

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO
FAKULTETAS

EKONOMIKOS ANALITIKOS PROGRAMA

Magistranto Eido Virkečio

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

KAINŲ RIZIKOS VERTINIMAS ŽEMĖS ŪKIO SEKTORIJE	PRICE RISK IN AGRICULTURAL MARKETS
--	---

**Darbo vadovas: doc. dr. Algirdas
Bartkus**

Vilnius, 2025

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	
LENTELIŲ SĄRAŠAS	
ĮVADAS.....	1
1. ŽEMĖS ŪKIO KAINŲ DISPERSIJOS APŽVALGA IR JĄ LEMIANTYS VEIKSNIAI.....	3
1.1 ŽEMĖS ŪKIO PRODUKTŲ KAINŲ RIZIKOS MODELIAVIMAS.....	3
1.1.1 Žemės ūkio kainų dispersijos priežastys	3
1.1.2 Kainų rizikos modeliavimas	6
1.2 ŽEMĖS ŪKIO PRODUKTŲ KAINŲ FUNKCIJA IR JOS VEIKSNIAI	8
1.2.1 Kainų funkcija	9
1.2.2 Klimato, kenkėjų ir ligų žala	10
1.2.3 Valstybės politika	12
1.2.4 Gamybai panaudotų išteklių kainos	14
1.2.5 Pasėlių dydis	17
1.2.6 Grūdų rezervai	19
1.2.7 Kiti kintamieji.....	20
2. EMPIRINIS ŽEMĖS ŪKIO KAINŲ RIZIKOS TYRIMAS.....	23
2.1 NAUDOJAMA METODIKA ŽEMĖS ŪKIO KAINŲ RIZIKAI TIRTI	23
2.1.1 Žemės ūkio kainų rizikos empirinio tyrimo tikslas	23
2.1.2 Žemės ūkio kainų rizikos empirinio tyrimo duomenų rinkimo metodai	25
2.1.3 Žemės ūkio kainų rizikos empirinio tyrimo pagrindimas antriniais šaltiniais ..	28
2.2 ŽEMĖS ŪKIO KAINŲ DISPERSIJOS TYRIMO REZULTATAI.....	29
2.2.1 Žemės ūkio kainų rizikos modelio duomenų ir parametrų pristatymas	29
2.2.2 Žemės ūkio kainų rizikos modelio rezultatai	34
2.2.3 Žemės ūkio kainų rizikos vidurkio modelio vertinimas.....	36
2.2.4 Žemės ūkio kainų rizikos dispersijos modelio vertinimas	38
2.2.5 Žemės ūkio kainų rizikos modelio vertinimas.....	41
2.2.6 Pateikiami pasiūlymai	43
2.3 IŠVADOS.....	45
3. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	47
4. PRIEDAI	55

Paveikslų sąrašas

1 pav.	Nagrinėjamų panelių duomenų imtis kviečių kainų rizikai nustatyti.....	27
2 pav.	Nagrinėjamų panelių duomenų imtis miežių kainų rizikai nustatyti.....	27
3 pav.	Nagrinėjamų panelių duomenų imtis kukurūzų kainų rizikai nustatyti.....	27
4 pav.	Nagrinėjamų panelių duomenų imtis rapsų kainų rizikai nustatyti.....	27
5 pav.	Realių grūdų kainų vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	31
6 pav.	Gamybai panaudotų išteklių kainų procentinių pokyčių vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	31
7 pav.	Specializacijos procentinių pokyčių vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	32
8 pav.	Lietingumo vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	32
9 pav.	Temperatūros vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	32
10 pav.	Rezervų procentinis pokytis tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	32
11 pav.	Kiekio nuokrypis nuo slankiojo vidurkio tarp skirtingų grūdų kultūrų.....	32
12 pav.	Stacionarumo testai	55
13 pav.	Multikolinearumo testai.....	55
14 pav.	Autokoreliacijos ir dalinės autokoreliacijos testai	56
15 pav.	Galutinio modelio parametrai	56
16 pav.	Galutinio modelio lygtis	57

Lentelių sąrašas

1 lentelė.	Galutinių modelių rezultatai.....	35
-------------------	-----------------------------------	----

Ivadas

Temos aktualumas: Žemės ūkio sektorius, įskaitant miškininkystę ir žvejybą, Europos Sąjungos šalyse vidutiniškai sudaro mažiau nei 2 procentus bendrojo vidaus produkto (Armstrong, 2023). Nepaisant to, tiek Europos Komisija, tiek atskiros valstybės skiria ypatingą dėmesį šio sektoriaus reguliavimui. Taip nutinka, nes šis, iš pirmo žvilgsnio nedidelis sektorius, turi didžiulę įtaką tiek daugybei jame įdarbintų ūkininkų, tiek šalies ekonomikos augimui. Šis tyrimas analizuoja vieną iš svarbiausių veiksnių, darančių įtaką žemės ūkio sektoriui – kainų riziką.

Nors ūkininkai susiduria su įvairiomis rizikos formomis, susijusiomis tiek su finansų prieinamumu, tiek su biologiniais veiksniais, kainų rizika išlieka viena reikšmingiausių. Sumažėjus žemės grūdų kainoms, daugelis ūkių praranda didelę pelno dalį. Tai ne tik apsunkina jų finansinę padėtį, bet kartu ir neigiamai veikia jų gamybą ateinančiais metais, trikdo produkcijos planavimą. Siekdami apsisaugoti, ūkininkai dažnai renkasi draudimo priemones, tačiau kuo aukštesnė kainų rizika - tuo brangesnės finansinės apsaugos priemonės (Broll et al., 2013). Mohan (2007) pabrėžia, kad dauguma gamintojų kainų riziką laiko pagrindiniu veiksniu, lemiančiu jų veiklos stabilumą. Kitoms rizikoms, tokioms kaip gamybos ar valiutų nuvertėjimo rizikai, ūkininkai skiria mažiau dėmesio. Dėl šių priežasčių valstybei yra svarbu užtikrinti stabilias grūdų kainas, o tyrimai, padedantys formuoti tinkamą politikos kryptį, yra ypač naudingi.

Problema: Nors Europos Sąjunga skatina bendrą žemės ūkio politiką tarp visų valstybių narių, o žinios apie tinkamų reglamentų ir direktyvų pasirinkimą yra itin svarbios, tačiau mokslinėje literatūroje vis dar trūksta tyrimų, kurie atskirai nagrinėtų žemės ūkio sektorius Europos Sąjungoje. Skirtingose šalyse šis sektorius sukuria nevienodą pridėtinę vertę, be to, taikomi skirtingi metodai, siekiant užtikrinti kainų stabilumą ir sumažinti kainų riziką. Dėl to bendras veiksnių įvertinimas tampa sudėtingas. Pagrindinė problema – nepakankamai įvertinta kainų rizika ir ją lemiantys veiksniai Europos Sąjungoje.

Darbo objektas: Žemės ūkio sektorius.

Darbo tikslas: Išnagrinėti žemės ūkio sektoriaus kainas lemiančius veiksnius

Europos Sąjungoje ir sukurti ekonometrinius modelius, skirtus nustatyti šių veiksnių įtakos dydžiams.

Darbo uždaviniai:

1. Aptarti pagrindinius veiksnius, lemiančius žemės ūkio sektoriaus kainų svyravimus;
2. Sudaryti ekonometrinius modelius, kurie padėtų nustatyti, kokią įtaką skirtingi veiksniai daro grūdų kainoms. Juos išanalizuoti remiantis statistiniais duomenimis;
3. Palyginti skirtingų veiksnių poveikį dažniausiai Europos Sąjungoje auginamoms grūdinėms kultūroms.

Darbo metodai: mokslinės literatūros analizė, duomenų sisteminimas, ekonometrinė ir statistinė analizė. Taikoma Bajeso statistika ir ARCH-GARCH modeliai. Naudojami lyginamieji metodai tarp skirtingų grūdinių kultūrų Europos Sąjungoje.

Darbo struktūra: darbas suskirstytas į dvi dalis. Pirmame skyriuje analizuojama literatūra apie žemės ūkio kainų svyravimus bei nustatomi pagrindiniai svyravimus lemiantys veiksniai. Antrame skyriuje, remiantis nagrinėta literatūra, konstruojami ekonometriniai modeliai ir tikrinamas jų patikimumas. Statistinių duomenų analizė orientuota į gamybai panaudotų išteklių kainas, rezervų kieki, valstybės politiką, klimato poveikį, kenkėjų ir ligų daromą žalą bei pasėlių dydį. Skyriuje interpretuojami ekonometrinių modelių rezultatai, tiriami priežastiniai ryšiai ir atliekama lyginamoji analizė tarp kviečių, miežių, kukurūzų ir rapsų. Darbo pabaigoje pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

1. Žemės ūkio kainų dispersijos apžvalga ir ją lemiantys veiksniai

1.1 skyriuje pristatysime nagrinėjamų grūdų kainų riziką, aptarsime jos dinamiką ir detalai apžvelgsime šios rizikos analizei naudojamą metodą. Šis metodas bus pritaikytas tolesnėse tyrimo dalyse. Skyriuje taip pat aptarsime rinkos svyravimų poveikį.

1.2 skyriuje išsamiai nagrinėsime kainų funkciją ir ją lemiančius veiksnius. Aptarsime gamybai panaudotų išteklių kainas, valstybės politikos poveikį, rezervų kiekį, klimato kaitos sukeltą žalą, kenkėjų ir ligų daromą įtaką, bei pasėlių dydį. Atskirsime šių kintamųjų poveikį kainų vidurkiui ir dispersijai. Šis skyrius padės detalai atskleisti, kaip šie kintamieji formuoja žemės ūkio produktų kainas.

Pirmasis skyrius yra skirtas priklausomo kintamojo analizei, o antrasis skyrius yra orientuotas į nepriklausomų kintamųjų analizę. Abu skyriai nagrinėja kviečių, rapsų, kukurūzų ir miežių kainas, nes šios grūdinės kultūros yra dažniausiai auginamos Europos Sąjungoje.

1.1 Žemės ūkio produktų kainų rizikos modeliavimas

Šis skyrius skirtas priklausomo kintamojo - kainų rizikos analizei. 1.1.1 sk. išnagrinėsime kainų dispersijos procesus ir apžvelgsime dažniausiai naudojamas teorijas šiai dispersijai paaiškinti. Atskirsime dvi skirtingas dinamikas: šokų metu pasireiškiančią dispersiją ir reguliarią dispersiją. 1.1.2 sk. analizuosime kainų rizikos modeliavimą, aptarsime taikomą Bajeso ARCH/GARCH modelį. Pristatysime jo algoritmą ir bendrą Bajeso statistikos principą.

1.1.1 Žemės ūkio kainų dispersijos priežastys

Grūdų kainos paprastai nėra stabilios ir dažnai svyruoja aplink savo vidurkį. Vienas iš labiausiai paplitusių šio svyravimo paaiškinimų yra vadinamoji Voratinklio teorema. Remiantis šia teorija galima teigti, kad grūdinių kultūrų auginimas turi būti planuojamas dar nežinant tikrosios paklausos. Augintojai savo sprendimus grindžia ankstesnių metų kainomis, dėl to netikslūs sprendimai dėl auginamų grūdinių kultūrų kiekio viename laikotarpyje gali

sukelti neteisingus kainų signalus kituose. Pavyzdžiui, jei ūkininkai vienais metais užaugina menką grūdų derlių, jų kaina kyla, todėl kitais metais jie sėja daugiau. Tačiau dėl reakcijos į aukštas kainas, kitame laikotarpyje grūdų pasiūla viršija paklausą ir kainos krenta. Šis procesas tęsiasi tol, kol kainų ir gamybos kreivės vėl pasiekia pusiausvyrą (Matsumoto, 1998). Vis dėlto, Waugh (1964) pažymi, kad tokia pusiausvyrą nebūtinai pasiekama. Kainų svyravimai gali likti pastovūs arba net didėti, priklausomai nuo kainų ir gamybos kreivių elastingumo. Jei gamybos kreivė yra elastingesnė nei kainų kreivė, rinka išlieka nestabili. Priešingai, jei kainų kreivė yra elastingesnė, rinka ilgainiui stabilizuojasi. Paprastai teigiama, kad žemės ūkio sektoriuje vyrauja pirmoji situacija, nes pasiūla yra labiau elastinga nei paklausa, todėl rinka galiausiai pasiekia pusiausvyrą (Aizenman ir Pinto, 2005). Taip pat, Matsumoto (1998) aiškina, kad žemės ūkio sektoriuje gamybos ir kainų kreivės yra netiesinės, o tai sukelia nereguliarius kainų svyravimus, kuriuos lemia ekonominiai veiksniai, darantys įtaką šioms funkcijoms. Nesunku pastebėti ir šios teoremos problemą. Jei šis modelis yra teisingas, ūkininkai reguliariai patirs daugiau nuostolių nei pelno, o tai priverstų daugumą ūkininkų bankrutuoti ir palikti žemės ūkio sektorių (Gouel, 2010).

Nors voratinklio teorija argumentuotai paaiškina kainų svyravimus, ji nėra vienintelis literatūroje aptinkamas paaiškinimas. Kita teorija, paremta racionaliais lūkesčiais, teigia, kad grūdų kainų dispersiją lemia realūs faktorių šokai (Gouel, 2010). Vadovaujantis šia teorija, reikia daryti prielaidą, kad žemės ūkio sektoriuje kainos svyruoja aplink vidurkį dėl spekuliacijų, nes kitų prekių kainos dažniausiai išlieka stabilios ir retai demonstruoja didelius kainų pokyčius. Gouel (2010) teigia, kad šių teorijų pritaikymas gali lemti skirtingas išvadas. Jei voratinklio teorija yra teisinga, tuomet valstybės intervencija į žemės ūkio sektorių yra pageidautina, nes kainų svyravimai kyla dėl neefektyvios rinkos savireguliacijos. Kita vertus, jei kainų dispersijos priežastis yra realūs šokai, toks procesas gali būti laikomas natūralia rinkos korekcija, o bet koks valstybės įsikišimas gali tik pabloginti situaciją. Nėra aišku, kuri teorija yra teisinga, todėl galima daryti prielaidą, kad egzistuoja abiejų teorijų kombinacija. Brock ir Hommes (1997) pateikia paaiškinimą, kaip šios dvi teorijos gali sąveikauti. Autoriai teigia, kad išliekant žemai kainų dispersijai, ūkininkai numato galimus pokyčius remdamiesi ankstesnėmis kainomis, nes jos yra lengvai prieinamos ir interpretuojamos, tačiau dažnai būna netikslios. Kai kainų dispersija padidėja, ūkininkai daugiau dėmesio skiria tikslioms prognozėms ir vadovaujasi racionaliais lūkesčiais. Toks modelis galėtų paaiškinti ryšį tarp voratinklio teorijos ir racionalių lūkesčių teorijos. Vis dėlto, šis modelis yra pernelyg sudėtingas, todėl šiame tyrime kainų svyravimai aplink vidurkį aiškinami vien racionaliais lūkesčiais. Nepaisant to, negalima paneigti, kad praktikoje netikslios kainų prognozės taip

pat daro įtaką kainų dispersijai.

Išnagrinėjus trumpalaikius svyravimus aplink vidurkį, būtina išanalizuoti ir reikšmingus kainų šuolius. Per nagrinėjamą laikotarpį, Europos Sąjunga susidūrė su trimis reikšmingais grūdų kainų šokais: 2007–2008 m., 2010–2011 m. ir 2021–2022 m. Šių šokų poveikis skirtingose šalyse skyrėsi, bet bendros tendencijos buvo panašios. Tai lemia tokie veiksniai, kaip pavyzdžiui, šalių priklausomybė nuo grūdų produkcijos ir jų auginamų grūdinių kultūrų kiekiai. Pirmąjį šoką, 2007–2008 m., Wiggins ir kt. (2010) aiškina keturiomis priežastimis: mažas derlingumas dėl gamtos stichijų ir gamybai panaudotų išteklių kainų augimo, paklausos šokas dėl aukštos infliacijos, eksporto draudimai ir grūdų rezervų apribojimai bei finansinių rinkų susilpnėjimas, susijęs su dolerio kurso kritimu. 2010–2011 m. kainų šokus, kaip pažymi Coulibaly (2013), lėmė etanolio kainų augimas dėl JAV reguliacijų, didėjantis mėsos vartojimas besivystančiose šalyse, sumažėjęs derlingumas dėl sausrų Rusijoje, Ukrainoje ir Kazachstane, bei dolerio kurso kilimas ir naftos kainų augimas. Nepaisant skirtingų priežasčių, abu autoriai nurodo bendrą tendenciją: kainų šokai kyla, kai grūdų rinką paveikia išoriniai veiksniai, dažnai susiję su finansų rinkų sutrikimais. Tokie veiksniai ilgainiui didina grūdų kainas ir mažina jų atsargas. Kainų šuolis paprastai įvyksta, kai grūdų rinkoje pasireiškia pasiūlos šokas, dažnai nulemtas nepalankių gamtinių sąlygų, tokių kaip sausras ar prasto derliaus. Ilgainiui susikaupęs spaudimas kainoms tampa nebecontroliuojamas, ypač dėl mažų rezervų kiekių. Tokios aplinkybės skatina šalis riboti eksportą ir grūdų rezervus, o tai dar labiau didina kainas. Ši analizė paaiškina kainų šokų mechanizmus ir bus taikoma tolimesniame tyrime. Svarbu pabrėžti, kad 2010–2011 m. kainų šokai Europos Sąjungoje užsitęsė iki 2013 m. Dilaver ir Dilaver (2022) teigia, jog tai yra įprastas reiškinys, nes žemės ūkis į rinkos pokyčius reaguoja lėtai.

Panašu, kad kainų dispersija gali būti paaiškinama dviem pagrindinėmis tendencijomis, kurios priklauso nuo skirtingų veiksnių. Trumpalaikiai kainų svyravimai aplink vidurkį dažniausiai aiškinami remiantis voratinklio arba racionalių lūkesčių teorija. Šiame tyrime vadovausimės tik racionalių lūkesčių teorija, nors toks pasirinkimas gali lemti mažesnę paaiškinamąją galią stabilios kainų dispersijos laikotarpiais. Kita vertus, mechanizmai, sukeliantys didelius kainų šuolius, dažniausiai priklauso nuo paklausos pokyčių ir finansų rinkos veiksnių. Nors šių veiksnių šiame darbe nenagrinėsime, tačiau atsižvelgdami į literatūros analizę, pasitelksime fiktyvius kintamuosius, skirtus įvertinti krizinių laikotarpių įtaką. Šie metodai turėtų padėti išvengti esminių problemų ir užtikrinti tikslesnį rezultatų interpretavimą.

1.1.2 Kainų rizikos modeliavimas

Kainų rizikai tirti buvo taikoma Bajeso statistika, kaip alternatyva klasikinei statistinei analizei. Šio metodo pagrindas yra Bajeso teorema, kuri leidžia įvertinti dviejų vienas nuo kito priklausomų įvykių tikimybę. Skaičiavimas pradedamas pasirenkant numanomas įvykių tikimybes, vadinamas apriorinėmis. Šios tikimybės priklauso tikimybių skirstiniui, tad atvejais, kai turime mažai arba visai neturime apriorinės informacijos, galime pasirinkti tokį tikimybių skirstinį, kuris smarkiai nepaveiks tolimesnių skaičiavimų. Pasirinktos apriorinės reikšmės lyginamos su turimais duomenimis ir sudaromos aposteriorinės tikimybės. Gavus pradinę aposteriorinę reikšmę, tyrimą galima kartoti su naujais duomenimis. Jei įvykis vėl pasikartoja, pasikeičia aposteriorinė reikšmė. Turėdami pakankamai duomenų apie įvykių pasikartojimą, galime rasti tikslias aposteriorines reikšmes ir būti užtikrinti dėl dviejų įvykių ryšio. Kitais žodžiais tariant, pradedame nuo numanomos apriorinės tikimybės ir kartojame tyrimą su naujais duomenimis tol, kol gauname patikimą aposteriorinę reikšmę. Šį metodą galime pritaikyti bet kokiai reikšmei, kurios tikrosios vertės nežinome – įskaitant ir modelio parametrus. Tad visiškai priešingai nuo tradicinės statistikos, naudojant Bajeso metodą, modelio parametrai laikomi atsitiktiniais dydžiais ir jų rezultatai pateikiami tikimybių skirstinyje naudojant aukščiau nurodytą metodą (Lynch, 2007). Nors metodas palyginti paprastas, jo praktinis taikymas reikalauja daug sudėtingų skaičiavimų, kuriems taikomos skirtingos technikos. Šis tyrimas naudoja HMC algoritmą, kuris generuoja parametrų reikšmes naudodamas Hamiltono dinamiką. Hamiltono lygtis apskaičiuoja parametrų gradientus, kurie nurodo kada aposteriorinės tikimybės didėja. Pasiūlyti parametrai formuoja Makrovo grandinę, pagal kurią atsirenkamos patikimiausios parametrų reikšmės. Toks būdas leidžia algoritmui skirti daugiausiai laiko ieškant labiausiai tikėtinų aposteriorinių tikimybių, taip palengvindamas modelio skaičiavimus (Liang ir kt, 2022). Bajeso statistika turi reikšmingų pranašumų prieš tradicinę didžiausios tikimybės funkciją. Pirma, modelio rezultatai suteikia daugiau informacijos, nes gaunamas pilnas tikimybių skirstinys, o ne vienas įvartis. Antra, į modelį galima įtraukti išankstinę informaciją apie numanomas funkcijos reikšmes. Tačiau pats didžiausias šio metodo privalumas yra tai, kad jis veikia su trumpomis imtimis ir gali būti taikomas sudėtingiems modeliams.

Nepaisant visų Bajeso statistikos privalumų, tokie modeliai literatūroje nėra dažnai sutinkami ir dar rečiau yra pritaikomi žemės ūkio kainų analizei. Dažnai literatūroje tyrimai analizuoja žemės ūkio kainas finansiniu požiūriu. Pavyzdžiui, Singvejsakul ir kt. (2021) analizuoja žemės ūkio kainų ateities kontraktus ir šių kontraktų ekstremumų taškus. Kita

populiari tema - žemės ūkio kainų priklausomybė nuo naftos kainų (Kapusuzoglu ir Ulusoy, 2015; Du ir kt., 2011). Nors šie tyrimai apžvelgia žemės ūkio produktų kainas, tačiau jų probleminiai klausimai yra itin siauri ir nėra tinkami mūsų temai. Viena išimtis galėtų būti Drachal (2019) tyrimas, kuriame autorius nagrinėja kviečių, sojų ir kukurūzų kainas nuo 1976 iki 2016m. naudodamas Bajeso statistiką ir DMA modelį. Šis modelis neturi vienos specifikacijos, jis pateikia daug skirtingų linijinių regresijų su įvairiais parametrais. Modeliams su geriausiomis prognozėmis priskiriami didesni svoriai. Galutinis DMA modelis - visų modelių prognozių svertinė suma. Tyrimo tikslas yra patikrinti daugybę skirtingų faktorių, darančių įtaką žemės ūkio produktų kainoms, ir nustatyti svarbiausius. Verta paminėti, kad faktorių svarba nustatoma ne pagal modelio rezultatus, o pagal tai, kaip dažnai faktoriai naudojami skirtinguose modeliuose. Autorius tyrime naudoja daugiau nei penkiolika skirtingų kintamųjų, skirstydamas juos į tris grupes: fundamentalius (produkcija, vartojimas, rezervai), makroekonominius (GDP, ekonominė veikla) ir finansinius (akcijų rinka, palūkanų normos). Naudojant tradicinius modelius su viena modelio specifikacija, būtų sunku patikrinti tokį kiekį kontrolinių kintamųjų, tačiau Bajeso statistika suteikia galimybę šią analizę atlikti. Negana to, lyginant su kontroliniais vieno vėlavimo ARIMA, NAİVE ir istorinio vidurkio modeliais, Bajeso statistinis modelis leidžia nustatyti patikimesnes prognozes. Sunku pateikti tyrimo išvadas, nes kiekviena grūdinė kultūra yra veikiamą skirtingų kontrolinių kintamųjų. Nepaisant to, autorius pastebi, kad ankstyvuosius analizės laikotarpius tikslingiausia modeliuoti fundamentaliais veiksniais, o vėlesnius laikotarpius - finansiniais. Kviečių kainoms didžiausią įtaką daro energijos kainos, o kukurūzų kainoms - finansiniai kintamieji. Šios grūdinės kultūros yra analizuojamos ir šiame darbe, taigi tyrimas ne tik pademonstruoja Bajeso statistikos naudą nagrinėjant grūdų kainas, bet ir suteikia vertingų įžvalgų tolimesnei empirinei analizei.

Bajeso modeliai taip pat yra naudojami rinkos analizei. Pagrindinis rizikos matas yra dispersija, o jos analizei dažniausiai naudojami ARCH/GARCH arba SV modeliai. ARCH/GARCH modeliuose dispersija yra deterministinė funkcija, priklausanti nuo vėlavimų inovacijų kvadratuose. SV modeliuose dispersija priklauso nuo tam tikro paslėpto stochastinio proceso. Bajeso rizikos modeliai su SV algoritmais literatūroje yra aptinkami dažniau. Taip yra tiek dėl platesnių jų taikymo galimybių, tiek dėl to, kad jų įvertinimas didžiausio tikėtinumą metodu yra sudėtingas (Du ir kt., 2011). Nepaisant to, šiame tyrime pasirinkta naudoti ARCH/GARCH tipo modelius, nes nors SV modeliai dažnai užtikrina geresnius rezultatus, jų interpretavimas yra sudėtingesnis. Shiferaw (2018) atliko platų grūdinių kultūrų kainų tyrimą, kuriame pritaikė skirtingas GARCH modelio specifikacijas

nagrinėjant kukurūzų, kviečių, saulėgrąžų ir sorgo kainas nuo 2007 iki 2016m. Šiaurės Afrikoje. Tarp sudarytų modelių autorius naudojo ir Bajeso GARCH, MS-GARCH, EGARCH, GJR-GARCH modelius su skirtingais tikimybių skirstiniais, o parametrų įvertinimui naudotas MCMC algoritmas. Autorius šiuose modeliuose nenaudojo apriorinių reikšmių, tad modeliai suteikė visoms reikšmėms lygias pradines tikimybes. Toks pasirinkimas netrukdo gauti rezultatų, tačiau padidina jų standartinę deviaciją. Tyrimo išvados parodė, kad nors skirtingoms gūdinėms kultūroms tirti geriausia naudoti skirtingus GARCH modelius, tačiau Bajeso MS-GARCH modelis pateikė patikimus rezultatus daugumai nagrinėtų grūdų. Šis tyrimas atskleidžia, kad Bajeso modeliai yra tinkami ne tik kainų rizikai vertinti, bet šiame kontekste ir grūdų kainoms analizuoti.

Taigi, nors žemės ūkio kainų analizė ir kainų rizika nėra svetimos Bajeso statistikai, šios temos literatūroje nėra plačiai nagrinėjamos ir autorių žiniomis, iki šiol neegzistuoja tyrimų, analizuojančių grūdų kainų rizikos priklausomybę nuo kontrolinių kintamųjų. Būtent tai atliekame šiame tyrime. Analogiškai Drachal (2019) tyrimui, nagrinėsime didelį kiekį kontrolinių kintamųjų, tačiau analizuosime ne jų įtaką vidurkiui, o dispersijai. Šiam tikslui pasiekti pasitelksime Shiferaw (2018) tyrime naudotus modelius, pritaikant tam tikras modifikacijas. Pirma, tyrime naudosime fiktyvius kintamuosius, o ne Markovo grandines. Taip nuspręsta, kadangi susiduriame su daug trumpesnėmis duomenų eilutėmis, kurių recesijų laikotarpiai žinomi. Antra, norėdami pagerinti modelio patikimumą, naudosime HMC algoritmą. Nepaisant šių pakeitimų, šis tyrimas vis tiek sudarys Bajeso ARCH/GARCH tipo modelius, tačiau juos naudos nagrinėjant kontrolinių faktorių poveikius žemės ūkio sektoriaus kainų rizikai.

1.2 Žemės ūkio produktų kainų funkcija ir jos veiksniai

Šis skyrius skirtas nepriklausomų kintamųjų analizei, siekiant nuosekliai išnagrinėti kainų funkciją ir kiekvieną jai įtaką darantį veiksni atskirai. 1.2.1 sk. pateiksime bendrą kainų funkcijos formą, aptarsime jos struktūrą bei svarbiausias savybes. 1.2.2–1.2.6 dalyse išsamiai išanalizuosime pagrindinius veiksnius, kurie daro įtaką kainų funkcijai. Įvardinsime kainų vidurkį ir dispersiją lemiančius veiksnius. Šie veiksniai bus nagrinėjami tokia eilės tvarka: klimato poveikis, kenkėjų ir ligų daroma žala, valstybės politika, gamybai panaudotų išteklių kainos, pasėlių dydis ir rezervų kiekis. 1.2.7 sk. aptarsime likusius kintamuosius, kurių neįtraukiame į kainų funkciją. Kiekvieną iš šių kintamųjų detalai apibūdinsime, siekiant

suprasti jų individualų ir tarpusavio poveikį kainų funkcijai.

1.2.1 Kainų funkcija

Daugybė veiksnių daro įtaką žemės ūkio produktų kainoms. Šie veiksniai įvairiu mastu pasireiškia skirtinguose žemės ūkio grandinės segmentuose. Norint nuspręsti, kurie iš šių veiksnių svarbūs kainų rizikos vertinimui, toliau tyrime nagrinėsime gamintojų kainų funkciją. Market Information Organization of the Americas (2017) teigia, kad gamintojų kainų funkcija yra tiksliausiai nustatoma naudojantis žemiau nurodyta forma su paaiškinamaisiais kintamaisiais:

$$P = f(Q, P_{imp}, T, CI, P_c, P_a, R, N, G, Exp)$$

Q = Kiekis; P_{imp} = Gamybai panaudotų išteklių; T = Technologinė kaita; P_a = Pakaitalai;

P_c = Konkurencija dėl išteklių; CI = Klimato, kenkėjų ir ligų žala; N = Pasėlių dydis

R = Grūdų rezervai; G = Valstybinė politika; Exp = Gamintojų lūkesčiai

Bendrai šioje funkcijoje kainos priklauso nuo dešimties faktorių, kurių visų įtraukimas nėra reikalingas šiam tyrimui ir tik sukeltų multikolinearumo bei perdėtos specifikacijos problemų. Kaip matome, ši funkcija priklauso nuo trumpalaikių ir ilgalaikių veiksnių. Autoriai siūlo valstybės politiką vertinti kaip trumpo laikotarpio kintamąjį, nes ji reaguoja į tam tikrus šokus. Technologinę kaitą, kiekį ir konkurenciją dėl išteklių būtų galima priskirti prie ilgo laikotarpio kintamųjų – struktūrinių faktorių. Dėl trumpų duomenų eilučių neturime galimybės išnagrinėti struktūrinių faktorių ir analizėje įtrauksime tik trumpo laikotarpio kintamuosius. Kiti kintamieji, tokie kaip gamintojų lūkesčiai, rezervų kiekis ar pakaitalų kainos, negali būti įtraukti dėl duomenų stokos. Todėl tyrime analizuojama tik dalis kainos funkciją lemiančių veiksnių. Nepaisant to, ši funkcija yra puiki įžanga, bandant nustatyti visus pagrindinius trumpalaikius faktorius, lemiančius kainų nuokrypius nuo vidurkio.

Verta atkreipti dėmesį, kad galutinę kainą rinkoje lemia pasiūlos ir paklausos kreivių susikirtimo taškas. Market Information Organization of the Americas (2017) pateikta formulė aprašo tik ūkininkų pasiūlos kreivę, tačiau kainų pokytį taip pat gali nulemti ir išaugusi paklausa. Norint geriau išnagrinėti ryšį tarp šių dviejų kreivių, verta analizuoti paklausos

elastingumą. Aizenman ir Pinto (2005) savo tyrime pažymi, kad trumpuoju laikotarpiu žemės ūkio produktų paklausos elastingumas yra mažas, nes šie produktai dažnai sudaro tik nedidelę dalį galutinių prekių sudėties. Dilaver ir Dilaver (2022) ištyrė, kad elastingumas besivystančiose šalyse gali siekti 1 proc., tačiau išsivysčiusiose šalyse jis turėtų būti ženkliai mažesnis. Panašias išvadas pateikė ir Huang ir Durón-Benítez (2015), kurie nagrinėjo Kosta Rikos, Salvadoro, Gvatemalos, Hondūro ir Nikaragvos kainų elastingumą sūriui ir pienui tarp 1994 m. ir 2012 m. Autoriai nustatė, kad sūrio paklausos elastingumas svyravo nuo 0,23 Gvatemaloje iki 0,94 Salvadore, su viena išimtimi Kosta Rikoje. Šios šalies koeficientas buvo neigiamas, o tai patvirtina Gifeno prekės efektą. Pieno paklausos elastingumas svyravo nuo 0,24 Hondūre iki 0,44 Nikaragvoje, tačiau pieno elastingumo analizei atlikti buvo analizuojama mažiau šalių. Iš šių tyrimų galima daryti dvi išvadas. Pirma, paklausa yra neelastinga. Antra, yra pagrindo manyti, kad paklausos elastingumas yra mažesnis pradinėms gamybos prekėms (pienas), nei iš jų pagamintiems produktams (sūris). Šiame tyrime nagrinėjami grūdai patenka į būtinųjų prekių kategoriją ir yra pradinės gamybos prekės. Tikėtina, kad šių prekių paklausa yra ne tik neelastinga, bet ir turi labai mažą elastingumo koeficientą. Todėl galima teigti, kad paklausos kreivė neturės reikšmingo poveikio galutinėms kainoms, todėl jos įtraukimas į modelį nėra būtinas. Nors ši išvada ne visais atvejais yra teisinga, ji padės supaprastinti tolesnį tyrimą. Tačiau jei atsirastų pagrindo tikėtis didelių paklausos šokų tam tikrais laikotarpiais, interpretuojant duomenis reikės tai įvertinti.

Apžvelgę gamintojų kainų funkciją, toliau galime pasirinkti reikšmingiausius Market Information Organization of the Americas (2017) pateiktus kintamuosius ir juos išanalizuoti. Ši analizė leis pastebėti kintamųjų tendencijas ir įvertinti jų poveikį, kurį taip pat tikimės patvirtinti šiame tyrime. Remiantis šiais duomenimis, bus suformuota kainų funkcija, kuri ne tik padės tiksliai nustatyti kainų dispersijos priežastis, bet ir dėl jos kylančią kainų riziką. Analizę pradėsime nuo kainų vidurkį veikiančio kintamojo – klimato, kenkėjų ir ligų žalos. Tada išnagrinėsime kitus keturis kintamuosius, darančius įtaką kainų dispersijai.

1.2.2 Klimato, kenkėjų ir ligų žala

Market Information Organization of the Americas (2017) šį kintamąjį įvardina kaip darantį žalą grūdams bei atsirandantį dėl nenumatytų veiksnių. Dažniausiai šie veiksniai pasireiškia dėl klimato pokyčių, kenkėjų ar ligų daromos žalos. Šis kintamasis yra platus, tad literatūroje jis analizuojamas įvairiais aspektais. Dėmesys dažniausiai skiriamas pasaulinio atšilimo poveikiui grūdų produkcijai ir kainoms. Yuan ir kt. (2024) teigia, kad nuo 1850 m.

temperatūra vidutiniškai kilo 0,06 °C per dešimtmetį, tačiau nuo 1982 m. šis procesas trigubai paspartėjo. Toks pokytis lemia dažnesnius ekstremalius orus, nepastovų lietingumą, sausras ir potvynius, kurie trikdo ekologinį balansą, sunkina kenkėjų kontrolę, mažina žemės derlingumą ir prieinamumą. Autorius teigia, kad daugelyje regionų šie efektai sumažina grūdų produkciją 7–23 proc. Beillouin ir kt. (2020) pastebi, kad klimato pokyčių žala yra eksponentinė – nedideli temperatūros svyravimai turi mažesnę poveikį, tačiau viršijus tam tikrą intervalą, pasėliai produktyviai nebeauga, todėl žala yra žymiai didesnė. Kita literatūroje plačiai nagrinėjama tema yra kenkėjų daroma žala. Kenkėjai yra skirstomi į tris grupes: gyvūnus kenkėjus, augalų patogenus ir piktžoles. Manoma, kas šie kenkėjai sumažina grūdų derlių vidutiniškai 20–40 proc. Be to, nuostoliai gali būti ne tik kiekybiniai, bet ir kokybiniai – grūdų maistinė vertė mažėja, tačiau kokybinį praradimą įvertinti sudėtinga (Savary ir kt., 2012). Oerke (2005) detaliau analizavo kenkėjų žalą grūdinių kultūrų derlingumui. Jis nustatė, kad kviečių derlių labiausiai mažina piktžolės ir patogenai, kartu padarydami iki 40 proc. nuostolių kai kuriuose regionuose. Gyvūnai kenkėjai ir ligos turi mažesnę poveikį. Kukurūzų derlių piktžolės sumažina apie 5 proc., o kiti veiksniai neturi reikšmingos įtakos. Autorius netyrė rapsų ir miežių, o šios grūdinės kultūros taip pat yra reikšmingos šiam tyrimui. Tačiau galima pastebėti, kad kenkėjų sukeliama žala skirtingoms grūdinėms kultūroms yra nevienoda. Nepaisant aiškaus poveikio grūdų produkcijai, šiame tyrime pasaulinio atšilimo efektas ir kenkėjų daroma žala laikomi sisteminiiais ir ilgalaikiais procesais, kurių ištirti negalime. Visgi, verta pastebėti, kad šie efektai mažina produkciją ir turi įtakos grūdų kainoms.

Šiame tyrime dėmesys skiriamas trumpalaikiams klimato pokyčiams, kurių svyravimai tiesiogiai veikia metinį derlių ir kainų vidurkį. Literatūroje dažnai aptinkami du pagrindiniai kintamieji naudojami šiai analizei atlikti: lietingumas ir temperatūra. Beillouin ir kt. (2020) nagrinėjo šių kintamųjų poveikį grūdinių kultūrų auginimui 17 Europos Sąjungos šalių. Nors galutiniuose modeliuose šie kintamieji atskirai paaiškino tik 10–20 proc. grūdų derliaus pokyčio, tam tikrais sezonais jų derinys turėjo didelę paaiškinamąją galią. Negana to, atliktame tyrime nustatytos bei apibūdintos optimalios grūdų auginimo sąlygos. Autorių analizė parodė, kad Šiaurės Europoje didžiausi neigiami derliaus šokai įvykdavo, kai pavasario temperatūra nukrisdavo žemiau 11 °C arba pakildavo virš 16 °C, o lietingumas vasarą viršydavo 3 mm per dieną. Rytų Europoje šokai buvo susiję su vasaros temperatūra, jei ji pakildavo virš 24 °C ir lietingumu, jei jis padidėdavo virš 5 mm per dieną. Neigiami efektai taip pat pasireikšdavo esant mažam lietingumui pavasarį ar žiemą, kai temperatūra

būdavo žemesnė nei 0 °C, nors Šiaurės Europoje tokie efektai nebuvo reikšmingi. Vakarų Europoje derliaus mažėjimas priklausė nuo mažesnio lietingumo (mažiau nei 1 mm per dieną) pavasarį ir vasarą, bei temperatūros virš 16 °C. Pietų Europoje pagrindinį neigiamą poveikį darė mažas lietingumas žiemą ir pavasarį, bei aukšta pavasario temperatūra, nors aukšta žiemos temperatūra šiame regione derlių padidindavo. Optimali vasaros temperatūra, pasak autorių, yra tarp 26 ir 32 °C. Autorių modeliai vidutiniais laikotarpiais paaiškino apie 34 proc. produkcijos skirtumų, o ekstremaliais šokų laikotarpiais šis rodiklis pakilo iki 50 proc. Rezultatai patvirtina, kad klimato veiksniai, ypač lietingumas ir temperatūra, yra svarbūs grūdų derliui, tad kartu ir kainai. Kiti tyrimai taip pat demonstruoja šių veiksnių svarbą. Matiu ir kt. (2017) patvirtina temperatūros, o Geneti (2019) lietingumo daromą įtaką grūdinių kultūrų derlingumui. Visgi, šie tyrimai analizuoja trumpalaikių klimato pokyčių efektus kainų vidurkiams, o ne dispersijai. Tai nereiškia, kad kintamieji negali turėti įtakos ir kainų dispersijai, tačiau literatūroje nepavyko rasti aiškos teorijos, siejančios klimatą su kainų rizika. Dėl šios priežasties toliau tyrime įtrauksime lietingumo ir temperatūros pokyčių kintamuosius tik į kainų vidurkio modelį.

1.2.3 Valstybės politika

Vienas iš svarbiausių veiksnių, lemiančių kainų funkcijos dispersiją, yra valstybės politika. Didžiausią įtaką kainoms valstybė gali daryti per tiesioginę intervenciją. Kai kurios šalys siekia izoliuoti savo rinkas nuo tarptautinių kainų svyravimų grūdų rinkoje, taikydamos tiesioginę kainų kontrolę, reguliuojant rezervų, importo ir eksporto kiekius tol, kol užtikrinama norima kaina. Tokia politika dažnai taikoma planinės ekonomikos sistemose arba besivystančiose šalyse, tokiose kaip Kinija, tačiau ji nėra plačiai taikoma Europos Sąjungoje (Fan ir kt., 2023; Gerrard ir Roe, 1983). Europos Sąjungoje valstybės intervencija vykdoma išleidžiant teisės aktus, kuriais reglamentuojami žemės ūkio produktų kokybės, dydžio, formos ir kiti standartai, bei subsidijos. Šiame tyrime nėra galimybių išsamiai analizuoti pirmosios rūšies intervencijų, kurios labiau tinka aprašomajam tyrimui, tačiau galima nagrinėti subsidijų poveikį. Verta paminėti, kad subsidijos ir mokesčių lengvatos dažnai veikia pagal panašius mechanizmus ir pasiekia vienodus rezultatus, tačiau subsidijos yra didesnės, todėl šiame skyriuje joms skirsime daugiau dėmesio. Kumbhakar ir Lien (2010) išskiria du subsidijų tipus: priklausančias ir nepriklausančias nuo pagaminamo kiekio. Autorius aiškina, kad pirmosios dažnai turi neigiamų pasekmių kainoms ir laikomos mažiau efektyviomis. Būtent todėl Europos Sąjungoje daugiausia naudojamos subsidijos,

nepriklausančios nuo gamybos apimties. Tradiciniai modeliai teigia, kad tokios subsidijos sumažina gamybos kaštus, todėl mažina kainas ir didina pasiūlą. Vis dėlto, subsidijų poveikio mechanizmai dažnai yra sudėtingesni, nei numanoma tradiciniuose modeliuose, tad jų poveikis kainoms ne visada atitinka pradinį lūkesčius (Ciaian ir kt., 2021).

Nors subsidijos daro įtaką kainų dispersijai, jos gali paveikti ir kainų vidurkį. Vienas iš būdų - jų poveikis efektyvumui. Teoriškai manoma, kad kuo efektyvesnė ūkių veikla, tuo daugiau grūdų ūkiai galės pagaminti, sunaudodami mažiau išteklių, o tai turėtų sumažinti bendras rinkos kainas. Tačiau ryšys tarp efektyvumo ir subsidijų nėra paprastas. Kumbhakar ir Lien (2010) teigia, kad subsidijos daugeliu atvejų skatina naujų technologijų diegimą, leidžiantį dirbti našiau. Vis dėlto, kyla empirinis klausimas - ar naudodami pažangesnes technologijas ūkininkai orientuosis į pasėlių ploto plėtimą bei produktyvesnį darbą, ar jie rinksis ilgesnį laisvalaikį ir alternatyvią veiklą. Autorių tyrimas Norvegijoje parodė, kad pastarasis variantas yra labiau tikėtinas - subsidijos sulėtina ūkininkų produktyvumą. Bojnec ir Latruffe (2012) ištyrė, kad Slovėnijoje yra panaši situacija. Jie nustatė, kad ūkininkams užsitikrinus tam tikrą grąžą per subsidijas, pastarieji mažiau stengėsi efektyviai mažinti gamybai panaudotų išteklių kainas, todėl subsidijos turėjo neigiamą poveikį efektyvumui. Tačiau ne tik sumažėjęs efektyvumas kelia problemų: remiantis Floyd (1965), subsidijų suteikimas didina mažiau elastingų gamybos veiksnių kainas. Žemė, kaip vienas mažiausiai elastingų gamybos faktorių, sulaukė ypatingo dėmesio daugybėje tyrimų. Ciaian ir kt. (2021) atliko išsamią literatūros apžvalgą šia tema. Autoriai nustatė, kad iš 719 tyrimų apie žemės kainų pokyčius dėl suteiktų subsidijų, 62 proc. rado teigiamą poveikį, 6 proc. – neigiamą, o 32 proc. nerado jokio ryšio. Tyrimai, nustatę teigiamą poveikį, vidutiniškai parodė, kad nuomojamos žemės renta padidėja 33 proc., o nuosavos žemės vertė – 12 proc. suteiktos subsidijos dydžio. Vidutiniškai Europos Sąjungoje nuomojama apie 50 proc. žemės, tačiau skirtingose valstybėse šis rodiklis labai varijuoja. Pavyzdžiui, Airijoje nuomojama tik 18 proc., o Slovakijoje – net 91 proc. žemės. Kadangi nuomojamos ir nuosavos žemės kiekis skiriasi, todėl ir subsidijų efekto dydis šalyse skiriasi. Nepaisant to, dėl subsidijų išauga žemės kainos, o tai kelia kainas ir galutiniam produktams. Apibendrinus, radome du mechanizmus per kuriuos grūdų kainos padidėja dėl išaugusių subsidijų. Visgi, manoma, kad šis kainų padidėjimas bus mažesnis už absoliutų atpigusių gamybos veiksnių poveikį. Todėl galutinis efektas mažins kainų vidurkius, tačiau mažiau nei tikėtasi.

Aukščiau atlikta analizė atskleidžia subsidijų poveikį kainų vidurkiams, tačiau šiame tyrime didesnis dėmesys skiriamas kainų dispersijai. Matsumoto (1998) atliko tyrimą,

analizuodamas, kaip subsidijos veikia gamybą, o kartu ir dispersiją. Autorius teigia, kad subsidijų dydžiai yra skiriami kaip atsakas į gamybos šokus: kai siekiama padidinti gamybą, subsidijos didinamos, o kai siekiama ją sumažinti – mažinamos. Dėl to stipri valstybės intervencija gali padėti reguliuoti grūdų produkciją aukštų svyravimų metu ir taip išvengti staigių kainų šuolių. Kita vertus, tokia intervencija gali sukelti neteisingus kainų signalus ir padidinti bendrą dispersiją. Norėdamas atskleisti pilną efektą, autorius simulavo ūkinės rinkos modelį, kuriame buvo keičiama subsidijų intervencijos politika. Rezultatai parodė, kad esant stipriai valstybės intervencijai, grūdų kiekiai rinkoje dažnai svyruoja aplink vidurkį, tačiau stiprių šokų išvengiama. Priešingai, silpnos intervencijos atveju, mažų svyravimų pasitaiko rečiau, tačiau dideli šokai nutinka dažniau. Mišrios intervencijos atveju, kai dviejų skirtingų subsidijų koeficientai pasirenkami atvirkščiai, rezultatai svyruoja nuo visiško stabilumo iki visiškai neprognozuojamos dispersijos. Nors šis tyrimas neatskleidžia tikslaus subsidijų poveikio dydžio dispersijai, autorius parodo, kad subsidijų suteikimas mažina aukštą dispersiją. Kadangi dauguma rizikos valdymo modelių aukštą dispersiją įvardina kaip pavojingesnę, toks efektas laikomas pageidaujamu (Zhang ir Wang, 2010). Yang ir kt. (2001) taip pat įrodė, kad valstybės intervencija padeda mažinti kainų dispersiją. Autoriai nagrinėja 1996 FAIR akto poveikį kukurūzų, avižų, kviečių, medvilnės ir sojos kainų dispersijoms naudojant ARIMA – GARCH modelį. FAIR akto tikslas yra liberalizuoti grūdų rinką, sumažinant valstybės paramos vaidmenį. Autoriai tikrina dispersiją prieš ir po akto įvedimo ir nustato, kad liberalizuotoje rinkoje didžiojoje dalyje modelių grūdų dispersija aukštesnė. Kartu šie tyrimai ne tik leidžia suformuoti teoriją kaip valstybės intervencija veikia grūdų kainų riziką, bet ir suteikia empirinio pagrindo šiai teorijai. Remdamiesi išanalizuota literatūra, šiame tyrime įtrauksime valstybės intervencijos poveikį tik į dispersijos lygtį, nors tikėtina, kad subsidijos veikia ir kainų vidurkius.

1.2.4 Gamybai panaudotų išteklių kainos

Norint apskaičiuoti gamybai panaudotų išteklių kainas, Kleinhanß ir kt. (2011) analizavo Farm Accountancy Data Network (FADN) apklausų duomenis, kurie buvo surinkti Europos Sąjungoje. Šios apklausos apima apie 14 milijonų ūkių kasmet. Taikydami bendrą produkcijos kaštų modelį (GECOM), autoriai nustatė kviečių, kiaulių ir pieno kaštus 10 Europos Sąjungos valstybių ir Jungtinėje Karalystėje laikotarpiu nuo 1999 m. iki 2007 m. Tyrimo rezultatai parodė, kad gamybai panaudotų išteklių kainų poveikiai skirtingose šalyse

yra panašaus masto, tačiau pasižymi skirtingomis tendencijomis. Pavyzdžiui, Vokietijoje kviečių kaštai nuo tyrimo laikotarpio pradžioje buvusių 250 eurų už hektarą išaugo iki 420 eurų už hektarą laikotarpio pabaigoje. Iš šios sumos apie 150 eurų už hektarą sudarė nusidėvėjimo kaštai, o energijos ištekliai svyravo tarp 50 ir 90 eurų už hektarą. Prancūzijoje kviečių kaštai buvo panašūs į Vokietijos tyrimo laikotarpio pradžioje, tačiau liko stabilūs viso laikotarpio metu, be reikšmingo augimo. Tuo tarpu Ispanijoje, Vengrijoje ir Lenkijoje kaštai buvo mažiausi – siek tiek daugiau nei 200 eurų už hektarą, o per laikotarpį kilo tik nežymiai. Norint palengvinti šių duomenų lyginimą, autoriai nurodė, kokią galutinio produkto dalį sudaro šių gamybos išteklių kaštai. Vidutiniškai, remiantis autorių skaičiavimais, gamybai panaudotų išteklių kainos sudaro apie 70 proc. galutinio produkto kainos. Tačiau kai kuriose šalyse, pavyzdžiui, Prancūzijoje ar Italijoje, tam tikrais laikotarpiais, kaštai viršija galutinę kainą, o tai rodo, jog be subsidijų šios kultūros apskritai nebūtų auginamos. Šias išvadas patvirtina ir kiti šaltiniai, teigiantys, kad vien trąšos sudaro apie 35 proc. gamybos kaštų („Impacts and Repercussions of Price Increases on the Global Fertilizer Market“, 2022). Nors ši metodika nėra tinkama šiam tyrimui, nes FADN apklausų rezultatai negali būti naudojami agreguotų duomenų analizei, tačiau tyrimo rezultatai suteikia bazinį pagrindą nustatyti poveikio dydžiui.

Naftos kainos yra taip pat dažnai naudojamos vertinant gamybai panaudotų išteklių kainas, kaip alternatyvus jų pokyčių rodiklis. Nafta daro tiesioginį poveikį trąšų, pesticidų ir transporto kainoms, todėl ji laikoma puikiu rodikliu bendroms gamybai panaudotų išteklių kainoms (Chen ir kt., 2010). Baffes (2007) analizavo naftos kainų poveikį 35 skirtingoms prekių grupėms, laikotarpiu nuo 1960 iki 2005 metų. Rezultatai atskleidė, kad didžiausias poveikis pasireiškė pesticidų kainoms – naftos kainai pakilus apie 1 proc., jų indeksas padidėjo 0,33 proc. Antroje vietoje buvo žemės ūkio prekės, kurių kainų pokytis siekė 0,17 proc., kas rodo tam tikrą kaštų persidavimą galutiniam produktui. Koks tiksliai kaštų persidavimas galimas galutinėms grūdų kainoms nustatyti yra sunku, nes nežinomi visi naftos kainų mechanizmai, tačiau besivystantis žemės ūkio sektorius vis mažiau priklauso nuo darbo jėgos ir vis daugiau – nuo energijos kaštų, todėl naftos svarba auga (C. Zhang ir Qu, 2015). Visgi akivaizdu, kad naftos ir gamybos išteklių kainos nėra vienetinio elastingumo, o poveikio dydis yra bent kelis kartus mažesnis. Tokie rezultatai parodo, kad nors naftos kainos yra tinkamas pokyčių rodiklis, tačiau netikslus. Bendrai faktas, kad naftos kainos yra tinkamas pakaitalas gamybai panaudotų išteklių kainoms yra parankus. Tiesioginis gamybos išteklių poveikis grūdų kainų rizikai literatūroje analizuojamas retai, tačiau naftos kainų

poveikis tiriamas dažnai. Alom ir kt. (2011) tyrinėja naftos kainų poveikį maisto gamintojų kainų indeksui 8 skirtinguose Azijos ir Okeanijos šalyse nuo 1995 iki 2010 m. Autorius naudoja skirtingus GARCH tipo modelius, tad analizuoja kainų riziką. Modelio rezultatai suteikė tris svarbias išvadas. Pirma, Grangerio priežastinio ryšio testas parodė, kad naftos kainos daro įtaką maisto prekių kainų rizikai, bet neatvirkščiai. Antra, autoriai nustatė, kad 1 proc. naftos kainų pokytis paveikia dispersijos parametą tarp 0.1 ir 0.4, priklausomai nuo šalies. Trečia, pastebėta, kad nuo 2001m. naftos kainos turi aukštesnį bendrą poveikį kainų rizikai. Siarni-Namini (2019) ir Lu ir kt. (2019) taip pat nustatė naftos kainų poveikį grūdų kainų rizikai. Taigi akivaizdu, kad naftos kainos ir kainų dispersija turi teigiamą ryšį. Jei ryšis tarp šių kintamųjų egzistuoja, galima tikėtis panašaus, bet mažesnio ryšio ir tarp kainų rizikos bei kitų gamyboje naudojamų išteklių kainų.

Šiame tyrime pasirinkta naudoti tiesiogines gamyboje naudojamų išteklių kainas, o ne naftos kainas. Taip nuspręsta, norint gauti tikslios informacijos apie gamyboje naudojamus išteklius, o ne tik bendrą tendenciją. Toks metodas kelia savų sunkumų – ūkiai susiduria su dideliu gamybos kaštų kiekiu, o skirtingose šalyse šių kaštų efektai reikšmingai skiriasi. Pavyzdžiui, Kleinhanß ir kt. (2011) savo tyrime analizavo daugiau nei 16 skirtingų gamybos išteklių, iš kurių didžiausi buvo sėklos, trąšos ir gamybos priemonių nuvertėjimas. Kitoje analizėje Ericsson ir kt. (2009) nagrinėjo tik 10 gamybos išteklių kaštų, įskaitant gamintojų rizikos premiją ir alternatyviųjų galimybių kaštus žemės naudojimui. Nepaisant skirtumų metodikose, abu autoriai nustatė, kad trąšos ir transporto išlaidos išlieka vienomis reikšmingiausių gamybos kaštų, sudarančių daugiau nei penktadalį bendrų išlaidų. Šiame tyrime pasirinkta įtraukti sėklų, energijos, augalų apsaugos (fungicidų, insekticidų) ir ūkio technikos bei infrastruktūros kainų pokyčius. Nors literatūroje matėme ir kitų svarbių gamyboje naudojamų išteklių, tačiau jie neįtraukti dėl agreguotų duomenų ribotumo arba statistinių problemų. Net ir turint visus duomenis, jų nešališkumas gali būti sunkiai užtikrinamas, nes gamybos išteklių kaštai tiesiogiai priklauso nuo tokių veiksnių, kaip infliacija ar paklausa tam tikroms kultūroms, o tai gali sukelti problemų modeliuojant. Nepaisant to, šiame tyrime laikomės prielaidos, kad gamybai panaudotų išteklių kainos veikia grūdines kultūras tiesiogiai ir nėra šališkos išoriniams veiksniams, tad yra tinkamos kainų dispersijai modeliuoti.

1.2.5 Pasėlių dydis

Kitas dažnai naudojamas kintamasis kainų dispersijai ir vidurkiui nagrinėti yra pasėlių dydis. Šis kintamasis parodo, kiek bendro pasėlių ploto yra skiriama apsėti viena grūdine kultūra, ir yra naudojamas ūkininkų specializacijos ir diversifikacijos lygiams matuoti. Aukšta šio kintamojo reikšmė rodo, kad auginama daug vienos rūšies kultūros, palyginti su kitomis, o tai atspindi aukštą specializacijos lygį. Tuo tarpu maža šio kintamojo reikšmė rodo, kad viena kultūra nedominuoja, todėl pasireiškia diversifikacijos efektas. Manoma, kad siekiantys didesnio pelno ūkininkai dažniausiai specializuojasi gamyboje, tuo tarpu ūkininkai, kurie nori sumažinti riziką, renkasi diversifikaciją. Valdžios politika taip pat daro reikšmingą įtaką ūkių specializacijos ir diversifikacijos pasirinkimams, nes šie pasirinkimai priklauso nuo išteklių prieinamumo ir galimybių juos efektyviai panaudoti (Sichoongwe ir kt., 2014). Europos Sąjunga jau seniai remia vidutinio dydžio ūkius. Staniszewski ir Borychowski (2020) pastebi, kad maži ūkiai gauna santykinai daugiau paramos nei dideli. Jie nurodo, kad 2013–2020 m. laikotarpiu Europos Sąjunga mažiausiai 5 proc. sumažino subsidijas ūkiams, kurių paramos suma viršijo 150 tūkst. eurų. Nuo 2021 m. ši riba sumažinta iki 60 tūkst. eurų, o maksimali subsidijų suma vienam ūkiui apribota iki 100 tūkst. eurų. Tokios politikos tikslas – skatinti vidutinio dydžio ūkių plėtrą, siekiant balanso tarp aukštos rizikos (dėl specializacijos) ir mažo pelningumo (dėl diversifikacijos).

Siekiant visapusiškai paaiškinti, kaip pasėlių dydžio kintamasis veikia kainas, pirmiausia nagrinėjamas specializacijos efektas. Šis efektas tiesiogiai susijęs su grūdų kainos vidurkiu. Lansink ir kt. (2014) teigia, kad vienos grūdinės kultūros specializacija gamyboje padeda ūkininkams pasinaudoti masto ekonomika ir ugdyti įgūdžius, leidžiančius efektyviau auginti pasirinktą kultūrą. Nagrinėdami Olandijos ūkių specializaciją 1995–1999 m. laikotarpiu, autoriai nustatė, kad ūkininkai, diversifikuojantys pasėlius, dažniausiai susiduria su pastovia ar net mažėjančia masto grąža. Priešingai, ūkininkai, auginantys vieną grūdinę kultūrą, dažniausiai patiria didėjančią masto grąžą. Tyrimas taip pat parodė, jog ūkių dydis yra svarbiausias masto ekonomikos prognozavimo veiksnys. Didesni ūkiai yra labiau linkę specializuoti gamybą nei mažesni. Autorių nuomone, masto ekonomika padidina ūkių našumą iki 40 proc., skatindama efektyvesnę išteklių paskirstymą, naujų technologijų diegimą, bei greitesnę gamybos veiksmų, tokių kaip pesticidai ir trąšos, pritaikymą. Kiti tyrimai taip pat patvirtina, kad didesnė specializacija lemia masto ekonomikos naudą (Singbo ir kt., 2013). Vis dėlto, literatūroje nesutariama dėl tikslų šio mechanizmo veiksmų. Pavyzdžiui, Weiss ir Briglauer (2002) nustatė, kad Australijoje 1980–1990 m. laikotarpiu

mažesni ūkiai buvo labiau specializuoti nei didesni. Tokie rezultatai rodo, kad specializacijos poveikis gali skirtis, priklausomai nuo laikotarpio ir regiono. Nepaisant šių skirtumų, gali būti teigiama, kad grūdų specializacija prisideda prie masto ekonomikos augimo. Tai leidžia ūkininkams užauginti didesnius kiekius grūdų su mažesniais kaštais, kas mažina galutinį grūdų kainų vidurkį.

Kita vertus, pasėlių dydžio kintamasis turi gan aiškų poveikį ir kainų dispersijai. Paut ir kt. (2018) apibūdino kaip diversifikacija veikia kainų riziką. Autoriai teigia, kad didesnė auginamų kultūrų įvairovė užtikrina skirtingas reakcijas į dirvožemio, klimato ar aplinkos sąlygų pokyčius. Todėl didesnė diversifikacija generuoja stabilizuojantį efektą. Savo tyrime autoriai analizavo 44 skirtingus vaisius, daržoves ir uogas, sujungdami kiekvieną produktą į porą su kitu ir taikydami portfelio modelį. Tyrimo tikslas buvo išnagrinėti, kaip bendri gamybos šokai paveikia šias poras. Rezultatai parodė, kad diversifikacija vidutiniškai sumažina nuostolius 21,5 proc. Tokie rezultatai pabrėžia diversifikacijos privalumus, tačiau jie neapima šiame tyrime nagrinėjamų grūdinių kultūrų ir naudoja netaikomą portfelio modelį. Baležentis ir Kriščiukaitienė (2016) pritaikė tinkamesnį modelį, vienoje savo tyrimo dalyje analizuodami, kaip kainų rizika veikia specializaciją skirtingoms Lietuvoje auginamoms grūdinėms kultūroms. Pagrindinis autorių dėmesys buvo skirtas įvertinti riziką tam tikruose Lietuvos regionuose, tačiau tyrimo rezultatai atskleidė ir reikšmingą tendenciją: padidėjus kainų rizikai, rečiau auginamų grūdinių kultūrų specializacija augo, o dažniau auginamų – mažėjo. Šie duomenys rodo, kad kainų rizikos padidėjimas gali skatinti diversifikaciją. Vis dėlto, tai nebuvo taikytina visoms analizuotoms grūdinėms kultūroms, tačiau buvo pastebėtas kviečiams, bulvėms, daržovėms, miežiams ir kai kuriems kitiems ūkio produktams. Tyrime autoriai pažymi, kad diversifikacija yra vienas efektyviausių rizikos mažinimo būdų. Didesnė diversifikacija lems mažesnę kainų dispersiją, o kartu ir mažesnę kainų riziką. Svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad tam tikri tyrimai rodo, jog diversifikacija yra svarbesnė mažiems ūkiams, nei dideliems (Lansink ir kt., 2014). To priežastis gali būti didesnis pesticidų ir kitų, riziką mažinančių priemonių, naudojimas didesniuose ūkiuose. Bendrai tariant, literatūros analizė leidžia daryti prielaidą, kad pasėlių dydžio kintamasis daro įtaką kainų vidurkiams per specializacijos mechanizmą, o kainų dispersijai – per diversifikacijos. Šiame tyrime dėmesys skiriamas tik antrajam efektui.

1.2.6 Grūdų rezervai

Grūdų rezervai yra kitas svarbus kintamasis kainų dispersijai tirti. Jo pagrindinė užduotis – subalansuoti kainas reguliuojant grūdų pasiūlą. Literatūroje grūdų rezervai dažnai minimi kaip kainų riziką mažinantis veiksnys. Todėl tyrimuose daugiausia dėmesio skiriama nustatyti kaip rezervai paveikia kainų dispersiją, o poveikis kainų vidurkiams analizuojamas gerokai rečiau. Kadangi rezervų lygiai yra ne tik svarbūs kainų rizikai mažinti, bet ir maisto saugumo užtikrinimui, daugelyje šalių jų kiekį reguliuoja valstybės. Europos Sąjunga nereikalauja universalių rezervų minimumų, tačiau skatina privačius subjektus laikyti daugiau grūdų. Dauguma Europos Sąjungos narių savo rezervuose laiko apie 15–20 proc. metinio suvartojimo kiekio. Wiggins ir Keats (2010) pažymi, kad toks kiekis yra per mažas. Autorių nuomone, dauguma reikšmingų grūdų kainų šuolių yra susiję su žemais rezervų lygiais. Problemos mastas dar labiau padidėja, nes Europos Sąjungoje dažnai pasirenkama naudoti intervencinė politika, o ne prevencinė: vengiama kaupti didesnius rezervų lygius, tačiau naudojamos finansinės paramos priemonės jau kainų šuoliams įvykus. Bendra žemės ūkio politika numato 400 milijonų eurų paramą, skirtą kainų šokams sušvelninti, kuri buvo panaudota 2022 metais (Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija, 2023). Nors ši politika ir prisideda prie kainų stabilizavimo ir rizikos mažinimo, tačiau toks įsikišimas dar labiau mažina šalių iniciatyvą sukaupti didesnius asmeninius rezervus. Dėl šių priežasčių rezervų lygiai Europos Sąjungoje išlieka maži ir dažnai nepakankami, norint sumažinti grūdų kainų riziką.

Įprasta manyti, kad rezervų lygiai veikia kainų riziką per keletą mechanizmų. Pirmąjį mechanizmą nurodo Wright (2012). Autorius teigia, kad rezervai siunčia signalus ūkininkams apie būsimų metų grūdų kainas: esant dideliems rezervams, ūkininkai gali sumažinti gamybą, o mažų rezervų atveju – ją padidinti. Dėl šios priežasties, sveikas rezervų supirkimas ir pardavimas padeda ūkininkams reguliuoti gamybą, o rezervų kiekis tampa atvirkščiai proporcingas kainoms. Tačiau šį mechanizmą sunku pamatuoti praktikoje, o jo poveikis kainų dispersijai laikomas ribotu. Antrasis mechanizmas nagrinėjamas Wiggins ir Keats (2010) tyrime. Pasak autorių, rezervai atlieka labai svarbų vaidmenį kriziniais laikotarpiais, kai susiduriama su staigiais kainų šuoliais. Rezervai sugeba stabilizuoti kainas, tačiau tik tol, kol jų kiekis pakankamas rinkos svyravimams kompensuoti. Rezervų kiekiui išsekus, kainų šokų išvengti tampa neįmanoma. Tyrime autoriai pateikia 2007–2008 metų pavyzdį. Jie teigia, kad nuo 2002 metų grūdų gamyba neaugo pakankamai sparčiai, kad patenkintų didėjančią paklausą. Tai nulėmė daugybė veiksnių, tokių kaip augančios naftos kainos,

didėjanti biodyzelino paklausa ir infliacija. Šios priežastys prisidėjo ir prie mažesnių rezervų kaupimo. Galiausiai, mažas derlius 2007–2008 metais, eksponentiškai padidino kainas, o rezervų lygiai buvo per maži suvaldyti kainų šuolius. Wright (2012) papildė šią analizę. Autorius pabrėžia, kad nors grūdų paklausa paprastai pasižymi žemu elastingumu, paklausos funkcija yra išlenkta, o ne tiesinė. Todėl ribinis paklausos elastingumas tam tikrose situacijose gali būti labai aukštas. Susidūrus su žemu grūdų produkcijos kiekiu, bet koks papildomas jų sumažėjimas gali sukelti reikšmingą kainų šuolį. Dėl šios priežasties, rezervai tampa esminiu kainų dispersiją mažinančiu įrankiu. Taigi, šie tyrimai aiškiai nurodo teorinį ryšį tarp rezervų ir kainų rizikos, kuriuo toliau vadovausimės modelyje.

Analizė rodo, kad rezervų kiekiai mažina kainų dispersiją, stabilizuoja mažus šokus ir yra ypač svarbūs aukštų kainų svyravimų laikotarpiais. Dėl šių priežasčių šio kintamojo įtraukimas į kainų funkciją yra reikšmingas, tačiau susiduriama su keliais iššūkiais. Pirma, duomenys apie rezervus nėra sistemingai kaupiami visose Europos Sąjungos šalyse. Šių duomenų trūksta net tokiose šalyse kaip Italija. Be to, Wiggins ir Keats (2010), net ir turint duomenis apie rezervų kiekius, išskiria dar dvi problemas. Pirma, grūdų atsargos dažnai apskaičiuojamos kaip skirtumas tarp pradinio atsargų kiekio, gamybos ir vartojimo, tačiau šis metodas nėra tikslus, todėl gauti rezultatai turi būti vertinami su plačiomis patikimumo ribomis. Antra, šie apskaičiavimai dažnai aprėpia tik vieną laikotarpį, o ne visų metų vidurkį, todėl gali pateikti iškreiptą realų vaizdą. Wright (2012) pritaria šiems teiginiams, pažymėdamas, kad duomenų neprieinamumas ne tik stebina, bet ir trukdo tobulinti planavimą, skatinti tarptautinį bendradarbiavimą, bei mažinti bendrą kainų riziką. Nepaisant to, šiame tyrime į dispersijos lygtį bus įtraukti prieinami rezervų duomenis, tačiau įvertinsime, kad jų reikšmės gali būti netikslios.

1.2.7 Kiti kintamieji

Į kainų funkciją taip pat įtraukiamas kiekio nuokrypis nuo judančio vidurkio. Market Information Organization of the Americas (2017) jį įvardina esminiu kintamuoju. Kiekis tiesiogiai veikia kainas per tradicinį paklausos ir pasiūlos mechanizmą, tad jis padės tiksliai nustatyti kainų vidurkius. Nepaisant jo svarbos, kintamojo įtraukimas į modelį gali būti problematiškas, nes dauguma kitų kintamųjų veikia kainas ne tiesiogiai, o per kiekį. Pavyzdžiui, netinkamo klimato, kenkėjų ar ligų sukelta žala tiesiogiai sumažina derlių ir padidina kainas (Beillouin ir kt., 2020). Negana to, yra sunku apskaičiuoti tikslius duomenys

grūdų kiekiui, tad daugumoje atvejų jų apimtys vertinamos apytiksliai ir parodo tik bendrą tendenciją.

Visgi, ne visus Market Information Organization of the Americas (2017) nurodytus kainų funkcijos kintamuosius nagrinėsime šiame tyrime. Vienas iš kintamųjų, neįtrauktų į analizę tiesiogiai, yra gamintojų lūkesčiai. Autoriai teigia, kad ūkininkų lūkesčiai formuojami remiantis buvusiomis kainomis: ūkininkai prognozuoja ateities kainas ir tuo remdamiesi padaro gamybos ir pardavimų sprendimus, o tai paveikia ir dabartines grūdų kainas. Tai ypač svarbu nestambių ūkių savininkams, kurie labiau linkę vengti rizikos. Kriščiukaitienė ir kt. (2013) nustatė, kad kviečių atveju, lūkesčiai daro poveikį dviejų mėnesių vidutinėms kainoms ir infliacijos prognozėms, tačiau skirtingoms kultūroms lūkesčių poveikis gali būti nevienodas. Tiesioginis lūkesčių įtraukimas į kainų funkciją yra sudėtingas dėl riboto duomenų prieinamumo ir tikslumo, tad tyrime nebus analizuojamas.

Pakaitalų kainos modelyje taip pat nevertinamos. Market Information Organization of the Americas (2017) teigia, kad, kaip ir kitos prekės, žemės ūkio kultūros turi pakaitalus. Kai pakaitalų kainos mažėja, sumažėja ir nagrinėjamos kultūros paklausa, bei atvirkščiai. Hadnađev ir kt. (2011) analizuoja kviečių pakaitalus, teigdami, kad kviečiai gali būti pakeisti kitais javais ar ankštiniais augalais. Dažniausiai naudojami pakaitalai yra ryžiai, kukurūzai, grikiai, burnočiai ir sojos. Grikiai ir burnočiai dažniausiai naudojami pakaitalams be glitimo, o ryžiai ir kukurūzai dažnai naudojami neturtingose šalyse, kurios pačios neaugina kviečių. Galime teigti, kad pirmas variantas nėra pagrįstas kainų pokyčiais, o gyvenimo būdo pasirinkimu, o antras neatitinka Europos Sąjungoje vyraujančios situacijos, todėl didelio pakaitalų kainų efekto nesitikėtume. Be to, grūdų kainos dažnai turi bendrą augimo ar kritimo tendenciją, tad sunku tikėtis, kad pakaitalai žymiai atpigėtų. Nors nagrinėjome tik kviečius, kiti grūdai susidurs su panašiais faktoriais, todėl kintamojo įtraukimas bereikalingai komplikuočių kainų funkciją ir praktikoje nebūtų reikšmingas.

Dar vienas kintamasis pristatytas Market Information Organization of the Americas (2017), bet nenagrinėtas, yra konkurencija dėl išteklių. Autoriai teigia, kad įvairios grūdų kultūros konkuruoja dėl tų pačių išteklių, o tai didina žemės, darbo ir kitus kaštus. Ericsson ir kt. (2009) pabrėžia, kad prie alternatyvių kaštų priskiriama ir gamintojų rizikos premija bei žemės alternatyvios galimybės, kurias konkurencija taip pat veikia. Tačiau kaštų kainas mes nagrinėjame gamybai panaudotų išteklių kintamuoju, tad konkurencijos poveikio matas nebūtinai. Be to, galima teigti, kad konkurencija pasireiškia ilgalaikėje perspektyvoje ir dažniausiai yra pastovi, todėl šis faktorius yra struktūrinis.

Sujungus visus minėtus kintamuosius, galima suformuoti kainų funkciją, skirtą kainų rizikai vertinti. Atsižvelgiant į ankstesnių tyrimų rezultatus, identifikuoti svarbiausi kintamieji ir preliminarūs jų efektų dydžiai. Pirmasis analizuotas kintamasis – gamybai panaudotų išteklių kainos. Nustatyta, kad jos dažnai modeliuojamos remiantis naftos kainomis, o naftos kainų analizėje dažniausiai nagrinėjama jų dispersija. Nepisant to, siekiant tikslesnių rezultatų šiame tyrime pasirinkta gamybai panaudotų išteklių kainas analizuoti įtraukiant sėklų, energijos, augalų apsaugos (fungicidų, insekticidų) ir ūkio technikos bei infrastruktūros kainų pokyčius. Antrasis kintamasis – subsidijų poveikis. Šio veiksnio analizė atskleidė jo sudėtingumą: subsidijos gali didinti kainų vidurkį per efektyvumo mažėjimą ir žemės kainų augimą. Be to, subsidijos veikia kainų dispersiją, mažindamos ekstremalių kainų šokų galimybę, todėl jų poveikis kainų rizikai yra teigiamas. Trečias nagrinėtas kintamasis – pasėlių dydis. Analizė parodė, kad šis veiksnys veikia per specializacijos ir diversifikacijos efektus. Didesnė specializacija padidina efektyvumą ir mažina kainų vidurkius, o didesnė diversifikacija mažina kainų dispersiją ir riziką. Europos Sąjungoje tikėtinas vidutinis šių efektų dydis. Ketvirtas kintamasis – rezervų kiekis. Išsekus rezervų kiekiui valstybės susiduria su sunkumais kontroliuojant paklausos spaudimą grūdų kainoms. Todėl šis veiksnys yra esminis kainų rizikos vertinime, o jo poveikis reikšmingai mažina kainų dispersiją, ypač kriziniais laikotarpiais. Literatūroje pastebėta, kad dauguma šių kintamųjų turėjo įtaką tiek dispersijai tiek kainų vidurkiams. Nepaisant to, jų įtraukimas į dispersijos ir vidurkio modelius kartu, sukeltų problemų modelio paklaidose dėl multikolinearumo. Kadangi tyrimo tikslas yra išnagrinėti kainų riziką, šie kintamieji bus įtraukiami tik į dispersijos lygtį. Paskutinis analizuotas kintamasis – klimato pokyčių, kenkėjų ir ligų sukelta žala. Nustatyta, kad svarbiausi rizikos faktoriai yra lietingumo ir temperatūros svyravimai. Dėl modelio supaprastinimo analizė bus atlikta tik temperatūrai. Literatūroje taip pat nerasta šio kintamojo įtakos dispersijai, todėl jis bus naudojamas modelio vidurkiui apskaičiuoti. Tam tikri kintamieji, tokie kaip technologijų kaita, išteklių kiekis ir konkurencija dėl jų, buvo identifikuoti kaip struktūriniai, tad jie nebus nagrinėjami. Kitiems kintamiesiems, tokiems kaip kainų lūkesčiams, nerasti agreguoti duomenys. Galiausiai, pakaitalų pokyčio modeliavimas nebus atliekamas, tačiau tikėtina, kad šis kintamasis ir neturi reikšmingo poveikio.

2. Empirinis žemės ūkio kainų rizikos tyrimas

2.1 Skyriuje aptariami tyrime naudojami duomenys ir empirinės analizės modelis. Pirmiausiai, pateikiamas tyrimo tikslas ir suformuojamos hipotezės. Tada pristatomi duomenų šaltiniai, aprašomos pagrindinės duomenų eilučių charakteristikos, bei apibūdinami duomenų atrankos kriterijai. Galiausiai, pagrindžiamas kontrolinių kintamųjų pasirinkimas bei iškeliamos teorinės prielaidos apie galimą jų efekto dydį. Šis skyrius sudaro pagrindą tolesnei analizei ir modelio rezultatų interpretacijai.

2.2 Skyriuje pristatomi empirinės analizės rezultatai. Išsamiai aptariami individualių kintamųjų efektų dydžiai. Nurodomi modelių privalumai ir apribojimai. Pabaigoje atsakoma į tyrimo klausimus ir pateikiamos išvados bei rekomendacijos.

2.1 Naudojama metodika žemės ūkio kainų rizikai tirti

Šis skyrius skirtas detaliai pristatyti tyrime taikomus duomenis ir empirinės analizės modelį. 2.1.1 sk. pateikiamas empirinio tyrimo tikslas, išsamiai pristatomos tyrimo metu keliamos hipotezės bei ekonometrinis modelis. 2.1.2 sk. aptariami duomenų rinkimo šaltiniai ir aprašomos duomenų eilučių charakteristikos. Taip pat paaiškinami pritaikyti duomenų apdorojimo būdai. Galiausiai, 2.1.3 sk. pagrindžiama kontrolinių kintamųjų atranka ir pateikiamos prielaidos dėl tikėtinų poveikio kryptų ir dydžių.

2.1.1 Žemės ūkio kainų rizikos empirinio tyrimo tikslas

Šio tyrimo tikslas – atskleisti kainų rizikos tendencijas kviečiams, rapsams, kukurūzams ir miežiams Europos Sąjungoje. Dispersija yra kainų rizikos pagrindinis rodiklis - kuo didesnė dispersija, tuo didesnė ir kainų rizika. Kitaip tariant, kainų rizika atspindi kainų svyravimų intensyvumą tam tikru laikotarpiu. Nors tyrime nagrinėjamos bendros kainų raidos tendencijos ir jų priklausomybė nuo praeities reikšmių, pagrindinis dėmesys skiriamas tikrinti 1.2 sk. suformuotoms teorijoms. Šiame skyriuje analizuojami veiksniai, turintys poveikį gamintojų kainų funkcijai. Visi veiksniai turi tiesioginę įtaką grūdų kainoms, tačiau ne visi turi tiesioginį poveikį dispersijai. Literatūros analizė patvirtino, kad specializacija, grūdų rezervų kiekis, gamybai panaudotų išteklių kainos ir valstybės politika gali turėti

poveikį kainų dispersijai, o kartu ir rizikai. Todėl šiame tyrime bus analizuojami šie konkretūs veiksniai bei keliamos hipotezės:

1. Gamybai panaudotų išteklių kainų augimas didina grūdų realių kainų riziką.
2. Mažas grūdų rezervų kiekis didina grūdų realių kainų riziką.
3. Valstybės intervencija į grūdų rinką mažina grūdų realių kainų riziką.
4. Aukštesnė žemės ūkio specializacija didina grūdų realių kainų riziką.

Norint patikrinti iškeltas hipotezes, tyrime sudaromas ARIMA - GARCH modelis su autoregresiniais ir slankiojo vidurkio komponentais bei kontroliniais kintamaisiais. Dėl riboto duomenų kiekio ir techninių apribojimų, trukdančių naudoti panelinius duomenis, pasirinkta taikyti Bajeso statistikos metodus, kurie yra tinkamesni prognozuojant su mažomis duomenų imtimis. Atsižvelgiant į valstybių specifinius skirtumus, modeliuojant panelinius duomenis, įtraukiamos šalims unikalios vidurkio konstantos. Remiantis 1.2.7 sk. pateikta analize, į modelį taip pat įtrauktas kategorinis kintamasis, žymintis krizinius laikotarpius: 2007–2008 m., 2010–2013 m. ir 2021–2022 m. Šis kintamasis įtrauktas tiek į dispersijos, tiek į vidutinės reikšmės lygtį. Nors tai gali kelti multikolinearumo riziką nagrinėjamais laikotarpiais, jo eliminavimas iš vienos modelio dalies lemtų nepatikimus rezultatus kitiems kintamiesiems. Tyrimas atliekamas du kartus. Pirmame etape naudojama identiška modelio specifikacija taikoma visoms keturioms grūdų rūšims. Antrame etape iš modelių pašalinami nereikalingi kintamieji, siekiant užtikrinti geriausias modelio specifikacijas, o rezultatai lyginami tarpusavyje. Tiksliai modelio specifikacija pateikiama toliau:

$$\begin{cases} \sigma_{i,t}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 * \varepsilon_{i,t-1}^2 + \beta_1 * \sigma_{i,t-1}^2 + \gamma * Z_{i,t}^T \\ y_{i,t} = \mu_i + \delta * y_{i,t-1} + \theta * \varepsilon_{i,t-1} + \gamma_1 * X_{i,t}^T + \varepsilon_{i,t} \end{cases}$$

Dispersijos modelis:

σ^2 = Grūdų kainų dispersija

α_0 = Dispersijos konstanta

ε_{t-1}^2 = Kainų dispersijos judantis vidurkis

σ_{t-1}^2 = kainų dispersijos autoregresija

Vidutinės reikšmės modelis:

y_t = Grūdų kainos

μ_i = Šalies vidurkio konstanta

y_{t-1} = Kainų autoregresija

ε_{t-1} = Kainų paklaidų judantis vidurkis

$$Z_t^T = \begin{cases} \textit{Specializacija} \\ \textit{Gamybai panaudoti ištekliai} \\ \textit{Valstybės politika} \\ \textit{Rezervų pokyčiai} \\ \textit{kriziniais laikotarpiais} \end{cases} \quad \left| \quad \begin{cases} \textit{Temperatūra} \\ \textit{Lietingumas} \\ \textit{Kriziniais laikotarpiais} \\ \textit{Kiekio nuokrypis nuo slankiojo} \\ \textit{vidurkio} \end{cases} \right. \\ \varepsilon_t = \textit{modelio paklaidos}$$

2.1.2 Žemės ūkio kainų rizikos empirinio tyrimo duomenų rinkimo metodai

Tyrimas apima 20 metų laikotarpį nuo 2002 iki 2022 metų, analizuojant skirtingas Europos šalis. Šalys atrinktos remiantis duomenų prieinamumu. Ne visos šalys augina konkrečias grūdines kultūras, o net ir auginančios dažnai nepateikia duomenų apie mus dominančius kintamuosius. Dėl modeliavimo apribojimų šalys, kurių duomenų eilutės yra nepilnos, buvo pašalintos iš analizės. Siekiant išvengti perteklinio duomenų praradimo, tose duomenų eilutėse, kuriose trūko ne daugiau nei trijų nuoseklių reikšmių, trūkstami duomenys buvo užpildyti taikant slankiojo vidurkio metodą. Šis metodas naudotas kainų, gamybai panaudotų išteklių ir specializacijos kintamiesiems. Trūkstamos reikšmės buvo užpildytos skirtingoms šalių ir kintamųjų kombinacijoms visose panelėse, tad išvardinti visų pakeistų reikšmių negalime. Vis dėlto, dėl nedidelio tokių nežinomųjų kiekio, nesitikima duomenų nešališkumo problemos. Galutinėje imtyje analizuojamos 15 šalių kviečiams, 11 šalių rapsams, 10 šalių kukurūzams ir 11 šalių miežiams. Tiksliai nagrinėjamų šalių sudėtis pateikta žemėlapyje (žr. 1 - 4 pav.). Kadangi tyrime nagrinėjamos keturios skirtingos grūdinės kultūros, tad visos duomenų eilutės buvo atrinktos keturis kartus. Toliau aprašysime kiekvieną duomenų eilutę atskirai.

Nominalios grūdų kainos buvo paimitos iš Eurostat (2025a) duomenų bazės, tačiau siekiant pašalinti infliacijos poveikį, kintamasis pakoreguotas pagal vidutinį metinį duonos ir grūdų kainų pokytį, nurodytą Eurostat (2025b). Kiekio nuokrypio nuo slankiojo vidurkio kintamasis paimitas iš Eurostat (2025c). Originalūs duomenys nurodo tik naudojamų žemės plotų kiekį skirtingoms grūdinėms kultūroms. Tad šiems duomenims rastas slankusis vidurkis, kuris atimtas iš pradinių duomenų eilučių. Specializacijos rodiklis apskaičiuotas padalinus kviečiams, rapsams, kukurūzams ir miežiams skirto dirbamos žemės ploto dalį iš bendro šalies dirbamo žemės ploto. Kadangi daugumoje šalių specializacija per laiką augo, siekiant pašalinti laiko tendencijas, buvo paimitas šio kintamojo procentinis pokytis. Visi žemės plotų duomenys gauti iš Eurostat (2025c), kur jie pateikiami tūkstančiais hektarų.

Gamybai panaudotų išteklių kainos paimtos iš Eurostat (2009, 2013, 2018, 2024) duomenų bazės. Kadangi duomenys aprėpia skirtingus laikotarpius ir pateikiami skirtingais baziniais metais, norint padengti visą tiriamąjį laikotarpį (2002-2022), duomenis reikia sujungti. Iš viso šiame kintamajame apimamos 53 skirtingos gamybai panaudotų išteklių kainos. Jos suskirstytos į šešias kategorijas: sėklų, trąšų, energijos, augalų apsaugos preparatų (fungicidų, insekticidų), ūkio technikos ir infrastruktūros, bei bendrą visų kategorijų kainų procentinį pokytį. Valstybės politikai įvertinti buvo surinkti duomenys apie kiekvienoje šalyje suteiktus absoliučius subsidijų kiekius, skirtus kviečių, rapsų, kukurūzų ir miežių augintojams. Duomenis paimti iš „Eurostat“ duomenų bazės (2025d). Skirtingai nei kiti šiame tyrime naudojami kintamieji, šis rodiklis priklauso nuo šalies dydžio: didesnės valstybės paprastai skiria daugiau subsidijų absoliučiais kiekiais nei mažesnės, todėl susiduriama su mastelio problema. Siekiant ją eliminuoti ir užtikrinti palyginamumą tarp šalių, subsidijų rodiklis buvo paverstas fiktyviu – šalims, kurios tam tikrais metais skyrė subsidijas grūdų auginimui, priskirta reikšmė „1“, o toms, kurios neskyrė – „0“. Klimato kintamieji, metinės temperatūros ir kritulių reikšmės buvo paimti iš Pasaulio Banko (2025a; 2025b) klimato duomenų bazės. Duomenys pateikti kaip metiniai vidurkiai, todėl gali neatskleisti sezoninių pokyčių, bei nereguliarių ar ekstremalių klimato tendencijų. Vis dėlto tikimasi, kad pavyks nustatyti ilgalaikes tendencijas. Grūdų rezervų duomenys gauti iš FAO (2023) duomenų bazės. Kaip aptarta 1.2.3 sk., šis kintamasis dažnai susiduria su itin ribotu duomenų prieinamumu ar nežinomomis reikšmėmis. Absoliutūs rezervų kiekiai taip pat nebuvo prieinami šiame tyrime – naudoti tik procentinių pokyčių duomenys. Daroma prielaida, kad neigiami pokyčiai rodo mažėjančius rezervus, tačiau realus efektas turėtų pasireikšti tik pasiekus žemą atsargų kiekį. Dėl šios priežasties gali kilti keblumų tolimesniuose modeliavimo etapuose. Apibendrinant, tyrime naudojamos duomenų eilutės susiduria su įvairiais apribojimais. Ypatingai reikia atkreipti dėmesį į rezervų duomenis ir klimato kintamuosius. Vis dėlto tikimasi, kad šie duomenys leis atskleisti bendras tendencijas ir užtikrins pakankamą analizės pagrįstumą, net jei susiduriama su problemomis.

1 pav. Nagrinėjamų panelių duomenų imtis kviečių kainų rizikai nustatyti.	2 pav. Nagrinėjamų panelių duomenų imtis miežių kainų rizikai nustatyti.
	
3 pav. Nagrinėjamų panelių duomenų imtis kukurūzų kainų rizikai nustatyti.	4 pav. Nagrinėjamų panelių duomenų imtis rapsų kainų rizikai nustatyti.
	
 - Šalys neįtrauktos į tyrimą  - Šalys įtrauktos į tyrimą	

Šaltiniai: parengti autoriaus, remiantis atliktu tyrimu

2.1.3 Žemės ūkio kainų rizikos empirinio tyrimo pagrindimas antriniais šaltiniais

Autorių žiniomis, akademinėje literatūroje nėra tyrimų, kurie analizuotų grūdų kainų riziką simuliuojant gamintojų kainų funkciją Europos Sąjungos kontekste, pasitelkiant panelinius duomenis ir Bajeso statistiką. Dėl šios priežasties, atrasti tyrimui atitikmenų ar lyginti rezultatus su esamais darbais yra sudėtinga. Nepaisant to, modelio specifikacija buvo pasirinkta vadovaujantis tvirtu teoriniu pagrindu. Kaip nurodyta 1.1 sk. ir 1.2 sk., pasirinktas modelis buvo sudarytas remiantis Drachal (2019) ir Shiferaw (2018) tyrimų metodologijomis, o kontroliniai kintamieji atsirinkti iš Market Information Organization of the Americas (2017). Visi kintamieji buvo išnagrinėti individualiai ir jų efektų dydžiai aprašyti. Deja, dėl tyrimų stokos, rasti tik efekto dydžiai šių kintamųjų vidurkiams. Stebėdami šiuos efektų dydžius galime įvertinti modelio patikimumą, tačiau negalime jų naudoti modelio apriorinėms vertėms nustatyti.

Norint pagrįsti modelio pasirinkimą, toliau aptariami tikėtini efektų dydžiai. Beillouin ir kt. (2020) nustatė, kad kritulių kiekis ir temperatūra gali paaiškinti apie 10–20 proc. grūdų derliaus svyravimų, todėl galima manyti, kad šie veiksniai turi panašų netiesioginį poveikį ir kainoms. Šis veiksnys daro įtaką galutinėms kainoms ir turėtų būti įtrauktas matuojant grūdų kainų vidurkio modelį. Kita vertus, yra pagrindo manyti, kad kintamieji, apibūdinantys valstybių žemės ūkio specializaciją, rezervų kiekį, gamybai panaudotų išteklių kainas ir valstybinę politiką, yra tiesiogiai susiję su kainų rizika ir prisideda prie modelio dispersijos. Grūdų rezervų kiekis yra tiesiogiai susijęs su kainų dispersija, nes esant mažam absoliučiam rezervų kiekiui, kainų svyravimai paprastai būna didesni, kadangi rezervai nepajėgia kompensuoti netikėto pasiūlos sumažėjimo (Wiggins ir Keats, 2010). Žemės ūkio specializacija turi reikšmingą įtaką kainų dispersijai – kuo didesnė auginamų kultūrų įvairovė, tuo geriau ūkiai prisitaiko prie aplinkos, dirvožemio ar klimato pokyčių. Dėl šios priežasties didesnė diversifikacija veikia kaip kainų stabilumą užtikrinantis mechanizmas (Paut ir kt., 2018). Kitaip tariant, mažesnė specializacija dažniausiai siejama su mažesne kainų rizika. Valstybės intervencija taip pat gali turėti reikšmingą poveikį. Tikėtina, kad valstybės intervencija mažina aukštus kainų svyravimus ir kartu kainų riziką. Esant intensyviai valstybės intervencijai, grūdų kainos dažniau svyruoja aplink pusiausvyros tašką ir aukšti kainų šuoliai pasitaiko retai. Galiausiai, gamybai panaudotų išteklių kainos tikėtina irgi turi poveikį kainų rizikai. Literatūroje dažnai randamas ryšys tarp grūdų kainų rizikos ir naftos kainų (Alom ir kt., 2011; Siami-Namini, 2019; Lu ir kt., 2019). O naftos kainos daro įtaką didžiajai daliai gamybai naudojamų išteklių kainoms (Baffes, 2007). Dėl šios priežasties

tikėtina, kad grūdų kainų rizika taip pat priklauso nuo gamybai naudojamų išteklių kainų pokyčių. Visgi, šių kintamųjų poveikio dydžiai nėra plačiai išnagrinėti mokslinėje literatūroje. Atsižvelgiant į tai, kad kainų dinamika yra sudėtinga ir priklauso nuo daugybės veiksnių, būtų neteisinga tikėtis, jog modelyje naudojami kintamieji paaiškins didelę dalį kainų kitimo. Nepaisant to, net maži poveikiai į teisingas kryptis padės pagrįsti efektų egzistavimą ir patvirtins alternatyvias hipotezes.

2.2 Žemės ūkio kainų dispersijos tyrimo rezultatai

Šis skyrius skirtas pristatyti atliktą empirinį tyrimą, pateikti jo rezultatų analizę, aptarti trūkumus ir apribojimus, bei pasiūlyti galimus sprendimus nustatytoms problemoms. 2.2.1 sk. pateikiami empirinio tyrimo duomenys, atliekama duomenų analizė ir aprašomi apriorinių reikšmių pasirinkimo metodai. 2.2.2 sk. išsamiai pristatomi taikyti modeliai. Atskirai analizuojami vidurkio modelį bei dispersijos modelio rezultatai, taip pat šiame skyriuje identifikuojami pagrindiniai modelio trūkumai ir galimi jų poveikiai rezultatų interpretacijai. 2.2.3 sk. pateikiami siūlymai, kaip spręsti aptiktas problemas tiek modeliuojant grūdų kainų dinamiką, tiek taikant gautas įžvalgas praktikoje. Skyrius užbaigiamas išvadų pateikimu.

2.2.1 Žemės ūkio kainų rizikos modelio duomenų ir parametru pristatymas

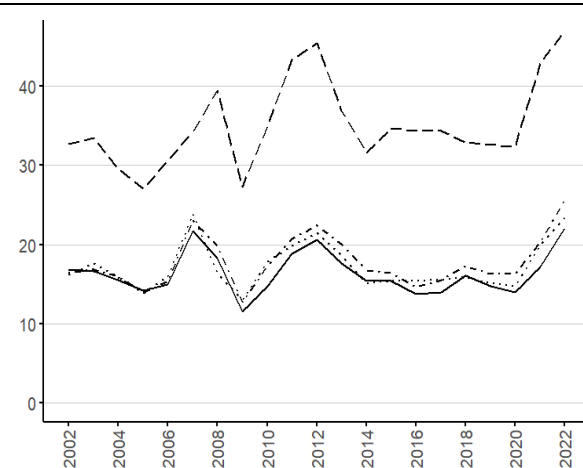
Prieš pradedant empirinę analizę, būtina išsamiai aptarti ir įvertinti modelio duomenis. Žemiau pateikiami iliustruoti visi tyrimo duomenys, o šioje pastraipoje pateikiama šių duomenų analizė (žr. 5–11 pav.). Nustatomos bendros grūdų rinkų tendencijos, į kurias bus atsižvelgta empirinėje analizės dalyje. Visuose grafikuose vaizduojamas panelių vidurkis, siekiant parodyti bendrus dėsningumus tarp skirtingų grūdinių kultūrų, tačiau svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad individualių šalių skirtumai yra reikšmingesni. Fiktyvūs kintamieji grafikuose nepavaizduoti, nes jų vertės nekinta ir ryškesnių tendencijų neatskleidžia, todėl nei valstybės politikos, nei krizinių laikotarpių kintamųjų nematyti iliustracijose. Taip pat pasirinkta nevaizduoti atskirai sėklų, trąšų, energijos, augalų apsaugos preparatų, ūkio technikos ir infrastruktūros kintamųjų. Vietoje to, nuspręsta pavaizduoti bendrą visų gamyboje naudojamų išteklių procentinį pokytį (6 pav.). Pirmiausia galima pastebėti, kad realios grūdų kainos, lietingumas, gamybai panaudotų išteklių kainų pokyčiai

ir temperatūra tarp skirtingų panelių rodo panašias dinamikas, tuo tarpu specializacijos, kiekio nuokrypio nuo slankiojo vidurkio ir rezervų procentinių pokyčių kintamųjų dinamikos išsiskiria. Tai svarbu tolimesnei analizei, nes radus panašias dinamikas tarp panelių, galima tikėtis, kad ir modelių rezultatuose šie kintamieji turės panašius koeficientų parametrus. Ši įžvalga yra pagrįsta tol, kol panašios tendencijos matomos tiek priklausomajame, tiek pagrindiniuose nepriklausomuose kintamuosiuose, kaip ir yra mūsų atveju. Kita vertus, tokie kintamieji kaip kiekio nuokrypio nuo slankiojo vidurkio, specializacijos ar rezervų procentinis pokytis gali rodyti kitokias sąsajas ir turėti mažesnę ar skirtingą poveikį realioms grūdų kainoms. Antra, galima pastebėti bendras tendencijas tarp kintamųjų. Realių kainų ir gamybai panaudotų išteklių kainų pokyčių duomenų eilutės pasižymi itin panašiais svyravimais. Panašumų matyti ir tarp lietingumo bei temperatūros, nors jie nėra tokie aiškūs ir dažnai turi atvirkštinį ryšį. Tai leidžia daryti prielaidą, kad lietingumas ir temperatūra gali tam tikru mastu atspindėti vienas kito poveikį, o gamybai panaudotų išteklių kainos tikėtina paaiškins didelę dalį kainų pokyčių. Dėl šių priežasčių, interpretuojant modelio rezultatus, būtina atsižvelgti į galimą kintamųjų tarpusavio priklausomybę.

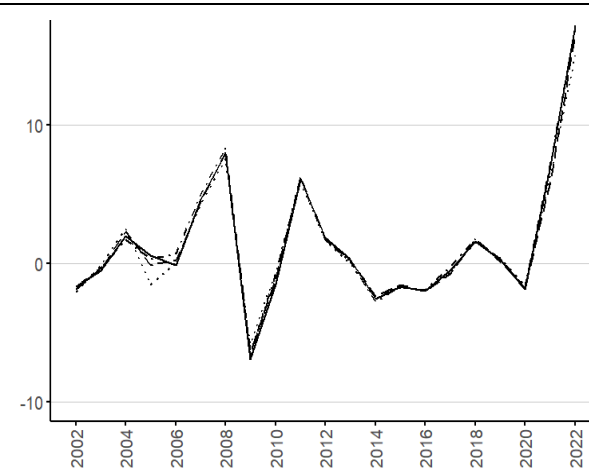
Toliau kiekvienas kintamasis bus analizuojamas atskirai, pateikiant reikšmingiausius pastebėjimus. Pirmiausia dėmesys skiriamas svarbiausiam kintamajam - grūdų kainoms. 5 pav. pateikiamos skirtingų analizuojamų grūdų realios kainos už 100 kilogramų. Kviečių, miežių ir kukurūzų realios kainos svyruoja apie 18 eurų, o rapsų - apie 35 eurus. Šis kainų skirtumas yra svarbus analizei, nes didesnės kainos paprastai siejamos su didesne dispersija, o tai gali turėti įtakos ir rezultatų interpretacijai. Taip pat pastebima, kad grūdų kainos reikšmingai išaugo 2007, 2008, 2011, 2012, 2013, 2014, 2021 ir 2022 metais, o kitais metais pokyčiai buvo stabilūs. Šie metai atspindi krizių laikotarpius, kai kainos ženkliai svyruoja dėl išorinių nenustatytų veiksnių. Dėl šios priežasties, analizėje yra įtrauktas kategorinis kintamasis krizėms, siekiantis kontroliuoti šiuos nežinomus veiksnius. Kitas įdomus pastebėjimas išryškėja analizuojant vidutinių temperatūrų ir lietingumo poveikį skirtingoms grūdinėms kultūroms. Kaip galima tikėtis, šalyse, kuriose daugiausia auginami kukurūzai ir miežiai, vidutinė temperatūra yra aukštesnė, nei šalyse, kur auginami kviečiai ir rapsai. Vidutinis lietingumas mažiausias kviečių ir miežių atveju, tai mažiau vandens reikalaujančios grūdinės kultūros, palyginti su rapsais ir kukurūzais. Kadangi duomenų eilutės atitinka realybę, galime daryti išvadą, kad paneliniai duomenys pasirinkti teisingai ir šalys panelėse yra geriau prisitaikiusios prie tinkamos grūdinės kultūros auginimo. Toliau verta atkreipti dėmesį į specializacijos pokyčio kintamąjį (žr. 7 pav.), ypač rapsų tendencijas palyginus

su kviečiais, miežiais ir kukurūzais. Nors visų grūdinių kultūrų svyravimai panašūs, rapsų svyravimai neženkliai aukštesni. Rapsai dažnai naudojami biokuro gamybai, todėl jų auginimas padidėja, kai sumažėja maisto produktų kainos, kaip tai nutiko 2007 m. Ūkininkai dažnai traktuoja rapsus kaip finansinę investiciją ir jų auginimą lemia išoriniai ekonominiai veiksniai, todėl šių grūdų dispersija skiriasi nuo kitų (Chen ir kt., 2010). Kita įdomi tendencija įžvelgiama rezervų pokyčių duomenų eilutėje (žr. 10 pav.). Panašu, kad visos šio kintamojo panelės banguoja, nors tai ir įžvelgiama vienose panelėse aiškiau nei kituose, tačiau šis cikliškumas pasikartoja visur. Tokia dinamika simbolizuoja, kad vienais metais pripildžius rezervus, kitais metais leidžiama jiems sumažėti, kol pagaliau pasiekiamas kritiškai mažas rezervų kiekis ir viskas kartojama iš naujo. Kaip jau minėjome, šis kintamasis turėtų būti modeliuojamas absoliučiomis vertėmis, o ne procentiniais pokyčiais, nes jo efektas pastebimas tik kai lieka mažas absoliutus rezervų kiekis. Nepaisant to, 10 pav. matoma tendencija skatina tikėtis patikimų rezultatų modeliuose. Paskutinis analizuojamas kintamasis - kiekio nuokrypis nuo slankiojo vidurkio (žr. 11 pav.). Šio kintamojo judėjimas neseka jokiais tendencijomis ir yra sunkiai prognozuojamas.

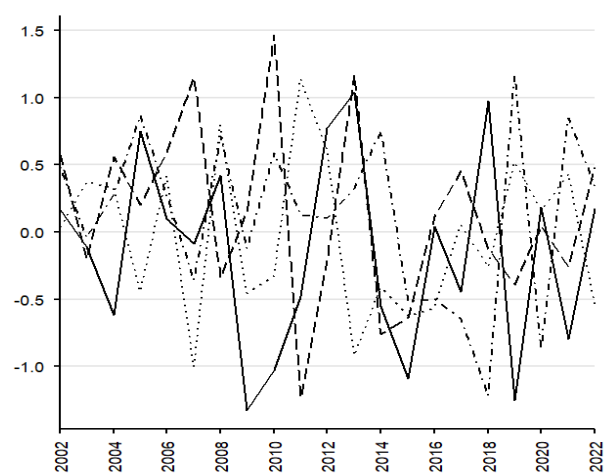
5 pav. *Realių grūdų kainų vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.*



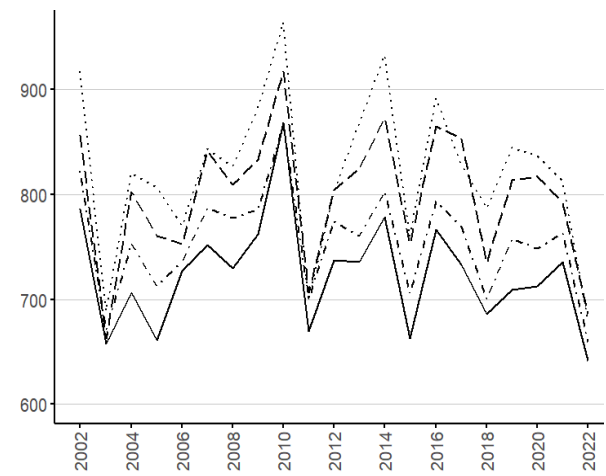
6 pav. *Gamybai panaudotų išteklių kainų procentinių pokyčių vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.*



7 pav. Specializacijos procentinių pokyčių vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.



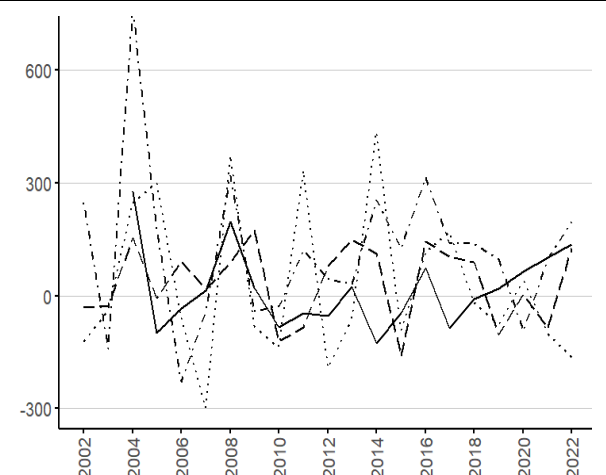
8 pav. Lietingumo vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.



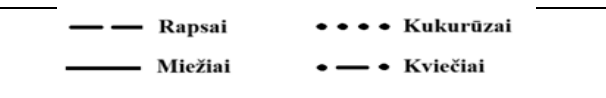
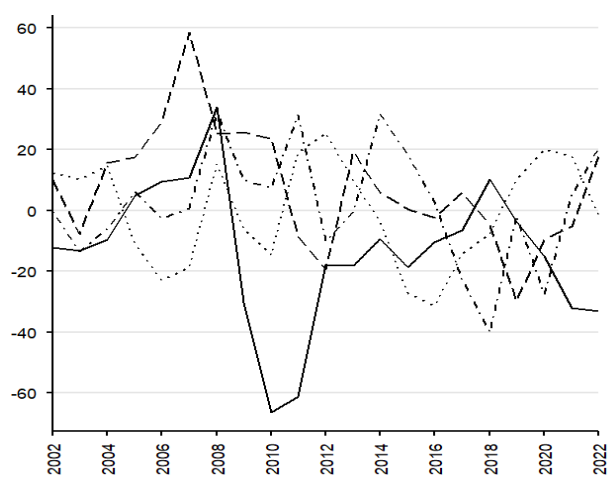
9 pav. Temperatūros vidurkis tarp skirtingų grūdų kultūrų.



10 pav. Rezervų procentinis pokytis tarp skirtingų grūdų kultūrų.



11 pav. Kiekio nuokrypis nuo slankiojo vidurkio tarp skirtingų grūdų kultūrų.



Šaltiniai: parengti autoriaus, remiantis atliktu tyrimu

Toliau išanalizuosime ar kintamieji apskritai tinkami empirinei analizei atlikti. Pirmiausia nagrinėjamas kintamųjų stacionarumas. Siekiant jį įvertinti, atlikti Im–Pesaran–Shin (IPS) ir Levin–Lin–Chu (LLC) testai. Abu testai skirti panelinių duomenų vertinimui, tačiau nagrinėja skirtingas hipotezes. Pirmojo testo nulinė hipotezė teigia, kad visos panelės turi atskiras vienetines šaknis, o alternatyvi hipotezė teigia, kad bent viena panelės eilutė yra stacionari. Antrojo testo nulinė hipotezė teigia, kad visos panelės turi bendrą vienetinę šaknį, o alternatyvioji hipotezė teigia, kad visos panelės yra stacionarios. Kitais žodžiais, IPS testas nagrinėja ar bent viena panelė duomenyse yra stacionari, o LLC tyrinėja ar visos panelės kartu yra stacionarios. Kadangi dirbame su trumpomis duomenų eilutėmis, pasirinkta naudoti tik vieno periodo vėlavimą abiejuose testuose. LLC testas parodo, kad trąšų kainų, energijos kainų ir bendrų visų gamybos išteklių kainų kintamieji yra nestacionarūs. Tačiau IPS parodo šių kintamųjų stacionarumą. Taip nutinka, nes kai kurios panelės šiuose kintamuosiuose yra nestacionarios. Didžiausia problema yra trąšų kainų kintamajame, kuriame daugiau nei pusė panelių yra nestacionarios. Energijos kainų ir bendrų gamybos išteklių kainų kintamieji didžiojoje panelių dalyje yra stacionarūs. Tikėtina, kad šių kintamųjų ne stacionarumas atsiranda dėl aukštos dispersijos krizinių periodų metu, tad naudojamas recesijų fiktyvus kintamasis padės šią problemą išspręsti. Deja, negalime pilnai išspręsti šių kintamųjų ne stacionarumo, nes jų reikšmės jau išreikštos procentiniais pokyčiais. Visiems kitiems kintamiesiems abiejų testų nulinė hipotezė atmesta, todėl daroma išvada, kad jie stacionarūs.

Toliau įvertintas kintamųjų multikolinearumas, naudojant Pearsono koreliacijos testą. Kadangi šis testas neatpažįsta panelinių duomenų struktūros, tai prieš atliekant testą iš kintamųjų atimami jų vidurkiai, o panelės sujungiamos į vieną ilgą laiko eilutę. Toks būdas leidžia lyginti duomenų eilutes tarpusavyje be specifinių šalių efektų. Daugumos koeficientų reikšmės svyravo apytiksliai tarp $-0,2$ ir $0,3$, kas rodo silpną kintamųjų tarpusavio koreliaciją ir nepagrindžia multikolinearumo. Nepaisant to, trąšų kainų, energijos kainų ir bendrų visų gamybos išteklių kainų kintamųjų koeficientai svyravo tarp $0,6$ ir $0,8$, kas rodo reikšmingą tarpusavio priklausomybę. Šių kintamųjų tam tikros panelės taip pat buvo nestacionarios. Dėl abiejų priežasčių nuspręsta iš tyrimo pašalinti trąšų ir bendrų visų gamybos išteklių kainų kintamuosius. Trąšos pasirinktos, nes dauguma jų panelių nestacionarios. O bendrų visų gamybos išteklių kintamasis pasirinktas, nes jis apima per daug skirtingų gamybai panaudotų išteklių ir yra sunkiai interpretuojamas.

Toliau buvo analizuojama grūdų kainų autokoreliacija (ACF) ir dalinė autokoreliacija (PACF) tiek vidutinės reikšmės, tiek dispersijos modeliams. Dėl nedidelio panelių kiekio

analizė atlikta kiekvienos šalies duomenims atskirai ir nustatyta bendra tendencija. Dažniausiai pastebimos reikšmingos autokoreliacijos pirmame ir antrame vėlavimuose arba autokoreliacija visai nenustatyta. Siekiant išvengti modelio komplikavimo ir nereikalingų kintamųjų įtraukimo, nuspręsta įtraukti tik pirmojo vėlavimo autoregresijos ir slankiųjų vidurkių kintamuosius į vidutinės reikšmės bei dispersijos modelius. Toks pasirinkimas yra pagrįstas atlikus literatūros analizę (Shiferaw, 2018).

Grafikuose taip pat nematyti aiškių heteroskedastiškumo požymių, tad tai neturėtų sudaryti problemų tolimesnėje analizėje (žr. 5–11 pav.). Vienintelė duomenų eilučių komplikacija yra ekstremalios vertės grūdų kainose, kurios pasireiškia krizinių laikotarpių metu. Šiai problemai spręsti į modelį įtrauktas krizinių laikotarpių fiktyvų kintamasis, kuris leidžia koreguoti modelio vidurkį. Taigi, duomenys yra paruošti tolimesniam modeliavimui. Tikėtina, kad nebus didelių sunkumų, kadangi kintamieji yra stacionarūs, įtraukti svarbūs autoregresiniai ir slankiųjų vidurkių komponentai, o multikolinearumo problema išspręsta.

Paruošus duomenis empirinio tyrimo atlikimui, lieka nustatyti apriorines reikšmes. 1.2.2 sk. radome tyrimų nagrinėjančių ARCH/GARCH tipo modelius grūdų kainomis. Naudojantis šiais tyrimais, kartu su empiriniais modelio mėginimais, buvo nustatytos slankiųjų vidurkių ir autoregresijų apriorinės reikšmės. Recesijų apriorinės reikšmės rastos palyginant kainų vidurkių pokyčius ramių laikotarpių bei nustatytų recesijų metu (žr. 5 pav.). Kadangi literatūroje tikslios kontrolinių kintamųjų įtakos kainų rizikai neaptikta, tad šie kintamieji palikti be apriorinių reikšmių. Spėti apriorines reikšmes iš turimų duomenų yra sunku: kiekvienai grūdinei kultūrai kontroliniai kintamieji turi skirtingą poveikio dydį, o ir pats dispersijos vertinimas naudojantis grafikais yra neaiškus. Modeliai automatiškai suteiks visiems kontroliniams kintamiesiems apriorines vertes su lygiomis pradinėmis tikimybėmis bet kokiai reikšmei. Toks pasirinkimas nėra tikslus ir padidina kintamųjų standartinę deviaciją, tačiau jo alternatyva yra nepagrįstas spėjimas. Kita vertus, nepasirenkant apriorinių reikšmių, išvengiama autorių šališkumo. Bet kokiu atveju, net be apriorinių reikšmių pasirinkimo, jei modelio parametrai konverguojasi, galime pasitikėti modelio rezultatais.

2.2.2 Žemės ūkio kainų rizikos modelio rezultatai

Šiame skyriuje pateikiami galutinio modelio rezultatai. Modelis sudarytas per du etapus. Pirmame etape patikrintas pilnos specifikacijos modelis nurodytas 2.1.1 sk. Rasta, kad rezervų pokytis, specializacija ir ūkio technikos bei infrastruktūros kainų pokyčiai nėra reikšmingi dispersijos lygčiai, o kiekio nuokrypis nuo judančio vidurkio ir lietingumas

nereikšmingas vidurkio lygčiai. Manoma, kad šie rezultatai gauti dėl blogų duomenų ir netinkamų matavimo vienetų pasirinkimo. Antrame etape sudaromi keturi skirtingi empiriniai modeliai tik su reikšmingais kintamaisiais, kurių rezultatus ir apibūdinsime. Lentelės pirmoje dalyje pateiktos vidurkio modelio reikšmės, o antroje - dispersijos modelio reikšmės. Lentelėje nurodytos apriorinės reikšmės ir Bajeso aposterioriniai skirstiniai. Lentelės apačioje pateikti modelių R^2 koeficientai, rodantys modelio paaiškinamąją galią. Šie koeficientai svyruoja tarp 0,56 ir 0,68. Per žemos R^2 reikšmės rodo, kad modelis nepaaiškina duomenų eilučių dinamikos, tuo tarpu per aukštos signalizuoja apie modelio perdėtą kintamųjų pasirinkimą. Gautos reikšmės indikuoja tinkamą modelio specifikaciją, tačiau svarbu pažymėti, kad į modelį įtrauktas kategorinis krizių kintamasis, kuris reikšmingai padidina R^2 koeficientą. Tuščios vietos lentelėje parodo, kad šiai grūdinei kultūrų rūšiai nurodytas kontrolinis kintamasis neturėjo įtakos ir nebuvo naudotas galutinėje modelio specifikacijoje. Lentelėje taip pat pateikti trys statistškai nereikšmingi įvarčiai, kurių rezultatai suteikia įdomių įžvalgų apie duomenis. Šie rezultatai paryškinti ir pažymėti raudonai. Kaip minėta, grūdų realių kainų tendencijos yra panašios, todėl tikėtina, kad ir modelių rezultatai bus panašūs. Visi vidurkio modelio rezultatai panašūs, kaip tikėtasi. Vis dėlto, dispersijos modelio rezultatai išsiskiria ir suteikia įdomių įžvalgų apie grūdų kainų riziką. Svarbu pabrėžti, kad dispersijos modelio rezultatai nėra interpretuojami tiesiogiai. Gautos reikšmės sudedamos su vidutine pasirinktos grūdinės kultūros dispersija ir apskaičiuojamas dispersijos pokytis. Kviečių, miežių ir kukurūzų vidutinė dispersija yra apytiksliai 2, o rapsų vidutinė dispersija yra dvigubai didesnė.

1 lentelė. Galutinių modelių rezultatai

Apriorinės reikšmės ir modelio kintamieji			Kviečių aposteriorinis skirstinys					Miežių aposteriorinis skirstinys					Kukurūzų aposteriorinis skirstinys					Rapsų aposteriorinis skirstinys				
			2,5%	25%	50%	75%	95,5%	2,5%	25%	50%	75%	95,5%	2,5%	25%	50%	75%	95,5%	2,5%	25%	50%	75%	95,5%
Vidurkio modelis	Slankusis vidurkis	0.3	0.18	0.28	0.32	0.36	0.43	0.33	0.41	0.46	0.49	0.56	0.21	0.34	0.40	0.45	0.55	0.42	0.49	0.53	0.56	0.62
	Temperatūra		1.45	1.69	1.82	1.94	2.15	0.43	0.77	0.96	1.13	1.44	0.32	0.78	0.98	1.19	1.64	-0.04	0.51	0.81	1.15	1.92
	Krizės	5	5.59	5.96	6.18	6.38	6.77	3.67	4.23	4.52	4.81	5.33	4.08	4.72	5.00	5.23	5.73	7.03	8.16	8.69	9.24	10.30
Dispersijos modelis	Dispersijos konstanta	2	0.65	0.89	1.03	1.22	1.63	1.01	1.38	1.61	1.88	2.53	0.21	0.48	0.64	0.83	1.33	0.05	0.41	0.82	1.44	3.63
	Dispersijos slankusis vidurkis	0.1	0.13	0.23	0.29	0.38	0.58	0.01	0.06	0.10	0.16	0.30	0.15	0.31	0.40	0.53	0.75	0.01	0.06	0.11	0.16	0.30
	Dispersijos autoregresija	0.2	0.01	0.05	0.08	0.13	0.26	0.01	0.05	0.10	0.15	0.27	0.10	0.18	0.23	0.28	0.38	0.11	0.25	0.32	0.39	0.48
	Subsidijos		0.23	1.23	1.77	2.45	3.85	-0.86	0.01	0.54	1.61	2.65						1.11	3.37	4.96	6.94	11.91
	Sėklų kainos												0.03	0.09	0.12	0.15	0.20					
	Energijos kainos		0.03	0.05	0.06	0.06	0.08	0.02	0.05	0.07	0.09	0.13										
	Augalų apsaugos preparatų kainos												-0.32	-0.21	-0.15	-0.09	0.03					
	Krizės	5	2.15	3.44	4.06	4.90	6.53	2.67	4.35	5.28	6.40	9.01	1.81	3.60	4.54	5.72	8.71	15.0	19.2	22.0	25.4	33.1
R²			0.6768877					0.5916763					0.6613329					0.561175				

Toliau pateikiama detali visų kintamųjų analizė - tiek vidutinės reikšmės, tiek dispersijos modelyje. Visi veiksniai nagrinėjami atskirai, lyginant skirtingų modelių rezultatus, o galiausiai pateikiamos bendros išvados.

2.2.3 Žemės ūkio kainų rizikos vidurkio modelio vertinimas

Analizė pradedama nuo temperatūros veiksnio įvertinimo. Temperatūra šiame duomenų rinkinyje apibūdina tik vidutinę metų šilumą, tad kintamasis nėra tikslus. Nepaisant to, vadovaujantis teoriniu pagrindu iš 1.2.5 sk. temperatūros analizės rezultatai atrodo nuoseklūs ir patikimi. Beillouin ir kt. (2020) savo tyrime nurodė, kad grūdų derlius dažniausiai nukenčia dėl aukštos temperatūros. Tokia pačią išvadą gauname ir remiantis tyrimo rezultatais. Metiniai vidutiniai temperatūrai pakilus 1 laipsniu, nagrinėjamų grūdų kainos pakyla tarp 0,81 ir 1,82 eurų. Taip nutinka, nes aukštesnė metinė temperatūra gali būti siejama su prastesniu derliumi ir dėl to išaugusioms grūdų kainomis. Rezultatai parodo, kad temperatūros svyravimai labiausiai pažeidžia kviečius. Temperatūrai pakilus 1 laipsniu, kviečių kainos pakyla 1,83 eurų. Kviečiai yra itin jautri grūdinė kultūra aukštai temperatūrai, tad toks rezultatas tikėtinas. Rapsai, kukurūzai ir miežiai yra mažiau paveikiami temperatūros svyravimų. Temperatūrai pakilus 1 laipsniu, šių grūdų kainos pakyla apytiksliai 0,9 eurai. Svarbu pabrėžti, kad rapsų modelis 2.5 proc. aposteriorinio skirstinio intervale pakeičia reikšmės ženklą, tad negalime būti statistiškai įsitikinę dėl jo poveikio krypties. Taip nutinka, nes rapsų standartinė deviacija ženkliai aukštesnė nei kitų grūdų. Viena vertus, toks rezultatas gali būti gaunamas, nes rapsų duomenys nepatikimi. Kita vertus, tokie rezultatai gali būti gaunami dėl ypatingo ryšio tarp temperatūros ir rapsų. Rapsai nėra jautrūs aukštai temperatūrai iki tam tikros ribos, tačiau ją viršijus, jų jautrumas smarkiai padidėja. Kadangi duomenys įtraukia ir labai aukštos ir vidutinės temperatūros periodus, tai rapsų standartinė deviacija smarkiai pakyla. Tikėtina, kad aukštesnė metinė temperatūra kelia rapsų kainas, net jei statistiškai negalime to patvirtinti. Žinoma, šie rezultatai nurodo tik bendrą tendenciją. Realybėje šis efektas negali būti modeliuojamas metiniais duomenimis ar apibūdinamas tiesiniais modeliais. Esant ekstremaliems temperatūros pokyčiams, kainos gali keistis eksponentiškai, tuo tarpu temperatūrai išliekant tam tikrose ribose, poveikis neturėtų būti pastebimas.

Toliau apibūdinami kintamieji, skirti modelio dinamikai nustatyti. Kitaip, nei prieš tai analizuotų veiksnių, šių kintamųjų įtraukimas į modelį buvo nuspręstas pirmiausia siekiant

padidinti modelio tikslumą, o ne remiantis teoriniais pagrindais. Slankiojo vidurkio rezultatai atskleidė patikimus rezultatus. Visų koeficientų reikšmės svyruoja tarp 0,32 ir 0,53, o jų standartiniai nuokrypiai nėra aukšti. Kviečių ir kukurūzų modeliuose standartiniai nuokrypiai yra didesni, tačiau koeficientai atitinka bendrą tendenciją, tik kviečių reikšmė yra neženkliai mažesnė. Galima daryti prielaidą, kad nenumatytos paklaidos grūdų modeliuose paaiškina apie 40 procentų einamojo laikotarpio reikšmės. Šie rezultatai rodo, kad neprognozuojami šokai turi reikšmingesnę poveikį kainų dinamikai. Dalinai dėl šios priežasties į modelį įtrauktas ir krizių kategorinis kintamasis. Šio kintamojo reikšmėms būdingi labai maži standartiniai nuokrypiai kviečių, miežių, kukurūzų atvejais ir kiek didesni rapsų atveju. Nepaisant to, rezultatai yra patikimi ir leidžia daryti išvadą, kad kriziniais laikotarpiais grūdų kainos vidutiniškai padidėja maždaug šešiais eurai. Pastebima, kad kviečių ir rapsų kainų padidėjimas yra kiek didesnis nei miežių ir kukurūzų, tačiau šie skirtumai nėra ženkliūs. Apibendrinant, kainų dydžiai nėra linkę laikytis bendros tendencijos ir labiau reaguoja į trumpalaikius nenumatytus veiksnus. Kriziniais laikotarpiais grūdų kainų vidurkiai smarkiai paveikiami ir kainos gali išaugti net šešiais eurai už 100 kilogramų.

Svarbu paminėti, kad dauguma vidurkio modelio kintamųjų buvo pašalinti po pirmojo etapo, nes jie buvo statistiškai nereikšmingi. Panaikinti lietingumo, kiekio nuokrypio nuo slankiojo vidurkio ir autoregresiniai kintamieji. Lietingumo bei kiekio nuokrypio nuo slankiojo vidurkio kintamieji visoms tiriamoms grūdinėms kultūroms rado nulinį efekto dydį. Šis rezultatas yra netikėtas, ypač žinant, kad šių kintamųjų duomenų eilutės pasižymėjo sveika dispersija ir stacionarumu. Jei problema būtų susijusi su atliktu modeliavimu ar Bajeso tikimybių skaičiavimu, bent vienas iš keturių modelių turėtų parodyti dalinį efektą. Manoma, kad netikėti rezultatai gauti dėl nepatikimų duomenų. Trečiasis, autokoreliacijos kintamasis, turėjo teigiamą efekto dydį visuose modeliuose, tačiau jis buvo mažas ir su didelėmis standartinėmis deviacijomis. Tad nors grūdų kainos pasižymėjo teigiama inercija tarp praėjusio ir dabartinio laikotarpio, galutiniams modelio rezultatams ji nebuvo reikšminga.

Išanalizavus vidurkio modelio kintamuosius, nustatyti keli reikšmingi rezultatai. Pirmiausia nustatyta, kad temperatūra yra tinkamas veiksnys tokio tipo modeliuose. Nors temperatūros kintamojo koeficientai nesuteikia tikslios informacijos, jų ženklai ir apytiksliai dydžiai atitinka teorines prielaidas. Empiriškai patvirtinta, kad kviečių kainos yra itin jautrios aukštai temperatūrai, o metinės vidutinės temperatūros pakilimas 1 laipsniu gali nulemti, net 1,83 eurai didesnes kainas. Rapsų, miežių ir kukurūzų kainoms temperatūros kilimas irgi pavojingas, tačiau beveik dvigubai mažiau. Antra, analizė parodė, kad grūdų kainų lygiai nėra linkę sekti stipria tendencija ir labiau reaguoja į trumpalaikius, neprognozuojamus veiksnus,

o kriziniais laikotarpiais kainos ženkliai pakyla.

2.2.4 Žemės ūkio kainų rizikos dispersijos modelio vertinimas

Pirmiausia vertiname valstybės intervenciją grūdų rinkoje, kuri modelyje apibrėžiama kaip fiktyvus kintamasis, parodantis, ar šaliai buvo suteiktos subsidijos grūdinių kultūrų auginimui ar ne. Nepavyko patvirtinti alternatyvios hipotezės ir nerasta, kad subsidijų suteikimas mažintų grūdų kainų riziką. Atvirkščiai, rapsų ir kviečių koeficientų kryptys teigiamos visame aposterioriniame skirstinyje, o tai patvirtina, kad subsidijų suteikimas didina kainų riziką. Papildomai, miežių rezultatai taip pat palaiko šią išvadą, tačiau 2.5 proc. aposteriorinio skirstinio intervale pakeičia ženklą ir tampa statistškai nereikšmingais. Rezultatai rodo, kad subsidijų taikymas kviečių atveju yra susijęs su apytiksliai 0,4 euro padidėjusia realių kainų dispersija aplink vidurkį, o rapsų - su 0,6 euro. Kadangi rapsų vidutinė reali kaina 100 kg yra maždaug dvigubai aukštesnė nei kviečių, tai aukštesnis rapsų dispersijos padidėjimas yra tikėtinas. Nepaisant to, kad nepavyko patvirtinti alternatyvios hipotezės, gauti rezultatai yra informatyvūs. Alternatyvią hipotezę pagrindėme Matsumoto (1998) atliktu tyrimu, kuriame teigiama, kad esant stipriai valstybės intervencijai, grūdų kiekiai rinkoje dažnai daugiau svyruoja aplink vidurkį, tačiau stiprių šokų išvengiama. Buvo tikėtasi, kad stiprūs šokai turės didesnę poveikį kainų rizikai nei aukštesni svyravimai aplink vidurkį, tačiau rezultatai indikuoja, kad ryšys priešingas. Tam galėjo turėti įtakos ir fiktyvus recesijų kintamasis, kuris neleido pilnai įvertinti efekto dydžio. Nors alternatyvi hipotezė ir nebuvo patvirtinta, tačiau statistškai įrodyta, kad kviečių ir rapsų dispersija išauga valstybei suteikus subsidijas. Šios išvados patikimumą taip pat riboja papildoma problema. Daugelyje šalių subsidijų teikimas žemės ūkiui buvo nutrauktas 2005 metais, reaguojant į Europos Sąjungos bei Pasaulio prekybos organizacijos spaudimą skatinti laisvus mainus. Dėl šios priežasties kintamasis turi daug reikšmių tarp 2002 iki 2005 metų. Negalime tiksliai nustatyti, ar po 2005 metų stebimas kainų dispersijos sumažėjimas daugelyje šalių buvo nulemtas subsidijų nutraukimo, ar pokyčių, susijusių su padidėjusia Europos Sąjungos integracija.

Kitas statistškai reikšmingas kintamasis buvo gamyboje naudojamų išteklių kainos. Galutiniame modelyje buvo palikti trys gamybos ištekliai: sėklų kainos, energijos kainos bei augalų apsaugos preparatų kainos. Kviečių ir miežių modelyje rasti reikšmingi energijos kainų pokyčiai; kukurūzų modelyje reikšmingos buvo sėklų kainos, o augalų apsaugos preparatų kintamasis nustatytas arti reikšmingumo ribos. Kviečių ir miežių modelio rezultatai

labai panašūs, tačiau miežių modelio standartinė deviacija yra neženkiai didesnė. Abiejų modelių rezultatai parodo, kad energijos kainoms pakilus 1 proc., šių grūdų realios kainos dispersija pakyla apytiksliai 2 centais. Jei teigtume, kad vidutinė šių grūdų kaina 100 kg yra maždaug 18 eurų, tai 2 centų pokytis būtų apytiksliai lygus 0,1 proc. realaus kainų pokyčio. Tai leidžia mums daryti išvadą, kad 10 proc. energijos kainų pokytis yra susijęs su maždaug 1 proc. kainų dispersijos padidėjimu aplink vidurkį kviečiams ir miežiams. Kukurūzų modelyje sėklų kainos buvo rastos reikšmingos, o augalų apsaugos preparatų labai arti reikšmingumo ribos. Kukurūzų modelyje sėklų kainų koeficientai parodė, kad sėklų kainoms pakilus 1 proc., kukurūzų kainos dispersija pakyla apytiksliai 3 centais. Dažniausiai naudojamos hibridinės kukurūzų sėklos, kurios privalo būti perkamos kasmet, o jų kaina didesnė už kviečių, miežių ar rapsų sėklas. Nepaisant to, šis rezultatas išlieka santykinai aukštas ir viršija kviečių bei miežių modeliuose gautus įvarčius. Kita vertus, šio kintamojo standartinis nuokrypis taip pat aukštesnis nei energijos kainų kintamojo, tad yra mažiau užtikrintumo dėl jų tikrosios vertės. Nepaisant to, negalime paneigti, kad sėklų kainos yra labai svarbios kukurūzų kainų dispersijai ir kainų rizikos mažinimui. Kukurūzų modelis taip pat parodė įdomų, tačiau statistiškai nereikšmingą ryšį su augalų apsaugos preparatų kainomis. Šio kintamojo efekto dydis indikavo, kad apsaugos preparatų kainoms pakilus 1 proc., kukurūzų kainos dispersija nukrenta apytiksliai 3 centais. Toks rezultatas gali būti paaiškintas paprastu mechanizmu: apsaugos preparatų kainos kyla dėl didesnės paklausos, o didesnė apsaugos preparatų paklausa užtikrina patikimesnį derlių ir mažesnę kainų dispersiją. Tad nors šis ryšys statistiškai nereikšmingas, tačiau atrodo gan intuityvus ir buvo paliktas tyrime. Gautus rezultatus galime papildyti Baffes (2007) tyrimo įžvalgomis. Jame autorius nustatė, kad naftos kainų pokytis atspindi galutinėje grūdų kainoje, pakeisdamas ją apie 17 proc. Nors tyrimas analizuoja kainų vidurkius, tačiau matome, kad efekto dydžiai panašūs ir šiame tyrime. Tai suteikia patikimumo mūsų rezultatams ir leidžia teigti, kad pokyčiai energijos kainose veikia kviečių ir miežių kainų riziką, o pokyčiai sėklų kainose veikia kukurūzų kainų riziką. Šie rezultatai nereiškia, kad kitos gamyboje naudojamų išteklių kainos neveikia nagrinėjamų grūdų kainų rizikos, tačiau šie kaštai buvo modelyje atpažinti statistiškai reikšmingais, tad galime užtikrintai teigti, kad jų poveikis šių grūdų kainų rizikai itin svarus.

Toliau apibūdinami kintamieji, skirti modelio dinamikai nustatyti. Pradėsime nuo dispersijos konstantos, kuri nusako bazinį rizikos lygį, nepriklausantį nuo kitų kintamųjų. Miežiams šio kintamojo vidutinės vertės koeficientas yra 1,6, kviečiams -1, o kukurūzams ir rapsams - apytiksliai 0,7. Standartiniai nuokrypiai kukurūzams, kviečiams ir miežiams yra

panašūs, o rapsams šiek tiek didesni. Visoms nagrinėtoms grūdinėms kultūroms ženklai aposterioriniame skirstinyje nesikeičia, todėl rezultatai laikomi patikimais. Tokie gauti rezultatai rodo, kad bazinė realių kainų dispersija yra tarp 10 ir 30 realių euro centų. Taip pat, rezultatai parodo, kad miežių bazinė rizika yra aukščiausia, o kukurūzų ir rapsų - žemiausia. Kitas vertinamas rezultatas yra dispersijos autoregresija. Šio kintamojo rezultatai patikimi visiems grūdams ir svyruoja tarp 0,08 ir 0,32. Kviečių ir miežių rezultatai - aplink 0,1, o rapsų ir kukurūzų - aplink 0,3. Nors paskutinių dviejų grūdų vertės didesnės, tačiau jų standartiniai nuokrypiai irgi aukštesni, tad dėl jų tikrosios vertės turime mažiau užtikrintumo. Šios reikšmės yra žemos ir nerodo, kad kintamųjų dispersija būtų inertiška savo buvusioms vertėms. Trečias rezultatas gautas dispersijos slankiesiems vidurkiams. Miežių ir rapsų koeficientai yra apytiksliai 0,1, o kukurūzų ir kviečių - 0,35. Kaip ir autoregresijos atveju, šios reikšmės nėra didelės, kas pagrindžia, kad dispersija nėra inertiška informacijos šokams. Bendrai išanalizavus autoregresinius ir slankiųjų vidurkių koeficientus randame, kad grūdų kainos reaguoja į pokyčius dispersijoje, tačiau poveikis yra trumpalaikis ir dispersija greitai grįžta prie nustatyto bazinio lygio. Ilgiausiai dispersijos šokai užsitęsia kukurūzų kainoms, kviečiams ir rapsams poveikis yra trumpesnis, o miežių kainos demonstruoja labai silpną dispersijos inertiškumą. Taip pat reikia atkreipti dėmesį, kad į modelį įtrauktas krizių kintamasis, kuris dalinai sumažina šio efekto dydį. Pats krizių laikotarpis kintamasis atrodo patikimas visuose modeliuose, tačiau rapsų modelyje standartiniai nuokrypiai yra žymiai didesni. Kviečių, miežių ir kukurūzų rinkose kriziniai laikotarpiai padidina dispersijos koeficientą apytiksliai penkiais vienetais, o rapsų modelyje - 22 vienetais. Pavertus šias vertes kainomis, nustatome, kad šokų laikotarpiais kviečių, miežių ir kukurūzų realių kainų dispersija pakyla 1 euru, o rapsų - 2 eurai. Tai aukštas efektas, ypatingai žinant, kad bazinė dispersija vidutiniškai indikuoja bazinę realių kainų dispersiją vos tarp 10 ir 30 realių euro centų. Nepaisant to, šio kintamojo standartiniai nuokrypiai yra žemi. Be to, visoms grūdinėms kultūroms ženklai nesikeičia visame aposterioriniame skirstinyje. Bendri modelio rezultatai leidžia daryti išvadą apie grūdų kainų rizikos tendencijas. Dispersijos dinamikoje didesnį vaidmenį atlieka netikėti šokai, o ne ilgalaikė nepastovumo inercija. Išoriniai šokai dažnai sukelia didesnes nepastovumo bangas, kai kainos smarkiai pakyla. Tačiau dėl žemo autoregresinio koeficiento, šie kainų šuoliai greitai išsisklaido, o dispersija grįžta prie savo bazinio lygio, kuris vidutiniškai indikuoja apie 10 - 30 realių euro centų svyravimus aplink vidurkį.

Būtina atkreipti dėmesį, kad dauguma dispersijos modelio kintamųjų buvo pašalinti po pirmo etapo, nes buvo statistiškai nereikšmingi. Panaikinti rezervų pokyčio,

specializacijos ir ūkio technikos bei infrastruktūros kainų pokyčio kintamieji. Grūdų rezervų pokyčiui visi tyrimo modeliai rado nulinį efekto dydį. Nors šiam kintamajam buvo teikiama daug teorinės reikšmės, ypač atsižvelgiant į Wiggins ir Keats (2010) analizę, tačiau reikšmingų rezultatų nepavyko užfiksuoti. Kita vertus, rezultatai nestebina, kaip jau minėjome 2.1.2 sk., dėl duomenų ribotumo buvo naudojami procentiniai rezervų pokyčiai, o ne jų absoliutūs dydžiai. Grūdų rezervai turi poveikį realioms grūdų kainoms tik rezervams sumažėjus iki kritinio lygio arba pilnai išsekus, todėl modeliuoti reikia absoliutaus dydžio kintamąjį. Šiame tyrime dėl netinkamos duomenų eilutės prarandama galimybė adekvačiai patikrinti alternatyvią hipotezę rezervų kiekiams. Kitų dviejų kintamųjų efektai rodė ryšį, tačiau statistiškai nereikšmingą ir su dideliais standartiniais nuokrypiais. Specializacijos kintamasis daugumoje modelių nepakeičia ženklo vieno standartinio nuokrypio ribose, tačiau ženklo kryptis priešinga iškeltai alternatyviai hipotezei. Tad net jei rezultatai būtų statistiškai reikšmingi, jie patvirtintų, kad grūdinių kultūrų diversifikacija nepadeda mažinti rizikos. Technikos bei infrastruktūros kainų pokyčio kintamojo ženklas nurodė teisingą kryptį, tačiau nebuvo statistiškai reikšmingas. Manome, kad šiems kintamiesiems nebuvo rastas statistiškai reikšmingas ryšys dėl trumpų ir nepatikimų duomenų.

Apibendrinant dispersijos modelio rezultatus, pradėsime nuo bendros dispersijos dinamikos. Nustatyta, kad kainų dinamika grūdų rinkoje gana pastovi, tačiau kriziniais laikotarpiais kainų rizika ženkliai pakyla. Šie laikotarpiai dažniausi nesitęsia ilgą laiką ir kainos grįžta prie bazinio rizikos lygio gana greitai. Pavyko dalinai patvirtinti tik vieną iš keturių alternatyvių hipotezių. Įrodyta, kad gamyboje naudojamų išteklių kainos veikia tris iš keturių analizuojamų grūdinių kultūrų. Pokyčiai energijos kainose veikia kviečių ir miežių kainų riziką, o pokyčiai sėklų kainose veikia kukurūzų kainų riziką. Valstybės politikos kintamajam pavyko rasti statistiškai reikšmingus rezultatus, tačiau priešingus sudarytai alternatyviai hipotezei. Rezultatai rodė, kad valstybės įsikišimas į grūdų rinką didina kainų riziką dėl aukštesnių trumpalaikių dispersijos svyravimų aplink vidurkį. Galiausiai, rezervų kiekio ir specializacijos kintamiesiems nepavyko rasti jokių statistiškai reikšmingų rezultatų. Atsižvelgiant į tai, būtų tikslinga šias hipotezes pervertinti pasitelkiant ilgesnes duomenų eilutes, kitokias modelio specifikacijas ir papildomus kontrolinius kintamuosius.

2.2.5 Žemės ūkio kainų rizikos modelio vertinimas

Pradėsime nuo modelio paklaidų analizės. Pirmiausia, atlikti autokoreliacijos ir

dalinės autokoreliacijos testai paklaidoms. Skirtinguose modeliuose autokoreliacijos ir dalinės autokoreliacijos rezultatai skiriasi, tačiau matomos panašios tendencijos. Tarp 2 ir 4 bei 9 ir 15 vėlavimų nustatytos silpnos autokoreliacinės tendencijos. Šis reiškinys pasireiškia, nes į vidutinės reikšmės ir dispersijos modelius vienu metu įtrauktas tas pats fiktyvus kintamasis, skirtas kontroliuoti krizių poveikį. Vidurkio modelis apskaičiuoja paklaidas, kurios vėliau naudojamos slankiųjų vidurkių komponentui dispersijos modelyje. Dėl šios priežasties identiško kintamojo įtraukimas į abi lygtis lemia jo poveikio dalinį karojimąsi. Nepaisant to, autokoreliacijos laipsniai išlieka neaukšti. Didžiausia autokoreliacijos vertė randama kviečių modelyje antrame laikotarpyje - jis siekia 0,2. Šiame modelyje autokoreliacija papildomai pasireiškia 3, 12 ir 14 laikotarpiuose, tačiau juose reikšmės neženkliai viršija 0,1 ribą. Miežių modelyje neaukšta autokoreliacija randama 7 ir 11 laikotarpiuose. Rapsų ir kukurūzų modeliuose autokoreliacija neperžengia statistškai reikšmingos ribos, nors autokoreliacinės tendencijos ir paauga perioduose, kai naudojamas fiktyvus kintamasis. Dalinėje autokoreliacijoje tendencijos panašios, tačiau autokoreliacijos laipsniai šiek tiek žemesni. Šie rezultatai gali sukelti šališkumo, tačiau neįtraukiant krizių fiktyvaus kintamojo į abi modelio lygtis gautume netikslius kitų kintamųjų parametrus, o tai būtų didesnė problema. Papildomai, visuose modeliuose autokoreliacijos ir dalinės autokoreliacijos reikšmės yra labai aukštos 21 laikotarpyje, tačiau tai yra susiję su modelio specifikacija, o ne duomenų eilutėmis. Norint kad modelis atpažintų panelinius duomenis, kiekvieną kartą pakeitus panelę, modelio dispersijos ir vidurkio reikšmės grąžinamos į pradinį parametrus. Kadangi parametrai yra identiški visuose panelės pirmuose duomenų eilutėse, tai šiame laikotarpyje randama autokoreliacija. Kalbant apie paklaidų pasiskirstymą, miežių ir rapsų modeliuose paklaidos yra normaliai pasiskirsčiusios, tuo tarpu kviečių ir kukurūzų modeliuose pasiskirstymas rodo teigiamą asimetriją. Tai reiškia, kad pastarieji modeliai netiksliai prognozuoja ekstremalias reikšmes. Modelių rezultatuose matyti, kad miežių ir rapsų autoregresiniai kintamųjų koeficientai yra aukštesni ir pasižymi mažesniais standartiniais nuokrypiais. Tikėtina, kad šie modeliai geriau aptinka ekstremalias reikšmes per autoregresinius kintamuosius, tuo tarpu kviečių ir kukurūzų modeliuose šių koeficientų reikšmės yra pernelyg mažos. Nepaisant to, paklaidų analizė nekelia didelio susirūpinimo - modeliai gan taisyklingai analizuoja kintamuosius ir paklaidos nerodo šališkumo.

Nors vertinant modelių paklaidas gauti tenkinantys rezultatai, analizuojami modeliai susiduria su kitomis problemomis. Visų pirma, ne visi modeliai konverguoja. Nors miežių ir rapsų modeliams pavyko pasiekti pilną konvergenciją, tačiau kviečių ir kukurūzų modeliams nepavyko. Tai reiškia, kad kai kurios Markovo grandinės ieškojo modelių parametrų

netinkamuose tikimybių skirstiniuose, todėl šių modelių rezultatais negalima pasitikėti. Analizuojant atskirus kintamuosius, kviečių modelyje nekonverguoja temperatūros kintamasis ir dispersijos konstanta. Kukurūzų modelyje nekonvergavo dauguma reikšmių. Nepaisant to, koeficientai abiejuose modeliuose buvo arti konvergencijos. Apskritai, visi modeliai turėjo nukrypusių parametro reikšmių po apšilimo etapų, kas signalizuoja, kad modeliams nepavyksta lengvai rasti parametrų koeficientų. Tai gali būti susiję tiek su prasta modelio specifikacija, tiek su trumpoms duomenų eilutėmis, kurių ilgis neleidžia tinkamai įvertinti rezultatų. Galime daryti išvadą, kad modelyje trūksta tinkamų kontrolinių kintamųjų. Dauguma įtrauktų kintamųjų yra naudingi patvirtinant tam tikras hipotezes, tačiau jų indėlis aiškinant realią kainų dinamiką yra ribotas. Nepaisant minėtų sunkumų, net ir esant problemoms su konvergencija bei ribotam duomenų kiekiui, algoritmas sugebėjo identifikuoti modelius su sveikomis paklaidomis ir parametrais, kurių poveikio dydžiai daugumai kintamųjų atitinka teorines prognozes. Atsižvelgiant į tai, kad modelis dirba su komplikuotum duomenų eilutėm, šie rezultatai yra reikšmingas pasiekimas.

2.2.6 Pateikiami pasiūlymai

Nors ne visas alternatyvias hipotezes apie grūdų kainų riziką pavyko empiriškai patvirtinti, tačiau tyrimas atskleidė svarbios informacijos apie kainų rizikos dinamiką. Vadovaujantis šiomis įžvalgomis šiame skyriuje pateikiami siūlymai, kaip Europos Sąjungos šalys galėtų mažinti grūdų kainų riziką. Pirmiausia, svarbu pabrėžti, kad literatūroje dažniausiai siūlomas rizikos mažinimo mechanizmas yra didesnių rezervų kaupimas ir diversifikacija (Wright, 2012; Paut ir kt., 2018). Nepaisant to, šiame tyrime nepavyko rasti statistiškai reikšmingų rezultatų šiems kintamiesiems, tad tokių pasiūlymų vengiama. Bendri siūlymai teikiami tik vadovaujantis statistiškai reikšmingais rezultatais.

Empiriniai tyrimai atskleidė, kad saugiau auginti kukurūzus ir rapsus, nes jų bazinės dispersijos yra mažiausios. Nepaisant to, visų grūdų kainos dažnai patiria netikėtus šokus, kurie staigiai ir reikšmingai padidina kainų dispersiją. Jei šalyje auginami kviečiai, miežiai, rapsai ar kukurūzai, ūkininkai paprastai susiduria su maždaug 0,1 - 0,3 euro svyravimais aplink ilgalaikį vidurkį, tačiau kriziniu laikotarpiu šie svyravimai gali išaugti 1 - 2 eurai. Tai gan ženklus pokytis, galintis kelti rimtų iššūkių žemės ūkio veiklai bei prisidėti prie nepastovumo grūdų gamyboje. Norint jo išvengti, šalims patartina kriziniais laikotarpiais kainas laikyti stabilias. Vienas iš būdų tam pasiekti, yra užtikrinti fiksuotas grūdų supirkimo

kainas bent porai metų į priekį. Kaip aptarta ankstesniuose skyriuose, krizės dažniausiai yra trumpalaikės, todėl laikinas kainų fiksavimas gali užtikrinti ūkininkams didesnę stabilumą. Papildomai verta pažymėti, kad ūkininkai, siekiantys sumažinti kainų riziką krizių metu, turėtų vengti rapsų auginimo. Šių grūdų kainų dispersija krizių laikotarpiais buvo maždaug dvigubai didesnė nei kviečių, miežių ar kukurūzų. Tikėtina, kad tokiu metu rapsų kainos svyruoja daugiau, nes jų kaina glaudžiai susijusi su biodyzelino kainomis.

Kiti pasiūlymai, kurios galima pateikti kainų rizikai mažinti, yra susiję su valstybės politika ir gamybai naudojamų išteklių kainomis. Tyrimas atskleidė, kad valstybės intervencija suteikiant subsidijas, priešingai nei manyta, yra riziką didinantis veiksnys. Yra pagrindo teigti, kad naudojamas fiktyvus kintamasis atspindėjo aukštesnes šalių dispersijas dar iki šalims įstojant į Europos Sąjungą, o ne pačių subsidijų poveikį. Nepaisant to, tikėtina, kad subsidijų suteikimas gali iškraipyti kainų signalus rinkoje ir padidinti bendrą realių kainų dispersiją. Taip pat rasta, kad pokyčiai energijos kainose veikia kviečių ir miežių kainų riziką, o pokyčiai sėklų kainose veikia kukurūzų kainų riziką. Tad bendrai, bet koks stabilų energijos ir sėklų kainų garantavimas, padėtų mažinti grūdų kainų riziką. Valstybei norint paremti grūdų auginimą, tačiau nesukelti kainų rizikos, patartina nesuteikti tiesioginių subsidijų ūkininkams. Vietoje to, galima subsidijuoti energijos kainas šalyse, kur gaminama daugiau kviečių ir miežių, o kukurūzų auginimą paremti suteikiant subsidijas sėkloms.

Toliau pateikiami siūlymai, kaip būtų galima patobulinti ir išplėsti šią analizę ateities empiriniuose tyrimuose su panašiais duomenimis. Pirma, šiame tyrime buvo vertinami tik tiesioginiai poveikiai grūdų kainoms, veikiantys per kiekio mechanizmą. Tačiau būtų tikslinga išplėsti analizę, įtraukiant kainų rizikos vertinimą per lūkesčių mechanizmą. Be to, vertėtų modelyje įtraukti ir paklausos veiksnys. Šiame tyrime modelio kintamieji pasirinkti vadovaujantis gamintojų kainų funkcija, todėl modeliuojami tik pasiūlos pusės kintamieji. Taip pat, rekomenduojama apsvarstyti skirtingas modelio specifikacijas, pasitelkiant naujas duomenų eilutes. Grūdų atsargų ir gamybai panaudotų išteklių kainų kintamųjų modeliavimą reikėtų atlikti naudojantis absoliučiais, o ne procentiniais pokyčiais. Krizės kintamąjį reikėtų modeliuoti ne kaip kategorinį, bet kaip skalės kintamąjį. Taip pat galima būtų papildyti analizę palūkanų normos bei eksporto ir importo kintamaisiais. Norint praplėsti patį modelį, siūloma naudoti asimetrinius GARCH tipo modelius, tokius kaip GJR-GARCH, kurie leistų įvertinti neigiamų šokų poveikį kainų rizikai. Šiame tyrime kainų rizika apibrėžiama kaip dispersijos padidėjimas. Vis dėlto, praktikoje ūkininkus dažniau paveikia kainų kritimas nei kilimas, tad tokie modeliai sudarytų galimybę empiriškai patikrinti, ar kainų mažėjimas

sukelia didesnę riziką nei jų augimas. Apibendrinant, egzistuoja daug galimų būdų patobulinti ir išplėtoti modelį, nepaisant to, galimybės yra stipriai apribotos mažo duomenų prieinamumo ir trumpų laiko eilučių.

2.3 Išvados

Šiame tyrime atlikta kainų rizikos analizė keturioms Europos Sąjungoje dažniausiai auginamoms grūdinėms kultūroms: kviečiams, miežiams, rapsams ir kukurūzams. Pirmoje tyrimo dalyje sudaryta gamintojų kainos funkcija, kuria vadovaujantis suformuoti kontroliniai kintamieji ir iškeltos alternatyvios hipotezės. Tyrime analizuojamos keturios pagrindinės hipotezės, kurios skirtos nustatyti kaip rezervų kiekis, valstybės intervencija, specializacija ir gamyboje naudojami ištekliai veikia grūdų kainų riziką. Manoma, kad rezervų kiekiai padeda kontroliuoti kainų riziką, mažindami grūdų paklausos spaudimą kriziniais laikotarpiais (Wiggins ir Keats, 2010). Pasėlių dydžiai daro įtaką kainų rizikai per diversifikacijos mechanizmą, kadangi didesnė diversifikacija mažina kainų riziką (Paut ir kt., 2018). Valstybės intervencija veikia kainų riziką sumažindama stiprių šokų tikimybę, tačiau padidindama bendrą dispersiją ramiais laikotarpiais (Matsumoto, 1998). Galiausiai, gamyboje naudojamų išteklių kainų poveikis rizikai rastas tyrimuose apie naftos kainas (Alom ir kt., 2011; Siarni-Namini, 2019; Lu ir kt., 2019). Naudojantis Drachal (2019) ir Shiferaw (2018) tyrimais sudarytas Bajeso ARIMA – GARCH modelis, skirtas tirti aprašytų kontrolinių kintamųjų poveikį grūdų kainų rizikai.

Antrame skyriuje atlikta empirinė analizė, kurios metu pavyko dalinai patvirtinti tik vieną iš iškeltų alternatyvių hipotezių. Gamyboje naudojamų išteklių kainos veikia kukurūzų, kviečių ir miežių, tačiau ne rapsų dispersiją. Pokyčiai energijos kainose paveikia kviečių ir miežių kainas, o pokyčiai sėklų kainose - kukurūzų kainas. Vieno procento kainų pokytis šiuose kaštuose padidina kainų dispersiją 2-3 euro centais. Nors nepavyko patvirtinti jokios kitos alternatyvios hipotezės, tačiau tyrimas atskleidė kitas svarbias grūdų kainų rizikos dinamikas. Pirmiausia, valstybės įsikišimas į grūdų rinką didina kainų riziką. Šis efektas rastas kviečių ir rapsų kainoms. Kviečių atveju, subsidijų taikymas susijęs su apytiksliai 0,4 euro padidėjusia realių kainų dispersija aplink vidurkį, o rapsų - su 0,6 euro. Antra, rasta kad kainų dinamika grūdų rinkoje yra gana pastovi, tačiau kriziniais laikotarpiais kainų rizika ženkliai pakyla. Šie laikotarpiai dažniausi nesitęsia ilgą laiką ir kainos grįžta prie bazinio rizikos lygio. Bazinė realių kainų dispersija yra tarp 10 ir 30 realių euro centų. Trečia, įrodyta, kad

temperatūra yra svarbus veiksnys modeliuojant vidurkio kainų modelį. Temperatūrai pakilus 1 laipsniu, grūdų kainos pakyla apytiksliai 0,9 eurai. Kadangi dirbama su trumpomis duomenų eilutėmis ir sudėtingais finansiniais duomenimis, modeliams nepavyko atlikti tikslingos analizės visiems turimiems kintamiesiems. Nepaisant to, autorių žiniomis, iki šiol neegzistuoja tyrimų, analizuojančių grūdų kainų rizikos priklausomybę nuo kontrolinių kintamųjų visoje Europos Sąjungoje. Tad tikimasi, kad šie rezultatai padės kitiems tyrimams, kurie nagrinės šią temą.

3. Literatūros sąrašas

- Aizenman, J., Pinto, B. (2005). *Commodity prices and volatility. Managing Economic Volatility and Crises: A Practitioner's Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Alom, F., Ward, B., ir Hu, B. (2011). Spillover Effects of World Oil Prices on Food Prices: Evidence for Asia and Pacific countries. 52-oji kasmetinė Naujosios Zelandijos ekonomistų asociacijos konferencija, Birželio 29 - Liepos 1, 2011.
- Armstrong, M. (2023, liepos 26). The value of agriculture to European economies. Statista Daily Data. [Žiūrėta: 2025-11-19]. Prieiga internetu: <https://www.statista.com/chart/30483/agriculture-sector-as-share-of-gdp-in-european-countries/>
- Baffes, J. (2007). Oil spills on other commodities. *Resources Policy*, p. 126–134. [Žiūrėta: 2025-10-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2007.08.004>
- Baležentis, T., Kriščiukaitienė, I. (2016). Production and price risk in Lithuanian crop farming. Lietuvos Agrarinės Ekonomikos Institutas. [Žiūrėta: 2025-09-20]. Prieiga internetu: https://app.ekvi.lt/uploads/Scientific_Study_Price_Risk_3eafe5b447.pdf
- Beillouin, D., Schauburger, B., Bastos, A., Ciais, P. ir Makowski, D. (2020). Impact of extreme weather conditions on European crop production in 2018. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*. [Žiūrėta: 2024-12-12]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0510>
- Bojnec, Š., Latruffe, L. (2012). Farm size, agricultural subsidies and farm performance in Slovenia. *Land Use Policy*, p. 207–217. [Žiūrėta: 2025-10-26]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.016>
- Brock, W. A., Hommes, C. H. (1997). A rational route to randomness. *Econometrica*. Žiūrėta: [2024-10-13]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.2307/2171879>
- Broll, U., Welzel, P. ir Wong, K. P. (2013). Price risk and risk management in agriculture. *Contemporary Economics*, p. 17–20. [Žiūrėta: 2025-07-13]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.79>
- Chen, S., Kuo, H., Chen, C. (2010). Modeling the relationship between the oil price and global food prices. *Applied Energy*, p. 2517–2525. [Žiūrėta: 2025-10-28]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.02.020>

- Ciaian, P., Baldoni, E., Kancs, D. ir Drabik, D. (2021). The Capitalization of Agricultural Subsidies into Land Prices. *Annual Review of Resource Economics*, p. 17–38. Žiūrėta: 2024-09-28. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-102020-100625>
- Coulibaly, A. (2013). The food price Increase of 2010-2011: Causes and impacts. Government of Canada. [Žiūrėta: 2025-11-13]. Prieiga internetu: https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/bdp-lop/bp/YM32-2-2013-2-eng.pdf
- Dilaver H, Dilaver K. M. (2022). Price Analysis in Agriculture. *Palandöken Journal of Animal Science, Technology and Economics*, p. 1-13.
- Drachal, K. (2019). Analysis of Agricultural Commodities Prices with New Bayesian Model Combination Schemes. *Sustainability*. [Žiūrėta: 2025-04-28]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.3390/su11195305>
- Du, X., Yu, C. L., ir Hayes, D. J. (2011). Speculation and volatility spillover in the crude oil and agricultural commodity markets: A Bayesian analysis. *Energy Economics*, p. 497–503. [Žiūrėta: 2025-04-11]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.12.015>
- Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija. (2023). Policies for the Future of Farming and Food in the European Union, *OECD Agriculture and Food Policy Reviews*, Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos leidinys, [Žiūrėta: 2024-12-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1787/32810cf6-en>.
- Ericsson, K., Rosenqvist, H., ir Nilsson, L. J. (2009). Energy crop production costs in the EU. *Biomass and Bioenergy*, p. 1577–1586. [Žiūrėta: 2024-10-24]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.08.002>
- European Commission, Eurostat. (2009). *Price indices of agricultural products – output price index (2000=100)*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-29]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/APRI_PI00_INA
- European Commission, Eurostat. (2013). *Price indices of agricultural products – output price index (2005=100)*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-27]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/APRI_PI05_INA
- European Commission, Eurostat. (2018). *Price indices of agricultural products – output price index (2010=100)*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-28]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/APRI_PI10_INA
- European Commission, Eurostat. (2024). *Price indices of agricultural products –*

- output price index (2015=100)*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-29]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/APRI_PI15_INA
- European Commission, Eurostat. (2025a). *Selling prices of crop products (absolute prices) – annual price (from 2000 onwards)*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-27]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/APRI_AP_CRPOUTA
 - European Commission, Eurostat. (2025b). *Harmonised index of consumer prices (HICP) – annual data*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-27]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/PRC_HICP_AIND
 - European Commission, Eurostat. (2025c). *Crops products – harvested production (from 2000 onwards)*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-28]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/APRO_CPSH1
 - European Commission, Eurostat. (2025d). *Economic accounts for agriculture – values at real prices*. Publications Office of the European Union. [Žiūrėta: 2024-11-29]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.2908/AACT_EAA04
 - Fan, P., Mishra, A. K., Feng, S., Su, M., ir Hirsch, S. (2023). The impact of China's new agricultural subsidy policy on grain crop acreage. *Food Policy*. [Žiūrėta: 2024-10-27]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102472>
 - Floyd, J. E. (1965). The effects of farm price supports on the returns to land and labor in agriculture. *Journal of Political Economy*, p. 148–158. [Žiūrėta: 2024-12-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1086/259003>
 - Geneti, T. (2019). Review on the effect of moisture or rain fall on crop production. *Civil and Environmental Research*. [Žiūrėta: 2025-07-01]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.7176/cer/11-2-01>
 - Gerrard, C. D., Roe, T. (1983). Government intervention in food grain markets. *Journal of Development Economics*, p. 109–132. [Žiūrėta: 2024-11-27]. Prieiga internetu: [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(83\)90054-8](https://doi.org/10.1016/0304-3878(83)90054-8)
 - Gouel, C. (2010). Agricultural price instability: a survey of competing explanations and remedies. *Journal of Economic Surveys*, p. 129–156. [Žiūrėta: 2024-11-19]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2010.00634.x>
 - Hadnadev, T. D., Torbica, A., ir Hadnadev, M. (2011). Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab. *Procedia Food Science*, p. 328–334. [Žiūrėta: 2024-09-29]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.051>

- Huang, W., Durón-Benítez, Á. A. (2015). Analysis of Demand for Dairy Product in Central American Countries under the CAFTA. *Microeconomics and Macroeconomics*, p. 7–14. [Žiūrėta: 2024-11-05]. Prieiga internetu: <http://www.sapub.org/global/showpaperpdf.aspx?doi=10.5923/j.m2economics.20150301.02>
- Yang, J., Haigh, M. S. ir Leatham, D. J. (2001). Agricultural liberalization policy and commodity price volatility: a GARCH application. *Applied Economics Letters*, p. 593–598. [Žiūrėta: 2025-07-07]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1080/13504850010018734>
- Yuan, X., Li, S., Chen, J., Yu, H., Yang, T., Wang, C., Huang, S., Chen, H., ir Ao, X. (2024). Impacts of global climate change on Agricultural Production: A Comprehensive review. *Agronomy*. [Žiūrėta: 2024-10-01]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.3390/agronomy14071360>
- Jungtinių Tautų Maisto ir žemės ūkio organizacija (FAO). (2023). FAOSTAT: Maisto balansas (iki 2013 m., sena metodologija ir populiacija). [Žiūrėta: 2025-01-02]. Prieiga internetu: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBSH>
- Kapusuzoglu, A. ir Ulusoy, M. K. (2015). The interactions between agricultural commodity and oil prices: an empirical analysis. *Zemědělská Ekonomika*, p. 410–421. [Žiūrėta: 2025-06-27]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.17221/231/2014-agricecon>
- Kleinhanß, W., Offermann, F., Butault, J., ir Surry, Y. (2011). Cost of production estimates for wheat, milk and pigs in selected EU member states. In Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut p. 67. [Žiūrėta: 2025-11-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.118867>
- Kriščiukaitienė, I. Eirošius, Š. Namiotko, V. (2013). Javų rinkos dalyvių lūkesčių įtakos šiai rinkai vertinimas, *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*. Vadybos mokslas ir studijos - kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai, p. 63-71.
- Kumbhakar, S. C., Lien, G. (2010). Impact of subsidies on farm productivity and efficiency. *Springer eBooks* p. 109–124. [Žiūrėta: 2025-10-14]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6385-7_6
- Lansink, A. O., Stefanou, S. E., Kapelko, M. (2014). The impact of inefficiency on diversification. *Journal of Productivity Analysis*, p. 189–198. [Žiūrėta: 2024-11-30]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1007/s11223-014-0423-x>

- Liang, R., Qin, B., ir Xia, Q. (2022). Bayesian inference for mixed Gaussian GARCH-Type model by Hamiltonian Monte Carlo algorithm. Computational Economics, p. 193–220. [Žiūrėta: 2025-04-11]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1007/s10614-022-10337-4>
- Lynch, S. M. (2007). Basics of Bayesian statistics. Introduction to Applied Bayesian Statistics and Estimation for Social Scientists. p. 47–75. [Žiūrėta: 2025-04-21]. Prieiga internetu: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71265-9_3
- Lu, Y., Yang, L. ir Liu, L. (2019). Volatility Spillovers between Crude Oil and Agricultural Commodity Markets since the Financial Crisis. Sustainability, p. 11 - 396. [Žiūrėta: 2024-03-15]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.3390/su11020396>
- Market Information Organization Of The Americas. (2017). Manual on the Basic Analysis of Agricultural Prices for Decision-making. Creative Commons. [Žiūrėta: 2025-10- 07]. Prieiga internetu:
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6231/BVE17119433i.pdf;jsessionid=4F02B84718E5968545E96ABFD6C482AA?sequence=2>
- Matiu, M., Ankerst, D. P., ir Menzel, A. (2017). Interactions between temperature and drought in global and regional crop yield variability during 1961-2014. Plos one. [Žiūrėta: 2025-09-23]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178339>
- Matsumoto, A. (1998). Do government subsidies stabilize or destabilize agricultural markets? Contemporary Economic Policy, p. 452–466. [Žiūrėta: 2024-12-19]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1111/j.1465-7287.1998.tb00533.x>
- Mohan, S. (2007). Market-based price-risk management for coffee producers. Development Policy Review, p. 333–354. [Žiūrėta: 2025-09-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2007.00373.x>
- Oerke, E. (2005). Crop losses to pests. The Journal of Agricultural Science, p. 31–43. Žiūrėta: [2024-11-15]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1017/s0021859605005708>
- Pasaulio Bankas. (2025a). Climate Change Knowledge Portal. [Žiūrėta: 2024-11-30]. Prieiga internetu: https://cckpapi.worldbank.org/cckp/v1/cru-x0.5_timeseries_tas_timeseries_annual_1901-2023_mean_historical_cru_ts4.08_mean/AUT,BEL,BGR,HRV,CYP,CZE,DNK,EST,FIN,FRA,DEU,GRC,HUN,IRL,ITA,LVA,LTU,LUX,MLT,NLD,POL,PRT,ROU,SVK,SVN,ESP,SWE?_format=json
- Pasaulio Bankas. (2025b). Climate Change Knowledge Portal. [Žiūrėta: 2024-11-30].

Prieiga internetu: https://cckpapi.worldbank.org/cckp/v1/cru-x0.5_timeseries_pr_timeseries_annual_1901-2023_mean_historical_cru_ts4.08_mean/AUT,BEL,BGR,HRV,CYP,CZE,DNK,EST,FIN,FRA,DEU,GRC,HUN,IRL,ITA,LVA,LTU,LUX,MLT,NLD,POL,PRT,ROU,SVK,SVN,ESP,SWE?format=json

- Paut, R., Sabatier, R., Tchamitchian, M. (2018). Reducing risk through crop diversification: An application of portfolio theory to diversified horticultural systems. *Agricultural Systems*, p. 123–130. [Žiūrėta: 2024-10-08]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.002>
- Savary, S., Ficke, A., Aubertot, J. ir Hollier, C. (2012). Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Security*, p. 519–537. [Žiūrėta: 2024-12-01]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5>
- Shiferaw, Y. (2018). The Bayesian MS-GARCH model and Value-at-Risk in South African agricultural commodity price markets. *Minesotos universitetas, JAV*. [Žiūrėta: 2025-04-16]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.275991>
- Siami-Namini, S. (2019). Volatility transmission among oil price, exchange rate and agricultural commodities prices. *Applied Economics and Finance*, p. 41. [Žiūrėta: 2025-07-13]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.11114/aef.v6i4.4322>
- Sichoongwe, K., Mapemba, L., Tembo, G. ir Ng'ong'ola, D. (2014). The determinants and extent of crop diversification among smallholder farmers: a case study of Southern Province Zambia. *Journal of Agricultural Science*. p. 150-159.
- Singbo, Alphonse G., Emvalomatis, Grigorios, Alfons, Oude Lansink. (2013). Assessing the impact of crop specialization on farms' performance in vegetables farming in Benin: a non-neutral stochastic frontier approach. *Agricultural and Applied Economics Association*.
- Singvejsakul, J., Chaiboonsri, C. ir Sriboonchitta, S. (2021). The Optimization of Bayesian Extreme Value: Empirical evidence for the agricultural commodities in the US. *Economies*, p. 30. [Žiūrėta: 2025-04-17]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.3390/economies9010030>
- Staniszewski, J., Borychowski, M. (2020). The impact of the subsidies on efficiency of different sized farms. Case study of the Common Agricultural Policy of the European Union. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, p. 373–380. [Žiūrėta: 2024-12-07]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.17221/151/2020->

- Waugh, F. V. (1964). Cobweb models. Journal of Farm Economics. [Žiūrėta: 2024-10-10]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.2307/1236509>
- Weiss, C. R., Briglauer, W. (2002). Determinants and dynamics of farm diversification. RePEc: Research Papers in Economics. [Žiūrėta: 2024-11-03]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.24929>
- Wiggins, S., Keats, S. (2010). Grain stocks and price spikes. Londres: Overseas Development Institute (ODI), [Žiūrėta: 2024-12-21]. Prieiga internetu: <http://www.odi.org.uk/resources/details.asp>.
- Wiggins, S., Keats, S., Compton, J. (2010). What caused the food price spike of 2007/08? Lessons for world cereals markets. Overseas Development Institute. [Žiūrėta: 2024-11-27]. Prieiga internetu: <https://cdn-odi-production.s3.amazonaws.com/media/documents/6103.pdf>
- Wright, B. D. (2012). International grain reserves and other instruments to address volatility in grain markets. The World Bank Research Observer, p. 222–260. Žiūrėta: [2024-12-01]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1093/wbro/lkr016>
- Zhang, C., Qu, X. (2015). The effect of global oil price shocks on China's agricultural commodities. Energy Economics, p. 354–364. [Žiūrėta: 2024-11-27]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.07.012>
- Zhang, Q., Wang, K. (2010). Evaluating production risks for wheat producers in Beijing. China Agricultural Economic Review, p. 200–211. [Žiūrėta: 2024-12-02]. Prieiga internetu: <https://doi.org/10.1108/17561371011044306>
- (n.d.) (2022). Impacts and repercussions of price increases on the global fertilizer market. USDA Foreign Agricultural Service.

PRICE RISK IN AGRICULTURAL MARKETS

EIDAS VIRKETIS

Master thesis

Economic analytics

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor - prof. Algirdas Bartkus

Vilnius, 2025 m.

SUMMARY

The goal of this paper is to analyze factors that affect price risk in the European Union agriculture markets. This paper chooses to analyze price volatility, as it is assumed to be the best measurement of the price risk. To achieve this goal, an ARCH-GARCH Bayesian model with different control variables has been constructed and tested on the prices of maize, barley, wheat, and rape. Four hypotheses have been created concerning subsidies, levels of reserves, input costs, and specialization. The underlying results demonstrate that there exists a relationship between price risk and government's subsidies as well as input cost. Government's subsidies tend to increase the volatility by around one euro. Input costs have a smaller effect: a ten percent increase in input costs tends to increase price volatility by around one percent. This, however, has been only observed in rape and wheat prices when considering energy costs as well as maize prices when considering seed costs. Other factors like specialization and reserves seem to have no impact on price volatility. It is thought that it has been caused by poor data availability. Other trends concerning price means have also been noticed. One worth mentioning is the large effect of weather on price levels. However, this factor has not had significant influence on price volatility. From the gathered results, overall recommendations have been proposed to the European Union. First, if the member states wish to curb price risk, direct subsidies should be avoided. Second, stable price levels are a very important factor when decreasing crop risk and should be kept up as much as possible. In general, the paper has demonstrated some innovative solutions in dealing with short datasets that more often than not plague crop price models by using Bayesian statistics and provided a solid footing for further research in this field.

4. Priedai

12 pav. Stacionarumo testai

```
vars_main <- c(
  "wheat_prices_real", "wheat_quantity_gap",
  "wheat_stock", "wheat_specialization_perc",
  "wheat_rainfall", "wheat_temperature")

vars_inputs <- c(
  "wheat_inputs_real", "wheat_inputs_fertilizer_real",
  "wheat_inputs_energy_real", "wheat_inputs_2_real",
  "wheat_inputs_protection_real", "wheat_inputs_seeds_real")

vars_all <- c(vars_main, vars_inputs)

llc_results <- list()
for (i in vars_all) {
  llc_results[[i]] <- purtest(cleaned_wheat_panel[[i]],
                             test = "levinlin",
                             exo = "intercept",
                             lags = 1)

  print(i)
  print(summary(llc_results[[i]]))
}

for (i in vars_all) {
  llc_results[[i]] <- purtest(cleaned_wheat_panel[[i]],|
                             test = "ips",
                             exo = "intercept",
                             lags = 1)

  print(i)
  print(summary(llc_results[[i]]))
}
```

13 pav. Multikolinearumo testai

```
vars_main <- c(
  "wheat_prices_real", "wheat_quantity_gap",
  "wheat_stock", "wheat_specialization_perc",
  "wheat_rainfall", "wheat_temperature")

vars_inputs <- c(
  "wheat_inputs_real", "wheat_inputs_fertilizer_real",
  "wheat_inputs_energy_real", "wheat_inputs_2_real",|
  "wheat_inputs_protection_real", "wheat_inputs_seeds_real")

vars_all <- c(vars_main, vars_inputs)

cleaned_wheat_demeaned <- cleaned_wheat %>%
  group_by(Country) %>%
  mutate(across(all_of(vars_all), ~ . - mean(.))) %>%
  ungroup()

Cor <- as.matrix(cleaned_wheat_demeaned[, vars_all])
print(cor(Cor))

cor_filtered <- cor(Cor)
cor_filtered[abs(cor_filtered) < 0.3] <- NA
print(cor_filtered)
```

14 pav. Autokoreliacijos ir dalinės autokoreliacijos testai

```
countries <- unique(cleaned_wheat$Country)

n_countries <- length(countries)
ncol <- 4
nrow <- ceiling(n_countries / ncol)
par(mfrow = c(nrow, ncol), mar = c(1, 1, 1, 1))

for (i in countries) {
  Viena <- cleaned_wheat[cleaned_wheat$Country == i, ]
  acf(Viena$wheat_prices_real)
}

par(mfrow = c(nrow, ncol), mar = c(1, 1, 1, 1))

for (i in countries) {
  Viena <- cleaned_wheat[cleaned_wheat$Country == i, ]
  pacf(Viena$wheat_prices_real)
}

par(mfrow = c(1, 1), mar = c(5, 4, 4, 2))
```

15 pav. Galutinio modelio parametrai

```
Model <- "
data {
  int<lower=1> T;
  int<lower=1> N;
  array[T] real r;
  array[T] real x_temp;
  array[T] real x_rain;
  array[T] int<lower=0, upper=1> x_recession;
  array[T] real x_quantity_gap;
  array[T] real x_spec;
  array[T] real x_stock;
  array[T] int<lower=0, upper=1> x_subsidy;
  array[T] real x_inputs;

  array[T] int<lower=1, upper=N> country_id;

  real<lower=0> sigma1;
}
parameters {
  vector[N] mu_country;
  real beta_ar;
  real theta_ma;
  real beta_temp;
  real beta_rain;
  real beta_recession;
  real beta_quantity_gap;
  real<lower=0> alpha0;
  real gamma_spec;
  real gamma_stock;
  real gamma_subsidy;
  real gamma_recession;
  real gamma_inputs;
  real<lower=0, upper=1> alpha1;
  real<lower=0, upper=(1 - alpha1)> beta1;
}
```

16 pav. Galutinio modelio lygtis

```
transformed parameters {
  array[T] real mean_r;
  array[T] real epsilon;
  array[T] real<lower=0> sigma;
  for (t in 1:T) {
    if (t == 1 || country_id[t] != country_id[t-1]) {
      mean_r[t] = mu_country[country_id[t]]
        + beta_temp * x_temp[t]
        + beta_rain * x_rain[t]
        + beta_quantity_gap * x_quantity_gap[t]
        + beta_recession * x_recession[t];
      epsilon[t] = r[t] - mean_r[t];
      sigma[t] = sigma1;
    } else {
      sigma[t] = sqrt(
        alpha0
        + gamma_spec * x_spec[t]
        + gamma_stock * x_stock[t]
        + gamma_subsidy * x_subsidy[t]
        + gamma_recession * x_recession[t]
        + gamma_inputs * x_inputs[t]
        + alpha1 * square(epsilon[t - 1])
        + beta1 * square(sigma[t - 1])
      );
      mean_r[t] = mu_country[country_id[t]]
        + beta_ar * r[t - 1]
        + theta_ma * epsilon[t - 1]
        + beta_temp * x_temp[t]
        + beta_rain * x_rain[t]
        + beta_quantity_gap * x_quantity_gap[t]
        + beta_recession * x_recession[t];
      epsilon[t] = r[t] - mean_r[t];
    }
  }
}
model {
  r ~ normal(mean_r, sigma);
}
generated quantities {
  real var_fit;
  real var_resid;
  real R2;
  vector[T] mean_r_vec;
  vector[T] resid;
```