



Projektas LIFE20 NGO4GD/LT/000009 (LITPAs for LIFE)

**Lietuvos saugomų teritorijų tinklo plėtra
Europos žaliojo kurso kontekste**

**DAUG ORGANINĖS ANGLIES TURINČIŲ EKOSISTEMŲ
ERDVINIS PASISKIRSTYMAS**



Gamtos paveldo fondas

Vilnius, 2022



Ataskaita parengta vykdant projektą LIFE20 NGO4GD/LT/000009
Lietuvos saugomų teritorijų tinklo plėtra Europos žaliojo kurso kontekste (LITPAs for LIFE).
Projektą finansuoja ES LIFE programa, Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija ir Gamtos paveldo fondas.

Ataskaitą parengė:

dr. Simonas Valatka

dr. Gintautas Mozgeris

Ekspertai:

dr. Zenonas Gulbinas

Marijus Pileckas

Gediminas Raščius

Argaudas Stoškus

Už ataskaitoje pateikiamą informaciją visą atsakomybę prisiima projekto vykdytojas – Gamtos paveldo fondas. Čia pateikiamas turinys nebūtinai atspindi Europos Komisijos nuomonę.

Turinys

1.	Įvadas	4
2.	Executive summary	5
3.	Anglies sankaupos miškuose	6
3.1	Įvesties duomenys	6
3.2	Miškų valstybės kadastro duomenų paruošimas skaičiavimams vykdyti	7
3.3	Anglies kiekio medynų biomasėje skaičiavimas	8
3.4	Anglies kiekio dirvožemyje skaičiavimas	9
3.5	Pastabos apie įvesties duomenų ypatybes anglies kiekiui medynų biomasėje skaičiuoti	11
3.6	Trumpas gautų rezultatų pristatymas	11
4.	Anglies sankaupos ne miško žemėje	14
4.1	Įvesties duomenys	14
4.2	Pastabos dėl duomenų aprėpties	14
4.3	Skaiciavimo eiga ir rezultatai	16
5.	Anglies sankaupos išžvalgytuose durpių telkiniuose	19
6.	Daug organinės anglies turinčių ekosistemų erdvinis pasiskirstymas	21

1. Įvadas

Šioje ataskaitoje pateikiami organinės anglies Lietuvos Respublikos sausumos ekosistemose vertinimas ir erdvinis pasiskirstymas. Skaičiavimams naudoti erdviniai duomenų rinkiniai, surinkti iš valstybės institucijų (Lietuvos geologijos tarnybos, Valstybinės miškų tarnybos) ar publikuojami Lietuvos erdvinės informacijos portale geoportal.lt. Organinės anglies sankaupos įvertintos taikant erdvinės analizės metodus naudojant ArcGIS programinę įrangą. Skaičiavimai atlikti penkiais pjūviais:

1. Organinės anglies vidutinė sankaupa miško dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje;
2. Organinės anglies vidutinė sankaupa miško biomasėje;
3. Organinės anglies vidutinė sankaupa ne miško dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje;
4. Organinės anglies vidutinė sankaupa daugiamečių žolynų nuokritose (ne miško žemėje);
5. Organinės anglies sankaupa durpynuose, gilesniame nei 30 cm sluoksnyje.

Pažymėtina, kad galimo anglies kiekio gilesniuose nei 30 cm horizontuose, vertinimas atliktas tik išžvalgytiems durpių telkiniams. Šiuo metu nėra pakankamai tyrimais pagrįstų duomenų tokiems skaičiavimams atlikti kitose teritorijose.

Šioje ataskaitoje aprašyti atliktų skaičiavimų principai bei pristatomi naudoti duomenys. Tuo pačiu metu įvardijamos silpnosios pusės – tiek įvesties duomenų, tiek ir pačių skaičiavimo principų – bei trumpai pristatomi galimi sprendimai skaičiavimams tobulinti. Kartu su ataskaita yra pateikiami skaičiavimo rezultatai bei visi skaičiavimams atlikti naudoti įrankiai (pavyzdžiui, ArcGIS pusprogramės). Šioje ataskaitos versijoje pristatomi tik skaičiavimo principai, išsamiai nenagrinėjant anglies kiekių Lietuvos miško medynų biomasėje, jų sklaidos ypatumų.

Ataskaitoje naudoti sutrumpinimai:

DOC	Dirvožemio organinė anglis
JTBKKK	Jungtinių Tautų Bendroji Klimato Kaitos Konvencija
LULUCF	Žemės naudojimo keitimas ir miškininkystė (angl. <i>Land use, land-use change and forestry</i>)
MVK	Miškų valstybės kadastras
OC	Organinė anglis
ŠESD	šiltnamio efektą sukeliančios dujos
VMT	Valstybinė miškų tarnyba

2. Executive summary

The report presents analysis as well as spatial distribution of organic carbon content in terrestrial ecosystems of Lithuania. Analysis is based on spatial datasets received from the State institutions or available at Lithuanian spatial data geoportal. Organic carbon stocks were evaluated using spatial analysis methods for the following categories:

6. Average stocks of organic carbon in 0-30 cm layer of forest soils;
7. Average stocks of organic carbon in forest biomass;
8. Average stocks of organic carbon in 0-30 cm layer of non-forest soils;
9. Average stocks of organic carbon in residues of perennial grasslands (non-forest soils);
10. Average stocks of organic carbon in peatlands (layer below 30 cm).

The organic carbon stocks in the soil layer below 30 cm were estimated in prospected peat deposits as no scientifically sound data is available to make calculations in other areas.

The report outlines the principles and methods used to calculate stocks of organic carbon as well as data sources and data processing procedures.

Estimated organic carbon stocks in forest overground and underground biomass were 182,193,280 tonnes in 2021. Additionally, 221,169,704 tonnes of organic carbon were stored in forest soil and forest litter. Average organic carbon stocks in the non-forest soil (0-30 cm layer) and residues of the perennial grasslands are estimated to be 258,336,565 tonnes. Organic carbon content of prospected peat deposits (below 30 cm) is estimated to be 176,691,789 tonnes.

The report presents number of maps to illustrate the spatial distribution of the organic carbon stocks in Lithuania.

Extension of the protected areas network in Lithuania may contribute to protection of the organic carbon stocks:

- It would be sensible to restrict logging of the forests with high organic carbon content and ensure stability of the biomass of the old forests especially in the areas with habitats of Community importance.
- Hydrological regime should be restored in the peatlands that are not used for peat extraction. Re-wetting of the dry peat significantly reduces emission of the greenhouse gasses.
- It would be sensible to restore and protect grasslands in carbon rich mineral soils.
- Arable agriculture should be ceased, and permanent vegetation cover should be established in the organic (peat) soils used for agriculture. Disturbance of peat soils contributes to aerobic peat decomposing and increase of greenhouse gas emissions.

3. Anglies sandėjos miškuose

Principai, kuriais vadovautasi skaičiuojant anglies kiekį, sukauptą Lietuvos miškų medynų biomasėje, yra detaliau įvardinti Valstybinės miškų tarnybos¹ (VMT). Jie analogiški tiems, kuriuos taiko VMT, atlikdama išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimų ir absorbcijos apskaitą žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės (angl. *Land use, land-use change and forestry*, LULUCF) sektoriuje pagal Jungtinių Tautų Bendrosios Klimato Kaitos Konvencijos (JTBKKK) ir JTBKKK Kioto protokolo reikalavimus² bei rengdama šalies ataskaitos dalį apie šio sektoriaus ŠESD išmetimus ir absorbciją. Skaičiavimai aprobuoti mokslinėje spaudoje³, jie naudojami anglies balansui skaičiuoti kai kuriose privačiose miškininkystės įmonėse, taip pat rengiant vidinės miškotvarkos projektus valstybinėse miškų valdose (nuo šių metų). Anglies kiekio miško medynų biomasėje skaičiavimai suderinti su duomenų turiniu ir formatu, kuris yra naudojamas VMT Miškų valstybės kadastro (MVK) duomenims pateikti, t. y. skaičiavimų preciziškumas ir rezultatų patikimumas priklauso nuo MVK duomenų ypatumų.

Anglies sandėjų skaičiavimus ir erdvinio pasiskirstymo miškuose vertinimus atliko Dr. Gintautas Mozgeris.

3.1 Įvesties duomenys

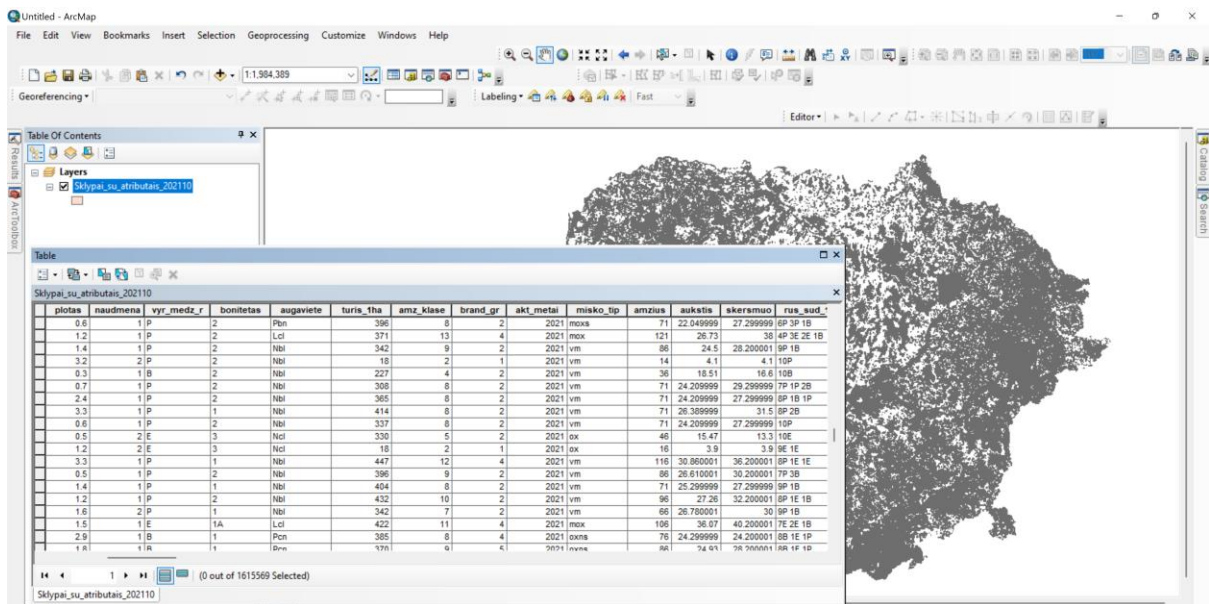
Skaičiavimai atlikti naudojant iš VMT gautą MVK duomenų versiją, kuri pateikta kaip ArcGIS failų geoduomenų bazė (Pav. 1.). Šioje duomenų bazėje aprašyti visi MVK 2021 metų spalio mėnesį registruoti Lietuvos miškų sklypai, jų bendras skaičius 1 615 569. Čia pristatomiems skaičiavimams atlikti naudoti duomenys, įrašyti tokiuose atributų laukuose:

- Plotas – taksacinio sklypo plotas, kuris pateiktas suapvalintas vadovaujantis Miškotvarkos darbų vykdymo instrukcijos reikalavimais. Šis plotas nebūtinai atitiks sklypą nusakančio daugiakampio plotą, pateikiamą geoduomenų bazės atributo lauke Shape_area, kadangi iš jo gali būti eliminuotas sklypą kertančių linijinių elementų, turinčių plotą, plotas.
- Rus_sud_1a – medyno 1-o ardo rūšinė sudėtis, kur skaičius nurodo rūšinės sudėties koeficientą (suma kiekviename sklype lygi 10), o raidė – miško elemento medžių rūšį. Rūšinės sudėties koeficientas yra nustatytas pagal atitinkamo miško elemento stiebų tūrio procentą.
- Tur_1a_1ha – medyno 1-o ardo stiebų tūris.
- Rus_sud_2a – medyno antro ardo rūšinė sudėtis.
- Tur_2a_1ha – medyno 2-o ardo stiebų tūris.

¹ <http://www.amvmt.lt/index.php/siltnamio-efekta-sukeliantiu-duju-apskaita>

² IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme; Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Eds.; IGES: Tokyo, Japan, 2006.

³ Mozgeris, G.; Kazanavičiūtė, V.; Juknelienė, D. Does Aiming for Long-Term Non-Decreasing Flow of Timber Secure Carbon Accumulation: A Lithuanian Forestry Case. Sustainability, 2021, 13, 2778. <https://doi.org/10.3390/su13052778>



Pav. 1. Anglies kiekiai miško medžių biomasėje skaičiuoti naudota miškų valstybės kadastro informacija, pateikta ArcGIS failų geoduomenų bazėje.

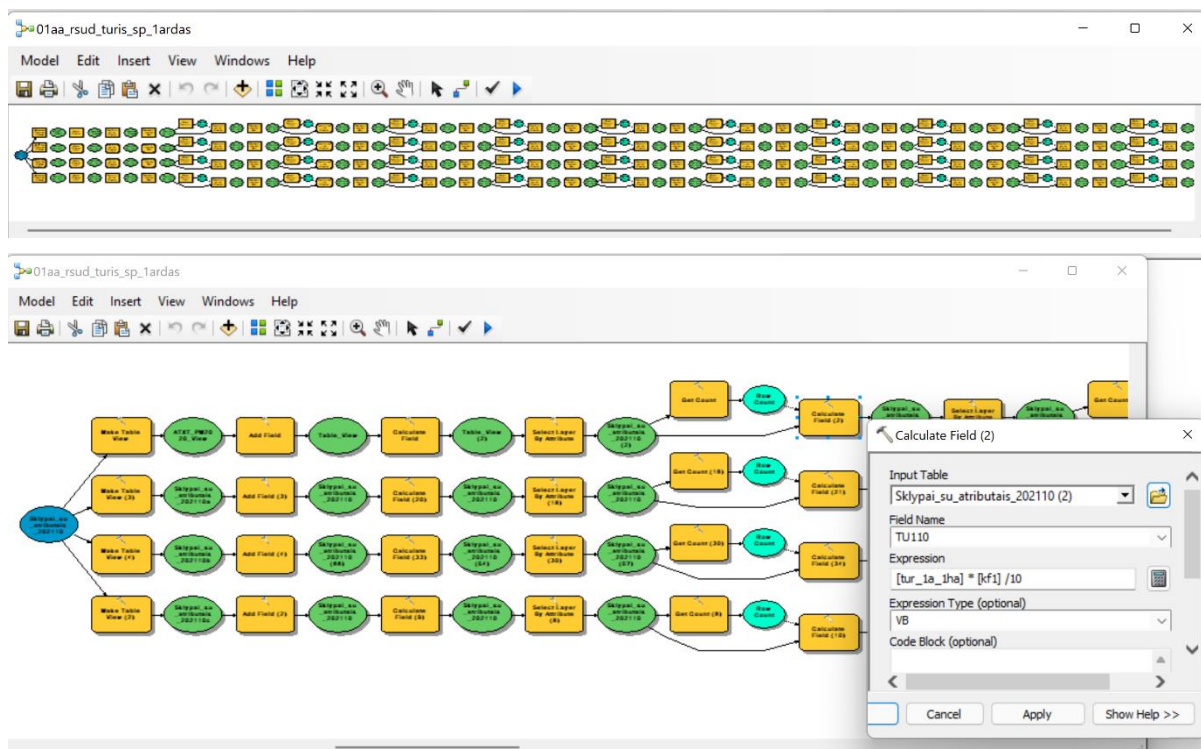
Pastebėtina, kad nors gautuose MVK duomenyse yra įvardinti kiti arдай (pomiškis, polajiniai želdiniai ar pavieniai medžiai), jų turis nepateiktas, todėl įvertinta tik medyno 1-o ir 2-o ardo biomasė. Taip pat atkreiptinas dėmesys į tai, kad MVK duomenų pateikimo formatas nėra orientuotas į šių duomenų galutinio naudotojo poreikius, kurie, kaip šiuo atveju, susiję su papildomų skaičiavimų vykdymu. T. y. duomenų formatas yra pritaikytas jiems stebėti, bet ne analizuoti kompiuterio aplinkoje. Todėl pateikti duomenys buvo transformuoti juos pritaikant skaičiavimams vykdyti.

3.2 Miškų valstybės kadastro duomenų paruošimas skaičiavimams vykdyti

Duomenų paruošimą sudarė du etapai:

1. Nagrinėjant atributų laukų Rus_sud_1a ir Rus_sud_2a turinį, duomenų bazė buvo papildyta atributų laukais kf1, mr1, kf2, mr2, ..., kf10, mr_10, kur kfi yra i-tojo miško elemento rūšinės sudėties koeficientas, o mri – i-tojo miško elemento medžių rūšies kodas. Atitinkami atributų laukai naudoti 2-o ardo miško elementams aprašyti (kf1_2a, mr1_2a ir t. t.).
2. Sukuriama atributų laukų struktūra, skirta atlikti anglies kiekio skaičiavimus. Duomenų bazė yra papildoma tiek atributų laukų, kiek yra aprašoma medžių rūšių Lietuvos sklypinėje miškotvarkoje (atskirai 1-o ir 2-o ardo duomenims įrašyti). Į šiuos atributų laukus įrašomas atitinkamos medžių rūšies stiebų turis, pagal ardu. Turis nustatomas atitinkamo ardo turį (Tur_1a_1ha arba Tur_2a_1ha) dauginant iš atitinkamo kfi reikšmės bei padalijant iš 10. Jei kurios nors medžių rūšies sklype nėra – visais tokiais atvejais įrašyta reikšmė 0. Visais atvejais lauko pavadinimo formavimas vienodas, t. y. TU*** 1-o ardo medžių rūšims aprašyti bei TU***_2 – 2-o ardo medžių stiebų turis. *** yra pažymėtas skaitinis medžių rūšies kodas, naudotas Lietuvos sklypinėje miškotvarkoje, atitinkamai: 110 – paprastoji pušis, 111 – Bankso pušis, 112 – juodoji pušis, 113 – kalninė pušis, 120 – eglė, 130 – maumedis, 140 – pocūgė, 150 – kėnis, 199 – kiti spygliuočiai, 210 – paprastasis ąžuolas, 211 – raudonasis

ąžuolas, 220 – uosis, 230 – klevas, 240 – skroblas, 250 – guoba, 260 – vinkšna, 270 – skirpstas, 290 – bukas, 299 – kiti kietieji lapuočiai, 310 – beržas, 320 – juodalksnis, 330 – drebulė, 340 – baltalksnis, 350 – liepa, 360 – tuopa, 370 – blindė, 380 – gluosnis ir 399 – kiti minkštieji lapuočiai. Skaičiavimams vykdyti sukurtos pusprogramės (Pav. 2.), kurios pateikiamos kartu su skaičiavimų rezultatais.



Pav. 2. Pusprogramės, skirtos paruošti miškų valstybės kadastro duomenis anglies skaičiavimams biomasėje vykdyti, pavyzdys, sukurtas panaudojant ArcGIS ModelBuilder

3.3 Anglies kiekio medynų biomasėje skaičiavimas

Anglies kiekis medyno biomasėje nustatytas taip:

$$\text{Antžeminė biomasė} = M \times \text{Tankis} \times \text{BEF}$$

(1)

Čia: M – atitinkamo ardo (1-o arba 2-o) medyno stiebų tūris su žieve, m^3 ;

Tankis – medienos tankis (sausos medžiagos tonomis/ m^3 žalios medienos). Pušies atveju (taip pat Bankso, kalninės ir juodosios) – 0,42, eglės (taip pat pocūgės, kėnio ir kitų spygliuočių) – 0,4, ąžuolo – 0,58, maumedžio – 0,46, uosio ir visų kitų kietųjų lapuočių – 0,57, skroblo – 0,63, beržo – 0,51, alksnių – 0,45, drebulės – 0,35, liepos – 0,43 ir kitų minkštųjų lapuočių – 0,45.

BEF – koeficientas visai antžemeinei biomasei apskaičiuoti pagal stiebų masę, spygliuočiams 1,221, lapuočiams 1,178.

Požeminė biomasė apskaičiuojama:

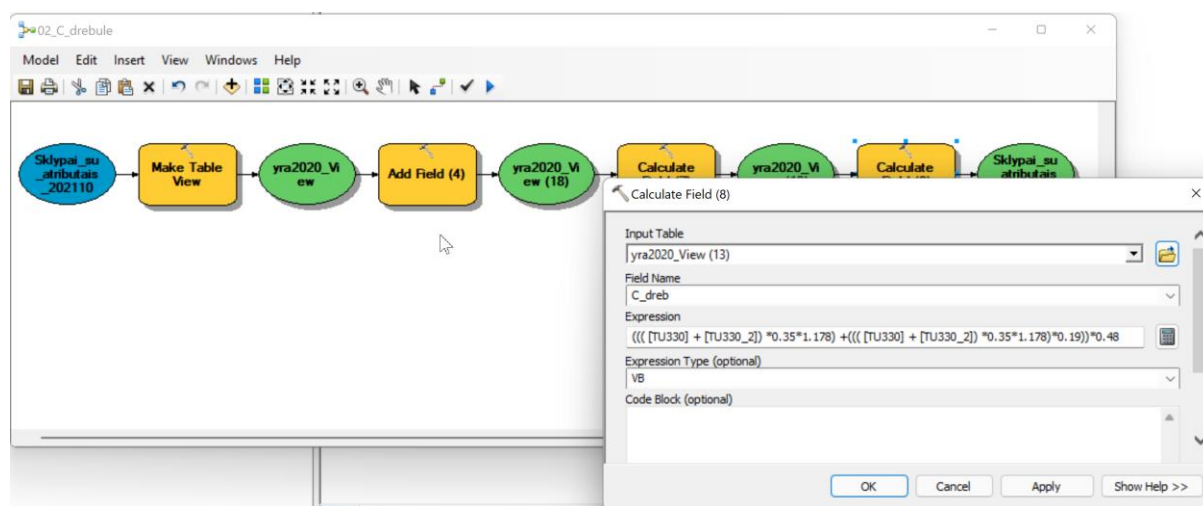
$$\text{Požeminė biomasė} = \text{Antžeminė biomasė} \times R,$$

(2)

Čia: R – koeficientas, kuris spygliuočiams 0,26, lapuočiams – 0,19.

Anglies kiekiui nustatyti naudojamas koeficientas spygliuočių medžių atveju yra 0,51 bei lapuočių medžių atveju – 0,48. CO₂ ekvivalentas apskaičiuojamas čia gautą rezultatą dauginant iš 3,67.

Skaičiavimams vykdyti sukurtos pusprogramės (Pav. 3.), kurios pateikiamos kartu su skaičiavimų rezultatais.



Pav. 3. Pusprogramės, skirtos anglies kiekiui medyno biomasėje apskaičiuoti, pavyzdys, pateiktas ArcGIS ModelBuilder

3.4 Anglies kiekio dirvožemyje skaičiavimas

Dirvožemio organinės anglies sandaupos miško žemėje apskaičiuotos vadovaujantis normatyvais, pateiktais projekto „Anglies sandaupų įvertinimo nacionalinių normatyvų sudarymas bei sandaupų verčių nustatymas mineraliniuose ir organiniuose dirvožemiuose, miško ir ne miško žemėje“, atlikto Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Miškų instituto mokslininkų 2016 metais, vykdamas Aplinkos ministerijos užsakomąjį mokslo darbą pagal 2016 m. kovo 2 d. sutartį Nr. VPS201616-ES. Normatyvus 2022 metais patikslino šio darbo vadovas Dr. Kęstutis Armolaitis.

Organinės anglies kiekis apskaičiuotas kiekviename miško žemės sklype, kuriame identifikuota miško augavietė. Dirvožemio organinės anglies (DOC) vidutinės sandaupos nustatytos miško paklotėje ir žolynų metinėse nuokritose bei 0–30 cm mineraliniame ar durpiniame sluoksnyje kartu. Koeficientai DOC nustatyti yra pateikti žemiau (Lentelė 1).

Lentelė 1. Dirvožemio organinės anglies vidutinės sandaupos miško paklotėje ir žolynų metinėse nuokritose bei 0–30 cm mineraliniame ar durpiniame sluoksnyje skirtingose miško augavietėse.

Augavietė	Plotas, ha	Dirvožemio organinės anglies vidutinės sandaupos tC ha ⁻¹		
		Paklotė	0–30 cm	Suma (paklotė + 0–30 cm)
Lal	133,8	26,53	73,07	99,6
Lbl	76 008,6	31,56	98,74	130,30
Lbp	7 192,7	30,32	110,63	140,95
Lcl	121 479,7	13,27	100,38	113,65
Lcp	137 996,7	15,43	101,26	116,69
Lcs	87 559,3	13,33	105,50	118,83
Ldl	6 665,1	1,80	126,50	128,30

Augavietė	Plotas, ha	Dirvožemio organinės anglies vidutinės sanaukos tC ha ⁻¹		
		Paklotė	0–30 cm	Suma (paklotė + 0–30 cm)
Ldp	130 626,9	1,02	129,61	130,63
Lds	210 210,9	1,45	114,27	115,72
Lfl	310,6	1,01	177,10	178,11
Lfp	6 235,9	0,66	181,45	182,11
Lfs	41 829,6	1,11	111,03	112,14
Nal	61 112,5	8,40	41,09	49,49
Nbl	39 008,7	8,04	50,35	58,39
Nbp	959,4	4,65	31,52	36,17
Ncl	221 757,1	3,15	62,12	65,27
Ncp	85 568,1	2,66	48,18	50,84
Ncs	39 769,8	2,59	55,87	58,46
Ndp	41 594,0	2,33	73,88	76,21
Nds	52 460,5	1,13	69,28	70,41
Nfp	821,6	1,17	110,82	111,99
Nfs	5 118,7	0,88	76,95	77,83
Pa	34 721,8	3,26	124,47	127,73
Pan	1 745,8	11,43	137,92	149,35
Pb	34 513,2	5,71	162,26	167,97
Pbn	30 876,4	11,46	174,99	186,45
Pc	74 826,4	3,29	171,09	174,38
Pcn	77 295,3	3,74	139,64	143,38
Pd	13 986,8	1,74	246,37	248,11
Pdn	30 834,3	1,10	153,99	155,09
Šal	277,0	5,87	27,16	33,03
Šbl	3 019,5	6,71	37,21	43,92
Šbp	22,7	3,83	32,97	36,80
Šcl	8 927,6	0,98	37,56	38,54
Šcp	6 459,5	2,88	43,19	46,07
Šcs	3 986,4	1,65	66,07	67,72
Šdp	7 484,5	3,37	58,74	62,11
Šds	18 123,9	1,92	89,29	91,21
Ual	55,5	32,90	59,60	92,50
Ubl	6 644,6	26,32	75,44	101,76
Ubp	391,0	3,25	109,43	112,68
Ucl	25 610,6	3,34	107,04	110,38
Ucp	24 015,7	2,69	107,57	110,26
Ucs	7 536,9	4,13	108,10	112,23
Udl	10 045,6	1,61	92,97	94,58
Udp	36 586,0	2,04	139,83	141,87
Uds	18 494,6	4,04	102,73	106,77
Ufl	86,2	1,16	130,16	131,32
Ufp	2 042,4	1,47	195,76	197,23
Ufs	534,4	2,91	143,82	146,73

3.5 Pastabos apie įvesties duomenų ypatybes anglies kiekiui medynų biomasėje skaičiuoti

Sprendžiant išsikeltą uždavinį nebuvo diskutuojama apie įvesties duomenų tinkamumą anglies kiekiui medynų biomasėje apskaičiuoti – vadovautasi principu, kad skaičiavimai vykdomi naudojant tokius duomenis (tiek turinio, tiek ir formos), kokie jie buvo gauti šiam projektui vykdyti. Tačiau jau anksčiau buvo įvardinta, kad naudota MVK duomenų versija nepateikia informacijos apie ne 1-o ar 2-o ardo medžių tūrį. Tačiau naudotoje MVK duomenų versijoje yra 2 545 sklypai, užimantys apie 75 ha plotą, kurie registruoti MVK, tačiau juose miškas nėra identifikuotas. Tikėtina, kad tai atvejai, susidarantys MVK registruojant naujai inventorizuotus valstybinius miškus ties riba su privačiais miškais. Pažymėtina, kad miškų valstybės kadastro duomenų amžius yra stipriai susietas su sklypinės miškų inventorizacijos eiga. Formaliai, MVK turi būti nuolatos atnaujinamas, tačiau šis procesas yra labiau atsitiktinio pobūdžio. Vienintelė miškų inventorizacija, kuri sistemingai pateikia savalaikius duomenis apie miško išteklius visoje Lietuvos teritorijoje, yra Nacionalinė miškų inventorizacija (NMI), vykdoma atrankos metodu. Šios inventorizacijos atrankos schema, tokia, kokia ji taikoma šiuo metu, neužtikrina statistinės informacijos pateikimo apie mažas teritorijas. Tačiau šiuo metu šalyje turimi erdviniai duomenys (pavyzdžiui, Lidar_DR_LT – skaitmeniniai erdviniai lazerinio skenavimo taškų duomenys, – renkami 2019–2022 m., ortofotografiniai žemėlapiai bei kosminių Sentinel-2 vaizdų mozaikos), kombinuojant su VMT surenkamais NMI duomenimis, būtų labai perspektyvi informacija tiek anglies sankaupoms medžių (tiek miške, tiek ir už jo ribų) biomasėje identifikuoti, tiek jos kaitai stebėti.

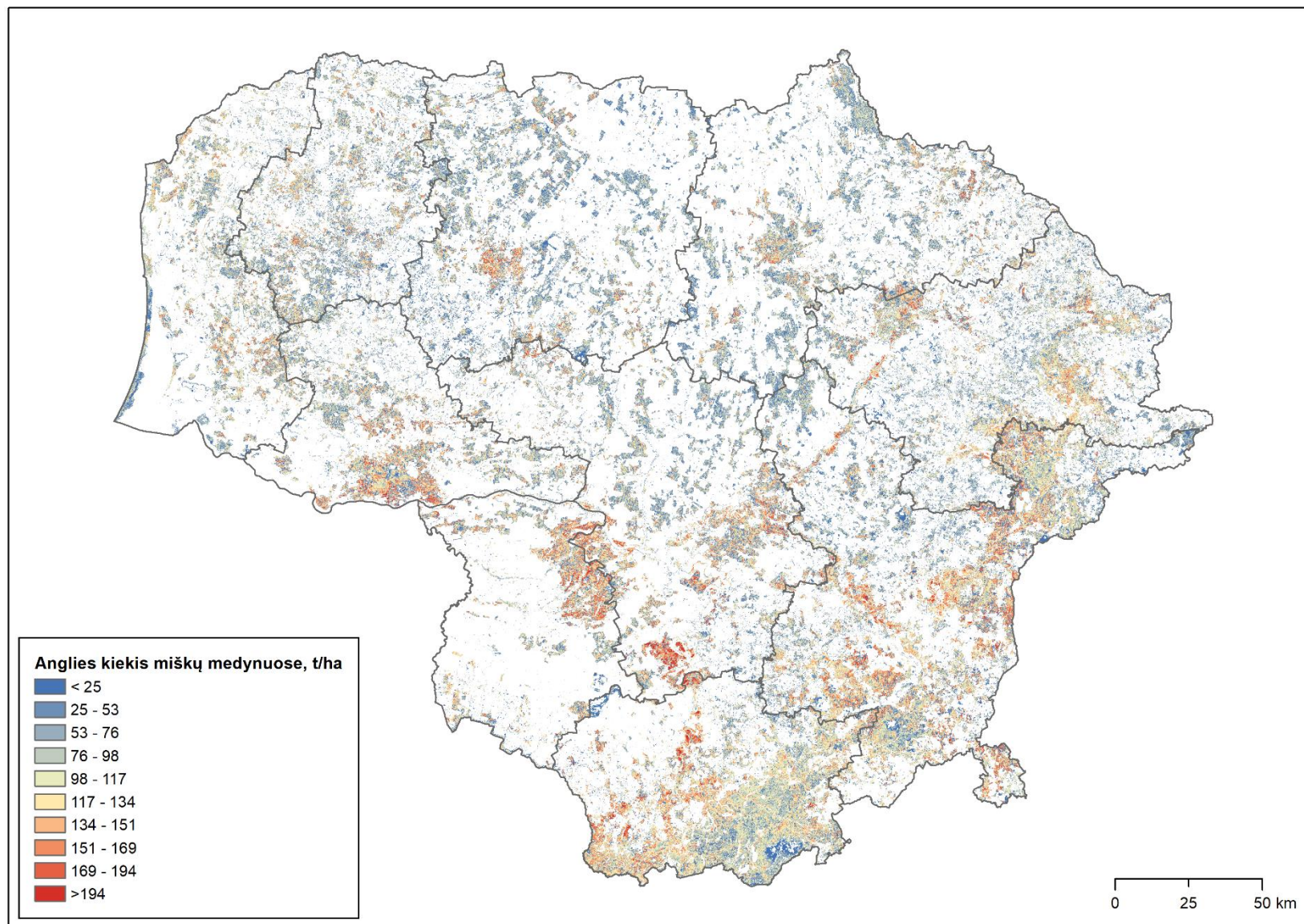
3.6 Trumpas gautų rezultatų pristatymas

Anglies kiekis (t C ekvivalento) medyno biomasėje buvo apskaičiuotas kiekviename miško sklype, pateikiamame MVK. Pažymėtina, kad šis dydis apibūdina 1-ame ir 2-ame medyno arduose augančius medžius. Duomenų bazėje įterpti atributų laukai, kuriuose pateikiama (visais atvejais vienetai – tonos):

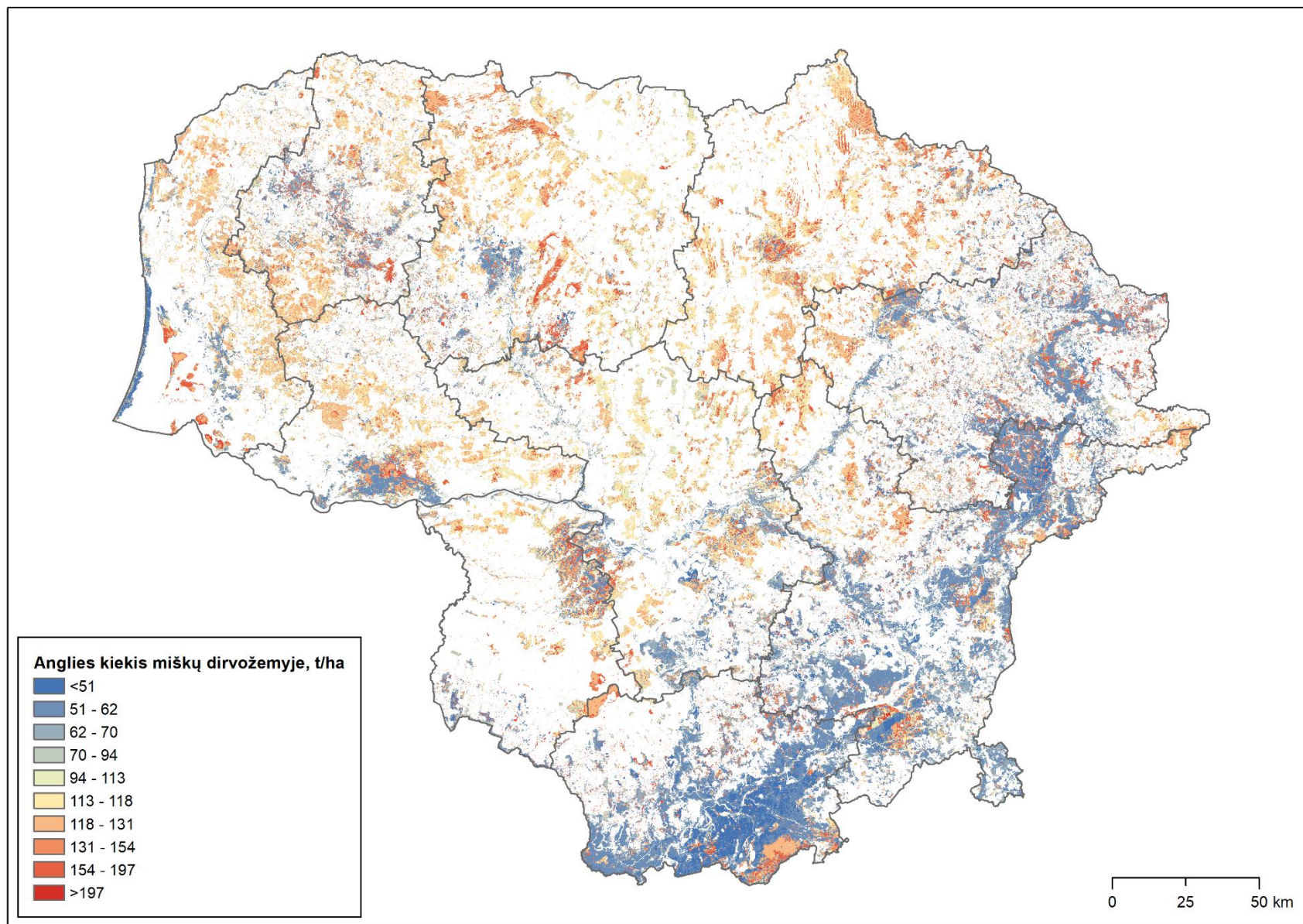
- C_biom_1ha – organinės anglies kiekis medyno antžeminėje ir požeminėje biomasėje 1 ha;
- C_biom_sklype – organinės anglies kiekis medyno antžeminėje ir požeminėje biomasėje visame miško sklype, t. y. dydis, gautas C_biom_1ha padauginus iš atributų lauko Plotas reikšmės;
- C_Dirva – organinės anglies kiekis miško paklotėje ir dirvožemyje iki 30 cm gylio visame miško sklype;
- C_Dirva_1ha – organinės anglies kiekis miško paklotėje ir dirvožemyje iki 30 cm gylio 1 ha;
- CO2_ha_bioma – anglies kiekis medyno antžeminėje ir požeminėje biomasėje, išreikštas CO₂ ekvivalentu, 1 ha;

Iliustravimo tikslais, paruošta anglies kiekį (tC ekvivalento 1 ha) perteikianti TIFF byla (Pav. 4). Analogiškai buvo apskaičiuotas organinės anglies kiekis (paklotėje ir dirvožemio sluoksnyje iki 30 cm gylio, Pav. 5.). Žemėlapių simbolizavimui naudotas „natūralių ribų“ metodas (angl. natural breakes).

Aiškiai įžiūrima santykinai didesnių anglies kiekių buvimo tendencija regionuose, kuriuose vyrauja derlingesni dirvožemiai bei pelkių masyvuose.



Pav. 4. Anglies kiekis (tC ekvivalento/ha) Lietuvos miškų medynuose, pagal miškų valstybės kadastro duomenis.



Pav. 5. Anglies kiekis (tC ekvivalento/ha) Lietuvos miškų dirvožemyje (t. y. paklotėje bei dirvos sluoksnyje 0–30 cm), pagal miškų valstybės kadastro duomenis.

Taigi, jei vertintume pagal Miškų valstybės kadastro duomenis, 2021 metų pabaigoje organinės anglies sandaupos medynų antžeminėje ir požeminėje biomasėje buvo 182 193 280 tonų, o paklotėje ir dirvos sluoksnyje iki 30 cm – 221 169 704 tonos. Jei šiuos dydžius išreikštume CO₂ ekvivalentu, gautume, atitinkamai, 668 042 027 ir 810 955 581 tonas, bendrai 1 478 997 608 t. Jei vertintume tik miško žemę, kuri apima (pagal skaičiavimuose naudotą Miškų valstybės kadastro duomenų versiją) 2 168 984,7 ha, tai gautume 308 tCO₂/ha medynų biomasėje, 374 tCO₂/ha dirvožemio viršutiniuose horizontuose ir 682 tCO₂/ha bendrai miške.

4. Anglies sandaupos ne miško žemėje

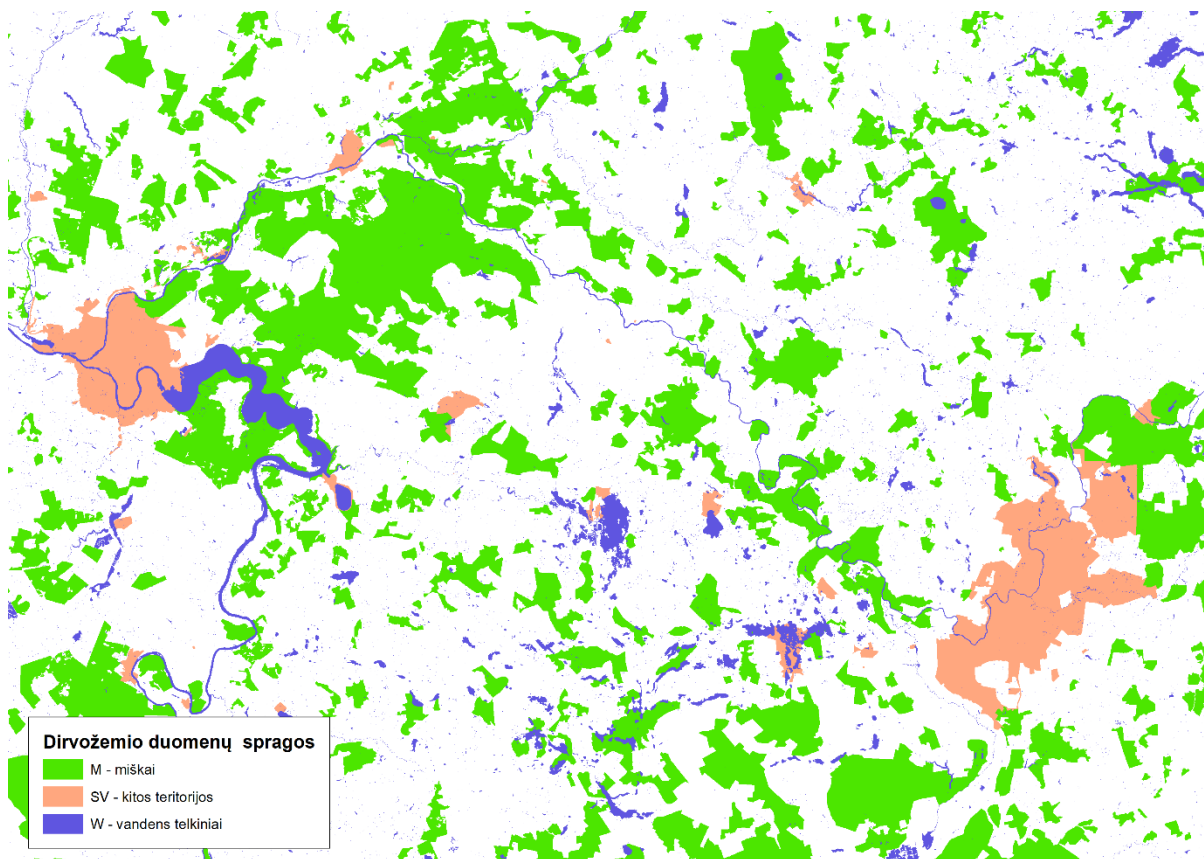
4.1 Įvesties duomenys

Organinės anglies sandaupų ne miško žemėje vertinimui naudoti šie erdviniai duomenų rinkiniai:

1. Lietuvos Respublikos teritorijos žemės ūkio naudmenų ir pasėlių plotų, auginamų kultūrų duomenų rinkinys, Autorius: Nacionalinė mokėjimo agentūra prie Žemės ūkio ministerijos (parsisiųsta iš geoportal.lt, 2021 m. pasėlių deklaravimo duomenys)
2. Georeferencinio pagrindo kadastro erdviniai duomenų rinkinys GRPK. Autorius: Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija (parsisiųsta iš geoportal.lt, atsisiuntimo data 2022-04-07).
3. Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:10 000 dirvožemio erdviniai duomenų rinkinys Dirv_DR10LT. Autorius: Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos (parsisiųsta iš geoportal.lt, atsisiuntimo data 2022-04-07).
4. Valstybės miškų kadastro erdviniai duomenų rinkinys. Šioje duomenų bazėje aprašyti visi MVK 2021 metų spalio mėnesį registruoti Lietuvos miškų sklypai (gauta iš VMT).

4.2 Pastabos dėl duomenų aprėpties

Lietuvos Respublikos teritorijos M 1:10 000 dirvožemio erdviniai duomenų rinkinys Dirv_DR10LT buvo sukurtas patenkinti žemės ūkio sektoriaus poreikius ir nedengia visos Lietuvos Respublikos teritorijos. Poligonai, kuriems nėra dirvožemio duomenų, pažymėti kodais M (miškas), W (vandens telkiniai) ir SV (kitos teritorijos). Dirvožemio duomenų spragos miškuose problemų nesudaro, kadangi miškų vertinimui naudojome organinės anglies įverčius miško augavietėse. „Kitos teritorijos“, kurioms nėra renkami dirvožemio duomenys, apima miestų teritorijas, kai kurios iš jų daug didesnės nei užstatytos teritorijos. Dirv_DR10LT duomenų bazėje SV (kitos teritorijos) užima 952 km² (1,46 % Lietuvos Respublikos ploto). Teritorijose, kuriose nėra dirvožemio duomenų, nėra galimybių įvertinti organinės anglies sandaupą.



Pav. 6. Dirv_DR10LT pateikiamų dirvožemio duomenų spragos (pavyzdys). Spalva žymi teritorijas, kurių nedengia Dirvožemių duomenų bazės duomenys.

Georeferencinio pagrindo kadastro erdvinių duomenų rinkinyje GRPK yra išskirti sumedėjusia augmenija apaugę plotai įvardinti, kaip „Miškas“, „Medžių juosta“, „Sodai“ bei „Medžių, krūmų želdiniai ir žėliniai“. Ne visus šiuos poligonus dengia Valstybės miškų kadastro duomenys, kadangi į Valstybės miškų kadastro duomenų bazę įtraukiami plotai, atitinkantys nustatytus kriterijus.

Į Valstybės miškų kadastrą nepatenka 2 571,96 km² (3,94 % LT teritorijos) GRPK rinkinyje esančių sumedėjusia augmenija apaugusių teritorijų. Šiuose plotuose organinės anglies kiekis biomasėje nėra įvertintas, dėl duomenų apie medynų rūšinę sudėtį ir amžių trūkumo.

4.3 Skaičiavimo eiga ir rezultatai

Dirvožemio organinės anglies sankaupos ne miško žemėje apskaičiuotos vadovaujantis normatyvais, pateiktais projekto „Anglies sankaupų įvertinimo nacionalinių normatyvų sudarymas bei sankaupų verčių nustatymas mineraliniuose ir organiniuose dirvožemiuose, miško ir ne miško žemėje“, atlikto Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Miškų instituto mokslininkų 2016 metais, vykdant Aplinkos ministerijos užsakovąjį mokslo darbą pagal 2016 m. kovo 2 d. sutartį Nr. VPS2016-16-ES.

Dirvožemio organinės anglies (DOC) vidutinės sankaupos nustatytos 0–30 cm mineraliniame ar durpiniame sluoksnyje bei žolynų metinėse nuokritose. Koeficientai DOC nustatyti yra pateikti žemiau (Lentelė 2.). Skaičiavimai atlikti naudojant ArcGIS programinę įrangą. Skaičiavimo eiga:

1. Naudojant erdvinės sąjungos algoritmą (union) apjungti LR teritorijos žemės ūkio naudmenų pasėlių plotai (atrinkti dirbami laukai) ir Georeferencinio pagrindo kadastro erdvinių duomenų plotai (dirbama žemė⁴) [GIS_1].
2. Naudojant erdvinės sankirtos algoritmą (intersect) [GIS_1] erdvinių duomenų rinkinys apjungtas su dirvožemio erdvinių duomenų rinkiniu. Poligonams priskirtos vidutinės organinės anglies sankaupų vertės priklausomai nuo dirvožemio grupės [GIS_2].
3. Siekiant išvengti dvigubos apskaitos dėl persidengiančių poligonų, [GIS_2] erdvinių duomenų rinkinys apjungtas su Valstybės miškų kadastro erdvinių duomenų rinkiniu naudojant erdvinės sąjungos algoritmą (union). Atrinkti [GIS_2] duomenų rinkinio plotai, nepersidengiantys su Valstybės miškų kadastro poligonais [GIS_3].
4. Naudojant erdvinės sąjungos algoritmą (union) apjungti LR teritorijos žemės ūkio naudmenų pasėlių plotai (atrinktos daugiametės pievos, ganyklos ir šlapynės⁵) ir Georeferencinio pagrindo kadastro erdvinių duomenų plotai (teritorijos, apaugusios natūralia augmenija⁶) [GIS_4].
5. Naudojant erdvinės sankirtos algoritmą (intersect) [GIS_4] erdvinių duomenų rinkinys apjungtas su dirvožemio erdvinių duomenų rinkiniu. Poligonams priskirtos vidutinės organinės anglies sankaupų 0–30 cm mineraliniame ar durpiniame sluoksnyje vertės priklausomai nuo dirvožemio grupės. Vidutinės OC sankaupų žolynų metinėse nuokritose vertės priskirtos daugiamete žoline augmenija apaugusiems plotams (daugiametės žolės, Ganyklos-pievos virš 5m, šlapynės, pelkės) [GIS_5].
6. Siekiant išvengti dvigubos apskaitos dėl persidengiančių poligonų, [GIS_5] erdvinių duomenų rinkinys apjungtas su Valstybės miškų kadastro erdvinių duomenų rinkiniu naudojant erdvinės sąjungos algoritmą (union). Atrinkti [GIS_5] duomenų rinkinio plotai, nepersidengiantys su Valstybės miškų kadastro poligonais [GIS_6].
7. Naudojant erdvinės sąjungos algoritmą (union) apjungti [GIS_3] ir [GIS_6] erdvinių duomenų rinkiniai [GIS_7].

Pažymėtina, kad OC dirvožemyje vertinime neatsižvelgta į galimą anglies kiekį gilesniuose horizontuose (išskyrus išžvalgytus durpių telkinius), kadangi šiuo metu nėra pakankamai tyrimais pagrįstų duomenų tokiems skaičiavimams pagrįsti.

⁴ Lauko „GKODAS reikšmė“: Sd11

⁵ Lauko „GRUPE“ reikšmės: Daugiametės žolės, Ganyklos-pievos iki 5m., Ganyklos-pievos virš 5m., Šlapynės

⁶ Lauko GKODAS reikšmės: ed0, hd6, mj0, ms4, sd15, sd2, sd4

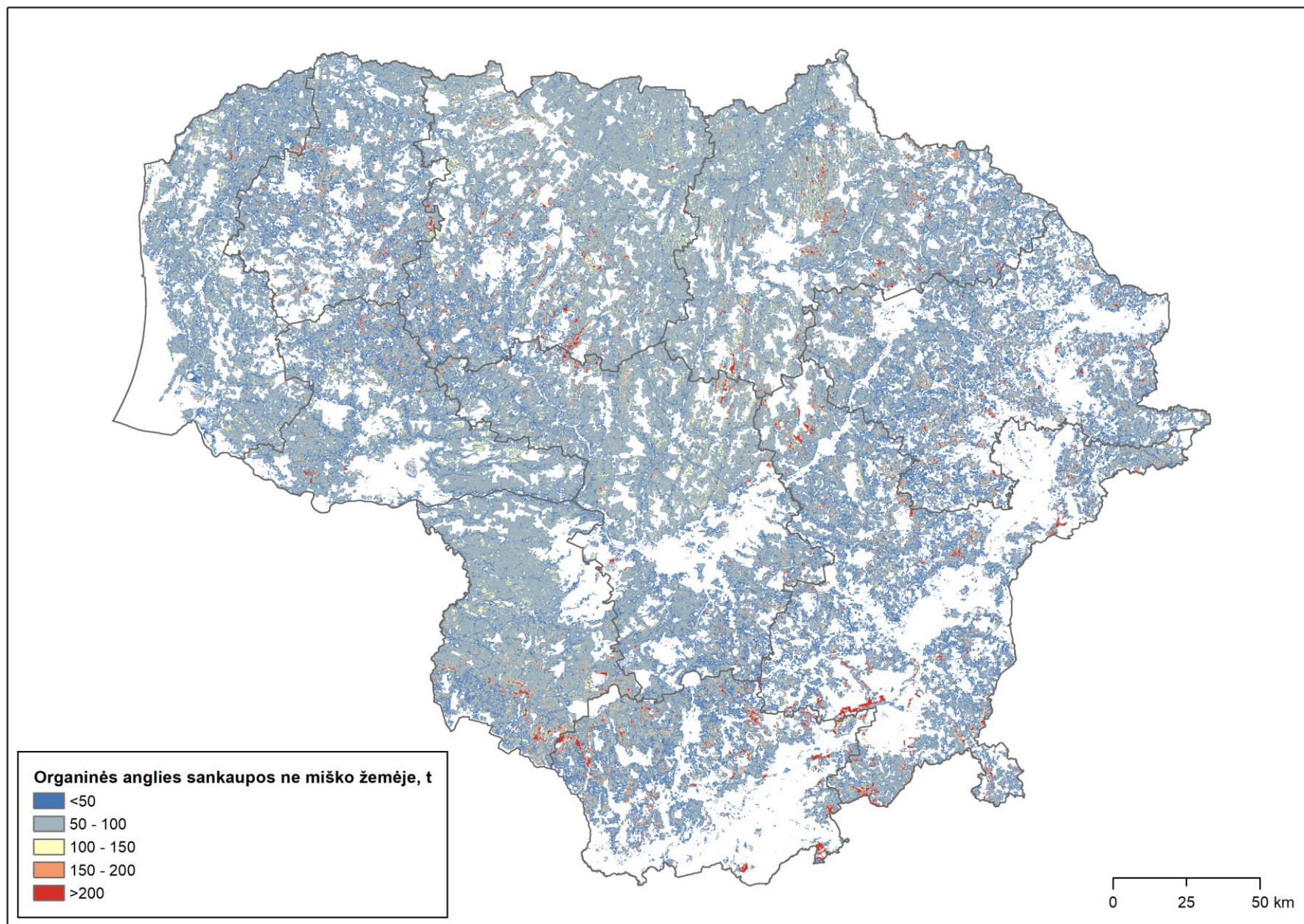
Lentelė 2. Dirvožemio organinės anglies vidutinės sandaupos žolynų metinėse nuokritose bei 0–30 cm mineraliniame ar durpiniame sluoksnyje skirtingose dirvožemio grupėse

Dirvožemio grupė pagal Lietuvos dirvožemių klasifikaciją LTK-99	Dirbama žemė	Daugiamečiai žolynai	
	Organinės anglies vidutinė sandaupa dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje (t/ha)	Organinės anglies vidutinė sandaupa dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje (t/ha)	Organinės anglies vidutinė sandaupa daugiamečių žolynų nuokritose (t/ha)
Rudžemiai (Cambisols)	84,5	83,2	0,3
Išplautžemiai ir balkšvažemiai (Luvisols + Retisols)	67,0	77,4	0,6
Palvažemiai (Planosols)	61,4	94,7	0,6
Smėlžemiai (Arenosols)	62,0	55,3	0,5
Jaurazemiai (Podzols)		83,4	0,1
Šlynžemiai (Gleysols)	108,7	105,5	1,3
Durpžemiai (Histosols)	243,2	181,5	0,8
Salpžemiai (Fluvisols)		64,6	0,5

Šaltinis: Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Miškų institutas. 2016. „Anglies sandaupų įvertinimo nacionalinių normatyvų sudarymas bei sandaupų verčių nustatymas mineraliniuose ir organiniuose dirvožemiuose, miško ir ne miško žemėje“.

Dirvožemio organinės anglies vidutinės sandaupos ne miško žemėje (0–30 cm sluoksnyje ir daugiamečių žolynų nuokritose) įvertintos 3 024 128 ha ir siekia 258 336 565 t. Organinės anglies vidutinių sandaupų ne miško žemėje pasiskirstymo žemėlapis pateikiamas žemiau (Pav. 7.).

Atkreipiame dėmesį, kad dirvožemio organinės anglies vertinimui naudotos dirvožemio grupių vidutinės organinės anglies sandaupų reikšmės. Konkrečioje vietovėje DOC reikšmės gali skirtis nuo vidutinių reikšmių.



Pav. 7. Organinės anglies vidutinės sandaupos ne miško žemėje – 0–30 cm mineralinio dirvožemio ar durpiniame sluoksnyje ir daugiamečių žolynų nuokritose.

5. Anglies sandaros išvalgytuose durpių telkiniuose

Durpių telkinių teritorijos persidengia su miškais ir kitomis teritorijomis, kuriose organinės anglies kiekį 0–30 cm gylio dirvožemio sluoksnyje bei daugiamečių žolynų nuokritose įvertinome ankstesniuose skyriuose aprašytais metodais. Siekiant išvengti dvigubo skaičiavimo, organinės anglies sandaros durpių telkiniuose buvo vertinamos gilesniame nei 30 cm sluoksnyje.

Organinės anglies kiekis atskiruose durpynuose gali šiek tiek skirtis, tačiau neturint detalių tyrimų rezultatų skaičiavimui naudotas organinės anglies kiekio durpėse koeficientas 0,63 (kg anglies /cm durpių storio/ m² durpyno ploto)⁷, kuris atspindi anglies kiekį gilesniuose durpių kloduose⁸.

Vertinimui naudoti Lietuvos geologijos tarnybos duomenys apie išvalgytų durpynų plotą, durpių turį telkiniuose telkinius (Excel formate) bei durpių telkinių ribų erdviniai duomenys (ESRI shapefile formate). Skaičiavimai atlikti naudojant ArcGIS programinę įrangą. Skaičiavimo eiga:

1. Apskaičiuotas viršutinio 30 cm storio durpių sluoksnio tūris (m³):

$$\text{durpyno plotas}^9 \text{ (m}^2\text{)} \times 0,3$$

2. Apskaičiuotas apatinio durpių sluoksnio tūris:

$$\text{durpių išteklių likutis}^{10} - \text{viršutinio 30 cm storio durpių sluoksnio tūris}$$

3. Apskaičiuotas anglies kiekis apatiniame durpių sluoksnyje:

$$\text{durpyno plotas (m}^2\text{)} \times \text{apatinio durpių sluoksnio storis}^{11} \text{ (cm)} \times \text{anglies kiekio koeficientas}^{12}$$

4. Apskaičiuotas durpių telkinio organinės anglies kiekis, tC/ha durpių sluoksnyje, esančiame giliau nei 30 cm.

Dirvožemio organinės anglies vidutinės sandaros gilesniame nei 30 cm sluoksnyje įvertintos 847 durpių telkiniams ir siekia 176 691 789 t (bendras durpių telkinių plotas – 160 599,78 ha). Dirvožemio organinės anglies vidutinių sandarų gilesniame nei 30 cm sluoksnyje pasiskirstymo žemėlapis pateikiamas žemiau (Pav. 8.).

⁷ R. Lindsay. 2010. Peatbogs and carbon: a critical synthesis to inform policy development in oceanic peat bog conservation and restoration in the context of climate change. Environmental Research Group University of East London. The Report was commissioned by RSPB Scotland with funding support from Scottish Natural Heritage, Countryside Council for Wales, Natural England and the Forestry Commission.

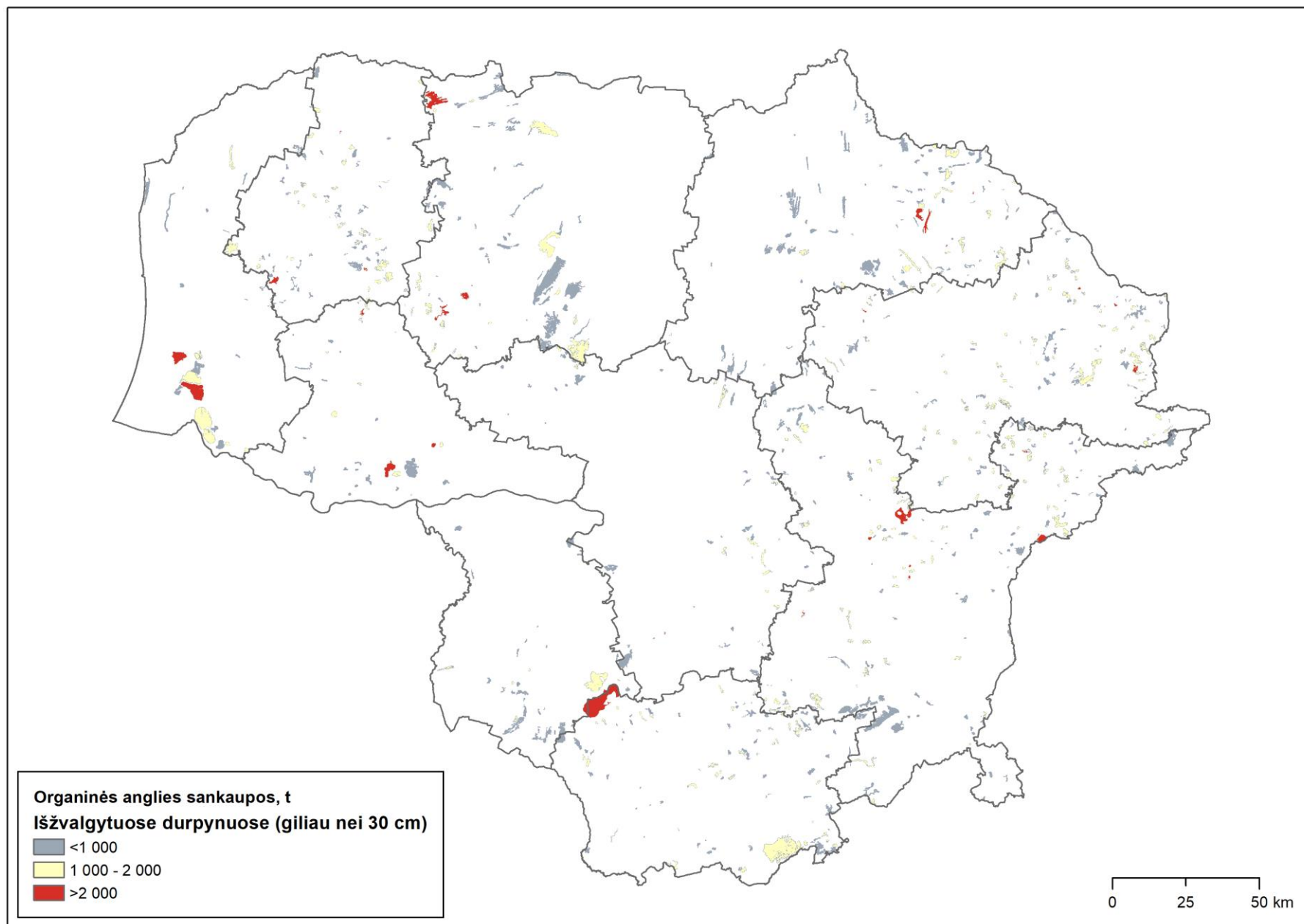
⁸ Paviršinis 0–15 cm durpių sluoksnis paprastai būna sausas. Dėl mažo tankio paviršiniam durpių sluoksniui taikytinas anglies kiekio durpėse koeficientas 0,26 (kg anglies /cm durpių storio/ m² durpyno ploto).

⁹ Skaičiavimams naudoti Lietuvos geologijos tarnybos pateikti duomenys apie durpių telkinių plotą, ha

¹⁰ Skaičiavimams naudoti Lietuvos geologijos tarnybos pateikti duomenys apie durpių telkinių išteklių likutį 2021-12-31.

¹¹ Apskaičiuojamas apatinio durpių sluoksnio tūris dalinant iš durpyno ploto.

¹² Apatiniam durpių sluoksniui taikoma koeficiento reikšmė 0,63 (kg anglies /cm durpių storio/ m² durpyno ploto).



Pav. 8. Dirvožemio organinės anglies vidutinės sandaros gilesniame nei 30 cm sluoksnyje. Autorių skaičiavimai pagal Lietuvos geologijos tarnybos durpių telkinių duomenis.

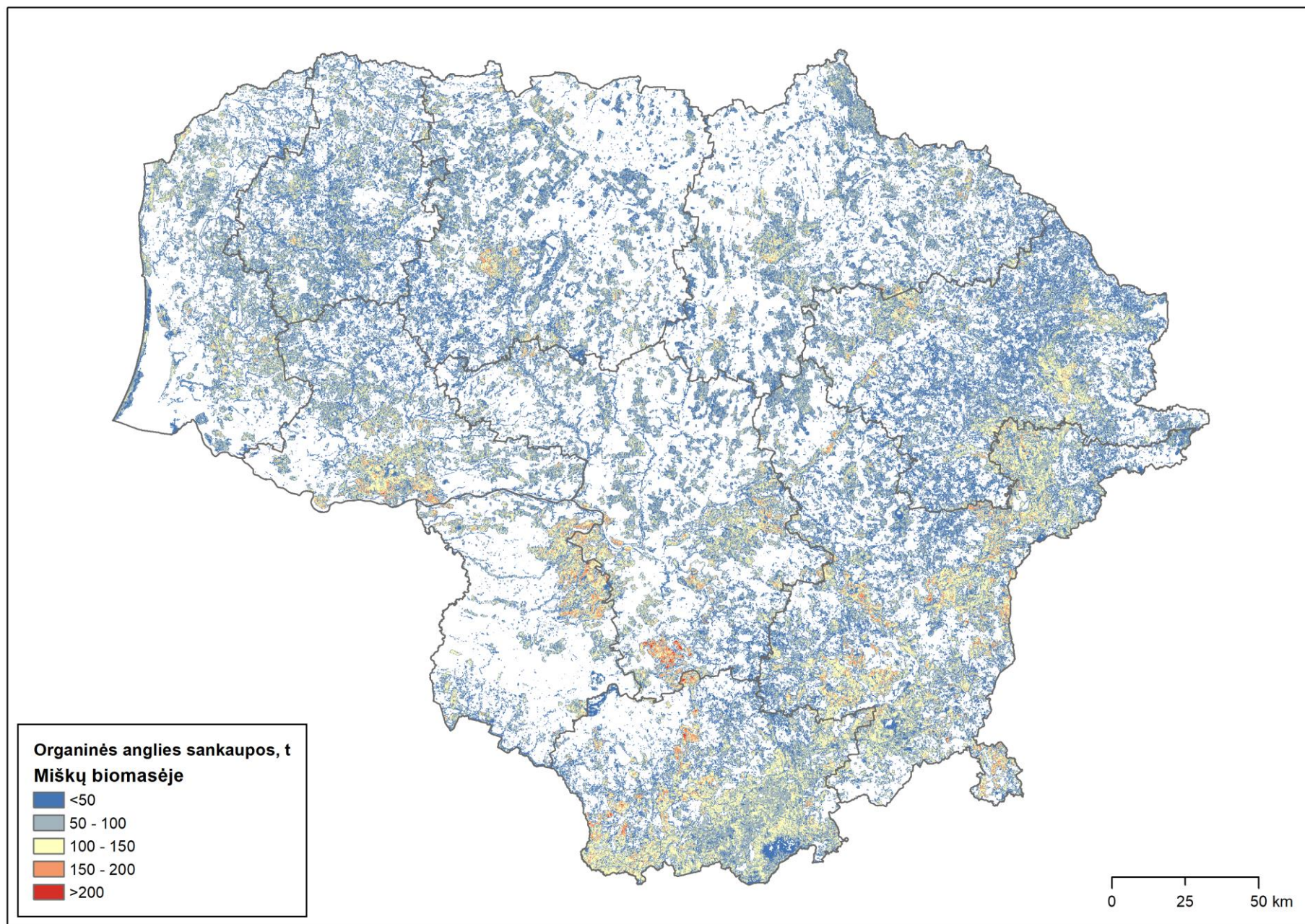
6. Daug organinės anglies turinčių ekosistemų erdvinis pasiskirstymas

Organinės anglies sandaupos apskaičiuotas 100×100 m gardelėms, įvertinant kiekvieno poligono užimamą plotą gardelėje. Skaičiavimai atlikti naudojant ArcGIS programinę įrangą.

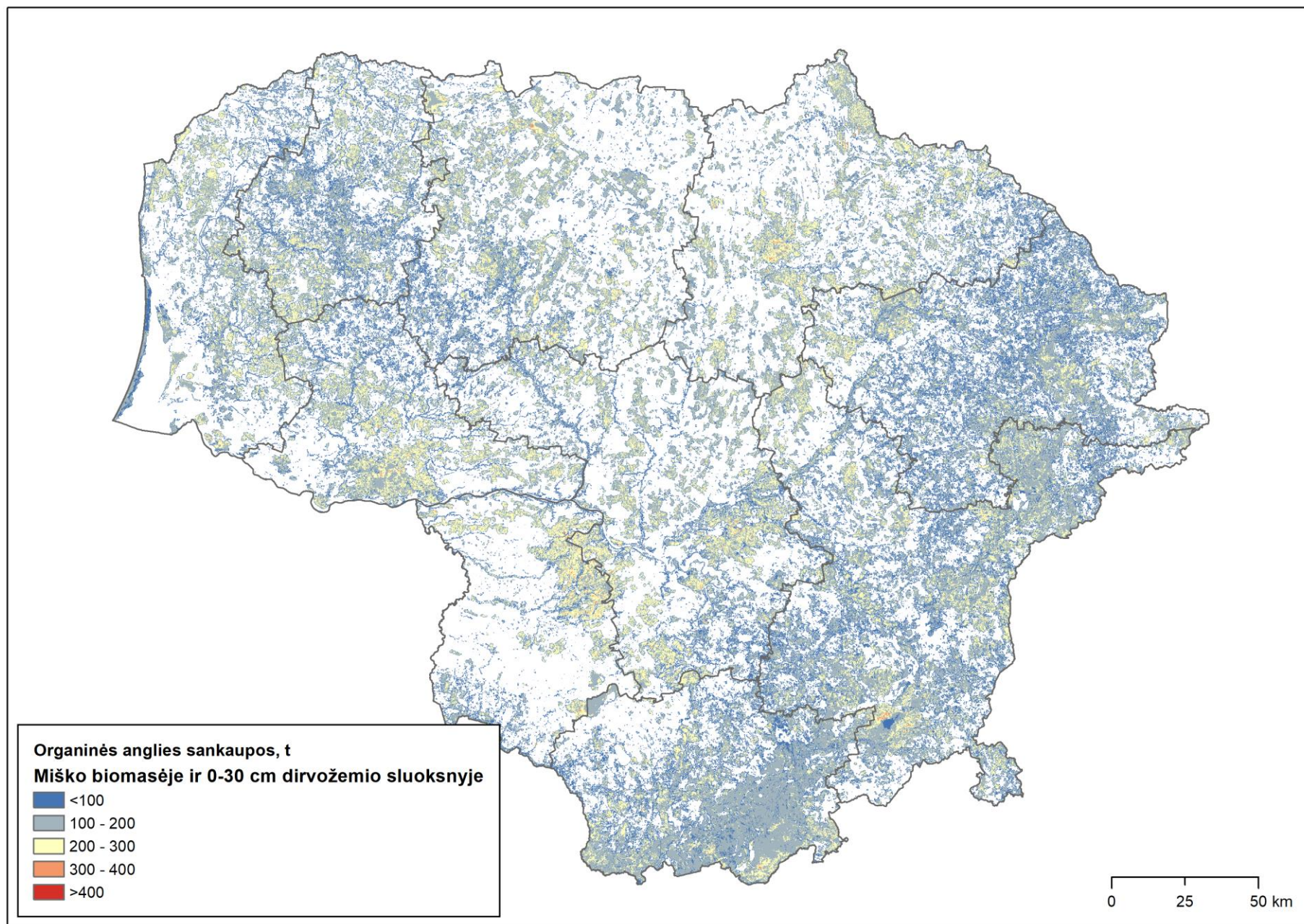
Kiekvienai gardelei įvertintos organinės anglies sandaupos (t):

1. Organinės anglies vidutinė sandaupa miško dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje;
2. Organinės anglies vidutinė sandaupa ne miško dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje;
3. Organinės anglies vidutinė sandaupa dirvožemių 0–30 cm sluoksnyje (1 ir 2 suma);
4. Organinės anglies vidutinė sandaupa miškų medynų biomasėje;
5. Organinės anglies vidutinė sandaupa daugiamečių žolynų nuokritose (ne miško žemėje);
6. Organinės anglies vidutinė sandaupa biomasėje (4 ir 5 suma);
7. Organinės anglies sandaupa durpynuose, gilesniame nei 30 cm sluoksnyje
8. Organinės anglies sandaupa miškuose, neįtraukiant OC sandaupų durpynuose, gilesniame nei 30 cm sluoksnyje (1, 4 suma)
9. Organinės anglies sandaupa ne miško žemėje, neįtraukiant OC sandaupų durpynuose, gilesniame nei 30 cm sluoksnyje (2, 5 suma)
10. Bendra organinės anglies vidutinė sandaupa (1, 2, 4, 5 ir 7 suma).

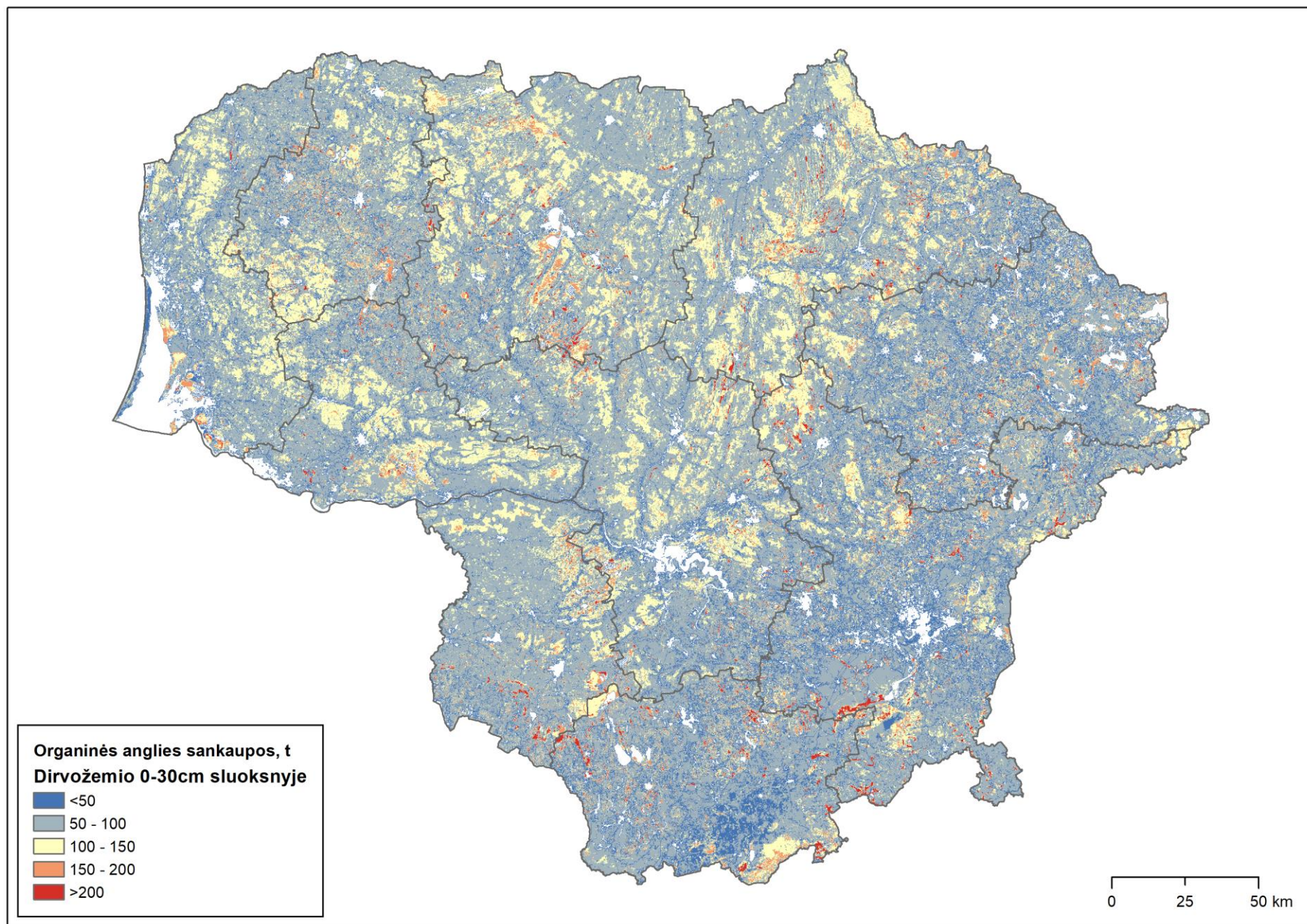
Organinės anglies sandaupų erdvinio pasiskirstymo žemėlapiai pateikiami toliau (Pav. 9, Pav. 10, Pav. 11, Pav. 12). Žemėlapių simbolizavimui pasirinktas kvantilių metodas – į kiekvieną iš penkių klasių patenka vienodas gardelių skaičius.



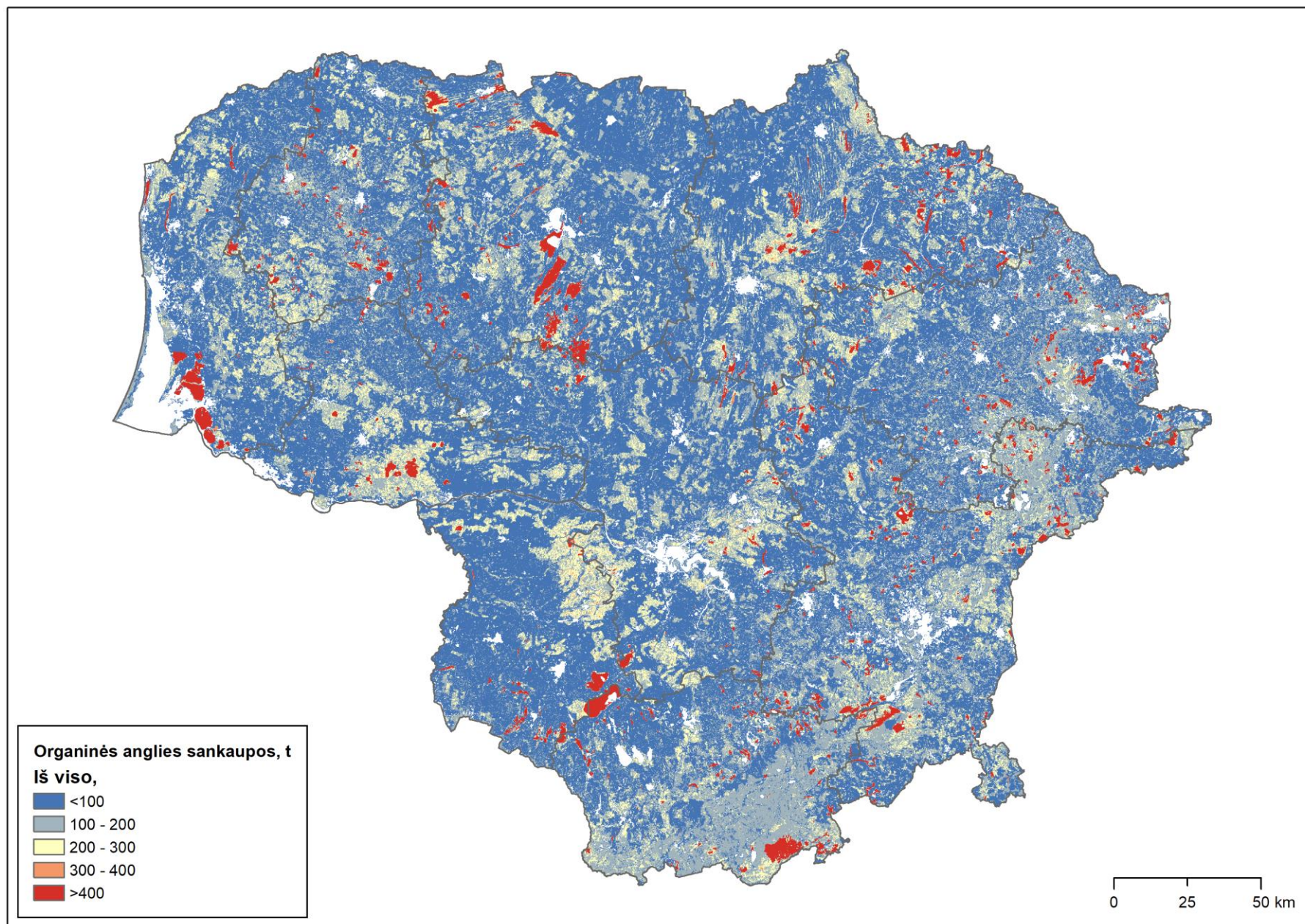
Pav. 9. Organinės anglies sandarų erdvinis pasiskirstymas Lietuvos miškų medynų biomasėje (t/gardelei).



Pav. 10. Organinės anglies sandarų erdvinis pasiskirstymas miškų ekosistemose (medynų biomasėje + 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje ir paklotėje, (t/gardelėi)).



Pav. 11. Organinės anglies sandaupų erdvinis pasiskirstymas 0–30 cm gylio dirvožemio sluoksnyje, įskaitant miškų paklotę ir daugiamečių žolynų nuokritas (t/gardelei).



Pav. 12. Organinēs angļies sankaupų erdvinis pasiskirstymas ekosistemose (t/gardelei).

Saugomų teritorijų tinklo plėtra gali prisidėti prie organinės anglies išsaugojimo:

- Miškuose, kurių biomasėje sukaupta daug organinės anglies, būtų tikslinga apriboti kirtimus ir užtikrinti senų miškų medynų biomasės palaikymą / sengirų formavimąsi, ypač tais atvejais, kai tuose miškuose nustatytos ar potencialiai gali susiformuoti tikslinės EB svarbos buveinės.
- Nusausintuose, neeksploatuojamuose durpių telkiniuose būtina atkurti hidrologinį režimą ir pelkes. Durpynų sudrėkinimas labai sumažintų ŠESD išsiskyrimą dėl durpių aerobinio skaidymosi.
- Organine anglimi turtinguose mineraliniuose dirvožemiuose būtų tikslinga atkurti ir išsaugoti pievas.
- Žemės ūkyje naudojamuose durpžemiuose reikėtų atsisakyti arimo ir užtikrinti pastovią augmenijos dangą, atkurti hidrologinį režimą. Ariamuose durpžemiuose vyksta intensyvus durpių skaidymasis ir padidėja ŠESD išmetimai.