            | 2000 | 245143 | 171589   | 172050 | 148.11 | aug.            | 2001 | 276065 | 189688   | 187631 | 147.70 |

## Kapittel 5

# Flybevegelser på innenlands ruter, totalt

### 5.1 Innledning

Dataene er observert fra januar 1989 til desember 1999. Rådataene er plottet i figur 5.1. Kurven for tidsserien viser en kraftig reduksjon i tidspunktene etter desember 1996. Endringen fra desember 1996 til januar 1997 er stor -11.63%. Det er også en stor endring fra november til desember 1999. Dette skyldes rute-innskrenkninger i SAS og Braathens som medfører redusert trafikk.



Figur 5.1: Rådata av flybevegelser på innenlands ruter

Vi lar i første omgang programmet selv finne en modell for sesongjustering. En additiv modell med ARIMA (2 1 0)(0 1 1) er valgt. Sliding spans gir  $S(\%) = 0.0$ ,  $MM(\%) = 0.0$  og  $YY(\%) = 0.0$ . Tallene viser en god sesongjustering.

Siden det er store variasjoner i rådataene vil vi transformere dataene med  $\log$  for å redusere fluktuasjoner. ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt. Vi får de samme verdiene for  $S(\%)$ ,  $MM(\%)$  og  $YY(\%)$ , men ARIMA modellen blir enklere. Dermed sesongjusterer vi flybevegelser på innenlands ruter med multiplikativ modell. Resultater presenteres i neste avsnitt.

## 5.2 Resultater

### - ARIMA modell

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt, med

| Estimert       |        |        |                  |
|----------------|--------|--------|------------------|
| Par.           | Verdi  | Std    |                  |
| $\hat{\theta}$ | 0.4185 | 0.0875 | sign. på 5% nivå |
| $\hat{\Theta}$ | 0.5137 | 0.0904 | sign. på 5% nivå |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivinger:

siste år: 3.93, forrige år: 3.16, to år tidligere: 1.90

siste tre år: 3.00,  $\chi^2 = 72.45$

Tallene viser en god tilpasning mellom ARIMA modell og dataene

### - Kalendereffekter

Ukedagseffekter er signifikant på 5% nivå, med  $\chi^2 = 60.88$ , og 6 frihetsgrader.  $t$ -verdiene viser at onsdag har de fleste flybevegelsene i uken, mens fredag, lørdag og søndag har færre.

Tabell 5.1: *Ukedagseffekter*

|         | effekt  | std    | $t$ -verdi |
|---------|---------|--------|------------|
| mandag  | 0.0011  | 0.0035 | 0.30       |
| tirsdag | 0.0023  | 0.0036 | 0.65       |
| onsdag  | 0.0102  | 0.0035 | 2.88       |
| torsdag | 0.0042  | 0.0034 | 1.22       |
| fredag  | -0.0092 | 0.0034 | -2.65      |
| lørdag  | -0.0010 | 0.0034 | -0.29      |
| søndag  | -0.0076 | 0.0035 | -2.13      |

Vi har en signifikant effekt på 5% nivå for onsdagen, mens for fredagen og søndagen er det negative signifikante effekter.

Påskeeffekten er også signifikant med  $t = -16.19$  og  $\hat{d} = 8$ .

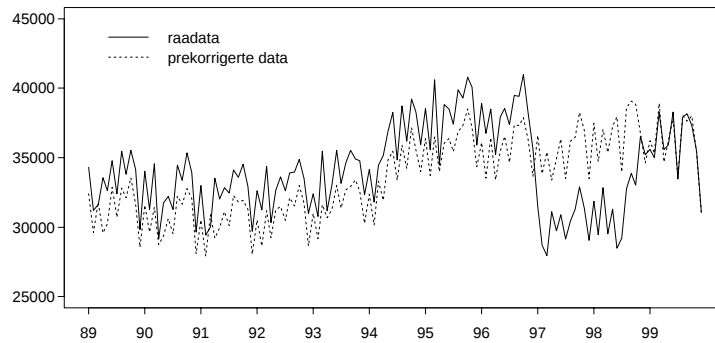
### - Intervensjoner

Intervensjoner er gitt i tabell 5.2

Januar 1997 og november 1998 er to nivåskifter. Vi ser at rådataene i perioden [januar 1997-oktober 1998] er mye lavere sammenlignet med de samme månedene i tidsserien. Grunene er streiken i København i april-mai, flygelederstreik i juni, Widerøes streik i juli, Braathens streik og flytting Fornebu-Gardemoen i oktober 1998.

Tabell 5.2: *Intervensjoner*

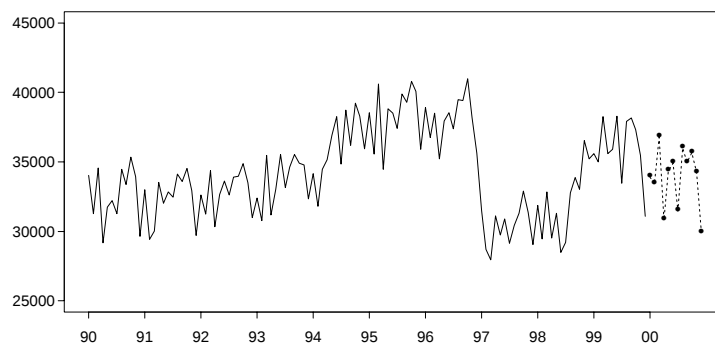
| år   | måned    | type | est.verdi | std    | <i>t</i> |
|------|----------|------|-----------|--------|----------|
| 1997 | januar   | LS   | -0.2174   | 0.0187 | -11.61   |
| 1998 | juni     | AO   | -0.1347   | 0.0183 | -7.34    |
| 1998 | november | LS   | 0.1558    | 0.0193 | 8.06     |

Figur 5.2: *Rådata og prekorrigerte dataene for kalendereffekter og intervensjoner*

Figur 5.2 viser rådataene og de korrigerte dataene for kalendereffekter og intervensjoner. Vi ser at observasjonene blir justert ned i tidspunktene før januar 1997 og opp i perioden [januar 1997-oktober 1998].

#### - Framskrivinger

plottes i figur 5.3 og er listet ut i tabell 5.3. Vi får et lavere gjennomsnitt av framskrivinger sammenlignet med gjennomsnittet av rådataene i 1999. Mark at den siste kolonnen er framskrivingene som er justert for kalender-effekter i år 2000.

Figur 5.3: *Rådata og framskrivinger*

Tabell 5.3: *Framskrivingene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre | framsk. | øvre  | fram. jus. |
|------|-----------|-------|---------|-------|------------|
| 2000 | januar    | 32367 | 33913   | 35533 | 34169      |
|      | februar   | 31656 | 33393   | 35225 | 32453      |
|      | mars      | 34656 | 36787   | 39050 | 35172      |
|      | april     | 28837 | 30797   | 32891 | 32321      |
|      | mai       | 32023 | 34350   | 36846 | 33887      |
|      | juni      | 32358 | 34892   | 37625 | 35068      |
|      | juli      | 29063 | 31472   | 34081 | 31709      |
|      | august    | 33100 | 35994   | 39141 | 35398      |
|      | september | 32022 | 34957   | 38160 | 35314      |
|      | oktober   | 32520 | 35644   | 39068 | 35793      |
|      | november  | 31104 | 34249   | 37711 | 33761      |
|      | desember  | 27080 | 29918   | 33054 | 30455      |

- Tester for sesongmønster og sesong bevegelser

$F$  testen viser at sesongmønsteret er signifikant på 5%,  $F = 78.12$ . Vi får en svak signifikans for sesongbevegelser,  $F = 1.93$ .

- Kvalitetsmål og sliding spans

Vi får

| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.242 | 0.185 | 0.801 | 0.215 | 0.752 | 0.091 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.286 | 0.517 | 0.285 | 0.550 | 0.499 | 0.383 |

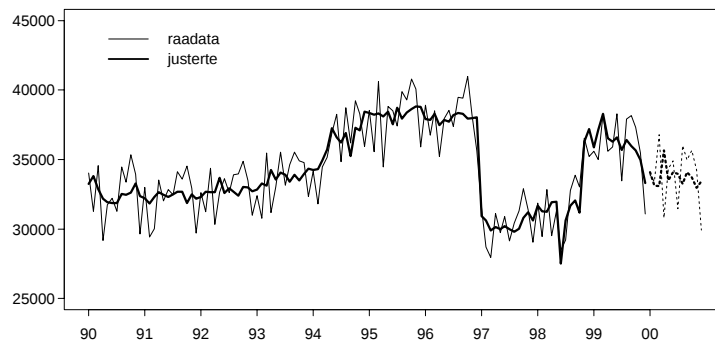
Sliding spans analysen git  $S(\%) = 0.0$ ,  $MM(\%) = 0.0$  og  $YY(\%) = 0.0$ . Tallene viser en god sesongjustering.

- Figurer

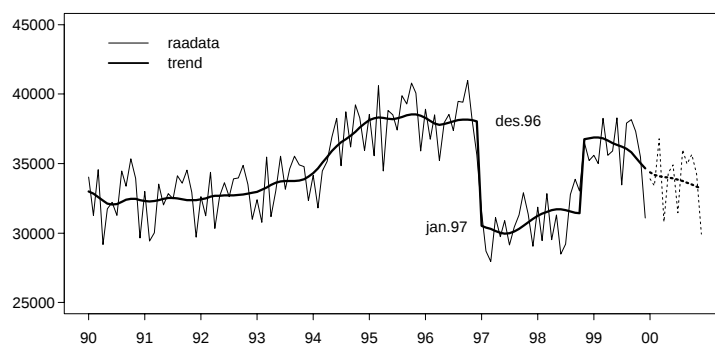
Vi har følgende figurer

- Figur 5.4 for rådataene og sesongjusterte tall
- Figur 5.5 for rådataene og trend
- Figur 5.6 for sesongjusterte tall og trend
- Figur 5.7 for sesongkomponenten
- Figur 5.8 for sesongkomponenten i 12 måneder
- Figur 5.9 for den irregulære komponenten

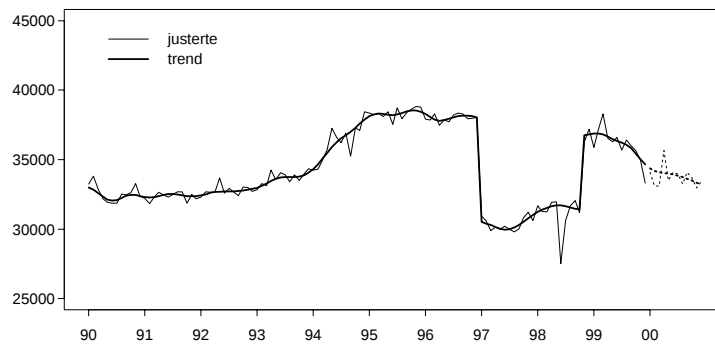
Vi ser at trenden og sesongjusterte tall er brudd i januar 1997, og november 1998. Dette skyldes korrigeringen for nivåskifter.



Figur 5.4: Rådata og sesongjusterte tall



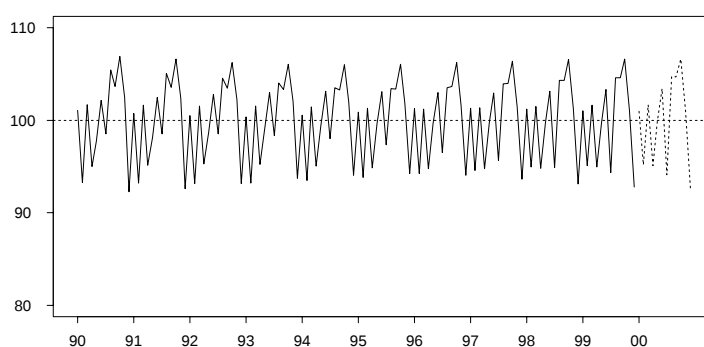
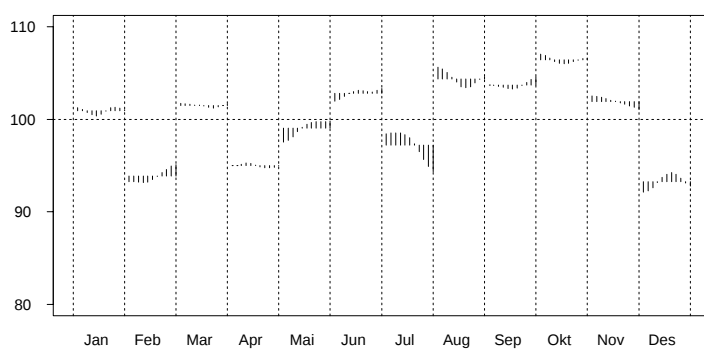
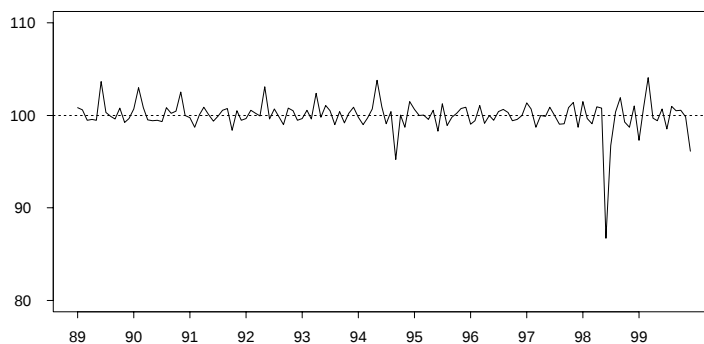
Figur 5.5: Rådata og trend



Figur 5.6: Sesongjusterte tall og trend

## 5.3 Oppsummering

Vi får en god sesongjustering for flybevegelser på utenkands ruter. Sesongkomponenten er stabil. Oktober er måned som har høyst sesong. Tabell 5.4 viser rådataene, trend, sesongjusterte tall og sesongkomponenten samt deres framskrivinger.

Figur 5.7: *Sesongkomponenten*Figur 5.8: *Sesongkomponenten for 12 måneder*Figur 5.9: *Den irregulære komponenten*

## 5.4 Program

```
series{title="Flybevegelser på innenlandsruter"
start=1989.1
period=12
file="f_innenland.dat"
decimals=0}
```

```
transform{function=auto
          savelog=autotransform}
regression{aictest=(td easter)
           savelog=aictest}
automdl{file="my.mdl"
        identify=all
        savelog=automodel}
forecast{save=(fct)}
outlier{}
estimate{maxiter=1000}
x11{savelog=(m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 q)
    print=all
    save=(d10 d11 d12 d13)}
slidingspans{additivesa=percent outlier=keep
             print=all
             savelog=percent}
history{}
```

Tabell 5.4: Observerte dataene og framskrivninger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten

| Observerte data i år 2000 |        |          |       |        | Framskrivninger i år 2000 |        |          |       |        |
|---------------------------|--------|----------|-------|--------|---------------------------|--------|----------|-------|--------|
| mnd                       | rådata | justerte | trend | sek. % | mnd                       | rådata | justerte | trend | sek. % |
| jan.                      | 35597  | 35869    | 36873 | 101.02 | jan.                      | 34169  | 34091    | 34370 | 100.98 |
| feb.                      | 35001  | 37128    | 36880 | 95.11  | feb.                      | 32453  | 33134    | 34183 | 95.19  |
| mar.                      | 38261  | 38296    | 36805 | 101.62 | mar.                      | 35172  | 33077    | 34094 | 101.66 |
| apr.                      | 35598  | 36539    | 36656 | 94.97  | apr.                      | 32321  | 35670    | 34041 | 95.10  |
| mai.                      | 35917  | 36269    | 36483 | 99.77  | mai.                      | 33887  | 33487    | 33988 | 99.83  |
| jun.                      | 38282  | 36588    | 36336 | 103.33 | jun.                      | 35068  | 34085    | 33923 | 103.40 |
| jul.                      | 33467  | 35681    | 36216 | 94.36  | jul.                      | 31709  | 33951    | 33837 | 94.10  |
| aug.                      | 37913  | 36398    | 36058 | 104.59 | aug.                      | 35398  | 33242    | 33739 | 104.72 |
| sep.                      | 38163  | 35979    | 35804 | 104.56 | sep.                      | 35314  | 34080    | 33634 | 104.68 |
| okt.                      | 37326  | 35645    | 35449 | 106.59 | okt.                      | 35793  | 33713    | 33502 | 106.61 |
| nov.                      | 35479  | 34982    | 35044 | 101.08 | nov.                      | 33761  | 32969    | 33353 | 100.94 |
| des.                      | 31074  | 33315    | 34664 | 92.79  | des.                      | 30455  | 33442    | 33208 | 92.70  |

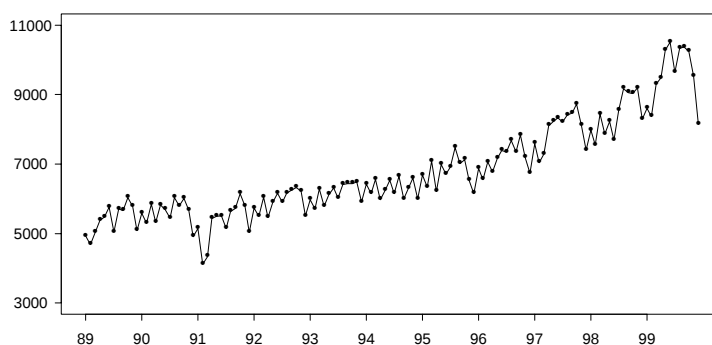
## Kapittel 6

# Flybevegelser på utenlands ruter, totalt

### 6.1 Innledning

Dataene er summen av antall flybevegelser på utenlands ruter for alle lufthavnene. Tidsserien er observert fra januar 1989 til desember 1999. En flybevegelse er enten en landing eller avgang. Rådataene er plottet i figur 6.1. Vi ser at det er en stor nedgang fra oktober til november, og fra november til desember 1999 ( $O_{okt.99} = 10239$ ,  $O_{nov.99} = 9526$ , og  $O_{des.99} = 8145$ ) sammenlignet med de samme månedene i årene før. I første kjøring lar vi programmet selv finne en modell for sesongjustering. Vi får  $AICC^{add}=1738$  og  $AICC^{mult}=1746$ . Dermed blir additiv modell valgt. Dvs vi sesongjusterer tidsserien uten transformasjon for rådataene. Resultater er

1. ingen av de fem innebygde ARIMA modellene som gir en god tilpasning med observasjonen
2.  $M10$  og  $M11$  er større enn 1. Dette viser store fluktuasjoner i den sesongkomponenten  $S_t$  i de siste årene slik at vi kan få et dårlig estimat for sesongjusterte serien i slutten av serien, der tallene er mer interessert i.



Figur 6.1: Rådata av flybevegelser på utenlands ruter

Merk at programmet velger en ARIMA modell for dataene ved å basere på

følgende tester (se side 136 i X-12-ARIMA manualen)

(a) gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivinger i de siste tre årene må være mindre enn 15. Tallet er default verdien av **fcstlim**.

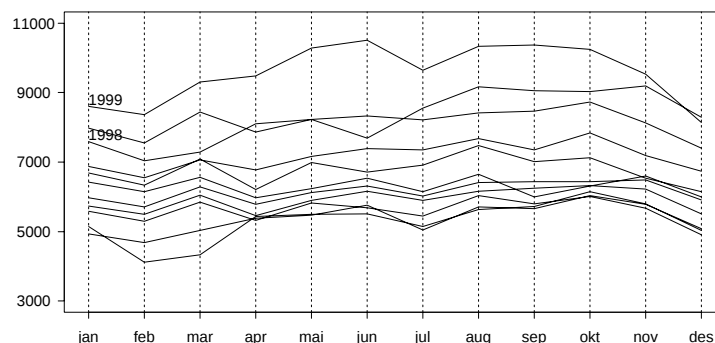
(b)  $p$ -verdien av Box-Ljung  $Q$  statistikken for å teste om residualene er en ukorrelert prosess, må være større enn 5%. Tallet er default verdien av **qlim**.

(c) ikke overdifferensiering, dvs  $\sum_i \theta_i$  må være mindre enn 0.9. Tallet er default verdien av **overdiff**.  $\theta_i$  er parametre av MA ledd,  $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ .

Vi velger **qlim**=1 i andre kjøring. Vi får ARIMA (0 1 2)(0 1 1) som tilfredsstillende (a), (b) og (c), men  $M10$  og  $M11$  er fortsatt større enn 1.

I tredje kjøring, sesongjusterer vi tidsserien med *log* transformasjonen, og bruker default verdier for **fcstlim**, **qlim** og **overdiff**. ARIMA (2 1 2)(0 1 1) er valgt for dataene.  $M10 = 0.790$  og  $M11 = 0.793$ . Sammenlignet med de samme størrelsene fra den første og andre kjøringen, viser  $M10$  og  $M11$  at flutuasjoner i de siste årene er redusert slik at sesongkomponenten blir stabil. Sliding spans analysen gir  $S(\%) = 0.0$ ,  $MM(\%) = 0.0$  og  $YY(\%) = 0.0$ . Tallene viser at *log* transformasjonen gir en god sesongjustering for flybevegelser på utenlands ruter. Resultater fra sesongjustering beskrives i neste avsnitt.

Figur 6.2 viser rådataene av 12 måneder fra år til år. Det er sesongvariasjoner i tidsserien, men mønsteret forandrer seg, særlig i de siste årene.



Figur 6.2: Rådata for 12 måneder

Resultater fra sesongjusteringen skal vises i de neste avsnittene.

## 6.2 Resultater fra sesongjustering

- ARIMA modell

ARIMA (2 1 2)(0 1 1) er valgt, med

| Par.             | Estimert |        |                       |
|------------------|----------|--------|-----------------------|
|                  | Verdi    | Std    |                       |
| $\hat{\phi}_1$   | -0.0105  | 0.1529 | ikke sign. på 5% nivå |
| $\hat{\phi}_2$   | 0.5436   | 0.1325 | sign. på 5% nivå      |
| $\hat{\theta}_1$ | 0.1574   | 0.1191 | ikke sign. på 5% nivå |
| $\hat{\theta}_2$ | 0.7157   | 0.1083 | sign. på 5% nivå      |
| $\hat{\Theta}$   | 0.6246   | 0.0772 | sign. på 5% nivå      |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivninger:

siste år: 5.08, forrige år: 2.07, to år tidligere: 5.83

siste tre år: 4.33.

Vi ser at  $\hat{\theta}_1$  og  $\hat{\phi}_1$  ikke er signifikante på 5% nivå. Ved å fjerne  $\phi_1$  og  $\theta_1$  fra modellen, får vi en stor verdi for  $M4$  som viser en høy korrelasjon i den irregulære komponenten. Dermed vil vi ta med  $\phi_1$  og  $\theta_1$  i modellen for å beregne framskrivninger og estimere kalendereffekter.

#### - Kalendereffekter

Ukedagseffekter er signifikant på 5% nivå, med  $\chi^2 = 34.53$ , og 6 frihetsgrader. Onsdagen er signifikant på 5% nivå.

Tabell 6.1: *Ukedagseffekter*

|         | effekt  | std    | t-verdi |
|---------|---------|--------|---------|
| mandag  | -0.0026 | 0.0043 | -0.61   |
| tirsdag | 0.0036  | 0.0043 | 0.84    |
| onsdag  | 0.0093  | 0.0041 | 2.23    |
| torsdag | 0.0016  | 0.0041 | 0.39    |
| fredag  | -0.0058 | 0.0041 | -1.39   |
| lørdag  | -0.0063 | 0.0040 | -1.56   |
| søndag  | 0.0002  | 0.0043 | 0.05    |

Påskeeffekten er også signifikant på 5% nivå, med  $t = -8.27$ .

#### - Intervensjoner

Tidspunktene, typene og størrelsene av intervensjoner er vist i tabell 6.2.

Tabell 6.2: *Intervensjoner*

| år   | måned   | type | est.verdi | std    | t     |
|------|---------|------|-----------|--------|-------|
| 1991 | februar | LS   | -0.1753   | 0.0273 | -6.42 |
| 1991 | april   | LS   | 0.1562    | 0.0291 | 5.36  |
| 1998 | juni    | AO   | -0.1160   | 0.0230 | -5.04 |

Forklaringen for juni 1998 er flygelederstreik i 4-5 dager uten trafikk. Vi får lave verdiene i trenden i februar og mars 1991 på grunn av korrigeringen for intervensjoner.

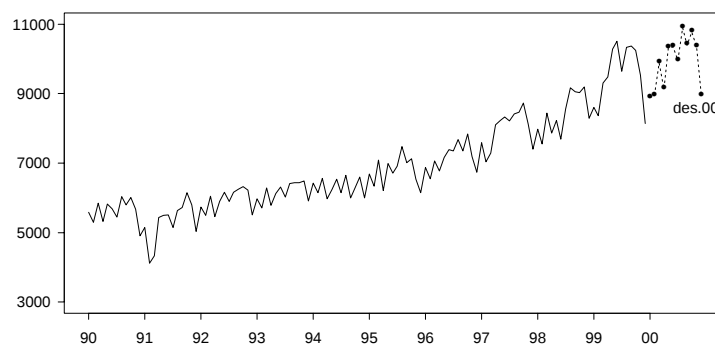
#### - Framskrivinger

Framskrivingene og deres 95% konfidensintervaller er listet ut i tabell 6.3 og plottet i figur 6.3.

Tabell 6.3: *Framskrivingene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre | framsk. | øvre  | fram. jus. |
|------|-----------|-------|---------|-------|------------|
| 2000 | januar    | 8370  | 8892    | 9447  | 8970       |
|      | februar   | 8271  | 8943    | 9669  | 8680       |
|      | mars      | 9056  | 9879    | 10776 | 9584       |
|      | april     | 8310  | 9128    | 10028 | 9418       |
|      | mai       | 9349  | 10307   | 11364 | 10202      |
|      | juni      | 9345  | 10343   | 11447 | 10387      |
|      | juli      | 8979  | 9958    | 11043 | 10045      |
|      | august    | 9798  | 10889   | 12101 | 10732      |
|      | september | 9329  | 10388   | 11566 | 10514      |
|      | oktober   | 9653  | 10765   | 12005 | 10752      |
|      | november  | 9264  | 10347   | 11556 | 10234      |
|      | desember  | 7994  | 8940    | 9997  | 9047       |

Den siste kolonnen viser framskrivingene som er korrigert for kalendereffekter i år 2000. Tallene viser en stor nedgang fra november til desember. Vi får en økning i trenden.



Figur 6.3: *Rådata og framskrivinger*

#### - Tester for sesongmønster og sesong bevegelser

Sesongmønsteret er signifikant på 5%,  $F = 45.00$ .

Vi får også en signifikans på 5% for sesongbevegelser,  $F = 2.44$ .

## - Kvalitetsmål og sliding spans

De 11 målene  $M1$ - $M11$  og  $Q$  er gitt i nedenfor tabell.

| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.240 | 0.139 | 0.186 | 0.699 | 0.494 | 0.284 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.399 | 0.678 | 0.367 | 0.790 | 0.773 | 0.404 |

Verdiene av  $Mi$  og  $Q$  er lave ( $< 1$ ). Vi får fra sliding spans analysen  $S(\%) = 0.0$ ,  $MM(\%) = 0.0$  og  $YY(\%) = 0.0$ .

Tallene viser en god sesongjustering

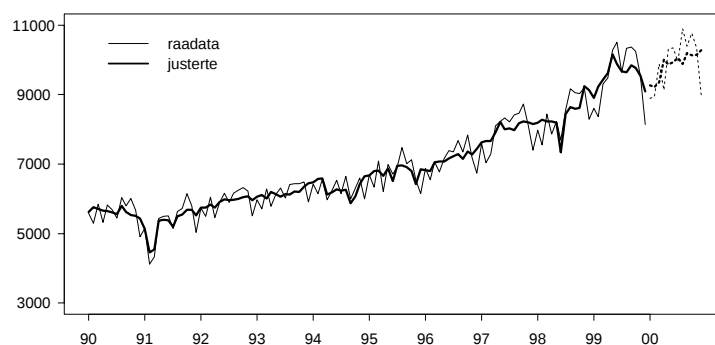
## - Figurer

Vi har følgende figurer

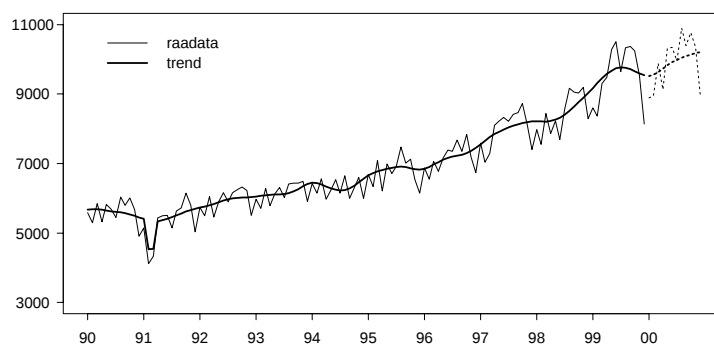
- Figur 6.4 for rådataene og sesongjusterte tall
- Figur 6.5 for rådataene og trend
- Figur 6.6 for sesongjusterte tall og trend
- Figur 6.7 for sesongkomponenten
- Figur 6.8 for sesongkomponenten i 12 måneder
- Figur 6.9 for den irregulære komponenten

## 6.3 Oppsummering

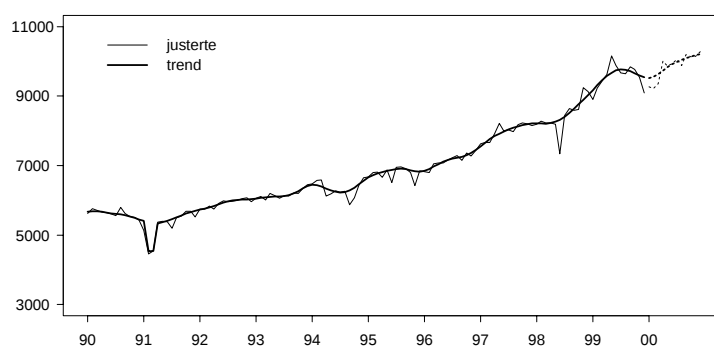
Vi få en god sesongjustering for flybevegelser på utenlands ruter. Dataene blir best tilpasset med multiplikativ modell, selv om testen anbefaler en additiv modell.  $F$ -testen viser at sesongmønsteret har endret seg med tid, men sesongvariasjoner er stabile. Vi får like store sesongkomponenten i 1999 og 2000 (se tabell 6.4). Figur 6.8 viser at aktiviteten er høyst i august og oktober, mens den er lavest i desember. Vi får en jevn økning i trenden.



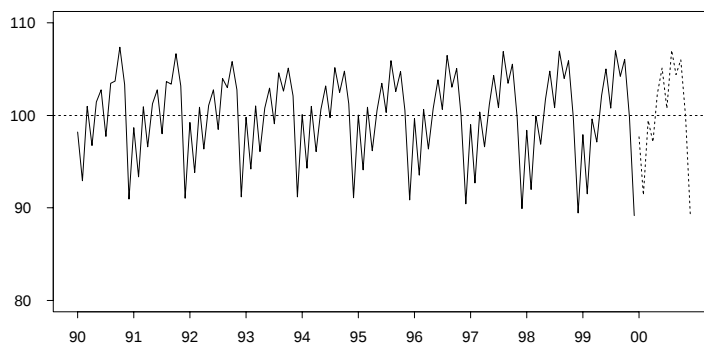
Figur 6.4: Rådata og sesongjusterte tall



Figur 6.5: Rådata og trend

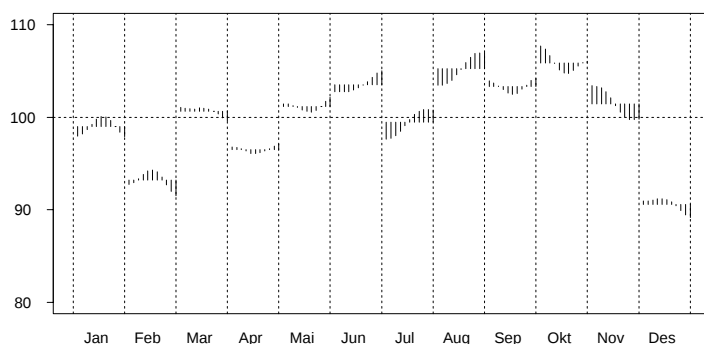
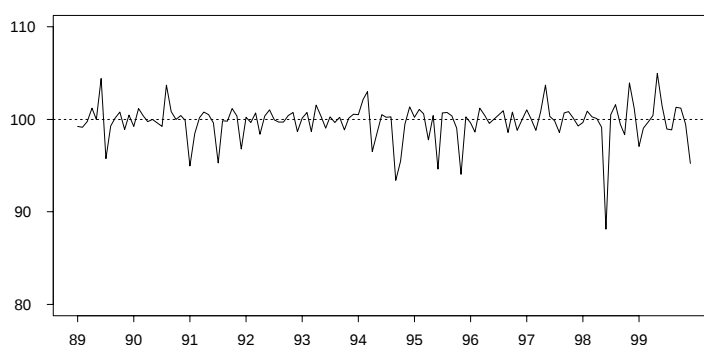


Figur 6.6: Sesongjusterte tall og trend



Figur 6.7: Sesongkomponenten

I beregningen for framskrivinger får vi en stor nedgang fra november til desember 2000. Dette skyldes stor nedgang i samme tidspunkter i året før. Tabell 6.4 listet ut de observerte dataene, sesongjusterte tall, trend og sesongkomponenten, samt deres framskrivinger.

Figur 6.8: *Sesongkomponenten for 12 måneder*Figur 6.9: *Den irregulære komponenten*

## 6.4 Program

Programmet beskrives slik

```
series{title="Flybevegelser på utenlands ruter"
       start=1989.1   period=12
       file="f_utenland.dat"   decimals=2}
transform{function=log}
regression{aictest=(td easter)   savelog=aictest}
automdl{file="my.mdl"   identify=all   savelog=automodel}
forecast{save=(fct)}
outlier{}
estimate{maxiter=1000}
x11{savelog=(m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 q)
    save=(d10 d11 d12 d13)}
slidingspans{additivesa=percent outlier=keep
             print=all   savelog=percent}
```

Tabell 6.4: Observerte dataene og framskrivninger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten

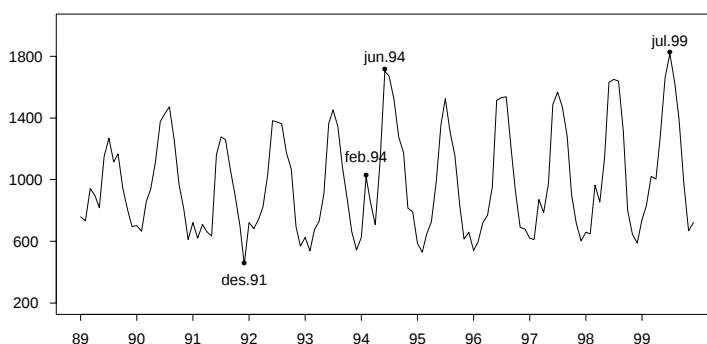
| Observerte data i år 2000 |        |          |       |        | Framskrivninger i år 2000 |        |          |       |        |
|---------------------------|--------|----------|-------|--------|---------------------------|--------|----------|-------|--------|
| mnd                       | rådata | justerte | trend | sek. % | mnd                       | rådata | justerte | trend | sek. % |
| jan.                      | 8609   | 8898     | 9165  | 97.91  | jan.                      | 8892   | 9263     | 9522  | 97.68  |
| feb.                      | 8370   | 9226     | 9316  | 91.53  | feb.                      | 8943   | 9218     | 9550  | 91.40  |
| mar.                      | 9307   | 9428     | 9457  | 99.60  | mar.                      | 9879   | 9351     | 9626  | 99.44  |
| apr.                      | 9474   | 9612     | 9575  | 97.09  | apr.                      | 9128   | 10008    | 9728  | 97.09  |
| mai.                      | 10277  | 10151    | 9670  | 102.12 | mai.                      | 10307  | 9870     | 9829  | 102.30 |
| jun.                      | 10505  | 9876     | 9737  | 105.00 | jun.                      | 10343  | 9924     | 9915  | 105.10 |
| jul.                      | 9638   | 9663     | 9767  | 100.79 | jul.                      | 9958   | 10058    | 9985  | 100.75 |
| aug.                      | 10333  | 9647     | 9757  | 106.98 | aug.                      | 10889  | 9885     | 10039 | 107.00 |
| sep.                      | 10369  | 9842     | 9716  | 104.21 | sep.                      | 10388  | 10197    | 10089 | 104.37 |
| okt.                      | 10239  | 9773     | 9657  | 106.02 | okt.                      | 10765  | 10133    | 10136 | 105.98 |
| nov.                      | 9526   | 9537     | 9591  | 99.78  | nov.                      | 10347  | 10140    | 10175 | 99.83  |
| des.                      | 8145   | 9085     | 9540  | 89.19  | des.                      | 8940   | 10276    | 10211 | 89.10  |

## Kapittel 7

# Flybevegelser for charter på utenlands ruter

### 7.1 Innledning

Dataene er observert fra januar 1989 til desember 2000 og plottet i figur 7.1. Vi ser et klart sesongmønster. Juni, juli og august er de månedene som har høyst sesong. Vi får en høy verdi i februar 1994 og resten av året.



Figur 7.1: *Rådataene*

Programmet velger en additiv modell for sesongjustering siden den har mindre  $AICC$  verdien. Vi får  $AICC^{add} = 1464$  og  $AICC^{mult} = 1494$ . Resultater fra sliding spans analysen viser en dårlig dekomponering på grunn av at sesongkomponenten ikke er stabil (se tabell 7.1).

Siden sesongvariasjoner er store og de endrer seg med tid. Vi vil derfor transformere dataene med  $\log$  for at fluktuasjoner i tidsserien blir redusert. Ved å sesongjustere med  $\log(O_t)$  får vi den samme ARIMA modell. Vi ser i tabell 7.1 at  $S(\%)^{mult}$ ,  $MM(\%)^{mult}$  og  $YY(\%)^{mult}$  er mindre, men de er fortsatt ligger utenfor grenseverdiene av disse størrelsene for en god sesongjustering (se tabell 2.4).

I neste avsnitt presenterer vi resultater fra sesongjustering av charter på utenlands ruter med multiplikativ modell.

Tabell 7.1: Resultater fra sesongjustering ved to metoder

|                 | Additiv                                             | Multiplikativ                                                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| ARIMA modell    | (0 1 1)(0 1 1)                                      | (0 1 1)(0 1 1)                                                     |
| Ukedagseffekter | ikke sign.                                          | ikke sign.                                                         |
| Påskeeffekt     | ikke sign.                                          | sign. på 5%                                                        |
| Intervensjoner  | AO1994.feb                                          | LS1989.mai<br>AO1991.mai<br>AO1991.des<br>AO1994.feb<br>LS1995.jan |
| Sliding spans   | $S(\%) = 45.4$<br>$MM(\%) = 35.5$<br>$YY(\%) = 7.3$ | $S(\%) = 28.7$<br>$MM(\%) = 27.1$<br>$YY(\%) = 0.0$                |

## 7.2 Resultater

### - ARIMA modell

ARIMA (0 1 1)(0 1 1) er valgt, med

| Par.           | Estimert |        |                  |
|----------------|----------|--------|------------------|
|                | Verdi    | Std    |                  |
| $\hat{\theta}$ | 0.4529   | 0.0812 | sign. på 5% nivå |
| $\hat{\Theta}$ | 0.5208   | 0.0851 | sign. på 5% nivå |

Gjennomsnittlig absolutt prosent feil for framskrivinger:

siste år: 16.94, forrige år: 10.52, to år tidligere: 8.12  
siste tre år: 11.86

Vi ser at avvikene mellom observasjonene og predikerte verdiene er store (dvs, større enn 15%) i det siste året. Dette medfører store usikkerheter for framskrivinger.

### - Kalendereffekter

Ukedagseffekter er ikke signifikant på 5% nivå. Men vi får en signifikans på samme nivå for påskeeffekten, med  $t = 2.96$ , og  $\hat{d} = 15$ . En stor verdi av  $\hat{d}$  vil vise at dataene er påvirket av påskeeffekten i en lang periode.

### - Intervensjoner

Tidspunktene, typene og størrelsene av intervensjoner er vist i tabell 7.2. Mai 1989 og januar 1995 er to nivåskifter.

Forklaringene for februar 1994 er Vinter Olympiaden og for januar 1995 er streiken SAS Commuter.

Tabell 7.2: *Intervensjoner*

| år   | måned    | type | est.verdi | std    | $t$   |
|------|----------|------|-----------|--------|-------|
| 1989 | mai      | LS   | -0.3190   | 0.0789 | -4.04 |
| 1991 | mai      | AO   | -0.3450   | 0.0662 | -5.21 |
| 1991 | desember | AO   | -0.3165   | 0.0657 | -4.81 |
| 1994 | februar  | AO   | 0.5208    | 0.0653 | 7.97  |
| 1995 | januar   | LS   | -0.3274   | 0.0683 | -4.79 |

- Framskrivinger

Framskrivingene og deres 95% konfidensintervaller er listet ut i tabell 7.3 og plottet i figur 7.2.

Tabell 7.3: *Framskrivingene og 95% konfidensintervaller*

| år   | måned     | nedre | framsk. | øvre | fram. jus. |
|------|-----------|-------|---------|------|------------|
| 2000 | januar    | 646   | 767     | 911  | 767        |
|      | februar   | 662   | 806     | 980  | 806        |
|      | mars      | 805   | 1003    | 1251 | 1043       |
|      | april     | 840   | 1067    | 1355 | 1026       |
|      | mai       | 1013  | 1307    | 1686 | 1307       |
|      | juni      | 1377  | 1807    | 2370 | 1807       |
|      | juli      | 1436  | 1915    | 2552 | 1915       |
|      | august    | 1320  | 1786    | 2416 | 1786       |
|      | september | 1092  | 1499    | 2057 | 1499       |
|      | oktober   | 743   | 1033    | 1437 | 1033       |
|      | november  | 537   | 757     | 1067 | 757        |
|      | desember  | 525   | 749     | 1070 | 749        |

Den siste kolonnen av tabell 7.3 er framskrivinger som er korrigert for kalendereffekter i år 2000. Vi får samme mønster for de prognosene og observasjonene i det siste året.

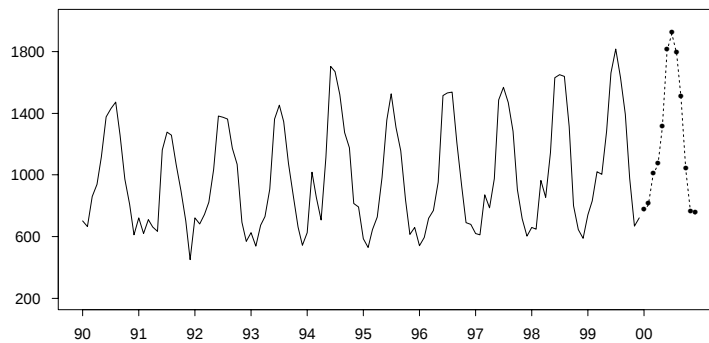
- Tester for sesongmønster og sesong bevegelser

Sesongmønsteret er signifikant på 5%, med  $F = 275.5$ . Vi får også en signifikans på 5% for sesongbevegelser, med  $F = 4.1$ .

- Kvalitetsmål og sliding spans

De 11 målene  $M1 - M11$  og  $Q$  er gitt i nedenfor tabellen

| $M1$  | $M2$  | $M3$  | $M4$  | $M5$  | $M6$  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.067 | 0.085 | 0.747 | 0.054 | 0.685 | 0.211 |
| $M7$  | $M8$  | $M9$  | $M10$ | $M11$ | $Q$   |
| 0.187 | 0.277 | 0.201 | 0.293 | 0.260 | 0.281 |

Figur 7.2: *Rådataene og framskrivinger*

Verdiene av  $M_i$  og  $Q$  er lave ( $< 1$ ). Vi får fra sliding spans analysen  $S(\%) = 28.7$ ,  $MM(\%) = 27.1$ , og  $YY(\%) = 0.0$ . En stor verdi av  $S(\%)$  (større enn 25) viser en ustabil sesongkomponent som medfører sesongjusterte tallene er ustabile. Dvs revisjoner blir store når nye observasjoner kommer.

#### - Figurer

Vi har følgende figurer

|           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| Figur 7.3 | for rådataene og sesongjusterte tall |
| Figur 7.4 | for rådataene og trend               |
| Figur 7.5 | for sesongjusterte tall og trend     |
| Figur 7.6 | for sesongkomponenten                |
| Figur 7.7 | for sesongkomponenten i 12 måneder   |
| Figur 7.8 | for den irregulære komponenten       |

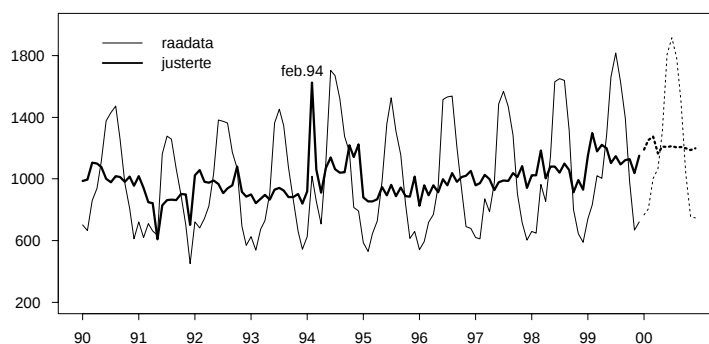
Vi ser i figur 7.3 og 7.4 at sesongjusterte tall og trenden er brudd i januar 1995 og det er en uvanlig høy verdi i februar 1994. Dette skyldes korrigeringen for nivåskiftet i januar 1995 og en additive outlier i februar 1994. Juni og juli er månedene som har høy sesong.

## 7.3 Oppsummering

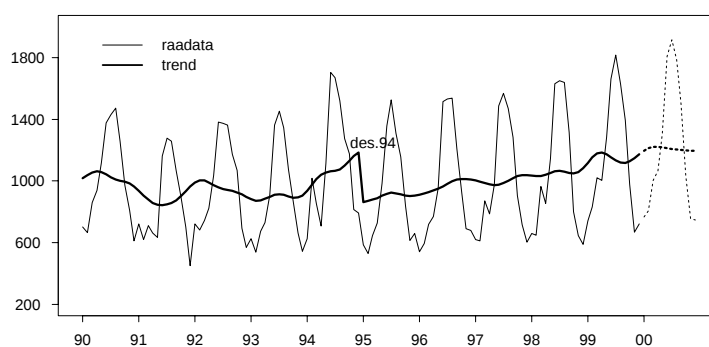
Vi får ikke en god sesongjustering av flybevegelser for charter på utenlands ruter ved både additiv og multiplikativ modell på grunn av store sesongvariasjoner. I dette tilfellet vil vi publisere bare trenden. Tabell 7.4 viser rådataene, sesongjusterte tall, trend og sesongkomponenten i det siste året samt desres framskrivinger.

## 7.4 Program

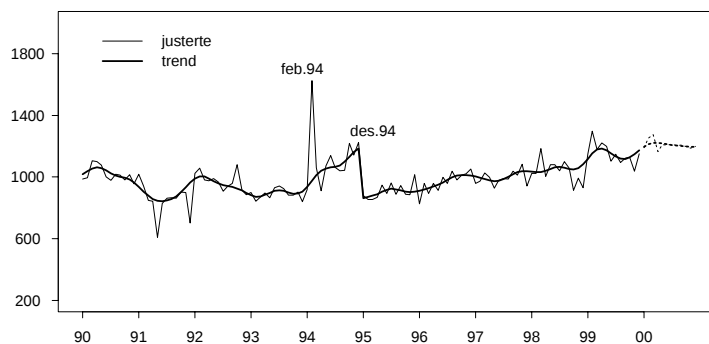
Programmet beskrives slik



Figur 7.3: Rådataene og sesongjusterte tall



Figur 7.4: Rådataene og trend

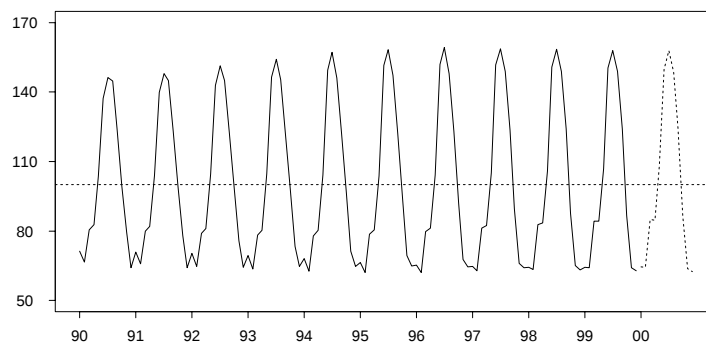
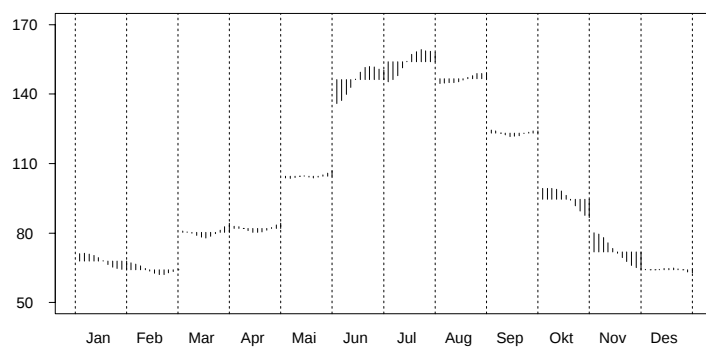
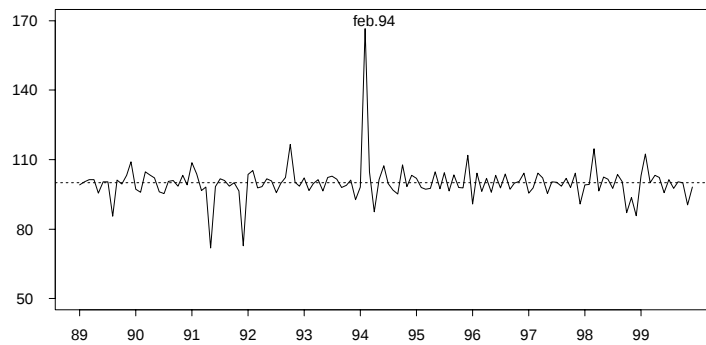


Figur 7.5: Sesongjusterte tall og trend

```

series{title="Flybevegelser på charter utlandet totalt"
start=1989.1
period=12
file="f_charter.dat"
decimals=2}
transform{function=log}

```

Figur 7.6: *Sesongkomponenten*Figur 7.7: *Sesongkomponenten for 12 måneder*Figur 7.8: *Den irregulære komponenten*

```

regression{aictest=(td easter)
             savelog=aictest}
automdl{file="my.mdl"
          identify=all
          savelog=automodel}
forecast{save=(fct)}

```

---

```
outlier{}
estimate{maxiter=1000}
x11{savelog=(m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 q)
    print=all
    save=(d10 d11 d12 d13)}
slidingspans{additivesa=percent outlier=keep
    print=all
    savelog=percent}
```

Tabell 7.4: Observerte dataene og framskrivninger for sesongjusterte tall, trend og den sesongkomponenten

| Observerte data i år 2000 |        |          |       |        | Framskrivninger i år 2000 |        |          |       |        |
|---------------------------|--------|----------|-------|--------|---------------------------|--------|----------|-------|--------|
| mnd                       | rådata | justerte | trend | sek. % | mnd                       | rådata | justerte | trend | sek. % |
| jan.                      | 742    | 1152     | 1118  | 64.39  | jan.                      | 767    | 1189     | 1195  | 64.56  |
| feb.                      | 832    | 1297     | 1153  | 64.12  | feb.                      | 806    | 1252     | 1212  | 64.36  |
| mar.                      | 1022   | 1179     | 1178  | 84.33  | mar.                      | 1003   | 1276     | 1221  | 85.08  |
| apr.                      | 1003   | 1222     | 1184  | 84.35  | apr.                      | 1067   | 1166     | 1222  | 84.64  |
| mai.                      | 1283   | 1200     | 1173  | 106.86 | mai.                      | 1307   | 1211     | 1218  | 107.89 |
| jun.                      | 1660   | 1104     | 1153  | 150.32 | jun.                      | 1807   | 1206     | 1212  | 149.79 |
| jul.                      | 1815   | 1149     | 1134  | 157.91 | jul.                      | 1915   | 1212     | 1207  | 157.96 |
| aug.                      | 1629   | 1094     | 1121  | 148.82 | aug.                      | 1786   | 1203     | 1204  | 148.46 |
| sep.                      | 1394   | 1123     | 1118  | 124.03 | sep.                      | 1499   | 1207     | 1202  | 124.20 |
| okt.                      | 979    | 1129     | 1129  | 86.69  | okt.                      | 1033   | 1198     | 1199  | 86.26  |
| nov.                      | 668    | 1039     | 1149  | 64.26  | nov.                      | 757    | 1188     | 1197  | 63.74  |
| des.                      | 723    | 1151     | 1173  | 62.80  | des.                      | 749    | 1200     | 1195  | 62.49  |

## Kapittel 8

# En oppsummering for luftfartsstatistikk

Vi beskriver her korte resultater fra sesongjustering av seks tidsserier:

antall passasjerer på innenlands ruter (forkortelse med `pas_inn`)  
antall passasjerer på utenlands ruter (forkortelse med `pas_ut`)  
antall passasjerer på charter utenlands ruter (forkortelse med `pas_cha`)  
  
antall flybevegelser på innenlands ruter (forkortelse med `fly_inn`)  
antall flybevegelser på utenlands ruter (forkortelse med `fly_ut`)  
antall flybevegelser på charter utenlands ruter (forkortelse med `fly_cha`)

- Modell for sesongjustering

presenteres i tabell 8.1

Tabell 8.1: *Modell for sesongjustering*

|                      | X-12-ARIMA velger    | Vi kjører med        |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| <code>pas_inn</code> | multiplikativ modell | multiplikativ modell |
| <code>pas_ut</code>  | multiplikativ modell | multiplikativ modell |
| <code>pas_cha</code> | additiv modell       | multiplikativ modell |
| <code>fly_inn</code> | additiv modell       | multiplikativ modell |
| <code>fly_ut</code>  | additiv modell       | multiplikativ modell |
| <code>fly_cha</code> | additiv modell       | multiplikativ modell |

- ARIMA modell

Modellene er listet ut i tabell 8.2. Vi ser at ARIMA (0 1 1)(0 1 1) brukes mest.

Ligningen for ARIMA(0 1 1)(0 1 1) er

$$(1 - B)(1 - B^{12})O_t = (1 - \theta B)(1 - \Theta B^{12})\epsilon_t, \quad BO_t = O_{t-1}.$$

og for ARIMA(2 1 2)(0 1 1) er

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)(1 - B)(1 - B^{12})O_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)(1 - \Theta B^{12})\epsilon_t$$

Tabell 8.2: *ARIMA modell*

|         | ARIMA          |
|---------|----------------|
| pas_inn | (0 1 1)(0 1 1) |
| pas_ut  | (0 1 1)(0 1 1) |
| pas_cha | (0 1 1)(0 1 1) |
| fly_inn | (0 1 1)(0 1 1) |
| fly_ut  | (2 1 2)(0 1 1) |
| fly_cha | (0 1 1)(0 1 1) |

- Kalendereffekter

Vi får

Tabell 8.3: *Kalendereffekter på 5% nivå*

|         | Ukedager | Påske |
|---------|----------|-------|
| pas_inn | nei      | ja    |
| pas_ut  | nei      | ja    |
| pas_cha | ja       | ja    |
| fly_inn | ja       | ja    |
| fly_ut  | ja       | ja    |
| fly_cha | nei      | ja    |

Vi ser at ukedagseffekter er signifikante på 5% nivå for antall passasjerer på charter utlandet, antall flybevegelser på innenlands og utenlands ruter. Mens påskeeffekten er signifikant på 5% nivå for alle seriene.

- Intervensjoner

Tidspunktene er gitt i tabell 8.4

Tabell 8.4: *Intervensjoner*

|         | Tidspunkter |            |            |            |
|---------|-------------|------------|------------|------------|
| pas_inn | ao1994.jun  | ao1984.jul | ao1985.jul | ao1998.jun |
| pas_ut  | ao1983.okt  | ao1986.sep | ls1991.jan | ao1991.feb |
|         | ao1994.feb  | ao1998.jun |            |            |

Tabell 8.4 forsatt

|         | Tidspunkter |            |            |            |
|---------|-------------|------------|------------|------------|
| pas_cha | ao1983.okt  | ao1985.mai | ls1991.jun |            |
| fly_inn | ls1997.jan  | ao1998.jun | ls1998.nov |            |
| fly_ut  | ls1991.feb  | ls1991.apr | ao1998.jun |            |
| fly_cha | ls1989.mai  | ao1991.mai | ao1991.des | ao1994.feb |
|         | ls1995.jan  |            |            |            |

- Testene for sesongmønster og sesongbevegelser

det viser i tabell 8.5

Tabell 8.5: *F-testene på 5% nivå*

|         | sesong-<br>mønster | sesong-<br>bevegelser |
|---------|--------------------|-----------------------|
| pas_inn | ja                 | nei                   |
| pas_ut  | ja                 | nei                   |
| pas_cha | ja                 | ja                    |
| fly_inn | ja                 | ja                    |
| fly_ut  | ja                 | ja                    |
| fly_cha | ja                 | ja                    |

Vi ser at dataene av alle tidsseriene er påvirket av sesongvariasjoner. Dessuten er det signifikante på 5% nivå for tidsseriene pas\_cha, fly\_inn, fly\_ut og fly\_cha. Vi kan få ustabile sesongkomponentene som medfører dårlige sesongjusteringer.

- Kvalitetsmål

Resultater er listet ut i tabell 8.6

Tabell 8.6: *Sliding spans analysen*

|         | <i>S</i> (%) | <i>MM</i> (%) | <i>YY</i> (%) | Kommentar              |
|---------|--------------|---------------|---------------|------------------------|
| pas_inn | 3.4          | 8.7           | 0.0           | god sesongjustering    |
| pas_ut  | 0.0          | 0.0           | 0.0           | god sesongjustering    |
| pas_cha | 14.4         | 15.5          | 1.1           | god sesongjustering    |
| fly_inn | 0.0          | 0.0           | 0.0           | god sesongjustering    |
| fly_ut  | 0.0          | 0.0           | 0.0           | god sesongjustering    |
| fly_cha | 28.7         | 27.1          | 0.0           | dårlig sesongjustering |

Vi får en dårlig sesongjustering for antall flybevegelser på charter utlandet på grunn av store revisjoner for sesongjusterte tall.

# Bibliografi

- [1] Alan Pankratz (1991), "Forecasting with Dynamic Regression Models", Wiley Interscience
- [2] Bell W. R. and Hillmer S. C. (1983). "Modelling Time Series With Calendar Variation". *Journal of the American Statistical Association*, 78, 526-534
- [3] Cleveland W. S. and Susan J. D. (1980), "Calendar Effects in Monthly Times Series: Detection by Spectrum Analysis and Graphical Methods", *Journal of the American Statistical Association*, 75, 487-495
- [4] Findley D. F., Brian C. Monsell, William R. Bell, Mark C. Otto and Bor-Chung Chen (1998). "New Capabilities and Methods of the X-12 ARIMA Seasonal Adjustment Program", *Journal of Business & Economic Statistics*, 16, 127-177
- [5] Dagum Estela Bee, Benoit Quenneville and Brajendra Sutradhar (1992). "Trading-day Variations Multiple Regression Models with Random Parameters", *International Statistical Review*, 60, 57-73
- [6] Dagum Estela Bee (1988). "The X11ARIMA/88 Seasonal Adjustment Method Foundations and User's Manual"
- [7] John Higginson (1975). "An F Test for the presence of moving seasonality when using census method II-X-11 variant"
- [8] Lars A. Loe (1987). "Framskrivning av tidsseriedata i kvartalsvis nasjonal-regnskap", *Notater* 87/1
- [9] Leiv Solheim og Dinh Quang Pham (1997). "Prekorrigering av påskeeffekten for detaljvolumindeksen 1979-1997", *Notater* 73/97
- [10] Lothian J. and M. Morry. "A set of Quality Control Statistics for the X-11 ARIMA"
- [11] Bureau of the Census. "X-12 ARIMA Reference Manual, Version 0.2.5, October 1, 1999"
- [12] S-PLUS User'Manual, version 3.2, December 1993

## De sist utgitte publikasjonene i serien Notater

- |         |                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                                                                                                         |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000/50 | J.F. Bjørnstad: En innføring i utvalgsundersøkelser. 91s.                                                                                                                                 | 2000/65 | A. Thomassen: Byggekostnadsindeks for rørleggerarbeid i kontor- og forretningsbygg. 14s.                                                                                |
| 2000/51 | A.G. Pedersen: Oversikt over dødsårsaksregisterets koderegler 1996-1997. 39s.                                                                                                             | 2000/67 | A.G. Hustoft og G. Olsen: Metadata for statistikk om personer og husholdninger : Forprosjektrapport. 34s.                                                               |
| 2000/52 | O. Klungsoyr: Sammenligning av mikroformler for prisindekser og modelltilpassning. 36s.                                                                                                   | 2000/68 | A. Bruvoll, K. Flugsrud og H. Medin: Dekomponering av endringer i utslipp til luft i Norge - dokumentasjon av data. 19s.                                                |
| 2000/53 | G. Dahl og B.R. Joneid: FD - Trygd: Dokumentasjonsrapport: Inntekt og formue, 1992-1997. 36s.                                                                                             | 2000/69 | M. Vik Dysterud og E. Engelen: Tettstedsavgrensing: Teknisk dokumentasjon 2000. 53s.                                                                                    |
| 2000/54 | K. Flugsrud og G. Haakonsen: Utslipp av klimagasser i norske kommuner: En gjennomgang av datakvaliteten i utslippsregnskapet. 44s.                                                        | 2000/70 | A. Akselsen, G. Dahl, J. Lajord og Ø. Sivertstøl: FD - Trygd: Variabelliste. 48s.                                                                                       |
| 2000/56 | T. Hægeland: "Ny" vekstteori: Et nytt forskningsprogram eller naturlig progresjon? Utviklingen innenfor økonomisk vekstteori vurdert i forhold til Imre Lakatos' vitenskapsfilosofi. 19s. | 2000/71 | B.O. Lagerstrøm: Kompetanse i grunnskolen , del 2: Dokumentasjonsrapport. 19s.                                                                                          |
| 2000/57 | K.-G. Lindquist: SAS-programmer for korrigering av data fra industristatistikken og beregning av variable for analyseformål. 53s.                                                         | 2000/72 | B.O. Lagerstrøm: Kompetanse i grunnskolen: Hovedresultater 1999/2000 170s.                                                                                              |
| 2000/58 | A. Akselsen: FD - Trygd: Dokumentasjon av uttak til Sandmanutvalget (SHD). 28s.                                                                                                           | 2000/73 | J.H. Wang: Kvartalsvis investeringsstatistikk. 57s.                                                                                                                     |
| 2000/59 | J. Johansen og Ø. Sivertstøl: FD - Trygd: Dokumentasjonsrapport: Fødsels- og sykepenges, 1992-1998. 109s.                                                                                 | 2000/74 | P.O. Lande og T. Hoel: Dødsårsaksregisteret: Systemdokumentasjon. 90s.                                                                                                  |
| 2000/60 | K-G. Lindquist: Database for energintensive næringer: Tall fra industristatistikken: Oppdatert versjon av notat 97/30. 17s.                                                               | 2000/75 | A.G. Pedersen, P.O. Lande og T. Hoel: Dødsårsaksregisteret: Brukerdokumentasjon. 99s.                                                                                   |
| 2000/61 | O. Haugen: Utrekning av vektorer til inntekts- og formuesundersøkingane 1998. 24s.                                                                                                        | 2000/76 | A.G. Hustoft, B. Vannebo: En undersøkelse av frafallet i utvalgsundersøkelser i perioden 1997-2000. 56s.                                                                |
| 2000/62 | Ø. Kleven: Ferieundersøkelsen 1999 Panel: Dokumentasjonsrapport. 50s.                                                                                                                     | 2000/77 | P.O. Lande og J. Kittelsen: Forbruksundersøkinga 2000. Innlasting/Innsjekking: Brukerdokumentasjon. 17s.                                                                |
| 2000/63 | P.G. Larssen: Overvakingssystemet for bedrifter i BoF. 29s.                                                                                                                               | 2000/78 | J. Fosen, A.K. Johnsen og G. Røyne: Frafall blant innvandrere. En undersøkelse av frafall i Utdanningsundersøkelsen 1999 og i valgundersøkelser blant innvandrere. 53s. |
| 2000/64 | R. N. Johnsen: Undersøking om foreldrebetaling i barnehagar, august 2000. 36s.                                                                                                            | 2000/79 | J. Kittelsen og P.O. Lande: OPPSLAG - Forbruksundersøkelsen. Brukerdokumentasjon. 39s.                                                                                  |