

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Rahanduse ja majandusteooria instituut
Majandusteooria õppetool

Eva Branten

**SADAMATE KONKURENTSIVÕIME TEGURID JA
KONKURENTSIVÕIME KUJUNEMINE**

Magistritöö

Juhendaja: professor Alari Purju

Tallinn 2015

SISUKORD

ABSTRAKT	4
SISSEJUHATUS	6
1. SADAMATE ARENGUT SUUNAVAD POLIITIKA- JA STRATEEGIA- DOKUMENDID.....	9
2. SADAMATE KONKURENTSIVÕIME ANALÜÜS	16
2.1. Ülevaade sadamate konkurentsivõime uurimustest	16
2.2. Sadamate konkurentsivõime ökonomeetiline modelleerimine.....	22
2.2.1. Meetod, muutujate valik ja andmed	22
2.2.2. Modelleerimise tulemused	29
2.2.3. Mudelite järeldused ja avaliku sektori roll.....	40
3. SADAMATE KONKURENTSIVÕIME KUJUNEMINE MÄNGUTEORIA RAAMISTIKUS	43
3.1. Ülevaade sadamate sidusrühmade interaktsiooni mänguteoreetilistest uurimustest	43
3.2. Sadamate konkurentsivõime kujunemise mudelid	45
3.2.1. Meetod.....	45
3.2.2. Mudel sadama kaubamahu maksimeerimise eesmärgiga.....	47
3.2.3. Mudel teisest sadamast suurema kaubamahu eesmärgiga.....	55
3.2.4. Mudelite järeldused ja avaliku sektori roll.....	61
KOKKUVÕTE	64
VIIDATUD ALLIKAD	69
LISAD	75
Lisa 1. Regressioonmudelite väljatöötamisel kasutatud andmed	75
Lisa 2. Regressioonmudeli hindamise tulemused ja regressioonmudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (nõudlus- ja pakkumispoolsete teguritega mudel).....	78

Lisa 3. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (nõudlus- ja pakkumispoolsete teguritega mudel I rühma sadamate andmete põhjal).....	81
Lisa 4. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (nõudlus- ja pakkumispoolsete teguritega mudel II rühma sadamate andmete põhjal).....	83
Lisa 5. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (pakkumispoolsete teguritega mudel).....	84
Lisa 6. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (pakkumispoolsete teguritega mudel II rühma sadamate andmete põhjal).....	87
Lisa 7. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (pakkumispoolsete teguritega mudel I rühma sadamate andmete põhjal).....	89
SUMMARY	90

ABSTRAKT

Sadamate konkurentsivõime küsimus on tähtis riikide konkurentsivõime edendamisel. Eriti tõuseb sadamate konkurentsivõime teema fookusesse seoses 2015. aasta alguses jõustuva Euroopa Liidu väävlidirektiiviga. Sellest tulenevalt on aktuaalne sadamate konkurentsivõimet mõjutavate tegurite väljaselgitamine, kuna nendest sõltub sadamate uute majandustingimustega kohanemise edukus.

Magistritöö eesmärk on välja selgitada sadamate konkurentsivõime olulised tegurid ja selgitada avaliku sektori rolli sadamate konkurentsivõime toetamisel. Selleks on välja töötatud sadamate konkurentsivõime tegureid iseloomustavad ökonomeetrilised mudelid ning sadamate konkurentsivõime ja koostöö kujunemist kirjeldavad mänguteoreetilised mudelid. Saavutatud tulemuste analüüsi põhjal antakse majanduspoliitilisi soovitusi sadamate arengu suunamiseks ning samuti võivad tulemused olla sadamate konkurentsivõime hindamise aluseks.

Magistritöös väljatöötatud ökonomeetriliste mudelite näitajate valikul on arvestatud teiste autorite varasemates uurimustes esitatud seisukohti sadamate konkurentsivõime olulistest teguritest. Käesoleva töö erinevusena nimetatud uurimustest võib välja tuua eesmärgi kvantitatiivselt hinnata sadamate konkurentsivõime tegurite statistilist olulisust.

Regressioonmudelitega uuritakse, millised näitajad on sadama konkurentsivõime seisukohalt statistiliselt olulised ja milline on avaliku sektori roll sadamate konkurentsivõime toetamisel ning kas erinevate sadamagruppide (grupeerimine toimub sadamat läbivate kaubamahtude alusel) puhul on statistiliselt olulised konkurentsivõime tegurid erinevad. Töös on konstrueeritud kuus mudelit: kolm mudelit iseloomustavad sadamate konkurentsivõime nõudlus- ja pakkumispoolseid tegureid ning kolm mudelit kirjeldavad sadamate konkurentsivõime pakkumispoolseid tegureid. Mudelites esinevad statistiliselt olulised konkurentsivõime tegurid on sadama veeteede sügavus, sadama pindala, riigi sadamate

infrastruktuuri kvaliteedile antav hinne, sisemajanduse koguprodukt (SKP), riigi infrastruktuuriinvesteeringute osakaal SKP-st, pikaajalise laenu intressimäär.

Mänguteooria on sobiv raamistik analüüsima sadamate konkurentsivõime kujunemist dünaamilises kontekstis, s.o tulenevalt sadamate konkurentsist või koostööst ning sadamate üksteist mõjutavatest strateegilistest otsustest.

Magistritöös väljatöötatud mänguteoreetilised mudelid põhinevad ökonomeetrilise analüüsi tulemustel, mille kohaselt sadamate konkurentsivõime oluline tegur on investeeringud infrastruktuuri – nii ainult konkreetset sadamat puudutavasse infrastruktuuri kui ka laiemalt sadamat ümbritsevasse infrastruktuuri. Mänguteoreetiliste mudelite abil analüüsitakse, millistel tingimustel on võimalik konkureerivate sadamate koostöö, kusjuures koostöö aluste analüüsimise kaudu saab vaadelda ka klastrite kujunemist ning klastrite arendamise võimalusi. Samuti hinnatakse, millised võimalused on „priisõitja“ probleemi ületamiseks ning kuidas mõjutavad avaliku kaubana käsitletavat investeeringut tagamaaühendustesse, millest saavad kasu kõik mängijad, neid investeeringuid, millest saab kasu ainult investeeringu teinud sadam.

Võtmesõnad: sadamate konkurentsivõime, konkurentsivõime tegurite ökonomeetriline modelleerimine, sadamate koostöö mänguteoreetiline modelleerimine, ”priisõitja” probleem, infrastruktuuriinvesteeringud, EL väävlidirektiiv, MARPOL, avaliku sektori roll sadamate konkurentsivõime toetamisel

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö uurimisobjektiks on sadamate konkurentsivõime. Sadamate konkurentsivõime on olulisel kohal riikide konkurentsivõime edendamisel. Sadamate konkurentsivõime olulisus seletub multiplikaatorefekti kontseptsiooni kaudu, mis selgitab mingi majandussektori laiemat majanduslikku mõju. Sadamate konkurentsivõime teema on eriti aktuaalne seoses 2015. aasta alguses jõustuva Euroopa Liidu väävlidirektiiviga, mis võib põhjustada muutusi sadamate konkurentsivõimes. Sellest tulenevalt on aktuaalne sadamate konkurentsivõimet mõjutavate tegurite väljaselgitamine, kuna nendest sõltub sadamate uute majandustingimustega kohanemise edukus.

Magistritöö eesmärk on välja selgitada sadamate konkurentsivõime olulised tegurid ja selgitada avaliku sektori rolli sadamate konkurentsivõime toetamisel. Selleks on välja töötatud sadamate konkurentsivõime tegureid iseloomustavad ökonomeetrilised mudelid ning sadamate konkurentsivõime ja koostöö kujunemist kirjeldavad mänguteoreetilised mudelid. Saavutatud tulemuste analüüsi põhjal antakse majanduspoliitilisi soovitusi sadamate arengu suunamiseks ning samuti võivad tulemused olla sadamate konkurentsivõime hindamise aluseks.

Magistritöös on välja töötatud ökonomeetrilised mudelid järgmiste küsimuste uurimiseks:

- Millised näitajad on sadama konkurentsivõime seisukohalt statistiliselt olulised? Eriti huvipakkuvad käesoleva töö seisukohalt on makromajandusega seotud näitajad või näitajad, mis on otseselt või kaudselt mõjutatavad avaliku sektori poolt.
- Kas erinevate sadamagruppide (grupeerimine toimub sadamat läbivate kaubamahtude alusel) puhul on statistiliselt olulised konkurentsivõime tegurid erinevad?

Mänguteooria raamistikus on vaatluse all järgmised küsimused:

- Kuidas kujuneb sadamate konkurentsivõime dünaamilises kontekstis, s.o tulenevalt sadamate konkurentsist või koostööst?
- Milline on avaliku sektori roll mängu tulemuse kujunemisel?

Sadamad, mille andmete põhjal sadamate konkurentsivõime tegureid ökonomeetriliste mudelitega analüüsitakse, on järgmised: Muuga sadam (Eesti), Sillamäe sadam (Eesti), Helsingi sadam (Soome), Haminakotka sadam (Soome), Riia sadam (Läti), Ventspils sadam (Läti), Liepaja sadam (Läti), Klaipeda sadam (Leedu), Gdanski sadam (Poola), Gdynia sadam (Poola), Rotterdami sadam (Holland), Antverpeni sadam (Belgia), Hamburgi sadam (Saksamaa), Bremerhaveni sadam (Saksamaa), Valencia sadam (Hispaania), Göteborgi sadam (Rootsi) ja Kopenhaageni sadam (Taani). Nimetatud sadamad on vaatluse alla võetud järgmistel kaalutlustel:

- sadamad, mis asuvad Läänemere idakaldal ja on peamised konkurendid või potentsiaalsed koostööpartnerid Eesti sadamatele;
- muud Läänemere kaldal asuvad sadamad, mis on oma kaubamahtude või konkurentsivõime tegurite poolest võrreldavad Eesti sadamatega;
- sadamad, mis kuuluvad Euroopa suurimate hulka ning on silmapaistvalt edukad.

2012. aasta andmete põhjal on Euroopa Liidus suurima kaubavooga sadamad Rotterdam, Antwerpen ja Hamburg. Seejuures moodustasid Rotterdami sadamat läbivad kaubamahud 9% Euroopa Liidu riikide ja kandidaatriikide sadamate kogu kaubamahust. Rotterdami sadam on esikohal ka konteinervedude poolest (Eurostat 2014).

Magistritöö koostamisel kasutatud allikate hulgas on eriline tähtsus sadamate konkurentsivõimet käsitlevatel teadusartiklidel ning ökonomeetrilise ja mänguteoreetilise modelleerimise meetodit vaatlevatel või nimetatud meetodeid sadamate konkurentsi teemal rakendavatel uurimustel, aga ka merendust reguleerivatel strateegiatel ja poliitikadokumentidel.

Magistritöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses peatükis „Sadamate arengut suunavad poliitika- ja strategiadokumendid“ on esitatud tähtsamate merendussektorit, sealhulgas sadamate arengut reguleerivate poliitikadokumentide analüüs. Avaliku sektori strategiad ja regulatsioonid loovad olulisel määral raamistiku ja tegevuskeskkonna, milles sadamad tegutsevad. Analüüsi tulemusena esitatakse autori poolt valdkonnad ja mõjukanalid, mille kaudu võib regulatsioonidel tulevikus olla mõju sadamate konkurentsivõimele.

Teises peatükis „Sadamate konkurentsivõime analüüs“ uuritakse sadamate konkurentsivõimet mõjutavaid tegureid. Esitatakse autori poolt välja töötatud ökonomeetrilised regressioonimudelid. Mudelites analüüsitavate tegurite valikul on arvestatud teiste autorite uurimustes esitatud tulemusi. Nendest uurimustest antakse ka ülevaade.

Käesoleva töö erinevusena nimetatud uurimustest võib välja tuua eesmärgi kvantitatiivselt hinnata sadamate konkurentsivõime tegurite statistilist olulisust. Väljatöötatud regressioonmudelites kasutatakse nii mikro- kui makroandmeid. Nimetatud lähenemisega on võimalik sadamate konkurentsivõime modelleerimisel ühendada mikro- ja makroperspektiivid.

Kolmandas peatükis „Sadamate konkurentsivõime kujunemine mänguteooria raamistikus“ analüüsitakse sadamate konkurentsivõime kujunemist. Peatükis esitatakse autori poolt väljatöötatud sadamate koostöö ja infrastruktuuriinvesteeringute kujunemist selgitavad mudelid. Analüüsi põhjal esitatakse soovitusel avaliku sektori majanduspoliitiliste meetmete osas. Peatükis antakse ka ülevaade teiste autorite uurimustest, mis sadamate või laevafirmade konkurentsi ja koostöö kirjeldamisel on huvipakkuvad mänguteooria rakendamise poolest.

1. SADAMATE ARENGUT SUUNAVAD POLIITIKA- JA STRATEEGIADOKUMENDID

Sadamad tegutsevad raamistikus, mille loovad seadused, avaliku sektori strateegiad ja regulatsioonid. Seetõttu tuleb sadamate konkurentsivõime ja nende tuleviku konkurentsivõime küsimuse analüüsimisel muu hulgas silmas pidada merendussektorit puudutavaid strateegiaid ja regulatsioone. Järgnevalt on esitatud ülevaade tähtsamatest merendussektori arengut suunavatest ja reguleerivatest poliitikadokumentidest.

Merendusvaldkonda ja selle sidusrühmi mõjutavad suuresti rahvusvaheliste organisatsioonide seatud normid. Laevandus on suures osas reguleeritud rahvusvaheliselt tunnustatud nõuetega, mis on vastu võetud **Rahvusvahelise Merendusorganisatsiooni** (*International Maritime Organization, lühend IMO*) poolt.

Rahvusvaheline konventsioon laevadest tuleneva reostuse ennetamiseks MARPOL (lühend sõnadest *marine pollution*) on peamine rahvusvaheline kokkulepe, mis puudutab laevade tegutsemisest ja nendega seotud õnnetustest tekkiva merereostuse ennetamist (International ...). MARPOL konventsiooni kaks olulist reguleerimisvaldkonda on järgmised (Tarelko 2012):

- osoonikihti kahjustavate ainete keelamine kooskõlas Montreali protokolliga;
- emissioongaaside (lämmastik- ja vääveloksiidide) reguleerimine.

Konventsioon koosneb kuuest lisast (International ...):

- I lisa „Regulatsioonid naftareostuse ennetamiseks“;
- II lisa „Regulatsioonid mürgiste vedelate ainete kontrolliks suurte laadungite puhul“;
- III lisa „Pakendatud kujul veetavate kahjulike ainete reostuse ennetamine“;
- IV lisa „Laevade heitveest tuleneva reostuse ennetamine“;
- V lisa „Laevadest tuleneva prügireostuse ennetamine“;
- VI lisa „Laevadest tuleneva õhureostuse ennetamine“.

MARPOL VI lisas esitatud nõuded on Euroopa Liidus kehtestatud direktiiviga 2012/33/EU. Direktiiv sätestab laevade väävliemissioonidele järgmised piirangud: väävlisisaldus laeval kasutatavas kütuses SO_x-heitkoguste kontrolli piirkondades ei tohi alates 01.01.2010 ületada kütuse massist 1,00% ja alates 01.01.2015 ületada 0,1%. Mujal maailmas kehtivad väävlisisaldusele järgmised piirangud: alates 2012 mitte üle 3,5% ja alates 2020 mitte üle 0,5%. Kuna direktiiv nõuab laevadel ulatuslikke ja kiireid muudatusi, lubab direktiiv kehtivate riigiabi reeglitega kooskõlas olevat riigiabi (Directive 2012/33/EU).

SO_x-heitkoguste kontrolli piirkonnad (*Sulphur Emission Control Areas*) on järgmised (Schinas, Stefanakos 2012): Läänemeri, Põhjameri, Põhja-Ameerika ala (veealad, mis ümbritsevad suurt osa Ameerika Ühendriikide ja Kanada rannikust), Ameerika Ühendriikide Kariibi mere ala.

Väävlidirektiiv on käesoleva töö kontekstis erilise tähtsusega, kuna võib põhjustada tulevikus muutusi sadamate konkurentsivõimes. Väävlidirektiiv mõjutab sadamaid otseselt. Direktiiv sätestab, et liikmesriigid peavad kindlustama sadamates laevaheitmete vastuvõtmise infrastruktuuri, mis on vastavuses heitgaaside puhastussüsteeme kasutavate laevade vajadustega (Directive 2012/33/EU).

Läänemere Sadamate Organisatsioon (*Baltic Ports Organization*) on rõhutanud majanduslike ja tehniliste põhjuste tõttu vajadust edasi lükata tähtaega, millal MARPOL VI lisas esitatud nõudeid tuleb täitma hakata (Baltic Ports Organization 17.03.2010). Läänemere Sadamate Organisatsiooni hinnangul oleks laevandussektori poolt aktsepteeritav väävlisisalduse piirang tõenäoliselt 0,5%. 0,1% väävlisisaldusega laevakütuse kulu hinnatakse ligikaudu 50-80% suuremaks ja meretranspordi kulude kasvuks prognoositakse ligikaudu 30-45% (Baltic Ports Organization 2009). Antwerpeni, Hamburgi ja Rotterdami sadamad on aga väljendanud direktiivi suhtes positiivset suhtumist (Port of Antwerp 03.04.2012).

Tallinna sadam on pidanud vajalikuks seoses väävlidirektiiviga läbi viia veeldatud maagaasi (LNG – *liquefied natural gas*) tankimise infrastruktuuri tasuvusanalüüsi (Postimees 25.01.2013). LNG kasutamine kütusena on üks alternatiividest laevafirmadele väävlidirektiivi järgimisel. Maailma esimene reisilaev, mis kasutab LNG-d, on Viking Line'i Viking Grace, mis alustas reise jaanuaris 2013 (Ports of Stockholm 16.1.2013). Norra laevandusettevõtetal on 2014. aasta seisuga umbes 20 LNG-d kasutavat laeva (Brynolf *et al* 2014).

Põhjamaade Nõukogu on loonud töögrupi, mille eesmärgiks on selgitada välja võimalused Põhjamaade ühisteks ettevõtmisteks, et lihtsustada üleminekut väävlidirektiiviga

seatud nõuete täitmisele. Otsitakse võimalusi puhaste tehnoloogiate osas ja uute tehnoloogiate kasutuselevõtmist võimaldavate finantseerimisskeemide osas (Nordic Council 11.04.2013).

Väävlidirektiiviga seoses tõstatatud probleemide ring on lai. Järgnevalt antakse ülevaade enam käsitlemist leidvatest küsimustest.

Nõuetele vastamiseks peavad laevaoperaatorid installeerima laevadesse uued jõuseadmed või kohandama vanu. Lisaks moderniseerimiskuludele peavad operaatorid arvestama potentsiaalseid riske, mis on seotud seadmete suurenenud kompleksusega, vajatavate täiendavate töötundidega ning sobiva kütuse kvantiteedi ja kvaliteediga erinevates sadamates (Schinas, Stefanakos 2012).

Euroopa Mereohutusameti (*European Marine Safety Agency*) kohaselt võib 0,1% väävlisisalduse piirangu kehtestamine tuua kaasa järgmised mõjud (Schinas, Stefanakos 2012):

- kütusekulude suurenemine (laeva kerge kütteõli on ligikaudu 60-70% kallim kui 1% väävlisisaldusega raskekütus);
- transpordi osaline ümbersuunamine merelt maismaale, mis eelkõige võib puudutada lähimerevedusid (lähimereveod – *short sea shipping* – defineeritakse üldiselt kui kaupade ja reisijate meritsi transporti, mis ei hõlma ookeani ületamist);
- võttes aga arvesse keskkonnaseisundi ja inimeste tervise paranemist, on piirangud kuluefektiivsed.

Näitena mõjust lähimerevedudele võib tuua Inglismaa Kaubatranspordi Assotsiatsiooni (*Freight Transport Association of England*) hinnagu, et autotransport Kenti kaudu, mis on kõige lühem tee Calais'st Doverisse, suureneb 16% (BBC 22.03.2013).

Transpordi ümbersuunamist autotranspordi kasuks peetakse aga üheks põhjuseks, miks väävlidirektiiv võib olla vastuolus Euroopa Liidu eesmärgiga vähendada CO₂ emissioone. Samuti võivad suurenedada CO₂ emissioonide mahud seetõttu, et madala väävlisisaldusega kütuste või heitgaaside puhastussüsteemide kasutamisel suureneb kütusekulu ja transporditava ühiku energiakulu (Schinas, Stefanakos 2014). Siiski on Buhaug *et al* (2009) uurimuse kohaselt laevandusettevõtetes üldiselt võimalik tõsta energiaefektiivsust 25-75% ja Johnson *et al* (2014) esitavad ettevõtete vaatluse põhjal energiaauditi, milles toovad välja, kuidas on võimalik parandada ettevõtetes energiajuhtimist (Johnson *et al* 2014).

Schinase ja Stefanakose (2012) kohaselt on laevaoperaatoritel kaks põhilist küsimust, kui nad kohandavad oma tegevust regulatsioonidele vastavaks:

- ostetavate ja prahitavate laevade arv, võttes arvesse eelarvepiirangut ja saadaolevate erinevat tüüpi laevade valikut;
- laevadele pandav koormus, arvestades laeva tüüpi ja turutingimusi.

Huvipakkuv küsimus väävlidirektiivi mõju analüüsimisel on seotud laevade kiiruse võimaliku vähendamisega, kui opereeritakse emissiooni kontrolli piirkonnas. Doudnikoff ja Lacoste (2014) on välja töötanud kulude mudeli, mis hindab kulusid minimeeriva kombinatsiooni laeva kiirusest emissiooni kontrolli piirkonnas ja väljaspool seda ning laevavedude CO₂ emissiooni suuruse.

Schinas ja Stefanakos (2014) esitavad analüütilise võrgustikuprotsessi (*analytic network process*) lähenemisel põhineva raamistiku, kuidas laevaoperaatorid saaksid hinnata erinevaid alternatiive, et kohandada laevad väävlidirektiivi nõuetele vastavaks (Schinas, Stefanakos 2014). Laevafirmade otsused omakorda mõjutavad sadamate otsuseid ja nende konkurentsivõimet.

HELCOMi (HELCOM – Helsingi Komisjon ehk Läänemere merekeskkonna kaitse komisjon) Läänemere tegevuskavas soovitatakse sisse viia majanduslikud stiimulid laevade emissioonide vähendamiseks. Seejuures soovitatakse ühtset Balti või Euroopa stiimulite süsteemi (HELCOM 2007). Võib eristada positiivseid ja negatiivseid stiimuleid. Lisaks SO_x emissioonide reguleerimisele on Rahvusvahelises Merendusorganisatsioonis päevakorral NO_x emissioonide reguleerimine. NO_x-heitkoguste kontrolli piirkonnas on positiivse stiimuli näiteks laevatee või sadamatasu vähendamine laeval, mis kasutab NO_x emissioone vähendavat tehnoloogiat. Negatiivse stiimuli näiteks on trahv, mis kaasneb NO_x emissioonidega. Kuna NO_x emissioonide vähendamise kohustus on ainult laevadel, mis on ehitatud pärast 1.1.2016, on võimalik, et vanemate laevade kasutus suureneb, isegi kui rakendatakse majanduslikke stiimuleid. On aga esitatud seisukohti, et positiivsed stiimulid on liiga väikesed, et edendada NO_x emissioonide vähendamise tehnoloogiate kasutamist Läänemeres (Centre for Maritime Studies 2010).

HELCOM on teinud Rahvusvahelisele Merendusorganisatsioonile ettepaneku nimetada Läänemeri emissiooni kontrolli piirkonnaks NO_x emissioonide suhtes, mis tähendab, et kehtestatakse nõue vähendada lämmastikuemissioone 80% laevadel, mis on ehitatud alates 1.1.2016 (European Commission 2011).

MARPOL VI lisas toodud väävli- ja lämmastikuemissioone käsitlevate nõuete täitmiseks on laevandusettevõtetal erinevaid võimalusi. Raskekütuse asemel võib laevadel

kasutada kerget kütteõli (*marine gas oil*) või veeldatud maagaasi (LNG), samuti tehakse katsetusi metanooli ja biokütustega. NO_x emissioonide osas annaks LNG kasutamine märkimisväärse emissioonide vähenemise, aga kerge kütteõli kasutamine vaid mõneprotsendilise vähenemise. Peamisteks alternatiivideks puhtama kütuse kasutamisele on väävliemissioonide puhul gaasipesusüsteemid (*scrubbers*), kus vääveloksiidid seotakse kas vees (*wet scrubbers*) või keemiliste reaktsioonide kaudu tahke aine külge (*dry scrubbers*), ja lämmastikuemissioonide puhul katalüüsitehnika (*selective catalytic reduction*) (Brynnolf *et al* 2014).

Rahvusvaheline Merendusorganisatsioon kiitis 2010. aastal heaks ettepaneku nimetada Läänemeri eripiirkonnaks ka reisilaevade reovee käitlemise osas (European Commission 2011).

Järgnevalt on esitatud ülevaade Euroopa Liidu merendusega seotud strateegiatest.

Euroopa Komisjoni sinise kasvu strateegia kohaselt võivad sinise kasvu allikad olla järgmised (European Commission 2012a):

- tehnoloogiline progress avameres töötamise võimaluste laiendamiseks;
- innovatsioonid, mis soodustavad inimese põhiliste vajaduste katmist üha rohkem ookeanis leiduvate ressurssidega;
- kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamine.

Nimetatud strateegia esitab peamiste takistustena, mis võivad pidurdada sinist kasvu, kasvu toetavate valdkondade puuduliku ligipääsu finantseerimisallikatele ja piisava kvalifikatsiooniga töötajate puuduse. Nende takistuste ületamise võimalusena nähakse merendusklasterite arendamist (European Commission 2012a). Läänemere merendusklasterite arendamise ja võrgustumise tähtsust on rõhutanud ka Läänemere Riikide Piirkondliku Koostöö Organisatsioon (European Maritime...). Finantseerimisega seotud raskuste kõrvaldamisel nähakse olulist rolli erasektori osalusel, näiteks Euroopa Investeerimispannga kaudu (European Commission 2012a).

Merenduse tehnoloogia tööstusega seotud küsimusi käsitletakse LeaderSHIP 2015 algatuses. LeaderSHIP 2015 esitab poliitikasoovitused järgmiste valdkondade kaudu (European Commission 2013): hõive ja oskused; õiglased turutingimused ja turule ligipääsu parandamine; ligipääs finantseerimisele; uuringud, arendustegevus ja innovatsioon.

Ametlik raamistik Läänemere integreeritud merenduspoliitika kujundamiseks on loodud **Euroopa Liidu Läänemere regiooni strateegiaga** (*European Union Strategy for the*

Baltic Sea Region). Ühtlustatud merendusstrateegiate loomise põhimõtted on esitatud Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiviga 2008/56/EC (Directive 2008/56/EC). Merendusstrateegia raamdirektiiv nõuab, et Euroopa Liidu liikmesriigid võtaksid kasutusele strateegiad, programmid ja meetmed, et kaitsta merekeskkonda. Enne meetmete kasutuselevõttu tuleb läbi viia tasuvusanalüüs. Bertram *et al* (2014) kahtlevad tasuvusanalüüsi terviklikkuses juhul, kui meetmete kasud ei ole otseselt kvantifitseeritavad ega alati mitte identifitseeritavadki. Ökosüsteemi teenuste tulude hindamise ja planeerimisse inkorporeerimise keerukust käsitlevad ka Börger *et al* (2014).

Euroopa Liidu Läänemere regiooni strateegia üldised eesmärgid on järgmised (European Commission 2012b): päästa meri (*To Save the Sea*); ühendada region (*To Connect the Region*); suurendada heaolu (*To Increase the Prosperity*). Mõned Euroopa Liidu Läänemere regiooni strateegia merendussektoriga seotud prioriteetsed valdkonnad on järgmised (European Commission 2011): lämmastikuühendite merre sattumise vähendamine; ohtlike ainete kasutamise ja mõju vähendamine; puhta laevanduse mudelregiooniks saamine; merel juhtuvatele õnnetustele reageerimisvõimekuse tugevdamine.

Eesti arengukava „Eesti merenduspoliitika 2011-2020” jagab üldiselt samu eesmärgi, mida rõhutatakse Euroopa Liidu tasemel. Riiklikul tasemel peab arengukava oluliseks valdkondlike klastrite teket. Klasterid aitavad suurendada ettevõtetele ligipääsu ressurssidele, näiteks teadmistele, turundusvõimalustele, turustuskanalitele, välisturgudele ja rahvusvahelistele projektidele. Seejuures on oluline, et võidavad ka väikesed ja keskmise suurusega ettevõtted. Üheks põhjuseks, miks Eestis on klastritesse koondumine merendussektoris väike, peetakse väikest kaubalaevastikku. Seetõttu rõhutab arengukava eriti vajadust tõsta laevanduse konkurentsivõimet (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Riiklik arengukava „Eesti merenduspoliitika 2011-2020“).

Kokkuvõtteks, kuigi eespooltoodud regulatsioonid on peamiselt suunatud laevandusettevõtete tegevusele, on need olulised ka sadamate konkurentsivõime seisukohalt. Regulatsioonide mõju sadamate konkurentsivõimele võib avalduda järgmistes aspektides:

- Seoses väävlidirektiiviga peavad liikmesriigid kindlustama sadamates infrastruktuuri, mis on vastavuses heitgaaside puhastussüsteeme kasutavate laevade vajadustega. Nimetatud infrastruktuuri kvaliteet võib osutada oluliseks sadamate konkurentsivõimet kujundavaks teguriks.

- MARPOL konventsiooni nõuete täitmiseks hakatakse laevadel kasutama alternatiivseid kütuseid. Nende kütuste kvaliteet ja kvantiteet sadamates võib osutuda oluliseks teguriks, mille alusel laevafirma otsustab ühe või teise sadama kasuks. Kuna laevafirmade erinevad võimalused regulatsioonidega esitatud nõuetele vastamiseks võivad anda erineva efekti väävli- ja lämmastikuemissioonidega seotud nõuete täitmisel, on otsustusprotsessis huvipakkuv erinevate nõuete koosmõju.
 - Seoses MARPOL konventsiooni nõuetega suurenevad merevedude kulud. Võimalik on transpordi osaline ümbersuunamine merelt maismaale. Sadamate konkurentsivõime seisukohalt on eriti tähtsad kaks aspekti:
 - Sadamate konkurents kasvab, kuna suurenenud kulud sunnivad laevafirmasid tegema kaalutletumaid otsuseid, s.h sadamate valikul.
 - Sadamate konkurentsivõime tegurina kasvab sadama tagamaa-ühenduste ja intermodaalsete transpordilahenduste võimaldamise tähtsus.
 - HELCOMi Läänemere tegevuskava soovib sisse viia majanduslikud stiimulid laevade emissioonide vähendamiseks (näiteks diferentseeritud sadamatasud). Huvipakkuv on küsimus sadamatasude diferentseerimise mõjust sadamate konkurentsivõimele.
 - Euroopa Liidu strateegiad rõhutavad merendusklustrite arendamise olulisust. Huvipakkuv on küsimus sadamate rollist klustrite kujunemisel ning klustrite mõjust sadamate konkurentsivõimele.
- Seega seavad eespoolkirjeldatud poliitikasuundadest kerkivad küsimused sadamate konkurentsivõime analüüsi fookusesse.

2. SADAMATE KONKURENTSIVÕIME ANALÜÜS

Käesolevas peatükis analüüsitakse sadamate konkurentsivõime tegureid ja esitatakse autori poolt väljatöötatud mudelid, mis vaatluse all oleva valimi puhul kirjeldavad statistiliselt olulisi konkurentsivõime tegureid.

2.1. Ülevaade sadamate konkurentsivõime uurimustest

Konkurentsivõime jaoks on erinevaid definitsioone. Klassikaline konkurentsivõime mudel on Porteri teemant. Porteri mudelis määratletakse konkurentsivõimet kui omavahel seotud ettevõtte funktsioneerimise erinevate komponentide ja eksogeensete parameetrite kombinatsiooni. Mudelis on vaatluse all teguritingimused (tootmistegurite olukord), nõudluse tingimused, seotud ja toetavad majandusharud, firma strateegia, struktuur ja konkurents ning eksogeensete parameetritena valitsemine ja juhus (Bae Lee *et al* 2014).

Sadamate konkurents on üks transpordiökonomika tähtsaid küsimusi (Ishii *et al* 2013). Sadamate konkurentsivõimet vaadeldakse üha enam, lähtudes järgnevast seisukohast: sadamate konkurents on eelkõige konkureerimine logistikaahelate vahel. Edukad sadamad kuuluvad edukatesse ahelatesse. Ahela igal osalisel on oma spetsiifilised eesmärgid ning iga osaline rakendab oma vahendeid, et neid eesmärke saavutada (Musso *et al* 2013). Meersman *et al* (2010) kirjeldavad sadamate sidusrühmi, nende eesmärke ja eesmärkide saavutamise instrumente, mis on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Sadama sidusrühmad, nende eesmärgid ja eesmärkide saavutamise instrumendid

Sidusrühm	Eesmärk	Tähtsaimad instrumendid
Kaubasaatja/saadetise omanik	Üldistatud (majandusliku) kulu minimeerimine (sh nt ajakulu)	Läbirääkimise mõjujõud (sõltub kaubakogustest)
Ekspediitor	Üldistatud (majandusliku) kulu minimeerimine ning kasumimarginaal	Läbirääkimise mõjujõud (sõltub kaubakogustest)
Laevafirma	Kasumi/ turuosa/ tarneahela üle oleva kontrolli maksimeerimine	Tasumäärad; kulude juhtimine; turundus
Sadama valitseja	Kasumi maksimeerimine; turuosa suurendamine; kaubamahtude maksimeerimine	Sadamatasud; kontsessioonipoliitika; investeringud
Terminali operaatorfirma	Kasumi maksimeerimine	Käitlemistasud; tehnoloogia valik; lisandväärtust andvad teenused
Tagamaa operaator	Kasumi maksimeerimine; turuosa suurendamine	Tasumäärad; võimsus; kiirus; paindlikkus

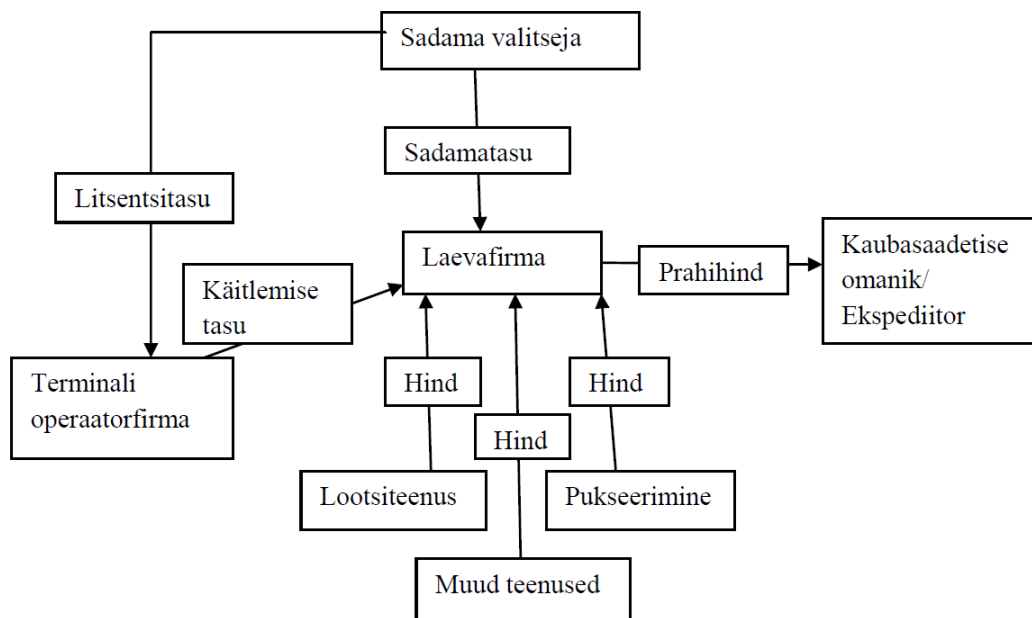
Allikas: Meersman *et al* 2010

Sadamate konkurentsivõime analüüsimisel ja modelleerimisel on tähtis välja selgitada konkurentsivõimet kujundavad tegurid. Järgnevalt on esitatud ülevaade sadamate konkurentsivõimet käsitlevatest uurimustest, mille tulemusi on arvestatud magistritöös välja töötatavate mudelite muutujate valimisel.

Meersman *et al* (2010) kohaselt on sadama valimine interaktiivne ja ühel ajal toimuvatel otsustel baseeruv protsess, mis on suuresti mõjutatud pakkumisest ja nõudlusest. Sadama konkurentsivõime kujunemise protsess sõltub paljude sidusrühmade strateegilistest otsustest ja nii eksogeensetest faktoritest kui ka sadama otsese kontrolli all olevatest endogeensetest teguritest (Meersman *et al* 2010).

Musso *et al* (2013) kohaselt analüüsitakse üha sagedamini lisaks sadamatevahelisele konkurentsile konkurentsi ühe sadama sees, see tähendab konkurentsi ühe sadama raames tegutsevate tootmisettevõtete või teenust pakkuvate firmade vahel. Sadamasisest konkurentsi peetakse oluliseks näiteks Hamburg-Le Havre'i piirkonna sadamate puhul. Uurimuses vaadeldakse eksogeenseid ja endogeenseid muutujaid analüüsimaks võimalikke strateegiaid, millega parandada Itaalia sadamate konkurentsivõimet. Võimalike strateegiate väljatöötamisel on uurimuses arvestatud valiku Itaalia ja Hamburg-Le Havre'i piirkonna sadamate strateegilisi arengukavasid. Vaatluse all on järgmised muutujad: hind, võimsus ja produktiivsus.

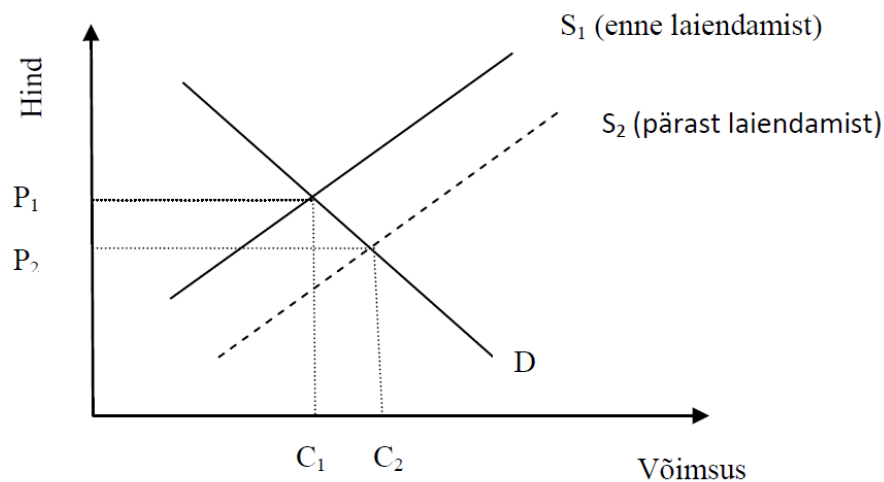
Hinna osas saab sadama valitseja mõjutada sadama kasutajaid (kaubasaadetise omanik, laevafirma) sadamatasude taseme kaudu. Sadama valitseja mõjutab ka sadama teenusepakkujate kulude ja hinnataset. Olulise faktorina, mis kujundab hindasid sadama kasutaja jaoks, võib vaadelda sadamasisesse konkurentsi taset: suurem konkurents viib üldiselt madalama hinnatasemeni. Kaubasaadetise omanik või ekspediitor teeb otsuse laevafirma ja sadama valikul kogukulu minimeerimise põhimõttel. Kogukulu vähenemine mõjub kaubasaatjatepoolsele nõudlusele ja kauba saatmise protsessiga seotud sadama konkurentsivõimele positiivselt. Sadama alal moodustuvate hindade kujunemine on kirjeldatud joonisel 1.



Joonis 1. Hindade kujunemine sadama alal

Allikas: Musso *et al* 2013

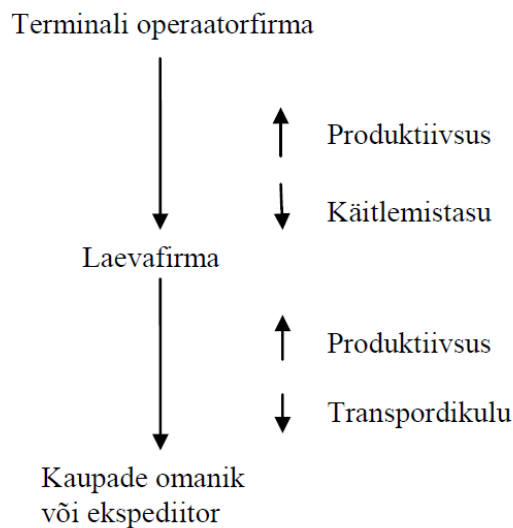
Võimsus on seotud sadama konkurentsivõimega, kuna laevafirmad valivad sageli sadama, arvestades selle pakutavat „vaba võimsust” või nn „spetsiaalset võimsust”. Sadama võimsuse kasvu on võimalik saavutada mitmeti: läbilaskevõimsust kai kohta saab suurendada, kui laiendatakse vastuvõtuala ja parandatakse hoiustamist; käitlemise võimsust saab suurendada, kui parandatakse tehnilist varustust. Siiski tuleb arvesse võtta seost võimsuse suurendamise ja hinna vahel. Võimalik seos võimsuse suurenemise ja hinna vahel on kujutatud joonisel 2.



Joonis 2. Seos sadama võimsuse kasvu ja hindade vahel

Allikas: Musso *et al* 2013

Musso *et al* (2013) kohaselt toob produktiivsuse kasv üldjuhul kaasa kulude vähenemise. Sadamaga seotud ettevõtete produktiivsuse kasvu mõju sadama kasutajale iseloomustab joonis 3.



Joonis 3. Sadamaga seotud ettevõtete (terminali operaatorfirma, laevafirma) produktiivsuse kasvu mõju sadama kasutajale (kaubasaadetise omanik)

Allikas: Musso *et al* 2013

Lisaks toovad Musso *et al* (2013) sadamate konkurentsivõime olulise näitajana välja investeeringute mahu ning innovatsiooni (muu hulgas „esimese sammu astuja“ eelised).

Cepolina ja Ghiara (2013) kohaselt mõjutavad sadamate strateegiaid ja konkurentsivõimet suuresti meretranspordis ja meretööstuses ning logistikaahelates viimastel aastatel toimunud muutused. Sadamate strateegiavaldkondade laienemist võib iseloomustada järgmiste märksõnade kaudu: sadamate regionaliseerumine; sadamasüsteemide konkurentsivõime; sadamate konkurents; sadamate ühendused tagamaaga; sadamate rahvusvahelistumine. Cepolina ja Ghiara (2013) esitavad seisukoha, et sadama strateegia peab lisaks traditsioonilistele sadamategevustele katma valdkondi ja tegevusi, mis mõjutavad kaupade transporti, nende hulgas erinevaid transpordiliike ja ühendusi tagamaaga. Sellest perspektiivist lähtudes peaks sadamate strateegia oluliseks osaks olema investeeringud võrgustike arengusse erinevatel tasemetel. Rahvusvahelistumise strateegia võib hõlmata olulisel määral ressursside investeerimist välisriikides: finantsressurssi või *know-how*'d või tehnoloogiat (Cepolina, Ghiara 2013).

Castillo-Manzano *et al* (2009) konstrueerivad oma uurimuses mitmekriteeriumilise otsustusteooria valdkonda kuuluval Promethee meetodil konkurentsivõime indeksi, mille põhjal hinnata Hispaania sadamate konkurentsivõimet. Indeksisse on integreeritud järgmised näitajad (Castillo-Manzano *et al* 2009): varade kasumlikkuse näitaja; sadamat läbiva liikluse aastane kasv; konteineriseerumise määr; investeeringud põhivarasse; sadama põhitegevusest tuleneva tulu osatähtsus sadama kogutuludes; inimressursi produktiivsus; sadamat ümbritseva piirkonna SKP aastane kasv (lähtub eeldusest, et konkurentsivõimeline sadam mõjub positiivselt majanduslikule aktiivsusele teda ümbritsevas piirkonnas ja ka vastupidi: sadamat ümbritseva piirkonna majandusseisundil on mõju sadama arengule). Nimetatud näitajate kasutamise eeliseks võib pidada, et need on leitavad üldistest statistika andmebaasidest.

Yuen *et al* (2012) rakendavad mitmekriteeriumilist otsustusmudelit – analüütilise hierarhia meetodit (*analytic hierarchy process*) –, et iseloomustada Hiina, Hongkongi ja mõnede teiste Aasia sadamate konkurentsivõimet kolme sihtgrupi seisukohalt: laevaliinide, veose saatjate ja ekspediitorite jaoks. Sadamate konkurentsivõimet kujundavate teguritena vaadeldakse järgmisi (Yuen *et al* 2012): sadama asukoht (geograafiline asukoht, looduslikud tegurid, tagamaa suurus); kulud sadamas (kogukulud, tasumäärade varieeruvus); sadamarajatised (konteinerite käitlemise efektiivsus, hoiustamise ruum, rajatiste töökindlus); laevandusteenused (laevaliinide külastuste arv sadamas, aluste külastussagedus, laevaliinide varieeruvus); terminali operaatorid (klienditeenindus, ohutus ja õnnetustega toimetulek); sadama informatsioonisüsteem (elektroonilise informatsiooni olemasolu, elektroonilisele

informatsioonile ligipääsetavus); ühendused tagamaaga (transpordikulud, transpordi aeg); toll ja valitsuse regulatsioonid (tolliprotseduurid, valitsuse regulatsioonid ja administratiivsed protseduurid).

Bae Lee *et al* (2014) rakendavad analüütilise hierarhia meetodit, et analüüsida erinevate riikide laevandussektorite konkurentsivõimet.

Liu *et al* (2013) kasutavad Chernooffi nägude mudelit (*Chernooff Faces Model*), et hinnata kümne Hiina sadama konkurentsivõimet. Sadamate konkurentsivõime hindamisel vaadeldakse järgmisi näitajaid (Liu *et al* 2013): sadama keskkond (looduslik ja majanduslik); sadama tehniline seisund (kai kvaliteet, käitlemistehnika, ladude ala); sadama teeninduse tase (sadama käitlemise efektiivsus, tollivormistus, keskmine tööseisaku aeg); sadama opereerimine; sadama juhtimise tase (elektrooniline andmevahetussüsteem (*Electronic Data Interchange System*), ohutuse järelevalve süsteem, GPS süsteem); sadama üldine kuvand (keskmine läbilasketase, aktsiakasum, üldine kuvand).

Celik *et al* (2009) näevad sadamate uute arengustrateegiatega väljatöötamise ja konkurentsivõime juhtimise vajaduse ühe olulise põhjusena konteineriseerumise kasvu. Uurimuses teostatakse Türgi sadamate võimalike tegevusstrateegiatega SWOT-analüüs ja sadama konkurentsivõime seisukohalt olulistena vaadeldakse järgmisi näitajaid (Celik *et al* 2009): infrastruktuuri karakteristikud; terminaliala suurus ohutuks tegutsemiseks; kaide arv; kai kraanade arv ja võimsus; terminali varustuse ja superstruktuuride töökindlus; terminali struktuuride sobivus manööverdamiseks; võimalused erinevate transpordiliikide integreerimiseks; terminali asukoha geograafilised eelised; teeninduse tase ja kvaliteet; pealelaadimise ja mahalaadimise tasud; tööjõu hulk ja kvaliteet; ümberlaadimise protsessi kestus; tolli käitlemise kvaliteet; sadamateenuste valiku ulatus; valmisolek õnnetusjuhtumiteks terminali tegevuses; sadama tegevuste ja tööaja paindlikkus; täiendav tugiteenus aluste randumisel ja manööverdamisel; ettevaatusabinõude ja häirete tase; privilegeeritud lepingute võimalused laevaomanikele ja prahtijatele; sadamatasude ja tariifide maksimise tingimused; administratiivse bürokraatia vähendamise poliitika.

King *et al* (2014) analüüsivad, kuidas mõjutab teede maksustamine sadamaid läbivate kaubavoogude mahtu ja sadamate valikut. Uurimuses leitakse, et teede kõrge maksustamine võib suunata kaubavood kaugematesse sadamatesse. King *et al* (2014) esitavad edaspidiseks huvipakkuva uurimist nõudva küsimusena, kuidas mõjutab teede maksustamine investeeringuid sadamatööstusesse ja sadama infrastruktuuri.

Gadhia *et al* (2011) vaatlevad suurimate laevafirmade sadamate võrgustikku Uppsala rahvusvahelistumise arengu mudeli raamistikus. Uurimuse kohaselt on laevafirmade sadamate valikul tähtis roll laevafirma koduriigil ning ajalooliselt kujunenud sadamate valikul.

Yang *et al* (2013) hindavad struktuurse võrrandi mudeli (*structural equation model*) kaudu keskkonnasõbralike praktikate mõju Taiwani laevafirmade konkurentsivõimele ning leiavad, et nimetatud mõju on positiivne.

Acosta *et al* (2011) vaatlevad Gibraltari sadamate konkurentsivõimet laevakütuse tankimise võimaluse pakkumise teenuse seisukohast. Uurimuse kohaselt on nimetatud valdkonnas kõige olulisemad konkurentsivõimet mõjutavad faktorid kütuse hind ning geograafiline eelis. Wang *et al* (2014) analüüsivad samuti sadamate konkurentsivõimet laevafirmadele laevakütuse tankimise võimaluse pakkumise seisukohast. Oluliste näitajatena vaadeldakse teiste seas kütusega varustamise ooteaega, sidusrühmadele informatsiooni jagamist, sadama ilmastikutingimusi ja tankimise ohutust.

2.2. Sadamate konkurentsivõime ökonomeetriline modelleerimine

2.2.1. Meetod, muutujate valik ja andmed

Järgnevalt on sadamate konkurentsivõime tegureid analüüsitud mitmese lineaarse regressioonmudeliga, kus parameetrite hinnangud leitakse vähimruutude meetodil (*ordinary least squares method*). Mudelite hindamine ja mudelite väljatöötamisel kasutatavad testid on teostatud ökonomeetriapaketis Gretl.

Mitmese lineaarse regressioonmudeli üldkuju on järgmine:

$$y_i = b_1 + b_2x_{2i} + b_3x_{3i} + \dots + b_kx_{ki} + u_i \quad (i=1, \dots, n)$$

kus y_i tähistab sõltuva muutuja väärtusi, b_k tähistab mudeli parameetreid (mudelis on k parameetrit), x_{ki} tähistab seletavate muutujate väärtusi (mudelis on $k-1$ seletavat muutujat), u_i tähistab mudeli jääkliikmeid.

Mudeli statistilist olulisust hinnatakse F-testiga. Mudeli parameetrite hinnangute statistilist olulisust hinnatakse t-testiga. Mudeli selgitusvõimet iseloomustab determinatsioonikordaja. Modelleerimisel vaadeldakse täiendava muutuja lisamisel mudeli

korrigeeritud determinatsioonikordajat, et hinnata, kas täiendava muutuja lisamisel suureneb mudeli selgitusvõime oluliselt, võrreldes vabastastmete arvu vähenemisest tuleneva jõuga.

Pärast regressioonmudeli hindamist tuleb mudelit testida, et välja selgitada, kas on täidetud vähimruutude meetodi kasutamiseks vajalikud eeldused. Lineaarse regressioonmudeli eeldused on järgmised:

- Juhuslike liikmete keskväärts on null.
- Juhuslike liikmete dispersioon on konstantne (homoskedastiivsus).
- Juhuslikud liikmed ei korreleeru omavahel, s.t nende kovariatsioon on null (autokorrelatsiooni puudumine).
- Juhuslikud liikmed ei korreleeru seletavate tunnustega (eksogeensus).
- Juhuslikud liikmed alluvad normaaljaotusele.

Kuna magistritöös hinnatud mudelitesse on lisatud ka vabaliige, on eeldus, et juhuslike liikmete keskväärts on null, täidetud. Homoskedastiivsuse eelduse kehtimise kontrollimiseks kasutatakse White'i testi. Eksogeensus eelduse kehtimise kontrollimisel leitakse korrelatsioonikordajad mudeli jääkliikmete ja seletavate muutujate vahel. Juhuslike liikmete normaaljaotuse kontrollimisel saab kasutada Doornik-Hanseni testi. Kui osutub, et juhuslike liikmete keskväärts on null ja juhuslike liikmete dispersioon on konstantne, on ilma Doornik-Hanseni testi läbi viimata selge, et juhuslikud liikmed alluvad normaaljaotusele.

Samuti on tähtis hinnata mudelite parameetrite hinnangute märkide loogilisust. Mudelite kontrollimiseks on lisaks eespool nimetatutele rakendatud järgmisi meetodeid ja teste: Ramsey RESET test (mudeli kuju õigsuse kontrollimisel), dispersiooni inflatsioonikordajad (multikollineaarsuse ehk seletavate muutujate omavahelise korrelatsiooni puudumise kontrollimisel). Olulisuse nivoo, mille alusel testides võetakse vastu sisukas hüpotees, on üldiselt 5%, mõnel juhul ka 1%. Mudelite parameetrite hinnangute statistilise olulisuse hindamisel sisuka hüpoteesi vastuvõtmisel on mõnel juhul rakendatud olulisuse nivood 10% või 15%.

Kui esialgsete andmetega konstrueeritud mudeli põhjal läbiviidud Ramsey RESET test näitab, et mudeli spetsifikatsioon ei ole õige (s.t mudeli õige kuju ei ole lineaarne, modelleeritavad nähtuste seosed ei ole lineaarsed), konstrueeritakse mudel, kus mõned esialgsed näitajad on tõstetud teise või kolmandasse astmesse või logaritmitud.

Mudeli parameetrite hinnangute stabiilsust mudeli valimi alavalimites analüüsitakse Chow testiga. Huvipakkuv on küsimus, kas mudeli valimi moodustavate sadamate hulgas on

olulised konkurentsivõime tegurid sarnased või esineb teatud tegurite olulisuses erinevusi. Chow test viiakse läbi, jagades sadamad rühmadesse aastase kaubamahu alusel. Mudeli hindamise aluseks olevad andmed reastatakse eelnevalt sadamate aastase kaubamahu kahanemise järjekorras. Chow test annab formaalse hinnangu, kas etteantud murdepunktis valimi kaheks osaks jagamisel nendes valimi osades mudeli parameetrite väärtused erinevad statistiliselt oluliselt. Chow test viiakse läbi kõikide võimalike murdepunktidega.

Chow testi saab rakendada ka selleks, et valitud sadamat iseloomustava aegrea põhjal hinnata võimalike struktuursete murdepunktide olemasolu. Kui analüüsi tulemusel on näha, et esineb statistiliselt olulisi murdepunkte, on teiste meetodite kaudu võimalik välja selgitada murdepunktide tekkimise põhjuseid. Sel viisil saab analüüsida valitud sadama konkurentsivõime muutumist ajas.

Lisaks normaaljaotuse eelduse alusel arvatud mudelite parameetrite hinnangute usaldusvahemikele on magistritöös mudelite parameetrite hinnangute usaldusvahemike leidmiseks rakendatud ka *bootstrapping* meetodit. *Bootstrapping* on simulatsioonimeetodite valdkonda kuuluv tehnika, millel on aga simulatsiooniga võrreldes oluline erinevus: simulatsiooni puhul genereeritakse andmed täiesti tehislikult, *bootstrappingu* puhul moodustatakse aga suur hulk valimeid, kasutades mudeli koostamisel aluseks olnud valimi vaatlusi. Mudeli koostamisel aluseks olnud valimi vaatluste kasutamist võibki pidada *bootstrapping* meetodi eeliseks. *Bootstrapping* on tehnika, mille puhul luuakse etteantud valimi põhjal uut, täiendavat informatsiooni (Brooks 2008).

Bootstrapping tehnika puhul rakendatakse järgmist (*Ibid.*):

Olgu esitatud valim $y=y_1, y_2, \dots, y_T$, mille puhul tahetakse hinnata parameetrit θ . Parameetri statistiliste omaduste kindlakstegemiseks genereeritakse N valimit suurusega T y väärtuste asendamise teel. Iga genereeritud valimi puhul arvutatakse parameetri väärtus uuesti. Sellisel viisil saadakse parameetri hinnangute rida, mille alusel on vaadeldav näiteks parameetri hinnangute jaotus.

Bootstrappingu rakendamiseks tavalise regressioonmudeli $y=X\beta+u$ puhul on kaks võimalust (Brooks 2008):

- Iga valimi vaatluse i puhul genereeritakse asenduste teel kogu andmerida (nii seletavate muutujate kui sõltuva muutuja väärtused).
- Genereeritakse sõltuva muutuja väärtused, kasutades mudeli jääkliikmeid. Mudeli jääkliikmete alusel arvutatakse uued sõltuva muutuja väärtused: $y^*=\hat{y}+\hat{u}^*$, kus y^* on

bootstrappingu genereeritud sõltuv muutuja, \hat{y} on sõltuva muutuja silutud väärtus ja \hat{u}^* on *bootstrappingus* rakendatav mudeli jääkliige.

Magistritöös on rakendatud *bootstrappingu* teist võimalust (*bootstrapping* mudeli jääkliikmete kaudu). Usaldusvahemiku arvutamisel genereeritavate valimite arv on 1000.

Bootstrapping meetodi kasutamist piirab erindite esinemine valimis. Sellel põhjusel on käesolevas töös *bootstrappingut* rakendatud parameetrite hinnangute usaldusvahemike arvutamiseks mudelitele, mis kirjeldavad sadamate konkurentsivõime tegureid eraldi Chow testi alusel rühmitatud sadamate rühmades, mitte aga mudelitele, mis võtavad aluseks kogu valimi. *Bootstrapping* meetodi täiendav kasutamine parameetrite hinnangute usaldusvahemike arvutamisel lisab alternatiivse vaate mudeli parameetrite hinnangute võimalikele väärtustele.

Sadamad, mille andmete põhjal sadamate konkurentsivõime tegureid analüüsitakse, on järgmised: Muuga sadam (Eesti), Sillamäe sadam (Eesti), Helsingi sadam (Soome), Haminakotka sadam (Soome), Riia sadam (Läti), Ventspils sadam (Läti), Liepaja sadam (Läti), Klaipeda sadam (Leedu), Gdanski sadam (Poola), Gdynia sadam (Poola), Rotterdami sadam (Holland), Antverpeni sadam (Belgia), Hamburgi sadam (Saksamaa), Bremerhaveni sadam (Saksamaa), Valencia sadam (Hispaania), Göteborgi sadam (Rootsi), Kopenhaageni sadam (Taani). Nimetatud sadamad on vaatluse alla võetud järgmistel kaalutlustel:

- sadamad, mis asuvad Läänemere idakaldal ja on peamised konkurendid või potentsiaalsed koostööpartnerid Eesti sadamatele;
- muud Läänemere kaldal asuvad sadamad, mis on oma kaubamahtude või konkurentsivõime tegurite poolest võrreldavad Eesti sadamatega;
- sadamad, mis kuuluvad Euroopa suurimate hulka ning on silmapaistvalt edukad.

Huvipakkuvamatest sadamatest on andmete mittekättesaadavuse tõttu valimist välja jäänud Venemaa Peterburi ja Ust-Luga sadamad.

Vaatluse all on sadamad eelkõige kaubasadamatena. Modelleerimisel kasutatakse nii mikro- kui makroandmeid. Mudelite mikroandmed iseloomustavad konkreetsete sadamate näitajaid. Mudelite makroandmed iseloomustavad sadamate paiknemise riikide näitajaid. Mudelite muutujate valik põhineb seisukohal, et sadamate konkurentsivõimet mõjutavad nii tegurid, mis on sadama poolt kontrollitavad, kui ka sadamat ümbritsev keskkond ja üldisemad makronäitajad. Mudelite muutujate valikul on arvesse võetud eespool viidatud uurimustes esitatud seisukohti, magistritöö autori hinnanguid ja magistritöö jaoks kättesaadavate andmete valikut. Mudelite koostamisel on vaadeldud järgmisi sadamate näitajaid:

- sadama territooriumi pindala (hektarites);
- sadama veeteede suurim sügavus (meetrites);
- tonnaažitasu (eurodes GT ühiku kohta);
- sadamasisese konkurentsi näitaja (fiktiivne muutuja, 1=sadamas tegutseb mitu terminalide operaatorfirmat; 0=sadamas tegutseb üks terminalide operaatorfirma);
- sadamat aasta jooksul läbinud konteinerite arv (TEU-des);
- sadama aastane kaubamaht (tuhandetes tonnides).

Nimetatud tegurid iseloomustavad otseselt või kaudselt järgmisi sadamate konkurentsivõimet mõjutavaid valdkondi:

- Sadamarajatised ja sadama tehniline võimekus (sadama territooriumi pindala, sadama veeteede suurim sügavus; sadamat läbinud konteinerite arv). Sadama pindala annab informatsiooni sadama suurusest, muu hulgas kaudselt selle tootmisaladest ja laopindadest, mis annab omakorda infot sadama võimekusest kaupade vastu võtta, neid ladustada ja lisandväärtust anda. Sadama veeteede suurim sügavus annab informatsiooni, millise mastaabiga laevadel on sadamale ligipääs. Konteinerite arvu võib pidada oluliseks näitajaks, kuna konteinerid võimaldavad kaupade käitlemise efektiivsust tõsta.
- Sadamatasude tase.
- Sadamasisene konkurents. Mõnede autorite hinnangul võib sadamasisene konkurents tuua sadamas kaasa hindade alanemise ja efektiivsuse tõusu, mis toetab sadama konkurentsivõimet.
- Sadama aastane kaubamaht on magistritöös väljatöötatud mudelites võetud sõltuvaks muutujaks. Sadama aastast kaubamahtu vaadeldakse mudelites kui sadama konkurentsivõime näitajat.

Mudelite koostamisel on vaadeldud järgmisi makronäitajaid:

- SKP (miljonites eurodes, jooksevhindades). Kuna sageli on sadama kaubamahud seotud lisaks sadama paiknemise riigi majanduse tekitatud nõudlusele ka naaberriikide majanduste nõudlustega, on magistritöös mõnel juhul sadama paiknemise riigi SKP-le lisatud teatud osa naaberriigi SKP-st. Eesti sadamate puhul on Eesti SKP-le lisatud 1/5 Venemaa SKP-st. Läti sadamate puhul on Läti SKP-le lisatud 1/5 Venemaa SKP-st. Leedu sadamate puhul on Leedu SKP-le lisatud 1/5 Venemaa SKP-st. Soome

sadamate puhul on Soome SKP-le lisatud 1/10 Venemaa SKP-st. Belgia ja Hollandi sadamate puhul on vastavate riikide SKP-le lisatud 1/5 Saksamaa SKP-st.

- Investeeringud infrastruktuuri (protsentides SKP-st). Näitaja iseloomustab investeeringuid nii uude transpordi infrastruktuuri kui ka juba olemasoleva infrastruktuuri parandamisse.
- Pikaajalise laenu intressimäär (protsentides).
- IKT lisandväärtus (protsentides kogu lisandväärtusest).
- Riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinnang WEF (skaalal 1 kuni 7, kus 1 tähistab väga kehva kvaliteeti ja 7 tähistab hästi arenenud, efektiivset ja rahvusvahelistele standarditele vastavat kvaliteeti). Sadamate infrastruktuuri kvaliteedi hinne on Maailma Majandusfoorumi juhtide arvamusküsitluse (*World Economic Forum's Executive Opinion Survey*) raames ettevõtete juhtide hinnangute põhjal konstrueeritav näitaja. Intervjuude käigus küsitakse ettevõtete juhtidelt hinnangut oma riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile. Uuringut on läbi viidud juba rohkem kui 30 aastat ja näiteks 2009. aasta küsitluses osales üle 13 000 vastaja 133 riigist (World Bank).

Nimetatud näitajad iseloomustavad otseselt või kaudselt järgmisi sadamate konkurentsivõimet mõjutavaid valdkondi:

- sadama paiknemise riigi majanduse maht, turu suurus, tarbijate hulk (SKP);
- sadama tagamaa-ühenduste kvaliteedi ja arendamise tase (investeeringud infrastruktuuri);
- mahukate pikaajaliste investeerimisprojektide (nende hulgas infrastruktuuriprojektide) elluviimise tingimused (pikaajalise laenu intressimäär);
- informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogiate arendamise ja rakendamise tase sadama paiknemise riigis (IKT lisandväärtus);
- hinnang riigi sadamatele üldiselt, sealhulgas riigi sadamate maine (hinnang sadamate infrastruktuuri kvaliteedile).

Eespooltoodud mikro- ja makroandmete puhul esineb andmete erinevat päritolu. See on tingitud asjaolust, et ühes allikas võivad puududa andmed mõne sadama või riigi kohta. Andmete mittekättesaadavuse tõttu ühe või mitme sadama või riigi puhul jäi mudelites analüüsimata infrastruktuuri hoolduskulude näitaja ning sadamate kasumlikkuse näitajad. Kasutatavate andmete allikad on järgmised:

- Sadamapõhised andmed (sadama territooriumi pindala, sadama veeteede suurim sügavus, tonnaažitasu, sadamasisese konkurentsi näitaja, sadamat aasta jooksul läbinud konteinerite arv ja sadama aastane kaubamaht) on kogutud sadamate kodulehekülgedelt, mõnel juhul ka KPMG Baltics SIA uuringust „Competitive Position of the Baltic States Ports”. Erinevate sadamate kodulehekülgedel esitatud andmete maht, detailsuse aste ja perioodid võivad olla mõneti erinevad. Seetõttu võib erinevate sadamate andmete detailides esineda erinevusi.
 - Sadama territooriumi pindala näitaja esitab mõnel juhul sadama kogupindala (s.t sadama maismaa-alad ja veealad kokku); mõnel juhul sadama maismaa-alade pindala.
 - Erinevate sadamate puhul on sadamatasude nimekirjas tonnaažitasu erinevat tüüpi laevadele erineva detailsusastmega diferentseeritud. Mudelite väljatöötamisel on enamiku sadamate puhul kasutatud tonnaažitasu näitajat ro-ro tüüpi laevadele, aga andmete hulgas on tasumäärasid ka teisiti klassifitseeritud laevadele (nt segalastilaevad, liinivedude laevad, puistlastilaevad, konteinerlaevad).
 - Sadamat aasta jooksul läbinud konteinerite arvu näitaja puhul on suurem osa 2013. aasta andmed. Ventspils'i sadama puhul on kasutatud 2011. aasta näitajat, Valencia sadama puhul on kasutatud 2012. aasta näitajat.
 - Sadama aastase kaubamahu puhul on suurem osa andmeid 2013. aasta kohta. Ventspils'i ja Valencia sadamate puhul on kasutatud 2012. aasta andmeid.
- Makroandmed on kogutud suures osas rahvusvaheliste organisatsioonide (OECD, Maailmapank, Eurostat) andmebaasidest. Lisaks on kasutatud riikide statistikaametite andmebaase.
 - SKP andmed on üldiselt Eurostati andmebaasist. Venemaa SKP näitaja USA dollarites on Maailmapanga andmebaasist ja konverteeritud eurodesse Euroopa Keskpanka 03.11.2014 kursiga.
 - Infrastruktuuriinvesteeringute näitaja andmed on OECD andmebaasist. Suurem osa andmeid on 2011. aasta kohta. 2011. aasta andmete mittekättesaadavuse tõttu on Taani puhul kasutatud 2010. aasta näitajat ja Belgia puhul 2009. aasta näitajat.

- Pikaajalise laenu intressimäära näitaja andmed on CEIC Data andmebaasist. Mudelite väljatöötamisel on kasutatud 2014. aasta septembri andmeid. Eesti näitaja on võetud Eesti Panga andmebaasist.
- IKT lisandväärtuse näitaja andmed on üldiselt 2009. aasta kohta ja kogutud OECD andmebaasist. Läti näitaja on 2012. aasta kohta ja võetud Läti Statistikaameti andmebaasist. Leedu näitaja on 2013. aasta kohta ja allikas on Leedu Statistikaameti väljaanne „Information Technologies in Lithuania“.
- Riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedihinde näitaja andmed on Maailmapanga andmebaasist. Andmed on 2013. aasta kohta.

Kirjeldatud regressioonmudelite väljatöötamisel kasutatud andmed on esitatud lisas 1.

2.2.2. Modelleerimise tulemused

Magistritöös on hinnatud mitmesed lineaarsed regressioonmudelid, mille üldkuju on järgmine:

$$y_i = b_1 + b_2 x_{2i} + b_3 x_{3i} + \dots + b_k x_{ki} + u_i \quad (i=1, \dots, n)$$

kus y_i tähistab sõltuva muutuja väärtusi, b_k tähistab mudeli parameetreid (mudelis on k parameetrit), x_{ki} tähistab seletavate muutujate väärtusi (mudelis on $k-1$ seletavat muutujat), u_i tähistab mudeli jääkliikmeid.

Modelleerimise käigus hinnati suur hulk erinevaid mudeleid. Modelleerimisel kasutati erinevaid kombinatsioone muutujatest, mis on esitatud magistritöö alapeatükis 2.2.1.

Valimi kõikide sadamate andmete põhjal hinnatud mudelitest on järgnevalt esitatud kaks mudelit, millest üks kirjeldab nii sadama kaubamahu nõudlus- kui pakkumispoolseid tegureid ja teine ainult sadama kaubamahu pakkumispoolseid tegureid. Mõlema mudeli puhul on läbi viidud Chow test ning vastavalt Chow testi tulemusele on hinnatud mudelid alavalimites. Kokku esitatakse järgnevalt kuus mudelit: kolm mudelit iseloomustavad sadamate konkurentsivõime nõudlus- ja pakkumispoolseid tegureid ning kolm mudelit iseloomustavad sadamate konkurentsivõime pakkumispoolseid tegureid. Nõudluspoolsete teguritena käsitatakse antud juhul tegureid, mis tekitavad nõudluse konkreetsete sadamate kaudu veetavate kaupade järele. Pakkumispoolsete teguritena vaadeldakse aga tegureid, mis võimaldavad/soodustavad kaupade vedamist konkreetsete sadamate kaudu.

Mudelid oluliste nõudlus- ja pakkumispoolsete tegurite analüüsimiseks

Modelleerimisel osutus parimaks järgmine olulisuse nivool 10% statistiliselt oluline, statistiliselt oluliste parameetritega ja hinnatud mudelitest suurima selgitusvõimega mudel, mis vastab lineaarse regressioonmudeli eeldustele ja regressioonmudelile esitatavatele nõuetele ning kirjeldab nii sadamate kaubamahu nõudlus- kui pakkumispoolseid tegureid:

$$\ln Y = -1,63 + 0,65(\ln X_1) + 0,40(\ln X_2) + 0,003(X_3^2) + u \quad (1)$$

(2,44) (0,21) (0,12) (0,001)

$R^2 = 0,84$

$n = 17$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (tuhandetes tonnides), X_1 on SKP (miljonites eurodes), X_2 on sadama territooriumi pindala (hektarites), X_3 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites) ja u on mudeli jääkliige.

Mudeli hindamise tulemused on detailselt esitatud lisan 2. Mudeli determinatsioonikordaja (R^2) kohaselt kirjeldab mudel ligikaudu 84% sadamate aastase kaubamahu varieerumisest. Olulisuse nivool 5% normaaljaotuse eelduse alusel arvatud mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud

Parameeter	Parameetri hinnang	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	-1,626	-6,898	3,646
$\ln SKP$	0,654	0,204	1,103
$\ln Pindala$	0,398	0,133	0,663
Sügavus ²	0,003	-0,0005	0,006

Allikas: Autori arvutused programmis Gretl

Mudeli homoskedastiivsuse eelduse kehtimist on kontrollitud White'i testiga. Vastavalt White'i testi tulemustele puudub mudelis heteroskedastiivsus. White'i testi tulemused on esitatud lisan 2.

Läbiviidud korrelatsioonanalüüsi põhjal ei korreleeru mudeli juhuslikud liikmed seletavate muutujatega: korrelatsioonikordajad ei ole olulisuse nivool 5% statistiliselt olulised, s.t ei ületa statistiku kriitilist väärtust kahepoolse hüpoteesi testimisel. Korrelatsioonanalüüsi tulemused on esitatud lisan 2.

Mudeli põhjal läbiviidud Ramsey RESET testi kohaselt võib väita, et mudeli spetsifikatsioon on õige. Ramsey RESET testi tulemused on esitatud lisas 2.

Leitud dispersiooni inflatsioonikordajate (VIF – *variance inflation factors*) kohaselt ei esine mudelis multikollineaarsust. Mudeli multikollineaarsuse testimise tulemused on esitatud lisas 2.

Selleks, et hinnata väljatöötatud mudeli parameetrite hinnangute stabiilsust mudeli valimi erinevates osades, on läbi viidud Chow test kõikide võimalike murdepunktide korral. Eelnevalt on valimi moodustavate sadamate andmed korrastatud kaubamahu kahanemise järjekorras. Chow test on teostatud, valides murdepunktideks valimi vaatlused 2, 3, ..., 16. Osutub, et olulisuse nivool 5% on murdepunktidenä statistiliselt olulised vaatlused 12, 13, ..., 16, kusjuures F-statistik on suurima väärtusega, kui murdepunktiks on valimis 12. vaatlus. Lisas 2 on esitatud suurima F-statistiku väärtusega Chow testi tulemused.

Seega on mudeli valimis eristatavad kaks sadamate rühma. Ühe rühma moodustavad Rotterdami, Antverpeni, Hamburgi, Bremerhaveni, Valencia, Göteborgi, Riia, Klaipeda, Ventspils, Gdanski ja Muuga sadamad. Teise rühma moodustavad Gdynia, Kopenhaageni, Haminakotka, Helsingi, Sillamäe ja Liepaja sadamad. Kummalegi rühmale on eraldi leitud sellele rühmale iseloomulik mudel.

Esimese rühma sadamate andmete põhjal on hinnatud järgmine olulisuse nivool 1% statistiliselt oluline mudel:

$$\ln Y = 5,30 + 0,012X_1 + 0,026(X_2^2) + 0,33(\ln X_3) + u \quad (2)$$

(1,33) (0,002) (0,01) (0,11)

$R^2 = 0,96$

$n = 11$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (tuhandetes tonnides), X_1 on sadama territooriumi pindala (sadades hektarites), X_2 on riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinnang (skaalal 1 kuni 7), X_3 on SKP (miljonites eurodes) ja u on mudeli jääkliige.

Mudeli hindamise tulemused on detailselt esitatud lisas 3. Mudeli determinatsioonikordaja (R^2) kohaselt kirjeldab mudel ligikaudu 96% sadamate aastase kaubamahu varieerumisest. Olulisuse nivool 5% normaaljaotuse eelduse alusel arvutatud mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud on esitatud tabelis 3.

Bootstrapping meetodil arvutatud mudeli parameetrite hinnangute 95% usaldusvahemikud on esitatud tabelis 4.

Tabel 3. Mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud

Parameeter	Parameetri hinnang	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	5,295	2,152	8,439
Pindala	0,011	0,007	0,016
Kvaliteedihinne ²	0,026	-0,0001	0,051
lnSKP	0,334	0,077	0,590

Allikas: Autori arvutused programmis Gretl

Tabel 4. Mudeli parameetrite hinnangute *bootstrapping* meetodil arvutatud 95% usaldusvahemikud (I rühma sadamate mudel)

Parameeter	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	2,830	7,737
Pindala	0,008	0,015
Kvaliteedihinne ²	0,004	0,047
lnSKP	0,123	0,544

Allikas: Autori läbiviidud *bootstrapping* analüüs

Mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemike analüüsist selgub, et normaaljaotuse eeldusel põhinevas usaldusvahemikus on kvaliteedihinde parameetri võimalike väärtuste hulgas „0“, *bootstrapping* meetodil arvutatud usaldusvahemikus parameetri võimalike väärtuste hulgas aga „0“ puudub. Seda tähelepanekut on arvesse võetud mudeli parameetri statistilise olulisuse analüüsimisel ning mudelile hinnangu andmisel.

Mudeli homoskedastiivsuse eelduse kehtimist on kontrollitud White'i testiga. Vastavalt White'i testi tulemustele puudub mudelis heteroskedastiivsus. White'i testi tulemused on esitatud lisa 3.

Läbiviidud korrelatsioonanalüüsi põhjal ei korreleeru mudeli juhuslikud liikmed seletavate muutujatega: korrelatsioonikordajad ei ole olulisuse nivool 5% statistiliselt olulised, s.t ei ületa statistiku kriitilist väärtust kahepoolse hüpoteesi testimisel. Korrelatsioonanalüüsi tulemused on esitatud lisa 3.

Mudeli põhjal läbiviidud Ramsey RESET testi kohaselt võib olulisuse nivool 5% väita, et mudeli spetsifikatsioon on õige. Ramsey RESET testi tulemused on esitatud lisa 3.

Leitud dispersiooni inflatsioonikordajate kohaselt ei esine mudelis multikollinearsust. Multikollinearsuse testimise tulemused on esitatud lisa 3.

Teise rühma sadamate andmete põhjal on hinnatud järgmine olulisuse nivool 10% statistiliselt oluline mudel, milles esineb ainult SKP näitaja:

$$Y=254501+2,47 \cdot 10^{-6}(X^2)-1,57X+u \quad (3)$$

$$(72106,5) (7,30 \cdot 10^{-7}) \quad (0,46)$$

$$R^2=0,79$$

$$n=6$$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (tuhandetes tonnides), X on SKP (miljonites eurodes) ja u on mudeli jääkliige.

Mudeli hindamise tulemused on detailselt esitatud lisan 4. Mudeli determinatsioonikordaja (R^2) kohaselt kirjeldab mudel ligikaudu 79% sadamate aastase kaubamahu varieerumisest. Olulisuse nivool 5% normaaljaotuse eelduse alusel arvatud mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud on esitatud tabelis 5.

Tabel 5. Mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud

Parameeter	Parameetri hinnang	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	254 501	25 026	483 976
SKP ²	$2,47 \cdot 10^{-6}$	$1,45 \cdot 10^{-7}$	$4,79 \cdot 10^{-6}$
SKP	-1,573	-3,053	-0,094

Allikas: Autori arvutused programmis Gretl

Bootstrapping meetodil arvatud mudeli parameetrite hinnangute 95% usaldusvahemikud on esitatud tabelis 6.

II rühma sadamate mudeli konstrueerimisel ja tulemuste esitamisel peab arvesse võtma väikest valimit. Mudeli spetsifikatsiooni õigsuse kontrollimisel ei olnud väikese vabadusastmete arvu tõttu võimalik läbi viia Ramsey RESET testi.

Tabel 6. Mudeli parameetrite hinnangute *bootstrapping* meetodil arvatud 95% usaldusvahemikud (II rühma sadamate mudel)

Parameeter	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	123 231	396 936
SKP ²	$9,889 \cdot 10^{-7}$	$4,003 \cdot 10^{-6}$
SKP	-2,516	-0,710

Allikas: Autori läbiviidud *bootstrapping* analüüs

Mudeli homoskedastiivsuse eelduse kehtimist on kontrollitud White'i testiga. Vastavalt White'i testi tulemustele puudub mudelis heteroskedastiivsus. White'i testi tulemused on esitatud lisan 4.

Läbiviidud korrelatsioonanalüüsi põhjal ei korreleeru mudeli juhuslikud liikmed seletavate muutujatega: korrelatsioonikordajad ei ole olulisuse nivool 5% statistiliselt olulised, s.t ei ületa statistiku kriitilist väärtust kahepoolse hüpoteesi testimisel. Korrelatsioonanalüüsi tulemused on esitatud lisan 4.

Võrreldes eespooltoodud kolme mudelit, on näha, et esimeses kahes mudelis on lisaks SKP-le olulised eelkõige konkreetse sadamaga seotud näitajad. Kolmandas mudelis, mis on hinnatud kaubamahult väiksemate sadamate andmete põhjal, tuleb esile tõsta makroökonomilise näitaja (SKP) tähtsust. Sellest võib järeldada, et avaliku sektori roll sadamate konkurentsivõime toetamisel on oluline just väiksemate sadamate puhul.

Mudelid oluliste pakkumispoolsete tegurite analüüsimiseks

Modelleerimisel osutus parimaks järgmine olulisuse nivool 5% statistiliselt oluline, statistiliselt oluliste parameetritega ja hinnatud mudelitest suurima selgitusvõimega mudel, mis kirjeldab sadamate kaubamahu pakkumispoolseid tegureid ja vastab lineaarse regressioonimudeli eeldustele ning regressioonimudelile esitatavatele nõuetele:

$$Y = -417,71 + 176,27(X_1) - 20,46(X_2^2) + 0,31(X_3^2) + 7,99(X_4^2) + 1,35(X_5) + u \quad (4)$$

(123,85) (60,26) (6,55) (0,11) (2,86) (0,26)

$$R^2 = 0,94$$
$$n = 17$$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (miljonites tonnides), X_1 on investeeringud infrastruktuuri sadama paiknemise riigis (protsentides SKP-st), X_2 on pikaajalise laenu intressimäär (protsentides), X_3 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites), X_4 on riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinnang (skaalal 1 kuni 7, kus 1 tähistab halvimat ja 7 parimat kvaliteeti), X_5 on sadama territooriumi pindala (sadades hektarites) ja u on mudeli jääkliige.

Mudeli hindamise tulemused on detailselt esitatud lisan 5. Mudeli determinatsioonikordaja (R^2) kohaselt kirjeldab mudel ligikaudu 94% sadamate aastase kaubamahu varieerumisest. Olulisuse nivool 5% normaaljaotuse eelduse alusel arvatud mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud on esitatud tabelis 7.

Tabel 7. Mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud

Parameeter	Parameetri hinnang	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	-417,71	-690,30	-145,13
Investeeringud	176,27	43,65	308,90
Intress ²	-20,46	-34,89	-6,04
Sügavus ²	0,31	0,07	0,56
Kvaliteedihinne ²	7,99	1,69	14,29
Pindala	1,35	0,78	1,91

Allikas: Autori arvutused programmis Gretl

Mudeli homoskedastiivsuse eelduse kehtimist on kontrollitud White'i testiga. Vastavalt White'i testi tulemustele puudub mudelis heteroskedastiivsus. White'i testi tulemused on esitatud lisas 5.

Läbiviidud korrelatsioonanalüüsi põhjal ei korreleeru mudeli juhuslikud liikmed seletavate muutujatega: korrelatsioonikordajad ei ole olulisuse nivool 5% statistiliselt olulised, s.t ei ületa statistiku kriitilist väärtust kahepoolse hüpoteesi testimisel. Korrelatsioonanalüüsi tulemused on esitatud lisas 5.

Mudeli põhjal läbiviidud Ramsey RESET testi kohaselt võib olulisuse nivool 1% väita, et mudeli spetsifikatsioon on õige. Ramsey RESET testi tulemused on esitatud lisas 5.

Leitud dispersiooni inflatsioonikordajate kohaselt võib mudelis multikollineaarsus esineda infrastruktuuriinvesteeringute näitaja puhul (investeeringute muutuja VIF>10). Samas on mudel ja mudeli parameetrite hinnangud statistiliselt olulised. Infrastruktuuriinvesteeringute näitaja eemaldamine mudelist põhjustaks parameetrite hinnangute statistiliselt ebaoluliseks muutumise ja mudeli kirjeldusvõime olulise languse – võib järeldada, et investeeringute näitaja on mudelis tähtis. Seetõttu on multikollineaarsuse võimalik esinemine mudelis jäetud tähelepanuta. See on lubatav, sest multikollineaarsuse esinemine ei põhjusta mudeli parameetrite hinnangutes nihet. Mudeli dispersiooni inflatsioonikordajad on esitatud lisas 5.

Mudeli tulemustest väärrib avaliku sektori majanduspoliitiliste meetmete seisukohalt esiletoomist infrastruktuuriinvesteeringute tähtsus sadamate konkurentsivõimele. Sadamate konkurentsivõime toetamisel on infrastruktuuriinvesteeringud ka otsesem meede kui näiteks pikaajaliste intressimäärade mõjutamine. Song ja Geenhuizen (2014) on sadamaregioone iseloomustavate tootmisfunktsioonide kaudu hinnanud Hiina sadamate infrastruktuuri

arendamiseks tehtavate investeeringute mõju kohalikule majandusele, kasutades paneelandmeid erinevate sadamaregioonide kohta. Song ja Geenhuizen (2014) kohaselt on infrastruktuuriinvesteeringute mõju selgelt positiivne, kuid positiivse mõju ulatus erineb piirkonniti. Investeeringute plaanimisel soovitatakse avaliku sektori esindajatel silmas pidada investeeringute tasakaalustatust: mõnel juhul võib infrastruktuuriinvesteeringutest suuremat kasu tuua investeerimine sadama efektiivsuse tõstmisesse, sadamate võrgustike arendamisse, sadamate ühendustesse suurte keskustega (Song, Geenhuizen 2014). Agbelie (2014) analüüsib infrastruktuuriinvesteeringute majanduslikku mõju 40 riigi 1992-2010 andmete põhjal ökonomeetrilise modelleerimise kaudu. Uurimuse tulemusena tuuakse välja investeeringute mõju ulatuse märkimisväärne varieeruvus erinevate riikide puhul, kusjuures mõju ulatust võib modelleerida kui funktsiooni riigi juba olemasolevast infrastruktuuri tasemest ja riigi majandussektorite transpordisõltuvusest (Agbelie 2014). Ühe soovitusena avaliku sektori otsustajatele infrastruktuuriinvesteeringute majandusliku mõju hindamisel ja investeeringute plaanimisel toob magistritöö autor välja investeeringute *ex-post* analüüside olulisuse. *Ex-ante* analüüside kõrval on *ex-post* analüüside tähtsust rõhutanud näiteks Louw *et al* (2013).

Selleks, et hinnata väljatöötatud mudeli parameetrite hinnangute stabiilsust mudeli valimi erinevates osades, on läbi viidud Chow test kõikide võimalike murdepunktide korral. Eelnevalt on valimi moodustavate sadamate andmed korrastatud kaubamahu kahanemise järjekorras. Chow test on teostatud, valides murdepunktideks valimi vaatlused 2, 3, ..., 16. Osutub, et olulisuse nivool 5% on murdepunktidenä statistiliselt olulised vaatlused 2, 3, ..., 7, kusjuures F-statistik on suurima väärtusega, kui murdepunktiks on valimis 6. vaatlus. Lisas 5 on esitatud suurima F-statistiku väärtusega Chow testi tulemused.

Seega on mudeli valimis eristatavad kaks sadamate rühma. Ühe rühma moodustavad Rotterdami, Antverpeni, Hamburgi, Bremerhaveni ja Valencia sadamad ning teise rühma moodustavad Göteborgi, Riia, Klaipeda, Ventspils, Gdanski, Muuga, Gdynia, Kopenhaageni, Haminakotka, Helsingi, Sillamäe ja Liepaja sadamad. Kummalegi rühmale on eraldi leitud sellele rühmale iseloomulik mudel.

Teise rühma sadamate andmete põhjal on hinnatud järgmine olulisuse nivool 15% statistiliselt oluline mudel:

$$Y = -12,02 + 0,123(X_1^2) + 15,44(X_2) - 2,70(X_3^2) + u \quad (5)$$

$$(12,52) (0,04) \quad (8,82) \quad (1,51)$$

$$R^2 = 0,52$$

n=12

kus Y on sadama aastane kaubamaht (miljonites tonnides), X_1 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites), X_2 on investeeringud infrastruktuuri sadama paiknemise riigis (protsentides SKP-st), X_3 on pikaajalise laenu intressimäär (protsentides) ja u on mudeli jääkliige.

Mudeli hindamise tulemused on detailselt esitatud lisas 6. Riigi infrastruktuuriinvesteeringute näitaja ja pikaajalise laenu intressimäära näitaja teises astmes on statistiliselt olulised olulisuse nivool 15%. Olulisuse nivool 5% on statistiliselt oluline sadama veeteede suurima sügavuse näitaja teises astmes. Mudeli selgitusvõime (R^2) on ligikaudu 52%, mis on oluliselt madalam kui kogu valimi mudeli selgitusvõime. Võib oletada, et mudeli madalam selgitusvõime teise rühma sadamate puhul tuleneb selle rühma sadamate suuremast heterogeensusest ja keerukamatest seostest mudeli seletavate muutujate ja sõltuva muutuja vahel. Võib esitada seisukoha, et väiksemate sadamate konkurentsivõime on modelleerimise seisukohalt keerukam nähtus ning erinevate sadamate puhul võivad olulised konkurentsivõime tegurid erineda (ühiseid jooni sadamate konkurentsivõimes on keerulisem leida). Tulemuste esitamisel tuleb aga silmas pidada mudeli hindamise aluseks olnud väikest valimit.

Olulisuse nivool 5% normaaljaotuse eelduse alusel arvatud mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud on esitatud tabelis 8.

Tabel 8. Mudeli parameetrite hinnangute 95% usaldusvahemikud (II rühma sadamate mudel)

Parameeter	Parameetri hinnang	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	-12,02	-40,88	16,84
Sügavus ²	0,12	0,02	0,22
Investeeringud	15,44	-4,90	35,78
Intress ²	-2,70	-6,19	0,79

Allikas: Autori arvutused programmis Gretl

Bootstrapping meetodil arvatud mudeli parameetrite hinnangute 95% usaldusvahemikud on esitatud tabelis 9.

Mudeli homoskedastiivsuse eelduse kehtimist on kontrollitud White'i testiga. White'i testi tulemuste kohaselt puudub mudelis heteroskedastiivsus. White'i testi tulemused on esitatud lisas 6.

Tabel 9. Mudeli parameetrite hinnangute *bootstrapping* meetodil arvatud 95% usaldusvahemikud (II rühma sadamate mudel)

Parameeter	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	-35,44	11,79
Sügavus ²	0,04	0,21
Investeeringud	-0,99	33,68
Intress ²	-5,43	0,32

Allikas: Autori läbiviidud *bootstrapping* analüüs

Läbiviidud korrelatsioonanalüüsi põhjal ei korreleeru mudeli juhuslikud liikmed seletavate muutujatega: korrelatsioonikordajad ei ole olulisuse nivool 5% statistiliselt olulised, s.t ei ületa statistiku kriitilist väärtust kahepoolse hüpoteesi testimisel. Korrelatsioonanalüüsi tulemused on esitatud lisas 6.

Mudeli põhjal läbiviidud Ramsey RESET testi kohaselt võib väita, et mudeli spetsifikatsioon on õige. Ramsey RESET testi tulemused on esitatud lisas 6.

Leitud dispersiooni inflatsioonikordajate kohaselt ei esine mudelis multikollinearsust. Multikollinearsuse testimise tulemused on esitatud lisas 6.

I rühma sadamate – viie suurima kaubakäibega sadama – andmete põhjal on hinnatud järgmine olulisuse nivool 5% statistiliselt oluline ja statistiliselt oluliste parameetritega mudel:

$$Y = -101,17 + 0,74(X_1^2) + 0,90(X_2) + u \quad (6)$$

$$(18,70) (0,07) \quad (0,18)$$

$$R^2 = 0,993$$

$$n = 5$$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (miljonites tonnides), X_1 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites), X_2 on sadama territooriumi pindala (sadades hektarites) ja u on mudeli jääkliige.

Mudeli hindamise tulemused on detailselt esitatud lisas 7. Mudeli selgitusvõime (R^2) on rohkem kui 99%. See tähendab, et konkurentsivõime pakkumispoolsete tegurite mudeli kaks seletavat muutujat – sadama veeteede suurim sügavus ja sadama pindala – ning mudeli vabaliige seletavad Euroopa suurimate sadamate kaubamahtude varieerumisest vaadeldaval perioodil üle 99%. Kahe seletava muutujaga mudeli selgitusvõime I rühma sadamate puhul on oluliselt suurem kui kolme seletava muutujaga mudeli selgitusvõime II rühma sadamate puhul.

Olulisuse nivool 5% normaaljaotuse eelduse alusel arvatud mudeli parameetrite hinnangute usaldusvahemikud on esitatud tabelis 10.

Tabel 10. Mudeli parameetrite hinnangute 95% usaldusvahemikud (I rühma sadamate mudel)

Parameeter	Parameetri hinnang	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	-101,17	-181,63	-20,71
Pindala	0,90	0,15	1,65
Sügavus ²	0,74	0,45	1,03

Allikas: Autori arvutused programmis Gretl

Bootstrapping meetodil arvatud mudeli parameetrite hinnangute 95% usaldusvahemikud on esitatud tabelis 11.

I rühma sadamate mudeli konstrueerimisel ja tulemuste esitamisel peab arvesse võtma väikest valimit. Nimetatud põhjusel ei olnud regressioonmudeli hindamise eelduste kehtimise kontrollimisel võimalik läbi viia White'i testi. Mudeli spetsifikatsiooni õigsuse kontrollimisel ei olnud väikese vabadusastmete arvu tõttu võimalik läbi viia Ramsey RESET testi.

Tabel 11. Mudeli parameetrite hinnangute *bootstrapping* meetodil arvatud 95% usaldusvahemikud (I rühma sadamate mudel)

Parameeter	95% usaldusvahemiku alumine piir	95% usaldusvahemiku ülemine piir
Vabaliige	-138,73	-63,39
Pindala	0,56	1,24
Sügavus ²	0,60	0,88

Allikas: Autori läbiviidud *bootstrapping* analüüs

Läbiviidud korrelatsioonanalüüsi põhjal ei korreleeru mudeli juhuslikud liikmed seletavate muutujatega: korrelatsioonikordajad ei ole olulisuse nivool 5% statistiliselt olulised, s.t ei ületa statistiku kriitilist väärtust kahepoolse hüpoteesi testimisel. Korrelatsioonanalüüsi tulemused on esitatud lisas 7.

Leitud dispersiooni inflatsioonikordajate põhjal ei esine mudelis multikollinearsust. Multikollinearsuse testimise tulemused on toodud lisas 7.

Kui võrrelda sadamate konkurentsivõime pakkumispoolsete tegurite mudelit suuremate sadamate ja väiksemate sadamate puhul, võib välja tuua järgmist:

- Suuremate sadamate konkurentsivõime puhul on statistiliselt olulised sadamaspetsiifilised näitajad: sadama territooriumi pindala, sadama veeteede sügavus; väiksemate sadamate konkurentsivõime puhul on statistiliselt olulised ka makroökonomilised näitajad: riigi infrastruktuuriinvesteeringute osakaal SKP-st, pikaajalise laenu intressimäär.
- Statistiliselt oluline konkurentsivõime tegur nii suuremate kui väiksemate sadamate puhul on sadama veeteede sügavus.
- Võib esitada seisukoha, et suuremate sadamatega võrreldes on väiksemate sadamate konkurentsivõime modelleerimise seisukohalt keerukam nähtus ning erinevate sadamate puhul võivad olulised konkurentsivõime tegurid erineda (ühiseid jooni sadamate konkurentsivõimes on keerulisem leida). Kahe seletava muutujaga mudeli selgitusvõime suuremate sadamate puhul on oluliselt suurem kui kolme seletava muutujaga mudeli selgitusvõime väiksemate sadamate puhul.

2.2.3. Mudelite järeldused ja avaliku sektori roll

Modelleerimisel selgunud statistiliselt olulised sadamate konkurentsivõime tegurid on: sadama veeteede sügavus, sadama pindala, riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinne, SKP, infrastruktuuriinvesteeringute osakaal SKP-st, pikaajalise laenu intressimäär.

Seejuures on sadamate konkurentsivõime nõudlus- ja pakkumispoolseid tegureid kirjeldav kogu valimi põhjal hinnatud mudel järgmine:

$$\ln Y = -1,63 + 0,65(\ln X_1) + 0,40(\ln X_2) + 0,003(X_3^2) + u$$

(2,44) (0,21) (0,12) (0,001)

$R^2 = 0,84$

$n = 17$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (tuhandetes tonnides), X_1 on SKP (miljonites eurodes), X_2 on sadama territooriumi pindala (hektarites), X_3 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites) ja u on mudeli jääkliige.

Sadamate konkurentsivõime pakkumispoolseid tegureid kirjeldav kogu valimi põhjal hinnatud mudel on järgmine:

$$Y = -417,71 + 176,27(X_1) - 20,46(X_2^2) + 0,31(X_3^2) + 7,99(X_4^2) + 1,35(X_5) + u$$

(123,85) (60,26) (6,55) (0,11) (2,86) (0,26)

$$R^2=0,94$$

$$n=17$$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (miljonites tonnides), X_1 on investeeringud infrastruktuuri sadama paiknemise riigis (protsentides SKP-st), X_2 on pikaajalise laenu intressimäär (protsentides), X_3 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites), X_4 on riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinnang (skaalal 1 kuni 7, kus 1 tähistab halvimat ja 7 parimat kvaliteeti), X_5 on sadama territooriumi pindala (sadades hektarites) ja u on mudeli jääkliige.

Mudelite põhjal võib väita:

- Suuremate sadamate konkurentsivõime puhul on olulisemad sadamaspetsiifilised näitajad: sadama territooriumi pindala, sadama veeteede sügavus.
- Väiksemate sadamate konkurentsivõime puhul on suure tähtsusega ka makroökonomilised näitajad: SKP, riigi infrastruktuuriinvesteeringute osakaal SKP-st, pikaajalise laenu intressimäär. Seega on avaliku sektori roll sadamate konkurentsivõime toetamisel eriti oluline väiksemate sadamate puhul. Tuleb rõhutada riigi makroökonomiliste näitajate ja maailmamajanduse olukorra mõju väiksemate sadamate konkurentsivõimele.
- Sadamate konkurentsivõime oluline tegur on investeeringud infrastruktuuri sadama paiknemise riigis. Soovitusena avaliku sektori otsustajatele infrastruktuuriinvesteeringute majandusliku mõju hindamisel ja investeeringute plaanimisel toob magistritöö autor välja investeeringute *ex-post* analüüside olulisuse.
- Konkurentsivõime nõudlus- ja pakkumispoolseid tegureid analüüsivate ning ainult pakkumispoolseid tegureid analüüsivate mudelite võrdlemisel võib esile tuua Chow testi erinevaid tulemusi. See tähendab, et konkurentsivõime oluliste pakkumispoolsete tegurite poolest sarnaste sadamate rühmad on erinevad rühmadest oluliste nõudlus- ja pakkumispoolsete tegurite koos vaatlemisel. Ainult pakkumispoolsete tegurite vaatlemisel moodustavad ühe rühma Rotterdami, Antverpeni, Hamburgi, Bremerhaveni ja Valencia sadamad ning teise rühma Göteborgi, Riia, Klaipeda, Ventspils, Gdanski, Muuga, Gdynia, Kopenhaageni, Haminakotka, Helsingi, Sillamäe ja Liepaja sadamad. Kui vaadelda ka nõudluspoolseid tegureid, laieneb suuremate sadamate rühm ja ühe rühmana võib analüüsida Rotterdami, Antverpeni, Hamburgi, Bremerhaveni, Valencia, Göteborgi, Riia, Klaipeda, Ventspils, Gdanski ja Muuga

sadamaid. Teise rühma kuuluvad Gdynia, Kopenhaageni, Haminakotka, Helsingi, Sillamäe ja Liepaja sadamad.

- Magistritöös konstrueeritud mudelite analüüsimisel võib välja tuua mudelite sõltuva muutuja – sadama aastase kaubamahu, mida vaadeldakse sadama konkurentsivõime näitajana – ja seletavate muutujate – konkurentsivõime tegurite – seoste mittelineaarset iseloomu.

Käesolevas peatükis esitatud regressioonmudelite arendamisvõimalustena näeb magistritöö autor valimi laiendamist ning paneelandmete kasutamist. Vähimruutude meetodil hinnatud regressioonmudeli asemel on võimalikud alternatiivid juhuslike efektide mudel (*random-effects model*) või juhuslike parameetrite mudel (*random-parameters model*).

3. SADAMATE KONKURENTSIVÕIME KUJUNEMINE MÄNGUTEORIA RAAMISTIKUS

Käesolevas peatükis uuritakse sadamate konkurentsivõime ja koostöö kujunemist mänguteoria raamistikus. Vaatluse all on sadamate strateegilised otsused infrastruktuuriinvesteeringute osas.

3.1. Ülevaade sadamate sidusrühmade interaktsiooni mänguteoreetilistest uurimustest

Sadamate strateegiliste otsuste kirjeldamisel mänguteoria raamistikku kasutavad uurimused vaatlevad sageli sadamate konkurentsituatsioonis tehtavaid otsuseid sadamatasude või investeeringute osas. Ishii *et al* (2013) esitavad mittekoooperatiivse mängu raamistikus konkureerivate sadamate otsustusprotsessi, kus määratakse sadamatasud ning sadama võimsus. Uurimisküsimused on järgmised (Ishii *et al* 2013):

- Kuidas kujunevad tasakaaluhinnad (sadamatasud), kui iga sadam määrab sadamatasu strateegiliselt?
- Kuidas peaksid teised sadamad oma hinnad kujundama, kui sadam investeerib oma võimsuse suurendamisse?
- Sadama investeeringud on ebaühtlase ajalise jaotusega (*lumpy*) ja seotud ebakindlusega nõudluse suhtes. Küsimus on, kuidas kujunevad tasakaaluhinnad (sadamatasud) nimetatud ebakindluse tingimustes.
- Millised on tasakaalulahenditena tekkivate sadamatasude karakteristikud?

Mängu raamistik on järgmine (Ishii *et al* 2013): kõigepealt teeb võimsusesse investeerimise otsuse esimene sadam ja seejärel valib ta kehtestatava sadamatasu ebakindla nõudluse tingimustes. Pärast esimese sadama poolt tehtud otsuseid teeb otsused teine sadam:

kõigepealt otsus investeringu suhtes ja siis sadamatasu suhtes. Samuti eeldatakse, et investeerimise otsuse ja investeringu objekti valmimise vahel on viitaeg. Investeringu objekti valmimisel muudavad sadamad oma sadamatasusid. Mudeli kohaselt peaks sadam määrama võimalikult väikese sadamatasu, kui nõudluse elastsus on suur ja kui mõlemad mängijad (konkureerivad sadamad) on ette võtnud (enam-vähem samaaegselt) mahuka sadama laiendustegevuse (Ishii *et al* 2013).

Luo *et al* (2012) analüüsivad Bertrandi tüüpi mängu, mis kirjeldab domineeriva sadama ja uue sadama valikuid hindade kujundamisel (hinnad kui lühiajalise konkureerimise mõjutaja) ja arendustegevuse üle otsustamisel (arendustegevus kui pikaajalise konkureerimise mõjutaja). Mudel uurib turustruktuuri muutusi: üleminekut monopolilt oligopolile. Võimalike huvipakkuvate uurimisvaldkondadena, mis võivad anda panuse avaliku sektori poliitika väljatöötamise, toovad Luo *et al* (2012) välja mudeli poolt kirjeldatava konkurentsi mõju kohalikule majandusele ja keskkonnale ning võimalike kooperatiivsete strateegiate mõju.

Asgari *et al* (2013) kasutavad mänguteoreetilist võrgustiku disaini mudelit, kus mängijateks on kaks suurt konteinersadamat ja laevafirmad. Analüüsitakse järgmisi võimalusi: täielik konkurents sadamate vahel; täielik koostöö sadamate vahel; koostöö nii sadamate kui laevafirmade vahel. Uurimuses väljatöötatud mudelis on eelduseks, et sadamad on võrdse konkureerimise mõjukusega. Võimaliku uurimisvaldkonnana edaspidiseks esitavad Asgari *et al* (2013) mänguteoreetilise mudeli, kus konkureerivad sadamad on erineva mõjukusega.

Saeed ja Larsen (2010) analüüsivad kaheetapilise mängu kaudu Pakistani Karachi sadama alal tegutseva kolme konteinerterminali koalitsioonide moodustumise võimalusi ja nendega seotud tulemusi. Mängu teist etappi modelleeritakse kui Bertrandi mängu, kus mängijateks on üks sadamaväline konkurent ja erinevad võimalikud koalitsioonid vaadeldava sadama terminalide vahel (Saeed, Larsen 2010). Yang *et al* (2011) rakendavad mänguteoorias olulist tuuma kontseptsiooni, et analüüsida laevafirmade liidu stabiilsust.

Uchiyama ja Taniguchi (2012) esitavad evolutsioonilise mänguteooria raamistikus mudeli, et selgitada logistikafirma strateegilisi valikuid saadetise kohaletoimetamise teekonna valimisel, arvestades kaht muutujat: reisiaja varieeruvus ja takistused teekonnal.

3.2. Sadamate konkurentsivõime kujunemise mudelid

3.2.1. Meetod

Magistritöös väljatöötatud mänguteoreetiliste mudelite majandusteoreetiline raamistik on seotud avaliku sektori ökonoomikaga ja tööstusliku organisatsiooni teooriaga. Olulisteks kontseptsioonideks on mehhanismi disain, avalik kaup, „priisõitja“ probleem.

Mängu modelleeritakse erineval kujul, et analüüsida, kuidas muutub mängu lahend, kui muutuvad mängu tingimused. Esmalt kirjeldatakse mängu kui täieliku informatsiooniga staatilist mängu; teiseks kui mittetäieliku informatsiooniga staatilist mängu; kolmandaks kui täieliku informatsiooniga dünaamilist mängu; neljandaks kui mittetäieliku informatsiooniga dünaamilist mängu. Vaadeldakse samuti, kuidas muutub mängu lahend, kui muutub mängijate eesmärk.

Staatilise mängu puhul langetavad mängijad otsused ühel ajal (s.t neile ei ole teada teiste mängijate otsused). Dünaamilise mängu puhul on oluline mängijate valikujärjekord: esimesena otsuse teinud mängija otsus on teistele mängijatele teada. Täieliku informatsiooniga mängus on mängijatel informatsioon üksteise sihifunktsioonide kohta. Mittetäieliku informatsiooniga mängus puudub mängijatel informatsioon üksteise sihifunktsioonide kohta (Gibbons 1992).

Staatiline mäng on magistritöös esitatud normaalvormis. Dünaamiline mäng on esitatud laiendatud vormis. Normaalvormis mängu defineerimisel kirjeldatakse mängijad, iga mängija võimalikud strateegiad ja igale võimalikule strateegiate kombinatsioonile vastavad tulemused iga mängija jaoks. Laiendatud vormis mängu puhul kirjeldatakse mängijad, mängijate valikujärjekord, iga mängija võimalikud strateegiad mängija otsustamise kordadel, mängijate teadmiste hulk eelnenud otsustest, iga võimaliku strateegiate kombinatsiooniga kaasnevad tulemused iga mängija jaoks (Gibbons 1992).

Mittetäiusliku informatsiooniga normaalvormis n mängijaga mängu (Bayesi mängu) puhul tuuakse ära mängijate tegevuste hulgad A_1, \dots, A_n , mängijate tüüpide hulgad T_1, \dots, T_n , mängijate arvamused teiste mängijate tüüpide kohta p_1, \dots, p_n ja mängijate tulemusfunktsioonid u_1, \dots, u_n . Mängija i arvamus $p_i(t_{-i} | t_i)$ iseloomustab mängija teadmatust teiste mängijate tüüpide osas. $p_i(t_{-i} | t_i)$ väljendab, et mängija i arvutab teiste mängijate tüüpide (t_{-i}) esinemise tõenäosused, võttes arvesse tõenäosusjaotust $p(t)$ ning mängija i tüüpi t_i

(Gibbons 1992). Magistritöös eeldatakse, et mängijate tüübid on üksteisest sõltumatud. Seega on mängijate tüüpide esinemise tõenäosused kirjeldatavad tõenäosusjaotusega $p(t)$, mis on teada kõikidele mängijatele.

Täiusliku informatsiooniga mängu lahendusprintsipiina kasutatakse Nashi tasakaalu. Nashi tasakaal on strateegiliselt stabiilne mänguteoreetiline prognoos, mille puhul mitte ühelgi mängijal pole põhjust oma prognoositud strateegiast erinevat strateegiat rakendada. Nashi tasakaalu puhasstrateegiate korral defineeritakse järgmiselt (Gibbons 1992):

Strateegiate kombinatsioon (s_1^, \dots, s_n^*) on mängu $G = \{S_1, \dots, S_n; u_1, \dots, u_n\}$ Nashi tasakaaluks, kui i -nda mängija jaoks on strateegia s_i^* parimaks vastuseks ülejäänud $n-1$ mängija strateegiate kombinatsioonile $(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*)$: $u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*) \geq u_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_n^*)$.*

Täiusliku informatsiooniga dünaamiliste mängude lahendusmeetodina kasutatakse tagurpidi induktsiooni, mille kohaselt kahe mängijaga mängus valib esimene mängija mängu esimeses etapis strateegia, mille korral $\max_{a_1} u_1(a_1, R_2(a_1))$, kus $R_2(a_1)$ on teise mängija parim reaktsioon esimese mängija tegevusele (Gibbons 1992).

Mittetäiusliku informatsiooniga mängude lahendusprintsipiina kasutatakse Bayesi Nashi tasakaalu. Strateegiate kombinatsiooni $s^* = (s_1^*, \dots, s_n^*)$ nimetatakse puhasstrateegiate Bayesi Nashi tasakaaluks, kui iga mängija i jaoks ja iga mängija i võimaliku tüübi $t_i \in T_i$ korral on $s_i^*(t_i)$ lahendiks järgmisele probleemile:

$$\max_{a_i \in A_i} \sum_{t_{-i} \in T_{-i}} u_i(s_1^*(t_1), \dots, s_{i-1}^*(t_{i-1}), a_i, s_{i+1}^*(t_{i+1}), \dots, s_n^*(t_n); t) p_i(t_{-i} | t_i)$$

Mängijate valitavad strateegiad võivad olla nii puhas- kui segastrateegiad. Kahe mängijaga normaalvorm-mängus $G = \{S_1, S_2; u_1, u_2\}$ defineeritakse segastrateegiaid (p_1^*, p_2^*) kui Nashi tasakaalustrateegiaid, kui kummagi mängija segastrateegia on parim vastus teise mängija segastrateegiale (Gibbons 1992).

Oluline küsimus, mida mänguteoorias ettevõtete konkurentsi kontekstis ettevõtete investeerimisotsustega seoses modelleeritakse, on „usutav ähvardus“, mis tähendab ühe mängija poolt teistele mängijatele antavat signaali mängija käitumise osas tulevikus. Mudelis, kus mängijateks on turul juba tegutsev ettevõtte ning turule siseneda plaaniv ettevõtte, võib juba tegutseva ettevõtte suurt investeeringut tootmisvõimsuse suurendamiseks, uue tehnoloogia arendamiseks või kasutuselevõtmise või pikaajaliste lepingute sõlmimist vaadelda kui turule

sisenejale usutavalt mõjuvat signaali, mis võib viia turule siseneja otsuseni mitte turule siseneda (Bagwell, Wolinsky 2002).

Sageli vaadeldakse investeeringuid ettevõtete konkurentsi kaheetapilises mudelis, kus ettevõtted otsustavad mängu esimeses etapis üheaegselt investeeringute, tehnoloogiate või tootmisvõimsuse mahu üle ning teises etapis toodangu koguse või toodangu hinna üle. Sellises mängus on mängu esimeses etapis tehtavate investeerimisotsuste roll mitmene: lisaks sellele, et investeeringud on otsene komponent ettevõtte kasumi kujunemisel, sõltumata teise ettevõtte tegevusest, mõjutavad mängu esimeses etapis tehtavad investeerimisotsused teise mängija käitumist mängu teises etapis (*Ibid.*).

3.2.2. Mudel sadama kaubamahu maksimeerimise eesmärgiga

Järgnevalt on autori poolt välja töötatud mudelid, millega analüüsitakse järgmisi küsimusi:

- Millistel tingimustel on võimalik konkureerivate sadamate (või laiemalt transpordisektori ettevõtete ja organisatsioonide) koostöö? Koostöö aluste analüüsimise kaudu saab vaadelda ka klastrite kujunemist ning klastrite arendamise võimalusi. Merendusklustrite arendamise olulisust rõhutavad Euroopa Liidu strateegiad.
- Millised võimalused on „priisõitja“ probleemi ületamiseks?
- Kuidas vältida sotsiaalseid lõkse ning tagada Pareto-efektiivne tasakaalulahend?
- Kuidas mõjutavad avaliku kaubana käsitletavat investeeringut tagamaa-ühendustesse, millest saavad kasu kõik mängijad, neid investeeringuid, millest saab kasu ainult investeeringu teinud sadam (näiteks investeeringud sadama territooriumil)? Kuidas mõjutavad avaliku sektori investeeringud erainvesteeringuid?

Mängus peavad kaks sadamat langetama otsuse, kas toetada investeeringut üldisesse infrastruktuuri (maantee- või raudteevõrk, sillad, viaduktid vms), mis ei ole seotud ainult konkreetse sadamaga, vaid millest saavad kasu mõlemad sadamad. Üldist infrastruktuuri käsitletakse kui avalikku kaupa. Investeering toetaks sadamate konkurentsivõimet, kuna parandaks sadamate tagamaa-ühendusi. Investeering üldisesse infrastruktuuri mõjutab investeeringuid konkreetse sadamaga seotud infrastruktuuri. Sadamad peavad arvestama eelarvepiiranguga, mistõttu investeering üldisesse infrastruktuuri võtab ära osa vahendeid,

millega saaks rahastada ainult konkreetse sadamaga seotud investeeringuid. Samas ei ole osa ainult konkreetse sadamaga seotud investeeringuid mõttekad, kui investeeringud üldisesse infrastruktuuri (nt tagamaa-ühenduste kvaliteet) pole teatud tasemel.

Mängu sisu põhineb magistritöö teises peatükis esitatud tulemustel, mille kohaselt sadamate konkurentsivõime oluline tegur on investeeringud infrastruktuuri – nii ainult konkreetset sadamat puudutavasse infrastruktuuri kui ka laiemalt sadamat ümbritsevasse infrastruktuuri. Esimeses peatükis teostatud sadamate arengut suunavate poliitikadokumentide analüüsi põhjal võib väita, et sadamate konkurentsivõime tegurina kasvab sadama tagamaa-ühenduste ja intermodaalsete transpordilahenduste võimaldamise tähtsus (näiteks seoses merevedude kallimaks muutumisega).

Idee, et sadamad võiksid panustada üldisesse infrastruktuuri ja koostöövõrgustike arendamisse, on esitatud erinevates uurimustes. Cepolina ja Ghiara (2013) esitavad seisukoha, et sadama strateegia peab lisaks traditsioonilistele sadamategevustele katma valdkondi ja tegevusi, mis mõjutavad kaupade transporti, nende hulgas erinevaid transpordiliike ja tagamaa-ühendusi. Sellest perspektiivist lähtudes peab sadamate strateegia oluliseks osaks olema investeeringud võrgustike arengusse erinevatel tasemetel.

Sadamad käituvad ratsionaalselt ning nende eesmärk on maksimeerida oma konkurentsivõimet. Mängus kasutatakse sadamate maksimeeritava sihifunktsiooni konstrueerimise alusena magistritöös väljatöötatud ökonomeetrilist mudelit (4), mis iseloomustab sadamate aastase kaubamahu pakkumispoolseid tegureid. Järgnevates mänguteoreetilistes mudelites on rakendatud nimetatud ökonomeetrilise mudeli funktsionaalset kuju. Sadamate konkurentsivõimet kirjeldavaks näitajaks käesolevas töös on sadama aastane kaubamaht. Ökonomeetrilises mudelis esitatud infrastruktuuriinvesteeringute osakaalu SKP-st on mänguteoreetilistes mudelites vaadeldud kui tagamaa-ühenduste parandamise investeeringute näitajat, mille osas peavad sadamad otsuse langetama. Ökonomeetrilises mudelis esitatud sadamate infrastruktuuri kvaliteedihinde näitajat on mänguteoreetilises mudelis vaadeldud kui sadamapõhiste infrastruktuuriinvesteeringute näitajat, millele on mõju mängus sadamate poolt langetataval otsusel.

Olgu esimese sadama konkurentsivõime funktsioon, mida maksimeeritakse, $Y_1 = \alpha_1 + \alpha_2(C + A_1)^2 + \alpha_3(I + A_2 + B_2) + \alpha_4(A_3)$, kus A_1 on mängus vaadeldav investeering ainult esimese sadamaga seotud infrastruktuuri, A_2 on esimese sadama panus üldisesse infrastruktuuri, B_2 on teise sadama panus üldisesse infrastruktuuri, A_3 on muud esimese

sadama konkurentsivõimet mõjutavad tegurid, C on juba tehtud ainult esimest sadamat mõjutavate infrastruktuuriinvesteeringute tase (algfase, mille suhtes toimub kasv A_1 võrra), I on juba tehtud üldiste infrastruktuuriinvesteeringute tase (algfase, mille suhtes toimub kasv A_2+B_2 võrra), $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ on mudeli parameetrid. Sadam peab arvestama eelarvepiiranguga $A_1+A_2=2$. Tehes sihifunktsioonis asenduse $A_1=2-A_2$, omandab funktsioon kuju $Y_1=\alpha_1+\alpha_2(C+2-A_2)^2+\alpha_3(I+A_2+B_2)+\alpha_4(A_3)$. Olgu A_2 võimalikeks väärtusteks 1 või 0. Olgu A_1 võimalikeks väärtusteks 2 või 1. Mudelites eeldatakse, et osa investeeringuid ainult konkreetse sadamaga seotud infrastruktuuri muutub mõttekaks alles siis, kui investeeringud mängijate poolt üldisesse infrastruktuuri on vähemalt tasemel 1 ($A_2+B_2 \geq 1$). Olgu $A_1=2$ võimalik ainult siis, kui $A_2+B_2 \geq 1$.

Olgu teise sadama konkurentsivõime funktsioon, mida maksimeeritakse, $Y_2=\beta_1+\beta_2(D+B_1)^2+\beta_3(I+A_2+B_2)+\beta_4(B_3)$, kus B_1 on mängus vaadeldav investeering ainult teise sadamaga seotud infrastruktuuri, A_2 on esimese sadama panus üldisesse infrastruktuuri, B_2 on teise sadama panus üldisesse infrastruktuuri, B_3 on muud teise sadama konkurentsivõimet mõjutavad tegurid, D on juba tehtud ainult teist sadamat mõjutavate infrastruktuuriinvesteeringute tase (algfase, mille suhtes toimub kasv B_1 võrra), I on juba tehtud üldiste infrastruktuuriinvesteeringute tase (algfase, mille suhtes toimub kasv A_2+B_2 võrra), $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ on mudeli parameetrid. Sadam peab arvestama eelarvepiiranguga $B_1+B_2=2$. Tehes sihifunktsioonis asenduse $B_1=2-B_2$, omandab funktsioon kuju $Y_2=\beta_1+\beta_2(D+2-B_2)^2+\beta_3(I+A_2+B_2)+\beta_4(B_3)$. Olgu B_2 võimalikeks väärtusteks 1 või 0. Olgu B_1 võimalikeks väärtusteks 2 või 1. Mudelites eeldatakse, et osa investeeringuid ainult konkreetse sadamaga seotud infrastruktuuri muutub mõttekaks alles siis, kui investeeringud mängijate poolt üldisesse infrastruktuuri on vähemalt tasemel 1 ($A_2+B_2 \geq 1$). Olgu $B_1=2$ võimalik ainult siis, kui $A_2+B_2 \geq 1$.

Eeldatakse, et kui mõlemal sadamal puudub domineeriv strateegia, rakendavad sadamad segastrateegiat, mille puhul mõlemat puhasstrateegiat (panustamine või mittepanustamine üldisesse infrastruktuuri) kasutatakse võrdse tõenäosusega. Sadam rakendab segastrateegiat ka siis, kui temal domineeriv strateegia puudub ning puudub informatsioon teise sadama valitava strateegia osas.

Staatiline mäng

Eespooltoodud tingimustel konstrueeritud staatiline mäng normaalvorm-kujul on järgmine:

- Mängijad on kaks sadamat, kellel on ühine tagamaa.
- Mängijatel on võimalik valida, kas anda panus investeringuks üldisesse infrastruktuuri või mitte.
- Igale võimalikule strateegiate kombinatsioonile vastavaid tulemusi mõlema mängija jaoks kirjeldab järgmine maatriks:

		II sadam	
		Panustada	Mitte panustada
I sadam	Panustada	$Y_1 = \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3);$ $Y_2 = \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$	$Y_1 = \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3);$ $Y_2 = \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$
	Mitte panustada	$Y_1 = \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3);$ $Y_2 = \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$	$Y_1 = \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3);$ $Y_2 = \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$

Mängu tasakaalulahendid sõltuvad parameetrite α_2 , α_3 , β_2 , β_3 väärtustest ja ainult konkreetset sadamat mõjutavate investeringute algtasemetest C ja D. Vastavalt magistritöö ökonomeetrilise analüüsi tulemustele olgu $\alpha_2 > 0$, $\alpha_3 > 0$, $\beta_2 > 0$, $\beta_3 > 0$.

Täiusliku informatsiooniga staatiline mäng

Järgnevalt analüüsitakse täiusliku informatsiooniga staatilist mängu.

I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri panustamine domineeriv strateegia mittepanustamise üle, kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$.¹ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri panustamine domineeriv strateegia mittepanustamise üle, kui $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$.² Järelikult on

¹ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia, kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) \geq \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) \geq \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I) + \alpha_4(A_3)$. Sel juhul on I sadama jaoks kasulik valida üldisesse infrastruktuuri investeerimise strateegia mis tahes II sadama strateegia korral. $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I) + \alpha_4(A_3)$ iga $\alpha_3 > 0$ korral. Esitatud tingimus $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ on saadud võrratuse $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) \geq \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$ teisendamisel.

² Tingimus $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$ on saadud analoogse arutluse teel nagu $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$. Arutluskäik on analoogne sellega, mis on esitatud eelnevas allmärkuses.

mängu Nashi tasakaal, et mõlemad sadamad investeerivad üldisesse infrastruktuuri, kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$.

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, on mängus kaks Nashi tasakaalulahendit: I sadam panustab üldisesse infrastruktuuri ja II sadam ei panusta; I sadam ei panusta üldisesse infrastruktuuri ja II sadam panustab.³ Seega on mängijate jaoks optimaalne segastrateegia, kus panustamise ja mittepanustamise strateegiat rakendatakse võrdse tõenäosusega.⁴ Kõik eespooltoodud maatriksis esitatud lahendid on sellisel juhul võrdvõimalikud. Seega on võimalik ka olukord, kus kumbki sadam ei investeeri üldisesse infrastruktuuri, mis on aga mõlema mängija seisukohast ebasoovitav.

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$ ning mängijatel on täiuslik informatsioon üksteise heaolufunktsioonidest, on mängu Nashi tasakaalulahend, et I sadam investeerib üldisesse infrastruktuuri ning II sadam ei investeeri üldisesse infrastruktuuri.

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$ ning mängijatel on täiuslik informatsioon üksteise heaolufunktsioonidest, on mängu Nashi tasakaalulahend, et II sadam investeerib üldisesse infrastruktuuri ning I sadam ei investeeri üldisesse infrastruktuuri.

Mittetäiusliku informatsiooniga staatiline mäng

Järgnevalt analüüsitakse mittetäiusliku informatsiooniga staatilist mängu.

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$, on mängu Nashi tasakaalulahend, et mõlemad sadamad investeerivad üldisesse infrastruktuuri.⁵

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$, võivad mängul olla järgmised lahendid:

³ $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ tuleneb võrratusest $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, mis tähendab, et I sadamal on kasulik üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kui II sadam üldisesse infrastruktuuri investeerib, sest sel juhul on I sadama sihifunktsiooni väärtus suurem. II sadama mitteinvesteerimise korral on aga I sadamal kasulik investeerida, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3)$ iga $\alpha_3 > 0$ korral. $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$ tuleneb võrratusest $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$, mis tähendab, et II sadamal on kasulik üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kui I sadam üldisesse infrastruktuuri investeerib, sest sel juhul on II sadama sihifunktsiooni väärtus suurem. I sadama mitteinvesteerimise korral on aga II sadamal kasulik investeerida, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$ iga $\beta_3 > 0$ korral.

⁴ Lähtub eespool esitatud eeldusest, et kui mõlemal sadamal puudub domineeriv strateegia, rakendatakse segastrateegiat, mille puhul mõlemat strateegiat (panustamine või mittepanustamine üldisesse infrastruktuuri) kasutatakse võrdse tõenäosusega.

⁵ Investeerimine üldisesse infrastruktuuri on mõlema mängija jaoks domineeriv strateegia teise mängija mis tahes strateegia korral.

- 50% tõenäosusega kujuneb lahend, kus nii I sadam kui ka II sadam investeerivad üldisesse infrastruktuuri.
- 50% tõenäosusega kujuneb lahend, kus I sadam ei investeeeri üldisesse infrastruktuuri, kuid II sadam investeerib.

Seega valib I sadam segastrateegia, kus mõlema strateegia rakendamise tõenäosus on 50%, ning II sadam valib investeerimise strateegia.⁶

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, võivad mängul olla järgmised lahendid:

- 50% tõenäosusega kujuneb lahend, kus nii I sadam kui ka II sadam investeerivad üldisesse infrastruktuuri.
- 50% tõenäosusega kujuneb lahend, kus I sadam investeerib üldisesse infrastruktuuri, kuid II sadam mitte.

Seega valib I sadam investeerimise strateegia ning II sadam segastrateegia, kus mõlema strateegia rakendamise tõenäosus on 50%.⁷

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, võivad mängul olla järgmised lahendid:

- 25% tõenäosusega kujuneb lahend, kus nii I sadam kui ka II sadam investeerivad üldisesse infrastruktuuri.
- 25% tõenäosusega kujuneb lahend, kus I sadam investeerib üldisesse infrastruktuuri, kuid II sadam mitte.
- 25% tõenäosusega kujuneb lahend, kus I sadam ei investeeeri üldisesse infrastruktuuri, kuid II sadam investeerib.
- 25% tõenäosusega kujuneb lahend, kus kumbki sadam ei investeeeri üldisesse infrastruktuuri.⁸

Seega on võimalik ka olukord, kus kumbki sadam ei investeeeri üldisesse infrastruktuuri, mis on aga mõlema mängija seisukohast ebasoovitav.

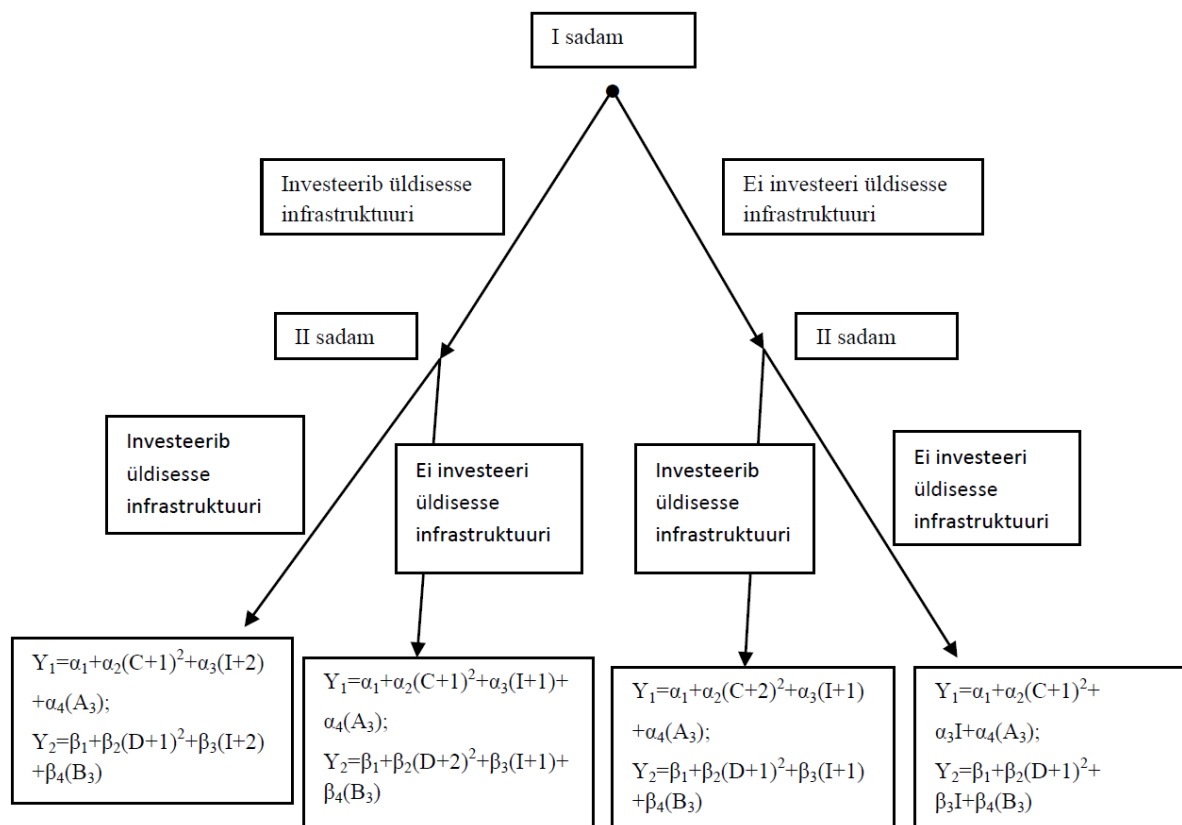
⁶ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia. I sadamal domineeriv strateegia puudub. I sadamal puudub informatsioon II sadama sihifunktsiooni kohta.

⁷ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia. II sadamal domineeriv strateegia puudub. II sadamal puudub informatsioon I sadama sihifunktsiooni kohta.

⁸ Sadamatel puudub domineeriv strateegia.

Dünaamiline mäng

Järgnevalt vaadeldakse dünaamilist mängu, kus esimesena langetab otsuse I sadam ning seejärel II sadam. Mängu laiendatud vorm on esitatud joonisel 4.



Joonis 4. Dünaamiline mäng laiendatud vormis

Allikas: Autori konstrueeritud mäng

Mängu tasakaalulahendid sõltuvad parameetrite α_2 , α_3 , β_2 , β_3 väärtustest ja ainult konkreetset sadamat mõjutavate investeeringute algtasemetest C ja D. Vastavalt magistritöö ökonomeetrilise analüüsi tulemustele olgu $\alpha_2 > 0$, $\alpha_3 > 0$, $\beta_2 > 0$, $\beta_3 > 0$.

Täiusliku informatsiooniga dünaamiline mäng

Järgnevalt analüüsitakse täiusliku informatsiooniga dünaamilist mängu.

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$, on Nashi tasakaalulahend sama, mis staatilise mängu korral: mõlemad sadamad investeerivad üldisesse infrastruktuuri.⁹

⁹ Investeerimine üldisesse infrastruktuuri on mõlema mängija jaoks domineeriv strateegia teise mängija mis tahes strateegia korral.

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri investeerida, millele järgneb II sadama otsus mitte investeerida.¹⁰

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$, otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, millele järgneb II sadama otsus üldisesse infrastruktuuri investeerida.¹¹

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$ ning sadamatel on täiuslik informatsioon üksteise heolufunktsioonidest, otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, millele järgneb II sadama otsus üldisesse infrastruktuuri investeerida.¹² Seega on dünaamilises mängus võimalik saavutada Pareto-efektiivne lahend, mille saavutamine oli kaheldav staatilises mängus.

Mittetäiusliku informatsiooniga dünaamiline mäng

Järgnevalt analüüsitakse mittetäiusliku informatsiooniga dünaamilist mängu.

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$, valib I sadam üldisesse infrastruktuuri investeerimise strateegia, mille järel II sadam valib samuti üldisesse infrastruktuuri investeerimise strateegia.¹³

Kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri investeerida, millele järgneb II sadama otsus mitte investeerida.¹⁴

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$, võib I sadam võrdse tõenäosusega otsustada üldisesse infrastruktuuri investeerida või mitte investeerida. Seejärel valib II sadam

¹⁰ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia. II sadama jaoks on I sadama üldisesse infrastruktuuri investeerimise korral kasulik üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$.

¹¹ Kuna I sadamal on informatsioon II sadama sihifunktsiooni kohta, on I sadamal teada, et II sadam investeerib üldisesse infrastruktuuri. II sadama üldisesse infrastruktuuri investeerimise korral on I sadamal kasulik üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$.

¹² Kuna I sadamal on informatsioon, et II sadam rakendab I sadama strateegiaga vastupidist strateegiat, on I sadamal kasulik üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$.

¹³ Investeerimine üldisesse infrastruktuuri on mõlema mängija jaoks domineeriv strateegia teise mängija mis tahes strateegia korral.

¹⁴ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia. II sadama jaoks on I sadama üldisesse infrastruktuuri investeerimise korral kasulik üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$.

investeermise strateegia.¹⁵ Kui I sadam teab II sadama heaolufunktsiooni üldkuju, kuid ei tea, millised on parameetrite väärtused, mis tähendab, et I sadamal on teada, et II sadama võimalikud tüübid on $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$ või $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida. Seejärel valib II sadam investeermise strateegia.

Kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$ ning mängijatel on mittetäiuslik informatsioon üksteise heaolufunktsioonidest, võib I sadam võrdse tõenäosusega otsustada üldisesse infrastruktuuri investeerida või mitte investeerida. II sadam, kellel on dünaamilises mängus teada I sadama otsus, otsustab vastavalt üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida või investeerida.¹⁶ Kui I sadam teab II sadama heaolufunktsiooni üldkuju, kuid ei tea, millised on parameetrite väärtused, mis tähendab, et I sadamal on teada, et II sadama võimalikud tüübid on $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$ või $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida. Seejärel valib II sadam investeermise strateegia.

Seega on dünaamilises mängus võimalik saavutada Pareto-efektiivne lahend, mille saavutamine oli kaheldav staatilises mängus.

3.2.3. Mudel teisest sadamast suurema kaubamahu eesmärgiga

Järgnevalt vaadeldakse mängu, kus mängijad, mängijate võimalikud strateegiad ja mängijate võimalike strateegiatega kombinatsioonidega kaasnevad tulemused iga mängija jaoks on, nagu on kirjeldatud eespool, kuid mängijate eesmärk on saavutada teisest mängijast parem konkurentsipositsioon. See tähendab, et eesmärk ei ole sihifunktsiooni (s.t aastast kaubamahtu, mida käesolevas mudelis vaadeldakse konkurentsivõime näitajana) maksimeerida, vaid saavutada teisest mängijast suurem sihifunktsiooni väärtus. Selline eesmärgi püstitus võib olla seotud näiteks mängijate eesmärgiga suurendada oma turuosa. Olgu mängu üheks tingimuseks, et kui mängijal on informatsioon, et teisest mängijast suurema sihifunktsiooni väärtuse saavutamine on võimatu, rakendab mängija strateegiat, mille korral võimalikest tulemustest saavutatakse tulemus, mille puhul mängija sihifunktsiooni väärtus on suurim. Teisest mängijast suurema sihifunktsiooni väärtuse saavutamisel eelistab mängija tulemust, mille korral on mängija sihifunktsiooni väärtus võimalikest suurim.

¹⁵ I sadamal puudub domineeriv strateegia. Samuti puudub I sadamal informatsioon II sadama sihifunktsiooni kohta. II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia.

¹⁶ Mängijatel puudub domineeriv strateegia.

Analüüsitakse mängu kaht juhtu: täiusliku informatsiooniga staatiline mäng; täiusliku informatsiooniga dünaamiline mäng. Mittetäiusliku informatsiooni korral ei ole mängu sisul mõtet, sest mängijatel puuduks võimalus võrrelda oma tulemust teise mängija tulemusega. Vaadeldakse seitset võimalikku kombinatsiooni võrratustest mängijate tulemuste vahel.

Staatiline mäng

Järgnevalt vaadeldakse staatilist mängu.

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam panustamise strateegia ning II sadam valib mittepanustamise strateegia.¹⁷

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam panustamise strateegia, kui $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, ja mittepanustamise strateegia, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$. II sadam valib panustamise strateegia.¹⁸

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia. II sadam valib panustamise strateegia.¹⁹

¹⁷ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab II sadamale I sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadama mitteinvesteering korral otsustab I sadam üldisesse infrastruktuuri investeerida, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3)$.

¹⁸ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia, kuna see kindlustab II sadamale I sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. I sadam valib investeerimise strateegia, kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, s.t $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, ja mitteinvesteering strateegia, kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, s.t $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$.

¹⁹ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib investeerimise strateegia, kuna I sadama mitteinvesteering korral $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$.

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia.
 II sadam valib panustamise strateegia.²⁰

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam panustamise strateegia. II
 sadam valib panustamise strateegia, kui $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$, ja mittepanustamise strateegia, kui
 $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$.²¹

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib II sadam mittepanustamise
 strateegia ning I sadam valib panustamise strateegia.²²

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia
 ja II sadam valib panustamise strateegia.²³

²⁰ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib investeeringu strateegia, kuna I sadama mitteinvesteeringu korral $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$.

²¹ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib investeeringu strateegia, kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$, s.t $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$, ja mitteinvesteeringu strateegia, kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$, s.t $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$.

²² II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab II sadamale I sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. Kuna I sadamal on teada, et II sadam ei vali investeeringu strateegiat, valib I sadam investeeringu strateegia, kuna II sadama mitteinvesteeringu korral on I sadama sihifunktsiooni väärtus suurem I sadama investeeringu strateegia korral: $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3)$.

²³ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. Kuna II sadamal on informatsioon I sadama

Dünaamiline mäng

Järgnevalt vaadeldakse dünaamilist mängu, kus 1) esimesena langetab otsuse üldisesse infrastruktuuri investeerimise kohta I sadam; 2) esimesena langetab otsuse üldisesse infrastruktuuri investeerimise kohta II sadam.

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia, mille järel valib II sadam panustamise strateegia.²⁴

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam mittepanustamise strateegia, mille järel valib I sadam panustamise strateegia.²⁵

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam panustamise strateegia, kui $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$. Seejärel valib II sadam panustamise strateegia. I sadam valib mittepanustamise strateegia, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ või $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, aga $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$. Seejärel valib II sadam panustamise strateegia.²⁶

sihifunktsiooni kohta ning eeldab, et I sadam valib mitteinvesteerimise strateegia, valib II sadam investeerimise strateegia, mis põhjustab küll II sadama jaoks ebasoovitava tulemuse, kuid kahest ebasoovitavast tulemusest annab investeerimise strateegia rakendamine II sadamale suurema sihifunktsiooni väärtuse: $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$.

²⁴ I sadamal on informatsioon, et I sadama üldisesse infrastruktuuri investeerimise korral valib II sadam mitteinvesteerimise strateegia. I sadam otsustab üldisesse infrastruktuuri mitte investeerida, kuna eeldab, et sel juhul valib II sadam investeerimise strateegia ($\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$ iga $\beta_3 > 0$ korral), ning $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$. II sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$.

²⁵ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteerimine domineeriv strateegia, kuna see kindlustab II sadamale I sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. I sadam valib investeerimise strateegia, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3)$.

²⁶ II sadam ei vali I sadama üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteerimise korral kindlasti mitteinvesteerimise strateegiat. I sadam lähtub otsustamisel sellest, kas $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, s.t $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, või $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, s.t $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$, aga ka sellest, kas $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$ või $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$. Kui $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, aga $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$, muutub I mängijal tulemuse $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3)$ saavutamise võimatuks. Sellisel juhul eelistab I mängija tulemust $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, mille saavutab mitteinvesteerimise strateegia rakendamisega.

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam panustamise strateegia. Seejärel valib I sadam panustamise strateegia, kui $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, ja mittepanustamise strateegia, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$.²⁷

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia, mille järel II sadam valib panustamise strateegia.²⁸

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam mittepanustamise strateegia, mille järel I sadam valib panustamise strateegia.²⁹

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia, mille järel II sadam valib panustamise strateegia.³⁰

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam panustamise strateegia. Seejärel valib I sadam panustamise strateegia, kui $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$, ja mittepanustamise strateegia, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$.³¹

²⁷ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia. I sadam valib investeerimise strateegia, kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, ja mitteinvesteerimise strateegia, kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$.

²⁸ I sadama jaoks on mitteinvesteerimine domineeriv strateegia, sest see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$.

²⁹ II sadam valib mitteinvesteerimise strateegia, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$. II sadamal on informatsioon, et II sadamal pole võimalik saavutada I sadamast suuremat sihifunktsiooni väärtust (II sadama investeerimise strateegia korral otsustab I sadam mitte investeerida), mistõttu rakendab II sadam strateegiat, mis tagab II sadamale parima saavutatava tulemuse. I sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3)$.

³⁰ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteerimine domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib investeerimise strateegia, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$.

³¹ II sadam valib investeerimise strateegia, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$. II sadamal on informatsioon, et II sadamal pole võimalik saavutada I sadamast suuremat sihifunktsiooni väärtust (II sadama mitteinvesteerimise strateegia korral otsustab I sadam mitte investeerida), mistõttu rakendab II sadam strateegiat, mis tagab II sadamale parima saavutatava tulemuse. I sadam valib seejärel investeerimise strateegia,

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam panustamise strateegia, mille järel II sadam valib panustamise strateegia, kui $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$, ja mittepanustamise strateegia, kui $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$.³²

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam investeerimise strateegia, kui $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$ ja $\alpha_3 > \alpha_2(2C+3)$. Seejärel valib I sadam investeerimise strateegia. II sadam valib mitteinvesteerimise strateegia, kui $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$ või kui $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$, aga $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$. Seejärel valib I sadam investeerimise strateegia.³³

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja
 $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3 I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam investeerimise strateegia. II sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kui $\beta_3 > \beta_2(2D+3)$, ning mitteinvesteerimise strateegia, kui $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$.³⁴

kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, ja mitteinvesteerimise strateegia, kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$.

³² I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri investeerimine domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib investeerimise strateegia, kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$, ja mitteinvesteerimise strateegia, kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$.

³³ II sadamal on informatsioon, et II sadamal pole võimalik saavutada I sadamast suuremat sihifunktsiooni väärtust (II sadama mitteinvesteerimise strateegia korral otsustab I sadam investeerida), mistõttu rakendab II sadam strateegiat, mis tagab II sadamale parima saavutatava tulemuse. Kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, valib II sadam investeerimise strateegia, mille järel valib I sadam investeerimise strateegia. Kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ või $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$, aga $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3)$, valib II sadam mitteinvesteerimise strateegia, mille järel I sadam otsustab üldisesse infrastruktuuri investeerida.

³⁴ I sadamal on informatsioon, et I sadamal pole võimalik saavutada II sadamast suuremat sihifunktsiooni väärtust (kui I sadam valib mitteinvesteerimise strateegia, ei rakenda II sadam investeerimise strateegiat). Seetõttu valib I sadam investeerimise strateegia, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3 I + \alpha_4(A_3)$. II sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$, ja mitteinvesteerimise strateegia, kui $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$.

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam mittepanustamise strateegia. Seejärel valib I sadam panustamise strateegia.³⁵

Kui $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+2) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+2) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) < \beta_1 + \beta_2(D+2)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+2)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3)$ ja $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$, valib I sadam mittepanustamise strateegia, mille järel II sadam valib panustamise strateegia.³⁶

Kui esimesena langetab otsuse II sadam, valib II sadam panustamise strateegia. Seejärel valib I sadam mittepanustamise strateegia.³⁷

3.2.4. Mudelite järeldused ja avaliku sektori roll

Väljatöötatud mudelite tulemused on huvipakkuvad nii sadamate koostöövõimaluste, üldisesse infrastruktuuri investeerimise olulisuse kui ka sadamate koostöö puudumise põhjuste analüüsimisel. Vastused nimetatud küsimustele annavad panuse sadamate konkurentsivõime kujunemise uurimisel. Seejuures analüüsitakse avaliku sektori rolli sadamate konkurentsivõime kujunemisel ning modelleeritud mängu tulemuste mõjutamisel.

Sadamate koostöö ühise infrastruktuuriprojekti finantseerimisel tekib, kui $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$. See tähendab, et mõlema sadama puhul on üldise infrastruktuuri piirkasulikkus suurem ainult konkreetset sadamat mõjutava infrastruktuuri piirkasulikkusest. Need tingimused kehtivad kahaneva piirkasulikkuse eeldust arvestades tõenäolisemalt olukorras, kus üldise infrastruktuuri tase on madal. Samas võivad tingimused kehtida olukorras, kus nii üldise kui sadamakeskse infrastruktuuri tase on kõrge, kuid sadamakesksete investeeringute laiendamiseks on vajalikud täiendavad investeeringud üldisesse

³⁵ II sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab II sadamale I sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. I sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kuna $\alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3(I+1) + \alpha_4(A_3) > \alpha_1 + \alpha_2(C+1)^2 + \alpha_3I + \alpha_4(A_3)$.

³⁶ I sadama jaoks on üldisesse infrastruktuuri mitteinvesteering domineeriv strateegia, kuna see kindlustab I sadamale II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse. II sadam valib seejärel investeerimise strateegia, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$.

³⁷ II sadamal on informatsioon, et II sadamal pole võimalik saavutada I sadamast suuremat sihifunktsiooni väärtust ja eeldab, et I sadam valib mitteinvesteeringu strateegia. Seetõttu rakendab II sadam investeerimise strateegiat, kuna $\beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3(I+1) + \beta_4(B_3) > \beta_1 + \beta_2(D+1)^2 + \beta_3I + \beta_4(B_3)$. Seejärel valib I sadam mitteinvesteeringu strateegia, kuna sellega saavutab I sadam II sadamast suurema sihifunktsiooni väärtuse.

infrastruktuuri. Avalik sektor saab erinevat tüüpi infrastruktuuriinvesteeringute (piir)kasulikkust mõjutada oma investeeringute kaudu (näiteks panustab avalik sektor samuti üldise infrastruktuuri projekti), aga ka muude riigi konkurentsivõimet laiemalt mõjutavate majanduspoliitiliste hoobade kaudu.

Koostöö kujunemine on võimalik ka juhul, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$. Mittetäiusliku informatsiooniga staatilise mängu puhul on sadamate koostöö kujunemine võimalik samuti juhul, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 \geq \beta_2(2D+3)$ või $\alpha_3 \geq \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$.

Võib järeldada, et koostöö konkureerivate sadamate vahel on võimalik, kui koostöö rahuldab kummagi sadama eesmärki maksimeerida oma konkurentsivõimet. Koostöö edendamisele võib kaasa aidata koostööprojektide kaudu tekkiva osapoolte isikliku kasu parem kommunikeerimine eesmärgiga teadvustada osapooltele koostöö kasulikkust.

Kui vaatluse all on sadamate koostöö mängus, kus sadamate eesmärk ei ole sihifunktsiooni (s.t aastast kaubamahtu, mida vaadeldakse mudelis konkurentsivõime näitajana) maksimeerida, vaid saavutada just teisest sadamast suurem sihifunktsiooni väärtus, on vastavalt konstrueeritud mudelitele sadamate koostöö (mõlemad sadamad panustavad ühisesse projekti) võimalik erinevatel juhtudel. Seega võib sadamatevaheline koostöö olla võimalik ka olukorras, kus sadamate eesmärk on saavutada just teise sadamaga võrreldes parem konkurentsipositsioon.

Huvipakkuv on olukord, mida antud mängu kontekstis võib vaadelda sotsiaalse lõksuna – kumbki sadam ei panusta üldisesse infrastruktuuri, kuigi mõlema sadama heaolu (konkurentsivõime) suureneks, kui vähemalt üks sadam üldisesse infrastruktuuri investeeriks. Sotsiaalse lõksu tekkimine on seotud üldise infrastruktuuri kui avaliku kauba suhtes kujuneva sadamate motivatsiooniga olla priisõitja.

Nimetatud probleem väärrib analüüsimist avaliku sektori seisukohalt. Avaliku sektori huvi on, et riigi sadamad oleksid võimalikult konkurentsivõimelised. Sotsiaalse lõksu olukorras aga piirab investeeringute puudumine üldisesse infrastruktuuri konkreetse sadama põhiste investeeringute tegemist. Seega jääb osa ressursist, mida saaks rakendada sadamate konkurentsivõime edendamisel, kasutamata.

Kirjeldatud olukorra kujunemine on staatilises mängus võimalik, kui $\alpha_3 < \alpha_2(2C+3)$ ja $\beta_3 < \beta_2(2D+3)$. Dünaamilises mängus sotsiaalset lõksu ei kujune. Seega on võimalik mängu ebasoovitavat tulemust vältida, kui muuta mängu tingimusi nii, et mängijad ei tee otsuseid samal ajal, vaid otsused järgnevad üksteisele.

Sotsiaalse lõksu vältimise seisukohalt võib olla huvipakkuv vaadelda kaheetapilist mängu, kus käesolevas peatükis esitatud mängu tingimusi on muudetud nii, et sadamatel on pärast mängu esimest staatilist etappi, mille puhul oli tulemuseks sotsiaalne lõks, võimalik langetada teises staatilises etapis, kus sadamatel on vaadeldav esimese etapi tulemus, uuesti üheaegselt investeerimisotsus. Üheetapiline mudel võib iseloomustada olukorda, kus mängijatel on ainult ühekordne reaalne võimalus investeerida üldisesse infrastruktuuri (nt ühekordne võimalus Euroopa Liidu projektis osalemiseks). Kaheetapiline mudel iseloomustab olukorda, kus mängijatel on ajas paindlikumad võimalused oma investeerimisotsuste kujundamiseks.

Sotsiaalsest lõksust väljumise võimaluseks võib olla investering üldisesse infrastruktuuri avaliku sektori poolt. Sel viisil loovad avaliku sektori investeeringud võimalused sadamatepoolseteks investeeringuteks, mille tulemusel riigi sadamate konkurentsivõime suureneb.

Eespooltoodud mudelite arendamise ja valideerimise ning mängu reaalses elus tõenäoliste tulemuste prognoosimise võime tõstmise osas näeb autor võimalusena kasutada empiirilisi uurimusi, mis analüüsivad erinevate infrastruktuuriinvesteeringute piirkasulikkust ja mõju ettevõtete konkurentsivõimele. Samuti võib eespooltoodud mudeleid arendada, kui mudelid muuta mitmeetapiliseks, kus sadamate investeerimisotsustele järgnevad hinnakujundusotsused.

Magistritöö autor esitab edaspidiseks võimaliku huvipakkuva uurimisvaldkonnana, mida saab vaadelda mänguteoreetilises raamistikus, sadamate ja laevafirmade strateegilised otsused, kohandamaks oma tegevust seoses MARPOL konventsiooni nõuetega. Analüüsimist väärivad sadamate strateegilised valikud, mis võtavad arvesse nii laevafirmade kui teiste sadamate strateegilisi valikuid.

KOKKUVÕTE

Sadamate konkurentsivõime on oluline riikide konkurentsivõime edendamisel. Eriti tõuseb sadamate konkurentsivõime teema fookusesse seoses 2015. aasta alguses jõustuva Euroopa Liidu väävlidirektiiviga. Sellest tulenevalt on aktuaalne sadamate konkurentsivõimet mõjutavate tegurite väljaselgitamine, kuna nendest sõltub sadamate uute majandustingimustega kohanemise edukus.

Magistritöö eesmärk on välja selgitada sadamate konkurentsivõime olulised tegurid ja selgitada avaliku sektori rolli sadamate konkurentsivõime toetamisel. Selleks on välja töötatud sadamate konkurentsivõime tegureid iseloomustavad ökonomeetrilised mudelid ning sadamate konkurentsivõime ja koostöö kujunemist kirjeldavad mänguteoreetilised mudelid. Saavutatud tulemuste analüüsi põhjal antakse majanduspoliitilisi soovitusi sadamate arengu suunamiseks ning samuti võivad tulemused olla sadamate konkurentsivõime hindamise aluseks.

Väljatöötatud ökonomeetriliste mudelitega uuritakse järgmisi küsimusi:

- Millised näitajad on sadama konkurentsivõime seisukohalt statistiliselt olulised? Eriti huvipakkuvad käesoleva töö seisukohalt on makromajandusega seotud näitajad või näitajad, mis otseselt või kaudselt on mõjutatavad avaliku sektori poolt.
- Kas erinevate sadamagruppide (grupeerimine toimub sadamat läbivate kaubamahtude alusel) puhul on statistiliselt olulised konkurentsivõime tegurid erinevad?

Magistritöö autori poolt on välja töötatud kuus mudelit: kolm mudelit iseloomustavad sadamate konkurentsivõime nõudlus- ja pakkumispoolseid tegureid (neist üks mudel on hinnatud kogu valimi põhjal ja kaks mudelit alavalimites) ning kolm mudelit iseloomustavad sadamate konkurentsivõime pakkumispoolseid tegureid (neist üks mudel on hinnatud kogu valimi põhjal ja kaks mudelit alavalimites). Nõudluspoolsete teguritena käsitatakse magistritöös tegureid, mis tekitavad nõudluse sadamate kaudu veetavate kaupade järele. Pakkumispoolsete teguritena vaadeldakse aga tegureid, mis võimaldavad või soodustavad

kaupade vedamist (konkreetsete) sadamate kaudu. Regressioonimudelites on sõltuvaks muutujaks sadama aastane kaubamaht, mida vaadeldakse kui sadama konkurentsivõime näitajat.

Kogu valimi põhjal väljatöötatud mudel, mis kirjeldab sadamate kaubamahu nõudlus- ja pakkumispoolseid tegureid, on järgmine:

$$\ln Y = -1,63 + 0,65(\ln X_1) + 0,40(\ln X_2) + 0,003(X_3^2) + u$$

(2,44) (0,21) (0,12) (0,001)

$R^2 = 0,84$

$n = 17$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (tuhandetes tonnides), X_1 on SKP (miljonites eurodes), X_2 on sadama territooriumi pindala (hektarites), X_3 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites) ja u on mudeli jääkliige.

Kogu valimi põhjal väljatöötatud mudel, mis kirjeldab sadamate kaubamahu pakkumispoolseid tegureid, on järgmine:

$$Y = -417,71 + 176,27(X_1) - 20,46(X_2^2) + 0,31(X_3^2) + 7,99(X_4^2) + 1,35(X_5) + u$$

(123,85) (60,26) (6,55) (0,11) (2,86) (0,26)

$R^2 = 0,94$

$n = 17$

kus Y on sadama aastane kaubamaht (miljonites tonnides), X_1 on investeeringud infrastruktuuri sadama paiknemise riigis (protsentides SKP-st), X_2 on pikaajalise laenu intressimäär (protsentides), X_3 on sadama veeteede suurim sügavus (meetrites), X_4 on riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinnang (skaalal 1 kuni 7, kus 1 tähistab halvimat ja 7 parimat kvaliteeti), X_5 on sadama territooriumi pindala (sadades hektarites) ja u on mudeli jääkliige.

Mudelite põhjal võib teha järgmised järeldused:

- Statistiliselt olulised sadamate konkurentsivõime tegurid on sadama veeteede sügavus, sadama pindala, riigi sadamate infrastruktuuri kvaliteedile antav hinne, SKP, infrastruktuuriinvesteeringute osakaal SKP-st, pikaajalise laenu intressimäär.
- Suuremate sadamate konkurentsivõime puhul on olulisemad sadamaspetsiifilised näitajad: sadama territooriumi pindala, sadama veeteede sügavus.

- Väiksemate sadamate konkurentsivõime puhul on tähtsamad makroökonomilised näitajad: SKP, riigi infrastruktuuriinvesteeringute osakaal SKP-st, pikaajalise laenu intressimäär.
- Eelnevast võib järeldada, et avaliku sektori roll sadamate konkurentsivõime toetamisel on eriti oluline väiksemate sadamate puhul. Tuleb rõhutada riigi makroökonomiliste näitajate ja maailmamajanduse olukorra mõju väiksemate sadamate konkurentsivõimele.
- Sadamate konkurentsivõime oluline tegur on investeeringud infrastruktuuri sadama paiknemise riigis. Soovitusena avaliku sektori otsustajatele infrastruktuuriinvesteeringute majandusliku mõju hindamisel ja investeeringute plaanimisel toob magistritöö autor välja investeeringute *ex-post* analüüside olulisuse.
- Konkurentsivõime pakkumispoolsete tegurite modelleerimise seisukohalt osutus väiksemate sadamate konkurentsivõime suuremate sadamatega võrreldes keerukamaks nähtuseks. Võib järeldada, et väiksemate sadamate rühm on heterogeensem ja ühiseid jooni väiksemate sadamate konkurentsivõimes on keerulisem leida.
- Kõigi konstrueeritud mudelite puhul nähtub mudelite sõltuva muutuja – sadama aastase kaubamahu – ja seletavate muutujate – konkurentsivõime tegurite – seoste mittelineaarne iseloom.

Mänguteooria raamistikus analüüsitakse, kuidas kujuneb sadamate konkurentsivõime dünaamilises kontekstis, s.o tulenevalt sadamate konkurentsist või koostööst ning sadamate üksteist mõjutavatest strateegilistest otsustest.

Magistritöös väljatöötatud mänguteoreetilised mudelid põhinevad teostatud ökonomeetrilise analüüsi tulemustel, mille kohaselt sadamate konkurentsivõime oluline tegur on investeeringud infrastruktuuri – nii konkreetset sadamat puudutavasse infrastruktuuri kui ka laiemalt sadamat ümbritsevasse infrastruktuuri.

Mänguteoreetiliste mudelitega analüüsitakse järgmisi küsimusi:

- Millistel tingimustel on võimalik konkureerivate sadamate koostöö?
- Kuidas vältida sotsiaalseid lõkse ning tagada Pareto-efektiivne tasakaalulahend?
- Kuidas mõjutavad avaliku kaubana käsitletavat investeeringud tagamaa-ühendustesse, millest saavad kasu kõik mängijad, neid investeeringuid, millest saab kasu ainult investeeringu teinud sadam (näiteks investeeringud sadama territooriumil)? Kuidas mõjutavad avaliku sektori investeeringud erainvesteeringuid?

Töös konstrueeritud mängu probleemistik on järgmine. Kaks sadamat peavad langetama otsuse, kas toetada investeringut üldisesse infrastruktuuri (maantee- või raudteevõrk vms), mida vaadeldakse kui avalikku kaupa. Sadamad peavad arvestama eelarvepiiranguga, mistõttu investering üldisesse infrastruktuuri võtab ära osa vahendeid, millega saaks rahastada ainult konkreetse sadamaga seotud investeringuid. Samas ei ole osa ainult konkreetse sadamaga seotud investeringuid mõttekad, kui investeringud üldisesse infrastruktuuri pole teatud tasemel.

Konstrueeritud mudelitest nähtub:

- Sadamate koostöö ühise infrastruktuuriprojekti finantseerimisel tekib, kui mõlema sadama puhul on üldise infrastruktuuri piirkasulikkus suurem ainult konkreetset sadamat mõjutava infrastruktuuri piirkasulikkusest. Nimetatud tingimus kehtib kahaneva piirkasulikkuse eeldust arvestades tõenäolisemalt olukorras, kus üldise infrastruktuuri tase on madal. Tingimus võib kehtida ka olukorras, kus nii üldise kui sadamakeskse infrastruktuuri tase on kõrge, kuid sadamakesksete investeringute laiendamiseks on vajalikud täiendavad investeringud üldisesse infrastruktuuri.
- Konstrueeritud mängu kontekstis võib vaadelda sotsiaalse löksuna, et kumbki sadam ei panusta üldisesse infrastruktuuri, kuigi mõlema sadama heaolu (konkurentsivõime) suureneks, kui vähemalt üks sadam üldisesse infrastruktuuri investeeriks. Sotsiaalse löksu tekkimine on seotud üldise infrastruktuuri kui avaliku kauba suhtes kujuneva sadamate motivatsiooniga olla priisõitja.
- Nimetatud probleem väärrib analüüsimist avaliku sektori seisukohalt, kuna avaliku sektori huvi on, et riigi sadamad oleksid võimalikult konkurentsivõimelised. Sotsiaalse löksu olukorras aga piirab investeringute puudumine üldisesse infrastruktuuri konkreetse sadama põhiste investeringute tegemist. Seega jääb osa ressursist, mida saaks rakendada sadamate konkurentsivõime edendamisel, kasutamata.
- Sotsiaalsest löksust väljumise võimaluseks võib olla investering üldisesse infrastruktuuri avaliku sektori poolt. Sel viisil loovad avaliku sektori investeringud võimalused sadamatepoolseteks investeringuteks, mille tulemusel riigi sadamate konkurentsivõime suureneb.

Magistritöö esimeses osas teostatud analüüsi kohaselt võib väävlidirektiivi ning teiste merendust reguleerivate strateegiatega ja poliitikasuundade mõju sadamate konkurentsivõimele avalduda järgmistes aspektides:

- Sadamad peavad muutma oma infrastruktuuri vastavaks heitgaaside puhastussüsteeme kasutavate laevade vajadustele. Nimetatud infrastruktuuri kvaliteet võib osutuda oluliseks sadamate konkurentsivõimet kujundavaks teguriks.
- MARPOL konventsiooni nõuete täitmiseks hakatakse laevakütusena kasutama alternatiivseid kütuseid. Nende kütuste kvaliteet ja kvantiteet sadamates võib osutuda oluliseks teguriks, mille alusel laevafirma otsustab ühe või teise sadama kasuks.
- Seoses MARPOL konventsiooni nõuetega suurenevad merevedude kulud. Võimalik on transpordi osaline ümbersuunamine merelt maismaale. Seetõttu suureneb sadamate konkurents ja sadamate konkurentsivõime tegurina kasvab sadama tagamaa-ühenduste ja intermodaalsete transpordilahenduste võimaldamise tähtsus.
- Euroopa Liidu strateegiad rõhutavad merendusklustrite arendamise olulisust. Seoses sellega on huvipakkuv küsimus sadamate rollist klustrite kujunemisel ning klustrite mõjust sadamate konkurentsivõimele.

Töö autor esitab edaspidiseks võimaliku huvipakkuva uurimisvaldkonnana, mida saab vaadelda mänguteoreetilises raamistikus, sadamate ja laevafirmade strateegilised otsused, kohandamaks oma tegevust MARPOL konventsiooni nõuetele vastavaks. Analüüsimist väärivad sadamate strateegilised valikud, mis võtavad arvesse nii laevafirmade kui teiste sadamate strateegilisi valikuid.

Magistritöös analüüsitud sadamate konkurentsivõime tegurid, konkurentsivõime käsitlused ja sadamate strateegiavaldkonnad võivad olla huvipakkuvad avaliku sektori otsustajatele ning sadamatele strateegiate väljatöötamisel.

VIIDATUD ALLIKAD

- Acosta, M., Coronado, D., Del Mar Cerban, M. (2011). Bunkering competition and competitiveness at the ports of the Gibraltar Strait. – *Journal of Transport Geography*, no. 19, pp. 911-916.
- Agbelie, B. R. D. K. (2014). An empirical analysis of three econometric frameworks for evaluating economic impacts of transportation infrastructure expenditures across countries. – *Transport Policy*, no. 35, pp. 304-310.
- Asgari, N., Farahani, R. Z., Goh, M. (2013). Network design approach for hub ports-shipping companies competition and cooperation. – *Transportation Research Part A*, no. 48, pp. 1-18.
- Bae Lee, C., Wan, J., Shi, W., Li, K. (2014). A cross-country study of competitiveness of the shipping industry. – *Transport Policy*, no. 35, pp. 366-376.
- Bagwell, K., Wolinsky, A. (2002). Game Theory and Industrial Organization. – Handbook of Game Theory. Eds. R. J. Aumann, S. Hart. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Baltic Ports Organization. (17.03.2010). BPO's statement on IMO's SO_x marine fuel regulations. <http://www.bpoports.com/493.html> (14.07.2013)
- Baltic Ports Organization. (2009). Oldakowski, B. Workshop: Climate Protection in Shipping. BSSSC Conference 2009, Ringsted, Denmark. http://www.bsssc.com/upload/dokumenty/f_33.pdf (14.07.2013)
- Baltic Transport Journal. (2014). ISSN 1733-6732. http://www.baltic-press.com/ftp2/btj_1-14_final.pdf (30.10.2014)
- BBC. (22.03.2013). EU sulphur directive leads to Kent traffic concerns. <http://www.bbc.co.uk/news/uk-england-21901450> (17.07.2013)
- Bertram, C., Dworak, T., Görlitz, S., Interwies, E., Rehdanz, K. (2014). Cost-benefit analysis in the context of the EU Marine Strategy Framework Directive: The case of Germany. – *Marine Policy*, no. 43, pp. 307-312.
- Börger, T., Beaumont, N. J., Pendleton, L., Boyle, K. J., Cooper, P., Fletcher, S., Haab, T., Hanemann, M., Hooper, T. L., Hussain, S. S., Portela, R., Stithou, M., Stockill, J.,

- Taylor, T., Austen, M. C. (2014). Incorporating ecosystem services in marine planning: The role of valuation. – *Marine Policy*, no. 46, pp. 161-170.
- Bremenports. <http://www.bremenports.de/en/location/the-ports/bremerhaven> (27.10.2014)
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brynolf, S., Magnusson, M., Fridell, E., Andersson, K. (2014). Compliance possibilities for the future ECA regulations through the use of abatement technologies or change of fuels. – *Transportation Research Part D*, no. 28, pp. 6-18.
- Castillo-Manzano, J. I., Castro-Nuño, M., González Laxe, F., López-Valpuesta, L., Arévalo-Quijada, M. T. (2009). Low-cost port competitiveness index: Implementation in the Spanish port system. – *Marine Policy*, no. 33, pp. 591-598.
- CEIC Data. Long-Term Interest Rate (%). <http://www.ceicdata.com/statistics/Long-Term-Interest-Rate> (2.11.2014)
- Celik, M., Cebi, S., Kahraman, C., Er, I. D. (2009). Application of axiomatic design and TOPSIS methodologies under fuzzy environment for proposing competitive strategies on Turkish container ports in maritime transportation network. – *Expert Systems with Applications*, no. 36, pp. 4541-4557.
- Central Statistical Bureau of Latvia. Share of value added of ICT sector in Gross Domestic Product (current prices, %) by Indicator and Year. <http://data.csb.gov.lv/pxweb/en> (2.11.2014)
- Centre for Maritime Studies. (2010). Baltic NECA – Economic Impacts. http://www.helcom.fi/stc/files/shipping/CMS_Baltic_NECA_FINAL.pdf (19.06.2013)
- Cepolina, S., Ghiara, H. (2013). New trends in port strategies. Emerging role for ICT infrastructures. – *Research in Transportation Business & Management*, no. 8, pp. 195-205.
- Copenhagen-Malmö Port. <http://www.cmport.com/> (1.11.2014)
- Directive 2012/33/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 amending Council Directive 1999/32/EC as regards the sulphur content of marine fuels. (21.11.2012). – *Official Journal of the European Union*, 27.11.2012.
- Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). (17.07.2008). – *Official Journal of the European Union*, 25.6.2008.

- Doudnikoff, M., Lacoste, R. (2014). Effect of a speed reduction of containerships in response to higher energy costs in Sulphur Emission Control Areas. – *Transportation Research Part D*, no. 28, pp. 51-61.
- Eesti Pank. Laenuintressimäärad valuuta, kliendigrupi ja tähtaja lõikes.
<http://statistika.eestipank.ee/?lng=et#listMenu/1071/treeMenu/FINANTSSEKTOR/147/979> (3.11.2014)
- European Commission. (2013). LeaderSHIP. The Sea, New Opportunities for the Future.
- European Commission. (2012a). Blue Growth. Opportunities for marine and maritime sustainable growth. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 13.9.2012.
- European Commission. (2012b). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions concerning the European Union Strategy for the Baltic Sea Region, 23.3.2012.
- European Commission. (2011). Commission Staff Working Paper on the implementation of the European Union Strategy for the Baltic Sea Region. Commission Staff Working Paper, 13.9.2011.
- European Maritime Policy – Conference of the Baltic Sea Area, Kiel 21. September 2006. Baltic Sea States Subregional Cooperation.
http://www.bsssc.com/upload/dokumenty/f_31.pdf (20.06.2013)
- Eurostat. GDP and main components – Current prices.
<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (2.11.2014)
- Eurostat. (2014). Maritime ports freight and passenger statistics.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Maritime_ports_freight_and_passenger_statistics (6.10.2014)
- Freeport of Riga Authority. <http://www.rop.lv/en/> (11.10.2014)
- Gadhia, H. K., Kotzab, H., Prockl, G. (2011). Levels of internationalization in the container shipping industry: an assessment of the port networks of the large container shipping companies. – *Journal of Transport Geography*, no. 19, pp. 1431-1442.
- Gibbons, R. (1992). *Game Theory for Applied Economists*. Princeton: Princeton University Press
- Hamburg Port Authority. <http://www.hamburg-port-authority.de/en/Seiten/Startseite.aspx> (1.11.2014)

- HELCOM. (2007). Baltic Sea Action Plan.
http://www.helcom.fi/stc/files/BSAP/BSAP_Final.pdf (19.06.2013)
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL).
 International Maritime Organization.
[http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
 (12.07.2013)
- Ishii, M., Lee, P. T.-W., Tezuka, K., Chang, Y.-T. (2013). A game theoretical analysis of port competition. – *Transportation Research Part E*, no. 49, pp. 92-106.
- Johnson, H., Johansson, M., Andersson, K. (2014). Barriers to improving energy efficiency in short sea shipping: an action research case study. – *Journal of Cleaner Production*, no. 66, pp. 317-327.
- King, D. A., Gordon, C. E., Peters, J. R. (2014). Does road pricing affect port freight activity: Recent evidence from the port of New York and New Jersey. – *Research in Transportation Economics*, no. 44, pp. 2-11.
- KPMG Baltics SIA. (2013). Competitive Position of the Baltic States Ports.
<https://www.kpmg.com/EE/et/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Pressiteated/Documents/Competitive-Position-of-the-Baltic-States-Ports-2013.pdf> (30.10.2014)
- Liu, Y., Lu, S., Zhang, P. (2013). Port Competitiveness Evaluation Research based on Chernoff Faces Model. – *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, no. 96, pp. 1961-1966.
- Louw, E., Leijten, M., Meijers, E. (2013). Changes subsequent to infrastructure investments: Forecasts, expectations and ex-post situation. – *Transport Policy*, no. 29, pp. 107-117.
- Luo, M., Liu, L., Gao, F. (2012). Post-entry container port capacity expansion. – *Transportation Research Part B*, no. 46, pp. 120-138.
- Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Riiklik arengukava „Eesti merenduspoliitika 2011-2020“. https://valitsus.ee/sites/default/files/content-editors/arengukavad/eesti_merenduspoliitika_2012-2020.pdf (19.06.2013)
- Meersman, H., Van de Voorde, E., Vanellander, T. (2010). Port competition revisited. – *Review of Business and Economics*, no. 55, pp. 210-232.
- Musso, A., Piccioni, C., Van de Voorde, E. (2013). Italian seaports' competition policies: Facts and figures. – *Transport Policy*, no. 25, pp. 198-209.
- Nordic Council: Can we reduce emissions from shipping without increasing land transport. (11.04.2013). <http://www.norden.org/en/news-and-events/news/nordic-council-can-we-reduce-emissions-from-shipping-without-increasing-land-transport> (17.07.2013)

- OECD. Infrastructure investment, inland total, % of GDP. <http://data.oecd.org/> (2.11.2014)
- OECD. Share of ICT value added in the business sector value added. <http://www.oecd.org/sti/broadband/oecdkeyictindicators.htm> (3.11.2014)
- Port of Antwerp. <http://www.portofantwerp.com/en> (11.10.2014)
- Port of Antwerp. (03.04.2012). Satisfaction with revised EU sulphur directive. <http://www.portofantwerp.com/en/news/satisfaction-revised-eu-sulphur-directive> (14.07.2013)
- Port of Gdansk. <http://www.portgdansk.pl/en> (11.10.2014)
- Port of Gdynia. <http://www.port.gdynia.pl/en/> (11.10.2014)
- Port of Gothenburg. <http://www.portofgothenburg.com/> (1.11.2014)
- Port of Hamina Kotka. <http://www.hamina Kotka.fi/en> (11.10.2014)
- Port of Helsinki. <http://www.portofhelsinki.fi/frontpage> (11.10.2014)
- Port of Klaipeda. <http://www.portofklaipeda.lt/?page=en> (11.10.2014)
- Port of Liepaja. <http://www.liepajaport.lv/en/home/> (1.11.2014)
- Port of Rotterdam. www.portofrotterdam.com (11.10.2014)
- Port of Ventspils. <http://www.investinventsipils.lv/en/invest-in-ventsipils> (1.11.2014)
- Ports of Stockholm. (16.1.2013). Powering towards greener seas with LNG. <http://www.portsofstockholm.com/about-us/news/2013/powering-towards-greener-seas-with-lng/> (14.07.2013)
- Postimees. (25.01.2013). Tallinna Sadama LNG punkerdamise uuringu teostab Pöyry. <http://www.e24.ee/1115674/tallinna-sadama-lng-punkerdamise-uuringu-teostab-poyry> (14.07.2013)
- Saeed, N., Larsen, O. I. (2010). An application of cooperative game among container terminals of one port. – *European Journal of Operational Research*, no. 203, pp. 393-403.
- Schinas, O., Stefanakos, Ch. N. (2012). Cost assessment of environmental regulation and options for marine operators. – *Transportation Research Part C*, no. 25, pp. 81-99.
- Schinas, O., Stefanakos, Ch. N. (2014). Selecting technologies towards compliance with MARPOL Annex VI: The perspective of operators. – *Transportation Research Part D*, no. 28, pp. 28-40.

- Sillamäe Sadam. <http://www.silport.ee/> (11.10.2014)
- Song, L., Geenhuizen, M. van. (2014). Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. – *Transport Policy*, no. 36, pp. 173-183.
- Statistics Lithuania. (2014). Information Technologies in Lithuania. <http://osp.stat.gov.lt/en/statistikos-leidiniu-katalogas/?publication=3268> (3.11.2014)
- Tallinna Sadam. <http://www.ts.ee/> (11.10.2014)
- Tarelko, W. (2012). Origins of ship safety requirements formulated by International Maritime Organization. – *Procedia Engineering*, no. 45, pp. 847-856.
- Uchiyama, N., Taniguchi, E. (2012). A study of dispatcher's route choice model based on evolutionary game theory. – *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, no. 39, pp. 495-509.
- Wang, Y., Yeo, G.-T., Ng, A. K. Y. (2014). Choosing optimal bunkering ports for liner shipping companies: A hybrid Fuzzy-Delphi-TOPSIS approach. – *Transport Policy*, no. 35, pp. 358-365.
- World Bank. GDP (current US\$). <http://data.worldbank.org> (3.11.2014)
- World Bank. Quality of port infrastructure, WEF (1=extremely underdeveloped to 7=well developed and efficient by international standards). <http://data.worldbank.org> (2.11.2014)
- Yang, C.-S., Lu, C.-S., Haider, J. J., Marlow, P. B. (2013). The effect of green supply chain management on green performance and firm competitiveness in the context of container shipping in Taiwan. – *Transportation Research Part E*, no. 55, pp. 55-73.
- Yang, D., Liu, M., Shi, X. (2011). Verifying liner Shipping Alliance's stability by applying core theory. – *Research in Transportation Economics*, no. 32, pp. 15-24.
- Yuen, C.-l. A., Zhang, A., Cheung, W. (2012). Port competitiveness from the users' perspective: An analysis of major container ports in China and its neighbouring countries. – *Research in Transportation Economics*, no. 35, pp. 34-40.

LISAD

Lisa 1. Regressioonimudelite väljatöötamisel kasutatud andmed

Riia sadam	Göteborgi sadam	Valencia sadam	Bremerhaveni sadam	Hamburgi sadam	Antwerpeni sadam	Rotterdam sadam	Sadam
1962	360	600	970	7399	13057	12603	Sadama pindala (hektarites)
0	0,14	0,015	0,1005	0,1258	0,2706	0,286	Tonnaažitasu (eurodes GT ühikult)
381099	858000	4470000	5822000	9300000	8578000	11621000	Konteinerite arv (TEU-des)
1	1	1	1	1	1	1	Konkurents sadama sees
14,5	19,05	14	16	15,3	15,5	24	Suurim sügavus (meetrites)
35466,7	38900	65700	78734	139000	190849,08	440500	Kaubamaht (tuhandetes tonnides)
1,4	0,8	1,3	0,6	0,6	0,8	0,6	Investeeringud infrastruktuuri (% SKP-st)
3,5	10,9	6,4	7,1	7,1	7,1	8,89	IKT lisandväärtus (% kogu lisandväärtusest)
2,28	1,51	2,2	0,92	0,92	1,3	1,15	Pikaajalise laenu intressimäär (protsentides)
5	6	6	6	6	6	7	Sadama infrastruktuuri kvaliteet WEF (1=extremely underdeveloped to 7=well developed and efficient by international standards)
358937,3	436458,3	1049181	2809480	2809480	957158,1	1204747	SKP (miljonites eurodes, jooksevhindades)

Lisa 1 järg

Helsingi sadam	Haminakotka sadam	Kopenhaageni sadam	Gdynia sadam	Tallinna sadam (Muuga sadam)	Gdanski sadam	Ventspils sadam	Klaipeda sadam	Sadam
161	1100	500	508	524,2	1064,56	2451,39	541	Sadama pindala (hektarites)
0,365	0,54	1,74	0,26	0,225	0,2	0,3	0,58	Tonnaažitasu (eurodes GT ühikult)
405930	626924	141000	729607	253627	1177623	0	402211	Konteinerite arv (TEU-des)
1	1	0	1	1	1	1	1	Konkurents sadama sees
12,5	15,3	10,5	14	18	15	17,5	14,5	Suurim sügavus (meetrites)
10548	13991	14400	17659	28247,023	30259,295	30300	33320	Kaubamaht (tuhandetes tonnides)
0,7	0,7	0,6	2,5	1,6	2,5	1,4	1,5	Investeeringud infrastruktuuri (% SKP-st)
10,9	10,9	9,1	5,7	8,4	5,7	3,5	2,5	IKT lisandväärtus (% kogu lisandväärtusest)
1,13	1,13	0,96	3,1	3,37	3,1	2,28	2,42	Pikaajalise laenu intressimäär (protsentides)
6	6	6	4	6	4	5	5	Sadama infrastruktuuri kvaliteet WEF (1=extremely underdeveloped to 7=well developed and efficient by international standards)
369177,15	369177,15	253559	395962,4	354411,1	395962,4	358937,3	370627,9	SKP (miljonites eurodes, jooksevhindades)

Lisa 1 järg

Liepāja sadam	Sillamäe sadam	Sadam
60	750	Sadama pindala (hektarites)
0,25	0,225	Tonnaažitaisu (eurodes GT ühikult)
4523	0	Konteinerite arv (TEU-des)
1	1	Konkurents sadama sees
12	16,5	Suurim sügavus (meetrites)
4838,2	6749	Kaubamaht (tuhandetes tonnides)
1,4	1,6	Investeeringud infrastruktuuri (% SKP-st)
3,5	8,4	IKT lisandväärtus (% kogu lisandväärtusest)
2,28	3,37	Pikaajalise laenu intressimäär (protsentides)
5	6	Sadama infrastruktuuri kvaliteet WEF (1=extremely underdeveloped to 7=well developed and efficient by international standards)
358937,3	354411,1	SKP (miljonites eurodes, jooksevhindades)

Allikad: Eurostat, OECD, World Bank, CEIC Data, Eesti Pank, Central Statistical Bureau of Latvia, Statistics Lithuania, Baltic Transport Journal, KPMG Baltics SIA, Port of Rotterdam, Port of Antwerp, Hamburg Port Authority, Bremenports, Port of Valencia, Port of Gothenburg, Freeport of Riga Authority, Port of Klaipeda, Port of Ventspils, Port of Gdansk, Tallinna Sadam, Port of Gdynia, Copenhagen-Malmö Port, Port of Haminakotka, Port of Helsinki, Sillamäe Sadam, Port of Liepaja

Lisa 2. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (nõudlus- ja pakkumispoolsete teguritega mudel)

Model: OLS, using observations 1-17

Dependent variable: l_kaubamaht

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-1,62601	2,4402	-0,6663	0,51684	
l_SKP	0,653576	0,208176	3,1395	0,00783	***
l_Pindala	0,39794	0,122825	3,2399	0,00645	***
Sügavus ²	0,00263036	0,0014673	1,7927	0,09632	*
Mean dependent var	10,42196	S.D. dependent var		1,185339	
Sum squared resid	3,588177	S.E. of regression		0,525370	
R-squared	0,840387	Adjusted R-squared		0,803553	
F(3, 13)	22,81562	P-value(F)		0,000019	
Log-likelihood	-10,89962	Akaike criterion		29,79924	
Schwarz criterion	33,13209	Hannan-Quinn		30,13053	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 3,2507

with p-value = P(Chi-square(9) > 3,2507) = 0,953521

Allikas: Programmis Gretl autori poolt läbiviidud mudeli hindamine ja White'i test

Correlation coefficients, using the observations 1 - 17

5% critical value (two-tailed) = 0,4821 for n = 17

uhat	l_SKP	l_Pindala	Sügavus ²	
1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	uhat

Allikas: Autori läbiviidud korrelatsioonanalüüs eksogeensuse eelduse kehtimise kontrollimisel

Lisa 2 järg

Auxiliary regression for RESET specification test

OLS, using observations 1-17

Dependent variable: l_kaubamaht

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	-144,379	241,231	-0,5985	0,5616
l_skp	18,8362	30,6464	0,6146	0,5513
l_pindala	11,4105	18,5550	0,6150	0,5511
sügavus ²	0,0747495	0,12159	0,6148	0,5512
yhat ²	-2,61950	4,40108	-0,5952	0,5638
yhat ³	0,0819428	0,137361	0,5966	0,5629

Test statistic: $F = 0,179033$,

with $p\text{-value} = P(F(2,11) > 0,179033) = 0,838$

Allikas: Autori läbiviidud Ramsey RESET test

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

l_skp	1,402
l_pindala	1,785
sügavus ²	1,388

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, where $R(j)$ is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Properties of matrix $X'X$:

1-norm = 1333871,3

Determinant = 4,5345509e+008

Reciprocal condition number = 3,173244e-008

Allikas: Autori läbiviidud multikollinearsuse test (mudeli dispersiooni inflatsioonikordajad)

Lisa 2 järg

Augmented regression for Chow test

OLS, using observations 1-17

Dependent variable: l_kaubamaht

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	0,629628	1,73928	0,3620	0,7257	
l_skp	0,530977	0,141946	3,741	0,0046	***
l_pindala	0,334064	0,0936349	3,568	0,0060	***
sügavus ²	0,0027473	0,0010038	2,737	0,0230	**
splitdum	-28,6764	18,8646	-1,520	0,1628	
sd_l_skp	2,23458	1,46582	1,524	0,1617	
sd_l_pindala	0,402878	0,239166	1,685	0,1264	
sd_sügavus ²	-0,015239	0,004838	-3,150	0,0117	**

Mean dependent var	10,42196	S.D. dependent var	1,185339
Sum squared resid	0,969180	S.E. of regression	0,328157
R-squared	0,956888	Adjusted R-squared	0,923356
F(7, 9)	28,53684	P-value(F)	0,000019
Log-likelihood	0,226447	Akaike criterion	15,54711
Schwarz criterion	22,21281	Hannan-Quinn	16,20969

Chow test for structural break at observation 12

$F(4, 9) = 6,08013$ with p-value 0,0119

Allikas: Autori läbiviidud Chow test

Lisa 3. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (nõudlus- ja pakkumispoolsete teguritega mudel I rühma sadamate andmete põhjal)

Model: OLS, using observations 1-11
Dependent variable: l_kaubamaht

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	5,29536	1,32938	3,9833	0,00530	***
Pindala	0,0116817	0,00178573	6,5417	0,00032	***
Kvaliteedihinne ²	0,0255927	0,010869	2,3546	0,05074	*
l_SKP	0,333551	0,108531	3,0733	0,01798	**
Mean dependent var	11,06437	S.D. dependent var		0,914964	
Sum squared resid	0,364149	S.E. of regression		0,228082	
R-squared	0,956502	Adjusted R-squared		0,937860	
F(3, 7)	51,30873	P-value(F)		0,000039	
Log-likelihood	3,136158	Akaike criterion		1,727684	
Schwarz criterion	3,319266	Hannan-Quinn		0,724416	

White's test for heteroskedasticity -
Null hypothesis: heteroskedasticity not present
Test statistic: LM = 10,8019
with p-value = P(Chi-square(9) > 10,8019) = 0,289535

Allikas: Programmis Gretl autori poolt läbiviidud mudeli hindamine ja White'i test

Correlation coefficients, using the observations 1 - 11
5% critical value (two-tailed) = 0,6021 for n = 11

uhat	Pindala	Kvaliteedihinne ²	l_SKP	
1,0000	-0,0000	0,0000	0,0000	uhat

Allikas: Autori läbiviidud korrelatsioonanalüüs eksogeensuse eelduse kehtimise kontrollimisel

Lisa 3 järg

Auxiliary regression for RESET specification test

OLS, using observations 1-11

Dependent variable: l_kaubamaht

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	212,006	135,038	1,570	0,1772
pindala	1,48434	1,04351	1,422	0,2142
hinne ²	3,24396	2,27240	1,428	0,2128
l_skp	42,7237	29,8372	1,432	0,2116
yhat ²	-11,5389	7,85412	-1,469	0,2017
yhat ³	0,349979	0,229769	1,523	0,1882

Test statistic: $F = 5,601127$,

with $p\text{-value} = P(F(2,5) > 5,60113) = 0,0529$

Allikas: Autori läbiviidud Ramsey RESET test

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

pindala	1,473
hinne ²	1,786
l_skp	1,521

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, where $R(j)$ is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Properties of matrix $X'X$:

1-norm = 61726,5

Determinant = 6,4033243e+008

Reciprocal condition number = 4,4075598e-007

Allikas: Autori läbiviidud multikollinearsuse test (mudeli dispersiooni inflatsioonikordajad)

Lisa 4. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (nõudlus- ja pakkumispoolsete teguritega mudel II rühma sadamate andmete põhjal)

Model: OLS, using observations 1-6

Dependent variable: kaubamaht

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	254501	72106,5	3,5295	0,03865	**
SKP	-1,57318	0,464917	-3,3838	0,04297	**
SKP ²	2,4686e-06	7,30189e-07	3,3808	0,04307	**
Mean dependent var	11364,20	S.D. dependent var		4905,010	
Sum squared resid	24971967	S.E. of regression		2885,132	
R-squared	0,792412	Adjusted R-squared		0,654019	
F(2, 3)	5,725838	P-value(F)		0,094581	
Log-likelihood	-54,23815	Akaike criterion		114,4763	
Schwarz criterion	113,8516	Hannan-Quinn		111,9755	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 4,21126

with p-value = P(Chi-square(4) > 4,21126) = 0,378169

Allikas: Programmis Gretl autori poolt läbiviidud mudeli hindamine ja White'i test

Correlation coefficients, using the observations 1 - 6

5% critical value (two-tailed) = 0,8114 for n = 6

uhat	SKP ²	SKP	
1,0000	0,0000	0,0000	uhat

Allikas: Autori läbiviidud korrelatsioonanalüüs eksogeensuse eelduse kehtimise kontrollimisel

Lisa 5. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (pakkumispoolsete teguritega mudel)

Model: OLS, using observations 1-17

Dependent variable: kaubamaht

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	-417,711	123,847	-3,3728	0,00622	***
investeeringud	176,274	60,2559	2,9254	0,01380	**
intressimäär ²	-20,4642	6,55429	-3,1223	0,00971	***
sügavus ²	0,313886	0,109945	2,8549	0,01566	**
kvaliteedihinne ²	7,99043	2,86183	2,7921	0,01752	**
sadama pindala	1,34834	0,255984	5,2673	0,00027	***
Mean dependent var	69,38008	S.D. dependent var	107,7837		
Sum squared resid	11040,97	S.E. of regression	31,68161		
R-squared	0,940601	Adjusted R-squared	0,913601		
F(5, 11)	34,83748	P-value(F)	2,20e-06		
Log-likelihood	-79,16927	Akaike criterion	170,3385		
Schwarz criterion	175,3378	Hannan-Quinn	170,8355		

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 12,8147

with p-value = P(Chi-square(10) > 12,8147) = 0,234216

Allikas: Programmis Gretl autori poolt läbiviidud mudeli hindamine ja White'i test

Correlation coefficients, using the observations 1 - 17

5% critical value (two-tailed) = 0,4821 for n = 17

uhat	investeeringud	intressimäär ²	sügavus ²	
1,0000	-0,0000	-0,0000	-0,0000	uhat
		sadama pindala	kvaliteedihinne ²	
		-0,0000	-0,0000	uhat

Allikas: Autori läbiviidud korrelatsioonanalüüs eksogeensuse eelduse kehtimise kontrollimisel

Lisa 5 järg

Auxiliary regression for RESET specification test

OLS, using observations 1-17

Dependent variable: kaubamaht

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	-197,907	152,515	-1,298	0,2267
investeeringud	92,6783	66,2441	1,399	0,1953
intressimäär ²	-11,5692	7,31165	-1,582	0,1480
sügavus ²	0,124065	0,105166	1,180	0,2684
kvaliteedi- hinne ²	4,32684	3,15662	1,371	0,2037
pindala	1,37976	0,773702	1,783	0,1082
yhat ²	-0,00200992	0,00394398	-0,5096	0,6226
yhat ³	7,11109e-06	7,82215e-06	0,9091	0,3870

Test statistic: F = 6,197761,

with p-value = P(F(2,9) > 6,19776) = 0,0203

Allikas: Autori läbiviidud Ramsey RESET test

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

investeeringud	22,346
intressimäär ²	9,955
sügavus ²	2,143
kvaliteedihinne ²	9,436
pindala	1,843

VIF(j) = 1/(1 - R(j)²), where R(j) is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Properties of matrix X'X:

1-norm = 1563283,4

Determinant = 1,7774738e+015

Reciprocal condition number = 2,7552251e-008

Allikas: Autori läbiviidud multikollineaarsuse test (mudeli dispersiooni inflatsioonikordajad)

Lisa 5 järg

Augmented regression for Chow test

OLS, using observations 1-17

Dependent variable: kaubamaht

Omitted due to exact collinearity: sd_pindala

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	-3860,49	2159,64	-1,788	0,1241
investeeringud	1916,76	1259,61	1,522	0,1789
intress ²	-377,970	246,609	-1,533	0,1762
sügavus ²	-2,58177	1,80865	-1,427	0,2034
kvaliteedi- hinne ²	104,707	58,1736	1,800	0,1220
pindala	0,0575420	0,572013	0,1006	0,9231
splitdum	3911,42	2204,11	1,775	0,1263
sd_investeering	-1929,12	1276,70	-1,511	0,1815
sd_intress ²	377,896	247,953	1,524	0,1783
sd_sügavus ²	2,70767	1,83443	1,476	0,1904
sd_kvaliteedi- hinne ²	-106,107	59,1858	-1,793	0,1232

Mean dependent var	69,38008	S.D. dependent var	107,7837
Sum squared resid	653,8638	S.E. of regression	10,43922
R-squared	0,996482	Adjusted R-squared	0,990619
F(10, 6)	169,9650	P-value(F)	1,51e-06
Log-likelihood	-55,14428	Akaike criterion	132,2886
Schwarz criterion	141,4539	Hannan-Quinn	133,1996

Chow test for structural break at observation 6

F(5, 6) = 19,0629 with p-value 0,0013

Allikas: Autori läbiviidud Chow test

Lisa 6. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (pakkumispoolsete teguritega mudel II rühma sadamate andmete põhjal)

Model: OLS, using observations 1-12

Dependent variable: kaubamaht

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
const	-12,0222	12,5162	-0,9605	0,36492	
sügavus ²	0,122658	0,0433992	2,8263	0,02228	**
investeeringud	15,4427	8,82124	1,7506	0,11812	
intress ²	-2,69655	1,5134	-1,7818	0,11264	
Mean dependent var	22,05652	S.D. dependent var		11,94767	
Sum squared resid	751,4002	S.E. of regression		9,691492	
R-squared	0,521467	Adjusted R-squared		0,342016	
F(3, 8)	2,905914	P-value(F)		0,101187	
Log-likelihood	-41,84945	Akaike criterion		91,69891	
Schwarz criterion	93,63853	Hannan-Quinn		90,98079	

White's test for heteroskedasticity -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 11,2251

with p-value = P(Chi-square(9) > 11,2251) = 0,260597

Allikas: Programmis Gretl autori poolt läbiviidud mudeli hindamine ja White'i test

Correlation coefficients, using the observations 1 - 12

5% critical value (two-tailed) = 0,5760 for n = 12

uhat	sügavus ²	investeeringud	intress ²	
1,0000	-0,0000	-0,0000	0,0000	uhat

Allikas: Autori läbiviidud korrelatsioonanalüüs eksogeensuse eelduse kehtimise kontrollimisel

Lisa 6 järg

Auxiliary regression for RESET specification test

OLS, using observations 1-12

Dependent variable: kaubamaht

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value
Const	33,1622	157,679	0,2103	0,8404
Sügavus ²	-0,183977	1,04145	-0,1767	0,8656
Investeeringud	-25,4519	135,782	-0,1874	0,8575
Intress ²	4,25264	23,6314	0,1800	0,8631
yhat ²	0,131299	0,399539	0,3286	0,7536
yhat ³	-0,00199854	0,005716	-0,3496	0,7386

Test statistic: $F = 0,072759$,

with $p\text{-value} = P(F(2,6) > 0,0727587) = 0,931$

Allikas: Autori läbiviidud Ramsey RESET test

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Sügavus ²	1,268
Investeeringud	3,719
Intress ²	4,120

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, where $R(j)$ is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Properties of matrix $X'X$:

1-norm = 717675,2

Determinant = 1,3862468e+008

Reciprocal condition number = 5,4629968e-007

Allikas: Autori läbiviidud multikollinearsuse analüüs (dispersiooni inflatsioonikordajad)

Lisa 7. Regressioonimudeli hindamise tulemused ja regressioonimudeli eelduste kehtimise kontrollimise testide tulemused (pakkumispoolsete teguritega mudel I rühma sadamate andmete põhjal)

Model: OLS, using observations 1-5

Dependent variable: kaubamaht

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	-101,17	18,7001	-5,4101	0,03251	**
Sügavus ²	0,738131	0,0679138	10,8686	0,00836	***
Pindala	0,900134	0,175189	5,1381	0,03585	**
Mean dependent var	182,9566	S.D. dependent var		152,4258	
Sum squared resid	616,6281	S.E. of regression		17,55887	
R-squared	0,993365	Adjusted R-squared		0,986730	
F(2, 2)	149,7141	P-value(F)		0,006635	
Log-likelihood	-19,13176	Akaike criterion		44,26353	
Schwarz criterion	43,09184	Hannan-Quinn		41,11884	

Allikas: Autori läbiviidud mudeli hindamine programmis Gretl

Correlation coefficients, using the observations 1 - 5

5% critical value (two-tailed) = 0,8783 for n = 5

uhat	Pindala	Sügavus ²	
1,0000	0,0000	-0,0000	uhat

Allikas: Autori poolt läbiviidud korrelatsioonanalüüs eksogeensuse eelduse kehtimise kontrollimisel

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

Sügavus ²	1,449
pindala	1,449

VIF(j) = 1/(1 - R(j)²), where R(j) is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Properties of matrix X'X:

1-norm = 674690,77

Determinant = 4,864184e+009

Reciprocal condition number = 1,3028101e-006

Allikas: Autori läbiviidud multikollinearsuse test (dispersiooni inflatsioonikordajad)

SUMMARY

FACTORS OF COMPETITIVENESS OF THE PORTS AND FORMATION OF THEIR COMPETITIVE EDGE

Eva Branten

The questions relating to competitiveness of the ports are crucial when considering enhancement of competitiveness of the entire state. The importance of competitiveness of the ports can be explained with the help of concept of the multiplier effect which describes the broader economic influence of one economic sector. The topic of competitiveness of the ports is especially actual in view of the sulphur directive of the European Union which will enter into force on 1 January 2015.

Taking into account the considerations presented above, it is actual to clarify the important factors of competitiveness of the ports since the success of adaptation to new economic conditions of the ports largely depends on them.

The aim of the master thesis is the clarification of the significant factors of competitiveness of the ports and the role of public sector in supporting the formation of their competitive edge. For this purpose, the econometric models describing the factors of competitiveness of the ports and game-theoretical models describing the formation of competitiveness and cooperation of the ports are elaborated in the thesis. Based on the analysis of the results, recommendations for economic policy development are elaborated as well as the results could be the basis for estimation of competitiveness of the ports.

The analysis of possible impacts of the sulphur directive, as well as potential effect on competitiveness of the ports of other regulations and strategies pertaining to maritime sector, carried out in the first part of the thesis shows that the influences of those regulations are anticipated in the following aspects:

- The sulphur directive stipulates that Member States should ensure the availability of port reception facilities adequate to meet the needs of ships using exhaust gas cleaning systems. The quality of this infrastructure may become an important factor of competitiveness of the ports.
- In order to comply with the rules laid down in MARPOL convention, shipping companies can use different fuels on their ships. The quality and quantity of those fuels available at ports may become an important factor based on which shipping companies will decide which ports to visit. Since the options for compliance with the rules which the shipping companies have to decide upon, may yield different effect with requirements related to sulphur emissions and with requirements related to nitrogen emissions, it is rewarding to analyze the interaction of different regulations, as revealed in the decision process of shipping companies.
- As to the requirements of MARPOL, the costs of shipping will predictably increase. Therefore a modal shift is possible: transportation is partly redirected from sea traffic to road haulage. From the standpoint of analysis of competitiveness of the ports, two aspects stand out conspicuously:
 - The competition of ports increases since the increased costs force shipping companies to deliberate their decisions more carefully, also concerning the choice of ports.
 - The significance of connections with the hinterland and the possibility to offer intermodal transport solutions increases, as a factor of competitiveness of the ports.
- The strategies of the European Union underline the importance of the development of maritime clusters. Thence posing itself as an interesting research question is the role of the ports in formation of clusters as well as the impact of the clusters on the competitiveness of the ports.

The factors of competitiveness of the ports have been of great interest to many researchers (e.g. Cepolina, Ghiara 2013; Castillo-Manzano *et al* 2009; Musso *et al* 2013). The models elaborated in the current thesis take into account the suggestions regarding important factors of competitiveness of the ports presented in studies of other authors. However, unlike many other studies, the aim of the current study is to quantitatively estimate the statistical significance of the factors having impact on competitiveness of the ports.

The following research questions are scrutinized with the help of econometric models elaborated in the thesis:

- Which indicators are statistically significant when considering competitiveness of the ports? Of especial note from the viewpoint of the current thesis are indicators related to macro-economy or indicators directly or indirectly influenced by the public sector.
- Are the statistically significant factors of competitiveness different, as viewed among different groups of ports? Ports are grouped on the basis of their annual turnover of cargo.

The usage of both micro and macro data which allows the combination of micro and macro perspectives, is to be pointed out.

The sample of the models comprise the following ports: Port of Muuga (Estonia), Port of Sillamäe (Estonia), Port of Helsinki (Finland), Port of Haminakotka (Finland), Port of Riga (Latvia), Port of Ventspils (Latvia), Port of Liepaja (Latvia), Port of Klaipeda (Lithuania), Port of Gdansk (Poland), Port of Gdynia (Poland), Port of Rotterdam (the Netherlands), Port of Antwerp (Belgium), Port of Hamburg (Germany), Port of Bremerhaven (Germany), Port of Valencia (Spain), Port of Gothenburg (Sweden), Port of Copenhagen (Denmark).

The considerations based on which the ports have been selected for the study are the following:

- ports on the eastern coast of the Baltic Sea which are the main competitors, on the one hand, as well as possible partners of cooperation, on the other hand, to Estonian ports;
- other ports on the coast of the Baltic Sea, the turnover of cargo and the factors of competitiveness of which are comparable to these of Estonian ports;
- the largest ports in Europe which are well-known as successful ports.

Based on the data of all ports mentioned above, two regression models were developed: one describing both the demand-side as well as the supply-side factors of competitiveness of the ports; the other describing only the supply-side factors of competitiveness of the ports. For both of these models Chow test was conducted and based on the results of Chow test, models were estimated in sub-samples. Altogether, six regression models were elaborated in the thesis: three models describing both the demand-side as well as the supply-side factors of competitiveness of the ports and three models describing only the supply-side factors of competitiveness of the ports. Considered as the demand-side factors, are the factors which create the demand to cargo transported via ports. Considered as the

supply-side factors, are the factors which enable or support the transportation of cargo via ports.

In the regression models, the dependent variable is the annual turnover of cargo of ports which is considered as the indicator of competitiveness of the ports.

The following regression model is based on the data of all ports mentioned above and describes both the demand-side as well as the supply-side factors of competitiveness of the ports:

$$\ln Y = -1.63 + 0.65(\ln X_1) + 0.40(\ln X_2) + 0.003(X_3^2) + u$$

(2.44) (0.21) (0.12) (0.001)

$R^2 = 0.84$

$n = 17$

where Y is the annual turnover of cargo of the port (in thousands of tonnes), X_1 is GDP describing the country the port is situated in (in millions of euros), X_2 is the area of the territory of the port (in hectares), X_3 is the maximum permissible vessel draft (in metres), u is the residual term of the model.

The following regression model is based on the data of all ports mentioned above and describes only the supply-side factors of competitiveness of the ports:

$$Y = -417.71 + 176.27(X_1) - 20.46(X_2^2) + 0.31(X_3^2) + 7.99(X_4^2) + 1.35(X_5) + u$$

(123.85) (60.26) (6.55) (0.11) (2.86) (0.26)

$R^2 = 0.94$

$n = 17$

where Y is the annual turnover of cargo of the port (in millions of tonnes), X_1 is the share of investments to infrastructure of the country the port is situated in (in % of GDP), X_2 is the interest rate of long-term loans (in per cents), X_3 is the maximum permissible vessel draft (in metres), X_4 is World Economic Forum's indicator of the quality of port infrastructure (on the scale 1 to 7 where 1 indicates „extremely underdeveloped“ and 7 „well developed and efficient by international standards“), X_5 is the area of the territory of the port (in hundreds of hectares).

According to the models, the following conclusions may be drawn:

- The competitiveness of larger ports is more related to the port-specific indicators while in case of smaller ports, especially important are macroeconomic variables: GDP, the share of investments to infrastructure in GDP, the interest rate of long-term

loans. Hence a conclusion: the role of public sector in supporting the competitiveness of the ports is especially important with smaller ports. The influence on competitiveness of the smaller ports both of macroeconomic indicators and the situation in the world economy should be underlined.

- When comparing the models describing both the demand-side as well as the supply-side factors of competitiveness of the ports and the models describing only the supply-side factors of competitiveness of the ports, the difference in results of Chow test needs be pointed out. Consequently, when modelling only important supply-side factors, different groups of ports should be used, as compared to the groups which should be applied when modelling both the demand-side and the supply-side factors of competitiveness.
- The modelling of supply-side factors of the competitiveness turned out to be more difficult with smaller ports than with larger ports. Thence the conclusion: the common characteristics of competitiveness are more difficult to find with smaller ports (the heterogeneity of smaller ports is larger). The explanatory capacity of the model of two explanatory variables with larger ports is significantly higher than the explanation ability of the model of three explanatory variables with smaller ports.
- An insightful observation of the models is the non-linearity of the relations between the dependent variable – the annual turnover of cargo of ports – and independent variables – the factors of competitiveness.

With the help of the framework of game theory the formation of competitiveness of the ports is analyzed in dynamic context: as a result of the interaction, competition and cooperation of the ports and the strategic decisions of the ports having effect on each other.

The game-theoretical models elaborated in the thesis base on the results of the econometric models according to which investments to infrastructure are important factors of competitiveness of the ports – both investments to common infrastructure (development of road, railway network etc.) as well as port-specific infrastructure (e.g. investments on the territory of the port).

In the game, two ports have to decide whether or not to contribute to the investment to common infrastructure which is related to both ports and would benefit both ports. Common infrastructure is considered as a public good. The investment would support the competitiveness of the ports since it would improve the hinterland-connections of the ports.

The investment to the common infrastructure affects investments to the infrastructure related only to the specific port. Ports are subject to budget constraint. Therefore investment to the common infrastructure reduces resources available to investments related only to the specific port. However, some investments related only to the specific port are meaningful only provided the investments to the common infrastructure (e.g. the quality of hinterland-connections) are on a certain level.

The aim of the game-theoretical models is to clarify the following research questions:

- Which are the conditions for the cooperation of competing ports? By means of the analysis regarding foundations of cooperation, the formation and possibilities of development of clusters can be scrutinized. The importance of development of the maritime clusters is emphasised in strategies of the European Union.
- Which are the options to overcome the problem of „free-riding“?
- Which are the options to overcome the social traps and achieve the Pareto-efficient outcome?
- How do the investments to connections with the hinterland (which can be viewed as public good bringing profit to all players) influence the investments to the port-specific infrastructure (e.g. investments on the territory of the port)? How do the investments of public sector affect the private investments?

It appears from the model that the cooperation of ports in supporting a common infrastructure project makes headway, if for both ports the marginal utility of the common infrastructure is higher than the marginal utility of the infrastructure related only to the specific port. Considering the prerequisite of diminishing marginal utility, the abovementioned condition is likely in a situation where the level of common infrastructure is low. However, it is possible also in a situation where both the level of common infrastructure as well as the port-specific infrastructure is high but the expansion of port-specific infrastructure requires additional investments into the common infrastructure. The public sector can influence the (marginal) utility of investments of different type, *inter alia*, by means of its investments (e.g. contribution by public sector to the project of common infrastructure) but also through other economic policy measures having effect on the competitiveness of the given country, in broader outline.

From the perspective of public sector an important question is how it is possible to overcome the situation of social trap where neither of the ports contributes to the common

infrastructure. In this situation the lack of investments to common infrastructure hinders investments to port-specific infrastructure and in this way part of resources which could have been used to enhance the competitiveness of the ports remains unutilized. A way to overcome the social trap is the investment to the common infrastructure by public sector. In this way, investments of public sector create possibilities to investments by private sector.

The previous studies of other authors applying the game theory often delve into the strategic decisions of competing ports respective port fees or investments (prices set by ports are often considered as the influences of short-term competitiveness, and investments as the influences of long-term competitiveness of ports). In the current thesis the investment decisions of the ports are analyzed in the new context – namely investments in the common infrastructure.

The author of the current thesis suggests, as an interesting field for further research by means of game theory, the strategic decisions of ports and shipping companies while adjusting their activities to comply with the requirements concerning sulphur and nitrogen emissions of the MARPOL convention. The strategic decisions of ports, taking into account the decisions of shipping companies as well as other ports merit analysis.