

**MAATALOUSTUOTEMARKKINOIDEN SI-
JOITTAJAKÄYTTÄYTYMISEN MUUTOKSEN
VAIKUTUS USA:N MAATALOUSTUOTE- JA
OSAKEMARKKINOIDEN KORRELOITUNEI-
SUUTEEN**

**Jyväskylän yliopisto
Kauppakorkeakoulu**

Pro gradu -tutkielma

2017

**Tekijä: Mikko Heikkilä
Oppiaine: Taloustiede
Ohjaaja: Juhani Raatikainen**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

TIIVISTELMÄ

Tekijä Mikko Heikkilä	
Työn nimi Maataloustuotemarkkinoiden sijoittajakäyttäytymisen muutoksen vaikutus USA:n maataloustuote- ja osakemarkkinoiden korreloituneisuuteen	
Oppiaine Taloustiede	Työn laji Pro gradu -tutkielma
Aika (pvm.) 27.7.2017	Sivumäärä 60
Tiivistelmä - Abstract <p>Tässä tutkimuksessa perehdytään siihen, kuinka maataloustuotemarkkinoiden sijoittajakäyttäytymisen muutos vaikuttaa osake- ja maataloustuotemarkkinoiden väliseen korrelaatioon. Tutkittava aineisto koostuu maissin, vehnän, soijapavun, sokerin ja kaakaon päivittäisistä futuurihinnoista vuosilta 1973–2016. Tutkimuksessa osakemarkkinoita kuvaa S&P 500 -indeksi ja raaka-ainemarkkinoita S&P GSCI -indeksi. Aluksi arvioidaan muuttujien keskinäisiä riippuvuussuhteita VAR-mallin avulla. Tämän jälkeen estimoidaan osake- ja maataloustuotemarkkinoiden volatiliteetit ja korrelaatiot DCC-GARCH -mallin avulla sekä arvioidaan muuttujien volatiliteettien ja korrelaatioiden muutosta kahden otoksen t-testin avulla. Korrelaatioiden ja volatiliteettien keskiarvojen muutosten arviointia varten on pyritty valitsemaan sellaiset otokset, joissa ei näy viimeisimmän ruokakriisin vaikutuksia. S&P GSCI -indeksin ja maataloustuotteiden väliset korrelaatiot on sen sijaan estimoitu kuvaamaan indeksisijoittajien vaikutusta maataloushyödykkeiden futuurihintoihin. Estimoituja korrelaatioita selitetään VIX-indeksillä, TED-erotuksella ja dollarin suhteellisella valuuttakurssilla.</p> <p>Tulosten perusteella kaikkien muiden paitsi maissin volatiliteetin keskiarvo on pienentynyt vertailtavina ajankohtina. Kaikkien muuttujien korrelaatiot osakemarkkinoiden kanssa ovat sen sijaan nousseet selvästi verrattuna ajanjaksoon ennen vuoden 2008 ruokakriisiä. Makromuuttujista ainoastaan TED-erotus selittää tilastollisesti merkitsevästi vehnän ja sokerin korrelaatiota osakemarkkinoiden kanssa. Lineaaristen regressioiden kertoimet ovat yleisesti ottaen etumerkiltään negatiivisia, vaikka ne eivät olekaan tilastollisesti merkitseviä. Indeksisijoittajien vaikutus ennen ruokakriisiä maataloustuotteisiin on ollut vähäinen estimoitujen korrelaatioiden perusteella. Tutkimuksessa havaitaan, että vuoden 2014 lopussa S&P GSCI -indeksin ja maataloustuotteiden välinen korrelaatio heikkenee selvästi pitkän aikavälin tason alapuolelle. Suoraa selitystä korrelaation heikkenemiselle ei pystytä tässä tutkimuksessa löytämään. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että sijoittajakäyttäytymisen muutos on saattanut aiheuttaa osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välisen pitkän aikavälin korrelaation kasvun. Volatiliteetin pieneneminen viittaa siihen, että spekulatiivisten sijoittajien lisääntyneen kaupankäynnin myötä markkinat ovat tehostuneet.</p>	
Asiasanat Osakemarkkinat, maataloustuotemarkkinat, korrelaatio, volatiliteetti	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopiston kirjasto	

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 MAATALOUSTUOTEMARKKINOIDEN ERITYISPIIRTEET.....	6
2.1 Sijoittajien toiminta maataloustuotemarkkinoilla	6
2.2 Aiempia maataloustuotemarkkinoiden kriisejä	8
3.1 Makrotaloudellisten tekijöiden vaikutus maataloustuotteiden hintojen volatilitettiin ja korrelaatioon osakemarkkinoiden kanssa	13
3.2 Osake- ja maataloustuotemarkkinoiden korreloituneisuus	16
3.3 Volatiilisuuden välittyminen osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välillä.....	19
4 AINEISTO JA EKONOMETRISET MENETELMÄT	22
4.1 Aineisto.....	22
4.2 Ekonometriset menetelmät	25
5 TULOKSET	29
5.1 Yksikköjuuritestit.....	29
5.2 VAR-malli	30
5.3 Volatilitetit.....	31
5.4 Korrelaatiot	34
5.4 Lineaariset regressiot	43
5.5 Tulosten vertailu aiempiin tutkimuksiin	45
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA ARVIONTI	52
7 LIITTEET.....	53
LIITE 1	53
LIITE 2	55
LÄHTEET	56

1 JOHDANTO

Maataloustuotemarkkinoiden merkitys on muuttunut viimeisen vuosikymmenen aikana. Valtiot ovat avanneet raaka-ainemarkkinoitaan ja vähentäneet omavaraisuuttaan ruokatuotannossa. Omavaraistuotanto nähdään talouden näkökulmasta kalliina, jäykkänä ja korruption mahdollistavana systeeminä. Talous, jossa tavara tuodaan sieltä mistä se halvimmalla saadaan, toimi hyvin, kunnes aikavälillä 2007–2008 ruoan hinnat nousivat maailmanlaajuisesti. Vuoden 2008 kesäkuussa maataloustuotteiden nimelliset hinnat saavuttivat viimeisen 50 vuoden aikaisen huippunsa. Monet elintarvikkeiden tuonnista riippuvaiset maat joutuivat kriisiin. Esimerkiksi riisin tarjonta ei vastannut kansainvälistä kysyntää ja riisin markkinat jouduttiin lopulta sulkemaan, jotta tilanne ei riistäytyisi kärsistä. (Gilbert & Morgan 2010.)

Rahoitus- ja erityisesti johdannaismarkkinoiden kehittyminen on johtanut siihen, että maatalous- ja raaka-ainemarkkinoilla toimijat ovat pääsääntöisesti kaupallisia sijoittajia. Absoluuttisen tuoton rahastojen aktiivisuus on lisääntynyt, ja varsinaisen fyysisen raaka-aineen suojaamistarkoituksessa kauppaa käyvien osuus on vähentynyt vuoden 2005 jälkeen (Büyüksahin & Robe 2014; Girardi 2015). Alan tutkimuksessa on herännyt kysymys siitä, ovatko maataloustuotemarkkinat enää riippumattomia osakemarkkinoiden vaihtelusta.

Tässä tutkimuksessa keskitytään maataloustuotteiden johdannaismarkkinan. Maataloustuotteiden johdannaismarkkinalla tarkoitetaan pörssissä käytävää yleisimmin optioiden ja futuurien sähköistä kaupankäyntiä. Aikaisempien tutkimusten perusteella maataloustuotteiden johdannaismarkkinalla on ollut ainakin lyhytaikaisia kausia, jolloin korrelaatio osakemarkkinoiden kanssa on ollut negatiivinen tai lähellä nollaa (Büyüksahin et al. 2010; Chong & Miffre 2006a; Silvennoinen & Thorp 2013). Tämä markkinoiden eriytyminen on tarjonnut osakesijoittajille hajautushyötyä. Toisaalta viimeaikaisten tutkimusten mukaan taloudellinen turbulenssi vahvistaa positiivista korrelaatiota osakemarkkinoiden kanssa. Tällöin edellä mainittua hajautushyötyä ei olisi, kun sitä eniten sijoitusten arvon suojaamiseksi tarvittaisiin (Lombardi & Ravazzolo 2013).

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on selvittää, onko maataloustuotemarkkinoiden toiminta muuttunut sijoittajakäyttäytymisen muutoksen (*financialization*¹) seurauksena. Erityisesti tarkastellaan osakemarkkinoiden ja maataloustuotteiden suhdetta dynaamisten korrelaatioiden avulla. Tutkimuksessa tarkastellaan myös maataloustuotteiden ja S&P GSCI -indeksin välisiä korrelaatioita, joilla pyritään arvioimaan indeksisijoittajien vaikutusta tämän tutkimuksen hyödykkeiden tuottoihin. Vuoden 2008 jälkeen kirjallisuudessa esitettiin osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välillä korrelaation kasvuun viittaavia tuloksia.

¹ Financialization-termi tarkoittaa rahoitusmarkkinoiden yhdentymistä tai globalisoitumista. Tässä tapauksessa käytetään termiä *sijoittajakäyttäytymisen muutos*, koska markkinoiden yhdentyminen on tarkoittanut markkinoilla toimivien toiminnan tarkoituksen muuttumista.

Tutkimukseni aineisto on kerätty aikaväliltä 20.3.1973–11.11.2016 Thomson Reutersin Datastream-palvelusta. Aineisto soveltuu hyvin tutkimukseeni, sillä se sisältää 1970- ja 1980-lukujen maataloustuotemarkkinoiden kriisit, joiden vaikutuksesta olen kiinnostunut. Lisäksi aineiston etuna on se, että se pitää sisällään riittävän pitkän ajanjakson vuoden 2008 kriisin alkamisen jälkeen. Aiemmissä tutkimuksissa, joihin olen perehtynyt, aineisto loppuu viimeistään vuoteen 2013, jolloin lyhyt aika kriisistä on saattanut aiheuttaa virhearviointeja. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan, onko tuottojen korrelaatioiden kasvu markkinoiden välillä pysyvää aiempia tutkimuksia pidemmällä aineistolla. Hyödykemarkkinoita kuvataan viidellä USA:n markkinan tärkeimmällä maataloustuotteella, joita ovat maissi, vehnä, soijapapu, sokeri ja kaakao. Lisäksi vertaillaan maataloustuoteindeksin tuottoja osakemarkkinaindeksin vastaaviin tuottoihin. Osakemarkkinoita kuvaamaan on valittu S&P 500 -indeksi ja maataloustuotemarkkinoita S&P GSCI -indeksi². Tutkimuksessa pureudutaan sijoittajien hyötyyn hajauttaa sijoituksiinsa sekä maataloustuote- että osakemarkkinoille. Hyötyä tarkastellaan estimoitavien volatiliteettien ja korrelaatioiden avulla.

Tutkielma alkaa seuraavassa luvussa katsauksella maataloustuotemarkkinoiden erityispiirteisiin ja historiaan. Luvussa kolme perehdytään aiempaan empiiriseen tutkimukseen. Sen jälkeen testataan hinta-aineiston stationarisuutta ja tehdään tarvittavat muunnokset aineistolle. Luvussa neljä esitellään Robert Englen (2002) DCC-GARCH-malli³ ja muut tutkimuksessa käytettävät menetelmät. Varsinaisessa empiirisessä osiossa eli luvussa viisi estimoidaan ensin volatiliteetit jokaiselle muuttujalle erikseen. Tämän jälkeen estimoidaan maataloustuotteiden ja osakemarkkinoiden sekä maataloustuotteiden ja S&P GSCI -indeksin väliset dynaamiset korrelaatiot. Korrelaatioiden muutosta testataan kahden otoksen t-testillä. Lopuksi selvitetään lineaarisella regressiolla, onko osakemarkkinoiden volatiliteetilla, TED-indeksi tai dollarin suhteellisella valuuttakurssilla selitysvoimaa tulokseksi saaduille tuottojen korrelaatioille.

² S&P GSCI- Standard & Poor's Goldman Sachs Commodity Index, on alunperin Goldman Sachsin lanseerama hyödykeindeksi, jonka omistaja ja ylläpitäjä Standard & Poor's nykyään on.

³ DCC-GARCH-Dynamic Conditional Correlation - Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. Mallia käytetään dynaamisten volatiliteettien ja korrelaatioiden mallintamiseen

2 MAATALOUSTUOTEMARKKINOIDEN ERITYISPIIRTEET

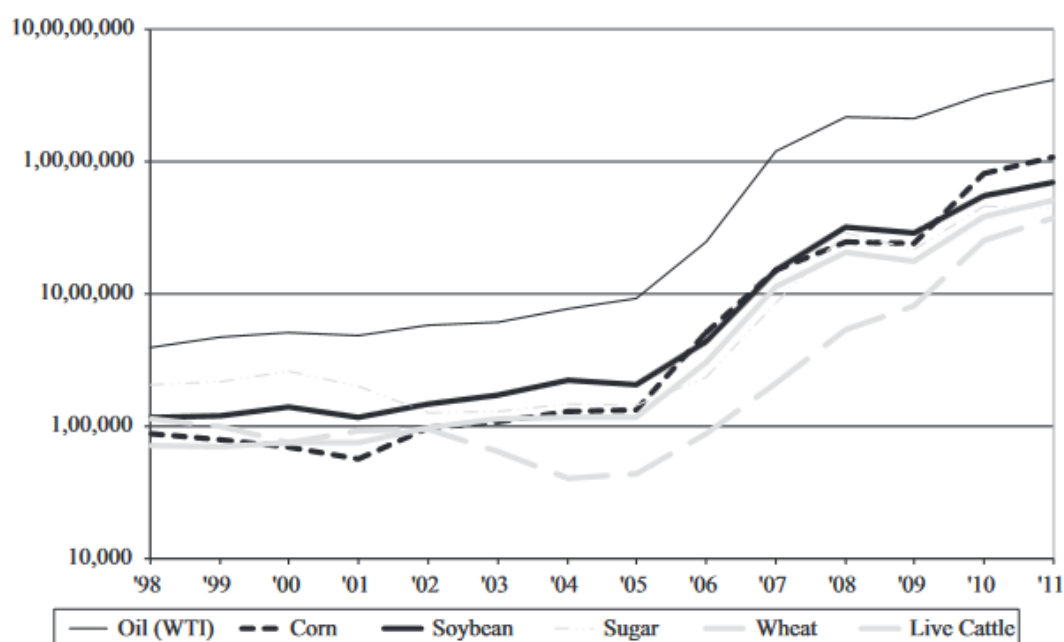
2.1 Sijoittajien toiminta maataloustuotemarkkinoilla

Maataloustuotteiden johdannaiset saivat alkunsa, kun USA:ssa maanviljelijät ja maataloustuotteiden jatkojalostajat halusivat tasoittaa saamiensa vuositulojen vaihtelua. Standardoiduilla sopimuksilla alettiin käydä kauppaa vuonna 1865 ja standardoimattomilla jonkin verran aiemmin. Elektronisen kaupankäynnin yleistyttyä 2000-luvulla vaihdon määrä on kasvanut huomattavasti. Sijoittajien lisääntyntä aktiivisuutta maataloustuotemarkkinalla 2000-luvun puolivälin jälkeen voidaan perustella sen aikaisilla tutkimustuloksilla. Esimerkiksi Chong ja Miffre (2010) ja Büyüksahin et al. (2010) toteavat, että hyödykemarkkinat ovat toimineet tiettyinä ajanjaksoina hyvänä suojausena inflaatiolle. Spekulatiivisten sijoittajien myötä maataloustuotemarkkinoiden koko on monikymmenkertainen kohde-etuksien fyysiseen tuotantoon verrattuna (Büyüksahin & Robe 2014).

Kaupankäynnin kasvu ja kehittyminen ovat edesauttaneet raaka-ainemarkkinoiden yhdentymistä, koska kaupankäynti muualle maailmaan johdannaisilla on helpottunut. Bruno et al. (2016, 245) tiivistää maataloustuotemarkkinoiden muuttumisen rahoitusmarkkinoiden suuntaan seuraavasti: ”Muodostuvatko ruoan hinnat fyysisen kysynnän ja tarjonnan mukaan, vai onko johdannaismarkkinoista tullut hintojen muodostumisessa suurin selittäjä?” Tang ja Xion (2012) esittävät, että markkinoiden yhdentymisen takia kohde-etuksien hinnat eivät määräydy kysynnän ja tarjonnan mukaan. Sen sijaan ne määräytyvät keskimääräisen markkinariskin ja raaka-ainemarkkinaan hajauttavien sijoittajien käyttäytymisen perusteella. Maataloustuotteiden tuottajille instituutiosijoittajien läsnäolo markkinoilla luo vakautta, jolloin hinnat ovat vähemmän riippuvaisia tuotannosta. Toisaalta osakemarkkinoiden informaatio saattaa välittyä helpommin raaka-ainemarkkinoille, koska instituutiosijoittajat ovat läsnä molemmilla markkinoilla. Tulosten perusteella voidaan pohtia, onko tietoisuus kasvaneista korrelaatioista markkinoiden ja hyödykkeiden välillä hidastanut indeksisijoittamisen kasvua ja kasvattanut volatiliteettia markkinoilla. Toisaalta voidaan pohtia, ovatko indeksisijoittajat yliarvioineet hajauttamishyödyt vanhojen tutkimusten perusteella. Nykyisillä markkinoilla informaatiota on tarjolla paljon ja nopeasti, joten informaation epäsymmetrisyys ei käy selitykseksi hajauttamisinnokkuudelle. Teorian mukaan saatavilla olevan informaation pitäisi vähentää volatiliteetin kasvua ja hidastaa hajauttamisinnokkuutta. (Tang & Xiong 2012)

Gilbert ja Morgan (2010) havaitsivat, että johdannaismarkkina oli ennen osittain eriytynyt sisäisesti eri sektoreiden (energia, maatalous, metallit) ja rahoitusmarkkinoiden välillä. Nykyään markkinat ovat tutkijoiden mukaan yhdentyneet jo pelkästään niillä toimivien sijoittajien takia. Markkina-alueiden välillä saattaa silti vieläkin olla pieniä eroja käyttäytymisessä, jotka johtuvat pohjimmiltaan markkinoiden koosta, instituutioista ja rakenteesta. Esimerkiksi toiset raaka-aineet ovat enemmän likvidejä ja vähemmän alttiita sääolojen muutoksille kuin toiset, ja siten ne ovat vähemmän volatiileja. Kehittyneissä maissa fyysisellä että sähköisellä markkinalla saattaa olla tarjolla kymmeniä tai satoja eri tuotteita, kun taas kehitysmaissa niitä on vain muutama.

Alla oleva kuvio 1 kertoo USA:n johdannaismarkkinoilla tehtyjen kauppajen lukumäärän vuosittain. Aikavälillä 1998–2005 keskimääräinen kauppajen lukumäärä oli noin 100 000 vuodessa, ja vuoteen 2011 mennessä määrä oli kasvanut noin 10 000 000 kauppaan vuodessa. Sijoitusten arvon ja vaihdon määrän kasvu oli suurinta vuosina 2005–2007, mutta silti korrelaatio osakemarkkinoiden kanssa nousi uudelle tasolle vasta vuonna 2008 (ks. kuvio 4, sivu 15). Markkinoiden kasvaneella kaupankäynnillä ja koolla ei siis ole välttämättä mitään osuutta korrelaation kasvuun (Bicchetti & Maystre 2013).



KUVIO 1. Öljyn, maissin, soijapavun, sokerin, vehnän ja karjan vuosittainen kaupankäyntimäärä aikavälillä 1998–2011 (Bicchetti & Maystre 2013, 235).

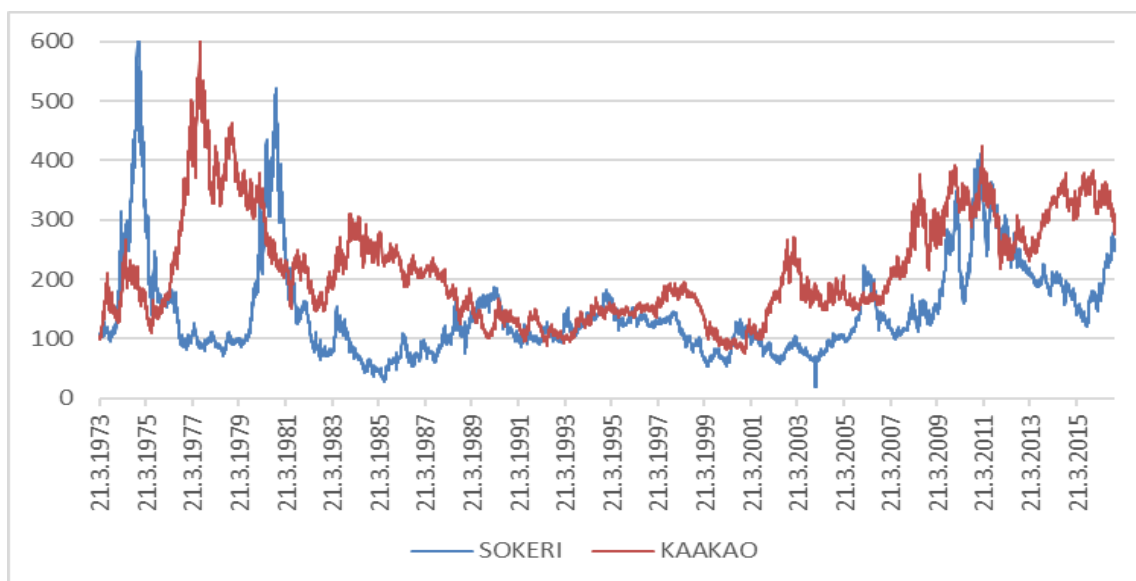
Büyüksahin ja Robe (2014) puolestaan tutkivat sitä, voidaanko absoluuttisen tuoton rahastojen läsnäolon perusteella raaka-ainemarkkinoilla ennustaa markkinoiden välisen yhteyden voimakkuutta. Tutkimuksessa havaittiin, että tuottojen muutokset korreloivat positiivisesti sijoittajien läsnäolon kanssa. Näin tapahtuu erityisesti silloin, jos sijoittajien läsnäolo molemmilla markkinoilla on samanaikaista. Heidän selityksensä mahdolliselle korrelaation nousulle on se, että sijoittajat ovat tulleet herkemmiiksi kaikille taloudellisille muutoksille. Girardi (2015)

puolestaan huomauttaa, että spekulatiiviset sijoittajat noudattavat monesti tiukkaa sijoitusstrategiaa ja ovat siten herkempiä lyhyen ajan hintojen muutoksille. Spekulatiiviset sijoittajat aiheuttavat myös yhteyden osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välillä kaikilla muilla paitsi kahvi- ja karjamarkkinoilla.

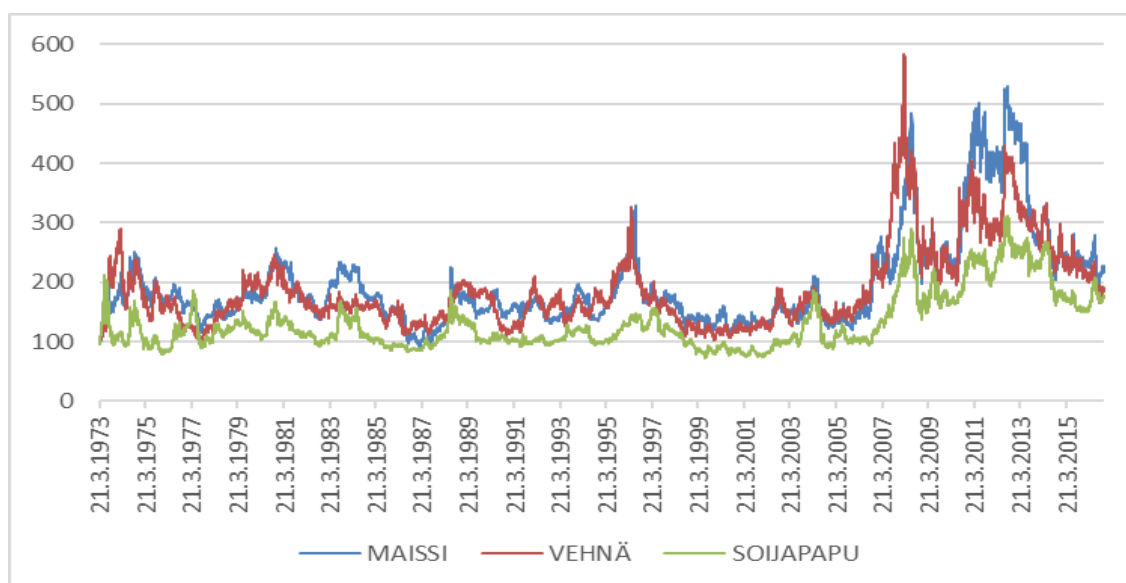
Büyüksahin & Roben (2014) mukaan korrelaatio S&P GSCI -indeksin ja S&P 500 -indeksin välillä on korkeampi silloin, kun markkinoiden stressitaso (tutkimuksessa käytetty TED-indeksi) on korkea. Myös Bicchettin ja Maystren (2013) tutkimuksessa osoitettiin, että sijoittajien stressitason noustessa sijoittajakäyttämisen muutos on mahdollinen. Kyseistä tulosta voidaan pitää luonnollisena: Kun stressitaso nousee, yksilön käyttäytyminen muuttuu.

2.2 Aiempia maataloustuotemarkkinoiden kriisejä

Tässä luvussa pyritään kirjallisuuteen tukeutuen löytämään selitys maataloustuotteiden poikkeaville, pitkäkestoisille hintapiikeille. Maataloustuotemarkkinoihin kohdistuneisiin shokkeihin on tärkeää syventyä, jotta tässä tutkimuksessa voidaan myöhemmin analysoida, onko viimeisen ruokakriisin aikana ollut jotenkin aiemmasta poikkeavaa ruoan hinnan vaihtelua. Lisäksi tutustumalla aiempiin markkinoiden kokonaisvaltaisiin kriiseihin ja niiden ruokamarkkinoihin kohdistuviin vaikutuksiin saatetaan löytää viitteitä yhteydestä osakemarkkinoihin. Shokkien tarkastelu rajoittuu käytettävän aineiston ajalle ja maailmanlaajuisiin kriiseihin sekä mahdollisiin tärkeimpien tuotanto-alueiden kriiseihin. Kriisiaikojen tarkastelun tueksi esitetään seuraavaksi maataloustuotteiden indeksoitujen hintojen kuvaajat siten, että aineiston ensimmäinen havainto 21.3.1973 on nollassa. Aineiston viisi hyödykettä on jaettu kahteen eri kuvaan niiden käytöksen perusteella, jotta niiden tulkinta olisi selkeämpää.



KUVIO 2. Sokerin ja kaakaon indeksoitu hintasarja (1973=100). Kuvion y-akseli on katkaistu, jotta se on helpommin vertailtavissa alla olevan kuvion 3 kanssa.



KUVIO 3. Maissin, vehnän ja soijapavun indeksoitu hintasarja (1973=100).

Kaakaon ja sokerin hintakäyttäytyminen on selvästi poikkeavaa maissin, vehnän ja soijapavun käyttäytymisestä. 1970-luvulla kaakaon ja sokerin hintakuvaajasta nähdään, että hintojen vaihtelu on erittäin volatiilista. Syyksi korkeaan hintavolatiliteettiin Cashin et al. (2002) listaavat huonot sääolot tuotantoalueilla sekä suhteessa nousseeseen kysyntään alhaisen tuotannon. 70-luvun korkean kysynnän seurauksena sokerin ja kaakaon tuotantoa lisättiin voimakkaasti, jonka seurauksena hyödykkeiden tarjonta lisääntyi ja molempien hinnat vakautuivat 2000-luvun alkuun saakka. Maissin, vehnän ja soijapavun hintakehitys näyttää puolestaan seurailevan toisiaan varsin hyvin. Kokonaisuudessaan maissin, vehnän ja

soijapavun hintakehitys näyttää olleen heikkoa vuoteen 2006 saakka. Tässä hintakehityksessä ei ole otettu huomioon inflaation vaikutusta, joten reaalisten hintojen trendi on ollut laskusuuntainen. Timmer (2010) on laskenut, että 1900-luvun alusta vehnän inflaatiokorjattu hinta on laskenut vuodessa keskimäärin 1,05 prosenttia ja maissin 1,25 prosenttia. Vuoden 2006 jälkeen hintataso on noussut jyrkästi kaikilla tutkimuksessa olevilla hyödykkeillä. Syynä hintatason alentumiseen saattaa olla maatalouden tuotannon tehostuminen ja markkinoiden globalisoituminen. Hintatason aiempia rajuja muutoksia pyritään seuraavaksi selvittämään tämän tutkimuksen aineiston aikavälillä. Lisäksi esitetään perusteluita hintakuvaajien poikkeuksellisille ajanjaksoille.

Vuosina 1972 ja 1973 äärimmäiset sääolot tuhosivat viljasatoja tärkeimmillä tuotantoalueilla. Erityisesti Aasian kaikkein tärkeimmät riisin tuotantoalueet kärsivät poikkeuksellisen laajasta kuivuudesta. Riisillä kaupankäynti maailmanmarkkinoilla keskeytettiin tuhojen takia yhdeksäksi kuukaudeksi. Kaupankäynnin avautuminen nosti sekä riisin että kaikkien muidenkin maataloustuotteiden hintoja lyhyessä ajassa. Myös maissin ja viljan tuotantovuosi oli paikoitellen erityisen huono, jonka seurauksena tarjonta ja ruoan kulutuksen kasvu eivät vastanneet toisiaan. Toisaalta sadon kokonaismäärällä mitattuna viljasato pysyi suhteellisen vakiona (Timmer 2010). Tästä voitaisiin päätellä, että hintapiikki ei johtunut ainakaan täysin tarjonnan heikkenemisestä markkinoilla. Paikallisista satothuhoista seuranneet Neuvostoliiton isot ostot USA:n viljamarkkinoilla aiheuttivat myös viljan, maissin ja soijapavun hintojen nousun sen ajan ennätystasolle. Samanaikaisesti lokakuusta 1973 maaliskuuhun 1974 maailman markkinoita ravisutti ensimmäinen öljykriisi, jonka aikana raakaöljyn hinta nelinkertaistui öljyntuottajamaiden (OAPEC, Organization of Arab Petroleum Exporting Countries) leikatessa öljyn tuotantoaan. USA vastasi OAPEC:n leikkauksiin lopettamalla viljan toimitukset kyseisiin maihin, mikä vain pahensi muuhun maailmaan kohdistuvaa ostopainetta. Kylmä sota USA:n ja Neuvostoliiton välillä toi myös jännitteitä maataloustuotteiden maailmankauppaan (Headey 2011, Timmer 2010).

Headey (2011) argumentoi, että USA:n vehnämarkkinoiden hinnan muutos oli ennemminkin kriisin tulos kuin sen syy. Timmer (2010) puolestaan toteaa aivan päinvastaisesti, että ruoan hinnat vaikuttivat öljyn hintaan ja öljyn hinnan nousulla ei ollut vaikutusta ruoan hintoihin. Öljyn hinnan nousu vaikutti myöhemmin ruoan tuotanto- ja kuljetuskustannuksiin, jotka taas vaikuttavat ruoan lopulliseen markkinahintaan. Tässä tutkimuksessa käytetyssä hinta-aineistossa ruoan hintojen kohoaminen näkyy piikkinä vasta oikeastaan alkuvuonna 1974 samanaikaisesti, kun aiemmin mainittu riisin maailmanmarkkina avattiin.

1980-luvun alkupuolella kuvaajissa on nähtävissä selvä piikki tuotteiden hinnoissa. Hintapiikki johtuu pääosin USA:n talouden lamasta. Sitä oli edeltänyt voimakkaan kasvun aikakausi maataloudessa ja varsinkin inflaatio oli kasvanut varsin suureksi. Keskuspankin kiristäessä talouspolitiikkaansa monet maanviljelijät joutuivat maksuvaikeuksiin suuren lainarahoituksensa kanssa (Hanc 1997). Koska USA:ssa suhteellisen pienten maaseutupankkien hyvinvointi oli vahvasti

korreloitunut maanviljelijöiden taloudellisen hyvinvoinnin kanssa, moni pankki ajautui maanviljelyksen kriisin takia 1980-luvun puolivälissä konkurssiin.

Vuoden 1986 hintojen poikkeuksellinen alhaisuus taas johtui poliittisista päätöksistä, joiden seurauksena USA:n maataloustuotteista oli ylitarjontaa. Maisin vienti Eurooppaan oli laskenut vuoden 1982 14,2 miljoonasta tonnista vuoteen 1985 vain 6,0 miljoonaan tonniin. Vuonna 1986 Espanja ja Portugali liittyivät Euroopan talousyhteisöön. Näihin maihin tuotiin kolmanneksi eniten maissia USA:n markkinoilta ja niiden siirtyminen tullialueen sisälle aiheutti tarjontashokin. Vientisopimus saatiin aikaan heinäkuun alussa puoleksi vuodeksi, mutta se oli aivan liian pieni paikatakseen USA:n markkinoilla vallitsevaa ylitarjontaa (Odell 2000).

Vuoden 1996 shokki on nähtävissä selvimmin maissin ja vehnän hintakuvaajassa. Se johtui USA:n tärkeimmän maatalouden tuotantoalueen kuivuudesta 1995–1996, johon yhdistettynä samanaikainen kysynnän nousu maailmanmarkkinoilla. Toisin sanoen markkinoilla ilmeni samanaikaisesti kysyntä- ja tarjontashokki, joka aiheutti hintojen nopean kohoamisen. Lisäksi Lightin ja Shevlinin mukaan markkinaspekuloinnilla saattoi olla jo tuolloin shokkia voimistava vaikutus. (Light & Shevlin 1998)

Viimeisen ruokakriisin aikana vuonna 2008 korrelaatio osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välillä kohosi selvästi pitkän aikavälin keskiarvoaan korkeammalle. Kriisi aiheutti Maailmanpankin (World Bank) ja FAO (Food and Agriculture Organization) arvioiden mukaan 75–130 miljoonan ihmisen ajautumisen köyhyYTEEN. Ruokakriisille ei löydy yhtä ainoaa ja yleisesti hyväksyttyä selitystä. Hintojen nousun syyksi Trostle (2008) listasi erityisesti kysyntä- ja tarjontapuoliin vaikuttaneita seikkoja, esim. biopolttoaineiden tuotannon lisääntymisen ja valuuttakurssin heikkenemisen. Timmerin (2010) tutkimuksen mukaan kriisin suurin syy ei ole kysyntä- ja tarjontatekijöissä, vaan hintojen nousu johtui ennemminkin spekuloinnista. Tutkimuksessa perusteltiin spekuloiden toimintaa sillä, että sijoittajat odottivat öljyn hinnan nopean nousun laukaisevan kriisin maataloustuotemarkkinoilla. Mikään yksittäinen tekijä ei lopulta aiheuttanut markkinakuplan puhkeamista Timmerin (2010) mukaan, mutta epävarmuuden ja volatilitiitin kasvaessa hintojen nousu vahvasti kuplan syntymistä. Gilbert (2010) esittää, että vain soijapavun hintakehityksessä on havaittavissa kuplakäyttäytymistä. Indeksisijoittajilla ei tutkimuksen mukaan ollut vaikutusta maataloustuotteiden hintoihin vuosina 2006–2008. Tutkimuksessa todetaan kuitenkin indeksisijoittajilla olevan hintojen muutoksia voimistavia vaikutuksia. Makrotaloudellisia ja muita viimeisen ruokakriisin vaikutuksia käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

Timmer (2010) päättelee vielä, että maataloustuotemarkkinoilla ja niihin voimakkaasti vaikuttaneilla shokeilla on ollut erityistä vaikutusta valtioiden poliittiseen päätöksentekoon. Ennen kriisiä kansallista tuki- ja maatalouspolitiikkaa on heikennetty ja kriisin aikana ja jälkeen on haluttu lisätä turvaa ruoan tuotannon omavaraisuudessa tulevien kriisien varalta. Tutkimuksen johtopäätöksenä onkin, että poliittisen päätöksenteon pitäisi olla pitkäjänteisempää. Tällöin ruoan hintojen volatilitietti olisi pienempää ja ihmisten hyvinvointi ei kärsisi ruoan hinnan

vaihtelun takia. Lyhytaikaisten sijoittajien mahdollista lisääntyntä vaikutusvaltaa maataloustuotemarkkinoiden hinnoittelussa pystyttäisiin rajoittamaan myös pitkäjänteisemmällä poliittisella päätöksenteolla. Samaa tulokseen on päätyntä Girardi omassa aiemmassa tutkimuksessaan vuonna 2012.

3 KATSAUS MAATALOUSTUOTEMARKKINOIDEN EMPIIRISEEN TUTKIMUKSEEN

Tässä luvussa tutustutaan maataloustuotemarkkinoista tehtyyn aiempaan empiriseen tutkimukseen. Luku sisältää kolme alalukua, joissa perehdyn tutkimukseni kannalta kiinnostaviin aihealueisiin: Makrotaloudellisten tekijöiden vaikutus volatiliteettiin ja korrelaatioon, volatiliteetin välittyminen osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välillä ja osake- ja maataloustuotemarkkinoiden korreloituneisuus.

3.1 Makrotaloudellisten tekijöiden vaikutus maataloustuotteiden hintojen volatiliteettiin ja korrelaatioon osakemarkkinoiden kanssa

Makrotaloudellisten komponenttien vaikutusta maataloustuotemarkkinoiden käyttäytymiseen on pohdittu aiemmissä tutkimuksissa paljon. Mensi et al. (2014) esittivät kootusti eri syitä maataloustuotteiden hintojen vaihtelulle: kehittyvien maiden kysynnän kasvu, heikko USA:n dollari, tarjontashokit päätuotantoalueilla, epätavalliset sääolot, osakemarkkinoiden suhdanteet, sodat, kustannusten nousu ja biopolttoaineiden valmistaminen. Kehittyvillä talouksilla tuotanto on jossain kehityskaaren vaiheessa raaka-aineintensiivisessä tilassa, jolloin väkiluvultaan isojen maiden (Kiina, Intia) kehittyminen saattaa aiheuttaa kysynnän ja hintojen volatiliteettia. Raaka-aineintensiivisellä tilalla tarkoitetaan teollistumisesta ja infrastruktuurin rakentamisesta aiheutuvaa hyvinvoinnin nopeaa kasvua. Samanaikainen maailman väkiluvun kasvu on lisännyt raaka-aineiden kysyntää.

Girardi (2015) argumentoi, että makrotaloudelliset tekijät ovat vaikuttaneet hintojen volatiliteettiin jo ennen vuotta 2008, jolloin se ei voi täysin selittää volatiliteetin kasvua. Gilbertin (2010) tutkimuksessa puolestaan todetaan, että kysyntä ja tarjonta eivät vaikuta hintojen vaihteluun, vaan spekulatiivisten sijoittajien indeksisijoittaminen aiheutti hintojen nousun vuonna 2008. Tutkimuksessa myös todetaan, että makrotalouden kysyntäshokit aiheuttavat kysynnän ja tarjonnan kautta enemmän hintojen vaihtelua kuin yksittäisten hyödykkeiden kysyntöjen muutokset. Hintojen volatiliteetti johtuu Dwyerin, Gardnerin ja Williamsin (2011) mukaan siitä, että tarjonta ei ole pystynyt aina vastaamaan kohonneeseen kysyntään. Toisin sanoen optimitilanteessa kysyntään on pystytty vastaamaan, mutta tuotannon kohdatessa makrotaloudellisia shokkeja (tulvat, ympäristön saastumiset, poliittiset päätökset) tarjonta ei ole ollut riittävää. Ylikysynnän seurauksena hintojen volatiliteetti on kasvanut. Muutokset raaka-aineiden hinnoissa nostavat Chongin ja Miffren (2006b) tutkimuksen mukaan osakemarkkinoilla toimivien yritysten kustannuksia ja siten osakemarkkinoiden volatiliteettia. Tutkimuksen mukaan markkinoiden korrelaation ja osakemarkkinoiden volatiliteetin välillä vallitsee siis negatiivinen relaatio.

Natalenov et al. (2011) toteavat, että maatalouspolitiikan ennakoitavuus lisääisi markkinoiden vakautta ja vähentäisi volatilitteettia. Poliittisen päätöksen- teon vaikutuksista puhuttaessa on tärkeää puhua ilmastopolitiikasta. Hiilidioksi- dipäästöjen vähentämiseksi on fossiilisia polttoaineita korvattu biopolttoaineilla. Ilmaston lämpeneminen, biopolttoaineiden kehitys, biopolttoaineiden kysynnän lisääntyminen ja futuurimarkkinoille sijoittamisen voimakas lisääntyminen saat- tavatkin aiheuttaa volatilitteetin lopullisen nousun korkeammalle tasolle (Gilbert & Morgan 2010). Natanelov et al. (2011) tosin toteavat, että mahdollisesta raken- teellisesta muutoksesta on niin lyhyt aika, että volatilitteetin lopullista muutosta ei voida arvioida. Biopolttoaineiden tuotantoa tuetaan maailmanlaajuisesti vaihtelevasti, mutta todellisuudessa tuotannosta tekee ironisen se, että se tuottaa enemmän päästöjä kuin säästää. Brasiliassa, jossa biopolttoaineiden tuotanto on tehokkainta, tuotanto tuhoaa sademetsiä, jolloin ilmastonmuutos edistyy, vaikka tuottaminen olisi siellä muuten kannattavaa. Biopolttoaineiden⁴ tuotanto on riip- puvainen maataloustuotteiden tarjonnasta, joten olettaa sopii, että biopolttoaine- ja maataloustuotemarkkinat ovat vahvasti korreloituneita. Öljyn hinnan nous- tessa biopolttoaineiden tuottaminen on kannattavampaa ja siten maataloustuot- teiden kysyntä nousee (Ghosh 2010).

Öljyn hinnan vaikutusta maataloustuotteiden hintaan on tutkittu paljon ja tulokset ovat jakautuneet. Esimerkiksi Changin ja Sun (2010), Mitchellin (2008), Nazlioglun, Erdemin ja Soytaşin (2013) tulosten perusteella öljymarkkinoilla on vaikutusta maataloustuotemarkkinoiden hintoihin ja korrelaatio on merkitsevää. Toisaalta Gilbert (2010) ja Zhang et al. (2010) päätyvät siihen, että öljyllä ei ole vaikutusta maataloustuotehyödykkeiden hintoihin, vaan korrelaation kasvu joh- tuu talouden muista fundamenteista. Jos biopolttoaineisiin käytettävän maata- loustuotteen hinta on yli ruoaksi maksettavan tasapainohinnan, hyödykkeen hin- nan muutoksen pitäisi seurata öljyn hinnan muutoksia. Ghoshin (2010) mukaan nykyisen maatalouspolitiikan seurauksena uusien tuottavampien hyödykkeiden innovointi on vähentynyt ja sitä kautta viljelysmaan tuottavuus on vähentynyt.

Molempien ruokakriisien (1973 ja 2008) aikaan öljyn hinta on ollut huomati- tavan korkealla tasolla. Yksi syy siihen saattaa olla se, että kehittyvillä osake- ja öljymarkkinoilla on positiivinen vipuvaikutus talouden kehitykseen (Sadorsky 2014). Toisaalta korkea öljyn hinta tarkoittaa korkeampia tuotantokustannuksia hyödykkeille, vaikka maatalouden tuotanto ei olekaan energiaintensiivistä. Lo- pulliset vaikutukset riippuvat maataloustuotemarkkinoiden koosta ja sijainnista hyvin paljon. Korkea öljyn hinta kannustaa tuottamaan biopolttoaineita enem- män, ja siten maataloushyödykkeiden kysyntä kasvaa raaka-ainetarpeen lisään- tyessä.

Makromuuttujien erilainen vaikutus eri kohde-etuuksien ja futuurimark- kinoiden hintoihin saattaa tutkimuksen mukaan aiheuttaa epätasapainoa. Gilbert (2010) osoitti, että likvidit johdannaismarkkinat voivat vaikuttaa kohde-etuuk- sien hintoihin vain varastotasojen ja osakkeiden kautta. Gilbert ja Morgan (2010)

⁴ Biopolttoaineet jaetaan bioetanoliin ja biodieseliin. Bioetanolin valmistetaan pääasiassa maissista ja sokeriruosta, biodiesel puolestaan soijapavuista

puolestaan jakavat hintojen volatilitiitin ajan perusteella kahteen osaan: pitkään ja lyhyeen aikaväliin. Maiden asettamien ulkoisvaikutusten (tullit, verot ja tuet) takia lyhyen aikavälin shokit eivät välity täysimääräisesti koko maailman markkinoihin. Ulkoisvaikutukset asetetaan usein suojelemaan kotimaista tuotantoa, joka ei kannattaisi avoimien markkinoiden tapauksessa. Sopimalla tuottaja- ja kuluttajamaiden välillä ehdoista ja hinnoista pyritään vaikuttamaan maailmanmarkkinahintaan ja rajoittamaan volatilitiittia pitkällä aikavälillä. USA:n ja EU:n markkinoilla on pyritty vaikuttamaan hintojen volatilisuuheen tuotantokiintiöillä eli alueellisella maatalouspolitiikalla. Tärkeintä on varmistaa sekä tuottajille että kuluttajille sopiva hinta tukemalla vientiä ja rajoittamalla tuontia.

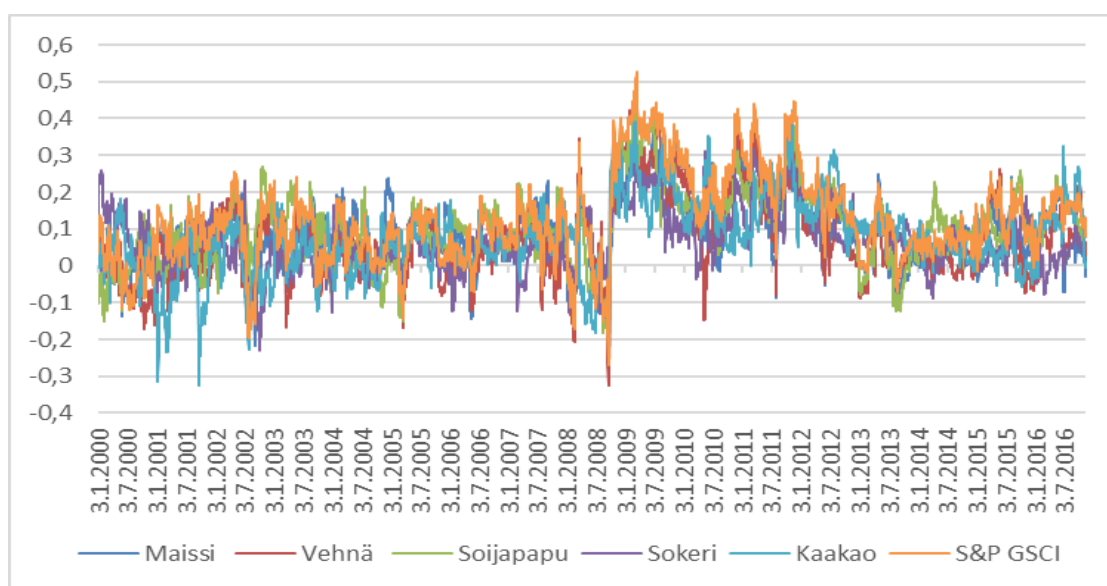
Raaka-aineiden ja maataloustuotteiden tapauksessa on loogista esittää kysymys siitä, aiheuttavatko suhdannevaihtelut hintojen volatilitiittia. Bhardwaj ja Dunsby (2013) havaitsivat, että korrelaatio markkinoiden välillä on korkeampi taloudellisen laskukauden aikana. Se tukee hypoteesia, jonka mukaan talouden suhdannevaihteluilla on vaikutusta korrelaatioon. Kaksi korkeinta korrelaatiopiikkiä ovat ajoittuneet samaan aikaan taloussuhdanteen syvän aallonpohjan kanssa. Tutkimuksen perusteella korrelaation ja suhdannesykliin yhteys on vahvin teollisilla raaka-aineilla. Se johtuu pääosin tutkijoiden mukaan siitä, että teolliset tuotteet olivat futuuri-indekseissä ennen 1990-lukua paljon suuremmalla painolla kuin maataloustuotteet. Tutkimuksessa käy myös ilmi, että suhdannesyklin aallonpohjan aikana riskin vältteleminen johtaa kaikkien riskillisten kohteiden samanlaiseen kohteluun.

Bhardwajin ja Dunsbyn (2013) tutkimuksessa oli viitteitä siitä, että inflaation noustessa osakemarkkinoiden ja raaka-ainemarkkinoiden korrelaatio vähenee. Girardin (2015) tutkimuksessa saatiin sen sijaan eriäviä tuloksia. Siinä selvisi lineaarisen regression avulla, että inflaatiolla, valuuttakurssilla ja rahapolitiikalla ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tutkimuksessa estimoituihin korrelaatioihin. Odottamatonta inflaation kasvua voidaan pitää raaka-ainemarkkinoilla hyvänä asiana, koska tällöin hinnat nousevat odotettua nopeammin. Vastaavasti osakemarkkinoille odottamaton inflaation nousu aiheuttaa negatiivisen reaktion. Positiivisen reaktion raaka-ainemarkkinoiden tuottoihin aiheuttaa myös esimerkiksi sota tai sääilmiö (Chong & Miffre 2006b, Headey 2011).

Gilbert (2010) kuitenkin havaitsee, että maataloustuotteiden hinnat ovat herkkiä valuuttakurssien vaihtelulle. Herkkyys saattaa johtua suhdannekomponentista, joka ei täysin kuvasta kysyntäpuolen kaikkia tekijöitä. Bhardwajin ja Dunsbyn (2013) tutkimuksen perusteella suhdannekomponentilla on vaikutusta enemmän teollisiin raaka-aineisiin, ei niinkään maataloustuotteisiin. Toinen syy herkkyydelle saattaa olla tutkimuksen perusteella maataloustuotteiden ja valuuttakurssien kausaalinen suhde. Korkea hyödykkeiden hinta aiheuttaa tuotteen kaupankäyntivaluutan kysynnän ja tätä kautta arvon nousun ja oman valuutan heikkenemisen (Gilbert 2010). Reaalisen valuuttakurssin muutoksilla on vaikutusta muiden valuuttojen ostovoimaan ja sitä kautta maataloustuotteiden kysyntään ja tarjontaan. Girardi (2015) pohtii subprime-kriisin aikaisen dollarin heikkenemisen ja osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välisen korrelaation yhteyttä. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että valuuttakurssiliikkeillä ja

markkinoiden välisellä korrelaatiolla ei ole yhteyttä. Uskottavin selitys Girardin mukaan dollarin kurssimuutoksille on sijoittajapsykologia. Sen sijaan 1980-luvulla osake- ja maataloustuotemarkkinoiden korrelaatio johtui dollarin nopeasta vahvistumisesta.

3.2 Osake- ja maataloustuotemarkkinoiden korreloituneisuus



KUVIO 4. Dynaamiset korrelaatiot on estimoitu maataloustuotteiden ja S&P 500 -indeksin välille aikavälillä 3.1.2000–11.11.2016.

Kuvasta nähdään korrelaation selvä hyppäys syksyllä 2008. Vuonna 2012 korrelaatio laskee kuitenkin jo kriisiä edeltävälle tasolle, jonka jälkeen lähtee taas nousuun 2015 vuoden loppupuolella. Vaikka kuvasta on hankala erottaa yksittäisen hyödykkeen käyttäytymistä, voidaan sen perusteella nähdä trendi maataloustuotteiden ja S&P 500-indeksin välillä.

Ei pelkästään oheisen kuvion 4 perusteella, vaan myös viimeaikaisten tutkimusten mukaan korrelaatio osakkeiden ja raaka-aineiden välillä on kasvanut ainakin hetkellisesti vuoden 2008 ruokakriisin seurauksena. Sitä ennen korrelaatio markkinoiden välillä oli lähellä nollaa (Büyüksahin 2010; Haigh & Robe 2010; Chong & Miffre 2006a; Silvennoinen & Thorp 2013). Matalan korrelaation takia sijoittajat kiinnostuivat mahdollisuudesta saada parempaa hajautushyötyä sijoituksilleen osakemarkkinoiden ulkopuolelta. Daniele Girardi (2015) tutki sitä, kuinka vahvasti maataloustuotteiden ja osakemarkkinoiden tuotot ovat korreloituneet. Ennen vuoden 2008 subprime-kriisiä markkinoiden välinen korrelaatio oli tutkimuksen mukaan lukujen 0 ja 0,1 välillä. Kuva 4 tukee tätä tulosta selvästi. Yleisesti korrelaatiota on estimoitu tutkimuksissa DCC-mallilla (*Dynamic Conditional Correlation*), jota tässäkin tutkimuksessa tullaan myöhemmin käyttämään.

Hajauttamishyödyn väheneminen markkinoiden välillä ei ole ainoa korrelaation kasvusta aiheutuva haitta, vaan tuottajien ja poliittisten päättäjien tulevan tuotannon ennakointi vaikeutuu kohonneiden hintojen volatiliteettien seurauksena.

Tang ja Xion (2012) tutkivat, onko indeksisijoittajamisella ollut vaikutusta korrelaatioihin. Tutkimuksessa havaittiin, että vuoden 2004 jälkeen muutkin kuin bioenergiasidonnaiset maataloustuotteet korreloivat öljyn kanssa. Tämä trendi oli huomattavissa erityisesti indekseihin kuuluvilla hyödykkeillä, mutta korrelaatio öljyn kanssa poistui subprime-kriisin myötä. Tutkimuksessa osoitettiin, että raaka-aineiden tuottojen korrelaatiot kasvoivat jo paljon ennen varsinaista kriisiä, ja sen vuoksi niitä ei voida täysin lukea kriisin aiheuttajiksi. Tulosten perusteella indeksisijoittamisen kasvu maataloustuotemarkkinoilla korreloi positiivisesti myös raaka-aineiden spot-hintoihin. Koska tähän tutkimukseen ei ollut suoraan saatavilla aineistoa kaupankäyntimääristä, tutkimuksessa kuvataan sijoittajakäytännön muutosta energiahyödykepainotteisen S&P GSCI -indeksin ja tämän tutkimuksen viiden hyödykkeen välisillä korrelaatioilla. Se, että spekulatiiviset sijoittajat sijoittavat indeksiin, aiheuttaa se myös indeksiin kuuluvien hyödykkeiden hinnoille nousupainetta, vaikkakin maataloustuotehyödykkeiden osuus S&P GSCI -indeksissä on varsin pieni.

Öljymarkkinoiden tuotolla voisi olettaa olevan negatiivinen korrelaatio osakemarkkinoiden tuottojen kanssa. Öljyn hinnan noustessa öljyä käyttävien alojen kustannukset nousevat, ja sitä kautta myös niiden tuotot laskevat. Osakemarkkinoiden noustessa korrelaatio öljyn tuoton kanssa kasvaa ja kriisien aikana korrelaatio vähenee. Yhteyden öljy- ja osakemarkkinatuottojen välillä oletetaan johtuvan spekuloinnista markkinoilla (Creti, Joëts & Mignon 2013, Gilbert & Morgan 2010). De Nicolan, De Pacen ja Hernandezin (2016) tutkimuksessa käytetään kuukausittaista aineistoa ajanjaksolta 1970–2013. Tutkimuksessa estimoidaan 11 pääraaka-aineen (öljy, kivihiili, maakaasu, soijapapuöljy, ohra, maissi, kirjodurra, riisi, vehnä, sokeri ja kahvi) tuottojen korrelaatiot. Tulosten mukaan energia- ja maataloustuotteet ovat keskenään korkeasti korreloituneita. Tuottojen yhteisvaihtelu energia- ja maataloustuotteiden välillä on kasvanut. Varsinkin biopolttoaineisiin käytettävien maissin ja soijapapuöljyn välinen korrelaatio on vahvistunut. Lineaarinen regressio osoittaa, että tuottojen välinen korrelaatio on positiivinen sekä raaka-ainemarkkinan sisällä että markkinoiden välillä. Reaalikoroilla ja valuuttakurssilla ei tutkimuksessa löydetä selittävää voimaa raaka-aineiden tuottojen yhteisvaihtelulle.

Bicchetti ja Maystre (2013) tutkivat korrelaatiota USA:n osakemarkkinoiden (S&P 500-minifuutuurit) ja yleisimpien raaka-aineiden johdannaissopimusten välillä. Tutkimuksen tulokset päivän sisäisten tuottojen korrelaatioista osakkeiden ja raaka-aineiden välillä ovat positiivisia ja viestivät integroituneista rahoitusmarkkinoista. Tulosten perusteella korrelaation kasvu ei ole vaikuttanut pelkästään energiasektoriin (öljy) vaan myös maataloushyödykkeisiin (maissi, soijapapu, vehnä, sokeri ja karja). Hypoteesina on, että maataloustuotteiden ja osakemarkkinoiden hintoihin vaikuttavat perusteet ovat erilaiset, ja siten korrelaation hyödyntämisen salkun hajautuksessa ei pitkällä aikavälillä pitäisi olla kannattavaa. Perry Sadorsky (2014) vahvistaa hypoteesin, jonka mukaan

subprime-kriisin jälkeen hajauttamisen hyödyt raaka-ainemarkkinoille vähentyivät, koska korrelaatio osakemarkkinoiden kanssa kasvoi. Tutkimuksessa myös todetaan, että on havaittavissa konvergoitumista molempien markkinoiden tuotoissa. Tutkimuksen estimoinnin perusteella optimaaliset suojausasteet vaihtelevat paljon koko tutkimuksen aineistossa. Tutkimuksessa todetaan lisäksi, että ennustetta ja suojausastetta pitää päivittää jatkuvasti, jotta suojaus pysyy optimaalisena.

Creti, Joëts ja Mignon (2013) tutkivat yksittäisten raaka-aineiden ja S&P 500 -indeksin tuottojen korrelaatiota. Tulosten mukaan korrelaatio markkinoiden välillä kasvaa tuottojen noustessa ja vähenee tuottojen laskiessa. Tutkijoiden mukaan puhuttaessa raaka-ainemarkkinasta ei voida puhua homogeenisesta joukosta eri raaka-aineita. Raaka-ainemarkkinoiden kasvu ja kehitys ovat olleet subprime-kriisin jälkeen suurta. Muutoksen takia raaka-ainemarkkinan hyödyntäminen salkun hajauttamisessa ei ole kaikissa tapauksissa välttämättä kannattavaa. Toisaalta kulta, kahvi ja kaakao saattavat vielä olla hyödyllisiä hajauttamisessa niiden muista raaka-aineista eroavan hintakäyttäytymisen ansiosta. Bicchetti ja Maystre (2013) totesivat, että vuoden 2008 jälkeen instituutiosijoittajien markkinaodotuksilla on ollut merkittävä rooli raaka-ainemarkkinan hinnanmuodostuksessa.

Bhardwajin ja Dunsbyn (2013) tutkimuksen perusteella matala johdannaisen välinen korrelaatio viestii sijoittajille siitä, että hajautushyöty on suurta ja hintojen volatiliteettiä pientä. Tutkimuksen koko aikavälillä markkinoiden välinen korrelaatio on lievästi positiivinen. Tärkein tutkimustulos on se, että markkinoiden väliset shokkivaikutukset ovat lyhytaikaisia ja vaikutus lakkaa kuukauden aikana. Bicchettin & Maystren (2013) tuloksista päätellään, että markkinoiden välinen riippuvuussuhde on kasvanut kriisin jälkeen. Sijoittajien tulisikin ottaa tutkijoiden mielestä huomioon se, että raaka-ainemarkkinat saattavat olla integroituneet keskenään, eikä esimerkiksi öljymarkkinoilta suojautuminen maataloustuotteiden avulla ole yksinkertaista. Varsinkaan, kun kriisin jälkeisellä periodilla maataloustuotteiden ja öljyn väliset korrelaatiot ovat estimointien perusteella selvästi positiiviset. Lisäksi maataloustuotemarkkinoiden sisällä maissi, soijapapu ja vehnä ovat korreloituneet keskenään vahvasti. Erityisesti tämä koskee soijapapua ja maissia, jotka ovat vahvasti korreloituneet molemmilla periodeilla (ennen kriisiä ja kriisin jälkeen) aivan kuten de Nicola, de Pace ja Hernandez (2016) toteavat. Bhardwajin & Dunsbyn (2013) tutkimustulosten kuvaajien perusteella voitaisiin epäillä jopa pysyvää rakenteellista muutosta.

Lombardi ja Ravazzolo (2013) estimoivat Bayesilaisella DCC-mallilla osake- ja raaka-ainemarkkinoiden volatiliteettia ja korrelaatiota. He mallintavat yhteisen jakauman molempien markkinoiden hinnoilla ja tutkivat, onko hajauttamisesta molemmille markkinoille hyötyä. Malli tarjoaa heidän mukaansa tilastollisesti tarkempia ennusteita verrattuna tavalliseen satunnaiskulun malliin. Tutkimuksen mukaan korrelaatio markkinoiden välillä on merkitsevästi kasvanut, joten vain tiettyjen raaka-aineiden lisääminen portfolioon tuo hajautushyötyä. Silvennoisen ja Thorpin (2013) tutkimuksessa saatiin tulokseksi, että korrelaatio raaka-aine- ja osakemarkkinoiden tuottojen välillä ei ole heikentynyt ja on havaittavissa

yhdentymistä markkinoiden välillä. Huomioitavaa Silvennoisen ja Thorpin tutkimuksessa on se, että 2000-luvun taitteen jälkeen S&P 500:n ja VIX -indeksin nousut ovat olleet yhteydessä korrelaation nousuun osake- ja raaka-ainemarkkinan välillä. Vastakkaisia tuloksia ovat saaneet Büyüksahin 2010, Chong Miffre 2010 ja Lombardi ja Ravazzolo (2013). Silvennoinen ja Thorp (2013) tosin toteavat lopuksi, että tutkimuksessa käytetyt uudet sovellukset saattavat aiheuttaa erilaisia tuloksia aiempiin tutkimustuloksiin verrattuna.

Hyödykemarkkinalle hajauttamisen hyödyistä on erilaisia tuloksia. Muun muassa Silvennoinen ja Thorp (2010) sekä Tang ja Xiong (2010) ovat saaneet markkinatoimijoiden lisääntyneen⁵ hajautushyötyjen vähenemisen suuntaisia tuloksia. Raaka-aineiden näkeminen eräänlaisena turvasatamana on toinen ääripää hajautushyötyjä pohdittaessa. Chongin ja Miffren (2006b) tutkimuksen tulokset antavat viitteitä siitä, että markkinariskin kasvaessa instituutiosijoittajat todella-kin rajaavat tappionsa ja siirtävät varansa turvasatamaan. Silloin instituutiosijoittajat ostavat turvasatamiksi kokemiaan raaka-aineita (esimerkiksi kulta, hopea, platina) ja aiheuttavat siten nousupaineita raaka-ainemarkkinoille. Vastaavasti osakkeiden myyntien seurauksena osakemarkkinat laskevat. Tämä ilmiö voi tutkimuksen mukaan selittää korrelaation osake- ja raaka-ainemarkkinoiden välillä silloin, kun markkinoiden volatilitteetti on suurta. Toisaalta tutkimuksessa todetaan, että tämä teoria ei ole täysin yleistettävissä raaka-ainemarkkinoihin niiden kohde-etuksien erilaisuuden takia. Lombardin ja Ravazzolon (2013) tulosten perusteella brent-öljy ja juomat (softs) eivät ole juurikaan korreloituneet osakeindeksin kanssa ja portfolion suojaamistarkoituksessa nämä hyödykkeet olisivat hyvät valinnat. Loppupäätelmäksi tutkijat saivat, että hajauttaminen lisää salkun tuottoa, mutta tekee sitä kasvaneen volatilitteetin kustannuksella. Hajauttamisen hyöty markkinoiden välillä on kuitenkin tutkimuksen mukaan selvästi pienentynyt. Büyüksahin ja Robe (2014) puolestaan toteavat, että energiapainotteinen S&P GSCI -indeksi ja S&P 500 -indeksi ovat vahvemmin korreloituneet kriisi-periodien aikana eli silloin kun volatilitteetti on suurta.

3.3 Volatiilisuuden välittyminen osake- ja maataloustuotemarkkinoiden välillä

Volatilitteetin välittymistä tarkastellaan Sadorskyn (2014) tutkimuksessa osakemarkkinoiden ja talouden kehityksen kannalta tärkeiden raaka-aineiden, kuten öljyn, kuparin ja vehnän välillä. Näiden raaka-aineiden pitäisi tutkimuksen hypoteesin mukaisesti olla positiivisesti korreloituneita talouskasvun ja sitä kautta osakemarkkinoiden kanssa (Mensi et al. 2014, Sadorsky 2014). Maailmantalouden kasvun hidastumisen ja samanaikaisen tuotantoteknologian kehittymisen

⁵ Voidaan puhua myös sijoittajakäyttäytymisen muutoksesta

seurauksena markkinoiden joidenkin raaka-aineiden ylitarjonta on saattanut aiheuttaa volatiliteetin kasvua. Sadorskyn (2014) tulosten mukaan negatiiviset shokit aiheuttavat volatiliteetin kasvua enemmän kuin positiiviset. Vehnällä puolestaan negatiivinen shokki pienensi volatiliteettia. Bicchettin ja Maystren (2013) tulokset puolestaan osoittavat, että osakemarkkinoiden volatiliteetti on positiivisesti yhteydessä osake- ja maataloustuotemarkkinoiden tuottojen yhteisvaihteluun.

Bhardwaj ja Dunsby (2013) argumentoivat, että öljymarkkinoiden shokkien volatiliteetin välittyminen maataloustuotemarkkinoille on tilastollisesti merkittävää vain kriisin jälkeisellä periodilla. Nazlioglu, Erdem ja Soytas (2013) tutkivat myös volatiliteetin välittymistä öljyn, vehnän, maissin, soijapavun ja sokerin välillä. Tulosten perusteella kriisiä edeltävällä periodilla 1.1.1986–31.12.2005 volatiliteetti ei välity öljy- ja maataloustuotemarkkinan välillä. Kriisin jälkeen öljymarkkinan volatiliteetti välittyy merkittävästi maataloustuotemarkkinalle aivan kuten Bhardwajin ja Dunsbyn (2013) tutkimuksessa todettiin. Nazlioglun, Erdemin ja Soytasin (2013) pulssi-vasteanalyysin perusteella markkinoiden väliset shokkivaikutukset volatiliteettiin ovat lyhytaikaisia ja vaikutus lakkaa kuukauden kuluessa. Erityisesti vehnän ja öljyn volatiliteetin välittymistä selittävät mahdolliset makromuuttujien muutokset taloudessa. Lyhyellä aikavälillä maataloustuotemarkkinoiden volatiliteetti ei heijastele kaikkea paikallisen tason informaatiota, vaan on ennemminkin markkinan keskimääräisen riskin mittari. Kausaalisuustestin tulosten perusteella tutkijat päättelivät, että ennen subprime-kriisiä markkinoiden välillä ei ollut riskieroja ja, että volatiliteetti välittyy merkittävästi vain vehnän ja öljyn välillä.

Tangin ja Xiongin (2012) tutkimuksessa raaka-aineindekseihin kuuluvilla ei-energiaraaka-aineilla volatiliteetin nousu oli selvästi suurempaa kuin indeksiin kuulumattomilla hyödykkeillä. Voidaan siis päätellä, että indeksisijoittajat välittävät epävarmuutta markkinoiden välillä. Toisaalta nykyisillä markkinoilla informaatiota on tarjolla paljon ja nopeasti, joten informaation epäsymmetrisyys ei käy selitykseksi. Tämän perusteella informaation pitäisi vähentää volatiliteetin kasvua ja hidastaa hajauttamisinnokkuutta. Öljyn hinnan kohoaminen pakottaa öljyä tuovat maat panostamaan biopolttoaineisiin, mikä lisää maataloustuotteiden kysyntää ja siten nostaa hintoja. Näiden lisäksi tutkimuksen mukaan sijoittajilla on taipumus keskittyä vain vehnän kohdalla hintadynamiikkaan sijoitusstrategioiden sijaan.

Mensi et al. (2014) tarkastelivat yleisesti volatiliteetin välittymistä energia- ja viljamarkkinoiden välillä. Tutkimuksessa analysoitiin öljyntuottajamaiden (OPEC) tiedotteiden vaikutusta öljymarkkinaan ja öljymarkkinan suhdetta viljamarkkinaan. Tulosten mukaan tuotantopäätösten muutoksista aiheutuva volatiliteetti välittyy tilastollisesti merkittävästi öljy- ja viljamarkkinoiden välillä. Tuotannon leikkauspäätöksistä kertovilla ilmoituksilla on paljon suurempi vaikutus volatiliteettiin kuin tuotannon kasvattamisilmoituksilla. Volatiliteetin parempi

välittyminen vähentää raaka- ja lämmitysöljyn tuottoja, kun taas polttoaineiden tuotot kasvavat. Öljyntuottajamaiden tuotannon rajoitusilmoituksilla on tulosten mukaan hieman suurempi vaikutus öljyn hinnan vaihteluun kuin öljyn viejämaiden tuottoihin.

Tuottojen volatiilisuus ei ollut poikkeuksellisen korkeaa ruokakriisin aikana Vivianin ja Woharin (2012) tutkimuksen mukaan verrattuna koko tarkastelupe-riodiin. Kuitenkin monilla raaka-aineilla on toisistaan eroavia muutoksia volatili-teetissa tutkimuksen ajanjaksolla, mikä kertoo tutkimuksen mukaan raaka-ai-neiden kysyntä- ja tarjontatekijöiden erilaisuudesta. Tutkimuksessa selvisi, että esim. kullan tuottojen volatilisuuksessa ei ole havaittavissa rakennemuutosta. Etukäteen jalometallien oletettiin olevan herkimpiä osakemarkkinoiden muutok-sille, koska niitä pidetään turvasatamina. Viljatuotteilla, joita ei perinteisesti aja-tella vaihtoehtoisina sijoitustuotteina, on sen sijaan tulosten perusteella huomata-vissa jonkin asteinen rakennemuutos.

Dwyer, Gardner ja Williams (2011) toteavat volatiliteetin kasvusta tärkeän seikan: Futuurihintojen vaihdellessa on hankala ennustaa tulevaa kysyntää tuot-teiden hintojen perusteella. Tutkimuksen hypoteesin mukaan korkea hinta viestii korkeasta kysynnästä eikä esimerkiksi tuotantorajoitteista. Kohonnut volatili-teetti vaikuttaa siis tutkimuksen perusteella epäsuorasti tuotanto- ja investointi-päätöksiin. Natanelov et al. (2011) kuitenkin toteavat, että futuurihinnat ilmentä-vät paremmin kaiken tarjolla olevan informaation verrattuna markkinahintoihin.

Gilbert ja Morgan (2010) havaitsivat, että maataloustuotemarkkinoiden li-sääntynyt arvopaperikauppa kasaa volatiliteettia. Kasaantumista tapahtuu syk-leissä, vaikka shokit kysyntään ja tarjontaan ovat ajasta riippumattomia. Hintojen ollessa alhaalla pienikin shokki aiheuttaa ison muutoksen, kun taas vastaavan shokin vaikutus on pieni hintojen ollessa korkealla. Tutkimuksen mukaan vola-tiliteetti ei ole vuoden 2009 jälkeen kasvanut ruoan spot-hinnassa, vaikka tär-keimpien ruokana käytettävien viljatuotteiden volatiliteetti on kasvanut.

Mensin et al. (2013) lähtökohtana oli tutkia markkinatuottojen kehitystä, korrelaatiota markkinoiden sisällä ja välillä sekä volatiliteettiä. SP 500 -in-deksin shokkien välittyminen on tutkimuksen mukaan tilastollisesti merkitsevää kullaan, raakaöljyn ja juomien volatiliteetin muutoksen kanssa. Volatiliteettien keskinäinen riippuvuus on ainakin osakemarkkinoiden ja öljyn välillä tilastolli-sesti merkitsevä. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että volatiliteetin välittyminen on voimistunut kriisien aikana. Tuloksista myös selvisi, että S&P 500 -indeksin shokeilla ei ole ollut vaikutusta brent-öljyn tai vehnän volatiliteettiin.

4 AINEISTO JA EKONOMETRISET MENETELMÄT

Tässä luvussa esitellään ensin tässä tutkimuksessa käytettävä aineisto ja sen jälkeen empiirisessä tutkimuksessani käytettävät menetelmät. Alaluvussa 4.1 kerrotaan olennaisimmat sisältöön liittyvät yksityiskohdat ja perustellaan, miksi aineistoa muokataan tutkimuksen käytännön seikkojen takia. Samalla esitellään myös estimoituja korrelaatioita mahdollisesti selittäviä makrotaloudellisia muuttujia. Näiden muuttujien valinta perustellaan aiemmissä tutkimuksissa tehdyillä havainnoilla. Alaluvussa 4.2 pureudutaan tarkemmin heteroskedastisen volatiliiteetin estimointiin GARCH-mallin (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) ja DCC-GARCH-mallin (Dynamic Conditional Correlation GARCH) avulla. Lopuksi tutustaan lineaarisen regression mallintamiseen ja esitellään sen toteutustapa.

4.1 Aineisto

TAULUKKO 1. Tutkimuksessa käytetyn hinta-aineiston kuvailevat suuret.

	Keskiarvo	Keskivirhe	Mediaani	Keskiahajonta	Huipukkuus	Vinous	Minimi	Maksimi	n
MAISSI	307,799	1,161	269,500	123,867	3,623	1,922	142,750	831,250	11388
VEHNÄ	411,685	1,395	366,750	148,830	2,663	1,581	214,750	1280,000	11388
SOIJAPAPU	747,871	2,497	652,250	266,415	1,380	1,431	410,000	1770,250	11388
SOKERI	12,457	0,065	10,560	6,979	5,874	2,027	1,600	65,000	11388
KAAKAO	1936,351	7,436	1749,000	793,518	0,053	0,782	674,000	5368,000	11388
S&P500	739,186	5,620	474,655	599,759	-0,841	0,572	62,280	2190,150	11388
S&PGSCI	695,755	2,017	649,740	215,194	1,838	1,226	190,470	1555,460	11388

Aineisto on kerätty Thomson Reutersin ylläpitämästä Datastream-palvelusta. Maissin, vehnän ja soijapavun hinta-aineisto on CBOT- markkinalta⁶. Sokerin ja kaakaon hinta-aineisto on puolestaan NYBOT- markkinalta⁷. Hyödykkeiden valinta on tehty aiempien tutkimusten ja saatavilla olevan aineiston ennakkotarkastelun perusteella. Girardi (2012 ja 2015) ja Gilbert ja Morgan (2010), jotka perustelivat maissin, vehnän ja soijapavun valintaa likvidiydellä, indeksiin kuulumisella, käytöllä ruoan- ja eläinrehun pääraaka-aineina. Kaakao ja sokeri on puo-

⁶ Chicago Board of Trade

⁷ New York Board of Trade

lestaan valittu mukaan Cretin, Joëtsin ja Mignonin (2013) sekä Lombardin ja Ravazzolon (2013) tutkimusten perusteella. Lisäksi kaakaon ja sokerin hintakäyttäytyminen on erilaista verrattuna kolmeen muuhun maataloustuotteeseen⁸. Kaksi tutkimuksessa käytettävää indeksiä ovat S&P 500 ja S&P GSCI, jotka on otettu tutkimukseen kuvaamaan USA:n osake- ja raaka-ainemarkkinoita yleisesti. Aineisto on kerätty aikaväliltä 20.3.1973–1.11.2016, mikä oli pisin yhtenäinen aikaväli, jolta tämä aineisto oli saatavilla Thomson Reutersin Datastream-palvelusta. Hyödykkeiden indeksoidut hintakehitykset on esitetty aiemmin luvussa 2.

Makrotaloudelliset muuttujat VIX⁹, TED-erotus ja suhteellinen dollarin valuuttakurssi on kerätty samaisesta Datastream-palvelusta. Makrotaloudellisten muuttujien aineisto on kerätty aikaväliltä 3.1.1990–11.11.2016. VIX-indeksi kuvaa CBOE:n¹⁰ ja S&P 500 optioiden implisiittistä volatilitteettia. Indeksien sanotaan kuvaavan kansankielellä markkinoiden riskiodotuksia tai pelkokerrointa seuraavalle kolmellekymmenelle päivälle. TED-erotus¹¹ on laskettu USA:n pankkienvälisen kolmen kuukauden lainakoron ja USA:n valtion kolmen kuukauden valtiolainakoron¹² erotuksena. Se kuvaa yleisesti taloudessa vallitsevaa luottoriskiä. Kun konkurssin uhka kasvaa, pankkien välinen korko hinnoitellaan niin sanottua riskitöntä valtiolainan korkoa selvästi korkeammalle. Dollarin suhteellisella valuuttakurssilla kuvataan dollarin suhdetta USA:n tärkeimpien kauppakomppanien valuuttakoriin. Nykyisellään valuuttakori sisältää kuusi tärkeintä kaupankäyntivaluuttaa, joista eurolla on selvästi suurin osuus korissa. Selittäväenä muuttujana se kuvaa dollarin ostovoimaa ja siten ulkomaankaupan kannattavuutta. Se on myös tärkeä mittari laskettaessa osakemarkkinasijoittamisen kannattavuutta. Tämän tutkimuksen aineistosta on eliminoitu päivät, jolloin markkinat ovat olleet yleisesti USA:ssa kiinni. Nämä päivät aiheuttavat korrelaation tahatonta kasvua ja siksi ne on poistettu aineistosta.

Aikasarjoja tarkasteltaessa on hyvä käydä lävitse niihin liittyvä stationaarisuus-ominaisuutta. Stationaarisuutta on olemassa sekä heikkoa, että vahvaa (Brooks 2008). Heikko stationaarisuus eli toisen asteen stationaarisuus on voimassa silloin, kun odotusarvot, varianssit ja autokovarianssit ovat äärellisiä, ajasta riippumattomia sarjoja. Vahvan stationaarisuuden tilanteessa keskiarvon ja varianssin ei tarvitse olla äärellisiä. Toisin sanoen, kaikki aikasarjan havainnot Y_t ovat ajasta riippumattomia. Yleisesti käytetään kuitenkin heikon stationaarisuuden oletusta, koska se täyttää vahvankin ehdot. Stationaarisuuden heikot ehdot ovat riittävät, kun käytetään normaalijakautunutta aineistoa. (Laitinen, Setälä & Saarni 2006.)

Heikon stationaarisuuden täyttävät kolme ehtoa ovat:

$$(i) \quad E(y_t) = \mu$$

⁸ Katso kuviot kaksi ja kolme

⁹ USA:n osakemarkkinoiden volatilitteetti-indeksi

¹⁰ Chicago Board of Options Exchange

¹¹ Kolmen kuukauden dynaaminen LIBOR-korko

¹² Kolmen kuukauden dynaaminen USA:n T-Bill-korko

- (ii) $E(y_t - \mu)(y_t - \mu) = \sigma^2 < \infty$
 (iii) $E(y_{t_1} - \mu)(y_{t_2} - \mu) = \gamma_{t_2-t_1} \quad \forall t_1, t_2$

Useimmat taloudellisten muuttujien aikasarjat eivät ole yllä olevan määritelmän mukaisesti stationaarisia, vaan epästationaarisia. Kun stationaariset ehdot eivät täyty, aikasarjalla on silloin riippuvainen odotusarvo, varianssi tai momentit. Epästationaarisuutta on kahta eri tyyppiä, jotka Brooks (2008) jakaa trendi-stationaarisuuteen ja yksikköjuuriin. Voidaan puhua myös lineaarisen trendin sisältävästä ja eksponentiaalisen trendin sisältävästä aikasarjasta (Mellin 2006). Trendistationaarisuutta (lineaarinen trendi) kuvataan seuraavalla prosessilla:

$$y_t = \alpha + \beta t + u_t, \quad (1)$$

missä β kuvaa lineaarista trendiä, jonka ympärillä aikasarjan vaihtelu tapahtuu.

$$\Delta y_t = \beta + u_t - u_{t-1} \quad (2)$$

Puhuttaessa yksikköjuuriin, historia on näyttänyt, että rahoitusmaailman aikasarjat eivät ns. räjähdä, vaan prosessi voidaan kuvata seuraavasti:

$$y_t = \mu + \theta y_{t-1} + u_t, \quad (3)$$

missä $\theta = 1$ eli $y_t = \mu + y_{t-1} + u_t$. Yksikköjuuriin voidaan linearisoida otamalla peräkkäisten havaintojen suhteesta logaritmi, kuten myöhemmin tässä kappaleessa esitetään.

Tässä tutkimuksessa hintasarjojen yksikköjuurta on testattu laajennetulla Dickey-Fuller-testisuureella. Se olettaa, että satunnainen virhetermi u_t ei ole satunnaista, niin sanottua valkoista kohinaa, vaan virhetermissä on jotain mallissa selittämätöntä, joka on riippuvainen selitettävän muuttujan kanssa. Laajennetussa testissä virhetermin korkeammat momentit otetaan huomioon lisäämällä yhtälöön t -määrä viiveitä riippuvalle muuttujalle Δy_t . Viiveiden lukumäärä määritetään käyttämällä ja Bayesin informaatiokriteeriprosessia¹³. Laajennettu Dickey-Fuller-testi voidaan esittää yhtälömuodossa (Brooks 2008):

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta y_{t-i} + u_t, \quad (4)$$

missä Δy_t :n viiveet lieventävät riippuvuutta siten, että u_t ei ole autokorreloitunut. ADF-estisuure on ensimmäisessä differenssissä ja sisältää yksikköjuuren, jos $\gamma = 0$. Laajennetun Dickey-Fullerin mukaan, mitä suurempi testisuureen sama negatiivinen arvo on, sitä todennäköisemmin nollahypoteesi hylätään oikein

¹³ Lyhennetään monesti BIC

(Dickey & Fuller 1979). Testisuureen t-arvoja verrataan siis aineiston koosta riippuvan t-jakauman arvoihin. Nollahypoteesina on yksikköjuuren sisältyminen aikasarjaan, jolloin aikasarja on epästationaarinen. Vastahypoteesina on, että yksikköjuurta ei löydy ja aikasarja on siten stationaarinen (Brooks 2008):

$$H_0: y_t \sim I(1)$$

$$H_1: y_t \sim I(0)$$

Laajennetun Dickey-Fuller yksikköjuuritestauksen tulosten oikeellisuus on tarkistettu toisella vaihtoehdoisella testillä, joka on nimeltään KPSS-menetelmä¹⁴ kehittäjiensä mukaan. KPSS-menetelmässä nollahypoteesina on aikasarjan stationaarisuus:

$$H_0: y_t \sim I(0)$$

$$H_1: y_t \sim I(1)$$

Aiemmin esiteltyjen tulosten perusteella aikasarjat ovat epästationaarisia. Jos aikasarjoissa on yksikköjuuri, muunnokset tehdään ottamalla peräkkäisten päivien hintojen suhteesta luonnollinen logaritmi. Tämä voidaan tehdä, koska muuttujan arvojen suhteelliset muutokset ovat usein tärkeämpiä kuin absoluuttiset muutokset (Mellin 2006).

$$\pi = \ln \frac{p_t}{p_{t-1}} \quad , \quad (5)$$

missä tuotto π on tämän päivän p_t ja edellisen päivän p_{t-1} suhteen luonnollinen logaritmi.

4.2 Ekonometriset menetelmät

Vektoriautoregressiivisellä mallilla¹⁵ tutkitaan aikasarjojen välisiä riippuvuussuhteita. Korkeamman asteen autoregressiiviset prosessit voidaan ottaa huomioon lisäämällä yhtälöön viivästettyjä differenssejä. VAR-mallin etuna on myös se, että mallissa ei tarvitse määritellä erikseen selitettävää ja selittäjää muuttujaa.

¹⁴ Kwiatkowski, Phillipsin, Schmidtin, Shinin kehittämä menetelmä, lyhennetään VAR.

¹⁵ Alun perin mallin on esitellyt Christopher A. Sims vuonna 1980.

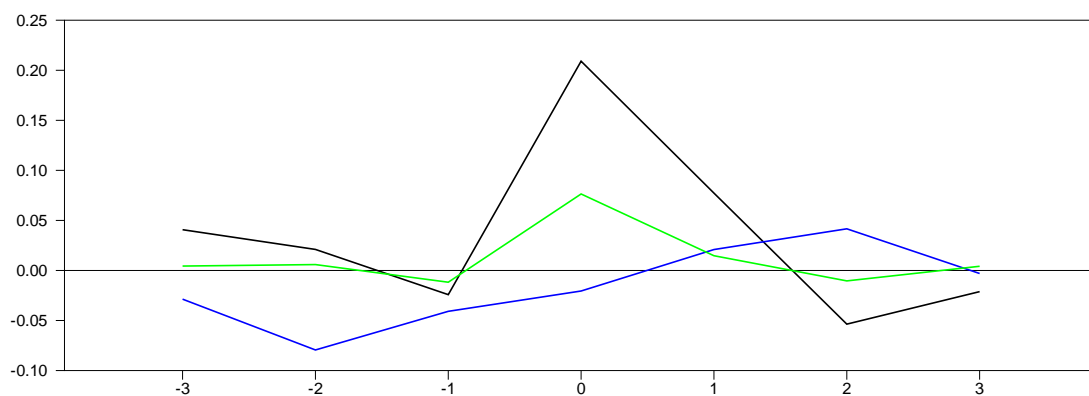
Tässä tutkimuksessa käytetään yksinkertaista kahden muuttujan y_{1t} ja y_{2t} VAR-mallia, jossa nykyiset arvot riippuvat molempien muuttujien aikaisemmista arvoista ja virhetermeistä viiveellä $k = 1$. Tähän viiverakenteeseen on päädytty Bayes-Swarz -informaatiokriteerin perusteella. Mallin perusteella voidaan arvioida alustavasti kausaalisuussuhteita, koska jokaista muuttujaa selitetään jokaisella mallin muuttujalla. Toisin sanoen voidaan arvioida, millä hyödykkeillä on yhteys osakemarkkinoihin. Lisäksi VAR-mallin avulla estimoidaan virhetermin varianssijohdotemat, joiden avulla GARCH-malli estimoi dynaamiset varianssit. (Brooks 2008). Estimoitu VAR-malli voidaan esittää seuraavasti:

$$y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \alpha_{11}y_{2t-1} + u_{1t} \quad (6)$$

$$y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}y_{2t-1} + \alpha_{21}y_{1t-1} + u_{2t} \quad (7)$$

Jotta ei tarpeettomasti yritetä estimoida väärin spesifioitua mallia, korrelaatiota tarkastellaan ensin graafisesti. Seuraavassa on tehty kolme eri aikavälin ristikorrelaatiota maissin ja S&P 500:n välillä.

Kuvassa y-akselilla on korrelaatio ja x-akselilla viiveet -3:ta +3:en. Kuva osoittaa, että korrelaatiot vaihtelevat ajassa. On siis perusteltua mallintaa dynaamiset korrelaatiot muuttujien välille.



KUVIO 5. Kolmen eri aikajakson ristiin korrelaatiot maissin ja S&P 500:n välillä.

Engle (2002) kehitti dynaamisten korrelaatioiden mallintamiseen DCC-GARCH-mallin, jonka Cappiello et al. (2006) yleistivät dynaamisten korrelaatioiden mallintamiseen AGDCC-GARCH-malliksi. Korrelaatioiden mallintaminen perustuu

aikaisempaan informaatioon hyödykkeiden tuotoista. Englen (2002) mallin mukaan korrelaatiot voidaan esittää kahden muuttujan r_1 ja r_2 välille seuraavan funktion avulla:

$$\rho_{12,t} = \frac{E_{t-1}(r_{1,t}r_{2,t})}{\sqrt{E_{t-1}(r_{1,t}^2)E_{t-1}(r_{2,t}^2)}} \quad , \quad (8)$$

missä $E_{t-1}(\cdot)$ tarkoittaa odotuksia ajanjakson t-1 aikana.

Tämän tutkimuksen metodien esittely mukailee Capiellon, Englen ja Sheppardin (2006) artikkelia. Capiello et al. (2006) yleistävät Englen (2002) DCC-mallin siten, että se sallii sekä epäsymmetrisyyden että korrelaatioiden monipuolisemman dynamiikan. Oletetaan, että r_t on $k \times 1$ -muotoinen vektori hyödykkeiden jatkuville tuotoille. Tuottojen oletetaan olevan keskiarvoltaan nolla ja ajassa vaihtelevia kovarianssimatriisilla H_t :

$$r_t \text{ ehdolla } \mathfrak{I}_{t-1} \sim N(0, H_t), \quad (9)$$

missä \mathfrak{I}_{t-1} on edellisen havainnon tarjoama informaatio. Jos (9) lausekkeessa tehty normaalisuusoletus pitää paikkansa, prosessi täyttää suurimman uskottavuuden maksimointiehdot, muussa tapauksessa estimointi tulkitaan kvasi-suurimman uskottavuuden menetelmäksi. Kovarianssimatriisi jaetaan volatilisuuksiin ja korrelaatioihin seuraavalla tavalla:

$$H_t = D_t P_t D_t, \quad (10)$$

missä D_t on $k \times k$ diagonaalimatriisi, yksittäisten hyödykkeiden tuottojen keskihajonnat ovat $\sqrt{h_{it}}$ ¹⁶. P_t on puolestaan ajassa muuttuva korrelaatiomatriisi. Varianssit estimoidaan tavanomaisella GJR-GARCH -mallilla:

$$h_{i,t} = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}r_{i,t-1}^2 + \beta_{i,2}h_{i,t-1} + \gamma_i I()r_{i,t-1}^2, \quad (11)$$

missä $I()$ on indikaattorifunktio saaden arvon 1, silloin, kun $r_{i,t-1}$ on pienempi kuin nolla ja muulloin $I()$ saa arvon nolla.

¹⁶ $\sqrt{h_{it}}$ varianssin neliöjuuri eli tässä tapauksessa puhutaan volatiliteetista.

Kun jokaisen yksittäisen muuttujan varianssit on estimoitu GARCH-mallilla, käytetään standardoituja jäännöstermejä $\varepsilon_{it} = r_{it}/\sqrt{h_{it}}$ korrelaatioiden estimointiin. Cappiellon, Englen ja Sheppardin (2006) artikkelissa on annettu korrelaatioiden laskemiselle DCC-mallilla seuraava yleinen muoto:

$$Q_t = (1 - a - b)\bar{P} + a\varepsilon_{t-1}a\varepsilon'_{t-1} + bQ_{t-1}, \quad (12)$$

$$P_t = Q_t^{*-1}Q_tQ_t^{*-1}, \quad (13)$$

missä $\bar{P} = E[\varepsilon_t\varepsilon'_t]$ siten, että a ja b ovat skalaareja ehdolla $a + b < 1$.

$Q_t^* = [q_{iit}^*] = [\sqrt{q_{iit}}]$ on diagonaalimatriisi, ja q_{iit} matriisin Q_t diagonaalin alkio. Niin kauan, kun Q_t on positiivisesti definiitti, Q_t^* on matriisi, jonka perusteella myös (6) on korrelaatiomatriisi. Cappiello et al. (2006) yleisti Englen mallin siten, että se salli epäsymmetrisen ja kohdespesifin käyttäytymisen (AG-DCC-malli):

$$Q_t = (\bar{P} - A'\bar{P}A - B'\bar{P}B - G'\bar{N}G) + A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A + G'n_{t-1}n'_{t-1}G + B'Q_{t-1}B, \quad (14)$$

missä A , B ja G ovat $k \times k$ matriiseja. $n_t = I[\varepsilon_t < 0]^\circ\varepsilon_t$ ($I[\cdot]$ on $k \times 1$ indikaattori-funktio. \bar{P} ja \bar{N} ovat otoksen ei-ehdollisia kovarianssimatriiseja muuttujille ε_t ja n_t . Tässä tutkimuksessa käytetään symmetristä, yleistettyä DCC-mallia, joka saadaan asettamalla $G=0$. Tällöin malli voidaan esittää seuraavasti:

$$Q_t = (\bar{P} - A'\bar{P}A - B'\bar{P}B) + A'\varepsilon_{t-1}\varepsilon'_{t-1}A + B'Q_{t-1}B \quad (15)$$

5 TULOKSET

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen empiirisen osion tulokset ja pohditaan niiden oikeellisuutta. Alaluvussa 5.1 käydään läpi yksikköjuuritestauksen tulokset ja pohditaan syitä testituloksille. VAR-mallin tuloksia esitellään alaluvussa 5.2 ja pohditaan estimaattien välisiä riippuvuuksia. Tässä tutkimuksessa estimoidut volatilitetit esitellään alaluvussa 5.3. Samassa luvussa esitetään kahden otoksen t-testien tulokset, pohditaan muutosta ja sen poikkeavuutta verrattuna aikaisempaan. Volatilitteettien avulla mallinnetut dynaamiset korrelaatiokuviot ja keskiarvojen t-testien tulokset esitellään ja analysoidaan alaluvussa 5.4. Alaluvussa 5.5 vertaillaan tämän tutkimuksen tuloksia muiden tässä tutkimuksessa lähdekirjallisuutena käytettyjen tutkimusten tuloksiin.

5.1 Yksikköjuuritestit

Hintasarjojen stationaarisuutta testattiin KPSS- ja Augmented Dickey-Fuller -testisuureilla. Yksikköjuuren testauksessa otoksen koko $n = 11388$ on vähintäänkin riittävä Studentin t -jakaumaa varten.

TAULUKKO 2. Yksikköjuuritestauksen tulokset hintasarjoille.

	Maissi	Vehnä	Soijapapu	Sokeri	Kaakao	S&P GSCI	S&P 500
ADF	-2,775*	-3,200**	-2,795*	-3,259**	-3,029**	-2,572*	0,577
KPSS	66,309***	67,879***	80,605***	17,801***	31,639***	202,214***	32,361***

TAULUKKO 3. Yksikköjuuritestauksen tulokset logaritmisoiduille, suhteellisille tuotto-sarjoille

	Maissi	Vehnä	Soijapapu	Sokeri	Kaakao	S&P GSCI	S&P 500
ADF	-102,250***	-109,939***	-103,015***	-51,393***	-104,683***	-104,494***	-77,940***
KPSS	0,047	0,042	0,025	0,031	0,058	0,511**	0,083

*, **, *** Tilastollisesti merkitsevä kymmenen, viiden ja yhden prosentin riskitasolla.

Tuloksista nähdään taulukossa 2, että laajennetun Dickey-Fuller-testin (ADF) perusteella kaakaon, sokerin ja vehnän aikasarjojen nollassa hypoteesi voidaan 5 prosentin riskitasolla hylätä. Kuitenkin KPSS-testi osoittaa, että yksikään sarjoista ei ole stationaarinen, vaan testin perusteella nollassa hypoteesi hylätään selvästi. Aiheen empiiristä kirjallisuutta seuraten tässä tutkimuksessa käytetään hintatasojen sijasta logaritmisia tuottoja. Taulukon kolme perusteella voidaan sanoa, että kaikki paitsi S&P GSCI -indeksin aikasarjat ovat stationaarisia molempien testien perusteella. KPSS-testin mukaan S&P GSCI -indeksin tuottosarja sisältää yksikköjuuren 5 prosentin riskitasolla. Leybournen, Mills'n ja Newboldin (1998) artikkelin mukaan syy epästationarisuuteen on se, että aikasarjassa voi olla kaksi yksikköjuurta. Toinen, todennäköisempi selitys on se, että KPSS-testin tulos aiheutuu poikkeavista havainnoista tai mahdollisista rakennemuutoksista.

5.2 VAR-malli

VAR-mallilla selvitetään, onko yksittäisten hyödykkeiden ja osakemarkkinoiden tuottojen aikasarjat riippuvia toisistaan. Aiempi empiria ja viiverakenteen valintamalli (SBIC) osoittavat, että yhden päivän viiverakenne on riittävä.

TAULUKKO 4. VAR-mallin parametriestimaatit.

	Maissi	Vehnä	Soijapapu	Sokeri	Kaakao	S&P 500	S&P GSCI
Maissi	0,028* (0,014)	-0,011 (0,017)	-0,014 (0,014)	-0,029 (0,028)	0,026 (0,018)	0,008 (0,010)	0,003 (0,010)
Vehnä	0,002 (0,012)	-0,088*** (0,015)	-0,029** (0,012)	0,002 (0,024)	0,008 (0,015)	0,006 (0,008)	0,003 (0,009)
Soijapapu	0,000 (0,005)	-0,083*** (0,015)	0,042*** (0,013)	-0,004 (0,026)	-0,008 (0,016)	0,007 (0,009)	-0,023** (0,009)
Sokeri	-0,010* (0,005)	-0,025*** (0,006)	-0,009* (0,005)	-0,06*** (0,011)	0,019*** (0,007)	-0,001 (0,004)	-0,009** (0,004)
Kaakao	0,000 (0,008)	-0,000 (0,009)	0,002 (0,008)	-0,007 (0,015)	0,017* (0,010)	-0,000 (0,005)	0,001 (0,006)
S&P 500	0,016 (0,014)	0,025 (0,016)	0,040*** (0,014)	0,072*** (0,027)	0,035** (0,010)	0,000 (0,009)	0,040*** (0,010)
S&P GSCI	0,027 (0,029)	0,210*** (0,034)	0,031 (0,029)	0,153*** (0,057)	-0,031 (0,036)	-0,044** (0,020)	0,039* (0,032)

*, **, *** Tilastollisesti merkitsevä kymmenen, viiden ja yhden prosentin riskitasolla.

Mallin jäännösten autokorreloituneisuutta voidaan tutkia Durbin-Watson-testisuureen avulla. Durbin-Watson-testin (ks. LIITE 2) arvo on lähellä arvoa kaksi, jolloin jäännöksissä ei ole autokorrelaatiota. Sen perusteella voidaan käyttää jäännössarjoja varianssien ja kovarianssien estimoinnissa. Käytetyn VAR-mallin heikkoutena on, että sen tulosten perusteella ei voida sanoa muuttujien syy-seuraussuhteesta mitään. Koska mallissa ei ole varsinaisia selitettäviä ja selittäviä muuttujia, mallin kertoimet muuttuvat, jos niiden järjestystä taulukossa muutetaan. Oheisessa taulukossa 2 on ilmaistu VAR-mallilla estimoidut parametriestimaatit. Koska tässä tutkimuksessa ei estimoida kaikkien aineiston hyödykkeiden välisiä korrelaatioita, VAR-parametriestimaatit kertovat kuitenkin jotain hyödykkeiden välisistä riippuvuuksista. S&P 500 -indeksin ja maataloushyödykkeiden tarkat tulokset ovat luettavissa liitteestä kaksi.

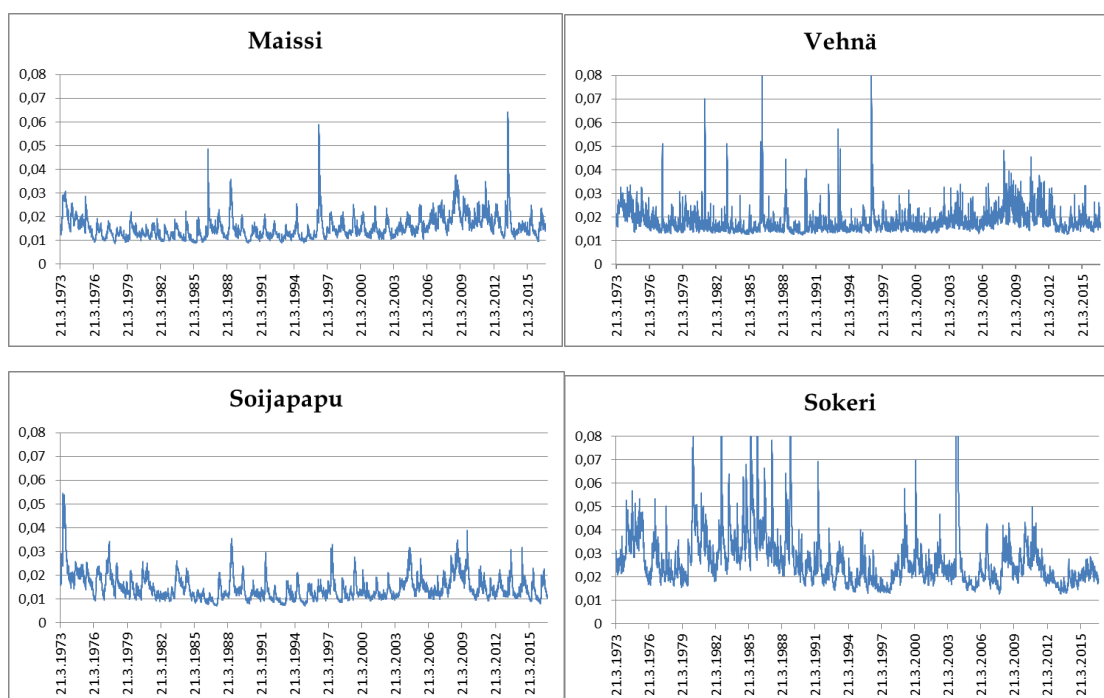
S&P 500 -indeksin suhteellisia tuottoja VAR-mallin mukaan selittää vain S&P GSCI -indeksi. Tähän syynä saattaa olla energiatuotteiden vahva vaikutus molempiin indekseihin. Toisaalta indeksin tuotto on niin laaja kokonaisuus, että sitä on helpompi selittää toisella indeksillä kuin yksittäisellä hyödykkeellä. Indeksien kohdespesifit vaikutukset hajautuvat, jolloin volatiliteetti vähenee. Ristiriitaista on, että S&P GSCI -indeksin muutos on negatiivisesti riippuvainen S&P 500 -indeksin kanssa, kun taas S&P 500 -indeksin tuottojen muutos korreloi positiivisesti S&P GSCI -indeksin kanssa. S&P 500 -indeksin tuotoilla on lisäksi selittävää voimaa soijapavun, sokerin ja kaakaon tuotoille. Samansuuntaisia tuloksia on saanut Girardi (2015) käyttämällä Grangerin kausaalisuustestiä. Tutkimuksen perusteella osakemarkkinoiden positiivinen tuotto aiheuttaa hyödykkeiden hintojen nousua 11:llä 16:sta hyödykkeestä. Tulokset myös osoittavat, että sokerin riippuvuus suhteessa kaikkiin muihin hyödykkeisiin, paitsi kaakaon, on negatiivinen. Sokerin riippuvuus on reilusti merkitsevää kaikkien muiden paitsi S&P 500 indeksin kanssa. Nämä tulokset antavat viitteitä siitä, että sokeriin sijoittamalla voitaisiin saada turvaa verrattuna muihin hyödykkeisiin. Sokeri- ja kaakaomarkkinan erilaiseen käytökseen pohditaan syitä alaluvussa 5.5. Lisäksi luvussa 5.4 analysoidaan tämän tutkimuksen hyödykkeiden välistä korrelaatiota sekä S&P 500 -indeksin kanssa että S&P -GSCI -indeksin kanssa. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan haluta ottaa kantaa riippuvien muuttujien kausaalisuuteen tätä enempää. Jatkotutkimuksen kannalta kausaalisuussuhteiden tutkiminen olisi kiinnostavaa.

5.3 Volatiliteetit

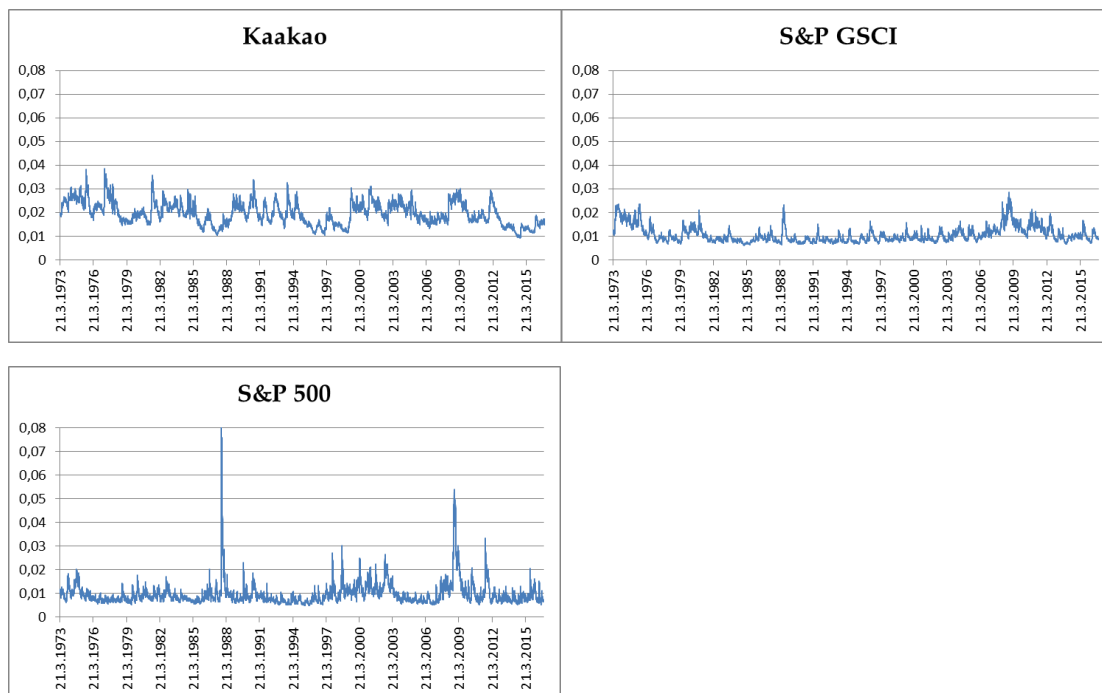
Tässä luvussa esitetään GARCH-mallilla VAR-mallien jäännöstermeille estimoidut varianssit. Mallin tulosteessa (LIITE 1) sokerin varianssin vakiotermi $\beta_{sokeri,0}$ on merkitsevää 10 prosentin riskitasolla, mutta kaikki muut ovat selvästi

merkitseviä alle 5 prosentin riskitasolla. Jännöstermien viivästetyt arvot $\beta_{i,1}$ ¹⁷ ovat kaikki selvästi merkitseviä, joten ARCH-efekti on olemassa ja kaikkien sarjojen jännöstermit ovat siis heteroskedastisia. Samoin voidaan sanoa viivästetyistä variansseista $\beta_{i,2}$, jotka ovat kaikki merkitseviä 1 prosentin merkitsevyydellä. Yleistetyksi voidaan siis sanoa, että estimointien tulokset ovat riittävän tarkkoja.

Volatiilisuudet (estimoitujen varianssien neliöjuuret) ovat kasvaneet subprime-kriisin aikana. Mielenkiintoinen kysymys sen sijaan on, ovatko volatiilisuudet kasvaneet lisääntyneen sijoitustoiminnan ja sähköisen kaupankäynnin yleistymisen seurauksena, jos kriisin vaikutus poistetaan. Tätä on tarkasteltu kahden otoksen t-testien avulla. Kriisin jälkeinen aika luetaan alkavaksi vuoden 2012 tammikuusta ja loppuvan vuoden 2016 marraskuuhun. Kriisin jälkeisen periodin GARCH-mallin mukaisten volatiilisuuksien keskiarvoa verrataan aikavälin 1973–2004 vastaaviin keskiarvoihin. Otokset on valittu sillä perusteella, että markkinoiden oletettu poikkeuksellinen käyttäytyminen vuosina 2008–2012 on rajattu pois. Omassa tutkimuksessani subprime-kriisin aikaväliä on laajennettu vuoteen 2005 saakka, jotta kaupankäynnin kasvuvaiheen vaikutukset jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Tulosten muutoksen testauksessa on perusteltua käyttää kaksisuuntaisen t-testin arvoa, koska muutoksen suuntaa ei voida varmuudella tietää etukäteen. Nollahypoteesina on siis, että otoskeskiarvojen erotus on nolla. Tulosten esittelyn ohessa raportoidut prosenttimuutokset ovat vain muutoksen suuruutta havainnollistavia, eikä niiden perusteella pidä tehdä lopullisia johtopäätöksiä muutoksen suuruudesta.



¹⁷ $i=1,2,\dots,7$



KUVIOT 6a, b, c, d, e, f, g. Kuvissa on GARCH-mallilla hyödykkeille estimoidut volatiliiteetit.

Huomaus! Y-akseli on katkaistu vertailun helpottamiseksi kohdasta 0,08.

TAULUKKO 5. Kahden otoksen t-testi tutkimuksessa estimoiduille volatiliiteeteille.

	1973-2004	2012-2016
Maissi	0,014	0,017***
Vehnä	0,02	0,02*
Soijapapu	0,015	0,014***
Sokeri	0,029	0,019***
Kaakao	0,020	0,015***
S&P 500	0,01	0,01***
S&P GSCI	0,009	0,008***

*, **, *** Tilastollisesti merkitsevä kymmenen, viiden ja yhden prosentin riskitasolla.

Taulukon 5 perusteella kaikkien muiden paitsi vehnän keskimääräinen volatiliiteetti on muuttunut tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Vehnänkin volatiliiteetin muutos on merkitsevä 10 prosentin riskitasolla. Vaikka keskiarvojen erotus näyttää varsin pieneltä, maissin volatiliiteetin prosentuaalinen kasvu on noin 15 prosenttia. Maissi on poikkeustapaus muihin maataloustuotteisiin verrattuna, koska sen volatiliiteetti on ainoa, joka kasvaa vertailuajankohtina. USA:n tuotannon tarjontaa ei voida tästä syyttää, koska tuotanto on noussut joka vuosi vuodesta 2012

lähtien.¹⁸ Vehnän keskiarvojen ero ei ole suuri, mutta riittävä varsinkin, kun otosten valintaa ei ole satunnaistettu. Soijapavun, kaakaon ja sokerin volatiliteetti on pienentynyt kriisin jälkeisellä ajanjaksolla selvästi. Prosentuaalisesti volatiliteetin keskiarvo on näillä hyödykkeillä pienentynyt noin 3, 35 ja 26 prosenttia. Varsinkin sokerin volatiliteettikuviosta näkee, että sen vaihtelu on ollut poikkeuksellisen voimakasta 1980-luvulla. Sokerin volatilisuuheen vaikuttaa ainakin sen tuotannon voimakas paikallinen sääntely ja tukeminen (Gilbert & Morgan 2010). Kaakaon estimoitu volatiliteetti on myös poikkeuksellinen muihin hyödykkeisiin verrattuna, joten kuvaajan perusteella on vaikea keksiä mahdollista syytä isolle volatiliteetin muutokselle. Mahdollinen selittävä tekijä saattaisi olla se, että kaakaon tuotanto ei ole kohdannut kysyntä- tai tarjontapuolen shokkeja, jolloin tarjonta on pystynyt vastaamaan kysyntään. S&P GSCI-indeksin volatiliteetti on t-testin perusteella pienentynyt kriisin jälkeisellä ajanjaksolla. Tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä ja nollihypoteesi voidaan hylätä varmasti. Prosentuaalisesti volatiliteetin keskiarvo on pienentynyt noin 12 prosenttia, joka sekin on varsin suuri osuus. Toisaalta kuviota tarkasteltaessa silmämääräisesti muutosta ei ole havaittavissa, joten voidaankin pohtia, onko tuloksissa otoksen valintaan liittyvää harhaa. S&P 500- indeksin volatiliteetti on puolestaan kasvanut kriisin jälkeisellä ajanjaksolla. Volatiliteetin kasvu on tilastollisesti merkitsevää, ja nollihypoteesi voidaan hylätä viiden prosentin riskitasolla. Prosentuaalisesti otoskeskiarvo on kasvanut noin 2 prosenttia verrattuna aiempaan. Ero on siis verrattuna hyödykkeiden volatiliteetin muutokseen varsin marginaalinen. Pitää kuitenkin muistaa, että indeksien muutokset eivät ole samassa suhteessa yksittäisiin hyödykkeisiin verrattuna, vaan pienikin muutos saattaa olla merkittävä.

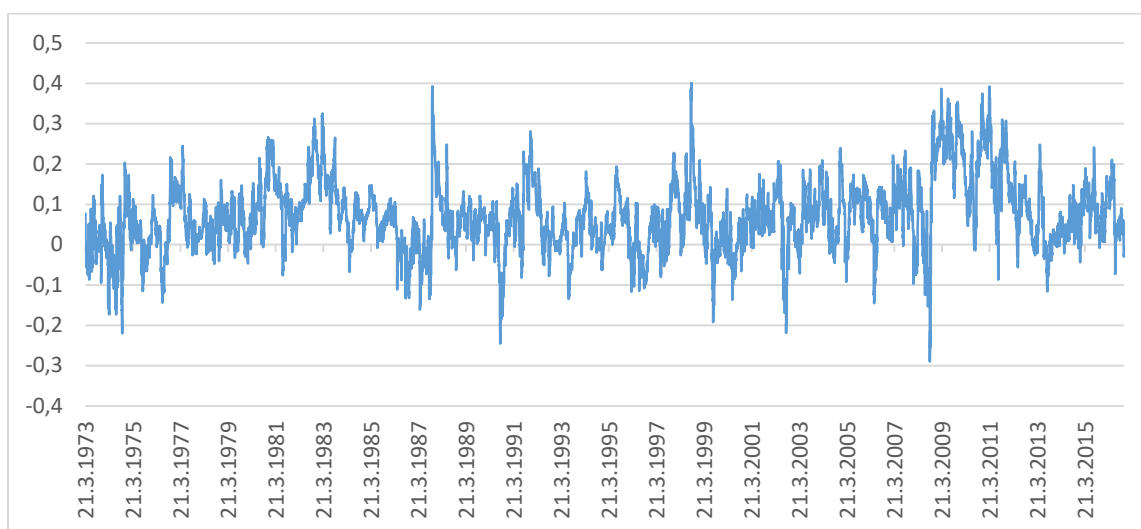
5.4 Korrelaatiot

Tässä luvussa esitellään aluksi DCC-GARCH-mallin parametriestimaatit (ks. Liite 1). Tämän jälkeen esitellään tutkimuksessa mallinnetut korrelaatiokuviot, ja analysoidaan niistä huomattavimpia muutoksia silmämääräisesti. Kuvioiden esittelyn jälkeen taulukossa 6 esitetään Studentin t -testin avulla lasketut otoskeskiarvot. Testien otoksen valinnassa on ollut tarkoituksena selvittää, onko markkinoiden korrelaatioissa tapahtunut muutoksia vuoden 2005 jälkeen. Aiemmassa kirjallisuudessa (Girardi 2015, Büyüksahin & Robe 2014) sijoittajakäyttäytymisen muutoksen alku on ajoitettu vuoteen 2005. Lisäksi kuvion 1 perusteella voidaan todeta otoksen taitekohdan vuonna 2005 olevan perusteltu. Aineiston perusteella kriisiajan oletetaan loppuvan tammikuun alussa vuonna 2012. Kriisin jälkeinen aika puolestaan on kestänyt vuoden 2012 tammikuusta marraskuuhun 2016, jolloin

¹⁸ Tarkat tilastotiedot voi löytää osoitteesta www.worldofcorn.com

tämän tutkimuksen aineisto on hankittu. Seuraavassa tämän tutkimuksen tuloksia on tutkittu ensin kuvaajan perusteella silmämääräisesti. Raportoidut, yksittäiset positiiviset ja negatiiviset korrelaatiopiikit ovat yksittäisiä, selvästi muusta aineistosta erottuvia piikkejä (*korrelaatio* $\geq 0,2$). Tulosten esittelyn ohessa raportoidut prosenttimuutokset ovat vain suuntaa antavia, eikä niiden perusteella pidä tehdä lopullisia johtopäätöksiä.

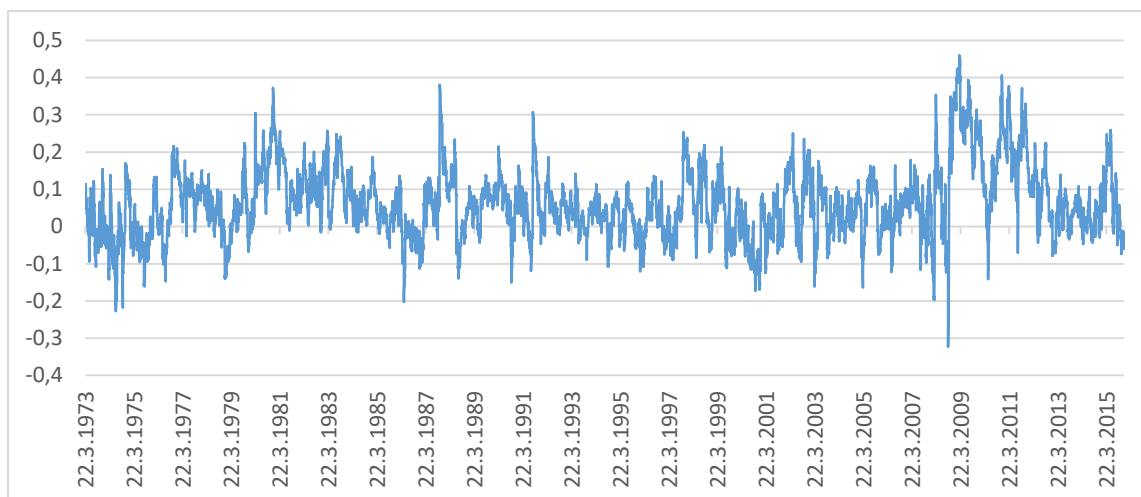
Mallin tulosten (LIITE 1) mukaan DCC-mallin parametrit ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,01$). Puhtaasi rahoitusmarkkinoilta saatuihin tuloksiin verrattuna parametri a saa korkeamman arvon ja b puolestaan jonkin verran matalamman. (Cappiello et al. 2006)



KUVIO 7. Maissin ja S&P 500 -indeksin välinen dynaaminen korrelaatio.

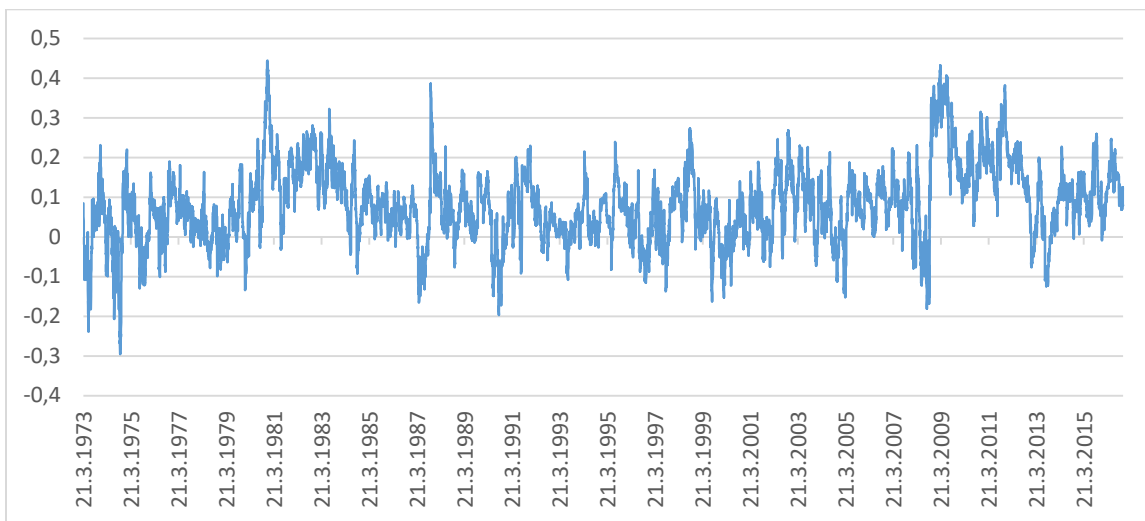
Kuvion 7 tarkastelun perusteella maissin ja S&P 500 -indeksin korrelaatio on ollut keskimäärin 0 ja 0,1 välillä. Kuvassa näkyy muutamia korkean korrelaation aikakausia vuosina 1980–1984 ja 2008–2012. Yksittäisiä positiivisia korrelaatiopiikkejä on ollut kuvaajan mukaan vuosina 1988, 1992 ja 1998. Negatiivisia piikkejä on ollut puolestaan vuosina 1974, 1990, 2002 ja 2008. T-testin mukaan korrelaation keskiarvo koko tarkasteluperiodilla on ollut 0,0699 (ks. Taulukko 6). Testin tulosten mukaan korrelaatio on noussut kriisin jälkeisellä periodilla verrattuna aikaväliin 1972–2004. Korrelaatio on testin mukaan myös noussut, kun verrataan koko aikavälin keskiarvoon. Korrelaation nousu on maissin ja S&P 500 -indeksin välillä tilastollisesti erittäin merkitsevää, koska p-arvo on lähellä nollaa. Toisaalta, kun verrataan koko aikaväliä kriisin jälkeiseen periodiin, niin otoksien keskiarvojen ero ei ole enää niin suuri. Itse asiassa korrelaation keskiarvo on pienempi kriisin jälkeisenä aikana verrattuna koko aikaväliin. Aikavälin 1973–2004 korrelaation keskiarvo on noussut noin 24 prosenttia verrattavan aikavälin 2012–2016 korrelaation keskiarvoon. Koko aikavälin korrelaatioon verrattuna aikavälin 2005–

2016 korrelaatio on noussut noin 57 prosenttia. Tulosten perusteella voidaan siis sanoa, että maissin ja osakemarkkinoiden tuoton korrelaatio on kasvanut.



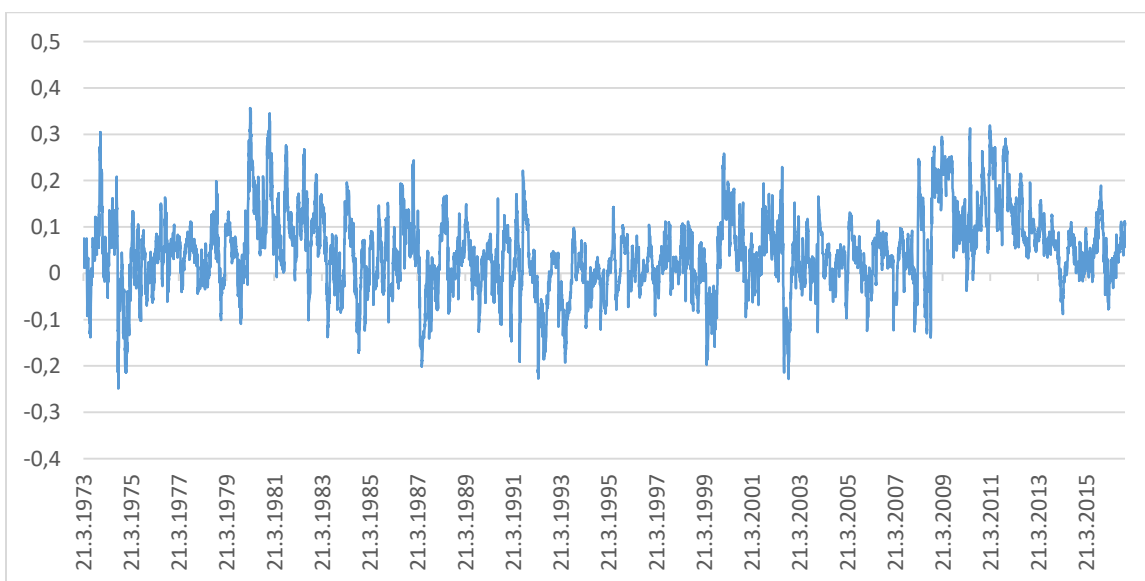
KUVIO 8. Vehnän ja S&P 500 -indeksin välinen dynaaminen korrelaatio.

Kuviosta 8 voidaan nähdä, että vehnän ja S&P 500 -indeksin korrelaatio on vaihdellut keskimäärin arvojen -0,1 ja 0,1 välillä. Korrelaation käyttäytyminen on hyvin samankaltaista kuin kuviosta 7 ilmenevä soijapavun ja S&P 500 -indeksin välinen korrelaatio. Pidempiä korkean korrelaation kausia on ollut kuviosta päätelleenä vuosina 1980–1984 ja 2008–2012. Selviä positiivisia yksittäisiä korrelaatiopiikkejä on ollut vuosina 1988, 1992, 1998, 2002 ja 2003. Negatiivisia piikkejä puolestaan on ollut vuosina 1974, 1986 ja 2008. T-testien perusteella vehnän korrelaation nousu on molemmissa otospareissa tilastollisesti erittäin merkitsevää. Verrattaessa koko aikavälin keskiarvoa vuosien 2012–2016 otoskeskiarvoon voidaan todeta, että korrelaatio on pienentynyt kriisin jälkeisellä periodilla. Toisaalta tulos on järkevä, koska koko aikavälillä 1973–2016 korrelaation keskiarvo sisältää viimeisen neljän vuoden korkean korrelaation ajanjakson. Otosten keskiarvojen prosentuaalinen muutos on ensimmäisessä t-testissä noin 29 prosenttia ja toisessa t-testissä noin 60 prosenttia.



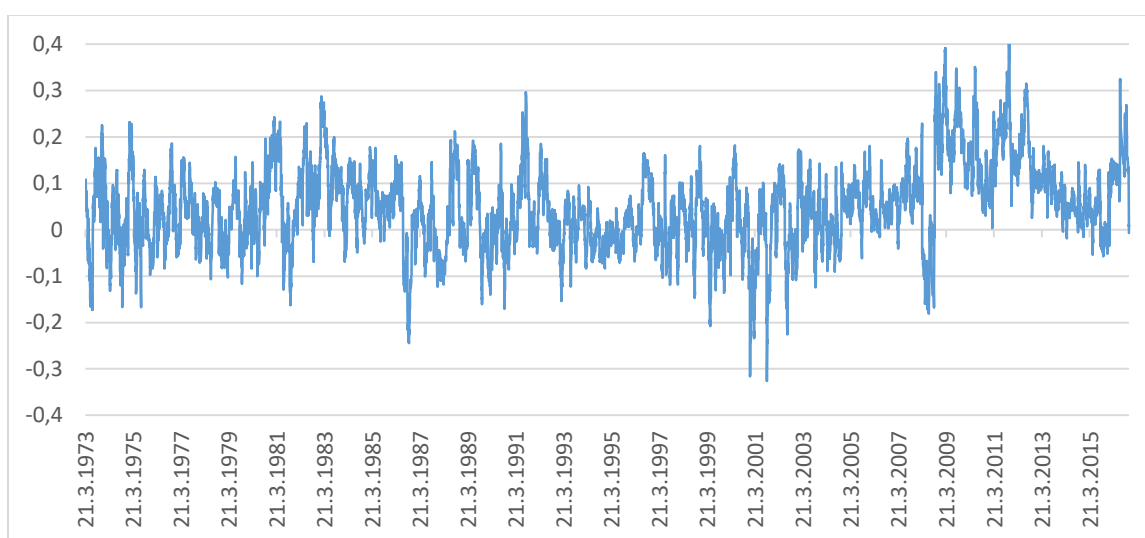
KUVIO 9. Soijapavun ja S&P 500 -indeksin välinen dynaaminen korrelaatio.

Kuviota 9 tarkasteltaessa soijapavun korrelaatio S&P 500 -indeksin kanssa on ollut korkeammalla tasolla vuosina 1980–1984 ja 2008–2013. Selviä yksittäisiä positiivisia korrelaatiopiikkejä on vuosina 1980, 1988 ja 2009. Negatiivisia korrelaatiopiikkejä on ollut puolestaan vuosina 1973, 1974 ja 1990. Kuvaajan perusteella korrelaation keskiarvo on liikkunut 0,05 ja 0,1 välillä. Kahden otoksen t-testin tulosten perusteella korrelaatio on muuttunut tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Keskiarvoja tarkasteltaessa korrelaation keskiarvon kasvu on ollut suurta molemmissa testeissä. Verrattaessa ristiin koko aikavälin 1973–2016 korrelaation keskiarvoa aikavälin 2012–2016 keskiarvoon muutos on varsin suuri. Prosentuaalisesti kasvu on ollut ensimmäisessä vertailuparissa noin 65 prosenttia ja toisessa vertailuparissa noin 57 prosenttia.



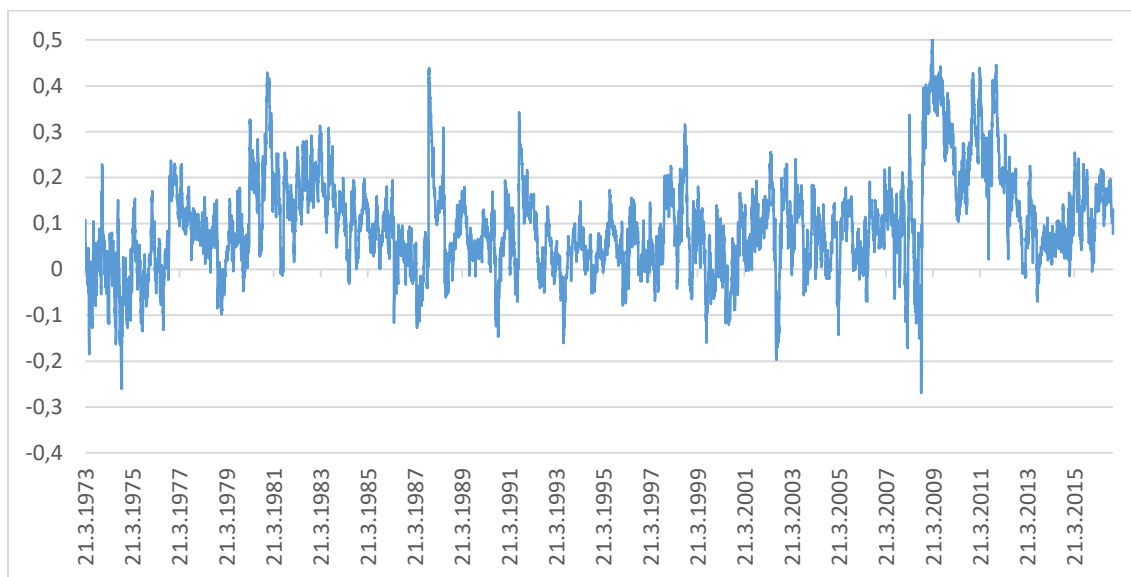
KUVIO 10. Sokerin ja S&P 500 -indeksin välinen dynaaminen korrelaatio.

Tarkasteltaessa silmämääräisesti kuviota 10 huomataan, että sokerin ja S&P 500 -indeksin välinen korrelaatio on keskimäärin ollut 0 ja 0,5 välillä. Tosin korrelaation vaihtelu on ollut melko suurta ja huipukasta. Pidempiä korkean korrelaation ajanjaksoja on ollut vuosina 1980–1983 ja 2008–2013. Yksittäisiä sekä positiivisia että negatiivisia korrelaatiopiikkejä on kuvion 10 perusteella ollut vuosina 1974, 1980, 1991, 1992, 2000 ja 2002. T-testien keskiarvojen muutos on molemmissa testeissä tilastollisesti erittäin merkitsevää. Korrelaation keskiarvon kasvu on ollut ensimmäisessä kahden otoksen t-testissä noin 103 prosenttia ja toisessa noin 80 prosenttia.



KUVIO 11. Kaakaon ja S&P 500 -indeksin välinen dynaaminen korrelaatio.

Aluksi pitää ottaa huomioon, että kaakaon ja S&P 500 -indeksin välisen korrelaatiokuvion 11 y-akselin maksimi on pienempi kuin muissa kuvioissa. Tämä muutos on tehty silmämääräisen tulkinnan helpottamiseksi. Kun tarkastellaan silmämääräisesti kuviota 11, korrelaation keskiarvo näyttää vaihdelleen 0:n ja 0,5:n välillä. Pidempiä korkean korrelaation jaksoja kuvaajassa on havaittavissa vuosina 1982–1985 ja 2009–2013. Yksittäisiä, korkeita, positiivisia korrelaatiopiikkejä on ollut vuosina 1973, 1975, 1983, 1991 ja 2016. Isoja, negatiivisia korrelaatiopiikkejä on ollut vuosina 1986, 2001, 2002 ja 2008. T-testien tulosten perusteella korrelaatio on noussut tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Kaakaon ja S&P 500 -indeksin ensimmäisen t-testin keskiarvoja vertailtaessa korrelaatio on kasvanut noin 265 prosenttia. Toisen t-testin keskiarvojen perusteella korrelaatio on kasvanut 121 prosenttia. Verrattaessa ristiin koko aikavälin keskiarvoa ja aikavälin 2012–2016 keskiarvoa voidaan sanoa, että korrelaation keskiarvo on lähestulkoon kaksinkertaistunut.



KUVIO 12. S&P GSCI -indeksin ja S&P 500 -indeksin välinen dynaaminen korrelaatio.

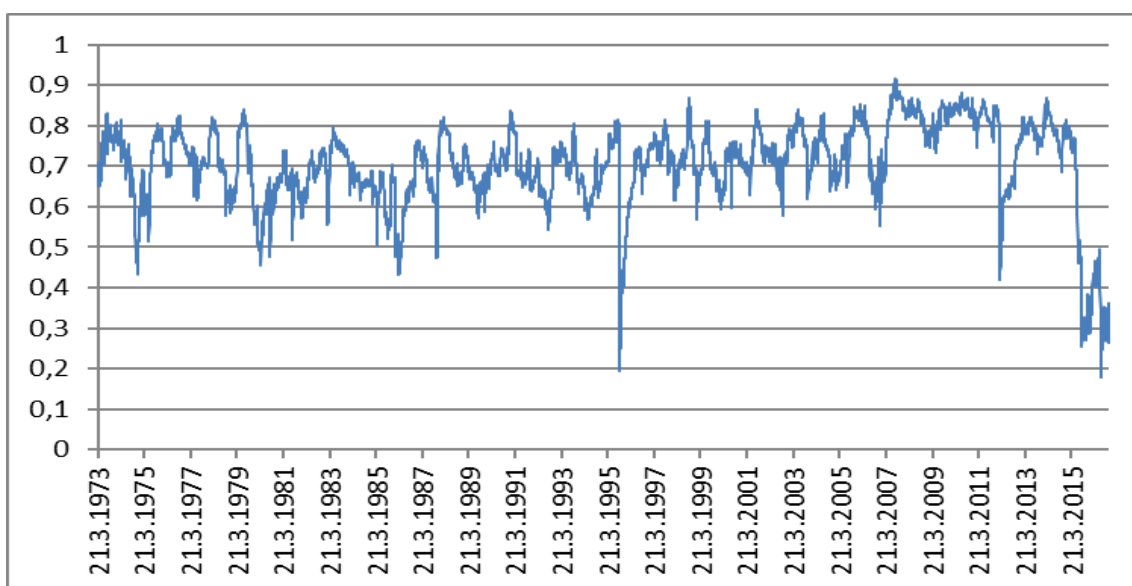
Tarkasteltaessa silmämääräisesti kuviota 12 voidaan todeta, että tuottojen korrelaation kasvu näyttää olleen vain väliaikaista. Yleisesti kuviossa 12 näyttää olevan kaksi pidempää korkeamman korrelaation ajanjaksoa: 1980–1986 ja 2008–2012. Yksittäisiä positiivisen korrelaation piikkejä on vuosina 1980, 1987, 1991, 1998 ja 2008. Selviä negatiivisen korrelaation piikkejä on vuosina 1973, 1974, 2002 ja 2008. Molempien t-testien tulosten perusteella korrelaatio on kasvanut tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Verrattaessa koko aikavälin keskiarvoa ajanjakson 2012–2016 keskiarvoon näyttää korrelaation kasvu olevan silmämääräisesti merkitsevää kriisin jälkeisellä periodilla.

TAULUKKO 6. Kahden otoksen t-testi estimoiduille korrelaatioille.

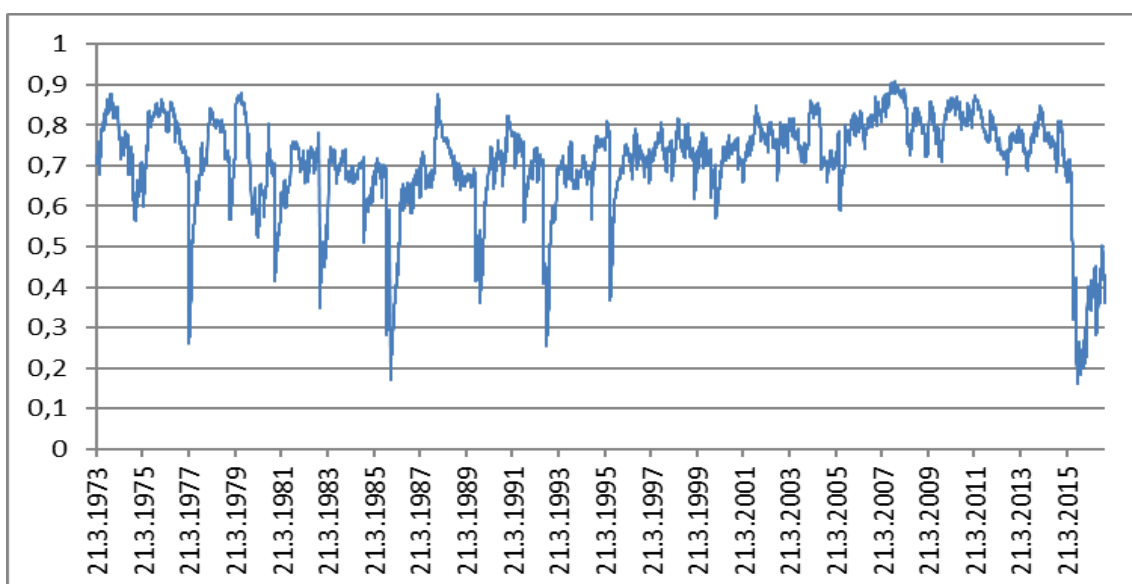
	1973-2004	2012-2016	1973-2016	2005-2016
Maissi	0,055 (0,006)	0,069*** (0,004)	0,070 (0,008)	0,110*** (0,010)
Vehnä	0,047 (0,007)	0,061*** (0,005)	0,061 (0,009)	0,098*** (0,013)
Soijapapu	0,063 (0,008)	0,104*** (0,006)	0,080 (0,009)	0,125*** (0,011)
Sokeri	0,031 (0,006)	0,062*** (0,003)	0,044 (0,007)	0,079*** (0,007)
Kaakao	0,026 (0,006)	0,095*** (0,005)	0,047 (0,008)	0,104*** (0,008)
S&P GSCI	0,074 (0,008)	0,114*** (0,004)	0,094 (0,011)	0,150*** (0,015)

*, **, *** Tilastollisesti merkitsevä kymmenen, viiden ja yhden prosentin riskitasolla.

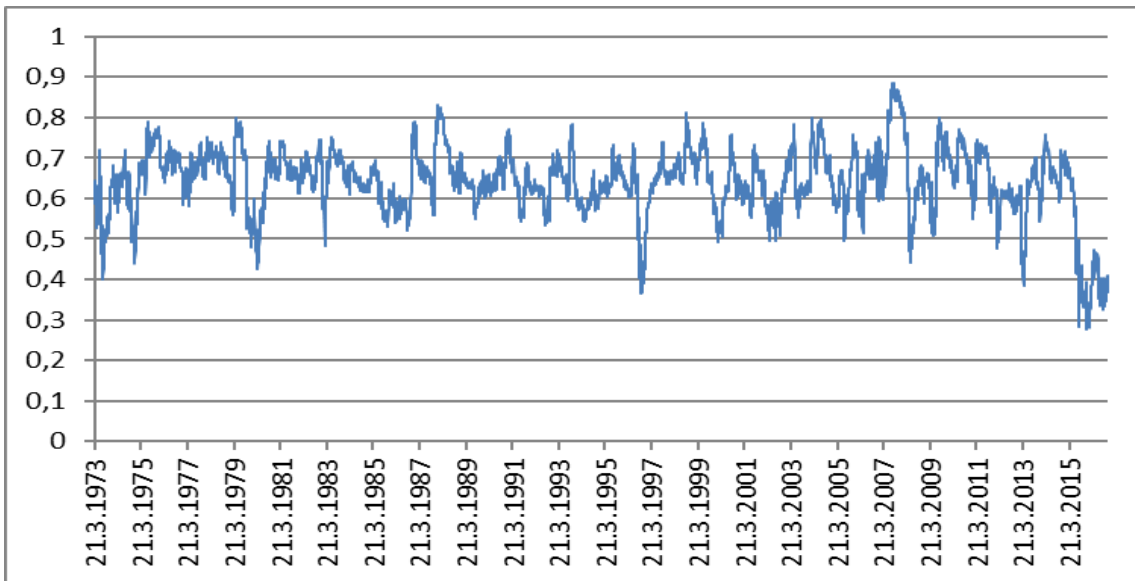
Seuraavat korrelaatiokuviot on estimoitu kuvaamaan indeksisijoittamisen vaikutusta hyödykemarkkinoihin. Lähtökohtaisesti voitaisiin olettaa, että kasvaneella kaupankäyntimäärällä ja lisääntyvällä määrällä indeksisijoittajia, olisi positiivinen vaikutus korrelaation kehitykseen. Tutkimuksen hyödykkeiden maissin, vehnän, soijapavun, kaakaon ja sokerin tuottoja on siis verrattu energiapainotteiseen S&P GSCI -indeksiin. Seuraavassa ei ole haluttu testata korrelaatioiden keskiarvon muutosta Studentin t-testin avulla, koska se ei kuvioiden perusteella näytä tuovan mitään lisäinformaatiota.



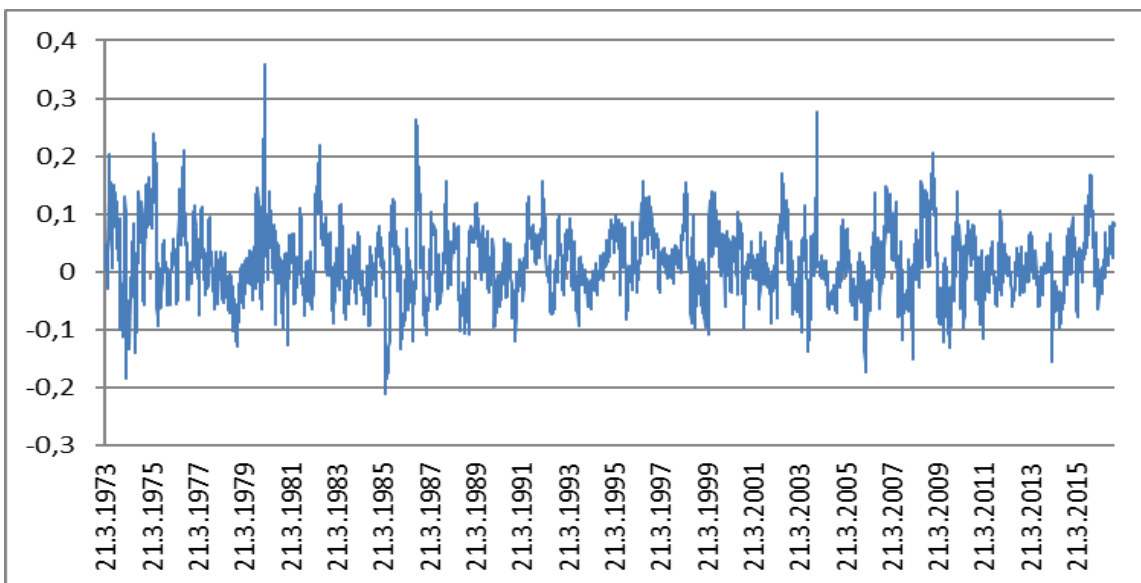
KUVIO 14. Maissin ja S&P GSCI -indeksin välinen korrelaatio.



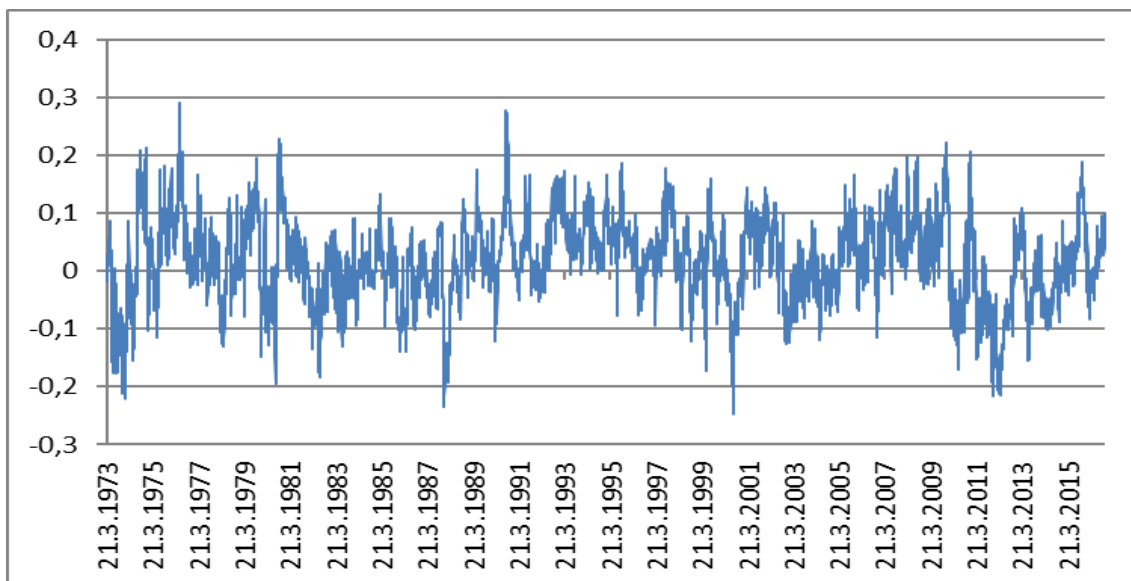
KUVIO 15. Vehnän ja S&P GSCI -indeksin välinen korrelaatio.



KUVIO 16. Soijapavun ja S&P GSCI -indeksin välinen korrelaatio.



KUVIO 17. Kaakaon ja S&P GSCI -indeksin välinen korrelaatio.



KUVIO 18. Sokerin ja S&P GSCI-indeksin välinen korrelaatio

Maissin, vehnän ja soijapavun korrelaatiot S&P GSCI -indeksin kanssa käyttäytyvät estimoitujen kuvioiden 14, 15 ja 16 perusteella samankaltaisesti. Korrelaatio on kuvioiden perusteella vaihdellut 0,6:n ja 0,8:n välillä. Sokerin ja kaakaon korrelaatioiden käyttäytymisessä näyttää puolestaan olevan satunnaista vaihtelua nollan molemmiin puolin. Vähäinen korrelaatio selittyy osin hyödykkeiden pienellä prosentuaalisella osuudella verrattavassa indeksissä. Toisaalta maissin, vehnän ja soijapavun indeksiosuudet ovat nekin alle 5 prosenttia. Energiapainotetun S&P GSCI -indeksin korkea korrelaatio maissin ja soijapavun kanssa johtuu osaksi biopolttoaineiden kysynnän ja energian hinnan yhteydestä. Kuvioista 14 ja 16 huomataan pieni hyppäys juuri öljyn hinnan ja ruokakriisin aikoihin vuonna 2007. Hyppäys on kuitenkin varsin pieni, eikä korrelaation kasvu ole alkanut vuonna 2005, vaan vasta vuoden 2006 alkupuolella. Silmämääräisesti tarkasteltuna korrelaatio ei myöskään ole laskenut pitkän aikavälin keskiarvon alapuolelle kriisiajan päätyttyä.

Maissilla, vehnällä ja soijapavulla sen sijaan on tapahtunut selkeä lasku korrelaatioissa vuoden 2015 taitteessa. Korrelaatio putosi noin puoleen pitkän aikavälin keskiarvosta, mitä voidaan pitää merkittävänä laskuna. Korrelaatio ei ole noussut takaisin vuoden 2008 tasolle marraskuuhun 2016 mennessä. Sokerin ja kaakaon korrelaatio vastaavasti heikkeni paljon vähemmän kuin maissin, vehnän ja soijapavun. Kuvioiden 17 ja 18 perusteella sokerin ja kaakaon korrelaation väheneminen kuuluu normaaliin pitkän aikavälin vaihteluun. Vastaavaa korrelaation heikkenemistä on tapahtunut historiassa aiemminkin, mutta palautuminen on ollut vuoden 2015 tapahtumaa nopeampaa. Esimerkiksi vuoden 1973 öljy- ja ruokakriisi ei näy mitenkään poikkeuksellisella tavalla korrelaatiokuvioissa.

5.4 Lineaariset regressiot

Tässä kappaleessa esitellään tulokset, joilla pyritään selittämään aiemmin luvussa 5.3 estimoitujen maataloustuotteiden ja osakemarkkinoiden välisiä korrelaatioita. Selittävät muuttujat ovat TED -erotuksella, VIX -indeksillä ja dollarin muihin suhteellisella valuuttakurssilla. Regressiot on jaettu kahteen eri aikaväliin, jotta voidaan tehdä mahdollisia päätelmiä spekulatiivisten sijoittajien vaikutuksesta maataloustuotemarkkinoiden toimintaan.

TAULUKKO 7. Maataloustuotteiden korrelaatiota S&P 500 -indeksin kanssa selitetään TED -erotuksella, VIX -indeksillä ja dollarin suhteellisella valuuttakurssilla koko aikavälillä 1973-2016.

1973-2016	TED	VIX	Valuuttakurssi
Maissi	-0,015	-0,014	-0,179
Vehnä	-0,025*	-0,021	-0,24
Soijapapu	-0,008	-0,012	-0,096
Sokeri	-0,020*	-0,003	-0,197
Kaakao	-0,006	-0,004	-0,205
S&P GSCI	-0,024	-0,024	-0,229

*, **, *** Tilastollisesti merkitsevä kymmenen, viiden ja yhden prosentin riskitasolla.

TAULUKKO 8. Maataloustuotteiden korrelaatiota S&P 500 -indeksin kanssa selitetään TED -erotuksen, VIX -indeksin ja dollarin suhteellisella valuuttakurssilla aikavälillä 2005-2016.

2005-2016	TED	VIX	Valuuttakurssi
Maissi	-0,022	0,001	-0,717
Vehnä	-0,035	0,005	-0,567
Soijapapu	-0,015	0,006	-0,433
Sokeri	0,029	-0,018	-0,058
Kaakao	0,016	-0,005	0,161
S&P GSCI	-0,025	-0,000	-0,819

*, **, *** Tilastollisesti merkitsevä kymmenen, viiden ja yhden prosentin riskitasolla.

Koko tutkimuksen aikavälillä markkinoiden myllerrystä kuvaava TED-erotus näyttää selittävän vehnän ja sokerin korrelaatiota S&P 500 -indeksin kanssa 10 prosentin merkitsevyystasolla. Huomioitavaa on, että suurin osa regression kulmakertoimista on negatiivisia. Tähän yksi syy saattaa olla erilaiset markkinoihin

vaikuttavat ajurit. TED-erotus on varsin stabiili muuttuja verrattuna vahvasti volatiilisiin osakemarkkinoiden ja maataloustuotteiden väliseen korrelaatioon, mikä saattaa vaikuttaa regressiomallin huonoon selittävyteen.

Aiemmissä tutkimuksissa (Girardi 2015, Tang ja Xiong 2010) on tuotu esille, että spekulatiiviset sijoittajat välittäisivät osakemarkkinoiden epävarmuutta maataloustuotemarkkinoille. Tässä tutkimuksessa estimoidun regressiomallin perusteella väitteelle ei löydy tukea. Jos epävarmuus ja volatilitteetti välittyisivät hyvin markkinoiden välillä, regressiomallin kertoimien pitäisi olla positiivisia. Toisaalta myöhemmin tässä tutkimuksessa luvussa 5.5 näytetään, että maataloustuotemarkkinat reagoivat pienellä viiveellä osakemarkkinoiden kriisiin Lehman Brothersin mennessä konkurssiin. Bichetti ja Maystre (2013) tekivät omassa tutkimuksessaan havainnon, jonka mukaan volatilitteetilla on positiivinen yhteys markkinoiden tuottoihin. Tässä tutkimuksessa ei löydetä kuitenkaan yhteyttä osakemarkkinoiden volatilitteetin ja maatalous- ja osakemarkkinatuottojen korrelaation välillä.

Valuuttakurssin heikkenemisen oletettiin selittävän negatiivisesti tuottojen välistä korrelaatiota, koska jos valuuttakurssi heikkenee suhteessa ulkomaiseen valuuttakoriin, ulkomaisten tuotteiden kysyntä heikkenee ja kotimaisten tuotteiden vienti kasvaa. Viennin kasvaessa ja tuonnin supistuessa talouden ylijäämän pitäisi kasvaa. Toisin sanoen valuuttakurssin ja korrelaatioiden välinen negatiivinen suhde on täysin realistinen. Toisaalta valuuttakurssin ja tuottojen korrelaatioiden todellisesta suhteesta ei voida sanoa mitään varmaa, koska regressiokertoimet eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Piesse ja Thirtle (2009) korostavat, että vahvaa riippuvuutta näiden kahden välille on vaikea saada osakemarkkinoiden ja maataloustuotemarkkinoiden reagoidessa viiveellä valuuttakurssin muutokseen.

5.5 Tulosten vertailu aiempiin tutkimuksiin

TAULUKKO 9. Taulukossa on esitelty kirjallisuuskatsauksen keskeisimpien tutkimusten tulokset.

Tutkimus	Keskeisimmät tulokset
Basak ja Pavlova (2015)	Instituutisijoittajat kasvattanut hintoja ja volatilitteettiä
Bhardwaj ja Dunsby (2013)	Korrelaatiot riippuvaisia makromuuttujista.
Bicchetti ja Maystre (2013)	Osakemarkkinoiden volatilitteetti on positiivisesti yhteydessä markkinoiden välisiin tuottoihin.
Bruno ym. (2013)	Korrelaatio vaihtelee makromuuttujien mukaan
Büyüksahin ja Robe (2014)	Ei muutosta korrelaatioissa.
Chong ja Miffre (2006a)	Korrelaatio on pienentynyt. Korrelaatiot pienenevät silloin, kun epävarmuus on suurta.
Creti ym. (2013)	Ei poikkeavaa muutosta korrelaatioissa pitkällä aikavälillä
Dwyer ym. (2011)	Spekulatiivisilla sijoittajien vaikutus maataloustuotemarkkinoihin ollut vähäinen
Gardebroek ja Hernandez (2013)	Korrelaation kasvu markkinoiden välillä johtui biopolttoaineiden kysynnän kasvusta
Gilbert (2010)	Indeksisijoittajilla ei vaikutusta osake- ja maataloustuotteiden korrelaatioon.
Gilbert ja Morgan (2010)	Volatilitteetti ei ole kasvanut pitkällä aikavälillä kriisin seurauksena.
Girardi (2015)	TED-erotus selitti 13/16 hyödykkeen korrelaation kasvua 2006-2013 S&P 500:n kanssa Shokit välittyvät markkinoiden välillä paremmin spekulatiivisten sijoittajien takia
Lombardi ja Ravazzolo (2013)	Korrelaatio kasvanut ja se on positiivista. Juomat (softs) eivät korreloi juurikaan.
Nazlioglu ym. (2013)	Sokerimarkkina tarjoaa hajautushyötyä osake- ja öljymarkkinaa vastaan
Silvennoinen ja Thorp (2012)	Korrelaatio kasvanut ja markkinat integroituneet
Tang ja Xion (2012)	Raaka-aineiden keskinäinen korrelaatio on kasvanut.
Vivian ja Wohar (2012)	Volatilitteetin muutokset aiheutuneet hyödykkeen omien fundamenttien muutoksista.

Instituutionaalisten sijoittajien läsnäolo nosti Basakin ja Pavlovan (2015) tutkimuksen mukaan kaikkien hyödykkeiden futuurihintoja. Erityisesti indeksiin kuuluvien hyödykkeiden hinnat ja volatilitteetti nousivat enemmän verrattuna indeksiin kuulumattomiin hyödykkeisiin (Basak & Pavlova 2015). Maataloustuotteiden hintojen volatilitteetin kasvu ei välttämättä johdu energia- ja maataloustuotemarkkinoiden välisestä vahvemmassa korrelaatiosta. Gardebroek ja Hernandez (2013) esittävät korrelaation kasvun johtuvan siitä, että etanolia alettiin suosia vuoden 2007 jälkeen. Heidän saamiensa tulosten mukaan volatilitteetti ei välity energiemarkkinoilta maissin hintaan. Vastaavasti shokki maissin futuurihintaan johtaa lyhyen aikavälin shokkiin etanolin tuotannossa. Dwyerin, Gardnerin ja Williamsin (2011) tutkimuksen mukaan ei ole riittävää näyttöä siitä, että osakemarkkinoilla olisi haitallisia vaikutuksia maataloustuotemarkkinoille, vaan spekulatiivisten sijoittajien vaikutus hintojen volatilitteettiin on ollut vähäinen. Tutkimuksessa käy kuitenkin ilmi, että maataloustuotteiden hintavolatilitteetti on noussut aikavälillä 2007–2011 selvästi verrattuna aikaan ennen spekulatiivisten sijoittajien läsnäoloa markkinoilla. Oman tutkimukseni tulosten perusteella volatilitteetti on pienentynyt vuoden 2005 jälkeen kaikilla muilla hyödykkeillä paitsi maissilla. Tämä tulos tukee väittämää siitä, että spekulatiivisten sijoittajien tuleminen maataloustuotemarkkinoille on tehostanut kaupankäyntiä. Hintojen ja volatilitteetin muutoksen suuruutta ei verrattu omassa tutkimuksessani indeksiin kuulumattomiin hyödykkeisiin.

Maataloustuotteille tyypillinen lyhyen aikavälin hintajoustojen jäykkyys näkyy estimoiduissa volatiliteeteissa selvänä kausivaihteluna (ks. maissin tai soijapavun volatiliteetti kuviot 6a ja 6c.) Toisaalta, tämän tutkimuksen tuloksissa ilmennyt volatiliteetin pieneneminen voisi implikoida paremmista varastointimahdollisuuksista ja satotasojen noususta. Maataloustuotteiden tuotannon tehostuminen ja tuotannon epätasainen jakautuminen on aiheuttanut paikoin ylitarjontaa markkinoilla, mikä ei ole kuitenkaan näkynyt volatiliteetin kasvuna, vaan vain alentuneena hintatasona. (Gilbert & Morgan 2010).

Valtioiden toimiminen markkinoilla vääristää kaupankäyntiä muun muassa valtiollisten reservien kautta. Reservitasojen ylläpito aiheuttaa hintajoustoihin jäykkyyksiä ja sitä kautta aiheuttaa suurempaa volatiliteettia. Aiemmin luvussa 2.2 mainittu reservitasojen lasku toimi hyvin maataloustuotteiden hintojen nousuun saakka vuosina 2007–2008. Gilbertin ja Morganin (2010) mukaan markkinoiden avaaminen ja sääntelyn vähentäminen on saattanut osaltaan vaikuttaa volatiliteetin vähenemiseen. Timmer (2010) puolestaan argumentoi tutkimuksessaan, että reservitasot itsessään eivät ole vaikuttaneet volatiliteettiin, vaan sen on aiheuttanut ennemminkin maatalouspolitiikka. Tämän tutkimuksen perusteella ei voida ottaa kantaa reservitasojen vaikutukseen, mutta epäjohtonmukaisella maatalouspolitiikalla on hintoihin vaikutusta. Esimerkkinä voidaan pitää eri maataloustuotteiden erilainen tukeminen eri aikakausina.

Silvennoisen ja Thorpin (2013) tutkimuksen perusteella osakemarkkinoiden VIX-indeksi näyttää ennustavan indeksiin kuuluvien hyödykkeiden volatiliteetin nousua, mikä saattaisi johtua molemmilla markkinoilla toimivien spekulatiivisten sijoittajien toimista. Sokerin volatiliteetti kasvaa, kun short -positioiden arvo ylittää long -positioiden arvon ja päinvastoin. Heidän mukaansa samansuuntaisia vaikutuksia, mutta vähäisempiä, on havaittavissa maissilla ja soijapavulla. Yleensä korkea volatiliteetti liitetään laskumarkkinoihin¹⁹. Hyödykkeiden kohdalla volatiliteetti kasvaakin silloin, kun hinnat ovat epätavallisen korkeat. Volatiliteetin kasvu johtuu sijoittajien epävarmuuden noususta. Tämä Silvennoisen ja Thorpin väite sopii hyvin tämän hetken markkinatilanteeseen ja tämän tutkimuksen tuloksiin, koska hinnat ovat alhaalla ja volatiliteetti on laskenut. (Silvennoinen & Thorp 2013)

Ruokakriisin aikana Lehman Brothersin kaatuminen aiheutti ison shokin maataloustuotemarkkinoille. Aiemmin vastaavat osakemarkkinoiden shokkien vaikutukset ovat olleet paljon vähäisempiä. Olisiko siis niin, että spekulatiiviset sijoittajat voimistaisivat shokkien vaikutusta ja volatiliteetin välittymistä? Aiemmin tässä luvussa jo todettiin, että volatiliteetti on saattanut pienentyä kaupankäynnin kasvun seurauksena. Vastaavat isot muutokset volatiliteeteissa ovat olleet aiemmin varsin hyödykekohtaisia. Joitakin isoja yhteisiä tasomuutoksia kuvaajista toki löytyy, kuten esimerkiksi Black Monday, Lehmanin konkurssi ja 80-

¹⁹ Englanniksi bear-markets.

luvun pankkikriisi. Vaikka osalla tärkeimmistä tuotantoalueista sadot olivat heikot vuosina 2006 ja 2007, niin se ei ollut Gilbertin ja Morganin (2010) mukaan varsinainen syy hintojen nousulle, koska vastaavasti toisaalla saatiin vähintään yhtä hyviä satoja. Biopolttoaineiden kysynnän räjähdysmäinen kasvu ruokakriisin aikana ei ollut myöskään ainoa volatilisuuutta lisännyt selittäjä. Gilbertin ja Morganin (2010) mukaan volatilitteetti kasaantuu silloin, kun osakekurssit ovat alhaalla. Oman tutkimukseni kuvaajien tarkastelun perusteella osakekurssien ollessa alimmillaan keväällä 2009 volatilitteetti oli korkeaa, mutta ei poikkeuksellisella tavalla verrattuna pitkälle aikavälille.

Vivianin ja Woharin (2012) mukaan volatilitteetti ei ole muuttunut viimeisen kriisin seurauksena, mikä on ristiriidassa oman tutkimukseni tulosten kanssa. Tutkijoiden mukaan aineistossa on havaittavissa rakenteellisia, hyödykkeiden kesken eriäviä muutoksia, jotka viestivät hyödykkeiden hinnan muodostuksen erilaisista taustatekijöistä. Heidän mukaansa raaka-aineet ovat liian laaja joukko hyödykkeitä, jotta voitaisiin tehdä yleistyksiä. Chong ja Miffre (2006) päätyvät samaan, että päätelmiä on hankala yleistää kaikille 25 hyödykkeelle niiden erilaisten perusfundamenttien takia. Oman tutkimukseni korrelaatio- ja volatilitteettikuvioiden perusteella maataloustuotteiden tuotot määräytyvät ainakin osittain erilaisien taustatekijöiden perusteella. Hyvänä esimerkkinä omassa tutkimuksessani on sokerin ja kaakaon tuottojen käyttäytyminen (ks.kuviot 10 ja 11).

Vivianin ja Woharin (2012) tutkimuksen mukaan lyhyen aikavälin volatilitteetin pysyvyyttä mitataan GARCH (1,1) - mallin $(\alpha + \beta)$ summalla²⁰. Summan ollessa lähellä arvoa yksi, kuten tässäkin tutkimuksessa, niin se selittää heidän mukaansa volatilitteetin hidasta sopeutumista lähemmäs keskiarvoaan. Tämä tulos taas vahvistaa sitä Vivianin ja Woharin olettamusta, että joidenkin hyödykkeiden volatilitteeteissa on rakenteellinen muutos. Volatilitteetin lyhyen aikavälin sopeutuminen on heidän tulostensa mukaan vain hieman hitaampaa verrattuna pitkään aikaväliin, mikä puolestaan vahvistaisi tämän tutkimuksen volatilitteettien muutosta. Toisin sanoen markkinoiden rajuihin muutoksiin sopeutuminen kestää hieman normaalia kauemmin, jolloin volatilitteetissa näyttäisi olevan lyhytaikainen rakennemuutos. Omassa tutkimuksessani volatilitteetin rakennemuutosta ei varsinaisesti ole tutkittu, vaan vain sen keskiarvoista muutosta. Vivianin ja Woharin havaitsivat rakenteellisen muutoksen markkinoilla juuri viimeisen ruokakriisin aikaan. Muutos oli tutkijoiden mielestä yllättävä, sillä vastaavaa rakenteellista muutosta ei havaittu samanaikaisesti metalleilla ja energiahyödykkeillä. Tutkimuksessa kuitenkin todettiin, että volatilitteetti ei ollut kriisin aikana poikkeuksellisen korkeaa verrattuna pitkään aikaväliin. Tämä puolestaan tarkoittaa sitä, että spekulatiiviset sijoittajat eivät ole aiheuttaneet muutosta tuottojen volatilitteetteihin, vaan volatilitteetin muutokselle on jokin muu syy. Oman tutkimukseni perusteella volatilitteetti ei ollut poikkeuksellista finanssikriisin aikaan.

²⁰ Liitteessä 1, muuttujat 1,2,3,4,5,6,7

Omassa tutkimuksessani havaitaan, että ruoka- ja finanssikriisin seurauksena estimoidut korrelaatiot nousivat pitkän aikavälin keskiarvoa korkeammalle tasolle. Oman tutkimukseni korrelaatiot S&P GSCI -indeksin ja maataloustuotteiden välillä nousivat vain hieman ruokariisin seurauksena. Toisaalta korrelaatioiden kehitystä tutkittaessa huomataan, että korrelaatio on noussut korkeammalle tasolle hieman aiemmin kuin S&P 500 -indeksin ja maataloustuotteiden välinen korrelaatio. On siis olemassa pieniä viitteitä indeksisijoittajien vaikutuksesta kriisiä voimistavana tekijänä. Gilbertin (2010) käsitys siitä, että indeksisijoittamisella ei ole vaikutusta korrelaatioihin, ei siis saa täyttä tukea tämän tutkimuksen perusteella. Sen sijaan maataloustuotteiden ja S&P 500 -indeksin väliset korrelaatiot viestivät siitä, että korrelaatio kasvaa taloudellisen myllerryksen aikana. Girardi (2015) puolestaan argumentoi, että spekulatiivisilla sijoittajilla on enemmän vaikutusta shokkien välittymiseen kuin indeksisijoittajilla. Indeksisijoittamisella puolestaan vaikuttaa olevan enemmän pitkän kuin lyhyen aikavälin vaikutuksia. Tang ja Xiong (2012) puolestaan argumentoivat, että korrelaation nousu ei johtunut kriisin aiheuttamasta turbulenssista, vaan indeksisijoittajien rooli on ollut merkittävä markkinoita yhdistävä tekijä.

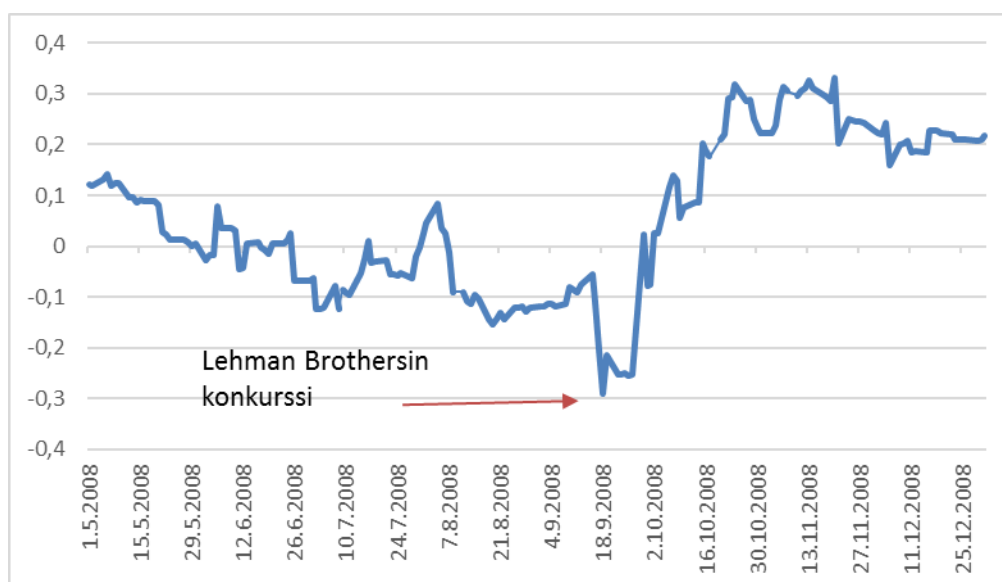
Creti, Joets ja Mignon (2013) toteavat, että korrelaatiot maataloustuotteiden ja osakemarkkinoiden välillä ovat hyvin volatiileja koko aineistossa. Vastaavaan tulokseen voidaan yhtyä myös omassa tutkimuksessani, mikä voidaan perustella kuvaajista aiemmin tehdyillä havainnoilla. Korrelaation volatilitetti ei ole kuitenkaan tutkimuksessani niin suurta, kuin kyseiset tutkijat omassa tutkimuksessaan esittävät. Dwyerin ym. (2013) mukaan korrelaatio on noussut aiemminkin, jolloin spekulatiivisilla sijoittajilla ei ollut yhtä suurta osaa markkinoilla. Heidän mukaansa korrelaatio kasvaa silloin, kun koko maailmaa kohtaa jokin markkinashokki. Dwyer ym. (2013) lisäävät, että indeksisijoittajilla on vaikutusta ainoastaan päivätason aineistosta estimoituihin korrelaatioihin. Kuukausitasolla indeksiin kuuluvalla ja kuulumattomalla hyödykkeellä ei ole eroa tuottojen korrelaatioissa. Kuvioiden 14, 15, 16, 17 ja 18 perusteella hyödykkeiden välillä on todella eroja korrelaatioissa S&P GSCI -indeksin kanssa. Toisaalta hyödykkeiden painoarvoissa on jonkin verran eroja indeksin sisällä. Suurimmat osuudet indeksissä maataloustuotteista on maissilla, vehnällä ja soijapavulla (www.us.spindices.com). Sokerilla ja varsinkin kaakaolla on varsin marginaaliset osuudet indeksistä, joten niiden korreloimattomuus osakemarkkinoiden kanssa selittyy osin sillä.

Mielenkiintoista on myös pohtia, mistä maissin, vehnän ja soijapavun raju korrelaation lasku johtuu S&P GSCI -indeksin kanssa. Siihen saattaa olla syynä aiemmin mainittu energia- ja maataloustuotemarkkinoiden tuottojen eriytyminen. Toisaalta viime aikoina myös energian hintakehitys on ollut laskusuuntaisen, joten sekään ei käy täysin selittämään korrelaation laskua. Hyödykkeiden tuottojen korrelaatiot S&P GSCI -indeksin kanssa viestivät siitä, että kriisin aikana spekulatiivisilla sijoittajilla ei ole ollut hintojen nousua voimistavaa vaikutusta.

Sokerimarkkina vaikutti olevan Nazlioglun, Erdemin ja Soytaşin (2013) tutkimuksen perusteella neutraali öljymarkkinan muutoksille. Tällöin sokerimarkkina tarjoaa hajautushyötyä sekä osakemarkkinoita että indeksisijoittajia vastaan. Kuviosta 17 ja 18 voidaan nähdä, että sokerin ja kaakaon korrelaatio energiapainotteisen S&P GSCI -indeksin kanssa liikkuu nollan molemmin puolin. Oman tutkimukseni tulokset siis vahvistavat käsitystä sokerin ja kaakaon tarjoamasta hyvästä hajautuksesta.

Toisin kuin tässä ja monessa muussa tutkimuksessa Chongin ja Miffren (2006a) tutkimuksessa löydettiin viitteitä siitä, että korrelaatio osakemarkkinoiden ja hyödykemarkkinoiden välillä on pienentynyt. Heidän päätelmänsä mukaan sijoittaja hyötyy markkinoiden eriytymisestä. Lisäksi talouden turbulenssin aikana tuottojen korrelaatio laskee, mikä lisää hajautushyötyä sijoittajan läsnä ollessa molemmilla markkinoilla. Chongin ja Miffren tuloksia tulkittaessa on otettava kuitenkin huomioon, että tutkimus on tehty ennen vuoden 2006 mahdollista sijoittajakäyttäytymisen muuttumista ja vuoden 2008 finanssi- ja ruokakriisiä.

Merkille pantavaa indeksien välisessä korrelaatiossa on se, että korrelaatio reagoi pienellä viiveellä esimerkiksi Lehman Brothersin konkurssiin²¹. Korrelaatio on ollut alla olevan kuvion 19 mukaan negatiivinen (-0,269) 18.9.2008 ja konkurssia edeltävänä kuukautena keskimäärin noin -0,1. Tästä voidaan päätellä, että hajauttaminen raaka-aineindeksiin antaa ainakin lyhytaikaista suojaa osakemarkkinoiden isoille myllerryksille. Tässä yhteydessä todettakoon vielä, että korrelaatio indeksien välillä on keskimäärin ollut matala (0,094).



KUVIO 19. Maissin ja S&P 500 välinen korrelaatio 1.5.2008–25.12.2008.

²¹ Lehman Brothers asetettiin konkurssiin 15.9.2008

Dwyerin et al. (2013) mukaan korrelaatio on noussut aiemminkin, jolloin spekulatiivisilla sijoittajilla ei ole ollut yhtä suurta osaa markkinoilla. Kyseisten tutkijoiden mukaan korrelaatio kasvaa silloin, kun koko maailmaa kohtaa jokin markkinashokki. Indeksi-investoinnilla on vaikutusta vain päivätason aineistossa korrelaatioihin. Kuukausitasolla indeksiin kuuluvalla ja kuulumattomalla hyödykkeellä ei ole eroa tuottojen korrelaatioissa. Oman tutkimukseni perusteella eroja tuottojen korrelaatioissa on, vaikkakaan erot eivät ole suuria. Kuten aiemmin todettiin, hyödykkeiden hinnoittelun taustatekijöiden erot heijastuvat myös tuottojen korrelaatioihin. Yksittäisten hyödykkeiden korrelaatio S&P GSCI -indeksin kanssa ei ole muuttunut merkittävästi indeksi-investoinnin vaikutuksesta. Dwyer et al. (2013) argumentoivat, että korrelaatio on noussut aiemminkin ilman spekulatiivisia sijoittajia. Gilbert ja Morgan (2010) argumentoivat volatiliteetin kasvamisesta silloin, kun osakekurssit ovat matalalla. Tämän tutkimuksen kuvaajien tarkastelun perusteella osakekurssien ollessa alimmillaan keväällä 2009 volatiliteetti oli korkea, mutta ei historiallisesti epänormaalia. Girardin (2015) mukaan shokkien välittyminen markkinoiden välillä pienenee talouden vakaana aikakautena. Girardi korostaa, että taloudellisen epävarmuuden kasvaessa markkinoiden välisen korrelaation kasvaminen on todennäköistä. Sitä, kuinka kauan markkinoiden välisen korrelaation kasvamisessa tulevaisuudessa menee, ei voida arvioida tämän tutkimuksen perusteella, vaan se vaatisi jatkotutkimusta.

Girardin (2015) mukaan markkinoiden myllerrystä kuvaava TED-erotus selitti korrelaation nousun 13 hyödykkeellä 16 hyödykkeestä. Tutkimukseni tulokset antavat tukea Girardin (2015) tulokselle vain vehnälle ja sokerille. Yleinen huomio oman tutkimukseni mallin regressiokertoimien huonosta selittävydestä huolimatta on se, että suhde korrelaatioiden ja selittävien tekijöiden välillä on negatiivinen. Chongin ja Miffren (2006b) tulosten perusteella osakemarkkinoiden volatiliteetin nousu aiheuttaa korrelaation kasvua osakkeiden ja joidenkin hyödykkeiden välillä. Tutkijoiden mukaan osakemarkkinoiden volatiliteetin nousun vaikutus osake- ja hyödykemarkkinoiden väliseen korrelaatioon on selitettävissä epävarmuuden takia nousseella hyödykemarkkinoiden tuottovaatimuksella. Samaa tulokseen päätyivät omassa tutkimuksessaan myös Bicchetti ja Maystre (2013). Silvennoinen ja Thorp (2013) päätyvät puolestaan siihen lopputulokseen, että korrelaatiot hyödykkeiden ja osakemarkkinaindeksin tuottojen välillä ovat kasvaneet. Heidän tutkimuksensa mukaan osakemarkkinoiden nouseva volatiliteetti ennakoii korrelaation kasvua osakkeiden kanssa. Oman tutkimukseni osakemarkkinoiden volatiliteetti selittää huonosti maataloustuote- ja osakemarkkinoiden välistä korrelaation kasvua. Koska VIX riippuu yleensä negatiivisesti osakemarkkinoista, sekä hyödykefutuurit että osakkeet laskevat korkean volatiliteetin kausina. Aikaisemmin näiden välillä ei kyseisten tutkijoiden mukaan ollut riippuvuutta. (Silvennoinen ja Thorp 2013.) Girardin (2015) tulosten perusteella korrelaatio on todella noussut markkinoiden välillä juuri spekulatiivisten sijoittajien toiminnan seurauksena. Tulosten mukaan shokit välittyvät aiempaa herkemmin

markkinoiden välillä. Shokkien välittymisen herkkyyteen ei voida tässä tutkimuksessa ottaa kantaa. Tämän tutkimuksen tuloksissa havaittujen korrelaatioiden keskiarvojen kasvu antaa viitteitä Girardin (2015) shokkien herkemmästä välittymisestä markkinoiden välillä.

Vivianin ja Woharin (2012) tutkimuksen perusteella todettiin jo aiemmin, että erilaiset volatilitetit johtuvat hyödykkeiden erilaisista taustatekijöistä. Bhardwaj ja Dunsby (2013) sekä Bruno ym. (2013) perustelevat korrelaation muutokset tutkimuksissaan makromuuttujien muutoksilla. Tutkimukseni regressioiden perusteella ei korrelaation muutoksia voida perustella makromuuttujilla. Ainoastaan markkinoiden myllerrystä kuvaava TED-erotus oli tilastollisesti merkitsevä vehnän ja kaakaon korrelaatioille. Lyhyellä aikavälillä makromuuttujat voivat selittää tuottojen korrelaatioiden muutoksia, mutta tämän tutkimuksen perusteella pitkällä aikavälillä niin ei ole. Bhardwajin ja Dunsbyn (2013) tutkimuksessa oli viitteitä siitä, että inflaation noustessa osakemarkkinoiden ja raaka-ainemarkkinoiden korrelaatio vähenee. Girardin (2015) tutkimuksessa saatiin sen sijaan eriäviä tuloksia. Siinä selvisi, että inflaatiolla, valuuttakurssilla ja rahapolitiikalla ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tutkimuksessa estimoituihin korrelaatioihin. Odottamatonta inflaation kasvua voidaan pitää raaka-ainemarkkinoilla hyvänä asiana, koska tällöin hinnat nousevat odotettua nopeammin. Vastaavasti osakemarkkinoille odottamaton inflaation nousu aiheuttaa negatiivisen reaktion. Positiivisen reaktion raaka-ainemarkkinoiden tuottoihin voi aiheuttaa esimerkiksi sota tai sääilmiö (Chong & Miffre 2006b, Headey 2011)

Vaikka tämän tutkimuksen tulosten perusteella ei ole suoranaista näyttöä spekuloinnin negatiivisista vaikutuksista, Gilbert ja Morgan (2010) ehdottavat spekuloinnin rajoittamiseksi seuraavia toimenpiteitä: Spekulointia maataloustuotemarkkinoilla voitaisiin rajoittaa nostamalla johdannaissopimuksen marginaalia, jolloin lyhytaikaisen spekuloinnin kannattavuus heikkenisi. Toisaalta marginaalien nosto saattaisi vaikuttaa markkinoiden likviditeettiin heikentävästi. Suurien johdannaiserien ostamista ja myymistä halutaan rajoittaa, koska suurilla kauppaverillä on joidenkin tuotteiden osalta liian suuri vaikutus hintaan. Tutkijoiden mukaan tämä ei kuitenkaan varsinaisesti vaikuta volatilitettiin, vaan enemmänkin hintojen manipulointiin. Paras keino vähentää markkinoiden volatilitettia on tutkijoiden mukaan parantaa informaation välittymistä markkinoilla. Tästä voidaan päätellä, että vaikka maataloustuotemarkkinoiden volyyymi on kasvanut viimeisen 12 vuoden aikana, eivät markkinat ole välttämättä vielä yhtä tehokkaat kuin esimerkiksi osakemarkkinat. Näyttäisi siis siltä, että volatiliisuus on vähentynyt, mikä toisaalta saattaa johtua viime aikojen yleisestä öljyn ja raaka-aineiden hintatason laskusta. Toisaalta aiempien tutkimusten perusteella hintatason ollessa alhaalla volatilitetin pitäisi olla vastaavasti suurempaa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA ARVIONTI

Tällä hetkellä, kesäkuussa 2017, osakemarkkinat rikkovat uusia ennätyksiä ja maataloustuotteiden hinnat ovat historiallisesti inflaatiokorjattuina erittäin alhaisella tasolla. Osakemarkkinoiden ja maataloustuotteiden korrelaation alenemisen yhtenä syynä voi olla viimeisten vuosien hyvät sadot (OECD/FAO 2017) ja tiettyjen maatalouden rajoitteiden vapauttaminen Euroopassa. Toisaalta osakemarkkinat ovat nousseet vuoden 2009 jälkeen voimakkaasti. Markkinoiden eri ajurit ovat aiheuttaneet eriytyneisyyttä vakaan kasvun aikakautena. Tämän ja aiempien tutkimusten tulosten perusteella on mielenkiintoista nähdä, miten korrelaatiot kehittyvät tulevaisuudessa, jos osakemarkkinat romahtavat tai vastaavasti maataloustuotemarkkinat lähtevät rajuun nousuun. Onko spekulatiivisten sijoittajien vaikutus markkinoiden väliseen korrelaatioon sama vai muuttuuko käyttäytymisen erilaisten lähtökohtien vuoksi verrattuna vuosiin 2007 ja 2008? Toisin sanoen, jos spekulatiiviset sijoittajat toimisivat rationaalisesti osakemarkkinoiden romahtaessa, korrelaation pitäisi painua negatiiviseksi sijoittajien siirtäessä positioitaan raaka-ainemarkkinalle. Kuitenkin tämän hetken poliittiset riskit kansainvälisen kaupankäynnin rajoittamiseksi luovat epävarmuutta markkinoiden tulevasta käyttäytymisestä.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan volatilitietin kasvu subprime-kriisin yhteydessä oli tilapäistä. Pidemmällä aikavälillä keskimääräisten volatiilisuuksien taso on pikemmin laskenut kuin noussut. Tässä tutkimuksessa ei ole poistettu mahdollista väliaikaista rakenteellista muutosta aineistosta, vaan muutosta on testattu jättämällä epätavallinen kriisiaika kokonaan pois testattavasta aineistosta. Se saattaa aiheuttaa valintaharhaa, mutta toisaalta testattavat otokset ovat riittävän suuria otoskeskiarvojen vertailuun. Korrelaatioiden keskiarvojen kasvu oli tulosten perusteella varsin selvää ja reilusti tilastollisesti merkitsevää kaikilla maataloustuotteilla. Kuitenkin on huomioitava, että korrelaatiot ovat vielä varsin pieniä osakemarkkinoiden kanssa, joten hajautushyötyä on edelleen saatavilla. Tutkimus osoitti myös, että viimeisen subprime-kriisin aikana korrelaatio maataloustuotteiden ja osakemarkkinan välillä oli lyhytaikaisesti negatiivinen. Maataloustuotteiden ja S&P 500 osakeindeksin tuottojen välisten korrelaatioiden käyttäytymistä pyrittiin selittämään usean markkinamuuttujan (TED, VIX ja dollarin valuuttakurssi) avulla. Osoittautui kuitenkin, että nämä tekijät eivät selitä hyvin korrelaatioiden käyttäytymistä. Harhaa saattaa

Jatkotutkimuksen kannalta olisi kiinnostavaa tutkia kaupankäyntimäärän vaikutusta markkinoiden väliseen korrelaatioon. Lisäksi markkinoiden ja estimoitujen riippuvuuksien syy-seuraus-suhteiden tutkiminen olisi mielenkiintoista.

7 LIITTEET

LIITE 1

MV-DCC GARCH - Estimoitu BFGS-menetelmällä

Konvergenssi 131 iteroinnilla. Konvergoitumiskriteeri oli $0,0000049 \leq 0,0000100$

Oletetaan heteroskedastiset varianssit.

Päivittäinen aineisto vuodesta 22.03.1973 vuoteen 09.11.2016

Log. uskottavuus 238247.6144

Muuttuja	Vakio	Keskihajonta	T-arvo	Merkitsevyys
1. $r_{maissi,t}$	2.0697e-004	1.2590e-004	1.64398	0.10017990
2. $r_{vehnä,t}$	1.7255e-005	1.5664e-004	0.11016	0.91228500
3. $r_{soijapapu,t}$	1.9276e-004	1.3259e-004	1.45386	0.14598418
4. $r_{sokeri,t}$	-3.1846e-004	2.1718e-004	-1.46633	0.14255975
5. $r_{kaakao,t}$	-1.4551e-004	1.9226e-004	-0.75686	0.44913588
6. $r_{S\&P\ GSCI,t}$	1.8120e-005	8.9886e-005	0.20158	0.84024222
7. $r_{S\&P\ 500,t}$	-9.0119e-005	8.8037e-005	-1.02365	0.30600226
8. $\beta_{maissi,0}$	3.8872e-006	1.7257e-006	2.25258	0.02428571
9. $\beta_{vehnä,0}$	2.4007e-005	8.9238e-006	2.69023	0.00714035
10. $\beta_{soijapapu,0}$	2.3910e-006	4.8122e-007	4.96862	0.00000067
11. $\beta_{sokeri,0}$	6.9283e-006	3.7344e-006	1.85528	0.06355659
12. $\beta_{kaakao,0}$	1.2464e-006	4.3209e-007	2.88460	0.00391915
13. $\beta_{S\&P\ GSCI,0}$	1.7051e-006	4.5336e-007	3.76112	0.00016915
14. $\beta_{S\&P\ 500,0}$	1.8855e-006	2.9521e-007	6.38682	0.00000000
15. $\beta_{1,1}$	0.0297	0,0084	3.52129	0.00042946
16. $\beta_{2,1}$	0.1171	0.0350	3.34259	0.00083002
17. $\beta_{3,1}$	0.0657	0,0058	11.31168	0.00000000
18. $\beta_{4,1}$	0.0371	0.0115	3.21089	0.00132327

19. $\beta_{5,1}$	0.0350	0,0067	5.22619	0.00000017
20. $\beta_{6,1}$	0.0196	0,0050	3.95512	0.00007650
21. $\beta_{7,1}$	0.0498	0,0057	8.72312	0.00000000
22. $\beta_{1,2}$	0.9417	0.0181	51.90356	0.00000000
23. $\beta_{2,2}$	0.8392	0.0424	19.79065	0.00000000
24. $\beta_{3,2}$	0.9346	0,0054	185.32908	0.00000000
25. $\beta_{4,2}$	0.9384	0.0183	51.18827	0.00000000
26. $\beta_{5,2}$	0.9683	4.6919e-003	206.36804	0.00000000
27. $\beta_{6,2}$	0.9137	0.0145	63.04967	0.00000000
28. $\beta_{7,2}$	0.9387	6.6645e-003	140.85319	0.00000000
29. γ_1	0.0312	0.0181	1.71919	0.08557967
30. γ_2	-0.0418	0.0268	-1.55630	0.11963703
31. γ_3	-0.0174	8.8454e-003	-1.96703	0.04918007
32. γ_4	0.0386	0.0126	3.07125	0.00213166
33. γ_5	-9.4648e-003	6.7817e-003	-1.39564	0.16282289
34. γ_6	0.1023	0.0214	4.77315	0.00000181
35. γ_7	-0.0103	5.0312e-003	-2.05466	0.03991168
36. dcc(a)	0.0215	3.9164e-003	5.48647	0.00000004
37. dcc(b)	0.9659	7.0129e-003	137.73089	0.00000000

Heikon stationarisuuden ehto: muuttuja $x < 1$, kun $x=1, \dots, 7$

Maissi= 0.98698

Vehnä=0.93540

Soijapapu=0.99153

Sokeri=0.99478

Kaakao=0.99854

S&P GSCI=0.98451

S&P 500=0.98338

LIITE 2

SP500				
Durbin-Watson=1.9994	Vakiotermi	Keskihajonta	T-arvo	Merkitsevyys
TUMAISSI	0,007655297	0,009771447	0,78344	0,4333878
TUVEHNA	0,006171011	0,008311582	0,74246	0,45782441
TUSOIJAPAPU	-0,001265482	0,008827387	0,82718	0,40814973
TUSOKERI	-0,001265482	0,003703627	-0,3417	0,73259257
TUKAAKAO	-0,000319482	0,005197795	-0,0615	0,9509901
TUSP500	0,000415925	0,009430944	0,0441	0,96482376
TUSPGSCI	-0,044471318	0,019787418	-2,2475	0,02463009

LÄHTEET

- Basak, S. & Pavlova, A. 2015. A model of financialization of commodities. *Journal of Finance*, forthcoming .
- Berkenkopf, M. 2016. Review of 2017 S&P GSCI Index Rebalancing. – www.us.spindices.com/index-family/commodities/sp-gsci 27.7.2017
- Bicchetti, D. & Maystre, N. 2013. The synchronized and long-lasting structural change on commodity markets: evidence from high frequency data. *Algorithmic Finance* 2 (3-4), 233-239.
- Brooks, C. 2008. *Econometrics for finance*
- Bruno, V., Buyuksahin, B. & Robe, M. A. 2016. The financialization of food? Available at SSRN 2323064.
- Büyüksahin, B., Haigh, M. S. & Robe, M. A. 2010. Commodities and equities: Ever a "Market of One"? *The Journal of Alternative Investments* 12 (3), 76.
- Büyüksahin, B. & Robe, M. A. 2014. Speculators, commodities and cross-market linkages. *Journal of International Money and Finance* 42, 38-70.
- Cappiello, L., Engle, R. F. & Sheppard, K. 2006. Asymmetric dynamics in the correlations of global equity and bond returns. *Journal of Financial econometrics* 4 (4), 537-572.
- Cashin, P., McDermott, C. J. & Scott, A. 2002. Booms and slumps in world commodity prices. *Journal of Development Economics* 69 (1), 277-296.
- Chang, T. & Su, H. 2010. The substitutive effect of biofuels on fossil fuels in the lower and higher crude oil price periods. *Energy* 35 (7), 2807-2813.
- Chong, J. & Miffre, J. 2006a. Conditional correlation and volatility in commodity futures and traditional asset markets. *Journal of Alternative Investments*, Forthcoming .
- Chong, J. & Miffre, J. 2006b. Conditional correlation and volatility in commodity futures and traditional asset markets. *Journal of Alternative Investments*, Forthcoming.
- Creti, A., Joëts, M. & Mignon, V. 2013. On the links between stock and commodity markets' volatility. *Energy Economics* 37, 16-28

- De Nicola, F., De Pace, P. & Hernandez, M. A. 2016. Co-movement of major energy, agricultural, and food commodity price returns: A time-series assessment. *Energy Economics* 57, 28-41.
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association* 74 (366a), 427-431.
- Dwyer, A., Gardner, G. & Williams, T. 2011. Global commodity markets-price volatility and financialisation. *RBA Bulletin*, June , 49-57.
- Engle, R. 2002. Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics* 20 (3), 339-350.
- Gardebreek, C. & Hernandez, M. A. 2013. Do energy prices stimulate food price volatility? Examining volatility transmission between US oil, ethanol and corn markets. *Energy Economics* 40, 119-129.
- Ghosh, J. 2010. The unnatural coupling: Food and global finance. *Journal of Agrarian Change* 10 (1), 72-86.
- Gilbert, C. L. 2010. How to understand high food prices. *Journal of Agricultural Economics* 61 (2), 398-425.
- Gilbert, C. L. & Morgan, C. W. 2010. Food price volatility. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 365 (1554), 3023-3034.
- Girardi, D. 2012. Do financial investors affect the price of wheat? .
- Girardi, D. 2015. Financialization of food. Modelling the time-varying relation between agricultural prices and stock market dynamics. *International Review of Applied Economics* .
- Hanc, G. 1997. History of the eighties: lessons for the future, an examination of the banking crises of the 1980s and early 1990s. Federal deposit insurance corporation.
- Headey, D. 2011. Rethinking the global food crisis: The role of trade shocks. *Food Policy* 36 (2), 136-146.
- Laitinen, J., Setälä, J. & Saarni, K. Suomen kalamarkkinoiden analyysi yhteisintegraatiomenetelmällä.
- Leybourne, S. J., Mills, T. C. & Newbold, P. 1998. Spurious rejections by Dickey-Fuller tests in the presence of a break under the null. *Journal of Econometrics* 87 (1), 191-203.

- Light, J. & Shevlin, T. 1998. The 1996 grain price shock: how did it affect food inflation. *Monthly Lab.Rev.* 121, 3.
- Lombardi, M. J. & Ravazzolo, F. 2013. On the correlation between commodity and equity returns: implications for portfolio allocation.
- Mellin, I. 2006. Tilastolliset menetelmät. Lineaarinen regressioanalyysi.[online viitattu 5.9.2011] Saatavissa: <http://math.tkk.fi/opetus/sovtoda/oppi-kirja/Regranal.pdf> .
- Mensi, W., Beljid, M., Boubaker, A. & Managi, S. 2013. Correlations and volatility spillovers across commodity and stock markets: Linking energies, food, and gold. *Economic Modelling* 32, 15-22.
- Mensi, W., Hammoudeh, S., Nguyen, D. K. & Yoon, S. 2014. Dynamic spillovers among major energy and cereal commodity prices. *Energy Economics* 43, 225-243.
- Mitchell, D. 2008. A note on rising food prices. World Bank Policy Research Working Paper Series, Vol .
- Natanelov, V., Alam, M. J., McKenzie, A. M. & Van Huylenbroeck, G. 2011. Is there co-movement of agricultural commodities futures prices and crude oil? *Energy Policy* 39 (9), 4971-4984.
- Nazlioglu, S., Erdem, C. & Soytas, U. 2013. Volatility spillover between oil and agricultural commodity markets. *Energy Economics* 36, 658-665.
- Odell, J. S. 2000. *Negotiating the world economy*. Cornell University Press.
- OECD/FAO (2017), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026*, OECD Publishing, Paris.
- Piesse, J., & Thirtle, C. 2009. Three bubbles and a panic: An explanatory review of recent food commodity price events. *Food policy*, 34(2), 119-129.
- Sadorsky, P. 2014. Modeling volatility and correlations between emerging market stock prices and the prices of copper, oil and wheat. *Energy Economics* 43, 72-81.
- Silvennoinen, A. & Thorp, S. 2013. Financialization, crisis and commodity correlation dynamics. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 24, 42-65.
- Tang, K. & Xiong, W. 2012. Index investment and the financialization of commodities. *Financial Analysts Journal* 68 (5), 54-74.

- Trostle, R. 2008. Global agricultural supply and demand: factors contributing to the recent increase in food commodity prices. US Department of Agriculture, Economic Research Service Washington, DC.
- Timmer, C. P. 2010. Reflections on food crises past. *Food Policy* 35 (1), 1-11.
- Vivian, A. & Wohar, M. E. 2012. Commodity volatility breaks. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 22 (2), 395-422.
- Zhang, Z., Lohr, L., Escalante, C., & Wetzstein, M. (2010). Food versus fuel: What do prices tell us?. *Energy policy*, 38(1), 445-451.