

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.686>

<https://orcid.org/0000-0002-9142-5308>

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS  
KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Eglė Piškinaitė

# Lietuvos kraštovaizdžio kaitos trajektorijos XIX–XXI a.

**DAKTARO DISERTACIJA**

Gamtos mokslai,  
Fizinė geografija (N 006)

VILNIUS 2024

Disertacija rengta 2019–2024 metais Vilniaus universitete.

**Mokslinis vadovas** – prof. dr. Darius Veteikis (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, fizinė geografija, N 006).

Gynimo taryba:

**Pirmininkas** – prof. habil. dr. Algimantas Česnulevičius (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, fizinė geografija, N 006).

**Nariai:**

prof. dr. Inga Dailidienė (Klaipėdos universitetas, gamtos mokslai, fizinė geografija, N 006);

doc. dr. Rasa Šimanauskienė (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, fizinė geografija, N 006);

prof. dr. Pablo Vidal-González (Valensijos katalikiškasis universitetas San Vicente Mártir, socialiniai mokslai, sociologija, S 005);

doc. dr. Jonas Volungevičius (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, fizinė geografija, N 006).

Disertacija ginama viešame Gynimo tarybos posėdyje 2024 m. lapkričio 8 d. 13.30 val. Vilniaus universiteto Chemijos ir geomokslų fakulteto Geomokslų instituto 313 a. (prof. V. Chomskio) auditorijoje (M. K. Čiurlionio g. 21, LT-03101 Vilnius). Tel. + 370 5 268 7000; el. paštas infor@cr.vu.lt.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus, Klaipėdos universitetų, Gamtos tyrimo centro bibliotekose ir VU interneto svetainėje adresu:

<https://www.vu.lt/naujienos/ivykiu-kalendorius>

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.686>

<https://orcid.org/0000-0002-9142-5308>

VILNIUS UNIVERSITY  
NATURE RESEARCH CENTER  
KLAIPĖDA UNIVERSITY

Eglė Piškinaitė

# Lithuanian Landscape Change Trajectories during the 19th – 21st Centuries

**DOCTORAL DISSERTATION**

Natural Sciences,  
Physical Geography (N 006)

VILNIUS 2024

The dissertation was prepared between 2019 and 2024 at Vilnius University.

**Academic supervisor** – Prof. Dr. Darijus Veteikis (Vilnius University, Natural Sciences, Physical Geography, N 006).

This doctoral dissertation will be defended in a public meeting of the Dissertation Defence Panel:

**Chairperson** – Prof. Habil. Dr. Algimantas Česnulevičius (Vilnius University, Natural Sciences, Physical Geography, N 006).

**Members:**

Prof. Dr. Inga Dailidienė (Klaipėda University, Natural Sciences, Physical Geography, N 006)

Assoc. Prof. Dr. Rasa Šimanauskienė (Vilnius University, Natural Sciences, Physical Geography, N 006),

Prof. Dr. Pablo Vidal-González (Valencia Catholic University San Vicente Mártir, Social Sciences, Sociology, S 005),

Assoc. Prof. Dr. Jonas Volungevičius (Vilnius University, Natural Sciences, Physical Geography, N 006).

The dissertation shall be defended at a public meeting of the Dissertation Defence Panel at 1.30 pm on 8 November 2024 in Room 313, Vilnius University, Chemistry and Geosciences Faculty. Address: Čiurlionio 21, Vilnius, Lithuania. Tel. +370 5 268 7000; e-mail: [infor@cr.vu.lt](mailto:infor@cr.vu.lt).

The text of this dissertation can be accessed at the libraries of Klaipėda University, Nature Research Centre and Vilnius University, as well as on the website of Vilnius University:

[www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius](http://www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius)



## SANTRUMPOS

<b>CORINE</b>	žemės stebėsenos programa (angl. <i>Coordination of Information on the Environment program</i> ).
<b>GIS</b>	geografinė informacinė sistema.
<b>M</b>	miškai (angl. <i>forests</i> ).
<b>P</b>	pelkės (angl. <i>swamps</i> ).
<b>PKT</b>	pagrindiniai kontroliniai taškai (angl. <i>ground control points</i> ).
<b>RMSE</b>	šaknis iš vidutinės kvadratinės paklaidos (angl. <i>Root Mean Squared Error</i> ). Tai yra standartinis būdas įvertinti modelio išvesties duomenų nuokrypį nuo matavimo duomenų.
<b>U</b>	užstatytos teritorijos (angl. <i>built-up territories</i> ).
<b>V</b>	vandens telkiniai (angl. <i>water bodies</i> ).
<b>V-LATE 2.0</b>	vektorinių duomenų kraštovaizdžio analizės įrankis (ArcGIS 10.8 priedas) (angl. <i>vector-based landscape analysis tool (extention for ArcGIS 10.8)</i> ).
<b>ŽŪKT</b>	žemės ūkio ir kitos teritorijos (angl. <i>agricultural and other territories</i> ).



## TURINYS

PAGRINDINĖS DARBE VARTOJAMOS SAŲVOKOS .....	8
ĮVADAS.....	9
1. ŽEMĖS DANGOS KAITOS TYRIMAI UŽSIENIO ŠALIŲ IR LIETUVOS TYRĖJŲ DARBUOSE .....	17
1.1. Žemės dangos kaitos tyrimai užsienio šalių tyrėjų darbuose.....	17
1.2. Kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimai Lietuvoje .....	23
1.3. Istoriniai kraštovaizdžio kaitos tyrimai .....	25
1.4. Metodologinis tiriamojo darbo kontekstas .....	30
1.5. Istorinis tiriamojo darbo kontekstas.....	36
2. METODOLOGIJA .....	43
2.1. Senujų žemėlapių atrankos principai .....	43
2.2. Žemėlapio įskaitmeninimo procesas.....	45
2.2. Žemės dangos kaitos pokyčių nustatymo ir vaizdavimo metodika	54
3. DARBO REZULTATAI .....	59
3.1. Lietuvos XIX a. žemės dangos skaitmeninis žemėlapis.....	59
3.2. Žemės dangos kaitos trajektorijos .....	61
3.2.1. Bendrieji žemės dangos klasių pokyčiai.....	61
3.2.2. Žemės dangos struktūriniai pokyčiai .....	71
3.2.3. Žemės dangos pokyčiai kraštovaizdžio morfologiniuose tipuose.....	73
3.2.4. Žemės dangos pokyčiai etalonuose .....	84
3.2.5. Stabilios kraštovaizdžio struktūros arealai .....	100
IŠVADOS.....	104
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	106
PRIEDAI .....	124
SUMMARY .....	141
ŽINIOS APIE AUTOREŲ.....	154
PADĖKA.....	155
PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS .....	156

## PAGRINDINĖS DARBE VARTOJAMOS SAŲVOKOS

**Istoriniai kraštovaizdžio tyrimai** – tyrimai artimi istorijoje ir geografijoje atliekamiems tyrimams, apimantys šias dvi sritis ir tiriantys teritorijos kraštovaizdžio raidą.

**Istoriniai žemėlapiai** – žemėlapiai, geografinėje aplinkoje erdviškai vaizduojantys kurį nors istorijos laikotarpį ar istorinius įvykius, praeities fizinę, ekonominę ir (ar) politinę geografiją.

**Kraštovaizdis** – paviršiaus gamtinių (paviršinių uolienu, pažemio oro, paviršinių ir gruntinių vandenų, dirvožemio, gyvųjų organizmų) ir (ar) antropogeninių komponentų (archeologinių liekanų, statinių, inžinerinių įrenginių, žemės naudmenų bei informacinio lauko), susijusių medžiaginiai, energetiniai ir informaciniais ryšiais, teritorinis junginys.

**Kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos trajektorija** – tam tikrame laikotarpyje fiksuojamas kraštovaizdžio tipų, žemės dangos klasių perėjimas iš vienos į kitą.

**Žemėlapio įskaitmeninimas (georeferencija)** – procesas, kurio metu rastrinis skaitmeninis vaizdas (skenuotas žemėlapis, aeronuotrauka ir kt.) susiejamas su koordinacių sistema, taip nustatant skaitmeninių duomenų vietą realiame pasaulyje.

**Žemėlapio rekognoskuotė** – anksčiau sudaryto, dažniausiai kariniais tikslais, žemėlapio duomenų tikslinimas pagal naujai surinktas žinias apie vietovės geografinės ir hidrografines ypatybes, meteorologines sąlygas.

**Žemės danga** – žemės paviršių dengiančių natūralių ir antropogeninių elementų, tokių kaip augalija, vandens telkiniai, dirbamos žemės, miestai ir kita infrastruktūra, visuma.

## ĮVADAS

Mus supanti gamtinė aplinka – seniai vykusių ir nuolatos tebevykstančių vidinių gamtos vystymosi dėsningumą, procesų rezultatas (Kavaliauskas, 2011). O kultūrinio kraštovaizdžio vaizdas, kurį formavo kultūriniai, socialiniai ir gamybos santykiai, daugiausia susidarė per pastaruosius kelis šimtmečius (Olah ir kt., 2014) ir yra tikslingos, sąmoningos žmonių veiklos rezultatas (Kavaliauskas, 2011). Ši žmogaus veikla aplinką veikia tiesiogiai ir netiesiogiai, tačiau bet kuriuo atveju žmogaus veikla yra sąmoninga ir tikslinga, t. y. turimas tam tikras tikslas, nors tas tikslas ne visada tiesiogiai susijęs su noru daryti poveikį kraštovaizdžio struktūroms. Pavyzdžiui, klimato kaita, kylanti iš žmogaus veiklos pramonės, transporto, energetikos ir kitose srityse, ypač veikia žemės ūkį, natūralių augalijos buveinių būklę ir su tuo susijusius žemės dangos pokyčius (Stevanović, 2017). Pastarųjų šimtmečių santykinai sparti natūralaus kraštovaizdžio transformacija rodo, kokią didelę įtaką aplinkai turi žmogaus veikla. Kad gautų būtiniausių išgyvenimui reikalingus daiktus, žmonės dirbo žemę – kūrė ganyklas, kirto medžius, užsiėmė augalininkyste, taip žemę keisdami. Tačiau naudojimo intensyvumas dėl naudojamų priemonių, populiacijos skaičiaus ir su tuo susijęs pokyčio mastas nebuvo toks pat kaip šiandien. Daugelyje pasaulio vietų šiandieną matomi ryškūs ekosistemų ir aplinkos procesų pokyčiai, kuriuos nulėmė spartus žemės naudojimo tempas. Šie pokyčiai pastaraisiais dešimtmečiais jau tokie ryškūs, kad kelia aplinkosaugos problemas, įskaitant klimato kaitą, biologinės įvairovės nykimą ir vandens, dirvožemio bei oro taršą (Parveen ir kt., 2018). Poveikis gali apimti dideles teritorijas, tam tikrus regionus, tačiau ryškiausiai matomas lokaliuose teritorijose, kuriose galima atskirai nustatyti žmogaus įtaką patyrusius kraštovaizdžio elementus, tokius kaip reljefas, hidrografinis tinklas ar žemės danga. Dėl nepertraukiamo paplitimo žemės paviršiuje kraštovaizdžio pokyčiai akivaizdžiausi tiriant žemės dangą.

Kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimai ypač suaktyvėjo tobulėjant paviršiaus fotografavimo nuotoliniu būdu (iš kosmoso, lėktuvų ar bepiločių orlaivių) technologijoms ir gautų vaizdų dešifravimo technologinėms priemonėms. Paskutinius porą dešimtmečių dėl pasiekto technologinio lygio vyrauja skaitmeniniai tyrimo metodai ir priemonės, kurios apima geografinės informacinės sistemas, ortofotografijas, palydovinių vaizdų duomenis ir kt. Visgi, nepaisant duomenų, kurie gaunami iš aukštųjų technologijų plėtros, kiekio popieriniai istoriniai žemėlapiai yra unikalūs ir neįkainojamas informacijos apie kraštovaizdžio situaciją praeityje šaltinis (Cajthaml, 2011; Affek, 2013). Istoriniai šaltiniai, tokie kaip topografiniai, kadastriniai ar kariniai žemėlapiai, yra vieninteliai duomenų šaltiniai, vaizduojantys istorinio

momento kraštovaizdžio situaciją erdviškai (Cousins, 2001; Liu ir kt., 2018), todėl jų naudojimas kraštovaizdžio, žemės dangos tyrimuose yra bene vienintelis būdas atkurti ankstesnę žemės naudojimo paskirtį (Palang ir kt., 1998). Istoriniai šaltiniai visada buvo svarbūs, ypač atliekant kraštovaizdžio gamtinės ir antropogeninės aplinkos kaitos tyrimus (Zlinszky, Molnar, 2009; Zlinszky, Timár, 2013). Senujų žemėlapių prieinamumas yra daug paprastesnis nei anksčiau ir visuomenei jie tampa vis paprasčiau prieinami (Podobnikar, Kokalj, 2006; Groom ir kt., 2020; Zlinszky, Timár, 2013). Aukštas technologijų išsivystymo lygis pastaraisiais dešimtmečiais atvėrė naujas galimybes panaudoti istorinę kartografinę informaciją (Brovelli, Minghini, 2012). Ir nors šiuolaikinėje geografijoje nuo žemėlapių kūrimo iki duomenų analizės gausu skaitmeninių sprendimų, situacija su istoriniais žemėlapiais yra kitokia. Kad analoginis žemėlapis būtų naudingas įvairių kryptių mokslams, tyrimams, jis turi būti įskaitmenintas ir pritaikytas naudoti geografinius duomenis naudojančiose sistemose (GIS, CAD, „Surfer“, „MapInfo“ ir kt.). Tik tada jis suteiks unikalios informacijos ir bus maksimaliai panaudotas tyrimams. Ypač didelę reikšmę įskaitmeninti žemėlapiams turi istoriniuose kraštovaizdžio kaitos tyrimuose, t. y. tyrimuose, kuriuose nagrinėjami laikotarpiai, kai skaitmeninė informacija dar nebuvo sukurta. Būtent todėl šio disertacinio darbo pagrindu ir tapo įskaitmenintas XIX a. žemėlapis. Įskaitmeninto žemėlapio pagrindu nustatyta vyravusi žemės dangos erdvinė situacija XIX a. Lietuvoje. XIX a. žemės dangos rekonstrukcija leido atlikti to meto žemės dangos analizę ir nustatyti kaitos trajektorijas lyginant duomenis su XXI a. duomenimis.

### **Tiriamoji problema**

Kraštovaizdis, kaip gamtinių ir antropogeninių veiksnių nepaliaujamos sąveikos produktas, nuolat vystosi ir keičiasi. Yra daug kraštovaizdžio struktūrų, kurias galima pavadinti istorinėmis, nes jos nebekuriamos, nepuoselėjamos, todėl neprižiūrimos palaipsniui nyksta veikiamos gamtinių, socialinių-ekonominių veiksnių (Žabensky, Dubska, 2014). Šiandien vykstantys pokyčiai vertinami kaip grėsmė, o kraštovaizdžio evoliucija – kaip neigiama, nes dėl pokyčių nyksta tradiciniai kraštovaizdžiai, prarandama vietos tapatybė, o kuriami, formuojami kraštovaizdžiai vis labiau panašėja vienas į kitą (Antrop, 2005).

Žemės dangos kaitos nustatymas yra viena iš priemonių, padedančių suprasti mus supančios aplinkos kaitą. Žemės dangos kaitos analizė iš esmės yra nustatymas, kada žemės danga tam tikroje vietoje perėjo iš vienos klasės į kitą (Boriah ir kt., 2008). Žemės dangos kaitos procesai vyksta visame pasaulyje ir nors istorinių žemėlapių skaitmeniniais formatais prieinamumas

didėja, iš esmės trūksta ilgalaikių, plataus masto, detalių ir erdvinių žemės dangos pokyčių vertinimų (Kaim ir kt., 2016). Visgi tik stebėti vykstančius pokyčius nepakanka, būtina į juos reaguoti, nustatyti kaitą lemiančius veiksnius, kaitos mastą. Šių procesų nustatymas svarbus ne tik istoriniu aspektu, tai yra ne tik siekiant nustatyti praeityje vykusius procesus, juos atpažinti ir išanalizuoti, bet ir ateities aspektu – siekiant numatyti kraštovaizdžio kaitos procesus ateityje. Yra pabrėžiama, kad kraštovaizdžio kaitos nustatymas, kraštovaizdžio raidos tendencijų supratimas yra pagrindas ateities planavimo procesams, kartu ir tvariam kraštovaizdžio planavimui (Di Fazio ir kt., 2011; Bičik ir kt., 2001). Turi būti siekiama ne tik nustatyti, kas, kada ir kaip pasikeitė, bet ir sukurti metodus, modelius, reprezentuojančius žemės sistemos kaitos procesus tiek erdviškai, tiek laiko skalėje ir jais remiantis numatyti, kaip žemės sistemos gali kisti ateityje (Rounsevell ir kt., 2012). Istorinės kaitos, susijusios su dabartine žemės dangos būkle, atkūrimas yra būtinas norint pasiūlyti kompleksines biologinės įvairovės išsaugojimo priemonės, taip pat siekiant efektyvesnio ir labiau daugialypio tvaraus kultūrinio kraštovaizdžio valdymo (Marull ir kt., 2014). Atkreiptinas dėmesys ir į tai, kad mūsų gebėjimą numatyti būsimus žemės dangos pokyčius riboja nesuvokimas, kokie svarbūs žemės naudojimui ir kaitai gali būti sociokultūriniai ir ekonominiai didelio masto veiksniai (karai, revoliucijos, politikos pokyčiai ir ekonomikos krizės) (Hostert ir kt., 2011).

Planavimo procese numatant strateginius veiksmus, būtina įvertinti šių veiksmų pasekmes kraštovaizdžiui. Šios pasekmės gali būti įvertintos tik pažinus praeities kraštovaizdžio situaciją, pokyčius, išsiaiškinus, kaip kraštovaizdžio elementai, dalys, struktūros reagavo į priimtus sprendimus ir veiksmus praeityje. Sprendimus priimantiems asmenims yra naudinga žinoti, kurie veiksniai, lemiantys kraštovaizdžio kaitą, gali būti nulemti būtent jų priimtų sprendimų. Nors daugelis politinių sprendinių daro netiesioginę įtaką kraštovaizdžio struktūroms, tačiau kai kurie sprendimai tiesiogiai valdo ir kontroliuoja kraštovaizdžio raidą (Eiter ir kt., 2014; Winkler ir kt., 2021). Apskritai istorinės būklės analizė ir rekonstrukcija padeda geriau suprasti dabartinių ekosistemų sąveikų, procesų kraštovaizdyje dinamiką ir išlikimo galimybes (Etter ir kt., 2008). Praeities žemės dangos pokyčių rekonstrukcija padeda suprasti ilgalaikę žmogaus ir aplinkos sąveiką (Petit, Lambin, 2002).

Pastaraisiais dešimtmečiais kraštovaizdžio kaitos tyrimai ypač suaktyvėjo ir jų kiekis nuolat didėja. Tačiau yra atlikta nedaug tyrimų, kurių metu nagrinėti ilgalaikiai žemės dangos pokyčiai, apimantys šimtmečius, todėl neaišku, kaip keičiasi žemės danga per labai ilgus laikotarpius (Munteanu ir kt., 2014). Ankstesnis D. Veteikio ir disertacinio darbo autorės atliktas tyrimas atskleidė, kad didžioji dalis Lietuvoje atliktų tyrimų apima trumpo laikotarpio

(10–50 metų) kraštovaizdžio kaitą. Atlikta studija parodė, kad Lietuvoje daromi tyrimai yra susiję su šalyje sparčiai besikeitusia ekonomine, politine situacija ir jos įtaka kraštovaizdžiui, žemės dangai. Tyrimų kiekio didėjimas siejamas su technologiniu išsivystymu, skaitmenizacija ir su tuo susijusiomis išaugusiomis duomenų apimtimis, supaprastėjusiu prieinamumu prie duomenų, jų apdorojimu (Veteikis, Piškinaitė, 2019). Tik nedidelė dalis kraštovaizdžio, Lietuvos žemės dangos kaitos tyrimų yra orientuoti į ilgo laikotarpio (50–150) tyrimus (Eitmanavičienė, 1976, 1994; Milius, 1997). Nedaug atlikta istorinių, rekonstrukcinių kraštovaizdžio kaitos tyrimų, tiriančių kraštovaizdžio būklę šimtmečių ar tūkstantmečių laikotarpiu (Aleknavičius, Skuodžiūnas, 1996; Kavoliutė, 1994; Matulevičius, 1997; Eringis, Milius, 1976). Trumpo laikotarpio kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimai atspindi pokyčius, susijusius su konkrečiais planavimo, žemės naudojimo sprendiniais ir yra orientuoti išryškinti pokyčius, susijusius su konkrečiais veiksniais ir (ar) sprendiniais. O ilgo laikotarpio tyrimai apima platesnį pokyčių vaizdą ir leidžia nustatyti chronologinę, nuoseklią kraštovaizdžio, žemės dangos kaitą, kuriai įtaką daro daugelio veiksnių visuma. Istoriniai žemės dangos tyrimai aiškiai patvirtina, kad dabartinė žemės dangos naudojimo situacija yra ilgalaikių gamtos ir visuomenės santykių rezultatas (Bičik ir kt., 2001; Driscoll ir kt., 2012; Singh ir kt., 2019). Iki šiol Lietuvoje atlikti istoriniai tyrimai apima lokalias vietas ir įvairius tyrimo laikotarpius, atliekami ne sistemingai, todėl atliktus tyrimus sunku apibendrinti, daryti išvadas, kurias galima būtų taikyti prognozėms, planavimui ir kurios būtų aktualios ir atspindinčios situaciją visoje Lietuvos teritorijoje. Nors Lietuvos Respublikos teritorija Europos ir pasaulio šalių kontekste nėra didelė, tačiau Lietuva pasižymi kraštovaizdžio nevienodumu, teritorijose vyksta skirtingi gamtiniai, antropogeniniai procesai, kurie skirtingai veikia kraštovaizdį. Atsižvelgiant į tai, kad pavienių atliktų ilgalaikių kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimų nepakanka ir jų rezultatai negali būti taikomi kitų teritorijų planavimo, vystymo procesuose, taip pat tai, kad iki šiol nėra skaitmeninių Lietuvos žemės dangos duomenų, paremtų istoriniais kartografiniais šaltiniais, nuspręsta, kad reikia atlikti visos Lietuvos kraštovaizdžio kaitos analizę, apimančią žemės dangos situaciją istoriniu laikotarpiu, siekiančiu daugiau nei 150 metų.

### **Darbo aktualumas, tikslas, sprendžiami uždaviniai**

Kraštovaizdžio elementų kaita, reaguojant į gamtinius, laiko, socioekonominius veiksnius ir jų tarpusavio veikimą, vyksta nuolatos (Gabrovec ir kt., 2001). Antropogeniniai veiksniai, sprendiniai, darantys įtaką žemės naudojimo pokyčiams, laikomi įsikišimu į natūralią aplinkos kaitą.



Ypač jie ryškūs žemės ūkio paskirties teritorijose ir dažniausiai pasireiškia per teisinius sprendimus dėl nuosavybės, technikos pažangos, politinės pozicijos žemės ūkio atžvilgiu ir žemės ūkio padėties valstybės ekonomikoje (Prus ir kt., 2018). Kai kurie iš šių sprendinių yra lokalinio pobūdžio, kai kurie turi platų, beveik pasaulinį poveikį ir veikimo lauką (pramonės ir žemės ūkio revoliucija, urbanizacija, naujos transporto rūšys, technologinių naujovių plitimas, pasaulinė ekonominė ir kultūrinė tendencijos ir kt.) (Bičik, 1998). Kaitos tyrimų rezultatai gali būti naudojami siekiant numatyti galimus pokyčius ateityje. Prognozuojant kitimo kryptis gali būti išvengta katastrofinių padarinių, iš anksto nustatomos priemonės, galinčios padėti išvengti neigiamų padarinių, susijusių su aplinkos pokyčiais. Ir nesvarbu, ar tie pokyčiai yra globalaus masto, ar vietinės reikšmės. Kiekviena vietovė turi jai būdingą kraštovaizdį, kuris yra unikalus ir turi savo istoriją (Brierley, 2010), todėl jo išsaugojimas ateities kartoms yra svarbus, net jei jame vykstantys pokyčiai ir nesukelia pasaulinio masto katastrofinių padarinių.

Žemės naudojimo kaitos įvertinimas svarbus sprendžiant pasaulyje iškilusius iššūkius, tokius kaip klimato kaita, biologinės įvairovės nykimas, aprūpinimas maisto ištekliais (Winkler ir kt., 2021). Planuojamos apsaugos priemonės, priimami sprendimai turėtų būti grindžiami ne pagal esamą situaciją, bet pagal istorinius duomenis, kurie išryškina, apibūdina kraštovaizdžio raidos tendencijas (Tlapáková ir kt., 2013).

Visuomenėje vis labiau įsivyraujant ekologiniam mąstymui, vis svarbesnis tampa ir natūralios, gamtinės aplinkos išsaugojimas. Dėl to atsižengiama į kraštovaizdžio kaitos procesus. Sąlyginai natūralių, gamtinių teritorijų išsaugojimas, tvari urbanizuotų teritorijų plėtra, pokyčiai žemės ūkyje – visa tai lemia kraštovaizdžio, žemės dangos tyrimų suklestėjimą ir aktualumą.

Europos kraštovaizdžio konvencijoje taip pat pabrėžiama, kad siekiant racionaliai naudoti teritoriją ir valdyti jos raidą yra būtina vykdyti kraštovaizdžio būklės, pokyčių stebėseną (Godienė, 2012; Skaloš, Kašparova, 2012). Dėl to 1985 m. ir buvo inicijuota CORINE programa ir pradėta Europos žemės dangos duomenų inventorizacija (Büttner ir kt., 2004).

Nors kraštovaizdžio kaita dažniausiai būna geografinių domėjimosi objektas, kaitos tyrimų metu gauta informacija ir rezultatai yra aktualūs ir kitose mokslo srityse ir kryptyse, tokiose kaip hidrologija (Zlinszky, Timár 2013; Zlinszky, Molnar 2009), urbanistinis planavimas (Podobnikar, 2010), kultūrinis kraštovaizdis, urbanizacija (Prokop, 2017), architektūra, archeologija ir demografija (Brovelli, Minghini, 2012), biologija ir ekosistemos (Perzanowski ir kt., 2018).

Panecki ir bendraautorai teigia, kad skaitmeninti geografiniai duomenys laikomi tikslesniais, o iš tokių duomenų gautos išvados labiau pagrįstomis

(Panecki ir kt., 2019). Šiais laikais skaitmeniniai geografiniai duomenys vis dažniau saugomi įvairiose viešai prieinamose duomenų bazėse ir juos įvairiems tikslams galima naudoti be didesnių apribojimų. Dėl to patys šaltiniai, jų naudojimo, koregavimo metodai gali būti nuolatos tobulinami, patikrinami kitų tyrėjų. Visgi, nepaisant didelio masto skaitmenizacijos ir geografinių informacinių sistemų (GIS) naudojimo geografiniuose tyrimuose, remiamasi pirmiau minėtu šaltiniu, kuriame teigiama, kad dauguma duomenų pateikiami kaip .pdf (angl. *portable document format*) ar .jpeg (angl. *joint photographic experts group*) failai, kurie yra tik suskaitmenintos popierinio žemėlapio versijos ir neturi sąsajos su GIS (Panecki ir kt., 2019).

Vertinant pirmiau išdėstytą informaciją manoma, kad atliekant disertacinį darbą gauti suskaitmeninti, GIS aplinkoje naudojami duomenys ir gauti rezultatai bus naudingi ir aktualūs įvairių sričių specialistams. Pagal poreikį suteikta prieiga prie skaitmeninės archyvinės kartografinės medžiagos ir GIS technologija kartu leistų analizuoti, pavyzdžiui, miškų dangos kitimo, gyvenviečių tinklo laikui bėgant procesus ir kt. Nuolatinė, įvairius laikotarpius apimanti kraštovaizdžio analizė, taikant GIS metodus, turi didelį kraštovaizdžio įvairovės, augalijos pokyčių vertinimo ir stebėjimo potencialą, taip pat planuojant veiksmus, kurie gali paveikti kraštovaizdį (Tortora ir kt., 2015), todėl sukurtas XIX a. žemės dangą reprezentuojantis skaitmeninis žemėlapis gali būti pagalbinė priemonė atliekant kraštovaizdžio, ekosistemų, hidrologinio režimo, miškingų plotų kaitos tyrimus, o nustatytos XIX–XXI a. žemės dangos kaitos trajektorijos atvers galimybę įvertinti aplinkoje nuolat vykstančių kaitos procesų apimtis.

**Disertacinio darbo tikslas** – nustatyti pagrindines XIX–XXI a. Lietuvos kraštovaizdžio / žemės dangos kaitos trajektorijas.

Siekiant disertacinio darbo tikslo numatyti šie **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti XIX–XXI a. Lietuvos teritorijos kartografinius šaltinius ir jų sukūrimo istorinį kontekstą.
2. Suderinti ir palyginamajai analizei adaptuoti XIX ir XXI a. kartografinių šaltinių žemės dangos klasifikacijas.
3. Sukurti XIX a. žemės dangos struktūrų skaitmeninį žemėlapi.
4. Atlikti palyginamąją XIX–XXI a. žemės dangos struktūrų analizę šalyje ir kraštovaizdžio morfologinėse struktūrose.
5. Išskirti ir paaiškinti esmines žemės dangos kaitos trajektorijas.

Nustatytos Lietuvos kraštovaizdžio kaitos trajektorijos XIX–XXI a. leis įvertinti kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos mastą ir kryptis. Darbo rezultatais galės naudotis ne tik geografijos, bet ir istorijos, sociologijos ir kitų

sričių specialistai, kuriems informacija apie kraštovaizdžio, žemės dangos situaciją, kaitą gali papildyti jų tiriamųjų darbų informaciją, pagrįsti ar paneigti mokslinius teiginius. Tyrėjai, atliekantys kraštovaizdžio kaitos tyrimus lokaliu lygmeniu, galės detalizuoti šio darbo rezultatus ar sulyginti gautus rezultatus su bendru šalies kontekstu. Nacionalinio lygio istorinių kraštovaizdžio žemėlapių Europoje vis dar nėra daug. Disertacinio darbo rezultatai prisideda prie kraštovaizdžio situacijos XIX a. ir kaitos Europoje nustatymo. Tokio tipo tyrimai parodo, kaip svarbu į kraštovaizdžio kaitos tyrimus įtraukti istorinius duomenis, gauti rezultatus, kurie leistų suprasti žemės dangos kaitos trajektorijas.

### **Mokslinio darbo naujumas**

Nepaisant duomenų, gaunamų dėl technologijų plėtros, kiekio, iki šiol senųjų žemėlapių, teritorijų planų ar schemų pagrindu kraštovaizdžio, žemės dangos analizė atlikta tik keliuose Lietuvos tyrėjų darbuose (Ribokas, Milius, 2001; Bauža, Baužienė, 2008; Česnulevičius ir kt., 2005; Milius, Lukškaitė, 2005; Ribokas, Zlatkutė, 2009). Pavieniai darbai taip pat atlikti Vilniaus universiteto studentų baigiamuosiuose darbuose, kuriuose nagrinėjami žemėnaudos ypatumai savivaldybių lygmeniu. Dauguma jų aptarti straipsnyje „Geografiniai žemėnaudos kaitos tyrimai Lietuvoje: raida, kryptys, perspektyvos“ (Veteikis, Piškinaitė, 2019). Kadangi istorinių kartografinių duomenų naudojimas kraštovaizdžio tyrimuose yra labiau išimtis nei taisyklė, kraštovaizdžio tyrimuose labai trūksta ilgalaikių, t. y. 50 ir daugiau metų laikotarpio, tyrimų. Šis darbas reikšmingai prisidės prie Lietuvos kraštovaizdžio kaitos ilgalaikių tyrimų formavimo.

Pagrindiniai šio darbo duomenys yra imti iš XIX a. kartografinio šaltinio – 1865–1874 m. rekognoskuotės europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapis (M 1:126 000). Disertacinio darbo metu šis Rusijos imperijos žemėlapis, apimantis Lietuvos teritoriją, pirmą kartą įskaitmenintas. Šio žemėlapis pagrindu sudaryta duomenų bazė, išskirtos žemės dangos struktūros, nustatytas žemės dangos klasių pasiskirstymas šalyje XIX a. Disertacinio darbo metu sudarytas pirmasis skaitmeninis XIX a. žemės dangos situaciją reprezentuojantis nacionalinio lygmens žemėlapis. Atverta galimybė tyrinėti žemės dangą nuo XIX a. vidurio, o šiuo metu ankstyviausi naudojami skaitmeniniai duomenys yra 1990 m. CORINE žemės dangos duomenų bazės duomenys.

Nors tarptautiniu mastu senųjų žemėlapių ir šiuolaikinių duomenų palyginimas ir sukėlimas į vieną duomenų bazę ir nėra naujas dalykas, Lietuvos kraštovaizdžio tyrimuose tokio masto duomenys dar niekada nebuvo koreliuojami tarpusavyje. Disertacinio darbo metodologinėje dalyje

pateikiamas istorinio įskaitmeninto žemėlapio žemės dangos klasių ir CORINE žemės dangos duomenų bazėje išskirtos žemės dangos klasifikacijos sugretinimas, kurio pagrindu atlikta žemės dangos kaitos analizė XIX–XXI a.

Siekiant reprezentuoti įskaitmeninto žemėlapijo panaudojimo galimybes detalesniu lygmeniu, išskirti pavyzdiniai arealai (etalonai), kuriuose atlikta žemės dangos kaitos trajektorijų analizė.

### **Ginamieji disertacijos teiginiai**

1. Geros kokybės istorinės žemės dangos rekonstrukcijos XIX a. tyrimų kokybę riboja duomenų fragmentacija, metodologinis nesuderinamumas ir skirtingų šaltinių duomenų tikslumo stoka, apsunkinantys nuoseklią kraštovaizdžio pokyčių analizę.
2. Absoliučiomis reikšmėmis didžiausia žemės naudmenų plotų kaita XIX–XXI a. vyko žemės ūkio ir miškų teritorijose, o santykinai daugiausia keitėsi dispersiško ir kompaktiško išsidėstymo žemės dangos klasės – užstatytos teritorijos ir pelkės.
3. Integruojant nacionalinių ir vietinių žemės dangos kaitos analizės lygmenis, ne tik gaunami skirtingo pobūdžio žemės dangos kiekybiniai ir kokybiniai duomenys, bet ir atsiranda galimybė tikslinti nacionalinių tendencijų vertinimą, išsamiai suprasti vietinių procesų poveikį, geriau suvokti nacionalinių pokyčių apimtį ir įvairovę.
4. Žemės dangos kaitos trajektorijų įvairovė susijusi su kraštovaizdžio tipu ir teritorinių morfologinių vienetų individualiomis savybėmis.

# 1. ŽEMĖS DANGOS KAITOS TYRIMAI UŽSIENIO ŠALIŲ IR LIETUVOS TYRĖJŲ DARBUOSE

## 1.1. Žemės dangos kaitos tyrimai užsienio šalių tyrėjų darbuose

„Web of Science“ bazėje, įvedus raktinius žodžius „historical land use change“, „historical land cover change“, randamos 577 107, o „Science Direct“ – 22 284 publikacijos, išleistos nuo 2004 m. iki 2024 m. Tai rodo žemės dangos tyrimų paplitimą mastą ir svarbą pasaulyje. Remiantis paieškos rezultatais matyti, kad tyrimų patirties turi ir unikalius mokslinius duomenis pateikia ir Baltijos, Vidurio ir Rytų Europos šalių tyrėjai (Skokanova ir kt., 2016; Palang ir kt., 1998; Kaur ir kt., 2004; Pazúr, Bolliger, 2017; Borowska-Stefanska ir kt., 2018; Rymasheuskaya, 2007; Senetra ir kt., 2013; Frajer, Geletič, 2011; Podobnikar, 2010; Forejt ir kt., 2018 ir kt.). Kai kurie iš šių tyrimų aiškiai parodo žemės naudojimo pokyčius valstybių ar ištisių regionų teritorijoje (Ažman Momirski, Gabrovec, 2014). Nors kraštovaizdžio, žemės dangos kaita tiriama jau kurį laiką, (intensyviai tiriama nuo 1920-ųjų) (Boriah ir kt., 2008), dėl informacinių technologijų tobulėjimo tyrimai labiausiai suaktyvėjo per pastaruosius kelis dešimtmečius. Ir nors buvo padarytas didelis žinių šuolis ir pažanga vertinant, suprantant žemės naudojimo pokyčius, žemės sistemos mokslai vis dar susiduria su sunkumais (duomenų suderinamumo, ateities veiksnių nustatymo ir kaitos modeliavimo) (Rounsevell ir kt., 2012). Kraštovaizdžio kaita gali būti nagrinėjama pasitelkus įvairius tyrimų metodus, tokius kaip kraštovaizdžio kaita vykstant pokyčiams ekosistemose, vykdant teritorijos vizualinę stebėjimą ir fiksaciją (monitoringą) kraštovaizdžio etalonuose, atliekant visuomenės apklausas ir kt. Tyrimų kryptys ir metodai taip pat priklauso nuo to, ar kraštovaizdis tiriamas kaip vientisa aplinkos visuma, ar tik tam tikri, atskiri jo elementai. Taip pat kokie kiekybiniai ir kokybiniai kaitos rodikliai yra išskiriami – kraštovaizdžio struktūros elementų dydis, užimamas plotas, estetinis vertinimas ar kt. Visgi kraštovaizdžio struktūros antropogeninių veiksnių pasekmės kraštovaizdžiui daugiausia tiriamos analizuojant žemės dangos struktūrą (Eremiašova, Skokanova, 2009), todėl ir šiame darbe kraštovaizdžio kaitos pokyčiai tiesiogiai siejami su žemės dangos pokyčiais.

Kraštovaizdžio kaita apibrėžiama kaip kraštovaizdžio elementų ir jų ypatybių pokyčių visuma, dėl kurios prarandamas ankstesnis kraštovaizdžio tapatumas, pasikeičia jo pobūdis ir dėl to kraštovaizdis suvokiamas jau kitaip nei prieš pasikeitimą (Affek, 2011). Kraštovaizdžio kaita vertinant žemėnaudos ar žemės dangos pokyčius teritorijoje kaip tyrimo objektas yra aktualus ir dažnai nagrinėjamas daugelio užsienio tyrėjų darbuose (Palang,

1998; Ramankutty, Foley, 1999; Pazur, Bolliger, 2017a, 2017b; Borowska-Stefańska ir kt., 2018; Matasov ir kt., 2019). Kraštovaizdžio kaitos trajektorijų nustatymas daugeliu atvejų visgi neatsiejamas nuo žemės dangos struktūrų nustatymo ir pirmiausia siejamas būtent su žemės dangos struktūrų pokyčiais laike. Vienas iš kraštovaizdžio kaitos tyrimų tikslų yra siekis nustatyti galimus, tikėtinus kraštovaizdžio pokyčius ateityje. Nustaćius praeityje vykusius procesus ir juos lėmusias priežastis, kuriami prognoziniai (ateities) kraštovaizdžio kaitos scenarijai (Gomes ir kt., 2021; Stürck ir kt., 2018; Schulp ir kt., 2019). Kaip papildoma tokių modelių kūrimo priemonė naudojami ir kitokie nei kad kraštovaizdžio kaitos duomenys, pavyzdžiui, apklausos, orientuotos į žemės ūkio teritorijų savininkų ir naudotojų tolesnius veiksmus, susijusius su veikla žemės ūkio srityje (Pocewicz ir kt., 2008; Eiter ir kt., 2014; Van der Sluis ir kt., 2016). Pasirenkami metodai priklauso nuo konkrečių tyrimų krypties, tačiau nuolatos susiduriama su sunkumais, kai bandoma sumodeliuoti ir apibrėžti ateities scenarijus. Šie sunkumai susiję su tarpdiscipliniškumu, kuris veikia tiriant gamtos ir visuomenės sąsajas, jų suderinamumu, taip pat grįžtamųjų procesų nustatymu (Lambin ir kt., 2000).

Rengiant disertacinį darbą orientuotasi į gretimų valstybių bei Europos valstybių tyrėjų darbus (Skokanova ir kt., 2016; Palang ir kt., 1998; Kaur ir kt., 2004; Pazúr, Bolliger, 2017; Borowska-Stefańska ir kt., 2018; Rymasheuskaya, 2007; Senetra ir kt., 2013; Frajer, Geletič, 2011; Podobnikar, 2010; Forejt ir kt., 2018 ir kt.). Toks literatūros analizės apibrėžtumas pasirinktas atsižvelgiant į tai, kad kraštovaizdžio raida glaudžiai susijusi su istoriniais įvykiais, lėmusiais žemės valdymo ir naudojimo pobūdį, o kai kurių Vidurio ir Rytų Europos šalių istorinė, politinė raida iš dalies yra panaši, jose priimti analogiški politiniai, ekonominiai sprendimai (Baranov, 2019). Siekta pasinaudoti gerąja tyrėjų kraštovaizdžio kaitos tyrimų patirtimi ir metodus bei įžvalgas pritaikyti situacijai Lietuvoje ar su Lietuvos situacija palyginti. Ypač daug dėmesio skirta Baltijos šalių, Vidurio ir Rytų Europos tyrėjų darbams (Jaworek-Jakubska ir kt., 2020; Podobnikar, Šinkovec, 2004; Podobnikar, 2007; Borowska-Stefańska ir kt., 2018; Pazúr, Bolliger, 2017; Palang ir kt., 1998; Frajer, Geletič, 2011; Forejt ir kt., 2018; Meszaros, Timar, Biszak, 2010; Skaloš ir kt., 2011; Eremiašova, Skokanova, 2009; Frajer ir kt., 2013; Kiraly ir kt., 2008; Talich ir kt., 2013; Podobnikar, Kokalj, 2006; Affek, 2013 ir kt.). Atliktų tyrimų rezultatų Europos kontekste pažinimas teikia didesnę naudą nei tolimų šalių kraštovaizdžių, kurie neturi bendros, vienijančios gamtinės, istorinės ar kultūrinės aplinkos. Pastarųjų tyrimų išvados ir rezultatai sunkiai pritaikomi Lietuvos teritorijos tyrimuose. Pasaulio kontekste literatūros apžvalgą pateikė Sh. Parveen su kolegomis (Parveen ir kt., 2018). Atliktoje literatūros apžvalgoje akcentuojamas sąvokos „žemės

danga“ vartojimas literatūroje, nurodant, kad daugeliu atvejų žemės danga tyrimuose suprantama kaip žemės paviršius, apimantis augalijos tipą, paviršinį vandenį, biologinę įvairovę. Žemės dangos tyrimai kito nuo paprastų, susijusių su fiziniais pokyčiais, iki sudėtingų, įsiliejančių į pasaulinių aplinkos pokyčių struktūrą (Parveen ir kt., 2018). Nors išsamesnė tyrimų apžvalga vėliau parodė, kad ir Europoje išskiriamos politinės, istorinės struktūros, kuriose kraštovaizdžio kaita ir ją lemiantys veiksniai veikia skirtingai (Skokanova ir kt., 2016; Palang ir kt., 2006).

Jau anksčiau Prus su bendraautoriais įžvelgė, kad žemės naudojimo pokyčiai pasirinktuose regionuose, šalyse ir vietovėse yra daugelio tyrimų ir analizų objektas (Prus ir kt., 2018). Kraštovaizdžio pokyčiai sudaro skirtingą poveikį valstybėse, jis priklauso nuo pokyčio masto, teritorijų geografinės padėties, vyraujančios ūkio ekonomikos, todėl ir tyrimų tikslas, kiekis ir rezultatų pritaikomumas skirtingose šalyse visgi skiriasi. Toliau pateikiama keletas konkrečių kraštovaizdžio kaitos tyrimų pavyzdžių, nulėmusių disertacijos kryptį ir taikytos metodologijos pasirinkimą.

Išanalizavus užsienio tyrėjų atliktus tyrimus išryškėjo dvi pagrindinės jų kryptys: 1) tyrimai, apimantys šalies ar šalies regiono teritoriją; 2) plataus masto tyrimai, kurių tikslas yra nustatyti Europoje vyraujančias kraštovaizdžio kaitos tendencijas. Tyrėjai siekia nustatyti bendrąsias Europoje vyraujančias kraštovaizdžio kaitos tendencijas, vykdydami visos Europos ar tam tikros Europos dalies, regiono šalių kraštovaizdžio kaitos tyrimus. Pasirenkamos etaloninės šalys ir išvados koreliuojamos siekiant pateikti situaciją Europoje (Skokanova ir kt., 2016; Palang ir kt., 2006; Urbanc ir kt., 2004).

Žemės dangos pokyčių nustatymas ir gauti rezultatai gali turėti praktinį pritaikomumą. Pavyzdžiui, Borowska-Stefańska su bendraautoriais nustatė Lenkijos žemėnaudos / žemės dangos pokyčius, o tuos rezultatus bandyta naudoti kaip saugomų teritorijų valdymo priemonę. Tam įvertinti pokyčiai saugomo kraštovaizdžio rajone (Pálava, Čekija) ir teritorijoje, kuriai siūloma suteikti saugomo kraštovaizdžio rajono statusą (Soutok, Čekija). Žemėnaudos / žemės dangos duomenys buvo paimti iš 1841 m. ir 1876 m. žemėlapių bei 1938 m. ir 2006 m. aeronuotraukų (Borowska-Stefańska ir kt., 2018).

O. Bender su kolegomis 2005 m. atliko keturių laikotarpių (1850, 1900, 1960, 2000 metų) kraštovaizdžio pokyčių analizę naudodami Bavarijos žemės registro vektorinius duomenis (Bender ir kt., 2005).

Atliktas centrinės Latvijos dalies 1988–2007 m. laikotarpio kraštovaizdžio kaitos tyrimas. Nustatyta, kad kraštovaizdžio struktūra per 20 metų labai pasikeitė – keitėsi dirbamų žemių plotai, miškų plotai. Svarbiausi veiksniai, lėmę tokius akivaizdžius pokyčius, įvardijami kaip Latvijos vyriausybės

medienos politika, pasikeitimai žemės ūkio politikoje atkūrus Latvijos nepriklausomybę, Europos Sąjungos subsidijos kaimo vietovėms (Vanwambeke ir kt., 2012). Panašus kaitos scenarijus ir sprendimai, darantys įtaką kraštovaizdžiui, nustatyti atlikus ir Lenkijos žemės dangos kaitos analizę. (Kijowska ir kt., 2010). Šių šalių politinis-ekonominis kontekstas iš tiesų lengvai pritaikomas ir Lietuvai, nes priimti sprendimai ir jų poveikis kraštovaizdžiui yra gana panašūs.

Palang su kolegomis, naudodami 1896–1917 m. Rusijos topografinius žemėlapius, 1935 m. Estijos armijos topografinius žemėlapius, 1960 m. Estijos žemės naudojimo žemėlapius ir 1989 m. topografinius žemėlapius, nustatė Estijos kraštovaizdžio kaitą. Kitaip nei daugeliu atvejų, šio tyrimo autoriai pateikė ne tik kraštovaizdžio kaitos, išsaugojimo rekomendacijas, bet ir kraštovaizdžio kaitos tyrimų metodologines rekomendacijas, rekomenduodami kraštovaizdžio kaitos tyrimuose naudoti skirtingus parametrus ir technologijas (Palang ir kt., 1998). Žmonių kraštovaizdžio suvokimas, vertybių kaita kaip vienas iš kraštovaizdžio kaitą lemiančių veiksnių įvardytas tiriant Saremo salos Estijoje kraštovaizdžio kaitą (Kaur ir kt., 2004). Autoriai išnagrino, kaip įvairios suinteresuotosios šalys supranta kraštovaizdžius ir koks galėtų būti jų vaidmuo planuojant kraštovaizdžio kaitą.

Istoriniuose 1965 m., 1984 m. ir 1985 m. topografiniuose žemėlapiuose J. Mayra ir kolegės atliko žemės dangos analizę, lygindami su 2005 m. ir 2022 m. skaitmeniniais duomenimis. Nustatyta, kad plėtojosi kelių ir griovių tinklas, pokyčiai atitiko Suomijos miškininkystės raidą. Siūloma plėtoti istorinių ir šiuolaikinių kartografinių duomenų palyginimo metodą – įskaitmeninti daugiau žemėlapių ir tobulinti skaitmeninimo metodus (Mayra ir kt., 2023).

Robert Pazur ir Janine Bolliger tyrė Slovakijos žemės dangos kaitą per pastaruosius 30 metų. Jie modeliavo žemės naudojimo raidą iki 2040 m. ir pateikė penkis scenarijus (Pazur, Bolliger, 2017a; 2017b).

Austrijos ir Čekijos pasienio tyrimas parodė, kad skirtinga socialinė-ekonominė plėtra lėmė skirtingus kaimiškojo kraštovaizdžio raidos procesus (Sklenicka ir kt., 2014). Lietuvos ir Lenkijos pasienio tyrime nustatyta, kad Lietuvos pasienio teritorijose labiau keičiasi žemės ūkio paskirties teritorijos, o Lenkijos – miškai (Senetra ir kt., 2013).

Belgijoje Petit ir Lambin (2022), naudodami istorinius žemėlapius, modelio rekonstrukciją ir statistinius duomenis, tyrė žemės dangos kaitą nuo 1775 m. (Petit, Lambin, 2002). Rumunijoje tyrėjai analizavo žemėnaudos pokyčius 1860–2010 m., naudodami istorinius ir palydovinius žemėlapius bei



augalijos duomenis, ir nustatė, kad mažėjo pievų ir daugėjo miškų (Feurdean ir kt., 2017).

Platesnio masto tyrimai, apimantys šalių grupes ar Europos regionus, daugiausia atliekami pasitelkus palydovinius duomenis ir apima neilgo, 10–50 metų, laikotarpio pokyčius. M. Būrgi su kolegomis 2017 m. pateikė kultūrinio kraštovaizdžio kaitos Europoje procesus ir priežastis (Būrgi ir kt., 2017). Autoriai pripažino, kad kraštovaizdžio kaitos procesai yra įvairūs ir sudėtingi, tačiau išskyrė pagrindines kraštovaizdžio kaitos priežastis, kurias įvertinus galima nustatyti kraštovaizdžio kaitos ateities scenarijų. Kaip pagrindines kaitos priežastis šie tyrėjai išskyrė politinius sprendimus ir permainas, infrastruktūros plėtrą, darbo rinką, technologines naujoves ir klimato kaitą. Panašios kaitą lemiančių veiksnių grupės išskirtos ir atliekant Centrinės Europos kraštovaizdžio kaitos 200 metų laikotarpiu tyrimus (Skokanova ir kt., 2016). Šiame tyrime papildomai akcentuojama kraštovaizdžio kaitą lemiančių veiksnių įtaka šalims, turinčioms skirtingą politinę istoriją, t. y. senosioms demokratinėms ir posocialistinėms šalims. Tyrėjai patvirtino, kad ryškiausi kraštovaizdžio pokyčiai Europoje vyko iki ir po Antrojo pasaulinio karo, tačiau kaip atskirą pokyčių laikotarpį išskiria ir posocialistinį laikotarpį. Mat jam būdingi atskiri bruožai, pasireiškiantys spartesnio žemės naudojimo žemės ūkiui atsisakymu ir didėjančiomis pastangomis sustabdyti šį procesą, kova su biologinės įvairovės nykimu, kuri lėmė ankstesnis žemės ūkio intensyvinimas.

Europos dvilypumą, siejamą su istorine, politine raida ir nuo to priklausančia kraštovaizdžio kaita, išskyrė ir Hannes Palang su bendraautoriais, teigę, kad Vidurio ir Rytų Europos kraštovaizdžiai yra daug įvairesni laiko kaitos atžvilgiu, turi daugiau kaitos sluoksnių nei Vakarų Europos kraštovaizdžiai ir suprantami kitaip nei likusi Europa, kuri XX a. patyrė stabilesnę socialinių ir ekonominių formacijų raidą (Palang ir kt., 2006; Urbanc ir kt., 2006). Atsižvelgiant į šią aplinkybę skirtingose Europos šalyse turėtų būti taikomi ir skirtingi metodai kraštovaizdžio kaitai nustatyti ir ateities scenarijams prognozuoti (Palang ir kt., 2006). Net ir, atrodo, panašių kraštovaizdžio struktūrinių dalių, pavyzdžiui, apleistų žemių, tyrimai rodo skirtumus tarp Centrinės ir Rytų Europos šalių. Tai dar kartą parodo, kad kai kuriais atvejais svarbesni yra instituciniai ir socialiniai bei ekonominiai veiksniai nei biofizinės sąlygos (Alcantara ir kt., 2013). Dėl to kai kurių šalių kraštovaizdžio istorija yra turtingesnė nei kitų. Ne tokią įvairią, kaip pačios pripažįsta – skurdesnę kraštovaizdžio istoriją turinčios šalys, pavyzdžiui, Graikija, Italija ir kitos Viduržemio jūros regiono šalys, siekia įsilieti į bendrą Europos kraštovaizdžio planavimo sistemą (Tsilimigkas, Kizos, 2016; Maiorano ir kt., 2006), taikydamos tapačius kraštovaizdžio kaitos metodus.

Aktualų darbą ilgo laikotarpio žemės dangos kaitos pokyčių tema atliko C. Munteanu su bendraautoriais (Munteanu ir kt., 2014). Tyrėjai išnagrinėjo plataus masto pokyčių modelius bei procesus ir pagrindines kaitos priežastis Centrinėje ir Rytų Europoje per pastaruosius 250 metų, atliko 66 tyrimus, publikacijų analizę.

Verta paminėti, kad yra sukurta ir pasaulinio masto kraštovaizdžio kaitos modelių. Šie modeliai apima ypač ilgo laikotarpio – nuo kelių iki keliolikos tūstančių metų laikotarpio kraštovaizdžio rekonstrukcijas ir jų kaitą laike (Ramankutty, Foley, 1999; Goldewijk ir kt., 2017; Kaplan ir kt., 2009). Pavyzdžiui, HYDE – *History database of the Global Environment* (liet. Istorinė pasaulio aplinkos duomenų bazė). Naujausia HYDE versija yra gyventojų skaičiaus ir pasiskirstymo laiko atžvilgiu algoritmų derinys, apimantis laikotarpius nuo 10000 m. pr. Kr. iki 2015 m. Žemės naudojimo kategorijos apima pasėlius, miškus. Informacija apie gyventojus pateikiama žemėlapiuose, vaizduojančiuose bendrą gyventojų pasiskirstymą, taip pat miesto, kaimo gyventojų skaičių, gyventojų tankumą. Pateikiami ir užstatytų teritorijų žemėlapiai (Goldewijk ir kt., 2017). Kita pasaulinio masto istorinio žemės naudojimo duomenų bazė yra SAGE. Tai yra palydovinių duomenų ir statistinių, surašymų, duomenų kombinacijos rezultatas. Duomenų bazės rinkinyje pateikiamas pasaulinis pasėlių pasiskirstymas nuo 1700 iki 1992 m. (Ramankutty, Foley, 1999). Kaplan ir Krumhardt (KK10) duomenų rinkinys yra Europos gyventojų skaičiaus ir miškingumo Europoje sąsajos išraiška nuo 10000 m. pr. Kr. iki 1850 m. (Kaplan ir kt., 2009). Visi šie ir panašaus pobūdžio globalūs ir regioniniai duomenų rinkiniai yra generalizuoti ir pateikia apibendrintas tendencijas smulkiu masteliu, o atlikti detalesni tyrimai rodo, kad šių duomenų bazėse užfiksuoti pokyčiai ir jų mastas realybėje gali būti net keturis kartus didesni (Winkler ir kt., 2021). Dauguma istorinės žemės dangos rekonstrukcijų, atliekamų smulkiu masteliu, t. y. pasaulio ar žemynų lygmeniu, yra modeliuojamos remiantis populiacijos rodikliais, gyventojų skaičiumi, o istoriniai žemės dangos duomenys yra menkai naudojami. Dėl to šių rekonstrukcijų neapibrėžtumo laipsnis yra didelis (Fuchs ir kt., 2015). Tad nacionaliniai, vietos tyrimai yra svarbūs siekiant didesnio duomenų tikslumo ir rezultatų korektiškumo.

Apskritai užsienio tyrėjų istorinės geografijos, žemės dangos kaitos tyrimus galima suskirstyti į kelias pagrindines grupes:

a) metodologiniai tyrimai, kurių pagrindinis tyrimo objektas yra istorinių žemėlapių įskaitmeninimo procesas ar istorinių žemėlapių panaudojimo galimybės plačiaja prasme (Podobnikar, 2007; Maxwell, 2017; Hackeloeer ir kt., 2014; Kiraly ir kt., 2008; Brovelli, Minghini, 2012; Affek, 2013; Talich ir kt., 2013; Zlinszky, Timar, 2013; Krejči, 2011; Fuchs, 2015 ir kt.);

b) žemės dangos, kraštovaizdžio kaitos trajektorijų tyrimai (Di Fazio ir kt., 2011; Stürck ir kt., 2018; Smiraglia ir kt., 2019; Jaworek-Jakubska ir kt., 2020; Boori, Voženilek, 2014 ir kt.);

c) konkrečių žemės dangos klasių, pavyzdžiui, miškų, kaitą apimantys tyrimai (Jaworek-Jakubska ir kt., 2020; Munteanu ir kt., 2014; Marull ir kt., 2014; Timar ir kt., 2007);

d) bendro pobūdžio nacionalinio lygmens žemės dangos kaitos tyrimai (Pazur, Bolliger, 2017a, 2017b; Matasov ir kt., 2019; Borowska-Stefańska ir kt., 2018; Palang ir kt., 1998; Feurdean ir kt., 2017; Rymasheuskaya, 2007 ir kt.).

## 1.2. Kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimai Lietuvoje

Kitaip nei užsienio tyrėjų darbuose, Lietuvos tyrėjų darbuose vyrauja lokalinio pobūdžio, trumpalaikiai 10–20 metų laikotarpio tyrimai. Atlikto tyrimo metu, siekiant susisteminti Lietuvos tyrėjų atliktus tyrimus ir indėlių kraštovaizdžio kaitos srityje, žemės dangos kaitos tyrimai suklasifikuoti pagal įvairius parametrus: mastelį, tyrimų kryptį, teritorinę ir chronologinę aprėptį (Veteikis, Piškinaitė, 2019).

Analizė parodė, kad istorinių kraštovaizdžio tyrimų kiekis, raida neturi tiesioginių sąsajų su trumpalaikių kraštovaizdžio kaitos tyrimų tendencijomis. Istoriniai tyrimai atlikti tiek sovietiniu laikotarpiu, tiek vėlesniais laikais. N. Eitmanavičienė tyrė žemėnaudos kaitą, žmogaus darytą įtaką kraštovaizdžiui XVI a., taip pat XV–XVIII a. Vidurio Lietuvos žemėvaldos bruožus ir bažnytinę žemėvaldą Žemaitijoje. P. Aleknavičius ir V. Skuodžiūnas parengė darbą „Žemės tvarkymo darbai Lietuvoje: nuo seniausių laikų iki 1990 metų“, susistemino iki 1990 m. vykdytos žemės tvarkymo politikos istoriją. Istorinės žemėnaudos tyrimus yra atlikę N. Eitmanavičienė, F. Kavoliutė, A. Matulevičius, J. Milius (Eitmanavičienė, 1976, 1994; Kavoliutė, 1994; Matulevičius, 1997; Milius, 1997). Susisteminta Lietuvos tyrėjų darbų analizė parodė, kad ilgo laikotarpio tyrimų Lietuvoje nėra daug, o apimančių visos šalies teritoriją ir pateikiančių kaitą erdviškai, t. y. kartografiškai, – iš viso nėra.

Nustatyta, kad per pastaruosius du dešimtmečius žemės dangos struktūros tyrimų ypač padaugėjo, tai siejama su padidėjusiu informacijos kiekiu (kosminės ir aeronuotraukos) ir padidėjusiu geografinių informacinių sistemų naudojimu. Veteikio ir Piškinaitės atliktame tyrime, kuris publikuotas straipsnyje „Geografiniai žemėnaudos kaitos tyrimai Lietuvoje: raida, kryptys, perspektyvos“, buvo apžvelgti ne tik Lietuvos tyrėjų moksliniai darbai, bet ir studentų baigiamieji darbai, kurie, deja, nėra vienos krypties,

todėl juos atliekant gauti duomenys ir rezultatai nesuformuoja bendros duomenų bazės ir konkrečios tolesnės panaudojimo krypties.

Žemės dangos kaitos tyrimai Lietuvoje suaktyvėjo nuo 7-ojo dešimtmečio. Tematinė įvairovė padidėjo, tačiau dažniausiai nagrinėta žemės dangos kaita, kuri sieta su XX a. agrarinėse vietovėse vykdytomis žemės reformomis. Sovietmečiu nagrinėjama Lietuvos žemės danga ir jos kaita skirtingų kraštovaizdžio tipų, ūkinių pertvarkų kontekste, analizuojamos tyrimų metodologinės problemos, žemėnaudos, aplinkos kaitos procesai vykdant melioraciją (Milius, 1974, 1976, 1979, 1983, 1984a, 1984b; Galvydytė, 1973; Bagdonas, 1976; Apalia ir kt., 1982; Šnipaitė, 1968; Velička, 1972; Tamulaitis, 1985; Tiknius, 1988; Peleckis, 1989).

Atkūrus Nepriklausomybę, kraštovaizdžio, žemės dangos tyrimų situacija taip pat išliko nepastovi. Nepriklausomybės pradžioje vyko ūmus žemės gražinimas, sovietinių ūkių naikinimas, akcinių bendrovių kūrimas. Vėliau, Lietuvos Respublikai 2004 m. įstojus į Europos Sąjungą, kraštovaizdžio, žemės dangos tyrimuose atsirado naujų dedamųjų. Sukaupta daugiau žemės dangos duomenų, kartografijoje įsigalėjo moderniosios technologijos, padaugėjo tyrėjų. Apskritai pastaraisiais dešimtmečiais tyrimai tapo įvairūs, atsiranda vis daugiau darbų, nagrinėjančių atskirų regionų, vietovių, žemės dangos struktūrą, kaitą. Tyrimo kryptis papildoma tyrimais unikaliuose, specifinėse teritorijose, pavyzdžiui, sudėtingų ūkinių sąlygų teritorijose, nederlingose, apleistose, renatūralizacijos veikiamose teritorijose, pajūrio zonoje (Ribokas, Milius, 2001; Petrokienė, Ribokas, 1996; Stanikūnas, 1997; Kavoliūtė, 1993; Balevičiūtė, Veteikis, 2012; Galinienė ir kt., 2016; Galinienė, 2020; Ribokas, 2011). Veteikis ir Piškinaitė anksčiau minėtame tyrime nustatė, kad pastarojo dešimtmečio Lietuvos kraštovaizdžio, žemės dangos tyrimuose kaip naujas vertinimo objektas, darantis įtaką kraštovaizdžio, žemės dangos kaitai, vertinama teisinė aplinka, kuri, įstojus į ES, taip pat sparčiai keitėsi, ir ES paramos poveikis, ypač žemės ūkio teritorijoms. Tyrimų metodologiją papildoma socialinių tyrimų metodai – atliekamos ūkininkų, kaimo gyventojų apklausos, padedančios numatyti netolimos ateities žemėnaudos ypatumus. Šiuo laikotarpiu, palyginti su iki tol buvusiais, ne tik atlikta daugiausia tyrimų, bet ir pačių tyrimų įvairovė pati didžiausia – atliekami tiek bendri, tiek konkrečios žemės dangos rūšis nagrinėjantys tyrimai, atsiranda daugiau lokalinių bei regioninių tyrimų, nagrinėjančių miestus, atskirų rajonų savivaldybes, seniūnijas, taip pat specifines, savitų bruožų turinčias teritorijas, pavyzdžiui, dirvonai, saugomos teritorijos ar etaloninės teritorijos, taip pat sodų bendrijų, ekologinių ūkių teritorijos, apleistos, pažeistos, neproduktyvios žemės (Veteikis, Piškinaitė, 2019). Tad atliktu tyrimu nustatyta, kaip kiekybiškai ir tematiškai keitėsi kraštovaizdžio kaitos tyrimai Lietuvoje, tačiau tai tik dar

labiau išryškino ir kiekybinį atotrūkį tarp trumpo laikotarpio kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimų ir ilgo laikotarpio kaitos tyrimų.

### 1.3. Istoriniai kraštovaizdžio kaitos tyrimai

Nagrinėjant kraštovaizdžio pokyčių procesus ir eigą Europos regionuose didelę reikšmę turi istoriniai ir archyviniai šaltiniai bei tyrimai (Dolejš, Forejt, 2019). Visgi šių šaltinių ir metodų naudojimas turi savo savitumą, pranašumų ir trūkumų. Jie gali atskleisti rezultatus, kurie negalėtų būti gauti naudojant kitokius šaltinius ar metodus. Dėl to atskiras dėmesys šiame darbe skiriamas istoriniams kraštovaizdžio tyrimams, nes šių tyrimų metodika tiesiogiai ar iš dalies taikoma ir disertaciniame darbe.

Norint atlikti tiriamąją analizę ir nustatyti pokyčių trajektorijas, reikia informacijos apie kraštovaizdžio būklę mažiausiai keliuose laiko tarpsniuose (Affek, 2011). Būtent tarpas tarp šių mažiausiai dviejų laiko momentų rodo, kokio tipo istorinis kraštovaizdžio kaitos tyrimas yra atliekamas. Trumpo laikotarpio kaitos tyrimai laikomi kelių, keliasdešimt metų laikotarpio. Ilgo laikotarpio (istoriniai) kraštovaizdžio tyrimai apima kelių šimtų ar net tūkstančio metų laikotarpius.

Trumpesnio laikotarpio, siekiančio nuo keliasdešimt iki kelių šimtų metų, kraštovaizdžio kaitos tyrimuose dažnai naudojamas istorinių žemėlapių įskaitmeninimo būdas. Žemėlapių integravimas į GIS aplinką leidžia rekonstruoti praeities kraštovaizdžio ypatumus ir suprasti kraštovaizdžio kaitos veiksnius, pokyčius, susijusius su gamtos elementų pasikeitimais, urbanizacija, infrastruktūros plėtra (Stäuble ir kt., 2008). Senieji žemėlapiai vis dažniau naudojami kaip istorinių tyrimų šaltinis. Tai susiję su tuo, kad atsirado daugiau senų žemėlapių skaitmenine forma, jie tapo lengviau prieinami, taip pat GIS vystymasis ir galiausiai atsirado supratimas, kad senuose žemėlapuose saugoma unikali informacija (Jenny, Hurni, 2011). Popieriniai istoriniai žemėlapiai saugomi kaip muziejų, archyvų relikvai, o skenuoti istoriniai žemėlapiai gali būti lengvai pasiekiami ir plačiai naudojami tyrimuose (Timar, Biszak, 2010; Boltžiar ir kt., 2008; Propkop, 2017; Kaim ir kt., 2014).

Istorinius kartografinius duomenis gali papildyti archyvinės, statistinės medžiagos analizė, apklausos. Istorinių kartografinių šaltinių naudojimo tyrimuose sudėtingumas susijęs su senųjų žemėlapių sudarymo tikslumu, skirtingomis projekcijomis, tyrėjo įgūdžiais naudojant GIS (Frajer, Geletič, 2011; Statuto ir kt., 2016). Tačiau įveikus šiuos pradinius sunkumus ir problemas, senųjų žemėlapių įskaitmeninimo metodas yra vienas iš pagrindinių, naudojamų istorinei kraštovaizdžio kaitai nustatyti.

Tai, kad istoriniai kartografiniai šaltiniai kaip pagrindiniai informacijos šaltiniai tyrimuose naudojami vis dažniau, patvirtina M. Dolejš ir M. Forejt atliktas tyrimas. Tyrėjai siekė nustatyti Franziscean kadastro žemėlapių panaudojimo intensyvumą tyrimuose ir atrinko 104 straipsnius, kuriuose minimi Franziscean kadastro žemėlapiai. Tyrėjai pastebėjo, kad vis daugiau dėmesio skiriama Franziscean kadastro žemėlapiui, kaip kraštovaizdžio tyrimų šaltiniui, – per pastarąjį dešimtmetį tokių straipsnių padaugėjo dvigubai (Dolejš, Forejt, 2019). M. Dolejš ir M. Forejt (2019) atliktų tyrimų analizė parodė, kad naudojant senesius žemėlapius, naudojami laiko kaitos intervalai nuo 1 iki 5. Viena data naudojama rekonstruojant kraštovaizdį, nustatant jo būklę tam tikru metu; du ir daugiau laiko momentų naudojami kaitai nustatyti. Dažniausiai naudojami trys tarpusavyje lyginami laiko momentai (Dolejš, Forejt, 2019). Tad disertacinio darbo tyrimas apima tiek žemės dangos situacijos nustatymą tam tikru momentu, tiek jo kaitą, kuri nustatyta lyginant žemės dangos situaciją dviem laiko momentais.

Kadangi istorinis žemėlapis ir jį įskaitmeninant gauti duomenys yra pagrindinis tiriamojo darbo duomenų šaltinis, atkreiptas dėmesys ir į istorinių žemėlapių naudojimą kitų tyrėjų darbuose. Nustatyta, kad istorinių žemėlapių šaltiniai paprastai turi galimų trūkumų, į kuriuos reikia atsižvelgti tvarkant istorinius duomenis. Netikslumų šaltiniai gali būti:

1. gamybos (lauko tyrimų, žemėlapių sudarymo, žemėlapių kopijavimo ir kt. klaidos);
2. transformacijos (georeferencijos ir skaitmeninimo klaidos);
3. taikymo (žemės dangos klasių išskyrimo, semantinės klaidos) (Leyk ir kt., 2005; Kaim ir kt. 2014; Dolješ, Forejt ir kt., 2019).

Tad klaidos, gautos skaitmeninant esamus žemėlapius, apima tiek pradinio duomenų rinkimo ir apdorojimo (matavimo, kartografavimo), tiek transformacijos (nuskaitymo, georeferencijos, vektorizavimo) klaidas (Govedarica, Borisovas, 2011). Visgi Fuchs ir kt. (2015) atliktas tyrimas parodė, kad, nepaisant skaitmeninimo klaidų, palyginus du tikslumo nustatymo rezultatus, istorinio kraštovaizdžio rekonstrukcija naudojant istorinius žemėlapius yra tikslesnė ir detalesnė nei naudojant kitus informacijos šaltinius, kurių pagrindu sudaromi skaitmeniniai žemėlapiai, vaizduojantys tam tikro laikotarpio kraštovaizdžio situaciją (Fuchs ir kt., 2015). Istorinių žemėlapių naudojimas taip pat yra tikslingesnis, nes atliekant ilgalaikius žemės dangos kaitos tyrimus dažnai remiamasi suvestiniais statistiniais duomenimis, kurie tiesiogiai susiję su administraciniais vienetais. Šie dėl istoriškai besikeitusių aplinkybių kito ir istoriniuose tyrimuose gali atsirasti nukrypimų. O štai erdvinių istorinių žemės dangos duomenų integravimas į GIS kartu su išsamiais politinių, ekonominių ir demografinių

procesų žiniomis leidžia nepaisyti administracinių vienetų apribojimų ir nustatyti erdvinius žemės dangos pokyčius (Matasov ir kt., 2019). Nepaisant minėtų pasitaikančių klaidų ir trūkumų tyrimuose, kuriuose naudojami istoriniai kartografiniai šaltiniai, užsienio tyrėjų žemėnaudos, žemės dangos kaitos tyrimuose istorinių žemėlapių įskaitmeninimo metodas gana populiarus (Stäuble ir kt., 2008; Martin, Reynard, 2008; Podobnikar, Kokalj, 2006; Podobnikar, 2011; Liu ir kt., 2018; Statuto ir kt., 2016; Gobbi ir kt., 2019; Brovelli, Minghini, 2012; Affek, 2013; Krejči, 2011; Cajthaml, 2011).

Europos istoriniuose kraštovaizdžio tyrimuose, analizuojant literatūros šaltinius, atliktus tyrimus, taip pat pastebėta, kad kai kurie kartografiniai šaltiniai yra naudojami dažniau. Tai natūralu atsižvelgiant į tai, kad kartografija Europoje taip pat turi savo istoriją ir vienos šalys turi išsamesnius, tikslesnius kartografinius šaltinius nei kitos. Atitinkamai šių šaltinių turėjimas ar neturėjimas lemia ir tai, kad vienos šalys istorinio kraštovaizdžio tyrimuose yra aktyvesnės nei kitos. Daugiausia tai buvusių imperijų sudaryti žemėlapiai, kurie šiandieną vaizduoja skirtingas Europos šalis, o kai kuriais atvejais tik dalį dabartinės šalies teritorijos. Habsburgų imperijos karinių žemėlapių pagrindu atliekami žemės dangos kaitos, metodologiniai, tyrimai Rumunijoje (Timár ir kt., 2007), Austrijos imperijos karinių žemėlapių pagrindu Čekijoje (Eremiašova, Skokanova, 2009; Frajer ir kt., 2013; Kiraly ir kt., 2008; Talich ir kt., 2013), Slovakijoje (Podobnikar, Kokalj, 2006), Austrijoje (Affek, 2013), Lenkijoje (Prus ir kt., 2018; Kaim ir kt., 2018). Napoleono žemėlapio pagrindu Šveicarijoje (Martin, Reynard, 2008), Austrijos-Vengrijos imperijos karinių žemėlapių pagrindu – Austrijoje (Fuchs ir kt., 2015). Būtent kartografinių šaltinių kiekis ir kokybė, kitaip sakant tai, kad yra tinkamos tyrimams medžiagos, gali būti viena iš priežasčių, dėl ko kai kurių šalių istorinė geografija ir ilgo laikotarpio žemės dangos, kraštovaizdžio kaitos tyrimai yra atlikti išsamiau ir gausiau nei Lietuvoje. Paprasčiausiai kai kurios šalys dėl istorinių aplinkybių yra turtingesnės kartografinių šaltinių nei kitos.

Kai tiriamos žemės dangos klasės, tyrimų kryptys taip pat gali skirtis, tačiau dažniausiai tirama viena tyrėją dominanti žemės dangos klasė (vandens telkiniai, gyvenvietės, dirbama žemė) ir jos kaita arba kelios, pakankamai generalizuotos žemės dangos klasės (miškai, kai kartu tiriami spygliuočių ir lapuočių miškai, žemės ūkio teritorijos, kai kartu tirama dirbama žemė, ganyklos). Vienas iš esminių žemėlapio kūrimo ir projektavimo proceso elementų yra kartografinis apibendrinimas (Kaim ir kt., 2014). Tyrėjus domina ir konkrečios, specifinės žemės dangos klasės, tokios kaip pelkės, dirbama žemė, sodai (Dolejš, Forejt, 2019). Senųjų žemėlapių lyginimas su šiuolaikiniais jau vien dėl visiškai skirtingų sudarymo laikotarpių, o tai lemia skirtingas sudarymo technologijas ir detalumą, yra komplikotas. Senieji

žemėlapiai nėra tokie detalūs, todėl šiuolaikiniuose žemėlapiuose esanti informacija generalizuojama tiek, kad būtų lygiagreti su senojo žemėlapiu informacija (Tortora ir kt., 2015), o žemės dangos klasės supaprastinamos į platesnės apimties žemės dangos kategorijas, klases (Matasov ir kt., 2019). Dažniausiai apsiribojama tokiomis pagrindinėmis klasėmis kaip urbanizuotos teritorijos, natūralios teritorijos (apima miškus ir krūmynus), vandens telkiniai (upės ir ežerai) bei žemės ūkio teritorijos, apimančios dirbamą žemę, pievas, ganyklas, sodus (Tortora ir kt., 2015). Tiriama šių elementų kaita ir (ar) stabilumas.

Literatūros šaltiniuose minima sąvoka ir „kraštovaizdžio atmintis“. Kraštovaizdis turi ir istorinę vertę, nes yra pasekmė gamtinių ir antropogeninių veiksnių sąveikos, veikusios tam tikru laikotarpiu. „Kraštovaizdžio atmintis“ – tai kraštovaizdžio struktūros paviršiniai, linijiniai ir taškiniai elementai, pasižymintys minimaliu savybių pasikeitimu tam tikru laikotarpiu. O perėję iš vienos klasės į kitą laikomi „praradusiais atmintį“ (Skaloš, Kašparova, 2012). Savo įspaudą kraštovaizdžio atmintyje, t. y. kraštovaizdžio struktūrose ir procesuose, palieka geologinės, klimatinės ir antropogeninės kilmės veiksniai, todėl atitinkamai kraštovaizdyje gali būti išskiriama ir „geologinė atmintis“ (praeityje vykusių ir iki šiol išlikusių geologinių procesų), „klimatinė atmintis“ (užfiksuotos klimatinės sąlygos tam tikru momentu) ir „antropogeninė atmintis“ (praeityje atlikti žmonių veiksmai) (Brierley, 2010).

Neabejotinai kaip vieni iš reikšmingiausių kraštovaizdžio kaitą lemiančių veiksnių įvardijami politiniai, ekonominiai procesai ir su jais susijusi žemės valdymo politika. Kraštovaizdžio kaitą lėmusių veiksnių pobūdis įvairiais istoriniais laikotarpiais skyrėsi, Kiekvienu istoriniu laikotarpiu šių veiksnių jėgos buvo skirtingos ir paveikė pokyčių pobūdį bei tempą, taip pat žmonių suvokimą apie kraštovaizdį (Antrop, 2005). Minėti veiksniai ryškiausiai veikė buvusiose Europos socialistinio valdymo šalyse. Tyrėjams, siekiant įvertinti poveikio mastą, reikia aiškiai suvokti vykdytų žemės reformų pasekmes ir rezultatus. Centrinės Europos šalių žemės konsolidacijos procesus išnagrinėjo Morten Hartvigsen leidinyje „Experiences with land consolidation and land banking in Central and Eastern Europe after 1989“. Pagrindinė tokio tyrimo priežastis, sąlygos, vertusios tyrėjus giliau pažvelgti į šią problemą, buvo tos, kad praėjusiame amžiuje Vidurio ir Rytų Europos gyventojai patyrė ryškias gyvenimo sąlygų bangas ir pokyčius, kuriuos svarbu prisiminti ir akcentuoti, kai kalbama žemėtvarkos priemonių ir pokyčių žemės ūkyje tema (Hartvigsen, 2015). Šiame leidinyje taip pat aptariama žemės konsolidacija Lietuvoje, kuri iš esmės neturi ryškių skirtumų lyginant su kitomis posocialistinėmis šalimis.



Apskritai žemės reformos, žemės valdymo tema glaudžiai susipina su žemėtvarkos sritimi, todėl šiame darbe nėra detalios analizuojami žemėtvarkiniai darbai, nors informacija apie žemės naudojimo procesus, planavimą ir kaitą gali būti naudinga tiriant kraštovaizdžio istorinę kaitą, nes tokiuose darbuose analizuojamos žemės reformos, jų įtaka ne tik fizine prasme, bet ir socialine, psichologine (Kolmykov, 2018; Storie, 2014). Iš kitos pusės, kraštovaizdžio kaitos tyrimų rezultatai yra naudingi žemėtvarkinių darbų rengimui.

Istoriniai kraštovaizdžio tyrimai atliekami ne tik kaitai nustatyti ar ateities scenarijams prognozuoti, tačiau yra nemažai metodologinių straipsnių, kuriuose analizuojami senųjų žemėlapių įskaitmeninimo atvejai, metodai, problemos (Podobnikar, 2007; Hackeloeer ir kt., 2014; Kiraly ir kt., 2008; Brovelli, Minghini, 2012; Affek, 2013; Talich ir kt., 2013; Cajthaml, Krejčí, 2011). Daugelis metodikų ir teorinių modelių yra susiję su žemės dangos tyrimų neapibrėžtumu, bendros metodikos trūkumu ir yra išbandomi palyginti nedideliuose tyrimo plotuose, todėl ne visada lengva perkelti jų rezultatus analizuojant didesnes teritorijas (Kaim ir kt., 2014).

Įprasti tematiniai žemės naudojimo žemėlapių sudarymo metodai reikalauja daug darbo ir laiko ir yra atliekami retai, nes greitai besikeičiančioje aplinkoje greitai pasensta ir tampa neaktualūs. Įdėtas darbas tokiems žemėlapiams sukurti neatitinka jų teikiamos naudos. Tobulėjant technologijoms buvo sukurti palydovinio nuotolinio stebėjimo metodai, kurie pasirodė esą labai naudingi rengiant tikslus žemės naudojimo ir (arba) žemės dangos žemėlapius ir reguliariai stebint pokyčius (Perveen ir kt., 2018). Devintajame dešimtmetyje žemės naudojimo kartografavimas, kuris dažniausiai buvo orientuotas į žemės ūkio situaciją, įgavo naują impulsą. Dėl atsiradusių galimybių naudoti aktualius duomenis, juos koreguoti, modeliuoti, padaugėjo temų, susijusių su gamtos ir visuomenės sąveika laike. Tapo įmanoma tyrinėti didelius žemės plotus ir, svarbiausia, turėti aktualius duomenis greitai atnaujinant informaciją. Žemės naudojimo žemėlapių kūrimas taikant naujus metodus ir technologijas šiais laikais leidžia palyginti žemės dangos būklę skirtingais laikotarpiais efektyviau ir greičiau (Bičik, Kupkova, 2012). Šiuolaikiniai nuotolinio stebėjimo duomenys, kurie apima žemės paviršius, biosferos, atmosferos ir vandenynų stebėjimus, gali būti derinami su istoriniais duomenimis, tiek su istoriniais žemėlapiais, tiek su istoriniais klimato įrašais ar prognoziniiais aprašymais. Tai atveria naujų galimybių suprasti, kaip keičiasi žemės paviršius, ir nustatyti, kokie veiksniai tai lemia (Boriah ir kt., 2008).

Technologijoms ir metodams tobulėjant tyrėjai atlieka ne tik istorinius žemės dangos kaitos tyrimus, įskaitmenindami senuosius žemėlapius, bet ir

pateikdami senuosius žemėlapius 3D formatu (Meszaros, Timar, 2010; Boer, 2010; Morlighem, 2022; Žabensky, Dubska, 2014).

#### 1.4. Metodologinis tiriamojo darbo kontekstas

Nagrinėjant Lietuvoje ir užsienyje atliktus žemės dangos kaitos tyrimus atkreiptinas dėmesys ir į tyrimuose taikomus metodus. Y. Yang (2014) išskiria 4 pagrindinius skaitmeninės žemės dangos rekonstrukcijos metodus ir šaltinius, nurodydamas jų pranašumus ir trūkumus:

1. Istoriniai dokumentai. Tai kokybinė arba pusiau kiekybinė informacija apie ankstesnę žemės naudojimą, kuri dažniausiai ir apima žemės dangos duomenis, tačiau archyvinių duomenų paieška, skaitymas ir informacijos susisteminimas užima labai daug laiko (Yang ir kt., 2014).
2. Istoriniai žemėlapiai ir paveikslai. Vieninteliai šaltiniai, kuriuose pateikiama vizualioji ir erdvinė kiekybinė žemės dangos informacija. Visgi istoriniai paveikslai, meno kūriniai, nors ir yra svarbus ir naudingas informacijos šaltinis, turi būti vertinami apgalvotai, nes meno kūriniai ne visada atvaizduoja realybę, t. y. juose dažnai yra neautentiškų arba pakeistų elementų, kurių toje vietovėje iš tikrųjų nebuvo (Žabensky, Dubska, 2014). Senieji žemėlapiai kai kurių tyrėjų laikomi antraeilium, o ne pirmaeilium duomenų šaltiniu, nes manoma, kad žemėlapiai, ypač senieji, yra kartografo realybės suvokimo atspindys ir interpretacija (Prus ir kt., 2018).
3. Natūralūs duomenys. Šie duomenys suprantami kaip visuma fizinėje aplinkoje užfiksuotų duomenų, kurie tiriami pasitelkiant pedologinius, cheminius, biologinius ir kitų sričių tyrimus. Pavyzdžiui, žiedadulkių tyrimai (Feurdean ir kt., 2017), anglies dioksido nuosėdose tyrimai, medžio kamieno rievės tyrimai ir kt. Natūralių duomenų šaltiniai yra unikalus augalijos atkūrimo metodas, ypač palankus, kai trūksta kitokio tipo duomenų (Yang ir kt., 2014). Natūralių duomenų tyrimai dažniausiai naudojami atliekant ypač ilgo laikotarpio (tūkstantmečių) kraštovaizdžio kaitos tyrimus.
4. Istoriniai rekonstrukcijos modeliai. Naudojami pasitelkiant nustatytus modelius, pavyzdžiui, vandens apytakos rato, augalijos sezoniškumo. Šiam metodui priskiriamas ir atgalinis žemės dangos modeliavimas – remiantis vėlesniais, dabarties faktais nustatomi ankstesni faktai. Pavyzdžiui, kai XVI a. kelių tinklas nustatomas pagal XIX a. kelių tinklą (Zawadski, 2019). Metodas turi daugybę trūkumų, dėl kurių nėra plačiai taikomas (Yang ir kt., 2014).

Žabensky, Dubska kaip metodą, duomenų šaltinį taip pat išskiria istorines fotografijas ir jų analizę (Žabensky, Dubska, 2014). Dar galima paminėti archeologinius tyrimus, kurių metu taip pat nustatomas galimas to meto žemės naudojimo pobūdis (Vareilles ir kt., 2021).

Tad kraštovaizdžio kaitos tyrimai apima daugybę informacijos šaltinių ir metodų, kurių naudojimas ir gaunami rezultatai tyrėjams suteikia konkrečių, išmatuojamų, tarpusavyje palyginamų ir (ar) vieni kitus papildančių duomenų. Taikomi metodai ir iš jų gaunama informacija lemia ne tik tyrimo informatyvumą, kokybę, bet ir tai, ar tyrimas ir jo medžiaga bus aktualūs bei suprantami tyrimo medžiagą analizuojančiam skaitytojui.

Atliekant geografinius tyrimus svarbia dedamąja tampa kiekybiniai rodikliai, kurie gaunami vertinant ir analizuojant kartografinius, statistinius duomenis ir kurie susieti su vieta. Kartografiniai duomenys yra bene pagrindinis šaltinis, kuriuo remiantis nustatoma istorinė kraštovaizdžio, žemės dangos kaita. Tyrimai parodė, kad atliekant tos pačios teritorijos istorinę žemės dangos rekonstrukciją ir vienu atveju naudojant statistinius, o kitu atveju kartografinius šaltinius, kartografiniai šaltiniai pasirodė patikimesni šaltiniai ir žemės dangos rekonstrukcija yra artimesnė faktinei to meto situacijai (Petit, Lambin, 2022).

Kartografinių duomenų naudojimas priklauso nuo tiriamojo laikotarpio, t. y. ar tiriama kaita kelių dešimtmečių, kelių šimtmečių ar kelių tūkstantmečių laikotarpiu. Pastaruoju atveju kartografinių duomenų naudojimas nėra galimas dėl kartografinių duomenų trūkumo ir kraštovaizdžio, žemės dangos atkūrimui pasitelkiami kiti metodai, apimantys biologinius, pedologinius, radioaktyviosios anglies datavimo ir kitus tyrimus. Palydovinės nuotraukos, aerofotonuotaukos, galimybė stebėti žemės paviršių su dronais – tai pagrindiniai šiuolaikiniai skaitmeniniai informacijos šaltiniai žemės dangos pokyčiams nustatyti. Pirmosios Lietuvos aerofotonuotakos atliktos 1933 m., tačiau neišlikusios. Seniausios Lietuvos teritorijos išlikusios aerofotografijos datuojamos 1940 m. Antrojo pasaulinio karo metu darytas aerofotografijas galima palyginti su naujausiais ortofotografiniais žemėlapiiais, tačiau aeronuotrukose užfiksuota tik dalis Lietuvos teritorijos ir jų prieinamumas yra sudėtingas. Taigi iš esmės išsamius žemės dangos pokyčių tyrimus galima atlikti tik nuo 1940 m. O tik palydovinių nuotraukų naudojimas žemės dangos kaitos tyrimuose apskritai neleidžia atlikti ilgalaikės analizės ir rekonstrukcijos (Feurdean ir kt., 2017). Ilgesnio laikotarpio pokyčiams nustatyti reikalingi kiti informacijos šaltiniai – žemėlapiai. Istoriniai žemėlapiai, kuriuose vaizduojami įvairūs reiškiniai, buvo kuriami įvairiais laikotarpiais ir įvairiems tikslams. Žemės dangos rekonstrukcija visų pirma apima žemėlapius, kuriuose pateikiama žemėnauda ir žemės danga (pvz.,

miškininkystės žemėlapiai, topografiniai ir kadastro žemėlapiai) (Dolejš, Forejt, 2019).

Disertacinio darbo tyrimo metu atlikta XIX–XXI a. Lietuvos kraštovaizdžio kaitos analizė. Kadangi anksčiau atlikta analizė parodė, jog Lietuvos tyrėjų darbuose ilgo laikotarpio žemėnaudos, žemės dangos kaitos tyrimai nėra plačiai atliekami, tikėtina, dėl to, kad istorinis pokyčių tyrimas reikalauja papildomų darbo ir laiko išteklių, o rezultatai yra tiesiogiai susiję su istorinių žemėlapių prieinamumu ir išsamumu bei tyrėjo kompetencija (Piškinaitė, Veteikis, 2023), darbo autorė labiau koncentravosi būtent į istorinius kraštovaizdžio kaitos tyrimus, juose taikomą tyrimų metodiką. Pastaruosius dešimtmečius kraštovaizdžio kaitos tyrimuose, patobulėjus technologijoms, naudojami aerofoto vaizdai, palydovinės nuotraukos, kuriuose užfiksuota konkrečios tiriamos teritorijos kraštovaizdžio būklė skirtingais momentais ir kraštovaizdžio kaitai nustatyti naudojami būtent šie duomenys. O tiriant laikotarpius, kai tokių technologinių galimybių dar nebuvo, tyrėjui pagrindiniu duomenų šaltiniu tampa kartografiniai šaltiniai.

Šimtmečius pagrindinis būdas parodyti ir perduoti geografinius duomenis buvo popieriniai žemėlapiai. Tik tobulėjant technologijoms, popierinius papildė, o kai kuriais atvejais ir pakeitė GIS. GIS raida yra glaudžiai susijusi su informacinių technologijų raida. Kartografijos technikos išstobulinimas, spartus kompiuterių vystymasis ir kiekybinė geografijos revoliucija įvardijamos kaip trys pagrindinės aplinkybės, kurios leido sukurti GIS (Maguire ir kt., 2008).

GIS tapo ne tik kartografijos mokslo, bet ir geografijos, informacinių technologijų, istorijos ir kitų disciplinų dalimi ir įrankiu informacijai kurti ir apdoroti. GIS vystymasis ir plėtra leido gauti ir naudoti patikimesnius geografinius duomenis (Beek, Bie, 1998). Visgi, technologijoms, priemonėms ir metodams tobulėjant, kyla šaltinių ir domenų palyginimo, suderinamumo problema. Gana sudėtinga naudoti senus žemėlapius ir aeronuotraukas kartu, norint atsekti kraštovaizdžio pokyčius, nes iš esmės skiriasi šių dviejų šaltinių kilmė, kokybė (Skaloš, Kašparova, 2012).

Kartografinius duomenis papildo ir statistinės informacijos šaltiniai. Įvairių surašymų, apklausų duomenys leidžia patvirtinti kartografiniuose darbuose užfiksuotą informaciją, jei reikia ją patikslinti. Statistinių duomenų naudojimas leidžia plačiau pažvelgti į tiriamos teritorijos situaciją tiriamu laikotarpiu. XIX a. Rusijos imperijoje nuolat buvo renkami duomenys apie valstybės gyventojus, tačiau iš esmės apie jų konfesinę, socialinę, iš dalies etninę sudėtį. Kur kas svarbesnis imperijos visuomenės pažinimui yra 1897 m. visuotinis gyventojų surašymas, kurio duomenys prirėkus gali būti naudojami kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimuose.

Keičiasi priemonės, o kartu plečiasi galimybės. Atsiranda naujų krypčių, nes daugėja duomenų ne tik kiekybine ir kokybine, bet ir rūšine prasme. Keičiantis gyvenamajai aplinkai ir joje vykstantiems gamtiniams, socialiniams, ekonominiams ir kt. pokyčiams bei daugėjant informacijos, atsiranda poreikis ir galimybių plėstis tyrimų laukui (Daugirdas, 2010).

Istoriniai žemėlapiai yra vertingas informacijos šaltinis istorikams, kartografams, geografams, GIS specialistams, nes atspindi istorinę geografinę krašto būklę, ideologijas ir geopolitinius interesus tam tikru momentu (Jenny, Hurni, 2011). Šie šaltiniai yra daug vertingesni, kai yra prieinami skaitmeniniu formatu ir yra įskaitmeninti. Skenuotų istorinių žemėlapių georeferencija visada yra labai svarbus ir dažnai sudėtingas žingsnis. Kuo senesni žemėlapiai, tuo su daugiau sunkumų susiduriama georeferencijos metu (Király ir kt., 2008).

Elementariuoju būdu žemėlapuose esanti informacija gali būti palyginama vizualiuoju metodu, tačiau tai labai paviršutiniškas ir tikslių rezultatų neteikiantis metodas. Duomenys daug tikslesni ir naudingesni, kai popierinio žemėlapio informacija yra skaitmeninta ir atsiranda galimybė žemėlapio informaciją naudoti GIS aplinkoje (Zawadski, 2019). Originalių istorinių žemėlapių fizinės būklės išsaugojimas reikalauja ypatingos priežiūros, saugojimo ir konservavimo sąlygų, o jų platinimas ir naudojimas yra ypač komplikotas. Tai lemia, kad vis daugiau bibliotekų, archyvų skiria išteklių žemėlapių skaitmeninimui. Skaitmeninis žemėlapis, net ir laikui bėgant, fiziškai nekinta ir lieka nepakitęs nuo jo skenavimo momento. Žemėlapiai lengviau pasiekiami – atsisiunčiamas skaitmeninis jų turinys, kurį galima analizuoti ir naudoti pasitelkus skaitmenines priemones (Jenny, Hurni, 2011).

Kai kurie tyrėjai siūlo visų pirma žemėlapio lapų mozaiką sujungti į vieną rastrinį vaizdą ir su koordinacių sistema sieti tokį jau iš kelių dalių sudarytą paveikslą, o ne kiekvieną žemėlapio lapą atskirai (Podobnikar, 2009). Visgi, nors tokiu atveju išvengiama žemėlapio kraštų užsidengimo ar tarpų, sumažėja bendras žemėlapio susiejimo su koordinacių sistema tikslumas, iškraipymo mastai tampa didesni (Molnar, 2010).

O štai įskaitmeninant kiekvieną žemėlapio lapą atskirai, nors žemėlapių lapų kampai po transformacijos ir nesutampa idealiai, informacija žemėlapių lapuose turi mažiausiai likutinių klaidų (angl. *residual errors*) iš visų dažniausiai taikomų įskaitmeninimo metodų (Molnar, 2010). Tyrėjui lieka apsispręsti, ar naudoti įskaitmenintus su mažiau likutinių klaidų, bet tarpusavyje nesusisiejusius į vientisą žemėlapi žemėlapio lapus, ar turėti su daugiau klaidų žemėlapio lapuose, tačiau vientisą žemėlapi. Šio tyrimo atveju priimtas sprendimas su koordinacių sistema sieti kiekvieną žemėlapio lapą

atskirai. Dėl to ir klaidų kiekis, ir objektų padėties paklaidos padėties fiziniėje vietoje atžvilgiu skirtinguose žemėlapiu lapuose skiriasi.

Visos Lietuvos kartografavimas XIX–XXI a. buvo vykdomas keliais pagrindiniais etapais. 1870 m. pradėtos rengti tikslios Pabaltijos šalių topografinės nuotraukos. Šios nuotraukos ir atlikti darbai Lietuvoje atsirado 1881 m. 1907 m. Lietuvos teritorijos topografinė nuotrauka buvo baigta ir jos pagrindu sudaryti pirmieji tikslūs topografiniai žemėlapiai masteliu 1:21 000 ir 1:42 000 (Vaitkevičius, Žikulinas, 2010). Visą Lietuvos teritoriją apimantys žemėlapiai, kurie sudaryti iki XIX a., nors ir tikslesni nei iki tol buvę, tačiau sudaryti stambiu masteliu ir kraštovaizdžio kaitos vertinimas stambiu masteliu nebūtų rezultatyvus ir tikslingas.

Iki Pirmojo pasaulinio karo buvo išleista įvairaus mastelio topografinių žemėlapių, kurie iš dalies apėmė ir Lietuvos teritoriją. Didesnės apimties Lietuvos topografinis žemėlapis parengtas 1927–1940 m. (M 1:25 000). Šį žemėlapi parengė Krašto apsaugos ministerijos Karo topografijos skyrius, žemėlapis apėmė centrinės Lietuvos apskritis, Suvalkiją, kai kuriuos Žemaitijos plotus. Kaip nurodo A. Liekis, Lietuvos kariuomenės specialistų parengtų darbų kokybė buvo ne ką prastesnė nei to meto Europos specialistų atliekamų darbų. Tarpukario laikotarpiu buvo atlikti krašto trianguliacijos, niveliacijos, gravimetrijos ir kiti darbai. Parengta ir sukaupta įvairių kartografinių darbų, kuriuos nuo 1940 m. perėmė SSRS. Vėliau jau SSRS parengė topografinius žemėlapius (M 1:50 000, M 1:25 000) (Liekis, 2012).

Stambesnio nei M 1:500 000 mastelio atskirų teritorijų topografiniai darbai gali būti naudojami kaip papildomi informacijos šaltiniai bendroms kraštovaizdžio kaitos tendencijoms nustatyti ir informacijai pagrįsti. Bendras teritorijos suvokimas stambesniu masteliu leidžia tyrėjui suvokti kaitos apimtį, lokalių teritorijų gretimybes, ryšius ir aiškiau įvertinti konkrečių teritorijų kraštovaizdžio kaitos kryptis.

Nuskenutas žemėlapis ar vaizdas, nors ir yra paprasčiau prieinamas nei popierinė jo kopija, dar neturi informacijos, kurią GIS galėtų apdoroti. Georeferencija yra technologinis procesas, kuris sudaro prielaidas šią informaciją pateikti GIS. Visgi šis tyrimo būdas (senųjų žemėlapių įskaitmeninimas) dar nėra pakankamai dažnai naudojamas Lietuvos tyrėjų darbuose. Senųjų žemėlapių įskaitmeninimo procesą galima suskirstyti į kelis pagrindinius etapus:

1. Žemėlapio nuskaitymas (skenavimas). Senuosius žemėlapius dėti interneto svetainėse darosi vis populiariau. Taip tuos žemėlapius galima peržiūrėti, lyginti, kopijuoti, kai kuriais atvejais parsisiųsti, jie tampa prieinami tiek mokslinei, tiek kasdienei veiklai, didinamas susidomėjimas jais (Krejči, 2011; Cajthaml, Krejči, 2011). Į interneto

svetaines dedami žemėlapiai, su kuriais yra įvykdytas pirmasis žemėlapių įskaitmeninimo etapas – žemėlapių nuskaitymas. Popierinio žemėlapių formatas paverčiamas skaitmeniniu žemėlapiu. Jei tyrėjas turi galimybę, nuskaitymo metu reikėtų pasirinkti tokius parametrus kaip geometrinė ir radiometrinė skiriamoji geba, kontrastas, ryškumas (Gobbi ir kt., 2019). Naudojant mažesnę skiriamąją gebą prarandamas tam tikras žemėlapių informacijos kiekis, detalės (Havlicek, 2016), jo skaitymas ir analizė tampa sudėtingesni. Šiame tyrime naudoti žemėlapiai jau buvo skaitmeninės formos, todėl nuskaityto žemėlapių parametrų keisti nebuvo techninių galimybių.

2. Žemėlapių susiejimas su koordinacinių sistema. Pagrindinis istorinių žemėlapių georeferencijos tikslas yra perkelti skenuotą žemėlapių į tikslinę koordinacinių sistemą (Podobnikar, 2009). Georeferencija – tai procesas, kai GIS koordinacinių sistemos panaudojamos žemėlapiui ar vaizdui susieti su realaus pasaulio ypatybėmis (Frost, 2014). L. L. Hill skiria neformaliąją ir formaliąją georeferenciją. Neformali georeferencija yra aprašomosios, šnekamosios kalbos nuorodos į geografinius objektus, pavyzdžiui, vietovių pavadinimai. Formali georeferencija apima tikslios vietos nuorodą, pavyzdžiui, naudojant koordinacinių sistemas (Hill, 2006). Georeferencijos procesas yra daugiausia sunkumų tyrėjams kelianti darbo su istoriniais žemėlapiais dalis. Pagrindinė problema siejama su tam tikrų rastre esančių objektų priskyrimu padėčiai vietovėje (Hackeloeer ir kt., 2014).
3. Fotogrametrijoje vaizdų orientacijos tikslumas gali būti įvertintas atsižvelgiant į pagrindinius kontrolinius taškus. Tą pačią analogiją galima atlikti siejant rastrinius vaizdus su koordinacinių sistema GIS aplinkoje (Baiocchi ir kt., 2013). Kuriant nuorodas iš skenuoto istorinio žemėlapių į dabartinę atskaitos ir projekcijos sistemą, buvo naudojami pagrindiniai kontroliniai taškai (toliau – PKT). PKT yra pagrindinis būdas susieti istorinius žemėlapius su dabartine koordinacinių sistema (Podobnikar, 2007; Boer, 2010; Hackeloeer ir kt., 2014; Király ir kt., 2008; Brovelli, Minghini, 2012; Cajthaml, 2011). Cajthaml (2011) išskiria kelias pagrindinės PKT atrankos rekomendacijas, į kurias atsižvelgta išdėstant PKT: 1) PKT turėtų išsidėstyti per visą žemėlapių vaizdą; 2) PKT turėtų sutapti su stabiliais, gerai vietovėje atpažįstamais objektais; 3) kuo daugiau atrenkama PKT, tuo sklandesnis senojo žemėlapių georeferencinio pagrindo atkūrimas (Cajthaml, 2011). Kartais yra labai sunku rasti pakankamai PKT, ypač gamtinėse vietovėse, tokiose kaip miškai,

ežerai, pievos ar kalnuotos vietovės (Király, 2008), nes gamtinės kilmės objektai nėra taip tiksliai apibrėžti kaip dirbtiniai (Hackeloer ir kt., 2014).

4. Žemėlapių turinio (duomenų) įskaitmeninimas. Rankinis vektorizavimas – laiko sąnaudų reikalaujantis darbas. Tai viena iš priežasčių, dėl ko žemės dangos kaitos ilgalaikės trukmės tyrimai, naudojant istorinius žemėlapius, dažniausiai atliekami vietovių lygmeniu.

Analizuojant atliktus tyrimus, kuriuose buvo naudojamas senųjų žemėlapių įskaitmeninimas, asmeniškai pasigesta tikslų aprašymų, kaip žemės dangos klasės buvo išskirtos, t. y. kokiais principais ir metodais atliktas žemėlapių turinio (duomenų) įskaitmeninimas. 1.3 skyriuje minėtas M. Dolejš ir M. Forejt tyrimas, kurio metu išanalizuoti 104 straipsniai, aprašantys atliktus kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos tyrimus remiantis Franziscean kadastro žemėlapiais, tik patvirtina šį pastebėjimą, nes tyrėjai nustatė, kad daugiau nei 20 proc. darbų nebuvo aprašyti žemės dangos klasių skaitmeninimo ir išgavimo metodai (Dolejš, Forejt, 2019). Dėl šios priežasties šiame darbe laikytasi pozicijos glaustai, bet išsamiai ir aiškiai pristatyti įskaitmeninto istorinio žemėlapių žemės dangos klasių nustatymo ir vektorizavimo metodą ir žingsnius.

#### 1.5. Istorinis tiriamojo darbo kontekstas

Atliekant kraštovaizdžio, žemės dangos kaitos analizę, ypač istorinių tyrimų metu, svarbus ir bendras to meto aplinkos kontekstas, nustatymas veiksnių, kurie konkrečiu metu tam tikru būdu veikė kraštovaizdžio vystymąsi. Kraštovaizdžio kaitos analizė yra neatsiejama nuo bendros šalies istorinės situacijos. Šioje dalyje, siekiant vėlesniuose tyrimo etapuose teisingai interpretuoti gautus rezultatus, pateikiama glausta informacija apie Lietuvos socialinę, ekonominę, politinę aplinką, dariusią įtaką kraštovaizdžio, žemės dangos formavimuisi XIX–XXI a.

Lietuva nuo pat valstybės sukūrimo buvo agrarinė šalis (Atkocevičienė, Valčiukienė, 2015). Maždaug prieš 200 metų laukai užėmė daugiau kaip 50 proc. Lietuvos teritorijos, vyravo agrarinis kraštovaizdis (Valčiukienė ir kt., 2016). Anksčiau žmogaus gyvybė ir gerovė tiesiogiai priklausė nuo žemės, gaunamo derliaus, dėl to ariamoji žemė užėmė didesnius plotus nei dabar. Tobulėjant technologijoms, ūkininkavimo metodams, dirbama žemė tapo valdoma efektyviau ir jos derlingumas gerokai padidėjo, o dirbamos žemės plotas mažėjo (Žabensky, Dubska, 2014). Didžiausią įtaką kraštovaizdžio, žemės dangos kaitai turi vykdytos žemės ūkio reformos, nulėmusios



pagrindines žemėvaldos formas, laukų sistemas, agrarines struktūras. Kiekviena jų formavo tam tikras žemės dangos struktūras. XIX a. viduryje–1950 m. vykęs ūkininkavimo vienkiemiuose laikotarpis panaikino iki tol kaimo kraštovaizdyje vyravusius kaimo rėžius. Iš 6 993 kaimų, turinčių tris milijonus rėžių, buvo sudaryta 159,1 tūkst. vienkiemų (Balčiūnas, 1938). Tokiu būdu suformuotas tolygus gyvenviečių tinklas, atitinkamai plėtota susiekimo infrastruktūra (Atkocevičienė, Valčiukienė, 2015). Vėliau, 1950–1990 m. laikotarpiu, vyko priešingas etapas – teritorijų pritaikymas stambaus masto ūkinei veiklai. Pradėti vykdyti kolektyvizacijos darbai lėmė vyravusio individualaus žemės ūkio pabaigą. Gyvenvietės, ūkiai stambinti, tai lėmė valstiečių ūkių ir istorinių kaimų ribų išnykimą. Iš apie 300 tūkst. vienkiemų 1985 m. liko 164 tūkst. (Valčiukienė ir kt., 2016). Vienkiemų nykimą lėmė ne tik gyvenviečių ir ūkių stambinimas, bet ir vykdyti melioracijos darbai. Rusijoje ir Baltijos šalyse iki XIX a. melioracijos darbai buvo labiau lokalūs (Karavayeva ir kt., 1991). Pirmosios požeminės drenažo sistemos Lietuvoje buvo įrengtos 1855 m., tačiau didelio masto melioracijos darbai prasidėjo XX a. antroje pusėje, o bendras nusausintas plotas siekia apie 3 mln. ha (Iital, 2012).

Nepriklausomybės atkūrimas lėmė naujos reformos vykdymą, besitęsiantį iki šiol. Vykdamas žemės gražinimą (restituciją) suformuoti privatūs, nedidelio ploto žemės sklypai. Dėl to, kad ne visų žemių savininkai norėjo ūkininkauti, ir dėl to, kad ūkininkavimo sąlygos gražintose žemėse skyrėsi, atsirado teritorijų, kurios tapo apleistos. Tai sudarė sąlygas renatūralizacijos procesams ir teritorijų apželdinimui mišku. Šiuo laikotarpiu suaktyvėjo vidinė emigracija iš kaimų į miestus (Valčiukienė ir kt., 2016). Nuo Antrojo pasaulinio karo žemės ūkio paskirties žemėje Europoje buvo du dominuojantys procesai – žemės ūkio intensyvinimas ir specializacija, kita vertus, žemės ūkio marginalizacija ir žemės apleidimas (Van der Sluis ir kt., 2016). Sovietų Sąjungos žlugimas 1991 m. sukėlė esminę žemės naudojimo sistemų pertvarką. Teigiama, kad šių socialinių ir ekonominių sąlygų padariniai buvo tokie pat drastiški kaip branduolinė katastrofa Černobylio regione 1986 m. (Hostert ir kt., 2011). Tokios tyrėjų išvados tik dar kartą patvirtina, kad nacionalinė politika ir institucijos vaidina svarbų vaidmenį kraštovaizdžio kaitos procesuose.

Su žemės ūkio reformomis tiesiogiai siejasi ir Lietuvos gyvenviečių, kaimų raidos istorija. Vienas pirmųjų tikslesnių surašymų vykdytas 1790 m. Lietuvos Didžiosios Kunigaikštystės gyventojų (dūmų) surašymas, tačiau detalesniu laikomas 1897 m. Rusijos imperijos pirmasis visuotinis gyventojų surašymas. Surašymo metu nustatyta, kad tada Lietuvos teritorijoje buvo 26 482 kaimai. 1959 m. Lietuvoje buvo 25 143 kaimai, 1970 m. – 24 229, 1979

m. – 23 570, 1989 m. – 19 153, 2001 m. – 18 461, 2011 m. – 16 762 kaimai. 1959–2011 m. iš Lietuvos žemėlapiro išnyko 8 381 kaimas (Vaitekūnas, Čepienė, 2014).

Rusijos imperijos okupacijos metais miestų statyba ir plėtra Lietuvoje buvo vykdoma ne savarankiškai, o pagal Rusijos imperijoje priimtus su kapitalistinio miesto samprata nesusijusius projektavimo nuostatus ir principus. XIX a. pirmoje pusėje susisiekimo infrastruktūros plėtra, ypač magistralių, plentų tiesimas, paskatino miestų plėtrą, miestuose pradėjo kurtis pramonė, jos apimtys išaugo 7–9 dešimtmetyje nutiesus geležinkelius. Prie geležinkelių įsikūrusios gyvenvietės vėliau tapo miestais (Naujoji Vilnia, Pabradė, Švenčionėliai, Kaišiadorys, Mažeikiai). Kai kurie pagrindiniai keliai, susisiekimo arterijos nutiesti toliau nuo kai kurių miestų ir dėl to jie atsidūrė nuošalyje, prarado savo vaidmenį ir tapo miesteliais (Varniai, Merkinė, Punia, Žiežmariai). Vilnius ir Kaunas tapo pramonės centrais, kiek mažesniais – Šiauliai ir Panevėžys (Baubinas, Miškinis, 2022). XIX a. pirmoje pusėje ir Europoje prasidėjo pramonės revoliucija. Tai lėmė pirmąjį didesnę poveikį kraštovaizdžiui. Iki šiol žmogaus veikla buvo vertinama kaip harmoninga, deranti su gamtiniais procesais (Skaloš, Kašparova, 2012). Nuo XIX a. vidurio miestus sujungė komunikacijos ryšių linijos (telegrafo, vėliau telefono linijos), įrengtas elektrinis apšvietimas, kai kur ir kanalizacija. Pirmojo pasaulinio karo metu miestuose sumažėjo gyventojų. Nuo 1931 m. apskrities centrų (daugiau kaip 10 000 gyventojų) buvo 10, valsčiaus centrų (daugiau kaip 3 000 gyventojų) – 21. 1940 m. dabartinės Lietuvos teritorijoje buvo 34 miestai. Po Antrojo pasaulinio karo sunaikinta, sugriauta nemažai miestų pastatų, ištisu teritorijų. Pavyzdžiui, Vilniuje sugriauta 40 proc. pastatų, Klaipėdoje – 60 proc., Šiauliuose net 85 proc. pastatų. 1946–1949 m. 54 miestams suteiktos LSSR miesto teisės. Nuo XX a. 5 dešimtmečio ir 6 dešimtmečio pradžios ėmė plėstis pramonė. Dėl to, taip pat dėl to, kad į miestus kėlėsi nuo kolektyvizacijos ir trėmimų pasitraukę kaimo gyventojai, miesto gyventojų skaičius nenumatytai padidėjo. 1960–1990 m. kaimų ir miestelių gyventojų migracija į miestus dar labiau paspartėjo ir tai buvo pagrindinis urbanizacijos plėtrą lemiantys veiksnys (Baubinas, Miškinis, 2022). Atkūrus nepriklausomybę, 1992 m. miestuose gyveno 68,0 proc. Lietuvos gyventojų (Juškevičius, 2015). Vėliau miestuose gyventojų nuolatos mažėjo ir 2005 m. juose gyveno 66,5 proc. gyventojų. Nuo 2005 m. gyventojų miestuose ėmė daugėti ir 2024 m. miestuose gyvena 68,5 proc. šalies gyventojų (Lietuvos statistikos ..., 2024).

Miškingumo pokyčiai yra vienas ryškiausių žmogaus veiklos padarinių aplinkai. Anksčiau šie pokyčiai daugiausia buvo susiję su miškų naikinimu, kai plotai, kur derlingiausias dirvožemis ir geriausios klimato sąlygos, buvo

priskiriami žemės ūkiui. Tačiau Europoje per pastaruosius kelis dešimtmečius išryškėjo nauja tendencija – miškingumo didėjimas dėl spontaniško ar planinio miško atkūrimo apleistose žemės ūkio teritorijose arba dėl kitų priežasčių, pavyzdžiui, veiklos nutraukimo, buvusių karinių poligonų ir kitokio žemės naudojimo apleidimo (Perzanowski ir kt., 2018).

Lietuvoje miškų naudojimo tendencijos panašios kaip ir Europoje – jie buvo plačiai paplitę nuo Viduramžių iki XIX a., kai dėl didėjančios medienos paklausos ir žemės ūkio produktų poreikio pradėjo dominuoti kiti žemės naudojimo būdai ir žemės dangos klasės (Pereponova ir kt., 2021). Apie Lietuvos miškingumą iki XVIII a. vidurio dokumentais pagrįstų faktų beveik nėra. Patikimesnė informacija apie bendrą miškų plotą tampa prieinama tik XVIII a. antroje pusėje, o sisteminga ir mokliškai pagrįsta informacija apie Lietuvos miškus atsirado tik XX a. pradžioje (Juknelienė, Mozgeris, 2015). Rusijos imperijos okupacijos laikotarpiu (1795–1915) buvo vykdomi dideli, chaotiški kirtimai. Iškirštų miškų plotai buvo paverčiami kitomis žemės naudmenomis. Po Pirmojo pasaulinio karo ir dėl Antrojo pasaulinio karo bei okupacijos padarinių Lietuvos teritorijoje miškingumas buvo mažiausias per visą šalies istoriją (apie 20 proc.) (Riešas, 2022). XX a. trečiajame dešimtmetyje pradėti miško našumo, atkūrimo tyrimai, aprašyti pagrindiniai miškų naudojimo ir tvarkymo principai, tačiau šie ir kiti veiksmai, pastangos atkurti miškų plotus staigių rezultatų nedavė. Miškų išteklių eikvojimas buvo sustabdytas tik XX a. viduryje (Tebėra, 2018). 1950–2013 m. miškingumo dalis padidėjo visose savivaldybėse. Labiausiai miškingumo dalis padidėjo mažiau tinkamose žemės ūkiui teritorijose (Juknelienė, Mozgeris, 2015).

Istorinis kontekstas apima ir apskritai miško kaip vartojamos sąvokos situaciją. Šiandieną Lietuvos Respublikos miškų įstatyme miškas apibrėžiamas kaip *„ne mažesnis kaip 0,1 hektaro žemės plotas, apaugęs medžiais, kurių skalsumas ne mažesnis kaip 0,3 ir kurių aukštis natūralioje augavietėje brandos amžiuje siekia ne mažiau kaip 5 metrus, ir kita miško augalija, taip pat ne mažesnis kaip 0,1 hektaro žemės plotas, kuriame medynas išretėjęs ar dėl žmonių veiklos ar gamtinių veiksnių jame laikinai medžių nėra (želdintinos miško aikštės, kirtavietės, žuvę medynai) <...>“* (Lietuvos Respublikos miškų įstatymas (1994)). CORINE žemės dangos klasifikacijoje miško žemės dangos klasė – tai teritorijos, kurių augalija sudaryta iš vietinių arba egzotinių spygliuočių ir (arba) plačialapių medžių, kurie gali būti naudojami medienai ar kitiems miško produktams gaminti. Mišku laikomos teritorijos, kuriose medžiai yra aukštesni nei 5 m, o lajų tankumas yra ne mažesnis kaip 30 proc. Jaunų želdinių atveju minimalus ribinis taškas yra 500 vienetų hektare (Kosztra ir kt., 2017). O štaio Rusijos imperijos valdymo laikotarpiu sudarytuose žemėlapiuose kaip miškai pažymėtos tankiai medžiais

apaugusios vietovės ir skiriamos 3 pagrindinės klasės: spygliuočių miškai, lapuočių miškai ir mišrūs miškai. Atskirai išskiriami krūmynai, išdegę ar iškirsti miškai, kurie fiziškai jau nebelaikytini mišku.

Visos pirmiau išdėstytos politinės-istorinės aplinkybės darė įtaką kraštovaizdžio ir žemės dangos kaitai šalyje per pastaruosius 150 metų. Analizuojant žemės dangos kaitos struktūrinius pokyčius politinis-istorinis kontekstas yra neatsiejama analizės dalis. Tam tikru laiku priimti sprendimai darė įtaką žemės dangos pokyčiams. Ypač ryškūs užstatytų teritorijų kaitos pokyčiai, kai politiniai sprendimai lėmė pavienių sodybų atsiradimą arba atvirkščiai – jų nykimą ir gyvenviečių stambėjimą, o tai darė įtaką užstatytų teritorijų struktūriniams pokyčiams. Gyvenviečių raidos, urbanistinės geografijos specialistai nuolatos analizuoja apgyvendintose teritorijose vykčius ir vykstančius pokyčius – ne tik struktūrinius, bet ir socialinius-ekonominius, taip urbanizuotų teritorijų raidą paversdami visuomeninės geografijos dalimi (Krupickaitė, 2003; Dijokienė, 2006; Mačiulytė, 2006; Burneika, 2008; Ribokas, 2010; Kriaučiūnas ir kt., 2014). O vykdyti melioracijos darbai ir su tuo susijęs pelkių plotų mažėjimas atitinkamai sukėlė miškų, žemės ūkio ir kitų teritorijų struktūrinius pokyčius, kai šių žemės dangos klasės plotai didėjo. Tai patvirtina ir gauti tyrimo rezultatai (jie pateikiami kitose darbo dalyse).

Kalbant apie Lietuvos teritorijos kartografavimą esant Rusijos imperijos sudėtyje verta paminėti, kad caro Aleksandro I valdymo laikotarpiu 1819–1830 m. pradėta daryti Vilniaus gubernijos topografinė nuotrauka (ji yra naudojama ir šiame darbe), o caro Nikolajaus I valdymo laikotarpiu 1845 m. atliktų topografinių nuotraukų pagrindu pradėtas leisti 1:126 000 mastelio europinės Rusijos dalies žemėlapis (Gliožaitis, 2006). Tų pačių topografinių nuotraukų pagrindu leisti ir stambesnio mastelio žemėlapiai masteliu 1:84 000, 1:42 000, 1:21 000.

Rusijos imperijos valdovai daug dėmesio skyrė svetimų kraštų užkariavimui ir jų administraciniam suskirstymui. Administracinės sritys Rusijos valdymo laikotarpiu nebuvo pastovios, pasikeitimai dažniausiai būdavo susiję su valdžios pasikeitimu, dėl to atsirasdavo poreikis žemėlapius taisyti pagal okupuotų teritorijų santvarką. Rusijos imperijos žemėlapiai iš dalies yra užkariautų kraštų atžvilgiu vykdytos politikos atspindys (Gliožaitis, 2006).

Nepriklausomybės laikotarpiu (1918–1940 m.) kartografijos ir geodezijos darbus buvo pavesta atlikti Lietuvos kariuomenei. Naujiems žemėlapiams sudaryti dažniausiai buvo naudojami ankstesni rusų, vokiečių sudaryti Lietuvos žemėlapiai. Siekiant sudaryti naujus, reikėjo atlikti trianguliacijos ir kitus geodezinius darbus. Intensyvūs krašto matavimų darbai prasidėjo 1930

m. 1930–1940 m. Karo topografijos skyrius atliko Lietuvos tiksliąją niveliaciją. Nuo 1937 m. karo topografijos darbus papildė ir karo aviacijos padarytos nuotraukos. Atlikus šiuos darbus sudaryti Lietuvos vietovių 1:25 000, 1:100 000 žemėlapiai, Lietuvos 1:400 000 žemėlapis, įvairūs planai (Liekis, 2012). Visą Lietuvos teritorijos geodezinę, topografinę ir kartografinę medžiagą pasisavino 1940 m. okupavusi Lietuvą SSRS kariuomenė, dalis šios medžiagos buvo sunaikinta (Girkus, Lukoševičius 2008).

Po Antrojo pasaulinio karo sovietų okupuotos Lietuvos kartografija vystėsi SSRS valstybės institucijų prižiūrima. Vilniaus universiteto kartografijos specialistai sudarydavo žemėlapius mokyklų programoms, naudodami aerofotonuotraukas 1949–1953 m. UAB „Aerogeodezijos institutas“ pagamino beveik visos Lietuvos teritorijos, išskyrus miestus, fotoplanus M 1:10 000. Atlikta įvairių matavimų, tyrimų, išleista įvairaus mastelio ir temų žemėlapių, situacijų planų, miškotvarkos planų ir kitų kartografijos darbų, kuriuos rengė ne tik universitetų specialistai, bet ir įvairios įstaigos, įmonės. Iki 1987 m. buvo pagaminti visi Lietuvos teritorijos topografiniai žemėlapiai M 1:10 000, M 1:25 000, M 1:50 000 ir M 1:100 000 rusų kalba (Aleksavičius, Sinkevičiūtė, 2008).

Atkūrus nepriklausomybę savarankiškus kartografavimo darbus atliko Valstybinis žemėtvarkos institutas (veikęs iki 2010 m.), UAB „Aerogeodezijos institutas“ (veikęs iki 2018 m.), GIS centras (veikęs iki 2023 m.), o šiuo metu darbus atlieka Lietuvos geologijos tarnyba, Vilniaus universitetas, Gamtos tyrimų centras bei kitos institucijos. Jų vykdomi darbai apima Lietuvos gamtinę aplinką ir visuomenės ūkinę bei socialinę būklę.

Iki XXI a. popieriniai (analoginiai) žemėlapiai buvo pagrindinis būdas parodyti ir perduoti geografinę informaciją. Visgi vykstant technologijų pažangai tobulėjo ir kartografija. Informacinių technologijų įtaką kartografija pajautė šiek tiek vėliau nei kitos sritys. Pirmieji kompiuteriai buvo labiau siejami su darbu, kuriame naudojami skaičiai, tekstas ir neturėjo didelių grafinės išvesties galimybių. O žemėlapių informacija yra sudėtinga ir reikalauja didelės duomenų saugojimo talpos ir technologijų veikimo spartos (United Nations, 2000). Šiandieną Lietuvos žemėlapių kūrimas, naudojimas glaudžiai susijęs su geografinėmis informacinėmis sistemomis (GIS). Per pastaruosius dvidešimt metų tyrėjai dėl informacinių technologijų plėtros pažengė analizuojant žemės išteklių ir žemės naudojimo sąveiką bei atliekant kiekybinį žemės vertinimą, modeliavimą (Beek, Bie, 1998).

Pirmiau išdėstytos aplinkybės lėmė nepastovias sąlygas kartografijos raidai. Pastaruosius 150 metų Lietuvos kartografija daugiausia buvo priklausoma nuo šalių okupavusių valstybių, todėl ir topografinė kartografija buvo orientuota į sausą okupuotų teritorijų pažinimą ir statistinį situacijos

fiksavimą. Dažnai abejojama ir topografinių žemėlapių tikslumu, nes daromos prielaidos, jog tam tikra informacija galėjo būti specialiai nefiksuojuama žemėlapyje. Visgi tyrime naudojami XIX a. Rusijos imperijos žemėlapiai yra vienintelis to meto duomenų šaltinis, kuris pateikia informaciją erdviškai. Kartografijos raida atliepia ir žemėlapių tikslumą. Keičiantis žemėlapių sudarymo aplinkybėms ir priemonėms, žemėlapių tikslumas nuolat didėjo. Tiksliausiai laikomi kartografijos darbai, sudaryti šiuolaikinėmis skaitmeninėmis priemonėmis, todėl lyginant senuosius žemėlapius su šiuolaikiniais kyla ne tik topografinių duomenų suderinamumo, bet ir žemėlapių sudarymo tikslumo problemų. Žemėlapiai kai kuriais atvejais buvo sudaromi metais ir situacija jų sudarymo metu vietovėje galėjo pakisti. Kita vertus, daugumoje istorinių žemėlapių užfiksuota informacija yra kokybiška, nes jie buvo skirti surašymams, kariniams tikslams, mokesčių įvedimui, o tai reikalavo tikslios informacijos ir aukštų kokybės standartų.

## 2. METODOLOGIJA

### 2.1. Senųjų žemėlapių atrankos principai

Rengiant darbą remtasi 3 pagrindiniais kriterijais, pagal kuriuos tyrimui atrinkta ir naudota kartografinė medžiaga:

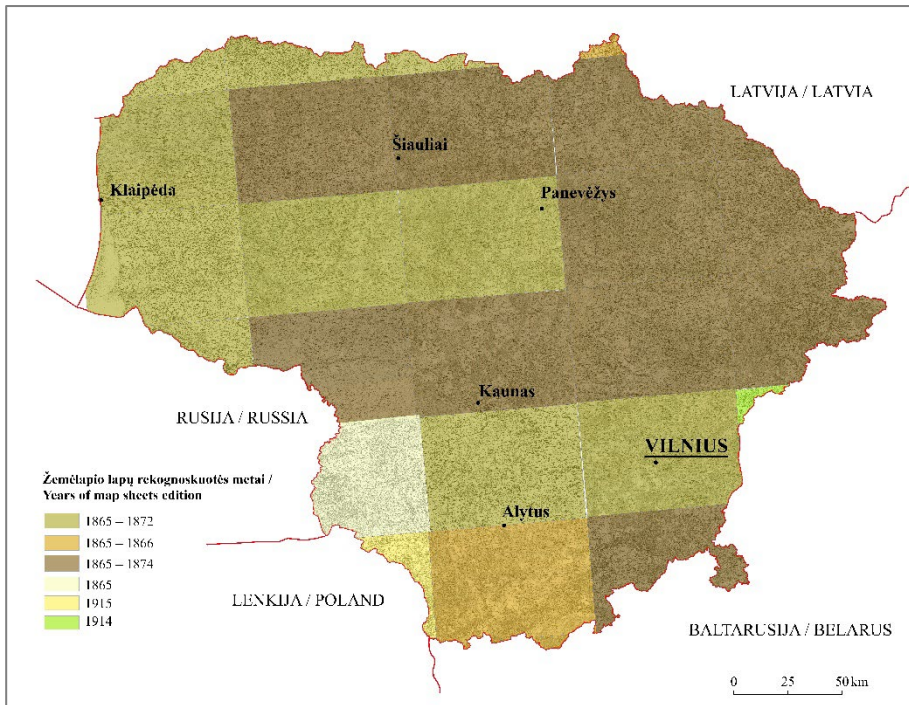
**1. Kartografinių šaltinių prieinamumas.** Kokybiškos žemėlapių lapų kopijos gautos iš Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių bibliotekos. Panaudota 16 Rusijos imperijos europinės dalies žemėlapių lapų, vaizduojančių dalį Lietuvos teritorijos. Likę šalies teritoriją vaizduojančio žemėlapių lapai gauti iš viešai prieinamų duomenų šaltinių. Panaudota 11 viešai prieinamų žemėlapių lapų kopijų iš svetainės [www.etomesto.ru](http://www.etomesto.ru). Iš viso tyrimui panaudoti 27 europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapių lapai. Išsamesnė informacija apie europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapių pateikiama tolesnėse šio darbo dalyse. Tai unikalus pirminis istorinis šaltinis, pateikiantis to meto Lietuvos vaizdą, kuris leido tolesnio tyrimo metu įvertinti tiek išnykusias žemės dangos struktūras, tiek vis dar išlikusias struktūras, kurios reprezentuoja kraštovaizdžio atminties elementus.

**2. Kartografinių šaltinių informatyvumas.** Duomenų tikslumas ir informatyvumas, apimantis informacijos, kuri gali būti naudojama tyrime, kiekį, yra vienas svarbiausių kriterijų vykdant žemėlapių atranką. Siekta atlikti kuo detalesnę kraštovaizdžio kaitos analizę, todėl žemėlapių atrankos metu svarbiu kriterijumi tampa žemėlapių mastelis. Priede Nr. 1, siekiant pateikti bendrą senųjų žemėlapių situaciją, yra užfiksuoti ir stambaus mastelio žemėlapiai, tačiau tolesnio tyrimo metu jie nėra nagrinėjami ir automatiškai atmetami dėl pernelyg didelio informacijos generalizacijos laipsnio. Žemėlapių informatyvumas priklauso ne tik nuo žemėlapių mastelio, bet ir nuo žemėlapių sudarymo laiko. Visose srityse bėgant laikui kuriami nauji metodai, priemonės, ne išimtis ir kartografija. Tobulėjant kartografijos mokslui, atsirandant naujoms technologijoms ir žemėlapių sudarymui pradėjus naudoti aerofoto vaizdus, žemėlapiuose vaizduojama informacija taip pat tapo informatyvesnė ir tikslesnė. Žemėlapių tikslumą ir informatyvumą sudaro ne tik matematinis tikslumas, bet ir vaizdavimo tikslumas, pavyzdžiui, kai SSRS nuslėpdavo tam tikrus faktus, juos pakeisdavo, jų nefiksuodavo, kad informacija nepakliūtų priešui (Królewicz, Žuk, 2015). Žemėlapių informatyvumas taip pat priklauso nuo vaizduojamos informacijos. Kaip žinoma, kraštovaizdis pats savaime yra sudėtingas objektas ir neįmanoma kartografuoti visus jį sudarančius elementus ar struktūras, todėl geriausiai kraštovaizdinė informacija pateikiama topografiniuose žemėlapiuose, kuriuose vaizduojami svarbiausi aplinkos

gamtiniai ir antropogeniniai elementai, matomi žemės paviršiuje. Be to, istoriniai žemėlapiai dažniausiai sudaryti ne nacionaline kalba, todėl norint jų suprasti reikalingos ir kalbinės žinios (Fuchs ir kt., 2015). Tyrimui naudotas Rusijos imperijos žemėlapis sudarytas nespaltuoti, jame sutartiniais ženklais atvaizduojami svarbiausi topografiniai objektai: gyvenvietės su joms priklausančiomis teritorijomis, keliai (įskaitant geležinkelius ir jų stotis), stovintys ir tekantys vandens telkiniai su jiems priklausančia infrastruktūra (vandens malūnai, tiltai), miškai, pelkės ir drėgnos vietovės, pievos, krūmynai, pažymėti taškiniai objektai (bažnyčios, infrastruktūriniai-pramoniniai objektai), administracinės ribos, reljefas. Žemėlapyje gausu tekstinės informacijos.

**3. Techniniai žemėlapių parametrai.** Tolesniam tyrimui atlikti atrinktas ir įskaitmenintas 1845 m. pradėtas sudaryti europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapis masteliu 1:126 000. Pirmieji žemėlapių lapai išleisti 1846 m., vėlesni leidimai ir atnaujinimai vyko nuo 1865 iki 1872 m. Nors didžioji dalis tyrime panaudotų žemėlapių lapų yra rekognoskuoti 1865–1872 m., panaudoti ir keli vėlesnio atnaujinimo lapai (1 pav.). Lapo dydis realybėje – 58,5 x 40,8 cm. Iš viso Rusijos imperijos žemėlapių sudaro 435 lapai. Iš Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių bibliotekos gautos kopijos, kurių rezoliucija 300 dpi, kitų žemėlapių lapų rezoliucija – 600 dpi. Visgi tai, kad žemėlapių lapai yra nespaltuoti ir juose gausu techninės informacijos, apsunkina žemėlapių skaitymo ir įskaitmeninimo procesą.





**1 pav.** Europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapiu, vaizduojančio Lietuvos teritoriją, lapų rekognoskuočių datos.

**Fig. 1.** Dates of reconnaissance sheets of the map of the European Russia covering the territory of Lithuania.

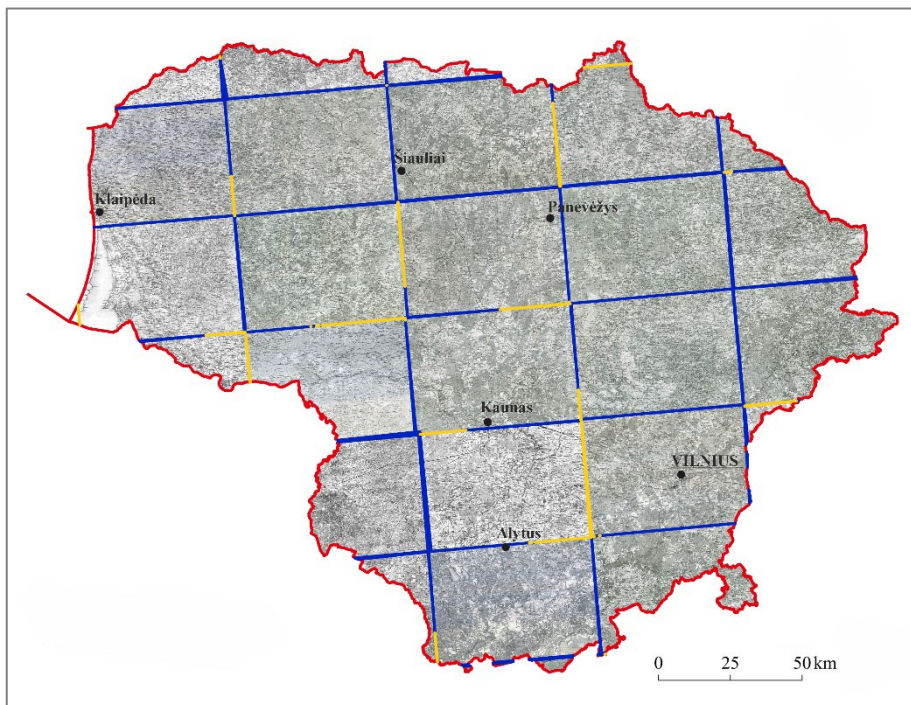
## 2.2. Žemėlapiu įskaitmeninimo procesas

Vykdamas disertacinį darbą, naudojant ArcMap 10.7.1, vėlesniuose etapuose ArcGIS Pro programinę įrangą, pirmiausia pašalinta geografinės informacijos neturinti žemėlapiu lapų informacija – nukirpti žemėlapiu lapų rėmeliai. Kiekvienas žemėlapiu lapas su šiuolaikine koordinatų sistema susietas atskirai. Iš pradžių kiekviename žemėlapiu lape atrinkti PKT, vėliau atliktas gretimų lapų sugretinimas. PKT buvo kruopščiai atrinkti atsižvelgiant į istorines žinias, galimus aplinkos pokyčius ir susieti su Lietuvos Respublikos teritorijos topografiniu žemėlapiu (M 1:50 000) LKS-94 koordinatų sistemoje. Kiekviename žemėlapiu lape nustatyta nuo 6 iki 11 PKT.

Suderintos 42 žemėlapiu lapų kraštinės, o tai realybėje atitinka maždaug 2 500 km. Žemėlapiuose įvairių objektų žymėjimas ir padėtis turi tam tikrų klaidų, palyginti su jų faktine padėtimi. Atsižvelgiant į objektus, gali būti neatitikimų nuo 50 iki 200 m arba nuo 100 iki 300 m, kai kuriuose lapuose buvo leidžiami 500 m ir didesni neatitikimai (Информация ..., 2024). Dėl to

ne visi žemėlapių objektai idealiai sutampa su faktine fizine padėtimi vietovėje. Atstumas tarp nesutampančių objektų svyruoja nuo 30 iki 700 m, o tai yra artimas rezultatas aprašytam europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapių netikslumo lygiui. Tai yra ganėtinai įprasta istorinius žemėlapius derinant su šiuolaikinėmis koordinatinių sistemomis ir galimi neatitikimai nuo 20 iki 220 m (Molnar, Timar, 2009) ar net 1–2 km (Molnar ir kt., 2014).

Vykdamas georeferenciją, neišvengta lapų užsidengimo ar plyšių, kurie atsirado dėl lapo projekcijos iškraipymų (2 pav.).



**2 pav.** Lietuvos teritoriją vaizduojantys 27 Rusijos imperijos žemėlapių lapai. Atlikus georeferenciją susidarę tarpai tarp žemėlapių lapų pažymėti geltonai, užsidengimai – mėlynai (Piškinaitė, Veteikis, 2023).

**Fig. 2** Lithuanian territory covered by 27 georeferenced sheets of Military topographical map of European Russia with gaps (in yellow) and overlays (in blue) marked (Piškinaitė, Veteikis, 2023).

PKT vietos buvo parinktos tos, kurios laikomos stabiliausiomis ir nepriklausomomis nuo laiko. PKT daugiausia buvo siejami su kelių tinklu. Esant retam kelių tinklui arba nustačius visišką kelių tinklo transformacijas ir dėl to nesant bendrų taškų kelių infrastruktūroje, orientuotasi į kitus objektus ir pasirinkti nepakitusių gyvenviečių kraštai, vandens telkinių pakrančių juostos ir kiti elementai, kurie laikytini santykinai stabiliais. Kuo

senesni žemėlapiai, tuo labiau tikėtina, kad identiškų taškų bus mažiau, nes žemės paviršius intensyviau paveiktas natūralios ar antropogeninės kilmės pokyčių bėgant laikui (Podobnikar, 2007).

Įskaitmenintų duomenų padėties tikslumas taip pat gali būti nusakomas sujungus menamas ir tikslus taškų koordinates. Tam naudojama šaknis iš vidutinės kvadratinės paklaidos, kuri sutrumpintai vadinama RMSE (angl. *Root Mean Squared Error*). RMSE reikšmė yra šaknis susumuotų skirtumų kvadratų, nustatytų vertinant numanomas ir tikslas koordinates:

$$RMSE_x = \sqrt{\sum (x_{menamas} - x_{tikslus})^2 / n}$$

$$RMSE_y = \sqrt{\sum (y_{menamas} - y_{tikslus})^2 / n}$$

$$RMSE = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

RMSE rezultatas yra apskaičiuojamas įvesties matavimo vienetais. Jei X ir Y koordinatės nurodomos UTM koordinatėmis metrais, tada galutinis RMSE matas taip pat bus metrais.

Tyrimo metu nustatyta 300 atsitiktinių taškų RMSE reikšmei nustatyti. Nustatytos šių taškų X, Y koordinatės su koordinačių sistema susietuose istorinio žemėlapiu lapuose ir tų pačių taškų koordinatės Lietuvos Respublikos teritorijos topografiniame žemėlapyje. Gauta RMSE reikšmė – 34,23 m. RMSE reikšmės nustatymas siekiant nustatyti įskaitmeninto žemėlapiu geografinį (padėties) tikslumą yra dažniausiai taikomas metodas, tačiau pripažįstama, kad istorinių žemėlapių padėties tikslumo nustatymas, pagrįstas RMSE verčių skaičiavimu, neleidžia ištirti, kaip žemėlapyje skiriasi netikslumai ir neapibrėžtumai apskritai, nes RMSE vertės apskaičiuojamos tik konkrečiose pasirinktose vietose, taškuose (Tucci, Giordano, 2011).

Suderinus koordinates, t. y. suvienodinus projekciją su šiuolaikine, žemėlapiu duomenys vektorizuoti. Šiame etape siekta sukurti vektorinį žemėlapi, kuriame geografinės ypatybės būtų atkurtos iš istorinio žemėlapiu.

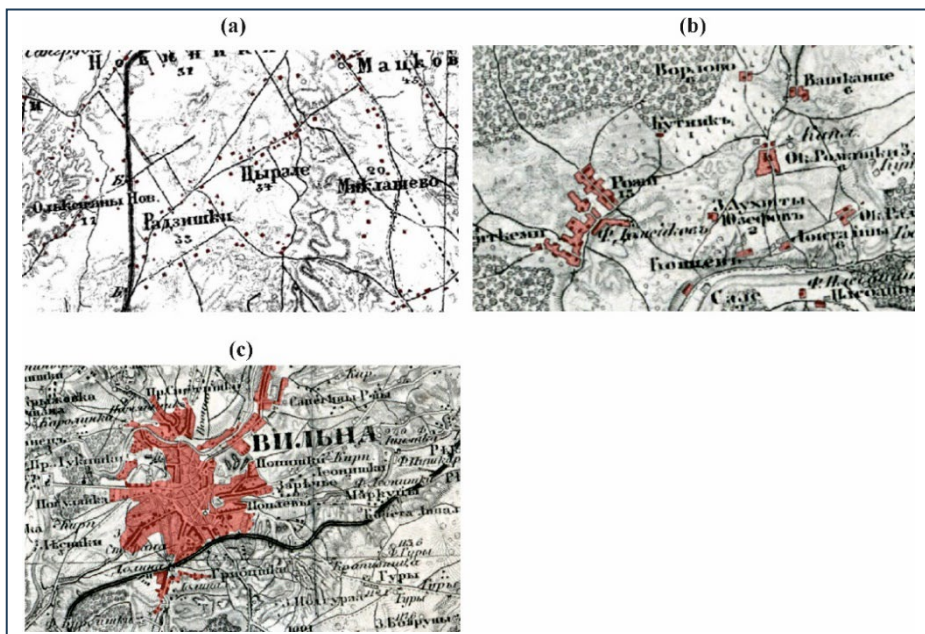
Žemėlapiu objektų įskaitmeninimas buvo atliekamas rankiniu būdu. Automatinis įskaitmeninimas yra palankesnis dirbant su spalvotais žemėlapiu, kai pikselių spalvos pagrindu yra išskiriami žemėlapiu elementai. Europinės Rusijos imperijos dalies žemėlapis yra nespalvotas, todėl automatinis įskaitmeninimas buvo komplikotas. Žemėlapyje taip pat

yra gausu simbolių, linijų, ypač tekstinės informacijos, kuri sudaro vaizdinį „triukšmą“ įskaitmeninant automatinio būdu.

Į analizę buvo įtrauktos 5 pagrindinės kraštovaizdžio charakteristikos: natūralios (miškai, pelkės, vandens telkiniai) ir antropogeninės (užstatytos teritorijos) struktūros. Kiti žemės dangos naudojimo būdai – žemės ūkio teritorijos, smėlynai, keliai, geležinkeliai, iškirsti miškai – sujungti į vieną bendrą žemės dangos klasę „Žemės ūkio ir kitos teritorijos“ (toliau – ŽŪKT). Rusijos imperijos žemėlapių legendoje nėra išskirtos dirbamos žemės, pievų, ganyklų žemėnauda, taip pat dalis ženklų yra ne masteliniai (pavienės sodybos). Į ŽŪKT klasę taip pat įtraukta nedidelė, esminės įtakos bendrai kraštovaizdžio situacijai nedaranti žemės danga, tokia kaip smėlynai, karjerai ir kt.

Atsižvelgiant į XIX a. žemėlapių detalumo ir tikslumo galimybes, visi duomenys buvo generalizuoti iki 5 žemės dangos kategorijų lygmens. Įskaitmeninant žemėlapių sudarytos 5 žemės dangos klasės: 1) užstatytos teritorijos; 2) miškai; 3) pelkės; 4) vandens telkiniai; 5) žemės ūkio ir kitos teritorijos.

Nors pagal žemėlapių legendą paprasčiausia buvo išskirti užstatytas teritorijos, užstatytų teritorijų vaizdavimas žemėlapiuose, priklausomai nuo urbanizuotos teritorijos tipo ir žemėlapių lapo savybių, ganėtinai skyrėsi. Vienu atveju užstatyta teritorija žemėlapyje žymima tik kaip užstatyta teritorija, atskirai žymint pastatų grupes (3a), kitu atveju kaip užstatyta teritorija žymima visa teritorija su miestui, kaimui ar vienkiemiui priklausančiais žemės sklypais, kurie bendrai sudaro užstatytų teritorijų plotus (3b). Dar kitu atveju, o tai taikytina didiesiems miestams, užstatyta teritorija žymima kaip koncentracija užstatytų teritorijų plotų, kuriuos skiria gatvės, keliai ar vandens tėkmės (3c). Dėl to sukurtame XIX a. žemės dangos žemėlapyje užstatytos teritorijos suprantamos ne tik kaip užstatytos teritorijos, bet ir kaip teritorijos su pastatais ir gretimomis teritorijomis, kuriose vykdoma intensyvi ūkinė veikla, susijusi su gyvenimu užstatytose teritorijose (3 pav.).



**3 pav.** Užstatytų teritorijų vaizdavimo istoriniame žemėlapyje įvairovė: a – pavieniai pastatai; b – gyvenvietės su pastatais ir žemės priklausiniais; c – ištiesai užstatytos teritorijos.

**Fig. 3** Variety of representation of built-up areas in historical map: a – individual buildings, b – settlements with buildings and land attachments, c – built-up areas.

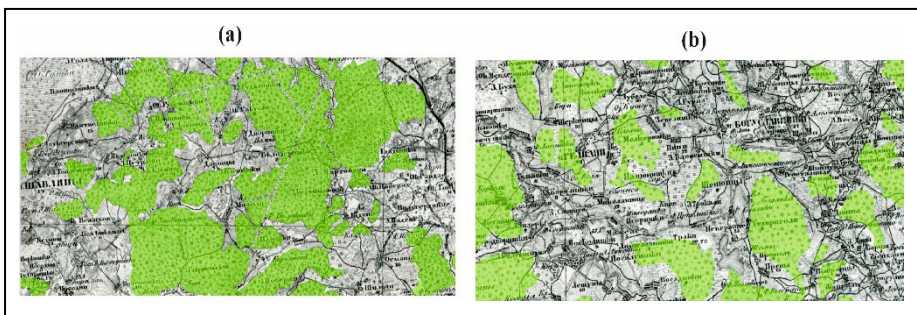
Kitas svarbus momentas, kalbant apie užstatytas teritorijas ir jų atvaizdavimą įskaitmenintame žemėlapyje, yra jų dydis. Dalis pavienių sodybų yra vaizduojamos kaip atskiri objektai ir, atsižvelgiant į žemėlapių parametrus, šie objektai yra ne masteliniai, todėl jų vaizdavimas iškreiptų bendrą vaizdą. Atsižvelgiant į tai, taip pat tai, kad tolesnius duomenis planuota lyginti su CORINE žemės dangos duomenimis, kuriuose mažiausias ploto vienetas yra 25 ha, atlikta urbanizuotų teritorijų generalizacija (sujungimas). Pirminis užstatytų teritorijų įskaitmeninimas buvo vykdomas įskaitmeninant visus objektus ir teritorijas, kurios laikytinos užstatytomis teritorijomis. Po šio etapo užstatytų teritorijų tinklas buvo labai tankus, su daugybe objektų. Kai kuriais atvejais miestelio teritoriją sudaro 2 ir daugiau atskirų arealų, kurie buvo atskirti gatve, keliu. Kitame etape naudojant Arcmap „Aggregation“ funkciją užstatytų teritorijų arealai, esantys ne didesniu nei 100 m atstumu vienas nuo kito sujungti į bendrus, stambesnius arealus. Šitokiu būdu sujungti arealai, kurie prieš tai buvo atskirti linijiniais objektais. Trečiame etape iš bendro užstatytų teritorijų tinklo išskirtos tik tos teritorijos, kurios yra 25 ha



arba didesnės. Šitaip gautas stambesnių gyvenviečių sluoksnius, kuris kituose tyrimo etapuose yra tinkamas lyginamajai analizei su CORINE žemės dangos duomenimis atlikti. Mažesnės gyvenvietės, pavienės sodybos ir kitos sąlyginai smulkios užstatytos teritorijos priskirtos žemės dangos sluoksniui ŽŪKT. Susumavus georeferencinių užstatymo klasės vienetų skaičius sumažėjo nuo 82 430 iki 438. Užstatymo plotų sluoksnius pritaikytas palyginimui su CORINE žemės dangos duomenimis. Atsižvelgiant į tai, kad gyvenvietės, ypač pavieniai namai, Rusijos imperijos žemėlapyje yra ne mastelio objektai, vienetų agregavimas laikomas teisingu būdu atkurti 1865–1874 m. laikotarpio gyvenviečių tinklą.

Miškų legenda žemėlapyje yra labai įvairi, tačiau nevienoda skirtinguose žemėlapių lapuose, todėl priimtas sprendimas sudaryti vieną bendrą miškų žemės dangos sluoksnį, apimančią bet kokios rūšies žemėnaudą, kuri legendose įvardyta kaip miškas, išskyrus legendos ženklą „Iškirsti miškai“. Nors iškirsti miškai kaip miško paskirties žemė šiuolaikinėse žemės dangos duomenų bazėse ir yra priskiriami miškui, vertintos tos teritorijos, kurios fiziškai yra apaugusios mišku, sumedėjusia augalija tiek įskaitmeninant Rusijos imperijos žemėlapi, tiek vėlesniuose tyrimo etapuose.

CORINE žemės dangos duomenų bazėje kirtavietės priskiriamos ŽŪKT klasei. Miškų ribos buvo nustatomos vizualiuoju būdu. Kai kuriais atvejais miškų ribos žemėlapiuose nurodytos aiškios ir tai nesukėlė didesnių įskaitmeninimo problemų (4a). Problemų iškilo įskaitmeninant tas vietas, kuriose miškų ribos yra neaiškios ir neryškios (4b) (4 pav.).



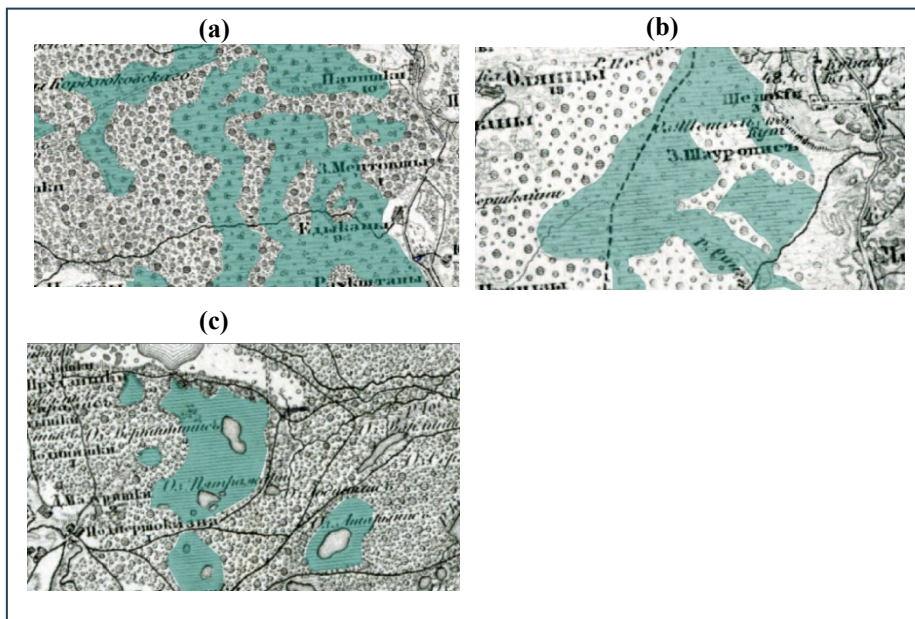
**4 pav.** Miškų klasės ribų pavyzdžiai istoriniame žemėlapyje: a – tankaus miško aiškios ribos; b – reto miško neaiškios ribos.

**Fig. 4** Example of border variety of forests in historical map: a – clear boundaries of dense forest, b – unclear boundaries of sparse forest.

Vedant ribas tokiose teritorijose vadovautasi prieš tai pastebėtomis tendencijomis, kad miško riba dažniausiai baigiasi ties natūraliais barjerais, tokiais kaip keliai ar vandens telkinio pakrantė. Tose vietose, kur gretimybių

nėra, miško teritorijos riba buvo vedama atsižvelgiant į sutartinio ženklą sklaidą, t. y. riba vedama nustačius kraštinį sutartinį ženklą, kai sutartinis ženklas yra sudarytas iš atskirų sudedamųjų elementų.

Įskaitmeninant žemėlapi vizualiai aiškiai buvo matyti drėgnų miškų (5a), pievų (5b) ir pelkių (5c) plotai šalyje (5 pav.). Visgi šių teritorijų ribos žemėlapyje yra neaiškios, todėl jų įskaitmeninimas buvo sudėtingiausias. Šiam sluoksniui priskirti labai drėgni miškai, labai drėgnos pievos ir pelkės. Mažesnio drėgnumo miškai priskirti miškų sluoksniui, o mažesnio drėgnumo pievos priskirtos žemės dangos sluoksniui ŽŪKT.



**5 pav.** Pelkių klasės vaizdavimo istoriniame žemėlapyje pavyzdžiai: a – šlapynės miškuose; b – šlapynės pievose; c – pelkės.

**Fig. 5** Example of representation of swamps in historical map: a – wetlands in forests, b – wetlands in meadows, c – swamps.

Apskritai pelkių klasės vertinimas yra ganėtinai komplikotas dėl pačios žemės dangos klasės išskyrimo principų. Šie principai skiriasi ne tik istoriniame žemėlapyje ir CORINE žemės dangos duomenų bazėje, bet ir įvairiuose kituose, šiuolaikiniuose žemės dangos žemėlapiuose ir duomenų rinkiniuose. Šį neapibrėžtumą ir gaunamų rezultatų įvairovę lemia pelkėms priskiriamų teritorijų nustatymas. Dėl to duomenys apie pelkių užimamus plotus gali labai skirtis. Pavyzdžiui, CORINE žemės dangos duomenų bazės duomenimis, pelkės Lietuvoje 2018 m. užėmė 0,84 proc. šalies teritorijos, ESRI duomenų bazėje nurodomos tik šlapynės ir jos 2018 m. užėmė 0,1 proc.,

Lietuvos pelkių ir durpynų žemėlapyje, parengtame Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos, pelkės užima 4,20 proc.

Išnagrinėjus drėgnumo laipsnį vaizduojančius sutartinius ženklus nustatyta, kad mažesnio drėgnumo miškai ir pievos užima masyvius plotus ir jų žymėjimas kartu su labai drėgnais miškais, pievomis ir pelkėmis iškreiptų bendrą žemės dangos statistiką.

Rusijos imperijos žemėlapyje pagrindinės upės ir ežerai atvaizduojami ploto vienetais. Tačiau daugumos upių plotis dažniausiai neatitinka mastelio. Atsižvelgiant į tai, taip pat į tai, kad CORINE duomenų bazėje upės reprezentuoja tik Nemunas su pagrindiniais upeliais savo deltoje ir Neris, įskaitmeninti visi uždari vandens telkiniai, kurie pavaizduoti žemėlapyje, Kuršių marios ir upės, platesnės nei 100 m (Nemunas ir Neris) (6 pav.).



**6 pav.** Vandens telkinių klasės vaizdavimo istoriniame žemėlapyje pavyzdžiai: a – ežerų vaizdavimas; b – upių vaizdavimas.

**Fig. 6** Example of representation of water bodies in historical map: a – representation of lakes, b – representation of rivers.

Sutartiniais ženklais neišskiriamos dirbama žemės, pievos ar ganyklos, todėl ŽŪKT žemės dangos klasės tipizuoti pagal žemės ūkio naudmenas nebuvo galimybių. ŽŪKT žemės dangai taip pat priskirti nedidelius plotus užimantys smėlynai, karjerai, sodai, užstatytos teritorijos ir kt.

Kadangi skyrėsi istorinių žemėlapių ir CORINE žemės dangos žemės naudojimo klasifikacija ir klasių skaičius, tapo privaloma duomenis apdoroti taip, kad būtų galima juos palyginti. Dėl to žemės danga klasifikuota atsižvelgiant į CORINE žemės dangos klasifikaciją (1 lentelė). Toks žemės dangos klasifikavimas yra palankesnis tolesnei lyginamajai analizei atlikti ir yra naudojamas daugelio tyrėjų (Boltžiar ir kt., 2008; Kijowska ir kt., 2010).



**1 lentelė.** Penkių pagrindinių žemės dangos klasių išskyrimas ir sugretinimas su CORINE žemės dangos klasifikavimu.

**Table 1.** Exludation of five main land cover classes and comparison with the CORINE land cover classification

<b>Žemės dangos klasė pagal Rusijos imperijos žemėlapi</b>	<b>Žemės dangos klasė pagal CORINE 2018 (2 lygio)</b>	<b>Žemės dangos klasė pagal CORINE 2018 (3 lygio)</b>	
<b>Užstatytos teritorijos</b>	1.1. Užstatymo teritorijos	1.1.1. Ištinis užstatymas 1.1.2. Neištinis užstatymas	
	1.2. Pramoniniai, komerciniai ir transporto objektai	1.2.1. Pramoniniai ar komerciniai objektai 1.2.2. Kelių ir geležinkelių tinklas ir susijusi žemė 1.2.3. Uostų žemė 1.2.4. Oro uostai	
	1.3. Karjerai, sąvartynai ir statybos	1.3.1. Naudingųjų iškasenų gavybos vietos 1.3.2. Sąvartynai 1.3.3. Statybų plotai	
	1.4. Apželdintos dirbtinės ne žemės ūkio paskirties teritorijos	1.4.1. Žalieji miestų plotai 1.4.2. Sporto ir poilsio vietos	
	<b>Miškai</b>	3.1. Miškai	1.3.1. Lapuočių miškas 1.3.2. Spygliuočių miškas 1.3.3. Mišrus miškas
<b>Pelkės</b>		4.1. Kontinentinės pelkės	4.1.1. Kontinentinės pelkės 4.1.2. Durpynai
		<b>Vandens telkiniai</b>	5.1. Vidaus vandenys
5.2. Jūrų vandenys	5.2.1. Pakrančių lagūnos 5.2.2. Estuarijos 5.2.3. Jūra ir vandenynas		
<b>Žemės ūkio ir kitos teritorijos</b>	2.1. Dirbama žemė		2.1.1. Nedrėkinamos dirbamos žemės
	2.2. Daugiametės kultūros		2.2.2. Vaismedžių ir uogų plantacijos
	2.3. Ganyklos	2.3.1. Ganyklos	
	2.4. Kompleksinės žemdirbystės teritorijos	2.4.1. Vienmečių kultūrų pasėliai kartu su daugiamečiais kultūromis	
		2.4.2. Kompleksiniai žemdirbystės plotai	
		2.4.3. Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos plotais	
	1.2. Krūmų ir (arba) žolinės augalijos bendrijos	1.2.1. Natūralios pievos 1.2.2. Dykvietės ir viržynai	
		3.2.4. Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	
1.3. Žemė su reta augaline danga arba be jos	1.3.1. Pliažai, kopos ir smėlynai 1.3.4. Gaisravietės		

Paskutiniame žemės dangos klasių įskaitmeninimo etape nustatytos ir ištaisytos klaidos, susijusios su sluoksnių topologija. Sukurta sluoksnių topologija pagal šias taisykles: sluoksnio arealai turėjo nesidubliuoti ir nesusikirsti, turėjo neturėti tarpų. Taip pat pašalinti arealai, išsiskiriantys iš bendros struktūros – itin siauri, labai maži, beveik nulinio ploto.

## 2.2. Žemės dangos kaitos pokyčių nustatymo ir vaizdavimo metodika

Pagrindinis metodas, kuriuo nustatyti žemės dangos pokyčiai, buvo žemėlapių informacinių sluoksnių perkirtimas (angl. *intersect*). Ši funkcija apskaičiuoja sluoksnio elementų geometrinę sankirtą. Ypatybės (arba jų dalis), kurios yra bendros visoms įvestims (t. y. jos susikirto), įrašytos į išvesties savybių klasę, kuri reiškė, kad teritorijos nepakito. O nesusikertantys sluoksnių plotai reiškia žemės dangos pokytį. Žemėlapio sluoksnių sankirta leido nustatyti laike įvykusius pokyčius ir pavaizduoti juos erdviškai – atvaizduojant juos tiesiai žemėlapyje ir kiekybiškai – apskaičiuojant bendrą žemės naudojimo pokyčio plotą. Taip pat tai leido nustatyti žemės dangos klasių pastovumą ar transformaciją iš vienos žemės dangos klasės į kitą. Būtent žemės dangos klasių virsmas iš vienos į kitą apibūdina žemės dangos kaitos trajektorijas.

Kraštovaizdžio kaitos trajektorijos nustatomos remiantis nustatytais kiekybiniais pokyčiais. Kadangi išskirtos 5 žemės dangos klasės, atitinkamai susidarė galimos 25 pokyčių trajektorijos, t. y. vienos žemės dangos kaitos kitimas į kitą arba žemės dangos pastovumas, kai žemės dangos klasės abiem vertinamais laiko momentais išliko tos pačios.

Žemės dangos kaitai nustatyti ir gautiems rezultatams vertifikuoti naudotos ir kitos duomenų bazės ir informacijos šaltiniai. Bendras tyrime naudotų informacinių sistemų ir duomenų sąrašas pateikiamas 2 lentelėje (2 lentelė).

**2 lentelė.** Tyrime naudotų duomenų bazių sąrašas.

**Table 2.** List of databases used in the study

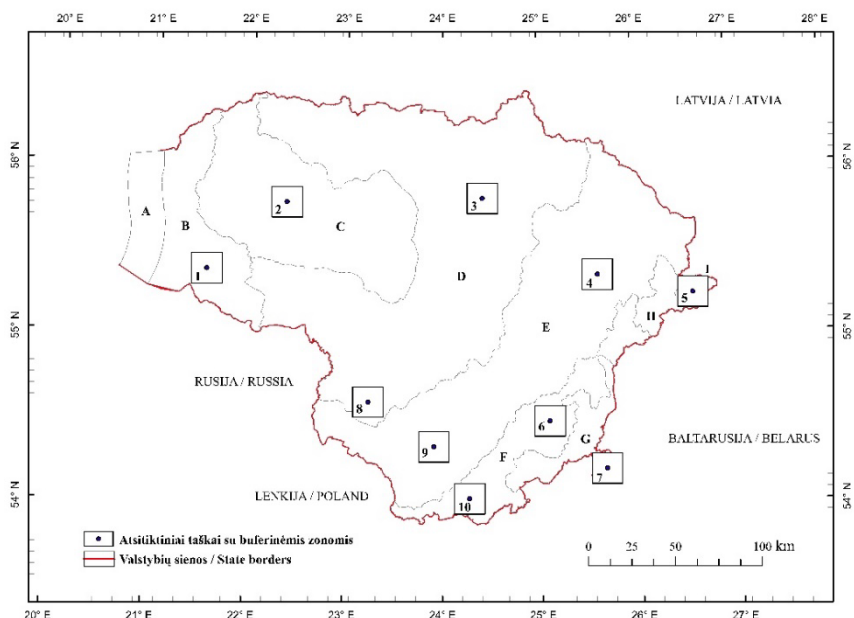
Eil. Nr.	Duomenų bazė	Apibūdinimas	Duomenų šaltinis
1	Lietuvos XIX a. žemės dangos situacijos žemėlapis M 1:126 000	Sluoksnyje saugoma informacija apie 5 žemėlapio žemės dangos klases. Duomenys .shp formatu. Pagrindiniai naudoti atributai: rūšis, plotas_ha	Sudaryta autorės
2	CORINE 2018 M 1:100 000	Sluoksnyje saugoma informacija apie 44 žemėlapio žemės dangos klases. Duomenys .shp formatu.	<a href="https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018">https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018</a>

Eil. Nr.	Duomenų bazė	Apibūdinimas	Duomenų šaltinis
		Pagrindiniai naudoti atributai: CODE_18, Area	
3	Lietuvos pelkių ir durpynų žemėlapis M 1:200 000	Sluoksnyje saugoma informacija apie Lietuvos pelkes ir durpynus. Duomenys .shp formatu. Pagrindiniai naudoti atributai: Pelkiu_tip, Plotas_HA.	Lietuvos geologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos
4	ESRI pasaulio žemės dangos žemėlapis	Sluoksnyje saugoma informacija apie 9 žemėlapio žemės dangos klases. Interaktyvi duomenų prieiga internetu	<a href="https://livingatlas.arcgis.com/landcover/">https://livingatlas.arcgis.com/landcover/</a>
5	Lietuvos nacionalinio atlaso žemėlapis „Geomorfologinis rajonavimas“ M 1:1 500 000	Lietuvos teritorijoje išskirta 15 stambių geomorfologinių vienetų – geomorfologinių sričių, sritys suskaidytos į 37 geomorfologinius rajonus, o kai kurie rajonai į smulkesnius vienetus – 33 geomorfologinius parajonius. Duomenys .shp formatu. Pagrindiniai naudoti atributai: Indeksas, Pavadinimas	Autoriai: R. Guobytė, P. Kavaliauskas Kartografas: R. Svilienė

Siekiant sutelkti dėmesį į individualiose teritorijose vykstančius žemės dangos procesus, ypač susiejant juos su kraštovaizdžio tipologine įvairove, o kartu gauti detalesnius duomenis apie kraštovaizdžio kaitą per pastaruosius 150 metų, įvertinti pokyčiai lokalinėse teritorijose. Lokalinių teritorijų tyrimui panaudotas tyrimo etalonuose (pavyzdiniuose arealuose) (angl. *sample areas*) metodas.

Šio tyrimo atveju atrinkti etalonai, skirti nustatyti žemės dangos pokyčius panaudojant juos žemės dangos pokyčių reprezentacijai kraštovaizdžio morfologiniuose ruožuose. Etalonuose (pavyzdiniuose arealuose) atliekami stebėjimai ir fiksuojama dominanti informacija. Etalonai pastovūs istoriniame ir šiuolaikiniame žemėlapyje ir yra skirti nustatyti žemės naudojimo ir žemės dangos pokyčius. Atsižvelgiant į tai, kad žemės dangos pokyčius numatyta analizuoti kraštovaizdžio morfologinių tipų kontekste, išskirti etalonai susieti su kraštovaizdžio morfologiniais ruožais, kurie išskirti nacionaliniame Lietuvos atlaso žemėlapyje „Geomorfologinis rajonavimas“, sudarytame R. Guobytės ir P. Kavaliausko (Lietuvos nacionalinis ..., 2015). Etalonų vietos parinktos pagal atsitiktinę padėtį erdvėje. Atsitiktiniai taškai nustatyti naudojant Arcmap funkciją „Random points“. Nustačius atsitiktinius taškus, aplink juos suformuotos 20 x 20 km dydžio stačiakampės buferinės zonos – etalonai.

Etalonų atrankai taikytas atsitiktinės etalonų atrankos būdas su sąlyga, kad etalonas turi būti suformuotas kiekviename ruože. Toks atsitiktinės atrankos su tam tikra sąlyga etalonų būdas rekomenduojamas taikyti žemės dangos tyrimuose, nes geriausiai atspindi geografinę įvairovę tiriamojoje teritorijoje (Mahendra, Danoedoro, 2024; Fitzpatric-Lins, 1981). Atsitiktine tvarka formuojant etalonus, etalonai suformuoti 7 iš 9 kraštovaizdžio morfologinių ruožų. Kadangi etalonų išskyrimui naudotas kriterinis atrankos būdas, o ne sisteminis, dėl to atrinkti etalonai tiriamojoje teritorijoje pasiskirsto netolygiai. (7 pav.).



**7 pav.** Etalonų padėtis kraštovaizdžio morfologiniuose ruožuose (A – Rytų Baltijos sekliosios jūros ruožas; B – Vakarų Pabaltijo žemumų ruožas; C – Kuršo–Žemaičių aukštumų ruožas; D – Vidurio Pabaltijo žemumų ruožas; E – Baltijos aukštumų ruožas; F – Pietų Pabaltijo žemumų ruožas; G – Šiaurės Baltarusijos aukštumų ruožas; H – Vidurio Baltarusijos aukštumų ruožas; I – Šiaurės Baltarusijos žemumų ruožas; 1–10 – etalonų numeriai). Kraštovaizdžio morfologinių ruožų ribų šaltinis – Lietuvos nacionalinis atlasas (2015).

**Fig. 7** The position of ethalons in the morphological sections of the landscape (A - East Baltic shallow sea section, B - West Baltic lowlands section, C - Curonian–Zemaitian highlands section, D - Middle Baltic lowlands section, E - Baltic highlands section, F - South Baltic lowlands section, G - Northern Belarusian highlands, H - Middle Belarusian highlands, I - Northern Belarusian lowlands, 1-10 – numeration of ethalons). Map of the borders of

the morphological sections of the landscape – Lithuanian national atlas (2015).

Pokyčių situacija visuose 10-yje etalonų pateikiama taikant vizualųjį palyginamąjį metodą (angl. *visual interpretation*) ir šiame tyrime naudojama kaip papildoma priemonė duomenims gauti.

Atliktame tyrime žemės dangos klasių pokyčiai nustatyti įvertinant:

1. elementų skaičių, dydį, užimamo ploto santykį;
2. struktūros nevienalytiškumo ir homogeniškumo laipsnį;
3. skirtumus tarp pradinio ir antrinio žemėlapių kraštovaizdžio struktūrų, taip nustatant pokyčių laipsnį.

Žemės dangos struktūriniai pokyčiai detaliau išanalizuoti kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose. Nustatytas santykinis žemės dangos klasės pokytis kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose. Pokyčiai įvertinti nustatant skirtumą tarp XXI a. užimamo santykinio žemės dangos ploto (proc.) ir XIX a. užimamo santykinio žemės dangos ploto (proc.).

Žemės dangos klasių struktūriniai pokyčiai nustatyti naudojant vektorinius duomenis pasitelktas ArcGIS plėtinys V-LATE 2.0. Įrankis leidžia atlikti kraštovaizdžio struktūrų analizę, vertinimą ir interpretavimą, naudojant vektorinius duomenis ir apskaičiuojant įvairias vertes, struktūrinių dalių formą, dydį, sklaidą, įvairovę, kaimynystės ryšius ir kitus kraštovaizdžio rodiklius (Oláhová ir kt., 2011).

Atliekant žemės dangos struktūrinę analizę, buvo apskaičiuoti parametrai, kuriais siekta nustatyti fragmentacijos laipsnį ir žemės dangos struktūrinius bruožus. Kraštovaizdžio fragmentacijos indeksai skirti struktūrų įvairovei įvertinti. Apskaičiuojami šie indeksai: indeksai, išreiškiantys arealų turtingumą (*Shannon's diversity index*), tolygumą – pasiskirstymą (*Shannon's evenness index*) ir dominavimą. Žemės dangos klasės analizės lygiu šie indeksai yra apskaičiuojami konkrečioms žemės dangos klasėms. Taip pat apskaičiuojamas arealų skaičius, vidutinis konkretios žemės dangos klasės arealo dydis, arealų pasiskirstymo indeksas (DIVISION) ir padalijimo indeksas (SPLIT). Šių indeksų apskaičiavimas yra svarbus vertinant kraštovaizdžio nevienalytiškumą ir kontrastą, taip pat pokyčių trajektorijas, kai atliekamas kraštovaizdžio, žemės dangos pokyčių vertinimas.

Kraštovaizdžio fragmentacija dažnai yra ekologinės krypties tyrimų objektas, tačiau šio tyrimo metu žemės dangos fragmentacija yra naudojama kaip kraštovaizdžio kaitos įvertinimo priemonė. Arealų skaičius, pasiskirstymo indeksas (DIVISION) ir padalijimo indeksas (SPLIT) nurodo kraštovaizdžio suskaidymo laipsnį skirtinguose vienetuose. Indeksų reikšmės buvo skaičiuojamos žemės dangos klasių lygiu.

Arealų pasiskirstymo indeksas (DIVISION) nurodo tikimybę, kad dvi atsitiktinai parinktos kraštovaizdžio vietos nėra toje pačioje vietoje. Šis rodiklis naudojamas kraštovaizdžio fragmentacijos tyrimuose ir ypač aktualus ekologinės krypties, buveinių tyrimuose. Kuo indekso reikšmė didesnė, tuo ir fragmentacija kraštovaizdyje yra didesnė.

Padalijimo indeksas (SPLIT) nurodo skaičių arealų, gaunamų padalijus kraštovaizdžio arealą į vienodo dydžio dalis. Kuo šis skaičius didesnis, tuo kraštovaizdžio arealai labiau suskaidyti, kuo skaičius mažesnis – tuo mažiau suskaidyti, o tai veda link kraštovaizdžio, šiuo tyrimo atveju – žemės dangos klasės vientisumo.

Kuo didesnė Shannono įvairovės indekso (SDI) reikšmė, tuo didesnė rūšių įvairovė konkrečioje bendrijoje (Statology, 2021).

Apskaičiuoti ir tokie ekologijoje naudojami indeksai kaip Shannono įvairovės indeksas (SDI), naudojamas bendrijos rūšinei įvairovei apskaičiuoti. Taip pat Shannono tolygumo indeksas (SE), kuris suteikia informacijos apie teritorijos struktūrinę sudėtį ir turtingumą. Tai apima skirtingų žemės dangos tipų, stebimų tiesioje linijoje, skaičių ir jų santykinį kiekį (Eurostat statistics ..., 2024).

Rūšių dominavimo indeksas (D) nurodo tam tikros rūšies gebėjimą dominuoti tam tikroje vietoje (Maisyaroh ir kt., 2021). Gautos indeksų vertės leido atlikti integruotą ir daugiau rodiklių apimančią žemės dangos struktūros ir jos kaitos analizę.

Bendriems pokyčiams nustatyti atlikta visos šalies teritorijos analizė. Minimalūs gautų duomenų iškraipymai galimi dėl skirtingo naudojamų žemėlapių mastelio ir istorinio bei CORINE duomenų bazės žemėlapių skirtingo detalumo. Laikoma, kad tokios klaidos rezultatus veikia nežymiai, todėl rezultatai pateikiami vadovaujantis apibendrintomis tendencijomis (Nemeth ir kt., 2021).

### 3. DARBO REZULTATAI

#### 3.1. Lietuvos XIX a. žemės dangos skaitmeninis žemėlapis

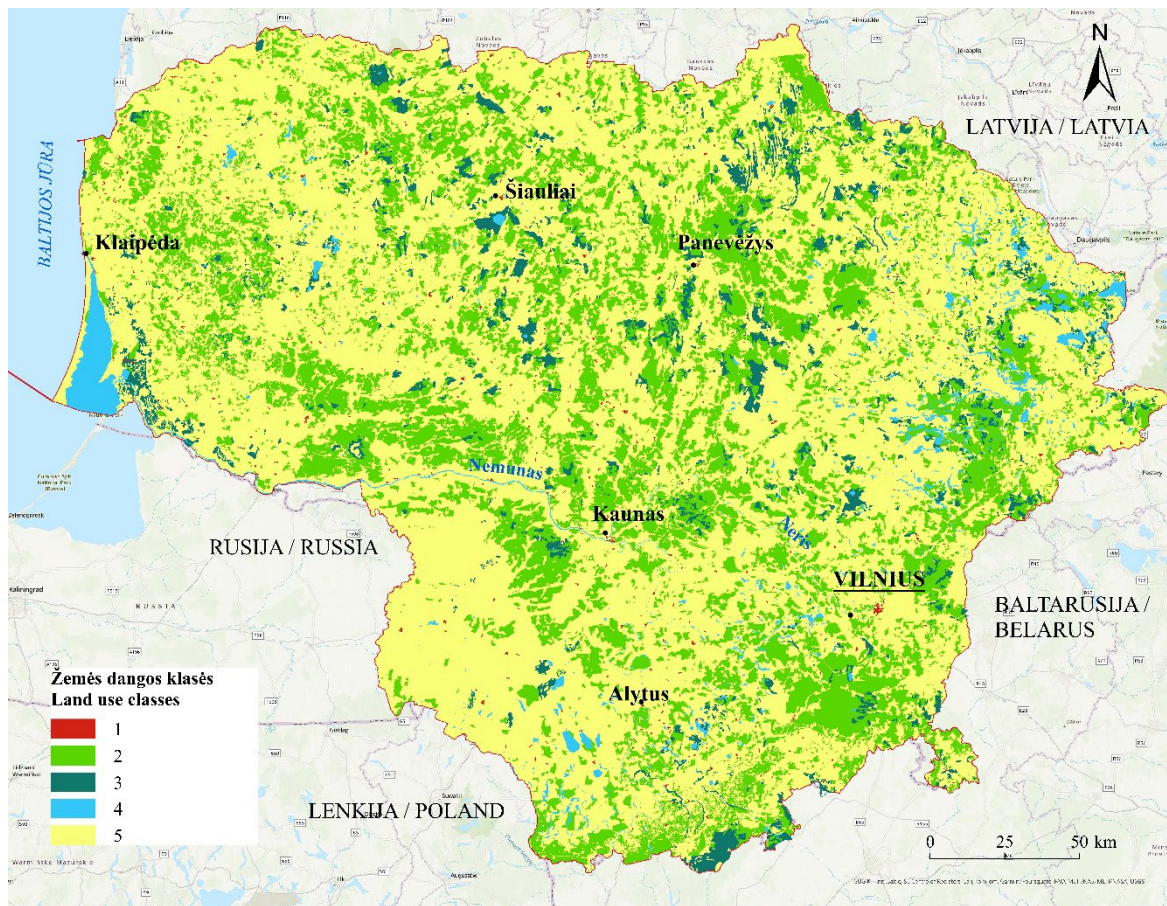
Tyrimo metu įskaitmeninant 1865–1874 m. laikotarpio europinės Rusijos dalies žemėlapi sukurtas XIX a. žemės dangos žemėlapis, kuriame vaizduojamos 5 žemės dangos klasės. Žemėlapis sudarytas Lietuvos koordinačių sistemoje LKS-94. Žemėlapi sudaro vienas žemės dangos sluoksnis, kurio atributinėse lentelėse nurodytos žemės dangos klasės, užimami plotai ir kita informacija (3 lentelė).

**3 lentelė.** Techniniai įskaitmeninto žemėlapio duomenys.

**Table 3.** Metadata of georeferenced map.

Eil. Nr.	Techniniai parametrai	Apibūdinimas		
1	Koordinačių sistema	Lietuvos koordinačių sistema LKS-94		
2	Rezoliucija	1500 dpi		
3	Spalvų modelis	RGB		
4	Sluoksnių tipas	Plotiniai, .shp formatu		
5	Sluoksnių informacija	Laukas	Tipas	Kaupiami duomenys
		Rūšis	Tekstas	Žemės dangos klasė: M – miškai P – pelkės U – užstatytos teritorijos V – vandens telkiniai ŽŪKT – žemės ūkio ir kitos teritorijos
		Plotas	Skaičius	Žemės dangos klasės arealo plotas, ha

Suskaitmenintas Rusijos imperijos Lietuvos teritorijos žemėlapis atskleidė žemės dangos situaciją XIX a. Vizualiai atpažįstami daugelis Lietuvos žemės dangos struktūros ypatybių ir jų pokyčių nuo kartografavimo laikotarpio (1865–1874 m.) iki 2018 m. – matoma užstatytų teritorijų raida, miškų teritorijų struktūriniai pokyčiai, nauji vandens telkiniai ir kt.



**8 pav.** XIX a. Lietuvos žemės dangos žemėlapis (1 – užstatytos teritorijos; 2 – miškai; 3 – pelkės; 4 – vandens telkiniai; 5 – žemės ūkio ir kitos teritorijos; 7 – valstybių sienos) (parengta pagal Piškinaitė, Veteikis, 2023).

**Fig. 8** 19th century land cover map of Lithuania (1 – built-up areas, 2 – forests, 3 – swamps, 4 – water bodies, 5 – agricultural and other areas, 7 – state borders) (prepared in accordance to Piškinaitė, Veteikis, 2023).



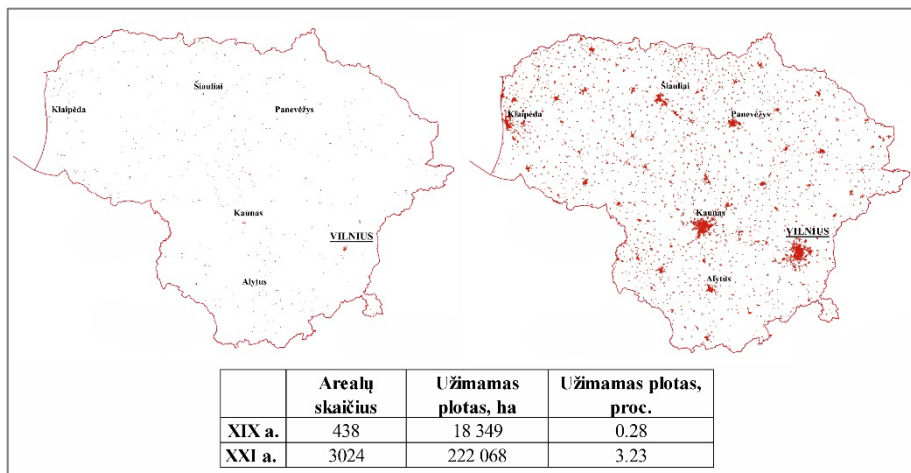
### 3.2. Žemės dangos kaitos trajektorijos

#### 3.2.1. Bendrieji žemės dangos klasių pokyčiai

Vertinant žemės dangos pokyčius bendrame kontekste, užstatytų teritorijų, miškų, vandens telkinių padaugėjo ir jie XXI a. užima didesnius plotus nei XIX a. O pelkių ir ŽŪKT – sumažėjo. Tiek XIX a., tiek XXI a. vyraujančios žemės dangos klasės išliko ŽŪKT ir miškai. Pelkės iš trečios vyraujančios pozicijos nukrito į paskutinę – penktąją, vandens telkiniai iš ketvirtos pakilo į trečią, o užstatytos teritorijos iš penktos pakilo į trečią.

Žemės dangos kaitos trajektorijos vertinamos fiksuojant būseną dviem laiko momentais. Vertinant kaitos trajektorijas esmine dedamąja tampa kaita, t. y. aktualios ir svarbios yra tos dalys, kurios pasikeitė, ir kaitos kryptis, t. y. iš ko ir į ką tas pokytis įvyko (12 pav., 4 lentelė). Toliau pateikiamas pagrindinių žemės dangos klasių kaitos XIX–XXI a. aprašymas.

**Urbanizuotos teritorijos.** Urbanizuotų teritorijų pokyčiai yra akivaizdūs tiek vertinant vizualiuoju, tiek matematiniu-statistiniu būdu. Vizualiai pastebimas gyvenviečių stambėjimas ir urbanizuotų teritorijų tinklo kaita. XIX a. šis tinklas tankesnis ir jį sudaro didesnis kiekis mažesnių gyvenviečių (9 pav.).



9 pav. Užstatytų teritorijų tinklo struktūriniai pokyčiai XIX–XXI a.

Fig. 9 Structural changes of built-up areas in the 19th-21st centuries.

Ankstesniuose skyriuose nurodytos kaimų, miestų raidos aplinkybės – pokyčiai žemės ūkyje, pramonės plėtra, pramoninių miestų šalia pagrindinių kelių, geležinkelio linijų, plėtra, demografiniai pokyčiai – lėmė, kad

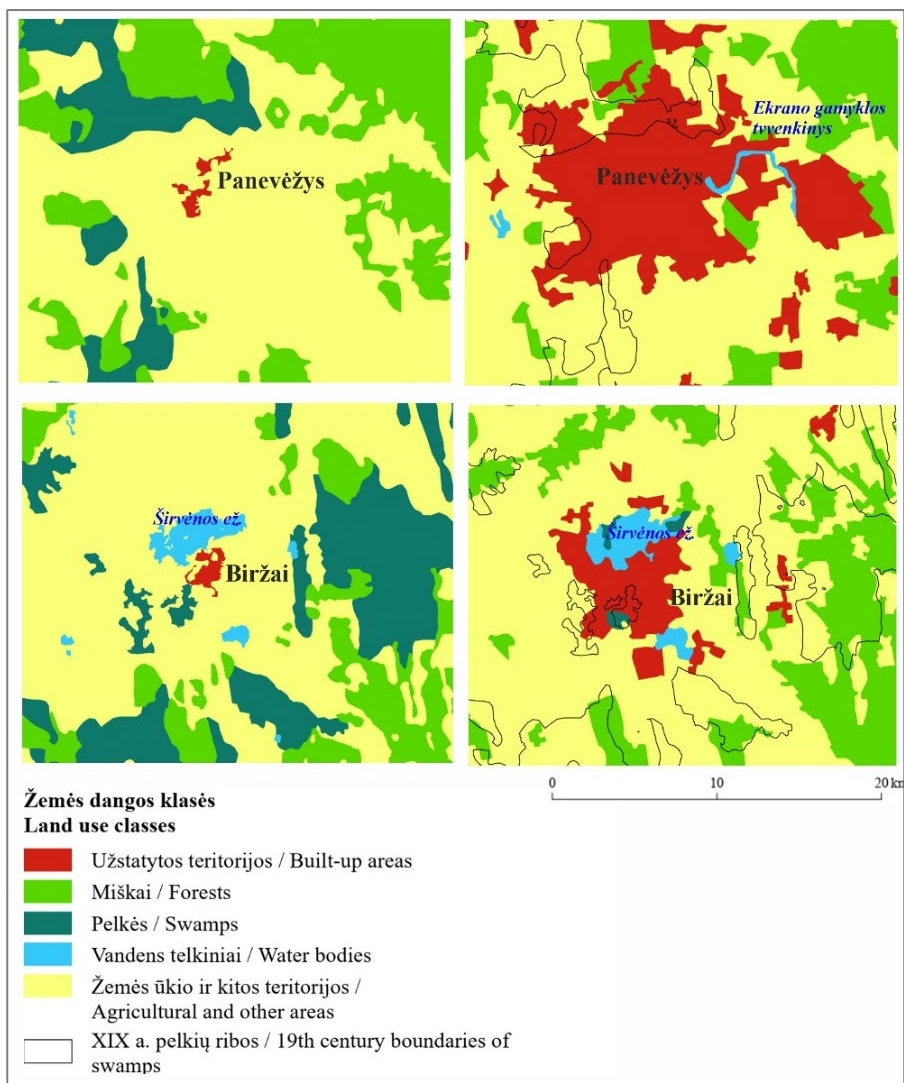
urbanizuotų teritorijų tinklas tapo retesnis, tačiau gyvenvietės, miestai tapo didesni. Bendrąją prasme užstatytų teritorijų kiekis padidėjo nuo 18 349 ha iki 222 068 ha (9 pav.). Didžiausias užstatytų teritorijų perėjimas ir užimamo ploto augimas pastebėtas iš ŽŪKT klasės (4,25 proc.) ir iš miškų į urbanizuotas teritorijas (1,32 proc.). Rusijos imperijos žemėlapyje urbanizuotos teritorijos, gyvenvietės, kaimai ir ypač pavienės sodybos atvaizduotos detalios. Užstatytų teritorijų kaitos analizė patvirtina ankstesnę informaciją apie urbanizuotų teritorijų stambėjimą.

**Miškai.** Miškai užima svarbią dedamąją kraštovaizdžio struktūroje, todėl jų kaitos vertinimas ypač reikšmingas. Lyginant XIX a. su XXI a., pokyčiai yra ryškūs – XIX a. miškai užėmė 26,5 proc. teritorijos, o XXI a. miškais apaugę 33,5 proc. teritorijos (12 pav.). 1937 m. miškai užėmė 16,7 proc. bendro šalies ploto (Lietuvos miškai ..., 1937). Nuo 1938 iki 2010 m. Lietuvos miškingumas padidėjo 12,4 proc. Tai lėmė miško želdinimas ir savaiminis miškų plėtimasis (Dagiliūtė, Kaktytė, 2013). Perėjimas prie rinkos ekonomikos nuo 1990-ųjų turėjo didelę įtaką bendram žemės naudojimo ekstensyvumui, t. y. žemės apleidimui (Dolejš, Šimova, 2021), o tai lėmė renatūralizacijos proceso spartą.

Pagrindinė kaitos trajektorija yra miškų perėjimas į ŽŪKT žemės dangos klasę (9 pav.). Darytina prielaida, kad dalis miškų buvo iškirsti ir vėliau šios teritorijos pritaikytos žemės ūkiui. Struktūriniai pokyčiai apima ir miškingų teritorijų susiskaidymą ir (arba) vientisumą. 150 metų laikotarpiu atsirado smulkesnių struktūrų miškingų plotų. Masyvūs miškų plotai, kurie paprastai užima teritorijas, esančias didesniuose aukščiuose ir labai ribotai naudojami žemės ūkyje, išliko (plotai Lietuvos vidurio žemumoje ir Aukštaičių aukštumoje). Šie rezultatai sutapo su rezultatais kitų tyrėjų tyrimų, kuriais nustatyta, kad miško dangos ploto padidėjimas pastaraisiais šimtmečiais Europoje buvo labiausiai paplitęs žemės dangos pokytis. Šie pokyčiai koreliuoja su žemės ūkio pokyčiais – miškų plotams mažėjant, didėja žemės ūkio teritorijų, ir atvirkščiai (Munteanu ir kt., 2014). Atsižvelgiant į tai, kad Lietuvoje vidutinis Lietuvos miškų amžius yra 54 metai (Valstybinė miškų ..., 2023), ir tai, kad tiriamas ilgas laikotarpis, apimantis 150 metų, daroma išvada, jog XIX a. ir XX a. žemėlapiuose pavaizduoti miškai, kurie laikomi nepakitusia žemės danga, iš tiesų nėra tas pats miškas. Žemės naudojimo pobūdis išliko tas pats, tačiau tai ne tas pats miškas, o galėjęs būti iškirstas ar išnykęs, atsodintas ar ataugęs ir vėl pavirtęs brandžiu miškas. Nors plotų prasme pokytis iš miškų į urbanizuotas teritorijas yra nedidelis ir sudaro 3,8 procentinius punktus, ši kaitos trajektorija svarbi vertinant miestų plėtrą. Pokytis iš miško į urbanizuotą teritoriją nustatytas didžiųjų miestų – Vilniaus,

Kauno, Panevėžio, Šiaulių – pakraščiuose. Taip pat Druskininkuose, Alytuje, Mažeikiuose, Pagėgiuose, Utenoje.

**Pelkės.** Pievų, miškų ir pelkių nusausinimas lėmė ryškų drėgnų teritorijų sumažėjimą. Ryškiausia kaita iš drėgnų miškų, pelkių į miškus (50,05 proc.), taip pat į kitas teritorijas, kurios daugiausia virto dirbamais laukais (40,41 proc.) (9 pav.). Miškai, tokiais virte iš pelkių, drėgnų miškų, užima didžiausius teritorinius vienetus. Masyvūs plotai (maždaug apie 140 ha) aptinkami daugiausia šiaurinėje, rytinėje ir pietvakarinėje Lietuvos dalyse. Dažnu atveju palei vandens telkinius – ežerus ir upes, upelius buvusios pelkės ir drėgni miškai virto sausais miškais. Nustatyta ir tokių teritorijų, kuriose pelkės virto urbanizuotomis teritorijomis. Tokį žemės dangos virsmą lėmė pelkių nusausinimas, pramonės ir apskritai urbanizacijos plėtra tiriamuoju laikotarpiu. Pavyzdžiui, dalyje Panevėžio miesto teritorijos XIX a. vyravo pelkės. Šiaurinėje miesto dalyje fiksuoti pokyčiai iš pelkės į urbanizuotas teritorijas. Apie tai, kad dalis Panevėžio seniau buvo pelkėtos vietovės, kalba ir istorikai (Jonušis, 2011). Panaši situacija ir Biržuose – miesto pietvakarinėje dalyje palei Agluonos upelį buvusios pelkės miestui išsiplėtus tapo urbanizuota teritorija (10 pav.).



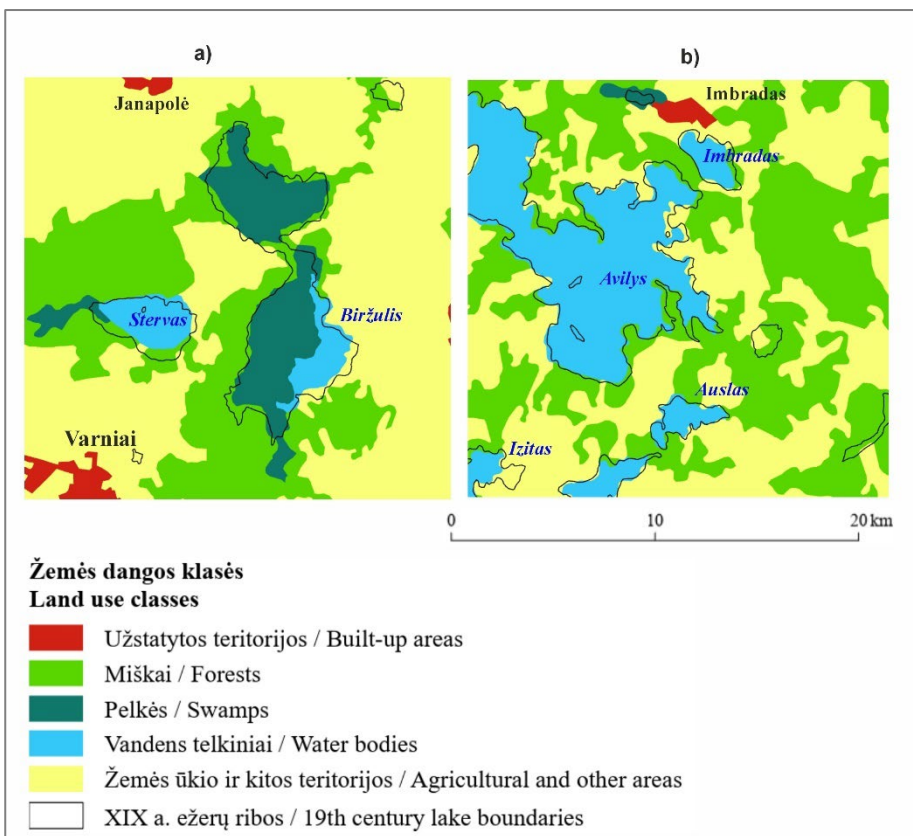
**10 pav.** Pelkių virtimas urbanizuotomis teritorijomis (Panevėžio ir Biržų miestų pavyzdžiai).

**Fig. 10** Changes from swamps to built-up areas (examples of Panevėžys and Biržai cities).

Atlikus žemėlapio įskaitmeninimą, pagal to meto kartografavimo tikslumą gauti duomenys, kuriais remiantis pelkės tuo metu užėmė 4,35 proc. šalies teritorijos. Atkreiptinas dėmesys, kad gautų rezultatų lyginimas su šiuolaikiniais duomenimis yra diskutuotina, nes gaunami duomenys labai skiriasi nuo Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos Lietuvos pelkių ir durpynų žemėlapiu, kuriame pelkės ir durpynai užima 7,84 proc. šalies teritorijos, duomenų, CORINE žemės dangos duomenų bazėje pelkės

užima vos 0,84 proc., ESRI duomenų bazėje nurodomos tik šlapynės ir jos 2018 m. užėmė 0,1 proc. Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, pelkės Lietuvoje užima 3,8 proc. (Aplinkos apsaugos ..., 2024), o 2018 m. Lietuvos Respublikos žemės fondo duomenimis – 1,4 proc. (Nacionalinė žemės ..., 2018). Kai kuriuose šaltiniuose pateikti duomenys apskritai yra diskutuoti, kelia abejonių, nes skiriasi skaičiai pačiame šaltinyje (Ivavičiūtė, 2022). Tokia didelė duomenų įvairovė dėl to, kad minėtuose šaltiniuose duomenys kaupti ir susisteminti vadovaujantis skirtingais duomenų rinkimo, sudarymo prioritetais ir skirtingais duomenų gavimo metodais. Dėl to XIX a. ir XXI a. pelkių pokyčių vertinimas yra santykinis, nubrėžiantis tik preliminarias orientacines kaitos trajektorijas.

**Vandens telkiniai.** Šios žemės dangos klasės per 150 m. padaugėjo ir tai daugiausia siejama su dirbtiniais vandens telkiniais, ypač su dideliais plotus užimančiais vandens telkiniais: užtvankomis, mariomis, žuvininkystei skirtais vandens telkiniais. Bendras vandens telkinių užimamas plotas padidėjo nuo 2,2 proc. iki 5,78 proc. (12 pav.). Toks ryškus žemės dangos klasės padidėjimas gali būti siejamas ne tik su dirbtinių vandens telkinių atsiradimu, bet ir su kartografavimo tikslumu, detalumu, kuris šiuolaikinėse duomenų bazėse ir kur kas didesnis. Daugiausia kaita vyko, t. y. vandens telkinių plotai padidėjo, ŽŪKT žemės dangos sąskaita. O buvusios vandens telkinių teritorijos daugiausia tapo miškais (15,65 proc.) ir žemės dangos klase ŽŪKT (15,43 proc.), taip pat pelkėmis (2,95 proc.) (11 pav.).

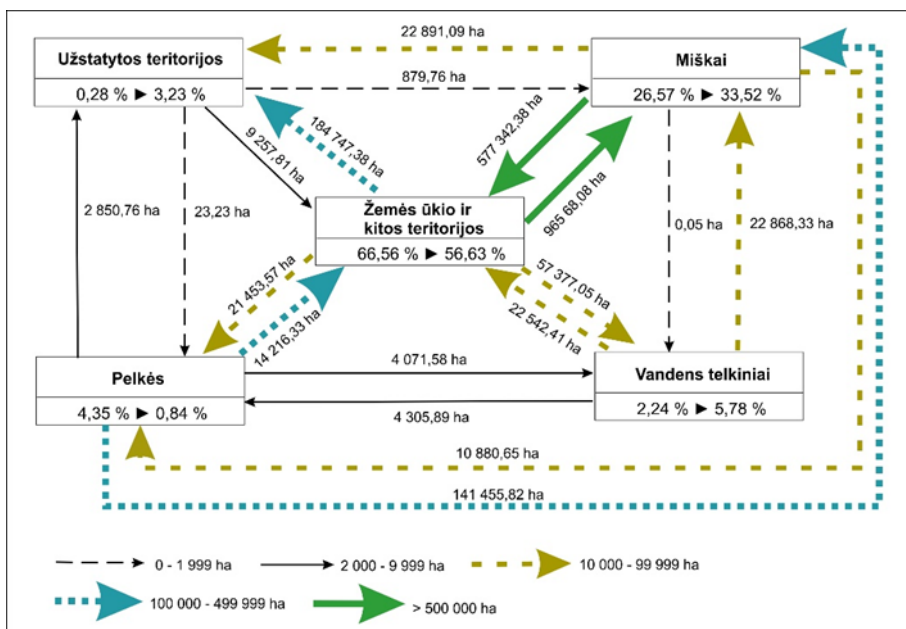


**11 pav.** Vandens telkinių virsmas į kitas žemės dangos klases: a) vandens telkinių virsmas į miškus ir pelkes; b) vandens telkinių virsmas į miškus, ŽŪKT.

**Fig. 11** Transformation of water bodies into other land cover classes: a) transformation of water bodies into forests and swamps, b) transformation of water bodies into forests, ŽŪKT.

Apskritai su mažesnius plotus užimančiais žemės dangos arealais yra paklaidų, susijusių su kartografavimo tikslumu. Mažiausi vandens telkinių plotai naudotame Rusijos imperijos žemėlapyje užfiksuoti vos nuo 1 ha. Tokių vandens telkinių nuo 1 ha iki mažiau nei 25 ha bendras plotas sudaro 10 921 ha ir neturi esminės įtakos bendram žemės dangos klasės vertinimui ir palyginamajai analizei su 2018 m. CORINE duomenimis. Net ir vertinant vandens telkinių plotus, kurie yra lygūs ar didesni nei 25 ha, rezultatas išlieka tas pats – vandens telkinių užimamo ploto padidėjimas daugiau nei dvigubai, lyginant XIX ir XXI a. duomenis. XIX a. buvo daugiau smulkių vandens telkinių, kurie ilgainiui išnyko, tačiau atsirado patvenktų plotų.

**Žemės ūkio ir kitos teritorijos.** Didžiausią pokytį patyrusi žemės dangos klasė. Fiksuojami ryškiausi klasės „Miškai“ ir klasės „Užstatytos teritorijos“ pasikeitimai (12 pav., 4 lentelė). Dėl Rusijos žemėlapių detalumo trūkumo sunku nusakyti vidinius šios žemės dangos klasės pokyčius. Visgi, įvertinus bendras to meto Europoje vyravusias tendencijas, tikėtina, kad pokyčiai vyko žemės ūkio naudmenose didėjant dirbamos žemės plotams ir mažėjant ganyklų plotams. Taip pat atsirado kitos paskirties žemės danga, kurios XIX a. nebuvo (daugiametės kultūros, kompleksinės žemdirbystės teritorijos, vaismedžių ir uogų plantacijos, gaisravietės, sąvartynai ir kt.). Nuo XIX a. pabaigos labai sumažėjo pusiau natūralių pievų įvairovė. Tai siejama su žemės ūkio industrializacija. Žemės ūkio intensyvinimas ir koncentracija produktyviausiuose regionuose ir mažiau – ne tokiuose produktyviuose, lėmė miškų plėtrą natūralių pievų teritorijose. Pievų plotai taip pat mažėjo dėl gyvenviečių ir urbanistinės infrastruktūros plėtros (Feurdean ir kt., 2017).



**12 pav.** Žemės dangos kaitos trajektorijos XIX–XX a. (vaizdavimo būdas pagal Di Fazio ir kt., 2011).

**Fig. 12** Land cover change trajectories in 19th – 21st centuries (representing style by Di Fazio et al., 2011).

Žemės paskirties pasikeitimas, įskaitant žemės pakeitimą iš vienos klasės į kitą ir žemės dangos keitimą tvarkant žemę, pakeitė didelę žemės paviršiaus dalį (Parveen ir kt., 2018). Apskritai, nustatyti bendrieji Lietuvos žemės

dangos pokyčiai nesiskiria nuo bendrųjų ilgo laikotarpio kaitos tendencijų Europoje. Europoje pokyčių tempai yra gana stabilūs, o didžiausi pokyčiai susiję su konversija iš dirbamos žemės į pievas, miškų plėtra dirbamų žemių plotuose ir pievose (t. y. savaiminis miško atžėlimas ir apželdinimas mišku šiose teritorijose) (Bürgi ir kt., 2017). Politinė sistema pasikeitė kelis kartus per 150 metų, kaskart atnešdama vis naują žemės naudojimo politiką (Palang ir kt., 1998). Tyrimų rezultatai rodo, kad socialiniai ir ekonominiai žemės naudojimo sutrikdymai nebūtinai suintensyvina žemės dangos kaitą arba iš esmės paveikia jos trajektorijas, be to, jie gali leisti kraštovaizdžiui „atsigauti“ ir šitaip padidina jo išsaugojimo galimybes (Hostert ir kt., 2011).

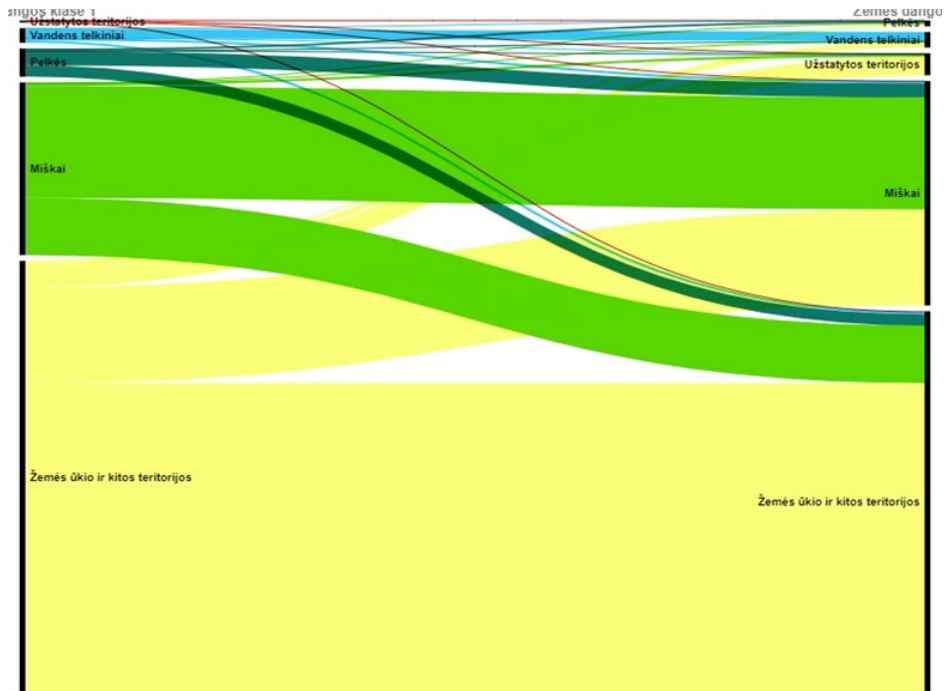


**4 lentelė.** Žemės dangos kaitos matrica. Skaitymas eilutėse iš kairės į dešinę – žemės dangos klasės stabilumas (pilki langeliai) arba pokytis į kitą žemės dangos klasę.

**Table 4.** Land cover change matrix. Reading in rows from left to right – stability of land use (in grey box) or changes to other land use class.

1865–1874 m. žemės dangos klasės	2018 m. žemės dangos klasės									
	Užstatytos teritorijos		Miškai		Pelkės		Vandens telkiniai		Žemės ūkio ir kitos teritorijos	
	Plotas, ha	Pokytis nuo visos klasės, %	Plotas, ha	Pokytis nuo visos klasės, %	Plotas, ha	Pokytis nuo visos klasės, %	Plotas, ha	Pokytis nuo visos klasės, %	Plotas, ha	Pokytis nuo visos klasės, %
Užstatytos teritorijos	8 184,91	44,61	879,76	4,80	23,23	0,13	0,00	0,00	9 257,81	50,46
Miškai	22 891,09	1,32	1 123 960,47	64,78	10 880,65	0,63	0,05	0,00	577 342,38	33,27
Pelkės	2 850,76	1,01	141 455,82	50,05	20 025,90	7,09	4,071,58	1,44	114 216,33	40,41
Vandens telkiniai	2 109,81	1,44	22 868,33	15,65	4 305,89	2,95	94,294,66	64,53	22 542,41	15,43
Žemės ūkio ir kitos teritorijos	184 747,38	4,25	965 568,08	22,21	21 453,57	0,49	57,377,05	1,32	3,117 397,07	71,72

Žemės dangos klasės transformacijas patyrė nevienodu intensyvumu ir sudėtingumu. Žemės dangos klasių transformacijas ir kaitos sudėtingumą perteikia Sankey tipo diagrama (13 pav.).



**13 pav.** Žemės dangos klasių kaitos transformacija.

**Fig. 13** Change transformations of land cover classes.

Diagramoje ypač išryškėja santykis tarp dideles teritorijas užimančių žemės dangos klasių (ŽŪKT, miškai) ir mažesnius plotus užimančių žemės dangos klasių (užstatytos teritorijos, pelkės, vandens telkiniai). Nustatytas ypač ryškus miškų virsmas į ŽŪKT, taip pat pelkių virsmas į ŽŪKT ir miškus. Dideli plotai (3 117 397,07 ha) ŽŪKT nepakito ir šių teritorijų žemės dangos klasė išliko tokia pati.

Atkreiptinas dėmesys, kad kai kurioms kaitos trajektorijoms susiformuoti yra ypač maža tikimybė, pavyzdžiui, vandens telkinio virtimas užstatyta teritorija ar užstatytos teritorijos virtimas mišku ir pan. Todėl išsiskiria vyraujančios kaitos trajektorijos ir trajektorijos, kurių susidarymotikimybė yra maža (4 lentelė). Tokius rezultatus gavo ir Boori su Voženilek (Boori, Voženilek, 2014).

### 3.2.2. Žemės dangos struktūriniai pokyčiai

Arealų paskirstymo indeksas (DIVISION) padidėjo užstatytose teritorijose, miškuose ir pelkėse. Tai rodo kraštovaizdžio fragmentacijos didėjimą šiose žemės dangos klasėse. Vandens telkinių žemės dangos klasėje indeksas sumažėjo (5 lentelė).

O štai padalijimo indeksas (SPLIT), rodantis kraštovaizdžio arealų suskaidymą, žemės dangos klasėse pakito skirtingai. Labiau suskaidyti tapo užstatytų teritorijų ir miškų arealai, o mažiau suskaidyti, vientisesni liko pelkių ir vandens telkinių arealai. Juose indeksas, lyginant XIX ir XXI a. duomenis, sumažėjo (5 lentelė).

**5 lentelė.** Žemės dangos klasių struktūriniai pokyčiai pagal arealų fizines savybes.

**Table 5.** Structural changes of land cover classes in accordance to the physical properties of the ranges.

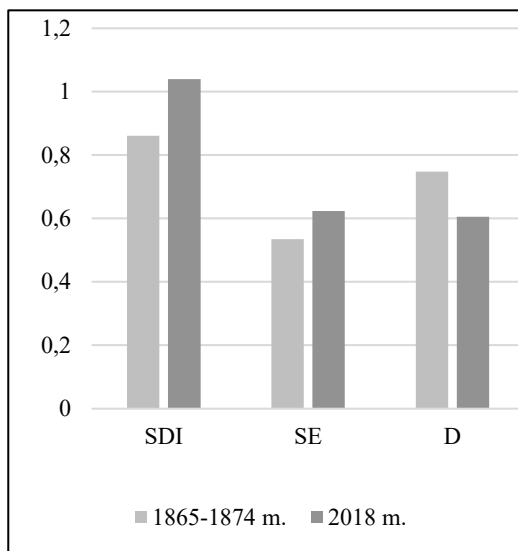
	Arealų skaičius		Vidutinis arealo plotas, ha		DIVISION		SPLIT	
	1865–1874 m.	2018 m.	1865–1874 m.	2018 m.	1865–1874 m.	2018 m.	1865–1874 m.	2018 m.
Užstatytos teritorijos	438	3024	41,89	73,43	99,57	99,90	231,74	980,50
Mišakai	5869	17921	295,64	128,76	99,51	99,88	204,41	847,46
Pelkės	1279	532	222,44	109,07	99,54	99,10	218,78	110,57
Vandens telkiniai	2055	922	71,11	432,41	89,66	67,51	9,67	3,08
Žemės ūkio ir kitos teritorijos*	–	–	–	–	–	–	–	–

\* nevertinama.

Žemės dangos klasės plotų padidėjimas ar sumažėjimas beveik visais atvejais buvo tiesiogiai proporcingas klasės fragmentacijai – padidėjus žemės klasės plotams, fragmentacija taip pat padidėjo, ir atvirkščiai. Išimtinis atvejis nustatytas vandens telkinių žemės dangos klasėje, kai padidėjus kraštovaizdyje užimamiems plotams fragmentacija tapo mažesnė. Tokie rezultatai susiję su tuo, kad 150 metų laikotarpiu atsirado dirbtinių vandens telkinių, kurie užima didelius plotus taip mažindami bendrą fragmentacijos indeksą. XIX a. žemės dangos žemėlapyje fragmentacija didesnė, nes daugiau

vandens telkinių plotų, tačiau apskritai užimančių nedidelius plotus. Tai patvirtina ir vidutinių arealų plotų duomenys, iš kurių matyti, kad vidutinis vandens telkinių žemės klasės arealo dydis padidėjo nuo 71,11 ha iki net 432,41 ha. Augant miesteliams, miestams, ilgainiui besiformuojančios priemiesčio zonos ir funkcinės miestų zonos lėmė užstatytų teritorijų arealų vidutinio dydžio didėjimą nuo 41,89 ha iki 73,43 ha. O anksčiau miškų arealų vidutinis plotas sumažėjo nuo 295,64 ha iki 128,76 ha. Dar didesnis vidutinio ploto mažėjimas nustatytas ryškias transformacijas patyrusioje pelkių žemės dangos klasėje, kur vidutinis pelkių arealų dydis sumažėjo nuo 222,44 ha iki 109,07 ha (5 lentelė).

Nustatyta, kad XIX a. žemės dangos SDI reikšmė buvo 0,861, o 2018 m. – 1,04. Žemės dangos struktūros pakito taip, kad rūšinė įvairovė Lietuvoje padidėjo. Atitinkamai Shannono tolygumo indeksas (SE) pakito nuo 0,535 iki 0,624. SE reikšmė yra nuo 0 iki 1. Reikšmės priartėjimas prie 1 rodo, kiek tolygi yra rūšių gausa (Maisyaroh ir kt., 2021). Tad sąlygos tolygiai pasiskirstyti rūšinei įvairovei taip pat pagerėjo. Rūšių dominavimo indeksas (D) iki 0,50 rodo, jog nėra dominuojančių rūšių, dominavimo indeksas 0,50–0,75 rodo vidutinį dominavimą, o 0,75–1 rodo didelį tam tikros rūšies dominavimą (Odum, 1971). Šis indeksas nuo 0,748 sumažėjo iki 0,605, tai rodo, kad rūšių dominavimas žemės dangos klasių arealuose sumažėjo (14 pav.).



**14 pav.** Shannono įvairovės indekso (SDI), Shannono tolygumo indekso (SE), rūšių dominavimo indekso (D) reikšmių pokyčiai 1865–1874 ir 2018 m.

**Fig. 14** Changes in the values of Shannon's diversity index (SDI), Shannon's evenness index (SE) and species dominance index (D) during 1865-1874 – 2018.

### 3.2.3. Žemės dangos pokyčiai kraštovaizdžio morfologiniuose tipuose

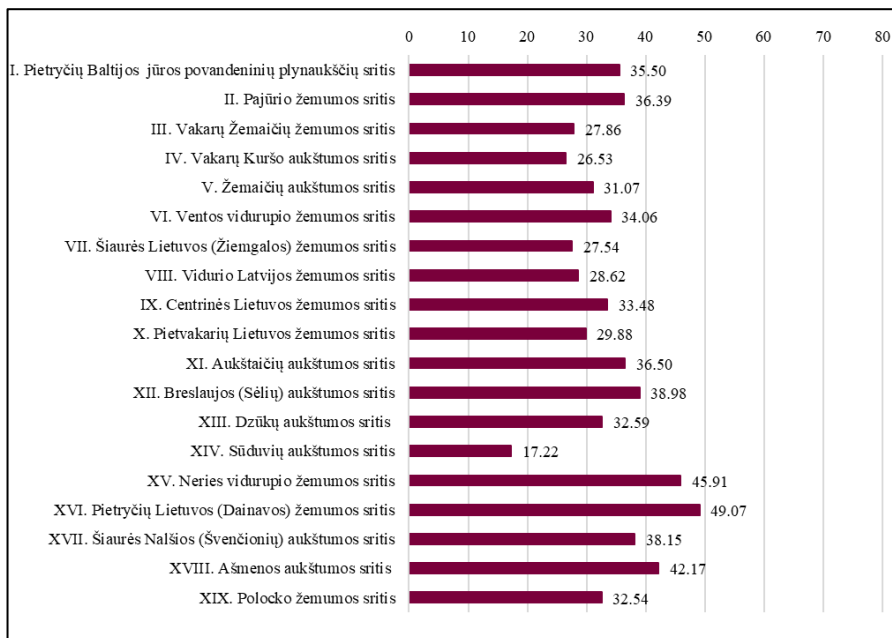
Tyrimo metu nustatyta, kad žemės dangos transformacijos vyko visuose be išimties morfologiniuose kraštovaizdžio ruožuose. Šie pokyčiai apima skirtingo dydžio teritorijas ir pokyčio mastas varijuoja nuo 30,36 proc. (Vakarų Pabaltijo žemumų ruože) iki 48,15 proc. (Pietų Pabaltijo žemumų ruože). Užstatytų teritorijų plotai visuose ruožuose didėjo. Miškų plotai sumažėjo tik Vidurio Pabaltijo žemumų ruože, o likusiuose ruožuose miškų plotai XXI a. yra didesni nei XIX a. Melioracijos pasekmės matyti ir tyrimo rezultatuose – visuose be išimties ruožuose pelkių plotai yra sumažėję. Vandens telkinių užimamo ploto ruožuose ryškios tendencijos nepastebimos ir skirtinguose ruožuose situacija yra skirtinga. O žemės ūkio ir kitų teritorijų plotai visuose ruožuose sumažėjo, išskyrus Vidurio Pabaltijo žemumų ruožą (6 lentelė).

**6 lentelė.** Pokyčiai Lietuvos morfologiniuose kraštovaizdžio ruožuose (žalia – padidėjimas, raudona – sumažėjimas).

**Table 6.** Changes in the morphological landscape sections of Lithuania (green - increase, red - decrease)

	B. Vakarų Pabaltijo žemumų ruožas		C. Kuršo–Žemaičių aukštumų ruožas		D. Vidurio Pabaltijo žemumų ruožas		E. Baltijos aukštumų ruožas		F. Pietų Pabaltijo žemumų ruožas		G. Šiaurės Baltarusijos aukštumų ruožas		H. Vidurio Baltarusijos aukštumų ruožas		I. Šiaurės Baltarusijos žemumų ruožas	
	Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.		Dalis nuo ruožo ploto, proc.	
	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.	1865-1874 m.	2018 m.
Užstatytos teritorijos	0,52	4,96	0,24	2,99	0,27	3,71	0,21	2,65	0,36	4,25	0,48	2,66	0,27	2,63	0,54	1,66
Miškai	15,69	25,02	22,03	31,02	32,02	30,72	19,56	33,93	46,24	71,62	18,48	36,47	28,44	43,01	24,46	30,94
Pelkės	4,63	1,54	3,79	0,92	4,91	0,49	3,25	1,02	6,96	1,82	1,44	0,56	3,54	0,07	6,09	1,77
Vandens telkiniai	9,80	9,44	0,78	1,07	0,36	0,94	4,29	4,54	1,09	1,49	1,24	0,59	0,01	0,38	1,77	4,00
Žemės ūkio ir kitos teritorijos	69,36	59,04	73,16	64,00	62,43	64,13	72,68	57,86	45,34	20,83	78,36	59,72	67,74	53,91	67,15	61,63

Vertinant pokyčius kraštovaizdžio srityse nustatyta, kad mažiausias pakitusių teritorijų procentas yra 17,22 (Jotvingių (Sūduvos) aukštumos sritis), didžiausias – 49,07 (Pietryčių Lietuvos (Dainavos) žemumos sritis). Vidutinis pokytis srityse yra apie 33 proc., o tai rodo, kad vidutiniškai maždaug trečdalis sričių teritorijos, lyginant XIX a. ir XXI a. duomenis, skiriasi, t. y. žemės dangos klasės srityse pakito (14 pav.).

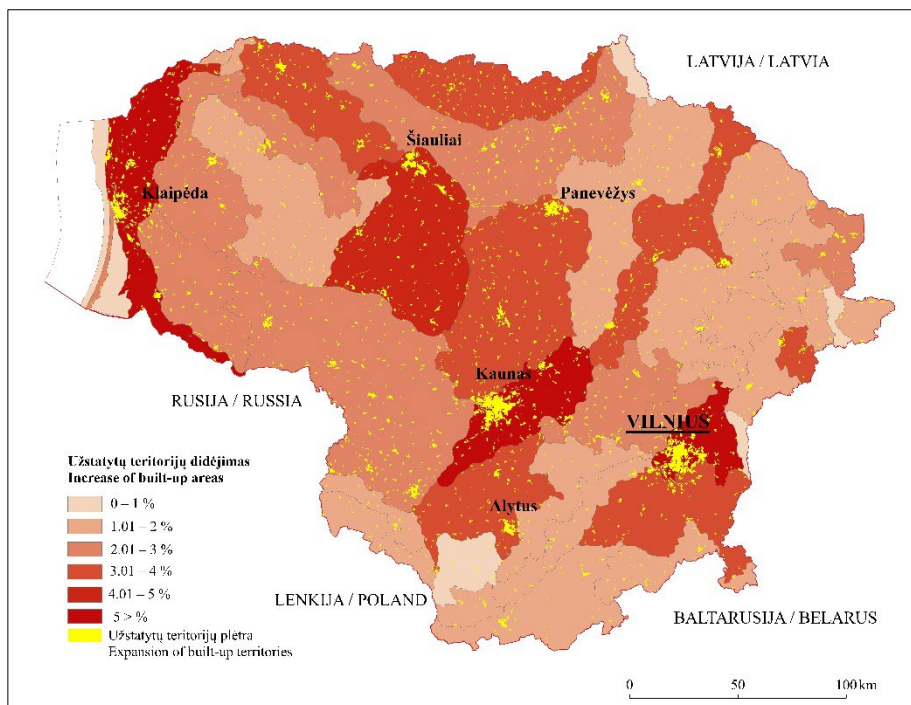


**14 pav.** Perėjimą iš vienos žemės dangos klasės į kitą patyrusios teritorijos kraštovaizdžio srityse (procentinė dalis nuo viso srities ploto).

**Fig. 14** Change from one land cover class to another in morphological landscape areas (percentage of the total area of the area).

Kadangi Lietuvos kraštovaizdžio morfologinė struktūra yra išskirta pagal hierarchinius teritorinius vienetus, žemės dangos struktūra nustatyta ir pokyčiai apskaičiuoti ir kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose. Smulkėjant teritoriniams vienetais žemės dangos stabilumo situacija keičiasi. Ruožų atveju stabiliausiu ruožu laikytinas Vakarų Pabaltijo žemumų ruožas, kuriame pakito 30,36 proc. teritorijos, o sričių atveju stabiliausia sritimi laikytina Jotvingių (Sūduvos) aukštumos sritis, kurioje pakito 17,22 srities teritorijos. Rajonuose stabiliausia situacija nustatyta lagūninių Kuršių marių rajone, kur pakito tik 2,75 proc. kraštovaizdžio morfologinio rajono teritorijos, tačiau šie pokyčiai siejami su skirtingų duomenų bazių kartografinėmis paklaidomis, bet ne su fiziniiais pokyčiais. Tai sietina su

specifine rajono žemės dangos struktūra, kur didžioji dalis užima Kuršių marios. Kitų, nedidelių pokyčius patyrusių, sausumos rajonų procentinė pakitusios teritorijos dalis jau didesnė – 11,66 proc. (Vakarų Jotvingių agrarinė plynaukštė), 15,23 proc. (Vakarų Kuršo vakarinė mažai miškinga urbanizuota agrarinė lyguma). Didžiausius pokyčius patyręs rajonas yra urbanizuota miškinga Baltijos pakrantės lyguma. Joje transformaciją patyrė 67,44 proc. teritorijos, tačiau ir dar keturiuose rajonuose (Vilnijos Dzūkų mažai miškinga urbanizuota pakiluma (plynaukštė), Neries vidurupio miškingi urbanizuoti paslėniai, Nemuno vidurupio – Merkio žemupio miškingi paslėniai, Buivydžių miškingas agrarinis kalvynas) pakito daugiau nei pusė t. y. daugiau nei 50 proc., teritorijos ploto (15 pav.).



**15 pav.** Kaitą iš vienos žemės dangos klasės į kitą patyrusios teritorijos kraštovaizdžio rajonuose (procentinė dalis nuo viso rajono ploto).

**Fig. 15** Change from one land cover class to another in morphological landscape districts (percentage of the total area of the area).

Urbanizuotų teritorijų augimas nustatytas visuose be išimties kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose. Neigiamų reikšmių t. y. sumažėjimo nebuvo (16 pav.).



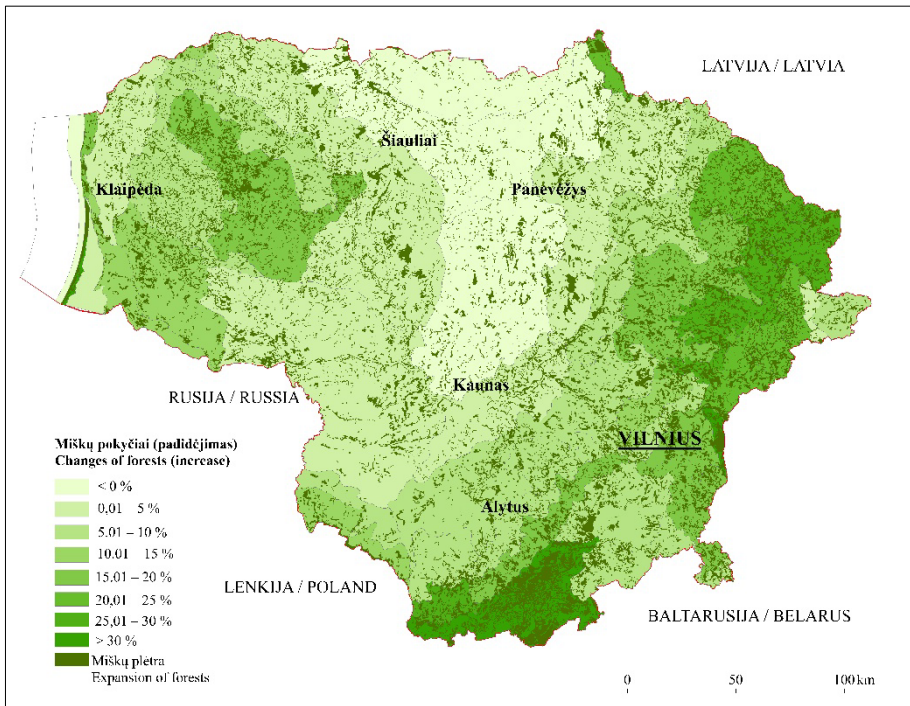


**16 pav.** Lietuvos užstatytų teritorijų plotų pokyčių procentas 1846–1872 ir 2018 m. pagal kraštovaizdžio morfologijos rajonus (skirtumas tarp užimamo santykinio ploto XXI a. ir užimamo santykinio ploto XIX a.). Teigiami procentai – žemės dangos padidėjimas, neigiami – sumažėjimas.

**Fig. 16** Percentage of changes in areas of built-up territories in Lithuania in the years 1846-1872 – 2018 by landscape morphology districts (the difference between the relative area in the 21st and 19th centuries). Positive percentages shows an increase in land cover class, negative – decrease.

Užstatytų teritorijų plotai ypač didėjo rajonuose, kurie apima šalies didmiesčius – Vilnių, Kauną, Klaipėdą, taip pat Panevėžį, Šiaulius, Alytų. Tad iš esmės užstatytų teritorijų plotų padidėjimas yra susijęs su miestų plėtra, pasikeitusia miestų ir miestelių struktūra, lyginant XIX a. ir XXI a. Mažesnis padidėjimas matomas rajonuose, kurie apima aukštumų ir kalvynų sritis, juose užstatytų teritorijų plėtra nebuvo tokia intensyvi. O štai Užnemunės Dzūkų ežeruo tas mažai miškingas agrarinis kalvynas yra iš tų rajonų, kuriuose skirtumas vienas iš mažesnių, nes šioje teritorijoje neatsirado didesnių miestų, gyvenvietės yra nedidelės, daugiausia tai nedideli miesteliai ir kaimai, dėl to XXI a. užstatytų teritorijų struktūra yra ganėtinai panaši į buvusią XIX a. Keli rajonai išsiskiria intensyvesniu užstatytų teritorijų padidėjimu, pavyzdžiui, Švenčionių pietvakarinė miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė), nes rajonas nedidelio ploto, o jame savo teritoriją išplėtė Švenčionių miestas. Vakarų Aukštaičių miškingoje agrarinėje pakilumoje (plynaukštėje) padidėjo Ukmergės, Anykščių, Utenos užimamas plotas, tai iš esmės ir lemia didelius skirtumus tarp užstatytų teritorijų plotų XIX a. ir XXI a.

Nors vertinant miškų plotus nustatyta, kad apskritai miškai XXI a. užima didesnius plotus nei XIX a., tačiau vertinant pokyčius kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose matyti, jog keturiuose rajonuose (Nevėžio miškinga agrarinė mažai urbanizuota lyguma, Lielupės agrarinė lyguma, Mūšos mažai miškinga agrarinė mažai urbanizuota lyguma, Kuršių–Vakarų Žemaičių Baltijos jūros kranto zona) miškų plotai XXI a. yra mažesni nei XIX a. Apskritai, atlikus skaičiavimus ir gautus rezultatus vaizduojant kartografiškai, aiškiai matyti tam tikri arealai, susidarantys dėl didesnio ar mažesnio miškų padidėjimo kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose (17 pav.).



**17 pav.** Lietuvos miškų plotų pokyčių procentas 1846–1872 ir 2018 m. pagal kraštovaizdžio morfologijos rajonus (skirtumas tarp užimamo santykinio ploto XXI a. ir užimamo santykinio ploto XIX a.). Teigiami procentai – žemės dangos padidėjimas, neigiami – sumažėjimas.

**Fig. 17** Percentage of changes in areas of forest territories in Lithuania in the years 1846-1872 – 2018 by landscape morphology districts (the difference between the relative area in the 21st and 19th centuries). Positive percentages shows an increase in land cover class, negative – decrease.

Miškų mažėjimas tam tikruose rajonuose paaiškinamas tuo, kad Vidurio Lietuvos lyguma, ypač po XX a. 7–8 deš. vykdytos intensyvios melioracijos ir dėl palankių ūkininkauti sąlygų yra intensyviai naudojama žemės ūkiui, todėl miškų šiose teritorijose, kitaip nei visoje Lietuvoje, ne tik nepadaugėjo, bet ir sumažėjo. Daugiausia miškai pereina į ŽŪKT žemės dangos klasę. Miškų ypač – 20–30 proc. – padaugėjo tuose rajonuose, kurie jau XIX a. buvo miškingi ir miškai juose dar labiau įsivyravo – Užnemunės Dzūkų miškinguose agrariniuose ežerynuose, Nemuno vidurupio–Merkio žemupio miškinguose paslėniuose, Buivydžių miškingame agrariniame kalvyne, urbanizuotoje miškingoje Baltijos pakrantės lygumoje. Tačiau ūkininkauti nepalankiose aukštumų ir kalvynų teritorijose taip pat fiksuojamas gana ryškus (15–20 proc.) miškų plotų padidėjimas. Apskritai galima išskirti miškų

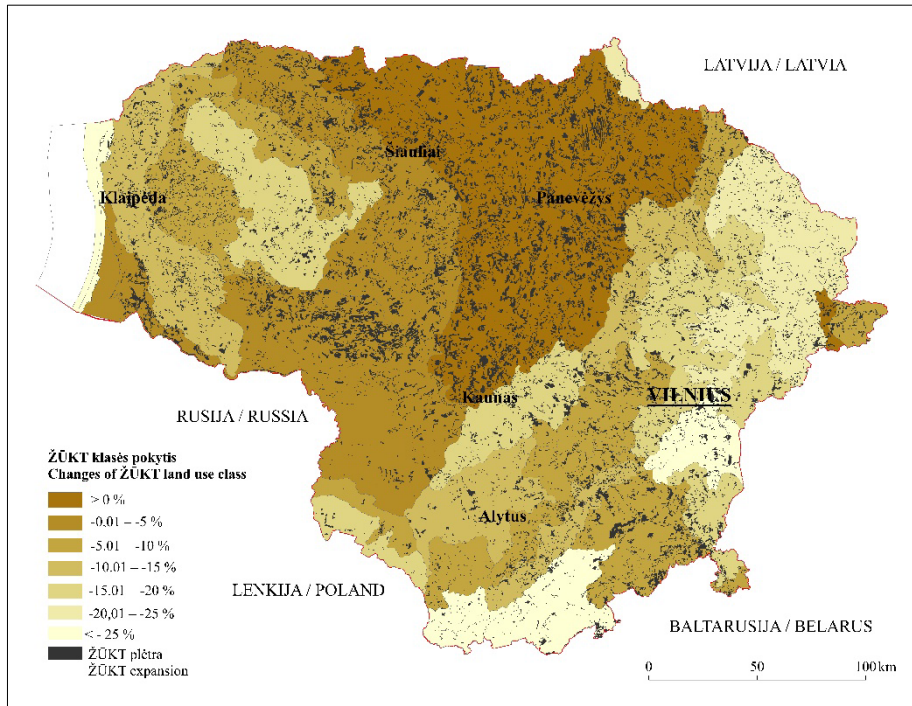
sumažėjimo ar tik nedidelio padidėjimo ruožą vidurio Lietuvoje (Vidurio Lietuvos žemumos sritis) ir ryškų miškų plotų padidėjimą rytų, pietryčių Lietuvoje (Baltijos aukštumų sritis) ir vakarų Lietuvoje (Žemaičių aukštumos sritis).

Vyrauja bendra pelkių plotų sumažėjimo visuose rajonuose tendencija. Tai rodo, kad faktiškai Lietuvoje nėra vietų, kurios nebūtų paveiktos melioracijos darbų. Didžiausias pelkių plotų sumažėjimas, lyginant XIX a. ir XXI a. duomenis, nustatytas vidurio Lietuvoje. Tai vėlgi siejasi su intensyviai žemės ūkiui naudojamomis teritorijomis. Tačiau yra ir kitokio pobūdžio rajonų, kuriuose taip pat nustatytas ryškus pelkių sumažėjimas. Pavyzdžiui, nors Rytų Aukštaičių miškinguose ežerynuose ūkininkauti sąlygos ir nėra tinkamos, čia pelkių plotų sumažėjo net 6,28 proc. Nustatyta, kad jų vietoje daugiausia auga miškai. Iš 10 pav. matyti, kad miškų padaugėjimas šioje teritorijoje ypač ryškus. Analogiška situacija susiklostė ir su Kapčiamiesčio ir Dainavos giriomis.

Nors natūralių ežerų eutrofikacija ir lemia vandens lygio mažėjimą ir kranto ribų pokyčius, tyrimo metu nenustatyta, kad šis ežerų senėjimas būtų toks akivaizdus, kad atsispindėtų rezultatuose. Juolab tai, kad bendras vandens telkinių plotas gerokai padidėjo (nuo 2,24 proc. iki 5,79 proc.), ir tai leidžia manyti, jog natūralus ežerų senėjimas nėra toks ryškus, kad kompensuotų vandens telkinių, kurie dirbtinai sukurti per pastaruosius 150 metų, ploto padidėjimą. Lietuvos Respublikos upių, ežerų ir tvenkinių kadastro duomenimis, Lietuvoje yra suformuoti 1 034 tvenkiniai, kurie užima 23 619,39 ha plotą (Lietuvos Respublikos..., 2024). Dirbtiniai vandens telkiniai, patvenkus upes, ežerus, reikšmingai prisidėjo prie žemės dangos klasės kaitos. Daugiausia tai ŽŪKT vykstantys pokyčiai. Nedideli vandens telkinių pokyčiai vandens telkinių pakraščiuose gali būti vertinami kaip pokyčiai, vykę vandens telkiniui senėjant, tačiau iš dalies tai gali būti susiję ir su kartografiniu netikslumu užklojant įskaitmeninto istorinio ir CORINE žemės dangos žemėlapių sluoksnius.

ŽŪKT įskaitmeninto 1865–1874 m. žemėlapiu duomenimis, užėmė 66,56 proc. šalies teritorijos. O CORINE 2018 m. duomenimis, ši dangos klasė užėmė jau mažesnę – 56,63 proc. šalies teritorijos plotą. Būtent perėjimo iš ŽŪKT į kitas žemės dangos klases apimtis ir buvo didžiausia, lyginant su kitų klasių kaita. Pokytis iš ŽŪKT į kitas žemės dangos klases yra dažniausiai pasitaikantis. Tačiau tai nereiškia, kad žemės ūkio teritorijų sumažėjo. Priešingai, vertinant istorinį kontekstą, žemės ūkio plotai didėjo, jie tapo intensyviau dirbami, produktyvesni. Anksčiau analizuoti pelkių ir miškų kaitos duomenys šį teiginį tik patvirtina, nes kad mažėja pelkių, nustatyta žemės ūkiui palankiausiose vietose, o kad daugėja miškų, atvirksčiai – žemės

ūkiui nepalankiausiose vietose. Tad ŽŪKT žemės dangos klasės sumažėjimas siejamas su ne žemės ūkio paskirties teritorijų sumažėjimu. Tai iliustruoja kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose atlikta žemės ūkio ir kitų teritorijų pokyčio analizė (18 pav.).



**18 pav.** Lietuvos žemės ūkio ir kitų teritorijų plotų pokyčių procentas 1846–1872 ir 2018 m. pagal kraštovaizdžio morfologijos rajonus (skirtumas tarp užimamo santykinio ploto XXI a. ir užimamo santykinio ploto XIX a.). Teigiami procentai – žemės dangos padidėjimas, neigiami – sumažėjimas.

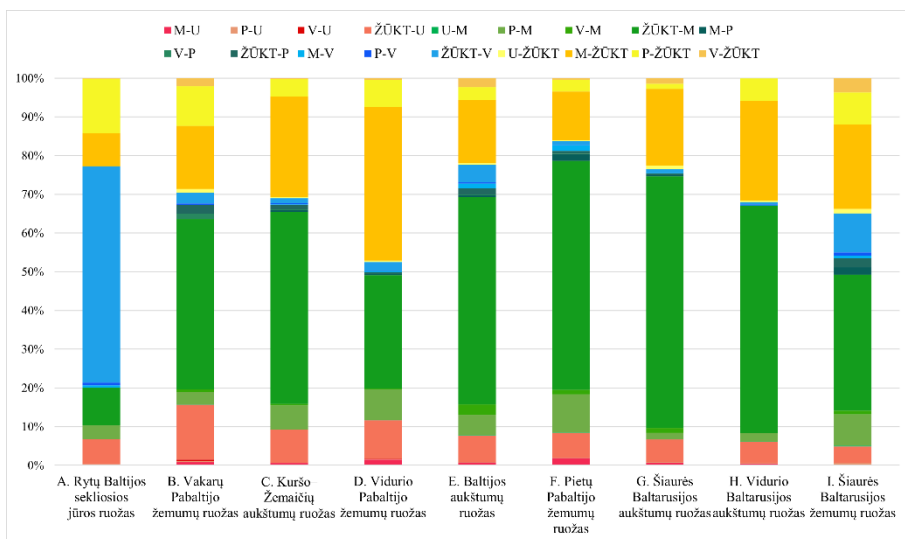
**Fig. 18** Percentage of changes in areas of agricultural and other territories in Lithuania in the years 1846-1872 – 2018 by landscape morphology districts (the difference between the relative area in the 21st and 19th centuries). Positive percentages shows an increase in land cover class, negative – decrease.

Matyti, kad mažiausi ŽŪKT klasės pokyčiai fiksuojami Vidurio Lietuvos žemumoje, Karšuvos ir Užnemunės žemumose. Šiose teritorijose vyraujanti žemės dangos klasė – žemės ūkio ir kitos teritorijos – išliko ganėtinai stabili. Didžiausi pokyčiai įvyko Dainavos girios teritorijoje, kurioje, kaip parodė ankstesni duomenys, ypač padaugėjo miškų, sumažėjo pelkių. Tad miškų plėtimasis vyko apimant būtent žemės ūkio ir kitų teritorijų klasę bei pelkių

teritorijas. Ryškus žemės ūkio ir kitų teritorijų sumažėjas matyti ir Neries vidurupio miškingame urbanizuotame paslėnio rajone, kuriame padidėjo Vilniaus miesto ir priemiesčių teritorijos, taip ryškiai sumažindamos žemės ūkio ir kitų teritorijų užimamą plotą. Apskritai žemės ūkio ir kitų teritorijų pokyčiai pakankamai koreliuoja su miškų pokyčiais, t. y. tose vietose, kur miškų plotai padidėjo, atitinkamai sumažėjo žemės ūkio ir kitos paskirties teritorijų. Ypač kalbant apie Žemaičių aukštumos, Aukštaičių aukštumos, Vakarų aukštaičių plynaukštės teritorijas.

Toliau tikslinga detaliau išanalizuoti, kokie konkretūs pokyčiai vyko kaitą patyrusiose teritorijose. Kraštovaizdžio kaitos trajektorijų, t. y. žemės dangos klasės pasikeitimo, virsmo į kitą žemės dangos klasę, nustatymas buvo pagrindinis disertacinio darbo tyrimo objektas. Šio tyrimo atveju, atlikus žemės dangos kaitos analizę sričių, rajonų lygmeniu, gauti didelės apimties duomenys, rezultatus sudėtinga apibendrinti, todėl toliau pateikiami žemės dangos kaitos tyrimo rezultatai ruožų lygmeniu.

Nustatyta, kad tam tikruose ruožuose žemės dangos klasių kaitos trajektorijos buvo ryškesnės (apėmė didesnes pokyčių teritorijas) nei kituose (19 pav.).



**19 pav.** Žemės dangos klasių pokyčiai (proc.) kraštovaizdžio morfologiniuose ruožuose tarp XIX a. (pirmoji raidinio indekso raidė) ir XXI a. (antroji raidinio indekso raidė) (U – užstatytos teritorijos; M – miškai; P – pelkės; V – vandens telkiniai; ŽŪKT – žemės ūkio ir kitos teritorijos).

**Fig. 19** Changes (in percents) in land cover classes in the morphological sections of the landscape (U - built-up areas, M - forests, P - swamps, V - water bodies, ŽŪKT - agricultural and other areas).

Rytų Baltijos sekliosios jūros ruožas iš esmės apima Baltijos jūros apie 185 ha plotą, kuris senuose žemėlapiuose buvo fiksuojamas kaip sausuma. Tam tikri žemės dangos klasių pokyčiai nustatyti dėl ruožo ribos, einančios per Kuršių nerijos pusiasalį, nesutapimo su pusiasalio riba. Ribų korekcija nebuvo galima, nes buvo naudojamas patvirtintas kraštovaizdžio morfologinių tipų ribų žemėlapis. Užfiksuoti santykinai nedidelės apimties pokyčiai taip pat siejami su nuolatine Baltijos jūros kranto kaita. Visuose ruožuose, išskyrus Pietų Pabaltijo žemumų ruožą, pastoviausia liko žemės dangos klasė ŽŪKT. Didžiausias nustatytas pokytis Rytų Baltijos sekliosios jūros ruože yra iš žemės dangos klasės ŽŪKT į žemės dangos klasę „Pelkės“ (19,88 proc.).

Vakarų Pabaltijo žemumų ruožas apima nedidelę Lietuvos teritorijos dalį (5,11 proc.). Didžiausias pokytis – perėjimas iš žemės dangos klasės ŽŪKT į žemės dangos klasę „Miškai“ (13,34 proc.). Panaši tendencija išlieka ir kituose ruožuose – didžiausias pokytis nustatytas iš ŽŪKT klasės į klasę „Miškai“. Tik Vidurio Pabaltijo žemumų ruože nustatytas priešingas variantas – ten žemės dangos klasė „Miškai“ pasikeitė į žemės dangos klasę ŽŪKT (12,20 proc.).

Didžiojoje dalyje kraštovaizdžio ruožų pakito apie 30 proc. ruožo teritorijos, tačiau keliuose pokyčių mastas buvo didesnis. Baltijos aukštumų ruože pakito 48,15 proc. teritorijos, Šiaurės Baltarusijos aukštumų ruože – 42,17 proc.

Analizuojant žemės dangos pokyčius, gali būti vertinamas ne tik perėjimas iš vienos žemės dangos klasės į kitą ar išlikęs pastovumas, bet įskaitmenintas istorinis žemėlapis leidžia naudoti duomenis ir kitais analizės pjūviais. Pavyzdžiui, įvertinti žemės dangos struktūrinių elementų formos ir konfigūracijos pokyčius. Visgi tokia analizė yra detalesnė ir tikslingesnė vertinant pokyčius nedidelėse teritorijose, nustatant atskirų žemės dangos struktūrinių elementų pokyčius, kai jų yra santykinai nedaug. Siekiant pažiūrėti į kraštovaizdį iš arčiau, individualizuoti situacijas, atlikta detalesnė analizė kraštovaizdžio morfologiniuose rajonuose. Juose vizualiai matomi struktūriniai pokyčiai – pasikeitę užstatytų teritorijų plotai, atsiradę nauji jų plotai, matyti smulkesni miškų plotai, ŽŪKT taip pat labiau suskaidytos. Tai patvirtina ir nustatyti žemės dangos struktūros elementų pokyčiai arealų perimetre. Pavyzdžiui, nors ŽŪKT plotas sumažėjo, perimetras visuose etalonuose padidėjo. Tai leidžia manyti, kad šios žemės dangos klasės forma pasikeitė, tapo sudėtingesnė, labiau suskaidyta. Tačiau tokiems rezultatams įtakos galėjo turėti ir tai, kad sudarant senuosius žemėlapius, nebuvo taip tiksliai vedžiojami kontūrai lyginant su šiuolaikiniais skaitmeniniu būdu sudaromais, smulkias detales fiksuojančiais žemėlapiams.

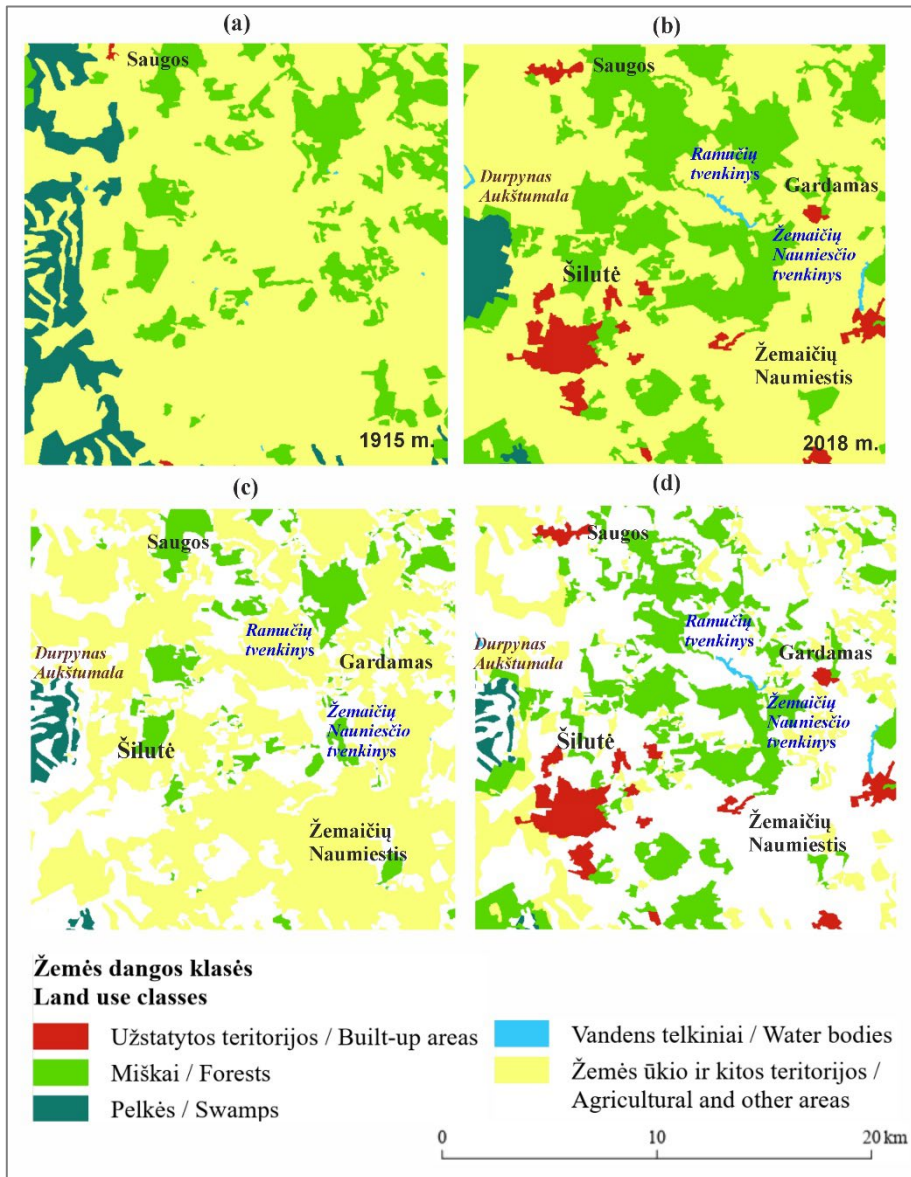
Rezultatai rodo, kad žemės dangos pokyčiai apima daugybę sudėtingų trajektorijų, kai kurios iš jų yra didelio masto, kai kurios santykinai nedidelės, jos įvairiai reprezentuoja labai dinamišką, įvairių šalyje vyraujančią kraštovaizdį. Nuodugni trajektorijų nustatymo analizė leido suprasti žemės dangos kaitos mastą, atskirų žemės dangos klasių transformacijas.

### 3.2.4. Žemės dangos pokyčiai etalonuose

Siekiant detaliau išanalizuoti žemės dangos struktūros kaitą, ši analizė atlikta pagal išskirtus etalonus. Etalonų išskyrimo techniniai principai pateikti anksčiau šio darbo metodologinėje dalyje. Toliau pateikiami gauti rezultatai visuose 10-yje etalonų.

Šilutės etalonas (Nr. 1) išsidėstęs Vakarų Pabaltijo žemumų ruože. XIX ir XXI a. lyginamoji žemės dangos kaitos analizė rodo, kad etalone padidėjo užstatytų teritorijų, miškų, vandens telkinių plotai, o pelkių ir ŽŪKT plotai sumažėjo (20 pav.). Etalone 1865–1915 m. laikotarpiu fiksuojama tik viena didesnė nei 25 ha gyvenvietė – Saugos, o 2018 m. teritorijoje jau yra Šilutės miestas (išaugęs ir miesto teises įgijęs 1941 m.). Šilutė susikūrė iš Šilokarčemos, Verdainės, Žibų ir Cintijoniškių kaimų (Visuotinė Lietuvių ..., 2024), todėl 1865–1915 žemėlapyje atvaizduojama ne kaip vientisas miestas, o kaip mažesnių nei 25 ha gyvenviečių struktūrinis darinys, todėl užstatytų teritorijų agregacijos metu į užstatytų teritorijų žemės dangos klasę nepateko. 2018 m. etalone išsidėstę ir mažesni miesteliai ir kaimai (Žemaičių Naumištis, Gardamas, Laučiai). Padidėjus miškų plotams matyti sutampantys plotai, kuriuose žemės dangos pobūdis per 150 metų nepasikeitė, tačiau atsiradę ir naujų, iki tol daugiausia ŽŪKT buvusių miškų plotų. Įdomi situacija yra susidariusi pelkių teritorijose. Kaip matyti, pelkės, ypač drėgnos vietos, XIX a. užima visą vakarinį arealo pakraštį, yra labai fragmentuotos, o XXI a. išlikęs vienas, vientisas pelkių plotas – Aukštumalos pelkė ir durpynas. Taip pat suformuoti dirbtiniai vandens telkiniai – Ramučių, Žemaičių Naumiesčio tvenkiniai.



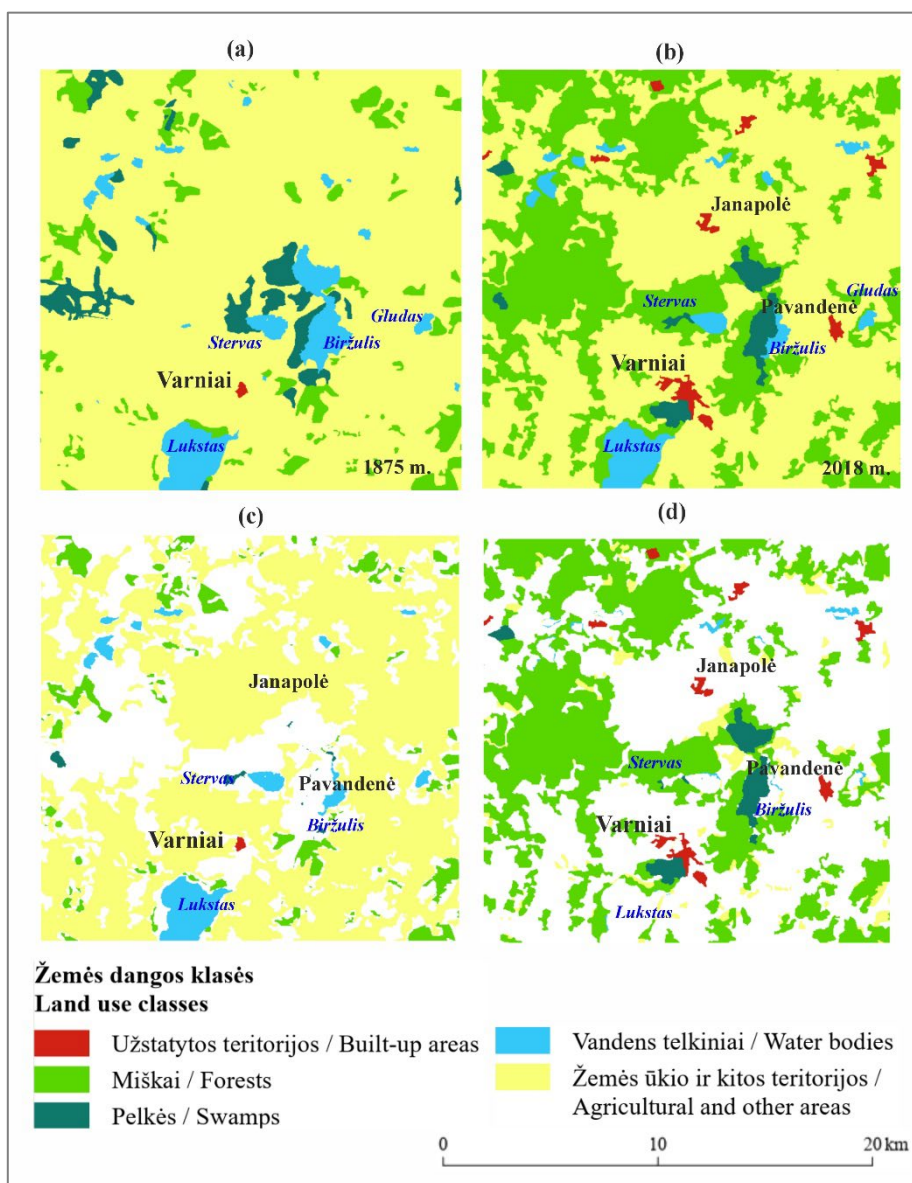


**20 pav.** Šilutės etalono (Nr. 1) žemės dangos situacija 1915–2018 m. a) – žemės danga 1915 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 20** Land use situation during 1915 – 2018 in ethalon of Šilutė (No. 1). a) - land cover of 1865-1874, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Varnių etalonas (Nr. 2) išsidėstęs Kuršo–Žemaičių aukštumų ruože. Lyginamoji žemės dangos kaitos analizė rodo, kad etalone žemės dangos pokyčiai vyko pagal bendrąsias šalies tendencijas, t. y. padidėjo užstatytų

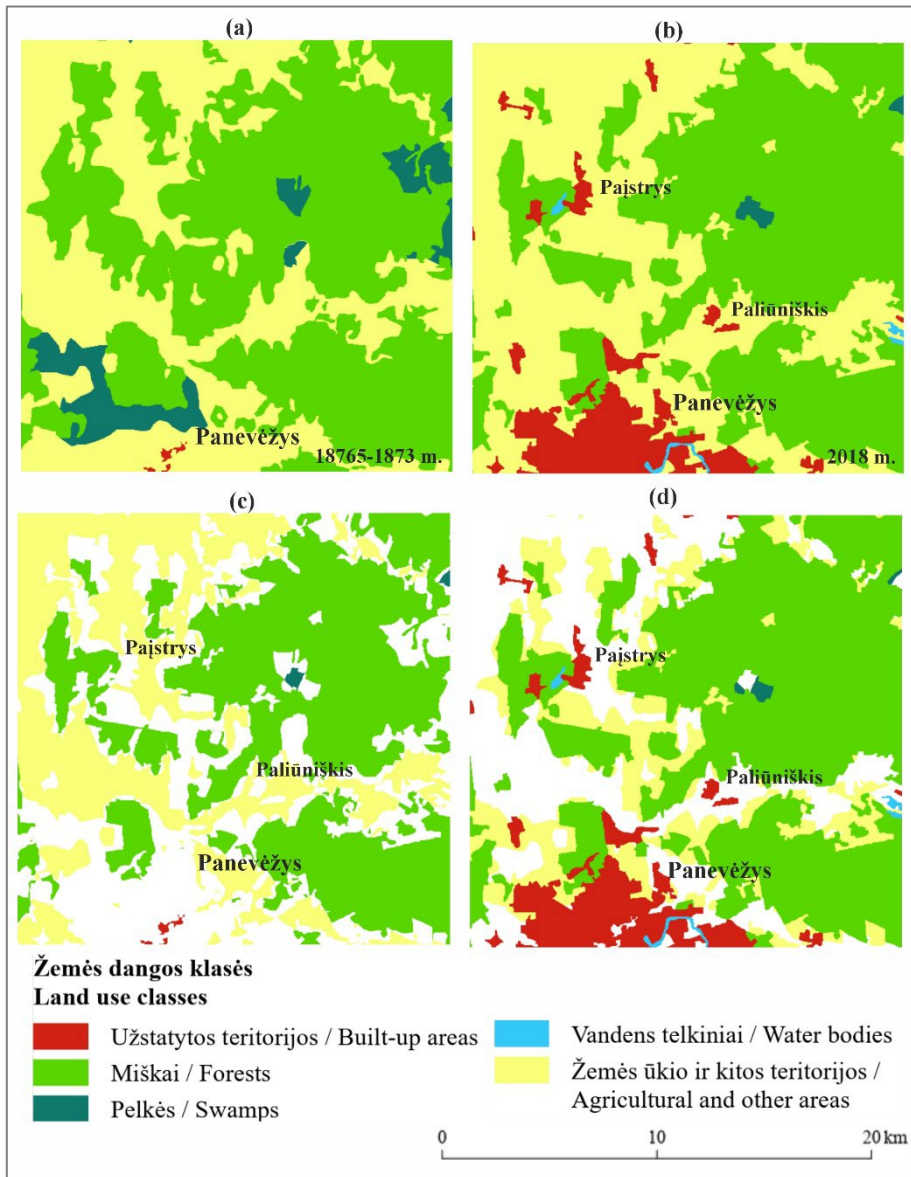
teritorijų ir miškų plotai, o vandens telkinių, pelkių ir ŽŪKT plotai sumažėjo (21 pav.). Etalone 1865–1874 m. laikotarpiu fiksuojama tik viena didesnė nei 25 ha gyvenvietė, kuri 2018 m. išaugo į Varnių miestą. Taip pat atsirado daugiau didesnių gyvenviečių – Pupiniai, Pavandeniai, Baltininkai, Smilgiai ir kt. Šiame areale ypač padaugėjo miškų – pokytis siekia 26,42 procentinius punktus. Buvę pavieniai chaotiški miškų ploteliai virto masyviais, gamtinius koridorius formuojančiais miškų arealais. Analizuojant arealą struktūriškai matyti, kad ŽŪKT tokios išliko aplink gyvenvietes, sudarydamos tam tikrą buferinę zoną, o miškai auga toliau nuo gyvenviečių už ŽŪKT. Tokia kraštovaizdžio struktūra išskiriama kraštovaizdžio technomorfotopuose, kuriuose toks urbanistinio centro, dirbamų laukų ir miškų išsidėstymas apibūdinamas kaip technomorfotopo aureolė. Technomorfotopo aureolėje dažniausiai branduolį (urbokompleksą) gaubia žemės ūkio naudmenų aureolė, kuri vidutiniškai už 2,6–4 km pereina į mišką (Veteikis, 2012). Šioje teritorijoje agrarinė aureolė su apibrėžtais miškingais periferiniais pakraščiais nebuvo būdinga XIX a. kraštovaizdžiui. Sumažėję vandens telkinių (Lūksto, Stervo, Biržulio ež.) plotai byloja apie ežerų senėjimą, eutrofikacijos, uždumblėjimo ir pelkėjimo procesus. Tai aiškiai parodo ir 2018 m. žemės dangos duomenys, kai sumažėjusių vandens telkinių plotuose matyti susiformavusios pelkės. Tarp Varnių ir Lūksto ežero susiformavo Debesų pelkė, kurios XIX a. nebuvo.



**21 pav.** Varnių etalono (Nr. 2) žemės dangos situacija 1875–2018 m. a) – žemės danga 1875 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusių žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 21** Land use situation during 1875–2018 in ethalon of Varniai (No. 2). a) - land cover of 1875, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Panevėžio etalonas (Nr. 3) išsidėstęs Vidurio Pabaltijo žemumų ruože. Etalone, kitaip nei etalone Nr. 1 ir Nr. 2, padidėjo ŽŪKT plotai, taip pat net 7,89 procentiniais punktais padidėjo užstatytų teritorijų plotai. O štai miškų plotai, kitaip nei bendru šalies atveju, – sumažėjo. Taip pat sumažėjo pelkių ir vandens telkinių teritorijos (22 pav.). Miškų teritorijų plotų sumažėjimas ir ŽŪKT padidėjimas siejamas su išaugusiu urbanizuotu centru – Panevėžio miestu, aplink kurį, taip pat aplink kitas mažesnes gyvenvietes telkiasi ŽŪKT. Atkreiptinas dėmesys, kad miškingų teritorijų centrinės dalys liko pastovios, sumažėjo, keitėsi tik išoriniai miškingų teritorijų pakraščiai, tačiau netgi keičiantis išorinėms miškų plotų dalims, bendri struktūriniai panašumai išliko ir miškų išsidėstymas gana panašus tiek XIX a., tiek XXI a.

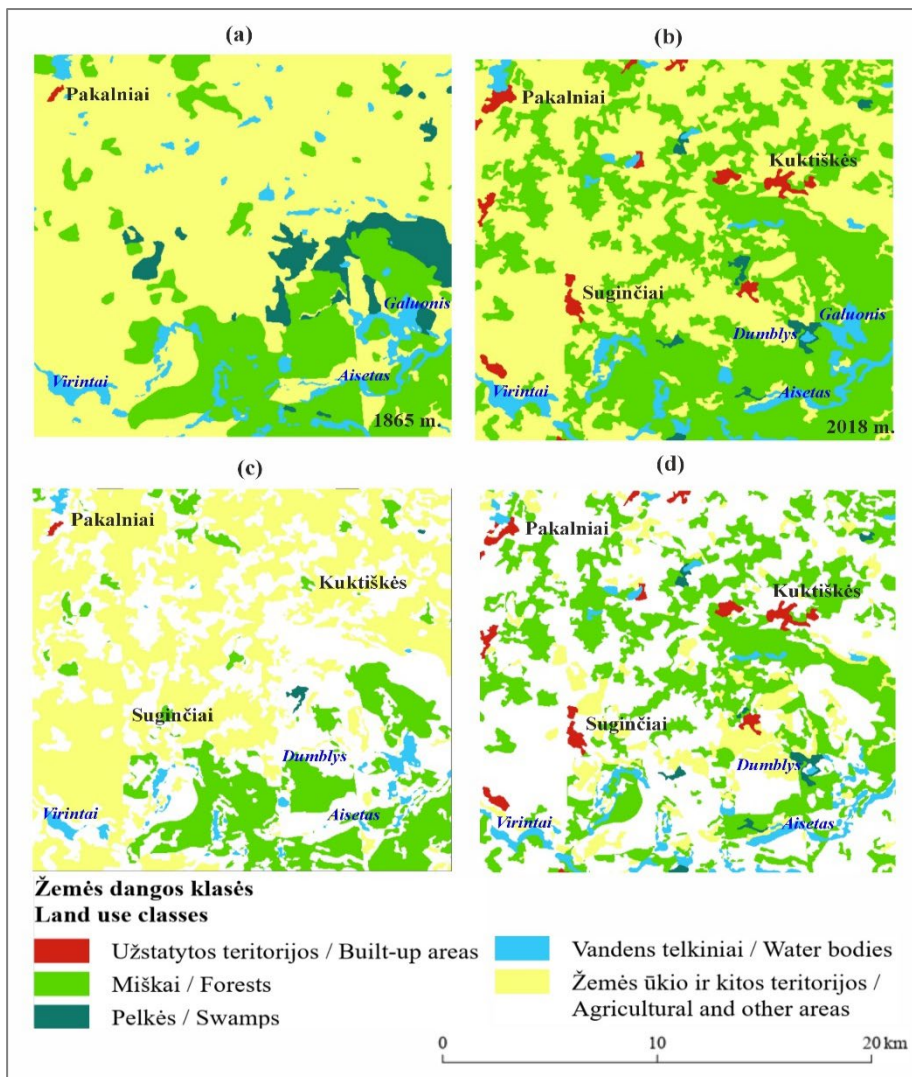


**22 pav.** Panevėžio etalono (Nr. 3) žemės dangos situacija 1865–1873 ir 2018 m. a) – žemės danga 1865–1873 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 22** Land use situation during 1875– 2018 in ethalon of Panevėžys (No. 3). a) - land cover of 1865-1873, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Kuktiškių etalonas (Nr. 4) yra Baltijos aukštumų ruože. Žemės dangos kaita etalone atitinka bendrąsias šalies žemės dangos kaitos tendencijas, t. y. kai padidėjo užstatytų teritorijų ir miškų plotai, bet sumažėjo vandens telkinių, pelkių ir ŽŪKT plotai. Etalonas Nr. 4 ypač išsiskiria savo fragmentacija. Bendras miškų plotas padidėjo, tačiau šis didėjimas vyko teritorijoje atsirandant nedideliems miškingiems plotams buvusiose ŽŪKT. Miškingų plotų didėjimas vyko ne vientisais, didelius plotus apimančiais arealais, o sudėtingos konfigūracijos, nedidelio ploto arealais. XIX a. priešingai – aiškiai vyrauja vienas stambesnis miško masyvo arealas, kurio centrinė dalis išliko ir XXI a., tačiau kraštinės jo dalys pakito, suskaidydamos prieš tai buvusį miškingų plotų vientisumą. Galuonio ir Dumblio ežerai XIX a. žemėlapyje sudaro vientisą vandens telkinį, o XXI a. situacijoje Dumblio ežero plotas mažesnis, jis apsuptas pelkių, kurios XIX a. buvo vandens telkinys (23 pav.).



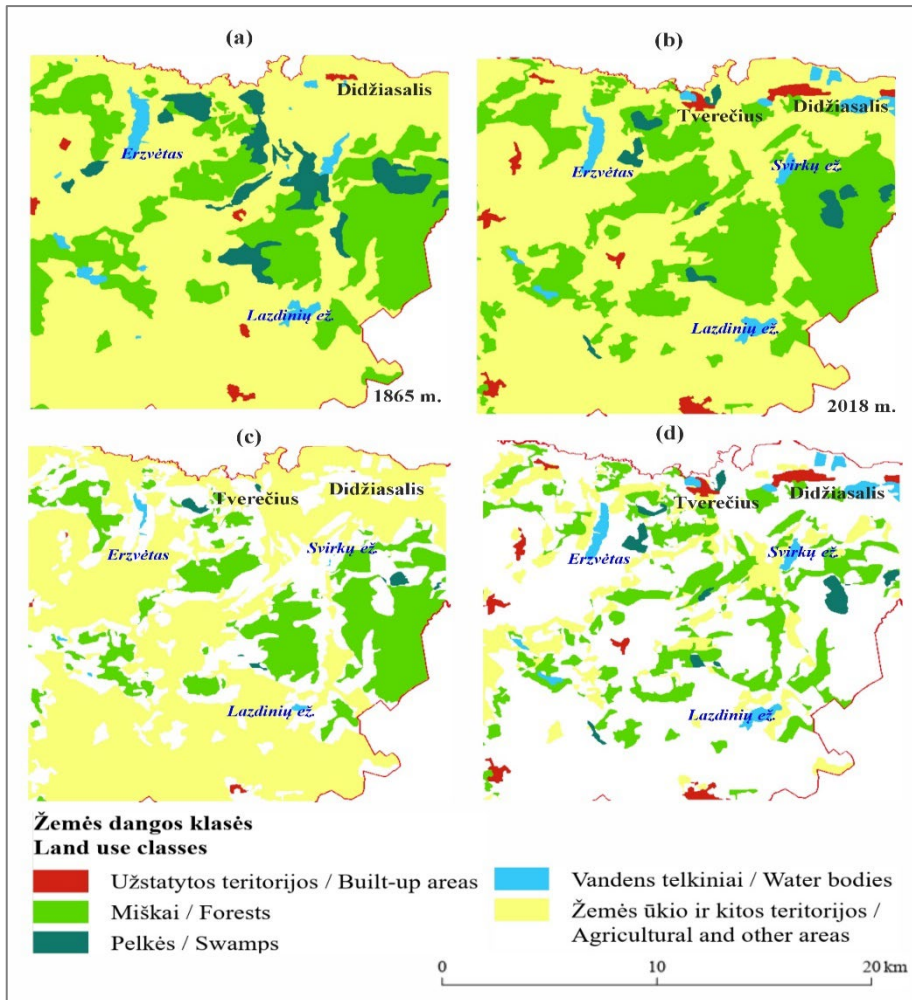


**23 pav.** Kuktiškių etalono (Nr. 4) žemės dangos situacija 1865–2018 m. a) – žemės danga 1865 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusių žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusių žemės dangos klasės.

**Fig. 23** Land use situation during 1865– 2018 in ethalon of Kutkiškiai (No. 4). a) - land cover of 1865, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Didžiasalio etalonas (Nr. 5) yra Pietų Pabaltijo žemumų ruože. Pokyčiai šiame etalone gana nedideli, varijuojantys nuo 1,02 procentinio punkto užstatytoms teritorijoms iki 7,28 procentinio punkto miško teritorijoms, o vidutinis miškingų teritorijų pokytis visuose etalonuose yra 15,68 procentinio punkto, šalies mastu – 6,95 procentinio punkto. Netgi šalies mastu didžiausią

pokytį patyrusios ŽŪKT šiame etalone pakito (sumažėjo) vos 4,43 procentinio punkto. Ryškiausias pokytis nustatytas pelkėms – 5,19 proc. Tai gerokai daugiau nei bendras vidurkis etalonuose, kuris yra 3,76 proc. (24 pav.).



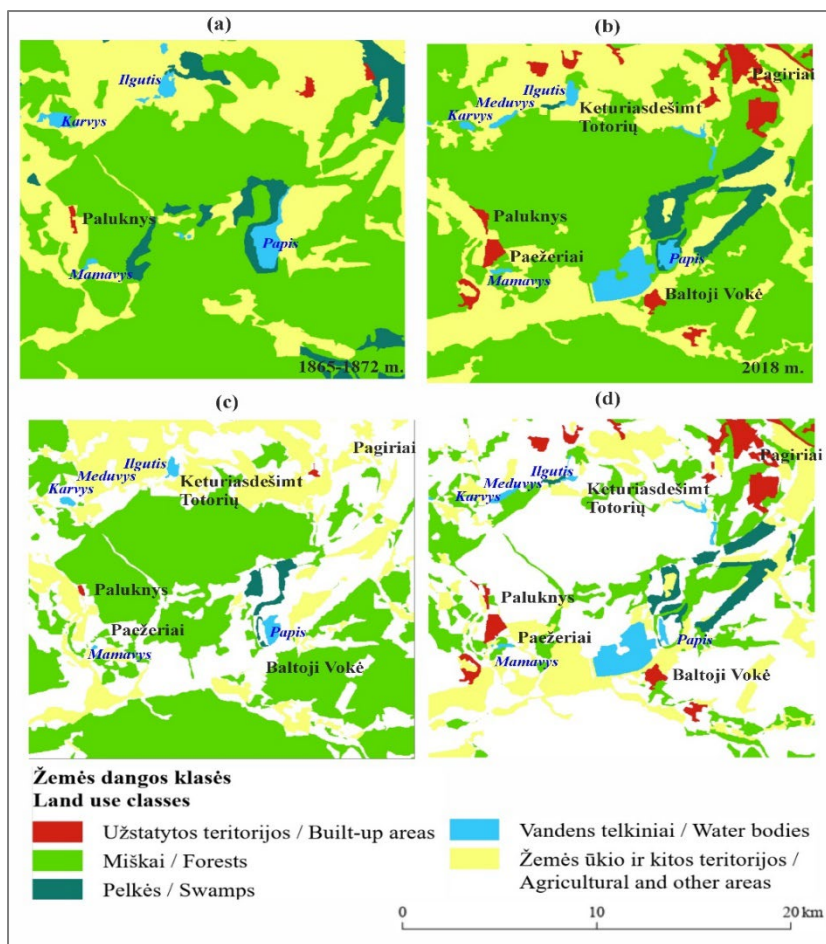
**24 pav.** Didžiasalio etalono (Nr. 5) žemės dangos situacija 1865–2018 m. a) – žemės danga 1865 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 24** Land use situation during 1865–2018 in ethalon of Didžiasalis (No. 5). a) - land cover of 1865, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Baltosios Vokės etalonas (Nr. 6) yra Pietų Pabaltijo žemumų ruože. Šiame etalone padaugėjo užstatytų teritorijų ir vandens telkinių. Kitaip nei bendru šalies atveju miškų sumažėjo, taip pat sumažėjo pelkių. O ŽŪKT žemės dangos užimamų teritorijų plotai faktiškai nepakito. XIX a. šios teritorijos



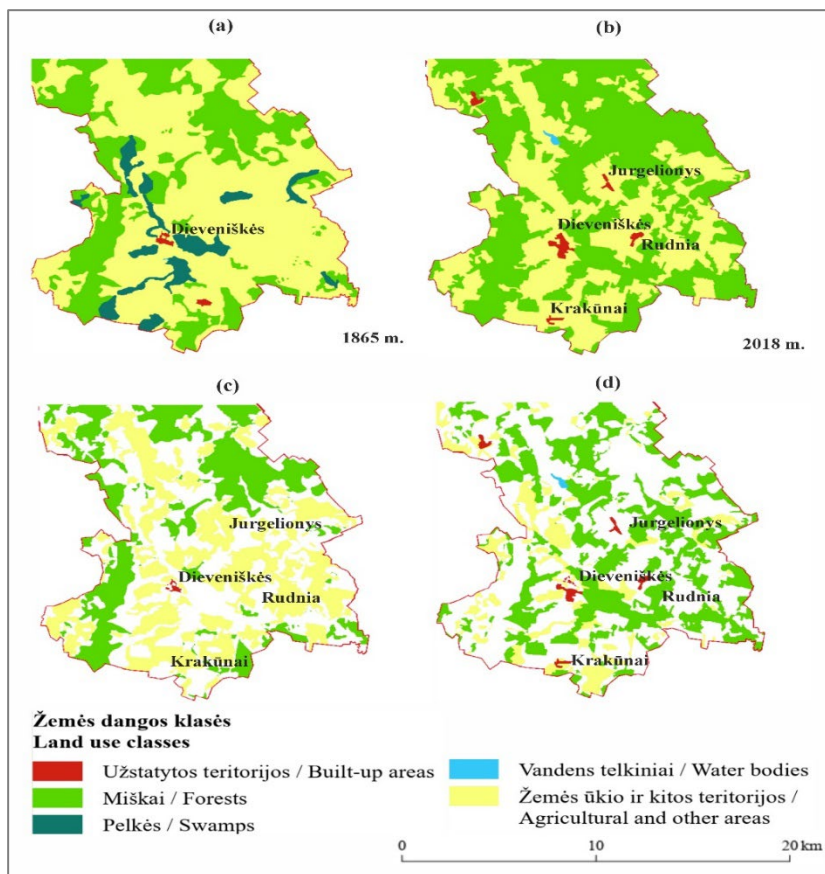
užėmė 31,39 proc., XXI a. – 31,45 proc. (25 pav.). Etalone atsirado naujų vandens telkinių – Baltosios Vokės žuvininkystės tvenkiniai, Keturiasdešimt totorių tvenkinys. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad XIX a. žemėlapyje nėra užfiksuotas Meduvio ežeras. Karvio ežero plotas, palyginti su XIX ir XXI a., sumažėjo nuo XX ha iki XX ha. Skiriasi situacija nagrinėjant ir Baltosios Vokės durpyną. Kaip matyti kartoschemose, tik tam tikra dalis teritorijos sutampa istoriniame ir šiuolaikiniame žemėlapiuose. XXI a. žemėlapyje Baltosios Vokės durpynas driekiasi šiaurės rytų kryptimi nuo Papio ežero, o XIX a. situacijoje durpynai, pelkės yra pietvakarių link nuo Papio ežero.



**25 pav.** Baltosios Vokės etalono (Nr. 6) žemės dangos situacija 1865–1872 ir 2018 m. a) – žemės danga 1865–1872 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 25** Land use situation during 1865-1872 – 2018 in ethalon of Baltoji Vokė (No. 6). a) - land cover of 1865-1872, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

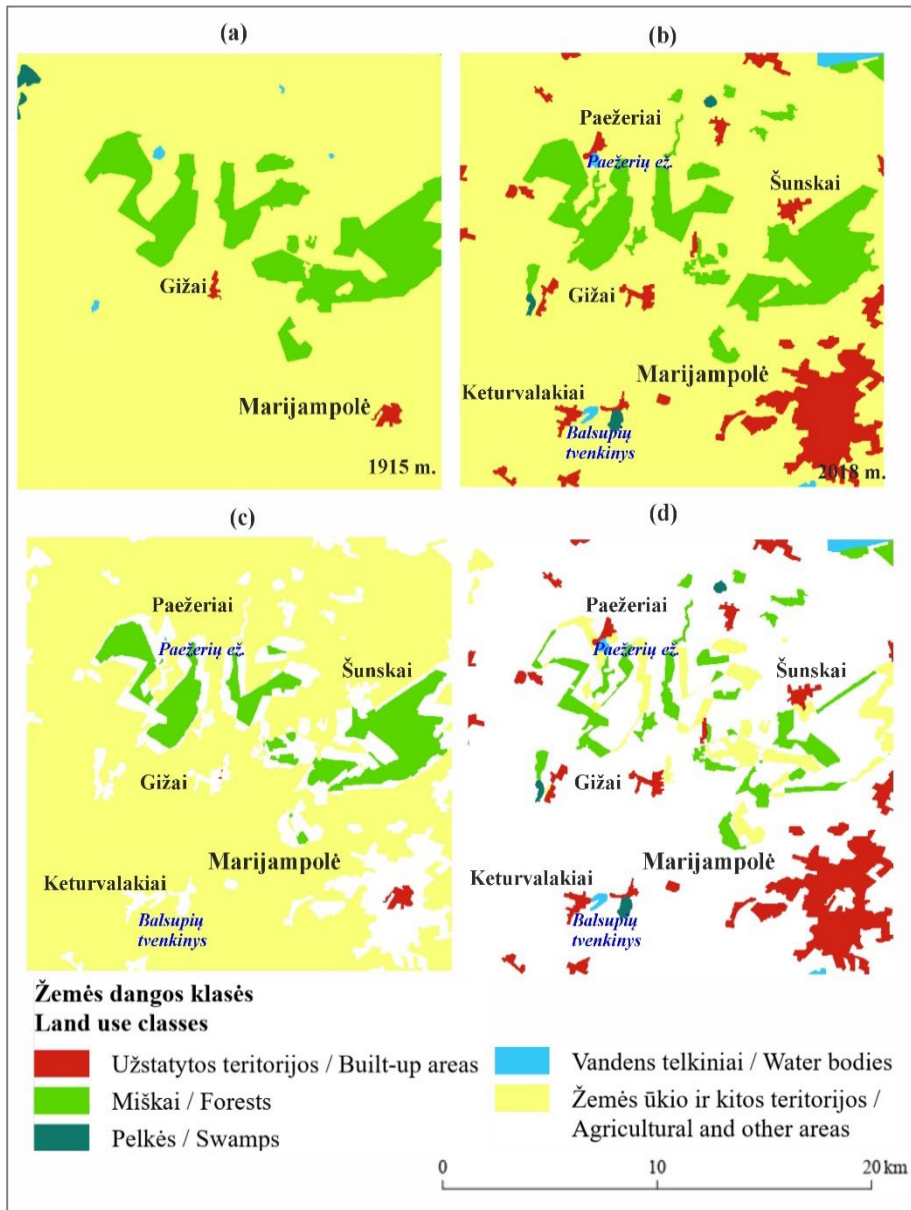
Dieveniškų etalonas (Nr. 7) yra Vidurio Baltarusijos aukštumų ruože. Neskaitant standartinio užstatytų teritorijų padidėjimo, etalonas išsiskiria ypač ryškiu miškų plotų padidėjimu nuo 30,76 proc. iki 56,83 proc. ir visišku pelkių išnykimu. XIX a. žemėlapyje pelkės ir šlapynės šiame etalone užėmė 6,63 proc., o 2018 m. CORINE duomenų bazėje šio žemės dangos tipo nefiksuojama. Ši žemės dangos klasė daugiausia virto ŽŪKT ir miškų žemės dangos klase. Atitinkamai smarkiai didėjant miškų teritorijoms, sumažėjo ŽŪKT. Dieveniškų etalone, kaip ir Varnių (Nr. 2), aplink didesnes gyvenvietes (Dieveniškės, Jurgelionys, Rudnia) susiformavusios technomorfortopų aureolės. Šiame etalone agrarinė aureolė, su apibrėžtais miškingais periferiniais pakraščiais, nebuvo būdinga XIX a. kraštovaizdžiui (26 pav.).



**26 pav.** Dieveniškų etalono (Nr. 7) žemės dangos situacija 1865–2018 m. a) – žemės danga 1865 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 26** Land use situation during 1865– 2018 in ethalon of Dieveniškės (No. 7). a) - land cover of 1865, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

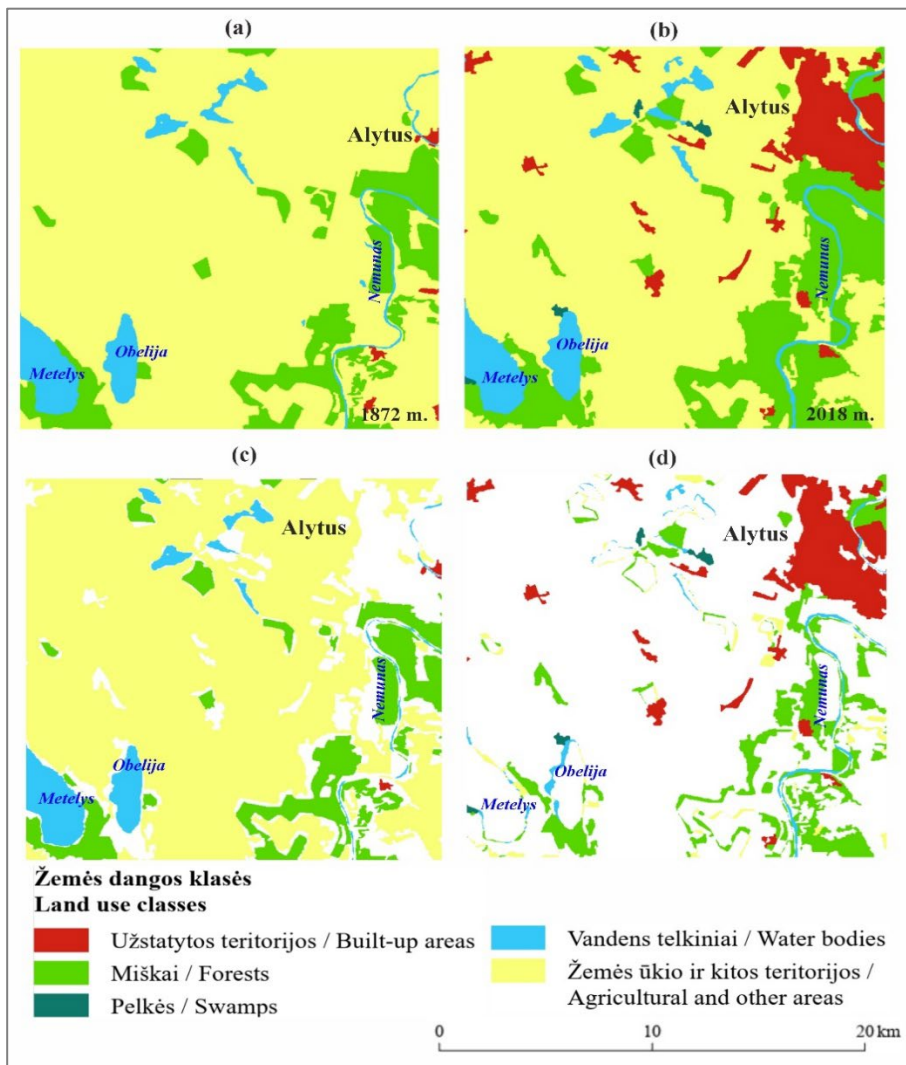
Marijampolės etalonas (Nr. 8) yra Vidurio Pabaltijo žemumų ruože. Didžiausias pokytis, fiksuojamas etalone, – užstatytų teritorijų didėjimas nuo 0,32 proc. iki 7,38 proc. Tam didelę įtaką turėjo Marijampolės miesto plėtra ir kitų gyvenviečių (Šunskai, Paežeriai, Gižai ir kt.) augimas. Apskritai šiame etalone užstatytos teritorijos, kitaip nei kituose etalonuose, pasiskirsčiusios gana tolygiai, jos išsidėsčiusios visame etalone ir jame sudaro gana taisyklingą užstatytų teritorijų tinklą. Miškai, pelkės, vandens telkinių teritorijos didelių transformacijų nepatyrė ir jų užimami plotai tiek XIX a., tiek XXI a. yra gana panašūs. Apskritai galima teigti, kad etalone vykę žemės dangos pokyčiai yra minimalūs ir nepatyrė didelės transformacijos. ŽŪKT sumažėjo, tačiau tai daugiausia dėl užstatytų teritorijų padidėjimo. Miškų teritorijos negausios, jų užimamas plotas ir lokacija išliko stabilūs (pokytis nuo 11,08 iki 11,53 proc.) (27 pav.).



**27 pav.** Marijampolės etalono (Nr. 8) žemės dangos situacija 1915–2018 m. a) – žemės danga 1915 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 27** Land use situation during 1915–2018 in ethalon of Marijampolė (No. 8). a) - land cover of 1915, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Alytaus etalonas (Nr. 9) yra Baltijos aukštumų ruože. Užstatytų teritorijų plotai padidėjo dėl Alytaus miesto plėtros ir kitų gyvenviečių (Luksnėnai, Miroslavas, Nemunaitis, Santaika ir kt.) augimo. Kaip ir Marijampolės etalono atveju, šiame etalone užstatytos teritorijos pasiskirsčiusios visame jame tolygiai ir sudaro gana taisyklingą užstatytų teritorijų tinklą. XIX a. Pluvijaus ir Kavaliao ežerai kartografuoti kaip vienas vientisas vandens telkinys, o XXI a. šie ežerai yra atskiri, su įsiterpusiu miško masyvu, kurio XIX a. nebuvo. Nors miškų plotai ir padidėjo, mažiau nei etalonų vidurkis. Miškų plotai daugiausia padidėjo rytinėje etalono dalyje ties Nemunu, kur ir XIX a. fiksuoti didžiausi etalone esantys miškų masyvai (28 pav.).

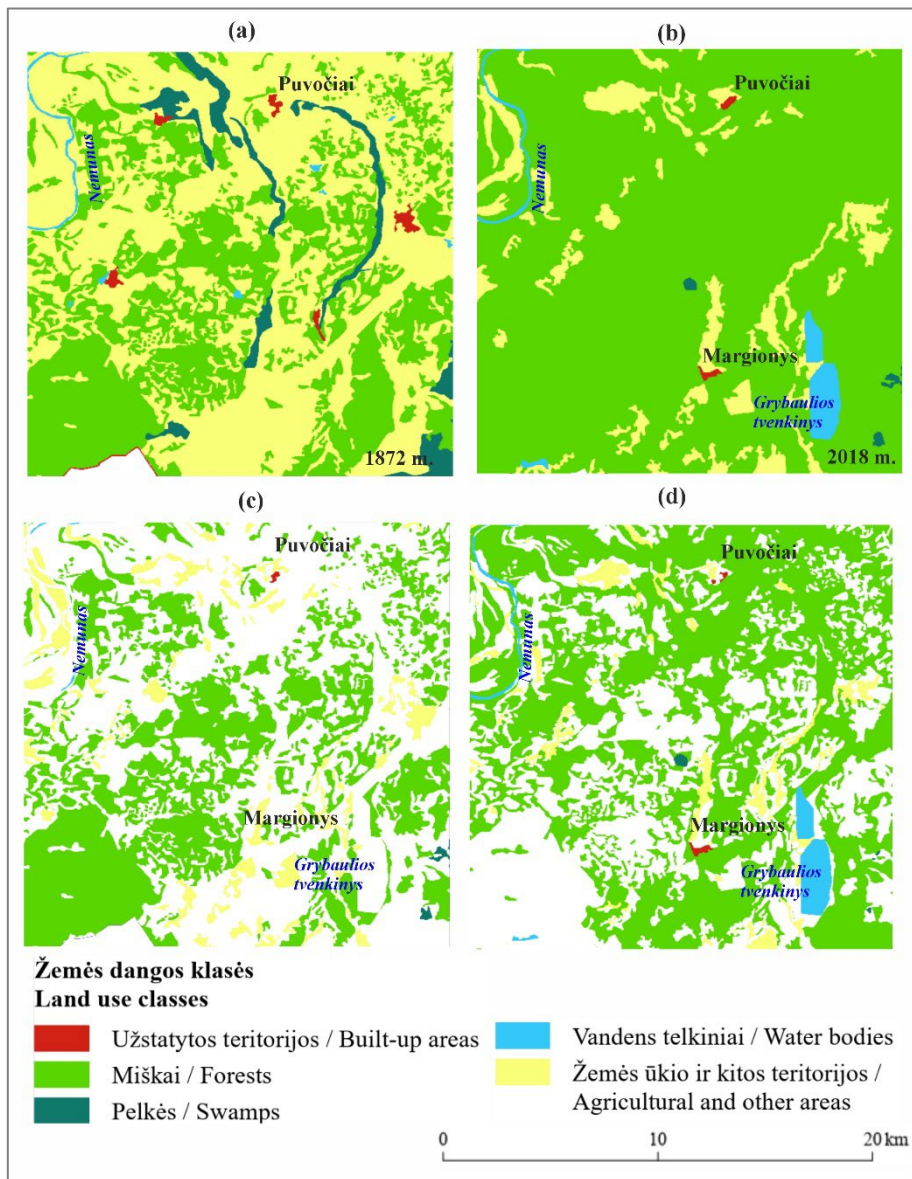


**28 pav.** Alytaus etalono (Nr. 9) žemės dangos situacija 1872–2018 m. a) – žemės danga 1872 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusios žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusios žemės dangos klasės.

**Fig. 28** Land use situation during 1872–2018 in ethalon of Alytus (No. 9). a) - land cover of 1872, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Puvočių etalonas (Nr. 10) yra Pietų Pabaltijo žemumų ruože. Šis etalonas unikalus dviem aspektais. Tai vienintelis etalonas, kuriame užstatytų teritorijų sumažėjo. XIX a. užstatytos teritorijos XXI a. neišaugo į didesnes gyvenvietes, šiame etalone neatsirado naujų, ir didesnių nei 25 ha teritorijų, buvusių XIX a., XXI a. nebeliko. Kitas unikalus ypatumas – miškų pokyčio mastas. Vidutiniškai arealuose miškų pokytis yra maždaug 15,6 proc., šalies mastu – 6,95 proc., o šiame etalone miškų padaugėjo nuo 39,66 proc. iki 87,43 proc. Šis 47,77 procentinių punktų pokytis yra didžiausias ne tik miškų žemės dangos klasėje, bet ir apskritai visose žemės dangos klasėse. XIX a. buvę suskaidyti, sudėtingos konfigūracijos miškingi plotai XXI a. fiksuojami kaip didelius plotus užimantys, vientiso pobūdžio miškų masyvai (29 pav.).





**29 pav.** Puvočių etalono (Nr. 10) žemės dangos situacija 1872–2018 m. a) – žemės danga 1872 m.; b) – žemės danga 2018 m.; c) – nepakitusių žemės dangos klasės; d) – transformaciją patyrusių žemės dangos klasės.

**Fig. 29** Land use situation during 1872–2018 in ethalon of Puvočiai (No. 10). a) - land cover of 1872, b) - land cover of 2018, c) – unchanged land cover classes, d) – transformed land cover classes.

Etalonuose atliktos analizės metu gauti duomenys ir rezultatai, kitaip nei atliekant kaitos analizę visos šalies teritorijoje, yra išsamesni, ne tokie

apibendrinti. Būtent etalonų analizės atveju taikytas ne tik statistinis analizės tyrimo metodas, bet ir vizualusis palyginamasis, kai etalonuose esančias žemės dangos klases, jų išsidėstymą, pasiskirstymą ir kitus vizualiai matomus parametrus galima buvo fiksuoti ir įvertinti.

Atliktas tyrimas etalonuose ir gauti rezultatai taip pat patvirtino, kad atlikta XIX a. Lietuvos žemės dangos rekonstrukcija ir gauti duomenys gali būti naudojami ir atliekant tyrimus mažesnio ploto teritorijose. Teritorijose, kuriose tyrėjas siekia nustatyti tam tikrus dalykus, kuriems reikalingi istoriniai žemės dangos duomenys.

### 3.2.5. Stabilios kraštovaizdžio struktūros arealai

Kraštovaizdžio struktūra ir elementai vystosi įvairiomis kryptimis ir skirtingu greičiu, sukurdami įvairius kitimo modelius. Pokyčių greitis ir mastas lemia, ar kraštovaizdžio identitetas išliks. Lyginamoji žemės dangos situacijos XIX a. ir XXI a. analizė suteikė mums naujų duomenų, kurie papildo žinias apie žemės dangos, kraštovaizdžio raidą Lietuvoje. Daugelyje kraštovaizdžio tyrimų žemės dangos kaita yra pagrindinė ar viena iš pagrindinių kraštovaizdžio būklės vertinimo dedamųjų. Kaitos intensyvumas parodo kraštovaizdžio elementų transformaciją ir padeda įvertinti kraštovaizdžio būklę vienu ar kitu laiko momentu. Atitinkamai tokio tipo tyrimuose atskleidžiami ir kaitos faktoriai siekiant mažinti neigiamą poveikį kraštovaizdžiui ir eliminuoti neigiamus faktorius, lemiančius kraštovaizdžio kaitą, ir diegti planavimo priemonės, kurios užkirstų kelią neigiamiems pokyčiams aplinkoje. Kita vertus, ne visi pokyčiai vertinami kaip neigiami, todėl atitinkamai ir būtina nustatyti kaitą lemiančius veiksnius bei jų poveikį kraštovaizdžio elementams. Žemės dangos tyrimai gali parodyti ne tik pokyčius, bet ir žemės dangos, kraštovaizdžio elementų gebėjimą išlikti nepakitusiems. Tos santykinai stabilios vietovės yra kraštovaizdžio atminties srities tyrėjų domėjimosi objektas (Skaloš, Kašparova, 2012). Kraštovaizdžio stabilumas taip pat turėtų būti vertinamas kaip ne ką mažiau svarbi kraštovaizdžio kaitos vertinimo dedamoji. Ir iš tikrųjų, vis daugiau mokslininkų dėmesį telkia ne į kraštovaizdžio kaitą, bet į jo stabilumą keldami klausimus, kodėl tie patys kraštovaizdžio elementai veikiant toms pačios sąlygoms kito daugiau nei kiti ir pan. (Bitterman, Bennett, 2016; Garza-Díaz, Sandoval-Solis, 2022; Abalakov ir kt., 2018).

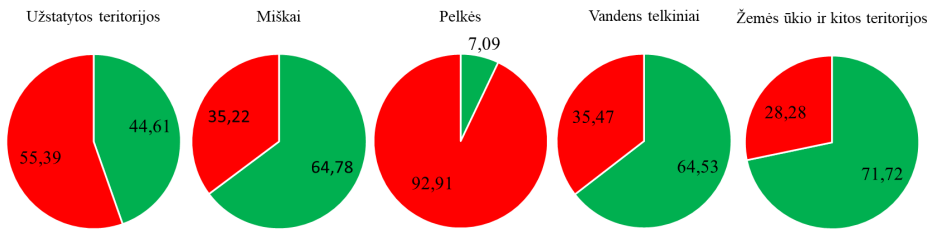
Anksčiau atliktos Europos žemės dangos tyrimų tendencijų analizės metu teiktas siūlymas į Lietuvos tyrimus įtraukti mažai ištirtus kraštovaizdžių tipus ir vietoves, identifikuoti svarbiausius kraštovaizdžio kaitos veiksnius, taikyti patikimesnius kiekybinės kraštovaizdžio kaitos analizės metodus, vykdyti



tyrimus, apimančius ilgesnius istorinius laikotarpius ir tarpvalstybinius regionus, atsižvelgti į subtilius ir naujus kraštovaizdžio procesus. Taip pat buvo nurodyta, kad yra pravartu tyrinėti stabilias, mažai besikeičiančias žemės dangos struktūras, padėsiančias nustatyti veiksnius, atsparius išorės poveikiui (Veteikis, Piškinaitė, 2019).

Žemės dangos tyrimai gali parodyti ne tik ploto pokyčių būdą, bet ir žemės dangos, kraštovaizdžio elementų gebėjimą išlikti nepakitusiems. Tokių atsparių kraštovaizdžių atpažinimas ir tyrimas, taip pat supratimas, kodėl ir kaip jie atlaikė politinius, ekonominius, gamtinius sprendimus ir jėgas, galėtų būti siejami su kraštovaizdžio apsaugos, planavimo ir tvarkymo gerinimu. Taip pat padėtų įvertinti galimą politikos poveikį žemės dangos, kraštovaizdžio pokyčiams ateityje.

Lyginant 1865–1874 m. laikotarpio žemės dangos duomenis su 2018 m. CORINE žemės dangos duomenimis, 33,16 proc. žemės dangos pakito, tačiau net 66,84 proc. ji išliko stabili, t. y. žemės naudojimo pobūdis šiose teritorijose analizuojamu masteliu ir klasifikacijos lygmeniu nepakito. Daugiausia tai žemės danga, priskirta klasei ŽŪKT. Kaip jau minėta anksčiau, dėl Rusijos imperijos žemėlapių generalizacijos laipsnio nebuvo galimybių nustatyti, kur yra ariama žemė, pievos, ganyklos ir kita žemės danga, kuri užima didžiausius plotus, todėl nebuvo galimybės nustatyti, kuriose teritorijose pievos virto ariama žeme ar ganyklomis ir pan. Tačiau analizuojant kitas žemės dangos klases pokyčiai arba stabilumas pastebimi detaliau (30 pav.).



**30 pav.** Pakitusių ir nepakitusių žemės dangos klasių santykis (žalia – konversija į kitą žemės dangos klasę nevyko, raudona – konversija į kitą žemės dangos klasę).

**Fig. 30** The ratio of changed and unchanged land cover classes (green - conversion to another land cover class did not take place, red - conversion to other land cover class).

Dėl tokios istorinių žemėlapių ir istorinės žemės dangos rekonstrukcijos galima iš dalies įvertinti šiandien kraštovaizdyje egzistuojančių miškų amžių,

išskirti vadinamųjų „senovinių miškų“, sengirių kategoriją. Senovės miškų sampratos esmė yra nuolatinis jų egzistavimas kraštovaizdyje mažiausiai du pastaruosius šimtmečius (Orczewska, 2009). Ir nors tiriamasis laikotarpis neatitinka šios sąlygos, „senovinių miškų“ teritorijas prareikusių galima mėginti išskirti, o jas išskyrus pasitelkti kitus duomenis ir tyrimo metodus siekiant patvirtinti arba paneigti „senovinio miško“ idėją.

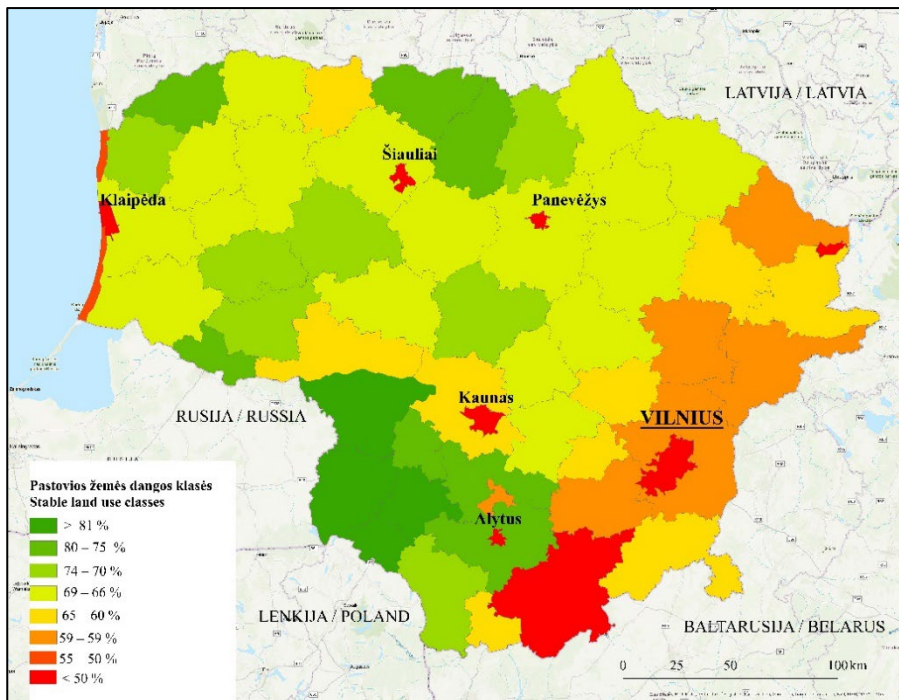
Kita vertus, vertinant stabilumą, reikia įvertinti ne tik stabiliausias žemės dangos klases, bet ir labiausiai pakitusias. Įdomu, kad didžiausią transformaciją patyrė pelkės, o užstatytos teritorijos yra antroje vietoje po pelkių pagal kaitumą. To priežastys siejamos su žemės sausinimo darbais, vykusiais XX a. viduryje, ir gyvenviečių stambinimu. Rezultatams įtakos taip pat galėjo turėti ribų tarp senųjų žemėlapių lapų ir šiuolaikinio žemėlapių nesuderinamumas. Kaip minėta anksčiau, apskaičiuotas atstumas tarp nesutampančių objektų svyruoja nuo 30 iki 700 m, tad maksimali 700 m reikšmė, nors bendru masteliu ir nedaro didelės įtakos, vertinant nedidelių gyvenviečių lokacijas, nedidelė gyvenvietė 700 m zonoje istoriniame žemėlapyje ir šiuolaikiniame žemėlapyje gali ir nesutapti, dėl to bus fiksuojamas jos pokytis į kitą žemės dangos klasę.

Lietuvos teritorijoje pakitusių ir stabilių teritorijų plotai pasiskirsto netolygiai ir sudaro tam tikrus arealus. Daugiausia pakitusių žemės dangos arealų yra netoliese Baltijos ir Žemaičių aukštumų, taip pat didžiųjų miestų ir jų priemiesčių teritorijose. Stabilesnės ir mažesnį kaitos laipsnį patyrusios teritorijos išsiskiria netoli Užnemunės žemumos, Žiemgalos ir Mūšos-Nemunėlio žemumų, taip pat netoli didžiųjų miškų masių – Dainavos, Rūdninkų, Lavoriškių, Labanoro, Ažvinčių girių, Adučiškio, Sausašilio-Tumiškės, Gražutės miškų.

Teritoriškai mažiausius pokyčius patyrusios savivaldybės – Vilkaviškio r. sav., Marijampolės sav., Šakių r. sav., Kalvarijos sav. Šiose savivaldybės žemės dangos klasės nepakeitė savo pobūdžio daugiau kaip 80 proc. visos savivaldybės teritorijos. Didžiausius pokyčius patyrė miestų savivaldybės – Klaipėdos m. sav., Visagino sav., Vilniaus m. sav., Alytaus m. sav., Šiaulių m. sav., Panevėžio m. sav., Kauno m. sav. Tai sietina su miestų plėtra ir urbanizacija, kai didžiausias pokytis buvo virsmas į urbanizuotas, užstatytas teritorijas. Šiose savivaldybėse keletą dešimtmečių stabilūs išliko 15–45 proc. teritorijos. Miestai ir priemiesčiai, specifinės teritorijos, ir jų nestabilumas pats ryškiausias. Ir dabar šalia didžiųjų miestų, ekonomine prasme svarbių urbanizuotų teritorijų esančios teritorijos „laukia“ transformacijos. Tikėtina, kad jos pavirs užstatytais teritorijomis.

Verta atkreipti dėmesį ir į rajonų savivaldybes, kuriose stabilumo laipsnis yra nedidelis, palyginti su anksčiau minėtomis savivaldybėmis, kuriose žemės

dangos pobūdis nepakito teritorijose, apimančiose daugiau kaip 80 proc. Mažiausiai stabilios rajonų savivaldybės – tai Zarasų r. sav., Molėtų r. sav., Švenčionių r. sav., Birštono sav., Vilniaus r. sav., Trakų r. sav. Šiose savivaldybėse nustatyta pastovių teritorijų dalis – 50–60 proc. (31 pav.).



**31 pav.** Žemės dangos klasių pastovumas savivaldybėse (žalia – didesnis nepakitusių teritorijų plotas, raudona – mažesnis nepakitusių teritorijų plotas).  
**Fig. 31** Stability of land cover classes in municipalities (green – larger area of unchanged territories, red – smaller area of unchanged territories).

Spartūs kraštovaizdžio pokyčiai lėmė, kad atsiranda vis didesnis susidomėjimas pastoviais kraštovaizdžiais ir siekis išsaugoti bent jau tipiškus praeities kultūrinių kraštovaizdžių pavyzdžius. Šie pavyzdžiai laikomi gamtos ir kultūros sąveikos paveldu (Kolejka ir kt., 2020). Tyrėjai skiria vis daugiau dėmesio tradiciniams, pastoviems kraštovaizdžiams tirti.

## IŠVADOS

1. 1865–1874 m. rekognoskuotės europinės Rusijos dalies topografinis žemėlapis laikytinas tinkamiausiu ir vieninteliu XIX a. žemėlapiu, nes jis, kitaip nei kiti žemėlapiai ar apskritai kiti informacijos šaltiniai, detaliausiai pateikia erdvinę informaciją apie žemės dangos situaciją XIX a. visoje dabartinėje Lietuvos Respublikos teritorijoje.
2. Tyrimo metu pirmą kartą istorinio žemėlapiro pagrindu apžvalginiu topografiniu masteliu sukurtas skaitmeninis XIX a. Lietuvos teritorijos žemės dangos žemėlapis. Įskaitmeninto žemėlapiro detalumas ir gauti duomenys leidžia perteikti pagrindines XIX–XXI a. žemės dangos kaitos įžvalgas.
3. Pagrindinės žemės dangos kaitos trajektorijos laikotarpiu tarp 1846–1872 m. ir 2018 m. Lietuvoje buvo užstatytų teritorijų, miškų, vandens telkinių plotų didėjimas ir pelkių, žemės ūkio ir kitos paskirties teritorijų (ŽŪKT) mažėjimas. ŽŪKT mažėjimas daugiausia vyko ŽŪKT keičiantis į miškus ir užstatytas teritorijas, o miškų daugėjimas atitinkamai vyko ŽŪKT praradimo sąskaita. Pelkių plotų mažėjimas vyko ŽŪKT sąskaita.
4. Augant miesteliams ir miestams ilginiui besiformuojančios priemiesčio zonos lėmė užstatytų teritorijų arealų vidutinio dydžio didėjimą nuo 41,89 ha iki 73,43 ha. O miškų arealų vidutinis plotas sumažėjo nuo 295,64 ha iki 128,76 ha. Dar ryškesnis vidutinio ploto mažėjimas nustatytas ryškias transformacijas patyrusioje pelkių žemės dangos klasėje, kur vidutinis pelkių arealų dydis sumažėjo nuo 222,44 ha iki 109,07 ha. Minėti struktūrinės įvairovės indeksai parodė, kad žemės dangos struktūros linkusios keistis daugiausia dėl dominuojančio ŽŪKT tipo dalies mažėjimo.
5. Kraštovaizdžio morfologiniai tipai turi įtakos žemės dangos kaitos tendencijoms. Vidurio Lietuvos lygumų kraštovaizdis išsiskiria ryškiu pelkių ir miškų mažėjimu, šioms naudmenoms virstant ŽŪKT. Tai siejama su šioje Lietuvos dalyje esamomis palankiomis sąlygomis žemės ūkio veiklai vystyti. Kraštovaizdžio rajonuose, kuriems būdingas kalvotas reljefas, ŽŪKT plotų sumažėjimas atvirkščiai proporcingas miškų plotų padidėjimui.
6. Tyrimo rezultatai rodo, kad Lietuvoje XIX a. būdinga mažiau miškinga kraštovaizdžio struktūra, palyginti su XXI a. XIX a. kraštovaizdį daugiausia formavo atviri ŽŪKT plotai ir smulkūs, tačiau dispersiški antropogeniniai elementai. Greta to kraštovaizdis buvo sunkiau praeinamas, nes buvo daugiau pelkių ir didesnio

drėgnumo vietų. O XXI a. kraštovaizdžio struktūroje antropogeniniai komponentai tapo didesnio ploto, labiau koncentruoti, kompaktiški ir kraštovaizdžio struktūroje retesni, o gamtinių elementų (miškų, vandens telkinių) plotai, nors ir padidėjo, tapo labiau suskaidyti ir fragmentiški.

7. Specifiniai žemės dangos pokyčiai nustatyti atlikus analizę išskirtuose etalonuose. Nustatyta, kad ne visuose etalonuose situacija atitinka bendrąsias tendencijas, būdingas visos šalies mastu. Yra specifinių vietų, kur, kitaip nei visoje šalyje, sumažėjo miškų plotas (Panevėžio Nr. 3, Baltosios Vokės Nr. 6) arba padaugėjo ŽŪKT (Panevėžio etalonas Nr. 3).
8. Didelė dalis žemės dangos transformacijų Lietuvos teritorijoje gali būti paaiškinta istorine politinių ir ekonominių veiksnių kaita. Miškų plotų didėjimą lėmė XX a. viduryje priimti sprendimai miškininkystės sektoriuje ir pradėti miškų atkūrimo darbai, intensyvus miško želdinimas ir savaiminis miškų plėtimasis. Ryškus pelkių sumažėjimas yra XX a. antroje pusėje prasidėjusių plataus masto melioracijos darbų pasekmė. O užstatytų teritorijų ploto padidėjimas siejamas su vykdytomis žemės ūkio reformomis (ūkininkavimo vienkiemiuose laikotarpis, kolektyvizacija, restitucijos etapas), nes turėjo įtakos gyvenviečių tinklui, taip pat XX a. viduryje–XX a. pabaigoje vykusiais pokyčiais pramonėje ir pastaraisiais dešimtmečiais ypač aktyvia miestų ir priemiesčių plėtra. Šie pokyčiai ir tendencijos būdingi ne tik Lietuvai, bet ir daugeliui Europos šalių, kurių istorinė politinė raida panaši.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Affek, A. (2011). Landscape continuity versus landscape transformation: A case study in the Wiar River catchment, Polish Carpathians (1780–2000). *The Problems of Landscape Ecology*, 30, 147–155
2. Affek, A. (2013). Georeferencing of historical maps using GIS, as exemplified by the Austrian Military Surveys of Galicia. *Geographia Polonica*, 86, 375–390. [https:// dx.doi.org /10.7163/GPol.2013.30](https://dx.doi.org/10.7163/GPol.2013.30)
3. Abalakov, A., Lopatkin, D., Novikova, L. (2018). Stability of landscapes in the areas of creation of economic corridors “China-Mongolia-Russia”. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 190(1). <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/190/1/012022>.
4. Alcantara, C., Kuemmerle, T., Baumann, M., Bragina, E. V., Griffiths, P., Hostert, P., Knorn, J., Müller, D., Prishchepov, A. V., Schierhorn, F. (2013). Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. *Environemantal research letters*, 8, 1–9. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035035>
5. Aleknavičius, P., Skuodžiūnas, V. (1996). Lietuvos žemės santykių ir žemėtvarkos istorijos apžvalga. *Iš Žemės tvarkymo darbai Lietuvoje nuo seniausių laikų iki 1990 metų*. Kaunas: Lietuvos žemėtvarkos ir hidrotechnikos inžinierių sąjunga.
6. Aleknavičius, A., Sinkevičiūtė, V. (2008). *Kartografija. Mokomoji medžiaga*. LŽŪU.
7. Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, 70 (1–2), 21–34. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>
8. Apalia, Dz., Černius, J., Kudaba, Č. (1982). Pažeistos žemės ir jų rekultivavimas. *Geografinis metraštis*, 20, 196–204.
9. Aplinkos apsaugos agentūra (2024). Pelkių augmenijos monitoringas. <https://aaa.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/aplinkos-monitoringas/gyvosios-gamtos-monitoringas/pelkiu-augmenijos-monitoringas/> [žiūrėta 2024-06-23]
10. Atkocevičienė, V., Valčiukienė, J. (2015). Yha change of land users in Lithuania during the period between 1920 and 2014. Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development 2015. <http://doi.org/10.15544/RD.2015.040>
11. Ažman Momirski, L., Gabrovec, M. (2018). Changes in land use in the Mediterranean terraced landscapes between 1819 and 2012: The case of two selected villages in Slovenia. *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World – Volume IX*.

12. Bagdonas, J. (1976). Žemėtvarka ir geografinė aplinka Lietuvoje. *Geografijos metraštis*, 14, 111–122.
13. Baiocchi, V., Mormile, M., Lelo, K., Milone, M. V. (2013). Accuracy of different georeferencing strategies on historical maps of Rome. *Geographia Technica*, 1, 10–16.
14. Balčiūnas, V. (1938). Lietuvos kaimų žemės tvarkymas. Istorijos, ūkio ir statistikos šviesoje. Kaunas.
15. Balevičiūtė, A., Veteikis, D. (2012). Renatūralizacijos pokyčiai Lietuvos kraštovaizdyje 1995–2010 m. *Geografija*, 48(2), 132–144.
16. Baranov, N. (2019). Central-Eastern Europe in the European political and historical-geographical context. *Politeja*, 15, 49–63. <http://doi.org/10.12797/Politeja.15.2018.57.03>
17. Baubinas, R., Miškinis, A. (2022). Lietuvos miestai. Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras. <https://www.vle.lt/straipsnis/lietuvos-miestai/> [žiūrėta 2022-11-02]
18. Bauža, D., Baužienė, I. (2008). Evaluation of landscape changes in Lithuania in the second half of the 20th century. *Geografija*, 44(2), 28–35
19. Beek, K. J., Bie, C.A.J.M., P. (1998). Land evaluation for sustainable land management. XXVI Brazil Soil Science Congress, Rio de Janeiro, Brazil, 20.
20. Bender, O., Boehmer, H., Jens, D., Schumacher, K. P. (2005). Analysis of land-use change in a sector of Upper Franconia (Bavaria, Germany) since 1850 using land register records. *Landscape Ecology*, 20, 149–163. <https://doi.org/10.1007/s10980-003-1506-7>
21. Bičík, I. (1998). Land use in the Czech Republic 1845–1948–1990. Methodology, interpretation, contexts. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 32, Supplement. Praha.
22. Bičík, I., Jeleček, L., Štěpánek, V. (2001). Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, 18(1), 65–73. [https://doi.org/10.1016/S0264-8377\(00\)00047-8](https://doi.org/10.1016/S0264-8377(00)00047-8).
23. Bičík, I., Kupkova, L. (2012). The Utilisation of Relative Development Index in the Assessment of Land Use in Czechia 1845–2000. Land Use/Cover IGU-LUCC Research Reports, Changes in Selected Regions in the World, 1, 71–79.
24. Bitterman, P., Bennett, D. (2016). Constructing stability landscapes to identify alternative states in coupled social-ecological agent-based models. *Ecology and Society*, 21(3), 21. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08677-210321>

25. Boer, A. (2010). Processing old maps and drawings to create virtual historic landscapes. *e-Perimetron*, 5(2), 49–57.
26. Boltžiar, M., Bruna, V., Krovakova, K. (2008). Potential of antique maps and aerial photographs for landscape changes assessment – an example of the High Tatra Mts. *Ekologia (Bratislava)*, 27(1), 65–81.
27. Boori, M. S., Voženílek, V. (2014). Remote Sensing and land use / land cover trajectories. *Journal of Remote Sensing & GIS* 3(3), 1–7.
28. Boriah, S., Kumar, V., Steinbach, M., Potter, Ch., Klooster, S. (2008). Land cover change detection: A case study. Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 857–865. 10.1145/1401890.1401993.
29. Borowska-Stefańska, M., Leśniewska-Napierała, K., Wiśniewski, S. (2018). Land cover changes in Poland between 1990 and 2012. *Geografie*, 63–83. <https://doi.org/10.37040/geografie2018123010063>
30. Brierley, G., J. (2010). Landscape memory: The imprint of the past on contemporary landscape forms and processes. *Area*, 42 (1), 76–85. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2009.00900.x>
31. Brovelli, M. A., Minghini, M. (2012). Georeferencing old maps: A polynomial-based approach for Como historical cadastres. *e-Perimetron*, 7(3), 97–110.
32. Bürgi, M., Bieling, C., von Hackwitz, K., Kizos, H., Lieskovský, J., Martín, M. G., McCarthy, S., Müller, M., Palang, H., Plieninger, T., Printsmann, A. (2017). Processes and driving forces in changing cultural landscapes across Europe. *Landscape Ecology*, 32, 2097–2112. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0513-z>
33. Büttner, G., Feranec, J., Jaffrain, G., Mari, L., Maucha, G., Soukup, T. (2004). The CORINE land cover project. *EARSeL eProceedings* 3, 331–346.
34. Burneika, D. (2008). Post-soviet transformations of urban space in Vilnius. *Annales Geographicae*, 41(1–2), 14–25.
35. Cajthaml, J., Krejčí, J. (2007). Usage of Old Maps and Their Distribution within the Frame of Web Map Services. [https://www.academia.edu/16942093/Usage\\_of\\_Old\\_Maps\\_and\\_Their\\_Distribution\\_within\\_the\\_Frame\\_of\\_Web\\_Map\\_Services](https://www.academia.edu/16942093/Usage_of_Old_Maps_and_Their_Distribution_within_the_Frame_of_Web_Map_Services)
36. Cajthaml, J. (2011). Methods of georeferencing old maps on the example of Czech early maps. Conference: 25th International Cartographic ConferenceAt: Paris.
37. Cousins, S. A. (2001). Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. *Landscape Ecology*, 16, 41–54. <https://doi.org/10.1023/A:1008108704358>



38. Driscoll, Ch. T., Lambert, K. F., Chapin, F. S., Nowak, D. J., Spies, T. A., Swanson, F. J., Kittredge, D. B., Hart, C. M. (2012). Science and society: The role of long-term studies in environmental stewardship, *BioScience*, 62(4), 354–366 <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.4.7>
39. Česnulevičius, A., Lumpickaitė, R., Jurevičienė, I. (2005). Žemėnaudos struktūros kaita ir jos įtaka agrarinių kraštovaizdžių geodinaminiam stabilumui (Skiemionių seniūnijos pavyzdžiu). *Geografijos metraštis*, 38(1), 80–89.
40. Dagiliūtė, R., Kaktytė, L. (2013). Miškingumo pokyčiai Lietuvoje ir įtaka klimato kaitai 2010–2020 m. Žmogaus ir gamtos sauga: 19-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga, 2013 m. gegužės 8–10 d., Kaunas, 48–51.
41. Daugirdas, V. (2010). Naujausi visuomeninės geografijos tyrimai Lietuvoje (2005–2009). <https://slideplayer.com/slide/14647912/>
42. Dolejš, M., Forejt, M. (2019). Franziscean cadastre in landscape structure research: A systematic review. *Quaestiones Geographicae* 38(1), 131–144.
43. Dolejš, M., Šimova, P. (2021). Legacy of Iron Curtain in border landscape development. *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World – Volume XVI*.
44. Di Fazio, S., Modica, G., Zoccali, P. (2011). Evolution trends of land use/land cover in a Mediterranean forest landscape in Italy. *Lecture notes in Computer Science*, 6782, 284–299. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21928-3\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21928-3_20)
45. Dijokienė, D. (2006). Lietuvos miestų istorinių priemiesčių genezės, raidos ir vertybių ypatumai (Kaunas, Klaipėda, Kėdainiai). *Urbanistika ir architektūra*, 30(4), 192–203.
46. Eiter, S., Fjellstad, W., Stokstad, G. (2014). Agricultural landscapes of Norway: Farmland continuity and change, and their driving forces. *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World— Volume IX*.
47. Eitmanavičienė, N. (1976). Izmenenie ploshchadi zemelnukh ugodii vlandshaftakh Litvy (1865–1965 gg.) [Changes in the pattern of stretches of cultivated land, meadows and forest in the Lithuania landscapes 1865–1965]. *Geographia Lithuanica*, 287–291.
48. Eitmanavičienė, N. (1994). Lietuvos landšaftų struktūros kaita 1865–1965 metais. *Geografijos metraštis*, 28, 335–355.
49. Eremiašova, R., Skokanova, H. (2009). Land use changes (recorded in old maps) and delimitation of the most stable areas from the perspective of land use in the Kašperské Hory Region. *Journal of Landscape Ecology*, 2(1), 20–34. <https://doi.org/10.2478/v10285-012-0012-5>

50. Eringis, J., Milius J. (1976). Vidurio Lietuvos lygumos žemėvaldos bruožai (pagal 1554 m. Upytės valsčiaus inventorių). *Geografinis metraštis*, 14, 123–132.
51. Etter, A., McAlpine, C., Possingham, H. (2008). Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: A regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 2–23. <http://dx.doi.org/10.1080/00045600701733911>
52. Eurostat statistics explained (2024). Glossary: Shannon evenness index (SEI). [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Shannon\\_evenness\\_index\\_\(SEI\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Shannon_evenness_index_(SEI)) [žiūrėta 2024-01-20]
53. Fitzpatric-Lins., K. (1981). Comparison of Sampling Procedures and Data Analysis for a Land-Use and Land-Cover Map. U.S. Geological Survey Reston, 343–351
54. Feurdean, A., Munteanu, C., Kuemmerle, T. Nielsen, A. B., Hutchinson, S. M., Ruprecht, E., Parr, C. L., Perşoiu, A., Hickler, T. (2017). Long-term land-cover/use change in a traditional farming landscape in Romania inferred from pollen data, historical maps and satellite images. *Regional Environmental Change* 17, 2193–2207. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1063-7>
55. Forejt, M., Dolejš, M., Raška, P. (2018). How reliable is my historical land-use reconstruction? Assessing uncertainties in old cadastral maps. *Ecological Indicators*, 94, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.053>
56. Frajer, J., Geletič, J. (2011). Research of historical landscape by using old maps with focus to its positional accuracy. *Dela*, 36, 49–67. <http://dx.doi.org/10.4312/dela.36.3.49-67>
57. Frajer, J., Kladivo, P., Geletič, J. (2013). Reconstruction of extinct ponds using old maps, historical cadastres and the Digital Terrain Model of the Czech Republic of the 5th Generation. *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis – Geographica*. 44, 59–69.
58. Frost, A. (2014). Using old maps to create new data. *DigIt*, 2, 105–108
59. Fuchs, R., Verburg, P. H., Clevers J. G. P. W, Herold, M. (2015). The potential of old maps and encyclopaedias for reconstructing historic European land cover/use change, *Applied Geography*, 59, 43–55, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.02.013>.
60. Gabrovec, M., Petek, F., Kladnik, D. (2001). Land use changes in the 20th century in Slovenia. IGU-LUCC Research Reports, Land use/ Land cover changes in selected regions in the world, 1, 41–52.

61. Galinienė, J., Verkulevičiūtė, D., Gadal, S. (2016). Changes of the Baltic Sea coastal urban region (with example of Klaipėda settlement). International Baltic Earth Secretariat Publication No. 9.
62. Galinienė, J. (2020). Doktoro disertacija „Change in land use and land cover of coastal zone: Classification methods comparison and assessment“. Klaipėdos universitetas.
63. Garza-Díaz, L. E., Sandoval-Solis, S. (2022). Changes in the stability landscape of a river basin by anthropogenic droughts. *Water*, 14, 2835. <https://doi.org/10.3390/w14182835>
64. Galvydytė, D. (1973). Kai kurie Rytų Lietuvos kalvoto kraštovaizdžio vienkemių išsidėstymo dėsningumai. LTSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai. *Geografija ir geologija*, 10.
65. Girkus, R., Lukoševičius, V. (2008). Neskelbti tarpukario Lietuvos topografiniai žemėlapiai. *Geodezija ir kartografija*, 34(3), 103–108. <https://doi.org/10.3846/1392-1541.2008.34.103-108>
66. Glišaitis, A. (2006). Lietuvos administracinis skirstymas XIX ir XX A. Rusijos žemėlapiuose. *Geodezija ir kartografija*, 32(3), 1–7. <https://doi.org/10.1080/13921541.2006.9636701>
67. Gobbi S., Ciolli M., La Porta N., Rocchini D., Tattoni C., Zatelli P. (2019). New tools for the classification and filtering of historical maps. *International Journal of Geo-information* 8, 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijgi8100455>
68. Godienė, G. (2012). *Europos kraštovaizdžio konvencija. Susiję dokumentai*. Klaipėda: UAB „Baltic Printing House“.
69. Goldewijk, K. K., Beusen, A., Doelman, J., Stehfest, E. (2017). Anthropogenic land use estimates for the Holocene – HYDE 3.2. *Earth System Science Data*, 9, 927–953, <https://doi.org/10.5194/essd-9-927-2017>
70. Gomes, E., Inácio, M., Bogdzevič, K., Kalinauskas, M., Karnauskaitė, D., Pereira, P. (2021). Future scenarios impact on land use change and habitat quality in Lithuania. *Environmental Research*, 197 <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111101>
71. Govedarica, M., Borisov, M. (2011). The analysis of data quality on topographic maps. *Geodetski Vestnik*, 55(4), 713–725.
72. Groom, G., Levin, G., Svenningsen, S., Perner, M. L. (2020). Historical Maps Machine learning helps us over the map vectorisation crux. Conference: Automatic vectorization of historical maps – International workshop at Budapest organized by the ICA Commission on Cartographic Heritage into the Digital.

73. Hackeloeer, A., Klasing, K., Krisp, J. M., Meng, L. (2014). Georeferencing: A review of methods and applications. *Annals of GIS*, 20(1), 61–69. <https://doi.org/10.1080/19475683.2013.868826>
74. Hartvigsen, M. (2015). Experiences with Land Consolidation and Land banking in Central and Eastern Europe after 1989. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Land Tenure Working Paper series.
75. Havlicek, J. (2016). Comparison of methods of georeferencing of multiple sheets maps serie – Müller's map of Moravia. Proceedings, 6th International Conference on Cartography and GIS.
76. Hill, L. L. (2006). Georeferencing: The Geographic Associations of Information, 2. Cambridge, MA: MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/3260.001.0001>
77. Hostert, P., Kuemmerle, T., Prishchepov, A., Sieber, A., Lambin, E. F., Radeloff, V. C. (2011). Rapid land use change after socio-economic disturbances: The collapse of the Soviet Union versus Chernobyl. *Environmental Research Letters*, 6(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/045201>
78. Iital, A. (2012). Landscape and landscape history. In: L. Rydén and I. Karlsson (Ed.). Rural Development and Land Use, 23–38. Uppsala, Roots: Uppsala University.
79. Информация о карте (2024). <http://www.etomesto.ru/shubert/> [žiūrėta 2024-06-02]
80. Ivavičiūtė, G. (2022). Change in the area of Lithuanian wetlands (2002–2021). Research for rural development 2022: Annual 28th international scientific conference Proceedings, Latvia, Jelgava, 37, 266–272 <https://doi.org/10.22616/rrd.28.2022.038>
81. Yang, Y., Zhang, S., Yang, J., Chang, L., Xing, X. (2014). A review of historical reconstruction methods of land use/land cover. *Journal of Geographical Sciences*, 24(4): 746–766. <https://doi.org/10.1007/s11442-014-1117-z>
82. Jaworek-Jakubska, J., Filipiak, M., Napierała-Filipiak, A. (2020). Understanding of Forest Cover Dynamics in Traditional Landscapes: Mapping Trajectories of Changes in Mountain Territories (1824–2016), on the Example of Jeleniogórska Basin, Poland. *Forests* 2020, 11, 867. <https://doi.org/10.3390/f11080867>
83. Jenny, B., Hurni, L. (2011). Cultural heritage: Studying cartographic heritage: Analysis and visualization of geometric distortions. *Computers & Graphics*, 35(2), 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2011.01.005>
84. Jonušis, A. (2011). Aviečių medis, Panevėžio legendos, mitai ir tikrovė.

- [https://tevynesdvasininkai.lt/Atvirukai/Lietuva/tikra\\_panevezio\\_istorija.pdf](https://tevynesdvasininkai.lt/Atvirukai/Lietuva/tikra_panevezio_istorija.pdf) [žiūrėta 2023-09-06]
85. Juknelienė, D., Mozgeris, G. (2015). The spatial pattern of forest cover changes in Lithuania during the second half of the twentieth century. *Žemės ūkio mokslai*, 22  
<https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v22i4.3215>
  86. Juškevičius, P. (2015). Lietuvos miestų sistemos raida ir jos ateities perspektyvos. *Acta Academiae Artium Vilnensis*, 76, 11–34.
  87. Kaim, D., Kozak, J., Ostafin, K., Dobosz, M., Ostapowicz, K., Kolecka, N., Gimmi, U. (2014). Uncertainty in historical land-use reconstructions with topographic maps. *Quaestiones Geographicae* 33(3), 55–63, <https://doi.org/10.2478/quageo-2014-0029>.
  88. Kaim, D., Kozak, J., Kolecka, N., Ziółkowska, E., Ostafin, K., Ostapowicz, K., Gimmi, U., Munteanu, C., Radeloff, V. C. (2016). Broad scale forest cover reconstruction from historical topographic maps. *Applied Geography*, 67, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.12.003>
  89. Kaim, D., Radeloff, V. C., Szwagrzyk, M., Dobosz, M., Ostafin, K. (2018). Long-Term changes of the Wildland–Urban Interface in the Polish Carpathians. *Geo-Information, ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(4), 137. <https://doi.org/10.3390/ijgi7040137>
  90. Kaplan, J. O., Krumhardt, K., Zimmermann, N. (2009). The prehistoric and preindustrial deforestation of *Quaternary Science Reviews* 28, 3016–3034. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.09.028>
  91. Karavayeva, N. A., Nefedova, T. G., Targulian, V. O. (1991). Historical Land Use Changes and Soil Degradation on the Russian Plain. In: *Land Use Changes in Europe. The GeoJournal Library*, vol. 18. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-3290-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-94-011-3290-9_16)
  92. Kaur, E., Palang, H., Sooväli-Sepping, H. (2004). Landscapes in change – opposing attitudes in Saaremaa, Estonia. *Landscape and Urban Planning*, 67, 109–120. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(03\)00032-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00032-X)
  93. Kavaliauskas, P. (2011). *Kraštovaizdžio samprata ir planavimas*. Vilnius: Vilniaus universitetas
  94. Kavoliutė, F. 1993. Pastabos apie Lietuvos kraštovaizdžio renatūralizaciją. *Geografija*, 29, 61–66.
  95. Kavoliutė, F. (1994). Svarbiausieji Lietuvos kraštovaizdžio raidos bruožai holocene. *Geografija*, 30, 28–34.
  96. Kijowska, J., Kijowski, A., Rączkowski, W. (2010). Politics and landscape change in Poland: C. 1940–2000. *Landscape through the lens. Aerial photographs and historic environment*. Oxbow Books, Oxford, UK.

97. Király, G., Walz, U., Podobnikar, T., Marco Neubert, C., Kokalj, Ž. (2008). Georeferencing of historical maps – methods and experiences. In book: *Spatial Information Systems for Transnational Environmental Management of Protected Areas and Regions in the Central European Space*.
98. Kolečka, J., Krejčí, T., Nováková, E. (2020). The Pre-industrial landscape in Moravia. The case study of inventory and analysis of the ancient land use structures in the Czech Republic). *Land Use Policy*, 97, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104712>.
99. Kolmykov, A. (2018). Conceptual issues of modern land management of Belarus. *Baltic surveying*, 9(2), 38–44. DOI: <https://10.22616/j.balticsurveying.2018.017>
100. Kosztra, B., Büttner, G., Hazeu, G., Arnold, S. (2017). Updated CLC illustrated nomenclature guidelines. European Topic Centre on Urban, land and soil systems.
101. Krejčí, J. (2011). Methods for georeferencing early maps. Conference paper. Conference: 25th International Cartographic Conference at Paris.
102. Kriauciūnas, E., Krupickaitė, D., Pociūtė-Sereikienė, G., Ubarevičienė, R. (2014). Lietuvos kaimo gyvenviečių funkcijų kaitos regioninės ypatybės. *Geografijos metraštis*, 47, 70–87.
103. Królewicz, S., Żuk, L. (2015). To trust or not to trust: Maps vs. aerial photographs within political discourse. *Recovering lost landscapes*, Belgrade.
104. Krupickaitė, D. (2003). Naujos Lietuvos ir kitų Baltijos šalių miestų sistemų raidos tendencijos. *Geografija*, 39(2), 38–44.
105. Lambin, E. F., Rounsevell, M. D. A., Geist, H. J. (2000). Are agricultural land-use models able to predict changes in land-use intensity? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 82, 321–331 [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00235-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00235-8)
106. Liekis, A. (2012). Kartografija ir geodezija Lietuvos kariuomenėje (1919–1940 m.). *Geodezija ir kartografija*, 29(3), Ia–Ig. <https://doi.org/10.1080/13921541.2003.10553000>
107. Lietuvos miškai ir miškų departamento darbuotė (1937). <https://amvmt.lrv.lt/uploads/amvmt/documents/files/Statistika/MiskuStatistika/1937/1.pdf>
108. Lietuvos Respublikos miškų įstatymas. 1994 m. lapkričio 22 d. Nr. I-671.
109. Lietuvos Respublikos upių, ežerų ir tvenkinių kadastras. [https://uetk.biiip.lt/\[žiūrėta 2024-01-27\]](https://uetk.biiip.lt/[žiūrėta 2024-01-27]).

110. Lietuvos statistikos departamentas (2024). Nuolatinių gyventojų skaičius metų pradžioje. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?indicator=S3R778#/> [žiūrėta 2024-06-02].
111. Liu, D., Toman, E., Fuller, Z., Chen, G., Londo, A., Zhang, Z., Zhao, K. (2018). Integration of historical map and aerial imagery to characterize long-term land-use change and landscape dynamics: An object-based analysis via Random Forests. *Ecological Indicators*, 95, 595–605. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.004>
112. Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos (2018). Lietuvos Respublikos žemės fondas 2018 m. sausio 1 d. (2018). Ataskaita. <https://sena.nzt.lt/go.php/lit/Lietuvos-respublikos-zemes-fondas>
113. Mačiulytė, J. (2006). Lietuvos kaimiškų teritorijų kaita po Nepriklausomybės atkūrimo. *Annales Geographicae*, 39(2) 5–14.
114. Maguire, B., Miller, A., Gienko, G. (2008). *Geografinių informacinių sistemų pagrindai*. Mokomoji knyga (GII-01).
115. Mahendra, W. K., Danoedoro, P. (2024). Understanding the influence of different sample sizes and sample techniques on accuracy assessment of land cover mapping: case study of Salatiga city, Indonesia, Proceedings in 8th Geoinformation Science Symposium 2023: Geoinformation Science for Sustainable Planet. <https://doi.org/10.1117/12.3009445>
116. Maisyaroh, W., Luchman, H., Jati, S., Jati B. (2021). Bird diversity in the Gumuk ecosystem in Jember. IOP Conference Series: Earth and *Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/886/1/012046>
117. Marull, J., Tello, E., Wilcox, P. T., Coll, F., Pons, M., Warde, P., Valldeperas, N., Ollés, A. (2014). Recovering the landscape history behind a Mediterranean edge environment (The Congost Valley, Catalonia, 1854–2005): The importance of agroforestry systems in biological conservation. *Applied Geography*, 54, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.030>
118. Martin, S., Reynard, E. (2008). Historical mapping for landscape reconstruction examples from the Canton of Valais (Switzerland). 6th ICA Mountain Cartography Workshop: Mountain Mapping and Visualisation, 211–217.
119. Matasov, V., Prishchepov, A. V., Rudbeck Jepsen, M., Müller, D. (2019). Spatial determinants and underlying drivers of land-use transitions in European Russia from 1770 to 2010. *Journal of Land Use Science*, 14(4–6), 362–377. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2019.1709224>
120. Mayra, J., Kivinen, S., Keski-Saari, S., Poikolainen, L., Kumpula, T. (2023). Utilizing historical maps in identification of long-term land use

- and land cover changes. *Ambio*, 52, 1777–1792. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01838-z>
121. Maxwell, J. R. (2017). Digitising Schematic Maps. Recreating or reinventing history? [http://www.tubemapcentral.com/articles/Roberts\\_EOM2017\\_2017.pdf](http://www.tubemapcentral.com/articles/Roberts_EOM2017_2017.pdf) [žiūrėta 2021-11-07]
  122. Maiorano, L., Falcucci, F., Boitani L. (2006). Gap analysis of terrestrial vertebrates in Italy: Priorities for conservation planning in a human dominated landscape. *Biological Conservation*, 133, 455–473. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.07.015>
  123. Matulevičius, A. (1997). Ragainės apskrities XVIII a. pirmosios pusės gyventojų tautinė sudėtis ir žemėnauda. Iš: Lietuvos sienų raida. 2 tomas. Vilnius. 385–397.
  124. Meszaros, J., Timar, G. (2010). The Danube Mappation of Hungary (1823–45) and its reprojction to modern map coordinate systems. 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage.
  125. Milius, J. (1974). Lietuvos žemėveikslių ypatybės gamtinių landšaftų tipuose. *Geografija ir geologija*, 11, 83–92.
  126. Milius, J. (1976). Zemelnye ugodya v problematike kraeustroistva. *Geographia Lithuanica*, 211–214.
  127. Milius, J. (1979). Lietuvos kraštovaizdžio pasikeitimai pokario socialinių ūkinių pertvarkų įtakoje. *Geografinis metraštis*, 17, 37–44.
  128. Milius, J. (1983). Prirodno-ekologicheskiy faktor v izuchenii zemelnykh ugodii Litovskoi SSR. Neodnorodnost landshaftov i nririodopolzovaniya, Maskva. 65–70.
  129. Milius, J. (1984a). Žemės naudmenos ir Lietuvos agrarinio kraštovaizdžio tyrimo problematika. *Geografija*, 20, 39–47.
  130. Milius, J. (1984b). Uzichenie zemelnukh ugodnii v aspekte geoeologii i monitoringa. *Geographia Lithuanica*, 191–197.
  131. Milius, J. (1997). Žemėvalda Lietuvoje 1930 m. *Žemėtvarka ir melioracija*, 2(3), 79–81.
  132. Milius, J., Lukšaitė J. (2005). Tauragnų apylinkių žemėvaldos ir žemėnaudos kaita XX amžiuje. Monografija „*Tauraganai*“. Vilnius: Versmė.
  133. Molnar, G. (2010). Making a georeferenced mosaic of historical map series using constrained polynomial fit. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica* 45(1), 24–30. <https://doi.org/10.1556/ageod.45.2010.1.5>
  134. Molnar, G., Timar, G. (2009). Mosaicking of the 1:75 000 sheets of the Third Military Survey of the Habsburg Empire. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 44(1), 115–120 <https://doi.org/10.1556/ageod.44.2009.1.11>



135. Molnar, G., Timar, G., Biszak, E. (2014). Can the First Military Survey maps of the Habsburg Empire (1763–1790) be georeferenced by an accuracy of 200 meters? 9th International Workshop on Digital Approaches to Cartographic Heritage, 9, 127–132  
<http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1447.8724>
136. Morlighem, C., Labetski, A., Ledoux, H. Reconstructing historical 3D city models (2022). *Urban Info* 1, 11, <https://doi.org/10.1007/s44212-022-00011-3>
137. Munteanu, C., Kuemmerle, T., Boltiziar, M., Butsic, V., Gimmi, U., Halada, L., Kaim, D., Király, G., Konkoly-Gyuró, E., Kozak, J., Lieskovský, J., Mojses, M., Müller, D., Ostafin, K., Ostapowicz, K., Shandra, O., Štych, P., Walker, S., Radeloff, V. C. (2014). Forest and agricultural land change in the Carpathian region – A meta-analysis of long-term patterns and drivers of change. *Land Use Policy*, 38, 85–697. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.012>.
138. Lietuvos nacionalinio atlaso žemėlapis „Geomorfologinis rajonavimas“. Autorius: R. Guobytė, P. Kavaliauskas. Kartografas: R. Svilienė. Nacionalinio atlaso skyrius „Gamta ir kraštovaizdis“, tema – „Gelmės ir paviršius“, 25. VĮ „GIS-Centras“.
139. Németh, G., Lóczy, D., Gyenizse, P. (2021). Long-Term land use and landscape pattern changes in a Marshland of Hungary. *Sustainability*, 13, 12664. <https://doi.org/10.3390/su132212664>
140. Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology*. Trečias leidimas, Filadelfija.
141. Olah, B., Gallay, I., Gallayová, Z., Boltiziar, M. (2014). Recent transformation of the Slovak cultural landscape. In book: *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World. IGU-LUCC Research Reports* (pp. 63–73). Edition: Volume IX Chapter: Recent transformation of Slovak cultural landscape. Publisher: IGU-LUCC Editors: Ivan Bičík, Yukio Himiyama, Ján Feranec, Lucie Kupková.
142. Oláhová, J., Vojtek, M., Boltiziar, M. (2011). Use of selected extensions for the analysis of secondary landscape structure in GIS. *Young Scientists and Pedagogues Conference Proceedings*.
143. Orczewska, A. (2009). Age and origin of forests in South-Western Poland and their importance for ecological studies in man-dominated landscapes. *Landscape Research*, 34(5), 599–617. <https://doi.org/10.1080/01426390903184579>
144. Palang, H., Mander, Ü., Luud, A. (1998). Landscape diversity changes in Estonia. *Landscape and Urban Planning*, 41, 163–169.

145. Palang, H., Printsman, A., Gyuró, É. K., Urbanc, M., Skowronek, E., Woloszyn, W. (2006). The forgotten rural landscapes of Central and Eastern Europe. *Landscape Ecology*, 21, 347–357. <https://doi.org/10.1007/s10980-004-4313-x>
146. Panecki, T., Związek, T., Myrda, G. (2019). The spatial database development for research on settlements and afforestation in Nowy Tomyśl Plain in Early Modern times. *Studia Geohistorica*, 6, 186–205. <https://doi.org/10.12775/SG.2018.13>
147. Parveen, Sh., Basheer, J., Praveen, B. (2018). A literature review on land use land cover changes. *International Journal of Advanced Research (IJAR)*, 6, 1–6.
148. Patur, R., Bolliger, J. (2017a). Land changes in Slovakia: Past processes and future directions. *Applied Geography*, 85, 163–175. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.05.009>
149. Patur, R., Bolliger, J. (2017b). Land changes in Slovakia: Enhanced land use datasets and future scenarios of land change for Slovakia. *Data in Brief*, 14, 483–488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dib.2017.07.066>
150. Peleckis, P. (1989). Pro peizazh i ... melioraciyu. *Sovestkaya Litva*.
151. Pereponova, A., Skaloš, J., Forejt, M. (2021). Dynamics of wood-pastures in Czechia in the context of its historic changes in the last two centuries. *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World*, 16, 125–131.
152. Perzanowski, K., Januszczak, M., Łopucki, R. (2018). Historical changes in land use influence current habitat preferences of large herbivores. *Landscape Ecology*, 34, 2251–2259. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00899-4>
153. Petit, C. C., Lambin, E. F. (2002). Long-term land-cover changes in the Belgian Ardennes (1775–1929): model-based reconstruction vs. historical maps. *Global Change Biology*, 8, 616–630. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00500.x>
154. Petrokienė, L., Ribokas G. (1996). Žemėnaudos ypatybės aktyvaus karsto zonoje. *Geografijos metraštis*, 29, 7–19.
155. Pocewicz, A., Nielsen-Pincus, M., Goldberg, C. S., Johnson, M. H., Morgan, P., Force, J. E., Waits, L. P., Vierling, L. (2008). Predicting land use change: Comparison of models based on landowner surveys and historical land cover trends. *Landscape Ecology*, 23, 195–210. <https://doi.org/10.1007/s10980-007-9159-6>
156. Podobnikar, T., Kokalj, Ž. (2006). Triglav national park historical maps analysis. Proceedings of 5th Mountain Cartographic Workshop.

157. Podobnikar, T. (2007). Characteristics of the positional errors of historical maps. 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science, 18.
158. Podobnikar, T. (2009). Georeferencing and quality assessment of Josephine survey maps for the mountainous region in the Triglav National Park. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 44(1), 49–66. <http://10.1556/AGeod.44.2009.1.6>
159. Podobnikar, T. (2010). Historical maps of Ljubljana for GIS applications. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 45(1), 80–88. <https://doi.org/10.1556/ageod.45.2010.1.12>
160. Podobnikar, T. (2011). Old Maps for Spatial Applications. *Sensors and Systems* [žiūrėta: 2021-09-30].
161. Podobnikar, T., Šinkovec, I. (2004). Ljubljana – mutual analyses of the georeferenced old maps. 67–73.
162. Prokop, P. (2017). The first medium-scale topographic map of Galicia (1779–1783) – survey, availability and importance. *Geographia Polonica*, 90(1), 97–104. <http://dx.doi.org/10.7163/GPol.0081>
163. Prus, B., Ulicka, K., Bacior, S. (2018). Historical land use changes between 1848 and 2016: Case study of two selected villages in Małopolska. *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World – Volume XIII*.
164. Ramankutty, N., Foley, J. A. (1999). Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles* 13, 997–1027. <https://doi.org/10.1029/1999GB900046>
165. Ribokas, G., Milius, J. (2001). Agrarinės žemėnaudos transformacijos XX a. sudėtingų ūkinių sąlygų teritorijose. *Geografija* 37(2), 65–72.
166. Ribokas, G., Zlatkutė, A. (2009). Žemėnaudos kaita Anykščių rajono savivaldybėje (Viešintų seniūnijos pavyzdžiu). *Geografijos metraštis*, 42(1–2), 45–54.
167. Ribokas, G. (2010). Šiaurės Rytų Lietuvos kaimo raidos perspektyvos. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 3 (19), 63–74.
168. Ribokas, G. (2011). Apleistų žemių (dirvonų) problema retai apgyvendintose teritorijose. *Kaimo raidos kryptys žinių visuomenėje*, 2, 298–307.
169. Riepšas, E. (2022). Lietuvos miškai. Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras. <https://www.vle.lt/straipsnis/lietuvos-miskai/> [žiūrėta 2022-11-02].
170. Rounsevell, M. D. A., Pedrolí, B., Erb, K. H., Gramberger, M., Gravsholt Busck, A., Haberl, H., Kristensen, S., Kuemmerle, T., Lavorel, S., Lindner, M., Lotze-Campen, H., Metzger, M. J., Murray-Rust, D., Popp, A., Pérez-

- Soba, M., Reenberg, A., Vadineanu, A., Verburg, P. H., Wolfslehner, B. (2012). Challenges for land system science. *Land Use Policy*, 29(4), 899–910. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.01.007>.
171. Rymasheuskaya, M. (2007). Land cover change detection in northern Belarus. *Proceeding of Scan GIS*, 255–260.
172. Rusijos imperijos Europinės dalies žemėlapis M 1:126 000. 1865–1874 sudarymo metai su vėlesniais pakeitimais.
173. Senetra, A., Szczepańska, A., Veteikis, D., Wasilewicz-Pszczółkowska, M., Šimanauskienė, R., Volungevičius, J. (2013). Changes of the land use patterns in Polish and Lithuanian trans-border rural area. *Baltica*, 26, 157–168. <http://doi.org/10.5200/baltica.2013.26.16>
174. Schulp, C. J. E., Levers, Ch., Kuemmerle, T., Tieskens, K. F., Verburg, P. H. (2019). Mapping and modelling past and future land use change in Europe's cultural landscapes. *Land Use Policy*, 80, 332–344 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.030>.
175. Singh, S., Singh, M. K., Kumar, Ch. M., Ghoshal, N. (2019). Land use, land use change and sustainable land management. *Innovations in Life Science Research*, 343–371. Nova Science Publishers, Inc., NY.
176. Simov, M. (2019). Mapping Enemy's Land: Russian Military-Topographic Intelligence on 19th Century European Turkey. *Journal of Balkan and Black Sea Studies*, 3, 45–70.
177. Skaloš, J., Kašparova, I. (2012). Landscape memory and landscape change in relation to mining. *Ecological Engineering* 43, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.07.001>
178. Skaloš, J., Weber, M., Lipský, Z., Trpáková I., Santrucková, M., Uhlířová, L., Kukla, P. (2011). Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes e Case study (Czech Republic). *Applied Geography*, 31, 426–438. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.10.004>
179. Sklenicka, P., Símová, P., Hrdinová, K., Salek, M. (2015). Changing rural landscapes along the border of Austria and the Czech Republic between 1952 and 2009: Roles of political, socioeconomic and environmental factors. *Applied Geography*, 47, 89–98.
180. Skokanova, H., Faltan, V., Havlíček, M. (2016). Driving forces of main landscape change processes from past 200 years in Central Europe – differences between old democratic and post-socialist countries. *Ekológia (Bratislava)*, 35, 50–65. <https://doi.org/10.1515/eko-2016-0004>
181. Smiraglia, D., Tombolini, I., Canfora, L., Bajocco, S., Perini, L., Salvati, L. (2019). The latent relationship between soil vulnerability to

- degradation and land fragmentation: A statistical analysis of landscape metrics in Italy, 1960–2010. *Environmental Management* 64, 154–165. <https://doi.org/10.1007/s00267-019-01175-6>
182. Stanikūnas, D. (1997). Lietuvos nederlingų žemių naudojimo dabartis ir rytdiena: ekonominiai, ekologiniai ir socialiniai aspektai. *Žemės ūkis*, 8, 3–4.
183. Statology (2021). Shannon diversity index: Definition & example. <https://www.statology.org/shannon-diversity-index/> [žiūrėta 2024-01-20].
184. Statuto, D., Cillis, G., Picuno, P. (2016). Analysis of the effects of agricultural land use change on rural environment and landscape through historical cartography and GIS tools. *Journal of Agricultural Engineering*, 47(1), 28–39. <https://doi.org/10.4081/jae.2016.468>.
185. Stäuble, S., Martin, S., Reynard, E. (2008). Historical Mapping for Landscape Reconstruction Examples from the Canton of Valais (Switzerland). 6th ICA Mountain Cartography Workshop Mountain Mapping and Visualisation, 211–217.
186. Stevanović, M. (2017). Direct and indirect climate change impacts in the land-use sector. Doctoral thesis. Technische Universität Berlin. <https://doi.org/10.14279/depositonce-6065>
187. Storie, J. (2014). From Forced to Voluntary Cooperation in Rural Latvia: Changing Mindsets, Changing Language. ECLAS 2014, Landscape: A palce of cultivation.
188. Stürck, J., Levers, C., Zanden, E., Schulp, C., Verkerk, H., Kuemmerle, T., Helming, J. F. M., Lotze-Campen, H., Tabeau, A., Popp, A., Schrammeijer, E., Verburg, P. (2018). Stimulating and delineating future land change trajectories across Europe. *Regional Environmental Change* 18, 733–749. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0876-0>
189. Šnipaitė, D. (1968). Vliyanie meliorativnykh meropriyatii na transformaciyu ugodii v Litovskoy SSR. *Voprosy melioracii*, 3(11), 86–97.
190. Talich M., Soukup L., Havrlant J., Ambrožová K., Böhm O., Antoš F. (2013). Georeferencing of the Third Military Survey of Austrian Monarchy. 26th International Cartographic Conference, Dresden.
191. Tebéra, A. (2018). Trumpa miškininkystės istorija. <http://miskininkas.eu/12342-2/> [žiūrėta 2022-11-02].
192. Timár, G., Biszak, S. (2010). Digitizing and georeferencing of the historical cadastral maps (1856–60) of Hungary. 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage.
193. Timár, G., Galambos, C., Czibalmas-Szabó, Z., Molnár, G. (2007). Forest cover changes on the catchment of the Békény/Belcheni Creek

- (Gyergyó/Gheorgheni Basin, Eastern Carpathians) from the 18th century to nowadays. *Studii si Cercetari (Bistrita-Nasaud)*. 12. 111–116.
194. Tamulaitis, B. (1987). *Melioracija ir gamta*. Vilnius, 44 p.
195. Tiknius, A. (1988). Okhrana struktury landshaftov pri melioracii zemel v Litovskoy SSR. *Problemy ochrany prirody v agropromyshlennom komplekse*, 133–134.
196. Tortora, A., Statuto, D., Picuno, P. (2015). Rural landscape planning through spatial modelling and image processing of historical maps. *Land Use Policy*, 42, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.027>.
197. Tsilimigkas, G., Kizos, T. (2016). Space, pressures and the management of the greek landscape. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 96, 159–175. <https://doi.org/10.1111/geob.12043>
198. Tlapáková, L., Stejskalová, D., Karásek, P., Podhrázká, J. (2013). Landscape metrics as a tool for evaluation landscape structure – case study Hustopeče. *European Countryside*, 5(1), 52–70. <https://doi.org/10.2478/euco-2013-0004>
199. Tucci, M., Giordano, A. (2011). Positional accuracy, positional uncertainty, and feature change detection in historical maps: Results of an experiment. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(6), 452–463. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2011.05.004>
200. United Nations. (2000). *Handbook on geographic information systems and digital mapping*. United Nations.
201. Urbanc, M., Printsman, A., Palang H., Skowronek, E., Woloszyn, W., Konkoly Gyuró, E. (2004). Comprehension of rapidly transforming landscapes of Central and Eastern Europe in the 20th century. *Acta Geographica Slovenica*, 44, 101–131. <http://dx.doi.org/10.3986/AGS44204>
202. Vaitekūnas, S., Čepienė E. (2014). Lietuvos kaimų sistema: koncepcija, skaičius, dydis, tankumas, išdėstymas, kitimas. *Tiltai* 2, 53–74.
203. Vaitkevičius, V., Žikulinas, J. (2010). Atrandant žemėlapius, arba kartografija – archeologijai. *Lietuvos archeologija*, 36, 9–28.
204. Vareilles, A., Pelling, R., Woodbridge, J., Fyfe, R. (2021). Archaeology and agriculture: Plants, people, and past land-use. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(10), 943–954. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.003>
205. Valčiukienė, J., Atkocevičienė, V., Juknelienė, D. (2016). Lietuvos kaimiško agrarinio kraštovaizdžio ir jų tipų raidos apžvalga. *Geografija ir edukacija*, 4, 23–32. <http://dx.doi.org/10.15823/ge.2016.2>
206. Valstybinė miškų tarnyba. (2022). Valstybinė miškų apskaita 2022.01.01. <https://amvmt.lrv.lt/lt/atviri-duomenys-1/misku-statistikos-leidiniai/valstybine-misku-apskaita/2022-01-01/> [žiūrėta 2023-10-07].

207. Van der Sluis, T., Pedroli, B., Kristensen, S. B. P., Lavinia Cosor, G., Pavlis, E. (2016). Changing land use intensity in Europe – recent processes in selected case studies. *Land Use Policy*, 57, 777–785. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.005>
208. Vanwambeke, S. O., Meyfroidt, P., Nikodemus, O. (2012). From USSR to EU: 20 years of rural landscape changes in Vidzeme, Latvia. *Landscape and Urban Planning*, 3, 241–249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.12.009>
209. Velička, J. (1972). Melioratoriai keičia kraštovaizdį. *Gamta ir žmogus*. Vilnius, 19–28.
210. Veteikis, D. (2012). *Kraštovaizdžio antropogeninės struktūros. Mokomoji knyga*. Vilniaus universitetas.
211. Veteikis, D., Piškinaitė, E. (2019). Geografiniai žemėnaudos kaitos tyrimai Lietuvoje: raida, kryptys, perspektyvos. *Geologija. Geografija*, 5 (1), 14–29. <https://doi.org/10.6001/geol-geogr.v5i1.3992>
212. Visuotinė lietuvių enciklopedija (2024). Šilutė. <https://www.vle.lt/straipsnis/silute/> [žiūrėta 2024-06-23]
213. Winkler, K., Fuchs, R., Rounsevell, M., Herold, M. (2021). Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications*. 12, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>
214. Zawadski, M. (2019). Methodology of reconstruction of the Old-Polish road network as exemplified by the historic Lublin Voivodship. *Polish Cartographical Review*, 51 (3), 129–141. <https://doi.org/10.2478/pcr-2019-0011>
215. Zlinszky, A., Molnar, G. 2009. Georeferencing the first bathymetric maps of lake Balaton, Hungary. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica* 44(1), 79–97. <http://dx.doi.org/10.1556/AGeod.44.2009.1.8>
216. Zlinszky, A., Timár, G. 2013. Historic maps as a data source for socio-hydrology: A case study of the Lake Balaton wetland system, Hungary. *Hydrology and Earth Systems Sciences* 17, 4589–4606. <http://dx.doi.org/10.5194/hessd-10-7733-2013>
217. Žabensky, M., Dubska, M. (2014). Land use development in Slovakia from the 17th to the 20th century: Case study area of Bojnice. BIČÍK Ivan, HIMIYAMA Yukio, FERANEC Ján, KUPKOVÁ Lucie (eds.) (2014): *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World – Volume IX*.

## PRIEDAI

### 1 PRIEDAS. Lietuvos kartografinių šaltinių analizės suvestinė.

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip/Ne</i>	Vieša prieiga
<b>Ortografiniai žemėlapiai, aeronuotraukos</b>							
1	Kauno miesto ir apylinkių aeronuotraukos	Krašto apsaugos ministerijos Karo topografijos skyrius	1935–1940	1:10 000	Skenuotas	Ne	–
2	Panevėžio aeronotrauka		1940			Ne	www.geoportal.lt
3	Lietuvos ortografiniai žemėlapiai	Vokietijos karinių oro pajėgų žvalgyba	1944		Internetinė aplikacija	Ne	Lietuvos centrinis valstybės archyvas geoportal.lt
					Skaitmeniniai failai	Ne	http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=85
4	Pirmoji pokarinė Lietuvos aerofotografija	Sovietų kariškiai	1945–1952				http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=126
5	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis ORT10LT	Nacionalinė žemės taryba	1995–1999	1:10 000		Taip	www.geoportal.lt
6	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis ORT10LT		2005–2006			Taip	www.geoportal.lt
7	Lietuvos Respublikos apskričių skaitmeninis rastrinis ortofotografinis žemėlapis ORT2LT		2007	1:2 000		Ne	www.geoportal.lt



Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visa Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
8	Gyvenamųjų vietovių skaitmeninis rastrinis ortofotografinis žemėlapis ORT5LT		2007	1:5 000		Ne	www.geoportal.lt
9	Lietuvos Respublikos apskričių centrų skaitmeninis rastrinis ortofotografinis žemėlapis ORT2L		2008	1:2 000		Ne	www.geoportal.lt
10	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis ORT10LT		2009–2010	1:10 000		Taip	www.geoportal.lt
11	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis ORT10LT	Nacionalinė žemės taryba	2012–2013	1:10 000		Taip	www.geoportal.lt
12	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis žemėlapis ORT10LT		2015–2017	1:10 000		Taip	www.geoportal.lt
13	Lietuvos automobilių kelių direkcijos sankryžų ortofotografinių vaizdų duomenys	Lietuvos automobilių kelių direkcija	2015			Ne	www.geoportal.lt
14	Bepiločio lėktuvo ortografinis žemėlapis	VĮ GIS-Centras	2015	1:25 000			www.geoportal.lt
15	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis žemėlapis ORT10LT	Nacionalinė žemės taryba	2018	1:10 000		Ne	www.geoportal.lt

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
16	Lietuvos Respublikos apskričių centrų skaitmeninis rastrinis ortofotografinis žemėlapis ORT2LT		2018	1:2 000		Ne	www.geoportal.lt
17	Lietuvos skaitmeninis ortofotografinis žemėlapis ORT10LT	Nacionalinė žemės taryba	2018–2020	1:10 000		Taip	www.geoportal.lt
<b>Topografiniai žemėlapiai</b>							
1	Prūsijos teritorijos žemėlapis (vokiškas) <i>Karte von Ost-Preussen nebst Preussisch Litthauen und West – Preussen nebst dem Netzdistrict</i>		1802–1810	1:150 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=31">http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=31</a>
2	Reymanno specialus Vokietijos topografinis žemėlapis		1806–1908	1:200 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="https://www.landkartenarchiv.de/deutschland_topographischespecialkarte.php">https://www.landkartenarchiv.de/deutschland_topographischespecialkarte.php</a>
3	Rinktinis Naujosios Rytų Prūsijos provincijos karinis žemėlapis		1807–1808	1:152 500	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=_index_Krieges-karte-New-ost-preussen&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=32">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=_index_Krieges-karte-New-ost-preussen&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=32</a>
4	Vilniaus gubernijos Ukmergės apskrities žemėlapis	A. Domeika	1842	1:84 000	Originalas	Ne	Lietuvos valstybės istorijos archyvas
5	Karinis-topografinis europinės Rusijos žemėlapis		1845	1:126 000	Įskaitmenintas	Taip	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visa Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
					Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107528.html">http://www.agi.lt/topo/107528.html</a>
					Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=20">http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=20</a>
6	Rusijos imperijos karinis topografinis žemėlapis (rusiškas)		1846–1863	1:126 000	Skenuotas interaktyvus	Taip	<a href="http://www.etomesto.ru/shubert/#up">http://www.etomesto.ru/shubert/#up</a> <a href="http://easteurotopo.org/maps/intro-late-19-early-20/">http://easteurotopo.org/maps/intro-late-19-early-20/</a>
7	Suvalkų gubernijos žemėlapis	A. Iljino kartografijos įmonė	XIX a. II pusė	1:420 000	Originalas	Ne	Lietuvos nacionalinis muziejus
8	Žemaičių (Telšių) vyskupijos žemėlapis	A. Kasonskis	1855	1:430 000	Originalas	Ne	Lietuvos nacionalinis muziejus
9	Vilniaus gubernijos Švenčionių apskrities žemėlapis	A. Sierotavičius	1860	1:210 000	Originalas	Ne	Lietuvių literatūros ir tautosakos institutas
10	Topografinis žemėlapis (rusiškas)		1867	1:420 000	Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107540.html">http://www.agi.lt/topo/107540.html</a>
11	Kauno gubernijos žemėlapis	Kulvinskis	1867	1:420 000	Originalas	Ne	Nacionalinis M. K. Čiurliono dailės muziejus
12	Austrijos-Vengrijos žemėlapis	Imperatoriškasis ir karališkasis karo geografijos institutas	1876	1:75 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://www.lithuanianmaps.com/Maps1876-1900.html">http://www.lithuanianmaps.com/Maps1876-1900.html</a>
13	Topografinis žemėlapis (rusiškas)		1889	1:21 000	Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107525.html">http://www.agi.lt/topo/107525.html</a>
					Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=23">http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=23</a>
14	Centrinės Europos apžvalginis žemėlapis (vokiškas)	Prūsijos karališkasis žemės registro kartografijos skyrius	1893–1914	1:300 000	Skenuota ištrauka	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
							<a href="https://lmavb.maps.arcgis.com/home/item.html?id=6115d4603dfa411d98533bbf584c58f0">https://lmavb.maps.arcgis.com/home/item.html?id=6115d4603dfa411d98533bbf584c58f0</a> <a href="http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html">http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html</a>
15	Topografinis žemėlapis (rusiškas)		1889–1890	1:42 000	Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107526.html">http://www.agi.lt/topo/107526.html</a> <a href="http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=22">http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=22</a>
16	Topografinis žemėlapis (vokiškas). <i>Karte des Westlichen Russlands</i>		1897–1921	1:100 000	Skenuota ištrauka	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://lmavb.maps.arcgis.com/home/group.html?id=4a9925d2441f4e20944b03357d69e2e7&amp;view=list#content">https://lmavb.maps.arcgis.com/home/group.html?id=4a9925d2441f4e20944b03357d69e2e7&amp;view=list#content</a> <a href="http://www.agi.lt/topo/107558.html">http://www.agi.lt/topo/107558.html</a> <a href="http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=KWR100">http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=KWR100</a> <a href="http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html">http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=Ubersichtskarte_der_8_Armee&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=49">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=Ubersichtskarte_der_8_Armee&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=49</a>
17	Vidurio Europos topografinis žemėlapis.		1899	1:300 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107562.html">http://www.agi.lt/topo/107562.html</a>

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
	<i>Übersichtskarte von Mittel-Europa</i>						
18	Europinės Rusijos karinis kelių žemėlapis		XIX a. pab.	1:1 050 000	Skenuota ištrauka	Taip	
19	Topografinis žemėlapis (rusiškas)		1907–1915	1:84 000	Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107527.html">http://www.agi.lt/topo/107527.html</a> <a href="http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=21">http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=21</a>
20	Vokietijos imperijos topografinis apžvalginis žemėlapis		1913	1:200 000	Skenuotas	Ne	<a href="http://igrek.amzp.pl/details.php?id=10682">http://igrek.amzp.pl/details.php?id=10682</a>
21	Lietuvos pasienio su Vokietija teritorijos topografinis žemėlapis		1913–1921	1:100 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka
22	Rusijos europinės dalies topografinis žemėlapis (vokiškas)	Generalinio štabo kartografijos dalis	1914–1917	1:126 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=index%20GE%201%20126K&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=73">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=index GE 1 126K &amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=73</a>
23	Vokiškas topografinis žemėlapis		1914–1921	1:100 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka
24	Kuršo žemėlapis	Vokiečių topografai	1914–1919	1:50 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=117">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=117</a>
25	Apžvalginis Europos ir Artimųjų Rytų žemėlapis (vokiškas)		1914–1927	1:80 000	Skenuota ištrauka	Taip	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=1_800K&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=70">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=1_800K&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=70</a>
26	Vokiškas topografinis žemėlapis	Vokietijos kariuomenė	1915	1:300 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo">https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo</a>

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
27	Vokietijos reicho apžvalginis topografinis žemėlapis (vokiškas)		1915	1:200 000	Skenuotas	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107560.html">http://www.agi.lt/topo/107560.html</a> <a href="http://www.lithuanianmaps.com/images/1915_Memel_mapywig.jpg">http://www.lithuanianmaps.com/images/1915_Memel_mapywig.jpg</a>
28	Topografinis žemėlapis (vokiškas)		1916	1:25 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107552.html">http://www.agi.lt/topo/107552.html</a>
29	Lietuvos žemėlapis (vokiečių ir lietuvių kalbomis)		1918	1:750 000	Skenuotas	Taip	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=103">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=103</a>
30	„Rige, Libau, Memel. Kawno“	Imperatoriškasis ir karališkasis karo geografijos institutas	1918	1:750 000	Skenuotas	Ne	<a href="http://www.lithuanianmaps.com/images/1918_UvM_750_K_D_I_RIGA_LIBAU_ME MEL_KOWNO_1918_mapywig_COMP.jpg">http://www.lithuanianmaps.com/images/1918_UvM_750_K_D_I_RIGA_LIBAU_ME MEL_KOWNO_1918_mapywig_COMP.jpg</a>
31	Lietuvos topografinis žemėlapis (lenkiškas)		1920	1:300 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo">https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo</a>
32	Topografinis žemėlapis (vokiškas). <i>Karte des Deutschen Reiches</i>		1921–1945	1:100 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107554.html">http://www.agi.lt/topo/107554.html</a> <a href="http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html">http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html</a>
33	Lenkijos topografiniai žemėlapiai	Lenkijos karinio geografijos instituto	1926–1935	1:100 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo">https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo</a>

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visa Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
							<a href="http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=45">http://www.maps4u.lt/lt/maps.php?cat=45</a> <a href="http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=WIG100">http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=WIG100</a>
34	Lietuvos topografinis žemėlapis (lietuviškas)		1927–1940	1:25 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo">https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo</a>
35	Lenkiškos karinių topografinių žemėlapių serijos		1929–1935	1:300 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo">https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo</a>
36	Topografinis žemėlapis (latviškas)	Latvijos armijos štabo Geodezinė-topografinė dalis	1924–1933	1:75 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107731.html">http://www.agi.lt/topo/107731.html</a>
37	Topografinis žemėlapis	Krašto apsaugos ministerijos Karo topografijos skyrius	1927–1940	1:25 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/fcontent.html">http://www.agi.lt/topo/fcontent.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=14">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=14</a> <a href="http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=LIT025">http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=LIT025</a>
38	Žemėlapių rinkinys	Raudonoji darbininkų ir valstiečių armija	1930	1:100 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=41">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=41</a>
39	Rinktiniai RKKK žemėlapiai (rusiški)	Raudonoji darbininkų ir valstiečių armija	1930	1:50 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=N-33-123-Berlin&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=40">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=N-33-123-Berlin&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=40</a>

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
40	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Sovietų kariškiai	1932	1:200 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107739.html">http://www.agi.lt/topo/107739.html</a>
41	Topografinis žemėlapis	Krašto apsaugos ministerijos Karo topografijos skyrius	1932	1:5 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=51">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=51</a>
42	Topografinis žemėlapis (lenkiškas)	Karinis geografijos institutas	1932	1:100 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/fcontent.html">http://www.agi.lt/topo/fcontent.html</a>
43	Topografinis žemėlapis (lenkiškas)	Karinis geografijos institutas	1932	1:300 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/fcontent.html">http://www.agi.lt/topo/fcontent.html</a> <a href="http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=WIG300">http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=WIG300</a>
44	Kauno įgulos šaudyklos žemėlapis	Krašto apsaugos ministerijos Karo topografijos skyrius	1933	1:10 000	Skenuotas	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=Kaunas_Eiguliai_1_10K_1931_kts&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=13">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=Kaunas_Eiguliai_1_10K_1931_kts&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=13</a>
45	Lietuvos topografinis žemėlapis (lietuviškas)	Krašto apsaugos ministerijos Karo topografijos skyrius	1933–1940	1:100 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo">https://maps-lmavb.hub.arcgis.com/pages/topo</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=100K_aktyvus&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=15">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=100K_aktyvus&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=15</a> <a href="http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=LIT100">http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=LIT100</a>
46	Topografinis žemėlapis (lietuviškas ir latviškas)	Latvijos armijos štabo Geodezinė-topografinė dalis	1933–1940	1:200 000			<a href="http://www.agi.lt/topo/107732.html">http://www.agi.lt/topo/107732.html</a>



Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visa Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
47	Topografinis žemėlapis	Karo kartografijos skyrius	1933	1:100 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107727.html">http://www.agi.lt/topo/107727.html</a>
48	Topografinis žemėlapis	Vyriausiojo štabo Karo topografijos skyrius	1933	1:400 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107728.html">http://www.agi.lt/topo/107728.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=16">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=16</a>
49	Topografinis žemėlapis (lenkiškas)	Karinis geografijos institutas	1933	1:25 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107722.html">http://www.agi.lt/topo/107722.html</a>
50	Lenkijos Respublikos administracinis žemėlapis	Karinis geografijos institutas	1935	1:300 000	Skenuota iškarpa	Ne	
51	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Sovietų kariškiai	1936	1:100 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107738.html">http://www.agi.lt/topo/107738.html</a>
52	Žemėlapių rinkinys (rusiškas)	Raudonoji darbininkų ir valstiečių armija	1937	1:200 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=42">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=42</a>
53	Žemėlapių rinkinys (rusiškas)	Raudonoji darbininkų ir valstiečių armija	1937–1944	1:25 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=39">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=39</a>
54	Topografinių žemėlapių rinkiniai (vokiški)		1939–1945	1:250 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=62">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=62</a>
55	Lietuvos topografinis žemėlapis (vokiškas)	Vokietijos kariuomenė	1940–1944	1:100 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=33">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=33</a>
56	Topografiniai žemėlapiai, apimantys Estijos, Latvijos ir š. Lietuvos teritorijas (vokiški)		1940–1945	1:50 000	Skenuota ištrauka	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=35">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=35</a>
57	Lietuvos topografiniai žemėlapiai, leisti serijomis (vokiški)		1940–1946	1:300 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visą Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
							<a href="https://lmavb.maps.arcgis.com/home/group.html?id=4a9925d2441f4e20944b03357d69e2e7&amp;view=list#content">https://lmavb.maps.arcgis.com/home/group.html?id=4a9925d2441f4e20944b03357d69e2e7&amp;view=list#content</a> <a href="http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html">http://www.lithuanianmaps.com/TopoMapsGerAus1891-1945.html</a>
58	Lietuvos topografinis žemėlapis (vokiškas)		1941	1:300 000	Įskaitmenintas	Ne	Lietuvos mokslų akademijos Vrublevskių biblioteka <a href="https://lmavb.maps.arcgis.com/home/group.html?id=4a9925d2441f4e20944b03357d69e2e7&amp;view=list#content">https://lmavb.maps.arcgis.com/home/group.html?id=4a9925d2441f4e20944b03357d69e2e7&amp;view=list#content</a>
59	Topografinis žemėlapis (vokiškas)		1942	1:100 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107682.html">http://www.agi.lt/topo/107682.html</a>
60	Tarptautinis topografinis žemėlapis	???	1942	1:1 000 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107684.html">http://www.agi.lt/topo/107684.html</a>
61	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Rusų kariškiai	1943	1:50 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107737.html">http://www.agi.lt/topo/107737.html</a>
62	Topografinis žemėlapis (vokiškas)	Vokiečių armija	1943	1:500 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107719.html">http://www.agi.lt/topo/107719.html</a>
63	Topografinis žemėlapis (vokiškas)	Karo žemėlapių ir geodezijos valdyba	1944	1:50 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/fcontent.html">http://www.agi.lt/topo/fcontent.html</a>
64	Lenkijos karinis žemėlapis (lenkiškas)		1946	1:100 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.lithuanianmaps.com/Maps1946-54.html">http://www.lithuanianmaps.com/Maps1946-54.html</a>
65	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Generalinis štabas	1947–1952	1:50 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107746.html">http://www.agi.lt/topo/107746.html</a>
66	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Generalinis štabas	1951–1954	1:100 000	Skenuota iškarpa	???	<a href="http://www.agi.lt/topo/107747.html">http://www.agi.lt/topo/107747.html</a>

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visa Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
67	Rinktinių JAV žemėlapių rinkinys	Jungtinių Amerikos Valstijų kariuomenės inžinerinio korpuso žemėlapių tarnyba	1952–1953	1:25 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=_index_250K_AMS&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=74">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=_index_250K_AMS&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=74</a>
68	JAV armijos topografinis žemėlapis (angliškas)	JAV Karo žemėlapių tarnyba	1953	1:250 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.lithuanianmaps.com/Maps1946-54.html">http://www.lithuanianmaps.com/Maps1946-54.html</a>
69	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1955–1991	1: 10 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107744.html">http://www.agi.lt/topo/107744.html</a>
70	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1957	1:300 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107749.html">http://www.agi.lt/topo/107749.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=133">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=133</a>
71	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1971	1:100 000 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107751.html">http://www.agi.lt/topo/107751.html</a>
72	Topografiniai žemėlapiai (planai)	Pagrindinė geodezijos ir kartografijos valdyba prie SSSR Ministrų Tarybos	1978	1:2 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=136">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img=&amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=136</a>
73	Vilniaus miesto ir apylinkių topografinis žemėlapis	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1978–1979	1:5 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=135">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=135</a>
74	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba	1984	1:5 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107743.html">http://www.agi.lt/topo/107743.html</a>

Eil. Nr.	Žemėlapis / žemėlapių rinkinys	Šaltinis	Sudarymo, išleidimo data	Mastelis	Forma	Apima visa Lietuvos Respublikos teritoriją <i>Taip / Ne</i>	Vieša prieiga
		prie TSRS Ministrų Tarybos					
75	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1986–1987	1:25 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107745.html">http://www.agi.lt/topo/107745.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=129Ne">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=129Ne</a>
76	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1988	1:500 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107750.html">http://www.agi.lt/topo/107750.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=127">http://maps4u.lt/lt/maps.php?cat=127</a>
77	Topografinis žemėlapis (rusiškas)	Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos	1990	1:200 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107748.html">http://www.agi.lt/topo/107748.html</a> <a href="http://maps4u.lt/lt/maps.php?img= Index 1 200K LT &amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=132">http://maps4u.lt/lt/maps.php?img= Index 1 200K LT &amp;w=600&amp;h=400&amp;cat=132</a>
78	Topografinis žemėlapis	Aerogeodezijos institutas	1992	1:10 000	Skenuota iškarpa	Ne	<a href="http://www.agi.lt/topo/107755.html">http://www.agi.lt/topo/107755.html</a>
79	Lietuvos topografinis žemėlapis	Aerogeodezijos institutas	1993	1:500 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107759.html">http://www.agi.lt/topo/107759.html</a>
80	Lietuvos topografinis žemėlapis	Aerogeodezijos institutas	1995	1:200 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107758.html">http://www.agi.lt/topo/107758.html</a>
81	Kosminio vaizdo žemėlapis	Aerogeodezijos institutas	1993	1:50 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/108006.html">http://www.agi.lt/topo/108006.html</a>
82	Topografinis žemėlapis WGS koordinacių sistemoje	Aerogeodezijos institutas	1993	1:50 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/107756.html">http://www.agi.lt/topo/107756.html</a>
83	Lietuvos topografinis žemėlapis	Aerogeodezijos institutas	2001	1:10 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/108008.html">http://www.agi.lt/topo/108008.html</a>
84	Lietuvos topografinis žemėlapis	Aerogeodezijos institutas	2003	1:50 000	Skenuota iškarpa	Taip	<a href="http://www.agi.lt/topo/108009.html">http://www.agi.lt/topo/108009.html</a>

**2 PRIEDAS.** Lietuvos kraštovaizdžio morfologiniai ruožai, sritys ir rajonai (3-ioji redakcija) (pagal P. Kavaliauskas, 2011).

<b>Ruožas</b>	<b>Sritis</b>	<b>Rajonas</b>
A. RYTŲ BALTIJOS SEKLIOSIOS JŪROS RUOŽAS	I. Pietryčių Baltijos jūros povandeninių plynaukščių sritis	1. Kuršių–Vakarų Žemaičių Baltijos jūros priekrantės povandeninių plynaukščių ir lomų rajonas
		2. Kuršių–Vakarų Žemaičių Baltijos jūros kranto zona
B. VAKARŲ PABALTIJO ŽEMUMŲ RUOŽAS	II. Pajūrio žemumos sritis	3. Mažai urbanizuota miškinga Kuršių nerija
		4. Urbanizuota miškinga Baltijos pakrantės lyguma
		5. Lagūninės Kuršių marios
		6. Urbanizuota agrarinė Nemuno deltos lyguma
C. KURŠO– ŽEMAIČIŲ AUKŠTUMŲ RUOŽAS	III. Vakarų Žemaičių žemumos sritis	7. Vakarų Žemaičių šiaurinė agrarinė lyguma
		8. Vakarų Žemaičių pietinė miškinga agrarinė lyguma
	IV. Vakarų Kuršo aukštumos sritis	9. Vakarų Kuršo vakarinė mažai miškinga urbanizuota agrarinė lyguma
		10. Vakarų Kuršo mažai miškingas agrarinis kalvynas
		11. Vakarų Kuršo rytinė miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)
	V. Žemaičių aukštumos sritis	12. Vakarų Žemaičių miškinga agrarinė plynaukštė
		13. Vidurio Žemaičių mažai miškingas agrarinis kalvynas
		14. Šiaurės Žemaičių mažai miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)
		15. Rytų Žemaičių pelkėta agrarinė mažai urbanizuota pakiluma (plynaukštė)

<b>Ruožas</b>	<b>Sritis</b>	<b>Rajonas</b>	
D. VIDURIO PABALTIJO ŽEMUMŲ RUOŽAS	VI. Ventos vidurupio žemumos sritis	16. Ventos vidurupio miškinga agrarinė lyguma	
	VII. Šiaurės Lietuvos (Žiemgalos) žemumos sritis	17. Lielupės agrarinė lyguma	
		18. Mūšos mažai miškinga agrarinė mažai urbanizuota lyguma	
	VIII. Vidurio Latvijos žemumos sritis	19. Nemunėlio miškinga agrarinė žemuma	
	IX. Centrinės Lietuvos žemumos sritis	20. Nevėžio miškinga agrarinė mažai urbanizuota lyguma	
		21. Lėvens aukštupio–Šventosios žemupio agrarinė lyguma	
	X. Pietvakarių Lietuvos žemumos sritis	22. Nemuno žemupio mažai miškinga agrarinė lyguma	
		23. Nemuno–Neries–Šventosios santakų agrarinė urbanizuota lyguma	
	E. BALTIJOS AUKŠTUMŲ RUOŽAS	XI. Aukštaičių aukštumos sritis	24. Sėlių mažai miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)
			25. Vakarų Aukštaičių mažai miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)
26. Sėlių ežerotas miškingas agrarinis kalvynas			
27. Vidurio Aukštaičių mažai miškingas agrarinis kalvynas			
28. Rytų Aukštaičių miškingieji ežerynai			
XII. Breslaujos (Sėlių) aukštumos sritis		29. Vakarų Breslaujos ežerotas mažai miškingas agrarinis kalvynas	
XIII. Dzūkų aukštumos sritis		30. Vakarų Dzūkų šiaurinė slėniuota miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)	

<b>Ruožas</b>	<b>Sritis</b>	<b>Rajonas</b>
		31. Vakarų Dzūkų pietinė slėniuota pelkėta mažai miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)
		32. Vilnijos Dzūkų miškingas agrarinis kalvynas
		33. Vidurio Dzūkų mažai miškingas agrarinis kalvynas
		34. Užnemunės Dzūkų ežeruotas mažai miškingas agrarinis kalvynas
		35. Vilnijos Dzūkų mažai miškinga urbanizuota pakiluma (plynaukštė)
		36. Vidurio Dzūkų miškingi agrariniai ežerynai
		37. Užnemunės Dzūkų miškingi agrariniai ežerynai
	XIV. Jotvingių (Sūduvos) aukštumos sritis	38. Vakarų Jotvingių agrarinė plynaukštė
		39. Vakarų Jotvingių mažai miškingas agrarinis kalvynas
	F. PIETŲ PABALTIJO ŽEMUMŲ RUOŽAS	XV. Neries vidurupio žemumos sritis
41. Neries vidurupio miškingi urbanizuoti paslėniai		
XVI. Pietryčių Lietuvos (Dainavos) žemumos sritis		42. Merkio vidurupio miškinga pelkėta mažai agrarizuota lyguma
		43. Nemuno vidurupio–Merkio žemupio miškingi paslėniai
G. ŠIAURĖS BALTARUSIJOS AUKŠTUMŲ RUOŽAS	XVII. Šiaurės Našios (Švenčionių) aukštumos sritis	44. Švenčionių pietvakarinė miškinga agrarinė pakiluma (plynaukštė)
		45. Švenčionių centrinis mažai miškingas agrarinis kalvynas

<b>Ruožas</b>	<b>Sritis</b>	<b>Rajonas</b>
		46. Švenčionių rytinė agrarinė pakiluma
H. VIDURIO BALTARUSIJOS AUKŠTUMŲ RUOŽAS	XVIII. Ašmenos aukštumos sritis	47. Medininkų aukštumos miškingas agrarinis kalvynas
		48. Eišiškių miškinga agrarinė plynaukštė
		49. Buivydžių miškingas agrarinis kalvynas
I. ŠIAURĖS BALTARUSIJOS ŽEMUMŲ RUOŽAS	XIX. Polocko žemumos sritis	50. Dysnos miškinga agrarinė lyguma



## SUMMARY

### INTRODUCTION

#### **Research problem**

The landscape, being shaped by natural and anthropogenic factors, is constantly changing. Many landscape structures are considered historical as they are no longer created or maintained, and thus gradually disappear (Žabensky, Dubska, 2014). Current changes are seen as a threat, leading to the loss of traditional landscapes and local identity (Antrop, 2005).

Identifying land cover changes is crucial for understanding environmental changes, which involves the determination of when the land cover changes from one class to another (Boriah et al., 2008). Despite an increasing availability of digital historical maps, there is a lack of long-term, large-scale, detailed assessments of land cover changes (Kaim et al., 2016). It is essential to respond to these changes by identifying the driving factors and their scale for both historical understanding and future prediction. This understanding forms the basis for sustainable landscape planning (Di Fazio et al., 2011; Bičík et al., 2001).

Developing methods and models to represent land system changes spatially and temporally is important for predicting future changes (Rounsevell et al., 2012). Reconstructing historical changes is necessary for biodiversity conservation and sustainable landscape management (Marull et al., 2014). Predicting future land cover changes is limited by a lack of understanding of socio-cultural and economic factors like wars and policy changes (Hostert et al., 2011).

Strategic planning must consider the impact on landscapes by understanding past landscape situations and how they responded to previous decisions. Decision-makers need to know which factors influencing landscape change are affected by their decisions (Eiter et al., 2014; Winkler et al., 2021).

Historical analysis helps understand current ecosystem dynamics and long-term human-environment interactions (Etter et al., 2008; Petit, Lambin, 2002). Recent decades have seen increased research on landscape change, but few studies have examined long-term changes over centuries (Munteanu et al., 2014). Most studies in Lithuania cover short-term changes over 10–50 years, reflecting economic and political impacts on landscapes (Veteikis, Piškinaitė, 2019).

Only a small portion of studies focus on long-term (50–150 years) changes (Eitmanavičienė, 1976, 1994; Milius, 1997). Few historical studies have investigated the landscape status over centuries or millennia (Aleksnavičius,

Skuodžiūnas, 1996; Kavoliutė, 1994; Matulevičius, 1997; Eringis, Milius, 1976). Short-term studies highlight changes related to specific planning decisions, while long-term studies provide a broader picture of consistent changes influenced by multiple factors. Historical land cover studies confirm that the current situation results from long-term natural and societal interactions (Bičik et al., 2001; Driscoll et al., 2012; Singh et al., 2019).

Historical studies in Lithuania are not systematic, and they cover local areas and various periods, thus making it difficult to generalize findings for the entire country. Lithuania's diverse landscape requires a comprehensive analysis of landscape changes over more than 150 years

### **Relevance, aim and main objectives of the study**

Landscape elements change continuously due to natural, temporal, and socioeconomic factors (Gabrovec et al., 2001). Human interventions, especially in agriculture, significantly impact these changes through legal decisions, technological advancements, and economic policies (Prus et al., 2018). These changes can be local or global, such as industrial revolutions, urbanization, and technological innovations (Bičik, 1998). Understanding these changes helps predict future trends and mitigate potential negative consequences (Brierley, 2010).

Assessing land use changes is crucial for addressing global challenges like climate change, biodiversity loss, and food security (Winkler et al., 2021). Effective protection measures should be based on historical data to highlight the landscape development trends (Tlapáková et al., 2013). As ecological awareness grows, landscape preservation and sustainable urban development become increasingly important, while also leading to more research in this field.

The European Landscape Convention emphasizes monitoring landscape changes for rational territory management (Godienė, 2012; Skaloš, Kašparova, 2012). This led to the initiation of the CORINE program in 1985, which started the inventory of the European land cover data (Büttner et al., 2004).

While geographers primarily study landscape changes, the findings are relevant across disciplines such as hydrology, urban planning, cultural landscape studies, architecture, archeology, demography, biology, and ecosystems (Perzanowski et al., 2019). Digitized geographic data is considered accurate and is increasingly accessible in public databases, thus facilitating continuous improvement and validation by researchers (Panecki et al., 2019). However, most digitized data is still in formats like .pdf or .jpeg, which do not integrate with GIS (Panecki et al., 2019).

The use of the GIS technology and digitized data can enhance landscape change analysis, such as forest cover and settlement patterns over time (Tortora et al., 2015). Developing a 19<sup>th</sup>-century digital map for land cover studies can support research on landscape, ecosystems, hydrology, and forest areas, helping to assess long-term environmental changes.

The aim of the dissertation is to identify the main landscape/land use change trajectories and extensions during 19<sup>th</sup>–21<sup>st</sup> centuries.

In order to achieve the goal of the dissertation, the following tasks are outlined:

1. To analyze cartographic sources of the territory of Lithuania and the historical context of their creation in the 19<sup>th</sup>–21<sup>st</sup> centuries.
2. To create digital map of land cover structures of the 19<sup>th</sup> century.
3. For the comparative analysis, to harmonize and adapt land cover classifications of cartographic sources from the 19<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries.
4. Carry out a comparative study of the 19<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> century analysis of land cover structures in the country and morphological structures of the landscape.
5. To identify and explain the essential trajectories of the land cover change.

### **Novelty of the study**

Despite the amount of data obtained due to the development of technologies, until now, the land cover analysis has been carried out on the basis of old maps, territory plans or schemes in only a few works (Ribokas, Milius, 2001; Bauža, Baužienė, 2008; Česnulevičius et al., 2005; Milius, Lukšaitė, 2005; Ribokas, Zlatkutė, 2009). All of them were carried out at the local level, while studying specific, small-scale territories (territories of villages, territories of former collective farms, territories of estates, etc.).

The main source of data for this work is the 19<sup>th</sup> century cartographic source, specifically, the reconnaissance map of the European part of the Russian Empire dating back to 1865–1874. In the course of the dissertation work, the map of the Russian Empire covering the territory of Lithuania, compiled in 1865–1874, was digitized for the first time. Based on this map, a database was created, the landscape and land cover structures were distinguished, and the distribution of land cover classes in the country was determined in the 19<sup>th</sup> century. Thus, in the course of the dissertation work, the first digital 19<sup>th</sup> century national level map representing the land cover situation was created. It has therefore been possible to study the earth's surface

since the 19<sup>th</sup> century. In comparison, the earliest digital data currently in use dates back only to the 1990s (data from the CORINE land cover database).

Although the international comparison and merging of old maps and modern data into a single database is not a new thing, data of this scale has never been correlated with each other in Lithuanian landscape studies. The methodological part of the dissertation presents a comparison of the land cover classes of the historical digitized map and the land cover classification identified in the CORINE land cover database.

### **Statements to be defended**

1. High-quality historical land cover reconstructions of the 19<sup>th</sup> century researches is limited by data fragmentation, methodological incompatibility, and the lack of accuracy of data from different sources, which complicates the consistent analysis of landscape changes.
2. In absolute terms, the greatest change in land use areas in the 19<sup>th</sup>–21<sup>st</sup> centuries took place in agricultural and forest areas, whereas the land cover classes of dispersed and compact arrangement – built-up areas and swamps – changed relatively the most.
3. By integrating the national and local levels of land cover change analysis, not only quantitative and qualitative data of different types of land cover can be obtained, but also an opportunity to refine the assessment of national trends, to understand the impact of local processes in detail, and to better understand the scope and variety of national changes can be created.
4. The variety of land cover change trajectories is related to the landscape type and individual characteristics of territorial morphological units.

### **Publications**

Publications in journals with the impact factor included into the *Clarivate Analytics Web of Science* database:

**Piškinaitė E.**, Veteikis D. (2022). Methodologies and prospects of historical land use/land cover studies in Lithuania. *Baltica*. Volume 35 Number 1 June 2022: 60–70. <https://doi.org/10.5200/baltica.2022.1.5> (Impact Factor 0.727).

**Piškinaitė E.**, Veteikis D. (2023). The Results of Digitizing Historical Maps: Comparison of Lithuanian Land-Use Structure in the 19<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> Centuries. *Land*, 12(5), 946; <https://doi.org/10.3390/land12050946> (Impact Factor 3.9).

Based on the results of the work, academic papers have been prepared and presented at the following conferences:

1. 8<sup>th</sup> EUGEO Congress on the Geography of Europe (Prague, 28 June 28 – 1 July, 2021).
2. The International Geographic Union Centennial Congress (Paris, 18–22 July, 2022).
3. The 29<sup>th</sup> Session of the Permanent European Conference for the Study of the Rural Landscapes (Jaen, Baeza, 26–30 September, 2022).
4. 10<sup>th</sup> National Conference *Geography: Science and Education* (Vilnius, 21 October, 2022).
5. 7<sup>th</sup> national conference of young geographers (Vilnius, 28 May, 2023).

## METHODOLOGY

### Principles of selection of old maps

Selection of the map for the study was made by adhering to the following criteria:

1. Availability of cartographic sources. High-quality copies of 16 map sheets from the Wroblevski Library of the Lithuanian Academy of Sciences and 11 sheets from the website [www.etomesto.ru](http://www.etomesto.ru) were used in the research. These constituted a total 27 sheets of the European part of the Russian Empire, covering parts of Lithuania. The map serves as a primary historical source, allowing for the evaluation of both lost and surviving landscape structures.
2. Informativeness of cartographic sources. The selection was based on data accuracy and the amount of useful information, while prioritizing detailed landscape change analysis. Large-scale maps were excluded due to excessive generalization. The informativeness depended on the map's scale, era, and the advancement of cartographic science, including the use of aerial images. Topographic maps were preferred for depicting complex landscape information, whereas linguistic knowledge was required for historical maps. The Russian Empire map used showed various topographical objects and was rich in textual information.
3. Technical parameters of the map. The map of the European part of the Russian Empire, started in 1845 and compiled at a scale of 1:126,000, was used, with most sheets reconnoitered between 1865–1872. The map consisted of 435 sheets, each measuring 58.5 x 40.8 cm. Copies were received at a resolution of 300 dpi from the Wroblevski Library

and 600 dpi from other sources. The black-and-white nature and the technical details of the map made reading and digitizing challenging.

### **Map digitization process**

In the dissertation, *ArcMap 10.7.1* and *ArcGIS Pro* were used to process historical map sheets of the European part of the Russian Empire. First, map sheets without geographic information were prepared by cutting their frames.

Each map sheet was linked to a modern coordinate system, specifically, the *LKS-94* system used in Lithuania. *Ground Control Points* (GCP) were carefully selected on each map sheet, considering the historical context and environmental changes, and aligned with a modern topographic map (M 1:50,000). Each map sheet had 6 to 11 GCPs, and 42 map sheet borders were aligned, covering approximately 2,500 km. The positional accuracy of objects on the historical maps varied, with discrepancies ranging from 50 to 300 meters, and, in some cases, up to 500 meters or more. The distance between non-overlapping objects varied from 30 to 700 meters. Georeferencing aimed to avoid leaf overlaps or gaps caused by projection distortions. GCPs were mostly associated with stable features like roads, settlement edges, and water bodies.

The *RMSE* (Root Mean Squared Error) method was used to determine the positional accuracy of the digitized data. 300 random points were selected, and their coordinates were compared between the historical and modern maps. The RMSE value obtained was 34.23 meters. The RMSE method, while common, does not account for inaccuracies across the entire map, while only considering specific points.

After aligning the projection with the modern one, the map data was vectorized to create a vector map reproducing geographical features from the historical map. Manual digitization was necessary due to the black-and-white nature of the maps and the presence of numerous symbols and textual information, which complicated automatic digitization. The study highlights the challenges of aligning and digitizing historical maps, emphasizing the need for careful selection of control points and acknowledging the limitations of the current accuracy measurement methods.

The analysis included five main landscape characteristics: built-up areas, forests, swamps, water bodies and *ŽŪKT* (agricultural and other areas). Other land cover types, such as agricultural areas, sand dunes, roads, and railways, were grouped into a common class called *ŽŪKT*.

Built-up areas were identified by using the map legend, but their representation varied by the urban area type and map characteristics. Small individual homesteads were often not to scale, necessitating the aggregation

of urbanized areas. Aggregation combined built-up areas within 100 meters of each other, resulting in a reduction from 82,430 to 438 units. Only areas measuring 25 hectares or larger were considered for comparison with *CORINE* land cover data, with smaller settlements included in the ŽŪKT layer.

Forests were consolidated into one layer, excluding ‘cut down forests’, and they included all types designated as forest in the map legends. Boundaries were visually demarcated, with natural barriers like roads and water bodies used to determine the edges.

Wet forests, very humid meadows, and swamps were challenging to digitize due to unclear boundaries. Major rivers and lakes were represented, though many rivers were not to scale. Rivers wider than 100 meters, such as the Nemunas and the Neris, were digitized.

The ŽŪKT class included cultivated land, meadows, pastures, sand dunes, quarries, gardens, and small built-up areas. Lack of specific contractual signs for these areas on the historical maps made precise classification difficult.

The final classification was aligned with the *CORINE* system to facilitate further analysis. Historical maps and the *CORINE* land cover classification differed, therefore necessitating data processing for comparative analysis.

Errors in the layer topology, such as overlaps, intersections, and gaps, were identified and corrected, thereby ensuring that no extremely narrow or tiny areas would remain.

### **Methodology for determining and depicting land cover change**

The study utilized geometric intersection of map layers to determine land cover changes. This method identifies unchanged areas and highlights changes by overlaying maps representing different time periods, by plotting spatial changes, and calculating the total land use change. The analysis included determining the constancy or transformation of the adopted land cover classes, resulting in 25 possible change trajectories.

To ensure accuracy, other databases and sources were used for verification. Detailed analysis focused on local areas, by using benchmarks (sample areas) to represent morphological landscape sections. Benchmarks were randomly selected, each measuring 20 x 20 km, to reflect the geographical diversity and changes over the last 150 years. The evaluation of land cover changes in these benchmarks included analyzing the number of elements, their size, area ratio, structure heterogeneity, and differences between the primary and the secondary maps.

*ArcGIS* extension *V-LATE 2.0* facilitated the detailed structural analysis, by assessing landscape fragmentation and calculating various indices: the

Shannon's diversity index (SDI), evenness index, dominance index, range distribution (DIVISION), and the split index (SPLIT). These indices evaluated structural changes, heterogeneity, and the contrast of the landscape. Higher index values indicated a greater fragmentation and species diversity.

The study aimed to determine the general trends across the entire country, while acknowledging minimal distortions due to differing map scales and details. The results provided a comprehensive overview of land cover changes, offering insights into the landscape evolution over time.

## RESULTS

### General changes in land cover classes

The evaluation of land cover changes over time reveals that built-up areas, forests, and water bodies have increased in size from the 19<sup>th</sup> to the 21<sup>st</sup> century, while wetlands and agricultural lands have decreased in size. Both centuries saw forests and agricultural lands as the predominant land cover classes, but wetlands fell from the third most common to the least common, with built-up areas and water bodies rising in rank.

A significant growth in built-up areas from 18,349 ha to 222,068 ha was observed. The network of settlements became less frequent but larger. Most growth came from agricultural lands (4.25%) and forests (1.32%).

The forest cover increased from 26.5% in the 19<sup>th</sup> century to 33.5% in the 21<sup>st</sup> century. Significant afforestation and spontaneous forest expansion occurred, particularly after the 1990s due to land abandonment. The main trajectory was found to be conversion of forests to agricultural land. Forest fragmentation and structural changes were observed.

The draining of meadows, forests, and swamps led to a sharp decrease in wet areas. The largest transformation was observed from wet forests and swamps to forests (50.05%) and cultivated fields (40.41%). Changes were determined in urban development areas, such as Panevėžys and Biržai.

An increase in artificial water bodies, such as dams and lagoons, leading to a growth from 2.2% to 5.78% was observed. Former water bodies were often converted to forests and agricultural lands.

The greatest changes were experienced particularly due to an increased arable land and decreased pastures. New land cover types appeared, including perennial crops and urban infrastructure. A decrease in semi-natural grasslands due to agricultural industrialization was detected.

The general trends in Lithuania mirror those in Europe, with stable rates of change. Major changes include the conversion from arable land to grassland, afforestation, and urban development. Socio-economic factors and changing



political systems influenced the land use policies affecting the land cover changes. Long-term land use changes show both disturbances and recovery, highlighting the conservation potential. Overall, these changes reflect broader trends in the land use and landscape management, with significant implications for environmental planning and conservation efforts.

### **Structural changes in land cover**

The division index indicates the landscape fragmentation probability. An increase in built-up areas, forests, and swamps shows higher fragmentation. Meanwhile, a decrease in water bodies was observed.

The split index measures area fragmentation. Built-up areas and forests became more fragmented. Swamps and water bodies became less fragmented and more continuous.

Fragmentation generally increased with the area of land cover classes, except for water bodies, where larger artificial water bodies were reduced in fragmentation. 19<sup>th</sup>-century water bodies were smaller and more fragmented compared to larger, less fragmented 21<sup>st</sup>-century water bodies.

The *Average Range Areas* were calculated as follows:

Built-up areas increased from 41.89 ha to 73.43 ha.

Forest areas decreased from 295.64 ha to 128.76 ha.

Swamp areas decreased from 222.44 ha to 109.07 ha.

The *Shannon Diversity Index* (SDI) was increased from 0.861 (19<sup>th</sup> century) to 1.04 (2018), which indicates higher species diversity.

The *Shannon Evenness Index* (SE) increased from 0.535 to 0.624, which suggests a more even species distribution.

The *Species Dominance Index* (D) decreased from 0.748 to 0.605, which indicates a reduced species dominance in land cover areas.

Overall, these indices reveal an increased fragmentation in certain land cover classes, while also indicating shifts towards greater biodiversity and more even species distribution in the landscape over time.

### **Land cover changes in landscape morphological types**

Land cover transformations occurred in all landscape sections, ranging from 30.36% in the West Baltic Lowlands to 48.15% in the Southern Baltic Lowlands.

Built-up areas increased across all sections. Forest areas increased in most sections except the Middle Baltic Lowland. Swamp areas decreased universally due to reclamation efforts. Water bodies showed no clear trend.

The lowest change (17.22%) was established in the Jotvingiai Upland area; the highest change (49.07%) was found in the Southeastern Lithuania

Lowland. On average, about 33% of landscape areas changed from the 19<sup>th</sup> to the 21<sup>st</sup> century.

The Western Baltic Lowlands (30.36% change) and the Jotvingiai Upland (17.22% change) were most stable. The Curonian Lagoon region was shown to have the least change (2.75%), mostly due to cartographic errors.

Urban areas grew in all districts, notably, in the major cities like Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Panevėžys, Šiauliai, and Alytus. Smaller increases were found in highland and colliery areas where the urban development was less intense.

Forest areas increased overall in the 21<sup>st</sup> century but decreased in some districts (e.g., Nevėžis forested agricultural lowland). Declines were mainly observed due to intensive agriculture in central Lithuania.

Wetlands decreased across all districts due to melioration, with the largest reduction being determined in central Lithuania. Eastern Aukštaičiai forested lake areas saw marshes converting to forests. Despite eutrophication, the total area of water bodies increased significantly due to artificial water bodies.

ŽŪKT declined from 66.56% in the 19<sup>th</sup> century to 56.63% in 2018. Changes mainly involved conversion to other land cover classes such as forests and built-up areas.

Some sections had more pronounced land cover changes, with shifts from agricultural land to forests and marshes. Urbanized forested districts saw significant changes (up to 67.44% transformation).

Changes in structural elements of the land cover were observed, such as increased fragmentation and complexity. The detailed analysis highlighted the dynamic and diverse landscape changes over time.

The research reveals extensive and varied land cover transformations in Lithuania over the past 150 years, driven by urbanization, agricultural development, reclamation, and natural changes. These transformations have led to increased fragmentation, shifts in the land cover classes, and significant changes in the structure and configuration of the landscape.

The data and results obtained during the analysis carried out in the benchmarks, unlike the analysis of changes in the territory of the entire country, are more detailed and less generalized. In the case of benchmark analysis, not only the statistical research method of analysis was used, but also the visual comparative one, when the land cover classes in the benchmarks, their arrangement, distribution and other visually visible parameters could be recorded and evaluated.

The conducted research in the benchmarks and the obtained results also confirmed the fact that the reconstruction of Lithuania's land cover and the obtained data can also be used for research in smaller areas. In the areas where

the researcher seeks to determine certain things, historical land cover data is required.

### **Areas of stable landscape structure**

Not all changes should be seen as negative; therefore, it is necessary to determine the factors determining the change and their impact on the landscape elements accordingly. Land cover research can show not only changes, but also the ability of the land cover and landscape elements to remain unchanged. Those relatively stable areas are the object of interest of researchers in the field of the landscape memory (Skaloš, Kašparova, 2012). Landscape stability should also be considered as an equally important component of the landscape change assessment. And, in fact, more and more scientists are focusing their attention not on the landscape change as such, but rather on its stability, while raising questions why the same elements of the landscape change more than others under the same conditions, etc. (Bitterman, Bennett, 2016; Garza-Díaz, Sandoval-Solis, 2022; Abalakov et al., 2018).

Land cover research can show not only the path of area changes, but also the ability of land cover and landscape elements to remain unchanged. When comparing the 1865–1874 period land cover with 2018, according to the CORINE land cover data, 33.16 percent land covers have changed, but as much as 66.84 percent has remained stable

In the territory of Lithuania, the areas of changed and stable territories are unevenly distributed, and they form certain ranges in the country. The most changed land cover areas are distributed on the Baltic and Žemaitija Highlands, as well as in the territories of large cities and their suburbs. Areas that are more stable and have experienced a lower degree of change stand out in the Užnemunė Lowlands, Žiemgala and Mūša-Nemunėlis Lowlands, as well as in the large forest massifs – Dainava, Rūdininkai, Lavoriškės, Labanoras, Ažvinčiai forests, Adutiškis, Sausašilis-Tumiškės, and Gražutė forests.

Territorially, according to municipalities, the municipalities that experienced the smallest changes are Vilkaviškis District Municipality, Marijampolė Township Municipality, Šakiai District Municipality and Kalvarija District Municipality. In these municipalities, regarding the land cover classes, more than 80% did not change their nature across the entire municipal territories. City municipalities experienced the biggest changes, notably, Klaipėda City Municipality, Visaginas Township Municipality, Vilnius City Municipality, Alytus Township Municipality, Šiauliai City Municipality, Panevėžys City Municipality, and Kaunas City Municipality. This is associated with the development of cities and urbanization, where the

biggest change was the transformation into urbanized, built-up areas. In these municipalities, 15–45 percent of their territories remained stable over several decades. Cities and suburbs are specific territories and their instability is the most obvious. In this context, now, the territories located near big cities, as well as economically important urbanized areas are ‘waiting’ for transformation. These areas are likely to turn into built-up areas.

## CONCLUSIONS

1. The 1865–1874 reconnaissance topographical map of the European part of Russia was accepted as the most appropriate and the only one from the 19<sup>th</sup>-century maps which, unlike other maps or other relevant sources, provides the most detailed spatial information about the land cover situation in the 19<sup>th</sup> century throughout the current territory of the Republic of Lithuania.
2. During the research, for the first time, a land cover digital map of the territory of Lithuania of the 19<sup>th</sup> century was created on the basis of a historical map on a survey topographic scale. The detail of the digitized map and the obtained data allow us to convey the main features and insights of the land cover change in the 19<sup>th</sup>–21<sup>st</sup> centuries.
3. The main land cover change trajectories in the period between 1846–1872 and in 2018 in Lithuania were an increase in the area of built-up territories, forests, water bodies and a decrease in wetlands and agricultural and other purpose territories (ŽŪKT). The decrease of ŽŪKT mainly took place as the territories of ŽŪKT changed to forests and built-up areas, whereas the increase of forests took place at the expense of the loss of ŽŪKT. The reduction of wetland areas took place at the expense of ŽŪKT.
4. With the growth of towns and cities, the emerging suburban areas led to an increase in the average size of built-up areas from 41.89 ha to 73.43 ha. Meanwhile, the average area of forest areas decreased from 295.64 ha to 128.76 ha. An even more pronounced decrease in the average area was found in the wetland land cover class, which experienced significant transformations, where the average size of the wetland areas decreased from 222.44 ha to 109.07 ha. The aforementioned indices of structural diversity showed that land cover structures tend to change mainly due to the decrease in the share of the dominant ŽŪKT type.
5. The morphological types of the landscape influence the trends of the land cover change. The landscape of the plains of central Lithuania is

distinguished by a clear reduction of swamps and forests, as these lands turn into ŽŪKT. This is associated with the existing favorable conditions for the development of agricultural activities in this part of Lithuania. In landscape districts characterized by hilly relief, the decrease in the area of ŽŪKT is inversely proportional to the increase in forest area.

6. The research results show that Lithuania in the 19<sup>th</sup> century was characterized by a less forested landscape structure compared to the 21<sup>st</sup> century. In the 19<sup>th</sup> century, the landscape was mainly formed by open areas of ŽŪKT and small, but dispersed, anthropogenic elements. In addition, the landscape was more difficult to cross because there were more swamps and areas of higher humidity. Meanwhile, in the 21<sup>st</sup> century, in the landscape structure, anthropogenic components became larger, more concentrated, compact and rarer, while the areas of natural elements (forests, water bodies) increased, but became more fragmented.
7. Specific changes in the land cover were determined after the analysis of the selected areas. It was established that not in all areas the land cover change situation corresponds to the general trends established throughout the country. There are specific places where, unlike the whole country, the forest area decreased (Panevėžys No. 3, Baltoji Vokė No. 6) or ŽŪKT increased (Panevėžys No. 3).
8. A large part of land cover transformations in the territory of Lithuania can be explained by the historical change of political and economic factors. The increase in forest areas was determined on the grounds of decisions which were made in the forestry sector and forest restoration works, intensive forest afforestation and spontaneous expansion of forests began in the middle of the 20<sup>th</sup> century. A significant reduction of wetlands is a consequence of the large-scale reclamation works that started in the second half of the 20<sup>th</sup> century. Meanwhile, the increase in built-up areas is associated with the implemented agricultural reforms (the period of single-family farming, collectivization, the restitution phase), as it had an impact on the settlement network, as well as in the middle of the 20<sup>th</sup> century. The 20<sup>th</sup> century contributed with changes in the industry, and especially due to the active development of cities and suburbs in the recent decades. These changes and trends are characteristic not only of Lithuania, but also of many other European countries with a similar historical political development.

## ŽINIOS APIE AUTORE

Disertacijos autorė Eglė Piškinaitė gimė 1989 m. rugsėjo 16 d. Širvintose. 2012 m. baigė Vilniaus universiteto geografijos bakalauro studijas ir apgynė bakalauro darbą tema „Priemiesčio zonos žemėnaudos struktūros ypatumai (mažųjų miestų pavyzdžiu)“. Tais pačiais metais įstojo į Vilniaus universiteto geografijos ir teritorijų planavimo magistrantūros studijas, jas 2014 m. sėkmingai (*Magna Cum Laude* diplomas) baigė ir apgynė magistro darbą tema „Miestų kraštovaizdžio struktūros natūralumas (Lietuvos mažųjų miestų pavyzdžiu“.

Kadangi po magistrantūros studijų geografijos doktorantūros studijų programa Vilniaus universitete nebuvo patvirtinta, disertacijos autorė geografiniu keliu nustojo eiti, tačiau mintys apie geografiją niekada neapleido. Dėl to, apsvarsčiusi ir pasiryžusi, susidarius galimybei, 2019 m. pateikė prašymą ir įstojo į Vilniaus universiteto gamtos mokslų srities fizinės geografijos mokslo krypties doktorantūros studijas.

Nuo 2022 m. pirmo kurso geografijos bakalauro studentams veda studijų dalyko „Geografijos įvadas“ pratybas.

## PADĖKA

Šitos disertacijos dalies rašymo, matyt, laukiau labiausiai. Kodėl? Nes momentas, kai rašau šią padėką, reiškia, kad nueitas ilgas kelias, įveikta daug kliūčių, bet svarbiausia, kad įgyta daug žinių, sukaupta patirties ir prisiminimų. Džiaugiuosi šiuo nueitu keliu. Jis mane praturtino ne tik kaip jaunąją tyrėją, mokslininkę, bet ir kaip žmogų.

Visgi šis kelias nebūtų nueitas be universiteto bendruomenės ir artimųjų palaikymo. Dėkoju visų pirma savo darbo vadovui prof. dr. Darijui Veteikiui už pasitikėjimą manimi, kad galiu šį kelią nueiti. Už tuos jo minčių srautus, į kuriuos atsižvelgus galėjau dėlioti ir vystyti disertacinį darbą. Už konkrečias ir aiškias pastabas, už raginimą ieškoti savo mokslinio stiliaus.

Dėkoju šio darbo recenzentams – prof. habil dr. Algimantui Česnulevičiui ir doc. dr. Jonui Volungevičiui, kurių pastebėjimai leido disertaciniam darbui įgyti mokslinį svarumą ir pačiai į jį pažvelgti kitomis akimis.

Dėkoju Geografijos ir kraštotvarkos katedros dėstytojams, darbuotojams, iš kurių visų studijų metu sulaukiau palaikymo ir nuoširdaus domėjimosi, kaip gi man sekasi su disertacija.

Be abejo, kartu šiame kelyje visada buvo ir man artimiausi žmonės – mama ir sesė. Dėkoju joms už tikėjimą manimi, palaikymą, skatinimą.

Bet labiausiai dėkoju pati sau. Už visą tą atliktą darbą, už įdėtas pastangas, už paaukotus laisvadienius ir valandas po darbo. Už gebėjimą šiuo keliu nueiti iki galo, už pasiryžimą. Šis nueitas kelias, nors nemažai ir atėmė, daug daugiau davė mainais. Jei kas užduotų klausimą, ar visa tai kartočiau, be dvejonės atsakyčiau, kad taip.

## PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

### Publikacijos disertacijos tema

1. Piškinaitė, E., Veteikis, D. (2022). Methodologies and prospects of historical land use/land cover studies in Lithuania. *Baltica*, 35(1), 60–70. <https://doi.org/10.5200/baltica.2022.1.5>
2. Piškinaitė, E., Veteikis, D. (2023). The results of digitizing historical maps: Comparison of Lithuanian land-use structure in the 19th and 21st centuries. *Land* 12(5), 946. <https://doi.org/10.3390/land12050946>
3. Piškinaitė, E., Veteikis, D. (2023). Lietuvos žemėnaudos pokyčių XIX–XXI a. nustatymas. VII-osios nacionalinės jaunųjų geografo konferencijos medžiaga. [http://www.hkk.gf.vu.lt/wordpress/wp-content/uploads/2023/05/GJ\\_leidiny\\_2023.pdf](http://www.hkk.gf.vu.lt/wordpress/wp-content/uploads/2023/05/GJ_leidiny_2023.pdf)

### Pranešimai disertacijos tema

1. Piškinaitė E. (2021). Old maps in landscape change studies (Lithuanian case). 8th EUGEO Congress on the Geography of Europe (Europos geografo kongresas), Prague, June 28 – July 1, 2021 (žodinis pranešimas nuotoliniu būdu).
2. Piškinaitė E. (2022). Reconstructing Lithuanian land cover of the 19th century. Tarptautinės geografo sąjungos 100-mečio kongresas (IGU 2022), Prancūzija, Paryžius, 2022 m. liepos 18–22 d. Žodinis pranešimas.
3. Piškinaitė E., Veteikis D. (2022). Overview of land use/land cover change studies in Lithuania: stable landscapes forgotten, important and rare? The 29th Session of the Permanent European Conference for the Study of the Rural Landscapes (nuolatinė kaimiškojo kraštovaizdžio tyrimų Europoje konferencija). Chaenas ir Baeza, Ispanija, 2022 m. rugsėjo 26–30 d. Žodinis pranešimas.
4. Piškinaitė E. (2022). XIX a. Lietuvos žemės dangos rekonstrukcija. X-oji nacionalinė konferencija „Geografija: mokslas ir edukacija“, Vilnius. 2022 m. spalio 21 d. Žodinis pranešimas.
5. Piškinaitė, E., Veteikis, D. (2023). Lietuvos žemėnaudos pokyčių XIX–XXI a. nustatymas. VII-oji nacionalinė jaunųjų geografo konferencija, Vilnius. 2023 m. kovo 28 d. Žodinis pranešimas.



# UŽRAŠAMS

UŽRAŠAMS

UŽRAŠAMS

Vilniaus universiteto leidykla  
Saulėtekio al. 9, III rūmai, LT-10222 Vilnius  
El. p. [info@leidykla.vu.lt](mailto:info@leidykla.vu.lt), [www.leidykla.vu.lt](http://www.leidykla.vu.lt)  
[bookshop.vu.lt](http://bookshop.vu.lt), [journals.vu.lt](http://journals.vu.lt)  
Tiražas 15 egz.