

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
EKONOMETRIJOS BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

**Gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto
kainos priklausomybė nuo ekonominių bei fizinių
veiksnių**

**The dependency of residential real estate price on
economical and physical factors**

Baigiamasis bakalauro darbas

Atliko: Loreta Kurkul
VU el. p.: loreta.kurkul@mif.stud.vu.lt

Vadovas: Prof., Habil. dr. Vydas Čekanavičius

VILNIUS 2022

Turinys

1	Įvadas	4
2	Nekilnojamojo turto apžvalga teoriniu pagrindu	5
2.1	Nekilnojamojo turto samprata	5
2.2	Nekilnojamojo turto kainą lemiantys veiksniai	5
2.2.1	Infliacija	6
2.2.2	Bankas ir paskolos	6
2.3	Pasiūla ir paklausa	9
3	Praktinė dalis	14
3.1	Pirminė duomenų analizė	14
4	Modelio sudarymas	15
4.0.1	Hipotezių tikrinimas	18
4.1	Galutiniai modeliai	22
5	Išvados	25
6	Priedai	26

Gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainos priklausomybė nuo ekonominių bei fizinių veiksnių

Santrauka

Šiame darbe yra analizuojama gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kaina Vilniaus mieste nuo 2018 m. iki 2022 m.. Naudojami du vertinimo parametrai, kurie skirti įvertinti, kokie veiksniai gali daryti įtaką gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainai, bei kiek reikšmingai tą kainą gali pasikeisti. Darbo tikslas: pagal turimus statistinius duomenis nustatyti nekilnojamojo turto vertės tendencijas, identifikuoti reikšmingus kintamuosius bei sudaryti būsto kainos modelius. Duomenys analizuoti dviem būdais: apibendrintų ekonominių aspektų ir daugianarės tiesinės regresijos modeliu. Naudojant tiesinę regresiją nustatyta, kad turimi duomenys turi heteroskedastiškumo problemą, dėl to pasirinktas buvo stabilizuotų liekamųjų paklaidų regresija. Buvo lyginta naujų būstų kainų priklausomybė nuo fizinių veiksnių, išskiriant 3 pagrindines pirkėjų grupes: vienišius, turintys šeimą ir investuotojai - bei buvo analizuojama, kokie veiksniai yra bendri visoms pirkėjų grupėms, o kurie reikšmingi tik vienai dar dviem iš jų.

Raktiniai žodžiai : Nekilnojamas turtas, ekonominiai veiksniai, fiziniai veiksniai, tiesinė regresija, svertinė mažiausių kvadratų regresija.

The dependency of residential real estate price on economical and physical factors

Abstract

The price of residential real estate in Vilnius from 2018 until 2022 is analyzed and reviewed in this thesis. Two evaluation parameters are used to assess what factors may affect the price of residential real estate and how significantly that price may change. The aim of the research is to determine the tendencies of real estate value according to the available statistical data, identify significant variables and create housing price models. The data were analyzed in two ways: by generalized economic aspects and by a polynomial linear regression model. Using linear regression, it was found that the available data have a heteroskedasticity problem, which is why a regression of stabilized residual errors was chosen. The dependence of new house prices on physical factors was compared by distinguishing 3 main groups of buyers: people who are single, have a family, and investors. The analysis will cover what factors are common to all groups of buyers and which apply to only two other groups.

Key words : Real estate, economical factors, physical factors, linear regression, weighted least squares model

1 Įvadas

Pastaraisiais metais pastebima vis daugiau pranešimų apie sparčiai kylančias nekilnojamojo turto kainas, todėl nusipirkti arba išsinuomoti būstą darosi vis keblesnė užduotis. Didėjant kainoms nekilnojamojo turto rinkoje, vis daugiau ekspertų pradeda kalbėti apie tai, kad būsto kaina yra prasilenkianti su realia būsto verte.

Vis dėlto, tik iš gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainos negalima prognozuoti artėjančio perkaitimo ir krizės, pirmiausiai reikėtų išanalizuoti išorinius veiksnius, kurie gali lemti tokį didelį ir ganėtinai staigų kainos kylimą. Didžiausias pikas buvo stebimas per antrąjį karantiną, praėjus beveik daugiau nei metams nuo pasaulyje vyravusio Covid-19 viruso atsirado. Tikėtina, kad dėl ilgai trukusio karantino laikotarpio žmonės nusprendė investuoti arba greičiau susitaupę pinigų, dėl mažesnio suvartojimo.

Šiame darbe bus analizuojama gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto rinka. Šio darbo tikslas yra pagal turimus statistinius duomenis nustatyti nekilnojamojo turto vertės tendencijas, identifikuoti ekonominius bei fizinius veiksnius, kurie daro įtaką būsto kvadratinio metro kainai. Tyrimo metu buvo iškelti, kokie uždaviniai, kaip:

- Tyrimui reikiamų duomenų rinkimas ir susisteminimas;
- Lietuvos nekilnojamojo turto rinkos apžvalga, bei palyginimas su kitomis šalimis;
- Ekonominių bei fizinių veiksnių nustatymas, kurie gali daryti įtaką būsto kainai, taip pat, jų įtakos masto nustatymas;
- Pirminių duomenų analizės atlikimas;
- Statistinio modelio parinkimas ir analizė;
- Liekanų analizės atlikimas, be to modelio korekcija.

Šį darbą yra suskirstytas į dvi dalys: teorinę ir praktinę.

Teorinėje dalyje aprašomas temos ekonominis kontekstas, nagrinėjami nekilnojamojo turto ir nekilnojamojo turto rinkos teoriniai aspektai, jų klasifikacija, pristatomos svarbiausios sąvokos, turimi duomenis. Pagal ekonominį kontekstą yra aprašomi veiksniai, kurie galėtų daryti įtaką gyvenamosios paskirties būsto kainai.

Praktinė dalis susideda iš pirminės statistinės duomenų analizės, kurioje pateikiama aprašomoji analizė bei įvairūs vizualizavimo metodai. Taip pat, sudaryti atskirai gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainos priklausomybės nuo fizinių ir nuo ekonominių veiksnių regresiniai modeliai. Darbo pabaigoje pateiktos išvados ir rekomendacijos, priedai bei literatūros sąrašas.

Statistinei analizei atlikti naudojami duomenys surinkti iš Lietuvos statistikos departamento, Registrų centro, bei įmonės, kurioje buvo atliekama praktika.

Visiems skaičiavimams, grafikų braižymui, modelių kūrimui buvo naudojamas R paketas.

2 Nekilnojamojo turto apžvalga teoriniu pagrindu

2.1 Nekilnojamojo turto samprata

Nekilnojamojo turto rinka vaidina svarbų vaidmenį Lietuvos ekonomikoje ir tapo labai konkurencingu, bei techniškai sudėtingu sektoriumi. Sukurto nekilnojamojo turto gausa, tai ne tik ankstesnių kartų materialinės gerovės rodiklis, bet ir ateinančių kartų materialinės gerovės prielaida [1].

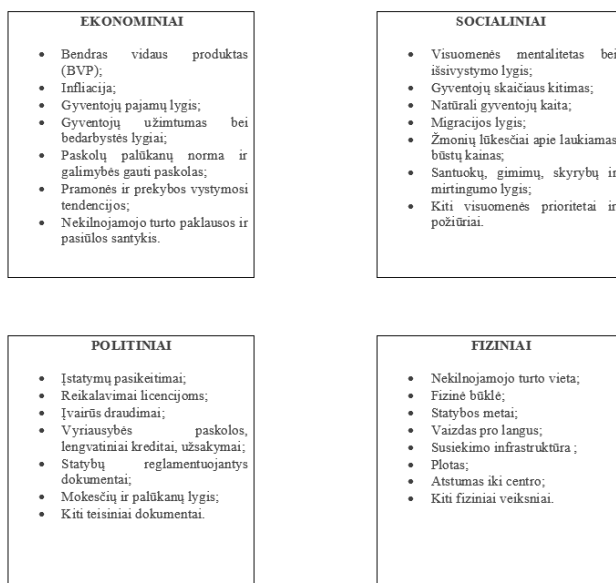
Įprastai terminas nekilnojamas turtas - vadinamas kaip žemė ir statiniai[2], tačiau teoriniam termino apibūdinimui šito nepakanka. Prieš gilinantis į nekilnojamojo turto struktūrą, veiksnius, galinčius daryti įtaką nekilnojamojo turto kainai ir jų mastą būtina konkrečiau išsiaiškinti ir apibrėžti tiriamojo darbo objekto sąvokas.

Nekilnojamojo turto rinka gali būti apibrėžta kaip mechanizmas, kuris padeda keistis nekilnojamoju turto ir yra veikiamas rinkos dalyvių poreikių bei politinio ir ekonominio vyriausybės kišimosi į rinkos erdvę. [1]

Šiame darbe dėmesį sutelsime būtent gyvenamojo būsto nekilnojamojo turto rinkai, kadangi būsto poreikis išlieka vienu svarbiausių šiandieninio gyvenimo poreikių.

2.2 Nekilnojamojo turto kainą lemiantys veiksniai

Mokslinėje literatūroje, nekilnojamojo turto kainų pokyčiams turi įtaką, tokie veiksniai, kaip [2]:



1 pav.: Pagrindiniai nekilnojamojo turto rinkos vertei darantis įtaką veiksniai

Tolimesniuose skyriuose bus apžvelgti keletas iš šių (žr. 1 pav.) įvardintų veiksnių, kurie šiuo metu daro didelę įtaką.

2.2.1 Infliacija

Vienas iš veiksnių, kuris gali daryti įtaką gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainai yra infliacija. Šiuo metu metinė infliacija pasiekė 16.8 %. Tikėtina, kad 2022 m. vidutinė metinė infliacija Lietuvoje sieks 14.7 proc., o tai dar labiau sunks nekilnojamojo turto rinkoje. Neretai galima pastebėti, kad nekilnojamas turtas dažnai yra reklamuojamas kaip apsidraudimas nuo infliacijos. Viena iš priežasčių, kodėl matome, kad nekilnojamojo turto kainos kyla infliacijos laikais, yra ta, kad investuotojai ieško variantų, kurie generuotų grąžą didesnę už infliacijos lygį. Kita priežastis, kodėl matome, kad nekilnojamojo turto kaina kyla dėl infliacijos didėja būsto statybos išlaidos, nes didėja atlyginimai, brangsta medžiagos ir žemė.

2.2.2 Bankas ir paskolos

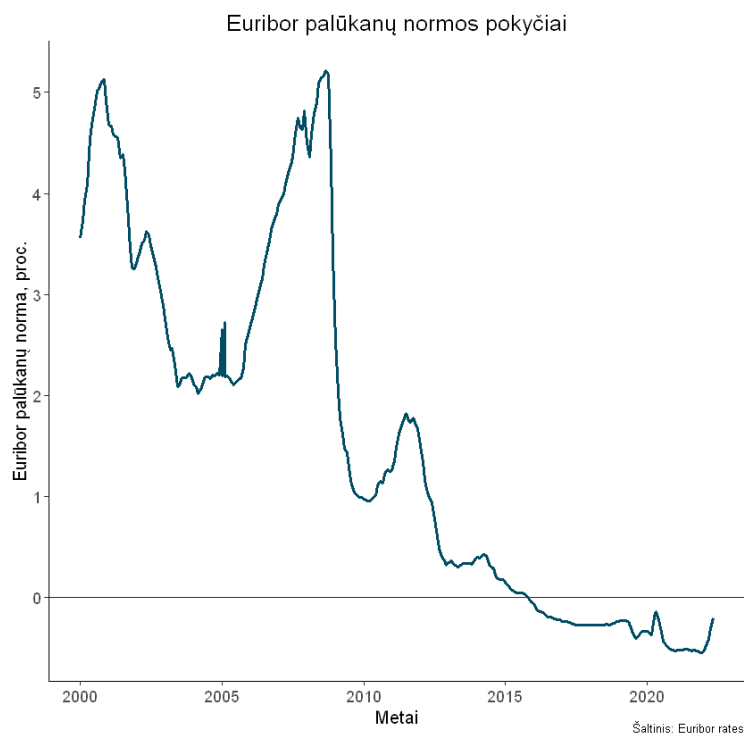
Negalima užmiršti dar vieno svarbaus aspekto nekilnojamojo turto rinkoje – bankų ir jų teikiamų paskolų. Per pastaruosius 10 metų dauguma kreditų buvo sudaromi su kintama palūkanų norma.

Būsto paskolų kintamą palūkanų normą sudaro dvi dalys - pastovi ir kintama.

- Pastovi būsto paskolos palūkanų normos dalis (marža), nustatoma kiekvienam klientui individualiai, atsižvelgiant į jo gaunamas pajamas, kredito istoriją bei lojalumą bankui;
- Kintamai palūkanų normos daliai apskaičiuoti naudojame Europos tarpbankinės rinkos palūkanų normą (Euribor)[?].

Euribor – skelbiama tarpbankinę palūkanų normą, už kurią euro zonoje bankai yra pasirengę paskolinti lėšų eurai kitiems bankams[?].

Žemiau pateiktame grafike (žr. 7 pav.) galima matyti Euribor palūkanos normos pokyčius nuo 2000 m. iki 2022 m. gegužės. Paskutinius septynerius metus Euribor palūkanų norma buvo neigiama. Tokiu atveju, laikoma, kad Euribor reikšmė lygi nuliui, dėl šios priežasties namų ūkiai, investuotojai ir verslas privalo mokėti tik pastovią būsto paskolos palūkanų normos dalį.



2 pav.: Euribor palūkanų normos pokyčiai

Apibendrinant, šiuo metu būsto paskola yra vieni pigiausių pinigų, kuriuos galima pasiskolinti rinkoje, o tai prisideda prie būsto kainos augimo[?]. Kai turime mažą būsto paskolos palūkanų normą, skolinimosi kaina mažėja, įperkamumas didėja, todėl didėja paklausa pirkti būstą. Tačiau dėl sparčiai didėjančios infliacijos, kuri jau dabar pasiekė rekordines aukštumas, Europos centrinis bankas yra priverstas sugriežtinti pinigų politiką.

Europos centrinio banko (ECB) prezidentė Christine Lagarde paskelbė, kad jau galutinai patvirtinta, kad 2022 m. liepą bus pakelta Euribor palūkanų norma ir ji taps teigiama pirmą kartą per pastaruosius septynerius metus, tačiau to negalima pavadinti griežtinimu, o net gi atvirkščiai, jeigu Euribor palūkanų norma nesikeistų, tokia pinigų politika prie esamos infliacijos jau galima būtų laikyti, kaip skatinamoji[?].

Kol kas nėra tiksliai nustatyta iki kokios ribos Europos centrinis bankas pasiruošęs bus kelti Euribor palūkanų normą, taip pat, nėra aišku, kaip palūkanų normos padidėjimą priims namų ūkiai, investuotojai ir verslai. Vis dėlto, Europos centrinio banko prezidentė pabrėžė, kad esminis tikslas yra stabilizuoti infliacijos lygį euro zonoje iki 2 %, o 2022 m. balandžio mėn. infliacija euro zonoje buvo rekordiškai aukšta ir siekė 7.5 %. Jeigu šis tikslas bus pasiektas, tai tolimesnė palūkanų normos riba judės link neutralios normos, tačiau jeigu ekonomika ir toliau kaistu, tai būtų prasminga palūkanų normą nuosekliai didinti virš neutralios normos. [?].

Nors pastebima tendencija, kad tik kas antras būsto pirkėjas perka nekilnojamą turtą su paskola, tačiau negalima daryti išvados, kad Euribor palūkanų normos padidėjimas paveiks tik apie 50 % šalies gyventojų planuojančių pirkti būstą. Euribor palūkanų normos didimas paveikia ne tik namų ūkių kreditus, bet ir verslus, taip pat ir statybos įmones. Bankų finansavimas statybos sektoriuje gali siekti iki 50% nuo vystomo projekto sąmatos, o tai reiškia, kad Euribor palūkanų norma bus taikoma ir statybos sektoriui išduodamoms

paskoloms, kas didins statybos kaštus, o kaip žinoma, statybų rangovai perkelia naujo projekto statybos išlaidas nekilnojamojo turto pirkėjams ir investuotojams, o tai yra dar viena priežastis, kodėl nekilnojamojo turto kainos auga.

Be to, būsto paskolą ima mažiau pasiturintis pirkėjai, kurie neturi galimybės sumokėti už būstą visos sumos patys. Padidėjusi infliacija, kuri lemia kainų šuolį aukštyn, bei būsto paskolos įmokų padidėjimas gali priartinti daugiau žmonių prie skurdo ribos, taip sukeliant dar didesnę socialinę atskirtį.

Dar viena pastebima tendencija yra, kad vis dažniau galima pastebėti, kad namų ūkiai reaguodami į sparčiai augančias nekilnojamojo turto kainas ima papildomas būsto paskolas jau turint vieną ar net kelių tokių paskolas. Tikėtina, kad tokiais poelgiais planuoja užsidirbti iš nekilnojamojo turto, kaip iš pajamų nekilnojamojo turto arba spekuliacinio nekilnojamojo turto.

Remiantis Lietuvos banko: tokie sandoriai prisideda prie rinkos kaitimo ir, kaip parodė Lietuvos banko analizė, kelia didesnę riziką, kad dėl tinkamai nepasvertų finansinių įsipareigojimų netikėtai pasikeitus ekonominei situacijai namų ūkiai patirs rimtų finansinių problemų [6]. Dėl šios priežasties, nuo 2022 m. vasario 1 d. Lietuvos bankas sugriežtino pradinio įnašo reikalavimus, teikiant paraiškas ne pirmajam būstui. Didesnis pradinio įnašo reikalavimas – ne mažiau nei 30 proc. būsto vertės – taikomas antrajai ir paskesnėms kredito sutartims [6].

2.3 Pasiūla ir paklausa

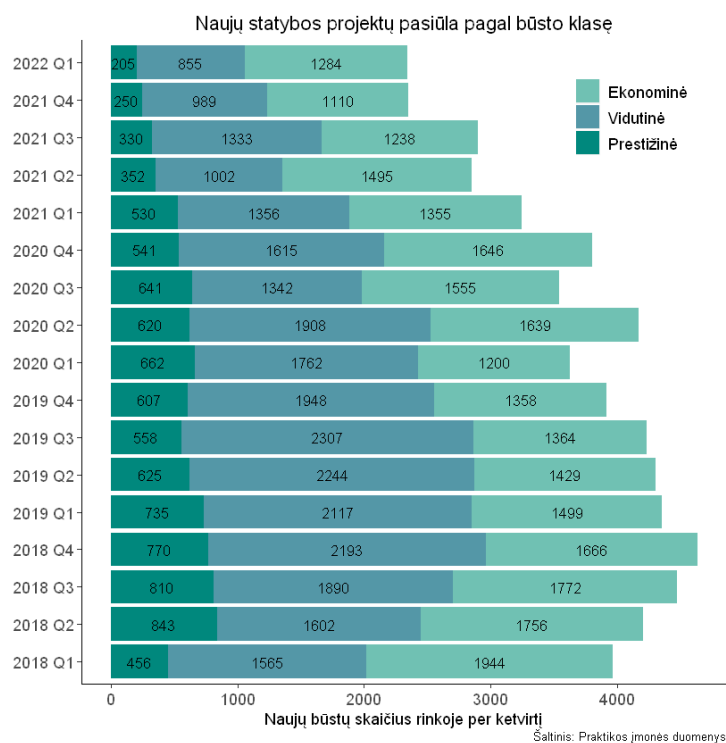
Būsto rinka yra geras pavyzdys, kaip veikia pasiūla ir paklausa. Pasiūlos ir paklausos dėsnis yra pagrindinis ekonominis principas, paaiškinantis ryšį tarp prekės pasiūlos ir paklausos, bei kaip paklausos ir pasiūlos nukrypimai nuo pusiausvyros taško keičia kainą.

Nekilnojamojo turto rinka sujungia nekilnojamojo turto paklausą ir pasiūlą.

Paklausa priklauso nuo paslaugų, būtent nekilnojamojo turto atveju, tai yra žmonių noras pirkti ar nuomoti tam tikrą nekilnojamąjį turtą.

Tuo tarpu pasiūla priklauso nuo konkurencijos. Pasiūla sudaro jau esantys rinkoje objektai ir statomi panašūs nekilnojamojo turto objektai.

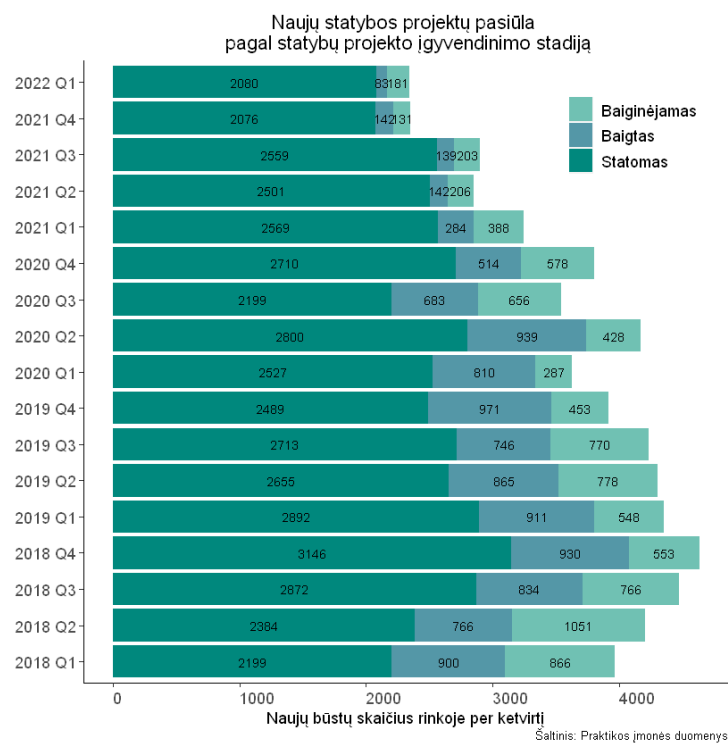
Nekilnojamojo turto pasiūla yra sąlyginai neelastinga, todėl kuo daugiau namų ūkių ir investuotojų atėmami į būsto rinką, tuo kainos stipriau sureaguoja į paklausos pokyčius. Kada paklausa yra didesnė už pasiūlą, tai rinka nukrypsta nuo pusiausvyros taško. Nauji namai gali priartinti paklausą ir pasiūlą prie pusiausvyros taško, tačiau dažniausiai pasiūla labai lėtai reaguoja į paklausos pokyčius dėl ribotų rinkos išteklių, dėl to nekilnojamojo turto kainą kyla.



3 pav.: Naujų statybos projektų pasiūla pagal būsto klasę

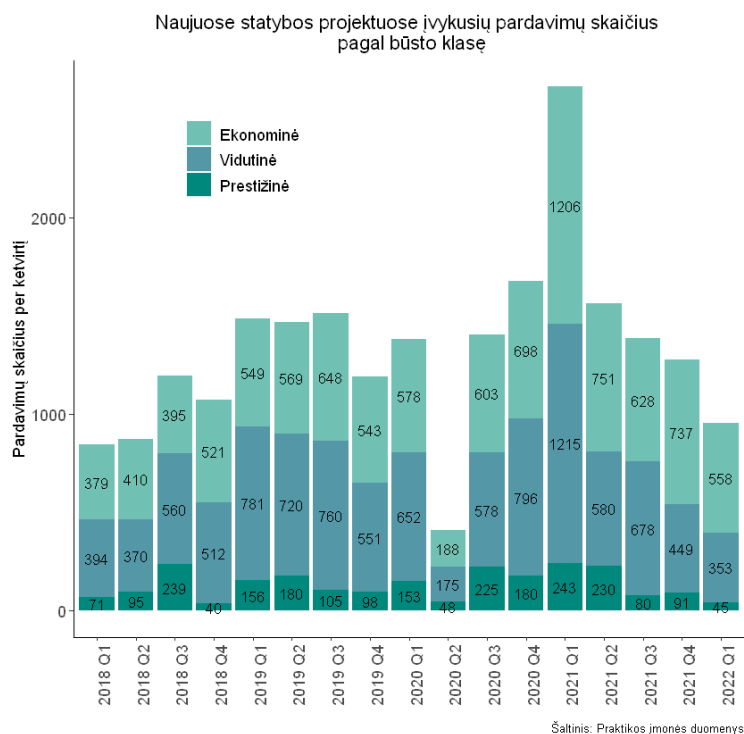
Sudėtinga situacija galima įžvelgti pasiūlos pasiskirstyme (žr. 3 pav.): jeigu paskutinius metus rinkoje dar buvo diversifikuota pasiūla (pagrindinės trys klasės). Net gi, 2021 m. I ketvirtį pirkėjams buvo pasiūlyta vidutinės klasės butų daugiau nei ekonominės, tai stebint 2022 m. I ketvirtį didžiąją dalį ateinančių butų pasiūlos sudarys ekonominė klasė. O vidutinės ir prestižinės klasės bus pavieniai projektai, dėl sklypų trūkumo Vilniaus centre.

Žvelginiant į grafikus (žr. 3, 4 pav.) pasiūla beveik 30 % mažesnė nei pernai, toliau mažėja drastiškai per metus pastatytų baigtų butų skaičius, tiesiog nespėja pastatyti.



4 pav.: Naujų statybos projektų pasiūla pagal būsto statybų projekto įgyvendinimo stadiją

Nesunku pastebėti, kad pasiūla sparčiai mažėja, jeigu 2019 m. I ketvirtį bendra pasiūla buvo 4351 butai ir tai atrodė pakankamai mažai, tai šių dienų realybėje matome, kad 2022 m. I ketvirtį bendra pasiūla yra 2344 butai. Palyginus 2021 m. ir 2022 m. I ketvirčių situacija matome, kad pasiūla bando išlaikyti ekonominę klasę, tačiau vidutinėje klasėje matome, kad pasiūla sumažėjo 36.9 %, o prestižinėje klasėje - 63.3 %. Sandėlis vidutinės ir prestižinės klasės butų susitraukė, susiformavo deficitas, o tai kainai padarė spaudimą, dėl šiuose segmentuose kaina šoko į viršų staigiau.



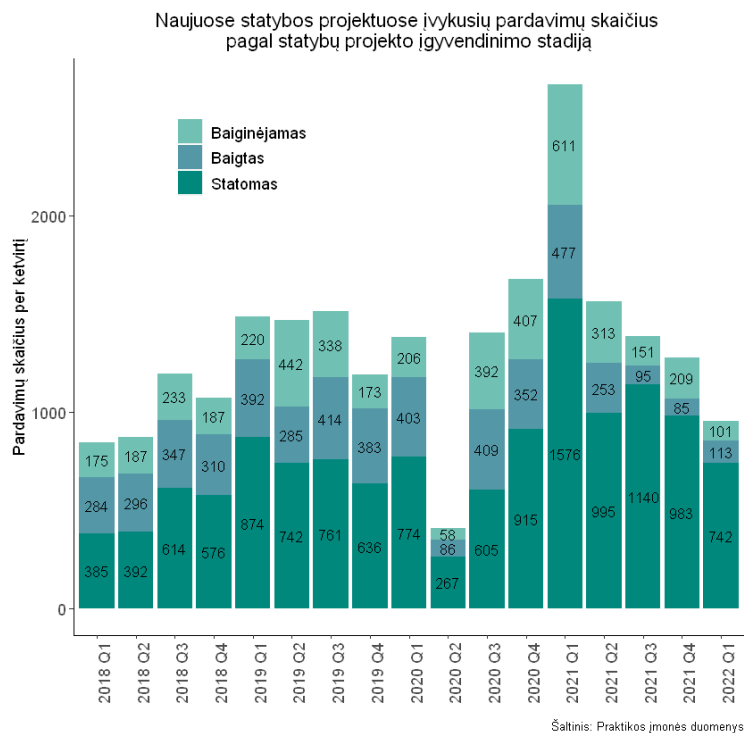
5 pav.: Naujuose statybos projektuose įvykusių pardavimų skaičius pagal būsto klasę

Iš grafiko (žr. 5 pav.) galima pastebėti, kad nuo 2018 m. IV ketvirčio iki 2021 m. II ketvirčio pardavimų skaičius buvo beveik stabiliai vienodas, išskyrus 2020 m. II ketvirtį, palyginus su ankstesniu ketvirčiu susitraukymas siekė 70 %, o to priežastimi tapo Lietuvos Respublikoje įvestas karantinas. Pirkėjai buvo linkę atidėti planuotų butų pirkimą, dėl didelio situacijos neapibrėžtumo, tačiau jau sekantį ketvirtį matome, kad situacija stabilizavosi, pirkėjai vėl grįžo prie būstų pirkimo.

Taip pat, šiame laikotarpyje išryškėja 2021 m. I ketvirtis, kuriame parduotų būstų skaičius padidėjo 59 % lyginant su ankstesniu ketvirčiu, tam galėjo daryti įtaką antrojo karantino nusistovėjimas, be to iš pasiūlos grafiko matome, kad 2020 m. IV ketvirtį padidėjo pasiūla, tai reiškia, kad pirkėjas turėjo daugiau pasirinkimų ir pirkėjas lengviau galėjo rasti optimaliausią variantą, ko pasekoje matome padidėjusių sandorių skaičių. Pastutinius 4 ketvirčius matome ganėtinai nedidelį, bet stabilų pardavimų skaičiaus kritimą. Priežastis šių kritimų gali būti nekilnojamo turto kainos staigus kylimas nuo 2021 II ketvirčio, bei labai ribota pasiūla. Vis mažiau pirkėjų pasiryžta mokėti siūlomą rinkos kainą, tačiau rinka tebėra aktyvesnė nei prieš pandemiją.

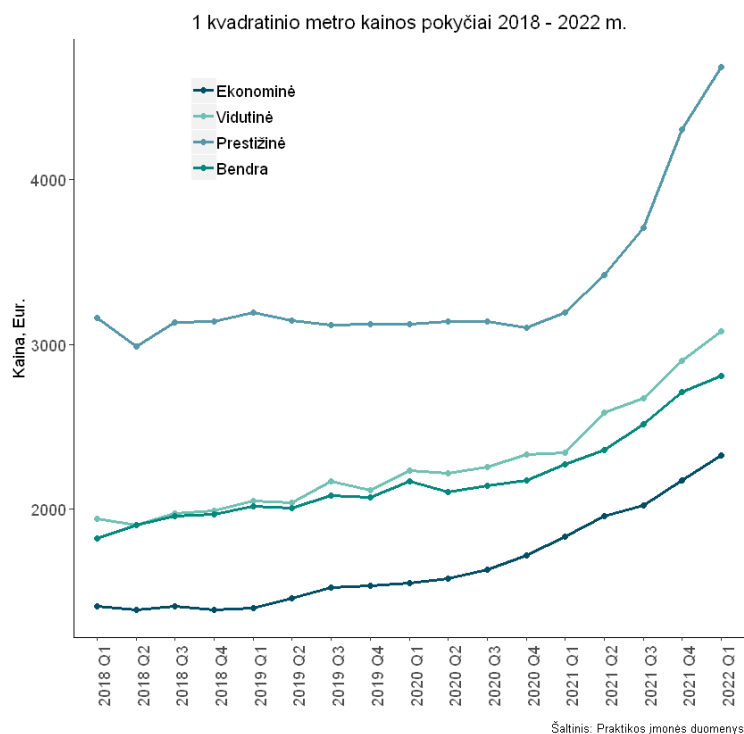
Prasidėjusi Rusijos invazija į Ukrainą į būsto rinką įnešė daug neapibrėžtumo dėl tolesnės paklausos. Žvelgiant grafike į 2022 m. I ketvirtį pilnai nesimato, kokį poveikį šis karas atnešė į nekilnojamojo turto rinką, tačiau analizuojant tik 2022 m. kovo ir balandžio mėnesių statistiką galima teigti, kad karo poveikis rinkai suveikė panašiai, kaip 2020 m. kovo mėnesį prasidėjęs karantinas, nors priežastis kardinaliai skiriasi, bet pirkėjai dėl nežinomybės, neapibrėžtumo, bei baimės veikė panašiai. Labiausiai sureagavo ekonominės klasės pirkėjai, kadangi šioje klasėje vyrauja namų ūkiai, kurie perka būstą pagrindę savo naudojimui. Stabiliausiai atrodė vidutinės klasės pirkėjai, kadangi jų dauguma yra investuotojai, kurie labiau bijo infliacijos, kuri balandžio mėnesį Lietuvoje siekė 16.8 %,

nei karinio konflikto Lietuvos teritorijoje. Tačiau didesnių investicijų per šiuos mėnesius nebuvo pritraukta, tai matome pagal prestižinės klasės sumažėjusių sandorių skaičius. Visgi, prestižinės klasės pardavimu sumažėjimą gali lemti tai, kad rinka nebeturi, ką pasiūlyti, o nekilnojama turto rinka bando išsilaikyti pasiūla ekonominėje klasėje. Artimiausiu metu panaši tendencija ir išliks – pardavimai trauksis, dėl paprastos priežasties nors naujų projektų bus, tačiau jų tikrai nebus tiek, kiek reiktų rinkai, kad ją grįžtų į pusiausvyrą.



6 pav.: Naujuose statybos projektuose įvykusių pardavimų skaičius pagal statybų projekto įgyvendinimo stadiją

Grafike (žr. 6 pav.) nesunku pastebėti, kad iki 2020 III ketvirčio tendencija rodo, kad statomų ir baiginėjamų/baigtų butų santykis yra beveik vienodas, tai reiškia, kad pirkėjai perkant turi galimybę rinktis: butą iš „brėžinių“ arba rinktis jau beveik pastatyta ar net baigta statyti butą, kuri gali nuvykti apžiūrėti realybėje. Tačiau jau nuo 2020 IV ketvirčio dauguma butų yra perkami iš „brėžinių“, tai reiškia, pasirašant pirkimo sutartį dabar, tikėtina, kad buto tektų laukti apie 1 – 1.5 metų iki pridavimo, bei reikia neužmiršti, kad nauji butai parduodami tik su daline apdaila, o įsirengimas dar užtrunka. Tikėtina, kad ir dėl šios priežasties sumažėjo pardavimų skaičius pastaruosius 4 ketvirčius, pirkėjai renkasi jau esamus butus, o nelaukia, kol bus pastatyti nauji butai. Per paskutinius 4 ketvirčius matome, kad labiausiai sumažėjo sandorių baigtuose projektuose, nes jų tiesiog nebėra.



7 pav.: Euribor palūkanų normos pokyčiai

Rezultatas tų vykstančių procesų su pardavimais ir pasiūla, kurie yra aprašyti aukščiau yra kaina. Grafike matome, kad palyginus 2020 m. ir 2021 m. I ketvirčius bendra kaina per vienus metus išaugo beveik 8 %, o jau palyginus 2021m. ir 2022 m. I ketvirčius bendra kaina, matome spartu kainų šuolį, per vienerius metus išaugo 23.8 %, tačiau šis skaičius neparodo, kaip keitėsi situacija segmentuose. Ekonominės klasės butai per metus pabrango 27 %, vidutinėje klasėje kainos per metus šoktelėjo 31.5 %, o didžiausia kainos augimas pastebimas prestižinėje klasėje per metus šis segmentas pabrango net 46.8 %.

Taigi, būsto kainų metinis augimo tempas toliau spartėja ir kainos tolsta nuo ekonominiais veiksniais pagrįstų verčių, tai signalizuoja, kad rinkoje gali formuotis disbalansai. Susidaro dviprasmiška nuomonė, kas gali būti toliau, nes pirkėjai, kurie perka butus sau, jau pradeda jausti spaudimą dėl kainos šuolio, palūkanų kilimo, tikėtina, kad įperkamas tikrai mažės. Investuotojai ir toliau palaikys nekilnojamo turto rinką, nes sieks apsisaugoti nuo infliacijos, tačiau kiek investuotojai bus dar pakantus tam kainos augimui irgi klausimas. Ekonominės klasės plėtotojai norėtų, kaip ir atsikratyti šio segmento, nes jis yra mažiausiai pelningas, taip pat, ekonominėje pagrindiniai pirkėjai yra namų ūkiai, kurie jautriau reaguoja, bet pagal grafikus matome, kad nėra pasirinkimo ir ekonominė klasė tampa vyraujanti pardavimuose ir pasiūloje. Išanalizavus visus viršuje esančius grafikus, nesunku pastebėti, kad teorinė ekonomikos dalis pilnai atspindi šių dienų nekilnojamo turto kontekste.

Naujų gyvenamosios paskirties namų statyboms yra reikalingas statybų leidimas. Siekiant gauti statybos leidimą tenka parengti ir surinkti didelį kiekį dokumentų, o tai užtrunka laiko dėl to nors ir esant potencialiems pirkėjams, vystytojai negali greitai pasiūlyti produkto, o pirkėjams tenka rinktis iš rinkoje esančių likučių arba laukti naujų projektų neapibrėžtą laiką ir su padidėjusia kaina. Kitas veiksnys, kuris gali lemti, tai žemė trūku-

mas, kadangi vis mažėja patrauklių žemės sklypų statyboms kiekis. Labiausiai jaučiamas trūkumas sklypų, kurie randasi miesto centre, kadangi arba sklypai jau yra apstatyti arba parduodami nepriimtina brangia kaina, bei tokie sklypai turi statybos apribojimus, kaip pavyzdys, pagal reljefą apribojamas yra nauju namu aukštis, o tai reiškia, kad nauji pastatai turi būti žemi. Dėl to, matome, kad miesto ribos plečiasi ieškoma naujų perspektyvių rajonų.

3 Praktinė dalis

3.1 Pirminė duomenų analizė

Analizuojami per praktikos laikotarpį surinkti įmonės duomenys apie naujos statybos nekilnojamo turto pardavimus Vilniaus mieste nuo 2018 m. iki 2022 m. balandžio.

Fiziniai veiksniai (dar vadinami individualūs veiksniai) lemia konkretaus nekilnojamojo turto vertę. pateikti pagrindiniai individualumo veiksniai, kurie galėtų daryti įtaką naujų būstų vertei. Šiame skyrelyje tiriama ar tam tikri veiksniai daro įtaką nekilnojamo turto kainai.

Iš duomenų matyti, kad šiuo metu naujų būstų pirkėjais dažniausiai tampa investuotojai. Šiame darbe pagal turimus statistinius duomenis bus išskirti pagrindiniai (žr. lentelę) šie fiziniai veiksniai.

Fiziniai veiksniai arba dar vadinami individualūs lemia konkretaus nekilnojamojo turto buto vertę. Šiame darbe bus išskirti šie pagrindiniai fiziniai veiksniai, kurie galėtų daryti įtaką nekilnojamojo turto vertei:

Fiziniai kintamieji	Min	Q1	Mediana	Vidurkis	Q3	Max
Kaina	42427	86153	109199	122046	138845	509675
1 m^2 kaina	1433	1866	2274	2445	2932	6440
Plotas	17.97	40.48	50.09	49.78	58.97	133.67
Atstumas iki centro	0.270	2.500	3.200	5.003	7.900	11.700
Darželių skaičius rajone	0.00	12.00	13.00	-	19.00	19.00

Taip pat, reikia išskirti tokius fizinius faktorius, kaip kambarių skaičius, metai ir aukštai. Be to, kadangi nagrinėjama yra naujų būstų vertė, todėl svarbu pabrėžti, kad dauguma, tokių būstų yra pridodami pirkėjams su daline apdaila, nors kartais pasitaiko, kad pats vystytojas siūlo atlikti pilną apdailą. Dar vienas svarbus aspektas, kuris lemia kainą yra būsto klasė, bei energijos klasė, kadangi statant būstą yra atsižvelgiama ir į medžiagų kokybę, o kaip žinoma, kuo geresnė kokybė, tuo didesnės sąnaudos, o tai reiškia ir didesnė kaina.

Duomenų rinkinyje turime:

- 255 vieno kambario butą, 31 pusantro kambario butą, 653 dviejų kambario butų, 396 trijų kambarių butų, 59 keturių kambarių butų;
- 237 pirmo aukšto butus, 951 vidurinių aukštų butus, 206 paskutinio aukšto butus;
- 1119 su daline apdaila, 275 su pilna apdaila.

4 Modelio sudarymas

Gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainos priklausomybei nuo fizinių veiksnių ištirti bus naudojama daugianarė tiesinė regresija atlikta daugianarė tiesinė regresija ir sudaryti regresijos modeliai 3 pirkėjų tipams:

Pirmasis iš jų yra investuotojams:

	Koeficientai	Stand.paklaidos	P reikšmė	
Laisvas narys	8.2265	0.0445	0.0000	***
Statybos metai 2019	0.0565	0.0180	0.0018	**
Statybos metai 2020	0.1011	0.0221	0.0000	***
Statybos metai 2021	0.1392	0.0238	0.0000	***
Statybos metai 2022	0.3805	0.0596	0.0000	***
Naudoja asmenines lėšas	0.0457	0.0147	0.0020	**
Butas 1 aukšte	-0.0816	0.0244	0.0009	***
Butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas	0.0148	0.0211	0.4845	
Plotas	-0.0043	0.0006	0.0000	***
Pilna apdaila	0.0698	0.0237	0.0035	**
Energinė klasė A+	0.1113	0.0182	0.0000	***
Energinė klasė A++	0.1211	0.0289	0.0000	***
Atstumas iki centro	-0.0685	0.0033	0.0000	***
Darželių skaičius rajone	-0.0093	0.0021	0.0000	***

Kur *** žymi atitinkamai 0,001 reikšmingumo lygmenį, ** žymi 0,01 reikšmingumo lygmenį. Beveik visi kintamieji yra statistikai reikšmingi, gautas R^2 kainai yra 0.7613, tai pakankamai didelis skaičius, todėl šis modelis kainos pakankamai gerai atspindi.

Iš modelio matosi, kad reikšmingi fiziniai veiksniai investuotojams yra statybos metai, buto aukštas, jo plotas

Antrasis iš jų yra vienišiams:

	Koeficientai	Stand.paklaidos	P reikšmė	
Laisvas narys	8.1808	0.0409	0.0000	***
Statybos metai 2019	0.0410	0.0195	0.0366	**
Statybos metai 2020	0.1449	0.0199	0.0000	***
Statybos metai 2021	0.1819	0.0207	0.0000	***
Statybos metai 2022	0.2280	0.0680	0.0009	***
Naudoja asmenines lėšas	0.0384	0.0137	0.0053	**
Plotas	-0.0022	0.0007	0.0009	***
Apdaila	0.0899	0.0148	0.0000	**
Energinė klasė A+	0.0763	0.0193	0.0001	***
Energinė klasė A++	0.1524	0.0440	0.0006	***
Atstumas iki centro	-0.0638	0.0021	0.0000	***
Darželių skaičius rajone	-0.0141	0.0014	0.0000	***

Kur *** žymi atitinkamai 0,001 reikšmingumo lygmenį, ** žymi 0,01 reikšmingumo lygmenį. Visi kintamieji yra statistikai reikšmingi, gautas R² kainai yra 0.8079, tai pakankamai didelis skaičius, todėl šis modelis kainos pakankamai gerai atspindi.

Trečiasis iš jų yra šeimoms su vaikais:

	Koeficientai	Stand.paklaidos	P reikšmė	
Laisvas narys	8.2206	0.0737	0.0000	***
Statybos metai 2019	0.0246	0.0263	0.3517	
Statybos metai 2020	0.0913	0.0324	0.0055	**
Statybos metai 2021	0.2261	0.0332	0.0000	***
Statybos metai 2022	0.4682	0.0486	0.0000	***
1.5 kambario	-0.1719	0.0917	.0630	
2 kambariai	-0.1128	0.0496	0.0247	*
3 kambariai	-0.2169	0.0522	0.0001	***
4 kambariai	-0.2875	0.0635	0.0000	***
Butas 1 aukšte	-0.0779	0.0354	0.0296	*
Butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas	-0.0784	0.0278	0.0054	**
Plotas	0.0020	0.0009	0.0198	*
Energinė klasė A+	0.1171	0.0299	0.0001	***
Energinė klasė A++	0.2440	0.0557	0.0000	***
Atstumas iki centro	-0.0692	0.0034	0.0000	***
Darželių skaičius rajone	-0.0130	0.0024	0.0000	***

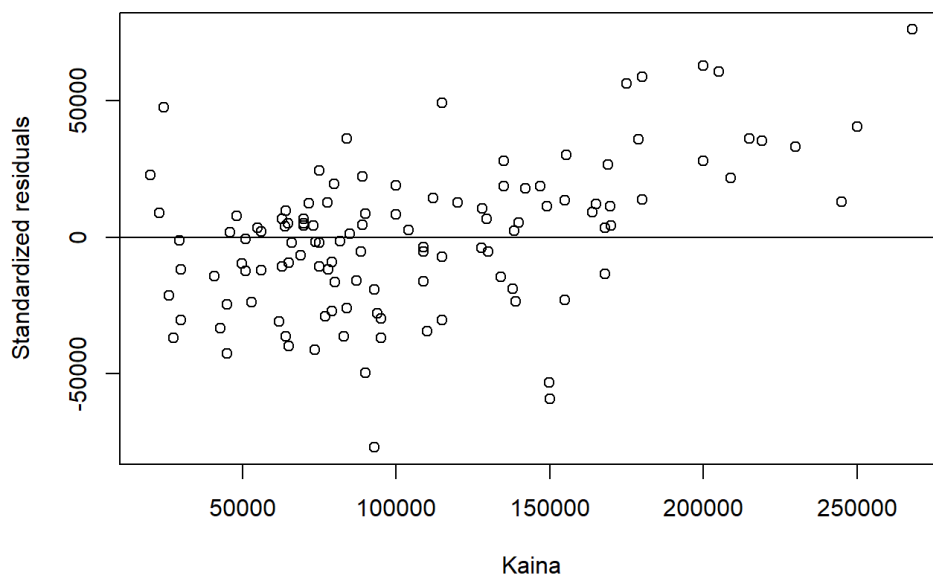
Kur *** žymi atitinkamai 0,001 reikšmingumo lygmenį, ** žymi 0,01 reikšmingumo lygmenį. Visi kintamieji yra statistikai reikšmingi, gautas R² kainai yra 0.8791, tai pakankamai didelis skaičius, todėl šis modelis kainos pakankamai gerai atspindi.

4.0.1 Hipotezių tikrinimas

Modelio tinkamumui patikrinti yra tikrinamos prielaidas, ar:

- liekamosios paklaidos yra homoskedastiškos;
- liekamosios paklaidos normalios;
- nėra išskirčių;
- regresoriai nėra multikolinearūs.[7]

Liekanų homoskedastiškumo prielaidai patikrinti nubraižome standartizuotųjų liekanų paklaidų ir prognozuojamų kainos reikšmių išsibarstymo grafiką.[7]



8 pav.: Liekanų homoskedastiškumo prielaidai patikrinti išsibarstymo grafikas

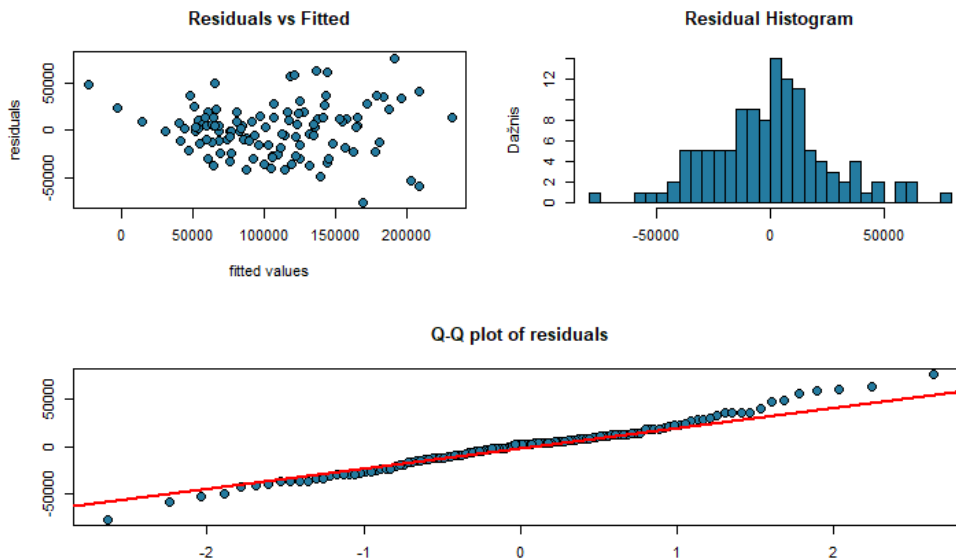
Homoskedastiškos liekamosios paklaidos turėtų būti išsibarsčiusios tolygiai palei x ašį (grafikas turėtų priminti juostelę). [7] Kadangi iš grafiko sunku pasakyti, todėl reikia papildomai, ne tik iš grafiko patikrinti homoskedastiškumo prielaidą.

Liekamųjų homoskedastiškumo prielaidai patikrinti naudojamas Breušo-Pagano kriterijus. Nulinė šio kriterijaus hipotezė teigia, kad homoskedastiškumo prielaida galioja.

$$\begin{cases} H_0 : \gamma_1 = 0 \text{ (Liekamosios paklaidos yra homoskedastiškos)} \\ H_1 : \gamma_1 \neq 0 \text{ (Liekamosios paklaidos yra heteroskedastiškos)} \end{cases}$$

- Pirmasis modelis investuotojams: Gauta p reikšmė $< 2.2e^{-16}$. Ji mažesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė atmetama. Galima daryti prielaidą, kad homoskedastiškumo prielaida negalioja.
- Antrasis modelis vienišiams: Gauta p reikšmė lygi $5,123e^{-10}$. Ji mažesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė atmetama. Galima daryti prielaidą, kad homoskedastiškumo prielaida negalioja.
- Trečias modelis šeimoms su vaikais: Gauta p reikšmė lygi 0.0002419. Ji mažesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė atmetama. Galima daryti prielaidą, kad homoskedastiškumo prielaida negalioja.

Tikrindami liekamųjų paklaidų normalumą, visų pirma reikia nubrėžti sklaidos diagramą, liekamųjų paklaidų histogramą ir Q-Q grafiką.[8] Matome, kad ir histograma, ir kvantilių grafikas nerodo didelių nukrypimų nuo liekamųjų paklaidų normalumo.



9 pav.: Sklaidos diagrama, liekamųjų paklaidų histograma ir Q-Q grafikas

Normalumo prielaidai patikrinti naudojamas Šapiro-Vilko kriterijus. Nulinė šio kriterijaus hipotezė teigia, kad normalumo prielaida galioja.

$$\begin{cases} H_0 : \text{Liekamosios paklaidos yra normaliai pasiskirsčiusios} \\ H_1 : \text{Liekamosios paklaidos nėra normaliai pasiskirsčiusios} \end{cases}$$

- Pirmasis modelis investuotojams: Gauta p reikšmė 0.00174. Ji mažesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė neatmetama. Galima daryti prielaidą, kad normalumo prielaida galioja. Kadangi imtis yra didelė, todėl labiau reikia pasitikėti grafiku, kadangi didelėm imtim jis yra informatyvesnis.
- Antrasis modelis vienišiams: Gauta p reikšmė lygi $1.138e^{-3}$. Ji mažesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė neatmetama. Galima daryti prielaidą, kad normalumo prielaida negalioja.
- Trečias modelis šeimoms su vaikais: Gauta p reikšmė lygi 0.2888. Ji didesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė neatmetama. Galima daryti prielaidą, kad normalumo prielaida galioja.

Toliau reikia patikrinti, ar duomenyse nebuvo išskirčių. Reikia apskaičiuoti Kuko matą ir nubrėžti jo reikšmių grafiką.

$$\begin{cases} H_0 & : \text{Išskirčių nėra} \\ H_1 & : \text{Išskirtys yra} \end{cases}$$

Visuose modeliuose Kuko mato maksimali reikšmė neviršija vieneto.

Regresorių multikolinearumas tikrinamas suradus dispersijos mažėjimo daugiklius VIF. Visi daugikliai yra mažesni nei 4, todėl multikolinearumo nėra.

Kintamasis	Dispersijos mažėjimo daugiklis pirmajam modeliui	Dispersijos mažėjimo daugiklis antrajam modeliui	Dispersijos mažėjimo daugiklis trečiamam modeliui
Statybos metai	2.166	1.702	2.198
Bankas	1.055	1.071	-
Aukštas	1.133	-	1.484
Apdaila	1.104	1.187	-
Energinė klasė	2.718	2.675	3.316
Atstumas iki centro	1.751	1.233	1.474
Plotas	1.084	1,089	0.0296
Darželių skaičius rajone	2.240	2.199	2.295

Naudojant Durbino-Vatsono kriterijų tikriname ar duomenys yra autokoreliuoti. Nulinė šio kriterijaus hipotezė teigia, kad paklaidos nekoreliuotos.

$$\begin{cases} H_0 & : \text{Paklaidos nekoreliuotos} \\ H_1 & : \text{Paklaidos autokoreliuotos} \end{cases}$$

- Pirmasis modelis investuotojams: Gautoji Durbino-Vatsono statistikos reikšmė yra 1.8283, todėl tikėtina, kad duomenys nėra autokoreliuoti, nes Durbino-Vatsono statistika yra tarp 1,5 ir 2,5.
- Antrasis modelis vienišiams: Gautoji Durbino-Vatsono statistikos reikšmė yra 1.7801, todėl tikėtina, kad duomenys nėra autokoreliuoti, nes Durbino-Vatsono statistika yra tarp 1,5 ir 2,5.
- Trečias modelis šeimoms su vaikais: Gautoji Durbino-Vatsono statistikos reikšmė yra 1.6435, todėl tikėtina, kad duomenys nėra autokoreliuoti, nes Durbino-Vatsono statistika yra tarp 1,5 ir 2,5.

4.1 Galutiniai modeliai

Atlikus visų modelių liekamųjų paklaidų hipotezių tikrinimą buvo nustatyta, kad visi 3 modeliai turi heteroskedastiškas liekanas. Modelis, sudarytas heteroskedastiškiems duomenims, nėra patikimas.

Svertinė mažiausių kvadratų regresija yra skirta atvejams, kai yra pažeista homoskedastiškumo prielaida.

Pirmiausiai liekamasias paklaidas stabilizuojame atliekant duomenų matricos transformavimą. Kadangi turime imtis, kurios yra didesnės nei 250 stebėjimų, dėl to bus taikoma HC2 korekcija.

Atlikus HC2 korekciją (žr.??, ??,??), gavome, kad dauguma reikšmingų kintamųjų ganėtinai sparkiai pasikeitė, todėl reikia liekanų homoskedastiškumo prielaidą svertinei mažiausių kvadratų regresijai.

Liekanų homoskedastiškumo prielaidai patikrinti naudojamas tas pats Breušo-Pagano kriterijus. Nulinė šio kriterijaus hipotezė teigia, kad homoskedastiškumo prielaida galioja.

$$\begin{cases} H_0 & : \gamma_1 = 0 \text{ (Liekamosios paklaidos yra homoskedastiškos)} \\ H_1 & : \gamma_1 \neq 0 \text{ (Liekamosios paklaidos yra heteroskedastiškos)} \end{cases}$$

- Pirmasis modelis investuotojams: Gauta p reikšmė 0.1073. Ji didesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė neatmetame. Galima daryti prielaidą, kad homoskedastiškumo prielaida galioja.
- Antrasis modelis vienišiams: Gauta p reikšmė lygi 0.05859. Ji didesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė neatmetame. Galima daryti prielaidą, kad homoskedastiškumo prielaida galioja.
- Trečias modelis šeimoms su vaikais: Gauta p reikšmė lygi 0.08592. Ji didesnė už 0,05, taigi, nulinė hipotezė neatmetame. Galima daryti prielaidą, kad homoskedastiškumo prielaida galioja.

Galime užrašyti galutinius modelius:

Pirmosis iš jų yra investuotojams

$$\begin{aligned} \widehat{\log(Kaina)} = & \underset{(se)}{8.2265} - \underset{(0.0445)}{0,0043} \cdot \text{Buto plotas} - \underset{(0,0006)}{0,0685} \cdot \text{Atstumas iki centro} \\ & + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai Statybos 2018 m.;} \\ \underset{(0.0180)}{0.0565}, \text{ kai statybos 2019 m.;} \\ \underset{(0.0221)}{0.1011}, \text{ kai statybos 2020 m.;} \\ \underset{(0.0238)}{0.1392}, \text{ kai statybos 2021 m.;} \\ \underset{(0.0596)}{0.3805}, \text{ kai statybos 2022 m..} \end{array} \right. + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai energinė klasė A;} \\ \underset{(0.0182)}{0.1113}, \text{ kai energinė klasė A+;} \\ \underset{(0.0289)}{0.1211}, \text{ kai energinė klasė A++;} \end{array} \right. \\ & + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai banko paskola;} \\ \underset{(0.0147)}{0.0457}, \text{ kai asmeninės lėšas.} \end{array} \right. \\ & + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai dalinė apdaila;} \\ \underset{(0.0237)}{0.0698}, \text{ kai pilna apdaila.} \end{array} \right. - \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai butas paskutiniame aukšte;} \\ \underset{(0.0244)}{0.0816}, \text{ kai butas 1 aukšte;} \\ \underset{(0.0211)}{0.0148}, \text{ kai butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas.} \end{array} \right. \\ & - \underset{(0.0021)}{0.0091} \cdot \text{Darželių skaičius rajone} \end{aligned}$$

Antrojo iš jų yra vienišiams

$$\begin{aligned} \widehat{\log(Kaina)} = & \underset{(se)}{8.2721} - \underset{(0.0445)}{0,0041} \cdot \text{Buto plotas} - \underset{(0,0004)}{0,0794} \cdot \text{Atstumas iki centro} \\ & + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai Statybos 2018 m.;} \\ \underset{(0.0107)}{0.0432}, \text{ kai statybos 2019 m.;} \\ \underset{(0.0143)}{0.0875}, \text{ kai statybos 2020 m.;} \\ \underset{(0.0218)}{0.1507}, \text{ kai statybos 2021 m.;} \\ \underset{(0.1253)}{0.4164}, \text{ kai statybos 2022 m..} \end{array} \right. + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai energinė klasė A;} \\ \underset{(0.0115)}{0.1442}, \text{ kai energinė klasė A+;} \\ \underset{(0.0115)}{0.1059}, \text{ kai energinė klasė A++;} \end{array} \right. \\ & + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai banko paskola;} \\ \underset{(0.0097)}{0.0273}, \text{ kai asmeninės lėšas.} \end{array} \right. \\ & + \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai dalinė apdaila;} \\ \underset{(0.0430)}{0.0589}, \text{ kai pilna apdaila.} \end{array} \right. - \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ kai butas paskutiniame aukšte;} \\ \underset{(0.0193)}{0.0867}, \text{ kai butas 1 aukšte;} \\ \underset{(0.0146)}{0.0243}, \text{ kai butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas.} \end{array} \right. \\ & - \underset{(0.0021)}{0.0091} \cdot \text{Darželių skaičius rajone} \\ (4.1) \end{aligned}$$

Trečiojo iš jų yra su šeima

$$\begin{aligned}
 \widehat{\log(Kaina)} = & 8.2206 - 0.0020 \cdot \text{Buto plotas} - 0.0692 \cdot \text{Atstumas iki centro} \\
 & \begin{matrix} (se) & (0.0737) & (0.0009) & (0.0034) \end{matrix} \\
 & + \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{kai Statybos 2018 m.;} \\ 0.0246, & \text{kai statybos 2019 m.;} \\ & (0.0263) \\ 0.0913, & \text{kai statybos 2020 m.;} \\ & (0.0324) \\ 0.2261, & \text{kai statybos 2021 m.;} \\ & (0.0332) \\ 0.4682, & \text{kai statybos 2022 m..} \\ & (0.0486) \end{array} \right. + \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{kai energinė klasė A;} \\ 0.1171, & \text{kai energinė klasė A+;} \\ & (0.0299) \\ 0.2440, & \text{kai energinė klasė A++;} \\ & (0.0557) \end{array} \right. \\
 & - \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{kai butas paskutiniame aukšte;} \\ 0.0779, & \text{kai butas 1 aukšte;} \\ & (0.0354) \\ 0.0278, & \text{kai butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas.} \\ & (0.0779) \end{array} \right. \\
 & - 0.0130 \cdot \text{Darželių skaičius rajone} \\
 & \begin{matrix} (0.0024) \end{matrix} \\
 & - \left\{ \begin{array}{ll} 0, & \text{kai 1 kambario;} \\ 0.1719, & \text{kai 1.5 kambario;} \\ & (0.0917) \\ 0.4682, & \text{kai 2 kambariai;} \\ & (0.0496) \\ 0.2169, & \text{kai 3 kambariai;} \\ & (0.0522) \\ 0.2875, & \text{kai 4 kambariai.} \\ & (0.0635) \end{array} \right. \\
 (4.2)
 \end{aligned}$$

Iš sudarytų modelių galime nustatyti, kad gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainą pagal fizinius veiksnius lemia atstumas iki centro, šį tendenciją matoma visuose modeliuose. Kadangi koeficientas prie atstumo iki centro yra neigiamas, tai reiškia, kad, kuo atstumas iki centro didesnis, tuo kaina mažesnė. Taip pat, matome, kad kuo didesnis yra buto plotas, tuo kaina yra didesnė, o tai yra keista, nes daugiausiai perkami ir parduodami 1–2 kambarių butai, kurių vieno kvadratinio metro kaina yra didžiausia. Daugiau kambarių turintys butai nėra tokie populiariūs ir jų vieno kv. metro kaina dažnai būna mažesnė. Galime pastebėti, kad tarp reikšmingų kintamųjų tik dviejuose iš trijų modelių yra reikšmingas kintamasis aukštas, nors yra priimta, kad pirmo ir paskutinio aukšto butai kainuoja pigiau. Matome, kad energijos klasė yra svarbus ir reikšmingas kintamasis visiems pirkėjų tipams. Ganėtina keista, kad visuose modeliuose yra reikšmingas darželių skaičius, nes tikriausiai svarbiausias šis kriterijus turi būti jaunoms šeimoms. Vis dėl, nors buvo bandoma duomenis priartinti prie normalumo, naudojant logaritminę tiesinę regresiją, tačiau 2 iš 3 modelių liekamųjų paklaidų liko nenormaliai pasiskirstę. Vis dėl to modelius reikėtų vertinti su tam tikrų rezervų.

5 Išvados

Šiuo metu egzistuoja daug veiksnių, kurie veikia nekilnojama turtą nuo paprastos infliacijos, paklausos ir pasiūlos disbalanso iki sudėtingų veiksnių, kurie ne tiesiogiai, bet vis tiek veikia nekilnojamo turto rinką. Tačiau nekilnojamo turto kainų kritimo laukti neverta, nes kaip parodė istoriniai duomenis, nekilnojamojo turto kaina krenta tik ištikus finansiniai krizei, kada mažėja paklausa, o šiuo metu matome mažėjančią pasiūlą. Būtent, mažėjanti pasiūla yra pagrindinis veiksnys buto kainų augimui, nes kol pirkėjas sutiks mokėti, tokią kainą, kuria siūlo vystytojas, nekilnojamojo turto kaina didės. Gyvenamosios paskirties nekilnojamo turto kainos priklausomybės nuo fizinių veiksnių regresinis modelis yra pakankamai tikslus ir tinkamas. Iš sudaryto modelio galime nustatyti, kad gyvenamosios paskirties nekilnojamojo turto kainą pagal fizinius veiksnius lemia atstumas iki centro, buto plotas, buto tipas ir darželių skaičius, nors kaikurie yra ganėtinai netikėti.

Literatūra

- [1] A.V.Rutkauskas (2001). Nekilnojamojo turto plėtotė, investicijos ir rizika
- [2] B.Galinienė (2004). Turto ir verslo vertinimo sistema: formavimas ir plėtros koncepcija
- [3] G.Kancerevyčius (2009). Finansai ir investicijos III atnaujintas leidimas
- [4] Luminor. Euro tarpbankinės rinkos palūkanų norma (Euribor) <https://www.luminor.lt/lt/euro-tarpbankines-rinkos-palukanu-norma-euribor>
- [5] Christine Lagarde. Monetary policy normalisation in the euro area <https://www.ecb.europa.eu/press/blog/date/2022/html/ecb.blog220523~1f44a9e916.en.html>
- [6] Lietuvos bankas. Pradinis įnašas antrajai būsto paskolai. Koks jis yra ir koks galėtų būti? <https://www.lb.lt/lt/naujienos/pradinis-inasas-antrajai-busto-paskolai-koks-jis-yra-ir-koks-galetu-buti>
- [7] V.Čekanavičius ir G. Murauskas (2014). Taikomoji regresinė analizė socialiniuose tyrimuose <http://www.statistika.mif.vu.lt/wp-content/uploads/2014/04/regresine-analize.pdf>
- [8] Andrius Buteikis Practical Econometric http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/PE_Book/4-11-MultivarExample.html

6 Priedai

Pirmojo modelio mažiausio kvadratų metodo ir svartinės mažiausių kvadratų regresijos palyginimas:

	OLS	WLS	Skirtumas, porc.
Laisvas narys	8.2265	8.2721	-0.5506
Statybos metai 2019	0.0565	0.0432	30.6591
Statybos metai 2020	0.1011	0.0875	15.4534
Statybos metai 2021	0.1392	0.1507	-7.6148
Statybos metai 2022	0.3805	0.4164	-8.6137
Naudoja asmenines lėšas	0.0457	0.0273	67.5384
Butas 1 aukšte	-0.0816	-0.0867	-5.8343
Butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas	-0.0148	-0.0243	-39.2696
Plotas	-0.0043	-0.0041	4.5503
Pilna apdaila	0.0698	0.0589	18.5156
Energinė klasė A+	0.1113	0.1442	-22.8479
Energinė klasė A++	0.1211	0.1059	14.3288
Atstumas iki centro	-0.0685	-0.0794	-13.7614
Darželių skaičius rajone	-0.0093	-0.0094	-0.7176

1 lentelė: Mažiausias kvadratų metodas ir Svartinė mažiausių kvadratų regresija

```
Sys.setlocale(locale= "Lithuanian")

library(ggplot2)
library(readxl)
library(viridis)
library(lmtest)
library(nortest)
library(car)
library(ggplot2)
library(lubridate)
regist <- read_excel("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/butu_regist.xlsx")
head(regist)
```

Antrojo modelio mažiausio kvadratų metodo ir svertinės mažiausių kvadratų regresijos palyginimas:

	OLS	WLS	Skirtumas, porc.
Laisvas narys	8.1808	8.2714	-1.0954
Statybos metai 2019	0.0410	0.0658	-37.6855
Statybos metai 2020	0.1449	0.115	26.01746
Statybos metai 2021	0.1819	0.145	25.4564
Statybos metai 2022	0.2280	0.1715	32.9062
Naudoja asmenines lėšas	0.0384	0.0159	142.1073
Plotas	-0.0023	-0.0031	-28.0196
Pilna apdaila	0.0899	0.0889	1.1062
Energinė klasė A+	0.0764	0.1146	-33.3526
Energinė klasė A++	0.1524	0.1118	36.3218
Atstumas iki centro	-0.0638	-0.0656	-2.7132
Darželių skaičius rajone	-0.0141	-0.0174	-19.0165

2 lentelė: Mažiausias kvadratų metodas ir Svertinė mažiausių kvadratų regresija

```
colnames(regist)<-c("Egzistavusio_fondo", "Naujo_fondo","Viso_fondo","Metai")
colors<-c("Egzistavusio_fondo" = "#999999","Naujo_fondo" = "#E69F00")
ggplot(regist, aes(Metai)) +
  geom_line(aes(y = Egzistavusio_fondo, color = "Egzistavusio_fondo"),size=1.3 ) +
  geom_line(aes(y =Naujo_fondo,color="Naujo_fondo"), size=1.3) +scale_x_continuous()+
  geom_point(aes(y=Naujo_fondo))+ geom_point(aes(y=Egzistavusio_fondo))+
  labs(title="Butų kainų indeksai Vilniuje (lyginantis su 2010 m.)", x="Metai", y="Kainų indeksas")
theme(plot.title=element_text(size=15,hjust = 0.5),
       axis.text.x=element_text(size=11),
       axis.text.y=element_text(size=11),
       axis.title.x=element_text(size=12),
       axis.title.y=element_text(size=12))+
scale_color_manual(values = colors) +
theme(legend.position=c(0.8,0.1), legend.text = element_text(size = 12), legend.direction="vertical",
      theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.grid.minor = element_blank(),
            panel.background = element_blank(), axis.line = element_line(colour = "black"))
```

Trečiojo modelio mažiausio kvadratų metodo ir svartinės mažiausių kvadratų regresijos palyginimas:

	OLS	WLS	Skirtumas, porc.
Laisvas narys	8.2206	8.2739	-0.6445
Statybos metai 2019	0.0246	0.0250	-1.4840
Statybos metai 2020	0.0913	0.1116	-18.1612
Statybos metai 2021	0.2261	0.2312	-2.1779
Statybos metai 2022	0.4682	0.4573	2.3840
1.5 kambario	-0.1719	-0.1626	5.6583
2 kambariai	-0.1128	-0.0922	22.3039
3 kambariai	-0.2169	-0.2067	4.9336
4 kambariai	-0.2875	-0.2353	22.1945
Butas 1 aukšte	-0.0779	-0.1041	-25.1731
Butas ne pirmas ir ne paskutinis aukštas	-0.0784	-0.0831	-5.6283
Plotas	0.0020	0.0016	24.4783
Energinė klasė A+	0.1171	0.1325	-11.5913
Energinė klasė A++	0.2440	0.2685	-9.1027
Atstumas iki centro	-0.0692	-0.0717	-3.4408
Darželių skaičius rajone	-0.0130	-0.0161	-19.5416

3 lentelė: Mažiausias kvadratų metodas ir Svartinė mažiausių kvadratų regresija

```
statybos_kaina <- read.csv("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/statybos_kaina.csv")
head(statybos_kaina)

colnames(statybos_kaina)<-c("Laikotarpis", "Rodiklis", "Statinis_pagal_tipą", "Matavimo_vi-

colors<-c("Reikšmė" = "#999999")
ggplot(statybos_kaina, aes(Laikotarpis)) +
  geom_line(aes(y = Reikšmė, color = "Reikšmė"),size=1.3 ) +scale_x_continuous(breaks = (
  geom_point(aes(y=Reikšmė)) + geom_hline(yintercept = 0, colour = "red")+
  labs(title="Vidutiniai metiniai statybos sąnaudų elementų kainų pokyčiai", x="Metai", y
  theme(plot.title=element_text(size=15,hjust = 0.5),
        axis.text.x=element_text(size=11, angle=90),
        axis.text.y=element_text(size=11),
```

```

        axis.title.x=element_text(size=12),
        axis.title.y=element_text(size=12))+
scale_color_manual(values = colors) +
theme(legend.position=c(0.8,0.1), legend.text = element_text(size = 12), legend.direction="vertical",
theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.grid.minor = element_blank(),
        panel.background = element_blank(), axis.line = element_line(colour = "black"))

euribor<- read.csv("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/euribor.csv")
head(euribor)

colors<-c("Euribor palukanos" = "#999999")
ggplot(euribor, aes(Metai)) +
  geom_line(aes(y = Euribor, color = "Euribor palukanos"),size=1.3 ) +scale_x_continuous("Metai",
  geom_point(aes(y=Euribor)) + geom_hline(yintercept = 0, colour = "red")+
  labs(title="Vidutiniai metiniai statybos sąnaudų elementų kainų pokyčiai", x="Metai", y="Euribor palūkanų norma, pr")
  theme(plot.title=element_text(size=15,hjust = 0.5),
        axis.text.x=element_text(size=11, angle=90),
        axis.text.y=element_text(size=11),
        axis.title.x=element_text(size=12),
        axis.title.y=element_text(size=12))+
scale_color_manual(values = colors) +
theme(legend.position="none", legend.text = element_text(size = 12), legend.direction="vertical",
theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.grid.minor = element_blank(),
        panel.background = element_blank(), axis.line = element_line(colour = "black"))

library(ggplot2)
library(dplyr)
library(lubridate)

library(ggthemes)
# Dummy data
euribor<- read.csv("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/euribor_time.csv")
str(euribor)
euribor_dt <- euribor %>%
  mutate(time = make_datetime(Metai, Menesis))
# Most basic bubble plot
p <- ggplot(euribor_dt, aes(x=time, y=Euribor)) +
  geom_line(size=1, color="#014d64")+ geom_hline(yintercept = 0, colour = "red4")+ theme
  labs(title="Euribor palūkanų normos pokyčiai", x="Metai", y="Euribor palūkanų norma, pr")
  theme(plot.title=element_text(size=15,hjust = 0.5),
        axis.text.x=element_text(size=11),
        axis.text.y=element_text(size=11),
        axis.title.x=element_text(size=12),

```

```

        axis.title.y=element_text(size=12))+
scale_color_manual(values = colors) +

theme(legend.position="none", legend.text = element_text(size = 12), legend.direction="
theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.grid.minor = element_blank(),
      panel.background = element_blank(), axis.line = element_line(colour = "black"))
p

#c("dodgerblue4",
  # "darkolivegreen4",
  #"darkorchid3",
  #"goldenrod1"))

#scale_color_tableau()

Sys.setlocale(locale= "Lithuanian")

library(ggplot2)
library(readxl)
library(lmtest)
library(nortest)
library(car)
library(ggplot2)
library(dplyr)
library(lubridate)
pasiula <- read_excel("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/pasiula_tz.xlsx")
head(pasiula)
pagr_3_pasiula<-filter(pasiula,Pasiula=="Ekonominė" |Pasiula=="Vidutinė" | Pasiula=="Pre
pagr_3_pasiula$Pasiula<- as.factor(pagr_3_pasiula$Pasiula)
levels(pagr_3_pasiula$Pasiula)
pagr_3_pasiula$Pasiula <- factor(pagr_3_pasiula$Pasiula, levels=c('Ekonominė','Vidutinė',
k<-ggplot(pagr_3_pasiula, aes(x = Met_ket, y = Skaičius,order= Pasiula)) + geom_col(aes(
  scale_fill_manual(labels=c("Ekonominė","Vidutinė","Prestižinė"), values = c("#70c1b3","
xlab("") + ylab("Pardavimo skaičius per ketvirtį") + labs(title = "Naujų statybos pr
theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.background = element_blank(), axis.line
      legend.title = element_text( size = 12), legend.text = element_text(size = 12), a
      axis.title.y = element_text(size=12), title = element_text(size=13), plot.title =
      axis.text = element_text(size = 12), legend.position=c(0.85,0.95))+
      geom_text(aes(label=Skaičius), size=3.5, stat="identity",position=position_stack(0.5))

pagr_3_statyb_1<-filter(pasiula,Pasiula=="Baigtas" |Pasiula=="Baiginėjamas" | Pasiula=="
summary(pagr_3_statyb_1)

x<-ggplot(pagr_3_statyb_1, aes(x = Met_ket, y = Skaičius,order= Pasiula)) + geom_col(aes

```

```

scale_fill_manual(labels=c("Baiginėjamas","Baigtas","Statomas"), values = c("#b2dbbf","#f08080","#f0e68c"),
xlab("") + ylab("Pardavimo skaičius per ketvirtį") + labs(title = "", fill="")+theme
theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.background = element_blank(), axis.line
      legend.title = element_text( size = 11), legend.text = element_text(size = 11), a
      axis.title.y = element_text(size=11), title = element_text(size=11), plot.title =
      axis.text = element_text(size = 11), legend.position=c(0.25,0.85))+
      geom_text(aes(label=Skaičius), size=2.5, stat="identity",position=position_stack(0.5))+
library(grid)
library(gridExtra)
grid.arrange(k,x, ncol=2, top = textGrob(" " ,gp=gpar(fontsize=13)), left = textGrob("",

```

```

pardavimas <- read_excel("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/pardavimas_tz.xlsx")
head(pardavimas)
pagr_3_klase<-filter(pardavimas,Pardavimai=="Ekonominė" |Pardavimai=="Vidutinė" | Pardav
pagr_3_klase$Pardavimai<- as.factor(pagr_3_klase$Pardavimai)
summary(pagr_3_klase)
levels(pagr_3_klase$Pardavimai)
pagr_3_klase$Pardavimai <- factor(pagr_3_klase$Pardavimai, levels=c('Ekonominė','Vidutinė
levels(pagr_3_klase$Pardavimai)

```

```

q<-ggplot(pagr_3_klase, aes(x = met_ketv, y = Skaičius,order= Pardavimai)) + geom_col(ae
scale_fill_manual(labels=c("Ekonominė","Vidutinė","Prestižinė"), values = c("#70c1b3","#f08080","#f0e68c"),
xlab("") + ylab("Pardavimo skaičius per ketvirtį") + labs(title = "Rinkoje įvykusių
theme(panel.grid.major = element_blank(), panel.background = element_blank(), axis.line
      legend.title = element_text( size = 11), legend.text = element_text(size = 11), a
      axis.title.y = element_text(size=11), title = element_text(size=12), plot.title =
      axis.text = element_text(size = 11), legend.position=c(0.25,0.85))+
      geom_text(aes(label=Skaičius), size=3, stat="identity",position=position_stack(0.5))

grid.arrange(k,q, ncol=2, top = textGrob(" " ,gp=gpar(fontsize=13)), left = textGrob("",

```

```

pilnas1 <- read_excel("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/bakalauriniam_darbui_band.xlsx")
head(pilnas1)

```

```

colnames(pilnas1)[1]<-"Nr."
colnames(pilnas1)[2]<-"Projekto_kodas"
colnames(pilnas1)[4]<- "Pirkejo_tipas"
colnames(pilnas1)[9]<-"Rajona"
colnames(pilnas1)[10]<-"Atstumas_nuo_centro"
colnames(pilnas1)[13]<-"Engine"

```

```

pilnas<-filter(pilnas1, Metai>2017)

```

```

pilnas$Klase<-as.factor(pilnas$Klase)

```

```

pilnas$Metai<-as.factor(pilnas$Metai)
pilnas$Bankas<-as.factor(pilnas$Bankas)
pilnas$Aukstas_pvp<-as.factor(pilnas$Aukstas_pvp)
pilnas$Rajona<-as.factor(pilnas$Rajona)
pilnas$Apdaila<-as.factor(pilnas$Apdaila)
pilnas$Projekto_kodas<-as.factor(pilnas$Projekto_kodas)
pilnas$Lytis<-as.factor(pilnas$Lytis)
pilnas$Kamb.<-as.factor(pilnas$Kamb.)
pilnas$Orient.<-as.factor(pilnas$Orient.)
pilnas$Pirkejo_tipas<-as.factor(pilnas$Pirkejo_tipas)
pilnas$Aukstas<-as.factor(pilnas$Aukstas)
pilnas$Auks_didu<-as.factor(pilnas$Auks_didu)
pilnas$Engiene<-as.factor(pilnas$Engiene)
summary(pilnas)
library(tidyr)

pagr_3_tipai<-filter(pilnas, Pirkejo_tipas=="investuotojas (-a)" | Pirkejo_tipas=="vieni
summary(pagr_3_tipai)

colors<-c('ekonomine' ="#014d64", 'pres' ="#00887d", 'vidutine' ="#70c1b3")
p<-pagr_3_tipai %>%
  drop_na()%>%
  ggplot(aes(Metai, m2_kaina_invent, color =Klase)) +
  geom_point() +
  facet_wrap(~Pirkejo_tipas)+
  labs(title=" 1 kvad. metro kainos paskirstimas pagal pirkėjų tipą ir butų klasę", x="Me
p+
  #scale_color_discrete(name = "Butų klasė", labels = c("Ekonominė", "Prestizinė", "Vidut
  scale_color_manual(labels=c("Ekonominė", "Prestižinė", "Vidutinė"), values = c("#014d64",
  theme(panel.grid.major = element_blank(), axis.line = element_line(colour = "black"))+
  facet_wrap(~ Pirkejo_tipas, nrow = 1, scales = "free_x") +
  theme(strip.text = element_text(face = "bold", color = "chartreuse4",
                                hjust = 0.5, size = 10),
        strip.background = element_rect(fill = "chartreuse3", linetype = "dotted"))

library(tidyverse)
library(sf)
library(rnaturalearth)
library(rnaturalearthdata)
#install.packages(c("tidyverse", "sf", "rnaturalearthdata", "rnaturalearth"))

world_map <- ne_countries(scale = 50, returnclass = 'sf')

# Member States of the European Union
european_union <- c("Austria", "Belgium", "Bulgaria", "Croatia", "Cyprus",
                   "Czech Rep.", "Denmark", "Estonia", "Finland", "France",

```

```

      "Germany","Greece","Hungary","Ireland","Italy","Latvia",
      "Lithuania","Luxembourg","Malta","Netherlands","Poland",
      "Portugal","Romania","Slovakia","Slovenia","Spain",
      "Sweden","United Kingdom")
european_union_map <-
  world_map %>%
  filter(name %in% european_union)

bbox_europe <- st_bbox(c(xmin = -10, ymin = 20, xmax = 50, ymax = 80), crs = st_crs(eur
european_union_map_cropped <- st_crop(european_union_map, bbox_europe)

df <-
  tibble(country = european_union,
    values=c(84.88,32.43, 35.60,24.55,-20.35,67.54,
             35.80,127.93,12.85,19.37,83.01,
             -16.75,25.3,98.48,-15.99,54.72,62.99,
             91.54,73.22,63.99,43.09,81.39,60.75,
             83.01,19.21,-4.39,93.93,53.60))

map <-
  european_union_map_cropped %>%
  left_join(df, by = c("name" = "country"))

library(ggthemes)
ggplot(data = map) +
  geom_sf(mapping = aes(fill =values),size = 0.2, color = "#F3F3F3") + theme_economist(
# scale_fill_gradient(name = "Growth Rate", low = "#00887d", high = "#70c1b3", na.value
#labs(title = "(Fictitious) growth rate.") +
  theme(plot.title.position = "plot") + theme(legend.title = element_text( size = 11),
    scale_x_continuous()+
    scale_y_continuous() +
  scale_fill_continuous(
    #type = "viridis",
    name = "% change",
    breaks = seq(from = -30, to = 140, by = 30),
    guide = guide_colorbar(
      direction = "vertical",
      title.position = "top",
      label.position = "right",
      barwidth = unit(0.3, "cm"),
      barheight = unit(7, "cm"),
      ticks = TRUE,
    )
  ) +
  labs(
    title = "Real GDP growth rate in EU",

```

```

        subtitle = "Annual % of change, 2020 vs 2019",
        caption = "Data: Eurostat tec00115"
    ) +
    theme(
        legend.position = c(0.99, 0.50)
    )
suppressPackageStartupMessages({
  suppressWarnings({
    suppressMessages({
      library(lmtest)
      library(lrmest)
      library(tseries)
      library(nortest)
      library(car)
      library(sandwich)
      library(lattice)
      library(viridisLite)
      library(leaps)
    })
  })
})

pilnas1 <- read_excel("C:/Users/Loreta/Desktop/bakalauras/bakalauriniam_darbui.xlsx")
head(pilnas1)

colnames(pilnas1)[1]<-"Nr."
colnames(pilnas1)[2]<-"Projekto_kodas"
colnames(pilnas1)[4]<- "Pirkejo_tipas"
colnames(pilnas1)[9]<-"Rajona"
colnames(pilnas1)[10]<-"Atstumas_nuo_centro"
colnames(pilnas1)[13]<-"Energine"

pilnas$Klase<-as.factor(pilnas$Klase)
pilnas$Metai<-as.factor(pilnas$Metai)
pilnas$Bankas<-as.factor(pilnas$Bankas)
pilnas$Aukstas_pvp<-as.factor(pilnas$Aukstas_pvp)
pilnas$Rajona<-as.factor(pilnas$Rajona)
pilnas$Apdaila<-as.factor(pilnas$Apdaila)
pilnas$Projekto_kodas<-as.factor(pilnas$Projekto_kodas)
pilnas$Lytis<-as.factor(pilnas$Lytis)
pilnas$Kamb.<-as.factor(pilnas$Kamb.)
pilnas$Orient.<-as.factor(pilnas$Orient.)
pilnas$Pirkejo_tipas<-as.factor(pilnas$Pirkejo_tipas)
pilnas$Aukstas<-as.factor(pilnas$Aukstas)
pilnas$Auks_didu<-as.factor(pilnas$Auks_didu)
pilnas$Energine<-as.factor(pilnas$Energine)
summary(pilnas)
suseim<-filter(pilnas,Pirkejo_tipas=="šeima su vaikais")

```

```
summary(suseim)
```

```
panel.hist <- function(x, ...){
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(usr[1:2], 0, 1.5) )
  h <- hist(x, plot = FALSE, breaks = 30)
  breaks <- h$breaks; nB <- length(breaks)
  y <- h$counts; y <- y/max(y)
  rect(breaks[-nB], 0, breaks[-1], y, ...)
}
```

```
panel.abs_cor <- function(x, y, digits = 2, prefix = "", cex.cor, ...){
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(0, 1, 0, 1))
  r <- abs(cor(x, y, use = "complete.obs"))
  txt <- format(c(r, 0.123456789), digits = digits)[1]
  txt <- paste0(prefix, txt)
  if(missing(cex.cor)) cex.cor <- 0.8/strwidth(txt)
  text(0.5, 0.5, txt, cex = 2)
}
```

```
pairs(suseim[, c('Atstumas_nuo_centro', 'Aukstas', 'Kamb.', 'Inventorinis_pl.', 'm2_kaina_
  diag.panel = panel.hist,
  lower.panel = panel.smooth, #upper.panel = panel.cor,
  col = "dodgerblue4",
  pch = 21,
  bg = adjustcolor("dodgerblue3", alpha = 0.2))
```

```
metai<-suseim$Metai
bankas<-suseim$Bankas
lytis<-suseim$Lytis
rajonas<-suseim$Rajona
atstumas<-suseim$Atstumas_nuo_centro
auks_pvp<-suseim$Aukstas_pvp
auks<-suseim$Aukstas
kamb<-suseim$Kamb.
orient<-suseim$Orient.
plot<-suseim$Inventorinis_pl.
m2_kaina<-suseim$m2_kaina_invent
apdaila<-suseim$Apdaila
darz<-suseim$Darzeliu_skai_rajon
energ<-suseim$Energine
auks_did<-suseim$Auks_didu
klase<-suseim$Klase
pirkejo_tipas<-suseim$Pirkejo_tipas
```

```
regr_band=lm(log(m2_kaina)~metai+bankas+lytis+auks+kamb+plot+apdaila+orient+energ+atstuma
```

```

summary(regr_band)
regr_band1=lm(log(m2_kaina)~metai+kamb+plot+energ+atstumas+auks_pvp+darz)
summary(regr_band1)

regr_band2=lm(m2_kaina~metai+bankas+lytis+auks+kamb+plot+apdaila+orient+energ+atstumas+au
summary(regr_band2)

regr_band2=lm(m2_kaina~metai+kamb+plot+energ+atstumas+auks_pvp+darz)
summary(regr_band2)

plot(regr_band1$fitted.values, regr_band1$residuals)
regr.stdres=rstandard(regr_band1)
plot(m2_kaina, regr_band1$residuals, ylab="Standardized residuals", xlab="Kaina")
abline(0,0)

plot(regr_band2$fitted.values, regr_band2$residuals)
regr.stdres=rstandard(regr_band2)
plot(m2_kaina, regr_band1$residuals, ylab="Standardized residuals", xlab="Kaina")
abline(0,0)

gq_test1 <- lmtest::gqtest(regr_band1, alternative = "two.sided")
print(gq_test1)
norm_tests = c("Anderson-Darling",
               "Shapiro-Wilk",
               "Kolmogorov-Smirnov",
               "Cramer-von Mises",
               "Jarque-Bera")
norm_test <- data.frame(
  p_value = c(nortest::ad.test(regr_band1$residuals)$p.value,
              shapiro.test(regr_band1$residuals)$p.value,
              ks.test(regr_band1$residuals, y = "pnorm", alternative = "two.sided")$p.val
              nortest::cvm.test(regr_band1$residuals)$p.value,
              tseries::jarque.bera.test(regr_band1$residuals)$p.value),
  Test = norm_tests)

print(norm_test)

layout_mat <- matrix(c(1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3),
                     nrow = 2, byrow = TRUE)
layout(layout_mat)
plot(regr_band1$fitted.values, regr_band1$residuals, type = "p",
     pch = 21, bg = "#247ba0", main = "Residuals vs Fitted",
     ylab = "residuals", xlab = "fitted values", cex = 1.5)
hist(regr_band1$residuals, col = "#247ba0",
     breaks = 30, main = "Residual Histogram", ylab="Dažnis", xlab = "")

```

```
qqnorm(regr_band1$residuals, main = "Q-Q plot of residuals",
       pch = 21, bg = "#247ba0", cex = 1.5, ylab = "", xlab = "")
qqline(regr_band1$residuals, col = "red", lwd = 2)
```

```
norm_tests = c("Anderson-Darling",
               "Shapiro-Wilk",
               "Kolmogorov-Smirnov",
               "Cramer-von Mises",
               "Jarque-Bera")
norm_test <- data.frame(
  p_value = c(nortest::ad.test(regr_band2$residuals)$p.value,
              shapiro.test(regr_band2$residuals)$p.value,
              ks.test(regr_band2$residuals, y = "pnorm", alternative = "two.sided")$p.val,
              nortest::cvm.test(regr_band2$residuals)$p.value,
              tseries::jarque.bera.test(regr_band2$residuals)$p.value),
  Test = norm_tests)
```

```
print(norm_test)
```

```
layout_mat <- matrix(c(1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3),
                    nrow = 2, byrow = TRUE)
layout(layout_mat)
plot(regr_band2$fitted.values, regr_band2$residuals, type = "p",
     pch = 21, bg = "#247ba0", main = "Residuals vs Fitted",
     ylab = "residuals", xlab = "fitted values", cex = 1.5)
hist(regr_band2$residuals, col = "#247ba0",
     breaks = 30, main = "Residual Histogram", ylab="Dažnis", xlab = "")
qqnorm(regr_band2$residuals, main = "Q-Q plot of residuals",
       pch = 21, bg = "#247ba0", cex = 1.5, ylab = "", xlab = "")
qqline(regr_band2$residuals, col = "red", lwd = 2)
```

```
outlierTest(regr_band1)
cutoff<- 4/((nrow(pilnas)-length(regr_band1$coefficients)-2))
plot(regr_band1, which=4, cook.levels=cutoff)
```

```
durbinWatsonTest(regr_band1)
durbinWatsonTest(regr_band2)
print(car::vif(regr_band1))
```

```

print(car::vif(regr_band2))

print(AIC(regr_band1))
print(BIC(regr_band1))

print(AIC(regr_band2))
print(BIC(regr_band2))

dt_hce_se <- NULL
for(hc_type in c("HC0", "HC1", "HC2", "HC3")){
  dt_hce_se <- cbind(dt_hce_se, lmtest::coefest(regr_band1,
                                                vcov. = sandwich::vcovHC(regr_band1, t
  )
dt_hce_se <- cbind(dt_hce_se, coef(summary(regr_band1))[, 2])
colnames(dt_hce_se) <- c("HC0", "HC1", "HC2", "HC3", "OLS")
print(round(dt_hce_se, 6))

tmp_out <- lmtest::coefest(regr_band1, vcov. = sandwich::vcovHC(regr_band1, type = "HC3")
print(round(tmp_out, 4))
V_HAC <- sandwich::NeweyWest(regr_band1, lag = 2)
print(round(data.frame(HAC = sqrt(diag(V_HAC))), 6))

print(round(lmtest::coefest(regr_band1, sandwich::NeweyWest(regr_band1, lag = 2))[, ], 4)
h_est = exp(log_resid_sq_ols$fitted.values)

regr_wls_fit <- lm(formula = formula(regr_band1), weights = 1 / h_est)
print(round(coef(summary(regr_wls_fit)), 4))
dt_diff <- data.frame('OLS' = coef(regr_band1), 'WLS' = coef(regr_wls_fit),
                      'diff (%)' = (coef(regr_band1) / coef(regr_wls_fit) - 1)* 100,
                      check.names = FALSE)
print(round(dt_diff, 5))
e_star <- 1.0 / sqrt(h_est) * regr_wls_fit$residuals
par(mfrow = c(1, 2))
#
# Plot fitted vs residual plots:
plot(regr_wls_fit$fitted.values, e_star, pch = 21, col = "black", bg = "cornflowerblue")
points(regr_band1$fitted.values, regr_band1$residuals, pch = 21, col = "black", bg = "red")
legend("topright", legend = c("WLS", "OLS"),
      pch = c(21, 21), pt.cex = 1.2, cex = 0.8,
      pt.bg = c("cornflowerblue", "red"))
# Plot the residual histogram
hist(e_star, breaks = 50, col = "cornflowerblue", main = NULL)
hist(regr_band1$residuals, breaks = 50, col = "red", add = TRUE)
legend("topright", legend = c("WLS", "OLS"),
      pch = c(22, 22), pt.cex = 1.2, cex = 0.8,
      pt.bg = c("cornflowerblue", "red"))

```

```

layout(layout_mat)
#
#
# Plot fitted vs residual plots:
plot(regr_wls_fit$fitted.values, e_star,
     type = "p", pch = 21,
     bg = "cornflowerblue", main = "Residuals vs Fitted",
     ylab = "residuals", xlab = "fitted values", cex = 1.5)
#
# Plot the residual histogram
hist(e_star, col = "cornflowerblue", breaks = 30, main = "Residual Histogram")
#
# Plot the residual Q-Q plot:
qqnorm(e_star, main = "Q-Q plot of residuals", pch = 21, bg = "cornflowerblue", cex = 1.5)
qqline(e_star, col = "red", lwd = 2)

outlierTest(regr_wls_fit)
cutoff<- 4/((nrow(pilnas)-length(regr_wls_fit$coefficients)-2))
plot(regr_wls_fit, which=4, cook.levels=cutoff)

#
bg_t = lmtest::bgtest(regr_wls_fit, order = 2)
print(bg_t)
durbinWatsonTest(regr_wls_fit)

par(mfrow = c(1, 2))
# Plot fitted vs residual plots:
plot(regr_wls_fit$fitted.values, regr_wls_fit$residuals,
     pch = 21, col = "black", bg = "cornflowerblue")
points(regr_band1$fitted.values, regr_band1$residuals, pch = 21, col = "black", bg = "red")
legend("topright", legend = c("WLS", "OLS"),
     pch = c(21, 21), pt.cex = 1.2, cex = 0.8,
     pt.bg = c("cornflowerblue", "red"))
# Plot the residual histogram
hist(regr_band1$residuals, breaks = 30, col = "red", main = NULL)
hist(regr_wls_fit$residuals, breaks = 30, col = "cornflowerblue", add = TRUE)
legend("topright", legend = c("WLS", "OLS"),
     pch = c(22, 22), pt.cex = 1.2, cex = 0.8,
     pt.bg = c("cornflowerblue", "red"))

vien<-filter(pilnas,Pirkejo_tipas=="vienišas (-a)")
summary(vien)

invest<-filter(pilnas,Pirkejo_tipas=="investuotojas (-a)")

```

```
summary(invest)
```