



31.03.2023, Nr. 12

**Pētniecības projekts „Siltumnīcefekta gāzu emisijas faktoru un lēmumu pieņemšanas atbalsta rīku izstrāde degradētu kūdrāju apsaimniekošanai pēc kūdras ieguves” (vienošanās Nr. 1.1.1.1/19/A/064)**

Jaunākās atziņas SEG emisiju no organiskām augsnēm mērījumu jomā ir apkopojis Jauhiainen et al. (2019). Rakstā secināts, ka nepieciešama ciešāka sasaiste starp emisiju aprēķinu metodēm un darbību datiem, piemēram, diennakts un ilgtermiņa augsnes temperatūra, gruntsūdens režīms, nobiru ienese un sadalīšanās ātrums. Kvantitatīvi jānosaka meža apsaimniekošanas netiešā ietekme uz SEG emisijām, tajā skaitā CH<sub>4</sub> un N<sub>2</sub>O emisijas no kokiem un meliorācijas grāvjiem, un jāapkopo dati par ūdens oglekļa emisijām no meliorētām organiskajām meža augsnēm. Tomēr zināšanas par SEG emisiju uzskaiti no organiskām augsnēm apsaimniekotajos mitrajos pēdējos gados ir ievērojami attīstījušās. Vairāki pētījumi ir uzlabojuši mūsu izpratni par oglekļa uzglabāšanu un piesaisti, SEG emisijām, modelēšanas pieejām un politiku ietekmi. Uzsvērta nepieciešamība pēc starpdisciplināriem pētījumiem, precīzām uzskaites metodēm un apzinātiem politikas lēmumiem, lai efektīvi pārvaldītu un mazinātu SEG emisijas no organiskajām augsnēm mitrajos. Ir nepieciešami pētījumi, lai turpinātu pilnveidot mūsu izpratni par sarežģītajiem bioģeoķīmiskiem procesiem un mijiedarbību, kas izraisa SEG emisijas no kūdrājiem, kā arī novatoriskas pieejas ilgtspējīgai kūdrāju apsaimniekošanai. Integrējot zinātniskās zināšanas politikā un pārvaldības praksē, mēs varam labāk aizsargāt šīs kritiskās ekosistēmas, mazināt klimata pārmaiņas un saglabāt oglekļa krātuves kūdrājos.

Pētījuma zinātnisko novitāti nodrošināja, piemēram, emisijas faktoru izstrāde appludinātajiem kūdrājiem. Tāpat, SEG emisijas no meliorācijas grāvjiem ir maz pētīta tēma, un daudzas Eiropas valstis neziņo par šīm emisijām atsevišķi. Līdzšinējo pētījumu rezultāti ir pretrunīgi, piemēram, Peacock et al. (2021) atklāja, ka grāvji kūdrājos ievērojami palielina CH<sub>4</sub> emisijas un emisijas no grāvjiem kūdrāju un minerālaugsnēs ir līdzīgas (Peacock, Granath, et al., 2021). Lai gan iepriekš minētie pētījumi saista paaugstinātas emisijas ar augstu ūdens līmeni grāvjos, citos pētījumos ir ieteikts aizvērt grāvjus, lai samazinātu emisijas (Koch et al., 2023). Pētījumā iegūtie dati būtiski pilnveidos zināšanas, kas nepieciešamas augstāka līmeņa SEG emisiju uzskaites metožu izstrādei meliorācijas grāvjiem kūdras ieguvei izmantotajās platībās.

Pētījuma rezultāti nepārprotami veicina šobrīd kūdras ieguvei izmantoto kūdras zemju klimata pārmaiņu mazināšanas potenciāla realizāciju un precīzē kūdras rūpniecības ekonomisko un ekoloģisko potenciālu, ņemot vērā klimata pārmaiņu mazināšanas mērķus. Pētījumā konstatējām, ka vēja erozijas izraisītās netiešās emisijas kūdras ieguvei atvērtajās platībās ir pat nozīmīgākas par tiešajām emisijām, sasniedzot līdz pat 10 tonnām C ha<sup>-1</sup> gadā tukšās kūdras platībās un tuvu nullei ar veģetāciju klātās vietās; līdz ar to veģetācijas seguma atjaunošana ir visefektīvākais emisiju

mazināšanas pasākums un šo pasākumu var īstenot, pielietojot koksnes pelnus, kas imitē purvu ugunsgrēkus, kas savulaik bija visticamākais kūdrāju apmežošanas iemesls.

Pētījumā arī secināts, ka mežu atjaunošanu var veikt 50% kūdras ieguvei izmantoto kūdrāju, pieņemot, ka meliorācijas sistēmas ir slēgtas. Pārējās teritorijās iespējas dot ieguldījumu klimata pārmaiņu mazināšanā ir ierobežotas, un ar bioloģisko daudzveidību saistītie ekosistēmu pakalpojumi jāizvirza kā prioritāte.

Pētījumā uzsvērtā oglekļa (C) ievades augsnē atkarība no nobiru veidošanās no audzes īpašībām un tādējādi būtiskas atšķirības C ienesē ar nobirām starp jaunām un vidēja vecuma audzēm. Pētījumā arī pierādīts, ka nosusinātas organiskās augsnes vidēja vecuma mežos, kur dominē bērzs, priede un egle, var nebūt neto SEG emisiju avots, jo emisijas kompensē C ienese ar nobirām. Tomēr joprojām ir liela nenoteiktība par C ienesi ar koku pazemes nobirām un zemsedzes veģetāciju, īpaši sūnām, ķērpjiem un stiebrzālēm, kam var būt izšķiroša nozīme C līdzsvarā mežos ar meliorētām organiskajām augsnēm (Bārdule et al., 2021).

Saskaņā ar pētījuma rezultātiem applūdušās teritorijas ir nozīmīgs CO<sub>2</sub> emisiju avots (967±107 kg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> gadā); tomēr nozīmīgākais SEG emisiju aģents applūstošajās teritorijās ir metāns (CH<sub>4</sub>) – 435±98 kg CH<sub>4</sub>-C kg ha<sup>-1</sup> gadā. Applūdušās teritorijas nav nozīmīgs slāpekļa oksīda (N<sub>2</sub>O) emisiju avots. Neto emisijas no applūstošajām teritorijām ir 18,1±3,7 tonnas CO<sub>2</sub> ekv ha<sup>-1</sup> gadā. Applūstošās zemes ir nozīmīgs (viens no lielākajiem) emisiju avotiem mitrājos, un ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai uzlabotu SEG modelēšanas risinājumus un aktivitāšu datus (Butlers & Lazdiņš, 2022).

Apkopojot dažādus pētījumus, tostarp datus par siltumnīcefekta gāzu emisijām no meliorācijas grāvjiem un netiešajām emisijām, secināts, ka tās augsne mežaudzēs darbojas kā C krātuve. Oglekļa dioksīda (CO<sub>2</sub>) emisiju lielumu mežaudzēs novērtēt, attiecīgi, 0,4 ± 0,4 t C ha<sup>-1</sup> gadā un 0,1 ± 0,4 t C ha<sup>-1</sup> gadā nenosusinātai un nosusinātai augsnei. Augsne kailcirtēs darbojas kā CO<sub>2</sub> emisiju avots un ikgadējās emisijas svārstījās no 0,4 ± 0,4 t C ha<sup>-1</sup> gadā nenosusinātās platībās līdz 0,9 ± 0,7 t C ha<sup>-1</sup> gadā nosusinātos apstākļos. Iemesls, kāpēc augsne kailcirtēs ir CO<sub>2</sub> emisiju avots, bija palielināts C zudums elpošanas rezultātā un samazināta ienese augsnē ar nobirām. Turklāt kailcirtēs vidējā C ienese augsnē ar zemsedzes veģetācijas biomasu bija lielāka nekā mežaudzēs, tomēr tā nekompensēja augsnes elpošanas palielināšanos un C ieneses ar lapu nobirām un koku smalkajām saknēm samazinājumu. Pētījuma rezultātus par ikgadējām augsnes C krājuma izmaiņām var izmantot kā emisijas faktoru valsts SEG uzskaitē meža zemēm hemiboreālajā zonā (Butlers et al., 2022).

Papildu pētījums, kurā tika integrēti projektā iegūtie dati un papildu dati par metil-Hg emisijām, neuzrādīja būtiskas atšķirības CO<sub>2</sub> un N<sub>2</sub>O emisijās starp meliorētajiem un neskartajiem kūdrājiem, bet CH<sub>4</sub> emisijas no neskartajiem kūdrājiem bija ievērojami lielākas. Identificēta vides faktoru kompleksa ietekme uz metil-Hg koncentrācijas izmaiņām un SEG emisijām, kas ir svarīgas kūdrāju apsaimniekošanai, lai līdz minimumam samazinātu augsnes organisko vielu un piesārņotāju, piemēram, Hg, biogēno elementu bioģeoķīmiskā cikla izmaiņu nelabvēlīgo ietekmi. Šī pētījuma rezultāti saskan ar citiem atklājumiem, kas pierāda, ka atkārtotas mitrināšanas ietekme ir pārvērtēta (Bārdule et al., 2022; Ojanen & Minkkinen, 2020).

Pētījuma rezultāti parādīja, ka globālās sasilšanas potenciāla ziņā CO<sub>2</sub> emisiju devums kopējā SEG emisiju budžetā no meliorācijas grāvjiem var pārsniegt CH<sub>4</sub> emisijas. Vidējās CO<sub>2</sub> un N<sub>2</sub>O emisijas

no meliorācijas grāvjiem kūdrāju mežos bija ievērojami lielākas nekā no grāvjiem kūdras ieguves vietās, savukārt vidējās CH<sub>4</sub> emisijas no grāvjiem starp kūdrāju mežiem un kūdras ieguves vietām neatšķīrās. Visu SEG emisijas no grāvjiem palielinājās, palielinoties temperatūrai. Turklāt CO<sub>2</sub> un N<sub>2</sub>O emisijas no meliorācijas grāvjiem palielinājās, pazeminoties gruntsūdens līmenim. Tie arī negatīvi korelēja ar ūdens līmeni grāvjos, bet pozitīvi ar kālija un kopējā slāpekļa koncentrāciju ūdenī. Turpretim CH<sub>4</sub> emisijas no meliorācijas grāvjiem palielinājās, palielinoties gruntsūdens līmenim un ūdens līmenim grāvjos, bet negatīvi korelēja ar K un TN koncentrāciju ūdenī (Vanags-Duka et al., 2022).

Pētījums sniedza ieguldījumu arī agromežsaimniecības pasākumiem piemēroto kūdras ieguvei pašlaik vai agrāk izmantoto platību novērtēšanā. Pētījumā secināts, ka kopējā agromežsaimniecībai piemērotās lauksaimniecības zemes platība ir 14,1% no Latvijas kopējās lauksaimniecības zemes (351,5 kha). Agromežsaimniecības pasākumiem piemērotas pushidromorfās augsnes; dominējošā augsnes struktūra bija smilšmāla smiltis, izņemot kūdras augsnes. Pašreizējo dominējošo zemes lietojumu, izņemot kūdras ieguves vietas, izvēlētajā lauksaimniecības zemē veidoja neviendabīga lauksaimniecība un ganības; savukārt atlasītie lauksaimniecības zemes nogabali lielākoties atradās ārpus intensīvās lauksaimnieciskās ražošanas – tikai 0,38% no kopējās atlasītās lauksaimniecības zemes saņem valsts un/vai ES atbalstu Kopējās lauksaimniecības politikas (KLP) ietvaros. Ņemot vērā ilgstošo jaunu lauksaimniecības zemes apsaimniekošanas metožu ieviešanas procesu, kā arī ņemot vērā vērienīgo laika grafiku bioloģiskās daudzveidības, vides un klimata mērķus, mēs iesakām samazināt šķēršļus agromežsaimniecības sistēmu ieviešanai. Nodrošinātā atlases un novērtēšanas pieeja ir pārnesama uz citām valstīm un reģioniem, pielāgojot izstrādātās metodoloģijas pieejamai valstij raksturīgajai telpiskajai informācijai un datiem. Pētījuma arī secināts, ka trūkst zināšanu par agromežsaimniecības pasākumu ieviešanu, piem., ganību ierīkošana vai zālaugu audzēšana koku ēnā, un zināšanu trūkums ir galvenais faktors, kas kavē šī pasākuma īstenošanu (Bārdulis et al., 2022).

Literatūras pārskatā balstītais klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumu novērtējums, kas piemērojams degradētos kūdras ieguvei iepriekš izmantotajos kūdras platībās, pierādīja, ka apsaimniekotie mitrāji var būtiski veicināt klimata pārmaiņu mērķu sasniegšanu, un zinātnieku aprindas to ir norādījušas vairākās publikācijās un ziņojumos; tomēr vairumā gadījumu trūkst kvantitatīvā novērtējuma. Lielākā daļa pierādīto emisiju mazināšanas pasākumu ir saistīti ar apmežošanu, ko var īstenot aptuveni 50% degradēto kūdrāju (Kaleja & Bardule, 2022).

Ņemot vērā to, ka meža ekosistēmas atjaunošanai izcirstos kūdrāju zemēs var būt nepieciešamas papildu barības vielas, mūsu komanda palīdzēja novērtēt barības vielu ietekmi uz CO<sub>2</sub> emisijām. Secināts, ka mēslošana ar slāpekli var nepalielināt fotosintēzes aktivitāti. Iespējams, ka fotosintētiskā aktivitāte ir palielinājusies, pieaugot kopējam lapu laukumam. Koksnes pelnu pievienošana ir veicinājusi fotosintēzes aktivitāti hibrīdalkšņiem (Petaja et al., 2021).

Tāpat svarīgs faktors, kas nepieciešams, lai novērtētu kūdras ieguvei izmantoto iepriekš atmežoto platību mežu atjaunošanas ietekmi, ir precīzs biomasas krājumu un dzīvajā biomasā izņemtā oglekļa aprēķins, īpaši agrīnās meža attīstības stadijās; tādēļ projekta komanda sniedz ieguldījumu audzes līmenī piemērojamo biomasas ekspansijas faktoru izstrādē, lai nodrošinātu, ka šos faktorus var izmantot mežos ar organiskām augsnēm. Mēs pētījām biomasas modeļu atkarību no reģiona, meža tipa un sugu sastāva indeksa. Modeļi, kas ņēma vērā augošo krājumu un dominējošo sugu sastāva

indeksu, darbojās labāk nekā modeļi ar augošo krājumu kā vienīgo mainīgo, īpaši neviendabīgiem lapu koku mežiem ar lielāku sugu daudzveidību. Izstrādātie modeļi ir vienkāršāk pielietojama alternatīva individuālā līmeņa novērtējumam meža biomasas krājumu novērtēšanai apstākļos, kad atsevišķi koku dati nav pieejami (Liepiņš et al., 2022).

Mēs šobrīd apkopojam rezultātus par par izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) iznesi caur meliorācijas grāvjiem, integrējot datus par ūdens ķīmiskajām īpašībām, nokrišņu un evapotranspirācijas modeļiem. Šajā pētījumā mēs sapratām, ka vidējā izlaide ( $0,4 \text{ t C ha}^{-1}$  gadā) būtiski neatšķiras no IPCC noklusējuma emisijas faktora meliorētām organiskajām augsnēm mērenā klimata joslā ( $0,5 \text{ t C ha}^{-1}$  gadā); tomēr ir būtiska atšķirība starp zemes izmantošanas kategorijām un lielākās emisijas ir kūdras ieguves laukos ( $0,6 \text{ t C ha}^{-1}$  gadā), savukārt vismazākās – lauksaimniecības zemēs ( $0,1 \text{ t C ha}^{-1}$  gadā). Iztvaikošanas palielināšanās labāk attīstītas veģetācijas un augsnes auglības dēļ ir saistīta ar DOC izvades samazināšanos. Šie dati tiks publicēti 2023. gadā.

Organiskās augsnes ir pārliecinoši galvenais SEG emisiju avots Latvijā, kas būtiski veicina SEG emisijas visā boreālajā un hemiboreālajā reģionā un paredzams, ka šī tendence turpināsies arī nākotnē, paaugstinoties gaisa temperatūrai; tomēr emisiju uzskaitē izmantoto metožu precizitāte ir nepietiekoša, un lielākā daļa Eiropas valstu joprojām paļaujas uz IPCC noklusējuma emisijas faktoriem (Jauhiainen et al., 2019a). SEG emisijas no šobrīd Latvijā izmantotajām un pamestajām kūdras ieguves vietām ir 1,4 milj. tonnu  $\text{CO}_2$  ekv. katru gadu (14% no kopējām valsts emisijām), tajā skaitā ap 0,3 milj. tonnas  $\text{CO}_2$  ekv no SEG emisijām no augsnes (Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 2022). Agrākie pētījumi, piem. LIFE REstore projekts parāda, ka dažādas pārvaldības stratēģijas var izraisīt būtisku emisiju pieaugumu vai samazināšanos, piemēram, dzērveņu un melleņu audzēšana, neskatoties uz mēslojumu un pazeminātu gruntsūdeņu režīmu, ir ļoti efektīvs ietekmes mazināšanas pasākums, un apmežošana var pārvērst šo emisiju avotu par  $\text{CO}_2$  piesaistes neto piesaistītāju (Prieditis & Gancone, 2019). Apsaimniekotie mitrāji vēl nav iekļauti ZIZIMM sektora saistībās; tomēr tie būs un aptuvenās izmaksas par emisijām no mitrājiem sasniegtu 28 milj. EUR, saskaņā ar EK prognozi par oglekļa vienības cenu (Eiropas Komisija, 2016). Aptuveni 30% no šīm izmaksām var izvairīties īstermiņā vai ilgākā termiņā, pareizi apsaimniekojot kūdrājus, turklāt šiem pasākumiem jābūt noturīgiem, nodrošinot nepārtrauktu SEG emisiju samazināšanu un izņemtā  $\text{CO}_2$  uzkrāšanu.

Pārliecinoši dati par SEG emisijām apsaimniekotajos mitrājos, neizlaižot nevienu no iespējamajiem avotiem, ir pamats politikas un pārvaldības lēmumiem attiecībā uz noturīgu struktūru izveidi un apsaimniekošanu, lai veicinātu klimata pārmaiņu mazināšanu un dažādu ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanu. Īpašas lēmumu atbalsta sistēmas izmantošana kūdrāju atjaunošanai, izmantojot vispiemērotāko pieeju, veicinātu līdz pat 15% lauksaimniecības nozares emisiju kompensāciju Latvijā, ja tā tiktu īstenota pilnā apjomā. Potenciālie ienākumi, pārdodot piesaistes vienības brīvprātīgajos oglekļa tirgos, varētu sasniegt 0,3 milj. EUR gadā, ja potenciāli mežsaimniecībai piemērotās platības tiek atjaunotas. Apzinoties šo situāciju, projekta komanda ir cieši sadarbojusies ar Latvijas Kūdras asociāciju, kā arī citām kūdras un meža nozares struktūrām, izplatot informāciju par projektu un tā rezultātiem vairāk nekā sākotnēji plānots palielināt informētību un veicināt emisiju mazināšanas pasākumu īstenošanu kūdras ieguves vietās.

Pētījuma ietvaros publicētie zinātniskie raksti:

- 1) Bārdule, A., Petaja, G., Butlers, A., Purviņa, D., & Lazdiņš, A. (2021). Estimation of litter input in hemi-boreal forests with drained organic soils for improvement of GHG inventories. *BALTIC FORESTRY*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.46490/BF534>
- 2) Butlers, A., & Lazdins, A. (2022). Case study on greenhouse gas (GHG) fluxes from flooded former peat extraction fields in central part of Latvia. *Research for rural development*, 44–49. <https://doi.org/10.22616/rrd.28.2022.006>
- 3) Butlers, A., Lazdiņš, A., Kalēja, S., & Bārdule, A. (2022). Carbon Budget of Undrained and Drained Nutrient-Rich Organic Forest Soil. *Forests*, 13(11), 1790. <https://doi.org/10.3390/f13111790>
- 4) Bārdule, A., Gerra-Inohosa, L., Kļaviņš, I., Kļaviņa, Z., Bitenieks, K., Butlers, A., Lazdiņš, A., & Lībiete, Z. (2022). Variation in the Mercury Concentrations and Greenhouse Gas Emissions of Pristine and Managed Hemiboreal Peatlands. *Land*, 11(1414), 20. <https://doi.org/10.3390/land11091414>
- 5) Vanags-Duka, M., Bārdule, A., Butlers, A., Upenieks, E. M., Lazdiņš, A., Purviņa, D., & Līcīte, I. (2022). GHG Emissions from Drainage Ditches in Peat Extraction Sites and Peatland Forests in Hemiboreal Latvia. *Land*, 11(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/land11122233>
- 6) Bārdulis, A., Ivavons, J., Bārdule, A., Lazdiņa, D., Purviņa, D., Butlers, A., & Lazdiņš, A. (2022). Assessment of Agricultural Areas Suitable for Agroforestry in Latvia. *Land*, 11(1873), 18. <https://doi.org/10.3390/land11101873>
- 7) Kaleja, S., & Bārdule, A. (2022). Review of climate change mitigation measures applicable in degraded peatlands in Latvia. *Research for rural development*, 56–62. <https://doi.org/10.22616/rrd.28.2022.008>
- 8) Petaja, G., Karklina, I., & Neimane, S. (2021). Short-term effects of fertilization on photosynthetic activity in a deciduous tree plantation. *Research for Rural Development*, 57–62. <https://doi.org/10.22616/rrd.27.2021.008>
- 9) Liepiņš, J., Lazdiņš, A., Kalēja, S., & Liepiņš, K. (2022). Species composition affects the accuracy of stand-level biomass models in hemiboreal forests. *Land*, 11(1108), 1–14. <https://doi.org/10.3390/land11071108>.

Plašāka informācija par pētījumu pieejama projekta pieteicēja interneta vietnē<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.silava.lv/petnieciba/aktive-petijumi/siltumnicefekta-gazu-emisijas-faktoru-un-lemumu-pienemsanas-atbalsta-riku-izstrade-degradetu-kudraju-apsaimniekosanai-pec-kudras-ieguves>