



LIETUVOS
GAMTOS
FONDAS

LIFE15 CCM/DE/000138 LIFE *Peat Restore*

„CO₂ emisijų mažinimas atkuriant nusausintus ir degraduojančius durpynus
Šiaurės Europos lygumoje“



DURPYNAI IR KLIMATO KAITA

Atkuriame pelkes
siekdami švelninti
klimato kaitą

Įvadas



Leidinyi išleistas įgyvendinant ES LIFE programos Klimato politikos paprogramės Klimato kaitos švelninimas projektą LIFE15 CCM/DE/000138 LIFE *Peat Restore* „CO₂ emisijų mažinimas atkuriant nusausus ir degraduojančius durpynus Šiaurės Europos lygumoje“.



Parengta ir atspausdinta Europos Sąjungos Aplinkos finansinio instrumento LIFE ir Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos administruojamų Lietuvos nacionalinio biudžeto lėšomis LIFE projektams įgyvendinti.

Leidinyi platinamas nemokamai.

Viršelių nuotraukos Jūratės Sendžikaitės

Maketas UAB „Studio Dilemma“

Lietuvių kalbos redaktorė Lina Kaminskienė

Išleido Lietuvos gamtos fondas
Algirdo g. 22-3, LT-03218
Elektroninis paštas info@glis.lt
Interneto svetainė <http://www.glis.lt/>

Už šiame leidinyje pateiktą informaciją atsako autoriai.
Leidinio turinys nebūtinai atitinka Europos klimato, infrastruktūros ir aplinkos vykdomosios įstaigos (CINEA) poziciją ar nuomonę.

Natūralios ir gyvybingos pelkės yra ilgametės ir patikimos organinės anglies saugyklos, kuriose durpių pavidalu ji kaupia ne vieną šimtmetį ir tūkstantmetį. Visi planetos durpynai dengia vos 3 % sausumos ploto, tačiau juose sukaupia ne mažiau kaip 550 Gt organinės anglies. Tai prilygsta visoje sausumos biomasėje ir 75 % atmosferoje esančios anglies kiekiui, be to, durpynuose glūdi beveik du kartus daugiau organinės anglies, nei jos yra sukaupia visuose mūsų planetos miškuose (Parish et al., 2008). Kauppi ir kt. (2003) nurodo, kad pasaulio miškų medžių biomasėje yra sukaupia 300 Gt anglies, o Tūkstantmečio ekosistemų įvertinimo ataskaitoje (*Millennium Ecosystem Assessment*) teigiama, jog bendroje pasaulio miškų biomasėje sukaupia 335–365 Gt organinės anglies (Shvidenko et al., 2005). Taigi sausinimo nepažeisti durpynai yra ne tik didžiausia ilgalaikė anglies atsargų kaupykla sausumos biosferoje, bet ir viena iš svarbiausių sausumos ekosistemų, prisidedančių prie klimato kaitos švelninimo. Vykstant fotosintezai natūralios pelkės per metus iš atmosferos sugeria apie 0,37 Gt anglies dioksido (IUCN, 2017). Priešingas procesas pasireiškia nusauginus durpynus: jie tampa nuolatiniu šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) – anglies dioksido (CO₂), metano (NH₄) ir azoto oksido (N₂O) – šaltiniu. Žinoma, kad nusausta vos 15 % pasaulio durpynų, tačiau iš jų į atmosferą kasmet išmetama apie 5,6 % visų antropogeninės kilmės ŠESD (*Ramsar Convention Secretariat*, 2015). Šias emisijas galima sustabdyti tik pažeistuose durpynuose atkūrus natūraliam artimą hidrologinį režimą, kuris svarbus ir pelkių buveinių atsikūrimui, ir biologinės įvairovės palaikymui. Todėl tiek natūralios, tiek ir atkurtos pelkės yra vertingi klimato kaitos švelninimo židiniai.

Pelkių kaip ilgaamžių organinės anglies saugyklų vaidmuo itin svarbus įgyvendinant ES žaliojo kurso įsipareigojimus iki 2050 m. Europai tapti pirmuoju neutralaus poveikio klimatui žemynu, t. y. neišmetant ŠESD sumažinti žmogaus ūkinės veiklos poveikį klimatui. Iki 2030 m. valstybėms narėms nustatyti įsipareigojimai dėl jų minimalių indėlių siekiant priartėti prie tikslo sumažinti ŠESD emisijas 55 % (palyginti su 1990 m.). Lietuva privalo 9 % (palyginti su 2005 m.) sumažinti išmetamųjų ŠESD kiekį ES ATLPS nedalyvaujančiuose sektoriuose¹. Lietuva turi didelį potencialą įgyvendinti nustatytus įsipareigojimus žemės ūkio ir žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės sektoriuose (ŽNŽNKM) atkurdamą hidrologinį režimą nusaustuose durpynuose ir keisdama jų naudojimą į tvaresnį nei buvo iki šiol. Net 10 % šalies ploto dengia durpynai, tačiau daugiau nei du trečdaliai jų yra paveikti sausinimo, todėl pažeistų durpynų ŠESD emisijos sudaro apie trečdalį visų ne ES ATLPS sektorių emisijų.

Vykdamą tarptautinį projektą LIFE *Peat Restore* (2016–2021 m.) įgyvendinti sausinimo ir kitų žmogaus ūkinių veiklų pažeistų durpynų atkūrimo darbai bei įvertintos dėl atkūrimo poveikio sumažėjusios ŠESD emisijos. Tikslui pasiekti Lietuvoje pasirinktos 4 vietovės, reprezentuojančios tipiškus išekspluatuotus ir apleistus durpynus, kuriuose atkurtas hidrologinis režimas, pašalinta pelkėms nebūdinga sumedėjusi augalija, įvertintos ŠESD emisijos prieš atkūrimo veiklas ir jas jau įgyvendinus. Šiame leidinyje pristatoma ŠESD emisijų skaičiavimo metodika, pateikiami ŠESD emisijų pokyčių scenarijai atkurtuose durpynuose, nusaustos ir atkuriamos pelkės ŠESD apskaitos praktinis pavyzdys.

¹ Ne ES ATLPS sektoriai: energetikos, transporto, kai kurios pramonės įmonės, žemės ūkio, atliekų, žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės sektoriai.

Terminų žodynėlis

ANGLIES APYTAKOS CIKLAS – biogeocheminis ciklas, apimantis įvairius cheminius, fizinius, geologinius ir biologinius procesus, kuriais anglis juda Žemės biosferoje, geosferoje, hidrosferoje ir atmosferoje.

CO₂ EKVIVALENTAS (CO₂e) – visuotinis išmetamo šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio matavimo vienetas, atspindintis skirtingą jų visuotinio atšilimo potencialą.

DURPĖS – drėgnoje bedeguonėje aplinkoje iš apmirusių augalų likučių susidaręs nuosėdinės kilmės produktas, kuriame negyva organinė medžiaga sudaro ne mažiau kaip 30 % sausos masės.

DURPIŲ KARJERAS – naudingųjų iškasenų telkinio teritorijoje įrengtas kasinys, kuriame atviruoju būdu kasamos durpės.

DURPYNAI – žemės paviršiaus plotai su augaline danga arba be jos bei natūraliai susiformavusiu durpių sluoksniu, ne plonesniu kaip 30 cm. Durpynai apima natūralias ir atkurtas įmirkusias pelkes, kuriose vyksta durpėdara, nusaustus žemės ūkyje ir miškininkystėje naudojamus arba apleistus plotus, kuriuose vyksta durpių skaidymasis ir durpių klogo nykimas, bei nusaustus veikiančius ir apleistus durpių karjerus.

GEST METODAS – ŠESD emisijų vertinimo antropogeninės veiklos pažeistuose ir atkuriamuose durpynuose metodas, paremtas augalijos tipų išskyrimu ir kartografavimu, augaviečių ekologinių sąlygų (drėgmės, trofiškumo ir kt.) ir žemėnaudos vertinimu bei augalijos tipams nustatytų emisijų (GWP) koeficientais (plačiau – Couwenberg et al., 2011).

GLOBALINIS ŠILTĖJIMO POTENCIALAS (GWP) – tai rodiklis, apibūdinantis ŠESD sukeliama klimato šiltėjimo potencialo vertę, lyginant su CO₂ ekvivalentu. GWP apskaičiuojamas pagal vieno kilogramo dujų sukeliama šiltėjimo potencialą (nustatytas kiekvienai medžiagai) šimtui metų: CO₂ jis yra lygus 1, CH₄ – 25, N₂O – 298 ir t. t.

PELKĖS – gyvybingos sausumos ekosistemos nuolat įmirkusiuose ir drėgmę mėgstančiais augalais apaugusiuose plotuose, kuriuose nuolat vyksta durpėdara (durpių kaupimasis), o durpių klogas ne plonesnis kaip 30 cm.

ŠILTNAMIO EFEKTĄ SUKELIANČIOS DUJOS (ŠESD) – dujos, kurios gali absorbuoti infraraudonuosius spindulius (šilumą): anglies dvideginis, metanas, azoto oksidas, vandens garai ir kt.

Santrumpos

CH₄ – metanas.

CO₂ – anglies dvideginis.

CO₂e – CO₂ ekvivalentas.

DOC – ištirpusi organinė anglis (angl. *dissolved organic carbon*).

EB – Europos Bendrija.

ES ATLPS – Europos Sąjungos apyvartinių taršos leidimų prekybos sistema.

GEST – augalijos (vietovių) tipas šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų vertinimui (angl. *Greenhouse Gas Emission Site Type*).

Gt – gigatona.

GWP – globalinis šiltėjimo potencialas (angl. *Global Warming Potential*).

IPCC, arba **TKKK** – Tarpvyriausybė klimato kaitos komisija (angl. *IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change*).

N₂O – azoto oksidas.

ŠESD – šiltnamio efektą sukeliančios dujos.

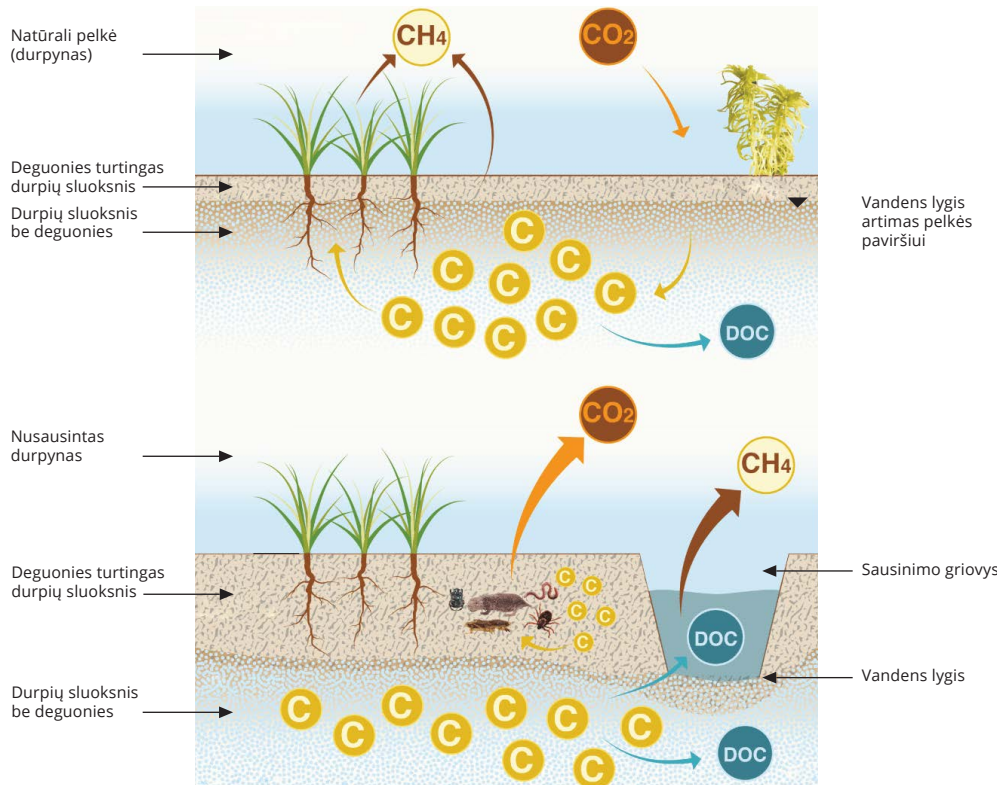
TKKK žr. **IPCC**.

ŽŪŽŪNM – žemės ūkio ir žemės naudojimo, žemės naudojimo keitimo ir miškininkystės sektoriai.

1. DURPYNAI IR KLIMATAS

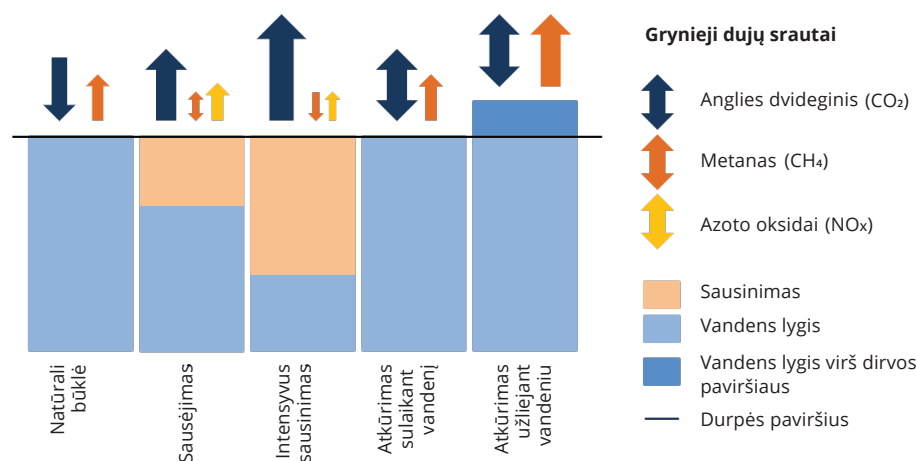
1.1. Durpynų vaidmuo pasaulinėje ŠESD apykaitoje

Visos sausumos ekosistemos (pievos, miškai ir kt.) geba pasisavinti dalį atmosferoje esančio CO₂ ir kaupti organinę anglį gyvojoje biomasėje, nuokritose ar humusingo mineralinio dirvožemio sluoksniuose. Deja, šios organinės anglies kaupyklos yra laikinos, tad po palyginti trumpo anglies apytakos ciklo anglis gana greitai grąžinama į atmosferą. Be šių laikinų organinės anglies saugyklų, turime vertingas pelkių ekosistemas, kuriose per tūkstantmečius sukauptas milžiniškas organinės anglies kiekis saugiai glūdi net kelių metrų storio durpių kloguose. Natūraliose pelkėse, kurioms ištisus metus būdingas aukštas gruntinio vandens lygis, augalai vykdydami fotosintezę iš atmosferos pasisavina CO₂ ir jį sacharidų pavidalu transportuoja į audinius. Vėliau sacharidai virsta sudėtingomis organinėmis medžiagomis (ligninu, celiulioze ir kt.), kurios kartu su nunykusiomis augalų dalimis patenka ant drėgno pelkės paviršiaus. Dėl deguonies trūkumo vandens prisotintuose natūralių pelkių dirvožemiuose nunykusios augalų dalys negali skaidytis. Ilgainiui iš tokių nesuirusių augalų liekanų formuojasi durpės, kuriose organinių junginių pavidalu saugoma sukaupta anglis. Nors durpių formavimosi procesas labai lėtas – per metus susidaro iki 1 mm storio durpių sluoksnelis, – tačiau nepažeistos pelkės gali sukaupti iki 0,2–0,5 t/ha organinės anglies per metus. Vis dėlto net ir natūralios pelkės išskiria šiek tiek kitų šiltnamio efektą sukeliančių dujų – metano (CH₄) – pavidalu (1–2 pav.).

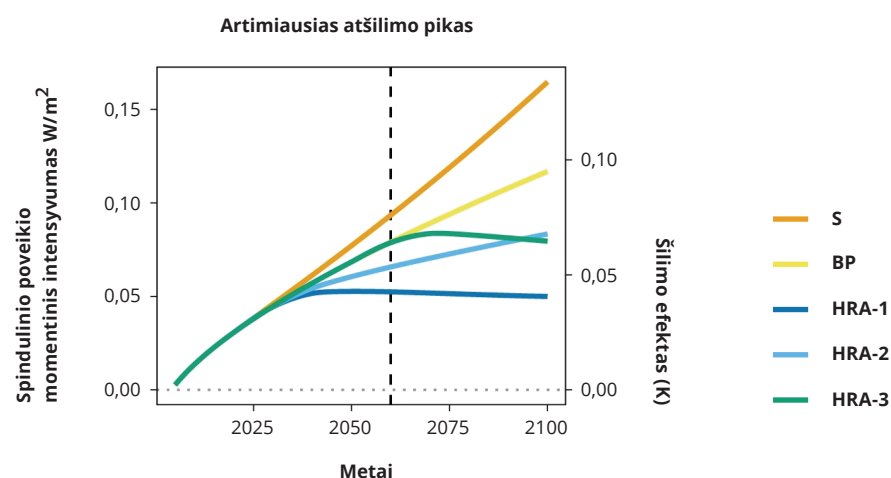


1 pav. Anglies ciklas natūraliose pelkėse ir sausinimo pažeistuose durpynuose. Adaptuota pagal Jan Peters, Michaelio Zukovo gamtos apsaugos fondas (Vokietija). Ilustracijos autorius Nieves Lopez Izquierdo (2017) (<https://www.grida.no/resources/12532>).

Nusausintų pelkių, kurioms būdingas žemas gruntinio vandens lygis, deguonies prisotintose durpėse suintensyvėja mikroorganizmų veikla, lemianti organinės medžiagos skaidymą (mineralizaciją) ir nykimą. Proceso metu į atmosferą išsiskiria CO₂, o pati pelkė tampa nuolatiniu ŠESD (ypač CO₂ ir N₂O) emisijų šaltiniu, nors šiek tiek sumažėja CH₄ emisijos (1–2 pav.). Nusausinta pelkė ne tik praranda galimybę kaupti organinę anglį durpių pavidalu, bet ir tampa intensyviu ŠESD emisijų šaltiniu. Gruntinio vandens lygio pakėlimas sausimo pažėistose pelkių buveinėse vėl sudaro palankias bedeguones sąlygas durpėms kauptis ir skatina atsikurti visą ekosistemą. Nors atkūrus hidrologinį režimą tokiose buveinėse vėl padidėja CH₄ emisijos (2 pav.), tačiau ilgalaikėje perspektyvoje atkurtuose durpynuose dėl atsinaujinančio organinės anglies kaupimo proceso (durpėdaros) ŠESD balansas neabejotinai taps palankus klimato kaitos švelninimui (2–3 pav.).



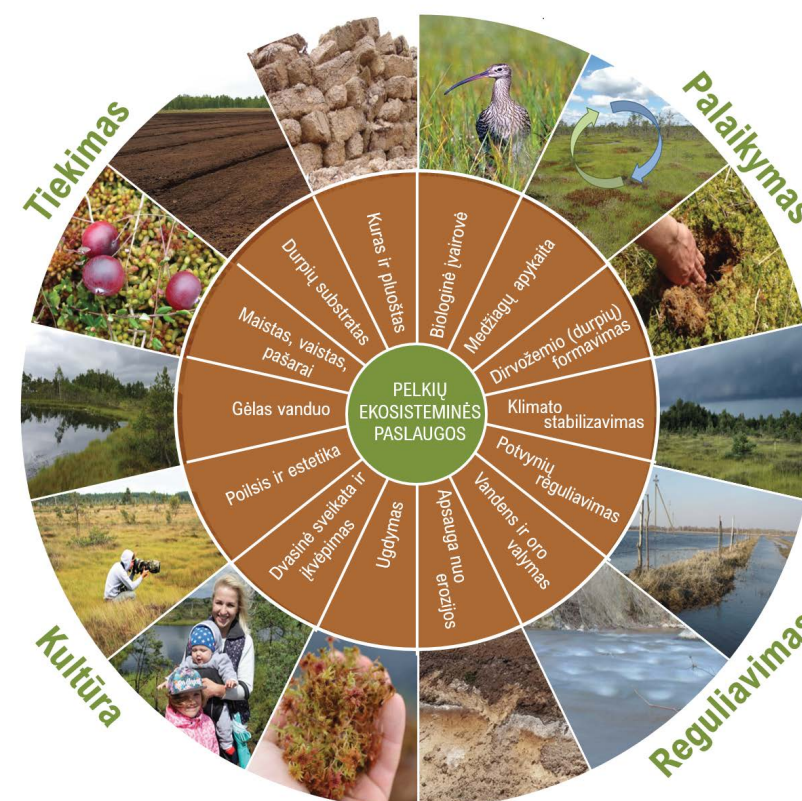
2 pav. ŠESD mainai natūraliuose, įvairiu mastu nusausintuose ir atkurtuose durpynuose. Natūralių pelkių durpių klode nuolat kaupiasi organinės anglies atsargos. Pažeistose pelkėse ši funkcija galima tik atkūrus hidrologinį režimą. Adaptuota pagal Freibauer et al., 2009.



3 pav. Pelkių atkūrimo poveikis klimato kaitos švelninimui globaliu mastu pagal nusausintų durpynų atkūrimo scenarijus: S – sausinimo – 2020–2100 m. nusausintų durpynų plotas vis didės tokiu pat mastu kaip 1990–2017 m. laikotarpiu; BP – be pokyčių – nusausintų durpynų plotas išliks nepakitęs (toks kaip 2018 m.); HRA-1 – hidrologinio režimo atkūrimo visuose nusausintuose durpynuose per 2020–2040 m. laikotarpį; HRA-2 – hidrologinio režimo atkūrimo pusėje nusausintų durpynų per 2020–2040 m. laikotarpį; HRA-3 – hidrologinio režimo atkūrimo visuose nusausintuose durpynuose ateityje, t. y. per 2050–2070 m. laikotarpį. Adaptuota pagal Günther et al., 2020.

Pelkes atkurti svarbu ne vien tik siekiant švelninti klimato kaitą, bet ir norint palaikyti kitas pelkių funkcijas (4 pav.). Tik natūralios ir atkurtos pelkės atlieka daugybę gamtai ir žmonijai svarbių ekosisteminių paslaugų, susijusių su:

- biologinės įvairovės išsaugojimu;
- vietos orų formavimu (mažina oro temperatūros svyravimus, didina oro drėgnumą ir rūkų tikimybę, valo orą);
- gėlo vandens valymu (gerina vandens kokybę bei akumuliuoja biologiškai pasyviuos teršalus, ypač intensyvios žemdirbystės regionuose) ir kaupimu (potvynių, sausrų ir durpynų gaisrų prevencija);
- dirvos erozijos ir durpių kodo suslūgimo prevencija;
- vertingų atsinaujinančių gamtinių išteklių, kuriuos galima naudoti energetinėms reikmėms, gaminant pašarus, statybines medžiagas, maisto ir farmacijos pramonėje, amatininkystėje ir kt., tiekimu;
- estetika, rekreacija, sveikatinimu, mokslu ir kt. dalykais.



4 pav. Pelkių ekosistemines paslaugas – pelkių mums teikiama nauda. Adaptuota pagal Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ilustracijos autorė Jūratė Sendžikaitė

1.3. Lietuvos durpynų vaidmuo ŠESD apykaitoje

Lietuvos durpynai užima apie 10 % šalies teritorijos. Vyrauja žemapelkės (78 %), mažesnius plotus užima tarpinio tipo pelkės (14 %) ir aukštapelkės (8 %). Deja, apie du trečdaliai šalies durpynų pažeisti sausinimo, todėl yra nuolatinis ŠESD emisijų šaltinis (Lietuvos pelkių ir durpynų duomenų rinkinys, 2019). Valatka ir kt. (2018) nurodo, kad ŠESD emisijos iš visų sausintų durpynų Lietuvoje siekia 10,8 mln. t. per metus.

Durpių kasyba įmanoma tik pažeidžiant pelkės hidrologinį režimą (t. y. tik nuolat sausinat durpyną) ir visiškai sunaikinant gyvybingą ekosistemą. Dėl šių priežasčių nusausinti durpių karjerai tampa dideliu ŠESD emisijų šaltiniu. Dėl naudingųjų iškasenų gavybos yra pažeista apie 4 % visų Lietuvos durpynų, iš jų apie pusė jau nenaudojami durpių kasybai. Apleisti durpių karjerai Lietuvoje užima apie 15 tūkst. ha plotą (Valatka ir kt., 2018). Didžioji jų dalis apleisti dar sovietmečiu ir palikti likimo valiai, neišsprendus šiandien itin aktualių ekologinių problemų, tokių kaip nuolatinės ŠESD emisijos, vidaus vandens telkinių tarša maisto medžiagomis, gaisrų grėsmė, biologinės įvairovės nykimas ir kt. Kasmet sausinimo ir durpių kasybos pažeisti durpynai kartu su apleistais nebenaudojamais durpynais Lietuvoje išskiria apie 1 mln. tonų CO₂. Nors apleistiems durpynams atkurti reikia nemažai lėšų, tačiau hidrologinio režimo atkūrimas prisidėtų prie šalies klimato kaitos politikos įsipareigojimų bei prarastų ekosisteminių paslaugų atkūrimo.

Itin didelį neigiamą poveikį klimatui turi intensyviai žemės ūkyje naudojami (ypač ariami) durpynai (apie 40 % visų Lietuvos durpynų), kurių didžioji dalis yra pažeisti sausinimo. Iš jų išsiskiria beveik trečdalis visų šalies ne ES ATLPS dalyvaujančių sektorių ŠESD kiekio. Taip yra dėl to, kad tokių durpynų emisijos siekia ne mažiau kaip 40 t CO₂e iš hektaro per metus. Palyginimas: Europos aplinkos agentūros duomenimis, ŠESD emisijos vienam ES gyventojui siekia 8,4 t, Lietuvos – 7,4, Latvijos – 6,1, Vokietijos – 10,1 ir Lenkijos – 10,4 t CO₂e per metus (European Environment Agency, 2021). Prie klimato kaitos reikšmingai prisideda ir miškų ūkyje naudojami sausinti durpynai, kuriuose kasmet išsiskiria apie 17 % visų iš pelkių apskaitomų ŠESD emisijų (Valatka ir kt., 2018). Nusausintuose durpynuose įsikuriant medynams dar aktyviau vyksta durpių skaidymasis, o išsiskiriantis ŠESD kiekis neatsveria medienoje kaupiamos organinės anglies.

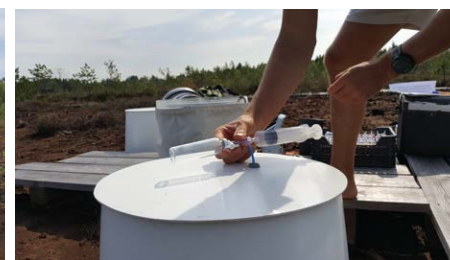
Apleisti durpių karjerai dažnai priklauso ne vienam, o keliui savininkų: valstybei, kuri priežiūrą patikėjimo teise yra perdavusi VĮ Valstybinių miškų urėdijai arba palikusi Laisvos valstybinės žemės fonde, dalies karjerų ar jų dalių savininkai – privatūs asmenys. Dėl skirtingų interesų nesuderinamumo tokias vietas atkurti gana sudėtinga. Nusausinti ir apleisti durpių karjerai tapo nuolatinio ŠESD emisijų židiniu, o jų dabartinis naudojimas nėra ekonomiškai racionalus: apleisti durpynai pamažu užauga menkaverčiu mišku, kurio medienos paruošos yra gana brangios dėl apsunkintų darbo sąlygų durpiniuose dirvožemiuose ir ribotų išgabenimo iš teritorijos galimybių (5 pav.). Visgi, nepaisant ilgalaikio sausinimo ir eksploatacijos, kai kuriose teritorijose, kuriose sausinimo sistemos būklė yra prasta dėl bebrų veiklos, užsikimšusio drenažo ar kitų priežasčių, galima įžvelgti ir fragmentiškų buveinių savaiminio atsikūrimo požymių.



5 pav. Apleistas durpių karjerai pamažu apauga sumedėjusia augalija. © Leonas Jarašius ir Žydrūnas Sinkevičius

2. ŠESD EMISIJŲ IŠ PAŽEISTŲ DURPYNŲ VERTINIMAS

ŠESD emisijų apskaitą pažeistuose durpynuose ir ekologinio atkūrimo efektyvumą klimato kaitos švelninimui galima įvertinti dviem būdais: 1) atliekant tiesioginius ŠESD emisijų matavimus tyrimų vietovėse; 2) pasitelkiant moksliniais tyrimais pagrįstus ŠESD emisijų koeficientus (GEST, IPSS metodikos). Norint tiesiogiai išmatuoti ŠESD emisijas ir išanalizuoti bei įvertinti tyrimo duomenis reikia specialios įrangos, kvalifikuotų specialistų, laiko, lėšų ir kitų išteklių. Projekto LIFE *Peat Restore* vykdytojai vertindami ŠESD emisijas iš atkuriamų durpynų pasirinko GEST metodą (Couwenberg, 2011, Couwenberg et al., 2011), nes jį taikant reikia mažiau laiko ir lėšų. Greta šio metodo atlikti ir tiesioginiai ŠESD emisijų matavimai pasirenkant po vieną GEST augalijos tipą kiekviename atkuriamame durpyne (6 pav.) bei tyrimo duomenų modeliavimas.



6 pav. Tiesioginiai ŠESD matavimai. © Jūratė Sendžikaitė ir Gints Spalva.

2.1. ŠESD emisijų vertinimas pagal augalijos tipus – GEST metodas

Įvertinant įgyvendintų LIFE *Peat Restore* projekto veiklų poveikį ŠESD emisijų mažinimui pasitelktas GEST metodas (Couwenberg, 2011, Couwenberg et al., 2011), taikomas vertinant ŠESD emisijas natūraliuose, antropogeninės veiklos pažeistuose ir atkuriamuose durpynuose, paremtas augalijos vienetų tipų (GEST) išskyrimu ir jų kartografavimu, augaviečių ekologinių sąlygų (drėgmės, trofiškumo ir kt.) ir žemėnaudos duomenimis, augalijos tipams nustatytų emisijų koeficientais.

Taikant GEST metodą augalijos vienetai su jiems būdingomis rūšimis ir aplinkos parametrais (gruntinio vandens lygis, trofiškumas ir kt.) yra suskirstomi į grupes, kurioms priskirti emisijų koeficientai. Remiantis lauko tyrimų metu sukaupta augalijos vienetų aprašomąja ir kartografinė medžiaga bei ŠESD emisijų koeficientais galima gana greitai ir nepatiriant didelių išlaidų įvertinti ŠESD emisijas ir globalinio klimato atšilimo potencialą (GWP). Metodo trūkumas – iki šiol nėra pakankamai atlikta nuoseklių su GEST tipais susijusių tiesioginių ŠESD emisijų matavimų mūsų platumose esančiuose durpynuose.

Projekto metu GEST metodu įvertintas antropogeninės veiklos pažeistų durpynų atkūrimo efektyvumas ŠESD emisijoms mažinti. Aprašyta augalija, ištirtos ekologinės augaviečių sąlygos, išskirti GEST tipai, sudarytos atkuriamų durpynų augalinės dangos kartoschemos, nustatyti atskirų GEST tipų užimami plotai atkuriamame durpyne, ŠESD emisijos skaičiuotos taikant projekto LIFE *Peat Restore* (2019) tinklalapyje paskelbto atnaujinto GEST katalogo (*Updated GEST catalogue*) GWP koeficientus. Kiekvienai projekto teritorijai numatyti ŠESD emisijų scenarijai: 1) *pradinis*, įvertinantis bazines ŠESD emisijas (iki įgyvendinant atkūrimo veiklas); 2) *projekto*, įvertinantis potencialius ŠESD emisijų pokyčius praėjus 30–50 metų, kai buvo įgyvendintos atkūrimo veiklos; 3) *savaiminės sukcesijos scenarijus*, įvertinantis potencialius emisijų pokyčius praėjus 30–50 metų neįgyvendinus atkūrimo veiklų. Modeliuojant galimus GEST tipų scenarijus pasitelkta visa su atkuriamomis teritorijomis susijusi informacija: gamtotvarkos priemonių (kirtimų, sausinamųjų griovių tvenkimų ir t. t.) lokalizacija, hidrotechniniai planai, aukščių žemėlapiai, vandens lygio stebėjimų ir kt. duomenys.



7 pav. Projekto LIFE *Peat Restore* vietovių išsidėstymas Lietuvoje.

2.2. ŠESD emisijų vertinimas LIFE *Peat Restore* teritorijose Lietuvoje

Tarptautinio projekto LIFE *Peat Restore* vykdytojai Lietuvoje pelkinių ekosistemų atkūrimo veiklas įgyvendino keturiuose sausinimo ir durpių kasybos pažeistuose durpynuose (bendras plotas apie 400 ha). Amalvos pelkės pietinėje dalyje (Marijampolės r., Žuvinto biosferos rezervatas) ir po durpių kasybos apiečiuose Pūsčios (Zarasų r.) bei Sacharos (Rokiškio r.) durpynuose natūrali pelkių augalija yra degradavusi arba visiškai sunaikinta, tačiau vietomis galima aptikti atsikuriančios aukštapelkių augalijos fragmentų (7 pav.). Jau ne vieną dešimtmetį apleisti durpių karjerai yra ne kartą nukentėję nuo gaisrų (dėl pustomų išdegusių durpių Sacharos pelkei net suteiktas didžiosios tropikų dykumos vardas), vyrauja atvirų durpių plotai, o įsikuriančioje augalinėje dangoje – viržynai, krūmynai ir miško jaunuolynai. Plotuose, kuriuose užsikimšus sausinimo sistemoms ar dėl bebrų veiklos šiek tiek pagerėjo hidrologinis režimas, pamažu atsikuria į natūralias panašios pelkių buveinės, tiesa, dažniausiai prastos būklės. Ketvirta projekto vietovė yra eksploatuojamo Aukštumalos durpių karjero dalis (Šilutės r.) rytiniame durpyno pakraštyje, kuriame įrengtas eksperimentinis kiminų ir kitų aukštapelkinių augalų auginimo laukas.

2.2.1. Pūsčios durpynas

Pūsčios pelkė (Zarasų r.) buvo viena didžiausių aukštapelkių Šiaurės Rytų Lietuvoje. XX a. šeštajame dešimtmetyje pelkė nusausta, suformuotas durpių karjeras, kuriame durpės buvo kasamos 31 metus. Jau daugiau kaip tris dešimtmečius Pūsčios durpių karjeras yra uždarytas, tačiau žmogaus sukelti neigiami padariniai ekosistemai jaučiami iki šiol. Nusaustą pelkę vagoja tankus griovių tinklas (atkuriamoje teritorijoje – net apie 440 m/ha, bendras griovių ilgis – apie 35 km). Nemažą Pūsčios durpyno dalį vis dar dengia plikų durpių dykros (8 pav.), dėl žemo vandens lygio įsikuria natūralioms aukštapelkėms nebūdinga sumedėjusi augalija. Pirmieji Pūsčios pelkės ekologinio atkūrimo darbai pradėti 2000 m.: pelkę sausinančiuose grioviuose įrengta 15 vandenį sulaikančių užtūrų, dalis barelinių griovių rytiniame durpyno pakraštyje užkasti bei iškirsta dalis menkavertės sumedėjusios augalijos. Gamtotvarkos darbų rezultatas akivaizdžiai matomas pelkės rytinės dalies pakraščiuose – ten jau fragmentiškai atsikuria aukštapelkėms būdingos buveinės. Tačiau šių anuomet atliktų darbų neužteko atkurti durpėdarai palankų hidrologinį režimą visoje nusaustojtoje pelkėje.



© Žydrūnas Sinkevičius



© Jūratė Sendžikaite

8 pav. Nusausintame ir apleistame Pūsčios durpyne augalija įsikuria vangiai, 2017 m.

Norint išsaugoti atsikuriančias pelkines buveines ir vijūną 2006 m. Pūsčios durpynui suteiktas Buveinių apsaugai svarbios teritorijos (90 ha) statusas – *Pūsčios pelkė* (LTZAR0030), o 2010 m. siekiant išsaugoti pelkių kompleksą su EB svarbos pelkių buveine – 7120 *Degradavusios aukštapelkės*, saugomų pelkinių ir atviro kraštovaizdžio paukščių (pievinė lingė, sketsakalis, tetervinas, kukutis, paprastoji ir plėšrioji medšarkės) ir saugomų žuvų rūšių (vijūnas) buveines įsteigtas Pūsčios telmologinis draustinis (100 ha). Projekto LIFE *Peat Restore* iniciatyva 2019 m. atkuriamame Pūsčios durpyne (projekto teritorija – 80 ha) įrengta apie 240 įvairių konstrukcijų vandenį sulaikančių užtūrų (9 pav.) bei 32 ha plote iškirsta sumedėjusi augalija. Atlikus hidrologinio režimo atkūrimo darbus, per 30–50 metų ŠESD emisijos Pūsčios pelkėje palaipsniui sumažės beveik per pusę (nuo 970 iki 530 t CO₂e per metus). Palyginkime: jei pelkės atkūrimu nebūtų susirūpinta, tai ateityje ŠESD emisijos būtų išaugusios iki 1960 t CO₂e per metus (1 lentelė).



9 pav. Įgyvendintų gamtotvarkos veiklų rezultatas: durpyne sulaikytas vanduo, labai svarbus pelkės gyvybinių funkcijų atsikūrimui. Pūsčios durpynas, Zarasų r. © Žydrūnas Sinkevičius.

1 lentelė.

Pelkių ekologinio atkūrimo veiklų poveikio ŠESD emisijų pokyčiui įvertinimas GEST metodu. Pūsčios durpynas (80 ha), Zarasų r.

GEST scenarijai	GWP, t CO ₂ e per metus
Pradinis (2018 m.)	970
Projekto	530
Savaiminės sukcesijos	1960

2.2.2. Sacharos durpynas

Praėjusio šimtmečio ketvirtojo dešimtmečio pabaigoje Panemunėlio miške (Rokiškio r.) plytintį pelkinį kompleksą buvo numatyta skirti durpių pramonei: įrengtas pelkę sausinančių griovių tinklas, dalyje pelkės pašalinta augalinė danga ir pradėta durpių kasyba. Sacharos durpių karjeras veikė iki 1981 m., vėliau stipriai apsausintas ir pažeistas durpynas paliktas likimo valiai (10 pav.). Praėjus keturiems dešimtmečiams, kai buvo nutraukta ūkinė veikla, durpyne inventorizuotos atsikuriančios trijų tipų EB svarbos buveinės: 7120 *Degradavusios aukštapelkės*, 91D0 **Pelkiniai miškai* bei 7140 *Tarpinių pelkių ir liūnų* fragmentai. 2018 m., siekiant išsaugoti pelkinį kompleksą su EB svarbos buveinėmis ir saugomomis augalų, gyvūnų ir grybų rūšimis, durpynas (82 ha) įgavo buveinių apsaugai svarbios teritorijos statusą – *Sacharos pelkė* (LTROK0021).



10 pav. Kelis dešimtmečius neeksploatuojamame ir apleistame Sacharos durpių karjere vis dar veikianti sausinimo sistema neleidžia atsikurti pelkės ekosistemai, 2017 m. © Leonas Jarašius

2019–2020 m. žiemą siekiant grąžinti ŠESD emisijų sumažinimui bei pelkinių buveinių atsikūrimui palankias ekologines sąlygas Sacharos (11–12 pav.) durpyne projekto LIFE *Peat Restore* iniciatyva buvo įrengta daugiau kaip 100 durpinių, plastikinių spraustasienių ir mišrios konstrukcijos vandenį sulaikančių užtūrų bei 30 ha plote iškirsta natūralioms aukštapelkėms nebūdinga sumedėjusi augalija. Apskaičiuota, kad įgyvendinus gamtotvarkos darbus ŠESD emisijos Sacharos durpyne sumažės nuo 850 iki 250 t CO₂e per metus, o jei pelkės atkūrimu nebūtų susirūpinta, tai ateityje ŠESD būtų išaugusios beveik 2 kartus (iki 1600 t CO₂e per metus) (2 lentelė).



11 pav. Užtvėnkus sausinamuosius Sacharos durpyno griovius stebimas lygio kilimas, 2020 m. pavasaris. © Jūratė Sendžikaitė



12 pav. Sacharos pelkėje iškirtus dalį sumedėjusios augalijos ne tik mažiau išgarinama vandens, bet ir pagerėjo sąlygos atsikurti atviroms pelkių buveinėms. © Jūratė Sendžikaitė

2 lentelė.
Pelkių ekologinio atkūrimo veiklų poveikio ŠESD emisijų pokyčiui įvertinimas GEST metodu. Sacharos durpynas (82 ha), Rokiškio r.

GEST scenarijai	GWP, t CO ₂ e per metus
Pradinis (2018 m.)	850
Projekto	250
Savaiminės sukcesijos	1600

2.2.3. Amalvos durpynas

Āmalvos pelkē (3638 ha) yra didžiulio pelkinio komplekso, priklausančio Žuvinto biosferos rezervatui, dalis. XX a. pradžioje pradėti pirmieji pelkinio komplekso sausinimo darbai ypač suaktyvėjo sovietmečiu. 6–8 dešimtmečiais nusausinga šiaurinė ir pietinė pelkės dalys bei kairiajame Dovinės upės krante esanti pelkė (dabartinė Žuvinto biosferos rezervato ekosistemų atkūrimo zona). Durpyno pakraščiuose buvusių žemapelkių vietoje įrengtos kultūrinės pievos ir ganyklos. Aukštapelkės durpių kłodo tyrimai atskleidė, kad telkinys nėra perspektyvus durpių kasybai, todėl pasiūlyta nusausingus plotus naudoti žemės ūkyje. Tačiau ir šis sprendimas nepasiteisino – nusausinga aukštapelkė nėra palanki žemdirbystei, todėl apleista teritorija ilgaiui apaugo medžiais ir krūmais. Nusausingas durpynas prarado natūralius bruožus, apaugo sumedėjusia augalija, nustojo ne tik kaupti durpes, bet ir tapo nuolatiniu ŠESD emisijų šaltiniu.

Dalyje buvusio pelkinio komplekso ekosistemų atkūrimo veiklos įgyvendintos ankstesnių LIFE programos projektų (LIFE WETLIFE ir LIFE WETLIFE2) iniciatyva. Projekto LIFE *Peat Restore* veiklomis siekiama sumažinti ŠESD emisijas ir pagerinti ekologines sąlygas pelkių buveinėms formuoti pietinėje pelkinio komplekso dalyje – 215 ha medžiais apaugusioje teritorijoje (Marijampolės r.), plytinčioje kairiajame Dovinės upės krante (13 pav.). Šioje durpyno dalyje 7120 *Degradavusių aukštapelkių* buveinės dengia tik 30 ha plotą (14 pav.), o kiti stipriai nusausingi plotai beveik per pusę amžiaus buvo užgožti natūralioms pelkėms nebūdinga sumedėjusia augalija, nepasižyminti EB svarbos buveinėms būdingomis savybėmis. Todėl projekto LIFE *Peat Restore* iniciatyva Amalvos durpyno pietinėje dalyje įgyvendinti gamtotvarkos darbai, skirti ne tik ŠESD emisijoms iš sausinimo pažeistos ir stipriai sumedėjusia augalija apaugusios teritorijos sumažinti, bet ir susidaryti palankioms ekologinėms sąlygoms, kurios skatins atsikurti tipingas pelkines buveines.

13 pav. Nusausinga Amalvos pelkė palaipsniui apaugo sumedėjusia augalija, 2018 m. © Žydrūnas Sinkevičius



14 pav.
7120 *Degradavusių aukštapelkių*
buvėinė atkuriamoje Amalvos pelkės dalyje.
© Žydrūnas Sinkevičius

Įgyvendinant projektą LIFE *Peat Restore* buvo užtvėnti Amalvos pelkę sausinantys surenkamieji grioviai, įrengiant 24 sudėtingos konstrukcijos pylimus su vandens nuleistuvais bei plastikinių sprausasienių ir vietinio grunto užtūras, suardyta senoji (keraminio ir plastikinio) drenažo sistema. Atkuriant atviras pelkines buveines ir mažinant vandens garinimą intensyvios vegetacijos laikotarpiu visoje projekto teritorijoje iškirsta sumedėjusi augalija (15 pav.). Įgyvendinus šiuos gamtotvarkos plane numatytus darbus, per 30–50 metų ŠESD emisijos atkuriamos Amalvos pelkės pietinėje dalyje sumažės nuo 5820 iki 1530 t CO₂e per metus, o jei pelkės atkūrimu nebūtų susirūpinta, tai ateityje ŠESD emisijos būtų išaugusios iki 6270 t CO₂e per metus (3 lentelė).



15 pav.
Iškirtus sumedėjusių augaliją ir patvenkus
sausinamuosius griovius Amalvos pelkėje susidarys
sąlygos pelkėdarai, 2021 m. © Jūratė Sendžikaitė

3 lentelė.
Pelkių ekologinio atkūrimo veiklų poveikio ŠESD emisijų pokyčiui įvertinimas GEST metodu. Amalvos pelkės pietinė dalis (215 ha), Marijampolės r.

GEST scenarijai	GWP, t CO ₂ e per metus
Pradinis (2018 m.)	5820
Projekto	1530
Savaiminės sukcesijos	6270

Projekto LIFE *Peat Restore* iniciatyva Aukštumos durpių karjero šiauriniame pakraštyje (Šilutės r.) įrengtas pirmasis Lietuvoje 2 ha ploto eksperimentinis kiminių ir kitų aukštapelkinių augalų auginimo laukas. Šioje durpyno dalyje durpių kasyba baigta daugiau kaip prieš 15 metų. Eksperimentinis laukas su gretimai jam priklausančia infrastruktūra (dirbtinėmis vandens saugyklomis, vandens tiekimo sistema, nedidelė saulės elektrinė, apsauginiais pylimais, privažiavimo keliais ir kt.) ir biologinės įvairovės apsaugine zona (atsikuriančios viksvinės žemapelkės ir nendryno fragmentais) užima 10 ha teritoriją (16 pav.).



16 pav.
Baigtoje eksploatuoti Aukštumos durpių karjero dalyje 2019 m. įrengtas eksperimentinis kiminių ir kitų aukštapelkėms būdingų augalų auginimo laukas.
© Žydrūnas Sinkevičius ir Nerijus Zableckis

2019 m., taikant Kanados ir Vokietijos mokslininkų patirtimi paremtą kiminių dangos įkurdinimo pažeistose aukštapelkiniuose durpynuose metodiką (Quinty, Rochefort, 2003; Gauding et al., 2014, 2018), Aukštumos durpių karjere įrengtame eksperimentiniame lauke buvo paskleisti donoriniai kiminių pradmenys. Penkerius metus pavykus išlaikyti palankias hidrologines sąlygas galima tikėtis, kad susidarys ištisinė kiminių ir kitų aukštapelkėms būdingų augalų danga, kuri ateityje gali būti naudojama kaip 1) donorinė medžiaga aukštapelkinėms bendrijoms atkurti kitose eksploatuotose durpyno dalyse ar pažeistose, bet atkuriamose aukštapelkėse; 2) iškastinių durpių alternatyva – tinkamai apdorota švari kiminių fitomasė – inovatyvių substratų, tinkamų mėgėjiškai sodininkystei ir gėlininkystei, receptų kūrimui ir gaminimui. Dėl eksperimentiniame lauke atliekamų infrastruktūros gerinimo darbų šiame leidinyje pateikiami ŠESD skaičiavimai apima tik 2 ha plotą, kuriame buvo paskleisti kiminių pradmenys. Prognozuojama, kad per 30–50 metų ŠESD emisijos kiminių auginimo lauke palaipsniui sumažės per pusę (nuo 12 iki 6 t CO₂e per metus). Palyginkime: jei teritorija būtų buvusi palikta likimo valiai, tai ateityje ŠESD emisijos būtų išaugusios daugiau nei 2 kartus – iki 26 t CO₂e per metus (4 lentelė).

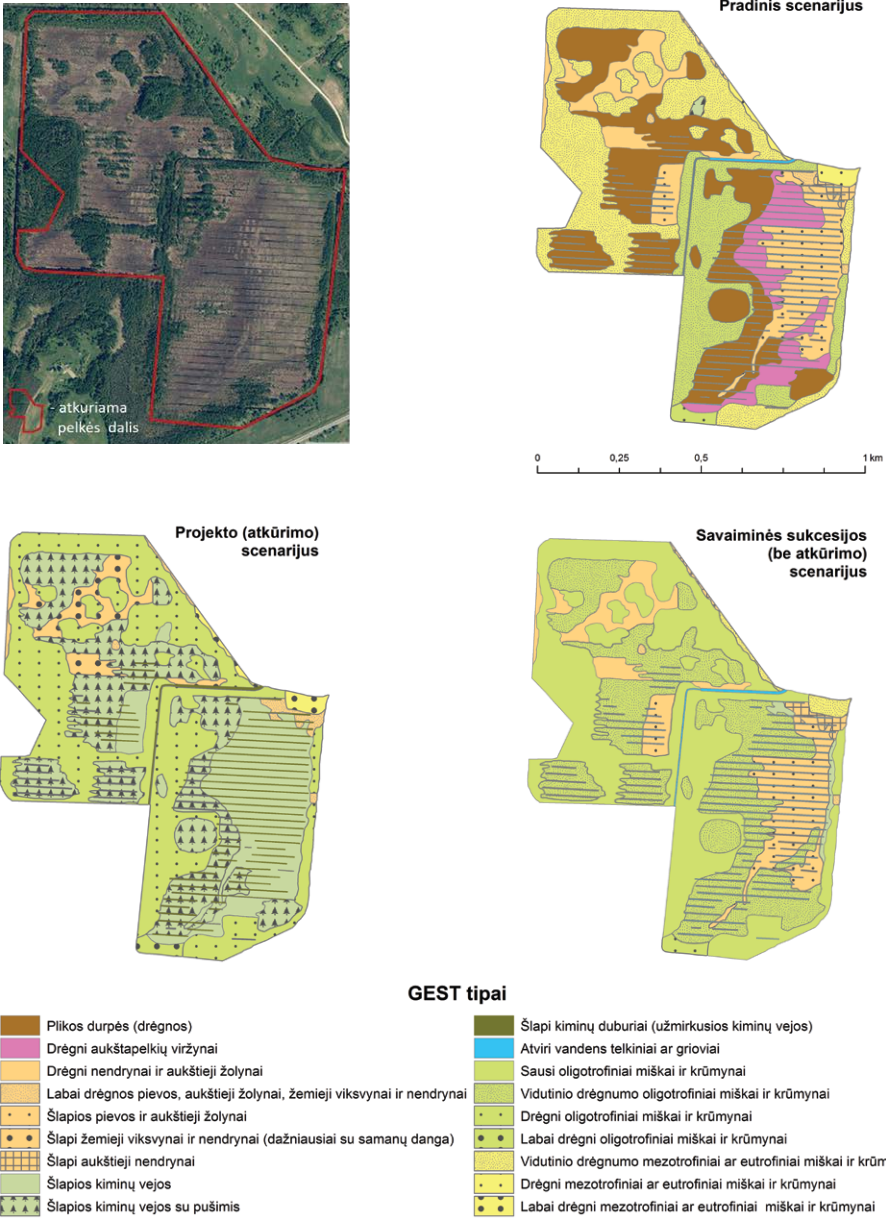
4 lentelė.
ŠESD emisijų skaičiavimas eksploatuotoje Aukštumos durpių karjero dalyje, kurioje įrengtas eksperimentinis kiminių ir kitų aukštapelkinių augalų auginimo laukas (2 ha), Šilutės r.

GEST scenarijai	GWP, t CO ₂ e per metus
Pradinis (2018 m.)	12
Projekto	6
Savaiminės sukcesijos	26

3. ŠESD EMISIJŲ POKYČIO VERTINIMO GEST METODU PAVYZDYS

Atsižvelgiant į GEST tipų kaitos laike ir erdvėje prognozes Pūsčios durpynas (Zarasų r.) (17 pav., 5 lentelė) nustatyta, kad, sėkmingai įgyvendinus ekologinio atkūrimo veiklas, per 50 metų GWP sumažės > 40 % (palyginti su dabartine būkle – pradinis scenarijus) ir bus išvengta reikšmingo GWP padidėjimo: nuo 970 (pradinis scenarijus) iki 1960 CO₂e per metus (savaiminės sukcesijos – be atkūrimo scenarijus).

Pūsčios durpynas



- GEST tipai**
- Plikos durpės (drėgnos)
 - Drėgni aukštapelkių viržynai
 - Drėgni nendrynai ir aukštieji žolynai
 - Labai drėgnos pievos, aukštieji žolynai, žemieji viksvynai ir nendrynai
 - Šlapios pievos ir aukštieji žolynai
 - Šlapi žemieji viksvynai ir nendrynai (dažniausiai su samanų danga)
 - Šlapi aukštieji nendrynai
 - Šlapios kiminių vejės
 - Šlapios kiminių vejės su pušimis
 - Šlapi kiminių duburiai (užmirkusios kiminių vejės)
 - Atviri vandens telkiniai ar grioviai
 - Sausi oligotrofiniai miškai ir krūmynai
 - Vidutinio drėgnumo oligotrofiniai miškai ir krūmynai
 - Drėgni oligotrofiniai miškai ir krūmynai
 - Labai drėgni oligotrofiniai miškai ir krūmynai
 - Vidutinio drėgnumo mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai
 - Drėgni mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai
 - Labai drėgni mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai

17 pav. GEST scenarijai ir GEST tipų kartoschemos, atspindinčios dabartinę augalijos būklę ir prognozuojamas sukcesijos kryptis Pūsčios durpynas, Zarasų r.

5 lentelė.
 GEST scenarijai ir prognozuojama GWP kaita sausinimo bei durpių kasimo pažeistoje ir projekto LIFE Peat Restore
 iniciatyva atkuriamoje Pūsčios durpyne, Zarasų r.

GEST tipai*	GWP, t CO ₂ e iš hektaro per metus*	GEST scenarijai					
		PRADINIS (2018 m.)		PROJEKTO (atkūrimo)		SAVAIMINĖS SUKCESIJOS (be atkūrimo)	
		Plotas, ha	GWP, t CO ₂ e per metus	Plotas, ha	GWP, t CO ₂ e per metus	Plotas, ha	GWP, t CO ₂ e per metus
Plikos durpės (drėgnos)	6,2	23,88	148,06			-	-
Drėgni aukštapelkių viržynai	9,4	5,90	55,46	-	-	-	-
Drėgni nendrynai ir aukštieji žolynai	12,2	4,23	51,61	-	-	4,23	51,61
Labai drėgnos pievos, aukštieji žolynai, žemieji viksvynai ir nendrynai	1,9	0,40	0,76	1,07	2,03	0,22	0,42
Šlapios pievos ir aukštieji žolynai	5,8	9,12	52,90	-	-	8,43	48,89
Šlapi žemieji viksvynai ir nendrynai (dažniausiai su samanų danga)	3,3	-	-	4,23	13,96		
Šlapi aukštieji nendrynai	4,0	0,63	2,52	-	-	0,91	3,64
Šlapios kiminių vejos	2,3	-	-	16,51	37,97	0,68	1,56
Šlapios kiminių vejos su pušimis	4,1	0,19	0,78	23,12	94,79	-	-
Šlapi kiminių duburiai (užmirkusios kiminių vejos)	8,9	-	-	2,55	22,70	-	-
Atviri vandens telkiniai ar grioviai	3,0	2,55	7,65	0,05	0,15	2,55	7,65
Sausi oligotrofiniai miškai ir krūmynai	26,0	-	-	-	-	9,95	258,70
Vidutinio drėgnumo oligotrofiniai miškai ir krūmynai	20,0	11,18	223,60	-	-	28,80	576,00
Drėgni oligotrofiniai miškai ir krūmynai	9,4	0,56	5,26	9,54	89,68	0,56	5,26
Labai drėgni oligotrofiniai miškai ir krūmynai	4,7	-	-	0,56	2,63	-	-
Sausi mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai	43,4	-	-	-	-	22,71	985,61

GEST tipai*	GWP, t CO ₂ e iš hektaro per metus*	GEST scenarijai					
		PRADINIS (2018 m.)		PROJEKTO (atkūrimo)		SAVAIMINĖS SUKCESIJOS (be atkūrimo)	
		Plotas, ha	GWP, t CO ₂ e per metus	Plotas, ha	GWP, t CO ₂ e per metus	Plotas, ha	GWP, t CO ₂ e per metus
Vidutinio drėgnumo mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai	20,0	20,40	408,00	-	-	0,96	19,20
Drėgni mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai	12,2	0,96	11,71	21,41	261,20	-	-
Labai drėgni mezotrofiniai ar eutrofiniai miškai ir krūmynai	1,6	-	-	0,96	-	-	-
IŠ VISO:		80,00	968,3	80,00	526,6	80,00	1958,6

* Pagal projekto LIFE *Peat Restore* atnaujintą GEST tipų katalogą (LIFE *Peat Restore*, 2019).



18 pav. Pūsčios durpynas po gamtotvarkos darbų įgyvendinimo, 2021 m. birželis. © Jūratė Sendžikaitė

Apibendrinimas

Augalijos tipų (GEST) kartografavimo, hidrologinių tyrimų medžiaga ir durpių pavyzdžių cheminė analizė rodo, kad pelkių buveinės keturioje LIFE *Peat Restore* projekto teritorijose Lietuvoje yra itin pažeistos žmogaus ūkinės veiklos. Žemas gruntinio vandens lygis sausinimo ir durpių kasybos pažeistuose durpynuose kelis dešimtmečius skatino skaidytis išlikusį durpių klotą ir dideles ŠESD emisijas.

Remiantis atliktais augalijos tyrimais ir kartografinė augalijos tipų (GEST) analize bei atskiriems GEST tipams priskirtais GWP emisijų faktoriais nustatyta, kad kasmet iš pažeistų projekto teritorijų (bendras plotas – apie 400 ha) išsiskiria apie 7640 t CO₂e (pradinis scenarijus, 6 *lentalė*). Didžiausios ŠESD emisijos išsiskiria iš sausinimo pažeistų durpynų, kuriuose vyrauja apsausėję miškai, vidutinio drėgnumo viržynai bei drėgni nendrynai ir aukštieji žolynai.

GEST metodu įvertinus ŠESD scenarijus nustatyta (6 *lentalė*), kad, projekto LIFE *Peat Restore* iniciatyva atkūrus apie 400 ha sausinimo pažeistų durpynų, per 30–50 metų ŠESD emisijos iš jų sumažėtų 70 % (iki 2310 t CO₂e per metus). Ilgainiui atsikuriantys durpynai vėl kaups organinę anglį. Įvertinus galimą augalijos kaitą, jei nusausinti durpynai būtų palikti toliau degraduoti (t. y. neįgyvendinant gamtotvarkos darbų), ŠESD emisijos padidėtų apie 29 % (nuo 7640 iki 9830 t CO₂e per metus).

6 lentalė.

Bendras ŠESD emisijų skaičiavimas projekto teritorijose: Pūsčios (80 ha) ir Sacharos (82 ha) durpynuose bei Amalvos pelkėje (215 ha).

Galimi GEST scenarijai	GWP, t CO ₂ e per metus
A. Pradinis scenarijus, 2018	7640
B. Projekto scenarijus	2310
C. Savaiminės sukcesijos scenarijus	9830
* Emisijų pokytis. Projekto scenarijus (A–B)	-5330 (~-70 %)
* Emisijų pokytis (A–C)	+2190 (~+29 %)

* Emisijų pokyčio reikšmės: „-“ – emisijų sumažėjimas, „+“ – emisijų padidėjimas.

Pritaikius GEST metodiką projekto LIFE *Peat Restore* vietovėse Lietuvoje nustatyta, kad, atkūrus 1 ha nusausinto ir žmogaus ūkinės veiklos pažeisto durpyno, ilgainiui galima sumažinti apie 14 t CO₂e per metus. Taigi, atkūrus hidrologines sąlygas visuose apleistuose Lietuvos durpynuose, ŠESD emisijas galima sumažinti apie 200 000 t CO₂e per metus.

Literatūra

Couwenberg J., 2011: Vegetation as proxy for greenhouse gas fluxes – the GEST approach. In: Tanneberger F., Wichtmann W. (Eds.), *Carbon credits from peatland rewetting. Climate – biodiversity – land use. Science, policy, implementation and recommendations of a pilot project in Belarus*, 37–52. – Stuttgart.

Couwenberg J., Thiele A., Tanneberger F., Augustin J., Bärish S., Dubovik D., Liashchynskaya N., Michaelis D., Minke M., Skuratovich A., Joosten H., 2011: Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. – *Hydrobiologia*, 674: 67–89.

Gaudig G., Fengler F., Krebs M., Prager A., Schulz J., Wichmann S., Joosten H., 2014: Sphagnum farming in Germany – a review of progress. – *Mires and Peat*, 13, Article 08: 1–11.

Gaudig G., Krebs M., Prager A., Wichmann S., Barney M., Caporn S.J.M., Emmel M., Fritz C., Graf M., Grobe A., Gutierrez Pacheco S., Hogue-Hugron S., Holzträger S., Irrgang S., Kämäräinen A., Karofeld E., Koch G., Koebbing J.F., Kumar S., Matchutadze I., Oberpaur C., Oestmann J., Raabe P., Rammes D., Rochefort L., Schmilewski G., Sendžikaitė J., Smolders A., St-Hilaire B., van de Riet B., Wright B., Wright N., Zoch L., Joosten H., 2018: Sphagnum farming from species selection to the production of growing media: a review. – *Mires and Peat*, 20, Article 13: 1–30.

European Environment Agency, 2021: Greenhouse gas emissions per capita (2019). – https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rd300/default/table?lang=en.

Freibauer A., Drösler M., Gensior A., Schulze E.-D., 2009: Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. Natur und Landschaft. Heft 1/2009. – *Sonderheft Biodiversität und Klimawandel*: 20–25.

Günther A., Barthelmes A., Huth V., Joosten H., Jurasinski G., Koebisch F., Couwenberg J., 2020: Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. – *Nature Communications*, 11: 1644: 1–5. – <https://www.nature.com/articles/s41467-020-15499-z>.

IUCN, 2017: IUCN issues briefs. Peatlands and climate change. – https://www.iucn.org/sites/dev/files/peatlands_and_climate_change_issues_brief_final.pdf.

Izquierdo N.L., 2017: Peatlands carbon cycle. – <https://www.grida.no/resources/12532>.

Kauppi P.E., 2003: New, low estimate for carbon stock in global forest vegetation based on inventory data. – *Silva Fennica*, 37: 451–457.

Lietuvos pelkių ir durpynų duomenų rinkinys (LGF 2018 m. vertinimas), 2019. – <https://www.geoportal.lt>.

LIFE Peat Restore, 2019: Updated GEST Catalogue. – <https://life-peat-restore.eu/en/wp-content/uploads/sites/7/2019/05/updated-gest-catalogue-40-longlist.pdf>.

Lithuania’s National Inventory Report 2019. Greenhouse Gas Emissions 1990–2017. – Vilnius.

Lithuania’s National Inventory Report 2021. Greenhouse Gas Emissions 1990–2019. – Vilnius. – <https://unfccc.int/documents/273465>.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. – Washington, DC.

Pakalne M., Etzold J., Ilomets M., Jarašius L., Pawlaczyk P., Bociąg K., Chlost I., Cieśliński R., Gos K., Libauers K., Pajula R., Purre A.-H., Sendžikaitė J., Strazdiņa L., Truus L., Zableckis N., Jurema L., Kirschey T., 2021: Best practice book for peatland restoration and climate change mitigation. Experiences from LIFE Peat Restore project. - University of Latvia, Riga, 184 p.

Parish F., Sirin A., Charman D., Joosten H., Minayeva T., Silvius M., Stringer L. (Eds.), 2008: Assessment on Peatlands, biodiversity and climate change: Main report. – Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.

Quinty F., Rochefort L., 2003: Peatland restoration guide. 2nd edition. – Université Laval, Québec.

Ramsar Convention Secretariat, 2015: Keep peatlands wet for a better future. – Ramsar Fact Sheets, 8. – https://www Ramsar.org/sites/default/files/documents/library/fs_8_peatlands_en_v5.pdf.

Sendžikaitė J., Zableckis N., Jarašius L., Pakalnis R., Sinkevičius Ž., 2021: Būtina atkurti pelkes. – *Mišakai*, 4: 13–15. – <http://www.zurnalasmiskai.lt/b%C5%ABtina-atkurti-pelkes.html>

Shvidenko A., Barber V., Persson R. (Eds.), 2005: Chapter 21. Forest and woodland systems. – In: *Millenium ecosystem assessment. Ecosystems and human well-being: Synthesis*: 585–621. – Washington, DC.

Valatka S., Stoškus A., Pileckas M., 2018: Lietuvos durpynai. Kiek jų turime, ar racionaliai naudojame? – Gamtos paveldo fondas, Vilnius.

