



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Viivi Suomi

Ulkomainen talouskehitys Suomen talouskasvun ennustamisessa

Pienen avotalouden hypoteesin toteutuminen

Laskentatoimen ja rahoituksen akateeminen yksikkö
Taloustieteen pro gradu -tutkielma
Taloustieteen maisteriohjelma

Vaasa 2022

VAASAN YLIOPISTO**Akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Viivi Suomi	
Tutkielman nimi:	Ulkomainen talouskehitys Suomen talouskasvun ennustamisessa : Pienen avotalouden hypoteesin toteutuminen	
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri	
Oppiaine:	Taloustieteen koulutusohjelma	
Työn ohjaaja:	Juuso Vataja	
Valmistumisvuosi:	2022	Sivumäärä: 73

TIIVISTELMÄ:

Tutkielman aiheena on ulkomainen talouskehitys Suomen talouskasvun ennustamisessa. Tarkemmin ottaen tutkitaan, toteutuuko pienen avotalouden hypoteesi Suomen oloissa. Pienen avotalouden hypoteesin mukaan pieni avotalous on erittäin riippuvainen muiden maiden taloudellisesta tilanteesta ulkomaankaupan kautta. Tutkielmassa pyrittiin selvittämään, heijastuuko ulkomaankauppakumppanien talouskehitys pienen avotalouden talouskasvuun. Ulkomaista talouskehitystä arvioitiin Suomen suurimpien kauppakumppanien BKT-lukujen ja ulkomaankauppapainoilla luodun muuttujan avulla ja tarkasteltiin, kuinka hyvin luotu malli ennustaa pienen avotalouden BKT:n kasvua ja toteutuuko pienen avotalouden hypoteesi tältä osin. Testaamisessa käytettiin autoregressiivisestä jakautuneiden viiveiden (ADL) mallista muunneltua mallia ja sitä analysoitiin regressioanalyysin avulla. Analyysi toteutettiin aikavälillä 1990-2020 vuosiaineistolle. Ulkomaisen aktiviteetin sisältäviä malleja vertailtiin yksinkertaiseen autoregressiiviseen malliin (benchmark-malli), jossa Suomen talouskasvua selittää viivästetty Suomen BKT. Benchmark-mallia täydennettiin ulkomaisella aktiviteetilla, jotta voitiin testata, parantaako ulkomaisen talouskehityksen lisääminen mallin ennustekykä. Selittäviä ulkomaisia BKT-muuttujia konstruointiin yhteensä kolme, ja ne rakennettiin Suomen 16, 8 ja 6 suurimman kauppakumppanin BKT-arvoja käyttäen. Malleja vertailtiin pääasiassa ennustevirheen ja korjatun selityssasteen avulla. Malleja testattiin eri viiveillä, jotta löydettiin ennustevirheen minimoiva (ja selityssasteen maksimoiva) tulos. Ulkomaisen aktiviteetin lisääminen vaikutti positiivisesti mallin antamiin ennustetuloksiin: pääasiassa ulkomaisen BKT-muuttujan lisääminen malliin pienensi ennustevirhettä ja paransi selityskykyä. Parhaat tulokset antoi malli, jossa Suomen BKT oli viivästetty yhdellä periodilla ja ulkomainen BKT kahdella periodilla. Osaa malleista testattiin aikajaksolla 1995-2005, ja tällä ajanjaksolla testatuista malleista havaittiin pienin ennustevirhe. Tämä periodi valittiin tarkasteluun, sillä ennustemalleja tahdottiin testata myös ajanjaksolla, jolle ei osu merkittävää taluskriisiä. Aikajaksolla havaintoja oli vain 11 kappaletta, jolloin korjattu selityssaste jäi pieneksi eivätkä parametristimaatit olleet tilastollisesti merkitseviä.

Mallien vertailussa todettiin, että Suomen BKT:n ennustekykä parantaa ulkomaankauppakumppaneilla konstruoidun muuttujan lisääminen malliin. Tämän osalta saadaan vahvistusta pienen avotalouden hypoteesille Suomen talouden oloissa. Analyysin tulosten luotettavuuden arvioinnissa ei havaittu suuria rikkomuksia regressioanalyysin olettamuksia vastaan. Tuloksissa saatiin myös viitteitä siitä, että ulkomaisen muuttujan konstruointiin riittäisi kuuden suurimman kauppakumppanin BKT-luvut painotettuna kunkin maan ulkomaankauppapainoilla. Tämä tulos on merkittävä siinä mielessä, että se osoittaa, että ulkomaankauppapainotetun muuttujan konstruointiin ei ole tarvetta sisällyttää mahdollisimman kattavaa määrää kauppakumppaneita.

AVAINSANAT: bruttokansantuote, ulkomaankauppa, talouskasvu, talousennusteet, aika-sarja-analyysi, estimointi, regressioanalyysi

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Pieni avoin talous	9
2.1	Pienen avotalouden hypoteesi	9
2.2	Suomi – pieni avoin talous	13
3	Kansainvälisen suhdannekehityksen konstruointi	17
3.1	BKT kansainvälisen suhdannekehityksen mittarina	17
3.2	Data	21
3.3	Ulkomaankauppapainotetun muuttujan konstruointi	25
4	Pienen avotalouden hypoteesin testaus	28
4.1	Menetelmä	28
4.2	Data	31
4.3	Ennustemallin testaus	37
4.3.1	Mallin selitysaste	39
4.3.2	Mallin ennustevirhe	39
4.4	Tulokset AR (1)- ja SOE (2)-malleista	40
4.5	Tulokset SOE (3)- ja SOE (4)-malleista	43
4.6	Tulokset 1995-2005	46
4.7	Yhteenveto	48
4.8	Analyysin tulosten luotettavuuden arviointi	56
5	Johtopäätökset	63
	Lähteet	66
	Liitteet	71
	Liite 1. Mallien ennusteet	71
	Liite 2. Mallien residuaalit	72

Kuvat

Kuva 1. Kysyntäerien vaikutus BKT:n kasvuun. (Suomen Pankki 2019)	20
Kuva 2. Suomen BKT:n autokorreloituneisuus.	35
Kuva 3. Benchmark-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuvio.	57
Kuva 4. SOE (2)-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuvio.	58
Kuva 5. SOE (3)-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuvio.	59
Kuva 6. SOE (3) 1995-2005-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuvio.	60

Kuviot

Kuvio 1. Ulkomaankaupan suhde bruttokansantuotteeseen - Suomi ja maailma.	14
Kuvio 2. Ulkomaankaupan suhde bruttokansantuotteeseen – Suomi ja verrokkimaat.	15
Kuvio 3. Suomen suurimmat kauppakumppanit 1980-2020.	21
Kuvio 4. Suomen suurimmat kauppakumppanit 1990-2020.	22
Kuvio 5. Suomen suurimpien kauppakumppaneiden BKT-luvut.	23
Kuvio 6. Suomen ja sen suurimpien kauppakumppaneiden BKT-luvut esitettynä logaritmisella asteikolla.	24
Kuvio 7. Ulkomainen BKT ja Suomen BKT vuosina 1989-2020	26
Kuvio 8. Mallien residuaalit.	51
Kuvio 9. Mallien antamien ennusteiden vertailu.	53
Kuvio 10. Toteutuneen BKT:n ja mallien antamien ennusteiden vertailu.	54

Taulukot

Taulukko 1. Data ja datamuunnokset.	32
Taulukko 2. Muuttujien kuvailu.	33
Taulukko 3. Vuosittaisen BKT-kasvun korrelaatiot.	34
Taulukko 4. Laajennetun Dickey-Fuller-testin tulokset.	36
Taulukko 5. AR (1)- ja SOE (2)-mallien tulokset.	40
Taulukko 6. SOE (3)- ja SOE (4)-mallien tulokset.	44
Taulukko 7. Mallien tulokset ajanjaksolla 1995-2005.	47
Taulukko 8. Yhteenveto mallien tuloksista.	49
Taulukko 9. Mallien antamien ennusteiden kuvailu.	55
Taulukko 10. Mallien residuaalien kuvailu.	56
Taulukko 11. Residuaalien normaalijakautuneisuus.	61

1 Johdanto

Avoin talous on kansatalous, joka käy ulkomaankauppaa muiden talouksien kanssa. Suurin osa maailman maista on avoimia, mutta avoimuudessa on myös eroavaisuuksia. Avoimuutta voidaan mitata esimerkiksi sillä, kuinka suuri prosenttiosuus maan bruttokansantuotteesta tulee ulkomaankaupasta. Pienen avotalouden hypoteesin mukaan talous on merkittävästi riippuvainen muista maista ulkomaankaupan kautta. Huomattava riippuvuus kansainvälisestä talouskehityksestä ja laaja altistuminen ulkoisille rahoitusmarkkinoille ovat ominaisia piirteitä pienille avoimille talouksille. Ulkomainen talouskehitys on olennainen asia, joka vaikuttaa taloudelliseen aktiviteettiin pienessä avoimessa taloudessa. Tilastojen mukaan maailman talouksien avoimuus on lisääntynyt ulkomaankaupan kasvaessa 2000-luvulla. Avoimuuden kehitys on ollut voimakasta jo valmiiksi avoimissa, pienissä talouksissa, ja avoimuuden lisääntymisen myötä on tullut entistä tärkeämmäksi ottaa ulkomainen suhdannekehitys huomioon ennustettaessa talouskasvua.

Perinteisen määritelmän mukaan pienet avoimet taloudet ovat laajasti avoimia kansainväliselle kaupalle, ja kauppa on olennainen osa niiden taloudellista toimintaa. Pienten avoimien talouksien hintatasoon, korkoihin ja taloudelliseen kehitykseen vaikuttaa olennaisesti muiden maiden reaalin taloudellinen kehitys. Erityisesti maailman johtavat taloudet vaikuttavat koko maailman talouteen ja sitä kautta myös pieniin avotalouksiin. Kansainvälisen taloudet sokit heijastuvat pieniin talouksiin ulkomaankaupan kautta voimakkaammin, koska kokonaiskysynnästä ja -tarjonnasta merkittävä osuus on ulkomaankauppaa. Näin ollen pienet avoimet taloudet ovat alttiina monille ulkopuolelta tuleville reaali- ja rahoitusmarkkinahäiriöille. Maailmanlaajuinen finanssikriisi korosti erityisesti rahoitusmarkkinoiden ja reaalitalouden välisen yhteyden tärkeyttä. Lisäksi pienillä avoimilla talouksilla on usein vaikeuksia harjoittaa itsenäistä rahapolitiikkaa vapaan pääoman liikkuvuuden ja pitkälle integroituneiden rahoitusmarkkinoiden vallitessa. (Kuosmanen & Vataja 2021) Intuitiivisesti ja myöhemmin tässä tutkielmassa tehtävän tarkastelun seurauksena voidaan todeta, että Suomi on pieni avoin talous. Iso osuus Suomen bruttokansantuotteesta muodostuu ulkomaankaupasta – sekä viennistä että tuonnista. Tämä tekee Suomen talouden haavoittuvaisemmaksi maailmantalouden suhdanteille.

Tutkielman tutkimusongelma kysymysmuodossa on: Selittääkö pienen avotalouden hypoteesi talouskasvua Suomessa? Tutkimusongelmaa lähestytään Suomen BKT-kasvun ennustamisen kautta ja pienen avotalouden hypoteesia kuvataan lisäämällä ulkomainen aktiviteetti ennustemalliin. Ulkomaista aktiviteettia mallinnetaan Suomen suurimpien ulkomaankauppakumppanien BKT-kehityksen kautta.

Pienen avotalouden BKT:n kasvun ennustamista on tutkittu jonkin verran, mutta useimmat tutkimukset keskittyvät tarkastelemaan rahoitusmarkkinamuuttujia, kuten korkoeron ja osakemarkkinoiden selityskykyä. Kuosmanen ja Vataja (2021) lisäsivät rahoitusmarkkinamuuttujien lisäksi malliin ulkomaisen aktiviteetin. Ulkomaisena aktiviteettina he käyttivät Yhdysvaltojen BKT-lukuja. Tutkimuksessa todettiin ulkomaisen BKT:n parantavan ennustekykyä yhdessä rahoitusmarkkinamuuttujien kanssa, mutta Yhdysvaltojen BKT-luku on todennäköisesti liian karkea mittari ulkomaisen aktiviteetin kuvaamiseen ennustemallissa. Tässä tutkielmassa on tarkoitus tutkia nimenomaan pienen avotalouden talouskasvun ennustamista ulkomaankaupan vaikutuskanavan kautta, jolloin on luonnollista käyttää ulkomaisena aktiviteettina ulkomaankauppakumppaneiden BKT-lukuja. Tietääkseni tästä näkökulmasta tutkimusta ei ole juurikaan tehty. Monet Suomen BKT-kehitystä ennustavat tahot (Suomen Pankki, Palkansaajien tutkimuslaitos) käyttävät ennusteissaan malleja, joissa on monien muiden muuttujien lisäksi käytetty ulkomaista aktiviteettia kuvaavaa muuttujaa, joka on laskettu samaan tapaan kuin tässä tutkielmassa. Näissä rakennetuissa muuttujissa on käytetty suurempaa määrää ulkomaankauppakumppaneita kuin tässä tutkielmassa. (Palkansaajien tutkimuslaitos 2021) Lisäksi näissä malleissa on käytetty monia muita selittäviä muuttujia, sillä niillä pyritään ennustamaan mahdollisimman tarkasti BKT:n kehitystä. Tässä tutkielmassa tarkoitus on ennemminkin tarkastella, saadaanko ennustemallin ennustekykyä parannettua lisäämällä siihen ulkomaankauppakumppaneiden taloudellinen aktiviteetti. Tätä kautta saadaan selvitettyä sitä, toimiiko pienen avotalouden hypoteesi suoraan ulkomaankaupan vaikutuskanavan kautta.

Tutkielman rakenne on seuraava. Luvussa 2 käsitellään pientä avotaloutta yleisesti ja Suomen talouden avoimuutta. Luvussa 3 konstruoidaan ulkomaista suhdannekehitystä rakentamalla ulkomaankauppapainotettu muuttuja Suomen tärkeimpien kauppakumppaneiden BKT-luvuilla. Tämän jälkeen, luvussa 4, käsitellään analyysiin tarvittavat mallit, suoritetaan analyysi sekä analysoidaan tuloksia. Lopuksi johtopäätökset luvussa 5.

2 Pieni avoin talous

Tässä luvussa on tarkoitus avata sitä, millainen maa on pieni avoin talous ja kuvata, millä tavoin Suomi on pieni avoin talous. Pienen avoimen talouden määritelmä riippuu katsotakannasta ja siitä, mitä asioita maan pienuuden tai suuruuden arvioinnissa painotetaan.

Usein pienet maat ovat avoimempia ja näin ollen riippuvaisempia ulkomaankaupasta kuin suuret. Avoimuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, kuinka paljon maa käy kauppaa muiden maiden kanssa. Pienten maiden riippuvaisuus ulkomaankaupasta johtuu osittain siitä, että suurten talouksien sisäiset markkinat ovat monipuoliset ja laajat ja näin ollen suurempi osuus bruttokansantuotteesta tulee kotimaisilta markkinoilta. (Tilastokeskus 2010)

Talouden avoimuuteen on erilaisia mittareita, joista yksi on ulkomaankaupan osuus bruttokansantuotteesta (BKT). Talouden avoimuudella tarkoitetaan usein ulkomaankaupan kokonaistaloudellista suuruutta, jota mitataan tavaroiden ja palvelujen ulkomaankaupan (vienti + tuonti) bruttoarvon suhteella bruttokansantuotteeseen. Talouden avoimuus voi tarkoittaa myös muita ilmiöitä, mutta tässä tutkielmassa tarkoitus on kuitenkin kuvata nimenomaisesti ulkomaankaupan kokonaistaloudellista suuruutta. (Haaparanta ja muut 2017)

2.1 Pienen avotalouden hypoteesi

Ensin tulee tarkastella, millainen maa on pieni avoin talous. Yksinkertaisesti sanottuna, pieni avoin talous voidaan määritellä niin, että se on talous, jonka kansainväliset liiketoimet eivät merkittävästi vaikuta kauppakumppaninsa tai muun maailman kokonaistuotantoon. (Salvatore 2015)

Talouden kokoa voidaan arvioida esimerkiksi vertaamalla maan bruttokansantuotteen arvoa koko maailman bruttokansantuotteen kokoon. Täsmennettäköön vielä, että tässä lopputyössä maan koosta puhuttaessa tarkoitetaan nimenomaisesti talouden kokoa.

Maailman suurimmat taloudet ovat selkeällä erolla seuraaviin Kiina ja Yhdysvallat. Maailmanpankin tilastojen mukaan, vuonna 2020 Kiinan osuus maailman bruttokansantuotteesta on ollut 18,3 % ja Yhdysvaltojen 15,8 %. Tilastossa on käytetty ostovoimapariteetin mukaan laskettua bruttokansantuotetta. Kolmanneksi suurin talous on Intia 6,8 prosentin osuudella. Intian jälkeen tulevat Japani (4 %), Saksa (3,4 %) ja Venäjä (3,1 %). Euroopan Unionin osuus koko maailman bruttokansantuotteesta on 14,9 %. EU on siis merkittävä talousalue maailman mittakaavassa. Suomen osuus maailman BKT:sta on 0,21 %, joka on Pohjoismaista pienin. Ruotsin osuus on 0,42 %, Norjan 0,27 % ja Tanskan 0,26 %. Euroopan suuriksi miellettyjen talouksien, kuten Ison-Britannian ja Ranskan osuudet maailman BKT:sta olivat vuonna 2020 noin 2,3 %. (Maailmanpankki 2020) Näihin lukuihin peilaten voidaan todeta, että ainakin kaikki Pohjoismaat ovat pieniä talouksia. Selkeästi suuria talouksia ovat Kiina, Yhdysvallat ja Intia. Karkeasti arvioituna, alle 2 prosentin osuutta maailman BKT:sta voidaan pitää mittarina sille, että maa lasketaan pieneksi taloudeksi. (Kuosmanen & Vataja 2021)

Usein talouden koko on yhteydessä myös talouden avoimuuteen. Talouden avoimuutta voidaan mitata erilaisilla tavoilla. Yleisimpiä tapoja mitata talouden avoimuutta ovat esimerkiksi maan ulkomaankaupan osuus bruttokansantuotteesta. Maan ulkomaankaupan osuus bruttokansantuotteesta lasketaan prosenttilukuna. Samaa periaatetta käytetään avoimuusindeksissä. (The Global Economy 2020) Talouden koko ei suoraan korreloi talouden avoimuuden kanssa, mutta jotain suuntaviivoja se antaa. Esimerkiksi avoimuusindeksiä tarkasteltaessa huomataan, että maailman suurimmat taloudet, kuten Yhdysvallat, Kiina, Intia ja Japani ovat kaikkien maiden listauksen alaosassa eli ne ovat keskiarvoa suljetumpia talouksia. Pienet maat, kuten Malta ja Viro ovat listauksen yläpäässä. Toisaalta taas Suomea paljon suurempi Saksa on Suomen yläpuolella listassa.

Talouden avoimuuteen vaikuttavat monet muutkin asiat kuin talouden koko, mutta talouden koolla on merkitystä – usein isoilla talouksilla on pieniä suuremmat kotimarkkinat, jolloin kauppavaihto ei välttämättä ole maalle niin tärkeää.

Yksi pienen avoimen talouden piirre on siis se, että avoin talous on niin pieni, että sen oma taloudellinen toiminta ei vaikuta merkittävästi muun maailman talouteen. Pienen talouden kotimaiset säästöt ja sijoitukset eivät myöskään vaikuta huomattavasti maailmankorkoihin. (Sørensen & Whitta-Jacobsen, 2010 s.98) Toinen pienen avotalouden tunnuspiirre on, että näiden maiden kotitaloudet ja yritykset voivat lainata ja ottaa lainaa kansainvälisten markkinoiden määräämällä korolla - sen velan korkotaso tulee markkinoilta annettuna. (Guerron-Quintana 2013) Pienen avoimen talouden hypoteesi voidaankin määritellä niin, että maan oletetaan ottavan hinnat annettuna ulkomaailmasta markkinoilta. (Appelbaum ym. 1979)

Pienessä erikoistuneessa taloudessa kotimainen talouskehitys ei merkittävästi vaikuta maailmantalouteen, mutta kotimaisten tavaroiden hinta voi vaihdella suhteessa ulkomaisten tavaroiden hintaan, koska kotimainen talous on erikoistunut sellaisten tavaroiden tuotantoon, jotka ovat epätäydellisiä substituutteja ulkomailta tuotetuille tavaroille. (Sørensen & Whitta-Jacobsen, 2010 s.688)

Lähes kaikki Länsi-Euroopan maat, myös isoimmat kuten Iso-Britannia, Ranska ja Saksa ovat pieniä verrattuna maailmantalouden kokoon. (Sørensen & Whitta-Jacobsen, 2010 s.98). Nämä kuitenkin nähdään tarkastelutavasta riippuen myös isoina talouksina. Suurimmalle osalle maailman maista oletus siitä, että maa on niin pieni, ettei sillä ole vaikutusta maailmantalouteen, on varsin perusteltu. Poikkeuksina tästä ovat taloudellisesti erittäin suuri maa tai suuri alue. (Sørensen & Whitta-Jacobsen, 2010 s.686) Suuriksi talouksiksi määritetään yleensä maailman markkinoihin vaikuttavia isoja talouksia kuten Yhdysvallat ja Japani. Toisin kuin pienten talouksien, suurten talouksien korot määräytyvät niiden kotimarkkinoiden mukaan. (Guerron-Quintana 2013)

Suurien ja pienten maiden ero nähdään usein siinä, että suurissa talouksissa viennillä ja tuonnilla on pieni rooli taloudellisessa toiminnassa. Perinteisesti maan avoimuuden mittana on käytetty viennin plus tuonnin suhde BKT:hen. Suurempi luku tulkitaan yleensä merkiksi avoimemmasta (kaupallisessa mielessä) maasta. Tämä luku on myös karkea mittari siitä, kuinka paljon maan talous on riippuvainen kansainvälisestä kaupasta. Mitä enemmän maa tuo ja vie, sitä riippuvaisempi maa on kansainvälisistä markkinoista. (Guerron-Quintana 2013)

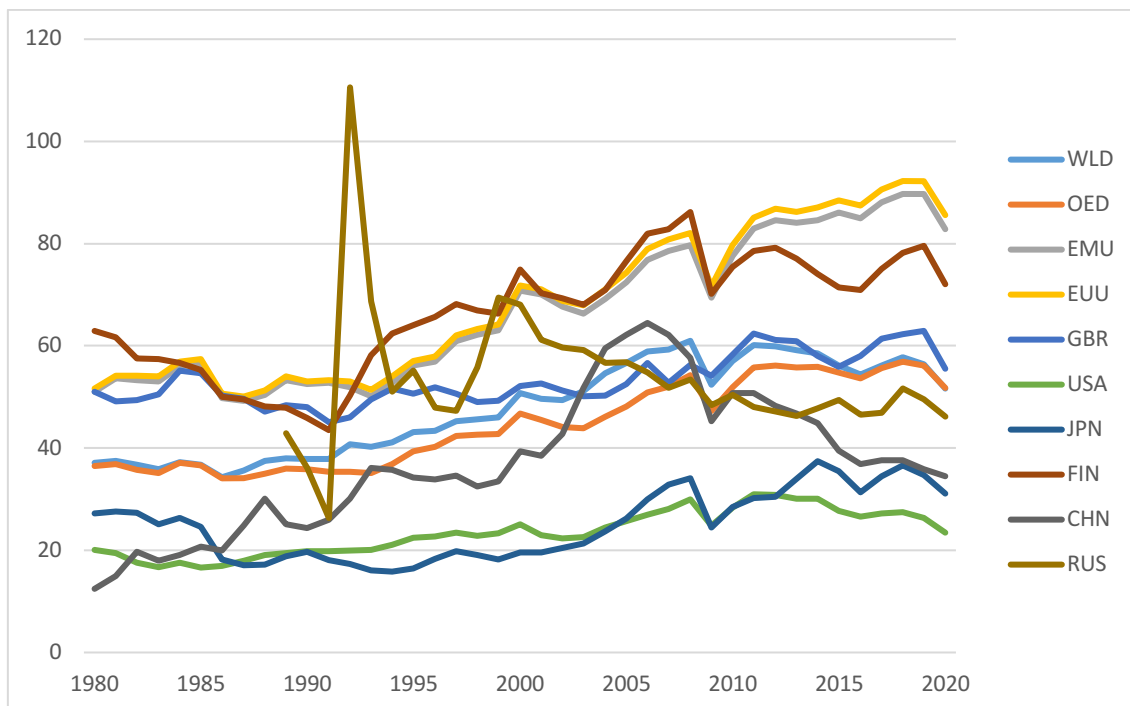
Pienten avoimien talouksien makrotaloudellisissa malleissa oletetaan yleensä, että yksittäisellä pienellä maalla on vain vähän vaikutusta tuotteidensa hinnan ja määrän määrittämiseen maailmanmarkkinoilla. Tämä pienen maan oletus muodostaa perustan yleisesti käytetyille riippuvaisen talouden malleille (dependent-economy models), kuten Salterin (1959), Swanin (1960) ja Dornbuschin (1980) malleille. Näissä malleissa sisäinen ja ulkoinen sopeutus tapahtuu kaupankäynnin kohteena olevien tavaroiden sisäisten suhteellisten hintojen muutoksen kautta ei-kaupattujen tavaroiden suhteen. Joustavassa valuuttakurssijärjestelmässä, jos ei-kaupattujen tavaroiden hinnat ovat kiinteitä tai jäykkiä, sopeutuminen tapahtuu nimellisen valuuttakurssin muutoksen kautta. (Swift 2004)

Kuosmanen ja Vataja (2021) ovat tutkineet pienen avotalouden hypoteesin vaikutusta BKT:n kasvuun seitsemässä eurooppalaisessa pienessä avoimessa taloudessa 2000-luvulla. Tutkimuksessa ennustettiin yhdellä autoregressiivisellä ja kolmella autoregressiivisellä jakautuneiden viiveiden mallista muunnellulla mallilla. Ensimmäinen malli on nk. benchmark-malli, jossa selittävänä muuttujana on viivästetty kotimainen BKT. Kolmeen muuhun malliin lisättiin selittäviä muuttujia lisää, ja malleja verrattiin benchmark-malliin. Malleissa käytettiin viivästetyn kotimaisen BKT:n lisäksi selittävinä muuttujina ulkomaista BKT:ta (USA:n BKT), korkoeroa ja osakemarkkinoiden tuottoa. Kuosmanen ja Vatajan saama tulos vahvistaa, että vakiintuneiden rahoitusmarkkinamuuttujien (korkoero, osakemarkkinoiden tuotto) ennustekyky pätee myös pieniin avoimiin talouksiin

ja että rahoitusmarkkinamuuttajat dominoivat yleensä ulkomaista BKT-muuttujaa pienen avoimen talouden BKT:n kasvun ennustamisessa. Kuosmanen ja Vataja kuitenkin totesivat, että ennusteita voidaan selvästi parantaa sisällyttämällä sekä rahoitusmarkkinamuuttujat että ulkomainen aktiviteetti samaan ennustemalliin. Tutkimuksessa tuotiin esiin, että käytetty ulkomaisen BKT:n mittari, Yhdysvaltojen BKT, on todennäköisesti liian karkea mittari mittaamaan ulkomaista aktiviteettia ennustemallissa.

2.2 Suomi – pieni avoin talous

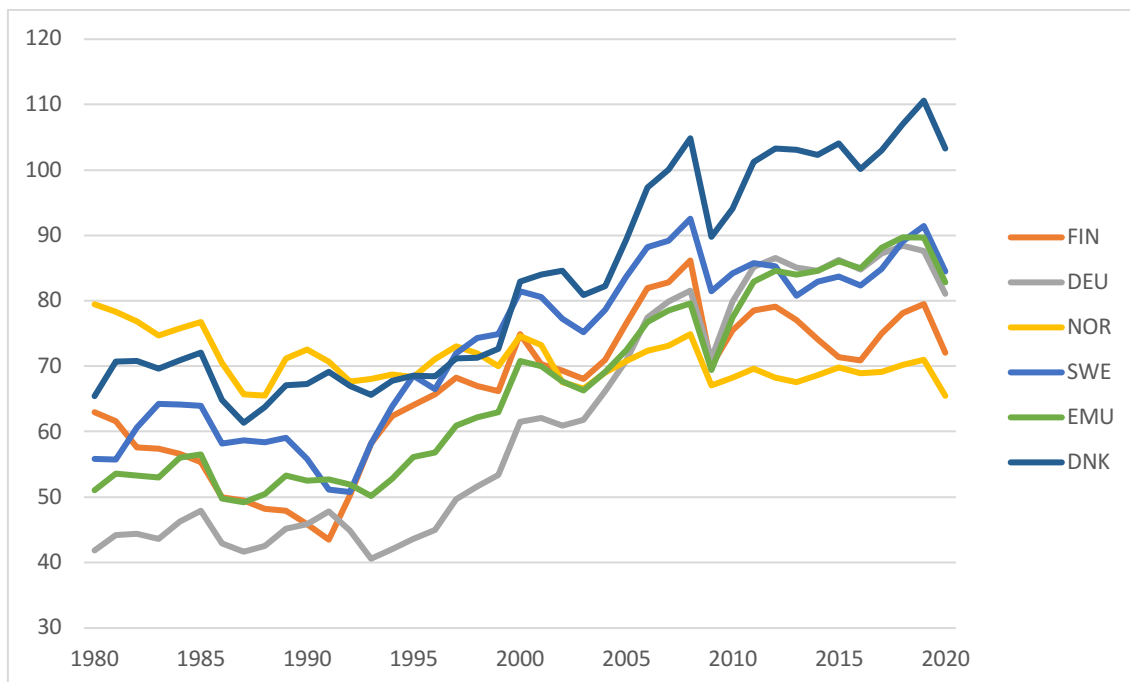
Kun tarkastellaan ulkomaankaupan suhdetta bruttokansantuotteeseen, ja sitä kautta arvioidaan talouden avoimuutta, Suomi on maailman keskiarvoa avoimempi talous (ks. kuvio 1). Ulkomaankaupan suhde bruttokansantuotteeseen on Suomessa noussut vuosien 1980 ja 2020 välillä noin 63 prosentista noin 72 %:iin. Maailman ulkomaankauppa/BKT-suhde on noussut vuosina 1980-2020 noin 40 prosentista 60 %:iin. Näin ollen Suomen avoimuus suhteessa maailman keskiarvoon (%/%) ollut trendinomaisessa laskussa. Kuviossa huomioitavaa on myöskin se, että kaikkien tarkasteluun otettujen valtioiden ja alueiden avoimuus on vähentynyt vuonna 2020. Tähän on vaikuttanut maailmanlaajuinen koronapandemia, joka puhkesi alkuvuodesta 2020. Pandemia lamautti maiden taloutta ja ulkomaankauppaa suurten sulkutoimien vuoksi.



Kuvio 1. Ulkomaankaupan suhde bruttokansantuotteeseen - Suomi ja maailma.

Maailmanpankin tilastojen mukaan Suomen ulkomaankaupan osuus bruttokansantuotteesta (BKT) ei juuri poikkea keskimääräisestä EU-maasta. 1990-luvun alusta Suomen ulkomaankaupan osuus BKT:sta nousi korkeammalle tasolle kuin EU-maiden ulkomaankaupan osuus BKT:sta keskimäärin. Vuodet 2008-2009 toivat tähän muutoksen, ja tämän jälkeen Suomen talous on ollut tällä mittarilla vähemmän avoin kuin EU-alue. EU:n lisäksi Euroopan rahaliitto (EMU) on ollut Suomea avoimempi vuosista 2008-2009 lähtien. Kuvioista huomataan, että suuret taloudet, kuten Yhdysvallat, Japani, Kiina, Venäjä ja Iso-Britannia ovat selvästi vähemmän avoimia kuin Suomi, EMU ja EU-alue. Tästä joukosta erottuvat selkeästi maailman suurimmat taloudet Yhdysvallat, Japani ja Kiina. Yhdysvaltojen kauppavaihto suhteessa BKT:seen on ollut käytännössä koko tarkasteluvälin 20-30%. Japanilla vastaava luku on vaihdellut noin 15 prosentista 35 prosenttiin.

Kuviossa 2 tarkastellaan Suomen suhteutumista Pohjoismaihin, Saksaan ja Euro-alueeseen. Tässä vertailussa Suomea vähemmän avoin on ainoastaan Norja. Kaikki muut maat ovat Suomea avoimempia. Myös tässä joukossa kaikilla talouksilla ja alueilla vuosi 2020 on tuonut pudotuksen ulkomaankaupan suhde BKT:hen-lukuun.



Kuvio 2. Ulkomaankaupan suhde bruttokansantuotteeseen – Suomi ja verrokkimaat.

Pohjoismaisessa vertailussa Suomi on jäljessä Tanskaa ja Ruotsia, mutta Norjaa edellä. Pääosin Pohjoismaat, Saksa ja EMU ovat melko avoimia talouksia. Tanskan ulkomaankaupan suhde bruttokansantuotteeseen on ollut yli 100% vuodesta 2011 lähtien. Saksa, EMU-alue ja Ruotsi ovat lähes yhtä avoimia talouksia keskenään. Suurimman kehityksen tarkastelujaksolla on tehnyt Saksa. Saksan ulkomaankaupan lisääntyminen suhteessa BKT:hen lähti kasvuun 1990-luvun puolivälissä. Tasaisin kehitys näyttää olevan Norjalla, jonka ulkomaankaupan suhde BKT:hen on koko tarkasteluajanjakson ajan ollut 78 prosentin ja 65 prosentin välissä. Norja tasaisuutta selittää maan luonnonvarat ja niiden suuri osuus ulkomaankaupasta. Norjan viennistä suuri osuus on öljyn ja maakaasun viennistä sekä meritalouden viennistä.

Suomen tapauksessa on tarpeen käydä lyhyesti läpi myös sitä, että Suomi kuuluu Euroopan rahaliittoon (EMU), jonka johdosta Suomella ei ole itsenäistä rahapolitiikkaa ja sen lyhyt korko tulee annettuna Euroopan Keskuspankilta (EKP). Itsenäisen rahapolitiikan menetys tarkoittaa esimerkiksi sitä, että Suomi ei pysty loiventamaan talouden shokin vaikutusta vientiin devalvoimalla valuuttaansa. Toisaalta useasti devalvoitu valuutta nähdään usein epävakana ja siinä koetaan olevan enemmän valuuttaan liittyvää riskiä.

Suomella on kiinteä valuuttakurssi suhteessa muuhun euroalueeseen. Sørensen ja Whitta-Jacobsen (2010) käsittelevät teoksessaan tilannetta, jossa pienellä avoimella taloudella on kiinteä valuuttakurssi. Yhteistä valuuttaa (esim. euro) käsitellään samoin kuin kiinteää valuuttakurssia, sillä koko valuuttaunionin lyhyttä korkoa säätelee unionin keskuspankki (Euroopan keskuspankki, EKP). Kiinteiden valuuttakurssien ja täydellisen pääoman liikkuvuuden vallitessa pieni avoin talous ei voi harjoittaa itsenäistä rahapolitiikkaa, koska kotimaisen koron tulee olla sama kuin sen ulkomaisen valuutan määräisten omaisuuserien korko, johon kotimainen valuutta on sidottu. Euroalueella inflaation odotetaan pitkällä ajalla vastaavan Euroopan keskuspankin inflaatiotavoitetta. Suomen tapauksessa se tarkoittaa, että mikäli Suomen inflaatio on pitkään euroaluetta nopeampaa, reaalin valuuttakurssi vahvistuu, kilpailukyky rapistuu ja vaihtotase heikkenee. (Tervala 2014) Toisaalta kiinteä valuuttakurssi voi auttaa vähentämään kotimaista inflaatiota, mikäli kotimainen valuutta on sidottu sellaisen vieraan maan valuuttaan, jonka inflaatio on todettu olevan alhainen ja vakaa. Valuuttakurssien epävarmuutta vähentämällä kiinteä valuuttakurssijärjestelmä voi myös elvyttää ulkomaankauppaa. Vaikka todisteet viittaavat siihen, että kiinteillä valuuttakursseilla (tai yhteisellä valuutalla) voisi olla merkittäviä myönteisiä vaikutuksia ulkomaankauppaan, niiden vaikutus reaalisalliseen tuloon jää usein käytännössä pieneksi. Euron käyttöönotto on lisännyt niiden osan euroalueen maista vientiä, kun taas osalla kauppavaikutukset ovat olleet melko merkityksettömiä. Yhteinen valuutta ja kiinteät valuuttakurssit pyrkivät stimuloimaan kauppaa poistamalla valuuttakurssien epävarmuutta. Yhteisen valuutan käyttöönotto teki euroalueen viejistä kilpailukykyisempiä alentamalla rajat ylittävän tuotannon kustannuksia, mukaan lukien kustannukset, jotka aiheutuvat muiden euroalueen toimittajien tuotantopanosten käytöstä. (Sørensen & Whitta-Jacobsen 2010, s. 725-728)

3 Kansainvälisen suhdannekehityksen konstruointi

Pienen avotalouden hypoteesin mukaan ulkomaankauppa on olennainen kanava, jonka kautta ulkomaiden talouden kehitys vaikuttaa pieniin avoimiin talouksiin. (Kuosmanen & Vataja 2020) Tutkielmassa testataan pienen avotalouden hypoteesin paikkansapitävyyttä siitä näkökulmasta, että pienen avotalouden talouskasvu riippuu muiden maiden talouskasvusta ulkomaankaupan kautta. Tätä varten konstruoidaan ulkomaankauppapainotettu muuttuja Suomen suurimpien kauppakumppanien osalta. Ulkomaankauppapainotetun muuttujan konstruointiin käytetään Suomen suurimpien kauppakumppanien BKT-lukuja ja osuuksia Suomen ulkomaankaupasta. Jokaisen maan osuus ulkomaankaupasta on laskettu keskiarvona viennin ja tuonnin osuuksista ja se ilmoitetaan prosentteina. Data on kerätty Suomen Tullin ylläpitämästä ulkomaankaupan tilastosta.

3.1 BKT kansainvälisen suhdannekehityksen mittarina

Bruttokansantuotetta (BKT) käytetään yleisesti kuvaamaan talouden kokoa ja sen määrän muutoksia kuvaamaan talouskasvua. Talouden vaurautta kuvatessa on tarpeen käyttää BKT:ta suhteutettuna väestöön tai työvoimaan. (Sørensen & Whitta-Jacobsen 2010, s.68) Kun halutaan vertailla maita keskenään BKT:n perusteella, on tarkoituksenmukaista käyttää per capita-tunnuslukua sen vuoksi, että maiden välisillä kokoeroilla ei ole tässä tunnusluvussa merkitystä. Muutoin talouskasvua kuvatessa käytetään yleisesti reaalisen BKT:n muutosta tai muutosta tunnusluvusta, jossa maan BKT suhteutetaan maan väestöön.

Bruttokansantuote koostuu kotimaisesta kysynnästä ja viennin osista. BKT (Y) on kotimaisen kysynnän (I+C+G) ja nettoviennin (X-M) summa. Kun avoimen, ulkomaankauppa käyvän, talouden kokonaistarjonta on yhtä suuri kuin kokonaiskysyntä, niin silloin pätee :

$$Y + M = C + G + I + X \text{ eli } Y = C + G + I + X - M,$$

jossa Y on bruttokansantuote, C on yksityinen ja G julkinen kulutus, bruttoinvestoinnit on I, tavaroiden ja palvelujen vienti X ja tuonti M. Nettovienti $X - M$ muodostuu, kun vähennetään tavaroiden ja palveluja viennin arvosta X niiden tuonnin arvo M. (Pohjola 2010)

Vaihtotase pitää sisällään tuonnin ja viennin sekä ulkomaille maksetut ja sieltä saadut tulot. Usein vaihtotaseen alijäämän ajatellaan olevan syy maan velkaantumiselle. Alijäämä usein tarkoittaa sitä, että maa on nettolainaaaja ulkomaihin nähden. Salvatore (2015) kuitenkin huomauttaa kirjassaan, että tulee muistaa, että avoimet taloudet ovat toisistaan riippuvaisia ja talouden vaihtotaseen alijäämä on muun maailman vaihtotaseen ylijäämää.

Vaihtotaseen (X-M) yli- tai alijäämän vaikuttaa suurelta osin maan nettovienti. Mikäli vaihtotase on alijäämäinen, maa velkaantuu suhteessa ulkomaihin. Pienelle avotaloudelle vienti on autonomista maan tulotasoon nähden. Se tarkoittaa, että maan vienti ei riipu vientimaan tulotasosta, vaan tuontimaan tai muun maailman tulotasosta. Vienti on siis eksogeenista. (Salvatore 2015)

Pienessä avoimessa taloudessa vienti on lisäys (samaa tapaan kuin investoinnit) talouden tulovirtaan, kun taas tuonti on poistumaa tulovirrasta (säästäminen). Tasapainoehto on:

$$I+X = S+M$$

,josta uudelleen järjestelmällä saadaan:

$$X-M = S-I$$

Tämä osoittaa, että kansantulon tasapainotasolla taloudella voi olla kauppataaseen ylijäämä, joka vastaa kotimaisten investointien ylijäämää. Toisaalta, alijäämä kauppataaseessa pitää kattaa samansuuruisella lisäyksellä kotimaisiin investointeihin kuin säästöjä, jotta ollaan tasapainotasolla. Kun vielä järjestellään termit niin, että I siirretään oikealta vasemmalle, saadaan vielä yksi hyödyllinen ja kuvaava tasapainotilan muoto:

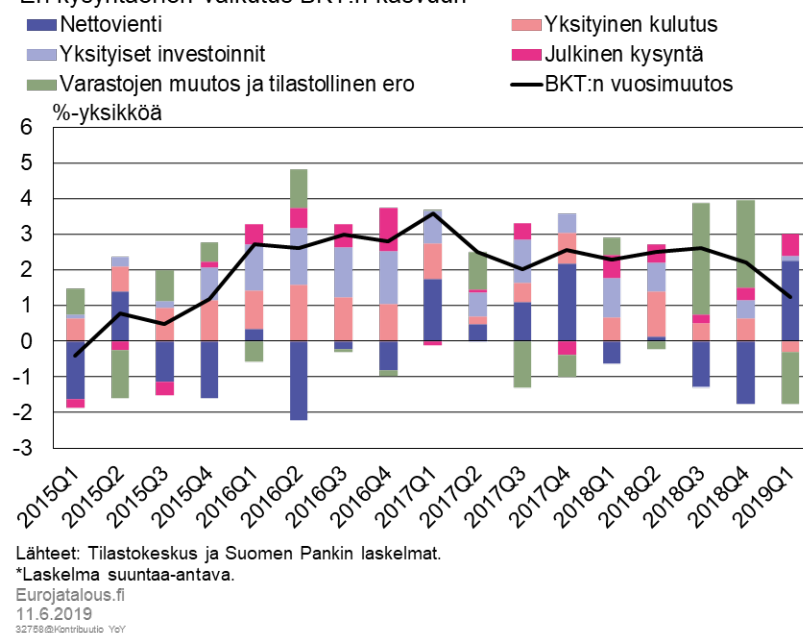
$$I+(X-M)=S$$

Termi (X-M) viittaa ulkomaisiin sijoituksiin, koska vientiylijäämä edustaa ulkomaisten varojen kertymistä. Siten yhtälö osoittaa, että kansantulon tasapainotaso, kotimainen säästäminen ulkomaisten nettosijoitusten määrällä vastaa kotimaista säästämistä. Jos tuonti ylittää viennin, termi X-M on negatiivinen siten, että kotimaiset investoinnit ylittävät kotimaiset säästöt ulkomaisten nettoinvestointien määrällä. (Salvatore 2015)

Nettovienti vaikuttaa osaltaan maan bruttokansantuotteeseen, sillä se on osa maksutasetta ja yksi BKT:n komponenteista. Pienissä avoimissa talouksissa nettoviennin osuus BKT:sta on monesti merkittävämpi kuin isoissa, suljetummissa talouksissa, joissa kotimarkkinoiden merkitys on suurempi. Nettoviennin vaikutusta voidaan tarkastella yksinkertaisuudessaan esimerkiksi tutkimalla nettoviennin osuutta BKT:sta. Kun tarkastellaan maiden nettovientiä osuutena maan bruttokansantuotteesta, niin maan koolla ei ole merkittävää vaikutusta. Lisäksi se kertoo osittain myös siitä, kuinka olennaista kansainvälinen kauppa on kyseiselle kansantaloudelle. (Strandberg 2016) Maan koosta ja BKT:n muiden komponenttien merkityksestä riippuen nettoviennin suorat vaikutukset BKT:n kasvuun ovat monitahoiset. Esimerkiksi Suomessa nettoviennin vaikutusta BKT:n kasvuun on kuvannut Suomen Pankki Euro&Talous-julkaisuissaan. Ohessa Suomen Pankin kuva (Kuva 1.) havainnollistamaan tätä.

Nettovienti kasvoi tuntuvasti, varastot pienuivät ja kysyntä heikkeni

Eri kysyntäerien vaikutus BKT:n kasvuun*



Kuva 1. Kysyntäerien vaikutus BKT:n kasvuun. (Suomen Pankki 2019)

Kuvassa on eri kysyntäerien vaikutus BKT:n kasvuun ajanjaksolla Q1/2015-Q1/2019.

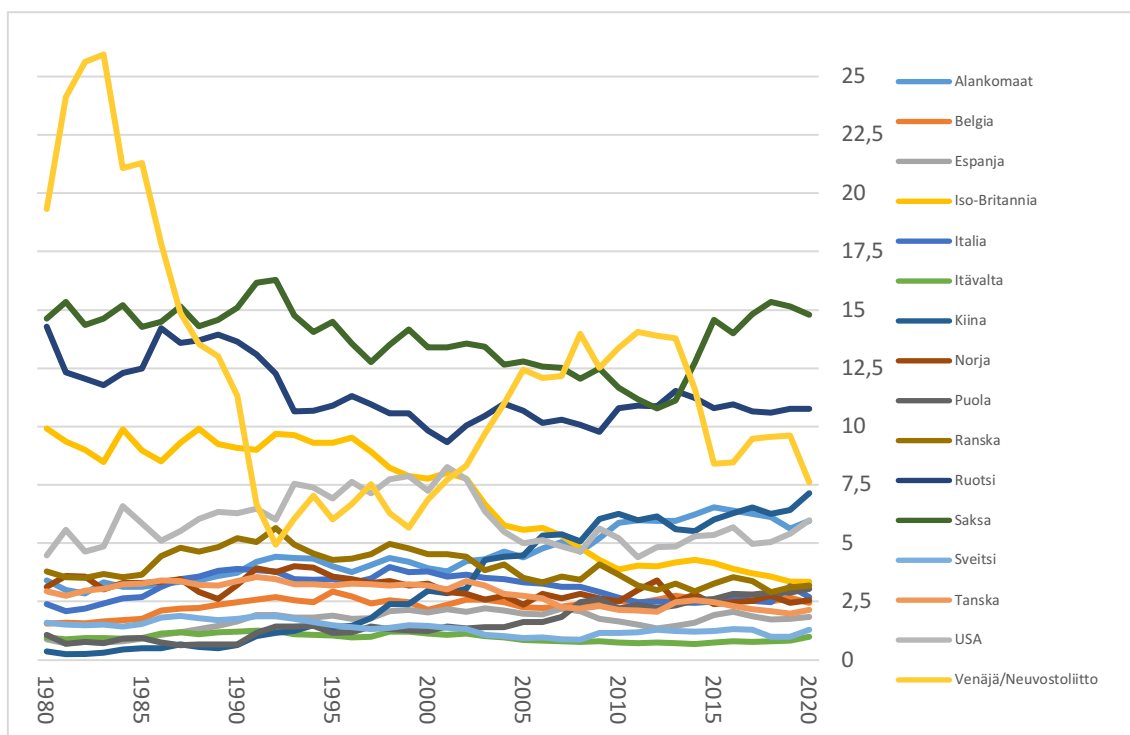
Kuvassa nettovienti on kuvattuna tummansinisellä palkilla. Tätä neljän vuoden jaksoa tarkastellessa voidaan todeta, että nettovienti ei yksinään tee muutosta bruttokansantuotteen kasvuun tai laskuun. Nettovienti näyttää kuitenkin Suomen tapauksessa olevan merkittävä osa BKT :ta.

Bruttokansantuotteen kasvun avulla kuvataan siis yleisesti talouskasvua. Aikaisempia tutkimuksia pienen avoimen talouden BKT-kasvun ennustamisesta on tehty useita. Tutkimuksissa käsitellään usein muutamia esimerkkimaita ja monissa tutkimuksissa käytetyissä malleissa selittävinä muuttujina käytetään rahoitusmarkkinamuuttujia. Esimerkiksi Kuosmanen ja Vataja (2014) ovat tutkineet, selittävätkö rahoitusmarkkinamuuttujien muutokset talouskasvua Suomessa. Yleisesti ottaen, suurin osa aiheen kirjallisuudesta on tarkastellut suurempia maita, erityisesti G7-maita.

3.2 Data

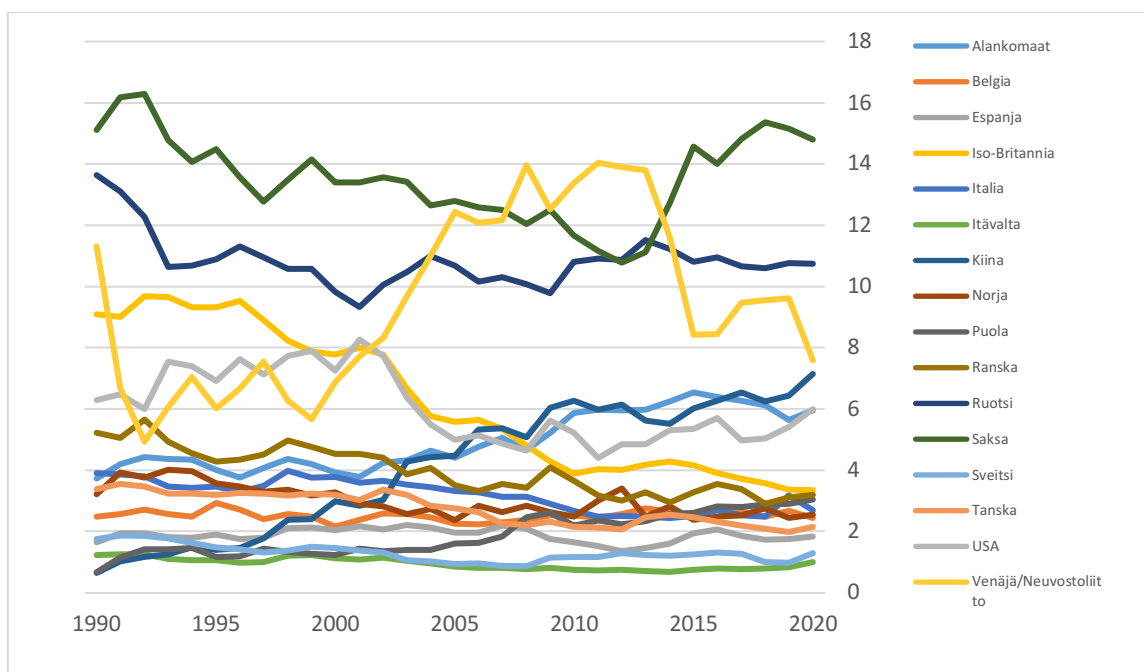
Kuten aiemmin jo mainittu, ulkomaankaupan tilastoaineisto on poimittu Suomen Tullin tilastoista. Tilastossa on eritelty Suomen 16 suurinta ulkomaankauppakumppania ja niiden osuudet Suomen viennistä ja tuonnista. Ulkomaankaupan osuus on laskettu keskiarvona viennin ja tuonnin osuuksista vuosilta 1980-2020. Data kattaa Suomen ulkomaankaupasta noin 75 % prosenttia läpi tarkastelujakson. Tarkastelujakson alusta vuoteen 2000 16 suurinta kauppakumppania kattoivat Suomen ulkomaankaupasta keskiarvolla mitattuna 81,6 %. Tarkastelujakson toisella puolikkaalla 16 suurinta kauppakumppania kattavat 76,1 %. Voitaneen siis todeta, että data kattaa merkittävän osan Suomen ulkomaankaupasta.

Oheisessa kuviossa (Kuvio 3) Suomen suurimmat kauppakumppanit vuosina 1980-2020. Maan osuus ulkomaankaupasta on esitetty prosentteina.



Kuvio 3. Suomen suurimmat kauppakumppanit 1980-2020.

Kuviosta nähdään, että Suomen suurimpien kauppakumppaneiden osalta suurin muutos on tapahtunut Venäjän kanssa käytävän ulkomaankaupan osuudessa. Venäjän (silloinen Neuvostoliitto) kanssa kaupankäynnin ollessa huipussaan vuonna 1983, sen osuus Suomen ulkomaankaupasta oli peräti 25,9 %. Tämän jälkeen ulkomaankaupan osuus lähti jyrkkään laskuun päättyen Venäjän osalta tarkastelujakson matalampiin lukuihin eli 4,9 prosenttiin vuonna 1992. Voidaankin todeta, että Venäjän osalta Suomen ulkomaankaupan osuuksissa on ollut tarkastelujaksolla suurin vaihtelu. Saksan ja Ruotsin osalta osuus Suomen ulkomaankaupasta on pysynyt koko tarkastelujakson melko tasaisena. Suurimmat osuudet Suomen ulkomaankaupasta ovat Saksalla, Ruotsilla, Venäjällä, Kiinalla, Yhdysvalloilla ja Alankomailla vuodesta 2009 lähtien. Seuraavassa kuviossa (Kuvio 4) nähdään Suomen suurimmat kauppakumppanit vuosina 1990-2020.

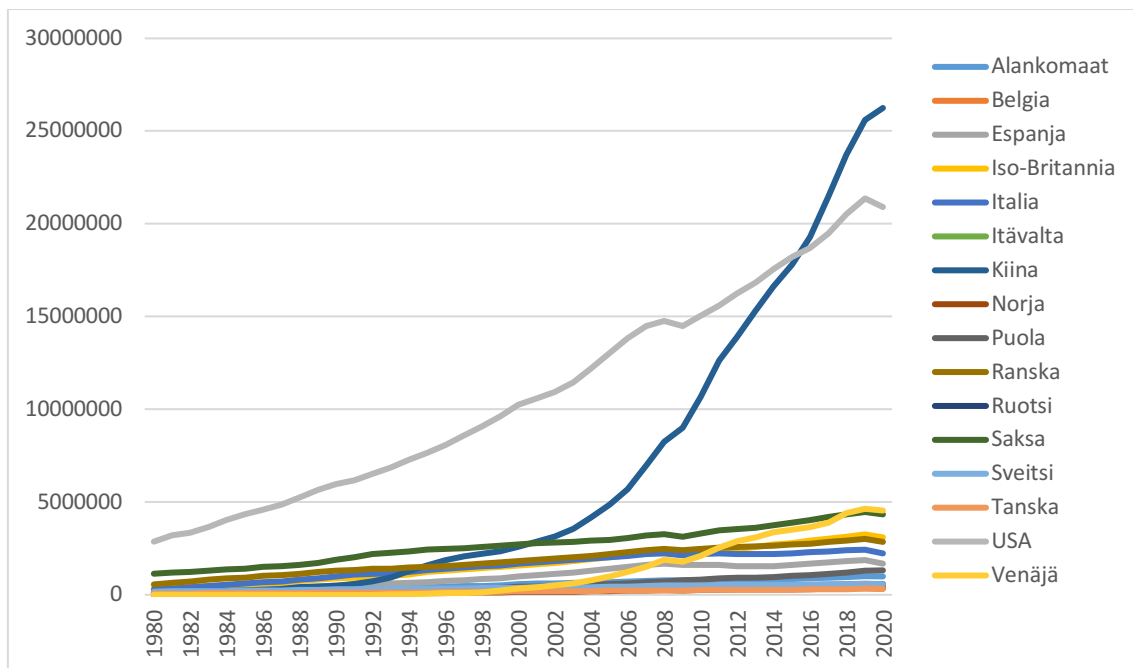


Kuvio 4. Suomen suurimmat kauppakumppanit 1990-2020.

Oheisesta kuviosta (Kuvio 4) nähdään paremmin ulkomaankaupan kumppanien osuuksien kokoluokka, kun aikajana alkaa vuodesta 1990, jolloin Venäjän (Neuvostoliiton) dominanssi Suomen ulkomaankaupasta on poistunut. Seuraavassa luvussa konstruoidaan ulkomaankauppapainotettu muuttuja 16 merkittävimmän kauppakumppanin BKT-lu-

kuja hyödyntäen. Lisäksi muuttuja muodostetaan myös 8 ja 6 merkittävimmän kauppakumppanimaan luvuilla. Muuttujiin valittujen maiden määrää määrittivät 6 merkittävimmän kauppakumppanin kohdalla se, että maiden yhteenlaskettu osuus Suomen ulkomaankaupasta on noin 50 % läpi tarkasteluajanjakson. Kun muuttujaan valittiin 6 maata, sillä myös saatiin lähes koko otosperiodin ajaksi sekä Yhdysvallat että Kiina mukaan otokseen. Vuodesta 2005 lähtien Kiina on ollut Suomen 6 merkittävimmän kauppakumppanin joukossa ja Yhdysvallat lähes koko otosperiodin ajan muutamaa vuotta lukuun ottamatta. Kahdeksan merkittävimmän kauppakumppanin yhteenlaskettu osuus Suomen ulkomaankaupasta taas on noin 60 %.

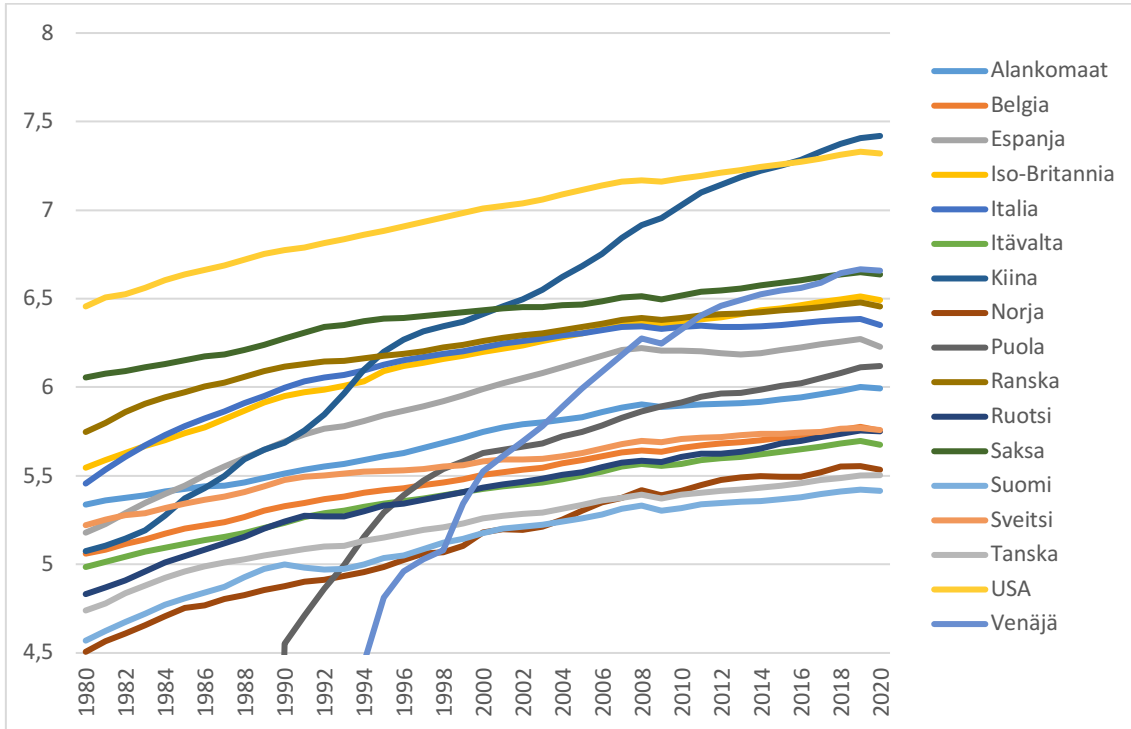
Kauppakumppaneiden BKT-luvut haettiin OECD:n tietokannasta. BKT-luvut ovat nykyhintoja korjattuna kiinteällä ostovoimapariteetilla (OECD-perusvuosi), ja ne on esitetty Yhdysvaltain dollareissa. Oheisessa kuviossa (Kuvio 5.) on esitetty kauppakumppanien BKT-luvut vuosilta 1980-2020.



Kuvio 5. Suomen suurimpien kauppakumppaneiden BKT-luvut.

Kuviosta huomataan, että Yhdysvallat ja Kiina ovat paljon suurempia talouksia kuin muut

kauppakumppanit. Maiden suuren kokoeron ja vertailtavuuden vuoksi, seuraavassa kuviossa (Kuvio 6) on esitetty BKT-luvut, joista on otettu logaritmit.



Kuvio 6. Suomen ja sen suurimpien kauppakumppaneiden BKT-luvut esitettyinä logaritmisella asteikolla.

Logaritmisessä asteikossa on helpompi vertailla ja havaita talouksien välisiä keroeroja. Kuviossa erottuvat suurimmat maat, eli Yhdysvallat ja Kiina, seuraavaksi suurimpia talouksia ovat Venäjä, Saksa, Iso-Britannia, Ranska, Italia, Espanja ja Puola. Puolan BKT-luvut ovat saatavilla vuodesta 1990 alkaen. Venäjän BKT-luvut ovat saatavilla vuodesta 1989 lähtien, mutta se saavutti asteikon alimman pykälän (4,5) vuoden 1994 BKT-luvulla. Kuviossa alimmaisena ovat Norja, Tanska ja Suomi. BKT:lla mitattuna Suomi on ollut vuodesta 2004 lähtien pienin maa vertailussa kauppakumppaniensa kanssa. Voidaan siis todeta, että Suomi käy pääsääntöisesti kauppaa itseään suurempien talouksien kanssa.

3.3 Ulkomaankauppapainotetun muuttujan konstruointi

Useissa tutkimuksissa ulkomaankauppapainotettua BKT:ta käytetään kuvaamaan ulkomaista kysyntää. (Bocoucha 2015) Esimerkiksi IMF:n julkaisussa todetaan, että kirjallisuudessa on yleinen käytäntö, että ulkomaankaupalla painotettua ulkomaista BKT:ta käytetään kuvaamaan ulkomaista kysyntää. (Leigh ym. 2017)

Myös Kuosmanen ja Vataja (2021) toteavat tutkimuksessaan, että ulkomaisen BKT:n mitta tulisi olla maakohtainen kauppapainotettu ulkomainen BKT. Tämä sen vuoksi, että pienen avoimen talouden hypoteesin mukaan ulkomaankauppa on olennainen kanava, jonka kautta ulkomaantalouden kehitys vaikuttaa pieniin avoimiin talouksiin.

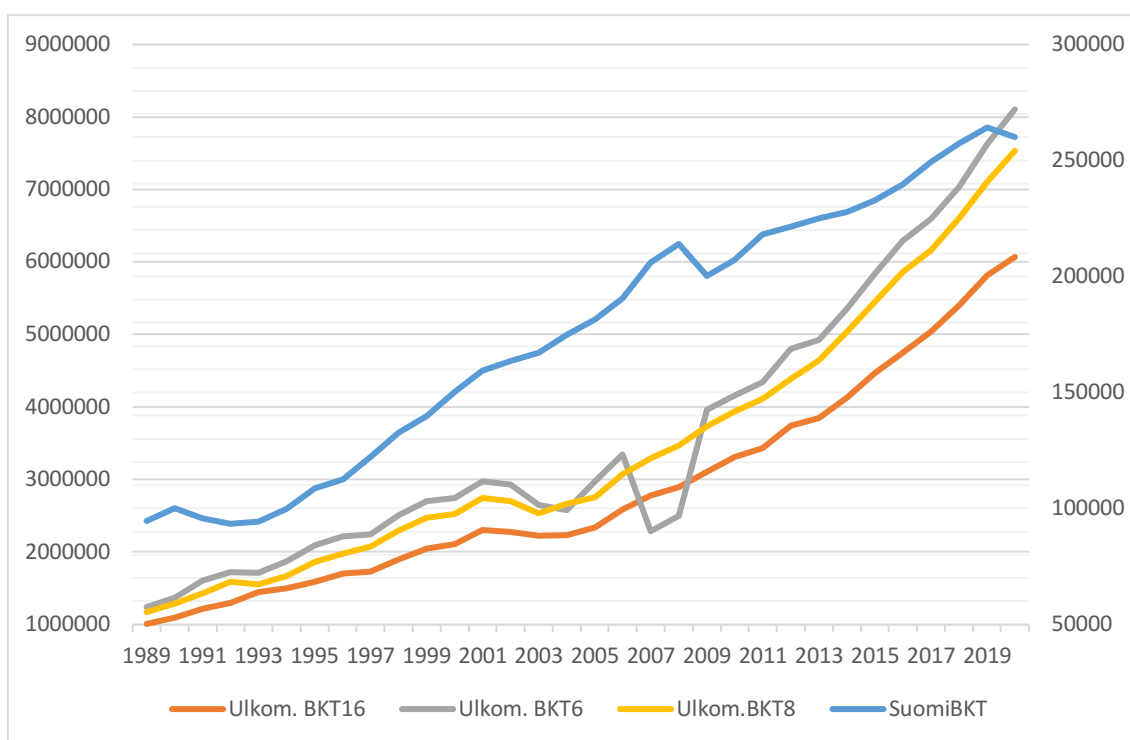
Ulkomaankaupalla painotetun BKT-muuttujan konstruointiin käytettiin BKT-lukujen lisäksi maan kauppapainot Suomen ulkomaankaupasta. Ulkomaankaupalla painotettu BKT lasketaan jokaiselle havaintovuodelle, eli vuosille 1989-2020, aritmeettisen painotetun keskiarvon mukaan. Alun perin ajatuksena oli tehdä analyysi vuodesta 1980 alkaen, mutta Neuvostoliiton ja Puolan luvuissa havaittiin puutteita vuosilta 1980-1989. Puolan luvut ovat saatavilla vuodesta 1990 eteenpäin ja Neuvostoliiton vuodesta 1989 eteenpäin. Analyysi ajoitettiin kuitenkin koskemaan vuodesta 1989, vaikka Puolan BKT puuttuu siltä vuodelta. Puolan paino Suomen ulkomaankaupasta on sinä vuonna 0,66 %, joten merkitys on erittäin vähäinen.

Laskennassa otetaan huomioon Suomen suurimpien kauppakumppaneiden BKT-luvut painotettuna, sillä osuudella, mitä maalla on Suomen ulkomaankaupasta kunakin vuonna. Tämän jälkeen kaikki summataan yhteen ja jaetaan painojen summalla. Ulkomaankauppapainotetun bruttokansantuotteen laskeminen on toteutettu mukailien Brueckner & Lederman (2015) kaavaa, jossa he konstruoivat ulkomaankauppapainotetun BKT-kasvumuuttujan. Ulkomaankauppapainotetun muuttujan ($Y_{\text{painotettu}}$) kaava voidaan kirjoittaa muotoon:

$$Y_{\text{painotettu}} = \sum_{j=1}^{16} \theta_{jt} BKT_{jt}$$

jossa θ_{jt} on maan j ulkomaankaupan osuus Suomen bruttokansantuotteesta vuonna t ja BKT_{jt} on maan j bruttokansantuote vuonna t .

Ulkomaankauppapainotetun muuttujan (ulkomainen BKT) konstruoinnin jälkeen konstruoiin muuttujat samalla kaavalla kahdeksan ja kuuden suurimman kauppakumppanin BKT-lukuja käyttäen. Muuttujien konstruoinnin jälkeen tarkastellaan, kuinka ne vertautuvat Suomen BKT:hen. Oheisessa kuviossa (Kuvio 7) on esitetty lasketut ulkomaiset BKT:t sekä Suomen BKT vuosina 1989-2020. Suomen BKT-luvut ovat asteikolla oikealla ja ulkomaisen BKT:n vasemmalla.



Kuvio 7. Ulkomainen BKT ja Suomen BKT vuosina 1989-2020

Kuviosta nähdään, kuinka sekä Suomen että ulkomainen BKT ovat olleet kasvutrendissä tarkastelujakson ajan. Kuuden suurimman kauppakumppanin BKT:sta muodostetussa

muuttujassa havaitaan suuri pudotus vuosien 2007 ja 2008 kohdalla. Tämä johtunee siitä, että näiden vuosien kohdalla Yhdysvallat ei ollut Suomen kuuden suurimman kauppakumppanin joukossa, kun muina vuosina oli. Yhdysvaltojen BKT on niin merkittävä, että se vaikuttaa lukuun suuresti, vaikka osuus Suomen ulkomaankaupasta on noin 5 % (vuodesta 2004 lähtien). Kuviosta huomataan myös, että Suomen BKT:n ja ulkomaisten BKT-lukujen mittakaavat ovat täysin eri luokkaa. Tämä johtuu siitä, että Suomen suurimmat kauppakumppanit ovat suurempia talouksia kuin Suomi, kuten huomattiin jo edellisessä luvussa, kun kuviossa 6 tarkasteltiin kauppakumppanien BKT-lukuja logaritmiasteikolla.

4 Pienen avotalouden hypoteesin testaus

Pienen avotalouden hypoteesin testauksesta puhuttaessa tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että testataan kuinka hyvin ulkomaisen BKT:n kehitys ennustaa pienen avotalouden BKT:n kehitystä. Ulkomaisena bruttokansantuotteena käytetään edellisessä luvussa rakennettua ulkomaankauppapainotettua muuttujaa. Pienen avoimen talouden hypoteesin testaus suoritetaan tässä tutkielmassa vain yhden pienen avoimen talouden kasvua ja kauppakumppaneiden talouskasvu huomioon ottaen. Tutkimuksen tuloksia ei siis voi yleistää koskemaan kaikkia pieniä avoimia talouksia, mutta se voi antaa suuntaviivoja siitä, kuinka pieni avoin talous on riippuvainen suuremmista maista.

4.1 Menetelmä

Testauksessa käytetään niin kutsuttuna benchmark-mallina autoregressiivistä (AR) mallia. Box ja Jenkins (1970) popularisoivat näiden mallien käyttöä taloudellisten muuttujien ennustamisessa, ja ne ovat menestyneet melko hyvin euroalueen ennusteiden vertailussa, ks. esim. Meese ja Geweke (1984) tai Marcellino, Stock ja Watson (2003). Taloudellisesta näkökulmasta hypoteesi on, että pysyvyys on tärkein selitys muuttujien käyttäytymiselle. (Marcellino 2007) Regressioanalyysissä selitetään y -muuttujaa x -muuttujien avulla. Kun regressioanalyysissä selitetään y -muuttujan arvoja y -muuttujan aikaisemmillä ($t-1$, $t-2$ jne.) arvoilla, on kyseessä autoregressiivinen malli.

Yksinkertaiseen AR-malliin verrataan malleja, joihin lisätään muita selittäviä muuttujia. Autoregressiivisessä jakautuneiden viiveiden mallissa (ADL) y :n selittävinä muuttujina käytetään y :n viiveiden lisäksi muiden muuttujien viiveitä. Stock ja Watson (2020, s. 570-571) esittelevät kirjassaan ADL-mallia. Malli on autoregressiivinen, koska riippuvan muuttujan viivästetyt arvot sisällytetään regressoreihin samaan tapaan kuin autoregressiossa, ja jakautunut viive, koska regressio sisältää myös toisen tai useamman selittävän muuttujan viiveitä. Yleensä ADL-mallia, jossa on riippuvan muuttujan Y_t viive p ja lisä-

muuttujan X_t viive q , kutsutaan ADL(p, q)-malliksi. ADL-mallissa oletetaan, että ADL-mallin virheiden ehdollinen keskiarvo on 0, kun otetaan huomioon kaikki Y :n ja X :n aiemmat arvot. Tämä tarkoittaa, että ADL-malliin ei kuulu ylimääräisiä Y :n tai X :n viiveitä. Toisin sanoen viivepituudet p ja q ovat todellisia viivepituuksia ja lisäviiveiden kertoimet ovat 0. Tämän tutkielman malleissa ei kuitenkaan käytetä katkeamatonta viiverakennetta, joten tutkielman mallit eivät täysin vastaa kuvausta ADL-mallista.

Autoregressiivisiin malleihin liittyy vahvasti termi autokorrelaatio. Autokorrelaatio tarkoittaa aikasarjan muuttujan havainnonajalla, $y(t)$, korrelaatiota muuttujan aikaisempien arvojen kanssa, esim. $y(t-1)$. Autokorrelaation arvo vaihtelee tyypillisesti 0-1 välillä, mutta aivan kuten Pearsonin korrelaatiokertoimen arvo, se voi saada arvoja -1-1 väliltä. Kyse autokorrelaatiossa on siis yksinkertaisesti siitä, miten saman muuttujan arvot ovat korreloituneet eri ajankohtina esim. $y(t)$ ja $y(t-1)$, tai $y(t)$ ja $y(t+1)$. (Ketokivi 2015, s. 206-207)

Tässä tutkielmassa ollaan kiinnostuneita pienen avoimen talouden hypoteesista, eli oletuksesta siitä, että pieni avoin talous on riippuvainen sen kauppakumppaneista. Tutkielmassa pienen avoimen talouden hypoteesia sovelletaan tarkastelemalla ulkomaisen BKT:n kasvun kykyä ennustaa pienen avotalouden BKT:n kasvua. Pienen avoimen talouden hypoteesin logiikka viittaa siihen, että pienet avoimet taloudet ovat pohjimmiltaan riippuvaisia ulkomaisesta taloudellisesta toiminnasta. Teoriassa siis pienen avoimen talouden hypoteesi käsittelee pitkäaikaista suhdetta ja ekonometrisesti tämä tarkoittaa, että ulkomaisten ja pienten avoimien talouksien BKT-tason välillä on yhteisintegroitunut suhde. Lisäksi pienen avoimen talouden oletus viittaa siihen, että BKT:n kasvu mukautuu ulkomaisen toiminnan kehitykseen. Tämä tarkoittaa, että ulkomainen BKT:n kasvu on ekonometrisesti heikosti eksogeenistä (ks. esim. Juselius, 2007). (Kuosmanen ja Vataja 2021). Kuten Kuosmanen ja Vataja (2021), tässä tutkielmassa ennustetaan vuosi eteenpäin.

Samoin kuin Kuosmanen ja Vataja (2021), käytetään BKT:n ennustamiseen yksinkertaista autoregressiivistä (AR) mallia. AR-malli on

$$(1) \quad y_t^1 = \alpha^1 + \beta_1^1(L)y_{t-1} + u_t^1$$

missä $y_t = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) \times 100$ ja $y_{t-1} = \ln\left(\frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}\right) \times 100$ ja $\beta_1^1(L)$ merkitsee viivepolynomia. Y_t on BKT vuonna t ja u_t on ennustevirhe. α on vakitotermin. Yläindeksit viittaavat yhtälön numeroon. Tätä mallia käytetään niin sanottuna benchmark-mallina, johon verrataan muita malleja, joihin on lisätty ulkomainen aktiviteetti.

Kuten Stock ja Watson (2003) toteavat, yksinkertaisen AR-mallin täydentäminen lisämuuttujilla on luonnollinen tapa testata, parantavatko lisämuuttujat mallin ennustekykä. Näin ollen pienten avoimien talouksien hypoteesia sovelletaan sisällyttämällä malliin sopiva ulkomainen taloudellinen aktiviteetti lisäennusteeksi. (Kuosmanen ja Vataja 2021). Seuraavat mallit ovat mukailtuja versioita autoregressiivisestä jakautuneiden viiveiden (ADL) mallista. Malleista, joihin on lisätty ulkomainen aktiviteetti lisäennusteeksi, käytetään nimitystä SOE-malli (small open economy). Ensimmäisessä tapauksessa ulkomaisena taloudellisena aktiviteettina toimii edellisessä osiossa rakennettu ulkomainen BKT-muuttuja, jossa on käytetty Suomen 16 suurimman kauppakumppanin BKT-arvoja. SOE (2)-malli määritellään seuraavasti:

$$(2) \quad y_t^2 = \alpha^2 + \beta_1^2(L)y_{t-1} + \beta_2^2(L)y_{t-1}^* + u_t^2$$

missä $y_{t-1} = \ln\left(\frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}\right) \times 100$ ja $y_{t-1}^* = \ln\left(\frac{Y_{t-1}^*}{Y_{t-2}^*}\right) \times 100$ ja $\beta_2^2(L)$ merkitsee viivepolynomia. Y_t on BKT vuonna t , Y_t^* on ulkomainen BKT, α on vakitotermin ja u_t on ennustevirhe.

Mallia testataan myös niin, että ulkomaisena aktiviteettina toimii ulkomainen BKT, joka on konstruoitu käyttäen 6 ja 8 suurimman kauppakumppanin BKT-arvoja. SOE (3)-mallissa on esitetty 6 suurimman kauppakumppanin BKT-arvoilla konstruoitu muuttuja.

$$(3) \quad y_t^3 = \alpha^3 + \beta_1^3(L)y_{t-1} + \beta_3^3(L)y_{t-1}^{**} + u_t^3$$

missä $y_{t-1} = \ln\left(\frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}\right) \times 100$ ja $y_{t-1}^{**} = \ln\left(\frac{Y_{t-1}^{**}}{Y_{t-2}^{**}}\right) \times 100$ ja $\beta_2^2(L)$ merkitsee viivepolynomia. Y_t on BKT vuonna t , Y_t^{**} on ulkomainen BKT, α on vakitotermin ja u_t on ennustevirhe.

Alla olevassa kaavassa on esitetty SOE (4)-malli, jossa ulkomaisena aktiviteettina on käytetty 8 suurimman kauppakumppanin BKT-arvoilla konstruoitua muuttujaa.

$$(4) \quad y_t^4 = \alpha^4 + \beta_1^4(L)y_{t-1} + \beta_4^4(L)y_{t-1}^{***} + u_t^4$$

missä $y_{t-1} = \ln\left(\frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}\right) \times 100$ ja $y_{t-1}^{***} = \ln\left(\frac{Y_{t-1}^{***}}{Y_{t-2}^{***}}\right) \times 100$ ja $\beta_2^2(L)$ merkitsee viivepolynomia. Y_t on BKT vuonna t , Y_t^{***} on ulkomainen BKT, α on vakitotermin ja u_t on ennustevirhe.

4.2 Data

Alun perin tarkoituksena oli tehdä analyysi vuosille 1980-2020, mutta BKT-dataa noudettaessa huomattiin Venäjän (Neuvostoliiton) ja Puolan lukujen puuttuvan vuosilta 1980-1988. Bruttokansantuotteen arvoja ei löytynyt luotettavista tietokannoista, joten analyysi tehtiin vuosien 1989-2020 luvuilla.

Malleissa käytettäviä muuttujia on yhteensä neljä: Suomen BKT:n kasvu, ulkomaisen BKT:n kasvu laskettuna 16 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuista, ulkomaisen BKT:n kasvu laskettuna 8 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuista vuosittain sekä ulkomaisen BKT:n kasvu laskettuna 6 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuista vuosittain. Tarkastelujakson ajalta 16 suurinta kauppakumppania ovat pysyneet samoina kun

taas 8 ja 6 suurimman kauppakumppanin osalta on muutoksia vuositasolla. Tarkastelujakson 1989-2020 ajalla suurimmat 8 kauppakumppania ovat vaihdelleet näiden maiden välillä: Alankomaat, Iso-Britannia, Italia, Kiina, Norja, Ranska, Ruotsi, Saksa, Yhdysvallat ja Venäjä. Ennustemallin tarkkuutta lisäisi mahdollisesti se, että malliin lisättäisiin muita selittäviä muuttujia. Tässä tapauksessa on kuitenkin tarkoitus tarkastella nimenomaisesti ulkomaankauppapainotetun muuttujan selitysasetta BKT-kasvuun.

BKT-data noudettiin OECD:n tietokannasta vuosille 1980-2020. Kuten aiemmin mainittu, tässä kohtaa käytetään lukuja vuosille 1989-2020, sillä Venäjän ja Puolan luvuissa oli puutteita. Bruttokansantuote-data otettiin vuosiaikasarjana. Lukujen vertailtavuuden parantamiseksi sekä Suomen bruttokansantuotteesta että ulkomaisista bruttokansantuotteista otettiin ensin luonnollinen logaritmi. Tämän jälkeen aineistosta otettiin vielä ensimmäiset differenssit, jotta lukuja voidaan käsitellä kasvulukuina. Kasvuluvut on laskettu vuosille 1990-2020. Taulukossa 1 on esitetty tehdyt datamuunnokset ja esitetty muuttujan nimi. Muuttujan nimenä on käytetty Statassa käytettyä muuttujan nimeä.

Taulukko 1. Data ja datamuunnokset.

DATA	DATAMUUNNOKSET	MUUTTUJAN NIMI
Y = Suomen BKT	$y_t = (\ln Y_t - \ln Y_{t-1}) \times 100$	BKT_suomi
Y^* = Ulkomainen BKT (16 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuilla laskettu)	$y_t^* = (\ln Y_t^* - \ln Y_{t-1}^*) * 100$	BKT_ulkom
Y^{**} = Ulkomainen BKT (6 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuilla laskettu)	$y_t^{**} = (\ln Y_t^{**} - \ln Y_{t-1}^{**}) * 100$	BKT6_ulkom

Y^{***} = Ulkomainen BKT (8 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuilla laskettu)	$y_t^{***} = (\ln Y_t^{***} - \ln Y_{t-1}^{***}) * 100$	BKT8_ulkom
--	---	------------

Muuttujien kuvailu tehtiin Stata-ohjelmiston avulla. Taulukossa 2 on esitetty Suomen ja ulkomaisen BKT:n kasvun keskiarvo, keskihajonta, minimi ja maksimi. Havaintoja kaikilla muuttujilla on 31 kappaletta. Pienin keskiarvo on muuttujalla BKT_suomi ja seuraavaksi pienin BKT_ulkom-muuttujalla. Suurin keskiarvo on muuttujalla BKT6_ulkom ja toiseksi suurin muuttujalla BKT8_ulkom. Tämä johtuu intuitiivisesti siitä, että Suomen 6 ja 8 suurimman kauppakumppanin joukosta löytyy useampia isoja talouksia, kun taas 16 suurimman kauppakumppanin joukosta löytyy myös pienempiä maita. Selkeästi suurin keskihajonta on muuttujalla BKT6_ulkom. Tämä suuri vaihtelu johtuu todennäköisesti siitä, että vuosina 2006-2007 Yhdysvallat ei ollut Suomen kuuden suurimman kauppakumppanin joukossa ja muina havaintovuosina oli. Keskihajonnan osalta muut muuttujat ovat melko tasaisia – loppuista muuttujista suurin keskihajonta on BKT8_ulkom-muuttujalla, seuraavaksi BKT_suomi-muuttujalla ja pienin BKT_ulkom-muuttujalla.

Taulukko 2. Muuttujien kuvailu.

MUUTTUJA	N	KESKIARVO	KESKIHAJONTA	MIN	MAX
BKT_suomi	31	3.2609	3.5473	-6.6608	8.3644
BKT_ulkom	31	5.7886	3.2792	-2.3413	11.2515
BKT6_ulkom	31	6.0592	12.1067	-38.1227	46.3991
BKT8_ulkom	31	6.0045	3.9205	-6.4092	10.8328

Taulukossa 3 on esitetty muuttujien väliset korrelaatiot. Käytännössä kannattaa tarkastella ainoastaan BKT_suomi-muuttujan korrelaatiota muiden muuttujien kanssa. Mui-

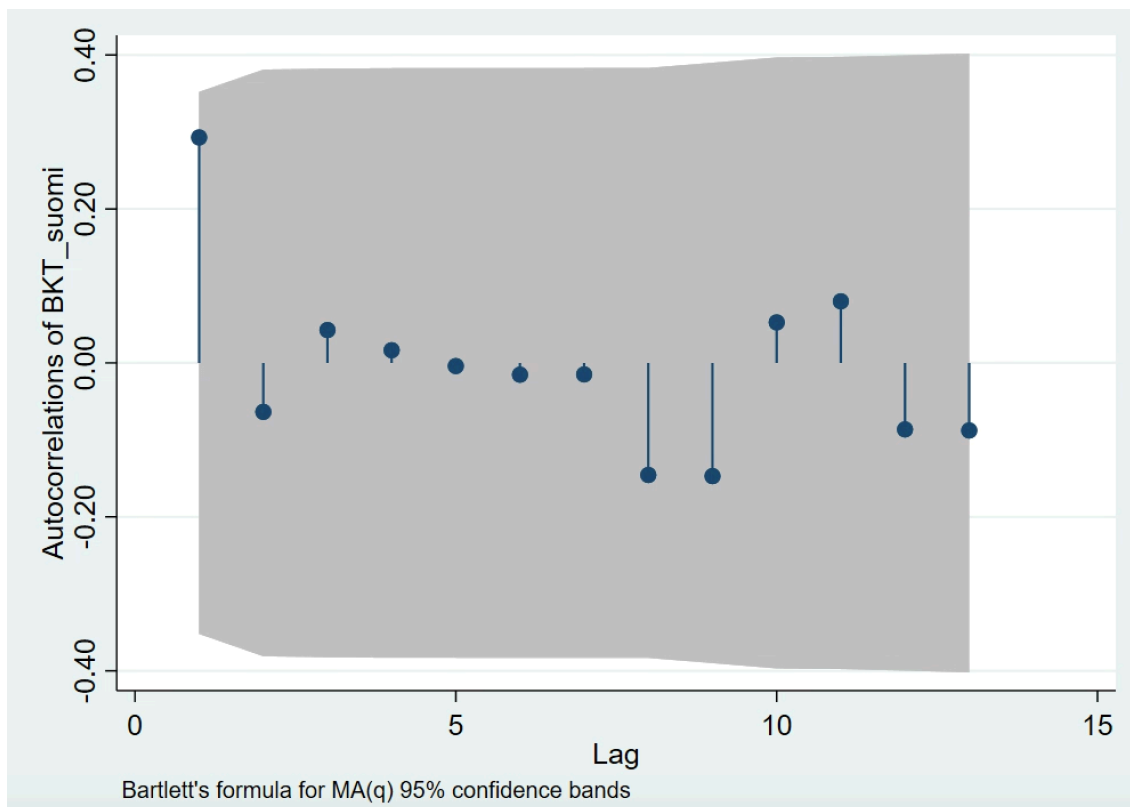
den muuttujien keskinäisten korrelaatioiden tarkastelu ei ole mielekästä, sillä ne sisältävät samojen maiden BKT_lukuja, joka automaattisesti aiheuttaa positiivista korrelaatiota muuttujien välille.

Taulukko 3. Vuosittaisen BKT-kasvun korrelaatiot.

	BKT_suomi	BKT_ulkom	BKT6_ulkom	BKT8_ulkom
BKT_suomi	1.0000			
BKT_ulkom	-0.1455	1.000		
BKT6_ulkom	-0.4854	0.2734	1.0000	
BKT8_ulkom	0.0166	0.5881	0.3548	1.0000

Kun tarkastellaan Suomen BKT-kasvun ja ulkomaisten muuttujien välistä korrelaatiota, niin havaitaan vain yhdellä olevan positiivinen korrelaatio. 8 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuilla laskettu muuttuja näyttää erittäin heikkoa positiivista korrelaatiota. Muiden kahden muuttujan osalta korrelaatio näyttää olevan negatiivista. Suomen BKT-kasvun ja ulkomaisen BKT-kasvun (BKT_ulkom) välinen luku kertoo heikosta negatiivisesta korrelaatiosta. 6 suurimman kauppakumppanin luvuilla laskettu BKT-kasvu taas näyttää olevan vahvemmin negatiivisesti korreloitunut Suomen BKT-kasvun kanssa. Kun kyse on saman periodin (t) korrelaatiosta, niin taloudellinen tulkinta tästä on se, että näyttää siltä, että Suomen taloussuhdanteen sykli ei ajoitu samoin kuin kansainvälinen taloussykli.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 2) on esitetty muuttujan BKT_suomi autokorreloituneisuus. Kuva antaa vahvoja viitteitä muuttujan autokorreloituneisuudesta viiveellä t- 1.



Kuva 2. Suomen BKT:n autokorreloituneisuus.

Autokorreloituneisuus 0.3 viiveellä 1 tarkoittaa, että Suomen BKT-kasvu ajassa $t-1$ vaikuttaa osittain Suomen BKT-kasvuun ajassa t positiivisesti. Muutoin muuttujan autokorreloituneisuus näyttää olevan vähäistä.

Autoregressiivisen mallin käyttö edellyttää, että käytettävät aikasarjat ovat stationaarisia, sillä perinteisesti autoregressiivisten mallien estimointi tehdään stationaarisille aikasarjoille. Stationaarisella sarjalla tarkoitetaan sellaista aikasarjaa, jonka ensimmäinen ja toinen momentti eli odotusarvo ja varianssi ovat äärellisiä ja vakioita yli ajan. Stationaarisen sarjan autokovarianssit eivät riipu ajasta t , vaan kahden vektorin y_t ja y_{t-h} välisestä etäisyydestä h eli viiveen pituudesta (Lütkepohl 2005, s. 24). Stationaarisen aikasarjan odotusarvon pysyminen vakiona tarkoittaa, että aikasarja pyrkii palaamaan keskiarvoonsa pitkällä aikavälillä.

Aikasarjojen stationaarisuutta voidaan tarkastella esimerkiksi kuvaajan ja erilaisten testien avulla. Aikasarjojen stationaarisuus haluttiin tässä yhteydessä tarkistaa käyttämällä

Dickey-Fuller-testiä. Laajennetulla Dickey–Fullerin yksikköjuuritestillä (Augmented Dickey-Fuller) voidaan tutkia, kuinka todennäköisesti tarkasteltavana oleva aikasarja palautuu keskiarvoonsa pitkällä aikavälillä. Epästationaarinen sarja voidaan muuttaa stationaariseksi differoimalla alkuperäinen aikasarja, mutta tässä aineistossa se on tehty jo valmiiksi, jotta aineistosta saatiin laskettua kasvuluvut. Statan `dfuller`-komento suorittaa laajennetun Dickey-Fuller-testin, jonka mukaan muuttuja seuraa yksikköjuuriprosessia. Nollahypoteesi on, että muuttuja sisältää yksikköjuuren. (Stata 2022c) Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4) esitetään Dickey-Fuller-testin tulokset käytettyjen muuttujien osalta eri viiveillä.

Taulukko 4. Laajennetun Dickey-Fuller-testin tulokset.

Muuttuja	Viive	Dickey-Fuller
BKT_suomi	0	-3.717***
	1	-3.764***
	2	-2.592*
	3	-2.633*
BKT_ulkom	0	-4.705***
	1	-3.404**
	2	-2.567*
	3	-3.988***
BKT6_ulkom	0	-5.429***
	1	-7.065***
	2	-3.268**
	3	-2.945**
BKT8_ulkom	0	-4.733***
	1	-3.954***
	2	-3.107**
	3	-2.587*

Tilastollinen merkitsevyys ilmoitettu *** 1%, ** 5% ja * 10% tasoilla

Taulukosta nähtävät tulokset näyttävät, että nollahypoteesi voidaan hylätä kaikkien muuttujien ja kaikkien testattujen viiveiden osalta 10 %:n merkitsevyystasolla. Suurin osa testien tuloksista oli merkitseviä 5 ja 1 % :n merkitsevyystasoilla. Käytännössä tilastollisesti merkitsevinä tuloksina pidetään tuloksia, jotka ovat merkitseviä 5 ja 1 % :n merkitsevyystasoilla. Voidaan siis todeta kyseessä olevien aikasarjojen olevan stationaarisia ja näin ollen niille soveltuvat siltä osin stationaarisille aikasarjoille tarkoitetut menetelmät. Kaikki muut muuttujat testatuilla viiveillä toteuttavat tilastollisesti merkitsevän tuloksen paitsi BKT_suomi viiveellä 2 ja 3, BKT_ulkom viiveellä 2 ja BKT8_ulkom viiveellä 3. Näiden viiveiden osalta tulee tarkastella saatuja tuloksia kriittisesti, sillä epästationaarisuus voi vääristää regression tuloksia. Perinteisesti ekonometrinen mallia rakentaessa muuttujien stationaarisuus on ollut ehtona luotettavien parametristimaattien saamiseksi. Epästationaarisilla aikasarjoilla estimoiduissa malleissa on riski näennäisregressioon. (Korhonen 2018)

4.3 Ennustemallin testaus

Autoregressiivisyys tarkoittaa, että esimerkiksi talouskasvua selitetään saman talouden talouskasvu-muuttujalla. Monet makrotaloudelliset muuttujat ovat autoregressiivisiä eli käytännössä muuttujien edelliset arvot ennustavat tulevia arvoja. Tässä tutkielmassa tutkitaan sitä, että saadaanko ulkomaisesta talouskasvusta (BKT) lisäarvoa Suomen talouden kasvun ennustamiseen. Mikäli näin on, voidaan todeta, että pienen avotalouden hypoteesi saa tukea. Tutkielmassa ollaan kiinnostuneita myös siitä, kuinka monta maata eli kauppakumppania ulkomaisen aktiviteetin mittaamiseen tarvitaan. Mallin testaaminen aloitetaan Suomen 16 suurimmalla kauppakumppanilla lasketun muuttujan avulla. Tämän jälkeen testataan lisäksi kahdeksan ja kuuden suurimman kauppakumppanin avulla laskettujen muuttujien selityskykyä.

Ennustemallin testaus suoritettiin Stata-analyysiohjelmiston avulla. Stata-ohjelmistosta löytyy suoraan regressiomalli, jota muokattiin nyt tarkasteltavaan malliin sopivaksi.

Stata-ohjelmistossa on "sisäänrakennettuna" muuttujien viivästysmahdollisuus. Muuttujia viivästettiin 1-3 periodilla, jotta saatiin testattua paras malli.

Ennustemalleja voi valita vertailemalla eri mallien antamia keskineliövirheiden neliöjuuria käyttäen otosjoukon sisäisiä (engl. in sample) virhetermin arvoja. Mallin ennusteen suorituskyvyn tilastolliset testit suoritetaan yleensä jakamalla tietty tietojoukko otoksen sisäiseen jaksoon, jota käytetään parametrien alustavaan estimointiin ja mallin valintaan, sekä otoksen ulkopuoliseen jaksoon, jota käytetään ennusteen suorituskyvyn arvioimiseen. Empiiristä näyttöä, joka perustuu otoksen ulkopuoliseen ennusteen suorituskyvyn, pidetään yleensä luotettavampana kuin otoksen sisäiseen suorituskyvyn perustuvaa näyttöä, joka voi olla herkempi poikkeaville havainnoille ja aineiston tarkoituksen-hakuiselle muokkaukselle (engl. data mining). Myös otoksen ulkopuoliset ennusteet heijastavat paremmin ennustajan "reaaliaikaisesti" saatavilla olevaa tietoa. (Eurostat 2015)

Tässä tutkielmassa ennustetaan otoksen sisällä. Usein mallissa käytettävät viiveet suositellaan etsittäviksi esimerkiksi informaatiokriteerien avulla, mutta tässä tutkielmassa testataan mallia Statassa käyttäen eripituisia viiveitä. Tämä sen vuoksi, että kyseessä on vuosiaineisto ja oletetaan, että kotimaisen BKT:n muutosten vaikutukset vuosittaiseen BKT:n kasvuun tapahtuvat muutaman vuoden sisällä. Lisäksi ulkomaisen BKT:n vaikutukset näkyvät todennäköisesti muutaman vuoden sisällä. Maailman rahoitusmarkkinat sekä kansainvälinen kauppa ovat todella integroituneita ja talouden shokit ja muutokset näkyvät avoimissa talouksissa nopealla syklillä.

Malleja vertaillaan selitysasteen ja ennustevirheen avulla. Yleensä korkea selitysaste merkitsee alhaisempaa virhetermin arvoa ja toisinpäin. Ennustevirhettä tarkastellaan sekä keskineliövirheen neliöjuuren avulla ja selitysastetta korjatulla selitysasteella. Eri-tyisesti tutkielmassa ollaan kiinnostuneita siitä, miten muut mallit vertautuvat nk. benchmark-malliin (AR 1).

4.3.1 Mallin selitysaste

Mallin selitysastetta mitattaessa käytetään erilaisia mittareita riippuen mallista. Regressiomallin selityskykyä mitataan yleisimmin R^2 -suureella, eli regressiomallin selitysasteella. Matemaattisesti määriteltynä R^2 on se osa y :n varianssista, joka selittyy tilastollisesti x -muuttujien avulla ja se lasketaan y :n ja $f(x)$:n korrelaation neliöstä. R^2 voi saada arvoja 0-1 (0-100 %). Mitä suurempi luku on, sitä paremmin mallin avulla pystytään selittämään y :n muutoksia. Virhetermistä tulee olennainen osa regressiofunktioita jo vähän monimutkaisempien selittävien muuttujien tapauksessa, sillä silloin selitysaste on harvoin edes lähellä 100 prosenttia. (Ketokivi 2015)

Korjattua R^2 -lukua (adjusted R^2 tai adjusted R-squared) käytetään silloin, kun halutaan verrata kahden regressioanalyysin tuloksia keskenään. Korjattu R^2 -luku ottaa huomioon mallin sisältämien selittävien muuttujien lukumäärän. Se on arvoltaan aina pienempi tai yhtä suuri kuin varsinainen R^2 -luku. Korjaus R^2 -lukuun tarvitaan sen vuoksi, että uusien selittävien muuttujien lisääminen regressioanalyysiin nostaa aina R^2 -lukua, vaikka nämä lisätyt muuttujat eivät todellisuudessa pystyisikään lisäämään selityskykyä. Silloin kun tarkasteltavana on malli, jossa selittävien muuttujien määrä pysyy samana, ei korjatun R^2 -luvun käyttäminen ole tarpeellista, mutta regressiomalleja verratessa siitä on hyötyä. (Tietoarkisto 2008)

4.3.2 Mallin ennustevirhe

Ennustevirhettä voidaan mitata erilaisilla tunnusluvuilla ja arviointikriteereillä. Ennustetarkkuutta mitattaessa käytetään usein jonkinlaista muotoa keskivirheestä, tyypillisesti ennusteiden keskineliövirheen neliöjuurta RMSE (root mean squared error). (Robertson & Tallman 1999) Keskineliövirheen neliöjuuri on ollut suosittu arviointikriteeri ennusteille sen teoreettisen relevanssin vuoksi. Se sopii hyvin vertailemaan malleja, jotka on estimoitu käyttäen samaa dataa. Keskineliövirheen neliöjuuri (RMSE) on

usein parempi vaihtoehto kuin keskineliövirhe (MSE), koska monesti ennustevirhe halutaan olevan samassa mittayksikössä kuin itse aineisto. (Hyndman & Koehler 2006).

Tässä tutkimuksessa mallin hyvyyden kriteerinä on ollut ennustetarkkuus RMSE-kriteereillä ja korjatulla selitysasteella mitattuna.

4.4 Tulokset AR (1)- ja SOE (2)-malleista

Ensin esitetään tulokset koko tarkastelujaksolle eli aikavälille 1990-2020. Mallien tulokset on kirjattu taulukkomuotoon (Taulukko 5) vertailun helpottamiseksi. Taulukon ensimmäisessä sarakkeessa on ilmaistu käytetty malli sekä käytetyt viiveet. Malleista on kirjattu taulukkoon keskineliövirheen neliöjuuri (RMSE). Taulukossa esitetään lisäksi korjattu R^2 -luku, jotta vertaileminen myöhemmin esitettyihin laajennettuihin regressiomalleihin on mahdollista. Malleista raportoidaan myös parametriestimaatit ja niiden merkitsevyys. AR- ja SOE-mallien vertailussa kiinnitetään erityistä huomiota ennustevirheeseen sekä selitysasteeseen, mutta näiden lisäksi on mielekästä tarkastella myös parametriestimaatteja ja niiden merkitsevyyttä.

Taulukko 5. AR (1)- ja SOE (2)-mallien tulokset.

Model	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\overline{R^2}$	RMSE
y_{t-1}	2.103 (0.011)	0.314 (0.057)		0.062	3.466
y_{t-1}, y_{t-1}^*	2.369 (0.059)	0.307 (0.065)	- 0.042 (0.802)	0.028	3.526
y_{t-1}, y_{t-2}^*	2.573 (0.015)	0.368 (0.024)	- 0.062 (0.626)	0.095	3.160
y_{t-1}, y_{t-3}^*	4.191 (0.001)	0.266 (0.085)	- 0.261 (0.155)	0.096	3.022

Estimaatin P - arvo suluissa. Muuttujat: *BKT_ulkom

Ensin suoritettiin AR(1) eli benchmark-ennustemalli, jossa Suomen BKT:n kasvua ennustetaan viivästetyillä Suomen BKT:n arvoilla. Mallin selitysaste oli 9,4 % ja korjattu selitysaste 6,16 %. Keskineliövirheen neliöjuuri oli 3,47. Lisää selityskykyä ei tuonut se, vaikka yksinkertaiseen AR (1)-malliin lisättiin Suomen BKT selittäväksi muuttujaksi myös kahden periodin viiveellä. Tästä saatiin indikaatiota jo aiemmassa luvussa tehdyssä BKT_suomi-muuttujan autokorrelaation testauksessa, joka näytti suurinta autokorrelaatiota yhden periodin viiveellä (t-1). Tämän havainnon vuoksi kaikissa seuraavissa malleissa Suomen BKT-kasvumuuttujaa on viivästetty yhdellä periodilla.

Tämän jälkeen suoritettiin malli, jossa selittäväksi muuttujaksi lisättiin ulkomainen BKT-muuttuja viivästettynä yhdellä periodilla. Tämän mallin selitysaste oli 9,5 % ja korjattu selitysaste 2,8 %. Keskineliövirheen neliöjuuri 3,53. Kun malli suoritettiin niin, että ulkomaista BKT-muuttujaa viivästettiin kahdella periodilla, mallin selitysaste nousi 16 % ja korjattu selitysaste 9,5 %. Keskineliövirheen neliöjuuri puolestaan laski aiemmista malleista 3,16. Huomattava parannus mallin selitysasteen ja virheen osalta oli mallissa, jossa ulkomaista BKT-muuttujaa viivästettiin kolmella periodilla. Tässä selitysaste oli 16,4 % ja korjattu selitysaste 9,7 %. Keskineliövirheen neliöjuuri 3,02, joka oli pienin testatuista malleista. Statalla testattiin myös mallia viiveillä Suomi t-2 ja ulkomainen BKT t-3 sekä Suomi t-1 ja ulkomainen BKT t-4. Nämä kuitenkin tuottivat huonomman korjatun selitysasteen sekä suuremman keskivirheen kuin aiemmin testatut viiveet. Näyttää siis siltä, että viiveillä Suomi t-1 ja ulkomainen BKT t-3 keskivirhe minimoituu ja korjattu selitysaste on tällä mallilla suurin.

Parametriestimaatit on esitetty taulukossa sekä jokaisen muuttujan osalta että vakiotermin osalta. Aikasarjan regressiomallissa vakio yksinkertaisesti osoittaa, että mikäli kaikki malliin sisältyvät selittävät muuttujat ovat nolliä tietyllä ajanjaksolla, niin riippuvan muuttujan arvo on yhtä suuri kuin vakiotermi. Muuttujien parametriestimaatit kertovat riippumattomien muuttujien ja riippuvan muuttujan välisestä suhteesta. Nämä estimaatit kertovat BKT_suomi-muuttujan nousun määrän, joka ennustettaisiin 1 yksikön kasvulla selittävässä muuttujassa. Riippumattomien muuttujien osalta tuloksia tulkittaessa

tulee ottaa huomioon, onko kerroin tilastollisesti merkitsevä. Mikäli kerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä, ei se eroa merkittävästi 0:sta, mikä tulee ottaa huomioon kertoimia tulkittaessa.

Parametriestimaattien osalta tuloksista on huomioitava, että kaikissa malleissa ulkomaisen BKT:n kerroin oli negatiivinen ja kotimaisen BKT:n positiivinen. Parametriestimaattein merkitsevyyden osalta voidaan todeta, että 5 % luottamustasolla vain toisen ja kolmannen mallin kotimaisen BKT:n estimaatti oli tilastollisesti merkitsevä. 10 % luottamustasolla sekä ensimmäisen että neljännen mallin osalta kotimaisen BKT:n kerroin oli tilastollisesti merkitsevä eli tulos oli lähes tilastollisesti merkitsevä. Kaikissa kolmessa mallissa, jossa ulkomainen aktiviteetti oli otettu mukaan, niiden parametriestimaatit eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Ensimmäisessä mallissa muuttujan BKT_suomi (t-1) kerroin, eli parametriestimaatti, on 0.314. Tämä tarkoittaa, että jokaiselle yksikölle BKT_suomi (t-1) kasvu ennustetaan 0.314 yksikön lisäystä BKT_suomi-muuttujassa, jolloin kaikki muut muuttujat pysyvät vakioina. Muuttuja ei teknisesti poikkea tilastollisesti merkitsevästi 0:sta, koska p-arvo on suurempi kuin 0.05. 0.054 on kuitenkin niin lähellä arvoa 0.05, että sitä voidaan pitää silti tilastollisesti merkitsevä. Seuraavassa mallissa BKT_suomi (t-1) kerroin on 0.307. Tämä eroaa merkittävästi 0:sta. Samassa malliin on nyt lisätty ulkomainen aktiviteetti ja BKT_ulkom (t-1) kerroin on -0.042 eli jokaista BKT_ulkom yksikkölisäystä kohden on -0.042 yksikön lasku ennustetussa BKT_suomi-muuttujassa. Tämä ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä tulos. Seuraava testattu malli antaa samankaltaiset parametriestimaatit ja myös niissä BKT_suomi (t-1) kerroin on tilastollisesti merkitsevä ja BKT-ulkom-muuttujan kerroin ei. Neljännessä testatussa mallissa, jossa selittävinä muuttujina käytettiin BKT_suomi (t-1) ja BKT_ulkom (t-3), parametriestimaatit muuttuvat hieman enemmän. Muuttujan BKT_suomi (t-1) kerroin on 0.266, joka ennustaisi 0.266 lisäystä BKT_suomi-muuttujassa, kun BKT_suomi (t-1) kasvaa yhden yksikön. Tämä ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä, sillä p-arvo on 0.085. Muuttujan BKT_ulkom osalta taas kerroin on -0.261, mutta sekään ei ole tilastollisesti merkitsevä p-arvon ollessa 0.155. Tässä mallissa muuttujan BKT_ulkom p-arvo kuitenkin on pienin.

Vakiotermien parametriestimaateista huomataan, että lähes kaikki ovat tilastollisesti merkitseviä. Ainoastaan SOE (2)-mallin (viiveet -1, -1) kertoimen p-arvo on 0.059. Tämä arvo on niin lähellä 0.05, että sitä voidaan pitää silti tilastollisesti merkitsevänä.

4.5 Tulokset SOE (3)- ja SOE (4)-malleista

Alkuperäinen ulkomaisen aktiviteetin sisältävä malli on luotu käyttäen Suomen 16 suurimman kauppakumppanin BKT-lukuja ja niistä laskettua painotettua ulkomaista BKT:ta. Tutkielman kannalta mielenkiintoista on kuitenkin testata myös mahdollisuutta sille, että riittäisikö pienempi määrä kauppakumppaneita muodostamaan ulkomaisen aktiviteetin riittävällä tarkkuudella. Tämän vuoksi luotiin kaksi uutta muuttujaa. Laskettiin siis uudelleen ulkomainen BKT, mutta se laskettiin vuositasolla kuuden ja kahdeksan suurimman kauppakumppanin BKT-luvuista painotettuna. Suomen suurimmat 6 kauppakumppania kattavat ulkomaankaupasta noin 52 % ja 8 suurinta noin 60 %. Tulokset on esitetty taulukkomuodossa (Taulukko 6) vertailun helpottamiseksi.

Taulukko 6. SOE (3)- ja SOE (4)-mallien tulokset.

Model	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\overline{R^2}$	RMSE
y_{t-1}, y_{t-1}^{**}	1.908 (0.016)	0.343 (0.069)	0.016 (0.705)		0.029	3.524
y_{t-1}, y_{t-2}^{**}	1.297 (0.181)	0.420 (0.017)	0.124 (0.061)		0.324	2.732
y_{t-1}, y_{t-3}^{**}	2.593 (0.000)	0.418 (0.004)	-0.076 (0.018)		0.092	3.030
y_{t-1}, y_{t-1}^{***}	2.979 (0.003)	0.317 (0.053)		-0.147 (0.204)	0.056	3.476
y_{t-1}, y_{t-2}^{***}	2.642 (0.012)	0.361 (0.023)		-0.068 (0.570)	0.098	3.155
y_{t-1}, y_{t-3}^{***}	2.481 (0.020)	0.290 (0.058)		0.021 (0.891)	0.012	3.159

Estimaatin P - arvo suluissa. Muuttujat: **BKT6_ulkom, ***BKT8_ulkom

Ensin testattiin mallia, jossa Suomen BKT:n lisäksi selittävänä muuttujana on BKT6_ulkomainen-muuttuja. Mallia testattiin viiveillä Suomi t-1 ja BKT6_ulkomainen t-1, t-2 ja t-3. Mallissa BKT6_ulkomainen t-1 mallin selitysaste oli 9,6 % ja korjattu selitysaste 2,9 %. Keskineliöjuuren keskivirhe oli 3,52. Seuraavaksi Statalla ajettiin malli, jossa ulkomainen BKT (BKT6_ulkom) on viivästettynä t-2. Tässä selitysaste oli 37,2 % ja korjattu selitysaste 32,4 %. Keskineliöjuuren keskivirhekin jäi matalaksi ollen 2,73. Mallin t-3 kohdalla kertoimet olivat tilastollisesti merkitseviä, mutta selitysaste (15,9 %) ja korjattu selitysaste (9,2 %) jäivät matalammaksi kuin edellisessä mallissa. Lisäksi keskineliöjuuren keskivirhe oli korkeampi (3,03).

Haluttiin myös testata BKT8_ulkomainen-muuttujan selityskykyä Suomen talouteen, jotta löydettäisiin sopivin muuttuja selittäväksi muuttujaksi tähän malliin. Tällä muuttujalla suoritettiin analyysi samoilla viiveillä kuin edellisellä muuttujalla. Tuloksista huomataan, että BKT6_ulkomainen-muuttujan selityskyky on huomattavasti parempi kuin

BKT8_ulkomainen-muuttujan. Parhaiten vertailussa pärjasi malli, jossa ulkomainen muuttuja ,BKT6_ulkom, on viivästetty kahdella periodilla. Ehkä hieman yllättävästikin, malli, joka on rakennettu käyttäen ulkomaisena aktiviteettina muuttujaa BKT8_ulkom, näyttäisi antavan pääsääntöisesti huonompia tuloksia kuin edellisessä alaluvussa käsitelty malli, jossa muuttujana (y^*) on käytetty 16 suurinta kauppakumppania.

Parametriestimaatit ovat positiivisia sekä vakiotermin että BKT_suomi-muuttujan osalta kaikilla testatuilla viiveillä. SOE (3)- malli antaa ulkomaiselle BKT:lle viiveillä t-1 ja t-2 positiivisen kertoimen ja SOE (4)-malli antaa ulkomaiselle BKT:lle positiivisen kertoimen viiveellä t-3. Viiveellä t-3 SOE (3)-mallin ulkomaisen BKT:n kerroin on negatiivinen. Myös mallin SOE (4) viiveet t-1 ja t-2 antavat ulkomaiselle BKT:lle negatiivisen kertoimen. Ulkomaisen aktiviteetin kertoimista ainoa tilastollisesti merkitsevä tulos on SOE (3)-mallilla, jossa ulkomainen BKT on viivästetty kolmella periodilla. Vakiotermin parametriestimaatit ovat kaikilla malleilla tilastollisesti merkitseviä, paitsi vertailussa parhaiten pärjänneen SOE (3)-mallin (viiveet -1, -2) osalta. Parhaimman korjatun selityksasteen ja pienimmän ennustevirheen antaneen SOE (3)-mallin parametriestimaatit otetaan vielä lähemmin tarkasteluun. Mallin antama kotimaisen BKT:n kerroin on 0.420 ja se on tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$). Tämä tarkoittaa sitä, että kun BKT (BKT_suomi t-1) nousee yhden yksikön, selitettävä muuttuja (BKT_suomi) nousee 0.42 yksikköä. Ulkomaisen BKT:n osalta kerroin on 0.124 ja se ei ole tilastollisesti merkitsevä 5 % luottamustasolla ($0.061 > 0.05$). P-arvo on kuitenkin niin lähellä 0.05, että se kannattaa kuitenkin huomioida. Joissain tapauksissa käytetäänkin 10 prosentin luottamustasoa, jolloin tämä tulos olisikin tilastollisesti merkitsevä. Kerroin tarkoittaa siis sitä, että kun ulkomainen BKT (BKT6_ulkom t-2) nousee yhden yksikön, tarkoittaa se 0.124 yksikön nousua muuttujalle BKT_suomi.

4.6 Tulokset 1995-2005

Seuraavaksi mallia testattiin aikavälillä 1995-2005. Tällä saatiin rajattua pois 90-luvun laman vaikutus sekä toisaalta myös vuodesta 2008 alkaneen finanssikriisin vaikutus. Voidaan siis todeta, että tällä aikavälillä tuloksissa ei ole merkittävää taantumaa, joka voi osaltaan vaikuttaa tuloksiin vääristämällä niitä. Mallia testattiin samaan tapaan kuin edellisissä kappaleissa, mutta malliin lisättiin aikarajaus, jossa otettiin vain muuttujat aikaväliltä 1995-2005 huomioon. Tehty aikarajaus pudotti havaintojen määrää huomattavasti, kun kyseessä on vain 10 vuoden ajanjakso ja vuosiaineisto. Tämän ajanjakson tulosten osalta täytyy korostaa, että tuloksiin on syytä suhtautua todella varovasti, kun havaintojen määrä on vähäinen. Havaintojen määrän vähyyden huomataan erityisesti korjatusta selityksasteesta, joka oli monella viiveellä testattuna miinusmerkkinen. Havaintojen vähyyden vaikutus vaikuttaa myös olennaisesti siihen, ovatko luvut tilastollisesti merkitseviä. Testatuilla malleilla minkään muuttujan parametriestimaatit eivät olleet tilastollisesti merkitseviä 5 % merkitsevyydellä, mutta yksi parametriestimaatti oli tilastollisesti merkitsevä 10 % merkitsevyydellä. Analyysiin otettiin mukaan benchmark-malli sekä mallit muuttujilla y^* ja y^{**} eri viiveillä. Ulkopuolelle jätettiin BKT8_ulkom-muuttujan (y^{***}) malli, sillä kaksi muuta mallia antoivat koko aikavälin tarkastelussa parempia tuloksia. Tulokset on esitetty koottuna taulukkomuodossa (Taulukko 7).

Taulukko 7. Mallien tulokset ajanjaksolla 1995-2005.

Model	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\overline{R^2}$	RMSE
AR (1), y_{t-1}	4.241 (0.056)	0.210 (0.511)			-0.065	2.391
y_{t-1}, y_{t-1}^*	4.298 (0.074)	0.163 (0.728)	0.052 (0.841)		-0.191	2.529
y_{t-1}, y_{t-2}^*	3.314 (0.149)	0.161 (0.676)	0.244 (0.104)		0.067	2.238
y_{t-1}, y_{t-3}^*	4.501 (0.079)	0.311 (0.333)	-0.146 (0.476)		-0.143	2.478
y_{t-1}, y_{t-1}^{**}	4.564 (0.135)	0.122 (0.823)		0.046 (0.774)	-0.186	2.523
y_{t-1}, y_{t-2}^{**}	4.081 (0.072)	0.177 (0.625)		0.087 (0.396)	-0.126	2.459
y_{t-1}, y_{t-3}^{**}	3.226 (0.079)	0.144 (0.522)		0.252 (0.066)	0.105	2.192

Estimaatin P - arvo suluissa. Muuttujat: *BKT_ulkom, **BKT6_ulkom, ***BKT8_ulkom

Kiinnostavaa tämän aikavälin havaintojen testaamisella oli, että kaikilla viiveillä testatuna malli antaa melko pienen keskineliövirheen neliöjuuren. Luonnollinen selitys tälle on, että kriisiaikoja on vaikea ennustaa, ja tällä aikavälillä niitä ei esiinny. Ensin testattiin benchmark-mallia, jossa selittävänä muuttujana toimii Suomen BKT viivästettynä yhdellä periodilla. Tämän jälkeen malliin lisättiin ulkomainen toiminta. Tässä Suomen BKT on myös viivästetty yhdellä periodilla ja ulkomainen BKT viivästettynä 1 periodilla. Tämä malli antaa selitysasteeksi 4,8 % ja korjattu selitysaste on -19,06 %. Keskineliöjuuren keskivirhe on 2,53. Seuraavaksi testattiin mallia, jossa Suomen BKT on edelleen viivästetty 1 periodilla, mutta ulkomainen BKT on t-2. Tässä tapauksessa selitysaste oli 25,39 % ja korjattu selitysaste 6,73 %. Keskineliöjuuren keskivirhe oli 2,24.

Tämän jälkeen testattiin viivästettyä ulkomaista BKT-muuttujaa periodilla t-3, mutta se antoi jälleen huonomman selitysasteen sekä korkeamman ennustevirheen. Tämän jälkeen haluttiin vielä testata samalla ajanjaksolla hyviä tuloksia antanutta BKT6_ulkom-muuttujaa, joka on ulkomainen BKT laskettuna Suomen 6 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuilla. Suomen BKT t-1 ja BKT6_ulkom t-1 antoi selitysasteeksi 5,13 % ja korjattu selitysaste -18,58 %. Keskineliöjuuren keskivirhe oli 2,52. Muuttujilla BKT_suomi t-1 ja BKT6_ulkom t-2 selitysaste oli 5,13 %, korjattu selitysaste -12,57 % ja ennustevirhe 2,45. Parhaan tuloksen tällä ajanjaksolla ja näillä muuttujilla antoi malli, jossa BKT_suomi t-1 ja BKT6_ulkom t-3. Tällöin selitysaste oli 28,4 %, korjattu selitysaste 10,5 % ja ennustevirhe 2,19. Tämä on kiintoisa tulos siinä mielessä, että sama malli tuottaa parhaan ennusteen kuin koko otosperiodilla.

Parametristimaattien osalta huomataan, että tällä aikavälillä parametristimaatit ovat myös ulkomaisen aktiviteetin osalta positiivisia lukuun ottamatta yhtä mallia (muuttujat y ja y*, viiveillä -1,-3). Havaintona tämän aikavälin parametristimaattien merkitsevyydestä todetaan, että mikään kerroin ei poikkea tilastollisesti nolasta ($p > 0.05$). Vakiotermin osalta muutamassa mallissa p-arvo on lähellä 0.05, mutta muissa parametreissa ja malleissa jäädyään tästä selvästi.

4.7 Yhteenveto

Yhteenvedossa tarkastellaan lähemmin parhaiten suoriutuneet mallit eri muuttujilla ja viiveillä. Näitä malleja verrataan benchmark-mallin (AR 1) antamiin tuloksiin ja mallien residuaaleihin. Lopuksi vielä verrataan mallien antamia ennusteita toteutuneeseen BKT-kasvuun.

Malleja verrataan ensisijaisesti AR (1)- eli benchmark-malliin, jotta voidaan arvioida tutkielman alussa asetettua tutkimuskysymystä ja sen toteutumista. Tutkielman tavoitteena oli siis selvittää, tuoko ulkomaisen aktiviteetin lisääminen ennustemalliin lisäarvoa eli toisin sanoen indikoidaan, vaikuttaako muiden maiden taloudellinen tilanne pieneen

avotalouteen ulkomaankaupan kautta. Tarkoituksena on siis tutkia, saako pienen avotalouden hypoteesi tältä osin tukea. Todetaan vielä, että mallien hyvyttä on tässä yhteydessä mitattu pääosin mallin tuottamalla korjatulla selitysasteella sekä ennustevirheen avulla. Tarkastelussa on lisäksi mallien antamat parametriestimaatit ja niiden merkittävyys. Alla taulukossa 8 on esitetty benchmark-malli sekä parhaita tuloksia antaneet mallit.

Taulukko 8. Yhteenveto mallien tuloksista.

Model	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	\bar{R}^2	RMSE
AR (1), y_{t-1}	2.103 (0.011)	0.314 (0.057)			0.062	3.466
y_{t-1}, y_{t-3}^*	4.191 (0.001)	0.266 (0.085)	- 0.261 (0.155)		0.096	3.022
y_{t-1}, y_{t-2}^{**}	1.297 (0.181)	0.420 (0.017)		0.124 (0.061)	0.324	2.732
y_{t-1}, y_{t-3}^{**} (1995-2005)	3.226 (0.079)	0.144 (0.522)		0.252 (0.066)	0.105	2.192

Estimaatin P - arvo suluissa. Muuttujat: *BKT_ulkom, ** BKT6_ulkom

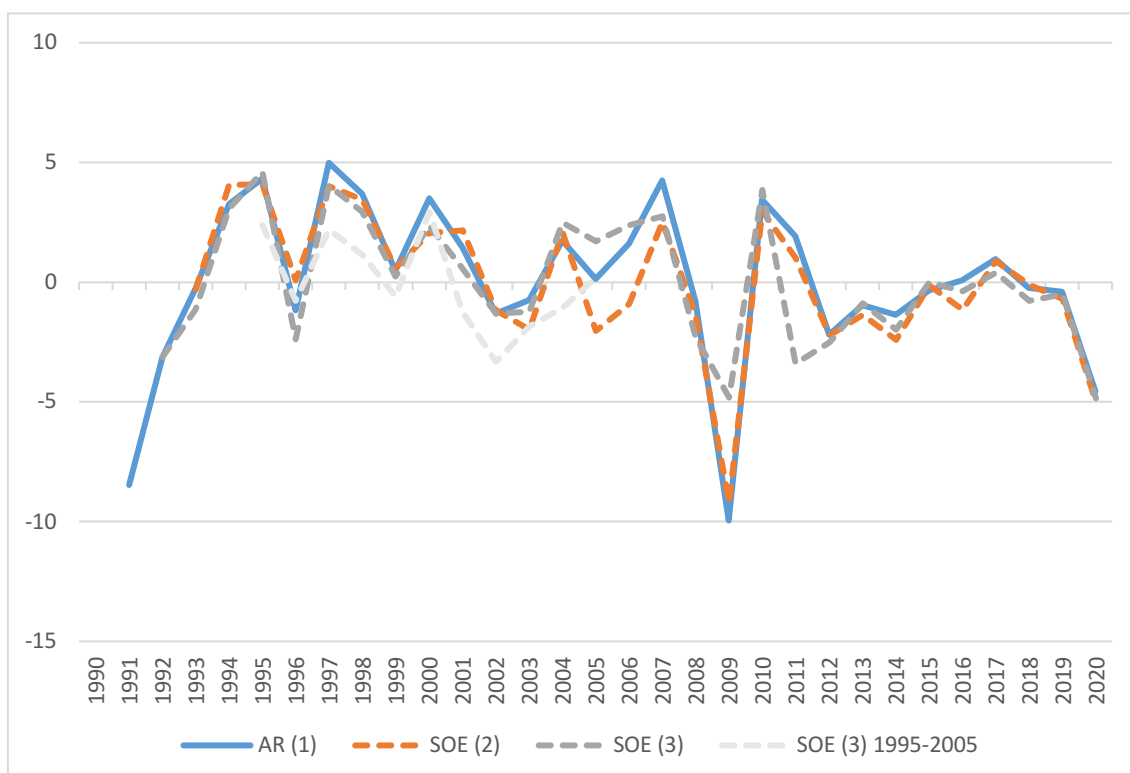
Taulukon avulla voidaan vertailla eri mallien antamia tuloksia. Kaikki tässä taulukossa olevat mallit tuottavat pienemmän ennustevirheen ja suuremman korjatun selitysasteen kuin benchmark-malli. Benchmark (AR 1)-malli tuottaa 3.466 suuruisen ennustevirheen ja 6,2 % korjatun selitysasteen. Tämä voidaan tulkita siten, että Suomen BKT:n vaihteluista 6,2 % selittyy 1 periodin viivästetyllä Suomen BKT:lla. Parametriestimaatti viivästetyn Suomen BKT:n osalta on 0.314. Tulkinta tästä on, että mikäli Suomen BKT kasvoi vuosi sitten prosentilla, tämä vaikuttaa 0,3 % nykyhetken kasvuun. Kun yksinkertaiseen autoregressiiviseen malliin (AR 1) lisätään ulkomainen muuttuja (BKT_ulkom), korjattu selitysaste nousee 9,6 prosenttiin ja ennustevirhe laskee huomattavasti (3.022). Mallin parametriestimaatit eivät ole tilastollisesti merkitseviä, pois lukien vakiotermin kerroin. Vaikka parametriestimaattien p -arvot ovatkin yli 0.05, on silti mielenkiintoista

huomata, että ulkomaisen muuttujan (BKT_ulkom) kerroin on negatiivinen. Mallin parempi selitysaste ja pienempi ennustevirhe indikoivat, että ulkomaisen aktiviteetin lisääminen parantaisi BKT:n kasvun ennustamista Suomen oloissa.

Huomattavasti pienimmän ennustevirheen tuottaa vuoden 1995-2005 luvuilla SOE (3)-malli muuttujilla ja viiveillä BKT_suomi t-1 ja BKT6_ulkom t-3. Tämän mallin osalta kuitenkin korjattu selitysaste jää 10,5 prosenttiin eivätkä parametriestimaatit ole tilastollisesti merkitseviä. On kuitenkin tärkeä havaita, että mallin osalta havaintoja oli vain 11 kappaletta, joka osaltaan vaikuttaa parametriestimaattien p-arvoihin. Se vaikuttaa myös negatiivisesti korjattuun selitysasteeseen. Edellä testatuista malleista selvästi parhaita tuloksia antoi koko tarkasteluajanjakson luvuilla SOE (3)-malli, jossa ulkomaisena aktiviteettina on käytetty ulkomaista BKT:ta konstruoituna 6 suurimman kauppakumppanin bruttokansantuotteista. Mallissa käytetyt viiveet olivat Suomen BKT:n kasvun osalta t-1 ja ulkomaisen BKT:n kasvun osalta t-2. Mallin selitysaste on 32,4 % ja ennustevirhe 2.732. Parametriestimaatit olivat osittain tilastollisesti merkitseviä. Muuttujan BKT_suomi kerroin on tilastollisesti merkitsevä ja BKT6_ulkom-muuttujan kerroin on positiivinen ja sitä voidaan pitää tilastollisesti lähes merkitsevänä 5 % merkitsevyystasolla ($p = 0.061$). Toisaalta taas vakiotermin kerroin ei ollut tilastollisesti merkitsevä (0.181). Näiden kahden mallin vertaaminen benchmark-malliin sekä malliin, jossa muuttujana on BKT_ulkom osoittavat, että ulkomaisen aktiviteetin tuomiseksi malliin saattaa riittää vain 6 merkittävimmän kauppakumppanin BKT-arvot. Toisaalta, aiemmin tarkasteltu malli, jossa muuttujana oli Suomen 8 suurinta kauppakumppania (BKT8_ulkom) näyttäisi antavan heikompia tuloksia kuin muuttujan BKT_ulkom-malli, mikä voi tarkoittaa sitä, että Suomen tapauksessa 6 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuilla laskettu ulkomainen muuttuja antaa parempia tuloksia kuin 16 suurimman kauppakumppanin luvuilla laskettu, mutta 8 suurimman kauppakumppanin luvuilla laskettu muuttuja antaa huonompia tuloksia kuin kumpikaan edellä mainituista. Tämä havainto voi tuoda haasteita riittävän ulkomaisen aktiviteetin määrittämiseen.

Kuten aiemmin on jo mainittu, SOE (3)-mallin selitysaste oli selvästi suurin testatuista malleista – sen mukaan yhdellä periodilla viivästetty Suomen BKT ja kahdella periodilla viivästetty 6 suurimman kauppakumppanin BKT-luvuista konstruoitu BKT selittäisi noin kolmanneksen Suomen BKT:n muutoksista. Tämä on erittäin mielenkiintoinen tulos ja antaisi vahvaa tukea sille, että Suomen talouteen vaikuttavat todella merkittävästi suurimpien kauppakumppanien taloudellinen tilanne.

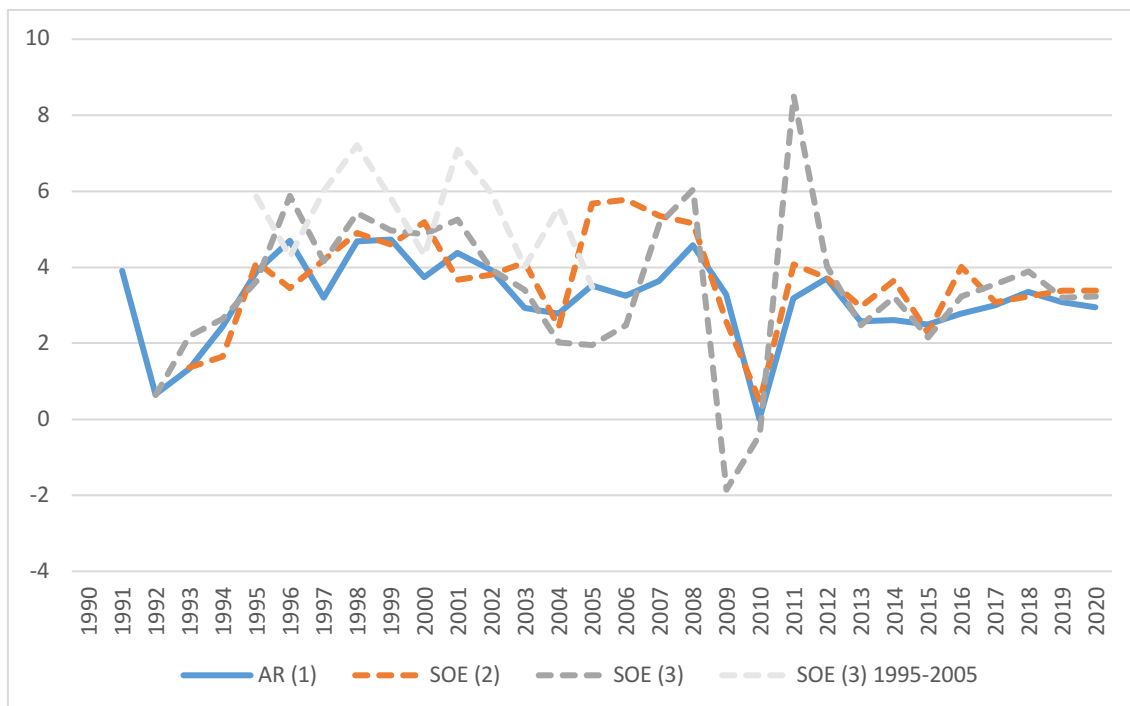
Seuraavaksi esitettyjen viivakaavioiden avulla verrataan mallien residuaaleja sekä ennusteita benchmark-malliin. Residuaalit kuvaavat mallien ennustevirheitä ja ne on esitetty seuraavassa kuviossa (Kuvio 8). Tarkemmat luvut löytyvät liitteistä (Liite 1). Residuaalien tulkinta kuvaajasta on melko yksinkertaista – mitä lähempänä kuvaaja on nolaa, sitä paremmin malli on pystynyt ennustamaan toteutuneen BKT:n. Suuret erot nolasta taas kertovat huonommasta ennustekyvystä.



Kuvio 8. Mallien residuaalit.

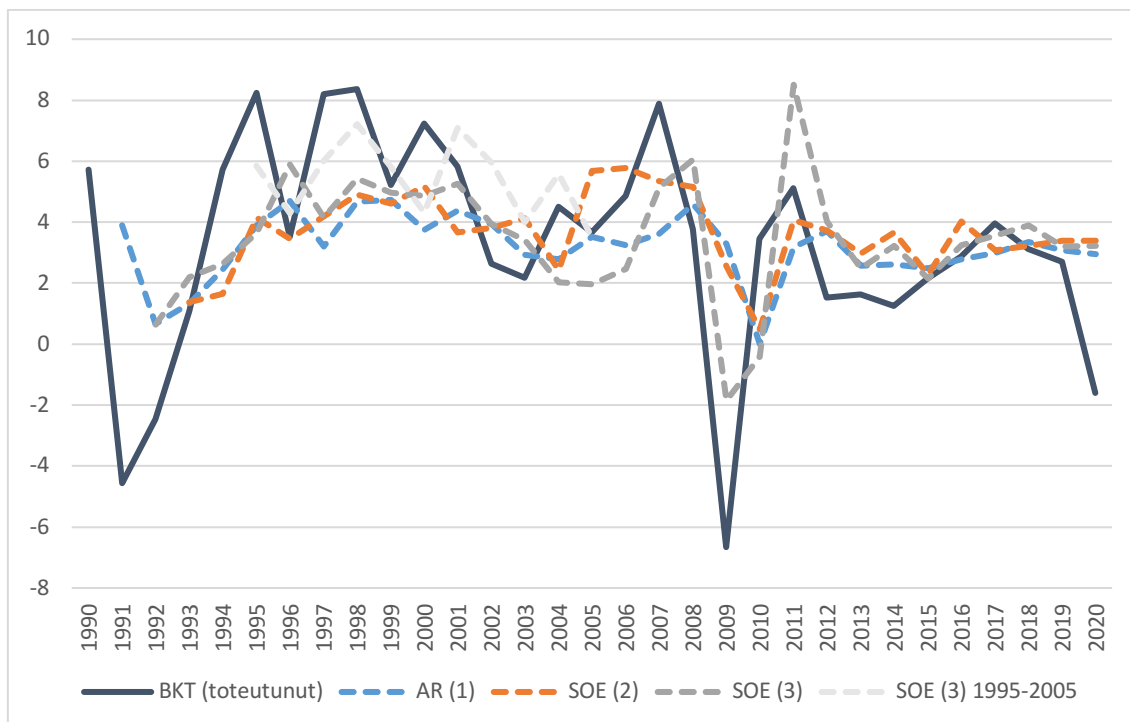
Kuviossa on kuvattuna benchmark- eli AR (1)-malli sinisellä yhtenäisellä viivalla, ja verrattavat mallit katkoviivoilla. Y-akselilla on residuaalin määrä ja x-akselilla tarkastelupe-riodi (vuosi). Residuaalit seuraavat melko tasaisesti AR (1)-mallin residuaaleja läpi ana-lyysin ajanjakson pois lukien SOE (3)-mallin, jossa ajanjaksona käytetty aikaväliä 1995-2005, residuaaleja. SOE (3)-mallin (1995-2005) residuaalit näyttävät kuvaajan perus-teella poikkeavan muista malleista. Muutoin kolmen muun mallin residuaalit näyttävät vaihtelevan suurin piirtein samaa tahtia perioideittan. SOE (3)-mallin residuaalien vaihtelu näyttää olevan valtaosin hieman loivempaa kuin AR (1)- ja SOE (2)-mallien. Jokaisen mallin osalta residuaalit saavat sekä positiivisia että negatiivisia arvoja ja ne pysyttelevät pääosin 5 ja -5 välillä. Suurinta vaihtelu on vuosien 2007-2013 välillä. Suuren vaihtelun sijoittuminen tuolle aikavälille on loogista, sillä ajanjakson alkuun sijoittuu finanssikriisi, jota malli ei pysty ennustamaan. Näyttää siltä, että mikään testatuista malleista ei ole pystynyt ennustamaan finanssikriisin aiheuttamaa pudotusta BKT:ssa.

Mallien residuaalien lisäksi tarkastellaan mallien antamia ennusteita. Kuviossa 9 on esi-tetty mallien antamat ennusteet vuosille 1991-2020. AR (1)-mallin ennusteet alkavat pe-riodilta 1991, SOE (3)-mallin periodilta 1992. SOE (2)-mallin vuodesta 1993 ja SOE (3)-mallin, jossa on käytetty aikavälin 1995-2005 arvoja, ennusteet alkavat periodilta 1995. Kuviossa 9 on kuvattuna benchmark- eli AR (1)-malli sinisellä yhtenäisellä viivalla, ja ver-rattavat mallit katkoviivoilla. Y-akselilla on kuvattuna BKT:n ennuste ja x-akselilla tarkas-teluperiodi (vuosi).



Kuvio 9. Mallien antamien ennusteiden vertailu.

Kuviosta huomataan, että SOE (3)-mallin (aikarajauksella 1995-2005) ennusteet eroavat kyseisellä ajanjaksolla eniten AR (1)-mallista. Sen ennusteiden vaihtelu on myös ollut keskimäärin suurempaa kuin muilla malleilla. SOE (3)-mallin (aikarajaus 1995-2005) ennusteiden suurempaa hajontaa selittää käytetyn muuttujan (BKT6_ulkom) suuri keskihajonta, sekä mallin antaman ulkomaisen aktiviteetin kertoimen suuruus. SOE (3)-mallissa on käytetty samaa muuttujaa, mutta ulkomaisen aktiviteetin kerroin on pienempi, joten mallin ennustamat muutokset bruttokansantuotteessa ovat loivempia. SOE (3)-malli ennustaa kuitenkin erityisesti vuosina 2006-2013 jyrkkiäkin muutoksia BKT:ssa. Vaikka tutkielman tavoitteena on selvittää, lisääkö ulkomaisen aktiviteetin lisääminen ennustemallin selityskykyä Suomen BKT-kasvun ennustamisen osalta, on mielekästä tarkastella estimoitujen mallien ennusteita verrattuna todelliseen BKT-kasvuun. Seuraavassa kuviossa (Kuvio 10) verrataan mallien ennustekykyä toteutuneeseen bruttokansantuotteeseen.



Kuvio 10. Toteutuneen BKT:n ja mallien antamien ennusteiden vertailu.

Kuviossa toteutunut BKT on merkitty tummansinisellä yhtenäisellä viivalla ja mallien antamat ennusteet katkoviivoilla. Kuvion perusteella voidaan arvioida, kuinka hyvin mallien ennusteet ovat vastanneet todellista BKT-kasvua. Kuvaajia katsoessa voidaan todeta, että mallit ovat antaneet pääsääntöisesti maltillisempia ennusteita BKT:n kehityksestä kuin toteutunut BKT. Tästä poikkeuksena on SOE (3) 1995-2005-malli, jonka keskijointa on ollut lähes yhtä suurta kuin toteutuneen BKT:n. Tämän mallin osalta näyttää, että se on ennustanut suuret vaihtelut periodin myöhässä. Mallien AR (1), SOE (2) ja SOE (3) antamat ennusteet etenevät melko samansuuntaisesti vuosina 1993-2004. Tämän jälkeen mallit antavat erisuuruisia ennusteita vuoteen 2009 asti, josta AR (1)- ja SOE (2)-mallit antavat jälleen melko samansuuntaisia ennusteita. Malli SOE (3) näyttää ennustavan suhteellisen hyvin perioideilla 2009-2010, mutta ennustaa liian suuren nousun periodilla 2011. Vuoden 2012 ennusteesta eteenpäin nämä kolme edellä mainittua mallia jatkavat taas yhdensuuntaisten ennusteiden antamista. Huomattavaa on, että AR (1)- ja SOE (2)-mallit eivät ennusta yhtään negatiivista arvoa. Myöskään SOE (3) 1995-2005-malli ei saa yhtään negatiivista arvoa.

Ennusteiden perusteella hyvin pärjännyttä mallia voidaan arvioida myös tarkastelemalla ennusteiden keskiarvoa, ja vertaamalla sitä toteutuneen BKT:n keskiarvoon sekä sillä, että minkä mallin residuaalit saavat pienimmän keskiarvon. Mallien antamien ennusteiden keskiarvoa, keskihajontaa, minimiä ja maksimia tarkastellaan taulukossa 9. Keskiarvoista lähimpänä toteutuneen BKT:n keskiarvoa (3.261) ovat mallit AR (1) (3.179), SOE (3) (3.446), SOE (2) (3.657) ja kauimmaksi jää SOE (3) 1995-2005-malli (5.418).

Taulukko 9. Mallien antamien ennusteiden kuvailu.

Malli	N	KESKIARVO	KESKIHAJONTA	MIN	MAX
Suomen BKT	31	3.261	3.547	-6.661	8.364
AR (1)	30	3.179	1.097	0.009	4.732
SOE (2)	28	3.657	1.286	0.486	5.778
SOE (3)	29	3.446	2.027	-1.845	8.506
SOE (3) 1995-2005	11	5.418	1.235	3.486	7.214

Taulukosta voidaan myös havaita sama kuin edellä esitetyistä kuvaajista: AR (1)- ja SOE (2)-mallit antavat suhteellisen maltillisia ennusteita. Näiden mallien keskihajonta on suhteellisen maltillista, varsinkin kun kyseessä on 30 vuoden aikajakso. Toteutuneeseen bruttokansantuotteeseen verrattuna vaikuttaa siltä, että AR (1)- ja SOE (2)-mallien ennustekyky suuremmissa BKT:n vaihteluissa on suhteellisen heikkoa.

Residuaaleja tarkastellessa (Taulukko 10) pienimmän keskiarvon (keskimäärin pienin ero toteutuneesta BKT:sta) saa SOE (2)-malli, sitten SOE (3)-malli, SOE (3) 1995-2005-malli ja lopuksi AR (1)-malli. Toisaalta suurimpia ja pienimpiä arvoja analysoitaessa todetaan, että SOE (3) 1995-2005-mallilla on selkeästi pienin minimi eli pienin negatiivinen ero toteutuneeseen BKT:hen ja myös pienin positiivinen ero. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että mallin otosperiodille ei osu suurta nousu- tai laskukautta ja otosperiodi on vain

11 vuotta. SOE (3)-mallilla on toiseksi pienin negatiivinen ero ja kolmanneksi pienin positiivinen ero toteutuneeseen BKT:hen verrattuna. Suurimmat minimi ja maksimi eli suurimmat erot toteutuneesta BKT:sta on benchmark-mallilla.

Taulukko 10. Mallien residuaalien kuvailu.

Malli	N	KESKIARVO	KESKIHAJONTA	MIN	MAX
AR (1)	30	2.05E-08	3.405	-9.949	4.990
SOE (2)	28	-2.66E-10	2.908	-9.218	4.093
SOE (3)	29	-9.15E-10	2.633	-4.838	4.609
SOE (3) 1995-2005	11	-4.06E-09	1.961	-3.315	2.930

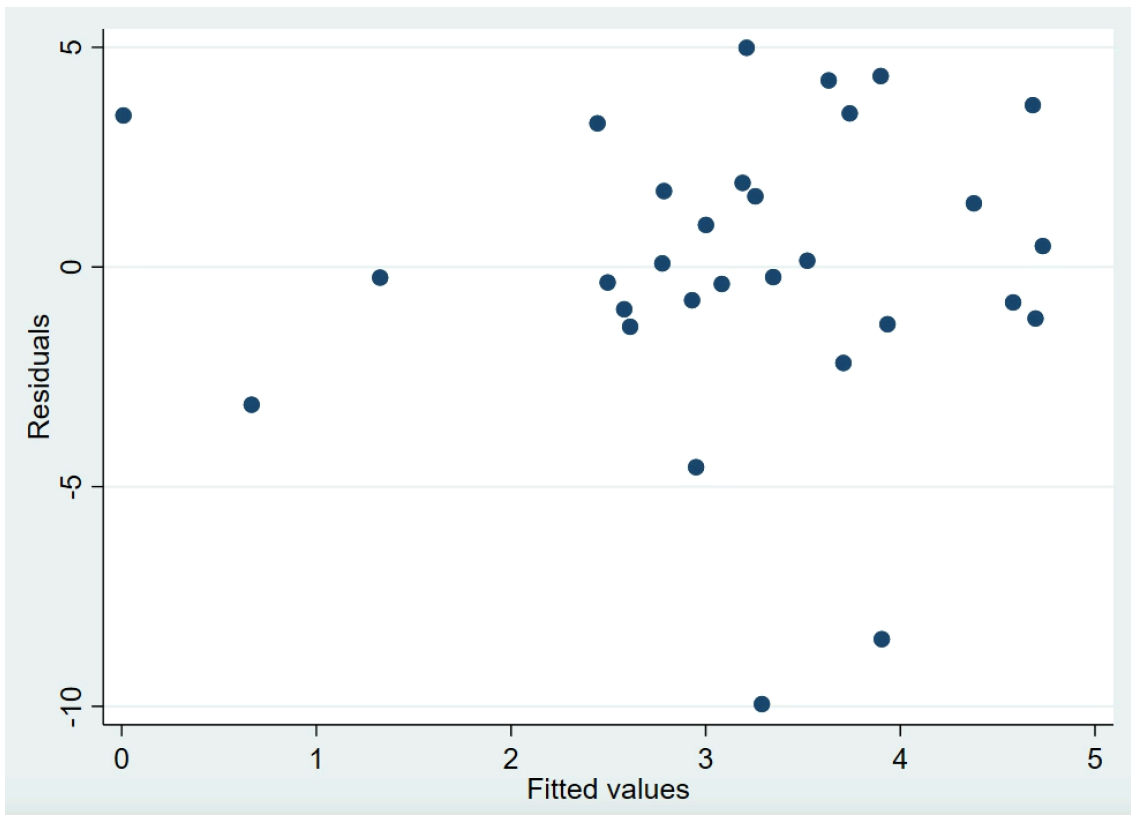
Residuaaleja tarkemmin tarkasteltaessa huomataan, että residuaalien minimit ajoittuvat kriisiaikoihin (1991 ja 2008), joita on erittäin vaikea ennustaa. Tarkemmin residuaalit on esitetty taulukossa liitteessä 1.

4.8 Analyysin tulosten luotettavuuden arviointi

Tulosten luotettavuuden arvioinnissa regressioanalyysin oletusten tarkastelu on olennainen osa analyysin toteutusta. Regressiomallin virhetermiin liittyviä oletuksia on mahdollista arvioida mallien residuaalien avulla. Esimerkiksi muuttujien välisen yhteyden lineaarisuutta sekä virhetermin homoskedastisuutta ja normaalijakautuneisuutta tarkastellaan analysoimalla mallin residuaalien jakaumaa. (Mattila 2003)

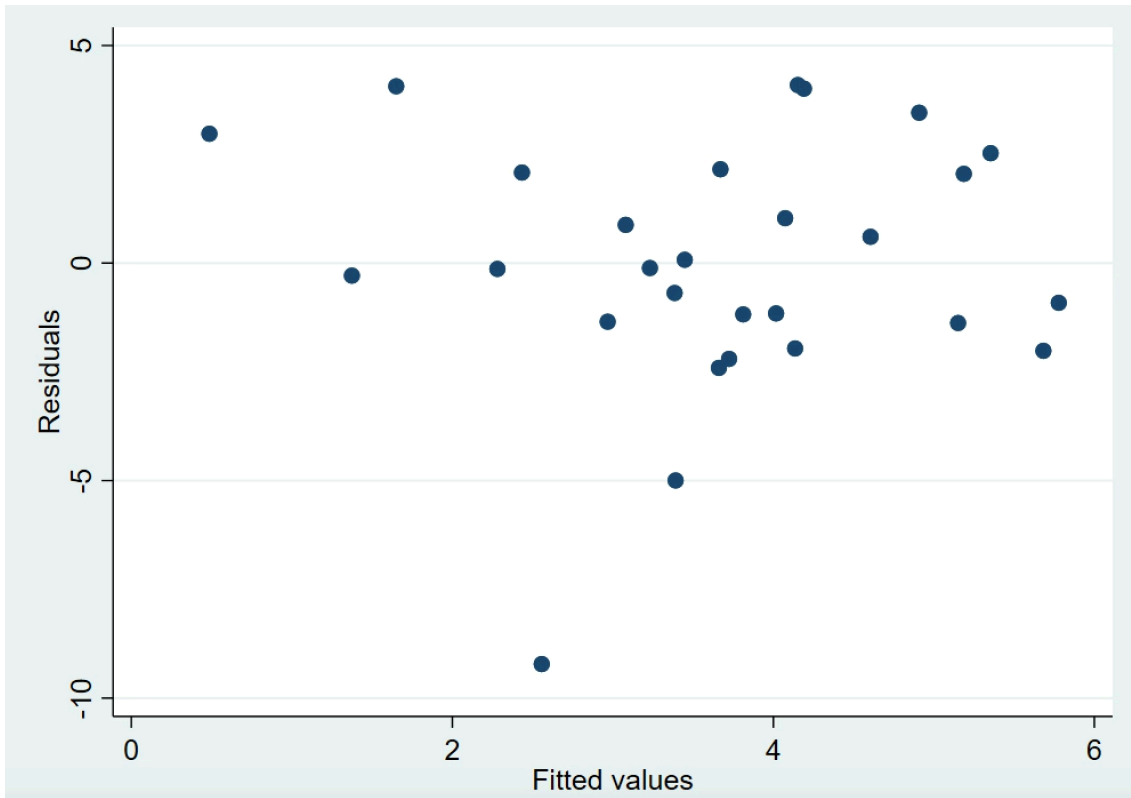
Seuraavaksi käsitellään hajontakuviota sekä viivakaavioita mallien arvioimiseksi. Ensin tarkastellaan mallien residuaaleja sovitettuna ennustettuihin arvoihin Statassa tuotettujen hajontakuvioiden avulla. Hyvin sovitetussa mallissa ei saisi olla säännönmukaisuutta residuaaleissa, jotka on piirretty ennustettuja arvoja vastaan. Kuviossa esitetään

y-akselilla residuaalit ja x-akselilla ennustetut arvot. Mikäli jäännösten osalta näkyisi jokin kuvio, esimerkiksi kuviossa olisi havaittavissa kaarevuutta, se viittaisi siihen, että riippumattomissa muuttujissa on lineaarisuutta. Residuaalien vaihtelun lisääntyminen tai pienentyminen taas saattaa tarkoittaa heteroskedastisuutta. Mikä tahansa kuvio viittaa pienimmän neliösumman olettamusten rikkomiseen. (Stata 2022b) Benchmark-mallin residuaalit ja ennustetut arvot on esitetty kuvassa 3.



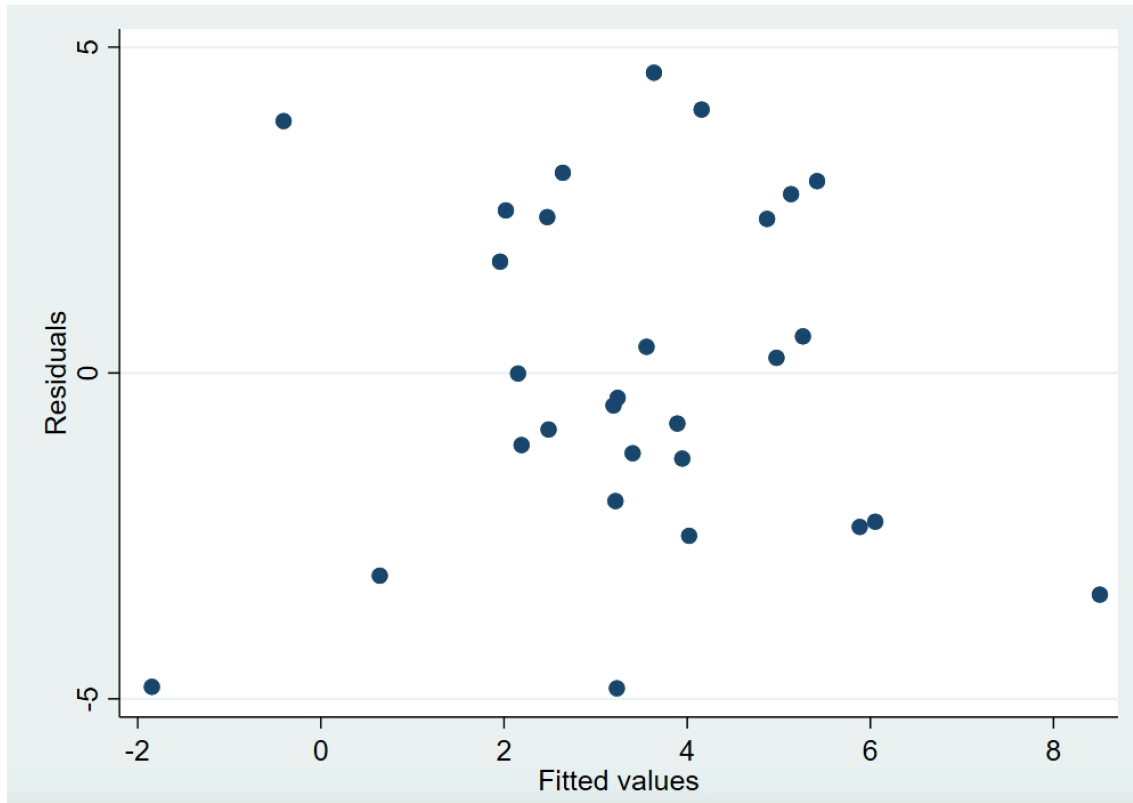
Kuva 3. Benchmark-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuviota.

AR (1)-mallin hajontakuviosta ei ole havaittavissa selkeää kuviota eikä residuaalien vaihtelun pienenemistä tai suurenemista. Kuviosta nähdään, että havainnot ovat melko tasaisesti 0-linjan molemmilla puolilla. Havainnot ovat keskittyneet oikeaan yläkulmaan ja kuviossa näkyy muutamia erillään olevia havaintoja, mutta selkeää säännönmukaisuutta ei ole havaittavissa.



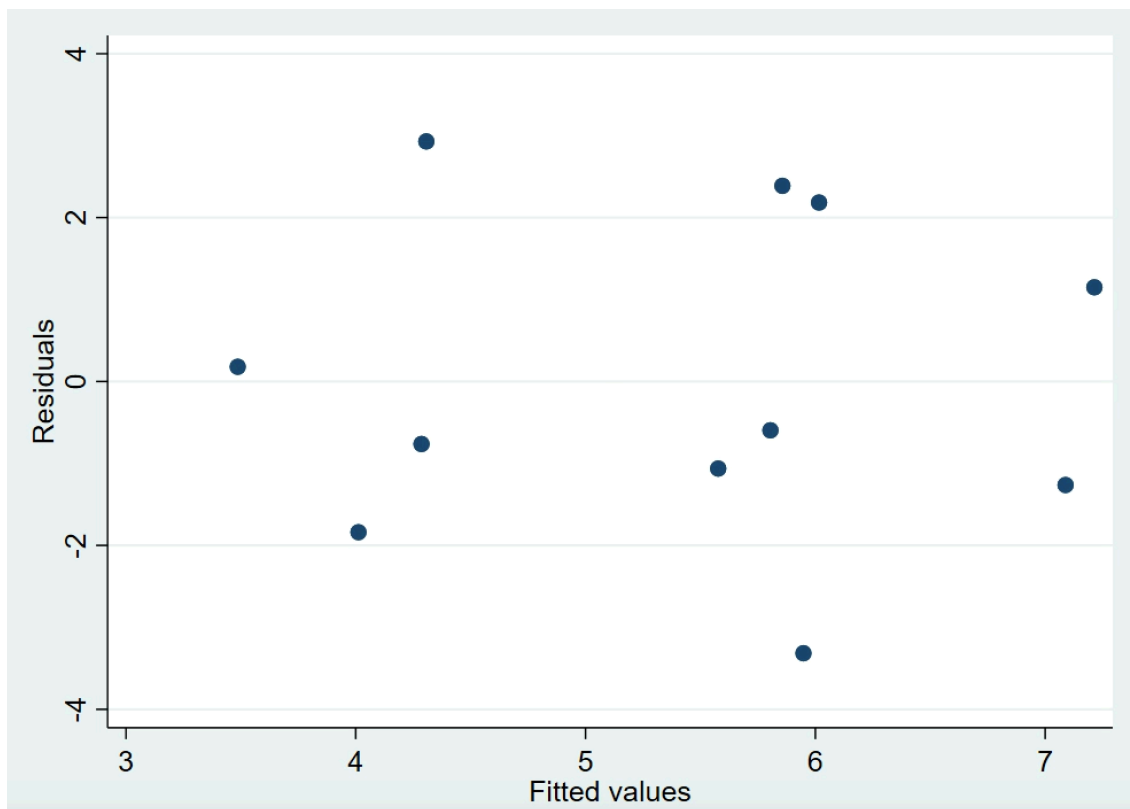
Kuva 4. SOE (2)-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuviota.

Mallin, jossa BKT_suomi on viivästetty yhdellä periodilla ja BKT_ulkom kolmella periodilla hajontakuviosta (kuva 4.) huomataan, että havainnot ovat jakautuneet vielä tasanemmin. Joukosta poikkeavia havaintoja on myös vähemmän kuin benchmark-mallin osalta. Yksi arvo erottuu selkeimmin kuvan alalaidassa. Tämä havainto saattaa olla poikkeava havainto. Poikkeavat havainnot voivat vääristää analyysin tuloksia, mutta niitä ei lähdetty tässä yhteydessä tutkimaan sen tarkemmin, sillä mallissa havaintoja on muutenkin vähän ja muuttujille tehtiin jo ennen analyysia logaritimuunnokset. Vaihtoehdoksi jäisi siis poistaa poikkeavat havainnot, jota ei nyt tehdä havaintojen vähyyden vuoksi. Seuraavassa kuvassa (Kuva 5) tarkastellaan SOE (3)-mallin hajontakuviota.



Kuva 5. SOE (3)-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuviosta.

Malli, jossa BKT_suomi on viivästetty yhdellä periodilla ja BKT6_ulkom kahdella hajontakuviosta havaitaan muutamia poikkeavia havaintoja ja havaintojen keskittyneisyys kaapeammalle alueelle. Poikkeavat havainnot voivat vääristää analyysin tuloksia, mutta niitä ei lähdetty tässä yhteydessä tutkimaan sen tarkemmin, sillä mallissa havaintoja on muutenkin vähän ja muuttujille tehtiin jo ennen analyysia logaritmuunnokset. Vaihtoehdoksi jäisi siis poistaa poikkeavat havainnot, jota ei nyt tehdä havaintojen vähyyden vuoksi.



Kuva 6. SOE (3) 1995-2005-mallin residuaalit ja ennustetut arvot hajontakuviio.

SOE (3)-mallin, jossa BKT_suomi t-1 ja BKT6_ulkom t-3 ja tarkasteluajanjakso oli 1995-2005, kuviossa (kuva 6) ei havaita selkeästi poikkeavia havaintoja. Mallin havainnot ovat ryhmittyneet melko tasaisesti 0-linjan molemmille puolille, eikä kuvasta havaita säännönmukaisuutta tai varianssin vaihtelua.

Mallien residuaaleista tutkitaan myös, noudattavatko ne normaalijakaumaa. Tämä on otettava huomioon tuloksia tulkittaessa. Taulukossa 11 on esitetty suoritettujen normaalijakautuneisuus-testien tulokset. Residuaalien normaalijakautuneisuutta tarkasteltiin aluksi Statan sktest-komennolla (Skewness and kurtosis test). Tämän testin nollahypoteesi on, että muuttuja on normaalijakautunut. Jos testin p-arvo on pienempi kuin jokin merkitsevyystaso, voimme hylätä nollahypoteesin ja päätellä, että on olemassa riittävästi näyttöä sen väittämiseksi, että muuttuja ei ole normaalijakautunut. Tuloksista huomataan, että SOE (3)- ja SOE (3) 1995-2005- mallien residuaalit noudattavat normaali-

lijakaumaa. Niiden p-arvot olivat suurempia kuin 0.05, mikä tarkoittaa tilastollista merkitsevyyttä 5 %:n tasolla. Näin ollen nollahypoteesia ei voida hylätä ja arvot näyttävät noudattavan normaalijakaumaa. Tässä tapauksessa normaalijakautuneisuus ei toteudu AR (1)- ja SOE (2)-mallien kohdalla, joiden testin p-arvot olivat pienempiä kuin 0.05.

Taulukko 11. Residuaalien normaalijakautuneisuus.

Malli	Skewness&Kurtosis-testi	Shapiro-Wilk
AR (1)	0.011	0.009
SOE (2)	0.016	0.031
SOE (3)	0.418	0.477
SOE (3) 1995-2005	0.815	0.713

Tarkastellaan tilannetta vielä Shapiro-Wilk-testin kautta. Myös Shapiro-Wilk-testin nollahypoteesi on, että muuttuja on normaalijakautunut. Tulkinta on sama kuin edellä: mikäli testin p-arvo on pienempi kuin jokin merkitsevyytaso, voimme hylätä nollahypoteesin. Shapiro-Wilk-testi vahvistaa edellä tehdyn testin tulosten päätelmiä. AR (1)- ja SOE (2)-mallien tuottamat residuaalit eivät ole normaalijakautuneita ($p < 0.05$), mutta SOE (3)- ja SOE (3) 1995-2005-mallien residuaalit ovat ($p > 0.05$). Jälkimmäisten mallien osalta myös Shapiro-Wilk-testin tulosten mukaan nollahypoteesia ei voida hylätä ja arvot näyttävät noudattavan normaalijakaumaa. Normaalijakaumasta poikkeamisen vaikutus riippuu sen suuruudesta. Mikäli poikkeama on pieni, sillä ei yleensä ole suurta merkitystä, mutta jos poikkeamat ovat isoja, merkitsevyytestit ja ennusteille laskettavat luottamusvälit eivät ole päteviä. (Taanila 2010)

Yhteenveto-luvussa esitettyjen mallien muuttujien multikollineaarisuutta testattiin Statalla. Statan antaman VIF (variance inflation factors)-testin tulosten mukaan parhaiten selittävien mallien muuttujien välillä ei havaittu liian suurta multikollineaarisuutta. Muuttujien väliset riippuvuudet saivat arvoja 1.01 ja 1.02 välillä. (Stata 2022a)

Tulosten luotettavuuden arvioinnissa tarkasteltiin mallien tuottamien residuaalien lineaarisuutta, heteroskedastisuutta ja normaalijakautuneisuutta. Pääosin mallit näyttäsivät täyttävän nämä kriteerit ja niiden antamia tuloksia voidaan pitää ainakin osittain merkitsevinä. Residuaalien normaalijakautuneisuuden osalta mallin SOE (3) residuaalit ja SOE (3) 1995-2005-mallin residuaalit täyttävät normaalijakautuneisuuden kriteerit. Jälkimmäisen mallin osalta, kuten aiemminkin todettu, aikavälillä oli melko vähän havaintoja, joka voi osaltaan vaikuttaa tuloksiin. AR (1)- ja SOE (2)-mallien tulosten tulkinnaassa tulee ottaa huomioon se, että residuaalit eivät ole normaalisti jakautuneita. Shapiro-Wilk-testin mukaan AR (1)-mallin residuaalit poikkeavat huomattavasti normaalijakaumasta ja näin ollen tuloksiin tulee suhtautua erityisen varovasti.

5 Johtopäätökset

Tutkielman tavoitteena oli tutkia pienen avotalouden hypoteesin paikkansapitävyyttä siitä näkökulmasta, että vaikuttaako pienen avotalouden riippuvaisuus ulkomaankaupasta suoraan bruttokansantuotteen kasvuun. Pienen avotalouden hypoteesin mukaan talous on riippuvainen muista maista ulkomaankaupan kautta. Tutkielman tutkimusongelma kysymysmuodossa oli: Selittääkö pienen avotalouden hypoteesi BKT:n kasvua pienessä avoimessa taloudessa? Tutkimusongelmaa lähestyttiin tutkielmassa Suomen BKT-kasvun ennustamisen kautta. Ulkomaista aktiviteettia mallinnetaan Suomen suurimpien ulkomaankauppakumppanien BKT-kehityksen kautta. Tutkielman tutkimuskysymykseen vastauksen selvittämiseksi tarkasteltiin, saadaanko yksikertaisen autoregressiivisen Suomen BKT:n ennustemallin selitysastetta parannettua lisäämällä siihen ulkomaankauppakumppaneiden taloudellinen aktiviteetti. Tällä oli tarkoituksena selvittää, toimiiko pienen avotalouden hypoteesi suoraan ulkomaankaupan vaikutuskanavan kautta.

Tutkielman tutkimusosiossa löydettiin vahvistusta sille, että pienen avotalouden hypoteesin mukaisesti ulkomaankauppakumppanien taloudellinen tilanne heijastuu osittain pienen avoimen talouden talouskasvuun ainakin Suomen oloissa. Testatuista malleista ne, joihin oli lisätty ulkomaankaupalla painotettu ulkomainen BKT, saivat pääosin pienemmän ennustevirheen ja suuremman selitysasteen kuin nk. benchmark-malli eli AR (1)-malli, jossa Suomen BKT:n vaihtelua selittää yhdellä periodilla viivästetty Suomen BKT. Mallit, joissa käytettiin selittävänä muuttujana Suomen viivästetyn BKT:n lisäksi ulkomaista BKT:ta, antoivat selvästi parempia tuloksia kuin benchmark-malli. Näin ollen pienen avotalouden hypoteesin vaikutus ulkomaankaupan vaikutuskanavan kautta saatu. Paras testatuista malleista oli SOE (3)-malli, jossa ulkomaisena aktiviteettina käytettiin Suomen kuuden suurimman kauppakumppanin BKT-lukuja painotettuna maiden osuudella Suomen ulkomaankaupasta.

Merkittävämmäksi tulokseksi nousi SOE (3)-mallin tuottama korkeahko korjattu selitysaste sekä mallin pieni ennustevirhe (RMSE). Paras ennustetulos saatiin tällä mallilla, jossa ulkomaisena aktiviteettina käytettiin kuuden suurimman

kauppakumppanin BKT-luvuista muodostettua muuttujaa. Malli selittää noin kolmasosan Suomen BKT:n vaihteluista. Tulos on merkittävä siinä mielessä, että malli antaa viitteitä siitä, että ulkomaisen aktiviteetin tuomiseksi malliin saattaa riittää vain 6 suurinta kauppakumppania ja se osoittaa, ettei ole tarpeen sisällyttää mahdollisimman kattavaa kauppakumppanimäärää ulkomaisen BKT:n konstruointiin. Suomen ulkomaankaupan osalta 6 suurinta kauppakumppania kattaa noin 50 %:a ulkomaankaupasta.

Kiinnostava löydös oli myös, että sama malli tuotti parhaan tuloksen myös rajatulla ajanjaksolla 1995-2005. Tämä on mielenkiintoinen tulos siinä mielessä, että sama malli tuottaa parhaan ennusteen kuin koko otosperiodilla. Tämä tulos siis vahvisti näkemystä, että kyseinen malli on oikea spesifikaatio. Aikavälillä 1995-2005 testatut mallit antoivat keskimäärin pienimmät ennustevirheet. Toki tämä oli selitettävissä luonnollisesti sillä, että kriisiaikoja on vaikea ennustaa ja tällä aikavälillä suuria talouden laskusuhdanteita ei ollut. Kyseisen aikavälin osalta tarkemman analyysin ja johtopäätösten tekemistä vaikeuttivat heikot korjatut selityksasteet ja tilastollisesti ei-merkitsevät mallit. Aikavälillä on suhteellisen vähän havaintoja, mikä vaikuttaa osaltaan tuloksiin. Tämän aikavälin osalta olisi mielenkiintoista toistaa tutkimus esimerkiksi neljännesvuosiaineistolla, jotta havaintoja saataisiin aikavälille enemmän.

Tutkimusongelmaan vastauksena voidaan todeta, että pienen avotalouden hypoteesi selittää talouskasvua osittain pienessä avoimessa taloudessa, Suomessa. Tutkimus antoi suhteellisen vahvaa näyttöä siitä, että ulkomaisen aktiviteetin lisääminen ennustemalliin lisää yksinkertaisen AR-mallin ennustekykä. Näin ollen ulkomaankauppakumppanien talouden suhdanteet välittyvät osaltaan Suomen talouteen, jota voidaan pitää merkinä siitä, että pienen avotalouden hypoteesi ilmenee ulkomaankaupan vaikutuskanavan kautta Suomessa. Suomen bruttokansantuotteen ennustamisen kontekstissa tulokset merkitsevät sitä, että spesifimmän arvion ulkomaisesta aktiviteetista voisi antaa usean maan sijaan vain 6 merkittävimmän kauppakumppanin taloudellisesta aktiivi-

teetista muodostettu muuttuja. Tämä vastaa Suomen ulkomaankaupassa noin 50 prosenttia kauppakumppaneista. Laajemmin tarkastellen pelkästään Suomen viivästetty BKT ja ulkomaankauppakumppaneiden bruttokansantuotteista laskettua ulkomaista muuttujaa ei voida pitää luotettavana BKT:n kasvun ennustamisen välineenä. Mallin ennustekyvyn parantamiseksi olisi hyvä tuoda myös muita muuttujia, jotka soveltuvat pienen avotalouden talouskasvun ennustamiseen. Tämän tutkielman tavoite ei kuitenkaan ollut löytää parasta mallia ennustamaan talouskasvua, vaan tutkia pienen avotalouden hypoteesin merkitystä BKT:n kasvun ennustamisessa ulkomaankaupan vaikutuskanavan kautta. Tutkimus olisi mielekästä laajentaa koskemaan myös muita pieniä avoimia talouksia, jotta voitaisiin tehdä laajempia päätelmiä siitä, onko ulkomaankauppakumppanien talouskasvun vaikutus samansuuntainen myös muissa pienissä avotalouksissa. Tutkimuksen voisi toteuttaa myös niin, että ainestoa tarkasteltaisiin esimerkiksi neljännesvuositasolla, jotta voidaan tutkia, voiko ulkomaisen aktiviteetin vaikutus näkyä jo alle vuoden viiveellä.

Lähteet

Appelbaum, E. & Kohli, U. R. (1979). The Canadian journal of economics, Vol.12 (1), p.1-14. <https://doi.org/10.2307/134567>

Bochoucha, M. (2015). The Euro Effect on Eurozone Exports. International Economic Journal, 29(3), pp.399-418. <https://doi.org/10.1080/10168737.2015.1020324>

Brueckner, M. & Lederman, D. (2015). Trade Openness and Economic Growth: Panel Data Evidence from Sub-Saharan Africa. Economica (London), 82(s1), 1302-1323. <https://doi.org/10.1111/ecca.12160>

Eurostat (2015). Statistics Explained. Glossary: In-sample vs. out-of-sample forecasts. Luettu 1.4.2022. Luettavissa: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:In-sample_vs._out-of-sample_forecasts

Flinck, J. (2017). Inflaation kasvuvauhdin ennustemenetelmien vertailu. Turun yliopisto. Pro gradu-tutkielma. <https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/143941/Flinck%20Janne.pdf?sequence=1>

Guerron-Quintana, P. (2013). The economics of small open economies. Business Review - Federal Reserve Bank of Philadelphia, 9.

Haaparanta P., Tamminen S., Heikkinen S., Aunesluoma J., Nilsson Hakkala K., Kiviluoto J., Lavikainen K., Rissanen A. (2017). 100 vuotta pientä avotaloutta. Valtioneuvoston kanslia. <https://vatt.fi/documents/2956369/3875431/100+vuotta+pien%20avotaloutta.pdf/2b86f28b-c227-42e9-8618-dd75ef944498/100+vuotta+pien%20avotaloutta.pdf.pdf>

Hyndman, R. J. & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International journal of forecasting*, 22(4), 679-688.

<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>

Juselius, K. (2007). *The Cointegrated VAR Model: Methodology and Applications*. Oxford University Press, Incorporated.

Ketokivi, M. (2015). *Tilastollinen päättely ja tieteellinen argumentointi*. Gaudeamus Helsinki University Press.

Korhonen, M. (2018). Suomen kansantalouden VAR-malli lyhyen aikavälin ennustamiseen Palkansaajien tutkimuslaitos. Työpapereita 319. Noudettu 1.4.2022 osoitteesta <https://labore.fi/wp-content/uploads/2020/02/Tyopaperi319.pdf>. ISBN 978-952-209-171-0

Kuosmanen, P. & Vataja, J. (2014). Forecasting GDP growth with financial market data in Finland: Revisiting stylized facts in a small open economy during the financial crisis. *Review of financial economics*, 23(2), 90-97.

<https://doi.org/10.1016/j.rfe.2013.10.002>

Kuosmanen P. ja Vataja J. (2021). Forecasting GDP growth in small open economies: Foreign economic activity vs domestic financial predictors. Julkaisematon käsikirjoitus.

Leigh, D. ym. (2017) Exchange Rates and Trade – A Disconnect? Noudettu 2.3.2022 osoitteesta <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2017/058/article-A001-en.xml>

Lütkepohl, H. (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Springer Science & Business Media.

Marcellino, M. (2007) A comparison of time series models for forecasting GDP growth and inflation. Bocconi University. Noudettu 13.3.2022 https://www.researchgate.net/profile/Niels-Haldrup/publication/228650389_A_comparison_of_time_series_models_for_forecasting_GDP_growth_and_inflation/links/0c96051b6b0d0e7951000000/A-comparison-of-time-series-models-for-forecasting-GDP-growth-and-inflation.pdf

Mattila, M. (2003). Regressioanalyysi. Teoksessa Kvantitatiivisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Noudettu 20.4.2022 <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/regressio/analyysi/>.

Palkansaajien tutkimuslaitos (2021). Talousennuste 7/21. Noudettu 4.4.2022 <https://labore.fi/wp-content/uploads/2021/03/Ennuste310321Ulkomaankauppa.pdf>

Pohjola, M. (2010). Taloustieteen oppikirja. WSOYpro Oy. 4. uudistettu painos.

Robertson, J. C. & Tallman, E. W. (1999). Vector Autoregressions: Forecasting and Reality. *Economic review* (Atlanta, Ga.), 84(1), 4.

Salvatore, D. (2015). *International Economics*. 12th ed. Wiley. <https://ebookcentral-proquest-com.proxy.uwasa.fi/lib/tritonia-ebooks/reader.action?docID=4845228#>

Sørensen, P. B. & Whitta-Jacobsen, H. J. (2010). *Introducing advanced macroeconomics: Growth and business cycles* (2nd ed.). McGraw-Hill Higher Education.

Stata (2022a). Postestimation tools for regress. Noudettu 15.4.2022 <https://www.stata.com/manuals13/rregresspostestimation.pdf>

Stata (2022b). Postestimation plots for regress. Noudettu 15.4.2022 <https://www.stata.com/manuals13/rregresspostestimationdiagnosticplots.pdf>

Stata (2022c). Augmented Dickey-Fuller unit-root test. Noudettu 21.4.2022

<https://www.stata.com/manuals/tsdfuller.pdf>

Stock, J. H. & Watson, M. W. (2020). Introduction to econometrics (Fourth edition. Global edition.). Pearson.

Strandberg, J. (2016). Euroopan taloudellisesta yhtenäisyydestä. Kandidaatin tutkielma. Aalto-yliopisto.

Suomen Pankki (2019). Euro & Talous 3/2019. Noudettu 2.3.2022 <https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/16164/3eurotalous.pdf?sequence=1>

Swift, R. (2004). Journal of Macroeconomics. Volume 26, Issue 4, December 2004, Pages 737-745. Exchange rate changes and endogenous terms of trade effects in a small open economy. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2003.06.005>

Taanila, A. (2010). Lineaariset regressiomallit. Noudettu 15.4.2022 <https://myy.haaga-helia.fi/~taaak/m/regressio.pdf>

Tervala, J. (2014). Suomen suhdannevaihtelut AS-AD-mallin avulla. Kansantaloudellinen Aikakausikirja, Vuosikerta. 110, nro 3, 332-342. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/137439/KAK_2014_Suomen_suhdannevaihtelut_AS_AD_mallissa.pdf?sequence=1

Tilastokeskus (2010). Ulkomaankaupamme osuus bkt:sta Euroopan keskitasoa. Tieto&trendit 1/2010. Noudettu 3.5.2022 https://www.stat.fi/artikkelit/2010/art_2010-02-18_002.html?s=0

The Global Economy (2020). Trade Openness. Noudettu 15.3.2022

https://www.theglobaleconomy.com/rankings/trade_openness/

Liitteet

Liite 1. Mallien ennusteet

	BKT_suomi	AR (1)	SOE (2)	SOE (3)	SOE (3) 1995-2005
1.	5.7329806
2.	-4.566233	3.904571	.	.	.
3.	-2.4663267	.6672592	.	.6429671	.
4.	1.086291	1.327314	1.37413	2.191173	.
5.	5.7151284	2.443995	1.650515	2.641726	.
6.	8.2456431	3.898959	4.152449	3.637095	5.856546
7.	3.5232323	4.694366	3.448057	5.884189	4.285716
8.	8.2003739	3.209989	4.190326	4.157056	6.015873
9.	8.3644018	4.680137	4.908561	5.419017	7.21416
10.	5.2091484	4.731695	4.605376	4.975786	5.804221
11.	7.2374167	3.739916	5.186706	4.872108	4.307065
12.	5.8265316	4.377454	3.670521	5.264231	7.088607
13.	2.6325748	3.933976	3.812087	3.946099	5.947945
14.	2.1737164	2.930032	4.13553	3.404718	4.011638
15.	4.5153187	2.785801	2.433754	2.019588	5.576981
16.	3.6665675	3.521828	5.682377	1.957105	3.486172
17.	4.8649336	3.255043	5.778066	2.471962	.
18.	7.879753	3.631721	5.35394	5.134152	.
19.	3.7729636	4.579357	5.150872	6.054243	.
20.	-6.6607595	3.288486	2.556782	-1.845487	.
21.	3.4586699	.0088949	.4862184	-.4070349	.
22.	5.105462	3.189695	4.073752	8.506332	.
23.	1.5232041	3.707325	3.724319	4.021275	.
24.	1.6203317	2.581328	2.967944	2.486401	.

25.	1.2528797	2.611858	3.660723	3.217178	.
26.	2.1460032	2.496358	2.280813	2.153115	.
27.	2.8600488	2.77709	4.017141	3.24068	.
28.	3.9584368	3.001533	3.080374	3.556285	.
29.	3.1179048	3.346785	3.230999	3.892419	.
30.	2.6977043	3.082584	3.38487	3.195491	.
31.	-1.6054676	2.950504	3.391208	3.232214	.

Liite 2. Mallien residuaalit

	AR (1)	SOE (2)	SOE (3)	SOE (3) 1995-2005
1.
2.	-8.470803	.	.	.
3.	-3.133586	.	-3.109294	.
4.	-.2410235	-.2878388	-1.104882	.
5.	3.271134	4.064613	3.073403	.
6.	4.346684	4.093194	4.608548	2.389097
7.	-1.171134	.0751749	-2.360956	-0.7624831
8.	4.990385	4.010048	4.043318	2.1845
9.	3.684265	3.455841	2.945385	1.150241
10.	.4774536	.6037724	.2333623	-0.5950724
11.	3.4975	2.050711	2.365309	2.930351
12.	1.449078	2.156011	.5623001	-1.262076
13.	-1.301401	-1.179512	-1.313524	-3.31537
14.	-.7563156	-1.961814	-1.231002	-1.837922
15.	1.729518	2.081565	2.495731	-1.061662
16.	.1447399	-2.01581	1.709462	0.1803952

17.	1.609891	-.9131325	2.392971	.
18.	4.248032	2.525812	2.7456	.
19.	-.8063934	-1.377909	-2.281279	.
20.	-9.949245	-9.217541	-4.815273	.
21.	3.449775	2.972451	3.865705	.
22.	1.915767	1.03171	-3.40087	.
23.	-2.184121	-2.201115	-2.498071	.
24.	-.9609963	-1.347613	-.8660696	.
25.	-1.358978	-2.407843	-1.964298	.
26.	-.3503549	-.1348104	-.0071121	.
27.	.0829588	-1.157093	-.3806314	.
28.	.9569037	.8780629	.4021522	.
29.	-.2288803	-.1130942	-.7745146	.
30.	-.3848797	-.6871659	-.4977866	.
31.	-4.555972	-4.996676	-4.837682	.