

**VAASAN YLIOPISTO**  
**KAUPPATIETEELLINEN TIEDEKUNTA**  
**KANSANTALOUSTIETEEN LAITOS**

Ilkka Vaherjoki

**VALUUTTAKURSSIEN ENNUSTETTAVUUS**

Kansantaloustieteen  
pro gradu -tutkielma

**VAASA 2007**

<b>SISÄLLYSLUETTELO</b>	<b>sivu</b>
<b>KUVIOLUETTELO</b>	5
<b>TAULUKKOLUETTELO</b>	5
<b>KAAVALUETTELO</b>	5
<b>TIIVISTELMÄ</b>	7
<b>1. JOHDANTO</b>	9
<b>2. VALUUTTAKURSSITEORIAM</b>	12
2.1. Pariteettiteoria	14
2.1.1. Ostovoimapariteetti	14
2.1.2. Korkopariteetti	16
2.2. Asetti-lähestymistapa	20
2.2.1. Monetäärinen lähestymistapa	20
2.2.2. Portfoliotasapaino	25
2.3. Valuuttamarkkinoiden mikrorakenne	28
2.4. Epälineaarisuus ja valuuttakurssit	30
2.5. Muita määritysmenetelmiä	32
2.6. Satunnaiskulun, uutisten ja odotusten rooli	33
<b>3. VALUUTTAKURSSIEN ENNUSTAMINEN</b>	36
3.1. Aikasarjamallien rakenne	37
3.2. Ennusteiden vertailu	38
<b>4. TUTKIMUKSIA VALUUTTAKURSSIEN ENNUSTAMISESTA</b>	41
4.1. Perustekijöihin perustuvien mallien ennusteet	42
4.2. Epälineaarisuuteen perustuvien mallien tutkimukset	49
4.3. Mikrorakenne ja muut tutkimuskohteet ennustamisessa	50
4.4. Tulosten yhteenveto	53
4.5. Ennusteiden luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä	58
<b>5. JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	60



<b>LÄHDELUETTELO</b>	62
<b>LIITTEET</b>	69
<b>Liite 1: Valuuttojen ISO-standardin mukaiset lyhenteet</b>	69



**KUVIOLUETTELO****sivu**

<b>Kuvio 1:</b> Valuuttakurssin yliampuminen seurauksena rahan tarjonnan laskusta	22
<b>Kuvio 2:</b> Lyhyen aikavälin tasapaino portfoliomallissa	27
<b>Kuvio 3:</b> USD-GBP spotti- ja termiinkurssit	53
<b>Kuvio 4:</b> Valuuttakurssien ennustettavuus eri horisonteilla	57

**TAULUKKOLUETTELO**

<b>Taulukko 1:</b> MSE:n tai sen neliöjuuren arvot verrattuna satunnaiskulkuun	55
<b>Taulukko 2:</b> Valuuttakohtainen vertailu USD:a vastaan	56

**KAAVALUETTELO**

<b>Kaava 1:</b> Ostovoimapariteetin suhteellinen versio	15
<b>Kaava 2:</b> Katettu korkopariteetti	17
<b>Kaava 3:</b> Katettu korkopariteetti regressioanalyysissä	17
<b>Kaava 4:</b> Kattamaton korkopariteetti	17
<b>Kaava 5:</b> Jäykkien hintojen malli	23
<b>Kaava 6:</b> Joustavien hintojen malli	23
<b>Kaava 7:</b> Order flow	29
<b>Kaava 8:</b> Tuottavuuseroihin perustuva malli	32
<b>Kaava 9:</b> AR-malli	37
<b>Kaava 10:</b> VAR-malli	37
<b>Kaava 11:</b> Keskineliövirhe (MSE), keskineliövirheen neliöjuuri (RMSE)	38
<b>Kaava 12:</b> Diebold-Mariano testi	39
<b>Kaava 13:</b> Satunnaiskulku	40
<b>Kaava 14:</b> Meese & Rogoffin (1983) rakenteellinen valuuttakurssimalli	42



---

**VAASAN YLIOPISTO****Kauppätieteellinen tiedekunta**

<b>Tekijä:</b>	Ilkka Vaherjoki	
<b>Tutkielman nimi</b>	Valuuttakurssien ennustettavuus	
<b>Ohjaaja:</b>	Juuso Vataja	
<b>Tutkinto:</b>	Kauppätieteiden maisteri	
<b>Laitos:</b>	Kansantaloustieteen laitos	
<b>Oppiaine:</b>	Kansantaloustiede	
<b>Aloitusvuosi:</b>	2003	
<b>Valmistumisvuosi:</b>	2008	<b>Sivumäärä: 69</b>

---

**TIIVISTELMÄ**

Valuuttakurssin ennusteita tarvitaan taloudellisessa päätöksenteossa. Siten mahdollisimman tarkat valuuttakurssien ennusteet ovat monelle taholle tärkeitä. Tässä tutkielmassa tarkastellaan valuuttakurssien ennusteiden tarkkuutta aikaisempien tutkimusten pohjalta. Tutkielman päätarkoitus on selvittää kuinka tarkasti valuuttakurssien liikkeitä pystytään ennustamaan ja onko tarkkuus korkeampi kuin satunnaiskulkumallilla, mihin ennusteita perinteisesti on verrattu. Näin pyritään selvittämään miten mallin, tekniikan, valuuttaparin tai aikasarjan valinta vaikuttaa tuloksiin.

Talousteoria ei anna täysin selvää vastausta valuuttakurssin muodostumiselle, vaan eri malleja on lukuisia. Tutkielmassa on keskitytty dollarin nimelliskursseihin Ison-Britannian puntaa, Japanin jeniä ja entistä Saksan markkaa vastaan. Ennusteet on kerätty arvostetuissa julkaisuissa esiintyneistä tutkimuksista. Mukana ovat klassiset tutkimukset, mutta painoarvo tutkimusten valinnassa oli uutuudella. Teoriapohja on muodostettu alan oppikirjoista ja julkaisuista. Eri tutkimusten malleja ja niillä saatujen ennusteiden tarkkuutta vertaillaan keskenään. Ennusteiden tarkkuuksia vertaillaan keskineliön virheellä tai sen neliöjuurella.

Pelkkää ennusteiden tarkkuutta vertailtaessa huomattiin, että ennusteet olivat pääsääntöisesti tarkempia kuin satunnaiskulkumallilla saadut. Tarkimpia ennusteita saatiin entisen Saksan markan kohdalla, myös jenillä tulokset olivat hyviä. Ennusteiden tarkkuus hieman laski ennustushorisonin pidetessä. Monetäärisen mallin ennusteet ovat kiistellyt, mutta se toimii osittain hyvin. Parhaimpia tuloksia tunnutaan saavan epälineaarisuuden pohjaavilla malleilla. Tulevaisuudessa olisi hyvä tutkia mikro- ja makrotaloudellisten tekijöiden yhdistelmämallia epälineaarisuudet huomioiden, ja euron kursseja, mistä ei toistaiseksi ole riittävästi dataa saatavilla.

---

**AVAINSANAT:** Valuuttakurssi, ennustettavuus, keskineliövirhe, satunnaiskulku



## 1. JOHDANTO

Valuuttakurssia pidetään yleisesti yhtenä talouden tärkeimmistä hinnoista. Sillä on voimakas yhteys rahapolitiikkaan ja talouselämän päätöksentekoon. Sen tulevaisuuden arvo on useille tahoille tärkeä. Toiset tahot tarvitsevat lyhyen, ja toiset taas pitkän aikavälin valuuttakurssiennusteita. Esimerkiksi sijoittajat hyötyvät hyvistä ennusteista, koska jo lyhyessäkin ajassa voi tehdä suuria voittoja – tai tappioita. Valuuttakurssin merkitys kansantaloudelle on sitä suurempi mitä enemmän se käy ulkomaankauppaa. Suomi vie muita euromaita keskimäärin enemmän euroalueen ulkopuolelle, joten euron kurssi on hyvin tärkeä Suomelle. Tulevaisuuden valuuttakurssi antaa myös viitteitä tulevaisuuden talouden tilasta. Valuuttakurssi vahvistuu, jos talous kasvaa, kunhan inflaatio pysyy samanaikaisesti alhaisena. Valuuttakurssi vaikuttaa lähes kaikkeen taloudelliseen toimintaan joko suoraan tai välillisesti. Siten tarkkojen valuuttakurssiennusteiden merkitystä ei voi missään määrin vähätellä. Valuuttakurssien liikkeitä on pyritty mallintamaan ja ennustamaan jo vuosikymmenten ajan. Erilaisia lähestymistapoja ja metodeja on lukuisia. Siten myös testitulokset ovat hyvin kirjavia. Valuuttakursseihin liittyy lisäksi useita ongelmia ja kiistakysymyksiä, joihin tutkijat ovat yrittäneet löytää ratkaisuja.

Tämä tutkielma pohjautuu valuuttakurssien ennustamisesta tehtyihin tutkimuksiin. Tutkimusten valitsemisessa tärkeimpinä valintakriteereinä olivat uutuus ja esiintyvyys myöhemmissä tutkimuksissa. Tutkimuksissa on lähes poikkeuksetta käytetty dollarin kurssija muita valuuttoja vastaan, joten niihin tässäkin keskitytään. Maailmankaupan kannalta Yhdysvaltain dollari, euro, Japanin jeni, Ison-Britannian punta ja entinen Saksan markka ovat tai ovat olleet merkittävimpiä. Mainitut valuutat ovat tarkastelussa mukana lukuun ottamatta euroa, josta uutuutensa vuoksi ei ole riittävästi ennusteita laadittu. Ennustushorisontteina on käytetty kaikkea kuukauden ja usean vuoden väliltä. Tältä pohjalta pyritään myös selvittämään kuinka tietty valuuttapari tai estimointiperiodi vaikuttaa tuloksiin. Tutkielman päätarkoitus on kuitenkin selvittää kuinka tarkasti valuuttakurssien liikkeitä pystytään ennustamaan ja onko ennustetarkkuus korkeampi kuin satunnaiskulkumallilla. Ennustuskyvyn mittaukset perustuvat keskineliövirheeseen tai sen neliöjuureen. Tarkoitus on myös ottaa huomioon ennusteista saatava hyöty ja pohtia mitkä tekijät vaikuttavat ennusteiden tuloksiin. Tutkielmassa vertaillaan myös mallien ja tekniikoiden keskinäisiä paremmuuksia. Eroja löytyy, mutta ovatko erot tilastollisesti tai taloudellisesti merkittäviä. Aikaisempia tutkimustuloksia verrataan uusiin, sillä valuuttakurssien käyttäytymistä ymmärretään yhä paremmin. Muun muassa epälineaarisuuksien ja valuuttakurssien mikrorakenteen huomioiminen saavat

nykytutkimuksessa paljon huomiota. Mikrorakenne sinänsä ei ole kovin uusi asia, mutta se on saanut yhä enemmän huomiota, sillä useat valuuttakursseihin liittyvät ratkaisemattomat ongelmat liittyvät jollain tapaa juuri makrotaloudellisten tekijöiden toimimattomuuteen. Tuloksilla pyritään laajentamaan ja selkiyttämään kokonaiskuvaa valuuttakurssien ennustamisesta ja tekniikoiden keskinäisestä paremmuudesta ja ristiriitaisuuksista.

Perinteisten makrotaloudellisten muuttujien ja valuuttakurssin välillä on aikaisemmin hyvin yleisesti ajateltu olevan kiinteä lineaarinen yhteys, mikä kuitenkin on usein osoitettu pitämättömäksi. Tämä antaa aiheen epälineaarisuuksien tutkimiselle. Epälineaarisuus esiintyy talousteorioissa, mutta varsinaisissa tutkimuksissa on kuitenkin käytetty enimmäkseen lineaarisia malleja. Samoin perinteisten makrotaloudellisten muuttujien kyvyttömyys selittää valuuttakurssimuutoksia antaa aiheen tutkia valuuttakurssimarkkinoiden mikrorakennetta. Pelkkään mikrorakenteeseen keskittyminen ei riitä, vaan makrotaloudelliset tekijät on myös otettava huomioon. Mikrorakenteen rooli on kuitenkin hyvin olennainen.

Valuuttakurssi voidaan määrittää kahdella eri tavalla. Suomessa valuuttakurssi mittaa kotimaan valuutan arvoa vieraassa valuutassa mitattuna, mutta esimerkiksi Yhdysvalloissa käytetään käänteistä tapaa, eli valuuttakurssi kuvaa vieraan valuutan arvoa kotimaan valuutassa. Tässä tutkielmassa käytetään jälkimmäistä määritelmää, sillä sitä on pääsääntöisesti käytetty tutkimuksissa, joihin tämä tutkielma pohjautuu. Valuuttakursseja ovat muun muassa niin sanottu *päiväkurssi* (spot rate). Tätä sanotaan myös nimelliskurssiksi ja se on kurssi, joka on nähtävillä esimerkiksi päivittäisissä lehdissä. Tässä tutkielmassa on keskitytty ainoastaan nimellisvaluuttakurssin ennusteisiin, sillä se on tärkein valuuttakurssi liike-elämän päätöksenteon kannalta. Muita valuuttakursseja ovat muun muassa *reaalinen valuuttakurssi*, joka ottaa huomioon maiden väliset hintatasot. *Terminikurssilla* tarkoitetaan valuutan arvon kiinnittämistä ennen tulevaisuudessa tapahtuvaa kauppaa. Tätä käytetään valuuttakurssiriskiltä suojautumiseen. Lisäksi on vielä *bilateraalin valuuttakurssi*, joka kuvaa kahden maan välistä valuuttakurssia. *Efektiivinen valuuttakurssi* taas kuvaa usean bilateraalin valuuttakurssin keskimääräistä kehitystä, eli esimerkiksi euron keskimääräistä kehitystä useaa eri valuuttaa vastaan.

Yleinen mielipide viime vuosikymmeninä on ollut, että valuuttakurssien liikkeitä ei voi täysin ennustaa etenkin lyhyellä tähtäimellä. Kansainvälisen rahatalouden perusoppikirjoissakin valuuttakurssien ennustamista pidetään lähes mahdottomana (ks.

Levi 1996: 396–410; Krugman & Obstfeld 2003: 349). Ristiriitaiset tutkimustulokset ja valuuttakurssin määräytymiseen liittyvät ratkaisemattomat seikat antavat aiheen valuuttakurssien tutkimiselle. Valuuttakurssien ennustamisen niin sanotun pioneerityön tekivät Meese & Rogoff (1983) tutkimalla 1970-luvun valuuttakurssimallien ennustuskykyä. Siitä lähtien aihetta on lähestytty monelta eri kantilta ja tuota tutkimusta on siteerattu satoja kertoja tieteellisissä julkaisuissa. Sen tuloksia on pyritty kumoamaan vaihtelevalla menestyksellä. Lähes jokaisessa tutkimuksessa on jokin väittäjä kumottu edellisiin verrattuna. Ristiriitaisia tuloksia löytyy niin pitkän kuin lyhyenkin aikavälin tutkimustuloksista. Uusien mallien ja tekniikoiden käyttö on uudella tavalla vahvistanut pioneerityön tuloksia ja monetääristen perustekijöiden kyvyttömyyttä selittää muutoksia.

Tutkielma rakentuu siten, että valuuttakurssien teoriaosuudella pohjustetaan lukijalle eri valuuttakurssimalleja ja lähestymistapoja valuuttakurssien määrittelyyn sekä valuuttakurssiin vaikuttavia tekijöitä. Erityisesti on keskitytty teorioihin, joita tässä tutkielmassa käsitellyissä tutkimuksissa on käytetty. Keskeinen teoria on ollut niin kutsuttu pariteettiteoria, josta on johdettu useita muita teorioita. Uusimpana paljon huomiota saaneena mainittakoon valuuttakurssien mikrorakenteen tarkastelu. Teoriaosuuden jälkeen on käsitelty hieman taloustieteellistä ennustamista ja esitelty tutkimuksissa käytettyjä malleja. Lopuksi on käsitelty eri tutkimuksia eri lähestymistavoin ja sitten analysoitu niiden tuloksia ja vertailtu keskenään eri malleja, valuuttapareja ja ennustushorisontteja. Viimeiseksi on esitelty johtopäätökset valuuttakurssien ennustettavuudesta ja sen merkityksestä, sekä pohdittu keskeisiä tutkimusaiheita tulevaisuudessa ja tarjoaako jokin malli tai mahdollisesti valuuttapari edes osittaisen ratkaisun aikaisempiin ongelma-kohtiin.

## 2. VALUUTTAKURSSITEORIAM

Vapilla markkinoilla hinta määräytyy markkinatalouden mukaisesti kysynnän ja tarjonnan kautta. Näin määräytyy myös valuuttakurssi kellovillä kurseilla. Mikä tahansa valuutan kysyntää lisäävä tekijä saa aikaan sen arvonnousun ja vastaavasti tarjonnan kasvu alentaa sen arvoa. Täten on tärkeää huomioida kysyntään ja tarjontaan vaikuttavat tekijät. Ne sisältyvät maksutaseeseen. Tietääkseen kansainvälisen kaupan suorituskykynsä ja valuuttavirtansa valtion tulee osata määrittää ja mitata kaikki valuutan kysyntään ja tarjontaan vaikuttavat tekijät. Tämän takia maksutasetta on kätevää pitää valuuttakurssiteorian pohdinnan taustalla. (Levi 1996: 105–106.)

Kellovillä kurseilla keskuspankkien tehtävänä ei ole ulkomaisten valuuttojen ostaminen tai myyminen, vaan niiden arvojen annetaan määräytyä vapaasti markkinoilla kysynnän ja tarjonnan mukaan. Valuuttakurssit eivät olleet täysin kellovia vuonna 1993. Keskuspankkien valuuttainterventioilla yritettiin vakauttaa valuuttakursseja. Tätä aikaa on kutsuttu myöhemmin nimellä hallittu kello (dirty float). Tilanteeseen ajauduttiin, kun yksityiset pääomavirrat kasvoivat voimakkaasti. Siten maan, jonka valuutan arvo laski, oli vaikeaa kasata riittävästi valuuttareservejä pitääkseen valuutan arvon vakaana. (Levi 1996: 115, 219.) Vastaavanlainen järjestelmä oli EMS (European Monetary System), jossa kelloa oli hallittua ja valuuttakurssivaihtelulle oli asetettu tietyt rajat.

Ensimmäinen, niin sanottu keynesiläinen lähestymistapa valuuttakurssien määrittämiseen ja valuuttakurssien liikkeisiin kehitettiin 1900-luvun alkupuoliskolla. Useat tutkijat olivat kehittämissä sitä (ks. Sarno & Taylor 2002: 97). Todellinen kiinnostus itse valuuttakursseja kohtaan alkoi ensimmäisen maailmansodan aikaan, kun kurssit alkoivat vaihdella usean maan luovuttua kultakannasta. On syytä tarkastella hieman valuuttakurssimarkkinoiden kehitystä ja ennusteiden laadinnassa tapahtuneita muutoksia. Vuoteen 1914 asti valuuttakurssit perustuivat kultakantaan. Toisen maailmansodan jälkeen otettiin kiinteät valuuttakurssit käyttöön eli niin kutsuttu Bretton Woods -järjestelmä, jossa valuuttakurssi oli kiinnitetty suhteessa dollariin. Tämä aikakausi päättyi 1970-luvulla. Nykyinen kellovien kurssien järjestelmä otettiin sittemmin käyttöön lähes kaikissa teollisuusmaissa.

Ensimmäisen maailmansodan puhkeamisen jälkeen kultakannan ylläpitäminen tuli mahdottomaksi, kun oli aihetta epäillä valtioiden yrittävän hankkia seignorage-tuottoja devalvaation avulla. Niinpä se hylättiin. Sodan loputtua valtioiden ongelmana oli

valuuttakurssin uudelleen määrittäminen mahdollisimman vähin häiriöin hintoihin ja valtionalouteen. Ennen sotaa vallinneeseen tilanteeseen ei ollut järkeä palata, koska sodan aikana monien valtioiden inflaatio vaihteli paljon. (Rogoff 1996: 648.)

Valuuttakurssien arvovaihtelu on muuttunut voimakkaasti ajan myötä. Kiinteiden kurssien järjestelmässä vaihtelu oli luonnollisesti hyvin heikkoa. Kelluvien kurssien järjestelmään siirryttäessä alkoi voimakas vaihtelu. Trendit seuraavat toisiaan ja muutoksia on vaikea ennustaa. Ennustettavuutta on helpottanut globalisoituminen, kun kaupan esteet ovat vähentyneet. Levi (1996: 15) listaa joitakin syitä lisääntyneelle vaihtelulle. Toiset syyttävät vaihtelua valuuttakurssiregiimin eli -järjestelmän muutoksella, kun taas toiset sanovat, että suurempi merkitys on ollut yllättävillä tapahtumilla, kuten öljyn hinnanmuutoksilla ja kansainvälisillä konflikteilla. Varmaa on Levin mukaan lisääntyneen globalisaation vaikutus, eli raha liikkuu nopeasti ja yleensä sinne, mistä saadaan paras tuotto. Tutkijoidenkaan keskuudessa ei näytä olevan tiedossa täysin selvää syytä lisääntyneelle vaihtelulle. Varmaa kuitenkin on, että valuuttakurssien aaltoliike on voimistunut.

Kansainväliset hyödykemarkkinat ovat talouden integraatiosta huolimatta vielä erittäin segmentoituneet, ja kauppa ei ole kitkatonta, eivätkä ne ole yhtä integroituneet kuin kotimaan markkinat. Kitka saattaa johtua muun muassa seuraavista seikoista: kuljetuskustannukset, uhkaavat tai todelliset tullit, informaatiokustannukset tai työvoiman liikkuvuuden puute. Lukuisten sopeutumiskustannusten vuoksi nimellisvaluuttakurssit voivat heilahdella laajalti aiheuttamatta välitöntä muutosta suhteellisiin kotimaan hintoihin. (Rogoff 1996: 665.)

Valuuttakurssien nykytutkimus painottuu 1990-luvulle. Kuluvan vuosikymmenen ajalta tutkimuksia on suhteessa vähemmän edelliseen verrattuna. Tutkimuksia on kaiken kaikkiaan runsaasti, sillä menetelmiä on tullut lisää ja tulokset ovat hyvin ristiriitaisia. Viimeisimpänä mukaan ovat tulleet mikrorakenteen ja epälineaarisuuksien huomioiminen. Lisääntynyt epävarmuus, yllättävät uutiset ja globalisaation kasvu tekevät tutkimuksesta yhä haasteellisempaa. Viimeinen sana on tutkijoilla sanomatta ja tulee olemaan vielä pitkään.

Talousteorioissa on usein esillä muuttujien välinen epälineaarinen yhteys, mutta talousteorioiden empiirisessä testauksessa ja valuuttakurssitutkimuksessa on kuitenkin keskitytty enimmäkseen lineaaristen mallien testaamiseen. Usein lineaariset mallit kuvaavat muuttujien välisiä suhteita hyvin. Näissä tapauksissa makrotaloudellisten

muuttujien ja valuuttakurssien välillä ajateltiin olevan aina voimassa oleva kiinteä yhteys. (Korhonen 2006: 278.)

## 2.1. Pariteettiteoria

Pariteettiteoriaa voidaan pitää taustana lähes kaikille valuuttakurssin määritelmille. Se sisältää *ostovoimapariteetin* (purchasing power parity, PPP) ja *korkopariteetin* (interest parity, IP). Korkopariteetti on vielä jaettu katettuun (covered interest parity, CIP) ja kattamattomaan korkopariteettiin (uncovered interest parity, UIP). Jokainen kansainvälistä taloutta tutkiva ekonomisti uskoo vahvasti ostovoimapariteetin jonkin muunnoksen pitävyyteen (Dornbusch & Krugman 1976: 540). Klassisen valuuttakurssiteorian, eli niin kutsutun ostovoimapariteettiteorian kehittäjänä mainitaan useimmiten ruotsalainen rahateoreetikko Gustav Cassel. Ostovoimapariteetti perustuu yhden hinnan lakiin eli tehokkailla markkinoilla identtisillä tuotteilla on oltava sama hinta. Korkopariteetin ensimmäisen muodon kehitti John Maynard Keynes vuonna 1923, mutta käsite oli tuttu jo 1800-luvun taloustieteilijöiden, kuten Ricardo, Cournot, Walras ja Goschenin keskuudessa (Levich 2001: 144).

### 2.1.1. Ostovoimapariteetti

Ostovoimapariteetti on hyvin tärkeä teoria kansainvälisessä rahataloudessa. Teoriaa on pidetty perustana tulojen ja menojen kansainväliselle vertailulle, tasapainoilalle, tehokkaalle arbitraasille hyödyke- ja asettimarkkinoilla ja teorialle valuuttakurssin määritelmästä (Xu 2003: 105). Se on siten hyvin käyttökelpoinen eri tilanteissa. Ostovoimapariteetin eri versioita käytetään nykyään hyvin moninaisesti: itsenäistyneen valtion ensimmäisen valuuttakurssin määrittämiseksi, ennustettaessa keski- ja pitkän aikavälin reaalisia valuuttakursseja, hintaerojen sopeuttamiseen ja kansainvälisiin tuloerovertailuihin. Ei ole olemassa oikeaa ostovoimapariteettia, vaan tietty käyttökelpoinen muunnos riippuu aina siitä, mihin sitä sovelletaan. (Rogoff 1996: 649.)

Ostovoimapariteetin suhteellinen versio kuvaa valuuttakurssin ja inflaation pitkän aikavälin yhteyttä. Lyhennettä PPP on käytetty myöhemmin kuvaamaan ostovoimapariteettia termin pituuden vuoksi. Sen odotukset huomioon ottava suhteellinen versio voidaan kirjoittaa Levin (1996: 269) mukaan seuraavasti:

$$(1) \quad \pi_D - \pi_F = S^*$$

Tässä yksinkertaisessa kaavassa  $S^*$  on valuuttakurssin odotettu suhteellinen muutos koti- ja ulkomaan välillä (dollaria/ ulkomaan valuutta) ja  $\pi_F$  kuvaa odotettua inflaatiota ulkomaassa ja  $\pi_D$  kotimaassa (USA).

Ostovoimapariteetin absoluuttisen version mukaan kahden maan hintaindeksit ovat samat kun ne on sopeutettu valuuttakurssiin. Täydellisillä pääomamarkkinoilla ei ole transaktiokustannuksia, eikä veroja ja vallitsee täysi varmuus eli riskejä ei ole. Informaatio on kaikkien saatavilla ja se hyödynnetään täysin, jolloin arbitraasin mahdollisuus katoaa. Arbitraasilla tarkoitetaan voiton hankkimista hintaerojen avulla. Huolimatta täydellisten markkinoiden oletuksesta ostovoimapariteetin absoluuttinen versio ei ole mielekäs taloustieteellisessä päättelyssä, sillä se on virheellinen. Absoluuttinen versio olettaa kahden maan hyödykekorit identtisiksi. Tämä oletus ei ole realistinen, joten absoluuttinen versio on kumottava. (Levich 2001: 113–114.)

Ostovoimapariteetin pitävyyttä on tutkittu ja testattu runsaasti. Froot & Rogoff (1995: 1649) jakavat ostovoimapariteetin testit kolmeen osaan. Ensiksi vanhimmat testit, joissa nollahypoteesi on, että PPP pitää paikkansa. Toiseksi uudemmat teoriat ja aikasarjatestit, joiden nollahypoteesi on että poikkeamat PPP:stä ovat pysyviä. Kolmanneksi yhteisintegroituvuustestit, joissa nollahypoteesi on, että poikkeama mistä tahansa hintojen ja valuuttakurssien lineaarikombinaatiosta on pysyvä.

Levin (1996: 250–252) mukaan syitä poikkeamille PPP:stä ja sen pitämättömyydestä ovat muun muassa tuontitullit ja kuljetuskustannukset. Kuljetuskustannukset selittävät poikkeamia absoluuttisesta muodosta. Tuontikiintiöt sen sijaan selittävät jatkuvaa eroamista PPP:stä. Suljetun sektorin tuotteiden takia poikkeama PPP:stä on mahdollinen, sillä ne sisältyvät hintaindeksiin, mutta eivät ole kansainvälisen kaupankäynnin kohteena. Myös tilastolliset ongelmat ja menetelmän valinta vaikuttavat empiirisiin tuloksiin. PPP:n virheelliseen hylkäämiseen voi vaikuttaa inflaatioeron mittausvirheet. Samanaikainen valuuttakurssin ja inflaation määrittäminen voi johtaa virheisiin, sillä siinä ei oteta huomioon, että ne vaikuttavat toisiinsa ja näin tämä vaikutus jää mittaamatta samanaikaisuuden vuoksi.

Levichin (2001: 132) mukaan empiiristen testien perusteella voidaan sanoa, että PPP on huono kuvaamaan valuuttakursseja lyhyellä aikavälillä. Tämä johtuu valuuttakurssien volatiilisuudesta ja kotimaisesta hintajäykkyudesta. Pitkällä aikavälillä sen sijaan se

näyttää antavan hyviä viitteitä valuuttakurssista. PPP:n määritelmästä seuraa, että reaalin valuuttakurssi kuvaa poikkeamia PPP:stä, sillä reaalin valuuttakurssihan kuvaa nimellisvaluuttakurssia sopeutettuna kansallisella hintatasolla (Taylor, Peel & Sarno 2001: 1015).

Rogoffin (1996) testin mukaan PPP:n poikkeamien puoliintumisaika on kolmesta viiteen vuotta eli poikkeama pienenee noin 15 prosentin vuosivauhtia. Taylor & Peelin (2000) tutkimuksen mukaan palautuminen on nopeampaa kun poikkeama on suurempi. Samankaltaiseen tulokseen päätyivät myös Taylor ym. (2001). Nämä tulokset tukevat reaalin valuuttakurssin palautumisen epälineaarista luonnetta.

Obstfeld & Rogoff saivat testissään puoliintumisajaksi reilu kolme vuotta. Heidän saama pitkä puoliintumisaika sinänsä ei ole arvoituksellinen, mutta reaalisten- ja nimellisvaluuttakurssien korkeaa volatiilisuutta on vaikea ymmärtää antamatta merkittävää roolia monetäärisille ja taloudellisille shokeille. Kaupan kustannusten tulisi olla merkittävässä roolissa, kun pyritään selittämään kansainvälisiä hintaeroja. Jos huomioidaan kaupan kustannukset, ekonometriset arviot puoliintumisajasta voivat olla liioiteltuja. Hintaerot haihtuvat hyvin hitaasti transaktiokustannusten sisällä, mutta hyvin nopeasti niiden ulkopuolella. Kunnollisen ekonometrisen estimoinnin pitäisi ottaa nämä epälineaarisuudet huomioon. (Obstfeld & Rogoff 2000: 35–39.)

Ostovoimapariteetin empiiriseen pitävyyteen vaikuttaa myös käytetty aineisto. Useat tutkijat ovat huomanneet, että PPP pitää huonommin jos aineistona käytetään dollarin valuuttakursseja (Edison, Gagnon & Melick 1997: 3). He myös toteavat, että Bretton Woods-järjestelmän jälkeisellä aikakaudella PPP ei ole saanut mainittavaa empiiristä tukea, johtuen paljolti periodin lyhyydestä. Myös esimerkiksi Fisher & Park (1991) saivat hyviä tuloksia ostovoimapariteetin pitävyydestä muilla valuutoilla paitsi dollarilla. Valuuttariippuvuus on lähes aina hyvin ilmeistä empiirisissä testauksissa, joten tämä ei ole kovin hämmästyttävä seikka. Yleisesti ottaen PPP:n voidaan sanoa pitävän pitkällä aikavälillä, mutta poikkeaman palautuminen tasapainoon voi olla luontaisesti epälineaarista (Sarno & Taylor 2002: 137). Epälineaarista palautumista on käsitelty tarkemmin kappaleessa 2.4.

### 2.1.2. Korkopariteetti

Korkopariteettiteoria on PPP:n tapaan jaettu yleisimmin kahteen osaan, kattamattomaan ja katettuun korkopariteettiin. Markkinoiden tehokkuus liittyy vahvasti

korkopariteettiin. Useimmiten markkinoiden tehokkuudesta on puhuttu spotti- ja termiinikurssin välisen suhteen yhteydessä. Silloin on viitattu spotti- ja termiinikurssien yhteydestä korkotasoon eli katettuun korkopariteettiin. Ennen kuin tarkemmin käsitellään kattamatonta korkopariteettia, on syytä tarkastella katettua korkopariteettia. Katetun korkopariteetin kaava voidaan esittää muun muassa kaavassa (2) kuvatulla tavalla. Transaktiokustannuksia ei ole huomioitu. Kaavassa (2)  $S_t$  kuvaa spottikurssia eli vieraan valuutan arvoa kotimaan valuutassa,  $F_t^{(k)}$  on termiinikurssi periodilla  $k$ ,  $i_t$  on kotimaan nimelliskorko ajanhetkellä  $t$  ja  $i_t^*$  vastaava ulkomailla. (Sarno & Taylor 2002: 5–6.)

$$(2) \quad F_t^{(k)} / S_t = (1 + i_t) / (1 + i_t^*)$$

Poikkeamat CIP:stä johtavat kasvavaan arbitraasiin ja sitä kautta CIP:n pitävyyteen. Tämä on yleinen selitys sille miksi CIP:n pitäisi olla voimassa. Toinen lähestymistapa CIP:n kelpoisuuden testaamiseen perustuu regressioanalyysiin, jonka yleinen muoto on esitetty kaavassa (3).

$$(3) \quad f_t^{(k)} - s_t = \alpha + \beta (i_t - i_t^*) + u_t$$

Jos CIP on voimassa ja transaktiokustannuksia ei huomioida, estimoimalla kaava (3), missä  $u_t$  on regressiovirhe, pitäisi päästä estimointitulokseen, jonka mukaan  $\alpha$  ei eroa merkittävästi nolasta ja  $\beta$  ykkösestä. CIP saa tukea vaikka  $\alpha$  eroaakin merkittävästi nolasta, sillä  $\beta$ :n estimaatit eivät kuitenkaan merkittävästi eroa ykkösestä useimmissa tapauksissa. Mainittu  $\alpha$ :n eroaminen nolasta johtuu transaktiokustannuksista. Taylorin (1989) mukaan ei ole selvää mitä CIP:n regressioanalyysi testaa. Tutkijat eivät esimerkiksi voi hylätä hypoteesia, jonka mukaan  $\alpha = 0$  ja  $\beta = 1$ , mutta jäännöstermit itsessään kuvaavat huomattavaa arbitraasin mahdollisuutta. Toisin sanoen kyseiset testit saattavat tarkoittaa, että CIP piti tai oli voimassa keskimäärin, mutta ei jatkuvasti tietyllä ajanjaksolla. Joka tapauksessa regressioon perustuvat testit eivät millään tavalla kuvaa markkinoiden tehokkuutta. CIP saa kirjallisuudesta empiiristä tukea, etenkin käytettynä eurotalletusten koroissa. (Sarno & Taylor 2002: 6–9.)

Kattamattoman korkopariteetin mukaan maittaiset korkoerot ovat likimain yhtä suuria kuin valuuttakurssin odotettu suhteellinen muutos maitten välillä. Kaavalla on seuraava muoto:

$$(4) \quad i_D - i_F = S^*,$$

missä  $S^*$  kuvaa odotettua valuuttakurssin muutosta (vrt. kaava 1),  $i_F$  on ulkomaan korkotaso ja  $i_D$  on kotimaan (USA) korkotaso. (Levi 1996: 269.) Levich (2001: 155) pitää termiä kattamaton korkopariteetti hieman kömpelönä, sillä sana kattamaton tarkoittaa riskistä tilannetta, kun taas korkopariteetti viittaa riskittömään arbitraasiin.

Korkopariteettia voi lähestyä useasta eri näkökulmasta. On mielletävä, että korkopariteetti tarkoittaa yksinkertaisesti sitä, että talletusten odotettu tuotto ei ole riippuvainen mihin valuuttaan se on sidottu. Nykypäivänä valuutan liikkuvuus on lähes kitkatonta. Voimme helposti vaihtaa talletuksemme eri valuutoiksi. Talletusten riski ja likviditeetti on sama, joten niitä voidaan pitää substituutteina. (Mishkin 2003: 162–163.)

Korkopariteetin mukaan maittaiset korkoerot implikoivat siis odotettua valuuttakurssin muutosta. Käytännössä kumminkin odottamattomat tai yllättävät valuutan liikkeet ovat paljon suurempia kuin korkoerot ja ne peittävät odotetut valuuttakurssimuutokset. Taloudellisiin malleihin perustuvat ennusteet näyttävät menestyvän parhaiten, kun niitä käytetään pitkän aikavälin odotuksiin, eli vuosiksi eteenpäin. (Krugman & Obstfeld 2003: 349.)

Korkopariteetin empiirinen epäonnistuminen on vakiintunut tosiasia kansainvälisessä taloudessa. Maissa, jossa on nimelliskorot ovat korkealla, valuuttakurssilla on taipumus nousta. Kattamattoman korkopariteetin mukaan sen pitäisi laskea. Laajasta empiirisestä näytöstä huolimatta oletus kattamattoman korkopariteetin pitävyydestä säilyy keskeisenä. Suurin osa tutkimuksissa käytetyistä havaintoaineistoista on muodostettu ainoastaan lyhyistä koroista. Ennen kuin voidaan yleistää kattamattoman korkopariteetin epäonnistuminen tosiasiaksi, on tutkittava myös pitkiä korkoja. On aihetta epäillä lyhyiden korkojen ja valuuttakurssien suhteen olevan jotenkin erikoinen verrattuna sen suhteesta pitkiin korkoihin. Tutkimusten vähyys pitkien korkojen ja valuuttakurssien välillä johtuu pitkälti sopivan aineiston puuttumisesta. On vaikeaa löytää hyvää dataa pitkän aikavälin arvopaperituotoista. (Alexius 2001: 505–506.)

Alexius (2001: 515–516) tutki korkopariteetin pitävyyttä aineistonaan kolmentoista OECD-maan ja Yhdysvaltojen pitkän aikavälin valtionobligaatioiden tuotot. Dataan liittyi paljon ongelmia, ja siksi tuloksia voidaan pitää hieman arveluttavina. Siitä huolimatta Alexiusin saamien tulosten perusteella on aihetta jatkotutkimukselle pitkien korkojen tärkeydestä kattamattoman korkopariteetin pitävyydessä.

Alexiusin (2001) tuloksia tukee Chinn & Meredithin (2004) tutkimus UIP:n pitävyydestä pitkällä koroilla. Aikaisempien tutkimusten ongelma oli kelluvien kurssien järjestelmän lyhyys. Heidän tutkimuksen aikaan dataa oli paremmin saatavilla. Heidän testitulokset ovat päinvastaisia aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna. UIP:n epäonnistuminen lyhyellä aikavälillä johtuu satunnaisten valuuttakurssimarkkinoiden shokkien ja endogeenisen rahapolitiikan reaktioiden vuorovaikutuksesta. Pitkällä aikavälillä sen sijaan valuuttakurssimuutoksia ohjaavat perustekijät. Tämä johtaa korkojen ja valuuttakurssin suhteeseen, joka on yhdenmukaisempi UIP:n kanssa.

Markkinoiden sanotaan olevan tehokkaat, jos hinnat markkinoilla reagoivat täysin saatavilla olevaan informaatioon. Kun markkinatehokkuus on voimassa, talouden agenttien on mahdotonta saada ylimääräisiä voittoja informaatiota hyödyntämällä. Tehokkaiden markkinoiden klassisen määritelmän sekä valuutta- että muillekin asettimarkkinoille esitteli Fama (1970). Jos markkinat ovat tehottomat, voidaan muodostaa valuuttakurssiennusteita, jotka ovat parempia kuin senhetkisiin markkinahintoihin perustuvat ennusteet. Markkinoiden ollessa tehottomat voidaan puhua myös markkinoiden epäonnistumisesta.. Kun transaktiokustannukset ja muut tekijät otetaan huomioon, riskittömän arbitraasin mahdollisuus katoaa lähes kokonaan. Epävarmuuden vallitessa empiirisiä tuloksia on vaikea tulkita. (Levich 2001: 227–229, 256.)

Jos riskineutraali tehokkaiden markkinoiden hypoteesi on voimassa, tietystä valuuttakurssista saatavan odotetun hyödyn täytyy olla vaihtoehtoiskustannuksen suuruinen eli se hinta, millä tiettyyn valuuttaan sidottu assetti ollaan valmiita vaihtamaan toisen valuutan määräiseksi. Se on korkoero eli tarkemmin ajateltuna kattamaton korkopariteetti, joka on perustana valuuttakurssimarkkinoiden tehokkuuden testaukselle. (Sarno & Taylor 2002: 5.) Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi voidaan pelkistää kahden kohdan yhteishypoteesiin, jonka mukaan valuuttakurssimarkkinoiden osapuolien odotukset ovat rationaalisia ja riskineutraaleja (Sarno 2005: 675). Tehokkaiden markkinoiden hypoteesi saa sekä tukea että vastustusta empiirisissä tutkimuksissa (ks. luetellut Levich 2001: 229; Sarno 2005: 675). Yksinkertaisen, riskineutraalin tehokkaiden markkinoiden hypoteesin hylkäys saattaa johtua joko markkinaosapuolten riskihaluttomuudesta tai kun poiketaan rationaalisten odotusten hypoteesista. (Sarno 2005: 676).

## 2.2. Assetti-lähestymistapa

Assetti-lähestymistapa lähtee ideasta, että valuuttakurssi on kahden rahan, assetin, hinta. Valuuttakurssien assetti-lähestymistavan olennainen osa on ajatus tulevien odotettujen tapahtumien välittömästä vaikutuksesta spottikurssiin. Tämän lähestymistavan esitteli selvimmin Michael Mussa (1982). Mussan mukaan sen hetkinen spottikurssi on paras arvio sille, mitä valuuttakurssille tapahtuu tulevaisuudessa. (Levi 1996: 157–158.) Assetti-lähestymistavasta valuuttakurssien määrittelemisessä tuli hallitseva teoria siirryttäessä kelluvien valuuttakurssien järjestelmään. Assetti-lähestymistapa voidaan jakaa monetääriseen ja portfoliotasapainoon perustuvaan lähestymistapaan ja niiden eri variaatioihin (Levich 2001:197). Se myös tarjoaa selityksen PPP:n poikkeamille (Levi 1996: 158.)

### 2.2.1. Monetäärinen lähestymistapa

Monetäärinen lähestymistapa valuuttakurssien määrittelyyn on johdettu suoraan ostovoimapariteetista ja rahan kvantiteettiteoriasta. Tämän lähestymistavan mukaan spottikurssi on kahden rahan suhteellinen hinta. Siten valuuttakurssin käyttäytymiseen vaikuttaa kahden rahan suhteellinen kysyntä ja tarjonta. Monetäärinen lähestymistapa sisältää kaksi mallia: *joustavien hintojen malli* (flexible prices) ja *jäykkien hintojen malli* (sticky prices). (Levich 2001: 198.)

Joustavien hintojen malli olettaa kotimaan hinnat täysin joustaviksi. Siten kotimaan rahantarjonnan kasvu saa aikaan yhtä suuren kotimaan hintojen nousun ja vastaavan suuruisen välittömän valuutan arvon laskun. Mallin mukaan PPP on voimassa jatkuvasti ja reaaliset valuuttakurssit eivät muutu. Mallin tulemat ovat päinvastaisia verrattuna perinteisiin pääomavirtoihin ja kauppaan perustuviin teorioihin. (Levich 2001: 199.) Joustavien hintojen mallia ei voi pitää kovin luotettavana, sillä PPP ei kiistatta ole voimassa lyhyellä aikavälillä ja reaaliset valuuttakurssitkin ovat vaihdelleet.

1960-luvulla kehitettyä Mundell–Fleming-mallia voidaan pitää hyvin monen nykyaikaisen valuuttakurssimallin pohjana. Kun Mundell–Fleming-mallin oletus kiinteistä hinnoista korvataan hintajäykkyysoletuksella, päästään Dornbuschin (1976) malliin. (Sarno & Taylor 2002: 104.) Teoriaa, joka pyrki antamaan viitteitä valuuttakurssien heilahtelulle ja samalla oli johdonmukainen rationaalisten odotuksien kanssa, on kutsuttu keynesiläiseksi teoriaksi tai jäykkien hintojen teoriaksi (sticky prices). Sen ovat kehittäneet Dornbusch (1976), ja edelleen hänen teorian pohjalta

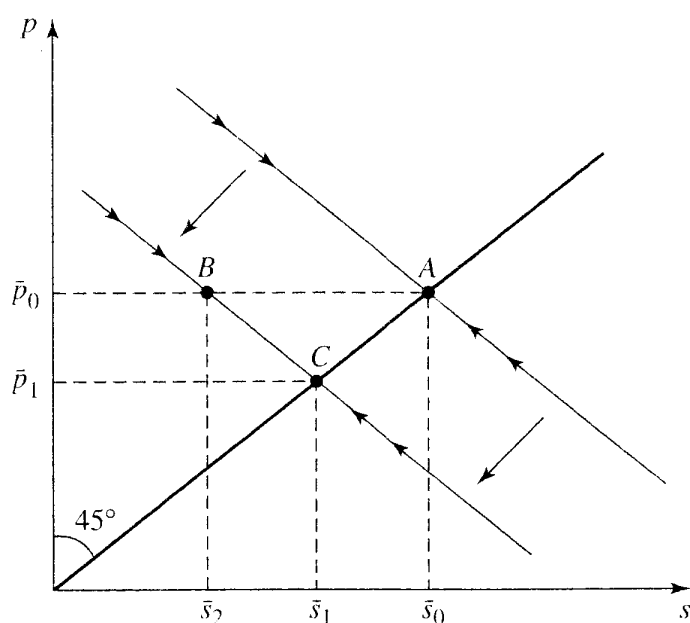
Frankel (1979). Teoria on johdettu valuuttakurssien assetti-näkökulmasta. Tärkeässä roolissa mallin kehittämisessä oli asettimarkkinat, pääoman liikkuvuus ja odotukset, joita myös oli korostettu aiemmissa tutkimuksissa. Pohjana oli myös hyödyke- ja asettimarkkinoiden sopeutumismechaniikki. Mallin huomio on pitkän aikavälin monetäärisessä tasapainossa. Perusidea lähtee oletuksesta, että valuuttakurssit ja asettimarkkinat sopeutuvat nopeammin kuin hyödykemarkkinat. Hinnat oletetaan jäykiksi ainakin lyhyellä aikavälillä. Hintajäykkyys-oletuksesta seuraa, että muutokset nimelliskursseissa heijastavat muutoksia rahapolitiikan tiukkuudessa.

Lyhyellä aikavälillä rahan tarjonnan kasvu johtaa välittömään valuuttakurssin laskuun ja kuvaa siten valuuttakurssin liikkeitä ja ulkomaankaupan vaihtosuhdetta. Toiseksi, sopeutumisprosessin aikana, nousevien hintojen lisäksi myös valuuttakurssi saattaa nousta. Tämä tukee valuuttakurssien trendikäyttäytymistä. Kolmas näkökulma sopeutumisprosessissa on suora vaikutus kotimaan inflaatioon. Tässä kontekstissa valuuttakurssi on keskeinen välitysmekanismi rahapolitiikkaan, jolla hallitaan aggregaattikysyntää ja tuotantoa. Tuotannon taso vaikuttaa rahapolitiikan tehokkuuteen, korkoihin ja valuuttakursseihin. Jos tuotannon määrä on kiinteä, rahantarjonnan kasvu laskee korkoja lyhyellä aikavälillä ja saa aikaan valuuttakurssin yliampumisen pitkän aikavälin alenemisestaan. Jos tuotanto taas reagoi aggregaattikysyntään, valuuttakurssin ja korkotason muutokset vaimenevat. Valuuttakurssi siis laskee, mutta ei enää yllämmu ja korot voivat itse asiassa nousta. (Dornbusch 1976: 1162.)

Valuuttakurssin yliampuminen (overshooting) liittyy Dornbuschin (1976) teoriaan, jonka mukaan kotimaan hintajäykkyys voi lyhyellä aikavälillä, reaktiona rahan tarjonnan pysyvään muutokseen, johtaa valuuttakurssin yliampumiseen lopullisesta tasostaan. Valuuttakurssi yliampuu kun sen välitön reagointi häiriöön taloudessa on suurempi kuin sen pitkän aikavälin reaktio. Valuuttakurssin yliampuminen on tärkeä ilmiö, sillä se auttaa selvittämään miksi valuuttakurssit muuttuvat niin paljon päivästä päivään. (Obstfeld & Stockman 1985: 935–936; Krugman & Obstfeld 2003: 383.)

Kuviossa 1. on esitelty Sarno & Taylorin (2002: 107) kuvaamana valuuttakurssin yliampuminen kun rahan tarjonta laskee. Pitkällä aikavälillä hintataso on alkuperäistason  $p_0$  sijaan alhaisemmalla tasolla  $p_1$ , johtuen rahan neutraalisuudesta tässä mallissa. Rahan neutraalisuudella tarkoitetaan rahan määrän muutoksen vaikutusta ainoastaan hintatasoon eli rahantarjonnan lasku laskee välittömästi hintoja. Koska PPP on tässä pitkällä aikavälillä voimassa, pitämällä ulkomaan hinnat vakiona, valuuttakurssin arvo vahvistuu pitkällä aikavälillä (eli  $s$  saa pienemmän arvon) siirtyen

$s_0$ :sta  $s_1$ :een 45 asteen käyrää pitkin. Aikaisempi vakaa tila kulki A:n kautta, mutta nyt uuden polun on kuljettava C:n kautta. Koska hintojen sopeutuminen ottaa aikansa, talous ei suoraan voi hypätä A:sta C:hen. Hintojen hetkellinen kiinteys saa aikaan valuuttakurssin heilahtamisen tasolle  $s_2$  päästäkseen uudelle tasapainokäyrälle. Sen jälkeen hinnat hitaasti sopeutuvat ja talous liikkuu uutta uraa pitkin pisteestä B, uuteen pitkän aikavälin tasapainoon C. Rahan tarjonnan laskun nettovaikutus on valuuttakurssin arvonaleneminen  $s_0$ :sta  $s_1$ :een yliampumisen eli  $s_2$ :n kautta. (Sarno & Taylor 2002: 107.)



**Kuvio 1.** Yliampuminen seurauksena rahan tarjonnan laskusta. (Sarno & Taylor 2002: 107.)

Niin kutsuttu Chicago-teoria, joka on toinen asetti-näkökulmaan pohjautuva lähestymistapa, olettaa hinnat joustaviksi. Sen mukaan valuuttakurssien ja nimelliskorkojen välillä on positiivinen suhde. Jäykkien hintojen teorian mukaan suhde on negatiivinen, sillä kotimaan rahantarjonnan supistuminen kysyntään nähden ilman samanaikaista hintojen laskua aiheuttaa kotimaan korkotason nousun suhteessa ulkomaan korkotasoon. Kotimaan korkea korkotaso johtaa siihen, että valuuttaa virtaa sisään, joka taas johtaa kotimaan valuuttakurssin nousuun. Tämä teoria on realistisempi, kun inflaatio ei vaihtelee kovin paljon. Kyseinen tilannehan on ollut pitkään ainakin teollisuusmaissa. Myöhemmissä tutkimuksissa jäykkien hintojen teoriasta on käytetty

myös nimeä Dornbusch-Frankel-teoria. Tämä teoria yhdistää Chicago- ja Keynesiläisen teorian siten, että lopputuloksena on malli, jossa valuuttakurssit ovat negatiivisessa suhteessa nimelliskorkoeroihin, mutta positiivisessa suhteessa odotettuun pitkän aikavälin inflaatioeroon. (Frankel 1979: 610.)

Frankel (1979: 611,613) kehitti Dornbuschin (1976) ja omien päätelmien pohjalta tuloksena mallin tai yhtälön, joka määrittää valuuttakurssin seuraavasti: spottikurssi  $e$  on määritelty suhteellisen rahan tarjonnan  $m - m^*$ , suhteellisen tulotason  $y - y^*$ , nimelliskorkoeron  $i - i^*$  ja odotetun pitkän aikavälin inflaatioeron  $\pi - \pi^*$  funktiona (ks. myös Cheung, Chinn & Pascual 2005: 1153). Kaava voidaan kirjoittaa seuraavaan muotoon:

$$(5) \quad e = m - m^* - \Phi(y - y^*) + \alpha(i - i^*) + \beta(\pi - \pi^*) + u$$

Kaava 5 sisältää virhetermin  $u$ ,  $\alpha$  on oletettu negatiiviseksi ja  $\beta$  oletetaan positiiviseksi ja itseisarvoltaan suuremmaksi kuin  $\alpha$ .

Mallin mukaan monetäärinen ekspansio aiheuttaa pitkällä aikavälillä valuutan arvon alenemisen, koska valuutan tarjonta kasvaa. Odotetun inflaation kasvu aiheuttaa pitkän aikavälin arvonalenemisen, koska se taas vähentää valuutan kysyntää. Yhteys Dornbuschin keynesiläiseen malliin on oletus, että hintajäykkyys hyödykemarkkinoilla saa aikaan eroa pitkän ja lyhyen aikavälin välillä. Kun nimelliskurssi on alhainen, verrattuna odotettuun inflaatioon, kotimaan talous on hyvin likvidi. Orastava pääoman ulosvirtaus saa aikaan valuutan arvonalenemisen, joka jatkuu kunnes odotus tulevaisuuden kurssinoususta vastapainona alhaiselle korkotasolle on riittävä. Valuuttakurssi yliampuu tasapainoarvostaan suhteessa korkoeron suuruuteen. (Frankel 1979: 619.) Jäykkien hintojen monetäärimallin mukainen reaalisen valuuttakurssin ja reaalikoron samansuuruinen vaihtelu ei ole saanut tukea useimmissa tutkimuksissa. Tämä saattaa johtua muun muassa pois jätetyistä muuttujista, jotka ovat tärkeitä tekijöitä reaalisen valuuttakurssin tasapainotasossa tai riskipremiossa. (Sarno & Taylor 2002: 125.)

MacDonald ja Taylor (1994) kuvaavat tyypillisen joustavien hintojen mallin seuraavasti:

$$(6) \quad s_t = \beta_1 m_t + \beta_2 m_t^* + \beta_3 y_t + \beta_4 y_t^* + \beta_5 i_t + \beta_6 i_t^* + \gamma_t$$

Kaavassa (6)  $s_t$  kuvaa spottikurssia,  $m_t$  kotimaan rahan tarjontaa,  $y_t$  kotimaan tuloja,  $i_t^1$  kuvaa kotimaan pitkää korkoa, vastaavat ulkomaiset suuret ovat tähdellä merkittyjä ja  $\gamma_t$  on häiriötermi. Kaavassa kaikki muuttujat korkoa lukuun ottamatta ovat logaritmoituja. Usein testatun (mm. Meese & Rogoff (1983) ja McCracken & Sapp (2005)) joustavien hintojen monetäärimallin erään muunnoksen kehittivät Frenkel (1976) ja edelleen siltä pohjalta Bilson (1978). MacDonaldin (1994) kuvaaman mallin lisäksi se sisältää muuttujina odotetun pitkän aikavälin inflaatioeron ja kauppataaset.

1970-luvun jälkeinen joustaviin hintoihin perustuva monetäärimalli, tai Frankelin (1979) reaalikorkoeroihin perustuva muunnos, ei ole tarjonnut hyvää selitystä valuuttakurssimuutoksille. Estimointitulokset ovat olleet huonoja, sopivuus heikko, eikä se myöskään ole läpäissyt tavanomaista testidiagnostiikkaa. Erityisesti USD:n testaus DEM:iä vastaan on tuottanut tuloksia, joiden mukaan Saksan rahantarjonnan kasvu on saanut aikaan valuuttakurssin nousun. Jotkin tutkijat esittävät syyksi väärää spesifikaatiota, ja toiset väittävät suuren vaihtotaseen ali- tai ylijäämän saavan aikaan merkittävän varallisuusvaikutuksen, jota ei riittävästi ole huomioitu monetäärimallissa. Samoin jäykkien hintojen monetäärimalli ei ole saanut tukea 1970-luvun jälkeisessä tarkastelussa. (Sarno & Taylor 2002: 124.)

Dornbuschin (1976) ja Frankelin (1979) kehittämää teoriaa laajensivat myöhemmin Hooper & Morton (1982: 39–40) ottamalla huomioon muutokset reaalisesta valuuttakurssin pitkän aikavälin tasapainosta ja valuuttakurssin riskipreemion. Muutokset reaalisesta valuuttakurssin tasapainotilasta ovat suhteessa vaihtotaseen muutoksiin niin sanotun odotusmekanismin kautta, joka taas on johdonmukainen pitkän aikavälin portfoliotasapainon kanssa. Odottamattomien vaihtotaseen muutosten oletetaan antavan tietoa taustalla olevien tekijöiden muutoksista, jotka edellyttävät vastapainoista reaalisesta valuuttakurssin muutosta, jotta voidaan ylläpitää vaihtotaseen tasapainoa pitkällä aikavälillä. Odotuksien suhde vaihtotaseen ja valuuttakurssin välillä on erotettu tavanomaisesta suhteesta, joka on portfoliotasapainon taustalla. Tavanomaisen suhteen mukaan vaihtotaseen virrat vaikuttavat valuuttakurssiin varallisuusvarannon vaikutuksen ja portfolion valuuttarakenteen kautta.

Hooper & Mortonin (1982) mallissa riskipreemion kasvu, joka johtuu vaihtotaseen laskusta tai interventtiosta, johtaa kotimaan valuutan arvonalennukseen. Vaihtotase vaikuttaa valuuttakurssiin kahta tietä: odotuksien ja lyhyen aikavälin portfolion tasapainottamisen kautta. Riskipreemion vuoksi reaalisesta valuuttakurssi yliampuu

odotetusta tasapainotilastaan. Tämä saattaa heidän mukaan aiheuttaa vaihtotaseen heilahtelun kun se palaa tasapainoon.

### 2.2.2. Portfoliotasapaino

*Portfoliotasapainoon* perustuva malli (portfolio balance model, PBM) keskittyy muiden valuuttakurssien asettimallien tavoin rahoitusvarojen liikkaisyyntään tarjontaan nähden. Levichin (2001: 203) portfoliotasapainomalli sisältää kaksi asettia, bondin ja rahan, ja kaksi valtiota eli koti- ja ulkomaan. Mallin oletuksen mukaan varallisuus voidaan jakaa kotimaan rahan ja koti- sekä ulkomaan bondien välillä. Siten valuuttakurssi muodostuu näiden asettien tasapainosta. Tässä mainitut bondit ovat valtion obligaatioita, joten niiden tarjonta liittyy läheisesti valtion budjettialijäämään. Alijäämän kasvaessa obligatioiden tarjonta kasvaa.

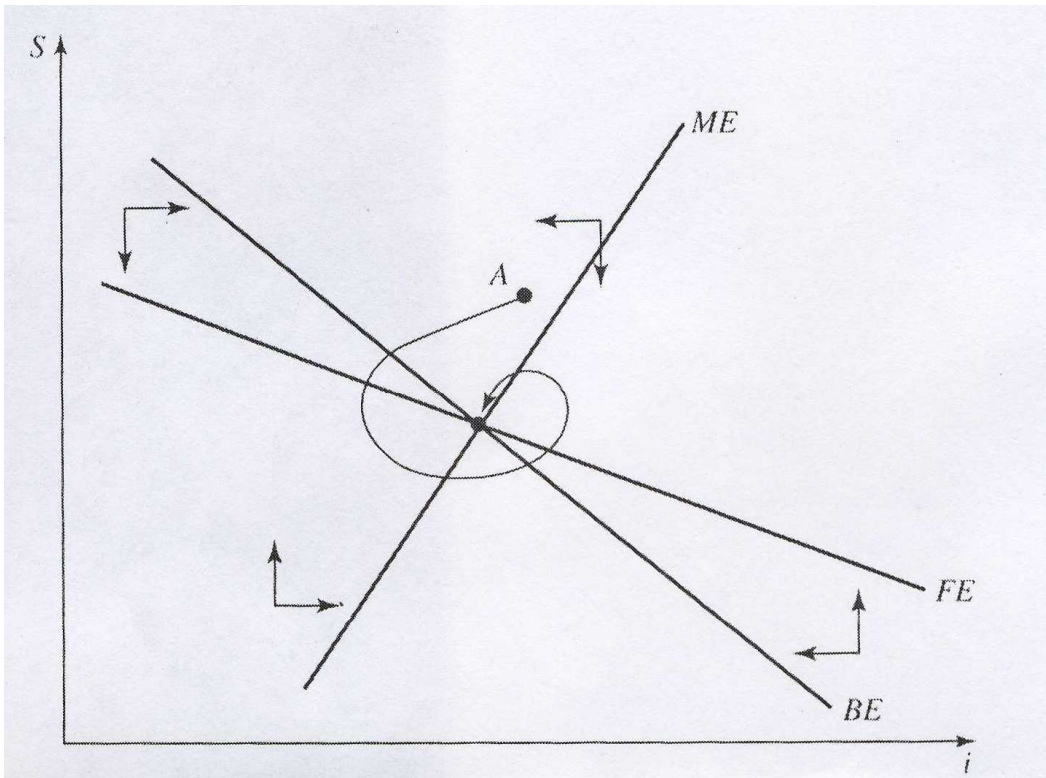
Bondien kysyntä riippuu kahdesta tekijästä. Ensiksi kotimaisten bondien kotimainen kysyntä pitäisi olla positiivinen suhteessa kotimaan korkotasoon. Toiseksi ulkomaisten bondien kotimainen kysyntä pitäisi olla positiivinen suhteessa ulkomaan korkotasoon, lisätynä odotetulla valuuttakurssimuutoksella. Toisin kuin monetäärisessä lähestymistavassa, portfoliomalli sallii epätäydellisen korvaavuuden koti- ja ulkomaisten bondien välillä. Portfoliotasapainoon perustuva malli olettaa kahden maan investoijien preferenssit samankaltaisiksi, mikä ei ole realistista. Toisen oletuksen mukaan asukkaat pitävät varallisuuttaan mieluummin sidottuna koti- kuin ulkomaahan. (Levich 2001: 203.)

Verrattuna monetäärisiin malleihin valuuttakurssin määrittelystä, portfolioteoreetikkojen kehittämä keskeinen ero on oletus, että kotimaan ja ulkomaan arvopaperit eivät ole täydellisiä substituutteja. Tämä johtuu riskipreemion osallisuudesta kattamattomassa korkopariteetissa, ja siitä kun bondien ja muiden ei-monetääristen asettien tarjonta sisältyy valuuttakurssin määritelmään. Valuuttakurssi määritellään kaikkien kotimaisten ja ulkomaisten asettien kysynnän ja tarjonnan avulla, eikä ainoastaan rahan kysynnän ja tarjonnan avulla kuten monetäärisessä lähestymistavassa. Realistisessa mallissa, missä kotimaisten ja ulkomaisten asettien portfoliokäyttäytyminen on tärkeässä asemassa markkinatasapainon kannalta, vaihtotaseen tasapaino kuvaa muutosta asettien kysynnässä, jos ulkomailla preferoidaan omia asetteja. Ylijäämä nostaa maailmanlaajuisesta varallisuuspainotettua kotimaisten asettien nettokysyntää ja siten johtaa kotimaan valuutan revalvoitumiseen. Portfoliotasapaino-mallia käyttäneet joutuvat tekemään oletuksen, että sijoittajat hyötyä

maksimoidessaan hajauttavat portfolionsa täydellisesti. (Frankel & Rose 1995: 1697–1698.)

Jäykkien hintojen sekä joustavien hintojen monetäärisessä mallissa oletuksina on, että koti- ja ulkomaan assetit ovat keskenään täydellisiä substituutteja ja vaihtotaseen epätasapainon varallisuusvaikutus on merkityksetön. Nämä eivät kuitenkaan sisälly portfoliotasapainomalliin. PBM on dynaaminen valuuttakurssimalli, joka perustuu asettimarkkinoiden, vaihtotaseen tasapainon, hintojen ja asettien kertymisasteen väliseen suhteeseen. (Sarno & Taylor 2002: 115.)

Korkotason ja valuuttakurssin lyhyen aikavälin tasapainopiste on määritelty ME, BE ja FE käyrien leikkauspisteessä Kuviossa 2. ME käyrä kuvaa rahamarkkinoiden tasapainoa, BE kuvaa kotimaan asettimarkkinoiden tasapainopisteitä ja FE muodostuu ulkomaan asettien tasapainopisteistä. FE on kiinteä lyhyellä aikavälillä. Lyhyen aikavälin tasapainon kansainvälinen vakaus voidaan määrittää tarkastelemalla kahta mainittua kuvaajaa kolmesta. Mikä tahansa BE:stä poikkeava piste saa aikaan sellaisen muutoksen korkotasossa – tietyllä nimellisvaluuttakurssin tasolla – että kotimaan bondimarkkinoiden tasapaino saavutetaan BE linjaa pitkin. Samoin tietyllä korkotasolla mikä tahansa FE:stä poikkeava piste saa aikaan muutoksen valuuttakurssissa, niin että ulkomaan asettimarkkinoiden tasapaino saavutetaan pisteessä, joka on FE-linjalla. Tämän pohjalta voidaan sanoa, että lähdetäessä mistä tahansa FE- ja BE-viivojen leikkauspisteestä poikkeavasta pisteestä, talous muuttuu hiljalleen kohti tasapainoa ja siten järjestelmä on globaalisti vakaa. Tämän tyylinen tasapaino ei voi kuitenkaan toteutua pitkällä aikavälillä, koska asettivarannot vaihtelevat jollain tapaa. (Sarno & Taylor 2002: 116–118.)



**Kuvio 2.** Lyhyen aikavälin tasapaino portfoliomallissa (Sarno & Taylor 2002: 116).

Portfoliotasapainomalli on jäänyt vähemmälle huomiolle kuin monetäärimallit empiirisessä kirjallisuudessa. Tässä tutkielmassa käsitellyissä tutkimuksissa sitä ei ole käytetty, mutta se on silti syytä mainita käsiteltäessä valuuttakurssien teoriaa. Vähäinen huomio saattaa osin johtua siitä, että portfoliotasapainomallin teoreettinen viitekehys ei välttämättä sovi todelliseen talousdataan. Erityisesti ei-monetääristen asettien valinta on vaikeaa ja aina ei ole bilateraalista dataa saatavilla. Portfoliotasapainomallin empiirisessä testauksessa on yleisesti käytetty kahta testityyppiä. Ensimmäisen tarkoituksena on mitata mallin selittämisvoimaa sisältäen oletuksen odotuksien muuttumattomuudesta. Toisentyypinen testi on niin kutsuttu käänteinen asettikysyntälähestymistapa toisin kuin suoran kysynnän lähestymistapa. Se keskittyy ratkaisemaan mallin riskipremion ja testaa bondien täydellistä vaihdettavuutta eri valuutoissa määriteltynä. Ensimmäisen tyyppin testien log-lineaarisia versioita on estimoitu suurimmille valuutoille 1970-luvun kullun aikana huonoin tuloksin. Estimoidut kertoimet ovat usein merkityksettömiä ja ongelmana on myös ollut jäännöstermin autokorrelaatio. (Sarno & Taylor 2002: 132.)

### 2.3. Valuuttamarkkinoiden mikrorakenne

Makrotaloudellisten perustekijöiden kyvyttömyys selittää suuria ja jatkuvia muutoksia valuuttakursseissa on luonut pohjan valuuttamarkkinoiden mikrorakenteen tarkastelulle. Uusimmissa mikrorakenteeseen keskittyvissä tutkimuksissa on pyritty löytämään se tekijä, joka saa aikaan nämä poikkeamat perustekijöistä, ja joka lisäksi selittää muutoksia. Samaan aikaan mikrorakennetta käsittelevän kirjallisuuden kiinnostuksen kohteena on ollut tiedon välittyminen markkinaosapuolien välillä, talouden agenttien käyttäytyminen, tietovirtojen välinen suhde, order flow (selitetty jäljempänä) tärkeys sekä agenttien odotusten epäyhtenäisyys ja sen vaikutus kaupankäynnin määrään ja valuuttakurssin volatiilisuuteen. Mikrotaloudellinen lähestymistapa eroaa perinteisestä valuuttakurssien lähestymistavasta sekä metodologialtaan, että oletuksiltaan. Mikrorakenteen mukaan ei esimerkiksi oleteta, että ainoastaan julkinen tieto on olennaista valuuttakursseille, valuuttamarkkinoiden agenttien odotukset ovat homogeenisia tai että kaupankäynnin tapa olisi merkityksetön. Metodologian suhteen se eroaa siten, että liikkeelle ei lähdetä makrotaloudellisista suhteista kuten rahan kysynnästä ja ostovoimapariteetista, ja siten ratkaista valuuttakurssin tasoa. Mikrorakenne ottaa nimensä mukaisesti makrotaloudellisen lähestymistavan analysoimalla itsenäisten päätöksentekijöiden käyttäytymistä ja keskinäistä vuorovaikutusta. Yksinkertaistettuna mikrorakenteen tarkastelussa keskitytään valuuttamarkkinoiden kaupankäynnin yksityiskohtiin ja tärkeyteen, kun taas perinteinen makrotaloudellinen näkökulma sivuuttaa ne vähemmän tärkeitä. (Sarno & Taylor 2002: 264–265.)

Valuuttakurssien mikrorakenteeseen tulisi myös muun muassa Flood & Rosen (1995) mielestä kiinnittää enemmän huomiota. Kuitenkaan makrotaloudellisten perustekijöiden vaihtelu ei ole muuttunut valuuttakurssiregiimin muuttuessa. Sen vuoksi Flood & Rose väittävät, että valuuttakurssien volatiilisuutta ei voi selittää makrotaloudellisilla tekijöillä.

Lyons (2001) uskoo, että tulevaisuudessa valuuttakurssimarkkinoiden tutkimuksessa pyritään yhdistämään mikro- ja makrotaloudelliset ongelmat ja lähestymistavat siten, että kahtiajako näiden välillä hiljalleen haihtuu. Samankaltaiseen tulokseen päätyi myös Sarno (2005: 699), joka pitää molempia lähestymistapoja hieman virheellisinä ja ehdottaakin tietynlaisen molempien näkökulmien yhdistelmän olevan kelvollisin ratkaisu. Sarno lisää vielä, että makrotaloudellisten muuttujien epätarkasta mittaamisesta saattaa johtua se, että order flow pärjää paremmin estimoinnissa. On

selvää, että eri mallien ja tekniikoiden hyvien ominaisuuksien yhdisteleminen tuottaa parempia tuloksia. Tämä pätee lähes kaikkeen toimintaan ja tuotteisiin. Ongelmana on vain löytää tärkeimmät ominaisuudet, mutta kovin helppoa se ei ole johtuen muuttujien keskinäisistä suhteista.

Mikrotaloudellisen lähestymistavan kaksi tunnusmerkkiä ovat order flow ja kurssiero (spread). Order flow:n ymmärtäminen on välttämätöntä käsittääkseen mikrotaloudellisen lähestymistavan eron aikaisempiin verrattuna. On tärkeää huomata, että kauppatahtumien määrä ei ole sama asia kuin order flow. Order flow mittaa kaupankäynnin määrää siten, että sillä on etumerkki. Jos esimerkiksi haluaa myydä kymmenen yksikköä osakkeita tai muuta vastaavaa, kaupankäynnin määrä on kymmenen, mutta order flow:n määrä on -10. Näin siis tapahtuman alkuunpanijan mukaan määräytyy etumerkki, eli tarjoamalla myyntiin order flow saa negatiivisen etumerkin ja osto puolestaan positiivisen. Order flow kokonaisuudessaan siis koostuu pitkältä aikaväliltä laskettujen osto- ja myyntitarjousten summasta. (Lyons 2001: 5–7.) Mikrorakenteen mukainen valuuttakurssin määritelmä on Evans & Lyonsin (1999:6) mukaan johdettu välittäjän, eli toisin sanoen hinnan asettajan optimointiongelmasta. Kaikki order flow-mallit ovat jonkinlainen muunnos kaavasta:

$$(7) \quad \Delta p_t = g(\Delta x, \Delta I, \dots) + v_t$$

Kaavassa nro  $\Delta p_t$  kuvaa valuuttakurssin muutosta kahden transaktion välillä. Yhtälön oikea puoli koostuu funktiosta, joka sisältää order flow:n  $\Delta x$ , varastonmuutoksen  $\Delta I$  (net dealer position) ja kolme peräkkäistä pistettä kuvaa muita mikrotekijöitä. Order flow voi siis saada sekä negatiivisia, että positiivisia arvoja.

Order flow-malli liittyy siis vahvasti valuuttakurssien mikrorakenteen tarkasteluun, ja sillä tarkoitetaan Sarno & Taylorin (2002: 274) mukaan muunnosta nettokysynnästä. Se on nimenomaan muunnos eikä synonyymi nettokysynnälle, sillä order flow ei välttämättä ole nolla. On osoitettu, että order flow saattaa selittää valuuttakurssien käyttäytymistä paremmin kuin makrotaloudelliset muuttujat. Evans & Lyonsin (1999: 2) määritelmän mukaan order flow:n avulla voidaan määritellä assetin likimääräinen hinta kaikissa mikrorakenteeseen perustuvissa malleissa. Eli valuuttakurssin arvo muodostuu hyvin pitkälti maailmanlaajuisesti tehtyjen valuuttakauppojen pohjalta.

Muita mikrorakenteeseen perustuvia menetelmiä ovat muun muassa teknisiin seikkoihin tai kuvaajiin perustuvat analyysit, joita myös on tutkittu runsaasti (ks. Taylor 1995: 40).

Näiden tekniikoiden runsas käyttö voi olla yksi selitys voimakkaille epänormaaleille valuuttakurssimuutoksille etenkin lyhyen horisontin ennusteita laadittaessa. Tällöin analyytikot eivät perusta ennusteitaan makrotalouden perusmuuttujiin, vaan oletettuihin muutoksiin, joita haetaan taulukoista ja kuvaajista.

Rakenteellisten mallien epäonnistuminen, uusien tekniikoiden kehittäminen ja monet muut asiat ovat olleet valuuttakurssitutkimuksen kehittämisen motivoijina. Valuuttakurssitutkimus ei missään määrin ole polkenut paikallaan vaan luotettavuuteen ja tulosten vahvuuteen on pyritty kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Vaikka osa ideoista saattaakin olla vanhoja, on niihin tuotu uusia näkökulmia ja siten kehitetty ikään kuin uusiksi. Tärkeimpänä edistysaskeleena on ollut valuuttakurssien mikrorakenteeseen keskittyminen ja epälineaarisuuksien huomioiminen, josta on kerrottu seuraavassa kappaleessa tarkemmin.

#### 2.4. Epälineaarisuus ja valuuttakurssit

Makrotaloudellisiin perustekijöihin perustuvien ennusteiden epäonnistuminen on nostanut esiin niiden merkityksen valuuttakurssin ennustamisessa. Useat tutkijat epäilevät niiden merkitystä etenkin lyhyellä aikavälillä. Engel & Westin (2005: 485) mukaan valuuttakurssi voidaan määrittellä näiden perustekijöiden avulla, mutta kelluvilla kursseilla satunnaiskulku kuvaa hyvin valuuttakurssimuutoksia niiden maiden välillä, joiden inflaatiot ovat hyvin lähellä toisiaan. Perusmuuttajat eivät ole avuksi valuuttakurssien ennustamisessa. He toteavat myös, että empiiriset tutkimustulokset valuuttakurssien huonosta ennustettavuudesta ovat perusmallien luonnollisia johtopäätöksiä, eivätkä niinkään todistus niiden heikkoudesta tai sopimattomuudesta.

Kilian & Taylorin (2003: 86) mukaan tavalliset ekonometriset valuuttakurssin määrittelymallit ovat puutteellisia. Lineaariset ennustusmallit epäonnistuvat, koska data sisältää tärkeitä epälineaarisuuksia. Näin ajateltuna taloudelliset mallit, jotka yhdistävät nimellisvaluuttakurssin taustalla oleviin perustekijöihin, kuten suhteellisiin hintoihin, kuvaa ainoastaan pitkän aikavälin tasapainotilaa. Eli tilaa, johon talous sopeutuu epälineaarisella tavalla. Tästä johtuen on aihetta yhä enemmän uskoa, että sopivalla epälineaarisella rakenteella valuuttakurssien taloudelliset mallit tuottavat hyödyllisiä ennusteita ainakin pitkällä horisontilla.

Epälineaaristen mallien käyttö selitettäessä taloudellisia ilmiöitä antaa ymmärtää, että taloudellisten muuttujien käyttäytyminen riippuu maailman- tai vallitsevan järjestelmän, regiimin, tilasta. Tämä tarkoittaa sitä, että taloudellisen aikasarjan ominaisuudet, kuten keskiarvo ja hajonta riippuvat talouden eri tiloista tai regiimeistä. Epälineaarisen ekonometrian ongelma kuitenkin on mahdollisten epälineaaristen spesifikaatioiden runsas määrä. Epälineaarisia malleja ovat muun muassa Hamiltonin (1989) esittelemä Markovin regiimin eli tilojen muutosmalli (Markov regime switching), jonka avulla pyritään erottelemaan sekä talouden eri tilat että näissä pysymisen todennäköisyydet. Hyvin tunnettu on myös Teräsvirta & Andersonin (1992) niin kutsuttu pehmeän siirtymän regressiomalli (smooth transition autoregressive, STAR), jossa edelleen ajatellaan taloudessa olevan eri tiloja, mutta tilojen välinen muutos tapahtuu hitaasti. Tästä löytyy vielä eksponentiaalinen muunnos ESTAR. (Korhonen 2005: 20–21.)

Eksponentiaalista pehmeän siirtymän autoregressiivistä mallia (exponential smooth transition autoregressive, ESTAR) on käytetty empiirisessä tutkimuksessa runsaasti. Sen esittelivät Teräsvirta & Anderson (1992). Mallin mukaan talous voi olla kahdessa tilassa. Malli antaa suhdannevaihteluindikaattorin vaihdella kahden suhdannevaiheen välillä. Siirtymä näiden välillä voi kuitenkin olla pehmeä, eli regiimien ääripäiden välillä voi olla tilojen jatkumo. ESTAR-mallin mukaan supistumisella ja laajentumisella on samankaltainen dynaaminen rakenne, kun taas välimaastossa dynamiikka voi olla erilainen. ESTAR-malli voi siten kuvata taloutta, joka palaa voimakkaan kasvun uralta normaalimpaan kasvuun samalla tavalla kuin huonosta tai negatiivisesta kasvusta keskikasvuun. ESTAR-mallia on empiirisissä tutkimuksissa käytetty lähinnä reaalisien valuuttakurssin ennusteiden laadintaan, joten niitä ei tässä tutkielmassa myöhemmin ole käsitelty.

Epälineaarista virheenkorjausmallia on käytetty uusimmissa valuuttakurssitutkimuksissa, tosin sen uutuuden vuoksi käyttö on vielä vähäistä. Korhosen (2005) mukaan epälineaaristen virheenkorjausmallien avulla pyritään löytämään muuttujien väliltä teoreettisiin malleihin perustuvia empiirisiä relaatioita, joita ei puhtaasti lineaarisilla malleilla pystytä havaitsemaan. Korhosen tutkimuksen mukaan esimerkiksi euron ja dollarin välinen valuuttakurssi riippuu makrotalouden perusmuuttujien käyttäytymisestä.

Vaikka Markov-switching-malli onkin yhteensopiva nimellisvaluuttakurssidatan kanssa, yleisesti se ei ennusta paremmin kuin satunnaiskulku tai termiinikurssi jos ennustekriteerit ovat tavanomaisia. Poikkeavia tuloksia kuitenkin löytyy.

Valuuttakurssin epälineaarinen mallintaminen on tuottanut hyviä malleja, jotka onnistuvat hyvin otoksen sisäpuolisissa (in-sample) ennusteissa, mutta eivät voita satunnaiskulkua otoksen ulkopuolella (out-of-sample). (Clarida, Sarno, Taylor & Valente 2003: 63.)

## 2.5. Muita määrittämenetelmiä

Eräs suosittu valuuttakurssien ennustamisessa käytetty malli perustuu tuottavuuseroihin. Froot & Rogoff (1995: 1673) esittävät Balassan (1964) ja Samuelsonin (1964) kehittämän Balassa-Samuelson-teorian seuraavasti. Valuuttakurssin sopeutumisen jälkeen rikkaiden maiden hintataso on korkeampi suhteessa köyhiin maihin ja hintataso nopeasti kehittyvissä maissa nousee nopeammin kuin hitaasti kehittyvien maiden hintataso. Teknologian kehitys on historiallisesti ollut nopeampaa avoimella sektorilla kuin suljetulla sektorilla, mistä on seurauksena hintatason korkeus kehittyneissä maissa. Eli tuottavuuden nousu avoimella sektorilla nostaa palkkoja koko taloudessa. Suljetun sektorin tuottajien palkat nousevat ainoastaan jos suljetun sektorin tuotteiden suhteelliset hinnat nousevat. Cheung ym. (2005: 1153) esittävät Balassa-Samuelsonin tuottavuuseroihin perustuvan yleisen mallin seuraavasti:

$$(8) \quad s_t = \beta_0 + \beta_1 m_t + \beta_2 y_t + \beta_3 i_t + \beta_5 z_t + u_t$$

Malli on hyvin samankaltainen kuin jäykkien hintojen monetäärimalli, sisältäen kahden maan välisen rahamääräeron, BKT:n erot, ja korkoeron, mutta poikkeuksena siinä on tuottavuuseroa kuvaava  $z$ . Jäykkien hintojen malli myös olettaa PPP pitävän paikkansa pitkällä aikavälillä, kun taas tuottavuuseroihin perustuva malli ei sitä tee.

Tietotekniikan ja sitä kautta tekoälyn nopea kehittyminen on lisännyt tutkijoiden kiinnostusta neuroverkkoja kohtaan vaihtoehtona perinteiselle taloudelliselle ennustamiselle (Chen & Leung 2004: 1050). Neuroverkkoja on monenlaisia käyttötarkoituksen mukaan. Niiden perusidea on menneisyyteen ja sitä kautta oppimiseen perustuva ennustaminen. Ohjelmaan syötetään esimerkiksi valuuttakursseja ennustettaessa toteutuneita valuuttakursseja, jonka pohjalta ohjelma laatii ennusteet tulevaisuudelle.

Tutkimustulokset ovat olleet rohkaisevia ja niissä on keskitytty valuuttakurssin tason ennustamiseen. Neuroverkkojen opetuksen kautta tapahtuva hyvä ennustuskyky on myös niiden ongelma, sillä ne eivät osaa antaa estimointituloksia jos niitä ei ole tiettyyn tilaan koulutettu. Ekonometrisiin malleihin verrattuna ne ovat tässä suhteessa heikompia, sillä ekonometrisilla malleilla voidaan saada muun muassa tulovektoreiden estimaatteja, vaikka ne eivät sisälly niin kutsuttuun koulutusaineistoon. (Chen & Leung 2004: 1052,1057.)

Yksi käytetyimmistä ja menestyneimmistä neuroverkoista valuuttakurssien mallintamisessa on General Regression Neural Network eli GRNN. Tyypillinen GRNN:in rakenne sisältää neljä neurotasoa: syöttö-, mallinnus-, yhdistämis- ja tulostasot. Kun sinne syötetään vektori  $X$ , se jakaa sen seuraavan tason neuroneille eli mallinnukseen. Jokainen mallinnus-tason neuroni tuottaa keskimääräisen tuotoksen  $\theta$ . Seuraava taso laskee  $\theta$ :n arvojen pohjalta lopullisen arvon. (Chen & Leung 2004: 1055.)

## 2.6. Satunnaiskulun, uutisten ja odotusten rooli

Osatakseen selittää muutoksia valuuttakursseissa tulee tuntea kaikki ne muuttujat, joista valuuttakurssi muodostuu. Ei ole täysin selvää mistä tekijöistä valuuttakurssi määräytyy. Tiedetyt perustekijät ovat tiedossa, mutta siihen liittyy paljon muuttujia ja tapahtumia, joita ei voida mitata tai odottaa tapahtuvaksi. Se tekee ennustamisesta vaikeaa. Muutokseen vaikuttavia tekijöitä tunnetaan yhä enemmän ja siten valuuttakurssin käyttäytymisen ymmärtäminen, määrittäminen ja sitä kautta ennustaminen käy oletettavasti helpommaksi. Lyhyen aikavälin valuuttakurssivaihtelua selitetään usein taloudellisilla tekijöillä, kuten muutokset portfolion preferensseissä, lyhyen aikavälin asettien hintakuplat, ja monetääriset shokit (Rogoff 1996: 647).

Valuuttakurssivaihtelua ennustettaessa vertailupohjana pidetään usein satunnaiskulkua. Ennusteita on pidetty hyvänä, jos ne ovat olleet parempia kuin satunnaiskulku. Mishkin (2003: 704) väitti, että tehokkaiden markkinoiden teorian mukaan valuuttakurssien pitäisi yleisesti noudattaa satunnaiskulkuhypooteesia. Ei ole mitään syytä, miksi edes nimellisvaluuttakurssi noudattaisi satunnaiskulkua, kun mallissa ovat mukana nimelliskorkoerot tai riskipreemio (Froot & Rogoff 1995: 1653.) Useiden tutkimusten mukaan valuuttakurssi noudattaa lähes satunnaiskulkua. Siinä on kuitenkin eroa siihen, että se noudattaisi täysin sitä (Levich 2001: 279).

Aiemmin ei ollut saatavilla tarpeeksi aineistoa kelluvilta kursseilta, jotta valuuttakurssin liikkeitä olisi voitu ennustaa paremmin kuin satunnaiskulkumallilla. Uusien mallien avulla oletus, jonka mukaan nimellis- ja reaalin valuuttakurssi noudattaa satunnaiskulkua, on kumottu. Oletus satunnaiskulusta valuuttakurssien käyttäytymisessä on pikemminkin osoittanut tiedon puutetta, eikä niinkään osaamista. On paljon aihetta epäillä, että yritys hylätä satunnaiskuluhypoteesi johtui puutteellisesta datasta, eikä nollahypoteesin oikeellisuudesta. Lisäksi satunnaiskuluhypoteesi nimelliskursseilla ei ole johdonmukainen satunnaiskulun reaalikursseilla kanssa, kun jatkuvat inflaatioerot otetaan huomioon. (Frankel 2002.)

Jos valuuttakurssia pidetään varallisuuden arvona, joka reagoi välittömästi muutoksiin odotuksissa ja korkotasossa, niin sillä pitäisi olla samat ominaisuudet kuin esimerkiksi osakkeilla. Valuuttakurssien pitäisi reagoida voimakkaasti uutisiin, toisin sanoen odottamattomiin taloudellisiin ja poliittisiin tapahtumiin. Näin siis valuuttakurssien ennustaminen on erittäin vaikeaa kuten osakkeidenkin, mutta ei täysin mahdotonta. (Krugman & Obstfeld 2003: 349.)

Uutisilla on vahva merkitys markkinoiden käyttäytymiseen, mutta reagointi uutisiin ei ole täysin selvää. Levich (2001: 186) näkee kaksi syytä, miksi ei ole olemassa yksiselitteistä vastausta uutisten ja valuuttakurssien reaktion välillä. Ensiksi valuuttakurssimarkkinat ovat muiden finanssimarkkinoiden tapaan tulevaisuuteen suuntautuneet. Kun uutinen julkaistaan, ei tiedetä onko kyseessä hetkellinen vai pysyvä ilmiö. Uutinen sinänsä on tärkeä, mutta niin on myös sen aiheuttama tulevaisuuden politiikka ja markkinoiden reagointi siihen. Toiseksi, kaksi samankaltaista uutista eivät välttämättä ole ihan samoja. Esimerkiksi vaihtotaseen alijäämän kasvu ei välttämättä tarkoita tuonnin kasvua, vaan voi myös tarkoittaa kauppakumppanin tuonnin laskua. Andersen, Bollerslev, Diebold & Vegan (2003) tutkimuksen mukaan negatiivisilla uutisilla on voimakkaampi vaikutus kuin hyvillä uutisilla. Heidän mukaan uutiset vaikuttavat valuuttakurssiin. Pitäisi kuitenkin vielä tutkia sitä, vaikuttavatko ne suoraan vai order flow:n kautta.

Taloudellisilla odotuksilla on vahva vaikutus päätöksentekoon ja markkinoiden käyttäytymiseen. Odotusten rooli valuuttakurssin määräytymisessä on keskeinen. Odotettu valuuttakurssin muutos vaikuttaa odotettuihin talletustuottoihin. Siten odotukset hintatasosta, inflaatiosta, vienti- ja tuontikysynnästä ja rahantarjonnasta ovat tärkeitä valuuttakurssin määräytymisessä. Esimerkkinä voi mainita keskuspankin

devalvaatio- tai revalvaatio-odotuksen, joka johtaa välittömään spekulatioon tulevasta valuuttakurssista. (Mishkin 2003: 692.) Odotukset voivat olla niin kutsutusti vakauttavia tai horjuttavia. Odotuksen sanotaan Frankel & Rosen (1995: 1710) mukaan olevan vakauttava kun valuuttakurssin arvonnousu suhteessa pitkän aikavälin keskiarvoon saa markkinoilla aikaan odotuksen tulevaisuuden arvonalaskusta. Jos investoijat toimivat tällaisin oletuksin, pyrkivät he myymään valuuttaa ja siten vaimentavat alkuperäistä arvonnousua. Horjuttavista oletuksista on kyse, kun oletetaan arvonnousun jatkuvan entisestään tulevaisuudessa, jolloin valuutta ostetaan ja valuuttakurssin arvonnousu muuttuu entistä voimakkaammaksi. Nämä niin kutsutut horjuttavat odotukset tarjoavat yhden selityksen, miksi makrotaloudellisilla perustekijöillä ei aina voi selittää tapahtunutta muutosta valuuttakurssissa (Taylor 1995: 39). Talouden agentit muodostavat Froot & Iton (1989) mukaan erilaiset odotukset myös pitkällä ja lyhyellä aikavälillä. Lyhyellä aikavälillä valuuttakurssin muuttuessa sen odotetaan siirtyvän pois päin tasapainotasostaan, kun taas pitkällä aikavälillä sen odotetaan palautuvan tasapainoan kohti. Näin siis lyhyellä aikavälillä hieman ylireagoidaan tapahtuneeseen valuuttakurssimuutokseen.

Odotuksien huomioimisen jälkeen on huomattu, että odottamattomilla tapahtumilla on erilainen vaikutus valuuttakurssiin kuin ennakoituilla tapahtumilla. Valuuttakurssin pitäisi muuttua ainoastaan odottamattomien tapahtumien vuoksi. Ennakoidut tapahtumat voidaan sulkea pois, koska muuten ne tarjoaisivat mahdollisuuden lisätuottoihin. Ainoastaan asteittaiset muutokset ovat mahdollisia uutisten puuttuessa. Kyseiset asteittaiset muutokset voivat tapahtua esimerkiksi hintatason muuttuessa, mikä yleensä tapahtuukin asteittain yli ajan. (Frankel & Rose 1995: 1699.)

Nimellis- ja reaalisten valuuttakurssien käyttäytymisessä on suuria eroja eri valuuttakurssiregiimien välillä, ja ne eivät näy makrotaloudellisissa muuttujissa. Frankel & Rose (1995: 1707) esittävät kaksi mahdollista syytä asialle. Ensiksi, makrotaloudelliset shokit, joita ei voida havaita, vaikuttavat valuuttakurssiin. Toisena mainitaan kuplat, jotka määrittävät valuuttakurssin perustekijöistä riippumattomiksi liikkeiksi.

### 3. VALUUTTAKURSSIEN ENNUSTAMINEN

Ekonometrinen aikasarjoihin perustuva ennustamisprojekti alkaa analyysin tavoitteiden määrittelyllä. Kun tavoitteet on määritelty, haetaan talousteoriasta viitekehys. Tiettyyn ongelmaan löytyy usein eri teorioita ja niiden hyödyllisyys riippuu näkökulmasta. Teoriasta haetaan malliin otettavat muuttujat, ja on selvää, että eri muuttujilla on eriasteinen vaikutus mallissa, riippuen myös käytetystä teoriasta. On selvää, että mallissa voi olla vain rajattu määrä muuttujia. Muuten tarkoituksenmukainen tilastollinen analyysi ei annetulla datalla ole mahdollista. Talousteorialla on olennaisten muuttujien valinnassa tärkeä rooli. Data sisältää usein ominaisuuksia, joita talousteoria ei selitä tai kuvaa. Ne täytyy kuitenkin sisällyttää malliin. Siten talousteorian ei voi olettaa antavan täydellistä tilastollista mallia, vaan sen odotetaan olevan hyödyllinen tutkittaessa kiinnostuksen kohteena olevien muuttujien keskinäisiä yhteyksiä. Tilastollisten työkalujen avulla voidaan testata mallin käyttökelpoisuutta, joskin se voi myös itsessään olla analyysin kohde. (Lütkepohl 2004: 2–3.)

Ennusteiden laadinta perustuu yleensä selittävien muuttujien estimaatteihin. Tässä tutkielmassa käytetyissä tutkimuksissa onkin lähes poikkeuksetta tehty näin. Ainoastaan Meese & Rogoff (1983) käyttivät selittävien muuttujien toteutuneita arvoja, mutta tulokset eivät siitä huolimatta olleet erityisen poikkeavia tai yllättäviä. Heidän ennusteiden onkin sanottu olevan niin sanotusti epäaitoja edellä mainitusta seikasta johtuen. Se kumpaa ennusteiden laadinnassa käytetään, vaikuttaa luonnollisesti myös keskineliövirheeseen. Todellinen ennustusvirhe voi siten olla suurempi kuin mitattu virhe, johtuen juuri parametrien estimointivirheistä. Tämän vuoksi esimerkiksi Meese & Rogoffin (1983) tapauksessa olisi mielenkiintoista tietää, miten keskineliövirhe olisi muuttunut jos olisi käytetty selittävien muuttujien estimaatteja toteutuneiden sijaan. On kuitenkin luonnollista ajatella kuten Meese & Rogoff, että parempia ennusteita on saatavissa käyttämällä selittävien muuttujien toteutuneita arvoja. Näin ei kuitenkaan käynyt ja sen voi tulkita antavan tukea ajatukselle makrotaloudellisten perustekijöiden toimimattomuudesta valuuttakurssin määrittelyssä. Käyttämällä selittävien muuttujien toteutuneita arvoja valuuttakurssiennusteita laadittaessa ei kuitenkaan tuota juurikaan hyötyä esimerkiksi rahoitusmarkkinoiden analyytikoille tai taloudenpitäjille. He joutuvat tekemään suojauspäätöksiä yms. perustuen tulevaisuuden valuuttakurssiennusteisiin, joita ei luonnollisestikaan voida laatia selittävien muuttujien toteutuneiden arvojen avulla. Täten taloudellisen päätöksenteon kannalta Meese & Rogoffin (1983) menettely ei ole hyödyllistä. Heidän ilmeinen tarkoituksensa oli

kuitenkin osoittaa muun muassa satunnaiskulun vahva asema ja valuuttakursseihin liittyvät ongelmat.

### 3.1. Aikasarjamallien rakenne

Puhtaasti autoregressiivisellä (AR) aikasarjamallilla on seuraavanlainen rakenne:

$$(9) \quad Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + u_t,$$

missä  $Y_t$  on riippuvan muuttujan sijaluvun  $t$  havainto kun siitä on vähennetty keskiarvo,  $u_t$  on virhetermi keskiarvolla nolla ja varianssi on vakio (Ramanathan 1992: 493). VAR-malli (vector autoregression) on yleinen dynaaminen malli, joka sisältää lukuisia endogeenisiä muuttujia ja olennaisimmat eksogeeniset muuttujat. VAR-mallissa talousteoreettinen pohja ei ole tärkein, vaan riittää kun määrittää kaksi asiaa. Näitä ovat endogeeniset ja eksogeeniset muuttujat, joiden uskotaan vaikuttavan toisiinsa, ja suurin tarvittava viiveiden määrä, jotta suurin osa muuttujien keskinäisistä vaikutuksista voidaan havaita. VAR-mallissa jokainen muuttuja on kaikkien muuttujien viivästettyjen arvojen lineaarifunktio. Jokaisen muuttujan viiveen pituus on yhtäsuuri ja jokainen muuttuja sisältyy jokaiseen yhtälöön. VAR-malli viiveellä  $p$  voidaan kaavamaisesti esittää seuraavalla tavalla:

$$(10) \quad Z_t = \sum_{s=1}^p \phi(s) Z_{ts} + \mu_t$$

Kaavassa (10)  $Z_t$  on ajanhetkellä  $t$  mitattujen muuttujien ( $n \times 1$ ) vektori,  $\Phi(s)$  on kertoimien ( $n \times n$ ) matriisi,  $p$  kuvaa muuttujien viiveen pituutta ja  $\mu_t$  on satunnaishäiriöiden ( $n \times 1$ ) vektori. (Chen & Leung 2004: 1054; Pindyck & Rubinfeld 1998: 400.)

Epälineaariset ekonometriset mallit voidaan jakaa kahteen laajaan kategoriaan. Ensimmäiseen kuuluvat mallit, jotka eivät pidä lineaarisia malleja erityistapauksina, kuten epätasapainomalli. Toiseen kategoriaan kuuluvat esimerkiksi tietynlaiset Markovin switching-mallit ja pehmeän siirtymän regressiomalli. Näitä malleja soveltavat tutkijat voivat valita lineaarisen mallin lähtöpisteekseen, jonka jälkeen pitää harkita onko välttämätöntä huomioida myös epälineaarisuus. (Teräsvirta 2004: 222.)

ESTAR-malli on laajennus tavallisesta autoregressiivisestä mallista, siten että se on joustavampi mallin parametrien pehmeän siirtymän johdosta. Korhonen (2005: 34) pitää STAR-mallia sopivampana Bretton Woods-järjestelmän jälkeiselle datalla kuin esimerkiksi yksikköjuuritestit, sillä vaadittavana aikasarjan ei tarvitse olla kovin pitkä. STAR-mallilla on kiinnostavia ominaisuuksia. Se ei esimerkiksi oletta regiimin vaihtuvan nopeasti, kuten Hamiltonin (1989) kuvaama Markovin switching-malli.

### 3.2. Ennusteiden vertailu

Mallin estimoinnin ja diagnostiikan tarkastamisen jälkeen voidaan alkaa laatia ennusteita. Tässä tutkielmassa käytetty mittari, millä aikaisempien tutkimuksien ennustettavuutta on pyritty mittaamaan, on keskineliövirhe (mean square error, MSE) tai sen neliöjuuri (root mean square error, RMSE). Valuuttakurssiennusteista pyritään luonnollisesti luomaan mahdollisimman tarkkoja. Ennustevirhe (FE), joka on kuvattu kaavassa (11), on ennustetun arvon (F) ja todellisen arvon (A) välinen erotus, eli F-A. Keskineliövirhe muodostuu kun lasketaan kaikkien ennusteiden ennustevirheiden neliöiden summa ja jaetaan se ennusteiden lukumäärällä (n). MSE:n lisäksi yleisesti on käytetty absoluuttista keskivirhettä (mean absolute error, MAE), joka eroaa siten että se ei huomioi suuria virheitä yhtä painokkaasti (Armstrong 2001: 795). Ennusteiden tarkkuutta mitattaessa on hyvin usein käytetty myös keskineliövirheen neliöjuurta. Kaavassa (11) on esitelty keskineliövirhe ja sen neliö.

$$(11) \quad MSE = 1/n * \sum_n^1 (FE)^2, RMSE = \sqrt{MSE}$$

Estimointiperiodin sisäpuolelle sijoittuvia ennusteita sanotaan otoksen sisäisiksi ennusteiksi (in-sample). Yleisesti ajatellaan, että otoksen ulkopuoliset ennusteet (out-of-sample) ovat tärkeämpiä. Jos ennustettavuutta ei otoksen sisäpuolelta löydy, ei mallia kannatta testata otoksen ulkopuolellakaan. Inoue & Kilianin (2004) mainitsevat yleisen käsityksen, jonka mukaan hyvä ennustettavuus otoksen sisäpuolella ei takaa hyvää ennustettavuutta myös otoksen ulkopuolella. Tämä on usein tulkittu siten, että otoksen sisäiset ennusteet ovat jollain lailla vääriä ja siten niitä ei voi huomioida. Tämän tulkinnan Inoue & Kilian kyseenalaistivat. He osoittivat, että otoksen sisäpuoliset ennusteet voivat olla luotettavampia kuin otoksen ulkopuoliset.

Yleisesti ottaen eri tutkijoiden tutkimuksia ja niiden ennusteita on haastavaa vertailla suoraan, sillä usein on käytetty eri valuuttoja, estimointiperiodia ja ennustushorisontteja. Aikaisempien tutkimuksien suoraa toistoa esimerkiksi jollain toisella mallilla, periodilla tai valuuttaparilla on vaikea löytää. Ennusteiden tarkkuudestakaan ei aina löydä tietoa, sillä eri tutkimuksilla voi olla eri tavoitteet. Tässä tutkielmassa käsitellyjä tutkimuksia yhdistää kuitenkin moni seikka, minkä avulla niitä voidaan vertailla. Täysin eksplisiittinen vertailu on tosin vaikeaa, joten pääpaino on arvioida sanallisesti tutkimuksia ja ennusteita satunnaiskulkuun nähden. Eli ovatko ennusteet tarkempia kuin satunnaiskulku, onko ero merkittävä, onko tarkkuus tilastollisesti merkittävä ja mitä poikkeavuuksia tuloksissa esiintyy eli miten valittu estimointiperiodi tai valuuttapari vaikuttaa tuloksiin.

Testatun mallin ja satunnaiskulun keskineliön virheiden erojen tilastollista merkitsevyyttä voidaan testata Diebold & Marianon (1995) testillä (D–M testi), joka on esitetty kaavassa (12). D–M testin nollahypoteesin mukaan kahden ennusteen tarkkuudessa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. D–M testillä ei tässä tutkielmassa ole kuitenkaan merkittävää painoarvoa, sillä ennusteiden taloudellinen hyöty on nostettu tärkeimmäksi seikaksi. Yritysten tehdessä suojauspäätöksiä esimerkiksi valuuttakurssimuutoksia vastaan, hyödyllisin on kuitenkin tarkin ennuste. D–M testin tulos on kuitenkin esitelty tutkimuksia käsiteltäessä, jotta havaitaan tulosten tilastollinen merkitsevyys. Lisäksi se on hyvin yleisesti käytetty tutkimuksissa, joten lienee perusteltua mainita myös tämän testin tuloksista.

$$(12) \quad DM = d / \sqrt{\frac{2\pi f_d(0)}{T}}$$

Edellä esitellyssä kaavassa (12)  $d$  kuvaa otoksen keskimääräistä tappioeroa (sample mean loss differential). Eli kahden ennusteen, lukumäärältään  $T$ , ennustevirheistä on laskettu tappiofunktio molemmille, joiden keskimääräistä eroa muuttuja  $d$  siis kuvaa. Juuren sisällä oleva lauseke kuvaa  $d$ :n varianssia. (Diebold & Mariano 1995: 254). Tutkielmassa käytetty D–M testiin liittyvä riskitaso on kymmenen prosenttia, ellei toisin ole erikseen mainittu.

Kuten aikaisemmin on useasti todettu, mallien ennustustarkkuutta verrataan lähes poikkeuksetta satunnaiskulkuun. Satunnaiskulku on malli, missä aikasarjan viimeistä havaintoa käytetään ennusteena kaikille ennustushorisontin periodeille. Vaihtoehtoisesti sen voi sanoa väittävän, että kahden peräkkäisen havainnon välinen ero on satunnainen. Tilastotieteilijät muotoilevat sen seuraavasti: satunnaiskulku on aikasarjamalli, jossa

nykyperiodin havainnon arvo on sama kuin edellisen periodin havainto lisättynä virhetermillä, joka on vakioidusta todennäköisyysjakaumasta. Se on martingaalien erikoistapaus, siten että se ei ota huomioon vaihtelevaa varianssia. (Armstrong 2001: 794, 804.)

$$(13) \quad y_t = d + y_{t-1} + u_t$$

Kaavassa (13) on kuvattu satunnaiskulku kaavamuodossa. Ennuste  $y_t$  muodostuu siis vakiosta  $d$ , joka on yhteydessä sarjan keskiarvoon, edellisestä havainnosta  $y_{t-1}$  ja satunnaisvirheestä  $u_t$ . (Pynnönen 1998).

#### 4. TUTKIMUKSIA VALUUTTAKURSSIEN ENNUSTAMISESTA

Teoria on merkityksetön, ellei sitä voida empiirisesti soveltaa ja testata (Sarno & Taylor 2002: 123). Valuuttakurssien ennusteiden hyödyllisyydestä johtuen niitä tullaan laatimaan aina ja haasteellisuus takaa kirjavat testituloksetkin. Eri tutkijat myös painottavat eri asioita ja niiden keskinäistä tärkeyttä. Tässä kappaleessa on käsitelty tutkimuksia viime vuosikymmenien ajalta. Levichin (2001: 262) mukaan saadaksesen hyvän käsityksen valuuttakurssien ennustamisesta on ensin selvästi määriteltävä markkinoiden puitteet, valuuttakurssijärjestelmän tarkoitus, ennustushorisontti ja ennustemittarit. Hän painottaa myös ennusteiden hyödyllisyyttä. Ekonomistien tulisi tarkkojen ennusteiden sijaan keskittyä saamaan taloudellisessa päätöksenteossa hyödyllisiä ennusteita. Myös Faust, Rogers & Wrightin (2003: 57) mukaan huono tilastollinen ennustettavuus ei tarkoita sitä, että päättäjien tulisi jättää jokin malli huomioimatta.

Eri tahot tarvitsevat valuuttakurssiennusteita eri aikaväleiltä. Treidaajat tarvitsevat hyvin lyhyen horisontin ennusteita, omaisuudenhoidajat lyhyen ja pitkän aikavälin ja yritykset pitkän aikavälin ennusteita tulevaisuuden suunnitelmiaan varten (Levich 2001: 262). Valuuttakurssiennusteet tulisi näin jakaa niiden käyttötarkoituksen ja hyödyllisyyden mukaan. Seuraavassa tutkimukset on jaoteltu niiden luonteen mukaan. Kansantalouden perustekijöihin perustuvat mallit ovat omana kappaleenaan ja teknisiin malleihin tai muihin seikkoihin perustuvat tutkimukset omanaan. Valuuttakurssien ennustamisesta tehdyt tutkimukset olisi hyvä jakaa sen mukaan, miten pitkälle ennusteet on laadittu. Tämä siksi, että olennaisimmat erot tutkimuksissa ovat juuri lyhyen tähtäimen tuloksissa. Tosin pitkän tähtäimen tuloksissakin esiintyy ristiriitaa. Tässä tutkielmassa lyhyen aikavälin ennusteissa tähtäin on kuukaudesta kahteen vuoteen ja pitkällä tähtäimellä tarkoitetaan yli kahta vuotta. Useat tutkimukset käsittelevät kuitenkin molempia horisontteja ja siksi niiden tuloksia ei tässä ole eroteltu eri alakappaleisiin ikään kuin erillisiksi tutkimuksiksi.

Mukana ovat vain tutkimukset, joiden aineistona on käytetty maailmankaupan kannalta tärkeimpiä valuuttoja, USD:a, GBP:a, DEM:a ja JPY:ä. Lisäksi kriteerinä on tutkimusten uutuus, esiintyvyys ja painoarvo myöhemmissä tutkimuksissa ja esiintyvyys arvostetuissa julkaisuissa. Valuuttakurssien tutkimuksessa on edistytty hyvin, joten uusimpia tutkimuksia on enemmän mukana. Tutkimuskenttä on valtaisa. Ottamalla mukaan vaikka vain kaksikymmentä tutkimusta voi jo muodostaa

kokonaiskuvan ennustettavuudesta. Aineistoa on saatavilla yhä enemmän, joten voisi ajatella tuloshakuisuuden olevan mahdollista sopivan aineiston valinnalla. Niinpä tässä tutkielmassa pohjana käytettyjen tutkimuksien tuloksille on aina pyritty löytämään kritiikkiä toisista tutkimuksista. Valuutoista on käytetty niiden ISO 4217-standardin mukaisia lyhenteitä.

#### 4.1. Perustekijöihin perustuvien mallien ennusteet

Pohjan myöhäisemmälle valuuttakurssien ennustamiselle loivat Meese & Rogoff (1983) tutkimuksellaan, joka käsitteli 1970-luvun empiiristen rakenteellisten valuuttakurssimallien ja aikasarjojen otoksen ulkopuolisten ennusteiden tarkkuutta. Käytetyt kolme rakenteellista mallia olivat joustavien ja jäykkien hintojen monetääriset mallit sekä jäykkien hintojen asettimalli. Pelkistetty malli näistä voidaan kirjoittaa muotoon:

$$(14) \quad s = a_0 + a_1(m - m^*) + a_2(y - y^*) + a_3(r_s - r^*_s) + a_4(\pi^e - \pi^{*e}) + a_5TB + a_6T^*B + u$$

Kaavassa (4)  $s$  on ulkomaan valuutan dollarikurssin logaritmi,  $m - m^*$  on logaritmi Yhdysvaltojen ja ulkomaan rahan kysynnän suhteesta,  $y - y^*$  logaritmi reaalityulojen suhteesta Yhdysvaltojen ja ulkomaan välillä,  $r_s - r^*_s$  kuvaa lyhyen aikavälin korkoeroa ja  $\pi^e - \pi^{*e}$  odotettu pitkän aikavälin inflaatioero.  $TB$  ja  $T^*B$  kuvaavat kumulatiivisia kauppataaseita Yhdysvalloissa ja ulkomaassa. Kaikki mallit olettavat, ceteris paribus, että valuuttakurssi osoittaa suhteellisten rahan kysyntöjen ensimmäisen asteen homogeneisuuden tai että  $a_1 = 1$ . Frenkel–Bilsonin mallin, joka edellyttää ostovoimapariteettia, rajoitteet ovat  $a_4 = a_5 = a_6 = 0$ . Dornbusch–Frankelin malli, joka sallii hitaan kotimaisten hintojen sopeutumisen ja sen seurauksena poikkeamat ostovoimapariteetista, asettaa rajoitteet  $a_5 = a_6 = 0$ . Hooper–Mortonin malli ei aseta ainoatakaan yhtälön (11) kerrointa nolaksi. Mainittu malli laajentaa Dornbusch–Frankelin mallia siten, että se sallii muutokset pitkän aikavälin reaalisessa valuuttakurssissa. Näiden muutosten on oletettu korreloivan kauppataaseen odottamattomien shokkien kanssa. (Meese & Rogoff 1983: 5.)

Kaikilla tutkituilla malleilla luotiin ennusteita yhden, kolmen, kuuden ja kahdentoista kuukauden päähän. Kuukausiaineisto koostui USD:n valuuttakurssista GBP:tä,

DEM:iä ja JPY:tä vastaan. Aineisto sijoittuu kelluvien kurssien järjestelmän alkamisesta maaliskuulta 1973 kesäkuuhun 1981. Ennustehorisontteja oli lukuisia, jotta nähtäisiin pärjäävätkö rakenteelliset mallit paremmin kuin aikasarjamallit pitkällä aikavälillä. (Meese & Rogoff 1983: 10.)

Ennusteita verrattaessa tärkeimpänä kriteerinä Meese & Rogoff (1983: 11) pitivät keskineliövirheen neliöjuurta (RMSE). RMSE:llä mitattuna aineiston ajoittaminen alkamaan vuodesta 1978 tai vaihtoehtoisesti loppumaan vuoteen 1980, ei muuttanut satunnaiskulun dominoivaa asemaa muihin verrattuna, vaan se säilyi edelleen tarkimpana ennustajana. Termiinikurssikin on Meese & Rogoffin mukaan huonompi ennustamaan kuin satunnaiskulku. RMSE:tä vertailtaessa se oli parempi ainoastaan USD/DEM-kurssilla yhden ja 12:sta kuukauden ennustushorisonteilla.

Keskeisenä tuloksena esitetään, että satunnaiskulku suoriutuu ennusteissa vähintäänkin yhtä hyvin kuin estimoidut yhden muuttujan aikasarjat (AR-mallit), rajoittamaton vektori autoregressio (VAR) ja rakenteelliset valuuttakurssimallit. Tutkimus tukee myös näkemystä otoksen ulkopuolisten ennusteiden tärkeydestä empiiristen valuuttakurssimallien määrittelyssä. Rakenteelliset mallit tarvitsevat selittävien muuttujien ennusteita tuottaakseen valuuttakurssiennusteita. Rakenteellisilla malleilla on selitysvoimaa, mutta niiden ennustuskyky on huono, koska niiden selittäviä muuttujia on vaikea ennustaa. Ennustuskyky on silti huono, vaikka ne perustuvat selittävien muuttujien toteutuneisiin arvoihin. (Meese & Rogoff 1983: 10, 20–21.) Vaikka Meese & Rogoffin tulokset ovatkin vahvoja, useat tutkijat ovat löytäneet malleja, joiden otoksen ulkopuolinen ennustuskyky on parempi kuin satunnaiskulkuhypoteesilla (Faust ym. 2003: 36). Meese & Rogoffin (1983) tutkimuksen huono ennustuskyky saattaa johtua Sarno & Taylorin (2002: 134–135) mukaan estimoidun yhtälön parametrien epävakaudesta. Tämä epävakaus voidaan selittää muutamien eri perustein. Se voi johtua politiikkajärjestelmän vaihtumisesta, rahan kysynnän tai PPP:n luontaisesta epävakaudesta tai siksi, että agenttien epäyhtenäisyys johtaa erilaisiin reaktioihin makrotalouden kehittyessä.

Rakenteellisten mallien huono suorituskyky johtuu luultavimmin otantavirheistä, satunnaisista muutoksista parametreissa tai virheellisestä spesifikaatiosta. Syynä voi olla myös 1970-luvun öljyshokit sekä kansainvälisen kaupan ja poliittisten järjestelmien rakenteiden muuttuminen. Poikkeamat kattamattomasta korkopariteetistakaan eivät täysin voi selittää huonoa ennustekykä, koska sen pitävyydestä ei voida olla varmoja. (Meese & Rogoff 1983: 17–18.)

Yksi tuoreimmista valuuttakurssin ennustamiseen liittyvistä tutkimuksista on Cheungin ym. (2005) 1990-luvulla kehitettyjen valuuttakurssimallien vertailu satunnaiskulkua vastaan. Malleina olivat ostovoimapariteetti, Dornbusch–Frankelin jäykkien hintojen monetäärimalli, tuottavuuseroihin perustuva malli, muunnelma korkopariteetista ja useasta teoriasta muodostettu yhdistelmämalli. Aineisto muodostui JPY:n, GBP:n, ja DEM:n valuuttakursseista Yhdysvaltain dollaria vastaan neljännesvuosiaineistolla vuoden 1973 toisesta neljänneksestä vuoden 2000 viimeiseen neljännekseen. Ennustushorisontteina olivat neljännesvuosi, vuosi ja viisi vuotta. Aikasarja jaettiin kahteen osaan: 1973–1982 ja 1982–2000. Ennusteiden tarkkuutta he mittasivat testattavien mallien ja satunnaiskulun välisellä MSE-suhteella, eli arvon ollessa alle yhden, osoittaa se mallin olevan suorituskyvyltään parempi kuin satunnaiskulku. D–M testillä testattiin lisäksi nollahypoteesia, onko MSE ero nolla, eli että mallien ja satunnaiskulun suorituskyvyssä ei ole tilastollisesti merkittävää eroa.

Yleisesti ottaen MSE:hen perustuvat tulokset eivät ole suosiollisia testatuille malleille. 132 suhteesta 23 oli alle yhden eli niiden ennusteet olivat tarkempia kuin satunnaiskulkumallilla. 32:n MSE-suhteen ero oli tilastollisesti merkitsevä 10 prosentin tasolla ja näistä ainoastaan kaksi olivat testatuille malleille suosiollisia. Tuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä mallien valinnassa käytettiin useita kriteerejä. Mallin oli oltava merkittävä taloudellisessa ja poliittisessa kirjallisuudessa, helposti testattavissa ja uusittavissa sekä se ei saanut olla systemaattisen muokkauksen kohteena viime aikoina. Tulokset eivät anna selvää vastausta tutkimuksen otsikossa esitettyyn kysymykseen, sillä mitään esitellyistä malleista ei voida pitää ylivertaisena. Osa malleista toimi hyvin tietyllä ennustehorisontilla tai tietyllä valuuttakurssilla, mutta osa ei. Tuloksia ei heidän mukaan voida pitää merkittävinä valuuttakurssin käyttäytymistä selitettäessä, sillä yksinkertainen mutta väärin spesifioitu malli voi antaa parempia ennusteita kuin oikea.

Groen (1999) tutki valuuttakurssien pitkän tähtäimen ennustettavuutta kahdella rakenteellisella valuuttakurssimallilla. Mallit oli johdettu ostovoima- ja kattamattomasta korkopariteetista sisältäen rahan tarjonnan (ensimmäisessä mallissa käytettiin M1:tä ja toisessa M2:ta) ja reaalitulot. Aineisto on Bretton Woods -järjestelmän jälkeisiltä vuosilta 1973–1994 sisältäen USD:n kurssit DEM:a vastaan. Oletuksina olivat, että PPP ja UIP ovat voimassa. Testattujen mallien perusmuoto on monetäärinen valuuttakurssimalli, jossa hinnat ovat joustavia ja odotukset rationaalisia. Ennustushorisontteina oli käytetty 1 kuukausi, 1, 2, 3 ja 4 vuotta. Groen testasi otoksen ulkopuolisten ennusteiden tarkkuutta RMSE:llä verraten sitä satunnaiskulkuun.

Ollakseen suorituskyvyltään hyvä, mallin RMSE:n suhde satunnaiskulkuun tuli olla alle yhden ja D–M testin mukaan merkitsevä. Groen muodosti kaksi estimointiperiodia, vuodesta 1981 vuoteen 1991 ja vuoteen 1994. Jälkimmäistä periodia käytettiin testaamaan kuinka aikaisempien tutkimusten suotuiset tulokset selviävät kun periodia jatketaan. Ensimmäisellä periodilla aina kahden vuoden ennustushorisonttiin saakka mallit eivät eronneet, eivätkä voittaneet satunnaiskulkua millään valuuttaparilla. Kolmen vuoden horisontilla molemmat mallit tuottivat alhaisemman RMSE:n satunnaiskulkuun verrattuna, tosin ero ei ollut D–M testin mukaan tilastollisesti merkitsevä edes 10 prosentin tasolla. Neljän vuoden horisontilla tulokset edelleen paranivat, mutta eivät edelleenkään olleet merkitseviä. Toinen malli käyttäytyi hyvin samankaltaisesti. Toisella periodilla ennusteiden tarkkuus huononi entisestään, tosin toisessa mallissa (M2) tilanne ei muuttunut. Groen kyseenalaistaa aikaisempien tutkimusten tulokset hyvistä pitkän aikavälin (4 vuotta) tuloksista rakenteellisiin malleihin perustuvilla valuuttakurssiennusteilla, joiden ennusteet perustuvat päällekkäisiin datoihin. Pitkän tähtäimen perusmallien otoksen ulkopuolinen ennustuskyky oli huono. Etenkin vielä pidemmällä aikavälillä kuin mitä se oli aikaisemmissa tutkimuksissa. Huono ennustekyky, joka on seurausta pidennetystä aikavälistä, johtuu hänen mukaan yhteisintegroituvuuden puutteesta valuuttakurssien ja rakenteellisten valuuttakurssimallien välillä. Groen pitää tältä pohjalta hyviä tuloksia teennäisinä.

Jos perinteistä monetääristä mallia käytetään pitkän aikavälin tasapainon kuvaamiseen ja sallitaan lyhyen aikavälin heilahtelu, saadaan MacDonald & Taylorin (1994) mukaan monetäärinen valuuttakurssi yhtälö, jolla on vahvat otoksen ulkopuoliset ennusteet. He tutkivat mallin pitkän ja lyhyen aikavälin ominaisuuksia aineistonaan GBP:n ja USD:n kuukausiaineisto tammikuusta 1976 joulukuuhun 1990. Viimeiset 24 kuukautta varattiin otoksen ulkopuolisille ennusteille. Ennustehorisontteina käytettiin 1, 3, 6, 9, ja 12 kuukautta. Useamman muuttujan yhteisintegroituvuus -tekniikkaa käytettiin testaamaan löytyykö monetääriselle valuuttakurssi yhtälölle pitkän aikavälin relaatiosta tukea. Toisin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, tulokset tukivat yhteisintegroituneisuutta. Tulos helpottaa lyhyen aikavälin monetäärisen mallin tutkimista käyttämällä virheenkorjausmallia. McDonald ja Taylor löysivät kolme yhteisintegroituvuusvektoria valuuttakurssien ja kotimaan sekä ulkomaan rahantarjonnan, tuotannon ja pitkän aikavälin korkojen välillä. Tämä tulos on vastoin monia aikaisempia tuloksia yhteisintegroituvuudesta ja sitä he perustelivat sopivamman menetelmän valinnalla. Ennusteiden tarkkuutta verrattiin satunnaiskulkuun trendillä ja ilman, RMSE:n avulla. Monetäärinen virheenkorjausmalli antoi kaikilla viidellä tutkitulla ennustushorisontilla

tarkempia ennusteita kuin satunnaiskulku ja aikavälin pidetessä tulokset tulivat vahvemmiksi. Yhden kuukauden ennustushorisontilla ero satunnaiskulkuihin oli 8,5 prosenttia ja 12 kuukauden horisontilla yli 20 prosenttia.

MacDonald & Taylorin (1993) tutkimus oli hyvin samankaltainen kuin heidän vuotta myöhempi tutkimus. Dataperiodi ja ennustusperiodi olivat täysin yhdenmukaisia. Tarkasteltava valuuttapari oli USD:n kurssi DEM:iä vastaan ja lisäksi se sisälsi kahden kuukauden ennustushorisontin. Myös tulokset olivat yhtä rohkaisevia. Mallilla saatiin RMSE:hen perustuen tarkempia ennusteita kaikilla horisonteilla, tosin ero satunnaiskulkuun ei juuri kasvanut ennustushorisontin pidetessä.

Markin (1995) tutkimus osoitti, että pitkän aikavälin muutokset spottikurssin logaritmissa ovat ennustettavissa. Tutkimuksen aineistona oli DEM:n ja JPY:n kurssit USA:n dollaria vastaan. Neljännesvuosiaineisto koostui vuodesta 1973 vuoteen 1991. Otoksen ulkopuolisten ennusteiden analyysi alkoi vuodesta 1981. Tutkimustulokset perustuivat 1-, 4-, 8-, 12- ja 16-neljänneksen logaritmoidun spottikurssin ennusteisiin, joita verrattiin senhetkisiin logaritmoidun valuuttakurssin poikkeamiin perusarvostaan. Tämä perusarvo perustui monetäärimalliin ja se oli logaritmoitujen rahavarantojen ja logaritmoitujen reaalityulojen lineaarikombinaatio. Ennusteet olivat tarkempia kuin satunnaiskululla, kaikilla horisonteilla JPY:n osalta. DEM:n kohdalla ne olivat tarkempia 12- ja 16-neljänneksen horisonteilla. Ennusteiden tarkkuus kasvoi horisontin pidetessä. Pisimmällä 16-neljänneksen horisontilla mallin otoksen ulkopuolisen ennusteen RMSE oli keskimäärin puolet verrattuna satunnaiskulkuun molempien valuuttaparin osalta. Mark sai siis pitkällä aikavälillä parempia tuloksia kuin satunnaiskulkumallilla. Hän tulkitsi, että vaikka neljännesvuosittaiset valuuttakurssimuutokset ovatkin hankalia ennustaa, valuuttakurssin perustekijöihin perustuvat systemaattiset muutokset tulevat selvemmiksi pitkän aikavälin muutoksissa. Tutkimuksessa käytetty aikasarja oli suhteellisen lyhyt, mikä teki tuloksista hänen mukaan hieman epäluotettavia. Lisäksi otoksen ulkopuolisille ennusteille varattuun periodiin sisältyi USD:n voimakas heilahtelu. 1980-luvun alussa sen arvo nousi voimakkaasti saavuttaen huippunsa 1985, jonka jälkeen sen arvo lähes puolittui vuoteen 1987 mennessä. Markin epäily tuloksien luotettavuudesta on osoitettu todeksi myöhemmissä tutkimuksissa.

Faust ym. (2003) käyttivät aikaisemmista tutkimuksista poiketen reaaliaikaista dataa muodostaessaan valuuttakurssiennusteita USD:n DEM- ja JPY-kursseille. Lopuksi reaaliaikaisen datan käytöllä saatuja ennusteita verrattiin korjatun datan ennusteisiin.

Heidän mukaansa käyttämällä reaaliaikaista dataa ex post tarkistetun datan sijaan saadaan tarkempia ennusteita. Reaaliaikainen data kerättiin OECD:n Main Economic Indicatorsin tilastoista, jotka julkaistiin neljä kertaa vuodessa. Jaksoja kertyi 38 vuodesta 1989 vuoteen 2000 muutaman puuttuessa. He keskittyivät Markin (1995) käyttämiin monetäärimalleihin. Ennustushorisontteina oli neljännesvuosi, yksi, kaksi, kolme ja neljä vuotta. Faustin ym. saamat tulokset olivat hyvin suosiollisia satunnaiskululle. Molemmilla valuuttapareilla ja kaikilla ennustushorisonteilla satunnaiskulun RMSE oli alhaisempi, lukuun ottamatta JPY:n yhden vuoden ennustetta reaaliaikaisella datalla. Tärkeintä oli reaaliaikaiseen dataan perustuvien ennusteiden alhaisempi RMSE verrattuna vastaaviin korjattuun dataa perustuviin ennusteisiin.

Berkowitz & Giorgianni (2001) eivät löytäneet monetäärimallille vahvaa tukea. He testasivat mallia USD:n valuuttakurssilla DEM:iä ja JPY:tä vastaan. Ennustushorisontteina he käyttivät samaa kuin Faust ym. (2003). Ensiksi Berkowitz & Giorgianni loivat ennusteita perustuen neljännesvuosiaineistoon 1973:2–1991:4. JPY:n osalta ennusteet olivat RMSE:hen perustuen tarkempia kuin satunnaiskulumallilla saadut kaikilla horisonteilla, mutta DEM:in kohdalla ainoastaan kolmen ja neljän vuoden ennustushorisontilla. Tarkasteltavaa aikasarjaa jatkettiin vuoteen 1994:4, jotta nähtäisiin otoskoon vaikutus tuloksiin. Jälkimmäisessä testauksessa JPY:n ennustettavuus säilyi, tosin 4 vuoden horisontilla RMSE verrattuna satunnaiskulkuun olikin suurempi. Erot olivat lähes samansuuruisia. DEM:inkin osalta pitkän tähtäimen ennustettavuus huononi ja satunnaiskulku voitettiin ainoastaan neljännesvuoden horisontilla. Berkowitz & Giorgianni arvelevat Markin (1995) käyttäneen tietyllä tavalla sopimatonta jaksoa, sillä positiiviset tulokset hieman heikentyivät kun aikasarjaa jatkettiin.

McCracken & Sapp (2005) testasivat neljää mallia USD:n kurseilla DEM:iä ja JPY:tä vastaan. Data alkoi vuoden 1973 alusta vuoden 1997 loppuun. Otoksen ulkopuolisille ennusteille varattiin jakso vuoden 1990 alusta vuoden 1997 loppuun. Ennustehorisontteja oli viisi: neljännesvuosi, puoli vuotta, yksi, kaksi ja kolme vuotta. He vertasivat neljän mallin RMSE:tä trendilliseen satunnaiskulkuun. Mallit olivat: monetäärimalli, Frenkel–Bilsonin joustavien hintojen monetäärimalli, Dornbusch–Frankelin jäykkien hintojen monetäärimalli ja Hooper–Mortonin jäykkien hintojen asettimalli. Molemmilla valuuttapareilla he saivat satunnaiskulkuun tarkempia ennusteita horisontin ollessa vuoden tai alle. DEM:in osalta ennusteiden tarkkuus verrattuna satunnaiskulkuun huononi kahden ja kolmen vuoden horisontilla ollen satunnaiskulkuun huonompi. JPY oli tarkempi vielä kahden vuoden horisontilla, mutta ei

enää kolmen. Erot satunnaiskulkuun eivät tosin olleet erityisen suuria, mutta yllättävää oli tarkkuuden satunnaiskulkuun nähden huononeminen horisontin kasvaessa. Mallien välillä tarkkuuksissa ei mainittavaa eroa ollut.

Valuuttakurssien ennustemallien tulokset ovat harvoin tilastollisesti tyydyttäviä, mutta niistä voi olla muunlaista hyötyä. Ennusteita voidaan käyttää sijoitustarkoituksiin (ks. Abhyankar, Sarno & Valente 2005). Tutkimuksessaan Abhyankar ym. (2005: 326–328) tutkivat monetäärisiin perustekijöihin, kuten rahan tarjontaan ja tuloihin, perustuvan valuuttakurssimallin ennustuskykyä ja sen hyödyllisyyttä portfolion valinnassa Bayesiläisessä viitekehysessä. He tutkivat voisivatko näihin perustuvat ennusteet tuottaa investoijalle hyödyllistä informaatiota, kun valittavana on kaksi identtistä assettia. Tutkimuksessa oli kaksi peruslähtökohtaa. Ensiksi, miten valuuttakurssin ennustettavuus vaikuttaa sijoitussalkun valintaan, kun sijoitushorisontti on yhdestä kymmeneen vuoteen. Toinen ja tärkeämpi tutkittava asia oli, saako hyötyään maksimoiva investoija mitään lisähyötyä päätöksentekoonsa, jos se perustuu monetääristen perustekijöiden tuottamiin valuuttakurssiennusteisiin verrattuna sellaiseen investoijaan, joka käyttää satunnaiskulkuhypoteesin ennusteita. Käytetty data sisälsi kuukausittaiset havainnot Yhdysvaltojen, Japanin ja Iso-Britannian rahan tarjonnoista ja tuloista ja USD:n spottikursseista JPY:iä ja GBP:aa vastaan. Otos kattoi tammikuusta 1977 joulukuuhun 2000. Viimeiset kymmenen vuotta varattiin otoksen ulkopuolisille ennusteille. Ennustehorisontteina he käyttivät kolmea kuukautta, vuotta, kahta, kolmea ja neljää vuotta, eli menettely oli identtinen Markin (1995) kanssa. Ennustetarkkuutta mitattiin testatun mallin ja satunnaiskulun välisellä RMSE:llä. Testatun monetäärisiin perustekijöihin perustuvan regression ennusteet olivat JPY:n osalta tarkempia kuin satunnaiskulkumallilla kaikilla horisonteilla. Erot eivät tosin olleet tilastollisesti merkitseviä 10 prosentin riskitasolla millään valuutalla tai ennustushorisontilla. Ennusteet olivat tarkimpia kolmen ja neljän vuoden ennustushorisontilla, mikä tukee Markin (1995) tutkimusta. Tämän jälkeen Abhyankar ym. testasivat saatujen ennusteiden taloudellista arvoa. Heidän saamien tulosten mukaan ennusteiden taloudellinen arvo on huomattava jo lyhyemmälläkin aikavälillä ja eri riskitasoilla. Keskeisinä tuloksina he esittävät, että tähän malliin perustuvat ennusteet ovat hyödyllisempiä kuin satunnaiskulkumallilla saadut. He myös esittävät tutkimuksensa antavan tukea monetäärisiin perustekijöihin perustuvalla valuuttakurssimallille. Siksi he pitävät monetäärimallia vastustavia tutkimuksia hieman liioiteltuina.

## 4.2. Epälineaarisuuteen perustuvien mallien tutkimukset

Kiinnostus epälineaarisia malleja kohtaan, etenkin reaalisen valuuttakurssin käyttäytymistä tutkittaessa, on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Tämä ei liene yllättävää, sillä se pohjautuu vahvasti transaktiokustannukset huomioiviin teoreettisiin malleihin. Voidaan ajatella, että transaktiokustannukset saavat aikaan tehottomuutta, jolloin tuottoisa arbitraasi ei ole mahdollista. Näin on tilanteessa, jossa nimellisuvaluuttakurssin poikkeamaa ostovoimapariteetista ei ole oikaistu. (Rapach & Wohar 2006: 341.) Transaktiokustannukset ovat siis hyvin tärkeitä ja niitä ei voida jättää huomioimatta. Transaktiokustannuksia ovat Obstfeld & Rogoffin (2000) mukaan muun muassa kuljetuskustannukset, tariffit ja ylipäätään kaikki kustannukset joita agentit kohtaavat kansainvälisessä kaupassa.

Clarida ym. (2003) tutkivat saadaanko parempia ennusteita, jos sallitaan epälineaarisuudet datan muodostamisessa. He estimoivat kolmen regiimin MS-VECM-mallin (Markov switching vector equilibrium correction model) viikottaisille spottikursseille ja 4-, 13-, 26- ja 52-viikon termiinikursseille. Käytetty data muodostui vuodesta 1979 vuoteen 1998. Clarida ym. toistivat myös Clarida & Taylorin (1997) aikaisemman testin lineaarisessa VECM-viitekehyksessä, jota lopuksi verrattiin epälineaariseen MS-VECM:iin. Testatut valuuttaparit olivat USD vastaan DEM, JPY ja GBP. Havaintoja kertyi näin 1043 jokaista sarjaa kohden. Estimointiperiodi kattoi tammikuusta 1979 joulukuuhun 1995, jolloin viimeiset kolme vuotta jäivät otoksen ulkopuolisia ennusteita varten. Informaatio, joka sisältyy termiinikurssin aikarakenteeseen, on hyvin tärkeä ennustettaessa spottikurssia. He löysivät vahvoja viitteitä aikarakenteen epälineaarisuuksista, joita onnistuttiin hyvin mallintamaan MS-VECM-mallilla. Tulokset olivat hyvin positiivisia (positiivisia 11/12). RMSE:n vertailuun perustuen MS-VECM suoriutui paremmin kuin satunnaiskulku kaikilla horisonteilla 52 viikkoon asti, ainoana poikkeuksena USD/GBP:n kurssi 52 viikon ennustushorisontilla. D–M testin mukaan erot olivat myös tilastollisesti merkitseviä 10 prosentin tasolla. Epälineaarinen VECM oli myös parempi kuin lineaarinen VECM ennustettaessa spottikurssia otoksen ulkopuolella, eron kasvaessa ennustushorisontin pidentyessä. Lyhyellä horisontilla ero ei ollut niin suuri, mutta pitkällä ennustushorisontilla D–M testin mukaan kuitenkin tilastollisesti merkitsevä.

### 4.3. Mikrorakenne ja muut tutkimuskohteet ennustamisessa

Engelin (1994) mukaan dollarin käyttäytyminen tiettyjä valuuttoja vastaan näyttää olevan ennustettavissa. Erityisesti on huomattavissa pitkät heilahtelut ylös ja alas. Hän testasi Hamiltonin (1989) kuvaamaa Markovin switching-mallia, jossa trendit ovat segmentoitu. Mallin tuloksia verrattiin satunnaiskulkuun trendillä ja ilman ja termiinikurssiin. Ennustushorisontteina Engel käytti 3:a ja 6:tta kuukautta sekä yhtä vuotta. Ennusteiden tarkkuutta mitattiin MSE:n avulla. Tulokset olivat hyvin tasaisia, tosin termiinikurssi ei tuottanut tarkimpia ennusteita millään valuuttaparilla tai horisontilla. Trenditön satunnaiskulku ennusti tarkimmin kolmella yhdeksästä ja trendillinen satunnaiskulku kahdella yhdeksästä. Markovin malli ennusti hieman tarkemmin, neljä ennustetta yhdeksästä olivat tarkimpia. Erityisesti voidaan havaita, että Markovin malli oli kaikilla horisonteilla tarkin USD/DEM-valuuttakurssin osalta, trenditön satunnaiskulku USD/GBP-kurssin osalta ja trendillinen satunnaiskulku USD/JPY:n osalta kolmen ja kuuden kuukauden horisontilla. Pelkkä MSE:n vertailu ei tässä yhteydessä kuitenkaan anna mitään kuvaa MSE-erojen merkitsevyydestä. Tämä olisi Engelin mielestä pitänyt myös muun muassa Meese & Rogoffin (1983) huomioida. Engel käytti tähän kontekstiin sopivampaa D–M statistiikkaa testaamaan ennusteiden MSE:n keskinäistä paremmuutta. Testin mukaan kolmen ja kuuden kuukauden horisontilla MSE-erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä 10 prosentin tasolla millään valuuttaparilla. Vuoden horisontilla ainoastaan USD/GBP:n kohdalla ero oli tilastollisesti merkitsevä. D–M statistiikan perusteella satunnaiskulkujen, trendillä ja ilman, ennustekyvyyssä ei ole merkittävää eroa. Estimointiperiodin valinta ei Engelin mukaan vaikuta mallin ennustuskykyyn. Lisäksi Engel toteaa tutkimuksensa pohjalta Markov switching -mallin ennustavan parhaiten valuuttakurssin muutoksen suunnan.

Evans & Lyons (1999) käyttivät siihen aikaan harvinaista order flow-mallia. He löysivät vahvan positiivisen korrelaation nimelliskurssien ja order flow:n välillä jopa vain neljän kuukauden aikajaksolla toukokuusta elokuuhun vuonna 1996. He kehittivät mallin, joka sisälsi sekä makrotaloudellisia muuttujia, kuten korkotason, ja mikrostruktuurisia määrittäjiä. Testattava valuuttapari oli DEM ja JPY vastaan USD. Testattu malli pystyi selittämään jopa kuusikymmentä prosenttia päivittäisestä vaihtelusta USD-DEM valuuttakurssilla, kun taas makrotaloudelliset mallit pääsevät harvoin edes kymmeneen prosenttiin. USD-JPY kurssimuutoksiakin se pystyi selittämään kolmekymmentä prosenttia. Ennusteet perustuivat muuttujien toteutuneisiin arvoihin, eli tässä tapauksessa order flow:n ja korkoeromuutosten arvoihin. Otoksen ulkopuoliset ennusteet olivat parempia kuin satunnaiskulkumallilla. Ennusteet johdettiin otoksen

39:tä ensimmäisestä estimaatista. RMSE oli 30–40 prosenttia alhaisempi kuin satunnaiskulkumallilla. Evans & Lyons korostavat, että on huomioitava se, että heidän mallin antamat tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä, vaikka RMSE on 35 % alempi kuin satunnaiskululla. Tämän kokoisella otoksella yhden viikon horisontin ennusteen tulisi kuitenkin olla noin 50 % alempi saavuttaakseen 5 % merkitsevyysasteen. Ja vastaavasti kahden viikon ennusteella 54 % alempi. Huomattiin, että kun DEM-USD -markkinoilla dollareita ostettiin miljardilla, dollarin DEM-hinta nousi yhdellä pennillä. Valuuttakurssien ja order flow-mallin välinen yhteys ei Evans & Lyonsin mukaan ole epä johdonmukainen makrotaloudellisen lähestymistavan kanssa, mutta se sisältää useita huolenaiheita. Makrotaloudellisen lähestymistavan mukaan order flow:lla ei ole merkitystä valuuttakurssin määrittämisen kannalta, koska makrotaloudellinen informaatio on julkisesti saatavilla ja sisältyy valuuttakursseihin ilman tarvetta order flow-muuttujan käyttöön.

Poliittisten tapahtumien vaikutusta valuuttakursseihin on myös tutkittu. Tutkimuksissa on löydetty yhteys valuuttakurssien ja politiikan välillä. Blomberg & Hess (1997) lisäsivät tavalliseen valuuttakurssimalliin poliittisia tekijöitä: kannatusasteen, vaalien ajankohdan ja puolueen muutokset. Tutkimuksessa käytetyn aineiston muodostivat kauppapainotettu USD, DEM ja GBP ja niiden ristikkäiskurssit. Mallin estimointiperiodi ulottui tammikuusta 1974 joulukuuhun 1985, jonka arvoja käytettiin otoksen ulkopuolisten ennusteiden tekoon joulukuuhun 1989 asti. Ennusteiden tarkkuus perustui RMSE:n vertailuun. Ennustehorisontteina oli käytetty 1, 6 ja 12:tä kuukautta. Tutkitulla poliittisella mallilla saatiin satunnaiskulkua tarkempia ennusteita kaikilla horisonteilla ja valuuttapareilla. Jopa neljässä tapauksessa yhdeksästä ero satunnaiskulkuun oli vähintään 10 prosentin tasolla tilastollisesti merkitsevä. Tutkittavana oli muun muassa valuuttakurssin muutos vaalien aikana ja poliittisen kannattajuuden vaikutus valuuttakursseihin. Heidän keskeisin tulos oli, että poliittiset tekijät ovat tärkeitä valuuttakurssia määriteltäessä. He löysivät käänteisen suhteen valuuttakurssin arvonnousun ja kannatusasteen välillä implikoiden suositun presidentin johtavan heikompaan dollariin. Poliittiset tekijät vaikuttavat valuuttakursseihin itsenäisesti riippumatta taloudellisista tekijöistä. Muodostettu yksinkertainen valuuttakurssimalli lisättynä poliittisilla muuttujilla antoi 5–15 prosenttia parempia tuloksia kuin satunnaiskuluhypoteesi. Tulokset olivat vahvimpia alle vuoden tähtäimellä ja otoksen ulkopuolella. Aikaisempien mallien huono ennustuskyky johtuu paljolti poliittisten tekijöiden poisjättämisestä. (Blomberg & Hess 1997: 189–191.) Tätä tutkimusta on helppo uskoa, sillä lyhyen aikavälin muutoksille on vaikeaa löytää yleistä

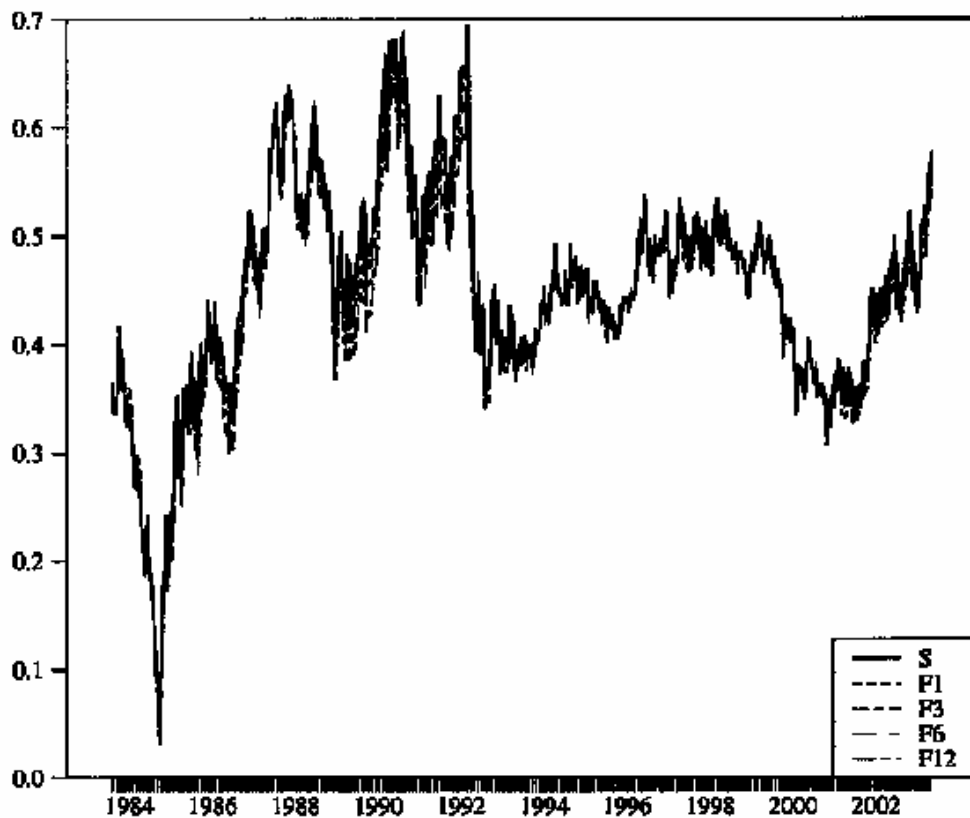
selitysmallia ja niinpä voidaan olettaa ns. tavanomaisesta poikkeavien muuttujien käytön antavan lupaavia tuloksia.

Chen & Leung (2004: 1050) testasivat General Regression Neural Networkin eli GRNN:n ja ekonometristen mallien, kuten BVAR (Bayesian vector autoregression), GMM (generalized method of moments) ja MTF (multivariate transfer function), yhdistelmää valuuttakurssien ennustamisessa. BVAR on VAR-mallin rajoitettu versio. MTF on periaatteessa ARIMA-malli, johon on lisätty eksogeenisiä muuttujia. GRNN-mallin jäykkyydestä johtuen se ei vaadi paljoa aikaa opetteluvaiheessa ja ennusteiden rakentamisessa. GRNN:in valintaa he perustelivat myös Leung, Chen & Daoukin (2000) tutkimuksella, joka vertaili GRNN:ia erästä toista neuroverkkoa (MLFN:ia), satunnaiskulkua ja useamman muuttujan siirtymäfunktiota (MTF) vastaan. Leungin ym. saamat tulokset tukivat GRNN:n käyttöä ennusteiden laadinnassa. Ennusteet olivat muita testattuja malleja tarkempia ja myös tilastollisesti merkitsevempiä.

Chen & Leungin (2004) tutkimuksessa käytetty kuukausiaineisto koostui GBP:n ja JPY:n USD-kursseista tammikuusta 1980 joulukuuhun 2001. Estimointiperiodi oli tammikuusta 1980 joulukuuhun 1996. Loppujaksoa eli tammikuusta 1997 joulukuuhun 2001 käytettiin otoksen ulkopuolisiin ennusteisiin mittaamaan mallin suorituskykyä. Tutkimuksen tarkoituksena oli ennustaa valuuttakursseja yhden kuukauden horisontilla ja verrata käytetyn mallin otoksen ulkopuolista suorituskykyä ekonometriin ja muihin neuroverkkoihin verrattuna. GRNN sopii hyvin ennusteiden laadintaan, mutta sen heikkous on, kuten useilla muilla ekonometrisilla malleilla, kyvyttömyys tehdä johtopäätöksiä ja estimointituloksia, jos niin sanottu harjoitusaineisto ei ole siihen opettanut. Tästä heikkoudesta johtuen tutkimukseen lisättiin ECNN (error correction neural network). ECNN on kaksivaiheinen ennustusmenettely, joka yhdistää GRNN:n ja ekonometrisen mallin. Chen & Leungin kaksivaiheinen testaus alkoi luomalla ennuste ekonometrisellä mallilla. Tätä ennustetta käytettiin GRNN:in syötteenä, joka sitten sen pohjalta antoi lopulliset tulokset. RMSE:hen perustuen kaksivaiheisella ECNN-mallilla saatiin molemmilla valuuttapareilla tarkempia ennusteita kuin yksivaiheisilla ekonometrisilla ja GRNN-malleilla. Ekonometrisen mallin valinnalla ECNN:in ensimmäiseen vaiheeseen ei juuri ole merkitystä. Tämä tarkoittaa heidän mukaan sitä, että neuroverkolla voidaan korjata ekonometristen mallien virheet ja siten saada parempia ennusteita. He testasivat myös mallin antamien ennusteiden käyttöä investointeja ohjaavina ja tulokset eli keskimääräiset tuotot olivat siinäkin parempia kuin muiden mallien avulla saadut.

#### 4.4. Tulosten yhteenveto

Eri tutkimuksissa esitettyjä MSE:itä tai niiden neliöitä on vaikea vertailla suoraan, sillä pelkkää (R)MSE:tä ei useinkaan ole esitetty vaan sen sijaan on esitelty sen suhde satunnaiskulun vastaavaan. Täten alhaisinta keskivirheen neliötä tietyllä valuuttaparilla tai mallilla ei saatu. Testatun mallin (R)MSE suhteessa satunnaiskulkuun voi olla hyvinkin alhainen, mutta se ei silti kerro ennusteen tarkkuudesta. Tuloksia esiteltäessä positiivinen tulos tarkoittaa tässä tutkielmassa mallin tuottaneen tarkempia ennusteita kuin satunnaiskulku. Taloudellinen hyötyhän on korkeampi tarkemman ennusteen kohdalla. D–M testiä on käytetty käsitellyissä tutkimuksissa runsaasti. Erot satunnaiskulkuun eivät mainitun testin mukaan yleensä ole tilastollisesti merkitseviä kummankaan hyväksi. Ainoastaan Claridan ym. (2003) saamat tulokset olivat testin mukaan hyvin vahvat eli kaikki erot olivat myös tilastollisesti merkitseviä.



**Kuvio 3.** USD–GBP spotti- ja termiinikurssit. (Sarno 2005: 680.)

Empiirisessä testauksessa vertailukohtana on jonkin verran käytetty termiinikurssia satunnaiskulkuprosessin kanssa. Sen on todettu antavan vääriä ennusteita tulevaisuuden spottikurssin tasosta ja muutoksen suunnasta, mutta kuten Sarno (2005: 679–680) toteaa, ei se ole huono ennustaja sekään. Sarnon mukaan riittää kun katsoo silmämääräisesti esimerkiksi Kuviossa 3. esiteltyä USD:n ja GBP:n logaritmoituja spotti- ja termiinikurssin käyriä vuodesta 1984 vuoteen 2002, jotka ovat ihailtavan yhdenmukaiset. Tässä tutkielmassa mukana olleista ainoastaan Meese & Rogoffin (1983) tutkimuksessa termiinikurssi oli vertailussa mukana ja sillä saatiinkin hieman enemmän tarkempia ennusteita kuin testatuilla malleilla.

Taulukossa 1. on kuvattu käsiteltyjen tutkimusten tulokset. Evans & Lyonsin (1999) tulokset puuttuvat taulukosta, sillä tuloksia (R)MSE:stä oli ainoastaan sanallisesti saatavilla kyseisessä julkaisussa. Kokonaisuudessaan on vaikea määrittää niin sanottu positiivinen tulos, mutta MSE:n tai RMSE:n vertailu antaa ainakin suuntaa tutkimusten, mallien, valuuttaparien ja ennustehorisonttien keskinäiselle vertailulle. Taulukon viimeisessä sarakkeessa oleva suhdeluku OUT/RW kertoo kuinka monen, testattavan mallin, otoksen ulkopuolisen ennusteen (R)MSE on alhaisempi kuin satunnaiskulumallilla saatu vastaava. Tutkimukset on esitetty kronologisessa järjestyksessä. Tutkimuksissa oli käytetty tasaisesti kaikkia tässä tutkielmassa tutkittuja valuuttoja.

Monetäärimalli lukuisine variaatioineen lienee kiistellyin tutkijoiden keskuudessa. Noin puolet tässä käsitellyistä tutkimuksista ovat suosiollisia monetäärimallille, joten missään nimessä kiistaton se ei ole. Siten voi myös ajatella makrotaloudellisten tekijöiden edelleen olevan hyvin tärkeitä valuuttakurssin määräytymisessä. Neuroverkkotutkimuksia ei ole mukana kuin yksi ja sen tulokset ovat täysin positiivisia, mutta tutkimuksessaan Chen & Leung (2004) viittaavat myös muihin positiivisiin tuloksiin. Markov switching mallilla tunnutaan myös saavan hyviä tuloksia. Mielenkiintoinen malli on Blomberg & Hessin poliittisia muuttujia sisältävä malli, jolla saatiin myös positiivisia tuloksia. Tämän voi ajatella olevan yhteydessä uutisiin ja sitä kautta niillä on ilmeisen vahva vaikutus myös valuuttakursseihin. Meese & Rogoffin (1983) klassikkotutkimuksen jälkeisissä tutkimuksissa on keskitytty kumoamaan tai vahvistamaan mainitun tutkimuksen tuloksia ja niin sanotusti uuden luominen, eli uusien mallien testaaminen on alkanut vasta 1990-luvun loppupuolella. Tiettyjen tekijöiden toimimattomuus ohjaa valuuttakurssitutkimusta eteenpäin.

**Taulukko 1.** MSE:n tai sen neliöjuuren arvot verrattuna satunnaiskulkuun.

<b>Tekijät</b>	<b>Aikaväli</b>	<b>Valuutat</b>	<b>Testattava(t) malli(t)</b>	<b>OUT/ RW</b>
Meese & Rogoff 1983	1973–1981	USD, GBP, JPY, DEM	Frenkel–Bilsonin monetäärimalli,	1/9
			Dornbusch–Frankelin monetäärimalli,	1/9
			jäykkien hintojen	0/9
			asettimalli, termiinikurssi	2/9
MacDonald & Taylor 1993	1976–1990	USD, DEM	Joustavien hintojen monetäärimalli	6/6
MacDonald & Taylor 1994	1976–1990	USD, GBP	Frenkel–Bilsonin monetäärimalli	5/5
Engel 1994	1973–1991	USD, JPY, DEM, GBP	Markov switching	4/9
Mark 1995	1973–1991	USD, DEM, JPY	Monetäärimalli	7/10
Blomberg & Hess 1997	1974–1989	USD, GBP, DEM	Poliittinen malli	6/6
Groen 1999	1973–1994	USD, DEM	Joustavien hintojen monetäärimalli	4/10
Berkowitz & Giorgianni 2001	1973–1991	USD, DEM,	Monetäärimalli	7/10
	1973–1994	JPY		5/10
Faust ym. 2003	1989–2000	USD, DEM, JPY	Monetäärimalli	1/20
Clarida ym. 2003	1979–1998	USD, DEM, GBP, JPY	MS-VECM,	11/12
			lineaarinen VECM	11/12
Chen & Leung 2004	1980–2001	USD, GBP, JPY	MTF, BVAR, GMM, GRNN	8/8
			ECNN-MTF, -BVAR, -GMM	6/6
Cheung ym. 2005	1983–2000	USD, JPY, DEM, GBP	PPP, jäykät hinnat, IP,	5/18, 3/36, 5/18
			tuottavuusero-malli,	4/36
			yhdistelmämalli	7/24
McCracken & Sapp 2005	1973–1997	USD, DEM, JPY	Monetäärimalli,	7/10
			Frenkel–Bilson,	7/10
			Dornbusch–Frankel,	7/10
			Hooper–Morton	7/10
Abhyankar ym. 2005	1977–2000	USD, JPY, GBP	Monetäärimalli	6/10
<b>Positiiviset tulokset kaikista tutkimuksista<sup>1</sup></b>				<b>62%</b>

Taulukossa 2. on vertailtu tutkimuksissa käytettyjä eri valuuttoja. Soluissa olevat numerot kuvaavat, Taulukko 1.:n tapaan, kuinka moni kaikista ennusteista tuotti alhaisemman MSE:n tai sen neliöjuuren kuin satunnaiskulkumallilla saatu. On selvästi havaittavissa, että Ison-Britannian punta on heikoin eli on menestynyt tutkimuksissa

<sup>1</sup> Joka tutkimuksesta on otettu keskiarvo, joiden avulla lopullinen tulos, 62%, on laskettu. Näin vältettiin painottamasta liikaa tutkimuksia, joissa on useita malleja tai vahvasti negatiiviset tai positiiviset tulokset.

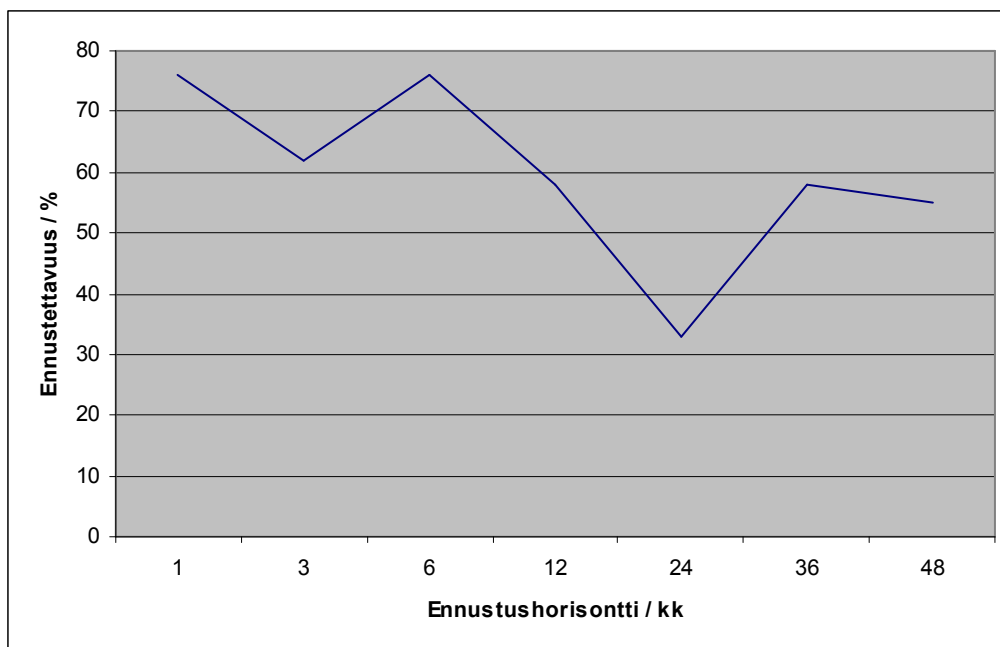
huonosti verrattuna satunnaiskulkuun ja on siten myös vaikeasti ennustettava. Japanin jenin ja Saksan markan kohdalla sen sijaan on saatu huomattavasti tarkempia ennusteita. Myös jos katsoo yksittäisiä tutkimuksia, niin on havaittavissa sama valuuttojen keskinäinen järjestys. Cheung ym. (2005) saivat hyvin negatiivisia tuloksia, mutta heidänkin tutkimuksessa sama järjestys on havaittavissa ja vastaavasti vahvasti positiivisissa tuloksissa kuten Clarida ym. (2003).

**Taulukko 2.** Valuuttakohtainen vertailu USD:a vastaan.

<i>Valuutta</i>	<b>JPY</b>	<b>GBP</b>	<b>DEM</b>
<i>Tekijät</i>			
Meese & Rogoff 1983	0/3	0/3	2/3
MacDonald & Taylor 1993			6/6
MacDonald & Taylor 1994		5/5	
Engel 1994	1/3	0/3	3/3
Mark 1995	5/5		2/5
Blomberg & Hess 1997		3/3	3/3
Groen 1999			4/10
Berkowitz & Giorgianni 2001	9/10		3/10
Faust ym. 2003	1/10	0/10	
Clarida ym. 2003	8/8	6/8	8/8
Chen & Leung 2004	7/7	7/7	
Cheung ym. 2005	7/36	4/48	13/48
McCracken & Sapp 2005	16/20		12/20
Abhyankar ym. 2005	5/5	1/5	
<b>Positiivisia keskimäärin</b>	<b>63%</b>	<b>45%</b>	<b>66%</b>

Kuvio 4. on muodostettu laskemalla keskiarvo jokaisen tutkimuksen kyseisen ennustushorisontin positiivisista tuloksista satunnaiskulkuun nähden. Sarno & Taylor (2002) toteavat, että yleisesti ottaen ennusteiden tarkkuus paranee horisontin pidetessä, mutta täysin kiistatonta se ei ole. Kuvio 4. tukee tätä ajatusta ja itse asiassa trendi on hieman laskeva. Yksittäisiä tutkimuksia tarkastelemalla on havaittavissa, että ennustettavuus on hyvin samankaltaista lyhyellä ja pitkällä horisontilla. Ainoastaan Groenin (1999) ja Cheungin ym. (2003) tutkimuksissa ennusteiden tarkkuus satunnaiskulkuun nähden parani horisontin kasvaessa. McCracken & Sappin (2005) ja Claridan ym. (2003) tutkimuksissa se jopa laski. Paras ennustettavuus käsitellyissä tutkimuksissa saavutettiin alle vuoden ennustushorisonteilla. Lyhyen tähtäimen

ennusteita on laadittu enemmän, joten sikäli sen ennustettavuudesta voidaan tehdä vahvempia päätelmiä.



**Kuvio 4.** Valuuttakurssien ennustettavuus eri horisonteilla

Vaikka valuuttakurssin määrittelyteoria onkin kehittänyt lukuisia malleja, valuuttakurssien empiirinen tutkimus ei ole löytänyt malleja, jotka olisivat riittävästi tilastollisesti merkitseviä ollakseen luotettavia ja vahvoja. Ongelma on sekä otoksen sisä- että ulkopuolella. Erityisesti otoksen sisäpuolisten ennusteiden tarkkuus ei ole taakka ulkopuolisten ennusteiden hyvydestä, vaan ne usein onnistuvat huonommin kuin satunnaiskulku. Yksi asia on kuitenkin jollain lailla merkittävä. Monetäärimalli kuvaa useassa tutkimuksessa hyvin pitkän aikavälin tasapainoa, erityisesti silloin kun on käytetty yhteisintegroituvuustekniikkaa, vaikka yleisesti se ei ole saanut tukea empiriasta. Tämän voi sanoa tarkoittavan, että on olemassa jonkinlainen pitkän aikavälin yhteys valuuttakurssin ja rahan suhteellisen kiertonopeuden välillä. (Sarno & Taylor 2002: 136.)

Tutkimukset valuuttakurssien ennustamisesta viittaavat samalla aina myös valuuttakurssiteorian pitävyyteen. Esimerkiksi ostovoimapariteetin pitävyydestä ei voida olla täysin varmoja ja sen testaaminen on ihan oma lukunsa. Valuuttakurssin

määräytymistä käsittelevä kirjallisuus laajenee koko ajan. Malleihin liittyy usein kiistanalaisia asioita. Tiedetyt perusasiat ovat olleet jo kauan tiedossa, mutta odottamattomien tapahtumien ynnä muiden vastaavien vaikutus on aina suuri ja ennalta määrittelemätön, joten täysin tarkkaan ei voida millään mallilla ennustaa. Malleja ja tekniikoita yhdistelemällä päästään kumminkin aina vain parempiin tuloksiin.

Sarnon (2005: 695) mukaan tulevaisuudessa on tärkeää tutkia hyödykehintojen ja nimellis- ja reaalisien valuuttakurssin välistä yhteyttä, sillä mainittu yhteys on saanut vahvaa tukea empiriasta. Vielä ei Sarnon mukaan ole kunnolla ymmärretty mainitun yhteyden tärkeyttä ja sen potentiaalia tuoda lisävalaistusta valuuttakurssiin liittyviin keskeisiin ongelmiin.

#### 4.5. Ennusteiden luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Empiirisiin tuloksiin vaikuttaa vahvasti tarkasteltava ajanjakso tai -kohta. Esimerkiksi Faustin ym. (2003) mukaan Markin (1995) tulokset olisivat olleet paljon huonompia, jos tarkasteluväli olisi ollut mikä tahansa muu kuin vuoden 1992 alku. Kun kerran valuuttapareja on lukematon määrä ja ajanjaksoja vielä enemmän, niin herää kysymys voiko sopivalla aineistolla saada haluamiaan tuloksia. Faust ym. korostavatkin datan merkitystä, eivätkä syyttä. Myös Sarno & Taylorin (2002: 135) mukaan useimmat tutkimukset, joiden mukaan satunnaiskulku on voitettavissa otoksen ulkopuolisissa ennusteissa, ovat heikkoja sillä perusteella, että niiden uusiminen on vaikeaa eri valuutoilla ja periodeilla. Periodin on myös oltava riittävän pitkä. On yleisesti todettu, että ennusteiden tarkkuus paranee kun ennustushorisontti kasvaa, mutta esimerkiksi Siddique & Sweeney (1998) saivat parempia tuloksia kun myös estimointiperiodia laajennettiin viidestä kymmeneen vuoteen. He tosin tutkivat reaalista valuuttakurssia, mutta sen ennusteet ovat olleet hyvin samankaltaisia kuin nimelliskurssilla. Berkowitz & Giorgiannin (2001) tutkimuksessa tulokset hieman heikentyivät, tosin siinä periodia laajennettiin kolme vuotta. Yksi mahdollinen tulkinta pitkän ja lyhyen aikavälin valuuttakurssiodotusten ristiriidoille saattaa löytyä eri ennustustekniikoiden käytöstä eri horisonteilla (Sarno & Taylor 2002: 274).

Levich (2001: 261) esittää kaksi syytä valuuttakurssien ennustamisen vaikeudelle. Jos ekonomistit eivät osaa määrittää kaikki niitä tekijöitä, jotka määrittelevät valuuttakurssin, eivät mallitkaan voi olla kovin hyödyllisiä ennustamisessa.

Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan hintoihin vaikuttaa kaikki saatavilla oleva informaatio. Siten valuuttakurssin odottamattomat muutokset johtuvat yllättävistä uutisista. Niitä ei voida ennustaa, joten valuuttakurssejakaan ei pitäisi voida.

Yleisesti pitkän aikavälin ennusteet eivät ole menestyneet täysin ristiriidattomasti, vaikkakin Sarno & Taylorin (2002) väittämän mukaan paremmin kuin lyhyen horisontin ennusteet. Yksi syy saattaa olla, että on keskitytty lineaarisiin malleihin. Itse asiassa jos keskitytään lineaarisuuteen, voidaan väittää, että ei ole perusteita luoda pitkän horisontin ennusteita. Ongelmana lineaarisissa testeissä on se, että ennuste k tietyn ajan päähän on luotu lineaarisesti päättelemällä ensimmäisestä ennusteesta. (Sarno & Taylor 2002: 136.)

Rogoff (1999: 657) pitää rahan kysynnän epävakautta viime vuosikymmeninä yhtenä selittäväenä tekijänä ennustemallien epäonnistumiselle. Markkinoiden vapautuminen ja innovaatiot ovat levinneet kaikkiin OECD-maihin aikaansaaden rahan ja hintojen puutteellisen mittaamisen. Inflaation alenemiset eri maissa lähelle nollaa on tehnyt entistä haasteellisemmaksi määrittää rahapolitiikkojen eron merkityksen valuuttakursseihin. Rahantarjonta ei suurimmissa keskuspankeissa enää määräydy eksogeenisesti. Kolmantena ongelmana Rogoff mainitsee yhden hinnan lain ja sitä kautta PPP:n pitkän palautumisen, jota tutkijoiden on vaikea ollut ymmärtää. Normaalistihan monetääristen shokkien vaikutus on haihtunut kahteen vuoteen mennessä.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Valuuttakurssien ennustettavuutta tai ennustamista käsitteleviä tutkimuksia on haastavaa tulkita, sillä valuuttakurssien ennustamisen tutkimuskenttä on hyvin laaja. Vaikka Meese & Rogoffin (1983) negatiiviset tulokset ovatkin saaneet paljon tukea myöhemmissä tutkimuksissa, päinvastaista kritiikkiä löytyy lähes yhtä paljon. Uusissakaan tutkimuksissa ei täysin voida tyrmätä tai tukea valuuttakurssien ennustettavuutta. Tekniikat ja keinot lisääntyvät tutkimuksen myötä ja ennusteet paranevat, mutta toisaalta epävarmuus kasvaa kiihtyvän muutoksen myötä. Kelluvien kurssien järjestelmä on ollut voimassa nykyään kauemmin, mikä on lisännyt ennusteiden luotettavuutta ja antaa uskoa tulevaisuuteen.

Saatuja tuloksia on tulkittava hyvin varovasti, sillä aikaisemmat tutkimustulokset ovat useimmiten ainakin osin kumottu myöhemmissä tutkimuksissa. Tutkimuksia on runsaasti, joten johtopäätöksiä voi tehdä monilta osin. Lyhyen tähtäimen tulokset olisivat hyödyllisempiä monessa taloudellisessa päätöksenteossa ristiriidoista huolimatta, joten lyhyen tähtäimen luotettavien ennusteiden laadintaan tulisi keskittyä. Ennustamista täytyisi siis kehittää enemmän palvelevampaan suuntaan, asia jota moni tutkija onkin painottanut.

Jos jättää ristiriitaisuudet huomioimatta ja keskittyy täysin keskineliön virheen tai sen neliöjuuren tarkasteluun, voidaan tietyllä tavalla objektiivisesti puhua ennustettavuudesta. Puhtaasti tilastollisesti ajatellen voi todeta, että ennusteiden tarkkuus kokonaisuudessaan on korkeampi kuin satunnaiskulkumallilla. Monetäärimallia ei pidä hylätä, vaikka se lienee kiistellyin. Parhaat tulokset tunnutaan saavaan epälineaarisuuteen perustuvilla malleilla. Tätä tukee myös niin sanottuun perinteiseen valuuttakurssiteoriaan liittyvät ongelmat. Epälineaarisuuteen nojaavilla malleilla ero satunnaiskulkuun on myös suurin.

Ennusteisiin liittyvä epävarmuus on otettava huomioon yritysten päätöksenteossa. Euron mukaantulo valuuttamarkkinoille tuo varmasti uusia tutkimuksia ja näkökantoja. Kun on riittävästi dataa saatavilla, on varmasti mielenkiintoista nähdä miten dollarin kurssia euroa vastaan onnistutaan ennustamaan. Valuuttakurssiriskeiltä suojautuminen on kallista, joten kysymys on tärkeästä asiasta. USA:n talouden epävarmat näkymät ja euroalueen talouskasvu luovat varmasti uusia haasteita ja niin euron ja dollarin välinen valuuttakurssi tulee luultavasti olemaan vaikeasti ennustettava. Tosin entinen Saksan

markka oli tässä tutkielmassa tarkimmin ennustettavissa, joten pientä tukea sen voi ajatella antavan myös euron ennustamiselle dollaria vastaan. On perusteltua olettaa kolmen suurimman maailmanvaluutan, Yhdysvaltain dollarin, euron ja Japanin jenin olevan vakaita valuuttoja ja siten helpommin ennustettavissa. Yhdysvaltojen epävarmuudet eivät kuitenkaan helpota tilannetta.

Vaikka neuroverkoilla saadut tulokset valuuttakurssien ennustamisesta ovatkin olleet rohkaisevia, niistä ei löydä montaa mainintaa perinteisistä valuuttakurssitutkimuksista. Neuroverkkotutkimus tarjoaa tosin varsin kiehtovan vaihtoehdon alati haasteellisemmassa valuuttakurssien tutkimuksessa. Tutkijoiden keskuudessa neuroverkkoja on sovellettu valuuttakurssiennusteisiin vielä varsin vähän. Ne soveltuvat hyvin rahoitusalan yhtiöiden tarjoamien ennusteiden tekoon ja neuroverkkoja käytetäänkin alalla runsaasti ja kehitykseen uhrataan paljon resursseja. Tämän tutkielman päätarkoitus oli pohtia ennusteiden tarkkuutta ja sitä kautta niiden hyötyä liike-elämässä, joten ns. tekoälyyn perustuvia malleja ei voi sivuuttaa vähemmän tärkeinä.

Valuuttakurssiin vaikuttavat hyvin monet asiat sekä suoraan että välillisesti. Valuuttojen valintaan on siis kiinnitettävä huomiota havaintoaineistoa kerätessä. Sitäkin tärkeämpänä voidaan pitää otoksen aikaväliä. Niin sanottuna epävarmana aikana, johon liittyy paljon odottamattomia tapahtumia, on luotettavien ennusteiden saaminen hankalaa. Tutkijalla saattaa olla hyvä malli mitä testata, mutta sopiva aineisto voidaan hakea hieman tuloshakuisesti.

Valuuttakurssitutkimus tulee säilymään keskeisenä ekonomistien keskuudessa sen tärkeyden ja haasteellisuuden vuoksi. Tutkimus ei ole polkenut paikallaan. Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia enemmän euron ennustettavuutta muita valuuttakursseja vastaan, sillä siitä ei esimerkiksi tähän tutkielmaan mennessä ollut juuri löydettävissä tutkimuksia. Euro on tosin suhteellisen uusi valuutta, joten aikavälin lyhyiden vuoksi luotettavien ennusteiden tekeminen olisi toistaiseksi vaikeaa. Jatkotutkimus valuuttakurssien ennustamisesta on aina aiheellista. Eri menetelmiä, valuuttapareja ja aikajaksoja on niin paljon, että tutkimustulokset ovat aina jollain tapaa uusia. Moni tutkija uskookin, että jatkossa parhaat tulokset saadaan mikro- ja makrotaloudellisten tekijöiden yhdistelmämallilla, joka huomioi myös epälineaarisuudet.

## LÄHDELUETTELO

- Abhyankar, Abhay, Lucio Sarno & Giorgio Valente (2005). Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on the Economic Value of Predictability. *Journal of International Economics*. 66:2, 325–348.
- Alexius, Annika (2001). Uncovered Interest Parity. *Review of International Economics* 9:3, 505–517.
- Andersen, Torben G, Tim Bollerslev, Francis X. Diebold & Clara Vega (2003). Micro Effects of Macro Announcements: Real-Time Price Discovery in Foreign Exchange. *The American Economic Review* 93:1, 38–62.
- Armstrong, Scott J. (2001). The Forecasting Dictionary. Teoksessa: *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. 761–824. Toim. Scott J. Armstrong. Boston: Kluwer Academic.
- Balassa, Bela (1964). The Purchasing-Power Parity Doctrine: a Reappraisal. *The Journal of Political Economy* 72:6, 584–596.
- Berkowitz, Jeremy & Lorenzo Giorgianni (2001). Long-horizon Exchange Rate Predictability. *Review of Economics and Statistics* 83:1, 81–91.
- Bilson, John F. O. (1978). The Current Experience with Floating Exchange Rates: An Appraisal of the Monetary Approach. *American Economic Review* 68:2, 392–397.
- Blomberg, S. Brock & Gregory D. Hess (1997). Politics and Exchange Rate Forecasts. *Journal of International Economics* 43:1–2, 189–205.
- Chen, An-Sing & Mark T. Leung (2004). Regression Neural Network for Error Correction in Foreign Exchange Forecasting and Trading. *Computers & Operations Research* 31:7, 1049–1068.

- Cheung, Yin-Wong, Menzie D. Chinn & Antonio Garcia Pascual (2005). Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive? *Journal of International Money and Finance* 24:7, 1150–1175.
- Chinn, Menzie D. & Guy Meredith (2004). Monetary Policy and Long-Horizon Uncovered Interest Parity. *IMF Staff Papers* 51:3, 409–430.
- Clarida, Richard H. & Mark P. Taylor (1997). The Term Structure of Forward Exchange Premiums and the Forecastability of Spot Exchange Rates: Correcting the Errors. *The Review of Economics and Statistics* 79:3, 353–361.
- Clarida, Richard H. & Lucio Sarno & Mark P. Taylor & Giorgio Valente (2003). The Out-of-sample Success of Term Structure Models as Exchange Rate Predictors: A Step Beyond. *Journal of International Economics* 60:1, 61–83.
- Diebold, Francis X. & Roberto S. Mariano (1995). Comparing Predictive Accuracy. *Journal of Business & Economic Statistics* 13:3, 253–263.
- Dornbusch, Rudiger (1976). Expectations and Exchange Rate Dynamics. *Journal of Political Economics* 84:6, 1161–1176.
- Dornbusch, Rudiger & Paul Krugman (1976). Flexible Exchange Rates in the Short Run. *Brookings Papers on Economic Activity* 1976:3, 537–575.
- Edison, Hali J., Joseph E. Gagnon & William R. Melick (1997). Understanding the Empirical Literature on Purchasing Power Parity: The Post-Bretton Woods Era. *Journal of International Money and Finance* 16:1, 1–17.
- Engel, Charles (1994). Can the Markov Switching Model Forecast Exchange Rates? *Journal of International Economics* 36:1–2, 151–165.
- Engel, Charles & Kenneth D. West (2005). Exchange Rates and Fundamentals. *Journal of Political Economy* 113:3, 485–517.
- Evans, Martin D. D. & Richard K. Lyons (1999). Order Flow and Exchange Rate Dynamics. *NBER Working Paper* 7317.

- Fama, Eugene F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance* 25:2, 383–417.
- Faust, Jon, John H. Rogers & Jonathan H. Wright (2003). Exchange Rate Forecasting: The Errors We've Really Made. *Journal of International Economics*, 60:1, 35–59.
- Fisher, Eric O'N. & Joon Y. Park (1991). Testing Purchasing Power Parity Under the Null Hypothesis of Co-integration. *Economic Journal* 101:409, 1476–1484.
- Flood, Robert P. & Andrew K. Rose (1995). Fixing Exchange Rates: A Virtual Quest for Fundamentals. *Journal of Monetary Economics* 36:1, 3–36.
- Frankel, Jeffrey A. (1979). On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials. *American Economic Review* 69:4, 610–622.
- Frankel, Jeffrey A. & Andrew K. Rose (1995). Empirical Research on Nominal Exchange Rates. Teoksessa: *Handbook of International Economics Vol3*, 1689–1729. Toim. Gene M. Grossman & Kenneth Rogoff. Amsterdam etc.: Elsevier. ISBN 0-444-815473.
- Frankel, Jeffrey A. (2002). Foreword. Teoksessa: *The Economics of Exchange Rates*. Cambridge: Cambridge University Press. 318 s. ISBN 0-521-48584-3.
- Frenkel, Jacob A. (1976). A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence. *Scandinavian Journal of Economics* 78:2, 200–224.
- Froot, Kenneth A. & Kenneth Rogoff (1995). Perspectives on PPP and Long-Run Real Exchange Rates. Teoksessa: *Handbook of International Economics Vol3*, 1647–1688. Toim. Gene M. Grossman & Kenneth Rogoff. Amsterdam etc.: Elsevier. ISBN 0-444-815473.
- Froot, Kenneth A. & Takatoshi Ito (1989). On the Consistency of Short-Run and Long-Run Exchange Rate Expectation. *Journal of International Money and Finance* 8:4, 487–510.

- Groen, Jan J. J. (1999). Long Horizon Predictability of Exchange Rates: Is it for Real? *Empirical Economics* 24:3, 451–469.
- Hamilton, James D. (1989). A new Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle. *Econometrica* 57:2, 357–384.
- Hooper, Peter & John Morton (1982). Fluctuations in the Dollar: A Model of Nominal and Real Exchange Rate Determination. *Journal of International Money and Finance* 1982:1, 39–56.
- Inoue, Atsushi & Lutz Kilian (2004). In-Sample or Out-of-Sample Tests of Predictability: Which One Should We Use? *Econometric Reviews* 23:4, 371–402.
- Kilian, Lutz & Mark P. Taylor (2003). Why is it so Difficult to Beat the Random Walk Forecast of Exchange Rates? *Journal of International Economics* 60:1, 85–107.
- Korhonen, Marko (2005). *Nonlinearities in Exchange Rate: Evidence from Smooth Transition Regression Model*. Acta Universitatis Ouluensis. Oeconomica G 19. Oulu: Oulu University Press.
- Korhonen, Marko (2006). Epälineaariset estimointimenetelmät valuuttakurssien tasapainoon liittyvissä tarkasteluissa. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 2, 277–280.
- Krugman, Paul R. & Maurice Obstfeld (2003). *International economics: Theory and Policy*. 6. painos. Boston etc.: Addison-Wesley. 754 s. ISBN 0-321-11639-9.
- Leung, Mark T., An-Sing Chen & Hazem Daouk (2000). Forecasting Exchange Rates Using General Regression Neural Networks. *Computers and Operations Research* 27:11–12, 1093–1110.
- Levi, Maurice D. (1996). *International Finance*. 3. painos. New York etc.: McGraw-Hill Inc. 630 s. ISBN 0-07-037687-5.
- Levich, Richard M. (2001). *International Financial Markets: Prices and Policies*. 2. painos. Boston etc.: McGraw-Hill. 698 s. ISBN 0-07-118123-7.

- Lütkepohl, Helmut (2004). Initial Tasks and Overview. Teoksessa: *Applied Time Series Econometrics*, 1–7. Toim. Helmut Lütkepohl & Markus Krätzig. Cambridge ym.: Cambridge University Press. ISBN 0-521-54787-3.
- Lyons, Richard K. (2001). *The Microstructure Approach to Exchange Rates*. Cambridge ym.: MIT Press. 333 s. ISBN 0-262-12243-X.
- MacDonald, Ronald & Mark P. Taylor (1993). The Monetary Approach to the Exchange Rate: Rational Expectations, Long-Run Equilibrium, and Forecasting. *International Monetary Fund Staff Papers* 40:1, 89–107.
- MacDonald, Ronald & Mark P. Taylor (1994). The Monetary Model of the Exchange Rate: Long-run Relationships, Short-run Dynamics and how to Beat a Random Walk. *Journal of International Money and Finance* 13:3, 276–290.
- Mark, Nelson C. (1995). Exchange Rates and Fundamentals: Evidence on Long-horizon Prediction. *American Economic Review* 85:1, 201–218.
- McCracken, Michael W. & Stephen G. Sapp (2005). Evaluating the Predictability of Exchange Rates Using Long-Horizon Regressions: Mind Your  $p$ 's and  $q$ 's! *Journal of Money, Credit & Banking* 37:3, 473–494.
- Meese, Richard A. & Kenneth Rogoff (1983). Empirical Exchange Rate Models of the Seventies : Do They Fit Out of sample? *Journal of International Economics*, 14:1–2, 3–24.
- Mishkin, F. (2003). *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*. 6. painos. Boston etc.: Addison Wesley. 737s. 6. päivitetty painos. ISBN 0-321-10683-0.
- Mussa, Michael (1982). A Model of Exchange Rate Dynamics. *Journal of Political Economy* 90:1, 74–104.
- Oanda (2007). Currency ISO codes. [online]. [siteerattu 16.4.2007]. Saatavana World Wide Webistä: <URL: [http://www.oanda.com/site/help/iso\\_bc.shtml](http://www.oanda.com/site/help/iso_bc.shtml)>.

- Obstfeld, Maurice & Alan C. Stockman (1985). Exchange-Rate Dynamics. Teoksessa: *Handbook of International Economics Vol 2*, 917–977. Toim. Ronald W. Jones & Peter B. Kenen. Amsterdam etc.: North-Holland.
- Obstfeld, Maurice & Kenneth Rogoff (2000). The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There a Common Cause? *NBER Working Paper 7777*.
- Pindyck, Robert S. & Daniel L. Rubinfeld (1998). *Econometric Models and Economic Forecasts*. Boston etc.: Irwin/ McGraw-Hill. 634s. ISBN 0-07-913292-8.
- Pynnönen, Seppo (1998). *Tilastollinen ennustaminen*. Sanomalehtiyliopiston julkaisu. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://lipas.uwasa.fi/~sjp/Teaching/Sanomalehtiyliopisto/syo98.html>>.
- Ramanathan, Ramu (1992). *Introductory Econometrics with Applications*. 2. painos. Fort Worth etc.: The Dryden Press. 633s. ISBN 0-15-546489-2.
- Rapach, David E. & Mark E. Wohar (2006). The Out-of-sample Forecasting Performance of Nonlinear Models of Real Exchange Rate Behavior. *International Journal of Forecasting* 22:2, 341–361.
- Rogoff, Kenneth (1996). The Purchasing Power Parity Puzzle. *Journal of Economic Literature* 34:2, 647–668.
- Rogoff, Kenneth (1999). Monetary Models of Dollar/ Yen/ Euro Nominal Exchange Rates: Dead or Undead? *The Economic Journal* 109:459, 655-659.
- Samuelson, Paul A. (1964). Theoretical Notes on Trade Problems. *The Review of Economics and Statistics* 46:2, 145–154.
- Sarno, Lucio & Mark P. Taylor (2002). *The Economics of Exchange Rates*. Cambridge: Cambridge University Press. 318 s. ISBN 0-521-48584-3.
- Sarno, Lucio (2005). Viewpoint: Towards a Solution to the Puzzles in Exchange Rate Economics: Where Do We Stand? *Canadian Journal of Economics* 38:3, 673–708.

- Siddique, Akhtar & Richard J. Sweeney (1998). Forecasting Real Exchange Rates. *Journal of International Money and Finance* 17:1, 63–70.
- Taylor, Mark P. (1989). Covered Interest Arbitrage and Market Turbulence. *The Economic Journal* 99:396, 376–391.
- Taylor, Mark P. (1995). The Economics of Exchange Rates. *Journal of Economic Literature* 33:1, 13–47.
- Taylor, Mark P. & David A. Peel (2000). Nonlinear Adjustment, Long-Run Equilibrium and Exchange Rate Fundamentals. *Journal of International Money and Finance* 19:1, 33–53.
- Taylor, Mark P., David A. Peel & Lucio Sarno (2001). Nonlinear Mean-Reversion in Real Exchange Rates: Toward a Solution To the Purchasing Power Parity Puzzle. *International Economic Review* 42:4, 1015–1042.
- Teräsvirta, Timo & Heather M. Anderson (1992). Characterising Nonlinearities in Business Cycles Using Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of Applied Econometrics* 7, 119–136.
- Teräsvirta, Timo (2004). Smooth Transition Regression Modeling. Teoksessa: *Applied Time Series Econometrics*, 222–242. Toim. Helmut Lütkepohl & Markus Krätzig. Cambridge ym.: Cambridge University Press. ISBN 0-521-54787-3.
- Xu, Zhenhui (2003). Purchasing Power Parity, Price Indices, and Exchange Rate Forecasts. *Journal of International Money and Finance* 22:1, 105–130.

## LIITTEET

Liite 1: Valuuttojen ISO-standardin mukaiset lyhenteet. (Oanda 2007.)

GBP	Britannian punta
DEM	Saksan markka
JPY	Japanin jeni
USD	USA:n dollari