



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Linda Koskinen

Miten OPEC on onnistunut kartellina?

Empiirinen tutkimus ajanjaksolta 1993–2021

Laskentatoimen ja rahoituksen
akateeminen yksikkö
Taloustieteen pro gradu -tutkielma
Taloustiede

Vaasa 2022

VAASAN YLIOPISTO**Laskentatoimen ja rahoituksen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Linda Koskinen		
Tutkielman nimi:	Miten OPEC on onnistunut kartellina? : Empiirinen tutkimus ajanjaksolta 1993–2021		
Tutkinto:	Kauppatieteiden maisteri		
Oppiaine:	Taloustiede		
Työn ohjaaja:	Juuso Vataja		
Valmistumisvuosi:	2022	Sivumäärä:	83

TIIVISTELMÄ:

Raakaöljyn hinta määräytyy maailmanlaajuisen kysynnän ja tarjonnan mukaan. Talouskasvu on yksi suurimmista tekijöistä, joka vaikuttaa öljytuotteiden kysyntään. OPEC öljynviejämaiden järjestön toiminta on noussut voimakkaasti esille, sillä koronaviruspandemia on vaikuttanut merkittävästi öljyn hinnan kehitykseen. OPEC-järjestön tavoitteena on yhtenäistää jäsenvaltioiden öljyntuotantopolitiikkaa, jonka avulla varmistetaan oikeudenmukaiset ja vakaat öljyn hinnat. Öljyntuottajamaiden tavoitteena on laatia sopimus öljyntuotannon vähentämisestä, sillä öljyn hinta on laskenut voimakkaasti koronaviruspandemian sekä Saudi-Arabian ja Venäjän välisen hintasodan vuoksi. Tuotantovähennyksien tavoitteena on öljyn hinnan vahvistaminen.

OPEC-järjestö on yksi yleisimmistä esimerkeistä, kun puhutaan kartellin teoriasta. Monet taloustieteen oppikirjat käyttävät OPEC-järjestöä esimerkkinä voittoa maksivoivasta kartellista, joka tuotantokiintiöiden avulla vaikuttaa öljyn markkinahintaan. Kirjallisuudessa on silti epäselvyyttä siitä, onko OPEC-järjestö yhä kartelli vai ei. Kasvava määrä tutkimuksia on antanut viitteitä siitä, että OPEC-järjestö ei ole harjoittanut salaista yhteistyötä ja toiminut tehokkaana kartellina maksimoidakseen toimialan voittoa. OPEC-järjestön tuotantopäätöksillä ei nähdä olevan merkittävää vaikutusta öljyn hintoihin.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on selvittää, ilmentyykö OPEC-järjestön käytöksessä kartellille ominaisia piirteitä ajanjaksolla 1993–2021. Tutkielman empiirisen osion keskeinen menetelmä on yhteisintegraatioanalyysi. Empiirisessä osiossa tutkitaan muuttujien stationaarisuutta laajennetulla Dickey-Fuller-yksikköjuuritestillä. OPEC-järjestön sekä järjestön jäsenmaan kokonaistuotantoaikasarjojen yhteisintegraation testaamiseen käytetään Engle-Grangerin sekä Johansenin menetelmiä.

Tutkielman empiiristen tulosten mukaan OPEC-järjestön sekä järjestön jäsenmaan kokonaistuotantoaikasarjat eivät ole yhteisintegroituja ja aikasarjojen välillä ei ilmene pitkän aikavälin tasapainosuhdetta. Tutkielman tulosten perusteella voidaan todeta, että OPEC-järjestön toiminnassa ei havaita kartellille ominaisia piirteitä tutkimusajanjaksolla. Järjestön jäsenillä on todennäköisesti liian suuri houkutus huijaamiseen, sillä jäsenet eivät voi olla varmoja siitä, aikovatko muut jäsenet noudattaa tuotantokiintiöitä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että OPEC-järjestö voidaan nähdä enemmän byrokraattisena ryhmittymänä tai poliittisena kerhona, joka hyödyntää virheellistä mielikuvaa siitä, että järjestö toimii kartellina. OPEC-järjestö voidaan myös nähdä eräänlaisena tiedonjaon alustana, jossa kansainväliset öljy-yhtiöt jakavat strategioita sekä öljymarkkinoita koskevia ennusteita.

AVAINSANAT: OPEC, kartelli, öljyn hinta, aikasarjojen stationaarisuus, yksikköjuuri, yhteisintegraatiomenetelmät

Sisällys

1	Johdanto	6
2	OPEC-järjestön toiminnan sekä muiden taloudellisten tapahtumien vaikutukset öljyn hintaan	10
2.1	Järjestön jäsenet	10
2.2	OPEC-konferenssit	11
2.3	Järjestön päätöksenteon ja taloudellisten tapahtumien vaikutukset öljynhintaan	12
2.3.1	Keskeisimmät tapahtumat 1960–1970-luvulla	13
2.3.2	Keskeisimmät tapahtumat 1980–1990-luvulla	16
2.3.3	Keskeisimmät tapahtumat 2000–2020-luvulla	18
2.4	Järjestön toiminnasta aiheutuneet hyödyt ja haitat jäsenmaille	19
3	Kartellijärjestely ja vangin dilemma	21
3.1	Kartelli	21
3.2	Kartellin edellytykset	22
3.3	Cournot-oligopoli	23
3.4	Cournot-tasapaino, monta yritystä	24
3.5	Salaliitto	25
3.6	Vangin dilemma ja kartellissa huijaamisen ongelma	28
4	Aikaisemmat tutkimukset kartellikäytöksen ilmentymisestä	31
5	Kartellikäytöksen ilmentyminen OPEC-järjestössä	37
5.1	Aineisto ja tutkimusmenetelmä	37
5.1.1	Aikasarjojen stationaarisuus ja sen testaaminen	38
5.1.2	Laajennettu Dickey-Fuller-testi	39
5.1.3	Yhteisintegroituneisuus	40
5.1.4	Engle-Granger -menetelmä	42
5.1.5	Johansenin menetelmä	44
5.2	Tutkielman empiiriset tulokset	47
5.2.1	Laajennettu Dickey-Fuller-testi (ADF-testi)	59

5.2.2	Engle-Granger -menetelmän tulokset	62
5.2.3	Johansenin menetelmän tulokset	63
6	Johtopäätökset	68
	Lähteet	70
	Liitteet	82
	Liite 1. OPEC-järjestön jäsenmaat ja raakaöljyn tuotantomäärät	82
	Liite 2. Yhteisintegraatiotesteistä poisjääneiden jäsenmaiden kokonaistuotantoaikaasarjat Q1/1993-Q2/2021	83

Kuviot

Kuvio 1. Merkittävät geopoliittiset ja taloudelliset tapahtumat.	13
Kuvio 2. OPEC-järjestön kokonaistuotanto ajanjaksolla Q1/1993–Q2/2021.	48
Kuvio 3. Algerian ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	49
Kuvio 4. Angolan ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	50
Kuvio 5. Kongon ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	51
Kuvio 6. Gabonin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	52
Kuvio 7. Iranin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	53
Kuvio 8. Irakin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	54
Kuvio 9. Kuwaitin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	55
Kuvio 10. Nigerian ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	56
Kuvio 11. Saudi-Arabian ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	57
Kuvio 12. Arabiemiirikunnan ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.	58
Kuvio 13. Jäsenmaiden kokonaistuotannot 1993–2021.	83

Taulukot

Taulukko 1. Kartellissa huijaamisen ongelma vangin dilemma -pelissä.	29
Taulukko 2. Yhteenveto OPEC-järjestön kartellikäytöksen ilmentymisestä.	36
Taulukko 3. Dickey-Fuller kriittiset arvot.	40
Taulukko 4. ADF-testin tulokset aikaväliltä Q1/1993-Q2/2021.	60
Taulukko 5. EG-testin tulokset aikaväliltä Q1/1993-Q2/2021.	62
Taulukko 6. Johansenin yhteisintegraatio testin tulokset Q1/1993-Q2/2021.	65
Taulukko 7. Tietoa OPEC-järjestön jäsenmaista ja raakaöljyn tuotantomääristä.	82

1 Johdanto

Koronaviruspandemia on vaikuttanut voimakkaasti öljyn hinnan kehitykseen. Suutari-
nen (2021) toteaa, että matalimmat öljyn hinnat pitkään aikaan koettiin huhtikuussa
2020. Koronapandemian aiheuttama kysynnän lasku painoi yhdysvaltalaisen WTI-
öljyalaadun hinnan miinuksien puolelle, sillä öljyvarastot olivat ääriään myöten täynnä.
Öljynfutuuriarvo on palautunut tasaisen varmasti historiallisen hintakuplan jälkeen,
mutta markkinoilla esiintyy yhä merkittäviä epävarmuustekijöitä. Toistaiseksi maailman
talous pyörii fossiilisten polttoaineilla, vaikka öljyriippuvuudessa on asennoiduttu ja mukautut-
tu ekologisempiin energianmuotoihin siirtymiseen, mutta kehityksen vauhti on epäsel-
vää.

Öljyntuottajamaat ovat tehneet sopimuksen öljyntuotannon vähentämisestä, jonka
seurauksena öljyn hinta kääntyy nousuun. Suurimpien öljymaiden tavoitteena on saada
maaliin sopimus portaittaisesta tuotannon leikkaamisesta vuoteen 2022 asti G20-
maiden kokouksessa huhtikuussa 2020. Sopimus saavutettiin OPEC-järjestön jäsenmai-
den ja yhteistyömaiden välillä, mutta lopullinen sopimus jäi solmimatta. Meksiko ei
suostunut supistamaan tuotantoaan ja ilman Meksikon hyväksyntää sopimusta ei synny.
Vallitsevan koronaviruspandemian sekä Saudi-Arabian ja Venäjän välisen hintasodan
vuoksi öljyn hinta on ennätysalhainen. Sopimuksen tavoitteena on, että tuotan-
toa vähennetään noin 10 miljoonaa öljytynnyriä päivässä (Kokkonen, 2020).

OPEC yritti jälleen saavuttaa sopimusta tuotantomääristä kesällä 2021, mutta OPEC-
järjestö liittolaisiin eivät saavuttaneet sitä, sillä jännitteet Yhdistyneiden arabiemiirikun-
tien ja Saudi-Arabian välillä ovat kasvaneet. Raakaöljyn hinta on neuvotteluiden jälkeen
kohonnut 75 dollariin tynnyriltä. Lisäksi ensimmäisen kuuden kuukauden aikana öljyn
hinta on noussut yli 45 prosenttia vuonna 2021. Öljyn kysyntä on kasvanut talouden
avautuessa (Rokka, 2021). Roslander (2021) toteaa, että Yhdistyneet arabiemiirikunnat
esti sopimuksen synnyn. Sopimuksen tarkoituksena oli kasvattaa öljyntuotantomääriä
sekä jatkaa laajempaa tuotantosopimusta ensi vuoden loppuun asti. Valtio vaatii tuo-

tantotavoitteiden uudelleenlaskemista ja tuotanto-osuutensa kasvattamista, mutta Saudi-Arabia ja Venäjä ovat torjuneet vaatimukset.

Öljyn hinnan vahva nousu on herättänyt huolta talouden elpymisestä koronaviruspandemian hellittäessä (Remes, 2021). Gerichin (2021) mukaan vahva hinnan nousu on nostanut esiin huolet kalliimman öljyn vaikutuksesta taloudelle. Kalliimpi öljyn hinta jarruttaa euroalueen talouskasvua ja sillä on vaikutuksia myös makrotalouteen. Jos kulluttajien palkasta suurempi osuus menee energiakustannuksiin, muuhun kulutukseen jää vähemmän rahaa. Korkeammat energian hinnat nostivat inflaatiota euroalueella reilulla prosenttiyksiköllä ja Yhdysvalloissa lähes kahdella prosenttiyksiköllä toukokuussa 2021.

Lokakuussa 2021 raakaöljyn hinta kohosi ennätyslukemiin. WTI-raakaöljyn hinta nousi 83,48 dollariin tynnyriltä, joka on korkein hinta sitten vuoden 2014. Markkinoilla on käynnissä selkeä alitarjonta, jonka vuoksi öljyn hinta on kohonnut rajusti. Joulukuussa 2021 tapahtui kuitenkin käänne, kun tieto OPEC-järjestön päätöksestä nostaa öljyntuotantoa 400 000 tynnyrillä päivässä vuosi markkinoille uutistoimisto Bloombergin nimetystä lähteestä. Heti uutisen ilmestymisen jälkeen, WTI-öljyfutuurin hinnat laskivat 64,27 dollariin eli noin kaksi prosenttia. OPEC-järjestö päätti olla reagoimatta koronaviruksen omikronvariantin aiheuttamaan markkinoiden epävakauteen. Jos omikronvariantti leviää, on mahdollista, että öljyn kysyntä vähenee ja OPEC-järjestön päätös lisätä tuotantoa laskee öljyn hintaa vielä voimakkaammin (Rinta-Jouppi, 2021a; Rinta-Jouppi, 2021b; Terhema, 2021).

Pellervon taloustutkimuksen (2014) mukaan OPEC-kartelli on Saudi-Arabian johdolla säännellyt raakaöljyn tuotantoa, jotta öljyn hinnat ovat pysyneet korkealla. Tällä on kuitenkin ollut vaikutuksia, jotka ovat alkaneet horjuttamaan kartellin voimaa. Korkea hinta on vähentänyt kysyntää ja lisännyt tuotantoa. Öljyntuotannossa on myös tapahtunut huomattava muutos, sillä Yhdysvaltojen liuskeöljytuotanto on kasvanut merkittävästi ja samalla valtion tuonti on pienentynyt. Öljyntuotannon kasvu muualla sekä hi-

das kysyntä, ovat heikentäneet OPEC-järjestön kykyä säädellä öljyn hintoja. Wald (2020) pohtii, onko OPEC-järjestön vaikutusvalta kadonnut öljymarkkinoilla. Ei välttämättä, sillä pitkittynyt alhainen öljyn hinta tarkoittaa yleensä sitä, että uusien öljylähteiden etsintään ja öljyntuotantoon investoidaan vähemmän. Maailman talouden elpyminen ja kysynnän kasvu voivat johtaa öljypulaan, jolloin OPEC-järjestö saattaa nousta merkittävään asemaan öljyn hinnan nostajana. Toisaalta OPEC todennäköisesti pelkää kysynnän heikentyvän väistämättä, sillä uusien innovaatioiden ansiosta öljy voidaan korvata vaihtoehtoisilla polttoaineilla. Tämän toteutuessa OPEC-kartelli voi löytää itsensä ainoastaan mielenkiintoisena taloushistorian tapaustutkimuksena.

Kiistanalainen kysymys: onko OPEC kartelli vai ei, herättää yhä edelleen keskustelua. Teorian mukaan kartellissa muutamat yritykset yhdistyvät muodollisella sopimuksella, jonka avulla yritykset toimivat toistensa hyväksi, eivätkä vahingoita toisiaan maksimoidakseen voittoa. Kartellin jäsenet jakavat markkinaosuuden keskenään, jolloin jäsenet manipuloivat tuotteiden hintoja markkinoilla. Monet taloustieteen oppikirjat käyttävät OPEC-järjestöä esimerkkinä voittoa maksivoivasta kartellista, joka muodostaa kiintiöitä, jakaa markkinoita ja suojelee hintoja (Kisswani, 2016). Korterudin (2020) artikkelissa energia-asiantuntija Saltvedt väittää, että OPEC-kartelli ei enää ohjaa öljyn hintoja ja markkinoita, vaan markkinoita johtaa kolme suurta toimijaa, jotka ovat Saudi-Arabia, Venäjä ja Yhdysvallat.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on selvittää, käyttäytyykö OPEC-järjestö kartellille ominaiseen tapaan vai ei. Yhteisintegraatiomenetelmien avulla selvitetään, ilmentyykö OPEC-järjestön kokonaisöljyntuotannon ja järjestön jäsenmaan öljyntuotannon välillä pitkän aikavälin tasapainosuhte ajanjaksolla 1993–2021. Tutkielmassa käytetään yksikköjuurien testaamiseen laajennettua Dickey-Fuller-testiä. Tutkielman aikasarjojen yhteisintegraation testaamiseen käytetään Engle-Grangerin sekä Johansenin menetelmiä. Tutkielma on erittäin ajankohtainen, sillä öljyntuottajamaiden toiminta on noussut voimakkaasti esille tuotannonsupistamissopimuksen myötä keväällä 2020 ja öljyn hinta on vaihdellut voimakkaasti vuoden 2021 aikana.

Tutkielman teoriaosassa luvussa kaksi käsitellään OPEC-järjestöä ja sen päätöksenteon sekä taloudellisten tapahtumien vaikutuksia öljynhintaan 1960-luvulta nykyhetkeen asti. Luvussa kolme käsitellään kartellin teoriaa, Cournot-oligopolia, kartellin voiton maksimointia ja vangin dilemma -peliä, kartellissa huijaamisen ongelman näkökulmasta. Luvussa neljä esitellään aikaisempia tutkimuksia, joissa on tutkittu OPEC-järjestön toimintaa kuvaavia malleja. Aikaisempien tutkimuksien esittelyn jälkeen, luvussa viisi käsitellään tutkielman aineisto ja valittu tutkimusmenetelmä. Tämän jälkeen esitellään tutkielman tulokset ja lopuksi vedetään yhteen tutkielman johtopäätökset.

2 OPEC-järjestön toiminnan sekä muiden taloudellisten tapahtumien vaikutukset öljyn hintaan

Öljynviejämaiden järjestö (The Organization of the Petroleum Exporting Countries – OPEC) on pysyvä hallitustenvälinen järjestö, jonka perustivat Iran, Irak, Kuwait, Saudi-Arabia ja Venezuela Bagdadin konferenssissa 10–14. syyskuuta vuonna 1960. Asetuksen mukaan öljynviejämaiden järjestön tehtävänä on koordinoida ja yhtenäistää jäsenmaiden välistä öljyntuotantopolitiikkaa. Järjestön tehtävänä on varmistaa öljymarkkinoiden vakaus, sekä oikeudenmukaiset ja vakaat hinnat öljyntuottajille, että taloudellinen, tehokas ja säännöllinen tarjonta öljyä kuluttaville valtioille. Lisäksi yhtenä tavoitteena on kohtuullinen pääoman tuotto öljyteollisuuteen sijoittaville (Joint Organisations Data Initiative, 2020; OPEC Statute 2021; Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021a). OPEC-järjestö voi vaikuttaa merkittävästi öljyn hintaan asettamalla jäsenilleen tuotantotavoitteita, sillä järjestöön kuuluu valtioita, joilla osalla on hallussaan maailman suurimpia öljyvarantoja (EIA, 2021a). Tässä luvussa käsitellään OPEC-järjestön jäsenet ja konferenssit, jonka jälkeen syvennytään järjestön päätöksenteon sekä taloudellisten ja geopoliittisten tapahtumien vaikutukset öljynhintaan 1960-luvulta nykyhetkeen asti. Lopuksi perehdytään öljynviejämaiden järjestön toiminnasta aiheutuneisiin hyötyihin ja haittoihin järjestön jäsenmaille.

2.1 Järjestön jäsenet

OPEC-järjestössä on yhteensä 13 aktiivista jäsenvaltiota, jotka sijoittuvat kolmelle eri maanosalle. Perustajajäsenet ovat: Iran, Irak, Kuwait, Saudi-Arabia ja Venezuela. Tällä hetkellä OPEC-järjestössä toimivat jäsenvaltiot, ja valtioiden tuotantomäärät sekä tuotannon prosentuaaliset muutokset (vuosina 2000–2020) on listattu liitteeseen yksi (taulukko 7). Vertaillen jäsenvaltioiden tuotantomääriä voidaan havaita, että järjestön suurin öljyntuottaja on ylivoimaisesti Saudi-Arabia, jonka osuus järjestön kokonaistuotannosta on lähes kolmasosa. Saudi-Arabia on ainoa jäsenvaltio, jonka öljyntuotanto

vaikuttaa aineellisesti maailman tarjontaan. Tämän vuoksi valtiolla on enemmän määräys- ja vaikutusvaltaa kuin muilla jäsenmailla (Annual Statistic Bulletin, 2020; Amadeo & Estevez, 2021; Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021b; Rodrique, 2021).

OPEC-järjestön asetuksen mukaan perustajajäsenet erotellaan täysivaltaisista jäsenistä. Täysivaltaisilla jäsenillä tarkoitetaan valtioita, joiden jäsenyyshakemukset on hyväksytty konferenssissa. Säädöksen ehdoissa on asetettu, että valtiot, joiden raakaöljyn nettovienti on olennainen ja joilla on perustavanlaatuisesti samanlainen hyöty kuin jäsenmailla. Nämä valtiot voivat tulla organisaation täysijäseneksi, jos valtio saa täysjäsenten äänistä $\frac{3}{4}$ osan, mukaan lukien perustajajäsenten samanaikaiset äänet. Asetuksessa säädetään myös liitännäisjäsenistä, joilla tarkoitetaan valtioita, jotka eivät täytä täysjäsenyyden vaatimuksia, mutta heidät tunnustetaan jäseniksi konferenssin määritelmien erityisehtojen mukaan (OPEC Statute, 2021; Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021b).

2.2 OPEC-konferenssit

OPEC-konferenssit ovat organisaation ylin päättävä toimielin, jotka koostuvat kansallisista valtuuskunnista. Näitä johtavat yleensä jäsenvaltioiden ministerit, joiden sijoitus-salkku sisältää öljyä, energiaa tai kaivostoimintaa. Järjestön perustamisasiakirjan mukaan järjestön on pidettävä vähintään kaksi kokousta vuodessa, joissa täytyy olla edustaja jokaisesta jäsenmaasta. Konferenssit järjestetään pääsääntöisesti kesä- ja marraskuussa. Lisäksi markkinatilanne tai makrotalouden ja teollisuuden kehitys saattaa edellyttää ylimääräisten kokouksien järjestämistä (Horan ja muut, 2004, s. 105; Lin & Tamvakis, 2010, s. 1011).

Lin ja Tamvakis (2010, s.1011) sekä Horan ja muut (2004, s. 105) jatkavat, että perustamisasiakirja ei edellytä ylimääräisiä kokouksia, mutta niiden sisältö on samanlainen kuin säännöllisten kokouksien. OPEC-järjestön sihteeristö hyväksyy tarvittavat lisäko-

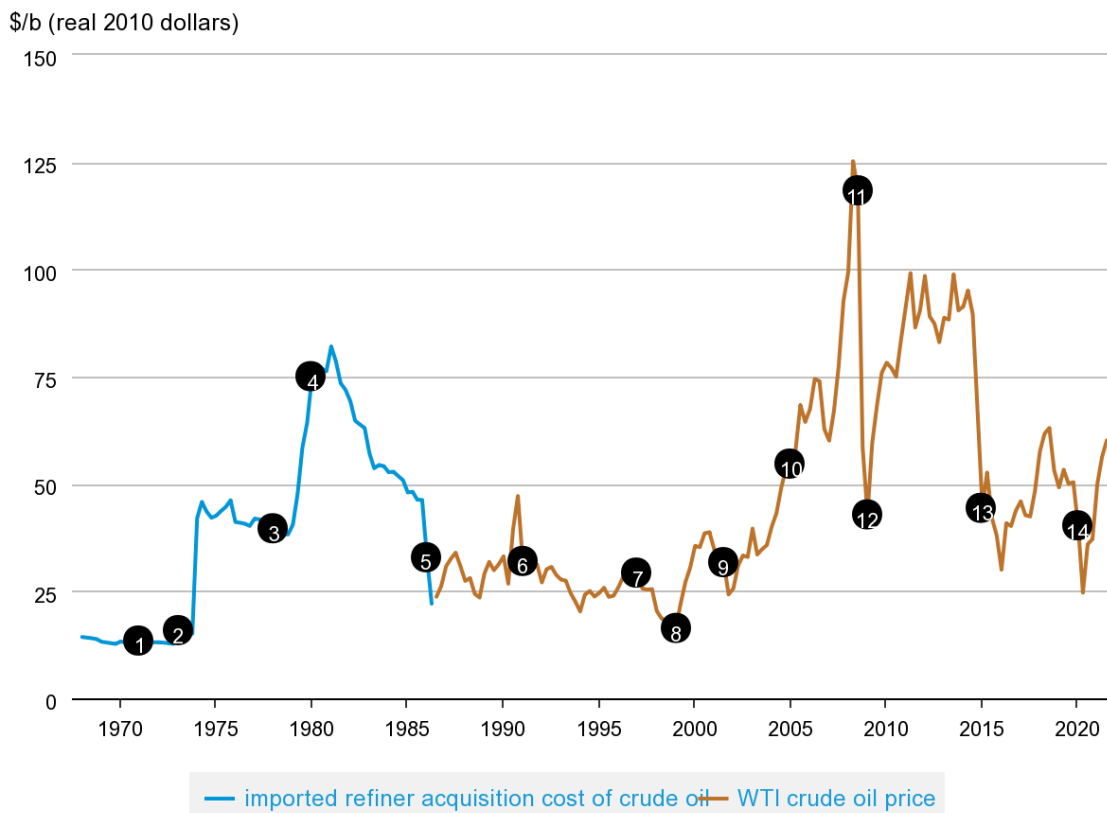
koukset säännöllisten OPEC-konferenssien aikana. Konferenssien merkittävimmät suoritteet öljymarkkinoille ovat markkinakatsaus ja tuotannon määräosuuksien sopeuttamispäätökset. Nämä tiedot julkistetaan pressitilaisuudessa heti neuvotteluiden päättymisen jälkeen. OPEC-järjestöllä on myös voimassa säännöt, jotka käynnistävät automaattisesti kiintiömuutokset. Sääntöjä on todellisuudessa käytetty ainoastaan vain yhden kerran. Näin ollen kiintiöiden muutoksia pidetään markkinoilla eksogeenisinä tapahtumina.

2.3 Järjestön päätöksenteon ja taloudellisten tapahtumien vaikutukset öljynhintaan

Raakaöljyn hinta määräytyy maailmanlaajuisen kysynnän ja tarjonnan mukaan. Talouskasvu on yksi suurimmista tekijöistä, joka vaikuttaa öljytuotteiden kysyntään (EIA, 2021a). Godsonin (2009, s. 76) mukaan raakaöljyn hintaan vaikuttavat: poliittinen tilanne, öljyn kulutus tai kysyntä sekä öljyn tuotanto. Tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat OPEC-järjestön tehokkuuteen säädellä öljyn hintaa ovat: asetettujen tuotantokiintiöiden noudattaminen, öljyn toimitusketjun varmistaminen ja tehokas ylläpito, kuluttajien halukkuus tai kyky vähentää öljynkulutusta sekä järjestön ulkopuolisten öljyntuottajavaltioiden kilpailukyky (EIA, 2021a).

Loutian ja muut (2016) toteavat, että OPEC-järjestön öljyntuotantopäätösten vaikutus öljyn hintaan on kiistanalainen aihe erityisesti päättäjien, sääntelyviranomaisten ja tutkijoiden keskuudessa. Osa asiantuntijoista on sitä mieltä, että järjestön päätöksenteon vaikutus on vähentynyt, sillä OPEC-järjestön ulkopuolisten öljyntuottajavaltioiden markkinaosuus on kasvanut. Osa asiantuntijoista uskoo, että OPEC-järjestö ei ole menettänyt valtaansa öljymarkkinoilla. Osa tutkijoista on taas sitä mieltä, että OPEC-järjestön vaikutus muuttuu ajan myötä vallitsevien markkinaolosuhteiden seurauksena.

Crude oil prices and key geopolitical and economic events



Source: U.S. Energy Information Administration, Refinitiv An LSEG Business

Kuvio 1. Merkittävät geopoliittiset ja taloudelliset tapahtumat (EIA, 2021b).

Kuviossa yksi on kuvattu raakaöljyn hinnan kehitys vuosina 1970–2020. Kuvioon yksi on merkattu keskeiset geopoliittiset ja taloudelliset tapahtumat, jotka ovat vaikuttaneet öljyn hinnan kehitykseen. Ensimmäisenä käsitellään 1960–70-luvun tapahtumat (numerot 1-3), jonka jälkeen käsitellään 80–90-luvun tapahtumat (numerot 4-8) ja sen jälkeen syvennytään 2000-luvun tapahtumiin (numerot 9-14).

2.3.1 Keskeisimmät tapahtumat 1960–1970-luvulla

Öljyn maailmanmarkkinahinnat olivat 1900-luvulla yleensä 1–2 dollaria tynnyriltä vuoteen 1970 asti, jolloin Yhdysvallat oli hallitseva öljyntuottaja (Statistical Review of

World Energy, 2020). Valtio pystyi säätelemään öljyn hintoja ja heillä oli tarjolla runsaasti kotimaista öljyä ja kaasua, jolloin moottoriteiden laajentaminen ja autojen omistaminen tuli osaksi amerikkalaista unelmaa (Amadeo & Kelly, 2021). Tertzakian (2006, s. 73-74) mukaan OPEC-järjestö perustettiin osittain vahvojen monikansallisten yritysten ja Yhdysvaltojen suojatullipolitiikan torjumiseksi, sillä nämä tekijät asettivat tuottajavaltion strategisesti heikkoon asemaan. Monikansalliset ja pienemmät riippumattomat öljy-yhtiöt päättivät järjestää kokouksen New Yorkissa vuonna 1970, sillä OPEC-järjestön kasvu ja öljyn kulutus olivat nousussa, mikä aiheutti huolta öljy-yhtiöissä. Aiemmin monikansalliset yritykset olivat ilmoittaneet öljyntuottajamaille öljyn hinnan, mutta ilmassa oli tunne, että voimatasapaino olisi mahdollisesti muuttunut peruuttamattomasti.

Yergi (1991, s. 567) ja Tertzakian (2006, s. 74) toteavat 1960-luvun lopun ja 1970-luvun alun olevan käännekohta Yhdysvaltojen kotimaan öljyteollisuudessa. Yhdysvaltojen öljytuotannon kapasiteetti ajautui äärimilleen ja loppui (kuvio 1; piste 1). Baumeister ja Kilian (2016, s. 140) lisäävät, että Yhdysvaltojen hintasäätelyjärjestelmä päättyi tuotantokapasiteetin loppumisen vuoksi 1970-luvun alussa. Valtio tuli yhä riippuvaisemmaksi Lähi-idän tuonnista, jonka hintaa se ei voinut säännellä. Suni (2016) toteaa öljyn hinnan vaihdelleen rajusti 70-luvun alun jälkeen. Raakaöljyn hinta nousi 15,9-kertaiseksi ajanjaksolla 1972–1980. Kyseisellä ajanjaksolla öljyn hinnan nousuun vaikutti merkittävästi vuosien 1973 ja 1979 öljyshokit. Kenen (1982, s. 23) huomauttaa, että maailmanlaajuinen inflaatio oli käynnissä vuosina 1972–1973, ennen ensimmäistä öljyshokkia.

Hervey (1994) toteaa, että maailma siirtyi uuteen vaiheeseen taloudellisessa ja poliittisessa prosessissa kun tehottoman kartellin muodostanut OPEC-järjestö käynnisti rohkean kokeilun kansainvälisessä pakkokeinossa. Tertzakian (2006, s. 74) väittää, että Yhdysvaltojen hallitus oli näennäisesti välinpitämätön jännitteestä, joka kasvoi OPEC-järjestön ja riippumattomien öljy-yhtiöiden välillä. Monikansalliset yritykset yrittävät selittää järjestön osuutta, mutta heidän varoitustaan ei huomioitu. Yksi syy on toden-

näköisesti se, että heidän ei uskottu huolehtivan muista kuin omista eduistaan. Monikansalliset yhtiöt tapasivat OPEC-järjestön edustajat Wienissä 1973, jolloin tarkoituksena oli selvittää mitä tehdään öljyn hinnalle. Tosin tälle kertaa OPEC-järjestö aikoi sanella ehdot ja valtion omistamien öljy-yhtiöiden avulla järjestö aikoi nostaa hintoja aggressiivisesti.

Lickliderin (1988, s. 206) mukaan neljäs arabien ja Israelin sota puhkesi lokakuussa 1973 (kuvio 1; piste 2). Tertzakian (2006, s. 74) korostaa Wienin kokouksen olevan historiallisesti mielenkiintoiseen aikaan, sillä kokous oli käynnissä samaan aikaan kun Israelin, Syyrian ja Egyptin välinen sota alkoi. Jom Kippur -sota pysäytti neuvottelut, mutta se ei heikentänyt OPEC-järjestön päättäväisyyttä. Järjestö nimittäin huomasi Nixonin hallinnon lähettävän sotilaallista apua Israelille. OPEC-järjestö päätti kostaa nostamalla öljyn hintoja ja leikkaamalla tuotantoa viidellä prosentilla. Korotukset koskivat kaikkia valtioita, jotka antoivat tukea Israelille. Öljyn kauppasaarto oli alkanut, joka nosti öljyn tynnyrihintaa alle 20 dollarista yli 40 dollariin tynnyriltä. Öljyn kauppasaarto aiheutti ensimmäisen öljyshokin vuonna 1973–74. (Godson, 2009). Amadeo ja Boyle (2020) lisäävät, että seuraavan kuuden kuukauden aikana öljynhintaa nelinkertaistui ja hinnat pysyivät korkealla kauppasaarron päättymisen jälkeenkin.

Grossin (2019) mukaan Iranin vallankumous aiheutti toisen öljyshokin vuonna 1978–79 (kuvio 1; piste 3). Öljytynnyrin hinta nousi noin 40 dollarista 75 dollariin. Graefe (2013) toteaa toisen öljyshokin liittyvän Lähi-Idän tapahtumiin, mutta sen taustalla oli myös vahva öljyn kysynnän kasvu maailmanlaajuisesti. Yergin (1991, s. 685) täsmentää, että uudessa öljyshokissa oli erilaisia vaiheita, joista ensimmäinen ulottui vuoden 1978 joulukuusta syksyyn 1979, jolloin Iranin öljyvienti lopetettiin. Iranin öljytuotannon menettämistä kompensoitiin muiden jäsenmaiden tuotannon kasvattamisella.

Gross (2019) jatkaa, että Iranin öljykentillä alkoi lakko syksyllä 1978 ja seuraavan vuoden (1979) tammikuuhun mennessä raakaöljyntuotanto vähentyi 4,8 miljoonalla tynnyrillä päivässä, joka oli noin 7 prosenttia maailman tuotannosta. Tuotannon supistumi-

nen ei ollut todennäköisesti tärkein tekijä öljyn hinnan nousulle, vaan syy oli maailmalla alkanut paniikki, jonka aiheutti viisi olosuhdetta. Ensimmäinen oli öljyn kysynnän kasvu ja sen antama signaali markkinoille, toinen tekijä oli sopimusjärjestelyjen katkeaminen vallankumouksen seurauksena ja kolmantena tekijänä oli kuluttajahallitusten ristiriitainen politiikka. Neljäntenä tekijänä oli öljynviejämaiden mahdollisuus saada ylimääräisiä vuokria ja samalla valtiot pystyivät vahvistamaan vaikutusvaltaansa. Lisäksi osa valtioista nostivat hintoja aina kun se oli mahdollista ja manipuloivat toimituksia. Viimeinen tekijä oli pelkkä tunteiden voima, epävarmuus, ahdistus ja hämmennys, joka sai aikaan pelkoa mahdollisista uusista tuotantohäiriöistä (Graefe, 2013; Yergin, 1991, s. 685–686).

2.3.2 Keskeisimmät tapahtumat 1980–1990-luvulla

1980-luvun alussa öljyn hintaan vaikutti merkittävästi Iranin ja Irakin sota, joka kesti vuoteen 1988 asti (kuvio 1; piste 4). Tämä aiheutti suuren eksogeenisen öljynsaannin häiriön. Irak hyökkäsi Iraniin syyskuun lopussa 1980, joka aiheutti Iranin öljyntuotantolaitosten tuhoutumisen. Lisäksi molempien valtioiden öljynvienti häiriintyi. WTI-öljyn hinta nousi 36 dollarista, 38 dollariin syyskuun 1980 ja tammikuun 1981 välisenä aikana. Tästä voidaan havaita, että Iranin ja Irakin sodalla ei lopulta ollut suurta vaikutusta öljyn hintaan, sillä raakaöljyä oli tarjolla runsaasti suhteessa öljyn kysyntään (Baumeister & Kilian, 2016, s. 145–146; Hamilton, 2009b). Yergin (1991, s. 745) ja Alyousef (2011, s. 66) mukaan merkittävä käänne tapahtui vuonna 1985, jolloin Saudi-Arabia luopui keikutuottajan (a swing producer) roolistaan (kuvio 1; piste 5). Vuosina 1980–1985 Saudi-Arabia yritti puolustaa öljyn viitehintaa muuttamalla tuotantoaan OPEC-hintojen tukemiseksi, joka johti kuitenkin suureen markkinaosuuden menetykseen ja tulojen laskuun. Öljyn WTI-hinta romahti noin 75 dollarista alle 30 dollariin tynnyriltä. Lisäksi Saudi-Arabian kysyntä laski 10 miljoonasta tynnyristä per päivä 2,6 miljoonaan tynnyriin per päivä (Fattouh & Sen, 2013, s. 3; Yergin 1991, s. 747).

Öljyn hinta nousi väliaikaisesti 1990-luvun alussa Persianlahden kriisin vuoksi (Choi & muut, 2018, s. 72; kuvio 1; piste 6). Yergin (1991, s. 770) mukaan Irakin joukot aloittivat

hyökkäyksen Kuwaitiin 2. elokuuta vuonna 1990. Ensimmäinen kylmän sodan jälkeinen kriisi osoittautui geopolittiseksi kriisiksi. Archer ja muut (1990, s. 4) lisäävät, että Persianlahden kriisi oli pitkälti öljystä aiheutunut konflikti ja se on todennäköisesti ensimmäinen öljysota maailmanhistoriassa. Kuwaitin öljyn hinnoittelupolitiikka ja öljytuotot antoivat Irakille tekosyyntä hyökätä Kuwaitiin. Verleger (1990, s. 15) toteaa, että Irakin presidentti Saddam Hussein oli useiden kuukausien ajan ennen hyökkäystä väittänyt, että Kuwait olisi taloudellisessa sodassa Irakin kanssa ja varastanut öljyä kiistanalaiselta Rumailan öljykentältä, jolloin Kuwait tuotti yli oman OPEC-kiintiönsä määrän. Kansainvälinen yhteisö ei koskaan arvioinut väitteiden todenmukaisuutta, sen sijaan Yhdistyneet Kansakunnat määräsi lähes täydellisen kauppasaarron Irakille sekä Kuwaitista peräisin olevalle öljylle, jonka Irak oli ottanut haltuunsa. Tuotettuja öljytynnyreiden määrä vähentyi lähes viisi miljoonaa kauppasaarron vuoksi. Saarto pakotti myös Kuwaitin sulkemaan öljytehtaan, jotka tuottivat 750 000 tynnyriä päivässä. Öljyä kuluttavilla valtioilla oli mahdollisuus testata hätäohjelmia, jotka oli suunniteltu äkillisiä öljykriisejä varten. Ohjelmat olivat kuitenkin epäonnistuneet, sillä raakaöljyn lähes kaksinkertaistu ja lentopolttoaineen hinta kolminkertaistui.

Persianlahden sota aiheutti öljyn hintojen nousun vuonna 1990, mutta maailman öljytuotanto lisääntyi ja öljyn hinta laski jälleen. Hinnat jatkoivat tasaista laskua vuoteen 1994 asti. Hintojen lasku elävöitti Yhdysvaltojen ja Aasian taloutta, mikä lisäsi öljyn kysyntää ja hintojen nousua (Ayodeji, 2010, s. 158). Saudi-Arabian öljyministeri kehotti OPEC-järjestöä kasvattamaan tuotantoaan vuonna 1997, sillä Kiinassa öljyn kysyntä oli runsasta. Kuitenkin Aasian finanssikriisi (kuvio 1; piste 7) ja OPEC-järjestön ylituotanto johtivat öljyn hinnan romahtamiseen (Blair & Neely, 2020). Ayodeji (2010, s. 158) jatkaa, että öljyn hinta laski noin 10 dollariin vuoden 1998 lopussa. Atkinson (1999) toteaa, että öljyministerit päättivät OPEC kokouksessa leikkaavansa tuotantoaan 1,7 miljoonalla tynnyrillä (kuvio 1; piste 8), jotta raaka-aineen hinnat nousisivat. Lisäksi OPEC-järjestön ulkopuoliset valtiot, esimerkiksi Meksiko, Norja, Venäjä ja Oman sopivat 0,3 miljoonan tynnyrin tuotannon leikkaamisesta, jonka avulla varmistettiin öljyn hinnan nousua.

2.3.3 Keskeisimmät tapahtumat 2000–2020-luvulla

Syyskuun 11. päivän terrori-isku (WTC-isku) Yhdysvalloissa sai öljyn hinnan nousemaan väliaikaisesti yli 31 dollariin tynnyriltä, joka toisti jälleen öljymarkkinoiden ja poliittisen epävakauden välisen yhteyden (kuvio 1; piste 9). Hinnat laskivat edeltäneelle tasolle, sillä uusia hyökkäyksiä ei tapahtunut ja raakaöljyn toimitukset Yhdysvaltoihin jatkuivat normaaliin tapaan (Dadwal, 2001). Öljyhinnat nousivat vuosina 2003–2008 (kuvio 1; piste 10), sillä OPEC-järjestön käyttämätön kapasiteetti oli suhteellisen alhainen. Alhainen käyttämätön kapasiteetti tarkoittaa tuotantomäärää, joka voidaan ottaa käyttöön 30 päivän kuluessa ja se kestää vähintään 90 päivää. Tämä rajoitti OPEC-järjestön kykyä vastata kysyntään ja hintojen nousuun. Energia-analyttikoiden mukaan hintojen nousu johtui useista tekijöistä, kuten esimerkiksi Saudi-Arabian ja Iranin geopolittisesta epävakaudesta sekä trooppisista myrskyistä. Trooppiset myrskyt viivästyttivät polttoainetoimituksia ja tuotantoja jouduttiin sulkemaan, jolloin öljytuotteiden hinnat nousivat jyrkästi markkinoiden tarjonnan vähentyessä (EIA, 2021a; Ellis, 2005; Knoema, 2021).

Globaali finanssikriisi vaikutti merkittävästi raakaöljymarkkinoille vuosina 2008–2009. Öljyn hinnat nousivat pilviin ennen finanssikriisiä ja laskivat jyrkästi kriisin jälkeen (kuvio 1; piste 11). Ennen finanssikriisiä WTI-öljyn hinta nousi rajusti 60 dollarista 125 dollariin tynnyriltä, mutta vuoden 2009 alussa tynnyrihinnat laskivat noin 40 dollariin tynnyriltä. Tämä noin 70 prosentin pudotus merkitsi käännettä 2000-luvun alussa alkaneesta öljyn hintojen noususta (ECB, 2012, s. 74; Joo & muut, 2020, s. 1). Hamilton (2009a, s. 224) toteaa, että tämä jakso on yksi suurimmista öljyn hintashokeista. Joo ja muut (2020, s. 4) jatkavat, että öljymarkkinoiden volatilitteetti kasvoi jyrkästi finanssikriisin aikana, mutta se tasaantui myöhemmin ja markkinat näyttivät palautuneen entiseen tilaansa. Maclean ja Lewis (2008) toteavat, että käänne tapahtui kuitenkin vuoden 2009 alussa, kun OPEC-järjestö leikkasi tuotantotavoitteita 4,2 miljoonaan barreliin päivässä (kuvio 1; piste 12), mikä vähensi maailman öljytarjontaa lähes 5 prosenttia. Mouawadin (2009) mukaan OPEC-kartellin jäsenet olivat viimein onnistuneet pysäyttämään öljyn hinnan laskun ainakin toistaiseksi. Kuviosta yksi voidaan nähdä, että öljyn

hinnat nousivat tuotantotavoitteiden leikkaamisen jälkeen lähes 100 dollariin per tynnyri.

Baffes ja muut (2015) toteavat, että neljän vuoden suhteellisen vakaan öljyn hinnan jälkeen (noin 100 dollaria tynnyriltä), öljyn hinta alkoi laskea yli 50 prosenttia kesäkuussa 2014. Öljyn hinnan dramaattinen putoaminen liittyy muiden hyödykkeiden hintojen laskuun, mikä tarkoittaa 2000-luvun alussa alkaneen supersyklin päättymistä, mutta öljyn hinnan lasku ei ole ennennäkemätöntä. Vuoden 2014 lopussa OPEC-järjestö päätti pitää tuotantokiintiönsä ennallaan (kuvio 1; piste 13) ja öljyn hinnat jatkoivat laskua. Vuonna 2018 öljyn tynnyrihinta nousi noin 60 dollariin, mutta hinnat putosivat jälleen vuoden 2020 alussa koronaviruspandemian aiheuttaman öljyn kysynnän laskun vuoksi (kuvio 1; piste 14). Kokkosen (2020) sekä Suutarisen (2021) mukaan koronapandemia aiheutti kysynnän voimakkaan laskun ja WTI-öljyn hinta laski historiallisesti miinuksen puolelle huhtikuussa 2020. OPEC-järjestön tavoitteena oli laatia sopimus tuotannon vähentämisestä vuoteen 2022, mutta sopimusneuvottelut jäivät lopulta kesken, sillä Meksiko ei suostunut allekirjoittamaan sopimusta. Öljyn hinnan alhaisuuteen on vaikuttanut myös Saudi-Arabian ja Venäjän välinen hintasota.

2.4 Järjestön toiminnasta aiheutuneet hyödyt ja haitat jäsenmaille

Jäsenmaat hyötyvät OPEC-järjestön toiminnasta usealla tavalla. Yleensä ne voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen, jotka ovat taloudellinen ja poliittinen hyöty. Yksi hyödyistä voidaan tunnistaa myös järjestön ensisijaiseksi tavoitteeksi, joka on varmistaa jäsenmaiden oikeudenmukainen osuus öljyvarojen arvosta taloudellisen kehittymisen nopeuttamiseksi ja ihmisten hyvinvoinnin parantamiseksi. OPEC suojelee jäsenmaiden etuja öljymarkkinoilla myös globaalilla kilpailukyvöllä (Khusanjanova, 2011). Järjestö on tarjonnut jäsenvaltioille tukea ja luottamusta puolustaa etujaan öljyteollisuudessa, erityisesti siltä osin mitä todetaan Yhdistyneiden Kansakuntien peruskirjassa. Peruskirjan mukaan, millä tahansa valtiolla on luovuttamaton oikeus harjoittaa pysyvää itsemää-

räämisoikeutta luonnonvaroillansa (Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021 c).

Khusanjanova (2011) jatkaa, että OPEC-järjestö on halukas tarjoamaan köyhimmille jäsenmaille kehitysapua, jos apu johtaa talouden monimuotoisuuteen, luo uusia työpaikkoja ja vähentää köyhyyttä. Tätä varten on perustettu järjestön kansainvälisen kehityksen rahasto (OFID – OPEC Found for International Development), jonka avulla voidaan kanavoida tukea kehitysmaille. Rahasto on kohdentanut resurssinsa sinne, jossa rahallisella avustuksella on suurin vaikutus köyhien elämään, kuten esimerkiksi perusterveydenhuoltoon, vesihuoltoon ja maatalouteen (Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021 c).

Lyndonin ja Donev (2020) mukaan OPEC-järjestön haasteena on, että se ei hallitse suurinta osaa maailman öljytuotannosta ja osuus on vaihdellut ajan myötä. OPEC-järjestön jäsenten on kilpailtava muiden globaalien toimijoiden kanssa, jotka voivat toimia markkinoilla vapaasti, mutta OPEC-järjestön jäsenet joutuvat koordinoimaan toisiaan. Cordesman ja Markusen (2016) toteavat, että viime vuosina on tullut esille, ettei OPEC voi hallita öljyn tarjontaa. Tämän lisäksi jäsenillä on syvästi jakautuneet ja ristiriitaiset intressit sekä taloudellisten näkemysten että turvallisuuteen liittyvien järjestelyiden suhteen. Lyndon ja Donev (2020) väittävät, että pohjimmiltaan jäsenmaat yrittävät huijata ansaitakseen enemmän tuottoja, esimerkiksi Ecuador ja Gabon keskeyttivät jäsenyytensä vuosina 1992–2007 ja 1995–2016, sillä valtiot yrittivät etsiä vapautusta kartellin ehdoista. Lisäksi useat jäsenmaat on vääristäneet talouttaan vuosikymmenien ajan. Jäsenmaat ovat liian riippuvaisia öljyn vientituloista, jotka ovat aiheuttaneet korruptiota ja tulojen epätasaista jakautumista (Cordesman & Markusen, 2016).

3 Kartellijärjestely ja vangin dilemma

Pohjola (2019, s. 86) toteaa kartellien olevan kiellettyjä monessa maassa, mutta kartelleja on kuitenkin olemassa niin laillisessa kuin laittomassa toiminnassa. Yksi tunnetuimmista ja menestyksellisimmistä kartelleista on OPEC-järjestö, joka onnistui nostamaan öljyn hinnan moninkertaiseksi 1970-luvulla. Tämä aiheutti monissa öljynkuluttajamaissa suuria vaikeuksia. OPEC on yhä olemassa, mutta sen valta on heikentynyt. Peliteoria (Game Theory) on tieteenala, joka tutkii strategista vuorovaikutusta. Peliteoriassa tutkitaan rationaalisten ja tavoitteellisten päätöksentekotekijöiden keskinäistä kanssakäymistä erilaisissa kilpailu- ja yhteistyötilanteissa. Peliteoriassa tutkitaan myös sitä, millaisia valintoja osapuolien oletetaan tekevän, kun jokaisen osapuolen hyödyt ja haitat ovat riippuvaisia toisen osapuolen valinnoista. Vankien dilemma (The Prisoners' Dilemma) on yksi peliteorian johtava esimerkki ja kartellijärjestelyä voidaan pitää yhtenä esimerkkinä vangin dilemmasta (Hyytinen & Maliranta, 2015, s. 81; Ray, 2007, s. 266; Varian, 2010, s. 522). Tässä luvussa perehdytään aluksi kartellin käsitteeseen ja edellytyksiin, jonka jälkeen esitellään Cournot-oligopoli ja -tasapaino. Lopuksi käsitellään vangin dilemma kartellissa huijaamisen näkökulmasta.

3.1 Kartelli

Varianin (2010, s. 455) mukaan yhden toimialan yritykset voivat harjoittaa salaista yhteistyötä ja rajoittaa tuotantoaan nostaakseen hintoja, näiden avulla toimijat voivat kasvattaa voittojaan. Jos yritykset juonittelevat kuvatulla tavalla sekä yrittävät vähentää tuotantoaan ja nostaa hintoja, toimialan kutsutaan organisoituneen kartelliksi. Pohjola (2019, s. 86) täsmentää, että kartellia kuvataan järjestelyksi, jossa tuottajat sopivat keskenään tuotetusta määrästä ja ennen tällaista järjestelyä tuottajat kilpailivat toisiaan vastaan. Jos tuotettu määrä on aiempaa alhaisempi, tuotteiden ja palveluiden hinnat nousevat. Kartellien tarkoituksena on kilpailun rajoittaminen, jossa toimijat sopivat keskenään muun muassa hinnoista, hinnankorotuksista sekä markkinoiden tai asiakkaiden jakamisesta (KKV, 2019).

Boswijk ja muut (2018, s. 26) toteavat, että kilpailun vastaiset käytännöt antavat yrityksille mahdollisuuden käyttää markkinavoimaa, jota heillä ei muuten olisi. Kartellit ovat itsessään laittomia ja kiinni jäädessään kartellin osalliset voivat joutua maksamaan sakkoja ja ottamaan vastuuta kilpailurajoituksen aiheuttamista vahingoista. Haitallisimmat kartellit jaetaan yleensä neljään kategoriaan, jotka ovat hintakartelli, tarjouskartelli, tuotannonrajoituskartelli ja markkinoidenjakokartelli. Hintakartelli on keskeisin kartellimuodoista, jossa tavaroiden ja palvelujen myyjät tai ostajat sopivat suoraan tuotteiden hinnoista (myyntikartelli) tai hyödykkeistä maksettavista vastikkeista (ostokartelli). Lisäksi myyjät voivat sopia hinnoitteluperusteisiin vaikuttavista tekijöistä kuten esimerkiksi hinnankorotuksista ja maksuajoista (ehtokartelli). Tarjouskartellissa tarjouskilpailuun osallistuneet tarjoukset antajat ovat salassa yhteensovittaneet tarjouksensa kasvattaakseen tuottojaan. Tuotannonrajoitus- ja markkinoidenjakokartelleissa keskenään kilpailevat yritykset sopivat tuotannonrajoituksista tai markkinoiden jakamisesta (KKV, 2019; OECD, 2021; Wikberg 2011, s. 221; OECD, 2021).

3.2 Kartellin edellytykset

Wikberg (2011, s. 220–221) toteaa, että menestyvän kartellin tulisi täyttää kuusi edellytystä. Ensimmäinen edellytys on, että kartellin tuote tai palvelu muodostaa merkitykselliset markkinat, jolla on riittävän suuret markkinoille tulon esteet, jolloin uudet markkinoille tulivat eivät voi vaikuttaa kartellin hinnoittelupäätöksiin heikentävästi. Toinen ehto on, että kartellin jäsenillä täytyy olla riittävän suuri osuus markkinoista, jotta muut kilpailijat eivät voi heikentää kartellin päätösten vaikutuksia. Ulkopuolisilla yrityksillä ei saa olla mahdollisuutta kasvattaa omaa tuotantoon nopeasti, sillä tämä vaikuttaisi kartelliyritysten menettelyyn.

Wikberg (2011, s. 220–221) jatkaa, että edellytyksen kolmantena ehtona on, että kartellin jäsenten täytyy saavuttaa sopimus yksittäisen kartelliyrityksen tuotantomääristä, sillä tuotanto usein tärkeämpi päätösmuuttuja kuin hinta. Neljäntenä ehtona on, että

kartellien tulisi havaita jäsenten huijauspyrkimykset ja viidentenä ehtona on, että kartellin täytyy pystyä rankaisemaan tehokkaasti huijauksesta kiinnijääneitä jäseniä. Viimeisen edellytys mukaan kartellin täytyy suoriutua kaikista edellä mainituista tehtävistä ilman, että kukaan ulkopuolinen havaitsee kartellin olemassaoloa.

3.3 Cournot-oligopoli

Cournot-mallissa oletetaan, että kilpailevat yritykset tuottavat homogeenistä eli samantyyppistä tuotetta ja jokainen yritys pyrkii maksimoimaan voittoaan asettamalla tuotantomääränsä. Kaikki yritykset asettavat tuotantomääränsä yhtäaikaaisesti ja mallin perusoletuksena on, että jokainen yritys valitsee määränsä ottaen huomioon myös kilpailijoiden asettaman määrän (Khemani & Shapiro, 2013). OPEC-järjestö on yksi esimerkki Cournot-oligopolista, sillä öljyntuottajavaltiot päättävät tuotettavan öljymäärän, ja tämä vaikuttaa öljyn markkinahintaan. Oletetaan, että yritys 1 olettaa, että yritys 2 tuottaa määrän y_2^e . Yläindeksi e viittaa odotusarvoon. Jos yritys 1 päättää tuottaa y_1 määrän, yritys odottaa markkinoiden kokonaistuotannon olevan $Y = y_1 + y_2^e$, jolloin tuotantomäärä asettaa markkinahinnaksi $p(Y) = p(y_1 + y_2^e)$. Tällöin yritys 1 voiton maksimointi ongelma on:

$$\max_{y_1} p(y_1 + y_2^e)y_1 - c(y_1) \quad (1)$$

Jokaista odotettua yrityksen 2 tuotantomäärää kohden on olemassa optimaalinen tuotantomäärä yritykselle 1 y_1 . Kuvataan seuraavaksi yrityksen 2 odotettua tuotantomäärää ja yrityksen 1 optimaalista valintaa funktionaalisella suhteella:

$$y_1 = f_1(y_2^e) \quad (2)$$

Yhtälön kaksi reaktiofunktio antaa yrityksen optimaalisen valinnan tuotantomäärästä sen odottaman toisen yrityksen valinnan funktiona. Samalla tavalla voidaan johtaa yrityksen 2 optimaalinen valinta funktiolla:

$$y_2 = f_2(y_1^e) \quad (3)$$

Yhtälöissä 3 ja 4 on oletettu jokaisen yrityksen valitsevan tuotantomääränsä olettaen, että toisen yrityksen tuotantomäärä tulee olemaan y_1^e tai y_2^e . Yleensä yrityksen 1 optimaalinen tuotantomäärä y_1 eroaa siitä, mitä yritys 2 olettaa sen olevan y_1^e . Haetaan tuotantomääräkombinaatio (y_1^*, y_2^*) , jossa yrityksen 1 optimaalinen tuotantomäärä, olettaen yrityksen 2 tuottavan y_2^* on y_1^* ja yrityksen 2 optimaalinen tuotantomäärä, olettaen yrityksen 1 tuottavan y_1^* on y_2^* . Nämä tuotantomäärien valinnat toteuttavat yhtälöt:

$$y_1^* = f_1(y_2^*) \quad (4)$$

$$y_2^* = f_2(y_1^*) \quad (5)$$

Yhtälöiden neljä ja viisi tuotantomäärien kombinaatio tunnetaan Cournot-tasapainona, jossa kukin yritys maksimoi voittonsa, kun otetaan huomioon sen odotukset toisen yrityksen tuotantomäärän valinnasta. Oletukset vahvistetaan tasapainossa, jolloin kumpikin yritys valitsee optimaalisesti tuottaakseen sen määrän tuotantoa, jonka toinen yritys odottaa sen tuottavan (Varian, 2010, s. 507–508).

3.4 Cournot-tasapaino, monta yritystä

Kappaleessa 3.3. esitetty Cournot-tasapaino voidaan yleistää tilanteeseen, jossa markkinoilla toimii useampi kuin kaksi yritystä. Oletetaan, että jokaisella yrityksellä on odotuksia toisten yritysten tuotannonmäärän valinnoista ja ne pyrkivät kuvaamaan tasapainotuotantoa. Oletetaan yritysten määrän olevan n ja kokonaistuotannon määrä on

$Y = y_1 + \dots + y_n$, jolloin rajatulo on yhtä suuri kuin rajakustannusehto yritykselle i on:

$$p(Y) + \frac{\Delta p}{\Delta Y} y_i = MC(y_1) \quad (6)$$

Jos tekijä $p(Y)$ poistetaan ja kerrotaan toinen termi Y/Y , yhtälö kuusi voidaan kirjoittaa uudelleen muotoon:

$$p(Y) \left[1 + \frac{\Delta p}{\Delta Y} \frac{Y}{p(Y)} \frac{y_i}{Y} \right] = MC(y_1) \quad (7)$$

Jos käytetään kokonaiskysyntäkäyrän jouston määritelmää ja firman i osuus kokonaismarkkinatuotannosta on $s_i = y_1/Y$, tämä muuttaa yhtälön muotoon:

$$p(Y) \left[1 - \frac{1}{|\epsilon(Y)|/s_i} \right] = MC(y_1) \quad (8)$$

jossa $|\epsilon(Y)|/s_i$ on yrityskohtaisen kysyntäkäyrän jousto. Kysyntäkäyrän jouston elastiisuus kasvaa, mitä pienempi on yrityksen osuus markkinoista (Varian, 2010, s. 511–512).

3.5 Salaliitto

Varianin (2010, s. 513) mukaan, jos salaliitto on mahdollinen yritysten kannattaa valita tuotantomäärä, joka maksimoi teollisuuden kokonaisvoitot ja osalliset jakavat voitot keskenään. Oletetaan toimialalla olevan kaksi yritystä, kuten kappaleessa 3.3. esitettyssä Cournot-mallissa, mutta tällä kertaa yritykset ovat sopineet muodostavansa kartellin. Yrityksien kohtaama voiton maksimointiongelma on valita tuotantomääränsä y_1 ja y_2 siten että toimialan kokonaisvoitto olisi mahdollisimman suuri:

$$\max_{y_1, y_2} p(y_1 + y_2)[y_1 + y_2] - c_1(y_1) - c_2(y_2) \quad (9)$$

Yhtälöllä 9 on seuraavat optimaalisuusehdot:

$$p(y_1^* + y_2^*) + \frac{\Delta p}{\Delta Y} [y_1^* + y_2^*] = MC_1(y_1^*) \quad (10)$$

$$p(y_1^* + y_2^*) + \frac{\Delta p}{\Delta Y} [y_1^* + y_2^*] = MC_2(y_2^*) \quad (11)$$

Optimaalisuusehdot tarkoittavat, että ylimääräisen yksikön tuottamisesta aiheutuva rajatuotto on oltava yhtä suuri riippumatta siitä missä se tuotetaan. Tästä seuraa $MC_1(y_1^*) = MC_2(y_2^*)$, jolloin tasapainopisteessä molempien yritysten rajakustannukset ovat yhtä suuret. Jos yhdellä yrityksellä on kustannusetu, joka tarkoittaa, että rajakustannuskäyrä on toisen yrityksen käyrän alapuolella, silloin sen tuotantomäärän täytyy olla suurempi kartelliratkaisun tasapainopisteessä (Varian, 2010, s. 513–514).

Varian (2010, s. 514–515) jatkaa, että kartelliin liittymiseen liittyy ongelma, nimittäin houkutus huijaamiseen. Oletetaan, että kaksi yritystä määrittää tuotantonsa tasolle, joka maksimoi toimialan voitot (y_1^*, y_2^*) ja yritys 1 harkitsee tuottavansa hieman enemmän Δy_1 , jolloin yritykselle 1 kertyvät marginaalivoitot ovat:

$$\frac{\Delta \pi}{\Delta y_1} = p(y_1^* + y_2^*) + \frac{\Delta p}{\Delta Y} y_1^* - MC_1(y_1^*) \quad (12)$$

Kartellin optimaalisuusehto kuvataan seuraavasti:

$$p(y_1^* + y_2^*) + \frac{\Delta p}{\Delta Y} y_1^* + \frac{\Delta p}{\Delta Y} y_2^* - MC_1(y_1^*) = 0 \quad (13)$$

Yhtälö 13 voidaan uudelleen järjestää muotoon:

$$p(y_1^* + y_2^*) + \frac{\Delta p}{\Delta Y} y_1^* - MC_1(y_1^*) = -\frac{\Delta p}{\Delta Y} y_2^* > 0 \quad (14)$$

$\frac{\Delta p}{\Delta Y}$ on negatiivinen, sillä markkinoiden kysyntäkäyrällä on negatiivinen kulmakerroin.

Tarkasteltaessa yhtälöitä 13 ja 14 voidaan huomata, että:

$$\frac{\Delta \pi}{\Delta y_1} > 0 \quad (15)$$

Jos yritys 1 uskoo, että yritys 2 pitää tuotantomääränsä ennallaan, niin yritys 1 uskoo voivansa kasvattaa voittoja lisäämällä omaa tuotantoaan. Kartellijärjestelyssä yritykset toimivat yhdessä rajoittaakseen tuotantoaan, jotta markkinat eivät pilaantuisi. Yritykset tunnistavat vaikutuksen yhteisvoittoihin, jotka tuottavat enemmän tuotosta kummasakin yrityksessä. Jos jokainen yritys uskoo, että toinen yritys pysyy asetetussa tuotantokiintiössä, jokaista yritystä houkuttelee mahdollisuus kasvattaa tuotantoaan, jolloin yrityksen voitonmäärä kasvaa. Tilanne on haasteellinen, sillä jos yritys 1 uskoo, että yritys 2 pitää tuotantomääränsä ennallaan, tällöin yritys 1 pitää kannattavana lisätä omaa tuotantoaan. Jos yritys 1 ajattelee yrityksen 2 kasvattavan tuotantomääräänsä, tällöin yritys 1 haluaa myös kasvattaa tuotantomääräänsä ensimmäisenä ja tehdä voittoa niin kauan kun yritys pystyy siihen (Varian, 2010, s. 514–515).

Tehokkaan kartellin ylläpitämiseksi, yritysten täytyy löytää keinot havaita toisen huijaaminen ja rangaista siitä. Jos kartellinjäsenillä ei ole mahdollisuutta tarkkailla toistensa tuotantoa, tällöin huijaamisen houkutus kasvaa niin suureksi, että se voi hajottaa kartellin. Peliteorian mukaan huijaamisen ongelma kartellissa muistuttaa vangin dilemmaa. Kartellin jäsenten on parempi pysyä sovituissa hinnoissa ja tuotantomäärissä, mutta yksittäiselle jäsenelle on edullista huijata muita lisäämällä tuotantoaan tai alentamalla hintojaan. Tämän vuoksi kartellien ylläpitäminen on haasteellista ja järjestely on yleensä lyhytaikainen (Varian, 2010, s. 514–515; 528).

3.6 Vangin dilemma ja kartellissa huijaamisen ongelma

John Nash (1951) kehitti yleisen tasapainokäsitteen ei-yhteistoiminnallisille peleille, jota kutsutaan Nash-tasapainoksi (Nash Equilibrium). Nash-tasapaino on joukko valintoja, joille jokaisen pelaajan valinta on optimaalinen, kun otetaan huomioon muiden pelaajien valinnat. Nash-tasapainossa kenenkään pelaajan ei kannata yksinään muuttaa strategiaansa, jos muut pelaajat pysyvät tasapainostrategioissaan. Tasapainotilanteessa jokaisen pelaajan strategia on paras vaihtoehto verrattuna muiden pelaajien valintoihin. Nash-tasapaino toteutuu, jos kumpikaan pelaajista ei voi kasvattaa hyötyään vaihtamalla strategiaa, kun toinen pelaaja pysyy omassa strategiassaan. Yksittäinen pelaaja ei hyödy strategian vaihtamisesta, jos muut pitäytyvät tasapainossa (Kultti, 1994, s. 520; Nash, 1951; Tilvis, 2016, s. 86; Varian, 2010, s. 536).

Varian (2010, s. 527) jatkaa, että ongelma Nash-tasapainossa on se, että lopputulos ei välttämättä johda Pareto-tehokkaaseen tulokseen. Tilvis (2016, s. 93) määrittelee pareto-tehokkaan tarkoittavan pelin lopputulosta tai siihen johtava strategiyhdistelmää, jos kenenkään pelaajan hyötyä ei voida kasvattaa ilman, että toisen pelaajan hyöty vähenee. Lehtosen (2016) mukaan vangin dilemma on päätöksentekotilanne, jossa tavoittelemalla omaa etuaan, osapuolet päätyvät huonompaan lopputulokseen kuin tekemällä yhteistyötä. Vangin dilemman erikoispiirre on se, että lyhyellä aikavälillä kumpikaan osapuoli ei voi hyötyä itsekkästä valinnasta. Jos molemmat tekevät yhteistyötä, molemmat osapuolet toimivat melko hyvin. Jos toinen osapuoli tekee yhteistyötä, mutta toinen osapuoli huijaa tai ajaa omaa etuaan, tällöin huijaava osapuoli saa suuremman voiton ja yhteistyötä tekevä osapuoli saa pienimmän voittonsa. Tämä tilanne kannustaa molempia osapuolia huijaamaan ja toimimaan oman etunsa mukaisesti (Axelrod, 1980, s. 4).

Sovelletaan vangin dilemmaa OPEC-järjestön kartellitoimintaan. Yksinkertaistetaan järjestön toimintaa olettamalla, että OPEC-kartellissa toimii ainoastaan kaksi öljyntuottajavaltiota, Irak ja Saudi-Arabia. Molemmilla tuottajamailla on kaksi vaihtoehtoa, joko tuottajamaa tekee yhteistyötä noudattamalla kartellisopimuksessa asetettua tuotan-

tomäärää tai tuottajamaa huijaa, tuottamalla enemmän kuin sopimuksessa asetettu tuotantokiintiö.

Taulukko 1. Kartellissa huijaamisen ongelma vangin dilemma -pelissä (mukaillen Varian, 2010, s. 528).

		Saudi-Arabian päätös	
		Tuota enemmän kuin tuotantokiintiö	Noudata kartelli-sopimusta
Irakin päätös	Tuota enemmän kuin tuotantokiintiö	\$8 mrd., \$8 mrd.	\$12 mrd., \$6 mrd.
	Noudata kartelli-sopimusta	\$6 mrd., \$12 mrd.	\$10 mrd., \$10 mrd.

Taulukko yksi on esimerkki kartellissa huijaamisen ongelmasta vangin dilemma -pelissä. Taulukon yksi luvut ovat jäsenmaiden mahdollisia voitonmääriä. Jos Irak uskoo, että Saudi-Arabia aikoo noudattaa kartellisopimusta, tällöin Irakin kannattaisi huijata eli tuottaa enemmän kuin asetettu tuotantokiintiö. Jos Irak luulee, että Saudi-Arabia aikoo tuottaa yli asetetun tuotantokiintiön, tällöin myös Irakin kannattaa lisätä tuotantoaan. Toisin sanoen, miten tahansa Saudi-Arabia päättää toimia, Irakin on parempi tuottaa yli asetetun tuotantokiintiön. Sama tilanne toteutuu myös Saudi-Arabian osalta. Näin ollen, pelin ainutlaatuinen Nash-tasapaino on, että molemmat öljytuottajamaat tuottavat yli asetetun tuotantokiintiön. Tilannetta kutsutaan myös dominoivan strategian tasapainoksi, sillä jokaisella öljytuottajamaalla on samanlainen optimaalinen valinta toisesta öljytuottajamaasta riippumatta (Varian, 2010, s. 527–528).

Jos Irak päättää huijata eli tuottaa enemmän kuin asetettu tuotantokiintiönsä, valtio saa voittoa 12 miljardia dollaria ja Saudi-Arabia saa voittoa ainoastaan 6 miljardia dollaria. Jos Saudi-Arabia päättää huijata, valtion voiton määrä on 12 miljardia dollaria ja Irakin voiton määrä on 6 miljardia dollaria. Jos öljytuottajamaat tekevät yhteistyötä eli päättävät noudattaa kartellisopimusta, jolloin öljyn hinta nousee ja valtioiden voiton

määrä on 10 miljardia dollaria. Jos molemmat öljytuottajamaat huijaavat eli tuottavat enemmän kuin asetettu tuotantokiintiö, jolloin öljyn hinta laskee ja valtioiden voiton määrä on 8 miljardia dollaria. Voiton maksimoimisen kannalta, parhain lopputulos olisi, se että öljytuottajavaltiot tekisivät yhteistyötä. Valtioilla ei kuitenkaan ole kannustinta yhteistyöhön, sillä kummallakaan öljytuottajavaltiolla ei ole varmuutta siitä, ettei toinen tuottajavaltio huijaisi. Tämä vangin dilemma -pelin esimerkki voi tuntua irralliselta todelliseen maailmaan verrattuna, sillä todennäköisesti öljytuottajamaat voivat neuvotella tuotannon leikkaamisesta samanaikaisesti (Holden, 2016; Smart, 2020; Taulukko 1; Zerohedge, 2016).

4 Aikaisemmat tutkimukset kartellikäytöksen ilmentymisestä

Teoriassa OPEC-järjestöä kuvataan esimerkkinä kartellista, mutta miten OPEC nähdään empiirisestä näkökulmasta tutkittuna. Ilmentyykö OPEC-järjestön käytöksessä kartellille ominaisia piirteitä vai ei? Tässä luvussa syvennytään tutkimuksiin, joiden tavoitteena on selvittää millainen malli voisi parhaiten kuvata OPEC-järjestön toimintaa. Aikaisemmista tutkimustuloksista käy ilmi tuloksien vaihtelevuus, sillä osassa tutkimuksista päädytään lopputulokseen, että järjestön toiminnassa ilmenee kartellille ominaisia piirteitä, mutta osassa päädytään päinvastaiseen lopputulokseen.

Griffinin (1985) tutkimuksessa testataan OPEC-järjestön käyttäytymistä kuvaavia malleja, jotka ovat kartelli-, kilpailullinen-, tavoitetulo- ja omistusoikeusmalli ajanjaksolla 1971–1983. Tutkimuksessa havaitaan, että osittaista markkinoiden jakamisen kartellimallia (a partial market-sharing cartel model) ei voida hylätä OPEC-järjestön jäsenmaiden osalta, vaan tuloksia sen ilmentymisestä voidaan pitää vaikuttavina. Muiden kuin OPEC-järjestön maiden osalta tutkimuksessa havaitaan täysin päinvastainen tulos, sillä näiden maiden osalta ei voida hylätä kilpailullista mallia.

Jonesin (1990) tutkimuksessa OPEC-järjestön käytöstä tutkitaan kahdella eri ajanjaksolla. Ensimmäinen ajanjakso on 1971–1983, jolloin öljyn hinnat pääsääntöisesti nousivat ja toinen ajanjakso on 1983–1988, jolloin öljyn hinnat pääsääntöisesti laskivat. Tutkimustulosten mukaan OPEC-järjestön käyttäytymistä selitetään parhaiten osittaisella markkinoiden jakamisen kartellimallilla molemmilla ajanjaksoilla. Tutkimustulokset ovat samankaltaiset kuin Griffinin (1985) tutkimuksessa.

Lodererin (1985) tutkimuksessa testataan korrelaatiota OPEC-järjestön poliittisten ilmoitusten ja markkinahintojen välillä eli onko korkeampi öljyn hinta voinut johtua tuottajien salaisesta yhteistyöstä ajanjaksolla 1974–1983. Ajanjakso on jaettu kahteen tarkastelujaksoon, joista ensimmäinen on 1974–1980 ja toinen jakso on 1981–1983. Nollahypoteesi on, että OPEC-järjestö ei pysty vaikuttamaan öljyn markkinahintoihin. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että OPEC-järjestö pystyy vaikuttamaan öljyn markkinahintoihin.

Tutkimustuloksien perusteella nollahypoteesia ei voida hylätä, vaan se hyväksytään. Tulokset eivät tue väitettä, jonka mukaan OPEC-järjestön päätökset olisivat vaikuttaneet öljyn markkinahintoihin vuosina 1974–1980. Toisella tarkastelujaksolla (1981–83) nollahypoteesi hylätään ja vaihtoehtoinen kartellihypoteesi hyväksytään eli OPEC-järjestö olisi vaikuttanut päätöksillään öljyn hintoihin.

Dahl ja Yücel (1991) testaavat tutkimuksessaan kilpailevia hypoteeseja sekä OPEC-tuottajien että järjestön ulkopuolisten öljyntuottajavaltioiden tuotantopäätöksistä vuosina 1971–1987. Tutkimuksessa testataan seuraavia malleja: dynaaminen optimointi-, tavoitetulo- ja kilpailullinen malli sekä kartelli- että swing-tuottajamalli. Yhteisintegraatiotestien mukaan OPEC-tuottajien välillä ei havaita tapahtuvan yhteistyötä, joka tukisi tiukkaa markkinoidenjakamisen kartellimallia tai swing-tuottajamallia. OPEC-järjestön ulkopuolisten maiden osalta havaitaan, että tuottajamaat eivät dynaamisesti optimoi tuotantomääriään tai kohdenna tuloja tuotantopäätöksissään.

Gülenin (1996) tutkimuksessa selvitetään yhteisintegraatio- ja kausaalitestien avulla kartellikäytöksen ilmentymistä ajanjaksolla 1965–1993. Jos OPEC-järjestö on toiminut tehokkaana kartellina, yhteisintegraatiotestin tuloksien mukaan järjestön kokonaisöljytuotannon ja järjestön jäsenmaan öljytuotannon välillä ilmenee pitkän aikavälin tasapainosuhte. Jos OPEC-järjestö on pystynyt vaikuttamaan öljyn hintoihin, kausaalitestin perusteella pitäisi ilmetä syy-seuraussuhde OPEC-järjestön tuotannon ja öljyn hintojen välillä sekä öljyn hinnan ja järjestön ulkopuolisten maiden välillä. Johansenin yhteisintegraatiotestien perusteella pitkän aikavälin tasapainosuhdetta ei havaita järjestön jäsenmaan öljytuotannon ja OPEC-järjestön kokonaistuotannon välillä. Kausaalitestin tuloksien mukaan OPEC-järjestön ei havaita vaikuttavan öljynhintoihin, pois lukien ajanjaksolla 1982–1993, jolloin syy-yhteyden havaitaan oleva tilastollisesti merkitsevä. Tuloksien perusteella ei myöskään havaita tilastollisesti merkitsevää kausaliteettia järjestön ulkopuolisten öljyntuottajavaltioiden sekä öljyn hintojen välillä.

Alhajjin ja Huettnerin (2000) tutkimuksessa selvitetään dominoivan tuottajan ilmentymistä maailman öljymarkkinoilla ajanjaksolla 1973–1994. Tutkimuksessa testataan myös kilpailullista- ja Cournot-mallia. Dominoivan tuottajan ilmentymistä testataan kolmella muunnoksella, jotka ovat: OPEC-järjestö, Saudi-Arabia ja OPEC-core, joka koostuu Saudi-Arabiasta, Kuwaitista, Arabiemiraatista ja Qatarista. Tutkimustulokset osoittavat, että dominoivan tuottajan malli voidaan hyväksyä ainoastaan, silloin kun Saudi-Arabia toimii dominoivana tuottajana. Dominoivan tuottajan malli hylätään OPEC-järjestön ja OPEC-coren muunnelmien osalta. OPEC-järjestö ei vaikuttaisi toimivan kartellina öljymarkkinoilla, koska sen osalta joudutaan hylkäämään dominoivan tuottajan malli. Tutkimuksessa päädytään myös hylkäämään sekä kilpailullinen- että Cournot-malli kolmen variantin (OPEC-järjestön, Saudi-Arabian ja OPEC-coren) osalta.

Böckemin (2004) tutkimuksessa testataan kartellin olemassaoloa ja sen rakenteen välistä yhteyttä oligopolisille markkinoille ajanjaksolla 1992–1997. Tutkimuksen tavoitteena on, vastata kysymykseen määritelläänkö OPEC kartelliksi vai ei. Kilpailumallit, joita tutkimuksessa käsitellään ovat täydellinen kilpailu, yhtäaikainen Cournot-peli kartellin kanssa sekä ilman, peräkkäinen Cournot-peli, jossa kartelli on ensimmäisen siirron tekijä ja hintajohtaja kartellimalli. Tutkimustulosten mukaan vain yhtä hypoteesia tuetaan: OPEC-järjestö vaikuttaa olevan hintajohtaja kartelli (a price-leader cartel), kun taas järjestön ulkopuoliset valtiot nähdään hinnanottajina. Tulokset sopivat yleiseen mielipiteeseen, mutta niihin kannattaa suhtautua varovaisesti. Tutkimuksen yksinkertaistettu lähestymistapa selittää vain kysynnästä ja kustannusten muodosta riippumattoman kartellin olemassaolon. OPEC-järjestön toiminnan aikana kysyntäolosuhteet ovat muuttuneet merkittävästi, sillä kysyntä ja toimittajien määrä ovat kasvaneet voimakkaasti.

Huppmann ja Holz (2010) tutkimuksessa simuloidaan öljymarkkinoiden toimintaa erilaisilla markkinaskenaarioilla. Tutkimuksessa verrataan neljää erilaista markkinaskenaariota (täydellinen kilpailu, Nash-Cournot, oligopoli ja kartelli) MCP-malliin (Multiple Comparisons Procedure). Tutkimuksessa analysoidaan myös Stackelbergin johtajapeliä (MPEC-malli), jossa Saudi-Arabia toimii Stackelbergin johtajana. MPEC-mallia verrataan

kolmeen erilaiseen markkinaskenaarion: täydellinen kilpailu, Nash-Cournot sekä oligopoli. Tutkimustuloksien mukaan öljymarkkinoiden toimintaa vuonna 2006 kuvaa parhaiten sekä Nash-Cournot että oligopoliset markkinat, jossa Saudi-Arabia Stackelberg-mallin johtajana. Tutkimuksessa todetaan, että OPEC-järjestön jäsenet eivät toimi yhteistyössä, toisin sanoen he eivät maksimoi yhteisiä voittoja, vaan heillä on pikemminkin strateginen yhteistyöhaluttomuus. Tämä hylkää käsityksen siitä, että OPEC toimisi kartellina.

Almogueran ja muiden (2011) tutkimuksessa käytetään muunneltua Porterin (1983) mallia testaamaan, millainen käytös kuvaisi parhaiten OPEC-järjestön toimintaa vuosina 1974–2004. Tutkimuksessa testataan viittä vaihtoehtoista skenaariota, jotka ovat: Bertrand-kilpailu, Cournot-kilpailu ja tehokas kartelli, sekä Cournot-kilpailu että tehokas kartelli, joissa OPEC-järjestö asettaa tuotantomääränsä määräämällä osan markkinoista järjestön ulkopuolisille tuottajille. Toisin sanoen kyseessä on kilpailutilanne, jossa OPEC-järjestön ulkopuoliset tuottajat ottavat hinnan annettuna. Tutkimuksessa testataan myös käytöksen vaihtelevuutta salaliitto- ja yhteistyöhaluttomuuden välillä. Nollahypoteesiksi asetetaan, että käytös ei muutu. Vaihtoinen hypoteesi on, että molempia käytöksiä havaitaan. Tutkimuksessa havaitaan, että OPEC-järjestön käytöstä kuvaa parhaiten Cournot-kilpailumalli, jossa OPEC-järjestön ulkopuoliset maat ottavat hinnan annettuna. Tulokset viittaavat siihen, että OPEC ei ole pystynyt vaikuttamaan öljyn hintoihin. Lisäksi tutkimuksessa hylätään nollahypoteesi, jonka mukaan käytös ei vaihtuisi tarkasteluajanjaksolla 1974–2004 ja vaihtoehtoinen hypoteesi hyväksytään.

Kisswanin (2016) tutkimuksessa testataan Engle-Grangerin, Johansenin sekä Pesaranin ja Shinin autoregressiivisella jakautuneiden viiveiden (ARDL) yhteisintegraatiotesteillä, käyttäytyykö OPEC-järjestö kartellinomaisesti ajanjaksolla 1994–2014. Jos yhteistyötä ilmenee OPEC vaikuttaisi tuotantotason säätelyllä öljyn hintoihin. Tutkimuksen yhteenvedona voidaan todeta, että kaikki kolme yhteisintegraatiotestiä antavat saman lopputuloksen. OPEC-järjestön jäsenet eivät toimi yhteistyössä kartellissa, eivätkä jäsenet

sitoudu noudattamaan asetettuja kiintiöitä, vaan jäsenmaat toimivat enemmän itsenäisesti.

Taulukkoon kaksi on koottu yhteenveto luvussa neljä esitellyistä tutkimuksista, kartelli-käytöksen tutkittavasta ajankohdasta sekä tutkimustuloksista. Yhteenvetotaulukosta voidaan havaita, että OPEC-järjestön kuvaavan mallin analysointi ei ole yksinkertaista, sillä tutkimuksissa esiintyy useita erilaisia malleja eri ajanjaksoilla. Yhteisintegraatiotestien mukaan OPEC-järjestön kokonaistuotannon ja järjestön jäsenmaan öljytuotannon välillä ei ole havaittu pitkän aikavälin tasapainosuhdetta (Gülen, 1996; Kisswani, 2016). Taulukosta kaksi voidaan myös havaita, että OPEC-järjestö ei ole pääsääntöisesti pystynyt vaikuttamaan tuotantopäätöksillään öljyn hintoihin eikä järjestö ole harjoittanut salaista yhteistyötä tai toiminut tehokkaana kartellina maksimoidakseen toimialan voittoa.

Taulukko 2. Yhteenveto OPEC-järjestön kartellikäytöksen ilmentymisestä.

Tutkija	Ajanjakso	Tutkimustulos
Griffin (1985)	1971-1983	Osittainen markkinoiden jakamisen kartellimalli kuvaa parhaiten OPECin toimintaa.
Jones (1990)	1971-1983 1983-1988	Osittainen markkinoiden jakamisen kartellimalli kuvaa parhaiten OPECin toimintaa.
Loderer (1985)	1974-1980 1981-1983	OPEC ei vaikuta öljynhintoihin päätöksenteolla. OPEC on pystynyt vaikuttamaan öljynhintoihin.
Dahl ja Yücel (1991)	1971-1987	OPECin jäsenten välillä ei havaita yhteistyöhön viittaavaa käytöstä, joka tukisi markkinoiden jakamisen kartellimallia tai swing-tuottajamallia.
Gülen (1996)	1965-1993	Johansenin yhteisintegraatiotestien perusteella pitkän aikavälin tasapainosuhdetta ei havaita järjestön jäsenmaan öljytuotannon ja OPECin kokonaistuotannon välillä. Kausaalitestin mukaan OPECin ei havaita vaikuttavan öljynhintoihin, pois lukien ajanjaksolla 1982–1993, jolloin syy-yhteyden havaitaan oleva tilastollisesti merkitsevä.
Alhajji ja Huettner (2000)	1973-1994	Dominoivan tuottajan malli hyväksytään, kun Saudi-Arabia toimii dominoivana tuottajana.
Böckem (2004)	1992-1997	OPECin toimintaa kuvaa parhaiten hintajohtaja kartellimalli, jossa järjestön ulkopuoliset tuottajat ovat hinnanottajia.
Huppmann ja Holz (2010)	2006	Öljymarkkinoiden toimintaa kuvaa parhaiten sekä Nash-Cournot että oligopoliset markkinat, jossa Saudi-Arabia Stackelberg-mallin johtajana.
Almoguera ja muut (2011)	1974-2004	Käytöstä kuvaa parhaiten Cournot-kilpailumalli, jossa OPECin ulkopuoliset maat ottavat hinnan annettuna. Tulokset viittaavat siihen, että OPEC ei ole pystynyt vaikuttamaan öljyn hintoihin.
Kisswanin (2016)	1994-2014	Yhteisintegraatiotestien mukaan OPEC-jäsenmaan tuotannon sekä järjestön kokonaistuotannon välillä ei ilmene pitkän aikavälin tasapainosuhdetta.

5 Kartellikäytöksen ilmentyminen OPEC-järjestössä

Kasvava määrä tutkimuksia (Dahl & Yücel, 1992; Gülen 1996; Huppmann & Holz, 2010; Kisswani 2016) viittaavat siihen, että OPEC-järjestöä ei voida pitää salaista yhteistyötä tekevänä kartellina. Kirjallisuudessa on silti epäselvyyttä siitä, onko OPEC-järjestö kartelli vai ei, ja tapahtuuko jäsenten välillä koordinoitua tuotannonsäätelyä, jolla vaikutetaan öljyn markkinahintaan. Tässä luvussa esitellään tutkielman aineisto ja valitut tutkimusmenetelmät sekä tutkielman tulokset. Tutkielman tavoitteena on selvittää, toimiiko OPEC öljynviejämaiden järjestö kartellin tapaan vai ei. Tutkielman keskeisin menetelmä on yhteisintegraatioanalyysi.

5.1 Aineisto ja tutkimusmenetelmä

Tutkielman aineisto koostuu OPEC-järjestön jäsenmaiden tuotantomääristä sekä OPEC-järjestön kokonaistuotannosta ajanjaksolta Q1/1993–Q2/2021. Tutkimusaineisto on kerätty The U.S Energy Information Administration (EIA) -sivustolta (EIA, 2021 c). Yhteisintegraatiotestit ja yksikköjuuritestit on suoritettu STATA-ohjelmistolla. OPEC-järjestön jäsenmaiden tuotantomäärät on haettu kvartaalitasolla ja tuotantomäärät on muutettu logaritmiseksi arvoiksi. Yksikköjuurien testaamisessa käytetään laajennettua Dickey-Fullerin yksikköjuuritestiä (Dickey & Fuller 1979). Tutkielman kannalta olennaiset yhteisintegraatiomenetelmät ovat Engle-Grangerin kaksivaiheinen menetelmä (Engle & Granger, 1987) sekä Johansenin menetelmä (Johansen, 1992). Aluksi määritellään mitä tarkoitetaan aikasarjojen stationaarisuudella, jonka jälkeen perehdytään Dickey-Fullerin laajennettuun yksikköjuuritestiin sekä tutkielman kannalta oleellisiin yhteisintegraatiotesteihin.

5.1.1 Aikasarjojen stationaarisuus ja sen testaaminen

Aikasarja on ajassa järjestyneiden satunnaismuuttujien sarja (y_t), jota voidaan kutsua myös stokastiseksi prosessiksi. Muuttujia on pääsääntöisesti kahdenlaisia: diskreettejä y_t ja jatkuvia $y(t)$, useimmat taloustieteelliset aikasarjat muodostuvat diskreeteistä muuttujista. Muuttujien stationaarisuuden tarkastelu on oleellista aikasarja-analyysissä. Muuttujan y_t katsotaan olevan heikosti stationaarinen (kovarianssistationaarinen), jos muuttujan odotusarvo on vakio (yhtälö 16), aikasarja vaihtelee tietyn tason ympärillä ja varianssi on äärellinen vakio, jolloin aikasarjan vaihtelu pysyy muuttumattomana ajan kuluessa (yhtälöt 17 ja 18). Yhtälön 18 mukaan aikasarjalla on tarkasteluajanjaksosta riippumaton autokovarianssirakenne:

$$E(y_t) = \mu \quad (16)$$

$$Var(y_t) = \sigma < \infty \quad (17)$$

$$Cov(y_t, y_{t-h}) = \gamma_h \cdot h = 1, 2, 3 \dots \quad (18)$$

Jos aikasarja ei täytä yhtälöiden 16–18 määrittämiä ehtoja, aikasarjaa kutsutaan epästationaariseksi, jolle ominaista on riippuvuus ajasta ja sarjan odotusarvo ei ole vakio, vaan siinä voi olla trendi ja sarjalla ei ole pitkän aikavälin tasapainoarvoa. Jos aikasarja täyttää ehdot, aikasarjan tulkitaan olevan stationaarinen. Aikasarjojen mallinnuksessa yleisin käytetty stationaarisuuden muoto on heikko stationaarisuus (Enders, 2015, s. 52–53; Lütkepohl & Krätzig, 2004, s. 11).

Jos aikasarja on epästationaarinen OLS-estimointi eli pienimmän neliösumman menetelmä tuottaa harhaanjohtavia estimaatteja, sillä menetelmä olettaa muuttujien olevan stationaarisia. Epästationaariset muuttujat voivat aiheuttaa näennäisregression (a spurious regression), jossa mallin selitysaste on korkea, estimoidut kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä, mutta estimointi tuottaa harhaisia estimaatteja (Enders, 2015, s. 195). Harrisin ja Sollisin (2003, s. 42, 49) mukaan Dickey-Fuller-testi (The Dickey-Fuller test, DF) tai laajennettu Dickey-Fuller-testi (augmented Dickey-Fuller test, ADF) on yksi käytetyimmistä yksikköjuuritesteistä. ADF-testissä malliin lisätään viivästettyjä diffe-

renssitermejä, jolloin virhetermin autokorrelaatio voidaan eliminoida. Nollahypoteesiksi on asetettu, että aikasarja sisältää yksikköjuuren eli se on epästationaarinen. Vastahypoteesi on, että aikasarja on stationaarinen. Tutkielmassa käytetään laajennettua Dickey-Fuller-testiä (ADF-testiä), sillä se on yksi käytetyimmistä yksikköjuuritestistä ja tehokkaampi kuin perinteinen Dickey-Fuller-testi.

5.1.2 Laajennettu Dickey-Fuller-testi

Laajennettu Dickey-Fuller-testi (ADF-testi) suoritetaan estimoimalla yksi seuraavista yhtälöistä:

$$\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^{\rho} \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^{\rho} \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (20)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \alpha_2 t + \sum_{i=2}^{\rho} \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (21)$$

Yhtälöiden 19–21 eroavaisuus ilmenee determinististen elementtien (α_0 ja $\alpha_2 t$) läsnäololla. Yhtälö 19 kuvaa ADF-testin perusmuotoa ja nollahypoteesin vallitessa muuttuja y_t noudattaa satunnaiskulkuprosessia (random walk) eli muuttujan muutokset ovat satunnaisia sekä sen varianssi kasvaa ajan kuluessa. Yhtälöön 20 on lisätty vakiotermi tai noste (a drift term), jolloin muuttuja noudattaa satunnaiskulkuprosessia. Jos aikasarjassa on yksikköjuuri vakiotermi saa aikaan stokastisen trendin. Yhtälöön 21 on sisällytetty sekä vakio että lineaarinen aikatrendi (Enders, 2015, s. 206–207).

Regressiokertoimen (γ) perusteella selvitetään muuttujan y_t stationaarisuus. Nollahypoteesi on, että regressiokertoimen arvo on nolla ($\gamma = 0$), jolloin aikasarja y_t sisältää yksikköjuuren eli on epästationaarinen. Testin vaihtoehtoinen hypoteesi on, että aikasarja on stationaarinen, jolloin regressiokertoimen arvo on pienempi kuin nolla. ADF-testin nollahypoteesi aiheuttaa sen, että t-testin kriittisiä arvoja ei voida käyttää yhtä-

löiden estimoinnissa. Nollahypoteesin hylkäämiseen käytetään Dickeyn ja Fullerin (1979) laskemia kriittisiä arvoja. Kriittiset arvot riippuvat regression spesifikaatiosta (yhtälöt 19–21) ja otoksen koosta (Enders, 2015, s. 206–208; taulukko 3).

Taulukko 3. Dickey-Fuller kriittiset arvot (Zaiontz, 2021).

N	0.01	0.05	0.10
25	-3.724	-2.986	-2.633
50	-3.568	-2.921	-2.599
100	-3.498	-2.891	-2.582
250	-3.457	-2.873	-2.573

Taulukkoon kolme on koottu tutkielmassa käytettävät Dickey-Fuller-testin kriittiset arvot, johon sisältyy vakio-termi (yhtälö 20). N tarkoittaa havaintojen lukumäärää ja 0.01, 0.05 sekä 0.10 tarkoittavat nollahypoteesin hylkäämistä 1, 5 tai 10 prosentin merkitsevyystasolla. Tutkielmassa käytetään otoskoon 100 kriittisiä arvoja.

Laajennetun Dickey-Fuller-testin arvot on saatu sovitettua Dickey-Fuller-testin kriittisiin arvoihin viivästettyjen differenssitermien avulla, jolloin yhtälön virhetermi olisi valkoisen kohinan prosessi. Viivästettyjen differenssitermien Δy_{t-i+1} oikean lukumäärän eli käytettävän viivepituuden selvittäminen on tärkeä vaihe, sillä liian vähäinen määrä viiveitä voi johtaa nollahypoteesin virheelliseen hylkäämiseen, kun taas liian suuri määrä viiveitä voi vähentää testin tehoa. Viivepituuden valinnassa voidaan käyttää informaatiokriteerejä esimerkiksi Akaiken (AIC) informaatiokriteeriä (Harris & Sollis, 2003, s. 49).

5.1.3 Yhteisintegroituneisuus

Yhteys kunkin OPEC-järjestön jäsenen tuotantoon ja OPEC-järjestön kokonaistuotantoon voidaan kuvata seuraavasti:

$$Q_{it} = \alpha_i Q_t. \quad (22)$$

jossa Q_{it} on i jäsenen tuotanto ja Q_t on OPEC-järjestön kokonaistuotanto, molemmat ajalla t . α_i on kartelli jäsenen i :n tuotanto-osuus, joka yleensä määrätään järjestön kokouksien aikana. Kartellikäytöksen olemassaolo testataan yhteisintegraatiolla muuttujien Q_{it} ja Q_t välillä. Jos jäsenet noudattavat kiintiöpolitiikkaa ja tekevät yhteistyötä kartellina kontrolloidakseen tuotantoa, jolla on vaikutus öljyn hintaan. Tällöin tulisi ilmentyä pitkän aikavälin tasapainosuhte muuttujien Q_{it} ja Q_t välillä eli muuttujat ovat yhteisintegroituneet. Tämä viittaa siihen, että muuttujien pitkän aikavälin tasapainosuhte on vakaa ja mikä tahansa poikkeama osoittaa ainoastaan ohimenevää ja lyhytaikaista epätasapainoa (Gülen, 1996, s. 45–46; Kisswani, 2016, s. 172).

Harrisin (1995, s. 22) sekä Harrisin ja Sollisin (2003, s. 15, 34) mukaan yhteisintegroitavuuden taloudellinen tulkinta on, että jos kahden tai useamman epästationaarisen aikasarjan lineaarikombinaatio on stationaarinen, relaatio on yhteisintegroitunut. Ne liikkuvat tiiviisti yhdessä yliajan ja niiden välinen ero on vakio (eli stationaarinen). Yhteisintegroitavuuden käsite on hyödyllinen, sillä yhteisintegroituneen relaation voidaan ajatella kuvaavan talousteorian usein määrittämää tasapainorelaatiota. Yhteisintegraation puuttuminen johtaa harhaanjohtavaan regressioon. Tästä käytetään usein nimitystä näennäisregressio (a spurious regression).

Jos jäsen pettää satunnaisesti, tehokkaan kartellin pitäisi pystyä havaitsemaan pettäminen ja rankaisemaan siitä. Tästä johtuen tasapainosta poikkeamat voidaan nähdä lyhyt aikaisina ja siksi pitkän aikavälin suhde pitäisi jatkua. Näin ollen jäsenen tuotantotason ja OPEC-järjestön kokonaistuotannon (muuttujien Q_{it} ja Q_t) yhteisintegroitavuuden hylkääminen voi mahdollisesti tarkoittaa yhteistyönpuutetta järjestön jäsenten ja organisaation välillä. Toisaalta yhteisintegraation puuttuminen voi tarkoittaa järjestön jäsenen johdonmukaista huijaamista ja kartellin tehottomuutta huijaamisen havaitsemisessa ja sen rankaisemisesta. Jos yhteisintegraatiosuhde löytyy, tämä tukee teoriaa, jonka mukaan OPEC toimii kartellin tavoin. Jos yhteisintegraatiota ei ilmene, tämä ei

tue teoreettista olettamusta siitä, että OPEC toimisi kartellin tavoin (Gülen, 1996, s. 46; Kisswani, 2016, s. 172–173).

Yhteisintegraation testaamiseen on kaksi keskeistä menetelmää, jotka ovat Engle-Granger -menetelmä sekä Johansenin menetelmä. Engle-Granger -menetelmässä muuttujat, jotka ovat integroituneet samalla asteella, estimoidaan pitkän aikavälin tasapainorelaatio. Tämän jälkeen tarkastellaan estimoidun tasapainorelaation residuaalien stationaarisuutta. Jos residuaali on stationaarinen, muuttujat ovat yhteisintegroituneet, ja regression residuaaleja voidaan käyttää virheenkorjausmallin estimoinnissa. Johansenin menetelmässä sovelletaan suurimman uskottavuuden (a maximum likelihood estimates MLE) -menetelmää yhteisintegroituneiden vektoreiden tutkimisessa. Menetelmän lähtökohtana on vektoriautoregressio (a vector autoregression VAR) -malli ja yhteisintegroitavuusvektoreiden määrää tutkitaan trace-testillä ja ominaisarvotestillä (Enders, 2015, s. 360–363, 389–390).

5.1.4 Engle-Granger -menetelmä

Oletetaan, että kaksi muuttujaa (y_t ja z_t) uskotaan olevan integroituneen asteella yksi $I(1)$, ja haluamme määrittää onko näiden kahden muuttujan välillä pitkän aikavälin tasapainosuhte. Englen ja Grangerin (1987) kehittämä neljän vaiheen menetelmä määrittää ovatko kaksi muuttujaa yhteisintegroituneet asteella $CI(1,1)$, mikä tarkoittaa, että $I(1)$ muuttujien lineaarikombinaatio on stationaarinen. Näin ollen analyysin ensimmäinen vaihe on testata muuttujien aikasarjaominaisuudet. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi laajennetulla Dickey-Fuller testillä (ADF-testillä), joka on kuvattu kappaleessa 5.1.2 (Enders, 2015, s. 360).

Jos ensimmäisen vaiheen eli muuttujien aikasarjaominaisuuden testauksen tuloksena on, että muuttujat (y_t ja z_t) ovat $I(1)$. Tämän jälkeen testataan, että muuttujat ovat yhteisintegroituneet asteella yksi $I(1)$. Seuraavassa vaiheessa estimoidaan muuttujien pitkän aikavälin tasapainosuhte:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + e_t \quad (23)$$

Jos muuttujat ovat yhteisintegroituneet OLS-estimointi tuottaa supertarkentuvat (a super-consistent) estimaatin parametreille β_0 ja β_1 . Stock (1987) on todistanut, että β_0 ja β_1 estimaatit konvergoituvat nopeammin kuin stationaaristen muuttujien estimaatit OLS-estimoinnissa. Merkitään yhtälön 23 residuaalisarjaa: $\{\hat{e}_t\}$. Jos residuaalien havaitaan olevan stationaarisia, tällöin muuttujat (y_t ja z_t) ovat yhteisintegroituneet asteella (1,1). Muuttujien integroitumisasteen testaamiseen voidaan käyttää DF- tai ADF-testiä, mutta residuaalisarjan stationaarisuuden testaamiseen ei voida käyttää normaalia Dickey-Fuller-testijakaumaa, sillä todellista virhettä e_t ei tunneta, vaan ainoastaan tunnetaan sen estimaatti $\{\hat{e}_t\}$. Testaamiseen voidaan käyttää esimerkiksi MacKinnonin (1991) kriittisiä arvoja (Enders, 2015, s. 361–362; Harris & Sollis, 2003, s. 81).

Virhetermin stationaarisuuden testaamiseen käytetään laajennettua Dickey-Fuller-testiä:

$$\Delta \hat{e}_t = \alpha_1 \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n a_{i+1} \Delta \hat{e}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (24)$$

Jos nollahypoteesi $\alpha_1 = 0$ voidaan hylätä, voidaan päätellä, että residuaalit ovat stationaarisia ja muuttujat ovat yhteisintegroituneita, joten niiden välillä on pitkän aikavälin tasapainorelaatio. Jos nollahypoteesia ei voida hylätä kriittisten arvojen perusteella, voidaan päätellä, että residuaalisarja e_t sisältää yksikköjuuren ja muuttujat (y_t ja z_t) eivät ole yhteisintegroituneita. Jos muuttujien todetaan olevan yhteisintegroituneita, siirrytään kolmanteen vaiheeseen, jossa estimoidaan virheenkorjausmalli. Virheenkorjausmalli laaditaan tasoregression pohjalta luoduista residuaaleista. Viimeisessä eli neljännessä vaiheessa varmistetaan, että virheenkorjausmalli on estimoitu tarkoituksenmukaisesti (Enders, 2015, s. 362–363).

Harris ja Sollis (2003, s. 83) pohtivat miksi Engle-Granger-testi (EG-testi) on niin suosittu, vaikka siinä on useita heikkouksia. EG-testillä on todennäköisesti heikompi voima vaihtoehtoisia yhteisintegroitavuustestejä vastaan ja tilastollisessa päättelyssä ei voida käyttää standardin t-testin arvoja. Enders (2015, s. 362–364) toteaa, että menetelmä on yksinkertainen toteuttaa, mutta pitkän aikavälin tasapainorelaation estimointi edellyttää, että tutkija valitsee yhden muuttujan yhtälön vasemmalle puolelle selitettäväksi muuttujaksi. Tämä saattaa vaikuttaa testitulokseen, mikä on epätoivottu ominaisuus, sillä tulosten ei pitäisi riippua siitä minkä muuttujan suhteen estimointi laaditaan. Lisäksi haasteita aiheuttaa se, että menetelmä perustuu kaksivaiheiseen estimaattoriin ja jos ensimmäisessä vaiheessa on tehty virheitä, ne siirtyvät myös menetelmän seuraavaan vaiheeseen.

5.1.5 Johansenin menetelmä

Johansenin (1988) kehittämässä menetelmässä sovelletaan suurimman uskottavuuden (maximum likelihood) menetelmää vektoriautoregressiiviseen (VAR) -malliin. Tämän avulla voidaan välttää kaksivaiheisen menettelyn sisältämät ongelmat. Johansenin menetelmällä on mahdollista estimoida ja testata yhtäaikaisesti useampia yhteisintegraatiovektoreita. Johansenin menetelmä alkaa vektorin (z_t) määrittämisellä, joka koostuu mahdollisesti n kappaleesta endogeenisia muuttujia ja (z_t) voidaan mallintaa rajoittamattomaksi (unrestricted vector autoregression) VAR-malliksi (Enders, 2015, s. 389; Harris & Sollis, 2003, s. 109–110).

Johansenin menetelmän VAR-mallin lähtökohtaa voidaan kuvata yhtälön avulla seuraavasti:

$$z_t = A_1 z_{t-1} + \dots + A_k z_{t-k} + u_t \quad (25)$$

yhtälössä z_t on $(n \times 1)$ matriisi ja jokainen A_i on parametreista koostuva $(n \times n)$ matriisi. Tämän tyyppistä VAR-mallia on kannattanut erityisesti Sims (1980), jonka ta-

voitteena oli arvioida endogeenisten muuttujien välisiä dynaamisia suhteita asettamatta ennalta rajoituksia parametrien (kertoimien) arvoille. Rajoituksilla tarkoitetaan esimerkiksi tietynlaisia rakenteellisia riippuvuussuhteita ja/tai joidenkin muuttujien eksogeenisuutta. Järjestelmä on pelkistetyssä muodossa, jossa jokainen z_t muuttuja on regressoitu viivästetyillä arvoilla sekä itsestään ja muista muuttujista. Näin ollen OLS-menetelmä on tehokas tapa estimoida yhtälö 25, sillä yhtälön oikea puoli sisältää yhteisen joukon viivästettyjä ja siten ennalta määriteltyjä selittäviä muuttujia (Harris & Sollis, 2003, s. 110).

Yhtälö 25 voidaan järjestellä uudelleen vektorivirheenkorjausmuotoon (a vector error-correction model, VECM) seuraavasti:

$$\Delta z_t = \Gamma_1 \Delta z_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta z_{t-k+1} + \Pi z_{t-k} + u_t \quad (26)$$

jossa $\Gamma_i = -(I - A_1 - \dots - A_i)$, ($i = 1, \dots, k-1$) ja $\Pi = -(I - A_1 - \dots - A_k)$.

Tässä VECM-muodossa määritetyssä mallissa saadaan estimaattien Γ_i ja Π avulla tietoa lyhyen ja pitkän aikavälin mukautumisesta z_t :n muutoksiin. Yhtälön 26 parametri Π voidaan esittää muodossa $\Pi = \alpha\beta'$ jossa α kuvaa epätasapainon sopeutumisenopeutta ja β on pitkän aikavälin kertoimien matriisi siten, että yhtälöön 26 upotettu termi $(\beta' z_{t-k})$ edustaa enintään $(n-1)$ yhteisintegroituneita relaatioita (Harris & Sollis, 2003, s. 110).

Oletetaan vektorin z_t :n koostuvan epästationaarisista $I(1)$ -muuttujista, jolloin yhtälön 26 termit, jotka sisältävät tekijän Δz_{t-1} ovat stationaarisia $I(0)$ -muuttujia sekä termin Πz_{t-k} täytyy myös olla stationaarinen, jotta virhetermi $u_t \sim I(0)$ olisi valkoisen kohinan prosessi (a white noise). On olemassa kolme tapausta, jolloin ehto stationaarisuudesta $\Pi z_{t-k} \sim I(0)$ täyttyy. Ensimmäinen tapaus on, että vektorin z_t muuttujat ovat stationaarisia. Tosin tässä yhteydessä kyseistä tapausta ei voida pitää erityisen kiinnos-

tavana, sillä näennäisregression ongelmaa ei ole, joten mallintamisessa voidaan käyttää standardista VAR-mallia (Harris & Sollis, 2003, s. 110–111).

Toinen tapaus on se, että yhteisintegraatiota ei ilmene, jolloin ei ole olemassa z_t :n lineaarikombinaatiota, jotka ovat stationaarinen eli integroitunut astetta 0, $I(0)$ ja tämän seurauksena Π on $(n \times n)$ nollamatriisi. Tässä tapauksessa on asianmukaista käyttää muuttujien ensimmäisiä differenssejä VAR-malliin, joka ei sisällä pitkän aikavälin elementtejä. Kolmas tapaus, jolloin stationaarisuuden ehto $\Pi z_{t-k} \sim I(0)$ täyttyy, kun $(n - 1)$ yhteisintegraatiosuhde on $\beta' z_{t-k} \sim I(0)$. Tässä tapauksessa β :ssa on $r \leq (n - 1)$ yhteisintegroitunutta vektoria ja $(n - r)$ epästationaarista vektoria. Ainoastaan β :n yhteisintegroituvuus vektorit olisivat merkitseviä, muutoin Πz_{t-k} ei olisi $I(0)$, mikä tarkoittaa, että viimeinen $(n - r)$ α :n sarakkeista ovat merkityksettömän pieniä, käytännössä nollia. Matriisin β sisältämien yhteisintegroituvuusvektoreiden lukumäärän selvittäminen on samanarvoinen eli ekvivalentti matriisin α nollasarakkeiden testaamiselle, jonka vuoksi yhteisintegraation testaaminen perustuu matriisin Π :n asteen (rank) tarkasteluun (Harris & Sollis, 2003, s. 110–111).

$$\Delta x_t = \pi x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \pi_i \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (27)$$

jossa:

$$\pi = - \left(I - \sum_{i=1}^p A_i \right)$$

$$\pi_i = - \sum_{j=i+1}^p A_j$$

Johansenin menetelmässä yhteisintegraatiovektoreiden lukumäärä voidaan selvittää tarkastelemalla matriisin astetta (π). Matriisin aste kuvaa muuttujien pitkän aikavälin riippuvuussuhdetta. Jos matriisin aste on nolla ($\pi = 0$) aikasarjojen välillä ei ole stationaarista lineaarikombinaatiota, vaan kyseessä on ensimmäisessä differenssissä oleva VAR-malli. Jos matriisin aste on n ($\pi = n$), matriisi on täysi ja vektoriprosessi on stati-

onaarinen. Jos ($\pi = 1$) matriisilla on yksi yhteisintegroitunut vektori, mutta jos aste on väliltä ($1 < r < n$) matriisilla on useita yhteisintegroituneita vektoreita (Enders, 2015, s. 378). Yhteisintegroituusvektorien lukumäärän testaamiseksi Johansenin menetelmässä on kehitetty kaksi tilastollista testiä, trace-testi (yhtälö 28) ja suurimman ominaisarvon testi (maximal eigenvalue) (yhtälö 29):

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (28)$$

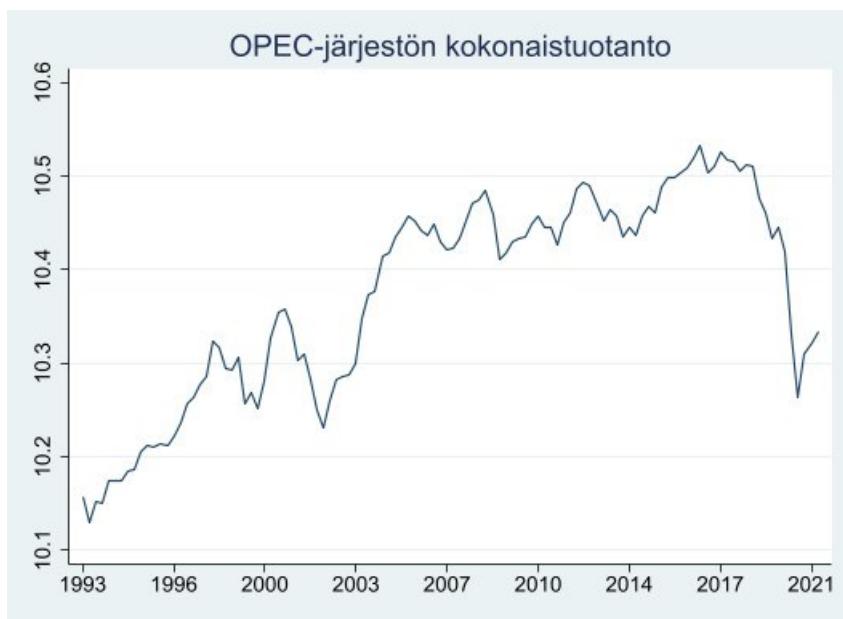
$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (29)$$

jossa $\hat{\lambda}_i$ on ominaisarvo (eigenvalue) karakteristen juurten estimaatti, joka on saatu estimoidusta Π matriisista ja T on havaintojen lukumäärä. Trace-testin (λ_{trace}) nollahypoteesi on, että yhteisintegroituusvektoreita on enintään r kappaletta. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että vektoreita on enemmän kuin r kappaletta. Vaihtoehtoinen hypoteesi on hyvin yleinen, eikä sen perusteella voida päätellä yhteisintegroituusvektoreiden tarkkaa lukumäärää. Suurimman ominaisarvon testin (λ_{max}) nollahypoteesi on, että on olemassa r yhteisintegroituusvektoria. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että yhteisintegroituusvektoreita löytyy $r + 1$ kappaletta. Tämän testisuureen avulla voidaan selvittää yhteisintegroituusvektoreiden tarkka lukumäärä. Nollahypoteesit hylätään molemmissa testeissä, jos estimoinnin perusteella saatu testisuureen arvo on suurempi kuin kriittiset arvot. Kriittisiä arvoja on määritelty esimerkiksi Johansenin ja Juseliuksen (1990) tutkimuksessa (Enders, 2015, s. 378–379; Johansen & Juselius, 1990).

5.2 Tutkielman empiiriset tulokset

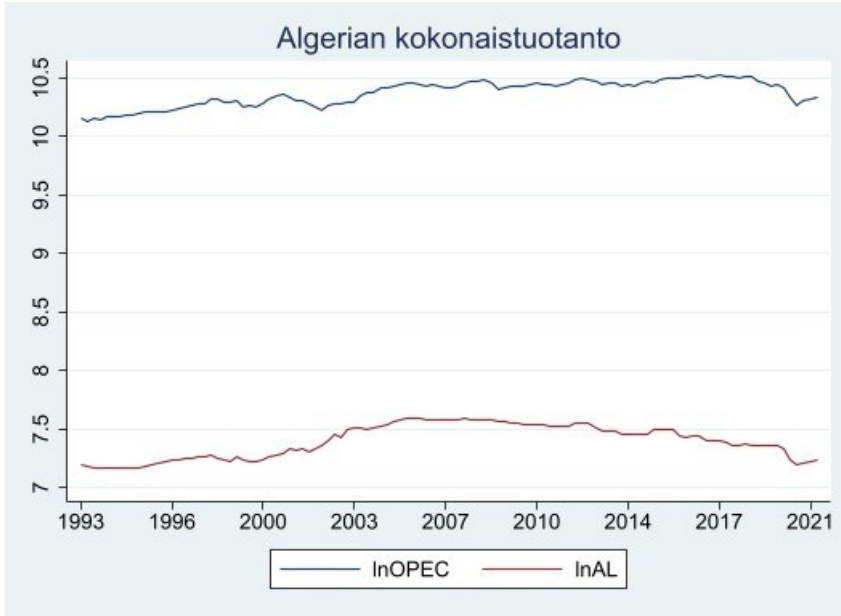
Aluksi esitellään OPEC-järjestön kokonaistuotantomäärä (kuvio 2) sekä järjestön jäsenten tuotantomäärät (kuviot 3–12), joiden aikasarjat ovat ADF-testin mukaan integroituneita asteella yksi. Liitteeseen kaksi (kuvio 13) on koottu jäsenmaiden tuotantomääräkuviot, joiden aikasarjat eivät ole ADF-testin mukaan integroituneita asteella yksi, sillä

nämä jäsenmaat (Päiväntasaajan Guinea, Libya ja Venezuela) joudutaan jättämään pois yhteisintegraatiotesteistä. Yhteisintegraatiotestien edellytyksenä on, että aikasarjat ovat integroituneita asteella yksi. Kuvioiden tuotantomäärät ovat kvartaalitasolla, jotka ovat muutettu logaritmisiksi arvoiksi ajanjaksolla Q1/1993–Q2/2021.



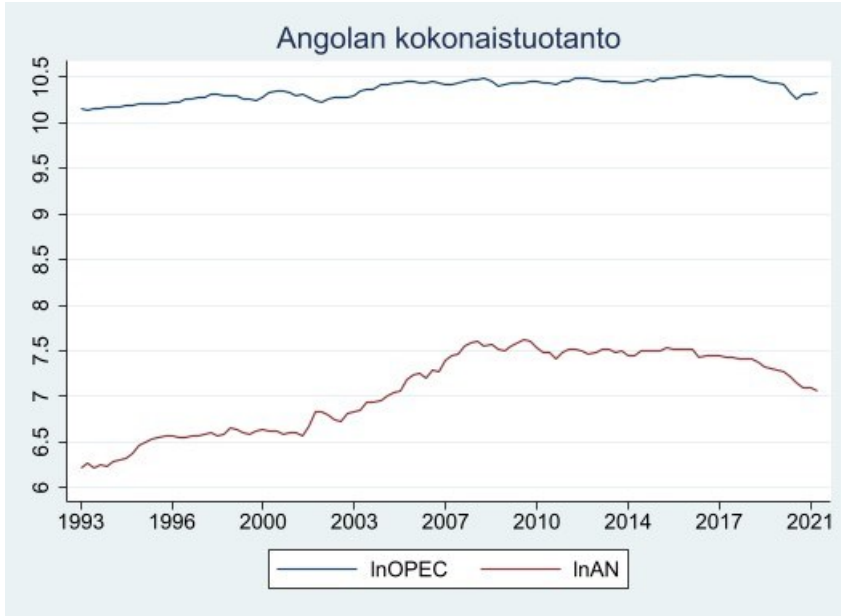
Kuvio 2. OPEC-järjestön kokonaistuotanto ajanjaksolla Q1/1993–Q2/2021.

Kuviosta kaksi voidaan havaita, että OPEC-järjestön kokonaistuotannon aikasarjassa ilmenee selkeä positiivinen trendi eli pitkän aikavälin muutos vuoteen 2017 asti. Öljyn globaali kulutus kasvoi voimakkaasti kehittyvien talouksien esimerkiksi Kiinan kysynnän kasvun vuoksi, mikä näkyy myös OPEC-järjestön kokonaistuotannon kasvuna vuosina 2004–2005 (Ruska & muut, 2012, s. 20; Suni, 2012). Öljyn kysyntä putosi rajusti koronaviruspandemian vuoksi vuonna 2020. Pandemia on vaikuttanut merkittävästi OPEC-järjestön kokonaistuotantoon, sillä järjestö on joutunut leikkaamaan rajusti tuotantoaan. Öljyn kysynnän ja tarjonnan näkymiin liittyy runsaasti epävarmuustekijöitä, joita on seurattava tulevaisuudessa tarkasti (OPEC bulletin, 2021, s. 9). Seuraavaksi tarkastellaan yksittäisten jäsenmaiden tuotantomäärien aikasarjakuvia, joihin on lisätty OPEC-järjestön kokonaistuotanto (kuviot 3–12).



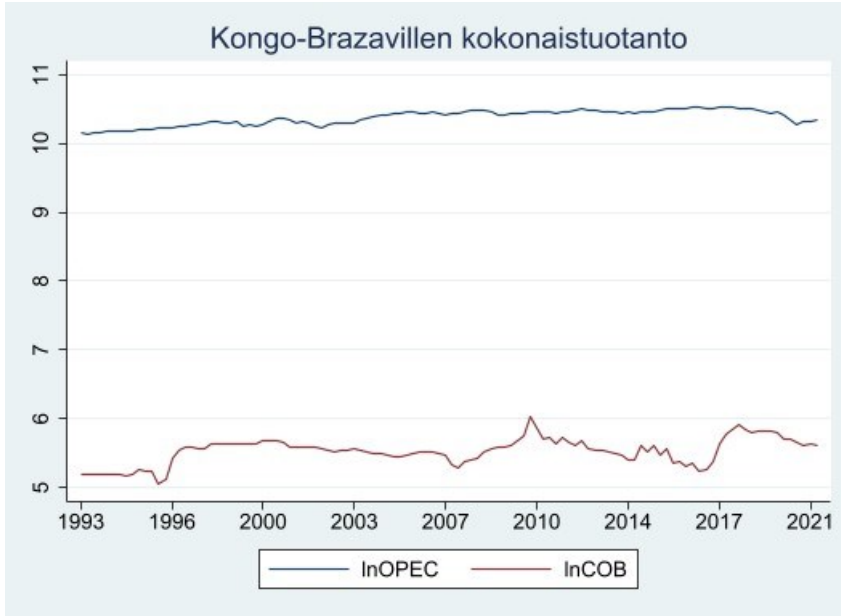
Kuvio 3. Algerian ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa kolme on Algerian ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Algerian aikasarjassa ei näy selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä. Algeria on kuulunut järjestöön koko tutkielman tarkastelujakson ajan. Algeria on keskokoinen tuottaja järjestössä (897 tb/d vuonna 2020), ja valtion raakaöljyn tuotanto on laskenut 28,70 % vuosina 2010–2020, verrattuna vuosiin 2000–2010, jolloin valtion tuotanto puolestaan kasvoi 55,69 % (liite 1; taulukko 7). Vertailtaessa aikasarjoja (lnAL ja lnOPEC) voidaan havaita, että Algerian kokonaistuotanto mukaillee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa. Tämä osoittaa, että valtio on todennäköisesti sitoutunut OPEC-kartellin asetettuihin tuotantokiintiöihin. Tästä voisi alustavasti päätellä, että Algerian kokonaistuotanto ja OPEC-järjestön kokonaistuotanto ovat yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä esiintyy mahdollisesti pitkän aikavälin tasapainosuhte.



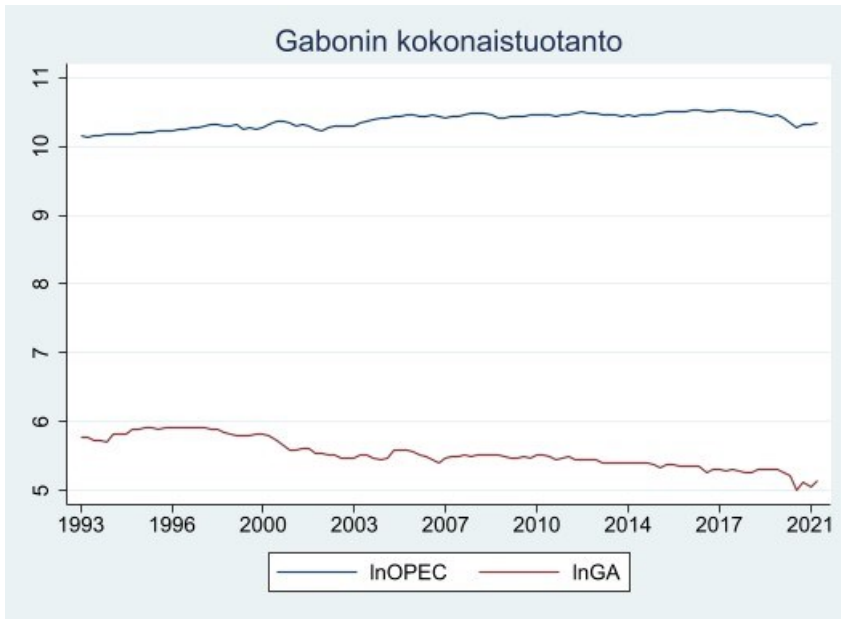
Kuvio 4. Angolan ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa neljä on Angolan ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Angolan aikasarjassa ilmenee positiivinen trendi. Angola on liittynyt OPEC-järjestöön vuonna 2007. Angola on keskokokoinen tuottaja järjestössä (1,253 tb/d vuonna 2020), mutta valtion tuotanto on laskenut 30 % vuosina 2010–2020 (liite 1; taulukko 7). Vertailtaessa aikasarjoja (lnAN ja lnOPEC) voidaan havaita, että Angolan tuotantomäärä ajanjaksolla 2007–2021 mukailee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa. Tästä voidaan päätellä, että jäsenmaa on todennäköisesti noudattanut kartellin tuotantokiintiöitä. Näin ollen on mahdollista, että aikasarjat ovat yhteisintegroituneita ja sarjojen välillä esiintyy pitkän aikavälin tasapainosuhte.



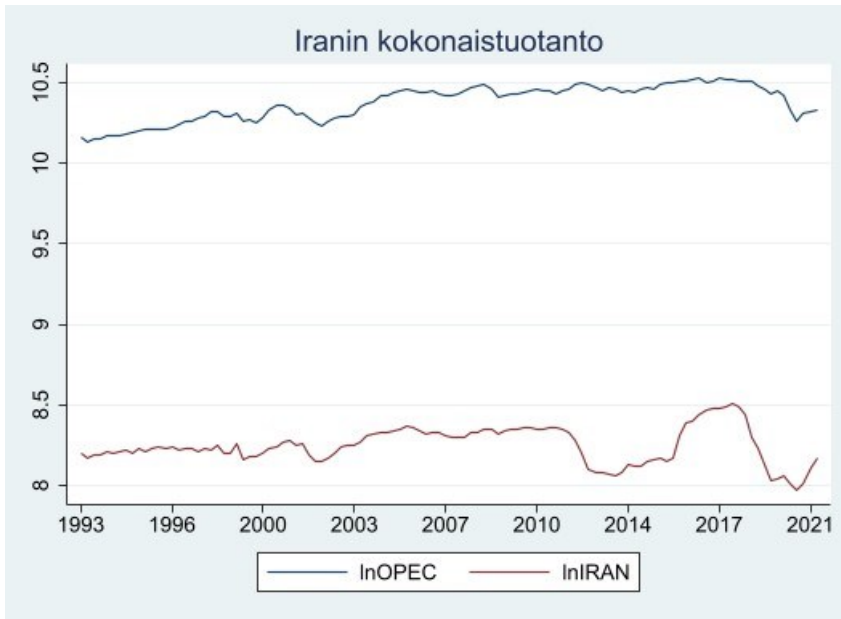
Kuvio 5. Kongon ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa viisi on Kongo-Brazavillen ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Kongon aikasarjassa ei ilmene selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä. Kongo on OPEC-järjestön uusin jäsenmaa (liittymisvuosi 2018) ja valtion tuotannon osuus vuonna 2020 on kolmanneksi pienin 287 tb/d (liite 1; taulukko 7). Vertailtaessa aikasarjoja (lnCOB ja lnOPEC) voidaan havaita, että Kongon kokonaistuotanto mukaillee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa. Kongon osalta tulee kuitenkin huomioida se, että tarkasteluajanjakso jää vain reilun kahden vuoden mittaiseksi. Yhteisintegraation testaus edellyttää riittävän pitkää tutkittavaa ajanjaksoa. Tarkastelujakson lyhyydestä johtuen, yhteisintegraation ilmentymisen alustava graafinen tarkastelu on haasteellista.



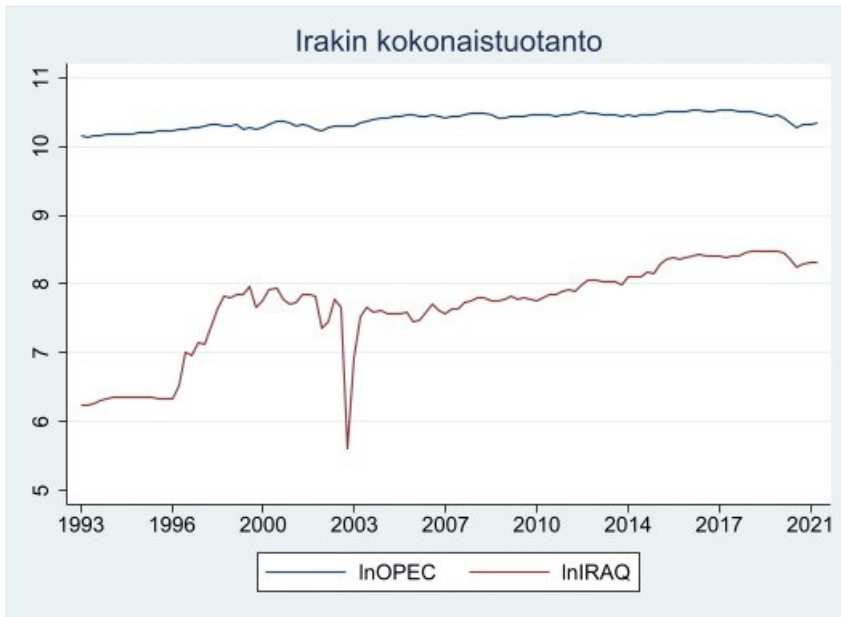
Kuvio 6. Gabonin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa kuusi on Gabonin ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Gabonin aikasarjalle on ominaista laskeva trendi. Gabon on kuulunut järjestöön koko tutkielman tarkastelujakson ajan. Gabon on pieni tuottaja järjestössä (191 tb/d vuonna 2020) suhteutettuna koko järjestön tuotantoon (liite 1; taulukko 7). Verrattaessa aikasarjoja (lnGA ja lnOPEC) voidaan havaita, että jäsenmaa ei osoita merkittävää sitoutumista asetettuun tuotantokiintiöön. Tästä voisi alustavasti päätellä, etteivät Gabonin ja OPEC-järjestön kokonaistuotantojen aikasarjat ole yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä ei esiinny pitkän aikavälin tasapainosuhdetta.



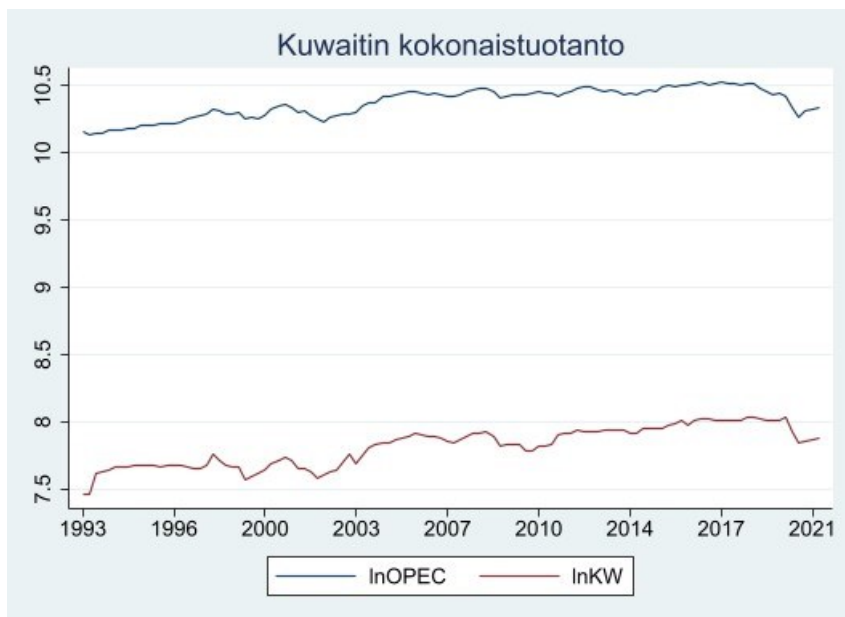
Kuvio 7. Iranin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa seitsemän on Iranin ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Iranin aikasarjassa ei ilmene selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä. Iran on yksi perustajajäsenistä ja valtio on viidenneksi suurin öljytuottaja (1,985 tb/d) vuonna 2020. Iranin tuotanto on vähentynyt rajusti (-46,44 %) vuosina 2010–2020 (liite 1; taulukko 7). Iranin öljytuotanto on laskenut voimakkaasti vuodesta 2017 lähtien, sillä valtiolle on asetettu tiukkoja talouspakotteita, jotka on hankaloittaneet Iranin öljykauppaa (EIA, 2021d). Verrattaessa aikasarjoja (lnIRAN ja lnOPEC) voidaan havaita, että Iranin tuotantomäärä mukailee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa. Tästä voidaan alustavasti päätellä, että jäsenmaa on mahdollisesti noudattanut kartellin asettamia tuotantokiintiöitä. Näin ollen on mahdollista, että aikasarjat ovat yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä esiintyy pitkän aikavälin tasapainosuhte.



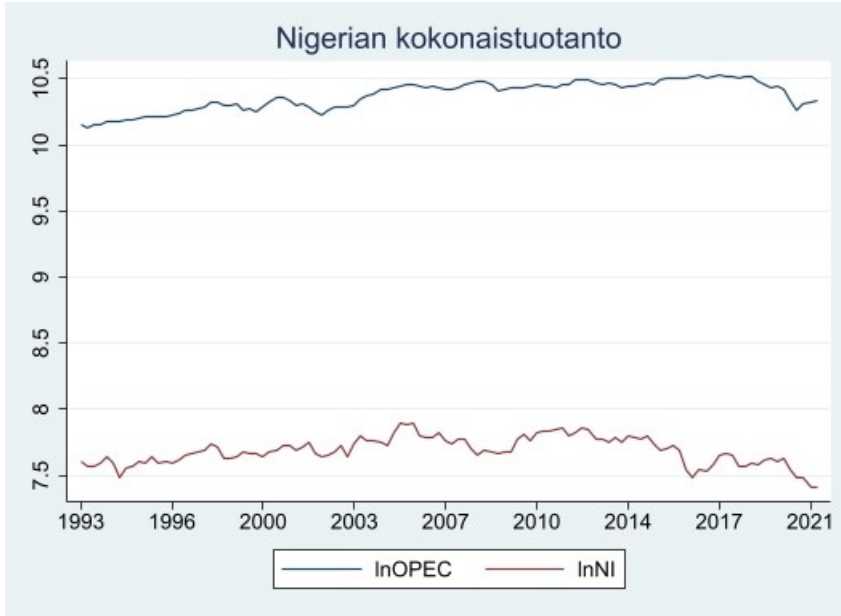
Kuvio 8. Irakin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa kahdeksan on Irakin ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Irakin aikasarjassa ilmenee positiivinen trendi, mutta aikasarjasta voidaan havaita Irakin sodan vaikutukset voimakkaana negatiivisena muutoksena öljyntuotannossa vuonna 2003 (Tertzakian, 2006, s. 83). Irak on yksi järjestön perustajista ja valtio on ollut toiseksi suurin tuottaja (4,049 tb/d) järjestössä vuonna 2020. Lisäksi valtion tuotanto on kasvanut voimakkaasti (68,64 %) vuosina 2010–2020 (liite 1; taulukko 7). Verrattaessa aikasarjoja (lnIRAQ ja lnOPEC) voidaan havaita, että Irakin tuotantomäärä mukailee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa ajanjaksolla 1993–2003, mutta ajanjaksolla 2003–2020 Irakin tuotanto ei mukaile OPEC-järjestön kokonaistuotantoa. Tämä mahdollisesti tarkoittaa sitä, että jäsenmaa ei ole noudattanut kartellin asettamia tuotantokiintiöitä. Näin ollen on mahdollista, että aikasarjat eivät ole yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä ei esiinny pitkän aikavälin tasapainosuhdetta.



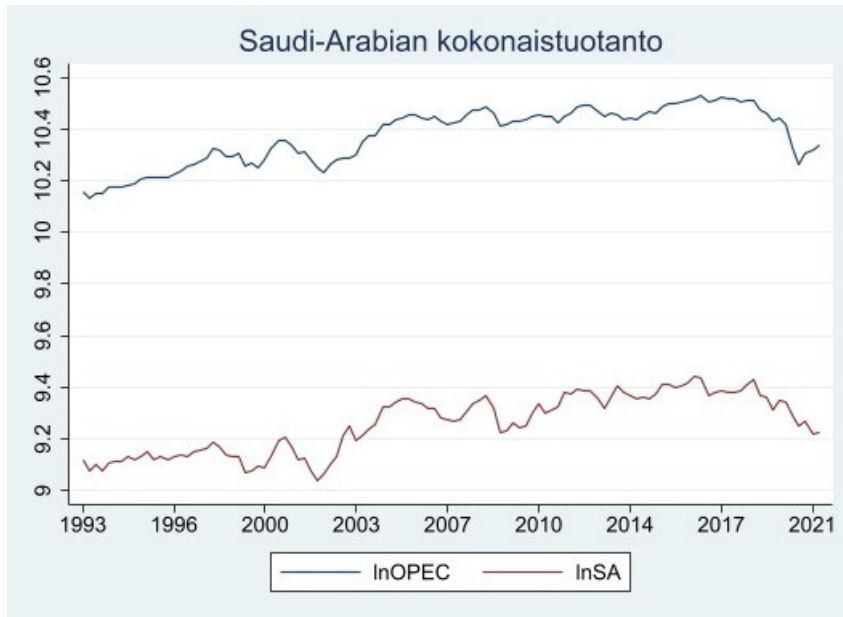
Kuvio 9. Kuwaitin ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa yhdeksän on Kuwaitin ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Kuwaitin aikasarjassa ilmenee positiivinen trendi. Kuwait on yksi perustajajäsenistä ja valtio ollut neljänneksi suurin tuottaja (2,434 tb/d) OPEC-järjestössä vuonna 2020. Kuwaitin tuotanto on kasvanut tasaisesti vuosina 2000–2010 sekä 2010–2020 (9,33 % ja 5,96 %) (liite 1; taulukko 7). Verrattaessa aikasarjoja (lnKW ja lnOPEC) voidaan havaita, että Kuwaitin tuotantoaikasarja mukailee OPEC-järjestön kokonaistuotantoaikasarjaa. Tästä voidaan päätellä, että jäsenmaa on todennäköisesti noudattanut asetettuja tuotanto-kiintiöitä. Näin ollen on mahdollista, että aikasarjat ovat yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä esiintyy pitkän aikavälin tasapainosuhte.



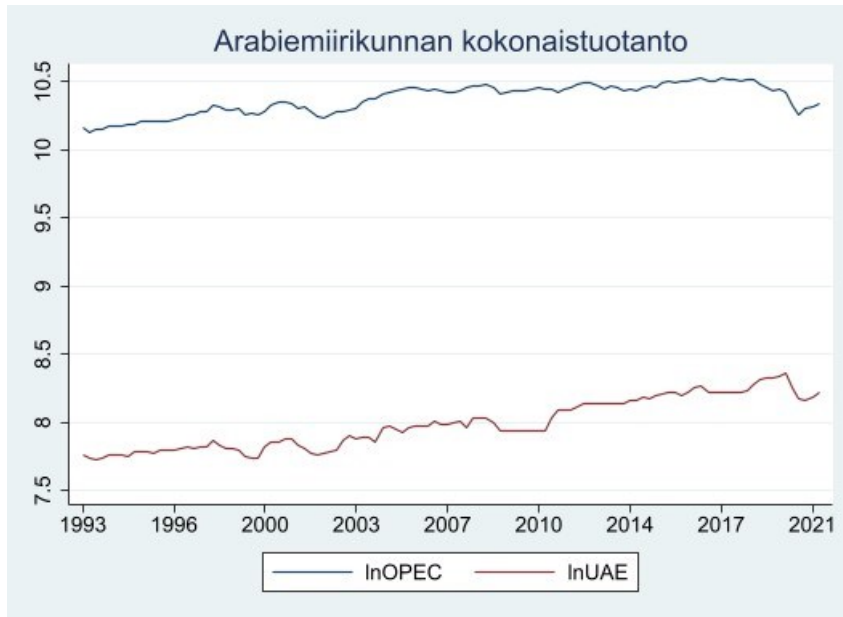
Kuvio 10. Nigerian ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa kymmenen on Nigerian ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Nigerian aikasarjassa ei ilmene selkeää nousevaa tai laskevaa trendiä. Nigeria on ollut kuudenneksi suurin tuottaja (1,587 tb/d) järjestössä vuonna 2020, mutta valtion öljytuotanto on laskenut voimakkaasti (-22,96 %) vuosina 2010–2020 (liite 1; taulukko 7). Verrattaessa aikasarjoja (lnNI ja lnOPEC) voidaan havaita, että Nigerian kokonaistuotanto ei mukaile OPEC-järjestön kokonaistuotanto. Jäsenmaa ei ole mahdollisesti noudattanut kartellin asettamia tuotantokiintiöitä. Näin ollen on mahdollista, että aikasarjat eivät ole yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä ei esiinny pitkän aikavälin tasapainosuhdetta.



Kuvio 11. Saudi-Arabian ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa yksitoista on järjestön perustajavaltion Saudi-Arabian ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Saudi-Arabian aikasarjassa ilmenee selkeä nouseva trendi vuoteen 2017 asti. Saudi-Arabia on järjestön suurin tuottaja (9,182 tb/d) vuonna 2020 ja valtion tuotanto on kasvanut 10,84 % vuosina 2010–2020 (liite 1; taulukko 7). Saudi-Arabialla on hallussaan 15 prosenttia maailman öljyvaroista ja valtio on Yhdysvaltojen jälkeen toiseksi suurin öljytuottaja (EIA, 2021e). Saudi-Arabialla on erittäin iso rooli OPEC-järjestössä, joten aikasarjojen graafiselle tarkastelulle tulee antaa suurta painoarvoa. Verrattaessa aikasarjoja (InSA ja InOPEC) voidaan havaita, että Saudi-Arabian kokonaistuotanto mukailee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa. Tämä tarkoittaa sitä, että valtio on noudattanut kartellin asettamia tuotantokiintiöitä. Näin ollen on erittäin todennäköistä, että aikasarjat ovat yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä esiintyy pitkän aikavälin tasapainosuhte.



Kuvio 12. Arabiemiirikunnan ja OPEC-järjestön kokonaistuotannot 1993–2021.

Kuviossa kaksitoista on Arabiemiirikunnan ja OPECin kokonaistuotantojen aikasarjat. Arabiemiirikunnan aikasarjassa ilmenee selkeä nouseva trendi. Arabiemiirikunta on ollut toiseksi suurin tuottaja (2,802 tb/d) OPEC-järjestössä vuonna 2020 ja valtio öljytuotanto on kasvanut voimakkaasta (21,61 %) vuosina 2010–2020. Valtio on ollut järjestön jäsenmaana koko tutkielman tarkastelujakson ajan (liite 1; taulukko 7). Verrattessa aikasarjoja (lnUAE ja lnOPE) voidaan havaita, että Arabiemiirikunnan kokonaistuotanto mukaillee OPEC-järjestön kokonaistuotantoa koko ajanjakson ajan. Jäsenmaa on mahdollisesti noudattanut kartellin asettamia tuotantokiintiöitä. Näin ollen on mahdollista, että aikasarjat ovat yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä mahdollisesti esiintyy pitkän aikavälin tasapainosuhde.

Yhteisintegraatiotestien edellytyksenä on, että aikasarjat ovat integroituneet asteella yksi. Tämä ei toteudu Päiväntasaajan Guinean, Libyan ja Venezuelan tuotantoaikasarjojen osalta. Jäsenmaiden aikasarjojen kuviot on koottu liitteeseen 2 (kuvio 13). Päiväntasaajan Guinean osalta huomion arvoista on myös se, että valtio on liittynyt OPEC-järjestöön vasta vuonna 2017 ja jäsenmaan tuotanto on alhaisin (114 tb/d) suhteutettuna koko järjestön tuotantoon. Libyan ja Venezuelan tuotantomäärät (368 ja 500 tb/d)

ovat myös alhaisia suhteutettuna koko järjestön tuotantoon. Mielenkiintoinen havainto on, että Venezuela on yksi OPEC-järjestön perustajavaltioista, mutta sen tuotantomäärät ovat laskeneet rajusti (-76,40 %) vuosina 2010–2020 (liite 1; taulukko 7). Kokkosen ja Muilun (2019) mukaan presidentti Maduron valtaannousu vuonna 2013 ja vuoden 2014 öljyn hinnan romahtaminen aiheuttivat Venezuelan valtion talouden romahtamisen. Lisäksi vuonna 2017 Yhdysvaltain presidentti Trump määräsi Venezuelalle talouspakotteita, jotka olivat erittäin suuri isku Venezuelan taloudelle, sillä Yhdysvallat oli Venezuelan öljyn suurin ostaja.

OPEC-järjestön keskeisimmät tuottajamaat ovat Saudi-Arabia, Irak, Arabiemiirikunnat, Kuwait ja Iran (liite 1; taulukko 7). Aikasarjojen graafisen tarkastelun mukaan jäsenmaiden öljytuotannon ja OPEC-järjestön kokonaistuotanto voisivat olla yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä voisi mahdollisesti ilmentyä pitkän aikavälin tasapainosuhte kaikkien muiden paitsi Irakin aikasarjan osalta. Graafinen tarkastelu antaa mielenkiintoisen lähtökohdan tutkielman tilastolliseen tarkasteluun. Seuraavaksi tutkielmassa esitellään laajennettun Dickey-Fuller testin tulokset. ADF-testin jälkeen tutkielmassa käydään läpi Engle-Granger yhteisintegraatiomenetelmän tulokset sekä Johansenin menetelmän tulokset.

5.2.1 Laajennettu Dickey-Fuller-testi (ADF-testi)

Tutkielmassa käytetään yksikköjuuren testaamiseen laajennettua Dickey-Fuller-testiä. ADF-testi suoritetaan yhtälöllä 20, johon on sisällytetty vakiotermi, mutta siitä on jätetty pois deterministinen aikatrendi. Testin tavoitteena on tutkia, mitkä sarjat ovat epästationaarisia, mutta ensimmäisessä differenssissä stationaarisia. Tämä tarkoittaisi sarjojen olevan integroituneita asteella yksi $I(1)$, joka tarkoittaa, että sarja sisältää yksikköjuuren ja on differoitava kerran, jotta sarjasta tulisi stationaarinen eli integroitunut asteella nolla $I(0)$.

Testin nollahypoteesi on, että sarjat ovat epästationaarisia eli aikasarja sisältää yksikköjuuren. Testin vaihtoehtoinen hypoteesi on, että sarjat ovat stationaarisia eli aikasarja ei sisällä yksikköjuuria. Jos testiarvo (t-arvo) on pienempi kuin kriittinen arvo, nollahypoteesi hyväksytään. Jos testiarvo (t-arvo) on suurempi kuin kriittinen arvo, nollahypoteesi voidaan hylätä ja tällöin vaihtoehtoinen hypoteesi hyväksytään. Taulukkoon neljä on koottu testitulokset tutkielman koko aikaväliltä Q1/1993-Q2/2021. ADF-testin tulokset on ilmoitettu taulukossa tasosarjana (level) ja ensimmäisen differenssin (differenssi) ottamisen jälkeen. Suluissa olevat arvot ovat viivepituuksia, joiden valintaan on käytetty Akaiken informaatiokriteeriä (AIC). Maksimi määrä viivetermejä on 4. P-arvoissa on käytetty MacKinnonin (1991) laskemia kriittisiä arvoja.

Taulukko 4. ADF-testin tulokset aikaväliltä Q1/1993-Q2/2021.

OPEC-järjestön jäsenmaat	Level (t-arvo)	p-arvo	Differenssi (t-arvo)	p-arvo
OPEC	-2.375 (1)	0.1488	-5.706 (2) ***	0.0000
Algeria	-1.236 (1)	0.6581	-5.101 (2) ***	0.0000
Angola	-1.978 (1)	0.2965	-5.132 (2) ***	0.0000
Kongo-Brazaville	-2.879 (1) *	0.0478**	-4.916 (4) ***	0.0000
Päiväntasaajan Guinea	-4.892 (4) ***	0.0000	N/A	N/A
Gabon	-0.205 (1)	0.9380	-5.042 (4) ***	0.0000
Iran	-3.026 (1) **	0.0325	N/A	N/A
Irak	-2.026 (3)	0.2754	-5.490 (4) ***	0.0000
Kuwait	-2.592 (1) *	0.0947	-5.301 (4) ***	0.0000
Libya	-3.683 (0) ***	0.0044	N/A	N/A
Nigeria	-1.309 (2)	0.6250	-4.968 (4) ***	0.0000
Saudi-Arabia	-1.791 (2)	0.3849	-5.809 (4) ***	0.0000
Arabiemiirikunnat	-0.961 (4)	0.7671	-5.661 (4) ***	0.0000
Venezuela	2.028 (4)	0.9987	-6.377 (2) ***	0.0000

*** viittaa 1 %, ** 5 % ja * 10 % merkitsevyystasoon nollahypoteesin hylkäämiseen.

N/A = Not Applicable, ei sovellettavissa.

Taulukosta neljä voidaan nähdä, että nollahypoteesi hylätään yhden prosentin merkitsevyystasolla Päiväntasaajan Guinean ja Libyan osalta. Viiden prosentin merkitsevyystasolla nollahypoteesi hylätään Iranin ja Kongo-Brazavillen osalta. Näiden muuttujien osalta tasosarjojen vaihtoehtoinen hypoteesi hyväksytään eli sarjat ovat stationaarisia ja aikasarjat eivät sisällä yksikköjuurta, sillä testiarvo on suurempi kuin yhden tai viiden prosentin kriittinen arvo. Yllättäen joudun myös hylkäämään Venezuelan testituloksen, sillä muuttujan kerroin on positiivinen, jotta malli voidaan hyväksyä, kertoimen tulee olla negatiivinen. Kaikilta muilta jäsenmailta nollahypoteesi hyväksytään, eli sarjat ovat epästationaarisia ja niillä on yksikköjuuri, mutta ne ovat ensimmäiseltä differensiltään stationaarisia. Tästä voimme päätellä, että nämä sarjat ovat integroituneet asteella yksi $I(1)$.

Jäsenmaat, joiden osalta nollahypoteesi hylätään ja hyväksytään vaihtoehtoinen hypoteesi, joudutaan poistamaan vertailusta. Yhteisintegraatio testien edellytyksenä on, että sarjat ovat integroituneet asteella yksi ja tämä ei toteudu näiden neljän jäsenmaan osalta. Laajennetun Dickey-Fuller-testin osalta täytyy huomioida se, että testi ei ole kovin vahva. Tästä johtuen testin tuloksia täytyy tulkita varovaisesti ja sarjojen kuvaajia kannattaa hyödyntää analysoinnissa. Tarkastellessa Päiväntasaajan Guinean ja Libyan kuvaajia (liite 2; kuvio 13), voidaan havaita, että kuvaajista on suhteelliseen haasteellista tehdä johtopäätöksiä. Näin ollen, kyseiset jäsenmaat poistetaan vertailusta. Tarkastellessa Kongon (kuvio 5) ja Iranin tuotantoaikasarjoja (kuvio 7), voidaan havaita, että aikasarjoissa esiintyy heteroskedastisuutta, joka tekee sarjoista epästationaarisia. Tästä johtuen, Iran ja Kongo otetaan mukaan yhteisintegraatiotesteihin. Seuraavassa vaiheessa testataan, löytyykö jäsenmaiden tuotannon ja OPEC-järjestön kokonaistuotannon väliltä pitkän aikavälin tasapainosuhdetta Engle-Grangerin sekä Johansenin menetelmällä.

5.2.2 Engle-Granger -menetelmän tulokset

Engle-Granger-testin ensimmäinen vaiheessa todennetaan, että muuttujat ovat integroituneet asteella yksi. Tämä on suoritettu ADF-testillä, jonka tulokset on esitelty kapaleessa 5.2.1. Testin seuraavassa vaiheessa estimoidaan pitkän aikavälin tasapainosuhte eli testataan ovatko muuttujat yhteisintegroituneita. Nollahypoteesi on, että aikasarjat eivät ole yhteisintegroituneita. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että aikasarjat ovat yhteisintegroituneet. Jos nollahypoteesi hyväksytään, tällöin OPEC-järjestön öljytuotannon ja jäsenmaan öljytuotannon välillä ei ole tasapainorelaatiota. Engle-Granger-testin kriittiset arvot 1, 5 ja 10 prosentin merkitsevyystasoilla ovat: -3.995, -3.391 ja -3.082. Viiveiden valintaan on käytetty Akaiken informaatiokriteeriä (AIC). Seuraavaksi verrataan kriittisiä arvoja Engle-Granger-testin tuloksiin (taulukko 5).

Taulukko 5. EG-testin tulokset aikaväliltä Q1/1993-Q2/2021.

Jäsenmaat	t-arvo
Algeria	-1.644
Angola	-2.883
Kongo-Brazaville	-1.714
Gabon	-1.761
Irak	-2.532
Iran	-1.984
Kuwait	-1.910
Nigeria	-1.838
Saudi-Arabia	-3.107*
Arabiemiirikunnat	-1.103

*** viittaa 1 %, ** 5 % ja * 10 % merkitsevyystasolla nollahypoteesin hylkäämiseen.

Taulukon viisi testiarvot ovat pienemmät kuin määritetyt Engle-Grangerin kriittiset arvot. Kaikkien jäsenmaiden osalta nollahypoteesia ei voida hylätä 1 tai 5 prosentin merkitsevyystasolla, vaan se hyväksytään. Aikasarjat eivät ole yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä ei ilmene pitkän aikavälin tasapainokorrelaatiota. Huomion arvoista on kuitenkin se, että nollahypoteesi voidaan hylätä Saudi-Arabian osalta 10 prosentin

merkitsevyytasolla. EG-testin tuloksissa on tärkeää huomioida se, että testin voima on heikko. Tämä antaisi tukea Saudi-Arabian ja OPEC-järjestön kokonaisöljytuotannon aikasarjojen yhteisintegroituuteille. Tutkimustulos antaa viitteitä siitä, että Saudi-Arabiassa voisi olla valtaa öljymarkkinoilla, jos valtio toimisi itsenäisesti. Todennäköisesti OPEC-järjestöllä on markkinavoimaa sen takia, että Saudi-Arabia kuuluu järjestöön. Alustavan graafisen tarkastelun perusteella OPEC-järjestön kokonaistuotanto ja jäsenmaan tuotanto olisivat mahdollisesti olleet yhteisintegroituja ja aikasarjojen välillä olisi mahdollisesti ilmentynyt pitkän aikavälin tasapainosuhte.

Tutkielman tulos on samankaltainen kuin esimerkiksi Gülenin (1996) ja Kisswanin (2016) tehdyissä tutkimuksissa. Nollahypoteesin hyväksyminen eli yhteisintegraation puuttuminen tarkoittaa sitä, että OPEC-jäsenet eivät koordinoi tuotantomääriään vaikuttaakseen öljyn hintaan. Jos otetaan huomioon, että Saudi-Arabian nollahypoteesia ei voida hylätä 10 prosentin merkitsevyys tasolla, tutkielman saadut tulokset ovat samankaltaiset kuin Alhajjin ja Huettnerin (2000) tutkimuksessa, jossa todetaan, että OPEC-järjestöä kuvataan parhaiten mallilla, jossa Saudi-Arabia toimii dominoivana tuottajana. Jos verrataan yhteisintegraatiotestin tuloksia Böckemin (2004) ja Griffinin (1985) tutkimuksiin, voidaan havaita, että tutkielman tulokset eroavat näistä kahdesta tutkimuksesta. Mahdollisesti kartellissa huijaamisen ongelma vangin dilemma -pelissä (kappale 3.6; taulukko 1) selittää myös miksi jäsenmaiden välillä ei esiinny salaista yhteistyötä. Järjestön jäsenmailla ei ole kannustinta yhteistyöhön, sillä he eivät voi olla varmoja siitä, ettei toinen jäsenmaa huijaa eli tuottamalla yli asetetun tuotantokiintiön. Seuraavaksi käydään läpi Johansenin yhteisintegraatiotestin tulokset, jotta saadaan lisää tietoa yhteisintegraation ilmentymisestä aikasarjojen välillä.

5.2.3 Johansenin menetelmän tulokset

OPEC-järjestön ja järjestön jäsenmaiden yhteisintegraatiota tutkitaan Engle-Granger-testin lisäksi Johansenin (1988) menetelmällä. Johansenin menetelmä alkaa myös muuttujien stationaarisuuden testaamisella eli aluksi täytyy todentaa, että muuttujat

ovat integroituneet asteella yksi. Tämä on suoritettu laajennetulla Dickey-Fuller-testillä, jonka tulokset on esitelty kappaleessa 5.2.1. Yhteisintegroitavuusvektoreiden määrittämiseksi tutkielmassa käytetään sekä trace-testiä (λ_{trace}) sekä suurimman ominisarvon testiä (λ_{max}), jotka on esitelty kappaleessa 5.1.5 yhtälöt 28–29.

Trace-testin nollahypoteesi on, että yhteisintegroituvuusvektoreita on enintään r kappaletta. Vaihtoehtoinen hypoteesi on, että vektoreita on enemmän kuin r kappaletta. Suurimman ominisarvon-testin nollahypoteesi on, että on olemassa r yhteisintegroituvuusvektoria. Vaihtoehtoiseksi hypoteesi on, että yhteisintegroituvuusvektoreita löytyy $r + 1$ kappaletta. Nollahypoteesi hyväksytään molemmissa testeissä, jos estimoinnin perusteella saatu testisuureen arvo on pienempi kuin kriittiset arvot. Nollahypoteesit hylätään molemmissa testeissä, jos estimoinnin perusteella saatu testisuureen arvo on suurempi kuin kriittinen arvo. Taulukon kuusi (k) viittaa VAR-mallin astelukuun eli viiveiden määrään. Viiveiden valinnassa on käytetty Akaiken informaatiokriteeriä (AIC).

Taulukko 6. Johansenin yhteisintegraatio testin tulokset Q1/1993-Q2/2021.

	H0	k	(λ_{trace})	5 % kriittinen arvo	(λ_{max})	5 % kriittinen arvo
Algeria	r=0	1	14.5180	15.41	13.3158	14.07
	r≤1	1	1.2021	3.76	1.2021	3.76
Angola	r=0	1	14.5929	15.41	8.6164	14.07
	r≤1	1	5.9764	3.76	5.9764	3.76
Kongo-Bra.	r=0	1	12.1051	15.41	9.1328	14.07
	r≤1	1	2.9723	3.76	2.9723	3.76
Gabon	r=0	1	6.1560	15.41	3.8638	14.07
	r≤1	1	2.2921	3.76	2.2921	3.76
Irak	r=0	3	12.2140	15.41	8.4431	14.07
	r≤1	3	3.7709	3.76	3.7709	3.76
Iran	r=0	1	11.1242	15.41	7.6554	14.07
	r≤1	1	3.4687	3.76	3.4687	3.76
Kuwait	r=0	1	10.8674	15.41	8.5276	14.07
	r≤1	1	2.3399	3.76	2.3399	3.76
Nigeria	r=0	2	11.0262	15.41	7.0132	14.07
	r≤1	2	4.0130	3.76	4.0130	3.76
Saudi-Arabia	r=0	1	13.1673	15.41	9.4917	14.07
	r≤1	1	3.6756	3.76	3.6756	3.76
Arabiemiirik.	r=0	3	6.7083	15.41	5.9456	14.07
	r≤1	3	0.7627	3.76	0.7627	3.76

***, **, * tarkoittavat nollahypoteesin hylkäämistä 1, 5 ja 10 prosentin merkitsevyystasolla.

Taulukkoon kuusi koottujen Johansenin yhteisintegraatiotestien tuloksien mukaan sekä trace-testin (λ_{trace}) että suurimman ominaisarvon-testin (λ_{max}) nollahypoteesia ei voida hylätä minkään jäsenmaan osalta, vaan nollahypoteesi hyväksytään. Tuloksista voidaan yhteenvetona todeta, että OPEC-järjestön kokonaistuotanto ja yksittäisen jäsenmaan kokonaistuotanto eivät ole yhteisintegroituneita ja aikasarjojen välillä ei esiinny pitkän aikavälin tasapainosuhdetta. Johansenin menetelmän tulokset antavat samankaltaisen lopputuloksen kuin Engle-Granger-testin tulokset, jotka on esitelty

kappaleessa 5.2.2. Johansenin testin nollahypoteesin hyväksyminen tarkoittaa sitä, että OPEC-jäsenet eivät koordinoi tuotantomääriään vaikuttaakseen öljyn hintaan.

Johansenin menetelmästä saadut tulokset ovat samansuuntaiset kuin esimerkiksi Dahlin ja Yücelin (1991) sekä Kisswanin (2016) tutkimuksien tulokset. Tuloksista voidaan todeta, että OPEC-järjestön tuotannon ja jäsenmaan tuotannon välillä ei ole pitkän aikavälin tasapainoa, vaan ne kehittyvät toisistaan riippumattomasti. Vaikuttaisi siltä, että OPEC-järjestö ei maksimoi yhteisiä voittoja, vaan heillä on ennemminkin strateginen yhteistyöhalutomuus, kuten myös (Huppmann & Holz, 2010) ovat pohtineet tutkimuksessaan. Verrataessa tutkielman Johansenin menetelmän yhteisintegraatiotestin tuloksia esimerkiksi Jonesin (1990) ja Böckemin (2004) tutkimuksiin, voidaan havaita, että tutkielman tulokset eroavat näistä kahdesta tutkimuksesta.

Tutkielman yhteisintegraatiotestien tuloksien mukaan OPEC-järjestö ei toimisi voittoa maksivoivana kartellina. Yleinen käsitys kuitenkin on, että OPEC-järjestöllä on suuri valta öljymarkkinoilla. Yksittäisillä jäsenmailla kuten esimerkiksi Saudi-Arabialla on mahdollisesti valtaa öljymarkkinoilla. OPEC-järjestöllä on todennäköisesti markkina-voimaa sen takia, että Saudi-Arabia kuuluu järjestöön. Mikä OPEC-järjestö sitten mahdollisesti voisi olla? Yksi näkökulma on, että OPEC-järjestö toimii byrokraattisena ryhmittymänä toisin sanoen kartellina, jonka toimintaa on heikentänyt jäsenten välisen yhteisymmärryksen luomisen ja täytöntöönpanon kustannukset. Toinen näkökulma on, että OPEC-järjestö toimii poliittisena kerhona, joka hyödyntää mielikuvaa siitä, että se toimisi kartellina. Väärä mielikuva, tuottaa todennäköisesti poliittista hyötyä jäsenmaille. Järjestön olemassaolo helpottaa tiedon kulkua ja alentaa transaktiokustannuksia valtioiden välillä, kuten mikä tahansa kansainvälinen hallintojärjestelmä. OPEC-järjestö voidaan myös nähdä eräänlaisena tiedonjaon alustana, jossa kansainväliset öljy-yhtiöt jakavat strategioita sekä öljymarkkinoita koskevia ennusteita, jotka ovat olennaisia investointipäätösten kannalta (Smith, 2005; Khusanjanova 2011; Colgan, 2014; Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021a).

Tutkielman tarkasteluajanjakso on pitkä, melkein 30 vuotta (Q1/1993-Q2/2021). Verrattaessa aikaisempiin tutkimuksiin (taulukko 2) voidaan havaita, että suurin osa aikaisempien tutkimuksien tarkasteluajanjaksoista ovat lyhyempiä. Tutkimuksissa, jossa OPEC-järjestön toimintaa kuvaa parhaiten kartellimalli (Griffin 1985; Jones 1990; Böckem 2004) on syytä huomioida se, että kyseisissä tutkimuksissa tutkittava ajanjakso on ollut suhteellisen lyhyt (5–10 vuotta). Yhteisintegraation testaus edellyttää riittävän pitkää tutkimusajanjaksoa, mitä pidempi valittu tarkasteluajanjakso on, sitä suuremmat mahdollisuudet ovat yhteisintegraation ilmentymiseen tilastollisesti. Verrattaessa tutkimustuloksia Gülenin (1996) sekä Almoguera ja muiden (2011), joissa tutkimusajanjaksot ovat olleet saman pituisia (noin 30 vuotta). Tutkimukset ovat antaneet samankaltaisia tuloksia. Tutkimuksien tuloksien mukaan OPEC-järjestön kokonaistuotannon ja järjestön jäsenmaan kokonaistuotannon välillä ei ole havaittu pitkän aikavälin tasapainosuhdetta.

6 Johtopäätökset

Öljyn hinta määräytyy maailmanlaajuisen kysynnän ja tarjonnan mukaan. Raakaöljyn hintaan vaikuttavat myös poliittinen tilanne sekä öljyn kulutus ja tuotantomäärät. Useat geopoliittiset ja taloudelliset tapahtumat esimerkiksi Persianlahden sota, Aasian finanssikriisi, WTC-iskut, globaali finanssikriisi ja koronaviruspandemia ovat vaikuttaneet öljyn hintakehitykseen voimakkaasti. OPEC-järjestön tuotantopäätösten vaikutukset ovat kiistanalainen aihe, ja tutkijat ovat eri mieltä järjestön vaikutuksien tehokkuudesta tai tehottomuudesta. Osa tutkijoista on sietä mieltä, että OPEC-järjestön vaikutus muuttuu vallitsevan markkinaolosuhteen seurauksena.

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää, ilmentyykö OPEC-järjestön toiminnassa kartellille ominaisia piirteitä ajanjaksolla Q1/1993–Q2/2021. Tutkielmassa selvitettiin Johansenin sekä Engle-Grangerin yhteisintegraatiomenetelmien avulla, ovatko OPEC-järjestön kokonaistuotantoaikaasarja ja yksittäisen jäsenmaan kokonaistuotantoaikaasarja yhteisintegroituneita. Tutkielman tulokset osoittavat, että kokonaistuotantoaikaasarjat eivät ole yhteisintegroituneita eli pitkän aikavälin tasapainosuhdetta ei havaita. Tutkielman tulokset tarkoittavat, että OPEC-järjestön toiminnassa ei ilmene kartellille ominaisia piirteitä tutkimusajanjaksolla.

Jäsenten tuotantokiintiöiden noudattaminen tai niistä poikkeaminen sekä järjestön ulkopuolisten öljyntuottajavaltioiden kilpailukyky ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat OPEC-järjestön tehokkuuteen. Tuotantokiintiöiden noudattaminen tai niistä poikkeaminen voi olla yksi syy, miksi OPEC ei toimi tehokkaana kartellina. Järjestön jäsenillä on liian suuri houkutus huijaamiseen, sillä jäsenet eivät voi olla varmoja siitä, miten muut todellisuudessa aikovat noudattaa tuotantokiintiöitä. OPEC-järjestö on todennäköisesti menettänyt vaikutusvaltaansa, sillä Yhdysvalloissa korkea öljynhintaa ja uusi teknologia ovat mahdollistaneet uusien öljylähteiden hyödyntämisen. Öljyntuotanto on kasvanut Yhdysvalloissa rajusti, jolloin öljyntuonti on huomattavasti pienentynyt. Yleisesti koetaan, että öljymarkkinoita johtaa kolme suurta toimijaa, jotka ovat Saudi-Arabia, Venäjä ja Yhdysvallat.

Jos OPEC-järjestö ei ole voittoa tavoitteleva kartelli, niin voidaanko järjestön toiminta tulkita hyödyttömäksi? Todennäköisesti ei, sillä OPEC-järjestö on tehostanut öljymarkkinoiden tiedon kulkua, ja jäsenmaat ovat hyötäneet järjestössä jaetuista tiedoista esimerkiksi tehdessään investointipäätöksiä. OPEC-järjestö tarjoaa myös köyhemmille jäsenmaille kehitysapua ja tätä varten on perustettu OFID-rahasto. Toisaalta järjestön toiminnassa on myös kääntöpuoli, sillä väitetään, että useat jäsenmaan ovat vääristäneet talouttaan vuosikymmenien ajan ja valtiot ovat liian riippuvaisia vientituloista, jotka ovat aiheuttaneet korruptiota ja tulojen epätasaista jakautumista.

Mitä jos OPEC-järjestöä ei olisi perustettu syyskuussa vuonna 1960? Öljymarkkinoiden tilanne olisi varmasti erilainen, sillä jokainen valtio, jolla olisi öljyvaroja, voisi vapaasti hyödyntää niitä haluamallaan tavalla ja pyrkiä kasvattamaan markkinaosuuttaan niin suureksi kuin mahdollista. Ilman OPEC-järjestön toimintaa öljyn hinnat olisivat todennäköisesti epävakaampia ja öljyn toimitusvarmuus olisi heikompaa kuin tällä hetkellä. Lisäksi geopoliittisten tapahtumien vaikutukset voisivat olla suurempia ja pitkäkestoisempia ilman OPEC-järjestön olemassaoloa. Öljylle etsitään tulevaisuudessa vaihtoehtoisia energialähteitä, mutta öljyn merkitys ei tule häviämään nopeasti vaan se tulee olemaan merkittävä energianlähde vielä vuosikymmenien ajan. OPEC-järjestön toimintaa paheksutaan maailmanlaajuisilla öljymarkkinoilla, mutta ilman OPEC-järjestöä tilanne voisi olla huonompi.

Tutkimusta voisi laajentaa käyttämällä useampaa yksikköjuuritestiä sekä vertailemalla niiden tuloksia, esimerkiksi vertailemalla laajennetun Dickey-Fuller-testin tuloksia Phillips-Perron yksikköjuuritestin tuloksiin (Phillip & Perron 1988). Tulevaisuudessa voisi myös keskittyä enemmän Saudi-Arabian rooliin dominoivana tuottajana. Testaukseen voisi käyttää yhteisintegraatiotestien lisäksi Granger-kausaliiteettia Saudi-Arabian kokonaistuotannon sekä muiden OPEC-järjestön jäsenmaiden välillä. Tulevaisuudessa voisi myös tutkia tarkemmin kolmen suuren toimijan, Saudi-Arabian, Venäjän ja Yhdysvaltojen vaikutusta öljyn hintoihin.

Lähteet

- Alhajji, A.F., & Huettner, D. (2000). OPEC and World Crude Oil Markets from 1973 to 1994: Cartel, Oligopoly, or Competitive? *The Energy Journal*, 21, 31–60.
<https://www.jstor.org/stable/41322890>
- Almoguera, P. A., Douglas, C.C., & Herrera, A. A. (2011). Testing for the cartel in OPEC: non-cooperative collusion or just non-cooperative? *Oxford Review of Economy Policy*, 27, 144–168. <https://www.jstor.org/stable/43741265>
- AlYousef, N. (2011). The prominent role of Saudi-Arabia in the oil market from 1997 to 2011. *The Journal of Energy and Development*, 36, 63–84.
<https://www.jstor.org/stable/24812749>
- Amadeo, K., & Boyle, M. J. (2020, 30. elokuuta). OPEC Oil Embargo, Its Causes, and the Effects of the Crisis - The Truth About the 1973 Arab Oil Crisis. The Balance. Noudettu 17.05.2021 osoitteesta <https://www.thebalance.com/opec-oil-embargo-causes-and-effects-of-the-crisis-3305806>
- Amadeo, K., & Estevez, E. (2021, 22. helmikuuta). *OPEC and Its Goals, Members, and History. What Are Its Top Three Goals?* The Balance. Noudettu 07.05.2021 osoitteesta <https://www.thebalance.com/what-is-opec-its-members-and-history-3305872>
- Amadeo, K., & Kelly, R.C. (2021, 14. toukokuuta). *Oil Price History-Highs and Lows Since 1970 What Makes Oil Prices So Volatile?* The Balance. Noudettu 26.05.2021 osoitteesta <https://www.thebalance.com/oil-price-history-3306200>
- Annual Statistical Bulletin. (2020). *Oil data: upstream. OPEC Members' crude oil production*. Organization of the Petroleum Exporting Countries. Noudettu 07.05.2021 osoitteesta https://asb.opec.org/ASB_Charts.html?chapter=126
- Annual Report. (2001)*. Organization of the Petroleum Exporting Countries. Noudettu 22.01.2022 osoitteesta https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/AR002001.pdf
- Annual Report. (2010)*. Organization of the Petroleum Exporting Countries. Noudettu 22.01.2022 osoitteesta

https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/Annual_Report_2010.pdf

Annual Report. (2020). Organization of the Petroleum Exporting Countries. Noudettu 10.12.2021 osoitteesta

https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/AR%202020.pdf

Archer, L., Barnes, P., Caffarra, C., Dargay, J., Horsnell, C., Skeet, I. Al-Yousef, A., & Mabro, R. (1990). The First Oil War: Implications of the Gulf Crisis in the Oil Market. *The Oxford Institute for Energy Studies*. Noudettu 20.10.2021 osoitteesta <https://www.oxfordenergy.org/publications/the-first-oil-war-implications-of-the-gulf-crisis-in-the-oil-market/>

Atkinson, D. (1999, 24. maaliskuuta). Opec cuts production to revive crude oil price. *The Guardian*. Noudettu 18.10.2021 osoitteesta <https://www.theguardian.com/business/1999/mar/24/11>

Axelrod, R. (1980, maaliskuuta). Effective Choice in the Prisoner's Dilemma. *The Journal of Conflict Resolution*, 24, 3–25. <https://www.jstor.org/stable/173932>

Ayodeji, R. (2010). Oil Price Volatility, Global Financial Crisis and The Month-of-the-Year Effect. *International Journal of Business and Management*, 5. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v5n11p156>

Baffes, J., Kose, A., Ohnsorge, F., & Stocker, M. (2015, joulukuuta). Down the Slide. *International Monetary Fund*, 52. Noudettu 26.11.2021 osoitteesta <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2015/12/baffes.htm>

Baumeister, C., & Kilian, L. (2016). Forty Years of Oil Price Fluctuations: Why the Price of Oil May Still Surprise Us. *Journal of Economic Perspectives*, 30, 139–160. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdf/10.1257/jep.30.1.139>

Blair, E. & Neely, J. (2020, 12. maaliskuuta). OPEC and how it has dealt with oil price crashes. *Reuters*. Noudettu 10.10.2021 osoitteesta <https://www.reuters.com/article/uk-global-oil-opec-history-factbox-idUKKBN20Z259>

- Böckem, S. (2004). Cartel formation and oligopoly structure: a new assessment of the crude oil market. *Applied Economics*, 36, 1355–1369. <https://doi.org/10.1080/0003684042000191093B>
- Boswijk, H.P., Bun, M.J.G., & Schinkel, M.P. (2018, 25. syyskuuta). Cartel Dating. *Journal of Applied Econometrics*, 34, 26–42. <https://doi.org/10.1002/jae.2660>
- Choi, S., Furceri, D., Loungani, P. Mishra, S., & Poplawski-Ribeiro, M. (2018). Oil prices and inflation dynamics: Evidence from advanced and developing economies. *Journal of International Money and Finance*, 82, 71–96. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.12.004>
- Colgan, J.F. (2014). The Emperor Has No Clothes: The Limits of OPEC in the Global Oil Market. *International Organization*, 68, 599–632. <https://www.jstor.org/stable/43282120>
- Cordesman, A.H., & Markusen, M. (2016, 20. syyskuuta). The "OPEC Disease": Assessing the Impact of Lower Oil Export Revenues. *CSIS*. Noudettu 10.11.2021 osoitteesta <https://www.csis.org/analysis/opec-disease-assessing-impact-lower-oil-export-revenues>
- Dadwal, S.R. (2001, joulukuuta). Terror Enterprise: Organisation, Infrastructure and Resources. *Strategic Analysis: A Monthly Journal of the IDSA*, 25. Noudettu 08.12.2021 osoitteesta https://ciaotest.cc.columbia.edu/olj/sa/sa_dec01das01.html
- Dahl, C., & Yücel, M. (1991). Testing Alternative Hypothesis of Oil Producer Behavior. *The Energy Journal*, 12, 117–138. <https://www.jstor.org/stable/41322445>
- Dickey, D.A., & Fuller, W.A. (1979, kesäkuuta). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427–431. <https://www.jstor.org/stable/2286348>
- ECB. European Central Bank. (2012, huhtikuuta). The development of prices and costs during the 2008-09 recession. *ECB Monthly Bulletin*. Noudettu 28.11.2021 osoitteesta https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/art2_mb201204en_pp71-85en.pdf

- EIA. (2021a, 12. heinäkuuta). *What drives crude oil prices: Supply OPEC*. U.S. Energy Information Administration. Noudettu 25.11.2021 osoitteesta <https://www.eia.gov/finance/markets/crudeoil/supply-opec.php>
- EIA. (2021b, 30. syyskuuta). *What drives crude oil prices: Spot Prices*. U.S. Energy Information Administration. Noudettu 25.11.2021 osoitteesta https://www.eia.gov/finance/markets/crudeoil/spot_prices.php
- EIA. (2021c). *Data – Petroleum and Other Liquids – Quarterly petroleum and other liquids production*. U.S. Energy Information Administration. Noudettu 5.12.2021 osoitteesta <https://www.eia.gov/international/data/world>
- EIA. (2021d, 16. heinäkuuta). *Country Analysis Executive Summary: Iran*. U.S. Energy Information Administration. Noudettu 23.01.2022 osoitteesta https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Iran/pdf/iran_exe.pdf
- EIA. (2021e, 2. joulukuuta). *Country Analysis Executive Summary: Saudi Arabia*. U.S. Energy Information Administration. Noudettu 23.01.2022 osoitteesta https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Saudi_Arabia/saudi_arabia.pdf
- Ellis, D. (2005, 11. elokuuta). *Record energy prices and your wallet. Experts see relief from high oil and gas prices coming around the corner, is it soon enough?* CNN Money. Noudettu 9.12.2021 osoitteesta https://money.cnn.com/2005/08/10/news/economy/oil_gas/
- Enders, W. (2015). *Applied Econometric Time Series*. Wiley.
- Engle, R.F., & Granger, C.W.J. (1987, maaliskuuta). *Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing*. *Econometrica*, 55, 251–276. <https://www.jstor.org/stable/1913236>
- Gerich, J. (2021, 7. kesäkuuta). *Blogi: Romuttaako kalliimpi öljy talouden toipumisen?* Corporate Nordea. Noudettu 15.06.2021 osoitteesta <https://corporate.nordea.com/article/66606/blogi-romuttaako-kalliimpi-oeljy-talouden-toipumisen>.

- Godson, J.A. (2009, 30. syyskuuta). Is this the end of the OPEC cartel? *Comparative economic research*, 12, 73–82. 10.2478/v10103-009-0013-8
- Graefe, L. (2013, 22. marraskuuta). *Oil Shock of 1978-79*. Federal Reserve History. Noudettu 17.09.2021 osoitteesta <https://www.federalreservehistory.org/essays/oil-shock-of-1978-79>
- Griffin, J. (1985, joulukuuta). OPEC Behavior: A Test of Alternative Hypotheses. *The American Economic Review*, 75, 954–963. <https://www.jstor.org/stable/1818638>
- Gross, S. (2019, 5. maaliskuuta). *What Iran's 1979 revolution meant for US and global oil markets*. Brookings. Noudettu 17.09.2021 osoitteesta <https://www.brookings.edu/blog/order-from-chaos/2019/03/05/what-irans-1979-revolution-meant-for-us-and-global-oil-markets/>
- Gülen, S.G. (1996). Is OPEC a Cartel? Evidence from Cointegration and Causality test. *The Energy Journal*, 17, 43–57. <https://www.jstor.org/stable/41322683>
- Fattouh, B., & Sen, A. (2013, joulukuuta). The Swing Producer, the US Gulf Coast, and the US Benchmarks: The Missing links. *The Oxford Institute for Energy Studies*. Noudettu 16.10.2021 osoitteesta <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2013/12/The-Swing-Producer-the-US-Gulf-Coast-and-the-US-Benchmarks-The-Missing-Links.pdf>
- Hamilton, J. (2009a). Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08. *Brooking Papers on Economic Activity*, 40, 215–283. DOI 10.3386/w15002
- Hamilton, J. (2009b). What is an oil shock? *Journal of Econometrics*, 113, 363–398. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(02\)00207-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(02)00207-5)
- Harris, R. (1995). *Using Cointegration Analysis in Econometric Modelling*. Prentice Hall/Harvester Wheatsheal.
- Harris, R., & Sollis, R. (2003). *Applied Time Series Modelling and Forecasting*. Wiley.
- Hervey, J.L. (1994, lokakuuta). The 1973 oil crisis: One generation and counting. *Chicago Fed Letter*, 86. Noudettu 25.10.2021 osoitteesta <https://core.ac.uk/download/pdf/6986375.pdf>

- Huppmann, D., & Holz, F. (2010). Global Oil Markets Revisited - Cartel or Stackelberg Market? Noudettu 21.11.2021 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/45527862_Global_Oil_Markets_Revisited_-_Cartel_or_Stackelberg_Market
- Holden, J. (2016, 29. elokuuta). 3 Components Of The Case For Higher Oil Prices. *Investing*. Noudettu 08.11.2021 osoitteesta <https://www.investing.com/analysis/3-components-of-the-case-for-higher-oil-prices-200150619>
- Horan, S. M., Peterson, J. H., & Mahar, J. (2004). Implied Volatility of Oil Futures Options Surrounding OPEC Meetings. *The Energy Journal*, 25, 103–125. <https://www.jstor.org/stable/41323044>
- Hyytinen, A., & Maliranta, M. (2015). *Yritysjohdon taloustiede: Yritykset taloudessa ja taloustieteessä*. Spillover Economics Oy.
- Johansen, S. (1992, kesäkuuta). Cointegration in partial systems and the efficiency of single-equation analysis. *Journal of Econometrics*, 52, 389–402. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90019-N](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90019-N)
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990, toukokuuta). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration – with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>
- Joint Organisations Data Initiative. (2020). *Organization Of The Petroleum Exporting Countries (OPEC)*. Noudettu 06.05.2021 osoitteesta <https://www.jodidata.org/about-jodi/partners/opec.aspx>
- Jones, C.T. (1990, heinäkuuta). OPEC Behaviour Under Falling Prices: Implications For Cartel Stability. *The Energy Journal*, 11, 117–129. <https://www.jstor.org/stable/41322393>
- Joo, K., Suh, J.H., Lee, D., & Ahn, K. (2020, heinäkuuta). Impact of the global financial crisis on the crude oil market. *Energy Strategy Reviews*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100516>
- Kenen, P. (1982.) *Energy: The Oil Glut and Beyond. Oil Profits and World Monetary Problems*. The Institute for Economic Co-Existence & Marvin Books, Ltd., Tel Aviv.

- Khemani, R. S., & Shapiro D.M. (2013). *Cournot (Nash) Equilibrium*. OECD. Noudettu 01.11.2021 osoitteesta <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=3183>
- Khusanjanova, J. (2011). OPEC'S Benefit for the Member Countries. *Research in World Economy*, 2. <https://doi.org/10.5430/rwe.v2n1p14>
- Kisswani, K.M. (2016). Does OPEC act as a cartel? Empirical investigation of coordination behavior. *Energy Policy*, 97, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.07.013>
- KKV. Kilpailu- ja kuluttajavirasto. (2019, 20. marraskuuta). *Kartellit ja muut horisontaaliset kilpailunrajoitukset*. Noudettu 01.12.2021 osoitteesta <https://www.kkv.fi/Tietoa-ja-ohjeita/kilpailuasiat/kartellit-ja-muut-horisontaaliset-kilpailunrajoitukset/>
- Knoema. (2021, 9. joulukuuta) *What Drives Global Crude Oil Prices? Supply: OPEC*. Noudettu 10.12.2021 osoitteesta <https://knoema.com/qxvmbzd/what-drives-global-crude-oil-prices-supply-opec>
- Kokkonen, S-M. (2020, 11. huhtikuuta). Sopimus öljyntuotannon supistamisesta on vielä sinettiä vailla – G20-maat lupasivat vakautta markkinoille. *Yle*. Noudettu 09.11.2020 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-11302896>
- Kokkonen, Y., & Muilu, H. (2019, 25. tammikuuta). Kuinka kaksi itsevaltaista johtajaa saivat öljymahdin 20 vuodessa polvilleen – Mistä Venezuelan kaaos kumpuaa? *Yle*. Noudettu 17.1.2022 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10612526>
- Korterud, S. (2020, 17. joulukuuta). Miltä öljyteollisuuden tulevaisuus näyttää? *Nordea Funds Magazine*. Noudettu 03.05.2021 osoitteesta <https://nordeafundsmagazine.fi/artikkelit/milta-oljyteollisuuden-tulevaisuus-nayttaa>
- Kultti, K. (1994). Taloustieteen Nobel peliteorian kehittäjälle. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*. Noudettu 08.11.2021 osoitteesta <https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/images/stories/kak/KAK41994/KAK41994Kultti.pdf>
- Lehtonen, T. (2016, 17. helmikuuta). Moniviehäytyneisyys ja vangen dilemma. *Ajatusyh-teys*. Noudettu 08.01.2022 osoitteesta

- <https://blogs.uwasa.fi/ajatusyhteys/2016/02/17/moniviehattyneisyys-ja-vangin-dilemma/>
- Licklider, R. (1988). The Power of Oil: The Arab Oil Weapon and the Netherlands, the United Kingdom, Canada, Japan, and the United States. *International Studies Quarterly*, 32, 205–226. <https://www.jstor.org/stable/2600627>
- Lin, S.X., & Tamvakis M. (2010, helmikuu). OPEC announcements and their effects on crude oil prices. *Energy Policy*, 38, 1010–1016. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.053>
- Loderer, C. (1985, heinäkuuta). A Test of the OPEC Cartel Hypothesis: 1974-1983. *The Journal of Finance*, 40. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb05028.x>
- Loutia, A., Mellios, C., & Andriosopoulos, K. (2016, 7. tammikuuta). Do OPEC announcements influence oil prices? *Energy Policy*, 90, 262–272. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.11.025>
- Lütkepohl, H., & Kratzig, M. (2004). *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge University Press.
- Lyndon, G., & Donev, J. (2020, 31. tammikuuta). OPEC (cartel). *Energy Education*. [https://energyeducation.ca/encyclopedia/OPEC_\(cartel\)](https://energyeducation.ca/encyclopedia/OPEC_(cartel))
- Macleane, W., & Lewis, B. (2008, 17. joulukuuta). OPEC makes deepest oil cut ever to rescue prices. *Reuters*. Noudettu 08.12.2021 osoitteesta <https://www.reuters.com/article/us-opec-idUSLG66045920081217>
- Mouawad, J. (2009, 25. tammikuuta). OPEC Achieves Cuts in Output, Halting Price Slide. *The New York Times*. Noudettu 08.12.2021 osoitteesta <https://www.nytimes.com/2009/01/26/business/worldbusiness/26opec.html>
- Nash, J. (1951, syyskuuta). Non-Cooperative Games. *Annals of Mathematics*, 54, 286–295. <https://www.jstor.org/stable/1969529>
- OECD. (2021). *Cartels and anti-competitive agreement*. Noudettu 01.12.2021 osoitteesta <https://www.oecd.org/competition/cartels/>
- OPEC bulletin*. (2021, lokakuu). Organization of the Petroleum Exporting Countries. Noudettu 22.01.2021 osoitteesta

https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OB09102021.pdf

OPEC Statute. (2021). Organization of the Petroleum Exporting Countries. Noudettu 06.05.2021 osoitteesta

https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OPEC%20Statute.pdf

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2021a). *Brief History*. Noudettu 06.05.2021 osoitteesta https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/24.htm

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2021b). *Member Countries*. Noudettu 06.05.2021 osoitteesta

https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/25.htm

Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2021c). *Our Achievements @ 50*. Noudettu 20.10.2021 osoitteesta

https://www.opec.org/opec_web/en/50th_anniversary/82.htm

Pellervon taloustutkimus. (2014). *Kun kartelli menettää voimansa*. Noudettu 07.03.2021 osoitteesta <https://www.ptt.fi/ajankohtaista/kun-kartelli-menettaa-voimansa.html>

Phillips, P.C.B., & Perron, P. (1988, kesäkuuta). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75, 335–346. <https://doi.org/10.2307/2336182>

Pohjola, M. (2019). *Taloustieteen oppikirja*. Sanoma Pro Oy.

Porter, R.H. (1983). A Study of Cartel Stability: The Joint Executive Committee, 1880–1886. *Bell Journal of Economics*, 14, 301–314. <https://www.jstor.org/stable/3003634>

Ray, D. (2007). *A Game – Theoretical Perspective on Coalition Formation*. Oxford University Press. Noudettu 02.12.2021 osoitteesta <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/49736/9780199207954.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Remes, J. (2021, 10. heinäkuuta). Uhkaako öljyn nouseva hinta jo talouden toipumista? – Suurimmat riskit löytyvät aivan muualta, arvioi pääanalyytikko. *Talouselämä*. Noudettu 26.07.2021 osoitteesta <https://www-talouselama->

fi.proxy.uwasa.fi/uutiset/uhkaako-oljyn-nouseva-hinta-jo-talouden-toipumista-suurimmat-riskit-loytyvat-aivan-muualta-arvioi-paaanalyttikko/890414a3-2dac-407c-b2ec-fd87b8d98605

- Rinta-Jouppi, A. (2021a, 5. marraskuuta). *Opec+ nostaa tuotantaan korjaamaan öljyn rajua alitarjontaa – Nyt odotetaan Bidenin vastaiskua, varoitus tuli jo*. Kauppalehti. Noudettu 18.11.2021 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/opec-nostaa-tuotantaan-korjaamaan-oljyn-rajua-alitarjontaa-nyt-odotetaan-bidenin-vastaiskua-varoitus-tuli-jo/b7cf45e1-0c42-4e81-b8c8-6921106bbc0f>
- Rinta-Jouppi, A. (2021b, 2. joulukuuta). *OPEC teki ison päätöksen öljyn tarjonnasta – Barrelihinta reagoi voimakkaasti heti*. Kauppalehti. Noudettu 5.12.2021 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/opec-teki-ison-paatoksen-oljyn-tarjonnasta-barrelihinta-reagoi-voimakkaasti-heti/19d1886b-6492-4b7e-8025-f5ff1eda32fb>
- Rodrique, J-P. (2021). *OPEC Members and Countries with more than 10 Billion Barrels of Oil Reserves*. The Geography of Transport Systems. Noudettu 07.05.2021 osoitteesta <https://transportgeography.org/contents/applications/petroleum-transportation-resource/opec-members-reserves/>
- Rokka, T. (2021, 5. heinäkuuta). *Öljyn hinta inflaatiomaisessa kuohussa – OPEC hakee jälleen tuotantosopua*. Kauppalehti. Noudettu 26.07.2021 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/oljyn-hinta-inflaatiomaisessa-kuohussa-opec-hakee-jalleen-tuotantosopua/17205e7c-1abb-4b40-902a-3125f3a74a6d>
- Roslander, E. (2021, 7. heinäkuuta). *Öljyn hinta jatkaa kiriä – Asiantuntijat eivät vielä ole huolissaan, mutta jos rajapyykki lähestyy on ”jarruvaikutus ilmeinen”*. Talouselämä. Noudettu 26.07.2021 osoitteesta <https://www.talouselama.fi/uutiset/oljyn-hinta-jatkaa-kiria-asiantuntijat-eivat-viela-ole-huolissaan-mutta-jos-rajapyykki-lahestyy-on-jarruvaikutus-ilmeinen/b59ea7ce-c635-4d71-94e0-5a3a3eb93e7d>

- Ruska, M., Koljonen, T., Koreneff, G., & Lehtilä, A. (2012). Fossiliset polttoainevarat ja -markkinat. *VTT Technology*. Noudettu 22.01.2022 osoitteesta <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2012/T28.pdf>
- Smart, J. (2020, 2. huhtikuuta). *Ever Wondered How Oil Companies Play the Profit Game?* Towards Data Science. Noudettu 08.11.2021 osoitteesta <https://towardsdatascience.com/ever-wondered-how-oil-companies-play-the-profit-game-541750a24266>
- Smith, J. L. (2005). Inscrutable OPEC? Behavioral Test of the Cartel Hypothesis. *The Energy Journal*, 26, 51–82. <https://www.jstor.org/stable/41323051>
- Statistical Review of World Energy*. (2020). Statistical Review of World Energy – all data, 1965-2019. BP. Noudettu 26.05.2021 osoitteesta <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Suni, P. (2012, 4. huhtikuuta). Raakaöljyyn liittyvät riskit ovat suuria. *Tilastokeskus*. Noudettu 22.01.2022 osoitteesta https://www.stat.fi/artikkelit/2012/art_2012-04-04_002.html?s=0
- Suni, P. (2016, 22.maaliskuuta). Öljykriisit, tuotannon sopeutuminen ja raakaöljyn hinta. *Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA*. Noudettu 26.05.2021 osoitteesta <https://www.suhdanne.fi/artikkelit/oljykriisit-tuotannon-sopeutuminen-ja-raakaoljyn-hinta/>
- Suutarinen, J. (2021, 24. kesäkuuta). *Öljyn tuleva hintabuumi voi olla vihoviimeinen – Tynnyrihintaan ennustetaan hurjaa heittelyä*. Kauppalehti. Noudettu 10.11.2021 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/oljyn-tuleva-hintabuumi-voilla-vihoviimeinen-tynnyrihintaan-ennustetaan-hurjaa-heittelya/ccae4d03-6e94-40f0-8343-05d50a7e83b8>
- Terhemaa, A. (2021, 18. lokakuuta). *RAAKA-AINEET: Öljyn hinta monivuotisella ennätystasolla - tuotannon lisäykset takkuavat*. Kauppalehti. Noudettu 18.11.2021 osoitteesta <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/raaka-aineet-oljyn-hinta-monivuotisella-ennatystasolla-tuotannon-lisaykset-takkuavat/1ab6dd01-06ff-455d-9ce1-6b070a470a4e>.

- Tertzakian, P. (2006). *A Thousand Barrels a Second: The Coming Oil Break Point and the Challenges Facing an Energy Dependent World*. McGraw-Hill.
- Tilvis, V. (2016, 31. toukokuuta). *Pieni peliteoriakirja*. Avoimet oppimateriaalit ry. Noudettu 08.11.2021 osoitteesta <https://www.mayk.fi/wp-content/uploads/2017/06/peliteoria.pdf>
- Varian, H.R. (2010). *Intermediate Microeconomics A Modern Approach*. W.W. Norton & Company.
- Verleger, P.K. (1990). Understanding the 1990 Oil Crisis. *The Energy Journal*, 11, 15–33. <https://www.jstor.org/stable/41322669>
- Wald, E.R. (2020). Is OPEC's power the oil market broken? [Opinion]. Bloomberg. *Houston Chronicle*. Noudettu 06.01.2022 osoitteesta <https://www.houstonchronicle.com/business/energy/article/Is-OPEC-s-Power-Over-the-Oil-Market-Broken-15567851.php>
- Wikberg, O. (2021). *Johdatus kilpailuoikeuteen*. Talentum.
- Yergin, D. (1991). *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money & Power*. Simon & Schuster.
- Zaiontz, C. (2021). Augmented Dickey-Fuller Table. *REAL STATISTICS USING EXCEL*. Noudettu 27.11.2021 osoitteesta <https://www.real-statistics.com/statistics-tables/augmented-dickey-fuller-table/>
- ZeroHedge. (2016, 8. syyskuuta). Four Possible Outcomes Of The OPEC Meeting. *ZeroHedge*. Noudettu 08.11.2021 osoitteesta <https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Four-Possible-Outcomes-Of-The-OPEC-Meeting.html>

Liitteet

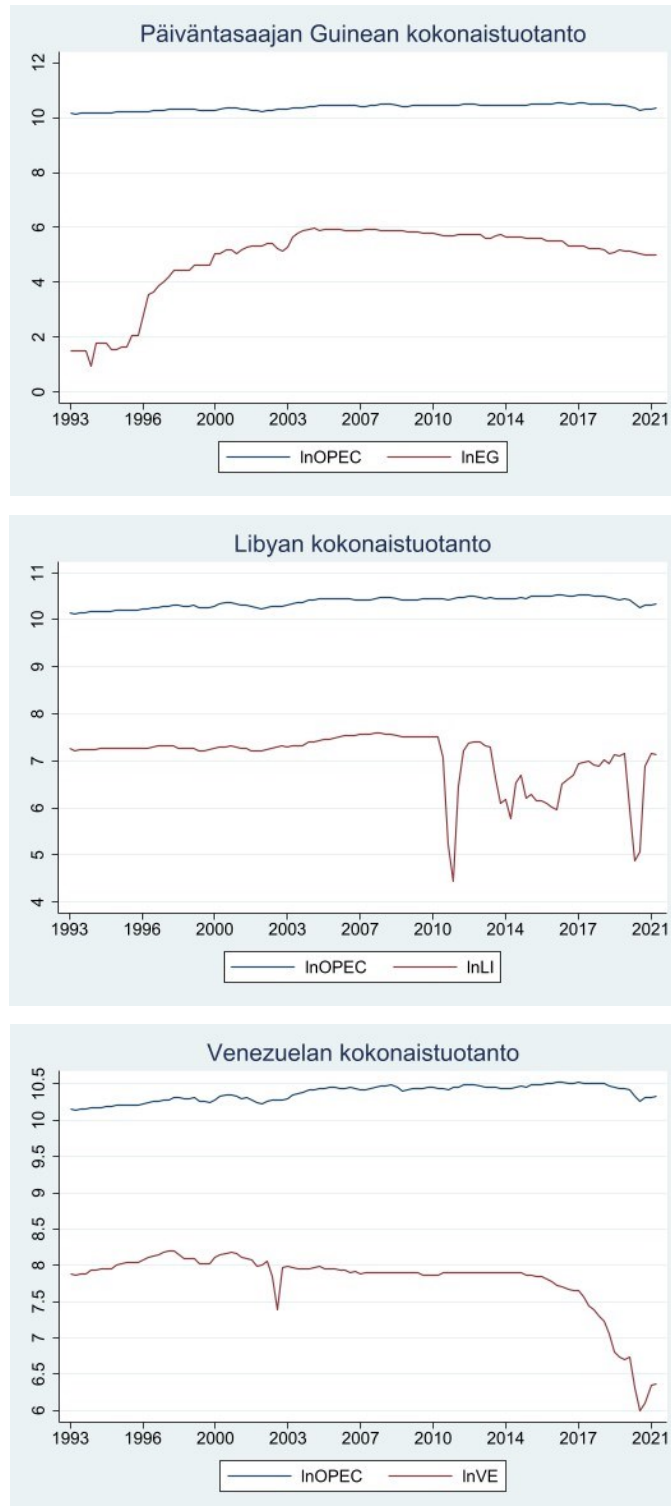
Liite 1. OPEC-järjestön jäsenmaat ja raakaöljyn tuotantomäärät

Taulukko 7. Tietoa OPEC-järjestön jäsenmaista ja raakaöljyn tuotantomääristä (Annual Report, 2001, s. 21; Annual Report, 2010, s. 15; Annual Report, 2020, s. 28; Organization of the Petroleum Exporting Countries, 2021b).

Jäsenmaat	Liittymis- vuosi	Sijainti	Raakaöljyn tuotanto (tb/d) *			Tuotannon muutos (%)	
			2000	2010	2020	2000–2010	2010–2020
Algeria	1969	Afrikka	808	1,258	897	55,69 %	-28,70 %
Angola	2007	Afrikka	N/A	1,790	1,253	N/A	-30,00 %
Kongo	2018	Afrikka	N/A	N/A	287	N/A	N/A
Päiväntasaajan Guinea	2017	Afrikka	N/A	N/A	114	N/A	N/A
Gabon	1975	Afrikka	N/A	N/A	191	N/A	N/A
Iran	1960	Lähi-itä	3,671	3,706	1,985	0,95 %	-46,44 %
Irak	1960	Lähi-itä	2,552	2,401	4,049	-5,92 %	68,64 %
Kuwait	1960	Lähi-itä	2,101	2,297	2,434	9,33 %	5,96 %
Libya	1962	Lähi-itä	1,405	1,559	368	10,96 %	-76,40 %
Nigeria	1971	Afrikka	2,031	2,060	1,587	1,43 %	-22,96 %
Saudi-Arabia	1960	Lähi-itä	8,273	8,284	9,182	0,13 %	10,84 %
Arabiemiiri- kunnat	1967	Lähi-itä	2,251	2,304	2,802	2,35 %	21,61 %
Venezuela	1960	Väli- Ame- rikka	2,897	2,287	500	-21,06 %	-78,14 %
Yhteensä			27,965	29,222	25,649	4,50 %	-12,23 %

*toissijaisen lähteen perusteella, N/A = Not Applicable, ei sovellettavissa.

Liite 2. Yhteisintegraatiotesteistä poisjääneiden jäsenmaiden kokonaistuotantoaikaasarjat Q1/1993-Q2/2021



Kuvio 13. Jäsenmaiden kokonaistuotannot 1993–2021.