

TAMPEREEN YLIOPISTO

Taloustieteiden laitos

## **Terminikurssi tulevan spot-kurssin ennusteena**

Kansantaloustiede  
Pro gradu-tutkielma  
Taloustieteiden laitos  
Tampereen yliopisto  
28.2.2006  
Ville Kivelä

## TIIVISTELMÄ

Tampereen yliopisto Taloustieteiden laitos; kansantaloustiede

Tekijä: KIVELÄ, VILLE  
Tutkielman nimi: Termiinikurssi tulevan spot-kurssin ennusteena  
Pro gradu-tutkielma: 53 sivua  
Aika: Helmikuu 2006  
Avainsanat: Hakutermit: termiiniharha, peso-ongelma, riskipreemio

---

Tutkielmassa perehdytään ongelmiin, joita liittyy termiinikurssin kykyyn ennustaa tulevaa spot-kurssia. Näitä ongelmia, ja niihin liittyviä selityksiä, pyritään kartoittamaan teoreettisena kirjallisuuskatsauksena. Lisäksi käydään läpi muutamia tutkimuksia, joissa näitä selityksiä on testattu empiirisellä aineistolla.

Termiinikurssiin liittyviä ongelmia on pyritty tutkimaan kymmenissä tutkimuksissa. Tästä huolimatta, yhtä ratkaisua siihen miksi termiinikurssi on tulevan spot-kurssin harhainen ennustaja, eli syitä termiiniharhaan, ei olla saavutettu. Tässä tutkielmassa perehdytään muutamaa yleiseen selitykseen, jotka ovat kansainvälisessä tutkimuksessa saaneet paljon huomiota. Yhtenä keskeisimpänä teoksena tutkielman lähteenä voi mainita Engel (1995) ”The Forward Discount Anomaly and the Risk Premium: Survey of Recent Evidence”. Kyseisessä tutkimuksessa luetellut mahdolliset syyt termiiniharhaan, ja näiden syiden tarkastelu, muodostavat keskeisen sisällön tutkielmasta.

Aluksi tutkielmassa käydään läpi valuuttamarkkinoiden, spot- ja termiinikurssien, ja valuutanhinnoittelumallien yleisiä piirteitä. Toisena kohtana käsitellään valuuttakurssien ennustamista. Valuuttakurssien ennustamisessa perehdytään tekniseen analyysiin ja fundamenttianalyysiin ja tarkastellaan markkinoiden maksuttomia ennusteita tulevasta spot-kurssista. Tutkielman pääluvut muodostuvat termiiniharhan mahdollisten syiden tarkastelusta. Markkinakuplat, oppiminen ja peso-ongelma käsitellään otsikon odotukset alla ja toisessa pääluvussa käsitellään riskipreemiota.

Yhteenvedona voidaan esittää, ettei tutkimuksissa termiiniharhan selittäminen perinteisillä menetelmillä ole onnistunut. Menetelmät eivät joko pysty kattavasti edes teoriassa selittämään termiiniharhaa, tai empiirisessä tutkimuksissa tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Tässä tutkielmassa esitetyt muutamat mahdolliset selitykset termiiniharhaan eivät myöskään yksinään pysty tuomaan ongelmaan ratkaisua. Tulevaisuuden tutkimuksessa on lähdettävä tarjottujen selitysten laajempaan tarkasteluun, tai otettava käyttöön kokonaan uusia, mahdollisesti mikrotalousteoriaan perustuvia, lähestymistapoja.

1 Johdanto .....	4
2 Valuuttamarkkinat.....	6
2.1 Spot- ja termiinkurssit .....	7
2.2 Termiinkurssit .....	7
2.3 Valuuttojen hinnoittelu markkinoilla .....	8
2.3.1 Ristikkäiskurssien yhtenevyys .....	8
2.3.2 Ostovoimaparieteetti PPP .....	9
2.3.3 Fisher–vaikutus .....	10
2.3.4 Katettu korkoparieteetti .....	11
2.3.5 Kattamaton korkoparieteetti .....	11
2.4 Siegelin paradoksi .....	12
2.5 Markkinoiden tehokkuus ja sijoittajien riskineutraalisuus .....	13
3 Valuuttakurssien ennustaminen .....	15
3.1 Ekonometrinen lähestymistapa .....	15
3.2 Tekninen analyysi .....	16
3.3 Markkinoiden maksuttomat ennusteet.....	17
3.4 Termiiniharha.....	19
4 Odotukset.....	20
4.1 Markkinakuplat .....	20
4.2 Oppiminen .....	24
4.3 Peso-ongelma.....	28
5 Riskipremio.....	32
5.1 Riskipremio regressioyhtälössä.....	34
5.2 Virhetermin autokorrelaatio riskipremion indikaattorina .....	40
5.3 Riskipremio pidemmän maturiteetin sopimuksissa.....	42
5.4 Riskipremion vaikutus valuuttakurssien liikkeisiin.....	44
6 Päätelmät .....	49
Lähdeluettelo .....	51

# 1 Johdanto

Valuuttamarkkinoilla on tuhansia toimijoita ja päivittäin omistajaa vaihtavat summat ovat valtavia. Siksi minusta on mielenkiintoista, että markkinat ja valuuttakurssit sisältävät edelleen epätäydellisyyksiä. Tällaiset anomaliat eivät ole poistuneet markkinoilta, vaikka esimerkiksi tietotekniikan kehitys on mahdollistanut nopean uutisten välityksen joka tuo saman tiedon kaikille osapuolille samanaikaisesti. Lisäksi kaupankäynnin pitäisi olla kitkatonta vaihdetuimpien valuuttojen osalta.

Valuuttakurssien muutokset aiheuttavat riskin markkinoilla toimijoille. Tämän riskin minimointi tai välttäminen olisi luonnollisesti toivottavaa. Mikäli valuuttakurssia pystyttäisiin ennustamaan, tai edes ennakoimaan niiden liikkeiden suuntaa, olisi se eduksi monelle taholle. Valuuttakurssien ennustaminen onkin tästä syystä useiden tutkimusten kohteena. Kuitenkin johtuen markkinoiden volatiilisuudesta ja valuuttakurssien satunnaiskulkua muistuttavasta liikehdinnästä, on ennustaminen erittäin hankalaa tai lähes mahdotonta.

Tavat ennustaa valuuttakurssia voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä on agentit jotka luottavat tekniseen analyysiin. Teknisessä analyysissä ennustaminen perustuu valuuttakurssin toteutuneeseen hintakehitykseen. Tästä menneestä informaatiosta he koettavat havaita milloin pysyvä trendi on alkanut. Toinen ryhmä on agentit, jotka luottavat valuuttakurssien noudattavan talouden perustekijöitä, eli fundamentteja. Näitä ennustajia kutsutaan fundamentalisteiksi. Jos valuuttakurssi poikkeaa taloudellisten perustekijöiden mukaisesta, uskovat fundamentalistit kurssin lopulta palavaan perusteiden mukaiseen tasapainoarvoon.

Tällaisten tavoitteellisten ennusteiden lisäksi markkinoilta on saatavilla myös maksuttomia ennusteita. Nämä ilmaiset ennusteet ovat kattamaton korkopariteetti, termiinikurssi ja uskomus että nykyinen kurssi on paras ennuste tulevasta kurssista. Lisäksi voidaan olettaa valuuttakurssin noudattavan satunnaiskulkua, jolloin ennustamisesta ei ole mitään hyötyä. Termiinikurssiin liittyvään harhaan on useita teoreettisia syitä.

Tutkielmassa pyritään hahmottamaan miksi termiinkurssi on niin huono ennustaja tulevasta spot-kurssista. Tutkimuksia termiinkurssiin liittyvästä harhasta on tehty siitä lähtien kun kiinteän valuuttakurssin järjestelmästä, Bretton Woodsista, siirryttiin kelluvien kurssien järjestelmään 1970-luvulla. Yleisesti tutkimustuloksia leimaa johtopäätös, ettei termiinkurssi pysty ennustamaan tulevaa spot-kurssia. Syitä tähän ennustamisen epäonnistumiseen on myös haettu useista eri tekijöistä, riskin karttamisesta markkinoiden tehottomuuteen.

Tässä tutkielmassa esitetään joitakin mahdollisia tekijöitä jotka voivat aiheuttaa termiiniharhan. Tarkasteltavina ovat markkinakuplat, oppiminen, peso-ongelma (peso problem) ja riskipremio. Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Toisessa luvussa tarkastellaan valuuttamarkkinoita ja valuuttakurssien määräytymistä teoreettisesti. Kolmannessa luvussa käsitellään perinteisiä ennustusmenetelmiä. Lisäksi tarkastellaan markkinoiden maksuttomia ennusteita. Luvussa neljä tarkastellaan markkinakuplista, oppimisesta ja peso-ongelmasta otsikon odotukset alla. Viidennessä luvussa käsitellään riskipremiota teoreettisena mahdollisuutena valuuttakursseissa. Luku kuusi sisältää päätelmät.

## 2 Valuuttamarkkinat

Valuuttoja ei kaupata konkreettisissa markkinapaikoissa kuten osakkeita, vaan ostajat ja myyjät ovat toisiinsa yhteydessä erilaisten tietojärjestelmien kautta. Reuters on yksi tällainen koko maailman kattava järjestelmä. Valuuttamarkkinoilla toimii noin 300 tahoa, joista noin 50 on suuria kansainvälisiä pankkeja. Pankit toimivat omaan lukuunsa spekuloiden kurseilla ja lisäksi agentteina omille asiakkailleen. Tulot pankeille valuuttaoperaatioista muodostuvat spreadista (eli erosta osto- ja myyntikurssin välillä) ja välityspalkkioista. Lisäksi markkinoilla toimii välittäjiä, jotka yhdistävät ostajat ja myyjät toisiinsa. Lontoo on tärkein valuuttamarkkinoilla toimijoiden keskus ja siellä tapahtuu noin kolmannes maailman valuuttakaupasta. (Blake 2000)

Valuuttamarkkinoiden päivittäinen volyymi on valtava ja se on viimeisen kahdenkymmenenviiden vuoden aikana kasvanut huomattavasti. BIS:n (Bank of International Settlements) tilastojen mukaan maailman valuuttamarkkinoiden päivittäinen vaihto oli noin 1230 miljardia dollaria vuonna 2001, kun se 1970-luvulla oli luokkaa 10-20 miljardia päivässä. Luku on valtava varsinkin kun vertaa sitä globaaliin hyödykkeiden ja palvelusten kaupan vuotuiseseen arvoon noin 4300 miljardia dollaria vuonna 1996 tai maailman pääomamarkkinoiden liikevaihtoon 210 miljardia dollaria vastaavana vuonna. Valuuttamarkkinoiden koko on hieman pienentynyt vuoden 1999 jälkeen (valuuttavaihto oli tuolloin noin 1500 miljardia päivässä), jolloin euro otettiin markkinoilla käyttöön. (Catterall ja Aldcroft 2004)

Valuuttamarkkinoiden kehityksessä absoluuttisia lukuja vaikuttavampia ovat prosentuaaliset kasvuluvut. Valuuttamarkkinat ovat kasvaneet 20-25% vuodessa 1970-luvulta lähtien. Kasvu on merkittävää kun vertaa sitä noin 5% maailman kaupan kasvuun vastaavan ajankohtana. Koska todellinen tarve valuutan vaihdolle on kasvanut huomattavasti hitaammin kuin valuuttamarkkinat, täytyy tämän tarkoittaa suurta lisäystä valuuttoihin liittyvässä spekuloinnissa eli keinottelussa. Kolmekymmentä vuotta sitten noin 80% rahanvaihdosta liittyi joko kaupankäyntiin tai investointeihin. Nykyinen BIS:n arvio on, että noin 98% valuutanvaihdosta on spekulatiivisin motiivein perusteltavissa, eli vain 2% valuutan vaihdoista liittyy reaalityökalouden tarpeisiin. Koska valuuttamarkkinoilla ei ole yhtä keskitettyä osto- ja myyntipaikkaa on mahdollista, että

osa valuutanvaihdosta on laskettu kahteen kertaan, mutta se ei oleellisesti muuta suhdetta spekuloinnin ja reaalityalouden tarpeiden välillä. (Catterall ja Aldcroft 2004)

## 2.1 Spot- ja termiinkurssit

Valuuttamarkkinoilla valuutan hinta ilmaistaan spot-kurssina. Ostettaessa valuuttaa spot-kurssilla kauppa tapahtuu välittömästi. Kuitenkin kaupan selvitys vie aikaa, joten valuutan saa käyttöönsä kahden pankkipäivän kuluessa. Myös nopeammat toimitukset ovat mahdollisia ja ne tunnetaan termeillä *before spot* tai *over tomorrow* (Blake 2000).

Valuutat hinnoitellaan joko suoralla tavalla eli kotimaan valuutan määrä per yksikkö ulkomaanvaluuttaa tai epäsuorasti eli paljonko ulkomaan valuuttaa tarvitaan yhden kotimaan yksikön ostoon. Tavat tunnetaan myös eurooppalaisena ja brittiläisenä merkintätyylinä. Käytännössä valuuttakaupassa tai puhuttaessa valuutanhinnan liikkeistä ei ilmoiteta koko kurssia vaan puhutaan muutoksissa *pip*:ssä. Pip on 0,0001 eli 1/100 prosenttia. Tässä tutkielmassa esitettyjen teorioiden intuition kannalta merkitsemistyyllillä ei ole merkitystä, muuten kylläkin.

Tässä tutkielmassa spot-kurssia merkitään pienellä  $s_t$  kirjaimella, joka on logaritmi valuuttakurssista. Alaviite  $t$  tarkoittaa ajankohtaa. Syy käyttää  $\log$ -arvoja on ns. Siegelin paradoksi. Siegelin paradoksi käsitellään myöhemmässä kappaleessa tässä luvussa.

## 2.2 Termiinkurssit

Valuuttoja on mahdollista ostaa myös termiineinä, joka tarkoittaa toimitusta sovittuna päivänä tulevaisuudessa. Yleisesti termiinisopimusten maturiteetit vaihtelevat yhdestä kuukaudesta vuoteen, mutta pitemmätkin sopimukset ovat mahdollisia. Koska tulevaisuudessa tapahtuvan valuutan vaihdon kurssi sovitaan sopimuksen tekohetkellä, ovat termiinisopimukset luonteva tapa suojautua valuuttakurssiriskiltä. Tässä tutkielmassa termiinkurssia merkitään  $f_{t+n}$ . Spot-kurssin tapaan pieni kirjain viittaa  $\log$ -arvoon. Merkintä  $n$  tarkoittaa ajankohtaa tulevaisuudessa jolloin valuutan toimitus tapahtuu.

Terminikursseja ei ilmoiteta usein kokonaisina lukuina, vaan eroina spot-kurssista. Tämä ero kertoo onko terminikurssi preemiolla vai diskontolla spot-kurssiin nähden. Tätä eroa mitataan termiinipisteillä (forward point) tai swap pisteillä (swap point). Swapilla ei tässä yhteydessä viitata yleisesti tunnettuihin swap-sopimuksiin. (Blake 2000)

Vertailtaessa terminikurssin ennustuskykyä tulevasta spot-kurssista, on hyvä muistaa se mitä päivää ennakoidaan. Terminikurssilla voidaan sopia valuutan toimituspäiväksi kuukauden päähän sijoittuva päivä, joka voi olla esimerkiksi torstai. Tällöin ennustettaessa tulevaa spot-kurssia ei pyritäkään ennustamaan torstain spot-kurssia, vaan kyseisen viikon tiistain kurssia, olettaen tietenkin kaikkien päivien tuolla viikolla olevan arkipäiviä. Tämä johtuu spot-kurssin kahden pankkipäivän toimitusajasta. Vaikka tutkimuksissa ei olisi otettu huomioon tätä seikkaa, ei se Hodrickin (1987) mukaan ole ongelma tutkimusten luotettavuuden kannalta.

## 2.3 Valuuttojen hinnoittelu markkinoilla

### 2.3.1 Ristikkäiskurssien yhtenevyys

Markkinoilla ilmoitetut valuuttojen hinnat pitää olla hinnoiteltu niin, ettei arbitraasin mahdollisuutta ole. Yksi tapa tarkastella reilua hinnoittelua on todeta ristikkäisten kurssien yhteneväisyys, eli merkitään

$$(2.3.1.1) s_t^{12} s_t^{23} s_t^{31} = 1.$$

Yhtälössä 2.3.1.1 yläviitteillä merkitään valuuttoja 1,2 ja 3, jotka voivat olla esimerkiksi punta, euro ja dollari. Yhtälö ilmentää yksinkertaisesti ettei sijoittaja voi tehdä voittoa vaihtamalla valuuttoja keskenään. Eli mikäli oletetaan euro-puntavaihtokurssin olevan noin 1,4€ ja dollari–eurovaihtokurssin noin 1,2\$ niin tällöin punta-dollarivaihtokurssin pitää olla noin 0,6£.



### 2.3.2 Ostovoimapariteetti PPP

Toisena tapana tarkastella onko valuutta oikein hinnoiteltu käsitellään ostovoimapariteetti, eli niin sanottu yhden hinnan laki. Tämän teorian mukaan valuutat arvostetaan sen mukaan mitä niillä voi hankkia, eli vaihtokurssit määräytyvät siten, että haluttu hankinta maksaa saman verran joka maassa. Koska konkreettisten ostokorien vertailu eri maiden välillä on hankalaa, useimmiten PPP:tä mitataan eroina hintojen muutoksissa, eli inflaatioissa( $\pi$ ), maiden välillä. Tässä esityksessä esimerkkinä ovat Yhdysvallat ja Iso-Britannia, joihin viitataan vastaavasti alaindeksillä \$ ja £. Vaihtokurssi on merkitty \$ per £. Merkitään

$$(2.3.2.1) \frac{s_{t+1}}{s_t} = \frac{1 + \pi_s}{1 + \pi_\pounds}.$$

Yhtälössä 2.3.2.1 valuuttakurssin muutosta siis mitataan suhteellisena erona kahden maan inflaatioiden välillä. Kuitenkin inflaatiota ei tiedetä etukäteen, vaan PPP:tä määritettäessä käytetään odotuksia inflaatiosta. PPP voidaan kirjoittaa myös termiinikurssi huomioon, jolloin muutokset odotetuissa inflaationopeuksissa vaikuttavat termiinipreemioon/diskonttoon. Eli

$$(2.3.2.2) \frac{f_{t+1} - s_t}{s_t} = \frac{E\pi_s - E\pi_\pounds}{1 + E\pi_\pounds}.$$

PPP sisältää monia ongelmia. Palveluita ja tavaroita joita ei kaupata kansainvälisesti on kuitenkin sisällytetty inflaatiokehitystä kuvaavaan ostokoriin. Lisäksi rahtikulut, tullit ja hintojen hidas sopeutuminen heikentävät PPP:n vaikutusta lyhyen ajan valuuttakurssiin. Kuitenkin pitkällä tähtäimellä PPP saattaa toimia paremmin. Lisäksi teorioissa käytetään usein nimellistä valuuttakurssia, vaikka reaalin valuuttakurssi voisi toimia paremmin PPP-teorian kanssa. (Blake 2000)

Valuuttojen arvon poikkeaminen PPP:n mukaisesta ei tarkoita, että valuutat olisivat väärin hinnoitellut. Inflaation lisäksi valuuttakurssiin vaikuttavat talouskasvu, poliittiset muuttujat ja muut taloudelliset tekijät. Kuitenkin, vaikka valuuttakurssit

poikkeavat pitkäksi aikaa PPP:stä, on selvää että inflaatiomuutoksilla ja nimellisen valuuttakurssin muutoksilla on yhteys. (Shapiro 1992)

### 2.3.3 Fisher–vaikutus

Yksi keskeisimmistä valuuttakursseihin vaikuttavista tekijöistä on korko. Pääomaliikkeet reagoivat hyvin nopeasti kaikkiin koron muutoksiin, kun taas tavaravirrat ovat hitaita sopeutumaan hintojen muutoksiin. Fisher–vaikutus on yksi tapa osoittaa reaalikoron olevan sama joka maassa, koska muuten markkinoilla olisi arbitraasin mahdollisuus. Fisher–vaikutus ei ota huomioon transaktiokustannuksia. (Blake 2000)

Reaalikorkoa merkitään  $\rho$ , inflaatiota  $\pi$  ja nimelliskorkoa  $r$ . Tällöin voidaan kirjoittaa

$$(2.3.3.1) \quad (1 + r_{\text{£}}) = (1 + \rho_{\text{£}})[1 + E\pi_{\text{£}}]$$

ja

$$(2.3.3.2) \quad (1 + r_{\text{§}}) = (1 + \rho_{\text{§}})[1 + E\pi_{\text{§}}].$$

Fisher–vaikutus voidaan esittää seuraavalla tavalla, koska on voimassa edellytys reaalikorkojen yhtenevyydestä maiden välillä  $\rho_{\text{£}} = \rho_{\text{§}}$

$$(2.3.3.3) \quad \frac{1 + r_{\text{£}}}{1 + E\pi_{\text{£}}} = \frac{1 + r_{\text{§}}}{1 + E\pi_{\text{§}}}.$$

Edellinen yhtälö 2.3.3.3 voidaan esittää järjestelemällä termejä

$$(2.3.3.4) \quad \frac{r_{\text{§}} - r_{\text{£}}}{1 + r_{\text{£}}} = \frac{E\pi_{\text{§}} - E\pi_{\text{£}}}{1 + E\pi_{\text{£}}}.$$

Yhdistämällä yhtälöt 2.3.2.2 ja 2.3.3.4 voidaan kirjoittaa

$$(2.3.3.5) \frac{f_{t+1} - s_t}{s_t} = \frac{r_{\$} - r_{\pounds}}{1 + r_{\pounds}}.$$

Koron muutokset vaikuttavat termiinikurssin preemioon/diskonttoon. Yksinkertaisena esimerkkinä Fisher–vaikutuksesta voidaan olettaa toisen maan koron olevan 13.3% ja vastaavasti toisen korko on 8,15%. Odotetut inflaation vastaavasti 10% ja 5%. Tällöin reaalikoroiksi kotimaassa ja ulkomailla muodostuu 3%. Tuloksen saa kun sijoittaa luvut yhtälöihin 2.3.31 ja 2.3.3.2. (Blake 2000)

### 2.3.4 Katettu korkopariteetti

Fisher–vaikutuksen pitäessä paikkansa, on voimassa myös katettu korkopariteetti, tästä eteenpäin CIP(covered interest rate parity). Mikäli markkinoilla ei ole esteitä ja kaupankäyntiä ei ole rajoitettu millään tavalla, pitäisi arbitraasiehdon varmistaa, että kahden samanlaisen arvopaperin (eroavat siinä missä valuutassa ilmaistu) nimelliset tuotot ovat samat jos sijoittaja on suojautunut valuuttariskiltä termiinimarkkinoilla. (Sarno ja Taylor 2005)

CIP:n paikkansa pitävyyttä voi testata tutkimalla eroavatko toteutuneet arvot korkopariteetin määrittämästä merkittävästi. Arvot eroavat merkittävästi mikäli ne eivät sijaitse neutraalilla alueella (neutral band). Neutraalin alueen määrittävät välityskustannukset. Tutkimuksissa on saatu tuloksia joissa erot ovat neutraalilla alueella ja tuloksia joissa ne eivät ole. Tulos saattaa viitata CIP:n paikkansa pitävyyteen keskimäärin, mutta ei aina ja tämä tarkoittaa arbitraasivoittojen mahdollisuutta. CIP saa laajaa tukea empiirisissä kokeissa, etenkin käytettäessä eurooppalaisia korkoja. On kuitenkin huomattava, ettei CIP:n paikkansapitävyys tarkoita markkinoiden tehokkuutta. (Sarno ja Taylor 2005)

### 2.3.5 Kattamaton korkopariteetti

Markkinoiden ollessa tehokkaat, hintojen pitäisi sisältää kaikki markkinoilla oleva informaatio ja spekuloidessa pitäisi olla mahdotonta saavuttaa ylimääräisiä voittoja. Mikäli sijoittajat oletetaan riskineutraaleiksi, valuuttamarkkinoilla pätee kattamaton

korkopariteetti (uncovered interest rate parity, tästä eteenpäin UIP). Siis mikäli PPP ja Fisher–vaikutus ovat voimassa samanaikaisesti, niin on myös UIP. Tämä tarkoittaa, ettei yhden valuutan preferoinnilla siinä uskossa että kyseinen valuutta vahvistuu, voi ansaita ylimääräisiä tuloja. Tämä johtuu siitä, että valuutan vahvistumisen tuomat tulot hävitään vaihtoehtoiskustannuksina, jotka syntyvät maiden välisistä korkoeroista. UIP:n toimivuudesta käytännössä on ristikkäisiä tuloksia ja Mussa (1984) on tutkimuksissaan todennut olevan vaikeaa erottaa nimellisten valuuttakurssien määräytymistä satunnaiskulusta. (Sarno ja Taylor 2005).

## 2.4 Siegelin paradoksi

Valuutat ilmaistaan usein log–muodossa rahamarkkinoita tutkivissa kirjoituksissa, koska halutaan välttää ns. Siegelin paradoksi (Siegel 1972). Tämä tarkoittaa ettei ole olemassa tasapainoa mikäli riskineutraali japanilainen sijoittaja välittää vain jeni voitoista ja riskineutraali USA:lainen välittää vain dollari voitoista (Obstfeld ja Rogoff 1996). Eli sijoittajalla ei voi olla yhtä aikaa harhatonta odotusta tulevaisuuden euroa per dollari kurssista ja dollaria per euro kurssista (Sarno ja Taylor 2005).

Sarno ja Taylor (2005) mallintavat asiaa seuraavasti. Sijoittajalla on ajankohtana  $t$  joukko odotuksia kotimaan valuutan kehityksestä aikaan  $t+k$  mennessä, eli  $S_{t+k}$ . Tämän jakauman keskiarvo on markkinoiden odotus hetkellä  $t$  kotimaan valuutan arvosta hetkellä  $t+k$ , eli  $E_t(S_{t+k})$ . Kuitenkin seuraava asia on huomioitava

$$(2.4.1) \quad 1/E_t(S_{t+k}) \neq E_t(1/S_{t+k}).$$

Tämä on ei-lineaarisiin funktioihin liittyvä Jensenin epäyhtälö. Tämä ongelma pyritään usein välttämään log–muodolla. Siten, sen sijaan että otettaisiin käänteisluku nimellisen valuutan muuttamiseksi, kerrotaan yhtälö miinus yhdellä, jonka jälkeen Jensenin epäyhtälö ei enää päde. Eli

$$(2.4.2) \quad E_t[\log(1/S_{t+k})] = E_t(-\log(S_{t+k}))$$

Tämä voidaan kirjoittaa

$$(2.4.3) E_t(-s_{t+k}) = -E_t(s_{t+k})$$

Yhtälö 2.4.3 voidaan kirjoittaa koska,  $\log S_{t+k} = s_{t+k}$ . Log-muotoa käytetään paljon, koska tulokset eivät tällöin näytä riippuvan siitä mitä valuuttaa on käytetty nimellisenä valuuttana (Obstfeld ja Rogoff 1996). Kuitenkin Sarno ja Taylor (2005) huomauttavat, ettei logaritmisointi vapauta siitä, että sijoittajien tarvitsee kuitenkin muodostaa odotukset lopullisista  $S_{t+k}$  ja  $1/S_{t+k}$  arvoista.

## 2.5 Markkinoiden tehokkuus ja sijoittajien riskineutraalisuus

Lähes kaikissa markkinoiden toimintaa kuvaavissa malleissa on määritelty markkinoiden tehokkuuden aste ja sijoittajien suhtautuminen riskiin. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi (efficient market hypothesis EMH) kuuluu: hinnat heijastavat heti ja täydellisesti kaikkea markkinoilla olevaa informaatiota. Blake (2000) ilmaisee asian niin, että mikäli EMH pitää paikkansa on markkinat koko ajan stokastisessa tasapainossa.

EMH:ta voi selittää fair game-mallilla. Tämä tarkoittaa sitä, ettei ole systemaattista eroa toteutuneen tuoton ja odotetun tuoton välillä, ennen kuin peli on pelattu. (Blake 2000). Matemaattisesti voidaan asia ilmaista

$$(2.5.1) r_{t+1} = E(r_{t+1} | \Omega) + \epsilon_{t+1}.$$

Yhtälössä  $r$  on tuotto arvopaperille,  $E(r_{t+1} | \Omega)$  on odotettu tuotto ja  $\epsilon_{t+1}$  on virhetermi jonka oletetaan olevan ns. valkoista kohinaa. Odotukset sisältävät kaiken saatavilla olevan informaation,  $\Omega$ , hetkellä  $t$ .

Perinteisesti osakemarkkinat on jaettu kolmeen eri tehokkuustasoon – heikot, keskivahvat ja vahvat ehdot täyttävään. Heikoissa ehdoissa hintoihin sisältyy kaikki mennyt informaatio ja hinnat noudattavat satunnaiskulkua. Keskivahvat ehdot olettavat kaiken julkisen informaation sisältyvän hintoihin. Vahvojen ehtojen ollessa voimassa kaikki informaatio sisältyy hintoihin. Vaikka tehokkuusasteet on kehitetty osakemarkkinoita varten voi niitä soveltaa myös valuuttamarkkinoihin. Kuitenkaan

valuuttamarkkinoille ei ole kehitetty samanlaisia yhtenäisiä malleja kuvaamaan kehitystä kuin osakemarkkinoille, joten tehokkuusoletusten soveltaminen ei ole yksinkertaista valuuttamarkkinoilla.

Vaikka valuuttamarkkinoita varten ei ole kehitetty yhtenäistä tehokkuusmallia, niin valuuttamarkkinoiden päivittäinen valtava volyyymi ja markkinoille osallistuvat sadat toimijat varmistavat ettei systemaattisia ansaitsemismahdollisuuksia ole. Lisäksi jokainen markkinoiden peluri koettaa luonnollisesti maksimoida oman tuottonsa. Valuuttamarkkinoilla on voimassa tehokkuuden kriteerit ainakin suurimpien valuuttojen osalta (Solnik 1996). Lienee siis realistista olettaa markkinat ainakin niin tehokkaiksi, etteivät mahdollisuudet arbitraasiin ole kovin pitkäikäisiä. Tässä tutkielmassa ei puututa markkinoiden teoreettiseen tehokkuuden tarkasteluun enempää, vaan oletetaan markkinat sen verran tehokkaiksi ettei systemaattisia ansaintamahdollisuuksia ole.

Riskineutraalisuus on yksinkertaisesti sanottuna sitä, että sijoittaja on indifferentti riskin suhteen. Riskin karttaja taas preferoi riskin välttämistä. Riskineutraalisuus on olennainen oletus kun arvioidaan termiinikurssin harhattomuutta, riskipreemiota ja peso-ongelmaa. Mikäli riskin karttajan halutaan ottavan enemmän riskiä kannettavakseen, hänelle on maksettava riskipreemiota.

### **3 Valuuttakurssien ennustaminen**

Valuuttakurssien ennustaminen on useiden tutkimuksien kohde ja luonnollisesti markkinoilla toimivat pelurit ovat kiinnostuneita ennustamisesta ylittääkseen markkinoiden tuotto-odotukset. Ennustaminen voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: fundamenttiennusteet ja tekninen analyysi. Makrotalousteoriaan ja talouden perustekijöihin pohjautuvat fundamenttianalyysit eivät pysty tutkimuksien mukaan kovinkaan paljon selittämään lyhyen aikavälin muutoksia valuuttakursseissa (Frankel ja Froot 1990). Teknisellä analyysillä taas pystytään melko hyvin ennakoimaan muutoksia lyhyellä aikavälillä (Solnik 1996).

#### **3.1 Ekonometrinen lähestymistapa**

Valuuttojen ennustamisessa fundamentteihin perustuvat ekonometriset mallit koettavat suodattaa menneestä datasta olennaisen tiedon ja laatia tämän tiedon pohjalta ennusteen tulevista valuuttakursseista. Fundamenttiennustamisessa on kaksi lähestymistapaa. Ensimmäinen tapa laskee valuutoille tasapainoarvot ja olettaa valuuttakurssien palaavan lopulta aina näihin arvoihin. Toinen tapa on olettaa valuutat oikein arvostetuiksi ja koettaa ennakoida muuttujista, esim. korot ja rahan määrä, mihin suuntaan valuutan arvo kehittyy seuraavaksi. (Solnik 1996)

Ekonometrisessa ennustamisessa on kaksi haittapuolta. Ensimmäinen ne luottavat tiettyihin muuttujiin, eli esim. korot ja rahan määrä, joita ei ole helppo ennakoida. Toiseksi muuttujien välinen korrelaatio saattaa vaihdella ajan myötä. Tällöin malli ei enää ennusta virheettömästi, vaikka mallin muuttujat olisi mitattu oikein. Yleensäkin tilanteissa joissa rakenteelliset muutokset tapahtuvat lyhyellä periodilla, ei dataa kerry tarpeeksi, jotta ekonometrisista malleista olisi jotakin hyötyä. (Solnik 1996)

Myös spekuloinnin valtava osuus valuuttakaupoissa saattaa vaikuttaa siihen, että fundamenteista selitystä termiiniharhaan hakevat tutkijat eivät pysty harhaa selittämään. Tässä tutkielmassa käsitellyt selitykset termiiniharhalle, odotukset ja peso-ongelma, ovat niitä selityksiä joiden pohjana on agentti joka toimii fundamenttien mukaan. Ehkäpä siksi nämä selitykset tarjoavat vain vähän valoa termiiniharhaan. Mahdollisesti

agentit toimivat heterogeenisesti eli ovat ns. noise tradereita, jotka pohjaavat omat kaupankäyntitapansa esim. tekniseen analyysiin tai johonkin nyrkkisääntöön. Tai ehkä agenteista kukaan ei ole täysin rationaalinen toimija vaan tavat ennustaa muuttuvat aina ajankohtaan sopivaksi, kuten De Grauwe ja Grimaldi (2004) esittävät. Tällöin fundamenttianalyysillä ei ole juurikaan selitysvoimaa.

### **3.2 Tekninen analyysi**

Tekninen analyysi on valuuttakurssien ennustamista joka pohjautuu kokonaan menneeseen hintakehitykseen. Menneestä hintakehityksestä laaditaan taulukoita ja graafisia esityksiä, joiden pohjalta pyritään ennakoimaan milloin pysyvä trendi valuutan hintakehityksessä on alkanut. Tekninen analyysi ei ole puhdasta tiedettä, vaan se perustuu oletukseen toistuvasta käytöksestä agenttien kesken tietyissä tilanteissa markkinoilla. Tämä toistuva käytös johtuu osittain tunnetekijöistä ja toisaalta lait, säädökset ja keskuspankin interventiot tuovat järjestyksenmukaisuutta markkinoiden käytökseen. (Solnik 1996)

Teknisestä analyysistä voidaan erottaa kolme yleisintä metodologiaa. Ensimmäinen on liikkuvan keskiarvon mallin jossa osto- ja myyntikehotukset syntyvät kun lyhyen aikavälin trendi leikkaa pitkän aikavälin trendin. Malli perustuu sille, että pitkän ajan keskiarvo on jäljessä lyhyen ajan keskiarvoa, koska pitkän ajan keskiarvo antaa vähemmän painoa viimeisimmille tapahtumille kuin mitä lyhyen aikavälin keskiarvo antaa. Jos lyhyen aikavälin keskiarvo on pitkän aikavälin keskiarvon alla, niin ostosignaali syntyy kun lyhyen aikavälin keskiarvo nousee pitkän aikavälin keskiarvon yli. (Solnik 1996)

Toinen malli on filtrimalli, jossa ostokehotus syntyy kun valuuttakurssi vahvistuu X %, eli filttrin verran, yli viimeisimmän kurssinotkahduksen. Myyntisignaali taas syntyy kun kurssi heikkenee filttrin verran viimeisimmästä huipusta. Kolmas tapa on momenttimalli joka perustuu valuutan kurssimuutosten nopeuteen – ostosignaali syntyy valuutan vahvistuessa tiettyä vauhtia nopeammin. (Solnik 1996)



### 3.3 Markkinoiden maksuttomat ennusteet

Vaihtoehtona analyytikkojen laatimille usein monimutkaisille ja työläille ennusteille markkinat tarjoavat kaikille maksuttomia ennusteita tulevasta valuuttakurssista. Ensinnäkin on termiinikurssi. Toinen ilmainen tapa on tietenkin olettaa valuuttakurssien noudattavan satunnaiskulkua, jolloin ennustamisesta ei ole hyötyä. Kolmas ennuste tulevasta spot-kurssista on olettaa se samaksi kuin nykyinen spot-kurssi. Neljäs tapa on uskoa UIP:n toimivan markkinoilla.

Terminikurssi ei kuitenkaan valitettavasti ole harhaton estimaatti tulevasta spot-kurssista, tämän ovat useat tutkimukset todenneet ja näitä tutkimuksia myös käydään läpi tässä tutkielmassa. Koska valuuttamarkkinat ovat näin valtavat ja likvidit, voisi olettaa markkinoiden olevan kykeneviä laatimaan myös tehokkaita ennusteita valuuttojen tulevasta hinnoista. Eli kilpailun ollessa äärimmäisen kovaa voisi olettaa valuuttakurssien vastaavan markkinoiden todellisia odotuksia tulevaisuudesta, eikä systemaattisille virheille olisi sijaa. Systemaattiset virheet tarjoaisivat mahdollisuuden ylimääräisiin voittoihin ja tällaiset tilaisuudet pelattaisiin hetkessä tyhjiksi. Siksi termiinikurssin olettaisi tarjoavan tehokkaan arvion tulevasta.

Miten huonoja ilmaiset ennusteet sitten ovat? Burda ja Wyplosz (1997) esittävät tarkastelun, jossa verrattiin yhdeksän eri valuutan toteutuneen spot-kurssin eroa UIP:hen, termiinikurssiin ja oletukseen spot-kurssin muuttumattomuudesta. Taulukon arvot ovat toteutuneen ja ennustetun spot-kurssin erotuksen neliöitä. Tulokset esitetään taulukossa 1. Vahvennetut luvut esittävät kyseisen valuutan ja maturiteetin pienintä arvoa eli parasta veikkausta.

Taulukosta 1 nähdään, ettei termiinikurssi tarjoaa hyvää ennustetta tulevasta spot-kurssista, ainakaan verrattuna markkinoiden muihin maksuttomiin ennusteisiin. Termiinikurssi pärjää paremmin vertailussa maksullisia ennusteita kohtaan. Burda ja Wyplosz (1997) esittävät tarkastelun, jossa termiinikurssia verrattiin fundamentteihin perustuviin ennusteisiin. Tarkastelussa yhden kuukauden kurssia ennustettaessa fundamenttiennuste oli parempi kuin termiinikurssi vain 9,5% tapauksista. Vastaavat luvut kolmen, kuuden ja yhdeksän kuukauden ennusteiden osalta olivat 14,7%, 24,2% ja

30,5%. Tarkastelusta nähdään, että horisontin kasvaessa myös fundamenttiennusteet tulevat tarkemmiksi.

Taulukko 1 Maksuttomien ennusteiden ennustuskyky (Burda ja Wyplosz 1997)

Maa	Maturiteetti kk	UIP	Terminikurssi	Spot-kurssi
Kanada	1	0,380	0,385	<b>0,365</b>
	3	1,486	1,517	<b>1,463</b>
	6	<b>3,179</b>	3,291	3,243
UK	1	4,144	4,052	<b>3,982</b>
	3	15,929	15,983	<b>15,065</b>
	6	<b>29,779</b>	33,783	32,039
Belgia	1	4,406	4,434	<b>4,110</b>
	3	18,064	17,935	<b>16,714</b>
	6	36,087	38,525	<b>34,093</b>
Ranska	1	6,277	5,881	<b>5,460</b>
	3	22,803	22,280	<b>21,493</b>
	6	53,525	54,189	<b>50,555</b>
Saksa	1	<b>5,590</b>	5,636	5,687
	3	<b>23,550</b>	23,737	24,501
	6	<b>45,158</b>	45,415	49,972
Italia	1	2,094	2,241	<b>2,067</b>
	3	8,557	8,395	<b>7,408</b>
	6	12,909	13,907	<b>12,110</b>
Hollanti	1	<b>4,481</b>	4,554	4,545
	3	<b>15,282</b>	15,385	16,135
	6	<b>28,728</b>	32,717	31,768
Sveitsi	1	<b>5,448</b>	5,469	5,458
	3	<b>20,864</b>	21,057	20,952
	6	<b>45,881</b>	46,347	47,819
Japani	1	<b>5,623</b>	5,671	5,704
	3	<b>23,605</b>	23,788	24,500
	6	46,687	<b>45,892</b>	49,947

### 3.4 Termiiniharha

Valuuttakurssien ennustamisesta ja termiinikurssin kyvystä ennustaa on varmasti tehty satoja tutkimuksia. Kuitenkin johtuen valuuttakurssien volatiilisuudesta on ennakointi lähes mahdotonta ja monet tutkimuksista (Engel 1995, Hodrick 1987) päätyvät selvään tulokseen ettei termiinikurssi ole tulevan spot-kurssiin harhaton estimaatti. Engel (1995) luettelee neljä pääsuuntaa kirjallisuudessa joilla pyritään selittämään termiinikurssiin liittyvää harhaa.

1. Laajennettu riskipremio analyysi.
2. Peso-ongelma.
3. Tutkimukset vaihtokursseihin liittyvistä odotuksista ja ovatko nämä odotukset rationaalisia.
4. Markkinoiden tehottomuus

Tutkielmassa tarkastellaan Engelin (1995) listaamista syistä kohtia yksi ja kaksi. Kohtaa kaksi kuitenkin laajennetaan käsittämään myös markkinakuplat ja oppiminen ja käsitellään ne kaikki otsikon odotukset alla. Engelin (1995) esittämät neljän syyn lisäksi voidaan esittää vielä viides keskeinen tekijä, endogeeninen rahapolitiikka. Endogeenisen rahapolitiikan syynä tutkimustuloksille, joissa  $\beta$  sai negatiivisia arvoja, esitti ensimmäisenä McCallum (1994).

Idea, miksi rahapolitiikka olisi yksi syy termiiniharhaan, on yksinkertainen. Niin koti- kuin ulkomaisilla poliittisilla tahoilla on intressi estää nopeita muutoksia kotimaansa valuutan arvossa. Kun tällaisia nopeita muutoksia odotetaan, toimivat rahapolitiikan päättäjät niin, että rahapolitiikkaa supistetaan tai laajennetaan tarpeen mukaan omien tavoitteiden saavuttamiseksi. Tällaiset toimet maan edun nimissä saattavat olla erilaisia kuin mitä taloudelliset fundamentit tai talousteoriat olettavat. Pääasiallinen työkalu, jolla tällaista rahapolitiikkaa hoidetaan on lyhyen ajan korko (USA:ssa federal funds rate). Täten esim. ekspansiivinen rahapolitiikka saa kotimaan koron,  $r$ , laskemaan, ja siten myös suhde koti- ja ulkomaan koron välillä,  $r-r^*$ , laskee. Tilanne muuttuu verrattuna tilanteeseen, jossa rahapolitiikalla ei oltu puututtu markkinoiden kehitykseen. Rahapolitiikalla pyritään myös tasoittamaan korkomuutoksia, jotta kotimaan korko ei ajaudu liian kauaksi lähimenneisyyden arvostaan. Tutkimuksissa endogeenisella rahapolitiikalle pystytään selittämään  $\beta = -3$  arvot. (McCallum 1994)

## 4 Odotukset

Yleisesti odotukset vaikuttavat valuuttojen ja muiden arvopapereiden hintoihin, samalla tavalla kuin fundamentit niiden taustalla. Poliittiset, taloudelliset ja sosiaaliset olot ovat tekijöitä joiden mahdollinen muuttuminen saa ihmiset arvioimaan uudelleen markkinahintoja, vaikka fundamenttien vastaisesti. Nämä muutokset regiimissä ovat keskeisesti esillä peso-ongelman ja oppimisen yhteydessä tässä luvussa. Aluksi käsitellään kuitenkin markkinakupla-ilmiö, sen jälkeen oppiminen, jota seuraa peso-ongelman tarkastelu .

### 4.1 Markkinakuplat

Markkina- tai spekulatiokupla on tilanne jolloin valuutan kova kysyntä ajaa valuutan hintaa aina vain kauemmaksi fundamenttien mukaisesta tasapainoarvosta. Tämä valuutan ylihinnoittelu ei estä spekulioijia ja sijoittajia, vaikka heidät oletetaan rationaalisiksi, ostamasta aina vain lisää valuuttaa koska valuutan vahvistumisen uskotaan jatkuvan.

Valuuttamarkkinoiden häiriötä tutkivassa kirjallisuudessa usein nostetaan esimerkiksi markkinakuplasta dollarin hintakehitys kesäkuun 1984 ja helmikuun 1985 välillä. Tuolla aikavälillä dollari vahvistui 20%, vaikka reaalikorko oli jo alkanut laskemaan. Lisäksi muut Yhdysvaltojen talouden makromuuttujat, rahan määrän kasvu, talouskasvu ja kauppavaje, ennakoivat tuolloin dollarin halpenemista. Kaikkiaan ei ole realistista uskoa 20% kasvua USA:n tuotteiden kysynnässä tuona aikana ja vastaavan suuruista laskua helmikuuta 1985 seuranneena yhdeksänä kuukautena. Nämä ovat syitä siihen miksi tuona aikana katsottiin dollarin hinnassa olevan kupla. Fundamentit eivät tukeneet hintakehitystä, vaan hintaa nosti markkinoilla toimivien agenttien itseään vahvistava usko dollarin kurssinousun jatkumisesta. (Frankel ja Froot 1990)

Kuplateorian mukaan valuutta voi kokea pitkiäkin ali- tai yliarvostuksen jaksoja, jolloin hinta määräytyy tekijöiden mukaan joilla ei ole yhteyttä fundamentteihin. Jos kuplat ovat rationaalisia niihin ei liity selviä ansaintamahdollisuuksia, vaan agentit ovat käyttäneet hyväksi kaiken olennaisen tiedon. (Sill 2000)

Valuutan arvo voidaan esittää seuraavasti. Valuutan nykyinen arvo,  $s_t$ , riippuu talouden tämän hetken fundamenteista  $v_t$  ja lisäksi odotetusta seuraavan periodin spot-kurssista,  $Es_{t+1}$ , kerrottuna diskonttaustekijällä  $\lambda$ , eli

$$(4.1.1) s_t = \lambda Es_{t+1} + v_t.$$

Ottamalla mukaan markkinakuplan mahdollisuus voidaan nykyinen spot-kurssi kirjoittaa seuraavalla tavalla.

$$(4.1.2) s_t = \bar{s}_t + B_t.$$

Yhtälössä 4.1.2  $B_t$  on markkinakupla termi ja  $\bar{s}_t$  on fundamenttien mukainen odotettu valuuttakurssi, joka voidaan kirjoittaa  $\bar{s}_t = \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i E_t v_{t+i}$ . Termi  $B_t$  taas noudattaa kaavaa

$$(4.1.3) B_t = \lambda E_t B_{t+1}.$$

Edellisistä yhtälöistä 4.1.2 ja 4.1.3 voimme nähdä spot-kurssin poikkeavan taloudellisten perustetekijöiden olettamasta arvosta,  $\bar{s}_t$ , mikäli markkinat ovat asettaneet markkinakuplalle  $B_t$  diskonttaustekijän jonka arvo poikkeaa nolasta. Eli markkinat poikkeavat fundamentti edellyttämästä tasapainosta, jos markkinat uskovat kuplatermin olevan tärkeä. Markkinoilla toimivat agentit asettavat tietyn todennäköisyyden kuplan jatkumiselle seuraavalla periodilla ja kuplan puhkeamiselle. Todennäköisyysjakauma voidaan esittää seuraavalla tavalla.

$$(4.1.4) B_t = \begin{cases} (\pi\lambda)^{-1} B_{t-1} & \text{todennäköisyydellä } \pi \\ 0 & \text{todennäköisyydellä } 1 - \pi. \end{cases}$$

Mikäli markkinat olettavat kuplan todennäköisyydeksi  $\pi=0$ , ja sijoittamalla  $B_t=0$  yhtälöön 4.1.2 niin spot-kurssi on rationaalisten oletusten vallitessa  $s_t = \bar{s}_t$ , eli fundamenttiratkaisu. On tärkeä huomata, että kuplaan liittyy epäsymmetrinen todennäköisyysjakauma (asymmetric probability distribution), joka tekee myös

valuuttakurssin liittyvät innovaatiot epäsymmetrisesti jakautuneiksi. Lisäksi markkinakuplasta seuraa, että rationaalisilla odotusvirheillä on vääristynyt jakauma, vaikka odotukset olisivat muodostuneet rationaalisesti. (Sarno ja Taylor 2005)

Markkinakuplien testauksessa on yksi iso ongelma. Testit ovat mallin ja markkinakuplan yhteistestejä. Tutkimuksissa saattaa löytyä todisteita markkinakuplasta vain siksi, että mallin fundamentit ovat väärät. Testeissä markkinakuplien olemassa olo saattaa näyttää ilmeiseltä, vaikka kyseessä olisikin esimerkiksi peso-ongelmasta johtuva vääristymä. Peso-ongelmassahan fundamentit muuttuvat ja hinnat ovat fundamenttien mukaan määräytyvät, mutta markkinakuplassa fundamentit ovat muuttumattomat ja hinnat määräytyvät fundamenteista poiketen. (Sill 2000)

Kirjallisuudessa markkinakuplia on pyritty todentamaan kolmella eri testillä. Nämä kolme lähestymistapaa ovat: ”ylimääräinen volatilisuus”(excess volatility)-testi, spesifikaatio-testi ja ”runs”-testi. Näistä testeistä ”ylimääräinen volatilisuus” käsitellään seuraavaksi Sarnon ja Taylorin (2005) esimerkin mukaan. Aloitetaan kirjoittamalla valuuttakurssin määrittäminen asset market- mallin mukaan:

$$(4.1.5) \bar{s}_t = E_t s_t^*$$

Yhtälössä 4.1.5  $s_t^* = \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i v_{t+i}$ , joka on taso jolle valuuttakurssi asettuisi ja olisi tällöin myös todellinen fundamenttiratkaisu, mikäli agenteilla olisi ”täydellinen ennustuskyky” (perfect foresight). Eli täydellisen ennustuskyvyn vallitessa odotettu fundamenttiratkaisu vastaisi todellista fundamenttiratkaisua. Tästä seuraa

$$(4.1.6) s_t = \bar{s}_t + n_t$$

Yhtälössä  $n_t$  on rationaalinen ennustusvirhe ja se on ainoa tekijä joka erottaa fundamenttiratkaisun ja ”täydellinen ennustuskyky”-ratkaisun toisistaan. Ennustusvirhe voidaan kirjoittaa  $n_t = s_t^* - \bar{s}_t = \sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i v_{t+i} - E_t s_t^*$ . Lisäksi jos oletetaan agenttien muodostavan odotuksensa rationaalisesti, täytyy fundamenttiratkaisun ja ennustusvirheen

täyttää ortogonaalisuusehto, eli niiden kovarianssi on nolla. Tämä voidaan ilmaista seuraavalla tavalla

$$(4.1.7) \text{Var}(s_t^*) = \text{Var}(\bar{s}_t) + \text{Var}(n_t)$$

Edellisestä yhtälöstä 4.1.7 voidaan nähdä fundamenttiratkaisun varianssin olevan joko suurempi tai yhtä suuri kuin odotetun fundamenttiratkaisun, eli

$$(4.1.8) \text{Var}(s_t^*) \geq \text{Var}(\bar{s}_t)$$

Mikäli  $B_t$  on nolla yhtälössä 4.1.2, niin todellinen valuuttakurssi  $s_t$  on fundamenttien odottaman mukainen, ja edellinen 4.1.8 yhtälö on tosi. Rationaalisten kuplien vaikuttaessa valuuttakurssiin, siten ettei se enää vastaa fundamenttien ennustamaa arvoa, ei yhtälö 4.1.8 enää pidä paikkaansa. Tämä kuplan olemassaolo voidaan ilmaista kahdella seuraavalla yhtälöllä.

$$(4.1.9) s_t^* = s_t - B_t + n_t$$

$$(4.1.10) \text{Var}(s_t^*) = \text{Var}(s_t) + \text{Var}(B_t) + \text{Var}(n_t) - 2\text{Cov}(s_t, B_t)$$

Yhtälössä 4.1.10 ”täydellisen ennustuskyvyn”-ratkaisu ei vastaa todellista spot-kurssia  $s_t$ , koska markkinakupla  $B_t$  erottaa nämä arvot toisistaan.  $B_t$ llä on siis nolosta poikkeava arvo. Testattaessa ”ylimääräistä volatiilisuutta” testataan onko toteutunut valuuttakurssi volatiilimpi kuin fundamenttien ehdottama. Mikäli on, pidetään tätä merkinä markkinakuplasta. Yhtälöstä 4.1.10 nähdään, että ilman markkinakuplaa yhtälö vastaa yhtälöä 4.1.7. Sarno ja Taylor (2005) kirjoittavat useista tutkimuksista joissa tällaista ”ylimääräistä volatiilisuutta” on havaittu ja täten voisi päätellä myös markkinakuplien olevan vaikuttamassa valuuttakursseihin. Kuitenkaan nämä testit eivät ole Sarnon ja Taylorin (2005) mukaan kovin luotettavia koska ne perustuvat tiettyyn valuuttakurssimalliin (joka voi olla väärä, aivan kuten Sill (2000) kirjoittaa) ja lisäksi tulokset voivat johtua jostain muusta tekijästä kuin markkinakuplista, esimerkiksi peso-ongelmasta. Muihinkin edellä mainittuihin testausmenetelmiin liittyy samoja ongelmia

kuin ”ylimääräinen volatiilisuus”-testiin. Täten niistä saatuja tuloksia markkinakuplista ei voida pitää kiistattomina. (Sarno ja Taylor 2005).

Sen lisäksi että markkinakuplien testaukseen liittyy ongelmia, liittyy ongelmia myös itse markkinakuplateoriaan. Ensinnäkin voisi miettiä miksi kuplia syntyisi markkinoilla jossa agenteilla on täydellinen ennustuskyky ja markkinat toimivat muutenkin tehokkaasti? Koska jos markkinakuplia tällaisessa tilanteessa esiintyy, tarkoittaa se sitä että niiden oletetaan jatkuvan ikuisesti. Tai mikäli otetaan huomioon mahdollisuus kuplan puhkeamisesta, niitä ei pitäisi syntyä ollenkaan. Toinen näkökanta markkinakupliin liittyviin ongelmiin on markkinoilla toimivien agenttien oletettu heterogeisuus. Mistä johtuu toisten agenttien rationaalisuus ja toisten irrationaalisuus? Onko ihmisluonteita kahta erilaista, joista toisella on kyky tehdä rationaalisia päätöksiä ja toinen luottaa enemmänkin sovittuihin tapoihin toimia. Miksi rationaaliset agentit eivät rahasta markkinakuplalla? Ehkä riskin karttaminen tai markkinoilla olevat rajoitteet estävät tämän. Tai ehkä agentit muuttavat päätössääntöjään ajan myötä ja tilanteeseen sopivaksi. Tällöin markkinakuplan ollessa voimassa rationaaliset fundamentalistit ovat vaihtaneet ennustussääntönsä tekniseen analyysiin, koska se on tuolloin sopivin päätössääntö. Tällaiset ongelmat tekevät malleista, joissa toiset agentit ovat rationaalisia ja toiset eivät, ongelmallisia ja siksi olisi ehkä parempi olettaa kaikille toimijoille rajattu rationaalisuus (boundedly rational). (De Grauwe ja Grimaldi 2004)

## **4.2 Oppiminen**

Koska termiiniharha on yleensä tutkimuksissa samansuuntainen, tarkoittaa tämä ennusteiden jatkuvasti toistavan samaa virhettä, jonka olettaisi korjaantuvan oppimisella (Sill 2000). Vaikka oppimisen voisi olettaa korjaavan termiiniharhan, voi oppiminen olla myös syy siihen. Seuraavaksi tarkastellaan toisena mahdollisena virhe-ennusteita aiheuttavana tekijänä juuri oppimista. Oppimisessa, kuten peso-ongelmassakin, on kyse muutoksesta regiimissä. Kuitenkin peso-ongelmassa regiimin muutosta ennakoidaan, kun taas oppimisessa on kyse sijoittajien totuttautumisesta uuteen regiimiin, eli uusiin fundamentteihin. Tällaisia uusia fundamentteja muuttavia regiimeitä voivat olla esimerkiksi muutos rahapolitiikassa tai verotuksen muutoksen vaikutukset, jolloin muutoksen toteutumista ei varmuudella tiedetä.



Oppimista voi havainnollistaa yksinkertaisella esimerkillä, jossa muutos fundamenteissa tarkoittaisi kiristyvää rahapolitiikkaa ja täten odotettaisiin kotimaisen valuutan vahvistuvan. Merkitään odotettua valuutan arvoa vanhassa regiimissä  $E(s_{t+1} | M_1)$  ja uudessa vastaavasti  $E(s_{t+1} | M_2)$  ja oletetaan  $E(s_{t+1} | M_1) > E(s_{t+1} | M_2)$ . Tulevaisuuden odotettu valuutan arvo on painotettu keskiarvo kahdesta mahdollisesta valuutan arvosta. Merkitään

$$(4.2.1) E_{s_{t+1}} = (1-\lambda) E(s_{t+1} | M_2) + \lambda E(s_{t+1} | M_1)$$

Yhtälössä 4.2.1 symboli  $\lambda$  on markkinoiden arvioima todennäköisyys, että ajankohdassa  $t$  rahapolitiikka perustuu vanhaan regiimiin. (Lewis 1994)

Markkinoiden arvioima todennäköisyys perustuu rationaaliseen oppimiseen ja lisäksi oletetaan, että mikäli muutos regiimissä tapahtui, se tapahtui ajankohtana  $\tau < t$ . Näiden oletusten mukaan agentit päivittävät jatkuvasti arvioimaansa todennäköisyyttä todellisesta regiimistä, käyttäen hyväksi Bayesin lakia

$$(4.2.2) \lambda = \frac{\lambda_{t-1} L(\Delta s_t, \Delta s_{t-1}, \dots, \Delta s_{\tau+1} | M_1)}{(1 - \lambda_{t-1}) L(\Delta s_t, \Delta s_{t-1}, \dots, \Delta s_{\tau+1} | M_2) + \lambda_{t-1} L(\Delta s_t, \Delta s_{t-1}, \dots, \Delta s_{\tau+1} | M_1)}$$

$L(\cdot | M_1)$  on todennäköisyys, että havainto on vanhasta regiimistä ja  $L(\cdot | M_2)$  vastaavasti että havainto on uudesta. Bayesin laissa uuden tiedon saapuessa päivitetään todennäköisyyttä käyttäen vanhaa todennäköisyyttä pohjana uudelle. Mikäli uusi tieto tulee uudesta regiimistä, niin osoittaja pienenee ajan myötä kun uutta tietoa tulee lisää, eli  $\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_t = 0$  (kun  $t \rightarrow \infty$ ). Markkinat siis oppivat uudesta regiimistä. (Sarno ja Taylor 2005, Lewis 1994)

Huomioitava piirre Bayesin laissa on ennustevirheiden ( $E_{s_{t+1}} - s_{t+1}$ ) sarjakorreloituneisuus (with non-zero mean), riippumatta siitä onko muutos tapahtunut. Tämä johtuu agenttien piirteestä liittää todennäköisyys molempiin regiimien voimassa oloon, vaikka tosiasiallisesti vain toinen on voimassa. (Sarno ja Taylor 2005)

Tilanne jossa regiimi on tosiasiaa vaihtunut uudeksi ( $M_2$ ) ajankohtana  $\tau < t$ , tulee todennäköisyyskertoimesta lopulta nolla kun markkinat oppivat tarpeeksi, eli  $\lambda=0$ . Kun muutos on tapahtunut, niin markkinoiden ennustevirhe voidaan laskea toteutuneen ( $s_{t+1}(M_2)$ ) ja odotetun ( $E_t(s_{t+1})$ ) valuuttakurssin erotuksena. Odotettu valuuttakurssi on vanhan ja uuden regiimin odottaman valuuttakurssin painotettu keskiarvo. Merkitään

$$(4.2.3) \quad s_{t+1}(M_2) - E_t s_{t+1} = [s_{t+1}(M_2) - E_t(s_{t+1} | M_2)] - \lambda [E_t(s_{t+1} | M_1) - E_t(s_{t+1} | M_2)] = \eta_{t+1} - \lambda \nabla s_{t+1} = \eta_{t+1} - \lambda [E_t(s_{t+1} | M_1) - E_t(s_{t+1} | M_2)]$$

Yhtälössä 4.2.3  $\lambda$  saadaan Bayesin laista ja  $\eta_{t+1}$  on ennustevirhe rationaalisten odotusten vallitessa. Rationaalinen ennustevirhe,  $\eta_{t+1}$ , esiintyy mikäli agentit tietävät varmuudella muutoksen tapahtuneen. Termi  $\nabla s_{t+1} = [E_t(s_{t+1} | M_1) - E_t(s_{t+1} | M_2)]$ , on erotus odotetussa valuutan arvossa eri regiimeissä. Niin kauan kun vanhan regiimin olemassaoloon liittyy nollasta poikkeava todennäköisyys, ovat ennustevirheet harhaisia. Mikäli oletetaan  $E_t(s_{t+1} | M_2) < E_t(s_{t+1} | M_1)$ , niin silloin  $\nabla s > 0$ . Tämä johtuu siitä, että niin kauan kun markkinat eivät ole varmoja regiimin vaihtumisesta, liittyy vanhaan regiimin nollasta poikkeava todennäköisyys. Markkinat kuitenkin odottavat valuutan olevan heikompi tässä regiimissä ja siksi valuutan vahvuus systemaattisesti ”yllättää” markkinat. Ajan myötä kuitenkin  $\lambda \rightarrow 0$  ja keskimääräiset ylimääräiset (mean excess return, er) tuotot tulevat nollassi. Keskimääräiset ylimääräiset tuotot voidaan esittää seuraavasti

$$(4.2.4) \quad \text{Mean}(er_t) = \frac{\sum_{t=1}^T (s_{t+1} - E_t s_{t+1})}{T}$$

Otoksen koko on T ja riskipremio on oletettu nollassi. (Lewis 1994, Sarno ja Taylor 2005)

Miten oppiminen vaikuttaa termiinipremioon  $\beta$  (regressio  $s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(f_t - s_t) + u_{t+1}$ )? Mikäli edelleen oletetaan riskipremio nollassi, termiinipremion kertoimeksi tulee  $\beta = 1 - \beta_{re}$ , missä jälkimmäinen termi voidaan kirjoittaa

$$(4.2.5) \beta_{re} = -\frac{Cov(\eta_{t+1}, f_t - s_t)}{Var(f_t - s_t)} = -\frac{Cov(\eta_{t+1}, E_t s_{t+1} - s_t)}{Var(E_t s_{t+1} - s_t)}$$

Kun otoskoko kasvaa, lähestyy  $\beta_{re}$  nollaa, mutta kovarianssi ennustevirheen ja termiinipremion välillä voi olla negatiivinen jos markkinat arvioivat vanhan regiimin riittävän todennäköiseksi. Tämä voidaan osoittaa olettamalla regiimien ennustukset korreloimattomiksi. Tällaisessa tapauksessa yhtälön 4.2.5 osoittaja on

$$(4.2.6) Cov(\eta_{t+1}, E_t \Delta s_{t+1}) = \lambda[(1-\lambda)Var(E_t \Delta s_{t+1}(M_2)) - \lambda Var(E_t \Delta s_{t+1}(M_1))]$$

Kovarianssi on siis negatiivinen kun vanhan regiimin todennäköisyydellä painotettu valuuttakurssin varianssi on suurempi kuin vastaava uudessa regiimissä. Luonnollisesti  $\lambda$ :n ollessa nolla, myös kovarianssi on nolla. Mikäli varianssit ovat samat kummassakin regiimissä voidaan kirjoittaa:

$$(4.2.7) Cov(\eta_{t+1}, E_t \Delta s_{t+1}) = \lambda(1-2\lambda) Var(E_t \Delta s_{t+1}(i)), i = M_1, M_2$$

Tässä tapauksessa kovarianssi on negatiivinen, mikäli vanhan regiimin todennäköisyys ylittää 0,5. Tällöin  $\beta_{re} > 0$  ja  $\beta < 1$ . Tulos on seurausta siitä, että markkinat odottavat heikompaa kotimaan valuuttaa kun realisoituu ex post. Termiinipremio riippuu odotetusta muutoksesta valuutan kurssissa ja tähän puolestaan vaikuttaa eri regiimeihin liittyvät todennäköisyydet. Tässä oletetaan vanhassa regiimissä valuutan arvon alenevan. Koska todellinen tilanne on uusi regiimi,  $M_2$ , niin ennustevirheet heijastavat kotimaan valuutan vahvistumista. Tästä seuraa negatiivinen kovarianssi ennustevirheen ja termiinipremion välille, kun markkinat arvioivat vanhan regiimin todennäköisyyden korkeaksi. Kovarianssi menee nolaksi, kun markkinat eivät enää usko vanhan regiimin olemassaoloon. (Lewis 1994)

Lewis (1989) tutki oppimista aineistolla joka oli kerätty Yhdysvalloista 1980-luvun alussa. Tuolloin USA:ssa rahapolitiikkaa kiristettiin. Tutkimuksessa pystyttiin selittämään oppimisella noin puolet ylimääräisistä tuotoista. Tuolloin keskimääräinen ylimääräinen tuotto avoimen dollariposition pitämisestä oli merkittävästi suurempi kuin keskimäärin tutkimuksen kohteena olleella periodilla. Toisaalta Lewis(1994) toteaa,

ettei tutkimuksen löytöä voida pelkästään selittää oppimisella. Lewisin (1989) tutkimuksessa  $\beta$ :n pitäisi lähestyä ykköstä 1980-luvun loppua kohti, mikäli 1980-luvun alussa tapahtui muutos josta markkinoiden pitäisi oppia. Kuitenkin  $\beta$  on 1970-luvulla Lewisin (1989) tutkimuksessa lähellä ykköstä ja 1980-luvun lopulla se oli lähellä miinusykköstä. Myös Sarnon ja Taylorin (2005) mukaan oppimisselitys ei yksinään käy selitykseksi termiinien kurssiin liittyviin ongelmiin, jos termiinkurssiin liittyvät harhat ovat pitkäikäisiä. Tämä voidaan päätellä siitä, etteivät agentit voi ikuisesti oppia yhdestä muutoksesta. Kuitenkin Lewisin (1989) tutkimuksessa ylimääräiset tuotot mahdollistavat termiiniharhat olivat pitkäikäisiä.

Tietenkin on mahdollista, että agentit oppivat eri muutoksesta 1980-luvun lopulla. Eli mikäli agentit uskoivat muutoksen johtavan uusiin muutoksiin, täytyi heidän ottaa laskelmiinsa mukaan myös tulevaisuuden mahdolliset muutokset. Tilanteesta, jossa rationaaliset agentit ottavat huomioon laskelmissaan tulevaisuuden mahdolliset siirtymät regiimesissä, käytetään nimitystä peso-ongelma (Lewis 1994). Seuraavassa kappaleessa käsitellään aihetta.

### **4.3 Peso-ongelma**

Valuuttojen hinnat riippuvat todennäköisistä tapahtumista ja lisäksi tapahtumista joita pidetään epätodennäköisinä, mutta silti mahdollisina. Joskus mahdollisina pidetyt tapahtumat ovat niin erilaisia kuin tämän päivän tila, että tämä mahdollisuus tilojen muuttumisesta saa markkinat näyttämään tehottomilta tai harhaisilta (Sill 2000). Sarno ja Taylor (2005) kirjoittavat muutoksesta regiimissä, jonka voi ymmärtää hallinto- tai valtiopiirin muutoksena. Sill (2000) kirjoittaa laajemmin erilaisista mahdollisista muutoksista, joista yksi on muutos regiimissä. Muista muutoksista Sill (2000) mainitsee esim. taloudellisen taantuman, sodat, kansallistamishankkeet ja poliittisen kaaoksen. Kuitenkin voidaan olettaa kaikkien mainittujen tutkijoiden tarkoittavan suunnilleen samaa asiaa muutoksesta puhuttaessa. Mahdollinen muutos on niin olennainen, että se muuttaa markkinoiden hinnoitteluun vaikuttavia fundamentteja ja siten saattaisi vaikuttaa sijoitusten tai valuuttojen hintoihin. Huomattava on, että tällaisten tapahtumien ennakointi on erittäin hankalaa, ellei mahdotonta käyttäen historiallista dataa. Lisäksi muutosten seurauksia on haasteellista arvioida. Tämä on erittäin hankala

ongelma ekonomisteille joiden mallit pohjaavat aikaisempiin tai ajankohtaisiin talouden tapahtumiin. Eli ellei estimoitu malli ota huomioon näitä mahdollisia tapahtumia, saattaa mallin ennustuskyky olla huono. (Sill 2000)

Tilasta jossa odotukset mahdollisista muutoksista saavat termiinkurssin hinnoittelun vaikuttamaan harhaiselta voidaan käyttää nimitystä peso-ongelma (peso-problem). Peso-ongelma ei kuitenkaan oletta markkinoiden olevan harhaisia tai tehottomia, vaan sillä lähinnä viitataan vaikeuteen tuottaa täsmällisiä ekonometrisia ennusteita jotka pohjaavat historialliseen aineistoon (Sill 2000). Sarno ja Taylor (2005) olettavat peso-ongelmatarkasteluissaan markkinoilla toimijat rationaalisiksi ja että he oppivat välittömästi. Peso-ongelma vaikuttaa aineistoissa samanlaiselta kuin markkinakupla, mutta erona on, että markkinakuplassa hinnat eroavat fundamentaalisista arvoista kun taas peso-ongelmassa odotetaan muutosta fundamentteihin (Sarno ja Taylor 2005).

Sill (2000) arvelee peso-ongelma käsitteen isäksi Milton Friedmania, joka 1970- luvulla esitti ajatuksiaan peson ja Yhdysvaltain dollarin markkinoista. Tuolloin Meksikon peso oli sidottu Yhdysvaltojen dollariin kiinteällä kurssilla ja maiden välillä oli selkeä korkoero. Teoriassa tämä tarkoitti, että sijoittajat pystyivät lainaamaan matalalla korolla Yhdysvalloista dollareita, muuttamaan varat pesoiksi spot-kurssilla ja tallettamaan ne meksikolaiseen pankkiin Yhdysvaltojen vastaavaa korkoa korkeammalla korolla. Kun rahat jälleen muutti dollareiksi spot-kurssilla, jäi sijoittajalle käteen riskitön voitto lainan maksun jälkeen (Sill 2000). Friedman esitti tuolloin tämän epäsymmetrisyyden koroissa johtuvan siitä, että sijoittajat epäilivät peson devalvointia, joten korkeammat Meksikon korot heijastuivat heikompana peson termiinkurssina (Lewis 1994). Toteutunut spot-kurssi oli vahvempi Meksikon pesolle kuin mitä termiinkurssi ennusti ja täten riskiä pelkäämätön sijoittajat olisi pystynyt rahastamaan tällä epäsymmetrialla maiden välisessä korkoerossa.

Nämä sijoittajien odotukset devalvaatiosta selittävät miksi tilanne pysyi tällaisena, muuten korkoeron olisi täytynyt poistua kun sijoittajat olisivat käyttäneet sitä hyväksi. Kun peso päästettiin kellumaan 1976 sen arvo romahti 46%. Joten tuottoero joka vallitsi USA:n ja Meksikon välillä ja joka sai markkinat vaikuttamaan harhaisilta, johtui siitä

että sijoittajat ymmärsivät peson mahdollisen devalvoinnin ja ottivat tämän huomioon laskelmissaan. (Sill 2000)

Sill (2000) esittää myös hallitusten vaihdosten olevan yksi mahdollinen tilanne jolloin peso-ongelmaa voi esiintyä. Tämä johtuu siitä, että erilaisilla hallituksilla on erilaiset taloudelliset ohjelmat ja nämä ohjelmat vaikuttavat erilaisilla talouden käyttäytymiseen. Joten odotukset hallituksen vaihdoksesta vaikuttavat myös odotettuun valuuttakurssiin. Sill (2000) viittaa Engelin ja Hamiltonin (1990), Evansin ja Lewisin (1995) sekä omiin tutkimuksiinsa joissa USA:n dollari verrattuna Saksan markkaan 1970-1980-luvuilla koki kolme nousukautta ja kaksi laskukautta. Nämä ilmeisesti seurasivat vallanvaihdoksia eli muutoksia regiimissä.

Ennusteiden ottaessa huomioon epätavallisten tapahtumien mahdollisuuden tulevaisuudessa vaikuttavat ne harhaisilta kunnes tämä ennakoitu tapahtuma realisoituu. Vaikka ennusteet vaikuttavat vääriltä ja harhaisilta on ne oletettavasti laadittu parhaan teko hetkellä olleen tiedon mukaan. Peso-ongelman yhteydessä juuri tällaiset ”huonosti” ennustavat mallit saattavat olla kuitenkin juuri parhaita malleja. (Sill 2000)

Sill (2000) esittää yksinkertaisen esimerkin peso-ongelmasta. Oletetaan peson maksavan 0,20 dollaria. Markkinat olettavat 95% todennäköisyydellä tilanteen pysyvän tällaisena ja 5% todennäköisyydellä peson laskevan 0,10 dollariin. Tällöin tulevan vaihtokurssin oletetaan olevan  $(0,95 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 0,10 = 0,195)$  0,195 dollaria per peso. Kurssi pysyy tällaisena kunnes peso devalvoituu tai markkinat muuttavat odotuksiaan. Ulkopuoliselle tällainen tilanne saattaa vaikuttaa siltä, että markkinat toistavat koko ajan samaa virhettä eivätkä opi menneistä. Kuitenkin oppimisen pitäisi olla välitöntä peso-ongelman yhteydessä Sarnon ja Taylorin (2005) mukaan.

Valuuttakurssit myös reagoivat uutisiin erilaisilla riippuen siitä missä regiimissä talous kyseisellä hetkellä on, eli peso-ongelman mallinnuksen yhteydessä  $M_1$  ja  $M_2$ . Nämä muutokset saattavat olla hyvin monimutkaisia ja oletusten vastaisia. Mikäli tätä ei oteta huomioon, saattaa ulkopuolinen tarkkailija todeta ekonometrisen mallin olevan väärä kyseisessä tilanteessa. (Sill 2000)

Peso-ongelma voidaan mallintaa seuraavasti. (Sarno ja Taylor 2005)

$$(4.3.1) E_t s_{t+1} = \lambda_t E_t(s_{t+1} | M_2) + (1-\lambda_t) E_t(s_{t+1} | M_1).$$

Yhtälössä 4.3.1  $t$  on aikamuuttuja ja  $s$  on spot-kurssi.  $\lambda$ :llä viitataan todennäköisyyteen, että seuraavalla periodilla tapahtuu muutos regiimissä, jolloin siirrytään tilasta  $M_1$  tilaan  $M_2$ . Ero oppimista kuvaavaan yhtälöön on, että tässä tulos riippuu tulevaisuuden muutoksissa regiimissä. Oppimisen yhteydessä taas kyse oli tapahtuneesta muutoksesta regiimissä ja tämän muutoksen oppimisesta.

Tällöin ennustevirhe on, olettaen ettei regiimissä tapahdu muutosta

$$(4.3.2) s_{t+1}(M_1) - E_t s_{t+1} = [s_{t+1}(M_1) - E_t(s_{t+1} | M_1)] - \lambda_t [E_t(s_{t+1} | M_2) - E_t(s_{t+1} | M_1)] \\ = \eta_{t+1} - \lambda_t [E_t(s_{t+1} | M_2) - E_t(s_{t+1} | M_1)].$$

Yhtälössä 4.3.2 symboli  $\eta_{t+1}$  on rationaalisten odotusten ennustevirhe (rational expectation forecast error). Yhtälöstä näkee, että vaikka todennäköisyys  $\lambda$  olisi pieni, niin suuri muutos regiimissä voi aiheuttaa suuren vääristymän ennusteisiin. Vaikka muutos regiimissä tapahtuisikin, niin silti ennusteissa on vääristymä

$$(4.3.3) s_{t+1}(M_2) - E_t s_{t+1} = [s_{t+1}(M_2) - E_t(s_{t+1} | M_2)] - (1-\lambda_t) [E_t(s_{t+1} | M_2) - E_t(s_{t+1} | M_1)] \\ = \eta_{t+1} - (1-\lambda_t) [E_t(s_{t+1} | M_2) - E_t(s_{t+1} | M_1)].$$

Sarno ja Taylor (2005) huomauttaa, että mikäli oppiminen on välitöntä niin vääristymä ennustevirheen jakaumassa poistuu ajassa  $t+1$  eteenpäin. Tässä mielessä Sarno ja Taylor (2005) pitävät peso-ongelmaa pienotosongelmana. Muutenkaan peso-ongelma termiiniharhan selittäjänä ei ole ongelmaton. Engel (1995) listaa syitä miksi peso-ongelma ei yksinään käy termiiniharhan selittäjäksi. Ensinnäkin rationaalisten sijoittajien odottaessa (mutta muutosta ei todellisuudessa tapahdu) isoa alennusta kotimaan valuutan arvoon  $f_t - s_t$  saattaa olla positiivinen ja  $s_{t+1} - s_t$  negatiivinen. Tämä tilanne ei kuitenkaan tuota negatiivisia  $\beta$ :n arvoja, vaan negatiivisia  $\alpha$ :n arvoja (puhuttaessa regressioyhtälöstä jolla mitataan termiinikurssin harhattomuutta). Negatiivisuus  $\beta$ :ssä edellyttäisi odotetun kurssilaskun olevan suurempi kuin otoksessa

keskimäärin (eli  $f_t - s_t$  on suurempi kuin otoskeskiarvo), ja tällöin todellinen arvon vahvistuminen on suurempi kuin otoksessa ( $s_{t+1} - s_t$  on negatiivisempi kuin otoskeskiarvo). Toiseksi lähes kaikissa tutkimuksissa termiinalennus vaihtaa etumerkkiä. Eli mikäli peso-ongelma selittää  $\beta$ :n negatiivisia arvoja, sen täytyisi myös pystyä selittämään nämä merkin vaihtelut. Kolmanneksi Engel (1995) esittää saman ongelman kuin Sarno ja Taylor (2005) eli negatiivisuus  $\beta$ :n arvoissa on yleinen havainto tutkimuksissa eri valuutoille ja eri ajanjaksoille, eikä markkinoilla aina voi olla peso-ongelma. Näistä ongelmista huolimatta, Lewis (1994) toteaa peso-ongelman olevan yksi potentiaalinen selitys miksi regressiokertoimet poikkeavat ykkösestä.

## 5 Riskipremio

Tässä tutkielmassa toisena selityksenä termiinikurssin huonolle ennustuskyvylle käsitellään riskipremiota. Yleisesti riskipremion voi käsittää ylimääräisenä korvauksena joka sijoittajalle maksetaan riskillisemmän valuutan hallussapidosta. Kuitenkin Engel (1995) huomauttaa, ettei sijoittajalle pidä tarjota ylimääräistä tuottoa riskipremion muodossa vain siksi, että hän pitää hallussaan ulkomaanvaluutan määräisiä arvopapereita.

Mikäli riskipremiota maksettaisiin esimerkiksi amerikkalaiselle sijoittajalle euromääräisten joukkolainojen hallussapidosta, ylittäisi euromääräisten sijoitusten odotettu tuotto dollarimääräiset, ja eurooppalaiselle sijoittajalle tilanne olisi päinvastainen. Suurin osa riskistä on hajauttavissa, ja siksi sijoittajia ei pidä palkita ylimääräisestä riskinotosta. Riskipremiota pitää maksaa vain, mikäli riskiä ei voi hajauttaa ja mikäli riskipremio riippuu koti- ja ulkomaisten sijoitusten suhteellisesta riskillisyydestä. (Engel 1995)

Amerikkalaiset sijoittajat arvioivat voittojaan dollareissa ja saksalaiset euroissa. Jos amerikkalaisille maksettaisiin riskipremiota saksalaisten joukkolainojen hallussapidosta, tällöin saksalaisten joukkolainojen odotettu tuotto ylittäisi riskittömien amerikkalaisten joukkolainojen tuoton. Tällöin saksalaiset sijoittajat saisivat matalamman odotetun tuoton amerikkalaisista joukkolainoista, kun kotimaansa



riskittömistä joukkolainoista. Riskipreemion pitää siis olla negatiivinen saksalaisille sijoittajille, jos se on positiivinen amerikkalaisille sijoittajille. (Engel 1995)

Mikäli riskipreemion syihin ei puututa, voidaan riskipremio nähdä UIP:n ja CIP:n toisistaan erottavana tekijänä. Pariteetit ovat yhteneviä vain jos sijoittajat ovat riskineutraaleja, mutta koska on todennäköisempää että sijoittajat karttavat riskiä, täytyy UIP:tä muuttaa sallimaan riski. Tässä kappaleessa esitetyissä yhtälöissä 5.1-5.3 käytetään eurooppalaista valuuttakurssin merkitsemistyyliä (eli kotimaan valuutan määrä per yksi yksikkö ulkomaan valuuttaa). Merkitsemistyyli johtuu lähteestä, jossa käytetään vastaavaa tapaa.

UIP voidaan kirjoittaa

$$(5.1) \quad i = i^* + \frac{E_t s_{t+1} - s_t}{s_t}.$$

Yhtälössä 5.1 symboli  $i$  on kotimaan ja  $i^*$  on ulkomaan korkotasoa  $s$  on spot-kurssi ja  $E_t$  viitataan odotuksiin. Edellinen yhtälö 5.1 voidaan kirjoittaa lisäämällä riskipremio

$$(5.2) \quad \Psi_t = \frac{(E_t s_{t+1} - s_t)}{s_t} - (i_t - i_t^*).$$

Symboli  $\Psi$  viittaa riskipremioon, joka voi olla luonnollisesti myös negatiivinen. Riskipremio on siis tekijä, joka on syynä UIP:n paikkansa pitämättömyyteen.

Koska CIP on voimassa aina, elleivät lait rajoita valuuttojen liikkeitä, voidaan korkoero kirjoittaa termiinialennuksena.

$$(5.3) \quad \Psi = \frac{(E_t s_{t+1} - s_t)}{s_t} - \frac{f_t - s_t}{s_t} = \frac{E_t s_{t+1} - f_t}{s_t}.$$

Yhtälössä vasemmalta päin lukien toinen termi on odotettu valuuttakurssin muutos, kolmas maiden välinen korkoero ja neljäs termiiniharha. Riskipreemio on siis harha, joka erottaa termiinkurssin ja odotetun spot–kurssin. (Burda ja Wyplosz 1997)

Burda ja Wyplosz (1997) jatkavat määrittämällä termiinin ennustevirheen joka on ero toteutuneen kurssin ja saman maturiteetin termiinkurssin välillä:

$$\text{Termiinkurssin ennustevirhe} = \frac{s_{t+1} - f_t}{s_t}.$$

Termiinkurssin ennustevirhe on riskipreemion (yhtälö 5.3) ja markkinoiden oman ennustevirheen summa joka voidaan kirjoittaa

$$\text{Termiinkurssin ennustevirhe} = \frac{E_t s_{t+1} - f_t}{s_t} + \frac{s_{t+1} - E_t s_{t+1}}{s_t}.$$

Burda ja Wyplosz (1997) päättävät esityksensä riskipreemiosta toteamalla, että on erittäin vaikeata tietää riskipreemion suuruutta tai etumerkkiä, koska markkinoiden odotukset eivät ole suoraan mitattavissa. Termiinkurssin ennustevirheen ennakoimaton käytös on yksi syy siihen miksi valuuttakursseja on vaikeata ennustaa.

## 5.1 Riskipreemio regressioyhtälössä

Riskipreemiota voidaan mallintaa myös hieman toisella tavalla kuin Burda ja Wyplosz (1997) esittävät. Seuraavassa noudatetaan Engelin (1995) esitystä. Tässä palataan tämän tutkielman yleiseen tapaan esittää valuuttakurssi. Riskipreemio voidaan esittää termiinkurssin ja odotetun spot–kurssin välisenä erona

$$(5.1.1) \quad rp_t^{re} = f_t - E_t s_{t+1}.$$

Termi  $rp$  viittaa riskipreemioon ja yläviite  $re$  rationaalsiin odotuksiin. On hyvä huomata, että  $f_t - E_t s_{t+1}$  on riskipreemio vain jos agenteilla on rationaaliset odotukset.

Eli  $rp_t^{re} = rp_t$  on totta vain jos,  $E_t s_{t+1} = E_t^m s_{t+1}$ . Obstfeld ja Rogoff(1996) esittävät, että

rationaalisten oletusten ollessa voimassa erotuksen odotetun ja toteutuneen valuuttakurssin,  $s_{t+1} - E_t s_{t+1}$  välillä pitää olla korreloimaton kaikkien ajankohdan  $t$  muuttujien kanssa. Jos näin ei ole, ennustuksissa ei käytetä hyväksi kaikkea saatavilla olevaa tietoa. Koska kaikki tieto oletetaan hyväksi käytetyksi, voidaan merkitä  $E_t[(f_t - s_t)(s_{t+1} - E_t s_{t+1})] = 0$ .  $E_t$  on matemaattinen odotusermi, ja riskipreemion yhteydessä se on sama kuin markkinoiden odotusermi,  $E_t^m$ , koska odotukset ovat rationaalisia (Lewis 1994). Mikäli agentit olisivat riskineutraaleita, olisi yhtälön  $E_t[(f_t - s_t)(s_{t+1} - E_t s_{t+1})]$  tulos nolla. Taas jos  $f_t > E_t s_{t+1}$ , sijoittajat joutuvat maksamaan preemion ostaessaan termiinisopimuksen, verrattuna saman maturiteetin odotettuun kurssiin. Edellisestä yhtälöstä 5.1.1 voidaan jatkaa

$$(5.1.2) \quad E_t(s_{t+1}) - s_t = f_t - s_t - rp_t^{re}.$$

Yhtälöstä 5.1.2 edellä voidaan kirjoittaa

$$(5.1.3) \quad \begin{aligned} Cov(f_t - s_t, E_t s_{t+1} - s_t) &= Var(f_t - s_t) - Cov(f_t - s_t, rp_t^{re}) \\ &= Var(f_t - s_t) - Cov(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) - Var(rp_t^{re}). \end{aligned}$$

Termiinikurssi ennustuskykyä arvioitaessa testataan usein regressiosuoran ( $s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(f_t - s_t) + u_{t+1}$ ) kerrointa  $\beta$  ja sitä, onko se yksi (tällöin termiinikurssi olisi tulevan spot-kurssin harhaton estimaatti). Seuraavassa yksinkertainen mallinnus mistä termiiniharhassa on kysymys. Käyttäen hyväksi CIP:iä ja korvaamalla siinä korkoero termiinipreemiolla (tai diskontolla) voidaan kirjoittaa regressioyhtälö (log-muodossa)

$$(5.1.4) \quad s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(f_t - s_t) + u_{t+1}$$

Yhtälössä  $u_{t+1}$  on häiriötermi. Regressiolla pyritään testaamaan onko  $\alpha = 0$  ja  $\beta = 1$  ja virhetermin oletetaan olevan korreloimaton kaiken hetken  $t$  informaation kanssa. Kuitenkin useissa tutkimuksissa on havaittu  $\beta$ :n olevan ennemminkin lähellä  $-1$ :stä kuin edes positiivisia arvoja. Tämä  $\beta$ :n negatiivisuus on juuri keskeinen piirre termiiniharhaa käsittelevissä tutkimuksissa (Sarno 2005).

Engel(1995) esittää regressiokertoimen ominaisuuksista seuraavaa. Mikäli  $\bar{\beta}$  on tarkentuva estimaattori  $\beta$ :lle, voidaan kirjoittaa

$$(5.1.5) \text{plim}(\bar{\beta}) = \beta = \text{Cov}(f_t - s_t, s_{t+1} - s_t) / \text{Var}(f_t - s_t).$$

Odotusten ollessa rationaalisia pätee

$$(5.1.6) s_{t+1} - s_t = E_t s_{t+1} - s_t + \varepsilon_{t+1}.$$

Missä  $E_t$  ehdollinen odotusarvo sisältäen kaiken markkinoilla olevan informaation hetkellä  $t$ . Virhetermi  $\varepsilon$  on autokorreloimaton ja on odotusarvoltaan nolla ( $E\varepsilon=0$ ). Koska kaikki tieto käytetään hyväksi ajankohtana  $t$ , voidaan kirjoittaa (yhtälössä 5.1.7 käytetään hyväksi tätä oletusta)

$$(5.1.7) \text{Cov}(f_t - s_t, s_{t+1} - s_t) = \text{Cov}(f_t - s_t, E_t s_{t+1} - s_t).$$

Yhtälö 5.1.7 edellyttää, että  $\text{Cov}(f_t - s_t, \varepsilon_{t+1}) = 0$ , eli termiinipremio ei korreloi spot-kurssin odotusvirheen kanssa. Tuloksista voidaan päätellä, että  $\beta = 1$ , jos  $f_t = E_t s_{t+1}$ . Tämä tarkoittaa sitä, että termiinikurssi on tulevan spot-kurssin harhaton estimaatti.

Yhtälöstä 5.1.3 esitettyyn kaavaan perustuen voidaan esittää

$$(5.1.8) p \lim(\bar{\beta}) = 1 - \beta_{rp}.$$

Missä

$$(5.1.9) \beta_{rp} = \frac{\text{Cov}(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) + \text{Var}(rp_t^{re})}{\text{Var}(f_t - s_t)}.$$

Estimoitaessa regressioyhtälön kerrointa  $\beta$  on yleinen havainto, että se on pienempi kuin yksi, eli  $\bar{\beta} < 1$ , mikä tarkoittaa  $\beta_{rp} > 0$ . Engel (1995) mainitsee useita tällaisia

tutkimuksia, joissa vain muutamassa estimaatiksi saadaan yli nollan tuloksia, ja missään ei saada yli yhden tuloksia. Tulosten negatiivisuus tarkoittaa, että sijoittaja voi tehdä ennustettavia voittoja lyömällä vetoa termiinkurssia vastaan (Obstfeld ja Rogoff 1996).

Engel (1995) jatkaa riskipreemiosta, että  $\beta_{rp}$  määritelmästä näkee pienten  $\bar{\beta}$  arvojen olevan selitettävissä, mikäli  $\text{Var}(rp_t^{re})$  ovat suuria. Mutta Fama (1984) esittää arvojen  $\beta < 0$  selittämiseen tarvitaan  $\text{Cov}(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) < 0$ , mikäli oletetaan rationaaliset odotukset. Arvosta  $\beta < 0$  voidaan päätellä, että  $\beta_{rp} > 1$ , eli

$$(5.1.10) \text{Var}(f_t - s_t) < \text{Cov}(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) + \text{Var}(rp_t^{re}).$$

Koska kaavan 5.1.2 perusteella

$$(5.1.11) \text{Var}(f_t - s_t) = \text{Var}(rp_t^{re}) + 2\text{Cov}(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) + \text{Var}(E_t s_{t+1} - s_t).$$

$\beta < 0$  edellyttää

$$(5.1.12) \text{Cov}(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) + \text{Var}(E_t s_{t+1} - s_t) < 0.$$

Koska varianssit ovat ei-negatiivisia, yhtälöstä 5.1.12 nähdään, että  $\text{plim}\beta < 0$  edellyttää seuraavien epäyhtälöiden paikkansa pitävyyttä

$$(5.1.13) \text{Cov}(E_t s_{t+1} - s_t, rp_t^{re}) < 0$$

ja

$$(5.1.14) \text{Var}(rp_t^{re}) > \text{Var}(E_t s_{t+1} - s_t).$$

Valuuttakursseihin liittyvien riskipremio-mallien pitäisi olla yhteneviä näiden kahden yhtälön kanssa (5.1.13 ja 5.1.14). (Engel 1995)

Engel (1995) esittää koosteen useista tutkimuksista, joissa termiiniharhaa on tutkittu dollarin ja kahdeksan valuutan vaihtokursseissa yhden kuukauden termiinisopimuksilla. Testattava OLS regressio on  $s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(f_t - s_t) + u_{t+1}$ . Kaikki valuutat on alun perin ilmoitettu brittiläisittäin, mutta muutettu dollarin vaihtokursseiksi. Tuloksissa termiiniharhaa selitetään riskipreemiolla, koska muut vaihtoehdot on rajattu Engelin (1995) tutkimuksen ulkopuolelle. On tietenkin syytä muistaa, että harhaan voisi hakea myös muita syitä. Tutkimuksessa saatiin  $\bar{\beta}$  :lle seuraavat arvot. Suluissa taulukossa on ilmoitettu keskivirheet.

Taulukko 2. Riskipremio termiinikursseissa (Engel 1995)

	Ajanjaksot			
Valuutta	1/1976- 5/1995	9/1977- 6/1990	1/1976- 1/1987	2/1987- 5/1995
\$ per Kanadan dollari	-1,308	-2,059	-1,331	-1,047
	(0,563)	(0,661)	(0,726)	(1,068)
\$ per Ranskan frangi	0,352	-0,205	-0,173	1,942
	(0,670)	(0,810)	(0,779)	(1,346)
\$ per Saksan marka	-0,680	-3,346	-3,636	0,434
	(0,751)	(1,575)	(1,573)	(1,184)
\$ per Italian liira	0,193	-0,409	-0,302	3,221
	(0,475)	(0,702)	(0,496)	(1,458)
\$ per Japanin jeni	-2,398	-3,236	-3,239	-1,244
	(0,889)	(1,180)	(1,226)	(1,831)
\$ per Hollanin guldeni	-1,452	-5,379	-3,083	0,359
	(0,748)	(1,502)	(1,069)	(1,304)
\$ per Sveitsin frangi	-1,338	-3,643	-4,038	-0,684
	(0,714)	(1,158)	(1,271)	(1,471)
\$ per Englannin punta	-1,835	-4,396	-2,350	-0,077
	(0,807)	(1,078)	(0,895)	(1,935)
Suluissa keskivirhe				

Taulukosta 2 nähdään  $\bar{\beta}$ :n olevan merkittävästi ykköstä pienempi kuuden valuutan osalta kahdeksasta koko tarkastellulla ajanjaksolla tammikuu 1976 – toukokuu 1995. McCallumin (1994) tulokset ajanjaksolta syyskuu 1977 – kesäkuu 1990 ovat vieläkin vakuuttavampia, tulos on seitsemän valuutan osalta merkittävästi ykköstä pienempi ja lisäksi kaikki arvot ovat negatiivisia ja pienempiä kuin tarkastelujaksolla tammikuu 1976 – toukokuu 1995. Taulukosta voimme nähdä, että aineiston perusteella termiinikurssi on harhainen estimaatti tulevasta spot–kurssista. (Engel 1995)

Tällainen  $\beta$  kertoimen negatiivisuus on yleinen tulos empiirisissä tutkimuksissa, ja sen vuoksi on hyvä tiedostaa, mitä esim.  $\bar{\beta} = -4$  tarkoittaa. McCallumin (1994) keskiarvo tulos  $\bar{\beta}$ :lle, testatessa dollarin vaihtokurssia jeniä, saksan markkaa ja puntaa ajanjaksolla tammikuu 1978 – kesäkuu 1990, oli juuri  $-4$ . Termiinialennuksen sisältäessä kaiken oleellisen informaation, odotetun ja toteutuneen spot–kurssin  $(E_t s_{t+1} - s_t)$  keskihajonta on neljä kertaa suurempi kuin termiinialennuksen keskihajonta (tulos saadaan ottamalla keskihajonta yhtälön 5.1.4 molemmilta puolin ja sijoittamalla  $\beta = -4$  yhtälöön). Täten esitetyn riskipreemion,  $rp_t^{re}$ , keskihajonta on viisi kertaa termiinialennuksen keskihajonta. Tämä suuri riskipreemion,  $rp_t^{re}$ , varianssi on yksi valuuttojen tutkimisen suurimmista haasteista. (Engel 1995)

Yleisesti voidaan todeta, ettei termiiniharhaan riskipremio ei tarjoa kattavaa selitystä. Engel (1995) kirjoittaa tutkimuksessaan kahdesta pääsyystä tähän. Ensinnäkin tutkimuksissa havaittu varianssi  $E_t s_{t+1} - s_t$  on liian suuri selitettäväksi perinteisillä riskipremio malleilla. Toiseksi termiinialennus  $f_t - s_t$  on liian voimakkaasti negatiivisesti korreloitunut tutkimusten kohteena olleiden valuuttojen liikkeisiin, jotta se olisi tarkentuva näiden mallien kanssa. Tämän takia termiiniharhaan on syytä hakea myös muita mahdollisia selityksiä.

## 5.2 Virhetermin autokorrelaatio riskipreemion indikaattorina

Riskipreemion sisällymistä valuuttakursseihin voi testata myös testillä, joka perustuu yksinkertaiseen regressiomalliin. Seuraavassa esitetty testi perustuu Verbeekin (2004) esittämään menetelmään. Verbeek (2004) testasi riskipreemiota yhden kuukauden termiinimarkkinoilla käyttäen yhden kuukauden dataa. Tällöin havaintoväli vastasi termiinisopimuksen pituutta, eikä ns. overlapping samples-ilmioitä esiinny. Riskipreemiota testattiin vaihtokursseilla USD/€ (ennen laskennallista euroon siirtymistä on käytetty Saksan markan arvoja) ja USD/£. Havainnot on kerätty väliltä tammikuu 1979-joulukuu 2001. Testi perustuu seuraavaan regressioyhtälöön

$$(5.2.1) \quad s_t - f_{t-1} = x_{t-1}\beta + \varepsilon_t,$$

missä

$$(5.2.2) \quad \varepsilon_t = s_t - E_{t-1}s_t.$$

Testattava hypoteesi on

$$H_0 : E_{t-1}s_t = f_{t-1}$$

Hypoteesin testaus voidaan johtaa seuraavasta tuloksesta

$$(5.2.3) \quad E[(s_t - E_{t-1}s_t)x_{t-1}] = 0.$$

Yhtälössä 5.2.3  $x_{t-1}$  on informaatiojoukko, joka ei korreloi tämän joukon muuttujien kanssa. Mikäli  $H_0$  on tosi ja  $x_{t-1}$  tiedetään ajankohtana  $t-1$ , regressiokertoimen pitäisi olla  $\beta=0$ . Tämä tarkoittaisi, ettei riskipreemiota ole.

Autokorrelaatio virhetermissä  $\varepsilon_t$  tarkoittaisi riskipreemion olemassaoloa. Tämä johtuu siitä, että  $s_{t-1} - f_{t-2}$  on havaittavissa hetkellä  $t-1$  ja siksi  $\varepsilon_{t-1}$  on osa informaatiojoukkoa



hetkellä t-1. Yhtälöstä yläpuolelle voidaan päätellä, ettei  $H_0$ :n ollessa totta virhetermissä esiinny autokorrelaatiota. Virhetermin varianssista ei päätellä mitään.

Regressioyhtälö 5.2.1 estimoitiin OLS:llä ottamalla  $x_{t-1} = (1, s_{t-1} - f_{t-1})'$ . Virhetermin autokorrelaatio testattiin Breusch–Godfrey–testillä. Täten voidaan testata myös korkeamman asteen autokorrelaatioita (välillä 1-12).

USD/£ testistä saadut tulokset ovat:

$$s_t - f_{t-1} = -0,0051 + 3,2122(s_{t-1} - f_{t-1}) + e_t, \quad R^2=0,0535$$

$$(-2,162) \quad (3,929)$$

BG(1) = 0,22 ja BG(12) = 10,26.

BG(h) merkitsee Breusch–Godfrey–testi tuloksia, h merkitsee autokorrelaation astetta. Suluissa olevat luvut (-2,162) ja (3,929) ovat t-arvoja. Autokorrelaatio testaus Breusch–Godfrey–testillä tuottaa arvot BG(1) = 0,22 ja BG(12) = 10,26, kriittisten arvojen ollessa 5% tasolla vastaavilla asteilla 3,84 ja 21,0. Näiden lukujen perusteella nollassa nollahypoteesia ei hylätä. Kuitenkin yhteistestin perusteella nollahypoteesi, ei autokorrelaatiota, hylätään. Saaduista tutkimustuloksista voidaan päätellä, milloin Englannin nimellinen korko ylittää USA:n vastaavan niin paljon, että  $s_{t-1} - f_{t-1}$  ylittää 0,16%, on yhtälö  $E_{t-1}s_t - f_{t-1}$  positiivinen. Englantilaisen maahantuojat, jotka haluavat suojautua valuuttakurssiriskiltä USD–kaupoissaan, joutuvat maksamaan riskipreemiota. Kauppiaat USA:ssa taas voivat suojautua valuuttakurssiriskiltä ja rahastaa englantilaisia maahantuojia riskipreemiolla

Testattaessa UDS/€ vaihtokurssia saadaan seuraavanlaiset tulokset:

$$s_t - f_{t-1} = -0,0023 + 0,485(s_{t-1} - f_{t-1}) + e_t, \quad R^2=0,0015$$

$$(0,0031) \quad (0,766)$$

BG(1)=0,12 ja BG(12)=14,12.

USD/€ vaihtokurssille merkkejä riskipreemiosta ei löytynyt. Kumpikaan regressiokerroin ei poikkea nolasta tilastollisesti merkittävästi. Nollahypoteesia ei siis hylätä USD/€vaihtokurssin osalta.

### 5.3 Riskipremio pidemmän maturiteetin sopimuksissa

Termiinisopimuksia on luonnollisesti myös muille maturiteeteille kuin kuukausi, joten riskipreemion testaaminen on aiheellista vastaaville ajanjaksoille. Verbeek (2004) testasi yhden kuukauden lisäksi myös kolmen kuukauden termiinisopimuksia riskipreemion havaitsemiseksi. Kolmen kuukauden aineistolla testi ei ole sama kuin kuukauden aineistolla, koska havaintoväli (kuukausi) ei ole sama kuin datan havaintoväli (kolme kuukautta). Tämä ongelma on nimeltään overlapping samples-ongelma.

Yhden kuukauden esimerkissä virhetermit  $\varepsilon_t$  ja  $\varepsilon_{t-1}$  eivät korreloi, ja kolmen kuukauden aineistolla on oletettavaa, että  $\varepsilon_t$  ja  $\varepsilon_{t-j}$  ( $j = 3,4,5,\dots$ ) eivät korreloi. Sitä vastoin virhetermit  $\varepsilon_t$ ,  $\varepsilon_{t-1}$  ja  $\varepsilon_{t-2}$  ovat luultavasti voimakkaasti autokorreloituneet. Kolmen kuukauden aineistolla voidaan kirjoittaa:

$$(5.3.1) E[(s_t - E_{t-3}s_t)x_{t-3}] = 0.$$

Mikäli valuuttakurssien oletetaan noudattavan satunnaiskulkua ja riskipreemiota ei ole, pätee  $f_{t-3}^3 = E_{t-3}s_t$ . Tästä voidaan päätellä:

$$(5.3.2) \varepsilon_t = s_t - E_{t-3}s_t = \eta_t + \eta_{t-1} + \eta_{t-2}.$$

Yhtälössä 5.3.2 satunnaiskulun tulevia innovaatioita merkitään  $\eta$ . Virhetermi noudattaa liukuvan keskiarvon prosessia muotoa tai järjestystä 2, eli MA(2). Tämä tarkoittaa virhetermin olevan autokorreloitunut viivepituuteen kaksi asti, mutta autokorreloimaton siitä eteenpäin. Testattava yhtälö on samanlainen kuin yhden kuukauden aineistolla, eli

$$(5.3.3) s_t - f_{t-3}^3 = x_{t-3}'\beta + \varepsilon_t.$$

Tavallinen OLS–testi ei kuitenkaan sovellu riskipreemion testaamiseen virhetermin autokorrelaation takia. Tämän ongelman voi ratkaista käyttämällä vain joka kolmatta havaintoa, mutta tämä ei ole hyvä ratkaisu, koska iso osa havainnoista menetetään, ja täten myös mallin voimakkuus heikkenee. Toisena teoreettisena ratkaisuna on käyttää GLS estimointia, mutta se ei ole tässä tapauksessa mahdollinen ratkaisu. Ratkaisuna käytetään Newey-West HAC–keskivirheitä OLS testaamiseen, jossa autokorrelaatiot ovat nolliä tietyn viiveen jälkeen (tässä tapauksessa  $H = 3$ ).

Tulokset ovat USD/£ tapauksessa seuraavat :

$$s_t - f_{t-3}^3 = -0,014 + 3,135(s_{t-3} - f_{t-3}^3) + e_t, \quad R^2 = 0,1146$$

(0,005) (0,663).

Vastaavat tulokset USD/€vaihtokurssista:

$$s_t - f_{t-3}^3 = -0,011 + 0,006(s_{t-3} - f_{t-3}^3) + e_t, \quad R^2 = 0,0000$$

(0,008) (0,523).

Tuloksista tehtävät päätelmät eivät poikkea kuukauden aineistolla tehdyistä. USD/£ vaihtokurssissa kattamaton korkopariteetti ei päde, vaan sijoittajien pitää maksaa riskipreemiota. USD/€aineistosta merkkejä riskipreemiosta ei löytynyt.

## 5.4 Riskipreemion vaikutus valuuttakurssien liikkeisiin

Riskipreemion olemassaolon mallintamiseen ja mittaamiseen ei välttämättä tarvitse käyttää termiinisopimuksia, vaan on myös muita tapoja määritellä valuuttakurssiin liittyvä riski. Panigirtzoglou (2004) on tutkinut riskipreemiota ja sen vaikutusta punnan (sterlingin) valuuttakurssiin suhteessa USA dollariin ja Saksan markkaan 1991 – 2000. Maailmassa, jossa on vain yhden periodin riskittömiä sijoituskohteita, korkoero maiden välillä kompensoituu odotetulla valuutan kurssin alentumisella, eli UIP pätee. Riskillisten sijoituskohteiden ollessa mukana korkeampi riskillinen tuotto kotimaisista arvopapereista kompensoi sijoittajalle kotimaan valuutan arvon odotettua alentumista, vaikka maiden välillä riskitön korko olisi sama. Toisin sanoen samassa valuutassa lasketun tuoton riskillisistä kohteista pitäisi olla sama, kun otetaan huomioon riski. Panigirtzoglou (2004) käyttää tutkimuksessaan markkinoiden tutkimisella saatua riskipreemiota (survey based) ja omaan malliinsa perustuvaa riskipreemiota (implied risk premia).

Tässä tutkielmassa ei käydä läpi Panigirtzogloun (2004) menetelmää, jolla hän johtaa riskipreemion. Panigirtzogloun (2004) perusajatus kuitenkin on johtaa riskipreemio valuuttakurssioptioista. Käyttämällä hyväksi OTC (Over the Counter) valuuttaoptioiden hintojen vaihtelua ja historiallista aineistoa korrelaatioista eri valuuttojen hinnoittelumallien välillä, on mahdollista johtaa markkinoiden hinta riskille ja täten riskipreemio. Tutkimuksessaan Panigirtzoglou (2004) olettaa maailman, jossa on vain kolme valuuttaa, USA:n dollari, Saksan markka ja Englannin punta.

Riskipreemiosta valuuttamarkkinoilla voi esittää pari esimerkkiä. Englantilainen (sterling) ja saksalainen (markka) sijoittaja määrittävät riskillisen arvopaperin hintaa. Oletetaan saksalaisen (markka) sijoittajan vaativan matalampaa riskipreemiota kuin englantilainen (sterling) sijoittaja. Sterling-sijoittajan hinta riskille on siis korkeampi kuin markka-sijoittajan. Lisäksi oletetaan maiden välisen valuuttakurssin pysyvän samana. Tilanteessa tuoton pitää olla sama riskilliselle arvopaperille riippumatta siitä kummassa valuutassa se mitataan, koska muuten markkinoilla olisi arbitraasin mahdollisuus. Kuitenkin ylimääräinen (excess return) tuotto on korkeampi Englannissa kuin Saksassa, joten Saksan riskittömän koron pitää olla korkeampi kuin vastaavan

koron Englannissa. Aiemmin oletettiin sterling–markka–valuuttakurssin pysyvän samana, mikä tarkoittaa negatiivista ulkomaanvaluutan riskipreemiota sterling-sijoittajan näkökulmasta. Tämä on esimerkin ydin – mikäli sterling-sijoittaja alkaa karttaa riskiä enemmän kuin aiemmin, laskee ulkomaanvaluutan riskipremio. (Panigirtzoglou 2004)

Toisessa esimerkissä riskipreemiosta oletetaan riskittömän koron olevan sama Englannissa ja Saksassa ja lisäksi maiden välisen tasapainovaluuttakurssin oletetaan pysyvän samana. Oletetaan tässä tilanteessa, että sterling–sijoittajan riskinhinta nousee. Odotettu tuotto riskillisistä kohteista on korkeampi sterling–sijoittajalle kuin markka–sijoittajalle, koska riskitön korko on maiden välillä sama. Jälleen arbitraasin mahdollisuutta ei voi olla, joten sterlingin kurssin odotetaan laskevan enemmän kuin maiden välinen korkoero, joka on tässä oletetussa tapauksessa nolla. Riskipremio on siis negatiivinen sterling–markka–valuuttakurssissa. Sterlingin kurssi nousee hetkellisesti suhteessa Saksan markkaan, jotta se voisi myöhemmin laskea oletetulle tasapainotasolle. Joten riskipreemion lasku sterling-markka-vaihtokurssissa voi selittää vahvistumisen sterlingin spot–kurssissa. (Panigirtzoglou 2004)

Riskipreemion ja valuuttakurssin negatiivinen korrelaatio toteutuu myös käytännössä. Vuoden 1996 jälkeen sterlingin riskipremio suhteessa USA:n dollariin ja Saksan markkaan laski, ja sterlingin kurssi nousi molempia valuuttoja vastaan, aivan kuten voisi olettaa. Tällöin ylimääräinen tuotto, joka vaadittiin sterling–määräisistä riskillisistä arvopapereista, nousi suhteessa enemmän kuin USD– ja DEM–määräisissä arvopapereissa. Tämä näkyi myös pörssien indekseissä Lontoon pörssin huonompana suorituskykyinä verrattuna Saksan ja USA:n pörssiin. Valuuttakurssien liikkeet olivat negatiivisessa suhteessa pörssien liikkeisiin. (Panigirtzoglou 2004)

Edellistä lausuntoa voi selventää esimerkillä. Oletetaan kasvu riskipreemiossa, joka vaaditaan englantilaisilta arvopapereilta. Tämä johtaa englantilaisten arvopapereiden hintojen laskuun esimerkiksi USA:han verrattuna korkeampien odotettujen tuottojen vuoksi. Sterling–sijoittajien riskin hinnan kasvu johtaa riskipreemion laskuun ulkomaisissa valuutoissa. Olettaen sterlingin kurssin pysyvän pitemmällä aikavälillä samalla tasolla, tämä ulkomaisten valuuttojen riskipreemion alentuminen johtaa

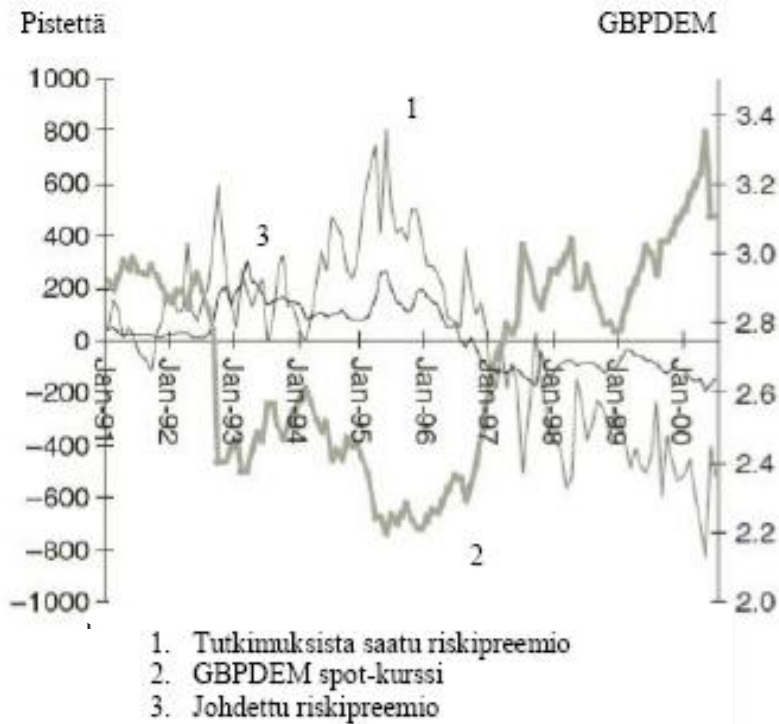
sterling–kurssin vahvistumiseen. Spot–kurssi vahvistuu, jotta se voi myöhemmin heikentyä. Valuuttakurssi ja arvopapereiden hinnat ovat negatiivisessa suhteessa. (Panigirtzoglou 2004)

Spot-kurssin vahvistumiseen saattaa liittyä riskipreemion alentuminen, eli näiden välillä olisi negatiivinen korrelaatio. Tällöin valuuttakurssille on oletettu jokin tasapainotaso, jolle se palaa. Tutkittaessa onko spot–kurssin ja riskipreemion liikkeillä negatiivinen riippuvuus saadaan jonkin verran ristikkäisiä tuloksia. Taulukossa 3 on korrelaatiot valuuttojen ja riskipreemion välillä. Taulukosta 3 ja kuvasta 1 nähdään, että GBPDEM–vaihtokurssi noudattaa tätä negatiivista korrelaatiota suhteessa markkinatutkimuksiin perustuvaan riskipreemioon sekä johdettuun riskipreemioon. GBPUSD–vaihtokurssi on taas lievästi positiivisesti korreloitunut markkinatutkimuksiin perustuvan riskipreemion suhteen ja lievästi negatiivisesti korreloitunut johdetun riskipreemion suhteen, kuten kuvasta 2 ja taulukosta 3 ilmenee. Tämä tarkoittaa, ettei GBPUSD–vaihtokurssin liikkeitä pystytä kovinkaan täsmällisesti selittämään riskipreemion muutoksilla. Markkinoiden tutkimisella saatu riskipreemio saattaisi selittää paremmin, mikäli ei käytettäisi vastausten keskiarvoja, vaan yksittäisten agenttien arvioita. Johdetun riskipreemion huono selityskyky saattaa johtua vääristä oletuksista estimoinnin taustalla. Edeltävien tulosten mukaan on selvää, ettei riskipreemio yksin selitä valuuttakurssien liikkeitä. Varsinkin Yhdysvaltojen dollarin liikkeitä selittää paremmin jokin muu muuttuja. (Panigirtzoglou 2004)

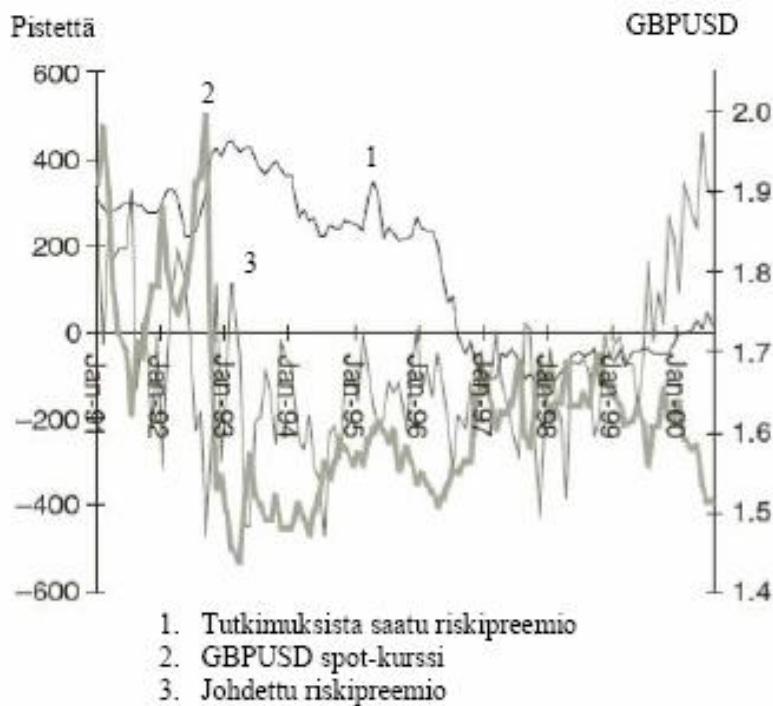
Taulukko 3. Korrelaatiot spot-kurssin ja riskipreemion välillä (Panigirtzoglou 2004)

	GBPUSD	GBPDEM
Tutkimuksista saatu (Survey Based)	0,10	-0,83
Optio hinnoista johdettu riskipreemio	-0,26	-0,74

Kuva 1. Riskipremion ja GBPDEM spot-kurssin korreloituneisuus (Panigirtzoglou 2004)



Kuva 2. Riskipremion ja GBPUSD spot-kurssin korreloituneisuus (Panigirtzoglou 2004)



Riskipreemion löytyminen testeissä ei ole yksiselitteistä, vaikka Verbeekin (2004) ja Panigirtzogloun (2004) tutkimuksissa molemmissa tutkittiin sekä Englannin puntaa että USA:n dollaria. Myös tutkittu aikaväli oli osittain sama. Panigirtzoglou (2004) löysi ristiriitaisia tuloksia GBPUSD-vaihtokurssin riskipreemiosta. Sitä vastoin Verbeek (2004) löysi USDGBP-vaihtokurssista merkkejä riskipreemiosta yhden ja kolmen kuukauden termiinisopimuksissa. Vaikka testeissä kotimaan valuutta on eri (Panigirtzoglounilla punta ja Verbeekillä USA:n dollari), pitäisi tulosten olla yhtenäisemmät, sillä Engelin (1995) mukaan negatiivinen riskipremio toiselle osapuolelle pitää olla positiivinen toiselle. Löydetty riskipremio Verbeekin (2004) esityksessä pitäisi näkyä negatiivisena Panigirtzogloun (2004) tutkimuksessa. Tietenkin tutkimusmenetelmien ja tutkittujen ajanjaksojen poikkeavuus saattavat selittää eroavaisuuksia.



## 6 Päätelmät

Tutkielman tarkoituksena oli hahmottaa miksi markkinoiden maksuttomista ennusteista termiinkurssi soveltuu huonosti tulevan spot-kurssin ennakoimiseen. Eri tutkimuksissa Bretton–Woods-järjestelmän päättymisen jälkeen on termiinkurssin harhaan haettu erilaisia syitä. Riskipremio ja peso-ongelma ovat käsitteitä, joita monissa tutkimuksissa on tarjottu selittämään termiiniharhaa. Tässä tutkielmassa käsiteltiin muutamia tällaisia empiirisiä tutkimuksia ja niiden tuloksia.

Tutkielmassa käsiteltiin valuuttakursseihin ja valuuttamarkkinoihin liittyviä teorioita ja käsitteitä. Näitä tarkastelemalla pyrittiin hahmottamaan miten nämä määrittävät spot- ja termiinkurssia, sekä termiinkurssin ennustuskykyyn liittyviä teoreettisia ongelmia. Tässä tutkielmassa esitetyistä tekijöistä voi korkeintaan hakea viitteitä syihin jotka aiheuttavat toistuvan virheen termiinkurssiin tulevan spot-kurssin ennustajana.

Termiiniharhan syiden aiheuttajina keskityttiin odotuksiin ja riskipremioon. Odotukset kattavat markkinakuplan, oppimisen ja peso-ongelman. Teoreettinen läpikäynti paljasti useita puutteita ja vajeavaisuuksia näissä käsitteissä, jotta ne pystyisivät kattavasti selittämään termiiniharhan. Ensinnäkin ongelmana on termiinkurssin ennustamiseen käytetyllä regressioyhtälöllä ( $s_{t+1} - s_t = \alpha + \beta(f_t - s_t) + u_{t+1}$ ) toistuvasti saavutettava tulos. Tulos säännöllisesti osoittaa regressiokertoimen  $\beta$ :n saavan negatiivisia arvoja. Esitetyillä syillä on vaikeata selittää miksi yleensä on näin.

Markkinakuplan teoreettisiin oletuksiin liittyy myös ongelmia. Markkinakuplan oletetaan olevan rationaalinen ja markkinoilla toimivan kahdenlaisia agenteja — rationaalisia ja irrationaalisia. Teoreettisesti on vaikeata selittää miksi markkinoilla toimijat olisivat jakautuneet tällä lailla kahteen ryhmään.

Myöskään oppiminen ei suoraan käy termiiniharhan selittäjäksi. Ongelmaksi muodostuu havaitut pitkät jaksot, jolloin markkinoilla on hinnoitteluharha. Mikäli markkinoilla tapahtuu muutos, ei ole realistista olettaa agenttien oppivan yhdestä muutoksesta monia vuosia. Siksi oppiminen voi olla yksi selitys termiinkurssiin liittyviin ennustusongelmiin, mutta yksinään se ei tarjoa kattavaa selitystä.

Peso-ongelman yhteydessä on samanlaisia vaikeuksia kuin muidenkin tarjottujen selitysten kanssa. Koska yleinen havainto on termin  $\beta$  negatiivisuus, ei myöskään peso-ongelma pysty selittämään miksi yleensä on näin. Markkinoilla ei aina voi vallita peso-ongelma. Lisäksi peso-ongelma voidaan käsittää pienotosongelmana.

Riskipremio on teoreettisesti huono selittäjä termiiniharhalle. Havaittu varianssi ennakoitun ja toteutuneen kurssin välillä on liian suuri selitettäväksi perinteisillä riskipremio malleilla. Lisäksi termiinalennus on liian voimakkaasti negatiivisesti korreloitunut valuuttojen liikkeiden kanssa. Tutkimuksissa riskipremiosta saadut tulokset ovat keskenään ristiriitaisia, eivätkä ole erikseenkään tarkasteltuina yksiselitteisiä.

Tutkielmassa esitellyt perinteiset selitykset eivät pysty selittämään termiiniharhaa, eli sitä miksi termiinikurssilla ei voida luotettavasti ennustaa tulevaa spot-kurssia. Tulevaisuuden tutkimustyötä voisi suunnata esitettyjen syiden laajempaan ymmärtämiseen ja lisäksi voisi tarkastella muita mahdollisia selityksiä. Myös mikrotalousteoriaperusteiset order flow-teoriat saattavat olla yksi tulevaisuuden tutkimuksen osa-alue joka tuo lisää ymmärrystä termiiniharhaan. Vaikka termiinikurssin ja makrotalousteoriaperusteisten ennustusmallien suorituskyky ei ole luotettava, niin uudet mikrotalousteoriapohjaiset ennustusmallit tarjoavat parempia tuloksia.

## Lähdeluettelo

Blake, D. (2000). *Financial Market Analysis* 2<sup>nd</sup>.ed. John Wiley & Sons, Ltd.

Burda, M.C., Wyplosz, C. (1997). *Macroeconomics: a European Text* 2<sup>nd</sup>.ed. Oxford University Press.

Catterall, R.E., Aldcroft, D.H. (2004). *Exchange Rates and Economic Policy in the 20<sup>th</sup> Century*. Ashgate Publishing Limited.

Clarida, R.H., Taylor, M.P. (1997). The Term Structure of Forward Exchange Premiums and the Forecastability of Spot Exchange Rates: Correcting the Errors. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 79, No. 3 (Aug, 1997), 353-361.

De Grauwe, P. Grimaldi, M. (2004). *Bubbles and Crashes in a Behavioural Finance Model*. Sveriges Riksbank Working Paper Series no. 164.

Engel, C. Hamilton, J. (1990). Long Swings in the Dollar: Are They in the Data and Do the Markets Know It? *American Economic Review*, 80, 689-713.

Engel, C. (1995). The Forward Discount Anomaly and the Risk Premium: a Survey of Recent Evidence. NBER 5312.

Evans, M.D.D, Lewis K. (1992). *Peso Problems and Heterogeneous Trading: Evidence from Excess Returns in Foreign Exchange and Euromarkets*. NBER 4003.

Fama, E. (1984). Forward and Spot exchange rates. *Journal of Monetary Economics* 14, 319-338.

Fankel, J.A. Froot, K. (1990). *Exchange Rate Forecasting Techniques, Survey Data, and Implications for the Foreign Exchange Market*. NBER 3470.

Hansen, B. (1991). Testing for Parameter Instability in Regression with I(1) Processes. Working Paper, University of Rochester.

Hodrick, R.J. (1987). The Empirical Evidence on the Efficiency of Forward and Futures Foreign Exchange Markets. Harwood Academic Publisher GmbH.

Lewis, K.K. (1989). Changing Beliefs and Systematic Rational Forecast errors with evidence from foreign exchange. *American Economic Review*, 79, 621-636.

Lewis, K.K. (1994). Puzzles in International Financial Markets. NBER 4951.

McCallum, B.T. (1994). A Reconsideration of the Uncovered Interest Parity Relationship. *Journal of Monetary Economics* 33, 105-132.

Mussa, M. (1984). The Theory of Exchange Rate Determination. National Bureau of Economic Research Conference Report. University of Chicago Press.

Obstfeld, M., Rogoff K. (1996). *Foundations of International Macroeconomics*. MIT.

Panigirtzoglou, N. (2004). *Implied Foreign Exchange Risk Premia*. Blackwell Publishing, Ltd.

Sarno, L. (2005). *Towards a Solution to the Puzzles in Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?* Finance Group, Warwick Business School, University Of Warwick.

Sarno, L., Taylor M.P. (2005). *The Economics of Exchange Rates*. Cambridge University Press.

Shapiro, A.C. (1992). *Multinational Finance Management* 4<sup>th</sup>. ed. Allyn and Bacon.

Siegel, J.J. (1972). Risk, Interest, and Forward Exchange. *Quarterly Journal of Economics*, 86, pp. 303-309.

Sill, K. (2000). Understanding Asset Values, Stock Prices, Exchange Rates and the “Peso Problem”. Business Review Sep/Oct 2000.

Solnik, B. (1996). International Investments 3<sup>rd</sup>.ed. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

Verbeek, M. (2004). Modern Econometrics 2<sup>nd</sup>.ed. John Wiley & Sons, Ltd.