RAAKAÖLJYMARKKINOIDEN RAKENNEMUUTOKSET JA FUTUURIMARKKINOIDEN TEHOKKUUS

Jyväskylän yliopisto
Kauppakorkeakoulu

Pro gradu -tutkielma

2017

Tekijä: Juuso Kanto
Oppiaine: Taloustiede
Ohjaajat: Juhani Raatikainen
Juha-Pekka Junttila

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

TIIVISTELMÄ

Tekijä Juuso Kanto	
Työn nimi Raakaöljymarkkinoiden rakennemuutokset ja futuurimarkkinoiden tehokkuus.	
Oppiaine Taloustiede	Työn laji Pro gradu -tutkielma
Aika (pvm.) 25.4.2017	Sivumäärä 43

Tiivistelmä – Abstract

Tutkimuksessa tutkittiin raakaöljymarkkinoiden rakennemuutoksia ja futuurimarkkinoiden tehokkuutta ja pyrittiin selvittämään, ovatko raakaöljyn futuurimarkkinat tehokkaat, onko raakaöljymarkkinoilla havaittavia rakennemuutoksia ja onko raakaöljymarkkinoiden rakennemuutoksilla vaikutusta futuurimarkkinoiden tehokkuuteen. Aineistona käytettiin Brent- ja WTI-raakaöljylaatujen spot- ja futuurihintasarjoja ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017. Rakennemuutosta tutkittiin Zivot-Andrews –testillä ja futuurimarkkinoiden tehokkuutta lineaarisella regressiolla sekä GJR-tyyppisellä epäsymmetrisyysmuuttujalla täydennetyllä GARCH-in-Mean –mallilla.

Havaitut rakennemuutokset ajoittuivat WTI:n spot- ja futuurihintasarjoille sekä Brent:n spot-hintasarjalle päivämäärälle 30.6.2004 ja Brent:n futuurihintasarjalle päivämäärälle 5.4.2004. Lineaarisella regressiolla tehdyillä tehokkuustesteillä todettiin futuurimarkkinoiden tehottomuus molemmille raakaöljylaaduille sekä koko ajanjaksolla että osa-ajanjaksoille ennen ja jälkeen rakennemuutoksen. GARCH-in-Mean –mallin tulokset puolsivat niinikään tehottomuutta koko ajanjaksolle molemmille raakaöljylaaduille sekä Brent:n osalta myös molemmille osa-ajanjaksoille. WTI:n futuurimarkkinat taas todettiin tehokkaiksi ennen rakennemuutosajankohtaa, mutta tehottomiksi sen jälkeen. GARCH-in-Mean –mallin tulosten mukaan rakennemuutosten huomiotta jättäminen olisi siis johtanut vääriin tulkintoihin markkinoiden tehokkuudesta.

Asiasanat
Raakaöljy, Brent, WTI, futuuri, futuurimarkkinoiden tehokkuus, rakennemuutos, lineaarinen regressio, GARCH-in-Mean, Zivot-Andrews -testi

Säilytyspaikka Jyväskylän yliopiston kirjasto

KUVIOT

Kuvio 1: Brent spot-hintasarja ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017 5
Kuvio 2: WTI spot-hintasarja ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017 6
Kuvio 3: Brent futuuripreemiosarja 28
Kuvio 4: WTI futuuripreemiosarja 28

TAULUKOT

Taulukko 1: Aineiston kuvaileva statistiikka 27
Taulukko 2: Korrelaatiomatriisi 28
Taulukko 3: Yksikköjuuritestien tulokset 31
Taulukko 4: Yksikköjuuritestien kriittiset raja-arvot 31
Taulukko 5: Zivot-Andrews –testi rakennemuutoksesta 32
Taulukko 6: Tehokkuustestien tulokset lineaarisella regressiolla koko ajanjaksolle 34
Taulukko 7: Tehokkuustestien tulokset GARCH-in-Mean –mallilla koko ajanjaksolle 34
Taulukko 8: Tehokkuustestien tulokset lineaarisella regressiolla ajanjaksolle ennen rakennemuutosta 35
Taulukko 9: Tehokkuustestien tulokset GARCH-in-Mean –mallilla ajanjaksolle ennen rakennemuutosta 35
Taulukko 10: Tehokkuustestien tulokset lineaarisella regressiolla ajanjaksolle rakennemuutoksen jälkeen 36
Taulukko 11: Tehokkuustestien tulokset GARCH-in-Mean –mallilla ajanjaksolle rakennemuutoksen jälkeen 36

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ
KUVIOT JA TAULUKOT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 5
1.1 Yleistä ... 5
1.2 Tutkimusongelma ja tavoitteet ... 6

2 ÖLJYMARKKINAT ... 8
2.1 Yleistä ... 8
2.2 Raakaöljyn kysyntä ja tarjonta ... 9
2.2.1 Kysyntä ... 9
2.2.2 Tarjonta ... 10
2.3 Öljyn hinnan ominaispiirteitä ja ennustettavuus ... 12
2.4 Shokit ja niiden vaikutukset ... 14
2.5 Raakaöljyn futuurimarkkinat ja niiden tehokkuus ... 18

3 AIEMMAT EMPIIRISET TUTKIMUKSET ... 22
3.1 Raakaöljymarkkinoiden rakennemuutokset ... 22
3.2 Futuurimarkkinoiden tehokkuus ja rakennemuutosten vaikutus ... 23

4 AINEISTO JA MENETELMÄT ... 27
4.1 Aineisto ... 27
4.2 Menetelmät ... 29

5 TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSA JA TULOKSET ... 31
5.1 Yksikköjuuritestien tulokset ja rakennemuutosajankohta ... 31
5.2 Tehokkuustestien tulokset ... 32
5.3 Tulosten arvionti ... 37

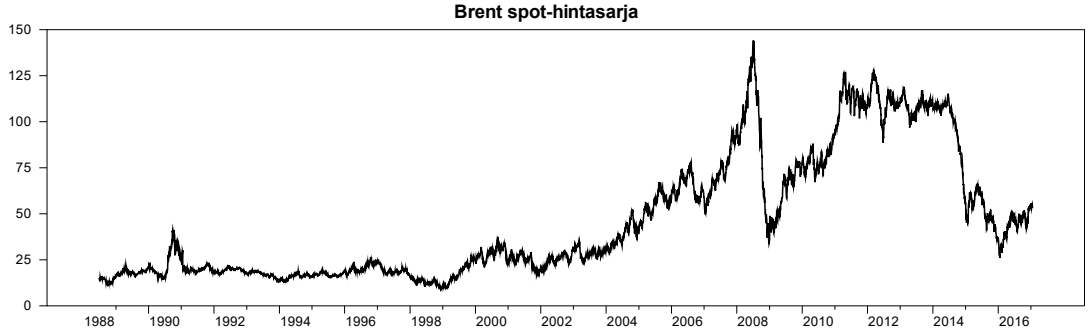
6 JOHTOPÄÄTÖKSET ... 39

LÄHTEET ... 41

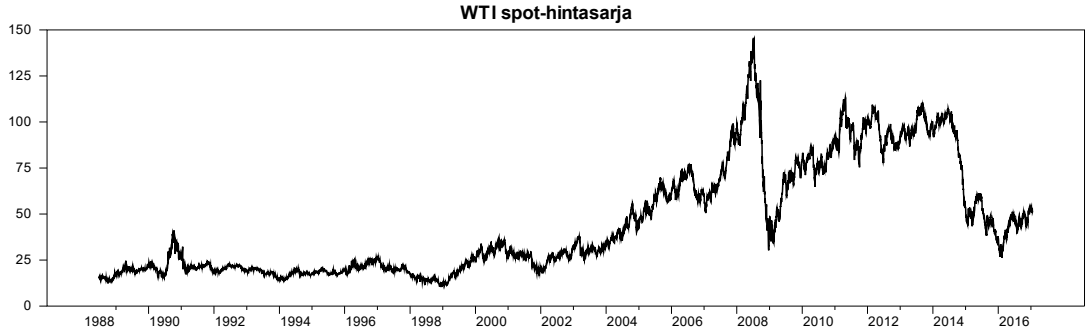
1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Raakaöljy on yksi kysytyimmistä raaka-aineista ja sen hintamuutoksilla on vaikutuksia moniin makrotaloudellisiin muuttujiin, kuten inflaatioon, talouskasvuun, korkoihin sekä valuuttakursseihin (Behmiri, 2013). Se on edelleen maailman tärkeimpänä pidetty energiavara ja sillä on merkittävä vaikutus sekä useiden yritysten (Lee ym., 2002; Wang ym., 2013; Apergis & Miller, 2009), että eräiden valtioidenkin talouksiin (Cunado ym., 2003; Cunado ym., 2015; Jiménez-Rodríguez ym., 2005; Kilian, 2008). Raakaöljyn hinnan volatiilisuus on ollut historiallisesti korkea ja lisäksi voimakkaat pidempiaikaiset hinnanmuutokset ovat olleet sille tyypillisiä (kuviot 1 ja 2). Esimerkiksi vuosien 2004-2008 aikana raakaöljyn hinta yli kolminkertaistui voimakkaasti kasvaneen kysynnän vuoksi, mutta vuoden 2008 jälkipuoliskolla laski erittäin vahvasti ja nopeasti finanssikriisin seurauksena. Vuonna 2014 raakaöljyn hinta kääntyi jälleen voimakkaaseen laskuun ja siitä alkanut matalien hintojen periodi jatkuu edelleen. Hinnan laskuun on vaikuttanut erityisesti heikosta taloudellisesta aktiivisuudesta johtuva laskenut kysyntä.



Kuvio 1: Brent spot-hintasarja ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017



Kuvio 2: WTI spot-hintasarja ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017

Raakaöljymarkkinoiden korkean volatiilisuuden ja sen vaihtelun vuoksi suojautuminen markkinan liikkeiltä on tärkeää, mikä nostaa esille myös markkinoiden tehokkuuden tutkimisen tärkeyden. Viime vuosien matalien raakaöljyn hintojen ajanjakso on johtanut suuriin talousvaikeuksiin useissa tuottajamaissa, kun taas esimerkiksi Meksiko teki onnistuneella suojauksellaan tuottoa 6,4 miljardia dollaria pelkästään vuonna 2015. Ilman suojautumista maan talous olisi kärsinyt huomattavasti suurempia vahinkoja. Loppuvuodesta 2016 maa julkisti jälleen uuden miljardin dollarin suojauksen vuodelle 2017. (Mexico's $1 billion oil hedge may pay economic dividends, http://www.cnbc.com/2016/09/09/mexicos-1-billion-oil-hedge-may-pay-economic-dividends.html.)

Markkinoiden tehokkuutta tarkastellessa on syytä kiinnittää huomiota mahdollisiin aikasarjan rakennemuutoksiin, sillä niillä voi olla huomattavia vaikutuksia tuloksiin. Raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuutta on tutkittu kohtalaisen paljon, mutta rakennemuutosten vaikutuksia siihen huomattavasti vähemmän. Esimerkin viimeksi mainitusta tutkimuksesta tarjoaa Chen ym. (2014). Tässä työssä testataan raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuutta huomioiden mahdolliset rakennemuutokset. Työn lisäarvo syntyy siitä, että julkaistuihin tutkimuksiin verrattuna aineisto sisältää tuoreempia havaintoja (vuoden 2012 jälkeiset vuodet) ja lisäksi odotetun riskin vaikutus mahdolliseen riskipreemioon testataan.

1.2 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia raakaöljymarkkinoiden rakennemuutoksia sekä futuurimarkkinoiden tehokkuutta. Tutkimus pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

I. Ovatko raakaöljyn futuurimarkkinat tehokkaat?
II. Onko raakaöljymarkkinoilla havaittavia rakennemuutoksia?

III. Onko raakaöljymarkkinoiden rakennemuutoksilla vaikutuksia futuurimarkkinoiden tehokkuuteen?

Aihetta tutkitaan Brent- ja WTI-markkinoilla ja markkinoiden sisäisen tarkastelun lisäksi niiltä saatuja tuloksia myös verrataan keskenään. Tutkimuksessa käytetään uusinta aineistoa, jolloin tarkasteluun saadaan mukaan edellinen finanssikriisi sekä meneillään oleva matalien raakaöljyhintojen ajanjakso.

2 ÖLJYMARKKINAT

2.1 Yleistä

Raakaöljy on yksi maailman tärkeimmistä raaka-aineista ja sillä on iso vaikutus maailmantalouteen ja makrotalouden muuttujiin. Vuonna 2010 raakaöljyn osuus koko maailman fossiilisten polttoaineiden kulutuksesta oli 38%, mikä tekee siitä kysytyimmän fossiilisen polttoaineen maailmassa (EIA statistical annual report, 2010). Raakaöljy on yksi tärkeimmistä tuotannontekijöistä ja sen hintamuutoksilla on suoria ja epäsuoria vaikutuksia sekä yhteiskuntaan ja yrityksiin että yksittäisiin kuluttajiin. Hamiltonin (1983) mukaan toisen maailmansodan ja vuoden 1983 välisistä kahdeksasta Yhdysvaltain talouden taantumasta seitsemää on edeltänyt dramaattinen nousu raakaöljyn hinnassa. Hän ei löydä todisteita, joiden mukaan raakaöljyn hinnan ja tuotannon välinen korrelaatio olisi vain tilastollinen sattuma eikä myöskään muita muuttujia, jotka selittäisivät sekä öljyn hinnan nousun että sitä seuraavan taantuman.

Mielenkiinto raakaöljymarkkinoita kohtaan on kasvanut paljon viime vuosikymmeninä ja ne ovat kasvaneet maailman suurimmaksi raaka-ainemarkkinaksi. Markkinat ovat kehittyneet pelkän fyysisen tuotteen kaupankäynnistä sofistikoituneeksi markkinaksi, jossa eri kannustimilla toimivat osapuolet käyvät kauppaa spot-sopimuksilla ja johdannaisilla. Yksi mittari johdannaismarkkinoiden koolle on avointen futuurisopimusten lukumäärä. EIA:n (U.S. Energy Information Administration) mukaan kvartaalittain mitattuna näiden öljyfutuurisopimusten määrä NYMEX:ssä on yli kolminkertaistunut vuoden 2000 ensimmäiseltä kvartaalilta vuoden 2016 toiselle kvartaalille tultaessa (What drives crude oil prices, https://www.eia.gov).

Erilaisia raakaöljylaatuja on olemassa useita ja niiden hinnoittelu perustuu luokitukseen, joka öljyteollisuudessa suoritetaan yleensä porauspaikan maantieteelliseen sijaintiin perustuen. Luokitukseen vaikuttaa öljyn raskaus (kevyt/raskas) ja rikkipitoisuus (makea/hapan). Tärkeimpiä referenssihintana

toimivia benchmark-raakaöljyjä ovat WTI (West Texas Intermediate), Brent Blend ja Dubai Crude.

Öljyn hinta määräytyy markkinamekanismilla kysynnän ja tarjonnan perusteella useiden muiden, esimerkiksi taloudellisten, poliittisten, teknologisten ja meteorologisten, tekijöiden myötävaikutuksella. Behmiri (2013) analysoi öljyn kysyntää jakamalla sen OECD-maiden (Organization for Economic Co-Operation and Development) ja sen ulkopuolisten maiden kysyntään ja tarjontaa jakamalla sen OPEC-maiden (Organization of the Petroleum Exporting Countries) ja sen ulkopuolisten maiden tarjontaan. Öljymarkkinoille on ominaista suuri volatiilisuus sekä volatiilisuuden vaihtelu, mikä luo painetta toimijoille mm. riskienhallinnan työkalujen jatkuvaan kehittämiseen. Öljymarkkinoiden rakenteesta, hinnan määräytymisestä ja volatiilisuudesta keskustellaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

2.2 Raakaöljyn kysyntä ja tarjonta

2.2.1 Kysyntä

Behmiri (2013) jakaa raakaöljyn kysynnän kahteen kategoriaan: OECD-maiden ja OECD:n ulkopuolisten maiden kysyntään. OECD-maat ovat maailman suurin öljyn kuluttaja 51,1% osuudella kokonaiskysynnästä (vuoden 2011 lukuja). Yksittäisistä maista suurimpia kuluttajia olivat USA, Kiina ja Japani.

Hamiltonin (2008) mukaan raakaöljyn kysynnän hinta- ja tulojousto ovat reilusti alle yhden. Hänen mukaansa tämä yhdistettynä öljymarkkinoille tyypillisiin tarjontahäiriöihin on yksi avaintekijä öljyn hinnan käyttäytymisessä. Tarjonnan riippuessa geopoliittisesti epävakaista alueista suuret hintavaihtelut ovat välttämättömiä tasapainon palauttamiseksi dramaattisten kysyntään tai tarjontaan vaikuttavien tapahtumien jälkeen. Matalien kysyntäjouston arvojen väitetään myös vaikuttavan öljyn kulutuksen suureen vaihteluun yli ajan. Matala hintajouston arvo tarkoittaa sitä, että raakaöljyn hinnan noustessa sen rahassa mitattu kokonaiskulutus kasvaa, koska kysytty määrä ei alene samassa suhteessa kuin hinta nousee. Alle yhden oleva tulojouston arvo taas tarkoittaa, että tulotason kasvaessa raakaöljyn kysyntä ei kasva samassa suhteessa.

BP Statistical Review of World Energy 2015 –raportin mukaan raakaöljyn kysyntä on kääntynyt laskuun useissa kehittyneissä maissa viime vuosikymmenen aikana. Raportista käy ilmi, että öljyn kulutus on vähentynyt kahdeksassa viimeisestä yhdeksästä vuodesta OECD-maissa, kun taas maailman kokonaiskysyntä on kasvanut. Vuonna 2014 raakaöljyn kokonaiskulutus kasvoi 0,8% ja tästä kasvusta vastasi Kiinan johdolla OECD:n ulkopuoliset maat. Hamiltonin (2008) mukaan vahvalla kysynnän kasvulla Kiinassa ja muissa äskettäin teollistuneissa maissa on suuri vaikutus raakaöljyn hintaan.

Raakaöljyn kokonaiskysyntään vaikuttaa pitkällä aikavälillä ennenkaikkea maailman talouskasvu, maailmanpoliittiset tapahtumat ja öljyintensiteetti.

Kysynnälle on myös ominaista sen kausiluonteisuus. Tulotason kasvu on historiallisesti ollut tärkeä kysyntän vaikuttava tekijä ja raakaöljyn suhteelliset hintamuutokset ovat näytelleet suurta roolia globaaleissa energiatrendeissä ja öljyintensiteetin pienentämiseen kannustamisessa ennenkaikkea OECD-maissa. Lyhyen aikavälin hintajousto on matala, mutta pitkällä aikavälillä hintajousto on huomattavasti korkeampi. Kysynnän muutos raakaöljyn hinnan suhteen näyttäisi olevan epäsymmetrinen, sillä kysynnän lasku raakaöljyn hinnan noustessa ei näyttäisi kompensoituvan läheskään samansuuruisella kasvulla hinnan laskiessa. Raakaöljyn kokonaiskysynnän odotetaan kasvavan seuraavien vuosikymmenien aikana, vaikka raakaöljyn kysyntä ja öljyintensiteetti onkin laskenut OECD-maissa. Suurimman kysynnän kasvun odotetaan tulevan Pohjois-Amerikasta, Kiinasta sekä nopeasti kasvavista OECD:n ulkopuolisista kehittyvistä talouksista. Öljyintensiteetti on laskenut kehittyneissä maissa erilaisten energiatehokkuuteen kannustavien politiikkatoimenpiteiden seurauksena, mutta tuotannon riippuvuuden raakaöljystä globaalilla tasolla odotetaan silti jatkuvan. (André ym., 2004.)

2.2.2 Tarjonta

Raakaöljyn tarjonnan tarkastelu jaetaan kirjallisuudessa yleensä OPEC:n ja sen ulkopuolisten maiden tuotannon tarkasteluun. OPEC on vuonna 1960 perustettu 14 kehittyvästä raakaöljyn viejämaasta koostuva hallitustenvälinen organisaatio, joka koordinoi ja yhdistää jäsenmaidensa öljypolitiikkaa. Nykyisiä jäsenmaita ovat Algeria, Angola, Ecuador, Gabon, Indonesia, Iran, Irak, Kuwait, Libya, Nigeria, Qatar, Saudi-Arabia, Yhdistyneet Arabiemiirikunnat ja Venezuela. Organisaatio pyrkii varmistamaan stabiilit raakaöljymarkkinat turvatakseen tehokkaan, taloudellisen ja säännöllisen tarjonnan kuluttajille, vakaan tulon tuottajille ja hyvän pääoman tuoton öljyteollisuuteen sijoittaville sijoittajille.

OPEC-maat vastasivat vuonna 2015 43,0%:sta maailman raakaöljyntuotannosta ja tuotanto kasvoi tällä alueella 3,0% vuodesta 2014. Yksittäisistä OPEC-maista suurimpia tuottajia olivat Saudi-Arabia, Irak, Iran, Yhdistyneet Arabiemiirikunnat ja Kuwait. Tuotanto kasvoi vuoteen 2014 verrattuna eniten Irakissa (12,7%), Yhdistyneissä Arabiemiirikunnissa (7,0%), Angolassa (6,9%), Saudi-Arabiassa (4,9%) ja Iranissa (1,1%). OPEC-maat vastasivat samana vuonna 81,2%sta maailman todistetuista raakaöljyvarastoista. Suurimmat varastot oli Venezuelalla, Saudi-Arabialla, Iranilla, Irakilla ja Kuwaitilla. (OPEC Annual Statistic Bulletin 2016.)

OPEC:n ulkopuoliset maat vastasivat vuonna 2015 57,0%:sta maailman raakaöljyntuotannosta. OECD-maissa tuotettiin 21,6% ja FSU-maissa (Former Soviet Union) 16,7% kokonaistuotannosta. Yksittäisistä maista suurimpia tuottajia olivat Venäjä, USA, Kiina, Brasilia ja Meksiko. Tuotanto kasvoi vuoteen 2014 verrattuna merkittävistä maista eniten Iso-Britanniassa (13,4%), USA:ssa (8,3%), Brasiliassa (8,1%) ja Norjassa (3,7%). Samana vuonna OPEC:n ulkopuoliset maat pitivät hallussaan 18,8% maailman todistetuista

raakaöljyvarastoista. Näistä suurimmat varastot oli Venäjällä, USA:lla, Kazakstanilla, Kiinalla ja Brasilialla. (OPEC Annual Statistic Bulletin 2016.)

OPEC:n suuri osuus maailman raakaöljyntuotannosta ja raakaöljyvarastoista antaa sille ison mahdollisuuden vaikuttaa raakaöljyn hintaan tarjontaa säätelemällä. Kaufmanin (1995) mukaan OPEC:n tuotantostrategia perustuu yleisesti kahteen eri vaihtoehtoon: yhteistyöhön tai sen puutteeseen. Yhteistyön toimiessa OPEC säätelee tuotantoa vastaamaan järjestön hintatavoitetta. Yhteistyön puuttuessa jäsenmaat kilpailevat keskenään ja organisaation ulkopuolisten tuottajamaiden kanssa markkinaosuudesta. Tällöin OPEC kasvattaa tuotantoa tasolle, joka vastaa operatiivista kapasiteettia. Vaikka OPEC:n ulkopuolisilla mailla on suuri vaikutus sen osuuteen maailman öljyntuotannosta ja sen mahdollisuuksiin vaikuttaa öljyn hintaan, Kaufmanin (1995) mukaan OPEC kuitenkin pystyy asettamaan hinta- ja tuottopolun keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä säätelemällä sitä, kuinka nopeasti se kasvattaa tuotantokapasiteettia. Kaufman (1995) kuitenkin korostaa, että OPEC:n asettaessa operatiivisen kapasiteetin se tuskin pystyy vaikuttamaan hintaan pienentämällä tätä kapasiteettia. Hänen mukaansa operatiivisen kapasiteetin pienentäminen luo kierteen, jossa OPEC:n pienentäessä kapasiteettiaan hinnat nousevat ja kysyntä laskee, jolloin OPEC:n ulkopuolisten maiden tarjonta kasvaa. Tämä laskee raakaöljyn kysyntää OPEC-maista ja pakottaa sen sulkemaan entistä enemmän kapasiteettiaan.

OPEC on yrittänyt vaikuttaa raakaöljyn hintaan koko olemassaolonsa ajan tarjontaa säätelemällä (Kaufman, 1995), mutta raakaöljyn hintaan ovat historiallisesti vaikuttaneet myös erilaiset organisaation alueelta lähteneet geopoliittiset, taloudelliset, meteorologiset ym. shokit, jotka aiheuttavat tarjontahäiriöitä. OPEC:n ongelmana on perinteinen kartellin ongelma, jossa jäsenille saattaa syntyä kannustin huijata ja poiketa sovituista tuotantomääristä kasvattaakseen omaa tuottoaan. Hamiltonin (2008) mukaan jäsenmaat poikkeavat usein sovituista kiintiöistä. Esimerkiksi Kuwait on aina tuottanut kiintiötään enemmän, Venezuela kiintiötään vähemmän, Saudi-Arabia tuotti paljon yli kiintiönsä vuosina 2004-2005 ja Iran paljon alle vuonna 2006. OPEC pyrkii näyttämään ulospäin stabiililta ja kontrolloidulta organisaatiolta, mutta Hamiltonin (2008) mukaan on vaikea sanoa, tuottavatko jäsenmaat ilmoitettujen kiintiöiden mukaan vai tuottavatko ne omien intressiensä perusteella, jolloin organisaatio vain sopeuttaa ilmoittamansa kiintiöiden määrän yksittäin toimivien jäsenmaiden päätösten mukaan.

OPEC:n ulkopuoliset tuottajamaat eroavat toisistaan esimerkiksi maantieteellisiltä, poliittisilta ja taloudellisilta tekijöiltään. Vaikka näillä mailla on merkittävä vaikutus OPEC:n mahdollisuuteen vaikuttaa raakaöljyn hintaan, niitä pidetään usein tuoton maksimoijina ja hinnan ottajina markkinoilla (Kaufman, 1995). Behmirin (2013) mukaan OPEC:n ulkopuoliset tuottajamaat ovat historiassa nostaneet tuotantoaan pyrkiessään tuottojen kasvuun. Tämä tarkoittaa, että nämä maat ovat käyttäneet hyväksi OPEC:n roolia tuottajana, joka rajoittaa tuotantoa stabilisoidakseen markkinahintaa. Behmiri (2013) väittää, että tämän tuloksena OPEC:n ulkopuolisten maiden markkinaosuus

nousi useiden vuosien ajan, mutta stabiilit raakaöljymarkkinat saavutetaan ainoastaan näiden ja OPEC:n välisellä yhteistyöllä.

Lyhyellä aikavälillä tarjontaa voidaan muuttaa lähinnä säätelemällä tuotantoa olemassa olevasta kapasiteetista. Hamiltonin (2008) mukaan lyhyellä aikavälillä hintajousto on erittäin matala, jos ylimääräistä kapasiteettia ei ole, sillä uusien raakaöljyesiintymien löytäminen ja käyttöönotto tuotantoon vie aikaa. Raakaöljy on vähenevä luonnonvara, mutta tarjonnan pitkän aikavälin kasvattaminen kuitenkin vaatii jatkuvaa uusien esiintymien löytämistä. Todellisia raakaöljyvarantoja on vaikea määritellä tarkkaan, mutta tämänhetkisten todistettujen raakaöljyvarantojen on laskettu riittävän enää n. 50 vuotta (How long will world's oil reserves last? 53 years, says BP, http://www.csmonitor.com). André ym. (2004) väittävät, että raakaöljyvarantojen niukkuudesta johtuen tuotanto altistuu entistä enemmän OPEC:n toimille pitkällä aikavälillä, sillä se pitää hallussaan suurinta osaa yhteenlasketuista todistetuista varannoista.

2.3 Öljyn hinnan ominaispiirteitä ja ennustettavuus

Raakaöljyn hintamekanismi on vaihdellut historian saatossa. Ennen vuotta 1970 raakaöljymarkkinat olivat monopolististen monikansallisten öljy-yhtiöiden kontrollissa ja vuosina 1970-1986 OPEC:n hallinnoima hinnoittelusysteemi määritti raakaöljyn hinnan. Nykyään hinta määräytyy markkinamekanismilla kysynnän ja tarjonnan perusteella useiden muiden tekijöiden myötävaikutuksella (Behmiri, 2013). Raakaöljymarkkinoiden erityispiirteenä moniin muihin raaka-ainemarkkinoihin verrattuna voidaan pitää tuottajamaiden vähäisyydestä johtuvaa tarjontapuolen korostunutta roolia.

Raakaöljy on yksi volatiileimmista raaka-aineista. Regnierin (2007) mukaan öljyn hinnan vaihtelut ovat olleet vuodesta 1986 lähtien suurempia kuin 95 prosentilla raaka-aineista ja puolivalmisteista sekä 65 prosentilla raaka-ainepörsseissä kaupankäynnin kohteena olevista tuotteista. Korkean volatiilisuuden lisäksi markkinoille on ominaista myös suuri volatiilisuuden vaihtelu, ts. volatiilisuuden volatiilisuus. Koska raakaöljymarkkinoiden kehityksellä on globaaleja mikro- ja makrotaloudellisia vaikutuksia, on tärkeää kyetä selittämään volatiilisuuden syitä ja kehittää toimivia malleja hinnan ennustamiseen.

Regnierin (2007) mukaan raakaöljyn hinta oli hyvin stabiili vielä 1960-luvulla, jolloin sen volatiilisuus oli alle 1% ja pienempi kuin 80-90% muista raaka-aineista. OPEC:n vuoden 1973 öljykriisin puhkeamisen ja sääntelyn purkamisen vuonna 1981 uskotaan yleisesti olevan raakaöljyn hinnan korkean volatiilisuuden laukaiseva tekijä. Raakaöljyn hinnan volatiilisuuteen vaikuttavat ennen kaikkea eksogeeniset tarjontapuolen häiriöt. Suuri osa tuotannosta on keskittynyt poliittisesti epävakaalle alueelle Lähi-Itään, jossa tarjonta on historiallisesti häiriintynyt erilaisten konfliktien möytä. Poliittisten ja sotilaallisten konfliktien lisäksi useille tuotantoalueille ovat tyypillisiä

voimakkaat meteorologiset ilmiöt, jotka aiheuttavat häiriöitä tuotannossa. Nopea kysynnän kasvu esimerkiksi Aasian talouksien voimakkaan kasvun myötä on perinteisesti heilauttanut hintaa voimakkaasti ylöspäin, sillä investoinnit tuotannon kasvuun ovat pitkäaikaisia ja niiden vaikutukset näkyvät hinnassa useiden vuosien viiveellä.

Bénassy-Quéré ym. (2007) tutkivat Kiinan taloutta ja raakaöljyn hinnan sekä Yhdysvaltojen dollarin välistä yhteyttä. He toteavat, että periodilla 1974-2004 raakaöljyn hinnan muutokset ovat vaikuttaneet Yhdysvaltojen dollarin kurssin kehitykseen, mutta Kiinan voimakkaan talouskasvun myötä kausaalisuus olisi kääntynyt päinvastaiseen suuntaan pitkällä aikavälillä. Heidän mukaansa dollarin heikentyminen vauhdittaa Kiinan talouskasvua Kiinan Yuanin ollessa kiinnitettynä kiinteällä kurssilla dollariin, jolloin raakaöljyn kysyntä kasvaa ja nostaa raakaöljyn hintaa. Lyhyellä aikavälillä myös keskuspankkien toimet voivat aiheuttaa voimakkaita muutoksia raakaöljyn hinnassa. Keskuspankkien laskiessa korkotasoa syntyy positiivinen kysyntäshokki, joka aiheuttaa hinnalle nousupaineita. Hinta tasapainottuu vasta ajan kuluessa, sillä tarjonnan sopeutuminen on hidasta.

Hamilton (2008) tarjoaa kolme lähestymistapaa raakaöljyn hinnan historiallisen käyttäytymisen ja tulevan kehityksen tarkasteluun. Hänen mukaansa hintaa voidaan tarkastella tilastollisin keinoin historiallisesta aineistosta saatuja korrelaatioita tutkimalla, lähestymällä ongelmaa taloudelliseen teoriaan nojautuen tai tarkastelemalla kysynnän ja tarjonnan fundamentteja. Hamilton (2008) toteaa, että tilastollisten säännöllisyyksien suhteen raakaöljyn reaalihinnan muutokset ovat historiallisesti olleet jatkuvia, hankalia ennustaa ja hyvin erilaisten järjestelmien sääntelemiä eri aikoina. Hän saa tuloksen, että hintamuutosta ei voida pitkällä aikavälillä ennustaa käyttämällä muuttujina raakaöljyn reaalihinnan viiveitä, Yhdysvaltojen nimelliskorkoja tai Yhdysvaltojen BKT:n kasvuastetta. Lisäksi hän saa Dickey-Fuller -testillä tuloksen, jonka mukaan raakaöljyn hinnan tasoa ei voida luotettavasti ennustaa. Hamilton (2008) toteaa, että vaikka lyhyellä aikavälillä voitaisiin saada luotettavia ennustetuloksia raakaöljyn hinnan käyttäytymiselle, pitkällä aikavälillä reaalihinta näyttäisi seuraavan satunnaiskulkua vakiotermillä.

Talousteorian näkökulmasta Hamilton (2008) esittelee raakaöljyn hinnan aikasarjalle kolme erillistä rajoitetta, joiden tulisi toteutua tasapainossa. Ensimmäinen näistä liittyy varastoinnin arbitraasiin, toinen futuurisopimuksiin ja kolmas raakaöljyn luonteeseen vähenevänä luonnonvarana. Hän analysoi myös spekulaation roolia hinnan käyttäytymisessä. Hamilton (2008) toteaa, että varastoinnin tuottoja arvioitaessa saadaan vahvistusta sille, että raakaöljyn hintaa on erittäin vaikea ennustaa. Futuurimarkkinoiden tutkimisesta hän saa tuloksen, että nykyinen raakaöljyn hinta tarjoaa futuurihintaa paremman estimaatin tulevasta hinnasta, mutta toteaa myös, että edes paras mahdollinen ennuste ei ole kovinkaan tarkka. Raakaöljyn niukkuuteen hän ottaa kantaa ns. niukkuusvuokran avulla. Hän toteaa, että normaalin kilpailullisesti tuotetun hyödykkeen tapauksessa hinnan tulisi vastata tuotannon rajakustannusta,

mutta vähenevän luonteensa vuoksi raakaöljyn tapauksessa hinnan ja tuotannon rajakustannuksen välisen kuilun tulisi kasvaa korkotason vauhdilla yli ajan myös kilpailullisilla markkinoilla. Hamiltonin (2008) mukaan tämä niukkuusvuokra voi tulevaisuudessa näytellä hyvinkin tärkeää roolia raakaöljyn hinnan käyttäytymisessä. Hän toteaa myös spekulaation olevan merkitsevä tekijä sijottajien erilaisten riskiprofiilien ja epätäydellisen informaation vuoksi. Tällöin rahoitusmarkkinoiden mikrorakenneteoria ennustaa, että spekulaatio voi aiheuttaa voimakkaitakin hintavaihteluita ainakin lyhyellä aikavälillä.

2.4 Shokit ja niiden vaikutukset

Raakaöljymarkkinoiden normaalistikin korkean volatiilisuuden lisäksi näille markkinoille ovat olleet tyypillisiä merkittävät pidempiaikaiset hintatason muutokset. Näitä voimakkaita hintamuutoksia kutsutaan yleisesti hintashokeiksi, jotka voivat olla joko kysyntä- tai tarjontaperäisiä. Kilian (2006) jakaa raakaöljyn hintashokit kolmeen ryhmään: kokonaiskysyntäshokkeihin, öljy-spesifeihin kysyntäshokkeihin sekä tarjontashokkeihin. Hänen mukaansa hintashokkien tyyppi on tärkeää tunnistaa, sillä niiden talousvaikutukset voivat olla hyvinkin erilaisia. Raakaöljyn hintashokkien on lisäksi katsottu olevan epäsymmetrisiä, jolloin hinnan nousu vaikuttaa talouteen sen laskua voimakkaammin. Hamilton (2003) toteaa, että raakaöljyn hinnan nousulla näyttäisi olevan selviä talousvaikutuksia, kun taas hinnan laskun vaikutukset ovat lähes olemattomia. Hän väittää myös, että pitkän stabiilien hintojen ajanjakson jälkeen tullut hinnan nousu vaikuttaa talouteen enemmän kuin nousu, joka korjaa aiempaa hinnan laskua. Cunado ym. (2003) toteavat, että teoreettisessa mielessä on useita eri syitä, miksi raakaöljyshokki voisi vaikuttaa makrotaloudellisiin muuttujiin. Shokki voi johtaa matalampaan kokonaiskysyntään, sillä se uudelleenjakaa tuloja raakaöljyn nettoviejä- ja nettotuojamaiden välillä. Hinnan nousu voi johtaa myös kokonaistarjonnan sekä tuottavuuden ja täten reaalipalkkojen laskuun ja sillä voi olla epälineaarisia vaikutuksia taloudelliseen aktiivisuuteen epävarmuuden lisääntyessä.

Behmirin (2013) mukaan neljä merkittävintä raakaöljyshokkia historiassa ovat olleet vuosien 1973-1974, 1979-1980, 1990 ja 2008 kriisit. Näiden lisäksi merkittäviä kriisejä ovat olleet vuosien 1947-1948, 1953, 1957, 1969-1970, 1980-1981, 1999-2000, 2002-2003 ja 2014 kriisit. Vuonna 1973 alkoi voimakas hinnan nousu OPEC:n tarjonnan supistamisen seurauksena. Taustalla vaikutti Yom Kippur –sota Israelin sekä liittoutuneiden Egyptin ja Syyrian välillä, jossa Yhdysvallat ja muut länsimaat tukivat Israelia. Tilanteesta johtuen OPEC:n arabijäsenet julistivat kauppasaarron näille länsimaille ja leikkasivat tuotantoaan, jolloin raakaöljyn hinta nousi 400% seuraavan 6 kuukauden aikana. Iranin vallankumous vuosina 1978-1979 sekä Iranin ja Irakin välinen vuonna 1980 alkanut sota johtivat voimakkaaseen tuotannon laskuun näissä tärkeissä

tuottajamaissa. Tarjontahäiriön vuoksi raakaöljyn hinta yli tuplaantui vuoteen 1981 mennessä. Hinnan nousu ja globaali taantuma johtivat kuitenkin kysynnän laskuun. Kun samoihin aikoihin OPEC:n ulkopuoliset maat kasvattivat tuotantoaan, uusia esiintymiä saatiin tuotantoon ja tasapainoittavan tuottajan roolissa toiminut Saudi-Arabia kasvatti tuotantoaan ennalleen, raakaöljyn hinta aloitti kuusi vuotta kestäneen laskun. Samalla huomattiin, että OPEC:n hallinnoima hintamekanismi ei ole kestävä pitkällä aikavälillä. (Behmiri, 2013; Hamilton, 2011.)

Vuoden 1990 Irakin hyökkäys Kuwaitiin johti voimakkaaseen tuotannon laskuun näissä kahdessa maassa, jotka vastasivat tuolloin n. 9%:sta globaalista raakaöljyntuotannosta. Samalla pelättiin, että konflikti leviäisi myös Saudi-Arabiaan. Tarjontahäiriö johti raakaöljyn nimellishinnan tuplaantumiseen muutamassa kuukaudessa. Vuosien 2004-2008 aikana hinta nousi n. 40 dollarista 147 dollariin barrelilta, mikä on suurin yksittäinen hinnan nousu 2. maailmansodan jälkeisistä raakaöljykriiseistä. Tämä hinnan nousu oli aiempiin verrattuna poikkeuksellinen siinä mielessä, että siihen ei vaikuttanut mikään yksittäinen dramaattinen geopoliittinen ilmiö. Nousu johtui vahvan talousjakson aikana kasvaneesta kysynnästä erityisesti Aasian talouksissa sekä paikallaan polkeneesta tarjonnasta. (Behmiri, 2013; Hamilton, 2011.) Globaalin finanssikriisin aiheuttama kysynnän lasku johti vahvaan hinnan alenemiseen vuoden 2008 jälkipuoliskolla.

Vuonna 2014 alkaneeseen hinnan alenemiseen on vaikuttanut neljä asiaa. Ensiksi, kysyntä on laskenut heikentyneestä taloudellisesta aktiivisuudesta, kasvaneesta tehokkuudesta ja uusiutuvien polttoaineiden suosion kasvusta johtuen. Toiseksi, kahden suuren tuottajamaan Irakin ja Libyan sekasorrot eivät ole vaikuttaneet näiden tuotantoon negatiivisesti. Kolmanneksi, Yhdysvallat nousi maailman johtavaksi öljyntuottajaksi. Vaikka se ei tuota öljyä vientiin, se tuo sitä paljon vähemmän, mikä synnyttää ylimääräisiä varastoja. Viimeiseksi, Saudi-Arabia ja sen liittolaiset päättivät, että ne eivät uhraa omaa markkinaosuuttaan nostaakseen hintaa. Ne voisivat pienentää tuotantoa palauttaakseen hinnan korkeammalle tasolle, mutta suurin hyöty menisi kilpailijamaille. Saudi-Arabialla on todella suuret raakaöljyvarastot ja pienet tuotantokustannukset, joten se sietää matalaa hintatasoa hyvin. (Why the oil price is falling, http://www.economist.com.)

Hamilton (1983) tutki raakaöljyn ja makrotalouden välistä yhteyttä toisen maailmansodan ja vuoden 1983 välillä Yhdysvalloissa. Hän löytää tutkitulta aikaväliltä todisteita siitä, että raakaöljyn hinnan nousua on seurannut kokonaistuotannon lasku 3-4 neljänneksen viiveellä. Tutkimuksessa ei kyetä selittämään raakaöljyn hinnan ja Yhdysvaltojen kokonaistuotannon välistä riippuvuutta millään kolmannella makromuuttujalla ja ainoastaan tuontihinnoilla, lakkojen yleisyydellä ja kivihiilen hinnalla näyttäisi olevan edes jonkinlaista informaatioarvoa tulevaisuuden raakaöljyhinnoista. Vaikka raakaöljyn hinnan nousu ei tutkimuksen mukaan välttämättä ole välttämätön tai riittävä ehto toisen maailmansodan jälkeisille Yhdysvaltain talouden

taantumille, niiden ajoitus, voimakkuus ja kesto olisi ollut eri, jos hintashokkeja ei olisi ilmennyt.

Arvioitaessa raakaöljyn hintashokkien vaikutusta kansantalouksiin on hyvä erottaa raakaöljyn nettoviejä- ja nettotuojamaat toisistaan, sillä shokit uudelleenjakavat tuloja näiden maiden välillä. Lisäksi arvioinnissa tulee kiinnittää huomiota siihen, kuinka kehittyneestä taloudesta on kyse, kuinka riippuvainen taloudessa käytetty tuotantoteknologia on raakaöljystä ja millainen on maan verotus. Cunado ym. (2003) tutkivat raakaöljyshokkien vaikutusta inflaatioon ja teollisuustuotantoindeksiin viidessätoista Euroopan maassa periodilla 1960-1999. He saavat erilaisia tuloksia riippuen siitä, käytetäänkö hintamuuttujana maailman hintaindeksiä vai maakohtaista reaalihintaindeksiä. Vaikutusten todetaan olevan suurempia kun käytössä on kansallisessa valuutassa mitattu reaalihintaindeksi, jonka he arvelevat johtuvan valuuttakurssien roolista makromuuttujiin. Raakaöljyn hinnan ja taloudellisen aktiivisuuden välillä ei todeta olevan pitkän aikavälin yhteyttä, joten raakaöljyshokkien vaikutukset näyttäisivät rajoittuvan lyhyelle aikavälille. Kun sallitaan rakennemuutokset, he löytävät raakaöljyn hinnan ja inflaation välillä yhteisintegraation Saksaa, Luxemburgia, Hollantia ja Ruotsia lukuunottamatta kaikissa maissa. Raakaöljyn hintamuutosten ja teollisuustuotantoindeksin välillä todetaan olevan Granger-kausaalisuutta lyhyellä aikavälillä. He vahvistavat myös, että negatiivisten ja positiivisten raakaöljyshokkien vaikutukset ovat epäsymmetrisiä ja että hintanousulla, joka seuraa pitkiä stabiilien hintojen ajanjaksoa, näyttäisi olevan voimakkaammat seuraamukset kuin hintanousulla, joka paikkaa aiempaa hinnan laskua. Tämän lisäksi he toteavat, että raakaöljyn hinnan ja taloudellisen aktiivisuuden välillä on Granger-kausaalisuutta myös silloin, kun inflaatio sisällytetään regressioon, joten raakaöljyn hinta näyttäisi vaikuttavan taloudelliseen aktiivisuuteen myös jonkin muun mekanismin kuin inflaation kautta.

Cunado ym. (2015) tutkivat raakaöljyshokkien vaikutuksia taloudelliseen aktiivisuuteen ja kuluttajahintoihin neljässä eniten öljyä kuluttavassa Aasian taloudessa, eli Japanissa, Etelä-Koreassa, Intiassa ja Indonesiassa, ja huomioivat valuuttakurssien ja korkojen vaikutukset. He erottelevat toisistaan tarjontashokit, öljyspesifit kysyntäshokit ja kokonaiskysyntäshokit. Tarjontashokeilla todetaan olevan vain vähän vaikutuksia näihin talouksiin periodilla Q2/1997-Q3/2014. Kokonaiskysyntäshokeilla todetaan olevan huomattavampia positiivisia vaikutuksia bruttokansantuotteeseen kaikissa neljässä maassa. Indonesian ja Intian kuluttajahintaindeksit pysyvät kohtalaisen stabiileina kaikkien kolmen shokkityypin vaikutuksesta johtuen maiden energiahintojen sääntelystä ja valtion avustuksista alalla. Öljyspesifeillä kysyntäshokeilla todetaan olevan erilainen vaikutus riippuen maan asemasta raakaöljymarkkinoilla, jolloin ainoastaan Indonesialla entisenä nettoviejämaana näkyy heikko, mutta positiivinen vaikutus bruttokansantuotteeseen. He vahvistavat myös Kilianin (2006) väitteen siitä, että raakaöljyshokin tyyppi on tärkeää tunnistaa niiden erilaisten talousvaikutusten vuoksi.

Kilian (2008) tutki vuoden 1973 jälkeisten eksogeenisten tarjontashokkien vaikutusta Yhdysvaltojen talouteen. Hän toteaa, että nämä shokit ovat aiheuttaneet jyrkän laskun Yhdysvaltojen BKT:n kasvuvauhdissa viiden vuosineljänneksen viiveellä ennemmin kuin välittömän ja pitkäkestoisen laskun talouden kasvuvauhdissa ja piikin inflaatiossa kolmen vuosineljänneksen viiveellä. Hän väittää, että eksogeenisillä tarjontashokeilla on ollut joitain periodeja lukuunottamatta todella vähän vaikutusta Yhdysvaltojen talouden kehitykseen 1970-luvulta lähtien. Jiménez-Rodríguez ym. (2005) tutkivat raakaöljyshokkien vaikutusta todelliseen taloudelliseen aktiivisuuteen OECD-maissa. Myös he toteavat hinnan nousujen ja laskujen epäsymmetriset vaikutukset sekä erilaiset vaikutukset talouksiin riippuen siitä, onko maa raakaöljyn nettoviejä vai nettotuoja. Hinnan nousulla todetaan olevan negatiivisia vaikutuksia taloudelliseen aktiivisuuteen kaikissa muissa nettotuojamaissa paitsi Japanissa. Tämän tuloksen arvioidaan johtuvan Japanin talouden poikkeuksellisista olosuhteista tutkitulla periodilla. Otoksen kahdesta nettoviejämaasta Norja näyttäisi hyötyvän raakaöljyn hinnan noususta, kun taas Iso-Britannian BKT:n kasvuun sillä on negatiivinen vaikutus. He vahvistavat myös aiempaa käsitystä siitä, että erilaisilla raakaöljyshokeilla on erilaisia taloudellisia vaikutuksia ja shokin tyyppi on tärkeää tunnistaa politiikkapäätöksiä tehtäessä. Tämän lisäksi he toteavat, että raakaöljyn hintashokit yhdessä rahapoliittisten shokkien kanssa ovat olleet merkittävin BKT:n vaihtelun lähde useimmissa tutkituista maista.

Lee ym. (2002) tutkivat raakaöljyshokkien dynaamisia vaikutuksia käyttämällä toimialatason aineistoa. He toteavat, että hintashokit vaikuttavat öljyintensiivisillä aloilla, kuten jalostustoiminnassa ja teollisuuskemikaaleissa, lähinnä tarjontapuoleen, kun taas useimmilla muilla aloilla ne vähentävät kysyntää. Heidän mukaansa tuotanto reagoi shokkeihin negatiivisesti noin 10 kuukauden viiveellä ja tämä vaikutus on lyhytaikainen. Heidän tutkimuksensa tukee myös väitettä, jonka mukaan raakaöljyshokit aiheuttavat talouden taantumaa lähinnä kestohyödykkeiden tuotannon kasvaneiden operatiivisten kustannusten ja talouden lisääntyneen epävarmuuden vuoksi.

Apergis & Miller (2009) tutkivat öljyshokkien vaikutuksia kahdeksan eri maan (Australian, Kanadan, Ranskan, Saksan, Italian, Japanin, Iso-Britannian ja Yhdysvaltojen) osakemarkkinoihin jakamalla raakaöljyshokkien tyypit Kilianin (2006) ehdotuksen mukaisesti. Tulosten mukaan shokkien vaikutus osaketuottoihin jää pieneksi, mutta vaikutuksilla on maa- ja markkinakohtaisia sekä shokin tyyppiin liittyviä eroja. Tarjontashokkien ja kokonaiskysyntäshokkien vaikutus jää pienemmäksi kuin öljyspesifien kysyntäshokkien vaikutus, mikä vahvistaa raakaöljyshokin tyypin tunnistamisen merkitystä päätöksenteossa. Park & Ratti (2008) tutkivat raakaöljyshokkien vaikutuksia osakemarkkinoihin Yhdysvalloissa ja 13 Euroopan maassa periodilla 1986-2005. He toteavat, että hintashokeilla näyttäisi olevan tilastollisesti merkitsevä vaikutus osaketuottoihin välittömästi tai seuraavan kuukauden aikana. Raakaöljyn hinnan volatiilisuuden kasvulla todetaan olevan negatiivinen vaikutus useimpien Euroopan maiden, mutta ei

Yhdysvaltojen, osaketuottoihin. Raakaöljyshokit näyttäisivät lisäksi vaikuttavan osaketuottoihin korkotason muutoksia voimakkaammin Yhdysvalloissa ja noin puolissa Euroopan maista. He löytävät myös epäsymmetrisiä vaikutuksia positiivisten ja negatiivisten raakaöljyshokkien välillä nettoviejämaille, eli Norjalle ja Yhdysvalloille, mutta ei juurikaan Euroopan nettotuojamaille.

Wang ym. (2013) tutkivat raakaöljyshokkien vaikutusta osakemarkkinoihin vertailemalla vaikutuksia raakaöljyn nettotuoja- ja nettoviejämaissa. He saavat tuloksen, jonka mukaan shokkien vaikutusten voimakkuus, kesto ja joissain tapauksissa jopa suunta riippuu talouden asemasta raakaöljymarkkinoilla sekä siitä, onko shokki kysyntä- vai tarjontavetoinen. He osoittavat myös, että raakaöljyn hintashokeilla on selitysvoimaa osaketuottojen vaihteluun ja tämä selitysvoima on voimakkaampi nettoviejämaissa kuin nettotuojamaissa. Yleisesti hintashokkien todetaan selittävän n. 20-30% globaaleista osaketuottojen vaihteluista. Lisäksi he toteavat tutkimuksessaan, että raakaöljyn tarjonnan ja kokonaiskysynnän epävarmuuden kasvamisella on negatiivinen vaikutus osakemarkkinoihin kaikissa maissa, mutta kysynnän epävarmuuden kasvu vaikuttaa selvästi voimakkaammin nettoviejämaiden osakemarkkinoihin. Tutkimuksessa löydetään myös osakemarkkinoiden dynamiikan ominaisuuksia, jotka liittyvät suoraan raakaöljyn hintariskin hallintaan. Heidän mukaansa nettoviejämaassa toimivien markkinaosapuolien tulisi suojata kysynnän epävarmuuden aiheuttamaa hintaliikettä, kun taas nettotuojamaissa tähän ei tarvitse juurikaan keskittyä. Toinen ominaisuus liittyy portfolion hajautukseen, sillä raakaöljyn hintashokit näyttäisivät kasvattavan yhteisliikkuvuutta markkinoilla nettoviejämaissa.

2.5 Raakaöljyn futuurimarkkinat ja niiden tehokkuus

Futuuri on julkisesti noteraattu johdannaissopimus kahden osapuolen välillä, jossa osapuolet sitoutuvat ostamaan tai myymään tiettyä kohde-etuutta tulevaisuudessa ennalta määrättyyn ajankohtaan ja hintaan. Futuurisopimuksien kohde-etuudet muodostuvat laajasta valikoimasta raaka-aineita ja arvopapereita. Futuurimarkkinoilla kauppaa käyvät osapuolet jaetaan perinteisesti spekulointi-, suojaus- ja arbitraasitarkoituksissa toimiviin toimijoihin. Suojaustarkoituksessa toimivat osapuolet pyrkivät minimoimaan tiettyyn kohde-etuuteen liittyviä riskejä, kun taas spekuloijat pyrkivät hyötymään kohde-etuuden riskisestä luonteesta yrittämällä ennustaa markkinan liikkeitä. Arbitraasimielessä toimivat toimijat ottavat vastakkaisia positioita kahdella tai useammalla instrumentilla lukitakseen tuoton. Futuurien suosio suojauksissa perustuu niiden ja spot-hintojen voimakkaaseen korrelaatioon, jolloin muutokset käteisposition arvossa kompensoituvat vastakkaisen futuuriposition arvon muutoksilla. Lisäksi futuurisopimuksilla on korkea likviditeetti sekä suhteellisen pienet transaktiokustannukset.

Raakaöljyfutuureilla käydään kauppaa NYMEX:ssä (New York Mercantile Exchange), ICE:ssä (Intercontinental Exchange), DME:ssä (Dubai Mercantile Exchange), MCX:ssä (Multi Commodity Exchange), NCDEX:ssä (India's National Commodity and Derivatives Exchange) ja TOCOM:ssa (Tokyo Commodity Exchange). Erilaisia raakaöljyfutuurisopimuksia on lukemattomia ja niitä päätetään sekä käteisellä että fyysisellä toimituksella. Raakaöljyfutuurien suosio on kasvanut räjähdysmäisesti viime vuosikymmeninä.

Raaka-ainefutuurien tarkastelussa tulee erottaa investointikäyttöön ja kulutukseen tarkoitetut raaka-aineet keskenään. Raakaöljy on esimerkki jälkimmäisestä. Kulutukseen tarkoitetut raaka-aineet eivät yleensä tuota tuloa, mutta ovat alttiita suurille varastoinnin kustannuksille. Näiden raaka-aineiden futuurihinnat voidaan määrittää spot-hinnoista arbitraasistrategialla, jolloin seuraavan yhtälön tulisi päteä tasapainotilanteessa:

$$F_0 = (S_0 + U)e^{rT} \tag{1}$$

missä F_0 on futuurihinta, S_0 tämän hetken spot-hinta, U varastointikustannukset, r riskitön korko ja T maturiteetti. Mikäli varastoinnin kustannukset (u) ilmaistaan suhteessa spot-hintaan, yhtälö ilmaistaan muodossa:

$$F_0 = S_0 e^{(r+u)T} \tag{2}$$

Mikäli yhtälö ei päde jonain ajanhetkenä, markkinoilla on mahdollisuus arbitraasiin. Arbitraasistrategian hyödyntäminen on kuitenkin lyhytaikaista, sillä sijoittajien käyttäessä tätä futuurihinta lähestyy sen spot-hinnan avulla laskettua arvoa. Mikäli futuurimarkkinat ovat tehokkaat, spot- ja futuurihintojen välisen arbitraasirelaation tulisi päteä ja arbitraasimahdollisuudet pitäisi kadota pitkällä aikavälillä. (Hull, 2012.)

Yhtälöt (1) ja (2) eivät välttämättä pidä paikkaansa, sillä raaka-aineen käyttäjät saattavat antaa sen fyysiselle hallussapidolle arvoa, jota futuurisopimusten haltijoilta ei havaita. Raaka-aineen fyysisen hallussapidon tuottoihin viitataan usein termillä convenience yield. Se voidaan määritellä seuraavasti:

$$F_0 e^{yT} = (S_0 + U)e^{rT} \tag{3}$$

missä y on convenience yield. Jos varastoinnin kustannukset ilmaistaan osana spot-hintaa, yhtälö on muotoa

$$F_0 e^{yT} = S_0 e^{(r+u)T} \tag{4}$$

Convenience yield heijastaa markkinoiden odotuksia raaka-aineen tulevaisuuden saatavuudesta. Mikäli saatavuus odotetaan heikoksi (vahvaksi), on convenience yieldin arvo suuri (pieni). (Hull, 2012.)

Spot- ja futuurihintojen välisen suhteen voi johtaa yhteen cost-of-carry -teorian avulla. Se mittaa varastoinnin kustannusta lisättynä sen rahoittamisen kustannuksella vähennettynä siitä saatavalla tuotolla. Raaka-aineelle, joka tuottaa tuloa q ja jonka varastoinnin kustannukset ovat u, cost-of-carry on r-q+u. Varastoinnin teorian mukaan futuurihinta määrittyy seuraavalla yhtälöllä:

$$F_0 = S_0 e^{(c-y)T} \tag{5}$$

missä c on cost-of-carry ja y convenience yield. Cost-of-carry arbitraasi on mahdollinen, mikäli futuurihinta tietyllä maturiteetilla eroaa cost-of-carryn ja convenience yieldin avulla määritetystä vastaavasta spot-hinnasta. (Hull, 2012.)

Mikäli cost-of-carry arbitraasi on tehokasta, riskipreemiota ei pitäisi löytyä. Jos se ei ole mahdollista tehokkaasti eli riskipreemio on olemassa, on kysyttävä liittyykö se varastoinnin kustannuksiin. Lisäksi on tarkasteltava, onko riskipreemio vakio ja jos ei, mikä sen vaihtelun määrittää. Cost-of-carryn lisäksi futuurihinnoittelua voidaan tarkastella odotushypoteesin avulla. Se jakaa futuurihinnan odotettuun riskipreemioon ja tulevan spot-hinnan ennusteeseen ja olettaa, että tietyllä maturiteetilla futuurihinta on yhtä kuin odotettu spot-hinta, jolloin tuottoa ei synny pitkän eikä lyhyen position puolella. Odotushypoteesin mukaan tällä hetkellä saatavilla olevan informaation spot-hinnoista tulisi tarjota ehdollinen odotettu tulevan spot-hinnan ennuste (Chen ym., 2014):

$$E_t(s_{t+k}|I(s_t)) = s_{t+k} \tag{6}$$

missä $I(s_t)$ on informaatiojoukko ajanhetkellä t.

Odotushypoteesin oletus futuurihinnan ja tulevan spot-hinnan suhteesta ei kuitenkaan vastaa todellisuutta, jolloin täytyy olla olemassa riskipreemio houkuttelemaan sijoittajia futuurisopimuksiin. Mikäli futuurihinnat ovat alhaisemmat kuin ennustettu spot-hinta, käytetään tilanteesta nimitystä normal backwardation ja mikäli ne ovat korkeammat, puhutaan contangosta. Keynesin (1930) normal backwardation –teorian mukaan riskipreemio voi syntyä siitä, että raaka-aineen tuottajat haluavat suojautua hintariskiltä myymällä futuurisopimuksia, jolloin vastapuolella arbitraasimielessä toimivat sijoittajat saattavat saada riskikompensaation siinä muodossa, että futuurien hinnat ovat odotettuja spot-hintoja alhaisemmat. Contango –hypoteesi taas väittää raaka-aineen ostajien olevan luonnollisesti suojaustarkoituksessa toimivia ja valmiita maksamaan odotettua spot-hintaa korkeamman futuurihinnan ja hyväksymään tappiot lukitakseen hinnan. Contango on normal backwardation -tilannetta yleisempi raaka-ainemarkkinoilla hallussapitokustannusten vuoksi.

Fama (1970) jakaa markkinoiden tehokkuuden kolmeen eri kategoriaan: heikkoon, keskivahvaan ja vahvaan tehokkuuteen. Heikon tehokkuuden

mukaan historiallisista hinnoista saatu informaatio heijastuu tämän päivän hintoihin, keskivahvan tehokkuuden mukaan kaikki julkinen informaatio on otettu huomioon tämän päivän hinnoissa ja vahvan tehokkuuden mukaan kaikki mahdollinen, sekä julkinen että yksityinen, informaatio heijastuu hintoihin.

Faman (1970) tehokkaiden markkinoiden hypoteesia mukaillen futuurimarkkinat ovat tehokkaat, jos futuurihinnat heijastavat kaikkea mahdollista saatavilla olevaa informaatiota ja ennustavat spot-hintoja harhattomasti. Switzerin ym. (2007) mukaan tätä testataan yleensä seuraavalla Faman (1970) heikon tehokkuuden muodon yhtälöllä:

$$S_t = \alpha + \beta F_{t-i} + \varepsilon_t \tag{7}$$

missä S_t on spot-hinta ajanhetkellä t ja F_{t-i} on futuurihinta ajanhetkellä t-i. Testin yksinkertaisessa muodossa tehokkuushypoteesi on muotoa $\alpha = 0, \beta = 1$. Yhtälö pätee täsmällisesti riskineutraalille sijoittajalle, mutta riskinkarttajille siihen kuuluu vakio tai ajassa muuttuva riskipreemio. Jos yhtälön (7) mukainen estimointi tuottaa nollasta poikkeavan vakion on tarpeen analysoida, onko kyseessä riskipreemio vai riskipreemio ja harha. Kawamoto ym. (2011) huomauttavat, että futuurimarkkinoiden tehokkuuden edellytyksenä ei ole ainoastaan spot- ja futuurihintojen välinen tehokas suhde, vaan myös pidemmän ja lyhyemmän maturiteetin futuurien välinen tehokkuus.

Hamiltonin & Wun (2014) mukaan tänä päivänä raakaöljymarkkinoiden riskipreemio on voinut siirtyä pitkän position puolelta lyhyen position puolelle, kun raaka-aineindeksirahastojen suosio on kasvanut. Kawamoto ym. (2011) huomauttavat riskipreemion syntyvän siitä, että sijoittajat eivät käyttäydy riskineutraalisti ja täysin rationaalisesti ja että riskipreemio on luonteeltaan ajassa vaihteleva. Stevens & de Lamirande (2014) toteavat, että suojaustarkoituksessa toimivien osapuolten toimet markkinoilla yhdessä spot-hintojen vaihtelevuuden kanssa saattavat vähentää futuurihintojen voimaa tulevien spot-hintojen ennustamisessa. Riskiä karttava käyttäytyminen saattaa johtaa tehottomiin markkinoihin, sillä sijoittajat saattavat hyväksyä tulevan spot-hinnan odotustaan korkeamman tai matalamman futuurihinnan korvauksena riskin pienenemisestä. He myös huomauttavat, että öljyn futuurimarkkinoiden tehokkuutta arvioitaessa tulisi kiinnittää huomiota rakennemuutoksiin, sillä näillä saattaa olla merkittävä vaikutus tuloksiin.

3 AIEMMAT EMPIIRISET TUTKIMUKSET

3.1 Raakaöljymarkkinoiden rakennemuutokset

Ekonometriassa rakennemuutoksilla tarkoitetaan odottamatonta muutosta aikasarjan ominaisuuksissa. Muutos voi johtua useista eri syistä, kuten talouden kehityksestä, sodan tai luonnonkatastrofin aiheuttamasta luonnonvarojen saatavuuden vähenemisestä tai muutoksista poliittisessa järjestelmässä. Rakennemuutosten huomiotta jättäminen voi johtaa suuriin ennustevirheisiin sekä mallin huonoon luotettavuuteen. Rakennemuutokset ovat tyypillisesti identifioitavissa johonkin tapahtumaan tai tapahtumiin, jolloin rakennemuutokset huomioivasta analyysistä saadaan luotettavampaa ja johtopäätöksistä tarkempia.

Aiemmat tutkimustulokset raakaöljymarkkinoiden rakennemuutosajankohdista ovat jossain määrin johdonmukaisia, vaikka poikkeavuuksiakin löytyy. Chen ym. (2014) tutkivat raakaöljyn spot- ja futuurihintojen pitkän aikavälin suhdetta ja havaitsivat rakennemuutoksen, joka ajoittui heinäkuulle 2004. Aineistonaan he käyttivät WTI:n kuukausittaisia spot-hintoja ja maturiteetiltaan yhden kuukauden futuurisopimuksia ajanjaksolta 1/1986 - 12/2012. Rakennemuutoksen arvoitiin johtuvan vahvasta kysynnän kasvusta erityisesti kehittyvissä Aasian talouksissa sekä kasvaneesta spekulatiivisten rahastojen virrasta öljyn futuurimarkkinoille. Hamilton & Wu (2014) puolestaan tutkivat raakaöljyn futuurihintojen riskipreemion muutoksia ajanjaksolla 01/1990 – 06/2011. Heidän mukaansa riskin hinnoittelussa on tapahtunut merkittäviä muutoksia vuoden 2005 jälkeen, kun raakaöljyn futuurisopimusten kaupankäyntivolyymi on kasvanut merkittävästi. Tulos implikoi merkittävää pidempiaikaista muutosta markkinoiden ominaisuuksissa.

Fan & Xu (2011) tutkivat raakaöljyn hinnan määräävä tekijöitä rakennemuutosten näkökulmasta vuodesta 2000 eteenpäin. Heidän mukaansa raakaöljyn spot-hintaan vaikuttavat usein lyhyen ajan satunnaiset häiriöt ja futuurihinnat heijastavat sitä paremmin fundamenttien vaikutusta raakaöljyn

hintaan ja markkinaodotuksiin. Tämän vuoksi he käyttivät aineistonaan WTI:n lähifuuturisopimusten viikottaisia hintoja ajanjaksolta 7.1.2000 – 11.9.2009. Käyttämällä endogeenisesti määriteltyjä rakennemuutostestejä he löysivät kaksi rakennemuutosta. Ensimmäinen ajoittui päivämäärälle 12.3.2004 ja sen arvioitiin johtuvan vahvasta talouskasvusta johtuvasta kysynnän kasvusta sekä vuonna 2003 alkaneesta kasvaneesta spekulatiivisten rahastojen virrasta öljymarkkinoille. Toinen havaittu rakennemuutos ajoittui päivämäärälle 6.6.2008 ja sitä selitettiin finanssikriisin puhkeamisella, joka pakotti öljymarkkinat uudelleensopeutumaan. Stevens & de Lamirande (2014) tutkivat raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuutta ja rakennemuutosten vaikutusta ja huomasivat rakennemuutoksen, joka ajoittui toukokuulle 2008. Aineistona he käyttivät WTI:n kuukausittaisia havaintoja ajanjaksolta 01/1985 – 01/2013. Aineistossa spot-hintaa edusti yhden kuukauden futuurisopimuksen hinta ja futuurihintaa kahden kuukauden futuurisopimuksen hinta. Tutkimuksessa ei käyty läpi rakennemuutoksen mahdollisia syitä, mutta se ajoittui finanssikriisistä johtuvaan hyvin epävakaaseen aikaan rahoitusmarkkinoilla.

Liao & Suen (2006) hyödynsivät Bain & Perronin rakennemuutostestiä (Bai & Perron, 1998; 2003) tutkiessaan raakaöljyn hintojen ja volatiilisuuden muutoksia. He käyttävät aineistonaan WTI:n päivittäisiä spot-hintoja ajanjaksolta 2.1.1986 – 30.12.2004 ja löytävät hintasarjassa rakennemuutoksen, joka ajoittui päivämäärälle 12.11.1999. Raakaöljyn keskihinta aineistossa ennen rakennemuutosajankohtaa oli 19,02 $/bbl ja sen jälkeen 30,90 $/bbl. Lisäksi he arvioivat, että toinen mahdollinen rakennemuutos voisi löytyä vuoden 2004 jälkipuoliskon ja vuoden 2005 tietämiltä, jolloin raakaöljyn hinta nousi vielä voimakkaammin. Tätä ei kuitenkaan pystytä tutkimuksessa vahvistamaan puutteellisen aineiston vuoksi.

Lee & Zyren (2007) tutkivat raakaöljyn ja öljytuotteiden välistä volatiilisuussuhdetta ja havaitsivat WTI-markkinoilla rakennemuutoksen, joka ajoittui huhtikuulle 1999. Tämän rakennemuutoksen arvioitiin johtuvan OPEC:n tuotantokäyttäytymisen muutoksen aiheuttamasta hintojen noususta ja sillä todettiin olevan positiivinen vaikutus volatiilisuuden kasvuun. Edellisten kanssa johdonmukaisia tuloksia saavat myös Lee ym. (2010). Bain & Perronin (1998; 2003) proseduuria hyödyntäen he löytävät WTI:n spot-hintasarjalle rakennemuutoksen, joka ajoittui päivämäärälle 10.11.1999 ja futuurihintasarjalle rakennemuutoksen, joka ajoittui päivämäärälle 17.9.2004. Aineistonaan he käyttivät päivittäisiä WTI:n spot- ja futuurihintoja ajanjaksolta 2.1.1990 – 31.12.2007.

3.2 Futuurimarkkinoiden tehokkuus ja rakennemuutosten vaikutus

Raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuuden empiirisen tutkimuksen kenttä on hyvin laaja. Tutkijoiden välillä vallitsee erimielisyyksiä sekä markkinoiden

tehokkuudesta yleisesti että tehokkuudesta eri maturiteettisten futuurisopimuksien välillä. Tutkimuksia on toteutettu mm. tutkimalla futuurihintojen ennustevoimaa spot-hintoihin nähden sekä tarkastelemalla riskipreemion olemassaoloa ja syitä riskipreemion syntyyn. Käytettyjä menetelmiä on runsaasti ja tutkimukset poikkeavat toisistaan mm. siinä, sallitaanko niissä rakennemuutokset vai ei. Tyypillinen lähestymistapa tehokkuuden tarkasteluun on tutkia futuuri- ja spot-hintasarjojen yhteisintegraatiota. Mikäli futuuri- ja spot-hinnat ovat epästationaarisia prosesseja, tehokkaiden markkinoiden hypoteesin välttämättömänä, mutta ei riittävänä ehtona on näiden välinen yhteisintegraatio. Yksi lähestymistapa on tutkia futuurihintojen viiveiden selitysvoimaa tämän päivän futuurihintoihin. Tällöin viiveiden tilastollisesti merkitsevä selitysvoima tämän päivän hintoihin nähden implikoi markkinoiden tehottomuutta.

Maslyuk & Smyth (2008) tutkivat Brent ja WTI raakaöljylaatujen spot-hintojen sekä maturiteetiltaan 1, 3 ja 6 kuukauden futuurihintojen yksikköjuuriominaisuuksia käyttämällä viikottaista aineistoa vuosilta 1991-2004. He löytävät evidenssiä markkinoiden heikosta tehokkuudesta ja toteavat tämän tarkoittavan, että futuuri- ja spot-hintoja ei pysty ennustamaan historiallisten hintojen avulla. Kawamoto ym. (2011) puolestaan tutkivat öljyn futuurimarkkinoita yhteisintegraatiotestillä tarkastelemalla tehokkuutta eri maturiteettisten futuurien välillä käyttämällä aineistona maturiteetiltaan alle 8 kuukauden NYMEX WTI futuurien hintoja ajanjaksolta 02/1991-05/2008. He toteavat, että tehokkuuden tarkastelu eri maturiteettisten futuurisopimusten välillä kasvattaa tehokkuuden ja harhattomuuden testien voimaa verrattuna tutkimuksiin, joissa tehokkuutta tarkastellaan spot- ja futuurihintojen välillä. Tulosten mukaan futuurimarkkinat ovat tehokkaat 8 kuukauden maturiteetilla sekä harhattomat ja tehokkaat 2 kuukauden maturiteetilla. Tehokkuus saa tukea sekä pitkän että lyhyen aikavälin tasapainojen näkökulmasta.

Lean ym. (2010) tutkivat raakaöljyn spot- ja futuurihintojen tehokkuutta keskiarvo/varianssi (MV) sekä stochastic dominance (SD) -menetelmillä aineistonaan WTI:n hintasarjat ajanjaksolta 1989-2008. He toteavat, että spot- ja futuurimarkkinat ovat tehokkaat ja rationaaliset, spot- ja futuurihintojen välillä ei ole arbitraasimahdollisuuksia, kumpikaan hintasarjoista ei dominoi toisiaan ja sijoittajat ovat indifferenttejä sen suhteen, kummalle markkinalle he sijoittavat. He kuitenkin muistuttavat, että tutkimuksella on rajoitteensa, sillä siinä käytetty MV -menetelmä sekä CAPM (Capital Assett Pricing Model) statistiikka olettavat normaalisuuden. Myös Switzer ym. (2007) löytävät merkkejä raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuudesta. He tutkivat futuurisopimusten ennustevoimaa spot-hintoihin nähden sekä futuuri- ja spot-hintasarjojen yhteisintegraatiota käyttämällä aineistonaan NYMEX WTI spot-hintoja ja lyhyen maturiteetin futuurihintoja vuosilta 1986-2005. Heidän tuloksensa ovat yhtäpitäviä markkinoiden tehokkuuden hypoteesin kanssa jopa äärimmäisen volatiilisuuden oloissa, kuten vuosien 2003-2005 välillä Irakin sodan aikaan. Lyhyen maturiteetin futuurien todetaan olevan harhattomia spot-

hintojen ennustajia ja futuuri- ja spot-hintasarjojen väliltä löytyy yhteisintegraatio.

Yksinkertaisen tehokkuushypoteesin mukaan raakaöljyfutuureilla spekuloinnin tuoton pitäisi olla nolla. Arbitraasihypoteesin mukaan sen taas pitäisi vastata riskitöntä tuottoa. Crowder & Hamed (1993) tutkivat raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuutta yhteisintegraatiotestillä aineistonaan kuukausittaiset havainnot NYMEX:n futuurimarkkinoilta ajanjaksolta 3/1983 - 9/1990. He löytävät tukea yksinkertaiselle tehokkuushypoteesille, mutta eivät arbitraasihypoteesille. Tulos voi selittyä esimerkiksi sillä, että raakaöljyfutuureilla kauppaa käyvät sijoittajat pitävät odotettua tuottoa futuurimarkkinoilta riskitöntä tuottoa korkeampana. Abosedra ym. (2004) taas tutkivat raakaöljyn futuurihintojen ennustetarkkuutta vertailemalla futuurihintoja naiiviin ennustemalliin ja käyttämällä aineistonaan kuukausittaisia WTI:n spot-hintoja sekä maturiteetiltaan 1, 3, 6, 9 ja 12 kuukauden futuurihintoja. Tulosten mukaan futuurihinnat ovat kaikille maturiteeteille harhattomia ajanjaksolla 01/1991-12/2002, mutta vain maturiteetiltaan 1 ja 12 kuukauden futuurihinnoista löytyy vahvaa ennustetarkkuutta spot-hintoihin. 3, 6 ja 9 kuukauden maturiteetilla naiivi ennustemalli tuottaa futuurihintoja tarkempia ennusteita, mutta tulosten uskotaan johtuvan kausiluonteisuudesta sekä odottamattomista sääolosuhteiden muutoksista tarkastelujaksolla.

Shambora & Rossiter (2007) tutkivat mahdollisia tuottomielessä hyödynnettäviä tehottomuuksia raakaöljyn futuurimarkkinoilla aineistonaan NYMEX:n lähifutuurisopimusten hintasarja ajanjaksoilta 16.4.1991 – 1.12.1997 ja 1.1.1998 – 31.12.2003. ANN -menetelmää (Artificial Neural Network) käyttäen he pyrkivät ennustamaan futuurihintoja ja tarjoamaan osto- ja myyntisuosituksia sijoittajille. Aineiston ensimmäistä osa-ajanjaksoa käytettiin mallin opettamiseen ja sen avulla ennustettuja hintoja verrattiin jälkimmäiseen osa-ajanjaksoon. Faman (1970) mukaan tehokkailla markkinoilla historiallisten hintojen avulla ei pitäisi pystyä ennustamaan tulevia hintoja. Shambora & Rossiter (2007) onnistuvat kuitenkin löytämään ylisuuria tuottoja ennustemalliansa hyödyntäen, joten tehokkuus raakaöljyn futuurimarkkinoilla ei saa tutkimuksessa tukea. He kuitenkin huomauttavat, että transaktiokustannusten sekä odotetun ja toteutuneen kauppahinnan erotuksen huomiointi saattaa pienentää tutkimuksessa havaittuja tuottoja.

Alizadeh & Nomikos (2004) tutkivat öljytankkereiden rahtihintojen, fyysisten Brent- ja Bonny-raakaöljyjen ja WTI:n futuurien välistä suhdetta cost-of-carry -teorian näkökulmasta. Mikäli markkinat ovat tehokkaat, cost-of-carry arbitraasin ei pitäisi olla mahdollista. Suhdetta tutkittiin eri raakaöljylaatujen välillä, sillä WTI:n futuurisopimuksia vastaan voi toimittaa useampaa raakaöljylaatua ja tällöin Brent- ja Bonny-raakaöljyjen pitäisi liittyä WTI:n futuurisopimuksiin kuljetuskustannusten kautta. He eivät löydä todisteita siitä, että kuljetuskustannukset liittyisivät WTI:n futuurisopimusten ja fyysisten Brent- ja Bonny-raakaöljyjen hintaeroihin. Saatu tulos on cost-of-carry -teorian

vastainen ja implikoi, että markkinat eivät ole tehokkaat ja niiltä voi löytyä arbitraasimahdollisuuksia.

Rakennemuutosten vaikutusta raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuuteen on tutkittu huomattavasti suoraviivaista tehokkuuden tutkimista vähemmän. Chen ym. (2014) tutkivat raakaöljymarkkinoiden rakennemuutosten vaikutusta raakaöljyn spot- ja futuurihintojen pitkän aikavälin suhteeseen yhteisintegraation, markkinoiden tehokkuuden, kausaalisuuden ja volatiilisuuden ennustamisen näkökulmista. He tarkastelivat markkinoiden tehokkuutta odotushypoteesin ja cost-of-carry arbitraasin näkökulmasta ja rakennemuutoksella todettiin olevan vaikutusta lopputuloksiin. Odotushypoteesin näkökulmasta markkinan todettiin olevan tehokas koko ajanjaksolla, mutta rakennemuutoksen jälkeisen ajanjakson ei todettu täyttävän tehokkuuden ehtoja. Cost-of-carry arbitraasin mukaan markkinan ei todettu olevan tehokas koko ajanjaksoa tarkastellessa, mutta rakennemuutoksen jälkeisellä ajanjaksolla kyllä. Rakennemuutoksen olemassaolon todettiin vaikuttavan tehokkuuden testaamiseen raakaöljymarkkinoilla. Rakennemuutoksella todettiin olevan vaikutusta myös spot- ja futuurihintojen välisen kausaalisuuden testaamiseen. Diksin & Panchenkon (2006) ei-parametrisen epälineaarisen kausaalisuustestin mukaan futuurihinnat ohjasivat spot-hintoja koko ajanjaksolla ja ajanjaksolla ennen rakennemuutosta, mutta rakennemuutoksen jälkeisellä ajanjaksolla kausaalisuhdetta ei havaittu. Lineaarisen VEC -mallin mukaan taas kausaalisuhdetta ei havaittu rakennemuutosta edeltävällä ajanjaksolla, mutta kokonaisella ja sen jälkeisellä ajanjaksolla spot-hintojen todettiin ohjaavan futuurihintoja. Kaikkiaan rakennemuutoksen huomiotta jättämisen todettiin johtavan harhaisiin päätelmiin.

Myös Stevens & de Lamirande (2014) toteavat rakennemuutoksilla olevan vaikutuksia raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuuteen. He havaitsevat WTI:n futuurihintasarjassa rakennemuutoksen toukokuussa 2008 ja toteavat tehokkuustestien antavan erilaiset tulokset aineistossa rakennemuutosajankohdan molemmin puolin. Ajanjaksolla ennen rakennemuutosta markkinoiden tehokkuus saa tukea, mutta sen jälkeisellä ajanjaksolla ei. Heidän mukaansa rakennemuutosten huomiotta jättäminen vääristää merkittävästi raakaöljymarkkinoiden ja muiden raaka-ainemarkkinoiden tehokkuuden analyysiä. Gülen (1998) puolestaan tutki WTI:n futuurimarkkinoiden tehokkuutta aineistonaan 1, 3 ja 6 kuukauden futuurisopimusten kuukausittaiset hinnat ja spot-hinnat ajanjaksolta 03/1983 – 10/1995. Vuoden 1986 markkinaromahdus on otettu mallissa huomioon rakennemuutoksena, sillä raakaöljyn hintojen keskiarvot ja trendit eroavat toisistaan ennen ja jälkeen tätä ajankohtaa. Markkinoiden tehokkuus saa tukea yksinkertaisen tehokkuuden näkökulmasta eli futuurihintojen todetaan ennustavan tulevia spot-hintoja tehokkaasti.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Aineisto

Tutkimuksen aineistona käytetään Brent- ja WTI-raakaöljylaatujen päivittäisiä spot-hintoja sekä maturiteetiltaan 1 kuukauden futuurisopimuksia ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017. Päivittäishavaintojen lukumäärä ajanjaksolla on 7455. Hintasarjojen statistiikka on esitetty taulukossa 1 ja korrelaatiomatriisi taulukossa 2.

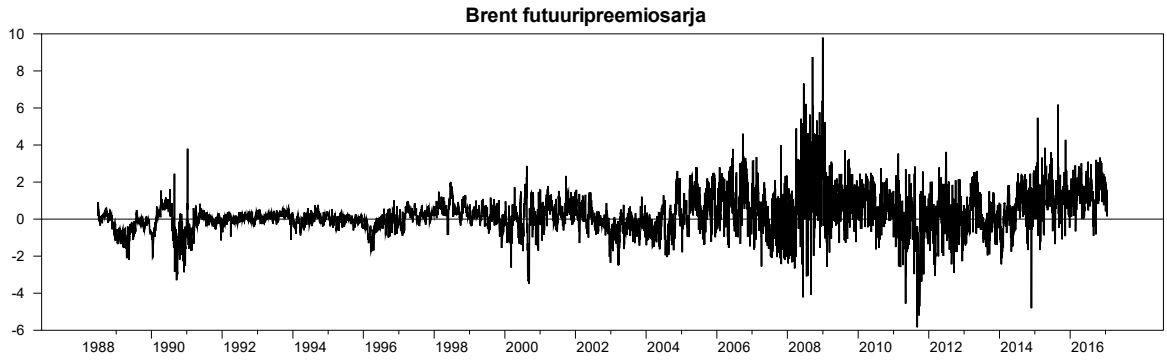
Päivittäinen aineisto (24.6.1988 - 19.1.2017)	**Brent Spot**	**Brent Futuuri**	**WTI Spot**	**WTI Futuuri**
Havaintojen lkm	7455	7455	7455	7455
Otoskeskiarvo	45.97	46.23	45.15	45.15
Minimi	9.10	9.64	10.82	10.70
Maksimi	143.95	146.08	145.31	145.29
Keskivirhe	33.95	34.08	30.39	30.40
t-statistiikka (keskiarvo=0)	116.90	117.11	128.27	128.20
Vinous	0.95	0.93	0.87	0.87
Huipukkuus	-0.45	-0.49	-0.51	-0.51
Jarque-Bera	1173.73	1143.56	1023.31	1022.63
Varianssi	1152.78	1161.70	923.57	924.42

Taulukko 1: Aineiston kuvaileva statistiikka

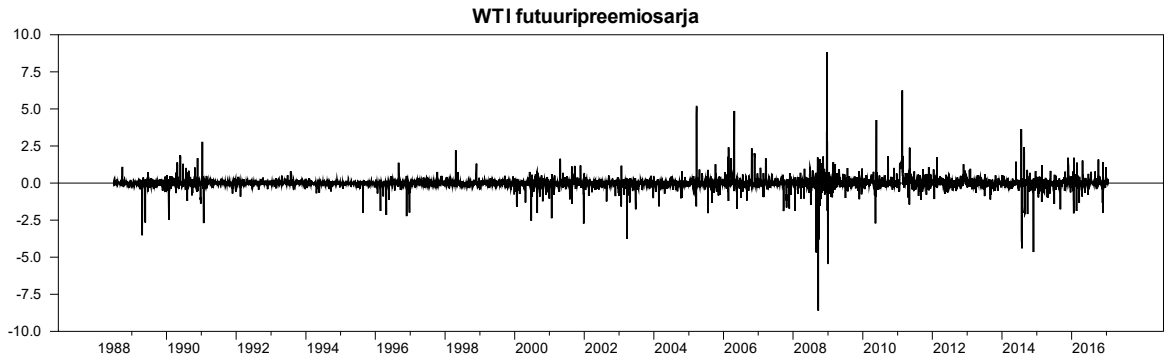
	Brent Spot	Brent Futuuri	WTI Spot	WTI Futuuri
Brent Spot	1			
Brent Futuuri	0,99	1		
WTI Spot	0,99	0,99	1	
WTI Futuuri	0,99	0,99	0,99	1

Taulukko 2: Korrelaatiomatriisi

WTI:llä käydään kauppaa NYMEX:ssä ja Brent:llä ICE:ssä ja molemmat on noteerattu Yhdysvaltain dollareissa. Futuuripreemion aikasarjat muodostetaan futuuri- ja spot-hintojen erotuksena ja nämä on esitetty kuvioissa 3 ja 4. Kun futuuripreemion arvo on yli nollan, markkina on contango-tilanteessa. Tutkimuksen toteuttaminen uudella aineistolla tuo tarkasteluun kiinnostavan lisän, sillä mukaan saadaan edellinen finanssikriisi sekä meneillään oleva matalien öljyhintojen periodi. Aineisto on hankittu DataStreamistä.



Kuvio 3: Brent futuuripreemiosarja



Kuvio 4: WTI futuuripreemiosarja

4.2 Menetelmät

Muuttujien yksikköjuuriominaisuuksia tutkittiin Phillips-Perronin -testillä sekä täydennetyllä Dickey-Fullerin -testillä. Näiden lisäksi suoritettiin mahdollisen eksogeenisen rakennemuutoksen huomioiva Zivot-Andrews -yksikköjuuritesti, joka sallii rakennemuutoksen sekä trendissä että vakiossa.

Rakennemuutosajankohdan löytämisen jälkeen suoritettiin tehokkuustestit koko aineistolle sekä osa-ajanjaksolle ennen ja jälkeen rakennemuutosajankohdan. Tämä toteutettiin käyttämällä seuraavaa lineaarista regressiota:

$$p_t = c_0 + c_1 p_{t-1} + \varepsilon_t \tag{8}$$

missä p_t on futuuripreemio, p_{t-1} futuuripreemion viive, c_0 vakio ja ε_t virhetermi. Viiveiden tilastollinen merkitsevyys implikoi markkinoiden tehottomuutta. Tämän lisäksi yllä olevaa yhtälöä testattiin täydennettynä siten, että siinä oli mukana GARCH-muuttuja. Tämä GARCH-in-Mean -malli estimoitiin seuraavasti:

$$p_t = c_0 + c_1 p_{t-1} + c_2 \sigma_{t-1} + \varepsilon_t \tag{9}$$
$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + a_2 \varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1} + b_1 \sigma_{t-1}^2 \tag{10}$$

$$I_{t-1} = 1, jos\ \varepsilon_{t-1} > 0$$
$$I_{t-1} = 0\ muussa\ tapauksessa$$

missä p_t on futuuripreemio, p_{t-1} futuuripreemion viive, σ_{t-1} keskihajonnan viive, c_0 vakio ja ε_t virhetermi. Ehdollisen varianssin yhtälössä a_0 on vakio, ε_{t-1}^2 virhetermin neliöity viive ja σ_{t-1}^2 varianssin oma viive. Lisäksi ehdollisen varianssin yhtälöön on lisätty GJR-tyyppinen epäsymmetrisyysmuuttuja, joka saa arvon, jos regressioyhtälön viivästetty jäännös on ollut positiivinen. Testien nollahypoteesina on, että regressiokertoimet eivät ole tilastollisesti merkittävästi nollasta poikkeavia. Suuret testisuureen arvot puoltavat nollahypoteesin hylkäämistä, mikä implikoi markkinoiden tehottomuutta.

Tehokkailla markkinoilla futuuripreemio voi sisältää joko ajassa vaihtelevan tai vakion riskipreemion, jota edellisessä futuuripreemion yhtälössä edustaa keskihajonnan viiveen kerroin c_2 . Faman (1970) tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan arvopapereiden hintojen pitäisi heijastaa kaikkea mahdollista saatavilla olevaa informaatiota ja reagoida ainoastaan uuteen informaatioon, joten tulevien tuottojen ennustettavuus muuttujan historiallisella informaatiolla implikoisi markkinoiden tehottomuutta. Ennustettavuus muuttujan omalla havaintohistorialla implikoi tehottomuutta erityisesti, jos riski volatiilisuusennusteella kontrolloidaan. Tämä kontrollointi on huomioitu GARCH-in-Mean -mallissa.

Yksi GARCH -mallien rajoitteista on, että ne eivät sellaisenaan huomioi negatiivisten ja positiivisten shokkien epäsymmetrisiä vaikutuksia volatiilisuuteen (Brooks, 2014). Tämän vuoksi malliin on lisätty epäsymmetrisyysmuuttuja Glostenin, Jagannathanin ja Runklen (1993) GJR -malliin perustuen.

5 TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSA JA TULOKSET

5.1 Yksikköjuuritestien tulokset ja rakennemuutosajankohta

Hintasarjojen yksikköjuuriominaisuuksia tutkittiin Phillips-Perron (PP), ADF ja Zivot-Andrews -testeillä. PP ja ADF -testien nollahypoteesina on, että muuttujalla on yksikköjuuri. Zivot-Andrews -testin nollahypoteesina on, että muuttujalla on yksikköjuuri mahdollinen rakennemuutos huomioiden. Taulukkoon 3 listatut tulokset osoittavat sekä WTI:n että Brent:n spot- ja futuurihintasarjojen olevan epästationaarisia, mutta molempien öljylaatujen futuuripreemiosarjojen stationaarisia. Yksikköjuuritestien kriittiset raja-arvot näkyvät taulukossa 4.

	PP -testi	**ADF -testi**	**ZA -testi**
Brent Spot-hinta	-2.31	-1.56	-3.62
Brent Futuurihinta	-2.16	-1.51	-3.51
Brent Futuuripreemio	-27.94**	-12.01**	
WTI Spot-hinta	-2.55	-1.81	-4.00
WTI Futuurihinta	-2.44	-1.75	-3.85
WTI Futuuripreemio	-59.82**	-34.34**	

Taulukko 3: Yksikköjuuritestien tulokset

	PP –testi	**ADF -testi**	**ZA -testi**
1%(**)	-3.96	-3.43	-5.57
5%(*)	-3.41	-2.86	-5.08
10%	-3.13	-2.57	

Taulukko 4: Yksikköjuuritestien kriittiset raja-arvot

Mahdollista rakennemuutosajankohtaa aikasarjoissa tutkittiin Zivot-Andrews -testillä ja tulokset näkyvät taulukossa 5. Havaittu rakennemuutos ajoittui WTI:n spot- ja futuurihintasarjoille sekä Brent:n spot-hintasarjalle päivämäärälle 30.6.2004 ja Brent:n futuurihintasarjalle päivämäärälle 5.4.2004. Nämä rakennemuutosajankohdat voi selittyä erityisesti kehittyvissä Aasian talouksissa voimakkaasti kasvaneesta kysynnästä sekä kasvaneesta spekulatiivisten rahastojen virrasta raakaöljyn futuurimarkkinoille.

Zivot-Andrews -testi		
Rakennemuutosajankohdat		
Muuttuja	***Ajankohta***	***Testistatistiikka***
Brent Spot	30.6.2004	-3.62
Brent Futuuri	5.4.2004	-3.51
WTI Spot	30.6.2004	-4.00
WTI Futuuri	30.6.2004	-3.85

Taulukko 5: Zivot-Andrews –testi rakennemuutoksesta

5.2 Tehokkuustestien tulokset

Tässä tutkimuksessa testattiin Brent- ja WTI-raakaöljylaatujen futuurimarkkinoiden tehokkuutta rakennemuutos huomioiden. Tehokkuutta testattiin lineaarisella regressiolla sekä GJR-tyyppisellä epäsymmetrisyysmuuttujalla täydennetyllä GARCH-in-Mean -mallilla. Testit suoritettiin koko ajanjaksolle sekä osa-ajanjaksoille ennen ja jälkeen havaitun rakennemuutosajankohdan (30.6.2004) ja tulokset näkyvät taulukoissa 6-11. Mikäli tehokkuustestien tulokset ovat erisuuntaiset ennen ja jälkeen rakennemuutosajankohdan implikoi tämä, että rakennemuutoksella on ollut vaikutusta markkinoiden tehokkuuteen. Mikäli GARCH –mallin kaikki kertoimet vakiota lukuunottamatta eivät ole tilastollisesti merkitseviä, malli ei sovi aineistoon ja tehokkuustulokset tulevat suoraan lineaarisen regressiomallin mukaisesti.

Lineaarisella regressiomallilla estimoidut tulokset puoltavat markkinoiden tehottomuutta sekä koko ajanjaksolle että molemmille osa-ajanjaksoille. Rakennemuutoksella ei näyttäisi siis olevan suoranaista vaikutusta futuurimarkkinoiden tehokkuuteen, mutta futuuripreemion viiveen kertoimet mallissa ovat huomattavasti suuremmat ennen rakennemuutosajankohtaa kun sen jälkeen. Lisäksi on hyvä huomioida, että kertoimet ovat Brent:llä paljon suuremmat kun WTI:llä.

GARCH-in-Mean -mallilla estimoidut tulokset puoltavat myös markkinoiden tehottomuutta koko ajanjaksolle molemmille raakaöljylaaduille. Erona lineaarisella regressiomallilla estimoituihin tuloksiin on, että WTI:n futuurimarkkinat näyttäisivät olleen tehokkaat ajanjaksolla ennen

rakennemuutosajankohtaa, mutta tehottomat sen jälkeen. Rakennemuutoksella näyttäisi siis olevan selvästi vaikutusta futuurimarkkinoiden tehokkuustarkasteluun WTI:n osalta. Brent:n futuurimarkkinat taas ovat pysyneet tehottomina sekä ennen rakennemuutosajankohtaa että sen jälkeen. Kuten lineaarisen regressiomallin tapauksessa, tämäkin malli osoittaa, että futuuripreemion viiveen kertoimen arvot ovat pienemmät ajanjaksolla rakennemuutosajankohdan jälkeen. Kertoimen arvot ovat lisäksi edelleen Brent:llä huomattavasti suuremmat kuin WTI:llä jokaisella ajanjaksolla.

Ajanjakso: 27.6.1988 - 19.1.2017				
Öljylaatu: WTI				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.00095	0.00486	-0.19426	0.84597
c_1	0.28748	0.03626	7.92929	0.00000
Öljylaatu: Brent				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	0.09099	0.01084	8.39373	0.00000
c_1	0.65578	0.01896	34.59364	0.00000

Taulukko 6: Tehokkuustestien tulokset lineaarisella regressiolla koko ajanjaksolle

Ajanjakso: 27.6.1988 - 19.1.2017				
Öljylaatu: WTI				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.01320	0.00893	-1.47834	0.13932
c_1	0.21019	0.09081	2.31452	0.02064
c_2	0.00249	0.04258	0.05852	0.95333
a_0	0.01745	0.00436	4.00461	0.00006
a_1	0.07413	0.27248	0.27205	0.78558
a_2	1.16489	0.52782	2.20699	0.02731
b_1	0.34343	0.05530	6.20986	0.00000
Öljylaatu: Brent				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.00701	0.00753	-0.93119	0.35175
c_1	0.76116	0.01250	60.91361	0.00000
c_2	0.08845	0.02022	4.37453	0.00001
a_0	0.00051	0.00022	2.26870	0.02329
a_1	0.07604	0.00836	9.09857	0.00000
a_2	0.01604	0.00836	1.91933	0.05494
b_1	0.91415	0.01492	61.28328	0.00000

Taulukko 7: Tehokkuustestien tulokset GARCH-in-Mean –mallilla koko ajanjaksolle

Ajanjakso: 27.6.1988 - 30.6.2004				
Öljylaatu: WTI				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.01538	0.00378	-4.07109	0.00005
c_1	0.36172	0.04334	8.34697	0.00000
Öljylaatu: Brent				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.00738	0.00555	-1.32893	0.18387
c_1	0.78958	0.01909	41.36777	0.00000

Taulukko 8: Tehokkuustestien tulokset lineaarisella regressiolla ajanjaksolle ennen rakennemuutosta

Ajanjakso: 27.6.1988 - 30.6.2004				
Öljylaatu: WTI				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.01895	0.00888	-2.13432	0.03282
c_1	0.18431	0.11833	1.55752	0.11935
c_2	0.05800	0.03493	1.66062	0.09679
a_0	0.01861	0.01008	1.84550	0.06497
a_1	0.51979	0.52861	0.98333	0.32545
a_2	0.79345	0.76086	1.04283	0.29703
b_1	0.08348	0.23230	0.35937	0.71931
Öljylaatu: Brent				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Testistatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	0.02214	0.01121	1.97561	0.04820
c_1	0.81776	0.01518	53.85693	0.00000
c_2	-0.06064	0.03959	-1.53196	0.12553
a_0	0.00068	0.00028	2.46085	0.01386
a_1	0.08244	0.00979	8.42125	0.00000
a_2	0.00675	0.00498	1.35447	0.17559
b_1	0.91143	0.01415	64.42113	0.00000

Taulukko 9: Tehokkuustestien tulokset GARCH-in-Mean –mallilla ajanjaksolle ennen rakennemuutosta

Ajanjakso: 1.7.2004 - 19.1.2017				
Öljylaatu: WTI				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Teststatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	0.020544	0.009380	2.19012	0.02852
c_1	0.259019	0.045208	5.72953	0.00000
Öljylaatu: Brent				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Teststatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	0.280146	0.028144	9.95412	0.00000
c_1	0.566808	0.027093	20.92117	0.00000

Taulukko 10: Tehokkuustestien tulokset lineaarisella regressiolla ajanjaksolle rakennemuutoksen jälkeen

Ajanjakso: 1.7.2004 - 19.1.2017				
Öljylaatu: WTI				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Teststatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	-0.01231	0.02512	-0.49005	0.62410
c_1	0.22650	0.06928	3.26934	0.00108
c_2	0.02201	0.07781	0.28289	0.77726
a_0	0.04251	0.01050	4.04820	0.00005
a_1	0.34002	0.08613	3.94769	0.00008
a_2	0.28002	0.08612	3.25159	0.00115
b_1	0.41978	0.05260	7.98040	0.00000
Öljylaatu: Brent				
Muuttuja	**Kerroin**	**Keskivirhe**	**Teststatistiikka**	**Merkitsevyys**
c_0	0.130805	0.105590	1.23881	0.21542
c_1	0.605026	0.018604	32.52063	0.00000
c_2	0.108287	0.096108	1.12673	0.25986
a_0	0.033305	0.026836	1.24106	0.21458
a_1	0.076419	0.023014	3.32049	0.00090
a_2	0.016419	0.023014	0.71343	0.47558
b_1	0.878024	0.067558	12.99666	0.00000

Taulukko 11: Tehokkuustestien tulokset GARCH-in-Mean –mallilla ajanjaksolle rakennemuutoksen jälkeen

5.3 Tulosten arvionti

Tulokset havaituista rakennemuutoksista ovat linjassa aiemman kirjallisuuden kanssa. Esimerkiksi Chen ym. (2014), Lee ym. (2010) sekä Fan & Xu (2011) ovat omissa tutkimuksissaan päätyneet rakennemuutosajankohtiin, jotka sijoittuvat tässä tutkimuksessa estimoitujen ajankohtien lähelle. Lisäksi esimerkiksi Chen ym. (2014) ja Stevens & de Lamirande (2014) ovat saaneet WTI-markkinoilta samankaltaisia tuloksia rakennemuutosten vaikutuksesta futuurimarkkinoiden tehokkuuteen. Aiempien empiiristen tutkimusten tulokset raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuudesta vaihtelevat ja tämän tutkimuksen kanssa samankaltaista tukea tehottomuudelle ovat saaneet esimerkiksi Chen ym. (2014), Crowder & Hamed (1993), Shambora & Rossiter (2007) sekä Alizadeh & Nomikos (2004).

Rakennemuutosajankohtaa selittää vuonna 2003 alkanut spekulatiivisten rahastojen kasvanut virta raakaöljyn futuurimarkkinoille. Esimerkiksi ICE:ssä kaupankäynnin kohteena olevien Brent:n futuurisopimusten kuukausittaiset kaupankäyntivolyymit ovat lähes kymmenkertaistuneet vuodesta 2002 vuoteen 2016. Lisäksi rakennemuutokseen on vaikuttanut voimakkaasti kasvanut raakaöljyn kysyntä erityisesti kehittyvissä Aasian talouksissa. Vuoden 1997 Aasian finanssikriisin jälkeen raakaöljyn kulutus on vuosien 1998 ja 2003 välillä kasvanut Kiinassa 30,60%, Intiassa 24,10% ja Indonesiassa 23,25% kun globaali kokonaiskysynnän kasvu oli samalla aikavälillä 7,30% (Chen ym., 2014).

Faman (1970) tehokkaiden markkinoiden hypoteesin heikon tehokkuusolettaman mielessä arvopapereiden hintoja ei pitäisi tehokkailla markkinoilla pystyä ennustamaan muuttujan omalla havaintohistorialla. Mikäli markkinat eivät ole tässä mielessä tehokkaat, niillä on mahdollista tehdä ylisuuria voittoja. Raakaöljyn futuurimarkkinoilla futuuripreemion viiveen tilastollisesti merkitsevä selitysvoima mahdollistaa tämän kaltaisen historiallisen informaation hyväksikäytön esimerkiksi riskienhallinnassa. Tässä tutkimuksessa todettu tehottomuus futuurimarkkinoilla ei silti vielä itsestään tarkoita, että markkinoilla toimiva sijoittaja voisi automaattisesti hyötyä saadusta tuloksesta. Etenkin WTI:n osalta futuuripreemion viiveen kertoimet ovat kohtalaisen pieniä, joten niiden taloudellisen merkityksen voi kyseenalaistaa. Mitä lähempänä ykköstä kerroin on, sitä suurempi on sen merkitys. Brent:llä kerroin on selvästi suurempi, mutta silläkin kertoimen arvo tippuu selvästi tultaessa ajanjaksolle rakennemuutoksen jälkeen. Saadut tulokset voivat mahdollisesti selittyä myös transaktiokustannuksilla, joita tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon. Joka tapauksessa saatu tulos herättää mielenkiintoa aiheen tarkempaan tarkasteluun, sillä markkinoiden tehokkuudella on merkitystä siihen, miten sijoittajan kannattaa toimia markkinoilla.

Kuten todettua, tulokset poikkeavat hieman Brent:n ja WTI:n välillä. Öljylaadut poikkeavat toisistaan useilta eri ominaisuuksilta, jotka voivat selittää eron tuloksissa. Brent-raakaöljy viittaa Pohjanmeren eri öljykentiltä porattuihin

raakaöljyihin ja WTI-raakaöljy taas USA:n maaperältä porattuun raakaöljyyn, joka kuljetetaan öljyputkia pitkin Cushingiin, Oklahomaan. Maantieteellisen eron vuoksi näiden raakaöljylaatujen kuljetuskustannukset poikkeavat toisistaan, sillä maasta saatua WTI:tä on suhteellisen kallista kuljettaa tiettyihin osiin maapalloa verrattuna mereltä porattavaan Brent:iin. Raakaöljylaatujen väliseen hintaeroon vaikuttaa myös niiden fyysiset laatuerot. WTI:tä pidetään yleisesti jalostustarkoitukseen parhaiten soveltuvana, sillä se on hieman kevyempää ja makeampaa kuin Brent. Brent:n ja WTI:n kysyntä ja ennenkaikkea tarjonta on myös vaihdellut vuosien saatossa usein arvaamattomastikin, millä on suuri vaikutus futuurihintoihin ja voi osaltaan selittää eroja tuloksissa. Lisäksi Brent:n hinta on perinteisesti reagoinut WTI:n hintaa vahvemmin muutoksiin makrotaloudellisissa muuttujissa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia raakaöljymarkkinoiden rakennemuutoksia ja futuurimarkkinoiden tehokkuutta. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, ovatko raakaöljyn futuurimarkkinat tehokkaat, onko raakaöljymarkkinoilla havaittavia rakennemuutoksia ja onko raakaöljymarkkinoiden rakennemuutoksilla vaikutusta futuurimarkkinoiden tehokkuuteen. Aineistona käytettiin Brent- ja WTI-raakaöljylaatujen päivittäisiä spot- ja futuurihintoja ajanjaksolta 24.6.1988 – 19.1.2017. Rakennemuutosajankohtaa tutkittiin Zivot-Andrews –testillä ja futuurimarkkinoiden tehokkuutta lineaarisella regressiolla sekä GJR-tyyppisellä epäsymmetrisyysmuuttujalla täydennetyllä GARCH-in-Mean –mallilla.

Tutkimuksessa havaitut rakennemuutosajankohdat ajoittuivat WTI:n spot- ja futuurihintasarjoille sekä Brent:n spot-hintasarjalle päivämäärälle 30.6.2004 ja Brent:n futuurihintasarjalle päivämäärälle 5.4.2004. Rakennemuutosajankohtien arveltiin johtuvan kasvaneesta spekulatiivisten rahastojen virrasta raakaöljymarkkinoille sekä erityisesti kehittyvissä Aasian talouksissa vahvasti kasvaneesta kysynnästä. Lineaarisella regressiolla tehtyjen tehokkuustestien tulosten mukaan futuurimarkkinat todettiin tehottomiksi molemmille raakaöljylaaduille sekä koko ajanjaksolla että osa-ajanjaksoilla ennen ja jälkeen rakennemuutosajankohdan. GARCH-in-Mean –mallilla saadut tulokset puolsivat myös tehottomuutta molemmille raakaöljylaaduille koko ajanjaksoa tarkastellessa, mutta osa-ajanjaksoja tarkastellessa rakennemuutoksella todettiin olevan vaikutusta WTI:n osalta. Tulokset Brent:n osalta puolsivat tehottomuutta myös molemmilla osa-ajanjaksoilla, mutta WTI:n osalta markkinoiden todettiin olevan tehokkaat ennen rakennemuutosajankohtaa, mutta tehottomat sen jälkeen. Rakennemuutoksen huomiotta jättäminen olisi johtanut vääriin johtopäätöksiin markkinoiden tehokkuutta tarkastellessa. Aiemmassa empiirisessä kirjallisuudessa esimerkiksi Chen ym. (2014), Lee ym. (2010) sekä Fan & Xu (2011) ovat päätyneet rakennemuutosajankohtiin, jotka sijoittuvat tässä tutkimuksessa estimoitujen ajankohtien lähelle. Samankaltaisia tuloksia raakaöljyn futuurimarkkinoiden tehokkuudesta ovat saaneet mm.

Chen ym. (2014), Crowder & Hamed (1993), Shambora & Rossiter (2007) sekä Alizadeh & Nomikos (2004) ja rakennemuutosten vaikutuksesta esimerkiksi Chen ym. (2014) sekä Stevens & de Lamirande (2014).

Markkinoiden tehokkuudella on merkitystä siihen, kuinka esimerkiksi suojaustarkoituksessa toimivien osapuolten tulisi toimia markkinoilla. Sijoittajien tulisi ottaa huomioon myös markkinoiden rakennemuutosten mahdollinen vaikutus tehokkuusanalyysissään. Vaikka tämän tutkimuksen tulosten taloudellisen merkitsevyyden voi kyseenalaistaa, herättävät ne mielenkiintoa aiheen tarkempaan tarkasteluun. Tutkimusta olisi mielenkiintoa laajentaa sallimalla useampi mahdollinen rakennemuutos aineistossa. Esimerkiksi Fan & Xu (2011) sekä Stevens & de Lamirande (2014) löysivät tutkimuksissaan rakennemuutosajankohdan, joka ajoittui vuodelle 2008. Lisäksi Liao & Suen (2006) sekä Lee & Zyren (2007) havaitsivat tutkimuksissaan rakennemuutosajankohdan vuonna 1999. Tutkimuksen voisi toteuttaa samalla aineistolla käyttämällä regiimiriippuvaisia malleja, mikä saattaisi mallintaa yhden tai useamman rakennemuutoksen samanaikaisesti.

LÄHTEET

Abosedra, S. and Baghestani, H., 2004. On the predictive accuracy of crude oil futures prices. *Energy policy*, *32*(12), pp.1389-1393.

Alvarez-Ramirez, J., Alvarez, J. and Rodriguez, E., 2008. Short-term predictability of crude oil markets: a detrended fluctuation analysis approach. *Energy Economics*, *30*(5), pp.2645-2656.

Apergis, N. and Miller, S.M., 2009. Do structural oil-market shocks affect stock prices?. *Energy Economics*, *31*(4), pp.569-575.

Bai, J. and Perron, P., 1998. Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, pp.47-78.

Bai, J. and Perron, P., 2003. Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of applied econometrics*, *18*(1), pp.1-22.

Bashiri Behmiri, N. and Pires Manso, J.R., 2013. Crude Oil Price Movements and Determinant Factors: A Historical Overview.

Bénassy-Quéré, A., Mignon, V. and Penot, A., 2007. China and the relationship between the oil price and the dollar. *Energy Policy*, *35*(11), pp.5795-5805.

Brook, A.M., Price, R., Sutherland, D., Westerlund, N. and André, C., 2004. Oil price developments: drivers, economic consequences and policy responses.

Brooks, C., 2014. *Introductory econometrics for finance*. Cambridge university press.

Chen, P.F., Lee, C.C. and Zeng, J.H., 2014. The relationship between spot and futures oil prices: Do structural breaks matter?. *Energy Economics*, *43*, pp.206-217.

Crowder, W.J. and Hamed, A., 1993. A cointegration test for oil futures market efficiency. *Journal of Futures Markets*, *13*(8), pp.933-941.

Cuñado, J. and de Gracia, F.P., 2003. Do oil price shocks matter? Evidence for some European countries. *Energy Economics*, *25*(2), pp.137-154.

Cunado, J., Jo, S. and de Gracia, F.P., 2015. Macroeconomic impacts of oil price shocks in Asian economies. *Energy Policy*, *86*, pp.867-879.

Diks, C. and Panchenko, V., 2006. A new statistic and practical guidelines for nonparametric Granger causality testing. *Journal of Economic Dynamics and Control*, *30*(9), pp.1647-1669.

Fama, E.F., 1970. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The journal of Finance*, *25*(2), pp.383-417.

Fama, E.F. and French, K.R., 1987. Commodity futures prices: Some evidence on forecast power, premiums, and the theory of storage. *Journal of Business*, pp.55-73.

Fan, Y. and Xu, J.H., 2011. What has driven oil prices since 2000? A structural change perspective. *Energy Economics*, *33*(6), pp.1082-1094.

Glosten, L.R., Jagannathan, R. and Runkle, D.E., 1993. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, *48*(5), pp.1779-1801.

Green, S.L. and Mork, K.A., 1991. Toward efficiency in the crude-oil market. *Journal of Applied Econometrics*, *6*(1), pp.45-66.

Gülen, S.G., 1998. Efficiency in the crude oil futures market. *Journal of Energy Finance & Development*, *3*(1), pp.13-21.

Hamilton, J.D., 1983. Oil and the macroeconomy since World War II. *The Journal of Political Economy*, pp.228-248.

Hamilton, J.D., 2003. What is an oil shock?. *Journal of econometrics*, *113*(2), pp.363-398.

Hamilton, J.D., 2008. *Understanding crude oil prices* (No. w14492). National Bureau of Economic Research.

Hamilton, J.D. and Wu, J.C., 2014. Risk premia in crude oil futures prices. *Journal of International Money and Finance*, *42*, pp.9-37.

Hull, J., 2012. *Options, futures, and other derivatives*. Upper Saddle River, N.J., Pearson/Prentice Hall.

Jiménez-Rodríguez, R. and Sánchez, M., 2005. Oil price shocks and real GDP growth: empirical evidence for some OECD countries. *Applied economics*, *37*(2), pp.201-228.

Kaufmann, R.K., 1995. A model of the world oil market for project LINK Integrating economics, geology and politics. *Economic Modelling*, *12*(2), pp.165-178.

Kawamoto, K. and Hamori, S., 2011. Market efficiency among futures with different maturities: Evidence from the crude oil futures market. *Journal of Futures Markets*, *31*(5), pp.487-501.

Keynes, J.M., 1930. A treatise on money.

Kilian, L., 2006. Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market.

Kilian, L., 2008. Exogenous oil supply shocks: how big are they and how much do they matter for the US economy?. *The Review of Economics and Statistics*, *90*(2), pp.216-240.

Lean, H.H., McAleer, M. and Wong, W.K., 2010. Market efficiency of oil spot and futures: A mean-variance and stochastic dominance approach. *Energy Economics*, *32*(5), pp.979-986.

Lee, K. and Ni, S., 2002. On the dynamic effects of oil price shocks: a study using industry level data. *Journal of Monetary economics*, *49*(4), pp.823-852.

Lee, T.K. and Zyren, J., 2007. Volatility relationship between crude oil and petroleum products. *Atlantic Economic Journal*, *35*(1), pp.97-112.

Lee, Y.H., Hu, H.N. and Chiou, J.S., 2010. Jump dynamics with structural breaks for crude oil prices. *Energy Economics*, *32*(2), pp.343-350.

Liao, H.C. and Suen, Y.B., 2006. Dating breaks for global crude oil prices and their volatility: a possible price band for global crude prices. *Energy Studies Review*, *14*(2).

Maslyuk, S. and Smyth, R., 2008. Unit root properties of crude oil spot and futures prices. *Energy Policy*, *36*(7), pp.2591-2600.

Organization of the Petroleum Exporting Countries. 2016. OPEC Annual Statistic Bulletin 2016

Park, J. and Ratti, R.A., 2008. Oil price shocks and stock markets in the US and 13 European countries. *Energy economics*, *30*(5), pp.2587-2608.

Petroleum, British. 2015. BP Statistical Review of World Energy 2015.

Regnier, E., 2007. Oil and energy price volatility. *Energy Economics*, *29*(3), pp.405-427.

Shambora, W.E. and Rossiter, R., 2007. Are there exploitable inefficiencies in the futures market for oil?. *Energy Economics*, *29*(1), pp.18-27.

Stevens, J. and de Lamirande, P., 2014. Testing the efficiency of the futures market for crude oil in the presence of a structural break. *Applied Economics*, *46*(33), pp.4053-4059.

Switzer, L.N. and El-Khoury, M., 2007. Extreme volatility, speculative efficiency, and the hedging effectiveness of the oil futures markets. *Journal of Futures Markets*, *27*(1), pp.61-84.

Tabak, B.M. and Cajueiro, D.O., 2007. Are the crude oil markets becoming weakly efficient over time? A test for time-varying long-range dependence in prices and volatility. *Energy Economics*, *29*(1), pp.28-36.

U.S. Energy Information Administration. 2010. EIA statistical annual report 2010.

Wang, Y., Wu, C. and Yang, L., 2013. Oil price shocks and stock market activities: Evidence from oil-importing and oil-exporting countries. *Journal of Comparative Economics*, *41*(4), pp.1220-1239.

https://www.eia.gov/finance/markets/financial_markets.cfm

http://www.csmonitor.com/Environment/Energy-Voices/2014/0714/How-long-will-world-s-oil-reserves-last-53-years-says-BP

http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2014/12/economist-explains-4

http://www.cnbc.com/2016/09/09/mexicos-1-billion-oil-hedge-may-pay-economic-dividends.html