

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
Kauppakorkeakoulu

**EPÄTAVANOMAISEN RAHAPOLITIIKAN
VAIKUTUKSET YHDYSVALLOISSA**

Taloustiede
Pro gradu -tutkielma
22.5.2014

Laatija: Aappo Väänänen
Ohjaaja: Professori Kari Heimonen

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON KAUPPAKORKEAKOULU

Tekijä Väänänen, Aappo	
Työn nimi Epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutukset Yhdysvalloissa	
Oppiaine Taloustiede	Työn laji Pro gradu -tutkielma
Aika 22.5.2014	Sivumäärä 64+9 liitteet
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän pro gradu-tutkielman aiheena on Yhdysvaltain keskuspankin Fedin epätavanomainen rahapolitiikka, joka aloitettiin vuosina 2007-2008 kärjistyneen finanssikriisin yhteydessä. Tutkielmassa pyritään löytämään vastauksia kysymyksiin: mitä on epätavanomainen rahapolitiikka, mitkä ovat politiikan vaikutuskanavat ja millaisia vaikutuksia politiikalla on ollut.</p> <p>Tutkielman empiirinen analyysi toteutetaan SVAR-menetelmällä. Tutkimuksen kiinnostuksen kohteena on erityisesti Yhdysvaltain keskuspankin määrällisen keventämisen vaikutukset makrotaloudessa ja rahoitusmarkkinoilla ajanjaksolla, jolloin keskuspankin politiikkakorko on ollut suurimman osan ajasta nollla-alarajalla. Tutkimuksessa käytetään kuuden taloudellisen aikasarjan kuukausittaisia havaintoja aikaväliltä 1/2006 – 12/2013. Käytettävät aikasarjat ovat kuluttajahintaindeksi, teollisuustuotantoindeksi, Fedin määrällisen keventämisen ohjelmissa ostamat arvopaperit, VIX-indeksi, S&P 500 -osakemarkkinaindeksi ja valtion 10 vuoden obligaation maturiteettituotto.</p> <p>Saatujen tulosten mukaan Fedin suurimittaisilla arvopaperiostoilla on ollut vaikutuksia erityisesti rahoitusmarkkinoilla. Arvopaperiostot ovat kasvattaneet osakemarkkinatuottoja ja pienentäneet sijoittajien odottamaa osakemarkkinoiden volatilitteettia. Lisäksi arvopaperiostot ovat pienentäneet valtion 10 vuoden obligaation maturiteettituottoa, mikä osoittaa Fedin päässeen määrällisen keventämisen avulla tavoitteeseensa laskea pitkiä korkoja. Määrällisellä keventämisellä on lisäksi ollut pieniä positiivisia vaikutuksia inflaatioon ja teollisuustuotantoon.</p>	
Asiasanat Epätavanomainen rahapolitiikka, määrällinen keventäminen, finanssikriisi, VAR	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu	

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	5
2	Yhdysvaltain keskuspankin rahapolitiikasta	7
2.1	Tavanomainen rahapolitiikka.....	7
2.2	Epätavanomainen rahapolitiikka	9
2.2.1	Määrällinen keventäminen.....	10
2.2.2	Keskuspankin taseen rakenteen muuttaminen	12
2.2.3	Viestintä ja ohjeistus	13
3	Epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuskanavat	14
3.1	Tasevälineiden vaikutuskanavat rahoitusmarkkinoilla	15
3.1.1	Portfolio-tasapaino-teoria ja portfoliovaikutus.....	15
3.1.2	Preferred habitat -teoria, paikallinen tarjonta ja portfoliovaikutus	17
3.1.3	Merkityksettömyysväittämä.....	22
3.1.4	Tasevälineiden muut vaikutuskanavat.....	23
3.2	Fedin ohjeistuksen vaikutusmekanismi.....	25
3.3	Epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutukset makrotaloudessa	26
4	Tutkimuksia Fedin määrällisen keventämisen vaikutuksista Yhdysvalloissa 29	
4.1	Event studies.....	30
4.2	Regressioanalyysi	32
4.3	Aiempien tutkimustulosten yhteenveto ja oman tutkimuksen tutkimushypoteesit.....	35
5	Tutkimusaineisto ja -menetelmät sekä yksikköjuuritestit	37
5.1	Tutkimusaineisto	37
5.2	Stationaarisuus -käsite, yksikköjuuritestit ja yhteisintegraatio	39
5.3	VAR -mallin määrittely.....	43
5.4	Identifikaatio	44
5.5	Estimointi.....	47
5.6	VAR-mallin analyysimenetelmät.....	49
6	Tutkimustulokset	51
6.1	Granger -kausaalisuus.....	51
6.2	Impulssivastefunktiot	52
6.3	Varianssijohdot.....	55
7	Johtopäätökset	57
	LÄHTEET	59
	LIITTEET	65

1 JOHDANTO

Miten toteuttaa rahapolitiikkaa, kun lyhyet nimelliskorot ovat nollassa? Keynesiläiset taloustieteilijät pohtivat viime vuosisadan ensimmäisellä puoliskolla tätä likviditeettiloukuksi nimettyä ongelmaa. Ongelma hautautui vuosikymmeniksi herättäen vain satunnaista, lähinnä teoreettista mielenkiintoa. Vuosikymmenet kuluivat, mutta 1990-luvulle tultaessa likviditeettiloukku kaivettiin naftaliinista; Japanin rahamarkkinakorot olivat olleet pitkään alle yhden prosentin, ja maa kamppaili deflaation kanssa. (Krugman 1998) Tänä päivänä, kuusi vuotta sitten Yhdysvalloissa alkaneen finanssikriisin jälkeen, olemme tilanteessa, jossa likviditeettiloukku on ollut maailmanlaajuinen ilmiö. (Krugman 2010) Yhdysvalloissa, kuten myös muualla maailmassa, keskuspankin täytyi reagoida finanssikriisin myötä muuttuneisiin talouden olosuhteisiin. Yhdysvaltain keskuspankin (Federal Reserve System, Fed) on täytynyt tavoitella täystyöllisyyden ja inflaatiotavoitteiden saavuttamista kongressin sille antaman kaksoismandaatin mukaisesti. (Yellen 2011)

Kriisin jälkeisen aikakauden rahapolitiikkaa on kutsuttu epätavanomaiseksi rahapolitiikaksi (unconventional monetary policy). Epätavanomaista rahapolitiikasta tekee se, että pankkien välisen yön yli lainaamisen korot eivät ole enää olleet rahapolitiikan aktiivisen toteuttamisen väline korkojen alarajan tultua vastaan. (Thornton 2012) Pääosia ovat näytelleet määrällinen keventäminen eli keskuspankin toteuttamat suurimittaiset arvopaperiostot (quantitative easing / large scale asset purchases) ja yksityiskohtainen viestintä eli ohjeistus (Forward guidance). (D'Amico ym. 2012)

Fedin edellisen pääjohtajan Ben Bernanken (2012) ja nykyisen pääjohtajan Janet Yellenin (2011) mukaan Fedin ohjeistuksen ja suurimittaisten arvopaperiostojen tarkoituksena on ollut alentaa valtion pitkän maturiteetin obligaatioiden tuottoja ja laskea pidempiä markkinakorkoja, vaikuttaa muiden arvopapereiden hintoihin muun muassa portfoliovaikutuksen kautta, ja näiden vaikutusten kautta edistää kaksoismandaatin mukaisten tavoitteiden saavuttamista. ¹ Portfoliovaikutuksen mukaan keskuspankin kohdennetut suurimittaiset arvopaperiostot aiheuttavat paikallisen tarjontashokin, jonka seurauksena kohdearvopapereiden hinnat nousevat, mutta myös niiden substituuttien hinnat nousevat keskuspankille arvopapereita myyneiden sijoittajien tasapainottaessa portfolioitaan. (Carpenter ym. 2013) Portfoliovaikutuksen teoreettisia kulmakiviä ovat erityisesti portfolio-tasapaino-teoria ja korkojen aikarakennetta selittävä preferred habitat -teoria. (Gagnon ym. 2011a) Fedin määrällisen keventämisen keskeisimpänä

¹ Portfoliovaikutus on eräs suomennos käsitteelle *portfolio balance effect*. (Vilmi 2012) Tutkielmassa käytetään synonyymeinä käsitteitä portfoliovaikutus ja portfolion tasapainotusvaikutus.

vaikutuskanavana pidetyn portfoliovaikutuksen uskottavuus ilmiönä on herättänyt runsaasti keskustelua kirjallisuudessa. (Thornton 2012, 5)

Tässä pro gradu -tutkielmassa käsittelen Yhdysvaltain keskuspankin rahapolitiikkaa ja sen vaikutuksia Yhdysvaltain rahoitusmarkkinoilla ja makrotaloudessa vuonna 2007 alkaneen finanssikriisin jälkeen. Kiinnostukseni kohteena on erityisesti määrällinen keventäminen. Yksinkertaistaen kyse on keskuspankin tasetta kasvattavasta rahapolitiikasta, jonka puitteissa keskuspankki hankkii avomarkkinaostoilla määrättyjä arvopapereita, ja maksaa ostot vastapuolelle esimerkiksi lisäämällä niiden reservien tai käteisvarojen määrää. Määrällinen keventäminen on ollut tärkeää ja näkyvässä roolissa olevaa rahapolitiikkaa kriisin jälkeen, ja se on edelleen käytössä tätä kirjoittaessa. Tutkielmassa pyrin löytämään vastauksia kysymyksiin: miten Fed on toteuttanut kriisin jälkeisenä aikana rahapolitiikkaa, mitkä ovat politiikan vaikutuskanavat, ja millaisia vaikutuksia rahapolitiikalla on ollut? Viimeiseen kysymykseen yritän löytää vastauksia aiemman kirjallisuuden ohella myös oman empiirisen tutkimuksen myötä.

Vuoden 2008 lopulla kärjistyneen finanssikriisin jälkeen epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuksia rahoitusmarkkinoille ja reaalitalouteen on tutkittu pääasiassa erilaisten aikasarjaekonometristen menetelmien avulla sekä event study -lähestymistavalla. Tutkimuksia aihepiiristä on julkaistu nyt jo paljon, mutta epätavanomaiseen rahapolitiikkaan liittyvä tutkimus on vielä vähäistä verrattuna tavanomaiseen rahapolitiikkaan (conventional monetary policy) liittyvään tutkimukseen johtuen aiheen tuoreudesta. (Bernanke 2012) Uusien tutkimustulosten tuottaminen on tärkeää, jotta rahapolitiikan vaikutuksista voidaan saada luotettavampia arvioita. Tutkielman empiirisen tutkimuksen toivotaan olevan kontribuutio tähän.

Tutkielma etenee seuraavasti. Tutkimuskysymysten luonteen vuoksi on tärkeää käsitellä keskuspankin rahapolitiikkaa erityisesti finanssikriisin jälkeisenä aikana (luku 2); käydä läpi portfoliovaikutuksen taustalla olevien teorioiden pääpiirteet (luvut 3.1 ja 3.2); sekä esitellä rahapolitiikan vaikutuskanavia valtion obligaatioiden tuottoihin ja laajemmin rahoitusmarkkinoille sekä makrotalouteen (luku 3.3). Teoriaosuuden jälkeen esittelen luvussa 4 epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuksista tehtyjä tutkimuksia. Luvuissa 5, 6 ja 7 raportoin empiirisen tutkimukseni vaiheet, tulokset ja johtopäätökset.

2 YHDYSVALTAIN KESKUSPANKIN RAHAPOLITIIKASTA

Luvuissa 2.1 ja 2.2 käyn pääpiirteittäin läpi Yhdysvaltain keskuspankin, Federal Reserven, rahapolitiikkaa ennen vuonna 2007 alkanutta finanssikriisiä ja sen jälkeen. Tarkastelu ei ole tyhjentävä, vaan sen tarkoitus on pikemminkin tuoda esille tutkielman näkökulman kannalta keskeiset toimintatavat ja tapahtumat. Havainnot ovat monilta osin analogisia useiden muiden keskuspankkien harjoittaman rahapolitiikan kanssa. Esimerkiksi Englannin keskuspankin määrällisen keventämisen arvopaperiostot on rahoitettu keskuspankkireservien lisäämisen kautta, ja keskuspankin tase on kasvanut kuten Fedin tapauksessa. (Glick & Leduc 2013) Pääpaino tarkastelussa on epätavanomaisessa rahapolitiikassa ja etenkin määrällisessä keventämisessä, mutta vertailukohdan epätavanomaiselle rahapolitiikalle tarjoaa tavanomainen rahapolitiikka.

2.1 Tavanomainen rahapolitiikka

Tavanomaisen rahapolitiikan ajalla viitataan tutkielmassa kahden–kolmen edellisen vuosikymmenen aikaiseen rahapolitiikkaan ennen vuoden 2008 syksyä. Tiivistettynä Fedin rahapolitiikka ennen finanssikriisiä tähtäsi erityisesti matalaan ja vakaaseen inflaatioon, ja politiikan tärkein väline oli federal funds -korke. Rahapolitiikalla vaikutettiin federal funds -koron välityksellä markkinakorkoihin ja korkojen kautta taloudelliseen aktiviteettiin (Williams 2011) Fedin tavoitteena on ollut edistää täystyöllisyyttä ja hintavakautta sekä ennen että jälkeen rahoitusmarkkinoiden kriisin. Tavoitteeseen tai velvollisuuteen viitataan usein nimellä kaksoismandaatti. (Haltom ja Wolman 2012)

Tavanomaisen rahapolitiikan regiimissä Fed vaikuttaa lyhyeen korkotasoon asettamalla tavoitteen federal funds -korolle.² Rahapolitiikasta päätetään avomarkkinakomitean (Federal Open Market Committee, FOMC) kokoontumisissa. Tavoitteeseen päästään ja haluttu korkotaso säilytetään avomarkkinaoperaatioiden avulla. Avomarkkinaoperaatiot kohdistuvat hyvin lyhyen maturiteetin rahoitusvaateisiin. Fedin tehdessä avomarkkinaostoja se kasvattaa taseensa vastaavaa-puolta ostamiensa arvopaperien arvosta, ja Fedin taseen vastattavaa-puoli kasvaa yhtä paljon, kun Fed maksaa ostot vastapuolille (kuvio 1). Esimerkiksi vastapuolen ollessa pankki Fed hyvittää pankin reservitiliä Federal Reserve -järjestelmässä. Avomarkkinaostojen seurauksena

² Kaksi muuta tavanomaista rahapolitiikan välinettä ovat reservivaatimukset ja diskonttoikkuna. (Mishkin 2009) Diskonttoikkuna on ollut tavanomaisesti triviaali rahapolitiikan väline, mutta finanssikriisin alkuvaiheessa se oli merkittävässä roolissa. (Labonte 2014)

rahaperusta, jonka muodostavat reservit ja valuutta, kasvaa. Edelleen rahan tarjonta kasvaa rahan tarjonnan kerroinanalyysin mukaisesti.^{3 4} (Mishkin 2009)

Fed

Vastaavaa	Vastattavaa
Arvopaperit +1000	Reservit +1000

Yksityispankki

Vastaavaa	Vastattavaa
Arvopaperit -1000	
Reservit +1000	

KUVIO 1 Yksinkertaistus keskuspankin (Fed) ja vastapuolena olevan pankin tasetapahtumista välittömästi avomarkkinaoston jälkeen.

Fedin avomarkkinaostojen seurauksena pankkien välisen yön yli -markkinoiden korko eli federal funds -korko laskee reservien markkinoilla syntyneen ylitarjonnan vuoksi. Avomarkkinamyyntien kohdalla vaikutukset federal funds -korkoon ovat käänteisiä ostoihin nähden. Pankkien kysymään reservien määrään vaikuttaa reservivaatimukset sekä pankkien preferenssit pitää ylimääräisiä reservejä. Ylimääräisten reservien kysyntään vaikuttaa muun muassa reservien pitämisen vaihtoehtokustannus. Yhdysvaltain pankkijärjestelmässä vaihtoehtokustannus on käytännössä federal funds -koron ja Fedissä olevista reserveistä maksettavan koron erotus. Fed on maksanut korkoa vaadittavista ja ylimääräisistä reserveistä vuoden 2008 lokakuusta saakka. Koska Fed on asettanut reserveistä maksettavan koron kiinteän määrän federal funds -korkotason alapuolelle, niin vaihtoehtokustannus ei juurikaan muutu, kun federal funds -korko muuttuu. (Mishkin 2009) Tämä on mahdollistanut sen, että Fed on voinut kontrolloida pankkien lainanantoa ja rahan tarjonnan kasvua finanssikriisin jälkeisenä aikana, jolloin reservit ovat kasvaneet voimakkaasti. (Labonte 2014)

Tavanomaisen rahapolitiikan puitteissa Fed siis lisää tai vähentää edellä kuvatulla tavalla avomarkkinaoperaatioilla niin sanottujen ei-lainattujen reservien (non-borrowed reserves) määrää pankkijärjestelmässä, ja federal funds -koron muutos tasapainottaa kysynnän ja tarjonnan. Kun pankkien

³ Rahaperustasta käytetään luotonlaajennuksen vuoksi englannin kielessä toisinaan nimeä high powered money.

⁴ Ekspanstiivisen rahapolitiikan vaikutuksista rahakertoimen (money multiplier) suuruuteen ks. esim. Peersman (2011, 21-22)

lainaamisen kustannukset laskevat Fedin avomarkkinaostojen myötä, myös muut korkotasot taloudessa laskevat. (Haltom ja Hatchondo 2011) Fedin tavanomainen rahapolitiikka vaikuttaa pidempiin korkoihin ja korkojen aikarakenteeseen erityisesti odotusteorian ja riskipreemioteorian, joita käsitellen myöhemmin, kautta. Sijoittajat esimerkiksi odottavat pidempien korkojen nousevan välittömästi lyhyiden korkojen noustessa eli keskuspankin kiristäessä rahapolitiikkaa federal funds -koron nostolla, mikä nostaa pitkiä korkoja. (Bowdler ja Radia 2012, 606) Korkotason asettamista voitiin ennen finanssikriisiä approksimoida hyvin Taylor -säännöllä, jonka mukaan korkotaso nousee enemmän kuin yksi yhteen inflaatioon verrattuna, ja korkotaso reagoi myös tuotannon poikkeamiin tasapainotuotannosta. (Joyce ym. 2012a) Tavanomaista rahapolitiikkaa ja sen vaikutuksia on käsitelty yksityiskohtaisesti esimerkiksi Mishkin (1996; 2009).

2.2 Epätavanomainen rahapolitiikka

Yhdysvaltain asuntomarkkinakuplan puhkeaminen ja rahoitusmarkkinoiden kriisi johti joulukuussa 2008 tilanteeseen, jossa Fed laski federal funds -koron toimenpiteillään niin alas kuin mahdollista tavoitevälin oltua 0–0,25 %. Nimelliskorkotason alaraja saavutettiin. Täten mahdollisuudet keventää rahapolitiikkaa talouden elvyttämiseksi tavanomaisin keinoin olivat olennaisesti heikentyneet. Iso-Britanniassa Englannin keskuspankki teki vastaavia toimenpiteitä: pankin politiikkakorko saavutti niin ikään alarajan. Englannin keskuspankki tosin jätti korkotason 0,5 %:iin, sillä liian alhaisen politiikkakoron pelättiin vahingoittavan pankkisektorin tuottavuutta ja häiritsevän rahamarkkinoiden toimintaa. Poliitiikkakorkojen saavutettua alarajan keskuspankkien oli pantava toimeen epätavanomaisia toimenpiteitä keventääkseen rahapolitiikkaa entisestään talouden elvyttämiseksi ja niille asetettujen tavoitteiden toteuttamiseksi. (Bowdler ja Radia 2012) Fedin tavoitteena oli edelleen pyrkiä toteuttamaan kaksoismandaattiaan, mutta työttömyysaste oli noussut vuoden 2007 syksyn alle viidestä prosentista yli seitsemään prosenttiin loppuvuoteen 2008 tullessa, ja inflaatio oli laskenut kauas alle avomarkkinakomitean julkilausuman 2 %:n tavoitteen kuluttajahintaindeksin vuosimuutoksen painuttua nolnaan. (Yellen 2011)

Poikkeuksellisia rahapolitiikan välineitä tutkittiin jo ennen vuonna 2007 alkanutta finanssikriisiä. Aihetta oli tutkittu muun muassa Japanin 1990-luvun alussa kärjistyneiden talouden ongelmien ja Yhdysvaltain talouden 2000-luvun alun olosuhteiden vauhdittamina. 2000-luvun ensi vuosina rahapolitiikan epätavanomaisten välineiden tutkimusta motivoi moniaalla pitkään matalana pysytellyt inflaatio. Useat keskuspankit olivat omaksuneet matalaan ja vakaaseen inflaatioon tähtäävän politiikan. Matalan inflaation olosuhteissa – esimerkiksi talouden taantumassa – keskuspankilla ei ole käytettävissä riittävää inflaatiopuskuria pitämään reaalikorkoja tarpeeksi matalina kokonaiskysynnän tukemiseksi. Poliitiikkakoron nolla-alarajan saavuttamisen haitallisuuden

ymmärrettiin riippuvan siitä, millaisia välineitä keskuspankilla olisi käytettävissä tilanteen vaatiessa. Epätavanomaiseksi rahapolitiikaksi määriteltiin määrällinen keventäminen, keskuspankin taseen rakenteen muuttaminen ja odotuksiin vaikuttaminen viestinnän avulla. (Bernanke ym. 2004, 6-8) Fedin käyttämät epätavanomaiset rahapolitiikan välineet vuonna 2007 alkaneen finanssikriisin jälkeen voidaan jakaa Bernanken (2012) mukaan toteuttamistavaltaan kahteen pääkategoriaan: Fedin tasevälineisiin (balance sheet tools) ja viestintään (communication tools). Vastaavaa jaottelua käyttäen myös esimerkiksi Williams (2012). Lisäksi Fedin toimenpiteisiin kuului finanssikriisin alkuvaiheessa muun muassa hätärahoittajan (lender of last resort) rooliin liittyvä suora lainaaminen rahoitussektorille. (Fratzscher ym. 2013) Muista kuin tässä tutkielmassa esitellyistä Fedin käyttämistä poikkeuksellisista keinoista, erityisesti finanssikriisin akuutissa vaiheessa, kattavan tietopaketin antaa esimerkiksi Cecionin ym. (2011) tutkimus.

2.2.1 Määrällinen keventäminen

Fedin tasetta kasvattavaa epätavanomaista rahapolitiikkaa on kutsuttu määrälliseksi keventämiseksi tai suurimittaisiksi arvopaperiostoiksi. Fed on kohdentanut arvopaperiostojensa yli vuoden maturiteetin obligaatioihin. Niitä ovat olleet valtion obligaatiot (U.S. Treasury notes and bonds) sekä valtionyhtiöiden (Government-Sponsored Enterprise), kuten Fannie Mae tai Freddie Macin, takaamat arvopaperit, joiden vakuuksina on kiinnitysluottoja (Mortgage Backed Securities, MBS). Myös valtionyhtiöiden liikkeelle laskemat obligaatiot (agency debt) olivat ostojen kohteena ensimmäisellä määrällisen keventämisen jaksolla. Edellä mainitut ovat olennaisimmat arvopaperit, joita Fedin on mahdollista ostaa keskuspankkilain puitteissa. (Bernanke 2012) Fed on ostanut valtion obligaatioita pääosin kotitalouksilta (households, käsittää esim. hedge fundit), pörssimeklareilta (broker-dealer) ja vakuutusyhtiöiltä. MBS: iä Fedille ovat myyneet kotitaloudet, sijoitusyhtiöt ja eläkerahastot. Molempien kohteiden osalta kotitaloudet ovat olleet merkittävin Fedin kanssa kauppaa käynyt osapuoli. (Carpenter ym. 2013)

Suurimittaisten arvopaperiostojen välittömänä päämääränä on ollut laskea ostojen kohteena olevien pitkän maturiteetin rahoitusvaateiden tuottoja, ja edelleen markkinakorkoja, tilanteessa jossa politiikkakorko on saavuttanut alarajan.⁵ (Haltom ja Wolman 2012) MBS: ien ostoilla on yritetty tukea asuntolainaanamista ja asuntomarkkinoita, ja valtion obligaatioiden ostoilla helpottaa yleisemmin tilannetta yksityisillä luottomarkkinoilla. Ostojen kohteena olleiden maturiteettien obligaatioiden hintojen on oletettu nousevan ja vastaavasti tuottojen laskevan. Lisäksi toimenpiteillä on tavoiteltu muun muassa portfoliovaikutuksen kautta myös muiden kuin ostojen kohteina olleiden arvopapereiden hintojen nousua, ja edelleen suotuisia vaikutuksia

⁵ Maturiteettituotto tai *tuotto* on obligaation hinnoitteluyhtälön sisäinen korkokanta (*yield to maturity*) eli yksi ainoa korkokanta, jolla diskontattuna obligaation kassavirrat vastaavat obligaation nykyarvoa tai hintaa eli kassavirtoja periodikohtaisilla koroilla diskontattua.

taloudessa laajemmin. (Gagnon ym. 2011b) Keskuspankkien harjoittamalla määrällisellä keventämisellä on siten pyritty saamaan aikaan osin vastaavia vaikutuksia kuin tavanomaisella rahapolitiikan keventämisellä; rahapolitiikalla on ollut tavoitteena vaikuttaa korkojen aikarakenteeseen, ja erityisesti pitkiin korkoihin, jotka ovat tärkeässä asemassa talouden toimijoiden kulutus- ja investointipäätöksissä. (Williams 2012, 3)

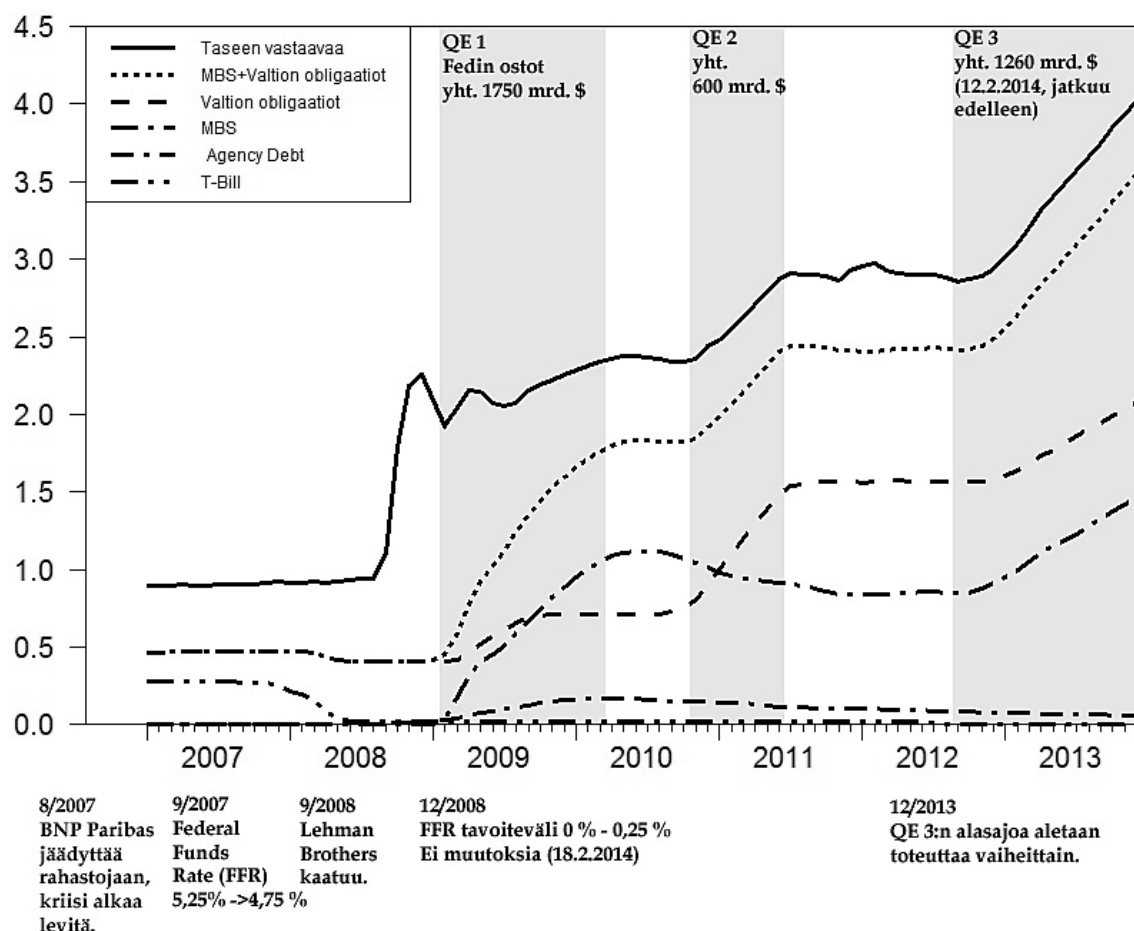
Määrällisen keventämisen ajanjaksot ja suuruusluokka käyvät ilmi kuvioista 2. Fedin tase kasvaa määrällisen keventämisen myötä, sillä arvopaperiostot lisäävät keskuspankin hallussa pitämien obligaatioiden kokonaisarvoa sen taseen vastaavaa-puolella, ja vastapuolten taseiden varoihin myynneistä kertyneet ylimääräiset reservit ovat keskuspankin näkökulmasta reservejä sen taseen vastattavaa-puolella. Yksinkertaistettuna määrälliseen keventämiseen liittyvät tasetapahtumat ovat suurelta osin analogisia edellä kuviossa 1 esitetyn tavanomaisen rahapolitiikan avomarkkinaoston kanssa. (Bowdler ja Radia 2012) Kuvioista 2 havaittava taseen räjähdysmäinen kasvu ennen määrällisen keventämisen alkua oli seurausta likviditeetin järjestämisestä tärkeille luottomarkkinoiden toimijoille. (Cecioni ym. 2011)

Fedin arvopaperiostojen mittakaava on ollut ennennäkemättömän suuri. QE1:n aikana 11/2008–3/2010 tehdyt 1750 miljardin dollarin arvopaperiostot muodostivat 22 % kaikista liikkeelle laskettujen valtionyhtiöiden liikkeelle laskemien joukkovelkakirjalainojen, MBS:ien ja valtion obligaatioiden yhteenlasketusta arvosta.⁶ QE1:n aikana Fed osti valtionyhtiöiden obligaatioita pääosin alle kymmenen vuoden maturiteeteista, koska pidempien maturiteettien obligaatioita oli markkinoilla hyvin vähän. MBS:ien ostot kohdistuivat vasta liikkeelle laskettuihin maturiteetiltaan noin 30 vuoden rahoitusvaateisiin. Valtion obligaatioiden ostot kohdistuivat 2-10 vuoden maturiteetteihin. (Gagnon ym. 2011b) Ostojen yhteissummasta MBS: ien määrä oli 1250 (71 %), valtion obligaatioiden 300 (17 %) ja valtionyhtiöiden lainojen 200 (11 %) miljardia dollaria. (D'Amico ym. 2012)

QE2 toteutettiin aikavälillä 11/2010–6/2011. Fed kohdisti ostot valtion obligaatioihin. Ostojen yhteisarvo oli 600 miljardia dollaria kuukausittaisten ostojen oltua noin 75 miljardin dollarin suuruisia. (FOMC 2010) Ostot kohdistuivat 2,5-10 vuoden maturiteettisegmentteihin. (Labonte 2014) Tämän tutkielman valmistumishetkellä meneillään oleva QE3 alkoi syyskuussa 2012. Fedin ostot kohdistuivat ensi vaiheessa MBS: iin kuukausittaisten ostojen oltua 40 miljardia dollaria. Tammikuussa 2013 ostoja lisättiin siten, että aiempien MBS: ien lisäksi Fed osti kuukausittain 45 miljardin dollarin arvosta valtion obligaatioita. (FOMC 2012) Yhteensä 85 miljardin dollarin kuukausittaiset ostot jatkuivat vuoden 2013 loppuun saakka. Vuonna 2014 Fed on vähentänyt kuukausittaisia ostoja kymmenellä miljardilla dollarilla per kuukausi tammikuusta alkaen. Ostojen pienentäminen on kohdistunut tasaisesti molempiin ostojen kohteena oleviin arvopaperityyppeihin. Ostojen

⁶ QE1: een liittyviä transaktioita alettiin suorittaa vasta vuoden 2009 alussa, mistä johtuen kuvion 2 tummennettu alue ei aivan vastaa tekstissä mainittua virallista QE1-ajanjaksoa (vrt. QE3, jonka kohdalla tummennettu alue alkaa QE3: n virallisesta alkupäivämäärästä).

vähentäminen on seurausta talouden aktiviteetin kohentumisesta ja työttömyysasteen laskusta. (FOMC 2014a)



KUVIO 2 Fedin määrällinen keventäminen (QE) vuonna 2007 alkaneen finanssikriisin jälkeen sekä Fedin taseen vastaavaa ja sen viime vuosien suurimmat komponentit. Pystyakseli: 1000 mrd. \$. Havainnot ovat kalenterikuukauden keskiarvoja viikoittaisista nimellisistä varantosuureista. Tietolähteet: Board of Governors of the Federal Reserve System: Fedin tase (18.2.2014); Federal Reserve Bank of St.Louis :Finanssikriisin aikajana (18.2.2014)

2.2.2 Keskuspankin taseen rakenteen muuttaminen

Fed on myös tavoitteellisesti muuttanut taseensa rakennetta kasvattamatta sitä. Taseen rakenteeseen vaikuttamista suurimittaisten avomarkkinaoperaatioiden avulla ilman taseen kasvua kutsutaan luottokevennykseksi (credit easing). (Chen ym. 2012) Finanssikriisin yhteydessä tällaista toimea on kutsuttu maturiteetin pidennysohjelmaksi (maturity extension program) tai nimellä operaatio twist, jolla viitataan tavoitteeseen kääntää tuottokäyrää.⁷ Operaatio

⁷ Nimi "operaatio twist" juontaa juurensa vuoteen 1961. Tuolloin Yhdysvaltain keskuspankki Fed yritti kääntää tuottokäyrää nostamalla lyhyitä ja laskemalla pitkiä korkoja. Päämääränä oli houkutelua pääomavirtoja kotimaahan ja tukea dollaria, sekä rohkaista investointien tekemistä. (Bernanke ym. 2004; Modigliani & Sutch 1966)

twist oli meneillään syyskuusta 2011 vuoden 2012 loppuun. Tuolloin Fed korvasi taseessaan olevia lyhyen maturiteetin valtion obligaatioita pitkän maturiteetin valtion obligaatioilla yhteensä 667 miljardin dollarin arvosta. (Haltom ja Wolman 2012) Kuvioista 2 havaitaan, että Fedin tase ei tuolla aikavälillä kasvanut. Operaation julkilausuttu tavoite oli lyhentää yleisön hallussa olevien arvopapereiden keskimääräistä maturiteettia ja edelleen duraatiota, minkä odotettiin laskevan pitkiä korkoja ja helpottavan rahoitusolosuhteita. (Bernanke 2012, 6) Operaatio twistin vaikutuskanava on sama kuin määrällisen keventämisen portfoliovaikutukseen liitetty duraatiokanava. (D'Amico ym. 2012)

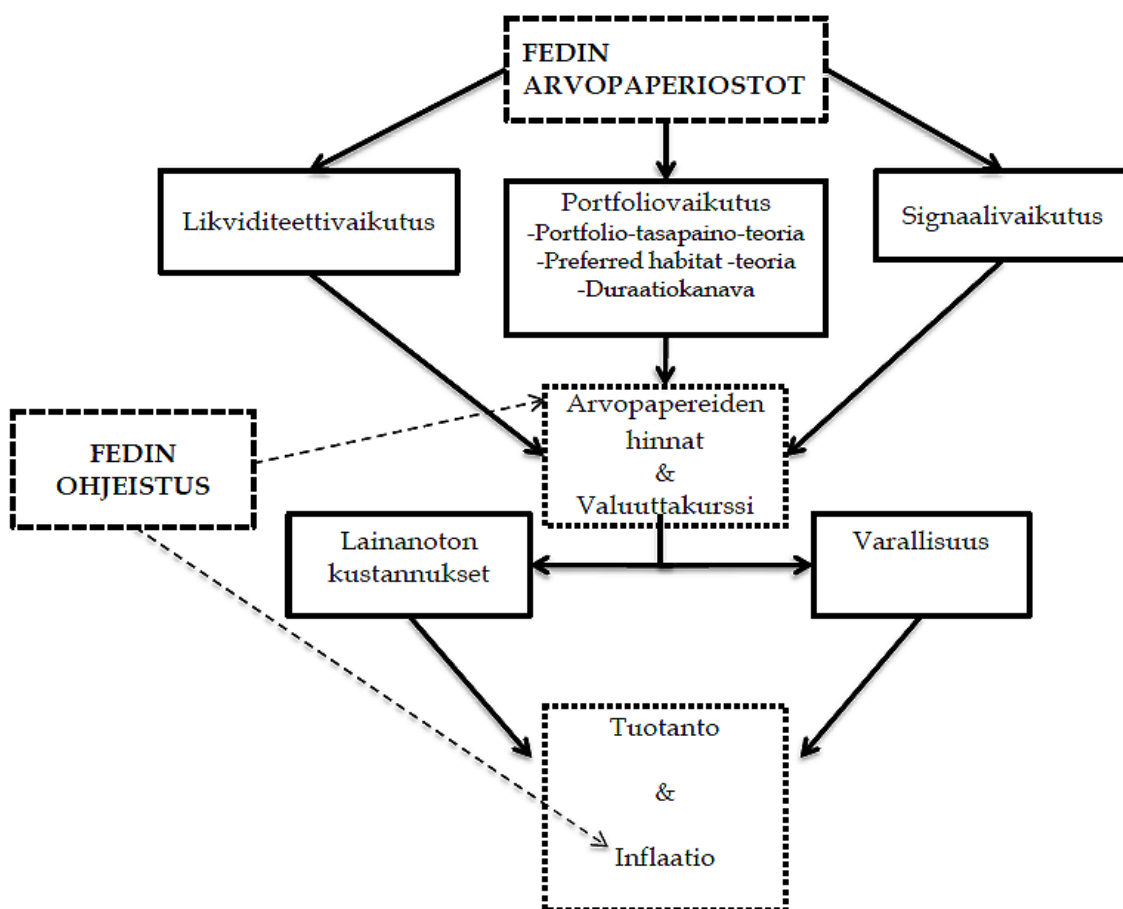
2.2.3 Viestintä ja ohjeistus

Fed on toteuttanut epätavanomaista rahapolitiikkaa myös viestinnän keinoin. Viestintävälineitä on kutsuttu ohjeistukseksi (forward guidance). Tiedonannoissaan Fed on viestinyt esimerkiksi aikovansa pitää federal funds -koron matalalla tai jatkaa määrällistä keventämistä. Syyskuun 18. päivänä 2013 julkaistussa tiedotteessa komitea lausui, että federal funds -koron tavoiteväli on nollassa ja 0,25 %:n välillä ainakin niin kauan kun työttömyysaste on yli 6,5 %, inflaatioennuste 1-2 vuoden päähän on enintään 0,5 prosenttiyksikköä yli pitkän aikavälin 2 %:n tavoitteen ja pitkän aikavälin inflaatio-odotukset ovat ankkuroidut. (FOMC 2013) Maaliskuun 19. päivänä 2014 julkaistussa tiedonannossa FOMC ei enää maininnut työttömyysastetavoitetta korkotaso-ohjeistuksen yhteydessä, vaan ohjeisti politiikkakoron pysyvän välillä 0-0,25 % jonkin aikaa vielä sen jälkeen kun kaksoismandaatin mukaiset maksimaalisen työllisyyden ja noin kahden prosentin inflaation tavoitteet on saavutettu. (FOMC 2014b)

Fed on käyttänyt yksityiskohtaista viestintää rahapolitiikan välineenä vuoden 1999 toukokuusta lähtien; se on antanut virallisen julkilausuman avomarkkinakomitean kokoontumisten jälkeen. Ohjeistus on määritelty epätavanomaiseksi rahapolitiikaksi, sillä se on ollut huomattavasti yksityiskohtaisempaa finanssikriisin jälkeen kuin ennen sitä. (Haltom ja Wolman 2012) Viestinnällä on pyritty ohjaamaan markkinoiden odotuksia keskuspankin tulevasta politiikasta – etenkin tulevista lyhyistä koroista sekä niiden välityksellä pitkistä koroista. (D'Amico ym. 2012)

3 EPÄTAVANOMAISEN RAHAPOLITIIKAN VAIKUTUSKANAVAT

Luvussa 2.2 määriteltiin epätavanomaisen rahapolitiikan keinot eli tase- ja viestintävälineet. Tässä luvussa perehdytään näiden välineiden vaikutuskanaviin. Tarkastelun päämääränä on havainnollistaa eri teorioiden avulla poikkeuksellisen rahapolitiikan mahdollisuuksia vaikuttaa arvopapereiden hintoihin rahoitusmarkkinoilla sekä pohtia politiikan vaikutuksia makrotaloudessa. Kuvion 3 kaavio esittää luvun 3 rungon.



KUVIO 3 Epätavanomaisen rahapolitiikan välineet sekä vaikutuskanavat arvopapereiden hintoihin ja kääntäen tuottoihin, tuotantoon ja inflaatioon. Mukailtu Bowdlerin ja Radian (2012) artikkelista.

Määrällisen keventämisen vaikutusten välittyminen voidaan jakaa kahteen vaiheeseen: keskuspankin arvopaperiostot vaikuttavat arvopapereiden hintoihin ja tuottoihin, ja arvopapereiden hintojen muutokset vaikuttavat edelleen muun muassa varallisuusvaikutuksen kautta kokonaiskysyntään. Kommunikaatiovälineillä keskuspankki voi yrittää vaikuttaa inflaatio- ja korko-odotuksiin. (Bowdler & Radia 2012; Joyce ym. 2012a) Määrällisen keventämisen

oletettuja vaikutuskanavia arvopapereiden hintoihin on useita. Krishnamurthyn ja Vissing-Jorgensenin (2011) vaikutuskanavien luettelo on kenties laajin: signaali-, duraatio-, likviditeetti-, turvasatama- ja luottoriski - ja inflaatiokanava. D'Amico ym. (2012, 424-426) määrittelevät keskuspankin määrällisen keventämisen vaikutuskanaviksi signaalikanavan, preferred habitat -teorian sekä duraatiokanavan. Bowdler ja Radia (2012, 608), Neely (2010, 4) ja Joyce ym. (2011b) puolestaan mainitsevat portfoliovaikutuskanavan (portfolio balance channel/effect), signaalikanavan ja likviditeettikanavan. Fratzscher ym. (2013) mainitsevat lisäksi luottamuskanavan.

Jo tässä vaiheessa merkille pantava asia on epätavanomaisen rahapolitiikan kirjallisuudessa runsaasti huomiota saaneen portfoliovaikutuskanavan puuttuminen joidenkin kirjoittajien vaikutuskanavien luettelosta. Näkisin syyksi sen, että portfoliovaikutusta voidaan pitää monen vaikutuskanavan yläkäsitteenä. Toisin sanoen useat vaikutuskanavat voidaan nähdä portfoliovaikutusta selittävien teorioiden versoina: ne ottavat annettuna portfoliovaikutuksen taustalla olevien teorioiden, kuten portfolio-tasapaino-teorian ja preferred habitat -teorian, tulemat.

Luku on jaettu kolmeen osioon epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutusten mukaan: ensimmäisessä osiossa tarkastellaan tasevälineiden vaikutuksia arvopapereiden hintoihin. Osiossa esitetään myös merkityksettömyysväittämä, jonka perusteella määrällisellä keventämisellä ei voida vaikuttaa arvopapereiden hintoihin. Toisessa osiossa aiheena on viestintävälineiden vaikutuskanavat. Kolmannessa osiossa eritellään epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuskanavia makrotalouteen, tarkemmin ottaen kokonaiskysyntään ja inflaatioon.

3.1 Tasevälineiden vaikutuskanavat rahoitusmarkkinoilla

Tässä alaluvussa käsittelen ensin portfolio-tasapaino-teorian ja portfoliovaikutuksen pääpiirteitä tämän tutkielman aiheen näkökulmasta tarpeellisin osin. Sen jälkeen käyn läpi yksityiskohtaisesti preferred habitat -teorian, jonka tarkastelu on hyödyllistä paitsi portfoliovaikutuksen myös useiden muiden epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuskanavien kannalta. Lopuksi käyn läpi muita mainittuja vaikutuskanavia.

3.1.1 Portfolio-tasapaino-teoria ja portfoliovaikutus

Portfolio-tasapaino-teorian mukaan eri arvopapereilla on omat kysyntäfunktiot. Tarkemmin ottaen arvopapereiden kysyntä on funktio arvopaperin omasta tuotosta ja muiden arvopapereiden tuotoista. Kunkin arvopaperin kysyntä on positiivisesti riippuvainen sen omasta tuotosta ja negatiivisesti riippuvainen muiden arvopapereiden tuotoista. Arvopaperit ovat siten substituutteja. Taloudessa, jossa ainoat arvopaperit olisivat raha ja joukkovelkakirjalainat,

relaatio olisi täsmälleen sama kuin mitä perinteisessä rahan spekulatiivisen kysynnän teoriassa. Lisäksi arvopapereiden kysyntään vaikuttavat esimerkiksi odotukset, riski ja asenne riskiä kohtaan, likviditeetti ja varallisuus. Portfolio-tasapaino-teorian tärkeä oivallus määrällistä keventämistäkin ajatellen liittyy kysymykseen: mitä tapahtuu arvopapereiden tuotoille, kun keskuspankki suorittaa suurimittaisia avomarkkinaostoja eli kasvattaa esimerkiksi kaupankäynnin vastapuolena olevien yksityispankkien ylimääräisten reservien määrää? Kun minkä tahansa arvopaperin tarjonta kasvaa, arvopaperin tuoton täytyy muuttua siten, että yleisöllä on houkutin pitää kasvanut tarjonta. On huomattava, että rahan ja ylimääräisten reservien tuotto voidaan ajatella eksogeenisena: valuutalla itsessään ei ole tuottoa, ja talletustilien sekä pankkireservien korot eivät välttämättä jouta vapaasti kysynnän ja tarjonnan mukaan. Yleisön hallussa on siten keskuspankin suurimittaisten arvopaperiostojen jälkeen liikaa pankkireservejä suhteessa niiden kysyntään. Mikäli pankkireservien tuotto voisi kasvaa, sopeutuminen tapahtuisi suureksi osaksi sitä kautta. Koska pankkireservien tuotto ei määrällisen keventämisen olosuhteissa ole joutanut tällä tapaa, sopeutumisen on täytynyt tapahtua muiden arvopapereiden hintojen nousun kautta. (Tobin 1969) Teoria implikoi, että keskuspankin suurimittaisten ostojen kohteena olevien rahoitusvaateiden odotettujen tuottojen on laskettava, jotta sijoittajat olisivat ylipäänsä suostuvaisia kauppoihin keskuspankin kanssa. Toisin sanoen keskuspankin ostojen aiheuttama kasvanut kysyntä nostaa kohdearvopapereiden hintoja, ja laskee niiden tuottoja. (Gagnon ym. 2011b)

Keskuspankille arvopapereita myyneet tahot ovat ryhtyneet kauppoihin omasta suostumuksestaan. Ne ovat oletettavasti saaneet myynnistään kohtuullisena pitämänsä korvauksen. Se ei kuitenkaan tarkoita, että ne haluaisivat pitää rahaa tai pankkireservejä hallussaan rajattomasti. Myyjillä on keskuspankin ostojen jälkeen portfolioissaan enemmän rahaa kuin aikaisemmin. On järkeenkäypää ajatella, että myyjät pyrkivät *tasapainottamaan portfolioitaan*. Mikäli myyjä on liikepankki, se voi esimerkiksi kasvattaa lainaamistaan. Tällöin myös rahan kokonaistarjonta voi kasvaa rahakertoimen mukaisesti enemmän kuin alun perin keskuspankin avomarkkinaoston myötä kasvanut rahaperusta. Mikäli ajatus portfolion tasapainottamistarpeesta hyväksytään, on varsin uskottava jatkumo, että myyjä yrittää hankkia tilalle ominaisuuksiltaan vastaavia arvopapereita kuin mistä se luopui. (Friedman & Schwartz 1963, 60) Luonnollisesti sijoittajat saattavat hankkia portfolioihinsa hieman riskisempiä arvopapereita niiden tultua suhteellisesti aiempaa edullisimmiksi. Määrällisen keventämisen tapauksessa sellaisia voivat olla vaikkapa pienen luottoriskin joukkovelkakirjat. (Bowdler & Radia 2012) Portfolioiden tasapainotuksen seurauksena myös muiden kuin keskuspankin ostojen kohteena olevien arvopapereiden hinnat nousevat niiden kysynnän kasvaessa. (Friedman & Schwartz 1963, 60) Tämä ketjureaktio, *portfoliovaikutus*, on seurausta siitä yksinkertaisesta oletuksesta, josta portfolio-tasapaino-teorian käsittelyssä lähdettiin liikkeelle: arvopaperit ovat substituutteja – mutta eivät täydellisiä sellaisia. Seuraavaksi käsiteltävä preferred habitat -teoria jakaa

portfolio-tasapaino-teorian kanssa tuon yksinkertaisen oletuksen, mutta sen avulla portfoliovaikutusta voidaan katsoa hieman eri näkökulmasta. Preferred habitat -teorian käsittelyssä havaitaan, mihin komponenttiin obligaation tuotossa keskuspankin suurimittaisilla arvopaperiostoilla tavoitellaan vaikutuksia, ja saadaan työkaluja myös muiden vaikutuskanavien toimintaperiaatteiden ymmärtämisen avuksi.

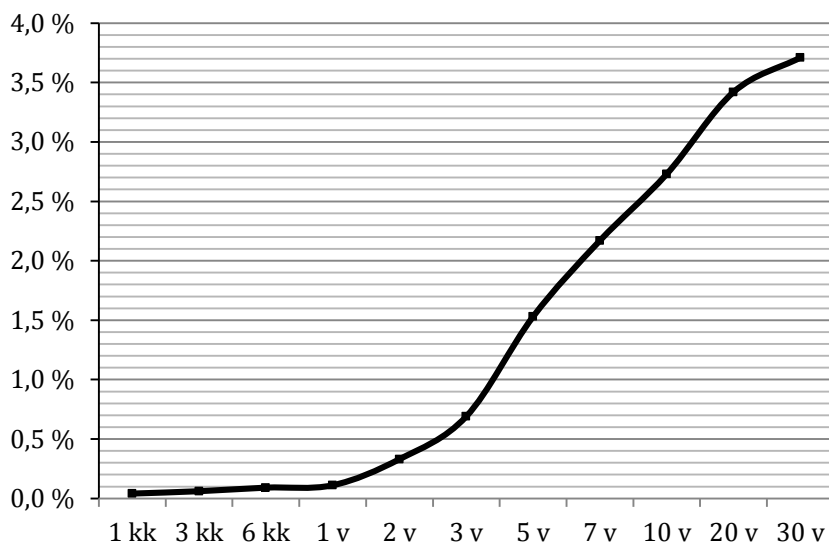
On vielä todettava, että tässä tutkielmassa kuvailut portfoliovaikutukseen liitettävät teoriat ovat vain osa aihepiirin kirjallisuutta. Esimerkiksi modernin portfolioteorian perusteella portfoliovaikutus olisi todennäköinen seuraus arvopapereiden suhteellisten hintojen muututtua sijoittajien maksimoidessa portfolioidensa riskikorjattua tuottoa hyötyfunktionsa mukaisesti. (Markowitz 1952; Gagnon ym.2011b, 6)

3.1.2 Preferred habitat -teoria, paikallinen tarjonta ja portfoliovaikutus

Modigliani ja Sutch (1966) kirjoittivat artikkelissaan korkojen aikarakenteen määräytymisestä. He kokosivat yhteen tärkeimmät korkojen aikarakennetta selittävät teoriat, joiden yhteenliittymän he nimesivät preferred habitat -teoriaksi. Preferred habitat -teoria ei ole ainoa korkojen aikarakennetta ilmentävän tuottokäyrän empiirisiä faktoja selittävä teoria, mutta sen muodostavat teoriat ovat usein esillä kirjallisuudessa, ja niistä voidaan koostaa pitkälti myös vaihtoehtoiset teoriat.⁸ Kuviossa 4 on eräs tuottokäyrä, jonka piirteitä teoriolla voidaan yrittää selittää. Keskuspankkien epätavanomaisen rahapolitiikan tarkoituksena on ollut loiventaa tuottokäyrää. Preferred habitat -teoria muodostuu odotushypoteesista, riskipreemioteoriasta ja jakautuneiden markkinoiden hypoteesista. Koska teoria on määritelty yksinkertaisesti kolmen teorian yhteenliittymänä, sen palaset kertovat parhaiten, mistä preferred habitat -teoriassa on kyse. Seuraavaksi esitän preferred habitat -teorian elementit tiivistetysti.

Odotusteorian lähtökohtana on niin sanottu varmuusmalli (certainty model). Varmuusmallissa rahoitusmarkkinat ovat täydelliset: esimerkiksi transaktiokustannuksia ja veroja ei ole, ja tulevaisuuden korkotasot ovat ennalta varmoja. Lisäksi sijoittajien käyttäytyminen on rationaalista, eivätkä he preferoi markkinoiden ollessa tasapainossa mitään (joukkovelkakirjan) maturiteettia ylitse muiden. Tällöin eri maturiteettia olevat obligatiot ovat täydellisiä substituuotteja: sijoitusstrategioiden tuottojen tulee vastata toisiaan. (Modigliani ja Sutch 1966) Esimerkiksi kahden vuoden valtion obligaation tulee tarjota sama tuotto kuin sijoituksen kahteen peräkkäiseen valtion vuoden obligaatioon. Mikäli pitkät korot ovat tällä tapaa approksimatiivisesti keskiarvoja tulevasta lyhyen ajan koroista, eri sijoitusstrategioiden tuotot ovat yhtä suuret, ja arbitraasivoittoa ei ole mahdollista saavuttaa muuttamalla sijoitusstrategiaa. Täten rajoittamaton arbitraasin mahdollisuus yhdistää pitkät ja lyhyet korot. (Lutz 1940)

⁸ Teorioiden selityskyvystä on käyty kirjallisuudessa paljon keskustelua, ja tulokset eivät ole yksiselitteisiä. Ks. esim. (Thornton 2012, 16)



KUVIO 4 USA:n valtion liikkeelle laskemien obligaatioiden sisäisiä korkokantoja eli maturiteettikorkoja ilmentävä tuottokäyrä. Vaaka-akselilla on obligaation maturiteetti ja pystyakselilla maturiteettikorko per vuosi. Lähde: U.S. Department of the Treasury, 20.2.2014.

Tulevista koroista ei odotusteorian mukaan ole täydellistä varmuutta toisin kuin varmuusmallissa oli. Odotusteorian mukaista korkojen aikarakenteen yhteneväisyyttä on havainnollistettu yhtälön 1 avulla. (Mishkin 2009, 133-134) Yhtälö on helposti yleistettävissä. (Ks. Russell 1992)

$$(1 + i_{2t})(1 + i_{2t}) = (1 + i_t)(1 + i_{t+1}^e) , \quad \text{ja} \quad i_{2t} \approx \frac{i_t + i_{t+1}^e}{2} \quad (1)$$

Yhtälön 1 vasemmalla puolella on yhden rahayksikön sijoituksen päätearvo kahden vuoden nollakuponkilainaan eli lainaan, josta ei saada muuta kassavirtaa kuin pääoman palautus lainan eräännyttyä. Yhtälön oikea puoli kuvaa yhden rahayksikön sijoituksen päätearvoa kahden vuoden kuluttua, kun ensimmäisen vuoden alussa on tehty sijoitus yhden vuoden nollakuponkilainaan, ja sijoitettu päätearvo toisen vuoden alussa uudelleen yhden periodin maturiteetin nollakuponkilainaan. Toisen vuoden sijoituksen tuotto i_{t+1}^e on epävarma, joten kyseessä on *odotettu tuotto*. Approksimaatio seuraa siitä, kun korkotekijöiden i väliset tulot jätetään huomioimatta, ja järjestellään yhtälö uudelleen. Sijoitusstrategioiden odotettujen tuottojen tulee olla odotusteorian mukaan yhtä suuret, jotta sijoittajat pitävät hallussaan molempia maturiteettia olevia obligaatioita.

Yhtälön 1 mukaan tuottokäyrä on nouseva, jos sijoittajat *odottavat* tulevaisuudessa lyhyiden korkojen nousevan. Vastaavasti aikarakenne on laskeva, mikäli sijoittajat odottavat lyhyiden korkojen laskevan. Yleinen hypoteesi on, että korkojen odotetaan palautuvan kohti keskiarvoa. Tällaista aikasarjan ominaisuutta kutsutaan keskiarvoa kohti palautuvaksi prosessiksi. Odotukset voivat olla myös ekstrapoloivia eli yleistäviä: lyhyiden korkojen

nousun nykyhetkellä odotetaan tarkoittavan korkeampia korkotasoja tulevaisuudessa. (Modigliani ja Sutch 1966, 186)

Modiglianin ja Sutchin (1966) esittämä *riskipreemiateoria* on kirjoittajien mukaan alun perin John Maynard Keynesin ja John Hicksin kehittämä. Riskipreemiateorian lähtökohtana on odotusteoria; odotusteoria selittää lyhyiden ja pitkien korkojen yhtenevyyden. Riskipreemiateorian kontribuutio korkojen aikarakennetta selittäviin teorioihin on, että se huomioi pitkän maturiteetin obligaatioiden kassavirtoihin liittyvän epävarmuuden. Epätäydellisillä rahoitusmarkkinoilla tulevaisuuden korkoja ei tunneta varmuusmallin mukaisesti ennalta, joten obligaation kassavirta ei ole ennalta tiedossa. Lisäksi pidemmän maturiteetin obligaatiot ovat korko-eli hintariskiltään suurempia kuin lyhyen maturiteetin obligaatiot.

Korkojen muutosten ja sitä kautta maturiteettituoton muutoksen vaikutusta obligaation hintaan voidaan tutkia esimerkiksi duraatioanalyysin avulla. Mitä pidempi on duraatio eli painotettu keskiarvo jäljellä olevasta ajasta ennen obligaation erääntymistä, sitä enemmän obligaation hinta muuttuu korkojen muutoksen myötä.⁹ Obligaatioiden nykyarvomenetelmään perustuvan hinnoittelukaavan avulla on vaivatonta todentaa, että (diskontto)korkojen muutokset vaikuttavat sitä enemmän obligaation hintaan, mitä pidempi duraatio tai maturiteetti obligaatiolla on.¹⁰ Nollakuponkiobligaatioilla duraatio vastaa aina maturiteettia. Kuponkiobligaatioilla duraatio on aina pienempi kuin sen maturiteetti, sillä obligaatiosta saadaan kassavirtoja jo ennen nimellisarvon takaisinmaksua eli eräpäivää. (Mishkin 2009)

Riskipreemiateoriaan liittyvä oletus on, että suurin osa sijoittajista on riskin karttajia. Tällöin he vaativat korvausta edellä mainitun korkoriskin kantamisesta, vaikka tuotot olisivatkin eri maturiteetin obligaatioiden välillä odotusteorian oletusten mukaisesti yhteneviä eli arbitraasin mahdollisuutta ei olisi. Sijoittajat lisäävät tuottovaatimukseensa riskipreemion, jonka vuoksi tuottokäyrä nousee jyrkemmin maturiteetin pidetessä kuin odotusteorian mukainen tuottokäyrä, koska riski ja täten riskipremio kasvavat maturiteetin pidentymisen myötä.¹¹ Pienemmän korkoriskin vuoksi lyhyisiin obligaatioihin kohdistuu pitkiä obligaatioita enemmän kysyntää, mikä edelleen ajaa lyhyen maturiteetin obligaatioiden tuottoja alemmas pitkien obligaatioiden tuottoihin verrattuna. Riskipreemiateoria selittää siten nousevan tuottokäyrän. (Modigliani ja Sutch 1966) Riskipreemiateorian mukaan eri maturiteettia olevat obligaatiot eivät ole täydellisiä substituuotteja riskin karttamisen vuoksi: riskistä täytyy saada korvaus. Perimmäinen syy riskille on se, että rahoitusmarkkinat

⁹ Tarkemmin ottaen obligaation hinnan muutosta tuottovaatimuksen muuttuessa approksimoidaan kertomalla tuottovaatimuksen muutos modifioidulla duraatiolla, joka on yhtä kuin $ns \cdot \text{Macaulayn duraatio} / (1 + \text{maturiteettikorko})$. (Mishkin 2009)

¹⁰ Obligaatioiden hinnoittelu ks. Malkiel (1962)

¹¹ Odotusteorian mukaan tuottokäyrä voi olla myös horisontaalinen, mikäli talouden agentit eivät odota korkojen muuttuvan. Kun otetaan huomioon epävarmuus tulevista koroista, riskipreemiateorian mukaan tuottokäyrä ei voi olla horisontaalinen.

eivät ole täydelliset, vaan tuleviin korkoihin ja siten obligaatioiden hintoihin liittyy epävarmuustekijöitä. (Lutz 1940, 36)

Riskipreemioteorian mukaisen maturiteettia n olevan obligaation maturiteettituotto on esitetty yhtälössä 2 yhtälön 1 tapaan lyhyiden korkojen keskiarvon avulla, mutta täydennettynä termi- tai aikapreemiolla (vrt. yhtälöstä 1 johdettu approksimaatio).

$$y(\text{obligaatio})_t^n = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} E_t r_{t+i} + TP(\text{obligaatio})_t^n \quad (2)$$

Yhtälössä 2 termi $y(\text{obligaatio})_t^n$ on n : nnän periodin maturiteetin obligaation maturiteettituotto hetkellä t ; $E_t r_{t+i}$ on periodin $t+i$ odotettu riskitön korko hetkellä t ja TP on aikapreemio, joka koostuu korkoriskistä ja obligaatiospesifistä riskistä.¹² (Joyce ym. 2011b, 120) Yhtälössä 2 (valtion) pitkän maturiteetin rahoitusvaateen tuotto on täten jaettu kahteen komponenttiin: lyhyiden riskittömien korkojen keskiarvoon ja riskipreemioon. Ensin mainittu komponentti kuvaa odotettua tuottoa, jonka sijoittajat voivat saada "ketjuttamalla" lyhyen aikavälin riskittömiä sijoituksia, ja jälkimmäinen komponentti kuvaa odotettua ylimääräistä tuottoa, jota sijoittajat vaativat vastineena pitkän maturiteetin rahoitusvaateeseen liittyvän korkoriskin kantamisesta. Termipreemio on se komponentti obligaation maturiteettituotosta, johon määrällisen keventämisen suurimittaisten arvopaperiostojen ajatellaan vaikuttavan. (Gagnon ym. 2011b)

Kolmantena preferred habitat -teorian osana Modigliani ja Sutch (1966) mainitsivat *jakautuneiden markkinoiden hypoteesin*. Hypoteesin mukaan markkinaosapuolet preferoivat tietyn maturiteettisegmentin arvopapereita, vaikka niiden odotettu tuotto ei olisikaan yhtenevä muiden maturiteettien obligaatioiden odotettujen tuottojen kanssa odotusteorian ja riskipreemioteorian mukaisella tavalla. Täten eri maturiteettien obligaatioiden hinnat ja tuotot määräytyvät ääritapauksessa toisistaan riippumatta omilla paikallisilla markkinoilla kysynnän ja tarjonnan lain mukaan. Hypoteesin kontribuutio korkojen aikarakennetta selittävien teorioiden perheeseen on, että sijoittajat voivat olla mieltyneitä myös pitkän maturiteetin obligaatioihin, kun riskipreemioteorian mukaan riskiä karttavat sijoittajat suosivat ainoastaan lyhyen maturiteetin obligaatioita.

Yhteenvetona voidaan esittää, että preferred habitat -teorian mukaan tuottokäyrän implikoima korkojen aikarakenne määräytyy kolmen edellä esitetyn teorian yhteenliittymänä. Odotusteorian mukaisesti tuottokäyrä joko nousee tai laskee riippuen siitä, mihin suuntaan (lyhyiden) korkojen odotetaan liikkuvan. Riskipreemioteoria selittää tuottokäyrän jyrkkyyttä. Pidemmän maturiteetin obligaatioilla on suurempi korkoriski kuin lyhyemmän maturiteetin obligaatioilla, joten sijoittajien tuottovaatimukseen sisältyy

¹² Valtion obligaatioiden riskipreemioista käytetään usein nimitystä *aikapreemio* (engl. term premium). Nimellä halutaan korostaa sitä, että valtioiden obligaatioihin ei sisälly luotto- tai likviditeettiriskiä samaan tapaan kuin muihin obligaatioihin, mutta ne ovat kuitenkin alttiita korkoriskille. (Gagnon ym. 2011a)

riskipreemio. Lisäksi, jos oletetaan sijoittajien olevan pääosin riskin karttajia, lyhyen maturiteetin rahoitusvaateisiin kohdistuu suhteellisesti eniten kysyntää, mikä osaltaan nostaa niiden hintoja, laskee maturiteettituottoja ja jyrkentää tuottokäyrää. Jakautuneiden markkinoiden hypoteesin mukaan eri maturiteettia olevat obligaatiot eivät ole ääritapauksessa lainkaan substituutteja, joten eri maturiteettia oleville obligaatioille kehittyy hypoteesin mukaan omat muista maturiteeteista erilliset markkinat. Sijoittajat voivat siten myös suosia pitkän maturiteetin obligaatioita.

Preferred habitat -teorian perusteella keskuspankin suurimittaiset arvopaperiostot aiheuttavat kohdeobligaatioiden maturiteettisegmentteissä paikallisia tarjontashokkeja, mikä käynnistää portfoliovaikutuksen. (Bowdler & Radia 2012; Joyce ym. 2012b; D'Amico ym. 2012) Teorian ilmentämää vaikutuskanavaa onkin kirjallisuudessa kutsuttu kuvaavasti myös nimellä *niukkuuskanava* (scarcity channel). (D'Amico ym. 2012) Tiettyyn maturiteettiin mieltyneitä sijoittajia ovat esimerkiksi eläkerahastot, koska ne haluavat suojautua korkoriskiltä ottamalla vastakkaisen position heidän velvoitteisiinsa nähden: kun niiden hallinnoimilla varoilla ja varojen lähteillä eli velvoitteilla on sama (modifioitu) duraatio, niiden arvojen muutokset korkojen muutoksen yhteydessä kumoavat toisensa. (Williams 2012) Pidemmällä horisontilla sijoittavan riskiä karttavan sijoittajan näkökulmasta lyhyen maturiteetin obligaatioiden ketjuttaminen yhtälön 1 mukaisella tavalla ei ole mielekästä arbitraasin mahdollisuudesta huolimatta, koska strategian kassavirtoihin liittyy epävarmuutta: korkotaso voi muuttua strategian toteuttamisen aikana. Pysyttelemällä mieleisessään maturiteetissa sijoittaja tietää varmuudella sijoituksensa kassavirrat, ja välttää transaktiokustannukset.¹³ (Modigliani & Sutch 1966)

Tärkeä kysymys empiirisen tutkimuksen kannalta kuuluu, voivatko määrällisen keventämisen ostotapahtumat itsessään aiheuttaa portfolion tasapainotuksen eli portfoliovaikutuksen, kuten portfolio-tasapaino-teoria ja preferred habitat -teoria vihjaavat? Suurimittaisia arvopaperiostoja on edeltänyt aina keskuspankin julkilausuma, jossa on tiedotettu tehtävistä ostoista. Varsinaiset ostotapahtumat eivät siten ole tulleet markkinoille yllätyksenä, joten niillä ei pitäisi tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan olla ollut vaikutuksia arvopapereiden hintoihin. (Joyce ym. 2011b) Markkinat eivät

¹³ Mikäli sijoittaja myy obligaation ennen maturiteettia, sen jälleenmyyntiarvo eli nykyarvo myyntipäivänä riippuu myyntipäivänä vallitsevasta korkojen aikarakenteesta, jonka perusteella obligaatiot hinnoitellaan. Siten ennen maturiteettia myytävän obligaation kassavirrat eivät ole ennalta täysin tiedossa. Vaikka sijoittaja pitäisikin obligaation sen erääntymiseen saakka, kärsii hän "paperitappion" mikäli korot nousevat, sillä hän olisi voinut saada sijoitukselleen paremman tuoton jostain muusta sijoituskohteesta. Kuponkikorkoa maksaviin obligaatioihin liittyy myös kuponkien uudelleensijoitusriski: esimerkiksi laskenut korkotaso johtaa pienempiin sijoitettujen kuponkien päätearvoihin. Laskenut korkotaso tosin nostaa obligaation hintaa. Eräs sijoitusstrategia onkin pitää hallussa obligaatioita, joiden duraatio on yhtä pitkä kuin sijoitushorisontti. Tällöin korkojen muutoksen aikaansaama obligaation hinnan muutos ja sijoitettavien kuponkien päätearvon muutos kumoavat toisensa. (Esim. Bodie ym. 2009)

kuitenkaan ole välttämättä tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaisesti hinnoitelleet keskuspankin toimien vaikutuksia täysimittaisesti ennen varsinaisia arvopaperiostoja – jotka on aloitettu pian virallisten julkilausumien jälkeen – koska markkinoiden toiminta on ollut häiriötilassa olosuhteiden vuoksi ainakin kriisin alkupuolella. Toiseksi, markkinoiden odotukset keskuspankin toimien vaikutuksista eivät ole välttämättä olleet täydelliset, ja siten portfolion tasapainotusta on oletettavasti tapahtunut myös varsinaisten ostotapahtumien seurauksena. (Fratzcher ym. 2013)

3.1.3 Merkityksettömyysväittämä

Portfolio-tasapaino- ja preferred habitat -teorian mukaan keskuspankin arvopaperiostoilla voidaan saavuttaa portfoliovaikutuksen myötä suoria vaikutuksia arvopapereiden hinnoissa. Merkityksettömyysväittämän mukaan keskuspankin harjoittamalla määrällisellä keventämisellä ei voida saavuttaa toivottuja välittömiä tuloksia eli *vaikuttaa suoraan* kohdearvopapereiden tuottoihin. (Bowdler ja Radia 2012; Bernanke 2012, 4) Merkityksettömyysväittämää ovat teoretisoineet esimerkiksi Wallace (1981) sekä uuskeynesiläisiä dynaamisia stokastisia yleisen tasapainon rahapolitiikkamalleja kehittäneet Eggertson ja Woodford (2003). Merkityksettömyysväittämän johtaminen on teknisyytensä vuoksi tämän tarkastelun mahdollisuuksien rajojen ulkopuolella, joten pyrin kuvailemaan sitä lyhyesti sanallisesti.

Merkityksettömyysväittämän keskeinen tulema on, että keskuspankin arvopaperiostot eivät muuta yksityisen sektorin portfolioiden kokonaisriskiä. Agentit tietävät veronmaksajina olevansa julkisen vallan taseeseensa ottaman riskin lopullisia kantajia, vaikka riski siirtyisikin pois heidän yksityisistä portfolioistaan. Täten määrällisen keventämisen yhteydessä tapahtuvalla rahan ja obligaatioiden vaihtokaupalla ei saavuteta tuloksia, koska yksityisen sektorin agenttien portfoliot pysyvät tasapainossa. Näin keskuspankki on määrällisellä keventämisellä, joka toteutetaan pitkän maturiteetin obligaatioihin kohdistuvilla avomarkkinaostoilla, kykenemätön vaikuttamaan sijoittajien portfolioihin. Merkityksettömyysväittämällä on analogia sekä yrityksen pääomarakenteeseen liittyvän Modigliani-Miller -teoreeman että Ricardon ekvivalenssin kanssa: riskin uudelleenjakaminen ei muuta merkityksettömyysväittämän mukaan yksityisen sektorin kantaman kokonaisriskin määrää, ja yksityinen sektori ottaa verojen maksajana täysin huomioon julkisen sektorin budjettirajoitteen optimoidessaan kulutusta yli ajan. (Bowdler ja Radia 2012, 615-616)

Määrällinen keventäminen on tuloksetonta myös silloin, jos rahoitusmarkkinoilla arvopapereiden hinnanmääräytymiseen vaikuttaa vain odotettu tuotto, rahoitusmarkkinat ovat täydelliset ilman rajoitteita ja arbitraasille ei ole esteitä. Eli mikäli maailma on varmuusmallin mukainen. Tällöin eri maturiteettien obligaatiot ovat täydellisiä substituutteja. Arvopapereiden tuottoerot häviävät välittömästi, joten pitkän maturiteetin obligaatioiden hinnat pysyvät siten keskuspankin toimista huolimatta

muuttumattomina. (Williams 2012) On huomioitava, että merkityksettömyysväittäjä ei sano, että määrällinen keventäminen olisi täysin vailla vaikutuksia – vain ostot itsessään ovat. Eggertson ja Wooford (2003, 164) toteavat, että määrällisen keventämisen aikaansaamat signaalivaikutukset voivat muuttaa markkinoiden odotuksia tulevista lyhyistä koroista, ja vaikuttaa odotusteorian mukaisella tavalla korkojen aikarakenteeseen, kuten myöhemmin tullaan toteamaan.

Portfoliovaikutuskanavan perustelu esitetyn preferred habitat -teorian avulla on kirjallisuudessa kyseenalaistettu, sillä preferred habitat -teoria ei alkuperäisessä muodossaan huomioi sitä, että arbitraasin avulla voitaisiin tehdä tyhjäksi keskuspankin yritykset laskea määrällisen keventämisen avulla pitkiä korkoja. Täydellisen arbitraasin ollessa mahdollista arvopapereiden odotusteoriasta poikkeavat hintaerot jäisivät hyvin lyhytaikaisiksi. (Joyce ym. 2012b) Vayanos ja Vila (2009) ovat usein siteerattuja kehittämänsä, tosin vaikeasti empiirisesti testattavissa olevan, mallin ansiosta.¹⁴ Mallissa on huomioitu preferred habitat -teorian mukaisesti käyttäytyvät sijoittajat. Mallissa joukkovelkakirjamarkkinoilla toimii sekä sijoittajia, jotka toimivat preferred habitat -teorian mukaisesti, että arbitraattoreita, jotka etsivät epäyhteneväisyyksiä eri maturiteettien obligaatioiden hintojen välillä. Toisin sanoen sijoittajat suosivat tiettyä maturiteettia olevia joukkovelkakirjoja preferred habitat -teorian mukaisesti, ja arbitraattorit pitävät hallussaan tiettyä obligaatiota vain, jos sen odotettu tuotto vastaa muiden maturiteettien obligaatioiden avulla eri strategioilla saavutettavia tuottoja odotusteorian mukaisesti. Ilman arbitraattoreita eri maturiteetin obligaatioiden hinnat ja tuotot määräytyisivät ääritapauksessa jakautuneiden markkinoiden hypoteesin kaltaisesti itsenäisesti kunkin maturiteetin obligaatioiden kysynnän ja tarjonnan perusteella. Arbitraattorit yhtenäistävät eri maturiteettien obligaatioiden tuotot, mutta eivät kuitenkaan täysin odotusteorian mukaisesti: mallissa olennainen portfolion tasapainotuksen mahdollistava teoreettinen oletus on se, että arbitraattorit ovat riskin karttajia, jolloin arbitraasi on rajoitettua.

3.1.4 Tasevälineiden muut vaikutuskanavat

Duraatiokanavalla tarkoitetaan keskuspankin ostojen aikaansaamaa duraatio- tai korkoriskin pienenemistä: yleisön hallussa olevien obligaatioiden keskimääräinen duraatio lyhenee pitkän maturiteetin obligaatioihin kohdistuvien suurimittaisten ostojen seurauksena. Duraatiokanava vaikuttaa pidempiin korkoihin laskemalla luvun 3.1.2 yhtälössä 2 esitettyä obligaation riskipreemiota. Kun yleisön yksittäisistä portfolioista aggregoidussa portfolioissa on aiempaa vähemmän korkoriskiä, sijoittajat vaativat teorian mukaan pienempää kompensatiota pitääkseen hallussa tuota riskiä. Sen pitäisi alentaa kokonaistasolla aikapreemioita ja vaikuttaa tuottokäyrään. (Gagnon ym. 2011b). Duraatiokanava yhdistetään kirjallisuudessa portfolion

¹⁴ Thornton (2012, 4) toteaa, että Vayanos ja Vila (2009) löytyvät lähes jokaisen portfoliovaikutuskanavaa sittemmin käsitelleen tutkimuksen lähdeluettelosta.

tasapainotukseen eli portfoliovaikutukseen, koska se selittää portfolion tasapainotuksen motiiveja portfolion muuttuneen riskirakenteen kautta. (Bauer & Neely 2013)

Signaalikanavan mukaan keskuspankin tiedotteet arvopaperiostoista viestivät implisiittisesti keskuspankin tulevasta rahapolitiikasta. Signaalikanava toimii edellä preferred habitat -teorian yhteydessä esitetyn odotusteorian välityksellä. Yleisö voi ymmärtää määrällisen keventämisen politiikan siten, että keskuspankki odottaa inflaation sekä reaalisen talouskasvun olevan odotettua matalampia, jolloin tulevien lyhyiden korkojen odotetaan laskevan. Yleisemmin, keskuspankin aikomus käyttää epätavanomaisia rahapolitiikkatoimia voi viestiä, että keskuspankki aikoo mukauttaa rahapolitiikkaa vallitseviin oloihin. Mukauttamisella voidaan tarkoittaa väliaikaista poikkeamista rahapolitiikkasäännöstä tai lyhyiden korkojen pitämistä poikkeuksellisen matalalla pitkän aikaa kokonaiskysynnän elvyttämiseksi ja inflaatio-odotusten kasvattamiseksi. (Bauer & Neely 2013) Jälkimmäistä kutsutaan toisinaan kirjallisuudessa keskuspankin *sitoutumisena vastuuttomuuteen* (committing to being irresponsible). (Krugman 1998) Krishnamurthy ja Vissing-Jorgensen (2011, 218) perustelevat signaalikanavan luotettavuutta tai uskottavuutta sillä, että ostettuaan suuren määrän pitkän duraation arvopapereita keskuspankki kärsii merkittäviä tappioita, mikäli se nostaa korkotasoa politiikkakoron kautta. Täten määrällisen keventämisen yhteydessä keskuspankin taseen vastaavaa-puolelle hankitut pitkän duraation arvopaperit voivat toimia yleisölle vakuutena, että keskuspankki tulee jatkamaan kevyttä rahapolitiikkaa, mikä puolestaan pitää korkotasoo-dotukset matalina. Vakuuden painoarvoon vaikuttaa, kuinka paljon keskuspankki yrittää tai voi välttää tappioita. Odotusteorian perusteella signaalit voivat loiventaa valtion obligaatioiden tuottokäyrää.

Likviditeettikanavalla tarkoitetaan, että rahoitusmarkkinoiden toiminnan häiriintyessä sijoittajat saattavat vaatia lisäkompensaatiota riskiin, että arvopapereille ei löydy välttämättä tarvittaessa ostajaa. Keskuspankin avomarkkinaoperaatiot lisäävät vaihdantaa ja rahoitusmarkkinoiden likvidiyyttä, mikä voi laskea kriisin vuoksi kasvaneita likviditeettipreemiota. (Bowdler & Radia 2012; Joyce ym. 2012a) Määrällisen keventämisen aikana erityisesti MBS: ien sekä valtionyhtiöiden liikkeelle laskemien joukkovelkakirjojen ostoilla on voinut olla likviditeettipreemioita pienentäviä vaikutuksia. (Gagnon ym. 2011a)

Turvasatama-, luottamus- ja luottoriskikanavat ovat läheisiä portfoliovaikutuskanavan kanssa, sillä ne selittävät portfolion tasapainotuksen motiiveja. Keskuspankin suurimittaiset arvopaperiostot vähentävät niin sanottujen turvasatama-obligaatioiden tarjontaa, ja siksi nostavat varsinaisten kohdearvopapereiden lisäksi myös niiden substituuttien hintoja. (Krishnamurthy ym. 2011, 220) Luottamuskanavan kautta keskuspankin määrällinen keventäminen voi vaikuttaa sijoittajien riskinottohalukkuuteen. Esimerkiksi päätös jatkaa määrällistä keventämistä voi tulla ymmärretyksi siten, että talouden olosuhteet ovat aiempaa heikkommat, mikä laukaisee

ryntäyksen turvallisiin sijoituskohteisiin, kuten valtion obligaatioihin. Toisaalta määrällinen keventäminen voi myös vakauttaa markkinoita, jolloin riskinottohalukkuus voi kasvaa. (Fratzscher ym. 2013) Luottamuskanavan kanssa samankaltaisen luottoriskikanavan mukaan määrällisen keventämisen onnistuessa rauhoittamaan markkinoita ja elvyttämään taloutta joidenkin yritysten luottoriski voi pienentyä, ja se voi laskea yrityslainojen riskipreemioita. Rahoitusvaateiden hinnoittelun teorioiden mukaan sijoittajien riskin karttaminen vähenee, kun talous alkaa palautua. Pienempi riskin karttamisen aste mahdollistaa laajemman portfoliovaikutuksen: esimerkiksi yritysten joukkovelkakirjojen kysyntä voi kasvaa ja nostaa niiden hintoja ja kääntäen laskea niiden tuottoja. (Krishnamurthy ym. 2011)

3.2 Fedin ohjeistuksen vaikutusmekanismi

Forward guidance -politiikalla on pyritty keventämään rahapolitiikkaa korko- ja inflaatio-odotusten kautta. Keskuspankki voi viestittää aikovansa harjoittaa kevyttä rahapolitiikkaa pitkän aikaa, mikä voi laskea korko-odotuksia ja samanaikaisesti nostaa obligaatioiden hintoja. Keskuspankki voi vaikuttaa reaalikorkoihin myös, mikäli se onnistuu toiminnallaan muuttamaan inflaatio-odotuksia: keskuspankki voi viestinnällään ilmentää, että se aikoo pitää kiinni inflaatiotavoitteista. (Bernanke 2012; Bowdler ja Radia 2012) Fedin tulevia lyhyitä korkoja koskevan ohjeistuksen eli niin sanottujen suorien signaalien ja edellisessä luvussa kuvattujen määrälliseen keventämiseen liittyvien epäsuorien signaalien erottaminen toisistaan on empiirisessä tutkimuksessa vaikeaa, koska keskuspankki on käyttänyt kumpaakin rahapolitiikan välinettä samanaikaisesti. (Bauer & Neely 2013)

Eggertson ja Woodford (2003, 164) pitävät tehokkaimpana rahapolitiikkana likviditeettiloukussa sitä, että keskuspankki yrittää muuttaa korkojen aikarakennetta vaikuttamalla odotuksiin tulevaisuuden lyhyestä korkotasosta. Odotukset matalammista tulevaisuuden lyhyistä koroista saavat aikaan myös pidempien korkojen laskun odotusteorian mukaisesti. Krugman (1998, 161) esittää, että keskuspankki voi laskea reaalikorkotasoa, mikäli se onnistuu viestimään riittävän luotettavasti, että se tähtää rahapolitiikallaan pysyvästi suurempaan rahan tarjonnan kasvuun ja korkeampaan tulevaisuuden hintatasoon. Keskuspankin täytyisi täten vakuuttavasti viestiä aikovansa toimia vastuuttomasti. Inflaatio-odotusten kasvattamisella voitaisiin hänen mukaan saavuttaa samankaltaisia tuloksia kuin oppikirjojen ekspansiivisella rahapolitiikalla normaalitilanteessa. Hänen mukaan hintataso ei nouse taantumasta palautuvassa taloudessa riittävästi, sillä hinnat ovat taloudessa erilaisten sopimusten vuoksi jäykkiä. Keskuspankin inflaatio-odotuksiin vaikuttavalla rahapolitiikalla reaalikorko voisi laskea, mikä lisäisi kokonaiskysyntää ja siirtäisi IS -käyrää oikealle. Hän huomauttaa, että käytännössä keskuspankin voi olla vaikeaa vakuuttaa toimivansa pitkäjänteisesti ja pysyvänsä suunnitelmassaan, mitä kutsutaan rahapolitiikan

aikaepäjohtonmukaisuusongelmaksi. Hän myös kyseenalaistaa negatiivisen reaalikoron autuuden: jos reaalikorot olisivat negatiiviset, kuluttajilla olisi enemmän houkutusta sijoittaa ulkomaille. Se puolestaan veisi talletuksia pois kotimaisista pankeista, ja vähentäisi lainaamista. Myös Woodford (2012, 190-191) korostaa, että keskuspankin mahdollisuudet saavuttaa viestintätyökalujen käytölle asetettuja tavoitteita riippuu viestinnän ymmärrettävyydestä ja viestittyn politiikkaan sitoutumisen uskottavuudesta.

3.3 Epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutukset makrotaloudessa

Edellisissä luvuissa esitetyt epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuskanavat kuvailivat keskuspankin määrällisen keventämisen vaikutuksia pääasiassa keskuspankin suurimittaisten arvopaperiostojen kohteiden ja edelleen muiden arvopapereiden hinnoissa. Porfoliivaikutuksen perusteella keskuspankin arvopaperiostojen vaikutukset leviävät laajaan kirjoon arvopapereita. Rahoitusomaisuuden kallistuessa reaaliomaisuudesta tulee suhteellisesti aiempaa edullisempaa, mikä lisää reaaliomaisuuden houkuttelevuutta ja kasvanut kysyntä nostaa hintoja. (Friedman & Schwartz 1963) Vaikuttaminen arvopapereiden hintoihin voidaan nähdä välitavoitteena keskuspankin toiminnalle asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa: Fedin tavoitteena on kaksoismandaatin mukaisesti edistää matalaa ja vakaata inflaatiota sekä täystyöllisyyttä. (Gagnon ym. 2011b; Haltom ja Wolman 2012) Edellä kuvailtujen vaikutuskanavien mukaan määrällisen keventämisen pitäisi edesauttaa kokonaistuotannon kasvua ja inflaation kiihtymistä pienempien lainaamisen kustannusten ja rahoitusvarallisuuden arvon nousun myötä. Seuraavaksi erittelen määrällisen keventämisen vaikutuskanavia laajemmalle talouteen.¹⁵

Määrällisen keventämisen seurauksena tapahtuva valtion obligaatioiden tuottojen pieneneminen aiheuttaa markkinakorkojen laskun. (Joyce ym. 2012) Markkinakorkojen laskun taustalla on erityisesti se, että kotitalouksien ja yritysten pankkilainaamisen kustannukset ovat yhteydessä sen maturiteetin luottoriskittömiin korkoihin – käytännössä valtioiden obligaatioiden korkoihin – joilla ne haluavat ottaa lainaa. Korkojen laskun ja sitä kautta lainanoton kustannusten pienenemisen voidaan odottaa lisäävän kulutusta ja investointeja, ja vähentävän säästämistä. (Bowdler ja Radia 2010, 612) Kyseessä on pohjimmiltaan rahapolitiikan niin sanottu *korkotasokanava* (traditional interest rate channel). (Mishkin 1996) Kuten aiemmin on esitetty, sijoittajien portfolioiden tasapainotus voi aiheuttaa sen, että myös valtion obligaatioiden substituuttien hinnat nousevat, ja esimerkiksi yritysten liikkeelle laskemien

¹⁵ Tavanomaisen rahapolitiikan vaikutuskanavista laajemmalle talouteen on kirjoittanut kattavasti esimerkiksi Mishkin (1996). Samat vaikutuskanavat pätevät monin paikoin myös epätavanomaisen rahapolitiikan kohdalla.

obligaatioiden tuotot laskevat. Täten myös pääomamarkkinoilla toimivien yritysten lainanoton kustannusten voidaan olettaa pienenevän, mikä voi kasvattaa investointeja. (Bowdler ja Radia 2012, 610)

Mikäli keskuspankin määrälliseen keventämiseen liittyvien arvopaperiostojen vastapuoli on liikepankki, se voi lisätä lainanantoaan (bank lending channel) ylimääräisten reservien kasvun seurauksena. Tällöin rahan tarjonta kasvaa luotonlaajennuksen vuoksi enemmän kuin alun perin uusien reservien verran kasvanut rahaperusta. Lainanannon kasvu lisää investointeja ja asuntolainaamista. (Mishkin 2009) Joyce ym. (2011a) suhtautuvat kyseisen kanavan merkitykseen suurin varauksin etenkin kriisiolosuhteissa. Myöskään useiden muiden tutkijoiden määritelmässä kyseinen kanava ei ole edustettuna, minkä vuoksi jätin sen pois luvun alussa esitetystä kuviosta 3. (Ks. esim. Bernanke 2012) Rahoitusmarkkinoiden rauhoituttua lainojen tarjontakanava voi kuitenkin olla tehostunut. Räjähdyksmäistä lainanannon kasvua ei ole kuitenkaan ollut odotettavissa, koska Fed on voinut kontrolloida pankkien ylimääräisten reservien vaihtoehtoiskustannusta maksamalla korkoa reserveistä. (ks. luku 2.1)

Sijoittajat voivat tasapainottaa portfolioitaan myös ostamalla osakkeita. (Bowdler ja Radia 2012, 610) Osakekurssien nousu kasvattaa kotitalouksien varallisuutta, millä voi olla kokonaiskysynnän kulutuskomponenttia kasvattava *varallisuusvaikutus*. (Yellen 2011, 6) Osakekurssit voivat nousta myös rahapolitiikkatoimien vuoksi laskeneiden diskonttokorkojen ja toisaalta parantuneiden talouden näkymien vuoksi. Ilmiötä voidaan selittää esimerkiksi Gordonin kasvumallin avulla.¹⁶ (Bernanke 2012) Lisäksi osakekurssien nousu kasvattaa osakeyhtiöiden markkina-arvoa, mikä puolestaan kasvattaa niin sanottua Tobinin q :ta, eli yrityksen markkina-arvoa suhteessa pääoman jälleenhankinta-arvoon. Teorian mukaan yritys voi hankkia suuremman markkina-arvon myötä osakerahoituksen avulla aiempaa enemmän varoja aiempaa pienemmällä määrällä osakkeita, mikä voi lisätä investointeja. (Mishkin 1996) Myös asuntomarkkinoiden tukemisella epätavanomaisen rahapolitiikan yhtenä tavoitteena muun muassa MBS: ien ostojen myötä voi olla asuntojen hintojen nousun vuoksi kulutusta tukevia varallisuusvaikutuksia.

Korkotason pieneminen kotimaassa voi aiheuttaa kotimaan valuuttakurssin heikentymisen suhteessa muihin valuuttoihin. (Yellen 2011) Asiaa voi lähestyä kattamattoman korkopariteettiteorian avulla: kotimaan valuutasta tulee aliarvostettu, mikäli tasapainosta siirrytään tilanteeseen, jossa kotimaan korkotaso laskee. Jos kotimaahan tehdyt riskittömät sijoitukset tuovat sijoittajalle ulkomaille tehtyä vastaavaa sijoitusta pienemmän odotetun tuoton, kotimaan valuutan kysyntä vähenee ja sen muiden valuuttojen avulla määriteltä hinta laskee. Kattamattoman korkopariteettiteorian mukaan

¹⁶ Gordonin kasvumallilla voidaan ratkaista osakkeen nykyarvo. Mikäli osinkojen odotetaan kasvavan vakioisesti ja kasvun olevan pienempää kuin sijoittajien tuottovaatimus, niin Gordonin kasvumalli voidaan esittää muodossa: $P_0 = [D_0 \times (1 + g)] / (k_e - g)$, missä P_0 on osakkeen nykyarvo, D_0 on viimeisin osinko, g on osingon vakio kasvuaste ja k_e on sijoittajien tuottovaatimus. (Mishkin 2009, 150)

tasapainon saavuttamiseksi kotimaan valuutan hinta laskee sen verran, että markkinoilla odotetaan valuutan vahvistuvan tulevaisuudessa esimerkiksi kohti pitkän aikavälin keskiarvoa. Valuuttakurssin heikentymisen pitäisi vaikuttaa positiivisesti kotimaan *nettoviintiin*, *ceteris paribus*. (Dornbusch 1976, 1168)

Määrällisen keventämisen on pelätty johtavan muun muassa edellä mainitun korkopariteettiteorian perusteella liialliseen pääomien kanavoitumiseen kehittyville markkinoille. Ilmiöllä voi olla kehittyvien markkinoiden talouksille haitallisia valuuttakurssia liiallisesti vahvistavia vaikutuksia, mikä puolestaan voi pienentää niiden nettoviintiä. Myös rahoitusmarkkinakuplien kehittymistä on pidetty uhkakuvana. Pääomavirtojen taustalla voi olla kuitenkin myös kehittyvien markkinoiden aidot kasvunäkymät.¹⁷ Määrällisen keventämisen on myös pelätty johtavan holtittomasti kiihtyvään inflaatioon. Eräs perustelu on liittynyt kasvaneeseen pankkireservien määrään. Teoriassa rajusti kasvanut rahaperusta voisi implikoida suurta rahan kokonaistarjonnan kasvua pankkien lainakanavan kautta ja kiihdyttää kysyntäveetoista inflaatiota. Fedin reserveistä maksamalla korolla on pyritty kontrolloimaan tätä. Avomarkkinakomitean tehtävänä on ajaa alas määrällinen keventäminen, kun talous alkaa kohentua suotuisaa tahtia. Ilman määrällistä keventämistä riski ajautua pitkittyneeseen deflaatioon olisi kuitenkin ollut suuri, mikä on painanut vaakakupissa enemmän kuin potentiaaliset uhat. (Yellen 2011)

Tässä luvussa esitettyjen teorioiden perusteella on kohtuullista odottaa määrällisen keventämisen vaikuttavan positiivisesti arvopapereiden hintoihin ja kokonaiskysyntään sekä kiihdyttävän inflaatiota. Seuraavassa luvussa esittelen tutkimuksia määrällisen keventämisen vaikutuksista rahoitusmarkkinoilla ja makrotaloudessa.

¹⁷ Fedin määrällisen keventämisen ulkoisvaikutuksista ulkomailla ks. esim. Fratzscher ym. (2013)

4 TUTKIMUKSIA FEDIN MÄÄRÄLLISEN KEVENTÄMISEN VAIKUTUKSISTA YHDYSVALLOISSA

Tässä luvussa esittelen tutkimuksia epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuksista rahoitusmarkkinoilla ja makrotaloudessa.¹⁸ Tutkimuksia on kirjallisuuden perusteella toteutettu sekä event studies että aikasarjaekonometrisin menetelmin. (Cecioni ym. 2011, 24) Keskuspankin toimenpiteiden vaikutuskanavien erittely edellisen luvun jaottelun tapaan on empiirisissä tutkimuksissa haasteellista. On myös vaikeaa erottaa yksinomaan epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutus eri muuttujiin muista taustalla vaikuttavista tekijöistä. Ongelmana määrällisen keventämisen vaikutusten arvioinnissa on myös vaihtoehdoisen tapahtumien kulun eli kontrafaktuaalin puuttuminen: jos toimenpidettä ei oltaisi tehty, mitä olisi tapahtunut? Kontrafaktuaaleja on tosin yritetty tutkimuksissa muodostaa erilaisten mallinnusten avulla. (Esim. Bernanke ym. 2004)

Yleisesti ottaen event studies -lähestymistavalla on tutkittu esimerkiksi keskuspankin määrällisen keventämisen ohjelmajulkistusten ja ohjeistuksen vaikutuksia arvopapereiden hinnoissa tai tuotoissa välittömästi tapahtumien (event) yhteydessä. Menetelmän käytön taustaoletus on, että markkinat ovat tehokkaat, joten arvopapereiden hintojen pitäisi muuttua silloin, kun markkinoiden odotukset muuttuvat. Lyhyen aikaikkunan sisällä ei oleteta tapahtuvan muita vastemuuttujiin vaikuttavia tapahtumia, minkä vuoksi eri muuttujien arvojen vaihteluiden ajatellaan olevan ainoastaan kunkin kiinnostuksen kohteena olevan tapahtuman seurausta. Huomion kohteena epätavanomaisen rahapolitiikan tutkimuksessa event study -menetelmällä ovat olleet erityisesti valtion ja valtionyhtiöiden joukkovelkakirjalainat, MBS: t, yrityslainat sekä valuuttamarkkinat. Aineisto koostuu yleensä useista tapahtumista, ja tyypillinen yhden tapahtuman ikkuna on 1-2 päivää. Yksittäisten tapahtumien vaikutuksista muodostetaan tavallisesti kumulatiivinen eli kasautuva summa, joka osoittaa tapahtumien kokonaisvaikutuksen. (Neely 2010)

Regressioanalyysin avulla voidaan tutkia epätavanomaisen rahapolitiikan sekä lyhyen että pitkän aikavälin vaikutuksia, ja kiinnostuksen kohteena voi olla myös vaikutukset makrotaloudessa. Usein käytetyn vektoriautoregression eli VAR-menetelmän avulla voidaan hahmottaa kiinnostuksen kohteena olevien muuttujien välisiä dynaamisia suhteita kiinnostavalla tavalla esimerkiksi impulssivasteanalyysin kautta. Puutteena menetelmän käytössä on,

¹⁸ Olen esittänyt joitain tutkimustuloksia muita epätavanomaista rahapolitiikkaa harjoittaneita maita koskien. Tulokset ovat hyödyllisiä etenkin tutkielmassa esittämäni omaa tutkimustani silmällä pitäen. Esimerkiksi VAR-mallien impulssivasteet ovat tulkittavissa usein *stylized facts* -tyyppisiksi tuloksiksi, joten eri maita koskevien tutkimustulosten vertailu on mielenkiintoista. (Bagliano ym. 1998)

että rahapolitiikan eri vaikutuskanavien merkitsevyydestä *per se* on vaikeaa saada selvyyttä. Menetelmän avulla ei myöskään voida saada varmuutta muuttujien välisistä syy-seuraussuhteista, sillä lähtökohtaisesti kaikki muuttujat ovat endogeenisia. (Brooks 2008)

4.1 Event studies

Gagnon ym. (2011b) tutkivat Fedin määrällisen keventämisen (QE1) vaikutuksia korkoihin. He havaitsivat kumulatiivisesti event-päivät (tapahtumat) yhteen laskien valtion 10 vuoden obligaation tuoton laskeneen 55-91 peruspistettä QE1: n aikana. Vaikutus riippui valituista event-päivistä, ja oli huomattavasti suurempi verrattuna valtion kahden vuoden obligaation tuoton laskuun. Aikapreemion (term premium) voimakas lasku osoitti, että valtion 10 vuoden obligaation tuoton lasku ei johtunut korko-odotusten laskusta. Huomionarvoista on, että koko QE1-ajanjakso huomioituna valtion 10 vuoden obligaation tuoton kumulatiivinen muutos oli +50 peruspistettä. Obligaation tuoton kasvu QE1:n koko aikajänteellä oli heidän mukaan seurausta odotetusta budjettialijäämän kasvusta ja talousnäköymien kohentumisesta. Valtionyhtiöiden joukkovelkakirjojen ja MBS :ien tuotot, Baa yritysjoukkovelkakirjojen indeksi ja swap-korko pienenivät huomattavasti, joten Fedin ostoilla oli vaikutuksia laajalti eri korkoihin.

Neely (2010) tutki Fedin määrällisen keventämisen (QE1) vaikutuksia kansainvälisillä joukkovelkakirjamarkkinoilla ja valuuttakurssissa. Fedin poikkeustoimet pienensivät valtion 10 vuoden obligaation tuottoa merkittävästi useissa kehittyneissä talouksissa, ja Yhdysvaltain dollari heikkeni näiden talouksien valuuttoja vastaan. Viisi määrälliseen keventämiseen liittyvää tapahtumaa käsittäneen tutkimusaineiston avulla hän havaitsi, että Yhdysvaltain, Australian, Kanadan, Saksan, Japanin ja Iso-Britannian valtioiden 10 vuoden obligaation tuotto laski kumulatiivisesti tapahtumapäivinä 100, 65, 56, 38, 18 ja 43 peruspistettä maiden luettelon mukaisessa järjestyksessä. Japanin kohdalla vaikutus oli kirjoittajan mukaan pieni siksi, että siellä tuotto oli valmiiksi jo huomattavasti muiden maiden obligaatioiden tuottoja alemmalla tasolla. Muutosten p-arvot osoittivat, että vaikutukset olivat merkitseviä verrattuna otoksen (7/2007–1/2010) tyyppisiin yhden päivän muutoksiin. Yhdysvaltain dollari heikkeni kumulatiivisesti 3,54–7,76 prosenttia riippuen valuuttaparista.

Krishnamurthy ja Vissing-Jorgensen (2011) (KVJ 2011) tutkivat Fedin määrällisen keventämisen vaikutuksia korkomuuttujiin. Heidän tulosten mukaan QE1: n tapahtumien seurauksena valtion 10 vuoden obligaation ja valtionyhtiöiden liikkeelle laskemien obligaatioiden tuotot putosivat kumulatiivisesti 107 ja 200, 30 vuoden MBS: ien tuotto 107 ja Baa -yrityslainojen tuotto noin 80 peruspistettä. QE2: n tapahtumien aikana vastaavat tuottojen laskut olivat 30, 29, 8 ja 18 peruspistettä. He myös totesivat molempien määrällisen keventämisen ohjelmien aikana inflaatio-odotusten nousseen.

Yellen (2011) havaitsi valtion obligaatioiden, MBS: ien ja yritysjoukkovelkakirjojen tuottojen pudonneen QE 1:n tapahtumien aikana kumulatiivisesti 107, 100 ja 96 peruspistettä. QE2: n tapahtumapäivien vastaavat tuottojen kumulatiiviset laskut olivat 18, 13 ja 22 peruspistettä. Yhdysvaltain dollari heikkeni kumulatiivisesti tapahtumapäivien aikana 4,4 % Kanadan dollaria, 2,2 % Iso-Britannian puntaa, 6,1 % euroa ja 8,9 % Japanin jeniä vastaan.

Glick ja Leduc (2012) tutkivat Fedin QE1: n ja QE2: n vaikutuksia valtion 10 vuoden obligaation maturiteettituottoon ja Yhdysvaltain dollarin valuuttakurssiin. Valtion lainan korko pieneni valittuina ensimmäisen määrällisen keventämisen tapahtumapäivinä kumulatiivisesti 100 peruspistettä, mutta toisen määrällisen keventämisen tapahtumapäivien aikana korko nousi yhden peruspisteen. Yhdysvaltain dollari heikkeni kumulatiivisesti QE1 :n tapahtumapäivinä 3-7,5 ja QE2: n tapahtumapäivinä 0,1-2,3 prosenttia valuuttaparista riippuen – tosin Japanin jeniä vastaan dollari vahvistui QE2: n tapahtumapäivinä kumulatiivisesti 0,1 prosenttiyksikköä. Valuuttaparit olivat samat kuin edellä esitetystä Neelyn (2010) tutkimuksessa.

TAULUKKO 1 Event studies -tutkimusten tuloksia Fedin määrällisen keventämisen vaikutuksista Yhdysvaltain joukkovelkakirjamarkkinoilla. Muutokset peruspisteitä.
^B= Barclays Capital ; ^M= Moody's ; ^{ML}= Merrill Lynch

Tutkimus	QE	Event- aikaväli	Valtion obligaatio 10v	Valtion- yhtiöiden obligaatio 10v	MBS 30v	Baa (Bbb) 10v
Gagnon ym. (2011b)	QE1	11/08-2/10	-55/-91	-134/-156	-113/-114	-67/ -72 ^B
	QE1	Kaikki kalenteri- päivät	50	-75	-95	-489
Neely (2010)	QE1	11/08-3/09	-100			-52 ^M
KVJ (2011)	QE1	11/08-3/09	-107	-200	-107	-81 ^M
	QE2	8/10-9/10	-30	-29	-8	-18 ^M
Yellen (2011)	QE1	11/08-3/09	-107		-100	(-96) ^{ML}
	QE2	8/10-11/10	-18		-13	(-22) ^{ML}
Glick & Leduc (2012)	QE1	11/08-3/09	-100			
	QE2	8/10-11/10	1			

Taulukkoon 1 on koottu luvussa esitettyjen tutkimusten päätulokset. Merkille pantavaa tulosten osalta on erityisesti se, että QE2: n vaikutukset korkoihin olivat huomattavasti pienempiä kuin QE1 :n. Eräs usein esitetty selitys on, että markkinat olivat todennäköisesti hinnoitelleet QE2: n jo varhaisessa vaiheessa. (Kapetanios ym. 2012)

4.2 Regressioanalyysi

D'Amico ym. (2012) tutkivat regressioanalyysin avulla Fedin suurimittaisten arvopaperiostojen vaikutuksia pidempien maturiteettien valtion obligaatioiden tuottoihin. He päättelivät preferred habitat -teorian mukaisen paikallisten tarjontashokkien aiheuttaman niukkuuden ja duraatiokanavan olleen tärkeimmät ostojen vaikutuskanavat kohdearvopapereiden hintoihin. Vaikutuskanavien määrittämisen mahdollisti heidän käyttämänsä Fedin avomarkkinatiliä koskeva arvopaperikohtainen aineisto, jonka avulla he saivat eriteltyä julkisen sektorin (ml. Fed) ja yksityisen sektorin hallussa olevien arvopapereiden kokonaisarvot ja osuudet. Heidän tulosten mukaan Fedin QE1:n yhteensä 300 miljardin dollarin arvoiset valtionlainojen ostot laskivat niiden tuottoja noin 35 peruspistettä. QE2:n 600 miljardin dollarin valtionlainojen ostot pienensivät tuottoja puolestaan noin 45 peruspistettä. Kirjoittajat viittasivat määrällisen keventämisen merkitystä pohtiessaan aiempiin tutkimuksiin: tutkimusten mukaan tavanomaisen rahapolitiikan välineen, federal funds -koron 100 peruspisteen lasku on pienentänyt pitkän maturiteetin obligaatioiden tuottoja noin 25 peruspistettä.¹⁹ Tähän verraten he totesivat keskuspankin arvopaperiostojen vaikuttaneen merkittävästi kohdearvopapereiden tuottoihin.

Carpenter ym. (2013) tutkivat Fedin julkaiseman neljännesvuosittaisen flows of funds -aineiston avulla, keiltä Fed on ostanut määrällisen keventämisen yhteydessä arvopapereita, ja miten vastapuolet ovat muokanneet tai tasapainottaneet portfolioitaan. Tiedot Fedin ostoista he saivat Fedin tasetietojen julkaisusta H.4.1. He käyttivät Fedin kaupankäyntiosapuolien tutkimisessa menetelmänä yksinkertaista lineaarista regressiota estimoiden parametrit PNS-menetelmällä. Selitettävä muuttuja oli sijoittajaryhmän (yhteensä 8 eri ryhmää) omistamien MBS:ien tai valtion obligaatioiden kokonaisarvon muutos. Selittävinä muuttujina oli kyseessä olevan arvopaperin kokonaisarvon muutos edellisellä periodilla kussakin sijoittajaryhmässä, Fedin periodilla t omistamien kyseessä olevien arvopapereiden kokonaisarvon muutos sekä liikkeelle laskettujen kyseessä olevan arvopaperityypin hetken t kokonaisarvo. Fed on heidän tulostensa mukaan ostanut valtion obligaatioita pääosin kotitalouksilta (sisältää esim. hedge fundit), pörssimeklareilta ja vakuutusyhtiöiltä. MBS: iä Fedille ovat myyneet kotitaloudet, sijoitusyhtiöt ja eläkerahastot. Molempien kohteiden osalta kotitaloudet ovat olleet merkittävin Fedin kanssa kauppaa käynyt osapuoli. Paneeliaineistolla toteutettu regressio tuotti samanlaisia tuloksia. Portfoliovaikutusta he tutkivat selvittämällä,

¹⁹

1) Bernanke, B. 2011. Testimony: Semiannual Monetary Policy Report to the Congress before the Committee on Financial Services, *U.S. House of Representatives*, July 13.

2) Chung, H. , Laforte, J-P. ,Reifschneider, D ja Williams, J.C. 2012. Have we underestimated the likelihood and severity of zero lower bound events? *Journal of money, credit, and banking*, vol. 44 (S1), pp.47-82.

millaisia arvopapereita Fedille myyneet sijoittajaryhmät olivat hankkineet portfolioihinsa kauppojen jälkeen. He olivat erityisen kiinnostuneita siitä, että lisäsivätkö sijoittajat portfolioihinsa riskisempiä arvopapereita Fedille myymiensä tilalle. He havaitsivat SUR-menetelmän (seemingly unrelated regressions) avulla kotitalouksien lisännen portfolioihinsa yritysten joukkovelkakirjoja, paikallishallinnon liikkeelle laskemia obligaatioita, yritystodistuksia ja pankkitalletuksia. He totesivat tulosten vahvistavan teoreettisessa keskustelussa tärkeänä pidetyn portfoliovaikutuksen merkitystä epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuskanavana.

Thornton (2012) tutki portfoliovaikutuksen uskottavuutta Fedin rahapolitiikan vaikutuskanavana käyttäen osittain samaa aineistoa kuin edellä mainittu Carpenter ym. (2013). Hänen (eräässä) regressiomallissaan selitettävänä muuttujana oli valtion obligaatioiden termipreemio, ja selittävänä muuttujana muun muassa yleisön hallussa olevien valtion obligaatioiden kokonaisarvo. Vastoin portfoliovaikutuksen oletuksia mainitun selittävän muuttujan kerroin oli negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Toisin sanoen termipreemio oli tulosten mukaan sitä pienempi, mitä enemmän obligaatioita oli yleisön hallussa. Hän testasi portfoliovaikutusta myös erilaisten spesifikaatioiden avulla, mutta ei löytänyt tukea portfoliovaikutuskanavalle.

Kapetanios ym. (2012) tutkivat Iso-Britannian QE1:tä käsitelleessä, erilaisia VAR-menetelmiä soveltaneessa, tutkimuksessaan Englannin keskuspankin määrällisen keventämisen vaikutuksia inflaatioon ja kokonaistuotantoon. He estimoivat useita erilaisia VAR-perheeseen lukeutuvia malleja, ja mielenkiinnon kohteena oli valtion 10 vuoden ja kolmen kuukauden obligaatioiden välisen tuotto-tai korkoeron eli term spreadin 100 peruspisteen pienenemisen vaikutukset. He arvioivat, että ilman korkoeron pienenemistä inflaatio olisi ollut 1,2 -2,6 prosenttiyksikköä ja kokonaistuotanto 1,4 - 3,6 % matalampi. He päättelivät määrällisen keventämisen lisännen kokonaiskysyntää ja kiihdyttäneen inflaatiota auttaen täten välttämään tuolloin uhanneen deflaation.

Gambacorta ym. (2011) tutkivat poikkeuksellisen rahapolitiikan vaikutuksia makrotalouteen kahdeksan maan paneelaineistolla SVAR-menetelmää käyttäen.²⁰ Tutkimuksessa käytetty aineisto oli kuukausitasolta ajalta 01/2008–07/2011. He käyttivät benchmark-spesifikaatiossa neljää muuttujaa: logaritmeja reaalisen bruttokansantuotteen, kuluttajahintaindeksin ja keskuspankin varojen kausitasoitetuista aikasarjoista sekä tasomuuttujaa VIX (implied stock market volatility of the national stock market index). Keskuspankin varojen käyttämistä epätavanomaisen rahapolitiikan mittarina perusteltiin sillä, että keskuspankin taseen varojen kasvu on ollut määrällisen keventämisen seurauksena. VIX-indeksin avulla haluttiin tutkia keskuspankin reaktioita rahoitusmarkkinoiden kuohuntaan. He havaitsivat maiden keskimääräisten impulssivasteiden perusteella epätavanomaisen rahapolitiikan shokkien vaikuttaneen positiivisesti kokonaistuotantoon ja hintatasoon. Tuotanto reagoi rahapolitiikan shokkiin siten, että huippu saavutettiin kuuden

²⁰ Kanada, euroalue, Japani, Norja, Ruotsi, Sveitsi, Iso-Britannia ja Yhdysvallat.

kuukauden jälkeen ja vaikutus häipyi 18 kuukauden kuluttua. Hintataso reagoi shokkiin hitaasti vaikutuksen huipun oltua noin kahden vuoden kuluttua shokista tai myöhemmin. Tuotanto reagoi heidän mukaansa epätavanomaisen rahapolitiikan shokkiin voimakkaammin ja inflaatio hitaammin ja vähemmän kuin muuttujat tyypillisesti reagoivat tutkimusten mukaan tavanomaisen rahapolitiikan shokkiin. He selittivät tulosta muihin tutkimuksiin viitaten konveksilla kokonaistarjontakäyrällä taantumassa hinta- ja palkkajäykkyysien seurauksena. Tällöin ekspansiivisella rahapolitiikalla on suurempia vaikutuksia kokonaistuotantoon kuin hintatasoon. Tulosten mukaan VIX-indeksi laski rahapolitiikka-shokin jälkeen. Varianssijohdelmien perusteella keskuspankin "taseshokin" vaikutukset makromuuttujiin olivat pieniä. Lisäksi, varianssijohdelmien mukaan osakemarkkinoiden volatiilisuus VIX-indeksillä mitattuna selitti merkittävän osan inflaation, kokonaistuotannon ja Fedin taseen ennustevirheen varianssista. Epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutukset olivat VAR-mallin mukaan samankaltaisia kaikissa tutkimuksessa mukana olleissa maissa.

Chen ym. (2012) tutkivat Yhdysvaltain keskuspankin epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuksia Yhdysvalloissa ja kehittyneissä sekä kehittyvissä talouksissa. He estimoivat rahapolitiikan vaikutuksia GVAR-menetelmällä (global VAR) kuukausiaineistolla ajanjaksoilla 1995-2006, 1995-2010 ja 2007-2010. Periodin 2007-2010 impulssivasteita he joutuivat aineiston lyhyiden vuoksi täydentämään siten, että he olettivat koko aineiston ajanjakson (1995-2010) impulssivasteiden olevan painotettuja keskiarvoja lyhyempien ajanjaksojen impulssivasteista. He käyttivät Yhdysvaltoja tutkiessaan muuttujina valtion kolmen kuukauden rahoitusvaateen (Treasury bill) ja 10 vuoden obligaation välistä korkoeroa eli term spreadia, pankkiluottojen muutosta mitattuna pankkien luotonannon muutoksena muille kuin julkiselle sektorille tai pankeille, interpoloitua reaalista bruttokansantuotetta, kuluttajahintaindeksin vuosimuutosta eli inflaatiota, osakemarkkinaindeksiä ja valuuttakurssia. Heidän tulosten mukaan finanssikriisin puhkeamisen jälkeisellä periodilla (2007-2010) korkoeron kaventuminen on kasvattanut reaalista bruttokansantuotetta, inflaatiota ja osaketuottoja. Lisäksi shokki on kasvattanut pankkien luotonantoa, ja heikentänyt dollarin arvoa.

Baumeister ja Benati (2012) tutkivat ajassa muuttuvien parametriestimaattien rakenteellisella vektoriautoregressiivisellä menetelmällä (TVP-SVAR) korkoeron pienenemisen vaikutuksia Yhdysvaltain makrotaloudessa, kun politiikkakorko on nolla-alarajalla. Tarkemmin ottaen he tutkivat, miten yhden prosenttiyksikön negatiivinen shokki korkoerossa vaikuttaisi BKT-deflaattorin avulla määriteltyyn inflaatioon ja reaalisen BKT:n kasvuun kahdeksan vuosineljänneksen aikana vuosina 2007-2009. He asettivat identifikaation rajoituksen, jonka mukaan lyhyt korko ei voinut reagoida korkoeron muutokseen muutosta seuraavan kahden vuoden aikana.²¹ Tutkimuksessa käytetty aineisto sisälsi neljännesvuosittaisia havaintoja vuosilta

²¹ Rajoituksen avulla yritettiin koostaa tilanne, jossa politiikkakorko on nolla-alarajalla. Baumeister ja Benati (2012, 165)

1954–2011. He havaitsivat, että korkoeron pienenemisellä oli selkeä positiivinen vaikutus kokonaistuotannon kasvuun ja inflaatioon. Reaalisen BKT:n kasvu oli impulssivasteanalyysin mukaan 1,2 % vuosineljännes shokin jälkeen (mediaani), 2,2 % yhdeksän kuukautta shokin jälkeen, ja vaikutus hävisi vähitellen tulevina vuosineljänneksinä. Vaikutus inflaatioon oli shokin kanssa samalla vuosineljänneksellä 0,4 %, yhdeksän kuukauden päästä 1,7 %, jonka jälkeen vaikutus hävisi vähitellen. Heidän tuloksensa Iso-Britannian osalta olivat hyvin vastaavanlaisia. Lisäksi, kontrafaktuaalin simuloinnin perusteella he päättelivät, että epätavanomaisella rahapolitiikalla onnistuttiin pienentämään deflaation ja syvemmän tuotannon putoamisen riskiä.

Peersman (2011) tutki epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutuksia euroalueen talouteen käyttäen SVAR -menetelmää. Aineisto oli kuukausitasolta ajalta 01/1991–12/2009. Muuttujina hän käytti teollisuustuotantoindeksiä, harmonisoitua kuluttajahintaindeksiä, pankkien luotonannon volyymia, rahaperustaa, painotettua keskiarvoa pankkilainojen koroista ja politiikkakorkoa. Muuttujat olivat tasomuodon logaritmeja, mitä Peersman perusteli implisiittisen yhteisintegraation mahdollistamisen kautta. Tulosten mukaan keskuspankin rahaperustan tai taseen kasvamisella poikkeuksellisten rahapolitiikkatoimenpiteiden seurauksena oli *tyypillinen vaikutus* taloudelliseen aktiviteettiin ja hintatasoon, eli teollisuustuotanto ensin kasvoi ja palasi ajan kuluessa lähtötasolleen, ja hintataso nousi pysyvästi. Vaikutus oli Peersmanin mukaan kuitenkin tavanomaisen rahapolitiikan shokkia hitaampi molempien muuttujien kohdalla: molemmissa muuttujissa alkoi näkyä impulssivasteiden perusteella merkittäviä muutoksia noin vuoden kuluttua shokista, ja vaikutuksen huippu oli noin puolentoista vuoden kuluttua shokista.

4.3 Aiempien tutkimustulosten yhteenveto ja oman tutkimuksen tutkimushypoteesit

Luvuissa 4.1 ja 4.2 esitetyt tutkimustulokset muodostavat lähtö- ja vertailukohdat tulevissa luvuissa esittämälleni omalle tutkimukselle. Tästä syystä on aiheellista muodostaa yhteenveto aiempien tutkimusten tuloksista. Yhteenveto on esitetty puettuna tutkimushypoteeseiksi. Tutkimushypoteesit muodostuivat aiempien tutkimustulosten perusteella seuraaviksi. Ensinnäkin Fedin taseen varoihin tai arvopaperiomistuksiin asetetun positiivisen shokin voidaan odottaa lisäävän taloudellista aktiviteettia kokonaistuotannon tai teollisuustuotannon muutoksilla mitattuna ja kiihdyttävän inflaatiota. (Gambacorta ym. 2012; Peersman 2011) Lisäksi shokin odotetaan pienentävän 10 vuoden maturiteettikorkoa, mitä määrällisellä keventämisellä on ensi sijassa tavoiteltu. (Event studies) Pitkään korkoon asetetun negatiivisen shokin odotetaan vaikuttavan vastaavalla tavalla makrotalouden muuttujiin kuin Fedin taseen tai arvopaperiomistusten kasvun. Myös osakemarkkinoiden oletetaan reagoivan näihin rahapolitiikan shokkeihin positiivisesti. (Esim. Chen

ym. 2012) VIX-indeksi on tärkeä markkinoiden kuohunnasta kertova indikaattori, jonka muutoksilla voi olla useita vaikutuksia. Gambacortan ym. (2012) tutkimuksen perusteella sen voidaan olettaa ennustavan hyvin ainakin inflaation ja Fedin taseen muutoksia. Lisäksi VIX-indeksin voidaan odottaa laskevan määrällisen keventämisen seurauksena.

5 TUTKIMUSAINEISTO JA - MENETELMÄT SEKÄ YKSIKKÖJUURITESTIT

Tutkielmassa esiteltävän empiirisen tutkimuksen tavoitteena on tutkia Yhdysvaltain keskuspankin poikkeuksellisen rahapolitiikan, makrotalouden ja rahoitusmarkkinoiden välistä dynamiikkaa rakenteellisen vektoriautoregressiivisen mallin (Structural VAR, SVAR) määrittämisen, identifioinnin ja estimoinnin myötä. Tutkimus toteutetaan mukailemalla edellisessä luvussa esiteltyjä Chenin ym. (2012) ja Gambacortan ym. (2012) VAR-menetelmää soveltaneita tutkimuksia. Tarkastelukohteena on mainituista tutkimuksista poiketen vain Yhdysvallat. Kuten aiemmin todettua, rahapolitiikan vaikutuksia on tutkittu vuosikymmenten saatossa paljon. Rakenteellinen VAR on ollut varsin yleinen menetelmä rahapolitiikan tutkimuksessa etenkin ennen vuotta 2007 alkanutta finanssikriisiä. (Esim. Bernanke & Blinder 1992, Strongin 1995, Bagliano & Favero 1998, Bernanke & Mihov 1998) *Tavallisia* VAR-malleja hyödyntäviä epätavanomaista rahapolitiikkaa käsitteleviä tutkimuksia on julkaistu vähän, mikä voi johtua aiheen tuoreudesta ja toisaalta VAR-menetelmien kehittymisestä. Myös dynaamisten stokastisten yleisten tasapainomallien käytön yleistymisen on voinut vaikuttaa asiaan. (Esim. Eggertson & Woodford 2003, Gertler & Garadi 2011) Kirjallisuudesta ei ole löydettävissä konsensusta tavasta määrittää rakenteellinen VAR-malli epätavanomaisen rahapolitiikan vaikutusten tutkimukseen. Ongelmia ovat erityisesti rahapolitiikkamuuttujan tai -muuttujien valinta sekä identifioituvuuden edellyttämien rajoitusten asettaminen.

Tämän luvun tarkastelu kattaa aineiston esittelyn; yksittäisten muuttujien tarkastelun yksikköjuuritestin ja VAR-mallin stabiilisuuden arvioinnin Johansenin menetelmää käyttäen; sekä VAR-mallin määrittelyn ja identifikaation. Lisäksi luvun lopussa esitellään varsinaiset tutkimusmenetelmät: Granger-kausalisuuden testaaminen, impulssivastefunktiot ja varianssihajotelmat.

5.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksessa käytetään kuutta taloudellista aikasarjaa: kuluttajahintaindeksi, teollisuustuotantoindeksi, Fedin taseen vastaavaa -puolen arvopaperit, Standard & Poor's 500 -osakemarkkinaindeksi, Yhdysvaltain valtion 10 vuoden obligaation tuotto sekä sijoittajien odottama osakemarkkinoiden volatilitteetti VIX-indeksillä mitattuna. Tutkimuksen aikasarjojen kuvaajat löytyvät liitteestä 1. Tutkimusaineisto käsittää kuukausittaiset havainnot kustakin aikasarjasta tammikuulta 2006 joulukuuhun 2013 (1/2006–12/2013); tosin estimoinnissa käytettävä havaintoaineisto on muuttujien differensoinnin ja VAR-mallin

viiverakenteen vuoksi aikaväliltä 4/2006–12/2013. Alun perin kuukausittaisia kuluttajahintaindeksiä ja teollisuustuotantoindeksiä lukuun ottamatta aikasarjat ovat kunkin kalenterikuukauden havaintojen aritmeettisiä keskiarvoja. Aikasarjat ovat vapaasti saatavilla.²² Havaintoaineiston pituuden valinnassa olen käyttänyt seuraavia karkeita ohjeita: liian pitkä ja runsaasti finanssikriisiä edeltäviä havaintoja sisältävä aineisto ei välttämättä anna todenmukaista kuvaa rahapolitiikan vaikutuksista *politiikkakoron ollessa nollassa*, mikä nimenomaan on tutkimuksen kiinnostuksen kohteena. (Gambacorta ym. 2012) Lisäksi, VAR on mielekästä estimoida yhden rahapolitiikan regiimin ajalta, jotta parametriestimaatit olisivat edustavia yli havaintoaineiston aikavälin. (Bagliano ym. 1998) Liitteen 1 kuvioista voidaan havaita, että useissa aikasarjoissa on silmämääräisesti arvioiden rakenteellinen muutos tai katkos finanssikriisin vuoksi. Rakenteellinen muutos tai katkos vääristää myöhemmin esitettävien yksikköjuuritestien tuloksia kohti nollahypoteesin hylkäämättä jättämistä. (Enders 2010, 227) Valittu havaintoaineiston pituus onkin osittain kompromissi parametrien vakauden ja vapausasteiden välillä.

Kuluttajahintaindeksi ja teollisuustuotantoindeksi (kausitasoitettuja) edustavat tutkimuksen makrotalouden laajaa kehitystä kuvaavia indikaattoreita. Ne ovat Bernanken ja Mihovin (1998) mukaan tavanomaisia aikasarjaekonometrisissa tutkimuksissa käytettäviä makrotalouden indikaattoreita, jälkimmäinen etenkin kuukausitason aineistoa käytettäessä, koska bruttokansantuotteesta on saatavilla vain neljännesvuosittaisia havaintoja. Tässä tutkimuksessa käytetty kuluttajahintaindeksi sisältää kaikki hyödykkeet mukaan lukien ruoan ja energian. Molemmat indeksit laskivat voimakkaasti finanssikriisin yhteydessä, mikä kertoo talouden ajautumisesta taantumaan. Indeksit ovat romahtamisen jälkeen palanneet nousevalle uralle.

Tutkimuksen rahapolitiikkamuuttuja on Gambacortan ym. (2012) tapaan Fedin taseen vastaavaa-puolen kehitystä kuvaava muuttuja. He käyttivät muuttujana Fedin taseen arvoa, mutta heistä poiketen käyttämäni muuttuja käsittää vain sellaiset arvopaperit, joita Fed on ostanut määrällisen keventämisen yhteydessä. Näitä ovat olleet valtion 1-30 vuoden obligaatiot, valtionyhtiöiden liikkeelle laskemat joukkovelkakirjat (agency debt) sekä MBS:t. Muuttujan komponentit on esitetty kuviossa 2 sivulla 12

Yritysten markkina-arvoilla painotettu S&P 500-indeksi kuvaa suurimpien Yhdysvalloissa listattujen yritysten osakekurssien kehitystä. Osakemarkkinaindeksin tarkoituksena tässä tutkimuksessa on auttaa havainnollistamaan erityisesti rahapolitiikan ja osakemarkkinoiden välisiä suhteita: onko määrällisellä keventämisellä ollut vaikutuksia osakemarkkinoilla? Teorian ja aiemman tutkimuksen perusteella kysymys on relevantti. Osakemarkkinoiden liikkeet havaintoaineiston aikavälillä ovat olleet voimakkaita. Osakemarkkinaindeksin taso oli vuoden 2009 alussa noin 50 %

²² U.S. Department of the Treasury: Valtion 10 vuoden obligaation maturiteettikorko; U.S. Bureau of Labor Statistics: kuluttajahintaindeksi ja teollisuustuotantoindeksi; Yahoo Finance: S&P 500 ja VIX; Board of Governors of Federal Reserve System: Fedin tase.

alempana kuin vuoden 2007 puolivälissä ennen finanssikriisiä. Sitten indeksin arvo on noussut ennätyskorkealle.

Yhdysvaltain valtion 10 vuoden obligaation maturiteettikoron avulla voidaan VAR-mallissa tutkia, onko rahapolitiikan määrällisellä keventämisellä saavutettu sen välitön tavoite eli pitkien korkojen lasku. Teoria ja aiempi tutkimus viittaavat siihen, että korko on ainakin lyhyellä aikavälillä laskenut suurimittaisten arvopaperiostojen seurauksena. Kymmenen vuoden korko on toisaalta myös potentiaalinen rahapolitiikkaa kuvaava muuttuja eli rahapolitiikan *proxy*. Esimerkiksi Chen ym. (2012) käyttivät luvussa 4 esitetystä VAR-mallistaan rahapolitiikkamuuttujana Yhdysvaltain valtion kymmenen vuoden ja kolmen kuukauden obligaatioiden maturiteettikorkojen erotusta eli term spreadia. Term spread ja kymmenen vuoden korko ovat lyhyiden korkojen nollassa vuoksi olleet 2008 vuoden lopusta saakka lähes yhtä suuria. Siksi 10 vuoden korko käyttäminen analyysissä voi tuottaa samankaltaisia tuloksia kuin mitä saavutettaisiin käyttämällä term spread -muuttujaa. (ks. liite 5)

Gambacortan ym. (2012) mukaisesti tutkimuksessa tarkastellaan myös rahoitusmarkkinoiden odotetun volatilitietin eli riskin vaikutuksia muihin muuttujiin käyttämällä proxy-muuttujana CBOE:n (Chicago Board of Options Exchange) VIX-indeksiä. Heidän mukaansa VIX:n avulla voidaan tutkia esimerkiksi markkinoiden kuohunnan ja Fedin rahapolitiikan välistä yhteyttä: he esittivät, että Fedin rahapolitiikan shokit voivat olla osittain endogeeninen reaktio kuohuntaan, jolloin VIX:n pois jättäminen voisi vääristää tuloksia. Toisaalta, tutkimus antaa tietoa VIX-indeksin reaktioista muiden muuttujien muutoksiin. VIX on Robert E. Whaley'n vuonna 1993 kehittämä indeksi, joka kuvastaa odotettua tulevaa markkinoiden volatilitietin seuraavan 30 kalenteripäivän aikana perustuen S&P 500 osakemarkkinaindeksi-optioiden hintoihin. (Whaley 2009) VIX: iä on kutsuttu myös "sijoittajien pelkokertoimeksi", johon Whaley'n (2009) perusteella olennainen syy on S&P 500-indeksi-optioiden markkinoita dominoiva sijoituspositioiden suojaajien toiminta. Sijoittajat ostavat osakeindeksin put-optioita, kun he odottavat osakemarkkinoiden laskevan. Kyseessä on siten eräällä tapaa sijoittajien odottama vakuutustarpeen mittari. Finanssikriisin alkuvaiheessa VIX-indeksi kohosi huomattavasti saavuttaen yli neljän keskihajonnan verran keskimääräistä suurempia päivittäisten havaintojen kalenterikuukausittaisia keskiarvoja.

5.2 Stationaarisuus -käsite, yksikköjuuritestit ja yhteisintegraatio

Ennen varsinaista analyysia on tärkeää selvittää tutkimuksessa käytettävien yksittäisten aikasarjojen ominaisuuksia. Yksikköjuuritestien avulla voidaan tutkia, onko aikasarjan havainnot generoiva prosessi stationaarinen, vai noudattaako se esimerkiksi taloudellisissa aikasarjoissa usein esiintyvä stokastista eli satunnaista trendiä. Stationaaristen muuttujien käyttäminen

VAR: ssa mahdollistaa muun muassa tarkemman tilastollisen päättelyn, F - jakaumien käytön Granger-kausalisuus-testeissä sekä konvergoituvat impulssivasteet. (Enders 2010, 396-397) Lisäksi käyttämällä vain stationaarisia muuttujia voidaan välttää *näennäinen regressio* (spurious regression). (Brooks 2008)

Tutkimuskirjallisuudessa yleensä kiinnostuksen kohteena olevaa heikkoa stationaarisuutta eli kovarianssistationaarisuutta voidaan kuvata kysymyksillä: onko aikasarjan keskitaso ja varianssi vakioita, ja onko aikasarjalla tarkasteluperiodista riippumaton autokovarianssirakenne? Mikäli aikasarja on stationaarinen, vastaus kysymyksiin on "kyllä". Stationaarisen aikasarjan havainnot generoivaa prosessia kuvaavan (differenssi)yhätälön karakteristiset juuret ovat yksikköympyrän sisäpuolella. Estimoidun differenssiyhätälön analyttisen ratkaisun implikoima aikaura konvergoituu stationaarisen aikasarjan tapauksessa shokin jälkeen takaisin pitkän aikavälin tasapainoon, eli aikasarja säilyttää kovarianssistationaarisuuden edellyttämät ominaisuudet. Alla on esitetty Endersin (2010, 54) mukaan kovarianssistationaarisuuden määritelmä matemaattisin merkinnöin.

$$E(y_t) = E(y_{t-s}) = \mu \quad (3)$$

$$E[(y_t - \mu)^2] = E[(y_{t-s} - \mu)^2] = \sigma_y^2 \quad (4)$$

$$E[(y_t - \mu)(y_{t-s} - \mu)] = E[(y_{t-j} - \mu)(y_{t-j-s} - \mu)] = \gamma_s \quad (5)$$

kaikilla t ja $t-s$, jossa s on viiveiden lukumäärä. Yhtälöissä y_t sisältää aikasarjan havainnot, μ on aikasarjan havaintojen keskiarvo yli ajan, σ_y^2 on havaintojen varianssi ja γ_s on havaintojen kovarianssi. μ , σ_y^2 ja γ_s ovat vakioita.

Tässä tutkimuksessa aikasarjojen stationaarisuutta tutkitaan kolmen eri testin avulla: laajennettu Dickey-Fuller-testi (Augmented Dickey-Fuller, ADF), Phillips-Perron-testi (PP) ja Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin-testi (KPSS). Kahden ensimmäisen testin nollahypoteesina on yksikköjuuri eli havaitun aikasarjan epästationaarisuus. KPSS-testin nollahypoteesina on stationaarisuus.

Laajennettu Dickey-Fuller-testiyhtälö voidaan kirjoittaa seuraavalla tavalla, kun y_t :tä kuvaavan p : nnen asteen autoregressiivisen prosessin yhtälöä käsitellään sopivasti: (Enders 2010, 215)

$$\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

missä $\gamma = -(1 - \sum_{i=1}^p a_i)$ ja $\beta_i = -\sum_{j=1}^p a_j$.

Kiinnostuksen kohteena on γ : mikäli $\gamma=0$ (nollahypoteesi), yhtälöllä on ainakin yksi yksikköympyrällä oleva karakteristinen juuri, mikä on riittävä epästationaarisuuden edellytys. (Enders 2010, 30)

Phillips-Perron-testi on samankaltainen kuin yhtälössä (6) esitetyn ADF-testin perustana oleva Dickey-Fuller-testi, mutta sen testitulos on

autokorrelaatio-robusti testissä käytettävän Newey-West heteroskedastisuus- ja autokorrelaatio-konsistentin kovarianssimatriisin estimaattorin vuoksi.²³ Testin nollahypoteesina on yksikköjuuri eli epästationaarisuus. (StataCorp. 2013; Phillips & Perron 1988) KPSS-testistä on saatavilla tarkemmat tiedot Kwiatkowskin ym. (1990) työpaperista.

TAULUKKO 2 Yksikköjuuritestien tulokset testisuureina. Testisuureiden merkitsevyystasot: 1%=***; 5%=**; 10%=*. ADF-, Phillips-Perron- ja KPSS-testien viiveet on määritetty Eviews-ohjelman oletusasetuksilla. (*Spectral estimation method: <Barnett-kernel>* ; *Bandwith: Automatic Selection <Newey West bandwith>*). ADF-testissä viivästettyjen muuttujien lukumäärä perustuu Bayesin informaatiokriteeriin. Keskenään ristiriitaiset tulokset on merkitty huutomerkkein.

Aikasarja	ADF testisuure (Viiveet) H_0 =yksikköjuuri	Phillips-Perron (Viiveet) H_0 =yksikköjuuri	KPSS (Viiveet) H_0 =stationaarinen	
Fedin arvopaperit	0.38 (2)	0.94 (6)	1.24*** (7)	
Kuluttajahinta- indeksi, KHI	-0.97 (1)	-0.87 (2)	1.25*** (7)	
S&P 500	-0.53 (1)	-0.50 (4)	0.32 (7)	!
Teollisuustuo- tantoindeksi	-2.30 (4)	-1.04 (6)	0.37 * (4)	
VIX	-3.04 ** (1)	-2.71 * (1)	0.22 (6)	!
10 vuoden korko	-1.65 (1)	-1.46 (3)	1.10*** (7)	!
Fedin arvopaperit, 1kk:n prosenttimuutos	-2.77* (2)	-2.75* (5)	0.11 (6)	!
Inflaatio, KHI: n 1kk: n prosenttimuutos	-5.67*** (0)	-5.38*** (7)	0.06 (3)	
S&P500 kuukausituotot	-6.98*** (0)	7.06*** (0)	0.20 (4)	
Teollisuustuotanto- indeksin 1kk:n prosenttimuutos	-1.88 (3)	-7.75*** (7)	0.23 (6)	!
VIX: n 1kk:n muutos	-7.95*** (1)	-8.05*** (7)	0.08 (5)	
10v koron 1kk: n muutos	-7.45*** (0)	-7.53*** (0)	0.08 (3)	

²³ Yhtälöä 6 vastaava Dickey-Fuller -testiyhtälö: $\Delta y_t = a_0 + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t$, missä $\gamma = a_1 - 1$. (Enders 2010, 206)

Taulukossa 2 on esitetty yksikköjuuritestien tulokset tasomuotoisten muuttujien ja differensoitujen muuttujien osalta. 10 vuoden korkoa ja VIX-indeksiä lukuun ottamatta differenssit ovat logaritmisia differenssejä. Logaritmiset differenssit on kerrottu luvulla 100, eli muuttujien arvot ovat prosentuaalisen muutoksen approksimaatioita. On huomattava, että approksimaatio on sitä tarkempi, mitä pienemmästä muutoksesta on kysymys. Kuten mainittua, muuttujat ovat stationaarisia, mikäli ADF- ja Phillips-Perron-testitulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ja KPSS-testitulokset ei ole tilastollisesti merkitseviä.

Aikasarjat ovat tasomuodossa testien mukaan epästationaarisia lukuun ottamatta VIX-indeksiä, jonka kohdalla testit antavat varteenotettavia viitteitä stationaarisuudesta. VIX on kuitenkin differensoitu kuten muutkin muuttujat. Taulukon alaosassa on esitetty differensoiduille muuttujille tehtyt yksikköjuuritestit. Muuttujista inflaatio, osakemarkkinatuotot sekä VIX: n ja korkotason muutokset ovat selvästi stationaarisia. Fedin arvopapereiden muutoksen kohdalla nollassa nollahypoteesi yksikköjuuresta hylätään 10 %:n merkitsevyydellä ADF- ja Phillips-Perron-testien perusteella. Teollisuustuotantoindeksin muutos on epästationaarinen ADF-testin perusteella.

Yksikköjuuritestit eivät tuottaneet täysin yksimielisiä tulkintoja käytettävien muuttujien stationaarisuudesta. Tästä syystä differensoitujen muuttujien muodostaman VAR-mallin stabiilisuutta on tarpeen tutkia lisää. Stabiilisuuden edellytys on, että estimoitujen differenssiyhtälöiden kaikki karakteristiset juuret ovat yksikköympyrän sisäpuolella. Stabiilisuutta voidaan tutkia esimerkiksi käyttämällä Johansenin menetelmää eli Dickey-Fuller-yksikköjuuritestin yleistystä usealle muuttujalle. Dickey-Fuller-testin yleistys voidaan kirjoittaa yhtälön 7 tapaan: (Enders 2010, 390-391)

$$\Delta \mathbf{x}_t = \boldsymbol{\pi} \mathbf{x}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \boldsymbol{\pi}_i \Delta \mathbf{x}_{t-1} + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (7)$$

jossa $\boldsymbol{\pi} = -(\mathbf{I} - \sum_{i=1}^p \mathbf{A}_i)$ ja $\boldsymbol{\pi}_i = -\sum_{j=i+1}^p \mathbf{A}_j$. \mathbf{x} on endogeenisistä muuttujista koostuva 6×1 vektori, \mathbf{A} on muuttujien parametriestimaattien 6×6 matriisi, \mathbf{I} on 6×6 identiteettimatriisi ja $\boldsymbol{\varepsilon}$ on virhetermien 6×1 vektori.

Prosessi on stationaarinen, mikäli matriisin $\boldsymbol{\pi}$ aste eli nollassa poikkeavien karakterististen juurten määrä on yhtä suuri kuin muuttujien lukumäärä. Taulukossa 3 on esitetty usealle muuttujalle yleistetyn yksikköjuuritestin tulokset differensoiduille muuttujille perustuen lambda trace -testisuureeseen. Taulukkoa luetaan riveittäin. Nollahypoteesi kullakin rivillä on, että matriisin $\boldsymbol{\pi}$ nollassa poikkeavien karakterististen juurten lukumäärä r on yhtä kuin luku kyseisellä rivillä ensimmäisessä sarakkeessa. Vastahypoteesi on, että nollassa poikkeavia karakteristisia juuria on ainakin yksi kappale enemmän. Trace-testisuureta verrataan kriittiseen arvoon, ja nollahypoteesi hylätään mikäli testisuure ylittää kriittisen arvon. Mikäli kriittinen arvo ylittyy, siirrytään taulukossa tarkastelemaan aina seuraavan alemman rivin tuloksia. Tässä yhteydessä kiinnostuksen kohteena on vain alimman rivin testisuureen

tilastollinen merkitsevyys. Tähdellä merkityt suureet ovat pienelle havaintoaineistolle korjattuja. Stabiilisuuden kannalta toivottu tulos olisi ollut, että taulukon alimmalla rivillä trace-testisuure olisi ollut suurempi kuin kriittinen arvo. Tulosten perusteella muuttujien muodostama vektoriprosessi ei siten ole vedenpitävästi stabiili, mutta luultavasti hyvin lähellä stabiilia. Jatkoanalyysi suoritetaan siten kertaalleen differensoiduilla aikasarjoilla, sillä kahdesti differensointi mutkistaisi tulosten tulkittavuutta.

TAULUKKO 3 Lambda trace -testin tulokset yhden kerran differensoiduille muuttujille. Viiveitä testissä oli kaksi luvun 5.5 tulosten mukaisesti.

r	Ominaisarvo	Trace	Trace*	Kriittinen arvo (5%)	P-arvo	P-arvo*
0	0.653	274.056	253.026	117.451	<0.001	<0.001
1	0.505	175.617	164.170	88.554	<0.001	<0.001
2	0.368	110.250	104.971	63.659	<0.001	<0.001
3	0.297	67.541	64.628	42.77	<0.001	<0.001
4	0.231	34.758	33.575	25.731	0.002	0.004
5	0.105	10.348	9.957	12.448	0.114	0.131

Koska tutkimuksessa käytettävät muuttujat ovat yksikköjuuritarkastelun perusteella todennäköisesti $I(1)$ -muuttujia, on mahdollista että muuttujien välillä on tasomuotoisena yksi tai useampi yhteisintegraatiorelaatio. Mikäli yhteisintegroituneita vektoreita olisi, VAR-malli ilman virheenkoraustermiä olisi virheellinen spesifikaatio. (Enders 2010) Tässä tutkimuksessa on kuitenkin käytetty VAR-mallia, jossa on vain differensoituja muuttujia eli virheenkorausmallia ei ole estimoitu. Liitteessä 3 on esitetty asiasta kiinnostuneelle lukijalle alkuperäisten tasomuuttujien yhteisintegraatiotestien tuloksia.

5.3 VAR -mallin määrittely

Kuten Enders (2010) kiteyttää, aikasarjaekonometria on olennaisilta osin differenssiyhtälöiden estimointia: tavoitteena on kuvata kiinnostuksen kohteena olevien muuttujien havainnot generoivia prosesseja ja muuttujien välisiä suhteita estimoidulla havaintoaineiston avulla näitä prosesseja jäljittelevien differenssiyhtälöiden parametrit. Differenssiyhtälöitä itsessään ei käydä tässä tekstissä läpi, mutta erinomaisia johdatuksia aiheeseen soveltavasta näkökulmasta tarjoavat esimerkiksi Chiang ja Wainwright (2005) sekä Enders (2010).

Tämän tutkimuksen kuusi differensoitua muuttujaa käsittävä VAR-malli voidaan kirjoittaa rakenteellisessa eli primitiivisessä muodossa:

$$\begin{bmatrix} 1 & \cdots & b_{16} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{61} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta H_t \\ \vdots \\ \Delta M_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ \vdots \\ b_{60} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \cdots & \gamma_{16} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \gamma_{61} & \cdots & \gamma_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta H_{t-1} \\ \vdots \\ \Delta M_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{ht} \\ \vdots \\ \varepsilon_{mt} \end{bmatrix} \quad (7)$$

tai tiiviimmin viivästettyjä muuttujia eli viiveitä ollessa p-kappaletta:

$$B\Delta x_t = \Gamma_0 + \sum_{p=1}^p \Gamma_p \Delta x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (8)$$

missä $B = 6 \times 6$ matriisi; $x_t = 6 \times 1$ endogeenisten muuttujien vektori; $\Gamma_0 = 6 \times 1$ vektori, $\Gamma_p = 6 \times 6$ ja ε_t on 6×1 vektori. VAR-mallia on kuitenkin havainnollistavaa tarkastella standardimuodossa. Kun yhtälö 8 kerrotaan B:n käänteismatriisilla B^{-1} , VAR-yhtälön estimoitavaksi standardimuodoksi saadaan:

$$\Delta x_t = A_0 + \sum_{p=1}^p A_p \Delta x_{t-p} + e_t \quad (9)$$

jossa $A_0 = B^{-1}\Gamma_0$, $A_p = B^{-1}\Gamma_p$ ja $e_t = B^{-1}\varepsilon_t$. Erityisesti on syytä huomata, että virhetermeistä $e_{1t}, e_{2t} \dots e_{6t}$ kukin on yhdistelmä "havaitsemattomia" puhtaita tai rakenteellisia shokkeja $\varepsilon_{ht} \dots \varepsilon_{mt}$.

5.4 Identifikaatio

Yhtälössä 9 esitelty VAR- malli ei ole identifioituva ilman riittävää määrää B^{-1} -matriisiin asetettavia nolla-rajoitteita. Jotta rakenteelliset shokit ε_t olisivat identifioitavissa estimoiduista residuaaleista e_t , estimoitavien rakenteellisten shokkien parametrien määrää on rajoitettava yhteensä vähintään $(n^2 - n)/2$ kappaletta. Riittävä määrä rajoitteita takaa sen, että residuaalien kovarianssimatriisin informaatio riittää parametrien estimointiin. Tämän tutkimuksen kuuden muuttujan VAR-mallissa rajoitteita tarvitaan vähintään 15 jotta VAR- malli on täsmälleen identifioitunut. (Enders 2010)

Identifiointiin on olemassa useita eri tapoja, ja identifikaatio-ongelma ei ole yksiselitteisesti ratkaistavissa. Yksinkertaisin tapa toteuttaa identifikaatio on järjestää estimoitavan VAR-mallin endogeeniset muuttujat haluamallaan tavalla ja estimoida malli tilastollisella ohjelmalla. Käytännössä hitaasti reagoivat muuttujat asetetaan yhtälöryhmän ylimmiksi yhtälöiksi. Tarkemmin ottaen muuttujat järjestään siten, että tutkittavien ilmiöiden kannalta kiinnostavia ja uskottavia samanhetkisiä rakenteellisia shokkeja voidaan tarkastella. Esimerkiksi RATS-ohjelma toteuttaa yksinkertaisen identifikaation VAR-mallin estimoilvalle käyttäjälle automaattisesti Choleski-hajotelman avulla siten, että estimoitu B^{-1} -matriisi on alakolmiomatriisi, jossa ykkösistä koostuvan diagonaalin yläpuolella olevat alkioit ovat nollia, ja vain diagonaalin alapuolella on vapaita estimoitavia parametreja. Käytettäessä tätä yksinkertaista tapaa on kuitenkin mahdollista, että jotkut kiinnostavat rakenteellisten shokkien

parametrit estimoidu. Osittain mielivaltaisen identifikaation vuoksi Choleski-hajotelmaa käytettäessä tulosten luotettavuutta on tapana arvioida estimoimalla VAR myös muuttujat käännettyssä järjestyksessä. (Enders 2010)

Yhtälössä 10 on esitetty tavanomaisen Choleski-hajotelman mukainen B^{-1} -matriisi.²⁴ Yhtälössä 10 tämän tutkimuksen muuttujat on järjestetty haluttuun järjestykseen. Hitaimmin reagoivat muuttujat ovat yhtälöryhmässä nopeammin reagoivien muuttujien yläpuolella. Inflaation ja teollisuustuotannon on oletettu reagoivan muiden muuttujien shokkeihin hitaimmin. Fedin määrällisen keventämisen aikana ostamat arvopaperit lienevät myös hitaasti reagoiva muuttuja, koska määrällisen keventämisen ohjelmista on päätetty ennakolta, ja ostot ovat jatkuneet pääosin kuukaudesta toiseen melko samansuuruisina. Lisäksi Fedin voi kaksoismandaatin perusteella olettaa reagoivan inflaation ja teollisuustuotannon muutoksiin, jolloin sen paikka yhtälöryhmässä niiden alapuolella on perusteltu. Fed-muuttujan sijoittaminen yhtälöryhmän alimmaisiksi olisi myös houkutteleva ajatus, mutta asetelma ei vaikuttaisi uskottavalta keskuspankin päätöksentekoon liittyvän pienen viiveen vuoksi. VIX: in yhtälö on asetettu seuraavaksi, jotta voidaan tutkia Fedin arvopaperiomistusten muutoksen rakenteellisen shokin vaikutuksia VIX-indeksiin shokkiperioodilla. Edelleen osakemarkkinatuottojen on oletettu reagoivan shokkiperioodilla kaikkiin sen yläpuolella oleviin yhtälöihin asetettuihin shokkeihin. 10 vuoden maturiteettikorko reagoi identifikaation mukaan shokkiperioodilla kaikkiin yhtälöihin asetettuihin shokkeihin.

$$e_t = B^{-1}\varepsilon_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{31} & b_{32} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & 1 & 0 & 0 \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & 1 & 0 \\ b_{61} & b_{62} & b_{63} & b_{64} & b_{65} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{INF} \\ \varepsilon_{IP} \\ \varepsilon_{Fed} \\ \varepsilon_{VIX} \\ \varepsilon_{S\&P500} \\ \varepsilon_{10v} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Identifikaatio voidaan toteuttaa Choleski-hajotelman lisäksi myös teorialähtöisesti tai tutkijan hypoteesien mukaisesti siten, että rajoitteet B^{-1} -matriisiin asetetaan itse. Tällöin myös muualla kuin matriisin yläkolmiossa voi olla nollia, ja vastaavasti yläkolmiossa voi olla estimoituvia, vapaita parametreja. Kiinnostava piirre tällaisessa rakenteellisessa vektoriautoregressiivisessä mallissa on se, että samanhetkisten vaikutusten yhtälöt $e_t = B^{-1}\varepsilon_t$ voivat esittää suoraan talusteoriasta johdettua yhtälöä. Tässä tutkimuksessa identifikaation taustalla ei ole tiettyä vakiintunutta talusteoreettista mallia. Tarkoituksena on ollut estimoida yhdellä kertaa kiinnostavat *shokkiperioodia* koskevat rakenteellisten shokkien parametriestimaatit. Yhtälössä 11 esitetty *tutkimuksen päämalli* on identifioitu

²⁴ Tilan säästämiseksi vain yhtälön 11 matriisitulo on kirjoitettu auki. Lyhenteet: INF=inflaatio, IP=Teollisuustuotanto, Fed=Fedin arvopaperit ja 10v=Yhdysvaltain liittovaltion 10 vuoden obligaation maturiteettikorko. Aikaan viittaava alaindeksi on jätetty pois, sillä se on jokaisella termillä sama eli t , ja poisjättäminen parantaa luettavuutta.

käyttäen Sims-Bernanke-identifikaation periaatteita.²⁵ Identifikaatio poikkeaa hieman yhtälön 10 mukaisesta identifikaatiosta. Robustisuuden arvioimiseksi yhtälön 11 identifikaatiolla saatuja impulssivastefunktioita ja varianssijajotelmia on arvioitu vertaamalla niitä yhtälön 10 identifikaation mukaisiin tuloksiin, sekä yhtälöön 10 nähden päinvastaiseen muuttujien järjestykseen perustuvalla identifikaatiolla saatuihin tuloksiin. Parametriestimaatteihin ja Granger-kausalisuus-testien tuloksiin identifikaatio ei tietyksi vaikuta, sillä VAR-malli estimoidaan pienimmän neliösumman menetelmällä kaikissa kolmessa tapauksessa käyttäen täsmälleen samoja muuttujia ja viiverakennetta. Koska estimoitavia vapaita parametreja yhtälössä 11 on 15 kappaletta, yhtälö on täsmälleen identifioitunut.

$$e_t = B^{-1} \varepsilon_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{31} & b_{32} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{43} & 1 & b_{45} & b_{46} \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & 1 & b_{56} \\ b_{61} & b_{62} & b_{63} & b_{64} & b_{65} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{INF} \\ \varepsilon_{IP} \\ \varepsilon_{FED} \\ \varepsilon_{VIX} \\ \varepsilon_{S\&P500} \\ \varepsilon_{10v} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Estimoitujen periodin t jäännöstermien ja samanhetkisten rakenteellisten shokkien yhtälöryhmä voidaan kirjoittaa auki laskemalla yhtälön 11 matriisitulo:

$$e_{INF} = \varepsilon_{INF}$$

$$e_{IP} = \varepsilon_{IP}$$

$$e_{FED} = b_{31}\varepsilon_{INF} + b_{32}\varepsilon_{IP} + \varepsilon_{Fed}$$

$$e_{VIX} = b_{43}\varepsilon_{FED} + \varepsilon_{VIX} + b_{45}\varepsilon_{S\&P500} + b_{46}\varepsilon_{10v}$$

$$e_{S\&P500} = b_{51}\varepsilon_{INF} + b_{52}\varepsilon_{IP} + b_{53}\varepsilon_{FED} + b_{54}\varepsilon_{VIX} + \varepsilon_{S\&P500} + b_{56}\varepsilon_{10v}$$

$$e_{10v} = b_{61}\varepsilon_{INF} + b_{62}\varepsilon_{IP} + b_{63}\varepsilon_{FED} + b_{64}\varepsilon_{VIX} + b_{65}\varepsilon_{S\&P500} + \varepsilon_{10v}$$

Numero 1 matriisin B^{-1} diagonaalilla tarkoittaa, että kukin endogeeninen muuttuja reagoi shokkiperiodilla oman yhtälön rakenteelliseen shokkiin täsmälleen shokin koon verran. Nolla puolestaan tarkoittaa, että endogeeninen muuttuja ei reagoi shokkiperiodilla tietyn toisen endogeenisen muuttujan yhtälöön asetettuun rakenteelliseen shokkiin. Yhtälön 11 identifikaation avulla olen halunnut tutkia yhtälöä 10 joustavammin Fedin arvopaperiostojen, korkotason, osakemarkkinoiden ja VIX:n shokkien samanaikaisia vaikutuksia. Itse asiassa kukin yhtälön 11 alla esitetyn yhtälöryhmän oikean puolen yksittäinen termi on shokkiperiodin impulssivaste. Täten identifikaation perusteella shokkiperiodilla on yhteensä 21 nollasta poikkeavaa

²⁵ Sims-Bernanke-hajotelma: ks. Enders (2010).

impulssivastetta: kunkin muuttujan vasteet omaan rakenteelliseen shokkiin, ja 15 kappaletta muita hetken t impulssivasteita. Auki kirjoitetusta residuaalien ja rakenteellisten shokkien yhtälöryhmästä paljastuu VAR-mallintamisen "subjektiivinen luonne" etenkin vankan talousteoreettisen mallin puuttuessa. Yhtälöt eivät ole välttämättä uskottavia. Kuitenkin, kun valittavissa on joko yhtälön 10 mukainen Choleski-hajotelma, jota käyttäessä useat kiinnostavat shokkiperiodin rakenteellisten shokkien vaikutukset eivät identifioitu, tai yhtälön 11 mukainen rakenteellinen VAR, jonka avulla identifikaatio voidaan määrittää itse, on jälkimmäinen empirian kannalta kiinnostavampi vaihtoehto.

5.5 Estimointi

Kuten aiemmin todettua tutkimuksen VAR estimoidaan käyttäen havaintoja aikaväliltä 4/2006–12/2013: käytettävissä olevien havaintojen määrä on siten 93. Estimointiin liittyvä oleellinen vaihe on mallin viiverakenteen määrittäminen. Viiverakenteen optimaalisuus on tärkeä selvittää, koska liian monen viiveen käyttäminen vähentää nopeasti vapausasteita. Liian vähäinen määrä viiveitä puolestaan aiheuttaa mallin virhemäärityksen. Viiverakenteen määrittämisen välineenä käytetään estimoidun VAR-mallin jäännöstermien kovarianssimatriisia. Tässä tutkimuksessa viiverakenne määritetään kahdella menetelmällä: viiverakenteeltaan limittäisten yhtälöiden vertailu (cross-equation restriction) likelihood ratio -testillä (LR-testi) ja informaatiokriteerien vertailu. (Enders 2010)

Ensimmäiseksi viiverakenteen määrittämistä tutkitaan informaatiokriteereihin perustuvien tulosten avulla. Näin on mahdollista saada alustavaa tietoa siitä, minkä pituinen optimaalinen viiverakenne voisi olla, ja minkä pituisia VAR-malleja likelihood ratio -testin avulla kannattaisi tarpeen vaatiessa vertailla. Tässä on käytetty Akaiken informaatiokriteeriä (AIC) ja Schwartzin informaatiokriteeriä (SBC). Informaatiokriteerien laskeminen tapahtuu VAR-mallin tapauksessa seuraavien laskukaavojen avulla: (Enders 2010, 317)

$$AIC = T \times \ln |\Sigma| + 2N \quad (12)$$

$$SBC = T \times \ln |\Sigma| + N \times \ln T \quad (13)$$

missä: $|\Sigma|$ =jäännöstermien kovarianssimatriisin determinantti, N =estimoitujen parametrien lukumäärä kaikissa yhtälöissä yhteensä ja T = estimoinnissa käytettyjen havaintojen lukumäärä. Informaatiokriteerien perusteella valituksi tulee viiverakenne, jolla informaatiokriteerin arvo minimoituu.

LR-testin päämääränä on valita sopivampi kahdesta vertailtavasta viiverakenteeltaan limittäisestä mallista. Testiä varten estimoidaan rajoittamaton ja rajoitettu malli. Ensimmäinen sisältää enemmän viivästettyjä muuttujia kuin jälkimmäinen. Testin avulla voidaan tutkia, heikentääkö

viiveiden lukumäärän vähentäminen mallin selityskykyä tilastollisesti merkitsevästi. Testin voidaan ajatella olevan yhtälöryhmän vastine yhden yhtälön testille, jossa tarkastellaan neliöityjen jäännöstermien summan *muutoksen* tilastollista merkitsevyyttä, kun vertailtavana on vaihtoehtoiset regressiomallit. Testin nollihypoteesi on, että rajoitetun ja rajoittamattoman mallin jäännöstermien kovarianssimatriisien determinanttien erotus ei ole tilastollisesti merkitsevä, jolloin voidaan estimoida rajoitettu malli jatkotarkasteluja varten. Testi on asymptoottisesti validi vain mikäli jokaisen VAR-mallin yhtälön jäännöstermit ovat normaalijakautuneita, mikä on tiukka rajoite. (Brooks 2008) Koska testi perustuu asymptoottiseen teoriaan, se ei välttämättä ole luotettava lyhyttä havaintoaineistoa käytettäessä. (Enders 2010)

LR -testi lasketaan seuraavasti:

$$(T - c)(\ln |\Sigma_r| - \ln |\Sigma_u|) \quad (14)$$

missä alaindeksi r viittaa rajoitettuun, vähemmän viiveitä sisältävään malliin ja u rajoittamattomaan malliin; T = estimoinnissa käytettyjen havaintojen lukumäärä (T = 93) ja c = estimoitujen parametrien määrä per yhtälö rajoittamattomassa mallissa (c=1+6×2=13). (Enders 2010, 316) Testisuureella on asymptoottinen χ^2 -jakauma vapausasteilla g^2q , missä g = endogeenisten muuttujien lukumäärä VAR: ssa, ja q = rajoittamattoman mallin viiveiden lukumäärä per muuttuja miinus rajoitetun mallin viiveiden lukumäärä per muuttuja. (Brooks 2008) Taulukossa 4 on esitetty viiverakenteen määrittämistä varten tehtyjen testien tulokset. Alustava viiverakenteen haarukointi on toteutettu RATS-ohjelman automaattisen *varlagselect*-proseduurin avulla. Akaiken informaatiokriteeri minimoituu kahdella ja Schwartzin informaatiokriteeri yhdellä viiveellä. LR-testin perusteella VAR-malli estimoidaan jatkotarkasteluja varten kahden viiveen mallina, sillä testin nollihypoteesi hylätään.

TAULUKKO 4 VAR-mallin viiverakenteen määrittäminen informaatiokriteerien ja LR -testin perusteella.

Viiveet	$\ln \Sigma $	LR-testi (Yhtälö 14)	AIC	SBC
1	-1.14	$\chi^2 = 115.88$	-23.44	83.37
2	-2.59	(p<0.001)	-85.01	112.52

Valitussa kahden viiveen mallissa jäännösten autokorrelaatio voi aiheuttaa ongelmia. Autokorrelaation kannalta turvallisin valinta vaikuttaisi kokeilujen perusteella olevan malli, jossa olisi kunkin muuttujan viisi viivästettyä havaintoa. Tutkimuksessa on kuitenkin pitäydytty kahden viiveen mallissa. Tällöin informaatiokriteerit minimoituvat. Lisäksi vertailtaessa valittua kahden viiveen mallia ja autokorrelaation kannalta turvallisinta viiden

viiveen mallia yhtälön 14 mukaisella LR-testillä, valituksi tulee kahden viiveen malli. (Ks. liite 2)

Tutkimuksen VAR-mallit on estimoitu pienimmän neliösumman menetelmällä käyttäen RATS- ja Eviews-ohjelmistoja. Parametriestimaatit on esitetty liitteessä 2. Yhtälöissä 10 ja 11 esitettyjen rakenteellisten shokkien parametrien estimointi on toteutettu RATS-ohjelman epälineaarisen estimointimenetelmän avulla.²⁶ Tarkemmin ottaen menetelmän avulla on estimoitu matriisin B^{-1} vapaat parametrit eli b_{ij} :t yhtälöissä 10–11 käyttäen estimoidun VAR-mallin residuaalien kovarianssimatriisia. Menetelmän käytännön toteutuksessa on sovellettu RATS-ohjelmiston mukana toimitettua *montesvar*-ohjelmätiedostoa. Oletuksena RATS-ohjelmassa rakenteellisten shokkien vektorin alkiot, jotka on esitetty yhtälöissä 10 ja 11, ovat estimoidun VAR-mallin yhtälöiden residuaalien keskihajontoja.

5.6 VAR-mallin analyysimenetelmät

Tutkimuksessa estimoidun VAR-mallin tuloksia tutkitaan impulssivasteanalyysin, varianssijohdoksen ja Granger-kausalisuuden avulla. Tässä luvussa on esitelty lyhyesti mainitut menetelmät.

Impulssivasteanalyysissä mallinnetaan impulssivastefunktioiden avulla vuorollaan kunkin yhtälön residuaaliin asetetun shokin dynaamista vaikutusta yhtälön endogeenisiin muuttujiin. Kukin impulssivastefunktio kuvaa endogeenisen muuttujan arvoa tai poikkeamaa tasapainosta shokin seurauksena hetkestä t eteenpäin. Kuten aiemmin havaittiin, shokeilla voi olla kontemporaalisia eli samanaikaisia sekä viivästettyjä vaikutuksia muuttujiin. VAR: n autoregressiivisen luonteen vuoksi shokin vaikutus kantautuu alkuhetkestä eteenpäin vaikutuksen voimakkuuden ja keston riippuessa estimoitujen parametrien kertoimista ja VAR: n stabiilisuudesta. Mikäli VAR on stabiili, kuten aiemmin esitettyjen tulosten perusteella uskalletaan olettaa, shokkien vaikutukset vaimenevat ajan kuluessa. Impulssivasteita voidaan muodostaa n^2 kappaletta, kun n on muuttujien lukumäärä VAR:ssa. Johonkin tiettyyn yhtälöön asetetun residuaalishokin dynaamista vaikutusta endogeenisiin muuttujiin – eli impulssivasteita kyseisen yhtälön residuaalishokkiin – voidaan esimerkiksi kahden muuttujan ja yhden viiveen VAR-mallin tapauksessa jäljittää vielä melko vaivattomasti iteroimalla eli päivittämällä estimoituja yhtälöitä periodi kerrallaan eteenpäin. Useamman muuttujan tapauksessa tehtävä käy nopeasti hyvin työlääksi. Impulssivastefunktiot voidaan kirjoittaa matemaattisesti

²⁶ Yhtälön 10 estimoinnin olisi voinut toteuttaa, kuten mainittua, estimoimalla VAR-mallin muuttujat halutussa järjestyksessä. Käytetty RATS-ohjelman *montesvar*-ohjelmätiedostossa kuvattu menetelmä tuotti täsmälleen samat tulokset kuin RATS-ohjelman "automaattisesti" tuottama Choleski-hajotelman mukainen identifikaatio. Havainto vahvisti *montesvar*-ohjelmätiedostossa käytetyn menetelmän luotettavuuden.

vektoriautoregressiivisen liukuvan keskiarvon (engl. Vector moving average, VMA) esityksen avulla. Funktion johtaminen yhden viiveen tapauksessa on esitetty kappaleen lopussa olevan viitteen osoittamassa lähteessä. Impulssivasteet saadaan käytännössä muodostettua helposti ekonometrisen ohjelmiston avulla. (Enders 2010, 307-314)

Varianssijotelman avulla voidaan tarkastella, kuinka suuri osuus kunkin muuttujan n : n askeleen ennustevirheen varianssista selittyy mallin eri muuttujien shokeilla. Usein lyhyellä aikavälillä muuttujan omat shokit selittävät suurimman osan sen ennustevirheen varianssista, mutta pidemmällä aikavälillä omien shokkien selitysosuus monesti pienenee. (Enders 2010)

Granger-kausalisuus-testin avulla voidaan tutkia, ovatko jonkin tietyn muuttujan kaikki viiveet yhdessä tilastollisesti merkitseviä jossakin VAR-mallin yhtälössä. Täten sana kausalisuus on hieman harhaanjohtava, koska merkitsevyys kielii ensisijaisesti korrelaatiosta. Mikäli kaikki muuttujat ovat stationaarisia, tilastollisessa päättelyssä voidaan käyttää tavanomaisia F-testisuureita. (Brooks 2008)

6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Granger -kausaalisuus

Taulukossa 5 on esitetty Granger-kausaalisuus-testien tulokset. Granger-kausaalisuus-testien perusteella suuren kiinnostuksen kohteena oleva Fedin omistamien arvopapereiden muutos vaikuttaa tärkeältä rahoitusmarkkinamuuttujia ennustavalta muuttujalta. Fed-muuttujan viiveet ovat tilastollisesti merkitseviä VIX: n, S&P 500: n ja 10 vuoden koron yhtälöissä. Makrotaloudellisten muuttujien osalta tulokset ovat huomiota herättäviä: Fedin arvopaperiostot eivät auta ennustamaan inflaatiota tai teollisuustuotantoindeksin muutosta. Toinen Fedin rahapolitiikasta viestivä muuttuja, valtion 10 vuoden obligaation maturiteettikoron muutos, Granger-aiheuttaa teollisuustuotantoindeksin muutoksen 10 %:n merkitsevyytasolla. Muiden muuttujien yhtälöissä sen viiveet eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

TAULUKKO 5 Granger-kausaalisuus-testien tulokset. Riveillä VAR: n eri yhtälöiden vasemman puolen muuttujat, sarakkeilla oikean puolen muuttujat. Luku on p-arvo, ja tähdet kuvaavat tilastollista merkitsevyyttä. (p<0.01***; p<0.05**; p<0.1*)

Yhtälö	INF	IP	Fed	VIX	S&P500	10v korko
Inflaatio (INF)	<0.001***	0.68	0.96	0.002***	0.19	0.62
Teollisuus-tuotanto (IP)	0.57	0.003***	0.69	0.46	0.02**	0.08*
Fedin arvopaperit (Fed)	0.47	0.72	<0.001***	<0.001***	0.002***	0.102
VIX	0.105	<0.001***	0.008***	<0.001***	<0.001***	0.51
S&P500	0.92	<0.001***	<0.001***	0.012**	0.51	0.45
10v korko	0.25	0.21	0.04**	0.68	0.02**	0.48

S&P 500 -osakemarkkinaindeksin tuotto on tulosten mukaan informaatiopitoinen muuttuja tässä yhtälöryhmässä, sillä se Granger-aiheuttaa teollisuustuotannon, Fedin arvopapereiden, VIX: n ja 10 vuoden koron muutokset. Se että muuttuja ei Granger-aiheuta itseään voi tässä tapauksessa viestiä osakemarkkinoiden tehokkuudesta. Osakemarkkinatuotot voi olla muita muuttujia ennakoiva indikaattori useasta syystä. Osakkeiden hinnat ovat määritettävissä Gordonin kasvumallin mukaisesti odotettujen osinkojen nykyarvojen avulla (ks. alaviite 16). Täten osakemarkkinaindeksiin *aggregoituu*

odotuksia yritysten tulevasta menestyksestä, johon puolestaan vaikuttaa esimerkiksi odotettu suhdannesyklin vaihe. Osakeindeksin tuottojen voidaan odottaa olevan positiivisia kun odotetaan noususuhdannetta, ja negatiivisia kun talouden näkymien odotetaan heikkenevän. Myös kulutusfunktion kautta välittyvällä varallisuusvaikutuksella voi olla vaikutuksia kokonaiskysyntään, mikä voi heijastua osakemarkkinatuottojen kykynä ennustaa teollisuustuotantoindeksin muutoksia. (Ikoku 2010; ks. myös luku 3.3 tässä tutkielmassa) Merkillepantavaa on Fed-muuttujan ja osakemarkkinaindeksin välinen kaksisuuntainen Granger-kausalisuus. Sen perusteella osakemarkkinatuotot ennakoivat Fedin arvopaperiomistusten muutosta, ja toisaalta Fedin arvopaperiomistusten muutos ennakoivat osakemarkkinatuottojen kehitystä.

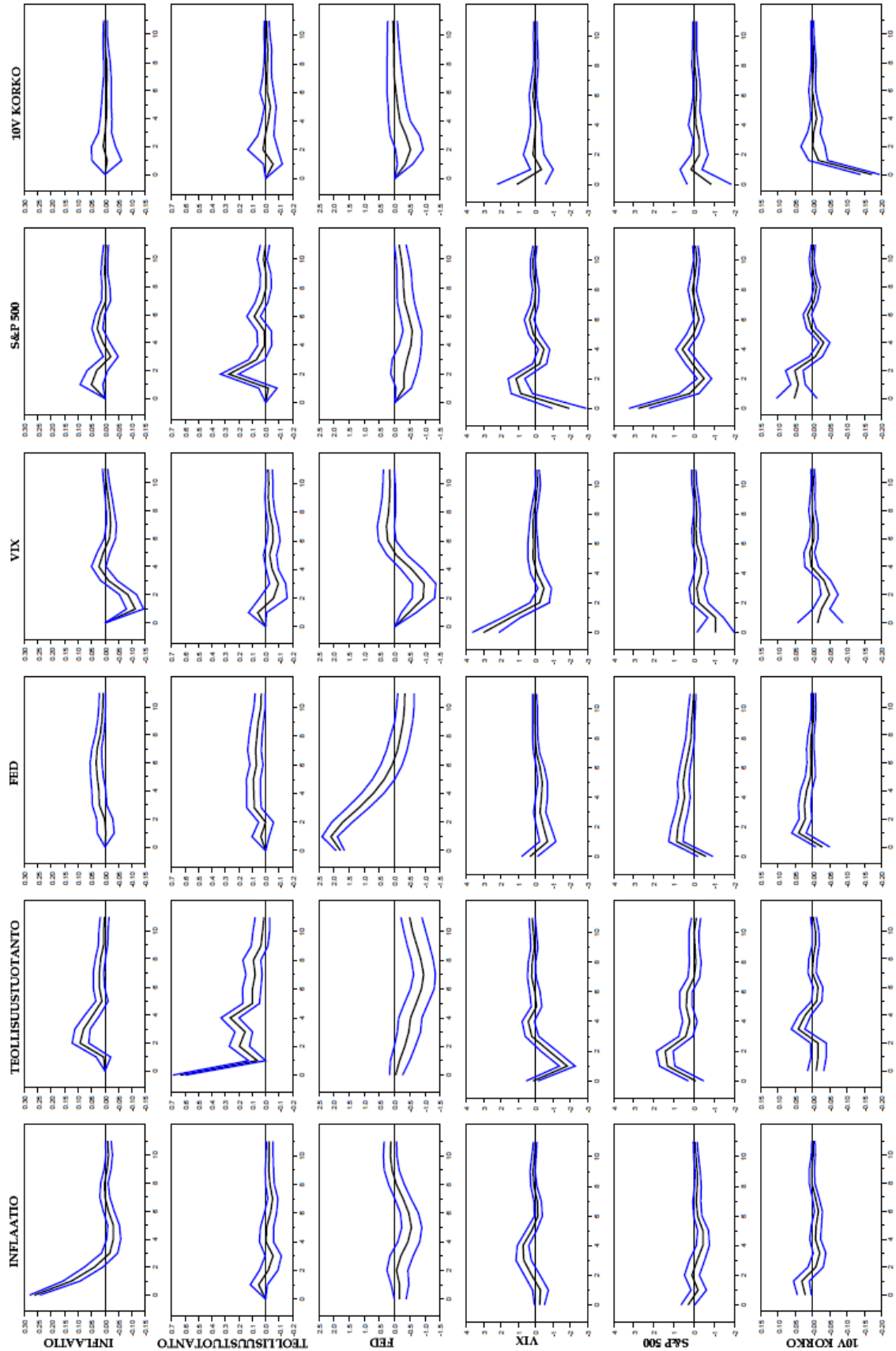
VIX-indeksin muutos Granger-aiheuttaa muista endogeenisistä muuttujista inflaation, S&P 500 -osakeindeksin tuoton ja Fedin omistamien arvopapereiden kokonaisarvon muutoksen. Etenkin yhteys osakeindeksin tuottoihin tuntuu luonteeltaan edellä VIX-indeksistä esitetyn tiedon varassa. Lisäksi Granger-kausalisuus muuttujien välillä on kaksisuuntainen. Siten vaikuttaa siltä, että osakemarkkinoiden odotettu volatilitteetti ennustaa osakemarkkinatuottoja ja toisin päin.

Teollisuustuotantoindeksin muutoksen kaksi viivettä ovat yhdessä tilastollisesti merkitseviä muiden endogeenisten muuttujien osalta VIX :n ja osakemarkkinatuottojen yhtälöissä. Osakemarkkinoiden kohdalla Granger-kausalisuus oli oletettavissa. Teollisuustuotannon kasvu voi esimerkiksi luoda odotuksia osinkojen kasvusta, mikä puolestaan kasvattaa osakkeiden hintoja, *ceteris paribus*. VIX: n kohdalla Granger-kausalisuudelle tulkinta voisi olla se, että sijoittajat reagoivat makrotalouden indikaattoreihin, mikä puolestaan vaikuttaa osakemarkkinoiden volatilitteettiin.

Koska VAR on dynaaminen yhtälöryhmä, Granger-kausalisuuden perusteella ei voida vielä sanoa, miten endogeeniset muuttujat reagoivat ajan kuluessa kuhunkin yhtälöön asetettuun shokkiin. Granger-kausalisuus-testit tukevat muita analyysimenetelmiä, mutta tulokset eivät vielä yksistään hyödynnä täysin VAR: n tarjoamia mahdollisuuksia. Jotta muuttujien välisestä vuorovaikutuksesta saadaan havainnollisempaa tietoa, estimoitua yhtälöryhmää tarkastellaan seuraavaksi impulssivastefunktioiden avulla. Näin voidaan havaita paremmin shokkien vaikutuksen suunta, suuruusluokka ja kesto.

6.2 Impulssivastefunktiot

Tässä luvussa esitetään yhtälön 11 identifikaatioon perustuvan SVAR-mallin impulssivastefunktiot. Liitteestä 4 löytyvät SVAR-menetelmään perustuvien tulosten robustisuuden arvioinnin tukena käytetyt yhtälön 10 identifikaation mukaan tuotetut impulssivasteet ja varianssijajotelmat. Tämän luvun SVAR-



KUVIO 5 Impulssivastefunktiot 12kk (mediaani) ja Monte Carlo integraation 16: n ja 84: n persenttiin luottamusvälit yhtälön 11 identifikaation mukaisesti. Riveillä vastemuuttuja ja sarakkeilla yhtälö, johon shokki on asetettu. Muut shokit paitsi 10v korko ovat positiivisia.

analyysin tulokset ovat liitteen 4 vertailukohtien perusteella robusteja poikkeavalle identifikaatiolle.

Kuvion 5 impulssivastefunktioiden kuvaajien perusteella havaitaan, että Fedin arvopapereihin kohdistuneen shokin jälkeen teollisuustuotanto kasvaa noin vuoden ajan shokin jälkeen. Myös kuukausitason inflaatio kiihtyy shokkia seuraavan noin vuoden ajan. Fedin arvopaperiomistusten positiivista shokkia eli käytännössä arvopaperiostojen shokkia seuraa myös VIX-indeksin lasku. Muuttujien välinen yhteys oli kiinnostava myös Granger-kausalisuus-testissä. Tulos voi viestiä siitä, että arvopaperiostoilla on onnistuttu rauhoittamaan rahoitusmarkkinoita. Tulokset mainittujen Fed-muuttujan shokkien vaikutusten osalta ovat yhteneviä edellä esitettyjen Gambacortan ym. (2012) ja Peersmanin (2011) saamien tulosten kanssa. Lisäksi osakemarkkinatuotot kasvavat shokin jälkeen, ja 10 vuoden korko laskee shokkiperiodilla. Pidemmällä aikavälillä korko kuitenkin nousee, mikä vastaa event study - tutkimusten havaintoja.

Epätavanomaisen rahapolitiikan aikana kymmenen vuoden korko on voinut olla keskuspankin rahapolitiikan proxy-muuttuja. Kuviot 5, 8 ja 9 antavat viitteitä, että negatiivisella korkoshokilla on ollut hienoisia positiivisia vaikutuksia makromuuttujista ainakin inflaatioon, ehkä myös teollisuustuotantoon. (Ks. liite 4) Vaikutukset VAR-mallin muiden muuttujien kehitykseen ovat kuitenkin kautta linjan vähäisiä, mikä sopii yhteen Granger-kausalisuus-testien tulosten kanssa. Korkoshokin vaikutusten osalta tulokset poikkeavat aiemmista tutkimustuloksista vaikutusten ollessa niissä havaittuja vaimeampia. Esimerkiksi Baumeister ym. (2012), Kapetanios ym. (2012) ja Chen ym. (2012) havaitsivat term spreadia politiikkamuuttujana käyttäen negatiivisella korkoshokilla olevan selkeästi voimakkaampia positiivisia vaikutuksia niin inflaatioon, teollisuustuotantoon kuin osakemarkkinoille. Tulosten vertailua voi vaikeuttaa erot käytetyissä aineistoissa ja menetelmällisissä yksityiskohdissa.

Kuten aiemmin havaittiin, VIX Granger-aiheutti inflaation ja osakemarkkinatuotot. Myös impulssivastefunktioiden perusteella VIX ennustaa näiden muuttujien kehitystä. Osakemarkkinoilla tuotot ovat negatiivisia samanaikaisesti VIX-shokin kanssa ja jonkin aikaa shokin jälkeen. Tulos viittaa siihen, että sijoittajat ovat olleet oikeilla jäljillä ostaessaan "vakuutuksia" osake(indeksi)sijoituksille put-optioiden muodossa. 10 vuoden maturiteettikorko laskee rahoitusmarkkinoiden kuohunnan jälkeen. Vaste voi selittyä siten, että riskiä karttavat sijoittajat kohdistavat lisää kysyntää matalariskisiin sijoituskohteisiin VIX-indeksin noustessa, jolloin maturiteettituotot laskevat. VIX-indeksin positiivista shokkia seuraava negatiivinen inflaatio eli deflaatio voi kertoa finanssikriisin alkuvaiheiden ajan suhteesta havaintoaineiston muuttujien välillä: osakemarkkinatuottojen voimakkaan heilunnan jälkeen finanssikriisin alussa inflaatio alkoi hidastua, ja hetken aikaa kuluttajahintaindeksin muutos oli negatiivinen. On mahdollista, että VIX-indeksi on yleisemminkin ennakoiva indikaattori sen eteenpäin katsovan ominaisuuden vuoksi.

Osakemarkkinatuottojen viivästetyt muuttujat olivat Granger-kausaaisuus-testien perusteella tilastollisesti merkitseviä usean eri muuttujan yhtälöissä. Myös impulssivastefunktiot tukevat havaintoa. Osakemarkkinatuottojen shokin jälkeen inflaatio kiihtyy ja teollisuustuotanto kasvaa. VIX-indeksi laskee shokin jälkeen, mikä on ymmärrettävää VIX-indeksistä aiemmin esitetyn kuvauksen perusteella. Osakemarkkinatuottojen kasvu vaikuttanee sijoittajien alttiuteen ostaa indeksin put-optioita. 10 vuoden korko nousee heti shokkiperiodilla, ja muutos on positiivinen vielä noin kaksi kuukautta shokin jälkeen. Ilmiötä voisi selittää esimerkiksi obligaatioiden kysynnän lasku vaihtoehtoisen sijoituskohteen tuoton noustessa.

Huomionarvoista on myös teollisuustuotannon positiivista shokkia seuraava VIX-indeksin lasku ja osakemarkkinatuottojen kasvu. Tulos vahvistaa Granger-kausaaisuus-testien yhteydessä tehtyä tulkintaa sijoittajien alttiudesta reagoida reaalityöelämän kehitykseen. Impulssivastefunktio kuitenkin osoittaa, että reaalityöelämän positiivinen kehitys nimenomaan rauhoittaa osakemarkkinoilla toimivia sijoittajia.

Mitä tulokset kertovat Fedin reaktioista muiden muuttujien shokkeihin? Merkille pantava havainto on Fed-muuttujan impulssivastefunktio koskien VIX-indeksin shokkia. Gambacorta ym. (2012) mainitsivat, että Fedin taseen kasvu on ollut osittain endogeeninen reaktio rahoitusmarkkinoiden volatilitettiin. Kuvion 5 impulssivastefunktio Fed-muuttujan vasteesta VIX: n shokkiin ei ole odotetun kaltainen: sen perusteella Fedin arvopaperiomistukset vähenisivät positiivisen VIX-shokin jälkeen. Tulosta voi selittää se, että Fedin arvopaperiostot ovat olleet luonteeltaan jaksottaisia. Siten yksittäisellä VIX-indeksin shokilla ei ole ollut vaikutusta Fedin arvopaperiostojen toimeenpanoon.

6.3 Varianssihajotelmat

Saatuja tuloksia on syytä arvioida vielä varianssihajotelmien avulla; varianssihajotelmien avulla voidaan arvioida Granger-kausaaisuus-testien ja impulssivasteanalyysin tulosten painoarvoa. Mikäli jonkin muuttujan shokki selittää vain pienen osan toisen muuttujan ennustevirheen varianssista, niin muuttuja ei ole tosiasiallisesti hyödyllinen toisen muuttujan liikkeiden *ennustaja*. Siten kiinnostavatkin Granger-kausaaisuus-testin tulokset ja impulssivastefunktiot voivat olla triviaaleja. Yhtälön 11 mukaista rakenteellista identifikaatiota vastaavat eli kuvion 5 kanssa yhtäpitävät varianssihajotelmat on esitetty taulukossa 6. Liitteen 4 taulukoissa 13 ja 14 on esitetty SVAR-mallin tulosten robustisuuden arvioimiseksi Choleski-hajotelman perusteella tuotetut tulokset.

Ensimmäinen huomio taulukoiden 6, 13 ja 14 perusteella on tulosten huomattava vaihtelu riippuen käytetystä rakenteellisten shokkien identifikaatiosta. Rahapolitiikkamuuttujia ajatellen taulukko 6 antaa enemmän painoarvoa 10 vuoden korolle: sen selitysosuudet muiden muuttujien

ennustevirheen varianssista ovat suurempia kuin Fed-muuttujan. Fed-muuttujan selitysvoima kasvaa jonkin verran liitteessä 4 esitetyissä tuloksissa. Sen sijaan VIX- ja S&P500- indeksien välinen suhde, joka havaittiin jo aiempien tarkastelujen perusteella, saa tukea varianssijohdelmista. Vastaava johtopäätös voidaan tehdä teollisuustuotantoindeksin ja S&P 500 -indeksin suhteen osalta.

Mikä merkittävintä luvun 4 lopussa esitettyjen tutkimushypoteesien näkökulmasta, Fedin arvopapereiden muutokseen kohdistunut shokki ei selitä juurikaan makrotalouden muuttujien ennustevirheen varianssia. Melko samankaltaisia tuloksia saadaan 10 vuoden maturiteettikoron shokin selitysosuuksista vertailtaessa eri identifikaatioiden avulla tuotettujen varianssijohdelmien tuloksia. Toisaalta Granger-kausalisuus-testit antoivat samankaltaisia tuloksia. Fedin arvopapereiden muutoksella oli kuitenkin sekä Granger-kausalisuus-testien että impulssivastefunktioiden perusteella uskottavia vaikutuksia rahoitusmarkkinamuuttujiin, ja havaintoa tukee taulukossa 6 sekä liitteessä 4 esitettyjen varianssijohdelmien tulokset. Myös 10 vuoden korko on tärkeä rahoitusmarkkinamuuttujien selittäjä varianssijohdelmien perusteella, mutta muut analyysimenetelmät osoittivat korkoshokin vaikutusten olevan vaihtelevia.

TAULUKKO 6 VAR: n endogeenisten muuttujien varianssijohdelmät (%). Riveillä selitettävät tai ennustettavat muuttujat, sarakkeilla n:n askeleen ennustevirheen varianssia selittävät muuttujat.

	Kuukautta	Keskivirhe	INF	IP	FED	VIX	S&P500	10v korko
INF	1	0.25	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.33	72.86	0.17	0.01	15.02	7.84	4.08
	12	0.46	39.72	25.52	0.67	15.92	14.04	4.11
IP	1	0.61	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.64	2.25	91.73	0.07	0.46	0.33	5.16
	12	0.99	2.71	54.93	1.68	6.64	29.05	4.99
FED	1	1.72	0.35	0.39	99.26	0.00	0.00	0.00
	2	2.79	0.21	1.78	86.63	3.93	3.33	4.11
	12	5.50	3.83	17.25	39.85	9.98	22.27	6.81
VIX	1	5.88	0.03	2.45	0.66	43.38	34.75	18.67
	2	6.31	0.13	10.31	2.19	40.96	30.12	16.28
	12	7.27	1.90	13.75	2.29	32.88	36.01	13.16
S&P500	1	4.20	0.12	2.83	0.64	15.59	63.65	17.17
	2	4.77	0.12	6.58	6.63	17.03	55.76	13.89
	12	6.15	2.31	16.56	5.44	16.46	45.76	13.47
10v korko	1	0.22	1.40	3.75	3.25	1.76	2.72	87.12
	2	0.24	3.20	5.97	4.61	2.03	9.42	74.76
	12	0.31	3.64	11.82	5.37	7.23	24.84	47.09

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkielmassa perehdyttiin Yhdysvaltain keskuspankin Fedin vuonna 2008 kärjistyneen finanssikriisin yhteydessä toimeenpanemaan niin kutsuttuun epätavanomaiseen rahapolitiikkaan. Epätavanomaisena rahapolitiikkana on pidetty pääasiassa Fedin yksityiskohtaista viestintää eli ohjeistusta sekä määrällistä keventämistä eli suurimittaisia arvopaperiostoja. Poliitikalla havaittiin olevan useita vaikutuskanavia, joista kenties tärkeimpänä voidaan mainita portfoliovaikutuskanava. Aiempien tutkimusten perusteella epätavanomaisella rahapolitiikalla, etenkin määrällisellä keventämisellä, havaittiin olleen Yhdysvaltain taloutta vahvistavia vaikutuksia.

Tutkielman empiirisen tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka Fedin suurimittaiset arvopaperiostot ovat vaikuttaneet Yhdysvaltain makrotaloudessa ja rahoitusmarkkinoilla. Aiempien tutkimusten perusteella voitiin esittää hypoteeseja Fedin toimenpiteiden vaikutuksista: ostojen oletettiin tukevan taloudellisen aktiviteetin kasvua ja kiihdyttävän inflaatiota, sekä vakauttavan rahoitusmarkkinoita ja pienentävän valtion 10 vuoden obligaation tuottoa. Kokonaisuutena saadut tulokset olivat monin paikoin odotetun suuntaisia. Määrällisellä keventämisellä on tulosten perusteella ollut vaikutuksia etenkin rahoitusmarkkinoilla. Tähän viittaavat Fedin arvopaperiostoihin kohdistuvaa shokkia seuraava osakemarkkinatuottojen kasvu ja VIX-indeksin sekä valtion 10 vuoden obligaation tuoton lasku. Fedin toimenpiteet ovat täten todennäköisesti vahvistaneet sijoittajien luottamusta rahoitusmarkkinoiden palautumiseen. Osakemarkkinoiden vahvistumisella on voinut olla varallisuusvaikutuksen kautta vaikutuksia yksityiseen kulutukseen ja investointeihin. Samoin 10 vuoden obligaation tuoton lasku, mikä on ollut Fedin arvopaperiostojen välitön tavoite, on luultavasti vahvistanut kokonaisuutena pienemmän korkotason ja portfoliovaikutuksen myötä. Kuten event study -tutkimukset ja tässä tutkielmassa esitetyt impulssivastefunktiot osoittivat, hieman pidemmällä tarkastelujaksolla valtion 10 vuoden obligaation tuotto voi nousta määrällisestä keventämisestä huolimatta. Korkotason nousua voi selittää parantuneet talousnäkymät ja kasvaneet inflaatio-odotukset. Fedin määrällisen keventämisen vaikutukset makrotaloudessa näyttäytyivät odotettua vaimeampina. Impulssivastefunktiot kertoivat kuluttajahintaindeksin ja teollisuustuotantoindeksin muutosten olevan positiivisia "QE-shokin" jälkeen, mutta Granger-kausalisuus-testit ja varianssijohdotemat eivät mahdollistaneet havaintojen nostamista merkitseviksi. Jos jotain arvopaperiostojen ja makrotalouden välisestä suhteesta voidaan tämän tutkimuksen perusteella sanoa, niin ainakaan arvopaperiostot eivät ole makrotalouden elpymistä hidastaneet.

Tuloksissa huomiota herätti valtion 10 vuoden obligaation tuoton heikko kyky selittää tai ennustaa VAR-mallin muita muuttujia. Aikaisempien tutkimusten perusteella politiikkakoron ollessa nollassa pitkien korkojen negatiivisella shokilla olisi voinut odottaa olevan selkeämpiä

rahoitusmarkkinoita ja makrotaloutta tukevia vaikutuksia. Tuloksen voi aiheuttaa moni asia, kuten esimerkiksi erot havaintoaineistoissa eri tutkimusten välillä. Toisaalta tulos voi kertoa tässä tutkimuksessa käytetyn VAR-mallin puutteista. Lisäksi yleisesti ottaen on syytä muistaa, että tässä(kään) VAR-mallissa ei ole huomioitu suoranaisesti muita tärkeitä talouden kokonaiskehitykseen vaikuttavia toimenpiteitä, kuten finanssipolitiikkaa, ulkomaankauppaa ja maailmantalouden tilannetta.

Kokemusta rikkaampana koen aiheelliseksi pohtia tutkimuksessa käytetyn Fedin rahapolitiikan indikaattorin, määrällisen keventämisen kohdearvopapereiden, soveltuvuutta VAR-mallin rahapolitiikkamuuttujaksi. Vaikka Fedin taseen komponentteja on käytetty aiemmissa tutkimuksissa vastaavalla tavalla, muuttujan käyttöä on arvioitava kriittisesti. Mitä muuttujan avulla VAR-mallissa voidaan havaita? Fedin arvopaperivarantojen positiivinen *shokki* saattaa olla vain teoreettinen kuriositeetti. Määrällisen keventämisen arvopaperiostothan ovat olleet mittakaavaltaan ja kestoltaan pääosin ennalta suunniteltuja. Siten ainakaan kesken määrällisen keventämisen ohjelman yllättävää ostoihin kohdistuvaa kertaluontoista shokkia ei ole ollut odotettavissa. Uudet määrällisen keventämisen ohjelmat tai niiden muutokset ovat voineet olla yllättäviä shokkeja tai innovaatioita, mutta vain uuden tiedon muodossa – ja tieto on kantautunut markkinoille ennen varsinaisia tasetta kasvattaneita ostotapahtumia. Siten on vaikea kuvitella, mikä olisi VAR-mallin Fedin arvopapereiden muutoksen rakenteellisen shokin tosielämän uskottava vastine.

Täten jatkotutkimuksessa muuttujien valintaa on syytä pohtia perusteellisemmin – myös muiden kuin rahapolitiikkamuuttujien osalta. Kuukausittaisia havaintoja käsittäviä aikasarjoja käytettäessä teollisuustuotantoindeksin sijaan kokonaistuotannon indikaattorina voisi harkita esimerkiksi interpoloitua reaalisen bruttokansantuotteen aikasarjaa, työttömyysastetta tai syntyneiden uusien työpaikkojen määrää. Valtion 10 vuoden obligaation tuoton sijaan valtion obligaatioiden korkoero voisi olla vartenotettava vaihtoehto monien aiempien tutkimusten tapaan. Lisäksi olisi syytä harkita nimelliskoron sijaan reaalkoron käyttämistä, sillä inflaatio on yksi tutkimuksen endogeenisistä muuttujista. Havaintoaineiston muokkaus on myös tärkeä kysymys: menetetäänkö jotain olennaista informaatiota tai vääristetäänkö muuttujien välisiä dynaamisia suhteita, kun päivähavainnoista lasketaan keskiarvot kuukausiaineiston kokoamista varten? Lopuksi, tutkielmaa kirjoittaessani havaitsin, että rahapolitiikan vaikutuksia tutkitaan useilla eri menetelmillä, ja osa menetelmistä on hyvin sofistikoituneita. Siten tutkimusta voisi kehittää monella eri tapaa aloittaen edistyneempien menetelmien käyttämisestä. Tähän liittyen, seuraava askel käsillä olevan tutkimuksen kehittämisessä olisi vektorivirheenkorjausmallin (VECM) muodostaminen.

LÄHTEET

- Bagliano, F. C. & Favero, C. A. 1998. Measuring monetary policy with VAR models: An evaluation. *European Economic Review* 42 (6), 1069-1112.
- Bauer, M. D. & Neely, C. J. 2013. International channels of the Fed's unconventional monetary policy. *Working Paper Series* 2012-12 (Revised December 2013), Federal Reserve Bank of San Francisco
- Baumeister, C. & Benati, L. 2012. Unconventional Monetary Policy and the Great Recession: Estimating the Macroeconomic Effects of a Spread Compression at the Zero Lower Bound. *International Journal of Central Banking*, 9(2), 165-212.
- Bernanke, B. 2012. "Monetary Policy since the Onset of the Crisis". Puhe Yhdysvaltain keskuspankin johtokunnan kokouksessa Kansas Cityn Fedin symposiumissa Jackson Holessa Wyomingissa 31.8.2012. Saatavissa [www-muodossa:](http://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/bernanke20120831a.htm)
<<http://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/bernanke20120831a.htm>>
- Bernanke, B. S. & Blinder, A. S. 1992. The Federal Funds Rate and the Channels of Monetary Transmission. *American Economic Review* 82 (4), 901-21.
- Bernanke, B. S. & Mihov, I. 1998. Measuring Monetary Policy. *The Quarterly Journal of Economics* 113 (3), 869-902.
- Bernanke, B. S., Reinhart, V. R. & Sack, B. P. 2004. Monetary policy alternatives at the zero bound: an empirical assessment. *Finance and Economics Discussion Series* 2004-48, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- Board of Governors of the Federal Reserve System. 2010. "FOMC Statement," press release, November 3. Saatavissa [www-muodossa:](http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20101103a.htm)
<<http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20101103a.htm>>
- Board of Governors of the Federal Reserve System. 2012. "FOMC Statement," press release, September 13. Saatavissa [www-muodossa:](http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20120913a.htm)
<<http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20120913a.htm>>
- Board of Governors of the Federal Reserve System. 2013. Factors Affecting Reserve Balances, taulukko H.4.1. Saatavissa [www-muodossa:](http://www.federalreserve.gov/releases/h41/about.htm)
<<http://www.federalreserve.gov/releases/h41/about.htm>>

- Board of Governors of the Federal Reserve System. 2014a. "FOMC Statement," press release, January 29. Saatavissa [www-muodossa: < http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20140129a.htm>](http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20140129a.htm)
- Board of Governors of the Federal Reserve System. 2014b. "FOMC Statement," press release, March 19. Saatavissa [www-muodossa: < http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20140319a.htm>](http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20140319a.htm)
- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. 2009. *Investments*. Boston: McGraw-Hill/Irwin. The McGraw-Hill/Irwin Series in finance, insurance and real estate.
- Bowdler, C. & Radia, A. 2012. Unconventional monetary policy: the assessment. *Oxford Review of Economic Policy* 28 (4), 603-621.
- Brooks, C. 2008. *Introductory econometrics for finance*. Cambridge [England]: Cambridge University Press.
- Carpenter, S. , Demiralp, S., Ihrig, J. & Klee, E. 2013. Analyzing Federal Reserve Asset Purchases: From whom does the Fed buy? *Finance and Economics Discussion Series 2013-32, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.)*.
- Cecioni, M., Ferrero, G. & Secchi, A. 2011. Unconventional Monetary Policy in Theory and in Practice. *Bank of Italy Occasional Papers* 102.
- Chen, Q., Filardo, A., He, D. & Zhu, F. 2012. International spillovers of central bank balance sheet policies. *Bank for International Settlements* 66 (April), 220-264.
- Chiang, A. C. & Wainwright, K. 2005. *Fundamental methods of mathematical economics*. New York: McGraw-Hill.
- Chung, H., Laforte, J., Reifschneider, D. & Williams, J. C. 2013. Have We Underestimated the Likelihood and Severity of Zero Lower Bound Events? *Journal of Money, Credit and Banking* 44, 47-82.
- D'Amico, S., English, W., López-Salido, D. & Nelson, E. 2012. The Federal Reserve's Large-scale Asset Purchase Programmes: Rationale and Effects. *The Economic Journal* 122 (564), F415-F446.
- Dornbusch, R. 1976. Expectations and Exchange Rate Dynamics. *Journal of Political Economy* 84 (6), 1161-1176.

- Eggertsson, G. B. & Woodford, M. 2003. The Zero Bound on Interest Rates and Optimal Monetary Policy. *Brookings Papers on Economic Activity* 34 (1), 139-235.
- Enders, W. 2010. Applied econometric time series. (3rd ed. painos) Hoboken, NJ: Wiley.
- Federal Reserve. 2013. Press Release, 18.9.2013. Saatavissa [www-muodossa <http://federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20130918a.htm>](http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20130918a.htm)
- Federal Reserve Bank of St.Louis. 2013. The Financial Crisis: A Timeline of Events and Policy Actions. Kuvion 2 aineisto. Saatavissa [www-muodossa: <http://timeline.stlouisfed.org/pdf/CrisisTimeline.pdf>](http://timeline.stlouisfed.org/pdf/CrisisTimeline.pdf)
- Fratzscher, M., Lo Duca, M. & Straub, R., 2013. On the International Spillovers of US Quantitative Easing. *ECB Working Paper* No. 1557.
- Friedman, M. & Schwartz, A. J. 1963. Money and Business Cycles. *The review of economics and statistics* 45 (1, Part 2, Supplement), 32-64.
- Gagnon, J., Raskin, M., Remache, J. & Sack, B. 2011a. Large-scale asset purchases by the Federal Reserve: did they work? *Economic Policy Review* (May), 41-59.
- Gagnon, J., Raskin, M., Remache, J. & Sack, B. 2011b. The Financial Market Effects of the Federal Reserve's Large-Scale Asset Purchases. *International Journal of Central Banking* 7 (1), 3-43.
- Gambacorta, L., Hofmann, B. & Peersman, G. 2011. The Effectiveness of Unconventional Monetary Policy at the Zero Lower Bound: A Cross-Country Analysis. *BIS Working Papers* 384.
- Gertler, M. & Karadi, P. 2011. A model of unconventional monetary policy. *Journal of Monetary Economics* 58 (1), 17-34.
- Glick, R. & Leduc, S. 2012. Central bank announcements of asset purchases and the impact on global financial and commodity markets. *Journal of International Money and Finance* 31 (8), 2078-2101.
- Glick, R. & Leduc, S. 2013. Unconventional Monetary Policy and the Dollar. *FRBSF Economic Letter* 2013 (9), 1-5.
- Haltom, R. & Hatchondo, J. 2011. How might the Fed's large-scale asset purchases lower long-term interest rates? *Richmond Fed Economic Brief*, issue Jan.

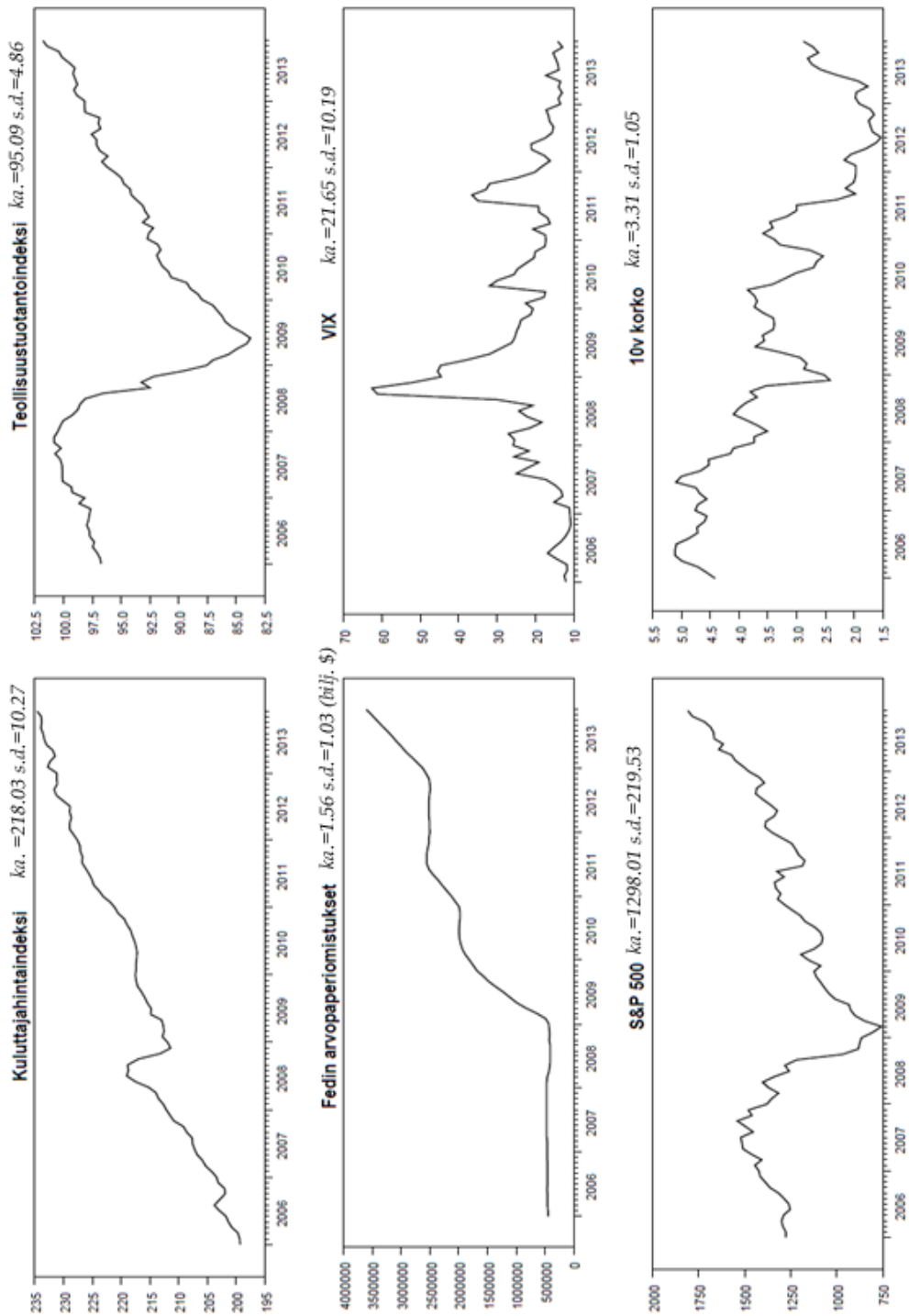
- Haltom, R. & Wolman, A. L. 2012. A Citizen's Guide to Unconventional Monetary Policy. *Richmond Fed Economic Briefs* 12 (12), 1-6.
- Ikoku, A. E. 2010. Is the Stock Market a Leading Indicator of Economic Activity in Nigeria? *The CBN Journal of Applied Statistics* 1 (1), 17-38.
- Joyce, M., Tong, M. & Woods, R. 2011a. The United Kingdom's quantitative easing policy: design, operation and impact. *Bank of England Quarterly Bulletin* 51 (3), 200-212.
- Joyce, M., Lasaoa, A., Stevens, I. & Tong, M. 2011b. The Financial Market Impact of Quantitative Easing in the United Kingdom. *International Journal of Central Banking* 7 (3), 113-161.
- Joyce, M., Miles, D., Scott, A. & Vayanos, D. 2012a. Quantitative Easing and Unconventional Monetary Policy - an Introduction. *The Economic Journal* 122 (564), F271-F288.
- Joyce, M., McLaren, N. & Young, C. 2012b. Quantitative easing in the United Kingdom: evidence from financial markets on QE1 and QE2. *Oxford Review of Economic Policy* 28 (4), 671-701.
- Kapetanios, G., Haroon Mumtaz, Stevens, I. & Theodoridis, K. 2012. Assessing the Economy-wide Effects of Quantitative Easing. *The Economic Journal* 122 (564, FEATURES), F316-F347.
- Krishnamurthy, A. & Vissing-Jorgensen, A. 2011. The Effects of Quantitative Easing on Interest Rates: Channels and Implications for Policy. *NBER Working Papers* 17555.
- Krugman, P. R. 1998. It's Baaack: Japan's Slump and the Return of the Liquidity Trap. *Brookings Papers on Economic Activity* 29 (2), 137-206.
- Krugman, P. R. 2010. How Much Of The World Is In a Liquidity Trap? *The New York Times, The Opinion Pages* 17.3.2010.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. & Schmidt, P. 1990. Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of Unit Root: How Sure are we that Economic Time Series have a Unit Root? *Working Papers, Michigan State - Econometrics and Economic Theory*.
- Labonte, M. 2014. Monetary Policy and the Federal Reserve: Current Policy and Conditions. *CRS Report for Congress*. Saatavissa [www-muodossa:<http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL30354.pdf>](http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL30354.pdf)

- Lutz, F. A. 1940. The Structure of Interest Rates. *The Quarterly Journal of Economics* 55 (1), 36-63.
- Malkiel, B. G. 1962. Expectations, Bond Prices, and the Term Structure of Interest Rates. *The Quarterly Journal of Economics* 76 (2), 197-218.
- Markowitz, H. 1952. Portfolio Selection. *The Journal of Finance* 7 (1), 77-91.
- Mishkin, F. S. 1978. Efficient-Market Theory: Implications for Monetary Policy. *The Brookings Papers on Economic Activity* 9 (3), 707-752.
- Mishkin, F. S. 1996. The Channels of Monetary Transmission: Lessons for Monetary Policy. *NBER Working Paper Series* No. 5464.
- Mishkin, F. S. 2009. *The economics of money, banking and financial markets*. (9th ed., global ed. painos) Boston, MA: Pearson.
- Modigliani, F. & Sutch, R. 1966. Innovations in Interest Rate Policy. *The American Economic Review* 56 (1/2), 178-197.
- Neely, C. J. 2010. The large scale asset purchases had large international effects. *Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper* No. 2010-018E.
- Peersman, G. 2011. Macroeconomic Effects of Unconventional Monetary Policy in the Euro Area. *CEPR Discussion Papers* 8348.
- Phillips, P. C. B. & Perron, P. 1988. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika* 75 (2), 335-346.
- Russell, S. 1992. Understanding the Term Structure of Interest Rates: The Expectations Theory. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, Vol. 74, No. 4.
- StataCorp. 2013. *Stata: Release 13 Time Series Reference Manual*. College Station, TX: StataCorp LP. Saatavissa [www-muodossa: <http://www.stata.com/manuals13/ts.pdf>](http://www.muodossa:www.stata.com/manuals13/ts.pdf)
- Strongin, S. 1995. The identification of monetary policy disturbances explaining the liquidity puzzle. *Journal of Monetary Economics* 35 (3), 463-497.
- Thornton, D. L. 2012. Evidence on the portfolio balance channel of quantitative easing. *Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper Series* No. 2012-015A.
- Tobin, J. 1969. A General Equilibrium Approach to Monetary Theory. *Journal of Money, Credit and Banking* 1 (1), 15-29.

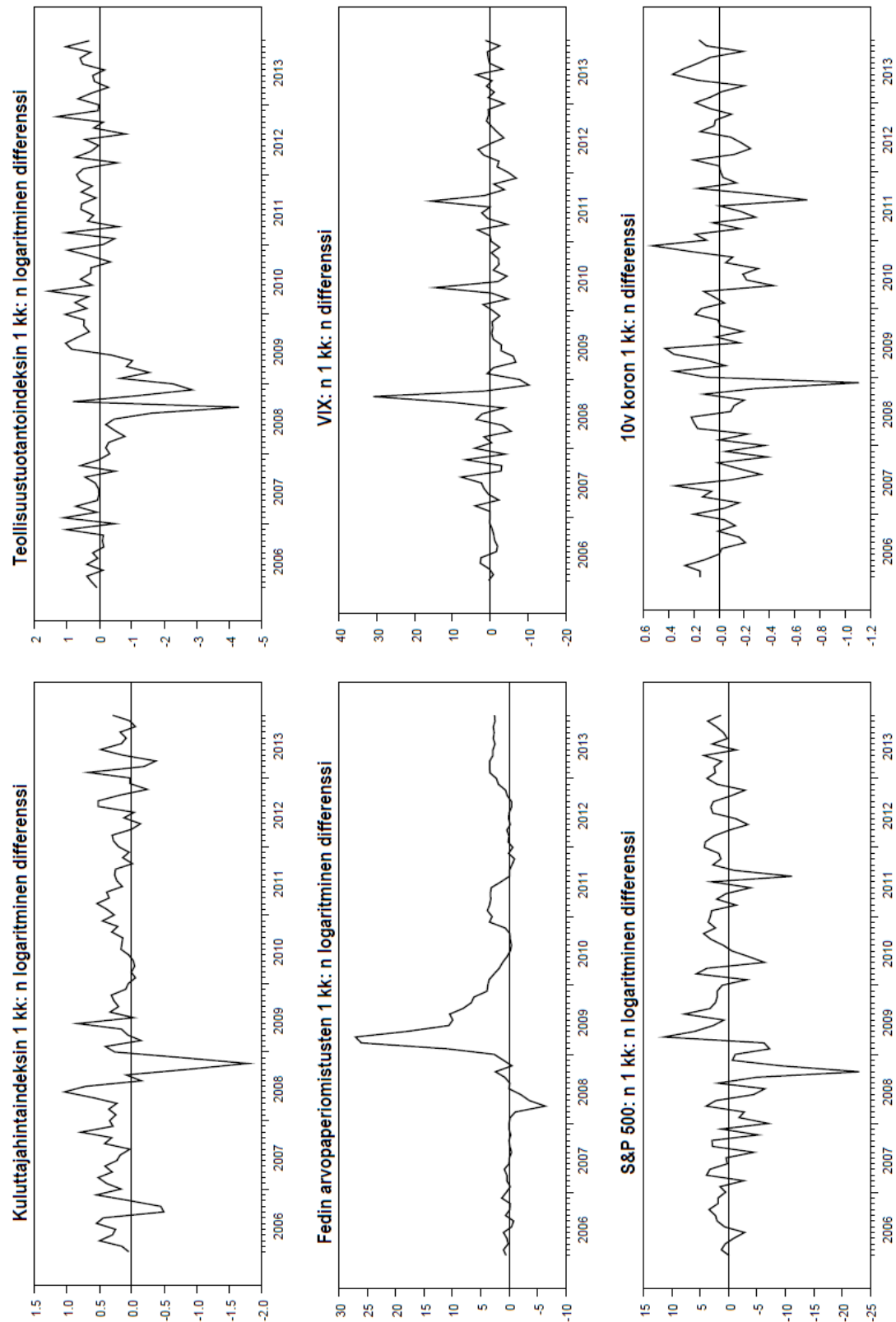
- U.S. Bureau of Labor Statistics. 2014. Kuluttajahintaindeksin ja teollisuustuotantoindeksin aikasarjat. Saatavissa [www-muodossa: <http://www.bls.gov/data/>](http://www.bls.gov/data/)
- U.S. Department of The Treasury. 2014. Kuvion 3 aineisto sekä empiirisessä tutkimuksessa käytetty valtion 10 vuoden obligaation tuotto. Saatavissa [www-muodossa: <http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/default.aspx >](http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/default.aspx)
- Vilmi, L. 2012. Rahapolitiikan määrällinen keventäminen. *Euro & talous. Rahapolitiikka ja kansainvälinen talous* 2012 (1): 53-62.
- Wallace, N. 1981. A Modigliani-Miller Theorem for Open-Market Operations. *The American Economic Review* 71 (3), 267-274.
- Williams, J. C. 2011. Unconventional Monetary Policy: Lessons from the Past Three Years. *FRBSF Economic Letter* 2011 (31), 1-8.
- Williams, J. C. 2012. The Federal Reserve's Unconventional Policies. *FRBSF Economic Letter* 2012 (34), 1-9.
- Whaley, R. E. (2009). Understanding VIX. *The Journal of Portfolio Management*, 35(3). 98-105.
- Wheelock, D. C. & Wohar, M. E. 2009. Can the term spread predict output growth and recessions? a survey of the literature. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, September/October 2009 Vol. 91, No. 5, Part 1, pp. 419-440
- Wright, J. H. 2012. What does Monetary Policy do to Long-term Interest Rates at the Zero Lower Bound? *The Economic Journal* 122 (564), F447-F466.
- Woodford, M. 2012. Methods of policy accommodation at the interest-rate lower bound. *Economic Policy Symposium - Jackson Hole*, Federal Reserve Bank of Kansas City, pages 185-288. Saatavissa [www-muodossa: <http://www.kansascityfed.org/publicat/sympos/2012/Woodford_final.pdf>](http://www.kansascityfed.org/publicat/sympos/2012/Woodford_final.pdf)
- Yahoo Finance. 2014. S&P 500 -indeksin ja VIX-indeksin aikasarjat. Saatavissa [www-muodossa: <http://finance.yahoo.com/market-overview/>](http://finance.yahoo.com/market-overview/)
- Yellen, J. 2011. *The Federal Reserve's Asset Purchase Program*. Puhe Brimmer politiikka-foorumissa Denverissä, Coloradossa 8.1.2011. Saatavissa [www-muodossa: <http://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/yellen20110108a.htm>](http://www.federalreserve.gov/newsevents/speech/yellen20110108a.htm)

LIITTEET

Liite 1 Tutkimuksessa käytettyjen aikasarjojen kuvaajat



KUVIO 6 Tutkimuksen aikasarjat tasomuotoisena. Fedin arvopaperiomistukset (tässä: U.S. Treasuries > 1v; Agency debt; MBS) miljoonaa Yhdysvaltain dollaria.



KUVIO 7 Tutkimuksen aikasarjat differensoituina. Logaritmiset differenssit on kerrottu luvulla 100. Keskiarvot ja keskihajonnat ks. taulukko 7.

Liite 2 VAR-mallin parametriestimaatit ja jäännösten autokorrelaatiotarkastelu.

TAULUKKO 7 Estimoidun VAR-mallin parametriestimaatit. Kaikki mallin muuttujat ovat differensoituja (ks. luku 5.2) Sulkeissa differenssin aste. Hakasulkeissa estimaatin t-testisuure. Keskiarvoon saa tarvittaessa selville jakamalla parametriestimaatin t-testisuureen arvolla.

	INF	IP	FED	VIX	S&P 500	10V KORKO
INF(-1)	0.469939 [4.29187]	0.192328 [0.72140]	0.112397 [0.15088]	-1.814783 [-1.10521]	-0.434890 [-0.31708]	0.122510 [1.52592]
INF(-2)	-0.145370 [-1.42059]	-0.254085 [-1.01977]	-0.806284 [-1.15810]	3.290498 [2.14423]	-0.102339 [-0.07984]	-0.096677 [-1.28846]
IP(-1)	0.017946 [0.44185]	0.102901 [1.04055]	-0.137265 [-0.49675]	-2.962045 [-4.86317]	2.196497 [4.31748]	-0.021385 [-0.71809]
IP(-2)	0.031747 [0.63362]	0.365303 [2.99442]	-0.177115 [-0.51958]	-0.351030 [-0.46719]	1.254206 [1.99842]	-0.053028 [-1.44341]
FED(-1)	0.001494 [0.10352]	0.024652 [0.70135]	1.166667 [11.8784]	-0.233462 [-1.07840]	0.488648 [2.70228]	0.027432 [2.59157]
FED(-2)	-0.003154 [-0.21776]	-0.013659 [-0.38734]	-0.377086 [-3.82679]	-0.091809 [-0.42270]	-0.165621 [-0.91292]	-0.022805 [-2.14741]
VIX(-1)	-0.041879 [-3.62267]	0.025402 [0.90247]	-0.266408 [-3.38721]	0.783735 [4.52081]	-0.439384 [-3.03433]	-0.003903 [-0.46045]
VIX(-2)	0.014331 [1.06852]	0.017558 [0.53766]	-0.098325 [-1.07754]	-0.237469 [-1.18066]	0.114227 [0.67993]	0.008362 [0.85030]
S&P 500(-1)	-0.008590 [-0.61947]	0.005434 [0.16095]	-0.341589 [-3.62084]	0.809681 [3.89378]	-0.181041 [-1.04233]	0.012298 [1.20955]
S&P 500(-2)	0.028467 [1.80378]	0.109679 [2.85425]	0.023879 [0.22239]	-0.083867 [-0.35436]	0.133698 [0.67632]	0.027655 [2.38983]
10V KORKO(-1)	-0.144859 [-0.93231]	0.436534 [1.15387]	2.257455 [2.13548]	2.531930 [1.08662]	-2.390130 [-1.22806]	0.020119 [0.17659]
10V KORKO(-2)	-0.021009 [-0.14673]	-0.728755 [-2.09033]	0.030386 [0.03119]	-1.197074 [-0.55749]	0.787373 [0.43901]	-0.127753 [-1.21683]
Vakio	0.109276 [2.75716]	-0.026098 [-0.27044]	0.771965 [2.86285]	0.418678 [0.70442]	-0.435563 [-0.87736]	-0.047328 [-1.62860]
$R^2_{korjattu}$	0.434743	0.372331	0.853921	0.336288	0.391644	0.269621
Jäännösneliösumma	6.012778	35.64661	278.3222	1352.212	943.4113	3.232718
Estimaatin keskivirhe Vastemuuttujan	0.274153	0.667520	1.865215	4.111283	3.434042	0.201020
keskihajonta	0.173106	0.050721	2.223268	0.026829	0.360432	-0.019785
Vastemuuttujan ka.	0.364645	0.842556	4.880174	5.046468	4.402777	0.235215

TAULUKKO 8 LM-testin tulokset tutkimuksessa käytetylle VAR(2)-mallille. $H_0 =$ ei autokorrelaatiota.

Viiveet	LM- testisuure	p-arvo
1	61.63050	0.0049
2	39.43293	0.3190
3	23.73200	0.9420
4	26.58287	0.8737
5	64.53793	0.0024
6	30.19584	0.7405
7	28.62148	0.8043
8	48.73595	0.0764
9	37.57439	0.3969
10	46.24411	0.1179
11	42.32729	0.2166
12	24.35238	0.9300

TAULUKKO 9 LM-testin tulokset VAR(5)-mallille. $H_0 =$ ei autokorrelaatiota.

Viiveet	LM- testisuure	p-arvo
1	36.86603	0.4287
2	35.32404	0.5005
3	32.95951	0.6140
4	37.60118	0.3958
5	43.01332	0.1961
6	33.27445	0.5989
7	30.15421	0.7423
8	40.29514	0.2859
9	41.22145	0.2528
10	49.08666	0.0716
11	30.59001	0.7234
12	20.22071	0.9843

TAULUKKO 10 VAR-mallin viiverakenteen valitseminen VAR(2)- ja VAR(5)-mallien välillä informaatiokriteerien ja LR -testin tuloksen perusteella.

Viiveet	$\ln \Sigma $	LR-testi (Yhtälö 14)	AIC	SBC
2	-2.59	$\chi^2 = 127.06$	-85.01	112.52
5	-4.74	(p=0.102)	-55.06	409.90

Liite 3 Yhteisintegraatiotestit tasomuuttujille

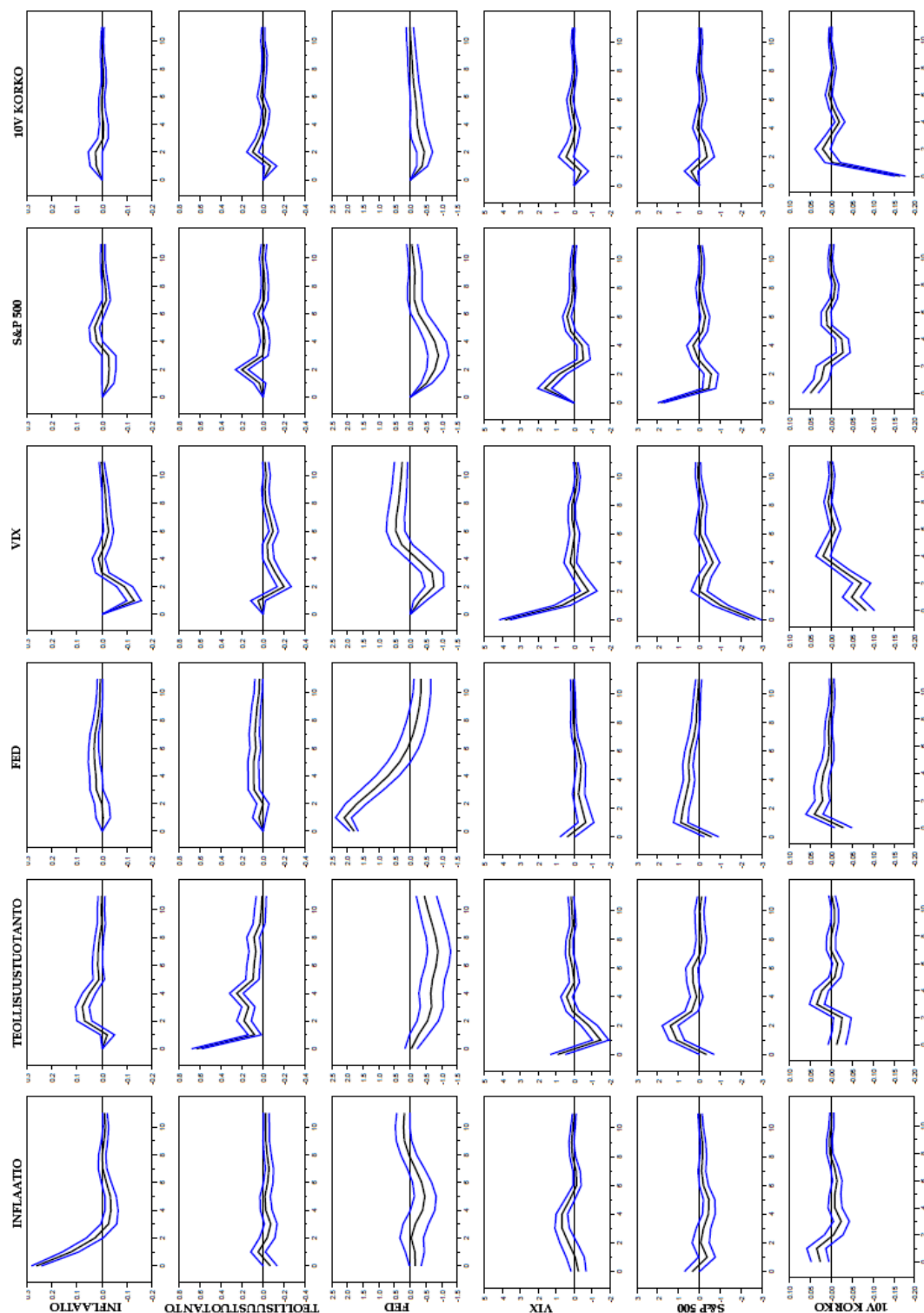
TAULUKKO 11 Pareittaisten Engle-Granger -testien tulokset tasomuotoisille muuttujille. Perustuu RATS-ohjelman EGTEST-proseduuriin. Riveillä on selitettävät ja sarakkeilla selittävät muuttujat. Solujen merkinnät kertovat, että oliko yksinkertaisen lineaarisen regression residuaali yhteisintegraatiotestin nollahypoteesin mukaisesti epästationaarinen. Merkintä "–" kertoo nollahypoteesin jääneen voimaan; merkinnän ** kohdalla nollahypoteesi hylättiin 5 %:n merkitsevyystasolla; merkinnän * kohdalla nollahypoteesi hylättiin 10 %:n merkitsevyystasolla. Nollahypoteesin hylkääminen tarkoittaa, että tarkasteltavilla muuttujilla on yhteinen stokastinen trendi. Tulosten perusteella pareittaisia yhteisintegraatioita voisi olla VIX: n ja teollisuustuotantoindeksin, VIX: n ja S&P 500: n, VIX: n ja Fed-muuttujan sekä 10 vuoden koron ja kuluttajahintaindeksin kohdalla.

Muuttuja	Kuluttajahintaindeksi	Teollisuustuotantoindeksi	Fed	VIX	S&P 500	10v korko
Kuluttajahintaindeksi		–	–	–	–	*
Teollisuustuotantoindeksi	–		–	–	–	–
Fed	–	–		–	–	–
VIX	–	**	*		**	–
S&P 500	–	–	–	–		–
10v korko	**	–	–	–	–	

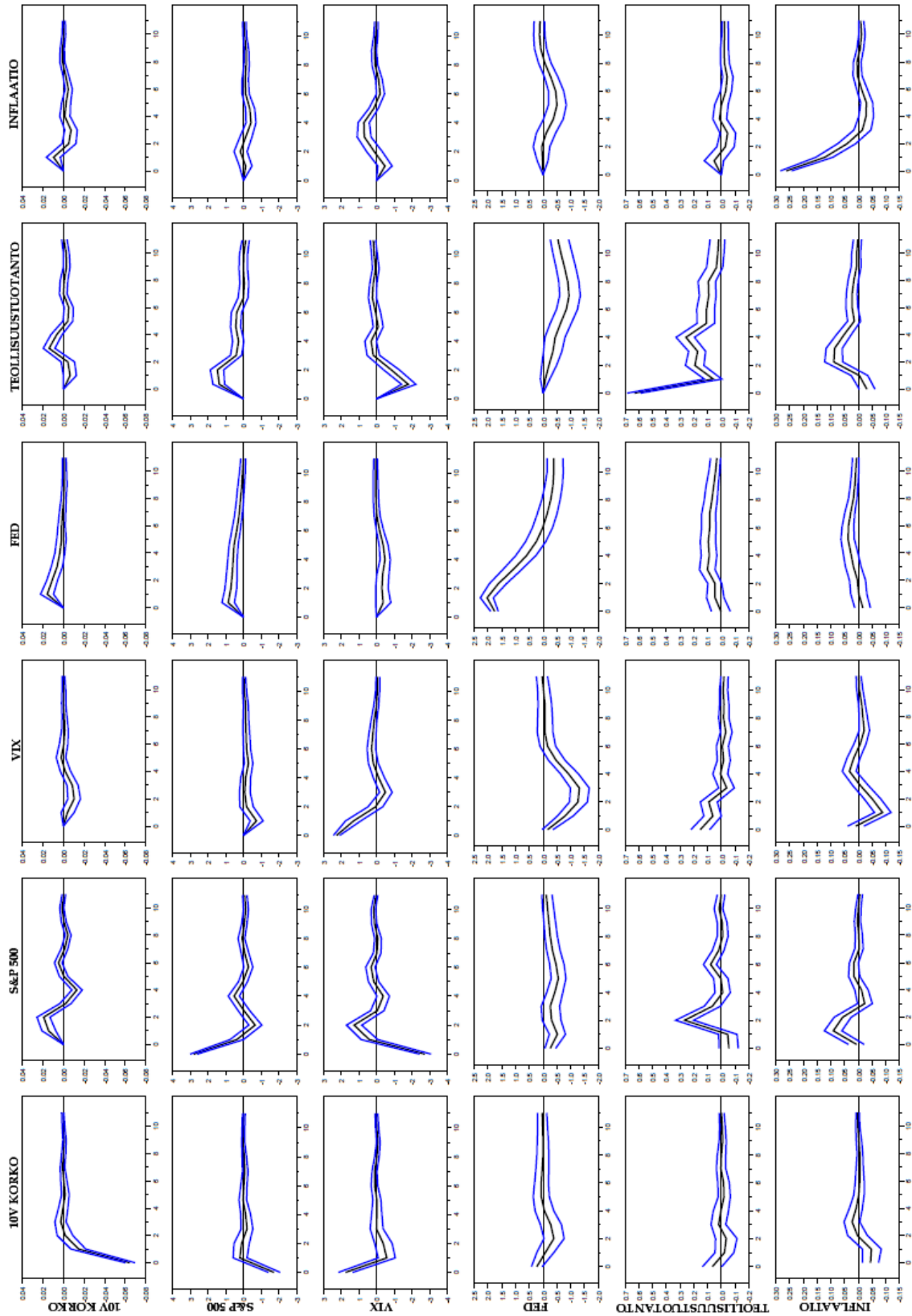
TAULUKKO 12 Lambda trace -testien tulokset tasomuotoisille muuttujille. Viiverakenne oli kaksi viivettä Schwartzin informaatiokriteeriin perustuen. Testin perusteella tasomuuttujien välillä voisi olla kahdesta kolmeen yhteisintegraatiovektoria.

r	Ominaisarvo	Trace	Trace*	Kriittinen arvo (5 %)	P-arvo	P-arvo*
0	0.518	188.671	136.519	117.451	<0.001	0.001
1	0.4	119.994	91.378	88.554	<0.001	0.03
2	0.28	72.052	60.579	63.659	0.008	0.09
3	0.188	41.171	32.041	42.77	0.073	0.392
4	0.147	21.6	16.994	25.731	0.157	0.423
5	0.068	6.652	5.385	12.448	0.393	0.551

Liite 4 Yhtälön 10 identifikaation mukaiseen Choleski-hajotelmaan perustuvat impulssivastefunktiot ja varianssihajotelmat



KUVIO 8 Impulssivastefunktiot (mediaani) ja Monte Carlo integraation 16: n ja 84: n persenttiin luottamusvälit yhtälön 10 identifikaation mukaisesti. Riveillä vastemuuttuja ja sarakkeilla yhtälö, johon shokki on asetettu. Muut shokit paitsi 10v korko ovat positiivisia.



KUVIO 9 Impulssivastefunktiot (mediaani) ja Monte Carlo integraation 16: n ja 84: n persenttiin luottamusvälit yhtälön 10 identifikaation mukaisesti, mutta muuttujat päinvastaisessa järjestyksessä. Riveillä vastemuuttuja ja sarakeilla yhtälö, johon shokki on asetettu. Muut shokit paitsi 10v korko ovat positiivisia.

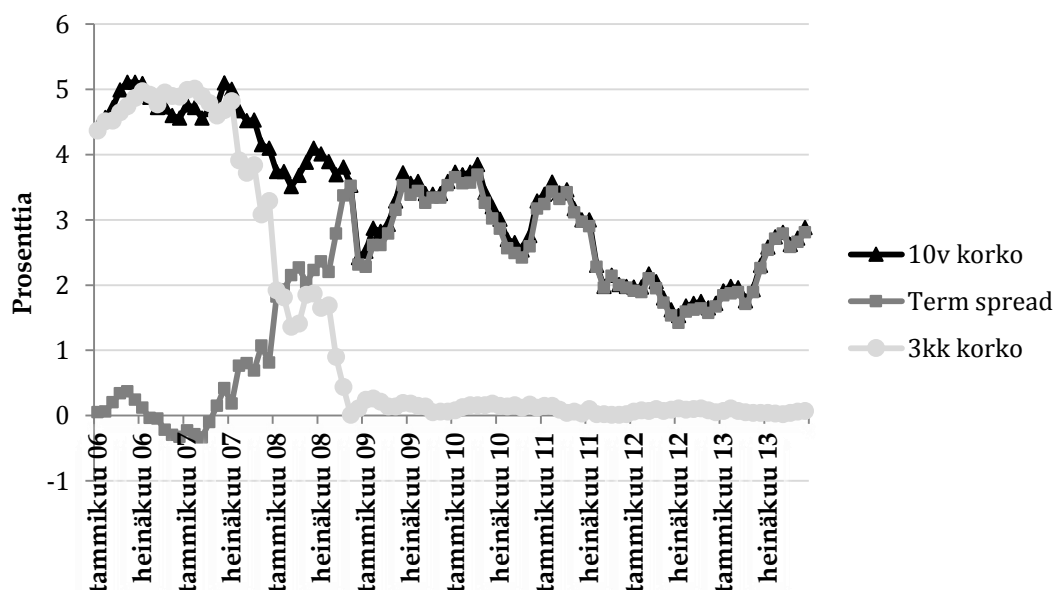
TAULUKKO 13 VAR: n endogeenisten muuttujien varianssihajotelmat (%). Riveillä selitettävät tai ennustettavat muuttujat, sarakkeilla n:n askeleen ennustevirheen varianssia selittävät muuttujat. Rakenteellisten shokkien identifikaatio on yhtälön 10 mukainen, eli tavanomainen Choleski-hajotelma. IP=Teollisuustuotanto.

	Kuukautta	Keskivirhe	INF	IP	FED	VIX	S&P500	10v korko
Inflaatio	1	0.25	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.31	83.21	0.44	0.01	15.28	0.50	0.53
	12	0.36	64.02	11.00	3.40	17.83	2.73	1.01
IP	1	0.62	1.22	98.77	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.63	1.67	96.12	0.32	0.50	0.23	1.16
	12	0.84	3.39	72.44	6.19	9.99	5.74	2.24
FED	1	1.73	0.84	0.02	99.14	0.00	0.00	0.00
	2	2.77	0.58	0.89	92.62	1.11	3.18	1.62
	12	4.77	3.20	21.25	53.29	8.94	11.02	2.29
VIX	1	3.81	0.44	5.19	0.85	93.52	0.00	0.00
	2	4.47	0.35	14.19	2.72	69.99	11.96	0.78
	12	5.01	4.45	15.47	4.51	59.18	14.73	1.65
S&P500	1	3.18	1.15	1.12	3.05	64.08	30.59	0.00
	2	3.65	1.79	9.11	7.79	55.64	24.62	1.04
	12	4.38	4.02	18.02	14.43	41.75	19.85	1.93
10v korko	1	0.19	1.82	0.50	2.32	18.61	6.42	70.32
	2	0.20	4.40	1.59	5.63	21.44	6.75	60.19
	12	0.23	5.32	6.32	6.67	26.68	8.66	46.34

TAULUKKO 14 VAR: n endogeenisten muuttujien varianssihajotelmat (%). Riveillä selitettävät tai ennustettavat muuttujat, sarakkeilla n:n askeleen ennustevirheen varianssia selittävät muuttujat. Rakenteellisten shokkien identifikaatio on toteutettu järjestämällä yhtälön 10 muuttujat päinvastaiseen järjestykseen. Toisin sanoen kyseessä on tavanomainen Choleski-hajotelma. IP=Teollisuustuotanto.

	Kuukautta	Keskivirhe	10v korko	S&P500	VIX	FED	IP	INF
10v korko	1	0.19	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.20	87.63	4.01	0.56	4.85	0.64	2.30
	12	0.23	65.71	14.36	4.44	6.39	5.88	3.21
S&P500	1	3.18	28.53	71.47	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	3.65	22.16	55.73	3.85	5.10	13.08	0.09
	12	4.37	15.67	43.62	3.78	12.53	22.12	2.21
VIX	1	3.81	20.83	46.71	32.46	0.00	0.00	0.00
	2	4.47	17.24	34.50	31.86	0.64	14.73	1.02
	12	5.01	14.36	35.44	27.26	2.82	15.17	4.95
FED	1	1.73	2.66	1.26	0.99	95.09	0.00	0.00
	2	2.77	1.04	3.05	8.67	87.14	0.09	0.01
	12	4.77	0.99	5.59	22.60	49.61	18.48	2.73
IP	1	0.62	0.73	0.72	5.76	0.002	92.78	0.00
	2	0.63	1.11	1.58	6.69	0.37	89.68	0.57
	12	0.84	0.90	12.14	5.37	7.29	72.68	1.62
INF	1	0.25	1.82	0.17	0.18	0.39	1.21	96.23
	2	0.31	3.44	8.55	7.42	0.29	0.83	79.47
	12	0.36	2.84	9.44	9.04	4.12	13.82	60.74

Liite 5 Valtion obligaatioiden korkoero



KUVIO 10 Yhdysvaltain valtion 3kk:n ja 10 vuoden obligaatioiden korot sekä korkoero eli term spread. Lähde: U.S. Department of Treasury.