

Valstybinės miškų tarnybos NMI seminaras
„Organinės anglies sancaupų ir pokyčių apskaita Lietuvos dirvožemiuose“
(2022-12-08)



LIETUVOS
AGRARINIŲ IR MIŠKŲ
MOKSLŲ CENTRAS

Žemapelkės durpžemių ŠESD emisijos skirtingoje žemėnaudoje

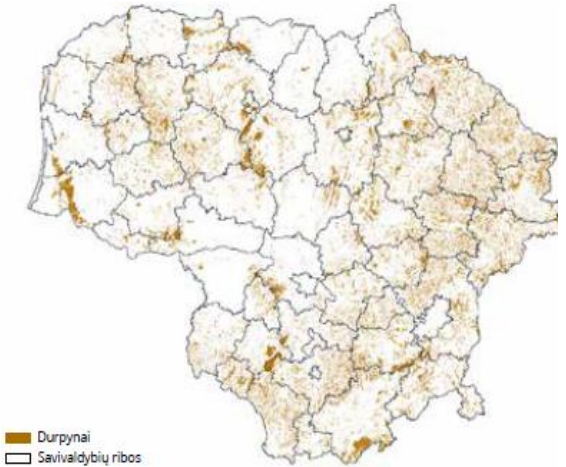
Dr. Kęstutis Armolaitis (Kestutis.Armolaitis@lammc.lt), dr. Dovilė Čiuldienė,
Egidijus Vigricas, dr. Povilas Žemaitis, Emilis Armoška



ĮVADAS

Durpžemiai (*Histosols*) užima nuo 8 iki 9,9% Lietuvos teritorijos arba 654 tūkst. ha plotą ir didžiausią dalį (78% visų durpynų) sudaro žemapelkės durpžemiai (*Terric Histosols*) (Taminskas ir kt., 2011; Šlepetienė et al., 2018; Valatka ir kt., 2018).

Paskutinėje Lietuvos ŠESD apskaitos ataskaitoje (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2022*) pagal Nacionalinės miškų inventorizacijos (NMI) duomenis (2020 m.) nurodyta, kad organiniai dirvožemiai (durpžemiai) miško žemėje užima 13,6% arba 302,23 tūkst. ha plotą, produkuojančioje žemėje – 1,1% arba 59,56 tūkst. ha, o pievose ir ganyklose organiniai dirvožemiai užima 6,6% arba 72,62 tūkst. ha plotą.



1 pav. Lietuvos durpynų erdvinis pasiskirstymas (Valatka ir kt., 2018)

Lietuvos dirvožemių naujausioje klasifikacijoje LTK-99 (Buivydaite ir kt., 2001) nenusausinti žemapelkės durpžemiai (*Terric Histosols*; pagal FAO tarptautinę klasifikaciją – *Sapric* ar *Hemic Histosols*; WRB, 2014 [2015]) turi 40 cm (nusausintuose – 30 cm) ar storesnį labai susiskaidžiusių samanų, o tarpinės pelkės (*Terri-Fibric Histosols*) ir aukštapelkės durpžemiai (*Fibric Histosols*) – 50 ir 60 cm, atitinkamai, ar storesnį menkai susiskaidžiusių kiminių durpių sluoksnį / horizontą, kuriame organinės anglies turi būti ne mažiau kaip 12%. Be to, Lietuvoje minėti durpžemiai, skirstomi į sekliuosius (durpė iki 1 m gylio), pavyzdžiui, seklieji žemapelkės durpžemiai (*Pachiterric Histosols*) ir giliuosius (1 m ir storesnis durpės sluoksnis), pvz., gilieji žemapelkės durpžemiai (*Bathiterric Histosols*).

Plonesnis durpinis horizontas gali būti durpiškuose šlynžemiuose (*Umbric Gleysols*) ir durpiškuose salpžemiuose (*Umbric Fluvisols*), kurie priskiriami mineraliniams dirvožemiams.

Dabar Valstybinė miškų tarnyba Lietuvos ŠESD ataskaitoje, vertina tik CO₂ ir N₂O emisijų padidėjimą dėl durpžemių nusausinimo. Tam taikomos IPCC (2006) vidutiniškai vėsaus drėgno (*Cool Temperate Moist*) klimato zonos bendrosios metinių CO₂ ir N₂O emisijų vertės.

Lietuvoje iš nusausintų durpžemių **CO₂ emisijos** sudaro (iš jų - 70% dirbamoje produkuojančioje žemėje) didžiąją dalį visų Žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės sektoriuje (ŽNŽNKM, angl. – *LULUCF*) susidarančių emisijų arba **8%**, o Žemės ūkio sektoriuje (*Agriculture*) **N₂O emisijos - 2,45% visų Lietuvos ŠESD emisijų.**

Minėtos nusausintų durpžemių CO₂ emisijų metinės vertės 2013-2019 m. buvo patikslintos ir ženkliai padidintos. Kol kas šias padidintas naujas bendrąsias vertes tik rekomenduojama taikyti. Tačiau artimiausiais metais šios vertės gali būti įteisintos. Dėl to gali nepagrįstai „išaugti“ Lietuvos organinių dirvožemių emisijos.

1 lentelė. Durpžemių ŠESD emisijų metinės bendrosios vertės, kurias siūloma taikyti Lietuvoje nuo 2020 m. (skliausteliuose – dabar taikomos) (šaltiniai: IPCC 2006; 2014; Valatka ir kt., 2018; MoE/EPA/SFS, 2019)

Žemėnauda	CO ₂ -C, t/ha m. ⁻¹	CH ₄ , kg/ha m. ⁻¹	N ₂ O-N, kg/ha m. ⁻¹
<u>Nusausinti durpžemiai</u>			
Miško žemė	2,6 (0,68)	2,5	2,8 (0,6)
Dirbama produkuojanti žemė	7,9 (5,0)	0,0	13,0 (8,0)
Derlinga pieva (gilus sausinimas)	6,1 (0,25)	16	8,2 (8,0)
<u>Durpžemiai su atstatytu vandens lygiu</u>			
Derlingi (žemapelkės) durpžemiai	0,50	216	0,0

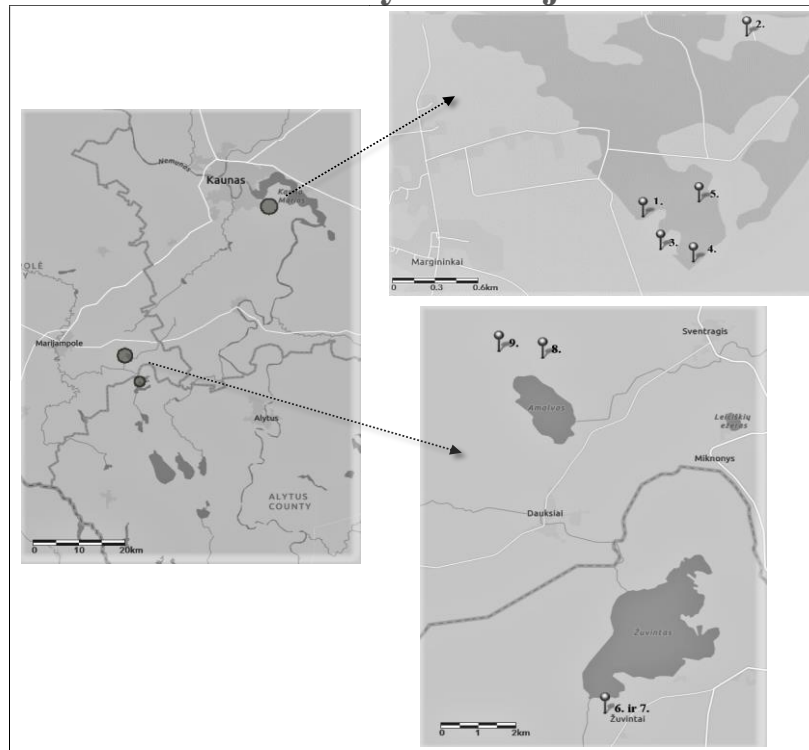
Pastaba: Lietuvoje CH₄ emisijos iki šiol neapskaitomos.

Nuo 2020 m. LAMMC Miškų instituto tyrėjai vykdo tyrimus, kurių tikslas - pagrįsti Lietuvos nusausintų ir nenusausintų derlingų žemapelkės durpžemių (*Terric Histosols*, 78% visų šalies durpynų) ŠESD emisijų nacionalines vertes, kurios pakeistų dabar taikomas IPCC metodikos (2006) bendrąsias vertes.

Sprendžiami / išspresti tokie uždaviniai:

- 1. Paruošti durpžemių ŠESD emisijų matavimų vykdymo metodiką ir parinkti tyrimo objektus.**
- 2. Skirtingais metų laikais vykdomais matavimais nustatyti nusausintų ir nenusausintų žemapelkių durpžemių ŠESD (CO₂ bei N₂O ir CH₄) emisijas skirtingoje žemėnaudoje: daugiamečiuose žolynuose, dirbamoje produkuojančioje ir miško žemėje.**
- 3. Atlikti ŠESD emisijų palyginamąją analizę nusausintuose ir nenusausintuose žemapelkių durpžemiuose.**
- 4. Nustatyti pagal IPCC reikalavimus žemapelkių durpžemių ŠESD emisijų nacionalines vertes, kurios būtų naudojamos apskaičiuojant Lietuvos ŠESD emisijas.**
- 5. Pateikti praktines ŠESD emisijų mažinimo rekomendacijas vykdančioms nusausintuose žemapelkių durpžemiuose ūkinę veiklą.**

Tyrimo objektai



2 pav. Tyrimo objektai. Nusausintos žemapelkės durpžemių plotai (Kauno r.): 1 -žemės ūkio pasėliai; 2 - daugiametis žolynas; 3 - beržynas; 4 - eglynas; 5 - juodalksnynas. Nenusausintos žemapelkės durpžemių plotai Žuvinto biosferos rezervate: 6 - daugiametis žolynas; 7 - krūmynas; 8 - beržynas; 9 – juodalksnynas

**2 lentelė. Tyrimų objektų bendra charakteristika nusausintos žemapelkės
(*Terric Histosols*) durpžemiuose (2020 m.)**

Žemėnaudos tipas			Vietovė	Koordinatės (WGS84)	Plotas, ha	Durpės sluoksnių storis (m)	Gruntinio vandens lygis (m)
Žemės ūkio pasėliai (žieminiai javai / vasariniai kviečiai)			Dobilijos km., Taurakiemio sen., Kauno r. sav.	54°47'25.6"N 24°04'37.3"E	6,12	0,5-0,6	>1,0
Daugiametis žolynas			Valstybinių miškų urėdijos Dubravos padalinio Šilėnų girininkija	54°48'26.0"N 24°05'08.1"E	3,17	0,7-0,8	>0,7-0,8
Medynas	Rūšinė sudėtis	Amžius (m.)					
Karpotasis beržas (<i>Betula pendula</i>)	10B	43	Valstybinių miškų urėdijos Dubravos padalinio Šilėnų girininkija	54°47'22.5"N 24°04'48.5"E	3,21	0,5-0,6	>1,0
Paprastoji eglė (<i>Picea abies</i>)	10E	70	Valstybinių miškų urėdijos Dubravos padalinio Šilėnų girininkija	54°47'37.5"N 24°04'50.6"E	4,53	0,5-0,6	>1,0
Juodalksnis (<i>Alnus glutinosa</i>)	10J	30	Valstybinių miškų urėdijos Dubravos padalinio Šilėnų girininkija	54°47'33.4"N 24°04'28.2"E	0,61	0,5-0,6	>1,0

3 lentelė. Tyrimų objektų bendra charakteristika nenusausintos žemapelkės durpžemiuose (2020 m.)

Žemėnaudos tipas			Vietovė	Koordinatės (WGS84)	Plotas, ha	Durpės sluoksnio storis (m)	Gruntinio vandens lygis (m)
Daugiametis žolynas			Žuvinto biosferos rezervato teritorija, Alytaus r. sav.	54°26'50.2"N 23°36'35.2"E	16,98	>1,0	>0,3
Krūmynas			Žuvinto biosferos rezervato teritorija, Alytaus r. sav.	54°32'30.2"N 23°35'01.8"E	1,90	>1,0	>0,3
Medynas	Rūšinė sudėtis	Amžius (m.)					
Beržas (<i>Betula spp.</i>)	8B2J	44	Žuvinto biosferos rezervato teritorija, Alytaus r. sav.	54°32'36.5"N 23°33'56.5"E	16,75	>1,0	>0,3
Juodalksnis (<i>Alnus glutinosa</i>)	8J2B	44	Žuvinto biosferos rezervato teritorija, Alytaus r. sav.	54°32'26.1"N 23°36'42.0"E	0,85	>1,0	>0,3

Tyrimo metodika

Pasirinktuose nusausintos ir nenusausintos žemapelkės durpžemių šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) ėminių surinkimas bei durpės pH, drėgnio ir temperatūros, ir meteorologinių sąlygų (oro temperatūra, slėgis, saulės radiacijos kiekis) rodiklių bei gruntinio vandens lygio kaitos stebėseną vykdyta 2021-2022 metais (**šaltuoju metų laiku** ŠESD ėminių surinkimas vykdytas **1 kartą** per mėnesį, o **šiltuoju metų laiku** – **2 kartus** per mėnesį):

- **ŠESD emisijų matavimai** vykdyti dviem būdais: (1) dinaminiu (naudojant nešiojamą matuoklį EGM-4) ir (2) statiniu (naudojant nepermatomas dujų kameras su dujų surinkimo įranga).
- **Dirvožemio pH, drėgnis ir temperatūra** matuota naudojant elektroninius daviklius, instaliuotus durpėje, 0-30 cm gylyje.
- **Meteorologinių rodiklių stebėseną.** Duomenys apie vidutinę paros ir momentinę oro temperatūrą, atmosferos slėgį bei saulės radiacijos kiekį buvo gaunami iš netoliese esančių hidrometeorologinių stočių (Kauno ir Marijampolės hidrometeorologijos tarnybų duomenys).
- **Gruntinio vandens lygis** sausintuose ir nesusintuose žemapelkės durpžemiuose buvo matuojamas instaliuotais pjezometrais (skersmuo 0,075 m ir ilgis 2 m).

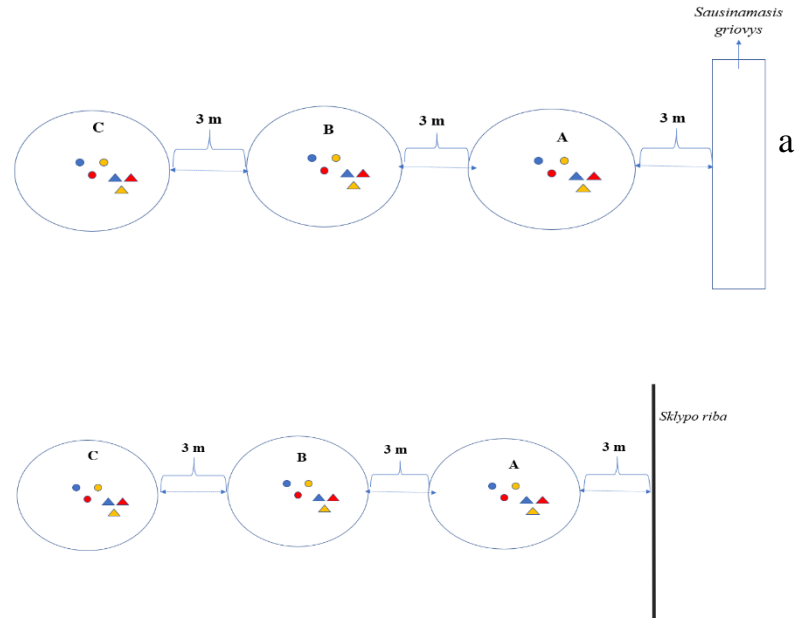


3 pav. ŠESD emisijų nustatymas statiniu metodu

4 pav. CO₂ emisijų nustatymas taikant dinaminį metodą (CO₂ matuoklis EGM-4, PP systems, JAV)

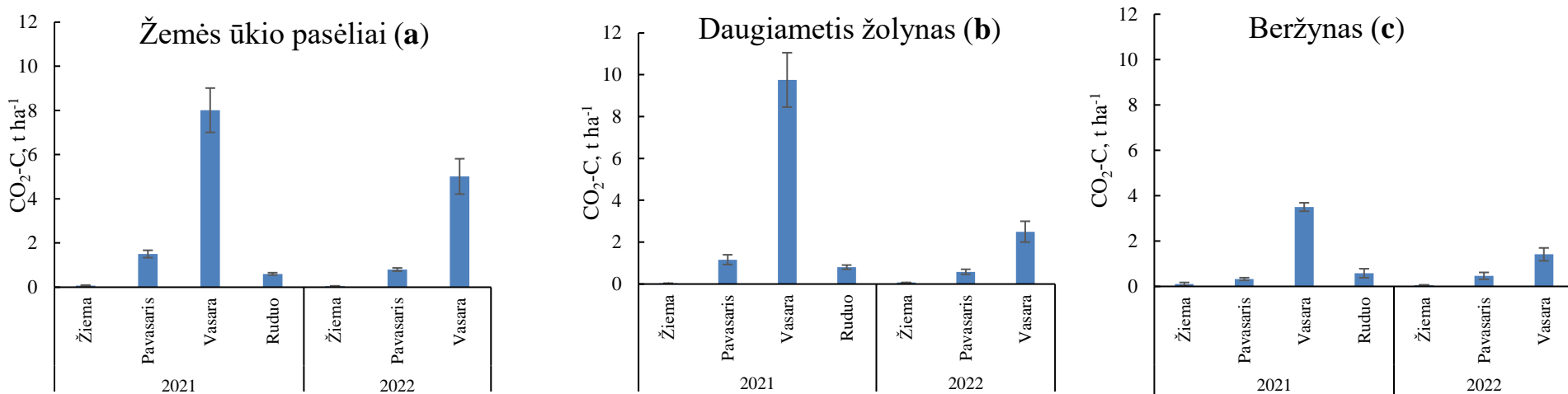
Statinis arba dar vadinamu „sandarios kameros“ metodu buvo surinkti pagrindiniai ŠESD (CO₂, CH₄ ir N₂O) emisijų duomenys. ŠESD ėminiai buvo rinkti dienos metu, nuo 11 iki 16 val. Šiuo metodu dujų ėminiams surinkti buvo naudojami specialūs žiedai (600,25 cm² ploto), įkasti į žemę iki 15 cm gylio. Matavimo metu žiedai buvo užpildomi vandeniu ir ant jų dedamos kameros (77 L tūrio). Vanduo reikalingas, kad kamera ant žiedo užsidėtų sandariai ir būtų galima kokybiškai surinkti CO₂, N₂O ir CH₄ dujų emisijas, išsiskyrusias tik iš tiriamo durpžemio ploto. **Minėtų ŠESD emisijų ėminiai buvo renkami 4 kartus per vieną valandą kas dvidešimt minučių (po 1 min. – pradinės ŠESD koncentracijų reikšmės, po 21, 41 ir po 61 min.).** Surinkti dujų ėminiai buvo analizuojami dujų chromatografijos metodu Tartu universiteto (Estijoje) laboratorijoje.

Tyrimo schema

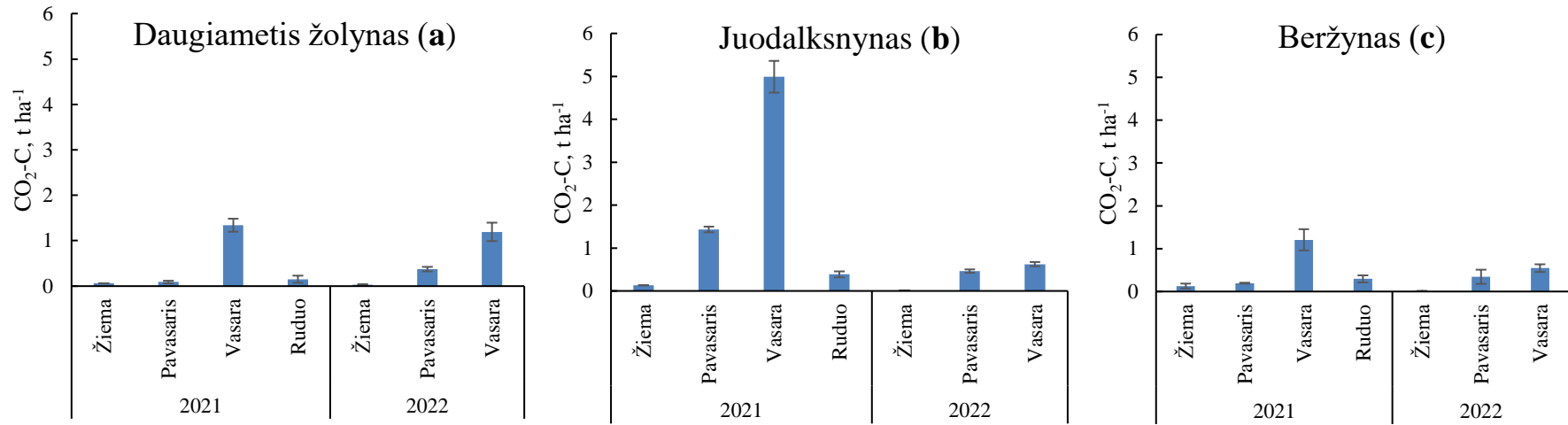


5 pav. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijų nustatymo (dinaminiu (○) bei statiniu (●) būdu ir dirvožemio rodiklių (temperatūra (▲), drėgmė (▲), pH (▲)) surinkimo, vandens lygio stebėsenos (●) schema sausintuose (a) ir nesusintuose (b) žemapelkių durpžemių objektuose (viename objekte matavimo vietų $n=3$, 500 m^2 , matavimo vietos apskritimo spindulys $R=12,62 \text{ m}$).

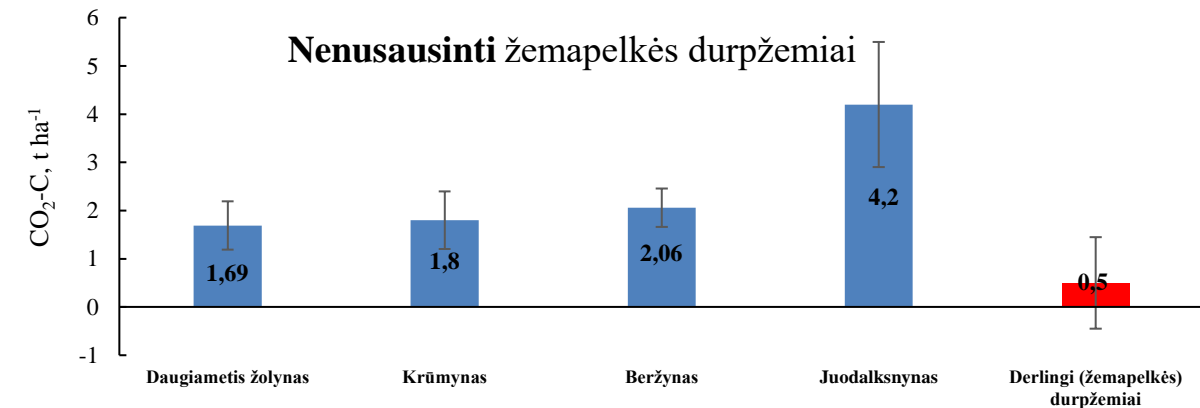
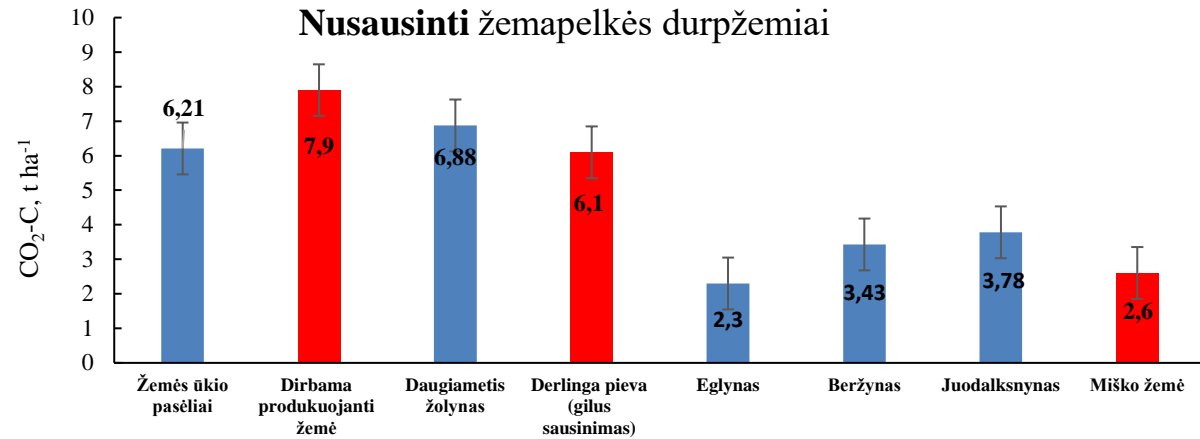
REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS



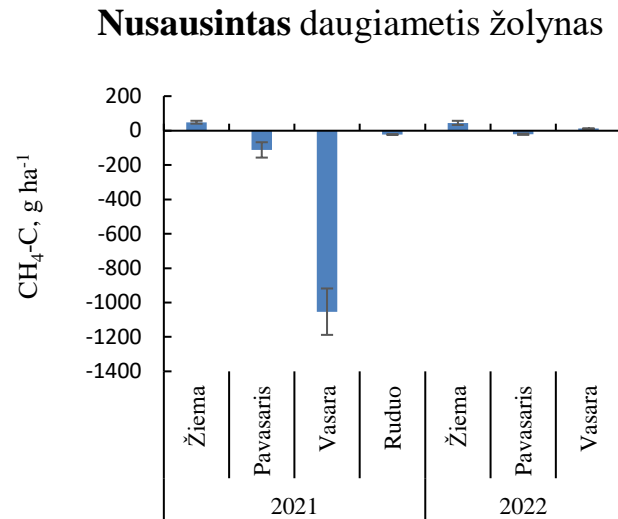
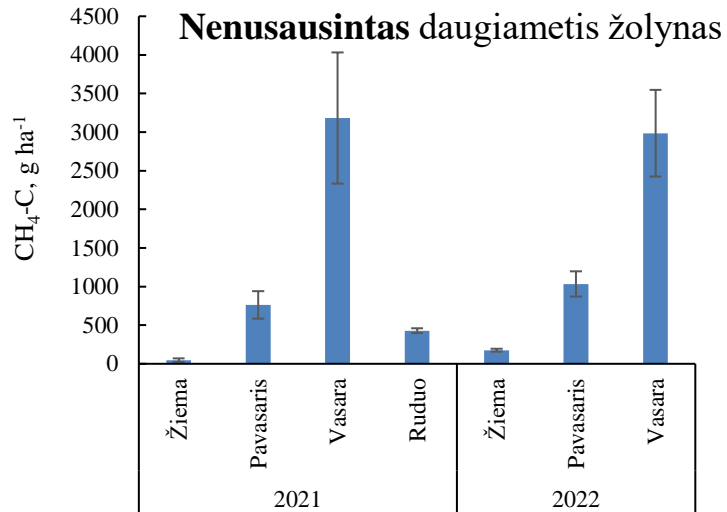
6 pav. Vidutinių CO₂-C emisijų (t ha⁻¹) kaita 2021-2022 metų laikais **nusausintos žemapelkės durpžemiuose**: (a) – žemės ūkio pasėliuose; (b) – daugiamečiame žolyne ir (c) – beržyne. Paveiksle pateiktos CO₂-C emisijų vidutinės reikšmės ir jų standartinės paklaidos



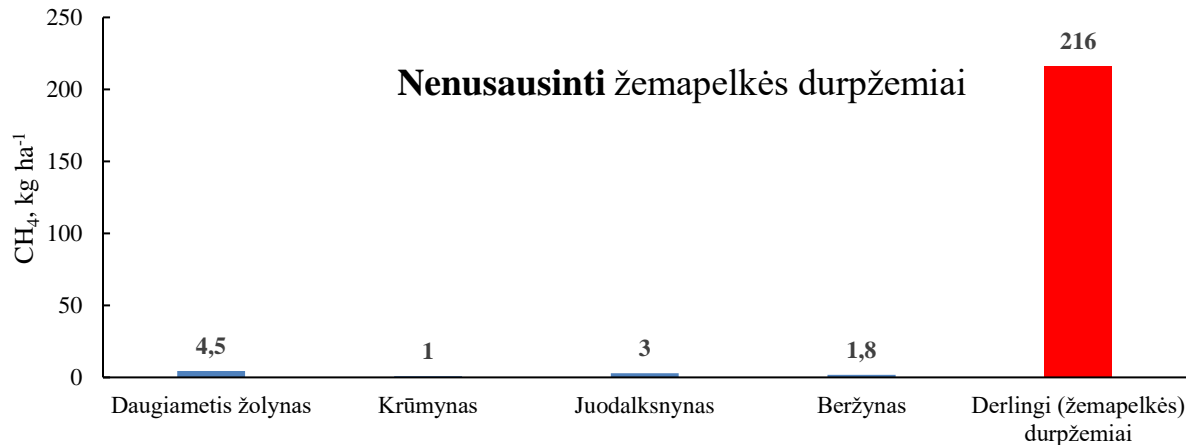
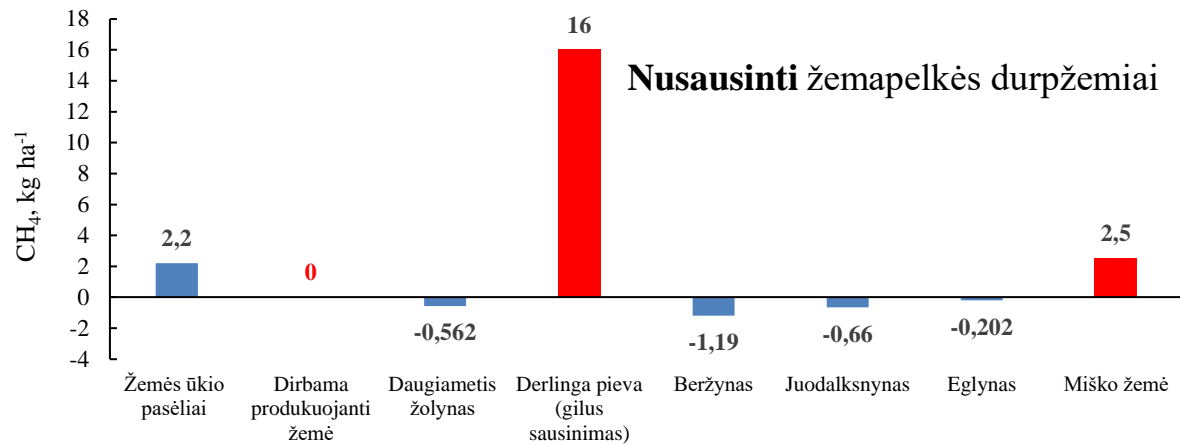
7 pav. Vidutinių CO₂-C emisijų (t ha⁻¹) kaita 2021-2022 metų laikais **nenusausintos žemapelkės durpžemiuose**: (a) – daugiamečiame žolyne; (b) – juodalksnynė ir (c) – beržyne. Paveiksle pateiktos CO₂-C emisijų vidutinės reikšmės ir jų standartinės paklaidos



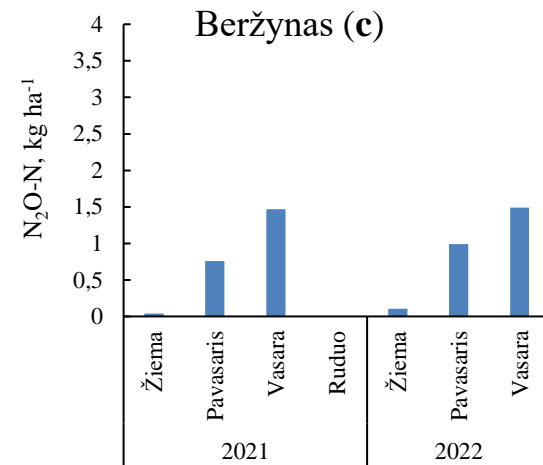
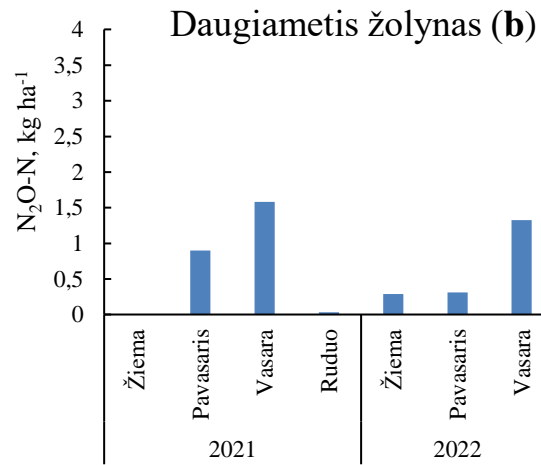
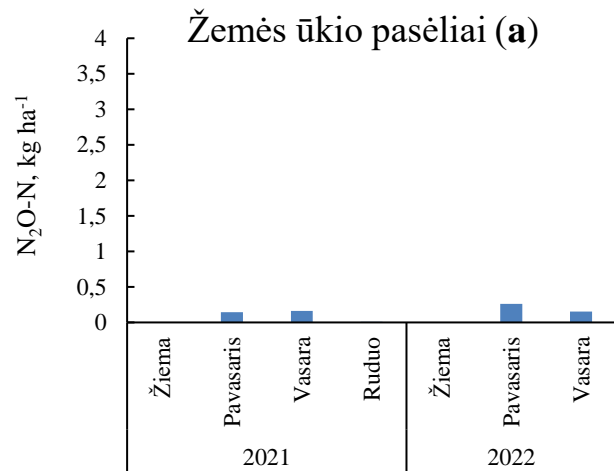
8 pav. Vidutinės metinės CO₂-C emisijos (t ha⁻¹) tirtuose **nusausintuose** ir **nenusausintuose žemapelkės durpžemiuose (mėlyni stulpeliai)** ir durpžemių CO₂-C emisijų metinės bendrosios vertės (**raudoni stulpeliai**), kurias rekomenduojama taikyti Lietuvoje (IPCC 2014, 2013)



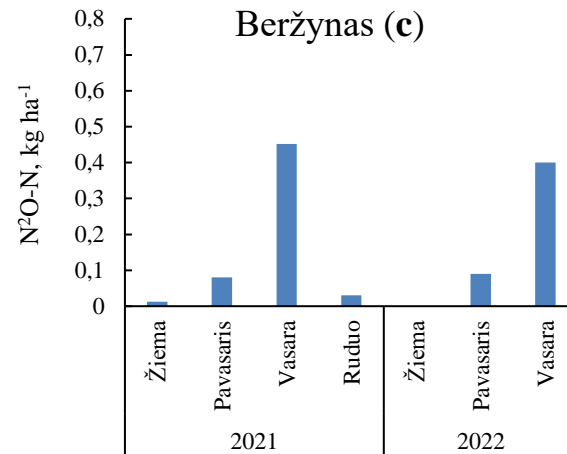
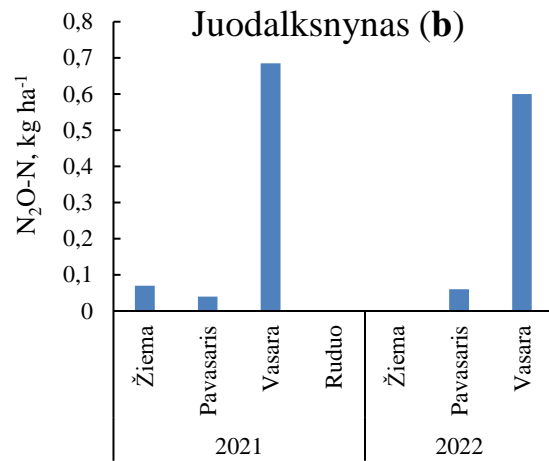
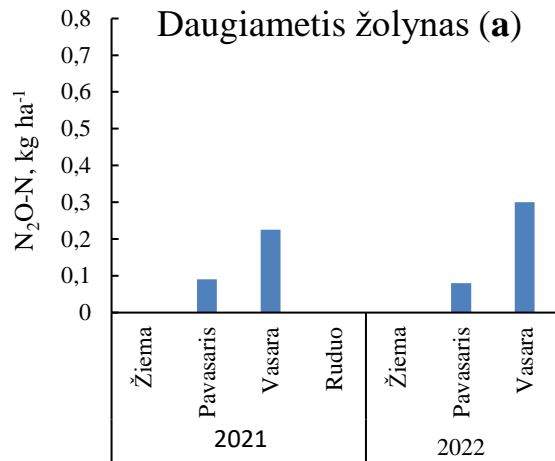
9 pav. Vidutinių $\text{CH}_4\text{-C}$ emisijų (g ha^{-1}) kaita 2021-2022 metų laikais **nenusausintos** ir **nusausintos žemapelkės durpžemių** daugiamečiuose žolynuose. Paveiksle pateiktos $\text{CH}_4\text{-C}$ emisijų vidutinės reikšmės ir jų standartinės paklaidos



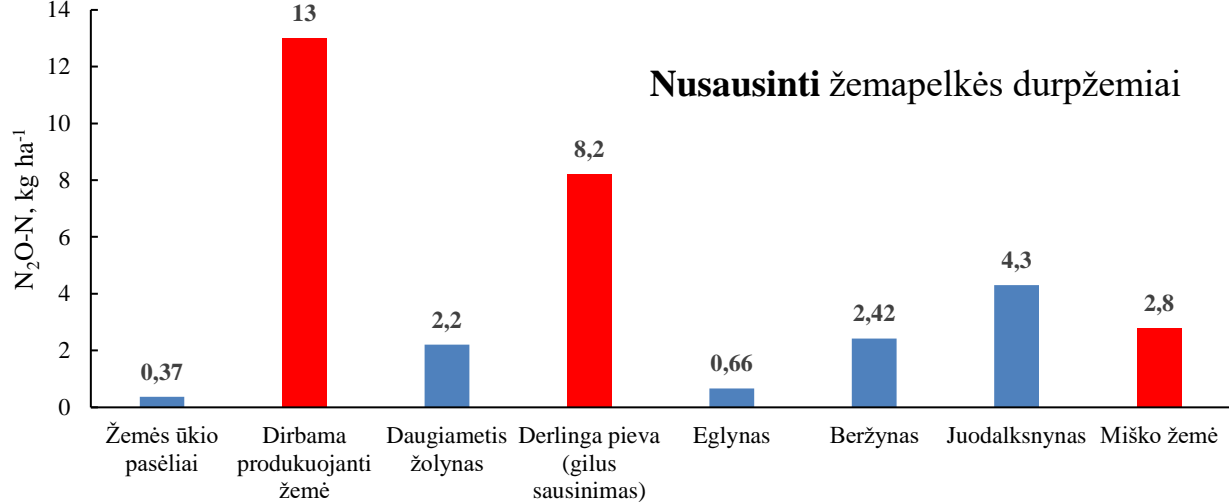
10 pav. Vidutinės metinės CH₄ emisijos (kg ha⁻¹) tirtuose **nusausintuose** ir **nenusausintuose** žemapelkės durpžemiuose (**mėlyni stulpeliai**) ir durpžemių CH₄ emisijų metinės bendrosios vertės (**raudoni stulpeliai**), kurias rekomenduojama taikyti Lietuvoje (IPCC 2014, 2013)



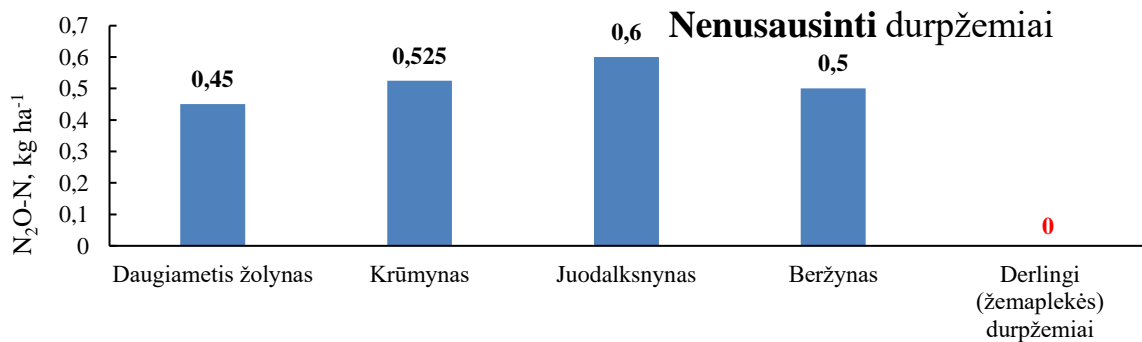
11 pav. Vidutinių N_2O-N emisijų ($kg\ ha^{-1}$) kaita 2021-2022 metų laikais **nusausintos žemapelkės durpžemiuose**: (a) – žemės ūkio pasėliuose; (b) – daugiamečiame žolyne ir (c) – beržyne



12 pav. Vidutinių N_2O-N emisijų ($kg\ ha^{-1}$) kaita 2021-2022 metų laikais **nenusausintos žemapelkės durpžemiuose**: (a) – daugiamečiame žolyne; (b) – juodalksnyne ir (c) – beržyne



13 pav. Vidutinės metinės N_2O-N emisijos ($kg\ ha^{-1}$) tirtuose nusausintuose ir nenusausintuose žemapelkės durpžemiuose (**mėlyni stulpeliai**) ir durpžemių N_2O-N emisijų metinės bendrosios vertės (**raudoni stulpeliai, skaičiai**), kurias rekomenduojama taikyti Lietuvoje (IPCC, 2014, 2013)



IŠVADOS (I)

1. Miško žemėje, daugiamečiuose žolyuose ir dirbamoje produkuojančioje žemėje 2021-2022 m. vykdyti tyrimai atskleidė, kad nusausintų ir nenusausintų žemapelkės durpžemių šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD; CO₂, CH₄ ir N₂O) didžiausios emisijos buvo vasaros metu (pavyzdžiui, CO₂ emisijos vasarą sudarė net 60-70%). Tyrimai 2021 metų tyrimai vegetacijos periodo metu buvo vykdyti karštesnėmis ir saulėtomis dienomis, o 2022 m. vėsesniu šiltuoju laikotarpiu dažnai apsiniaukus ar lyjant. Be to, gruntinio vandens lygis 2021 metais tiek nusausintos, tiek ir nenusausintos žemapelkės plotuose buvo gerokai žemesnis nei 2022 m. Tai, be abejo, turėjo įtakos, palyginus su 2021 m., ženkliai mažesnėms ŠESD emisijoms 2022 m. vėsesnę vasarą.

2. Didžiausios nusausintų durpžemių vidutinės metinės CO₂-C emisijos buvo nustatytos daugiamečiame žolyne (6,9 t C ha⁻¹) ir žemės ūkio pasėliuose (6,2 t C ha⁻¹). Palyginus su žemės ūkio pasėliais ir daugiamečiu žolyne, vidutinės metinės CO₂-C emisijos medynuose 2-3 mažesnės. Apskaičiuota vidutinė metinė CO₂ emisija žemės ūkio pasėliuose buvo 30% mažesnė už rekomenduojamą taikyti naująją regioninę CO₂ vertę (IPCC 2014, 2013), todėl yra tikslinga žemės ūkio naudmenoms taikyti senąją regioninę CO₂ vertę (5,0 t C ha⁻¹ per metus; IPCC 2006). Tačiau nusausintoje žemapelkėje augančiuose medynuose vidutinės metinės CO₂ emisijos buvo artimos naujai bendrajai CO₂ vertei (2,6 t C ha⁻¹ per metus; IPCC, 2014, 2013).

IŠVADOS (II)

3. Nenusausintoje žemapelkėje daugiamečių žolynų ir miško žemės, išskyrus juodalksnio medyną, objektuose CO₂ emisijų vegetacijos laikotarpiu susidarė reikšmingai mažiau. Apskaičiuotos vidutinės metinės CO₂ emisijos daugeliu atveju buvo panašios į siūlomą taikyti naująją vertę (0,5 t C ha⁻¹ per metus; IPCC, 2014, 2013).

4. Nusausintuose žemapelkės durpžemiuose didžiausios vidutinės metinės CH₄-C emisijos (2,2 kg ha⁻¹ per metus) išsiskyrė žemės ūkio pasėliuose. Tuo tarpu kituose nusausintos žemapelkės objektuose šių emisijų nebuvo nustatyta. Todėl galima teigti, kad tik nusausintiems durpžemiams dirbamoje produkuojančioje žemėje tikslinga taikyti siūlomą bendrąją regioninę vertę (IPCC, 2014, 2015). Nenusausintų žemapelkių durpžemiuose vidutinės metinės emisijos skirtingos žemėnaudos objektuose kito nuo 1 iki 4,5 kg ha⁻¹. Palyginus su regioninėmis / bendrosiomis vertėmis (IPCC, 2014, 2015), nenusausintos žemapelkės objektuose apskaičiuotos vertės buvo nuo 50 iki 200 kartų menkesnės.

IŠVADOS (III)

5. Nusausintų durpžemių vidutinės metinės N_2O-N emisijų vertės žemės ūkio pasėliuose buvo net 35 kartais, o daugiamečiame žolyne – 4 k. mažesnės už naujai nustatytas regionines / bendrąsias vertes (13 ir 8,2 kg N_2O-N ha⁻¹ per metus, atitinkamai; IPCC, 2014, 2015). Todėl nusausintų durpžemių žemės ūkio pasėlių ir daugiamečių žolynų plotams galima taikyti senąsias regionines / bendrąsias vertes (8,0 kg N_2O-N ha⁻¹ per metus; IPCC, 2006). Miško žemėje beržyne ir, ypač, eglyne naujosios vertės (2,8 kg N_2O-N ha⁻¹ per metus; IPCC, 2014, 2015) nebuvo viršytos ir tik juodalksnyne vidutinės N_2O-N metinės emisijos buvo 1,5 karto didesnės. Nenusausintų durpžemių miško žemės ir daugiamečio žolyno objektuose metinės N_2O-N emisijos buvo menkos ir neviršijo siūlomų naujųjų regioninių / bendrųjų verčių (IPCC, 2014, 2015).

4 lentelė. Nusausintų durpžemių ŠESD emisijų metinės vertės, kurias preliminariai siūlome taikyti Lietuvoje (skliausteliuose – regioninės bendrosios vertės: (IPCC, 2014; 2013 / IPCC, 2006))

Žemėnauda	CO ₂ -C, t/ha m. ⁻¹	CH ₄ , kg/ha m. ⁻¹	N ₂ O-N, kg/ha m. ⁻¹
Miško žemė	2,6 (2,6 / 0,68)	0,0 (2,5 / -)	2,8 (2,8 / 0,6)
Dirbama produkaujanti žemė	5,0 (7,9 / 5,0)	0,0 (0,0 / -)	8,0 (13,0 / 8,0)
Daugiamečiai žolynai / pievos	6,1 (6,1 / 0,25)	0,0 (16 / -)	8,0 (8,2 / 8,0)

5 lentelė. Latvijoje taikomos nusausintų durpžemių ŠESD emisijų metinės vertės (LV-NIR, 2022; skliausteliuose – regioninės bendrosios vertės iš IPCC Supplement: Wetlands, 2014; 2013)

Žemėnauda	CO ₂ -C, t/ha m. ⁻¹	CH ₄ , kg/ha m. ⁻¹	N ₂ O-N, kg/ha m. ⁻¹
Miško žemė	0,52 (2,6)	2,5 (2,5)	2,8 (2,8)
Dirbama produkaujanti žemė	4,80 (7,9)	0,0 (0)	7,1 (13,0)
Daugiamečiai žolynai / pievos	4,40 (6,1)	-	0,3 (8,0)

REKOMENDACIJOS

- 1. Kadangi ŠESD emisijų tyrimas vykdytas tik du metus ir labai skirtingomis klimatinėmis sąlygomis, siekiant tikslesnių tyrimo rezultatų, tikslinga vykdytą žemapelkės durpžemių ŠESD emisijų tyrimą pratęsti dar dvejiems metams.**
- 2. Siekiant ženkliai sumažinti CO₂ ir N₂O emisijas nusausintuose žemapelkės durpžemiuose, ypač dirbamoje produkuojančioje žemėje ir daugiamečiuose žolynuose, tikslinga atkurti hidrologinį režimą. Kai kuriais atvejais nenaudojamus (dirvonuojančius) ir, ypač, dirbamos produkuojančios žemės nusausintus durpžemių plotus geriausiai apželdinti mišku (eglynais, juodalksnynais, beržynais), nes medynų prieaugio padidėjimas po durpžemių nusausinimo (papildomas C kaupimas medienoje) gali kompensuoti CO₂ emisijas (Kuliešis ir Kulbokas, 2022).**
- 3. Atsižvelgiant į šio tyrimo metu gautus ir galimai tęsiant tyrimą patikslintus nusausintų ir nenusausintų žemapelkės durpžemių ŠESD emisijų rezultatus tikslinga parengti išsamią studiją apie nusausintų žemapelkės durpžemių hidrologinio režimo atkūrimo galimybes ir ypatumus skirtingoje žemėnaudoje: miško ir dirbamoje produkuojančioje žemėje bei daugiamečiuose žolynuose.**

Ačiū už dėmesį

