

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.568>  
<https://orcid.org/0000-0002-8825-5272>

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS  
KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Agnė Jasinavičiūtė

Kraštovaizdžio antropogeninio  
nestabilumo įtaka jo ekologinio  
kompensavimo funkcijai  
(Lietuvos teritorijos pavyzdžiu)

**DAKTARO DISERTACIJA**

Gamtos mokslai,  
Fizinė geografija N 006

VILNIUS 2023

**Disertacija rengta 2017–2022 m. Vilniaus universitete.**

**Mokslinis vadovas:**

**Prof. dr. Darijus Veteikis** (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, fizinė geografija, N 006).

**Gynimo taryba:**

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

**Nariai:**

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

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

doc. dr. Julius Taminskas (Gamtos tyrimų centras, gamtos mokslai, fizinė geografija – N 006),

prof. dr. Martin Volk (Helmholzo aplinkos tyrimų centras, Halės-Vitenbergo Martyno Liuterio universitetas, gamtos mokslai, ekologija ir aplinkotyra, N 012).

Disertacija ginama viešame Gynimo tarybos posėdyje 2023 m. gruodžio 15 d. 13:00 val. Vilniaus universiteto Chemijos ir geomokslų fakulteto 313 a. auditorijoje (M. K. Čiurlionio g. 21, LT-03101, Vilnius). tel. +370 5 268 7000; el. paštas [infor@c.vu.lt](mailto:infor@c.vu.lt).

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus universiteto, Gamtos tyrimų centro, Klaipėdos universiteto bibliotekose ir VU interneto svetainėje adresu: <https://www.vu.lt/naujienos/ivykiu-kalendorius>

<https://doi.org/10.15388/vu.thesis.568>  
<https://orcid.org/0000-0002-8825-5272>

VILNIUS UNIVERSITY  
NATURE RESEARCH CENTER  
KLAIPĖDA UNIVERSITY

Agnė Jasinavičiūtė

# Impact of Anthropogenic Instability on Landscape's Function of Ecological Compensation (by Example of the Territory of Lithuanian)

**DOCTORAL DISSERTATION**

Natural Sciences,  
Physical Geography N 006

VILNIUS 2023

**The dissertation was prepared between 2017 and 2023 in Vilnius University.**

**Academic supervisor:**

**Prof. Dr. Darius Veteikis** (Vilnius University, Natural Sciences, Physical Geography, N 006).

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

**Chairman** – Prof. Dr. Inga Dailidienė (Klaipėda University, Natural Sciences, Physical Geography – N006).

**Nariai:**

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

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

Assoc. Prof. Dr. Julius Taminskas (Nature Research Center, Natural Sciences, Physical Geography, N 006)

Prof. Dr. Martin Volk (Institute for Geosciences and Geography of Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Natural Sciences, Ecology and Environmental Science, N 012)

The dissertation shall be defended at a public meeting of the Dissertation Defence Panel at 13:00 on 15 December 2023 in Room 313 of Vilnius University, Chemistry and Geosciences Faculty. Address: Čiurlionio 21, Vilnius, Lithuania. Tel. +370 5 268 7000; e-mail: infor@c.vu.lt.

The text of this dissertation can be accessed at the libraries of Vilnius University, Nature Research Center, Klaipėda 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>Santrumpa</b>	<b>Paaškinimas</b>	<b>Explanation</b>
<b>ABA</b>	Ekonominės plėtros ir bendradarbiavimo organizacijos sukurtas priežastinis aplinkosauginis modelis: Apkrova → Būklė → Atsakas (ABA)	Environmental Framework invented by the Organization of Economic Cooperation and Development: Pressure → State → Response (PSR)
<b>CLC</b>	CORINE žemės paviršiaus danga	CORINE Land Cover
<b>DPSIR</b>	Veiksniai, spaudimas, būklė, poveikis ir atsakas, intervencijos modelis	Drivers, Pressures, State, Impact and Response model of intervention
<b>EEA</b>	Europos aplinkos agentūra	European Environmental Agency
<b>EKF</b>	Ekologinio kompensavimo funkcija	Ecological compensation mechanism
<b>EP</b>	Ekosistemų paslaugos	Ecosystem services
<b>IALE – Europe</b>	Europos kraštovaizdžio ekologijos asociacija	The European Association for Landscape Ecology
<b>LINESAM</b>	Nacionalinis ekosistemų paslaugų kartografavimo ir vertinimo projektas (2017–2021)	A national MAES project – Lithuanian national ecosystem services assessment and mapping (2017-2021)
<b>LULC</b>	Žemėnauda ir žemės paviršiaus danga	Land Use and Land Cover
<b>MAES</b>	Ekosistemų paslaugų kartografavimas ir vertinimas	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services
<b>NKTP</b>	Nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas	National Landscape Management Plan
<b>OECD</b>	Ekonominės plėtros ir bendradarbiavimo organizacija (liet. EBPO)	Organization of Economic Cooperation and Development

## TURINYS

PAGRINDINĖS DARBE VARTOJAMOS SĄVOKOS .....	8
1. ĮVADAS.....	11
1.1. Temos aktualumas.....	11
1.2. Tyrimo tikslas ir pagrindiniai uždaviniai .....	14
1.3. Darbo hipotezė .....	14
1.4. Darbo naujumas.....	14
1.5. Rezultatų mokslinė ir praktinė reikšmė .....	15
1.6. Ginamieji teiginiai .....	16
1.7. Rezultatų aprobavimas .....	17
1.8. Disertacijos struktūra.....	18
2. TYRIMŲ IR LITERATŪROS APŽVALGA .....	19
2.1. Kraštovaizdžio natūralumo ir antropogenizacijos geografinė samprata .....	19
2.2. Kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimų apžvalga Europoje ..	26
2.3. Kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimų apžvalga Lietuvoje..	37
2.4. Kraštovaizdžio ekologijos disciplina .....	39
2.4.1. Kraštovaizdžio atsparumas .....	40
2.4.2. Ekologinio kompensavimo mechanizmas ir jo nauda .....	42
2.4.3. Kraštovaizdžio pokyčių stebėjimo reikšmė.....	47
2.4.4. Ekosistemų paslaugų kartografavimas.....	49
3. DARBO METODOLOGIJA .....	53
3.1. Tyrimo objektas.....	53
3.2. Darbe naudoti duomenys.....	63
3.3. Darbe naudoti teritoriniai vienetai .....	64
3.4. Darbo rengimo metodika .....	66
3.4.1. Kraštovaizdžio nestabilumo ir EKF vertinimo etapas .....	71
3.4.1.1. Darbo įgyvendinimo techninių procesų eiga.....	75
3.4.1.2. Statistinis duomenų apdorojimas .....	97

3.4.2. Probleminių arealų vertinimo etapas.....	98
4. TYRIMŲ REZULTATAI .....	106
4.1. Kraštovaizdžio natūralumo pokyčiai 1995–2018 m. laikotarpiu.....	106
4.1.1. Kraštovaizdžio natūralumo kaitos kryptys 1995–2018 m.....	113
4.1.2. Žemės dangos natūralumo amplitudė.....	118
4.1.3. Žemės dangos natūralumo amplitudė saugomose teritorijose.....	123
4.2. Kraštovaizdžio nestabilumas 1995–2018 m. laikotarpiu.....	129
4.2.1. Kraštovaizdžio nestabilumas saugomose teritorijose .....	139
4.2.2. Kraštovaizdžio destabilizacijos procesų koncentracija 1995–2018 m. laikotarpiu.....	146
4.3. Kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcija 1995–018 m. laikotarpiu.....	149
4.3.1. Gamtinio karkaso funkcionavimo kokybė .....	149
4.3.2. Reguliavimo ir palaikymo ekosistemų paslaugų kokybė	155
4.4. Probleminių arealų kraštovaizdžio būklės vertinimas.....	159
4.5. Darbo rezultatų pritaikymas kraštovaizdžio formavimo ir apsaugos politikos kontekste .....	165
IŠVADOS .....	169
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	171
PRIEDAI.....	189
SUMMARY .....	202
ŽINIOS APIE AUTOREŲ.....	221
PADĖKA .....	222
PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS .....	223

## PAGRINDINĖS DARBE VARTOJAMOS SAŲVOKOS

1. **Antropogeniniai veiksniai** (angl. *Anthropogenic stressors*) – dėl žmogaus veiklos atsiradęs poveikis, procesai, objektai ar medžiagos. Teritorijoje dominuojant antropogeniniams veiksniams, gali būti fiksuojama jų neigiama įtaka ištekliams, kurie reikalingi žmonėms, jų ekonomikai išlaikyti, taip pat biologinei įvairovei ir ekosistemoms.
2. **Atsparus** (stabilus, inertiškas) kraštovaizdis (angl. *Resilient (stable, inert) landscape*) – kraštovaizdžio arealas, kuriame užtikrinamas pakankamas kraštovaizdžio komponentų reprodukcinis pajėgumas, biocheminis aktyvumas ir genetinis pajėgumas atlaikyti tiek fizinę, tiek cheminę antropogeninę apkrovą.
3. **Deforestacija** (angl. *Deforestation*) – miškų kirtimų intensyvėjimas, lėmęs miškų medyno vidutinio amžiaus mažėjimą.
4. **Degradavęs kraštovaizdis** (angl. *Degraded landscape*) – tai pažeistas negrįžtamųjų pokyčių ir (arba) sunaikintos struktūros, praradęs invariantines (pamatinės) savybes ir nepajėgiantis atlikti savo pagrindinių – resursinės, erdvinės, informacinės genofondo bei ryšių, užtikrinančių autoreguliacinį pajėgumą, reguliavimo – funkcijų.
5. **Ekologinio kompensavimo funkcija** – gamtinių savybių sukūrimas, atkūrimas arba pagerinimas, siekiant kompensuoti infrastruktūros plėtros ar kitos žmogaus veiklos daromą žalą arba neigiamą poveikį biologinei įvairovei ir ekosistemų paslaugoms. Įgyvendinamomis priemonėmis siekiama skatinti ekologinį tvarumą ir biologinės įvairovės išsaugojimą.
6. **Ekologinis tinklas** (angl. *The Green Belt*) – gamtinio karkaso dalis, jungianti didžiausią bioekologinę svarbą turinčias buveines, jų aplinką bei gyvūnų ir augalų migracijos koridorius.
7. **Gamtinis karkasas** (angl. *Nature Frame*) – vientisas gamtinio ekologinio kompensavimo teritorijų tinklas, užtikrinantis ekologinę kraštovaizdžio pusiausvyrą, gamtinius ryšius tarp saugomų teritorijų, kitų aplinkosaugai svarbių teritorijų ar buveinių, taip pat augalų ir gyvūnų migraciją tarp jų.
8. **Gamtinis kraštovaizdis** (angl. *Natural Landscape*) – natūralų pobūdį išlaikęs kraštovaizdis, egzistuojantis iki žmogaus kultūrinio poveikio.
9. **Kraštovaizdis** (angl. *Landscape*) – žemės paviršiaus gamtinių (paviršinių uolienu, pažemio oro, paviršinių ir gruntinių vandenu, dirvožemio, gyvųjų organizmų) ir (ar) antropogeninių komponentų (archeologinių liekanų, statinių, inžinerinių įrenginių, žemės naudmenų bei informacinio lauko), susijusių medžiaginėmis, energetinėmis ir informaciniais ryšiais, teritorinis junginys.



10. **Kraštovaizdžio būklės indikatoriai** (angl. *The Landscape State indicators*) – kokybinių ir kiekybinių rodiklių, apibūdinančių kraštovaizdžio struktūrą, jos natūralumą, kultūrinės veiklos įtaką natūraliai augmenijai ir visuomenės informuotumą apie kraštovaizdžio apsaugą ir naudojimą, sistema.
11. **Kultūrinis kraštovaizdis** (angl. *Cultural Landscape*) – vietovė, kurioje egzistuoja žmogaus veiklos sukurtas ir jo sambūvį su aplinka atspindintis kraštovaizdis (įskaitant kultūrinius ir gamtos išteklius bei joje esančius laukinius ir naminius gyvūnus; vykę istoriniai įvykiai ar kita veikla, pasižyminti kitomis kultūrinėmis ar estetinėmis vertybėmis).
12. **Natūralumo** (angl. *Hemeroby*) indeksas – integruotas rodiklis, naudojamas žmogaus veiklos intervencijos į žemės dangos pokyčius laipsniui nustatyti.
13. **Palaikymo paslaugos** (angl. *Support services*) – ekosistemų teikiamos paslaugos, be kurių nebūtų kitų ekosistemų paslaugų. Nors žmonija tiesioginės naudos iš jų paprastai negauna, šios paslaugos yra būtinos ekosistemų sveikam funkcionavimui. Pavyzdžiai: dirvos formavimas, maistinių medžiagų apykaitos ciklas, biologinės ir genetinės įvairovės palaikymas ir kita.
14. **Reguliavimo paslaugos** (angl. *Regulating services*) – ekosistemų teikiamos paslaugos, kurias ekosistemos ir biologinė įvairovė teikia atlikdamos įvairias natūralias reguliavimo funkcijas, pavyzdžiui, vandens, oro ar dirvožemio kokybės gerinimas, vandens nuotėkio, t. y. potvynių reguliavimas, dirvos erozijos prevencija, CO<sub>2</sub> sugėrimas, augalų kultūrų apdulkinimas ir kt. Šios paslaugos dažnai yra nepastebimos ir klaidingai laikomos neišsenkančiomis, tačiau pažeidus jų būklę, praradimai gali būti itin dideli, o jas atkurti – brangu ir sudėtinga.
15. **Žemės dangos pokyčių amplitudė** (angl. *Fluctuations in land-cover change*) – kraštovaizdžio natūralumo svyravimų spektro fiksavimas, turintis tam tikrą reikšmę siekiant suprasti pasikeitimų mastą, taip pat natūralias kraštovaizdžio atkūrimo galimybes ir jų kaitą tyrimų teritorijoje. Kraštovaizdžio pokyčių svyravimų matas, fiksuojantis kraštovaizdžio natūralumo rodiklio dydžio vertės pokytį svyravimų metu.
16. **Žemės dangos pokyčių dažnumas** (angl. *Frequency of land cover changes*) – rodiklis, iliustruojantis, kiek kartų žemės danga pasikeitė (žemės dangos tipas virto kitu tipu) per tam tikrą laikotarpį.
17. **Žemės dangos pokyčių kryptis** (angl. *Direction of land cover change*) – tam tikras žemės dangos tipų sudėties ir pasiskirstymo pokyčių per tam tikrą laikotarpį tendencija. Aiškinant žemės dangos kitimo kryptį,

analizuojami įvykę pokyčiai ir pateikiamos įžvalgos apie tuos pokyčius lemiančius veiksnius.

18. **Žemės dangos pokyčių seka** (angl. *Sequence of land cover changes*) – skirtingų žemės dangų išsidėstymo tam tikroje vietovėje eiliškumas, lemiamas išorės veiksnių (pvz., miškas → ganykla → grūdinės kultūros → apleista teritorija (krūmynai)). Suminis procesų poveikis gali turėti įtakos teritorijos ekologinei būklei, biologinės įvairovės kokybei.

*Kraštovaizdis niekada nėra tiesiog natūrali erdvė, natūralios aplinkos  
bruožas.*

*Kiekvienas kraštovaizdis yra ta vieta, kur MES nustatome savo žmogaus  
erdvės ir laiko tvarką. (Jackson J. B., 1984)*

## 1. ĮVADAS

### 1.1. Temos aktualumas

Kiekvienos šalies gamtos išteklius sudaro švari, sveika aplinka ir harmoningas kraštovaizdis, kurie garantuoja tinkamas sąlygas tarpti visoms gyvybės formoms (įskaitant žmogų) (Kattumuri, 2018; United Nations, 2020). Kraštovaizdis yra nevienalytė, o kartu dinamiška ekosistema, kuri nuolat kinta skirtingu tempu priklausomai nuo istoriškai ir socialiniu požiūriu determinuoto antropogeninės veiklos pobūdžio ar gamtinių ir geografinių sąlygų, todėl kraštovaizdžiui valdyti turėtų būti taikomos adaptuotos, integralios valdymo priemonės. Europos kraštovaizdžio konvencijoje kraštovaizdis apibrėžiamas kaip žmonių suvokiama vietovė, kurios pobūdį nulėmė gamtos ir (arba) žmonijos veiksmų veikimas ir sąveika (Europos kraštovaizdžio..., 2000). Galima teigti, kad kraštovaizdis gali būti apibūdinamas kaip socialinė ir ekologinė sistema (Buizer ir kt., 2016; Kraštovaizdžio formavimo..., 2013; Saito ir kt., 2020). Nemažai ekonominių, socialinių ir aplinkos apsaugos problemų siejama su racionali teritorijos organizavimu, todėl ypač dabar aktualu kuo daugiau taikyti integruoto kraštovaizdžio valdymo metodus, kuriais siekiama suburti įvairius sektorius ir ieškoti tarpdisciplininių sprendimų (Reed ir kt., 2016; Baldock, 2017).

Ligšiolinis vartotojiškas požiūris į gamtą ir klaidingas manymas, kad pagrindinė gamtos paskirtis yra tenkinti žmogaus poreikius, vis dažniau lemia ir griaušančius procesus. Požiūris, kad visko turime begalybę, – nėra teisingas, lygiai taip pat kaip ir kraštovaizdžio poreikvojimas. Apskritai bene aktualiausia tema pasaulyje paskutinius kelis šimtmečius yra žmogaus veiklos reikšmė aplinkai (Retallack, 2008; Veteikis, 2012, 2009; Goudie, 2020). Pernelyg intensyviai naudojant žemę, transformuojant miškus – skursta biologinė įvairovė (Ripple ir kt., 2021), kraštovaizdis pasidaro mažiau gyvybingas ir jautresnis ūkiniam poveikiui. Didėja eroduotų ir pustomų žemių plotai bei mažėja humuso ariamuosiuose dirvožemiuose (Volungevičius, 2012). Intensyvus mineralinių trąšų ir cheminių priemonių naudojimas veikia natūralias ekosistemas. Visi šie žmogaus procesai mažina kraštovaizdžio kaip gamtinės sistemos stabilumą, dėl to kraštovaizdis vis intensyviau praranda apsaugines ir bioprodukcines savybes (Grab ir kt., 2018). Dauguma šių

žalingų reiškinių lemia globalius klimato pokyčius. Atsižvelgdama į vykstančius procesus 2020 m. gegužės mėn. Europos Komisija pristatė Europos Sąjungos biologinės įvairovės strategiją iki 2030 m., kurios pagrindinis tikslas – kovoti su pagrindiniais biologinės įvairovės nykimo veiksniais ją saugant ir atkuriant, skatinant įvairių aplinkos, ekonomikos ir socialinių sričių pokyčius (Briuselis, 2020). Naująja ES biologinės įvairovės strategija siekiama, kad iki 2030 m. biologinė įvairovė Europoje pradėtų atsigausti, taip pat būtų taikomi veiksmingiausi metodai kovojant su pagrindiniais biologinės įvairovės nykimo veiksniais, pavyzdžiui, netausiu sausumos ir jūros naudojimu, gamtos išteklių pereikvojimu, tarša, invazinėmis ir svetimžemėmis rūšimis, taip pat klimato kaita. Strategija siekiama pagerinti esamų ir naujų saugomų teritorijų būklę bei sugrąžinti įvairią ir atsparią gamtą į visus kraštovaizdžio tipus ir ekosistemas. Tačiau, norint suprasti pokyčius ir jų poveikio ekosistemų būklei mastą, visų pirma būtina skirti daugiau dėmesio žemės dangos pokyčių erdvinei dinamikai (Liu ir kt., 2017; Jukneliene ir kt., 2022).

Antropogeninis poveikis aplinkai dažnai būna fiksuojamas kaip neigiamas poveikis aplinkai, kai dėl neracionalios žmogaus ekonominės ir socialinės veiklos blogėja aplinkos rodikliai, keičiamas intensyviai antropogenizuojamas kraštovaizdis, nyksta biologinė įvairovė. Būtent sudėtinga gamtinių ir socialinių veiksnių sąveika lemia poreikį stebėti erdvinės sistemos (kraštovaizdžio) būklę, kad būtų laiku pastebėti ir suvaldyti neigiami procesai (Veteikis, 2012; Skorupskas, 2009). Šioje srityje gali išsiskirti geografijos mokslo disciplina, nes taikant geomokslo tyrimų metodus, kartografinį modeliavimą galima įvertinti ir prognozuoti gamtos išteklių ir aplinkos kokybės pokyčius, gamtinių sistemų atsparumą vis intensyvėjančiai žmogaus ūkinei veiklai. Kraštovaizdžio ekologijos ir teritorijų planavimo reikmėms labai svarbus tampa ekologinių situacijų kartografavimas ir vertinimas (Depellegrin ir kt., 2016; Inacio ir kt., 2022; Yan ir kt. 2009; Jankauskaitė ir kt., 2010; Beauchesne ir kt., 1996). Vienas iš svarbiausių kraštovaizdžio ekologinio vertinimo uždavinių – įvertinti kraštovaizdžio komponentų reprodukcinės galimybes atlaikyti fizinį ir cheminį antropogeninį poveikį, taip pat kraštovaizdžio mozaikos tinkamumą biologinės įvairovės palankiai būklei užtikrinti. Norint geriau suprasti būsimą žmogaus sukeltų žemės naudojimo pokyčių poveikį pasaulio kraštovaizdžiui, biologinei įvairovei, ekologinėms funkcijoms užtikrinti yra būtina daugiau dėmesio skirti sudėtingai žemės dangos pokyčių dinamikai stebėti.

Kraštovaizdžio būseną galima apibrėžti daugeliu parametru – jautrumas, pažeidimo laipsnis, talpa, stabilumas ir kt. (Walker ir kt., 2006). Kiekviena iš šių savybių vienaip ar kitaip lemia kraštovaizdžio teikiamų

paslaugų kokybę. Tam tikram kraštovaizdžio tipui būdingų paslaugų gausa ir įvairovė yra saviti to kraštovaizdžio kokybės indikatoriai. Siekiant kuo racionaliau valdyti ir išsaugoti šiuos du tarpusavyje susijusius komponentus, reikia gerai pažinti kraštovaizdžio stabilumo ir ekologinio kompensavimo rodiklius, jų priklausomybę. Kraštovaizdžio stabilumą galima įvertinti kaip jo atsparumą, potencialą atremti neigiamą antropogeninį poveikį kokybiškai teikiant žinomas kraštovaizdžio paslaugas. Tyrimai rodo, kad kraštovaizdžio antropogenizacija kelia grėsmę ekologiniam atsparumui, taip pat stabilumui ir pokyčių inertiškumui, t. y. silpninamas arba visai panaikinamas kraštovaizdžio geosistemų gebėjimas esant išoriniam poveikiui išsaugoti savo struktūrą ir funkcionavimo režimą. Žmonių modifikuotose teritorijose žemės danga gali keistis dažnai, greitai ir dideliuose plotuose dėl kintančios aplinkos, socialinių ir ekonominių sąlygų (Wang ir kt., 2022; Lambin ir kt., 2011; Kavaliauskas, 2011). Dažniausiai yra ignoruojamas poreikis užtikrinti ekologinio kompensavimo funkciją, kurios tikslas sušvelninti neigiamą poveikį biologinei įvairovei ir ekologinėms paslaugoms (EP).

Kraštovaizdžio stabilumas turėtų atspindėti kompleksinį požiūrį į kraštovaizdžio visumą. Antropogeninis poveikis gali paveikti įvairias kraštovaizdžio dalis, tačiau įvairios kraštovaizdžio dalys antropogeninį poveikį geba patirti nevienodai, vienos iš jų, turinčios stipresnį atsparumą, gali antropogeninį poveikį asimiliuoti, neutralizuoti, taip sumažindamos neigiamą įtaką tam tikroms EP. Būtent dėl didėjančio antropogeninio poveikio vis dažniau yra tiriamas kraštovaizdžio natūralumas ir jo atsparumas antropogeniniams veiksniams. Kraštovaizdžio natūralumo sąvoka ir jos vertinimas yra gana dažnas tyrimų objektas (Steinhardt ir kt., 1999; Scheller ir kt., 2020). Tokio pobūdžio darbuose vartojama *Hemeroby* sąvoka, apibūdinanti vietoves, kurios išlaikė savo natūralų pobūdį (Steinhardt ir kt., 1999; Jalas ir kt., 1955; Blume ir kt., 1976; Walz, 2011). Ši sąvoka taip pat vartojama kraštovaizdžio analizei, yra ekologinės vertės ir kraštovaizdžio įvairovės, taip pat antropogeninės transformacijos masto rodiklis. Šiuo darbu siekiama nustatyti kraštovaizdį destabilizuojančių veiksnių raiškos mastą (nestabilumo laipsnį, kryptį, kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijos kokybę ir kt.) Lietuvoje. Šiam tikslui pasiekti, įvertinus ir išanalizavus tarptautinę literatūrą bei siekiant tarptautinio suderinamumo, nuspręsta naudoti natūralumo (*Hemeroby*) indeksus pagal H. P. Blume'ą ir H. Sukoppą, kurie atspindi žmogaus veiklos poveikio žemės dangai lygį. Norint geriau suprasti žmogaus veiklos sukeltų žemės dangos pokyčių poveikį EP, biologinei įvairovei, būtina daugiau dėmesio skirti sudėtingai žemės dangos pokyčių dinamikai, vertinti tokius parametrus, kaip antai: žemės dangos pokyčių dažnumas, žemės dangos tipų seka (kaitos kryptis), žemės dangos

natūralumo amplitudės svyravimai ir bendras kraštovaizdžio nestabilumas. Dėl intensyvėjančios žmogaus veiklos ir didėjančio vartojimo vis daugiau dėmesio būtina skirti aplinkos ir ekologinių problemų analizei (Cao ir kt., 2021), kurios daro didelę įtaką kraštovaizdžio stabilumui ir žmogaus gyvenamosios aplinkos kokybei.

## 1.2. Tyrimo tikslas ir pagrindiniai uždaviniai

Tyrimo tikslas – nustatyti kraštovaizdžio gamtinės ir antropogeninės krypties destabilizavimo įtakos reikšmę kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijai ir jos kokybei.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti sisteminę darbų, nagrinėjančių žemės naudojimo ir ekosistemų paslaugų tarpusavio priklausomybę, analizę.
2. Nustatyti žemės dangos pokyčių kryptį, dažnumą, svyravimus Lietuvos teritorijoje.
3. Identifikuoti kraštovaizdžio nestabilumo tendencijas ir jas lemiančias priežastis.
4. Įvertinti kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijos būklę Lietuvoje.
5. Pateikti kraštovaizdžio stabilumo užtikrinimo ir ekologinio kompensavimo funkcijos stiprinimo šalyje rekomendacijas.

## 1.3. Darbo hipotezė

Žemės dangos keitimasis dėl žmogaus veiklos įtakos turi tiesioginį poveikį kraštovaizdžio struktūros būsenai ir jo ekologinio kompensavimo funkcijos kokybei, t. y. kiekvienas tolesnis antropogeninis kraštovaizdžio struktūros keitimas sukelia negrįžtamų pokyčių ir ekologinių funkcijų praradimą.

## 1.4. Darbo naujumas

Šioje disertacijoje, remiantis atliktais tyrimais, analizuojami Lietuvos teritorijos žemės dangos destabilizacijos procesai dėl žmogaus ūkinės veiklos – pokyčių kryptis, dažnumas ir bendras teritorijos nestabilumas per 23 metus. Žemės dangos kaitos Lietuvoje analizė atliekama fragmentiškai, dažniausiai analizuojami pokyčiai per penkerius metus, kai gaunami CORINE žemės dangos duomenys iš Europos aplinkos agentūros, tačiau nuoseklūs kraštovaizdžio struktūros pokyčių tyrimai Lietuvoje nebuvo vykdomi, nors vieningai sutariama, kad šiandien itin svarbu tirti aplinkos pokyčius, ieškant

pagrindinių ir tiesioginių tokių pokyčių priežasčių, taip pat bandant suprasti jų sąsajas su kitais elementais, kad būtų atskleistos netiesioginės šių pokyčių priežastys, kurioms galėjo turėti įtakos gyventojų, socialiniai ir ekonominiai bei aplinkos, gamtos pokyčiai, o gautus rezultatus panaudoti kokybiškesniam teritorijų planavimui, gamtos atkūrimo planams rengti.

Šiame darbe naudojami kompleksiniai tyrimo metodai, derinant nuotolinio stebėjimo metodais gautus CORINE žemės dangos duomenis, statistinius, istorinius duomenis kraštovaizdžio antropogeniniam nestabilumui ir jo poveikiui ekologinio kompensavimo funkcijai įvertinti. Lietuvos žemės dangos natūralumui vertinti pasitelktas anksčiau Lietuvoje netaikytas, tarptautiniu mastu pripažintas *Hemeroby* natūralumo indeksas, kuris nusako teritorijos natūralumo pobūdį.

Gamtinis karkasas, Lietuvos įstatymuose ir teritorijų planavimo dokumentuose įteisinta priemonė, atlieka ekologinio kompensavimo funkciją. Praėjus daugiau nei 30 metų nuo jo įteisinimo teritorijų planavimo dokumentuose, šiame darbe vertinama jo būklė ir galimybė atlikti ekologinio kompensavimo funkciją. Gamtinio karkaso tema mokslinius darbus yra rengę P. Kavaliauskas (2014), P. Mierauskas ir A. Palaima (2012), G. Godienė (2014). Tačiau šiuose darbuose tiesiogiai nėra analizuojama ekologinio kompensavimo funkcija ir jos kokybė Lietuvoje. Remiantis šios disertacijos rezultatais akcentuojamas kraštovaizdžio nestabilumo mastas per 23 metų laikotarpį tiek dėl natūralių gamtinių procesų, tiek dėl antropogeninės veiklos, išryškina gamtinio karkaso probleminius arealus, kuriuose nėra užtikrinama būtina ekologinio kompensavimo funkcija. Ilgalaikei kraštovaizdžio politikai formuoti šalyje gali būti naudojama disertacijoje pateikiama informacija apie kraštovaizdžio antropogeninį nestabilumą ir kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkciją.

### 1.5. Rezultatų mokslinė ir praktinė reikšmė

Disertacija pasižymi teorinio ir praktinio pritaikymo galimybėmis tiek plėtojant kraštovaizdžio ekologijos mokslą šalyje, tiek kraštovaizdžio planavimo ir valdymo srityse, įgyvendinant nacionalinius šalies vystymo strateginius tikslus bei tarptautinius įsipareigojimus darnaus vystymosi srityje. Darbo rezultatai yra aktualūs visiems kraštovaizdžio formavimo dalyviams, ypač specialistams, rengiantiems teritorijų planavimo dokumentus, priimantiems sprendinius dėl teritorijos vystymo perspektyvų, taip pat įgyvendinant tarptautinius įsipareigojimus – siekiant svarbiausio tikslo – racionaliai naudoti ir formuoti kraštovaizdį bei užtikrinti gamtinio karkaso, kaip gyvybiškai svarbios daugiafunkcinės sistemos, kokybišką egzistavimą,

nes tai laiduoja bendrą teritorijos stabilumą, gyvybingumą ir jame vykstančių migracinių ryšių nenutrūkstamumą. Kraštovaizdis atlieka svarbų ekonominių vaidmenį (palaiko pirminės gamybos veiklos rūšis, pvz., miškininkystę, žemdirbystę, kokybiški išteklių didina turizmo potencialą ir pan.), disertacijoje pristatyta metodika gali prisidėti prie EP kartografavimo ir detalaus teritorijoje kylančių grėsmių jų kokybei vertinimo.

Darbas suteikia naujų žinių ir papildoma esamas žinias apie Lietuvos kraštovaizdžio antropogeninį nestabilumą ir jo gebėjimą užtikrinti ekologines kompensavimo funkcijas. Jame naudotas metodikas galima tiesiogiai pritaikyti įgyvendinant Valstybinę aplinkos monitoringo programą (Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas..., 2018), kurios viena iš stebimų sričių – kraštovaizdžio monitoringas. Metodikos galėtų būti naudojamos tiek vykdant valstybinių parkų kraštovaizdžio, tiek analizuojant probleminius arealus, kuriuose vyksta ryškiausi žemės dangos pokyčiai. Taip pat metodiką galima pritaikyti ir mažesnio ploto saugomoms teritorijoms, pavyzdžiui, draustiniams, biosferos poligonams, kuriuose šiuo metu žemės dangos pokyčių stebėseną nevykdoma.

Šiame darbe išskirti arealai, kuriuose fiksuotas didžiausias kraštovaizdžio nestabilumas per 23 metų laikotarpį, turėtų būti detalčiau analizuojami siekiant nustatyti tolesnę jų eigą, taip pat ieškoti būdų tuose arealuose didinti arba atkurti kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkciją. Taip pat didesnio dėmesio turėtų sulaukti gamtinis karkasas (Kavaliauskas, 1995; Mierauskas, 2007, 2004; Baškytė, 2003), nes iki šiol jo stebėseną nėra vykdoma. Tai visos šalies mastu yra labai svarbu, nes gamtinis karkasas susieja visas gamtines saugomas teritorijas su kitomis ekologiškai vertingomis ar santykinai natūraliomis teritorijomis, jose formuojama geokologinė kompensacinių zonų kraštovaizdžio sistema ir grindžiamas bendras kraštovaizdžio stabilumas. Kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijos kokybė turi būti nuolat stebima teritorijų planavimo ir gamtos saugos ekspertų, siekiant įvertinti ir prognozuoti žemės dangos pokyčius bei laiku imtis būtinųjų prevencijos priemonių neigiamoms tendencijoms valdyti. Kraštovaizdžio nestabilumo ir kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijos tyrimas šioje disertacijoje taip pat sustiprina geografijos mokslo ir kraštovaizdžio tyrimų reikšmę darnaus vystymosi kontekste.

## 1.6. Ginamieji teiginiai

1. Kraštovaizdžio antropogeninės kilmės destabilizacija yra ryškesnė didžiųjų miestų apylinkėse ir ūkininkauti palankiose gamtinėse teritorijose.



2. Pagrindiniai Lietuvos kraštovaizdžio destabilizavimo veiksniai yra miškų kirtimas, žemės ūkio plėtra, urbanizacija.

3. Nors bendras kraštovaizdžio natūralumas per 1995–2018 m. laikotarpį padidėjo, tačiau natūralios gamtinės teritorijos dažnai yra fragmentuotos, todėl jų galimybės užtikrinti ekologinio kompensavimo funkciją dažniausiai yra silpnesnės arba tokia funkcija apskritai prarandama.

4. Teritorijų planavimo dokumentuose nėra numatoma pakankamai priemonių būtinajam kraštovaizdžio natūralumui užtikrinti, todėl faktiškai daugėja teritorijų, kuriose pažeistas geoekologinis potencialas.

### 1.7. Rezultatų aprobavimas

Remiantis disertacijos rezultatais buvo paskelbtos dvi publikacijos referuojamuose mokslo leidiniuose:

1. **Jasnavičiūtė, A.**, Veteikis, D. (2020). Assessing the status of landscape reserves (Lithuanian example). *Baltica*. Volume 33, Number 2 December 2020: 200–216 <https://doi.org/10.5200/baltica.2020.2.7>

2. **Jasnavičiūtė, A.**, Veteikis, D. (2022). Assessing Landscape Instability through Land-Cover Change Based on the Hemeroby Index (Lithuanian Example) *Land*, 11(7), 1056; <https://doi.org/10.3390/land11071056>

Taip pat kitos publikacijos recenzuojamuose leidiniuose:

1. Jankauskaitė, A., Piekienė, N., **Jasnavičiūtė, A.** (2018). Kraštovaizdžio formantų įtaka pajūrio kurortų kokybei ir planavimo procesams. *Kraštovaizdžio architektūra Baltijos šalyse – šimtmečio retrospektyva ir ateities perspektyvos*, 1: 69–78.

2. Kavaliauskas, P., **Jasnavičiūtė, A.** (2020). Kraštovaizdžio morfostruktūros išskirtinumo nustatymo galimybių beiėškant. *Kraštovaizdžio architektūra – teorijos ir praktikos barai*. 9-21

3. Piekienė, N., **Jasnavičiūtė, A.** (2023). Valstybinių parkų kultūrinio kraštovaizdžio samprata ir kaitos koncepcija. Lietuvos kraštovaizdžio architektų sąjungos mokslo ir praktikos žurnalas „*Kraštovaizdžio architektūra*“ Nr. 2: 51-59.

Remiantis darbo rezultatais parengti ir pristatyti pranešimai Lietuvos konferencijose: Lietuvos mokslų akademijos nuotolinėje Jaunųjų mokslininkų konferencijoje „Bioateitis: gamtos ir gyvybės mokslų perspektyvos“ (Lietuva, 2020 m.), Vilniaus universiteto Chemijos ir geomokslų fakulteto Geomokslų institutas, tarpdisciplininėje mokslinėje konferencijoje „Miškai klimato kaitos kontekste“ (Lietuva, 2022), MDPI ir žurnalo LAND tarptautinėje nuotolinėje konferencijoje „The 1st International Electronic Conference on Land“ (2022 m. gegužės 17–19 d.), tarptautinėje

Europos kaimo kraštovaizdžių tyrimų konferencijos 29-ojoje sesijoje (Ispanija, 2022 m. rugsėjo 26–30 d.).

#### 1.8. Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro šie skyriai: įvadas, tyrimų ir literatūros apžvalga, darbo metodologija, tyrimų rezultatai, rekomendacijos (darbe pateikiamos kraštovaizdžio politikos formavimo Lietuvoje rekomendacijos, kurios parengtos atsižvelgiant į atliktus tyrimus kraštovaizdžio stabilumo, EP vertinimo srityse), išvados, literatūros sąrašas, santrauka ir 5 priedai. Disertacijos apimtis – 198 puslapiai. Joje panaudota 212 literatūros šaltinių. Disertacija parengta lietuvių kalba. Joje yra 22 lentelės ir 44 paveikslai.

## 2. TYRIMŲ IR LITERATŪROS APŽVALGA

Šiame skyriuje apžvelgiama literatūra, mokslinės publikacijos, susijusios su šio darbo tema, kuri suskirstyta į 3 pagrindines dalis:

1. Pirmoje dalyje pateikiamas kraštovaizdžio antropogenizacijos apibrėžimas bei geografinė samprata pasaulyje ir Lietuvoje, aptariama kraštovaizdžio antropogenizacijos atsiradimo pradžia ir su tuo susijusių tyrimų temos. Taip pat apžvelgiami kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimai, taikomos metodikos pasaulyje.

2. Siekiant rasti bendrumą tarp kraštovaizdžio erdvinės struktūros ir procesų, vykstančių kraštovaizdyje, yra būtina suprasti kraštovaizdžio ekologiją. Todėl antroje dalyje analizuojami darbai visame pasaulyje šia tema. Apžvelgiama literatūra, kurioje analizuojama kraštovaizdžio ekologinės apkrovos tema – lemiantys veiksniai, kiekybiniai rodikliai, jų skaičiavimo būdas. Taip pat dėmesio skiriama atsparumo rodikliams, jų skaičiavimo principams. Literatūros analizėje apžvelgiami ir kraštovaizdžio ekologinio nestabilumo tyrimai.

3. Užtikrinti kraštovaizdžio stabilumą yra būtina siekiant sudaryti palankias sąlygas efektyviai ekologinio kompensavimo funkcijai, todėl šioje dalyje apžvelgiama mokslinė literatūra ir geroji šalių praktika taikant integruoto kraštovaizdžio valdymo modelius šalies politikoje.

### 2.1. Kraštovaizdžio natūralumo ir antropogenizacijos geografinė samprata

Sąvoka „kraštovaizdis“ (angl. *landscape*) yra labai sena ir plačiai vartojama. Šią sąvoką galima aptikti labai įvairiose mokslų disciplinose, kurios kartu turi ir skirtingus šios sąvokos paaiškinimus. Pirmoji kraštovaizdžio reikšmė peizažas (angl. *landscape*, pranc. *le paysage*) kilusi iš senovės indoeuropiečių idiomos, vėliau buvo pradėta taikyti įvairiose Europos kalbose (Jackson, 1984). XVI a. pabaigoje ir XVII a. pradžioje "peizažas" tapo populiarius dėl vokiečių ir olandų tapytojų, kurie iliustravo apylinkių vaizdus, kuriuos stebėtojas gali suvokti (Mikesell, 1972).

Kraštovaizdžio terminą į mokslinę literatūrą 1805 m. įvedė vokiečių mokslininkas A. Hommeieris (Pakalnis ir kt., 2012). Vėliau S. Passarge (Antrop ir kt., 2017; Berg 1950) akcentuoja išskirtinai natūralią kraštovaizdžio fizionomiją ir sandarą, o K. Saueris 1925 m. pristato kraštovaizdžio idėją, kurioje visuomenę teigia esant pagrindiniu kraštovaizdžio transformacijos veiksmu, ir šiam reiškiniui apibūdinti vartoja terminą „kultūrinis kraštovaizdis“ žmogaus sukurtam kraštovaizdžiui apibūdinti (Sauer, 1925).

Geografijos moksle kraštovaizdžio sąvoką pirmą kartą pritaikė vokiečių gamtininkas, keliautojas ir geografas Aleksandras fon Humboltas, atkreipęs dėmesį į kraštovaizdžio erdviškumą ir fizines bei kultūrinės ypatybes. Remiantis geografiniu kraštovaizdžio sampratos požiūriu akcentuojamas gamtos ir kultūrinių procesų ryšys erdvėje. Amerikiečių geografas K. Saueris vokiečių geografijoje sąvoką papildė apibrėždamas kraštovaizdį kaip teritoriją, sudarytą iš skirtingų fizinių ir kultūrinių objektų tuo pačiu metu (Sauer, 1998). K. Sauerio požiūris buvo palankesnis morfologinei kraštovaizdžio analizei, atsižvelgiant tik į materialius kultūros aspektus. Kraštovaizdžio mokslinės sampratos morfologinė versija pagrįsta suvokimu, kad kraštovaizdis – gamtinių ir antropogeninių komponentų sankloda, tikrovėje junginys morfogenetiškai apibrėžtų, t. y. santykinai vienalyčių, tačiau besiskiriančių nuo gretimų, su jais besiribojančių, teritorinių vienetų (Kavaliauskas, 2011).

Pirmasis kraštovaizdžio ekologijos (vok. *Landschaftsökologie*) terminą pavartojo vokiečių mokslininkas geografas C. Trollis (Troll, 1939), kurio koncepcijoje buvo sujungta kraštovaizdžio morfologija su ekologija. Ekologiniu požiūriu pagrindinės kraštovaizdžio charakteristikos yra erdviškumas, nevienalytiškumas ir gamtinių ir antropogeninių elementų santykis. Vėliau amerikiečių mokslininkai R. Formanas ir M. Godronas perkėlė kraštovaizdžio koncepciją į ekologijos discipliną remdamiesi K. Trolis apibrėžimu. Jie apibrėžė kraštovaizdį kaip nevienalytį žemės plotą, sudarytą iš interaktyvių vienetų, kurie kartojasi panašia forma, sankaupos. Šie interaktyvūs vienetai gali būti geologinės formos, dirvožemio tipai, vietinė fauna, natūralūs trikdymo režimai, žemės naudojimas ir žmonių grupių modeliai (Forman, 1995; Forman ir kt., 1986). Mokslininkų nuomone, kraštovaizdis turi tris pagrindines charakteristikas: struktūrą, funkciją ir pokyčius. Šis apibrėžimas teikia pirmenybę morfologinei ir funkciniai dimensijai, pamirštama simbolinė dimensija ir kultūriniai bei socialiniai dalykai, būdingi kraštovaizdžio kaip peizažo koncepcijai.

Kraštovaizdžio sąvoka yra daugiareikšmė, nes šis reiškinys apima visą šalies erdvę – miestus ir kaimus, miškus, vandenį, laukus, išskirtinės vertės ir utilitarinės, apleistas teritorijas (Pakalnis ir kt., 2012). Nuo kraštovaizdžio būklės priklauso visuomenės gyvenimas ir veikla, taip pat jis pripažįstamas kaip tautinio identiteto pamatas, reikšminga gyvenimo kokybės dalis. Kraštovaizdis – dinaminė ir nuolat besikeičianti sistema, todėl nuolatinė jo dinamika, naujų elementų atsiradimas, senųjų pasikeitimas kelia sunkumų rasti tinkamiausius kraštovaizdžio vertinimo rodiklius (Jukna, 2011).

XXI a. kraštovaizdis išgyvena itin intensyviuosius pasikeitimus. Žmogus, pertvarkydamas kraštovaizdį ir kurdamas kultūrinį kraštovaizdį, ne tik sukuria antropogeninius kraštovaizdžio komponentus (pastatus, kelius,

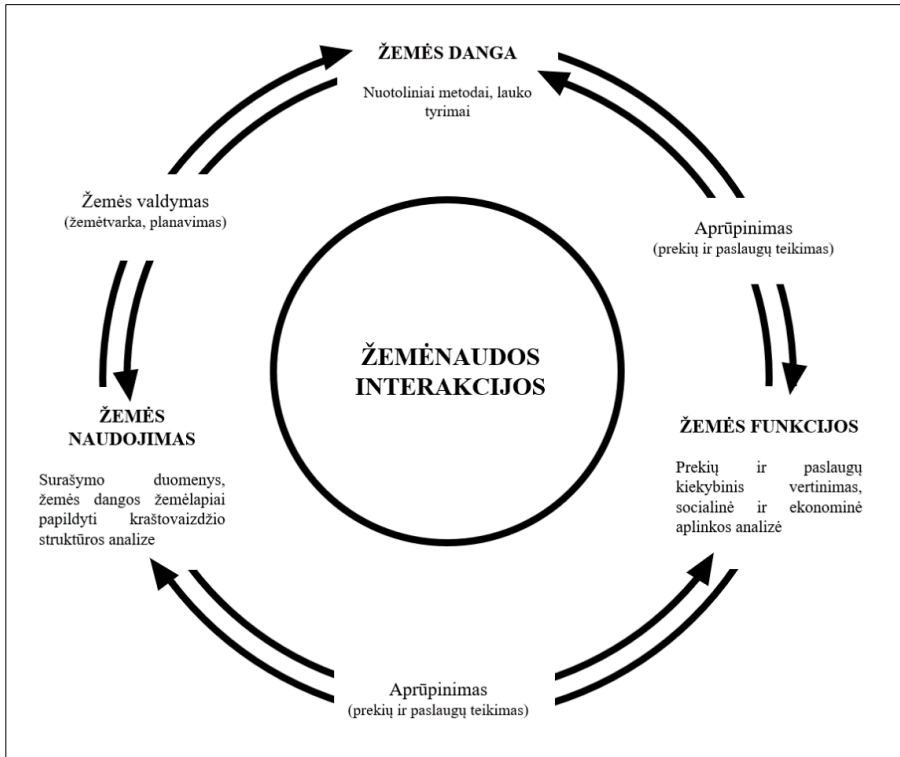
gyvenvietes, miestus ir kt.), bet ir neišvengiamai keičia natūralius kraštovaizdžio komponentus. Kraštovaizdį labiausiai keičia įgyvendinamos urbanizacijos (miestų kūrimo), pramonės ir statybos vystymo programos, todėl kraštovaizdį, atsižvelgiant į žemėnaudos struktūrą, galima skirti į du polius: natūralų – gamtinį ir dirbtinį – antropogeninį, technogeninį.

Žemės danga – fizinės žemės paviršiaus savybės (pvz., augmenija, arba užstatytos teritorijos), todėl žemės dangos stebėjimai yra vykdomi tiesiogiai lauke arba naudojant nuotolinius metodus. Kita vertus, žemės dangą taip pat apibūdina ekonominė ir socialinė veikla, ji atspindi žmogaus ūkinę veiklą. Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacija (FAO) ir Jungtinių Tautų aplinkos apsaugos programa (UNEP) apibrėžia žemės naudojimą šitaip: „bendra tvarka, veiklos ir poveikis, kurį žmonės atlieka tam tikroje žemės dangoje“. Kadangi didžioji dalis žemės paviršiaus naudojama tokiai veiklai kaip žemės ūkis, miškininkystė, gyvenvietės ir infrastruktūra – žemės naudojimas laikomas vienu iš svarbiausių veiksnių, turinčių įtakos biologinei įvairovei visame pasaulyje (Sala ir kt., 2000). Apie žemės naudojimą ir žemės dangos struktūros kokybę galima spręsti iš stebimos veiklos, tokios kaip ganymas arba struktūriniai kraštovaizdžio elementai (pvz., kelių tinklo tankumas). Kraštovaizdžio stabilumui įvertinti turėtų būti taikomi netiesioginiai ekologiniai, geoekologiniai, taip pat teritorinių pokyčių rodikliai, iliustruojantys kraštovaizdžio atsparumą, tendencijas ir kt. Supratimas, kaip kraštovaizdžio elementų dydis ir forma susiję su gamtiniais ir antropogeniniais procesais, padeda pasirinkti teisingą mastelį nagrinėjant atitinkamas ekosistemas.

Žemės naudojimo sistemos egzistuoja tada, kai žemės naudojimo būdai yra sistemingai susieti laiko ar erdvės sąveika (1 pav.), pavyzdžiui, sėjomaina. Vien tik žemės dangos stebėjimais (pvz., nuotolinio stebėjimo duomenimis) paprastai neįmanoma nustatyti ir analizuoti tokių žemės naudojimo sistemų. Šioms sistemoms įvertinti būtini papildomi socialiniai ir ekonominiai duomenys, pavyzdžiui, derliaus statistika (Kruska ir kt., 2003). Kraštovaizdžio lygmeniu gali būti daug skirtingų, sąveikaujančių žemėnaudos sistemų, kurios visuomenei teikia įvairias prekes ir paslaugas (Verburg ir kt., 2009). Žemės gebėjimas tiekti prekes ir teikti paslaugas vadinamas žemės naudojimo funkcijomis arba ekosistemų funkcijomis (de Groot, 2006; Verburg ir kt., 2009).

Žmogaus ūkinė veikla sukuria natūraliam kraštovaizdžiui visiškai nebūdingus antropogeninius komponentus, kurių užimamas plotas ir įtaka aplinkai tolydžio didėja. Istoriniu aspektu plačiau išnagrinėti žemės ūkio vystymo ir urbanizacijos procesai sudaro tikrai dalį žmogaus veiklos, darančios labai didelį poveikį kraštovaizdžiui (Naruševičius ir kt., 2010). Žmogus, kaip biologinė ir socialinė būtybė, įvairiapusiškai ir intensyviai

veikia kraštovaizdį. Intensyvėjant ūkinei veiklai vis labiau kinta kraštovaizdžio komponentų pagrindinės savybės, lemiančios jo stabilumą ir produktyvumą.



**1 paveikslas.** Žemės dangos, žemės naudojimo ir žemės funkcijų ryšys ir galimi erdvinių duomenų rinkimo metodai (sudaryta pagal Verburg ir kt., 2009)

**Figure 1.** Relationship between land cover, land use and land functions and possible methods for spatial data collection (based on Verburg ir kt., 2009)

Dabartinis kraštovaizdžio natūralumo laipsnis ir pobūdis yra nulemtas sudėtingų gamtinių ir kultūrinių formavimo veiksnių sąveikos (Kavaliauskas, 2011). Todėl yra būdinga pagal santykinį kraštovaizdžio natūralumą skirti kraštovaizdį į skirtingas morfologinių požiūriu grupes. Daugelio šalių kraštovaizdis šiuo metu yra tik sąlygiškai natūralus, nes dauguma miškų sodinti, pievos sukultūrintos, daug kur pakeistas natūralių vandens telkinių nuotėkis, pastatytos užtvankos (Pakalnis, 2012). Įvertinus vykusio kraštovaizdžio formavimo veiksnius ir dabar susiklosčiusią kraštovaizdžio struktūrą bei šių dviejų procesų santykį galima skirti kelias kraštovaizdžio morfologinių tipų grupes (1 lentelė), kurios priklauso nuo kraštovaizdžio sukultūrinimo, arba, atvirkščiai, – pagal jo natūralumo laipsnį:

*1 lentelė.* Esminiai natūralaus ir antropogeninio kraštovaizdžio skirtumai (Sauer, 1925; Muransky, 1980; Jackson, 1984; Forman, 1995; Kavaliauskas, 2011; Antrop ir kt., 2017)

*Table 1.* Key differences between natural and anthropogenic landscapes (Sauer, 1925; Muransky, 1980; Jackson, 1984; Forman, 1995; Kavaliauskas, 2011; Antrop et al., 2017).

<b>Aspektas</b>	<b>Natūralus kraštovaizdis</b>	<b>Antropogeninis kraštovaizdis</b>
<b>Kilmė</b>	Susidarė daugiausia dėl natūralių procesų, pavyzdžiui, erozijos, atmosferos poveikio ir ekologinės sukcesijos.	Didelę įtaką daro ir formuoja žmogaus veikla, įskaitant žemės ūkį, urbanizaciją, miškų kirtimą ir industrializaciją.
<b>Biologinė įvairovė</b>	Paprastai pasižymi didele biologine įvairove ir dažnai yra įvairių vietinių augalų ir gyvūnų rūšių namai.	Biologinė įvairovė gali sumažėti dėl buveinių naikinimo, nevietinių rūšių introdukcijos ir taršos.
<b>Trikdymas</b>	Natūralūs trikdžiai, pavyzdžiui, gaisrai, potvyniai ir ugnikalnių išsiveržimai, kurie yra natūralių ekologinių ciklų dalis.	Veikiami įvairių antropogeninių trikdžių, tokių kaip žemės plėtra, tarša ir išteklių gavyba.
<b>Stabilumas</b>	Būdingos palyginti stabilios ir subalansuotos ekosistemos, išsivysčiusios per ilgą laiką.	Dažnai labiau linkusios į nestabilumą ir ekologinius sutrikimus dėl žmogaus įsikišimo.
<b>Erdviniai modeliai</b>	Dažnai pasižymi atsitiktiniais ir netolygiais erdviniais modeliais, kuriuos veikia gamtiniai veiksniai.	Pasižymi taisyklingesniais ir labiau suplanuotais erdviniais modeliais, kuriems turi įtakos žmogaus sprendimai dėl žemės naudojimo ir infrastruktūros.
<b>Ryšiai</b>	Susijungia su aplinkiniais natūraliais kraštovaizdžiais, palengvina ekologinius koridorius ir laukinių gyvūnų migraciją.	Dažnai fragmentiški ir izoliuoti, todėl jų mažėja ir trukdoma laukinių gyvūnų judėjimui.
<b>Išsaugojimo galimybės</b>	Dažnai skirtos gamtos paveldui išsaugoti.	Gali būti taikomi atkūrimo veiksmai, kuriais siekiama

Aspektas	Natūralus kraštovaizdis	Antropogeninis kraštovaizdis
		sumažinti neigiamą žmogaus veiklos poveikį.
<b>Estetinė vertė</b>	Dažnai vertinami dėl vaizdingo grožio, laukinės gamtos savybių ir vidinės vertės.	Vertinami įvairiais tikslais, įskaitant žemės ūkį, gyvenimą mieste ir pramoninę veiklą.
<b>Kultūrinė vertė</b>	Gali turėti kultūrinę ir dvasinę reikšmę vietinėms bendruomenėms ir visuomenėms.	Atspindi žmonių kultūrą ir istoriją, dažnai su istoriniais orientyrais ir infrastruktūra.
<b>Tvarumas</b>	Gali būti tvaraus aplinkos valdymo ir išsaugojimo etalonas.	Dažnai susiduria su tvarumo iššūkiais dėl išteklių naudojimo ir urbanizacijos.

Natūraliam kraštovaizdžiui priskiriamas žmogaus ūkinės veiklos nepalietas arba labai mažai palietas gamtinis kraštovaizdis. Situaciją apsunkina ir tai, kad žodžiai „gamta“ ir „natūralus“ turi labai daug įvairių reikšmių. Lietuvių kalbos žodyne žodis „gamta – visa, kas egzistuoja organiniame ir neorganiniame pasaulyje“, o Dešimtkalbiame gamtinės geografijos terminų žodyne „gamta – visas įvairiausių pavidalu egzistuojantis materialus pasaulis, Visata, materija, realybė; visa, kas egzistuoja, išskyrus visuomenę. Skiriama negyvoji, arba neorganinė gamta, ir gyvoji, arba organinė gamta“ (Švarcaitė, 2019). Kita vertus – dar nuo Čarlzo Darvino laikų vis labiau suvokiama biologinė žmogaus giminystė su gamta (Ducarme, Couvet, 2020).

Pirmojo apibrėžimo dualizmo šaknys yra „senovinė samprata“, nes pirmykštės bendruomenės „gamtą arba nežmogiškąjį pasaulį (...) laikė dieviškuoju Kitu, panašiu į Dievą, nes jis buvo atskirtas nuo žmogaus“ (Aplett, Cole, 2010). Vakaruose didžiausią įtaką padarė krikščionybės mitas apie nuopuolį, t. y. žmonijos išvaymą iš Edeno sodo, kur visa kūrinija gyveno darnoje, į netobulą pasaulį (Vining, 2008). Su šiuo dualizmu siejamas vertybinis gamtinio pranašumo prieš dirbtinį vertinimas. Tačiau šiuolaikinis mokslas vis dėlto pereina prie holistinio požiūrio į gamtą (Kaika, 2005). Verta atkreipti dėmesį, kad gamtinio kraštovaizdžio pavyzdžių pamatyti darosi vis sunkiau, nes praktiškai tokių visiškai natūralių, nepalietų žmogaus veiklos teritorijų nebėra, ir dažniausiai tokias išlikusias sąlygiškai natūralias teritorijas galima pamatyti itin griežtos apsaugos saugomose teritorijose (gamtiniuose rezervatuose).



Šiuo metu ypač greitai spartėjanti kraštovaizdžio antropogenizacija (miestietiško kraštovaizdžio plėtra) yra itin aktuali tema įvairiose srityse – aplinkosaugoje, ekonomikoje, sociologijoje ir kt. Kraštovaizdžio antropogenizacija apima visokeriopą žmogaus poveikį aplinkai ir apskritai geografiniam apvalkalui. Dažnai šią sampratą galima susiaurinti iki technogenizacijos terminu apibrėžiamo reiškimo – technikos poveikio kraštovaizdžiui. Ir šiuo metu sąvoka „antropoekosistema“ suprantama kaip ekologinė sistema, kurios pagrindinis elementas yra žmogus, o kiti su juo susiję gamtiniai ar antropogeniniai dariniai sudaro žmogaus gyvenamąją aplinką.

Urbanizacija, žemės ir miškų ūkis modifikuoja (keičia) kraštovaizdį, kai gamtinė žemės danga sunaikinama arba pakeičiama kitais, dažnai dirbtiniais objektais. Antropogenuotam kraštovaizdžiui būdinga tiek gamtinių, tiek žmogaus sukurtų sklypų įvairovė. Žmogaus modifikuotame kraštovaizdyje pasikeičia sklypų ploto ir perimetro santykis. Šis pokytis lemia daugelį EP, tarp jų ir organizmų dispersijos galimybes, paviršinių vandenių nuotėkį, mikroevoliuciją ir rūšių įvairovę (Delgado-Baquerizo, 2020).

Antropogenizacija geograful darbuose pradėta nagrinėti XIX a. pabaigoje (Sauer, 1925; Pasarge, 1933). Tiesa, tuo metu daugiau buvo paplitusi kultūrinio kraštovaizdžio sąvoka kaip žmogaus veiklos sukurtas ir jo sambūvį su aplinka atspindintis kraštovaizdis. Vokietijos geografus Otto Schlüteris nominuojamas kaip pirmasis mokslininkas, pavartojęs sąvoką „kultūrinis kraštovaizdis“ akademinėje kalboje XX a. pradžioje (Bharatdwi, 2009). Būtent jis apibrėžė dvi skirtingas kraštovaizdžio formas – *originalus kraštovaizdis* arba kraštovaizdis, egzistavęs iki didelių žmogaus sukeltų pokyčių, ir *kultūrinis kraštovaizdis* – žmonių kultūros sukurtas kraštovaizdis. Pagrindinis geografijos mokslo uždavinys ir buvo nustatyti šių dviejų skirtingų formų susiformavimą lemiančias priežastis (James ir kt., 1981; Elkins, 1989).

XX a. pradžioje, tobulėjant tyrimų galimybėms, plečiantis žinioms, vis dažniau mokslininkų akiratyje kaip mokslinio tyrimo objektas atsiranda kraštovaizdžio antropogenizacijos reiškinys (Kavaliauskas, 1992; Veteikis, 2002) siekiant išanalizuoti žmogaus poveikį jį supančiai aplinkai, ekosistemoms, jų kokybei ir būklei. Skirtingas kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimų laukus susiformavo priklausomai nuo šalies geografinių mokyklų ir, žinoma, nuo tiriamo arealo pobūdžio.

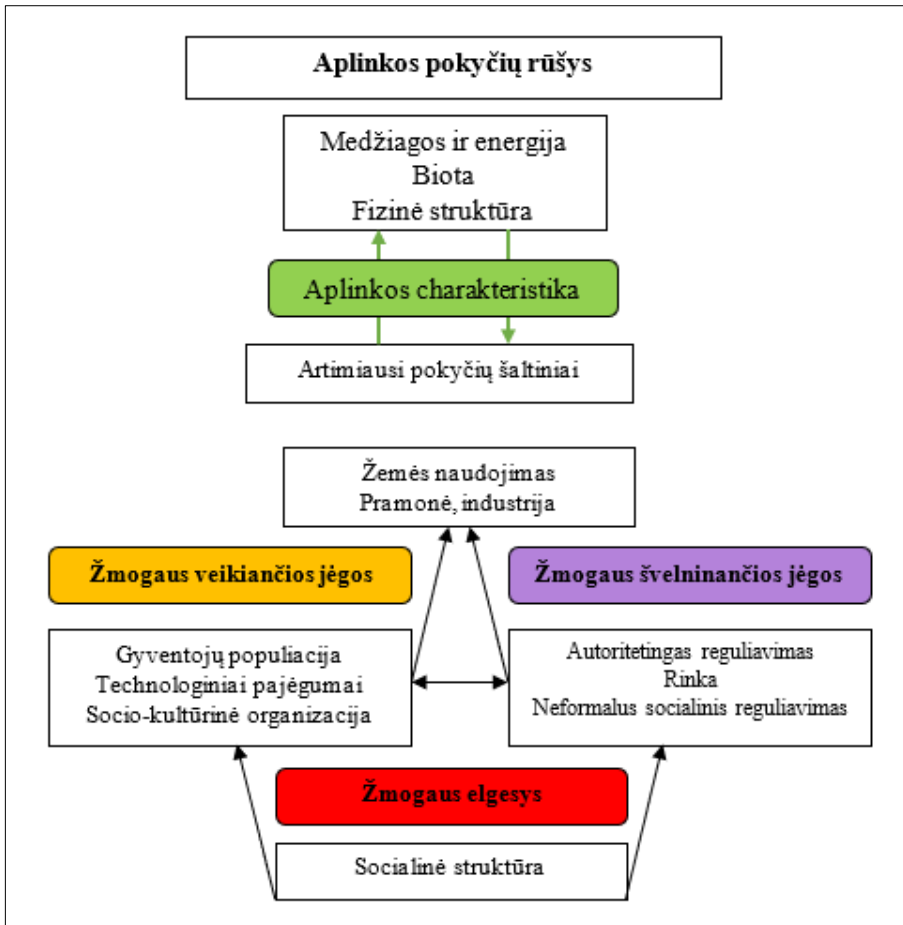
## 2.2. Kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimų apžvalga Europoje

Priklausomai nuo šalyje vyraujančio kraštovaizdžio, specifinių lingvistinių reikšmių bei teisinių kraštovaizdžio sąvokos vartojimo tradicijų yra susiformavusios nacionalinės kraštovaizdžio tyrimų mokyklos. Tarptautiniam bendradarbiavimui užtikrinti, siekiant sąvokų suderinamumo ir atsižvelgiant į tai, kad natūralus kraštovaizdis neturi sienų, 2000 m. priimtas tarptautinis susitarimas „Europos kraštovaizdžio konvencija“ suteikė svarbų postūmį kraštovaizdžio mokslinių tyrimų, politikos formavimo, planavimo ir darnaus vystymosi srityse (Antrop ir kt., 2013). Europos kraštovaizdžio tyrimų specifika remiasi ilga jų istorija ir integracija, pagrįsta didele kraštovaizdžių įvairove, kuriai būdingas glaudus įvairios gamtinės aplinkos ir skirtingų kultūrinių tradicijų, lemiančių šalių, regionų ir žmonių tapatybę, ryšys. Skatinti tarptautinį kraštovaizdžio ekologų bendradarbiavimą mokslinių tyrimų, švietimo ir praktikos srityse ir didėjančioms aplinkosauginėms problemoms spręsti buvo įkurta Europos kraštovaizdžio ekologijos asociacija (IALE-Europe).

Kraštovaizdžio kaitos tyrimų srityje mokslininkai vieningai sutaria, kad labai svarbu visapusiškai analizuoti veiksmų, veikėjų ir kraštovaizdžio kaitos reiškinio sąsajas. Kraštovaizdžio kaita, apimanti žemės dangos, žemės naudojimo ir bendros kraštovaizdžio kokybės bei būklės pokyčius erdvėje ir per tam tikrą laiką, yra pamatinis aspektas. Varomosios jėgos kartu su veikėjais sukuria sudėtingą sistemą, kuriai būdinga tarpusavio priklausomybė ir sąveika, veikianti tiek erdvėje, tiek laike. Daugybė mokslinių darbų (Glawion, 2002; DeFries et al., 2007; Zebisch et al., 2004; Feranec et al., 2007; Jankauskaitė et al., 2010; Scheller, 2020; Briassoulis, 2000; Bürgi et al., 2004; Hersperger et al., 2010) prisidėjo prie vertingų išvalgų, padedančių suprasti šiuos daugialypius ryšius ir procesus.

Pagrindinės priežastys, lemiančios pasaulinius žemės dangos ir aplinkos pokyčius dėl sudėtingos biofizinių bei socialinių ir ekonominių veiksmų ir įvairių žemės naudojimo sistemų sąveikos, parodytos 2 paveiksle. Šie veiksniai veikia įvairiais erdviniais ir laiko mastais, dėl jų priimami sprendimai, kurie daro didelę įtaką kitų sistemos dalyvių elgsenai. Visų pirma, tokie mokslininkai kaip Anna M. Hersperger, Maria-Pia Gennaio, Peteris H. Verburgas ir Matthiasas Bürgi skirsto dalyvius į du skirtingus tipus. Pirmoji kategorija yra veikėjai, kurie daro įtaką kraštovaizdžio pokyčius lemiantiems veiksniams, pavyzdžiui, politikos subjektai, savivaldybės ir administracinės institucijos. Kartu yra ir tiesiogiai kraštovaizdį keičiantys subjektai, įskaitant ūkininkus, pramonės įmones, verslo operatorius ir vietos gyventojus. Labai svarbu pripažinti, kad tam tikras veikėjas gali būti priskiriamas abiem

kategorijoms, pavyzdžiui, savivaldybės atstovas tuo pat metu gali vadovauti verslui ir taip daryti įtaką kraštovaizdžio kaitos dinamikai (Hersperger, Gennaio ir kt., 2010).



**2 paveikslas.** Pasaulinės žemės dangos ir aplinkos kaitos priežastys, nulemtos biofizinių ir socioekonominių veiksnių ir kitų žemės naudojimo sistemos dedamųjų (sudaryta pagal Moser, 1996; Briassoulis, 2000).

**Figure 2.** Causes of global land cover and environmental change due to biophysical and socio-economic factors and other components of the land use system (adapted according Moser, 1996; Briassoulis, 2000)

Norint suprasti kraštovaizdžio pokyčius ir jų poveikį ekosistemoms, reikia išanalizuoti, kaip kraštovaizdis pasikeitė, kokie procesai ir veiksniai tai lėmė. Atliekant šią analizę, kuri yra labai svarbi modeliuojant visuotinę kaitą, būtina atsižvelgti į daugybę aspektų, nes kraštovaizdžio sistema yra sudėtinga, tarpusavyje susijusi ir hierarchinė. Vienos teorijos dažnai pasirodo

nepakankamos, todėl tenka naudoti jungtines įvairių disciplinų, pavyzdžiui, politinės ekologijos, ekonomikos ir sociologijos teorijas (Lambin E. F. ir kt., 2011; Montero M. A. ir kt., 2015; Cao Y. ir kt., 2021; Hellwig N. ir kt., 2019). Pagal ekologinės modernizacijos teoriją, pramonės intensyvėjimas ir dėl to didėjanti tarša skatina visuomenę reaguoti, todėl kuriamos švaresnės technologijos ir išskiriamos gamtos apsaugos teritorijos (Mol A. P. J ir kt., 2000).

Viso pasaulio mokslininkai aktyviai sprendžia iššūkius, kuriuos kelia kraštovaizdžio struktūriniai pokyčiai intensyvėjant antropogeniniams ir urbanizacijos procesams. 2 lentelėje pateikiama apibendrinta informacija apie pagrindinius kraštovaizdžio antropogenizacijos tyėjus ir jų svarbiausius tyrimų aspektus. Tokiose gilias permainas išgyvenančiose šalyse kaip Vokietija, Jungtinė Karalystė ir Jungtinės Amerikos Valstijos mokslininkai atidžiai nagrinėja fragmentinių urbanistinių struktūrų padarinius tiek socialinei, tiek gamtinei aplinkai. Remiantis šiomis analizėmis, formuluojamos rekomendacijos, vadovaujamosi modeliavimais, kuriais vertinamas tikslingai suprojektuotų urbanistinių struktūrų poveikis kraštovaizdžio sąlygoms ir ekologiniams parametrams (Frumkin, 2008; Norman, 2006). Be to, daug dėmesio skiriama šių kraštovaizdžio pokyčių socialiniams ir ekonominiams padariniams vertinti, todėl teikiami pasiūlymai dėl ekologiškai tvarių kraštovaizdžių formavimo (Ashworth ir kt., 2008; Somarakis ir kt., 2019).

**2 lentelė.** Pagrindiniai kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrėjai ir svarbiausi jų tyrimų aspektai (Troll, 1939; Briassoul ir kt., 2000; Erb ir kt., 2004; Antrop ir kt., 2013)

**Table 2.** Key researchers on landscape anthropogenisation and their research highlights (Troll, 1939; Briassoul ir kt., 2000; Erb ir kt., 2004; Antrop ir kt., 2013)

<b>Mokslininkas, šalis</b>	<b>Tyrimų kryptys</b>	<b>Svarbiausi tyrimų aspektai</b>
Carl Troll, Vokietija	Geomorfologija ir žmogaus poveikis kraštovaizdžiui	Tyrė žemės ūkio poveikį kraštovaizdžio raidai ir įvedė kultūrinių kraštovaizdžių sąvoką. Autoriaus teigimu, žmogaus veikla, pavyzdžiui, žemės ūkis, urbanizacija, miškų kirtimas ir industrializacija, daro didelį ir dažnai negrįžtamą poveikį gamtinei aplinkai.

<b>Mokslininkas, šalis</b>	<b>Tyrimų kryptys</b>	<b>Svarbiausi tyrimų aspektai</b>
Helmuth Wilke, Vokietija	Geografija, kultūriniai kraštovaizdžiai	Autorius prisidėjo prie kultūrinių kraštovaizdžių ir istorinės ekologijos supratimo. Savo tyrimuose nagrinėja, kaip žmogaus istorija, kultūra ir žemės naudojimo praktika ilgainiui formavo kraštovaizdžius, ypač Europoje.
Marc Antrop, Belgija	Kraštovaizdžio geografija ir ekologija	Kultūrinių kraštovaizdžių ir žemės naudojimo pokyčių Europoje tyrimų centrai. Savo darbuose šis autorius tiria istorinę kraštovaizdžių raidą bei urbanizacijos ir žemės ūkio intensyvavimo poveikį kaimo vietovėms.
Karl-Heinz Erb, Austrija	Žemės sistemos tyrimai, socialinė ekologija	Autoriaus tyrimų objektas – žemės naudojimo pokyčiai, žemės sistemų mokslo bei socialinė ir ekologinė sąveika. Jis daug dirbo kiekybiškai nustatydamas žemės naudojimo pokyčių poveikį kraštovaizdžiams, ekosistemoms ir biologinei įvairovei Europoje ir pasaulyje.

Rytų ir Centrinės Europos geografo darbuose daug dėmesio skiriama ne tik kraštovaizdžio antropogenizacijai, bet ir jo ekologijai. Lenkijos mokslininkų tyrimų objektas – kraštovaizdžio klasifikacija ir vertinimas, kraštovaizdžio suvokimas ir kraštovaizdžio tyrimų taikymas atliekant teritorijų planavimą. Daugelyje publikacijų ypač daug dėmesio skiriama kraštovaizdžio transformacijų problematikai, išsamiai aptariamios visos kraštovaizdžio kokybinės savybės, dažnai fiksuojami naujaisi ir šiuolaikiniai procesai. Kraštovaizdžio tyrimuose dalyvauja visų Lenkijos akademinų centrų geografo, aktyviausiai – Varšuvos, Poznanės, Sosnoveco ir Liublino (German ir kt., 2001). Geografiniai kompleksiniai kraštovaizdžio tyrimai, pradėti šiek tiek vėliau nei 1950 m., nes iš pradžių juos atliekant buvo sutelkta į skirtingų hierarchinių lygmenų kraštovaizdžio sistemų, įvardijamų kaip teritoriniai gamtiniai kompleksai, taksonomijos, klasifikacijos, evoliucijos ir funkcionavimo klausimus. Jų savybės buvo analizuojamos atitinkamų fizinės geografijos šakų metodais (Bartkowski, 1971; Richling,

1982; Solon, 1994). A. Richling pasiūlė klasifikuojant kraštovaizdį visada kaip pagrindą imti gamtinius komponentus, net ir tuo atveju, kai siekiama įvertinti technogeninį poveikį. Antropogeninis poveikis vertinamas pagal vietos atvirumą (natūralumą) arba užstatymą (urbanizaciją). Nemažai dėmesio Lenkijos mokslininkų darbuose sulaukia ir tinkamas žemės naudojimo politikos formavimas aplinkos išsaugojimo ir darnaus vystymosi kontekste (Solecka ir kt., 2018; Krajewski, 2019).

Estijos kraštovaizdžio tyrimų istorija apsiriboja XX a., joje dominuoja vokiškoji sisteminė ir mokslinė kraštovaizdžio (vok. *Landschaft*) samprata, tačiau Estijos kraštovaizdžio tyrimai turėjo daugybę srovių ir įdomių sąveikų su kitomis gamtos bei socialinių ir humanitarinių mokslų disciplinomis. Šalies tyrimuose nemažai vykdoma tarpdisciplininių tyrimų, siejamų su fizika (kraštovaizdžio geofizikos disciplina) ir chemija (kraštovaizdžio geochemija). Geomorfologija ankstesniuose tyrimuose buvo laikoma reikšmingu kraštovaizdžio formavimąsi lemiančiu veiksniu, todėl daugiausia dėmesio buvo skiriama kraštovaizdžio genezei. Daugelis pirminių tyrimų apsiribojo vienos rūšies reiškinių aprašymu, neturint priemonių tarpusavio ryšiams, dinamikai ir raidos procesams apibūdinti, tačiau buvo pagrįsti išsamiais lauko tyrimais, kurių rezultatas – detalūs regioniniai kraštovaizdžio aprašymai (Karukäpp, 1974; Hang, 1976; Palang ir kt., 2004). Vėlesniuose tyrimuose atsiranda požiūris, kad gamta ir žmogus – to paties kraštovaizdžio sluoksniai. T. Keisteri savo darbuose teigia, kad gamtinis kraštovaizdis nėra pakeičiamas kultūriniu, tačiau pastarasis uždengia pirmąjį. Todėl jos darbuose pristatoma trisluoksnė kraštovaizdžio sistema: matomos kraštovaizdžio savybės, suvokiamos nematerialios savybės ir gilios analizės reikalingi procesai (Keisteri, 1990).

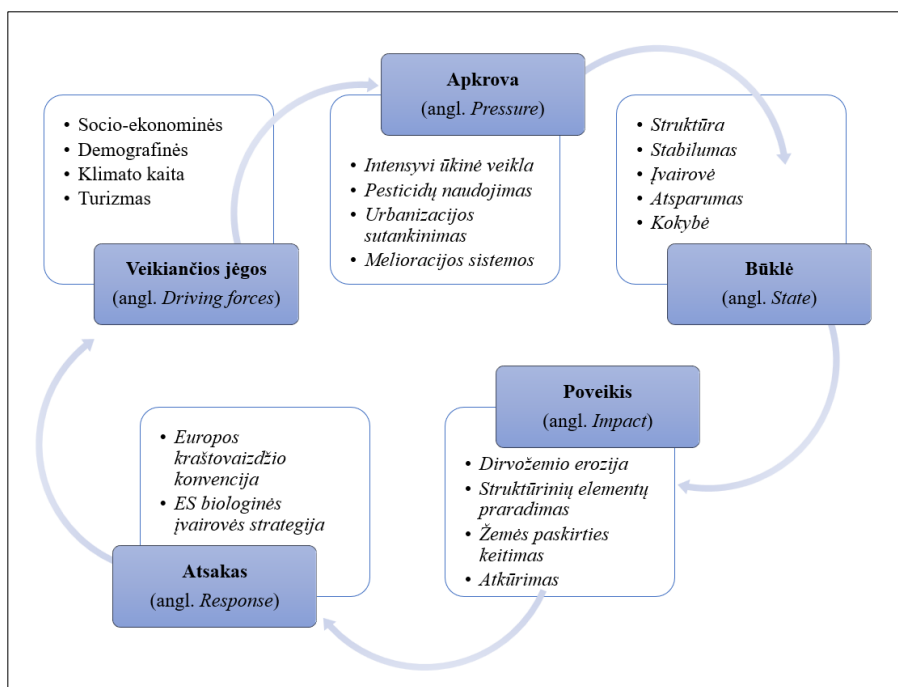
Apskritai Europoje kraštovaizdžio monitoringas dažnai pasitenkina bendra žemėnaudos analize, neatsižvelgiant į kraštovaizdžio įvairovę. Siekiant teritoriškai diferencijuoti, detalizuoti ir optimizuoti kraštovaizdžio tvarkymą ir apsaugą būtina įvertinti įvairių tipų kraštovaizdžio būklę ir kaitą. Šis poreikis įtvirtintas Valstybinėje aplinkos monitoringo programoje (Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo..., 1997).

Plačiausiai kraštovaizdžio monitoringo tikslams naudojamas indikatorius yra žemės danga, kuri atspindi kraštovaizdžio erdvinę struktūrą ir tokias jo savybes, kaip antai natūralumas, mozaikiškumas, tapatumas ir kt. Žemėnauda įvairiai apibūdina visas priežastinio aplinkosauginio modelio dalis – veikiančias jėgas, apkrovą, būklę ir atsaką. Šiai sąveikai paaiškinti praėjusio dešimtmečio pradžioje Ekonominės plėtros ir bendradarbiavimo organizacija (angl. *Organization of Economic Cooperation and Development*, *OECD*) sukūrė ABA (angl. *PSR*) priežastinį aplinkosauginį modelį: Apkrova

→ **Būklė** → **Atsakas** (angl. (*Pressure* → *State* → *Responses*)). Jo loginė seka tokia: žmogaus veikla sukuria aplinkai apkrovą, dėl to kinta aplinkos būklė, o pablogėjus aplinkos kokybei visuomenė yra priversta imtis atsakomųjų priemonių.

Kadangi darnios plėtros koncepcija reikalauja daugiau dėmesio skirti aplinkos būklę keičiantiems ekonominiams ir socialiniams veiksniams, praėjusio dešimtmečio viduryje OECD sukūrė darnios plėtros poreikiams pritaikytą ABA (PSR) modelio modifikaciją (angl. *DSR*) **Veikiančios jėgos** → **Būklė** → **Atsakas** (angl. *Driving force* → *State* → *Response*)

Tuo tarpu Europos aplinkos agentūra (*European Environmental Agency*, EEA) parengė visapusišką modelį (3 pav.), kuris dabar plačiai naudojamas Europos aplinkosauginių problemų analizei (angl. *DPSIR*):



**3 paveikslas.** DPSIR modelis taikomas kraštovaizdžio pokyčių vertinimui fiksuoti (pagal EEA)

**Figure 3.** DPSIR model used to capture landscape change assessment (adapted according EEA)

Šio modelio veikimas apibūdinamas, kad žmogaus veikla sukuria apkrovą aplinkai, kuri lemia aplinkos būklės pasikeitimą, kas sukelia poveikį žmonių sveikatai ir aplinkos gerovei. Toks poveikis verčia visuomenę imtis

įvairių priemonių pvz. politinių sprendimų, reguliacinių ir pan., kurios gali būti numatytos ir įgyvendinamos kiekviename etape.

Vertinant kraštovaizdžio ekologinį nestabilumą yra svarbu išskirti tam tikrų žmogaus veiklos sričių poveikį kraštovaizdžiui – kraštovaizdžio apkrovos indikatorius, kurie pirmiausia turi įtakos jo erdvinei struktūrai. Tai įvairūs kiekybiniai rodikliai, kuriais įvertinamas antropogeninės apkrovos mastas veikiant kraštovaizdyje įvairioms socialinėms ir ekonominėms jėgoms (pvz., urbanizacijos, pramonės, transporto, energetikos, žemės ūkio, rekreacijos ir kt.) (Kavaliauskas, 2011; Jankauskaitė, 2004). Vienas iš bendriausių aplinkos, taip pat kraštovaizdžio, apkrovos indikatorių yra gyventojų tankumas – kuo daugiau gyventojų, tuo daugiau naudmenų ir išteklių reikia, tuo intensyvesnė veikla ir daugiau atliekų (Jankauskaitė, 2004).

Aplinkosaugos rodiklis – tai su tam tikru aplinkos reiškiniu susijęs parametras, kuris gali suteikti informacijos apie šio reiškinio ypatybes bendra forma (Eurostat, 2021). Rodiklis gali atskirai arba kartu su kitais parametrais atspindėti aplinkos charakteristikas, kurių negalima tiesiogiai išmatuoti fiziniiais vienetais. Pasirinkti rodikliai turi pasižymėti unikalėmis, strateginėmis, apskaičiuojamomis ir statistiškai stebimomis charakteristikomis (Carollo, 2008). Kiekvienas rodiklis taip pat turi tam tikras funkcijas (Cassaatella ir kt., 2011): atpažinimo (stebėseną ir matavimą), vertinimo (vertės nustatymas) ir orientavimo (nuorodų, informacijos teikimas).

Kraštovaizdžio rodikliai yra labai svarbūs, nes jais nustatomi tam tikros teritorijos ištekliai, savybės ir svarbiausi dalykai, jie veikia keturiuose (ekologiniame, socialiniame, kultūriniame ir instituciniame) tvarumo kontekstuose. Būtent kraštovaizdžio rodikliai turėtų būti naudojami ne pavieniui, o kompleksiskai vertinant bendrus aplinkos pokyčius. Galima skirti tris esmines kraštovaizdžio rodiklių grupes:

- Struktūriniai rodikliai, kuriuos galima išmatuoti objektyviais matavimais, suteikia konkretų ir pamatą turintį vaizdą apie kraštovaizdį. Šie matavimai leidžia mums gauti skaičiais išreikštus duomenis, tokius kaip reljefo aukštis, žemės danga, miškų tankis ir kitus svarbius faktorius. Šie objektyvūs matavimai yra esminiai siekiant suprasti kraštovaizdžio fizinę struktūrą ir pokyčius laiko atžvilgiu.

- Funkciniai arba fiziniai-biologiniai rodikliai yra orientuoti į ekosistemų funkcijas ir biologinius procesus. Jie padeda suprasti, kaip kraštovaizdis naudojamas gyvybinėms funkcijoms, tokoms kaip vandens cirkuliacija, augalų ir gyvūnų rūšių buvimas bei sklaida. Fizinius-biologinius rodiklius vertinant galima įvertinti kraštovaizdžio būklę ir ekologinę pusiausvyrą.



- Pažintiniai-funkciniai rodikliai jungia struktūrinius ir funkcinius aspektus su subjektyviais vertinimais, siekiant išsiaiškinti ne tik faktinę kraštovaizdžio būklę, bet ir žmonių suvokimą apie kraštovaizdį.

Kraštovaizdžio būklės indikatoriai – kokybinių ir kiekybinių rodiklių sistema, atspindinti kraštovaizdžio natūralumą arba pažeistumą, t. y. kraštovaizdžio struktūros, gamtinių ritmų ir režimo gamtos išteklių būklę bei pokyčius (Kavaliauskas, 2011). Kraštovaizdžio būklę tikslinga analizuoti pagal tam tikrus aplinkosauginiu požiūriu svarbius kintamus požymius – identiškumą, mozaikiškumą, sąskaidą ir stabilumą. Visos šios ypatybės yra susijusios ir esmingai apibūdina kraštovaizdį kaip sistemą. Kraštovaizdžio rodikliai yra labai svarbūs (Medeiros ir kt., 2021), nes pagal juos analizuojami vietos ištekliai, jų savybės ir svarba veikti svarbiausiais kraštovaizdžio aspektais – ekologiniais, socialiniais, kultūriniais ir instituciniais (3 lentelė), nes jie turi įtakos kraštovaizdžio erdvinės struktūros kaitai per žemės rinkos, žemėnaudos ir žemėvaldos pokyčius. Efektyviausi rodikliai, kai kraštovaizdis analizuojamas visais aspektais, tačiau dėl kraštovaizdžio sudėtingumo tai padaryti ne visada įmanoma, nes nėra sukaupta pakankamai rodiklių.

**3 lentelė.** Kraštovaizdžio apkrovos indikatoriai, kurie gali būti vertinami kiekybiniu ir kokybiniu požiūriu (Pakalnis ir kt., 2012; Medeiros ir kt., 2021)  
**Table 3.** Indicators of landscape pressures that can be assessed quantitatively and qualitatively (Pakalnis et al., 2012; Medeiros et al., 2021)

<b>Kraštovaizdžio indikatorių grupė</b>	<b>Kraštovaizdžio indikatoriai</b>
<b>A. Ekologiniai:</b> - struktūrinės kontrolės arba modelio indeksai - funkcinės kontrolės arba proceso indeksai	1. gamtinių ir agrarinių naudmenų santykis 2. intensyviai naudojamų žemės ūkio naudmenų plotas ir struktūra 3. rūšių gausa 4. saugomos rūšys 5. ekologiškai jautrios teritorijos 6. melioruotų žemių plotas
<b>B. Istoriniai, kultūriniai</b> - apibūdinimo rodikliai - gerinimo rodikliai - transformacijos rodikliai	1. apžvalgos vietos 2. įvykių vietos 3. asmenybių / įvykių vietos 4. archeologinio paveldo apsauga 5. UNESCO teritorijų ir objektų apsauga 6. saugomų teritorijų, pritaikytų lankyti, plotas 7. rekreacinių teritorijų skaičius, plotas ir struktūra pagal paskirtį 8. rekreacinė apkrova (poilsiautojų skaičius km <sup>2</sup> )
<b>C. Emociniai (suvokimo)</b>	1. panoraminio kraštovaizdžio vertė

<b>Kraštovaizdžio indikatorių grupė</b>	<b>Kraštovaizdžio indikatoriai</b>
- regimojo suvokimo rodikliai - socialinio suvokimo rodikliai	2. pažeisti kraštovaizdžiai 3. sustojimo – apžvalgos aikštelės 4. komunikacijų infrastruktūra 5. lauko reklamos
<b>D. Struktūriniai</b> - veiklos rodikliai - apibūdinimo rodikliai - transformacijos rodikliai	1. užstatytų teritorijų (dirbtinių dangų) plotas 2. kelių tinklo ilgis, tankumas ir struktūra pagal dangą 3. autotransporto priemone nuvažiuotas kelias (km) per parą 100 km <sup>2</sup> teritorijoje 4. karjerų skaičius, plotas ir struktūra 5. nelegalių karjerų skaičius ir plotas 6. uždarytų ir nere kultivuo tų karjerų skaičius ir plotas
<b>E. Ekonominiai</b> - ekonominės vertės rodikliai - ekonominio pajėgumo rodikliai	1. planavimo veiksmingumas kraštovaizdžiui 2. kraštovaizdžio valdymo veiksmingumas 3. kraštovaizdžio tvarkymo veiksmingumas 4. kirtimų plotas ir struktūra (plynieji ir atrankiniai kirtimai)

Kraštovaizdžio ekologijos poreikiams, teritorijų planavimo darbams vis aktualesnis tampa ekologinių situacijų kartografavimas, vertinimas, prognozė. Atliekant kraštovaizdžio ekologinį vertinimą vienas iš svarbesnių uždavinių – įvertinti kraštovaizdžio komponentų reprodukcinių pajėgumą atlaikyti tiek fizinę, tiek cheminę antropogeninę apkrovą, kraštovaizdžio mozaikos tinkamumą biologinei įvairovei.

Poveikio indikatoriai turi apibūdinti kraštovaizdžio pokyčių poveikį žmonių sveikatai ir visuomenės gerovei bei gamtinei sistemai, ypač bioįvairovei. Deja, kraštovaizdžio struktūros pokyčių poveikį žmonių sveikatai ir gerovei kiekybiškai išreikšti yra gana sudėtinga. Tuo tarpu poveikį bioįvairovei galėtų apibūdinti tam tikriems sąlygiškai natūraliems ir pusiau natūraliems biotopams būdingų gyvūnų rūšių populiacijų gausumas, palyginti su tuos biotopus atitinkančių žemės dangos klasių pokyčiais.

Apskritai indikatorius yra apibendrinančio, integruoto pobūdžio požymis (požymių grupė), leidžiantis įvertinti tam tikro reiškinių būklę ir kaitą. Pagal teikiamos informacijos pobūdį indikatorius galima skirstyti į kokybinius ir kiekybinius (išmatuojamus). Dažniausiai aplinkosaugoje taip pat taikomi indikatoriai yra kiekybiniai, kuriuos galima išmatuoti, įvertinti ir palyginti. Sėkmingai parinkti indikatoriai padeda aiškiai ir koncentruotai nustatyti reiškinių mastą.

Kokybiški aplinkosauginiai indikatoriai turi būti: lengvai suvokiami, informatyvūs (gerai apibūdina problemą), efektyvūs (jų suteikiama informacija kokybiška ir pagrįsta), apibendrinantys (leidžia atsakyti didelės rodiklių įvairovės ir gausos neprarandant esminės informacijos), reikšmingi aplinkosaugos priemonėms pagrįsti, lengvai skaičiuojami ir remiasi kokybiškais patikimais duomenimis.

Be abejo, indikatoriai turi būti moksliskai pagrįsti. Kiekvienam indikatoriui būtina metodika, kurioje pateikiama indikatoriaus koncepcija, nurodoma jo svarba, matavimo vienetai, duomenų šaltiniai, duomenų rinkimo ir analizės būdai, vertinimo kriterijai.

Žemės naudojimo paskirties dangos pokyčiai yra viena iš pagrindinių kraštovaizdžio ir natūralios biologinės įvairovės išsaugojimo problemų. Šios grėsmės neišvengia ir saugomos teritorijos. Saugomos teritorijos yra pasaulinės biologinės įvairovės išsaugojimo pagrindas (Watson ir kt., 2014; Loomis ir kt., 1999; DeFries, 2007). Jos yra labai svarbios siekiant sušvelninti klimato kaitą, teikiant ekosistemines paslaugas ir skatinant žmonių gerovę. Yra daug tyrimų, įrodančių, kad gerai valdomos saugomos teritorijos veiksmingai mažina biologinės įvairovės nykimą (Gray ir kt., 2016; Stolton ir kt., 2019; Le Saout ir kt., 2013; Barnes ir kt., 2016; Gelmann ir kt., 2018). Tačiau ne visose saugomose teritorijose pavyksta įgyvendinti jų apsaugos tikslus (Kearney ir kt., 2020; Craigies ir kt., 2010). Didėjant žmonių populiacijai, didėja spaudimas ir grėsmės buveinėms (Reisig ir kt., 2021; Zydron ir kt., 2016; Adhikari ir kt., 2018). Remiantis naujausiais tyrimais nustatyti biologinės įvairovės nykimą saugomose teritorijose lemiantys veiksniai – miškų įveisimas arba iškirtimas, urbanizacija, žemės ūkio intensyvinimas arba ekstensyvinimas (Fan ir kt., 2019; Hellwig ir kt., 2019).

Kraštovaizdžiui vertinti didelėse saugomose teritorijose taikomi tik pavieniai tyrimai. Kraštovaizdžio vertinimo ar tyrimo praktikai palyginti buvo pasirinktos skirtinguose regionuose esančios Europos šalys. Apibendrinta Didžiosios Britanijos (Tudor ir kt., 2014; Landscape Institute..., 2013), Vokietijos (Heiland ir kt., 2012) ir Ispanijos (Landscape Observatory..., 2016) patirties apžvalga pateikiama 4 lentelėje. Deja, nė viena šalis nėra sukūrusi specialios metodikos palyginti nedidelių teritorijų, pavyzdžiui, rezervatų ar draustinių, būklei vertinti. Tačiau šios šalys padarė didelę pažangą pažindamos savo šalies kraštovaizdį ir jį formuojančius veiksniai.

Didžiosios Britanijos ir Ispanijos metodikos yra artimos viena kitai. Tiek Jungtinėje Karalystėje, tiek Ispanijoje kraštovaizdžio vienetai suprantami kaip teritorijos dalis, kuriai būdingas specifinis kraštovaizdžio aplinkos, kultūrinių, suvokimo ir simbolinių savybių derinys su aiškiai atpažįstamais dinamikos požymiais ir skirtumais nuo likusios teritorijos

(Nogué ir kt., 2016). Kraštovaizdžio vertę lemia įvairūs požymiai: gamtiniai veiksniai, lemiantys aplinkos kokybę ir ekologinę vertę; estetiški, lemiantys grožio pojūtį (konfigūracija, žemės dangos įvairovė, unikalumas); istorinis patrauklumas; rekreacinis patrauklumas; simbolinė ar asociatyvinė reikšmė; ekonominis produktyvumas (Nogué ir kt., 2004). Kraštovaizdžio vienetų identifikavimas grindžiamas gamtinių, paveldo, vizualinių ir mentalinių elementų, išskiriančių šias teritorijas iš aplinkos, visuma (Fanghan ir kt., 2018). Ispanijos metodikoje siekta suderinti objektyvius fizinių charakteristikų kriterijus su subjektyvaus vertinimo rezultatais, kuriems suteiktas ypatingas, dažnai lemiamas vaidmuo (The Landscape..., 2016; Langemeyer ir kt., 2018).

**4 lentelė.** Jungtinėje Karalystėje, Ispanijoje ir Vokietijoje naudojamų kraštovaizdžio vertinimo ir įvertinimo metodų apžvalga ir pagrindiniai vertinimo kriterijai, kurie buvo naudojami sudarant Lietuvos kraštovaizdžio draustinių vertinimo metodiką. Pagrindiniai kriterijai pažymėti paryškintu šriftu (duomenų šaltinis: Kraštovaizdžio observatorija, 2016; Tudor, 2014; Kraštovaizdžio institutas..., 2013; Heiland ir kt., 2012)

**Table 4.** An overview of the landscape assessment and evaluation methods available in the UK, Spain and Germany and the main assessment criteria used in the development of the methodology for the assessment of Lithuanian landscape reserves. The main criteria are highlighted in bold (data source: Landscape Observatory 2016; Tudor 2014; Landscape Institute... 2013; Heiland ir kt. 2012).

	<b>Didžioji Britanija</b>	<b>Vokietija</b>	<b>Ispanija</b>
Metodikos pavadinimas	Kraštovaizdžio pobūdžio vertinimas	Vokietijos nacionalinių parkų vertinimas	Katalonijos kraštovaizdžio katalogai. Metodika
Etapų skaičius	Bazinė apžvalga: gamtiniai veiksniai; Bazinė apžvalga: kultūriniai ir socialiniai veiksniai kultūrinės asociacijos politikos ir pavadinimų apžvalga Suinteresuotųjų šalių dalyvavimas	Politikos ir valdymo klausimų peržiūra Suinteresuotųjų šalių dalyvavimas	Kraštovaizdžio tipas; Išsaugojimo statusas; Kraštovaizdžio kokybės gerinimo rekomendacijos

	<b>Didžioji Britanija</b>	<b>Vokietija</b>	<b>Ispanija</b>
Kriterijų skaičius	19 kriterijų	10 kriterijų	14 kriterijų
Naudoti metodai	Kameraliniai darbai Lauko tyrimai Erdvinių duomenų analizė	Kameraliniai darbai Lauko tyrimai	Kameraliniai darbai Lauko tyrimai Erdvinių duomenų analizė
Skalė, pagal kurią buvo atliktas vertinimas	Nacionalinis / regioninis lygmuo 1:250 000 Savivaldybės lygmuo 1:50 000 Rajono lygmuo 1:20 000 – 1:10 000	Žemėlapių neparengta	Regioninis lygmuo 1:50,000 – 1:25 000

### 2.3. Kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimų apžvalga Lietuvoje

Lietuvos kraštovaizdžio tyrimai turi gana ilgą ir prieštaringą istoriją, siekiančią XX a. šeštąjį dešimtmetį (Kavaliauskas ir kt., 2019). Įgyvendinant įsipareigojimus pagal Europos kraštovaizdžio konvenciją, buvo parengtas ir patvirtintas Nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas, kaip svarbiausias kraštovaizdžio tvarkymo politikos dokumentas, kuriame numatytos teritoriniu požiūriu diferencijuotos ir moksliskai pagrįstos kraštovaizdžio naudojimo ir apsaugos strategijos (Lietuvos Respublikos..., 2015). Kraštovaizdžio tvarkymo zonų nustatymo metodika leido nustatyti svarbiausias šalies kultūrinio kraštovaizdžio formavimo kryptis ir parengti pagrindinius kraštovaizdžio modelių principus (kraštovaizdžio tvarkymo zonų tipus), o jų vidinės struktūros patikslinimas lieka žemesnio lygmens teritorijų planavimo proceso objektu (Kavaliauskas, 2014).

Žemės dangos pokyčių stebėjimas yra vienas iš svarbiausių įrankių suprasti ir įvertinti dinamiškus kraštovaizdžio procesus skirtingais laiko ir erdvės mastais. Sparčiai auganti žmonių populiacija, intensyvus išteklių naudojimas ir didėjantis susirūpinimas dėl aplinkos padarė žemės naudojimo pokyčių stebėseną svarbia tarptautinių mokslinių tyrimų tema (Walker, B. H. ir kt., 2006; Reed, J. ir kt., 2016).

Dabartinis Lietuvos kraštovaizdis kuriamas teisiniais, politiniais, socialiniais ir, žinoma, gamtiniais veiksniais, ir veikiant visiems šiems procesams kraštovaizdis įgyja naujų bruožų. Lyginant 1995 m. ir dabartinį laikotarpį šiuo metu, pažymėtina, kad daug dėmesio yra skiriama istorinėms urbanistinėms erdvėms, kurios papildomos naujais, vis dažniau gamtiniais,

elementais, pertvarkyti (Aleknavičius, 2008). Vertinant visos šalies teritoriją seniau suformuota žemėvaldos struktūra, agrarinės teritorijos pertvarkomos, jose susiklosto įvairaus plano ir užstatymo struktūros, kurios dažnai neformuoja konkrečios urbanistinės struktūros (ūkininko sodybos). Galima teigti, kad tokių įvairių žemėvaldos ir žemėnaudos formų gausa rodo, kad mažai dėmesio skiriama kokybiškai erdvinei struktūrai formuoti, tačiau kartu toks kraštovaizdžio kūrimosi procesas leidžia daugiau dėmesio skirti ankstesniais metais suformuotoms ir dabar kuriamoms erdvinėms struktūroms palyginti, įvertinti jų ir estetinį potencialą.

Kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimai Lietuvoje išskirtiniai, nes pasižymi kompleksiskumu ir stipriai įvairius komponentus apimančiu požiūriu, juos dažniausiai įgyvendina geografs (Basalykas, 1971; Vinclovaitė ir kt., 2011; Veteikis, 2012; Kavaliauskas, 2014). Ryškiausias indėlis – geografo A. Basalyko, kuris pasiūlė antropogenizuoto kraštovaizdžio koncepciją, kurią sudaro trys komponentai: abiotiniai, biogeniniai ir sociogeniniai (Basalykas, 1971). A. Basalyko koncepcija buvo itin reikšminga tolesniems gamtinių ir socialinių elementų sąveikos, jos kokybiniam ir kiekybiniam vertinimui, taip pat antropogenizacijos ir natūralumo tyrimams. Vėlesnius reikšmingus tyrimus pratęsė P. Kavaliauskas, jis pasiūlė technosferos sąvoką – ją apibrėžė kaip antropogenizuoto kraštovaizdžio komponentų visumą, tokią pat realią kaip ir biogeninių ir abiogeninių komponentų visumą (Kavaliauskas, 1973). P. Kavaliauskas savo darbuose padėjo kraštovaizdžio teritorinių vienetų formavimo metodinius pagrindus, vėliau suformulavo ir kompleksinio kraštovarkinio vertinimo siūlymus (Kavaliauskas, 1992). Šio autoriaus darbuose suformuluota koncepcija, kad šiuolaikinio kraštovaizdžio struktūrą veikia tiek gamtiniai, tiek socialiniai dėsniumai. Įvairūs šių komponentų dėsniumai suformuoja technogeninę kraštovaizdžio struktūrą, kartu sukuria ir funkcinę kultūrinio kraštovaizdžio įvairovę. Šia idėja vėlesniuose savo darbuose vadovaudamasis P. Kavaliauskas pristato kraštovaizdžio rajonavimą, kuris perkeliamas į teritorijų planavimo dokumentus: Lietuvos Respublikos bendrąjį planą (2002 m., 2021 m.) ir Nacionalinį kraštovaizdį tvarkymo planą (2015 m.).

Lietuvoje yra atlikta nemažai darbų, kuriuose nagrinėjami kai kurių kraštovaizdžio funkcinių dalių erdvinės struktūros pokyčiai. Sovietinio laikotarpio agrarinio kraštovaizdžio struktūrą analizavo J. Bučas, P. Kavaliauskas (1992), dabartinio laikotarpio žemės pertvarkymo problemas plačiau vertina P. Aleknavičius, A. Aleknavičius, A. Poviliūnas (Aleknavičius, 2008; Aleknavičius, 2002; Ramanauskas, 2011). Erdvinės struktūros optimalių fizinių parametrų išskyrimo aspektus pateikia M. Purvinas (1975).

Kraštovaizdžio antropogenizacijos tyrimų ir darnių kraštovaizdžio tvarkymo priemonių srityje sprendimų ieško ir kiti Lietuvos mokslininkai, geografs. Kraštovaizdžio plėtojimą, kaip stambių regioninių teritorijų vystymą, urbanistiniu aspektu vertino K. Šešelgis, gamtiniu aspektu P. Kavaliauskas, fizinės geografijos aspektu – A. Basalykas, D. Veteikis (2009), R. Skorupskas (2009). Taip pat vykdomi specializuoti tyrimai: urbanistinio kraštovaizdžio tema (Godienė, 1999; 2000), miestų želdinių ir technogeninės dangos struktūrų srityje (Prapiestienė, 1989), nagrinėjama technogeninė Lietuvos kraštovaizdžio danga (Veteikis, 2000; 2005; Jukna, 2014).

#### 2.4. Kraštovaizdžio ekologijos disciplina

Dėl ilgalaikio ir intensyvaus antropogeninio poveikio kraštovaizdyje pasaulyje jau kilo didelių globalių ir makroregioninių ekologinių problemų (Dowlath ir kt., 2020). Jos tiriamos ir sprendžiamos visos pasaulio šalių bendruomenės arba suinteresuotų šalių grupių pajėgomis. Ekologinio kompensavimo idėja siejama su žmogaus veiklos pažeistos bioįvairovės atkūrimu, nors iš tikrųjų praktiškai nėra įmanoma pasiekti tobulo atkūrimo, kurio metu nebūtų sumažinta gamtinės aplinkos vertė (Cowell, 1997; Cowell, 2000).

Kraštovaizdžio tyrimai buvo plėtojami kartu su kraštovaizdžio ekologijos disciplina. Kraštovaizdžio ekologija yra tarpdisciplininis integralus mokslas, kuris sprendžia aktualiausias kraštovaizdžio problemas: nagrinėjami, aptariami kraštovaizdžio ekologijos mokslo tikslai, uždaviniai, tyrimų kryptys, kraštovaizdžio struktūra ir procesai, antropogeninės veiklos įtaka (Pakalnis, Venckus, 2012). Šią sąvoką skirtingų sričių specialistai suvokia skirtingai: biologijos srities atstovai kraštovaizdžio ekologiją aiškina kaip discipliną, tyrinėjančią ekosisteminę kraštovaizdžio sandarą ir ją formuojančius bioekologinius ryšius (Kavaliauskas, 2011).

Bene didžiausią indėlį į kraštovaizdžio tyrimus įnešė Vokietijos geografų plėtojamas kraštovaizdžio ekologinis požiūris ir disciplina. Daug dėmesio buvo skiriama kraštovaizdžio modeliams ir procesams, o ne tik jo struktūrai fiksuoti ar klasifikuoti, bet ir idėjas taikyti planavimo kontekste. Ši tradicija išaugo iš C. Trollo (1939 m.), kuris vėliau kraštovaizdžio ekologiją apibrėžė taip: *Visos sudėtingos biocenozės ir jų aplinkos sąlygų, vyraujančių tam tikroje kraštovaizdžio dalyje, sąveikos tyrimas. Tai erdviškai išreiškiama tam tikru pasiskirstymo modeliu arba natūralia skirtingų mastelių erdvine struktūra* (Troll, 1939; 1989), šioje koncepcijoje buvo sujungta kraštovaizdžio morfologija su ekologija. Vėliau šį mokslą vystė E. Schmithusen (1942), E. Neefas (1961), G. Haase'as (1964) ir kt. Schmithūsenas (1942) išplėtė Trollo

požiūrį ir įtraukė „kultūrinių kraštovaizdžių“ idėją, o XX a. šeštojo dešimtmečiu, pasak Leserio (1997), Neefas ir jo mokslininkai toliau plėtojo šią discipliną, teigė, kad ji turi būti grindžiama gamtos mokslų požiūriu (pavyzdžiui, *geoekologija* ir *geografinių dimensijų teorija*) ir turi apimti žmogaus poveikio kraštovaizdžio ekosistemoms analizę.

Kraštovaizdžio ekologijos mokslas turi didelį potencialą prisidėti prie žmonių ir gamtos sąveikos tvarumo ir šiuo metu matoma didelė pažanga siekiant bendresnio erdvinių skirtumų reikšmės ekosistemoms supratimo. Tačiau, norint į kraštovaizdžio ekologijos analizę įtraukti visuomenės ir ekonomikos sistemas, reikės platesnės sistemos, leidžiančios mąstyti apie erdvinius sudėtingumo elementus. Pastarojo dvidešimtmečio dėmesys kraštovaizdžio mokslui skiriamas siekiant bandyti aiškiai integruoti kraštovaizdžio ekologiją ir idėjas apie atsparumą socialinėse ir ekologinėse sistemose pasitelkiant kraštovaizdžio atsparumo sąvoką (Pearson ir kt., 2010).

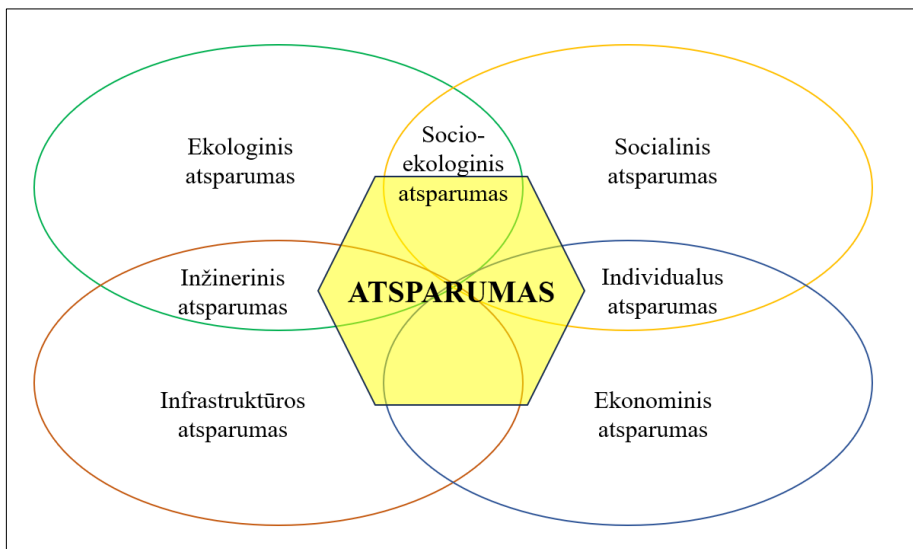
#### 2.4.1. Kraštovaizdžio atsparumas

Kraštovaizdį keičiantys veiksniai yra nulemti ne tik žmogaus veiklos, kai kurie iš jų gali būti atsitiktiniai (neplanuoti), todėl juos sudėtingiau numatyti ir prognozuoti galimas poveikio priemonės. Labai svarbu atskirti natūralų atsparumą – laiką, kurio reikia kraštovaizdžio struktūrai, ekosistemai grįžti į natūralią būseną – ir socialinį atsparumą, visuomenės gebėjimą reaguoti į vykstančius pokyčius ir imtis tinkamų priemonių. Siekiant didinti kraštovaizdžio atsparumą privalu naudoti socialinius ir ekonominius įrankius, kurie būtų skirti žmogaus gebėjimui prisitaikyti prie aplinkos pokyčių (Fischer ir kt., 2009; Curting, 2014; Beller ir kt., 2015). Norint įvertinti atsparumą, kraštovaizdį reikia suskirstyti į aplinką, teritoriją ir žmogų ir sukurti makroregionus, kuriuos pirmiausia reikėtų analizuoti atskirai, paskui – kartu. Kraštovaizdžio atsparumo koncepcijoje daugiausia dėmesio skiriama vietos, ryšio ir konteksto rodikliams, remiantis idėja, kad erdvinė modelių ir procesų variacija skirtingu masteliu daro įtaką vietos sistemos atsparumui ir yra jo veikiamą (Folke ir kt., 2004).

Šiuo metu ekosistemos smarkiai nyksta, todėl yra būtina taikyti įvairias priemones kraštovaizdžiui ir biologinei įvairovei apsaugoti (Cumming, 2011). Viena iš efektyviausių priemonių – steigti saugomas teritorijas. Tačiau jose taip pat neišvengiamai vyksta kraštovaizdžio apkrova dėl didėjančio antropogeninio aktyvumo, todėl ne visas jas galima laikyti ekologinėmis salomis, kurios veikia nepriklausomai nuo platesnės socialinės ir ekologinės sistemos, kurioje jos yra (Cumming, 2015). Šiame kontekste



vertinant saugomas teritorijas pradedama naudoti kraštovaizdžio atsparumo sistemos koncepcija (4 pav.).



**4 paveikslas.** Kraštovaizdžio atsparumą lemiančių veiksnių sistema. Nors atsparumo sąvoka gali būti taikoma daugybei sistemų, čia pateiktoje kraštovaizdžio atsparumo sistemoje daugiausia dėmesio skiriama ekologiniam atsparumui (parengta pagal Chelleri and Olazabal, 2011).

**Figure 4.** A framework of landscape resilience factors. While the concept of resilience can be applied to a wide range of systems, the landscape resilience framework presented here focuses on ecological resilience (adapted from Chelleri and Olazabal 2011).

San Francisko Estuary institutas nustatė septynis kraštovaizdžio atsparumo principus: nustatymas, procesas, ryšys, įvairovė / sudėtingumas, atleidimas, mastas ir žmonės. Šie septyni principai kartu apima svarbiausias aplinkybes planuojant kraštovaizdžio atsparumą. Analizuojant kraštovaizdžio ekologinį atsparumą, privalu įvertinti žmogaus veiksmus, turinčius įtakos biologiniams procesams. Atsparumo vertinimo tikslas – įvertinti priežastis, palaikančias aukštą kraštovaizdžio ir ekologinių funkcijų lygį, net jei reikia, keičiant kraštovaizdį, struktūrą ar būklę (Standish, 2014).

Labai svarbu suprasti ir valdyti pažeidžiamų ekosistemų atsparumą. Pažymėtina, kad gamtinių teritorijų atsparumą turizmo poveikiui galima kokybiškai įvertinti (Biggs, 2011). Nepaisant bendro tarptautinių kelionių srautų atsparumo visame pasaulyje, kaip rodo 2017 m. „Eurostato“ duomenys, pagal kuriuos daugiau kaip 40 proc. turistų lankėsi ES, šių srautų

pasiskirstymas šalyse, gamtinėse teritorijose ir rinkos sektoriuose labai skiriasi. Turizmo srantai ypač jautrūs socialinėms ir politinėms, ekonominėms ir aplinkosaugos krizėms, todėl būtina atlikti išsamius tyrimus, susijusius su didėjančiu turizmo poveikiu jautrioms gamtinėms ekosistemoms ir jų atsparumu (Strickland-Munro ir kt., 2010; Ruiz-Ballesteros, 2011). Kilus COVID-19 pandemijai, šie iššūkiai dar labiau sustiprėjo, sukeldami pasaulinę ekonomikos ir sveikatos krizę, kuri turėjo šalutinį poveikį pagrindinėms paslaugų pramonės šakoms, ypač turizmui ir kelionėms. Šis sektorius, vienas iš labiausiai paveiktų visame pasaulyje, pandemijos laikotarpiu patyrė stulbinamų pajamų nuostolių, viršijančių 50 proc. (Abbas et al., 2021).

Teritorijų planavimo ir žemėtvarkos kontekste kraštovaizdžio jautrumo terminas taikomas kraštovaizdžio pobūdžiui ir susijusiems vizualiniams ištekliams, derinant sprendimus dėl jų jautrumo konkrečiam plėtros tipui / plėtros scenarijui ar kitiems pokyčiams. Kraštovaizdžio jautrumas gali būti vertinamas kaip kraštovaizdžio atsparumo arba tvirtumo matas, kuris galėtų atlaikyti konkrečius pokyčius, atsirandančius dėl plėtros tipų ar žemėtvarkos praktikos, be pernelyg neigiamo poveikio kraštovaizdžiui ir vizualinei bazinei linijai bei jų vertei.

Atsižvelgiant į šių dienų pereikvotus išteklius, dažnėjančias stichines gamtos problemas yra būtina peržiūrėti ir atsakingai planuoti išteklių naudojimą. Daugiausia dėmesio reiktų skirti kraštovaizdžio ekologinio optimizavimo priemonių paieškoms, buriant įvairių sričių specialistus ir ieškant tinkamiausių prielaidų siekiant stabilizuoti kraštovaizdžio būklę. Tam galima pasitelkti įvairius ekologinių priemonių kompleksus, skatinančius gamtos atsikūrimo ir apsivalymo procesus, gerinančius tarpsisteminių ryšių, stiprinančių kraštovaizdžio autoreguliacijos mechanizmą, tam tikrų komponentų atsikūrimo gebą, funkcionalumą, padedančius išsaugoti svarbiausius gyvybę saugančius ekologinius procesus ir sistemas (Jankauskaitė, 2004).

#### 2.4.2. Ekologinio kompensavimo mechanizmas ir jo nauda

Ekologinio kompensavimo priemonėmis domimasi vis daugiau pasaulio šalių. Daugiau nei 40 šalių, įskaitant 27 ES valstybes nares, turi reglamentus, kuriuose reikalaujama tam tikros formos kompensacijų už poveikį vystymuisi (OECD, 2013). Apskaičiuota, kad dėl šių programų kiekvienais metais 187 000 hektarų žemės taikomos gamtosauginių priemonių schemas (Madsen ir kt., 2011). Įvairiuose literatūros šaltiniuose terminai „ekologinė kompensacija“ ir „biologinės įvairovės kompensavimas“ dažnai vartojami kaip sinonimai. Conway ir kt. (2013) išskiria ekologinę

kompensaciją kaip bendrą kompensaciją už biologinės įvairovės praradimą, kuri gali būti vykdoma įvairiais būdais, pavyzdžiui, mokėjimais arba apsaugos veiksmais. Ir atvirkščiai, biologinės įvairovės kompensavimas suprantamas kaip vienas iš kompensavimo metodų, apimantis išsaugojimo veiksmus, kuriais siekiama neprarasti biologinės įvairovės arba ją padidinti. Kiti autoriai ekologinio kompensavimo koncepciją įvardija kaip gamtosauginį priemonių kompleksą, kuriuo siekiama kraštovaizdžio ir bioįvairovės arba atkūrimo. Tokiais atvejais fiksuojama, kad kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės būklė buvo pažeista arba prarasta dėl žmogaus ūkinės veiklos plėtros ar išteklių naudojimo ir yra sąmoninga kompromisų forma (Morrison ir kt., 2008; 2013). Vienas iš sudėtingiausių reikalavimų, kad pažeistas ar sunaikintas kompleksas turėtų būti atkuriamas masteliu 1:1, kitaip tariant, būtų taikomas „be grynojo praradimo“ (angl. *no net loss principle*), kaip rekomenduoja daugelis aplinkosauginių organizacijų, taip pat Europos Komisija (Tucker ir kt., 2013; West, 2019; Diaz ir kt., 2019). Ekologinio kompensavimo priemonės turėtų būti numatomos jau ankstyvajame etape atliekant poveikio aplinkai vertinimą, kuris suteikia pagrindą priimti sprendimus dėl projektų, turinčių neigiamą poveikį aplinkai, tačiau kartu numatant poveikį kompensuojančias arba visiškai mažinančias priemones (Warnback, Hiding-Rydevik, 2009; Villarroya, Puig, 2013; Soria-Lara ir kt., 2016). Biologinės įvairovės grynojo praradimo nebuvimas paprastai apibrėžiamas kaip biologinės įvairovės kompensavimo ir įprastesnio poveikio švelninimo (angl. *mitigation measures*) skirtumas (Moilanen ir kt., 2008; Brownlie, Botha, 2009; McKenney ir Kiesecker, 2010; Gardner ir Hase 2012). Poveikio švelninimo priemonėmis siekiama, kad biologinės įvairovės ir kraštovaizdžio ekologinė vertė nesumažėtų, o taikomos priemonės kompensuotų, visiškai atkurtų ar net viršytų prarastą vertę.

Ekologinio kompensavimo priemonės, dažnai vadinamos biologinės įvairovės arba buveinių kompensavimu, yra strategijos, kuriomis siekiama kompensuoti neigiamą urbanizacijos plėtros projektų, žemės naudojimo paskirties pakeitimo ar kitos žmogaus veiklos poveikį aplinkai kraštovaizdyje. Šios priemonės skirtos ekosistemoms atkurti, pagerinti arba apsaugoti, kad būtų užtikrinta, jog biologinė įvairovė ar ekologinė funkcija grynąja verte nenukentėtų (Moilanen ir kt., 2008; Madsen ir kt., 2011). Dažniausiai taikomos EKF priemonės:

- Buveinių atkūrimas – vietinių, tipinių augalų rūšių įveisimas nualintose teritorijose, siekiant atkurti natūralias buveines; šlapynių atkūrimas; pakrančių zonų atkūrimas vandens kokybei ir laukinių gyvūnų buveinėms pagerinti.

- Biologinės įvairovės kompensacinės priemonės – saugomų teritorijų steigimas arba esamų saugomų teritorijų plėtra; didelės ekologinės vertės žemės apsauga ir gamtotvarkos priemonės.

- Ekosistemų gerinimas – laukinių gyvūnų migracijos koridorių būklės gerinimas turint tikslą išvengti buveinių fragmentavimo; inkilų ir lizdų įrengimas paukščiams ir šikšnosparniams; invazinių rūšių kontrolė.

- Tvarus žemės valdymas – tvaraus miškininkavimo praktika; tvaraus ūkininkavimo metodai, kurie mažina buveinių naikinimą ir cheminių medžiagų naudojimą; žalioji infrastruktūra.

- Stebėseną ir valdymo priemonių parinkimas laiku – reguliarius kompensacinių priemonių veiksmingumo vertinimas, esant poreikiui šių priemonių keitimas, tikslinimas;

- Švietimas ir informavimas – visuomenės informavimo kampanijos; vietos bendruomenių įtraukimas į gamtos saugos priemonių taikymą, sprendimų priėmimo procesus.

- Finansiniai mechanizmai – biologinės įvairovės kompensavimo fondai; mokesčiai už poveikį aplinkai, kurie būtų naudojami kompensacinėms priemonėms įgyvendinti.

Svarbu pažymėti, kad ekologinių kompensavimo priemonių veiksmingumas priklauso nuo kruopštaus planavimo, nuolatinės stebėsenos ir nustatytų taisyklių bei standartų laikymosi. Be to, šios priemonės turėtų būti pritaikytos prie konkretaus paveikto kraštovaizdžio ir jo unikalios biologinės įvairovės konteksto ir poreikių (Fischer ir kt., 2009). Norint užtikrinti ekologinės kompensacijos priemonių sėkmę, labai svarbus vyriausybių, gamtos saugos organizacijų ir vystytojų bendradarbiavimas (Yamaura ir kt., 2022).

Europos Sąjungos lygmeniu daug dėmesio skiriama ekologinio kompensavimo teisiniam reglamentavimui. 1992 m. buvo priimta direktyva dėl natūralių buveinių ir laukinės faunos ir floros apsaugos (92/43/EEB). Perkėlus į nacionalinę teisę Buveinių direktyvą, pagal kurią reikalaujama taikyti švelninimo priemones, Europos Sąjungos šalyse narėse efektyvių ir realių teisinių diskusijų ir teisminių praktikų dėl kompensacijų neatsirado. Buveinių direktyvoje kompensacinių priemonių sąvoka nėra apibrėžta (European, 2007). Gairėse išskiriamos poveikio mažinimo priemonės (priemonės, kuriomis siekiama sumažinti arba net panaikinti neigiamą poveikį teritorijai, kuris gali atsirasti dėl plano ar projekto įgyvendinimo) ir kompensacinės priemonės (priemonės, kurios nepriklauso nuo projekto, įskaitant visas susijusias poveikio mažinimo priemones (Schoukens ir kt., 2014), ir kuriomis siekiama kompensuoti neigiamą plano ar projekto poveikį,

kad būtų išlaikyta bendra „Natura 2000“ tinklo ekologinė darna). „Natura 2000“ (buveinių ir paukščių apsaugai svarbių teritorijų) veikiantis kaip bendras saugomų teritorijų tinklas Europos Sąjungos šalyse narėse, kuriamas nuo 1992 m. kaip Europos ekologinis tinklas, kurio viena iš funkcijų – ekologinis kompensavimas. Šis saugomų teritorijų tinklas jungia natūralias ir pusiau natūralias buveines, kuriose taip pat saugomos retos rūšys, be to, šis tinklas sudaro natūralių buveinių atkūrimo iki geros būklės jų paplitimo areale teisinis prielaidas. „Natura 2000“ sudaro galimybę palaikyti, o kur reikia ir atkurti, geros apsaugos būklės natūralių buveinių tipus ir rūšių buveines jų paplitimo areale. Palyginti su kitomis gamtos apsaugos programomis (Ramsaro, Wilderness Europe, MedWet ir kt.) „Natura 2000“ tinklą galima laikyti pagrindiniu ES indėliu įgyvendinant Biologinės įvairovės konvencijos rekomendacijas (Bryan, 2012; Orlikowska, 2016), kuriomis siekiama sukurti regionines ir nacionalines saugomų teritorijų sistemas sausumoje ir vandenyje. Žinoma, net ir šiam tinklui ir jo efektyvumui vertinti nėra skiriama pakankamai dėmesio ir yra ekologinių tyrimų spragų (Orlikowska ir kt., 2016; Kleijn ir kt., 2001; Gamero ir kt., 2017; Reif ir Vermouzek, 2019).

Lietuvos Respublikos įstatymuose ekologinio kompensavimo sąvokos nėra, tačiau Saugomų teritorijų įstatyme yra sąvoka „gamtinis karkasas“. Ši sąvoka aiškinama kaip vientisas gamtinio ekologinio kompensavimo teritorijų tinklas, užtikrinantis ekologinę kraštovaizdžio pusiausvyrą, gamtinius ryšius tarp saugomų teritorijų, kitų aplinkosaugai svarbių teritorijų ar buveinių, taip pat augalų ir gyvūnų migraciją tarp jų (Lietuvos Respublikos saugomų..., 1993). Teisės aktuose ir teritorijų planavimo dokumentuose gamtinis karkasas yra pripažįstamas kaip kraštovaizdžio ekologinio stabilizavimo pagrindas. Ši erdvinė sistema išreiškia gamtinio kraštovaizdžio apsaugos ir formavimo prioriteto esmę. Gamtinis karkasas detalizuojamas teritorijų planavimo dokumentais (Pakalnis, 2012).

Lietuvos Respublikos teritorijos bendrajame plane (2002, 2021) yra nustatytos gamtinio karkaso teritorijų tvarkymo (naudojimo ir apsaugos) kryptys:

1. Išlaikomas ir saugomas esamas natūralus kraštovaizdžio pobūdis teritorijose, kurios išsaugojusios natūralų (gamtinį) kraštovaizdžio pobūdį ir ekologinio kompensavimo potencialą. Tai gamtinio karkaso teritorijos, kurių perspektyva susijusi su racionalių subalansuoto miško tvarkymu, miškų regeneracinio potencialo išsaugojimu, rekreacinio naudojimo reguliavimu ir nustatyto režimo užtikrinimu šiose zonose įsteigtoms ypač saugomoms teritorijoms.

2. Palaikomas ir didinamas esamas kraštovaizdžio natūralumas – agrarinio ir miškingo kraštovaizdžio teritorijose, kurių gamtinė struktūra pakeista. Šių teritorijų tvarkymas yra sudėtingas ir reikia kompleksinio požiūrio, nes turi būti užtikrinamas esamų funkcijų subalansavimas ir taip pat įgyvendinamos atkuriančios priemonės ekologinėms kompensacinėms gamtinėms struktūroms stiprinti.

3. Gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai – ši priemonė taikoma daugiausia agrarinėse teritorijose, kuriose gan stipriai pakeista natūrali žemės danga. Tokios teritorijos susiformavo nesilaikant ekologinės pusiausvyros ir racionalios gamtonaudos sąlygų. Šiose teritorijose daugiausia dėmesio skiriama stipriai renatūralizacijai, kuriai vykstant būtų atkuriamas kiek įmanoma labiau natūralus kraštovaizdis.

Kuriant gamtinio karkaso idėją buvo siekiama jį formuoti kaip vientisą sistemą, kad būtų galima garantuoti jo struktūrų (migracijos koridorių, vidinio stabilizavimo arealų, geoekologinių takoskyrų) stabilumą bei užtikrintai valdyti kompensacines kraštovaizdžio funkcijas (Gamtinio karkaso..., 2017). Gamtinio karkaso idėja atsirado XX a., kai buvo pradėti organizuoti funkciniai teritoriniai karkasai, tuomet Lietuvoje geografą prof. P. Kavaliauską įgyvendino XX a. 8 dešimtmėčiu geografo B. B. Rodomano suformuluotą kraštovaizdžio idealizuotą koncepciją, kurios pagrindinis tikslas – sudaryti galimybes stabiliai socialinei ir ekonominei plėtrai bei aplinkos gerai būklei palaikyti ir užtikrinti. 1984 m. buvo parengta kompleksinė gamtos apsaugos schema, kurioje pristatoma gamtinio karkaso sąvoka, vėliau 1988 m., Vilniaus universiteto kraštotvarkos grupė pristatė gamtinį karkasą nacionaliniu lygmeniu (M 1:300 000) (Sepp ir kt., 2002). Dar vėliau 2002 m. buvo patvirtintas Lietuvos Respublikos teritorijos bendrasis planas, kurio sprendiniuose (Lietuvos Respublikos teritorijos..., 2002) nurodyta, kad 60 proc. Lietuvos teritorijos sudaro gamtinis karkasas, o 2015 m. Nacionalinio kraštovaizdžio tvarkymo plane gamtinio karkaso užimamas plotas patikslinamas ir jis sudaro 65 proc. visos šalies teritorijos. Gamtinis karkasas yra mokslo ekspertų pasiūlyta, valstybės valdymo institucijų pripažinta ir pakankamai tolygiai šalyje išdėstyta sistema, kuri turėtų palaikyti bendrą teritorijos ekologinę stabilumą, užtikrinti kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės išlikimą ir stabilų vystymąsi. Atsakingai laikantis gamtinio karkaso reglamentavimo – ši sistema taip pat turėtų užtikrinti žmogaus veiklos atliekų absorbciją ir neutralizavimą.

Pasaulyje ekologinių tinklų tikslas yra išsaugoti ir pagausinti biologinę įvairovę, sukuriant saugomų ir vertingų teritorijų vientisą teritorinę sistemą su tam tikrais struktūriniais elementais, tokiu būdu suformuojant gyvūnų migravimo kelius, bei užtikrinti keitimąsi genetinė informacija

(Bennett, 1991; Jongman, Pungetti, 2004; Lindenmayer, Hobbs, 2007; Mierauskas, Palaima, 2012). Visose gamtinio karkaso teritorijose stengiamasi saugoti teritorinę ir erdvinę kraštovaizdžio struktūrą ir gamtinį pobūdį, ekologinį stabilumą, kraštovaizdžio estetinę vertę. Biologinės įvairovės apsaugai gamtinio karkaso teritorijose gali būti išskiriamas ekologinis tinklas, jungiantis didžiausią bioekologinę svarbą turinčias buveines, jų aplinką bei gyvūnų ir augalų migracijos koridorius.

Įvairiuose tyrimuose ekologinis kompensavimas dažniausiai įvardijamas kaip teisinė priemonė, kai įvairios institucijos susitaria dėl ekosistemų apsaugos (Villarroya, 2014; Van Hoorick, 2014), tačiau reali nauda dar yra abejotina, nes, atkuriant ekosistemas kitose vietovėse, taip pat galimas neigiamas poveikis (Persson, 2013; Hilderbrand, 2005). Reikia pažymėti, kad, įgyvendinant ekologinio kompensavimo ar poveikio švelninimo priemones, dažniausiai taikomi minimalūs ekologiniai principai ir vėliau nėra užtikrinama šių priemonių efektyvumo stebėseną (MCCormik, 2001; Gibbons, 2007).

#### 2.4.3. Kraštovaizdžio pokyčių stebėjimo reikšmė

Žemės dangos pokyčių stebėjimas yra vienas iš svarbiausių įrankių suprasti ir įvertinti dinamiškus kraštovaizdžio procesus skirtingais laiko ir erdvės mastais. Siekiant kuo racionaliau valdyti ir išsaugoti susijusius komponentus – EP gausumą ir įvairovę, reikia gerai pažinti kraštovaizdžio stabilumo ir ekologinio kompensavimo rodiklius, jų santykį. Literatūroje yra pristatoma labai daug tyrimų, kuriuose naudojant CORINE žemės paviršiaus dangos duomenis (Ahrens ir Lyons, 2019; Feranec ir kt., 2007; Gómez ir kt., 2018) yra įvertinama kraštovaizdžio būseną. Sparčiai auganti žmonių populiacija, intensyvus išteklių naudojimas ir didėjantis susirūpinimas dėl aplinkos padarė žemės naudojimo pokyčių stebėseną svarbia tarptautinės mokslinių tyrimų darbotvarkės tema.

Stebint kraštovaizdžio pokyčius galima suprasti ir prognozuoti aplinkos būklę, taip pat apsaugoti gamtą ir žmonių sveikatą bei gerovę. Kraštovaizdžio pokyčių stebėjimo tikslai (Alphan ir kt., 2016; Ahrens ir Lyons, 2019):

- Aplinkos pokyčiai: kraštovaizdis yra gyvosios aplinkos dalis, o bet kokie jos pokyčiai gali turėti didelę įtaką gyvūnams ir augalams, jų biologinei įvairovei ir bendrai aplinkos būklei.
- Potvyniai: stebint kraštovaizdžio pokyčius, galima nuspėti potvynių pavojus. Tai svarbu siekiant apsaugoti žmones, jų namus ir turtą nuo potencialios žalos.

- Klimato kaita: kraštovaizdžio pokyčiai taip pat gali būti susiję su klimato kaita. Laikantis tokių pokyčių ir kaitos tendencijų, galima nuspėti, kaip keisis orai, kokie bus drėgmės lygis, temperatūra, krituliai ir kt., ir taip prisidėti prie klimato kaitos valdymo.

- Kultūros paveldo išsaugojimas: kraštovaizdžio pokyčiai taip pat gali turėti įtakos kultūros paveldo objektams, tokiems kaip senovės paminklai, architektūra, tradicinės žemės ūkio praktikos ir kt. Stebint ir valdant šiuos pokyčius, galima užtikrinti, kad kultūros paveldas būtų išsaugotas ir apsaugotas nuo pažeidimų.

- Žmonių gerovė: kraštovaizdžio pokyčiai gali turėti tiesioginę įtaką žmonių gyvenimo kokybei, vietos ekonomikai, žmonių sveikatai, mitybai, poilsio ir rekreacijos galimybėms ir kt.

Kraštovaizdžio stebėseną susijusi su kraštovaizdžio ekologinės būklės stebėjimu, vertinimu ir prognozavimu, ypač atsižvelgiant į žmogaus veiklos padarinius. Labai svarbios yra chorologinės erdvės struktūros, tokios kaip fragmentacija, kaimynystės poveikis, atstumas, kraštovaizdžio ir teritorijos santykis. Dauguma monitoringo programų yra orientuotos į sektorius arba bandoma aprėpti labai mažo mastelio procesus topologinėje dimensijoje, o kraštovaizdžio monitoringas turėtų analizuoti kraštovaizdžio pokyčius integruotai vidutiniu masteliu. Ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas kraštovaizdžio struktūroms, procesams ir modeliams (Alphan ir kt., 2016; Kadiogullari, 2013).

Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatyme apibrėžtas ir Valstybinėje aplinkos programoje numatytas kraštovaizdžio monitoringas Lietuvoje vykdomas registruojant ir analizuojant žemės dangos pokyčius apibrėžtose teritorijose (Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo..., 1997). Šiuo metu kraštovaizdžio pokyčių stebėjimą valstybiniuose parkuose ir biosferos rezervate vykdo saugomų teritorijų direkcijos, pokyčių monitoringą pakrančių ir karstiniuose regionuose įgyvendina Aplinkos apsaugos agentūra (Dėl valstybės..., 2018). Tačiau verta pažymėti, kad kraštovaizdžio stebėseną Lietuvoje nėra pakankama – vis dar trūksta aiškios, bendros metodikos kraštovaizdžio stebėsenai vykdyti. Lietuvoje nėra bendros kraštovaizdžio indikatorių sistemos, kuria vadovaujantis būtų galima užtikrinti racionalią kraštovaizdžio apsaugą Lietuvoje. Pažymėtina, kad kraštovaizdžio srityje keičiasi gyventojų siekiai, susiję su kraštovaizdžio apsauga, tvarkymu ir planavimo sprendimais, taip pat ir dėl besikeičiančių visuomenės socialinių ir kultūrinių vertybių. Taigi stebėseną ir vertinimą yra nuolatinis ir dinamiškas procesas, kuris vykdomas ir įgyvendinamas kartu su kraštovaizdžio politikos tikslais.



Europos Tarybos kraštovaizdžio konvencijoje pažymima, kad „žemės ūkio, miškininkystės, pramonės ir naudingųjų iškasenų gavybos būdų, taip pat teritorijų planavimo, miestų planavimo, transporto, infrastruktūros, turizmo bei poilsio galimybių raida ir dar bendresniu mastu – pasaulio ekonomikos pokyčiai – daugeliu atvejų spartina kraštovaizdžio pokyčius“. Štai kodėl joje įpareigojama „išanalizuoti <...> jėgas ir jas veikiančią spaudimą ir atsižvelgti į pokyčius“ (Europos kraštovaizdžio..., 2002).

Šiuo tikslu tikslinga įgyvendinti kraštovaizdžio programas, vykdyti stebėjimus, įsteigti centrus ar institutus bei sudaryti sąlygas tokiems stebėjimams atlikti remiantis tinkamais tyrimų protokolais ir pasitelkiant įvairius rodiklius. Steigiamų observatorijų, centrų ir institutų tikslas taip pat yra rinkti informaciją apie kraštovaizdžio politiką ir patirtį, kurti priemones ar kitas iniciatyvas kraštovaizdžio politikai įgyvendinti ir stebėsenai bei užtikrinti minėtos informacijos ir duomenų mainus. Stebėsenos ir vertinimo metu gali būti naudojami kraštovaizdžio rodikliai, jei šie rodikliai yra susiję ne tik su apčiuopiamais, bet ir nematerialiais kraštovaizdžio aspektais. Tokie rodikliai taip pat gali būti naudingi stebint ir vertinant daugelio sektorių politiką.

#### 2.4.4. Ekosistemų paslaugų kartografavimas

Norint suprasti, kaip kraštovaizdžio būklė ir jame egzistuojančios ekosistemos prisideda prie žmonių gerovės ir formuojamos politikos poveikį gamtos ištekliams, labai svarbu kartografuoti ekosistemas. 2011 m., kai buvo priimta Europos Sąjungos bioįvairovės strategija iki 2023 m., EP kartografavimas ir vertinimas tapo labai svarbia tema. 2013 m. pradėta ES iniciatyva dėl ekosistemų ir jų paslaugų kartografavimo ir vertinimo (MAES) ir sudaryta speciali darbo grupė, į kurią įtrauktos valstybės narės, mokslo ekspertai ir atitinkamos suinteresuotosios šalys. Strategijos tikslas – sustabdyti bioįvairovės nykimą ir EP išteklių mažėjimą ES iki 2020 m. ir juos kaip galima geriau atkurti. Pagal 5-ąją strategijos uždavinį EP kartografavimas ir ekosistemų bei jų paslaugų vertinimas turėjo būti įgyvendintas iki 2014 m. nacionaliniu lygmeniu, o ekonominė EP vertė turi būti nustatyta iki 2020 m. Antrasis strategijos tikslas „Ekosistemų ir jų paslaugų atkūrimas ir išlaikymas“, penktasis uždavinys – „Gerinti žinias apie ekosistemas ir jų paslaugas Europos Sąjungoje“ skatina visas Europos Sąjungos nares sukurti ekosistemų ir jų paslaugų žemėlapius ir jas įvertinti iki 2014 m. bei nustatyti jų ekonominę vertę ir skatinti šios vertės integravimą į apskaitos ir atskaitomybės sistemas Europos Sąjungos bei nacionaliniu lygmeniu iki 2020 metų. Strategijoje ekosistemų žemėlapių sudarymas reiškia erdvinį

ekosistemų išdėstymą ir kiekybinį jų būklės ir paslaugų išteklių nustatymą, o vertinimas – šių mokslinių duomenų pavertimą į suprantamą informaciją, kuri būtų aiški formuojant politiką ir priimant sprendimus (Maes ir kt., 2016).

Ekosistemų pajėgumas teikti paslaugas priklauso nuo jų struktūros, procesų ir funkcijų būklės, kuriuos lemia sąveika su socialinėmis ir ekonominėmis sistemomis (Maes ir kt., 2013). Kad suprastumėme veiksnius, darančius įtaką ekosisteminėms paslaugoms, reikia tirti ir suvokti ekosistemose vykstančius procesus, nes EP išteklių pokyčiai tiesiogiai susiję su aplinkos pokyčiais.

EP paslaugų tyrimai Lietuvoje pamažu įsibėgėja, yra parengtų tiek pavienių tyrimų, tiek studijų, apimančių visos Lietuvos teritoriją. 2011 m. Naruševičiaus ir Matiuko atliktos studijos (Naruševičius, Matiukas, 2011) tikslas buvo įvertinti ekonominį EP vertinimą nedideliame miško plote. 2012 m. Mykolo Romerio universiteto mokslininkų komanda atliko saugomų teritorijų ekosistemų vertinimą socialiniu ir ekologiniu aspektu (Lazdinis ir kt., 2012). Studijoje pristatoma saugomų ekosistemų vertės nustatymo problematika, pateikiama verčių topologija, socialinės ir ekologinės naudos vertinimo metodologija, analizuojami verčių komponentai, taip pat remiantis sudaryta metodika įvertinta Lietuvos saugomų teritorijų ekosistemų vertė (Lazdinis ir kt., 2012). 2017–2019 m. Lietuvoje buvo atliktas bene reikšmingiausias EP kartografavimas ir vertinimas, kurio metu buvo sukurta nacionalinė EP kartografavimo ir vertinimo sistema (Gomes ir kt., 2021; Miksa ir kt., 2020; Inacio ir kt., 2020; Pereira ir kt., 2019). Be nacionalinio lygmens EP modeliavimo, LINESAM taip pat atliko atvejo analizę keturiuose ekosistemų tipuose: miško ekosistemoje (Alytaus r.), agroekosistemoje (Šiaulių r.), pakrantės ekosistemoje (Klaipėdos r.) ir miesto ekosistemoje (Vilniaus m.). 2014–2019 m. Lietuvoje taip pat buvo įgyvendinamas „LIFE Viva Grass“ projektas, kurio tikslas – didelės gamtinės vertės pievų apsauga nuo išnykimo ir padidinti pusiau natūralių pievų priežiūros efektyvumą, pasitelkiant EP principą (Mokomasis vadovas..., 2018).

Dažniausiai naudojami kraštovaizdžio paslaugų nustatymo metodai – rinkos vertinimas (angl. *market-based valuation*) ir ne rinkos vertinimas (angl. *nonmarket-based valuation*). Kraštovaizdžio, kaip heterogeninės teritorijos, sudarytos iš tarpusavyje veikiančių ekosistemų klasterių, apibrėžimas yra fundamentalus tuo, kad jis kraštovaizdžio architektūros discipliną pakelia į mokslinį lygį (Yu, 2010). Ekologinė infrastruktūra ir EP (angl. *ecological infrastructure and ecosystems services*) kraštovaizdį pristato kaip integruotą miesto ar krašto tvarumo infrastruktūrą.

Vis daugiau žmonių supranta, kad gamta grįsti sprendimai gali padėti apsaugoti mus nuo klimato kaitos poveikio ir kartu sulėtinti tolesnį atšilimą, palaikyti biologinę įvairovę ir užtikrinti ekosistemų funkcijas (Cohen-Shacham Eet ir kt., 2016; Eggermont ir kt., 2015). Vis dėlto gamta grįstų sprendimų potencialas teikti numatytą naudą nėra kruopščiai įvertintas. Gamta grįsti sprendimai apima įvairias priemones, įskaitant natūralių ir pusiau natūralių ekosistemų apsaugą ir tvarkymą, žaliosios ir mėlynosios infrastruktūros įtraukimą į miestų teritorijas ir ekosistemomis pagrįstų principų taikymą žemės ūkio sistemoms (Schaubroeck, 2017). Pagal šią koncepciją nuo sveikų ir valdomų gamtinių ekosistemų priklauso žmonių gerovė – nuo anglies dioksido kaupimo, potvynių kontrolės ir pakrančių bei šlaitų stabilizavimo iki švaraus oro ir vandens, maisto ir kuro tiekimo (Reid., 2005; Griscom ir kt., 2017). Gamta grįstiems sprendimams taip pat priskiriamos išsaugojimo ir valdymo priemonės, kuriomis mažinamas ekosistemų išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) kiekis ir išnaudojamas jų anglies kaupimo potencialas (Griscom ir kt., 2019).

Nuo Tūkstantmečio ekosistemų įvertinimo pradžios (Reid, 2005), didėja poreikis patikimiems EP vertinimo metodams. Yra įvairių vertinimo ir kartografavimo metodų (pvz., Martinez-Harms ir Balvanera, 2012; Crossman ir kt., 2012; Ego ir kt., 2012; Burkhard ir kt., 2017), tačiau kartu tai rodo, kad naudojant šias metodikas reikia įvairių priemonių ir kompetencijos laipsnių, taip pat skirtingo kiekio ir kokybės duomenų (Harrison ir kt., 2017).

Pasirenkant tinkamą metodą turėtų būti atsižvelgiama ne tik į atitinkamo EP vertinimo ir kartografavimo tikslus (Jacobs ir kt., 2017), bet ir į metodų pritaikymą ir naudojimą bei rezultatus, kurių tikisi potencialūs vertinimo rezultatų naudotojai, įskaitant, pavyzdžiui, įvairius suinteresuotus subjektus, politikos ir sprendimų priėmėjus bei žemės valdytojus.

Jungtinių Tautų priimtas susitarimas „Transformuojantis mūsų pasaulis: darnaus vystymosi darbotvarkė iki 2030 m.“, apimantis 17 darnaus vystymosi tikslų (SDG) ir 169 uždavinius, suteikia pasaulio bendruomenei ypatingą galimybę pagerinti žmonių gerovę ir lygybę, kartu išsaugoti Žemės gamtos išteklius ir gyvybiškai svarbias ekologines funkcijas, nuo kurių visi priklausome. Tačiau susitarimas yra tik pirmas žingsnis. Norint pasiekti tikslus iki 2030 metų reikės visiškai kitokios plėtros paradigmos, nei buvo taikoma įgyvendinant Tūkstantmečio vystymosi tikslus. Reikia naujo požiūrio, kuris panaikintų sektorių kliūtis, leistų pasinaudoti žemės naudojimo ir žmogaus vystymosi sinergija ir sustiprintų daugelio suinteresuotųjų šalių koordinavimą ir dalyvavimą – kitaip tariant, daug dėmesio turėtų būti skiriama taikyti integruoto kraštovaizdžio valdymo metodus. Yra skiriami penki svarbiausi integruoto kraštovaizdžio tvarkymo elementai (Scherr ir kt., 2013;

Mcgonigle ir kt., 2020), kuriuos turėtų taikyti šioje srityje dirbantys specialistai:

1. Vieningi valdymo tikslai, apimantys daugialypę kraštovaizdžio teikiamą naudą (visas reikalingas prekes ir paslaugas);

2. Lauko, ūkio ir miško praktika yra sukurta taip, kad prisidėtų prie daugelio tikslų, įskaitant žmonių gerovę, maisto ir pluošto gamybą, klimato kaitos švelninimą ir biologinės įvairovės bei ekosistemų funkcijų išsaugojimą;

3. Ekologinė, socialinė ir ekonominė sąveika tarp skirtingų kraštovaizdžio dalių valdoma taip, kad būtų įgyvendinta teigiama interesų ir dalyvių sinergija arba sušvelninti neigiami kompromisai;

4. Vyksta bendradarbiavimo, bendruomenės įtraukimo į dialogą, planavimo, derybų ir sprendimų stebėsenos procesai;

5. Rinkos ir viešoji politika formuojamos taip, kad būtų pasiekti įvairūs kraštovaizdžio tikslai ir instituciniai reikalavimai.

Siekiant suformuoti kokybiškas priemones ir vėliau jas tinkamai įgyvendinti, integruoto kraštovaizdžio valdymo politikoje labai svarbu taikyti įvairius metodus, priemonių reikalingumą grįsti įvairiais šaltiniais, moksliniais tyrimais. Būtina suburti įvairių disciplinų ekspertus į kelias suinteresuotųjų šalių grupes, siekiant sukurti bendrą sisteminių supratimą (bendradarbiavimas ir gebėjimų stiprinimas). Pagal panašų modelį buvo rengtas naujasis Lietuvos Respublikos teritorijos bendrasis planas (Lietuva 2030, 2021), taip pat organizuotas Nacionalinis miškų susitarimas (Nacionalinis miškų..., 2022).

Mūsų pasaulis yra vis labiau susijęs su tuo, kaip tvarkome naudojamus gamtos išteklius. Kai vienas po kito planuojame įvairių sričių problemų sprendimus, negalvodami apie jų sąveiką, mes dažnai dar pagiliname problemas. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad darnaus vystymosi problemos yra susijusios. Dažniausiai turėtų būti naudojamos strategijos, kurios padėtų skirti investicijas kraštovaizdžiui, kad vieno tikslo pasiekimas nepakenktų gebėjimui pasiekti kitus tikslus. Integruotas kraštovaizdžio valdymas – tai holistinis ir tvarus požiūris į žemės naudojimą ir gamtos išteklių valdymą, kuriuo pripažįstamas ekosistemų, žmonių bendruomenių ir ekonominės veiklos tam tikroje geografinėje teritorijoje ryšys. Šio valdymo tikslas – optimizuoti kraštovaizdžio naudojimą, kad būtų pasiekti įvairūs tikslai, įskaitant aplinkos išsaugojimą, socialinę gerovę ir ekonominę vystymąsi, kartu sumažinant kompromisus ir konfliktus (Reed ir kt., 2016; Mcgonigle ir kt., 2020).

### 3. DARBO METODOLOGIJA

Šiame skyriuje aptariami disertacijos uždaviniams spręsti naudoti duomenys ir jų analizavimo metodai. Taip pat apibrėžiamas šio darbo tyrimo objektas. Rengiant mokslo darbą neišvengiamai turi būti naudojami loginiai veiksmi, skiriami darbų etapai, kuriais siekiama įgyvendinti darbo tikslą ir iškeltus uždavinius. Darbe daug dėmesio skiriama erdvinų duomenų rinkinių analizei pasitelkiant geografines informacines sistemas (GIS), taip pat naudojant geostatistinius metodus.

#### 3.1. Tyrimo objektas

Nestabilumas – tai sąvoka, apimanti daugybę aspektų ir principų, susijusių tiek su ekologija, tiek su socialiniu ir ekonominiu požiūriu (Reed et al., 2016; Gómez et al., 2018). Vietos gamtinės savybės, teritorijos politinės ir socialinės ypatybės lemia ekologinio kompensavimo funkciją. Žemės dangos pokyčius (Berkes et al., 2005; Beller et al., 2015). Kraštovaizdžio stabilumas – tam tikro kraštovaizdžio gebėjimas grįžti į pradinę pusiausvyros būseną po trikdžių. Be to, ši sąvoka suprantama kaip vidinis gebėjimas išlaikyti ekologines funkcijas, nepaisant trikdžių. Kraštovaizdžio stabilumas atsiranda dėl trijų vienas kitą papildančių požymių: atsparumo, gebėjimo prisitaikyti ir gebėjimo keistis. Nors mokslininkai tradiciškai daugiausia dėmesio skyrė atsparumui ir gebėjimui prisitaikyti, pastaruoju metu – visuotinių pokyčių laikotarpiu – atrodo, kad kraštovaizdžio ekologijoje ne mažiau svarbi tampa ir transformatyvumo sąvoka.

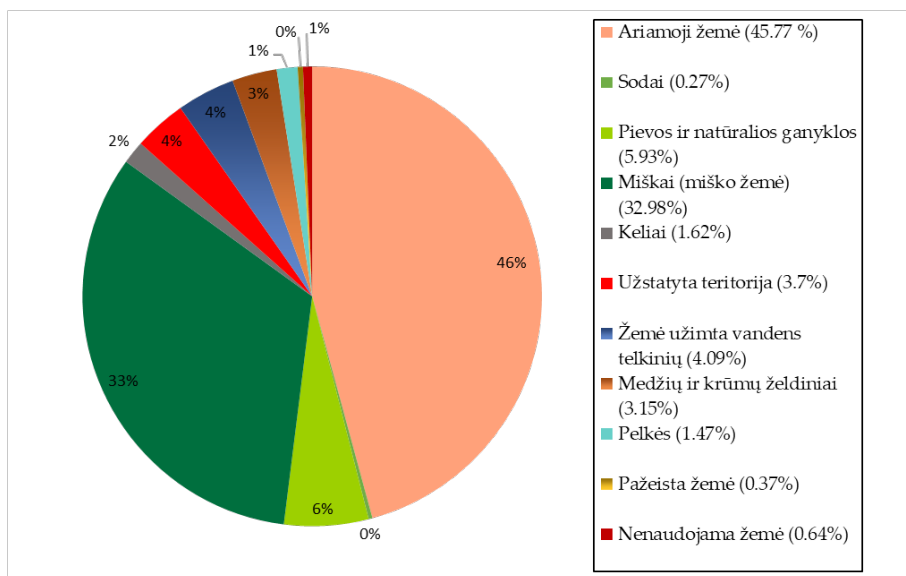
Žemės naudojimo pokyčiai gali būti vienas iš svarbiausių kraštovaizdžio stabilumo mažėjimo veiksnių globalių pokyčių sąlygomis. Pastaruoju metu siūlomi specialūs modeliai, kuriais atskirai prognozuojama klimato kaita, žemėnaudos transformacija ir populiacijų dinamika. Tačiau (kraštovaizdžio) ekologinio stabilumo prognozavimo modelių, pagrįstų integruota ir perspektyvia šių trijų tyrimų sričių analize, buvo palyginti nedaug ir jie sukurti konkrečioms vietos sąlygoms.

Šio darbo tyrimo objektas yra kraštovaizdžio antropogeninis nestabilumas, susijęs su žmogaus veiklos pakeistų gamtinių teritorijų struktūra ir funkcija. Šiame darbe siekiama iširti kraštovaizdžio nestabilumą, nustatyti jo priežastis, mastą ir padarinius, siekiant prisidėti prie tvaraus kraštovaizdžio planavimo ir vystymo. Tyrimo objektui išryškinti pasirinkta Lietuvos Respublikos teritorija.

Šalies plotas – 65 286 km<sup>2</sup>. Lietuvoje gausiausiai gyvenamos didžiausios miestų – Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos – apskritys. 2020 m.

pradžioje Lietuvoje gyveno 2 mln. 794,1 tūkst. nuolatinių gyventojų, t.y. 94 asmenimis mažiau negu 2019 m. pradžioje. Nuo 2009 m. nuolatinių gyventojų skaičius sumažėjo 389,8 tūkst., arba 12,2 proc. 2020 m. pradžioje gyventojų tankis šalyje buvo 42,8 žmogaus viename kvadratiniam kilometre (o 2009 m. pradžioje – 48,8 proc.) (Statistikos departamentas, 2020).

Lietuvos kraštovaizdyje vyrauja miškai (33 proc.) ir dirbami žemės plotai (ariamoji žemė) (46 proc.); kitos žemės naudmenos pasiskirsčiusios tolygiai (5 pav.). Didžiąją dalį Lietuvos miškų sudaro spygliuočių miškai: pušynai užima 34,6 proc., o eglynai – 20,9 proc. viso ploto. Iš lapuočių miškų gausiausi beržynai (22,2 proc.) ir juodalksnynai (7,6 proc.). Beveik trečdalis visų Lietuvos miškų yra saugomų teritorijų ar jų buferinių zonų ribose. Žemės informacinėje sistemoje, kurią valdo Nacionalinė žemės ūkio tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, 2022 m. Žemės fondo pasiskirstymo pagal žemės naudmenų statistikoje nurodoma, kad 45,77 proc. šalies ploto yra ariamoji žemė, 32,98 proc. sudaro miškai, 5,93 proc. – pievos ir natūralios ganyklos, 1,47 proc. – pelkės, 4,09 proc. – vandens telkiniai, 3,7 proc. – užstatytos teritorijos, 6,06 proc. – kitos teritorijos (<https://zis.lt/statistika/zf/>).



**5 paveikslas.** Žemės naudmenų ploto pasiskirstymas Lietuvoje (sudaryta pagal Lietuvos Respublikos žemės fondo duomenis, 2022).

**Figure 5.** Distribution of land area in Lithuania (based on data from the Land Fund of the Republic of Lithuania, 2022)

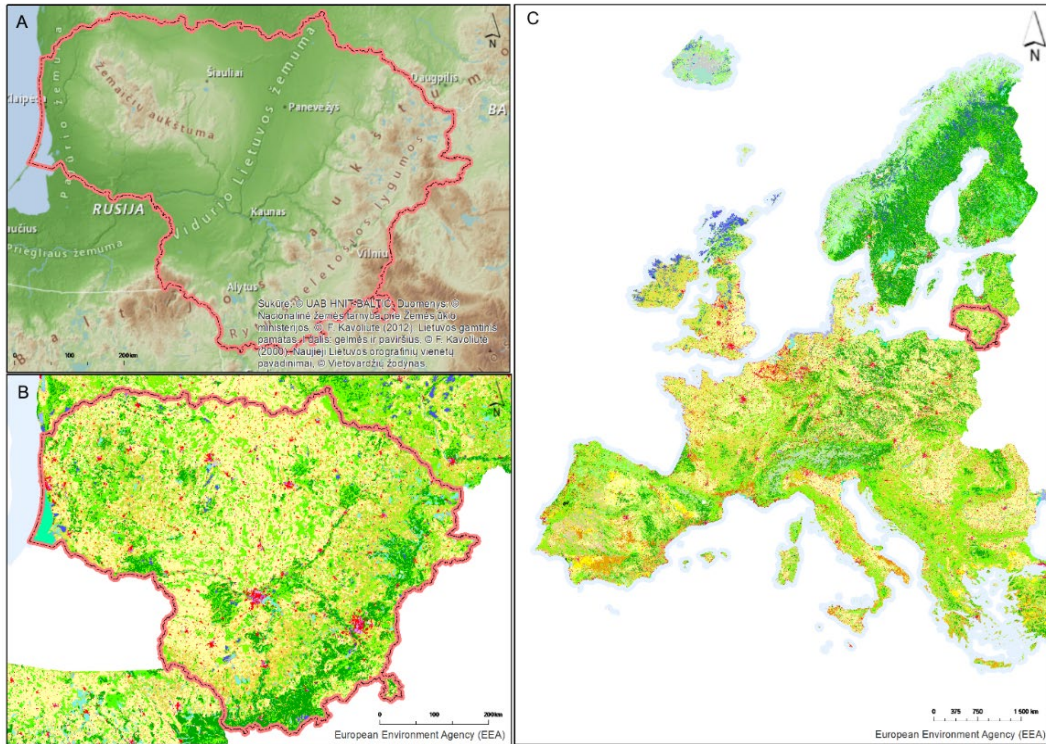
Remiantis Žemės informacinėje sistemoje pateikiamais seniausiais duomenimis, 2015 m. ariamosios žemės ploto buvo 48,67 proc., t. y. 2,9 proc. daugiau nei 2022 metais. Tuo tarpu dabar itin didelio dėmesio sulaukiantys

miškai (miško žemė) 2015 m. sudarė 34,01 proc., t. y. 1,03 proc. daugiau nei 2022 metais. Lyginant 2015 m. duomenis su 2022 m. duomenimis, šalies teritorijoje taip pat padidėjo ir pažeistos žemės (eksploatuojamų ir baigtų naudoti naudingųjų iškasenų karjerų, durpynų ir sąvartynų plotai (Lietuvos Respublikos žemės fondas, 2021) plotų nuo 0,34 proc. iki 0,37 proc..

Vidutinis metinis kritulių kiekis Lietuvoje 1961–2018 m. buvo apie 695 mm, tačiau metinis kritulių kiekis gerokai padidėjo – 114 mm, arba 17 proc.. Lietingiausi metai Lietuvoje buvo 2017-ieji, kai vidutinis metinis kritulių kiekis šalyje siekė 875 mm. Labiausiai kritulių kiekis padidėja žiemą, o pavasarį sumažėja (Bukantis ir kt., 2015). Vidutiniškai metinė dirvožemio temperatūra 1961–2018 m. pakilo 2,6 °C. Keičiantis klimatui, didėja ir giliau esančių dirvožemių temperatūra: 1961–2018 m. metinė dirvožemio temperatūra 0,2 m, 0,8 m, 1,6 m, 1,6 m ir 3,2 m gylyje padidėjo 1,6 °C.

Dėl klimato kaitos keičiasi pirmojo ir paskutinio sniego iškritimo datos. Nustatyta, kad 1961–2018 m. pirmojo sniego iškritimo data vidutiniškai pasislinko 10 dienų. Paskutinis sniegas pavasarį iškrenta vidutiniškai 19 dienų anksčiau. Keičiantis klimatui, mažėja ne tik sniego dangos storis, bet ir žiemos kritulių tikimybė. Nustatyta, kad stichinių nelaimių pasikartojimas Lietuvoje gerokai padidėjo. Per pastaruosius 38 metus (1981–2018 m.) tokių įvykių skaičius padidėjo vidutiniškai 5 atvejais. Labiausiai padidėjo labai stiprių vėjų, labai stiprių liūčių ir labai stiprių audrų skaičius.

Lietuvoje, kaip ir visame pasaulyje, žemėnauda ir ekosistemos kinta ypač greitai ir daugiausia dėl žmogaus veiklos, įskaitant žemės ūkio plėtrą ir intensyvų naudojimą (Bukantis ir kt., 2015; Lietuvos Respublikos teritorijos..., 2020). Ypač didelę įtaką Lietuvos kraštovaizdžiui turėjo politiniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai, kurie keitėsi radikaliai per Lietuvos istoriją. Planingai vykdomi socialiniai pertvarkymai ir gamybos industrializavimo iki 1940 m. susiklostęs Lietuvos kraštovaizdis pasikeitė iš esmės – daug kur jis prarado technines etnografines ypatybes, ekologinį stabilumą ir tik tam tikrose vietovėse įgavo savitą kompoziciją, atitinkančią tų laikų intensyvios gamybos reikalavimus, ir naują estetinę kokybę (Kavaliauskas, 2011). Šalies kraštovaizdžio struktūra, formuota ir formuojama natūralių ir antropogeninių veiksnių, yra daugiasluoksnė (6 pav.).



**6 paveikslas.** Tyrimo teritorija. Lietuvos fizinis žemėlapis, kuriame pavaizduotas reljefo aukštis (A) ir pasiskirstymas pagal žemės naudmenas (B) bei žemės naudmenos Europoje pagal EEA CORINE Land Cover 2018 duomenis (C)

**Figure 6.** Study area. Physical map of Lithuania, showing elevation (A) and distribution by land area (B) and land area in Europe based on EEA CORINE Land Cover 2018 data (C)



Lietuvos teritorijoje fiziogeninis kraštovaizdžio kompleksas yra palyginti jaunas, pradėjęs formotis po paskutiniojo apledėjimo, t. y. prieš 10–12 tūkst. metų (skirtingai įvairiose Lietuvos dalyse) (Lietuvos Respublikos..., 2005). Visi reljefo formavimo ir performavimo procesai skirtingai reišėsi įvairiose Lietuvos dalyse. Atsižvelgiant į vykusių geomorfologinių procesų kompleksą, jų intensyvumą, trukmę ir sukurtas reljefo formas, Lietuvos teritorija yra rajonuojama. Iš viso Lietuvos teritorijoje buvo išskirti 9 morfologiniai kraštovaizdžio ruožai, o juose – 19 morfologinių kraštovaizdžio sričių. Rajoninio lygmens fiziomorfotopų – morfologinių kraštovaizdžio rajonų – Lietuvoje išskirta 42, o morfologinių kraštovaizdžio porajonių – 564. Didžiausią dalį Lietuvos teritorijos dengia molingų lygumų kraštovaizdis, užimantis vidurinę Lietuvos dalį. Daugiau nei perpus mažesnę dalį Lietuvos užima panašų plotą padengiantis molingų banguotų plynaukščių ir moreninių kalvynų kraštovaizdis. Santykinai nemažame plote Lietuvoje plyti smėlingų lygumų, slėnių, moreninių gūbrių, ežerynų kraštovaizdis. Mažiausiai paplitę yra unikalūs nerijos, erozinių raguvynų, deltos, pajūrio lygumų bei marių kraštovaizdžio tipai (Lietuvos kraštovaizdžio..., 2006).

Pagal žemės dirbimo tipą apskritai Lietuvoje vyrauja agrarinis kraštovaizdis, o tai susiję su dideliu molingų, gana derlingų lygumų paplitimu. Labiausiai išlikęs kraštovaizdis, kuriam būdingas miškingumas, šalies teritorijoje turi vidutinę padėtį, o urbanizuotam kraštovaizdžio tipui tenka santykinai mažiausia dalis (5 lentelė).

**5 lentelė.** Lietuvos kraštovaizdžio morfotopų pasiskirstymas pagal sukultūrinimo pobūdį (Nacionalinis kraštovaizdžio..., 2015)

**Table 5.** Distribution of morphotopes in the Lithuanian landscape according to the type of cultivation (National Landscape..., 2015)

Sukultūrinimo pobūdis	Plotas (km <sup>2</sup> )	Lietuvos teritorijos dalis (%)
Agrarinis kraštovaizdis	25177,3	38,8
Agrarinis mažai urbanizuotas kraštovaizdis	16035,1	24,7
Miškingas agrarinis kraštovaizdis	10592,5	16,3
Miškingas mažai urbanizuotas kraštovaizdis	10222,9	15,8
Miškingas kraštovaizdis	2217,1	3,4
Pelkinis kraštovaizdis	290,1	0,4
Agrarinis urbanizuotas kraštovaizdis	273,4	0,4
Urbanizuotas kraštovaizdis	88,8	0,1
<b>Iš viso (be jūros ir marių akvatorijų):</b>	<b>64,9 tūkst.</b>	<b>100,0</b>

Vienas iš efektyviausių būdų užtikrinti kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės apsaugą – formuoti ekologinius tinklus (Sepp et al., 2002; Fanghan et al., 2018). Tai yra ypač svarbu, nes ekosistemų apsaugos užtikrinimas ir gamtos vertybių išsaugojimas kraštovaizdyje yra tiesiogiai susijęs su kokybiškos žmonių gyvenamosios aplinkos užtikrinimu, vystomo bioproductinio ūkio šakų gyvybingumu bei pačių ekosistemų ekologinio atsparumo potencialu. Šis metodas taikomas ne tik Vakarų Europos šalyse, bet ir Lietuvoje. Prieš įstojant į Europos Sąjungą, Lietuva jau turėjo ne tik gamtinio karkaso koncepciją, bet ir jos įgyvendinimo patirties. Gamtinis karkasas faktiškai egzistuojanti ir mokslškai pagrįsta sistema, kuri integruoja ir lokalizuoja ekologinį tinklą, saugomas teritorijas, įskaitant ir vertingiausias buveinių ir rūšių apsaugai svarbias visos Europos Sąjungos mastu, taip pat kitas ekologiniu požiūriu itin vertingas teritorijas.

Saugomų teritorijų įstatyme (Saugomų teritorijų..., 2001) gamtinis karkasas apibrėžiamas kaip vientisas gamtinio ekologinio kompensavimo teritorijų tinklas, užtikrinantis ekologinę kraštovaizdžio pusiausvyrą, gamtinius ryšius tarp saugomų teritorijų, kitų aplinkosaugai svarbių teritorijų ar buveinių, taip pat augalų ir gyvūnų migraciją tarp jų. Vienas iš gamtinio karkaso uždavinių – didinti šalies miškingumą, optimizuoti kraštovaizdžio urbanizacijos ir technogenizacijos bei žemės ūkio plėtrą, reguliuoti nepageidaujamus gamtinius procesus. Didesnę dalį gamtos ir ekosistemų apsaugai svarbių teritorijų, įskaitant ir gamtos vertybes, integruoja apie 65 proc. Lietuvos Respublikos teritorijos užimantis gamtinis karkasas, kurio erdvinis pasiskirstymas ir geoekologinio potencialo rodikliai dėl skirtingų teritorijos gamtinio pamato savybių ir ūkinio įsisavinimo laipsnio yra nevienodi. Šių savybių gerinimas ir medynų gausinimas gamtinio karkaso teritorijose yra svarbus ne tik ekosistemų tvarkymui palaikyti ir biologinei įvairovei išsaugoti, bet ir klimato kaitos padariniams švelninti.

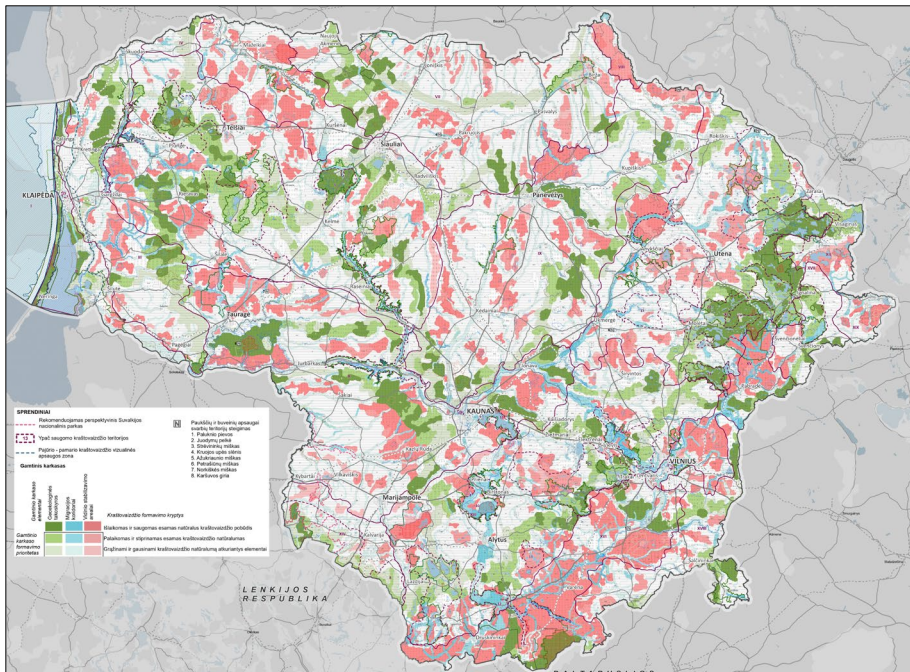
Gamtinį karkasą sudaro (7 pav.):

1) geoekologinės takoskyros – teritorijų juostos, jungiančios ypatinga ekologine svarba ir jautrumu pasižyminčias vietas: upių aukštupius, vandenskyras, aukštumų ežerynus, kalvynus, pelkynus, priekrantes, požeminių vandenų intensyvaus maitinimo ir karsto paplitimo plotus. Jos skiria stambias gamtines ekosistemas ir palaiko bendrąją gamtinio kraštovaizdžio ekologinę pusiausvyrą. Geoekologinės takoskyros Lietuvos teritorijoje sudaro 24 proc. šalies ploto;

2) geosistemų vidinio stabilizavimo arealai ir ašys – teritorijos, galinčios pakeisti šoninį nuotėkį ar kitus gamtinės migracijos srautus, taip pat reikšmingos biologinės įvairovės požiūriu: želdinių masyvai ir grupės, natūralios pievos, pelkės ir kiti vertingi stambųjų geosistemų ekotopai. Šios

teritorijos kompensuoja neigiamą ekologinę įtaką gamtinėms geosistemoms. Geosistemų vidinio stabilizavimo arealai ir ašys Lietuvos teritorijoje sudaro 23 proc. šalies ploto;

3) migraciniai koridoriai – slėniai, raguvynai ir dubakloniai, kitos teritorijos, kuriomis vyksta intensyvi medžiagų, energijos ir gamtinės informacijos srautų apykaita ir augalų bei gyvūnų rūšių migracija. Migraciniai koridoriai sudaro 18 proc. šalies ploto.



**7 paveikslas.** Gamtinio karkaso struktūra Lietuvoje. Ištrauka iš Lietuvos Respublikos bendrojo plano, kraštovaizdžio formavimas ir ekologinė pusiausvyra

**Figure 7.** The structure of the natural framework in Lithuania. Extract from the General Plan of the Republic of Lithuania, Landscape formation and ecological balance

Lietuva turi savo saugomų teritorijų sistemą ir ilgametės gamtos apsaugos tradicijas bei kultūros paveldą. Visos Lietuvos saugomų teritorijų kategorijos yra suderintos su IUCN kategorijomis (Day ir kt., 2013). Saugomų teritorijų sistema apima gamtos ir kultūros paveldo objektus, vietas ir teritorijas, įskaitant gyvosios ir negyvosios gamtos elementus, unikalius ir būdingus kraštovaizdžio kompleksus (nuo natūralių iki urbanizuotų) ir susideda iš keturių saugomų teritorijų kategorijų, kurios išvardytos 6 lentelėje.

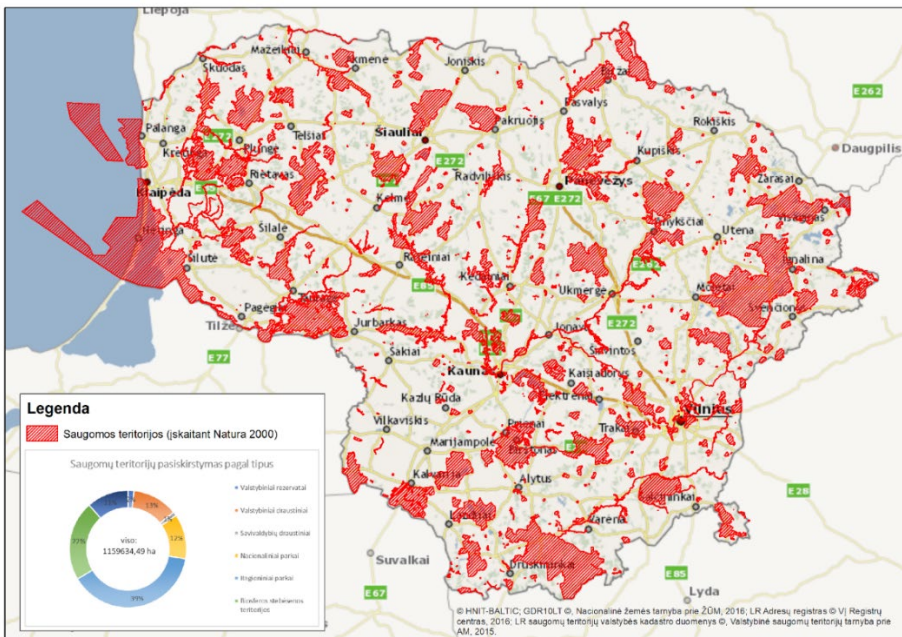
**6 lentelė.** Lietuvos saugomų teritorijų kategorijos pagal IUCN saugomų teritorijų kategorijas: IA – ypač griežtos apsaugos gamtiniai rezervatai, IB – laukinės gamtos teritorijos, II – nacionaliniai parkai, III – gamtos paminklai, IV – buveinių / rūšių apsaugos teritorijos, V – saugomos kraštovaizdžio / jūrovaizdžio teritorijos, VI – saugomos teritorijos, kuriose tvarkingai naudojami gamtos išteklių (duomenų šaltiniai: Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastras [www.stvk.lt](http://www.stvk.lt), [www.iucn.com](http://www.iucn.com), 2022-01-25).

**Table 6.** Categories of protected areas in Lithuania according to the IUCN categories of protected areas: IA nature reserves of very high protection, IB wilderness areas, II national parks, III nature monuments, IV habitat/species conservation areas, V protected landscape/seascape areas, VI protected areas for the sustainable use of natural resources (Data sources: State Cadastre of Protected Areas of the Republic of Lithuania, [www.stk.am.lt](http://www.stk.am.lt), [www.iucn.com](http://www.iucn.com), accessed on 25 January 2022)

Saugomų teritorijų kategorija pagal Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymą	Saugomos teritorijos tipas		IUCN kategorija	
Konservacinės apsaugos prioriteto teritorijos	Rezervatai	Gamtiniai	IB	
		Kultūriniai	V	
	Draustiniai	Gamtiniai	Geologiniai, geomorfologiniai, hidrografiniai, pedologiniai, botaniniai, zoologiniai, botaniniai – zoologiniai, genetiniai, telmologiniai, talasologiniai	V
		Kultūriniai	Archeologiniai, istoriniai, etnokultūriniai, urbanistiniai / architektūriniai	V

Saugomų teritorijų kategorija pagal Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymą	Saugomos teritorijos tipas			IUCN kategorija
			Kompleksiniai	
	Paveldo objektai	Gamtiniai	Geologiniai, geomorfologiniai, hidrogeologiniai, hidrografiniai, botaniniai, zoologiniai	III
		Kultūriniai	Archeologiniai, mitologiniai (sakraliniai) / istoriniai / memorialiniai, architektūriniai / inžineriniai, dailės	III
Ekologinės apsaugos prioriteto teritorijos	Ekologinės apsaugos zonos	Bendrosios ekologinės apsaugos, buferinės apsaugos, fizinės apsaugos, vizualinės (regimosios) zonos		VI
Atkuriamosios apsaugos prioriteto teritorijos	Atkuriamieji sklypai	Veiklos nuskurdintoms gamtos išteklių rūšims ar jų kompleksams apsaugoti, atkurti, pagausinti bei ribotai naudoti gamtos išteklius		VI
	Genetiniai sklypai	Genetiniams medynams ir kitų rūšių natūraliems genetiniams ištekliams išlaikyti		VI
Kompleksinės saugomos teritorijos	Valstybiniai parkai	Nacionaliniai	Gamtiniai, istoriniai	V (incl. Ib)
		Regioniniai	Gamtiniai, istoriniai	V (incl. Ib)
	Biosferos monitoringo teritorijos	Biosferos rezervatai		VI (incl. Ib)
		Biosferos poligonai		VI

Lietuvoje saugomos teritorijos steigiamos ne tik vertybėms, kraštovaizdžio ir biologinei įvairovei išsaugoti, bet ir užtikrinti kraštovaizdžio ekologinę pusiausvyrą, genetinį fondą, taip pat rekreacijai, pirmiausia pažintiniam turizmui, organizuoti, taikomiesiems moksliniams tyrimams ir stebėjimams vykdyti, kraštovaizdžio apsaugos idėjoms ir tradiciniam gyvenamosios būdai, etnokultūros papročiams propaguoti. 2022-01-25 duomenimis, saugomos teritorijos sudaro 18,12 proc. viso Lietuvos ploto (8 pav.).



**8 paveikslas.** Saugomos teritorijos Lietuvoje. Žemėlapyje pateikiamas visas saugomų teritorijų tinkas Lietuvoje – tiek nacionalinės saugomos teritorijos, tiek „Natura 2000“ teritorijos (duomenų šaltinis [www.stk.am.lt](http://www.stk.am.lt), 2022-01-25)

**Figure 8.** Protected areas in Lithuania. The map shows the entire network of protected areas in Lithuania - both national protected areas and Natura 2000 sites. (data source [www.stk.am.lt](http://www.stk.am.lt), 25/01/2022)

Lietuvai tapus Europos Sąjungos nare, šalyje taip pat buvo sukurtas Europos ekologinis tinklas „Natura 2000“. Šalyje šis saugomų teritorijų tinklas kuriamas nacionalinės saugomų teritorijų sistemos pagrindu – naujos steigiamos teritorijos maksimaliai integruojamos į nacionalinę saugomų teritorijų sistemą. Šios teritorijos Lietuvoje sudaro 13 proc. šalies ploto. Aštuonioliktosios Lietuvos Respublikos Vyriausybės programos vienas iš siekių Lietuvos saugomų teritorijų plotą padidinti iki 20 proc., o ketvirtadalis jų turėtų tapti griežtai saugomomis teritorijomis.

### 3.2. Darbe naudoti duomenys

Rengiant disertaciją buvo naudoti dviejų tipų duomenys: i) duomenys, apibūdinantys žemės dangą Lietuvoje, kuriais vėliau vertinami ir kraštovaizdžio nestabilumo parametrai; ii) duomenys, paaiškinantys žemės dangos pokyčius ribojančius teisinius reglamentus.

Kadangi bendros valstybinės duomenų bazės, kurioje būtų pateikiami duomenys apie ekosistemas ir jų būklę, nėra, todėl, siekiant įvertinti Lietuvos kraštovaizdžio antropogeninio nestabilumo lygį ekologiniu požiūriu, ypač svarbiose teritorijose buvo naudoti erdvinių duomenų rinkiniai:

CORINE žemės dangos duomenys. Kraštovaizdžio destabilizacijai vertinti ir jo natūralumo (*Hemeroby*) lygiui nustatyti buvo pasitelkiami duomenys apie Lietuvos žemės dangą – CORINE žemės dangos duomenys. CORINE žemės dangos duomenų bazė (angl. *Corine Land Cover (CLC)*) – tai Europos ekologinio kraštovaizdžio žemėlapis, pagrįstas palydovinių vaizdų interpretacija. CLC apima daugelio Europos šalių bendrus skaitmeninius žemės dangos žemėlapius, skirtus aplinkosaugos analizės ir politikos formavimo uždaviniams spręsti. Lietuvos CORINE žemės dangos duomenų bazė – bendras Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos, Aplinkos apsaugos agentūros ir Europos aplinkos agentūros projektas. Kraštovaizdžio struktūros stebėsenos duomenys nacionaliniu ir regioniniu lygiu yra analizuojami kas 5 metai europiniu mastu, pagal tarptautinių tyrimų periodiškumą. Visos CLC duomenų bazės kurtos pagal tą pačią metodiką. CLC duomenų bazė parengta naudojant LANDSAT TM kosminio vaizdo nuotraukas.

Šiame darbe naudoti „Copernikus“ žemės dangos monitoringo tarnybos parengti CORINE žemės dangos duomenų rinkiniai 1995, 2000, 2006, 2012 ir 2018 metams. CORINE žemės dangos duomenys teikia galimybę stebėti įvairių procesų, tokių kaip: urbanizacijos bei jos infrastruktūros plėtros, agrarinių teritorijų, miškų ir kitų gamtinių teritorijų, pelkių ir vandens telkinių vystymosi tendencijas Lietuvoje. CORINE žemės dangos tipai yra koduojami naudojant standartinę CORINE žemės dangos klasifikaciją, kurioje skiriami 3 lygiai (L1, L2, L3). Atliekant skaičiavimus buvo naudojamas L3 lygis, kurį sudaro 31 žemės dangos klasė. Mažiausias kartografuojamas objektas šiose duomenų bazėse yra 25 ha plotiniams objektams ir 100 m plotis linijiniams objektams. Mažiausias kartografuojamas objektas duomenų bazėje – 5 ha plotiniams objektams, išlaikant minimalų 100 m objekto plotį.

Pradiniai teritoriniai vienetai indeksams apskaičiuoti buvo tie, kurie gauti susikirtus penkiems 1995, 2000, 2006, 2006, 2012 ir 2018 metų

CORINE duomenų rinkiniams. Tai buvo elementarūs vienetai, kuriems kiekviename laiko ruože buvo suteiktos natūralumo (*Hemeroby*) indekso vertės. Gauti vienetai buvo gana įvairaus dydžio (nuo 0,01 ha iki 891,87 ha) ir skirtingos formos.

GIS duomenys gali būti naudojami tarpvalstybinio, nacionalinio ar regioninio mastu formuojant bendrą ES šalių GIS duomenų bazę, palengvinant regioninio lygmens (apskričių ir rajonų savivaldybių) valdymą, rengiant teritorijų (apskričių ir rajonų savivaldybių) planavimo bendruosius ir specialiuosius planus, vystant teritorijų valdymą upių baseinų principais, taip pat vykdant bendrą valstybinį ar nacionalinį ypatingų ekologinių situacijų valdymą bei daugeliu kitų aplinkosaugos ir aplinkotvarkos aspektų (Aplinkos apsaugos..., 2005). Lietuvos CORINE žemės dangos duomenys parankūs kraštovaizdžio stebėsenai, gerai žinomi tarptautinėje tyrėjų bendruomenėje ir gali būti palyginami su kitų šalių kraštovaizdžio duomenimis (Veteikis, 2008).

Lietuvos Respublikos gamtinio karkaso erdvinių duomenų sluoksnis – šie duomenys buvo gauti iš Lietuvos Respublikos bendrojo plano, rengto 2021 m. erdvinių duomenų rinkinio. Duomenų teikėjas – Aplinkos ministerija. Šiame darbe kraštovaizdžio nestabilumas analizuojamas visose gamtinio karkaso zonose – geokologinėse takoskyrose, vidinio stabilizavimo arealuose, migracijos koridoriuose. Skirtingo lygmens gamtinio karkaso zonose nustatytos ir skirtingos priemonės: išlaikomas ir saugomas esamas natūralus kraštovaizdžio pobūdis, palaikomas ir stiprinamas esamas kraštovaizdžio natūralumas, grąžinami ir gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai. Atsižvelgiant į gamtinio karkaso tikslą yra labai svarbu įvertinti kraštovaizdžio natūralumą jame, nes gamtinis karkasas yra teritorijų planavimo sprendinys, kurio reglamentavimo laikymosi užtikrinimas yra ekologiškai svarbus.

Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastro duomenų bazė – oficialūs Lietuvos duomenys apie saugomas teritorijas kaupiami ir apdorojami Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų valstybės kadastre. Prieigos nuoroda [www.stvk.lt](http://www.stvk.lt). Duomenų tvarkytojas – Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos.

### 3.3. Darbe naudoti teritoriniai vienetai

Analizuojant kraštovaizdžio stabilumą neišvengiamai kyla skaičiuojamųjų arealų pasirinkimo problema. Stebėjimo arealus pasirinkti yra tikslinga dėl šių priežasčių:

a) išskirtuose arealuose būtų galima atlikti detalesnę žemės dangos būklės ir kaitos analizę, kuri visos šalies mastu yra per daug brangi ir



imli darbui. Stambesnis mastelis leidžia naudoti smulkesnę ir Lietuvos sąlygoms geriau pritaikytą CORINE žemės dangos klasifikaciją, išskiriant ketvirtąjį jos lygį;

b) bendrą parinkimo sistemą turinčiuose arealuose būtų galima atlikti detalesnę veikiančių jėgų, apkrovos, poveikio ir atsako analizę ir tiksliau nustatyti priežastinius ryšius;

c) jeigu arealuose būtų atliekami stacionarūs lauko tyrimai (geocheminiai, hidrologiniai, meteorologiniai ir kt.), būtų galima įvertinti dar vieną svarbią kraštovaizdžio kaip geosistemos ypatybę – medžiagų ir energijos apykaitą, koreliuojant su žemės dangos ir kitų parametrų pokyčiais;

d) tiriamuose arealuose, naudojant senesnius kartografijos bei kitus šaltinius, būtų galima įvertinti ilgesnio laikotarpio, nei yra vykdomi CORINE projektai, žemės dangos pokyčius. Atlikti tokį vertinimą visos šalies mastu yra per daug brangus ir imlus darbui uždavinys, kurį dar labiau apsunkintų spragos senesniuose šaltiniuose.

Disertacijoje kraštovaizdžio nestabilumo ir ekologinio kompensavimo funkcijos pasiskirstymas buvo analizuojamas kraštovaizdžio tvarkymo zonose, kurios nustatytos 2015 m. aplinkos ministro įsakymu patvirtintame Nacionaliniame kraštovaizdžio tvarkymo plane.

Kraštovaizdžio tvarkymo zonos – nustatytomis ribomis apibrėžtos paskirties teritorija, turinti jai nustatytas apsaugos ir naudojimo sąlygas (reglamentą) bei joms adekvačias kraštovaizdžio atkūrimo, formavimo ir kitas tvarkymo priemones. NKTP kraštovaizdžio tvarkymo zonos išskirtos pagal svarbiausius teritorijos vystymo prioritetus, urbanistinio ir gamtinio karkaso plėtojimo interesus. Kiekviena tvarkymo zona yra atraminis teritorinis vienetas, kuriam toje zonoje nustatoma kraštovaizdžio formavimo politika, galimų veiklos rūšių prioritetai, apibrėžiamos principinės nuostatos neleistinoms veiklos rūšims ir (ar) jų kryptims vykdyti. Atsižvelgiant į skirtingą kraštovaizdžio pobūdį, tvarkymo zonos nustato diferencijuotą žemės naudmenų grupių ūkinį tvarkymą, skirtą siekiamai tikslinei ir (ar) optimaliai erdvinei kraštovaizdžio struktūrai formuoti, tinkamai kraštovaizdžio būklei palaikyti.

NKTP tvarkymo zonų sistemos kūrimo metodinį pamatą formuoja penkios principinės planuojamo kraštovaizdžio kategorijos:

1. intensyviai keičiamas (urbanizuojamas, technogenizuojamas) kraštovaizdis, patenkantis į urbanistinio karkaso įtakos arealus ir juostas;
2. vyraujančio intensyvaus ūkinio naudojimo prioriteto agrarinių ir miškingų teritorijų kraštovaizdis;
3. vyraujančio tausojamojo naudojimo prioriteto agrarinių ir miškingų teritorijų kraštovaizdis gamtinio karkaso arealuose;

4. sudėtingos (mišrios) funkcinio naudojimo struktūros kraštovaizdis urbanistinio ir gamtinio karkaso ašių sankirtos arealuose;

5. vyraujančio konservacinio naudojimo prioriteto kraštovaizdis arealuose, kur gausu konservacinę vertę ir atitinkamą teritorinės apsaugos statusą turinčių gamtinių ir (ar) kultūrinių teritorinių kompleksų.

### 3.4. Darbo rengimo metodika

Visus mokslinio darbo rengimo metu naudotus metodus, kurie padėjo įgyvendinti išsiskeltą darbo tikslą ir suformuluotus uždavinius, tikslinga skirti į dvi kokybiškai skirtingas analitinių ir loginių tyrimų metodų kategorijas. Mokslinio darbo pradžia visada siejama su problematika (hipotezės suformulavimu), kurią vykdant mokslinį darbą siekiama išanalizuoti, pateikti galimus sprendimo būdus, rekomendacijas, ir, žinoma, pasiūlyti praktinius rezultatų panaudojimo būdus. Šiam darbui rengti buvo sudaryta metodologinė schema (7 lentelė), iliustruojanti darbo tikslui ir uždaviniams įgyvendinti naudotus duomenis, tyrimo metodus ir gautus rezultatus.

Šiame darbe analizuojama problematika Lietuvos teritoriniu aspektu – kraštovaizdžio antropogenizacija ir jos įtaka kraštovaizdžio stabilumui. Lietuvoje trūksta kokybiškų metodikų ir detalių tyrimų šią temą, todėl darbo metodologinėje schemoje daug dėmesio skiriama užsienio šalių patirties analizei. Kita dalis uždavinių skirta parinktą metodiką ir metodologiją praktiškai pritaikyti Lietuvos teritoriniu pavyzdžiu bei iškeltai hipotezei patvirtinti arba paneigti.

Darbe naudoti šie analitiniai metodai:

1. literatūros analizė (įvairios monografijos, moksliniai straipsniai, studijos) buvo atlikta siekiant įvertinti kraštovaizdžio destabilizacijos (tiek gamtinės, tiek antropogeninės kilmės), EP kartografavimo praktikas, taip pat ši analizė padėjo suprasti jų tarpusavio ryšius, be to, buvo analizuoti teisės aktai, kuriuose reglamentuojama darni plėtra, kraštovaizdžio pusiausvyra, teritorijų planavimo dokumentai, juose numatomos teritorijos vystymo kryptys ir pan.

2. erdviųjų duomenų analizė – vertinant Lietuvos kraštovaizdžio apkrovą bei siekiant nustatyti kraštovaizdžio nestabilumą analizuoti įvairūs kartografiniai duomenys, turint tikslą įvertinti kraštovaizdžio destabilizacijos įtaką EKŠ šalyje. Naudojant įvairius analizės metodus (5 lentelė), surinkti duomenys buvo pavaizduoti kartografiškai, pasinaudojant žemėlapiams kurti ir jų analizei skirta programine įranga ArcGIS 10.2.1. Remiantis erdviųjų duomenų analizės rezultatais buvo sudaryti teminiai žemėlapiai,

ilustruojantys kraštovaizdžio pokyčių kryptis, dažnumą, svyravimus, bendrą kraštovaizdžio nestabilumą, jo ekologinių kompensavimo funkcijų pasiskirstymą. Pasitelkus GIS analizę buvo atliktas ir teritorijos rajonavimas, ir saugomų teritorijų kraštovaizdžio nestabilumo vertinimas.

3. statistinė aprašomoji analizė – atlikus žemės dangos 1995–2018 m. duomenų analizę ir nustatius kraštovaizdžio natūralumo, pokyčių krypties, amplitudės, kraštovaizdžio nestabilumo ir ekologinio kompensavimo rodiklius, rezultatų dalyje (4 skyrius) jie pateikiami įvairiomis diagramomis ir kartoschemomis (19–44 pav.).

4. lyginamoji analizė – įvairių laikotarpių gauti duomenys apie kraštovaizdžio destabilizacijos rodiklius buvo lyginami su teritorijų planavimo dokumentų sprendiniais. Lyginamosios analizės metodu buvo siekiama įvairių metodologinių ar metodinių uždavinių sprendimo būdų (aprašomojo ir analitinio).

5. loginis apibendrinimas – atlikus analitinius tyrimus iš gautų rezultatų indukcinio tyrimų metodu buvo įvertintas kraštovaizdžio nestabilumas ir jo įtaka ekologinio kompensavimo funkcijai Lietuvoje, pateikta kraštovaizdžio apsaugos rekomendacijų ateities kraštovaizdžio politikai.

7 lentelė. Principinė darbo metodologinė schema.

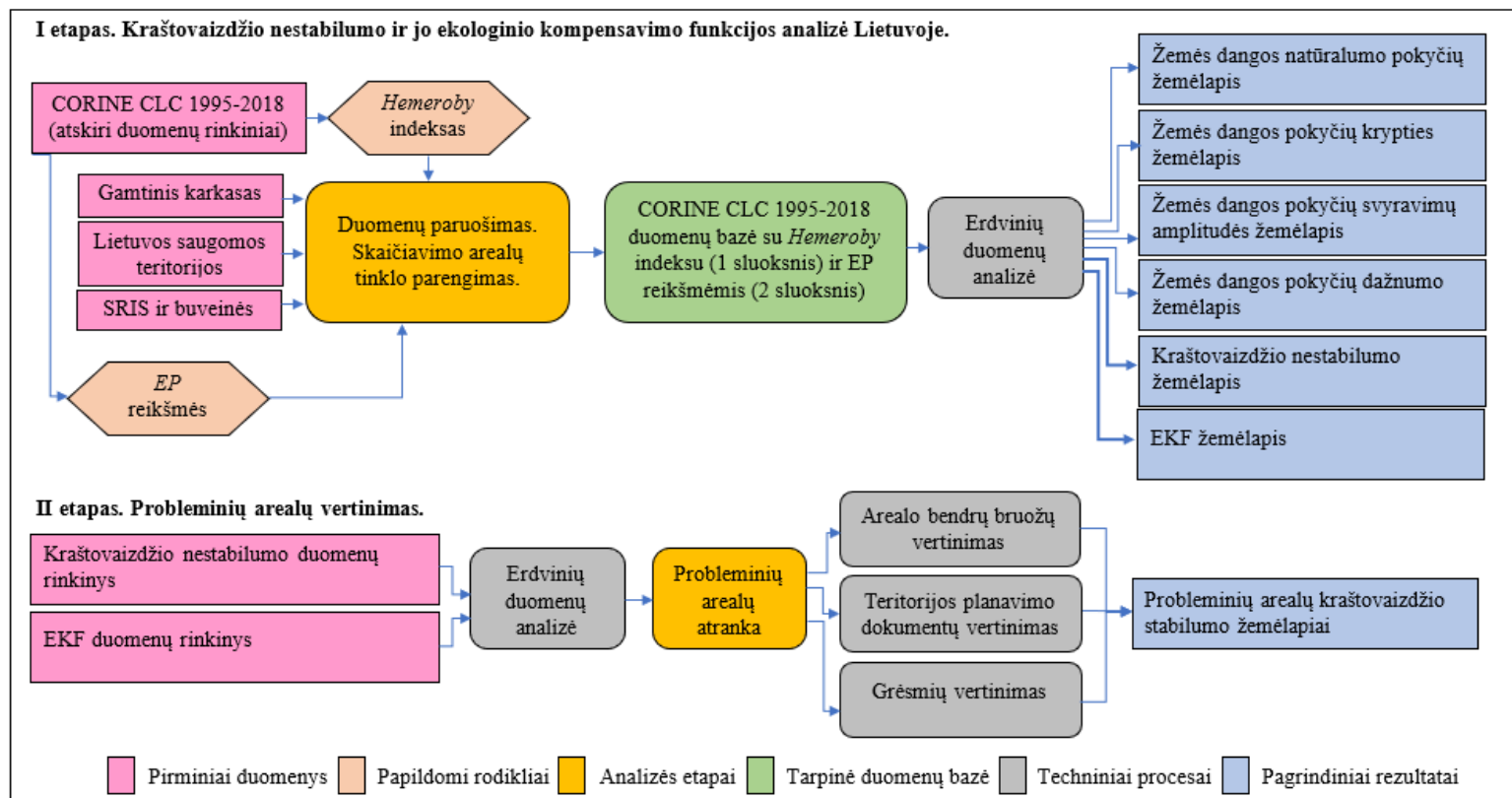
Table 7. Principal methodological scheme of the work

<b>KRAŠTOVAIZDŽIO ANTROPOGENINIO NESTABILUMO ĮTAKA JO EKOLOGINIO KOMPENSAVIMO FUNKCIJAI (LIETUVOS TERITORIJOS PAVYZDŽIU)</b>									
<b>Strateginis tikslas</b>									
Prisidėti efektyvesnio kraštovaizdžio planavimo ir darnios plėtros koncepcijos stiprinimo Lietuvoje									
<b>TIKSLAS</b>									
nustatyti kraštovaizdžio gamtinės ir antropogeninės krypties destabilizavimo įtakos reikšmę kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijai ir jos kokybei.									
<b>UŽDAVINIAI</b>									
Atlikti sisteminę darbų, nagrinėjančių žemės naudojimo ir ekosistemų paslaugų tarpusavio priklausomybę, analizę.	Nustatyti žemės dangos pokyčių kryptį, dažnumą, svyravimus Lietuvos teritorijoje.			Identifikuoti kraštovaizdžio nestabilumo tendencijas ir jas lemiančias priežastis.	Įvertinti kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijos būklę Lietuvoje.			Pateikti kraštovaizdžio stabilumo užtikrinimo ir ekologinio kompensavimo funkcijos stiprinimo šalyje rekomendacijas.	
<b>Duomenų tipas ir tyrimu metodai</b>									
<b>Teminė literatūra</b>	Literatūros analizė	<b>Teminė literatūra</b>	Literatūros analizė	<b>Erdviniai duomenys</b>	Erdvinių duomenų analizė	<b>Erdviniai duomenys</b>	Erdvinių duomenų analizė	<b>Planavimo dokumentai</b>	Lyginamoji analizė
	Lyginamoji analizė		Lyginamoji analizė		Lyginamoji analizė		Statistinė analizė		
	Loginis apibendrinimas	<b>Teisiniai dokumentai</b>			Lyginamoji analizė		Statistinė analizė	Lyginamoji analizė	Lyginamoji analizė
<b>Rezultatai</b>									
<b>Sistemine darbų analizė</b>		<b>Žemės dangos pokyčių analizė</b>		<b>Kraštovaizdžio nestabilumo tendencijų identifikavimas</b>		<b>Kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijos vertinimas</b>		<b>Rekomendacijos kraštovaizdžio stabilumui užtikrinti ir ekologinio kompensavimo funkcijos stiprinimu</b>	
<b>IŠVADOS</b>									

Dažnai kraštovaizdžio natūralumas suprantamas kaip gamtinės teritorijos, kurios nėra paveiktos žmogaus veiklos. Darbuose, kuriuose laikomasi šios sampratos (Purcel, Lamb, 1988; Machado, 2003; Nekrašaitė, 2010 ir kt.), dėmesio skiriama natūralaus kraštovaizdžio, biologinės įvairovės kokybei išsaugoti. Tačiau pastaruoju metu dažniau vartojamas terminas *Hemeroby* ar *hemerochora* arba „gamtinį pobūdį išlaikiusios teritorijos“. Terminas *Hemeroby* buvo pradėtas vartoti botanikos ir ekologijos moksle. Šio termino koncepcija iš pradžių buvo sukurta nustatyti ir įvertinti žmogaus poveikio florai ir augmenijai lygmenį, laipsnį. Terminas *Hemeroby*, kurį įvedė botanikas Jalas (Jalas 1955), yra kilęs iš graikiškų žodžių *hémeros* (prijaukintas, auginamas) ir *bíos* (gyvenimas). Vėliau ši koncepcija buvo pritaikyta visoms ekosistemoms (Blume ir Sukopp, 1976; Sukopp, 1972). *Hemeroby* yra integruotas rodiklis, naudojamas žmogaus veiklos intervencijos į ekologinius komponentus ir ekosistemas laipsniui nustatyti (Kowarik, 1988; Sukopp, 1976; Tian ir kt., 2019). Nuolatinis gamtos išteklių naudojimas yra stiprus žmogaus poveikis natūraliai aplinkai. Išsekus neatsinaujinantiems šaltiniams, kuriais yra pagrįstas šalių valdymas, jos ilgai susiduria su dideliais teritorijos aplinkosauginiais iššūkiais, kylančiomis ekologinėmis problemomis. Yra labai svarbu taikyti integruotas kraštovaizdžio valdymo priemones, kad būtų rasta būdų ir laiku įgyvendinamos priemonės neigiamam poveikiui įvertinti ir dėl žmogaus veiklos atsirandantiems neigiamiems padariniams sustabdyti. Remiantis prielaida, kad žmogaus kišimasis į natūralias ekosistemas iš esmės sukelia trikdžius ir todėl keičia rūšinę sudėtį nuo klimakso iki ankstyvesnių sukcesijos stadijų, natūralumo (*Hemeroby*) būklė vertinama įvertinant šio nukrypimo nuo klimakso, kurį apibūdina potenciali natūrali augalija, dydį (Wbrka ir kt., 2004). Šioje disertacijoje vadovaujamosi būtent šia nuostata.

Disertacijoje, be literatūros šaltinių analizės, daug dėmesio skiriama erdvinių duomenų analizei ir empiriniam tikrovės pažinimui. Atlikus erdvinių duomenų analizę, remiantis jos rezultatais buvo galima nustatyti kraštovaizdžio nestabilumo teritorinį pasiskirstymą, taip pat įvertinti EKF (aprūpinimo ir reguliavimo EP), sudaryti teminius žemėlapius bei atlikti teritorinį šių kraštovaizdžio savybių rajonavimą. Techninė darbo atlikimo eiga pavaizduota disertacijos eigos algoritmo schemeje (9 pav.).

Rengiant darbo metodiką buvo naudoti SMART kriterijai (Bogue, 2013), kuriais remiantis metodika turi būti: lengvai suprantama ne tik specialistams; santykinai greitai ir lengvai užpildoma atitinkamos įstaigos specialistų, ir lengvai pakartojama po penkerių metų, kad būtų užfiksuoti per tam tikrą laiką įvykę pokyčiai.



**9 paveikslas.** Disertacijos tyrimo eigos algoritmo schema. Santrumpos: EP – ekosistemų paslaugos, CORINE CLC – žemės paviršiaus danga

**Figure 9.** Flowchart of the dissertation research algorithm. Abbreviations: EP – ecosystem services, CORINE CLC – land cover.

### 3.4.1. Kraštovaizdžio nestabilumo ir EKF vertinimo etapas

Naudojant kraštovaizdžio natūralumo skaičiavimo metodiką galima išskirti natūralius, subnatūralius ir visiškai sukultūrintus kraštovaizdžio arealus. Norint nustatyti didelių kraštovaizdžio arealų natūralumą (hemobiotinę būklę) – žmogaus veiklos sukkelto nukrypimo nuo galimo natūralumo dydį, pirmiausia būtina skirtingiems žemės dangos tipams suteikti indeksus (arba koeficientus), kuriuos būtų galima naudoti atliekant skaičiavimus. Ekspertinis indeksų nustatymas dažniausiai įvardijamas kaip subjektyvus ir diskutuotinas. Tai iliustruoja, kad vien Lietuvoje (Vaitkuvienė ir Dagys, 2008; Skorupskas, 2006; Veteikis, 2011) ir keleto autorių skirtingi indeksai suteikti tiems patiems žemės dangos tipams (8 lentelė). R. Skorupsko išskirti indeksai buvo gauti atliekant ekspertų apklausą. Nustatyti bendrus indeksus skirtingiems žemės dangos tipams yra labai sudėtinga. Tai rodo ir lietuvių autorių darbuose nustatyti skirtingi natūralumo indeksai, ypač ekspertinis indeksų nustatymas gali būti labai subjektyvus, pavyzdžiui, visiškai natūralaus indekso reikšmės neturėtų būti nustatomos, nes šiuolaikiniame ir greitai kintančiame kraštovaizdyje nėra nei visiškai natūralių, nei antropogeninių kraštovaizdžių. Skiriasi jų destabilizavimo mastas. Netgi nuošalios gamtinės teritorijos yra netiesiogiai veikiamos žmogaus veiklos, pavyzdžiui, oro tarša, o stipriai antropogenuotose teritorijose galima fiksuoti ir gamtinius reiškinius, ir stebėti gyvūnus.

**8 lentelė.** Nustatyti žemės dangos tipų natūralumo / *Hemeroby* indeksai: A – pagal D. Veteikį; B – pagal D. Vaitkuvienę ir M. Dagį (Vaitkuvienė, Dagys, 2008); C – pagal R. Skorupšką (Skorupskas, 2006), D – pagal Blume ir Sukopp, 1976; Glawion, 2002; Marks ir Schulte, 1988; Rüdissir ir kt., 2012)

**Table 8.** Determined indices of naturalness / *Hemeroby* of land cover types: A - according to D. Veteikis; B - according to D. Vaitkuvienė and M. Dagys (Vaitkuvienė, Dagys, 2008); C - according to R. Skorupskas (Skorupskas, 2006), D - according to Blume and Sukopp 1976; Glawion 2002; Marks and Schulte 1988; Rüdissir et al. 2012)

Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000		A	B	C	D
111	Ištisinis užstatymas	0,05	0,05	0	7
112	Neištisinis užstatymas	0,2	0,15	0,1	6
121	Pramoniniai ar komerciniai objektai	0,05	0,05	0	7
122	Kelių ir geležinkelių tinklas ir su juo susijusi žemė	0,1	0,05	0,1	7

<b>Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
123	Uostų teritorijos	0,05	0,05	0	7
124	Oro uostai	0,05	0,15	0,1	7
131	Naudingųjų iškasenų gavybos vietos	0,05	0,25	0,2	6
132	Šąvartynai	0,05	0,15	0,1	6
133	Statybų plotai	0,05	0,05	0,1	6
141	Žalieji miestų plotai	0,7	0,65	0,5	4
142	Sporto ir poilsio vietos	0,6	0,45	0,3	5
211	Nedrėkinamos dirbamos žemės	0,4	0,35	0,3	5
231	Ganyklos	0,6	0,45	0,5	4
242	Kompleksiniai žemdirbystės plotai	0,4	0,55	0,5	5
243	Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos intarpais	0,55	0,65	0,6	4
311	Lapuočių miškas	0,95	0,95	1	2
312	Spygliuočių miškas	0,95	0,95	0,9	2
313	Mišrus miškas	0,95	0,95	1	2
321	Natūralios pievos	0,95	0,95	0,5	3
322	Dykvietės ir viržynai	0,95	0,75	0,7	3
324	Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	0,95	0,85	0,8	3
331	Pliažai, kopos, smėlynai	0,9	0,95	0,7	2
333	Alpinė augalija	0,75	0,75	0,7	3
334	Gaisravietės	0,75	0,75	0,5	3
411	Kontinentinės pelkės	0,95	0,95	1	2
412	Durpynai	0,85	0,85	0,2	2
511	Vandens tėkmės	0,95	0,95	0,9	4
512	Vandens telkiniai	0,85	0,85	0,9	4
521	Pakrančių lagūnos	–	0,95	0,9	2
522	Estuarijos	0,95	–	–	2
523	Jūra ir vandenynas	0,9	–	1	2

Rengiant disertaciją, įvertinus užsienio šalių literatūrą ir siekiant tarptautinio suderinamumo, buvo nuspręsta naudoti natūralumo (*Hemeroby*) indeksus pagal H. P. Blume ir H. Sukopp (1976), kurie rodo žmogaus veiklos poveikio mastą ekosistemoms (8 lentelė). Tokia skalė dažniausiai naudojama literatūroje (Blume ir Sukopp, 1976; Glawion, 2002; Marks ir Schulte, 1988; Sun ir kt., 2012; Walz ir Stein, 2014; Guo ir kt., 2018), todėl užtikrinama palyginimo su kitais tokio pobūdžio tyrimais galimybė. Daugelio autorių



teigimu, bet kokia smulkesnė klasifikacijos skalių gradacija neturėtų papildomos informacijos, nes miškų ir atviros žemės diferenciacija duomenų modelyje nėra tinkama. Pavyzdžiui, neskiriama ekstensyvi ir intensyvi pieva. Žemės dangos klasei priskiriant *Hemeroby* laipsnį, atsižvelgiama į žmogaus poveikio intensyvumą, trukmę ir diapazoną (Sukopp, 1969). Nors, pavyzdžiui, gyvenamosioms vietovėms būdingas aukštas dirvožemio sandarumo laipsnis, turintis didelį poveikį ekologinei funkcijai ir dažniausiai ilgalaikis, žemės ūkio ir miškų ūkio plotai yra skirtingo intensyvumo (Sun ir kt., 2012; Walz ir Stein, 2014; Guo ir kt., 2018).

Žemėnaudai klasifikuoti taikant *Hemeroby* laipsnį naudojama septynių balų skalė (8 lentelė). Hemerobijos laipsnis didėja didėjant žmogaus įtakai. Žmogaus įtakos gradientai vertinami naudojant skalę, kurią paprastai sudaro 7 laipsniai, joje mažiausios vertės indeksas 1 (*ahemerobija*) atitinka „natūralų“ arba netrikdomą kraštovaizdį ir buveines, tokias kaip pelkės, o didžiausios vertės indeksas 7 (metahemerobija) – visiškai sutrikdytiems, dirbtiniams, technogenizuotiems kraštovaizdžio arealams, pavyzdžiui, miesto zonos. Agrarinės aplinkosaugos kontekste indeksas parodo ūkininkavimo praktikos kultūrinę įtaką kraštovaizdžiui ir galimai augmenijai.

Taigi, naudojantis natūralumo (*Hemeroby*) indeksais, turinčiais mokslinį pripažinimą, prieš atliekant erdvinių duomenų skaičiavimus Lietuvos CORINE žemės dangos tipams 1995–2018 m. laikotarpio duomenų rinkiniams buvo suteikti žemės dangos natūralumo atitinkami indeksai, kurių reikšmė ir apibūdinimas pateikiami 9 lentelėje.

**9 lentelė.** Natūralumo (*Hemeroby*) laipsnis (pagal Blume ir Sukopp, 1976) ir atitinkamas žmogaus poveikis ekosistemoms (pagal Steinhardt ir kt., 1999; Zebisch ir kt., 2004)

**Table 9.** Degree of naturalness (*Hemeroby*) (after Blume and Sukopp, 1976) and corresponding human impacts on ecosystems (after Steinhardt et al., 1999; Zebisch et al., 2004).

<b><i>Hemeroby</i> (natūralumo) indeksas</b>	<b><i>Hemeroby</i> indekso apibūdinimas</b>	<b>Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000</b>	<b>Procesai / žmogaus veiklos įtaka</b>
Hi1 ( <i>Ahemerobe</i> )	Beveik nepaveikta žmogaus, natūralu	332 Uolos 335 Ledynai ir amžini sniegynai	Nėra trikdymo
Hi2 ( <i>Oligohemerobe</i> )	Silpnas žmogaus veiklos poveikis, arti gamtos	311 Lapuočių miškas 312 Spygliuočių miškas	Ribotas medienos šalinimas, ganymas,

<b><i>Hemeroby</i></b> <b>(natūralumo)</b> <b>indeksas</b>	<b><i>Hemeroby</i></b> <b>indekso</b> <b>apibūdinimas</b>	<b>Žemės dangos</b> <b>klasifikacijos 3</b> <b>lygis (L3) :100 000</b>	<b>Procesai /</b> <b>žmogaus</b> <b>veiklos įtaka</b>
		313 Mišrus miškas 331 Pliažai, kopos, smėlynai 411 Kontinentinės pelkės 412 Durpynai 521 Pakrančių lagūnos 522 Estuarijos 523 Jūra ir vandenynas	nedideli pokyčiai, materijos ratai, emisijos per orą ir vandenį
Hi3 ( <i>Mesohemerobe</i> )	Vidutinis žmogaus veiklos poveikis	321 Natūralios pievos 322 Dykvietės ir viržynai 324 Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai 333 Alpinė augalija 334 Gaisravietės	Valymas ir pavieniai arimai, ekstensyvios ganyklos, retos ir nedidelės trašų dozės
Hi4 ( <i>β- euhemerobe</i> )	Vidutiniškai stiprus žmogaus veiklos poveikis, toli nuo gamtos	141 Žalieji miestų plotai 231 Ganyklos 243 Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos intarpais 511 Vandens tėkmės 512 Vandens telkiniai	Trašų ir biocidų naudojimas, melioracija, griovių sausinimas
Hi5 ( <i>α- euhemerobe</i> )	Stiprus žmogaus veiklos poveikis	142 Sporto ir poilsio vietos 211 Nadrėkinamos dirbamos žemės 242 Kompleksiniai žemdirbystės plotai	Gilus arimas, sodinimas, pagrindiniai medžiagų rato pokyčiai, drenažas, intensyvus trašų ir biocidų naudojimas

<b><i>Hemeroby</i></b> <b>(natūralumo)</b> <b>indeksas</b>	<b><i>Hemeroby</i></b> <b>indekso</b> <b>apibūdinimas</b>	<b>Žemės dangos</b> <b>klasifikacijos 3</b> <b>lygis (L3) :100 000</b>	<b>Procesai /</b> <b>žmogaus</b> <b>veiklos įtaka</b>
Hi6 ( <i>Polyhemerobe</i> )	Labai stiprus žmogaus veiklos poveikis	112 Neištisinis užstatymas 131 Naudingųjų iškasenų gavybos vietos 132 Sąvartynai 133 Statybų plotai	Stiprus biocenozės pokyčiai, biotopo padengimas išorine medžiaga
Hi7 ( <i>Metahemerobe</i> )	Ypač stiprus žmogaus veiklos poveikis	111 Ištinis užstatymas 121 Pramoniniai ar komerciniai objektai 122 Kelių ir geležinkelių tinklas ir su juo susijusi žemė 123 Uostų teritorijos 124 Oro uostai	Sandarus paviršius, sunaikinta biocenozė

#### 3.4.1.1. Darbo įgyvendinimo techninių procesų eiga

Erdvinių duomenų analizei, skaičiavimams ir vėliau disertacijos analizės žemėlapiams parengti buvo naudota programinė įranga ArcGIS 10.2.1.

Pirmiausia CORINE žemės dangos duomenys buvo apdorojami naudojant erdvinių duomenų analizavimo įrankius. Siekiant analizuoti duomenis bendroje teritorijoje buvo atliktas CORINE duomenų tikslinimas pasienio teritorijoje, t. y. visi CORINE sluoksniai buvo sukirsti su Lietuvos Respublikos administracine teritorija, kad būtų vienodas informacijos kiekis toje pačioje teritorijoje, nes pastebėta, kad skirtingu laikotarpiu duomenų kiekis paribiuose skiriasi.

Visų laikotarpių CORINE žemės dangos duomenų sluoksniams (1995, 2000, 2006, 2012, 2018) buvo suteikti natūralumo (*Hemeroby*) indeksai. Taikant žemėlapių valdymo metodus buvo panaudotas suliejimo pagal atributą (angl. *join attributes*) būdas, kai, panaudojus kirpimo (angl. *clip*) funkciją, 1995–2018 metų sluoksniai buvo sujungti į vieną. Tada toliau galima atlikti įvairius skaičiavimus. Atsižvelgiant į tai, kad sukurtus penkių laikotarpių sluoksnius atsirado daug smulkaus mastelio nereikšmingų poligonų, reikėjo atskirti duomenis. Pasinaudojus duomenų valdymo funkcija

(angl. *multipart to singlepart*) tokie poligonai buvo sujungti ir išskirti į vienadalius poligonus neprarandant jų atributinių duomenų. Toliau šie gauti erdviniai duomenys buvo naudojami skaičiavimams siekiant įvertinti kraštovaizdžio destabilizacijos rodiklius, jų skaičiavimo formulės aprašytos šiame poskyryje toliau.

Heksagonų tinklo sukūrimas. 2008 m. Geologijos ir geografijos instituto mokslininkai atlikdami kraštovaizdžio struktūros pokyčių probleminiuose arealuose vertinimą vietiniu lygmeniu išskyrė 100 etalonių arealų po 2,5 km<sup>2</sup> ploto (1581x1581 m kraštinėmis), kuriuose nustatyta sovietinio laikotarpio Lietuvos kraštovaizdžio struktūra. Išskirti 32 žemės dangos tipai, nustatyti jų virsmai per minėtą laikotarpį kiekviename etalone. Apskaičiuoti jų statistinio pasiskirstymo dėsningumai bendrai visai Lietuvai ir atskirai kiekvienam kraštovaizdžio tipui (9 tipai) (Kraštovaizdžio..., 2008). Vėliau remiantis ta pačia metodika darbas buvo pakartotas 2015 m. (Kraštovaizdžio..., 2015), tačiau jame pateikiamos ir rekomendacijos pervesti Lietuvos kraštovaizdžio monitoringo etalonus prie 1 km<sup>2</sup> ploto kvadratų, taip priartinant šią sistemą prie Europos standarto, pripažinto ir mokslinėse publikacijose. Tačiau Lietuvoje kraštovaizdžio dangos stebėseną vėliau nebuvo atlikta ir pateiktos rekomendacijos neįgyvendintos.

Dirbant su geografiniais erdviniais duomenimis yra labai svarbu pasirinkti pakankamą celės dydį, kad būtų galimybė fiksuoti reprezentatyvų detalumą rengiant apibendrinamuosius žemėlapius. Analizuojant žemės dangos pokyčius ar kitus procesus visoje šalyje celės dydis turi būti pakankamas, kad būtų galimybė tinkamai apibendinti smulkius vienetus, patenkančius į jos vidų, bet kartu celių visuma leistų matyti ir visos teritorijos erdvinius dėsningumus.

Įvertinus kitų šalių praktiką ir atliktus darbus, šiame darbe nuspręsta nenaudoti kvadratų, tačiau parengta tinkamesnė forma – šešiakampis. Taisyklingų figūrų tinklelis dažnai naudojamas ekologijoje ekosistemų tyrimams, tam tikrų reiškinių stebėjimams ar modeliavimams atlikti (Olea, 1984; Dale, 1998). Taisyklingas stačiakampis arba keturkampis (kvadratas) tinklas naudojamas dažniau nei šešiakampis tinklelis, tačiau pastaruoju metu populiarėja šešiakampių formų (heksagonų) tinklas, kurių privalumų yra gerokai daugiau. Daugelyje ekologinių modelių yra erdviškai aiškus aplinkos vaizdavimas, nes kai kurie ekologiniai procesai priklauso nuo ekologinių subjektų padėties aplinkoje (Durrett, Levin, 1994; Berec, 2002). Tokie procesai apima sklaidą, vietinę konkurenciją, socialinę ir teritorinę elgseną bei erdvinio nevienalytiškumo poveikį (DeAngelis, 1992; Berec, 2002). Ekologinių klausimų tyrimuose dažniausiai yra naudojami trys tipai gardelių:

šešiakampiai, kvadratai ir trikampiai (Carr ir kt., 1992). Vis dėlto daugelis autorių įžvelgia daugiau šešiakampių tinklo naudojimo privalumų:

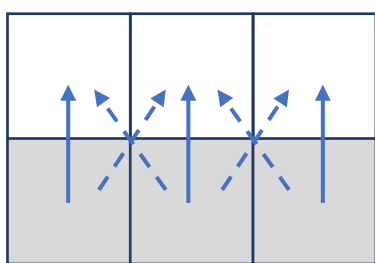
1. Tai mažas šešiakampio formos perimetro ir ploto santykis. Apskritimo santykis yra mažiausias, tačiau jo negalima teseluoti (teseliacija (angl. – *tesselation*) tam tikro ploto padalijimas naudojant vieną ar daugiau geometrinių figūrų, nepaliekant plyšių tarp jų ir šių figūrų susitapdinimo). Ypač svarbu suformuoti vientisą tinklą. Šešiakampiai yra labiausiai apskritos formos daugiakampiai, jais galima suformuoti tolygų tinklą.

2. Šešiakampių tinklelio apskritimiškumas leidžia natūraliau pavaizduoti duomenų modelių kreives nei kvadratų (keturkampių) tinkleliai (10 pav.).

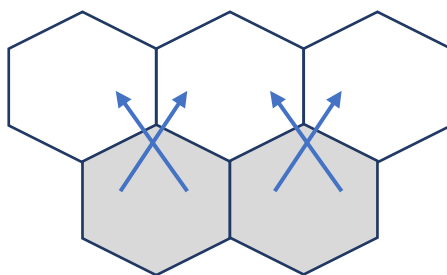
3. Lyginant vienodo ploto daugiakampius, kuo daugiakampio plotas panašesnis į apskritimą, tuo arčiau centro yra taškai prie ribos (ypač taškai prie viršūnių). Tai reiškia, kad bet kuris taškas šešiakampio viduje santykinai yra arčiau šešiakampio centro nei bet kuris taškas vienodo ploto kvadratų ar trikampių centroidų atžvilgiu (taip yra dėl to, kad kvadrato ir trikampio kampai yra smailesni nei šešiakampio).

4. Dirbant dideliame plote, šešiakampio tinklelis dėl žemės kreivumo bus mažiau iškraipytas nei kvadratų ar trikampių tinkleliai.

5. Kadangi atstumas tarp centroidų yra vienodas visomis šešiomis šešiakampių kryptimis, jei gretimiems šešiakampams rasti naudojama atstumo juosta arba naudojami optimizuotos karštųjų taškų analizės, optimizuotos nukrypimų analizės ar erdvėlaikio kubo sukūrimo agreguojant taškus įrankiai, į kiekvieno elemento skaičiavimus bus įtraukta daugiau gretimų šešiakampių naudojant šešiakampių tinklą (Birch ir kt., 2007).



a) ir c)



b)

**10 paveikslas.** Potencialios artimiausių šešiakampių sąveikos ties riba, atliekant tinkleliu pagrįstą modeliavimą. a) keturių ląstelių kaimynystėje, apimančioje tik gretimus stačiakampius, sąveika apsiriboja ląstelių poromis; b) šešiakampių tinklelyje sąveikai turi įtakos gretimi šešiakampiai; c) ląstelių

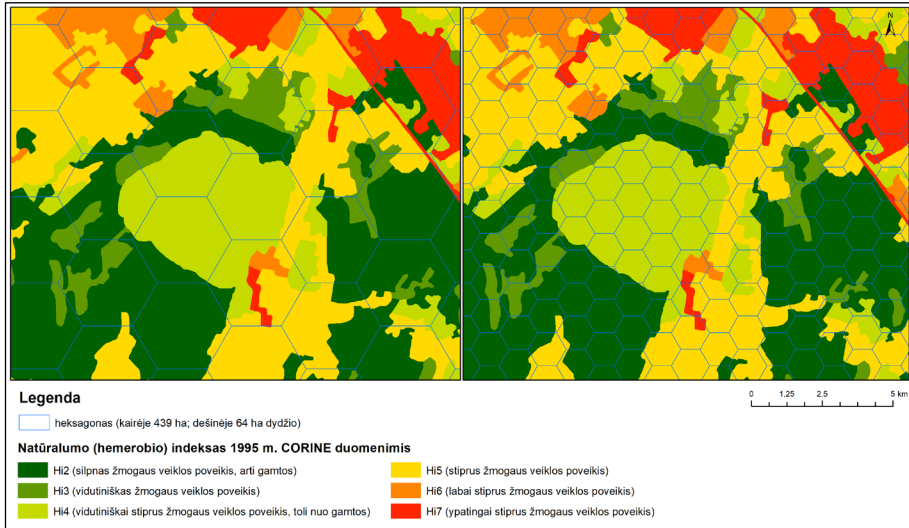
kaimynystė apima įstrižinius ir ortogonalius kaimynus, sąveikai turi įtakos gretimi šešiakampiai iš abiejų pusių (Birch ir kt., 2007).

**Figure 10.** Potential nearest-neighbour interactions at the boundary in a grid-based simulation a) in a four-cell neighbourhood including only orthogonal neighbours, the interactions are restricted to pairs of cells; b) in a hexagonal grid, the interactions are influenced by the neighbours; and c) in a four-cell neighbourhood including both diagonal and orthogonal neighbours, the interactions are affected by the neighbours on either side of the cells (Birch et al. 2007).

Šiame darbe, atsižvelgiant į kitų šalių autorių (Vaitkuvienė, 2008; Birch Colin, 2007; Hill, 2002; Wu, 2002) mokslinius tyrimus, skaičiavimams atlikti parengtas ne 1 km<sup>2</sup> ploto kvadratų tinklas, bet buvo sudarytas Lietuvos teritorijoje šešiakampių (heksagonų) tinklas. Vieno šešiakampio plotas 4,39 km<sup>2</sup> (vienos šešiakampio kraštinės ilgis 1 300 m), arba 439 ha. Teritorijos plotas parinktas įvertinus vidutinį dydį, arealų, kuriuose vyko pokytis, plotą. Panaudojus ArcGIS 10.2.1. taisyklingų daugiakampių sukūrimo (angl. *generate tessellation*) funkciją, Lietuvos teritorijoje buvo sukurtas 15 307 šešiakampių, kurie tolygiai padengia visos šalies teritoriją, tinklas (11 pav.). Čia reikėtų patikslinti, kad šešiakampiuose, kurie yra suformuoti Lietuvos Respublikos teritorijos paribyje, nėra visos informacijos apie žemės dangą, nes šiame darbe buvo naudoti CORINE žemės dangos rinkiniai, sudaryti konkrečiai Lietuvos Respublikos teritorijoje, todėl tolesniems skaičiavimams pasienio perimetre esančiuose šešiakampiuose buvo naudotos jų plotų dalinės (apkirptos pagal Lietuvos Respublikos valstybinę sieną) reikšmės. Apskritai teselacijos funkcijos esmė, kad, parinkus norimą teritoriją, sistema sukuria taisyklingų daugiakampių tinklą, kuris apima visą teritoriją. Teselacija gali būti sudaryta iš trikampių, kvadratų, rombų, šešiakampių arba skersinių šešiakampių. Siekiant užtikrinti, kad visas įvesties plotas (šiuo atveju Lietuvos teritorija) būtų padengtas vienodu daugiakampių tinkleliu, išvesties elementai tikslingai išeina už įvesties ploto ribų. Taip yra todėl, kad tinklelio kraštai ne visada bus tiesios linijos, o jei tinklelis būtų apribotas įvesties apimtimi, atsirastų tarpų. Nors dalis šešiakampių išeina už Lietuvos teritorijos ribų, tačiau tolesniuose skaičiavimuose naudojamas Lietuvos Respublikos plotas pagal M 1:200 000 georeferencinę duomenų bazę (65 300 km<sup>2</sup>)

Pasirinkta šešiakampių ploto reikšmė užtikrina reprezentatyvią kraštovaizdžio žemės dangos pokyčių imtį kiekviename šešiakampyje (O'Neill ir kt., 1996) ir yra pakankamas šešiakampių skaičius visoje analizuojamoje teritorijoje. Celės dydžiui pasirinkti turėjo reikšmės jos vidinės struktūros reprezentatyvumas. Įvertinus įvairią mokslinę literatūrą

buvo sudaryti dviejų dydžių šešiakampių tinklai – 439 ha (kai vienos šešiakampio kraštinės ilgis 1 300 metrų) ir 64 ha (vienos šešiakampio kraštinės ilgis 500 metrų). Abiem atvejais buvo palyginta, kiek skirtingų žemės dangos plotų patenka į šešiakampį (12 pav.). Pirmu atveju, kai šešiakampio plotas 439 ha, į celę gali patekti didesnė žemės dangos tipų įvairovė, todėl atliekant teritorijos natūralumo skaičiavimus gaunamas bendresnis vaizdas nei su 64 ha ploto šešiakampiais.

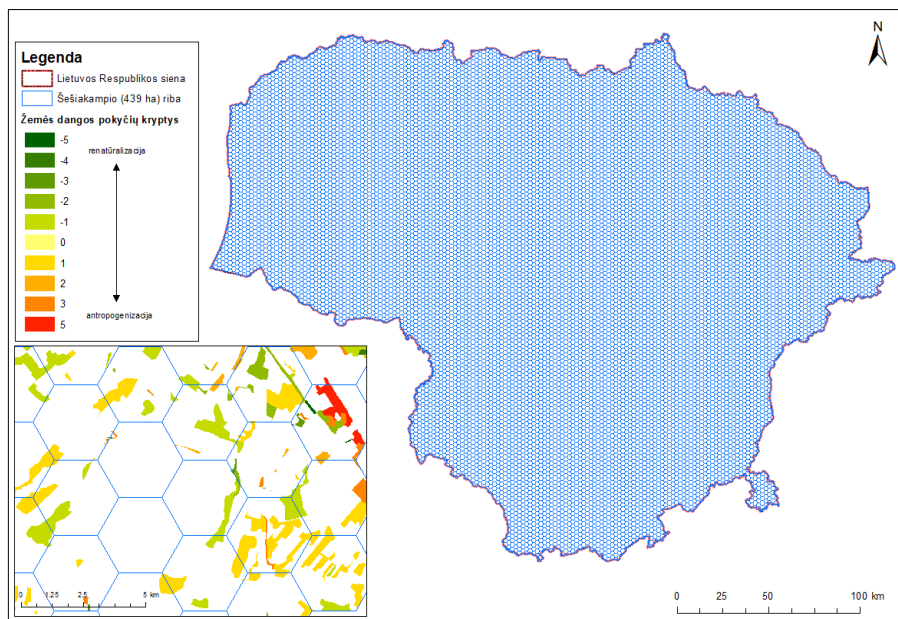


**11 paveikslas.** Natūralumo (*Hemeroby*) indekso pagal 1995 m. CORINE žemės dangos duomenis pasiskirstymas atsižvelgiant į pasirinktą skirtingą šešiakampio plotą. Kairėje pusėje šešiakampio plotas 439 ha (24 heksagonai), dešinėje – 64 ha (290 heksagonų)

**Figure 11.** Distribution of the naturalness (*Hemeroby*) index from the 1995 CORINE land cover data, according to the different hexagon areas. The hexagon on the left is 439 ha (24 hexagons) and on the right 64 ha (290 hexagons).

Mažėjant šešiakampiams, juose esanti informacija mažiau generalizuojama ir pametamos regioninės tendencijos, todėl šiame darbe Lietuvos kraštovaizdžio antropogeninio nestabilumo tendencijoms įvertinti buvo pasirinktas 439 ha ploto šešiakampių tinklas.

Vidutinis žemės dangos erdvinio vieneto plotas 1,73 ha ir iš viso tokių plotų sujungus 1995–2018 m. CORINE žemės dangos sluoksnius buvo gauti 273 007 žemės dangos unikalūs plotai, didesni nei 0,1 ha. Vidutiniškai į vieną 439 ha ploto šešiakampį patenka apie 14 žemės dangos unikalių plotų. Žinoma, šis skaičius kiekviename šešiakampyje gali būti kitoks, priklausomai nuo jo geografinės vietos (12 pav. įkarpa), pavyzdžiui, priemiesčių zonoje šešiakampyje žemės dangos mozaika įvairesnė.



**12 paveikslas.** 15 307 šešiakampių tinklas, padengiantis Lietuvos teritoriją. Vieno šešiakampio plotas 4,39 km<sup>2</sup>

**Figure 12.** A network of 15307 hexagons covering the territory of Lithuania. The area of one hexagon is 4.39 km<sup>2</sup>

Sujungus perkirtimo (angl. *intersect*) funkcija visų laikotarpių CORINE žemės dangos sluoksnius, gautas vienas sluoksnis 1995–2018 m. žemės dangos variacijų, fiksuotų įvairaus dydžio poligonuose su vėliau jiems suteiktomis tam tikromis kraštovaizdžio natūralumo reikšmėmis (panaudojus prijungimo (angl. *Join*) funkciją) (13 pav.). Sujungus penkių laikotarpių žemės dangos duomenis atsirado mažareikšmių plotų, jų traukti į skaičiavimus atsakyta. Mažiausias pokyčio plotas, tinkamas tolesniems skaičiavimams buvo 0,1 ha.





**13 paveikslas.** Sujungti 1995, 2000, 2006, 2012 ir 2018 m. CORINE žemės dangos duomenys panaudojus prijungimo (angl. *Join*) funkciją

**Figure 13.** CORINE land cover data for 1995, 2000, 2006, 2012 and 2018 in a single layer obtained using the Join function

Gamtinio karkaso vidinės struktūros analizei atlikti taip pat naudoti 439 ha ploto šešiakampiai. Šiame darbe siekiant įvertinti visos Lietuvos teritorijos gamtinio karkaso situaciją dėl ekologinio kompensavimo funkcijų duomenų užtenka, tačiau ateityje turėtų būti naudojami detalesni duomenys ir skirtingas geografinis pagrindas, jeigu norima pasiekti informacijos detalumą.

Analizuojant kraštovaizdžio natūralumą pagal žemės dangos klasifikaciją, galima visapusiškai įvertinti įvairaus žmogaus daromo poveikio rezultatus. Galima tiksliai parodyti žmogaus poveikio ekologinei aplinkai erdvinį pasiskirstymą. Disertacijoje naudojant pirmiau pristatytą *Hemeroby* indeksą buvo skaičiuojami šie reiškiniai ir jų geografinis pasiskirstymas:

1. Žemės dangos pokyčių kryptis;
2. Žemės dangos pokyčių krypties dažnumas (trikdžių skaičius per tam tikrą laiką);
3. Žemės dangos pokyčių intensyvumas (trikdžių įtakos pobūdžiui ir procesams arba ekosistemos struktūrai ir funkcijoms laipsnis);
4. Įtakos laipsnis (įtaka organizmui, bendrijai ar ekosistemai).

Vertinant kiekvieną reiškinį taip pat įvertinamas jo plotas ir dydis (kraštovaizdžio plotas, pažeistas per tam tikrą laikotarpį po kiekvieno pokyčio).

Kadangi visai Lietuvos kraštovaizdžio destabilizacijai vertinti buvo sudarytas šešiakampių tinklas, būtina perskaičiuoti rodiklius į šešiakampius. Tam pasinaudota ArcMap sumavimo (angl. *summarize*) funkcija ir gauta apibendrinta statistika, įskaitant skaičių, vidurkį, mažiausias ir didžiausias vertes, atskirose lentelėse. Po kiekvieno reikšmių apibendrinimo gaunamą reikšmę dar būtina padalinti iš šešiakampio ploto (t. y. iš 4,39 km<sup>2</sup>, pasienio šešiakampiams – iš jų apkirpto ploto). Vėliau gautos suvidurkintų duomenų lentelės sujungtos su šešiakampių sluoksnio atributų lentele, užbaigiant šių teritorinių vienetų natūralumo duomenų generalizaciją. Vėlesniuose darbo etapuose šiuos duomenis toliau buvo galima simbolizuoti, žymėti arba pateikti užklausa sluoksnio elementams pagal jų suvestinės statistikos vertes.

#### 3.4.1.1.1. Geometrinės klaidos, duomenų tikslumas

Atlikus penkių laikotarpių CORINE žemės dangos erdviųjų duomenų rinkinių sankirtą, gauta daug plotų, kurie nėra tinkami skaičiavimui dėl pernelyg nereikšmingo jų ploto. Tokie nereikšmingi plotai atsiranda kaip geometrinės klaidos dėl skirtingais laikotarpiais nevienodo duomenų dešifravimo tikslumo ir skirtingo žemės dangos duomenų interpretavimo. Todėl atsižvelgiant į tai ir siekiant išvengti galimų skaičiavimų paklaidų, į skaičiavimus buvo įtraukiami tik arealai, kurių plotas yra didesnis nei 0,1 ha. Atlikus visų penkių laikotarpių CORINE žemės dangos erdviųjų duomenų rinkinių sujungimą buvo gauta 3 511 681 plotelis, bet pasinaudojus ArcMap atrankos įrankiu (angl. *select by attributes*) atrinkti ir eliminuoti teritoriniai vienetai, kurių plotas mažesnis nei 0,1 ha. Iš viso tokių nereikšmingų plotelių buvo atmesta 3 238 674, jie į tolesnius skaičiavimus neįtraukti (bendras jų plotas 4009 ha). Iš viso palikti 273 007 reikšmingi plotai, kurie naudoti atliekant tolesnius kraštovaizdžio nestabilumo parametrų skaičiavimus. Jų plotas nuo 0,1 ha iki 20 ha. Toks duomenų atrinkimas ir netinkamų duomenų pašalinimas buvo pasirinktas siekiant neiškreipti statistinės analizės rezultatų.

CORINE žemės dangos duomenys apima įvairius vandens telkinius, taip pat ir Kuršių marias, kurioms suteiktas žemės dangos 521 „Pakrančių lagūnos“ klasifikatorius. Šio tipo žemės danga nėra eliminuojama iš skaičiavimų, tačiau kai skaičiavimai pervedami į šešiakampius, dalis Kuršių marių teritorijos šešiakampių patenka ir į Kuršių nerijos žemyninę dalį. Tačiau atkreiptinas dėmesys, kad galiausiai, kai pateikiamas kraštovaizdžio

nestabilumas – Kuršių nerijos sausuminėje dalyje duomenų užtenka išvadoms padaryti ir Kuršių marių arealas neturi reikšmingos įtakos paklaidoms.

#### 3.4.1.1.2. Kraštovaizdžio natūralumo pokyčių krypties nustatymas

Laikoma, kad kraštovaizdžio natūralumas gali didėti arba mažėti, todėl kraštovaizdžio pokyčiai šiuo (natūralumo pokyčio) požiūriu turi tik dvi kryptis – natūralumo didėjimo arba mažėjimo. Kraštovaizdžio pokyčių kryptis apskaičiuoti buvo taikyta tiesinės lygties koeficiento skaičiavimo formulė (Clpham ir kt., 2009). Kiekvienam CORINE žemės dangos ploteliui priklausomai nuo žemės dangos tipo buvo suteiktas atitinkamas natūralumo indeksas – *Hemeroby* reikšmė (pagal 7 lentelę). Šiai užduočiai atlikti buvo sukurta CORINE žemės dangos .xls lentelė, kurioje prie atitinkamos dangos reikšmės buvo suteiktas natūralumo (*Hemeroby*) indeksas. Vėliau, panaudojus duomenų apdorojimo funkciją – duomenų lentelių sujungimas (angl. *join*), buvo gautas sluoksnius, kuriame kiekvienas žemės dangos arealas kiekvienu laikotarpiu turėjo savo natūralumo indeksą. Po visų laikotarpių duomenų sujungimo (perkirtimo) kiekviename žemės dangos areale, turinčiame informaciją apie visų laikotarpių natūralumą, kraštovaizdžio pokyčių kryptis buvo skaičiuojama pagal formulę:

$$\Delta H = CLC18 - CLC95, \quad (1)$$

čia:  $\Delta H$  – kraštovaizdžio pokyčių krypties koeficientas, kuris gali būti teigiamas (+), t. y. vykę pokyčiai, kuriems turėjo stiprią įtaką žmogaus veikla, arba neigiamas (-), t. y. vykę pokyčiai yra natūralūs, silpnai arba visai nepaveikti žmogaus veiklos; CLC18 – žemės dangos natūralumo indeksas 2018 m.; CLC95 – žemės dangos natūralumo indeksas 1995 m.

Atlikus kiekvieno kraštovaizdžio arealo pokyčių krypties skaičiavimus, gauti duomenys apibendrinti šešiakampių tinkle. Šiam uždaviniui spręsti panaudota ArcMap sankirtos (angl. *intersect*) funkcija. Prie šešiakampių tinklo sluoksnio pridėjus kraštovaizdžio struktūros pokyčių krypties lentelę vėliau buvo atliekama sumavimo funkcija (angl. *summarize*), kai buvo sumuojamos visos pasikeitimų reikšmės viename šešiakampyje. Galutinė pokyčių krypties reikšmė šešiakampiuose gauta pagal formulę, kurioje kiekvieno arealo žemės dangos natūralumo pokyčio reikšmė padauginta iš jo ploto, jis laikytas svorio koeficientu. Vėliau šių sandaugų reikšmės susumuotos pagal individualius šešiakampius ir dalijamos iš atitinkamo šešiakampio ploto:

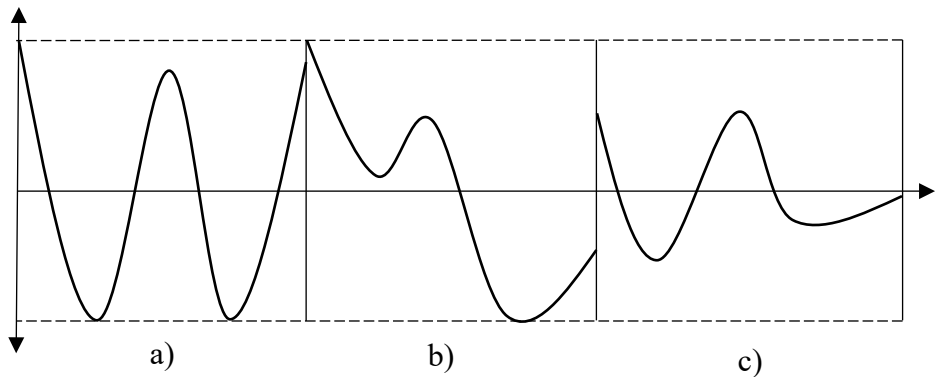
$$\Delta H_{hx} = \frac{\sum \Delta H_{ihx} \times S_{ihx}}{S_{hx}} \quad (2)$$

čia:  $\Delta H_{hx}$  – kraštovaizdžio (žemės dangos) natūralumo pokyčių vidutinė reikšmė šešiakampyje (tuo pačiu ir krypties atstojamoji, lemiamą reikšmės ženklą – „+“ ar „-“);  $\Delta H_{ihx}$  – šešiakampyje esančio i-ojo žemės dangos arealo natūralumo pokyčio reikšmė,  $S_{ihx}$  – šešiakampyje esančio i-ojo žemės dangos arealo plotas,  $S_{hx}$  – šešiakampio, kuriam priklauso visi jo i-iejai arealai, plotas.

#### 3.4.1.1.3. Kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudės nustatymas

Amplitudė – svyruojančio dydžio kitimo matas fizikoje, parodantis dydžio vertės pokytį svyravimų metu, iš dalies šią sampratą galima pritaikyti ir kraštovaizdžiui (14 pav.). Jei dydžio pokytis tam tikrame erdvės taške vaizduojamas grafiškai, kintantis dydis vaizduojamas vertikaloje ašyje, o laikas – horizontalioje ašyje, tada amplitudė bus atstumas vertikaloje ašyje tarp svyravimus vaizduojančios kreivės aukščiausio ir žemiausio taškų.

Kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudę galima nustatyti naudojant dabartinio ir praeities kraštovaizdžio būklės palyginimo metodą. Tai reiškia, kad, palyginus dabartinę kraštovaizdžio būklę su atitinkamo laikotarpio jo būkle praeityje, galima nustatyti, kiek kraštovaizdis pasikeitė ir kokios yra jo pokyčio amplitudės. Žemės dangos natūralumo amplitudė parodytų vidutinį natūralumo laipsnio svyravimą (tarp žemiausių ir aukščiausių reikšmių) per tam tikrą laiką. Tai gali būti matuojama skirtingais būdais, priklausomai nuo konkrečių tyrimų ir rodiklių, tačiau dažniausiai apibūdinama kaip pokytis nuo normos arba vidurkio.



**14 paveikslas.** Grafikas iliustruoja kraštovaizdžio reakciją į veikiančius faktorius ir trikdymus, kurie prisideda prie ekologinio atsparumo ir gebėjimo prisitaikyti bei valdyti padarinius: a) pulsuojanči reakcija, b) kintamoji reakcija, c) nepastovi reakcija (sudaryta pagal Scheffer ir kt., 2012))

**Figure 14.** Graph illustrating the landscape response to drivers and disturbances that contribute to ecological resilience and the capacity to adapt and manage the consequences: a) pulsating response, b) variable response, c) erratic response (based on Scheffer et al., 2012))

Žemės dangos natūralumo pokyčių amplitudė gali skirtis priklausomai nuo vietos, klimato sąlygų, laiko ir daugelio kitų veiksnių, tačiau trumpalaikėje perspektyvoje ji labiausiai priklauso nuo žmogaus ūkinės veiklos intervencijos intensyvumo, jo kaitos per tam tikrą laiką. Žinoma, tą irgi nulemia įvairūs veiksniai, pavyzdžiui, trumpalaikiai ar ilgalaikiai klimato pokyčiai, ekonominiai ar politiniai veiksniai. Tiksliai nustatyti žemės dangos natūralumo pokyčių amplitudę gali būti sudėtinga, tačiau jos stebėjimas yra svarbus siekiant suprasti ir prognozuoti žemės dangos ir jos aplinkos būklę bei potencialias rizikas. Žemės dangos natūralumo pokyčių svyravimai gali būti nulemti socialinių ir ekonominių jėgų, kurias gali riboti pagrindinė fizinio kraštovaizdžio struktūra.

Kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudės formulė gali būti skirtinga priklausomai nuo to, kokie procesai vyksta ir kokioje srityje yra matoma pokyčių (Lang, et al., 2019). Tai yra svarbus rodiklis, kuriuo remiantis galima vertinti žemės paviršiaus būklę, nustatyti natūralių procesų intensyvumą, atlikti kraštovaizdžio pokyčių tyrimus ir prognozuoti ateities kraštovaizdžio būklę (15 pav.).

Tačiau paprastai žemės dangos natūralumo pokyčių amplitudę galima apskaičiuoti kaip dviejų dydžių santykį: skirtumo tarp kraštutinių reikšmių (max-min) ir vidutinio reikšmių dydžio. Matematiškai tai dažniausiai išreiškiama formule:

$$A = ((X_{\max} - X_{\min}) / (X_{\text{avg}})) * 100 \% \quad (3)$$

čia: A – žemės dangos natūralumo pokyčių amplitudė procentais,  $X_{\max}$  – maksimali nustatyta vertė,  $X_{\min}$  – minimali stebima vertė,  $X_{\text{avg}}$  – vidutinė stebima vertė.

Tačiau pateiktoje formulėje neatsižvelgiama į visus per konkretų laiką vykusius svyravimus, naudojami tik vieninteliai viršutinis ir apatinis pikas. Jeigu ilgesnėje perspektyvoje pasitaiko ne tokių didelių ir ne tokių mažų reikšmių, jų toks vertinimas neatspindi. Šiame darbe, atsižvelgiant į tai, kad kraštovaizdžio natūralumo (*Hemeroby*) indeksas žinomas 5 skirtingais laiko pjūviais (1995, 2000, 2006, 2012, 2018 m.), norėta atsižvelgti į viso tyrimų laikotarpio natūralumo svyravimų įvairovę. Todėl kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudei individualiame plote nustatyti buvo pasiūlyta formulė:

$$A_{sa} = \left( \sqrt{\frac{(C95 - \sqrt[3]{average} + C00 - \sqrt[3]{average} + C06 - \sqrt[3]{average} + (C12 - \sqrt[3]{average} + C18 - \sqrt[3]{average}))}{5}} \right) * 2 \quad (4)$$

čia:  $A_{sa}$  – kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudė; C95 – žemės dangos natūralumo indeksas 1995 m.; C00 – žemės dangos natūralumo indeksas 2000 m.; C06 – žemės dangos natūralumo indeksas 2006 m.; C12 – žemės dangos natūralumo indeksas 2012 m.; C18 – žemės dangos natūralumo indeksas 2018 m.; *average* – kraštovaizdžio natūralumo indeksų vidutinė reikšmė, apskaičiuota sudėjus 1995–2018 m. natūralumo reikšmes ir išvedus jų vidurkį.

Skaičiavimai buvo atliekami bendro žemės dangos sluoksnio, o vėliau perskaičiuojami ir apibendrinami šešiakampių tinkle. Šiam uždaviniui spręsti, kaip ir anksčiau, buvo panaudota ArcMap sankirtos (angl. *intersect*) funkcija. Galutinė kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudės reikšmė šešiakampyje buvo apskaičiuota kiekvieno žemės dangos arealo natūralumo pokyčio amplitudės reikšmę padauginus iš atitinkamo arealo ploto, taip gaunamas svorio koeficientas. Vėliau reikšmės susumuotos šešiakampio viduje ir padalinama iš atitinkamo šešiakampio ploto:

$$K_{sahx} = (\sum_k (K_k * Sihx)) / Shx \quad (5)$$

čia:  $K_{sahx}$  – kraštovaizdžio natūralumo pokyčių amplitudės koeficientas šešiakampyje;  $\sum_k$  – žemės dangos natūralumo pokyčių amplitudės reikšmių suma šešiakampyje;  $Aihx$  – žemės dangos arealo natūralumo pokyčio reikšmė;  $Sihx$  – žemės dangos arealo plotas;  $Shx$  – šešiakampio plotas.

#### 3.4.1.1.4. Kraštovaizdžio natūralumo pokyčių dažnis

Žmogaus pakeistose ekosistemose žemės dangos pokyčiai gali vykti dažnai, greitai ir didelėse teritorijose dėl nuolat kintamos aplinkos, taip pat socialinių ir ekonominių sąlygų (Martínez-Casasnovas ir kt., 2005). Pokyčių dažnumas rodo, kiek kartų per tam tikrą laikotarpį įvyko žemės dangos pasikeitimai. Kraštovaizdžio pokyčių dažnumo sampratą galima sugretinti ir su gana artima sąvoka „trikdžių dažnumas“, kuria grindžiami ekologinių bendrijų dinamikos tyrimai ir kuri įtraukta į įvairias teorines sistemas (pvz., Connell ir Slatyer, 1977; Huston, 1994; Hubbell, 2001).

Darbe nagrinėjamas 23 metų laikotarpis yra pakankamai ilgas, juo metu pokyčiai gali vykti įvairiais laiko tarpais ir skirtingu intensyvumu. Per analizuojamą laiką vyko tiek antropogeniniai, tiek gamtiniai procesai, kurie nereti dėl žmogaus ūkinės veiklos nutraukimo.

Žemės dangos pokyčių dažnumo skaičiavimas per analizuojamus 23 metus buvo atliktas tokia eiga: kiekvienų metų CORINE žemės dangos klasė buvo lyginama su naujesnių metų žemės dangos klase, jeigu pokytis įvyko, tada suteikiama reikšmė 1, jeigu pokyčio, lyginant dvejų metų duomenis, neįvyko, tada suteikiama reikšmė 0. Tokia pokyčių analizė su ArcMap panaudojus funkcija „select by attributes“ buvo atlikta lyginant 1995–2000 m., 2000–2006 m., 2006–2012 m. ir 2012–2018 m. duomenis (15 pav.). Atlikus pokyčių analizę buvo įvertintas sumuojant visas reikšmes bendras teritorijoje vykusių pokyčių kiekis. Pokyčių dažnumas gaunamas pokyčių skaičių padalinant iš laikotarpių, per kuriuos suskaičiuoti įvykę pokyčiai, skaičiaus.

Pokytis_95_00	Pokytis_00_06	Pokytis_06_12	Pokytis_12_18	Pokyciu_suma	pokyciu_daznis
1	1	1	1	4	1
1	1	1	1	4	1
1	1	1	1	4	1
1	1	1	1	4	1
1	1	1	1	4	1
1	0	1	1	3	0.75
1	0	1	1	3	0.75
1	0	1	1	3	0.75
1	0	1	1	3	0.75

**15 paveikslas.** Žemės dangos pokyčių dažnumo skaičiavimas (ištrauka iš ArcMap darbalaukio). Šioje lentelėje iliustruojama, kiek pokyčių viename šešiakampyje įvyko per du laikotarpius. Pavyzdžiui, lyginant 1995 m. ir 2000 m. žemės dangos duomenis įvyko tik vienas pokytis. Vėliau stulpelyje „Pokyčių suma“ suskaičiuojama, kiek iš viso įvyko pokyčių per analizuojamą laikotarpį nuo 1995 iki 2018 metų.

**Figure 15.** Calculating the frequency of land cover change (extract from ArcMap desktop). This table illustrates how many changes have occurred in one hexagon over two periods. For example, comparing land cover data from 1995 and 2000, only one change occurred. The column "Sum of changes" then calculates the total number of changes over the period analysed from 1995 to 2018

Žemės dangos pokyčių dažnumas erdviniam vienetui – tai laikotarpių, kuriems būdingi kraštovaizdžio natūralumo pokyčiai, dalis visų tirtų laikotarpių. Šiame darbe šis rodiklis skaičiuotas pagal formulę:

$$F = N_{ch}/N \quad (6)$$

čia: F – žemės dangos natūralumo (hemerobijos) pokyčių dažnumas žemės dangos 1995–2018 m. sluoksnių sankirtos plotelyje;  $N_{ch}$  – laikotarpių (iš keturių darbe fiksuotų: 1995–2000 m., 2000–2006 m., 2006–2012 m. ir 2012–2018 m.), kai nustatytas žemės dangos natūralumo pasikeitimas,

skaičius (galimos reikšmės 0, 1, 2, 3 ir 4); N – bendras tiriamų laikotarpių skaičius (darbe N = 4).

Natūralumo pokyčių dažnumui suvidurkinti heksagonais naudotas svorinio vidurkio skaičiavimas, kur svoris – žemės dangos sankirtos arealo plotas, iš kurio buvo dauginamas atitinkamame areale vykusių pokyčių dažnumas. Bendram žemės dangos pokyčių dažnumo rodikliui šešiakampyje įvertinti atitinkamo šešiakampio viduje esančių arealų dažnumo, padauginto iš arealų ploto, reikšmės buvo sujungiamos naudojant ArcMap sumavimo (angl. *summarize*) funkciją ir gauta reikšmė dalinama iš šešiakampio ploto.

#### 3.4.1.1.5. Kraštovaizdžio nestabilumas

Atlikus žemės dangos hemerobijos pokyčių krypties, svyravimų amplitudės ir pokyčių dažnumo skaičiavimus buvo atliktas nestabilumo klasifikavimas vadovaujantis principu: kuo didesnis žemės dangos pokyčio dažnumo rodiklis ir kuo didesnė pokyčių svyravimų amplitudė, tuo kraštovaizdžio nestabilumas ryškesnis, tik skirtinga pokyčio kryptis: jeigu natūralumo (*Hemeroby*) rodiklis teigiamas, vadinasi, pokyčiai vyko antropogenizacijos kryptimi, jeigu neigiamas – tada pokyčiai vyko gamtiškumo didėjimo kryptimi. Tokiu būdu gautas kraštovaizdžio nestabilumo rodiklis gali būti vertinamas ir konkrečiai išskirtame analizuojamame plote arba teritorijų tinkle, pavyzdžiui, gamtiniame karkase, kraštovaizdžio tvarkymo zonose ir kt. Gavus visų parametrų rodiklius sudaryta kraštovaizdžio nestabilumo rodiklio reikšmių lentelė (žr. 10 lentelę).



**10 lentelė.** Kraštovaizdžio antropogeninio nestabilumo lentelė, sudaryta atsižvelgiant į žemės dangos pokyčių dažnumą, pokyčio kryptį ir svyravimo amplitudę analizuojamu laikotarpiu

**Table 10.** Landscape anthropogenic instability matrix based on the frequency, direction and amplitude of land cover change over the period of analysis

		Pokyčių dažnumas su pokyčių krypties ženklu						
		0,51–0,99	0,26–0,50	0,01–0,25	0	0,01–0,25	0,26 – 0,50	0,51 – 0,99
		„į antropogenizaciją“ (hemerobijos kryptis „+“)			(nekito arba pokytis nežymus)	„į gamtiškumą“ (hemerobijos kryptis „-“)		
Pokyčių svyravimo amplitudė	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,01-0,50	1	1	1	0	-1	-1	-1
	0,51-1,00	2	1	1	0	-1	-1	-2
	1,01-1,50	2	2	1	0	-1	-2	-2
	>1,51	3	2	2	0	-2	-2	-3

Visi identifikuoti natūralumo pokyčiai nuo intensyvių žemės dangos renatūralizacijos iki intensyvios antropogenizacijos, atsižvelgiant į pokyčių dažnumą ir vykusių pokyčių kryptį, tai pat pokyčių svyravimo amplitudę suskirstyti į 7 pokyčių klases ir parengta kraštovaizdžio nestabilumo klases apibūdinanti lentelė (11 lentelė). Vertinamas žemės dangos pokyčių rezultatas – kuo dažniau teritorijoje vyko pokyčiai ir kuo didesnė pokyčių svyravimo amplitudė, tuo kraštovaizdis mažiau stabilus, jame vyksta palyginti daug procesų.

**11 lentelė.** Kraštovaizdžio nestabilumo klasės pagal kraštovaizdžio antropogeninio nestabilumo matricą ir jų apibūdinimas

**Table 11.** Landscape instability classes according to the landscape anthropogenic instability matrix and their characterisation

<b>Kraštovaizdžio nestabilumo klasė</b>	<b>Kraštovaizdžio nestabilumo klasės apibūdinimas</b>
<b>-3</b>	<b>Gamtinės krypties itin stipraus nestabilumo klasė</b> (intensyvi kaita su didele svyravimų amplitude, vyko greita kaita (įvyko 3 ir daugiau pokyčių), stipri renatūralizacija)
<b>-2</b>	<b>Gamtinės krypties vidutinio nestabilumo klasė</b> (vidutinė kaita su vidutine svyravimų amplitude, vidutinio greičio kaita (buvo 2 pokyčiai per analizuojamą laikotarpį), fiksuojama renatūralizacija)
<b>-1</b>	<b>Gamtinės krypties silpno nestabilumo klasė</b> (lėta kaita su maža svyravimų amplitude, įvyko tik vienas žemės dangos pokytis per analizuojamą laikotarpį).
<b>0</b>	<b>Nežymus nestabilumas</b> (pokyčių nefiksuota arba labai nežymi kaita, kuri svyruoja tarp nedidelių renatūralizacijos arba antropogenizacijos pokyčių. Gali būti fiksuojama mišri kaita)
<b>1</b>	<b>Antropogeninės krypties silpno nestabilumo klasė</b> (lėta kaita su maža svyravimų amplitude, įvyko tik vienas žemės dangos pokytis per analizuojamą laikotarpį)
<b>2</b>	<b>Antropogeninės krypties vidutinė nestabilumo klasė</b> (vidutinė kaita su vidutine svyravimų amplitude, vidutinio greičio kaita (buvo 2 pokyčiai per analizuojamą laikotarpį)
<b>3</b>	<b>Antropogeninės krypties itin stipraus nestabilumo klasė</b> (intensyvi kaita su didele svyravimų amplitude, vyko greita kaita (įvyko 3 ir daugiau pokyčių), stipri antropogenizacija)

Gauti kraštovaizdžio nestabilumo duomenys taip pat buvo pavaizduoti ir kraštovaizdžio nestabilumo intensyvumo žemėlapiu, kuriame išryškinamos teritorijos, kuriose dažniausiai, intensyviausiai vyko žemės dangos pokyčiai. Intensyvumo žemėlapiams buvo naudota ArcMap funkcija Hot Spot Analysis (Getis-Ord  $G_i^*$ ) skaičiuojant iš kraštovaizdžio nestabilumo duomenų pagal klasę. Erdviniams santykiams konceptualizuoti pasirinkta FIXED\_DISTANCE\_BAND, kai kiekviena funkcijos reikšmė analizuojama atsižvelgiant į gretimų reikšmių kontekstą. Gretimi požymiai, esantys nurodytu kritiniu atstumu 1,3 m, gauna svorį 1 ir daro įtaką tikslinio požymio skaičiavimams. Už kritinio atstumo ribų esantys gretimi požymiai gauna nulinį svorį ir neturi įtakos tikslinio požymio skaičiavimams. Atstumo funkcija pasirinktas euklidinis atstumas (angl. *euclidean distance*) – tiesiaiegis atstumas tarp dviejų taškų.

#### 3.4.1.1.6. Pasirinktų ekosistemų paslaugų teikimo pajėgumo vertinimas

Disertacijos vienas iš uždavinių – įvertinti EKF būklę. Šiame darbe EKF yra skaičiuojama gamtiniame karkase vertinant EP. EP ir su jomis susiję tyrimai pastaruosiu metu yra viena iš populiariausių kraštovaizdžio ekologijos temų. Šiai tyrimo temai populiarėjant kyla tikslių ir kokybiškų EP paslaugų identifikavimo metodų poreikis (Alkemade ir kt., 2014; Crossman ir kt., 2013). Vienas iš šiuo metu dažniausiai taikomų EP vertinio metodų yra matricos metodas, kurį pritaikius vėliau galima atlikti ir jų kartografavimą. EP matricos metodas grindžiamas paieškos (angl. *look-up*) lentele, kurios, kaip matricos, eilutės atstovaujamos teritorijų vienetų tipų, kurie, pavyzdžiui, gali būti ekosistemų tipai, buveinių tipai arba kiti teritoriniai vienetai, pavyzdžiui, žemės naudojimo ir žemės dangos (CORINE) tipai ir EP rinkiniai, kuriuos reikia įvertinti konkrečioje tyrimo teritorijoje. Kiekvienai iš nagrinėjamų EP, kurios matricoje pateikiamos kaip stulpeliai, suteikiamas balas, nurodant jų potencialą, pasiūlą, srautą ir naudojimą (Syrve ir kt., 2017; Burkhard ir kt., 2012). Savo pagrindiniame leidinyje Burkhard ir kt. (2009) pasiūlė naudoti pusiau kiekybinius balus pagal santykinę skalę nuo 0 iki 5 balų. Šie balai gali būti grindžiami įvairiais duomenų šaltiniais arba į juos gali būti integruojami įvairūs duomenų šaltiniai – nuo ekspertų vertinimų, statistinių duomenų iki kiekybinių duomenų iš procesais pagrįstų modelių arba tiesioginių ar netiesioginių matavimų. Gautą EP matricos lentelę galima lengvai sujungti su teritoriniais vienetais, kad būtų galima įvertinti EP erdvinį paplitimą (Burkhard ir kt., 2009).

Rengiant disertaciją Lietuvos EKF ir jos pajėgumui per 23 metus įvertinti buvo pritaikytas pirmiau aptartas matricos metodas (8 lentelė).

Matricai parengti buvo pritaikyta CORINE žemės dangos lentelė, kurioje prie atitinkamos žemės dangos reikšmės buvo suteiktas EP vertinimo balas, remiantis ankstesnių autorių patirtimi (Burkhard, 2009; Misiūnė ir kt., 2019; 10 lentelė). Balai buvo suteikti kiekvieno analizuojamo laikotarpio žemės dangos rinkiniui (1995, 2000, 2006, 2012, 2018). Kiekvienas iš penkių analizuojamų metų CORINE žemės dangos sluoksnių buvo atskirai apdorotas prie teritorinių vienetų topologinės lentelės pridant lentelę su balais iš EP matricos.

**12 lentelė.** Žemės dangos tipų (pagal CORINE) gebėjimo teikti EP vertinimo matrica. EP stiprumui naudojama vertinimo skalė nuo 0 iki 5 balų, čia 0 – žemės dangos tipas neturi atitinkamo pajėgumo teikti šią konkrečią EP; 1 – mažas pajėgumas, 2 – atitinkamas pajėgumas, 3 – vidutinis pajėgumas, 4 – didelis pajėgumas ir 5 – labai didelis pajėgumas. Eilutėse tarp vertinimų buvo apskaičiuota atskirų EP tipų bendra suma (sudaryta pagal Burkhard, 2009)

**Table 12.** Matrix for assessing the capacity of land cover types (according to CORINE) to provide ecosystem services. For the strength of ecosystem services, a rating scale of 0 to 5 is used, where 0 indicates that the land cover type does not have the corresponding capacity to provide that particular ecosystem service; 1 indicates low capacity, 2 indicates adequate capacity, 3 indicates medium capacity, 4 indicates high capacity and 5 indicates very high capacity. The rows between the assessments were calculated as the total sum of the individual ecosystem service type (compiled from Burkhard, 2009)

<b>Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000</b>		<b>Palaikymo EP</b>	Abiotinis heterogeniškumas	Biologinė įvairovė	Biotiniai vandens srautai	Metabolizmas	Spinduliavimas	Maistinių medžiagų praradimo mažinimas	Storage capacity (SOM)	<b>Reguliavimo EP</b>	Vietos klimatas	Visuotinis klimatas	Potvynių apsauga	Požemio vandens rezervas	Oro kokybės reguliavimas	Erozijos reguliavimas	Maistinės medžiagos	Vandens valymas	Apdulkinimas
111	Ištisinis užstatymas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	Neištisinis užstatymas	7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	Pramoniniai ar komerciniai objektai	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	Kelių ir geležinkelių tinklas ir su juo susijusi žemė	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	Uostų teritorijos	2	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0
124	Oro uostai	7	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000</b>		<b>Paalymo EP</b>	Abiotinis heterogeniškumas	Biologinė įvairovė	Biotiniai vandens srautai	Metabolizmas	Spinduliavimas	Maistinių medžiagų praradimo mažinimas	Storage capacity (SOM)	<b>Reguliavimo EP</b>	Vietos klimatas	Visuotinis klimatas	Potvynių apsauga	Požemio vandens rezervas	Oro kokybės reguliavimas	Erozijos reguliavimas	Maistinės medžiagos	Vandens valymas	Apdulkinimas
131	Naudingųjų iškasenų gavybos vietos	<b>4</b>	2	2	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	Sąvartynai	<b>8</b>	2	1	0	0	0	0	5	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	Statybų plotai	<b>3</b>	2	1	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	Žalieji miestų plotai	<b>18</b>	3	3	2	1	4	3	2	<b>11</b>	2	1	0	2	1	2	1	1	1
142	Sporto ir poilsio vietos	<b>16</b>	2	2	2	1	4	3	2	<b>9</b>	1	1	0	2	1	1	1	1	1
211	Nedrėkinamos dirbamos žemės	<b>22</b>	3	2	3	4	5	1	4	<b>5</b>	2	1	1	1	0	0	0	0	0
231	Ganyklos	<b>24</b>	2	2	4	5	5	2	4	<b>8</b>	1	1	1	1	0	4	0	0	0
242	Kompleksiniai žemdirbystės plotai	<b>20</b>	4	3	3	2	4	1	3	<b>5</b>	2	1	1	1	0	0	0	0	0
243	Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos intarpais	<b>19</b>	3	3	3	2	3	2	3	<b>13</b>	3	2	1	2	1	3	0	1	0
311	Lapuočių miškas	<b>31</b>	3	4	5	4	5	5	5	<b>39</b>	5	4	3	2	5	5	5	5	5
312	Spygliuočių miškas	<b>30</b>	3	4	4	4	5	5	5	<b>39</b>	5	4	3	2	5	5	5	5	5
313	Mišrus miškas	<b>32</b>	3	5	5	4	5	5	5	<b>39</b>	5	4	3	2	5	5	5	5	5
321	Natūralios pievos	<b>30</b>	3	5	4	4	4	5	5	<b>22</b>	2	3	1	1	0	5	5	5	0

<b>Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000</b>		<b>Paalymo EP</b>	Abiotinis heterogeniškumas	Biologinė įvairovė	Biotiniai vandens srautai	Metabolizmas	Spinduliavimas	Maistinių medžiagų praradimo mažinimas	Storage capacity (SOM)	<b>Reguliavimo EP</b>	Vietos klimatas	Visuotinis klimatas	Potvynių apsauga	Požemio vandens rezervas	Oro kokybės reguliavimas	Erozijos reguliavimas	Maistinės medžiagos	Vandens valymas	Apdulkinimas
322	Dykvietės ir viržynai	<b>30</b>	3	4	4	5	4	5	5	<b>13</b>	4	3	2	2	0	0	0	0	2
324	Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	<b>21</b>	3	4	2	3	3	4	2	<b>3</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	2
331	Pliažai, kopos, smėlynai	<b>10</b>	3	3	1	1	1	0	1	<b>6</b>	0	0	5	1	0	0	0	0	0
333	Alpinė augalija	<b>9</b>	2	3	1	0	1	1	1	<b>3</b>	1	0	1	1	0	0	0	0	0
334	Gaisravietės	<b>6</b>	2	1	0	0	0	0	3	<b>1</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
411	Kontinentinės pelkės	<b>25</b>	3	2	4	4	4	3	5	<b>14</b>	2	2	4	2	0	0	4	0	0
412	Durpynai	<b>29</b>	3	4	4	4	4	5	5	<b>24</b>	4	5	3	3	0	0	3	4	2
511	Vandens tėkmės	<b>18</b>	4	4	0	3	3	3	1	<b>10</b>	1	0	2	1	0	0	3	3	0
512	Vandens telkiniai	<b>23</b>	4	4	0	4	4	3	4	<b>7</b>	2	1	1	2	0	0	1	0	0
521	Pakrančių lagūnos	<b>25</b>	4	4	0	5	5	3	4	<b>5</b>	1	0	4	0	0	0	0	0	0
522	Estuarijos	<b>21</b>	3	3	0	5	5	3	2	<b>9</b>	0	0	3	0	0	0	3	3	0
523	Jūra ir vandenynas	<b>15</b>	2	2	0	3	3	4	1	<b>13</b>	3	5	0	0	0	0	5	0	0

EP suskirstyti į kategorijas yra būtina siekiant jas aiškiau kartografuoti (Burkhard ir Maes, 2017). EP skirstyti į kategorijas yra sukurtos net kelios skirtingos tipologijos ir būdai, kuriems naudojami skirtingi kriterijai, tokie kaip antai erdvinės charakteristikos ir mastelis, paslaugų srantai, paslaugų gavėjai (privatus ar viešasis), gaunamos naudos tipas (panaudojama ar nepanaudojama) ir pagal tai, ar paslaugos naudojamos vieno asmens ar grupės, veikia kitų galimybes jas naudoti (konkurencinės ir nekonkurencinės). Vientisą EP rinkinį sudaro: aprūpinimo, reguliavimo, palaikymo ir kultūrinės paslaugos. Atsižvelgiant į kiekvieno ekosistemų tipo apibūdinimą (MEA, 2005) ir siekiant įvertinti EKF, disertacijoje buvo vertinamos tik dvi EP:

1. Reguliavimo paslaugos – tai paslaugos, kurias ekosistemos teikia veikdamos kaip reguliatoriai, pavyzdžiui, reguliuodamos oro ir dirvožemio kokybę arba kontroliuodamos potvynius ir ligas.

2. Palaikančios paslaugos yra beveik visų kitų paslaugų pagrindas. Ekosistemos suteikia gyvenamąją erdvę augalams ir gyvūnams; jos taip pat palaiko įvairių rūšių augalų ir gyvūnų įvairovę. Palaikymo paslaugos išreiškiamos ekologiniu vientisumu, kuris atspindi kuo natūralesnę ekosistemų pusiausvyrą, pakeistą žmogaus veiklos (pvz., aplinkos abiotinis heterogeniškumas, biologinė įvairovė, biomasės perkėlimas ir kt.).

Panaudojus duomenų apdorojimo funkciją – duomenų lentelių sujungimą (angl. *join*) – buvo gautas sluoksnis, kuriame kiekvienas žemės dangos arealas turėjo savo teikiamų EP stiprumo balą. Taip buvo parengti penkių laikotarpių (1995, 2000, 2006, 2012 ir 2018) sluoksniai. Ekosistemoms vertinti, kaip ir kraštovaizdžio destabilizacijai vertinti, rodikliai buvo perskaičiuoti šešiakampiuose. Šiam uždaviniui buvo naudojama ArcMap sumavimo (angl. *summarize*) funkcija, kuria remiantis buvo gauti apibendrinti rodikliai. Visų 16 EP stiprumo balai pagal skirtingus žemės dangos tipus buvo susumuoti ir gautas bendras EP stiprumo balas. Po kiekvieno perskaičiavimo gauta reikšmė padalinta iš šešiakampio ploto (t. y. iš 4,39 km<sup>2</sup>, pasienio šešiakampiams – iš jų apkirpto ploto). Galutinė EP potencialo šešiakampyje reikšmė apskaičiuota kiekvieno žemės dangos arealo EP potencialo reikšmę padauginus iš atitinkamo arealo ploto, taip atsižvelgiant į svorio koeficientą – arealo plotą heksagone. Vėliau sandaugų reikšmės susumuotos šešiakampio viduje ir padalintos iš atitinkamo šešiakampio ploto:

$$E_{pxs} = (\Sigma_6 (E_k * \check{Z}d_h)) / H_{xs} \quad (7)$$

čia:  $E_{pxs}$  – EP stiprumo balas šešiakampyje;  $E_k$  – žemės dangos arealo EP reikšmė;  $\check{Z}d_h$  – žemės dangos arealo plotas;  $H_{xs}$  – šešiakampio plotas.



Suminiai EP potencialo duomenys naudojant ArcMap programinę įrangą pateikti grafiškai 4.3.2 skyriuje. Įvertinus EP potencialą, sudarytas Lietuvos EKF probleminis žemėlapis, kuriame nurodytos teritorijos, kur stabiliausias kraštovaizdis ir stipriausiai veikianti EKF, bei teritorijos, kuriose kraštovaizdžio nestabilumas yra didžiausias, o EKF yra smarkiai pažeista arba nebevyksta.

#### 3.4.1.2. Statistinis duomenų apdorojimas

Šiame darbe kraštovaizdžio natūralumo kaitos kryptims, amplitudės svyravimams ir nestabilumo reiškinių kiekybinėms charakteristikoms apibūdinti taip pat taikyta statistinė analizė. Tinkamai pagrįsta statistinė analizė padeda išryškinti statistinius dėsningumus. Atlikus žemės dangos analizę ir pagal CORINE duomenis nustatčius kraštovaizdžio nestabilumą 1995–2018 m. laikotarpiu taip pat buvo atlikta tiesinė regresinė analizė (angl. *Ordinary Least Squares* (OLS)) patikrinti, ar pokyčių kryptis ir amplitudės svyravimai padeda paaiškinti žemės dangos nestabilumo indekso reikšmes. Statistinei analizei buvo panaudoti geografinės informacinės sistemos įrankiai (ArcMap programinė įranga), į regresijos modelį buvo įtraukti darbe naudoti erdviniai duomenys ir erdvinės analizės metodai. Erdvinei autokoreliacijai nustatyti buvo naudojama pasaulinė Morano I statistika (angl. *the global Moran's I statistic*). Duomenys gauti ArcMap buvo eksportuoti į .xsl ir tolesni duomenų koreliacijos (angl. *correlation*) ir regresijos (angl. *regression*) skaičiavimai atlikti naudojant MS Excel funkcijas.

Apskaičiuotas dviejų duomenų rinkinių koreliacijos koeficientas. Jis rodo kintamųjų tiesinio ryšio stiprumą ir kryptį. Koreliacijos koeficientas svyruoja nuo -1 iki 1. Teigiamą koreliaciją, kai koeficientas artimas 1, rodo stiprų teigiamą tiesinį ryšį, t. y. vienam kintamajam didėjant, didėja ir kitas kintamasis. Neigiamą koreliaciją, kai vienam kintamajam didėjant, kitas mažėja. Koreliacijos nėra, kai koeficientas artimas 0, rodo, kad tarp kintamųjų nėra jokio tiesinio ryšio.

Regresinė analizė padeda suprasti priklausomo kintamojo ir vieno ar daugiau nepriklausomų kintamųjų ryšį. Šiame darbe buvo naudojama linijinė regresinė analizė, kuria remiantis apskaičiuojami keli regresijos rodikliai:

Linija (angl. *linest*): šis koeficientas rodo priklausomo kintamojo pokytį, nepriklausomam kintamajam pasikeitus vienu vienetu. Teigiamas nuolydis rodo teigiamą ryšį, o neigiamas nuolydis – neigiamą ryšį.

Tendencija (angl. *trend*): rodo apskaičiuotą priklausomo kintamojo vertę, kai nepriklausomas kintamasis lygus nuliui.

R kvadratas: ši reikšmė rodo, kokią priklausomo kintamojo variacijos dalį galima paaiškinti nepriklausomu (-ais) kintamuoju (-aisiais). Ji svyruoja nuo 0 iki 1, o didesnė reikšmė rodo geresnį atitikimą.

### 3.4.2. Probleminių arealų vertinimo etapas

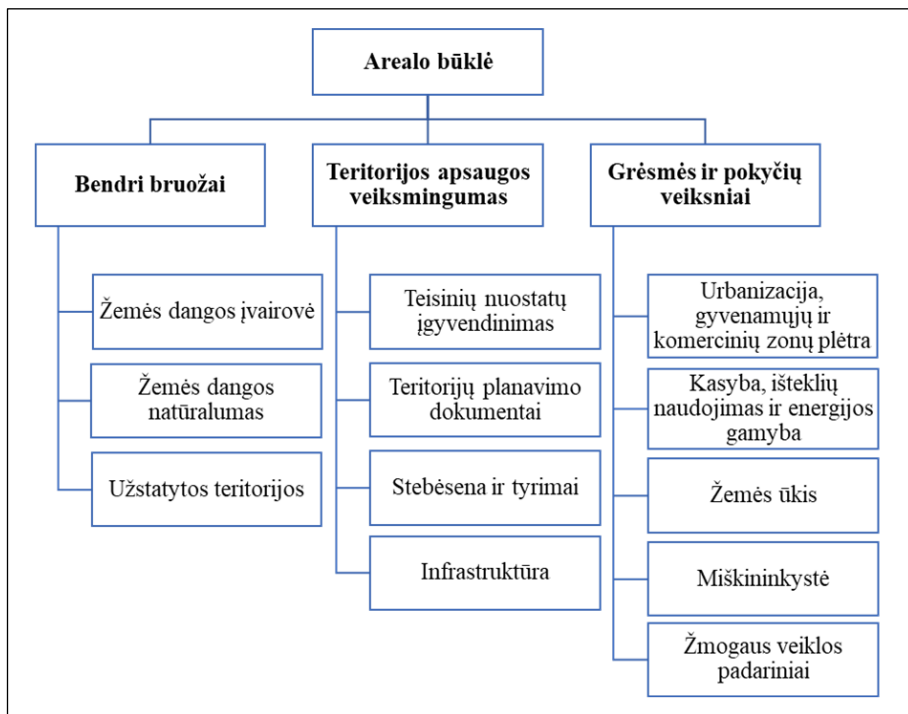
Disertacijoje kraštovaizdžio probleminių arealų kokybė (arba būklė) nustatoma pagal fizinę kraštovaizdžio būklę, taip pat arealo pažeistumą vizualiniu, funkcinu ir ekologiniu požiūriu. Detalesnis ir išsamesnis teritorijos vertinimas atspindi tam tikrų savybių ir elementų, sudarančių vietovės charakterį, būklę (The Landscape..., 2002). Šiame darbe detalaus probleminio arealo vertinimo metodika remiasi kitų šalių, turinčių senas kraštovaizdžio tyrimų tradicijas, sukurtomis ir taikomomis metodikomis.

Kuriant metodiką didžiausias iššūkis buvo pasirinkti tinkamą vertinimo skalę, aspektus, kriterijus ir rodiklius, kurie tinkamai atspindėtų kraštovaizdžio draustinių būklę ir įvairovę. Siekiant kokybiškai įvertinti kraštovaizdžio draustinių būklę nacionalinio palyginimo tikslais, buvo pasiūlytos trys vertinimo sritys:

- 1) bendros fizinės teritorijos būklės nustatymas;
- 2) teritorijos apsaugos tinkamumo lygio įvertinimas;
- 3) pagrindinių pokyčius lemiančių veiksnių ir grėsmių nustatymas.

Probleminių arealų vertinimo metodika pirmą kartą buvo išbandyta su kraštovaizdžio draustiniais Lietuvoje (Jasinavičiūtė ir kt., 2020). Kraštovaizdžio draustiniai yra konservacinio prioriteto saugomos teritorijos, tačiau priskiriami kompleksinių draustinių, kurie įsteigti siekiant išsaugoti vertingo gamtinio ir (ar) kultūrinio kraštovaizdžio vietoves, rūšiai. Draustinis – teritorija, skirta moksliniu ir pažintiniu požiūriu vertingoms gamtos ir (ar) kultūros paveldo vietovėms, jose esančioms gamtos ir nekilnojamoms kultūros vertybėms, kraštovaizdžio ir biologinei įvairovei išsaugoti. Šioje teritorijoje esančių vertybių išsaugojimas užtikrinamas nenutraukiant joje ūkinės veiklos (Lietuvos Respublikos saugomų..., 1993).

Pagrindinis probleminių arealų vertinimas (16 pav.), orientuotas į šias tris vertinimo kryptis (komponentus), suskirstytas pagal skirtingus kriterijus:



**16 paveikslas.** Principinė probleminių kraštovaizdžio arealų būklės vertinimo schema

**Figure 16.** Principle scheme for assessing the condition of problem landscape habitats

Pirmas komponentas – bendrieji fiziniai teritorijos bruožai, pagal kuriuos vertinama kraštovaizdžio struktūra pagal gamtinę ir kultūrinę vertinimo kryptis, apimančias tiek gamtines, tiek kultūrinės saugomas draustinio vertybes. Žemės dangos įvairovei, kraštovaizdžio natūralumui ir užstatytų teritorijų vientisumui (iš viso 3 kriterijai) įvertinti galima naudoti laisvai prieinamus žemės dangos duomenų rinkinius (šiam darbe CORINE žemės dangos duomenis), aerofotonuotraukas (Europos Komisija..., 1993) ar net palydovines nuotraukas (pvz., *Landsat* ar *Sentinel* programos).

Antras komponentas – teritorijos apsaugos veiksmingumas. Šio vertinamo komponento kriterijai apibūdina teisės aktų laikymąsi teritorijoje, teritorijų planavimo dokumentų įgyvendinimo kokybę ir teritorijos tvarkymo efektyvumą. Vertybių apsaugos efektyvumui vertinti numatyti 4 kriterijai, kurie visi turėtų būti užpildyti.

Pagal trečią komponentą vertinamos grėsmės ir pokyčius lemiantys veiksniai. Svarbu nustatyti galimas teritorijų planavimo dokumentų sprendinių įgyvendinimo kokybės ir kylančių grėsmių sąsajas. Rekomenduojama naudotis Europos aplinkos agentūros naudojamu Poveikio

ir grėsmių sąrašu (2019 04-04 versija), pritaikytu Buveinių direktyvai (Eionet, 2021).

Šiame darbe, įvertinus Lietuvos teritoriją, galima išskirti šias didžiausias grėsmes kraštovaizdžiui:

1. Teritorijos ar jos dalies pavertimas dirbamais laukais kelia didelę grėsmę teritorijos natūralumui (reljefui, biologinei įvairovei), todėl tokio pobūdžio žemės naudojimas ir šio proceso intensyvumas turėtų būti reguliuojamas;

2. Teritorijoje esančių pievų šienavimo nutraukimas, sudarantis prielaidas teritorijos apaugimui sumedėjusia augalija. Tai savo ruožtu blogina teritorijos kraštovaizdžio vizualinę kokybę, taip pat teritorijos vertybių matomumą;

3. Teritorijoje vykdomi kirtimai ne tik daro neigiamą vizualinį poveikį, bet ir dėl sunkiosios technikos naudojimo sukuria realias prielaidas paviršiaus nykimui ir reljefo formų kaitai, taip pat didina paviršiaus erozijos riziką;

4. Nors kasyba teritorijose yra reglamentuojama teisės aktais, tačiau yra nemažai teritorijų, kuriose atsiranda neteisėta naudingųjų iškasenų gavyba privačioms ar komercinėms reikmėms.

Grėsmės, kurios nebuvo aptartos, bet yra nurodytos vertinime, taip pat turėtų būti įvertintos reikšmingumo požiūriu, nurodant grėsmės kodą, pavadinimą ir komentarą apie reikšmingumo vertinimą. Tam tikrais atvejais, kai grėsmės yra glaudžiai susijusios ir jų poveikį sunku atskirti, rekomenduojama kelias susijusias grėsmes parodyti vienoje eilutėje ir pateikti bendrą vertinimą. Greitojo grėsmių vertinimo rodikliai nustatomi ir analizuojami, kai išsamiam vertinimui atlikti nereikia informacijos ir (arba) kompetencijos. Vertinimo pradžioje nustatomi galimi antropogeniniai pažeidimai ir miškų kirtimo atvejai. Nustatomos galimos probleminės situacijos, kurios padeda nuspręsti dėl būklės vertinimo taškų.

Bendrųjų savybių ir vertybių apsaugos veiksmingumo vertinimas atliekamas suteikiant balus, nuo 0 balų kaip prastos iki 3 balų kaip puikios būklės ir užpildant 13 lentelėje pateikiamą formą. Maksimalus abiejų komponentų įvertinimas yra 21 balas. Balai sumuojami. Grėsmių ir išorės veiksnių vertinimas taip pat atliekamas paprastu balų skaičiumi – nuo 0 balų kaip nežymus iki 3 balų kaip žymus. Tačiau šis balas visada bus neigiamas. Didžiausio šio komponento balo nustatyti neįmanoma, nes grėsmės nustatomos kiekvienai teritorijai atskirai. Balai taip pat sumuojami. Bendras teritorijos įvertinimas rašomas dviem skaičiais, pavyzdžiui, A (-B), čia A reiškia teritorijos bendrųjų savybių ir vertybių apsaugos veiksmingumo sumą, o (-B) – spaudimą ir grėsmes. Atlikus paruošiamuosius darbus, teritorijos vertinimas tęsiamas lauke.

Vertinti pasirenkami bent trys apžvalgos taškai:

- jei teritorijoje vyrauja natūrali struktūra, siekiant įvertinti natūralumą, bent vienas apžvalgos taškas turi būti pasirinktas galimo antropogeninio nukrypimo vietoje;

- jei teritorijoje vienodai dalijasi ir natūralios, ir antropogenizuotos struktūros, du apžvalgos taškai turi būti natūralūs, o trečiasis – galimo antropogeninio nukrypimo vietoje.

Pastabos komentarų langelyje suteikia daugiau pasitikėjimo vertinimo rezultatais, todėl sprendimų priėmimas tampa skaidresnis. Pastabos gali apimti informacinį dokumentą, stebėsenos rezultatus arba išorės tyrimus ir vertinimus. Be to, čia galima paminėti bet kokius siūlomus veiksmus, kurie pagerintų valdymo rezultatus.

**13 lentelė.** Arealo būklės detaliojo vertinimo forma

**Table 13.** Detailed site condition assessment form

Problema	Kriterijus	Vertinimas: tik vienas pasirinkimas prie vieno punkto	
<b>I. BENDRIEJI VIETOVĖS BRUOŽAI*</b>			
<b>1. Žemės dangos įvairovė</b>  Žemės naudojimo tipas, pokyčių greitis (vertinimas naudojant CORINE duomenis)	Monotoniška žemės danga, vieno tipo	0	
	Analizuojamoje teritorijoje naudojami keli dideli žemės plotai, todėl sukuriamas nedidelis kraštovaizdžio peizažas	1	
	Vidutinio dydžio žemės sklypai, kurie sukuria kuklų vaizdinį	2	
	Didelė žemėnaudos mozaika, pasireiškianti nedideliais įvairių žemėnaudų sklypais	3	
<b>2. Kraštovaizdžio natūralumas</b> Natūralių ir subnatūralių komponentų (miškų, pelkių, vandens telkinių) dalis teritorijoje	Kraštovaizdis nėra santykinai natūralus	0	
	Mažesnis natūralaus kraštovaizdžio plotas (miškai, pelkės ir vandenys <30 %)	1	
	Iš dalies natūralus kraštovaizdis (miškai, pelkės ir vandenys 30–80 %) dominuoja	2	
	Vyrauja santykinai natūralus kraštovaizdis (miškai, pelkės ir vandenys 80–100 %)	3	
<b>3. Užstatytos teritorijos</b>	Ryški miesto struktūra, ryškūs etnografiniai elementai	0	
	Neapibrėžta urbanistinė struktūra, ryškūs etnografiniai elementai	1	
	Neryški urbanistinė struktūra, nėra ryškių etninių elementų	2	

Problema	Kriterijus	Vertinimas: tik vienas pasirinkimas prie vieno punkto	
	Nėra gyvenamųjų rajonų	3	
<b>Bendras vietovės bendrųjų savybių įvertinimas (0-9 balai):</b>			
<b>II. TERITORIJOS APSAUGOS VIENTISUMAS</b>			
<b>4. Teisinių nuostatų įgyvendinimas</b>	Teritorijoje nėra užtikrinamas teisės aktų laikymasis, fiksuojama daug pažeidimų	0	
Žalos aplinkai būdai ir jų mastas	Esama didelių darbuotojų gebėjimų ir (arba) išteklių, reikalingų saugomų teritorijų teisės aktams ir taisyklėms įgyvendinti, trūkumų (pvz., trūksta įgūdžių, nėra biudžeto kontrolei, trūksta institucinės paramos)	1	
	Darbuotojai turi priimtinus gebėjimus ir (arba) išteklius užtikrinti saugomų teritorijų teisės aktų ir taisyklių vykdymą, tačiau išlieka tam tikrų trūkumų	2	
	Darbuotojai turi puikius gebėjimus ir (arba) išteklius užtikrinti saugomų teritorijų teisės aktų ir taisyklių vykdymą	3	
<b>5. Teritorijų planavimo dokumentai</b>	Teritorija neturi jokių planavimo dokumentų	0	
	Teritorija neturi valdymo plano, tačiau priemonės yra įtrauktos į kitus planavimo dokumentus	1	
	Teritorijų planavimo dokumentai yra parengti, tačiau priemonės neįgyvendinamos	2	
	Teritorijoje patvirtintas ir įgyvendinamas draustinio planavimo dokumentas	3	
<b>6. Stebėseną ir tyrimai</b>	Teritorija nėra mokslinių tyrimų ir stebėsenos objektas; duomenų nėra	0	
	Tyrimai ir stebėseną teritorijoje buvo atliekami daugiau nei prieš 10 metų. Duomenų yra, juos reikia atnaujinti	1	
	Teritorijoje vykdoma tik stebėseną pagal poreikį	2	
	Teritorijoje nuolat atliekami tyrimai ir stebėseną, duomenų yra	3	
<b>7. Infrastruktūra</b>	Lankytojams skirtų patalpų nėra, o poreikiai nenustatyti	0	

Problema	Kriterijus	Vertinimas: tik vienas pasirinkimas prie vieno punkto	
	Yra lankytojų objektų poreikis, tačiau teritorijoje nėra pažintinės turizmo infrastruktūros. Matoma rekreacinė digresija	1	
	Teritorija pritaikyta pažintiniam turizmui, tačiau infrastruktūra prastai prižiūrima	2	
	Teritorija turi pažintinio turizmo infrastruktūrą, ji nuolat prižiūrima	3	
<b>Bendras vertybių apsaugos veiksmingumo balas (0-12):</b>			
<b>BENDRAS BALŲ SKAIČIUS (0-21):</b> <i>(bendrijų vietovės savybių ir vertybių apsaugos veiksmingumo suma)</i>			
<b>III. GRĖSMĖS IR POKYČIŲ VEIKSNIAI</b>			
Kodas ir grėsmės pavadinimas	Grėsmės apibūdinimas	Vertinimas: tik vienas pasirinkimas prie vieno punkto	
<b>A01 Gamtinės žemės pavertimas žemės ūkio paskirties žeme</b>	Tokios grėsmės šioje teritorijoje nefiksuota	0	
	Maža grėsmė – iki 10 % draustinio teritorijos paversta ariama žeme	-1	
	Vidutinis grėsmės lygis – -10–30 % teritorijos paversta ariamaisiais laukais	-2	
	Didelis grėsmės lygis – daugiau kaip 30–80 % teritorijos paversta ariamaisiais laukais	-3	
<b>A06 Pievų užaugimas</b>	Iki 10 % teritorijos pievų ir ganyklų ploto nėra reguliariai šienaujama ar ganoma	0	
	Mažas grėsmės lygis – 10–30 % teritorijoje esančių pievų ir ganyklų ploto nėra reguliariai šienaujama ar ganoma	-1	
	Vidutinis grėsmės lygis – 30–60 % teritorijos pievų ir ganyklų ploto nėra reguliariai šienaujama ar ganoma	-2	
	Grėsmės lygis yra didelis – daugiau kaip 60 % teritorijos pievų ir ganyklų nėra reguliariai šienaujamos ar ganomos	-3	
<b>B09 Kirtavietės iškirtimas</b>	Miškai tvarkomi pagal miškotvarkos projektus. Tokio pobūdžio grėsmių teritorijoje neužfiksuota	0	

Problema	Kriterijus	Vertinimas: tik vienas pasirinkimas prie vieno punkto	
	Grėsmės lygis nedidelis – iki 5 % miško ploto sudaro kirtavietės ir I klasės medynai	-1	
	Grėsmės lygis vidutinis – teritorijoje 5–35 % miško ploto sudaro kirtavietės ir I klasės medynai	-2	
	Grėsmės lygis didelis – 35 % teritorijos miško ploto sudaro kirtavietės ir I klasės medynai	-3	
<b>C01 Kirtavietės išskirtimas</b>	Augalinės dangos struktūros pokyčių nėra	0	
	Grėsmės lygis mažas, beveik nepastebimas	-1	
	Grėsmės lygis vidutinis – teritorijoje yra apleistų nedidelių nere kultivuotų karjerų	-2	
	Grėsmės lygis didelis – fiksuojamas akivaizdus ir didelio ploto (naujų kasybos ir statybų teritorijų) paviršiaus reljefas, augalinės dangos struktūros pokyčiai, naikinantys per ilgą laiką natūraliai ir organiškai susiformavusias jų vertingąsias savybes	-3	
<b>F01 Teritorijų su gyvenvietėmis ir rekreaciniais pastatais statyba</b>	Užstatytų teritorijų darma su aplinkiniu kraštovaizdžiu	0	
	Grėsmės lygis nedidelis – gretimos gyvenvietės neišleidžia nuotekų į gretimą vandens telkinį, tačiau reikia pasirūpinti dėl šiukšlinimo	-1	
	Grėsmės lygis vidutinis – išvalytos nuotekos iš gretimos gyvenvietės išleidžiamos į gretimą vandens telkinį	-2	
	Grėsmės lygis didelis – šalia draustinio vyksta intensyvi statyba, o nevalytos gyvenviečių nuotekos išleidžiamos į paviršinio vandens telkinį aukščiau draustinio	-3	
<b>Bendras spaudimo ir grėsmių veiksmingumo balas (0-15). Šis balas visada yra neigiamas:</b>			
<b>Išvados (vertinimo grupė ir bendras rezultatas (0-21; -0-15):</b>			

*\*kriterijai vertinami tik pirmą kartą. Šie kriterijai neatspindi vietovės būklės, tačiau gali būti naudojami palyginti skirtingas teritorijas.*



Įvertinus teritoriją trimis aspektais, išvadose galima apibūdinti bendrą teritorijos būklę:

**I. Gera būklė.** Labai išraiškinga ir įvairi kraštovaizdžio struktūra, teritorija išlaikiusi savo natūralumą, vandens telkinių kranto linija nekeista. Yra pavienių gyvenviečių su neryškia urbanistine struktūra. Teritorijoje dažnai vykdoma prevencinė veikla, todėl pažeidimų nėra, reguliariai atliekami teritorijos tyrimai. Yra sukurta ir tinkamai prižiūrima pažintinė infrastruktūra. Nustatyti ne daugiau kaip du nedidelio masto rizikos veiksniai.

**II. Vidutiniška būklė.** Išraiškinga, bet ne tokia įvairi kraštovaizdžio struktūra, vyrauja natūralus kraštovaizdis (miškai-pelkės ir vandenys užima 30–80 proc.), kai kurios pakrantės pakeistos. Yra nedidelių žmonių gyvenviečių, urbanistinė struktūra jose neryški. Trūksta vietovės tvarkymo ir priežiūros. Prevencinė veikla teritorijoje vykdoma kartą per metus, todėl pažeidimų fiksuojama. Teritorija ištirta daugiau nei prieš 10 metų. Pažintinė infrastruktūra yra, bet neprižiūrima. Nustatyta viena didelė grėsmė ir dvi ar daugiau vidutinės grėsmės.

**III. Prasta būklė.** Monotoniška kraštovaizdžio struktūra, teritorija praradusi natūralumą, iki 30 proc. pakrančių pakeista dėl tiesioginės ar netiesioginės žmogaus veiklos (ištiesintos upių vagos, dirbtiniai tvenkiniai, dėl melioracijos darbų arba dėl eutrofikacijos, kurią lemia pasklidusi tarša iš žemės ūkio laukų). Yra daug miestų teritorijų, kuriose neišlaikyta pirminė struktūra. Šioje teritorijoje nevykdoma prevencinės veiklos, todėl yra daug pažeidimų, o svarbioms saugomoms vertybėms padaryta didelė žala. Nuo teritorijos įsteigimo joje nebuvo atliekama jokių tyrimų. Nustatytos daugiau nei trys reikšmingos grėsmės.

## 4. TYRIMŲ REZULTATAI

### 4.1. Kraštovaizdžio natūralumo pokyčiai 1995–2018 m. laikotarpiu

Kraštovaizdis nuolat keičiamas žmogaus veiklos, tenkinant tiek pirminius (pvz., maisto, vandens, šilumos), tiek antrinius (socialinius), taip pat materialinius ir gamybinius poreikius. Žinoma, labiausiai į veikiančias jėgas reaguoja gamtinės teritorijos, biologinė įvairovė, o didžiausią antropogeninio poveikio mastą atspindi ir yra labiausiai pastebima besikeičianti kraštovaizdžio dalis – žemėnaudų struktūra (žemės danga). Šia analize buvo siekiama nustatyti, kaip intensyviai ir kuria kryptimi vyko kraštovaizdžio kaitos procesai Lietuvos teritorijoje.

Dėl nevienodos kraštovaizdžio struktūros skirtingose Lietuvos teritorijose ir jo natūralumas yra nevienodas. Kraštovaizdžio bendroji įvairovė koreliuoja su gamtinės kraštovaizdžio įvairovės reikšmėmis (Kavaliauskas, 2011). Didžiųjų miestų (Kauno, Šiaulių, Panevėžio) teritorijos pasižymi maža gamtinio kraštovaizdžio tipų įvairove, išskyrus Vilnių, kuriame vyrauja itin išraiškingas reljefas, ir Klaipėdą, kurios teritorijoje galima aptikti pajūriui būdingų kraštovaizdžio tipų. Natūraliu, gamtiniu kraštovaizdžiu išsiskiria tos Lietuvos dalys, kurios išsidėsčiusios tarp aukštumų ir lygumų, neretai apimančios ir plynaukštes, ežeringus miškingus arealus, didžiųjų upių slėnius. Kraštovaizdžio įvairovę didina urbanizacijos arba industrializacijos objektų artumas, suburbanizacijos procesai. Sudėtinga kraštovaizdžio struktūra lemia ir tai, kad kraštotvarkos priemonės čia labiau diferencijuojamos, idant būtų užtikrintas racionalus teritorijos naudojimas ir kuo mažiau paveiktas teritorijos ekologinis stabilumas.

Įvertinus 23 metų duomenis galima teigti, kad Lietuvos kraštovaizdžio struktūra yra kaiti, nors, žinoma, nevienodai (14 lentelė). Yra teritorijų, kuriose natūralios struktūros, gamtiškumas vyrauja visą analizuojamą laikotarpį ir vykstantys pokyčiai labai nežymūs arba jų visai nevyko, nes ne visi kraštovaizdžio elementai yra vienodai kaitūs. Esamus kraštovaizdžio struktūros ypatumus nulemia buvęs ir dabartinis jo naudojimo pobūdis ir intensyvumas.

Reikia pažymėti, kad CORINE žemės dangos stebėseną yra gana apibendrinto mastelio (1:100 000) ir vykdoma naudojant kosminio vaizdo nuotrauką, o mažiausias fiksuoto pokyčio plotas – 5 ha. CORINE žemės dangos ataskaitų duomenų analizė parodė, kad nuo 1995 m. iki 2018 m. daugelis žemės dangos plotų patyrė pokytį (14 lentelė). Analizuojamu laikotarpiu didžiausias pokytis atsirado teritorijose, kuriose fiksuotas vidutinis žmogaus veiklos poveikis H13, daugiausia tai natūralios pievos, dykvietės ir

viržynai, pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai, gaisravietės. Per analizuojamą laikotarpį šių teritorijų padidėjo 78,17 procento. Tai teritorijos, kuriose vykdomi pavieniai arimai, ekstensyvios ganyklos. Pagrindiniai procesai, kurie fiksuojami analizuojamoje teritorijoje, susiję su agrarinių plotų renatūralizacija, t. y. teritorijos virsmo į labiau natūralesnę.

**14 lentelė.** Žemės dangos natūralumo pokyčiai Lietuvoje 1995–2018 m. Hi1-Hi7 rodo natūralumo laipsnį (*Hemeroby* indeksas pagal 7 lentelę) pagal CORINE duomenis. Teritorijų, kurių natūralumo indeksas Hi1 (t. y. visiškai natūralių vietovių), nėra fiksuota šalyje per visą analizuojamą laikotarpį. Žalia rodyklė rodo, kad 1995–2018 m. žemės dangos plotas padidėjo, o raudona rodyklė iliustruoja, kad žemės dangos plotas sumažėjo

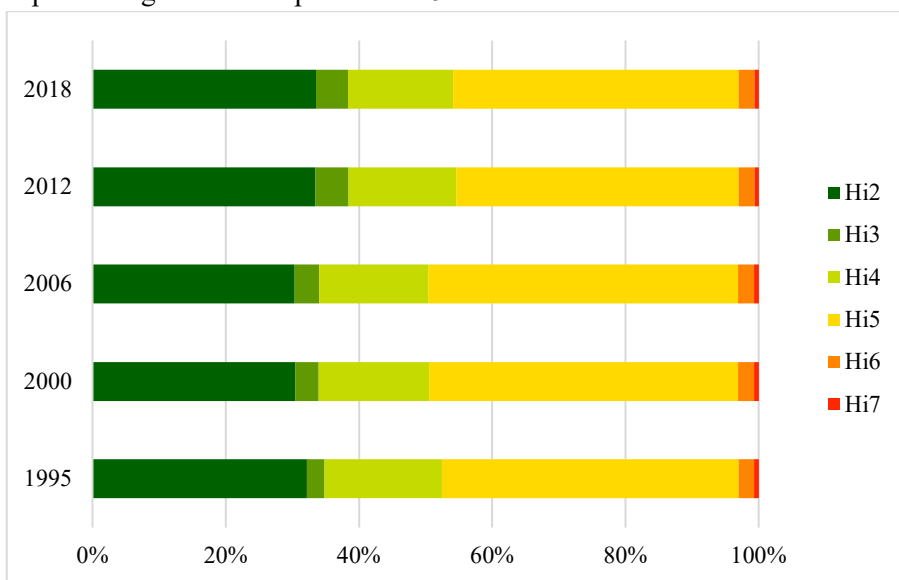
**Table 14.** Changes in land cover naturalness in Lithuania 1995-2018. Hi1-Hi7 indicates the degree of naturalness (*Hemeroby* index according to table 7) based on CORINE data. No areas with a *Hemeroby* index of Hi1 (i.e. fully natural areas) have been recorded in the country during the whole period analysed. The green arrow shows an increase in land cover between 1995 and 2018, while the red arrow illustrates a decrease in land cover

<i>Hemeroby</i> indeksas	1995 (km <sup>2</sup> )	2000 (km <sup>2</sup> )	2006 (km <sup>2</sup> )	2012 (km <sup>2</sup> )	2018 (km <sup>2</sup> )	Pokytis 1995-2018 ( <i>net change</i> )		
						(km <sup>2</sup> )	(%)	
<b>Hi1</b>	0	0	0	0	0	0	0	-
<b>Hi2</b>	22 298,62	20 262,91	20 222,73	23 042,49	23 125,34	826,72	3,70	↑
<b>Hi3</b>	1845,09	2331,42	2402,15	3397,15	3287,41	1442,32	78,17	↑
<b>Hi4</b>	12 220,07	11 012,98	10 947,19	11 175,19	10 852,76	-1367,31	-11,19	↓
<b>Hi5</b>	30 908,96	30 911,96	30 925,52	29 182,76	29 512,72	-1396,24	-4,52	↓
<b>Hi6</b>	1596,85	1565,08	1581,51	1627,40	1642,96	46,11	2,89	↑
<b>Hi7</b>	480,97	470,31	475,55	429,15	432,95	-48,02	-9,98	↓

Lietuvoje analizuojamu laikotarpiu visiškai nebuvo fiksuota Hi1 absoliučiai gamtinių teritorijų, kurioms būdinga pirmą kartą natūrali augmenija. Kadaise Lietuvos teritorijoje buvusių pirmą kartą miškų, sengirų nebėra išlikusių dėl aktyvios žmogaus ūkinės veiklos.

Didžiausią neigiamą pokytį patyrė teritorijos, nutolusios nuo gamtos (žalieji miestų plotai, ganyklos, dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos intarpais, vandens telkinių pakrantės). Per visą analizuojamą laikotarpį vidutiniškai stipraus žmogaus veiklos poveikio Hi4 teritorijų sumažėjo net 11,19 procento. Taip pat sumažėjo ir ypač stipraus žmogaus veiklos poveikio teritorijų Hi7. Tokį pasikeitimą galima sieti su Lietuvos teritorijoje gan intensyviai vykdytais kraštovaizdžio erdvių tvarkymo projektais, kurių metu būdavo reiklinojamos pažeistos teritorijos – buvę karjerai, ardomi bešeimininkiai kraštovaizdžio estetinę vertę mažinantys pastatai.

Visais analizuojamais laikotarpiais Lietuvos teritorijoje dominavo dviejų tipų kraštovaizdis – teritorijos, kuriose fiksuojamas silpnas žmogaus veiklos poveikis, teritorijos yra gamtiškos Hi2, ir teritorijos, kuriose vyrauja stiprus žmogaus veiklos poveikis Hi5.



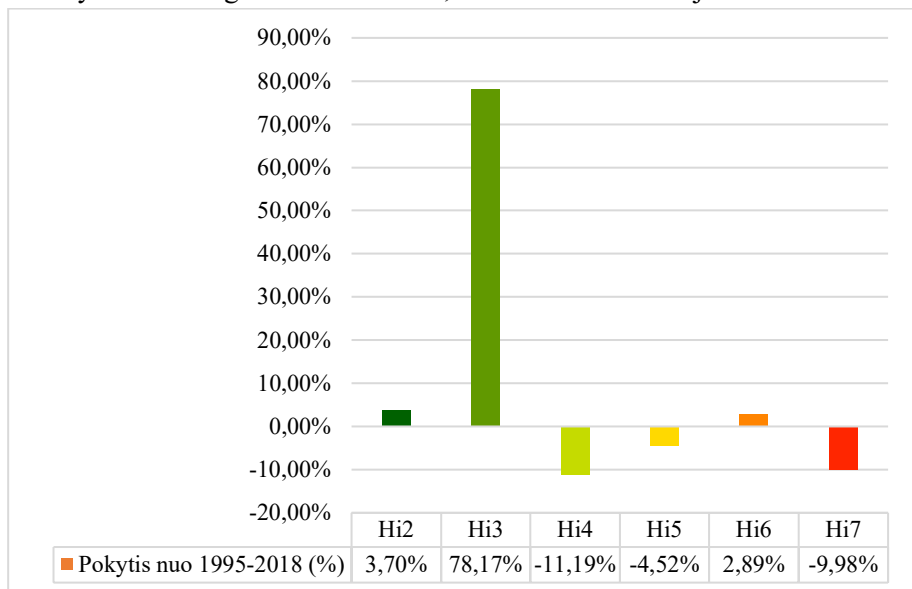
**17 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo struktūros kaita Lietuvoje 1995–2018 m.

**Figure 17.** The structure of land cover naturalness change in Lithuania over the period 1995–2018

Minėta, kad kraštovaizdžio natūralumas priklauso ir nuo kraštovaizdžio gamtinio pobūdžio. Didžiausio natūralumo teritorijų per visą

analizuojamą laikotarpį santalka yra Baltijos aukštumose, taip pat Žemaičių aukštumose (19 pav.). Vidurio Lietuvos žemuma, kurioje vyrauja didelio derlingumo priemoliuose ir moliuose susiformavę dirvožemiai, pasižymi kur kas mažesniu natūralumu. Atsižvelgiant į kraštovaizdžio natūralumo teritorinę mozaiką, galima išskirti teritorinius kompleksus, kurie Lietuvos teritorijoje pasiskirstę įvairaus dydžio ir struktūros teritoriniais dariniais. Didžiausia kraštovaizdžio natūralumo tipų teritorinė įvairovė fiksuojama aukštumose – išraiškingo reljefo teritorijose būdingas tiek didelio natūralumo, tiek vidutinės antropogenizacijos kompleksas. Nors kalvotoms aukštumoms būdingas didelis mozaikiškumas, tačiau santykinai tai natūraliausios teritorijos, nes šiose teritorijose vyrauja natūralios kraštovaizdžio vietovės.

Kaip priešpriešą dideliame mozaikiškumui – monotoniškas kraštovaizdžio natūralumas išryškėja lygumose – Užnemunė ir Žiemgalos žemumose. Šiose teritorijose dėl mažai išraiškingo reljefo susidaro sąlygos intensyvesnei žmogaus ūkinei veiklai, kuri dažniausiai susijusi su žemės ūkiu.



**18 paveikslas.** Lietuvos teritorijos žemės dangos natūralumo pokyčių tendencijos nuo 1995 iki 2018 m. (diferencijuotos pagal pokyčio procentinę išraišką)

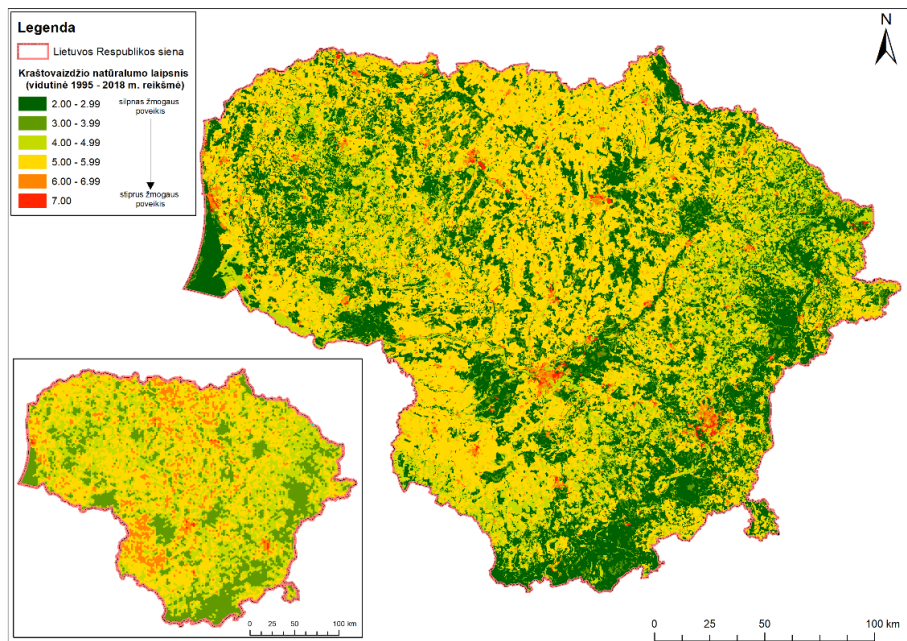
**Figure 18.** Trends in natural land cover change in Lithuania from 1995 to 2018 (differentiated by percentage change)

Vertinant Lietuvos teritorijos kraštovaizdžio natūralumo pokytį nuo 1995 m. iki 2018 m., per šį laikotarpį žemės danga keitėsi (18 pav.). Stipriausias augimas įvyko Hi3 natūralumo indekso, tai teritorijos, kuriose

fiksuojamas vidutinis žmogaus veiklos poveikis. Šis natūralumo indeksas suteikiamas natūralių pievų, dykviečių ir viržynų, pareinamųjų miško stadijų teritorijoms – tai galima sieti su renatūralizacija. Per analizuojamą laikotarpį taip pat padidėjo ir  $Hi2$ . Lyginant 1995–2018 m. žemės dangos duomenis pažymėtina, kad silpną žmogaus veiklos poveikį patyrusių teritorijų plotas padidėjo kiek daugiau nei 800 km<sup>2</sup>. Šiam natūralumo indeksui priskiriamos miškų teritorijos, taip pat durpynai, vandens telkiniai, todėl pokyčius galima sieti su miškų plotų pokyčiais, kai buvo įveisti nauji miškai, savaiminiais medynais užaugusios teritorijos, taip pat per pastaruosius metus nemažai dėmesio skirta ir hidrologiniam režimui atkurti pažeistose pelkių teritorijose.

Apskaičiavus vidutinį 1995–2018 m. laikotarpio kraštovaizdžio natūralumą (19 pav.) išryškėja tendencijos, kad didžiausias natūralumas yra tose teritorijose, kuriose daugiausia dėl gamtinių sąlygų nėra palanku ūkininkauti – aukštumos, upių slėniai ir kitos sudėtingo reljefo gamtinės teritorijos. Taip pat kitas natūralumą saugantis veiksnys yra teisinis, kai dėl aplinkosauginių reikalavimų, pavyzdžiui, saugomų teritorijų, nėra galimybės intensyviai keisti kraštovaizdžio, o priešingai, jose pažeistų arba visiškai sunaikintų gamtinių teritorijų atkūrimas. Stiprus žmogaus poveikis, žinoma, fiksuojamas miestų teritorijose, taip pat jų apylinkėse, kai yra plečiamos priemiestinės teritorijos, gerinama susisiekimo infrastruktūra.

Lietuvos kraštovaizdžio natūralumo 1995–2018 m. žemėlapyje išsiskiria teritorijos, kuriose yra silpnas žmogaus veiklos poveikis. Didžioji jų dalis miškų masyvai Lietuvoje – Karšuvos giria, Kazlų Rūdos miškai, Dainavos giria, Rūdininkų giria, Labanoro–Pabradės giria, Lavoriškių Nemenčinės miškai, Ažvinčios–Minčios giria, Šimonių giria, Žalioji ir Biržų girios. Šiuose miškuose vyraujančios medžių rūšys yra pušys, eglės, vietomis maumedžiai (Lietuvos nacionalinis..., 2014). Žinoma, neišvengiamai šiose miškų teritorijose per analizuojamą laikotarpį buvo fiksuojama ir kirtimų, tačiau vidutinė natūralumo reikšmė per 23 metus vis dar yra didelė.



**19 paveikslas.** Lietuvos kraštovaizdžio natūralumo indekso 1995–2018 m. vidutinė reikšmė CORINE duomenimis. Įkarpoje pateikiama vidutinė kraštovaizdžio natūralumo reikšmė heksagonuose 1995–2018 m.

**Figure 19.** Average value of the Lithuanian Landscape Naturalness Index for the period 1995–2018, according CORINE data. The average landscape naturalness value in hexagons is given in the smaller map for the period 1995–2018

Atkūrus nepriklausomybę Lietuvos kraštovaizdyje įsivyravo smulki žemėvalda ir žemėnauda (Ribokas ir kt., 2008), todėl analizuojamu laikotarpiu 1995–2018 m. didžioji dalis pokyčių yra smulkūs (15 lentelė).

Bendras arealų, kuriuose per analizuojamą laikotarpį buvo fiksuotas bent vienas pokytis, o arealo plotas didesnis nei 0,1 ha, kiekis 227 657 vienetai. Bendras pokyčių arealų plotas – 1 149 113,53 ha. Lyginant žemės dangos pokyčių arealų pasiskirstymą pagal plotą 1995–2018 m. laikotarpiu išryškėja, kad didžiausius plotus užima daugiau kaip 10 ha pokyčių arealai (71,23 proc. visų pokyčių ploto), daugiausia šie pokyčiai susiję su ganyklų pasikeitimu į palaikomas pievas, ar pievas, užaugančias krūmais. Nors tai didelio ploto teritorijos, tačiau pokyčiai per analizuojamą laikotarpį buvo labai reti, dažniausiai tik vieną kartą. Tačiau antri pagal dydį didžiausius plotus užima 1–5 ha pokyčių arealai, kurie sudaro 12,81 proc. viso analizuojamo pokyčių ploto.



**15 lentelė.** Žemės dangos pokyčių arealų struktūra 1995–2018 m. pagal sudaromą plotą, ha

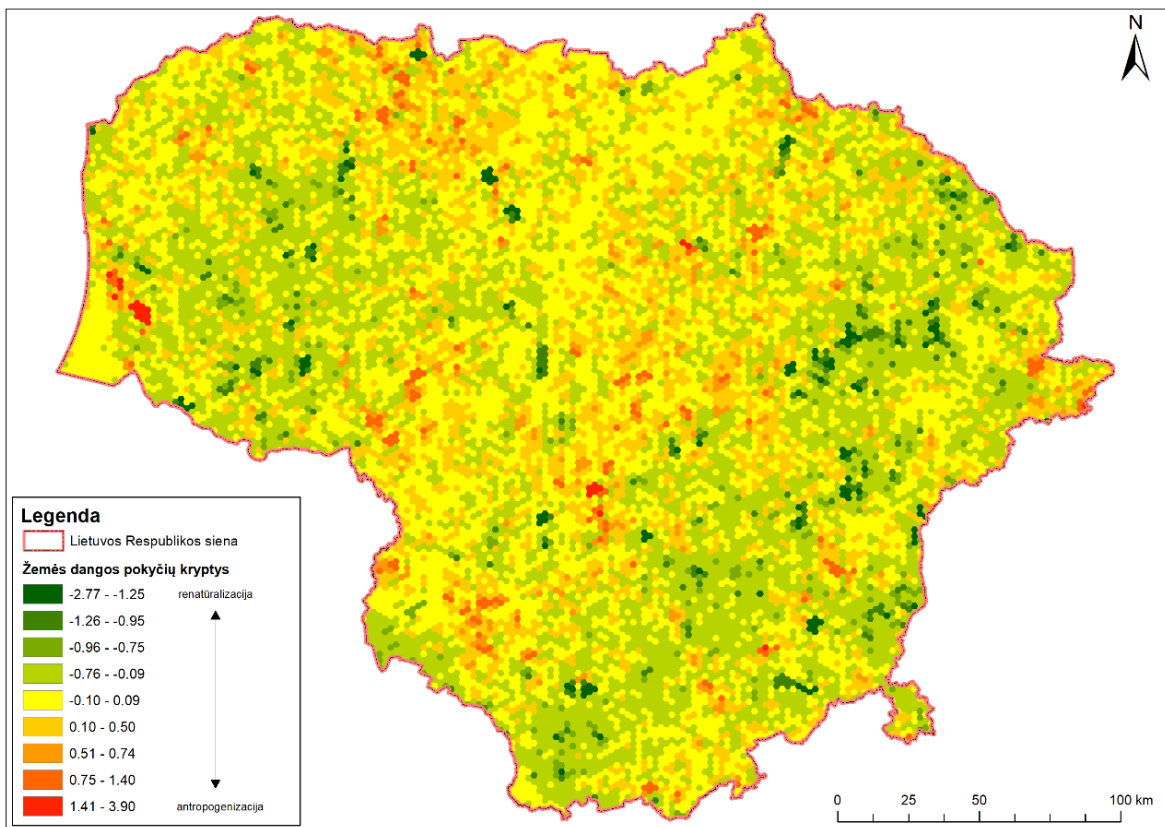
**Table 15.** Structure of land cover change habitats 1995–2018 by area covered, ha

Pokyčių arealų dydis (km <sup>2</sup> )	1995 – 2018 m.		
	Pokyčių arealų plotas (ha)/vnt.		% nuo viso pokyčių ploto
Nuo 0,1 ha iki 0,5 ha	19 997,48	78 254	1,74
Nuo 0,5 ha iki 1 ha	25 924,78	36 104	2,26
Nuo 1 ha iki 5 ha	147 200,16	63 353	12,81
Nuo 5 ha iki 10 ha	137 520,15	19 386	11,97
Daugiau kaip 10 ha	818 470,96	30 560	71,23
<b>Iš viso:</b>	<b>1 149 113,53</b>	<b>227 657</b>	<b>100,00</b>

Kraštovaizdžio pokyčiai priklauso nuo daugelio išorės veiksnių, tai gali būti tiek antropogeniniai (ekonominiai, socialiniai, technologiniai), tiek natūralūs, gamtos nulemti. Analizuojamas laikotarpis yra dvidešimt treji metai, todėl žemės dangos pokyčiai vyko labai netolygiai. Didžiausias pasikeitimų plotas buvo fiksuotas 2006–2012 m., kuomet pokyčiai buvo identifikuoti daugiau nei 884 597,58 ha teritorijoje, kiek mažiau pokyčių 215 524,57 ha teritorijoje buvo fiksuota 1995–2000 m.. Pokyčius lėmė pasikeitusi žemėvaldos politika, taip pat perėjimas prie rinkos ekonomikos, be to, spartus gyventojų mažėjimas šalyje bei miestiško gyvenimo būdo plitimas.

#### 4.1.1. Kraštovaizdžio natūralumo kaitos kryptys 1995–2018 m.

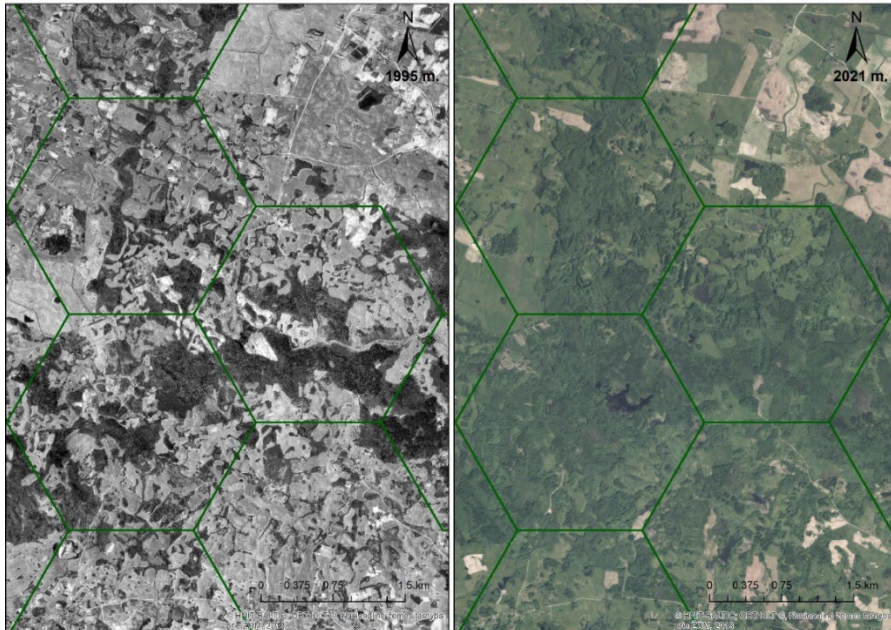
Žemės dangos, kraštovaizdžio stebėseną yra neatsiejama šiuolaikinės civilizacijos, sąmoningai siekiančios optimalios gyvenamosios aplinkos, sisteminės veiklos dalis. Vienas iš svarbių žemės dangos stebėjimo parametrų yra pokyčių kryptis arba tendencijos, kad būtų fiksuojama, kur link vyksta pasikeitimai ir kokio masto priemonių reikės imtis. Atlikus žemės dangos pokyčių krypties (trendo) skaičiavimus gauti rezultatai (20 pav.) iliustruoja, kad didžiojoje dalyje Lietuvos teritorijos vyko nežymus pasikeitimai.



*20 paveikslas.* Žemės dangos pokyčių, įvykusių 1995–2018 m., kryptys (tendencijos)

*Figure 20.* Land cover change trends over the period 1995–2018.

Tyrimo rezultatai rodo, kad gamtinio pobūdžio žemės dangos pokyčiai daugiausiai koncentruojasi Baltijos, Medininkų, Švenčionių ir Žemaitijos aukštumų ruožuose. Taip pat išsiskiria Pajūrio ir Pamario lygumos (išskyrus Klaipėdos miesto ir rajono teritoriją). Šiose teritorijose chaotiškai išsidėsčiusios nedidelio ploto teritorijos, kuriose žemės dangos pokyčių kryptis susijusi su gamtinio pobūdžio žemės dangos atsiradimu. Pavyzdžiui, viena iš tokių teritorijų Anykščių ir Utenos rajonų sandūroje, kuri per 23 metus stipriai renatūralizavosi – žemės ūkio teritorijos buvo apleistos ir užaugo krūmais, miškais (Šlyninės, Pagojės miškai).

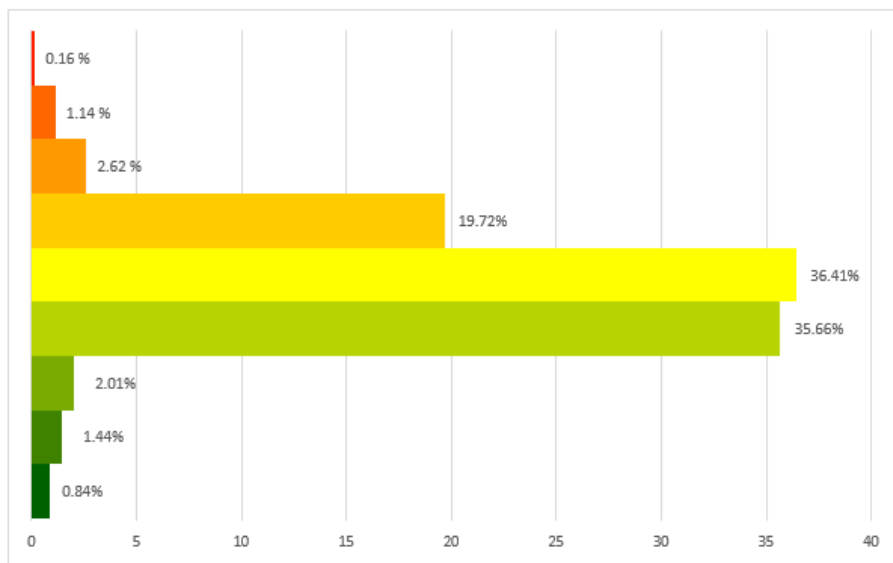


**21 paveikslas.** Šlyninės, Pagojės miškų teritorijos (Anykščių ir Utenos rajonų sandūroje) pokyčiai. 1995 m. fiksuojama intensyvi žemės ūkio veikla, tačiau ilgainiui šioje teritorijoje nebevykdoma žemės ūkio veikla ir vyksta renatūralizacija ir 2021 m. ortofotografinėje nuotraukoje fiksuojamos mišku užaugusios teritorijos

**Figure 21.** Changes in the forest area of Šlyninė, Pagojė (at the junction of Anykščiai and Utena districts). Intensive agricultural activity was recorded in 1995, but over time the area is no longer farmed and is undergoing renaturalisation, and the orthophotographic image of 2021 shows areas of forest cover

22 paveiksle pateikiamas grafikas iliustruoja žemės dangos pokyčių krypties procentinę išraišką Lietuvoje per visą analizuojamą laikotarpį. 36,41 proc. Lietuvos teritorijos vykusių pokyčių nebuvo dideli (fiksuojamas žemės

dangos pokyčio rodiklis -0,10–0,09). Vertinant stipriausius gamtinius pokyčius – jie vyko 0,84 proc. Lietuvos teritorijos (žemės dangos pokyčio vidutinė reikšmė -2,77–1,25), tuo tarpu antropogeninių pokyčių analizuojami laikotarpiu vyko vos 0,16 proc. šalies teritorijos. Vis dėlto didesnė žemės dangos pokyčių kryptis Lietuvoje susijusi su natūralių teritorijų pokyčiais. Vertinant žemės dangos pokyčio rodiklį nuo -0,09 iki -2,77, kuris fiksuoja gamtinio pobūdžio, renatūralizacijos pokyčius, jis sudaro 39,95 proc. viso Lietuvos ploto, o antropogeniniai pokyčiai Lietuvoje analizuojamu laikotarpiu sudarė 23,64 proc. ploto.



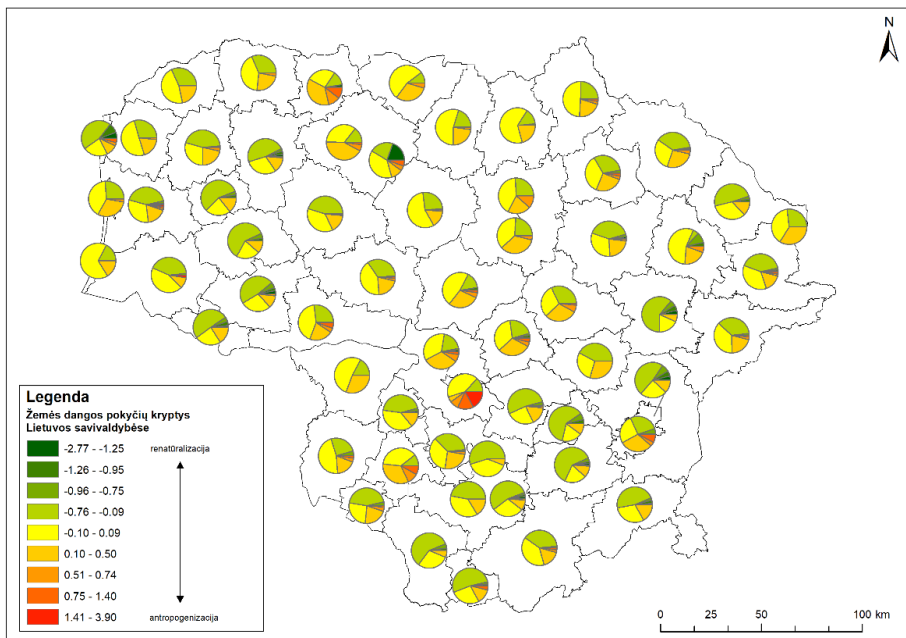
**22 paveikslas.** Žemės dangos pokyčių krypties reikšmių procentinis pasiskirstymas. X ašis – žemės dangos pokyčių krypties klasė, Y ašis – pokyčio užimama teritorijos dalis (procentine išraiška) nuo viso šalies ploto. Diagramos reikšmių spalvos pagal 20 paveikslo legendą

**Figure 22.** Percentage of the direction of land cover change. The X-axis is the class of land cover change direction and the Y-axis is the area covered by the change (as a percentage) of the total country area. The colours of the values in the chart are based on the legend to Figure 20.

Renatūralizacijos pokyčių kryptis akivaizdesnė sudėtingesnio reljefo teritorijose – Žemaičių aukštumoje (ypač Telsių savivaldybėje), Aukštaičių aukštumoje (ypač Anykščių, Molėtų, Utenos savivaldybėse), taip pat Karšuvos žemumoje (ypač Tauragės rajone) (23 pav.). Šiuose plotuose, nors ir vyko antropogeninės veiklos nulemti procesai, tačiau išryškėja teritorijos, kuriose buvo sparti renatūralizacija. Tai galima sieti ir su tose

teritorijose esančiomis saugomomis teritorijomis – valstybiniais parkais ir valstybiniais gamtiniais rezervatais, kuriuose skatinamas natūralių ekosistemų atkūrimas, kraštovaizdžio balanso užtikrinimas (Lietuvos Respublikos saugomų..., 1993). Žemės dangos pokyčių krypties rodikliai pagal užimamą plotą km<sup>2</sup> savivaldybėse pateikiami 2 priede.

25 savivaldybių didžiojoje dalyje teritorijos vyko nežymūs pokyčiai. Žemės dangos antropogeninės krypties pokyčiai daugiausiai koncentruojasi aplink didžiuosius miestus, taip pat vidurio ir šiaurinėje Lietuvos dalyse ir Dainavos lygumoje. Šiaurinėje Lietuvos teritorijoje išryškėja Ventos vidurio lyguma (Akmenės ir Mažeikių rajonai), kurioje daugiausia vyko antropogeninių pokyčių. Daugiausia tai siejama su miškų ploto (skaičiuojant dangą, bet ne miško paskirties žemę) mažėjimu ir agrarinių žemių tipų tarpusavio kaita.



**23 paveikslas.** Vyraujantis žemės dangos pokyčių krypties (trendo) procentinis pasiskirstymas Lietuvos savivaldybėse

**Figure 23.** Predominant percentage distribution of land cover change direction (trend) in Lithuanian municipalities

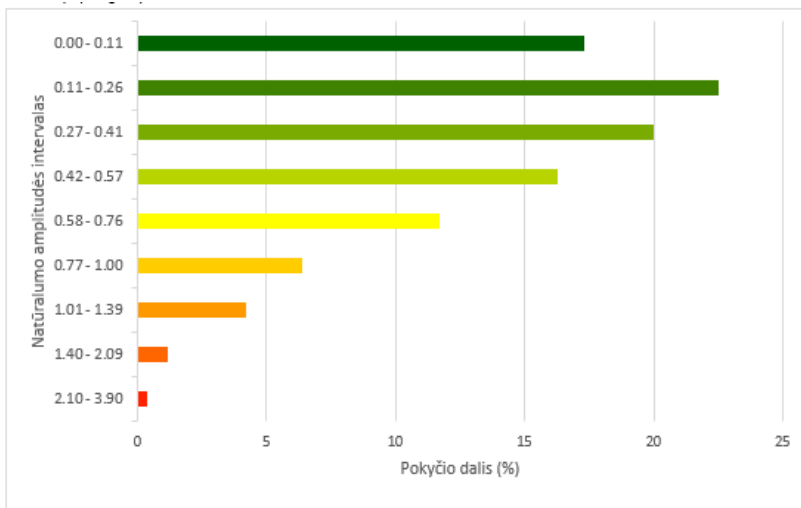
Tuo tarpu Lietuvos didžiųjų miestų rajonų (Kauno miesto ir rajono, Klaipėdos, Panevėžio ir Trakų rajonai) teritorijose santykinai nemažą procentinę savivaldybių teritorijos dalį sudaro žemės dangos stiprūs antropogeninės krypties pokyčiai. Marijampolės rajone taip pat dominuoja

antropogeninės krypties pokyčiai. Vertinant 1995 m. ir 2018 m. ortofotografinius vaizdus matyti, kad stipriai pasikeitė teritorijos žemėvaldos plotai. 1995 m. ortofotografiniuose žemėlapiuose buvo fiksuota smulkiasklypė ir įvairios žemės dangos žemėnauda, o 2018 m. vyrauja stambūs žemės ūkio naudmenų plotai. Labai panaši situacija susiklosčiusi ir Akmenės rajone. Galima teigti, kad šiuose rajonuose per analizuojamą 23 metų laikotarpį susiformavo degraduotas agrarinis kraštovaizdis ir tokiose teritorijose dominuoja žemės ūkio naudmenos ir jose, kaip numatyta galiojančiame Lietuvos Respublikos bendrajame plane, būtina skirti dėmesio kraštovaizdžio natūralumui didinti ir atkurti. Taip pat galima pastebėti, kad analizuojamu laikotarpiu ryškesni pokyčiai fiksuojami didžiųjų miestų priemiesčiuose, kai kuriasi logistikos centrai ar gyvenamųjų namų kvartalai dėl didėjančio poreikio šeimoms kurtis nuosavuose namuose.

#### 4.1.2. Žemės dangos natūralumo amplitudė

Žmogaus veiklos nulemtas poveikis gali būti tiek periodinis, tiek epizodinis ir laikui bėgant kisti. Žemės dangos natūralumo amplitudė nėra didelė. Žinoma, ji ilgainiui kinta ir jeigu analizuotume tarpinius laikotarpius – svyravimai būtų didesni. Ši amplitudė priklauso ir nuo mastelio, kokiame plote pokyčiai yra vertinami. Jeigu vertintume lokalius pokyčius, maksimalios ir minimalios reikšmės skirtumas būtų gerokai didesnis.

Šiame darbe vertinami 23 metų šalies žemės dangos duomenys nacionaliniu lygmeniu, todėl vertinti žemės dangos natūralumo svyravimus yra svarbu siekiant stebėti kraštovaizdžio pokyčius ir prognozuoti ateities tendencijas nacionaliniu lygmeniu ir laiku optimizuoti kraštovaizdžio kaip išteklausio naudojimą, užtikrinti ekologinį stabilumą. Atlikus skaičiavimus, absoliutus žemės dangos natūralumo indeksas buvo išskirtas į 9 grupes pritaikius Dženksio natūralių lūžių klasifikavimo metodą (angl. *Natural Breaks (Jenks)*), nuo absoliučiai nežymios raiškos (0,00–0,11) iki labai didelės raiškos (2,10–3,90) (24 pav).

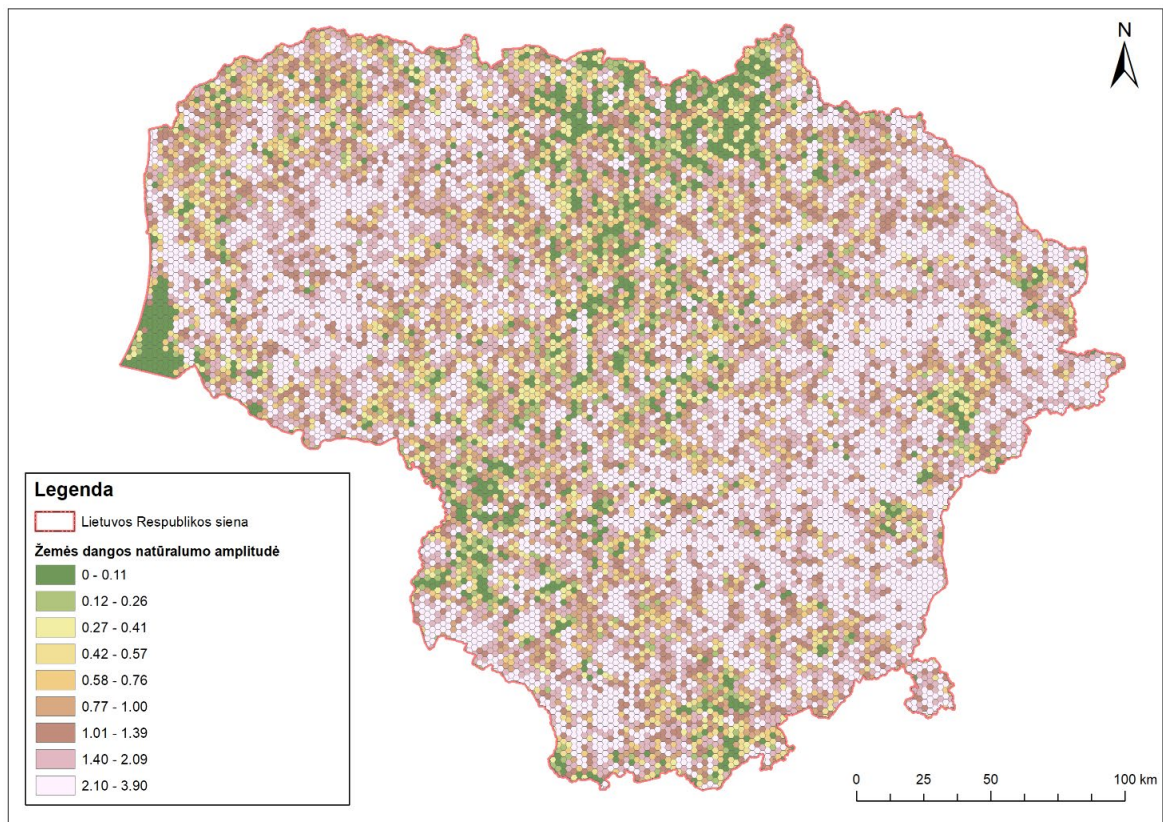


**24 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo amplitudės reikšmių procentinis pasiskirstymas. Y ašis – žemės dangos natūralumo amplitudės intervalas, X ašis – pokyčio užimama teritorijos dalis (procentine išraiška) nuo viso šalies ploto

**Figure 24.** Percentage distribution of land cover naturalness amplitude values. The Y-axis is the range of the natural land cover amplitude and the X-axis is the area covered by the change (as a percentage of the total area of the country)

Skaičiavimų rezultatai rodo, kad Lietuvoje daugiausiai vyko nedideli pokyčiai (0,11–0,26), kurių reikšimosi visoje šalyje plotas 22,39 procento. Analizuojamu laikotarpiu tik 0,2 proc. Lietuvos teritorijos vyko stiprūs svyravimai. Pažymėtina, kad žemės dangos amplitudės žemėlapyje aiškiai išskirti didieji miestai (Vilnius, Kaunas, Klaipėda), kurių aplinkinėse teritorijose svyravimai taip pat buvo ryškūs. O didžiųjų miestų apylinkėse vyko vidutinio intensyvumo svyravimai.

Bendrajame žemės dangos natūralumo amplitudės žemėlapyje (25 pav.) išryškėja teritorijos, kuriose intensyviausiai arba pasyviausiai vyko žemės dangos pokyčiai. Aiškiai išsiskiria teritorijos, kuriose per analizuojamą laikotarpį buvo nežymūs pokyčiai arba jų visai nevyko. Vidurio Lietuvos žemuma, kurioje fiksuojami nežymūs pokyčiai, yra tarsi takoskyra tarp rytų ir vakarų Lietuvos teritorijų, kuriose vyko vidutiniai arba labai ryškūs svyravimai. Ypač išsiskiria šiaurinėje teritorijoje esanti Žiemgalos žemuma, kurioje yra išskirtas Šiaurės Lietuvos karstinis rajonas. Šios teritorijos nėra palankios intensyviai ūkininkavimui, taip pat kyla didelis pavojus saugiam pastatų eksploatavimui, gyventojams (Kripaitis, 2009), todėl natūraliai šioje teritorijoje mažėja ir žemės ūkio teritorijų. Dėl šių ypatingų gamtinių sąlygų regione galioja specialūs tausojamojo ūkininkavimo reikalavimai.

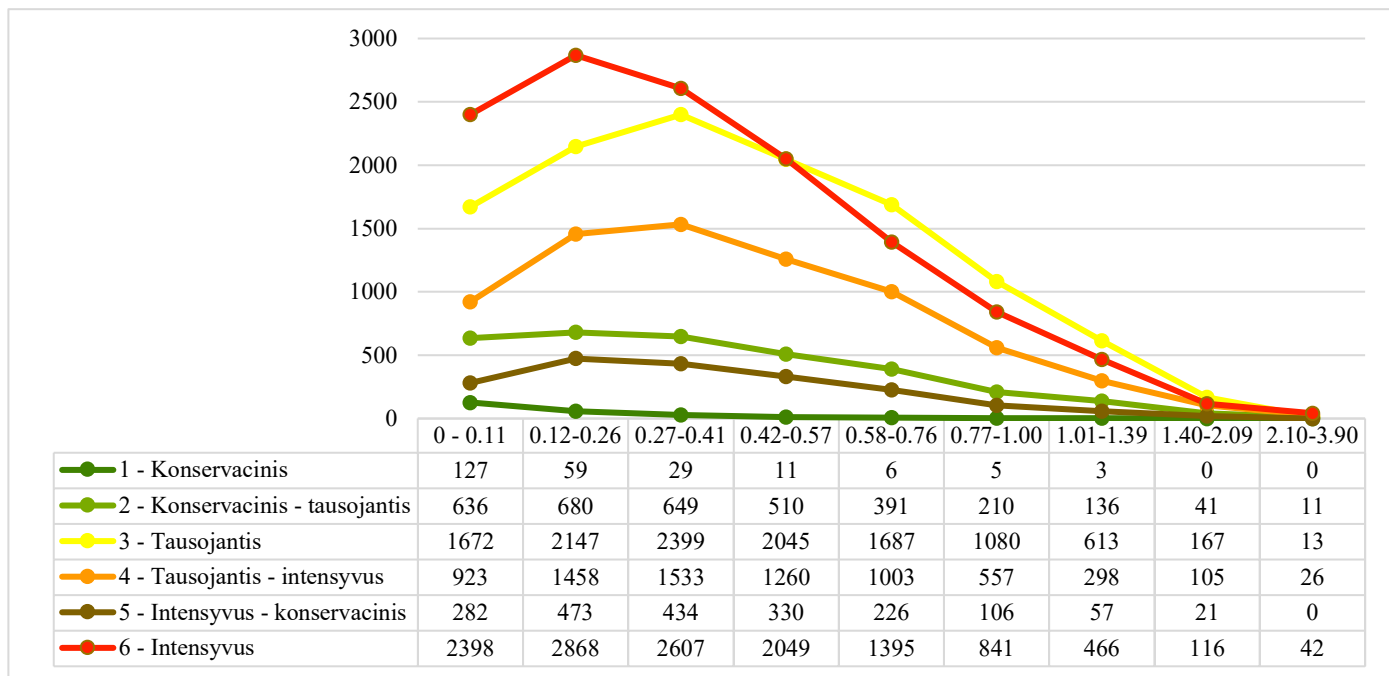


**25 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo amplitudė 1995–2018 m. laikotarpiu  
**Figure 25.** Amplitude of land cover naturalness between 1995 and 2018



Lietuvos Respublikos nacionaliniame kraštovaizdžio tvarkymo plane kraštovaizdis pagal sukultūrinimo pobūdį ir laipsnį klasifikuotas į bendrojo pobūdžio tipus (LNKTP..., 2015). Kraštovaizdžio bendrojo pobūdžio įvairovė gana gerai koreliuoja su gamtinio kraštovaizdžio natūralumo reikšmėmis, t. y. gamtinių sąlygų įvairovė atliepia ir sukultūrinimo pobūdžio variacijoms. Esamus kraštovaizdžio struktūros ypatumus ir žemės dangos natūralumą nulemia buvęs ir dabartinis jo naudojimo pobūdis ir intensyvumas, taip pat vykstančių pokyčių mastas (26 pav.).

Šalies kraštovaizdžio naudojimo pobūdis, taip pat žemės dangos natūralumo pokyčių svyravimai pasiskirsto netolygiai. Konservacinio kraštovaizdžio tvarkymo zonos, kurios išskirtos daugiausia miškingam ir pelkiniam kraštovaizdžiui tvarkyti, žemės dangos natūralumo pokyčių arba nevyksta, arba vykstantys pokyčiai labai nežymūs. Šios tvarkymo zonos išskirtos daugiausia saugomose teritorijose, gamtiniuose rezervatuose, todėl ten vyksta praktiškai tik natūralūs gamtiniai procesai. Konservacinio tausojančio kraštovaizdžio tvarkymo zonos išskirtos teritorijose, kur vyrauja įvairaus gamtinio ir antropogenizuoto pobūdžio kraštovaizdis, todėl ir žemės dangos natūralumas svyruoja dažniau ir įvairiau. Būtina pažymėti, kad Nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas buvo patvirtintas tik 2015 m., todėl iš analizuojamo laikotarpio duomenų dar nematoma šio teritorijų planavimo dokumento sprendinių rezultatų efektyvumas. Šiuo dokumentu siekiama suformuluoti principines šalies kraštovaizdžio formavimo nuostatas, išskirti kraštovaizdžio tvarkymo zonas, pateikti bendros teritorinės kraštovaizdžio struktūros kokybės rodiklius, nustatyti kraštovaizdžio reglamentavimo kryptis, užtikrinti informacijos prieinamumą ir integruoti plano sprendinius į savivaldybių bendrųjų planų, kitų žemesnio lygmens teritorijų planavimo dokumentų sprendinius. Disertacijoje atlikta kraštovaizdžio natūralumo svyravimų analizė tik iliustruoja, kad tokio dokumento sprendinių integravimas yra ypač svarbus išlaikyti optimalią ir ekologiniu požiūriu stabilią aplinką. NKTTP kraštovaizdžio naudojimo pobūdis apibrėžiamas pagal galimą (leidžiamą) naudojimo intensyvumą ir išskiriamas kraštovaizdžio vertybes išsaugantis naudojimas (konservacinis ir konservacinis tausojantis), kraštovaizdžio ekologinę apsaugą užtikrinantis naudojimas, teritoriniu požiūriu diferencijuotas mišrus teritorijos naudojimas (tausojantis intensyvus ir intensyvus konservacinis) ir intensyvus teritorijos naudojimas (Nacionalinio..., 2015).



**26 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo pokyčių amplitudė kraštovaizdžio tvarkymo zonose pagal kraštovaizdžio naudojimo pobūdį (X ašis – natūralumo amplitudės reikšmės pagal Dženkso natūralių lūžių klasifikavimo metodą; Y ašis –plotas km<sup>2</sup>)

**Figure 26.** Amplitude of variation in natural land cover change in landscape management zones by land use type (X-axis – natural amplitude values according to *Natural Breaks (Jenks) method*; Y-axis – area covered in km<sup>2</sup>)

Skirtingose kraštovaizdžio tvarkymo zonose pagal naudojimo pobūdį kraštovaizdžio natūralumo svyravimai pasiskirstę netolygiai. NKTP sprendiniuose nurodoma, kad intensyvaus teritorijos vystymo reglamento teritorijose, kuriose numatoma didinti žemės ūkio naudmenų plotą, ūkininkauti IV miškų grupės miškuose, teritorijas pritaikyti intensyviam lankymui nurodoma, kad turėtų būti nepažeidžiamas ekologiškai pagrįstas natūralių naudmenų plotas. Disertacijos analizė rodo, kad 1995–2018 m. laikotarpiu būtent intensyvaus teritorijos vystymo reglamento teritorijose fiksuojamas didžiausias plotas teritorijų, kuriose praktiškai nevyko kraštovaizdžio struktūros pokyčių arba jie labai minimalūs. Taip pat nemažai tokios žemės dangos pokyčių svyravimo amplitudės su išreikšta gamtine dalimi fiksuojamos ir tausojančio naudojimo teritorijose, kuriose rekomenduojamas kraštovaizdžio ekologinę apsaugą užtikrinantis naudojimas. Tačiau būtent tausojančio kraštovaizdžio tvarkymo zonose analizuojamu laikotarpiu pastebimas ryškesnis svyravimas į antropogeninę pusę. Ilgainiui šiose teritorijose tikėtina, kad gali ryškėti kraštovaizdžio antropogeninės kilmės destabilizacija, jeigu laiku nebus taikomos priemonės užtikrinti gamybinių procesų ekologiškumą, tinkamą kraštovaizdžio ir jo vertybių būklę, stabilią ekologinę pusiausvyrą. Lietuvos Respublikos teritorijos bendrajame plane tausojantis vartojimas tiesiogiai siejamas su kraštovaizdžio struktūros ir biologinės įvairovės išsaugojimu, o vystomasis bendradarbiavimas – su aplinkosauginių prioritetų integravimu į socialinį ir ekonominį veiklos sektorius (Lietuvos Respublikos teritorijose..., 2021).

Konservacinėse kraštovaizdžio tvarkymo zonose, kuriose nustatomas kraštovaizdžio vertybes išsaugantis naudojimas ir dažniausiai tai yra saugomos teritorijos, žemės dangos natūralumo pokyčių svyravimo amplitudė nedidelė. Labai nežymūs svyravimai yra susiję tik su gamtinių teritorijų pokyčiais, labiausiai tikėtina dėl natūralių gamtinių pokyčių – renatūralizacijos, savaiminio atvirų pievų užaugimo.

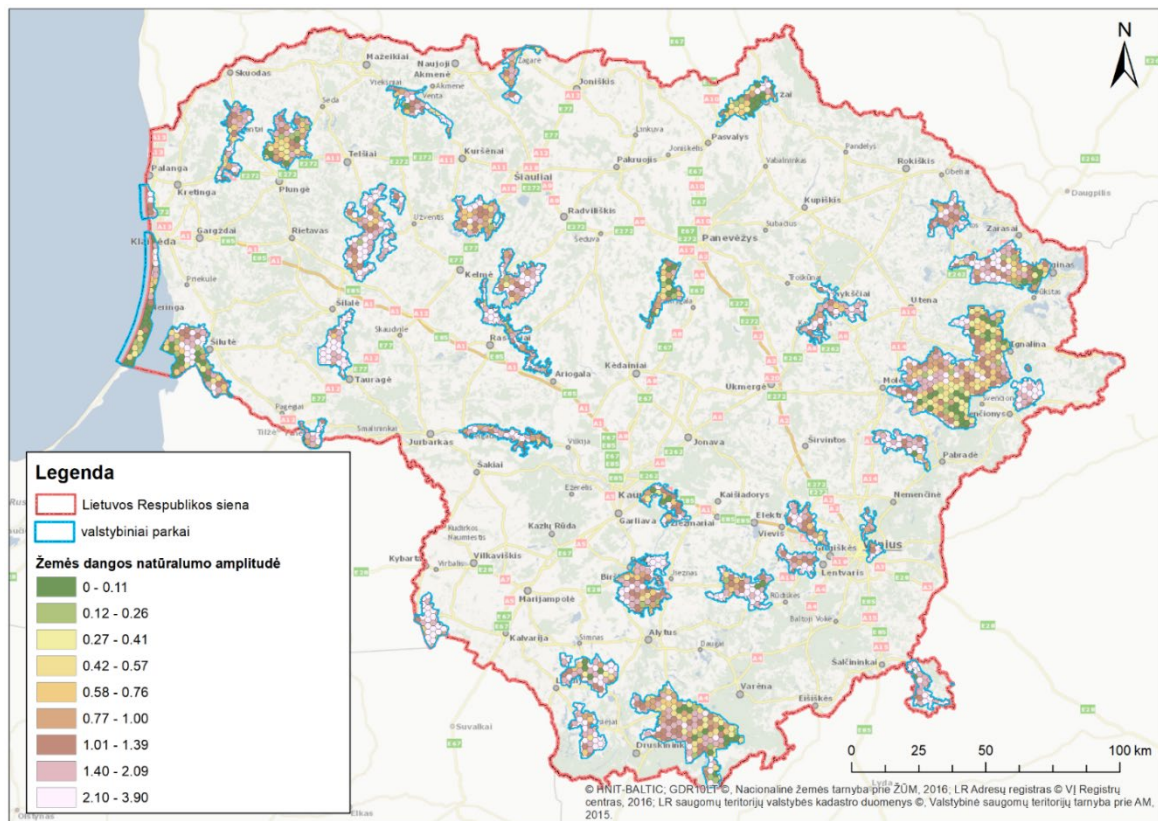
#### 4.1.3. Žemės dangos natūralumo amplitudė saugomose teritorijose

Pagal Tarptautinės gamtos apsaugos organizacijos (angl. IUCN) apibrėžimą, saugoma teritorija – aiškiai apibrėžta geografinė erdvė, pripažinta, skirta ir valdoma teisinėmis ar kitomis veiksmingomis priemonėmis, kad būtų pasiektas ilgalaikis gamtos ir su ja susijusių ekosistemų funkcijų bei kultūrinių vertybių išsaugojimas (IUCN, 2008). Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatyme saugoma teritorija apibūdinama taip: sausumos ir (ar) vandens plotai nustatytais aiškiais

ribomis, turintys pripažintą mokslinę, ekologinę, kultūrinę ir kitokią vertę ir kuriems teisės aktais nustatytas specialus apsaugos ir naudojimo režimas (tvarka) (Saugomų..., 1993). Valstybiniai parkai (nacionaliniai ir regioniniai parkai) yra kompleksinės saugomos teritorijos, dažniausiai užimančios didelį plotą ir įsteigtos gamtiniu, kultūriniu ir rekreaciniu požiūriais sudėtingose, ypač vertingose teritorijose, kurių apsauga ir tvarkymas siejamas su teritorijos funkcinių bei kraštovaizdžio tvarkymo zonų nustatymu. Šiandien trečdalis planetos yra nualinta arba degraduoja, o tai kenkia biologinei įvairovei ir kelia pavojų esminėms ekosistemų funkcijoms, pavyzdžiui, anglies dioksido kaupimui. Saugomos teritorijos yra viena iš efektyviausių priemonių, pripažįstama visame pasaulyje. Veiksmingai valdomos ir tinkamai tvarkomos tokios teritorijos gali apsaugoti gamtos ir kultūros išteklius, žmonių sveikatą ir gerovę, suteikti tvarų pragyvenimo šaltinį ir taip užtikrinti tvarų vystymąsi, ekologinę pusiausvyrą.

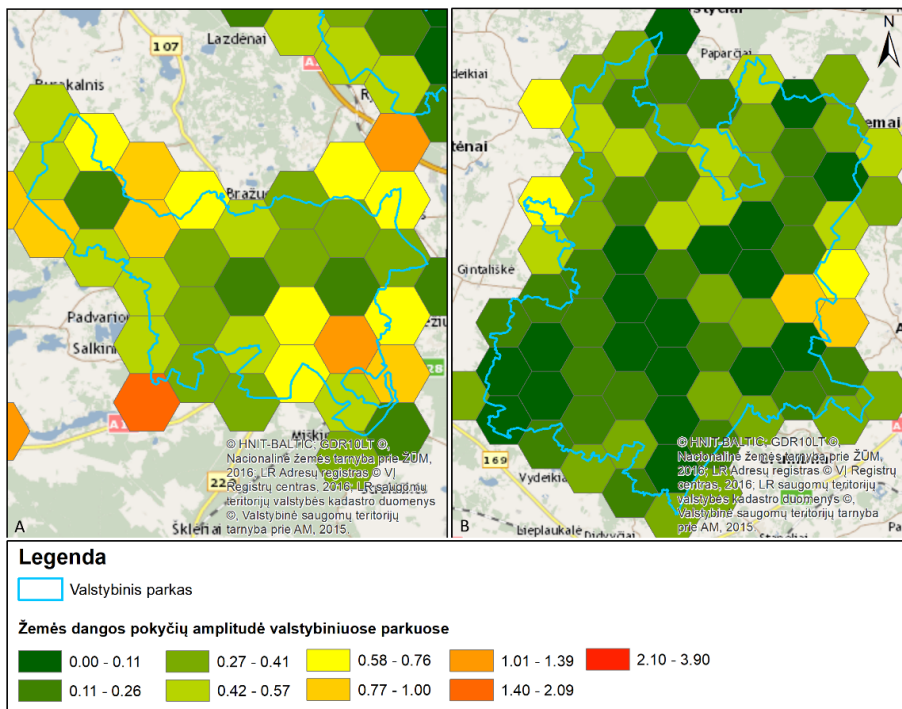
Valstybiniai parkai Lietuvoje įsteigti siekiant išsaugoti kraštovaizdžio, gamtos ir kultūros paveldo įvairovę visuose Lietuvos regionuose. Nacionaliniai parkai Lietuvoje įsteigti 1991 m., o 30 regioninių parkų įsteigta 1992 m. Žemės dangos pokyčiai vyksta ir saugomose teritorijose, tačiau pokyčių amplitudės gerokai mažesnės teritorijose, kurios neturi šio statuso. Žinoma, situacija nėra visur identiška ir skirtingose saugomose teritorijose pokyčiai ir jų reikšimosi mastas taip pat nevienodas. 27 paveiksle pateikiama žemės dangos natūralumo amplitudė 1995–2018 m. valstybiniuose parkuose.

Mažiausiai per šį laiką kraštovaizdžio natūralumo svyravimo amplitudė kito nacionaliniuose parkuose, o regioniniuose parkuose ši amplitudė kinta intensyviau. Tokį netolygumą galima sieti ir su skirtingu kiekvieno valstybinio parko kraštovaizdžiu, nes valstybiniai parkai reprezentuoja skirtingo kraštovaizdžio arealus. Šiame darbe buvo išskirtos valstybinių parkų ir su jais besiribojančios teritorijos, siekiant įvertinti žemės dangos natūralumo pokyčių svyravimo amplitudes.



**27 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo amplitudė 1995–2018 m. valstybiniuose parkuose  
**Figure 27.** Range of land cover naturalness in State Parks between 1995 and 2018

Toliau analizuojami du nacionaliniai parkai (28 pav.) ir du regioniniai parkai (29 pav.), norėta palyginti juose vykusius žemės dangos pokyčius ir intensyvumą.



**28 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo pokyčių svyravimo amplitudė (9 natūralumo amplitudės reikšmės išskirtos pagal Dženksio natūralių lūžių klasifikavimo metodą) 1995–2018 m. laikotarpiu valstybiniuose parkuose ir jų artimoje aplinkoje: A – Trakų istorinis nacionalinis parkas, B – Žemaitijos nacionalinis parkas

**Figure 28.** Amplitude of variation of natural land cover changes (9 natural amplitude values extracted according to *Natural Breaks (Jenks) method*) between 1995 and 2018 in State Parks and their immediate surroundings: A - Trakai Historical National Park, B - Žemaitija National Park

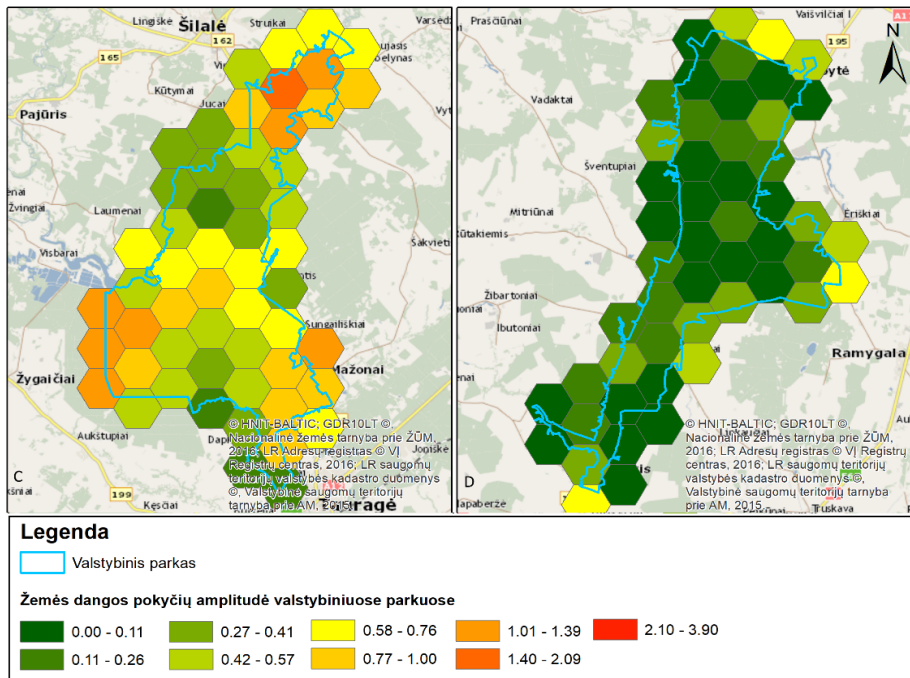
Trakų istorinis nacionalinis parkas yra vienintelis toks parkas ne tik Lietuvoje, bet ir Europoje, įsteigtas turint tikslą išsaugoti Lietuvos istorinį valstybingumo centrą Trakuose su jo autentiška gamtine aplinka. Kitaip nei Žemaitijos nacionaliniame parke, šiame valstybiniame parke (28 pav. A) ryškesni natūralumo amplitudės svyravimai susiję su antropogenine veikla. Parko teritorijoje nuolat vyko žemės dangos pokyčiai, jų amplitudės svyravimai 0,27–0,41, o kiti pokyčių amplitudės svyravimai yra fiksuojami

tolygiai. Nors nacionalinio parko teritorijoje galioja ir saugomų teritorijų režimą reglamentuojantys teisės aktai, tačiau ši teritorija patiria vieną iš stipriausių spaudimų, siekiant vystyti gyvenamąsias teritorijas ežerų pakrantėse ir kitose išraiškingose teritorijose. Tai rodo ir nacionalinio parko artimoje aplinkose esančios teritorijos už saugomos teritorijose ribų. Dviejų nacionalinių parkų pavyzdys rodo ir tai, kad aplinkosauginiai apribojimai teisės aktais ir teritorijų planavimo dokumentais lemia ir kraštovaizdžio natūralumo pokyčių svyravimo amplitudės dydį.

Žemaitijos nacionalinio parko įsteigimo tikslas – išsaugoti didžiausią Žemaitijoje Platelių ežerą ir jo apylinkes, Laumalenkos, Babrungo hidrografinius kompleksus, Vakarų Lietuvos Šarnelės, Mikytų, Varduvos, Medsėdžių, Liepijos geomorfologinius kompleksus. Šios teritorijos plotas 21753,53 ha. Analizuojamu laikotarpiu šiame nacionaliniame parke (28 pav. B) nėra fiksuota svyravimų amplitudė, kurios reikšmė didesnė nei 1. Daugiausia fiksuota 0,00–0,41 svyravimo amplitudė. Tokius pokyčius galima sieti su natūralių kompleksų gamtiniais pokyčiais Žemaitijos nacionaliniame parke, ten vyksta tiek natūrali, gamtos veikiama renatūralizacija, tiek sistemingai žmogaus vykdoma gamtotvarka pagal teritorijų planavimo dokumentus. Mažesni svyravimai vyko centrinėje ir pietinėje parko dalyje, kurioje yra Platelių ežeras ir Plokštinės gamtinis rezervatas, taip pat pietryčių dalyje esančiame Rukundžių gamtiniame rezervate. Parko teritorijoje taip pat vykdoma nemažai gamtotvarkos darbų, kurie yra svarbūs buveinėms ir rūšims išlikti, todėl svarbu palaikyti atviras teritorijas, šienauti pievas, kirsti menkaverčius krūmus ar jų atžalas, taip pat kultūros paveldo objektai, dažniausiai piliakalniai yra tvarkomi, siekiant pritaikyti juos lankyti, todėl neretai fiksuojamas pokytis iš mišku apaugusios teritorijos į atvirą teritoriją. Tai taip pat antropogeninis veiksmas, tačiau šioje teritorijoje sukuriama ir kitos ekosisteminės paslaugos – palaikančios, kultūrinės. Tuo tarpu už nacionalinio parko ribų pastebimi ryškūs svyravimai, susiję su antropogenine veikla.

Pagramančio regioninis parkas įsteigtas turint tikslą išsaugoti vertingą Akmenos ir Jūros upių santakos slėnių bei miškų kraštovaizdį, jo gamtinę ekosistemą ir kultūros paveldo vertybes, sudaryti sąlygas turizmui ir rekreacijai, išsaugoti ypač vertingus gamtos požiūrių Jūros vidurupio ir Akmenos žemupio kraštovaizdį, Plynosios pelkės biocenozę. Parko teritorijoje žemės dangos svyravimo amplitudės kryptis analizuojamu laiku susijusi daugiausia su antropogeninės kilmės pokyčiais, dauguma amplitudės reikšmių yra išsidėsčiusios tarp 0,58 ir 1,39 (29 pav. C). Parko teritorijoje yra veikiantis Selmoniškių žvyro karjeras, kuris išryškina stiprią antropogeninę veiklą regioniniame parke, taip pat gyvenamosios teritorijos, kurios,

atsižvelgiant į parko reglamentus, keičiasi, plečiasi. Regioninio parko teritorijoje žemės dangos pokyčių svyravimo amplitudė vidutiniškai raiški, nors teritorijoje per analizuojamą laikotarpį pokyčiai vyko daugiausia 1–2 kartus. Kiek ryškesni amplitudės svyravimai fiksuojami už regioninio parko ribų, kur ūkinė veikla nėra taip reglamentuojama.



**29 paveikslas.** Žemės dangos natūralumo pokyčių svyravimo amplitudė (9 natūralumo amplitudės reikšmės išskirtos pagal Dženkso natūralių lūžių klasifikavimo metodą) 1995–2018 m. laikotarpiu valstybiniuose parkuose ir jų artimoje aplinkoje: C – Pagramančio regioninis parkas, D – Krekenavos regioninis parkas

**Figure 29.** Amplitude of variation of natural land cover changes (9 natural amplitude values extracted according to *Natural Breaks (Jenks) method*) between 1995 and 2018 in State Parks and their immediate surroundings C - Pagramantis Regional Park, D - Krekenava Regional Park

Krekenavos regioninio parko tikslas – išsaugoti Nevėžio vidurupio paslėnio kraštovaizdį, jo gamtinę ekosistemą ir kultūros paveldo vertybes, šio parko plotas 11 589,64 ha. Analizuojamu laikotarpiu parko teritorijoje žemės dangos amplitudės svyravimai nebuvo ryškūs (29 pav. D). Nors apie 33 proc. regioninio parko teritorijos sudaro žemės ūkio naudmenos, čia vykdoma intensyvi žemės ūkio veikla ir kraštovaizdį formuoja tik sėjomaininiai sklypai,



tačiau analizuojamu laikotarpiu kraštovaizdžio kaita buvo nedidelė, o plyni miško kirtimai, žemės ūkio intensyvumas ar statybos esminių kraštovaizdžio pokyčių regioniniame parke nesukėlė. Žinoma, kaip ir kitose teritorijose, fiksuojami atvirų pievų buveinių palaikymas, vykdomi gamtotvarkos darbai, todėl galima fiksuoti ir vis intensyvėjantį renatūralizacijos procesą, kurį paspartina ir Nevėžio užliejamos pievos, senvagių teritorijose besiformuojančios natūralios pievos. Už regioninio parko ribų į šiaurę yra Naujamiestis, rytuose – Ramygala, o pietinėje dalyje – Surviliškis, todėl čia pokyčių amplitudės svyravimai ryškesni dėl veiklos gyvenvietėse.

#### 4.2. Kraštovaizdžio nestabilumas 1995–2018 m. laikotarpiu

Kraštovaizdžio stabilumas yra vienas iš svarbiausių parametru, lemiančių aplinkos būklę ir joje vykstančius pokyčius veikiant gamtiniams ir antropogeniniams veiksniams. Kraštovaizdžio pokyčių pobūdis priklauso nuo vietos geografinėje aplinkoje, jų savybių, antropogeninio poveikio pobūdžio ir masto. Kraštovaizdžio stabilumas – geosistemos savybė išlaikyti savo struktūrą ir veikimo režimą kintančiomis aplinkos sąlygomis. Kraštovaizdžio nestabilumas gali būti įvairus, priklauso nuo dominuojančių procesų reiškimosi: a) renatūralizacija, kai didėja miško ir krūmynų biomasės kiekis, žemės ūkio plotų arealuose užauga miškas ir krūmai, buvusių kirtimų vietose vyksta natūrali sukcesija, fiksuojami užpelkėjimo procesai; b) teritorijų agrarizacija, kai didėja žemės ūkiui naudojamų teritorijų, vis daugiau natūralių teritorijų įsisavinamos ir paverčiamos dirbamais žemės ūkio plotais; c) teritorijų užstatymas (urbanizacija) – gamtinių arba žemės ūkio teritorijų transformavimas į urbanizuotas (įvairaus tankumo užstatymo, pramoniniais, komerciniais ar infrastruktūros plotais).

Šiame darbe atliktas kraštovaizdžio stabilumo vertinimas ir kartografavimas pagal gamtinių ir antropogeninių įtakos veiksnių kompleksą ir sudarytą kraštovaizdžio nestabilumo matricą (8 lentelė). Atsižvelgiant į vyraujančių kraštovaizdžio pokyčių mastą ir kryptį, buvo išskirtos 7 kraštovaizdžio nestabilumo klasės, kurios netolygiai pasiskirsto analizuojamoje teritorijoje per 23 metų laikotarpį. Destabilizacijos procesų reiškimosi plotai šalies teritorijoje pateikiami 16 lentelėje.

**16 lentelė.** Destabilizacijos procesų reikimosi mastas Lietuvoje 1995–2018 m. laikotarpiu

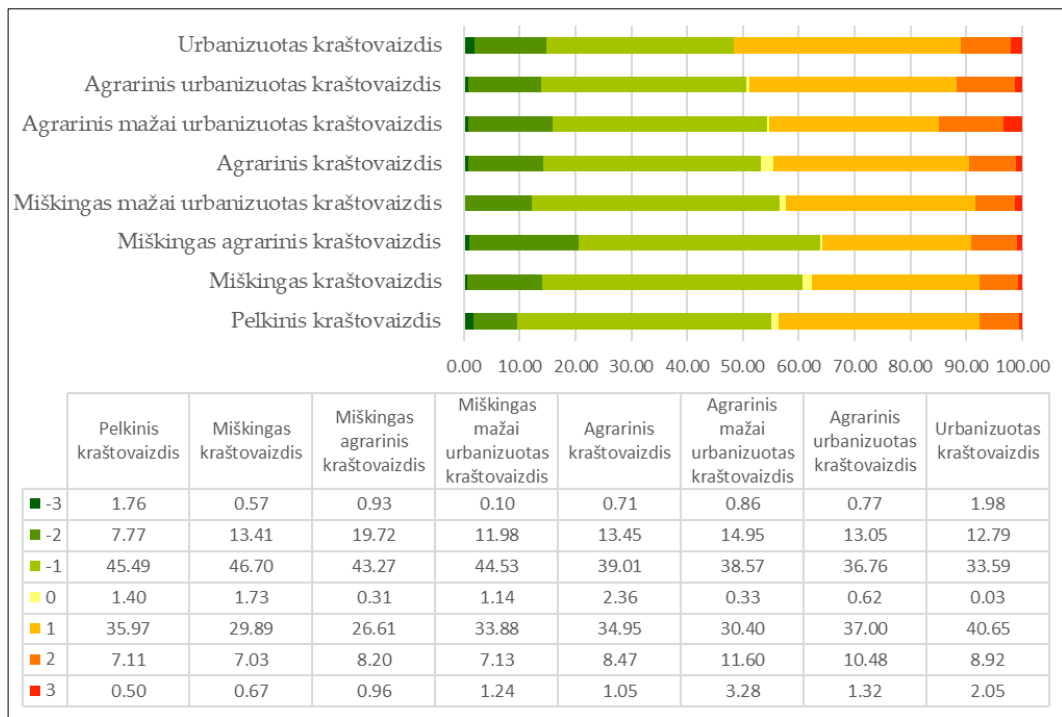
**Table 16.** Extent to which destabilisation processes have occurred in Lithuania in the period 1995-2018

<b>Kraštovaizdžio nestabilumo klasės</b>		<b>Plotas km<sup>2</sup></b>	<b>Dalis šalies teritorijoje%</b>
Gamtinis nestabilumas	-3 Gamtinės krypties itin stipraus nestabilumo klasė	526,8	0,78
	-2 Gamtinės krypties vidutinio nestabilumo klasė	10268,21	15,28
	-1 Gamtinės krypties vidutinio nestabilumo klasė	28153,07	41,90
Teritorijose nefiksuota pokyčių	0 Nežymus nestabilumas	1510,16	2,25
Antropogeninis nestabilumas	1 Antropogeninės krypties silpno nestabilumo klasė	20720,8	30,84
	2 Antropogeninės krypties vidutinio nestabilumo klasė	5342,63	7,95
	3 Antropogeninės krypties itin stipraus nestabilumo klasė	676,06	1,01
<b>Iš viso:</b>		<b>67197,73*</b>	<b>100</b>

\*Lietuvos Respublikos plotas – bendras plotas teritorijos pagal M 1:200 000 georeferencinę duomenų bazę, kurios pagrindu buvo parengtas šešiakampių tinklas.

Bendras kraštovaizdžio nestabilumo reikimasis analizuotas ir pagal Nacionalinio kraštovaizdžio tvarkymo plane išskirtas kraštovaizdžio tvarkymo zonas (30 pav.), nes kraštovaizdžio nestabilumas priklauso ir nuo kraštovaizdžio struktūros (Kavaliauskas, 2011).

Svyravimai nulemti gamtinių procesų, kai pokyčiai susiję su didelį natūralumo indeksą turinčiais arealais, yra akivaizdūs aukštumose, ypač Baltijos aukštumų masyve, Žemaičių aukštumose ir Sūduvos aukštumose. Šiose aukštumose žemės ūkiui nėra palankios sąlygos, todėl dominuoja renatūralizacijos procesai, nors pasitaiko ir miškų kirtimų dideliuose plotuose.



**30 paveikslas.** Kraštovaizdžio nestabilumo klasių pasiskirstymas (procentinė išraiška) kraštovaizdžio sukultūrinimo pobūdžio arealuose, išskirtuose NKTP (2015).

**Figure 30.** Distribution of landscape instability classes (percentages) in areas of landscape cultivation type, according to the NLMP (2015).

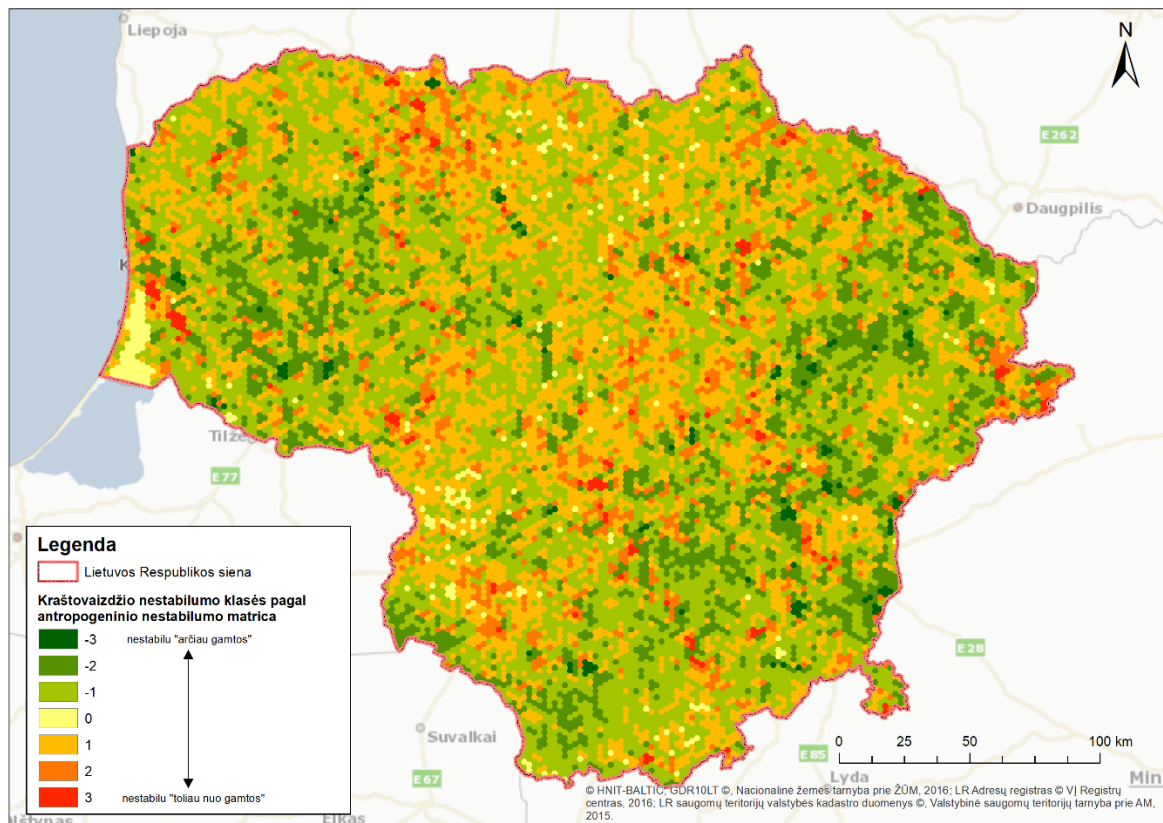
Arealų, kuriuose žemės dangos kaita nevyko ir kraštovaizdis išliko stabilus, yra vos 2,25 proc. visos šalies teritorijos. Ryški teritorija – Kuršių marios, kuriose nėra fiksuojama pasikeitimų. Minėta, kad ši teritorija visame tyrime, nors ir yra analizuojama, bet esminės įtakos žemyninei daliai ar Kuršių nerijai neturi. Iš esmės didieji vandens telkiniai dažniausiai yra fiksuojami kaip stabilios teritorijos be pokyčių, tačiau jų pakrantės analizuojant detalai visada veikiamos tiek gamtinių, tiek antropogeninių veiksnių. Kitos teritorijos, kuriose nefiksuota pokyčių, yra išsidėsčiusios netolygiai pavieniais atvejais visoje Lietuvos teritorijoje. Remiantis atliktais skaičiavimais galima teigti, kad tose teritorijose, kuriose nevyko žemės dangos kaita per analizuojamą laikotarpį, kraštovaizdis yra gana stabilus, tačiau reikėtų nepamiršti, kad nė viena gamtinė ar kultūrinė sistema nėra statinė ir joje vyksta net ir žymių požymių neturintys (dinaminiai) svyravimai, pavyzdžiui, sezoniniai svyravimai (vizualiniu požiūriu), taip pat paros svyravimai, kurie lemia vietos mikroklimato sąlygas, ir pan., tačiau šiame darbe tokio pobūdžio kraštovaizdžio nestabilumo nėra fiksuojama.

-3 nestabilumo klasės pasiskirstymas Lietuvoje netolygus ir sudaro vos 0,78 proc. visos šalies ploto. Šiuose arealuose vyrauja renatūralizacija, taip pat vyksta agrarinė kaita, kai žemės ūkio plotai nebenaudojami pagal jų paskirtį ir vėliau tai yra apskaitoma kaip apleistos teritorijos. Šios klasės arealai daugiausia išsidėstę pelkinio ir urbanizuoto kraštovaizdžio teritorijose (30 pav.).

Analizuojamu laikotarpiu 676,06 km<sup>2</sup> plote (arba 1,01 proc. šalies ploto) buvo intensyvi kraštovaizdžio kaita su didelių svyravimų amplitude (3 klasė). Tokiose teritorijose vyko greita žemės dangos kaita (įvyko trys ir daugiau pokyčių) ir buvo stipri teritorijos antropogenizacija. Tokie pokyčiai ypač ryškūs agrarinio, mažai urbanizuoto kraštovaizdžio arealuose. 31 paveiksle pateikiamas Lietuvos kraštovaizdžio nestabilumo per 1995–2018 m. laikotarpį geografinio paplitimo žemėlapis iliustruoja, kaip tokie ryškūs antropogenizacijos pokyčiai yra išsidėstę Lietuvoje. Nors vadovaujantis Nacionalinio kraštovaizdžio tvarkymo plano sprendiniais tokiose teritorijose apie 60–80 proc. turėtų sudaryti agrarinės naudmenos, tačiau šiuo metu tokiose teritorijose kraštovaizdžio nestabilumui turi įtakos ne tik dirbamų žemės ūkio plotai, bet ir jų konversija į gyvenamąsias teritorijas, nes analizuojamu laikotarpiu itin populiarus procesas – ūkininkų sodybų kūrimas agrarinėse teritorijose, taip pat šios teritorijos naudojamos ir atsinaujinančių energijos išteklių pramonei ir jose kuriami vėjo ar saulės elektrinių parkai. Kitas tokių stipriai antropogenizuotų teritorijų bruožas – sodų konversija į gyvenamųjų namų kvartalus. Nors po nepriklausomybės atkūrimo dar buvo

populiaru turėti kolektyvinį sodą, tačiau keičiantis kraštovaizdžiui keičiasi ir gyventojų įpročiai. Jau gerą dešimtmetį Lietuvoje fiksuojamas kolektyvinių sodų nykimas, jie palaipsniui virsta gyvenamaisiais rajonais, kuriuose naujakuriai griaua senus sodų pastatus ir statosi naujus namus. Ypač toks procesas ryškus aplink didžiuosius miestus (Vilniaus, Klaipėdos rajonai). Pamažu tokios buvusių sodų teritorijos tampa aktyviai tvarkomomis gyvenamosiomis teritorijomis ir jose kuriama nuolatiniam gyvenimui būtina infrastruktūra.

Arealai, kuriuose vyko vidutinė kaita (-2 klasė) ir per analizuojamą laikotarpį buvo daugiau nei du žemės dangos pokyčiai, išsidėstę 15,28 proc. šalies teritorijų. Šiose teritorijose dažniausiai vyko agrarinė kaita ir renatūralizacija. Vietomis fiksuojami ir nedidelio ploto miško dangos praradimai ir urbanizacijos procesai. Beje, daugiausiai šios klasės nestabilumo arealų yra išsidėstę miškingo agrarinio (19,72 proc.) ir agrarinio mažai urbanizuoto (14,95 proc.) kraštovaizdžio teritorijose. Kiek kitokia situacija vertinant 2 klasės antropogeninio pobūdžio destabilizacijos pokyčius, kurie vyko 7,95 proc. Lietuvos teritorijų, šiose teritorijose dažniau vyko miškų kirtimai, taip pat žemės naudmenų pokyčiai, ryškiausi buvo ir urbanizacijos procesai. Ši nestabilumo klasė ryškiausia agrarinio mažai urbanizuoto (11,60 proc.) ir agrarinio urbanizuoto (10,48 proc.) kraštovaizdžio teritorijose. Tuo tarpu 3 klasės nestabilumo pokyčiai vyko 1,01 proc. ir arealuose pokyčiai vyko daugiau nei 3 kartus. Šie arealai susiję su miestų teritorijomis, aplink miestus vyksta urbanizacijos procesai, taip pat deforestizacija, natūralūs plotai paverčiami žemės ūkiui palankiomis teritorijomis bei infrastruktūros plėtra.



**31 paveikslas.** Lietuvos žemės dangos nestabilumo klasių pasiskirstymas 1995–2018 m. pagal matricą.  
**Figure 31.** Distribution of land cover instability classes in Lithuania for the period 1995-2018 according to the matrix.

Analizuojamu laikotarpiu didžiausių pokyčių įvyko gamtinės krypties silpno nestabilumo (-1) klasėje, pokyčiai vyko labai retai, lėtai ir būdinga nedidelė pokyčių svyravimo amplitudė. Per 23 metus tokiose teritorijose įvyko nežymūs pokyčiai. Daugiausia tokio pobūdžio pokyčiai vyksta miškingo (46,70 proc.), pelkinio (45,49 proc.), miškingo agrarinio (43,27 proc.) arba miškingo mažai urbanizuoto (44,53 proc.) kraštovaizdžio arealuose. Žinoma, tokio kraštovaizdžio nestabilumo atvejų galima fiksuoti ir agrarinio (39,01 proc.), agrarinio mažai urbanizuoto (38,57 %), agrarinio urbanizuoto (36,76 proc.) ar urbanizuoto (33,59 proc.) kraštovaizdžio teritorijose. Tuo tarpu antropogeninės krypties silpno nestabilumo (1) klasė sudarė 30,84 proc. šalies ploto. Tokie pokyčiai beveik tolygiai pasiskirstę visoje Lietuvos teritorijoje, išskyrus Žemaitijos, Baltijos ir Sūduvos aukštumas. Šiuose arealuose ryškiausi kraštovaizdžio kaitos procesai siejami su miškų kirtimais, taip pat natūralių plotų pakeitimu į agronaudmenas, vietomis fiksuojama urbanizacija. Antropogeninės krypties silpno nestabilumo klasės arealai dominuoja urbanizuoto (40,65 proc.) ir agrarinio urbanizuoto (37 proc.) kraštovaizdžio teritorijose.

Kraštovaizdžio natūralumo 1995–2018 m. žemėlapyje (20 pav.) išsiskiria didžiųjų Lietuvos miškų masyvų – Karšuvos giria, Kazlų Rūdos miškai, Dainavos giria, Rūdininkų giria, Labanoro–Pabradės giria, Lavoriškių–Nemenčinės miškai, Ažvinčios–Minčios giria, Šimonių giria, Žalioji ir Biržų girios, kaip natūralios teritorijos, tačiau bendras kraštovaizdžio nestabilumo žemėlapis iliustruoja, kad šiose teritorijose vyko daug destabilizuojančių procesų (miško kirtimai, miško naudmenų pavertimas kitomis naudmenomis ir pan.).

Atliekant statistinę analizę – tiesinę regresinę analizę (angl. *Ordinary Least Squares* (OLS)) buvo patikrinta, ar pagal CORINE žemės dangos duomenis apskaičiuota kraštovaizdžio pokyčių kryptis padeda paaiškinti kraštovaizdžio nestabilumo pokyčius. Tai įprastas tiesinės regresijos lygčių, apibūdinančių vieno ar daugiau nepriklausomų kiekybinių kintamųjų ir priklausomo kintamojo ryšį (paprastoji arba daugialypė tiesinė regresija), koeficientų įvertinimo metodas.

Atlikus trijų rodiklių (žemės dangos pokyčių dažnumo, krypties ir amplitudės) duomenų koreliaciją, ji buvo teigiama – 1 (17 lentelė), tai rodo, kad yra stiprus teigiamas tiesinis ryšys, t. y. vienam kintamajam didėjant, didėja ir kitas kintamasis.

**17 lentelė.** Žemės dangos pokyčių koreliacija

**Table 17 lentelė.** Correlation of land cover changes

	<b>Dažnumas</b> <i>Frequency</i>	<b>Kryptis</b> <i>Direction</i>	<b>Nuokrypis</b> <i>Deviation</i>
<b>Dažnumas</b> <i>Frequency</i>	1		
<b>Kryptis</b> <i>Direction</i>	-0,20505	1	
<b>Nuokrypis</b> <i>Deviation</i>	0,93412	-0,31047	1

Atlikus regresinę analizę (18 lentelė) galima daryti išvadą, kad žemės dangos pokyčių krypties beveik nelemia nei pokyčių dažnumas, nei svyravimų amplitudė. Tačiau žemės dangos pokyčių dažnumas stipriai lemia žemės dangos svyravimų amplitudę ( $R^2=0,87$ ). Taip pat prastas dviejų kintamųjų ryšys – žemės dangos pokyčių dažnumo ir svyravimų amplitudės su žemės dangos pokyčių kryptimi ( $R^2=0,15$ ).

**18 lentelė.** Žemės dangų pokyčių rodiklių – pokyčių krypties, dažnumo, amplitudės ir jų priklausomybės analizė.

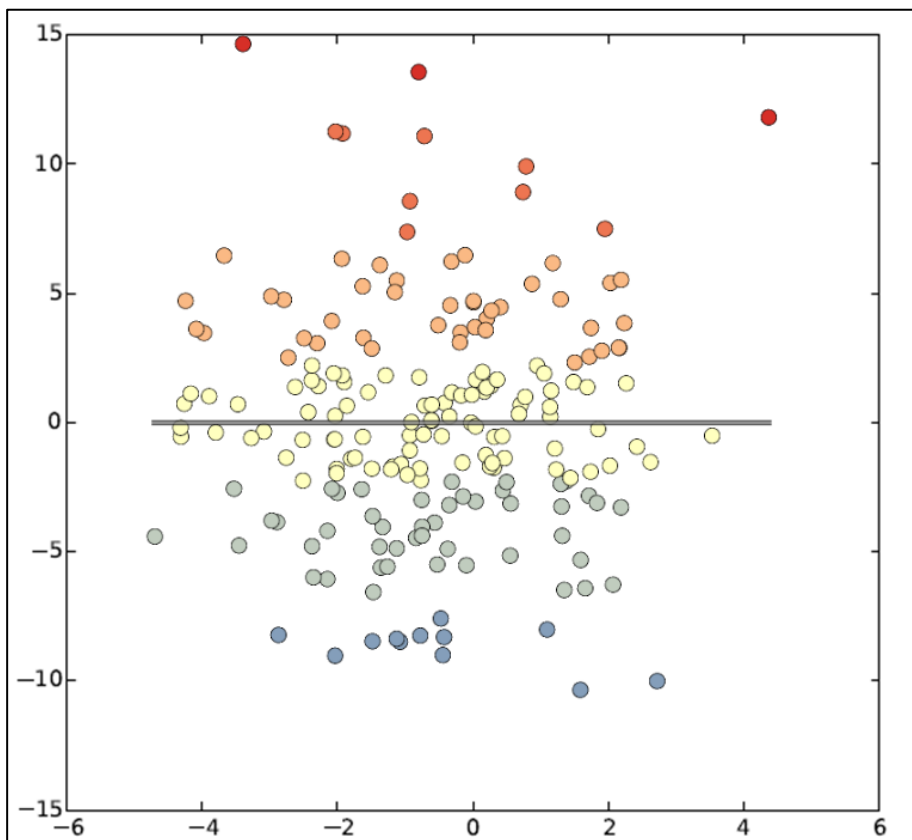
**Table 18.** Analysis of land cover change indicators - direction, frequency, amplitude and their interdependence.

	<b>Žemės dangos pokyčių kryptis (y) ir dažnumas (x)</b>	<b>Žemės dangos pokyčių kryptis (y) ir amplitudė (x)</b>	<b>Žemės dangos pokyčių amplitudė (y) ir dažnumas (x)</b>	<b>Žemės dangos pokyčių kryptis (y), dažnumas (x1), amplitudė (x2)</b>
	<i>Direction (y) and frequency (x) of land cover change</i>	<i>Direction (y) and amplitude (x) of land cover change</i>	<i>Amplitude (y) and frequency (x) of land cover changes</i>	<i>Land cover change direction (y), frequency (x1), amplitude (x2)</i>
Multiple R	0,205	0,310	0,934	0,391
<b>Determinacijos koeficientas</b> <i>R Square</i>	0,042	0,096	0,872	0,153
<b>Koreguotas determinacijos koeficientas</b> <i>Adjusted R Square</i>	0,041	0,096	0,872	0,152



	<b>Žemės dangos pokyčių kryptis (y) ir dažnumas (x)</b>	<b>Žemės dangos pokyčių kryptis (y) ir amplitudė (x)</b>	<b>Žemės dangos pokyčių amplitudė (y) ir dažnumas (x)</b>	<b>Žemės dangos pokyčių kryptis (y), dažnumas (x1), amplitudė (x2)</b>
	<i>Direction (y) and frequency (x) of land cover change</i>	<i>Direction (y) and amplitude (x) of land cover change</i>	<i>Amplitude (y) and frequency (x) of land cover changes</i>	<i>Land cover change direction (y), frequency (x1), amplitude (x2)</i>
<b>Standartinė paklaida</b> <i>Standard Error</i>	0,355	0,345	0,119	0,334
<b>Stebėjimai</b> <i>Observations</i>	15 307	15 307	15 307	15 307
<b>p – reikšmė (p – value)</b>				
<b>Sulaikymas</b> <i>Intercept</i>	0,028	6,387	3,554	4,029
<b>Dažnumas</b> <i>Frequency</i>	5,325	-	0	1,554
<b>Amplitudė</b> <i>Amplitude</i>	-	0	-	0

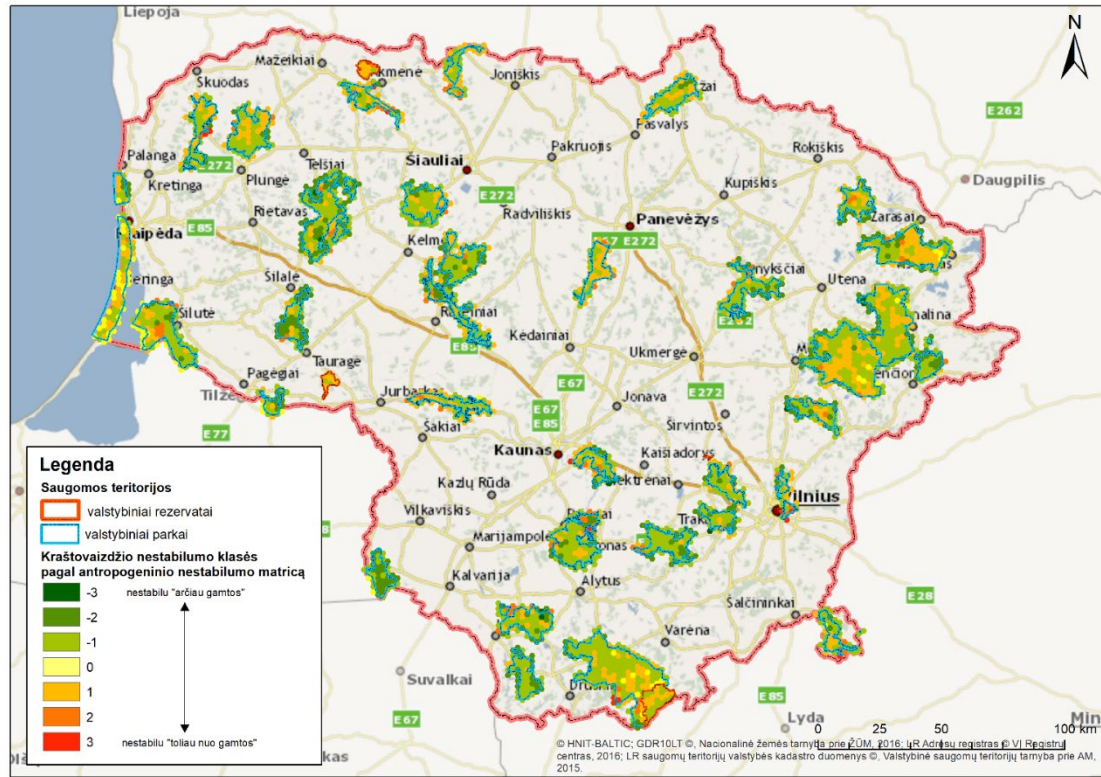
Jarque-Bera statistika: kai šis testas yra statistiškai reikšmingas ( $p < 0,01$ ), modelio prognozės yra neobjektyvios (liekanos nėra normaliai pasiskirsčiusios) (32 pav.). Šiame paveiksle pateikiamas liekanų grafikas (modelio reikšmių, didesnių ir mažesnių nei realios) ir prognozuojamo priklausomo kintamojo santykis reikšmėmis. Grafikas iliustruoja, kad kraštovaizdžio nestabilumas tiesiogiai priklauso nuo žemės dangos pokyčių krypties ir pokyčių svyravimo amplitudės, šiuo atveju ryšys yra teigiamas, nes dauguma reikšmių yra išsidėsčiusios prie centrinės ašies.



**32 paveikslas.** Prognozuojamų žemės dangos nestabilumo reikšmių standartizuotų liekanų grafikas parodo, kaip stipriai skiriasi prognozuojamos (atsižvelgiant į žemės dangos pokyčių krypties ir svyravimo amplitudės reikšmes) nestabilumo reikšmės nuo nustatytųjų (realių) nestabilumo reikšmių **Figure 32.** Plot of the standardised residuals of predicted land cover instability values, showing how the predicted instability values (based on the direction and amplitude of land cover change) differ significantly from the observed (real) instability values. Distribution and relationships of the variables for the direction and amplitude of land cover change variation.

#### 4.2.1. Kraštovaizdžio nestabilumas saugomose teritorijose

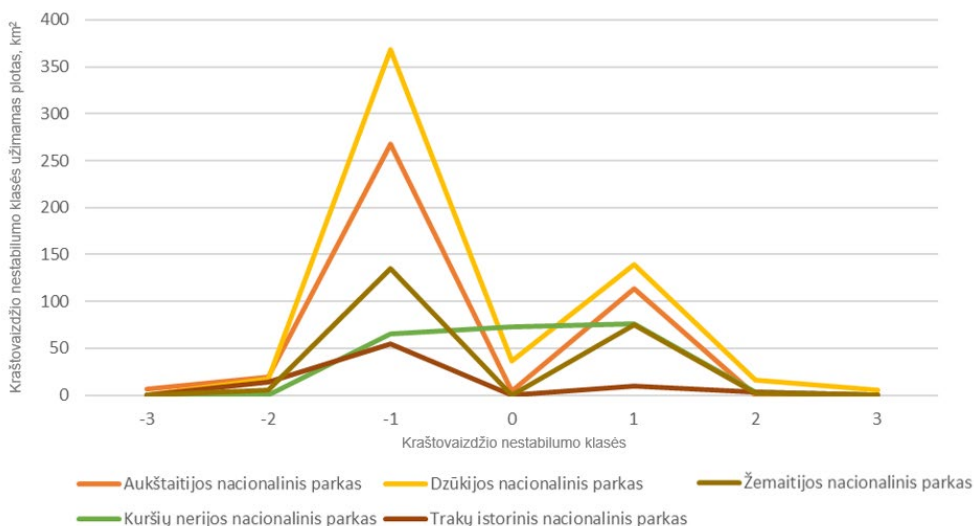
Siekiant patikrinti, kaip šalies teritorijoje veikia EKF, galima įvertinti kraštovaizdžio nestabilumą saugomose teritorijose, kurių vienas iš steigimo tikslų yra užtikrinti kraštovaizdžio ekologinę pusiausvyrą (Lietuvos Respublikos saugomų..., 1993). Kraštovaizdžio nestabilumas disertacijoje vertinamas valstybiniuose parkuose ir valstybiniuose gamtiniuose ir kultūriniuose rezervatuose (33 pav.). Nacionaliniuose parkuose saugomas nacionalinės svarbos gamtinis ir kultūrinis kraštovaizdis, kuris reprezentuoja šalies etnokultūrinių sričių gamtos ir kultūros savitumus, juose sudaromos prielaidos vertybėms saugoti ir tvarkyti. Taip pat vienas iš saugomų teritorijų tikslų – išlaikyti gamtos ekosistemų stabilumą. Detalus kraštovaizdžio nestabilumo valstybiniuose parkuose ir valstybiniuose rezervatuose pasiskirstymas pateikiamas 3 priede.



33 *paveikslas*. Kraštovaizdžio nestabilumo valstybiniuose parkuose ir valstybiniuose gamtiniuose ir kultūriniuose rezervatuose pasiskirstymas

**Figure 33.** Distribution of landscape instability in State Parks and State Nature and Cultural Reserves

Atlikus vertinimą (34 pav.), galima teigti, kad nacionaliniuose parkuose kraštovaizdžio nestabilumas labai nevienodas, priklauso nuo vyraujančio teritorijos vertybių gamtinio ir kultūrinio pobūdžio.



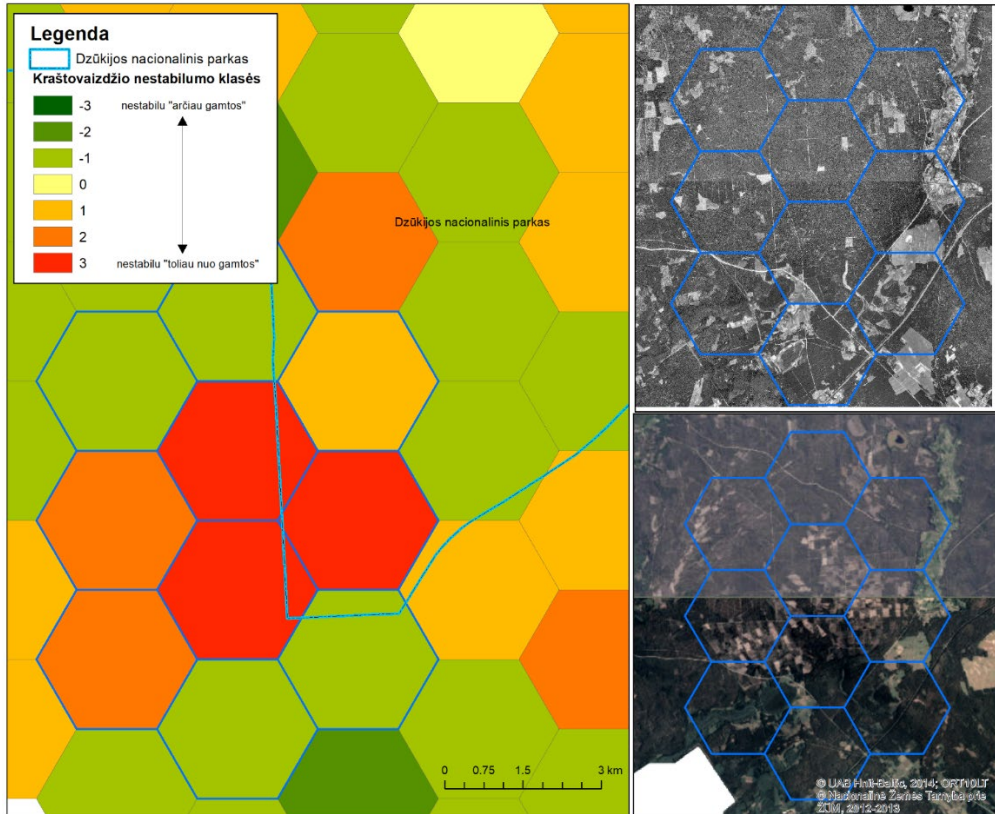
**34 paveikslas.** Kraštovaizdžio nestabilumo pasiskirstymas nacionaliniuose parkuose. X ašis – kraštovaizdžio nestabilumo klasės, Y ašis –plotas km<sup>2</sup>

**Figure 34.** Distribution of landscape instability in National Parks. X-axis - landscape instability classes, Y-axis - area covered in km<sup>2</sup>

Vertinant bendras tendencijas nacionaliniuose parkuose didžioji dauguma pokyčių (daugiau nei 60 proc., arba 953,44 km<sup>2</sup>) visų nacionalinių parkų teritorijose yra susiję su kraštovaizdžio nestabilumo procesais, kurie yra gamtinio pobūdžio; teritorijų, kuriose kraštovaizdis stabilus, yra 113,93 km<sup>2</sup>, o teritorijų, kuriose žemės dangos pokyčiai fiksuojami dėl antropogeninės kilmės veiksnių, – 443,36 km<sup>2</sup>. Aukštaitijos, Dzūkijos ir Žemaitijos nacionaliniai parkai pagal kraštovaizdžio nestabilumo pobūdį panašūs, o pokyčių plotas priklauso ir nuo valstybinio parko ploto.

Dzūkijos nacionalinis parkas iš kitų nacionalinių parkų išsiskiria didelio ploto teritorijomis, kuriose per 23 metų laikotarpį vyko lėta kaita su maža svyravimų amplitude. Žinoma, tai didžiausias nacionalinis parkas ir kartu didžiausia saugoma teritorija Lietuvoje, kurios išskirtinę vertę formuoja didžiausia Lietuvos upė Nemunas ir kitos ne mažiau išraiškingos upės (Merkys, Ūla, Grūda ir kt.), žemyninės kopos, unikalūs gamtiniai kompleksai, todėl natūralu, kad nedideli gamtiniai svyravimai užima didžiausius plotus. Šiame nacionaliniame parke fiksuota nestabilumo 3 klasės teritorijų, kurios vyko greitai ir intensyvūs antropogeniniai žemės dangos pokyčiai. Į vakarus nuo Margionių kaimo per analizuojamą laikotarpį iškirstas didžiulis plotas miško (35 pav.). Detalesni žemės dangos skaičiavimai atlikti 43,9 km<sup>2</sup> plote, pasirinkus 10 šešiakampių teritoriją, kurioje 3 šešiakapiai patenka į 3 nestabilumo

klasę, 2 – į 2 nestabilumo klasę, 1 šešiakampis yra 1 nestabilumo klasėje, o 4 šešiakampiai patenka į 1 klasę.



**35 paveikslas.** Kraštovaizdžio destabilizacija Dzūkijos nacionaliniame parke ir už parko teritorijos ribų, Margionių apylinkėse, ir žemės dangos pokyčiai 1995 m. (kairėje) ir 2018 m. (dešinėje). Didžiuliai plotai, kuriuose vykdyti miško kirtimai

**Figure 35.** Landscape destabilisation process in Dzūkija National Park and outside the park territory, Margioni area and land cover changes in 1995 (left) and 2018 (right). Large areas of deforestation

Detalizuojant kraštovaizdžio nestabilumo priežastis buvo įvertinti CORINE žemės dangos 1995 m. ir 2018 m. duomenys, taip pat apskaičiuotas pokyčių plotas (19 lentelė). Ryškiausias pokytis yra susijęs su miškų plotų praradimu. Nuo 1995 metų iki 2018 metų Margionių kaimo apylinkėse analizuotame plote spygliuočių miškų plotas sumažėjo daugiau nei 646 ha, taip pat sumažėjo lapuočių miškų plotas. Remiantis valstybinio miškų kadastro duomenimis, analizuojamoje teritorijoje nustatyta IV grupės ūkiniai miškai, o Dzūkijos nacionalinio parko ribų plane išskirta miškų ūkio prioriteto zona. Analizuojant ortofotografinius duomenis, Margionių miškas iš vientiso miško masyvo 1995 m. virto fragmentuotu mišku 2018 m. ir teritorijoje padidėjo pereinamosios miškų stadijos ir krūmynų bei mišraus miško plotai.

**19 lentelė.** Žemės dangos plotas 1995 m. ir 2018 m. ir jo pokyčių procentinė išraiška Dzūkijos nacionaliniame parke ir už parko teritorijos, Margionių apylinkėse

**Table 19.** Land cover in 1995 and 2018 and percentage changes in Dzūkija National Park and outside the park territory, Margioni district

Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000		Žemės dangos plotas, ha		Pokytis tarp 1995 ir 2018 m. (ha ir %)		
		1995	2018			
112	Neištinisinis užstatymas	27,35	25,28	-2,07	-0,05	↓
211	Nedrėkinamos dirbamos žemės	79,10	0	-79,1	-1,80	↓
231	Ganyklos	158,40	145,33	-13,07	-0,30	↓
242	Kompleksiniai žemdirbystės plotai	96,84	68,15	-28,69	-0,65	↓
243	Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos intarpais	150,51	182,31	31,8	0,72	↑
311	Lapuočių miškas	37,49	32,66	-4,83	-0,11	↓
312	Spygliuočių miškas	3449,92	2803,45	-646,47	-14,73	↓
313	Mišrus miškas	260,46	302,37	41,91	0,95	↑
324	Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	130,66	834,06	703,4	16,02	↑

Kiek kitokia situacija išsiskiria Kuršių nerijos nacionalinio parko teritorija. Šiame nacionaliniame parke beveik tolygiai pasiskirsčiusios -1, 0 ir 1 kraštovaizdžio nestabilumo grupės. Kiek daugiau dominuoja kraštovaizdžio 1 nestabilumo klasė. Tai lemia unikali Kuršių nerijos geografija, o kartu ir didžiulis poreikis ir noras vystyti įvairių nekilnojamąjį turtą, tačiau šiuos planus kiek pristabdo tai, kad čia galioja Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymas (Lietuvos Respublikos saugomų..., 1993) ir nacionalinio parko planavimo dokumentai, žinoma, ir tai, kad čia nėra privačios žemės nuosavybės, todėl valstybinės žemės buvimas savotiškai pristabdo intensyvius natūralaus kraštovaizdžio pokyčius. Taip pat tokius neintensyvius, bet antropogeninės kilmės pokyčius galima sieti su įgyvendinamais gamtotvarkos ir miškotvarkos planų sprendimais. Didesni nestabilumo arealai išsiskiria šiaurinėje Kuršių nerijos nacionalinio parko dalyje, kuri buvo labiausiai paveikta žmonių intervencinės veiklos – gaisrų ir su jais susijusių miško bendrijų sunaikinimo, miško kirtimų (analizuojamu laikotarpiu didelę įtaką kraštovaizdžio nestabilumo skaičiavimams turėjo ir 2006 m. ir 2014 m. vykę gaisrai). Pietinėje parko dalyje fiksuota daugiau renatūralizacijos procesų – teritorijų užaugimo krūmais ir medžiais. Dėl specifinės teritorijos kraštovaizdžio struktūros ir jos raidos tokius renatūralizacijos procesus galima vertinti dvejopai. Viena vertus, vykstantis savaiminis užaugimas yra pozityvus dalykas, nes gamta tvarkosi pagal savo natūralius principus. Kita vertus, prarandamos kopų buveinės, plečiasi teritorijai nebūdingos

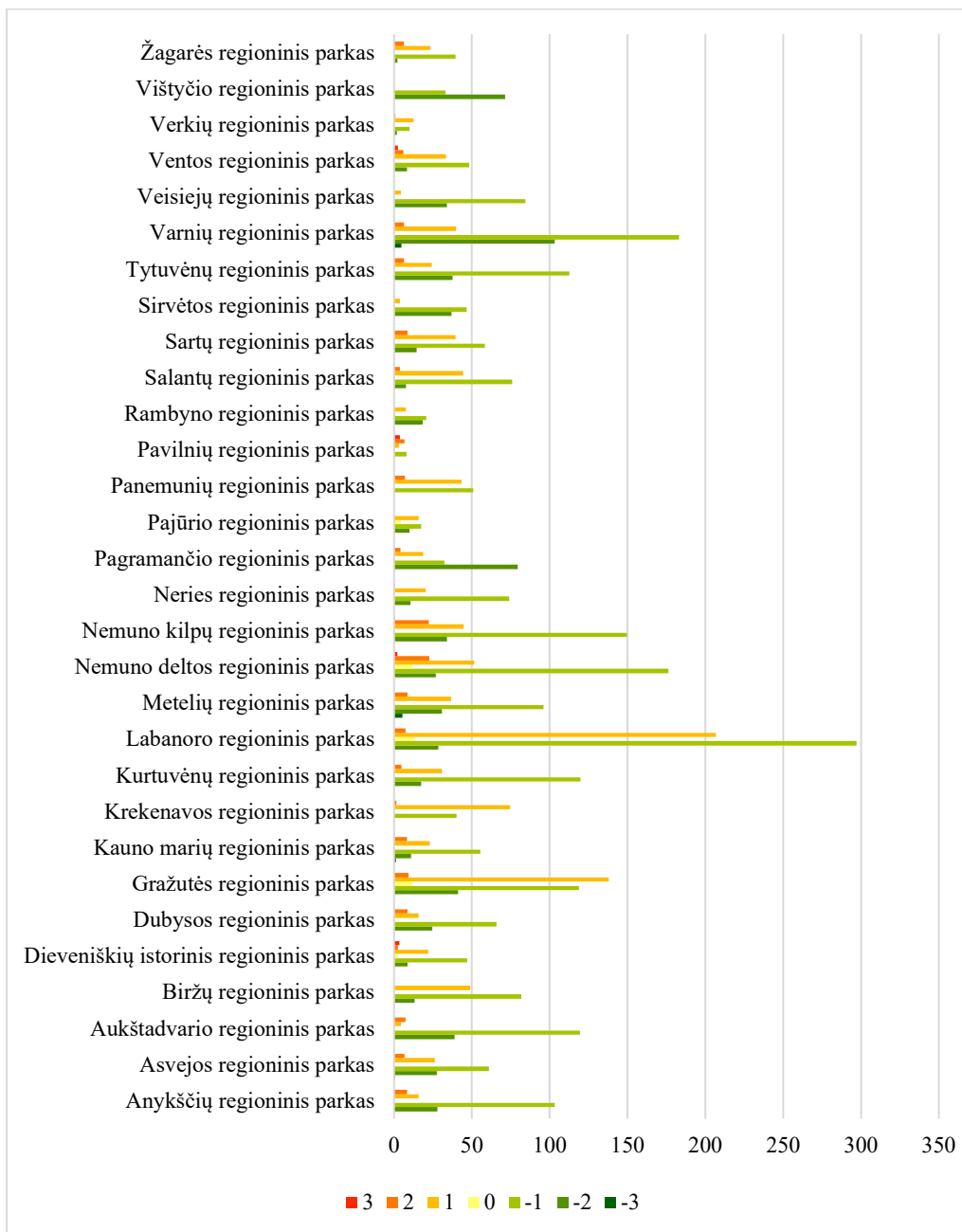
invazinės rūšys, nustelbiančios vietines, todėl joms išlaikyti yra būtina žmogaus pagalba, vykdomos gamtotvarkos priemonės.

Regioniniuose parkuose, kurie taip pat yra kompleksinės saugomos teritorijos, kraštovaizdžio nestabilumo klasės pasiskirsto labai įvairiai. Vertinant bendras tendencijas, regioniniuose parkuose buvo didesnis plotas teritorijų, kuriose įvyko gamtinių žemės dangos pokyčių. Gamtiniai pokyčiai vyko 3202,50 km<sup>2</sup> plote. Antropogeniniai pokyčiai vyko 1261,68 km<sup>2</sup> plote. 36 paveiksle parodytas kraštovaizdžio nestabilumo klasių pasiskirstymas regioniniuose parkuose. Beveik visos regioninių parkų teritorijos kartu yra ir Europos ekologinio tinklo „Natura 2000“ buveinių ar paukščių apsaugai svarbios teritorijos, kurių geros apsaugos būklės palaikymui yra rengiami ir vėliau įgyvendinami specialieji arba strateginiai saugomų teritorijų planavimo dokumentai. Tyrimas iliustruoja, kad per 23 metus regioniniuose parkuose fiksuojas ryškus gamtinio kraštovaizdžio nestabilumas.

Intensyvi kaita su didelių svyravimų amplitude, greita kaita (įvyko 3 ir daugiau pokyčių), stipri renatūralizacija vyko Metelių, Varnių, Kauno marių ir Asvejos regioniniuose parkuose. O intensyvi kaita su didelių svyravimų amplitude, greita kaita (įvyko 3 ir daugiau pokyčių), stipri antropogenizacija fiksuota Pavilnių, Dieveniškių istoriniame, Ventos, Nemuno deltos regioniniuose parkuose. Tik pokyčių priežastys Pavilnių regioniniame parke yra susijusios su teritorijų užstatymu, o kituose regioniniuose parkuose daugiausia su didelio ploto miškų kirtimų.

Labanoro regioninis parkas išskirtinis tuo, kad šiose saugomose teritorijose beveik panašiu plotu reišėsi tiek lėta žemės dangos kaita su maža svyravimų amplitude į gamtiškumą (297,13 km<sup>2</sup>), tiek lėta kaita su maža svyravimų amplitude į antropogenizaciją (206,77 km<sup>2</sup>), ir tokiose teritorijose per analizuojamą laikotarpį fiksuotas tik vienas žemės dangos pasikeitimas. Labanoro regioniniame parke per analizuojamą laikotarpį vyko tiek renatūralizacija, tiek gamtinių teritorijų praradimas iškertant miškus, plečiant užstatytas teritorijas ar vykdant žemės ūkio veiklą.





**36 paveikslas.** Kraštovaizdžio nestabilumas regioniniuose parkuose 1995–2018 m. X ašis – užimamas plotas km<sup>2</sup> pagal kraštovaizdžio nestabilumo klases, Y ašis – regioniniai parkai Lietuvoje

**Figure 36.** Landscape instability in regional parks 1995-2018. X – axis – km<sup>2</sup> area covered by landscape instability classes, Y – axis – regional parks in Lithuania

#### 4.2.2. Kraštovaizdžio destabilizacijos procesų koncentracija 1995–2018 m. laikotarpiu

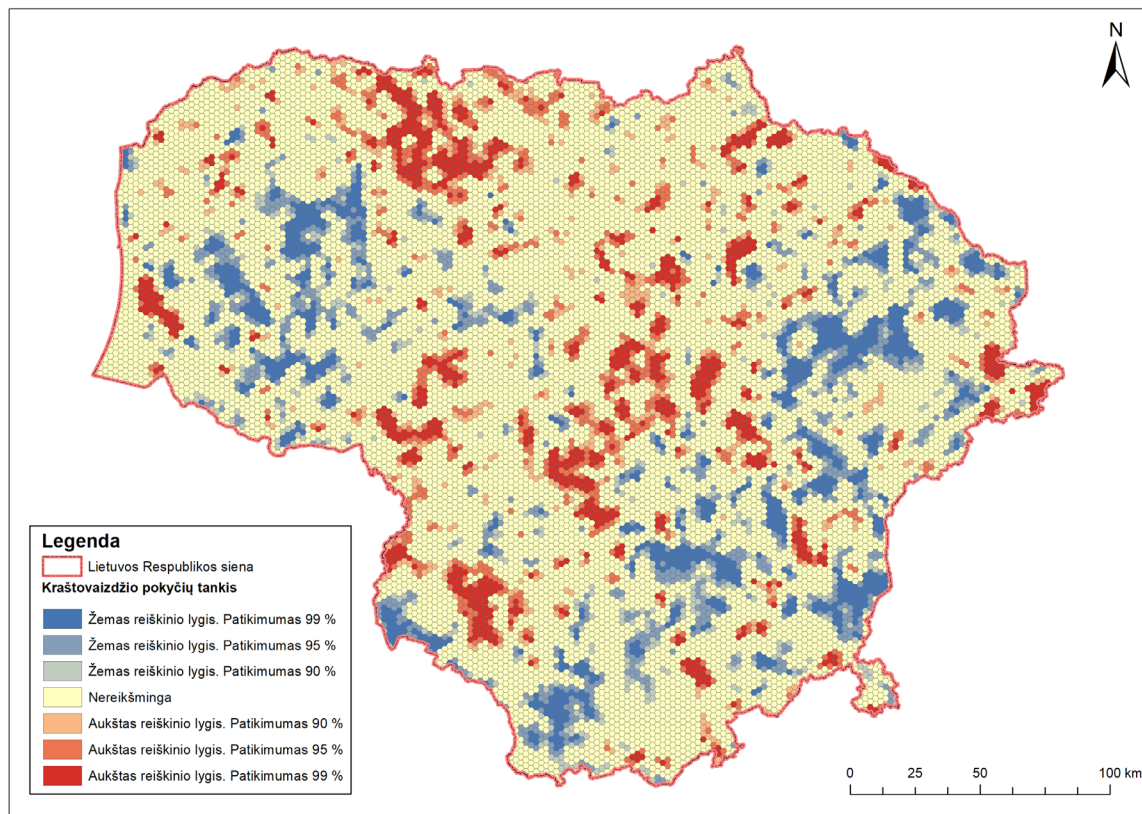
Naudojant kraštovaizdžio nestabilumo duomenis buvo parengtas ir kraštovaizdžio pokyčių tankio žemėlapis (37 pav.), jame arealo dydis išreiškia santykinį nestabilumo apimamą plotą kitų pokyčių arealų atžvilgiu, o spalvos intensyvumas iliustruoja nestabilumo klasės gausą.

Žemėlapyje išskirti dviejų tipų arealai – karštieji (angl. *hot spot*) ir šaltieji (angl. *cold spot*) arealai. Šaltieji arealai nurodo vietas, kuriose kraštovaizdžio nestabilumas yra statistiškai nereikšmingas, arba mažas pokyčių reiškimosi lygis. Karštieji arealai nurodo teritorijas, kuriose kraštovaizdžio nestabilumas pasireiškia itin dažnai, t. y. vietas, kuriose dažniau pasitaiko šis procesas ir kurio reikšmės viršija bendrą vidurkį. Šiose identifikuotose teritorijose turėtų būti skiriama daugiau dėmesio siekiant mažinti kraštovaizdžio nestabilumą ir užtikrinti kraštovaizdžio ekologinį potencialą bei nuolatos atlikti šio pokyčio geografinę dinamiką.

Arealų patikimumas išskirtas 99 proc., 95 proc. ir 90 proc. Aukščiausio patikimumo rodiklis 99 proc. reiškia, kad buvo atliktas statistinis testas, kuriuo nustatyta, kad tikimybė, jog šiame regione pastebėtas žemas kraštovaizdžio nestabilumo lygis atsitiktinis, yra tik 1 proc.. Tai reiškia, kad yra didelė tikimybė, jog šioje vietoje fiksuojamas stabilus kraštovaizdis ir jo pokyčiai labai nedideli arba nereikšmingų plotų.

Atlikus karštųjų taškų analizę, naudojant Getis-Ord  $G_i^*$  statistiką, karštieji arealai, t. y. statistiškai reikšmingi erdviniai aukštų indekso reikšmių klasteriai, buvo nustatyti šiaurinėje Lietuvos dalyje, Vidurio Lietuvoje, taip pat Žemaitijos ir Aukštaitijos aukštumose, kur plyti santykinai didelė miško žemės dalis.

Procesams ir grėsmėms, lemiančioms kraštovaizdžio nestabilumą, įvertinti buvo remtasi ir Lietuvos Respublikos teritorijos bendrojo plano esamos būklės analizės metu parengta sektorinės analizės 2 skyriaus vertybių ir ekosistemų apsaugos ataskaita. Šiame dokumente pateiktas Žemės dangos pokyčių tendencijų kraštovaizdžio morfologiniuose mikrorajonuose žemėlapis (aut. D. Veteikis), kuris parengtas atsižvelgiant į proceso mastą, greitį ir kryptis (Lietuvos Respublikos teritorijos..., 2019). Šioje ataskaitoje Lietuvos teritorijoje vykusių žemės dangos pokyčius ir jos natūralumo tendencijas autorius suklasifikavo pagal vyraujančią kryptį (4 priedas). Klasifikacijoje atsispindi tos pokyčių grupės, kurios vyko dažniausiai ir turėjo didžiausią reikšmę visos Lietuvos kraštovaizdžiui.



**37 paveikslas.** Kraštovaizdžio antropogeninio nestabilumo erdvinė koncentracija (angl. *hot spot*) 1995–2018 m  
**Figure 37.** Spatial concentration of anthropogenic instability in the landscape (*hot spot*) between 1995 and 2018

Karštieji taškai, kuriuose stipriausi antropogeniniai kraštovaizdžio kaitos procesai, nustatyti šiaurinėje Lietuvos dalyje, Akmenės rajone, Klaipėdos rajone, taip didesniais koncentruotais rajonais išsidėsto ir Vidurio Lietuvos žemumoje. Pasinaudojant žemės dangos pokyčių tendencijų kraštovaizdžio morfologiniuose mikrorajonuose žemėlapiu, kuris sudarytas atsižvelgiant į žemės dangos pokyčių proceso mastą, greitį ir kryptis, nustatyta, kad šiuose pokyčių arealuose dominuoja stambaus masto vidutinio greičio agrokaita, taip pat vidutinio ir stambaus masto vidutinio greičio deforestizacija (20 lentelė). Tuo tarpu gamtinėse teritorijose pokyčius daugiausia lemia renatūralizacija, žemės ūkio veikla, taip pat miško naudmenų keitimas kitomis naudmenomis.

**20 lentelė.** Kraštovaizdžio gamtinę ir antropogeninę destabilizaciją lemiantys procesai

**Table 20.** Processes leading to natural and anthropogenic destabilisation of landscapes

	<b>Gamtinė destabilizacija</b>	<b>Plotas km<sup>2</sup></b>	<b>Antropogeninė destabilizacija</b>	<b>Plotas km<sup>2</sup></b>
1	AK-8 Stambaus masto vidutinio greičio agrokaita	1050,32	AK-8 Stambaus masto vidutinio greičio agrokaita	1578,99
2	DF-8 Stambaus masto vidutinio greičio deforestizacija	614,03	DF-8 Stambaus masto vidutinio greičio deforestizacija	958,06
3	RN-5 Vidutinio masto vidutinio greičio renatūralizacija	322,47	DF-5 Vidutinio masto vidutinio greičio deforestizacija	523,47
4	DF-5 Vidutinio masto vidutinio greičio deforestizacija	311,64	DF/RN-8 Stambaus masto vidutinio greičio deforestizacija / renatūralizacija	140,47
5	RN-8 Stambaus masto vidutinio greičio renatūralizacija	276,01	U-5 Vidutinio masto vidutinio greičio urbanizacija	109,16
6	DF/RN-8 Stambaus masto vidutinio greičio deforestizacija/renatūralizacija	250,2	NK-0 Kaitos nėra	90,49
7	AK-5 Vidutinio masto vidutinio greičio agrokaita	190,22	RN-5 Vidutinio masto vidutinio greičio renatūralizacija	76,08

	<b>Gamtinė destabilizacija</b>	<b>Plotas km<sup>2</sup></b>	<b>Antropogeninė destabilizacija</b>	<b>Plotas km<sup>2</sup></b>
8	NK-0 Kaitos nėra	154,68	U-8 Stambaus masto vidutinio greičio urbanizacija	64,03
9	DF-2 Lokali vidutinio greičio deforestizacija	147,1	U-9 Stambaus masto greita urbanizacija	46,97
10	DF/RN-9 Stambaus masto greita deforestizacija/renatūralizacija	107,06	DF-2 Lokali vidutinio greičio deforestizacija	39,84
11	DF-0 Nežymi greita/lėta/vidutinio greičio deforestizacija	97,4	RN-8 Stambaus masto vidutinio greičio renatūralizacija	37,52
12	AK-0 Nežymi lėta agrokaita	81,19	AK-5 Vidutinio masto vidutinio greičio agrokaita	33,79
13	DF/RN-5 Vidutinio masto vidutinio greičio deforestizacija/renatūralizacija	63,33	DF/RN-5 Vidutinio masto vidutinio greičio deforestizacija / renatūralizacija	23,88
14	AK-9 Stambaus masto greita agrokaita	63,05	DG-5 Vidutinio masto vidutinio greičio degradacija	21,83
15	RN-2 Lokali vidutinio greičio renatūralizacija	56,66	DF/RN-9 Stambaus masto greita deforestizacija / renatūralizacija	21,22

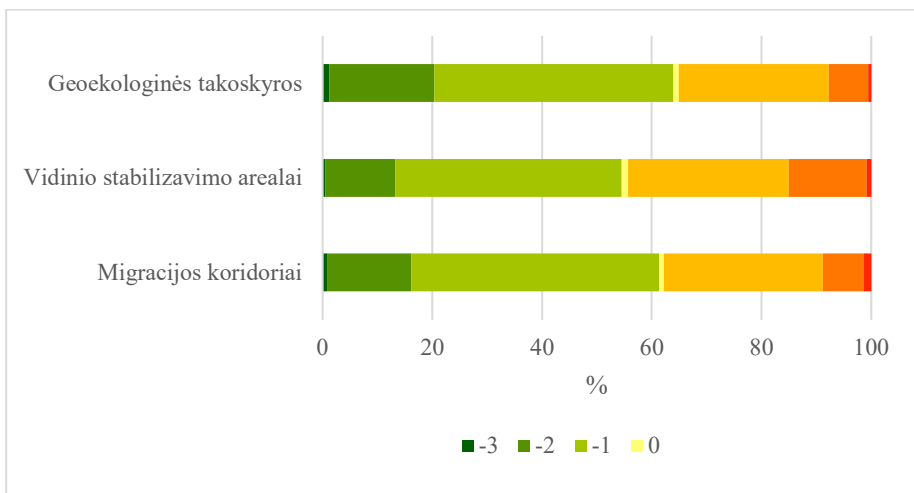
### 4.3. Kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcija 1995– 018 m. laikotarpiu

#### 4.3.1. Gamtinio karkaso funkcionavimo kokybė

Dėl žmogaus ūkinės veiklos poveikio keičiantis kraštovaizdžiui dažniausiai trikdoma ir kraštovaizdžio geoekologinė pusiausvyra ir gamtiniai ryšiai. Tačiau labai svarbu fiksuoti kraštovaizdžio pokyčių svyravimus, nes, kaip teigta anksčiau, svarbu užtikrinti prielaidas, kad besikeičiančioje aplinkoje būtų užtikrinta gera būklė ekologiškai svarbių buveinių, jų aplinkos, gyvūnų ir augalų migracijai reikalingų teritorijų, kartu didinti miškingumą bei reguliuoti urbanizacijos ir žemės ūkio plėtrą. Ilgainiui kraštovaizdžio

nestabilumas, nuolatinis žemės dangos kitimas ir didelės pokyčių svyravimų amplitudės suformuoja ekologinių problemų ir situacijų arealus, kuriuose įvairaus pažeidimo laipsnio ir pobūdžio arealai susiformavę antropogeninėms apkrovoms viršijus kraštovaizdžio atsikūrimo (apsivalymo) bei resursinį potencialą (Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio..., 2005).

Lietuvos gamtinio karkaso sistema formuota pagal geoeologinės koncepcijos principą – lokalizuoti gamtinio karkaso teritorijas „ten, kur reikia“, o ne pagal daugelyje Europos valstybių esamą ekologinio tinklo lokalizavimo principą „ten, kur liko“ (Kavaliauskas, 1992). Tačiau analizė parodė, kad per 23 metus vis dėlto daugelyje gamtinio karkaso teritorijų nesilaikyta geoeologinės koncepcijos principų. Vykę 40 proc. gamtinio karkaso teritorijų pokyčiai susiję su antropogenine veikla. Netgi tose teritorijose, kuriose turėtų būti gražinami ir gausinami natūralumą atkuriantys elementai – vyksta priešingi dalykai – mažėja miško dangos plotai, ryškėja stipri urbanizacija (užstatymas), natūralios žemės dangos vertimas agrarinėmis teritorijomis ir pan. Daugelis autorių pripažįsta, kad miškai yra gamtinio karkaso formavimo pagrindas. Didelį neigiamą poveikį šalies kraštovaizdžio natūralumo ir jo EKF daro pernelyg intensyvus žemių sausinimas ir dirvožemio pereikvojimas, miško plotų pasikeitimas, ypač plyni miško kirtimai turi didelę neigiamą reikšmę gamtinės įvairovės kokybei. Miško vaidmuo ekologiškai pusiausvyrai yra labai svarbus ir šis išteklius teikia įvairias ekosistemines paslaugas: tai – oro gryninimas, dirvožemio apsauga nuo erozijos, vandens lygio reguliavimas, mikroklimatas, taip pat socialinė (rekreacinė, estetinė) funkcija ir pan. Formuojant gamtinį karkasą svarbūs turėtų būti ne tik esami ekologinio potencialo židiniai, bet ir pažeistos, sunaikintos ir ekologinį stabilumą praradusios vietos, kuriose, sudarius palankias sąlygas ir atkūrus gamtinį natūralumą, atsiranda galimybė padidinti geoeologinį potencialą. Dabar šalyje nustatytas gamtinio karkaso plotas atitinka mokslo ekspertų pasiūlytą geoeologiškai optimalią intensyviai naudojamų ir palaikomojo gamtinio kraštovaizdžio teritorijų proporciją. Disertaciniame darbe buvo atlikti kraštovaizdžio nestabilumo klasių pasiskirstymo gamtiniam karkase skaičiavimai (38 paveikslas).

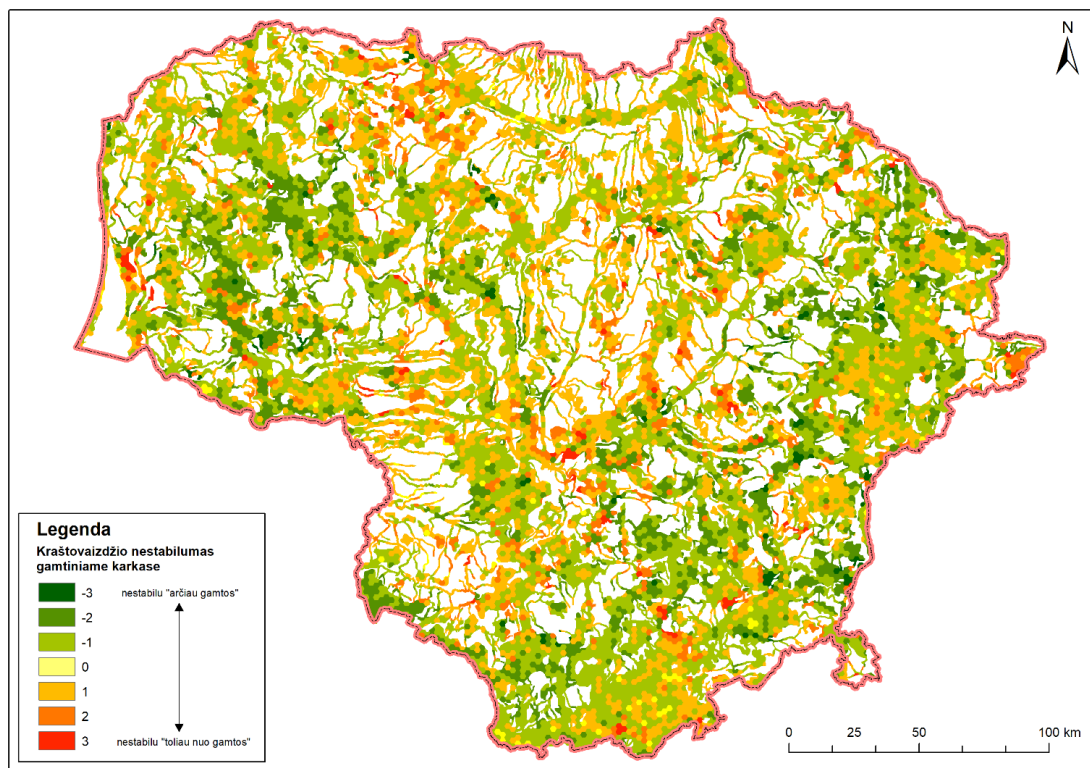


**38 paveikslas.** Kraštovaizdžio nestabilumo pasiskirstymas gamtiniame karkase. X ašyje – kraštovaizdžio nestabilumo klasės, Y ašyje – gamtinio karkaso funkcinės zonos plotas (%)

**Figure 38.** Distribution of landscape instability in the natural framework X-axis: landscape instability classes, Y-axis: area covered by the functional area of the natural framework (%)

Analizuojamu laikotarpiu vykę gamtinio karkaso pasikeitimai 61,43 proc. yra susiję su didesnio natūralumo indekso žemės dangos plotu, renatūralizacija. Didžiausią plotą sudaro -1 nestabilumo klasės pokyčiai, kurių fiksuota 44,27 proc. viso gamtinio karkaso ploto. Teritorinis kraštovaizdžio nestabilumas gamtiniame karkase pateikiamas 39 paveiksle.

Gamtinio karkaso visiškai stabilios teritorijos sudaro vos 1,07 proc. viso gamtinio karkaso teritorijos (21 lentelė). Pokyčiai, susiję su žmogaus veikla ir mažinę teritorijos natūralumą, vyko 22,63 proc. šalies gamtinio karkaso teritorijos. Migracijos koridoriuose, kuriuose turėtų būti grąžinami ir gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai, bene didžiausi pokyčiai susiję su intensyvia kaita su didelių svyravimų amplitude, vyko greita žemės dangos kaita (įvyko 3 ir daugiau pokyčių) ir šiose teritorijose yra stipri antropogenizacija. Gamtinio karkaso dalis – migracijos koridoriai, turėtų atspindėti EKF atliekančios sistemos kokybės ir realaus geokologinio potencialo lygį. Reikia pažymėti, kad per 23 metus šis lygis linko į neigiamą pusę ir nebuvo užtikrinta EKF ar imtasi atitinkamų priemonių.



**39 paveikslas.** Gamtinio karkaso kraštovaizdžio nestabilumas 1995–2018 m. Balti plotai – teritorijos, nepriklausančios gamtiniam karkasui.

**Figure 39.** Landscape instability in the natural framework between 1995 and 2018. White areas - areas outside the Nature Frame.



Gamtinio karkaso teritorijose turėtų būti skatinama veikla, kuria užtikrinama kraštovaizdžio ekologinė pusiausvyra, palaikomas ir stiprinamas ekosistemų stabilumas, taip pat vykdomas ekosistemų atkūrimas ir palaikoma bei didinama biologinė įvairovė. Priemonės, kurioms turėtų būti teikiamas prioritetas gamtinio karkaso teritorijose: bendro teritorijos miškingumo didinimas; želdinių apsauga ir įveisimas kelių sanitarinės apsaugos zonose, agrarinėse ir urbanizuotose teritorijose; hidrologinio režimo atkūrimas; pažeistų teritorijų atkūrimo ir renatūralizavimo darbai; ekologinė žemdirbystė ir agrarinės aplinkosaugos priemonių taikymas; teritorijų pritaikymas ekstensyviai rekreacijai. Apibendrintai galima teigti, kad per analizuojamą laikotarpį gamtiniame karkase, kaip ir visoje šalies teritorijoje, stabilių plotų buvo ypač mažai. Minėta, kad mažėja natūralių ir pusiau natūralių teritorijų tiek molingų lygumų, tiek ir kalvotų aukštumų teritorijose ir didesnės dalies agrarinėse lygumose. Ne išimtis ir gamtinio karkaso būklė, ypač geokologinio potencialo teritorijos, kurių natūralumas nedidėjo, o tai lemia ir sistemingą gamtinio karkaso teritorijų geokologinio potencialo mažėjimą ir silpnėjimą.

Kraštovaizdžio natūralumo pasiskirstymas gamtiniame karkase yra netolygus. Skirtumus galima sieti su gamtinio pagrindo pobūdžiu (reljefu, hidrologine ar biologinės įvairovės (floros) struktūra), darančiu įtaką ūkinės veiklos sklaidai. Žinoma, ir gamtinio karkaso pasiskirstymas Lietuvos teritorijoje nėra tolygus, nes jį lemia taip pat tos pačios gamtinės savybės. Ryškesnio reljefo teritorijose – kalvotose aukštumose dėl sudėtingos kraštovaizdžio morfologinės struktūros gamtinio karkaso teritorijų yra išskirta daugiau, o molingose lygumose jo santykinai mažiau (urbanizuota agrarinė Nemuno deltos lyguma, Nevėžio miškinga agrarinė lyguma). Gamtinio karkaso teritorijose, kuriose ryški antropogenizacija, pokyčiai dažniausiai susiję su nežymia lėta urbanizacija arba stambaus masto greita urbanizacija, taip pat stambaus masto vidutine deforestizacija.

**21 lentelė.** Kraštovaizdžio nestabilumo klasių pasiskirstymas (km<sup>2</sup>) gamtiniame karkase pagal skirtingas jo funkcijas, taip pat pateikiama procentinė reikšmė nuo gamtinio karkaso tipo bendro ploto

**Table 21.** Distribution of landscape instability classes (km<sup>2</sup>) in the natural framework according to different landscape functions, the percentage of the total area of the natural framework type is also given.

Gamtinio karkaso funkcijos		Kraštovaizdžio nestabilumo klasė						
		-3	-2	-1	0	1	2	3
M1	Išlaikomas ir saugomas esamas natūralus kraštovaizdžio pobūdis	3,95 (0,63%)	50,7 (8,03%)	423,59 (67,06%)	6,61 (1,05%)	124,91 (19,78%)	21,14 (3,35%)	0,73 (0,12%)
M2	Palaikomas ir stiprinamas esamas kraštovaizdžio natūralumas	33,04 (1,14%)	544,36 (18,85%)	1460,34 (50,57%)	6,69 (0,23%)	632,33 (21,90%)	170,97 (5,92%)	40,23 (1,39%)
M3	Grąžinami ir gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai	64,63 (0,80%)	1177,12 (14,66%)	3322,37 (41,37%)	86,62 (1,08%)	2597,56 (32,35%)	664,32 (8,27%)	117,94 (1,47%)
S1	Išlaikomas ir saugomas esamas natūralus kraštovaizdžio pobūdis	25,3 (0,33%)	834,82 (10,89%)	3493,63 (45,59%)	139,62 (1,82%)	2475,99 (32,31%)	615,29 (8,03%)	79,06 (1,03%)
S2	Palaikomas ir stiprinamas esamas kraštovaizdžio natūralumas	35,48 (0,81%)	830,65 (19,05%)	1905,15 (43,70%)	9,63 (0,22%)	1208,32 (27,72%)	332,13 (7,62%)	38,37 (0,88%)
S3	Grąžinami ir gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai	11,72 (0,17%)	121,48 (1,78%)	391,42 (5,73%)	22,96 (0,34%)	426,33 (6,24%)	5854,00 (85,66%)	5,81 (0,09%)
T1	Išlaikomas ir saugomas esamas natūralus kraštovaizdžio pobūdis	30,72 (0,54%)	735,23 (13,00%)	2388,86 (42,25%)	77,92 (1,38%)	1914,4 (33,86%)	478,1 (8,46%)	28,79 (0,51%)
T2	Palaikomas ir stiprinamas esamas kraštovaizdžio natūralumas	71,09 (1,19%)	1528,5 (25,67%)	2779,31 (46,67%)	22,39 (0,38%)	1171,45 (19,67%)	343,27 (5,49%)	38,98 (0,65%)
T3	Grąžinami ir gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai	90,79 (2,08%)	797,48 (18,28%)	1789,65 (41,01%)	61,57 (1,41%)	1269,98 (29,11%)	327,11 (7,50%)	26,83 (0,61%)
Viso plotas (km <sup>2</sup> )		366,73	6620,34	17954,33	434,03	11821,27	3010,83	376,75
<b>% nuo viso gamtinio karkaso ploto Lietuvos Respublikoje</b>		<b>0,83</b>	<b>16,32</b>	<b>44,27</b>	<b>1,07</b>	<b>29,15</b>	<b>7,42</b>	<b>0,93</b>

Kraštovaizdžio nestabilumo arealų sklaida buvo palyginta tarp gamtinio karkaso skirtingų teritorijų ir jų funkcijų. Vidinio stabilizavimo arealuose, kuriuose turėtų būti gražinami ir gausinami kraštovaizdžio natūralumą atkuriantys elementai, per analizuojamą laikotarpį daugiausia vyko pokyčiai, susiję su antropogenine veikla (85,66 proc.), daugiausia reiškęsi antropogeninės krypties vidutinio intensyvumo pokyčiai. Nors didesnioji gamtinio karkaso teritorijų dalis (61,42 proc.) patyrė gamtinės krypties pokyčių, tačiau 37,5 proc. gamtinio karkaso teritorijos įvyko antropogeninės krypties pokyčių, tai signalizuoja, kad, nereguliuojant gamtinio karkaso, būklė gali imti blogėti, todėl turėtų būti vykdoma šių pokyčių stebėseną ir griežčiau reglamentuojama veikla gamtiniame kaskase. Antropogenizuotos gamtinio karkaso teritorijos, kurios tikėtina išsiskiria ir prasta ekologine būkle bei žemu geoekologiniu potencialu, daugiausia išsidėsčiusios aplink didžiuosius miestus, taip pat Ventos vidurpio lygumoje. Intensyviau naudojamose ir įsisavinamose gamtinio karkaso teritorijose yra fiksuojama gerokai mažiau apleistų žemių plotų, o tai leidžia daryti prielaidą, kad gamtinio karkaso teritorijos patiria stiprėjančią antropogeninę apkrovą ir silpnėja jų geoekologinis potencialas.

Nors gamtinio karkaso teisinis apsaugos statusas yra griežtesnis nei gretimų teritorijų, bet realiai didesnės ir intensyvesnės apsaugos priemonės šiose teritorijose, palyginti su gretimomis teritorijomis, nėra taikomos. Šis tyrimas parodė, kad gamtinio karkaso teritorijose yra nepakankama EKF, todėl reikia daugiau dėmesio skirti joms atkurti.

Gamtinio karkaso teritorijose vyrauja keletas žemės dangos kaitos tendencijų – agrokaita, kuri susijusi daugiausia su lokaliais žemės ūkio naudmenų grupės pokyčiais (dirbama žemė, pieva, ganykla ir kt.); miškų kaita su plynaisiais kirtimais, tai dažniausiai siejama su miškingų teritorijų struktūros kokybine kaita per analizuojamą 1995–2018 m. laikotarpį, tokią išvadą galima daryti lyginant gamtinio karkaso žemės dangos tendencijų žemėlapi su žemės dangos pokyčių tendencijų kraštovaizdžio morfologiniuose mikrorajonuose žemėlapiu duomenimis (Lietuvos Respublikos teritorijos..., 2019). Reikėtų pažymėti, kad CORINE žemės dangos duomenys parodo ne žemės paskirties (šiuo atveju miškų žemės) pokyčius, bet fizinį žemės dangos pasikeitimą, brandžių medynų praradimą.

#### 4.3.2. Reguliavimo ir palaikymo ekosistemų paslaugų kokybė

Žemės ūkis, naudojantis 46 proc. žemės, šiandien yra didžiausias žemės naudotojas Lietuvoje, todėl šios veiklos įtaka biologinei įvairovei ir gamtos išteklių, tokių kaip dirvožemis ir vanduo, būklei ir raidai yra itin ryški.

Žemės ūkis taip pat nuolat formuoja mūsų kultūrinio kraštovaizdžio estetinį potencialą. Žemės ūkio, gamtos apsaugos ir aplinkos apsaugos ryšys, žinoma, yra daugialypis dėl sudėtingų gamtinės aplinkos įvairovės ir ūkininkavimo praktikos sąsajų. Viena vertus, žemės ūkis atlieka svarbų vaidmenį kuriant įvairius kultūrinius kraštovaizdžius su įvairia augalija ir gyvūnija: apie 39 proc. „Natura 2000“ teritorijų, kurioms pagal Europos Sąjungos teisę taikoma speciali apsauga, užima dirbama žemė (ariama ir pieva). Neatsižvelgiant į apsaugos statusą, daugelis vertingų atviro kraštovaizdžio buveinių ir augalų, grybų ir gyvūnų rūšių priklauso nuo specifinio, dažniausiai ekstensyvaus, žemės ūkio valdymo (Kleijn ir kt., 2009). Maždaug 13 proc. į dabartinę nykstančių buveinių Raudonąją knygą įtrauktų buveinių tipų yra tiesiogiai priklausomi nuo žemės ūkio veiklos (pavyzdžiui, ariamosios žemdirbystės ir pūdymo). Kita vertus, šiandien žemės ūkis neigiamai veikia gamtos apsaugos ir aplinkosaugos objektus: ūkininkavimas iki XX a. vidurio skatino buveinių įvairovę ir dėl to plėtėsi sudėtingos agroekosistemos. Tačiau šiandien dėl šiuolaikinio intensyvaus žemės ūkio kraštovaizdyje vyrauja vienodumas ir monotonija, o tai daro didelį poveikį biologinei įvairovei ir ekosistemoms.

Maždaug 80 proc. atviro kraštovaizdžio buveinių, kurios tiesiogiai priklauso nuo ūkininkavimo, šiuo metu klasifikuojamos kaip nykstančios (Ridding ir kt., 2020; Prioritetinių veiksmų..., 2020). Kitiems buveinių tipams, pavyzdžiui, pelkėms, nendrynams, miškų pakraščiams, pakrantėms ir aukštajai daugiametei žolinei augalijai, vis didesnę poveikį daro netoliese vykstantis ūkininkavimas. Tyrimai rodo, kad per 23 metus biologinės įvairovės padėtis bloga dažniausiai dėl vykdytų ūkinių priemonių (Ruškytė ir kt., 2020). Vienas iš dažniausiai įvardijamų konfliktų šiuo metu didėjančio žemės ūkio plotų ir biologinės įvairovės mažėjimo santykis. Tačiau žemės ūkis taip pat kenčia būtent dėl to, kad iš esmės savaime mažėja natūralių rūšių ir buveinių įvairovė ir todėl mažėja EP (Baldock, 2017). Pavyzdžiui, apdulkinotųjų paslaugos, natūralių priešų vaidmuo kovojant su kenkėjais ir dirvožemio derlingumo palaikymas. Daugiau dėmesio turėtų būti skiriama tvariai žemdirbystei, nes aplinkai draugiškas žemės ūkis kuria ne tik maistą, bet ir kultūrinį kraštovaizdį su visomis su juo susijusiomis funkcijomis, pavyzdžiui, nepažeistu dirvožemiu, švariu vandeniu ir patraukliomis gamtinėmis erdvėmis, kurios yra turizmo ir poilsio pagrindas daugeliui gyventojų. Taigi ir visuomenė, ir gamtos apsauga priklauso nuo gyvybingo, tvaraus ir gamtai palankaus žemės ūkio. Tokia sudėtinga padėtis iš esmės reiškia, kad žemės ūkiui visuomenėje tenka ypatinga atsakomybė. Ir atvirkščiai, tai taip pat reiškia, kad visuomenė yra atsakinga už žemės ūkį, t. y. turi sukurti tinkamą politinę ir ekonominę sistemą, kad ūkininkai iš tiesų

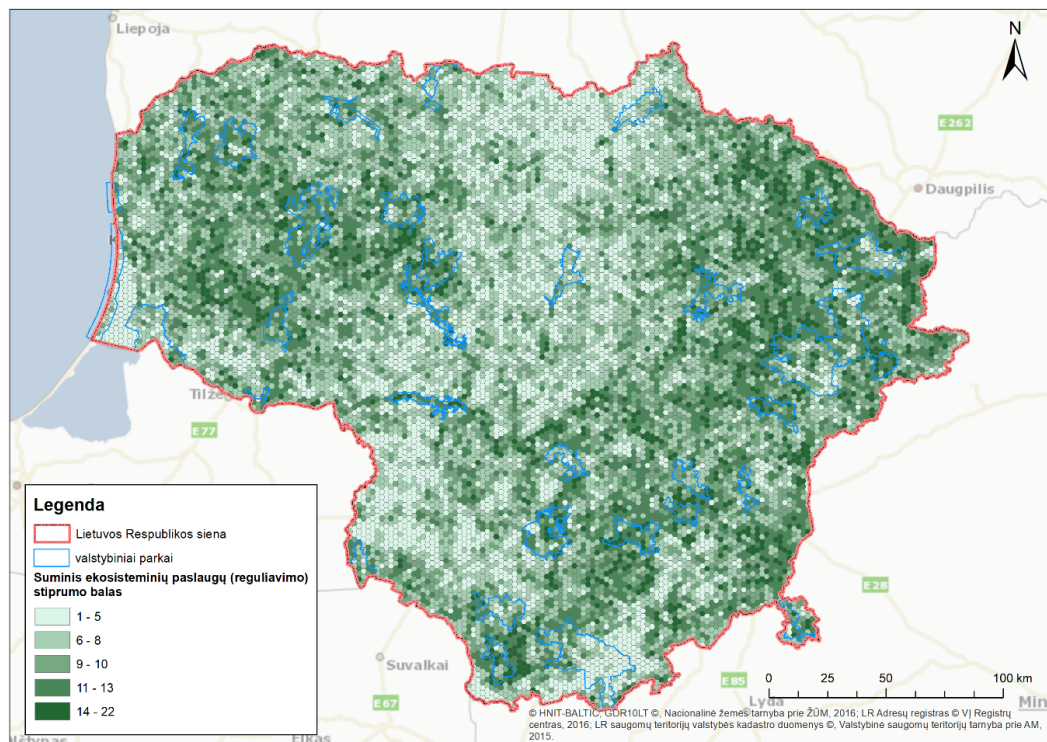
galėtų plačiai užsiimti tvariu ir gamtai palankiu žemės ūkiu ir taip teikti visuomenei svarbias ir būtinas paslaugas.

Ekosistemų apskaitos tikslais pamatinė būklė remiasi ekosistemų vientisumo, stabilumo ir atsparumo principais per ekologinį laikotarpį. Daugelyje ekosistemų tipų ši būklė geriausiai atitinka natūraliąją būklę, tai yra natūralių ekosistemų ekologinę būklę, įskaitant natūralios būklės ekosistemos charakteristikas ir dinامينius svyravimus. Būklės rodikliai nurodo atstumą nuo natūralios būklės, nepriklausomai nuo savybės, ekosistemos tipo arba galimo žmogaus tikslinio rezultato. Natūralioje etaloninės būklės ekosistemoje nėra žymiai žmogaus sukeltų pokyčių. Etaloninė būklė pasižymi didžiausiu ekosistemos vientisumu (Gibbons ir kt., 2008; Mackey ir kt., 2015; Palmer ir Febria, 2012).

Naudojant atrinktus erdvinius duomenis ir sudarytą metodiką buvo nustatytas Lietuvos kraštovaizdžio reguliavimo ir palaikymo EP pasiskirstymas Lietuvoje 1995–2018 metais (40 pav.).

Atsparus kraštovaizdis gali teikti gerokai daugiau EP (Englund ir kt., 2017; Nemeč ir Raudsepp-Hearne, 2013). Žmogaus dominavimas biosferoje keičia kraštovaizdžio heterogeniškumą, kuris yra labai svarbus daugeliui ekologinių procesų, pavyzdžiui, maistinių medžiagų dinamikai, energijos srautams ir organizmų bei medžiagų judėjimui (Nemeč ir Raudsepp-Hearne, 2013). Tai savo ruožtu daro poveikį biologinei įvairovei ir gali pakenkti kraštovaizdžio gebėjimui teikti ekosistemines paslaugas (Reid, 2005). Vertinant kraštovaizdyje egzistuojančių reguliavimo EP potencialą, galima teigti, kad teritorijos, kuriose kraštovaizdis yra mažai veikiamas žmogaus ūkinės veiklos, pasižymi santykinai dideliu gamtiškumu, taip pat dideliu reguliavimo potencialu, t. y. kokybiškiau veikia vandens reguliavimas, dirvožemio išsaugojimas, maistinių medžiagų reguliavimas, augalų apdulkinimas.

Vertinant valstybinių parkų situaciją reguliavimo EP atžvilgiu galima teigti, kad juose dažnai teikiamos stipresnės ekosistemines paslaugas, dažniausiai 11–22 balų. Kitų šalių tyrimai taip pat rodo, kad saugomose teritorijose aukštesnį kokybinį potencialą turi ekosistemines paslaugas. (Englund ir kt., 2017; Nemeč ir Raudsepp-Hearne, 2013), žinoma, jeigu yra užtikrinamas teritorijos apsaugos reguliavimas.



**40 paveikslas.** Reguliavimo ir palaikymo EP potencialo Lietuvoje žemėlapis (skaičiai legendoje atspindi suvidurkintas žemės dangos EP teikiamas reikšmes perskaičiavus šešiakampyje 1995–2018 m. laikotarpiu)

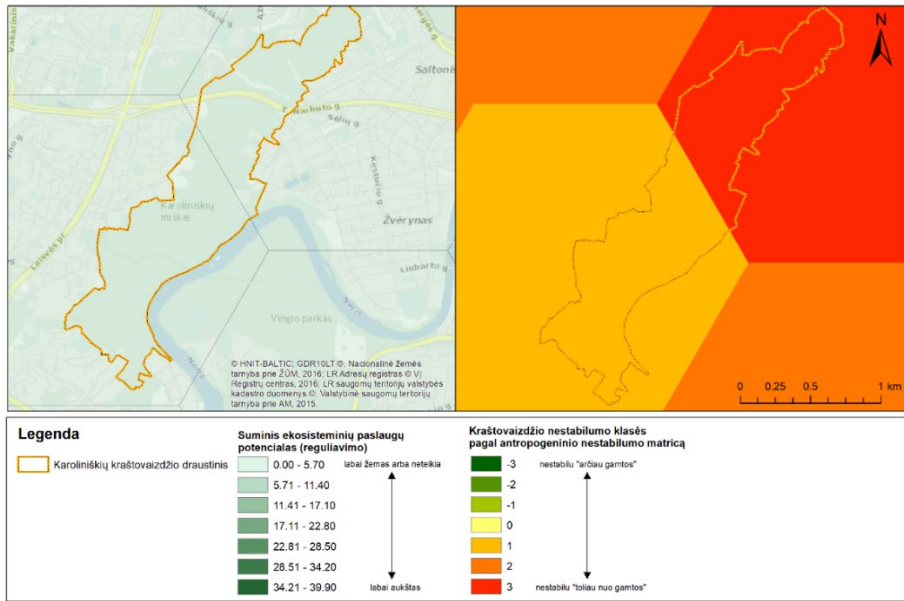
**Figure 40.** Map of regulatory and supporting ecosystem service potential in Lithuania (figures in the legend reflect averaged values of land cover ecosystem services after hexagonal conversion on 1995-2018)

#### 4.4. Probleminių arealų kraštovaizdžio būklės vertinimas

Valstybinėje aplinkos monitoringo 2018–2023 metų programoje nurodoma, kad įgyvendinus programos uždavinius bus išspręstos: „...vertingiausių ir ekologiškai jautrių kraštovaizdžio kompleksų (gaminiame karkase, saugomose teritorijose) nykimo (įskaitant jūros krantų ardą), estetinės jų vertės mažėjimo dėl ūkinės veiklos ir rekreacinės apkrovos; ...“. Lietuvoje vykdomas kraštovaizdžio monitoringas apima Šiaurės Lietuvos karstinio regiono, valstybinių parkų bei krantų pokyčių kraštovaizdžio monitoringą. Nors Lietuvoje yra patvirtinta Valstybinė aplinkos monitoringo programa, tačiau joje keliami uždaviniai neatspindi realios kraštovaizdžio nestabilumo situacijos, taip pat nėra apibendrinami veiksniai, lemiantys EKF kokybę.

Siekiant pasiūlyti efektyvesniam kraštovaizdžio monitoringui vykdyti tinkamą metodiką, kuri atitiktų ir integruoto kraštovaizdžio valdymo principus, disertacijoje parengta probleminių arealų kraštovaizdžio būklės vertinimo metodika buvo patikrinta keliuose arealuose.

Pirmoji teritorija – Karoliniškių valstybinis kraštovaizdžio draustinis, esantis Vilniaus mieste. Miškingos Karoliniškių erozinės kalvos tęsiasi 3,2 km pietvakarių-šiaurės rytų kryptimi per Karoliniškių ir Šeškinės seniūnijas vakarinėje Vilniaus miesto dalyje, dešiniajame Neries krante, priešais Vingio parką. Pietuose kalvos ribojasi su Lazdynų, o rytuose – su Žvėryno seniūnijomis. Kalvas kerta T. Narbuto gatvė, kuri yra viena iš pagrindinių Vilniaus gatvių, jungiančių miesto centrą su vakariniais rajonais. Draustinis įsteigtas siekiant apsaugoti išraiškingą Neries upės slėnį, kurio krantus kerta griovos. Kadangi draustinį supa stipriai urbanizuotos teritorijos, jis patiria didelį spaudimą dėl lankytojų srautų ir palei jo ribas vykstančių statybų (41 pav.).



**41 paveikslas.** Karoliniškių valstybinio kraštovaizdžio draustinio kraštovaizdžio nestabilumo klasės

**Figure 41.** Landscape instability classes of Karoliniškės State Landscape Reserve

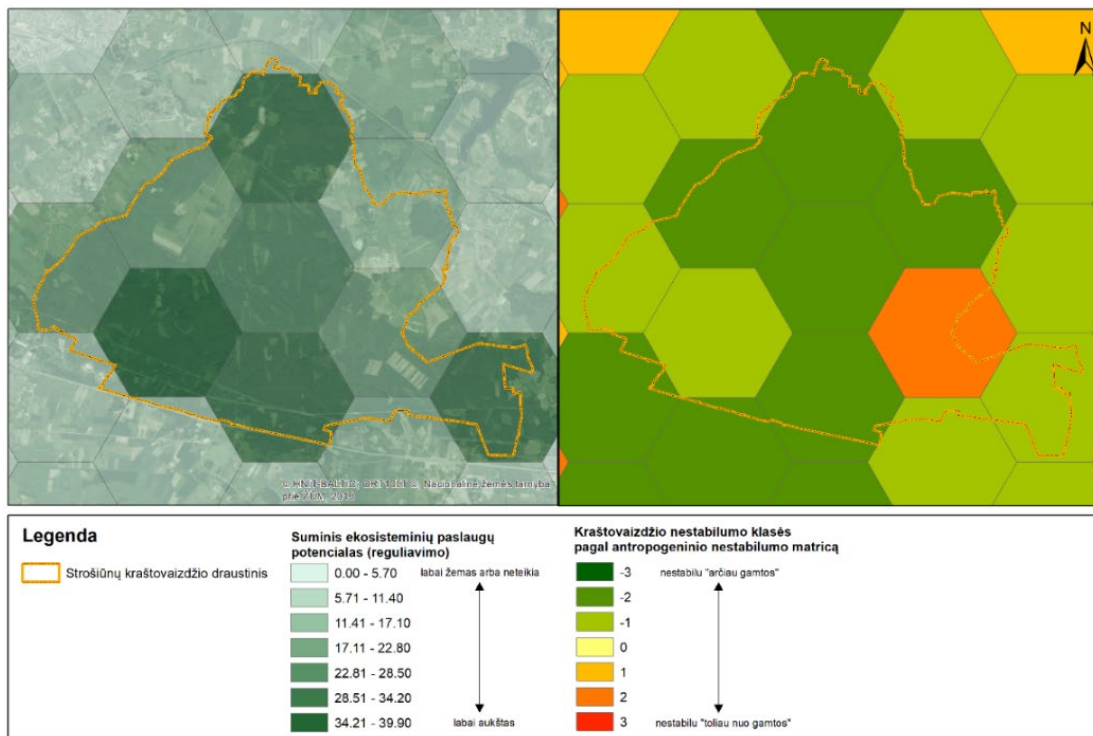
Pagrindinės grėsmės identifikuotos Karoliniškių kraštovaizdžio draustinyje kyla dėl intensyvios rekreacinės veiklos, kuri nėra tinkama draustinyje, kaip konservacinio prioriteto teritorijoje. Teritorija išsiskiria raguvynais, todėl teritorijoje yra nemažai savavališkų greito ir ekstremalaus nusileidimo trasų (42 pav.).





**42 paveikslas.** Rekreacinė digresija Karoliniškių valstybiniame kraštovaizdžio draustinyje, 2019-06-19 (A. Jasinavičiūtės nuotraukos)  
**Figure 42.** Recreational digression in Karoliniškės State Landscape Reserve, 2019-06-19 (photos by A. Jasinavičiūtė)

Antroji probleminė teritorija – Strošiūnų valstybinis kraštovaizdžio draustinis, esantis 50 km į vakarus nuo Vilniaus. Jis įsteigtas siekiant išsaugoti išraiškingą stipriai eroduotų moreninių aukštumų kraštovaizdį. Draustinio teritorija 1995–2018 m. laikotarpiu išliko sąlygiškai natūrali ir teikiama EP potencialas pakankamas aukštas (43 pav.), nors teritorijoje fiksuojama nemažai miško kirtimų – teritorijoje esantys kirtavietės plotai daro didelį neigiamą vizualų poveikį (44 pav.). Intensyvus sunkiosios miško technikos naudojimas kelia grėsmę sunaikinti paviršiaus reljefą, taip pat didina erozijos pavojų. Draustinyje fiksuota pažeistų teritorijų, kurias reikėtų rekultyvuoti.



**43 paveikslas.** Strošiūnų valstybinio kraštovaizdžio draustinio teritorijos nestabilumas pagal antropogeninio nestabilumo matricą ir EP potencialas

**Figure 43.** Instability and ecosystem service potential according to the anthropogenic instability matrix of the Strošiūnai State Landscape Reserve



**44 paveikslas.** Strošiūnų kraštovaizdžio vizualus situacijos vertinimas, 2019-10-09 (A. Jasinavičiūtės nuotraukos)

**Figure 44.** Landscape visual assessment of the Strošiūnai landscape, 2019-10-09 19 (photos by A. Jasinavičiūtė)

Ryškesiausi žemės dangos pokyčiai analizuojamose teritorijose vyko Strošiūnų kraštovaizdžio draustinyje (22 lentelė). Pagal kraštovaizdžio nestabilumo klases šio draustinio teritorijoje analizuojamu laikotarpiu vyko vidutinė kaita, svyravimų amplitudė vidutinė, buvo vidutinio greičio kaita (buvo 2 pokyčiai per analizuojamą laikotarpį), fiksuojama renatūralizacija, padidėjo mišraus miško plotai, tačiau atsirado ir pereinamosios miškų stadijos ir krūmynų, tai rodo, kad teritorijoje vyko ir miškų kirtimas.

**22 lentelė.** Žemės dangos plotas (ha) ir pokyčių plotas (ha) Karoliniškių ir Strošiūnų valstybiniuose kraštovaizdžio draustiniuose (VKD) 1995 m. ir 2018 m.

**Table 22.** Area of the land cover (ha) in 1995 and 2018 and area of the changes (ha) in Karoliniškės and Strošiūnai State Landscape Reserves (SLR)

Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000		Žemės dangos plotas ir jo pokytis, ha					
		Karoliniškių VKD			Strošiūnų VKD		
		1995	2018	Pokytis	1995	2018	Pokytis
112	Neištinisinis užstatymas	7,36	7,63	<b>0,27</b>	-	-	-
122	Kelių ir geležinkelių tinklas ir su juo susijusi žemė	11,78	4,47	-7,31	-	-	-
141	Žalieji miestų plotai	140,55	148,44	<b>7,89</b>	-	-	-
211	Nedrėkinamos dirbamos žemės	-	-	-	445,45	120,56	-324,89
231	Ganyklos	2,44	-	-2,44	108,14	241,70	<b>133,56</b>
242	Kompleksiniai žemdirbystės plotai	-	-	-	13,56	26,99	<b>13,43</b>
243	Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos tarpais	-	-	-	109,28	128,80	<b>19,52</b>
311	Lapuočių miškas	-	-	-	262,91	287,29	<b>24,38</b>
312	Spygliuočių miškas	-	-	-	1431,91	1108,68	-323,23
313	Mišrus miškas	-	-	-	116,34	886,10	<b>769,76</b>
324	Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	-	-	-	-	370,09	<b>370,9</b>
511	Vandens tėkmės	2,44	1,39	-1,05	-	-	-

Pagal atliktą vertinimą bandomosios teritorijos skiriasi: Karoliniškių SLR bendras balas yra 14(-3), Strošiūnų SLR – 11(-6), tačiau kartu šie draustiniai priklauso toms pačioms grupėms (5 priedo lentelė). Karoliniškių kraštovaizdžio draustinis beveik negyvenamas (tik rytinėje papėdėje, Žvėryno seniūnijoje, yra kelios sodybos), visa teritorija apaugusi mišriu mišku. Draustinis intensyviai lankomas, pritaikytas rekreacinėms reikmėms. Įrengti įvairaus ilgio pažintiniai pėsčiųjų takai. Taip pat įrengti bėgimo slidėmis takai, dviračių takai, informaciniai standai ir rodyklės, suoliukai lankytojams, apžvalgos aikštelės ir žiūronai. Pagal CORINE 1995–2018 m. duomenis, draustinyje vyrauja žaliosios miesto teritorijos su nedidelėmis atviromis pievomis. Draustinio teritoriją kerta viena iš pagrindinių miesto transporto arterijų. Tačiau gamtinę teritoriją supa ypač urbanizuotos teritorijos. Strošiūnų kraštovaizdžio draustinyje vyrauja vaizdingas agrarinis kraštovaizdis, tačiau moreninės aukštumos yra smarkiai eroduotos. Dėl geomorfologinės struktūros teritorijoje gausu naudingųjų iškasenų (daugiausia žvyro), todėl fiksuojami pažeisti, iškasti plotai. Juos reiktų rekultivuoti. Trūksta informacinių stendų ir ženklų, todėl žmonės nežino, kad tai saugoma teritorija, ir daro daug pažeidimų. Pusę teritorijos užima miškas (spygliuočių arba mišrus), kai kur yra pereinamųjų miškų ir krūmynų. Todėl atliekami miškotvarkos darbai taip pat daro neigiamą poveikį saugomai teritorijai. Abi teritorijos turi galiojančius tvarkymo planus, tačiau įgyvendintas tik Karoliniškių tvarkymo planas. Dzūkijos–Suvalkijos saugomų teritorijų direkcija prižiūri abi teritorijas, tačiau dėl lėšų stygiaus Strošiūnų kraštovaizdžio draustiniui skiriama mažiau dėmesio, todėl padaugėja pažeidimų, kurie daro neigiamą poveikį saugomai teritorijai.

#### 4.5. Darbo rezultatų pritaikymas kraštovaizdžio formavimo ir apsaugos politikos kontekste

Kraštovaizdžio būklė yra gamtinių ir socialinių procesų rezultatas. Siekdami sukurti žmogaus poreikius tenkinančias antropogenines sistemas, kad jos būtų tvaresnės, turime suprasti, kaip sudėtingos socialinės ir ekologinės sistemos pereina iš vienos būsenos į kitą ir kaip šie būsenų pokyčiai sklinda per susijusias sistemas ir erdvės ir laiko požiūriu (Gunderson ir Holling, 2002).

Europos žaliajame kurse pabrėžiama, kad svarbu geriau apsaugoti ir atkurti gamtą. 2030 m. ES biologinės įvairovės strategijoje nustatytas bendras tikslas sustabdyti biologinės įvairovės nykimą, kad iki 2030 m. Europos biologinė įvairovė pradėtų atsigausti ir iki 2050 m. visos ES ekosistemos būtų atkurtos, atsparios ir tinkamai apsaugotos. Tiek Europos Parlamentas, tiek

Europos Vadovų Taryba primygtinai reikalauja dėti daugiau pastangų ekosistemoms atkurti.

2022 m. Tarpvyriausybinės klimato kaitos komisijos ataskaitoje visų pirma pabrėžiama, kad pasaulis ir Europa turi per trumpą laiką užtikrinti gyventi tinkamą ateitį, nes, intensyvėjant ekstremalių oro ir klimato sąlygų reiškiniams ir gamtos bei žmogaus sistemoms nesugebant prisitaikyti, buvo patirtas tam tikras nepataisomas poveikis. Ji ragina įgyvendinti neatidėliotinus veiksmus siekiant atkurti nualintas ekosistemas, sušvelninti klimato kaitos poveikį, visų pirma atkuriant nualintas šlapynes ir upes, miškų ir žemės ūkio ekosistemas.

Kraštovaizdžio stabilumas yra vienas iš svarbiausių parametų, lemiančių aplinkos būklę ir joje vykstančius pokyčius, kuriuos sukelia gamtiniai ir antropogeniniai veiksniai (Fanghan ir kt., 2018; Grab ir kt., 2018; Retallack, 2018). Tai geosistemos gebėjimas išlaikyti savo struktūrą ir veikimo būdą kintančiomis aplinkos sąlygomis. Kraštovaizdžio dangos pokyčių pobūdis priklauso nuo geografinės aplinkos vietos ir antropogeninio poveikio savybių, pobūdžio ir masto. Žemės dangos pokyčių vertinimas, nors dažnai yra vienintelė reali alternatyva, kai nėra kokybiškų ir nuoseklių duomenų apie kraštovaizdžio vidinius procesus, šiame tyrime neleidžia tiesiogiai susieti su pokyčiais konkrečioje teritorijoje. Panašią išvadą iš anksto daro ir kiti autoriai (Juknelienė ir kt., 2022; Vinclovaitė ir kt., 2011; Jankauskaitė ir kt., 2010; Vaitkuvienė ir kt., 2008), tyrę Lietuvos kraštovaizdžio žemės dangos pokyčius ir bandę nustatyti pagrindines jų priežastis.

Vienas iš svarbiausių uždavinių – suderinti vykstančią intensyvią urbanizaciją ir gamtos apsaugą, kad nemažėtų šalies gamtinio kraštovaizdžio plotai. Žmogaus veiklos poveikis kraštovaizdžio natūralumui turi būti išsamiai ištirtas įvairiu lygmeniu, o po to turėtų būti priimami atitinkami teritorijų planavimo sprendimai, kad būtų užtikrinta ekologinė pusiausvyra taikant kuo daugiau tvarių sprendimų, ypač kai Europos Komisija priims Europos žaliąjį kursą (The European..., 2021) – pasiūlymų rinkinį, kaip ES paversti modernia, efektyviai išteklius naudojančia ir konkurencinga ekonomika.

Siūlomas metodas kraštovaizdžio antropogeniniams trikdžiams Lietuvoje ir jų erdviniam pasiskirstymui įvertinti buvo grindžiamas natūralumo (*Hemeroby*) indekso svyravimo, kraštovaizdžio laikinų charakteristikų (krypties, svyravimo diapazono ir dažnio) integracija pasirinktuose kraštovaizdžio vienetuose (šešiakampiuose). Disertacijos rezultatai rodo, kad pokyčiai gali būti dviejų krypčių – renatūralizacijos arba antropogenizacijos link. Abi kryptys Lietuvoje nulemtos žmogaus ūkinės veiklos intensyvumo skirtumų. Tose teritorijose, kuriose nebuvo keičiama

natūrali žemės danga, kraštovaizdžio ekosistemos yra pakankamai stabilios, o įvairių sezoninių svyravimų poveikis yra nereikšmingas. Tai galima sieti ir su tose vietovėse esančiomis saugomomis teritorijomis (t. y. valstybiniais parkais ir valstybiniais draustiniais), kurios skatina natūralių ekosistemų atsikūrimą ir užtikrina kraštovaizdžio pusiausvyrą.

Teritorijų planavimo politika, taisyklės ir procesai atlieka svarbų vaidmenį saugant saugomas teritorijas, pavyzdžiui, nacionaliniu ir regioniniu lygmeniu saugomas teritorijas. Tai apima aktyvius procesus, pavyzdžiui, teritorijų planų rengimą, kuriais įgyvendinama planavimo politika, nustatant palankias teritorijas plėtrai (pvz., gyvenamųjų namų plėtrai) ir teritorijas, kuriose reikėtų vengti plėtros arba ją riboti. Planavimo nuostatai taip pat gali būti veiksmingas mechanizmas, skirtas konkreitiems kraštovaizdžio elementams, atliekantiems jungiamąsias funkcijas, apsaugoti.

Lietuvos teritorijų planavimo dokumentuose įtvirtinta gamtinio kraštovaizdžio išsaugojimo ir apsaugos samprata, aprėpianti visos šalies erdvinę struktūrą (t. y. gamtinį karkasą), tačiau šios sistemos veikimo efektyvumas nėra kontroliuojamas. Tai labai svarbu žvelgiant į perspektyvą ir formuojant kraštovaizdžio politiką Lietuvoje, nes gamtinis karkasas jungia visas saugomas teritorijas su kitomis ekologiškai vertingomis ar santykinai natūraliomis teritorijomis, kuriomis grindžiamas bendras kraštovaizdžio stabilumas, sudarydamas geoekologinių kompensacinių zonų kraštovaizdžio sistemą. Disertacijos darbo rezultatai (žemės dangos kaitos kryptis, svyravimai ir dažnumas) galėtų būti pravartūs rengiant efektyvesnio gamtinio karkaso integruoto valdymo planą. Šiais rezultatais galima pasinaudoti rengiant planus probleminėms gamtinio karkaso teritorijoms, detalizuojant šių teritorijų tvarkymą ir imantis realių veiksmų, pavyzdžiui, skatinant ekologinį ūkininkavimą, sėjomainą, diegiant ekologines priemones, gerąją žemės ūkio praktiką, plečiant žaliąją infrastruktūrą ir steigiant papildomas saugomas teritorijas. Norint išlaikyti struktūrinį gamtinio karkaso vientisumą, reikia imtis praktinių veiksmų, kad būtų išsaugotas aplinkos stabilumas, istorinės ir kultūrinės vertybės (saugoti ir gausinti estetines kraštovaizdžio vertes, sumažinti kraštovaizdžio vizualią taršą), prižiūrimos pažeistos teritorijos (atkurti labiausiai pažeistus kraštovaizdžio elementus, stiprinti tradicinio kaimo kraštovaizdžio apsaugą, užtikrinti senosios žemdirbystės palaikymą jautriose teritorijose) ir skiriama dėmesio kokybei. Atsižvelgiant į teisinę struktūrą, būtina nuolat tobulinti su gamtiniu karkasu susijusius teisės aktus ir kurti būtinas pagalbines metodikas.

Siekiant užtikrinti kraštovaizdžio ekologinį stabilumą ir jo EKF yra būtina tobulinti kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės apsaugą reglamentuojančius teisės aktus ir užtikrinti jų laikymąsi ir įgyvendinimą.

Šiuo metu gamtinio karkaso apsauga reglamentuojama Saugomų teritorijų įstatyme, tačiau rengiami įstatymų pakeitimai, kuriuos patvirtinus, gamtinio karkaso reglamentavimas bus perkeltas į Aplinkos apsaugos įstatymą. Vertinant analizės duomenis, kurie parodė, kad per 23 metus gamtinio karkaso teritorijose vyko nemažai antropogeninių pokyčių, galima teigti, kad toks teisinis pakeitimas nesuteiks stipresnės gamtinio karkaso apsaugos, o tikėtina ją dar labiau sumažins. Siekiant išvengti gamtinio karkaso EKF praradimo yra būtina griežtinti teisės aktų nuostatas ir kontroliuoti jų laikymąsi.

2022 m. gegužės 9 d. paskelbtoje Konferencijos dėl Europos ateities galutinėje ataskaitoje (Konferencija dėl..., 2021) nurodyta, kad pasiūlymuose dėl žemės ūkio, maisto gamybos, biologinės įvairovės, ekosistemų ir taršos piliečiai visų pirma prašė sukurti, atkurti, geriau valdyti ir išplėsti saugomas teritorijas, kad būtų išsaugota biologinė įvairovė; apsaugoti augalus apdulkinančius vabzdžius, visų pirma jų vietines rūšis, be kita ko, nuo invazinių rūšių ir geriau užtikrinant galiojančių teisės aktų vykdymą; taip pat nustatyti privalomus nacionalinius vietinių medžių ir vietos floros atkūrimo tikslus visose ES valstybėse narėse, atsižvelgiant į skirtingą jų nacionalinę padėtį ir ypatumus.

Šiuo metu Aštuonioliktosios Lietuvos Respublikos Vyriausybės programoje patvirtintas siekis – užtikrinti tvarų gamtos išteklių naudojimą, įvertinti ir tausoti ekosistemų, tokių kaip dirvožemis, švarus oras, vanduo ir biologinė įvairovė, teikiamas paslaugas. Siekiant mažesnių ŠESD emisijų, išskirtinį dėmesį skirti plečiant ir atkuriant daug anglies turinčias ekosistemas (miškus ir pelkes), plečiant saugomų teritorijų tinklą, rūpintis vandens telkinių būkle. Šios Vyriausybės programoje išsikeltas tikslas, kad 2030 m. 30 proc. šalies teritorijos pateks į saugomų teritorijų ribas (šiuo metu – 18,13 proc.), iš jų trečdaliui bus taikoma griežta apsauga. Siekiant įgyvendinti išsikeltus tikslus reikėtų jau dabar skirti daugiau dėmesio teritorijoms, kuriose kraštovaizdžio destabilizacija vyksta pasyviausiai, ieškoti galimybių ir potencialo jose steigti saugomas teritorijas. O itin pažeistas gamtinio karkaso teritorijas, kuriose turėtų būti užtikrintos ekologinės kompensavimo funkcijos reikėtų atlikti detalius tyrimus ir rengti gamtos atkūrimo planus.



## IŠVADOS

1. Nagrinėjant žemės dangos pokyčių kryptį, dažnumą ir amplitudę, laikui bėgant, galima gauti vertingų įžvalgų apie socialinę ir ekonominę aplinkos dinamiką, kuri lemia žemės dangos nestabilumą. Stabili žemės danga reiškia žemės naudojimo modelių ir vietos aplinkos sąlygų suderinamumą, t.y. taikoma tvaraus ūkininkavimo praktika.

2. Kraštovaizdžio nestabilumo procesą padeda nustatyti metodika, kurioje analizuojami trys žemės dangos pokyčius nusakantys rodikliai – pokyčių kryptis, pokyčių amplitudė ir pokyčių dažnumas. Šiuos rodiklius rekomenduojama naudoti kraštovaizdžio nestabilumui vertinti ir siekiant suprasti žemės dangos pokyčių erdviųjų ir laiko komponentų sąveikos poveikį ekosistemų dinamikai ir ekologinio kompensavimo funkcijų kokybei.

3. Žemės dangos pokyčių analizė atskleidė, kad Lietuvoje dominuoja gamtinės krypties pokyčiai, apimantys 39,11 proc. teritorijos ploto, palyginti su antropogeninės krypties pokyčiais, vykusiais 23,48 proc. šalies ploto. Bendras pokyčių amplitudės rezultatas rodo, kad 75,73 proc. Lietuvos ploto patyrė nedidelio ploto ir mažo intensyvumo pokyčius, tuo tarpu 24,27 proc. šalies ploto buvo veikiami didelio ploto intensyvių pokyčių. Tyrimas parodė, kad analizuojamu laikotarpiu 1 arba 2 kartus pokyčiai veikė 75,59% Lietuvos teritorijos, tuo tarpu tik 1% šalies ploto patyrė pokyčius 3 ir 4 kartus. Galima teigti, kad Lietuvos kraštovaizdis didžiąja dalimi yra dinamiškas, pasižymintis įvairaus pobūdžio trumpalaikė kaita.

4. Vertinamu 23 metų laikotarpiu šalyje galima išskirti dvi kraštovaizdžio nestabilumo kryptys: 39,80 proc. teritorijos patyrė antropogenizacijos krypties destabilizaciją, ypač didžiuosiuose miestuose ir ūkininkavimui palankiose srityse. Dažniausi destabilizavimo veiksniai buvo miškų kirtimai, natūralių plotų pakeitimas žemės ūkio naudmenomis ir urbanizacija. Kita vertus, 57,96 proc. šalies ploto vyko gamtinės krypties procesai – renatūralizacija, agrarinių plotų apleidimas ir keitimas į pievas, ganyklas, miškų atkūrimas arba savaiminis užaugimas.

5. Gamtinis karkasas patyrė didelių pokyčių (iš viso 98,92 proc.). Didelė dalis gamtinio karkaso pasižymi nestabilumu, ypač migracijos koridoriuose, čia pokyčiai daugiausia susiję su antropogenine veikla (užstatymas, intensyvi ūkinė veikla, miškų kirtimas).

6. Saugomos teritorijos labai prisideda prie kraštovaizdžio ekologinio kompensavimo funkcijų užtikrinimo Lietuvoje, nes valstybiniuose parkuose 66,87 proc. teritorijų vyksta gamtiniai pokyčiai, susiję su atvirų buveinių užaugimu, žemės ūkio plotų renatūralizavimu. Tačiau 30,54 proc. valstybinių parkų vyksta ir antropogeninio pobūdžio pokyčiai, susiję su miško

dangos sumažėjimu, praradimu, taip pat užstatymu, natūralių buveinių pavertimu žemės ūkio naudmenomis, ir vos 2,57 proc. valstybinių parkų ploto per analizuojamą 1995–2018 m. laikotarpį išliko stabilūs ir nepakitę.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Abbas, J., Mubeen, R., Iorember, P. T., Raza, S., Mamirkulova, G. (2021). Exploring the impact of COVID-19 on tourism: transformational potential and implications for a sustainable recovery of the travel and leisure industry. *Current Research in Behavioral Sciences*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.crbeha.2021.100033>.
2. Ahrens, A., Lyons, S. (2019). Changes in Land Cover and Urban Sprawl in Ireland From a Comparative Perspective Over 1990–2012. *Land*, 8(1), 16.
3. Aleknavičius, A. (2002). *Ūkininkų žemėnaudų formavimo ir plėtros sąlygų tyrimai vidurio Lietuvos zonoje: Technologijos mokslų daktaro disertacijos santrauka*. Kaunas: Lietuvos žemės ūkio universitetas, Akademija.
4. Aleknavičius, P. (2008). *Žemės santykių pertvarkymas Lietuvos kaime 1989–2008 metais*. Vilnius: Jandrija, 2008.
5. Alkemade, R., Burkhar, B., Crossman, N., Nedkov, S., Petz, K. (2014). Quantifying ecosystem services and indicators for science, policy and practice. Special Issue. *Ecological Indicators*, 37, 161–266.
6. Alphan H., Celik N. (2016). Monitoring changes in landscape pattern. Use of Ikonos and Quickbird images. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(81).
7. Antrop, M., Eetvelde van., V. (2017). *Landscape Perspectives: The Holistic Nature of Landscape*. Springer. 436 p.
8. Antrop, M., Brandt, J., Loupa-Ramos, I. (2013). How landscape ecology can promote the development of sustainable landscapes in Europe: the role of the European Association for Landscape Ecology (IALE-Europe) in the twenty-first century. *Landscape Ecol*, 28, 1641–1647. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9914-9>
9. Aplett, H. G., Cole, D. N. (2010). *The Trouble with Naturalness: Rethinking Park and Wilderness Goals in Beyond Naturalness: Rethinking Park and Wilderness Stewardship in an Era of Rapid Change*. Washington, DC.: Island Press), p. 14.
10. Ashworth, G., Howard, P. (2008). *Europos paveldas: planavimas ir valdymas*. Vilnius: Versus aureus.
11. Baldock, D., (2017). Appendix 2 – Integrating environmental land management into a stream-lined CAP. In: Buckwell A., *RISE Foundation*. Brussels p. 18.
12. Basalykas, A. (1971) Landraštai ir žmonės. *Mokslas ir gyvenimas*, 1, 8–12.

13. Baškytė, R. (2003). *System of protected areas of Lithuania: Caracas 1992–2003*. Durban, publication for the 5th World Parks Congress 2003. Vilnius: Ministry of Environment, State Protected Areas Service, 2003.
14. Beauchesne, P., Ducruc, J. P., Gerardin, V. (1996). Ecological mapping: A framework for delimiting forest management units. *Environ Monit Assess*, 39, 173–186. <https://doi.org/10.1007/BF00396143>
15. Beller, E., Robinson, A., Grossinger, R., Grenier, L. (2015). *Landscape Resilience Framework: Operationalizing Ecological Resilience at the Landscape Scale*. San Francisco Estuary Institute: Richmond, CA, USA.
16. Berg, L. S. (1950). *Natural regions of the U.S.S.R.* Macmillan. 436 p.
17. Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (2003). *Navigating Social-Ecological Systems. Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
18. Birch Colin, P. D., Oom Sander, P., Beecham, J. A. (2007). Rectangular and hexagonal grids used for observation; experiment; and simulation in ecology. *Ecol. Model*, 206, 347–359.
19. Blume, H. P., Sukopp, H. (1976). Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. *Schr. Veg.*, 10, 75–89.
20. Brand, F. S., Jax, K. (2007). Focusing the meaning(s) of resilience: Resilience as a descriptive concept and a boundary object. *Ecol. Soc.*, 12, 23.
21. Bryan, S. (2012). Contested boundaries, contested places: The Natura2000 network in Ireland *Journal of Rural Studies* 28: 80e94. Dimitrakopoulos PG, Memtsas S, Troumbis AY (2004) Questioning the effectiveness of the Natura2000 Special Areas of Conservation strategy: the case of Crete. *Global Ecology and Biogeography*, 13, 199–207. doi: [10.1111/j.1466-822X.2004.00086.x](https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2004.00086.x)
22. Briuselis, 2020 05 20 COM (2020) 380 final, Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui 2030 m. ES biologinės įvairovės strategija Gamtos gražinimas į savo gyvenimą.
23. Bruni, D. (2016). Landscape Quality and Sustainability Indicators. *Agriculture and Agricultural Science procedia*, 8. 698–705, <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.047>.
24. Buizer, M., Arts, B., Westerink, J. (2016). Landscape governance as policy integration ‘from below’: A case of displaced and contained political conflict in the Netherlands. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(3), 448–462. doi:10.1177/0263774X15614725

25. Bukantis, A., Ignatavičius, G., Satkūnas, J., Sinkevičius, S., Šulijienė, G., Vasarevičius, S., Veteikis, D.(2015). *Lithuanian's Environment. State, process Ad Trends. Environmental Protection Agency.* Cai, W., Guan, T., Li, H., Lai, L., Zhang.
26. Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. (2009). Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – *A Concept for Land-Cover Based Assessments Landscape Online*, 15, 1–22.
27. Cao, Y., Kong, L., Zhang, L., Ouyang, Z. (2021). The balance between economic development and ecosystem service value in the process of land urbanization: A case study of China's land urbanization from 2000 to 2015. *Land Use Policy*, 108, 105536.
28. Cassatella, C., Peano, A. (2011). *Landscape Indicators: Assessing and monitoring Landscape Quality*. Springer.
29. Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
30. Comber, A., Davies Huw, Pinder, D., Whittow, J., Woodhall, A., Johnson, S. (2016). Mapping coastal land use changes 1965-2014: Methods for handling historical thematic data. *Trans. Inst. Br. Geogr.*, 41, 442–459.
31. Connell, J. H., Slatyer, R. O. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, 111, 1119–1144.
32. Conway, M., Rayment, M., White, A., Berman, S. (2013). *Exploring potential demand for and supply of habitat banking in the EU and appropriate design elements for a habitat banking scheme*. London: ICF GHK Consulting Ltd in association with BIO Intelligence Service.
33. Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E.G., Martín-Lopez, B., McPhearson, T., Boyanova, K., Alkemade, R., Egoh, B., Dunbar, M., Maes, J. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services*, 4, 4–14.
34. Curtin, C. G. (2014). Resilience design: Toward a synthesis of cognition; learning; and collaboration for adaptive problem solving in conservation and natural resource stewardship. *Ecol. Soc.* 19, 15.
35. Data of the Land Fund of the Republic of Lithuania. Available online: <https://zis.lt/statistika/zf/> (accessed on 10 March 2022).
36. De Groot, R. (2006). Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75(3–4), 175–186.

37. DeFries, R., Hansen, A., Turner, B. L., Reid, R., Liu, J. (2007). Land use change around protected areas: Management to balance human needs and ecological function. *Ecol. Appl.*, 17, 1031–1038.
38. Dėl Valstybinės aplinkos monitoringo 2018–2023 metų programos patvirtinimo, 2018.
39. Delgado-Baquerizo, M., Reich, P. B., Bardgett, R. D (2020). The influence of soil age on ecosystem structure and function across biomes. *Nat Commun*, 11, 4721. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18451-3>
40. Depellegrin, D., Pereira, P., Misiūnė, I., Egarter, V. L. (2016). Mapping Ecosystem Services potential in Lithuania. *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 23. 10.1080/13504509.2016.1146176.
41. Development (Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers) 32 (1), 2006, p. 10–21.
42. Diaz, S., Settele, J., Brondizio, E., Ngo, H. T., Gue`ze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., et al. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversityecosystem-services>
43. Amaral, A., Almeida, L., Vieira, L. K. (2020). *Sustainable Consumption the Right to a Healthy Environment: The Right to a Healthy Environment*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
44. Dowlath, M. J. H., Karuppannan, S. K., Rajadesingu, S., Arunachalam K. D. (2020). Major Environmental Issues and Problems. In: Hussain, C. (eds) *Handbook of Environmental Materials Management*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58538-3\\_197-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58538-3_197-1)
45. Ducarme, F., Couvet, D. (2020). What does ‘nature’ mean? *Palgrave Communications*, 6, 10.1057/s41599-020-0390-y.
46. EC (2014). *Establishing conservation measures for Natura 2000 Sites*. A review of the provisions of article 6.1 and their practical implementation in different member states, p. 43.
47. EEA Core Set of Indicators, <http://www.eionet.eu.int/indicatorreview>
48. Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Roux, X. (2015). Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), 243–248.

49. EIONET Central Data Repository. Reference Portal for Natura 2000. Threats, Pressures, Activities (SDF field: 4.1). <https://cdr.eionet.europa.eu/help/natura2000>. Žiūrėta 2021-10-05.
50. Environmental indicators: Typology and overview (1999). Technical report No 25. EEA, [http://reports.eea.eu.int/TEC25/en/tab\\_abstract\\_RLR](http://reports.eea.eu.int/TEC25/en/tab_abstract_RLR)
51. European Council, Environmental Indicator Catalogue <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/environmental-indicator-catalogue>
52. European Commission, Guidance document on Article 6(4) of the 'Habitats Directive' 92/43/EEC, 2007.
53. *Europos kraštovaizdžio konvencija*, 2002. Vilnius: Aplinkos ministerija.
54. Fanghan, L., Yanxu, L., Jian, P., Jiansheng, W. (2018). Assessing urban landscape ecological risk through an adaptive cycle framework. *Landsc. Urban Plan*, 180, 125–134.
55. Farina, A. (2000). The Cultural Landscape as a Model for the Integration of Ecology and Economics. *BioScience*, 50, 313–320.
56. Feranec, J., Hazeu, G., Christensen, S., Jaffrain, G. (2007). Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land use policy*, 24, 234–247.
57. Fischer, J., Peterson, G. D., Gardner, T. A., Gordon, L. J., Fazey, I., Elmqvist, T., Felton, A., Folke, C., Dovers, S. (2009) Integrating resilience thinking and optimisation for conservation. *Trends Ecol. Evol.*, 24, 549–554.
58. Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, CS. (2004). Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annu Rev Ecol Evol Syst*, 35, 557–581.
59. Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press. 632 p.
60. Forman, R. T. T.; Godron, M. (1989). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons. 620 p.
61. Frumkin, H. (2008) Urban Sprawl and Public Health. In: *Public Health Report*, 117, 201–217.
62. Fu, B. J., Hu, C. X., Chen, L. D., Honnay, O., Gulinck, H. (2006). Evaluating change in agricultural landscape pattern between 1980 and 2000 in the Loess hilly region of Ansai County; China. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 114, 387–396.
63. Gamero, A., Brotons, L., Brunner, A., Foppen, R., Fornasari, L., Gregory, R. D., Herrando, S., Hořák, D., Jiguet, F., Kmecl, P.,

- Lehikoinen, A., Lindström, Å., Paquet, J.-Y., Reif, J., Sirkiä, P. M., Škorpilová, J., van Strien, A., Szép, T., Telenský, T., Teufelbauer, N., Trautmann, S., van Turnhout, C. A. M., Vermouzek, Z., Vikstrøm, T., Voříšek, P. (2017). Tracking progress toward EU biodiversity strategy targets: EU policy effects in preserving its common farmland birds. *Conserv. Lett.*, 10, 395–402.
64. *Gamtinio karkaso nustatymo ir praktinio taikymo metodika* (2017). Aplinkos ministerija, Lietuvos geografų draugija, Vilnius
65. Gardner, T., Hase, A. V. (2012). *Key ingredients for biodiversity offsets to achieve no net loss*. Wellington, New Zealand: Department of Conservation.
66. German K., Balon J. (ed.) (2001), Transformations of the natural environment of Poland and its functioning, *The Problems of Landscape Ecology*, vol. X, 813 p., Kraków, IGI GP UJ.
67. Gibbons P., Lindenmayer D. (2007). Offsets for Land Clearing: No Net Loss or the Tail Wagging the Dog? *Ecological Management and Restoration*, 8 (1), 26–31. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-8903.2007.00328.x> [2016-04-14].
68. Glawion, R. (2002). Ecosystems and land use. In *Physical Geography of Germany*, 3rd ed.; Liedtke, H., Marcinek J., Eds.; Perthes Geographische Kolleg: Gotha, Germany, Volume 62, pp. 289–319.
69. Godienė, G., „Ekologinių tinklų planavimas gamtinio karkaso teritorijose“, Baigiamoji konferencija: Bandomojo ekologinio tinklo Pietų Lietuvoje sukūrimas, LIFE+Gamta projektas ECONAT LIFE09NAT/LT/0058, Vilnius, 2014 08 27. Žiūrėta 2022-04-05.
70. Gomes, E., Inácio, M., Bogdzevič, K., Kalinauskas, M., Karnauskaitė, D., Pereira, P. (2021). Future land use changes and its impacts on terrestrial Ecosystem services: a review. *Science of The Total Environment*, 146716. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146716>
71. Gómez, J. M. N., Loures, L. C., Castanho, R. A., Fernández, J. C., Fernández-Pozo, L., Lousada, S. A. N., Escórcio, P. (2018). Assessing land-use changes in european territories: A retrospective study from 1990 to 2012. In *Land Use-Assessing the Past, Envisioning the Future*. IntechOpen.
72. Goudie, A. S. (2020). *Human Impact. In Landscapes and Landforms of England and Wales*; Springer, Cham, Switzerland, p. 57–72.
73. Goudie, A.S. (2000). *The Human Impact on the Natural Environment, 5th ed.*; MIT Press: Cambridge, UK, 2000.



74. Grab, H., Danforth, B., Poved, K., Loeb, G. (2018). Landscape Simplification Reduces Classical Biological Control and Crop Yield. *Ecol. Appl.*, 28, 348–355.
75. Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645–11650.
76. Griscom, B. W., Lomax, G., Kroeger, T., Fargione, J. E., Adams, J., Almond L., Kiesecker J. (2019). We need both natural and energy solutions to stabilize our climate. *Global change biology*, 25(6), 1889–1890.
77. Guo, S. Z.; Bai, H. Y.; Meng, Q.; Huang X. Y.; Qi G. Z. (2018). The change of landscape pattern in Qinling mountains from 1980 to 2015 and its response to human disturbance. *Chin. Appl. Ecol.*, 29, 4080–4088.
78. Hang, E. (1976). *Surface relief and geological structure as causes of landscape peculiarities in the Otepää Upland*, *Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis* 393, Tartu, p. 3–24.
79. Hellwig, N., Walz, A., Markovic, D. (2019). *Climatic and socioeconomic effects on land cover changes across Europe: Does protected area designation matter?* PLOS ONE 14(7): e0219374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219374>
80. Hilderbrand, R. H., Watts, A. C., Randle, A. M. (2005) The Myths of Restoration Ecology. *Ecology and Society*, 10 (1). <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art19/>
81. Hill, M. O., Roy, D. B., Thompson, K. Hemeroby; Urbanity and Ruderality: Bioindicators of Disturbance and Human Impact. *Appl. Ecol.*, 2002, 39, 708–720.
82. Hobbs, R. J., Higgs, E. S., Hall, C. (2013). *Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order*. ISBN: 978-1-118-35422-3. Wiley-Blackwell
83. Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 4, 1–23.
84. Hubbell, S. P. (2001). *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*; Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
85. Huston, M. A. (1994). *Biological Diversity: The Coexistence of Species on Changing Landscapes*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1994.

86. Yan, H., Liu, J., Huang, H. (2009). Assessing the consequence of land use change on agricultural productivity in China. *Glob. Planet Chang.*, 67, 13–19.
87. Inácio, M., Karnauskaitė, D., Gomes, E., Barceló, D., Pereira, P. (2022). Mapping and assessment of future changes in the coastal and marine ecosystem services supply in Lithuania, *Science of the Total Environment*, 812, 152586. ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152586>.
88. Inacio, M., Miksa, K., Kalinauskas, M., Pereira, P. (2020). Mapping wild seafood potential, supply, flow and demand in the Lithuania. *Science of the Total Environment*, 718, 137356.
89. IPBES (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) 2016: Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, p. 36.
90. Yamaura, Y., Fletcher, Jr. R., Lade, S., Lindenmayer, D. (2022). From nature reserve to mosaic management: Improving matrix survival, not permeability, benefits regional populations under habitat loss and fragmentation. *Journal of Applied Ecology*, 59(6), 1.
91. Jackson, J. B.(1984). *Discovering the Vernacular Landscape*. New Haven: Yale University Press.
92. Jalas, J. Hemeroby und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. *Acta Soc. Pro Fauna Flora Fenn. J. Nat. Conserv.* 22, 279–289.
93. Jankauskaitė, M.; Veteikis, D. (2010). On the problem of territorial distribution of sample areas for landscape monitoring purposes. *Environ. Eng. Landsc. Manag.*, 18, 234–241.
94. Jukna, L. (2011). Technogeninės energijos tyrimai kraštovaizdžio geografijos mokslo darbuose. *Annales geographicae*. 43–44, 144–157.
95. Juknelienė, D., Česonienė, L., Jonikavičius, D., Šileikienė, D., Tiškutė-Memgaudienė, D., Valčiukienė, J., Mozgeris, G. Development of Land Cover Naturalness in Lithuania on the Edge of the 21st Century: Trends and Driving Factors. *Land*, 11, 339.
96. Kadiogullari, A. I. (2013). Assessing implications of land use and land cover changes in forest ecosystems of NE Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(3), 2095–2106.
97. Kaika, M.(2005). *City of Flows: Modernity, Nature, and the City*. New York: Routledge.

98. Karukäpp, R. (1974). On the relief of Karula Elevation, EGS AR, 36–51.
99. Kattumuri, R. (2018). Sustaining natural resources in a changing environment: evidence, policy and impact. *Contemporary Social Science*, 13(1), 1–16, DOI: 10.1080/21582041.2017.1418903
100. Kavaliauskas, P.(2011). *Kraštovaizdžio samprata ir planavimas*. ISBN 978-609-459-004-7. Vilnius: Vilniaus universitetas. 243 p.
101. Kavaliauskas, P. (2014). Kraštovaizdžio planavimas ir Lietuvos nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas, *Geografijos metraštis*, 47, 3–24.
102. Kavaliauskas, P. (2019). Lietuvos nacionalinių ir regioninių parkų morfostruktūros analizė kraštovaizdžio geografijos aspektu: 1. Metodologija. *Geografijos metraštis* , 52, 3–22.
103. Kavaliauskas, P. (1992). *Metodologiniai kraštotvarkos pagrindai*. Vilnius: Academia, 1992.
104. Kavaliauskas, P.(1995). The Nature Frame: Lithuanian experience. *Landschap*, 12(3), 17–26.
105. Kavaliauskas, P., Kazlauskas, R., Lekavičius, A., Balevičienė, J., Jankevičienė, R., Šilagalys, R., Vaitkevičius, E., Morkvėnaitė, V., Ignatonis, J.; Venckus, Z., Lazdauskaitė, Ž., Lapelė, M., Liepinaitytė, I. *Ypač saugomų respublikos teritorijų schema ir jos mokslinis pagrindimas*. T. 1–5. Vilnius: Vilniaus Valstybinis V. Kapsuko universitetas, 1985.
106. Keisteri, T. (1990). The study of change in cultural landscape. *Fennia*. 168, 31–115.
107. Kleijn, D., Kohler, F., Baldi, A., Batary, P., Concepcion, E. D., Clough, Y., Diaz, M., Gabriel, D., Holzdchuh, A., Knop, E., Kovacs, A., Marshall, E. J. P., Tschanrntke, T., Verhulst, J. (2009). On the relationship between farmland biodiversity and landuse intensity in Europe. *Proceedings Biological sciences / The Royal Society* 276 (1658), 903–909.
108. Kleijn, D., Berendse, F., Smit, R. and Gilissen, N. (2001) Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature*, 413, 723–725.
109. Konferencija dėl Europos ateities, vykusi nuo 2021 m. balandžio iki 2022 m. gegužės. <https://futureu.europa.eu/?locale=lt>
110. Kraštovaizdžio formavimo (siektinų kraštovaizdžio etalonų) metodika, 2013. VšĮ Gamtos paveldo fondas.

111. Krajewski, P., (2019). Monitoring of Landscape Transformations within Landscape Parks in Poland in the 21st Century, *Sustainability, MDPI*, 11(8), 1–22, April.
112. Kripaitis Rolandas (2009). Tausošančio ūkininkavimo plėtros valdymo strateginės nuostatos Šiaurės Lietuvos karstiniame regione darnaus vystymosi kontekste. Daktaro disertacija. Mykolo Romerio universitetas, Vilnius.
113. Kruska, R. L., Reid, R. S., Thornton, P. K., Henninger, N. & Kristjanson, P. M. (2003). Mapping livestock-oriented agricultural production systems for the developing world. *Agricultural Systems*, 77(1), 39–63. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308521X02000859>.
114. Lambin, E.F.; Meyfroidt, P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Natl. Acad. Sci. USA* 2011, 108, 3465–3472. [CrossRef] [PubMed]
115. Lietuva 2030. Lietuvos Respublikos teritorijos bendrasis planas, [www.bendrasisplanas.lt](http://www.bendrasisplanas.lt) (žiūrėta 2021-10-21).
116. Lietuvos Respublikos kraštovaizdžio erdvinės struktūros įvairovės ir jos tipų identifikavimo studija (I dalis). (2005). Vilnius: Baltijos kopija.
117. Lietuvos nacionalinis atlasas (2014). Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, Vilniaus universitetas. Vilnius: Petro ofsetas
118. Lithuania—Contribution to the Mid-Term Review of the EU Biodiversity Strategy to 2020 Based on the 5th National Report to CBD. <http://biodiversity.europa.eu/mtr/countries/lithuania> (accessed on 10 June 2022).
119. Liu, F.Q., Wu, T., Jiang, G. J., Meng, X. L., Tong, L.Y.; Zhang, Y., Suo, A. N., Zhu, L. D. (2017). Dynamic response of the coastline and coastal landscape patterns to Hemeroby: A case study along the south coast of Yingkou. *Artic. Acta Ecol. Sin.*, 37, 7427–7437. [CrossRef]
120. Loomis, J., Echohawk, J. (1999). Using GIS to identify under-represented ecosystems in the National Wilderness Preservation System in the USA. *Environ. Conserv.*, 26, 53–58.
121. Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatymas, 1997.
122. Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymas, 1993.
123. Medeiros, A., Fernandes, C., Gonçalves, F. J., Farinha-Marques, P. (2021). Research trends on integrative landscape assessment using indicators – A systematic review. *Ecological Indicators*. Volume 129. ISSN 1470-160X, [tps://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107815](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107815).
124. Madsen, B., Carroll, N., Kandy, D., & Bennett, G. (2011). *Update: State of biodiversity markets report: offset and compensation programs*.

- Washington: Forest Trends. Retrieved from <http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/Bio-Markets-2011.pdf>
125. McGill, B. J., Dornelas, M., Gotelli, N. J., Magurran, A. E. (2015). Fifteen forms of biodiversity trend in the Anthropocene. *Trends Ecol.*, 30, 104–113.
  126. Mcgonigle, D. & Nodari, Giulia & Phillips, Robyn & Betemariam, Ermias & Estrada-Carmona, Natalia & Jones, Sarah & Koziell, Izabella & Luedeling, Eike & Remans, Roseline & Shepherd, Keith & Wiberg, David & Whitney, Cory & Zhang, Wei. (2020). A Knowledge Brokering Framework for Integrated Landscape Management. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. 10.3389/fsufs.2020.00013.
  127. McKenney Bruce, A., Kiesecker Joseph, M. (2010). Policy development for biodiversity offsets: a review of offset frameworks. *Environ Manage*, 45(1), 165–176.
  128. Melo, F. P. L., Arroyo-Rodríguez, V., Fahrig, L., Martinezamos, M., Tabarelli, M. (2013). On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends Ecol. Evol.*, 28, 462–468.
  129. Mierauskas, P. (2004). An evaluation of the management of strict nature reserves in Lithuania and their correspondence to international requirements. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*, 3 (29), 62–70.
  130. Mierauskas, P. (2007). Aplinkos apsaugos politika ir valdymas. Iš: Rimkus, E.; Sinkevičius, S. *Globali aplinkos kaita*. Vilnius: Vilniaus universitetas, p. 275–297.
  131. Mierauskas, P., Palaima, A. (2012). Ekologinis tinklas Lietuvoje: kūrimo principai gamtinio karkaso pagrindu. *Darnaust vystymosi strategija ir praktika*. Vilnius : Mykolo Romerio universiteto leidykla, 1 (6), 58–77.
  132. Mikesell, M. W. (1972). Landscape. In: Englishe, P. W.; Mayfield, R. C. *Man, space, and environment: concepts in contemporary human geography*. New York: Oxford University Press, p. 9–15.
  133. Miksa, K., Kalinauskas, M., Inacio, M., Pereira, P. (2020), Implementation of the European Union Floods Directive – requirements and national transposition and practical application: Lithuanian case-study. *Land Use Policy*, 100, 104924.
  134. Misiūnė, I., Veteikis, D. (2019). Miesto ekosistemų paslaugų vertinimas ir kartografavimas: potencialas Vilniaus mieste. *Geografijos metraštis* 52.
  135. Moilanen, A., Teeffelen, A. J. A., Ben-Haim, Y., Ferrier, S. (2008). How much compensation is enough? A framework for incorporating

- uncertainty and time discounting when calculating offset ratios for impacted habitat. *Restor Ecol.* 17(4), 1–9.
136. Monteo, M. A., Viales, H. R. (2015). The theory of change in the landscape from land use and land cover change (lucc approach). Its usefulness in environmental history. *Reflexiones*, 94( 2),24–33. ISSN 1659-2859.
  137. Morrison-Saunders Angus, Early Gerard.(2008). What is necessary to ensure natural justice in environmental impact assessment decision-making? *Impact Assess Proj Appraisal.* ,26(1),29–42.
  138. Morrison-Saunders Angus, Pope Jenny. (2013). Conceptualising and managing trade-offs in sustainability assessment. *Environ Impact Assess Rev.*, 38,54–63.
  139. Muransky, S., Naumann, P., 1970–1980. *Krajinarske hodnoceni uzemi Ceske republiky*. Terplan, Prague.
  140. Nacionalinis miškų susitarimas, [www.nacionalinismiskusustarimas.lt](http://www.nacionalinismiskusustarimas.lt) (žiūrėta 2022-06-28).
  141. Naruševičius, V. (2016). *Tyrulių pelkės ekosistemų paslaugų įvertinimo pirmoji ataskaita*. Vilnius.
  142. Naruševičius, V., Lazdinis, I. (2010). *Darnaus vystymosi politika ir valdymas*. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas.
  143. Naruševičius, V., Matiukas, G. (2011). Introducing the concept of ecosystem services: Inventory and economic valuation on local scale in Lithuania. *Darnaus vystymosi strategija ir praktika*, 120–136.
  144. Norman, J., Heather, L. MacLean and Christopher A. Kennedy. (2006) Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Urban Planning and Development Volume 132, Issue 1* [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2006\)132:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2006)132:1(10))
  145. OECD (2013). *Scaling-up Finance Mechanisms for Biodiversity*. OECD Publishing. doi:10.1787/9789264193833-en
  146. O'Neill, R. & Hunsaker, C. & Timmins, Sidey & Jackson, Bria & Jones, K. & Riitters, Kurt & Wickham, James. (1996). Scale Problems in Reporting Landscape Pattern at the Regional Scale. *Landscape Ecol.*, 11, 169–180. 10.1007/BF02447515.
  147. Orlikowska, E. H., Roberge, J. M., Blicharska, M., Mikusiski, G. (2016). Gaps in ecological research on the world 's largest internationally coordinated network of protected areas: a review of Natura 2000. *Biol Conserv*, 200, 216 –227.
  148. Pakalnis, R., Venckus, Z. (2012). *Kraštovaizdžio ekologija*. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla.

149. Palang, H., Alumäe, H., Printsman, A., Sepp, K. (2004). Landscape values and context in planning: an Estonian model, in Brandt, J., Vejre, H. (eds.), *Multifunctional landscapes – volume 1: Theory, values and history*, Southampton, Wessex Institute of Technology Press, p. 219–233.
150. Pearson, D. M., McAlpine, C. A. (2010). Landscape ecology: an integrated science for sustainability in a changing world. *Landscape Ecol.*, 25, 1151–1154.
151. Pereira, P., Acuna, V., Miksa, K., Kalinauskas, M., Misiune, I., Inacio, M. (2019). *Spatial statistics applied to map the impact of drivers of change on ecosystem services supply in Lithuania*. Spatial Statistics 2019. Towards Spatial Data Science, 10–13 July, Sitges, Barcelona.
152. Persson, J. (2013). Perceptions of environmental compensation in different scientific fields. *International Journal of Environmental Studies*, 70 (4), 611–628.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00207233.2013.835526> [2016-03-16].
153. PRIORITETINIŲ VEIKSMŲ PROGRAMA (PVP), skirta igyvendinti Lietuvoje pagal Tarybos direktyvos 92/43/EEB dėl natūralių buveinių ir laukinės faunos bei floros apsaugos (Buveinių direktyvos) 8 straipsnį 2021–2027 m. daugiametės finansinės programos laikotarpiu ([www.am.lt](http://www.am.lt)).
154. Purvinas, M. (1975). Kraštovaizdžio erdvinės struktūros pirminiai vienetai ir jų galimos charakteristikos. In: *Statyba ir architektūra, XIV. Architektūra ir miestų statyba, 4*. Vilnius: Mintis.
155. Ramanauskas, E. (2011). *Lietuvos kultūrinio kraštovaizdžio formavimo raida ir jo erdvinio optimizavimo prielaidos (1918–2008)*. Humanitarinių mokslų, menotyros (03H), daktaro disertacija.
156. Reed, J., Van Vianen, J., Deakin, E. L., Barlow, J., Sunderland, T. (2016). Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: Learning from the past to guide the future. *Glob. Chang. Biol.*, 22, 2540–2554.
157. Reid, W., Mooney, H. (2005). Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and human well-being: general synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington: Island Press.
158. Reif, J., Vermouzek, Z. (2019). *Collapse of farmland bird populations in an Eastern European country following its EU accession*. *Conserv. Lett.* 12: e12585.
159. Retallack, G. Human Impact on Landscapes. In *Soils of the Past: An Introduction to Paleopedology*, 2nd ed.; Retallack, G., Ed.; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2018. Available online:

<https://www.wiley.com/en-us/9780470698716> (accessed on 9 March 2022).

160. Ribokas, G., Milius, J. (2008). Žemėnaudos struktūros kaita Šiaurės Rytų Lietuvoje atkūrus valstybingumą. *Annales Geographicae*, 40(2).
161. Richling, A. (1982). *Metody badań kompleksowej geografii fizycznej (Research methods of complex physical geography)*. Warszawa, PWN.
162. Ridding, L. E., Watson, S. C. L., Newton, A. C. (2020). Ongoing, but slowing, habitat loss in a rural landscape over 85 years. *Landscape Ecol*, 35, 257–273. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00944-2>
163. Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, M., Gregg, J. W., Lenton, M. T. Palomo, I., Eikelboom, J. A. J., Law, B. E., Huq, S., Duffy, P. B., ir kt. World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *BioScience* 2021, 71, 894–898.
164. Ruškytė I., Brazaitis G. (2020). Kertinių miško buveinių būklės pokyčiai. *Žemės ūkio mokslai* 27( 4), 154–164.
165. Saito, O., Subramanian, S. M., Hashimoto, S., Takeuchi, K. (2020). Introduction: Socio-ecological Production Landscapes and Seascapes. In: Saito, O., Subramanian, S., Hashimoto, S., Takeuchi, K. (eds). *Managing Socio-ecological Production Landscapes and Seascapes for Sustainable Communities in Asia. Science for Sustainable Societies*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1133-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1133-2_1)
166. Schaubroeck, T. (2017). Nature-based solutions' is the latest green jargon that means more than you might think. *Nature*, 541, 133–134.
167. Scheller, R. M. (2020). *Managing Landscapes for Change*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
168. Scherr, S. J., L. E. Buck, J. C. Milder, and L. W. Willemen.( 2013). Ecoagriculture: Integrated landscape management for people, food and nature. In: van Alfen, Neal (ed). *Encyclopedia of Agriculture and Food Security*. New York: Elsevier.
169. Schoukens, H., Cliquet, A. (2014). Mitigation and Compensation under EU Nature Conservation Law in the Flemish Region: Beyond the Deadlock for Development Projects? *Utrecht Law Review* 10 2, 194–215.
170. Sepp, K., Kaasik, A. (2002). Development of National Ecological Networks in the Baltic Countries in the framework of the Pan-European Ecological Network, IUCN European Programme, The World Conservation Union and IUCN Office for Central Europe (Foundation IUCN Poland), Warsaw, August, 1–183.
171. Syrbe, R., Grunewald, K. (2017). Ecosystem service supply and demand – the challenge to balance spatial mismatches. *International Journal of*



- Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 148–161. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1407362>
172. Skorupskas, R. (2009). Geokologiškai optimalus kraštovaizdis – darnaus kraštovaizdžio vystymosi pagrindas. In: *Mokslinių straipsnių rinkinys: Subalansuotos plėtros idėjų raiška architektūroje ir teritorijų planavime*. Kaunas: Technologija.
173. Skorupskas, R. (2006). Kraštovaizdžio struktūros geoekologinio optimalumo metodologija (Lietuvos teritorijos pavyzdžiu); daktaro disertacija, Vilnius University: Vilnius, Lithuania.
174. Skorupskas, R., Kavaliauskas, P. (2007). Integral ecological approach to the concept of optimal landscape. *Ekologija*, 53, 19–24.
175. Solecka, I., Raszka, B., Krajewski, P. (2018). Landscape analysis for sustainable land use policy: A case study in the municipality of Popielów, Poland, *Land Use Policy*, 75, 116–126, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.021>.
176. Solon, J. (1994). The theoretical basis and methodological approaches to the evaluation of landscape stability, in *Landscape research and its applications in environmental management*, pp. 69–84, Faculty of Geography and Regional Studies, Warsaw University, Polish Association for Landscape Ecology.
177. Somarakis, G., Stavros, S., Chrysoulakis, N. (Eds.) Think Nature Nature-Based Solutions Handbook, Think Nature Project Funded by the EU Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 730338. 2019.
178. Soria-Lara, J. A., Bertolini, L., Marco te Brömmelstroet. (2016). An experiential approach to improving the integration of knowledge during EIA in transport planning. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 188–199. Doi: 10.1016/j.eiar.2015.10.007.
179. Steinhardt, U., Herzog, F., Lausch, A., Müller, E.,; Lehmann, S. (1999). The hemeroby index for landscape monitoring and evaluation. In *Environmentals Indices – System Analysis Approach*; Pykh, Y. A., Hyatt, D. E., Lenz, R. J., Eds.; EOLSS: Oxford, UK.
180. Sukopp, H. (1972). Change of flora and vegetation in central Europe under human impact. *Ber. Über Landwirtsch.*, 50, 112–139.
181. Švarcaitė, I. (2019). *Dešimtkalbis gamtinės geografijos terminų žodynas*. Vilnius. Utenos Indra.
182. The Department of Statistics in Lithuania. Available online: <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=e7339206-858d-43de-ad93-f12ca772590c#/> (accessed on 10 March 2022).

183. The EU Environmental Implementation Review Country Report—Lithuania. Available online: [http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report\\_lt\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_lt_en.pdf) (accessed on 10 June 2022).
184. The European Green Deal. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (accessed on 11 June 2022).
185. The Law No. VIII-529. 1997; with the Newest Changes 2021. Available online: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.47236?jfwid=> (accessed on 10 March 2022).
186. Troll C. (1939). Luftbildplan und ökologische Bodenforschung [Aerial photography and ecological studies of the earth]. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde (in German)*. Berlin: 241–298.
187. Tucker, G., Allen, B., Conway, M., Dickie, I., Hart, K., Rayment, M., Schulp, C., van Teeffelen, A. (2013). *Policy Options for an EU No Net Loss Initiative. Report to the European Commission*. London: Institute for European Environmental Policy.
188. United Nations General Assembly, (2020). Report of the Special Rapporteur on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment.
189. Vaitkuvienė, D., Dagys, M. Lietuvos CORINE žemės danga 2006. (Report); Vilniaus universiteto Ekologijos institutas: Vilnius, 2008.
190. Valstybinė aplinkos monitoringo 2018–2023 metų programa.
191. Van Hoorick, G. (2014). Compensatory Measures in European Nature Conservation Law. *Utrecht Law Review*, 10, 2, 161–171. <http://doi.org/10.18352/ulr.276> [2016-04-02].
192. Verburg, P. H., van de Steeg, J., Veldkamp, A. & Willemen, L. (2009). From land cover change to land function dynamics: a major challenge to improve land characterization. *Journal of Environmental Management*, 90(3), 1327–1335.
193. Veteikis, D. (2012). Kraštovaizdžio antropogeninės struktūros. Vilnius: Vilniaus universitetas,, p. 112–115.
194. Veteikis, D. (2009). Kraštovaizdžio poliarizacinė struktūra – integralus pagrindas ekologiniams, istoriniams ir taikomiesiems kraštovaizdžio tyrimams. *Mokslinių straipsnių rinkinys: Subalansuotos plėtros idėjų raiška architektūroje ir teritorijų planavime*. Kaunas: Technologija.
195. Villarroya, A., Persson, J., & Puig, J. (2014). Ecological Compensation: From General Guidance and Expertise to Specific Proposals for Road

- Developments. *Environmental Impact Assessment Review*, 45, 54–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2013.12.003> [2016-04-03]
196. Villarroya, A., Puig, J. (2013). A proposal to improve ecological compensation practice in road and railway projects in Spain. *Environmental Impact Assessment Review*, 42, 87–94. doi:10.1016/j.eiar.2012.11.002.
  197. Vinclovaitė, G., Veteikis, D. (2011). Kraštovaizdžio poliarizacijos metodologinės problemos. *Geografija*, 47, 38–45.
  198. Vining J., Merrick, M., Price E. (2008). The Distinction between Humans and Nature. *Human Ecology Review*, 15( 1), 1.
  199. Visuotinė lietuvių enciklopedija [www.vle.lt](http://www.vle.lt) (žiūrėta 2022-03-05).
  200. Volungevičius, J., Kavaliauskas, P. (2012). Lietuvos dirvožemiai: (žemėlapio aprašas). Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
  201. Walker, B. H., Gunderson, A. P., Kinzig, C., Folke, S. R., Schultz, L. (2006). A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecol. Soc.*, 11, 13.
  202. Walz, U. (2011). Landscape structure, landscape metrics and biodiversity. *Living Rev. Landsc. Res.*, 5, 1–35.
  203. Walz, U.; Stein, C. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. *J. Nat. Conserv.* 2004, 22, 279–289.
  204. Wang, Z., Zhao, H., Zhao, C. (2022). Temporal and spatial evolution characteristics of land use and landscape pattern in key wetland areas of the west Liao River basin; northeast China. *Environ. Eng. Landsc. Manag.*, 30, 195–205.
  205. Warnback A., Hiding-Rydevik T. (2009). Cumulative effects in Swedish EIA practice – difficulties and obstacles. *Environmental Impact Assessment Review*, 29, 107–115. doi:10.1016/j.eiar.2008.05.001.
  206. Watson, J. E. M., Dudley, N., Segan, D. B., Hockings, M. (2014). The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515, 67–73.
  207. West, C. P. (2019). *Redesigning Planning, Governance, and Policies to Achieve Multiple Sustainable Development Goals*. One Earth. 1. 303–304. 10.1016/j.oneear.2019.11.002.
  208. Wrška, T., Erb, K. H., Schulz, N. B., Peterseil, J., Hahn, C., Haberl, H. (2004). Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. *Land Use Policy*, 21, 289–306.
  209. Wu, J. (2004). Effects of changing scale on landscape pattern analysis: Scaling relations. *Landsc. Ecol.*, 19, 125–138.

210. Wu, J., Shen, W., Sun, W., Tueller, P. T. (2002). Empirical pattern of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecol.*, 17, 761–782.
211. Zebisch, M., Wechsung, F., Kenneweg, H. (2004). Landscape response functions for biodiversity-assessing the impact of land-use changes at the county level. *Landscape Urban Plan.*, 67, 157–172.
212. Lang, Q., Yu, W., Ma, M., Wen, J. (2019). Analysis of the Spatial and Temporal Evolution of Land Cover and Heat Island Effects in Six Districts of Chongqing's Main City. *Sensors*, 19(23), 5239; <https://doi.org/10.3390/s19235239>

## PRIEDAI

**1 priedas.** Žemės dangos tipų pasiskirstymas (km<sup>2</sup>) Lietuvoje 1995–2018 m. pagal CORINE žemės dangos duomenis ir jų prilyginimas natūralumo (*Hemeroby*) indeksui

**Annex I.** Distribution of land cover types (km<sup>2</sup>) in Lithuania for the period 1995-2018, based on CORINE land cover data, and their equivalence to the naturalness (*Hemeroby*) index

Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000		Hemeroby indeksas	Žemės dangos užimamas plotas (CLC) (km <sup>2</sup> )				
			1995	2000	2006	2012	2018
111	Ištisinis užstatymas	Hi7	2,15	248,59	248,59	796,47	814,33
112	Neištisinis užstatymas	Hi6	1470,63	147160,76	148879,07	155677,30	156950,60
121	Pramoniniai ar komerciniai objektai	Hi7	374,05	37216,79	37482,53	32664,95	32800,71
122	Kelių ir geležinkelių tinklas ir su juo susijusi žemė	Hi7	60,81	5570,32	5673,30	5105,43	5204,22
123	Uostų teritorijos	Hi7	4,26	425,97	425,97	551,33	551,33
124	Oro uostai	Hi7	29,20	3180,77	3336,25	3483,61	3611,48
131	Naudingųjų iškasenų gavybos vietos	Hi6	59,73	5985,75	5809,62	4117,47	4554,40
132	Sąvartynai	Hi6	8,40	866,74	918,85	721,49	763,56
133	Statybų plotai	Hi6	25,02	1856,87	1905,60	1286,03	1070,43
141	Žalieji miestų plotai	Hi4	74,93	7616,44	7588,93	8619,75	8596,86
142	Sporto ir poilsio vietos	Hi5	25,19	2578,67	2621,94	5802,01	5865,36
211	Nedrėkinamos dirbamos žemės	Hi5	22265,12	2239203,15	2240172,12	2233893,94	2265151,00
222	Vaismedžių ir uogų plantacijos	Hi5	102,32	9042,73	8671,41	9416,24	10092,04
231	Ganyklos	Hi4	5063,33	433713,64	427833,85	485184,53	453123,17

Žemės dangos klasifikacijos 3 lygis (L3) :100 000		Hemeroby indeksas	Žemės dangos užimamas plotas (CLC) (km <sup>2</sup> )				
			1995	2000	2006	2012	2018
242	Kompleksiniai žemdirbystės plotai	Hi5	8030,14	828732,98	829304,36	629567,64	629873,44
243	Dirbamos žemės plotai su natūralios augalijos tarpais	Hi4	5362,,87	520822,,16	521036,91	459380,14	459836,56
311	Lapuočių miškas	Hi2	4301,99	427817,82	434767,86	450052,75	452048,55
312	Spygliuočių miškas	Hi2	7790,66	736898,85	727613,09	718701,60	719387,84
313	Mišrus miškas	Hi2	7749,33	738726,19	737059,08	767564,29	772982,25
321	Natūralios pievos	Hi2	8,80	994,20	1058,39	2360,34	2644,12
322	Dykvietės ir viržynai	Hi2	37,77	3808,93	3808,93	2606,67	2611,14
324	Pereinamosios miškų stadijos ir krūmynai	Hi2	1676,72	225294,46	232180,27	322219,66	310276,94
331	Paplūdimiai, kopos, smėlynai	Hi2	33,32	2980,84	2980,84	1822,03	72,43
333	Alpinė augalija	Hi2	5,78	739,95	563,06	1163,61	1822,03
334	Gaisravietės	Hi2	0,76	0,00	294,86	0,00	2003,72
411	Kontinentinės pelkės	Hi2	192,37	19307,46	19387,23	16978,99	16998,72
412	Durpynai	Hi2	392,64	39705,12	39640,29	39752,98	39692,60
511	Vandens tėkmės	Hi4	194,29	19882,64	19882,64	13628,35	13628,35
512	Vandens telkiniai	Hi4	1108,94	109094,11	108471,74	115460,19	115551,41
521	Pakrančių lagūnos	Hi2	488,36	42563,05	42563,05	39046,44	39046,44
523	Jūra ir vandenynas	Hi2	1393,45	9616,74	9616,74	107,12	107,12

**2 priedas.** Vyraujantis žemės dangos pokyčių krypties (trendo) klasių pasiskirstymas Lietuvos savivaldybėse pagal užimamą plotą km<sup>2</sup>  
**Annex 2.** Predominant distribution of land cover change direction (trend) classes in Lithuanian municipalities by km<sup>2</sup> of land area covered

Savivaldybė	-2,77 - -1,25	-1,26 - -0,95	-0,96 - -0,75	-0,76 - -0,09	-0,10 - 0,09	0,10-0,50	0,51-0,74	0,75-1,40	1,41-3,90
Akmenės r.	21,95	0	4,39	108,85	225,84	308,1	92,39	86,65	0
Alytaus m.	0	0	0	18,56	14,37	6,48	0	0	0
Alytaus r.	30,44	28,53	21,71	760,2	409,28	128,33	16,75	8,17	0
Anyškėčių r.	33,42	7,86	40,29	706,75	548,48	384,69	33,79	8,78	0
Birštono	0	0	0	66,67	47,8	7,26	0	0	0
Biržų r.	6,28	11,36	2,7	362,03	715,98	306,38	41,99	29,01	0
Druskininkų	4,24	7,86	8,78	241,25	125	61,32	0,04	18	0
Elektrėnų	4,39	18,46	31,31	309,81	93,25	51,4	0	0	0
Ignalinos r.	2,84	21,96	25,92	592,5	513,99	227,13	25,76	30,74	0
Jonavos r.	8,78	22,82	15,94	213,96	326,45	281,68	39,51	34,25	0
Joniškio r.	0	0	0	118,92	623,11	353,58	51,81	4,39	0
Jurbarko r.	0	4,39	10,3	399,48	632,92	319,72	61,47	77,6	0
Kaišiadorių r.	9,35	11,31	33,94	565,5	271,16	177,93	13,17	4,34	0
Kalvarijos	0	3,99	15,42	191,62	114,39	92,77	17,05	4,99	0
Kauno m.	0	0	0	14,48	45,99	5,49	8,9	16,11	18,94
Kauno r.	21,38	5,5	25,7	281,91	527,52	487,37	98,32	40,96	7,4
Kazlų Rūdos	0	7,63	13,72	243,01	209,53	76,79	4,39	0	0
Kėdainių r.	3,57	42,76	9,64	248,86	776,67	478,07	81,06	35,95	0
Kelmės r.	0	5,84	8,18	759,49	617,91	278,09	26,34	8,78	0

<b>Savivaldybė</b>	<b>-2,77 - -1,25</b>	<b>-1,26 - -0,95</b>	<b>-0,96 - -0,75</b>	<b>-0,76 - -0,09</b>	<b>-0,10 - 0,09</b>	<b>0,10-0,50</b>	<b>0,51-0,74</b>	<b>0,75-1,40</b>	<b>1,41-3,90</b>
Klaipėdos m.	0	0	0,12	40,57	63,53	46,75	4,39	0,93	0
Klaipėdos r.	8,78	21,51	27,08	585,13	435,78	249,29	24,45	25,4	20,24
Kretingos r.	0	0	0	305,41	524,6	193,46	15,06	8,78	0
Kupiškio r.	6,89	10,59	31,43	342,42	396,92	285,24	33,89	30,73	0
Lazdijų r.	9,22	27,02	51,59	734,39	364,18	79,3	9,66	0,61	0
Marijampolės	0	1,15	0	78,5	286,09	253,82	74,35	60,83	0
Mažeikių r.	0	0	0	380,62	507,85	285,88	35,69	9,5	0
Molėtų r.	50,48	63,29	73,8	829,13	248,57	92,64	8,78	0	0
Neringos	0	0	0	15,56	59,64	14,61	0	0	0
Pagėgių	9,13	19,34	21,95	269,54	128,08	84,59	2,4	0	0
Pakruojo r.	0	4,39	2,86	260,63	712,22	299,59	26,74	8,78	0
Palangos m.	4,39	7,03	0	35,9	17,94	8,33	2,35	3,14	0
Panevėžio m.	0	0	0	12,99	20,79	10,62	5,7	0	0
Panevėžio r.	0	10,47	13,06	515,19	804,21	732,99	83,62	8,78	8,78
Pasvalio r.	0	0	19,08	185,06	813,99	266,34	4,39	0	0
Plungės r.	4,39	17,56	4,09	480,09	320,76	239,12	35,04	4,39	0
Prienuų r.	4,39	7,09	15,32	365,57	359,93	251,59	28,64	0	0
Radvilišio r.	21,95	13,37	3,91	412,38	907,51	253,82	16,69	4,39	0
Raseinių r.	0,81	8,6	17,02	523,89	648,81	319,79	35,78	18,1	0
Rietavo	1,84	15,4	18,7	331,08	136,79	81,79	0	0	0
Rokiškio r.	4,93	20,79	25,26	679,75	526,87	477,86	64,8	6,03	0
Skuodo r.	0	0	4,39	288,25	415,24	195,04	3,82	4,21	0



<b>Savivaldybė</b>	<b>-2,77 - -1,25</b>	<b>-1,26 - -0,95</b>	<b>-0,96 - -0,75</b>	<b>-0,76 - -0,09</b>	<b>-0,10 - 0,09</b>	<b>0,10-0,50</b>	<b>0,51-0,74</b>	<b>0,75-1,40</b>	<b>1,41-3,90</b>
Šakių r.	0	1,12	2,82	248,28	748,06	439,34	13,17	0,88	0
Šalčininkų r.	17,87	41,88	36,89	683,85	452,17	246,79	8,78	4,39	0
Šiaulių m.	15,92	0	0	17,37	31,19	8,53	3,72	4,35	0
Šiaulių r.	10,42	0,09	8,78	257,22	628,74	760,77	101,25	39,55	0
Šilalės r.	8,31	29,12	53,2	707,41	253,97	136,06	0	0	0
Šilutės r.	8,68	8,55	28,76	695,29	731,86	170,66	12,66	8,78	41,22
Širvintų r.	1,12	8,71	8,38	375,49	247,47	261,74	2,42	0	0
Švenčionių r.	13,08	0,57	27,38	613,84	622,33	341,09	48,08	21,57	3,58
Tauragės r.	34,71	34,26	59,45	561,95	331,84	136,84	19,54	0	0
Telšių r.	24,96	46,54	32,51	686,26	425,61	204,45	17,56	0,61	0
Trakų r.	19,39	20,16	39,5	734,68	240,21	128,22	8,68	12,05	4,39
Ukmergės r.	7,96	12,3	7,45	439,95	409,64	407,21	92,54	17,6	0
Utenos r.	0	43,75	119,52	61,57	678,71	253,32	69,01	4,39	0
Varėnos r.	0	5,06	33,54	855,25	866,45	362,29	52,74	40,42	0
Vilkaviškio r.	0	3,26	56,05	317,73	587,42	225,24	46,73	26,37	0
Vilniaus m.	0	0	19,88	108,04	104,79	121,19	15,01	31,52	0
Vilniaus r.	78,87	102,63	146,5	1011,7	518,39	251,68	11,33	7,99	0
Visagino	0	0	0	15,68	22,67	19,69	0	0	0
Zarasų r.	9,78	71,56	79,31	1458,9	987,17	387,84	28,17	13,17	0

**3 priedas.** Kraštovaizdžio nestabilumo klasių pasiskirstymas (km<sup>2</sup>) valstybiniuose gamtiniuose rezervatuose ir valstybiniuose parkuose

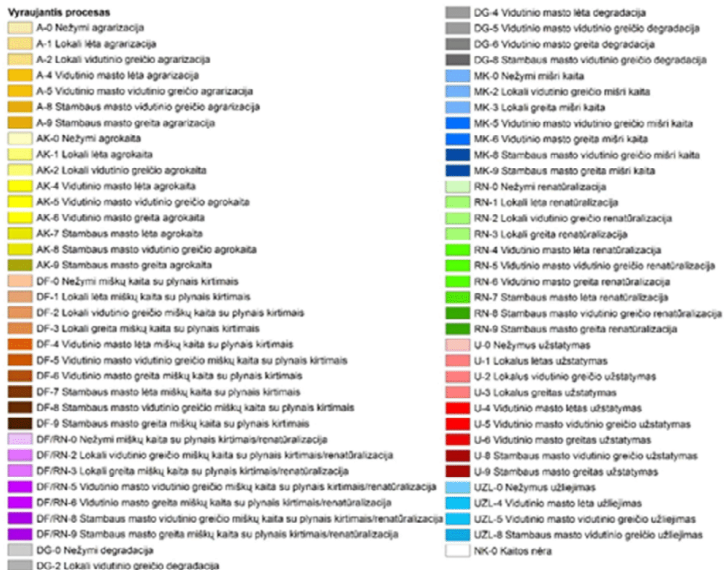
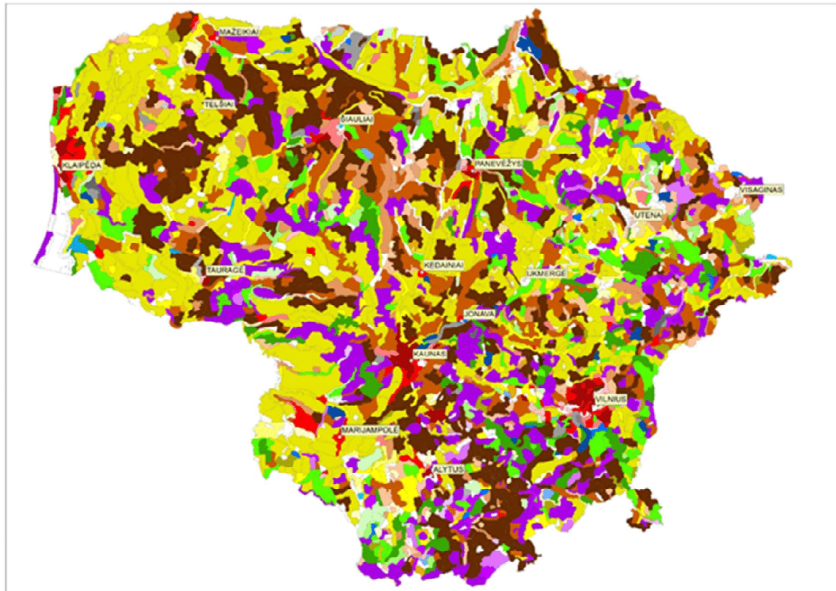
**Annex 3.** Distribution of landscape instability classes (km<sup>2</sup>) in national nature reserves and state parks

Nestabilumo klasė	-3	-2	-1	0	1	2	3
Saugoma teritorija							
Čepkelių valstybinis gamtinis rezervatas	0	0,42	68,15	2,66	41,33	0,09	0
Kamanų valstybinis gamtinis rezervatas	0	0	8,53	0	29,25	3,02	2,79
Kernavės valstybinis kultūrinis rezervatas	0	1,37	0,56	0	0	0	0
Viešvilės valstybinis gamtinis rezervatas	0	0	13,45	2,13	18,93	0	0
Vilniaus pilių kultūrinis rezervatas	0	0	0,02	0	0	0,25	0,28
Aukštaitijos nacionalinis parkas	6,1	19,15	267,47	4,73	113,08	0	0
Dzūkijos nacionalinis parkas	0	17,29	368,5	36,65	139,19	16,17	5,51
Kuršių nerijos nacionalinis parkas	0	0	65,56	72,55	76,23	3,6	0
Trakų istorinis nacionalinis parkas	0,16	14,03	54,93	0	9,41	2,91	0
Žemaitijos nacionalinis parkas	0	5,13	135,12	0	74,84	2,42	0
Anykščių regioninis parkas	0	27,67	103,02	0	15,67	8,47	0
Asvejos regioninis parkas	0,59	27,34	61,07	0	26,32	6,73	0
Aukštadvario regioninis parkas	0	38,92	119,26	0	4,47	7,38	0
Biržų regioninis parkas	0	13,17	81,86	0	49,02	0	0
Dieveniškų istorinis regioninis parkas	0	8,57	46,87	2,31	22,07	2,58	3,55
Dubysos regioninis parkas	0	24,42	65,86	0	15,67	8,72	0
Gražutės regioninis parkas	0	41,17	118,92	11,92	137,91	9,38	0
Kauno marių regioninis parkas	1,15	10,76	55,26	0	22,98	8,27	0,06

Nestabilumo klasė	-3	-2	-1	0	1	2	3
Saugoma teritorija							
Krekenavos regioninis parkas	0	0	40,01	0	74,53	1,34	0
Kurtuvėnų regioninis parkas	0	17,26	119,85	0	30,7	4,83	0
Labanoro regioninis parkas	0	28,6	297,13	13,25	206,77	7,36	0
Metelių regioninis parkas	5,33	30,57	95,92	0	36,71	8,65	0
Nemuno deltos regioninis parkas	0	26,89	176,12	11,9	51,48	22,61	2,09
Nemuno kilpų regioninis parkas	0	33,91	149,59	0	44,77	22,36	0,14
Neries regioninis parkas	0	10,5	73,9	0	20,28	0,44	0
Pagramančio regioninis parkas	0	79,46	32,37	0	18,7	4,13	0
Pajūrio regioninis parkas	0	9,83	17,53	4,39	15,7	0	0
Panemunių regioninis parkas	0	0	51	0,03	43,55	7,04	0
Pavilnių regioninis parkas	0	0	7,99	0	3,05	6,82	3,78
Rambyno regioninis parkas	0	18,42	20,58	1,27	7,59	0	0
Salantų regioninis parkas	0	7,69	75,83	0	44,39	3,9	0,3
Sartų regioninis parkas	0	14,51	58,31	0	39,65	8,72	0
Sirvėtos regioninis parkas	0	36,98	46,6	0	3,91	0,04	0
Tytuvėnų regioninis parkas	0	37,4	112,68	0	24,26	6,29	0
Varnių regioninis parkas	4,75	103,02	183,18	0	39,94	6,4	0
Veisiejų regioninis parkas	0	33,91	84,48	0	4,48	0	0
Ventos regioninis parkas	0	8,46	48,18	0	33,18	6,15	2,35
Verkių regioninis parkas	0	1,86	9,91	0	12,65	0,86	0
Vištyčio regioninis parkas	0	71,39	32,87	0,02	0	0	0
Žagarės regioninis parkas	0	2,29	39,56	0	23,1	6,44	0

**4 priedas.** Žemės dangos pokyčių tendencijos kraštovaizdžio morfologiniuose mikrorajonuose. Lietuvos Respublikos teritorijos bendrojo plano esamos būklės analizė. Žemėlapis autorius prof. D. Veteikis

**Annex 4.** Trends in land cover change in landscape morphological micro-districts (in terms of magnitude, speed and direction of process). Analysis of the current state of the general plan of the territory of the Republic of Lithuania. Protection of values and ecosystems. Author Prof. D. Veteikis



**5 priedas.** Probleminių teritorijų Karoliniškių ir Strošiūnų kraštovaizdžio draustinių teritorijų kraštovaizdžio būklės vertinimo rezultatų palyginimas

**Annex 5.** Comparison of the results of the assessment of the landscape condition of the problem territories of Karoliniškės and Strošiūnai Landscape Reserves.

Vietovės pavadinimas	Kriterijus	Karoliniškių kraštovaizdžio draustinis		Strošiūnų kraštovaizdžio draustinis	
I. BENDRIEJI VIETOVĖS BRUOŽAI*					
Kriterijus	Apibūdinimas	Balas	Komentaras	Balas	Komentaras
<b>1. Žemės dangos įvairovė</b>	Analizuojamoje teritorijoje naudojami keli dideli žemės plotai, todėl sukuriama nedidelis kraštovaizdžio peizažas	1	Vyrauja brandūs miškai su nedideliais atvirų pievų plotais		
	Vidutinio dydžio žemės sklypai, kurie sukuria kuklų vaizdinį			2	Miškai, agrarinės teritorijos, gyvenamosios vietovės
<b>2. Kraštovaizdžio natūralumas</b>	Mažesnis natūralaus kraštovaizdžio plotas (miškai, pelkės ir vandenys <30 %)			1	Yra daugiau antropogenizuotų teritorijų, taip pat rezervate yra karjerų
	Dominuoja santykinai natūralus kraštovaizdis (miškai, pelkės ir vandenys 80–100 %)	3	Nepaisant to, kad vietovė yra mieste, joje išliko pakankamai didelis vietovės natūralumas. Tačiau teritorijos pakraščiai patiria didelį spaudimą		
<b>3. Užstatytos teritorijos</b>	Neapibrėžta urbanistinė struktūra, ryškūs etnografiniai elementai	1		1	

Vietovės pavadinimas	Kriterijus	Karoliniškių kraštovaizdžio draustinis		Strošiūnų kraštovaizdžio draustinis	
<b>Bendras vietovės bendrųjų savybių įvertinimas (0-9 balai):</b>		<b>5</b>		<b>4</b>	
<b>II. TERITORIJOS APSAUGOS VIENTISUMAS</b>					
<b>4. Teisinių nuostatų įgyvendinimas</b>	Darbuotojai turi reikiamus gebėjimus ir (arba) išteklius užtikrinti saugomų teritorijų teisės aktų ir taisyklių vykdymą, tačiau vis dar yra tam tikrų trūkumų	2	Teritorija priskirta Dzūkijos–Suvalkijos saugomų teritorijų direkcijai, kuri neturi pakankamai išteklių teritorijai kontroliuoti. Kadangi šis kraštovaizdžio draustinis yra sostinės viduryje, nustatomi nedideli pažeidimų plotai, dažniausiai rekreacinės digresijos	2	Teritorija priskirta Dzūkijos–Suvalkijos saugomų teritorijų direkcijai, kuri neturi pakankamai išteklių teritorijai kontroliuoti
<b>5. Teritorijų planavimo dokumentai</b>	Yra parengti teritorijų planavimo dokumentai, tačiau priemonės neįgyvendinamos			2	Strošiūnų kraštovaizdžio draustinio tvarkymo planas patvirtintas aplinkos ministro 2016 m. lapkričio 11 d. įsakymu Nr. D1-757. Gamtotvarkos planas neįgyvendintas.
	Patvirtintas ir įgyvendinamas teritorijos planavimo dokumentas	3	Karoliniškių kraštovaizdžio draustinio tvarkymo planą aplinkos ministras		

Vietovės pavadinimas	Kriterijus	Karoliniškių kraštovaizdžio draustinis		Strošiūnų kraštovaizdžio draustinis	
			patvirtino 2008 m. kovo 26 d. įsakymu Nr. D1-159 ir visiškai įgyvendintas		
<b>6.Stebėseną ir tyrimai</b>	Tyrimai ir stebėseną šioje teritorijoje buvo atliekami daugiau nei prieš 10 metų. Duomenų yra, juos reikia atnaujinti	1			
	Teritorijoje vykdoma tik rūšių ir buveinių („Natura 2000“) stebėseną			2	Bendrijos svarbos buveinės („Natura 2000“) sudaro tik nedidelę kraštovaizdžio draustinio dalį, todėl kas kelerius metus stebimos tik tos rūšys
<b>7.Infrastruk-tūra</b>	Lankytojams reikalingi objektai, tačiau vietovėje nėra pažintinės turizmo infrastruktūros. Matoma rekreacinė digresija			1	Šiuo metu rezervate nėra rekreacinės ir informacinės infrastruktūros, pažintinių takų ar trasų, kultūros paveldo objektai nepritaikyti lan-kyti
	Teritorija turi pažintinio turizmo infrastruktūrą, ji nuolat prižiūrima	3	Valdymo planas įgyvendintas 2012 m. Įrengti pažintiniai takai, informacini- niai stendai		
<b>Bendras vertybių apsaugos veiksmingumo balas (0-12):</b>		<b>9</b>		<b>7</b>	

Vietovės pavadinimas	Kriterijus	Karoliniškių kraštovaizdžio draustinis		Strošiūnų kraštovaizdžio draustinis	
<b>BENDRAS BALŲ SKAIČIUS (0-21):</b> <i>(bendrųjų vietovės savybių ir vertybių apsaugos veiksmingumo suma)</i>		14		11	
GRĖSMĖS IR POKYČIŲ VEIKSNIAI					
Kodas ir grėsmės pavadinimas	Grėsmės apibūdinimas	Balas	Komentaras	Balas	Komentaras
F07 Sporto, turizmo ir laisvalaikio veikla	Grėsmės lygis yra didelis – teritorijoje vyksta nekontroliuojamas mototurizmas, kuris sukelia rekreacinę digresiją	-1	Teritorijoje aktyviai važinėjama kalnų dviračiais. Teritorijos griovose įrengiami savavališki maršrutai, statomi trampolinei. Labai aktyvus ir pėsčiųjų žygis, vaikščiojimas šlaitais ir raguvomis	-	
B09 Plynieji kirtimai	Grėsmės lygis vidutinis – teritorijoje 10–25 % miško ploto sudaro kirtavietės ir I klasės medynai.	-	-	-2	Teritorijoje vykdomi kirtimai keičia kraštovaizdį. Didžioji draustinio dalis yra labai paveikta kirtimų
E08 Transporto keliamas triukšmas, šviesos ir kita tarša	Teritorijoje keliamas triukšmas, atsiranda šviesos šaltinių	-1	Draustinis yra miesto viduryje, beveik visame rezervate nuolat girdimas transporto triukšmas, o vakare matomi žibintai	-	-



Vietovės pavadinimas	Kriterijus	Karoliniškių kraštovaizdžio draustinis		Strošiūnų kraštovaizdžio draustinis	
C01 Kasyba ir karjerų eksploatavimas	Grėsmės lygis vidutinis – rezervate yra apleistų nedidelių nenaudojamų karjerų	-	-	-2	Šiaurinėje draustinio dalyje yra veikiantis karjeras, kuriuo taip pat naudojasi keturračiai ir motociklininkai
F09 Atliekų šalinimas iš gyvenamųjų ir (arba) rekreacinių objektų		-1	Visoje draustinio teritorijoje aptinkama pavienių šiukšlynų	-1	Visoje draustinio teritorijoje aptinkama pavienių šiukšlynų
A06 Pievų apaugimas	Nedidelis grėsmės lygis – 10–30 % rezervato pievų ir ganyklų ploto nėra reguliariai šienaujama ar ganoma	-	-	-1	Dauguma rezervato pievų nešienaujamos. Pievose pradeda augti krūmai
<b>Bendras spaudimo ir grėsmių veiksmingumo balas (0-15). Šis balas visada yra neigiamas:</b>		-5		-6	
<b>Išvados (vertinimo grupė ir bendras rezultatas (0-21; -0-15):</b>		<b>14 (-3) II Vidutiniška būklė</b>		<b>11 (-6) II Vidutiniška būklė</b>	

## SUMMARY

### INTRODUCTION

#### **Relevance of the dissertation**

The contemporary consumerist paradigm pertaining to nature, characterized by the perception that nature primarily exists to cater to human needs, has led to increasingly destructive processes. The fallacy of an infinite supply of resources and the relentless exploitation of landscapes are erroneous beliefs. The excessive use of land, along with the conversion of forests, has led to biodiversity impoverishment, thereby rendering landscapes less sustainable and more susceptible to economic pressures. Consequently, these human-induced activities diminish the stability of landscapes as natural systems, which results in the loss of their protective and bio-productive attributes. In response to these challenges, the European Commission introduced the *European Union Biodiversity Strategy 2030* in May 2020. This strategy aims to address the key drivers of biodiversity loss through protective measures and restoration efforts, thus fostering transformative changes across diverse environmental, economic, and social domains (Brussels, 2020). However, to comprehend the transformations and assess their impact on the ecosystem health, a critical focus lies in understanding the spatial dynamics of land cover changes, as underscored by prior research (Liu et al., 2017; Jukneliene et al., 2022).

A heightened focus is placed on comprehensively monitoring the intricate dynamics of land cover changes so that to gain profound insights into the future repercussions of human-induced alterations on global landscapes, biodiversity, and ecological functions. The landscape condition is multifaceted, and it encompasses such parameters as sensitivity, disturbance degree, carrying capacity, and stability, all of which significantly influence the quality of services provided by the landscape (Walker et al., 2006). The abundance and diversity of services specific to a particular landscape type serve as indicators of its quality. Landscape stability, which is crucial for resilience against negative anthropogenic impacts, is assessed through the landscape's ability to maintain high-quality services despite such pressures. Research indicates that anthropogenic transformations jeopardize ecological resilience, as well as the stability and inertia of change, thus ultimately undermining the ability of landscape geosystems to uphold their structure and functioning amidst external pressures within a defined timeframe.

Evaluating the landscape stability necessitates a comprehensive approach encompassing the entire landscape. Anthropogenic impacts affect different

landscape parts diversely, with some exhibiting higher resilience, assimilating and neutralizing these impacts, thereby mitigating adverse effects on the individual landscape or ecosystem services. The rising anthropogenic pressures underscore the increasing study of landscape naturalness and its resilience to human-induced alterations (Steinhardt et al., 1999; Scheller et al., 2020). The concept of Hemeroby, used in landscape analysis, acts as an indicator of a landscape's ecological value, diversity, and the extent of anthropogenic transformation (Steinhardt et al., 1999; Jalas et al., 1955; Blume et al., 1976; Walz, 2011). To deepen our understanding of human-induced land cover change impacts on the ecosystem services and biodiversity, meticulous attention is required for the complex dynamics of land cover changes, considering such parameters as frequency, sequence, amplitude of naturalness, and the overall landscape instability. The escalating human activity and consumption emphasize the urgency of analyzing environmental and ecological issues (Cao et al., 2021) which profoundly affect the landscape stability and the quality of the human living environment.

### **Aim and main objectives of the study**

The aim of the study is to determine the significance of the influence of natural and anthropogenic destabilisation of the landscape on the ecological compensatory function and the quality of the landscape.

The objectives of the study are as follows:

1. To carry out a systematic analysis of the work on the interdependence between land use and ecosystem services.
2. To determine the direction, frequency, and fluctuations of the land cover change in the territory of Lithuania.
3. To identify trends in landscape instability and their underlying causes.
4. To assess the status of the ecological compensation function of the landscape in Lithuania.
5. To provide recommendations for ensuring landscape stability and strengthening the ecological compensation function in the country.

### **The novelty of the study**

The research conducted in this thesis delves into the processes of the land cover destabilization in Lithuania induced by human activities, focusing on the direction, frequency, and the overall instability of the territory over a span of 23 years. Previous analyses of land cover changes in Lithuania are somewhat limited, often occurring over short 5-year periods and using CORINE land cover data from the European Environment Agency. Despite the consensus on the critical importance of investigating environmental changes, comprehensive research on landscape structure alterations in Lithuania has been lacking. It is imperative to identify the root and direct

causes of these changes, while exploring their connections with the population dynamics, socio-economic shifts, and natural alterations. Understanding these links is essential for revealing the indirect causes influenced by complex interdependencies and using these insights to enhance spatial planning and nature restoration strategies.

This study employs integrated research methods amalgamating the CORINE land cover data acquired through remote sensing techniques with statistical and historical data. These methods assess the anthropogenic instability of the landscape and its repercussions on ecological compensation functions. The Hemeroby naturalness index, which is a globally recognized metric not previously utilized in Lithuania, is applied to evaluate the naturalness of the land cover in the country.

The natural framework, established as a legal instrument in the Lithuanian legislation and spatial planning documents, serves an ecological compensation function. Despite more than three decades since its legalization, the assessment of its status and potential to fulfil its ecological compensation function has been lacking. While prior scientific works by such scholars as P. Kavaliauskas (2014), P. Mierauskas, and A. Palaima (2012), G. Godienė (2014) have explored some related topics, they did not directly analyse the ecological compensation function and its quality in Lithuania.

The results presented in this dissertation shed light on the extensive landscape instability observed over the 23-year period, attributing it to both natural processes and anthropogenic activities. The study identifies problematic areas within the natural framework where the essential ecological compensation function is not assured. The information on the anthropogenic landscape instability and its impact on the ecological compensation functions, as outlined in this dissertation, serve as a valuable resource for the landscape management and the long-term policymaking in Lithuania.

### **Scientific and practical implications of the results**

The dissertation presents a significant contribution to the field of landscape ecology, offering both theoretical advancements and practical applications. It holds relevance in the context of landscape planning, management, national strategic development goals, and international sustainable development obligations. The findings are crucial for professionals engaged in landscape formation, spatial planning, and decision-making processes, as well as those involved in fulfilling international commitments. The research focuses on the vital goal of judiciously utilizing and shaping landscapes, ensuring the natural framework's existence as a multifunctional system. This system not only guarantees the overall territorial stability and vitality, but also maintains the

essential migratory links within it. Moreover, landscapes play a substantial economic role by supporting primary production activities, enhancing tourism potential, and more. The methodologies outlined in the thesis facilitate the mapping of the ecosystem services and offer a detailed assessment of the threats to their quality.

The dissertation significantly expands the understanding of anthropogenic instability in Lithuanian landscapes and their capacity to provide ecological compensatory functions. The methodologies developed (Government of the Republic of Lithuania, 2018) can be directly applied to the State Environmental Monitoring Programme, particularly in the landscape monitoring areas. They are adaptable for state parks, problem areas experiencing prominent land cover changes, and even smaller protected areas like reserves and biosphere polygons, where the current land cover change monitoring is lacking. The identified habitats exhibiting considerable landscape instability over a 23-year period require in-depth analysis to determine their future trajectory. Efforts should focus on enhancing or restoring the ecological compensatory functions within these habitats.

A critical aspect emphasized in the thesis is the need for an increased attention to the natural framework (Kavaliauskas, 1995; Mierauskas, 2007, 2004; Baškytė, 2003) which has been overlooked in the previous monitoring efforts. This oversight is significant on a national scale as the natural framework links all natural protected areas with ecologically valuable regions, thereby forming a geo-ecological landscape system of compensatory zones and contributing to the overall landscape stability. Continuous monitoring of the landscape's ecological compensation function by spatial planning and nature conservation experts is essential. This ongoing evaluation is vital for assessing and predicting changes in the land cover, allowing timely implementation of preventive measures to counter the negative trends. This study underscores the importance of geoscience and landscape research within the framework of sustainable development by emphasizing their integral role in fostering the ecological balance and stability.

### **Defensive statements**

1. Anthropogenic destabilisation of the landscape is more pronounced in the vicinity of major cities and in natural areas favourable for farming.
2. The main factors of landscape destabilisation in Lithuania are deforestation, agricultural development, and urbanisation.
3. Although the overall naturalness of the landscape has increased over the period of 1995–2018, natural areas are often fragmented, and therefore their capacity to provide ecological compensation is often weakened or lost altogether.

4. Spatial planning documents do not provide sufficient measures to ensure the necessary naturalness of the landscape, which has led to a real increase in the number of areas with compromised geo-ecological potential.

### **Publications**

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

**Jasinavičiūtė A.**, Veteikis D. (2020). Assessing the status of landscape reserves (Lithuanian example). *Baltica*. Volume 33 Number 2 December 2020: 200–216 <https://doi.org/10.5200/baltica.2020.2.7> (Impact Factory 0.727).

**Jasinavičiūtė A.**, Veteikis D. (2022). Assessing Landscape Instability through Land-Cover Change Based on the Hemeroby Index (Lithuanian Example) *Land* 2022, 11(7), 1056; <https://doi.org/10.3390/land11071056> (Impact Factory 3.9).

Other publications in peer-reviewed journals:

1. Jankauskaitė A., Piekienė N., **Jasinavičiūtė A.** (2018). Kraštovaizdžio formantų įtaka pajūrio kurortų kokybei ir planavimo procesams. *Kraštovaizdžio architektūra Baltijos šalyse – šimtmečio retrospektyva ir ateities perspektyvos. 1: 69–78*
2. Kavaliauskas P., **Jasinavičiūtė A.** (2020) Kraštovaizdžio morfostruktūros išskirtinumo nustatymo galimybių beiėškant. *Kraštovaizdžio architektūra – teorijos ir praktikos barai*.
3. Piekienė N., **Jasinavičiūtė A.** (2023). Valstybinių parkų kultūrinio kraštovaizdžio samprata ir kaitos koncepcija. Lietuvos kraštovaizdžio architektų sąjungos Mokslo ir praktikos žurnalas *Kraštovaizdžio architektūra* Nr. 2.

Based on the results of the work, papers were prepared and presented at the following Lithuanian conferences: the Lithuanian Academy of Sciences Distance Conference for Young Scientists *Bioateitis: gamtos ir gyvybės mokslų perspektyvos* (Lithuania, 2020). Institute of Geosciences, Faculty of Chemistry and Geosciences, Vilnius University, interdisciplinary scientific conference *Forests in the Context of Climate Change* (Lithuania, 2022), international teleconference *The 1st International Electronic Conference on Land* organized by MDPI and the journal *LAND* (17–19 May 2022), 29<sup>th</sup> session of the *International Conference on European Rural Landscape Research* (Spain, 26–30 September 2022).

## **Dissertation structure**

The dissertation consists of the following chapters: Introduction, Research and Literature Review, Research Methodology, Research Results, Recommendations (the dissertation contains recommendations for landscape policy formation in Lithuania which have been developed considering the research conducted in the fields of landscape stability and landscape ecosystem services assessment), Conclusions, Reference List, Summary, and 5 Appendices. The dissertation is 198 pages long. The dissertation uses 212 literature sources. The dissertation is written in Lithuanian. The dissertation contains 22 tables and 44 figures.

## **RESEARCH MATERIAL AND METHODS**

### **Object of research**

Instability – which encompasses ecological and socio-economic factors – is influenced by natural and social characteristics shaping ecological compensation functions and land cover changes. Landscape stability, which is crucial for maintaining ecological functions post-disturbance, is determined by resilience, adaptability, and transformability. Recently, transformability gained significance alongside resilience and adaptability in the context of global change (Reed et al., 2016; Gómez et al., 2018; Berkes et al., 2005; Beller et al., 2015).

Land-use change can be considered as one of the most important factors in the decline of the landscape stability in a context of the global change. Recently, specific models have been proposed to predict the climate change, land-use transformations, and population dynamics separately. However, there have been relatively few models for predicting (landscape) ecological stability based on an integrated and prospective analysis of these three areas of research, and these have been developed for specific local conditions.

The focus of this paper is the instability of anthropogenic landscape, which relates to the structure and function of natural areas altered by human activities. The aim of this work is to investigate landscape instability and to identify its causes, extent, and consequences, with a view to contributing to sustainable landscape planning and development. The territory of the Republic of Lithuania has been chosen as the object of the study.

The object of this research is the territory of the Republic of Lithuania and its landscape. The area of the country is 65,286 km<sup>2</sup>. The counties containing the largest cities – Vilnius, Kaunas and Klaipėda – are the most populous in Lithuania. At the beginning of year 2020, 2.8 million people lived in Lithuania, with a population density of 42.8 people per square kilometre.

According to the Land Information System, operated by the National Agricultural Service under the Ministry of Agriculture of the Republic of Lithuania, the distribution of the land fund is various. Lithuania's landscape is dominated by forests (33%) and arable land (46%), with other land areas evenly distributed (Figure 5). Most of Lithuania's forests are coniferous, with pine forests accounting for 34.6% and spruce forests accounting for 20.9% of the total area. Of the deciduous forests, birch (22.2%) and black alder forests (7.6%) are the most abundant. Almost a third of all Lithuanian forests are located within the boundaries of the protected areas or their buffer zones (Figure 6).

All the processes of relief formation and transformation are manifested differently in different parts of Lithuania (Figure 7). The landscape of clayey plains and undulating plateaus, as well as moraine hills cover more than a half of Lithuania. The landscape of sandy plains, valleys, moraine ridges and lakes are also fairly common, but unequally distributed throughout the country. By the cultivation type, generally, the agrarian landscape prevails in Lithuania, which is related to the high prevalence of clayey, rather fertile plains. The most preserved landscape, characterised by the forest cover, occupies an intermediate position in the country's territory, and the urbanised landscape type takes, relatively, the smallest share. Lithuania leads in landscape planning globally with its National Landscape Management Plan (NLMP), a comprehensive document outlining the landscape protection principles and management directions nationwide, except for the Baltic Sea waters. The country ratified the *European Landscape Convention* in 2002, thus aligning its goals with the international standards. Lithuania also established a Nature Frame (Figure 8) to create a cohesive network of ecological territories, with the objective to foster biodiversity, reduce habitat fragmentation, and support wildlife migration. Currently, 18.12% of the total area of Lithuania is designated as protected areas (Figure 9), thus emphasizing landscape preservation, ecological balance, and facilitating recreational activities, including tourism and research.

### **Data and territorial units for analysis**

Data on the Lithuanian land cover (i.e., the CORINE land-cover data) were used as the basis to assess the anthropogenic instability of the land cover. The level of naturalness (*hemeroby*) of the landscape was determined by using the CORINE land-cover data sets from 1995, 2000, 2006, 2012 and 2018 prepared by the *Copernicus Land Monitoring Service*. The CORINE land-cover data provide an opportunity to monitor the development trends of various processes, such as: urbanisation and its infrastructure development,



agricultural areas, forests and other natural areas, wetlands and water bodies in Lithuania. CORINE land-cover types are coded by using the standard CORINE classification, which distinguishes 3 levels (L1, L2, L3). L3 level, which consists of 31 land cover classes, was used in the calculations. The smallest mapped object in these databases is 25 ha for area objects and 100 m for linear objects. The smallest mapped object in the database is 5 ha for area objects, while maintaining the minimum object width of 100 m.

The initial territorial units for the calculations of the indices were those obtained from the intersection of the five CORINE data sets from 1995, 2000, 2006, 2012 and 2018. These were the elementary units given the hemeroby values for each time section. The obtained units were quite diverse in size (0.01 ha to 891.87 ha) and shape.

Based on their useful features for geospatial analysis (Vaitkuvienė et al., 2008; Skorupskas, 2006; Veteikis, 2011) and by following similar methodologies and applications as used previously (Vaitkuvienė et al., 2008; Birch Colin et al., 2007; Hill et al., 2002; Wu et al., 2002), a network of 15,307 hexagons was created to cover the territory of Lithuania (the figure was derived to ensure even and generalised calculations of land-cover changes, thus yielding a hexagonal grid for statistical analysis to evaluate homogeneous spatial changes). The area for one hexagon was set to 4.39 km<sup>2</sup> (the length of one side of a hexagon equals to 1.3 km). The selected area guaranteed a sample of representative landscape land cover areas in one hexagon and an even coverage throughout the analysed area.

## **Methodology**

In conjunction with a thorough examination of the literary sources, this dissertation employs a comprehensive approach by delving into the intricate realm of spatial data analysis and empirical observations of reality. Through the meticulous analysis of spatial data, the research endeavours to decipher the spatial distribution patterns of the landscape instability, concurrently evaluating its ecological compensation functions, such as provisioning and regulating ecosystem services. This analytical process involves intricate stages including data preparation, rigorous data analysis, and the meticulous presentation of results, all of which are elucidated in the dissertation's schematic representation (Figure 10). To accurately gauge the naturalness of distinct landscape areas and the extent of human-induced deviations from their potential natural states within specific ecozones, the foundational step involves establishing index values for various land cover types, enabling subsequent quantitative analyses. However, it is imperative to acknowledge the inherent challenges associated with such indices as they often entail subjective and contentious expert judgments. This contention is exemplified

by the diversity of the naturalness indices provided by different authors for identical land-cover types within Lithuania, underscoring the complexity and variability inherent in such assessments (Vaitkuvienė et al., 2008; Skorupskas, 2006; Veteikis, 2011).

After an exhaustive literature review and with the aim of ensuring international comparability, the decision was made to adopt the hemeroby index developed by H.P. Blume and H. Sukopp (Blume and Sukopp 1976; Sukopp 1972) as a metric delineating the degree of human intervention within ecosystems. The selection of the range of the hemeroby index was based on its widespread utilization in the existing literature (Jalas et al. 1955; Vincovaite et al. 2011), thereby facilitating seamless comparison with analogous studies. When assigning hemeroby values to various land cover classes, careful consideration was given to the intensity, duration, and extent of the human influence, by drawing on the methodologies outlined in the works by Hill et al. (2002), Glawion et al. (2002), Sukopp (1972), Walz et al. (2004), and Guo et al. (2018). Consequently, before engaging in the spatial data computations for Lithuanian CORINE land-cover types spanning the years 1995 to 2018, pertinent indices indicating the naturalness of land cover were derived for each temporal dataset using the scientifically recognized hemeroby index. The resulting hemeroby data were subsequently mapped by utilizing *ArcGIS* 10.2.1 software, setting the stage for the subsequent steps in the comprehensive evaluation of landscape instability.

(1) *Sequence (direction) of land-cover change.* Linear calculation of the direction factor was used to calculate the direction of the land-cover change (Curtin, 2014). Depending on the level of the land cover classifier, the appropriate hemeroby index was obtained. The calculation of the direction of the land-cover change was performed by using Formula (1):

$$\Delta H = CLC18 - CLC95 \quad (1)$$

Where:  $\Delta H$  is the coefficient of the direction of the landscape change which can be positive (+), i.e. the occurring changes are strongly influenced by human activity, or negative (-), i.e. the occurring changes are natural, weakly influenced, or not influenced by human activity at all; CLC18 is the *Land Cover Naturalness Index* for 2018; CLC95 is the *Land Cover Naturalness Index* for 1995.

The coefficient of change of the direction of change in each landscape hexagon was obtained. If the number is positive, then the change has been to the direction of naturalness; whereas, if the number is negative, then the change is towards the anthropogenic direction. In the following calculations,

only the direction sign (minus or plus; which shows the direction of change) was used:

$$\Delta H_{hx} = \frac{\sum \Delta H_{ihx} \times S_{ihx}}{S_{hx}} \quad (2)$$

Where:  $\Delta H_{hx}$  is the average value of the change in the naturalness of the landscape (land cover) in the hexagon (and hence the directional derivative, determined by the sign of the value '+' or '-');  $\Delta H_{ihx}$  is the value of the change in the naturalness of the i-th land cover habitat in the hexagon,  $S_{ihx}$  is the area of the i-th land cover area in the hexagon, and  $S_{hx}$  is the area of the hexagon which comprises all of the hexagon's i-th habitats.

2) *Fluctuations in land-cover change.* Naturally, the geo-ecological balance and the natural connections of the landscape are disturbed by changes in the landscape. Nevertheless, considering the diversity of the landscape, variations in human activity play a significant role in comprehending the extent of human influence and the natural capacity for landscape restoration in the research area. The idea was to detect the amplitude of the hemerobiotic fluctuations in the landscape. The amplitude is a measure of the variation of a fluctuating magnitude in physics showing the change in the value of a magnitude during fluctuations.

The amplitude of the change in the naturalness of the land cover can be calculated as the ratio between two values: the difference between the extreme values (max-min) and the average value. Mathematically, this is usually expressed with the Formula:

$$A = ((X_{max} - X_{min}) / (X_{avg})) * 100\% \quad (3)$$

Where: A is the amplitude of the percentage change in naturalness of the land cover,  $X_{max}$  is the maximum observed value,  $X_{min}$  is the minimum observed value, and  $X_{avg}$  is the average observed value.

The following formula was used to determine the amplitude of the landscape (hemeroby) change fluctuations. The formula was designed to show the averaged deviation of hemeroby from the mean value to both sides of the mean, thus displaying the averaged fluctuation of hemeroby in a spatial unit during the five stages of the CORINE data collection:

$$Asa = \left( \sqrt{\frac{(C_{95} - \sqrt[3]{average} + C_{00} - \sqrt[3]{average} + C_{06} - \sqrt[3]{average} + (C_{12} - \sqrt[3]{average} + C_{18} - \sqrt[3]{average}))}{5}} \right) * 2 \quad (4)$$

Where: Asa is the amplitude coefficient of the variation of landscape change;  $CLC_{95}$  is the land cover naturalness index in 1995;  $C_{00}$  is the land cover

naturalness index in 2000; *C06* is the land cover naturalness index in 2006. *C12* represents the land cover naturalness index in 2012; *C18* denotes the land cover naturalness index in 2018; *average* stands for the average value of the landscape naturalness indices calculated by summing up the naturalness values from 1995 to 2018 and averaging them.

The calculations were performed on the total land cover layer and then recalculated and summarised in a hexagonal grid. The ArcMap intersection function was used for this task as before. The final value of the amplitude of the naturalness change in the landscape within the hexagon was calculated by multiplying the amplitude of the naturalness change in each land cover habitat by the area of the corresponding habitat, thus resulting in the weighting factor. The values were then summed within the hexagon and divided by the area of the corresponding hexagon:

$$K_{sahx} = (\sum_k (K_k * Sihx)) / Shx \quad (5)$$

Where:  $K_{sahx}$  is the amplitude coefficient of the change in the naturalness of the landscape in the hexagon;  $\sum_k$  is the sum of the values of the amplitude of the change in the naturalness of the land cover in the hexagon;  $Aihx$  is the value of the change in the naturalness of the habitat of the land cover;  $Sihx$  is the areal extent of the habitat of the land cover;  $Shx$  is the area of the hexagon.

(3) *Frequency of land-cover change.* In man-made ecosystems, land-cover changes can occur at different speeds and frequencies due to ever-changing environments, as well as due to socio-economic conditions (Wrbka et al., 2004; Watson et al., 2014). The frequency of change illustrates the number of times the land cover changed over a period, while also indicating the speed at which these processes were occurring. The concept of the frequency of the land-cover change can also be based on an analogous frequency of disturbance underpinning the study of the dynamics of ecological communities and is incorporated into various theoretical frameworks (Huston, 1994; Guo et al., 2018).

The frequency of land-cover changes in a spatial unit is the share of the periods that are marked by changes in the hemeroby within the total number of the periods studied:

$$F = N_{ch}/N \quad (6)$$

Where:  $F$  is the frequency of the land-cover change;  $N_{ch}$  is the number of the periods with changes in hemeroby;  $N$  is the total number of the periods studied.

(4) *Geospatial recalculation of sequence (directions)*, fluctuations and frequency of land-cover change index values within the hexagon network. The total amount of the change was multiplied by the land-cover area. The values were then combined by using *ArcMap*'s summarise function with the objective to estimate the overall rate of the land-cover change in the hexagon, and the resulting value was divided by the area of the hexagon (i.e., 4.39 km<sup>2</sup>).

(5) *Landscape instability*. After detecting the direction of the land-cover change, the amplitude of the fluctuations and the frequency of the change within the hexagons, the classification was performed according to the principle that the instability of the landscape in both directions (nature restoration vs. anthropogenisation) grows with an increase in the fluctuation magnitude and the frequency of changes. After obtaining the indicators of all the parameters, a matrix of values of the landscape instability indicator was formed (Table 10).

All the identified changes in naturalness from intensive land cover renaturalisation to intensive anthropogenisation, depending on the frequency and sequence of change, as well as the fluctuations of change, were divided into seven classes of instability and concisely described (Table 11). The result of the land-cover changes was assessed: the more frequent are the changes in the area and the greater are the fluctuations of the changes, the less stable is the landscape and the more likely it is that many processes take place in it. The end result can be twofold: renaturalisation, where the biomass of the forest and shrubs increases, the growth of forest and shrubs occurs in the areas of agricultural areas, natural succession takes place at the sites of former felling, and the processes of swamping is recorded; or spatial development (urbanisation), that is, the transformation of natural or agricultural areas into urbanised areas (of varying density of construction, industrial, commercial, or infrastructure areas).

(6) *Assessment of problematic areas*. In this thesis, the quality (or condition) of the landscape problem habitats is determined by the physical condition of the landscape, as well as the visual, functional, and ecological impairment of the habitat. A more detailed and comprehensive assessment of an area reflects the condition of the individual features and elements that make up the character of an area (The Landscape... 2002). The methodology for assessing problem habitats was first tested with landscape reserves in Lithuania (Jasinavičiūtė et al., 2020). The main focus of the assessment of problem habitats (Figure 16) is on three assessment strands (components) – the general features, the effectiveness of the site protection, and the threats and drivers of change.

The third component assesses the threats and drivers of change. It is important to identify the possible links between the quality of implementation of spatial planning decisions and the emerging threats. It is recommended to use the European Environment Agency's list of Impacts and Threats (version 04.04.2019) adapted for the Habitats Directive (Eionet, 2021).

The following major threats to the landscape can be identified from the assessment of the Lithuanian territory in this work:

1. The conversion of an area or part of an area into arable fields poses a major threat to the naturalness of the area (relief, biodiversity), and therefore this type of land use and the intensity of this process should be regulated.
2. The cessation of mowing of the grassland in the area, which leads to the overgrowth of woody vegetation. This in turn degrades the visual quality of the landscape of the site, as well as the visibility of the site's assets.
3. The clearance of the site not only has a negative visual impact, but also, due to the use of heavy machinery, creates a real risk of the surface degradation and landform change, while also increasing the risk of surface erosion.
4. Although mining in the territories is regulated by law, there are a number of areas where illegal extraction of minerals for private or commercial use occurs, nevertheless.

The assessment of the effectiveness of the protection of the general features and values is carried out by giving a score ranging from 0 for poor to 3 for excellent condition, by using the form in Table 11. The assessment of a site in the three dimensions leads to an overall assessment of the site's condition as good, fair, or poor.

## **RESULTS**

The techniques delineated in this research paper possess universal applicability across all countries globally, facilitated through the utilization of remotely sensed spatial data. However, to conduct meticulous and high-quality assessments of land cover alterations, comprehensive understanding of the unique characteristics specific to the study area is imperative.

### **Changes in landscape naturalness between 1995 and 2018**

When assessing the data for the 23-year period, the structure of the Lithuanian landscape appears to be changing (Table 12). There are areas where natural structures and naturalness prevail throughout the period under analysis, and the changes that take place are very small or non-existent. The main processes recorded in the analysed area are related to spontaneous afforestation.

Areas such as green urban areas, pastures, arable land with natural vegetation inclusions and the shores of water bodies underwent major changes. During the entire analysed period, the areas of moderate human exposure (Hi4)

decreased by as much as 11.19% (see Table 12 and Figure 19). There has, however, also been a decline in the areas of particularly high human impact (Hi7). Such a change can be attributed to the rather intensively implemented landscaping projects in Lithuania, during which, damaged areas were reclaimed, for example, former quarries were recultivated, and unused buildings were demolished to increase the aesthetic value of the landscape.

The map of the naturalness of the Lithuanian (Figure 20) landscape for the period of 1995–2018 highlights areas with low human impact. Most of them are forest massifs in Lithuania – Viešvilė – Smalininkai Forest, Kazlų Rūda Forest, Dainava Forest, Rūdininkai Forest, Labanoras – Pabradė Forest, Lavoriškės Nemenčinė Forest, Ažvinčia – Minčia Forest, Šimoniai Forest, Žalioji Forest, and Biržai Forest. The dominant tree species in these forests are pines, spruces, and sometimes larches (Lithuanian National Forest, 2014). Inevitably, of course, these forest areas have also been subject to logging over the analysed period, but the average naturalness value over the 23-year period is still high.

### **Trends in landscape naturalness change between 1995 and 2018**

The results obtained after the calculations of the direction (sequence) of the land-cover changes (Figure 21) illustrate that, in most of the territory of Lithuania (slightly over 70%), the changes were insignificant ( $\Delta H$  from 0 to 0.76). Changes in the land cover related to human economic activities followed by the loss of natural features took place in 19.72% of the country's territory ( $\Delta H > 0.77$ ). Changes in anthropogenisation were mainly concentrated around major cities, as well as in the central and northern parts of the country. Changes in the land cover towards naturalness ( $\Delta H < -1.26$ ) occurred in 4.29% of the area and were mainly in the areas with a more difficult terrain, such as the highlands of Samogitia (western Lithuania) and Aukštaitija (eastern Lithuania). Although processes influenced by anthropogenic activities took place in these areas, areas where renaturalisation took place rapidly are emerging.

In 25 municipalities, most of the territory has hardly changed at all (Figure 24). In almost all municipalities, the land cover changes related to human activities with the loss of natural features occurred in 19.72% of the country. The changes that took place towards anthropogenisation are mainly concentrated around the major cities, as well as in the central and northern parts of Lithuania and in the Dainava Plain. In the northern part of Lithuania, the Venta Plain (Akmenė and Mažeikiai districts) is the most pronounced area of anthropogenic change. This is mainly due to the decline in the forest area

(if counting the cover, but not forest land) and to the interchange of agrarian land types.

### **Amplitude of variation in land cover naturalness changes**

Considering the amplitude of changes in the naturalness index of the land cover, the following categories of fluctuations in the hemeroby index values can be distinguished: insignificant fluctuations ( $\Delta H$  between 0 and 0.57), medium size fluctuations ( $\Delta H$  between 0.58 and 0.76) and significant fluctuations ( $\Delta H$  between 0.77 and 3.90). About 40% of the analysed areas belong to the first category. Only 5% of the country's territory underwent very sudden or frequent changes in the land cover. Such areas have completely lost their naturalness.

The situation of land-cover change fluctuations is presented on the map in Figure 25, which highlights the areas where the most pronounced hemerobiotic changes, with the strongest tendencies to repeat, have taken place.

### **Amplitude of variation in natural land cover change in protected areas**

Lithuania's State Parks were established to preserve the diversity of landscape, natural and cultural heritage in all the regions of Lithuania. National parks were established in Lithuania in 1991, and 30 regional parks were established in 1992. Of course, the situation is not identical everywhere, and the magnitude and extent of change also varies between protected areas. Figure 27 shows the amplitude of variation in the natural land cover change in the period of 1995–2018 in the national parks.

The amplitude of the variation in the naturalness of the landscape has varied the least over time in the national parks, while in the regional parks it is observed that the amplitude varies more intensively over time. This unevenness can also be attributed to the different landscapes in each national park, as the national parks represent different landscapes. In this work, areas within and adjacent to the boundaries of the State Parks have been distinguished to assess the amplitude of variation in the natural land cover change. Two national parks (Figure 28) and two regional parks (Figure 29) are analysed below in order to compare the land cover changes and intensities that have taken place in them.

### **Landscape instability between 1995 and 2018**

In this work, the assessment and mapping of the landscape stability was performed according to the complex evaluation of the land-cover change direction, amplitude, and change frequency, all of which were integrated into



a matrix of the landscape instability. Afterwards, based on the distribution of the landscape instability classes, the landscape types provided in the NLMP were described.

Considering the naturalness and the temporal features of landscape changes, seven landscape instability classes were identified which were unevenly distributed in the analysed area (Table 14) over the 23 years of the study period. Areas where land-cover change has not taken place and the landscape has remained stable (class 0) accounted for only 2.25% of the country's territory, including the Curonian Lagoon, where no structural changes have been recorded. The remaining part of the analysed territory followed two paths of change: nature-oriented (classes -1, -2, and -3), and anthropogenic (classes 1, 2, and 3).

Areas in class -3 are mainly located in wetlands and urban landscapes (Figure 30). Areas with medium instability (class 2) and more than two changes in the land cover during the analysed period occupied 15.28% of the country's territory. The most common conversions in these areas are agrarian change and renaturalisation. Deforestation and urbanisation processes have been recorded in smaller areas within the country, but they were almost evenly distributed across the country.

Most of the instability areas in the -2 class were in areas of forested agrarian (19.72%) and agrarian sparsely urbanised (14.95%) landscape types. During the analysed period, the largest spatial extent was shown by class (-1) in which the changes occurred by slowly moving towards the restoration of natural qualities of the landscape, with a small amplitude and a very low frequency of change. Over a period of 23 years, there have been minor changes in such areas. Most of these changes have taken place in wooded (46.70%), wetland (45.49%), wooded agrarian (43.27%) or wooded sparsely urbanised (44.53%) landscape areas. A large portion of such relatively stable landscape has also been recorded in areas with agrarian (39.01%), agrarian sparsely urbanised (38.57%), agrarian urbanised (36.76%) or urbanised (33.59%) landscapes.

In the landscape naturalness map for the period of 1995–2018 (Figure 20), the largest Lithuanian forest massifs stand out – Viešvilė – Smalininkai forest, Kazlų Rūda forests, Dainava forest, Rūdininkai forest, Labanoras – Pabradė forest, Lavoriškės Nemenčinė forests, Ažvinčia – Minčia forest, Šimoniai forest, Žalioji and Biržai forests as natural areas, but the overall landscape instability map illustrates that many destabilising processes have taken place in these areas (deforestation, conversion of forest land to other land uses, etc.).

### **Landscape instability in protected areas**

In the examination of the ecological compensation functions within protected areas, assessment of landscape instability was conducted, while specifically focusing on State Parks and State Natural and Cultural Reserves (Figure 33). The evaluation (Figure 32) revealed considerable variation in landscape instability within the national parks, contingent upon the prevalent natural and cultural attributes of the area. Notably, a significant majority of changes (more than 60%, equivalent to 953.44 km<sup>2</sup> of the total area of the national parks) were associated with processes of landscape instability characterised by natural landscape features. Stable areas constituted a mere 113.93 km<sup>2</sup>, while anthropogenic factors led to land cover changes in 443.36 km<sup>2</sup>. Remarkably, certain State Parks also displayed anthropogenic destabilization processes (Table 16) which were particularly evident in the substantial loss of the forest cover, thereby indicating deforestation.

### **Quality of functioning of the Nature Frame**

The idea of the natural framework was to form it as a coherent system in order to ensure the stability of its structures (migration corridors, internal stabilisation areas, geocological pathways) and to ensure the management of the compensatory functions of the landscape (Natural Framework, 2017). However, the analysis shows that, over the 23-year period, a significant proportion of the areas in the natural framework do not adhere to the principles of the geocological concept. 40% of the changes in the natural framework areas are related to anthropogenic activities. Even in the areas where natural regeneration should be restored and enriched, the opposite has been occurring – the loss of the forest areas, strong urbanisation (development), conversion of the natural land cover to agroforestry, etc. The 61.43% change in the natural framework over the period under analysis is due to the increase in the area of the land cover with a higher naturalness index and to renaturalisation. The largest area is represented by changes in instability class -1, which accounted for 44.27 % of the total area of the natural framework. The spatial landscape instability in the natural framework is presented in Figure 39.

### **Quality of regulating ecosystem services**

The study evaluated the quality of regulating ecosystem services in Lithuania between 1995 and 2018 by using specific spatial data and the developed methodology (see Figure 41). The assessment focused on areas with minimal human impact, which exhibited high naturalness and demonstrated a significant potential for regulatory ecosystem services, such as water regulation, soil conservation, nutrient regulation, and plant pollination. The

findings suggest that regions with low human disturbance possess enhanced capabilities in providing high-quality regulatory services. Furthermore, the study highlights the superior qualitative potential of ecosystem services in Lithuanian protected areas.

## CONCLUSIONS

1. Examining the direction, frequency and amplitude of the land cover change over time can provide valuable insights into the socio-economic dynamics of the environment which lead to land cover instability. A stable land cover implies compatibility between the land use patterns and the local environmental conditions, thus indicating that land users are adopting sustainable farming practices.
2. The process of landscape instability can be identified through a methodology which analyses three indicators of the land cover change – the direction of change, the frequency of change, and the amplitude of change. These indicators are recommended to assess the landscape instability and to understand how the interaction of the spatial and temporal components of land cover change affects the ecosystem dynamics and the quality of ecological compensatory functions.
3. The analysis of land cover change revealed that Lithuania is dominated by natural changes covering 39.11% of the country's land area, compared to anthropogenic changes covering 23.48% of the country. The overall amplitude of the changes shows that 75.73% of the area of Lithuania has been subjected to low-intensity, low-area changes, while 24.27% of the country has been subjected to high-intensity, high-area changes. The study showed that 75.59% of the Lithuanian territory was exposed to 1 or 2 changes during the analysis period, while only 1% of the country was exposed to 3 or 4 changes. It can be said that the Lithuanian landscape is largely dynamic, characterised by various types of short-term changes.
4. Over the 23-year period under review, two axes of landscape instability can be distinguished in the country: 39.80% of the territory has been destabilised by anthropogenisation, especially in the major cities and in areas favourable to farming. Deforestation, replacement of natural areas by agricultural land and urbanisation were the most frequent destabilising factors. On the other hand, 57.96% of the country's area was subject to natural processes, such as renaturalisation, abandonment of agricultural areas and conversion to grassland, pasture, reforestation or spontaneous growth.

5. The natural framework has undergone significant changes (98.92% of the total has undergone changes). A large part of the natural framework is characterised by instability, especially in the migration corridors, where the changes are mainly related to anthropogenic activities (development, intensive farming activities, deforestation).
6. Protected areas make a significant contribution to the ecological compensatory functions of the landscape in Lithuania as 66.87% of the areas in state parks are undergoing natural changes related to the overgrowth of open habitats and the re-naturalisation of agricultural areas. However, 30.54% of the state parks are also experiencing anthropogenic changes related to forest loss, development, conversion of natural habitats to agricultural land, and only 2.57% of the state parks have remained stable and unchanged during the period of 1995–2018.

## ŽINIOS APIE AUTORE

Agnė Jasinavičiūtė – geografė, aplinkosaugininkė, Valstybinės saugomų teritorijų tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktorė. Interesų sritys: kraštovaizdžio ekologija, saugomos teritorijos, aplinkosauga, teritorijų planavimas.

Disertacijos autorė Vilniaus universitete 2011 m. įgijo geografijos srities bakalauro diplomą. Baigiamojo bakalauro darbo tema – „Plinkšių regioninio parko steigimo problema“. 2013 m. įgijo visuomeninės geografijos magistro laipsnį su teritorijų planavimo specializacija. Magistro baigiamojo darbo tema „Rekreacinių regioninių parkų problema Lietuvoje“. Šis darbas 2013 m. buvo įvertintas Lietuvos mokslų akademijos premija biologijos, medicinos ir geomokslų skyriuje.

Nuo 2016 m. Vilniaus universitete skaito paskaitas saugomų teritorijų tema Chemijos ir geomokslų fakulteto bei Gyvybės mokslų centro studentams.

2017–2019 m. autorė mokėsi ir sėkmingai baigė Klaus Toepfer aplinkos apsaugos įgūdžių tobulinimo stipendijos programą Vokietijoje. 2018 m. rugsėjo 21 d. laimėjo Alfred Toepfer ir EUROPARC federacijos įsteigtą gamtos paveldo apsaugos stipendiją ir kvalifikaciją tobulino Jungtinės Karalystės saugomose teritorijose.

Pomėgiai: aktyvus laisvalaikis gamtoje, orientavimosi sportas.

## PADĖKA

Ilgas ir sudėtingas buvo kelias iki šio ypatingo momento – padėkos. 2017 m. pateikusi dokumentus stoti į doktorantūros studijas buvau drąsiai ir ryžtingai nusiteikusi įveikti dar vieną iššūkį, nes tuo metu buvo lengviau derinti studijas ir darbą. Tačiau gyvenimas, kaip ir kraštovaizdis, – niekada nestovi vietoje ir nuolat keičiasi. Studijos užtruko ilgiau nei planuota, atsirado dar daugiau pareigų, bet atsakomybės jausmas neleido apleisti nė vienos srities. Galbūt kažkur netobula, bet gyvenime esu linkusi vadovautis taisykle „Pabaiga geriau nei tobula, nes tobula niekada nebūna pabaigta.“ Dabar suprantu, kad šešeri metai prabėgo itin greitai, tačiau ne dykai. Galiu pasidžiaugti ir gražiais rezultatais – moksliniais straipsniais, konferencijomis, naujomis pažintimis su kolegomis mokslininkais, su kuriais tikiuosi bus galimybių bendradarbiauti ateityje ir pasiekti gražių rezultatų.

Esu dėkinga savo darbo vadovui prof. Darijui Veteikiui už palaikymą ir patarimus šiame sudėtingame mokslo kelyje. Ačiū už kantrybę, už nuotolines konsultacijas net ir pandemijos laikotarpiu.

Dėkoju Vilniaus universiteto Geografijos ir kraštotvarkos katedros kolegoms už palaikymą ir skatinimą nepasiduoti, už naudingus patarimus, kaip patobulinti savo rengiamą disertaciją. Nuoširdžiai vertinu bendrystę su Jumis jau nuo 2007 m., kuomet pirmą kartą susipažinome geografijos mokslo vandenyne. Jūsų patirtis labai vertinga ne tik kremtant karčias mokslo šaknis, bet ir žvelgiant į mus supantį pasaulį kasdien.

Ypač noriu padėkoti savo šeimai – mamai, tėčiui, sesei ir jos šeimai, draugui Vytautui už kantrybę, už tai, kad sunkiausiais momentais palaikė, kad išgyveno su manimi kartu, kai buvau praradusi tikėjimą, kad galiu įveikti šį mokslinį darbą. Ačiū, kad atlaikėte visas emocijų audras, ir tikiuosi, kad dabar daugiau laiko leisime kartu, keliausime po ypatingą Lietuvą. Pažadu, kad po šio etapo įsiklausysiu ir pradėsiu vadovautis sesės palinkėjimu: „*Užbaigus dr. linkiu stabtelėti. Patinginiauti. Kurti. Gyventi. Gaminti. Dirbti tik darbo dienomis.*“

Ačiū ir savo kolegoms Valstybinėje saugomų teritorijų tarnyboje prie Aplinkos ministerijos, saugomų teritorijų direkcijose, kurie vis pasiteiraudavo, kaip tie mano mokslai, ir laukė, kada gi pagaliau bus kvietimas į gynimus. Ačiū Nijolei, kuri taip pat keliaudama savo doktorantūros mokslo keliu, pakvietė rengti mokslinius straipsnius drauge.

Nuoširdžiai dėkoju visiems!

Baigdama noriu pasakyti abejojantiems, ar verta rinktis studijas Vilniaus universitete? Taip, verta! Tai ilgas, sudėtingas kelias, bet jame galima daug atrasti, daug išmokti, svarbiausia – gerai planuoti laiką ir tikėti!

## PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

Remiantis darbo rezultatais paskelbtos 2 publikacijos referuojamuose mokslo leidiniuose (ISI WoS) anglų kalba:

1. **Jasinavičiūtė, A.**, Veteikis, D. (2020). Assessing the status of landscape reserves (Lithuanian example). *Baltica*. Volume 33, Number December 2020: 200–216 <https://doi.org/10.5200/baltica.2020.2.7> (Impact Factory 0.727).

2. Jasinavičiūtė, A., Veteikis, D. (2022). Assessing Landscape Instability through Land-Cover Change Based on the Hemeroby Index (Lithuanian Example). *Land*, 11(7), 1056; <https://doi.org/10.3390/land11071056> (Impact Factory 3.9).

Publikacijos kituose recenzuojamuose leidiniuose:

1. Jankauskaitė, A., Piekienė, N., **Jasinavičiūtė, A.** (2018). Kraštovaizdžio formantų įtaka pajūrio kurortų kokybei ir planavimo procesams. *Kraštovaizdžio architektūra Baltijos šalyse – šimtmečio retrospektyva ir ateities perspektyvos, 1*, 69–78.

2. Kavaliauskas, P., **Jasinavičiūtė, A.** (2020). Kraštovaizdžio morfostruktūros išskirtinumo nustatymo galimybių beieškant. *Kraštovaizdžio architektūra – teorijos ir praktikos barai. 1:10-21*

3. Piekienė, N., **Jasinavičiūtė, A.** (2023). Valstybinių parkų kultūrinio kraštovaizdžio samprata ir kaitos koncepcija. Lietuvos kraštovaizdžio architektų sąjungos mokslo ir praktikos žurnalas *Kraštovaizdžio architektūra, 2*.

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 20 egz.