
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 markkakurssin 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- arvo	Keski- hajonta	Vinous	Huipuk- 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 vuositason 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 10^{-3}	Keski-hajonta 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 sovittien 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 10^{-3}	Keskihajonta 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-arvo 10^{-3}	Keski-hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipukkuus
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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- 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 111 havaintoa	Chi-toiseen testi 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- 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 merkitsevyytasolla 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- 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 merkitsevyytason 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- 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- 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 valtaosalla 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- 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	-0.2135	-0.2288	-0.1127	-0.3048
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	0.0959	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	0.0832	0.0165	0.0496	0.0286
10	0.0481	0.0912	-0.0337	-0.0370
11	0.0552	-0.0853	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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen testisuure
USD-kurssi	-0.295	0.5303	0.1196 (1.13)	1.9876 (9.37)	84.09
SEK-kurssi	-0.074	0.1129	0.2248 (2.11)	1.7458 (8.23)	604.59
USD-korko	0.064	0.0919	0.0644 (0.61)	5.2876 (24.92)	3819.50
SEK-korko	0.033	0.1724	0.1978 (1.86)	2.9458 (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 0.0649×10^{-3} ($528/358 \times 0.044 \times 10^{-3}$). SEK koron havainnoista 131 on nollahavaintoja. Korjattu keskiarvo on 0.0152×10^{-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 sopeutusaika 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen testisuure
USD-kurssi	-0.9598	0.4450	0.3447 (1.18)	-0.2542 (0.43)	7.59
SEK-kurssi	0.1964	0.1110	0.0545 (0.19)	0.3922 (0.67)	4.55
USD-korko	0.1415	0.0886	0.1804 (0.62)	0.1372 (0.23)	29.51
SEK-korko	0.0135	0.0865	-0.1402 (0.47)	0.5351 (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 otoskoolta 50, 70, 140, 209, 280 ja 552. Varianssien samansuuruustestin F-testiärvö ja keskiärvöjen nollasta poikkeavuustestin t-testiärvö

	Keski- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	F-testi- arvo	t-testi- 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-testiärvöllä 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 keskiärvö ei poikke tilastollisesti nollasta.

TAULUKKO 25 SEK/FIM kurssi päivähavainnot otoskoolta 50, 140, 209, 280 ja 552 havaintoa. F-testiärvöt varianssien samansuuruushypoteesin testaamiseksi ja t-testiärvöt keskiärvöjen nollahypoteesin testaamiseksi

	Keski- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	F-testi- arvo	t-testi- 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	F-testi- arvo	t-testi- 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	F-testi- arvo	t-testi- 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 10^{-3}	Keski-hajonta 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	Vinous	Huipuk- kuus	Chi- toiseen 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- arvo 10^{-3}	Keski- hajonta 10^{-2}	F-testi- arvo	t-testi- 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 (37.72)	0.16 (7.76)	20.53
GBP	0.89 (45.62)	0.09 (5.86)	6.71
SEK	0.95 (35.75)	0.12 (7.20)	11.47
NOK	0.84 (20.67)	0.11 (3.98)	16.75
DKK	0.80 (16.059)	0.13 (3.82)	18.47
DEM	0.83 (35.47)	0.16 (6.41)	10.76
NLG	0.84 (30.61)	0.15 (5.52)	11.52
BEC	0.88 (38.81)	0.11 (5.34)	15.55
CHF	0.81 (18.28)	0.15 (5.18)	8.27
FRF	0.81 (18.17)	0.15 (5.19)	8.24
ITL	Malli ei konvergoi		
	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 (11.16)	0.36 (7.15)	13.07
GBP	Malli ei konvergoi		
SEK	0.81 (47.90)	0.18 (8.97)	21.78
NOK	0.83 (44.63)	0.15 (10.07)	20.06
DKK	0.85 (28.18)	0.14 (5.55)	25.75
DEM	Malli ei konvergoi		
NLG	Malli ei konvergoi		
BEC	Malli ei konvergoi		
CHF	Malli ei konvergoi		
FRF	0.76 (23.46)	0.22 (7.97)	26.50
ITL	0.56 (10.12)	0.34 (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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10 ⁻³	Varianssi 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 10 ⁻³	Varianssi 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 10 ⁻³	Varianssi 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 10 ⁻³	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 10^{-4}	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 10^{-3}	Varianssi 10^{-4}	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 10^{-3}	Varianssi 10^{-4}	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 10^{-3}	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 10^{-3}	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

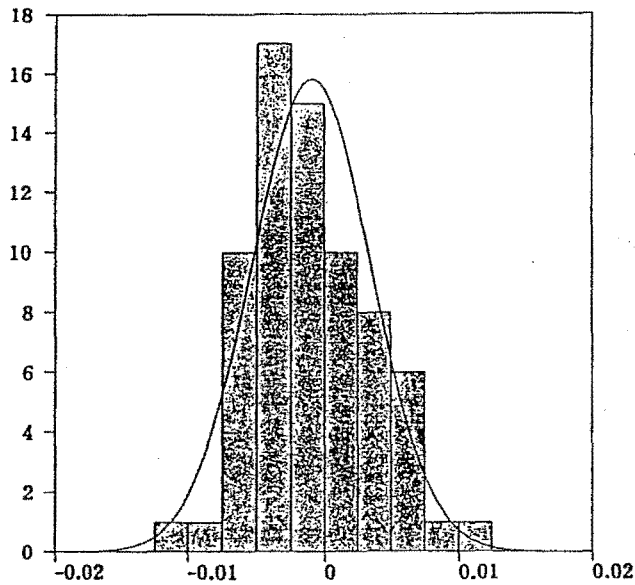
5 (5)

ITL eurokorko	Keskiarvo 10^{-3}	Varianssi 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 10^{-3}	Varianssi 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)

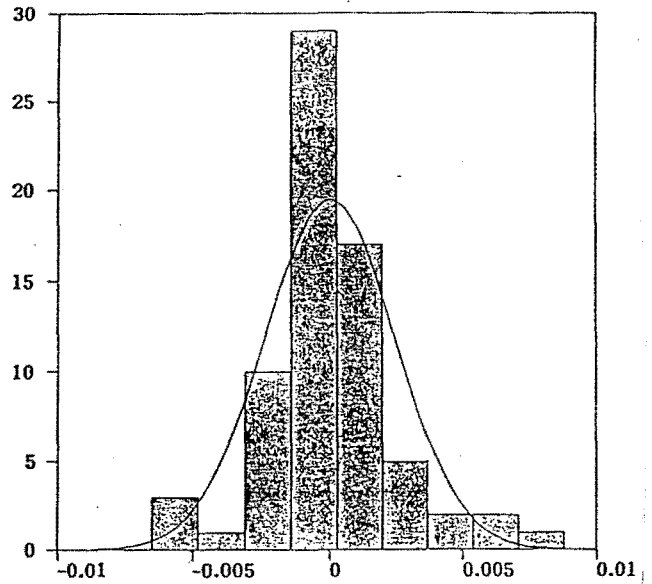
Kuva 2.1

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



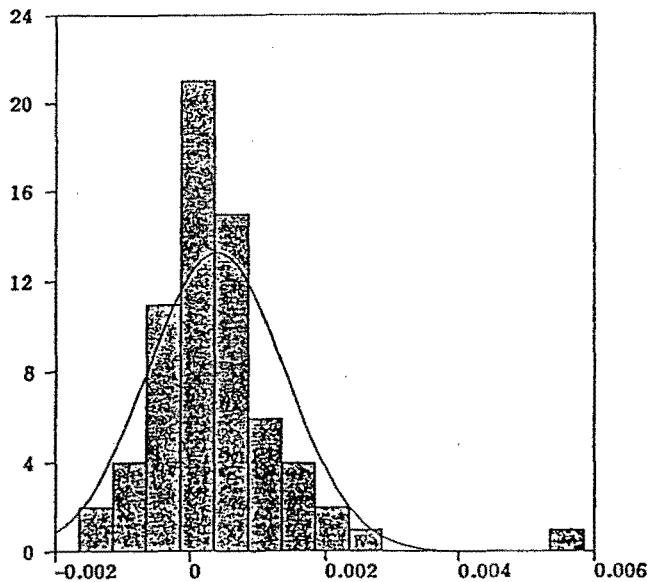
Kuva 2.2

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



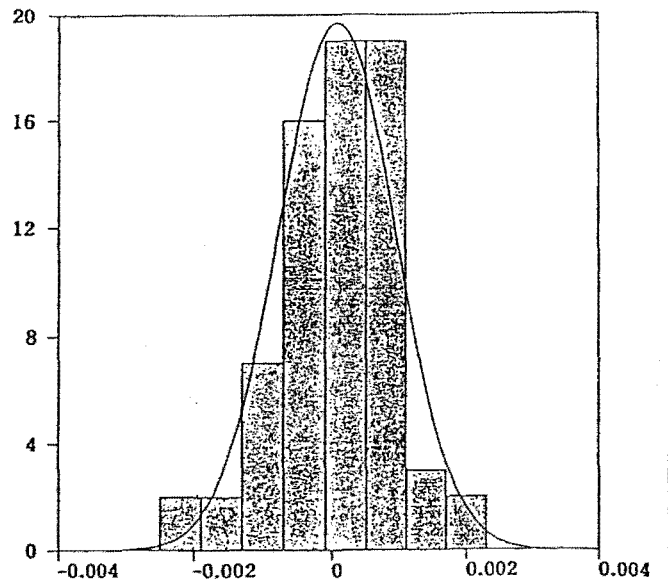
Kuva 2.3

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 omaisuuserien 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)