

MIŠKO ŽEMĖS PLOTŲ PLĖTROS POVEIKIS ŠILTNAMIO EFEKTĄ SUKELIANČIŲ DUJŲ ABSORBCIJOMS IR EMISIJOMS

Viktorija NARMONTIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas,
el. paštas: viktorija.narmontiene@vdu.lt

Santrauka

Šiame straipsnyje nagrinėjamas miško įveisimo poveikis anglies sekvestracijos potencialui Jonavos rajone, naudojant du scenarijus. Miško žemės plėtros potencialas įvertintas analizuojant visas teritorijas, kuriose pagal galiojančius teisės aktus galima įveisti mišką. Nustatyta, kad šių plotų suma siekia 2862,1 ha, sudarydama 3 proc. dalį nuo bendro rajono teritorijos ploto. Be to, tinkamuose miško žemės plėtrai plotuose nustatyti tinkamumo miškui įveisti laipsniai pagal Valstybinės saugomų teritorijų tarnybos studijoje pasiūlytą metodiką. Pirmuoju atveju numatomas visos tinkamos teritorijos įveisimas iš karto, o antruoju – laipsniškas miško įveisimas, pradedant nuo didžiausio tinkamumo zonų. Analizė grindžiama šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) skaičiuokle, sukurta remiantis IPCC gairėmis bei Lietuvos nacionalinės miškų inventorizacijos duomenimis. Gautų rezultatų pagrindu nustatyta, kad greitesnis miško įveisimas lemia reikšmingai didesnę biomasę sukaupto anglies kiekį – 2024 m. skirtumas siekia 854,3 t C, o 2033 m. – 1854,2 t C, tai atitinka 38,2 proc. teigiamą pokytį, palyginus su laipsniško įveisimo scenarijumi. Be to, nustatyta, kad greito įveisimo scenarijus padidina anglies kaupimą papildomai 648 kg C vienam hektarui modeliuojamo laikotarpio pabaigoje. Tyrimo rezultatai pabrėžia miško atkūrimo kaip klimato kaitos mažinimo priemonės svarbą, o taip pat atskleidžia optimizuotų miško įveisimo strategijų potencialą stiprinant anglies sekvestraciją. Integruotas žemės naudmenų duomenų panaudojimas su dinaminiais modeliavimo metodais gali patikslinti anglies kiekio vertinimus ir remti mokslu pagrįstus sprendimus klimato politikos srityje.

Reikšminiai žodžiai: anglis, sekvestracija, įveisimas, GIS, LULUCF.

Įvadas

Klimato kaitos intensyvėjimas akivaizdžiai pasireiškia dažnėjančiais temperatūrų svyravimais ir ekstremaliais orų reiškiniais, pavyzdžiui, sausromis, karščio bangomis ir audromis (Thomson et al., 2024; Proutsos, Solomou, 2025; Kõlves et al., 2025). Mokslininkų ataskaitos perspėja, kad dabartiniai klimato pokyčiai nėra galutiniai ir gali toliau stiprėti (Pollitt, Petrauskaitė, 2024; Zucaro, Agostinho, 2025). Klimato kaitos procesas nevyksta tiesine progresija – jo poveikis tampa intensyvesnis ir nuspėjamas (Larson, Gronlund, 2024).

Klimato pokyčius lemia didėjanti ŠESD, ypač CO₂, koncentracija (Rahmani et al., 2025; Sagar et al., 2025; Tyagi et al., 2025). CO₂ padidėjimas ypač stiprina karščio bangas ir ilgesnius aukštos temperatūros periodus (Attallah et al., 2025). Labiausiai CO₂ nei kitų ŠESD koncentracijos didėjimas lemia dažnesnes ir intensyvesnes karščio bangas bei ilgesnius laikotarpius, kai temperatūra viršija įprastus rodiklius (Kreuzburg et al., 2024; Vert, 2024; Alam et al., 2025). Dėl klimato kaitos sukkelto papildomo streso ekosistemoms bei žmonių bendruomenėms kyla iššūkiai, pasireiškiantys rūšių bei žmonių gyvybių praradimu (McGregor, 2024; Wills-Karp, 2024; Bousba et al., 2024).

Tarptautiniai susitarimai, tokie kaip Kioto protokolas ir Paryžiaus susitarimas, siekia mažinti klimato kaitos poveikį (Sánchez et al., 2024; Ayhan, Çelik, 2024; Dušcā, 2024). Europos Sąjungos (ES) narės, įskaitant Lietuvą, privalo laikytis ES direktyvų – pagal Nacionalinį energetikos ir klimato planą 2021–2030 m. LULUCF sektoriuje numatyta sugerti 6,4 mln. tonų CO₂ ekvivalento (LR Vyriausybė, 2024). Miško atkūrimas ir įveisimas yra vienas iš efektyviausių anglies sekvestracijos būdų, tačiau siekiant įvertinti optimaliausius sprendimus, būtini specializuoti įrankiai, pavyzdžiui, ŠESD skaičiuoklės (Jeevan et al., 2025).

ŠESD skaičiuoklės yra pagrindinės priemonės, leidžiančios tiksliai vertinti emisijas ir absorbcijas, modeliuoti poveikį klimato kaitai. Skaičiuoklės yra integruotos į nacionalinės klimato politikos gaires ir padeda užtikrinti duomenų kokybę bei ataskaitų teikimą pagal nustatytus reikalavimus. Jos leidžia vertinti ne tik dabartinį ŠESD kiekį, bet ir ateities projekcijas, kurios yra itin svarbios ilgalaikiam planavimui ir politikos sprendimams (IPCC, 2006).

Tyrimo tikslas – nustatyti miško įveisimo poveikį ir įtaką anglies sekvestracijos potencialui Jonavos rajone, analizuojant sukaupto ŠESD kiekio dinamiką ir skirtumus tarp skirtingų miško įveisimo scenarijų.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

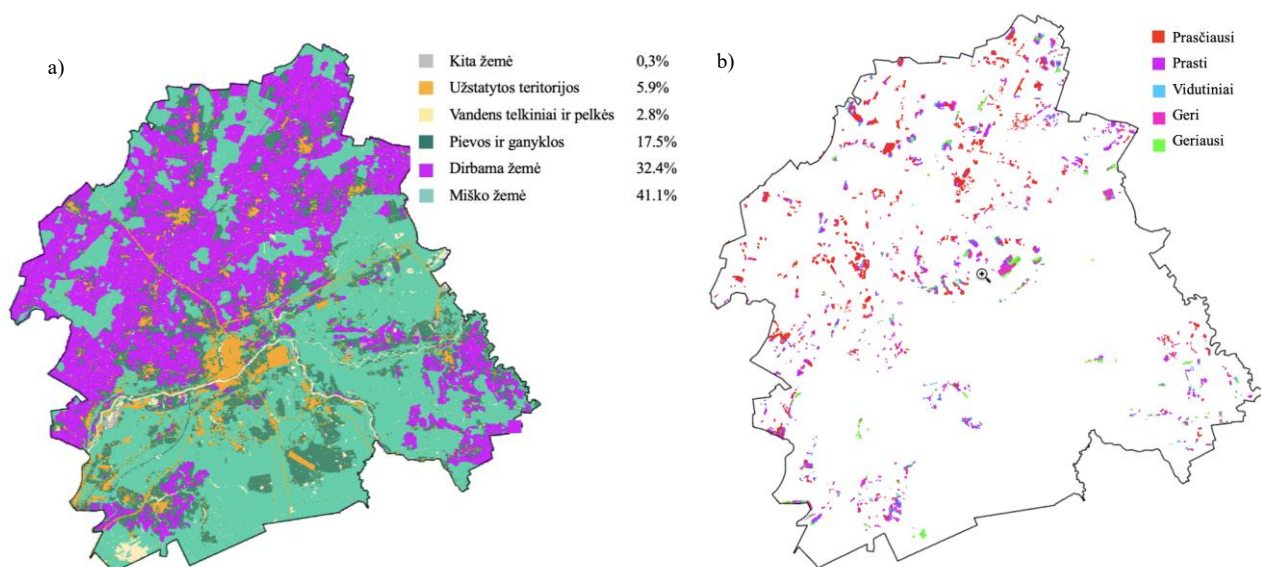
1. Įvertinti biomasėje sukaupto anglies kiekio augimo dinamiką, naudojant sukurtoje ŠESD skaičiuoklėje numatytus miško įveisimo scenarijus.
2. Palyginti skirtingų žemės naudmenų pokyčių poveikį anglies sekvestracijos rezultatams.
3. Įvertinti skaičiuoklės pritaikomumą analizuojant teisėkūros bei politikos sprendimų įtaką ŠESD emisijoms ir absorbcijoms miškingumo plėtros scenarijų kontekste.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo metu buvo vertinamas Jonavos rajono (944 km²), kurio miškingumas siekia 41,1 proc., anglies sekvestravimo potencialas pagal skirtingus miškingumo didinimo scenarijus. Tai buvo daroma tikrinant galimą sekvestruotos anglies kaupimo potencialą naujai įveistuose miško plotuose. Šių pokyčių atsiradimas yra nulemtas

skirtingų žemės naudmenų keitimo atveju verčiant buvusias naudmenas į mišką. Visų pirma, žemės naudojimas buvo nustatytas pagal metodiką, siūlomą VDU atliktos studijos metu Valstybinei miškų tarnybai, kurioje nurodoma kaip kartografuoti žemės naudmenas (žr. 1a pav.) (VDU, 2024) Pateiktas Jonavos rajono žemės naudmenų erdvinis pasiskirstymas pagal naudojamą nomenklatūrą. Žemės naudmenų tipai buvo nustatyti 25×25 m atstumu sistemingai išdėstytuose 1 588 888 virtualiuose taškuose visoje savivaldybės teritorijoje. Įvertinant potencialių miškų įveisimo plotų erdvinį pasiskirstymą, duomenys iš taškų formato buvo konvertuoti į rastrinį formatą, naudojant 25 m dydžio gardeles. Reikėtų pažymėti, kad miškų įveisimo potencialo žemėlapis buvo sudarytas 10×10 m raiška, todėl dėl skirtingų rastrų raiškų tarp pradinių duomenų galimi nedideli neatitikimai. Erdviniai persidengimai buvo atlikti siekiant nustatyti dabartinį žemės naudojimo tipą visose žemėse, kurios numatomos apželdinti pagal numatomus scenarijus.

Buvo sukurti du miškingumo plėtros scenarijai, remiantis duomenimis, pateikiamais Valstybinės saugomų teritorijų tarnybos specialistų atliktoje miškų plėtros ne miško žemėje Lietuvoje galimybių studijoje (Mozgeris ir kt., 2021). Abu scenarijai numato miško įveisimą tik tose žemėse, kuriose šis veiksmas neprieštarauja šiuo metu galiojantiems teisės aktams (žr. 1b pav.). Pirmasis scenarijus imituoja viso galimo ploto įveisimą iškart, o antrasis – plotų įveisimą, pradedant nuo labiausiai tinkamų iki mažiausiai tinkamų, kurie pagal tinkamumo kriterijus suskirstyti į penkis lygius.



1 pav. (a) Jonavos savivaldybės žemės naudojimo tipai ir jų procentai, pateikti pagal Lietuvos nacionalinės miškų inventORIZACIJOS LULUCF sektoriuje naudojamą nomenklatūrą šiltnamio efektą sukeliančių dujų ataskaitoms; (b) Plotai, suskirstyti pagal įveisimui tinkamumą.

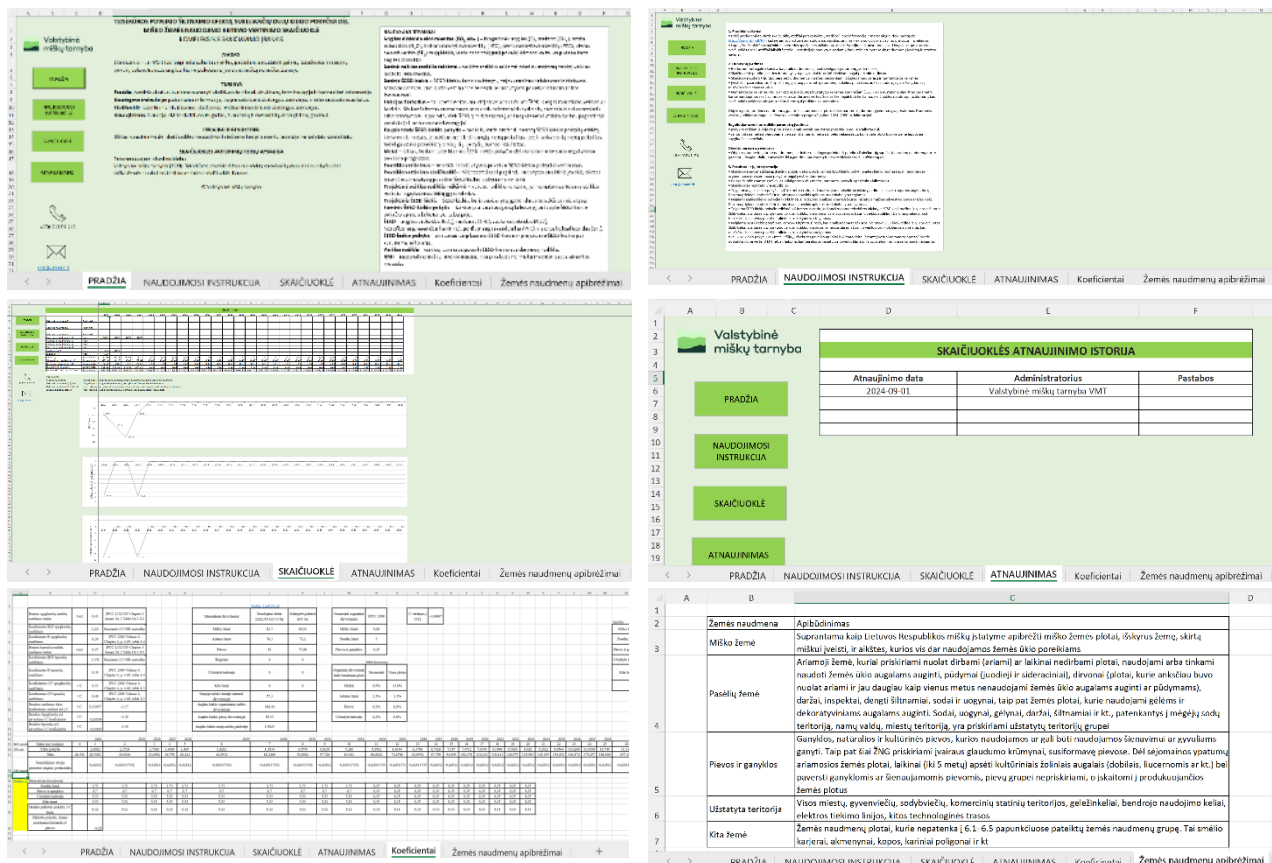
Fig. 1. (a) Land-use types and their percentages in Jonava Municipality, presented according to the nomenclature used for greenhouse gas reporting in the LULUCF sector of the Lithuanian National Forest Inventory; (b) Areas categorized according to their suitability for afforestation.

Toliau buvo panaudota VDU atliktoje studijoje sukurta ŠESD skaičiuoklė (VDU, 2024), kuri šiuo metu yra prieinama plačiai visuomenei. ŠESD skaičiuoklė, taikoma LULUCF sektoriuje, yra pažangus analitinis įrankis, sukurtas remiantis IPCC gairėmis ir nacionalinėmis metodikomis. Jos pagrindinė paskirtis – įvertinti teisėkūros bei politikos sprendimų poveikį ŠESD emisijoms ir absorbcijoms. Skaičiuoklė veikia „Microsoft Excel“ aplinkoje ir leidžia modeliuoti įvairius scenarijus, vertinant tiek bazinius, tiek projektinius ŠESD kiekius bei jų pokyčius per pasirinktą laikotarpį. Pakeitus įvesties duomenis, susijusius su numatomais teisės aktų pakeitimais, galima apskaičiuoti kaupiamąjį ir suminį ŠESD kiekio pokytį.

Skaičiuoklės struktūra sudaryta iš šešių darbalaukių (:

- „Pradžią“ – pateikiama bendra informacija bei apibrėžiami terminai;
- „Instrukcija“ – nurodoma skaičiuoklės naudojimo eiga;
- „Skaičiavimų vykdymo darbalaukis“ – atliekami pagrindiniai skaičiavimai;
- „Atnaujinimų registravimo darbalaukis“ – fiksuojami pakeitimai ir duomenų atnaujinimai;
- „Koeficientų darbalaukis“ – talpinami skaičiavimuose naudojami parametrai;
- „Žemės naudmenų apibūdinimas“ – pateikiama informacija apie analizuojamas žemės naudmenų kategorijas.

Skaičiuoklės funkcionalumas grindžiamas kelių duomenų šaltinių integracija (pavyzdžiui, Nacionalinė miškų inventORIZACIJA) ir apima žemės naudmenų tipus – miško žemę, pievas, dirbamą žemę, šlapynes bei užstatytas teritorijas. Dirvožemio emisijos faktoriai pritaikomi priklausomai nuo naudmenos pokyčio (pavyzdžiui, miško įveisimo ar žemės naudojimo paskirties keitimo atveju), o skaičiavimai apima ir ŠESD absorbciją gyvojoje biomasėje bei dirvožemio emisijų pokyčius.



2 pav. Teisėkūros poveikio šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio pokyčiui dėl miško žemės naudojimo keitimo vertinimo skaičiuoklės turinys

Fig. 2. Content of the calculator for assessing the impact of legislation on greenhouse gas emission changes due to forest land use change.

Viena iš pagrindinių formulių (1), naudojamų skaičiuoklėje yra biomaseje sukaupto ŠESD kiekio apskaičiavimo formulė:

$$Kb(t) = P \times \Delta V(Bs \times BEFs(1 + Rs)CFs \times Ds + Bl \times BEFl(1 + RI)CFl \times DI) \quad (1)$$

Kur:

- $Kb(t)$ – biomaseje sukauptas ŠESD kiekis t-aisiais metais, t;
- P – įveisiamo miško plotas, ha;
- ΔV – t-ųjų metų medienos tūrio pokytis hektare lyginant su praėjusiais metais, m³/ha;
- Bs – bazinis spygliuočių medžių medienos tankis, t/m³;
- $BEFs$ – spygliuočių medžių biomasės plėtimosi faktorius;
- Rs – spygliuočių medžių požeminės biomasės faktorius;
- CFs – anglies kiekis orasausėje spygliuočių medžių medienoje, t C
- Ds – spygliuočių medžių dalis įveisiamame plote, proc. ;
- Bl – bazinis spygliuočių medžių medienos tankis, t/m³;
- $BEFl$ – lapuočių medžių biomasės plėtimosi faktorius;
- RI – lapuočių medžių požeminės biomasės faktorius;
- CFl – anglies kiekis orasausėje lapuočių medžių medienoje, t C
- DI – lapuočių medžių dalis įveisiamame plote, proc.

Ši formulė leidžia atlikti daugiamečių prognozes, sumuojant metinius skirtumus ir įvertinant tiek kaupiamuosius, tiek suminius ŠESD pokyčius. Daugiamečiam laikotarpiui (pavyzdžiui, 2024–2050 m.) kaupiamasis ir suminis emisijų pokyčiai skaičiuojami sudedant kiekvienų metų vertes. Skirtingiems žemės naudmenų tipams taikomi atskiri algoritmai, parengti pagal IPCC (2006) metodines gaires. Mineralinių ir nusaustųjų organinių dirvožemių atveju naudojamos specifinės sąlyginės funkcijos, pritaikytos atskiriems naudmenų keitimo tipams. Miško vertimo kitomis naudmenomis atveju taikomi specializuoti algoritmai, leidžiantys įvertinti anglies sankaupų pokyčius.

Kad būtų galima gauti rezultatus, skaičiuoklėje buvo atlikti kiti veiksmai. Pirmajame scenarijuje visi galimi miško plėtros plotai buvo paskirstyti pagal atskiras žemės ūkio naudmenas, nes skaičiuoklė teikia rezultatus tik vienai naudmenos rūšiai vienu metu, o gauti rezultatai buvo sujungiami į bendrą vertinimą. Antrajame scenarijuje plotai visų pirma skirstomi pagal tinkamumo įveisimui lygius, o vėliau – pagal žemės naudmenas, po kurių visi rezultatai vėl sumuojami.

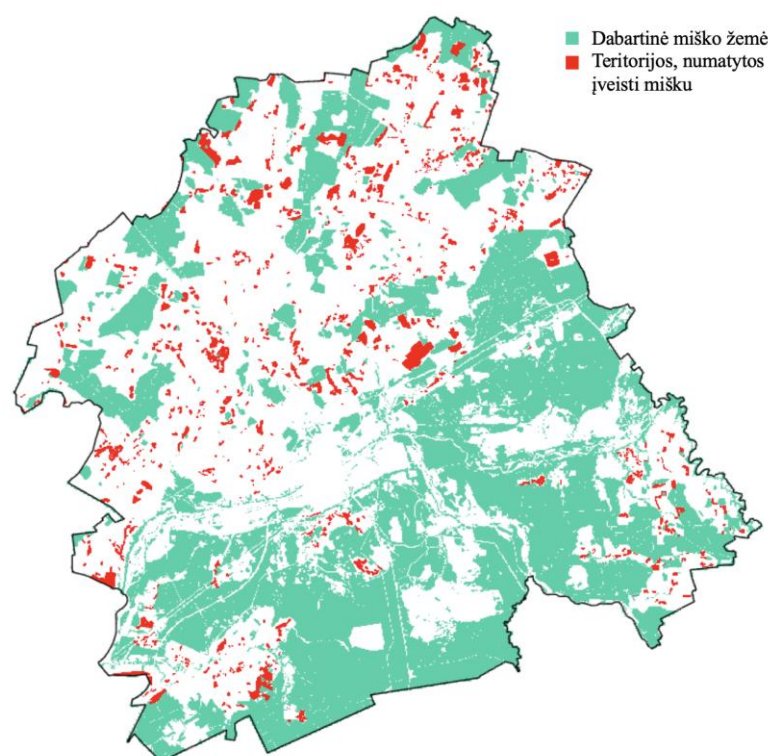
Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Bendra tinkama miškui įveisti pagal galiojančius teisės aktus teritorija sudarė 2862,1 ha (žr. 1 lentelę, 3 pav.), kuri galėtų padidinti Jonavos rajono miškingumą iki 44,13 proc. Miško įveisimui tinkamos teritorijos tankiausiai išsidėsčiusios mažais ploteliais savivaldybės šiaurės vakarų dalyje. Didžiausia potencialių miško įveisimo plotų dalis nustatyta dirbamoje žemėje, kiek mažesnė – pievose ir ganyklose, o mažiausia – užstatytose teritorijose. Toliau pateikti rezultatai išsamiau aprašo biomasės augimo dinamiką ir emisijų mažinimą per 10 metų laikotarpį, taip pat patvirtina tyrimo hipotezę apie padidėjusį anglies sekvestracijos potencialą.

1 lentelė. Tinkamų įveisti teritorijų pasiskirstymas pagal žemės naudmenos tipą

Table 1. Distribution of areas suitable for afforestation by land use types

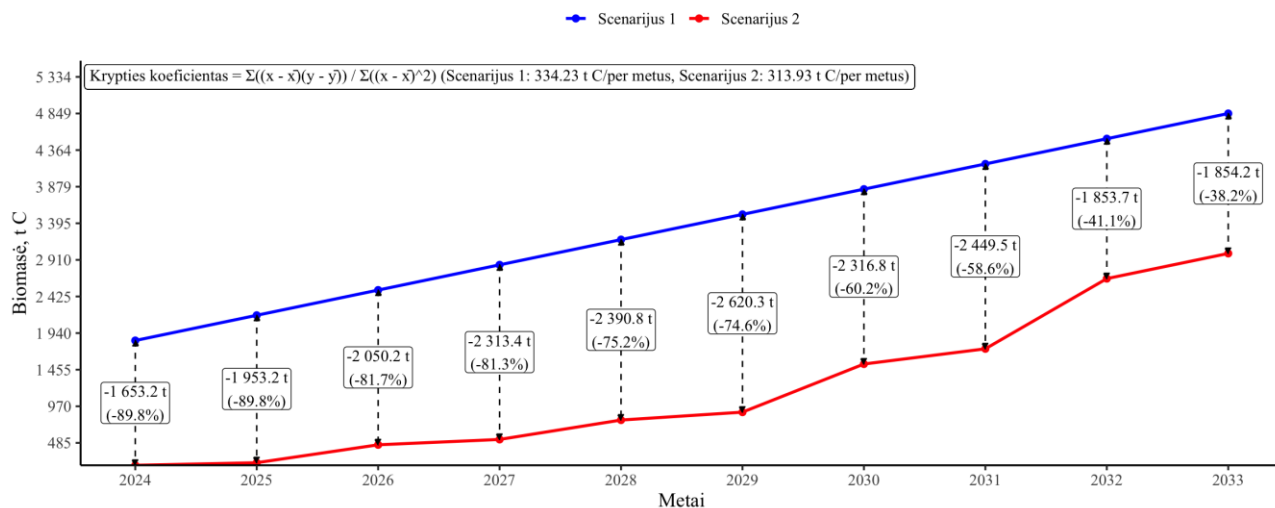
Žemės naudmenos tipas	Plotas, ha	Dalis, proc.
Dirbama žemė	1941	67,8 proc.
Miško žemė	8,2	0,3 proc.
Pievos ir ganyklos	840,5	29,4 proc.
Užstatytos teritorijos	72,4	2,5 proc.



3 pav. Potencialios miško įveisimo vietos

Fig. 3. Potential afforestation areas

Per nagrinėjamą laikotarpį (2024–2033 m.) abejais scenarijais biomasėje sukauptas anglies kiekis didėja, tačiau 1-ojo scenarijaus vertės išlieka aukštesnės viso laikotarpio metu. 2024 m. skirtumas siekia 854,3 t C (18,3 proc.), o 2033 m. – jau 1854,2 t C (24,5 proc.), kas rodo ne tik stabilų pranašumą, bet ir didėjantį atotrūkį tarp scenarijų. Krypties koeficientai dar labiau išryškina šią tendenciją – 1-ojo scenarijaus kaupimo tempas (334,23 t C per metus) yra nuosekliai didesnis nei 2-ojo (319,93 t C per metus). Tai leidžia daryti prielaidą, kad 1-ojo scenarijaus pranašumas nėra laikinas, o struktūrinis, susijęs su greitesne biomasės akumuliaciją esant intensyvesniam įveisimui.



4 pav. Anglies kiekis biomasėje priklausomai nuo scenarijaus tonomis. Langeliuose pateiktos reikšmės ir procentai parodo skirtumus tarp scenarijų tais pačiais metais. Ilgame langelyje nurodytos reikšmės atspindi linijų krypties koeficientus, kurių kiekvienas atitinka skirtingą scenarijų.

Fig. 4. Tonnes of Carbon in Biomass under Different Scenarios. The values and percentages in the boxes represent the differences between scenarios for the same year. The values in the long box represent the slopes of the lines, each corresponding to a different scenario

Svarbu pažymėti, kad rasti skirtumai yra svarbūs ir platesniame kontekste. Ypatingai klimato kaitos švelninimo tema. Greitesnis miško atkūrimas, ypač pasirinkus sodinimo, o ne natūralaus atžėlimo variantą, reikšmingai padidina anglies kaupimą tiek dirvožemyje, tiek augalų biomasėje. Tyrimai rodo, kad iškart pasodinti miškai pradeda efektyviau kaupti anglies atsargas nei tie, kurie atsikuria savaime (Dybala ir kt., 2018).

Miškai apskritai atlieka labai svarbų vaidmenį CO₂ sekvestracijoje pasitelkiant fototosintezės procesą. Miškams augant greičiau, fotosintezė taip pat yra intensyvesnė, kas lemia efektyvesnę anglies sekvestraciją (Alemu, 2014; Malhi ir kt., 2002)

Kitas aspektas, pagal kurį galima palyginti anglies kiekį biomasėje tarp skirtingų scenarijų, yra anglies tonų viename hektare rodiklis. Dešimtaisiais modeliavimo metais 1-ojo scenarijaus atveju sukaupta 1,69 t C/ha biomasės, o 2-ojo – 1,05 t C/ha. Tai reiškia, kad taikant 1-ąjį scenarijų būtų galima sukaupiti papildomus 648 kg anglies viename hektare per tą patį laikotarpį, t. y. apie 62 % daugiau. Vertinant didesniu mastu, tokie skirtumai tampa reikšmingi klimato kaitos švelninimo kontekste – 1000 ha plote tai sudarytų apie 2377 t CO₂ ekvivalentu daugiau per dešimtmetį. Taip pat svarbu įvertinti, ar ši tendencija išlieka vėlesniais metais. Dėl to reikėtų atlikti 30 ar daugiau metų simuliaciją, kurios pagalba būtų galima palyginti ar sukaupiamos anglies kiekis biomasėje taikant skirtingus scenarijus tampa panašus pagal skaitinę reikšmę, o skirtumai tarp scenarijų – nebereikšmingi.

Išvados

1. Pagal skaičiuoklę nustatyti anglies sekvestracijos pokyčiai – iškart apželdinus numatytą plotą pasiektas rezultatas buvo 1854,2 t C didesnis nei želdant plotą palaipsniui, pradedant nuo tinkamiausių teritorijų ir baigiant mažiausiai tinkamomis; tai sudarė 38,2 proc. didesnę rezultatą.

2. Iškart mišku įveisiant visą galimą teritoriją dešimtmečio pabaigoje yra sukaupiami papildomi 648 kg anglies viename hektare.

3. Skaičiuoklė, skirta įvertinti teisėkūros bei politikos sprendimų poveikį ŠESD emisijoms ir absorbcijoms, tinka naudoti miškingumo plėtros scenarijams analizuoti.

Literatūra

1. Alam, G. M. I., Arfin Tanim, S., Sarker, S. K., Watanobe, Y., Islam, R., Mridha, M. F., & Nur, K. (2025). Global Atmospheric Trends and Climate Change: A Comprehensive Analysis of Greenhouse Gases and Temperature (2003–2020). In *Mitigation and Adaptation Strategies Against Climate Change in Natural Systems* (pp. 301–320). Cham: Springer Nature Switzerland.
2. Alemu, B. (2014). The Role of Forest and Soil Carbon Sequestrations on Climate Change Mitigation. *Journal of environment and earth science*, 4, 98-111.
3. Attallah, A. G., Bon, V., Hirschmann, E., Butterling, M., Wagner, A., Zaleski, R., & Kaskel, S. (2025). Uncovering the Dynamic CO₂ Gas Uptake Behavior of CALF-20 (Zn) under Varying Conditions via Positronium Lifetime Analysis. *Small*, 2500544.

4. Ayhan, S., & Çelik, C. (2024). *Unveiling the just transition: Policy implications and descriptive data insights for coal miners in Türkiye*. Istanbul Policy Center–Mercator Analysis.
5. Bousba, R., Rached-Kanouni, M., & Benoumeldjadj, M. (2024). Chapter-6 Abiotic and Biotic Stresses in Plants. *Advances in*, 151, 109.
6. Dybala, K., Matzek, V., Gardali, T., & Seavy, N. (2018). Carbon sequestration in riparian forests: A global synthesis and meta-analysis. *Global Change Biology*, 25, 57 - 67. <https://doi.org/10.1111/gcb.14475>.
7. Dușcă, A. I. (2024). Climate change-the subject of heated polemics. *Studii Juridice și Administrative*, 31(supplement), 117–129.
8. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
9. Jeevan, K., Shilpa, G., Manjusha, K., Muthukumar, A., & Muthuchamy, M. (2025). Comparison of Carbon Stock Potential of Different ‘Trees Outside Forest’ Systems of Palakkad District, Kerala: A Step Towards Climate Change Mitigation. *Land Degradation & Development*, 36(3), 885-899.
10. Kölves, K., Shaw-Williams, D., Krishnamoorthy, S., Bayliss, L., Hawgood, J., & Reifels, L. (2025). From rising temperature to eco-emotions: exploring the impact of climate change on suicidality. *The Lancet Regional Health–Western Pacific*, 55.
11. Kreuzburg, M., Baatz, C., Bednarz, L., Böttcher, M., Merk, C., Morganti, T., ... & Rehder, G. (2024). Unified ASsessment framework for proposed methods of MARine CDR and interim knowledge SYnthesiS (ASMASYS).
12. Larson, P. S., & Gronlund, C. J. (2024). Associations of cumulative exposure to extreme heat and precipitation with dementia related emergency department visits in the Midwestern United States 2006–2013. *In ISEE Conference Abstracts* (Vol. 2024, No. 1).
13. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2024). Nacionalinis energetikos ir klimato srities veiksmų planas 2021–2030 m. (Patvirtintas 2024 m. gruodžio 11 d.). Vilnius.
14. Malhi, Y., Meir, P., & Brown, S. (2002). Forests, carbon and global climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360, 1567 - 1591. <https://doi.org/10.1098/rsta.2002.1020>.
15. McGregor, G. (2024). *Observed Impacts of Heatwaves*. In *Heatwaves: Causes, Consequences and Responses* (pp. 435–489). Cham: Springer International Publishing.
16. Mozgeris, G.; Skorupskas, R.; Šviežikas, I.; & Jasinaivičiūtė, A. (2021b). *Miškų plėtros ne miško žemėje Lietuvoje galimybių studija*. Feasibility study of forest development on non-forest land in Lithuania. Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Vilnius. https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/Misku_iveisimo_studija_ataskaita_2021-12-23.pdf
17. Proutsos, N. D., & Solomou, A. D. (2025). Urban Green Spaces as an Effective Tool to Regulate Urban Climate and Biodiversity: Current Research and Challenges. *Land*, 14(3), 497. <https://doi.org/10.3390/land14030497>
18. Rahmani, A., Seighali Komleh, N., & Hui, D. (2025). Drought and its Impacts on Plants: A Short Review. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 1–5.
19. Sagar, A. K., Chakraborty, A., & Srivastava, R. K. (2025). *Global Atmospheric Trends and Climate Change: A Comprehensive Analysis of Greenhouse Gases and Temperature (2003–2020)*. In *Mitigation and Adaptation Strategies Against Climate Change in Natural Systems* (pp. 301–320). Cham: Springer Nature Switzerland.
20. Sánchez, L. E., Silva-Sánchez, S., & Hanna, P. (2024). *New challenges and old hurdles for public participation in impact assessment in Latin America and the Caribbean*. In *Handbook of Public Participation in Impact Assessment* (pp. 328–344). Edward Elgar Publishing.
21. Thompson, R., Liu, L., & Plail, M. (2024). Building for tomorrow. *Cell Reports Sustainability*, 1(12).
22. Tonini, M., Meschi, G., Trucchia, A., & Fiorucci, P. (2024, April). Local feature importance of predisposing variables to explain the spatial heterogeneity of wildfires density in the Mediterranean area. *In EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 9132).
23. Tyagi, L., Devi, R., Tyagi, S., Kumar, V., Sharma, K., Gautam, Y. K., ... & Kumar, A. (2025). Environmental impacts and recent advancements in the sensing of methane: a review. *Environmental Technology Reviews*, 14(1), 191–212.
24. Vert, M. (2024). The Earth’s Imbalanced Heat Budget and its Relationship to Past, Present and Future Climate Change. Authorea Preprints.
25. Valstybinė miškų tarnyba (2024). Ne miško žemės naudmenų keitimo reguliavimo poveikio vertinimo skaičiuoklė. Kaunas.
26. Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, Miškų mokslų katedra. (2024). Miškų biologinės įvairovės ir anglies kaupimo potencialo vertinimo bei nacionalinių ir ES teisės aktų pakeitimų poveikio jų rodikliams prognozės paslaugos: Galutinė ataskaita (Sutartis Nr. VDU-S-819, 2024 m. gegužės 29 d.) [Final Report]. Kauno raj.: Vytauto Didžiojo universitetas. (Studijos vadovas: Gintautas Mozgeris)
27. Wills-Karp, M. (2024). Climate change-associated health impacts: a way forward. *Frontiers in Science*, 2, 1395850.
28. Zucaro, A., & Agostinho, F. (2025). Urban sustainability: challenges and opportunities for resilient and resource-efficient cities. *Frontiers in Sustainable Cities*, 7, 1556974.

THE EFFECT OF FOREST LAND EXPANSION ON GREENHOUSE GAS UPTAKE AND EMISSIONS

Abstract

This article examines the impact of afforestation on the carbon sequestration potential in the Jonavos district using two scenarios. The first scenario involves the immediate afforestation of all suitable areas, while the second entails a gradual afforestation, beginning with zones of highest suitability. The analysis is based on a greenhouse gas (GHG) calculator developed in accordance with IPCC guidelines and using data from the Lithuanian National Forest Inventory. Based on the results obtained, it was determined that faster afforestation leads to a significantly greater accumulation of carbon in biomass – the difference amounts to 854.3 t C in 2024 and 1854.2 t C in 2033, corresponding to a 38.2% improvement compared to the gradual afforestation scenario. Moreover, the rapid afforestation scenario was found to increase carbon accumulation by an additional 648 kg C per hectare by the end of the modeled period. The study results underscore the importance of forest restoration as a climate change mitigation measure and reveal the potential of optimized afforestation strategies in enhancing carbon sequestration. The data suggest that the integrated use of land-use data with dynamic modeling methods can substantially refine carbon budget estimates and support science-based decision-making in climate policy..

Keywords: carbon, sequestration, afforestation, GIS, LULUCF.