

Ahlstedt, Monica

**Working Paper**

## Valuuttakurssien ja korkojen tilastollisista jakaumista

Bank of Finland Discussion Papers, No. 37/1995

**Provided in Cooperation with:**

Bank of Finland, Helsinki

*Suggested Citation:* Ahlstedt, Monica (1995) : Valuuttakurssien ja korkojen tilastollisista jakaumista, Bank of Finland Discussion Papers, No. 37/1995, ISBN 951-686-490-2, Bank of Finland, Helsinki,  
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:fi:bof-20140807661>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/211750>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

---

# SUOMEN PANKIN KESKUSTELUALOITTEITA

---

37/95

**Monica Ahlstedt**

Tutkimusosasto  
29.12.1995

Valuuttakurssien ja korkojen  
tilastollisista jakaumista

**Suomen Pankki**  
**PL 160, 00101 HELSINKI**  
**☎ (90) 1831**

**Monica Ahlstedt**

Tutkimusosasto  
29.12.1995

**Valuuttakurssien ja korkojen  
tilastollisista jakaumista**

ISBN 951-686-490-2  
ISSN 0785-3572

Suomen Pankin monistuskeskus  
Helsinki 1995

# Valuuttakurssien ja korkojen tilastollisista jakaumista

Suomen Pankin keskustelualoitteita 37/95

Monica Ahlstedt  
Tutkimusosasto

## Tiivistelmä

Selvityksessä pyritään määrittelemään valuuttakurssien ja korkojen muutosten empiiriset tilastolliset jakaumat ajalta 1.10.1986 - 31.12.1988. Selvitys kattaa kahdentoista valuutan markkaurssin ja kolmentoista valuutan markkinakoron jakaumien estimoinnin. Perushypoteesina on oletus kiinteäparametrisesta tai aika-riippuvasta random walk -prosessista. Työssä tutkitaan havaintofrekvenssin ja viikonpäivän vaikutusta. Työn tulokset indikoivat, että valuuttakurssien päivähavainnot noudattavat tarkasteluperiodilla GARCH (1,1) mallia. Korkojen jakaumille tämän ehdollisen varianssin mallin käyttökelpoisuus on rajoitetumpi. Valuuttakurssien osalta tulokset tukevat kansainvälisiä dollarikursseille tehtyjä tutkimuksia. Korolle tehtyjä vastaavia selvityksiä ei ole löytynyt.

Tutkimuksessa haetaan tilastollisesti optimaalista aikaväliä, joka olisi riittävän lyhyt, jotta parametrien vakio-oletus voitaisiin hyväksyä mutta samalla tarpeeksi pitkä, jotta havainnot riittäisivät parametrien tehokkaaseen estimointiin. Lopputuloksena päädytään arvioon, että neljännesvuoden päivähavaintoihin rajoitetulla otoskoolla voidaan valuuttakurssien ja korkojen suhteellisia muutoksia tyydyttävällä tarkkuudella kuvata kiinteäparametrisellä normaalijakaumalla.

Selvitys on osa pankkien markkinariskien seurannan kehittämistyötä. Empiirinen työ on suoritettu jo vuonna 1990 ja tutkimuksen tuloksia on sen jälkeen sovellettu valvonnassa pankkien korko- ja valuuttakurssiriskien arvioimiseksi. Tarve julkistaa nyt tutkimuksen tulokset on syntynyt siitä, että työn alla olevassa jatkoselvityksessä on tarkoitus verrata markan kellutusvaiheen aineistosta estimoituja valuuttakurssien ja korkojen tilastollisia jakaumia tässä työssä saatuihin empiirisiin tuloksiin markan rajoitetun liikkumavälin ajalta. Jatkoselvityksessä käytetään myös hyväksi tämän tutkimuksen joitakin tuloksia em. viikonpäivävaikutuksien arviointia, joita ei enää estimoida uudella havaintoaineistolla.

\*Työ on tehty Matti Virénin ohjauksella.

Kiitän Virpi Anderssonia avustamisesta tutkimustyössä ja Marita Castrénia tekstinkäsittelytyöstä.

# Sisällys

|  | Sivu |
|--|------|
| Tiivistelmä  | 3    |
| 1 Yleistä  | 7    |
| 2 Valuuttakurssien viikkoaineisto                              | 8    |
| 3 Eurokorkojen viikkoaineisto                                  | 11   |
| 4 Viikonpäivän vaikutus  | 15   |
| 4.1 Viikkohavaintojen perusteella arvioitu viikonpäivävaikutus | 16   |
| 4.2 Varianssien yhtäsuuruus                                    | 18   |
| 4.3 Kahden peräkkäisen päivän muutoksen viikonpäivävaikutus    | 20   |
| 4.4 Viikonpäivävaikutus päiväsarjoissa                         | 22   |
| 4.5 Päivittäiset havainnot                                     | 23   |
| 4.6 Optimaalinen havaintoväli                                  | 24   |
| 5 Kotimaiset rahamarkkinakorot                                 | 27   |
| 6 GARCH-mallit   | 28   |
| 7 Yhteenveto   | 32   |
| LÄHTEET  | 33   |
| Liite 1 Valuuttakurssien ja korkojen tunnusluvut               |      |
| Liite 2 Empiiristen jakaumien graafinen esitys                 |      |

\*Varsinainen empiirinen työ on suoritettu 1990. Viimeistelytyö on tehty marraskuussa 1995 jatkotyön aloittamisen yhteydessä.

# 1 Yleistä

Tämä selvitys liittyy Suomen Pankin riskienseurantaosaston riskienseuranta-kehittelytyöhön, jonka osatavoitteena on pankkien korkoriskin ja valuuttakurssiriskin mittaaminen. Selvityksessä pyritään määrittelemään valuuttakurssien ja korkojen tilastolliset empiiriset jakaumat ja niiden mahdolliset muutokset ajassa. Selvityksen tuloksien käyttöä valuuttakurssi- ja korkoriskin sekä niiden yhteisvaikutuksen mittaamisessa on esitetty Suomen Pankin keskustelualoitteessa SP 17/90.

Empiirinen työ on suoritettu jo vuonna 1990. Tarve julkistaa tutkimuksen tulokset nyt on syntynyt siksi, että tekeillä olevassa jatkoselvityksessä on tarkoitus verrata markan kellutusvaiheen jakaumia tässä työssä saatuihin empiirisiin tuloksiin markan rajoitetun liikkumavälin ajalta. Jatkoselvityksessä käytetään myös hyväksi tämän työn tuloksia esimerkiksi viikonpäivävaikutusten testauksen suhteen. Samoin autokorrelaatiotarkasteluja on tarkoitus hyödyntää sellaisenaan. Sanomattakin on selvää, että raportissa esitettävät tulokset eivät yleisty koko vuoden 1986 jälkeiselle ajanjaksolle.

Ennen kuin menemme varsinaisiin analyysituloksiin, käymme lyhyesti läpi tarkemmat tutkimuksen kohteena olevat käsitteet. Ensinnäkin riskialttius voidaan määritellä kahden komponentin avulla: avoin positio ja siihen vaikuttavan stokastisen muuttujan vaihtelu. Valuuttariskiä arvioitaessa riski kohdistuu valuuttakohtaisiin avoimiin positioihin ja epävarmuuden aiheuttavat eri valuuttakurssien vaihtelut. Korkoriskiä mitattaessa korkopositiot voidaan muodostaa eri tavalla riippuen siitä mitä korkoepävarmuutta halutaan mitata. Duraatiolaskelmassa position muodostaa yrityksen oman pääoman nykyarvo, tulo-riskilaskelmissa korkokatteen muutos. Näihin positioihin vaikuttavat stokastisina muuttujina korkojen muutokset. Stokastisten muuttujien, tässä tapauksessa valuuttakurssien ja korkojen, vaihtelujen kuvaaminen tapahtuu niiden tilastollisten jakaumien avulla. Yleisesti oletetaan, että muutokset noudattavat normaali-jakaumaa. Oletus on yleinen käyttökelpoisuutensa vuoksi. Normaalijakaumalle on ominaista, että se voidaan tyhjentävästi kuvata kahden parametrin, keskiarvon ja varianssin, avulla. Elleivät muutokset noudata normaalijakaumaa on niiden vaihtelujen kuvaamisessa käytettävä muita mittareita.

Valuuttakurssien vaihtelujen jakaumien empiirisestä määrittelemisestä on julkaistu useita tutkimuksia. Tutkimukset on tehty USA:ssa ja Iso-Britanniassa, jolloin niissä luonnollisesti on käsitelty eri valuuttojen kurssija suhteessa dollariin. Valuuttojen markkakurssien käyttäytymistä ei juurikaan ole tarkasteltu. Kansainvälisten tai kotimaisten korkojen vaihtelujen jakaumia käsitteleviä selvityksiä ei myöskään ole julkaistu. Seuraavassa pyritään kartoittamaan normaalijakauman soveltuvuutta kuvaamaan 12 päävaluutan markkakurssien, näiden valuuttojen eurokorkojen ja kotimaisten korkojen muutosten tilastollisia jakaumia. Tässä selvityksessä ei pyritä estimoimaan eikä selittämään sitä stokastista prosessia, jonka tuloksena tarkasteltavien muuttujien muutokset syntyvät, vaan ainoastaan tutkimaan prosessin realisaatioiden empiiristä jakaumaa.



## 2 Valuuttakurssien viikkoaineisto

Valuuttakurssien tilastollisella jakaumalla on ratkaiseva vaikutus yllä mainitun portfolion riski tuoton arvioimisen lisäksi muissakin taloudellisissa sovelluksissa. Näitä ovat esimerkiksi valuuttakurssien vaikutusten arviointi kansainvälisiin kauppaa- ja pääomavirtoihin ja valuuttaoptioiden hinnoitteluun.

Kansainvälisissä tutkimuksissa valuuttojen dollarikurssin käyttäytymisestä on päästy yleisesti hyväksytyyn tulokseen siitä, että näiden kurssien muutosten empiirisillä jakaumilla on korkeammat huiput ja paksummat hännät kuin vastaavalla teoreettisella normaalijakaumalla (Boothe ja Glassman, 1987). Näille poikkeamille on esitetty kaksi kilpailevaa hypoteesia. Toisen hypoteesin mukaan havainnot ovat riippumattomia ja peräisin vakioparametrisesta jakaumasta, jolla on paksut hännät. Jakauman generoivalle stokastiselle prosessille on siten ominaista, että suuremmat poikkeamat keskiarvosta, jotka teoreettisessa jakaumassa ovat harvinaisia, esiintyvät tässä jakaumassa suuremmalla todennäköisyydellä.

Toisen hypoteesin mukaan havainnot ovat säännöllisestä normaalijakaumasta mutta jakauman parametrit ovat ajan funktioita.

Eri valuuttojen markkakurssien jakauman selvittämiseksi valittiin perusaineistoksi suomalaisten yritysten ja pankkien ulkomaan rahan määräisen toiminnan 12 päävaluuttaa: USD, DEM, BPP, JPY, SEK, NOK, DKK, NLG, BEC, CHF, FRF ja ITL. Tarkastelu perustui valuuttakurssien päivähavaintoihin. Koska kansainvälisissä tutkimuksissa (esim. Friedman ja Vandersteel 1982, Hsieh 1988) on saatu tukea hypoteesille, että valuuttakurssien muutokset noudattavat jakaumaa, jonka parametrit muuttuvat ajassa, pyrittiin tarkasteluperiodi rajaamaan lähimenneisyyteen kuitenkin tinkimättä tulosten tehokkuudesta. Koska tavoitteena oli myös valuuttakurssien ja korkojen yhteisvaikutuksen mittaaminen valittiin tarkasteluväliksi muuttujien Suomen Pankin tietokannassa oleva yhteinen päivähavaintojen jakso 1.10.1986 - 31.12.1988.

Mielenkiinto kohdistuu muutoksiin eikä niinkään tasoihin ja siksi tarkastelun kohteeksi valittiin valuuttakurssia  $S$  kuvaamaan sen logaritminen differenssi

$$\log (S_t / S_{t-1}).$$

Differenssimuunnoksella pyritään saavuttamaan muuttujan stationaarisuus. Tämän muuttujan ohella on käytetty suoraa suhteellista muutosta

$$(S_t - S_{t-1}) / S_{t-1}.$$

Logaritmimuunnos on tämän muuttujan approksimaatio, joten molempien muuttujien avulla päästään samoihin lopputuloksiin. Logaritmimuunnoksessa on kuitenkin se etu, että jos valuuttakurssin määrittelyssä halutaan vaihtaa "kotimaan valuuttaa", eli käyttää lähtökohtakurssin käänteislukua, ei tästä synny ongelmia (vrt. Siegelin paradoksi).

Tutkimusten mukaan viikonpäivällä on vaikutus dollarin kurssinoteerauksiin (McFarland, Richardson Pettit ja Sung, 1982). Tässä markkakurssia koskevassa selvityksessä mahdollinen viikonpäivävaikutus voitiin jättää huomiotta käyttämällä viikkomuutoksia. Koska viikonlopun yhteydessä olevia päiviä, maanantai ja perjantai, voidaan pitää poikkeuksellisina päivinä valittiin alustavan tarkastelun kohteeksi muutokset keskiviikosta keskiviikkoon.

## TAULUKKO 1

## Valuuttakurssien muutosten tunnuslukuja

Valuuttakurssien logaritmiset muutokset on laskettu viikko-  
muutoksina keskiviikkojen päivähavainnoista ajalta  
1.11.1986 -31.12.1988  
(havaintojen lukumäärä 111)

| Kurssi | Keski-<br>arvo | Keski-<br>hajonta | Vinous  | Huipuk-<br>kuus |
|--------|----------------|-------------------|---------|-----------------|
| USD    | -1.5719        | 1.0769            | 0.2599  | 0.8419          |
| GBP    | 0.5578         | 0.6456            | 0.4142  | 1.3671          |
| SEK    | -0.3965        | 0.2366            | 0.6623  | 6.3204          |
| NOK    | -0.3980        | 0.3695            | -0.4732 | 0.1136          |
| DKK    | -0.5172        | 0.4185            | -0.5549 | 0.8142          |
| DEM    | -0.2733        | 0.4292            | -0.2903 | 1.3052          |
| NLG    | -0.2662        | 0.4293            | -0.1501 | 1.2001          |
| BEC    | -0.3604        | 0.4179            | 0.0098  | 1.9659          |
| CHF    | -0.3899        | 0.6092            | -0.1276 | 0.6625          |
| FRF    | -0.6836        | 0.3677            | -0.4644 | 1.1053          |
| ITL    | -0.8281        | 0.5194            | -0.4027 | 2.0945          |
| JPY    | 0.8662         | 0.7621            | -0.0778 | 1.6688          |

Valuuttakurssien muutosten keskiarvot ovat hyvin pienet eivätkä tilastollisesti poikkeaa nollassa. Dollarin kurssin vaihtelu on suurin, n. 0.15 prosenttia, ja NLG:n pienin, n. 0.03 prosenttia. Puntaa ja jeniä lukuunottamatta kaikki valuutat ovat keskimäärin heikentyneet suhteessa markkaan. Taulukossa esitetty valuuttakurssien viikkotason keskihajonta saadaan vuositasen luvuksi kertomalla luvulla  $\sqrt{52} = 7.07$ . Dollarikurssille tämä vuotuinen volatilitteetti on 7.6 prosenttia.

Kolmannessa sarakkeessa esitetään vinouden tunnusluku (kolmas momentti jaettuna keskihajonnan kolmannella potenssilla). Luvut ovat voittopuolisesti negatiivisia, mikä on osoitus siitä, että jakaumissa alempi (oikeanpuoleinen) häntä on ylempää häntää pitempi. Luvut ovat kuitenkin suhteellisen lähellä nolaa, joten voidaan päätellä, että jakaumissa ei ole selkeää vinoutta vaan ne ovat lähes symmetriset.

Huipukkuus (kurtosis) mittarin avulla arvioidaan jakauman huipukkuutta ja häntien paksuutta suhteessa teoreettiseen normaalijakaumaan. Tunnusluku (neljäs momentti jaettuna keskihajonnan neljännellä potenssilla) on taulukossa laskettu kumulanttien eikä keskusmomenttien suhteesta. Tämä luku, "excess kurtosis", mittaa havaintoaineiston huipukkuuden poikkeamaa normaalijakauman huipukkuudesta, jolla on arvo 3. Negatiivinen luku (platykurtic) viittaa teoreettista normaalijakaumaa latteampaan jakaumaan, positiivinen luku (leptokurtic) huipukkaampaan jakaumaan ja nolla-arvo (mesokurtic) pätee teoreettiselle normaalijakaumalle. Huipukkuuden tunnusluvut ovat taulukossa hyvin pienet. Selvän poikkeuksen muodostaa Ruotsin kruunu, jonka tunnusluku on aivan toista luokkaa muihin verrattuna. Koska tunnetusti huipukkuustunnusluku on erittäin herkkä yksittäisillekin poikkeaville havainnoille antoi kruunun tunnusluvun korkea arvo aihetta tässä mielessä tarkastella aineistoa. Aineistosta löytyi yksi poikkeuksellinen havainto, joka oli kymmenen kertaa suurempi kuin havainnot

keskimäärin. Tämä havainto poistettiin ja tunnusluku laskettiin uudestaan. Uusi huipukkuusluku oli 0.8616, mikä oli täysin samaa suuruusluokkaa kuin vastaava luku muiden markkaurssien osalta.

Markkaurssien havaintojen tilastollisten tunnuslukujen perusteella ei jakaumien, FIM/SEK kurssia lukuunottamatta, approksimaatiota normaali-jakaumalla ole osoitettu huonoksi.

Kansainvälisistä laskelmista saadut tulokset eri valuuttojen dollarikurssien käyttäytymisestä indikoivat, että Ruotsin kruunun jakauma poikkeaa eurooppalaisten valuuttojen ja jenin kurssien käyttäytymisestä. Nämä dollarikursseista saadut tulokset on estimoitu selvästi pitemmältä aikaväliltä kuin tämän selvityksen markkaurssija koskevat tulokset, joten tuloksia ei voi suoraan verrata keskenään.

Selvittääksemme miten kiinteän kurssin valuuttojen, lähinnä markan ja kruunun, kurssit poikkeavat vapaasti määräytyvistä kursseista suoritettiin vastaavat laskelmat keskiviikko-keskiviikko havainnoista USD/DEM, USD/GBP ja USD/SEK ristikursseille.

**TAULUKKO 2** USD/DEM-, USD/GBP- JA USD/SEK-kurssien keskiviikkopäivien havainnoista muodostettujen suhteellisten muutosten tilastolliset tunnusluvut. Havaintoperiodi 1.11.1986 - 31.12.1988 (112 havaintoa)

| Kurssi         | Keski-arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipukkuus |
|----------------|-------------------------|----------------------------|---------|------------|
| USD/DEM kurssi | -1.1960                 | 1.3772                     | -0.2223 | 0.2139     |
| USD/GBP kurssi | -2.0287                 | 1.3353                     | 0.3020  | 0.7458     |
| USD/SEK/kurssi | -1.1219                 | 0.9743                     | -0.0613 | 0.1573     |
| USD/FIM kurssi | -1.5719                 | 1.0769                     | 0.2599  | 0.8419     |

Tunnuslukujen perusteella ei voida osoittaa mitään eroa eri valuuttojen dollarikurssien välillä.

Seuraavaksi käytettiin tilastollisia testejä havaintojen sovitteiden vertaamisessa teoreettiseen normaalijakaumaan, jolle annettiin havainnoista laskettu keskiarvo ja varianssi. Testauksessa käytettiin Chi-toiseen ja Kolmogorov-Smirnov testisuuretta.

### TAULUKKO 3

Valuuttakurssien viikkomuutosten jakauman soviteen testaaminen normaalijakaumalla. Chi-toiseen testille vapausasteiden määrä on 10 ja Kolmogorov-Smirnov testissä (havaintojen lukumäärä on 111)

| Valuutta | Chi-toiseen testisuure | K-S testisuure |
|----------|------------------------|----------------|
| USD      | 5.05                   | 0.390          |
| GBP      | 16.34                  | 0.787          |
| SEK      | 18.32                  | 0.923          |
| NOK      | 17.14                  | 1.179          |
| DKK      | 5.64                   | 0.649          |
| DEM      | 14.95                  | 0.602          |
| NLG      | 8.22                   | 0.721          |
| BEC      | 17.33                  | 0.895          |
| CHF      | 3.86                   | 0.354          |
| FRF      | 5.64                   | 0.568          |
| ITL      | 304.52                 | 2.702          |
| JPY      | 8.02                   | 0.750          |
| USD/DEM  | 7.04                   | 0.567          |
| USD/GBP  | 12.93                  | 0.672          |
| USD/SEK  | 5.27                   | 0.585          |

Chi-toiseen testissä kriittinen alue 10 vapausasteella ja merkitsevyystasolla 0.05 on testiarvolla >18.31. Tätä pienemmillä arvoilla ei normaalijakaumahypoteesia voida hylätä. Taulukossa esitettyjen testiarvojen perusteella SEK ja ITL eivät noudattaisi havaintojen perusteella parametrisoitua normaalijakaumaa.

Kolmogorov-Smirnov testin kriittinen arvo on 0.129. Tämän testin perusteella kaikkien kurssien muutosten jakaumien normalisuushypoteesi hylätään. Tämän tuloksen ristiriitaisuus Chi-toiseen testin antaman tuloksen kanssa selittyy sillä, että Kolmogorov-Smirnov testi pätee vain asympotoottisesti, joten laskelman pienillä havaintomäärillä Chi-toiseen testi on luotettavampi.

## 3 Eurokorkojen viikkoaineisto

Seuraavaksi käsitellään lyhyiden ja pitkien korkojen muutosten viikkoaineistoa. Lyhyitä korkoja ovat kuukauden, kolmen kuukauden, kuuden kuukauden ja kahdentoista kuukauden korot. Pitkiä korkoja ovat kuuden ja kymmenen vuoden eurokorot. Oletettavasti eri lyhyen aikavälin korkojen muutokset vaihtelevat samalla tavalla vaikka tasot voivat tuottokäyrän muodosta riippuen poiketa toisistaan. Koska tässä selvityksessä pääpaino on lyhyen aikavälin tarkastelussa pyrittiin ensin selvittämään alle vuoden pituisten korkojen keskenäisiä korrelaatioita. Tarkastelun kohteeksi valittiin Suomessa valuuttamääräisen toiminnan päävaluutan USD:n yhden, kolmen, kuuden ja kahdentoista kuukauden korot.

Korkojen vaihtelujen kartoittamisessa käytettiin eurokorkojen suhteellisia muutoksia

$$(r_t - r_{t-1}) / (1 + r_{t-1}).$$

Seuraavassa taulukossa esitetään neljän USD:n eurokoron suhteellisten muutosten korrelaatiomatriisi.

TAULUKKO 4 USD eurokorkojen suhteellisten muutosten korrelaatiomatriisi aikaväliltä 1.11.1986 - 31.12.1988 keskiviikkohavainnoista

|     |       | USD 1 kk | USD 3 kk | USD 6 kk | USD 12 kk |
|-----|-------|----------|----------|----------|-----------|
| USD | 1 kk  | 1.0000   |          |          |           |
| USD | 3 kk  | 0.6896   | 1.0000   |          |           |
| USD | 6 kk  | 0.5934   | 0.9171   | 1.0000   |           |
| USD | 12 kk | 0.5242   | 0.8382   | 0.8786   | 1.0000    |

Korrelaatiomatriisin perusteella kolmen kuukauden dollarin eurokoron korrelaatio muiden korkojen kanssa on voimakkain. Lyhyimmällä korolla on heikoin korrelaatio muiden korkojen kanssa. Laskelma puoltaa kolmen kuukauden koron valintaa edustamaan lyhyiden korkojen käyttäytymistä.

Seuraavassa tarkastellaan vielä eri pitkien korkojen tunnuslukuja, joilla mitataan normaalijakauman soveltuvuutta kuvaamaan havaintojen empiiristä jakaumaa.

TAULUKKO 5 Dollarin eurokorkojen tilastolliset tunnusluvut. Havainnot ovat viikkohavaintoja ajalta 1.11.1986-31.12.1988

|     |       | Keski-arvo<br>$10^{-3}$ | Keskihajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipukkuus |
|-----|-------|-------------------------|---------------------------|---------|------------|
| USD | 1 kk  | 0.3007                  | 0.2559                    | -0.3771 | 7.8153     |
| USD | 3 kk  | 0.2839                  | 0.2028                    | -0.8366 | 4.7981     |
| USD | 6 kk  | 0.2890                  | 0.2046                    | -1.0199 | 4.5930     |
| USD | 12 kk | 0.2897                  | 0.2133                    | -0.9150 | 5.7324     |

Eri pitkien korkojen muutoksille saadut tunnusluvut eivät suuresti poikkea toisistaan keskiarvon ja keskihajonnan osalta. Vinoutta mittaavassa tunnusluvussa on poikkeamaa siten, että kuukauden korko näyttäisi lähes symmetriseltä ja kuuden kuukauden korko olisi muihin verrattuna epäsymmetrisin. Tämänkin koron tunnusluku on kuitenkin pieni. Huipukkuutta mittaavat tunnusluvut ovat kaikki selvästi nollaa suuremmat ja viittaavat siten teoreettista normaalijakaumaa huipukkaampaan jakaumaan.

Suhteellisten muutosten korrelaatiolukujen ja jakaumaa kuvaavien tunnuslukujen perusteella valittiin kolmen kuukauden korko jatkossa edustamaan kyseisen valuutan alle vuoden pituisten korkojen käyttäytymistä.

Seuraavaksi laskettiin 12 päävaluutan kolmen kuukauden eurokorkojen tilastolliset tunnusluvut.

TAULUKKO 6 Kolmen kuukauden eurokorkojen viikkohavaintojen tilastollisia tunnuslukuja. Havainnot kattavat aikavälin 1.11.1986 - 31.12.1988 (111 havaintoa)

| Korko | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|
| USD   | 0.2839                      | 0.2028                         | -0.8366 | 4.7961          |
| GBP   | 0.1544                      | 0.2608                         | 0.0353  | 2.9865          |
| SEK   | 0.1615                      | 0.2325                         | 0.1900  | 1.6694          |
| NOK   | 0.2271                      | 0.5106                         | 1.3729  | 7.8480          |
| DKK   | -0.1695                     | 0.3540                         | 0.6985  | 4.3592          |
| DEM   | 0.0545                      | 0.1631                         | 0.2459  | 1.7566          |
| NLG   | 0.0307                      | 0.1295                         | -0.0220 | 1.7407          |
| BEC   | 0.0435                      | 0.1816                         | 1.1624  | 5.9660          |
| CHF   | 0.0935                      | 0.2079                         | -0.4843 | 1.8593          |
| FRF   | 0.0735                      | 0.3268                         | 0.7664  | 7.1736          |
| ITL   | 0.2167                      | 0.4259                         | 0.2064  | 2.9130          |
| JPY   | 0.0008                      | 0.1230                         | 0.3487  | 1.5725          |

Lukujen etumerkit osoittavat, että DKK:n korkoa lukuunottamatta korot ovat keskimäärin nousseet havaintoperiodin aikana. Suurimmat muutokset ovat olleet dollarikorossa. Keskimääräinen suhteellinen viikottainen muutos tässä korossa on ollut 0.03 prosenttiyksikköä. Mielenkiintoista on, että Pohjoismaisten korivaluuttojen korkojen käyttäytyminen ei poikkea muiden valuuttojen käyttäytymisestä.

Vinoutta mittaavat tunnusluvut ovat alhaiset samoin yleisesti ottaen huipukkuusluvut. NOK:n, BEC:n ja FRF:n osalta tunnusluvut viittaavat teoreettista normaalijakaumaa suurempaan huipukkuuteen. Aineiston perusteella voidaan päätellä, että kolmen kuukauden eurokorkojen suhteellisten muutosten empiirinen jakauma osoittaa samoja piirteitä kuin valuuttakurssien muutosten jakaumat.

Jakaumien parametrien stabiilisuuden selvittämiseksi suoritettiin vastaavat laskelmat puolta lyhyemmälle aikavälille.

## TAULUKKO 7

Kolmen kuukauden eurokorkojen viikkohavaintojen suhteellisten muutosten tilastolliset tunnusluvut vuoden havaintoperiodilta 1.1.1988 - 31.12.1988 (50 havaintoa)

| Korko | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|
| USD   | 0.3701                      | 0.1518                         | 0.4470  | -0.2057         |
| GBP   | 0.7244                      | 0.2768                         | 0.6678  | 1.1990          |
| SEK   | 0.2410                      | 0.2142                         | 0.5100  | 2.4396          |
| NOK   | -0.4303                     | 0.4177                         | 1.5865  | 7.0795          |
| DKK   | -0.2967                     | 0.2265                         | 0.4373  | 0.6035          |
| DEM   | 0.3594                      | 0.1583                         | 0.5642  | 0.7439          |
| NLG   | 0.2251                      | 0.1181                         | 0.7951  | 1.1473          |
| BEC   | 0.1649                      | 0.1321                         | 1.2404  | 3.4686          |
| CHF   | 0.3984                      | 0.2140                         | -0.7402 | 1.0909          |
| FRF   | -0.0200                     | 0.2046                         | 0.2181  | 0.4921          |
| ITL   | 0.2158                      | 0.2364                         | 0.0970  | -0.5093         |
| JPY   | 0.0368                      | 0.0952                         | -0.4947 | 0.5800          |

Verrattaessa pidemmän havaintoperiodin tunnuslukuja lyhyemmän periodin tunnuslukuihin voidaan todeta, että korkojen muutosten keskimääräiset muutokset ovat kautta linjan olleet suuremmat lyhyemmällä aikavälillä, eli uusimpien havaintojen osalta. Hajonta sen sijaan on ollut vastaavassa vertailussa pienempää. Vastaavasti vinoutta mittaavat luvut ovat lyhyemmällä aikavälillä hieman korkeammat mutta huipukkuusluvut taas selvästi alhaisemmat. Vain NOK:lla on edelleen lyhyemmälläkin havaintoperiodilla korkea huipukkuusluku.

Seuraavassa testattiin viikkohavaintojen normaalijakaumahypoteesia eri havaintoväleille. Chi-toiseen testisuureet esitetään taulukossa 8.

## TAULUKKO 8

Eri havaintovälien Chi-toiseen suure kolmen kuukauden eurokorkojen normaalijakaumahypoteesin testaamiseksi

|     | Chi-toiseen testi<br>111 havaintoa | Chi-toiseen testi<br>50 havaintoa |
|-----|------------------------------------|-----------------------------------|
| USD | 35.17                              | 15.40                             |
| GBP | 76.20                              | 12.60                             |
| SEK | 17.53                              | 3.20                              |
| NOK | 25.06                              | 9.40                              |
| DKK | 20.70                              | 1.40                              |
| DEM | 56.18                              | 21.80                             |
| NLG | 40.32                              | 8.80                              |
| BEC | 27.84                              | 8.80                              |
| CHF | 7.62                               | 3.40                              |
| FRF | 40.72                              | 14.00                             |
| ITL | 15.35                              | 2.00                              |
| JPY | 80.56                              | 3.00                              |

Pidemmän havaintoperiodin Chi-toiseen testin kriittinen alue 10 vapausasteella ja 0.05 merkitsevyytasolla on >18.31. Vastaava kriittinen alue lyhyemmällä havaintoperiodilla 4 vapausasteella on >9.49. Pitemmän aikavälin testin perusteella hypoteesi normaalijakaumasta voidaan hylätä yhdeksässä tapauksessa kahdeksastoista. Lyhyemmän aikavälin testisuureen perusteella hylkääminen tapahtuu vain neljässä tapauksessa kahdestatoista. Testisuure pätee asympotoottisesti, joten lyhyemmän aikavälin testisuureisiin on suhtauduttava varauksellisesti.

Havaintoperiodia lyhentämällä saadut tulokset voidaan tulkita siten, että lyhyemmällä aikavälillä jakauman parametrit pysyvät vakioina. Vuoden viikkohavainnoista lasketut tilastolliset tunnusluvut osoittavat kahden vuoden havaintojen vastaaviin lukuihin verrattuna parempaa aproksimoitavuutta normaali-jakauman avulla. Teoreettisesti on oletettavissa, että mitä lyhyempi tarkastelu-periodi sitä stabiilimpi jakauma. Vuotta lyhyempää tarkasteluperiodia voidaan tutkia vain tihentämällä havaintojen frekvenssiä, eli siirtymällä aikasarjojen viikkomuutoksista päivittäisiin muutoksiin. Seuraavaksi siirrytäänkin päivämootosten käsittelyyn.

#### 4 Viikonpäivän vaikutus

Kansainvälisissä selvityksissä (mm. McFarland, Pettit ja Sung 1982) on todettu, että valuuttakurssien ja arvopapereiden tuottojen eri viikonpäivien muutosten jakaumat poikkeavat toisistaan. Ero on havaittavissa lähinnä odotusarvon suhteen eikä niinkään hajonnan. Viikonpäivävaikutus johtuu lähinnä markkinoiden institutionaalisisista seikoista kuten USA:n talouselämää koskevien tietojen julkaisemisesta perjantaisin, dollarin muista valuutoista poikkeavasta arvo-päiväkäytännöstä sekä perjantai-maanantai muutoksen 78 tunnin pituudesta



verrattuna muiden viikonpäivien väliseen 24 tunnin muutokseen. Eri markkinoilla ja eri maissa on oletettavissa erilainen viikonpäivävaikutus.

#### 4.1 Viikkohavaintojen perusteella arvioitu viikonpäivävaikutus

Eri valuuttojen markkaurssien mahdollista viikonpäiväefektiä pyrittiin selvittämään ensin viikkohavainnoista käsin. Tällöin verrattiin keskenään USD:n ja SEK:n osalta eri viikonpäivistä laskettuja viikkosarjoja. Sarjat muodostettiin sekä valuuttakurssille että kummankin valuutan kolmen kuukauden eurokorolle. Molemmille valuuttakursseille ja koroille muodostettiin maanantain havainnoista oma sarja, tiistain havainnoista oma sarja jne ja näistä laskettiin suhteelliset muutokset. Tarkasteluun valittiin USD:n kurssi ja korko, koska tämä valuutta on Suomessa tehtyjen ulkomaisten transaktioiden päävaluutta. SEK valittiin edustamaan korivaluutan kurssin ja korivaluutan eurokoron vaihteluja.

TAULUKKO 9 Eri viikonpäivistä muodostettujen viikkosarjojen tilastolliset tunnusluvut: USD/FIM valuuttakurssin suhteelliset muutokset ajalta 15.11.1986 - 31.12.1988 (112 havaintoa)

|             | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| maanantai   | -1.7174                     | 1.1274                         | 0.0743  | 0.2535          | 8.21                         |
| tiistai     | -1.6350                     | 1.0375                         | 0.1180  | -0.4158         | 7.63                         |
| keskiviikko | -1.5280                     | 1.0911                         | 0.1169  | 0.9629          | 8.21                         |
| torstai     | -1.6015                     | 1.1168                         | -0.4086 | 0.5813          | 10.77                        |
| perjantai   | -1.6058                     | 1.1717                         | 0.0948  | 2.0553          | 13.32                        |

Lukujen perusteella ei eri viikonpäivien muutosten tilastollisten tunnuslukujen välillä ole merkittävää eroa. Chi-toiseen testin perusteella ei normaalijakaumahypoteesia voida hylätä.

Seuraavaksi tarkastellaan vastaavia lukuja markan kruunukurssin osalta.

TAULUKKO 10

Eri viikonpäivistä muodostettujen viikkosarjojen tilastolliset tunnusluvut: SEK/FIM valuuttakurssin suhteelliset muutokset ajalta 15.11.1986 - 31.12.1988 (112 havaintoa)

|             | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|--------|-----------------|------------------------------|
| maanantai   | -0.4233                     | 0.2351                         | 0.1721 | 1.7560          | 8.02                         |
| tiistai     | -0.4262                     | 0.2337                         | 0.1448 | 2.3393          | 12.93                        |
| keskiviikko | -0.4061                     | 0.2380                         | 0.6076 | 6.1409          | 20.93                        |
| torstai     | -0.4211                     | 0.2250                         | 0.1470 | 1.6243          | 9.98                         |
| perjantai   | -0.4035                     | 0.2411                         | 0.6878 | 2.8454          | 19.21                        |

Eri viikonpäivien havaintojen muutosten keskiarvot ja keskihajontaluvut eivät juuri poikkea toisistaan. Perjantapäivien ja keskiviikkojen sarjoissa vinoutta mittaavat tunnusluvut ovat muihin verrattuina suuremmat. Nekin ovat kuitenkin hyvin pienet ja indikoivat siten symmetristä jakaumaa. Chi-testisuureen perusteella normaali-jakaumahypoteesi hylätään keskiviikon ja perjantain osalta.

Seuraavissa taulukoissa esitetään valittujen korkojen jakaumien tunnusluvut.

TAULUKKO 11

Eri viikonpäivistä muodostettujen viikkosarjojen tilastolliset tunnusluvut. Kolmen kuukauden USD eurokoron suhteelliset muutokset (112 havaintoa)

|             | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| maanantai   | -0.2922                     | 0.2043                         | -0.8973 | 4.9730          | 32.57                        |
| tiistai     | -0.2892                     | 0.1847                         | 0.0434  | 1.5086          | 32.18                        |
| keskiviikko | -0.2715                     | 0.1981                         | -0.8000 | 5.2704          | 37.09                        |
| torstai     | -0.2721                     | 0.2268                         | -2.4064 | 14.4821         | 38.46                        |
| perjantai   | -0.2720                     | 0.2375                         | -1.6339 | 10.3157         | 74.02                        |

Viikkosarjat eivät keskiarvolukujen ja keskihajontalukujen perusteella poikkea toisistaan. Vinouden tunnusluvuissa on vaihtelua siten, että torstain ja perjantain luvut ovat niin suuret, että on syytä olettaa empiirinen jakauma epäsymmetriseksi. Myös huipukkuuslukujen osalta torstai ja perjantai poikkeavat muista päivistä. Chi-toiseen testisuureen perusteella normaalisuusoletus hylätään jokaisen viikonpäivän kohdalla.

Seuraavaksi suoritettiin samat laskelmat SEK:n eurokoroille. Tulokset esitetään taulukossa 12.

TAULUKKO 12 Kolmen kuukauden SEK eurokoron muutosten tilastolliset tunnusluvut. Eri viikonpäivien suhteelliset muutokset viikkosarjoina (112 havaintoa)

|             | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| maanantai   | -0.1511                     | 0.2659                         | -0.0059 | 2.3758          | 27.66                        |
| tiistai     | -0.1616                     | 0.2649                         | -0.5324 | 1.6221          | 34.54                        |
| keskiviikko | -0.1503                     | 0.2287                         | 0.1957  | 1.8982          | 17.64                        |
| torstai     | -0.1349                     | 0.2412                         | 0.6282  | 3.1578          | 52.61                        |
| perjantai   | -0.1134                     | 0.2657                         | 0.4538  | 2.4250          | 49.07                        |

Tulos on samantyyppinen kuin dollarikoron osalta. Keskiarvot ja keskihajonnat ovat eri viikonpäivinä samaa suuruusluokkaa. Vinoutta kuvaavan tunnusluvun perusteella jakaumat ovat symmetriset. Huipukkuus poikkeaa selvästi nollassa ja testisuureen perusteella nollahypoteesi jää voimaan vain keskiviikon osalta.

## 4.2 Varianssien yhtäsuuruus

Silmämääräisesti eri viikonpäivien viikkohavaintojen keskiarvot ja varianssit ovat hyvin samansuuruiset. Tämä osoittaisi sitä että markkaturssien ja korkojen määräytymiseen ei vaikuta markkinoiden institutionaalinen rakenne. USD/FIM kurssi on pääasiallinen interventioinstrumentti, mutta selvästikään interventiot eivät ajoitu vain määrättyyn viikonpäivään eikä myöskään virallisten tilastojen julkaisemista ajoiteta samalle viikonpäivälle tapahtuvaksi, kuten USA:ssa on tilanne. Euro-markkinoilla määräytyvien USD ja SEK korkojen viikonpäivähavainnoissa ei myöskään ole keskiarvojen ja varianssien suhteen suurta eroa eri viikonpäivien muutosten välillä.

Silmämääräisen arvioinnin varmistamiseksi laskettiin eri viikonpäivien perusteella muodostetuille aikasarjoille varianssien yhtäsuuruuden F-testimuuttujan arvot. Tulokset esitetään taulukoissa 13 - 16.

TAULUKKO 13 Varianssien yhtäsuuruuden F-testiarvot:  
USD/FIM kurssi

|             | Maanantai | Tiistai | Keski-<br>viikko | Torstai | Perjantai |
|-------------|-----------|---------|------------------|---------|-----------|
| maanantai   |           |         |                  |         |           |
| tiistai     | 1.507     |         |                  |         |           |
| keskiviikko | 1.362     | 0.904   |                  |         |           |
| torstai     | 1.301     | 0.863   | 0.955            |         |           |
| perjantai   | 1.182     | 0.784   | 0.867            | 0.908   |           |

Kriittinen alue on 0.05 merkitsevyystasolla 1.530 ja 0.734 ja 0.01 merkitsevyystasolla 1.350 ja 0.741. Alemman merkitsevyystason lukujen perusteella varianssien

yhtäsuuruushypoteesi ei näytä hyvältä minkään vertailuparin kohdalla. Ankarammalla merkitsevyystasolla hylätään maanantain ja tiistain jakaumien ja maanantain ja keskiviikon jakaumien varianssien yhtäsuuruushypoteesi.

TAULUKKO 14 SEK/FIM kurssin eri viikonpäivien varianssien yhtäsuuruutta mittaava F-testiarvo

|             | Maanantai | Tiistai | Keski-<br>viikko | Torstai | Perjantai |
|-------------|-----------|---------|------------------|---------|-----------|
| maanantai   |           |         |                  |         |           |
| tiistai     | 1.018     |         |                  |         |           |
| keskiviikko | 0.977     | 0.965   |                  |         |           |
| torstai     | 1.093     | 1.079   | 1.119            |         |           |
| perjantai   | 0.952     | 0.940   | 0.974            | 0.871   |           |

Ankarammankaan merkitsevyystason kriittisten arvojen mukaan ei minkään viikonpäiväparin osalta voida hylätä hypoteesia varianssien yhtäsuuruudesta.

TAULUKKO 15 USD kolmen kuukauden eurokoron viikonpäivien varianssien yhtäsuuruutta mittaava F-testiarvo

|             | Maanantai | Tiistai | Keski-<br>viikko | Torstai | Perjantai |
|-------------|-----------|---------|------------------|---------|-----------|
| maanantai   |           |         |                  |         |           |
| tiistai     | 1.223     |         |                  |         |           |
| keskiviikko | 1.064     | 0.870   |                  |         |           |
| torstai     | 0.811     | 0.663   | 0.763            |         |           |
| perjantai   | 0.740     | 0.605   | 0.695            | 0.911   |           |

Väljemmän kriittisyystason mukaan vain perjantain ja tiistain jakaumien yhtäsuuruushypoteesi hylätään. Ankaramman mittaustavan perusteella yhtäsuuruushypoteesi hylätään pareille perjantai-maanantai, perjantai-tiistai, perjantai-keskiviikko ja tiistai-torstai, eli neljässä tapauksessa kymmenestä. Perjantain noteeraukset poikkeavat siten muiden päivien noteerauksista. Yllättävää on kuitenkin se, ettei odotusten mukaisesti perjantain ja maanantain noteerausten välillä ole suurinta eroa vaikka niiden välillä on muista poikkeava 78 tunnin noteerausväli.

TAULUKKO 16 SEK:n kolmen kuukauden eurokoron viikontäiväsarjojen varianssien yhtäsuuruutta mittaavat F-testiarvot

|             | Maanantai | Tiistai | Keski-<br>viikko | Torstai | Perjantai |
|-------------|-----------|---------|------------------|---------|-----------|
| maanantai   |           |         |                  |         |           |
| tiistai     | 1.007     |         |                  |         |           |
| keskiviikko | 1.352     | 1.342   |                  |         |           |
| torstai     | 1.215     | 1.206   | 0.899            |         |           |
| perjantai   | 1.001     | 0.994   | 0.742            | 0.824   |           |

Kaikki kombinaatiot läpäisevät testin alemmalla merkitsevyytasolla. Ankarammalla merkitsevyytasolla kriteerillä vain maanantai-keskiviikko parivertailun osalta hylätään varianssien yhtäsuuruushypoteesi.

Tuloksen perusteella voidaan päätellä että valuuttakurssien ja korkojen muutosten vaihteluja tarkasteltaessa viikontäiväefekti ei ole valtaosalle pareja vertailuissa merkittävä.

### 4.3 Kahden peräkkäisen päivän muutoksen viikontäivävaikutus

Kolmas tapa viikontäivävaikutuksen kartoittamisessa on verrata muutoksia perjantai-maanantai, tiistai-maanantai, keskiviikko-tiistai jne. viikkosarjamuodossa.

TAULUKKO 17 USD/FIM (112 havaintoa)

|             | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| maanantai   | -0.0421                     | 0.8111                         | 1.1853  | 5.5069          | 11.36                        |
| tiistai     | -0.3702                     | 0.4860                         | -0.5435 | 2.1180          | 9.39                         |
| keskiviikko | 0.0250                      | 0.5327                         | 0.0864  | 0.8337          | 8.80                         |
| torstai     | -0.3436                     | 0.5590                         | 1.0647  | 4.1102          | 17.45                        |
| perjantai   | -0.8748                     | 0.6439                         | -1.4384 | 6.6555          | 18.23                        |

Chi-toiseen testiarvo 10 vapausasteella on >18.307. Suurin keskihajonta löytyy muutoksesta perjantaista maanantaihin. Vinousluvuissa on vaihtelua samoin huipukkuusluvuissa. Testiarvon perusteella normalisuusoletusta ei voi hylätä minkään viikontäivämuutoksen osalta.

TAULUKKO 18 SEK/FIM (112 havaintoa)

|             | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| maanantai   | 0.0120                      | 0.1482                         | 2.0306  | 13.8453         | 36.11                        |
| tiistai     | -0.1103                     | 0.1109                         | 0.2086  | 1.9125          | 14.50                        |
| keskiviikko | -0.2042                     | 0.1170                         | 0.0767  | 0.2018          | 4.09                         |
| torstai     | 0.0438                      | 0.1153                         | 0.2985  | 1.7585          | 9.00                         |
| perjantai   | 0.1449                      | 0.1335                         | -0.1246 | 4.0281          | 24.91                        |

Vapausasteiden lukumäärä on edelleen 10 ja kriittinen alue testisuurelle  $>18.307$ . Keskihajonnat ovat suhteellisen samansuuruiset mutta vinoudessa ja huipukkuudessa on selviä eroja. Voimakkaimmin muutos perjantaista maanantaihin erottuu muista. Normaalisuusoletus voidaan hylätä perjantaista maanantaihin ja torstaista perjantaihin noteeratuille kurssimuutoksille.

TAULUKKO 19 USD:n kolmen kuukauden eurokorko (havaintoja 112)

|       | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testisuure |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|-------------------------------|
| pe-ma | 0.0440                      | 0.1347                         | -2.7570 | 15.7161         | 167.32                        |
| ma-ti | -0.0051                     | 0.0998                         | 1.6123  | 7.0016          | 94.45                         |
| ti-ke | -0.1172                     | 0.0837                         | 0.2223  | 1.5448          | 86.79                         |
| ke-to | 0.1136                      | 0.0908                         | 0.1015  | 1.4821          | 130.20                        |
| to-pe | 0.2369                      | 0.1284                         | 1.8291  | 5.9207          | 94.45                         |

Chi-testiarvon perusteella voidaan jokaisen viikonpäivästä toiseen noteeratun USD-koron muutoksen osalta hylätä nolla hypoteesi aikasarjojen normaalijakaumasta.

TAULUKKO 20 SEK:n kolmen kuukauden eurokorko (havaintoja 112)

|       | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus |
|-------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|
| pe-ma | 0.0211                      | 0.2041                         | 0.2253  | 4.172           |
| ma-ti | 0.0616                      | 0.1725                         | -1.3521 | 0.8031          |
| ti-ke | -0.1610                     | 0.1729                         | 0.3778  | 2.2728          |
| ke-to | 0.0471                      | 0.1545                         | -0.7691 | 2.3558          |
| to-pe | 0.2430                      | 0.1784                         | 0.7865  | 1.6592          |

Kahden peräkkäisen viikonpäivän noteerauksen erotuksen tarkastelussa ovat perjantai-maanantai muutokset omassa luokassaan kaikkien suureiden osalta. Suurin vaikutus löytyi USD:n kolmen kuukauden korossa.

Seuraavaksi siirrytään valuuttakurssien ja korkojen muutosten jakaumien selvittämiseen päivittäisten havaintojen perusteella eli muutoksina pankkipäivästä toiseen.

#### 4.4 Viikonpäivävaikutus päiväsarjoissa

Edellä on viikonpäivävaikutusta selvitelty viikon perättäisten päivien muutosten perusteella. Seuraavaksi pyritään päivittäisten muutosten sarjan autokorrelaatiofunktion avulla selvittämään viikonpäivävaikutusta. Tarkastelu perustuu edelleen USD/FIM- ja SEK/FIM-kursseihin sekä USD:n ja SEK:n kolmen kuukauden eurokorkoihin. Taulukossa esitetään molempien valuuttakurssien autokorrelaatiokertoimet 15 viipymään saakka.

TAULUKKO 21 USD(FIM) ja SEK(FIM) kurssien ja korkojen autokorrelaatiokertoimet

| Viipymät | USD/FIM        | SEK/USD        | EUSD 3 kk      | ESEK 3 kk      |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1        | <b>-0.2135</b> | <b>-0.2288</b> | <b>-0.1127</b> | <b>-0.3048</b> |
| 2        | 0.0604         | 0.0577         | -0.0352        | -0.0701        |
| 3        | -0.0617        | -0.0026        | -0.1108        | -0.0811        |
| 4        | -0.0058        | -0.0255        | 0.1195         | 0.0556         |
| 5        | 0.0757         | <b>0.0959</b>  | 0.0056         | 0.0477         |
| 6        | 0.0133         | 0.0106         | -0.0645        | -0.0314        |
| 7        | -0.0462        | -0.0368        | -0.0197        | -0.0182        |
| 8        | 0.0246         | 0.0616         | 0.0319         | 0.0403         |
| 9        | <b>0.0832</b>  | 0.0165         | 0.0496         | 0.0286         |
| 10       | 0.0481         | 0.0912         | -0.0337        | -0.0370        |
| 11       | 0.0552         | <b>-0.0853</b> | 0.0280         | -0.0625        |
| 12       | -0.0298        | -0.0115        | 0.0188         | 0.0188         |
| 13       | 0.0500         | 0.0207         | 0.0310         | 0.0156         |
| 14       | 0.0187         | 0.0056         | -0.0472        | 0.1124         |
| 15       | -0.0210        | -0.0175        | -0.0170        | -0.1345        |

Ainoastaan ensimmäisen asteen autokorrelaatiokerroin on suurempi kuin 0.1. Viidennen asteen autokorrelaatiokerroin on valuuttakurssien osalta selvästi suurempi kuin sen molemmilla puolilla olevat kertoimet mutta kuitenkin alle 0.1. Vastaavaa ilmiötä ei ole havaittavissa korkojen kohdalla. Tulokset osoittavat, että autokorrelaatio on heikkoa. Tulos on yhdenmukainen aikaisemmin saatujen tutkimustulosten kanssa (Hsieh, 1988).

Edellyttäen, että nollahypoteesi aineiston korreloimattomuudesta on oikea, voidaan jokaisen autokorrelaatiokertoimen keskihajonta laskea kaavalla  $\sqrt{1/N}$ , missä N on havaintojen lukumäärä. Keskihajonta tälle otokselle (N=552) on 0.04256. Keskihajonnan perusteella ensimmäisen asteen autoregressiokertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä. Lisäksi USD/FIM kurssin yhdeksännen asteen ja SEK/USD viidennen ja yhdennentoista asteen kertoimet ovat merkitseviä. Viidennen asteen korrelaatio voidaan tulkita viikonpäivävaikutukseksi.

Autokorrelaatiofunktioiden tarkastelusta saadut tulokset vahvistavat edellä esitettyä johtopäätöstä siitä, että valuuttakurssien ja eurokorkojen päivittäisissä muutoksissa ei ole havaittavissa selvää viikonpäivävaikutusta.

#### 4.5 Päivittäiset havainnot

Kansainväliset tutkimukset dollarikurssin käyttäytymisestä sekä edellä esitetyt empiiriset tulokset markkakurssien ja eurokorkojen käyttäytymisestä indikoivat, että parametrien suhteen stabiilisempaan jakaumaan voidaan pyrkiä havaintoperiodia lyhentämällä. Voidaan olettaa, että esimerkiksi kolmen kuukauden aikavälillä parametrien muutokset eivät vielä voimakkaasti vaikuttaisi. Tehokkasiin tunnuslukuihin lyhyemmällä aikavälillä päästään vain havaintoväliä tihentämällä, eli siirtymällä viikkohavainnoista päivähavaintoihin. Päivähavaintojen käsittelyssä tulee esille kysymys mahdollisesta viikonpäivävaikutuksesta. Edellä on viikonpäivävaikutuksen kartoittaminen johtanut tulokseen selvän viikonpäiväefektin puuttumisesta joten voidaan siirtyä tarkastelemaan päivittäisiä muutoksia. Päivähavaintojen sarjassa maanantain luvut kuvaavat 78 tunnin välein tapahtuneiden noteerausten eroja ja muiden päivien havainnot 24 tunnin välein tapahtuneiden noteerausten muutoksia.

TAULUKKO 22 Tilastollisia tunnuslukuja USD/FIM ja SEK/FIM valuuttakurssien ja vastaavien valuuttojen kolmen kuukauden eurokorkojen päivähavaintojen suhteellisille muutoksille 1.11.1986 - 31.12.1988, (528 havaintoa). Suluissa t-arvot.

|            | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous           | Huipuk-<br>kuus   | Chi-<br>toiseen<br>testisuure |
|------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|
| USD-kurssi | -0.295                      | 0.5303                         | 0.1196<br>(1.13) | 1.9876<br>(9.37)  | 84.09                         |
| SEK-kurssi | -0.074                      | 0.1129                         | 0.2248<br>(2.11) | 1.7458<br>(8.23)  | 604.59                        |
| USD-korko  | 0.064                       | 0.0919                         | 0.0644<br>(0.61) | 5.2876<br>(24.92) | 3819.50                       |
| SEK-korko  | 0.033                       | 0.1724                         | 0.1978<br>(1.86) | 2.9458<br>(13.88) | 2288.87                       |

Kurssien ja korkojen havaintoja muutosten välillä on selvästi havaittavissa toisistaan poikkeavaa käyttäytymistä. Kurssit näyttävät muuttuvan päivittäin kun taas korot pysyvät vähintään joka neljäs päivä muuttumattomana.

Dollarikurssin 528 havainnoista vain 6 on nollahavaintoa. Kurssi muuttuu siis miltei päivittäin. Kruunukurssin aikasarjassa on 40 nollahavaintoa joten se on odotetusti stabiilimpi.

USD koron sarjassa on 165 nollahavaintoa eli keskimäärin korko on ollut joka kolmas päivä muuttumaton. Tarkasteluperiodilla korko on noussut 6.00 %:sta 9.43 %:iin. Kurssi on siten muuttunut harvemmin mutta suuremmin askelin kuin mitä odotusarvo osoittaa. Poistamalla nollahavainnot keskiarvosta saadaan muutosten



keskiarvoksi  $0.0649 \times 10^{-3}$  ( $528/358 \times 0.044 \times 10^{-3}$ ). SEK koron havainnoista 131 on nollahavaintoja. Korjattu keskiarvo on  $0.0152 \times 10^{-3}$  prosenttia.

Päivähavaintojen keskihajonta saadaan viikkotasolle kertomalla tekijällä  $\sqrt{5} = 2.235$ . Tätä lukua voidaan verrata viikkohavainnoista laskettuun keskihajontaan. Dollarikurssin päivähavaintojen vaihteluista laskettu keskihajonta on siten viikkotasolla 1.2 prosenttia. Viikkoaineistosta saatu vastaava luku on 1.1 prosenttia. USD-korkojen päivähavaintojen viikkotasolle korotettu keskihajonta on 0.2 prosenttia mikä on täsmälleen sama kuin viikkohavaintojen perusteella laskettu luku. Chi-toiseen testin kriittinen alue 54 vapausasteella on  $>73.30$ , joten normaalisuusoletus voidaan hylätä kaikkien muuttujien osalta.

Hypoteesi vinouslukujen nolla-arvosta voidaan t-testiarvojen perusteella hylätä vain SEK-kurssin osalta. Sitä vastoin voidaan kaikille sarjoille t-testiarvojen perusteella hylätä hypoteesi huipukkuuden nolla-arvosta. Vinousluvut voidaan tulkita siten, että SEK-korossa on muihin sarjoihin verrattuna enemmän poikkeavia havaintoja eli empiirisessä jakaumassa on paksummat hännät kuin teoreettisessa normaalijakaumassa. Kaikkien sarjojen osalta lasketut merkitsevät nollasta poikkeavat huipukkuusluvut viittaavat ehdollisen varianssin malliin.

#### 4.6 Optimaalinen havaintoväli

Päivähavaintojen tarkasteluperiodi on runsaat kaksi vuotta. Koko periodin havaintojen osalta on osoitettu, että teoreettisen normaalijakauman sovittaminen havaintoihin ei onnistu. Koska viikkohavaintojen osalta tulokset paranivat siirryttäessä lyhyempään tarkasteluväliin testataan seuraavaksi hypoteesia parametrien aikariippuvuudesta: valuuttakurssien jakauman parametrien sopeutuminen uudelle tasolle vie noin 3 kuukautta. Työhypoteesissa voidaan vielä olettaa, että korkojen jakaumien parametreilla on sama sopeutumis aika kuin valuuttakurssien jakaumilla.

Jakaumien kolmen kuukauden stabiilisuutta arvioitiin USD:n ja SEK:n markkaurssien ja eurokorkojen muutosten perusteella. Tarkasteluun valittiin 70 uusinta päivähavaintoa.

TAULUKKO 23 USD:n ja SEK:n valuuttakurssien ja kolmen kuukauden eurokoron 70 päivähavainnoista lasketut tunnusluvut

|            | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous            | Huipuk-<br>kuus   | Chi-<br>toiseen<br>testisuure |
|------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| USD-kurssi | -0.9598                     | 0.4450                         | 0.3447<br>(1.18)  | -0.2542<br>(0.43) | 7.59                          |
| SEK-kurssi | 0.1964                      | 0.1110                         | 0.0545<br>(0.19)  | 0.3922<br>(0.67)  | 4.55                          |
| USD-korko  | 0.1415                      | 0.0886                         | 0.1804<br>(0.62)  | 0.1372<br>(0.23)  | 29.51                         |
| SEK-korko  | 0.0135                      | 0.0865                         | -0.1402<br>(0.47) | 0.5351<br>(0.91)  | 11.45                         |

Chi-toiseen testiärvon kriittinen alue 5 prosentilla tasolla ja 6 vapausasteella on >12.592. Chi-toiseen testiärvon perusteella normaalisuushypoteesi hylätään vain USD koron osalta. Kaikkien sarjojen osalta nollahypoteesi vinouden ja huipukkuuden nolla-arvosta jää voimaan.

Seuraavassa testataan parametrien stabiilisuutta pidentämällä havaintoväliä. Pienin havaintomäärä sisältää tuoreimmat 50 havaintoa ja otoskokoja kasvatetaan lisäämällä havaintoja historiassa taaksepäin. Testaus suoritetaan vertaamalla 50 havainnon otosta suurempiin otoksiin.

TAULUKKO 24 USD/FIM kurssi päivähavainnot otoskoolla 50, 70, 140, 209, 280 ja 552. Varianssien samansuuruustestin F-testiärvon ja keskiarvojen nollasta poikkeavuustestin t-testiärvon

|              | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | F-testi-<br>arvo | t-testi-<br>arvo |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 50 havaintoa | -0.3606                     | 0.4807                         |                  | 0.531            |
| 70 "         | -0.9598                     | 0.4450                         | 1.116            | 1.792            |
| 140 "        | 0.0360                      | 0.6380                         | 1.762            | 0.067            |
| 210 "        | 0.1893                      | 0.5738                         | 1.424            | 0.477            |
| 280 "        | 0.0839                      | 0.6159                         | 1.642            | 0.228            |
| 552 "        | -0.3058                     | 0.6189                         | 1.657            | 1.161            |

F-testiärvolla verrataan 50 havainnosta laskettua varianssia muista otoksista laskettuihin variansseihin. Varianssien yhtäsuuruushypoteesia ei voida hylätä merkitsevyystasolla 0.01 missään vertailussa. Merkitsevyystasolla 0.05 nollahypoteesi varianssien samansuuruudesta jää voimaan vain vertailuissa 50-70 ja 50-210. T-testin perusteella minkään otoskoon keskiarvo ei poikke tilastollisesti nollasta.

TAULUKKO 25 SEK/FIM kurssi päivähavainnot otoskoolla 50, 140, 209, 280 ja 552 havaintoa. F-testiärvot varianssien samansuuruushypoteesin testaamiseksi ja t-testiärvot keskiarvojen nollassa hypoteesin testaamiseksi

|              | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | F-testi-<br>arvo | t-testi-<br>arvo |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 50 havaintoa | -0.1491                     | 0.1160                         |                  | 0.909            |
| 70 "         | -0.1965                     | 0.1110                         | 1.097            | 1.470            |
| 140 "        | 0.0334                      | 0.1512                         | 1.696            | 0.206            |
| 210 "        | 0.0014                      | 0.1363                         | 1.378            | 0.015            |
| 280 "        | 0.0010                      | 0.1356                         | 1.363            | 0.013            |
| 552 "        | -0.0819                     | 0.1264                         | 1.185            |                  |

F-testisuureen perusteella vain vertailun 50/140 osalta nollahypoteesi hylätään merkitsevyystasolla 0.05 nollahypoteesi. Merkitsevyystasolla 0.01 minkään vertai-

lun osalta ei nollahypoteesia hylätä. Minkään otoksen keskiarvo ei poikkea tilastollisesti nolasta.

TAULUKKO 26 Kolmen kuukauden USD-korko otoskoot 50, 70, 140, 209, 280 ja 552. F-testiarvot varianssien yhtäsuuruushypoteesille ja t-testiarvot keskiarvon nollahypoteesille

|              | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | F-testi-<br>arvo | t-testi-<br>arvo |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 50 havaintoa | -0.1276                     | 0.0883                         |                  | 1.012            |
| 70 "         | -0.1415                     | 0.0886                         | 1.013            | 1.326            |
| 140 "        | 0.1076                      | 0.0761                         | 1.345            | 1.668            |
| 210 "        | 0.1162                      | 0.0752                         | 1.368            | 2.235            |
| 280 "        | 0.0495                      | 0.0965                         | 1.192            | 0.841            |
| 552 "        | 0.0563                      | 0.1104                         | 1.564            | 1.197            |

Varianssien yhtäsuuruushypoteesi hylätään merkitsevyytasolla 0.05 vertailussa 50/552. Merkitsevyytasolla 0.01 nollahypoteesia ei hylätä missään varianssi-vertailussa. Keskiarvon nollahypoteesi hylätään otoskoon  $N=209$  kohdalla merkitsevyytasolla 0.05. Merkitsevyytasolla 0.01 kriittinen arvo on 2.65, nollahypoteesia ei hylätä.

TAULUKKO 27 Kolmen kuukauden SEK-koron tunnusluvut 50, 70, 140, 209, 280 ja 552 havainnon otoksille

|              | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | F-testi-<br>arvo | t-testi-<br>arvo |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 50 havaintoa | -0.0181                     | 0.0842                         |                  | 0.151            |
| 70 "         | 0.0135                      | 0.0866                         | 1.056            | 0.103            |
| 140 "        | 0.0072                      | 0.1208                         | 2.056            | 0.071            |
| 210 "        | 0.0353                      | 0.1392                         | 2.732            | 0.367            |
| 280 "        | 0.0298                      | 0.1385                         | 2.704            | 0.352            |
| 552 "        | 0.0135                      | 0.0865                         | 4.380            | 0.152            |

F-testiarvon perusteella hylätään varianssien yhtäsuuruushypoteesi merkitsevyytasolla 0.01 niille otoksille, joissa on suurempi havaintomäärä kuin 70. Keskiarvojen nolla-arvo-hypoteesia ei voi hylätä.

## 5 Kotimaiset rahamarkkinakorot

Kotimaisista koroista tutkittiin lyhyitä ns. helibor-korkoja, peruskorkoa ja päiväluottokorkoa. Helibor-korot ovat pituudeltaan yhden, kahden, kolmen, kuuden, yhdeksän ja kahdentoista kuukauden korkoja. Pitkiä markkinakorkoja ovat kolmen ja viiden vuoden korot.

Ensin pyrittiin selvittämään löytyisikö markkinakoroista yksi korko, joka muutosten käyttäytymisen perusteella edustaisi kaikkia korkoja. Eri pituisille helibor-koroille laskettiin korrelaatiomatriisi korkojen noteerauksen aloittamisesta 1.1.1987 lähtien.

TAULUKKO 28 Helibor-korkojen korrelaatiomatriisi (520 havaintoa), suhteelliset muutokset

|     | H1     | H2     | H3    | H6    | H9    | H12   | H3v    | H5v   |
|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| H1  | 1.000  |        |       |       |       |       |        |       |
| H2  | 0.920  | 1.000  |       |       |       |       |        |       |
| H3  | 0.817  | 0.889  | 1.000 |       |       |       |        |       |
| H6  | 0.698  | 0.758  | 0.845 | 1.000 |       |       |        |       |
| H9  | 0.623  | 0.688  | 0.755 | 0.870 | 1.000 |       |        |       |
| H12 | 0.449  | 0.515  | 0.576 | 0.629 | 0.685 | 1.000 |        |       |
| H3V | 0.081  | 0.092  | 0.107 | 0.066 | 0.062 | 0.051 | 1.000  |       |
| H5V | -0.011 | -0.005 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | 0.010 | -0.000 | 1.000 |

Yli vuoden pituisten korkojen muutokset ovat täysin riippumattomia sekä toisistaan että lyhyiden korkojen muutoksista. Lyhyet korot korreloivat odotusten mukaisesti voimakkaimmin niiden korkojen kanssa, joiden pituus on lähimpänä vertailukoron pituutta.

Jatkotarkasteluun valittiin korrelaatiomatriisin lukujen perusteella kolmen kuukauden helibor-korko edustamaan lyhyitä markkinakorkoja.

Seuraavassa esitetään viikonpäivävaikutuksen selvittävät testitulokset tälle korrelaatiomatriisin perusteella valitulle korolle.

TAULUKKO 29 Kolmen kuukauden helibor-koron eri viikonpäivistä lasketujen viikkohavaintojen perustunnusluvut (103 havaintoa)

|               | Keski-arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipukkuus | Chi-toiseen testiarvo |
|---------------|-------------------------|----------------------------|---------|------------|-----------------------|
| maanantai     | -0.1022                 | 0.1647                     | -0.3480 | 2.2089     | 30.50                 |
| tiistai       | -0.0861                 | 0.1610                     | -0.8408 | 2.4267     | 31.66                 |
| kekeskiviikko | -0.0888                 | 0.1691                     | -0.2609 | 1.9738     | 39.23                 |
| torstai       | -0.0901                 | 0.1609                     | 0.1642  | 1.8426     | 27.78                 |
| perjantai     | -0.0803                 | 0.1631                     | -0.3080 | 2.5432     | 70.88                 |

Chi-testin perusteella hylätään jakaumien normaalisuusoletus.

TAULUKKO 30 Kolmen kuukauden helibor-koron viikonpäiväkohtaiset muutokset (104 havaintoa). Chi-toiseen testisuure jakaumien normaalisuusoletukselle.

|              | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | Vinous  | Huipuk-<br>kuus | Chi-<br>toiseen<br>testiarvo |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|---------|-----------------|------------------------------|
| pe-ma muutos | 0.1800                      | 0.0539                         | 1.2811  | 4.3858          | 77.92                        |
| ma-ti "      | -0.0953                     | 0.0626                         | -0.1718 | 1.6619          | 60.62                        |
| ti-ke "      | -0.1165                     | 0.0553                         | -0.1182 | 4.9705          | 56.19                        |
| ke-to "      | -0.0389                     | 0.0568                         | 1.3628  | 4.3785          | 32.92                        |
| to-pe "      | -0.0926                     | 0.0713                         | -0.4906 | 3.8121          | 48.88                        |

Vapausasteiden lukumäärä on 9. Jokaisen aikasarjan osalta hylätään normaali-suushypoteesi.

TAULUKKO 31 Päivähavaintojen tunnusluvut eri otoksilla jakaumien samansuuruisuuden F-testiarvot ja normaalisuusyhypoteesin t-testiarvot

|              | Keski-<br>arvo<br>$10^{-3}$ | Keski-<br>hajonta<br>$10^{-2}$ | F-testi-<br>arvo | t-testi-<br>arvo |
|--------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| 50 havaintoa | 0.2071                      | 0.0614                         |                  | 2.3828           |
| 70 "         | 0.1390                      | 0.0665                         | 1.158            | 1.7477           |
| 140 "        | 0.1830                      | 0.0845                         | 2.152            | 2.5604           |
| 210 "        | 0.0837                      | 0.0767                         | 1.552            | 1.5819           |
| 280 "        | 0.0807                      | 0.0703                         | 1.289            | 1.9214           |
| 370 "        | 0.0539                      | 0.0624                         | 1.026            | 1.6631           |
| 521 "        | -0.0171                     | 0.0611                         | 1.027            | 0.6384           |

Merkitsevyytasolla 0.01 hylätään vain otoskokojen 50-140 vertailun varianssin muttumattomuushypoteesi.

## 6 GARCH-mallit

Kansainväliset tutkimustulokset osoittavat valuuttakurssien muutosten noudattavan, havaintoperiodista riippuen, joko kiinteäparametrinen normaalijakaumaa tai ajasta riippuvien parametrien normaalijakaumaa. Molempien mallien ajoittainen soveltuvuus selittyy sillä, että valuuttakurssien muutosten aikasarjoissa on selvästi erotettavissa enemmän tai vähemmän stabiilit ajanjaksot. Jos estimointiperiodiksi valitaan stabiili vaihe, soveltuu tälle periodille hypoteesi kiinteäparametrisesta ja-

kaumasta. Jos estimointiperiodi sattuu epästabiiliin vaiheeseen löytyy aineistosta tukea jakauman parametrien aikariippuvuudelle. GARCH-mallit tarjoavat mahdollisuuden sellaisen stokastisen prosessin mallittamiseen, jossa pitkällä aikavälillä suuria muutoksia seuraavat suuret muutokset ja pieniä muutoksia pienet muutokset (Diebold and Nerlove 1986). Korkojen osalta ei vastaavaa mallittamistutkimusta ole löytynyt.

Edellisessä on selvitetty valuuttakurssien ja korkojen suhteellisten muutosten tilastollisten jakaumien parametrien stabiilisuutta eri havaintoperiodeilla. Seuraavassa selvitetään vaihtuvaparametrisen jakauman soveltuvuutta havaintoaineistoon.

Ehdollisen varianssin mallin, GARCH (1.1), (Bollerslev 1986) soveltuvuutta kuvaamaan valuuttakurssien ja korkojen suhteellisten muutosten empiiristä jakaumaa testattiin havaintovälille 1.11.1986 - 31.12.1988.

Testattava malli oli

$$y(t) = m(t) + e(t), e(t) \sim N[0, h(t)]$$

$$h(t) = \text{PAR}(0) + \text{PAR}(1) * h(t-1) + \text{PAR}(2) * [e(t-1)]^2.$$

Muuttujat olivat kuten aikaisemmin 12 valuutan markkakurssia ja 13 kolmen kuukauden eurokorkoa. Taulukossa 32 esitetään estimoinnin tulokset valuuttakurssien muutosten osalta ja taulukossa 33 eurokorkojen muutosten osalta.

TAULUKKO 32

GARCH (1.1) malliestimoinnin parametrien arvot ja jäännöstermien korreloimattomuustestin Ljung-Box testisuure valuuttakursseille. Päivähavainnot 1.11.1986 - 31.12.1988

| Valuuttakurssit | Par (1)                    | Par (2)        | Ljung-Box testisuure |
|-----------------|----------------------------|----------------|----------------------|
| USD             | 0.79<br>(37.72)            | 0.16<br>(7.76) | 20.53                |
| GBP             | 0.89<br>(45.62)            | 0.09<br>(5.86) | 6.71                 |
| SEK             | 0.95<br>(35.75)            | 0.12<br>(7.20) | 11.47                |
| NOK             | 0.84<br>(20.67)            | 0.11<br>(3.98) | 16.75                |
| DKK             | 0.80<br>(16.059)           | 0.13<br>(3.82) | 18.47                |
| DEM             | 0.83<br>(35.47)            | 0.16<br>(6.41) | 10.76                |
| NLG             | 0.84<br>(30.61)            | 0.15<br>(5.52) | 11.52                |
| BEC             | 0.88<br>(38.81)            | 0.11<br>(5.34) | 15.55                |
| CHF             | 0.81<br>(18.28)            | 0.15<br>(5.18) | 8.27                 |
| FRF             | 0.81<br>(18.17)            | 0.15<br>(5.19) | 8.24                 |
| ITL             | Malli ei konvergoi<br>0.79 | 0.12           | 16.02                |
| JPY             | (15.48)                    | (3.93)         |                      |

Taulukossa 32 esitetty parametri (1) tarkoittaa viivästetyn varianssin estimoitua kerrointa ja parametri (2) viivästetyn virhetermin neliön estimoitua kerrointa. Suluissa olevat luvut ovat t-suhteita.

Kaikille valuuttakursseille, ITL:ää lukuunottamatta, jolle konvergointia ei saavutettu, parametrit olivat merkitseviä. Taulukossa esitetyn Ljung-Box testisuureen avulla arvioidaan estimoidun mallin jäännöstermien korreloimattomuutta. Kriittinen arvo on 12 vapausasteella 21.03. Kaikki testiarvot ovat tätä kriittistä arvoa pienemmät, joten hypoteesia jäännöstermien riippumattomuudesta ei voida hylätä. Valuuttakurssien muutoksia voidaan siis, ITL:ää lukuunottamatta kuvata tarkas- teluperiodilla GARCH (1.1) mallilla.

## TAULUKKO 33

GARCH (1.1) malliestimoinnin parametrien arvot ja järjestelmien korreloimattomuustestin Ljung-Box testisuure koroille. Päivähavainnot 1.11.1986 - 31.12.1988

| Korot | Par (1)            | Par (2)         | Ljung-Box testisuure |
|-------|--------------------|-----------------|----------------------|
| USD   | 0.55<br>(11.16)    | 0.36<br>(7.15)  | 13.07                |
| GBP   | Malli ei konvergoi |                 |                      |
| SEK   | 0.81<br>(47.90)    | 0.18<br>(8.97)  | 21.78                |
| NOK   | 0.83<br>(44.63)    | 0.15<br>(10.07) | 20.06                |
| DKK   | 0.85<br>(28.18)    | 0.14<br>(5.55)  | 25.75                |
| DEM   | Malli ei konvergoi |                 |                      |
| NLG   | Malli ei konvergoi |                 |                      |
| BEC   | Malli ei konvergoi |                 |                      |
| CHF   | Malli ei konvergoi |                 |                      |
| FRF   | 0.76<br>(23.46)    | 0.22<br>(7.97)  | 26.50                |
| ITL   | 0.56<br>(10.12)    | 0.34<br>(7.15)  | 10.16                |
| JPY   | Malli ei konvergoi |                 |                      |

GARCH (1.1) mallin estimoinnissa korkoaineistosta ei konvergointia saavutettu GBP:n, DEM:in, NLG:n BEC:n, CHF:n eikä JPY:n korkojen osalta. Muille koroille viivästetyn varianssin kerroin, parametri (1), ja viivästetyn odostusarvon neliön kerroin, parametri (2), olivat merkitseviä. Sen sijaan Ljung-Box testisuure osoittaa, että SEK:n, DKK:n ja FRF:n korkojen mallissa jäännöstermien korreloimattomuushypoteesi hylätään. Estimoituun malliin tulisi ilmeisesti lisätä korkeamman asteen viivästyneitä muuttujia. Korkoaineistosta vain USD:n, NOK:n ja ITL:n korkojen muutoksia voidaan tarkasteluperiodilla kuvata GARCH (1.1) mallilla.



## 7 Yhteenveto

Selvityksen tavoitteena oli pankkien portfolioiden korko- ja valuuttariskien sekä niiden yhteisvaikutusten selvittämiseksi tutkia valuuttakurssien ja korkojen empiirisiä jakaumia ja arvioida miten luotettavasti niitä voitaisiin käsitellä normaalijakaumina.

Tulokset osoittavat, että historiallisesta aineistosta estimoidut valuuttakurssien jakaumat poikkeavat vähemmän teoreettisesta normaalijakaumasta kuin korkojen jakaumat. Molemmille ryhmille pätee kuitenkin, että empiiriset jakaumat ovat huipukkaammat ja paksuhäntäisemmät kuin teoreettinen jakauma. Parametrien aikariippuvuutta selvitettiin estimoimalla aineistosta GARCH (1.1) malli. Tämän ehdollisen varianssin mallin todettiin soveltuvan, ITL:ää lukuunottamatta kaikille valuuttakursseille. Korkoaineistossa sen sijaan konvergointia ei saavutettu viiden koron osalta ja kolmen koron tapauksessa korkeamman asteen GARCH-malli soveltuisi paremmin aineistoon. Koska GARCH-malli ei soveltunut kuvaamaan kaikkien muuttujien empiirisiä jakaumia voidaan käytännön syistä jatkuvassa käytössä olevassa riskienarviointikehikossa soveltaa kiinteäparametrinormaalijakaumaoletusta. Selvityksen perusteella voidaan estimointiperiodiksi valita suurin mahdollinen otoskoko, jolle parametrit säilyivät vakioina pienempiin otoskokoihin verrattuna. Tämä otoskoko oli 70 havaintoa eli neljännesvuoden päiväaineisto. Tällä otoskoolla valuuttakurssien ja korkojen suhteellisia muutoksia voidaan tyydyttävällä tarkkuudella kuvata normaalijakaumalla (Liite kuvat 2.1 - 2.4).

## Lähdeluettelo

- Ahlstedt, M. (1990) Measuring the Interest Rate and Exchange Rate Risk of a Commercial Bank's Portfolio. Bank of Finland Discussion Paper 17/90.
- Bollerslev T. Generalized ARCH. Journal of Econometrics 31, 1986.
- Boothe P. and D. Glassman The Statistical Distribution of Exchange Rates. Journal of International Economics 22, 1987.
- Diebold F.X. and M. Nerlove The Dynamics of Exchange Rate Volatility: A Multivariate Latent Factor ARCH Model. 1986.
- Hsieh D.A. The Statistical Properties of Daily Foreign Exchange Rates 1974 - 1983. Journal of International Economics 24, 1988.
- McFarland J.W., R.R. Pettit and S.K. Sung The Distribution of Foreign Exchange Price Changes: Trading Day Effects and Risk Measurement. The Journal of Finance, June 1982.

## Liite 1

1 (5)

## Valuuttakurssit

Eri otoskokojen keskiarvot ja varianssit. F-testiarvo varianssien yhtäsuuruustestille ja t-testiarvo keskiarvojen nollahypoteesille.

| FIM/GBP      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa | 0.1092                 | 0.1138                 |             | 0.229       |
| 70 "         | 0.1872                 | 0.1036                 | 1.098       | 0.486       |
| 140 "        | 0.1234                 | 0.1050                 | 1.084       | 0.451       |
| 210 "        | 0.0540                 | 0.1197                 | 1.052       | 0.226       |
| 280 "        | 0.0608                 | 0.1040                 | 1.094       | 0.315       |
| 552 "        | 0.1271                 | 0.1016                 | 1.120       | 0.9368      |
| FIM/NOK      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.1315                | 0.0429                 |             | 0.449       |
| 70 "         | -0.1184                | 0.0364                 | 1.179       | 0.520       |
| 140 "        | -0.1980                | 0.0405                 | 1.059       | 1.163       |
| 210 "        | 0.0075                 | 0.0355                 | 1.208       | 0.006       |
| 280 "        | -0.0560                | 0.0434                 | 1.012       | 0.045       |
| 552 "        | -0.0566                | 0.0440                 | 1.026       | 0.633       |
| FIM/DKK      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.2910                | 0.0373                 |             | 1.065       |
| 70 "         | -0.2519                | 0.0317                 | 1.177       | 1.183       |
| 140 "        | -0.1904                | 0.0323                 | 1.154       | 1.253       |
| 210 "        | -0.1997                | 0.0306                 | 1.219       | 1.655       |
| 280 "        | -0.1834                | 0.0314                 | 1.188       | 1.732       |
| 552 "        | -0.1259                | 0.0394                 | 1.056       | 1.490       |
| FIM/DEM      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.2346                | 0.0477                 |             | 0.760       |
| 70 "         | -0.1484                | 0.0376                 | 1.269       | 0.640       |
| 140 "        | -0.0808                | 0.0352                 | 1.355       | 0.510       |
| 210 "        | -0.1531                | 0.0325                 | 1.468       | 1.231       |
| 280 "        | -0.1781                | 0.0350                 | 1.363       | 1.593       |
| 552 "        | -0.0837                | 0.0425                 | 1.122       | 0.955       |

## Liite 1

2 (5)

| FIM/NLG      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa | -0.2629                | 0.0483                 |             | 0.845       |
| 70 "         | -0.1722                | 0.0382                 | 1.264       | 0.737       |
| 140 "        | -0.1176                | 0.0370                 | 1.305       | 0.723       |
| 210 "        | -0.1750                | 0.0329                 | 1.468       | 1.398       |
| 280 "        | -0.1921                | 0.0347                 | 1.392       | 1.716       |
| 552 "        | -0.0836                | 0.0422                 | 1.145       | 0.957       |
| FIM/BEC      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.2308                | 0.0450                 |             | 0.770       |
| 70 "         | -0.1522                | 0.0367                 | 1.226       | 0.665       |
| 140 "        | -0.0950                | 0.0335                 | 1.343       | 0.614       |
| 210 "        | -0.1589                | 0.0304                 | 1.480       | 1.321       |
| 280 "        | -0.1834                | 0.0329                 | 1.368       | 1.692       |
| 552 "        | -0.0991                | 0.0386                 | 1.166       | 1.185       |
| FIM/CHF      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.2876                | 0.0774                 |             | 0.731       |
| 70 "         | -0.2008                | 0.0632                 | 1.225       | 0.668       |
| 140 "        | -0.2247                | 0.0634                 | 1.221       | 1.056       |
| 210 "        | -0.2740                | 0.0642                 | 1.206       | 1.568       |
| 280 "        | -0.3050                | 0.0754                 | 1.027       | 1.858       |
| 552 "        | -0.1172                | 0.0992                 | 1.282       | 0.874       |
| FIM/FRF      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.2195                | 0.0403                 |             | 0.773       |
| 70 "         | -0.1937                | 0.0314                 | 1.283       | 0.915       |
| 140 "        | -0.1721                | 0.0308                 | 1.308       | 1.161       |
| 210 "        | -0.1624                | 0.0289                 | 1.394       | 1.380       |
| 280 "        | -0.1908                | 0.0286                 | 1.409       | 1.887       |
| 552 "        | -0.1607                | 0.0326                 | 1.236       | 2.091       |
| FIM/ITL      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa | -0.0664                | 0.0612                 |             | 0.184       |
| 70 "         | 0.0447                 | 0.0522                 | 1.172       | 0.164       |
| 140 "        | -0.0223                | 0.0496                 | 1.234       | 0.118       |
| 210 "        | -0.1030                | 0.0475                 | 1.288       | 0.685       |
| 280 "        | -0.1849                | 0.0741                 | 1.211       | 1.136       |
| 552 "        | -0.1931                | 0.1024                 | 1.673       | 1.418       |

Liite 1

3 (5)

| FIM/JPY      | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa | -0.2033                | 0.0805                 |             | 0.507       |
| 70 "         | 0.0904                 | 0.0887                 | 1.102       | 0.254       |
| 140 "        | 0.0495                 | 0.1433                 | 1.780       | 0.155       |
| 210 "        | 0.2452                 | 0.1171                 | 1.455       | 1.038       |
| 280 "        | 0.2615                 | 0.1480                 | 1.839       | 1.137       |
| 552 "        | 0.1646                 | 0.1375                 | 1.708       | 1.043       |

Eurokorot

| GBP eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|---------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa  | 0.1678                 | 0.0136                 |             | 1.018       |
| 70 "          | 0.1122                 | 0.0130                 | 1.046       | 0.924       |
| 140 "         | 0.2419                 | 0.0163                 | 1.199       | 2.241       |
| 210 "         | 0.1670                 | 0.0191                 | 1.404       | 1.781       |
| 280 "         | 0.1401                 | 0.0169                 | 1.243       | 1.803       |
| 552 "         | 0.0273                 | 0.0194                 | 1.426       | 0.460       |

| NOK eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|---------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa  | -0.1613                | 0.0843                 |             | 0.393       |
| 70 "          | 0.1679                 | 0.0657                 | 1.283       | 0.548       |
| 140 "         | -0.0500                | 0.0427                 | 1.974       | 0.286       |
| 210 "         | -0.1009                | 0.0355                 | 2.375       | 0.776       |
| 280 "         | -0.0963                | 0.0377                 | 2.236       | 0.830       |
| 552 "         | -0.0605                | 0.0649                 | 1.299       | 0.558       |

| DKK eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|---------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa  | -0.0458                | 0.0086                 |             | 0.350       |
| 70 "          | -0.0243                | 0.0169                 | 1.965       | 0.156       |
| 140 "         | -0.0444                | 0.0203                 | 2.261       | 0.369       |
| 210 "         | -0.0587                | 0.0259                 | 3.012       | 0.529       |
| 280 "         | -0.0723                | 0.0255                 | 2.965       | 0.758       |
| 552 "         | -0.0461                | 0.0500                 | 5.814       | 0.485       |

## Liite 1

4 (5)

| DEM eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|---------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa  | 0.0823                 | 0.0105                 |             | 0.569       |
| 70 "          | 0.0588                 | 0.0087                 | 1.207       | 0.526       |
| 140 "         | 0.0939                 | 0.0087                 | 1.207       | 1.191       |
| 210 "         | 0.0915                 | 0.0068                 | 1.544       | 1.613       |
| 280 "         | 0.0622                 | 0.0065                 | 1.615       | 1.288       |
| 552 "         | 0.0120                 | 0.0061                 | 1.721       | 0.361       |
| NLG eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa  | 0.0722                 | 0.0039                 |             | 0.814       |
| 70 "          | 0.0353                 | 0.0034                 | 1.147       | 0.505       |
| 140 "         | 0.1049                 | 0.0041                 | 1.051       | 1.936       |
| 210 "         | 0.0768                 | 0.0033                 | 1.182       | 1.949       |
| 280 "         | 0.0388                 | 0.0030                 | 1.300       | 1.180       |
| 552 "         | 0.0378                 | 0.0037                 | 1.054       | 1.147       |
| BEC eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa  | 0.0337                 | 0.0050                 |             | 0.337       |
| 70 "          | 0.0162                 | 0.0051                 | 1.020       | 0.189       |
| 140 "         | 0.0959                 | 0.0074                 | 1.480       | 1.315       |
| 210 "         | 0.0586                 | 0.0061                 | 1.220       | 1.089       |
| 280 "         | 0.0252                 | 0.0058                 | 1.160       | 0.554       |
| 552 "         | 0.0082                 | 0.0186                 | 3.720       | 0.141       |
| CHF eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa  | 0.1922                 | 0.0098                 |             | 1.376       |
| 70 "          | 0.1898                 | 0.0089                 | 1.101       | 1.681       |
| 140 "         | 0.0951                 | 0.0096                 | 1.021       | 1.152       |
| 210 "         | 0.1299                 | 0.0092                 | 1.065       | 1.964       |
| 280 "         | 0.0350                 | 0.0162                 | 1.653       | 0.460       |
| 552 "         | 0.0148                 | 0.0152                 | 1.551       | 0.282       |
| FRF eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa  | 0.0703                 | 0.0054                 |             | 0.676       |
| 70 "          | 0.1084                 | 0.0060                 | 1.111       | 1.167       |
| 140 "         | 0.0829                 | 0.0062                 | 1.148       | 1.250       |
| 210 "         | 0.0170                 | 0.0076                 | 1.407       | 0.283       |
| 280 "         | 0.0034                 | 0.0098                 | 1.815       | 0.058       |
| 552 "         | 0.0147                 | 0.0431                 | 7.981       | 0.166       |

## Liite 1

5 (5)

|               | Keskiarvo<br>10 <sup>-3</sup> | Varianssi<br>10 <sup>-4</sup> | F-testiarvo | t-testiarvo |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|
| DEM eurokorko |                               |                               |             | 0.569       |
| 50 havaintoa  | 0.0823                        | 0.0105                        |             | 0.526       |
| 70 "          | 0.0588                        | 0.0087                        | 1.207       | 1.191       |
| 140 "         | 0.0939                        | 0.0087                        | 1.207       | 1.613       |
| 210 "         | 0.0915                        | 0.0068                        | 1.544       | 1.288       |
| 280 "         | 0.0622                        | 0.0065                        | 1.615       | 0.361       |
| 552 "         | 0.0120                        | 0.0061                        | 1.721       |             |
|               |                               |                               |             | t-testiarvo |
| NLG eurokorko | Keskiarvo<br>10 <sup>-3</sup> | Varianssi<br>10 <sup>-4</sup> | F-testiarvo |             |
|               |                               |                               |             | 0.814       |
| 50 havaintoa  | 0.0722                        | 0.0039                        |             | 0.505       |
| 70 "          | 0.0353                        | 0.0034                        | 1.147       | 1.936       |
| 140 "         | 0.1049                        | 0.0041                        | 1.051       | 1.949       |
| 210 "         | 0.0768                        | 0.0033                        | 1.182       | 1.180       |
| 280 "         | 0.0388                        | 0.0030                        | 1.300       | 1.147       |
| 552 "         | 0.0378                        | 0.0037                        | 1.054       |             |
|               |                               |                               |             | t-testiarvo |
| BEC eurokorko | Keskiarvo<br>10 <sup>-3</sup> | Varianssi<br>10 <sup>-4</sup> | F-testiarvo |             |
|               |                               |                               |             | 0.337       |
| 50 havaintoa  | 0.0337                        | 0.0050                        |             | 0.189       |
| 70 "          | 0.0162                        | 0.0051                        | 1.020       | 1.315       |
| 140 "         | 0.0959                        | 0.0074                        | 1.480       | 1.089       |
| 210 "         | 0.0586                        | 0.0061                        | 1.220       | 0.554       |
| 280 "         | 0.0252                        | 0.0058                        | 1.160       | 0.141       |
| 552 "         | 0.0082                        | 0.0186                        | 3.720       |             |
|               |                               |                               |             | t-testiarvo |
| CHF eurokorko | Keskiarvo<br>10 <sup>-3</sup> | Varianssi                     | F-testiarvo |             |
|               |                               |                               |             | 1.376       |
| 50 havaintoa  | 0.1922                        | 0.0098                        |             | 1.681       |
| 70 "          | 0.1898                        | 0.0089                        | 1.101       | 1.152       |
| 140 "         | 0.0951                        | 0.0096                        | 1.021       | 1.964       |
| 210 "         | 0.1299                        | 0.0092                        | 1.065       | 0.460       |
| 280 "         | 0.0350                        | 0.0162                        | 1.653       | 0.282       |
| 552 "         | 0.0148                        | 0.0152                        | 1.551       |             |
|               |                               |                               |             | t-testiarvo |
| FRF eurokorko | Keskiarvo<br>10 <sup>-3</sup> | Varianssi                     | F-testiarvo |             |
|               |                               |                               |             | 0.676       |
| 50 havaintoa  | 0.0703                        | 0.0054                        |             | 1.167       |
| 70 "          | 0.1084                        | 0.0060                        | 1.111       | 1.250       |
| 140 "         | 0.0829                        | 0.0062                        | 1.148       | 0.283       |
| 210 "         | 0.0170                        | 0.0076                        | 1.407       | 0.058       |
| 280 "         | 0.0034                        | 0.0098                        | 1.815       | 0.166       |
| 552 "         | 0.0147                        | 0.0431                        | 7.981       |             |

Liite 1

5 (5)

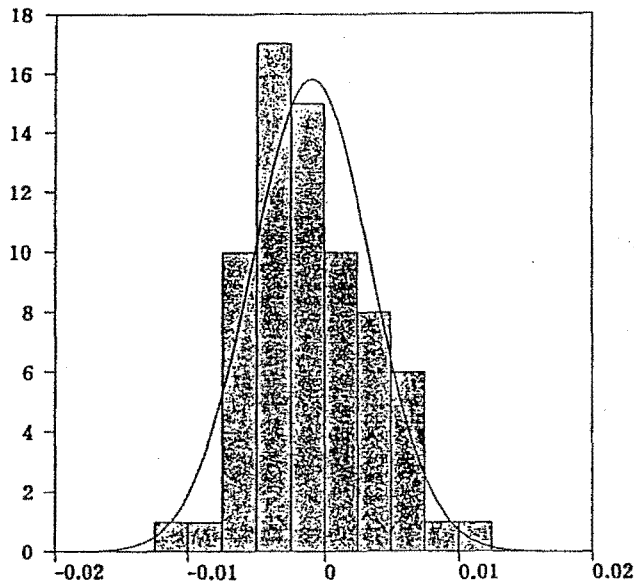
| ITL eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
|---------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------|
| 50 havaintoa  | 0.1354                 | 0.0235                 |             | 0.624       |
| 70 "          | 0.0806                 | 0.0273                 | 1.162       | 0.408       |
| 140 "         | 0.0973                 | 0.0226                 | 1.040       | 0.766       |
| 210 "         | 0.0275                 | 0.0224                 | 1.049       | 0.266       |
| 280 "         | 0.0289                 | 0.0212                 | 1.108       | 0.332       |
| 552 "         | 0.0348                 | 0.0463                 | 1.970       | 0.380       |
| JPY eurokorko | Keskiarvo<br>$10^{-3}$ | Varianssi<br>$10^{-4}$ | F-testiarvo | t-testiarvo |
| 50 havaintoa  | 0.0173                 | 0.0022                 |             | 0.264       |
| 70 "          | -0.0638                | 0.0033                 | 1.500       | 0.925       |
| 140 "         | 0.0152                 | 0.0039                 | 1.773       | 0.289       |
| 210 "         | 0.0129                 | 0.0040                 | 1.818       | 0.298       |
| 280 "         | 0.0053                 | 0.0037                 | 1.682       | 0.145       |
| 552 "         | 0.0015                 | 0.0046                 | 2.091       | 0.052       |



Graafinen vertailu empiiristen jakaumien suhteesta teoreettiseen normaalijakaumaan. Aineistona on käytetty 70 päivähavainnon suhteellisia muutoksia. (Kuvat 2.1 - 2.4)

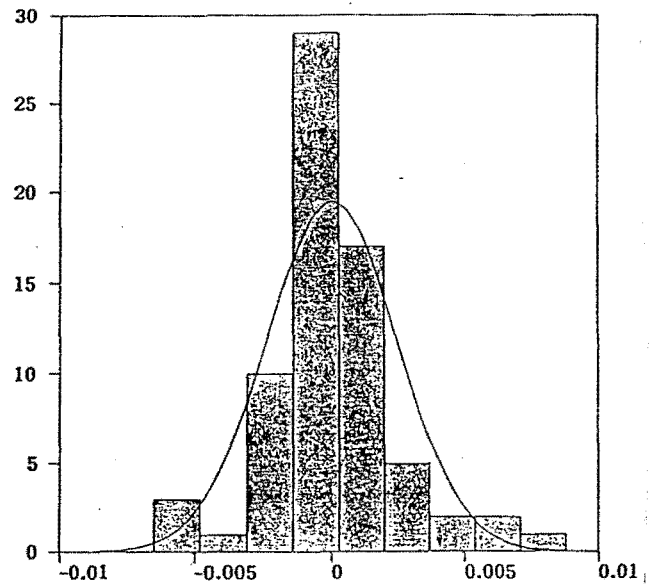
Kuva 2.1

USD/FIM valuuttakurssin suhteellisten muutosten empiirinen jakauma verrattuna teoreettiseen normaalijakaumaan (70 havaintoa).



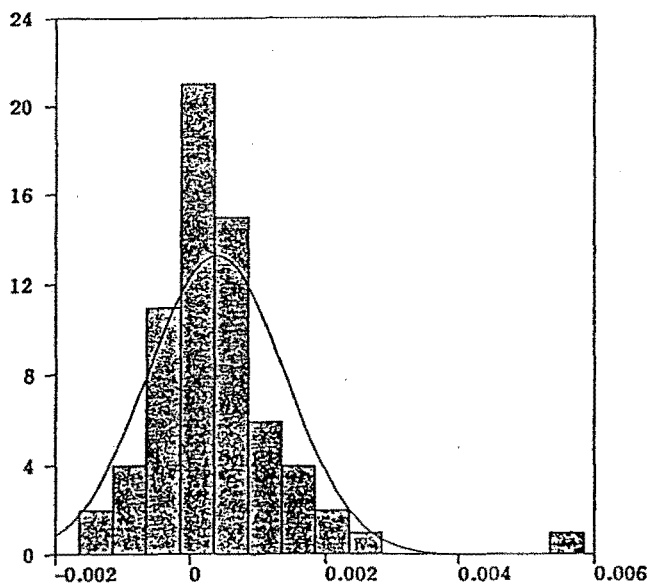
Kuva 2.2

SEK/FIM valuuttakurssin suhteellisten muutosten empiirinen jakauma verrattuna teoreettiseen normaalijakaumaan (70 havaintoa)



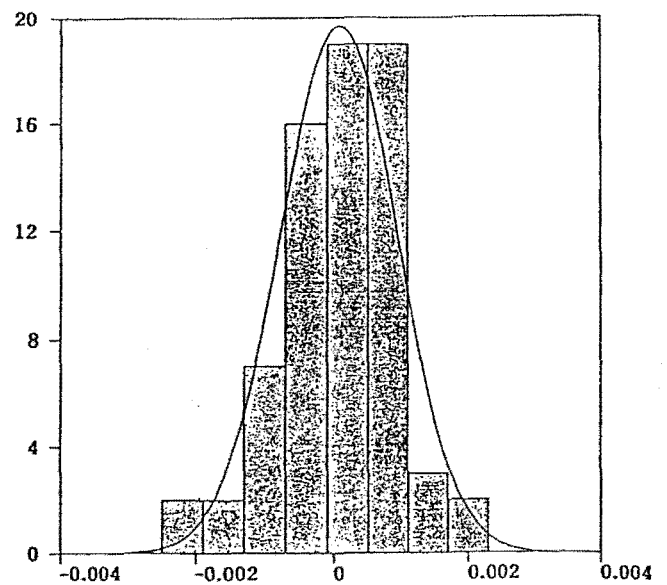
Kuva 2.3

USD:n kolmen kuukauden eurokoron suhteellisten muutosten empiirinen jakauma verrattuna teoreettiseen normaalijakaumaan (70 havaintoa)



Kuva 2.4

SEK:n kolmen kuukauden eurokoron suhteellisten muutosten empiirinen jakauma verrattuna teoreettiseen normaalijakaumaan (70 havaintoa)



## SUOMEN PANKIN KESKUSTELUALOITTEITA

ISSN 0785-3572

- 1/95 Olavi Rantala **Valuuttakurssimuutosten vaikutus yritysten kannattavuuteen.** 1995. 51 s. ISBN 951-686-439-2. (KT)
- 2/95 Liselotte Høj **Fundamental Equilibrium Exchange Rate - A Case Study of the Finnish Markka.** 1995. 30 s. ISBN 951-686-440-6. (TU)
- 3/95 Jean-Marie Viaene - Itzhak Zilcha **Multiple Uncertainty, Forward-Futures Markets and International Trade.** 1995. 23 p. ISBN 951-686-441-4. (TU)
- 4/95 Jorma Hilpinen **Analysis on the Errors and Omissions in the Finnish Balance of Payments: Restless Capital Movements, Floating Exchange Rate and Errors Since 1991.** 1995. 31 s. ISBN 951-686-442-2. (TP)
- 5/95 Juhana Hukkinen - Matti Virén **Assessing the Performance of a Macroeconomic Model.** 1995. 48 s. ISBN 951-686-443-0. (TU)
- 6/95 Tuomas Saarenheimo **Credit Crunch Caused Investment Slump? An Empirical Analysis Using Finnish Data.** 1995. 26 s. ISBN 951-686-444-9. (KT)
- 7/95 Sinimaaria Ranki **On the Role of the Single Currency ECU.** 1995. 37 s. ISBN 951-686-445-7. (TU)
- 8/95 Juhana Hukkinen - Erkki Koskela **Voidaanko Suomen pitkien korkojen tasoa selittää talouden perustekijöillä, vai onko kyse jostain muusta?** 1995. 27 s. ISBN 951-686-446-5. (KT)
- 9/95 Kari Takala - Matti Virén **Testing Nonlinear Dynamics, Long Memory and Chaotic Behaviour with Macroeconomic Data.** 1995. 55 s. ISBN 951-686-448-1. (TU)
- 10/95 Lauri Kajanoja **Aggregate Investment and Corporate Indebtedness: Some Empirical Evidence from Finland.** 1995. 28 s. ISBN 951-686-449-X. (KT)
- 11/95 Kari Takala **The Interest Rate Sensitivity of Output in Finland.** 1995. 49 s. ISBN 951-686-450-3. (KT)
- 12/95 Timo Tyrväinen **Wage Determination in the Long Run, Real Wage Resistance and Unemployment: Multivariate Analysis of Cointegrating Relations in 10 OECD Economies.** 1995. 94 s. ISBN 951-686-451-1. (KT)
- 13/95 Eddie George **Inflation Targeting in the UK Monetary Policy Framework.** 1995. 12 s. ISBN 951-686-452-X. (TIE)
- 14/95 Risto Murto **The Banking Crisis, Banking Policy Regimes and the Value of a Bank.** 1995. 27 s. ISBN 951-686-453-8. (TU)
- 15/95 Kari Takala **Permanent Income Hypothesis and Saving in Finland.** 1995. 53 s. ISBN 951-686-454-6. (KT)
- 16/95 Heikki Koskenkylä - Jaana Rantama **Pankkien korkomarginaalit ja korkokatteet Pohjoismaissa.** 1995. 27 s. ISBN 951-686-455-4. (RM)
- 17/95 Mika Kuismanen **Exchange Rates and Import Prices in Finland: Estimation of Exchange Rate Pass-Through.** 1995. 33 s. ISBN 951-686-458-9. (KT)

- 18/95 Johnny Åkerholm – Timo Hämäläinen – Mika Kuismanen **Employment and the Structure of the Finnish Economy. A Model for Evaluating Scenarios.** 1995. 56 s. ISBN 951-686-460-0. (KT)
- 19/95 Kaare G. Andersen **Inflation Targeting: Analyzing Indicators of Inflation in Finland.** 1995. 32 s. ISBN 951-686-461-9. (KT)
- 20/95 Kari Takala **The Consumption Function Revisited: An Error-Correction Model for Finnish Consumption** 1995. 44 s. ISBN 951-686-462-7. (KT)
- 21/95 Jouni Timonen **Nominal Income as an Intermediate Target for Monetary Policy.** 1995. 56 s. ISBN 951-686-463-5. (RP)
- 22/95 Maaria Kettunen **Korkojen aikarakenne, inflaatio-odotukset ja inflaatio.** 1995. 81 s. ISBN 951-686-464-3. (RP)
- 23/95 Dan Kovenock – Casper G. de Vries **Fiat Exchange in Finite Economies.** 1995. 27 s. ISBN 951-686-465-1. (TU)
- 24/95 Antti Ripatti **Leading Inflation Indicators in Finland: Pairwise Analysis of Granger-Causality and Cointegration.** 1995. 45 s. ISBN 951-686-466-X. (RP)
- 25/95 Jorma Hilpinen **Compilation of Early Warning Indicators for Foreign Trade Employing a Cut-Off Survey.** 1995. 17 s. ISBN 951-686-467-8. (TP)
- 26/95 Vappu Ikonen **Suomen Pankin kotimainen luotonanto 1868–1992.** 1995. 131 s. ISBN 951-686-468-6. (TU)
- 27/95 Kaare Guttorm Andersen – Hanna-Leena Männistö **Output Gaps and the Government Budget Balance: The Case of Finland.** 1995. 27 s. ISBN 951-686-470-8. (KT)
- 28/95 Kari Takala – Matti Virén **Bankruptcies, Indebtedness and the Credit Crunch.** 1995. 28 s. ISBN 951-686-471-6. (TU)
- 29/95 Tuomas Saarenheimo **The Equilibrium Exchange Rate for the Finnish Markka.** 1995. 27 s. ISBN 951-686-472-4. (KT)
- 30/95 Erja Saukkonen **Default Risk on Finnish Government Foreign Currency Debt.** 1995. 29 s. ISBN 951-686-473-2. (RM)
- 31/95 Marianne Palva – Jyri Marviala **Suomen Pankin sekkitilijärjestelmä – nykytilanne ja tulevaisuuden haasteita.** 24 s. 951-686-474-0. (RM)
- 32/95 Antti Ripatti – Jouko Vilmunen **Relative Prices and Monetary Policy Information Variables: Long Run Evidence From Finland.** 1995. 29 s. ISBN 951-686-475-9. (RP)
- 33/95 Pentti Junninen **Luottolaitoksen omaisuususerien markkina-arvoihin perustuva tilinpäätös.** 1995. 101 s. ISBN 951-686-485-6. (LA)
- 34/95 Carolina Sierimo – Matti Virén **Financial Factors and the Macroeconomy.** 1995. 52 s. ISBN 951-686-486-4. (TU)
- 35/95 Mikko Spolander – Kari Takala **Ulkomaisen inflaation välittyminen kotimaiseen inflaatioon.** 1995. 35 s. ISBN 951-686-487-2. (KT)

- 36/95 Johanna Hartikainen **Dynamic Effects of Demand and Supply Disturbances on the Finnish Economy: Did Liberalization of Capital Movements Matter?** 1995. 36 s.  
ISBN 951-686-488-0. (TU)
- 37/95 Monica Ahlstedt **Valuuttakurssien ja korkojen tilastollisista jakaumista.** 1995. 40 s.  
ISBN 951-686-490-2. (TU)