TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Jaak Soosaar

NISU FUTUURLEPINGUD, TOORMETURU HINDADE ÜLEKANDUMINE NISU BAASHINNALE

Bakalaureusetöö
Õppekava TABB, peaeriala ärirahandus

Juhendaja: Kaido Kepp, MA
Kaasjuhendaja: Ako Sauga, PhD

Tallinn 2022

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja
olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud
teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele,
ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks.
Töö pikkuseks on 8248 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Jaak Soosaar
11.05.2022
(allkiri, kuupäev)
Üliõpilase kood: 200685TABB
Üliõpilase e-posti aadress: jack.soosaar.001@gmail.com

Juhendaja: Kaido Kepp MA:
Töö vastab kehtivatele nõuetele

……
(allkiri, kuupäev)

Kaasjuhendaja: Ako Sauga PhD:
Töö vastab kehtivatele nõuetele

……
(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:
Lubatud kaitsmisele

……
(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE 5

SISSEJUHATUS 7

1. REAALTOOTMINE, TOORMETURG JA HINDADE ÜLEKANDUMINE TOORMETURUL 10

1.1. Toormeturg ja nisu hinda mõjutavad tegurid 10
1.1.1. Toormeturul kauplemine ja futuurlepingud 10
1.1.2. Nisu reaaltootmise ja ekspordi mõju futuurhinnale. 12
1.2. Futuurlepingute olemus ja hinna kujunemine 14
1.3. Futuurlepingute hindade sõltuvus välistest toormeturu hindadest 16

2. ANDMED JA METOODIKA 22

2.1. Nisu baashind ja selle välised mõjurid 22
2.2. Andmed 23
2.3. Analüüsiks kasutatud metoodika valik ja kirjeldus 26

3. VAR-MUDEL JA SELLE HINDAMINE TOORME HINDADE BAASIL 29

3.1. Andmeanalüüs toorme päevahindade baasil perioodil 03.01.2011 – 31.12.2021 29
3.1.1. Toorme hindade päevaste sulgemishindade aegridade analüüs 29
3.1.2. Toorme hindade päevaste hinnamuutuste aegridade analüüs 33
3.2. Tulemuste interpreteerimine 35

KOKKUVÕTE 41

SUMMARY 43

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU 45

LISAD 47

Lisa 1. Nisu tootmismahtude jagunemine kasvuperioodil 2021/22 47
Lisa 2. Nisutoorme impordi mahtude jaotus riikide lõikes 47
Lisa 3. Nisutoorme eksport riikide lõikes 48
Lisa 4. Päevaste hindade hinnamuutused ajas 48
Lisa 5. Korrelatsiooni analüüs perioodil 2011–2021 toorme hindade päevahindade baasil 49
Lisa 6. Kirjeldav statistika 49
Lisa 7. Korrelatsiooni analüüs perioodil 2011–2021 toorme hindade päevahindade muutuste baasil 50
Lisa 8. VAR lag selection 50
Lisa 9. VAR-mudel toorme hindade logaritmitud diferentside baasil 51
Lisa 10. VAR lag selection ld_wheat/ld_crude oil WTI 54
Lisa 11. VAR lag selection ld_wheat/ld_crude oil Brent 54
Lisa 12. VAR lag selection ld_wheat/natural gas 55
Lisa 13. VAR lag selection ld_wheat/ld_iron ore 55
Lisa 14. VAR-mudel ld_wheat/ld_iron ore 56
Lisa 15. VAR-pöördjuuretest ld_wheat/ld_iron ore 57
Lisa 16. Autokorrelatsiooni test ld_wheat/ld_iron ore 57
Lisa 17. ARCH-test ld_wheat/ld_iron ore 57
Lisa 18. Doornik-Hanseni test ld_wheat/ld_iron ore 58
Lisa 19. VAR lag selection ld_wheat/ld_canola 58
Lisa 20. VAR-mudel ld_wheat/ld_canola 59
Lisa 21. VAR-pöördjuuretest ld_wheat/ld_canola 60
Lisa 22. Autokorrelatsiooni test ld_wheat/ld_canola 60
Lisa 23. ARCH-test ld_wheat/ld_canola 61
Lisa 24. Doornik-Hanseni test ld_wheat/ld_canola 61
Lisa 25. VAR lag selection ld_wheat/ld_corn 61

Lisa 26. VAR lag selection ld_wheat/ld_oat 62
Lisa 27. VAR-mudel toorme hindade päevaste muutuste aegridade baasil 62
Lisa 28 VAR lag selection wheat/iron ore 65
Lisa 29. VAR lag selection wheat/canola 66
Lisa 30. Baashinna teisendamine logaritmitud diferentside baasil, alumise ja ülemise usalduspiiri määramine .. 66
Lisa 31. Lihtlitsents 68

LÜHIKOKKUVÕTE

Antud bakalaureusetöös on autor püstitanud eesmärgi uurida, kuidas sõltub nisu futuurlepinguga kauplemise hinda kujundav baashind turul kaubeldavate toormete hindadest, ning hindade ülekandumist toormeturgude vahel just nisu hinna suhtes.

Töö koosneb kolmest peatükist, millest esimene keskendub toormeturgude kujunemisele ja kauplemisvõimaluste olemusele. Antakse ülevaade futuurlepingute turu kujunemisest kuni tänapäevani, samuti nisu futuurlepingu hinda mõjutavatest faktoritest. Tulenevalt toorme laiapõhjalisest kasutusest on välja toodud nisukasvatuspiirkonnad, reaaltootmise kogumaht ja jaotus riikide ja piirkonna lõikes ning impordi ja ekspordi mahud riikide ja piirkondade lõikes. Kajastatud on varasemalt avaldatud artikleid ja töid, mis on uurinud toormeturgude omavahelisi hindade ülekandumisi, tuues välja mitmete toormeturgude hinnamuutuste ülekandumist, ning seda just peamiselt toornafta toorme hinnamuutuste ülekandumise mõistes.

Teises peatükis on selgitatud andmete kogumise metoodika ja andmete korrastamise viisi. Töös kasutatud andmed on kogutud perioodil 03.01.2011 – 31.12.2021. Analüüsitud toormed on: nisu, toornafta WTI, toornafta Brent, maagaas, rauamaak, raps, mais ja kaer. Analüüsimisel koostati päevaste sulgemishindade aegread toormete lõikes ning analüüsiti neid vektorautoregressiivse (VAR) mudeli abil. Esmalt kontrolliti Portmanteau testi abil valge müra esinemist ning seejärel teostati lisaks VAR-pöördjuuretest ühikringi suhtes, testiti RAO F-statistiku abil autokorrelatsiooni esinemist, testiti ARCH-testi põhjal heterosketastiivsuse esinemist ning kontrolliti jääkliikmete normaaljaotust Doornik-Hanseni testi abil.

Andmeanalüüsi tulemusena selgus, et autori valitud perioodil varasemates uuringutes leitud toornafta hinnamuutuste ülekandumist toormeturgude vahel ei esinenud. Kuigi paljud varasemad uuringud näitasid toornafta hinna nii otsest kui ka kaudset mõju teistele toorme hindadele, siis antud mudel seda ei kinnitanud. Andmete põhjal leiti tugevam ühepoolne seos nisu logaritmitud diferentside ja rapsi logaritmitud diferentside toorme hinna vahel, kus F-test VAR-mudeli alusel

näitab statistiliselt olulist mõju nisu hinnale, mudeldamise tulemusena jääb prognoosimine usalduspiiridesse, prognoosimisvõime on lühiajaline, muutudes pikemas perioodis konstantseks.

Võtmesõnad: VAR, *wheat, crude oil WTI, crude oil Brent, iron ore, canola, corn, oat*

SISSEJUHATUS

Toormeturud on huvigruppidele maailma mõistes kättesaadavad olnud juba väga pikka aega ning kõigil osapooltel on võimalik nendel kaubelda, kas siis otse rahaturu kaudu, ostes käega katsutavat tooret, või futuurlepingutega kauplemise kaudu, riskijuhtimise või hoopis spekuleerimise otstarbel. Tulenevalt maailmaturu käitumisest ja majandustsüklitest on muutlik ka toormeturg, tuues kaasa suuri hinnatõuse, kuid samas ka suuri hinnalangusi. Kuigi ajalooliselt on turgudelt saadav info massiivne ning peaks olema võimalik luua mudeleid hinnakäitumise prognoosimiseks turu eri käitumiste korral, siis päris nii lihtne see ei ole. Seoses majanduse arenguga on järjest suurem osa toormetest kas siis otseselt või kaudselt seotud tootmise sisendhindadega, samas kaubaturgudel osalejad reageerivad paralleelselt mittemajanduslikele teguritele, mille mõõtmine on vägagi keeruline. On väga raske prognoosida turupsühholoogiast tingitud hinnamuutuste käitumuslikkust, mis jätab turgudele oma salapära ja kauplemisvõimalused.

Töös keskendutakse peamiselt just nisu olukorrale maailmaturul ning nisu baas- ja seeläbi futuurhindade sõltuvuse uurimisele nii otsestest kui ka kaudsetest toorme hindade muutustest. Nisu on üks maailmas enam toiduks ja loomasöödaks kasutatav toore ning selle reaaltoodangu maht oli aastal 2021 koguni 778 552 tuhat tonni, mis ületas kõigi aegade rekordi. Kuna tema kasvatamisel on omad nõudmised nii kliima kui ka kasvutingimuste osas, ei ole seda võimalik teha igal pool maailmas. Seoses piirkondliku tootmisega on nisul tekkinud väga suur turg, seda nii rahaturuna kui futuuridega kauplemise osas. Maailma börsidel on tekkinud võimalus kaubelda nisu futuuridega, luues tootmisettevõtetele riskimaandamise võimaluse, samas spekulantidele kauplemisvõimalused. Varasemate uuringute põhjal saab välja tuua, et toormeturu hindade muutuste põhjusteks võivad olla väga paljud tegurid. Varasemad autorid on toonud välja toormeturgude hinnaliikumiste osalist positiivset mõju, seda siis kas otseste või kaudsete hinnaliikumiste tulemusena. Lisaks leiab kinnitust nõudluse ja pakkumise olemus, mis mõjutab oluliselt tugevamalt toorme hinda kui välised hindade ülekandumised. Samuti omavad tugevat mõju riikide tasandil tehtavad poliitilised otsused ning kliimamuutustest tingitud šokid.

Uurimismeetodina on töös kasutatud vektorkujul autoregressiivset (VAR) mudelit, kus on analüüsitud aegridade muutuste omavahelisi seoseid. Aegrea pikkuseks on valitud perioodil 03.01.2011 – 31.12.2021 ning andmed on kogutud päevase sagedusega sulgemishinna baasil. Analüüsimiseks kasutatakse toormegruppide aegridade hindasid ning nendevahelisi päevaste muutuste väärtusi, eesmärgiga leida kinnitust toormeturgudel tekkivatest hinna ülekandumistest, mille baasil oleks võimalik prognoosida nisu baashinna muutusi tulevikus.

Töö koosneb kolmest peatükist. Töö esimese peatüki esimeses lõigus kirjeldatakse toormeturu olemust, seda rahaturu ja futuuridega kauplemise näitel. Kirjeldatakse futuurlepingutega kauplemise ajaloolist algust kuni tänase turusituatsioonini. Süvendatult käsitletakse nisu reaaltootmise mahte maailmas, ekspordi ja impordi osakaale ning selle mahtude muutuste sõltuvust hetkehindadest ja futuurlepingute hindadest. Samuti käsitletakse poliitiliste otsuste mõju turgude nõudluse ja pakkumise olemusele, mis mõjutavad otseselt turuhindade volatiilsust ja tekitavad suuri hinnakõikumisi. Esimese peatüki viimane osa annab ülevaate varasematest artiklitest ja uuringutest, mis käsitlevad toormeturgude hinnaliikumist ja nende ülekandumist erinevate toormeturgude vahel, võttes kokku varasemate autorite järeldused, analüüsitud mudelite alusel saadud tulemustest, mille alusel püstitatakse uurimustöö kesksed hüpoteesid.

Teises peatükis kirjeldatakse uurimisküsimuse fookust, samuti antakse ülevaade töös kasutatud andmete kogumise metoodikast, andmete korrastamisest ning kontrolli eesmärgil hinnamuutuste andmebaasi koostamisest. Töös kasutatakse algandmetena toormegruppe, nagu nisu, toornafta WTI, toornafta Brent, maagaas, rauamaak, raps, mais ja kaer. Peatükis kirjeldatakse toormete olemust, hinnastamist ja toorme futuurlepingute mahtusid. Täpsustavalt tuuakse välja statistilised näitajad toormete hinnaliikumise suhtes. Samuti saab ülevaate kasutatud vektorautoregressiivsest (VAR) mudelist. Peatükk annab ülevaate andmete ettevalmistamisest analüüsimiseks, kirjeldades ühikjuure testimist ning viitaja määramist jõudmaks olukorda, kus saab teostada VAR-mudeli modelleerimise. Peatükis tuuakse välja modelleerimise käik koos protsessi kirjelduse, kontrollimise protsessi ja lõpliku mudelini jõudmise etappidena.

Kolmanda peatüki esimene osa kirjeldab andmetöötluste ning nende põhjal vektorautoregressiivse mudeli koostamist, tulemusteni jõudmist ning püstitatud uurimisküsimustele vastavust loodud mudeli abil. Kontrollitakse aegridades trendi esinemist ning teostatakse nende eemaldamine, saavutamaks VAR-mudeli koostamiseks statsionaarsed aegread. Peale statsionaarsuse saavutamist

viiakse läbi optimaalsete viitaegade määramine ning seejärel VAR-mudeli modelleerimine. Tugevamate seoste ja hinnaülekandumiste leidmiseks nisu hinna suhtes kontrollitakse päevaste toorme hindade analüüsi tulemusi päevaste muutuste aegridade analüüsiga.
Lisaks antakse tähelepanekuid ja soovitusi edasiseks uurimiseks.

1. REAALTOOTMINE, TOORMETURG JA HINDADE ÜLEKANDUMINE TOORMETURUL

Antud peatüki esimene osa annab ülevaate toormeturgude olemusest, sealsetest kauplemisvõimalustest nii rahaturu kui ka futuurlepingute baasil, samuti futuurlepingutega kauplemise ajaloolisest kujunemisest maailma turgudel. Lisaks tutvustatakse nisu reaaltootmise mahtusid maailmas, tuues välja ekspordi ja impordi mahud, ning nende mahtude muutustest tingitud mõju baashinna kujunemisele. Teises osas antakse ülevaade futuurlepingu olemusest tänasel kauplemismaastikul. Kolmandas osas saab ülevaate varasematest uuringutest, mis on tehtud nisu baas- ja futuurhindade sõltumise kohta teistest välistest teguritest.

1.1. Toormeturg ja nisu hinda mõjutavad tegurid

1.1.1. Toormeturul kauplemine ja futuurlepingud

Toormeturgusid on võimalik jagada kauplemisvõimaluste mõistes peamiselt kahte suuremasse kategooriasse, selleks on sularahaturg ning futuuriturg. Sularahaturu puhul on tegemist otsetehinguga, kus müüja müüb kindla koguse toorainet ostjale, kes tasub selle eest siis kas sularahas, ülekande või krediidilepinguga. Antud turul kujuneva hinna väljaselgitamiseks on võimalik rakendada majandusanalüüsi, mille põhjal võetakse arvesse erinevaid tegureid, mis loovad turu pakkumise ja nõudluse taseme, turuomadused ja konkreetse toorme baashinna taseme (Malliatis, Ziemba 2016). Toorme baashinnad omakorda muutuvad peamiselt makromajanduslike muutujate tõttu, kus siis hindasid mõjutatakse otseselt nõudluse ja pakkumise teel, teisalt, kuna toormed on ladustatavad, siis ladustamishindade tõttu muutuvad ka ootused toorme tulevikuhindadele (Pindyck, Rotenbergi 1988). Väga suur osa toormeturust toimibki sularahaturu põhimõttel, kus toore vahetab omanikku maksega ühel ajal ning määrab samal ajal ka toorme turuhinna taseme ehk futuurlepingu baashinna.

Futuurlepingu turg aga erineb sularahaturust mitmel moel. Peamine erinevus seisneb selles, et ostjad ja müüjad ei ole tegelikud toorme pakkujad või ostjad. Nende tehingute osapoolteks võivad olla tootmis-, töötlemis- ja turustusettevõtted, kes maandavad selle abil tootmisriske, kindlustades

toorme hinna liikumist, või hoopiski spekulatiivne kauplemine. Näiteks nisu futuurlepingutega on võimalik kaubelda perioodide lõikes, kus tarnetähtajad on määratud vastavalt aasta lõikes. Hinnad on võimalik lukustada ajalises raamistikus märtsi, mai, septembri ja detsembri lõpu seisuga. Koguseliselt sisaldab üks futuurleping Euroopa Euronexti turul 50 tonni nisu, kus lepingu raamistik määratleb väga kindlad nõuded, mis tagavad toidunisu kvaliteediga toorme. Futuurlepingutest liigub toormena turul aga väga marginaalne osa (Malliatis, Ziemba 2016).

Ajalooliselt olid futuurlepingutelaadsed tooted kasutusel juba keskajal, kus ühelt poolt tootjad ehk põllumehed pidid kuidagi oma hinnariski maandama seoses sesoonse koristusajaga, teisalt aga vajasid kokkuostjad kindlust tagamaks endale toorme olemasolu ja vastuvõetav hinnatase juba enne koristusperioodi (Hull et al. 2013). Esmasteks futuurlepingute väljastajaks saab pidada Jaapanit, kes 1700. aastal lõi turu, mis võimaldas osapooltel futuurlepingutega kauplemist just riskihalduse eesmärgil. Turu peamine eesmärk oli aidata põllumajandustootjaid ja toorme kasutajaid, võimaldades neil hallata äriliselt tekkivaid hinnariske toorme hindade fikseerimisega. Kasvatades üheaastaseid kultuure, oli tekkinud turu osapooltele väga suur riskifaktor seoses saagi kasvatuse, kogumise, töötlemise ja turustamisega, mida selle abil sooviti maandada (Malliatis, Ziemba 2016).

Aastal 1848 lõi futuurlepingutega kauplemisvõimaluse juba Chicago kaubandusnõukogu (CBOT), kelle esmaseks ülesandeks oli küll teraviljade koguste ja kvaliteedistandardite loomine. Peagi olid nad valmis saanud ka esimeste futuurilaadsete lepingutega, mis tuginesid juba toormele, nagu mais, nisu, soja ja teised tera- ja kaunviljasaadused, kuid samas pakuti ka lepinguid riigi võlakirjadega kauplemiseks (Hull et al. 2013). Seejärel oli kord jõudnud tänase Euroopa kätte, kus 1877. aastal alustas võimaluste pakkumist futuuridega kauplemiseks London (Malliatis, Ziemba 2016).

Kui varasemalt oli kauplemise standardiks avatud väljakuulutamise süsteem ehk osapooled, kes pakkusid ja kellel oli huvi osta alusvara, said füüsiliselt kokku nn kauplemiskambris, et teha tehinguid ja neid vormistada, siis tänaseks on börsid asendanud selle elektrooniliste kauplemisvõimalustega (Hull et al. 2013). See omakorda on toonud kaasa soodsad tingimused, mille tulemusena on futuuridega kauplemine muutunud väga laialdaseks kogu maailmas. Endiselt on võimalik turgudel kaubelda algusaastatel loodud toormefutuuridega, kuid võimalused on liikunud põllumajandusest kaugemale. Tänapäeval saavad soovijad kaubelda lisaks põllumajandusfutuuridele veel metallurgia, energeetika ning finantstoodete, samuti ka finants-varade futuuridega. Nende turgude hinnakõikumine on loonud piisava ebakindluse, võimaldamaks

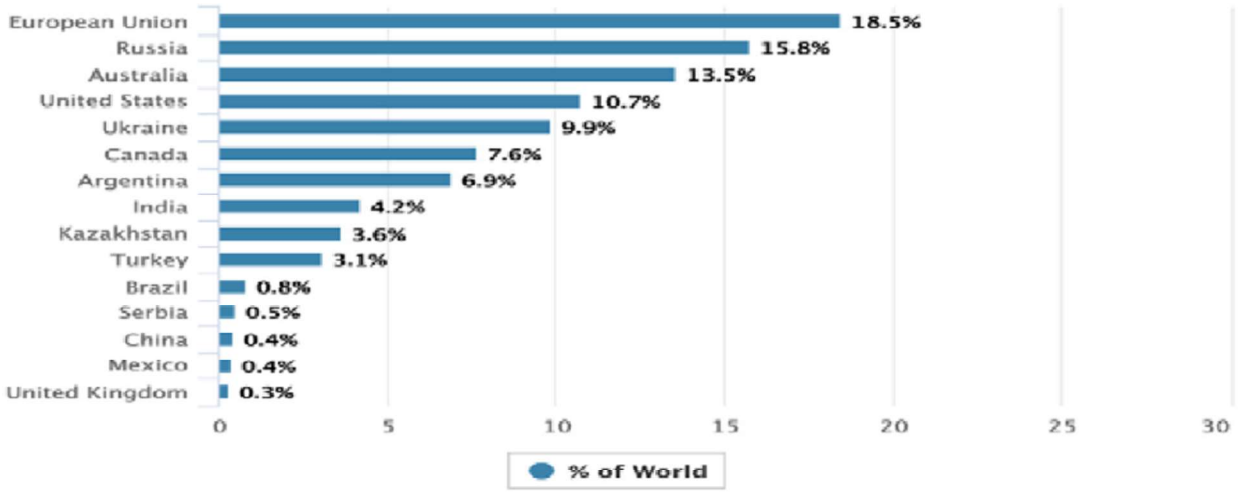
just futuurlepingute kaudu osapooltel riske maandada, kuid samas ka spekulantidel teenida kasumeid hinnamuutustele panustades. Futuuriturud loovad toorme tootjatele ja kasutajatele ning finantsvahendajatele ja rahvusvahelistele kauplemisettevõtetele võimaluse hallata oma ettevõtte hinna-, intressi- ja valuuta vahetuskursi riske (Malliatis, Ziemba 2016). Samuti on muutunud futuuriturud kauplemismahtude kasvades atraktiivseks spekulantidele üle kogu maailma, kus elektrooniline kauplemine võimaldab neil kasutada algoritmilist kauplemist (Hull et al. 2013), luues võimaluse teenida kauplemisega kasumit, kasutades ära inforuumi eeliseid, turutunnetust ja saada osa turgude prognoosimist võimaldavast infovoost. Aastaks 2013 oli võimalik futuuridega kaubelda juba ligemale 80 börsil, kus võrreldes algusaastatega on põllumajandustoorme osakaal küll lepingute mahus vähenenud, kuid kauplemismaht on jätkuvalt tugev tulenevalt hinnatuvastus- ja riskisiirdefunktsioonidest ning turgude arengust maailmas just peamiselt Aasia suunas (Malliatis, Ziemba 2016).

1.1.2. Nisu reaaltootmise ja ekspordi mõju futuurhinnale.

Nisu on globaalses võtmes üks peamiselt kasvatavast ja tarbitavast teraviljast, mille kasvupind on suurem kui mis tahes teine kaubanduslik põllukultuur. See on jätkuvalt kõige olulisem inimtoiduks ja loomasöödaks kasutatav teravili. Kasvupiirkonna mõttes on nisule sobilikud alad klimaatiliselt mitmekülgsemad ja vähemnõudlikumad kui näiteks maisil ja riisil, asudes piirkonnas, kus temperatuur jääb vahemikku 3^{o} C kuni 32^{o} C ja sademete hulk vahemikku 250–1750 mm aastas. Globaalselt paikneb kasvupiirkond laiuskraadidel 30° N kuni 60° N ja 27° S kuni 40° S, kuni 3000 meetri kõrgusel merepinnast (Enghiad *et al.* 2017). Ülemaailmselt kasvatatakse nisu 120 riigis ning selle toodang moodustab 19% maakeral tarbitavatest kalorivarudest (Mitchell, Mielke 2005).

Kuigi nisu on kasvutingimuste mõistes suhteliselt leplik, ei tähenda see, et kogu maailm oleks võrdselt enda toodetud toormega varustatud. Väga oluline toorme jagunemisel on eksport. Poliitika, mida eri piirkondades teostatakse, võib väga suurel määral väljenduda nisu ekspordi mahtude muutustes, mis omakorda toob kaasa nõudluse muutuse hindade muutuse kaudu. Samas tuleb nisuga toormeturul kaubeldes või seda riskimaandamise tööriistana kasutades panna väga suurt rõhku peamiste ekspordiriikide saagiprognooside jälgimisele. Klimaatiliste tingimuste muutused, nagu põuad, üleujutused või kahjurid vähendavad saagikust ning sellega ka reaaltoodangu mahtusid. See omakorda tähendab nõudluse ja pakkumise vahekorra muutumist ja hindade muutumist, kuid seda peamiselt lühiajalistes hindades (Westcott, Hoffman 1999). Maailma nisu reaaltootmise kogutoodang oli koristusaastal 2021/22 kogumahuga 778 552 tuhat tonni, millest kõige enam panustasid tootmispiirkondadena Euroopa Liit 17,85%, Hiina

Rahvavabariik 17,59% ja India 14,08%, kes moodustasid kogutoodangust 49,52% (lisa 1). Nisu ekspordi maht oli 203 110 tuhat tonni, kus peamisteks nisu eksportivateks riikideks (joonis 1) olid Euroopa Liit 18,46%, Venemaa 15,76%, Austraalia 13,54%, Ameerika Ühendriigid 10,72% ja Ukraina 9,85%, kes moodustavad kokku 68,33% kogu maailma nisu ekspordist (lisa 3).



Joonis 1. Nisu ekspordi jaotus riikide ja organisatsioonide lõikes
Allikas: United States Department of Agriculture/Market and Tradeing Data

Impordi maht seevastu oli 201 274 tuhat tonni, kus peamisteks imporditurgudeks olid Egiptus 6,21%, Indoneesia 5,47% ja Türgi 4,97% (lisa 2).

Ajalukku süüvides on näha, et riikide valitsuste poliitiline sekkumine turgudesse võib põhjustada turutasakaalu muutumist, muutes turud ettearvamatuks. Suurte eksportivate ja importivate riikide soov omada kaubanduskontrolli ning toetusvõimaluste loomine põllumajanduse doteerimiseks võib nisu toormeturul põhjustada väga suuri ja ootamatuid hinnaliikumisi. On oht, et poliitiliste eesmärkide saavutamine võib asendada majanduseesmärgid, millel on otsene mõju maailmaturu hindadele. Sama kehtib ka toorme ladustatavuse osas, ehk selle taga peitub veel üks komponent hinna kujunemisel ning volatiilsuse tekkimisel ja hindade stabiliseerimisel. Ladustamine tähendab ühelt poolt seda, et volatiilsust saab aja jooksul korrigeerida, kui spekulatiivsed osapooled ostavad ja hoiustavad varusid turu madalseisul ning turu tõustes paiskavad uuesti kogutud varud turule. Turu osapooled võivad kasutada varude haldust tulenevalt nende ootusest turule, luues seeläbi puhvri nõudluse ja pakkumise kõikumise vastu. Konkurentsivõimeline ladustamismudel määrab sisuliselt, et ettevõtte praegune toorme ladustamisväärtus on võrdne eeldusliku diskonteeritud väärtusega tulevikus. Kui diskonteeritud prognoositavad turuväärtused on suuremad kui jooksev turuhind, soetab ettevõte varusid juurde ning omakorda vähendab tarbimisse liikuvaid koguseid ja

pakkumist, kasvatades toorme lao omahinda eeldatava tulevikuhinna arvelt. Sellega mõjutavad ladustamisettevõtted pakkumise kaudu ka tänaseid turuhindasid. Üldises vaates on nisu hinnadünaamika modelleerimine väga keeruline, esmalt tuleb otsustada, millised mõjutajad väga laiast tegurite hulgast on piisavalt olulised, et neid mudelis käsitleda ja selgesõnaliselt tuvastada, samas aga peab tagama, et mudelisse ei satuks segadust tekitavaid tegureid või variatsioone (Janzen *et al*. 2014).

1.2. Futuurlepingute olemus ja hinna kujunemine

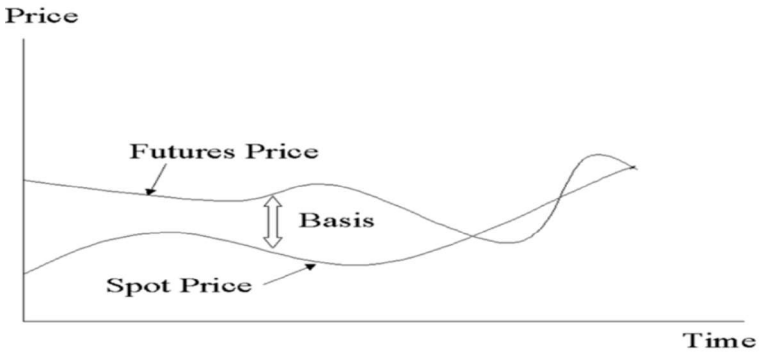
Toormefutuuridega kauplemist saab määratleda kui kauplemisviisi, mis toimub eritingimuste ja kokkulepete alusel. Lepingutingimused on rangemad kui mistahes teistel kauplemisviisidel või kaubatehingutel. Selle kõige eesmärk on peamiselt hõlbustada riskimaanduse protsesse ja spekuleerimisvõimalusi, samal ajal pakkudes tehingute osas mugavust ja ökonoomsust. Saab välja tuua seose, kus eeldatakse, et futuurlepingu tehingu korral on tegemist ostu-müügi tehinguga ajas tulevikku lükatud tarnega, kuid nii ei pruugi see alati olla (Working 1953).

Futuurlepingud võimaldavad turu osapooltel kasutada ära võimalusi kaubelda kogu turgu hõlmaval riskipositsioonil, kuid seda märkimisväärselt madalamate kuludega (Bessembinder, Seguin 1992). Futuuridega kauplemise vajadus ja võimalus tekib peamiselt kaupade puhul, mille hinnakõikumised on suured. Selle põhjuseks on peamiselt ebakindlus ning prognoosimatud probleemid tootmises, mis põhjustavad turupakkumises ebakindlust ja prognoosimatut nõudluskäitumist. Suur hinnatundlikkus tootmises suurendab riskide maandamise vajadust tootmises, mida võimaldab just futuuriturgudel kauplemine. Seda sõltumata asjaolust, kas osapooled soovivad kindlustada end hinnamuutuste vastu või soovivad ära kasutada turul olevat hetkepreemiat (Working 1953).

Kauplemise seisukohast on futuurid turul kui lepingud, mille alusel müüja müüb ja ostja ostab kokku lepitud kuupäeval kindla koguse toodet kindla hinna eest. Futuurlepingud on ostjale ja müüjale siduvad, kus ostja on kohustatud ostma tähtaja saabudes lepingus määratud koguse määratud hinnaga ja müüjal on kohustus müüa lepingus määratud kogus kokku lepitud hinnaga (Elder 2017). Silmas tuleb ka pidada, et toormefutuurlepingu alusvarale on seatud kindlad kvaliteedinäitajad, millele see peab vastama (Hull et al. 2013). Oma olemuselt on futuurlepingud rangemad kui optsioonlepingud, nad käituvad turu volatiilsuses palju stabiilsemalt, ning seetõttu

on nendega lihtsam tehinguid teostada ja ettevõtlusriske hallata (Elder 2017). Ühe peaeesmärgina on futuuridega kauplemine äririskide maandamise võimalus ettevõtetele. Riskide maandamiseks ostab ettevõte oma vajaliku toorme ostu- või müügihinna katteks vastupidise sisuga ehk pöördvõrdelise futuurlepinguga. Selle tulemusena loobub ta muidugi võimalusest teenida toorme müügist lisatulu või hoopis võimaluse soetada tooret soodsamalt, samas piirates võimalike kahjusid. Kauplejate ja spekuleerijate puhul riskimaandamise aspekt oluline ei ole ja nende üks peamisi eeliseid on võimenduse kasutusvõimalus.

Futuuridega kauplemisel on vaja mõista, kuidas futuurlepingu hinnad kujunevad. Nimelt, kuidas seletada seoseid ja erinevusi turuhinna (baashinna) ehk *spot*-hinna ning tuleviku futuurlepingu hinna vahel. Seda kujutab joonis 2, kus on näha hinnaliikumine nii futuurlepingu hinnas kui ka *spot*-hinnas ning nende muutuste vahet ehk hinnamuutuse baasi, valemina saab seda toorme pakkuja jaoks seletada aga järgmiselt (Ritchken, Trevor 1999).



Joonis 2. Futuurlepingu hinda kujundavad tegurid
Allikas: Ritchken, Trevor 1999. Princing options under generalized GARCH and stochastic volatility processes (valem 1).

$Baas_t = F_t - S_t$
kus:
t – on vara soetamise hetk
S_t – on hetke toorme turuhind ehk *spot*-hind ajahetkel t
F_t – on futuurlepingu hind ajahetkel t
$Baas_t$- on hinna vahe futuurhinna ajahetkel t ja *spot*-hinna ajahetkel t

Kui toorme turuhind on praegu näiteks 300 eurot ja septembri lõpu tähtajaga futuurleping on 400 eurot, on hinnamuutuse baaserinevus 100 eurot ehk tootjal on võimalik teenida toorme eest

tarnituna septembri lõpus 100 eurot rohkem, kuid tuleb arvestada, et sellega võivad kaasneda ka lisakulud. Vastupidiselt kokkuostjale oleks toorme kokkuostmine praegu aga soodsam, kuid ka temale lisanduvad lisakulud säilitamise osas.

Peamiselt just füüsiliste toormetega tekkivad lisakulud on ladustamise kulud, säilitamaks toorme kvaliteeti ja müügitingimustele vastavust. Ladustamiskulu on ka peamine tegur hinnaerinevuste tekkimisel, kuid selle maksumus ei ole standardne, sõltudes väga mitmest tegurist. Võrrandina saab kujutada ladustamiskulude ja tulude puudumisel järgnevalt (Working 1949)(valem 2).

$F_0 = S_0 e^{rT}$
kus:
F_0 – futuurlepingu hind
S_0 – *spot*-hind
r - on riskivaba intressimäär, mis on määratud lepingu lõpptähtajaga T

Samuti on võimalik ladustamiskulu kujutada kui negatiivset tulu, väljendades seda võrrandina (Hull et al. 2013)(valem 3):

$F_0 = (S_0 + U)e^{rT}$
kus lisaks:
U – väljendab kogukulu ladustamisele

Tuleb aga meeles pidada, et futuuridega kauplemine ja riskide maandamine futuurlepingute abil ei ole olemuselt riskivaba kauplemine. Et turul edukalt edeneda, tuleb endale teadvustada eelnevalt kauplemisega kaasnevaid riske ja nende realiseerumise korral portfelli vastupidavust nendele. Nagu varasemalt on välja toodud, on võimenduse abil võimalik futuuridega teenida piiramatult, samas aga on võimalikud kaotused samuti piiramatud.

1.3. Futuurlepingute hindade sõltuvus välistest toormeturu hindadest

Varasemalt tehtud uurimistöödes on väga palju keskendutud maailma nisuhinna sõltuvusele välistest teguritest toorme hinna muutuste kandumise kaudu nisu turuhindadesse. Oma

uurimustöös on Janzen *et al.* 2014 välja toonud aspekti, et väga suur hulk tegureid mõjutab nisu hindu samal ajal, seega tuleks ökonomeetrilises mudelis eristada just iga teguri individuaalset mõju hinnakõikumisele. Osana modelleerimistööst tuvastasid autorid, et nisu futuurhindade kujunemist mõjutavad peamiselt tegelik majanduslik aktiivsus, nisu ekspordi ja impordi mahtude liikuvus, ettevaatusabinõud ja netopakkumine, mis omakorda sisaldavad arvukalt majandusnähtusi turul. Töös kasutati analüüsimiseks struktuurivektori autoregressiooni mudelit (SVAR), kus tehti kindlaks iga teguri individuaalne mõju vaadeldud perioodi nisu futuurhinnale. Nisu hind vaatlusperioodil t kuvatakse järgmise valemina (valem 4):

$$p_t = b_{p1}\, p_{t-1} + b_{p2}\, p_{t-2} + \ldots + b_1\, Y_{t-2} + \ldots + d_1\, X_t + e_t$$

kus
Y - tähistab teisi nisu hinnaga seotud muutujaid
X - tähistab aastaaja näitajaid, pikaajalisi trende ning muid nisu hinda mõjutavaid tegureid
e - on jääkvariatsioon

Autorid on mudeli seletuses toonud välja, et „SVAR-mudel eraldab mudelis iga muutuja jääkvariatsiooni ja omistab osa sellest igale neljale varem mainitud majandustegurile. Iga muutuja unikaalset muutust, mis on omistatud konkreetsele majanduslikule tegurile, nimetatakse struktuurseks šokiks. Šokid kujutavad endast muutujate süsteemi ootamatut varieerumist nii, et nende keskmine väärtus on null. Negatiivsed šokid on seotud selle teguri keskmisest madalamate tingimustega ja positiivsed šokid on seotud keskmisest kõrgema tasemega. Konstruktsiooni järgi ei ole struktuursed šokid omavahel korrelatsioonis, võimaldades uurida seost iga struktuurišoki ja vaadeldud toorme hindade vahel, mis hoiavad kõiki teisi struktuurseid šokke fikseerituna“. Uurimustöös jõuti järeldusele, et nisu hinnatõus on peamiselt tingitud tugevalt seotud hinnašokkidest. Nisu tootmine on ühelt poolt tugevasti seotud ilmastikutingimuste muutuste ajendil tekkivate riskidega, teisalt teguritega, mis muudavad pakkumise olemust turul, samuti pakkumisšokkidega, mis on tingitud just tulevikku suunatud muutustest turul. Kokkuvõtlikult leiavad autorid, et nisu hind sõltub uurimistöö andmete põhjal peamiselt hetkepakkumise ja nõudluse osakaalust, millele lisandub tuleviku hinnaootus, mida väljendab nõudlus varude järele. (Janzen *et al*. 2014).

Enghiad *et al.* (2017) analüüsisid oma artiklis nafta hinna mõju nisu turuhinnale. Oma töös kasutasid autorid kointegratsiooniprotseduuridel põhinevat piiranguteta

vektorautoregressiivmudelit (VAR). Analüüsimiseks kogusid nad kokku Lääne-Texase toornafta WTI (*West Texas intermediate oil* WTI) hinnad ja Pärsia lahe riikide toornafta (*Persian Gulf countries crude oil*) hinnad ning modelleerisid nende põhjal aastahindade keskmise. Uuring toob välja, et nafta hind mõjutab nisu baashindu nii otseselt kui ka kaudselt toorme sisendite kaudu. Kaudselt mõjutab naftahinna tõus just väetiste, põllumajandustehnika ja transpordi hindu, mis omakorda mõjutavad otseselt nisu tootmissisendite otsekulusid (Enghiad *et al*. 2017).

Sarnaselt on toidu, sealhulgas nisu hinna sõltuvust uurinud Baffes ja Haniotis (2016), kes seadsid oma tööga kahtluse alla ühemõõtmelise lähenemise, mis tihtilugu võimaldab üksikutele sisenditele omistada liiga suurt kaalu. Oma uuringus tõid nad kolm peamist järeldust. Esiteks sissetulekute negatiivne mõju toidu nõudlusele ehk siis sissetulekute kasv ei suurenda nõudlust, tekitamata hinnasurvet. Teisalt leidsid autorid, et intressimäärad mõjutavad selgelt põllumajandustoorme turuhindasid, ning kolmandaks kinnitab autorite analüüs nii aktsiate kui ka energiahindade kandumist põllumajandustoorme hindadesse. Täpsustavalt toovad nad välja, et nafta hinna protsentuaalne muutus on olulisem kui varude ja tarbitavate sisendite tegelik protsentuaalne muutus (Baffes, Hanotis 2016).

2011 on Natanelov *et al.* koostanud uurimistöö, kus on püstitatud uurimisküsimus, kas põllumajandustoorme futuuride, toornafta ja kulla vahel on koosmõju. Uuringus võeti peamiselt vaatluse alla futuuriturul kaubeldavad toornafta, kakao, kohv, mais, sojaoad ja sojaõli, nisu, riis, suhkur ja kuld. Kointegratsiooni meetodit kasutades leidsid töö autorid, et toornafta, kakao, nisu ja kulla futuuride vahel on tugev seos. Samuti esineb turul sõltuvus toornafta ja maisi turuhinna vahel, kuid seda mõjutab lisaks biokütuse poliitiline aspekt. Üldisest järeldusest saab tuua välja, et väljakujunenud futuuriturul on toormeturud pikas perspektiivis korreleeruvad, samas aga märgitakse, et poliitilised sekkumised, ilmastikutingimused, majanduskriisid, geopoliitika ja rahvastiku kasv muudavad turge, suurendades turul ebakindlust ja hindade volatiilsust (Natanelov *et al.* 2011).

Ji *et al*. avaldasid 2018 oma uurimistöö, kus autorid teostasid empiirilise analüüsi, kasutades maisi, riisi, soja ja nisu hindade aegridasid, samuti kahe energiatoote, toornafta ja maagaasi, ning õliseemnete indeksi hindade aegridu. Valimi periood oli vahemikus 04.01.2000 – 09.06.2017. Oma analüüsis modelleeriti energia- ning põllumajandustoorme turgude dünaamilisi sõltuvusi ajas muutuva kopula mudeliga, millel oli muutuv sõltuvus. Seejärel hinnati saadud turgu ühtse jaotuse andmete alusel CoVAR-i ja delta-CoVar-i mudelitega. Autorid tuginesid kahele peamisele

eeldusele. Esiteks, et kõrged toorme hinnad toornafta puhul toovad kaasa põllumajandussaaduste hinnatõusu sisend- ja tootmishindade kasvu kaudu, teisalt loob biokütuse kasutuse kasv tugevad seosed energia ja paljude põllumajandussaaduste vahel. Tulemustena leidsid autorid, et toornafta ja gaasi sõltuvus põllumajandustoormest on tugevam positiivse korrelatsioonirežiimi korral kui negatiivse korrelatsioonirežiimi korral. Uurimuse käigus saadud tulemus oli kooskõlas varasemate uuringutega, veelgi enam, nad tõid välja, et sõltuvus ja järelmõju on suurem just turgude langustrendis. Maagaasi ja põllumajandusturgude vahelised seosed ning sõltuvused olid üldiselt väiksemad kui toornafta- ja põllumajandusturgudel. Uuring viitas asjaolule, et heterogeensus toornafta ja maagaasi vahel tõi endaga kaasa vastuolulisi tulemusi kuvamaks seoseid põllumajandustoodetega. Lisaks tõid autorid oma töös välja ning järeldasid andmete põhjal, et peamiselt toornafta omab just energiakandjatest põllumajandustoorme hindade muutustes olulist rolli, mis tuleneb peamiselt just biokütuse laialdasemast levikust ja nõudlusest. Uuringut kokkuvõtvalt saab öelda, et süstemaatiline riskide olemasolu suurtel turuliikumistel leiab kinnitust, ning finantskauplejad peavad arvestama mitmikkaitse rakendamist, struktureerides kaubapõhiseid varasid. (Ji *et al*. 2018)

Bernardia ja Leccadito (2017) uurisid toormeturu muutuseid ja omavahelisi hinnamõjusid peale 2002. aasta aktsiaturu krahhi. Autorite eesmärk oli elavnenud turgudel hinnata võimalikke toorme hindade mõju ulatust kogu turu ulatuses, kuid samas ka üksikhindadele. Eesmärk oli uurida energia- toiduaine- ja metalliturgudel toimuvaid hinnaliikumisi ja nende omavahelisi seoseid, mõistmaks, kas ühelt turult tulev šokk kandub üle ka teistele turgudele, omades olulist mõju teistele toorme hindadele. Leidmaks turuprobleemide efektide kandumist majandusse, kasutati analüüsis ΔCoVaR-mudelit. Tulemused näitasid, et vaatamata positiivsetele või negatiivsetele šokkidele majanduse põhinäitajates ei too see kaasa märkimisväärset ülekandumist, mis nende järeldusel kinnitas, et majandussüsteemi hapruse peamiseks põhjuseks on kaubaturgudel toimuv ise. Siiski leidsid nad, et naftaturul on suurem mõju riskide ülekandumiseks kui metalli- või toidukaupade turgudel, energiaturud levivad toiduaine turule, ning nafta mõjutas toiduaineturgu enam kui biokütuse turg (Bernardia *et al.* 2017).

2011. aastal koostasid Qiang Ji ja Ying Fan artikli, kus uuriti volatiilsuse ülekandumist toornafta, metalliturgude, põllumajandusturgude ja mitteenergiakaupade koguturu vahel, kus hinnati omavahelisi tingimuslikke korrelatsioone. Kuna aga väga suur osa rahvusvahelisest toorainest kaupleb dollarites, võeti analüüsi andmete hulka dollari indeks, kasutades teda eksogeense šokina. Andmete modelleerimiseks kasutasid autorid ekspotentsiaalset üldistatud autoregressiivse

tingimusliku heteroskedastilisuse mudelit (EGARCH), laiendades seda mitme muutujaga mudeliks. Uurimisperioodiks oli valitud periood nii enne kui pärast 2008. aasta finantskriisi, vastavalt siis 07.07.2006 – 31.07.2008 ja 01.08.2008 – 30.06.2010. Uurides toorme hindade ja dispersioonide ülekandumist ning dünaamiliste tingimuste korrelatsiooni valitud perioodil, jõudsid autorid järeldusele, et esiteks on toornafta volatiilsuse mõju teistele toormeturgudele oluliselt suurem kui teiste toormeturgude mõju toornafta turule. Samuti näitab analüüs, et volatiilsuse mõju oli enne kriisi oluliselt tugevam, kus oli nafta toorme hind kõrgem, kui seda oli ta peale kriisi. Samuti näitab analüüs, et enne finantskriisi omas USA dollari indeksi hind ja dispersiooni ülekandumine teistele kaubaturgudele olulist aspekti, mõjutades tugevalt toorme hindade stabiilsust ning hinnamuutusi. Pärast majanduskriisi aga USA dollari indeksi kurss pidevalt nõrgenes, mis omakorda vähendas selle mõju toormeturgudele ja hindadele. Uuringu tulemusena selgus, et dünaamiline tingimuslik korrelatsioon toornafta ja teiste uuritud toormeturgude vahel erines oluliselt tulenevalt asjaolust, kas oli tegemist majanduskasvu perioodi või majanduslanguse ja taastumise perioodiga, kuid toornafta hinna volatiilsus avaldas teistele toormeturgudele olulist mõju mõlemal perioodil. (Ji and Fan 2011)

Tuginedes varasematele uuringutele, saab välja tuua, et toormeturu hindade muutuste põhjusteks võivad olla ka teiste, väliste tegurite mõjud. Kasutades erinevaid mudeleid, on mitmed varasemad artiklid ja autorid toonud välja toiduainetoorme ja teiste tööstustoormete või valuuta hinnaliikumiste seoste uurimistulemused, kus väljendatakse positiivset mõju, kas siis otseseid või kaudseid hinnaliikumise seoseid. Kõige enam on uuringud keskendunud naftahindade mõjule ja ülekandumisele teiste toorme hindade muutustes, kus nii Qiang Ji ja Ying Fan oma 2011. aastal avaldatud uuringus leidsid, et nafta hinna volatiilsus avaldas tugevat mõju teistele toormeturgudele, samuti Bernardia ja Leccadito (2017) leidsid oma uuringus, et nafta toorme hindade ülekandumine on oluliselt suurem kui teiste toormeturgude ülekandumine. Ji *et al.* 2018 tõid uurimuses välja, et nafta hinna mõju avaldub peamiselt sojaoa ja maisi hindades, kuid vähem nisu hindades. Otsest mõju nisu hinna sõltuvusele väljendasid oma uurimistööga Enghiad *et al.* (2017), kes saadud tulemustena täheldasid otsest hinna ülekandumist naftalt nisule, seda nii otseses kui ka kaudses võtmes.

Lisaks toovad varasemad uuringud välja turu põhialuste kehtivuse, kus nõudluse ja pakkumise suhe määratleb oluliselt tugevamalt toorme hindu, kui seda teevad välised tegurid. Samuti sõltub hinnarisk poliitilistest otsustest ja kliimamuutustest tingitud šokkidest. Tuginedes varasematele uuringutele, on antud töös püstitatud hüpotees leidmaks kinnitust varasemates uuringutes leitule.

Kas perioodi 03.01.2011 – 31.12.2021 andmete põhjal leiab kinnitust teiste toormete hindade ülekandumine nisu hinnale nagu seda väljendasid varasemate uuringute tulemused? Ning kas lisaks nafta hinna muutuste ülekandumisele võib leida kinnitust ka toormeturgude teiste toorme hindade ülekandumine? Uurimistöö lõppeesmärgiks on teha kindlaks, kas ja mis mahus on võimalik varasemate hinnaliikumiste ja ülekandumiste põhjal prognoosida nisu turuhinda tulevikus. Või leiab kinnitust 1988. aasta Pindycki ja Rotenbergi uurimistöö, kus jõuti järelduseni, et kaubaturgudel osalejad reageerivad paralleelselt mittemajanduslikele teguritele, mille tulemusena võib nende tegevus ja reaktsioon olla tingitud tasakaalulisest olekust või hoopis turupsühholoogiast, mis põhjustab tegelikult näilise turgude hindade ülekandumise (Pindyck, Rotenbergi. 1988).

2. ANDMED JA METOODIKA

Selles peatükis antakse ülevaade bakalaureusetöös kasutatavate andmete olemusest ja töös kasutatava mudeli kirjeldusest. Esimene alajaotus toob välja valitud toorme kirjete selgitused, kirjeldades ühikumäärasid, mille alusel toormetega kaubeldakse, ning mis mahtudes futuurlepingud toormeid sisaldavad. Teises alajaotuses saab ülevaate andmete kogumisest ja nende korrastamise protsessist. Samuti antakse ülevaade valimit kirjeldavast statistikast valitud perioodil. Kolmas alajaotus kirjeldab VAR-mudeli olemust ning rakendamist, andes ülevaate mudeli etappidest, mis teostatakse enne prognoosimisvõimelise mudeli saavutamist.

2.1. Nisu baashind ja selle välised mõjurid

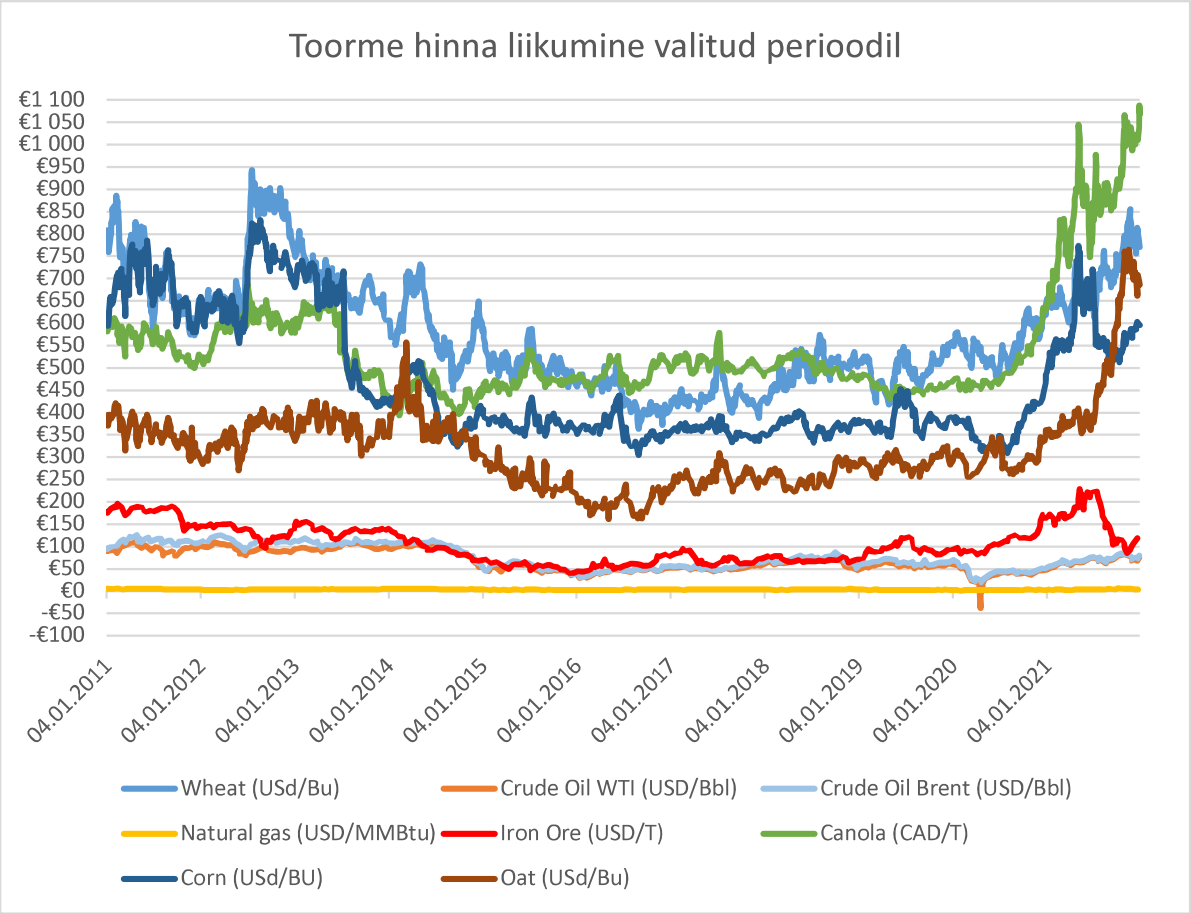
Bakalaureusetöö eesmärgiks on uurida, kuidas kanduvad teiste toormete hinnamuutused üle nisu baashinnale. Vastavalt varasematele uuringutele on autor leidnud, et toormeturgude vahel on mõningasi seoseid ning hinnamuutuste ülekandumist, millest tulenevalt on soov laiendada toormete hulka. Eesmärk on leida kinnitust, kas varasemad uuringute tulemused saavat kinnitust ka valitud ajaperioodil ning kas toormeturgudel esineb ka laiem omavaheline korrelatsioon. Toormete valikul lähtuti varasemate uuringute tulemustest, ning lähtuti kahest aspektist: esmalt toormed, mis võiksid nisu hinda mõjutada otseste tootmissisendite kaudu, kogudes sulgemishindade aegread nafta (nii WTI kui Brenti indeksi kujul), maagaasi ja rauamaagi hinna kohta. Teisalt valiti otsesed asendustooted, kus toormed otseselt või kaudselt suudavad pakkuda nisule asendust nii inimtoidu kui ka loomasööda aspektist. Selles grupis olid valitud toormed raps, mais ja kaer. Kõik toorme hinnad on kogutud päevaste sulgemishindade baasil:

- Nisu (*wheat* USd/Bu) – üks nisu futuurleping sisaldab enamasti 5000 bušselit tooret ning hind arvestatakse USA dollarites. Peamised kauplemiskohad on Chicago kaubandusnõukogu (CBOT), Kansas City Board of Trade (KCBT), Minneapolise teraviljabörs (MHEX) ning Euroopas Euronext, kus tuleb aga tähele panna, et hinnad arvestatakse eurodes lepingu kohta ja lepingu mahuks on 50 tonni toidukvaliteediga nisu.

- Toornafta WTI (*crude* Oil WTI USD/Bbl) – USA toornafta on maailmas kõige aktiivsemalt kaubeldav tooraine.
- Toornafta Brent (*crude oil* Brent USD/Bbl) – Brenti toornafta kujundab kogu maailma nafta peamist ostu võrdlushinda. Seda ammutatakse Põhjamerest, Euroopast, Aafrikast ning lähis-idast, olles olemuselt kõrgema kvaliteediga kui WTI toornafta.
- Maagaas (*natural gas* USD/MMBtu) – üks maagaasi futuurleping sisaldab endas 10 000 miljonit Briti soojusühikut, ning kaubeldakse USA dollarites.
- Rauamaak (*iron ore* USD/T) – hinnad näitavad toorme hinda Hiina Tianjini sadamas.
- Raps (*canola* CAD/T) – rapsist toodetud õli kasutatakse toiduainetööstuses, kuid ka biodiisli tootmiseks. Enamasti kaubeldakse rapsi futuuridega Kanada futuuriturgudel (ICE Future Canada).
- Mais (*corn* USd/Bu) – mais on kasutuses nii toiduks kui loomasöödaks. Maisi futuuridega saab kaubelda Chicago Kaubandusnõukogu (CBOT) börsil.
- Kaer (*oat* USd/Bu) – kaera puhul on tegemist teraviljaga, mida kasutatakse peamiselt loomasöödaks, kuid samas ka inimtoiduks. Futuurleping sisaldab enamasti 5000 bušše lit tooret ning hinda arvestatakse USA dollarites.

2.2. Andmed

Bakalaureusetöös kasutatavad andmed on kogutud päevaste sulgemishindade lõikes, kõikide valitud toormete kohta kasutati Trading Economicsi andmebaasi. Toorme hindade kogumiseks valiti periood, mis jäi vahemikku 3. jaanuar 2011 kuni 31. detsember 2021. Peale andmete allalaadimist ning kokku kogumist oli vajalik andmete korrastamine, likvideerides ebakõlad aegridades, et koostada ühtlase struktuuriga korrektsed andmed, mida oleks võimalik analüüsida Gretli tarkvaraprogrammis. Andmete korrastamisel kasutati tarkvara Microsoft Excel.



Joonis 3. Toorme hinnatasemed perioodil 04.01.2011 kuni 31.12.2021

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Joonisel 3 on toodud toorme hindade liikumine valimi perioodil, kus on selgelt näha toormete samasuunalisi ja üheaegseid hinnaliikumisi. Samuti arvutati päevaste hindade baasil päevased hinnamuutused (lisa 4), kus graafiliselt saab kinnitust samasuunaline liikumine erinevate toorme hinna muutuste vahel. Korrelatsioonianalüüsis (lisa 5) on näha positiivset korrelatsiooni nisu hinna ja kõikide teiste toorme hindade vahel. Vastavalt siis väga tugevas positiivses korrelatsioonis on mais (*corn*) indeksiga 0,88 ja kaer (*oat*) indeksiga 0,74. Keskmiselt tugev korrelatsioon on WTI toornafta (*crude oil* WTI) indeksiga 0,66, Brenti toornafta (*crude oil* Bent) indeksiga 0,69, rauamaak (*iron ore*) indeksiga 0,70, raps (*canola*) indeksiga 0,5 ning nõrk positiivne seos on maagaasil (*natural gas*) indeksiga 0,48. Tulemused korrelatsiooni analüüsis viitavad asjaolule, kus võrdluses nisu hinnaga toovad toorme hinna muutused kaasa nisu hinna muutuse (Sauga 2020: 390). Lisaks koostati andmete põhjal kirjeldava statistika analüüs (lisa 6), kust nähtub, et nisu ja teiste toiduks tarbitavate toormete hinna liikumised on mahult suuremad kui tööstustoormetel, kuid standardhälve protsendilt väiksem. Nisu puhul oli perioodil miinimumhinnatase 361 USD/bu ja

maksimaalne tase 943,25 USD/bu, kus standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 21,43%. Rapsi miinimumhinnatase oli 394 CAD/T.

Tabel 1. Kirjeldava statistika koondtabel.

	Aritmeetiline keskmine	Mediaan	Miinimum	Maksimum	Variatsioonikordaja
Whear_USd/Bu	576,80	538,00	361,00	943,25	123,62
Crude_Oil_WTI_USD/Bbl	68,036	62,140	1,120	113,930	22,927
Crude_Oil_Brent_USD/Bbl	75,347	67,610	19,330	126,650	26,838
Natural_gas_USD/MMBtu	3,12340	2,93900	1,15000	6,31200	0,83351
Iron_Ore_USD/T	105,430	94,000	39,000	229,500	42,975
Canola_CAD/T	542,24	500,90	394,00	1087,40	124,16
Corn_USd/Bu	467,770	388,790	301,500	831,250	139,830
Oat_USd/Bu	315,010	300,000	161,000	764,500	91,392

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

ja maksimaalne hinnatase perioodil 1087,4 CAD/T, standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 22,89%. Maisi puhul oli miinimumhinnatase 301,50 USD/bu ja maksimaalne hinnatase perioodil 831,25 USD/bu ning standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 29,89%. Kaera puhul oli minimaalne hinnatase 161 USD/bu ja maksimaalne hinnatase perioodil 764,50 USD/bu ja standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 29,02%. Seevastu tööstustoormete puhul oli toornafta WTI miinimumhinnatase perioodil 1,12 USD/Bbl ja maksimaalne hinnatase perioodil 113,93 USD/Bbl, kus standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 33,69%. Toornafta Brent miinimumhinnatase oli 19,30 USD/Bbl ja maksimaalne hinnatase 126,65 USD/Bbl, standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 35,62%. Maagaasi puhul oli miinimumhinnatase 1,15 USD/MMBtu ja maksimaalne hinnatase perioodil 6,312 USD/MMBtu, standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 26,69%. Rauamaagi puhul oli miinimumhinnatase 39 USD/T ja maksimaalne hinnatase 229,50 USD/T, standardhälve moodustas aritmeetilisest keskmisest 40,76%.

Toorme hindade ülekandumise ja korrelatsiooni kohta koostati lisaks analüüsimiseks päevaste andmete tabel, mida modelleeriti VAR-mudeli abil kontrollimaks päevaste hinnaliikumiste tulemusi. Juba korrelatsioonianalüüs erineb päevaste hindade omast, mis kajastab keskmist ja tugevat positiivset hinnakorrelatsiooni. Hinnamuutuste korrelatsiooni analüüsi (lisa 7) alusel saab välja tuua, et vaid maisi ja nisu hinna muutuste vahel on keskmine positiivne hinnakorrelatsioon, vastavalt 0,58, kuid teiste toorme hindade ja nisu hinna vahel esineb väga nõrk positiivne

hinnakorrelatsioon, vastavalt siis toornaftal WTI 0,07, toornaftal Brent 0,12, maagaasil 0,01, rauamaagil 0,02, rapsil 0,24 ja kaeral 0,27.

2.3. Analüüsiks kasutatud metoodika valik ja kirjeldus

Bakalaureusetöö analüüsimismudeliks valiti vektorkujul autoregressiivne mudel ehk VAR-mudel, mis oma olemuselt on harilike vähimruutude (OLS) meetodil hinnatud võrrandisüsteem, mis on sümmeetriline. Mudel on olnud laialdaselt kasutusel aegridade omavaheliste seoste uurimises. Mudeli eesmärk on leida aegridade muutujate omavahelisi dünaamilisi seoseid, luues selle abil tuleviku hindade prognoosimisvõimalused. Mudeli aluseks loetakse Christopher A. Simsi põhjapanevat panust, mis lõi raamistiku endogeensete muutujate modelleerimiseks mitme muutujaga keskkonnas (Kotze 2019). VAR-mudeli puhul on tegemist prognoosimismudeliga, kus tuginetakse eeldusele, et muutujate praegused väärtused on teatud ulatuses seletatavad muutujate varasemate väärtustega. Traditsiooniliselt on aga VAR-mudelid loodud statsionaarsete muutujate uurimiseks ilma aja suundumuseta. Oma olemuselt püüab VAR-analüüs mudelite abil seletada ja leida vastuseid struktuursetele majanduslikele hüpoteesidele, kasutades selleks impulssreaktsiooni funktsiooni, prognoosivigade dispersioonide jaotust, ajaloolist dekompositsiooni ning prognoosimisstsenaariumi analüüsi (Luetkephol 2011). Vektor kujul on võimalik m- mõõtmelist VAR mudelit k viitajaga järgmisel kujul (valemid 5, 6 ja 7):

$$y_{1t} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^{k} \beta_{1i} y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{1i} y_{2t-i} + \ldots + \sum_{i=1}^{k} \theta_{1i} y_{mt-i} + u_{1t}$$

$$y_{2t} = \alpha_2 + \sum_{i=1}^{k} \beta_{2i} y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{2i} y_{2t-i} + \ldots + \sum_{i=1}^{k} \theta_{2i} y_{mt-i} + u_{2t}$$

$$y_{mt} = \alpha_m + \sum_{i=1}^{k} \beta_{mi} y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{mi} y_{2t-i} + \ldots + \sum_{i=1}^{k} \theta_{mi} y_{mt-i} + u_{mt}$$

Kus:

α_1, α_2 ja α_m on konstandid

β_{1i} ja β_{2i} ja β_{mi} on kordajad

Kui VAR-hindamine on teostatud, saab seda kasutada mitme võrrandi prognoosimismudelina, ning ümber hinnates mudelit SUR-i abil vältimaks ebausaldusväärsust, on võimalik saadud mudelit kasutada prognoosimiseks (Enders, 2015).

Et kasutada VAR-mudelit, tuleb esmalt viia aegread statsionaarseks. Mudeli koostamisel tuleb silmas pidada trendide olemasolu aegridades, mis esinevad seal praktiliselt alati. Kohati võib ka juhtuda, et trendi kiputakse samastama tendentsidega (kalduvus meelevaldselt samastada ja üle kanda hinnaliikumisi ühelt turult teistele turgudele ilma seoseid omamata). Saavutamaks analüüsimisel usaldusväärsed tulemused, on esmalt väga oluline eemaldada aegridadest trendid, et tagada mudeli koostamiseks vajalik aegridade statsionaarsus. (Paas 1995. 107-114) Vastavalt varasematele eeldustele, et praktiliselt igas aegreas esineb trend, saab ka välja tuua (joonis 2) juhu, kus toorme hindades, mis on aluseks mudeli koostamisele, esineb eelduslikult trend, mis tuleb eemaldada. Trendi ning aegridade statsionaarsuse testimiseks kasutati Augement Dicky-Fulleri testi. Aegridadest esinevatest trendidest tuleb võtta esimest järku logaritmitud diferentsid, ning seejärel uuesti testida aegridade statsionaarsust, vajadusel jätkates seda kuni statsionaarsus on saavutatud.

Peale aegridade statsionaarsuse saavutamist tuleb andmete põhjal mudeli koostamiseks määratleda ära aegridade optimaalne viitaeg. Viitaja määramiseks viiakse läbi andmete analüüs, kasutades optimaalse viitaegade arvu määramise protsetuuri. Kasutatakse kas töepära testi LR või informatsioonikriteeriumeid. Akaike kriteerium AIC (Akaike *criterion*), Schwarzi kriteerium BIC (Schwarz, *Bayesian information criterion*) ja Hannan-Quinni kriteerium HQC (Hannan-Quinn *criterion)*. Tõepära suhte test LR korral vaadatakse, kas viitaegade arvu vähendamine ühe võrra halvendab oluliselt mudeli logaritmilist tõepära. Kui nullhüpotees on ümber lükatud (olulisuse tõenäosus $p<0,05$) viitaegade arvu vähendada enam ei tohi. Alternatiivina võib kasutada kõige väiksema väärtusega Akaike kriteeriumi väärtust AIC või kõige väiksema Schwarz BIC-i kriteeriumi väärtuse järgset viitaegade suurust.

Akaike infokriteeriumi AIC puhul on tegemist mitmekülgset statistilist mudelit tuvastava protseduuriga, millel ei ole tavapäraselt kaasnevaid protseduuridest tingitud ebaselgusi. AIC infokriteeriumit väljendatakse valemiga (Akaike 1974)(valem 8):

$$AIC= -2\Delta + 2k$$

kus:

Δ - on logaritmiline maksimaalne tõepärasus
k - on mudelis sõltumatult registreeritud parameetrite arv

Schwarzi BIC-i (*Bayesian information criterion*) kriteeriumi puhul on tegemist üldise lähenemisviisiga mudeli valikutele, kus eelistatakse keerukamate mudelite asemel säästlikumaid mudeleid. Ühe väljendusviisina on BIC-i võimalik avaldada valemina (Bauldry 2015) (valem 9):

$$BIC=-2\cdot(\ell/n)+((k\cdot \ln n)/n)$$

kus:
n – valimi maht

Kolmanda etapina peale viiteaegade kindlakstegemist saab koostada VAR-mudeli (*vector autoregression*). Et saada adekvaatne prognoosimisvõimekus, tuleb saadud aruandes kontrollida Portmanteau testi tulemust, kus testitakse, kas jäägid moodustavad valge müra. Kui jääkliikmete valge müra testimisel on tulemuseks nullhüpotees, on tegemist adekvaatse mudeliga. Kui tuleb aga vastu võtta sisukas hüpotees, on mudeli puhul tegemist ebakorrektse ehk ebaadekvaatse mudeliga, mille põhjal prognoosida ei saa. Valge müra puudumisel tuleb esmalt kontrollida andmete eksogeensust ning need eemaldada valimist (Box *et al*. 2016). Kui mudelis esineb Portmanteau testi põhjal valge müra, on võimalik liikuda mudeliga edasi, kontrollides:

1. VAR-pöördjuuretest ühikringi suhtes (kõik punktid peavad asetsema ringis).
2. RAO F-statistiku abil autokorrelatsiooni esinemist (autokorrelatsiooni ei tohi esineda).
3. ARCH-testi põhjal heteroskedastiivsuse esinemist (kui heteroskedastiivsust ei esine, on dispersioon konstantne).
4. Jääkliikmete normaaljaotuse testimine Doornik-Hanseni testi abil.

Peale kõikide kriteeriumite kontrollimist on võimalik koostada mudel ja graafikud hinnamuutuste prognoosimiseks.

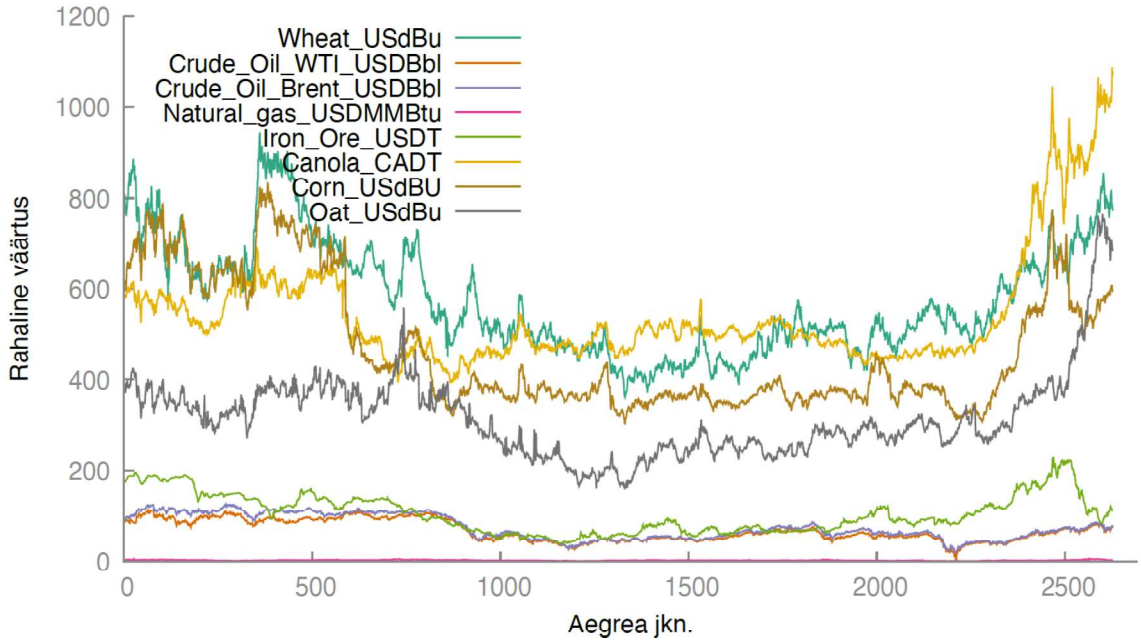
3. VAR-MUDEL JA SELLE HINDAMINE TOORME HINDADE BAASIL

Antud peatüki esimese alapeatüki esimeses alapunktis antakse ülevaade toormeturu päevaste sulgemishindade analüüsimisest. Kontrollitakse aegridades esinevaid trende ning teostatakse vajadusel nende eemaldamine. Samuti määratakse aegridade optimaalsed viitajad VAR-mudeli koostamiseks ning seejärel koostatakse VAR-mudel. Teises alapunktis kontrollitakse päevaste toorme sulgemishindade analüüsi tulemuste kattuvusi aegridade baasil, mis on määratud toorme hindade päevaste hinnamuutuste põhjal. Teine peatükk võimaldab saada ülevaate andmete interpretatsioonist ning seoste väljatoomisest. Samuti saab ülevaate varasemate uuringute ning antud töös kasutatud aegridade tulemuste kattuvusest, ning saadakse vastus püstitatud hüpoteesidele.

3.1. Andmeanalüüs toorme päevahindade baasil perioodil 03.01.2011 – 31.12.2021

3.1.1. Toorme hindade päevaste sulgemishindade aegridade analüüs

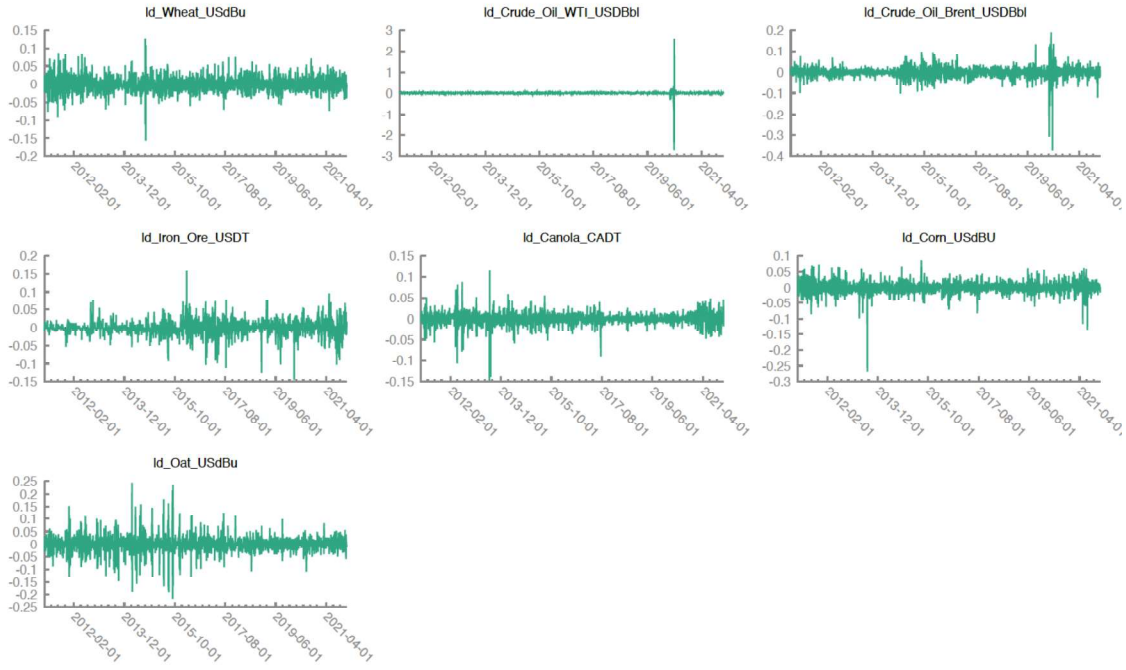
Analüüsi alustati toorme hinna päevaste andmete analüüsist. Esmalt kontrolliti toorme hindade analüüsis trendide olemasolu, tagamaks aegridade statsionaarsus. Tulenevalt joonis 4 graafikust, võis eeldada, et toormete aegridades esinevad trendid ning need tuleb eemaldada. Kinnituse saamiseks testiti aegridasid lisavõimalustega Dicky-Fulleri testiga. Tulemustena saab välja tuua, et trend ehk ühikjuur esineb nisul (*wheat*_USdBu), toornaftal WT I (*crude*_oil_WTI_USDBbl), toornaftal Brent (*crude*_oil_Brent_USDBbl), rauamaagil (*iron_ore*_USDT), rapsil (*canola*_CADT), maisil (*corn*_USdBu) ja kaeral (*oat*_USdBu). Need aegread ei ole statsionaarsed ning nendelt tuleb võtta esimest järku logaritmitud diferents. Küll aga näitab Augement Dicky-Fulleri test, et maagaasil (*natural_gas*_USDMMBtu) aegreas trendi ehk ühikjuurt ei esine ning aegrida on statsionaarne.



Joonis 4. Toorme hindade aegridade graafik

Allikas: Autori koostatud toorme aegridade baasil

Peale logaritmitud diferentside võtmist on aegridades näha olulist muutust (joonis 5). Graafikute alusel pole enam võimalik trende näha, statsionaarsuse kontrollimiseks tehti uuesti Augement Dicky-Fulleri test, mille tulemused näitavad, et kõikidest aegridadest on trendid eemaldatud ning aegread on statsionaarsed.



Joonis 5. Toorme hindade esimest järku logaritmitud diferentsi aegridade väärtuste graafikud

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Statsionaarsuse saavutamise järel, enne VAR-mudeli koostamist, oli vajalik leida optimaalsete viitaegade arvud. Selle määramiseks viidi läbi optimaalse viitaja leidmise protseduur, ning (lisa 8) toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli p(LR) andmete põhjal 8. Saadud viitaegade arvu järgi koostati andmete põhjal VAR-mudel. Mudelit analüüsides (lisa 9) selgus kohe, et Portmanteau testi tulemus näitab valge müra puudumist ehk mudel on ebakorrektsed. Selle parandamiseks oli oluline kontrollida eksogeensete tunnuste esinemist mudelis. Tunnuste kontrollimisel aegridade puhul selgus, et maagaas (*natural gas*) on mudelis eksogeenne tunnus, mis eemaldati mudelist, ning testiti mudelit uuesti. Endiselt aga näitas Portmantau test valge müra puudumist ning mudel oli ebakorrektne. Selle tulemusena ei ole võimalik täita prognoosimismudeli eeldusi.

Tulenevalt sellest, et koondmudeli alusel ei olnud võimalik saada prognoosimisvõimelist mudelit, otsustas autor testida nisu toorme sõltuvust paarikaupa, eesmärgiga leida, kas üksikud toormete aegread on statistiliselt olulises sõltuvuses nisu toorme hindade aegreaga.

Tabel 2. Analüüsitud aegridade paaride tulemused

Võrdluspaar	Viiteaeg p(LR)	Portmanteau test	Autokorrelatsioon p-väärtus	ARCH-test p-väärtus	Jääkliikmete normaaljaotus
Nisu (ld *wheat*) / Toornafta WTI (ld *crude oil* WTI)	10	0,0012	-	-	-
Nisu (ld *wheat*) / Toornafta Brent (ld crud oil Brent)	11	0,0000	-	-	-
Nisu (ld *wheat*) / rauamaak (ld iron *ore*)	1	0,3948	0,4715	0,0000	0,0000
Nisu (ld *wheat*) / raps (ld canola)	8	0,1563	0,898	0,0000	0,0000
Nisu (ld *wheat*) / mais (ld corn)	1	0,0186	-	-	-
Nisu (ld *wheat*) / kaer (ld *oat*)	3	0,0416	-	-	-

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Esimese paarina analüüsiti nisu (ld_*wheat*) ja toornafta WTI (ld_*crude*_oil_WTI) aegridasid. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 10 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 8. VAR-

mudeli koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,0012, mis näitab valge müra puudumist. VAR-mudelis välja toodud Grangeri põhjuslikkuse F-test näitas samuti, et nisu hinna viitajad ei oma mõju toornafta WTI hinnale ning toornafta WTI hinna viitajad ei oma mõju nisu hinnale.

Teise paarina analüüsiti nisu (ld_*wheat*) ja toornafta Brent (ld_*crude*_oil_Brent) aegridasid. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 11 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 1. VAR-mudeli koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,0000, mis näitab valge müra puudumist. VAR-mudelis välja toodud Grangeri põhjuslikkuse F-test näitas, et kumbki toorme hind ei oma mõju teise hinnale.

Kolmanda paarina analüüsiti nisu (ld_*wheat*) ja rauamaagi (ld_*iron_ore*) aegridasid. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 13 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 1. VAR-mudeli (lisa 14) koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,3948, mis näitab valge müra esinemist. Seejärel testiti VAR-pöördjuuretestiga, kas tulemused asuvad ringis, ning lisa 15 test näitab, et tulemused asuvad ringis. Autokorrelatsiooni testi (lisa 16) p-väärtus =0,4715 näitab, et autokorrelatsioon puudub. ARCH-testi (lisa 17) p-väärtus on 0,0000, mis näitab, et heterosketastiivsus esineb. Jääkliikmete normaaljaotuse testimine Doornik-Hanseni testiga (lisa 18.) 0,0000 näitab, et jääkliikmed ei allu normaaljaotusele.

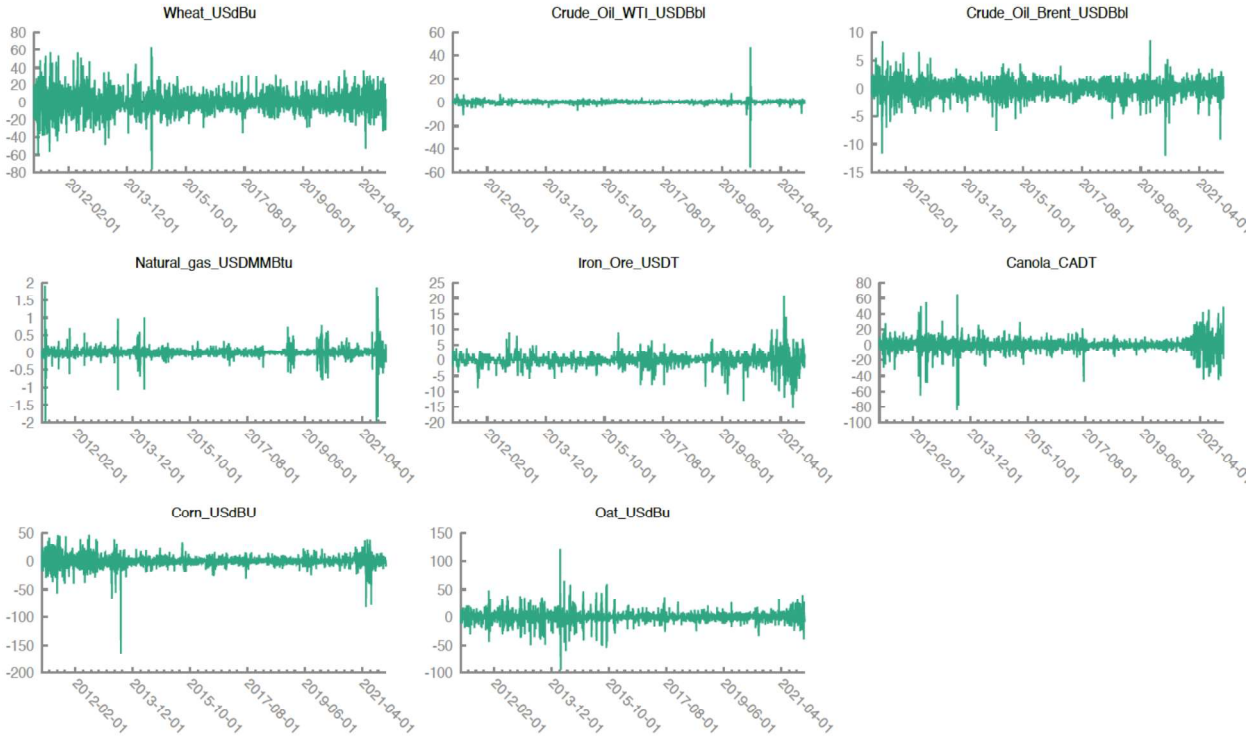
Neljanda paarina analüüsiti nisu (ld_*wheat*) ja rapsi (ld_*canola*) aegridasid. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 13 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 8. VAR-mudeli (lisa 19) koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,1563, mis näitab valge müra esinemist. Seejärel testiti VAR-pöördjuuretestiga, kas tulemused asuvad ringis, ning lisa 21 test näitab, et tulemused asuvad ringis. Autokorrelatsiooni testi (lisa 22) olulisuse tõenäosus p-väärtus =0,8980 näitab, et autokorrelatsioon kuni kaheksanda järguni puudub. ARCH-testi (lisa 23) olulisuse tõenäosus p-väärtus on 0,0000, mis näitab, et heteroskedastiivsus esineb. Jääkliikmete normaaljaotuse testimine Doornik-Hanseni testiga (lisa 24) 0,0000 näitab, et jääkliikmed ei allu normaaljaotusele.

Viienda paarina analüüsiti nisu (ld_*wheat*) ja maisi (ld_*corn*) aegridasid. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 24 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 1. VAR-mudeli koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,0186, mis näitab valge müra puudumist. VAR-mudelis välja toodud F-test näitas samuti, et kumbki toorme hind ei oma mõju teise hinnale.

Kuuenda paarina analüüsiti nisu (ld_*wheat*) ja kaera (ld_*oat*) aegridasid. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 25 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 3. VAR-mudeli koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,0416, mis näitab valge müra puudumist. VAR-mudelis välja toodud F-test näitas samuti, et kumbki toorme hind ei oma mõju teise hinnale.

3.1.2. Toorme hindade päevaste hinnamuutuste aegridade analüüs

Päevaste hinnamuutumiste kontrollimiseks ning varasemas mudelis saadud tulemuste võrdluseks kasutati analüüsimiseks päevaste andmete muutuste aegridasid. Esmalt analüüsiti toorme hinna muutuste aegridade statsionaarsust. Vaadates joonist 6, ei saa eeldada, et hinna muutuste aegridades esineb trend. Kinnituse saamiseks testiti aegridasid lisavõimalustega Dickey-Fulleri testiga, kus ühikjuure testid näitavad, et aegread on statsionaarsed ja trende ei esine. Järgnevalt, peale aegridade statsionaarsuse saavutamist ja enne VAR-mudeli koostamist, oli vajalik leida optimaalsete



Joonis 6. Toorme hindade päevaste muutuste aegridade graafik

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil tarkvaras Gretl

viitaegade arv. Selleks määrati optimaalne viitaegade arv (lisa 8), milles toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 10. Seejärel koostati andmete baasil VAR-mudel, mille analüüsimisel selgus esmalt, et Portmanteau testi tulemus näitab valge müra puudumist. Sellises olukorras oli oluline kontrollida, ega ei ole mudelis eksogeenseid tunnuseid. VAR-mudeli baasil saab järeldada, et eksogeenne tunnus on maagaas (*natural_gas*), mis tuli mudelist eemaldada (lisa 27). Peale eksogeense tunnuse eemaldamist koostatud uus VAR-mudel näitas siiski, et Portmanteau testi tulemusena valge müra puudub, mis kattub tulemusega, mis oli saadud toorme hindade päevaste sulgemishindade aegridade analüüsimisel.

Kontrollimaks ka paaridevahelisi seoseid, mis sulgemishindade põhjal omasid mõju nisu baashinnale, analüüsiti nisu (*wheat*) ja rauamaagi (*iron_ore*) hinnamuutuste mudelit. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 28 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsi p(LR) andmete põhjal 9. VAR-mudeli koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,0000, mis näitab valge müra puudumist. VAR-mudelis välja toodud F-test näitas samuti, et kumbki toorme hind ei oma mõju teise hinnale.

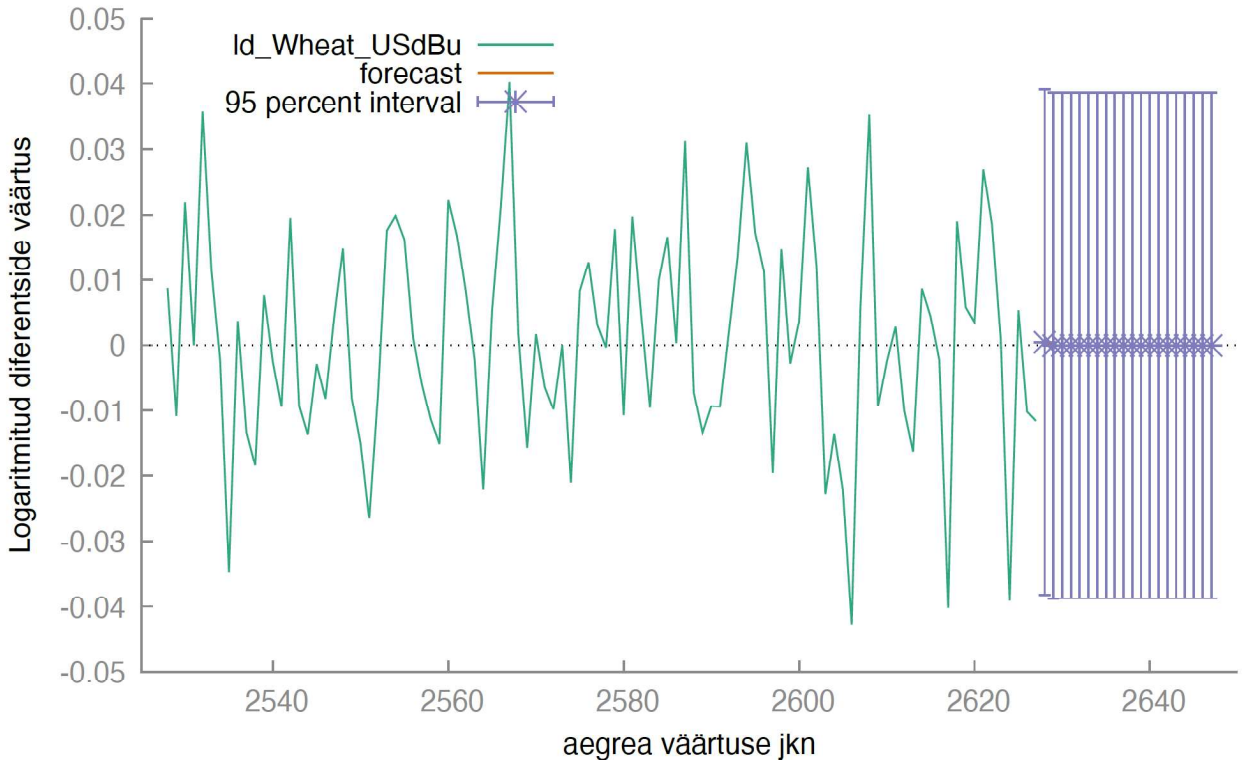
Teise varasema aegrea baasil seost omanud paarina kontrolliti ka nisu (*wheat*) ja rapsi (*canola*) omavahelist hindade ülekandumist. Esmalt leiti VAR-mudeli koostamiseks optimaalsed viitajad. Lisas 29 toodud tulemustest saab järeldada, et optimaalne viitaegade arv on VAR-mudeli analüüsimise p(LR) andmete põhjal 8. VAR-mudeli koostamisel selgus, et Portmanteau testi tulemus on 0,0008, mis näitab valge müra puudumist. VAR-mudelis välja toodud F-test näitas küll, et rapsi hind omab mõju nisu hinnale, kuid mudeli Portmanteu test näitas valge müra puudumist ehk et mudel on ebaadekvaatne.

3.2. Tulemuste interpreteerimine

Põhianalüüsi eesmärk oli leida toormeturgudel kaubeldavate toormete hinnamuutuste ülekandumist nisu toorme hinnale. Esmalt võeti ette toorme päevaste sulgemishindade aegridade analüüsimine, ning selleks, et neid saaks kasutada VAR-mudelis, oli vaja kontrollida aegridade statsionaarsust. Lisavõimalustega Dicky-Fulleri testi tulemustena saab välja tuua, et trend ehk ühikjuur esineb nisul (*wheat*), toornaftal WTI (*crude oil* WTI), toornaftal Brent (*crude oil* Brent), rauamaagil (*iron ore*), rapsil (*canola*), maisil (*corn*) ja kaeral (*oat*), need aegread ei ole statsionaarsed, ning nendelt tuli võtta esimest järku logaritmitud diferentsid. Küll aga näitab lisavõimalustega Dicky-Fulleri test, et maagaasi (*natural gas*) aegreas trendi ehk ühikjuurt ei esine ning aegrida on statsionaarne. Parandatud aegridade põhjal sai uuesti teostatud lisavõimalustega Dicky-Fulleri test, mille tulemused näitavad, et kõikidel aegridadel on trendid eemaldatud ning aegread on statsionaarsed.

Statsionaarsete aegridade saavutamise järel määrati nende optimaalsed viitajad ning seejärel oli võimalik ette antud viitaja põhjal koostada VAR-mudel. VAR-mudelit analüüsides selgus kohe, et Portmanteau testi tulemusena ei teki valget müra, ning sellises olukorras tuli kontrollida eksogeensete tunnuste esinemist aegridades. Tunnuste kontrollimisel selgus ühe eksogeense tunnuse ehk maagaasi olemus, mis eemaldati mudelist. Parandatud mudeli analüüsimisel selgus aga, et endiselt valget müra ei esine ning mudel on ebaadekvaatne. Selle puudumisel ei ole võimalik täita prognoosimismudeli kriteeriume ning prognoositav mudel ei ole korrektne prognoosimiseks.

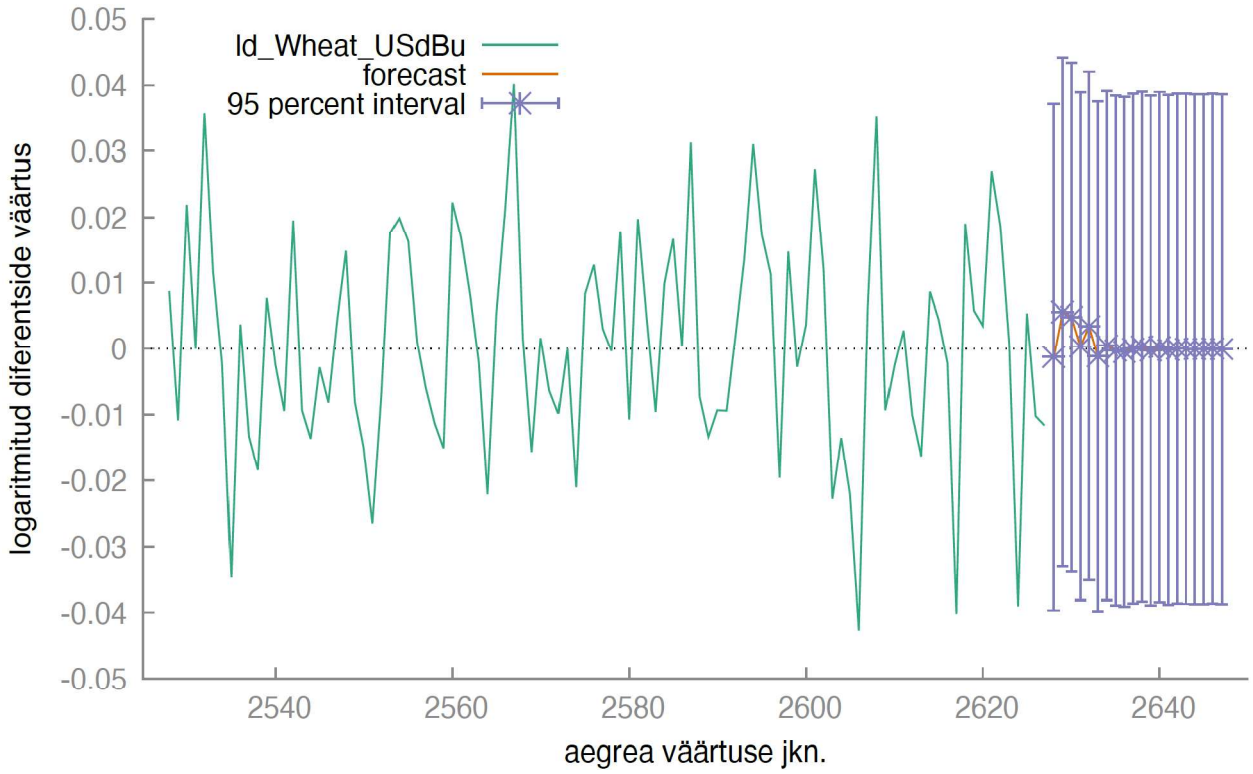
Tulenevalt üldise mudeli prognoosimisvõime puudumisest, otsustati testida hindade muutuste ülekandumist ning prognoosimisvõimekust toormepaaridena, eesmärgiga leida ühesuunalist või mõlemapoolset hinnamõju toorme hindade vahel. Tulemused näitasid, et toorme hindade sõltuvus esines ainsana nisu (ld_*wheat*) ja rauamaagi toorme hinna (ld_*iron ore*) ning nisu (ld_*wheat*) ja rapsi toorme hinna (ld_*canola*) vahel. Nisu (ld_*wheat*) ja rauamaagi toorme hinna (ld_*iron ore*) puhul koostatud VAR-mudeli alusel saab tuua välja, et Portmanteau test näitas, et valge müra esineb. Pöördjuuretest näitas, et tulemused asuvad ringis, mis kinnitab mudeli korrektsust prognoosimiseks, samuti näitas autokorrelatsiooni test autokorrelatsiooni puudumist. ARCH-testi tulemus näitas, et heterosketastiivsus esineb ja jääkliikmete normaaljaotuse testimine Doornik-Hanseni testiga näitas, et jääkliikmed ei allu normaaljaotusele. Vaadates joonisel 7. olevat graafikut nisu ja rauamaagi logaritmitud diferentside hindade põhjal, saame tõdeda, et kuigi VAR-mudeli põhjal esineb toorme hindade ülekandumine, siis selle põhjal prognoosimine ei oma märkimisväärset täpsust, muutudes pikas perioodis konstantseks. Juuritud keskmise ruutvea RMSE väärtus on selle mudeli kasutamisel 0,019727.



Joonis 7. Nisu hinna logaritmitud diferentside prognoosimine rauamaagi baasil

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Teise paarina leidis hindade ülekandumine kinnitust nisu (ld_*wheat*) ja rapsi toorme hinna (ld_*canola*) vahel. VAR-mudeli alusel saab tuua välja, et Portmanteau test näitas valge müra esinemist. Pöördjuuretest näitas, et tulemused asuvad ringis, mis kinnitab mudeli korrektsust prognoosimiseks, samuti näitas autokorrelatsiooni test autokorrelatsiooni puudumist. ARCH-testi tulemus näitas, et heterosketastiivsus esineb ja jääkliikmete normaaljaotuse testimine Doornik-Hanseni testiga näitas, et jääkliikmed ei allu normaaljaotusele. Testides prognoosimisvõimekust, näitas test, et RMSE väärtus on 0,019619. Vaadates joonisel 8. olevat graafikut nisu ja rapsi logaritmitud diferentside hindade põhjal, saame tõdeda, et kuigi VAR-mudeli põhjal esineb samuti nagu rauamaagi puhul toorme hindade ülekandumine, siis selle põhjal prognoosimine ei ole kuigi täpne. Siiski on ta täpsem kui rauamaagil, kuna Root Mean Squared Errori väärtus on väiksem. Saab märkida F-testi põhjal, et seos on ühepoolne ehk rapsi toorme hind mõjutab just nisu toorme hinda.



Joonis 8. Nisu hinna logaritmitud diferentside prognoosimine rapsi baasil

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Valemina on võimalik prognoosimist esitada kujul (valem 10 ja 11):

y_1 - ld_*wheat*_USDBu

y_2 - ld_*canola*_CADT

$$y_{1t}^{F} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^{8} \beta_{1i} y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{8} \gamma_{1i} y_{2t-i}$$

$$y_{2t}^{F} = \alpha_2 + \sum_{i=1}^{8} \beta_{2i} y_{1t-i} + \sum_{i=1}^{8} \gamma_{2i} y_{2t-i}$$

kus:

α_1 ja α_2 on konstandid

β_{1i} ja β_{2i} on kordajad

γ_{1i} ja γ_{2i} väärtused võetakse tabelist 2

Tabel 3. VAR-mudeli põhjal määratud kordajate väärtused viitajaga 8

	Kordajad esimeses, y_1 mudelis	Kordajad teises, y_2 mudelis
const	−5,81009e-05	0,000243443
$y_{1\ t-1}$	−0,0579329	0,0324566
$y_{1\ t-2}$	−0,0417626	−0,00692261
$y_{1\ t-3}$	−0,00225696	0,0137091
$y_{1\ t-4}$	−0,0129256	−0,0146080
$y_{1\ t-5}$	−0,0265843	−0,00712425
$y_{1\ t-6}$	−0,0192319	−0,0104274
$y_{1\ t-7}$	−0,0136651	0,00759149
$y_{1\ t-8}$	−0,00149918	0,00608335
$y_{2\ t-1}$	0,0599118	−0,0469645
$y_{2\ t-2}$	0,0178838	−0,0136045
$y_{2\ t-3}$	−0,0437247	−0,0338070
$y_{2\ t-4}$	0,0140105	−0,0339911
$y_{2\ t-5}$	0,116419	−0,0163596
$y_{2\ t-6}$	0,00746933	0,0267268
$y_{2\ t-7}$	0,0520076	−0,0348130
$y_{2\ t-8}$	0,000122558	0,0663331

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Kuna aga aegridade prognoosimismudelis on kasutatud logaritmitud diferentside väärtust, on vajalik baashinna leidmiseks teisendada logaritmitud diferentsid tagasi päevahindade tasemele. Selleks kasutatatakse valemit (valemid 12, 13, 14 ja 15) :

$$z_t = \ln y_t - \ln y_{t-1} = \ln\left(\frac{y_t}{y_{t-1}}\right)$$

$$\ln\left(\frac{y_t}{y_{t-1}}\right) = z_t$$

$$\frac{y_t}{y_{t-1}} = e^{z_t}$$

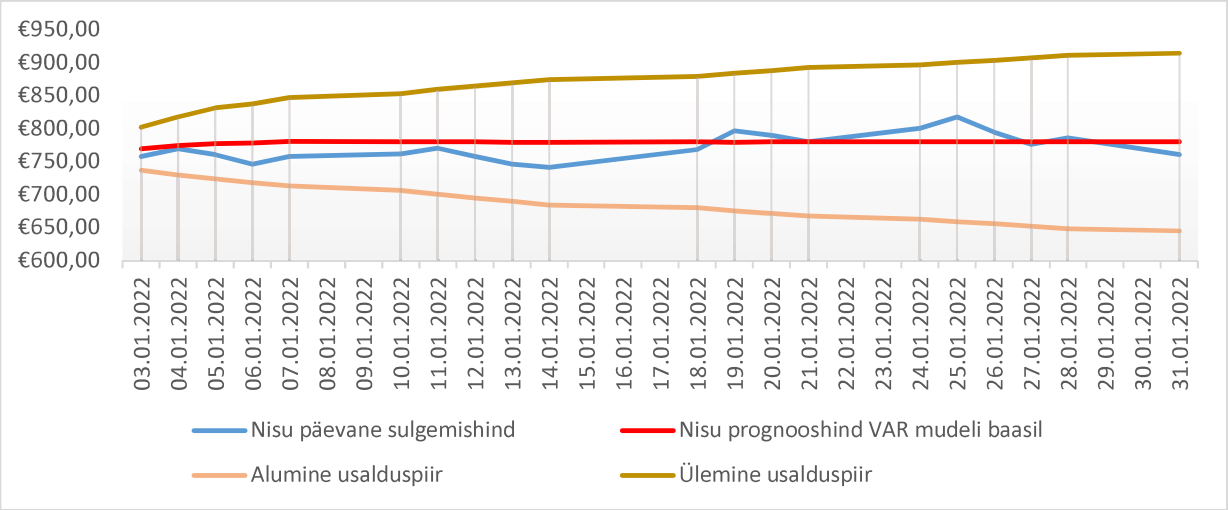
$$y_t = y_{t-1}e^{z_t}$$

kus:

z_t – on hind

y_t – on logaritmi diferents z

Joonisel 9 on näha (tuginedes lisas 30 teostatud arvutustele) nisu logaritmitud diferentsidest teisendatud reaalhindade prognooside graafik, näitamaks prognoosimise ja nisu toormeturu reaalseid hinnaliikumisi. Jooniselt nähtub, et hinnamuutuste prognoos võrreldes päevaste sulgemishindade muutustega jääb küll usalduspiiridesse, kuid muutudes pikema ajaperioodi vältel konstantseks.



Joonis 9. Mudeli prognooshinnad võrdluses reaalsete päevahindade muutustega

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Kontrolli eesmärgil teostatud toorme hindade päevaste hinnamuutuste aegrea analüüsi tulemustena saab välja tuua, et aegread olid statsionaarsed. Peale optimaalsete viitaegade määramist saab VAR-

mudeli alusel järeldada, et hinnamuutuste ülekandumist ei toimu ei koondmudelina ega ka üksikute paaridena uuritud toorme hindade muutuste aegridades.

Antud uurimistöö tulemusena võib öelda, et varasemates uuringutes leitud seostele toormeturgude vahel ja hindade ülekandumisele ei leidnud autor valitud perioodil kinnitust. Statistiliselt kõige tugevam aegridade omavaheline hindade ühepoolne ülekandumine toimus nisu (lb_*wheat*_USdBu) ja rapsi (lb_*canola*_CADT) vahel, kus rapsi hind mõjutab ühepoolselt nisu hinda. Prognoosimistulemus jääb küll usalduspiiride sisse, kuid prognoosimisvõimekus muutub ajas konstantseks. Vaadates saadud tulemust, võiks pigem tugineda 1988. aasta Pindycki ja Rotenbergi uurimustööle, kus jõuti järelduseni, et kaubaturgudel osalejad reageerivad paralleelselt mittemajanduslikele teguritele, mille tulemusena võib nende tegevus ja reaktsioon olla tingitud tasakaalulisest olekust või hoopis turupsühholoogiast, mis põhjustab tegelikult näilise turgude hindade ülekandumise. Tulemuste edasiarenduseks ning tugevamate seoste leidmiseks tuleks autori nägemusel leida toorme hindade mõju tootmise omahinna muutustesse riigisiseselt, valides riigid, kes omavad olulist rolli just ekspordi mahtudes. Selle kaudu oleks võimalik testida, kas nisu tootmise omahinna (tootmishinna) muutus kasutatava sisendtoorme hinna muutuse kaudu mõjutab üldist nisu hinda tulenevalt riikide ekspordi mahtude suurusest. Samuti oleks võimalik võtta analüüsi aluseks just nõudluse ja pakkumise suhe ning analüüsida ilmastikust ja saaki mõjutavatest teguritest tingitud hinnamuutusi riikide ekspordi mahtude muutuste ja teostatud turuprognooside kaudu.

KOKKUVÕTE

Toormeturud ja nendel kauplemine on tänapäevase majanduse osa, pakkudes osalistele mitmeid võimalusi. Turud jagunevad peamiselt kaheks: sularahaturuks ja futuurlepingute turuks, kus osalised saavad turgu kasutada nii toormete ostmiseks kui ka müümiseks, samas ka ettevõtte äriliste riskide maandamiseks või hoopis kauplemiseks. Antud töös on eesmärgiks uurida nisu kui maailma ühe laialdasemalt kasutust omava toiduks ja söödaks kasutatava toorme hinnastamist ja sellega kauplemist. Just põllumajandus pani aluse futuurlepingutega kauplemisele, kui aastal 1700 väljastati Jaapanis futuurlepingulaadsed tooted, mille eesmärgiks oli tootjate ja kokkuostjate riskide maandamine, tulenevalt sesoonsest tootmisest põllumajandussaaduste puhul. Sealt edasi on futuurlepingutega võimalik olnud kaubelda üle maailma erinevatel turgudel. Kauplemise mõistes on nisu toorme puhul tegemist ladustatava ning kergesti transporditava tootega, mille õigetes tingimustes hoidmine tagab väga pikaajalise säilivuse. Lisades sinna laialdase kasutusotstarbe ning religioonist tingitud piirangute puudumise, on toormel märkimisväärne nõudlus. See kokku kujundab ka toorme hinna. Nisu futuurlepingu hind koosneb peamiselt kahest osast: esmalt baashind, mida mõjutavad peamiselt tootmise omahind, nõudlus, poliitilised kokkulepped, samuti erinevad sanktsioonid ning riigisisesed piirangud. Teise osana määravad futuurhinna ajahetkel t transpordi- ning ladustamiskulud.

Antud töös on vaatluse alla võetud süvendatult just nisu baashinna kujunemine väliste toorme hindade muutuste tõttu. Varased uuringud on leidnud, et toiduks kasutatava toorme ja teiste tööstustoormete või valuuta hinnaliikumiste vahel esineb positiivset mõju. Kõige enam on uuringud keskendunud nafta mõjule teiste toorme hindade muutustes, kus nii Qiang Ji ja Ying Fani 2011. aastal ning Bernardia ja Leccadito 2017. aastal avaldatud uurimistöödes leiti, et nafta hinna volatiilsus avaldas tugevat mõju teistele toormeturgudele. Ji *et al.* (2018) tõid uurimistöös välja, et nafta hinna mõju avaldub peamiselt sojaoa ja maisi hindades, kuid vähem nisu hindades. Otsest mõju nisu hinna sõltuvusele väljendasid oma uurimistööga Enghiad *et al.* (2017), kes saadud tulemustena väljendasid otsest hinna ülekandumist naftalt nisule, seda nii otseses kui ka kaudses võtmes. Lisaks toovad varasemad uuringud välja ka turu põhialuste kehtivuse, kus siis nõudluse ja pakkumise suhe määrab oluliselt tugevamalt toorme hinda kui välised tegurid, ning hinnarisk sõltub ka poliitilistest otsustest ja kliimamuutustest tingitud šokkidest. Tulenevalt varasematest uuringutest, võttis autor eesmärgiks uurida laiemalt toormeturgudel kaubeldavate toormete hinna ülekandumist just nisu baashinnale. Uurimuses kasutatud aegridade andmed koguti lisaks nisule veel toornafta WTI, toornafta Brenti, maagaasi, rauamaagi, rapsi, maisi ja kaera kohta, ning

perioodiks valiti 03.01.2011 – 31.12.2021, eesmärgiga leida seosed hinnamuutuste kandumisele nisu toorme hinda, milla põhjal saaks prognoosida tuleviku nisuhindasid.

Andmeanalüüsi tulemusena selgus, et autori valitud perioodil ei leidnud kinnitust varasemates uuringutes leitud seosed toormeturgude vahel. Kuigi varasemad uuringud näitasid toornafta hinna nii otsest kui kaudset mõju teistele toorme hindadele, siis antud mudelis ei leidnud otsene seos kinnitust. Andmete põhjal leiti kõige tugevam ühepoolne seos nisu (ld_*wheat*_USdBu) ja rapsi toorme hinna (ld_*canola*_CADT) vahel, kus rapsi hinna F-test näitab statistiliselt olulist mõju nisu hinnale. Prognoosimistulemus jääb küll usalduspiiride sisse, kuid muutub ajas konstantseks. Teiste toormeturgude ja nisu hinna vahel statistiliselt olulisi seoseid valitud perioodil analüüsi tulemusena ei leitud.

SUMMARY

Wheat futures contracts, transfer of commodity market prices to the basic price of wheat

Commodity markets and their trading are part of today's economy, offering many opportunities for participants. Starting with the basic distribution, the markets are mainly divided into two, the cash market and the futures market, where participants can use the market to buy and sell commodities. At the same time, to hedge the company's business risks or trade instead. The aim of this work is to consider wheat as one of the world's most widely used raw materials for food and feed. It was agriculture that laid the foundations for futures trading, where in 1700 futures-like products were issued in Japan to mitigate the risks for producers and buyers due to seasonal production of agricultural products. From there, futures contracts can already be traded on various trading markets around the world. In terms of trade, raw wheat is a product that is stored and easily transported, which, when stored under the right conditions, ensures a very long shelf life. Adding to this the widespread use and the absence of restrictions due to religion, there is a significant demand for raw materials. Together, it also shapes the price of raw materials. The price of a wheat futures contract consists mainly of two parts, firstly the basic price, which is mainly affected by the cost of production, demand, political agreements, as well as various sanctions and domestic restrictions. The second part determines the futures price at the time of transport and storage costs.

In this work, the formation of the base price of wheat through changes in external commodity prices has been examined in depth. Earlier studies have found that there are positive effects between food commodity and other industrial commodity or currency price movements. Research has focused mainly on the impact of oil on changes in other commodity prices, with both Qiang Ji and Ying Fan in 2011 and Bernardia and Leccadito (2017) finding that oil price volatility had a strong impact on other commodity markets, Ji et al. In 2018, the research revealed that the impact of oil prices is mainly reflected in soybean and maize prices but less in wheat prices. The direct effect of wheat price dependence was expressed by Enghiad et al. (2017) who, as a result, expressed a direct price transfer from oil to wheat, both directly and indirectly. In addition, previous studies have highlighted the validity of market fundamentals, where the relationship between supply and demand determines commodity prices much more strongly than external factors, and price risk also depends on political decisions and shocks from climate change. Based on previous research, the author aimed to study the price transfer of raw materials traded in

commodity markets more broadly, the basic price of wheat. In addition to wheat, the time series data used in the study were collected for WTI crude oil, Brent crude oil, natural gas, iron ore, rapeseed, maize and oats, and the period was selected from 03.01.2011 to 31.12.2021 prices.

The analysis of the data revealed that the links between the commodity markets found in previous studies during the period chosen by the author were not confirmed. Although previous studies have shown both a direct and an indirect effect of crude oil prices on other commodity prices, a direct link to this model has not been confirmed. Based on the data, the strongest unilateral relationship was found between the price of wheat (ld_wheat_USdBu) and the price of raw rapeseed (ld_canola_CADT), where the F-test of rapeseed price shows a statistically significant effect on the price of wheat. The result of the forecast remains within the confidence limits and becomes constant over time. The analysis did not confirm a statistically significant relationship between other commodity markets and wheat prices during the selected period.

Jaak Soosaar

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

Akaike, H., (1974) A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control, 19 (6),* 716-723.

Algieri, B., Leccadito, A., (2017) Assessing contagion risk from energy and non-energy commodity markets. *Energy Economics, 62,* 312-322.

Baffes, J., Haniotis, T., (2016) What Explains Agricultural Price Movements? *Journal of Agriculturel Economics., 67(3),* 706-721.

Bauldry, S., (2015) Structual Equation Modeling. *USA: Alabama: University of Alabama at Birmingham.*

Bessambinder, H., Seguin, J. P., (1992) Futures – Trading Activity and Stock Price Volatility. *The Journal of Finance 47(5),* 2015-2034.

Box E. P. G., Jenkins, M. G., Reinsel, C. G., Ljung, M. G., **(**2016**)** Multivariate time series analysis. *Time Series Analysis:Forecasting and Control. Fifth Edition. (518)*

Enghiad, A., Ufer, D., Countryman, A., Thilmany, D. (2017) An Overview of Global Market Fundamentals in an Era of Climate Concerns*. USA: Department of Agricultural and Resource Economics, Colorado State University.*

Elder, A., (2017) Börsikauplemine kui elatusallikas*.* 234-241

Hull, J. Treepongaruna, S. Colwell, D. Heaney, R. Pitt, D., (2013) Fundamentals of Futures and Options markets*. Pearson Higher Education AU*

Janzen, P. J., Carter, A. C., Smith, D. A., Adjemian, K. M. (2014) Deconstructing wheat Price Spikes: A Model of Supply and Demand, Financial Speculation, and Commodity Price Comovement*. USDA-ERS Economic Research Report* 165

Ji, Q., Fan, Y., (2011) How does oil price volatility affect non-energy commoditi markets? *Applied egergy, 89(1)* 273-280

Ji, Q., Bouri, E., Roubaud, D., Shahzd, H. J. S**.** (2018) Risk spillover between energy and agricultural commodity markets: A dependence-switching CoVaR- copula model. *Energy Economics, 75,* 14-27

Kotze, K. (2019) Vector autoregression models*. South Africa: University of Cape Town.*

Lütkepohl, H. (2013) Vector autoregressive model. *Handbook of research methods and applications in empirical macroeconomics.*

Malliatis, G. A., Ziemba, W. T.,(2016) Futures markets: An overviw. *The World Scientific Handbook of Futures Markets.* 3-22

Mitchell, O. D., Mielke, M., (2005) Wheat: The Global market, policies, and priorities. *Global agricultural trade and developing countries.*195-214.

Natanelov, V., Alam, J. M., McKenzie, M. A., Huylenbroeck, V. G. (2011) Is there co-movement of agricultural commodities futures prices and crude oil. *Energy Policy, 39*(9). 4971-4984

Paas, T., (1995) Sissejuhatus ökonomeetriasse. *Tartu. Tartu ülikool.* 307-314

Pindyck, S. R., Rotemberg, J. J., (1988) The Excess Co-Movement of Commodity Prices. *Cambridge. National Bureau of Economic Research.*

Ritchken, P. Trevor , R., (1999) Princing options under generalized GARCH and stochastic volatility processes. *The Journal of Financ,54(1),* 377-402.

Sauga, A., (2020) Statistika õpik majanduseriala üliõpilastele. *Tallinn. Teine parandatud väljaanne* 390

Trading Economics.
https://tradingeconomics.com/commodities

United States Department of Agriculture. Market and Trade Data
https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/topCountriesByCommodity#chart28

Westcott, C. P., Hoffman A. L. (1999) Price Determination for Corn and Wheat: The Role of Market Factors and Government Programs.*(No 1488-2016-123383)*

Working, H., (1953) Futures Tradeing and Hedging. *American Economic Review 43*(3), 314-343.

Working, H., (1949) The Theory of Price of Storage. *The American Economic Review, 39*(6), 1254-1262

LISAD

Lisa 1. Nisu tootmismahtude jagunemine kasvuperioodil 2021/22

Wheat % World Production Source: FAS/USDA

Country	Value	World Value	% of World	Market Year	Released Date
European Union	139,000 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	17.85 %	2021/22	03/2022
China	136,946 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	17.59 %	2021/22	03/2022
India	109,590 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	14.08 %	2021/22	03/2022
Russia	75,158 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	9.65 %	2021/22	03/2022
United States	44,790 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	5.75 %	2021/22	03/2022
Australia	36,300 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	4.66 %	2021/22	03/2022
Ukraine	33,000 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	4.24 %	2021/22	03/2022
Pakistan	27,000 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	3.47 %	2021/22	03/2022
Canada	21,652 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	2.78 %	2021/22	03/2022
Argentina	20,500 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	2.63 %	2021/22	03/2022
Turkey	16,250 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	2.09 %	2021/22	03/2022
United Kingdom	14,000 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	1.8 %	2021/22	03/2022
Iran	12,000 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	1.54 %	2021/22	03/2022
Kazakhstan	11,814 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	1.52 %	2021/22	03/2022
Egypt	9,000 (1000 MT)	778,522 (1000 MT)	1.16 %	2021/22	03/2022

Allikas: United States Department of Agriculture/Market and Trade Data

Lisa 2. Nisutoorme impordi mahtude jaotus riikide lõikes

Wheat % World Imports Source: FAS/USDA

Country	Value	World Value	% of World	Market Year	Released Date
Egypt	12,500 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	6.21 %	2021/22	03/2022
Indonesia	11,000 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	5.47 %	2021/22	03/2022
Turkey	10,000 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	4.97 %	2021/22	03/2022
China	9,500 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	4.72 %	2021/22	03/2022
Bangladesh	7,500 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	3.73 %	2021/22	03/2022
Algeria	7,500 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	3.73 %	2021/22	03/2022
Iran	7,000 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	3.48 %	2021/22	03/2022
Brazil	6,700 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	3.33 %	2021/22	03/2022
Philippines	6,500 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	3.23 %	2021/22	03/2022
Nigeria	6,200 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	3.08 %	2021/22	03/2022
Japan	5,600 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	2.78 %	2021/22	03/2022
Mexico	5,100 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	2.53 %	2021/22	03/2022
Morocco	5,000 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	2.48 %	2021/22	03/2022
European Union	4,800 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	2.38 %	2021/22	03/2022
Korea, South	4,500 (1000 MT)	201,274 (1000 MT)	2.24 %	2021/22	03/2022

Allikas: United States Department of Agriculture/Market and Trade Data

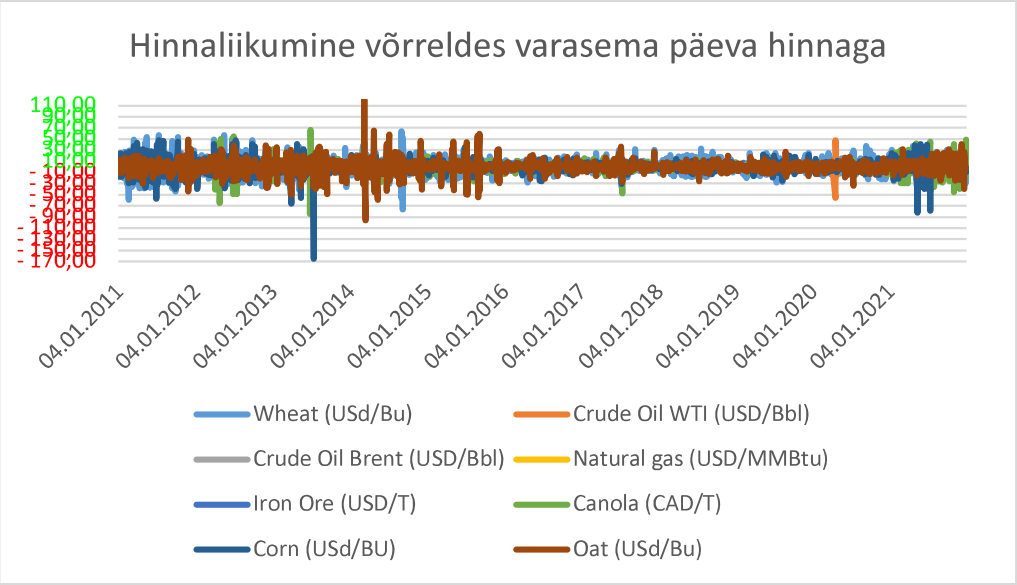
Lisa 3. Nisutoorme eksport riikide lõikes

Wheat % World Exports Source: FAS/USDA

Country	Value	World Value	% of World	Market Year	Released Date
European Union	37,500 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	18.46 %	2021/22	03/2022
Russia	32,000 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	15.76 %	2021/22	03/2022
Australia	27,500 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	13.54 %	2021/22	03/2022
United States	21,772 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	10.72 %	2021/22	03/2022
Ukraine	20,000 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	9.85 %	2021/22	03/2022
Canada	15,500 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	7.63 %	2021/22	03/2022
Argentina	14,000 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	6.89 %	2021/22	03/2022
India	8,500 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	4.18 %	2021/22	03/2022
Kazakhstan	7,400 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	3.64 %	2021/22	03/2022
Turkey	6,250 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	3.08 %	2021/22	03/2022
Brazil	1,700 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	0.84 %	2021/22	03/2022
Serbia	1,000 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	0.49 %	2021/22	03/2022
China	900 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	0.44 %	2021/22	03/2022
Mexico	800 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	0.39 %	2021/22	03/2022
United Kingdom	700 (1000 MT)	203,110 (1000 MT)	0.34 %	2021/22	03/2022

Allikas: United States Department of Agriculture/Market and Trade Data

Lisa 4. Päevaste hindade hinnamuutused ajas



Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 5. Korrelatsiooni analüüs perioodil 2011–2021 toorme hindade päevahindade baasil

Correlation Coefficients, using the observations 2011-01-04 - 2021-12-31
5% critical value (two-tailed) = 0.0382 for n = 2627

Wheat_USdBu	Crude_Oil_WTI_~	Crude_Oil_Bren~	Natural_gas_US~	
1.0000	0.6595	0.6875	0.4794	Wheat_USdBu
	1.0000	0.9847	0.6414	Crude_Oil_WTI_~
		1.0000	0.6039	Crude_Oil_Bren~
			1.0000	Natural_gas_US~

Iron_Ore_USDT	Canola_CADT	Corn_USdBU	Oat_USdBu	
0.7046	0.5830	0.8832	0.7380	Wheat_USdBu
0.5853	0.2003	0.6831	0.5344	Crude_Oil_WTI_~
0.6013	0.1783	0.7311	0.5081	Crude_Oil_Bren~
0.3647	0.3084	0.3996	0.6348	Natural_gas_US~
1.0000	0.5292	0.7677	0.5379	Iron_Ore_USDT
	1.0000	0.5707	0.7065	Canola_CADT
		1.0000	0.5669	Corn_USdBU
			1.0000	Oat_USdBu

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 6. Kirjeldav statistika

	Mean	Median	Minimum	Maximum
Wheat_USdBu	576.80	538.00	361.00	943.25
Crude_Oil_WTI_US~	68.036	62.140	1.1200	113.93
Crude_Oil_Brent_~	75.347	67.610	19.330	126.65
Natural_gas_USDM~	3.1234	2.9390	1.1500	6.3120
Iron_Ore_USDT	105.43	94.000	39.000	229.50
Canola_CADT	542.24	500.90	394.00	1087.4
Corn_USdBU	467.77	388.79	301.50	831.25
Oat_USdBu	315.01	300.00	161.00	764.50

	Std. Dev.	C.V.	Skewness	Ex. kurtosis
Wheat_USdBu	123.62	0.21432	0.65362	-0.37868
Crude_Oil_WTI_US~	22.927	0.33698	0.21110	-1.1353
Crude_Oil_Brent_~	26.838	0.35619	0.27152	-1.2723
Natural_gas_USDM~	0.83351	0.26686	0.59739	0.17120
Iron_Ore_USDT	42.975	0.40764	0.63726	-0.50664
Canola_CADT	124.16	0.22897	2.1597	4.5720
Corn_USdBU	139.83	0.29892	0.90453	-0.64774
Oat_USdBu	91.392	0.29012	1.8379	5.9855

	5% perc.	95% perc.	IQ range	Missing obs.
Wheat_USdBu	417.04	818.65	180.50	0
Crude_Oil_WTI_US~	37.294	104.09	42.600	0
Crude_Oil_Brent_~	39.600	115.60	53.310	0
Natural_gas_USDM~	1.8608	4.6030	1.0910	0
Iron_Ore_USDT	52.300	187.00	68.500	0
Canola_CADT	438.24	878.36	112.30	0
Corn_USdBU	333.10	740.40	220.25	0
Oat_USdBu	198.35	438.15	106.00	0

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 7. Korrelatsiooni analüüs perioodil 2011–2021 toorme hindade päevahindade muutuste baasil

```
Correlation Coefficients, using the observations 2011-01-05 - 2021-12-31
5% critical value (two-tailed) = 0.0382 for n = 2627

     Wheat_USdBu Crude_Oil_WTI_~ Crude_Oil_Bren~ Natural_gas_US~
          1.0000          0.0725          0.1240          0.0059 Wheat_USdBu
                          1.0000          0.5874          0.0205 Crude_Oil_WTI_~
                                          1.0000          0.0371 Crude_Oil_Bren~
                                                          1.0000 Natural_gas_US~

   Iron_Ore_USDT      Canola_CADT       Corn_USdBU        Oat_USdBu
          0.0185           0.2424           0.5811           0.2678 Wheat_USdBu
          0.0008           0.0679           0.0989           0.0428 Crude_Oil_WTI_~
          0.0199           0.1030           0.1371           0.0683 Crude_Oil_Bren~
         -0.0191           0.0093           0.0314           0.0383 Natural_gas_US~
          1.0000           0.0543           0.0269           0.0027 Iron_Ore_USDT
                           1.0000           0.3252           0.1634 Canola_CADT
                                            1.0000           0.2923 Corn_USdBU
                                                             1.0000 Oat_USdBu
```

Allikas: Autori koostatud, kasutades Gretli tarkvara

Lisa 8. VAR *lag selection*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1   44280.61369           -33.798634   -33.637091   -33.740122
   2   44850.51429  0.00000  -34.185408   -33.880271*  -34.074884
   3   44904.88272  0.00041  -34.178045   -33.729314   -34.015509
   4   45140.28993  0.00000  -34.309090   -33.716765   -34.094543*
   5   45182.72712  0.04153  -34.292605   -33.556686   -34.026047
   6   45270.83691  0.00000  -34.311037*  -33.431525   -33.992468
   7   45304.51769  0.36287  -34.287858   -33.264751   -33.917277
   8   45377.49331  0.00000  -34.294720   -33.128019   -33.872127
   9   45406.77410  0.66845  -34.268176   -32.957881   -33.793572
  10   45446.75680  0.08593  -34.249814   -32.795926   -33.723199
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 9. VAR-mudel toorme hindade logaritmitud diferentside baasil

VAR system, lag order 8
OLS estimates, observations 2011-01-19-2021-12-31 (T = 2618)
Log-likelihood = 45413.332
Determinant of covariance matrix = 1.1834831e-25
AIC = -34.2959
BIC = -33.1299
HQC = -33.8736
Portmanteau test: LB(48) = 3110.22, df = 2560 [0.0000]

Equation 1: ld_*wheat*_USdBu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 1.7712 [0.0780]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 0.43143 [0.9028]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 1.0234 [0.4158]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 0.64741 [0.7382]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 2.6462 [0.0069]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 0.9685 [0.4587]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 1.2404 [0.2710]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 1.5256 [0.1429]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 0.56493 [0.8074]

Equation 2: ld_*crude*_Oil_WTI_USDBbl

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 2.0131 [0.0413]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 131.96 [0.0000]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 69.495 [0.0000]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 0.68905 [0.7016]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 0.20124 [0.9907]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 1.3087 [0.2342]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 0.59674 [0.7813]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 0.23974 [0.9834]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 9.0758 [0.0000]

Equation 3: ld_*crude*_Oil_Brent_USDBbl

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 0.66386 [0.7238]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 6.1678 [0.0000]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 2.8911 [0.0033]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 0.72801 [0.6669]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 0.4468 [0.8932]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 0.62492 [0.7575]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 0.48504 [0.8676]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 0.36787 [0.9378]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 1.106 [0.3557]

Equation 4: ld_*iron_Ore*_USDT

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 0.73343 [0.6621]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 0.28637 [0.9707]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 3.2529 [0.0011]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 12.442 [0.0000]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 1.5842 [0.1242]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 0.50343 [0.8545]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 0.78061 [0.6199]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 1.6832 [0.0974]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 0.95184 [0.4722]

Equation 5: ld_*canola*_CADT

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 1.4787 [0.1596]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 0.78782 [0.6134]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 0.76601 [0.6329]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 1.7151 [0.0899]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 4.8821 [0.0000]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 3.0892 [0.0018]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 0.93947 [0.4824]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 1.1628 [0.3179]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 3.1392 [0.0015]

Equation 6: ld_*corn*_USdBU

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 0.63964 [0.7449]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 1.0152 [0.4220]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 1.0876 [0.3686]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 1.3758 [0.2020]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 3.5831 [0.0004]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 0.79067 [0.6109]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 0.75807 [0.6400]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 0.96986 [0.4576]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 2.0833 [0.0342]

Equation 7: ld_*oat*_USdBu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 0.653 [0.7333]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 0.23488 [0.9845]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 1.2582 [0.2610]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 1.5149 [0.1466]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 2.1434 [0.0290]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 0.36787 [0.9378]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 14.132 [0.0000]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 1.2537 [0.2635]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 1.5154 [0.1464]

Equation 8: *natural_gas*_USDMMBtu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2553) = 0.63888 [0.7455]
All lags of ld_*crude*_Oil_WTI_USDBblF(8, 2553) = 0.45038 [0.8909]
All lags of ld_*crude*_Oil_Brent_USDBblF(8, 2553) = 0.91912 [0.4993]
All lags of ld_*iron_Ore*_USDT F(8, 2553) = 1.4549 [0.1687]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2553) = 0.46794 [0.8794]
All lags of ld_*corn*_USdBU F(8, 2553) = 0.38685 [0.9282]
All lags of ld_*oat*_USdBu F(8, 2553) = 0.55063 [0.8187]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(8, 2553) = 9119.6 [0.0000]
All vars, lag 8 F(8, 2553) = 0.1985 [0.9911]

Lisa 10. VAR *lag selection ld_wheat/ld_crude oil WTI*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1    9481.46032            -7.244236    -7.230774    -7.239360
   2    9779.08914  0.00000   -7.468723    -7.446286*   -7.460596
   3    9787.08133  0.00304   -7.471775    -7.440364    -7.460397
   4    9794.01532  0.00773   -7.474018    -7.433632    -7.459390
   5    9796.28470  0.33798   -7.472695    -7.423334    -7.454816
   6    9812.16142  0.00000   -7.481775    -7.423440    -7.460645*
   7    9813.69853  0.54548   -7.479892    -7.412582    -7.455512
   8    9822.00395  0.00230   -7.483183*   -7.406899    -7.455552
   9    9822.72714  0.83609   -7.480678    -7.395419    -7.449797
  10    9824.70650  0.41162   -7.479133    -7.384900    -7.445001
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil.

Lisa 11. VAR *lag selection ld_wheat/ld_crude oil Brent*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1   12559.26505            -9.597297*   -9.583836*   -9.592421*
   2   12562.37786  0.18292   -9.596619    -9.574183    -9.588492
   3   12562.93331  0.89254   -9.593986    -9.562575    -9.582608
   4   12564.40824  0.56625   -9.592055    -9.551669    -9.577427
   5   12566.12441  0.48824   -9.590309    -9.540949    -9.572430
   6   12567.04540  0.76479   -9.587955    -9.529620    -9.566826
   7   12569.26314  0.35027   -9.586593    -9.519283    -9.562212
   8   12570.56553  0.62598   -9.584530    -9.508246    -9.556899
   9   12574.36356  0.10755   -9.584376    -9.499117    -9.553494
  10   12576.72906  0.31603   -9.583126    -9.488893    -9.548994
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 12. VAR *lag selection ld_wheat/natural gas*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1    7629.28005           -5.828196    -5.814734    -5.823320
   2    7772.76948  0.00000  -5.934839    -5.912403*   -5.926712
   3    7782.22516  0.00082  -5.939010    -5.907599    -5.927633*
   4    7787.30631  0.03778  -5.939837    -5.899451    -5.925208
   5    7792.46107  0.03552  -5.940719*   -5.891359    -5.922841
   6    7795.36617  0.21378  -5.939882    -5.881547    -5.918753
   7    7797.21717  0.44784  -5.938239    -5.870930    -5.913859
   8    7797.25124  0.99943  -5.935207    -5.858923    -5.907576
   9    7800.28701  0.19387  -5.934470    -5.849211    -5.903588
  10    7801.07666  0.81251  -5.932016    -5.837782    -5.897883
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 13. VAR *lag selection ld_wheat/ld_iron ore*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1   13325.07951           -10.182782*  -10.169321*  -10.177906*
   2   13327.98743  0.21333  -10.181948   -10.159511   -10.173821
   3   13328.78392  0.81005  -10.179498   -10.148087   -10.168121
   4   13330.79698  0.40248  -10.177979   -10.137594   -10.163351
   5   13333.26706  0.29349  -10.176810   -10.127449   -10.158931
   6   13334.53702  0.63750  -10.174722   -10.116387   -10.153593
   7   13335.78090  0.64683  -10.172615   -10.105306   -10.148235
   8   13337.44669  0.50394  -10.170831   -10.094547   -10.143200
   9   13340.56890  0.18162  -10.170160   -10.084901   -10.139278
  10   13343.63240  0.18986  -10.169444   -10.075210   -10.135311
```

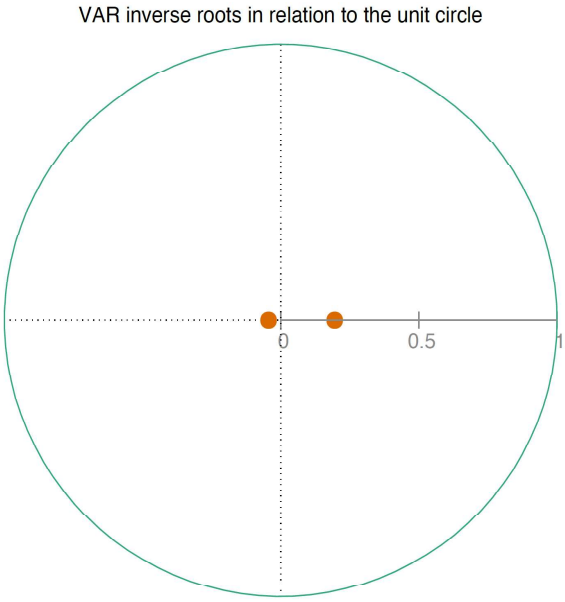
Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 14. VAR-mudel *ld_wheat/ld_iron ore*

```
VAR system, lag order 1
OLS estimates, observations 2011-01-06-2021-12-31 (T = 2625)
Log-likelihood = 13376.211
Determinant of covariance matrix = 1.2852364e-07
AIC = -10.1868
BIC = -10.1734
HQC = -10.1820
Portmanteau test: LB(48) = 192.544, df = 188 [0.3948]

Equation 1: ld_Wheat_USdBu

                     coefficient   std. error   t-ratio   p-value
  ---------------------------------------------------------------
  const               -1.92258e-05  0.000385264  -0.04990  0.9602
  ld_Wheat_USdBu_1    -0.0447143    0.0195058    -2.292    0.0220  **
  ld_Iron_Ore_US~_1   -0.00566653   0.0207729    -0.2728   0.7850

Mean dependent var  -0.000018   S.D. dependent var   0.019751
Sum squared resid    1.021517   S.E. of regression   0.019738
R-squared            0.002032   Adjusted R-squared   0.001271
F(2, 2622)           2.669925   P-value(F)           0.069446
rho                 -0.001134   Durbin-Watson        2.001607

F-tests of zero restrictions:

All lags of ld_Wheat_USdBu     F(1, 2622) =   5.2549 [0.0220]
All lags of ld_Iron_Ore_USDT   F(1, 2622) = 0.074412 [0.7850]
All vars, lag 1                F(2, 2622) =   2.6699 [0.0694]

Equation 2: ld_Iron_Ore_USDT

                     coefficient   std. error   t-ratio  p-value
  --------------------------------------------------------------
  const               -0.000124625  0.000354945  -0.3511  0.7255
  ld_Wheat_USdBu_1     0.0305633    0.0179708     1.701   0.0891   *
  ld_Iron_Ore_US~_1    0.196038     0.0191381    10.24    3.60e-24 ***

Mean dependent var  -0.000157   S.D. dependent var   0.018549
Sum squared resid    0.867063   S.E. of regression   0.018185
R-squared            0.039599   Adjusted R-squared   0.038866
F(2, 2622)           54.05476   P-value(F)           9.89e-24
rho                 -0.005326   Durbin-Watson        2.010647

F-tests of zero restrictions:

All lags of ld_Wheat_USdBu     F(1, 2622) =   2.8924 [0.0891]
All lags of ld_Iron_Ore_USDT   F(1, 2622) =   104.93 [0.0000]
All vars, lag 1                F(2, 2622) =   54.055 [0.0000]
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 15. VAR-pöördjuuretest *ld_wheat/ld_iron ore*



Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 16. Autokorrelatsiooni test *ld_wheat/ld_iron ore*

```
Test for autocorrelation of order up to 1

         Rao F   Approx dist.  p-value
lag 1     0.886    F(4, 5238)    0.4715
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 17. ARCH-test *ld_wheat/ld_iron ore*

```
Test for ARCH of order up to 1

          LM       df     p-value
lag 1   173.347      9      0.0000
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 18. Doornik-Hanseni test *ld_wheat/ld_iron ore*

```
Residual correlation matrix, C (2 x 2)

      1.0000     0.011191
    0.011191       1.0000

Eigenvalues of C

   0.988809
    1.01119

Doornik-Hansen test
 Chi-square(4) = 3042.86 [0.0000]
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 19. VAR *lag selection ld_wheat/ld_canola*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1   14134.35363           -10.801494   -10.788032*  -10.796618*
   2   14136.66820  0.32751  -10.800205   -10.777768   -10.792078
   3   14139.53561  0.21985  -10.799339   -10.767928   -10.787962
   4   14142.23788  0.24825  -10.798347   -10.757961   -10.783719
   5   14152.52810  0.00038  -10.803156   -10.753796   -10.785277
   6   14153.93508  0.58942  -10.801174   -10.742839   -10.780044
   7   14158.39163  0.06331  -10.801523   -10.734213   -10.777142
   8   14164.96765  0.01056  -10.803492*  -10.727208   -10.775861
   9   14165.68294  0.83886  -10.800981   -10.715722   -10.770099
  10   14168.35423  0.25392  -10.799965   -10.705731   -10.765833
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 20. VAR-mudel *ld_wheat/ld_canola*

VAR system, lag order 8
OLS estimates, observations 2011-01-19-2021-12-31 (T = 2618)
Log-likelihood = 14177.351
Determinant of covariance matrix = 6.781873e-08
AIC = -10.8047
BIC = -10.7285
HQC = -10.7771
Portmanteau test: LB(48) = 178.038, df = 160 [0.1563]

Equation 1: ld_*wheat*_USdBu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2601) = 1.7932 [0.0737]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2601) = 3.2585 [0.0011]
All vars, lag 8 F(2, 2601) = 0.002863 [0.9971]

Equation 2: ld_*canola*_CADT

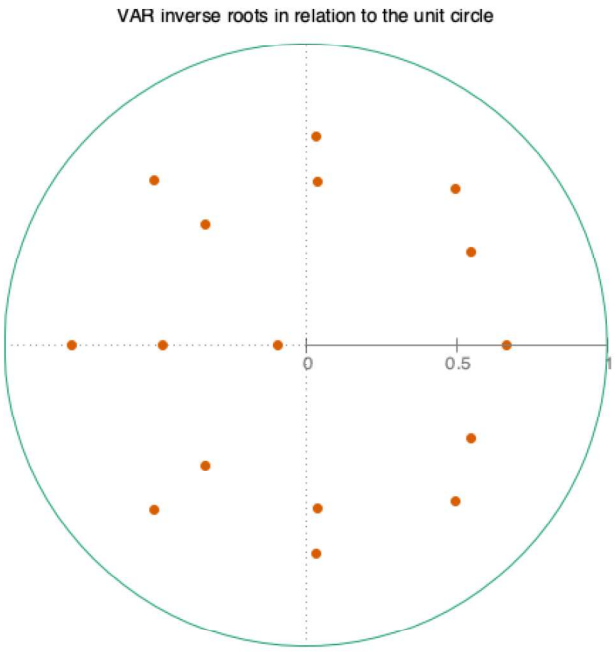
.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of ld_*wheat*_USdBu F(8, 2601) = 1.1212 [0.3453]
All lags of ld_*canola*_CADT F(8, 2601) = 3.6497 [0.0003]
All vars, lag 8 F(2, 2601) = 6.1567 [0.0022]

For the system as a whole
Null hypothesis: the longest lag is 7
Alternative hypothesis: the longest lag is 8
Likelihood ratio test: Chi-square(4) = 13.2419 [0.0102]

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 21. VAR-pöördjuuretest *ld_wheat/ld_canola*



Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 22. Autokorrelatsiooni test *ld_wheat/ld_canola*

```
Test for autocorrelation of order up to 8

          Rao F   Approx dist.  p-value
lag 1     0.077    F(4, 5196)    0.9892
lag 2     0.427    F(8, 5192)    0.9057
lag 3     0.487    F(12, 5188)   0.9238
lag 4     0.622    F(16, 5184)   0.8685
lag 5     0.793    F(20, 5180)   0.7255
lag 6     0.789    F(24, 5176)   0.7547
lag 7     0.714    F(28, 5172)   0.8646
lag 8     0.698    F(32, 5168)   0.8980
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 23. ARCH-test *ld_wheat/ld_canola*

```
Test for ARCH of order up to 8

            LM       df     p-value
lag 1   423.426       9      0.0000
lag 2   449.396      18      0.0000
lag 3   538.831      27      0.0000
lag 4   646.157      36      0.0000
lag 5   649.932      45      0.0000
lag 6   679.109      54      0.0000
lag 7   761.648      63      0.0000
lag 8   855.802      72      0.0000
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 24. Doornik-Hanseni test *ld_wheat/ld_canola*

```
Residual correlation matrix, C (2 x 2)

      1.0000      0.25056
     0.25056       1.0000

Eigenvalues of C

   0.749439
    1.25056

Doornik-Hansen test
 Chi-square(4) = 3882.5 [0.0000]
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 25. VAR *lag selection ld_wheat/ld_corn*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1   13891.02488           -10.615462*  -10.602001*  -10.610586*
   2   13894.51743  0.13668  -10.615074   -10.592638   -10.606948
   3   13895.89098  0.60100  -10.613066   -10.581655   -10.601689
   4   13899.43379  0.13143  -10.612717   -10.572331   -10.598089
   5   13902.32934  0.21530  -10.611873   -10.562512   -10.593994
   6   13903.53827  0.65940  -10.609739   -10.551404   -10.588609
   7   13904.49931  0.75009  -10.607415   -10.540106   -10.583035
   8   13908.56252  0.08706  -10.607464   -10.531179   -10.579833
   9   13908.85413  0.96491  -10.604629   -10.519370   -10.573747
  10   13911.73446  0.21775  -10.603773   -10.509539   -10.569640
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 26. VAR *lag selection ld_wheat/ld_oat*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1   12149.06473            -9.283689    -9.270227*   -9.278813
   2   12156.52443  0.00487   -9.286334    -9.263897    -9.278207
   3   12168.81478  0.00006   -9.292672*   -9.261261    -9.281294*
   4   12170.27986  0.56958   -9.290734    -9.250348    -9.276106
   5   12173.69656  0.14496   -9.290288    -9.240927    -9.272409
   6   12175.98423  0.33371   -9.288979    -9.230644    -9.267849
   7   12178.76887  0.23371   -9.288050    -9.220740    -9.263669
   8   12179.03787  0.96970   -9.285197    -9.208913    -9.257566
   9   12179.76333  0.83530   -9.282694    -9.197435    -9.251812
  10   12184.77388  0.04007   -9.283466    -9.189233    -9.249334
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil.

Lisa 27. VAR-mudel toorme hindade päevaste muutuste aegridade baasil

VAR system, lag order 10
OLS estimates, observations 2011-01-21-2021-12-31 (T = 2617)
Log-likelihood = -51046.945
Determinant of covariance matrix = 12100856
AIC = 39.5070
BIC = 40.9605
HQC = 40.0335
Portmanteau test: LB(48) = 3048.4, df = 2432 [0.0000]

Equation 1: *wheat*_USdBu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 1.0803 [0.3735]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 0.88059 [0.5507]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 1.7072 [0.0734]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 2.3777 [0.0084]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 0.70083 [0.7245]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 2.5634 [0.0044]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 0.80805 [0.6210]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 2.2317 [0.0139]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 0.9136 [0.5039]

Equation 2: *crude*_Oil_WTI_USDBbl

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 0.85017 [0.5800]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 41.262 [0.0000]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 17.003 [0.0000]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 0.61385 [0.8033]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 0.5389 [0.8635]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 0.31241 [0.9783]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 1.1399 [0.3279]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 0.26228 [0.9889]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 1.1554 [0.3227]

Equation 3: *crude*_Oil_Brent_USDBbl

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 0.75601 [0.6717]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 2.9313 [0.0012]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 2.8928 [0.0013]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 0.3808 [0.9555]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 0.67128 [0.7521]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 0.70939 [0.7164]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 1.8373 [0.0496]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 0.75781 [0.6699]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 2.0473 [0.0377]

Equation 4: *natural_gas*_USDMMBtu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 1.1651 [0.3097]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 0.83906 [0.5908]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 0.3069 [0.9797]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 37.636 [0.0000]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 1.3197 [0.2136]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 0.36013 [0.9634]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 0.59885 [0.8160]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 0.89472 [0.5373]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 2.621 [0.0074]

Equation 5: *iron_Ore*_USDT

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 0.6003 [0.8148]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 0.27472 [0.9867]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 1.4837 [0.1389]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 1.2731 [0.2398]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 14.288 [0.0000]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 3.5232 [0.0001]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 1.2014 [0.2848]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 0.45081 [0.9214]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 1.2082 [0.2898]

Equation 6: *canola*_CADT

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 1.7448 [0.0657]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 0.33569 [0.9716]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 0.4696 [0.9104]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 1.8334 [0.0502]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 2.8221 [0.0017]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 3.7444 [0.0001]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 2.6831 [0.0029]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 1.773 [0.0603]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 0.84362 [0.5641]

Equation 7: *corn*_USdBU

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 1.3194 [0.2138]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 0.95661 [0.4796]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 1.6356 [0.0906]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 1.0186 [0.4247]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 1.7832 [0.0585]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 3.5307 [0.0001]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 1.9564 [0.0341]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 0.58686 [0.8260]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 1.781 [0.0761]

Equation 8: *oat*_USdBu

.....

F-tests of zero restrictions:
All lags of *wheat*_USdBu F(10, 2536) = 1.7723 [0.0604]
All lags of *crude*_Oil_WTI_USDBblF(10, 2536) = 0.40772 [0.9437]
All lags of *crude*_Oil_Brent_USDBblF(10, 2536) = 1.2188 [0.2733]
All lags of *natural_gas*_USDMMBtuF(10, 2536) = 2.3623 [0.0089]
All lags of *iron_Ore*_USDT F(10, 2536) = 1.0484 [0.3995]
All lags of *canola*_CADT F(10, 2536) = 1.9898 [0.0307]
All lags of *corn*_USdBU F(10, 2536) = 1.1388 [0.3287]
All lags of *oat*_USdBu F(10, 2536) = 12.973 [0.0000]
All vars, lag 10 F(8, 2536) = 2.46 [0.0118]

For the system as a whole
Null hypothesis: the longest lag is 9
Alternative hypothesis: the longest lag is 10
Likelihood ratio test: Chi-square(64) = 121.242 [0.0000]

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 28 VAR *lag selection wheat/iron ore*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1  -15600.55010            11.928582    11.946526*   11.935082*
   2  -15593.14080  0.00509   11.925977*   11.952892    11.935726
   3  -15592.50717  0.86691   11.928550    11.964437    11.941548
   4  -15590.29273  0.35106   11.929914    11.974773    11.946162
   5  -15587.26870  0.19559   11.930660    11.984491    11.950158
   6  -15584.31494  0.20616   11.931460    11.994262    11.954207
   7  -15582.79498  0.55117   11.933355    12.005129    11.959352
   8  -15581.60616  0.66667   11.935503    12.016249    11.964750
   9  -15573.48778  0.00272   11.932356    12.022074    11.964852
  10  -15571.81570  0.50197   11.934135    12.032825    11.969881
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

.

Lisa 29. VAR *lag selection wheat/canola*

```
VAR system, maximum lag order 10

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values
of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion,
BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags        loglik    p(LR)       AIC          BIC          HQC

   1  -19430.61585            14.855648    14.873592*   14.862148*
   2  -19426.76022  0.10275   14.855759    14.882674    14.865508
   3  -19421.22517  0.02579   14.854586    14.890473    14.867584
   4  -19415.75055  0.02714   14.853459    14.898317    14.869707
   5  -19402.44364  0.00002   14.846346*   14.900177    14.865844
   6  -19400.78274  0.50548   14.848134    14.910936    14.870881
   7  -19399.08148  0.49285   14.849890    14.921665    14.875887
   8  -19392.72602  0.01278   14.848090    14.928836    14.877337
   9  -19391.25681  0.56818   14.850024    14.939742    14.882520
  10  -19389.85466  0.59109   14.852010    14.950699    14.887755
```

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 30. Baashinna teisendamine logaritmitud diferentside baasil, alumise ja ülemise usalduspiiri määramine

Prognoosi usalduspiiride leidmine

vabadusastmete arv df	2601
alpha/2	0,025
t kordaja	1,96087646

Arvutus esimese väärtuse jaoks

	y tegelik	y prognoos	Erinevus Δ y
30.12.2021	779,75		
31.12.2021	770,75	777,67	-6,92

Kuupäev	Nisu päevane sulgemis hind	Nisu prognoosh ind VAR-mudeli baasil	logaritmi diferents z	y standardhälbe prognoos	z standard-hälve	Alumine usaldus-piir	Ülemine usaldus-piir
03.01.2022	758,00	769,79	-0,001244	16,6086	0,019619	737,22	802,36
04.01.2022	770,00	774,11	0,005597	22,5942	0,019657	729,81	818,42
05.01.2022	760,75	777,86	0,004830	27,3776	0,019669	724,18	831,54
06.01.2022	746,00	778,15	0,000374	30,4086	0,016980	718,52	837,78
07.01.2022	758,50	780,84	0,003443	34,1651	0,019682	713,84	847,83
10.01.2022	762,00	779,95	-0,001139	37,4388	0,019741	706,53	853,36
11.01.2022	770,25	780,34	0,000507	40,5024	0,019743	700,92	859,76

12.01.2022	757,75	780,14	-0,000260	43,3250	0,019753	695,18	865,09
13.01.2022	746,75	779,77	-0,000473	45,9625	0,019754	689,64	869,9
14.01.2022	741,50	779,80	4,06E-05	48,4770	0,019754	684,74	874,86
18.01.2022	769,00	780,07	0,000349	50,8833	0,019754	680,30	879,85
19.01.2022	796,50	779,88	-0,000253	53,1520	0,019754	675,65	884,1
20.01.2022	790,25	780,09	0,000276	55,3549	0,019754	671,55	888,64
21.01.2022	780,00	779,97	-0,000157	57,4508	0,019754	667,32	892,62
24.01.2022	800,50	779,99	0,000025	59,4824	0,019754	663,35	896,63
25.01.2022	818,00	779,98	-0,000007	61,4454	0,019755	659,50	900,47
26.01.2022	795,00	779,97	-0,000017	63,3469	0,019755	655,75	904,19
27.01.2022	777,00	779,96	-0,000018	65,1927	0,019755	652,12	907,79
28.01.2022	786,25	779,99	0,000042	66,9916	0,019755	648,63	911,35
31.01.2022	761,25	779,96	-0,000039	68,7381	0,019755	645,17	914,75

Allikas: Autori koostatud kogutud andmete baasil

Lisa 31. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks[1]

Mina, Jaak Soosaar

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Nisu futuurlepingud, toormeturu hindade ülekandumine nisu baashinnale

mille juhendaja on: Kaido Kepp MA
mille kaasjuhendaja on: Ako Sauga PhD

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

11.05.2022(kuupäev)

[1] *Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. jq 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.*