

## Stationaariset aikasarjat sl 2016, HT 9, viikko 49

Tehtävät on tarkoitus ratkaista käyttäen kurssisivulta löytyvää R-koodia (R-koodi\_3) ja aineistoja Apple, Treasury, Exchange ja Oil käyttäen.

Koodissa R-koodi\_3 on mahdollista estimoida monisteen jaksossa 6 tarkastellun AR-GARCH-mallin laajennuksen eli ARMA-GARCH-mallin parametrit. Tämän mallin määrittely-yhtälöt ovat

$$\begin{aligned}y_t &= \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + u_t + \theta_1 u_{t-1} + \dots + \theta_q u_{t-q} \\u_t &= h_t^{1/2} \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim \text{iid}(0, 1),\end{aligned}$$

jossa ARMA-yhtälön AR- ja MA-parametrien oletetaan toteuttavan stationaarisuuskäännettävyys- ja identifioituvuusehdot ja  $h_t$  noudattaa GARCH(r,s)-prosessia kuten monisteen yhtälössä (6.3).

**1.** Tarkastellaan HT:ssä 3.3 aineistona ollutta Applen osakkeen päivittäistä hintaa vuoden 2006 alusta vuoden 2014 loppuun.

(i) Kuten HT:ssä 3.3, muunna alkuperäinen hintasarja ensin tuottosarjaksi (eli logaritmoi ja differensoi) ja estimoi tuottosarjalle GARCH-malli.

(ii) Tutki estimoimasi mallin riittävyttä R-koodissa olevia menetelmiä käyttäen ja yritä korjata mallia tarvittaessa. Kokeile ARMA-GARCH-mallia, jos tämä laajennus tuntuu tarpeelliselta.

**2.** Tarkastellaan HT:ssä 8.3 aineistona ollutta sarjaa Treasury eli USAn valtion 10 vuoden kiinteäkorkoisten arvopapereiden keskimääräistä kuukausikorkoa ajanjaksolta 1970I-2014XII. HT:ssä 8.3 todettiin, että kokeiltujen ARMA-mallien residuaalien neliöt olivat autokorreloituneita ja jakaumassa havaittiin ei-normaalaisia piirteitä.

(i) Estimoi logaritmoidulle ja differensoidulle Treasury-sarjalle sopivalta tuntuva ARMA-GARCH-malli.

(ii) Tutki estimoimasi mallin riittävyttä R-koodissa olevia menetelmiä käyttäen ja yritä korjata mallia tarvittaessa.

**3.** Tarkastellaan HT:ssä 8.4 aineistona ollutta sarjaa Exchange eli USAn dollarin ja Englannin punnan välistä kuukaussittaista vaihtokurssia ajanjaksolta 1971I-2014XII. HT:ssä 8.4 todettiin, että kokeiltujen ARMA-mallien residuaalien neliöt olivat autokorreloituneita ja jakaumassa havaittiin ei-normaalaisia piirteitä.

(i) Estimoi logaritmoidulle ja differensoidulle Exchange-sarjalle sopivalta tuntuva ARMA-GARCH-malli.

(ii) Tutki estimoimasi mallin riittävyttä R-koodissa olevia menetelmiä käyttäen ja yritä korjata mallia tarvittaessa.

4. Sarja Oil on ns. WTI-raakaöljyn viikottainen hinta vuoden 1987 ensimmäisen viikon ja vuoden 2015 toisen viikon väliseltä ajalta.

(i) Muuntamaton Oil-sarja muistuttaa ilmeeltään tyyppillisiä finanssiaikasarjoja, joten muunna se ensin logaritmoimalla ja differensoimalla ja rakenna näin muunnetulle sarjalle sopivalta tuntuva ARMA-GARCH-malli.

(ii) Tutki estimoimasi mallin riittävyyttä R-koodissa olevia menetelmiä käyttäen ja yritä korjata mallia tarvittaessa.