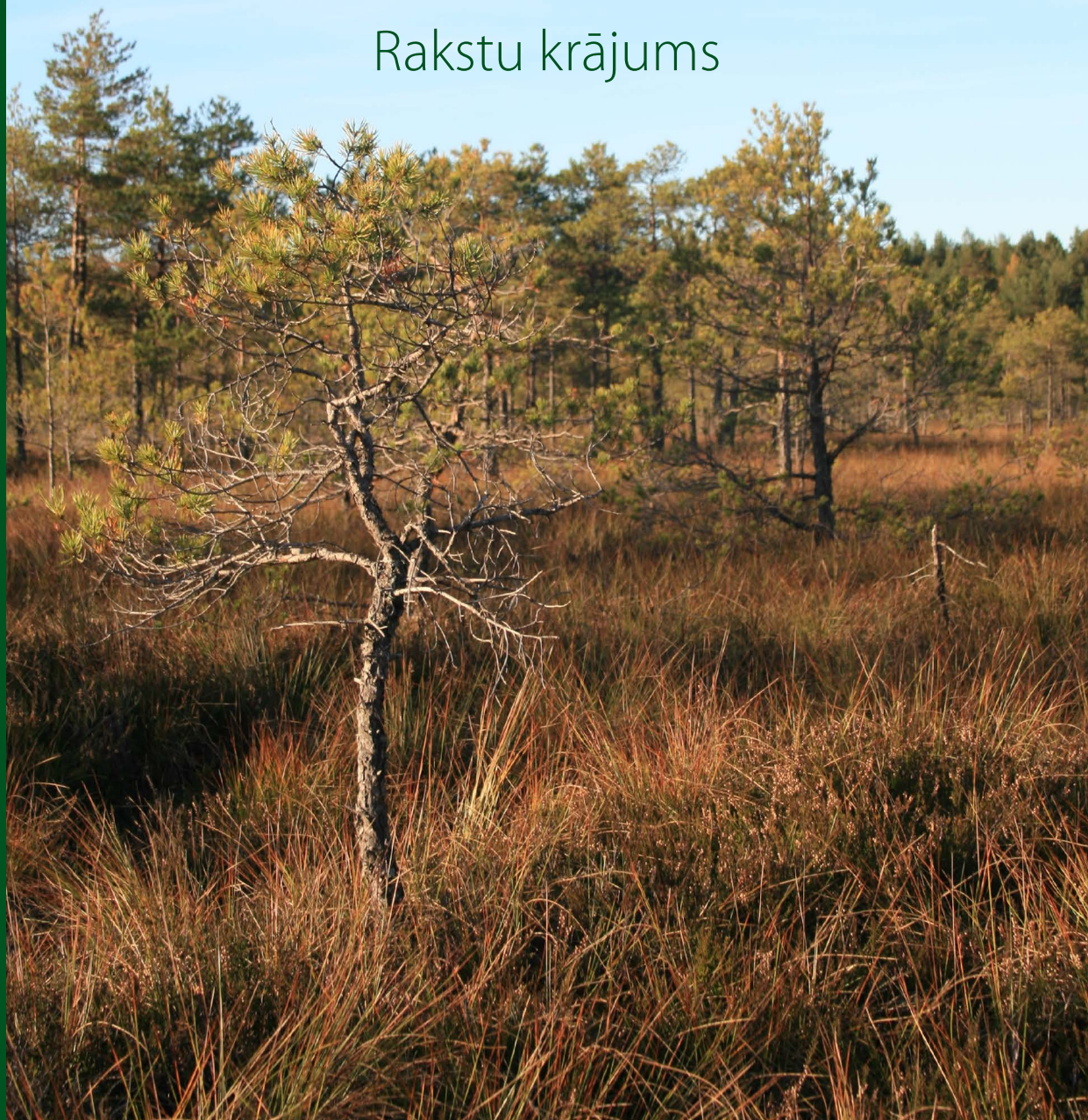


Konference **KŪDRA** un
SAPROPELIS –

ražošanas, zinātnes un vides sinerģija
resursu efektīvas izmantošanas kontekstā

Rakstu krājums



Liela Latvijas nacionālā dabas bagātība un nozīmīgs dabas resurss ir kūdra (~ 1,7 miljardi tonnu) un sapropelis (~ 170–190 miljoni tonnu). Šie organogēnie purvu un ezeru nogulumi ir veidojušies pēclēdus laikmetā pēdējos 10 000 gadu un uzkrājušies pārmitrā vidē purvā (kūdra) vai ūdens vidē ezerā (sapropelis), tie ir būtiski resursi gan tautsaimnieciskā, gan arī dabas vēstures un aizsardzības aspektā.

Pagājušajā gadsimtā kūdra Latvijā bija nozīmīga saimnieciskās dzīves sastāvdaļa, tā plaši tika izmantota gan kā kurināmais, gan lauksaimniecībā. Kūdras ieguves rezultātā ir norakti vien 4% no visu purvu platībām, tomēr, tā kā šie nogulumi lēni uzkrājas, kā arī tādēļ, ka mainās tehnoloģijas, to izmantošana un dabas aizsardzības prasības, ir skaidrs, ka tik vērtīgs substrāts kā kūdra līdz šim izmantots visai mazefektīvi un turpmāk to nedrīkstētu izlietot tikai jau ierastajos veidos. Lai nākamajām paaudzēm tiktu saglabāti gan kūdras, gan arī sapropeļa resursi, tie ir saprātīgi jāapsaimnieko un jāaizsargā. Šim nolūkam ir jāizmanto jaunas modernas pārstrādes metodes, jārada un jāievieš jauni inovatīvi produkti, kā arī efektīvi jāizmanto izstrādātās vai daļēji izstrādātās purvu platības. Lai to veiktu, ir nepieciešami zinātniski pētījumi un eksperimenti, cieši sadarbojoties zinātniekiem, ražotājiem, dabas aizsardzības speciālistiem un purvu un ezeru teritoriju apsaimniekotājiem.

Laimdota Kalniņa, Māris Kļaviņš

ISBN 978-9934-18-207-5



9 789934 182075 >



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919

Latvijas Universitātes 75. zinātniskā konference
Valsts pētījumu programma "ResProd"

Konference

**Kūdra un sapropelis –
ražošanas, zinātnes un vides sinerģija
resursu efektīvas izmantošanas kontekstā**

Redaktors Māris Kļaviņš

Rakstu krājums

Latvijas Universitāte
Dabaszinātņu akadēmiskais centrs
2017. gada 31. janvāris

Konferences “Kūdra un sapropelis – ražošanas, zinātnes un vides sinerģija resursu efektīvas izmantošanas kontekstā” rakstu krājums.

Rīga: Latvijas Universitāte, 2017. 198 lpp.

Latvijas Universitātes 75. zinātniskās konferences laikā ar Valsts pētījumu programmas “ResProd”, Latvijas Universitātes projekta atbalstu organizētajā konferencē “Kūdra un sapropelis – ražošanas, zinātnes un vides sinerģija resursu efektīvas izmantošanas kontekstā” apskatīts plašs zinātnisko pētījumu loks, un tā ir virzīta uz sadarbības sekmēšanu starp pētniekiem, valsts pārvaldes institūcijām, dabas aizsardzības sektoru un ražotājiem. Konferences tematika – Latvijas dabas resursu (kūdras un sapropeļa) ilgtspējīgas un inovatīvas izmantošanas iespējas, ietekme uz vidi un tās mazināšanas risinājumi. Izdevums paredzēts pētniekiem, studentiem un pētniecības sociālajiem partneriem kā aktuālās informācijas avots un aicinājums iesaistīties šo pētījumu realizācijā un tos atbalstīt.

Konferences organizācijas komiteja:

Māris Kļaviņš, Valdis Segliņš, Agnese Kukela, Rūta Ozola, Oskars Purmalis,
Ingrīda Krīgere, Laimdota Kalniņa

Recenzenti:

Asociētā profesore Dr. biol. Gunta Sprinģe
Profesors Dr. habil. ķīm. Andris Zicmanis

Izdots saskaņā ar Latvijas Universitātes Zinātnes padomes lēmumu.

Rakstu krājumu sastādījuši Māris Kļaviņš, Rūta Ozola

Redaktors prof. Māris Kļaviņš

Korektore Gita Bērziņa

Maketētāja datordizainere Ieva Tiltiņa



Konference un rakstu krājums tapis ar Latvijas Universitātes un Valsts pētījumu programmas “Meža un zemes dziļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas” atbalstu.

© Latvijas Universitāte, 2017

ISBN 978-9934-18-207-5

SATURS

Latvijas Universitātes 75. zinātniskās konferences raksti

Olģerts Aleksāns

Aerolāzerskenēšanas (LiDAR) datu izmantošanas iespējas
purvu hidroloģiskajos pētījumos 9

Uldis Ameriks

Kaigu purva rekultivācijas plāns klimata pārmaiņu kontekstā 14

Ieva Bebre, Dagnija Lazdiņa

Izstrādātas kūdras atradnes apmežošanas rezultāti desmit gadus pēc rekultivācijas . . . 16

Reinis Bitenieks, Jānis Dreimanis, Laimdota Kalniņa,

Līga Paparde, Laura Grīnberga, Juris Nusbaums

Ķemeru un Lielsalas purva degradēto kūdras lauku nogulumu pētījumi 23

Jānis Dreimanis, Laimdota Kalniņa, Ingrīda Krīgere, Līga Paparde

Kūdras īpašību pētījumi dažādi ietekmētajās Laugas purva teritorijās 26

Olga Frolova, Inga Grīnfelde, Jovita Pilecka

Hidroakustiskā doplera Riverray izmantošana

upju hidromorfoloģiskajos pētījumos 31

Lilija Gorodko, Kristaps Kiziks, Laimdota Kalniņa, Ivars Strautnieks

Reljefa raksturs un purvu izplatība Praulienas pauguraines ziemeļrietumu daļā 35

Inga Grīnfelde, Oskars Purmalis, Jovita Pilecka, Kristīne Valujeva

Karjera tipa kūdras ieguves ietekme uz augstā purva hidroloģisko režīmu 37

Inga Grīnfelde, Vadims Uļčugačevs

Urbānās hidroloģiskās atbildes vienības integrācija konceptuālajā

hidroloģiskajā modeli METQ 39

Laimdota Kalniņa, Jānis Dreimanis, Ilze Ozola, Reinis Bitenieks,

Inārs Dreimanis, Ingrīda Krīgere, Juris Nusbaums

Kūdras īpašību izmaiņas dabas apstākļu un cilvēka darbības ietekmes rezultātā 51

Laimdota Kalniņa, Inese Silamiķele, Ilze Ozola

Purvu un kūdras pētniecības pamatlicēja Pētera Nomala pētījumu nozīmīgums

līdz pat mūsdienām 55

Jānis Karušs

Ģeoradara pielietošanas iespējas purvu izpētē 59

Kristaps Kiziks

Aerolāzerskenēšanas datu un telpiskās analīzes metožu pielietojums

purvu pētījumos 61

Ingrīda Krīgere

Ieskats kūdras ieguves nozarē Latvijā 63

<i>Jānis Krūmiņš, Māris Kļaviņš</i> Zemā tipa kūdra un tās izmantošanas iespējas	67
<i>Vaira Obuka, Linda Lazdiņa, Māris Šinka, Vizma Nikolajeva, Solvita Kostjukova</i> Sapropēja kā saistvielas un kaņepju, koksnes šķiedras, koksnes vates kompozītmateriālu mikrobioloģiskā noturība	89
<i>Vaira Obuka, Karina Stankeviča, Santa Celma, Edmunds Bērziņš</i> Sapropelis: no izpētes līdz pielietojumam	92
<i>Vaira Obuka, Karina Stankeviča, Nikolajs Toropovs</i> Granulēts kūdras–sapropēja augsnes substrāts	99
<i>Vaira Obuka, Māris Šinka</i> Sapropēja–kaļķa saistvielas izmantošanas potenciāls kaņepju betona kompozītmateriālos	101
<i>Jovita Pilecka, Inga Grīnfelde, Maija Bērziņa, Olga Frolova</i> Purva robežu noteikšana	104
<i>Oskars Purmalis, Māris Kļaviņš</i> Energosektora adaptācija klimata pārmaiņām	109
<i>Oskars Purmalis, Māris Kļaviņš</i> Kūdras humusvielas un to pielietošanas iespējas	116
<i>Oskars Purmalis, Māris Kļaviņš, Inese Silamiķele, Elīza Platpīre</i> Kūdras uzkrāšanās intensitāte purvos	124
<i>Oskars Purmalis, Karina Stankeviča</i> Radiolokācijas pielietošana sapropēja iegulu izpētē	132
<i>Inese Silamiķele, Inārs Dreimanis, Arturs Jansons, Laimdota Kalniņa, Oskars Purmalis</i> Ar purviem un kūdru saistītās terminoloģijas problēmas un diskusijas	138
<i>Ieva Siliņa, Inārs Dreimanis, Valdis Polmanis, Laimdota Kalniņa</i> Purvu veidošanās un kūdras uzkrāšanās apstākļu raksturojuma nozīme ietekmes uz vidi novērtējumā	161
<i>Karina Stankeviča, Māris Kļaviņš, Laimdota Kalniņa</i> Sapropēja definīcija un klasifikācijas iespējas	165
<i>Karina Stankeviča, Zane Vincēviča-Gaile, Māris Nartišs, Dāvis Varakājs, Māris Kļaviņš, Laimdota Kalniņa</i> Sapropēja resursu sistematizācija un izmantošanas potenciāla reģionālais sadalījums Latvijā	169
<i>Kristīne Valujeva, Inga Grīnfelde, Olga Frolova, Jovita Pilecka, Laima Bērziņa</i> Spektrofotometra Picarro G2508 izmantošanas iespējas siltumnīcefekta gāzu emisiju noteikšanai dažādās augsnēs	176

Latvijas Universitātes 75. zinātniskās konferences ziņojumu tēzes

<i>Liene Auniņa, Baiba Bambe, Ilze Čakare, Anna Mežaka, Anita Namatēva, Vija Kreile, Inese Silamiķe, Baiba Strazdiņa</i> Purvu stāvoklis Latvijā: 17 īpaši aizsargājamo purvu inventarizācijas rezultāti	185
<i>Inga Grīnfelde, Jovita Pilecka, Olga Frolova, Kristīne Valujeva</i> Frēzkūdras ieguves ietekme uz augstā purva hidroloģisko režīmu	186
<i>Laura Kļaviņa</i> Sūnaugi kā kūdras veidojošais faktors un to telpiskā un sezonālā mainība Latvijas teritorijā	187
<i>Linards Kļaviņš</i> Ekstrakcijas optimizācija no <i>Vaccinium</i> ģints ogu spiedpaliekām	188
<i>Māris Kļaviņš</i> Kūdras īpašību izpētes tendences un izmantošanas iespēju attīstība	189
<i>Māris Kļaviņš</i> Kūdras humusvielas un to struktūras modificēšanas iespējas	190
<i>Māris Kļaviņš, Linda Ansons, Artis Robalds, Dmitrijs Poršņovs</i> Kūdra kā sorbents dabā un tehnoloģijās	191
<i>Jānis Krūmiņš, Māris Kļaviņš</i> Dēdējušu ogļu īpašības un to humusvielu raksturojums	192
<i>Jorens Kviesis</i> Otrējie spirti sūnaugos	193
<i>Dagnija Lazdiņa, Ieva Bebre, Laimdota Kalniņa, Līga Vilka, Dace Šterne, Kristaps Makovskis, Andis Lazdiņš, Sarmīte Rancāne, Dina Popluga</i> Kritēriju izstrāde pamesto kūdras atradņu piemērotības zemkopībai noteikšanai	194
<i>Andis Lazdiņš, Mārtiņš Lūkins, Ainārs Lupiķis, Aldis Butlers, Arta Bardule</i> Siltumnīcefekta gāzu emisijas un CO ₂ piesaiste apsaimniekotu mitrāju augsnēs	195
<i>Rūta Ozola, Māris Kļaviņš, Juris Burlakovs</i> Mālu minerālu un humusvielu kompozītu īpašības un potenciālais pielietojums	197

**Latvijas Universitātes
75. zinātniskās konferences
raksti**

AEROLĀZERSKENĒŠANAS (LiDAR) DATU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS PURVU HIDROLOĢISKAJOS PĒTĪJUMOS

Olģerts ALEKSĀNS

SIA GeoExpert, e-pasts: olgerts.aleksans@gmail.com

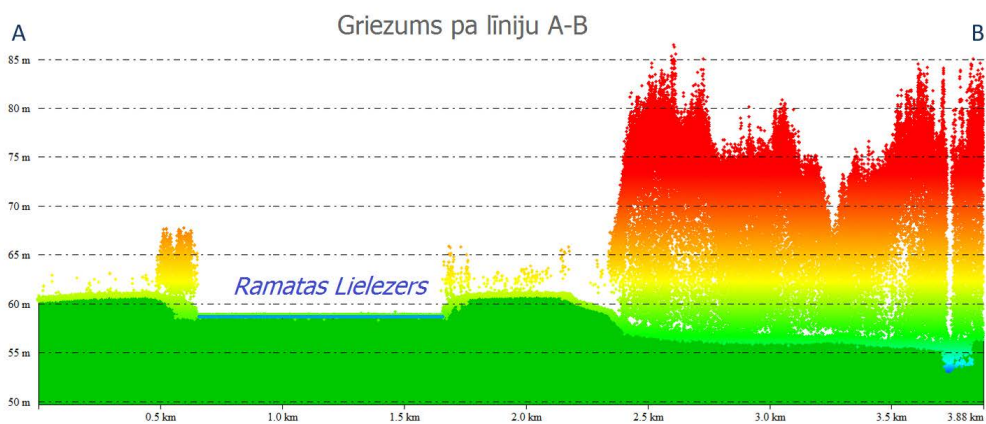
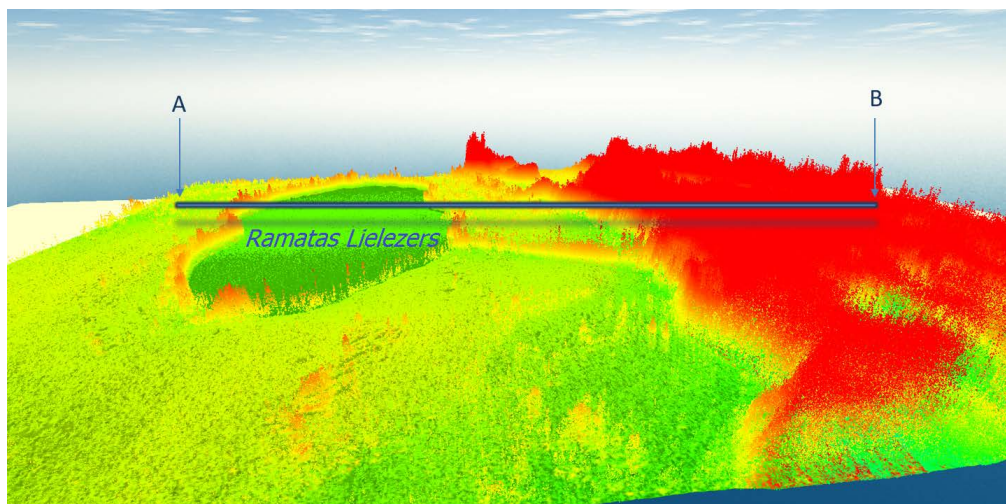
Pēdējos gados Eiropas valstu dabas vērtību aizsardzības kontekstā aizvien aktuālāks kļūst jautājums par dabisko purvu un neskarto mežu biotopu saglabāšanu un to netraucētas attīstības nodrošināšanu, veicot mērķtiecīgus apsaimniekošanas pasākumus īpaši aizsargājamo sugu izplatības vietās, tajā skaitā dabas liegumu teritorijās.

Viens no svarīgākajiem pasākumiem šajā jomā ir purva hidroloģiskā režīma stabilizācija vietās, kur agrāk tika veikta meliorācija, kuras negatīvā ietekme uz purva veģetāciju daudzviet joprojām ir saglabājusies. Sekmīgai purva biotopu reģenerācijas norisei svarīgs priekšnosacījums ir ne tikai purva augu sēklu esamība meliorācijas ietekmētajās platībās (Money & Wheeler, 1999; Goodyear & Sliva, 2000), bet arī augiem vajadzīgais ūdens līmenis (0,3–0,5 m dziļumā no purva virsmas) (Sliva, Pfadenhauer, 1999). Jau vairākus gadu desmitus ūdens līmeņa atjaunošanai purvos pasaulē lieto savu laiku nokalpojušo meliorācijas grāvju aizdambēšanas metodi, kas rezultātā gan stabilizē agrāk meliorētā purva hidroloģisko režīmu, gan arī mazina nosusināšanas degradējošo ietekmi uz purva biotopiem.

Lai meliorācijas ietekmētā purvā atgrieztu tā dabisko ainavu un pareizi izplānotu hidroloģiskā režīma atjaunošanas pasākumus, ļoti būtiska loma ir pazemes un virszemes ūdeņu pētījumiem. Ūdens migrācija purva masīvā galvenokārt notiek gravitācijas spēku ietekmē, tāpēc ir svarīgi apzināt katras konkrētās vietas reljefa formu morfoloģiju, kas nosaka purva ūdens krājumu veidošanās, plūsmas un to atslodzes apstākļus. Lai korekti izvērtētu minētos hidroloģiskos aspektus, ir nepieciešama skrupuloza virszemes un pazemes ūdeņu hidrodinamisko procesu analīze, aplūkojot tos ne tikai plānā, bet arī trīsdimensiju telpā.

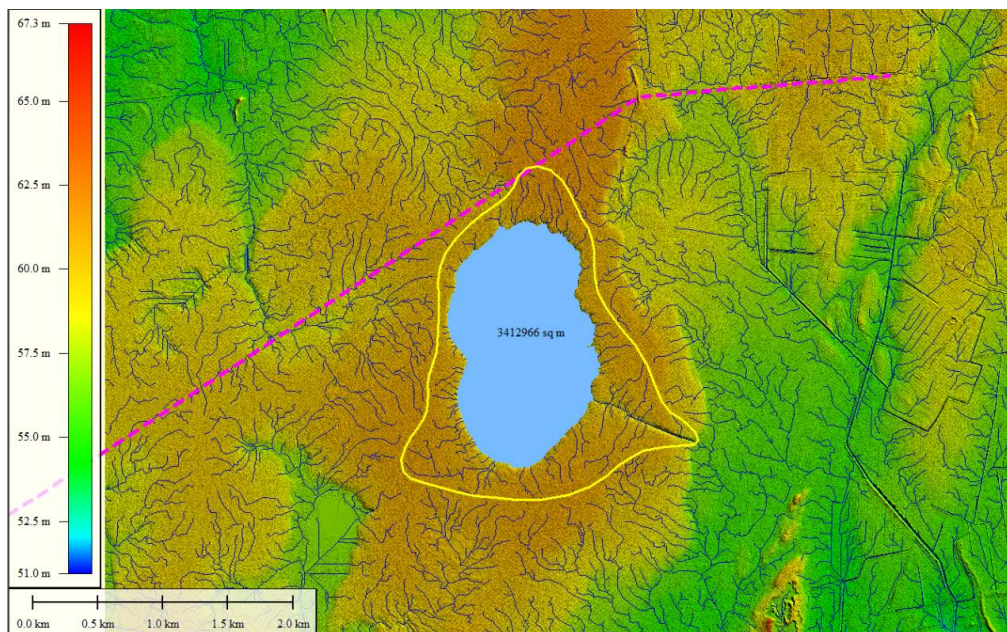
Vēl tikai pirms dažiem desmitiem gadu telpisku uzdevumu risinājums hidroloģijā bija sarežģīts un laikietilpīgs process. Mūsdienā modernās tehnoloģijas paver jaunas iespējas šajā pētniecības virzienā, piemēram, hidroloģiskajiem pētījumiem var izmantot aerolāzerskenēšanas (LiDAR – *Light Detection And Ranging*) datus, kas pašlaik pieejami par Latvijas teritorijas lielāko daļu.

LiDAR sistēmu galvenais uzdevums ir iegūt skenējamās virsmas trīsdimensiju datu kopu, kur katram punktam tiek piešķirtas X, Y un Z koordinātas (sk. 1. att.). Apstrādājot šos datus ar speciālu programmatūru, var ātri un ērti izveidot augstas izšķirtspējas reljefa un uz tā esošo objektu (būvju, dambju, mežaudžu u. c.) virsmu un augstuma digitālos modeļus, kuriem ir plašs izmantojums dažādās pētniecības un tautsaimniecības jomās, tostarp arī purvu hidroloģiskajos pētījumos.



1. attēls. Lāzerskenēšanas punktu mākonis Saklaura purva Ramatas Lielzera teritorijai (Aleksāns, 2016)

Viens no svarīgākajiem parametriem, kas nepieciešams virszemes ūdens objektu hidroloģiskajiem un hidrotehnisko būvju hidrauliskajiem aprēķiniem, ir šo objektu (ūdens-
teču un ūdenstilpju) sateces baseinu izmēri un to robežas. Parasti purva virsmas vertikālā
artikulācija ir vāji izteikta, un, izmantojot tradicionālās metodes (augstumlīkņu kartes),
ir ļoti problemātiski un dažreiz pat neiespējami korekti noteikt ūdensšķirtni starp diviem
blakus esošiem sateces baseiniem. LiDAR dati un attiecīgas programmatūras izmantošana
šo problēmu atrisina pilnībā, ļaujot ātri un precīzi veikt detalizētu sateces baseinu morfo-
metrisko analīzi pat ļoti lēzenām purvu platībām. Kā piemērs 2. attēlā parādīts Saklaura
purva kupola lēzenajā daļā nodalītais Ramatas Lielzera sateces baseins, kura robeža (bal-
tā līnija) noteikta, pamatojoties uz virszemes noteces tīkla modeli (tumši pelēkais dzislo-
jums), kam, savukārt, par pamatu izmantots no LiDAR datiem ģenerētais purva virsmas
digitālais modelis.

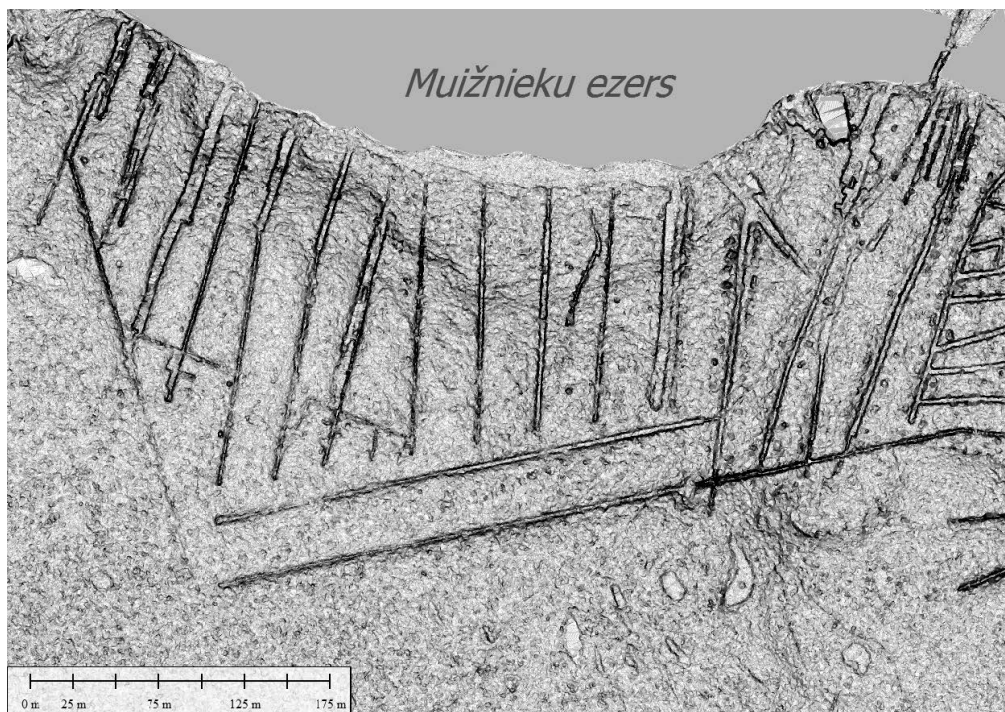


2. attēls. Ramatas Lievezera sateces baseina robeža Saklaura purva kupola lēzenajā daļā (Aleksāns, 2016)

Svarīgs aspekts purvu pētījumos ir hidroloģiskā tīkla apzināšana un virszemes ūdens objektu ģeometrisku parametru noteikšana. Papildus šo objektu apsekošanai dabā tradicionāli šim nolūkam kā palīglīdzekli izmanto dažāda mēroga kartes un aerofotogrāfijas. Tomēr ne vienmēr tas ir pietiekami, lai iegūtu objektīvu priekšstatu par pētāmo teritoriju. Apsekojot objektus dabā, purvā ir vietas, kuras praktiski nav izejamas un ir pat bīstamas dzīvībai. Fotouzņēmumiem no gaisa arī ir savi trūkumi, jo tajos ir grūti saskatāmas ūdensteces un meliorācijas grāvji mežainos apvidos vai ar krūmiem apaugušās platībās. Topogrāfiskās kartes atkarībā no mēroga ir vairāk vai mazāk shematizētas un neaitino ūdens objektus detaļās.

Apstrādājot lāzerskenēšanas (LiDAR) datus ar speciālām programmām, ir iespējams filtrēt lielāko daļu šo traucējošo elementu (kokus, krūmus, zemo veģētāciju) un tādējādi iegūt skaidru, trīsdimensionālu ainu ar visiem interesējošajiem objektiem to īstajā formā un ģeometriskajos izmēros (sk. 3. att.).

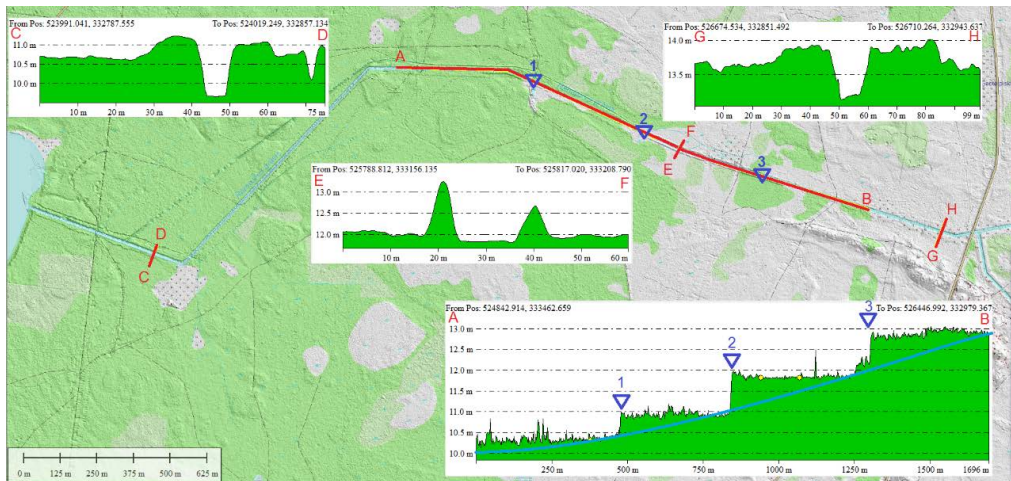
Vēl viena neatsverama telpisko modeļu priekšrocība ir iespēja virszemes ūdens objektiem noteikt ģeometriskos parametrus, tādus kā platums, garums, gultnes iegrauzumu dziļums, ūdensteces garenprofils u. c., kas ir ļoti svarīgi izejas dati hidroloģiskajiem un hidrauliskajiem aprēķiniem. Ar šo metodi iespējams noteikt arī dažādus šķēršļus ūdenstecēs un meliorācijas sistēmās.



3. attēls. Sudas-Zviedru purva meža masīvā (Muižnieku ezera dienvidu krastā) izvietotā meliorācijas grāvju tīkla un zemes virsmas digitālais modelis (Aleksāns, 2016)

Kā piemērs 4. attēlā parādīts meliorācijas grāvis, kurš iztek no Rampas purva un kuram bez objekta apsekošanas dabā (tobrīd teritorija nebija pilnībā pieejama – aktīvs militārais poligons), izmantojot tikai distancionāli iegūtos LiDAR datus, tika sagatavots digitālais virsmas modelis, kas ļāva iegūt visus nepieciešamos datus hidroloģisko aprēķinu veikšanai. Tika iegūti precīzi šķērsprofili ar grāvja bortu konfigurāciju un tā šķērsriezuma parametriem (4. att. profili C-D, E-F un G-H), grāvja garenprofils (4. att. līnija A-B) un svarīga informācija par bebru aizsprostu kaskādi uz šī grāvja (4. att. punkti 1, 2 un 3), kura dabā nebija pieejama bebru izveidotā augstā appludinājuma dēļ.

Šis ir tikai dažas no daudzajām LiDAR datu izmantošanas iespējām. Bez visa minētā LiDAR datus var sekmīgi izmantot purva reljefa virsmas morfometrisko parametru analīzei, plūdu situāciju un appludinājumu riska modelēšanai u. c.



4. attēls. No Rampas purva iztekošā meliorācijas grāvja ģeometrisko parametru noteikšana ar profilēšanas metodi, izmantojot virsmas digitālo modeli (Aleksāns, 2015)

Secinājumi

Aerolāzerskenēšanas (LiDAR) datu pieejamība un to izmantošanas potenciāls hidroloģiskajos pētījumos vēl nav pilnībā apzināts, un šajā virzienā paveras plašas pētniecības iespējas.

2017. gada sākumā par apmēram 2/3 Latvijas teritorijas jau ir pieejami pirmās kārtas aerolāzerskenēšanas dati, un tuvākajā laikā tie pārklās visu valsts teritoriju. Tāpēc šo datu izmantošana dažādos ģeoloģiskajos, hidroģeoloģiskajos un hidroloģiskajos pētījumos turpmāk kļūs par vispārpieņemtu noteikumu un pētījumu neatņemamu sastāvdaļu.

Izmantotā literatūra

- Aleksāns, O. 2015. Hidroloģiskā režīma izpēte un ieteicamo meliorācijas pasākumu plāna izstrāde Ādažu militārajā poligonā. VAMOIC, Rīga.
- Aleksāns, O. 2016. Plānoto aizsprostu izbūves vietu hidroloģiskais novērtējums. LIFE13 NAT/LV/000578 projekts "Prioritāro mitrāju biotopu aizsardzība un apsaimniekošana Latvijā". Latvijas Universitāte, Rīga.
- Goodyear, J., Sliva, J. 2000. Vegetation patterns on degraded raised bogs: a contribution towards restoration. In: White, P. S., Mucina, L., Leps, J. & Maarel, E. van der (eds.). *Vegetation Science in Retrospect and Perspective*. Opulus Press, Uppsala, pp. 283–286.
- Money, R. P., Wheeler, B. D. 1999. Some critical questions concerning the restorability of damaged raised bogs. *Applied Vegetation Science*, 2: 107–116.
- Sliva, J., Pfadenhauer, J. 1999. Restoration of cut-over raised bogs in Southern Germany – a comparison of methods. *Applied Vegetation Science*, 2: 137–148.

KAIGU PURVA REKULTIVĀCIJAS PLĀNS KLIMATA PĀRMAIŅU KONTEKSTĀ

Uldis AMERIKS

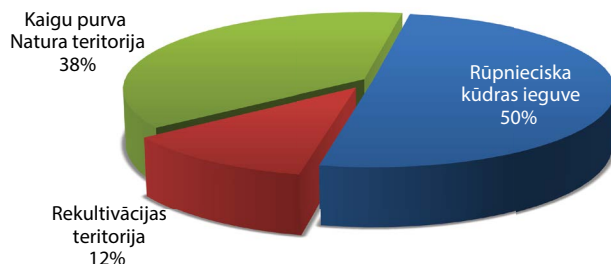
SIA "Laflora", Latvijas Kūdras asociācija, e-pasts: uldis.ameriks@laflora.lv

Kaigu purva raksturojums

- Sūnu purvs, vietām apaudzis ar purva priedītēm.
- Veidojies uz māla, mālainas smilts un vietām uz smilts.
- Purva kopējā platība: 1955 ha.
- Lielākais dziļums: 8,25 m; vidējais dziļums: 5,30 m.

Latvijas Republikas likums "Par zemes dziļēm" nosaka nepieciešamību rekultivēt derīgo izrakteņu, tajā skaitā kūdras, atradnes. Atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem Nr. 570 "Derīgo izrakteņu ieguves kārtība" pēc kūdras izstrādes iespējama vairāku veidu rekultivācija: apmežošana, lauksaimniecības zemju vai ogulāju plantāciju ierīkošana, ūdens-tilpju vai rekreācijas teritoriju veidošana, renaturalizācija u. c.

Kaigu kūdras purvā kūdras ieguve uzsākta jau pagājušā gadsimta 20. gados. Zināms, ka pirmie meliorācijas grāvji izrakti 1930.–1932. gadā. Šajā laikā valstiskā mērogā notika tā saucamā kūdras propaganda, kad kūdra tika iegūta gan lauksaimniecības vajadzībām, gan kurināšanai, lai saglabātu Latvijas mežus. 1938. gadā Kaigu purvā sāka tā slāņu biežuma un kvalitātes izpēti. Tāpat šajā laikā nodibināts arī kūdras kooperatīvs "Kaigi", kas nodarbojās ar plānveidīgu kūdras ieguvi.

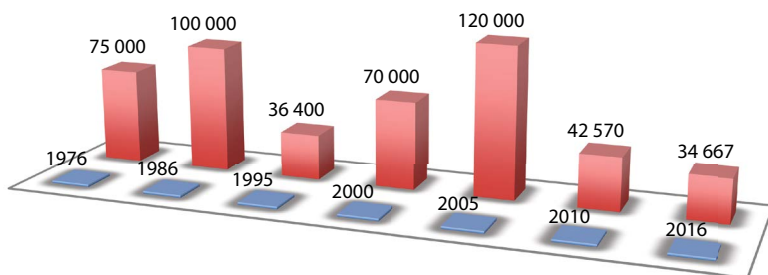


1. attēls. Kaigu kūdras purva teritorijas dalījums

Līdz 1976. gadam purvā bija apgūti jau 570 ha, iekārtoti 12 km gari grantēti un 8 km betona plākšņu ceļi. Šajā laikā iezīmējās arī pirmās rekultivācijas pazīmes – pēc kūdras izstrādes plānojot izveidot dzērveņu plantāciju un uzsākot priekšdarbus, apstādīti jau 7 ha purva.

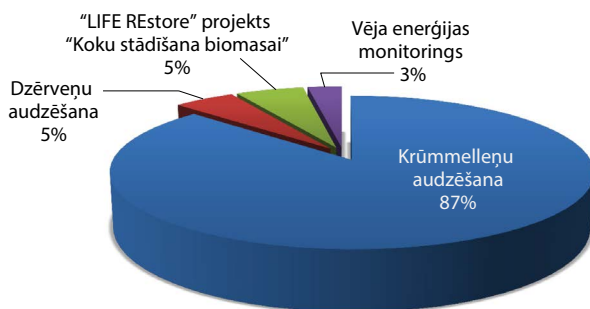
Kaigu kūdras purvā gadā vidēji tiek iegūti aptuveni 40 000 t kūdras, savukārt kūdras krājumu apmērs mērāms aptuveni 2 100 000 milj. t.

Daļa purva platību jau nodotas rekultivācijai, taču turpinās plānveidīga un saimnieciski argumentēta dažādu rekultivācijas veidu piemērošana konkrētajam purvam, pamatojot to gan ar ekonomiskiem ieguvumiem Latvijas tautsaimniecībā, gan videi draudzīgu saimniekošanu klimata pārmaiņu kontekstā, piemēram, ierīkojot krūmmelleņu un dzērveņu plantācijas.



2. attēls. Kūdras ieguve Kaigu kūdras purvā, tūkst. t

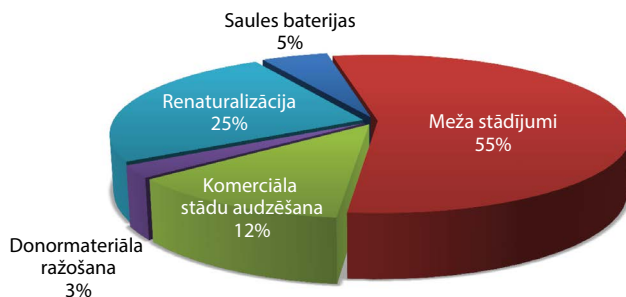
Mērķis, plānojot rekultivāciju, ir saglabāt neitrālu CO₂ bilanci vai pat samazināt CO₂ izmešu daudzumu, piedāvājot dažādu veidu rekultivāciju vai kompensējošus pasākumus saskaņā ar Eiropas Savienības virzību uz oglekļa mazietilpīgu attīstību – līdz 2050. gadam siltumnīcefekta gāzu emisijas plānots samazināt par 80–95% salīdzinājumā ar 1990. gadu.



3. attēls. Rekultivācijas teritoriju sadalījums pēc izmantošanas veida Kaigu kūdras purvā

184 ha purva notiek dažādu veidu rekultivācija, jau minētie augļu koku un ogu stādījumi, arī daļa "LIFE REstore" projektā "Degradēto purvu atbildīga apsaimniekošana un ilgtspējīga izmantošana Latvijā" paredz purva izstrādātajā daļā 10 ha platībā stādīt melnalkšņu plantāciju, kas vēlāk tiks pārstrādāta dabīgā biomasā. Tāpat ir veiktas iestrādes vēja enerģijas monitorēšanai pašpatēriņa segšanai klimata kontekstā, kā arī uzsākta sfagnu audzēšana saimnieciskam nolūkam – kā izejmateriāls substrātu ražošanai.

Tuvāko 10–15 gadu laikā paredzēta nākamo 200 ha rekultivācija vairākos veidos (sk. 4. att.).



4. attēls. Plānotie rekultivācijas veidi tuvāko 10–15 gadu laikā

IZSTRĀDĀTAS KŪDRAS ATRADNES APMEŽOŠANAS REZULTĀTI DESMIT GADUS PĒC REKULTIVĀCIJAS

Ieva BEBRE, Dagnija LAZDIŅA

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", e-pasts: ieva.bebre@silava.lv

Ievads

Pārmitrie apstākļi kūdrājos, to spēja akumulēt CO₂ un citas siltumnīcefekta gāzes, nodrošināt dzīvotni vairākām specifiskām augu un dzīvnieku sugām, attīrīt ūdeņus un regulēt ūdens režīmu (Clarke, Rieley, 2012) padara kūdrāju ekosistēmas ekoloģiski vērtīgas un neatkārtojamas.

Zemes produktivitātes un saimnieciskās lietderības paaugstināšanai kūdrājus nosusina. Nosusināšanu veic gan augšanas apstākļu uzlabošanai mežos un lauksaimniecības zemēs, gan purvos – kūdras ieguvei. Tomēr kūdrāju, īpaši purvu, ekosistēma ir ļoti jutīga, un tās līdzsvars viegli izjaucams (Fiałkiewicz-Kozielec et al., 2010). Veicot nosusināšanu, kūdras augsnes strauji mineralizējas un no siltumnīcefekta gāzu piesaistītājām kļūst par gāzu emitētājām, tāpēc kūdrājiem ir nozīmīga loma klimata izmaiņu kontekstā.

Pēc kūdras iegūšanas izstrādātajās platībās veidojas skarbi un nelabvēlīgi apstākļi veģetācijas dabiskai atjaunošanai (Leupold, 2004). Atradnes platība degradējas, un bez cilvēka iejaukšanās nav sagaidāma augsnes saimnieciskās vērtības atjaunošanās pārrēdzamā laika posmā.

Latvijas Republikas likums "Par zemes dzīlēm" paredz, ka pēc kūdras izstrādes pārtraukšanas ir jāveic rekultivācijas pasākumi. To dara, atjaunojot dabisko ūdens režīmu – renaturalizējot vai mainot saimnieciskās izmantošanas veidu – sagatavojot mežsaimnieciskai vai lauksaimnieciskai izmantošanai, izveidojot rekreācijas objektus vai ūdenstilpes u. tml. Lēmumu pieņemšanas mehānismiem par tālāko kūdras atradņu izmantošanu jābūt elastīgiem, jo visas kūdras atradnes nav piemērotas renaturalizācijai, tāpat kā visas kūdras atradnes nav piemērotas apmežošanai.

Galvenais izstrādātu kūdras atradņu renaturalizācijas mērķis ir atjaunot sistēmu, kas spēj akumulēt kūdrū, bet, mainot izstrādātu kūdrāju saimnieciskās izmantošanas veidu, mērķis ir atjaunot agrāku sukcesijas stāvokli (mežu, ganības) ar atšķirīgām ekosistēmas funkcijām (Hugron et al., 2013). Tur, kur renaturalizācija nav iespējama, apmežošana ir viens no piemērotākajiem apsaimniekošanas veidiem (Joosten et al., 2012; Renou-Wilson et al., 2008).

Izstrādātām kūdras atradnēm raksturīgs mainīgs kūdras dziļums (Bord na Móna, 2011) un zema kālija un fosfora koncentrācija augsnē, tāpēc atradņu apmežošana var noritēt veiksmīgi tikai pēc augsnes papildināšanas ar barības vielām (Aro, 2000; Huotari et al., 2007; Hytönen, Aro, 2012; Pikka, 2015). Augsnes ielabošanu izstrādātās kūdras atradnēs veic, mēslojot ar koksnes vai kūdras pelniem, notekūdeņu dūņām, minerālmēsliem vai sajaucot atlikušo kūdras slāni ar minerālaugzni. Kūdras atradņu apmežošana ir salīdzinoši jauna rekultivācijas prakse, tāpēc joprojām tiek meklēti apmežošanai piemērotākie mēslojumi un koku sugas, kas nodrošinātu veiksmīgu izstrādāto kūdras atradņu rekultivāciju ilgtermiņā.

Pētījuma mērķis – noskaidrot dažādu mēslojuma veidu ietekmi uz koku morfoloģiskajiem rādītājiem, rekultivējot izstrādātu kūdras atradni.

Metodika

Pētījuma “Izstrādāto kūdras purvu apmežošanas zinātniskais pamatojums ar dažādu koku un krūmu sugām” ietvaros tika apmežota izstrādāta kūdras atradne Medema purvā Jaunolaines pagastā. Atradnes ģeogrāfiskās koordinātas ir 56°50'56,28" N; 24°06'32,76" E. Izstrādātajā kūdras atradnē vēl joprojām ir biezs kūdras slānis – vismaz 80 cm.

Parauglaukumi ierīkoti 2005. gadā, 10×10 m parauglaukumos stādot priedes, bērza un komerciālās kārkļu šķirnes ‘Sven’ stādus tā, lai novērstu stādvietai ietekmi uz kociņu tālāku augšanu un produktivitāti (Lazdiņa et al., 2006).

Bērzu (B) stādmateriālam izmantoti 50–70 cm gari ietvarstādi no AS “Latvijas finieris” kokaudzētavas “Zābaki”. Priežu (P) stādīšanai izmantoti Olaines kokaudzētavā audzētie priežu kailsakņu stādi.

Kārkli iznīca nākamajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas, un to stādījumi 2006. gadā tika atjaunoti ar garākiem spraudņiem, kas arī iznīca (Lazdiņa, 2009). Tagad šie parauglaukumi aizauguši ar pašsējas kokiem un tiek izmantoti, lai noskaidrotu dabīgās atjaunošanās efektivitāti mēslojot kūdras atradni (turpmāk – pašsējas bērzu (K) parauglaukumi). Izveidotajos kontroles parauglaukumos bez mēslošanas koki iznīca.

Pirms mēslošanas lielākajā daļā parauglaukumu noteiktais pH bija 2,9–3,5. Daļa stādījumu tika mēsloti ar notekūdeņu dūņām (D), tās izkliepjot (mēslošanas deva – 10 t_{sausnas} ha⁻¹), bet otra daļa stādījumu mēsloja ar fosfora–kālija minerālmēsliem (MM) (mēslošanas deva – 0,5 t P ha⁻¹).

Parauglaukumu uzmērīšana veikta katru otro gadu kopš to ierīkošanas, uzmērot augstumu (H, m) un caurmēru pie sakņu kakla vai caurmēru krūšu augstumā (DBH, cm). Apmežošanas rezultātu analizēšanai izmantoti trīs gadu mērījumi – attiecīgi sešus, astoņus un desmit gadus vecos stādījumos.

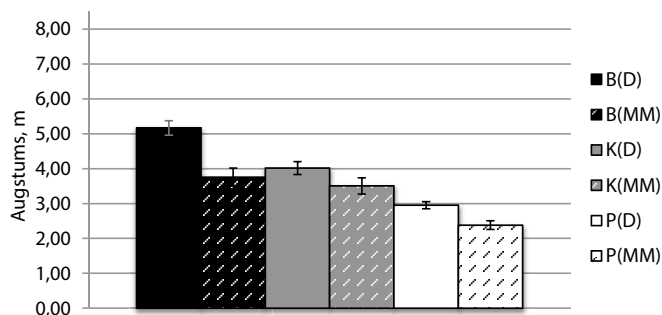
Kļūdu robežvērtības attēlos norādītas, izmantojot reprezentācijas intervālu 95% ticamības intervālā.

Rezultāti

Koku vidējā augstuma salīdzinājums

Lielāko augstumu sešus gadus pēc stādījumu ierīkošanas (sk. 1. att.) sasniedza ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi. To augstums ($5,17 \pm 0,21$ m) būtiski atšķīrās gan no stādīto bērzu vidējā augstuma, kuri mēsloti ar minerālmēsliem, – 3,76 m ($p = 0,199 \times 10^{-13}$; $\alpha = 0,05$), gan no pašsējas bērzu vidējā augstuma ar notekūdeņu dūņām mēslotajos stādījumos – 4,02 m ($p = 0,133 \times 10^{-12}$; $\alpha = 0,05$). Stādīto un pašsējas bērzu vidējais augstums ar minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos būtiski neatšķīrās ($p = 0,151$; $\alpha = 0,05$) un bija 3,76 m (stādītiem bērziem) un 3,50 m (pašsējas bērziem). Pašsējas bērzu augstums ar dūņām un notekūdeņiem mēslotajos stādījumos bija statistiski būtiski atšķirīgs ($p = 0,003$; $\alpha = 0,05$).

Sešus gadus vecu priežu augstums ar notekūdeņu dūņām mēslotajos stādījumos bija 2,95 m, kas būtiski atšķīrās no priežu augstuma ar minerālmēsliem mēslojos stādījumos – 2,38 m ($p = 0,988 \times 10^{-10}$; $\alpha = 0,05$). Ar notekūdeņu dūņām mēslojot priedes bija būtiski īsākas nekā stādītie bērzi ($p = 0,647 \times 10^{-49}$; $\alpha = 0,05$) un pašsējas bērzi ($p = 0,239 \times 10^{-15}$; $\alpha = 0,05$) šajā pašā mēslojuma variantā.

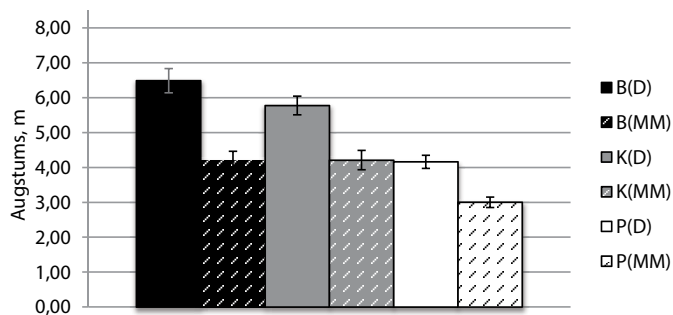


1. attēls. Koku vidējā augstuma salīdzinājums 2011. gadā – sešus gadus vecos stādījumos

B(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi; B(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie stādītie bērzi; K(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi; K(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie pašsējas bērzi; P(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotās priedes; P(MM) – ar minerālmēsliem mēslotās priedes

Astoņus gadus pēc stādījumu ierīkošanas visaugstākie (sk. 2. att.) bija ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi. To augstums sasniedza $6,49 \pm 0,35$ m, kas ir par 1,32 m vairāk nekā divus gadus iepriekš. Ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi bija būtiski augstāki nekā ar minerālmēsliem mēslotie bērzi ($p = 0,170 \times 10^{-17}$; $\alpha = 0,05$), kuru augstums sasniedza 4,21 m, un nekā ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi ($p = 0,002$; $\alpha = 0,05$), to vidējais augstums – 5,78 m. Nepastāvēja statistiski būtiskas augstuma atšķirības starp stādītajiem un pašsējas bērziem, kuri mēsloti ar minerālmēsliem ($p = 0,973$; $\alpha = 0,05$).

Ar notekūdeņiem mēsloto priežu augstums astotajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas bija $4,16 \pm 0,19$ m. Tas bija būtiski augstāks ($p = 0,288 \times 10^{-16}$; $\alpha = 0,05$) nekā ar minerālmēsliem mēslotajām priedēm, kuru vidējais augstums bija 3,00 m (sk. 2. att.). Ar notekūdeņu dūņām mēsloto priežu vidējais augstums (4,16 m) 2013. gadā bija būtiski mazāks nekā stādīto bērzu ($H = 6,49$ m; $p = 0,466 \times 10^{-24}$; $\alpha = 0,05$) un pašsējas bērzu ($H = 5,78$ m; $p = 0,975 \times 10^{-15}$; $\alpha = 0,05$) augstums šajā pašā mēslojuma variantā.



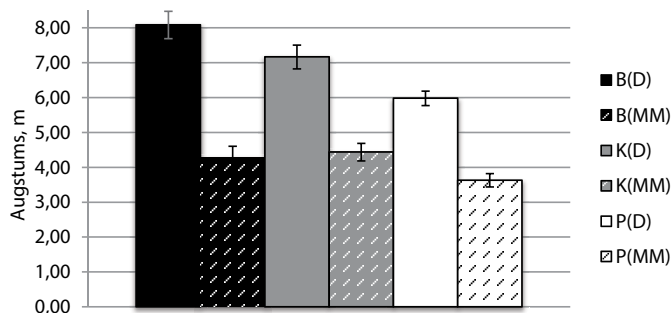
2. attēls. Koku vidējā augstuma salīdzinājums 2013. gadā – astoņus gadus vecos stādījumos

B(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi; B(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie stādītie bērzi; K(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi; K(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie pašsējas bērzi; P(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotās priedes; P(MM) – ar minerālmēsliem mēslotās priedes

2015. gadā, desmit gadus pēc stādījumu ierīkošanas, vislielāko augstumu sasniedza koki, kas tika mēsloti ar notekūdeņu dūņām (sk. 3. att.). Visgarākie bija stādītie bērzi, to augstums desmitajā gadā sasniedza $8,08 \pm 0,39$ m. Tas ir būtiski

lielāks nekā ar minerālmēsliem mēslotajiem bērziem, kuru vidējais augstums bija 4,29 m ($p = 0,235 \times 10^{-28}$; $\alpha = 0,05$), un lielāks nekā vidējais augstums ar notekūdeņu dūņām mēslotajiem pašsējas bērziem – 7,16 m ($p = 0,001$; $\alpha = 0,05$).

Desmitajā gadā pēc stādījumu ierīkošanas ar notekūdeņu dūņām mēsloto priežu augstums sasniedza $5,98 \pm 0,21$ m. Tas bija būtiski lielāks nekā ar minerālmēsliem mēsloto priežu vidējais augstums – 3,63 m ($p = 0,616 \times 10^{-35}$; $\alpha = 0,05$).



3. attēls. Koku vidējā augstuma salīdzinājums 2015. gadā – desmit gadus vecos stādījumos

B(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi; B(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie stādītie bērzi; K(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi; K(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie pašsējas bērzi; P(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslootās priedes; P(MM) – ar minerālmēsliem mēslootās priedes

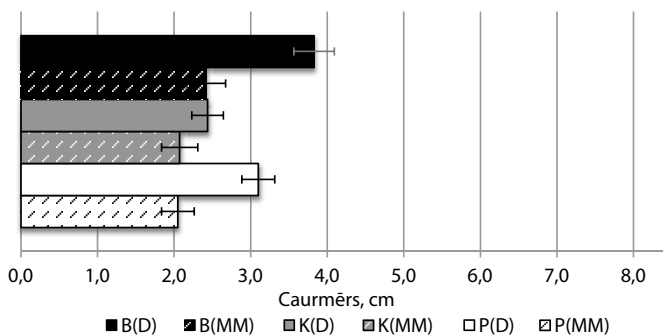
Salīdzinājumam – auglīgos meža tipos ($H_{50} = 26$ m) Dienvidsomijā stādītu kārpaino bērzu virsavgstums desmit gadus vecās audzēs sasniedz vidēji 6,90 m un krūšaugstuma caurmērs – vidēji 5,0 cm (Hynynen et al., 2010). Arī pēc desmit gadiem ar minerālmēsliem mēsloto stādīto un pašsējas bērzu augstums būtiski neatšķiras ($p = 0,476$; $\alpha = 0,05$).

Vidējā caurmēra salīdzinājums

Vislielāko krūšaugstuma caurmēru sešus gadus pēc stādījumu ierīkošanas (sk. 4. att.) sasniedza ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi. To caurmērs bija $3,8 \pm 0,3$ cm. Tāpat salīdzinoši augstu caurmēru sasniedza ar notekūdeņu dūņām mēslootās priedes – $3,1 \pm 0,2$ cm. Šī caurmēru atšķirība ir statistiski būtiska ($p = 0,341 \times 10^{-4}$; $\alpha = 0,05$), tomēr praktiskajā mežkopībā nav uzskatāma par nozīmīgu. Ar notekūdeņiem mēsloto stādīto bērzu vidējais krūšaugstuma caurmērs būtiski atšķiras no stādīto bērzu caurmēra, kuri mēsloti ar minerālmēsliem, – 2,4 cm ($p = 0,196 \times 10^{-10}$; $\alpha = 0,05$). Pašsējas bērzu caurmērs ar notekūdeņiem mēslotajos stādījumos bija 2,4 cm un stādīto bērzu – 2,1 cm, šāda caurmēru starpība nav būtiska ($p = 0,053$; $\alpha = 0,05$).

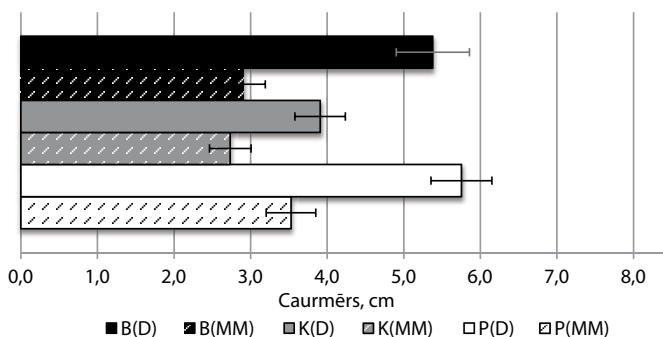
2013. gadā, astoņus gadus pēc stādījumu ierīkošanas (sk. 5. att.), ar notekūdeņu dūņām mēsloto priežu un stādīto bērzu vidējais krūšaugstuma caurmērs vairs būtiski neatšķiras ($p = 0,237$; $\alpha = 0,05$) – tas bija attiecīgi 5,8 cm un 5,4 cm. Ar notekūdeņu dūņām mēsloto stādīto bērzu vidējais caurmērs bija par 53% lielāks nekā ar minerālmēsliem mēsloto stādīto bērzu caurmērs, kas sasniedza $2,4 \pm 0,3$ cm ($p = 0,445 \times 10^{-13}$; $\alpha = 0,05$). Ar minerālmēsliem mēsloto pašsējas bērzu un stādīto bērzu vidējais caurmērs 2013. gadā savstarpēji būtiski neatšķiras ($p = 0,373$; $\alpha = 0,05$) un bija attiecīgi 2,7 cm un 2,9 cm.

Ar notekūdeņu dūņām mēsloto priežu vidējais caurmērs astoņus gadus pēc stādījumu ierīkošanas bija būtiski lielāks salīdzinājumā ar to priežu caurmēru, kuras mēslotas ar minerālmēsliem. Pēdējās sasniedza tikai 2,0 cm caurmēru krūšaugstumā ($p = 0,119 \times 10^{-13}$; $\alpha = 0,05$).



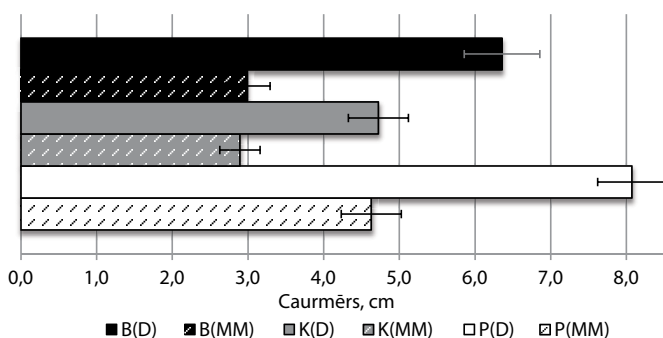
4. attēls. Koku vidējā caurmēra salīdzinājums 2011. gadā – sešus gadus vecos stādījumos

B(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi; B(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie stādītie bērzi;
 K(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi; K(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie pašsējas bērzi;
 P(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotās priedes; P(MM) – ar minerālmēsliem mēslotās priedes



5. attēls. Koku vidējā caurmēra salīdzinājums 2013. gadā – astoņus gadus vecos stādījumos

B(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi; B(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie stādītie bērzi;
 K(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi; K(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie pašsējas bērzi;
 P(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotās priedes; P(MM) – ar minerālmēsliem mēslotās priedes



6. attēls. Koku vidējā caurmēra salīdzinājums 2015. gadā – desmit gadus vecos stādījumos

B(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie stādītie bērzi; B(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie stādītie bērzi;
 K(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotie pašsējas bērzi; K(MM) – ar minerālmēsliem mēslotie pašsējas bērzi;
 P(D) – ar notekūdeņu dūņām mēslotās priedes; P(MM) – ar minerālmēsliem mēslotās priedes

2015. gadā, desmit gadus pēc stādījumu ierīkošanas (sk. 6. att.), ar notekūdeņu dūņām mēslotu priežu caurmērs bija būtiski pārsniedzis stādīto bērzu caurmēru šajā pašā

mēslojuma variantā ($p = 0,129 \times 10^{-5}$; $\alpha = 0,05$). Ar notekūdeņu dūņām mēslotajām priedēm vidējais caurmērs sasniedza 8,1 cm, bet ar notekūdeņu dūņām mēslotajiem stādītājiem bērziem – 6,4 cm.

Ar notekūdeņu dūņām mēsloto koku vidējais caurmērs bija aptuveni divreiz lielāks nekā ar minerālmēsliem mēslotajiem kokiem (sk. 6. att.). Stādītājiem bērziem tie bija 6,4 cm, mēslojot ar notekūdeņu dūņām, un 3,0 cm, mēslojot ar minerālmēsliem. Pašsējas bērziem – attiecīgi 4,7 cm un 2,9 cm, bet priedēm 8,1 cm un 4,6 cm.

Astoņus gadus pēc stādījumu ierīkošanas izvēlētā mēslojuma veids būtiski ietekmēja bērzu, priežu un pašsējas koku vidējo augstumu ($p = 0,04 < \alpha = 0,05$), bet tam nebija būtiskas ietekmes uz koku caurmēru ($p = 0,14 > \alpha = 0,05$). Desmit gadus pēc stādījumu ierīkošanas izvēlētā mēslojuma veids būtiski ietekmēja gan koku vidējo augstumu, gan caurmēru. Tas var liecināt par to, ka notekūdeņu dūņu mēslojums ir veicinājis ilgtspējīgu audžu veidošanos, kurās notiek patstāvīga barības vielu aprīte.

Secinājumi

1. Mēslojot ar organisko mēslojumu – notekūdeņu dūņām, koki sasniedz lielāku augstumu un caurmēru nekā mēslojot ar minerālmēsliem.
2. Papildu barības elementu ienešana sekmējusi veiksmīgu dabisko pašatjaunošanos ar āra bērzu.
3. Starp dažādu sugu koku augšanas rādītājiem pastāv būtiskas atšķirības. Desmit gadus pēc stādījumu ierīkošanas vislielākais vidējais augstums ir stādītājiem bērziem, kuri mēsloti ar notekūdeņu dūņām ($8,08 \pm 0,39$ m), bet pašsējas bērzu vidējie augšanas rādītāji būtiski atpaliek ($7,16 \pm 0,27$ m), $p = 0,001$; $\alpha = 0,05$.
4. Vidējā caurmēra atšķirības starp stādītājiem bērziem un pašsējas bērziem, kā arī stādītājiem priedēm un pašsējas priedēm ir izteiktas. Vislielāko vidējo caurmēru sasniedza stādītās priedes, kuras mēslotas ar notekūdeņu dūņām (8,1 cm). Ar notekūdeņu dūņām mēsloto priežu caurmērs būtiski pārsniedza stādīto bērzu caurmēru šajā pašā mēslojuma variantā ($p = 0,129 \times 10^{-5}$; $\alpha = 0,05$).
5. Desmit gadus pēc stādījumu ierīkošanas vēl nav izveidojusies mežam raksturīga veģetācija. No uzskaitītajām augu sugām lielākā daļa nav raksturīgas konkrētam biotopam, un veidojas jauna, cilvēka radīta ekosistēma.
6. Veģetācijas projektīvais segums un sugu daudzveidība, saslēdzoties koku vaināgiem, samazinās.

Priekšlikumi

Ir svarīgi pareizi izvērtēt katras atradnes īpašības, nosakot tādu rekultivācijas veidu, kas nodrošinātu pēc iespējas ātrāku teritorijas degradācijas pārtraukšanu un optimālu ekosistēmas pakalpojumu sniegšanu. Lai novērtētu tālākās apsaimniekošanas ietekmi uz teritorijas degradāciju, jānoformulē, kādu degradāciju ir plānots pārtraukt. Ierīkojot rekultivācijas apmežojumus, turpināsies purva degradēšanās, jo nenotiks kūdras uzkrāšanās, bet no zemes politikas viedokļa (zemes degradāciju veicina neracionāla un neefektīva zemes izmantošana) rekultivācija apmežojot ir viens no veidiem, kā nodrošināt, lai paaugstinātos zemes izmantošanas efektivitāte. Tāpēc, pieņemot lēmumus par kūdras atradņu tālāko izmantošanu, ieteicams nodalīt mērķus – (1) samazināt klimata izmaiņu negatīvo ietekmi uz vidi un (2) ekoloģisko mērķi (Wilson et al., 2009). Pirmā mērķa sasniegšanai piemērotākā ir apmežošana, bet otrā mērķa sasniegšanai – renaturalizācija.

Izstrādātu kūdrāju apmežošanas ilgtspējību iespējams uzlabot, kūdras mēslošanā izmantojot videi nekaitīgas ražošanas atliekvielas vai atkritumus (piemēram – notekūdeņu

dūņas, koksnes un kūdras pelnus u. c.), tādā veidā atgriežot barības vielas apritē un vienlaicīgi apsaimniekojot atkritumus, kas satur augu barošanās elementus.

Ieteicams izstrādāto kūdrāju apmežojumus reģistrēt kā plantāciju mežus. Saīsināts rotācijas periods nodrošinās ātrākus ienākumus no kokaudzes un samazinās riskus (vēja, uguns), audzējot mežu kūdras augsnēs.

Izmantotā literatūra

- Aro, L. 2000. Afforestation of cutaway peatlands in Finland. In: Proceedings from the 1st International Seminar. Presented at the Re-use of peat production areas. EU's Northern Periphery Programme project: Re-use of peatland areas. Oulu, Finland, pp. 43–45.
- Bord na Móna. 2011. Strategic Framework for Future Use of Cutaway Bogs. Dublin.
- Clarke, D., Rieley, J. (Eds.) 2012. Strategy for responsible peatland management. 3rd ed. International Peat Society, Jyväskylä.
- Fiałkiewicz-Koziel, B., Smieja-Król, B., Palowski, B. 2010. Multiproxy Environmental Studies in Poland Using Peatlands. In: Kļaviņš, M. (Ed.). Mires and Peat. University of Latvia, Riga, p. 216.
- Hugron, S., Bussières, J., Rochefort, L. 2013. Tree plantations within the context of ecological restoration of peatlands: practical guide. Peatland Ecology Research Group, Université Laval, Quebec.
- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Kauppi, A., Kubin, E. 2007. Fertilization ensures rapid formation of ground vegetation on cut-away peatlands. Canadian Journal of Forest Research, 37: 874–883. doi:10.1139/X06-292
- Hynynen, J., Niemisto, P., Vihera-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S., Velling, P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry, 83: 103–119. doi:10.1093/forestry/cpp035
- Hytönen, J., Aro, L. 2012. Biomass and nutrition of naturally regenerated and coppiced birch on cutaway peatland during 37 years. Silva Fennica, 46. doi:10.14214/sf.48
- Joosten, H., Tapio-Biström, M.-L., Tol, S., Food and Agriculture Organization of the United Nations, Wetlands International (Eds.). 2012. Peatlands: guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use 2nd ed. Mitigation of climate change in agriculture series. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Wetlands International, Rome.
- Lazdiņa, D. 2009. Notekūdeņu dūņu izmantošanas iespējas kārkļu plantācijās. Promocijas darbs. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Meža fakultāte, Jelgava.
- Lazdiņa, D., Lazdiņš, A., Kariņš, Z., Kāposts, V. 2006. Notekūdeņu dūņu mēslojuma efektivitāte un augsnes ķīmiskā sastāva izmaiņas enerģētiskās koksnes plantācijās. Mežzinātne, 16: 30–58.
- Leupold, S. 2004. After use of cutaway peatlands – an overview of options and management planning. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Ecology, Umeå.
- Pikka, J. 2015. Use of wastewater sludge for soil improvement in afforesting cutover peatlands. Forestry Studies/ Metsanduslikud uurimused, 42: 95–105.
- Renou-Wilson, F., Keane, M., McNally, G., O'Sullivan, J., Farrel, E. P. 2008. Developing a forest resource on industrial cutaway peatland: the BOGFOR programme. COFORD, Dublin.
- Wilson, D., Alm, J., Laine, J., Byrne, K. A., Farrell, E. P., Tuittila, E.-S. 2009. Rewetting of Cutaway Peatlands: Are We Re-Creating Hot Spots of Methane Emissions? Restoration Ecology, 17: 796–806. doi:10.1111/j.1526-100X.2008.00416.x

ĶEMERU UN LIELSALAS PURVA DEGRADĒTO KŪDRAS LAUKU NOGULUMU PĒTĪJUMI

**Reinis BITENIEKS, Jānis DREIMANIS, Laimdota KALNIŅA,
Līga PAPERDE, Laura GRĪNBERGA, Juris NUSBAUMS**

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte, e-pasts: rbitenieks@inbox.lv

Latvijā purvi jeb teritorijas, kurās ir izveidojies vismaz 30 cm biezs kūdras slānis, pēc dažādiem publicētajiem datiem, aizņem apmēram 10% no valsts platības. Latvijas Kūdras ražotāju asociācijas dati liecina, ka kūdras ieguve notiek 24 964 ha jeb 4% no visām purvu platībām (Ameriks et al., 2016). Citu pētnieku apkopotie dati liecina, ka Latvijā pilnībā izstrādāti aptuveni 20 000 ha purvu jeb apmēram 3% no kopējās kūdras atradņu platības (Priede, Silamiķele, 2015). Sagatavojot purvu teritorijas kūdras iegūšanai, konkrētā teritorijā gan tiek noņemts kūdras pārsejošais augāja slānis, gan arī mainīts tās hidroloģiskais režīms, veicot lauku nosusināšanu. Tā rezultātā notiek kūdras mineralizēšanās un blīvuma palielināšanās. Arī pēc kūdras ieguves pabeigšanas vai pārtraukšanas palikušā augšējā kūdras slāņa blīvums ir atšķirīgs no tā dabīgā blīvuma, kā arī mainās citas kūdras īpašības, tai skaitā minerālo vielu daudzums un sadalīšanās pakāpe. Pēdējā laikā nopietna vērtība tiek pievērsta degradēto kūdras lauku apzināšanai un pētīšanai. Taču galvenokārt tiek pētīta veģetācija un novērtēta iespēja to atjaunot, mazāk uzmanības tiek veltīts palikušo kūdras slāņu īpašību pētījumiem, kuru rezultāti ir nozīmīgi, plānojot tālāko kūdras lauku rekultivāciju. Tādēļ šajā pētījumā analizētas kūdras laukos palikušās kūdras īpašības.

Kūdras lauki var būt atstāti gan pēc kūdras ieguves pabeigšanas, gan arī pēc tās pārtraukšanas. Pētījumam izvēlēti divi dažāda statusa kūdras lauki. Viena no pētījumu teritorijām ir Ķemeru (Ķemeru-Smārdes) tīrelis – viens no lielākajiem purvu masīviem, kas izveidojies, pēdējo 8000 gadu laikā uzkrājoties 5–8 m biežam kūdras slānim. Kūdras laukos Ķemeru tīreļa austrumu malā (Kūdras fonda nr. 806, Latvijas valsts meliorācijas un projektēšanas institūts, 1980) derīgā izrakteņa ieguve ir pārtraukta un netika atjaunota. Otrā pētījumu vieta ir Lielsalas kūdras atradne Talsu novadā (Kūdras fonda nr. 175, Latvijas valsts meliorācijas un projektēšanas institūts, 1980). Lielsalas purvs atrodas Kursas zemienes ziemeļaustrumu daļā, Ugāles līdzenumā Baltijas ledus ezera liča nevienmērīgas akumulācijas līdzenuma iepakā, kas sākotnēji bijusi Baltijas ledus ezera paliksnis. Kūdras uzkrāšanās Lielsalas purva iepakā, līdzīgi kā citos blakus esošajos Stiklu purvos, sākusies jau agrā holocēnā. Laukus uzsākts izstrādāt 1964. gadā. Tie ir pirmie lauki atradnes ziemeļrietumdaļā, kas atrodas relatīvi tuvāk ceļam, un tajos bija iespējams ātrāk uzsākt ieguvei. Tā kā lauki atrodas relatīvi purva malā, tie bija seklāki (~ 2 m) un ap 200 ha lieli. Kūdra tika iegūta ar frēzēšanas metodi. Pirmo lauku izstrāde pabeigta 1985.–1987. gadā. Otrās lauku grupas izstrāde – 2005. gadā. Pēc drenu izņemšanas šajos laukos pēc trīs gadiem pakāpeniski sāka celties gruntsūdens līmenis, sāka veidoties seklas lielas lāmas un ieviesās veģetācija. Sfagni parādījās pēc 7–8 gadiem vietās, kur bija seklas siltas lāmas, kas pakāpeniski 2–3 gados aizauga. Maģistrālie grāvji netika vērti ciet, tie joprojām funkcionē, jo ir vajadzīgi pārējas teritorijas nosusināšanai, tādēļ var skaidri redzēt, cik tālu sniedzas to ietekme un ka tā nav mainījies kopš 1964. gada (Cuprunis et al., 2013).

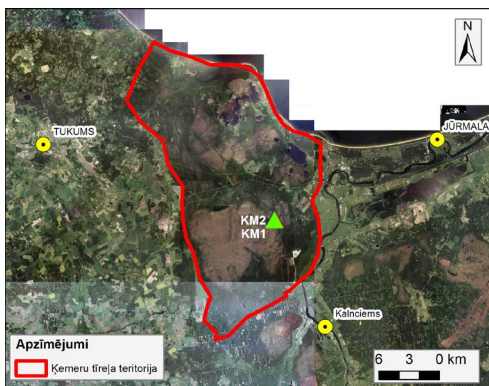
Šajos kūdras laukos, kas jau vairāk nekā pirms desmit gadiem ir izstrādāti pilnībā un atstāti renaturalizācijas procesiem, tika ņemti kūdras paraugi, lai noskaidrotu, vai kopš renaturalizācijas sākuma ir uzkrājušies kūdra.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot un salīdzināt kūdras īpašības un to izmaiņas dažāda tipa atstātos kūdras laukos.

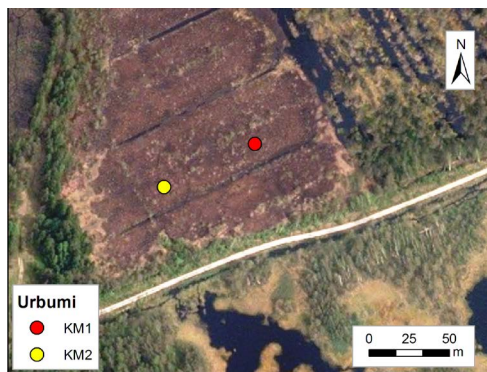
Galvenās pētījumu metodes bija ģeoloģiskā urbšana ar mīksto nogulumu urbi un kūdras monolītu iegūšana turpmākām kūdras īpašību analizēm laboratorijā. Pavisam tika veikti pieci urbumi, divi no tiem Lielā Ķemeru tīreļa izstrādātajā laukā, trīs Lielsalas purva dažādās izstrādātajās teritorijās, kur jau daļēji sākušies renaturalizācijas procesi.

Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Kvartārvides laboratorijā tika noteikts kūdras botāniskais sastāvs un sadalīšanās pakāpe, kūdras paraugiem tika veiktas magnētiskā jutīguma analīzes, lai noteiktu intervālus, kuros palielinās magnētisko minerālu klātbūtne, kas, savukārt, var norādīt uz susināšanas ietekmi, jo magnētiskā jutīguma vērtības ir cieši saistītas ar bioloģiskajiem un ķīmiskajiem rādītājiem nogulumos (Thompson et al., 1975). Lai noteiktu organisko, karbonātisko un minerālo vielu sastāva attiecību izmaiņas griezumā, tika veikta nogulumu karsēšanas zudumu analīze (Dean, 1974; Heiri et al., 2001).

Lielā Ķemeru tīreļa kūdras laukā veiktajos urbumos (1., 2. att.) tika konstatēts, ka atlikušais kūdras slānis nelīdzinā purva ieplakas reljefa dēļ mainās robežās no 3,5 līdz 4,4 m, tas ir līdzīgs kā neskartajā purva daļā. Veicot botāniskā sastāva analīzi Lielā Ķemeru tīreļa kūdras laukā iegūtajiem paraugiem, tika noskaidrots, ka abos griezumos kūdras sastāvā dominē galvenokārt sfagnu atliekas, sfagnu lapas un kātiņi, kā arī spilvju atliekas. Spriežot pēc dominējošām organiskajām atliekām, tika konstatēts, ka arī kūdras virsējā slāni dominē sfagnu–spilvju kūdra, līdzīgi kā griezumā zemāk, kā arī pārsvarā visā purva teritorijā kopumā, kur augstā tipa sfagnu, sfagnu–šeihcēriju vai sfagnu–spilvju kūdra veido augšējās slāņus (3,5–5,0 m). Taču augšējā kūdras paraugā ir vērojama nedaudz lielāka sadalīšanās pakāpe salīdzinājumā ar zemāk iegulošo slāni – tas liecina, ka atsegto kūdras slāņa virskārto ir ietekmējuši sausāki apstākļi.

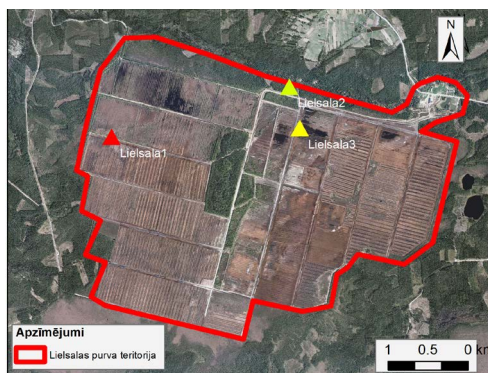


1. attēls. Lielā Ķemeru tīreļa novietojums

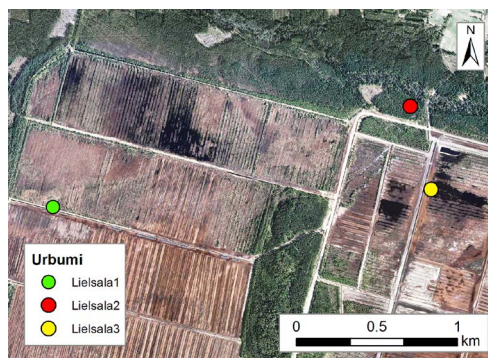


2. attēls. Urbumu novietojums
Lielajā Ķemeru tīreli

Lielsalas purva kūdras lauku urbumos (3., 4. att.) paņemto kūdras paraugu sastāvā gan augšējā daļā (līdz 0,5 m), gan arī griezumā dziļāk dominē pārejas un zemā tipa kūdras veidojošo augu atliekas, kas liecina, ka augstā tipa kūdra šajos laukos ir norakta. Augšējo kūdras slāni visos urbumos raksturo dažādu kūdras veidojošo augu atlieku sastāvs, tai skaitā gan sfagni, spilves, dažādi grišļi. Kūdras sadalīšanās pakāpe ir līdzīga zemāk iegulošajai kūdrai, kas ir vidēji labi līdz labi sadalījusies.



3. attēls. Lielsalas purva novietojums



4. attēls. Urbumu novietojums Lielsalas purvā

Ķemeru un Lielsalas purva paraugu magnētiskā jutīguma analīzes pie augstas un zemas frekvences uzrāda k (kappa) vērtības ar mīnusa zīmi. Tas nozīmē, ka paraugu sastāvā galvenokārt dominē diamagnētiskās nogulumu grupas pārstāvji, kas ietver ūdeni, kvarcu, kalcija karbonātus un organiskās izcelsmes materiālu, kā, piemēram, augu atliekas. Gan Ķemeru, gan Lielsalas purva paraugos magnētisko minerālu saturs ir ļoti mazs (Bartington Instruments Limited, 1993).

Pētījuma rezultāti ļauj secināt, ka Ķemeru tīrelī, kur atstātā kūdras lauka nogulumus veido biezs augstā tipa kūdras slānis, kūdras pH, kā arī botāniskais sastāvs nav būtiski mainījies, bet ir palielinājusies tās sadalīšanās pakāpe un minerālo vielu klātbūtne. Savukārt Lielsalas purvā, kur kūdras lauka virsējo slāni veido zemā vai pārejas tipa kūdra, augšējā slānī ir lielāks minerālo vielu īpatsvars, kā arī pH. Kūdras botāniskais sastāvs liecina: kaut arī lauka teritorijā ir sākušies renaturalizācijas procesi, tomēr kūdras veidojošo augu sastāvā būtiskas izmaiņas nav notikušas, tas, iespējams, saistīts ar nepietiekami ilgu laiku posmu, lai sāktu uzkrāties kūdra.

Pētījumi veikti sadarbībā ar projektu “LIFE REstore” – “Degradēto purvu atbildīga apsaimniekošana un ilgtspējīga izmantošana Latvijā” (LIFE14 CCM/LV/001103).

Izmantotā literatūra

- Ameriks, U., Krūgere, I., Alta, S. 2016. Kūdras izmantošana Eiropā un Latvijā. Nozari interesējošie jautājumi. Kūdras un sapropēļa īpašības, izpētes metodes un izmantošanas iespējas. LU 74. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes. Latvijas Universitāte, Rīga, 350.–351. lpp.
- Cuprums, I., Eizenbergs, G., Kalniņa, L., Ozola, I. 2013. Renaturalisation Measures in the Cut-Over Peatlands of Lielsalas Mire. In: Kļaviņš, M., Kalniņa, L. (Eds.). Bog and Lake research in Latvia. University of Latvia, Rīga, pp. 6–10.
- Dean, W. E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44 (1): 242–248.
- Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25: 101–110.
- Latvijas valsts meliorācijas un projektēšanas institūts. 1980. Latvijas PSR Kūdras fonds uz 1980. gada 1. janvāri. Rīga, 1980, 716 lpp.
- Priede, A., Silamiķele, I. 2015. Rekomendācijas izstrādātu kūdras purvu renaturalizācijai. Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Salaspils.
- Thompson, R., Battarbee, R. W., O’Sullivan, P. E., Oldfield, F. 1975. Magnetic susceptibility of lake sediments. *Limnology and Oceanography*, 20 (5): 687–698.

KŪDRAS ĪPAŠĪBU PĒTĪJUMI DAŽĀDI IETEKMĒTAJĀS LAUGAS PURVA TERITORIJĀS

Jānis DREIMANIS¹, Laimdota KALNIŅA¹,
Ingrīda KRĪGERE², Līga PAPERDE¹

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *janis.dreimanis85@inbox.lv; laimdota.kalnina@lu.lv*

² LKRA, e-pasts: *ingrida@peat.lv*

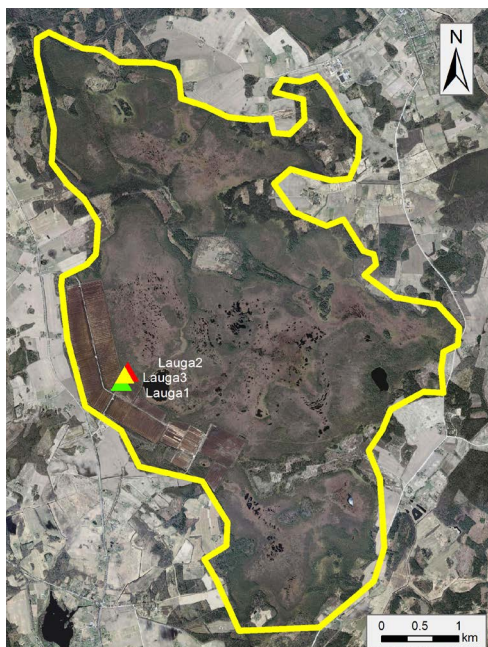
Laugas purvs ir augstā tipa jeb sūnu purvs, tas ir viens no lielākajiem Viduslatvijas zemienes Metsepoles līdzenuma purviem. Laugas purvs ir augstā tipa purvs ar tam raksturīgo veģetāciju un mikroreljefu. Purvs ir izveidojies agrā holocēna beigu posmā, boreālajā laikā, aizaugot sekli ūdenstilpei, jo kūdra ir sākusi uzkrāties virs 0,5–1,2 m bieza kūdraina sapropēļa slāņa. Līdzīgi kā daudzos citos augstajos purvos, arī Laugas purvā blakus augstā tipa purva teritorijām ir sastopami pārejas purvi, slišķņās un purvaini meži. Taču, kopš purvu ir ietekmējusi cilvēka darbība un sākusies kūdras ieguve, purvs ir būtiski ietekmēts.

Latvijas PSR Kūdras fondā (1980) Laugas purva kārtas numurs ir 1827, norādīta atradnes kopējā platība – 1876 ha, rūpnieciski izmantojamā platība – 1200 ha, rūpnieciski izmantojamie krājumi – 29,4 mlj m³ jeb 3,4 mlj t pie W = 40%. Kūdras ieguve Laugas purvā sāka 1965.–1966. gadā, bet kopš 1999. gada, kad tika izveidots Laugas purva dabas liegums un noteikta “Natura 2000” teritorija (kods: LV0518700), tā ir būtiski ierobežota.

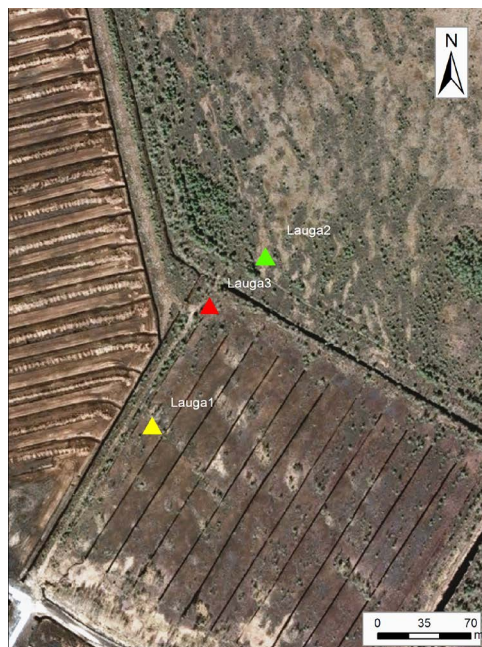
Pēc Latvijas PSR Kūdras fonda (1980) informācijas, Laugas purva organogēno nogulumu slāņa biezums sasniedz apmēram 9 m, no kuriem apakšējais slānis 0,8–1,3 m intervālā ir kūdrains sapropelis, ko pārsedz 0,7–1,2 m biezs labi sadalījušās zemā pārejas tipa kūdras slānis, bet augšējo slāņkopu veido maz sadalījušās dažādas augstā tipa kūdras slāņi. Apmēram 10% Laugas purva notiek kūdras ieguve vai arī ir sagatavoti lauki ieguvei, ņemot zemsedzi un ierīkojot kartu grāvjus. Projekta “LIFE REstore” ietvaros notiek Laugas purva hidroloģiskā režīma atjaunošana, un, lai izvēlētos labākos paņēmienus, ir svarīgi ne tikai noskaidrot purva hidroloģisko režīmu, bet arī iegūt informāciju par susiņāšanas ietekmi un kūdras slāņu īpašību izmaiņām. Pētījums veikts, nosakot nogulumu īpašības trīs urbumos dažādi ietekmētās Laugas purva vietās: urbums “Lauga-1” – vietā, kur ņemta zemsedze un ierīkoti kartu grāvji; urbums “Lauga-2” – daļēji neietekmēta purva teritorijā kupola pakājē; urbums “Lauga-3” – daļēji ietekmēta purva daļā, kur nav ņemta veģetācija, bet aptuveni 5 m attālumā atrodas kontūrgrāvis (1., 2. att.).

Kūdras paraugiem noteikts nogulumu sastāvs ar karsēšanas zudumu analīzi, noteikts pH, elektrovadītspēja, magnētiskais jutīgums, kā arī kūdras botāniskais sastāvs un sadalīšanās pakāpe.

Urbuma “Lauga-1” karsēšanas zuduma grafikā var redzēt, ka līdz pat 38 cm dziļumam ir palielināts minerālvielu daudzums (līdz 4%, bet vidēji ap 2%), pie 38 cm atzīmes tas sasniedz 14,5%, kas, domājams, saistīts ar antropogēno ietekmi, jo šis urbums atrodas purva ietekmētajā daļā. Pārējā griezumā minerālvielu daudzums ievērojami pieaug 48 cm dziļumā, kur tas ir apmēram 3%, 90 cm dziļumā – gandrīz 8%, bet pie 193 cm atzīmes tas sasniedz gandrīz 3%. Karbonātu saturs līdz pat 143 cm dziļumam bez ievērojamām



1. attēls. Laugas purva teritorija un urbumu izvietojums



2. attēls. Urbumu izvietojums Laugas purva pētījumu vietā

izmaiņām ir aptuveni 0,25%. Pie 143–200 cm atzīmes karbonātu daudzums ar dažām mazsvarīgām izmaiņām palielinās no 0,5 līdz 1%. Kūdras blīvuma vērtības griezumā, izņemot pie trim atzīmēm, ir 0,15–0,25 g/cm³ intervālā. Būtiskākās blīvuma izmaiņas var redzēt 61 cm dziļumā, kur tā vērtība ir 0,37 g/cm³, 111 cm dziļumā blīvums ir 0,43 g/cm³, bet pie 180 cm dziļuma atzīmes – 0,29 g/cm³. pH vērtības visā griezumā ir intervālā no 4,28 augšdaļā līdz 5,07 lejasdaļā, izņemot trijos dziļumos: 1 cm dziļumā pH = 3,69, 29 cm – pH = 3,98, un 85 cm – pH = 3,84, tas ir normas robežās un sakrīt ar minerālvielu daudzuma palielināšanos. Elektrovadītspējas maksimālā vērtība 54,84 μS/cm ir konstatēta 48 cm dziļumā, bet minimālā vērtība -1,1 μS/cm – 70 cm dziļumā, kas 48 cm dziļumā sakrīt ar organisko vielu samazināšanos, bet minerālvielu un karbonātu palielināšanos, savukārt 70 cm dziļumā – ar organisko vielu palielināšanos, bet minerālvielu un karbonātu samazināšanos. Tas skaidrojams ar to, ka pie lielākas elektrovadītspējas vērtības būs arī augstāka izšķīdušo sāļu koncentrācija. Iegūtās magnētiskā jutīguma negatīvās vērtības intervālā no -1,28 (×10⁻⁵, SI) līdz -1,95 (×10⁻⁶, SI) gan zemajā, gan augstajā frekvencē, kas bez ievērojamām izmaiņām ir visā griezumā, norāda, ka kūdrā nav konstatēti magnētiski jutīgi minerāli.

Urbuma “Lauga-2” karsēšanas zuduma grafikā ir redzams, ka līdz 27 cm dziļumam ir palielināts minerālvielu daudzums, vietām maksimāli sasniedzot 2,3%. Pie 50 cm dziļuma atzīmes minerālvielu daudzums ir aptuveni 2%. Griezuma turpinājumā līdz 2 m dziļumam minerālvielu daudzums bez krasām izmaiņām svārstās 1% robežās. Savukārt karbonātu daudzums griezumā nav tik vienmērīgs: var redzēt vairākas straujas izmaiņas, tas ir, karbonātu daudzuma palielināšanos, piemēram, pie 13 cm dziļuma atzīmes karbonātu saturs ir 1,7%, 35 cm dziļumā ir 1,1% karbonātu, 78 cm dziļumā – 1,5%, bet 111 cm, 120 cm un 125 cm dziļumā karbonātu saturs sasniedz 2%. Maksimālais karbonātu daudzums konstatēts 138 cm dziļumā, kur tas ir 3,2%, bet griezuma beigu daļā pie 194 cm

dziļuma atzīmes – 2,9%. Pārējā griezumā karbonātu saturs vidēji nepārsniedz 0,5%. Gandrīz visas kūdras blīvuma vērtības ir 0,1–0,2 g/cm³ diapazonā – tātad kūdra ir viegla, jo dabīgajā sagulumā. Izņēmums ir divas vērtības: pirmā ir 0,37 g/cm³ 61 cm dziļumā, bet otra – 0,43 g/cm³ pie 111 cm dziļuma atzīmes. Apskatot pH vērtības, griezumā var pamānīt divas tendences: pirmkārt, no griezuma pašas augšdaļas, tas ir, no 1. centimetra, kur pH = 4,17, līdz 89 cm dziļumam, kur pH = 4,55, pH vērtības nevienmērīgi, bet pieaug no mazākās pH vērtības, kas 15 cm dziļumā ir 3,58, līdz iepriekš minētajai – 4,55 – 89 cm dziļumā. Otrkārt, ir redzams, ka pH no 91 cm, kur pH = 4,47, ir tendence nevienmērīgi samazināties līdz pat griezuma apakšai, respektīvi, pH vērtība 196 cm dziļumā ir 3,39 – tas liecina, ka vide kļūst skābāka. Mazākā pH vērtība 3,12 tika konstatēta 113 cm dziļumā. Arī elektrovadītspējas vērtībām no griezuma augšdaļas, kur 1 cm dziļumā ir lielākā vērtība – 13,23, virzienā uz leju līdz 196 cm dziļumam, kur ir mazākā vērtība – 3,28, ir tendence samazināties, tātad līdz ar dziļumu samazinās arī kūdrā esošo izšķīdušo sāļu koncentrācija. Magnētiskā jutīguma negatīvās vērtības, kas iegūtas gan zemajā, gan augstajā frekvencē -1,87 ($\times 10^{-5}$) līdz -4,24 ($\times 10^{-6}$) intervālā ir līdzīgas visā griezumā, tas skaidrojams ar magnētiski jutīgu minerālu neesamību.

Analizējot urbuma “Lauga-3” karsēšanas zuduma rezultātus, redzams, ka līdz 35 cm dziļumam ir palielināts minerālvielu daudzums – līdz 2%. Minētajā dziļumā minerālvielu daudzums sasniedz 3%. 35–135 cm dziļumā minerālvielu daudzums vidēji ir 1–1,5%, bet pie dziļuma atzīmes 135 cm minerālvielu daudzums palielinās līdz 6%, kas ir augstākais rādītājs griezumā. Citviet urbumā līdz 2 m atzīmei vidējais minerālvielu daudzums ir apmēram 1%, izņemot 140 cm un 165 cm dziļumu, kur vērtības ir attiecīgi 3,9% un 3,3%. Karbonātu daudzums vidēji visā griezumā ar niecīgām izmaiņām ir aptuveni 0,14%, izņemot četru dziļumu griezuma augšdaļā: 21 cm dziļumā ir 1,3% minerālvielu, 25 cm – 0,8%, 32 cm – 1%, bet 40 cm – 1,3%. Urbuma vidējais kūdras blīvums ir apmēram 0,20%. Tikai pie četrām dziļuma atzīmēm griezuma augšdaļā var redzēt blīvuma vērtību izteiktu palielināšanos: 1 cm dziļumā blīvuma vērtība ir 0,36%, pie 4 cm dziļuma atzīmes – 0,35%, 7 cm dziļumā – 0,34%, bet pie 48 cm dziļuma atzīmes – 0,3%. Vidējā pH vērtība urbumā ir 3,5. Visā griezumā pH vērtības mainās salīdzinoši nedaudz, izņemot četrus urbuma dziļumos, kur pH vērtības mainās strauji, tas ir, 6 cm dziļumā, kur pH = 3,76, 112 cm – pH = 3,85, 136 cm – pH = 4,09 (griezuma lielākā pH vērtība), un 142 cm – pH = 3,29. Iespējams, ka straujās pH vērtību izmaiņas vairāk nekā 1 m dziļumā ietekmē gruntsūdeņu darbība un minerālvielu daudzums. Elektrovadītspējas vērtībām var novērot tendenci pieaugt līdz ar dziļuma palielināšanos. Visā urbumā var redzēt, ka vērtības ir līdzīgas, izņemot 110 cm un 133 cm dziļumā, kur vērtības strauji palielinās, attiecīgi 14,52 μ S/cm, kas ir lielākā vērtība, un 11,15 μ S/cm. Straujās vērtību izmaiņas, domājams, saistītas ar minerālvielu daudzumu un pH. Gan zemas, gan augstas frekvences magnētiskā jutīguma vērtības ir salīdzinoši līdzīgas, tās ir -1,15 ($\times 10^{-5}$) līdz -9,17 ($\times 10^{-6}$) intervālā, un tas neliecina par magnētiski jutīgu minerālu klātbūtni.

Blīvuma vērtības urbumiem “Lauga-1” un “Lauga-2” lielākoties ir dažādas, tikai dažviet griezumā tās ir līdzīgas vai vienādas, piemēram, 7 cm dziļumā kūdras blīvums abos urbumos ir vienāds – 0,134 g/cm³, 27 cm dziļumā blīvums attiecīgi ir 0,142 g/cm³ un 0,146 g/cm³, 130 cm – attiecīgi 0,162 g/cm³ un 0,166 g/cm³, 181 cm – 0,195 g/cm³ un 0,194 g/cm³, 190 cm – 0,162 g/cm³ un 0,163 g/cm³ un 194 cm – 0,153 g/cm³ un 0,151 g/cm³. Lielākas blīvuma vērtības galvenokārt ir urbuma “Lauga-1” kūdrai, lielākās vērtības konstatētas 61 cm un 180 cm dziļumā, attiecīgi 0,367 g/cm³ un 0,431 g/cm³. Savukārt urbuma “Lauga-2” lielākās blīvuma vērtības ir 60 cm un 91 cm dziļumā, attiecīgi 0,279 g/cm³ un 0,333 g/cm³. Tikai dažviet abos urbumos var novērot kopīgas blīvuma

vērtību izmaiņu tendences. Kūdras vidējais blīvums urbumos "Lauga-1" un "Lauga-2" ir attiecīgi 0,182 g/cm³ un 0,135 g/cm³ – tas skaidrojams ar to, ka urbums "Lauga-1" atrodas ietekmētajā purva daļā, kur kūdras slānis ir saplacis un noblīvējies.

Aplūkojot abu urbumu karsēšanas zuduma analīzes grafiku, var nodalīt piecus minerālvielu daudzuma izmaiņu slāņus. Tie gan ir atšķirīgos dziļumos, bet kopsakarību var saskatīt, piemēram, urbumā "Lauga-1" palielināta minerālvielu daudzuma (līdz 4%), slānis iegūļ no urbuma pašas augšdaļas līdz 38 cm dziļumam, kur minerālvielu daudzums palielinās līdz 15%, savukārt urbumā "Lauga-2" palielināts minerālvielu daudzums (vidēji slāni ap 1%) konstatēts slāni intervālā no zemes virsas līdz 27 cm dziļumam, kur tas palielinās līdz 1,6%. Otrs minerālvielu slānis urbumā "Lauga-1" atrodas 38–48 cm dziļumā, kur vidējais minerālvielu daudzums ir ap 1%, bet pie 48 cm dziļuma atzīmes – 3,1%. Urbumā "Lauga-2" otrais slānis iegūļ 27–50 cm dziļumā ar vidējo minerālvielu daudzumu 0,4%, bet 50 cm dziļumā – 2%. Trešais minerālvielu slānis urbumā "Lauga-1" atrodas 48–90 cm intervālā, kur vidējais minerālvielu daudzuma rādītājs ir 0,7%, bet pie dziļuma atzīmes 90 cm – gandrīz 8%. Urbumā "Lauga-2" trešais slānis ir 50–80 cm diapazonā ar vidējo minerālvielu daudzumu 0,9%, bet 80 cm dziļumā – 2,1%. Ceturtais minerālvielu slānis urbumā "Lauga-1" ir visbiežākais un atrodas 90–194 cm intervālā, kur vidējais minerālvielu daudzums ir 0,7%, bet 194 cm dziļumā – 2,5%. Arī urbumā "Lauga-2" ceturtais slānis ir visbiežākais un iegūļ 80–192 cm intervālā ar vidējo minerālvielu daudzumu 0,7% un 1,5% 192 cm dziļumā. Savukārt visplānākais abos urbumos ir piektais minerālvielu slānis. Urbumā "Lauga-1" tas ir 194–200 cm intervālā, kur vidējais minerālvielu daudzums ir 0,6%, bet urbumā "Lauga-2" tas atrodas 192–200 cm diapazonā ar vidējo minerālvielu daudzuma rādītāju – 0,6%.

Apskatot abu urbumu karbonātu vērtības datu tabulā un grafikā, var redzēt vienu kopīgu tendenci – karbonātu vērtību pieaugumu līdzīgos dziļumos, piemēram, griezumā sākumā – urbumā "Lauga-1" tas ir 18 cm un 25 cm dziļumā, kur attiecīgi konstatēti 0,7% un 0,5% karbonātu, bet urbumā "Lauga-2" – 13 cm, 20 cm un 35 cm dziļumā, kur ir attiecīgi 1,6%, 1% un 1,1% karbonātu. Arī abu griezumu lejasdaļā karbonātu vērtības palielinās, piemēram, urbumā "Lauga-1" 194 cm un 197 cm dziļumā ir attiecīgi 1,4% un 1,3%, bet urbumā "Lauga-2" 194 cm dziļumā ir 2,9% karbonātu. Minētā tendence ievērojami izteiktāka, biežāka un ar lielākām vērtībām ir urbumā "Lauga-2". Vidējais karbonātu daudzums urbumā "Lauga-1" ir 0,18%, bet urbumā "Lauga-2" – 0,3%, tas ir, gandrīz divas reizes vairāk.

Analizējot un salīdzinot abu urbumu pH vērtības, jāsecina, ka kopsakarību gandrīz nav, izņemot to, ka 29 cm dziļumā ir līdzīgas vērtības – urbūmam "Lauga-1" pH vērtība ir samazinājusies (pH = 3,98), bet urbūmam "Lauga-2" pH = 3,88, un abu griezumu augšdaļā 1–70 cm intervālā ir vērojama tendence pH vērtībām pieaugt, urbumā "Lauga-2" gan tas notiek ar ievērojamākām vērtību izmaiņām nekā urbumā "Lauga-1". Abiem urbumiem atšķiras gan pH vidējās vērtības, kas attiecīgi ir 4,67 un 3,83, gan mērījumu vērtības vienādos dziļumos. Atšķiras arī pH tendence 89–200 cm intervālā – urbuma "Lauga-1" pH vērtība ar minimālām izmaiņām līdz 0,3 saglabājas ap 5, bet urbumā "Lauga-2" pH vērtības ar lielām izmaiņām 4,55–3,12 diapazonā samazinās.

Elektrovadītspējas vērtību diapazons urbumos "Lauga-1" un "Lauga-2" ir atšķirīgs, attiecīgi 1,09–54,84 μS/cm un 3,28–13,23 μS/cm intervālā. Tādējādi arī vidējās elektrovadītspējas vērtības abos urbumos ir atšķirīgas, attiecīgi 20,09 μS/cm un 5,61 μS/cm. Arī vērtību izmaiņu tendence abos urbumos ir atšķirīga, piemēram, urbumā "Lauga-1" visā griezumā elektrovadītspējas vērtības regulāri mainās, bet sākuma un beigu vērtības ir līdzīgas (aptuveni 13 μS/cm), savukārt urbuma "Lauga-2" griezumā var redzēt salīdzinoši vienmērīgāku vērtību samazināšanos no 13,23 μS/cm augšdaļā līdz 3,28 μS/cm 196 cm

dziļumā. Tā kā elektrovadītspējas rādītāji abos urbumos ir zemi, arī izšķīdušo sāļu daudzums ir mazs.

Gan urbumā "Lauga-1", gan "Lauga-2" magnētiskā jutīguma vērtībām zemajā un augstajā frekvencē ir līdzīgas izmaiņas. Urbumā "Lauga-1" līdz ar dziļumu abu frekvenču vidējās vērtības palielinās no $-3,18 (\times 10^{-6})$ augšdaļā līdz $-7,45 (\times 10^{-6})$ lejasdaļā, bet urbumā "Lauga-2" attiecīgās vērtības palielinās no $-6,10 (\times 10^{-6})$ augšdaļā līdz $-9,72 (\times 10^{-6})$ lejasdaļā. Abu urbumu vidējās zemās un augstās frekvences vērtības ir attiecīgi $-5,87 (\times 10^{-6})$ un $-8,40 (\times 10^{-6})$. Abu urbumu zemo un augsto frekvenču vērtības un to niecīgās atšķirības liecina, ka urbumos nav konstatēti magnētiski jutīgi minerāli.

Secinājumi

1. Izmantojot kūdras pētījumu metodes, piemēram, karsēšanas zudumu analīzi, pH un blīvuma noteikšanu u. c., ir iespējams konstatēt atšķirīgas nogulumu īpašības, kas raksturīgas ietekmētajai un neskartajai purva daļai.
2. Nosusināšanas rezultātā Laugas purva ietekmētajā daļā urbuma "Lauga-1" griezumā pH vērtības ir augstākas ($\text{pH} = 5$) nekā pārējos urbumos, kur pH vērtība norāda uz skābu vidi ($\text{pH} < 4$), kas raksturīga dabiskam augstā tipa purvam.
3. Laugas purva ietekmētajā daļā urbumā "Lauga-1" ir divi intervāli ar strauju organisko vielu daudzuma samazināšanos, savukārt purva dabiskajā daļā urbumā "Lauga-2"; organisko vielu daudzums ir salīdzinoši vienmērīgs. Rūpnieciski izstrādāto purva daļu ietekmē virszemes ūdeņu noteces ienestās smiltis atšķirībā no purva neskartās daļas, kur kūdras nogulumi uzkrājas ievērojami mierīgākos apstākļos.
4. Saistībā ar kūdras augšējo slāņu nosusināšanu un sēšanos urbumā "Lauga-1" kūdras vidējais blīvums ir lielāks nekā urbumā "Lauga-2", kas atrodas Laugas purva neietekmētajā daļā.
5. Izmantojot iepriekšminētās kūdras pētījumu metodes, ir novērojama acīmredzama ietekme uz kūdras īpašībām, salīdzinot Laugas purva ietekmēto un neskarto daļu.

Pētījumi veikti sadarbībā ar projektu "LIFE REstore" – "Degradēto purvu atbildīga apsaimniekošana un ilgtspējīga izmantošana Latvijā" (LIFE14 CCM/LV/001103).

Izmantotā literatūra

- Bengtsson, L., Enell, M. 1986. Chemical analysis. In: Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Berglund, B. E. (Ed.). John Wiley & Sons, Great Britain, pp. 423–455.
- Boyle, J. F. 2002. Inorganic Geochemical Methods in Palaeolimnology. In: Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 2: Physical and Geochemical Methods. Last, W. M., Smol, J. P. (Eds.). Kluwer Academic Publisher, New York [etc], pp. 83–141.
- Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25: 101–110.
- ISO 10390. Soil Quality – Determination of pH. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland, p. 5.
- Kūdras fonds. 1980. Latvijas PSR Kūdras fonds uz 1980. gada 1. janvāri. Rīga. Latvijas PSR Meliorācijas un ūdenssaimniecības ministrija, Latvijas valsts meliorācijas projektēšanas institūts, Nr. 1827, 313.
- Piper, C. S. 1942. Soil and Plant Analyses: a laboratory manual of methods for the examination of soils and the determination of the inorganic constituents of plants. University of Adelaide, p. 368.
- Rayment, G. E., Higginson, F. R. 1992. Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods, Melbourne, Inkata Press. Australian Soil and Land Survey Handbooks, 3.

HIDROAKUSTISKĀ DOPLERA RIVERRAY IZMANTOŠANA UPJU HIDROMORFOLOĢISKAJOS PĒTĪJUMOS

Olga FROLOVA, Inga GRĪNFELDE, Jovita PILECKA

Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Vides un būvzinātņu fakultāte,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, e-pasts: olga.frolova@llu.lv

Hidromorfoloģiskie faktori atbilstoši Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvai 2000/60/EK ir upju nepārtrauktība, hidroloģiskie apstākļi – ūdens tecējums un dinamika tilpes sateces baseinā, morfoloģiskie apstākļi – platuma un dziļuma izmaiņas, gultnes struktūra un substrāts, krastu zonu struktūra, tāpēc liela nozīme ir šo faktoru noteikšanai laikā un telpā (2000/60/EK, 2000).

Ūdens plūsma upē ietekmē ne tikai ūdensteces morfoloģiju, bet arī biotopus. Hidroloģiskie dati ir nozīmīgi, gan plānojot hidrotehniskās būves, gan nosakot piesārņojuma izplatību ūdenstecē, kā arī biotopu atjaunošanas projektu izstrādē. Plūsmas telpiskā sadalījuma dati ir nepieciešami upes procesu izziņai, it īpaši nozīmīgi tas ir sarežģītos plūsmas apstākļos, piemēram, ūdensteces meandros (Flener et al., 2015).

Jau kopš pagājušā gadsimta 90. gadiem daudzi uzņēmumi izmanto doplera akustiskos straumes profila mērītājus (ADCP) caurplūduma noteikšanai ūdenstecēs un upes grīvās (Oberget al., 2007). Uzlabojot tehnoloģiju, paplašinās arī iekārtas izmantošanas potenciāls plašākam pētījumu lokam, piemēram, gultnes sedimentu transporta noteikšanai (Rennie et al., 2002).

RiverRay ADCP tehnoloģija ir pieejama kopš 2009. gada, un periodā no 2013. gada 1. maija līdz 2014. gada 30. aprīlim Amerikas Ģeoloģiskās izpētes institūts (USGS) veica vairāk nekā 120 000 caurplūdumu mērījumus, no kuriem 31% tika veikti, izmantojot akustiskā doplera metodi. No šiem mērījumiem 8% tika veikti, izmantojot *RiverRay* ADCP, lai veiktu šīs iekārtas lauka testēšanu. Pētījumā tika pierādīts, ka iekārtu var izmantot mērījumu veikšanai, jo datu kvalitāte ir salīdzināma ar pārbaudītām metodēm (Boldt, Oberget, 2015).

Mērījumus ar doplera akustisko straumes profila mērītāju var veikt, izmantojot viņčas principu (1. att.) vai stiprinot *RiverRay* ADCP pie laivas ar elektrisko motoru (2. att.), kā arī izveidojot automātiski vadāmo platformu (tas nav darīts). Kustības ātrumu ir nepieciešams izvēlēties vienādu ar straumes ātrumu vai mazāku (TRDI, 2015a).

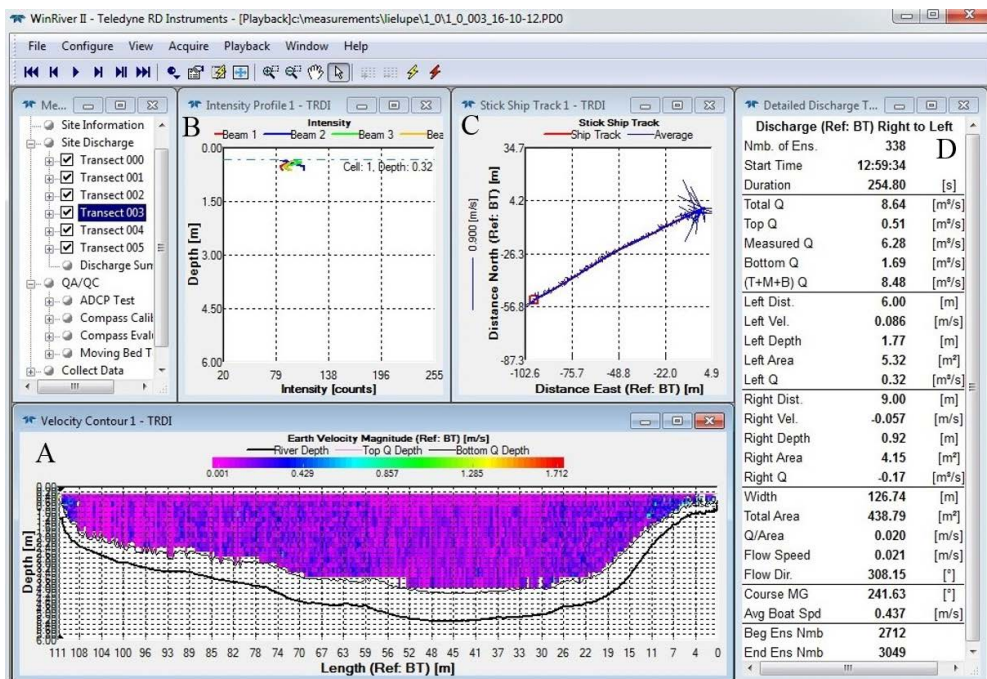
Mērījumi tika veikti, izmantojot datu apstrādes programmu *WinRiver II* (sk. 3. att.). Datu vizuālā attēlošana notiek mērījuma laikā, tā ļauj kontrolēt gan kustības virzienu, gan mērījumu kvalitāti. Katrā mērījuma reizē tiek iegūta datu matrica, kurā ir ietverts upes gultnes profils ar gultnes dziļuma relatīvo skaitlisko vērtību un suspendēto daļiņu pārvietojumu pret to, kas raksturo straumes ātrumu katrā mērījumu režģa šūnā. Katra mērījuma atskaites punkts ir ūdens līmenis, kas ir mērījumu relatīvā 0 vērtība. Veicot pētījumu, ir jāzina tā mērķis – ja nepieciešams veikt uzmērījumus absolūtās augstuma atzīmēs, katrā mērījumu vietā ir jānosaka ūdens līmeņa absolūtā augstuma atzīme un jāuzmēra *RiverRay* ADCP mērījumu trajektorijas koordinātās. Iekārtu ir iespējams saslēgt ar ārējo GPS (globālās pozicionēšanas sistēmu), taču rūpīgi jāizvēlas GPS iekārta, kas



1. attēls. Engures profilēšana, izmantojot auklu RiverRay iekārtas pārvietošanai pētījuma vietā



2. attēls. Lielupes profilēšana, stiprinot RiverRay iekārtu pie laivas, kura darbināta ar elektromotoru

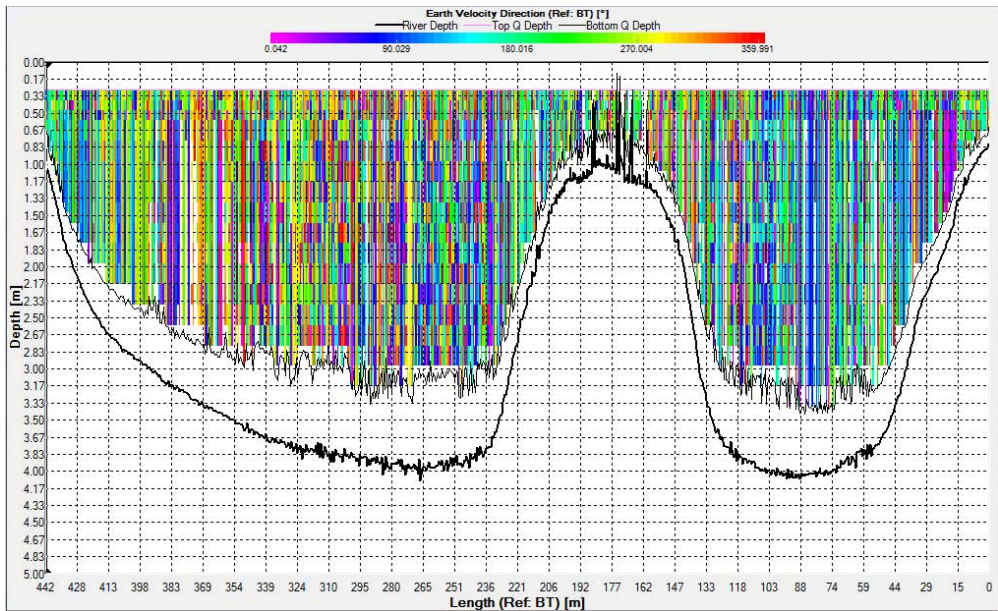


3. attēls. WinRiver II programatūras mērījuma pēcparāde
 A – upes gultnes profils, kurā attēlots plūsmas ātruma sadalījums;
 B – doplera akustiskā signāla intensitāte;
 C – iekārtas kustības ceļš pret ziemeļiem (y ass) un austrumiem (x ass);
 D – no labā krasta uz kreiso veiktā mērījuma kopsavilkuma tabula

spēj darboties paaugstināta mitruma apstākļos un nodrošina mērījuma mērķim atbilstošu precizitāti. Ir iespējama arī datu pēcapstrāde (3. att.), kurā var mainīt lauka iestatījumus (TRDI, 2015b).

Izpētot iekārtas darbību lauka apstākļos, tika veikti mērījumi Raiskuma ezerā (4. att.), Lielupē, Driksā un Engures upē (5. att.).

Raiskuma ezerā veiktie mērījumi ļauj saprast, ka ir iespējams noteikt ūdensobjekta dziļumu arī haotiskas plūsmas apstākļos. Ezera griezumā 4. attēlā var redzēt plūsmas kustības virzienus un ezera dziļumu katrā šķērsprofilā režģa šūnā. Profila anomālijas (attēlā redzamas kā izteiktie pīķi gultnes šķērsprofilā) ir saistītas ar mērījumu kvalitāti, jo mērījuma laikā bija izteikta viļņošana un bija izvēlēts liels *RiverRay* ADCP kustības ātrums.

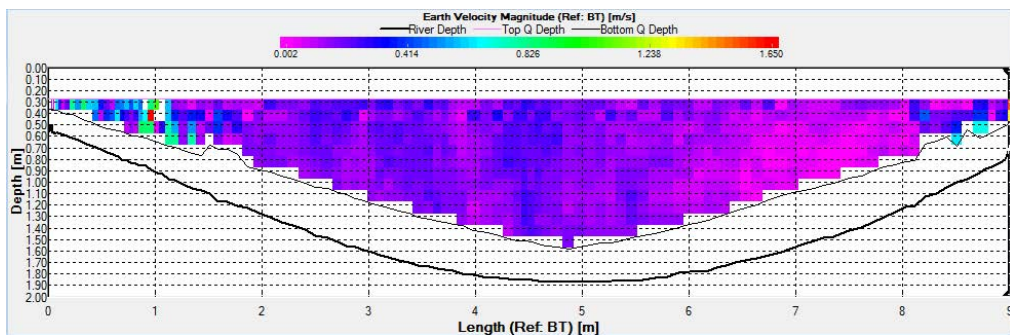


4. attēls. Raiskuma ezera profils ar plūsmas kustības virziena leņķu mērījumu režģi

Engures upē iekārta tika pārbaudīta sekla ūdensceca apstākļos (5. att.). Iekārta *RiverRay* ADCP veiksmīgi darbojas seklūdens zonā. Veicot mērījumus sekla ūdensobjektos, jāņem vērā šādi ieteikumi:

- pareiza maksimālā dziļuma izvēle, jo šķērsprofils tiek virtuāli sadalīts mērījumu atbalsta režģī, kuru iekārta izvēlas automātiski atkarībā no ūdensobjekta maksimālā dziļuma;
- pareizi izvēlēta iekārtas kustības trajektorija, kur iekārtas darbību netraucē krāces vai zemūdens šķēršļi.

Seklūdens zonā, kas redzama 5. attēla kreisajā malā un atrodas starp 0 m un 2 m šķērsprofila relatīvajām horizontālajām atzīmēm, ir vērojama krasa straumes ātruma maiņa mērījuma režģa šūnās, tā ir izskaidrojama ar akmeņaino gultni un ūdens plūsmas turbulenci šajā zonā.



5. attēls. Engures šķērsprofils ar plūsmas ātruma mērījumu režģi

Koordinātas: 57.220482, 22.093033

Pētījumos ir noteikti pasākumi datu kvalitātes uzlabošanai, ir veikts iekārtas izmantošanas eksperiments arī ezerā, lai noteiktu dziļumu un ezera gultnes formu. Ir paredzēts veikt plašākus pētījumus, lai salīdzinātu iekārtas darbību ar tradicionālo caurplūdumu noteikšanas metodi – hidrometrisko spārniņu un upes gultnes posmu profilēšanu. Doplera akustiskais straumes profila mērītājs palielina darba efektivitāti, ļaujot iegūt lielu apjomu datu īsā periodā un dažādā telpas izvietojumā, kā arī noteikt ātrumu upes gultnē.

Izmantotā literatūra

- Boldt, J. A., Oberg, K. A. 2015. Validation of Streamflow Measurements Made with M9 and River-Ray Acoustic Doppler Current Profilers. *Journal of Hydraulic Engineering*, 142 (2).
- 2000/60/EK. 2000. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2000/60/EK, ar ko izveido sistēmu Kopienas rīcībai ūdens resursu politikas jomā. Pieejams: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=EN>
- Flener, C., Wang, Y., Laamanen, L., Kasvi, E., Vesakoski, J.-M., Alho, P. 2015. Empirical modelling of spatial 3D flow characteristics using a remotecontrolled ADCP system – monitoring a spring flood. *Water*, 7 (1): 217–247.
- Oberg, K., Mueller, D. S., Asce, M. 2007. Validation of Streamflow Measurements Made with Acoustic Doppler Current Profilers. *Journal of Hydraulic Engineering*, 133 (12): 1421–1432.
- Rennie, C. D., Millar, R. G., Church, M. A. 2002. Measurement of bed load velocity using an acoustic Doppler current profiler. *Journal of Hydraulic Engineering*, 128 (5): 473–483.
- TRDI. 2015a. RiverRay ADCP Guide. Teledyne RD Instruments.
- TRDI. 2015b. WinRiver II Software User's Guide. Teledyne RD Instruments.

RELJEFA RAKSTURS UN PURVU IZPLATĪBA PRAULIENAS PAUGURAINES ZIEMEĻRIETUMU DAĻĀ

Lilija GORODKO, Kristaps KIZIKS, Laimdota KALNIŅA,
Ivars STRAUTNIEKS

Latvijas Universitāte, e-pasts: lilijagorodko@gmail.com

Viens no sarežģītākajiem un ģeoloģiski interesantākajiem dabas apvidiem Austrumlatvijas zemienē ir Aronas paugurlīdzenums zemiens ziemeļrietumu malā. Aronas paugurlīdzenuma ziemeļdaļā atrodas viena no saposmotākajām teritorijām – Praulienas pauguraine. Izpētes areāls atrodas Praulienas pauguraines ziemeļrietumos, Madonas Trepes vaļņa tuvumā. Pauguraines teritorijā esošās pozitīvās reljefa formas veido tikai pēdējā – Vislas (Latvijas) apledojo ma veidotie glacigēnie un glacioakvālie nogulumu, bet negatīvajās reljefa formās – starppauguru ieplakās un ezeru katlienēs – ir sastopami holocēna nogulumu: kūdra, sapropelis, saldūdens kaļķieži un aluviālie nogulumu (Juškevičs, Skrebelis, 2002; Putniņš, 2010).

Detalizētākus Praulienas pauguraines ģeomorfoloģiskos pētījumus ir veicis Artūrs Putniņš, savus pētījumu rezultātus viņš izklāstījis bakalaura darbā “Praulienas pauguraines morfoloģija un glaciālā ģeoloģija” (Putniņš, 2010) un rakstā “Praulienas pauguraines ledāja reljefa morfoloģija un deglaciācija” (Putniņš, 2011). Viņš savos pētījumos galveno vērību ir piegriezis pauguraines reljefam un pauguru morfoloģijai. Taču Praulienas pauguraine ir bagāta ar glaciālas izcelsmes ezeriem, kas izvietojušies ieplakās starp paugurmasīviem un starppauguru ieplakās. Dziļākie ezeri ir izvietojušies Praulienas pauguraines hipsometriski augstākajā daļā, galvenokārt Lazdonas apkārtnē. Tajos ir konstatētas ievērojamas relatīvās dziļuma atšķirības vienā un tajā pašā ezerā, kur dziļākas vietas ezerdobē mijas ar seklākiem līčiem, kuri mūsdienās jau ir aizauguši un kuros ir izveidojušies purvi.

Par pētījuma teritoriju izvēlētas Praulienas pauguraines ziemeļrietumu daļas absolūto augstumu atzīmes ir no 135 m līdz gandrīz 158 m v. j. l. (Salājkalns). Pauguraines starppauguru ieplakas un pazeminājumus gar Vidzemes augstieni aizpilda dažādu izmēru un formu ezeri un purvi. Tie galvenokārt veidojušies, aizaugot seklie paleoezeriem vai dziļāku ezeru seklie līčiem, kā arī pārpurvojoties pazeminājumiem un ieplakām (Zelčs, 1994, 1995). Pētījuma teritorijā pamatiežus veido augšdevona Katlešu un Daugavas svītas dolomīts ar dolomītmerģeļa un māla starpkārtām. Pamatiežus klāj 40–80 m bieza kvartāra nogulumu sega, kas sastāv galvenokārt no glaciotektoniski sakrokota un sabīdīta starpmorēnu ledāja kušanas ūdeņu sanestas grants un smilts materiāla starpkārtām. Ieplakās un galvenokārt pret ledāju vērstatās pauguru nogāzēs tos klāj pamatmorēnas smilšmāls vai mālsmilts (Zelčs, 1995).

Pētījuma mērķis ir, izmantojot jaunu empīrisko datu kopumu un daudzveidīgas metodes, kā arī pieejamos kartogrāfiskos materiālus ar augstāku precizitāti un izšķirtspēju salīdzinājumā ar pagājušajā gadsimtā veiktajiem pētījumiem, raksturot Praulienas pauguraines ziemeļrietumu daļas reljefu, purvu izplatību un to veidošanās apstākļus. Pētījumā izmantotas vairākas pētījumu metodes, ietverot lauka darbus, kamerālo datu apstrādi un laboratoriskās metodes: karsēšanas zuduma analīzi, kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes, kā arī augu makroatlieku un sporu–putekšņu analīzi.

Pētījuma teritorijā veikta kartogrāfiskā materiāla analīze, no aerolāzerskenēšanas datiem iegūts digitālais reljefa modelis, Tīrajā purvā Praulienas pauguraines ziemeļrietumu daļā veikta nogulumu zondēšana un ģeoloģiskā urbšana, apkārtnes apsekošana un iegūto urbumu materiāla analīze laboratorijā.

No aerolāzerskenēšanas datiem iegūtā digitālā reljefa modeļa analīze un paleobioloģisko analīžu rezultātu interpretācija ļauj secināt, ka Praulienas pauguraines ziemeļrietumu daļā mūsdienās esošie atsevišķie ezeri ledus laikmeta beigu posmā ir bijuši savienoti. Lai noskaidrotu, kad ezeri sākuši aizaugt, tika veikta nogulumu izpēte purvos. Viens no interesantākajiem purviem ir nelielais Tīrais purvs, kurā līdz šim nav veikti pētījumi, bet kur ir ievērojams kūdras slāņa biežums, kā arī saglabājusies daļa no ezera, kas izveidojies šajā iepaklā. Tīrajā purvā veiktajos zondējumos konstatēts augsts gruntsūdens līmenis (10 cm no virsmas), vietām starp kūdras slāņiem ir tikai ūdens. Tīrā purva centrālajā daļā 2016. gada rudenī veiktais 1. urbums sniedzas līdz 5,5 m dziļumam un 2. urbums – līdz 4,5 m dziļumam. Visa nogulumu griezumā dziļumā konstatēta vāji sadalījusies sfagnu kūdra ar spilvju un koksnes ieslēgumiem. Analizējot pētījuma datus par nogulumu sastāva izmaiņām, ko uzrāda karsēšanas zudumu analīzes rezultāti, var secināt, ka nogulumu uzkrāšanās notikusi salīdzinoši vienmērīgi, nav novērojamas krasas atšķirības, tātad kūdras slāņa uzkrāšanās laikā bijuši salīdzinoši stabili apstākļi. Minerālo vielu klātbūtne nogulumu griezumā lejasdaļā var liecināt par nogāzes noskalošanās procesiem.

Sporu–putekšņu analīze veikta Tīrā purva 2. urbuma nogulumu griezumam, lai izpētītu un rekonstruētu veģetācijas attīstību un mainību purvā augošo augu sastāvā. Ņemot vērā to, ka putekšņi tiek transportēti ar gaisu un ūdens palīdzību, ir iespējams iegūt priekšstatu par veģetācijas sastāvu apkārtņē.

Pilnīgākai reljefa ģenēzes un rakstura izpratnei nepieciešami papildu pētījumi, tai skaitā nogulumu absolūtā vecuma noteikšana, ģeoloģiskā zondēšana un urbšana Tīrajā purvā un tam tuvumā esošajos purvos, kā arī Rāceņu ezerā.

Izmantotā literatūra

- Juškevičs, V., Skrebels, J. 2002. Kvartāra nogulumu. No: Āboltiņš, O., Brangulis, A. J. (red.). Latvijas ģeoloģiskā karte, Mērogs 1:200 000, 44. lapa – Alūksne; paskaidrojuma teksts un kartes. VĢD, Rīga, 19.–21. lpp.
- Putniņš, A. 2010. Praulienas pauguraines morfoloģija un glaciālā ģeoloģija. Bakalaura darbs. Latvijas Universitāte, Rīga.
- Putniņš, A. 2011. Praulienas pauguraines ledāja reljefa morfoloģija un deglaciācija. Latvijas Universitātes Raksti, 762. sēj. Zemes un vides zinātnes. Latvijas Universitāte, Rīga.
- Zelčs, V. 1994. Aronas paugurlidzenums. Latvijas daba I. Latvijas Enciklopēdija. Rīga, 67.–68. lpp.
- Zelčs, V. 1995. Praulienas pauguraine. Latvijas daba IV. Preses nams, Rīga, 172 lpp.

KARJERA TIPĀ KŪDRAS IEGUVES IETEKME UZ AUGSTĀ PURVA HIDROLOĢISKO REŽĪMU

Inga GRĪNFELDE, Oskars PURMALIS, Jovita PILECKA, Kristīne VALUJEVA

Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Vides un būvzinātņu fakultāte,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, e-pasts: inga.grinfelde@llu.lv

Augsto purvu hidroloģisko režīmu nosaka un ietekmē atmosfēras nokrišņi, virszemes ūdeņi un gruntsūdeņi (Laitinen et al., 2007). Augstiem purviem raksturīga atmosfēras nokrišņu akumulēšana kupola daļā, savukārt papildināšanās no virszemes, pazemes un atmosfēras nokrišņu ūdeņiem no augstā purva sateces baseina raksturīga purva kupola piegulošajām platībām (Price, 1996; Edom, 2001; Bragg, 2002). Augstajos purvos ir 89–94% ūdens un tikai 6–11% sausnas, ko veido kūdra. Ūdens ir saistīts ar kūdras veidojošo sausnu, un smaguma spēka iespaidā aizplūst tikai kūdrā esošais brīvais ūdens (Romanov, 1968), līdz ar to purvi ir ievērojami mitruma uzkrājēji. Purva kūdras augšējā daļā ir vāji sadalījusies kūdra, kuras sadalīšanās pakāpe ir mazāka par 20% (Šņore, 2004), tai raksturīgas labas filtrācijas īpašības, savukārt sliktākas infiltrācijas spējas ir kūdras zemākos slāņos, kuros ir kūdra ar augstāku sadalīšanās pakāpi un lielāku sablīvējumu. Tāpēc ūdens plūsma notiek pa virsējo, tā saucamo aktīvo slāni, kura biezums parasti ir 0,4–0,9 m (Romanov, 1968; Маслов, 2008). Aktīvajā augstā tipa kūdras slānī plūstošie ūdeņi pēc savas būtības ir gan virszemes ūdeņi, gan gruntsūdens. Šajā slānī vienlaikus norisinās virszemes ūdeņu un gruntsūdens notece, kas nosaka ūdens līmeni kūdras slānī. Purvu hidroloģiskā režīma un noteces izmaiņas dabiski notiek, pieaugot purva kupolam, kā rezultātā pasliktinās saistība ar gruntsūdeņiem. Tomēr daudz būtiskākas izmaiņas rada grāvju rakšana purvā, kā rezultātā pastiprinās ūdens aizplūšana no purva kupola. Grāvji šķēļ aktīvo slāni, pārtver tur esošo ūdeni un daudz straujāk novada prom no purva. Grāvju ietekmes zonā pastiprinās gruntsūdens līmeņa svārstības purvā. Optimāli apstākļi kūdras veidošanās procesam tiek nodrošināti, ja gruntsūdens līmenis atrodas 0,1–0,2 m dziļumā. Kūdras sēšanās notiek, ja gruntsūdens līmenis atrodas dziļāk par 50 cm no zemes virsas (Fay, Lavoie, 2009).

Pētījums ir uzsākts un norisinās Zaļajā purvā, kas atrodas Ķemeru Nacionālā parka dabas lieguma zonā ap 3,5 km uz austrumiem no Smārdes ciemata. Purva platība ir 1586 ha, tā lielāko daļu (1047 ha) aizņem augstais purvs, jauktā tipa purvs – 286 ha un zāļu tipa purvs – 253 ha. Purva maksimālais dziļums ir 6 m, vidējais dziļums augstā purva daļā – 3,3 m. Šajā teritorijā pagājušā gadsimtā no 1950. līdz 1960. gadam notika nosusināšana un kūdras ieguve aptuveni 100 ha platībā bez izstrādāto karjeru platības, tika nosusināta purva rietumu mala un izrakts un padziļināts Smirdgrāvis (Sēra grāvis), kas purva ūdeņus novada Sločenē. Kūdras ieguvē izmantota karjeru metode – kūdra rakta karjeras, atsūknējot ūdeni. Pēc kūdras ieguves ir palikuši divi izstrādāti karjeri 2,35 km un 1,2 km garumā un 120 m un 130 m platumā. 1960. gadā tika pārtraukta kūdras ieguve un Zaļais purvs iekļauts Ķemeru kūrorta sanitārās aizsardzības zonā, jo zem tā veidojas sērūdeņraža minerālsāļi. Pārtraucot kūdras ieguvu, izveidotie susinātājgrāvji ir saglabājušies, turpinot ietekmēt purva hidroloģisko režīmu, kā rezultātā notiek kūdras sadalīšanās, sēšanās un tās apaugšana ar kokaugiēm un augstajam purvam neraksturīgu veģetāciju. Kūdras ieguve ir atstājusi ievērojamas degradētu teritoriju platības un purva masīvu sadalījusi Zaļā purva un Čaukciema purva kupolos. Kūdras karjeru vietā ir izveidojušās Zaļā purva

ūdenskrātuves (Augstā purva biotopa atjaunošana Zaļā purva teritorijā, 2014). Ūdens līmenis kūdras slāni Zaļā purva dabiskajā teritorijā netraucētā stāvoklī ir tikai nedaudz zemāks par zemes virsu. Purva hidroloģiskā režīma bilancē būtiska loma ir arī diviem karjeriem un no tiem iztekošajam Smirdgrāvim, kas kopā ar blīvu nosusinātājgrāvju tiklu savāc purva ūdeņus un novada tos uz Slocenes upi, Kaņieru ezeru un Baltijas jūru (Augstā purva biotopa atjaunošana Zaļā purva teritorijā, 2014).

Lai noteiktu ar karjeras metodi izstrādātā kūdras purva ietekmi uz augstā kūdras purva hidroloģisko režīmu, tika ierīkoti seši gruntsūdens novērošanas urbumi un viens ūdens līmeņa novērošanas urbums esošajā ūdenskrātuvē. Ūdens līmeņa novērošanas urbums ir ierīkots karjera ZR daļā, bet gruntsūdens novērojumu urbumi ir izvietoti rindā ZA–DR virzienā paralēli izstrādātajiem kūdras karjeriem (Z un D karjeriem).

Katrs urbums ir aprīkots ar ķīmiski neaktīva, sertificēta materiāla, smalki perforētām 50 mm diametra PVC caurulēm, kuru garums ir 1,5–2,0 m, caurules no augšas ir noslēgtas, lai novērstu tiešu nokrišņu ietekmi (Augstā purva biotopa atjaunošana Zaļā purva teritorijā, 2014).

Gruntsūdens un ūdens līmeņa svārstības fiksē “Diver” līmeņu logeri (“Eijkelkamp”), kas darbojas nepārtrauktā režīmā, iegūstot gruntsūdens līmeņa un temperatūras mērījumus ik pēc 30 minūtēm. “Diver” līmeņu logeri ir mazas un viegli lietojamas ierīces gruntsūdens līmeņu monitoringam, kas ir izgatavotas no nerūsējošā tērauda un mēra ūdens staba un gaisa radīto spiedienu uz keramikas sensoru, kurš atrodas logera korpusā. Lai iegūtu ūdens staba radīto spiedienu uz logeri, ir jākompensē gaisa spiediena svārstības. Gruntsūdens līmeņa un temperatūras mērījumi veikti no 2013. gada 1. februāra līdz 2016. gada 31. decembrim un turpināsies nākamajos piecus gadus. Novērojumu periodā katrā no urbumiem veikti 61 660 ūdens staba augstuma virs logera un ūdens temperatūras mērījumu ieraksti, kas glabājas Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža un ūdens resursu zinātniskās laboratorijas datubāzē.

Pirmie pētījumu rezultāti rāda, ka purva hidroloģiskais režīms tiek ietekmēts arī 60 gadus pēc kūdras ieguves pārtraukšanas un nav iespējama purva dabīgā hidroloģiskā režīma atjaunošanās. Ir nepieciešams turpināt pētījumus Zaļā purva teritorijā. Lai iegūtu pilnīgāku informāciju par to, kā kūdras ieguve ar karjera metodi ietekmē augsto purvu hidroloģisko režīmu, jāuzsāk pētījumi tādā augstā purva teritorijā, kurā kūdras ieguve ir veikta ar frēzēšanas metodi.

Izmantotā literatūra

- Bragg, O. M. 2002. Hydrology of peat-forming wetlands in Scotland. *The Science of the Total Environment*, 294: 111–129.
- Edom, F. 2001. Hydrologische Eigenschaften. In: *Landschaftsoekologische Moorkunde*. Eds. Succow, M., Joosten, H. Stuttgart.
- Fay, E., Lavoie, C. 2009. The impact of birch seedlings on evapotranspiration from a mined peatland: an experimental study in southern Quebec, Canada. In: *Mires and Peat*, 5: 1–7, International Mire Conservation Group and International Peat Society.
- Laitinen, J., Rehell, S., Huttunen, A., Tuhvanainen, T. 2007. Mire systems in Finland – special view to oapa mires and their water – flow pattern. *Suoi*, 58 (1): 1–26.
- LIFE+ projekts “Ķemeru nacionālā parka hidroloģiskā režīma atjaunošana”. Augstā purva biotopa atjaunošana Zaļā purva teritorijā. 2014. Vides risinājumu institūts, Rīga, 58. lpp.
- Nusbaums, J., Rieksts, I. 1997. Purvi. *Latvijas daba*. Latvijas Enciklopēdija, 4. Rīga, 195.–199. lpp.
- Price, S. 1996. Hydrology and microclimate of a partly restored cutover bog, Quebec. *John Wiley & Sons, Ltd., Hydrological Processes*, 10: 1263–1272.
- Romanov, V. V. 1968. *Hydrophysics of bogs*. Kaner N. (Transl.), Heimann (Ed.). Israel program for scientific translations Ltd, Jerusalem, p. 299.
- Šņore, A. 2004. *Kūdra Latvijā*. Latvijas Kūdras ražotāju asociācija, Rīga, 63. lpp.
- Маслов, Б. С. 2008. *Гидрология торфяных болот*. Томск, Томский государственный университет, 2008. Т. Учебное пособие.

URBĀNĀS HIDROLOĢISKĀS ATBILDES VIENĪBAS INTEGRĀCIJA KONCEPTUĀLAJĀ HIDROLOĢISKAJĀ MODELĪ METQ

Inga GRĪNFELDE, Vadims UĻČUGAČEVŠ

Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Vides un būvzinātņu fakultāte,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, e-pasts: *inga.grinfelde@llu.lv*

Pieaugošais pasaules iedzīvotāju skaits un tehnoloģiju attīstība veicina iedzīvotāju koncentrēšanos urbānajās teritorijās, un saskaņā ar Apvienoto Nāciju Organizācijas prognozēm 2030. gadā vairāk nekā 80% visu pasaules iedzīvotāju būs apmetušies urbānajās teritorijās. Ja uz upju sateces baseiniem palielinās antropogēnā slodze, kas saistīta ar zemes lietojuma veida maiņu un apbūves teritoriju īpatsvara pieaugumu, būtiski tiek izmainīts šo upju hidroloģiskais režīms, kas rada plūdu riska draudus, kā arī izmaina dabisko hidroloģisko ciklu. Hidroloģisko procesu modelēšanai ir nepieciešamas vismaz 25 gadu garas novērojumu datu rindas, taču izmaiņas sateces baseinos notiek daudz straujāk, tādēļ hidroloģisko procesu izmaiņu un iespējamo risku identificēšanai nepieciešams izstrādāt jaunus vai pielāgot esošos hidroloģiskos modeļus. Mūsdienās visbiežāk hidroloģijā lieto matemātiskos modeļus. Vieni no populārākajiem ir konceptuālie modeļi, kuri apvieno vienkāršu struktūru ar modeļa parametru noteikšanu pēc meteoroloģisko un hidrometrisko novērojumu datiem. Latvijā 1996. gadā tika izveidots konceptuālais hidroloģiskais modelis METQ96, kas ir 1993. gadā izstrādātā modeļa METUL pilnveidota versija noteču aprēķiniem dažāda lieluma upju baseinos, taču līdz šim attīstītajās modeļa versijās netika integrēta urbāno teritoriju hidroloģiskā atbildes vienība. Pētījuma mērķis ir identificēt līdzšinējos pētījumus urbāno hidroloģisko procesu modelēšanā un sniegt priekšlikumus, kā hidroloģiskās atbildes vienības raksturojošos parametrus integrēt konceptuālajā hidroloģiskajā modeli METQ.

Hidroloģiskie procesi urbanizētā vidē

Urbanizētu sateces baseinu hidrogrāfs ir viens no galvenajiem parametriem, kas ļauj iegūt konceptuālu izpratni par hidroloģiskajiem procesiem šādā vidē. Mūsdienu hidroloģijas zinātnē vēl joprojām ir grūtības izveidot vienotu konceptuālu izpratni par hidroloģiskiem komponentiem un to mijiedarbību urbānā vidē (Van de Ven, 1990). Turklāt nav arī vienkāršas definīcijas, kas izskaidrotu urbānā sateces baseina būtību.

Nav skaidrs, cik lielai jābūt aglomerācijas proporcijai, lai sateces baseinu varētu definēt kā urbānu. Tāpat nav skaidri atbildēti jautājumi, vai urbāno sateces baseinu var vienkāršoti definēt, izmantojot apbūves un industriālo teritoriju īpatsvaru. Visbiežāk pētījumos ir izmantots ūdensnecaurlaidīgu virsmu īpatsvars teritorijā, kas variē no ļoti zema – mazāka par 20% (Carle et al., 2005; Chromanski et al., 2008; Zhou et al., 2010; Mejia, Molgen, 2010) līdz vidējam – 20–50% (Mitchell et al., 2003; Lhomme et al., 2004; Easton et al., 2007; Ogden et al., 2011) un lielākam par 50% (Tsihrintzis, Hamid, 1998; Xiao et al., 2007). Ūdensnecaurlaidīgu virsmu noteikšanai tiek izmantoti satelītuizņēmumi ar dažādu izšķirtspēju, taču bieži vien tiek pieļautas metodoloģijas un algoritmu nepilnības, kas palielina nenoteiktību līdz pat 30%, un tikai retos gadījumos nenoteiktība ir zem 10% (Wu, Murray,

2003; Weng, 2012). Šīs nenoteiktības dēļ zinātnieki *Moglen and Kim* (2007) un *Jacobson* (2011) iesaka izmantot vienkāršotu sateces baseina ietekmes uz vidi novērtējumu, proti, fokusēties uz konkrētām vietām urbānajā sateces baseinā, kur visefektīvāk var minimizēt antropogēno ietekmi uz caurplūdumu, gruntsūdens plūsmām, ūdens kvalitāti un citiem hidroloģiskā cikla komponentiem. Antropogēnā ietekme uz hidroloģisko režīmu ir tieši proporcionāla urbanizācijas pakāpei un ir cieši saistīta ar infrastruktūru. Kompakta un ļoti blīvi apdzīvota pilsēta var atstāt līdzīgu ietekmi kā vairāki izkliedus izvietoti ciemati ar zemāku apdzīvotības blīvumu. *Mejia un Maligans* (2010) savā pētījumā pierādīja, ka necaurlaidīgas virsmas un to izvietojums sateces baseinā izraisa būtiskas izmaiņas caurplūdumā. Sateces baseinu var uzskatīt par urbānu, kad lokālā antropogēnā slodze rada būtiskas izmaiņas hidroloģiskajā režīmā, taču, lai noteiktu antropogēno faktoru klātbūtni, ir nepieciešams veikt vienkāršotu hidroloģisko procesu izvērtējumu, kas ietver šādus faktorus:

- apbūves platība un iedzīvotāju blīvums attiecībā pret kopējo sateces baseina laukumu;
- ūdens kvalitāte ūdenstecē, kur piesārņojums vienmēr norāda uz antropogēno ietekmi;
- sateces baseina kopējais ūdens patēriņš sadzīves, rūpniecības, lauksaimniecības u. c. vajadzībām;
- ūdensteču antropogēnās izmaiņas, taisnošana, sateces baseinu pārdale u. c.
- notekūdeņu attīrīšanas ietaises; vai ir notekūdeņu novadīšana uz citu sateces baseinu.

Kaut gan nav iespējams skaidri definēt urbāno sateces baseinu, ir iespējams to identificēt, izvērtējot iepriekšminētās pazīmes. Šeit jāmin, ka hidroloģiskās sistēmas pilsētās ir ļoti atšķirīgas, un vienādas proporcijas necaurlaidīgas virsmas var radīt būtiski atšķirīgu caurplūdumu un antropogēno ietekmi vienādos klimatiskajos apstākļos. Šīs atšķirības ir tieši saistītas ar valsts vai pašvaldības politiku attiecībā uz ūdens resursu izmantošanu un aizsardzību, kā arī ar iedzīvotāju informētību un sociālās atbildības līmeni. Urbānajā vidē ūdens aprites cikla koncepcija ir daudz sarežģītāka, jo bieži vien ūdensapgādes un notekūdeņu savākšanas sistēmas novada ūdeni no viena sateces baseina uz citu, tādējādi vēl vairāk sarežģījot ūdens aprites ciklu.

Nokrišņi

Nokrišņi ir viens no galvenajiem hidroloģiskā cikla komponentiem. *Fletcher et al.* (2013) konstatēja, ka urbānās vides radītās nokrišņu izmaiņas tiek aktīvi pētītas kopš pagājušā gadsimta 70. gadiem, kad vairākās lielajās pilsētās tika konstatētas pazīmes, kas norāda uz šo ietekmi. Daudzos pētījumos ir mēģināts šīs ietekmes kvantificēt, salīdzinot periodus pirms un pēc urbanizācijas, un tika secināts, ka izmaiņas ir un tās svārstās 5–15% robežās (*Huff, Changnon, 1972; Taha, 1997; Shepherd et al., 2002; Shepherd, 2006*). Šie rezultāti tomēr ir ļoti nenoteikti – tos ietekmē datu trūkums un praktiski neiespējamā atmosfēras procesu ietekmes identifikācija un kvantifikācija. Šī trūkuma dēļ tika atzīts, ka pētījumi nav devuši skaidri definējamus rezultātus (*Dabberdt et al., 2000*). Tomēr kopumā akceptēta urbanizācijas ietekme uz atmosfēras procesiem lokālā līmenī. Kā galvenie nokrišņus ietekmējošie faktori minēti:

- urbanizēta vide maina enerģijas bilanci un kopā ar antropogēni radītu siltumu izveido tā saucamo urbānās siltuma salas efektu (*urban heat island effect*), kas var ietekmēt nokrišņu biežumu un intensitāti, kā arī minimāli negatīvās temperatūrās nokrišņus sniega veidā transformē par nokrišņiem lietus veidā;
- izmainītais virsmas raupjums un antropogēnie šķēršļi izmaina lokālo vēja cirkulāciju, kas savukārt ietekmē nokrišņus;
- atmosfēras piesārņojums un putekļu daļiņas būtiski ietekmē nokrišņu kvalitāti un ietekmē nokrišņu, it īpaši lietus lāšu, veidošanās procesu.

Vairākos pētījumos ir pierādīta urbanizācijas pakāpes un nokrišņu intensitātes savstarpēja sakarība, kā arī ieteikts rūpīgi izvērtēt nokrišņu datu rindas, kas tiek izmantotas, pētot sateces baseinus ar augstu urbanizācijas līmeni. Iespējamais risinājums ir vēsturisko datu un nākotnes klimata projekciju izmantošana dažādu scenāriju modelēšanā urbanizētos sateces baseinos. Nepieciešami papildu pētījumi urbanizācijas faktora integrācijai nākotnes klimata projekcijās. Urbanizācija ietekmē lokālu nokrišņu intensitāti un biežumu, taču nokrišņu sadalījumu laikā un telpā urbanizācija būtiski neietekmē. Papildus iepriekšminētajam urbāno teritoriju straujā attīstība un heterogenitāte prasa palielināt nokrišņu monitoringa laiku un telpas dimensijas izšķirtspēju (Fabry et al., 1994; Tilford et al., 2002; Berne et al., 2004; Einfalt et al., 2004).

Summārā iztvaikošana

Urbanizācija būtiski ietekmē summāro iztvaikošanu, tādēļ ir svarīgi veikt precīzus summārās iztvaikošanas pētījumus urbānā vidē (Cheng et al., 2011). Kopējā summārā iztvaikošana urbānajās teritorijās ir būtiski mazāka nekā lauku teritorijās, tā galvenokārt saistīta ar veģetācijas trūkumu (Taha, 1997; Chen et al., 2009). Dažos pētījumos ir norādīts, ka vasaras periodā urbānā vidē summārā iztvaikošana sasniedz no 40% līdz pat 80% (Grimmond, Oke, 1991; Berthier et al., 2006; Rodriguez et al., 2008), tas saistīts ar urbānajā vidē esošo zaļo platību pārmerīgu laistīšanu gan sausajā, gan relatīvi mitrajā laikā (Salvador et al., 2011). Ar atbilstošu apūdeņošanu sakņu zonā mitrums ir pietiekams, lai augi varētu iztvaikot vairāk ūdens nekā dabiskā ekosistēmā tādos pašos klimatiskajos apstākļos. Tāpat zudumi no ūdensapgādes sistēmām un notekūdeņu infiltrācija var dot papildu iztvaikotā ūdens daudzumu. Urbānā siltuma sala (*urban heat island*) ir viens no visvairāk pētītajiem urbānās vides fenomeniem (Oke, 1982; Dixon, Mote, 2003; Arnfield, 2003; Rizwan et al., 2008). Galvenās urbānās siltuma salas izraisītās izmaiņas ir temperatūras un summārās iztvaikošanas paaugstināšanās, kā arī paātrināta veģetācijas attīstība salīdzinājumā ar lauku teritorijām.

Summārās iztvaikošanas telpiskā dimensija var būt no 1 mm smalkām apstādījumu lapām līdz vairākiem desmitiem metru atklāta homogēna ūdens rezervuāra. Veģetācijai urbānajās teritorijās ir daudz lielāka telpiskā daudzveidība nekā lauksaimniecības vai meža zemēs, tādēļ nepieciešams attīstīt precīzākas tehnoloģijas summārās iztvaikošanas kvantitatīvai mērīšanai (Nouri et al., 2013a). Savā publikācijā *Nouri et al.* (2013b) ir apkopojusi vairākas summārās iztvaikošanas mērījumu tehnoloģijas, kas pielāgotas urbānai videi, kura sevī ietver tāda standarta metodes kā lizimetri un augsnes ūdens bilances mērījumi, kā arī mūsdienīgākas attālinātas izpētes tehnoloģijas. Savukārt *Shuttleworth* (2007) apgalvoja, ka hidrologu sabiedrībai attālinātās izpētes jomā ir vairāk pētījumu nekā meteorologu sabiedrībai, taču šī plaša pamazām samazinās (Nagler, 2011). Detalizēta veģetācijas un infrastruktūras izpēte urbānajās teritorijās ir nepieciešama, jo robusta telpiskā dimensija var radīt būtisku nenoteiktību, taču bieži vien detalizētu summārās iztvaikošanas telpisko dimensiju hidroloģiskajos modeļos nav iespējams integrēt.

Infiltrācija un gruntsūdeņu plūsmas

Viens no visvairāk pētītajiem urbānās hidroloģijas jautājumiem ir urbanizācijas ietekme uz gruntsūdens kvantitatīvajām un kvalitatīvajām izmaiņām (Sherlock, 1922; Lerner, 1990; Appleyard, 1995; Changming et al., 2001; Schirmer et al., 2012). Antropogēnās aktivitātes īsā laika posmā atstāj būtisku ietekmi uz gruntsūdeņu atjaunošanās biežumu, apjomu un kvalitāti (Garcia-Fresca, Sharp, 2005). Urbanizētā vidē tiek izjaukts dabiskais gruntsūdeņu atjaunošanās process un parādās jauni gruntsūdens papildināšanās veidi (Foster, 1990):

- necaurļaidīgās virsmas izslēdz tiešo gruntsūdeņu papildināšanos, kas veicina gruntsūdens resursu noplicināšanu;
- kopumā urbanizācija palielina gruntsūdeņu papildināšanos, kas saistīta ar infiltrāciju no antropogēnajām sistēmām (Lerner, 2002).

Izvērtēt antropogēno ietekmi uz gruntsūdeņu sistēmām ir viens no mūsdienu hidroloģijas zinātnes izaicinājumiem. Sīkāk par gruntsūdeņu papildināšanās dažādajiem aspektiem diskutēts nākamajās apakšnodaļās.

Tiesā gruntsūdeņu papildināšanās

Urbānās teritorijās zemi pārsvarā klāj virsmas, kas ir ūdensnecaurļaidīgas, līdz ar to filtrācijas koeficients ir nulle. Tā kā urbanizācija samazina tiešo gruntsūdeņu papildināšanos, gruntsūdens līmenis un gruntsūdens krājumi samazinās (Leopold, 1968; Rumman et al., 2005). Ūdensnecaurļaidīgu virsmu īpatsvars dzīvojamās masīvos ir līdz 50%, taču rūpnieciskajos rajonos šis īpatsvars var sasniegt 70–80% (Foster, 1990). Bruģētās teritorijas nevar definēt kā pilnīgi ūdensnecaurļaidīgas, jo šajās teritorijās 30–40% nokrišņu iefiltrējas (Ramier et al., 2011); mērot infiltrāciju zem dzīvojamo masīvu ceļiem, tika atklāts, ka iefiltrējas 6–9% no kopējiem gada nokrišņiem (Ragab et al., 2003). Apsekojot pilsētvides segtās platības, lielai daļai no tām ir konstatētas dažāda veida plaisas, kas veicina infiltrāciju. *Wiles and Sharp* (2008) savā pētījumā pierādīja, ka ietvēm filtrācijas spēja ir pielīdzināma smalkgraudainai smiltij, smilšakmenim un mālam. Segtās virsmas ir gludas un parasti tiek izbūvētas ar nelielu kritumu, kas nedod daudz laika ūdenim iefiltrēties. Faktori, kas palielina gruntsūdeņu papildināšanos urbānajās teritorijās, ir zaļo zonu laistīšanas sistēmas, samazināta iztvaikošana no veģetācijas, kā arī cilvēka radītās un daļēji dabīgās lietus ūdens infiltrācijas sistēmas, kuras daļu virszemes noteces novirza gruntsūdeņu papildināšanai (Shuster et al., 2007). *Göbel et al.* (2004) pētīja iepriekšminēto sistēmu efektivitāti Vācijā un secināja, ka infiltrācija sasniedz 60–80% no kopējā gada nokrišņu apjoma (794 mm gadā), kas sateces baseina vidējo infiltrācijas apjomu palielināja par 70–100 mm gadā. Cilvēki veic izmaiņas dabīgajā ekosistēmā ne tikai grunts virskārtā, bet arī dziļākos slāņos. Pilsētas ir attīstījušās vairāku gadsimtu garumā, jaunās ēkas tiek celtas virs senajiem pamatiem, un to pamatnes virsējie pāris metri ir kā heterogēna grunts apraktiem betona vai akmeņu veidojumiem, kā arī dažādām atverēm. Urbānie karsta procesi ir jauns jēdziens, kur urbānā vide tiek pielīdzināta dabīgām karsta teritorijām (Garcia-Fresca, Sharp, 2005). Grunts filtrācijas spēja gan karsta teritorijās, gan urbānajās teritorijās ir ļoti mainīga, tā ūdenim rada plūsmas koridorus, palielinot infiltrāciju un tiešo gruntsūdeņu papildināšanos. Telpiskā dimensija tiešai gruntsūdeņu papildināšanai ir 1 m, kas sakrīt ar virszemes struktūru heterogenitāti (Dujardin et al., 2011).

Netiesā gruntsūdeņu papildināšanās

Kaut arī tiesā gruntsūdens papildināšanās urbānajās teritorijās tiek ierobežota ar cietajiem segumiem, globālā mērogā urbanizācijai ir pozitīva ietekme uz gruntsūdeņu papildināšanos (Appleyard, 1995). Galvenais iemesls pozitīvai gruntsūdeņu papildināšanās bilancei ir ūdens apgādes sistēmas, kur tikai retos gadījumos infiltrācija ir zemāka par 10%, pārsvarā attīstītajās valstīs tā svārstās no 20% līdz 30%, savukārt jaunattīstības valstīs infiltrācija svārstās no 30% līdz 60% (Lerner, 2002; Garcia-Fresca, Sharp, 2005). Augsnēs ar augstu filtrācijas koeficientu gruntsūdens papildināšanās sasniedz 100–300 mm gadā, taču ir gadījumi, kad gruntsūdens papildināšanās sasniedz līdz 3000 mm gadā (Lerner, 1990). Arīdajā zonā urbānajās vidēs gruntsūdeņu papildināšanās ir augstāka nekā dabīgajās ekosistēmās.

Kanalizācijas sistēmas pārsvarā darbojas ar pašteci, un tajās ir mazāk ar infiltrāciju saistīto zudumu, taču tās ir galvenais difūzais gruntsūdeņu piesārņojuma avots (Taylor et al., 2006; Wolf et al., 2007; Vizintin et al., 2009). Eiropas Savienības standarts EN 752-2 (CEN, 1996) nosaka prasības sadzīves kanalizācijas sistēmu hermetizācijai. Kanalizācijas ūdeņu infiltrācija nav galvenais gruntsūdeņu papildināšanās avots, taču pētījumi apstiprina, ka 5–20% no sadzīves notekūdeņu apjoma pazūd (Joss et al., 2008), tomēr tikai 1–5% no kopējā zuduma apjoma papildina gruntsūdeņus (Yang et al., 1999; Rutsch et al., 2006). Bieži vien kanalizācijas caurules ir dziļāk nekā ūdensvads, it īpaši līdzenumu teritorijās, kur kanalizācijai nepieciešams nodrošināt paštecei vajadzīgo minimālo kritumu. Savukārt teritorijās ar augstiem gruntsūdens līmeņiem sadzīves kanalizācija daļēji strādā kā drenāžas sistēma. Sadzīves notekūdeņu atšķaidīšana noved pie zemākas notekūdeņu iekārtu attīrīšanas efektivitātes un papildu izmaksām, kas saistītas ar notekūdeņu apjoma palielināšanos. Beļģijā 108 no 194 sateces baseiniem mazūdens periodā infiltrāts veidoja līdz 50% no kopējās notekūdeņu plūsmas (Dirckx et al., 2009). Līdzīgi Vācijā *Weiß et al.* (2002) konstatēja, ka aptuveni 70% attīrīto notekūdeņu ir tīrais ūdens, kas piejaukts notekūdeņiem transportācijas laikā pa cauruļvadiem.

Gruntsūdeņu atsūkņēšana

Vairāk nekā 70% no kopējā pasaules ūdens patēriņa tiek nodrošināts no dziļāka vai seklāka gruntsūdens (Zektser, Everett, 2004). Bieži vien ūdens atsūkņēšana no gruntsūdens slāņiem nav ilgtspējīga, jo dabiskā gruntsūdeņu papildināšanās nespēj nodrošināt pieaugošo patēriņu, kas izraisa gruntsūdens līmeņa depresijas piltuves līdz pat dažiem simtiem metru (Foster, Chilton, 2003). Iepriekšminēto darbību sekas ir ekosistēmu degradācija (tās ir tieši atkarīgas no gruntsūdeņiem), samazināta vai deformēta pazemes ūdeņu plūsma un pat grunts noturības samazināšanās un zemes virsmas pazemināšanās attiecībā pret jūras līmeni. Ziemeļķīnas līdzenumā, kur atrodas Pekinas aglomerācija, kopējais ūdens patēriņš 1,5 reizes pārsniedz dabīgo gruntsūdens papildināšanās spēju, tas saistīts ar ūdens novirzīšanu lauksaimniecībai (1,6 mljrd m³ gadā), seklo gruntsūdeņu un artēzisko ūdeņu līmeņa pazemināšanos par 0,4 m gadā, sālsūdens ieplūšanu saldūdens gruntsūdeņu slāņos, zemes virsmas nosēšanas un gruntsūdeņu kvalitātes pazemināšanos (Changming et al., 2001). Liela apjoma pazemes ēku būvniecības laikā ir nepieciešams pazemināt gruntsūdeņus, lai nodrošinātu drošības pasākumus būvniecības laikā (Kim et al., 2001). Gruntsūdens sistēmas būtiski ietekmē upju taisnošana, novadišana kolektoros vai betonētās teknēs, garenslīpuma izmaiņas, upes gultnes stiprināšana. Šādas izmaiņas izjauc ekoloģiski trauslo dabisko virszemes ūdeņu un gruntsūdeņu apmaiņu, un būtiski tiek izmainīts dabiskais hidroloģiskais režīms (Hancock, 2002). Bieži vien virszemes notece tiek atdalīta no gruntsūdeņiem un upju hidroloģiskais režīms tiek būtiski izmainīts, savukārt gruntsūdeņi tiek atslogoti noteiktās vietās, tādējādi pārpurvojot teritorijas.

Virszemes notece

Urbānajos sateces baseinos nokrišņi nonāk uz ūdensnecaurīdīgām virsmām vai stipri izmainītas veģetācijas, no kurienes ūdens pa virszemi tiek savākts gūlijās vai cita veida ūdens uztvērējos un aiztek uz lietus ūdens kolektoru. Ūdens aizture dabiskā vidē ir 0,5–15 mm, savukārt necaurīdīgām virsmām ūdens aizture samazinās un ir 0,2–3,2 mm (Tholin, Keifer, 1960; Marsalek et al., 2007). Ja lietusgāzu intensitāte ir zema, ūdens aizture ir jūtama, taču, intensitātei palielinoties, tā kļūst nebūtiska. Ūdens aiztures telpiskā dimensija variē no 0,1 m līdz 1 m, tāpat kā zemes pārklājums pilsētvidē (kā piemēru var minēt ielu, kur ietves daļā ir bruģis, seko zaļā zona un asfalta segums brauktuves daļā). Parasti

ūdens aiztures laika dimensija variē no dažām sekundēm līdz dažām minūtēm. Urbānajā vidē hidroloģisko procesu pamatā nosacīti ir līdz šim zināmās dabiska sateces baseina hidroloģisko procesu robežvērtības. Ūdensnecaurļaidīgas virsmas transformē nokrišņus virszemes notecē, jo ūdens nespēj uzsūkties un virsmām ir zemāks raupjums nekā dabiskām ūdenstecēm. Virsmas raupjums ir viens no galvenajiem indikatoriem (Arnold, Gibbons, 1996), un arī ūdensnecaurļaidīgas virsmas ir viens no galvenajiem pētījumu objektiem hidroloģiskajā analizē, jo to telpiskais izvietojums un pievienotā infrastruktūra ir galvenie faktori, kas veido plūsmas ātrumu un virszemes noteces apjomu (Shuster et al., 2005; Zhou et al., 2010; Jacobson, 2011).

Virsmu savienojumi ar lietus ūdens savākšanas sistēmām būtiski ietekmē virszemes noteces apjomu un dinamiku (Boyd et al., 1993; Brabec et al., 2002; Lee, Heaney, 2003; Roy, Shuster, 2009). Lielu plūsmas ātrumi samazina aizturi starp lietusgāzu epicentru un hidrogrāfa epicentru (Paul, Meyer, 2001; Huang et al., 2008). Palielināts plūsmas ātrums ģenerē lielāku caurplūdumu salīdzinājumā ar dabisko vidi (Burns et al., 2005), kā arī izraisa augsnes eroziju, kas mazina gultnes stabilitāti un ģenerē papildu sedimentus (Fletcher et al., 2013), kuri savukārt palielina plūdu risku un plūdu nodarīto bojājumu apjomu (Kang et al., 1998; Niemczynowicz, 1999; Chen et al., 2009). Turpretim mazūdens periodā urbanizētās teritorijas būtiski samazina plūsmu (Foster, 1990; Rumman et al., 2005). Ir statistiski pierādīta urbanizācijas ietekme uz virszemes noteci mazūdens periodā (Meyer, 2005). Dabiskajā vidē, izmainoties plūsmas ātrumam, ūdensteces gultne dabīgi pielāgojas jaunajiem apstākļiem (Leopold, 1968). Savukārt urbānajos sateces baseinos ūdensteces gultnes tiek veidotas mākslīgi, piemēram, kolektoru sistēmas un betonēti kanāli. Iepriekšminētās gultnes modifikācijas ierobežo gultnes spēju pielāgoties ūdens plūsmai, un plūdi atkarojas ar pieaugošu biežumu un palielinātu caurplūduma apjomu. Caurplūduma laika un telpas dimensija ir tieši atkarīga no sateces baseina ģeomorfoloģiskajiem apstākļiem. Upju notece ievērojami apsteidz virszemes plūsmu, un tās laika un telpas dimensijas ir tieši atkarīgas no nokrišņu intensitātes un gultnes morfoloģiskajām un dinamiskajām īpašībām. Upju noteces laika dimensija variē no dažām minūtēm kalnu ielejās līdz dažām dienām līdzenumos. Telpiskajai dimensijai ir ļoti plaša amplitūda – no dažiem desmitiem metru līdz pat kilometram. Urbanizācijas heterogēnais raksturs samazina laika un telpas dimensiju upju notecei, kā arī hidroloģiskās atbildes vienības reakcijas ātrumu. Lai izprastu šo fenomenu, ir nepieciešama padziļināta urbānā sateces baseina izpēte.

Urbāno hidroloģisko procesu modelēšana

Urbānie hidroloģiskie modeļi galvenokārt ir izveidoti šādu mērķu sasniegšanai:

- urbanizācijas ietekmes uz dabisko ūdens aprites ciklu izvērtēšana un papildu zināšanu uzkrāšana par komplekso sistēmu;
- mērījumu datu trūkuma novēršana un izaicinājumu pārvarēšana, kas saistīta ar heterogēno un sarežģīto ūdens aprites sistēmu;
- urbāno teritoriju nākotnes scenāriju izvērtēšana risku identificēšanai, kas saistīti ar klimata pārmaiņām un urbanizācijas straujo pieauguma tempu, – kā vienu no galvenajiem var minēt plūdu risku.

Viena no galvenajām urbāno teritoriju iedzīvotāju pamatvajadzībām ir tīra un droša dzeramā ūdens apgāde un notekūdeņu novadīšana. Tādējādi tika attīstīti modeļi, kas ļauj modelēt ūdensapgādes un kanalizācijas tīklu. Nākamais urbāno modeļu attīstības posms saistās ar drošību, kā, piemēram, plūdu un piesārņojuma risku izvērtēšanu (Price, Vojinovic, 2011). Hidrauliskie modeļi spēj kalkulēt *De Saint Venant* plūsmas vienādojumus ar ļoti augstu izšķirtspēju. Tomēr telpiskā dimensija šiem modeļiem paliek mākslīgi radītajā

vidē un nespēj izvērtēt hidroloģiskos apstākļus urbānajos sateces baseinos. Tāpat šie modeļi fokusējas uz noteiktu hidroloģisku un hidroķīmisku fenomenu un nespēj izvērtēt urbāno ūdens aprites ciklu kopumā. Papildus šiem modeļiem ir nepieciešamas daudzas robežvērtības, kā, piemēram, ienākošās virszemes plūsmas, jo pilns hidroloģiskais cikls šajos modeļos netiek simulēts. Savos pētījumos *O'Loughlin et al.* (1996) un *Mitchell et al.* (2005) norādīja, ka mūsdienās būtu nepieciešams integrēt modeļus ar dažādām laika un telpas skalām, lai atbilstošā līmenī varētu modelēt pilnu ūdens aprites ciklu sateces baseinā. Šajā nodaļā ir sniegts ieskats līdzšinējā pieredzē urbāno hidroloģisko procesu modelēšanā. Tikai daļa analizēto modelēšanas rīku ir sākotnēji paredzēti urbānajiem sateces baseiniem, lielākā daļa ir sākotnēji veidoti dabiskajiem sateces baseiniem un vēlāk pielāgoti urbānajiem sateces baseiniem. Galvenais mērķis ir saprast līdz šim padarīto urbāno hidroloģisko procesu modelēšanas jomā.

Hidroloģiskie modeļi galvenokārt tiek klasificēti pēc laika un telpas skalas. Ir divas atšķirīgas pieejas urbāno hidroloģisko procesu modelēšanā: pirmā ir urbanizācijas pētīšana sateces baseina robežās, savukārt otra pieeja ir hidroloģiskā modeļa izveide pilsētas robežās. Modeļi, kas aptver lielāku teritoriju par 10 km², tika definēti kā sateces baseina modeļi, un modeļi, kuros izmantotā teritorija bija mazāka par 10 km², tika definēti kā pilsētas modeļi. Lai sniegtu lielāku izpratni par urbāno hidroloģisko modeļu lietošanu, 66 pētījumi tika sagrupēti pēc laika dimensijas, telpas dimensijas un modeļa tipa.

Modeļu lietojums tika sadalīts piecās nosacītās grupās:

- *robusti* – šī pieeja ir vienkāršota un ir izmantojama ar ļoti ierobežotu ienākošo datu apjomu, dod priekšstatu par caurplūduma izmaiņām laikā, taču šajā pieejā netiek sniegta telpiskā informācija;
- *fizikāli ar apakšbaseiniem* – šajos modeļos, balstoties uz topogrāfisko informāciju, tiek nodalīti apakšbaseini ar līdzīgu zemes virsmas segumu, piemēram, meži, lauksaimniecības zeme, urbānās teritorijas utt. Izmantojot šo pieeju, tiek sniegta pamatinformācija par katru apakšbaseinu, taču trūkst detalizētas telpiskās informācijas, jo telpiskais sadalījums ir kvantitatīvs, bez telpiskās dimensijas;
- *hidroloģiskā atbildes vienība* – tipisks piemērs ir SWAT modelis, kur aprēķini tiek balstīti uz ģeomorfoloģiskajiem datiem, kas kombinēti ar topogrāfiju (Arnold et al., 1998; Arnold, Fohrer, 2005). Šajā pieejā hidroloģiskās atbildes vienības tiek grupētas pēc līdzīgām ģeomorfoloģiskajām un zemes pārklājuma pazīmēm, tādējādi veicot precīzākus aprēķinus, taču, tiklīdz ir izveidotas aprēķinu grupas ar kopējām pazīmēm, telpiskā dimensija tiek pazaudēta un izejas informācija attiecas uz visu hidroloģisko atbildes vienību;
- *fizikāli telpiski* – šajā pieejā tiek izmantotas GIS kartes un attālinātās izpētes tehnoloģijas un hidroloģiskie raksturlielumi tiek modelēti aprēķina režģī. Šādu modeļu detalizācija ir tieši atkarīga no aprēķina režģa izmēra, kā arī katrai šūnai nepieciešamā datu apjoma un detalizācijas pakāpes.
- *urbānie hidroloģiskie elementi* – šie modeļi ir būvēti, lai analizētu urbānā caurplūduma izmaiņas laikā un telpā. Katra modeļa pieeja ir atšķirīga, taču kopējā iezīme ir izvēlēta urbānā sateces baseina elementu kopa, kas pietiekami precīzi apraksta urbānā sateces baseina heterogenitāti, bet tajā pašā laikā ir homogēna attiecībā pret hidroloģiskajiem procesiem viena elementa ietvaros (Grimmond, Oke, 1991; Mitchell et al., 2003; Morris et al., 2007; Rodriguez et al., 2008; Mackay, Last, 2010; Zhou et al., 2010).

Visi iepriekšminētie modelēšanas pētījumi tika sagrupēti pēc izmantotā laika soļa garuma. Laika dimensija variēja no 30 sekundēm līdz vienam gadam, taču 90% no

visiem gadījumiem laika dimensija ir viena diena vai mazāks periods. Nākamajā solī pētījumos izmantotās metodes sadalītas divās grupās pēc telpiskās izplatības: aprēķina režģa pieeja un pārējās, kas izmantotas vairāk nekā 60% gadījumu. Tik plašai šo modeļu izplatībai ir vairāki iemesli: pirmkārt, ir vienkāršāk palielināt apakšbaseinu skaitu ar vienādām īpašībām, otrkārt, robustie modeļi ļauj vienu sateces baseinu uztvert kā vienu vienību ar līdzīgām pazīmēm, treškārt, urbāno hidroloģisko elementu pieeja ļauj iekļaut ļoti detalizētu telpisko informāciju. Ir divas izteikti atšķirīgas pieejas urbāno hidroloģisko procesu modelēšanā:

- modeļu lietošana *sateces baseina līmenī* aptver visu laika un telpas skalas diapazonu, kā arī aprēķina režģa modeļus un pārējos modeļus. Galvenā tendence ir laika un telpas dimensijas nosacītas proporcionalitātes saglabāšana, proti, jo lielāka laika skala, jo lielāka telpiskā skala. Savukārt robustajos modeļos galvenokārt dominē laika skala vienas dienas diapazonā;
- *pilsētas teritoriju* modeļiem ir tendence noslāņoties aprēķina režģa grupā ar augstu telpisko izšķirtspēju un dažādām laika dimensijām, kā arī dažādo modelēšanas pieeju zonā ar dažādām laika skalām.

Šo fenomenu var izskaidrot ar relatīvi mazo pētāmo teritoriju izmēru, kas nepieļauj lielu variāciju iespēju telpiskajā dimensijā, bet ļauj variēt ar laika dimensijas skalu. Pilsētas līmeņa modeļiem ir relatīvi smalkāka laika un telpas skala nekā urbāno sateces baseinu modeļiem. Vairāk nekā 50% modeļu, kuros pētāmā teritorija bija mazāka par 10 km², laika dimensijas skala ir 6 minūtes vai mazāka, savukārt telpas dimensija ir 5 m vai mazāka. Turpretī izpētes teritorijām, kas ir lielākas par 10 km², laika dimensijas skalā dominē 1 stunda un telpiskās dimensijas skalā dominē 30 m. Salīdzinājumā ar tradicionālajiem noteces modeļiem šis modeļu grupas izšķirtspēja abās dimensijās ir augstāka.

Iepriekšminētā modeļu lietošanas prakse parāda, ka urbānajā vidē ir nepieciešams samazināt laika un telpas skalu, salīdzinot ar tradicionālo hidroloģisko procesu modelēšanas pieeju, tas saistīts ar urbānās vides nehomogēno raksturu, virsmas raupjuma, virsmas ūdens caurlaidīguma un citos aspektos.

Konceptuālais hidroloģiskais modelis METQ ir izmantojams urbāno hidroloģisko procesu modelēšanā, jo pasaules pieredze rāda, ka laika dimensija 1 diena ir pietiekama urbāno hidroloģisko procesu modelēšanai, kā arī hidroloģiskās atbildes vienības principu izmantošana ļauj integrēt urbāno hidroloģisko atbildes vienību modeļa struktūrā (Ziverts, Krams, 1993; Ziverts, Jauja, 1996; 1999; Grinfelde, Lauva, 2012). Ņemot vērā to, ka urbānajā vidē hidroloģiskie procesi nosacīti izriet no līdz šim zināmajām dabiska sateces baseina hidroloģisko procesu robežvērtībām, radās nepieciešamība pārskatīt visus konceptuālā hidroloģiskā modeļa METQ aprēķina algoritmā iesaistītos koeficientus, kurus nepieciešams kalibrēt, kā arī tos, kurus dabiskajai videi līdz šim bija pieņemts uzskatīt par konstantēm. Urbānās hidroloģiskās atbildes vienības integrācija konceptuālajā hidroloģiskajā modelī METQ tika sadalīta trijos galvenajos posmos:

- 1) konceptuālā hidroloģiskā modeļa METQ parametru jutīguma tests;
- 2) urbanizētu sateces baseinu kalibrācija, pamatojoties uz iepriekšējiem pētījumiem un jutīguma testa rezultātiem;
- 3) urbānās hidroloģiskās atbildes vienības integrācija konceptuālajā hidroloģiskajā modelī METQ.

Izmantotā literatūra

- Appleyard, S. 1995. The impact of urban development on recharge and groundwater quality in a coastal aquifer near Perth, Western Australia. *Hydrogeol. J.*, 3 (2): 65–75.
- Arnfield, A. J. 2003. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *Int. J. Climatol.*, 23 (1): 1–26.
- Arnold, C. L., Gibbons, C. J. 1996. Impervious surface coverage – the emergence of a key environmental indicator. *J. Am. Plan. Assoc.*, 62 (2): 243–258.
- Arnold, J. G., Fohrer, N. 2005. SWAT2000: current capabilities and research opportunities in applied watershed modeling. *Hydrol. Process.*, 19 (3): 563–572.
- Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., Williams, J. R. 1998. Large area hydrologic modeling and assessment – Part 1: Model development. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 34 (1): 73–89.
- Berne, A., Delrieu, G., Creutin, J. D., Oblet, C. 2004. Temporal and spatial resolution of rainfall measurements required for urban hydrology. *J. Hydrol.*, 299 (3–4): 166–179.
- Berthier, E., Dupont, S., Mestayer, P. G., Andrieu, H. 2006. Comparison of two evapotranspiration schemes on a sub-urban site. *J. Hydrol.*, 328 (3–4): 635–646.
- Boyd, M. J., Bufill, M. C., Knee, R. M. 1993. Pervious and impervious runoff in urban catchments. *Hydrol. Sci. J.*, 38 (6): 463–478.
- Brabec, E., Schulte, S., Richards, P. L. 2002. Impervious surface and water quality: a review of current literature and its implications for watershed planning. *J. Plan. Lit.*, 16 (4): 499–514.
- Burns, D., Vitvar, T., McDonnell, J., Hassett, J., Duncan, J., Kendall, C. 2005. Effects of suburban development on runoff generation in the Croton River basin, New York, USA. *J. Hydrol.*, 311 (1–4): 266–281.
- Carle, M. V., Halpin, P. N., Stow, C. A. 2005. Patterns of watershed urbanization and impacts on water quality. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 41 (3): 693–708.
- CEN. 1996. Drain and Sewers Systems Outside Buildings – Part 2: Performance Requirements, European Standards, European Committee for Standardization CEN, Brussels, Belgium.
- Changming, L., Jingjie, Y., Kendy, E. 2001. Groundwater exploitation and its impact on the environment in the north China plain. *Water Int.*, 26 (2): 265–272.
- Chen, J., Arleen, A. H., Lensyl, D. U. 2009. A GIS-based model for flood inundation. *J. Hydrol.*, 373 (1–2): 184–192.
- Cheng, L., Zongxue, X., Wang, D., Cai, X. 2011. Assessing interannual variability of evapotranspiration at the catchment scale using satellite-based evapotranspiration data sets. *Water Resour. Res.*, 47 (9): W09509.
- Chormanski, J., Voorde, T. van de, Roeck, T. de, Batelaan, O., Canters, F. 2008. Improving distributed runoff prediction in urbanized catchments with remote sensing based estimates of impervious surface cover. *Sensors*, 8 (2): 910–932.
- Dabberdt, W. F., Hales, J., Zubrick, S., Crook, A., Krajewski, W., Doran, K. C., Mueller, C., King, C., Keener, R. N., Bornstein, R., Rodenhuis, D., Kocin, P., Rossetti, M. A., Sharrocks, F., Stanley, E. M. 2000. Forecast issues in the urban zone: report of the 10th prospectus development team of the U.S. weather research program. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 81 (9): 2047–2064.
- Dirckx, G., Bixio, D., Thoeye, C., Gueldre, G. de, Steene, B. van de. 2009. Dilution of sewage in Flanders mapped with mathematical and tracer methods. *Urban Water J.*, 6 (2): 81–92.
- Dixon, P. G., Mote, T. L. 2003. Patterns and causes of Atlanta's urban heat island initiated precipitation. *J. Appl. Meteorol.*, 42 (9): 1273–1284.
- Dujardin, J., Batelaan, O., Canters, F., Boel, S., Anibas, C., Bronders, J. 2011. Improving surface-subsurface water budgeting using high resolution satellite imagery applied on a brownfield. *Sci. Total Environ.*, 409 (4): 800–809.
- Easton, Z. M., Gérard-Merchant, P., Walter, M. T., Petrovic, A. M., Steenhuis, T. S. 2007. Hydrologic assessment of an urban variable source watershed in the northeast United States. *Water Resour. Res.*, 43 (3): W03413.
- Einfalt, T., Arnbjerg-Nielsen, K., Golz, C., Jensen, N.-E., Quirmbach, M., Vaes, G., Vieux, B. 2004. Towards a roadmap for use of radar rainfall data in urban drainage. *J. Hydrol.*, 299 (3–4): 186–202.

- Fabry, F., Bellon, A., Ducan, M., Austin, G. 1994. High resolution rainfall measurements by radar for very small basins: the sampling problem reexamined. *J. Hydrol.*, 161 (1–4): 415–428.
- Fletcher, T. D., Andrieu, H., Hamel, P. 2013. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: a state of the art. *Adv. Water Resour.*, 51: 261–279.
- Foster, S. S. D. 1990. Impacts of Urbanization on Groundwater. *Hydrological Processes and Water Management in Urban Areas*, vol. 198. IAHS Publication (pp. 187–207).
- Foster, S. S. D., Chilton, P. J. 2003. Groundwater: the processes and global significance of aquifer degradation. *Philos. Trans. Roy. Soc. London Ser. B Biol.*, 358 (1440): 1957–1972.
- Garcia-Fresca, B., Sharp, J. M. 2005. Hydrogeological considerations of urban development: urban-induced recharge. *Rev. Eng. Geol.*, 16: 123–136.
- Göbel, P., Stubbe, H., Weinert, M., Zimmermann, J., Fach, S., Dierkes, C., Kories, H., Messer, J., Mertsch, V., Geiger, W. F., Coldevey, W. G. 2004. Near-natural stormwater management and its effects on the water budget and groundwater surface in urban areas taking account of the hydrogeological conditions. *J. Hydrol.*, 299 (3–4): 267–283.
- Grimmond, C. S. B., Oke, T. R. 1991. An evapotranspiration-interception model for urban areas. *Water Resour. Res.*, 27 (7): 1739–1755.
- Grinfelde, I., Lauva, D. 2012. Autocalibration feasibility and urbanization dimension integration in regional model METQ Conference Proceedings. *HydroPredict2012, Predictions for Hydrology, Ecology and Water Resources Management: Water Resources and Changing Global Environment*, Vienna, Austria, 24–27 September 2012.
- Hancock, P. J. 2002. Human impacts on the stream-groundwater exchange zone. *Environ. Manage.*, 29 (6): 763–781.
- Huang, S., Cheng, S., Wen, J., Lee, J. 2008. Identifying peak-imperviousness recurrence relationships on a growing-impervious watershed, Taiwan. *J. Hydrol.*, 362 (3–4): 320–336.
- Huff, F. A., Changnon, S. A. J. 1972. Climatological assessment of urban effects on precipitation at St. Louis. *J. Appl. Meteorol.*, 11 (5): 823–842.
- Jacobson, C. R. 2011. Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: a review. *J. Environ. Manage.*, 92 (6): 1438–1448.
- Joss, A., Siegrist, H., Ternes, T. A. 2008. Are we about to upgrade wastewater treatment for removing organic micropollutants? *Water Sci. Technol.*, 57 (2): 251–255.
- Kang, I. S., Park, J. I., Singh, V. P. 1998. Effect of urbanization on runoff characteristics of the On-Cheon stream watershed in Pusan, Korea. *Hydrol. Process.*, 12 (2): 351–363.
- Kim, Y.-Y., Lee, K.-K., Sung, I. H. 2001. Urbanization and the groundwater budget, metropolitan Seoul area, Korea. *Hydrogeol. J.*, 9 (4): 401–412.
- Lee, J. G., Heaney, J. P. 2003. Estimation of urban imperviousness and its impacts on storm water systems. *J. Water Res. Plan. ASCE*, 129 (5): 419–426.
- Leopold, L. B. 1968. *Hydrology for Urban Land Planning – A guidebook on the Hydrologic Effects of urban Land Use*. U.S. Government Printing Office, Washington.
- Lerner, D. N. 1990. Groundwater recharge in urban areas. *Atmos. Environ. Part B Urban Atmos.*, 24 (1): 29–33.
- Lerner, D. N. 2002. Identifying and quantifying urban recharge: a review. *Hydrogeol. J.*, 10 (1): 143–152.
- Lhomme, J., Bouvier, C., Perrin, J.-L. 2004. Applying a GIS-based geomorphological routing model in urban catchments. *J. Hydrol.*, 299 (3–4): 203–216.
- Mackay, R., Last, E. 2010. SWITCH city water balance: a scoping model for integrated urban water management. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.*, 9 (4): 291–296.
- Marsalek, J., Jiménez-Cisneros, B., Karamouz, M., Malmquist, P.-A., Goldenfum, J., Chocat, B. 2007. *Urban Water Cycle Processes and Interactions: Urban Water Series – UNESCO-IHP*. Springer, Berlin.
- Mejía, A. I., Moglen, G. E. 2010. Impact of the spatial distribution of imperviousness on the hydrologic response of an urbanizing basin. *Hydrol. Process.*, 24 (23): 3359–3373.
- Meyer, S. C. 2005. Analysis of base flow trends in urban streams, northeastern Illinois, USA. *Hydrogeol. J.*, 13 (5–6): 871–885.

- Mitchell, V. G., Diaper, C. 2005. UVQ: a tool for assessing the water and contamination balance impacts of urban development scenarios. *Water Sci. Technol.*, 52 (12): 91–98.
- Mitchell, V. G., McMahon, T. A., Mein, R. G. 2003. Components of the total water balance of an urban catchment. *Environ. Manage.*, 32 (6): 735–746.
- Moglen, G. E., Kim, S. 2007. Limiting imperviousness – are threshold-based policies a good idea? *J. Am. Plan. Assoc.*, 73 (2): 161–171.
- Morris, B., Ruedi, J., Cronin, A. A., Diaper, C., DeSilva, D. 2007. Using linked process models to improve urban groundwater management: an example from Doncaster England. *Water Environ.*, J. 21 (4): 229–240.
- Nagler, P. 2011. The role of remote sensing observations and models in hydrology: the science of evapotranspiration. *Hydrol. Process.*, 25 (26): 3977–3978.
- Niemczynowicz, J. 1999. Urban hydrology and water management – present and future challenges. *Urban Water*, 1 (1): 1–14.
- Nouri, H., Beecham, S., Hassanli, A. M., Kazemi, F. 2013a. Water requirements of urban landscape plants: a comparison of three factor-based approaches. *Ecol. Eng.*, 57: 276–284.
- Nouri, H., Beecham, S., Kazemi, F., Hassanli, A. M. 2013b. A review of ET measurement techniques for estimating the water requirements of urban landscape vegetation. *Urban Water J.*, 10 (4): 247–259.
- O’Loughlin, G., Huber, W., Chocat, B. 1996. Rainfall-runoff processes and modelling. *J. Hydraul. Res.*, 34 (6): 733–751.
- Ogden, F. L., Pradhan, N. R., Downer, C. W., Zahner, J. A. 2011. Relative importance of impervious area, drainage density, width function, and subsurface storm drainage on flood runoff from an urbanized catchment. *Water Resour. Res.*, 47 (12): W12503.
- Oke, T. R. 1982. The energetic basis of urban heat island. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 108 (455): 1–24.
- Paul, M. J., Meyer, J. L. 2001. Streams in the urban landscape. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 32: 333–365.
- Price, R. K., Vojinovic, Z. 2011. *Urban Hydroinformatics: Data, Models and Decision support for Integrated Urban Water Management*. IWA Publishing, London, UK.
- Ragab, R., Rosier, P., Dixon, A., Bromley, J., Cooper, J. D. 2003. Experimental study of water fluxes in a residential area: 2. Road infiltration, runoff and evaporation. *Hydrol. Process.*, 17 (12): 2423–2437.
- Ramier, D., Berthier, E., Andrieu, H. 2011. The hydrological behaviour of urban streets: long-term observations and modelling of runoff losses and rainfall – runoff transformation. *Hydrol. Process.*, 25 (14): 2161–2178.
- Rizwan, A. M., Dennis, Y. C., Liu, C. 2008. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *J. Environ. Sci.*, 20 (1): 120–128.
- Rodriguez, F., Andrieu, H., Morena, F. 2008. A distributed hydrological model for urbanized areas – model development and application case studies. *J. Hydrol.*, 351 (3–4): 268–287.
- Roy, A. H., Shuster, W. D. 2009. Assessing impervious surface connectivity and applications for watershed management. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 45 (1): 198–209.
- Rumman, N., Lin, G., Li, J. 2005. Investigation of GIS-based surface hydrological modelling for identifying infiltration zones in an urban watershed. *Int. Soc. Environ. Inform. Sci.*, 1 (5): 315–322.
- Rutsch, M., Rieckermann, J., Krebs, P. 2006. Quantification of sewer leakage: a review. *Water Sci. Technol.*, 54 (6–7): 135–144.
- Salvador, R., Bautista-Capetillo, C., Playán, E. 2011. Irrigation performance in private urban landscapes: a case study in Zaragoza (Spain). *Landscape Urban Plan.*, 100 (3): 302–311.
- Schirmer, M., Leschik, S., Musolff, A. 2012. Current research in urban hydrogeology – a review. *Adv. Water Resour.*, 51: 280–291.
- Shepherd, J. M. 2006. Evidence of urban-induced precipitation variability in arid climate regimes. *J. Arid Environ.*, 67 (4): 607–628.
- Shepherd, J. M., Pierce, H., Negri, A. J. 2002. Rainfall modification by major urban areas: observations from spaceborne rain radar on the TRMM satellite. *J. Appl. Meteorol.*, 41 (7): 689–701.
- Sherlock, R. L. 1922. *Man as a Geological Agent: An Account of his Action on Inanimate Nature*. H. F. & G. Witherby, London.

- Shuster, W. D., Bonta, J., Thurston, H., Warnemuende, E., Smith, D. R. 2005. Impacts of impervious surface on watershed hydrology: a review. *Urban Water J.*, 2 (4): 263–275.
- Shuster, W. D., Gehring, R., Gerken, J. 2007. Prospects for enhanced groundwater recharge via infiltration of urban storm water runoff: a case study. *J. Soil Water Conserv.*, 62 (3): 129–137.
- Shuttleworth, W. J. 2007. Putting the 'vap' into evaporation. *Hydrol. Earth Syst. Sc.*, 11 (1): 210–244.
- Taha, H. 1997. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy Build.*, 25 (2): 99–103.
- Taylor, R. G., Cronin, A. A., Lerner, D. N., Tellam, J. H., Bottrell, S. H., Rueedi, J., Barrett, M. H. 2006. Hydrochemical evidence of the depth of penetration of anthropogenic recharge in sandstone aquifers underlying two mature cities in the UK. *Appl. Geochem.*, 21 (9): 1570–1592.
- Tholin, A. L., Keifer, C. J. 1960. The hydrology of urban runoff. In: *Trans. ASCE* 125. sl: sn, pp. 1308–1379.
- Tilford, K. A., Fox, N. I., Collier, C. G. 2002. Application of weather radar data for urban hydrology. *Meteorol. Appl.*, 9 (1): 95–104.
- Tsihrintzis, V. A., Hamid, R. 1998. Runoff quality prediction from small urban catchments using SWMM. *Hydrol. Process.*, 12 (2): 311–329.
- Ven, F. H. M. van de. 1990. Water Balances of Urban Areas. *Hydrological Processes and Water Management in Urban Areas*, vol. 198. IAHS Publication (pp. 21–32).
- Vižintin, G., Souvent, P., Veselič, M., Curk, C. 2009. Determination of urban groundwater pollution in alluvial aquifer using linked process models considering urban water cycle. *J. Hydrol.*, 377 (3–4): 261–273.
- Weiß, G., Brombach, H., Haller, B. 2002. Infiltration and inflow in combined sewer systems: long-term analysis. *Water Sci. Technol.*, 45 (7): 11–19.
- Weng, Q. 2012. Remote sensing of impervious surfaces in the urban area: requirements, methods, and trends. *Remote Sens. Environ.*, 117: 34–49.
- Wiles, T. J., Sharp, J. M. 2008. The secondary permeability of impervious cover. *Environ. Eng. Geosci.*, 14 (4): 251–265.
- Wolf, L., Klinger, J., Hoetzl, H. 2007. Quantifying mass fluxes from urban drainage systems to the urban soil-aquifer system. *J. Soil. Sediment.*, 7 (2): 85–95.
- Wu, C., Murray, A. T. 2003. Estimating impervious surface distribution by spectral mixture analysis. *Remote Sens. Environ.*, 84: 493–505.
- Xiao, Q., McPherson, E. G., Simpson, J. R., Ustin, S. L. 2007. Hydrologic processes at the urban residential scale. *Hydrol. Process.*, 21 (16): 2174–2188.
- Yang, Y., Lerner, D. N., Barrett, M. H., Tellam, J. H. 1999. Quantification of groundwater recharge in the city of Nottingham, UK. *Environ. Geol.*, 38 (3): 183–198.
- Zektser, I. S., Everett, L. G. 2004. *Groundwater Resources of the World and their Use*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.
- Zhou, Y., Wang, Y., Gold, A. J., August, P. V. 2010. Modeling watershed rainfall-runoff relations using impervious surface-area data with high spatial resolution. *Hydrogeol. J.*, 18 (6): 1413–1423.
- Ziverts, A., Jauja, I. 1996. Konceptuālais matemātiskais modelis METQ96 ikdienas caurplūdumu aprēķināšanai, izmantojot meteoroloģiskos novērojumus. *LLU Raksti Nr. 6 (283)*, 126.–133. lpp.
- Ziverts, A., Jauja, I. 1999. Mathematical model of hydrological processes METQ98 and its applications. *Nordic hydrology*, 30: 109–128.
- Ziverts, A., Krams, M. 1993. Experiments of Conceptual Mathematical Groundwater Dynamics and Runoff Modelling in Latvia. *Nordic Hydrology*, 24: 243–262.

KŪDRAS ĪPAŠĪBU IZMAIŅAS DABAS APSTĀKĻU UN CILVĒKA DARBĪBAS IETEKMES REZULTĀTĀ

**Laimdota KALNIŅA^{1, 6}, Jānis DREIMANIS¹, Ilze OZOLA²,
Reinis BITENIEKS¹, Inārs DREIMANIS³, Ingrīda KRĪGERE^{4, 6},
Juris NUSBAUMS^{5, 6}**

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *laimdota.kalnina@lu.lv; janis.dreimanis85@inbox.lv*

² Ezeru un purvu izpētes centrs, e-pasts: *ilze.ozola@epicentrs.lv*

³ E-pasts: *inars.dreimanis@gmail.com*

⁴ Latvijas kūdras asociācija, e-pasts: *ingrida@peat.lv*

⁵ Biedrība "Baltijas krasti", e-pasts: *juris.nusbaums@gmail.com*

⁶ "LIFE REstore" projekts

Latvijā purvi jeb vietas, kur ir vismaz 30 cm biezs kūdras slānis, kurš veidojies, atmiršot mitrumu mīlošiem augiem un kura mitrums dabīgā stāvoklī ir 90–96%, pēc Latvijas PSR Kūdras fonda datiem, aizņem 6401 km² jeb 9,9% no valsts teritorijas. Taču pirms apmēram 11 700 kalendārajiem gadiem, holocēna sākumā, kad klimats pakāpeniski kļuva pietiekami labvēlīgs veģetācijas attīstībai, tikai neredz pārmitrās vietās, purva augiem atmiršot, sāka veidoties un uzkrāties zemā tipa zaļu kūdra. Tā visbiežāk veidojās, aizaugot seklām ūdenstilpēm. Latvijas purvu un kūdras pētniecības pamatlicējs P. Nomals uzsver: "Pirmā vieta kūdras slāņa radīšanas ziņā aizaugušos ūdeņos būs niedrām, stiebriem, ašaviem (kosām) un grīšļiem, bet, sausumam pārpurvojoties vai purvam augot tālāk, pirmā vieta būs hipniem un baltajām sūnām – sfagniem, sevišķi pēdējiem." (Nomals, 1930)

Laika gaitā izmainījās kūdras slāņu izplatība gan horizontāli, gan vertikāli. Mainoties purva augu barošanās apstākļiem, mainījās arī kūdras veidojošo augu sastāvs, purva un kūdras tipi, to veidi un īpašības. Kūdras īpašību kopumu, kā arī kūdras tipu nosaka kūdras veidošanās apstākļi un vide. Tā, piemēram, mūsdienās Latvijas lielākajā Teiču purvu masīvā (apmēram 16 000 ha) izteikti dominē augstā tipa jeb sūnu purvi, bet zemā tipa purvi, kas izveidojās pirmie un bija vienīgais purvu tips pirms apmēram 9000 gadu, mūsdienās aizņem tikai 188 ha jeb 1,2%. Purvu izplatības un kūdras īpašību izmaiņas laika gaitā ir notikušas dažādu apstākļu ietekmē. Līdz 20. gadsimtam Latvijas teritorijā šīs izmaiņas notika dabas apstākļu, galvenokārt klimata mainības, rezultātā, bet kopš brīža, kad cilvēks nolēma izmantot purvu savām vajadzībām, nosusināt lauksaimniecības zemju paplašināšanai vai kūdras ieguvei, arī viņš ietekmē purvu un veicina kūdras īpašību izmaiņas. Kaut arī tagad kūdras ieguve notiek tikai apmēram 4% no visu purvu platības, kas ir aptuveni 0,57% valsts teritorijas, tomēr gan tieši, gan netieši ietekmētas ir daudz lielākas platības. Latvijā no kopējām purvu platībām nosusināti ir apmēram 33% (Nusbaums, 2008).

Ši raksta mērķis ir noskaidrot, vai ir iespējams atpazīt kūdras īpašību izmaiņas dabas apstākļu un cilvēka darbības ietekmes rezultātā purva attīstības gaitā.

Kaut arī purvu ģeoloģiskās attīstības raksturs un dinamika Latvijā pētīta jau kopš 20. gadsimta, tomēr kopējs priekšstats par kūdras uzkrāšanās intensitāti iegūts neseno, kad bija uzkrāts pietiekami daudz informācijas un kūdras absolūtā vecuma datu (Kalnina et al., 2015). Kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes, kā arī citi paleobotānisko

pētījumu rezultāti liecina gan par kūdras veidojošo augu sastāva un sadalīšanās pakāpes izmaiņām, gan arī par siltākiem un aukstākiem, mitrākiem un sausākiem apstākļiem purvu attīstības gaitā (Kalnina et al., 2015). Kūdras veidojošo augu augšanas un to sadalīšanās apstākļus lielā mērā nosaka klimata un purva hidroloģiskā režīma izmaiņas, kas ir cieši saistītas ar kūdras uzkrāšanās intensitāti un kūdras slāņa apjomu.

Līdz pat 21. gadsimta sākumam bija pieņemts, ka visintensīvākā kūdras uzkrāšanās norisinājusies holocēna klimatiskā optimuma laikā pirms apmēram 8000–5000 gadiem, kas tika uzskatīts par vissiltāko un mitrāko laiku holocēnā (Kalniņa et al., 2013). Tikai jaunākie multidisciplinārie pētījumi, kas ietver plašus nogulumu paleobotānisko, nogulumu sastāva, ķīmisko u. c. analīžu kompleksu un nogulumu absolūtā vecuma datējumu rezultātus, ļauj secināt, ka holocēna klimatiskā optimuma laikā klimats pārsvarā ir bijis silts un sauss (Kalnina et al., 2015). Šī iemesla dēļ kūdras uzkrāšanās intensitāte nav bijusi liela, kā arī ir bijuši sausi apstākļi un augu atliekas atradušās ar skābekli bagātā vidē, kas veicina atmirušo augu intensīvu sadalīšanās procesu. To apliecina arī kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes pētījumu dati no vairākiem purviem, kuru griezumos ir konstatēti kūdras slāņi ar labu sadalīšanās pakāpi (lielāku par 30%). Izņēmums ir tikai īss posms klimatiskā optimuma vidusposmā. Par īslaicīgi (0–200 gadi) mitrākiem apstākļiem liecina kūdras sadalīšanās pakāpes samazināšanās Taurenes, Viķu, Puikules u. c. purvos (Ozola, 2013; Kalnina et al., 2015). Līdzīgas klimata izmaiņu tendences konstatējis arī G. Eberhards, veicot Lubāna (Eberhards, 1985) un Burtnieka ezera (Eberhards, 2006) paleoezeru ūdens līmeņa izmaiņu pētījumus.

Vairākos purvos ir izteiktas īslaicīgas izmaiņas kūdras sastāvā, kā arī ezeru kūdrainas gitijas (sapropeļa) nogulumos, kuru vecums noteikts 8000–8200 kalendārie gadi kopš mūsdienām (kal. g. p. m.). Šai laikā uzkrājušies nogulumi satur lielāku minerālvielu daudzumu, kā arī nedaudz samazinās kūdras sadalīšanās pakāpe (Ozola, 2013; Zeimule et al., 2014; Stankeviča et al., 2015). Tas tiek skaidrots ar klimata īslaicīgu atdzišanu, ko sauc par “notikumu 8200”, kad klimata pavēsināšanos izraisījusi auksta saldūdens plūsma, kas radās pēkšņi pirms 8500 kal. g. p. m. Ziemeļamerikā, noplūstot Laurentīdas piededāja ezeriem Ziemeļatlantijas straumē, radot īslaicīgu Ziemeļatlantijas straumes virsmas ūdeņu sāļuma samazināšanos un atdzišanu (Alley et al., 1997). Liecības par šādu īslaicīgu klimata pavēsināšanos iespējams konstatēt, tikai veicot ļoti detālus pētījumus, kad analīzes nogulumu griezumam tiek veiktas ar 2–3 cm intervālu.

Aprēķinot kūdras uzkrāšanās ātrumu datorprogrammā *R*, izmantojot *M. Blaauw* 2010. gadā izstrādāto CLAM modeli (Blaauw, 2010), tika konstatēts, ka Ziemeļvidzemē visintensīvākā augstā tipa kūdras uzkrāšanās ir notikusi pēdējo 2500 gadu laikā (Ozola, 2013). Līdzīgi dati iegūti arī, pētot citu purvu kūdras nogulumu griezumus. Piemēram, Sedas purva kūdras slāņa griezumā būtiskas izmaiņas kūdras sastāvā un sadalīšanās intensitātes procesos notikušas pirms 3000–2800 gadiem (Kalniņa et al., 2009), tādās bijušas arī Dzelves purvā (Silamiķe et al., 2010).

Savukārt zemā tipa purviem kūdras uzkrāšanās ātrums ir lielāks tieši purva veidošanās sākumā, un daudzos purvos tas būtiski samazinās pēc klimatiskā optimuma.

Analizējot kūdras slāņu griezumus, var secināt, ka iezīmējas noteiktas likumsakarības starp kūdras uzkrāšanās intensitātes raksturu purvos kopumā, tomēr vairāku purvu attīstībā un kūdras uzkrāšanās raksturā iezīmējas atšķirības pat netālos purvos, kur ir līdzīgi ģeoloģiskie un ģeogrāfiskie apstākļi. Piemērs tam ir Dzelves un Eipura purvs, kuri atrodas 6 km attālumā viens no otra, taču būtiski atšķiras to vecums (Kušķe, 2009). Eipura purvs sācis veidoties pirms 9000 kal. g. p. m., bet Dzelves purvs – pirms 5500 kal. g. p. m., kad jau uz smilts sākusi uzkrāties augstā tipa spilvu kūdra. Arī Eipura purvā apmēram šai pašā laikā virs pārejas tipa koku kūdras sāka uzkrāties augstā tipa priežu kūdra. Eipura purva

augstā purva daļu veido sešu dažādu veidu augstā tipa kūdra, bet Dzelves purvā griezuma apakšējā daļā nomainās trīs veidu augstā tipa kūdra, pie tam no dziļuma intervāla 3,15 m kopš 2500 kal. g. p. m. uzkrājusies tikai maz sadalījusies augstā tipa brūnā sfagna (*Sphagnum fuscum*) kūdra. Iespējams, kaut gan abi purvi atrodas tuvu, atšķirības nosaka to vecums, platības lielums, lokālas vides izmaiņas attīstības gaitā un daudzi citi apstākļi.

Pētot kūdras paraugus ar ķīmisko analīžu metodēm, ir konstatēts, ka kūdras slāņu griezumam ir raksturīga trīs līmeņu sistēma ar atšķirīgiem procesiem kūdras slāņkopas augšējā daļā, vidū un apakšējā daļā. Kūdras slāņa dziļākā (apakšējā) daļa atrodas gruntsūdeņu, spiedienūdeņu un purva pamatnes minerālo nogulumu ietekmē, kūdras slāņa vidusdaļa ir purva dabisko procesu ietekmes zona, bet augšējā daļā raksturīga antropogēnā un ar atmosfēras nosēdumu akumulāciju saistītā elementu uzkrāšanās (Silamiķele, 2010). Cilvēka ietekme uz purvu sākas jau ar pirmajiem sagatavošanas darbiem purvu teritorijā kūdras iegūšanai, kad gan tiek noņemts kūdras pārsēdošais augāja slānis, gan arī mainīts kūdras hidroloģiskais režīms, veicot lauku nosusināšanu. Tā rezultātā izmainās kūdras īpašības, grāvju tuvumā kūdra mineralizējas un palielinās tās blīvums. Taču joprojām nav precīzu datu par to, cik tālu un cik dziļi sniedzas grāvju ietekme. Ir tikai novērojumi un subjektīvi secinājumi. Veicot pētījumus dažādi ietekmētās Laugas purva vietās, tika konstatēts, ka galvenās izmaiņas ir tās, ka palielinās kūdras blīvums un palielinās pH. Nosusinātajā Laugas purva daļā, urbuma "Lauga-1" griezumā, pH vērtība ir stabila un sasniedz 5, kas ir augstāka nekā dabiskā purva daļā un daļēji ietekmētajā, kur pH vērtība ir mazāka par 4 un raksturo dabiskam augstajam purvam raksturīgu skābu vidi. Ar karsēšanas zudumu metodi analizējot iegūtos nogulumu sastāva datus, var secināt, ka griezumā "Lauga-1" virzienā no 1,10 m dziļuma uz augšu minerālo vielu daudzumam ir tendence palielināties, sasniedzot 4%. "Lauga-2" un "Lauga-3" griezumā ir vērojama arī neliela minerālo daļiņu palielināšanās, tomēr paliekot 2% robežās, kas ir raksturīgi augstajiem purviem.

Arī pēc kūdras ieguves pabeigšanas vai pārtraukšanas palikušā augšējā kūdras slāņa blīvums ir atšķirīgs no tā dabīgā blīvuma, kā arī mainās citas kūdras īpašības, tai skaitā minerālo vielu daudzums un sadalīšanās pakāpe. Atstātie kūdras lauki var būt pilnīgi izstrādāti vai izstrādāti līdz zemā tipa jeb "melnajai" kūdrai, vai arī ieguve var būt pārtraukta, dažreiz pat neuzsākot darbību. Tādi ir kūdras lauki Ķemeru tīreļa austrumu malā. Šeit kūdras laukos kūdras slāņa biezums mainās robežās no 3,5 līdz 4,15 m. Pētījumu rezultāti ļauj secināt, ka Ķemeru tīrelī, kur atstātā kūdras lauka nogulumus veido 3–3,5 m biezs augstā tipa kūdras slānis, kūdras pH, kā arī botāniskais sastāvs nav būtiski mainījies, bet ir palielinājusies kūdras sadalīšanās pakāpe un minerālo vielu daudzums nogulumu sastāvā. Analizējot Ķemeru tīreļa kūdras lauku nogulumus, augšējā 0,5–0 m intervālā konstatēts, ka būtiskas izmaiņas kūdras sastāvā nav notikušas.

Savukārt Lielsalas purvā, kur kūdras lauka virsējo slāni veido zemā vai pārejas tipa kūdra un atlikušās kūdras slāņa biezums ir neliels, augšējā intervālā ir lielāks minerālo vielu īpatsvars, kā arī pH = 5–5,5. Kaut arī lauka teritorijā ir sākušies renaturalizācijas procesi, tomēr būtiskas izmaiņas kūdras veidojošo augu sastāvā nav notikušas, tas, iespējams, saistīts ar nepietiekami ilgu laika posmu, lai sāktu uzkrāties kūdra.

Veikto pētījumu rezultāti ļauj secināt, ka galvenās cilvēku darbības rezultātā radītās kūdras īpašību izmaiņas ir kūdras blīvuma un pH vērtības palielināšanās, kā arī ir tendence palielināties minerālo vielu daudzumam nogulumu augšējā slānī. Taču šī tendence, tikai mazākā mērā, ir raksturīga arī dabīgiem purviem. Cilvēka radītās ietekmes uz kūdras īpašībām nav pētītas sen nosusinātās teritorijās purva malās, kur kūdras slāņi ir seklāki. Nogulumu pētījumos ar ķīmiskajām metodēm ir konstatēts, ka liela antropogēnā ietekme ir no atmosfēras piesārņojuma. Dabas apstākļu ietekmi uz kūdras īpašību izmaiņām var

salīdzinoši droši konstatēt, izmantojot atbilstošas pētījumu metodes, taču nogulumu augšējā slānī, kur dabas apstākļu ietekme summējas ar cilvēku darbības radīto ietekmi, to ir grūtāk noteikt.

Izmantotā literatūra

- Alley, R. B., Mayewski, P. A., Sowers, T., Stuiver, M., Taylor, K. C., Clark, P. U. 1997. Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology*, 25: 483–486.
- Blaauw, M. 2010. Methods and code for classical $\delta^{14}\text{C}$ age-modelling of radiocarbon sequences, *Quaternary Geochronology*, 5: 512–518.
- Eberhardts, G. J. 1985. Morfogenez doljini oblasti poslednevo materikovo oledjenije i sovremennije rechnije procesi. Avtoreferat disertacija na soiskanija uchenoj stepenji doktora geograficheskikh nauk. MGU im. M. V. Lomanosova, Moskva, 52 s. (in Russian).
- Eberhardts, G. 2006. Geology and development of the paleolake Burtņieks during the Late Glacial and Holocene. In: Larsson, L., Zagorska, I. (Eds.). *Back to the Origin. New Research in the Mesolithic. Neolithic Zvejnieki Cemetery and Environment, Northern Latvia. Acta archaeologica Ludensia, series in 8°, No. 52.* Almqvist & Wiksell International, Lund, pp. 25–51.
- Kalniņa, L., Kuške, E., Ceriņa, A., Ozola, I., Stivriņš, N. 2009. Stop 9. Seda Mire – postglacial paludification and development of mires in Latvia. In: Kalm, V., Laumets, L. & Hang, T. (Eds.). *Extent and timing of the Weichselian Glaciation southeast of the Baltic Sea: Abstracts & Guidebook. The INQUA Peribaltic Working Group Field Symposium in southern Estonia and northern Latvia, September 13–17, 2009.* Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, pp. 82–85.
- Kalniņa, L., Kuške, E., Ozola, I., Pujāte, A., Stivriņš, N. 2013. Kūdras uzkrāšanās intensitāte dažāda tipa un vecuma purvos Latvijā. Intensity of peat accumulation in mires of different type and age in Latvia. *Rakstu krājums: Vietējo resursu (Zemes dziļu, meža, pārtikas un transporta) ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas (NatRes). Sustainable Use of Local Resources (Entrails of the Earth, Forest, Food and Transport) – New Products and Technologies (NatRes). Valsts pētījumu programma, 2010–2013. National Research Programme 2010-2-13. Proceedings.* ISBN 978-9934-14-010-5. Valsts koksnes ķīmijas institūts, Rīga, 52.–55. lpp.
- Kalnina, L., Stivrins, N., Kuske, E., Ozola, I., Pujate, A., Zeimule, S., Grudzinska, I., Ratniece, V. 2015. Peat stratigraphy and changes in peat formation during the Holocene in Latvia. *Quaternary International*, 383: 186–195.
- Kušķe, E. 2009. Paleoveģētācijas sastāvs un kūdras uzkrāšanās intensitāte Eipuru un Dzelves-Kroņa purvu attīstības gaitā. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 117 lpp.
- Kušķe, E., Silamiķele, I., Kalniņa, L., Kļaviņš, M. 2009. Peat Formation Conditions and Peat Properties: a Study of Two Ombrotrophic Bogs in Latvia, pp. 54–68.
- Ozola, I. 2013. Holocēna organogēnie nogulumi un to uzkrāšanās apstākļu izmaiņas purvos Ziemeļvidzemē. Disertācija. Latvijas Universitāte, Rīga.
- Nusbaums, J. 2008. Apsaimniekošana un monitorings. No: Pakalne, M. (sast.). *Purvu aizsardzība un apsaimniekošana īpaši aizsargājamās dabas teritorijās Latvijā.* Latvijas Dabas fonds, Rīga, 118.–130. lpp.
- Nomals, P. 1930. *Latvijas purvi.* Latvijas Ģeogrāfijas biedrība, Rīga, 135 lpp.
- Silamiķele, I. 2010. Humifikācijas un ķīmisko elementu akumulācijas raksturs augsto purvu kūdrā atkarībā no tās sastāva un veidošanās. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga.
- Silamiķele, I., Nikodemus, O., Kalniņa, L., Purmalis, O., Šīre, J., Kļaviņš, M. 2010. Properties of peat in Ombrotrophic Bogs Depending on the Humification Process. In: Kļaviņš, M. (Ed.). *Mires and Peat.* University of Latvia Press, Rīga, pp. 71–95.
- Stankevica, K., Kalnina, L., Klavins, M., Cerina, A., Ustupe, L., Kaup, E. 2015. Reconstruction of the Holocene palaeoenvironmental conditions accordingly to the multiproxy sedimentary records from Lake Pilvelis, Latvia. *Quaternary International*, 386: 102–115.
- Zeimule, S., Kalniņa, L., Grudzinska, I. 2014. STOP 12: Late glacial and Holocene development of Lake Rāzna as recorded by biostratigraphy. In: Zelčs, V. and Nartišs, M. (Eds.). *Late Quaternary terrestrial processes, sediments and history: from glacial to postglacial environments. Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and field excursion in Eastern and Central Latvia, August 17-22, 2014.* University of Latvia, Rīga, pp. 72–77.

PURVU UN KŪDRAS PĒTNIECĪBAS PAMATLICĒJA PĒTERA NOMALA PĒTĪJUMU NOZĪMĪGUMS LĪDZ PAT MŪSDIENĀM

Laimdota KALNIŅA¹, Inese SILAMIĶELE¹, Ilze OZOLA²

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte, e-pasts: laimdota.kalnina@lu.lv

² Ezeru un purvu izpētes centrs, e-pasts: ilze.ozola@epicentrs.lv

Latvijas teritorijā vecākie purvi sākuši veidoties holocēna jeb pēcdeduslaikmeta sākumā pirms apmēram 11 700 kalendārajiem gadiem vietās, kur bija pārmitri apstākļi un attīstīta augu valsts (Kalniņa, Markots, 2016). Šai ilgajā laika posmā līdz mūsdienām kūdra ir uzkrājusies platībā, kas aizņem apmēram 10% no visas valsts teritorijas. Tās slāņu biezums var mainīties no 30 cm līdz pat 10 m. Kūdru savām vajadzībām izmantoja jau akmens laikmeta cilvēks pirms 9000 gadu, bet informācija par kūdras ieguvu Latvijas teritorijā ir no 17. gadsimta (Ozola, 2013). Taču pirmie nopietnie purvu un kūdras pētījumi Latvijas teritorijā uzsākti tikai 1912. gadā, kad Pēteris Nomals kā Rīgas Politehniskā institūta Ķīmijas nodaļas absolvents ar inženiera tehnologa diplomu pēc divu gadu pedagoga darba Tveras guberņas tehniskajā skolā ieradās Latvijā un tika iecelts par Krievijas Zemkopības ministrijas pakļautībā esošās Baltijas Hidrotehniskās nodaļas Purvu pētišanas laboratorijas izveidotāju un vadītāju (Lācis, 2010; Šnore, 2013).

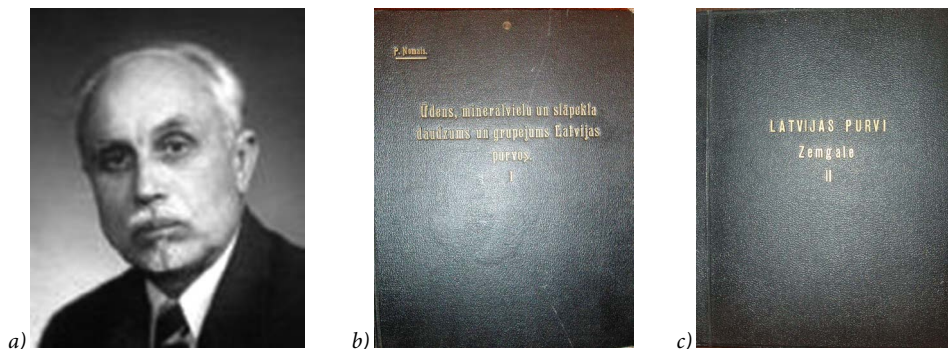
Profesoru Pēteri Nomalu, kuram 2016. gada 5. augustā apritētu jau 140 gadu, pamatoti dēvē par Latvijas purvu zinātnes pamatlicēju, jo tieši viņš laikā, kad strādāja Krievijas Zemkopības ministrijā un nodarbojās ar hidrotehnikas un purvu izmantošanas jautājumiem, ieviesa purvu pētišanas metodiku, ko papildināja ar jauniegūto pieredzi un atziņām, veicot pētījumus purvos Latvijas teritorijā. P. Nomals, strādājot Zemkopības tautas komisariatā par Purvu nodaļas vadītāju, kas ir administratīva iestāde, kura nodarbojas ar kūdras lietu kārtošānu Latvijā, būtībā kļuva par kūdras rūpniecības nozares organizētāju un attīstītāju (Šnore, 2013).

Jau pirms Pirmā pasaules kara purvu pētišana notika intensīvi, un kūdra pakaišiem un kurināšanai jau tad tika iegūta 324 purvos, tai skaitā 48 purvos jau ar mašīnām, jo Eiropā strauji attīstījās kūdras ieguves mehanizācija. Pirmā pasaules kara laikā P. Nomals kopā ar galveno kūdras komiteju pārcēlās uz Petrogradu, kur Ziemeļu frontē vadīja hidrotehnikas laboratoriju.

Nodibinoties Latvijas valstij 1918. gadā, Pēteris Nomals atgriezās dzimtenē, lai, strādājot Zemkopības ministrijā par Purvu nodaļas vadītāju, turpinātu aizsākto purvu izpēti. Šī nodaļa Latvijā kārtoja kūdras lietas, un tādējādi Pēteris Nomals kļuva par kūdras rūpniecības nozares organizētāju. Šajā laikā viņš jau bija publicējis vairākus zinātniskus darbus ar praktisku nozīmi – par purvu augšņu analīzes metodēm, kūdras īpašībām.

Kopā ar citiem kolēģiem P. Nomals izstrādāja un iesniedza Latvijas Pagaidu valdībai projektu par Latvijas Augstskolu, piedalījās Latvijas Universitātes (LU) veidošanā un tās Satversmes izstrādāšanā un blakus prorektora (1920–1921) un Lauksaimniecības fakultātes dekāna (1922–1924 un 1932–1934) pienākumu pildīšanai kļuva par šīs mācību iestādes Purvu mācības un kūdras tehnoloģijas katedras vadītāju, kā arī par purvu mācības, purvu izmantošanas un tehnoloģijas docentu. Pie katedras zinātnieks izveidoja speciālu

parauglaboratoriju purvu pētīšanai. Šajā laikā arī purvu un kūdras pētniecība sāka attīstīties vēl intensīvāk. P. Nomals pētīja purvu ķīmiju un stratigrāfiju, ūdens režīmu, nosusināšanas iespējas, kūdras sastāvu, kūdras agrotehniskās un tehnoloģiskās īpašības, kā arī purvu un kūdras izmantošanas iespējas un problēmas. Viņš savu pētījumu rezultātus ir apkopojis daudzos zinātniskos darbos un ziņojumos: “Sfagni kā pakaiši” Latvijas agronomijas zinātnieku kongresā (1923), “Mūsu purvi kā spēka avots” Latvijas inženieru kongresā (1927), LU Ģeogrāfiskajos rakstos 1930. gadā publicēts raksts “Latvijas purvi”. 1930. gada maijā P. Nomals aizstāvēja disertāciju “Ūdens, minerālvielu un slāpekļa daudzums un grupējums Latvijas purvos” (1.b att.) (Nomals, 1930), tādējādi kļūstot par agronomijas zinātņu doktoru. Viņa disertācija ir būtisks pamats turpmākajiem Latvijas purvu un to nogulumu pētījumiem.

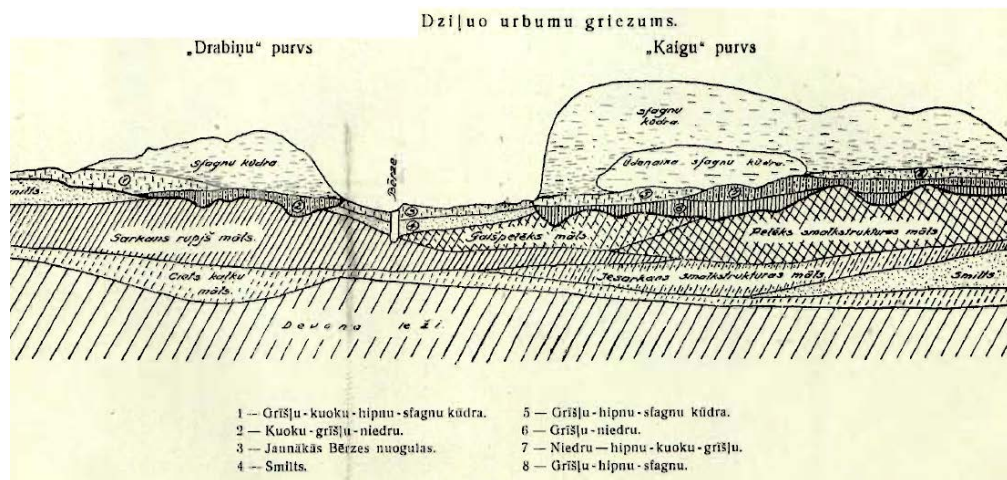


1. attēls. a) Profesors Pēteris Nomals; b) Profesora P. Nomala disertācija (1930); c) P. Nomala apskats par Zemgales purviem (1939)

1926. gadā LU Purvu un kūdras pētīšanas laboratorijas darbinieki ar Zemkopības ministrijas atbalstu uzsāka purvu sistemātisku apsekošanu un pētījumus lielākajās kūdras atradnēs (Lācis, 2010). Līdz 1930. gadam visā Latvijas teritorijā jau bija apzināti un pētīti 557 lielākie purvi, kas aptvēra apmēram 40% no Latvijas kopējās purvu platības (Nomals, 1930b). Jau lauka apstākļos, izmantojot L. von Posta skalu, P. Nomals visiem kūdras paraugiem noteica galvenās īpašības – mitrumu, krāsu un sadalīšanās pakāpi, bet laboratorijā kūdrai noteica botānisko sastāvu, precizēja sadalīšanās pakāpi, pelnu procentuālo saturu un pH (Nomals, 1930b; 1936). Šo pētījumu rezultātā tika iegūta informācija par 1149 purviem, kas apkopoti grāmatās atsevišķi par Kurzemes (Nomals, 1937), Zemgales (Nomals, 1939) un Latgales un Vidzemes (Nomals, 1943) purviem. Savā darbā “Skats Latvijas kūdras rūpniecībā” P. Nomals (1944) uzsver: “Latvijā gandrīz nav neviena pagasta, kurā nebūtu kāds mazāks vai lielāks purvs.” Nozīmīgs ir arī P. Nomala raksts par purvu ezeru ūdeņiem, kurā dots ieskats par purvu ezeru ūdeņu sastāvu un īpašībām. Darbā analizēti rezultāti par vairāku ezeru ūdeņu pētījumiem no dažādu purvu ezeriem. Ūdeņu paraugus P. Nomals ievācis galvenokārt Latvijas austrumdaļā, kur ir ar purviem visbagātākie apvidi (Nomals, 1931). Vēl mūsdienās, uzsākot jaunus pētījumus, ir vērtīgi iepazīties ar šajā rakstā atrodamo informāciju, jo ievāktie un analizētie 82 ūdens paraugi ir no dažāda tipa purvu ezeriem, P. Nomals savā pētījumā ir secinājis: “Ūdens ķīmiskais sastāvs un fizikālās īpašības cieši saistās ar vidi, kurā ūdens radies, caur kuru sūcies un kurā krājies.” Tādēļ, lai atrastu sakarību starp purva tipu, kūdras sastāvu un purvu ezeru ūdeņiem, rakstā īsumā raksturots ezeru ietverošais purvs un īsumā arī kūdras slāņi un kūdras sastāvs (Nomals, 1931). Pētījuma rezultātā P. Nomals secina, ka ir saskatāma tieša sakarība starp kūdras

sastāvu, sadalīšanās un mineralizācijas pakāpi, purvu susināšanas intensitāti un ilgumu, kā arī kūdrā esošo vielu šķīstamību purvu ūdeņos. Viņš ir konstatējis, ka purvu ezeru ūdeņos izšķīdušo vielu daudzums ļoti liels salīdzinājumā ar apkārtējo purvu kūdrās esošo vielu daudzumu, it sevišķi daudz ūdens šķīdumā ir K_2O un P_2O_5 (Nomals, 1931). Šis atziņas ir aktuālas arī mūsdienās.

Pēteris Nomals ir Purvu institūta izveides iniciators. Pēc viņa ierosmes institūts apgādāts ar savam laikam modernu speciālu fotolaboratoriju. Būdams Purvu institūta direktors (1940–1941, 1944–1946) un LPSR Zinātņu akadēmijas Purvu zinību institūta direktors (1946–1949), P. Nomals ir iesaistījies atsevišķu purvu detālā izpētē, kas iekļāva topogrāfisku uzmērīšanu, kūdras nogulumu zondēšanu un paraugošanu regulārā tīklā, laboratorijas darbus, purva nosusināšanas iespēju izpēti (1944). Darbu rezultātā tika sagatavoti projekti kūdras ieguvei, piemēram, projekti elektrostaciju būvei uz Sedas (Nomals, 1942) un Sārnates purvu ūdeņu bāzes (Nomals, 1944). Viņš ir izstrādājis pirmo Latvijas purvu karti, kas, tāpat kā viņa veiktie un vadītie purvu nogulumu pētījumi, ir nozīmīga vēl mūsdienās un bieži tiek izmantota ne tikai kā vēsturiska vērtība, bet kā mūsdienām atbilstošs metodisks līdzeklis. Pēteris Nomals ir sarakstījis vairāk nekā 40 zinātniskos darbus par dažādiem purvu un kūdras pētījumiem. Vieni no ievērojamākajiem ir četru Latvijas reģionu – Kurzemes (Nomals, 1937), Zemgales (1.c att.) (Nomals, 1939), Vidzemes un Latgales (Nomals, 1943) – purvu apskati, kuros analizēti faktori, kas veicina purvu veidošanos, purvu lielums, grupējums, novietojums, augu valsts utt. Vēlāk, kad 1962. gadā tika sagatavots un publicēts Kūdras fonda pārskats, tajā pilnībā tika izmantoti arī P. Nomala pētījumu dati par 844 agrāk pētītajām atradnēm, tai skaitā arī par Drabiņu un Kaigu purvu. Šo purvu ģeoloģiskajam šķērsgriezumam ir vēsturiska nozīme, jo tas ļoti skaidri parāda šo purvu ģeoloģisko uzbūvi un kūdras slāņu raksturu, un ir iespēja iegūt informāciju par šo purvu uzbūvi, pirms uzsākta kūdras ieguve (2. att.).



2. attēls. P. Nomala sagatavotais Drabiņu un Kaigu purva ģeoloģiskais šķērsgriezumus
(Nomals, 1930b)

Novērtējot P. Nomala veikto darbu apjomu, publicēto darbu kvantitāti un kvalitāti, var secināt, ka Latvijā pagaidām vēl nevienam purvu pētniekam nav izdevies tik daudz paveikt šīs jomas attīstībā. Tāpat var apbrīnot P. Nomala darbaspējas, organizatora dotības,

lielo ieguldījumu pedagoģiskajā darbā un Latvijas purvu zinātnes attīstībā, līdz pēdējam sava mūža gadam (1949) strādājis par LPSR Zinātņu akadēmijas Purvu zinību institūta direktoru.

Lasot P. Nomala darbus, varam būt tikai pārsteigti par to, ka gandrīz pirms 100 gadiem veikto pētījumu rezultāti un interpretācija ir tik labi salīdzināmi ar mūsdienās iegūtajiem datiem. Kaut gan ir pilnveidojušās metodes un tehnoloģijas, analīzes tiek veiktas detālāk, tomēr būtībā galvenie secinājumi ir līdzīgi, salīdzināmi un izmantojami.

Izmantotā literatūra

- Kalniņa, L., Markots, A., 2016. Latvijas purvu attīstības izpētes vēsture. Akadēmiskā Dzīve Nr. 52. Rakstu krājums. Akadēmiskās Dzīves Tēvzemes apgāds, Latvijas Universitāte, Rīga, 28.–42. lpp.
- Lācis, A. 2010. Purvu apzināšana un izpēte Latvijā, pielietotās metodes un sasniegtie rezultāti. Latvijas Universitātes Raksti, Zemes un vides zinātnes. 752. sēj. LU, Rīga, 106.–115. lpp.
- Nomals, P. 1930a. Ūdens, minerālvielu un slāpekļa daudzums un grupējums Latvijas purvos. Doktora darbs. Latvijas Universitāte, Rīga.
- Nomals, P. 1930b. Latvijas purvi. Latvijas Ģeogrāfijas biedrība, Rīga, 135 lpp.
- Nomals, P. 1936. Latvijas purvi. Latvijas zeme, daba un tauta II. Valters un Rapa, Rīga, 311.–149. lpp.
- Nomals, P. 1937. Kurzemes purvu apskats. Rīgas Latviešu biedrības zinātņu komitejas rakstu krājums. Dabas zinātņu Raksti, 161.–150. lpp.
- Nomals, P. 1939. Zemgales purvu apskats. LU Raksti, lauksaimniecība, IV, 225.–428. lpp.
- Nomals, P. 1942. Sedas purva pētīšanas dati un tehniskās izmantošanas projekts. Zemes Bagātību pētīšanas institūta Raksti, 4.2, 171. lpp.
- Nomals, P. 1943. Vidzemes un Latgales purvu apskats. Zemes Bagātību pētīšanas institūta Raksti, 4.1, 486 lpp.
- Nomals, P. 1944. Skats Latvijas kūdras rūpniecībā. Zemes Bagātību pētīšanas institūta Raksti, 4.4, 52 lpp.
- Ozola, I. 2013. Holocēna organogēnie nogulumu un to uzkrāšanās apstākļu izmaiņas purvos Ziemeļvidzemē. Disertācija. Latvijas Universitāte, Rīga, 2013, 142 lpp.
- Šnore, A. 2013. Kūdras ieguve. Nordik, Rīga.

ĢEORADARA PIELIETOŠANAS IESPĒJAS PURVU IZPĒTĒ

Jānis KARUŠS

Ģeoloģijas nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *janis.karuss@lu.lv*

Tradicionāli izpētē informācija par purva ģeoloģisko uzbūvi tiek iegūta, izmantojot ierīkoto urbumu datus. Taču informācijas daudzums par kūdras īpašību sadalījumu purva griezumā, ko var iegūt, izmantojot ģeoloģiskos urbumus, skatrakumus vai grāvjus, raksturo tikai atsevišķus punktus purvā. Tas, vai izstrādātie purva ģeoloģiskie griezumi ataino patieso situāciju starp urbumu punktiem, ir atkarīgs no pētījumu veicēja kvalifikācijas un no tā, vai pētītā purva uzbūve atbilst mūsu priekšstatiem par “klasisku” purva uzbūvi. Gadījumos, kad pētītā purva uzbūve ir sarežģīta un neatbilst “klasiska” purva uzbūvei, izstrādātie ģeoloģiskie griezumi var neatāinot patieso situāciju.

Jau pēc pirmajiem mēģinājumiem lietot ģeoradaru purvu nogulumu pētījumos tika konstatēts, ka, to izmantojot, ir iespējams iegūt detalizētu informāciju gan par purva biežumu, gan kūdras īpašību sadalījumu purva ģeoloģiskajā griezumā (Jol, 2009; Bogorobskij, Trepov, 1979; Finkel'shteyn et al., 1977).

Tomēr, kaut arī sākotnējie rezultāti ir daudzsolāši, vēl arvien nav atrisināti vairāki jautājumi saistībā ar ģeoradara lietošanu, kuri sarežģī tā izmantošanu kā standarta metodi purvu nogulumu pētījumos.

Veikto pētījumu mērķis ir izanalizēt un novērtēt ģeoradara izmantošanas iespējas purvu nogulumu pētījumos.

Pētījuma gaitā tika veikti mērījumi ar ģeoradaru vairāk nekā 20 Latvijas purvos. Savukārt detalizēti pētījumi tika veikti piecos purvos Latvijas teritorijā. Iegūtie ģeofizikālie mērījumi tika korelēti ar urbumos noteikto purvu slāņu robežām un īpašību maiņu ģeoloģiskajā griezumā.

Tika pierādīts, ka ar ģeoradaru ir iespējams iegūt augstvērtīgu un precīzu informāciju par purva iegulas uzbūvi. Saistot ģeofizikālos mērījumus ar pētījumu teritoriju ģeoloģiskajiem griezumiem, konstatēts, ka ģeoradara signāla atstarojumu izraisa gan kūdras mitruma daudzuma, gan kūdras sadalīšanās pakāpes, gan botāniskā sastāva izmaiņas. Tāpat konstatēts, ka ģeoradaru iespējams izmantot arī, lai noteiktu kūdras slāņu celmainību, kas tradicionālos kūdras iegulu pētījumos tiek noteikta, veicot laikietilpīgus un smagus lauka darbus. Tomēr, lai ģeoradars būtu izmantojams kā standarta metode kūdras celmainības noteikšanai, nākotnē būtu jāveic papildu pētījumi, lai novērtētu, cik lielus nesadalījušās koksnes gabalus ar ģeoradaru ir iespējams identificēt.

Pētījumu gaitā iegūtie rezultāti liecina, ka precizitāte, ar kādu ir iespējams noteikt atsevišķu purva nogulumu slāņu biežumu dziļumā līdz sešiem metriem, ir līdzīga vai atsevišķos gadījumos, domājams, pārsniedz urbsanas gaitā fiksējamo dziļuma precizitāti. Šāda precizitāte pētījuma gaitā tika iegūta, izmantojot ģeoradara antenu ar centrālo frekvenci 300 MHz. Ar ģeoradaru ir iespējams iegūt informāciju par kūdras iegulas uzbūvi arī no dziļuma, kas sasniedz pat 12 un vairāk metru.

Iepriekš minētais rāda, ka ģeoradaru var plaši izmantot gan zinātniskos, gan tautsaimnieciskos purvu pētījumos. Tā, piemēram, izmantojot ar ģeoradaru iegūtos purva biezuma mērījumus, ir iespējams izveidot augstas precizitātes purva biezumu kartes, kuras var lietot, aprēķinot kūdras krājumus. Tādēļ nākotnē, turpinot pilnveidot veiksmīgi uzsāktos pētījumus, ar ģeoradaru iegūto mērījumu veikšanas un interpretācijas metodiku būs iespējams samazināt tiešo pētījumu apjomu purvu izpētē lauka apstākļos.

Izmantotā literatūra

Bogorobskiy, V. V., Trepov, G. V. 1979. Radiolokatsionnye izmereniya tolshchiny zalezhey torfa i sapropelya. Zhurnal mekhanicheskoy fiziki, 49 (3): 670–673.

Finkel'shteyn, M. I., Mendel'son, V. L., Kutev, V. A. 1977. Radiolokatsiya sloistykh zemnykh pokrovov. Sovetskoe Radio, Moskva, 178 s.

Jol, H. M. 2009. Ground Penetrating Radar: Theory and Applications. Elsevier Science, Oxford, 524 p.

AEROLĀZERSKENĒŠANAS DATU UN TELPISKĀS ANALĪZES METOŽU PIELIETOJUMS PURVU PĒTĪJUMOS

Kristaps KIZIKS

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *kristaps.kiziks@lgia.gov.lv*

Eiropā vieni no pirmajiem sistemātiskajiem purvu nogulumu pētījumiem aizsākās 20. gadsimta sākumā Zviedrijā, kad L. von Posta vadībā Zviedrijas dienvidos, vidū un austrumdaļā tika noteikta kūdras izplatība (Post, Granlund, 1926; Schoning, 2012). Arī Latvijā purvu nogulumu pētījumi aizsākās 20. gadsimta sākumā.

Ikvienu pētījuma sākuma stadija ir pieejamās informācijas un kartogrāfiskā materiāla apzināšana. Kartogrāfiskās pētījumu metodes ir vienas no svarīgākajām purva augāja izziņai, purvu tipoloģijai, ģeogrāfijai un purvu izmantošanai (Namatēva, 2012). Mūsdienās par kartogrāfisko pamatu noder iepriekš sastādītās purvu nogulumu kartes, ģeoloģiskās kartēšanas materiāli, topogrāfiskās kartes, krāsainās un infrasarkanās ortofotokartes.

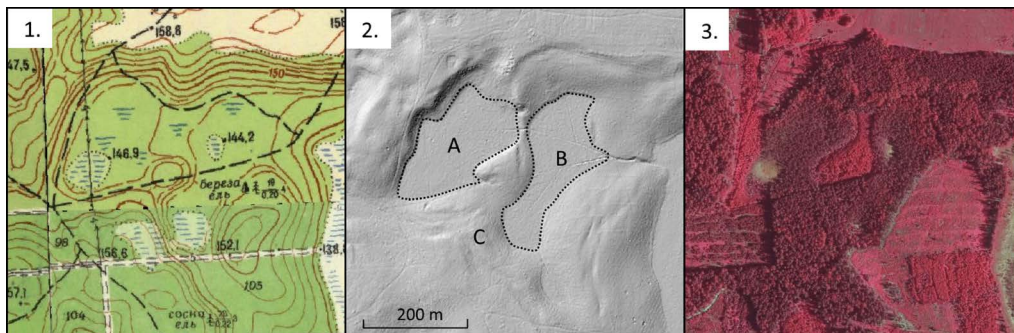
Aerolāzerskenēšanas (LiDAR) pirmsākumi meklējami 20. gadsimta 60. gados, savukārt Latvijas teritorijas vienlaidus skenēšana uzsākta 2014. gadā pēc Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) pasūtījuma. LiDAR dati tiek automātiski sadalīti šādos pamatlīmeņos: zemes virsma, zemā veģetācija līdz 30 cm no zemes, vidējā veģetācija (30 līdz 150 vai 180 cm attiecībā pret zemes līmeni), augstā veģetācija, sākot no 150 vai 180 cm attiecībā pret zemes līmeni (augstums mainās atkarībā no teritorijas, pilsētā augstās veģetācijas robeža būs lielāka), būves.

Mūsdienās reljefa formu ģeotelpiskā izvietojuma analizē nozīmīga loma ir tālīzpētes un telpiskās analīzes metodēm, galvenokārt tādu datu ieguvei, kuru noskaidrošana lauka apstākļos patērē ievērojamus resursus, piemēram, iepaklu identificēšanā un apveida noteikšanā (Marzolf, Poesen, 2009). LiDAR dati un telpiskās analīzes metodes lietojamas purvu teritoriju nodalīšanā, mikroainavu kartēšanā, purvu hidroloģiskajos pētījumos noteces modelēšanā, paleoģeogrāfiskajās rekonstrukcijās, nogāžu slīpumu noteikšanā, 3D modeļu izgatavošanā, savukārt, papildinot datus ar zondēšanas vai ģeoradara datiem, arī kūdras tilpuma aprēķināšanā.

Jaunākie LiDAR dati izmantoti par kartogrāfisko pamatni 2016. gadā veiktajiem lauka darbiem Laugas, Viskūžu, Zušu un Tīrajā purvā, kuru laikā apstiprinājās konstatētās purvu robežas reljefa modelī, kas izveidots pēc LiDAR datiem. Viskūžu purvā, kas izvietots Z–D virzienā orientētajā 2 km garajā iepaklā Usmas ezera Viskūžu salā, konstatēts kūdras un gitijas slānis, kas kopumā pārsniedza 10,5 m biezumu. Tādējādi, par pamatni izmantojot LiDAR reljefa modeli un urbumu datus, atklājās, ka patiesais iepaklas dziļums ir 8,25 m zem Usmas ezera vidējā ūdens līmeņa 21,1 m v. j. l.

LiDAR datu priekšrocība salīdzinājumā ar ortofoto un topogrāfiskajām kartēm ir to augstā detalizācija un spēja precīzi attēlot reljefu vietās, ko sedz augstā veģetācija, tādējādi identificējot iepaklas, kuras agrāk aizpildījuši paleoezera vai aprimušais ledus (sk. att.), bet tagad aizpilda zemie vai pārejas tipa purvi. Zemā purva tipa dešifrēšanas pazīme ir salīdzinoši līdzena virsma, kuru iekļauj ezeru senās krasta līnijas. Glaciokarsta kritiņu gadījumā

zemā purva tipa dešifrēšanas pazīme ir ieapaļas negatīvās reljefa formas ar stāvām nogāzēm un relatīvi līdzenu centrālo daļu (sk. att.). Augsto purvu robeža reljefā iezīmējas kā pacēlums ar salīdzinoši līdzenu mikroreljefu, vietām redzamām lāmām, liekņām un ciņiem, un, atšķirībā no minerālgrunts, nav novērojamas aruma, apmežošanas un rakumu pēdas, koku augstums nepārsniedz 7 m.



Attēls. Kartogrāfisko materiālu salīdzinājums

- 1 – Bijušās PSRS armijas ģenerālštāba topogrāfisko karšu mozaika mērogā 1:10 000;
- 2 – LĢIA digitālais reljefa modelis (A, B – digitālajā reljefa modeli labi nodalāmas negatīvās reljefa formas; C – topogrāfiskajā kartē attēlotā pārmitrā teritorija nav saskatāma digitālajā reljefa modeli);
- 3 – LĢIA Latvijas 4. etapa tuvā infrasarkanā spektra ortofoto karšu mozaika

Izmantotā literatūra

Marzolff, I., Poesen, J. 2009. The potential of 3D gully monitoring with GIS using high-resolution aerial photography and digital photogrammetry system. *Geomorphology*, 111 (1–2): 48–69.

Namatēva, A. 2012. Mikroainavu telpiskā struktūra un to ietekmējošie faktori Austrumlatvijas zemienes augstajos purvos. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Rīga, 154. lpp.

Post, L. von, Granlund, E. 1926. Södra Sveriges Torvtillgångar I. Sveriges Geologiska Undersökning Serie C, 335, pp. 1–127.

IESKATS KŪDRAS IEGUVES NOZARĒ LATVIJĀ

Ingrīda KRĪGERE

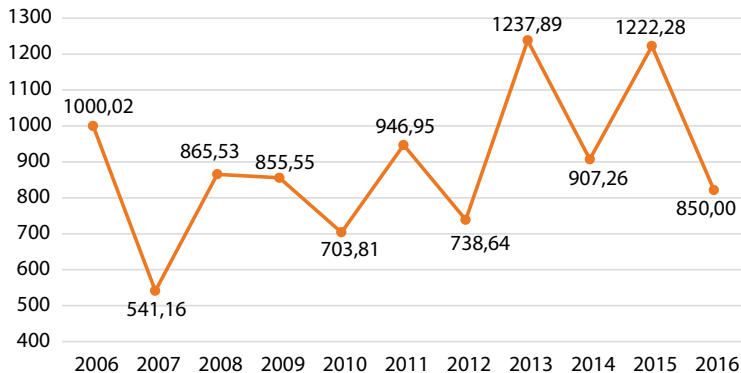
Latvijas Kūdras asociācija, e-pasts: ingrida@peat.lv

Purvi, kūdras resursi un kūdras ieguve Latvijā

Mūsu valsts ir bagāta ar purviem, tie aizņem aptuveni 10% no Latvijas teritorijas. Kopējā purvu platība Latvijā ir 645 100 ha, 70% no šīs platības ir dabīgie purvi, kūdras izstrāde notiek tikai 4% purvu platības. Kūdra ir viena no Latvijas nacionālajām dabas bagātībām, pašlaik atradnēs ir uzkrājušies 1,5 mljrd t kūdras. Latvijā atrodas 0,4% no visas pasaules kūdras krājumiem. Mēs esam astotajā vietā pasaulē pēc kūdras krājuma daudzuma uz vienu iedzīvotāju, aptuveni tās ir 750 t uz vienu iedzīvotāju.

Kūdras ieguve, tāpat kā lauksaimniecība, ir ļoti atkarīga no laikapstākļiem un nokrišņu daudzuma, bet atšķirībā no lauksaimniecības kūdras nozare netiek subsidēta. Kūdras nozarei nav samazināts akcīzes nodoklis degvielai, kuru lieto tehnikai purvos, nav piemērots sezonas darbinieka statuss un attiecīgie nodokļu atvieglojumi. Nozare ir patstāvīga un darbojas pēc veselīgiem tirgus principiem.

Atkarībā no nokrišņu daudzuma un saulaino dienu skaita sezonā mainās arī kūdras ieguves apjomi pa gadiem. To ļoti labi atspoguļo kūdras ieguves apjomi beidzamo 11 gadu laikā (1. att.).

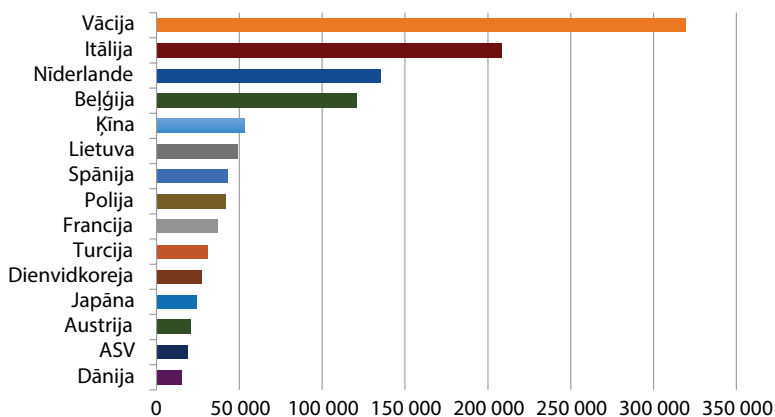


1. attēls. Kūdras ieguve Latvijā tūkst. t no 2006. līdz 2016. gadam (LKA dati)

Kūdra kā resurss lēni atjaunojas. Par vidējo kūdras uzkrāšanās ātrumu tiek pieņemts 1 mm gadā. Jaunākie pētījumi gan pierāda, ka augsto purvu atjaunošanās notiek daudz ātrāk un gadā vidējais pieauguma līmenis ir 3–4 mm. Latvijā dabiskajos purvos uzkrājas aptuveni 800 000 t kūdras gadā, un tas ir tikpat, cik beidzamajos desmit gados caurmērā tiek iegūts.

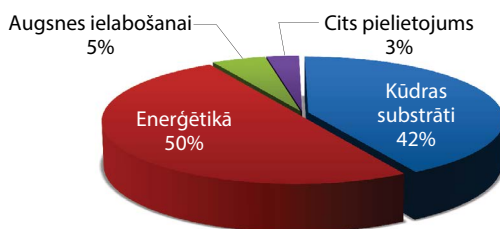
Latvijā galvenokārt kūdras iegūst dārzkopības vajadzībām, pavisam nedaudz aktivētās ogles ražošanai un citām vajadzībām. Lielākoties kūdra tiek izmantota kā substrāts. Baltijas valstu kūdra ir pieprasīta visā pasaulē, tajā audzē dārzeņus, garšaugus, puķes, koku stādus, to izmanto apzaļumošanai.

95% no Latvijā iegūtās kūdras eksportē. Pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem, 2015. gadā tika eksportēti 1,3 mlj t kūdras uz 104 valstīm (2. att.).



2. attēls. TOP 15 valstis, uz kurām eksportē kūdras (t) (CSP dati)

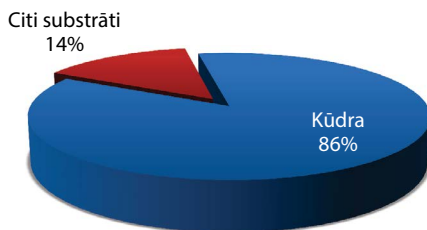
Kopā Eiropas Savienībā gadā vidēji iegūst 68 mlj m³ kūdras, no šī apjoma 50% izmanto enerģētikā, 42% substrātiem, 5% kā augsnes ielabotājus un 3% ir cits izmantojums.



3. attēls. Kūdras izmantošana Eiropas Savienībā (EPAGMA dati)

Profesionāli dārzkopībā izmanto aptuveni 19 mlj m³. Šāds daudzums kūdras nodrošina gandrīz 800 000 darbvietas Eiropā (EPAGMA dati). Latvijā 2015. gadā ieguva 1,2 mlj t kūdras, tas ir, aptuveni 6 mlj m³, tātad mēs **Latvijā saražojam** aptuveni **trešo daļu no Eiropā profesionālajā dārzkopībā izmantotās kūdras**. Latvija ir ļoti nozīmīgs spēlētājs kūdras ieguves jomā Eiropā.

Eiropā profesionālajā dārzkopībā kā substrātu 86% gadījumu izmanto kūdras un tikai 14% gadījumu tiek izmantoti citi substrāti (4. att.).



4. attēls. Substrāti profesionālajā dārzkopībā Eiropā (EPAGMA dati)

Latvijā kūdras iegūšanas procesā vidēji ir nodarbināti 2040 darbinieki, sezonas laikā darbinieku skaits pieaug virs 3000. Tas skaidrojams ar lielo roku darba apjomu gabalkūdras ieguvē, kūdras kluči sezonā tiek pārkrauti ar rokām.

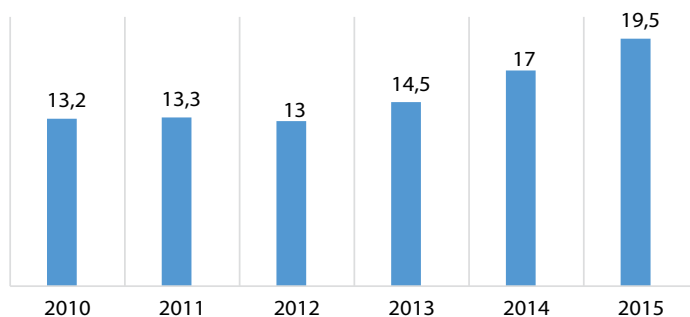
Kūdras ieguves nozare ir cieši saistīta ar citām nozarēm un dod lielu ieguldījumu šo nozaru attīstībā: loģistika – ostas, sauszemes transports, izejmateriālu ražošana – paletes, iepakojuma materiāls, degviela, smērvielas, apdrošinātāji, bankas. Viena tonna kūdras vidēji rada 90 EUR pievienoto vērtību.

Latvijas kūdras ieguves uzņēmumi darbojas galvenokārt Latvijas reģionos, līdz ar to sniedzot nozīmīgu ieguldījumu reģionālajā nodarbinātībā un sociālekonomiskajā jomā.

2016. gada beigās Latvijā kūdras ieguves licenču laukums bija ~ 26 000 ha, kūdra tika iegūta 86 atradnēs.

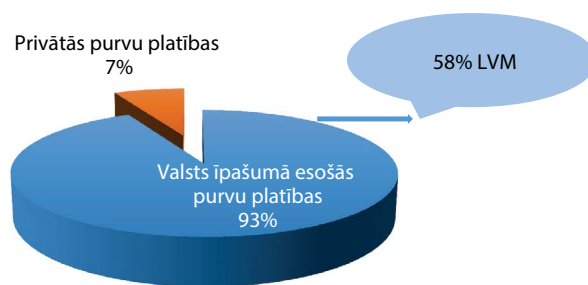
Latvija no Baltijas valstīm ir lielākā substrātu ražotāja, mēs radām produktu ar lielāku pievienoto vērtību.

Kūdras ieguvēji Latvijā veic ievērojamus maksājumus valsts nodokļu kasē (5. att.).



5. attēls. Kūdras nozares nomaksātie nodokļi Latvijā (EUR pa gadiem) (VID dati)

Lielākā daļa kūdras atradņu (vairāk nekā 90%) pieder valstij, un tikai neliela daļa ir privātas. LKA biedru vidū 93% platības pieder valstij, no tām 58% VAS “Latvijas valsts meži”, un 7% platības ir privātas (6. att.).



6. attēls. Kūdras atradnes, kuras pieder LKA biedriem

Latvijas Kūdras asociācija

Latvijā par kūdras ieguves nozari, tās darbību un attīstību jau 20 gadus rūpējas Latvijas Kūdras asociācija (LKA). LKA dibināta 1996. gadā, un tā apvieno 36 dalībniekus, to skaitā 22 biedrus, piecus asociētos biedrus, deviņus goda biedrus.

LKA darbības mērķi ir:

- veicināt Latvijas kūdras ieguves nozares sakārtošanu un sakārtotas biznesa vides radīšanu;
- veicināt kūdras resursu racionālu, videi draudzīgu un ilgtspējīgu izmantošanu, vides daudzveidības un purvu saglabāšanu;
- veicināt nozarei nepieciešamo zinātnisko pētījumu veikšanu;
- iespēju robežās pārstāvēt un aizstāvēt savu biedru un nozares profesionālās, ekonomiskās intereses.

LKA veicina dažādu nozarei nepieciešamu pētījumu veikšanu. Pašlaik LKA ir iesaistījies "Life REstore" projektā "Apsaimniekošanas stratēģija degradēto purvu teritoriju ekosistēmu atjaunošanai un siltumnīcas efekta gāzu emisiju samazināšanai". Projekta mērķis ir uz ekonomiskiem, ekoloģiskiem un sociālvēsturiskiem aspektiem balstītas stratēģijas izstrāde un ieviešana Latvijā degradēto kūdras purvu teritoriju apsaimniekošanai un klimata pārmaiņu negatīvās ietekmes mazināšanai ilgtermiņā. Projekta darbības periods ir no 2015. gada līdz 2019. gadam. Projektā piedalās Dabas aizsardzības pārvalde, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", biedrība "Baltijas Krasti" un Latvijas Kūdras asociācija.

LKA uzskata, ka galvenie jautājumi, kuri tuvākajā laikā būtu jāizpēta, ir:

- kūdras izžūšana un mitrināšana,
- kūdras daudzveidīgās īpašības un tās izmantojums augsnes uzlabošanā,
- kūdras gaisa ietilpība atkarībā no dažādām ieguves tehnoloģijām,
- kūdras substrāta fizikālo īpašību stabilitāte,
- kūdra fasētā substrāta vajadzībām,
- kūdras substrāta presēšana un apjoma zudumi,
- temperatūras izmaiņas kūdras bērtņē, to ietekmējošie faktori,
- tumšās kūdras izmantošanas iespējas un produktu ar augstu pievienoto vērtību radīšana.

Nozares pārstāvji aicina LU un LLU studentus un pasniedzējus šos jautājumus pētīt sīkāk.

ZEMĀ TIPA KŪDRA UN TĀS IZMANTOŠANAS IESPĒJAS

Jānis KRŪMIŅŠ, Māris KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *krumins.janis@hotmail.com; maris.klavins@lu.lv*

Saprātīga purvu un kūdras izmantošana ir būtiska, lai pietiekami daudz purvu saglabātu neskartus, bet izstrādē esošos purvus atgrieztu to sākotnējā stāvoklī un saglabātu to vitāli svarīgās ekosistēmas funkcijas, bet tai pašā laikā apmierinātu pastāvīgi augošās civilizācijas prasības.

Kopumā pastāv trīs galvenie kūdras izmantošanas virzieni: enerģētika, dārzkopība un lauksaimniecība, citi izmantošanas veidi. Līdz pat mūsdienām kūdra (augstā tipa) tikusi izmantota elektroenerģijas ražošanā un apkurē, kā arī māsaimniecībās un dažādiem rūpnieciskiem mērķiem. Kūdra jau izsenis ir zināma kā pakaiši, komposts, augsnes uzlabotājs un augšanas aģents. Viena no nozīmīgākajām kūdras izmantošanas sfērām ir medicīna, kur kūdru var izmantot medikamentu un dažādu terapeitisko aplikāciju ražošanā.

Tikai relatīvi maza daļa pasaules kopējās purvu teritorijas tiek izmantota kūdras ieguvei, lai to izmantotu enerģētikā, dārzkopībā, medicīnā un dažādos rūpnieciskos nolūkos – tie ir 0,1% kopējo kūdras resursu, kas veido aptuveni 5000 km². Līdz 40% Eiropas purvu platības vēsturiski tikuši izmantoti lauksaimniecībā un mežsaimniecībā, savukārt plašas purvu platības Indonēzijā un Malaizijā tikušas pilnībā atmežotas, nosusinātas un pārveidotas lauksaimniecības zemēs un aramzemēs.

Kopš 12. gadsimta kūdra kļuvusi par vienu no nozīmīgākajiem energoresursiem Eiropā. 17. gadsimta sākumā kūdru sāka izmantot kā kurināmo, tekstilrūpniecībā, māla trauku izgatavošanā, alus darināšanā, kā arī augsnes uzlabošanā, bet 18. gadsimta 30. gados tirgū ienāca jauns produkts – Holandes kūdras pelni. Šie pelni tika iegūti pēc kūdras dedzināšanas, apkurinot māju, pelniem bija raksturīgs augsts sāļu saturs, tādējādi tie tika izmantoti kā mēslojums. Šis produkts plašu popularitāti ieguva Holandē, Anglijā, Francijā un Beļģijā. 19. gadsimtā Vācijā tika izstrādāta jauna kūdras ieguves un preses tehnoloģija – tika izgatavotas pirmās kūdras briketes. 20. gadsimta 30. gados tika apzināta kūdras vērtība dārzkopībā, tika izstrādāta jauna kūdras ieguves metode ar vakuumsūkņiem. Mūsdienās, 21. gadsimtā, kūdras izmantošana kurināšanā ir apstājusies, izņemot valstis, kur tā ir saglabājusies kā tradīcija, piemēram, Norvēģijā vai Īrijā. Kanādā visi kūdras krājumi rezervēti primāri izmantošanai dārzkopībā. Skotijā gabalkūdra tiek izmantota skotu viskija izgatavošanas procesā. Miežu iesals tiek žāvēts kūdras dūmos, kas skotu viskijam piedod savdabīgo dūmu aromātu. Purvi, kas izvietoti gar jūras krastu Malaizijā, ir dabiska barjera plūdu ietekmes mazināšanai, jo kūdra absorbē ūdeni, tomēr šāds pielietojums apmežotajās teritorijās ir mazefektīvs kūdras ugunsdrošības dēļ.

Kūdras purvi ir labi pazīstami unikālo konservēšanas īpašību dēļ. Kūdra uzglabā organisko materiālu relatīvi neskartu zemā pH līmeņa (< 4), kā arī skābekļa trūkuma un kūdrā esošā tanīna dēļ. Organiskā viela var tikt tieši uzglabāta kūdrā vai arī apstrādāta ar kūdras ekstraktiem. Tomēr kūdras mikrobiālās aktivitātes dēļ to nerekomendē izmantot tiešā veidā.

Zemā tipa kūdra ir aktuāls izpētes objekts, jo atrast risinājumus zemā tipa purvu un kūdras izmantošanai ir ļoti būtiski gan saimnieciskā, gan arī ilgtspējīgas vides attīstības ziņā. Kā vienu no piemēriem var minēt zemā tipa kūdras resursu ieguvu jau izstrādātajos augstā tipa purvos, tas samazinātu nepieciešamību apgūt vēl neizstrādātus augstā tipa purvus, un tādējādi pietiekams skaits purvu tiktu atstāti neskarti un tiktu uzturētas to vitāli svarīgās funkcijas kā ekosistēmām. Šis pētījumu virziens ir aktuāls arī no tāda aspekta, ka trūkst informācijas par zemā tipa kūdru kā resursu, tā īpašībām, bet esošie pētījumi par zemā tipa purviem pamatā balstās uz bioloģiskas ievirzes studijām, taču ne uz tautsaimnieciski un rūpnieciski nozīmīgu informāciju.

Lietderīgi izmantot iespējams ne tikai pašu kūdru, bet arī purvu teritorijas – tām var būt visai plašs lietojuma spektrs. Piemēram, industriālie un militārie projekti ir tikai daži no purvaino teritoriju izmantošanas veidiem, kas jau tiek praktiski attīstīti pasaulē.

Purvu un kūdras izpētes nepieciešamību pamato arī to vitāli svarīgās funkcijas. Plašākā mērogā apskatot purvus, tai skaitā zemā tipa purvus, var nodalīt piecas ļoti būtiskas purvu funkcijas, kas ietekmē gan apkārtējo vidi, gan arī cilvēku:

- 1) ražošanas funkcija – purvos uzkrājas kūdra, kas ir vērtīgs dabas resurss, taču tai pašā laikā pieejami arī citi resursi (saldūdens, sapropelis, dūņas, dabasgāze u. c.);
- 2) uzturfunkcija – purvus kā teritorijas ir iespējams izmantot dažāda rakstura saimnieciskajai darbībai, piemēram, lauksaimniecībai vai dārzkopībai;
- 3) regulācijas funkcija – purvi kā ekosistēmas regulē klimatu, nosaka hidroloģiskos apstākļus un substrāta sastāvu;
- 4) informatīvā funkcija – pētot purvus, ir iespējams izziņāt cilvēces vēsturi, reliģiskos un filozofiskos aspektus;
- 5) transformācijas funkcija – purvi ir pastāvīgi mainīga vide, kura transformē apkārtējo vidi un kuru transformē apkārtējā vide.

Zemā tipa kūdra dažkārt tiek saukta par melno kūdru, tomēr šis termins nav pilnībā attiecināms tikai uz zemā tipa kūdras nogulumiem, par melno kūdru tiek saukti arī augstā tipa kūdras profila apakšējie slāņi, kur kūdras sadalīšanās pakāpe ir ievērojami augstāka nekā pārējās profila daļās.

Pirmām kārtām zemā tipa kūdras pētniecības novitāte saistās ar jaunu šī derīgā izrakteņa izmantošanas risinājumu izpēti. Taču tas saistāms arī ar zemā tipa kūdras parametru izpētes metodoloģijas attīstīšanu, kas purvu un kūdras izpētē ļauj atklāt kopsakarības starp kūdras fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, ar humifikācijas raksturošanu sārmainā vidē, ar metālu akumulācijas mehānisma interpretāciju zemaajos purvos, arī ar zemā tipa kūdras sorbcijas spēju analīzi, kas ļauj detalizētāk un korektāk izprast purvu veidošanās un attīstības procesus.

Kūdrai piemītošo īpašību kopums ir atkarīgs no tās tipa, ko noteikuši purva veidošanās apstākļi un vide. Tieši kūdras īpašību dēļ augstā tipa kūdra jau gadu tūkstošiem ir zināma kā unikāls konservants, kā pamatā ir purva vides skābums, anoksiskie apstākļi u. c. īpašības; savukārt zemā tipa kūdra izsenis tiek izmantota augšņu uzlabošanai, pateicoties vērtīgajām minerālvielām tās sastāvā. Nevajag aizmirst, ka kūdra ir arī augstvērtīgs izejmateriāls ļoti plašā lietojuma spektrā, to iespējams izmantot, sākot ar lauksaimniecību un beidzot ar celtniecību, medicīnu un pat tekstilrūpniecību. Tomēr vairumā gadījumu tiek izmantota augstā tipa kūdra, un tādēļ aktuāls paliek jautājums – ko iesākt ar zemā tipa kūdru?

Latviju nevarētu nosaukt par purviem bagātāko pasaules valsti, lai gan pēc kūdras krājumiem uz vienu iedzīvotāju Latvija ierindojas 8. vietā pasaulē, tomēr purvu šeit ir ne mazums, un to kopējā platība pārsniedz 10% no kopējās valsts teritorijas; pēc purvu fonda

datiem (pēdējais informācijas apkopojums veikts 1980. gadā), kūdras atradņu kopējā platība Latvijā ir 6811,88 km², kas atbilst 10,5% valsts teritorijas.

Jaunu zemā tipa kūdras izmantošanas risinājumu piemeklēšanas nozīmīgumu pastiprina fakts, ka gandrīz pusi no visiem valsts kūdras laukiem (49,2%) veido zemā tipa purvi, tie ir 5,2% jeb 3358,26 km² valsts teritorijas, ko potenciāli būtu iespējams izmantot tautsaimniecībā un veicināt valsts ekonomiku. Vēl bez šīm milzīgajām platībām zemā tipa kūdra tiek atstāta novārtā, izstrādājot augstā tipa purvus, arī šeit konstatējami vērienīgi zemā tipa kūdras krājumi un pat ar atšķirīgām, unikālām īpašībām salīdzinājumā ar kūdru zemajos purvos. 2014. gada sākumā kūdras ieguve noritēja 4% Latvijas purvu un izstrādāti bija ap 2% – taču nevienā no tiem zemā tipa kūdras ieguve nav un nekad nav bijusi prioritāte. Liela daļa zemo purvu mūsdienās ir nosusinātas mežaudzes, lauksaimniecības zemes vai ganības, tomēr no kopējiem 70% neskarto valsts purvu tie veido ļoti nozīmīgu daļu, un to kūdra var noderēt kā potenciāls derīgais izrakteis jauniem inovatīviem izmantošanas risinājumiem.

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra fondā pieejama informācija par vairāk nekā 9600 dažādām kūdras atradnēm, no kurām daļa vēl joprojām atrodas neskartā stāvoklī, daļa ir meliorētas, savukārt daļa apmežotas. Saimnieciskā darbība norisinās tikai 3% atradņu, 20% atrodas dažādās aizsargājamās teritorijās, bet vēl 20% tuvu aizsargājamajām teritorijām ar būtisku ietekmi uz tām (kopumā līdz pat 40% purvu kūdras ieguve nav atļauta). Ap 10% no visām kūdras atradnēm ir lielākas par 100 ha – lielākā kūdras atradne Latvijā ir Teiču purvs, kura platība ir 19 587 ha.

Par potenciālām kūdras atradnēm ir pamats uzskatīt purvus, kuros kūdras slānis ir vismaz 0,30 m biezs vismaz 2 ha platībā, bet rūpnieciski iegūstamais derīgais slānis ir vismaz 0,90 m biezs vismaz 1 ha platībā. Pie kūdras atradnēm pieskaitāmas arī jau reiz izstrādātas un nosusinātas platības ar nosacījumu, ka kūdras slāņa dziļums ir vismaz 0,70 m.

Tiek lēsts, ka potenciāli izmantojamie kopējie kūdras krājumi ar nosacījumu, ka kūdras mitrums pārsniedz 40%, Latvijas teritorijā ir ap 1,5 mljrd t, tomēr detālas informācijas par to trūkst (it īpaši trūkst datu par zemajiem purviem, kas no šāda aspekta nav pētīti). Kūdras krājumu ziņā Latvija ir otrajā vietā starp Baltijas valstīm – Igaunijā 2,4 mljrd t, Lietuvā 0,9 mljrd t dažāda tipa kūdras. Kūdras krājumi nemitīgi atjaunojas (Lai gan Eiropas Savienības normatīvos tā netiek skatīta kā atjaunojamais resurss), gada laikā netraucētos apstākļos kūdras slānis pieaug par 0,5 līdz pat 4 mm, kas atbilst aptuveni 0,7–1 mlj t kūdras krājumu – dabiskais kūdras pieaugums gada laikā pārsniedz kūdras ieguves apjomus gada laikā. Detāli izpētīti ir 160 mlj t kūdras krājumu purvos, kur vēl nav sākusies ieguve. No detāli pētītajiem kūdras krājumiem 35% jeb 55 mlj t atrodas aizsargājamās teritorijās, kur saimnieciskā darbība ir liegta.

Zemā tipa kūdras krājumi konstatējami gan zemā tipa purvos, gan arī augstā tipa un pārejas tipa purvos, un potenciāli to ieguve iespējama neatkarīgi no purva veida, tomēr atkarībā no purva veida būtiski atšķirsies zemā tipa kūdras īpašības. Zemā tipa kūdras krājumi, kas tiek atsegti pēc augstā tipa kūdras norakšanas, ir sausā stāvoklī, un kūdras virskārta ir cieta un oksidējusies, savukārt zemā tipa kūdras krājumiem dabiskos apstākļos ir atšķirīgu īpašību kopums. Konkrēts zemā tipa kūdras krājumu apjoms Latvijā nav zināms, jo šāda veida pētījums līdz šim nav veikts un ir nepieciešams to detalizēti izvērtēt, apsekojot purvus dabā un analizējot purvu datubāzes, tāpat nepieciešams būtiski koriģēt un atjaunot esošās datubāzes.

2010. gada nogalē Latvijā ar kūdras ieguvi nodarbojās 29 uzņēmumi, 69 atradnēs iegūstot ap 600–900 tūkst. t kūdras gadā, 15 no šiem uzņēmumiem iegūst līdz 75% no kopējā resursu apjoma. Kūdras ieguvē jāievēro specifiski priekšnosacījumi – pastāv ierobežots kūdras daudzums, kuru drīkst norakt no hektāru plašas platības. Piemēram, gada laikā no

hektāru plašas purva teritorijas atļauts norakt 500 m³ frēzkūdras. Kūdras ieguvē nepieciešamais kūdras apjoms tiek iegūts, purvā vēršoties plašumā, bet ne dziļumā – dziļumā virzās, pakāpeniski norokot un izžāvējot slāni pa slānim un pamazām nosusinot purvu. Purvs jānosusina tik tālu, lai kūdras mitrums būtu mazāks par 40%.

Kūdras ieguve būtiski izmaina ainavu un ietekmē bioloģisko daudzveidību purvos. Pirms kūdras ieguves purvu masīvi tiek nosusināti un noņemts veģetācijas slānis, tādējādi izmainot dabisko vidi purvā. Pilnībā norokot augstā tipa kūdru, tiek atsegta katotelā bijusi zemā tipa kūdra, kas strauji oksidējas, kļūst par degradētu katotelmu un vēlāk faktiski par jaunu akrotelmu, tomēr, tā kā zemā tipa kūdras īpašības atšķiras no augstā tipa kūdras, tad arī tās īpašības kā substrātam būtiski atšķiras un pēc kūdras ieguves nav iespējams ieviesties tādai pašai veģetācijai (vai to reveģetizēt), kāda bijusi pirms kūdras ieguves.

Zemo purvu saglabāšanā ļoti liela nozīme ir antropogēnajiem faktoriem, tos labvēlīgi ietekmē katram purva augāja tipam atbilstoša apsaimniekošana – pļaušana vai ekstensīva ganišana, šis darbības aiztur apstākļu maiņu purvā un pakāpenisku transformāciju pārejas un augstā tipa purvos.

Kūdra tiek iedalīta pēc sadalīšanās pakāpes pēc Rietumvalstīs pieņemtās von Posta skalas (H), tajā kūdru iedala no H1 līdz H10. Vispieprasītākā ir augstā tipa kūdra, visvairāk tieši augstā tipa kūdras virsējie slāņi, kuriem raksturīga viszemākā sadalīšanās pakāpe, kas, pēc von Posta skalas, atbilst H2–H4, šo kūdru izmanto augkopībā. Apakšējos augstā tipa kūdras slāņus, kuriem raksturīga augstāka sadalīšanās pakāpe – H5–H8, iespējams izmantot enerģētikā kā kurināmo.

Kūdra kā vietējais energoresurss 2010. gadā Latvijas primāro resursu bilancē veidojis 0,05% no kopējā visu energoresursu patēriņa, kopumā enerģijas ražošanā patērējot 10 000 t.

Zemā tipa kūdras ieguve izstrādātajos augstā tipa purvos ļauj turpināt kūdras tirgu Eiropas Savienībā arī pēc augstā tipa kūdras ieguves ierobežošanas 2020. gadā, jo nav nepieciešams uzsākt kūdras ieguvu vēl neskartajās teritorijās, kas būtiski izmainītu bioloģisko daudzveidību. Tomēr jāreķinās, ka tirgus ir jāpārorientē citos virzienos, jo zemā tipa kūdru nav iespējams pilnībā izmantot tādos pašos veidos kā augstā tipa kūdru.

Kūdras veidošanās process

Organiskās vielas humifikācijas process veicina substrāta auglību – tā laikā palielinās augsnes mikroporozitāte, līdz ar to palielinās arī ūdens ietilpība, kas uzlabo augsnes īpašības un veicina purva veģetācijas attīstību. Lielie organiskie molekulārie savienojumi, uzņemot skābekli, ģenerē daudz aktīvu negatīvi lādētu molekulu virsmu, kas saista augu barības vielās esošos pozitīvi lādētos jonus – katjonus. Tādējādi katjoni efektīvāk iesaistās jonu apmaiņas procesos un ļauj augsnes mikroorganismiem intensīvi baroties un reproducēties. Aerobie mikroorganismi veicina organiskās vielas sadalīšanās procesu, kā rezultātā veidojas pirmie kūdras slāņi un aizsākas purva attīstība. Organiskā viela raksturojama ar ķīmisko formulu CH₂O, kas aerobo mikroorganismu iedarbības rezultātā sadalās par CO₂ un H₂O – ūdens, kas rodas kā blakusprodukts, ir papildu barības rezerve purva veģetācijai. Zemākajos kūdras slāņos – katotelmā, kur skābekļa ietekme ir niecīga vai tās nav vispār, darbojas anaerobie mikroorganismi, šeit, lai arī nedaudz, aizvien norisinās organiskās vielas sadalīšanās, tā sadalās par CH₄ un CO₂.

Kūdras humuss var variēt no sadalīšanās procesu uzsākušas organiskās vielas, nevienbādas konsistences materiāla ar redzamām, taču neidentificējamām augu atliekām līdz pilnībā humificētai amorfai organiskai vielai. Humusam nav specifiskas, noteiktas formas, struktūras vai uzvedības organiskajā vielā, šie parametri ļoti variē. Tomēr vērā ņemams ir aspekts, ka, aplūkojot humificētu organisko vielu mikroskopā (iepriekš neveicot nekādas

ķīmiskas manipulācijas ar paraugu), tajā redzami tievi, smalki stiebrīņi, pēc kuriem iespējams skaidri identificēt augu, dzīvnieku vai mikroorganismu atliekas, kas tikušas degradētas mehāniski, taču ne ķīmiski. Atmirušās augu daļas, augu atliekas satur dažādas organiskās vielas: cukurus, cietes, proteīnus, lignīnu, dažādas organiskās skābes, sveķus, vaskus u. c.

Organiskās vielas noārdīšanās process (sadališanās) aizsākas ar cukura un cietes sadalīšanos, to pastiprina dažādi augsni irdinoši organismi, piemēram, slietas. Vienkāršākie proteīni, organiskās skābes, cukuri un ciete sadalās jau humifikācijas procesa sākuma epizodēs, bet sarežģītākie proteīni, tauki, vaski un sveķi paliek relatīvi nemainīgā stāvoklī ilgāku laika posmu.

Visiem purvu biotopiem raksturīga kūdras veidošanās un uzkrāšanās – vidējais kūdras pieaugums ir ap 1 mm gadā, tomēr būtiskas ir kūdras uzkrāšanās ātruma atšķirības starp purvu tipiem. Zemajos purvos kūdras uzkrāšanās ātrums ir ievērojami lēnāks salīdzinājumā ar augstajiem purviem, vislēnāk kūdra uzkrājas avoksnāju purvos.

Purvi ar platību virs 1 ha aizņem 10,5% valsts teritorijas (6811,88 km²), apmēram pusi no tiem veido zemā tipa purvi. Zemā tipa purvi aizņem 49,3% no kopējās purvu kopplatības, augstā tipa purvi – 41,7%, bet pārejas tipa purvi – 9%, tātad zemā tipa purvi ir sastopamākais purvu tips valsts teritorijā, bez tam ievērojami zemā tipa kūdras krājumi ir arī lielā daļā augstā un pārejas tipa purvos, kas zemā tipa kūdras padara par potenciāli perspektīvu derīgo izraktēni un pastiprina nepieciešamību pēc padziļinātas zemā tipa kūdras īpašību izpētes.

Purvi veidojas pārmitros apstākļos, pārpurvojoties minerālgruntij vai aizaugot ūdensstilpēm, kā arī kombinētos apstākļos. Zemā tipa purvi veidojas, galvenokārt aizaugot ezeriem, kā arī vecupēs. Par purva ģenēzi liecina zemāk iegulošie nogulumi – ja pagulslāni veido sapropelis, tad šis purvs veidojies ūdenstilpes aizaugšanas rezultātā, jo sapropeli veido sadalījušās ūdensaugu un ūdensorganismu atliekas.

Zemajos purvos dominē galvenokārt dažādi grīšļu paveidi, kā arī citi ziedaugi, piemēram, niedres, puplakši, meldri u. c. Šī iemesla dēļ zemos purvus mēdz dēvēt par zāļu purviem. Vietumis zemajos purvos ir konstatējamas arī augstajiem purviem raksturīgās sfagnu sūnas, tomēr to loma uz kopējā fona ir niecīga. Ja zemais purvs tiek saglabāts neskartā stāvoklī, tas pakāpeniski aizaug ar kārklu, bērzu un alkšņu audzēm.

Zāļu purvi iedalāmi vairākās klasēs gan pēc barības vielu pieejamības, gan pēc to novietojuma reljefā. Kalcifilie zāļu purvi sastopami teritorijās, kur izplūst ar kalciju un magniju piesātināti pazemes ūdeņi. Šie purvi pieskaitāmi pie “bagātajiem” zāļu purviem. Visbiežāk kalcifilo purvu pamatnē atrodas kalciju saturoši nogulumi, piemēram, kaļķakmens cilmiezis. Augstais kalcija saturs substrātā nosaka specifiskas augu valsts attīstīšanos – šeit sastopamas dažādas retas augu sugas, kā, piemēram, Devela grīslis, rūsganā melncere, bezdelīgactiņa vai kreimule un dažādas orhideju sugas. Latvijas teritorijā kalcifilie zemie purvi identificējami ap lagūnas tipa ezeriem, tipisks piemērs ir Engures ezera apkārtnē. Kalcifilie zāļu purvi sastopami reljefa ieliecēs ar apgrūtinātu gruntsūdens noteci, retos gadījumos arī ezeru sliktņās. Kūdras slānis var būt līdz 5 m biezs. Paaugstināto kalcija saturu substrātā rada kalcifilu gruntsūdeņu pieplūde, kalciju saturoši cilmieži, augsta gliemežvāku koncentrācija kūdrā. Kalcifilās kūdras vairumā gadījumu ir bagātas arī ar magniju un kāliju, tomēr gandrīz vienmēr tajās ir zems slāpekļa un fosfora saturs. Kūdras pH pārsniedz 6.

Latvijas teritorijā sastopami arī bioloģiskās daudzveidības un barības vielu pieejamības ziņā ievērojami nabadzīgāki zāļu purvi. Atsevišķos gadījumos veģētācijas sastāvā ietilpst vien tikai kādas vienas grīšļu sugas vienlaidus audzes. Tipiskākās augu sugas šādos purvos ir pūkaugļu grīšļi, uzpūstie grīšļi, dzelzszāles, divputekšņlapu grīslis, kā arī augstais grīslis.

Zemo purvu ieplakās veģētācijā augstu īpatsvaru veido dažādas brūno sūnu sugas, kā, piemēram, atrotītā sirpjlaie vai dižsirpe, arī kukaiņēdājaugi – pūslenes.

Purvu teritorijās ap avotiem veģetācijas raksturs ir atkarīgs no avotu ūdeņu sastāva. Visbiežāk avotu ūdeņi ir bagāti ar dzelzi, kas pieļauj veģetācijas raksturā ļoti plaša spektra variācijas. Avotu ūdenim raksturīgs augsts kalcija saturs, taču veģetācijā raksturīgs kalcifilajiem purviem raksturīgais augu spektrs.

Kūdras īpašības

Kūdras īpašības (sk. 1. tabulu) neatkarīgi no tās tipa atspoguļo kūdras veidošanās vidi, procesu attīstību un kūdru veidojošo augu tipus. Šie faktori arī veido galveno pamata bāzi tālākai kūdras klasifikācijai un īpašību novērtēšanai.

Kūdras fizikālās īpašības iekļauj sadalīšanās pakāpi, ūdens saturu, blīvumu un citas īpašības. Kūdras sadalīšanās pakāpe ļoti variē, zemā tipa kūdrai vairumā gadījumu ir visaugstākā sadalīšanās pakāpe, lai gan kūdras uzkrāšanās ātrums ir vislēnākais.

Kūdras sadalīšanās pakāpe ir atkarīga no tās uzkrāšanās vides un to veidojošajiem augiem, kā arī no šo augu īpašībām. Kūdras sadalīšanās pakāpe ir organiskās vielas proporcija kūdrā, kas ir zaudējusi savu struktūru augu daļiņu sadalīšanās rezultātā.

Sadalīšanās pakāpe variē robežās no 5 līdz 70%, par stipri sadalījušos kūdru uzskata masu, kas sadalījusies vairāk nekā par 40%. Latvijas apstākļos, pateicoties klimata sezonālitātei, kūdrai vairumā gadījumu ir augsta sadalīšanās pakāpe, tomēr jāņem vērā, ka augstā tipa kūdra tās īpašību dēļ nebūs sadalījusies vairāk kā par 25%. Visaugstākā sadalīšanās pakāpe raksturīga zemā tipa koku un koku-zāļu kūdrām, kuru sadalīšanās pakāpe var sasniegt minētos 70%.

Kūdras mitrums – absorbcijas kapacitāte un ūdens atdeve – arī ir izmērāmi lielumi. Visaugstākais ūdens saturs raksturīgs sfagnu kūdrai, bet viszemākais – koku-zāļu kūdrai (tas ir zemā tipa kūdras veids).

Kūdras īpatnējais blīvums ir cieši saistīts ar augu daļiņām, kā arī kūdras mineralizāciju, tas ir relatīvi neliels un parasti variē 1–1,6 kg m⁻³ robežās. Kūdras dabiskais blīvums ir atkarīgs no pelnainības, sadalīšanās pakāpes un augu daļiņām, arī šī parametra vērtības ir zemas – 0,1–0,5 mg m⁻³.

Kūdras ķīmiskās īpašības veido elementsastāvs, organiskā viela un pelni. Pieci bāzes pamatelementi ir ogleklis, ūdeņradis, skābeklis, slāpeklis un sērs. Šo elementu proporcijas kūdrā ierindo šo derīgo izrakteņi starp koksni un oglēm. C, H, N, S saturs ļoti vāji humificētā kūdrā (baltā kūdra) ir tuvs saturam koksnē, savukārt to saturs ļoti intensīvi sadalītā kūdrā (melnā kūdra) ir tuvs C, H, N, S saturam lignīnā.

Kūdras organiskie komponenti iedalāmi četrās izteiktās grupās: 1) bitumi, 2) celuloze (u. c. ūdenī šķīstošie savienojumi), 3) humīnskābes un fulvoskābes, 4) lignīns, kutīns, suberīns (u. c. ūdenī nešķīstošie savienojumi).

Raksturojot kūdras pelnu elementsastāvu, var secināt ka līdz pat 90% sastāva veido Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na un P.

Raksturojot kūdras īpašības, kā pašas svarīgākās var nodalīt fizikālo un ķīmisko īpašību kombināciju – fizikālķīmiskās īpašības. Piemēram, daļiņu izmēra dispersija, kam ir būtiska loma, raksturojot kūdras struktūru, vai kūdras skābums, kas ir nozīmīgs indikators kūdras izcelsmes izpētē un tās izmantošanas jomās.

Zemā tipa kūdru veido dažādu eitrofo augu atliekas ar ievērojami augstu sadalīšanās pakāpi un liela minerālo daļiņu piedeva. Kūdras krāsa vairumā gadījumu ir ļoti tumša, pat melna, taču atsevišķos gadījumos tās krāsa var būt arī gaišākos toņos. Vides pH vērtība ir 4–6, atsevišķos gadījumos pārsniedz arī 7. Vides bāziskums ļauj izvērtēt zemā tipa kūdras opcijas kā biosorbentam vai sanācības materiālam, jo, kā zināms, ja ir augstāks pH, norisinās intensīvāka sorbcija, tādēļ ir vērtīgi izvērst pētījumus šajā jomā.

I. tabula. Kūdras fizikāli ķīmisko parametru vērtības atkarībā no tās veida

Parametrs	Mērvienība	Zemā tipa kūdra		Augstā tipa kūdra	
		no	līdz	no	līdz
Organiskā viela	%	50	97	88	99
Neorganiskā viela	%	3	8,5	2	4
Dabiskais mitrums	%	90	95	85	95
Sadalīšanās pakāpe	%	27	55	5	13
	H indekss	H5	H10	H1	H4
Īpatnējais blīvums	g/cm ³	1,26	1,80	0,30	1,20
Porozitāte	%	78	93	89	97
Pelnainība	%	3	8,5	0,5	3,5
Karbonāti	%	1,8	4,9	0,1	3,5
Silikāti	%	2,1	3,6	0,5	3
Fluorescences indekss	-	0,75	1,2	1	1,4
Humifikācijas indekss	-	0,2	0,8	0,2	0,5
Termogravimetrijas indekss	-	0,32	1,56	-	-
Īpatnējās virsmas laukums	m ² /g	1,53	4,35	2	3,02
Siltumvadītspēja	W/m ⁻¹ K ⁻¹	-	-	-	0,25
pH vērtība	-	4,5	7	3	4
Kalcijs	g/kg	4,6	171	0,80	13,79
Kālijs	mg/kg	1,6	498	220	400
Nātrijs	mg/kg	25	217	62	270
Hemiceluloze	%	11,04	32,14	9,12	18,08
Celuloze	%	0,96	3,84	3,55	11,05
Bitumi	%	2,24	6,16	3,75	10,25
Lignīns	%	8,47	16,13	4,52	9,88
Hidrolizējamie savienojumi	%	19,1	31,3	23,44	48,16
Humīnskābes	%	34,01	45,99	14,16	35,24
Fulvoskābes	%	11,7	19,3	13,79	19,41
Ogleklis	%	41	63	40	60
Ūdeņradis	%	3	6	4	7
Slāpeklis	%	0,5	2,9	0,4	2,8
Sērs	%	0	0,5	0,5	1,5
Skābeklis	%	31	57	34	46
Dzelzs	g/kg	0,52	43,1	0,2	0,4
Cinks	mg/kg	0,2	32	1,8	83,3
Varš	mg/kg	0,1	20	0,1	3,5
Kadmījs	mg/kg	0,03	0,8	0,01	0,8
Kobalts	mg/kg	0,03	2	0,03	0,98
Hroms	mg/kg	0,09	2	0,6	1,5
Niķelis	mg/kg	0,16	5,47	0,1	76
Svins	mg/kg	0,5	44	0,05	30

Lai arī zemā tipa kūdra var sastāvēt no dažādiem zālaugiem, lakstaugiem u. c. augiem, tomēr dominējošās sugas ir mitrumu mīlošie grīšļi un niedres. Zemā tipa kūdra sastāv galvenokārt no dažādām grīšļu, koku–grīšļu, koku–zāļu, hipnu un niedru kūdras slāņu variācijām. Galvenie kūdras veidojošie augi ir grīšļi: *Carex lasiocarpa*, *C. limosa*, *C. riparia* un niedres *Phragmites australis*, ko papildina koku un koku (pārsvārā priežu un bērzu) atliekas.

Zemā tipa kūdras struktūra salīdzinājumā ar augstā tipa kūdras masu ir vienkāršāka, kūdras masa ir viendabīga, tajā ir daudz humusa tumšās masas, tomēr augu atliekas ir grūti identificēt to augstās sadalīšanās pakāpes dēļ. Bagātīgā zālaugu un koksnes satura dēļ zemā tipa kūdrai ir raksturīgs augsts celulozes saturs, kas ļauj apdomāt kūdras izmantošanas perspektīvas celulozes un papīra rūpniecībā. Pasaulē zināma ir prakse izmantot kūdras tekstilrūpniecībā, un arī Latvijas zemā tipa kūdras, lielākoties niedru kūdras, ir iespējams pārvērst/transformēt kūdras šķiedrā un izgatavot vilnai līdzvērtīgu apģērbu papildinājumā ar kūdras ārstnieciskajām īpašībām un dažādas galantērijas preces – somas, futlārus u. c.

Ja salīdzina kūdras slāņa biezumu, tad daudzos gadījumos zemajos purvos tas ir plānāks nekā augstajos vai pārejas tipa purvos, jo zemā tipa kūdras veidošanās pamatā ir intensīva augu materiāla sadalīšanās, kas padara kūdras slāņus blīvākus un kompaktākus, taču zemie purvi aizņem lielākas platības, tādējādi relatīvi ātri un efektīvi ir iespējams izstrādāt lielas platības.

Raksturīgi, ka zemās kūdras mineralizācijas pakāpe vidēji ir 5–15%, kas ir augstākais rādītājs starp kūdras tipiem, un lielā sausā atlikuma dēļ šo kūdras netiek rekomendēts izmantot kurināšanā vai enerģētikā.

Raksturojot zemā tipa kūdras ķīmisko sastāvu, ir iespējams izvērtēt kūdras veidošanās apstākļus, purva mijiedarbību ar apkārtējo vidi, rezultātā atpazīt un raksturot agrinās diaģenēzes stadiju – etapu, kad organiskās nogulas kļūst par kūdras nogulumiem, un galu galā ir iespējams izvērtēt arī zemā tipa kūdras izmantošanas perspektīvas.

Runājot par dažādiem zemā tipa kūdras fizikālajiem parametriem, var teikt, ka tie ļoti variē un ir atkarīgi no purva atrašanās vietas un vides ietekmes, tādēļ to tieši salīdzināt ar augstā tipa kūdras ir sarežģīti, tomēr iespējams vilkt zināmas paralēles.

Zemā tipa kūdrai ir raksturīga augstāka dabiskā mitruma pakāpe, no nokrišņiem uzņemto mitrumu papildina gruntsūdeņu pieplūde, kā arī dažādas ūdenstilpes un ūdensteces.

Vides aktivitātes, ģeodinamisko procesu dēļ norisinās arī intensīva minerālo daļiņu piensese, un zemās kūdras pelnainība atsevišķos gadījumos var pārsniegt pat 30%, lai gan vidēji tā ir 5–15% robežās.

Zemās kūdras pH reakcija ir vāji skāba, kūdras skābums palielinās līdz ar dziļumu (pastāv atkarība no nogulumiem purva pamatnē), tomēr vairumā gadījumu tas nav mazāks par 5.

Zemās kūdras īpatnējās virsmas laukums ir neliels – 1–5 m²/g, kūdras tipiem ar mazāku sadalīšanās pakāpi tas ir lielāks nekā kūdrām ar augstāku, taču šo laukumu ir iespējams palielināt, kūdras dažādi modificējot. Neapstrādātas zemā tipa kūdras sorbcijas īpašības kopumā ir zemākas nekā augstā tipa kūdrai, tomēr viss ir atkarīgs no paša sorbcējamā materiāla, un kopumā zemā tipa kūdra tās botāniskā sastāva variabilitātes un komplekso īpašību dēļ uzskatāma par potenciālu biosorbentu. Visos gadījumos sorbcijas mehānisms norit pēc Freundliha modeļa (adsorbcijas īpašības ir atkarīgas no kūdras virsmas heterogenitātes) un ķīmisko elementu sorbcijas kapacitāte ir būtiski atkarīga no skābekli saturošo funkcionālo grupu intensitātes un kūdras sadalīšanās pakāpes. Palielinot absorbējamā metāla koncentrāciju, kūdras paraugā samazinās Ca un Mg daudzums, kā arī relatīvi augstā pH vērtība, kas vairumā gadījumu ir virs 5 elementu akumulācijai un migrācijai ļauj

norītēt daudz intensīvāk, tomēr dabiski augstais metālisko elementu saturs ievērojami limitē kūdras kā biosorbenta sorbcijas kapacitāti.

Viena no būtiskākajām zemā tipa kūdras īpašībām, lai izvērtētu tās potenciālu izmantošanu, ir metālu saturs, it sevišķi smago metālu saturs, zemā tipa kūdrā metālu saturs ir augstāks nekā augstā tipa kūdrā. Tomēr pētījumi rāda, ka metālu saturam kūdrā nav būtiskas ietekmes uz kūdras sastāvu un tā mainību. Metālu saturu nosaka kūdras slāņa dziļums (augšējos slāņos būs vairāk antropogēnas izcelsmes elementu, bet dziļākos slāņos – dabiskas izcelsmes elementu), vides pH līmenis, oksidācijas pakāpe un materiāla piense no purva sateces baseina. Zemā tipa kūdras profilā dominē 13 pēc satura izplatītākie metāli, kas grupējas sārnu, sārmzemju, pārejas un citu metālu klasēs. Metāli ar augstāko koncentrāciju tāpat kā augstā tipa kūdrā ir Ca, Fe, Mg, Na, K, Zn, Mn, Pb, Cu, Ni, Cr, Cd, Co, tomēr šajā gadījumā to koncentrācija ir ievērojami augstāka, īpaši Fe, Mg un Fe, kuru saturs mērāms gramos. Svarīgi, ka jaunu elementu akumulācija zemā tipa kūdrā norit, pateicoties apmaiņas reakcijām starp Ca un Mg joniem. Lai arī kopējais metālu saturs zemā tipa kūdrā ir augstāks salīdzinājumā ar augstā tipa kūdru, tajā ir mazāk svina un kadmija, kas ir nozīmīgi vidi piesārņojoši smagie metāli. Visbiežāk zemā tipa kūdras slāņos ar metāliem mijiedarbojas kadmijijs, kālijs, kalcijs un dzelzs. Pētījumi rāda, ka zemā tipa kūdrā ir atšķirīga metālisko elementu savstarpējā mijiedarbība, un tādu elementu kā niķeļa, kobalta vai cinka satura pieaugums akrotelma slānī ievērojami samazina Mg un Ca saturu, augstā tipa kūdrā šie paši elementi Mg koncentrāciju neietekmē.

Raksturojot hidroloģiskās zonas zemā purva profilā, jāuzsver, ka skābekļa piekļuves zona – akrotelms – zemajos purvos ir ievērojami biežāka nekā augstajos purvos, tāpat krāsāk izteikta ir arī katotelma (bezskābekļa zona) mijiedarbības zona ar pagulslāni, ko nosacīti varētu dēvēt par hedotelmu.

Zemā tipa kūdras elementsastāva C, H, N, O kvantitatīvie rādītāji būtiski neatšķiras no augstā tipa kūdras rādītājiem: > 50% C, > 40% O, > 5% H, tomēr atšķirība parādās slāpekļa saturā, zemā tipa kūdrā tas ir redzams vairāk nekā augstā tipa kūdrās. Augsts slāpekļa saturs ir tieši grīšļu un niedru kūdras tipam. Organiskās vielas transformācijas ķēdē zemā tipa kūdra atrodas blakus augstā tipa kūdrai, tās H/C rādītāji ir zemāki, taču O/C rādītāji augstāki.

Zemā tipa kūdras minerālais komponents sastāv galvenokārt no kalcīta, anhidrīta, kvarca un dolomīta graudiņiem, dolomīta graudiņu īpatsvars palielinās līdz ar dziļumu.

Gan zemā tipa kūdras paraugu diferenciālā termālā analīze, gan arī termogravimetriskā analīze norāda uz komplicētāku sastāvu salīdzinājumā ar augstā tipa kūdru. Diferenciālās termālās liknes rāda, ka pievadītā siltuma rezultātā pārmaiņas paraugā ir biežākas, lai gan ir vērojamas arī līdzības ar augstā tipa kūdru. Būtisks faktors, kas nosaka šīs atšķirības, ir bagātīgais zemā tipa kūdras botāniskais sastāvs, ko veido lai arī samērā vienkāršie, taču dažādie augi. Zemā tipa purvu veģetācijā esošajiem augiem sastāvā ir daudz vairāk lignīna un dažādu tā atvasinājumu, kā arī augstāks celulozes saturs. Salīdzinājumā ar augstā tipa kūdru zemā tipa kūdrā ir vairāk polisaharīdu, celulozes un lignīna, kas redzami iezīmējas diferencīālajās termālajās liknēs.

Galvenās funkcionālās grupas zemajā kūdrā ir tādas pašas kā augstā tipa kūdrā – spirti, cukuri, ogļūdeņraži un karboksilskābes, tomēr atšķiras to intensitāte, piemēram, spirti ir mazāk, bet cukuri (polisaharīdi) vairāk izteikti. Zemā tipa kūdras hidroksilgrupām raksturīga visintensīvākā mijiedarbība ar pārējām funkcionālajām grupām kūdras sastāvā, tam par iemeslu var būt kūdras adsorbētāis ūdens, kura daudzums variē atkarībā no kūdras slāņa iegulas dziļuma. Funkcionālo grupu saturs zemās kūdras sastāvā ir būtiski atkarīgs no iegulas dziļuma un kūdras sadalīšanās pakāpes; pieaugot sadalīšanās pakāpei,

funkcionālās grupas, kas ir raksturīgas “pirkstu nospiedumu” reģionam, sabrūk un tiek aizvietotas ar stabilākiem un noturīgākiem savienojumiem. Saistībā ar zemā tipa kūdras augsto sadalīšanās pakāpi alkēni un benzēni (C=C saite) tiek pilnībā aizvietoti.

Metožu klāsts vienmēr būs atkarīgs no konkrētā zinātnes virziena, jo katrai nozarei ir tai raksturīgi regulēšanas mehānismi un līdz ar to arī specifiskas metodes. Gan vides zinātnē, gan ģeoloģijā un vairumā gadījumu arī citās dabaszinātnēs ir iespējams nodalīt četras galvenās metožu grupas: priekšizpētes metodes, lauka darbu metodes, laboratorijas darbu metodes, kamerālo darbu metodes.

Korekta priekšizpētes un lauka darbu metožu izvēle ir būtiskākais priekšnosacījums sekmīgai pētījuma virzīšanai un ticamu rezultātu iegūšanai. Tomēr ir jāņem vērā, ka jebkuru no uzskaitītajām metodēm caurvij arī netaustāmas, prāta līmenī esošas metodes. Metodes, kas tiek izmantotas vien empīriskā un teorētiskā līmenī, ir analīze un sintēze, indukcija un dedukcija, apstākļu modelēšana, kā arī vēsturiskā un loģiskā izziņa. Šīs prāta līmeņa metodes sniedz sapratni par praktiskajām metodēm un ļauj analizēt un sintezēt ar to palīdzību iegūtos rezultātus, kas rezultātā noved pie pētāmās problēmas atrisinājuma un secinājumiem.

Neviens praktiskais pētījums nevar notikt bez teorētiskā pamatojuma, zināšanas ir jā-sistematizē un jānoformē ar zinātniskās valodas palīdzību. Teorētisko pamatni zinātniskajai izpētei dabaszinātnēs sniedz detalizēta pētāmās problēmas priekšizpēte (pirmsizpēte). Smalka izpētes problēmas analīze ļauj sniegt pamatojumu konkrētā izpētes objekta izvēlei. Turklāt izpētes objekta detaļa pirmsizpēte sniedz iespēju izvērtēt pētījuma teritorijas ģeoloģiskos un vides apstākļus un ar deduktīvajām metodēm izvēlēties potenciālos izpētes punktus un izveidot to izvietojuma tīklu. Atkarībā no izpētes mērķa priekšizpētes etapā tiek izveidota priekšnosacījumu sistēma, pēc kuras rīkoties turpmākajā izpētē.

Noņemot nogulumu paraugus jebkādu dabisko ķīmisko procesu norišu analīzei zemā tipa kūdras nogulumos, ir nepieciešams ievērot vairākus būtiskus noteikumus, kas ir jāiekļauj šajā priekšnosacījumu sistēmā, bet kā izpētes objektu ir iespējams izmantot jebkuru zemā tipa purvu, ja vien tā apstākļi pilnībā sakrīt ar noteiktajiem kritērijiem. Pirmkārt, kūdras profila virsējā daļa un pamatnes daļa ir deformētas un tādējādi neraksturo dabisko procesu attīstību. Kūdras profila pamatnes daļa ir deformēta purva veidošanās sākuma etapā, kā arī formējoties jaunākiem kūdras slāņiem. Savukārt augšējā daļa ir būtiski izmainīta antropogēnās ietekmes rezultātā (gruntsūdens un atmosfēras piesārņojums utt.), tāpēc ir problemātiski nodalīt dabiskās parametru vērtības no izmainītajām, tādēļ var rasties kļūdaina apstākļu attīstības interpretācija un no šīm profila daļām noņemtie paraugi nav izmantojami ķīmisko procesu rekonstrukcijai, tomēr tie noder, piemēram, atmosfēras sastāva izmaiņu pētījumos. Otrkārt, sākotnēji izpētei ir jāizvēlas vienkāršas ģeoloģiskās uzbūves teritorija bez plašas ģeodinamisko procesu ietekmes mūsdienās vai pagātnē; teritorijas, kuru apkārtnē nav krasas ģeoloģisko formāciju mainības. Ja izpētes objekta apkārtnē ir raksturīga plaša ģeoloģisko formāciju mainība, tad uz pētāmo teritoriju iedarbojas plašs ietekmes avotu spektrs un ir problemātiski izvērtēt katra individuālā ģeoloģiskā veidojuma ietekmes intensitāti un katru izpētes punktu objekta teritorijā, tādējādi arī šī situācija var novest pie kļūdainas interpretācijas. Ja sākotnēji tiek izvēlēts un analizēts nogulumu paraugs no relatīvi vienkāršas ģeoloģiskās struktūras un ir skaidri zināms, cik lielā mērā šo paraugu ir ietekmējuši ģeodinamiskie procesi un kā mainījies tā ķīmiskais sastāvs, tad rezultātā tiek iegūts “etalonparaugs”, turpmākos nogulumu paraugus no citiem izpētes punktiem var sasaistīt ar šo etalonu un izvērtēt parametru atšķirību cēloņus. Treškārt, izpētes punkti ir jāizvieto teritorijās, kas atrodas iespējami tālāk no esošām vai bijušām ūdenstilpēm un ūdenstecēm. Ūdens caurtece rada būtiskas izmaiņas kūdras ķīmiskajā un

arī botāniskajā sastāvā, tādēļ, ja nav iespējams izvairīties no ūdensķermeņu ietekmes uz kūdras profilu, ir būtiski izanalizēt šo ūdensķermeņu morfoloģiju, plūsmas virzienus, gultnes nogulumu veidus, ūdens ķīmisko sastāvu u. c. parametrus. Lai būtu iespējama naturāls ķīmisko elementu akumulācijas rekonstrukcija, izpētes objektam pēc būtības ir jābūt izolētai sistēmai.

Dabaszinātnēs lauka darbu posms ir viens no svarīgākajiem etapiem, jo tiek noņemti paraugi tālākai izpētei un analīzei jau laboratorijas apstākļos. Tikai tad ja nogulumu paraugu noņemšana ir bijusi pareiza un lietderīga, var norisināties sekmīga turpmākā izpēte un iespējams iegūt ticamus rezultātus. Metodika nogulumu paraugu noņemšanai atšķiras atkarībā no šo nogulumu veida, konsistences, sastāva utt., tomēr pamatā notiek ģeoloģiskā urbšana ar konkrētam nogulumu veidam piemērotu urbi. Ģeoloģisko urbšanu parasti papildina ar zondēšanu, kas ļauj izvērtēt turpmāko nogulumu paraugu noņemšanas vietu izvēli.

Priekšizpētē tiek izveidots potenciālo izpētes punktu tīkls un lauka apstākļos tajos tiek veikta ģeoloģiskā zondēšana. Ja kūdras slāņu sagulums un tā raksturs atbilst iepriekš noteiktajām prasībām, tad šajos izpētes punktos tiek noņemti nogulumu paraugi ar ģeoloģiskās urbšanas metodi. Ir svarīgi katru veikto zondējumu un urbumu piesaistīt ģeogrāfiskajām koordinātām, lai nepieciešamības gadījumā konkrēto izpētes punktu varētu atkārtoti izmantot nogulumu paraugu noņemšanai. Ģeoloģiskajā zondēšanā purvos tiek izmantota mīksto nogulumu rokas zonde ar metru garu noslēgtu kameru informatīvā kūdras parauga noņemšanai. Zonde tiek vertikāli spiesta nogulumos, līdz tiek piepildīta kamera (1 m dziļums), tad ierīce tiek izcelta un tiek raksturots kameras saturs. Procedūru ar metra intervāliem atkārtoti, līdz tiek sasniegta purva pamatne. Ja zondēšanai ir tikai informatīvs raksturs, tad ģeoloģiskajā urbšanā tiek iegūts reāls nogulumu materiāls, kuram tiek veiktas laboratoriskās analīzes. Izpētes punktus ģeoloģiskajai urbšanai izvēlas 1) atkarībā no nogulumu slāņu biezuma – saguluma, kas raksturo iespējami ilgāku periodu izpētes objekta attīstības vēsturē; 2) teritorijās, kurās nav raksturīgi gravitācijas, ūdens plūsmas vai citu faktoru izraisīti kūdras masas iztrūkumi. Ģeoloģiskajā urbšanā tiek izmantots mīksto nogulumu rokas urbis ar 0,5 m garu noslēdzamu kameru. Urbis tiek vertikāli spiests nogulumos, līdz tiek piepildīta kamera (0,5 m dziļums), urbis tiek pagriezts pulksteņrādītāja virzienā, līdz kameras aizvars noslēdzas, tad ierīci izceļ no urbuma un aizvaru atver. Nogulumu serde tiek fotodokumentēta, norādot serdes augšpusi un pievienojot mērogu. Lauka grāmatiņā tiek veikts detāls nogulumu parauga apraksts, un serde ar titāna nazi tiek izgriezta un uzmanīgi pārnesta uz plastikāta kasetni, kas atbilst urbja kameras izmēriem. Kasetni attiecīgi marķē un nofiksē ar gaisa un mitruma necaurlaidīgu plastikāta plēvi. Šī operācija ir nepieciešama, lai apturētu turpmāko parauga degradāciju oksidācijas rezultātā. Nogulumu serdes, kas paredzētas purva vecuma datēšanai, atsevišķi tiek fiksētas arī gaismu necaurlaidīgā plēvē. Urbšanas procedūra ar 0,5 m intervāliem tiek atkārtota, līdz tiek sasniegta purva pamatne. Pēc katra parauga noņemšanas urbja kamera tiek attīrīta no atlikušajām parauga nogulsnēm un kārtīgi izskalota, lai mazinātu nākamā noņemamā nogulumu parauga piesārņojuma risku.

Lai mazinātu kļūdainas interpretācijas risku, savstarpēji sasaistot izpētes punktus, ir svarīgi noņemt un analizēt nogulumu paraugus no teritorijām ap izpētes objektu. Urbja veids paraugu noņemšanai šajās teritorijās ir atkarīgs no nogulumu veida, kas var būt ļoti atšķirīgs – smilts, māls, morēna u. c., tāpēc, kā jau minēts, izpētē ir nepieciešams izvēlēties vienkāršas ģeoloģiskās uzbūves teritoriju.

Lauka apstākļos ir būtiski novērtēt noņemto nogulumu paraugu sadalīšanās pakāpi, jo kūdra saskarsmē ar gaisu ļoti ātri oksidējas, kā arī zaudē savu dabisko krāsu. Kūdras sadalīšanās pakāpe tiek noteikta pēc von Posta metodes, kas pamatojas uz nogulumu

parauga vizuālu novērtējumu. Tiek novērtēta kūdras konsistence, augu atlieku stāvoklis, amorfā materiāla piejaukums, ūdens krāsa un dzidrums. Sadalīšanās pakāpes novērtēšanā tiek izmantota zviedru ģeologa Lenarta von Posta izstrādāta skala, kurā tiek izdalīti sadalīšanās pakāpes indeksi no H1 līdz H10. Paralēli sadalīšanās pakāpei tiek novērtēts arī kūdras dabiskais mitrums, kuru apzīmē ar mitruma indeksiem B1–B5. Specifisks aprikojums vai aparatūra sadalīšanās pakāpes noteikšanai nav paredzēta, tomēr tiek rekomendēts izmantot gumijas cimdus, piltuvi, caurspīdīgu stikla trauku un lupu, karbonātu klātbūtnes identificēšanai var izmantot 10% sālsskābes šķīdumu.

Kūdra ir ļoti vērtīgs dabas resurss ar ļoti plašu izmantošanas potenciālu (sk. 2. tabulu). Vairumā gadījumu tiek izmantota augstā tipa kūdra, taču daudzos gadījumos zemā tipa kūdras iespējams izmantot kā līdzvērtīgu un pat labāku alternatīvu.

2. tabula. Melnās kūdras izmantošanas iespējas

<i>Nozare</i>	<i>Izmantošanas veids</i>
Papīra rūpniecība	Papīrs, iesaiņojums, iepakojums
Celtniecība	Būvmateriāli, termoizolācijas un skaņas izolācijas materiāli
Pārtikas rūpniecība	Produktu apvalki, pārtikas krāsvielas, pārtikas piedevas, šķiedrvielas
Sorbenti	Ūdens attīrīšana, piesārņojuma likvidēšana
Medicīna	Medikamentu apvalki, uztura bagātinātāji, medicīniskie preparāti, detoksikācija, kosmētika, apseji, kompreses, šķiedrvielu preparāti
Lopkopība	Pakaiši, uztura bagātinātāji, medicīniskie preparāti
Lauksaimniecība	Substrāti, komposts
Ķīmiskā rūpniecība	Biodeģviela, aktivētā ogle
Tekstilrūpniecība	Apģērbs, aksesuāri

Pašlaik kūdras izmantošanas pamatpozīcijas Latvijā ir: sūnu frēzkūdra, grieztā sūnu kūdra, frakcionēta un neitralizēta kūdra, kūdras maisījumi, kūdras substrāti, kurināmā frēzkūdra un gabalkūdra, kūdras granulas un briketes, dziednieciskās dūņas. Kā redzams, praktiski visos gadījumos tiek izmantota augstā tipa kūdra. Perspektīvie kūdras izmantošanas virzieni būtu celtniecības un izolācijas materiāli, krāsvielas, tēlniecība, tekstilrūpniecība, celulozes un papīra rūpniecība, ūdens pārvaldība – filtrācija, mīkstināšana, attīrīšana, aļģu izplatības ierobežošana, sanācijas materiāli un biosorbenti, pārtikas rūpniecība un kūpināšana, farmācija, fizioterapija, balneoloģija, kosmetoloģija.

Raksturīga zemā tipa kūdras īpašība, kas ir arī tās izmantošanu limitējošs faktors, ir tās nespēja atgūt sākotnējo formu atkārtotas mitrināšanas rezultātā pēc izžūšanas (struktūra neatgriezeniski sabrūk, kūdra saplok, sakalst). Svaigu kūdras sasaldējot, ledus kristāli paplašina kūdras poras un līdz ar to palielinās arī kūdras porainība, bet, kūdrā atkūstot un izžūstot, tendence tās struktūrai sabrukt ievērojami samazinās salīdzinājumā ar iepriekš nesasaldētu kūdrā, tāpat saglabājas arī paaugstinātā porainība. Zemā tipa kūdras ieteicams uzglabāt vismaz 3 diennaktis -5 °C temperatūrā.

Zemā tipa kūdrā (melnajā kūdrā) celulozes saturs ir augstāks nekā augstā tipa kūdrā (baltajā kūdrā). Apmēram 21% no kopējās kūdras masas veido hemiceluloze, bet celulozes saturs ir ap 2,4%. Iespējams izgatavot papīru – tā ir mazāk efektīva, tomēr alternatīva koksnei.

Kūdras masai pievienojot dažādas saistvielas, ir iespējams izgatavot dažādus celtniecības materiālus. Tā, piemēram, kūdrā sajaucot ar darvu un ģipsi, var izveidot izolācijas materiālus. 17. un 18. gadsimtā Īrijā trūcīgās ģimenes izmantojušas žāvētas kūdras blokus

mājokļu būvniecībai. Latvijā viens no dabiskajiem materiāliem, kuru var lietot siltumizolācijas materiālu ražošanā, ir kūdra, jo tā ir salīdzinoši lēts un viegli pieejams materiāls.

No zemā tipa kūdras iegūtu hemicelulozi iespējams izmantot pārtikas rūpniecībā. Hemicelulozi var pārstrādāt gelā vai plēvē un tālāk izmantot pārtikas produktu iesaiņošanai. Tāpat hemicelulozi iespējams izmantot arī pārtikas produktu, piemēram, desu apvalku, ražošanā.

Kūdras fizikālķīmiskās īpašības: attīstīta porainība, liela īpatnējā virsma, jonu apmaiņas spēja un citas, padara kūdru par augstvērtīgu materiālu dažādu sorbentu izgatavošanai.

Kūdru tradicionāli izmanto par filtru dažādām gāzēm un šķidrumiem. Pasaulē ir zināmas visai attīstītas biofiltrācijas sistēmas, kurās tiek izmantota kūdras šķiedra. Kūdras šķiedrai raksturīgs liels virsmas laukums, tādējādi padarot kūdru par kvalitatīvu sorbentu mikrobiem un dažādām ķīmiskajām vielām.

No kūdras tiek izgatavota arī aktivētā ogle. Termiski apstrādāta kūdra absorbē dažādas eļļas, taču neabsorbē ūdeni – ar šādu preparātu iespējams attīrīt ūdeni no naftas piesārņojuma.

Kūdra var tikt izmantota kā efektīvs, bet tajā pašā laikā lēts, viegli pieejams un viegli izmantojams biosorbents, kas efektīvi saista ķīmiskos elementus un to savienojumus no dažādiem piesārņotiem ūdeņiem. Šie ūdeņi visbiežāk ir komunālie notekūdeņi, bet pētījumi rāda, ka kūdru var veiksmīgi izmantot arī piesārņotu gruntsūdeņu, lauksaimnieciskās ražošanas notekūdeņu un atkritumu izgāztuvju infiltrāta attīrīšanā.

Lai apzīmētu kūdras (un arī citu bioloģiskas izcelsmes materiālu) spēju attīrīt piesārņotus ūdeņus, tiek lietots termins "sorbcija" vai "biosorbcija". Jāuzsver, ka termins "biosorbcija" apvieno vairākus mehānismus, kas nodrošina kūdras spēju attīrīt piesārņotus ūdeņus. Šie mehānismi ir ne tikai adsorbcija un/vai absorbpcija, bet arī jonu apmaiņa, kompleksu veidošanās un izgulsnēšanās. Ja kūdra tiek izmantota smago metālu sorbcijai, tad jonu apmaiņa ir noteicošais mehānisms – kūdras humifikācijas procesa laikā rodas humusvielas, kas satur karboksilgrupas un fenolu hidroksilgrupas, kuras reakcijā ar metāliem atbrīvo protonus.

Biosorbentu, t. sk. kūdras, izmantošanas nepieciešamību nosaka tas, ka tradicionālām attīrīšanas metodēm piemēram, izgulsnēšanai ar karbonātiem vai hidroksīdiem, jonu apmaiņai un reversajai osmozei, piemīt vairāki trūkumi – lielas izmaksas (līdz ar to samazinās uzņēmuma konkurētspēja), bieži rodas kaitīgas dūņas, un šīs metodes nav iespējams izmantot, ja ūdenī ir zema piesārņojošo vielu koncentrācija. Ņemot vērā minētās nepilnības, ir nepieciešams izmantot jaunus tehnoloģiskos paņēmienus, kuri būtu lēti un efektīvi. Tā kā minētajam nosacījumam labi atbilst kūdras izmantošana, ir veikti daudzi pētījumi, kuros ir noteiktas kūdras sorbcijas spējas un šo spēju ietekmējošie faktori.

Smagie metāli (piemēram, svins, varš, kadmījs, cinks, hroms) ir viena no visbiežāk pētītajām piesārņotāju grupām biosorbcijas pētījumos, jo tie atrodas daudzos rūpniecības notekūdeņos, līdz ar to radot draudus gan ekosistēmām, gan cilvēka veselībai, jo ir toksiski jau zemā koncentrācijā, nav biodegradējami un daudzi no tiem var būt kancerogēni.

Pētījumi liecina, ka kūdra ir viens no efektīvākajiem smago metālu biosorbentiem. Kūdras spēju sorbēt smagos metālus nodrošina kūdras fizikālķīmiskās īpašības, piemēram, augstā katjonu apmaiņas kapacitāte, lielā porainība un īpatnējās virsmas platība. Kūdras sastāvdaļas, īpaši lignīns, satur funkcionālās grupas, piemēram, spirtus, aldehīdus, skābes, fenolkarboksābes un ēterus, kuras var iesaistīties smago metālu sorbcijā. Šo funkcionālo grupu sastāvs kūdrā ir atkarīgs no kūdras īpašībām un tās veidošanās apstākļiem (piemēram, vecuma, veģetācijas, no kuras kūdra ir veidojusies, klimata, ūdens pH). Jāuzsver, ka kūdras sorbcijas spēju ietekmē ne tikai pašas kūdras īpašības, bet arī notekūdeņu

fizikālās un ķīmiskās īpašības, piemēram, metāla koncentrācija ūdenī, pH, temperatūra un citu vielu klātbūtne.

Līdzšinējie pētījumi rāda, ka šķīduma pH būtiski ietekmē kūdras sorbcijas efektivitāti – izmantojot kūdras notekūdeņu attīrīšanā, lielāka efektivitāte ir sagaidāma, ja pH vērtības ir lielākas. Tas izskaidrojams ar to, ka ar zemākām pH vērtībām H^+ jons konkurē ar metāla katjoniem par adsorbcijas saitēm sistēmā. Samazinot H^+ jonu daudzumu šķīdumā (t. i., palielinot pH), samazinās “konkurence” par jonu apmaiņu šķīdumā ar jonu apmaiņu sorbentā un rezultātā palielinās sorbcijas kapacitāte. Lai uzlabotu kūdras sorbcijas efektivitāti un novērstu vai samazinātu vairākus trūkumus, piemēram, kūdras zemo mehānisko izturību, zemo ķīmisko stabilitāti, ir iespējams kūdras modificēt – tiek veikta fizikāla vai ķīmiska sorbenta priekšapstrāde.

Izmantotās fizikālās metodes ir karsēšana, autoklāvēšana vai liofilizācija, savukārt ķīmiskās metodes ir apstrāde ar skābēm, sārmēm vai organiskajām ķimikālijām. Kūdras sorbentu ir iespējams sagatavot arī granulu veidā, tādā veidā nodrošinot labāku piesārņoto ūdeņu caurplūdi, kā arī tiek samazināta iespēja sistēmai aizsērēt kūdras daļiņu mazā izmēra dēļ. Minēto materiālu pieejamība konkrētā vietā tiek minēta kā galvenais faktors biosorbentu izvēlē, līdz ar to Latvijā, kurā ir lieli kūdras resursi, būtu perspektīvi kūdras izmantot piesārņoto ūdeņu attīrīšanā.

Kūdras sorbenti var tikt izmantoti, lai attīrītu notekūdeņus no fosfora un slāpekļa savienojumiem, kā arī dažādām organiskajām vielām, piemēram, poliaromātiskajiem ogļūdeņražiem. Lai uzlabotu kūdras sorbcijas kapacitāti, to iespējams dažādos veidos modificēt, piemēram, ar dzelzs savienojumiem modificēta kūdra spēj ievērojami palielināt sorbcijas kapacitāti, sorbējot arsēna un fosfora savienojumus. Ar dzelzs savienojumiem modificētu kūdras efektīvi iespējams izmantot metaloīdu (As, Sb, Te) savienojumu sorbcijai. Metaloīdiem sorbējoties uz dzelzs modificētas kūdras, sorbcijas mehānisma pamatā iespējama ir metaloīda $-O-Fe$ (piemēram, $As-O-Fe$) saites veidošanās. Savukārt karboksil-, hidroksil- un aminogrupas, iespējams, ir galvenās funkcionālās grupas, kas var mijiedarboties ar metaloīdiem, izmantojot nemodificētu kūdras.

Kūdra ir viens no daudziem dabiskiem materiāliem, ko modificējot ir iespējams iegūt sorbentu. Kūdras sorbentu sorbcijas kapacitāte, sorbējot metaloīdus, ir salīdzināma ar citu dabas materiālu, piemēram, ar dzelzs oksīdu, klātām smiltīm, modificētu biomasu, sorbcijas kapacitātēm. Tomēr, lai salīdzinātu dažādus sorbentus, svarīgi ir tādi parametri kā izmantotais sorbenta daudzums, metaloīda koncentrācija, pH un citi parametri, kas būtiski ietekmē sorbcijas kapacitāti. Kūdras sorbentiem ir visai vienkārši piešķiramas nepieciešamās īpašības: uz to bāzes ir iespējams radīt kā hidrofilus sorbentus izmantošanai ūdens šķīdumos, tā arī hidrofobus – dažādu organisko savienojumu (eļļas vai naftas produktu) sorbcijai. Tāpat no kūdras ir iespējams izgatavot tādu plaši lietojamu produktu kā aktivētā ogle.

No zemā tipa kūdras iegūtu hemicelulozi iespējams izmantot medikamentu apvalkiem, kapsulām. Hemiceluloze ir biodegradējama un nav toksiska. Hemicelulozi iespējams iestrādāt šķiedrvielu preparātos. Iespējams izstrādāt preparātus asinsspiediena samazināšanai un holoesterīna līmeņa samazināšanai.

Pagājušajā gadsimtā kūdras pelni tikuši izmantoti kā piedeva mājlopu barībai, tika uzskatīts, ka kūdras piedeva barībai paldzina tās sagremošanu un ļauj dzīvniekiem no pārtikas uzņemt vairāk barības vielu. Interese par kūdras kā piedevu lopbarībai pēdējos gados ir pieaugusi, daļēji tādēļ, ka tā spēj ierobežot dažādas zarnu slimības un stimulēt sivēnu un cūku augšanu. Kūdras preparātu pozitīvā ietekme uz dzīvnieku organismu (imūnsistēmas nostiprināšana, detoksikācija u. c.) tiek skaidrota ar augsto humusvielu saturu kūdrā. Kūdras preparāti tiek izmantoti kā pārtikas piedeva lopbarībai, lai mazinātu kuņģa un zarnu

saslimšanu risku jaunlopiem. Augstā tipa kūdras zemais pH līmenis stabilizē jaunlopu kuņģa mikrofloru, kā arī ierobežo dzīvnieku patogēno baktēriju attīstību. Kūdru iespējams izmantot balneoloģijā, populārākie pielietojumi ir kūdras kompreses, vannas, kūdras maskas. Kūdra tiek izmantota fizioterapijā, reimatoloģijā un sporta medicīnā. Kūdrai raksturīga zema siltumvadītspēja un daudz augstāka siltuma saglabāšana nekā citiem materiāliem, ko izmanto fizioterapijā. Izmantojot kūdras preparātus fizioterapijā, ir iespējams ārstēt muguras sāpes, artrītu, ortopēdiskās saslimšanas un neiroloģiskos traucējumus. Sporta medicīnā kūdras paketes tiek izmantotas uz dažādām ķermeņa daļām, lai tās pārkaršētu, tādējādi paaugstinot asins cirkulāciju un veicinot vielmaiņas atkritumvielu iznīcināšanu.

No zemā tipa kūdras iegūtu hemicelulozi iespējams transformēt cukuros, ko var pārstrādāt biodegvielā (etanolā), kas varētu būt nozīmīga alternatīva tagadējai degvielai – nebūtu jānoplicina lauki ar kukurūzu un rapsi, pēc kuru audzēšanas augsnes auglība ievērojami samazinās, un šo kultūru audzēšana ievērojami paaugstina pārtikas cenas, jo pārtikas audzēšanai tiek atvēlēts mazāk lauku. Pozitīvais moments biodegvielas ieguvē no kūdras ir arī oglekļa cikla balansēšana – iegūstot naftu vai gāzi, tiek uzpompēts pazemes ogleklis, kas ievērojami paaugstina CO₂ saturu atmosfērā, taču, iegūstot kūdru, aprītē iet vien augsnē un atmosfērā jau esošais ogleklis.

Kūdras organiskā viela ir uzskatāma par vērtīgu ķīmisko izejvielu visai daudzveidīga produktu klāsta ražošanai. Galvenie kūdras ķīmiskās pārstrādes virzieni ir hidrolīze, pirolīze, ekstrakcija, termiskā šķīdināšana un ķīmiskā modifikācija. Kūdras hidrolīze ir metode, kas ļauj no kūdras iegūt produktus ar bioloģisku aktivitāti. Kūdras hidrolizātos ir atrodams plašs aminoskābju, karbonskābju, uronskābju, humīnskābju un citu organisko, bioloģiski aktīvo savienojumu klāsts. Ekstrakcija ir metode, kas ļauj iegūt kūdras vasku: vielu ar vērtīgām fizikālajām īpašībām un plašām pielietojuma iespējām rūpniecībā, medicīnā un citur. Kūdras pirolīze ir metode, kas ļauj sadalīt kūdras organisko vielu koksā, šķidrā kurināmajā un deggāzē, turklāt iegūtā kurināmā enerģētiskā vērtība ievērojami pārsniedz izejas kūdras rādītājus. Tāpat šajā procesā ir iegūstami naftas sorbenti un aktīvās ogles. Arī citiem pirolīzes procesa produktiem – darvām un darvu ūdeņiem – piemīt zināma vērtība un saimnieciskā pielietojuma potenciāls. Šķidrā kurināmā ieguvei no kūdras ir iespējams izmantot arī termiskās šķīdināšanas procesu, kas, līdzīgi kā pirolīze, ļauj iegūt produktus ar lielāku enerģētisko vērtību nekā izejas kūdrai.

Kūdras izmantošanu enerģētiskā ierobežo Eiropas Savienības likumdošana, kur noteikts, ka kūdra nav atjaunojamais resurss, tādēļ tās ieguve ir stipri ierobežota. Otrs ieguvi ierobežojošais faktors ir CO₂ izdalīšanās, bet Eiropas Savienības likumdošana nosaka CO₂ izmešu samazināšanu. Enerģijas cenām augot, ir būtiski izvēlēties lētākos resursus. Kūdra ir potenciāli lēts resurss, tomēr augstas izmaksas veido transportēšana, tādēļ ekonomiski visizdevīgāk izmantot kūdras resursus kurināšanai būtu tuvu kūdras ieguves vietām, piemēram, vietējās pašvaldībās. Frēzkūdra ir tikusi un tiek izmantota kā kurināmais enerģētiskā, atsevišķās valstīs kūdra tiek izmantota mājāsaimniecībās kā alternatīva malkai. Kā piemēru var minēt Īriju vai Skotiju, kuru klinšainajās teritorijās apmežojums ir niecīgs, savukārt ir vēra ņemami kūdras krājumi, tādēļ viensētās kūdra tiek lietota krāsns kurināšanai. Kūdrai kā kurināmajam ir rūpnieciska nozīme arī Somijā. Īrijai ir raksturīga plaša kūdras izmantošana gan industriāli, gan mājāsaimniecībās. Elektrostacijās tiek izmantota frēzkūdra, savukārt kūdras briketes, kas lielākoties nedūmo kurināšanas laikā, plaši izmanto Īrijas pilsētās, kur ogļu kurināšana ir aizliegta.

Kūdru var izmantot kā ūdens mikstinātāju akvārijos, kūdra satur vielas, kas ir nozīmīgas ūdensaugu attīstībā un zivju reproduktīvajai sistēmai, ar kūdru iespējams limitēt aļģu izplatību un iznīcināt mikroorganismus. Kūdru iespējams izmantot ūdens filtrācijā.

Kūdra jau gadsimtiem tiek izmantota kā materiāls pakaišiem. Kūdras pakaišu nozīme vienmēr ir bijusi sanitāro apstākļu nodrošināšana mājlopu uzturēšanās vietās. Visbiežāk pakaišiem izmantota augsta tipa sfagnu sūnu kūdra, jo tai raksturīga augsta mitrumietilpība un tā spēj neitralizēt nepatīkamos aromātus. Pakaišiem iespējams izmantot arī zemā tipa kūdras (koku–sfagnu kūdra), tā izmantojama kā alternatīva augstā tipa sfagnu kūdrai.

No zemā tipa kūdras iegūtu celulozi iespējams izmantot augu podiņu izgatavošanā, kas var noderēt gan kā ietvars, gan arī kā biodegradējams barības vielu avots.

Gan sūnu kūdra, gan frēzkūdra tiek izmantotas dārzkopībā kā augsnes uzlabotāji. Kūdra ir sekmīgi izmantojama lauksaimniecībā – sajaucot kūdras kopā ar augsni, var ievērojami uzlabot tās struktūru un paaugstināt skābuma pakāpi. Viena no galvenajām kūdras lauksaimnieciskajām īpašībām ir spēja saglabāt mitrumu, kad augsne ir sausa, tādējādi saglabājot ūdens pieeju augiem. Kūdra tiek plaši izmantota arī dārzkopībā, tikai šajā gadījumā tiek rekomendēts kūdras pirms tam termiski apstrādāt, lai iznīdētu kaitēkļus un reaktīvās barības vielas.

Dārza mulčēšana – ar kūdras ieteicams mulčēt rozes un rododendrus, kā arī magnolijas. Viengadīgajām puķēm piemērota ir neitralizēta kūdra. Ogulājiem, piemēram, zemenēm, ļoti noderīgi ir kūdras komposti. Tie nepieciešami substrāta fizikālo īpašību uzlabošanai (mitruma, siltumietilpības un gaisa ietilpības paaugstināšanai). Organiskās vielas kūdras kompostā palielina augsnes substrāta buferespēju.

Zemā tipa kūdras šķiedru iespējams izmantot apģērba izgatavošanā. Šķiedras īpašības ir līdzīgas vilnai, taču bez vilnai raksturīgajām negatīvajām īpašībām. Kūdras šķiedra pārsvarā tiek iegūta no sadalītajām spilvju atliekām (lapu fragmenti, kātiņi). Tekstilrūpniecībā tiek izmantota arī mūsdienu purvu veģetācija – no spilvju ziediem tiek veidots pildījums spilveniem un dīvāniem. Tomēr kūdras šķiedras ierobežojums ir nepiemērotība vērpsšanai. Pirmā pasaules kara laikā kūdras šķiedra izmantota vācu armijas formu un apsēju izgatavošanā. Tika šūti apģērbi no kūdras šķiedras (50% kūdras šķiedra + 50% vilna), gatavoti futlāri telefoniem, somas. Valkājot apģērbus, kas veidoti no kūdras šķiedras, iespējams samazināt diskomfortu (svīšana), kas rodas, valkājot, piemēram, sintētiskos tekstilizstrādājumus. Ķermenis svīst, jo sintētiskās šķiedras nenodrošina pietiekamu ventilāciju. Kūdras tekstilizstrādājumiem šādu trūkumu praktiski nav. Kūdrai ir liela īpatnējā virsma, tādēļ šķiedras ir brīvi sasaistītas un ļoti vieglas. Kūdras šķiedra absorbē mitrumu tajās esošo humīnskābju koloidālās dabas dēļ. Kūdras šķiedra faktiski darbojas līdzīgi kā sūklis – uzņemto ūdeni ir iespējams izspiest. Kūdras humīnskābes arī ir atbildīgas par tās spēju absorbēt dažādas smakas, sāļus un sviedrus. Tekstilizstrādājumos kūdras šķiedra tiek kombinēta ar vilnu attiecībā apmēram 40:60 vai 50:50. Pozitīvais kūdras tekstilizstrādājumos ir tas, ka kūdrai praktiski nav elektrostātiskā lādiņa, kā tas ir, piemēram, kokvilnas un vilnas izstrādājumiem. Kūdras humīnskābju sastāvā ir melanīns, kas ir zināms arī kā ādas brūnais pigments. Šī viela aizsargā pret saules ultravioleto starojumu.

Izmantotā literatūra

- Aikaite, J., Gylīne, O., Salkauskas, M. 2001. Sorption of complexed and uncomplexed Cu(II), Ni(II) and Zn ions by peat. *Chemija*, 12: 183–188.
- Aiken, G. R. 1985. Isolation and concentration techniques for aquatic humic substances. In: *Humic substances in soil, sediments and water*. Wiley, New York, pp. 527–559.
- Aschheim, S., Hohlweg, W. 1933. Über das Vorkommen ostrogener Wirkstoffe in Bitumen. *Deutsches Medizinisches Wochenschrift*, Band 59, Nr. 1, S. 12–14.
- Ball, P. 2000. *H₂O. A biography of water*. Orion, London, 145 p.
- Black, W. A. P., Cornhill, W. J., Woodwaed, F. N. 1955. A preliminary investigation on the chemical composition of sphagnum moss and peat. *Journal of Applied Chemistry*, 5: 484–492.

- Borgmark, A. 2005. Holocene climate variability and periodicities in south – central Sweden, as interpreted from humification analysis. *The Holocene*, 15: 387–395.
- Bozkurt, S., Lucisano, M., Moreno, L., Neretnieks, I. 2001. Peat as potential analogue for the long-term evolution in landfills. *Earth Science Reviews*, 53: 95–147.
- Brakšs, N. 1961. *Purvi un kūdra*. LPSR ZA izdevniecība, Rīga, 90 lpp.
- Brinkmann, T., Horsch, P., Sartorius, D., Frimmel, F. 2003. Photoformation of low-molecular-weight organic acids from brown water dissolved organic matter. *Environmental Science and Technology*, 37: 4190–4196.
- Brown, P. A., Gill, S. A., Allen, S. J. 2000. Metal removal from wastewater using peat. *Water research*, 34: 3907–3916.
- Buffle, J. 1988. *Complexation reactions in aquatic systems*. Ellis Horwood, Chichester, 300 p.
- Chen, Y., Aviad, T. 1990. Effects of humic substances growth. *Humic substances in soil and crop sciences*. Soil Science of America, 161–186.
- Chin, Y. P., Aiken, G. R., Danielsen, M. K. 1997. Binding of pyrene to aquatic and commercial humic substances: the role of molecular weight and aromaticity. *Environmental Science Technology*, 31: 1630–1635.
- Clymo, R. S. 1986. Peat. In: *Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor, Ecosystems of the World*. Elsevier Scientific Publ., New York, pp. 159–224.
- Colin, I. 1985. Vegetation response to past climatic variation. *Vegetation*, 67: 131–141.
- Ellenberg, H. 1988. *Vegetation ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, 756 p.
- Ewald, F. Re: The current Importance of peat textiles. In: *Anthromedlibrary*. [Skatīts 18.05.2013.]. Pieejams: <http://www.anthromed.org/Article.aspx?artpk=252>
- Finkelšteins, M. I., Karpuhins, V. I., Kutevs, V. A., Metalkins, V. N. 1994. *Pazemes radiolokācija*. Radio un sakari, Maskava, 215 lpp.
- Fiol, N., Villaescusa, I., Martinez, M. et al. 2003. Biosorption of Cr (VI) using low cost sorbents. *Environmental Chemistry Letters*, 1: 135–139.
- Fischer, J. 1791. *Versuch einer Naturgeschichte von Livland*. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage Königsberg, S. 294.
- Flaig, W. 1997. Aspects of the biochemistry of the healing effects of the humic substances from peat. *Humic substances, peats and sludges: health and environmental aspects*, pp. 346–356.
- Galeniece, M. 1960. Dažu Kurzemes purvu stratigrāfija un ģenēze. No: *Latvijas PSR veģetācija*. 3. sēj. LPSR ZA izdevniecība, Rīga, 21.–41. lpp.
- Gauthler, D. T., Seltz, W. R., Grant, L. C. 1987. Effects of structural and compositional variations of dissolved humic materials on pyrene K_{OC} values. *Environmental Science and Technology*, 21: 243–248.
- Giesy, P. J., Geiger, A. R., Kevern, R. N., Alberts, J. J. 1986. UO_2^{2+} – humate interactions in soft, acid, humate – rich waters. *Journal of Environmental Radioactivity*, 4: 39–64.
- Gnatowski, T., Szatylowicz, J., Brandyk, T., Kechavarzi, C. 2010. Hydraulic properties of peat in Poland. *Geoderma*, 154: 188–195.
- Grosvalds, I., Alksnis, U. 2007. *Docents Nikolajs Brakšs – dzīve un personība*. LU Raksti. 704. sēj. *Zinātņu vēsture un muzejniecība*, 137.–147. lpp.
- Hessen, D. O., Tranvik, L. 1988. *Aquatic humic substances: Ecology and Biogeochemistry*. Ecological Series, 133: 346.
- Hseu, Y., Huang, H. W., Wang, S. Y. et al. 2002. Humic acid induces apoptosis in human endothelial cells. *Toxicology and applied Pharmacology*, 182: 34–43.
- Jauhiainen, S., Pitkanen, A., Vasander, H. 2003. Holocene development of two boreal mires and ecological effects of drainage and restoration. *Chemostratigraphy and vegetation of two boreal mires during the holocene*, pp. 31–33.
- Joosten, H., Clarke, D. 2002. *Wise Use of Mires and Peatlands*. International Mire Conservation Group: International Peat Society, 304 p.
- Kļaviņš, M. 1993. Immobilization of humic substances. *Latvijas Ķīmijas Žurnāls*, 1: 96–102.
- Kļaviņš, M. 1998. *Aquatic humic substances*. University of Latvia Press, Riga, 234 p.

- Klavins, M., Porshnov, D. 2013. Development of a new peat-based oil sorbent using peat pyrolysis, *Environmental Technology*.
- Klavins, M., Sire, J., Purmalis, O., Melecis, V. 2008. Approaches to estimating humification for peat. In: *Mires and Peat*. University of Latvia Press, Riga, pp. 1–17.
- Klőcking, R. 1994. Humic substances as potential therapeutics. Humic substances in the global environment and implications on human health, pp. 1245–1257.
- Kononova, M. M. 1966. Soil organic matter. Pergamon Press, Oxford, 200 p.
- Koppisch, D. 2001. Torfbildung. In: *Landschaftsökologische Moorkunde*. Schweizerbart, Stuttgart, pp. 8–16.
- Korjakins, A., Toropovs, N., Kara, P., Upeniece, L. 2013. Application of Peat, Wood Processing and Agricultural Industry By-products in Producing the Insulating Building Materials. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 1 (2): 1–7.
- Lācis, A. 1996. Rietumlatvijas kūdras resursi. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga, 43 lpp.
- Latvijas PSR kūdras fonds. 1961.
- Ļistvans, I. 1996. Kūdras fiziķīmiskās īpašības. Ķīmiskā un termiskā pārstrāde. Fosilā kurināmā ķīmija, 3. sēj., 3.–23. lpp.
- Loukidou, M. X., Matis, K. A., Zouboulis, A. I., Liakopoulou-Kyriakidou, M. 2003. Removal of As (V) from wastewaters by chemically modified fungal biomass. *Water Research*, 37: 4544–4552.
- Malcolm, R. L. 1985. Geochemistry of stream fulvic and humic substances. In: *Humic substances in soil, sediments and water*. Wiley, New York, pp. 181–210.
- Markich, J. S., Brown, L. P., Jeffree, A. R. 1996. The use of geochemical specification modelling to predict the impact of uranium to freshwater biota. *Radiochimica Acta*, 74: 321–326.
- Montanarella, L., Jones, R. J. A., Hiederer, R. 2010. The distribution of peatland in Europe. In: *Mires and Peat*. University of Latvia Press, Riga.
- Moore, P. D. 1993. The origin of blanket mire, revisited. In: *Climate change and human impact on the landscape*. Chapman & Hall, London, pp. 217–224.
- Muller, S. D., Richard, P. J. H., Laureche, A. C. 2003. Holocene development of a peatland (southern Quebec): a spatio-temporal reconstruction based on pachymetry, sedimentology, microfossils and macrofossils. *The Holocene*, 13: 649–664.
- Murphy, M. E., Zachara, M. J., Smith, C. S. et al. 1994. Interaction of hydrophobic organic compounds with mineral-bound humic substances. *Environmental Science and Technology*, 28: 1291–1299.
- Nomals, P. 1943. Vidzemes un Latgales purvu apskats. Zemes bagātību pētīšanas institūts, Rīga, 486 lpp.
- Orlovs, D. S., Sadovņikova, L. K., Lozanobskaja, I. N. 2002. Ekoloģija un biosfēras aizsardzība ķīmiskā piesārņojuma gadījumā. Augstskola, Maskava, 334. lpp.
- Orru, M. 1996. Global Peat Resource. Peat Resources of Estonia. International Peat Society, Finland, pp. 65–68.
- Orru, M., Orru, H. 2008. Sustainable use of Estonian peat reserves and environmental challenges. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 57 (2): 87–93.
- Overbeck, F. 1975. Botanisch – geologisch Moorkunde. Karl Wacholtz Verlag, Neumünster.
- Painter, J. T. 1998. Carbohydrate polymers in food preservation: an integrated view of the Maillard reaction with special reference to discoveries of preserved foods in Sphagnum-dominated peat bogs. *Carbohydrate polymers*, 36: 335–347.
- Penttinen, S., Kostamo, A., Kukkonen, J. 1988. Combined effects of dissolved organic material and water hardness on toxicity of cadmium to *Daphnia magna*. *Environmental toxicology and chemistry*, 17: 2498–2503.
- Pjāvčenko, N. I. 1985. Kūdras purvi, to dabiskā un saimnieciskā nozīme. Zinātne, Maskava, 140 lpp.
- Porta, A. A., Ronco, E. A. 1993. Cu (II) acute toxicity to the rotifer *Brachionus calyciflorus*, as affected by fulvic acids of freshwater origin. *Environmental pollution*, 82: 263–267.
- Priegnitz, H. 1986. *Wasserkund und Badelust*. Koehler & Amelang, Leipzig, 150 p.
- Qin, F., Wen, B., Shan, X. Q. et al. 2006. Mechanisms of competitive adsorption of Pb, Cu and Cd on peat. *Environmental Pollution*, 144: 669–680.
- Rasmussen, G., Fremmersvik, G., Olsen, R. A. 2002. Treatment of creosote-contaminated groundwater in a peat/sand permeable barrier – a column study. *Journal of Hazardous Materials*, 93: 285–306.

- Rice, J. A., MacCarthy, P. 1989. Isolation of humin by liquid-liquid partitioning. *Science of the Total Environment*, 81/82: 61–69. Pieejams: [http://dx.doi.org/10.1016/0048-9697\(89\)90111-3](http://dx.doi.org/10.1016/0048-9697(89)90111-3)
- Ridwan, F. N. J. 1977. Untersuchungen zum Einfluss von Huminsäuren auf die Blei- und Cadmium-Absorption bei Ratten. Universität Göttingen, Göttingen, S. 90.
- Ringqvist, L., Oborn, I. 2002. Copper and Zinc Adsorption onto Poorly Humified Sphagnum and Carex Peat. *Water Research*, 36: 2233–2242.
- Ringqvist, L., Holmgren, A., Oborn, I. 2002. Poorly Humified Peat as an Adsorbent for Metals in Wastewater. *Water Resources*, 36: 2394–2404.
- Ringqvist, L., Oborn, I. 2002. Copper and zinc adsorption onto poorly humified Sphagnum and Carex peat. *Water Research*, 36: 2233–2242.
- Rochus, W. Z. 1983. *Physiother.* *Physiother*, 35: 23–30.
- Romanovs, V. V. 1953. Purvi un to īpašības. *Hidrometeoizdat, Ļeņingrada*, 296 lpp.
- Saint-Fort, R., Visser, S. A. 1988. Study of the interactions between atrazine, diazinon and lindane with humic acids of various molecular weights. *Journal of Environmental Science and Health*, 23 (6): 613–624.
- Schilstra, A. J. 2001. How sustainable is the use of peat for commercial energy production. *Journal of Ecological Economics*, 39: 285–293.
- Schnitzer, M. 1978. Humic substances: chemistry and reactions. In: *Soil organic matter*. Elsevier, Amsterdam, pp. 1–64.
- Shermer, C. L., Maciorowski, K. G., Bailey, C. A. et al. 1998. Caecal metabolites and microbial populations in chickens consuming diets containing a mined humate compound. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 479–486.
- Steinberg, E. W. 2003. *Ecology of humic substances in freshwaters*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 440.
- Stevenson, F. J. 1982. *Humus Chemistry – Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley and Sons, New York, 107 p.
- Šnore, A. 2004. *Kūdra Latvijā. Latvijas Kūdras ražotāju asociācija, Rīga*, 64 lpp.
- Thirunavukkarasu, O. S., Viraraghavan, T., Subramanian, K. S. 2001. Removal of arsenic in drinking water by iron oxide-coated sand and ferrihydrite-batch studies. *Water Quality Research Journal*, 36 (1): 55–70.
- Tjuremnovs, S. N. 1976. *Kūdras nogulumi un to izpēte. Nedra, Maskava*, 487 lpp.
- Trung, B., Dat, D. P., Le Cloirec et al. 2004. Activation and characterization of U Minh peat (Vietnam) for vapor volatile organic compounds adsorption. Workshop of the French-Vietnamese project in water quality and treatment. *Book of Proceedings, Hanoi, Vietnam*.
- Twardowska, I., Kyzioł, J., Goldrath, T., Avnimelech, Y. 1999. Adsorption of zinc peat from peatlands of Poland and Israel. *Journal of geochemical exploration*, 66: 387–405.
- Vassander, H. 1996. *Peatlands in Finland*. Finnish peatland society, Finland, 168 p.
- Wallsclager, D., Desai, M. V. M., Wilken, R. D. 1996. The role of humic substances in the aqueous mobilization of mercury from contaminated floodplain soils. *Water, air and soil pollution*, 90: 507–520.
- Weng, L., Fest, E. P. M., Fillius, J. et al. 2002. Transport of humic and fulvic acids in relation to metal mobility in a copper – contaminated acid sandy soil. *Environmental Science Technology*, 36: 1699–1704.
- Xiong, J. B., Mahmood, Q. 2010. Adsorptive Removal of Phosphate from Aqueous Media by Peat. *Desalination*, 259: 59–64.
- Ziechmann, W. 1944. *Humic substances*. BI Wissenschafts Verlag, Mannheim, 300 p.
- Zimina, V. A., Ammosova, M. Y. 1995. Adsorption of simazine by humic acids of different origin. *Eurasian Soil Science*, 8: 952–955.
- Zsunshuj, V., Tschén, P., Njanzy, L., Sjaona, T. 1981. Untersuchungen des antiphlogistischen Effektes von Huminsäuren. In: *Torf in der Medizin. Symposium der Kommission VI der IMTG. Bad Elster*, pp. 358–362.
- Ниценко, А. А. 1967. *Краткий курс болотоведения. Наука, Москва*, 68 с.

Purvus raksturojošo akadēmisko terminu alfabētiskais katalogs

A

APAUDZIS AUGSTAIS PURVS
APPLŪSTOŠAIS PURVS
ATKŪDROTS PURVS
AUGSTAIS PURVS

B

BĒRZU PURVS

C

DAŽĀDZĀĻU PURVS
DZIĻAIS PURVS

E

EITROFAIS PURVS
EZERCILMES PURVS

G

GRĒDAINĀIS PURVS
GRĒDAINI LĀMAINĀIS PURVS
GRĒDAINS HIPNU PURVS

H

HIPNU PURVS

I

IELEJAS PURVS
IZSKALOTU IEDOBJU PURVS
IZSKALOTU IEGULTŅU PURVS

J

JAUKTAIS PURVS

K

KLAJŠ PURVS
KLAJVIDUS PURVS
KRŪMU-SFAGNU PURVS

L

LĀMAINS AUGSTAIS PURVS
LĀMAINS PURVS
LIELGRĪŠĻU PURVS
LIMNOGĒNAIS PURVS

M

MEZOTROFAIS PURVS
MEŽOTS PURVS
MUKLĀJU PURVS

N

NOGĀZES PURVS

O

OLIGOTROFAIS PURVS

P

PALIENES AUGSTAIS PURVS
PALIENES PĀREJAS PURVS
PALIENES PURVS
PALIENES ZEMĀIS PURVS
PĀREJAS PURVS
PĀRMITRS AUGSTAIS PURVS
PĀRMITRS PURVS
PIEKRASTES PURVS
PIETERASES PURVS
PUNDURKRŪMAINS AUGSTAIS PURVS
PUNDURKRŪMU PURVS
PUNDURKRŪMU-SFAGNU PURVS
PURVS

S

SĀĻAIS PURVS
SEKLAIS PURVS
SFAGNU PURVS
SĪKGRĪŠĻU PURVS
SŪNU PURVS

U

ŪDENSŠĶIRTNES PURVS

V

VIRSPALIENES TERASES PURVS

Z

ZĀĻU PURVS

Kūdru raksturojošo akadēmisko terminu alfabētiskais katalogs

A

AKTIVĒTĀ KŪDRA
ALKŠŅU KŪDRA
AMONIZĒTĀ KŪDRA
ATSEGTĀ KŪDRA
ATSIJU KŪDRA
AUGSTĀ PURVA KOMPLEKSĀ KŪDRA
AUGSTĀ PURVA KŪDRA
AUGSTĀ PURVA PRIEŽU KŪDRA
AUGSTĀ PURVA ŠEHCĒRIJU KŪDRA

B

BĒRZU KŪDRA
BRŪNSFAGNU KŪDRA

E

EGĻU KŪDRA

F

FUSKUMA KŪDRA

G

GAISSAUSA KŪDRA
GRANULĒTA KŪDRA
GRIEZTĀ KŪDRA
GRĪŠĻU-HIPNU KŪDRA
GRĪŠĻU KŪDRA
GRĪŠĻU-SFAGNU KŪDRA

H

HIPNU KŪDRA

I

IZSIJĀTĀ KŪDRA

J

JAUKTĀ KŪDRA

K

KAĻĶAINĀ KŪDRA
KĀRKLU KŪDRA
KĀRKLU-VĪTOLU KŪDRA
KOKU-GRĪŠĻU KŪDRA
KOKU-HIPNU KŪDRA
KOKU KŪDRA
KOKU-NIEDRU KŪDRA
KOKU-SFAGNU KŪDRA
KOKU-SŪNU KŪDRA
KOKU-ZĀĻU KŪDRA
KOMPLEKSĀ KŪDRA
KOSU KŪDRA
KŪDRA

L

LĀMU KŪDRA

M

MAGELĀNSFAGNU KŪDRA
MERĢĒLAINĀ KŪDRA
MĒSĻOŠANAS KŪDRA
MEŽA KŪDRA
MEŽA-MUKLĀJA KŪDRA
MUKLĀJA KŪDRA

N

NIEDRU-GRĪŠĻU KŪDRA
NIEDRU KŪDRA

P

PAKAIŠU KŪDRA
PĀREJAS PURVA GRĪŠĻU KŪDRA
PĀREJAS PURVA GRĪŠĻU-SFAGNU KŪDRA
PĀREJAS PURVA HIPNU KŪDRA
PĀREJAS PURVA KOKU-GRĪŠĻU KŪDRA
PĀREJAS PURVA KOKU KŪDRA
PĀREJAS PURVA KOKU-SFAGNU KŪDRA
PĀREJAS PURVA KŪDRA
PĀREJAS PURVA SFAGNU-GRĪŠĻU KŪDRA
PĀREJAS PURVA SFAGNU KŪDRA
PĀREJAS PURVA ŠEHCĒRIJU KŪDRA
PRIEŽU KŪDRA
PRIEŽU-SFAGNU KŪDRA
PRIEŽU-SPILVJU KŪDRA
PUPLAKŠU KŪDRA

R

RĀVAINA KŪDRA

S

SADALĪJUSIES KŪDRA
SAPRESĒTA KŪDRA
SAPROPEĻAINĀ KŪDRA
SEKLSLĀŅU KŪDRA
SĒRAINĀ KŪDRA
SFAGNU-GRĪŠĻU KŪDRA
SFAGNU KŪDRA
SMILŠMĀLAINĀ KŪDRA
SPILVJU KŪDRA
SPILVJU-SFAGNU KŪDRA
SŪNU KŪDRA
ŠEHCĒRIJU KŪDRA
ŠEHCĒRIJU-SFAGNU KŪDRA

Z

ZĀĻU KŪDRA

ZĀĻU-SŪNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA GRĪŠĻU KŪDRA

ZEMĀ PURVA GRĪŠĻU-HIPNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA GRĪŠĻU-SFAGNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA HIPNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA KOKU-GRĪŠĻU KŪDRA

ZEMĀ PURVA KOKU-HIPNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA KOKU-SFAGNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA KŪDRA

ZEMĀ PURVA PRIEŽU KŪDRA

ZEMĀ PURVA SFAGNU KŪDRA

ZEMĀ PURVA ŠEHCĒRIJU KŪDRA

ZĀĻU PURVS

SAPROPEĻA KĀ SAISTVIELAS UN KAŅEPJU, KOKSNES ŠĶIEDRAS, KOKSNES VATES KOMPOZĪTMATERIĀLU MIKROBIOĻĪSKĀ NOTURĪBA

Vaira OBUKA¹, Linda LAZDIŅA³, Māris ŠINKA², Vizma NIKOLAJEVA³,
Solvita KOSTJUKOVA⁴

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *vaira.obuka@gmail.com*

² Materiālu un konstrukciju institūts, Rīgas Tehniskā universitāte,
e-pasts: *maris.sinka@rtu.lv*

³ Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas katedra, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *vizma.nikolajeva@lu.lv; linda.lazdina.95@gmail.com*

⁴ LLC ALINA, Latvija, e-pasts: *solvita@alina-premium.com*

Sapropelis ir daļēji atjaunojams zemes dziļu resurss: tās ir irdenas un sīkgraudainas ezeru nogulsnes, kas bagātas ar organiskajām vielām. Sapropēja krājumi Latvijā sasniedz 700–800 mlj m³, bet purvos zem kūdras slāņa tie sasniedz 1,5 mljrd m³, kopā veidojot 2 mlj m³ (Segliņš, 2002). Sapropelis ar augstu organisko vielu saturu ir izmantojams lauksaimniecībā un dārzkopībā kā augsnes substrāts un ielabotājs un arī kā saistviela vai limvielas piedeva videi draudzīgu materiālu ražošanā (Obuka et al., 2016; Balčiūnas et al., 2016).

Šajā pētījumā izmantotas sapropēja–kaļķa, magnija oksīda–hlorīda un kaļķa saistvielas; pildvielas kompozītmateriālu izstrādē bija kaņepju spaļi, koksnes šķiedra un bērza koksnes slīpputekļi. Izmantotās pildvielas ir rūpniecības un lauksaimniecības blakusprodukti, kuriem ir nepieciešams rast risinājumu otrreizējai izmantošanai. Kaņepju–kaļķa kompozītmateriāla izmantošanai ir pozitīva ietekme uz apkārtējo vidi, un tā ir tieši saistīta ar CO₂ izmešiem. Abas tā sastāvdaļas uzņem CO₂ – kaļķis cietēšanas (karbonizācijas) procesā, bet kaņepes – augšanas laikā (Shea et al., 2012). Arī sapropelis veidošanās laikā ir ieslēdzis sevī CO₂ organisko vielu veidā, tādējādi ir līdzvērtīgs kaņepju–kaļķa materiāliem.

Kā antimikrobiālā piedeva materiāliem tika izmantots SIA “ALINA” produkts “ALINA LIFE™”, un tika novērtēta kompozītmateriālu mikrobioloģiskā noturība. Šī produktu grupa ir jauna veida piedeva ēku apdares materiāliem un krāsām, tā kavē ārējās vides negatīvo ietekmi uz materiāliem, tādējādi paildzinot to ilgmūžību un samazinot biocīdu izmantošanu materiālu aizsardzībai.

Kompozītmateriāli tika sagatavoti Rīgas Tehniskās universitātes Materiālu un konstrukciju institūta būvmateriālu laboratorijā. Izveidotajiem paraugiem tika noteikta mehāniskā izturība, siltumvadītspēja, mikrobioloģiskā noturība (kopā 194 paraugi), kā arī vides reakcija. Pirms mikrobioloģiskās noturības testiem daļa paraugu tika pakļauta sasaldēšanas un atkausēšanas cikliem, tos mākslīgi novecinot. Salturības pārbaudes režīms atbilst salturības testam saskaņā ar standartu LVS CEN/TS 12390-9. Paraugu izturēšana notika +20 ± 1 °C 1 stundu un -20 ± 1 °C 3 stundas. Visi paraugi tika pakļauti 30 sasaldēšanas un atkausēšanas cikliem. Mikrobioloģiskā noturība tika testēta arī paraugiem, kuri netika

pakļauti sasaldēšanas un atkausēšanas cikliem. Paraugi tika testēti, izmantojot sēnes *Alternaria alternata* un *Cladosporium herbarum*.

Mehāniskās izturības un siltumvadītspējas īpašības sapropeļa–kaļķa–kaņepju kompozītmateriālam tika salīdzinātas ar kaļķa–kaņepju un magnija hlorīda–kaņepju materiāliem. Iegūtie rezultāti rāda, ka kompozītmateriāliem, kas izgatavoti no sapropeļa–kaļķa saistvielas, ir līdzīgas mehāniskās īpašības kā kaļķa–kaņepju un magnija hlorīda–kaņepju materiāliem: attiecīgi spiedes stiprība 0,77 MPa sapropeļa–kaļķa–kaņepju materiālam, salīdzinot ar 0,61 MPa kaļķa–kaņepju un 1,8 MPa magnija hlorīda–kaņepju materiālam. Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem siltumvadītspējas testos kaļķa–kaņepju kompozītmateriālam (blīvums 408,10 kg/m³) ir zemāka siltumvadītspēja – 0,086 W/m·K. Līdzīgi rezultāti iegūti sapropeļa–kaļķa–kaņepju materiālam – 0,089 W/m·K.

Sēnes *Cladosporium herbarum* un *Alternaria alternata* ir izplatīti alerģiju izraisītāji, to sporas ir sastopamas kā ārvides, tā arī iekštelņu gaisa mikroflorā (Breitenbach, Cramer, 2002). *Alternaria alternata* ir visā pasaulē izplatīta saprotrofa sēne, kas spēj attīstīties uz dažādiem augiem un citiem substrātiem. Sēne spēj pielāgoties dažādiem augšanas apstākļiem, bet galvenokārt konstatēta augsnē un komposta materiālos, taču tā ir arī augu patogēns (Bagherabadi et al., 2015). Arī *Cladosporium herbarum* dabā sastopama augsnē un komposta materiālos, šī sēne ir konstatēta gaisā, pārtikā, tekstilizstrādājumos un daudzos citos substrātos. Attiecīgu apstākļu ietekmē tā spēj attīstīties arī uz citām sēnēm un veselīgām augu lapām (Schubert et al., 2007). Bieži uz koksnes un lakstaugiem novērojami tādi mikroskopisko sēņu ģinšu pārstāvji kā *Alternaria*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Phomopsis*, *Cylindrosporium*, *Phyllosticta* un *Cladosporium* (Adamčíková, Hrubík, 2015). Gan *Cladosporium*, gan *Alternaria* spp. lielā koncentrācijā bieži atrod arī uz ēku fasādēm mērenā klimata joslā, jo šīs sēnes ir noturīgas pret dabisko saules radiāciju. Šo sēņu pigmenti nokrāso virsmas tumšos toņos. Tā kā mūsu pētītie materiāli ir dabiskas izcelsmes, tie satur koksnes un šķiedraugu materiālus, ir nepieciešama to apstrāde, lai nodrošinātu antimikrobiālu iedarbību un aizsardzību.

Darba gaitā tika noskaidrots, ka uz izmantotajiem materiāliem visbiežāk ir sastopamas *Sordaria*, *Alternaria* un *Fusarium* ģints sēnes. Atsevišķos gadījumos konstatētas arī *Penicillium*, *Acremonium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, *Mucor* un *Stachybotrys* spp. – tas liecina, ka substrāti satur pietiekamu mitrumu un barības vielu daudzumu sēņu attīstībai. Labi izteikta sēņu attīstība tika novērota uz sapropeļa–koksnes šķiedras un bērza koksnes slīpputekļu materiāliem, tas ir skaidrojams ar to, ka pH līmenis ir neitrāls (pH = 6–7) vai pat nedaudz skābs (pH = 5), kā arī ar to, ka koksne dabiski ir piemērots substrāts daudzām sēnēm.

Sēņu attīstība praktiski netika novērota uz kaņepju–kaļķa materiāliem un kaņepju–magnija hlorīda saistvielas, kā arī kaņepju–sapropeļa–kaļķa saistvielas materiāliem. Tas skaidrojams ar kaņepju antimikrobiālo iedarbību (Ali et al., 2012), kā arī kaļķa dabiski augsto pH (pH = 9–12), kas negatīvi ietekmē sēņu attīstību.

Izmantotā literatūra

- Adamčíková, K., Hrubík, P. 2015. The health state of *Ginkgo biloba* L. in the presence of microfungi; Journal of Plant Protection Research, 55 (1): 42–47.
- Ali, E. M. M., Almagboul, A. Z. I., Khogali, S. M. E., Gergeir, U. M. A. 2012. Antimicrobial activity of *Cannabis sativa* L. Chinese Medicine, 3 (1): 61–64.
- Bagherabadi, S., Zafari, D., Soleimani, M. J. 2015. Genetic diversity of *Alternaria alternata* isolates causing potato brown leaf spot, using ISSR markers in Iran. Plant Pathology & Microbiology, 6 (7): 1–6.

- Balčiūnas, G., Žvironaite, J., Vejelis, S., Jagniatinskis, A., Gaidučis, S. 2016. Ecological, thermal and acoustical insulating composite from hemp shives and spropel binder. *Industrial Crops and Products Journal*, 91: 286–294.
- Breitenbach, M., Cramer, R., Lehrer, S. B. (eds.) 2002. *Fungal Allergy and Pathogenicity*. Chem. Immunol. Basel, Karger, 81: 48–72.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 2006. Latvijas standarts: Sacietējuša betona testēšana. 9. daļa: Salizturība. Atslāņošanās. LVS CEN/TS 12390-9. Latvija, Rīga.
- Obuka, V., Veitmans, K., Vincēviča-Gaile, Z., Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2016. Spropel as an adhesive: assessment of essential properties. *Research for Rural Development*, 2: 77–82.
- Schubert, K., Groenewald, J. Z., Braun, U., Dijksterhuis, J., Starink, M., Hill, C. F., Zalar, P., Hoog, G. S. de, Crous, P. W. 2007. Biodiversity in the *Cladosporium herbarum* complex (*Davidiellaceae*, *Capnodiales*), with standardisation of methods for *Cladosporium* taxonomy and diagnostics. *Stud. Mycol.*, 58: 105–156.
- Segliņš, V. 2002. Latvijas zemes dziļu resursi. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga.
- Shea, A., Lawrence, M., Walker, P. 2012. Hygrothermal performance of an experimental hemp–lime building. *Construction and Building Materials*, 36: 270–275.

SAPROPELIS: NO IZPĒTES LĪDZ PIELIETOJUMAM

Vaira OBUKA, Karina STANKEVIČA, Santa CELMA, Edmunds BĒRZIŅŠ

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *vaira.obuka@gmail.com; karina.stankevica@gmail.com*

Ievads

Latvijā ir 2256 ezeri ar kopējo platību 1001 km² jeb 1,5% no Latvijas teritorijas (Leinerte, 1988), purvu kopplatība ir 6401 km² jeb 9,9% valsts teritorijas (Anonīms, 1980). Lielākajā daļā šo purvu (zem kūdras slāņa) un ezeru ir sastopams sapropelis – izmantojams, daļēji atjaunojams zemes dziļu resurss, tie ir kvartāra periodā veidojušies organiski nogulumu, kuri uzkrājas, atmirušo ūdensaugu un dzīvnieku atliekām nogulsņējoties un sajaucoties ar minerālvielām.

Visintensīvākā sapropēja veidošanās un uzkrāšanās ir raksturīga Āzijas un Eiropas mērenā klimata joslā (Krievija, Baltkrievija, Ukraina, Baltijas valstis, Skandināvijas pussala, Francija, Vācija, Polija) un Ziemeļamerikas kontinenta Lielo ezeru reģionā (Kanāda un Amerikas Savienotās Valstis).

Pamatojoties uz Latvijas ezeru izpētes rezultātiem, Latvijas ezeros aplēstais sapropēja daudzums, ko novērtējis Valsts ģeoloģijas dienests, ir 700–800 mlj m³ (Segliņš, Brangulis, 2001), bet sapropēja krājumi purvos sasniedz 1,5 mljrd m³. Kopējie sapropēja resursi Latvijā ir aptuveni 2 mlj m³.

Sapropēja resursu pieejamība Latvijā un tā plašās izmantošanas iespējas padara to par valsts mēroga nozīmīgu dabas resursu; tā pārstrādes produkti var tikt eksportēti visā pasaulē. Lauksaimniecības, dārzkopības un mežsaimniecības nozarē to izmanto augsnes mēslošanā un augsnes uzlabošanā. Lopkopībā tas tiek izmantots kā piedeva dzīvnieku barībai, tas ir piemērots izejmateriāls ķīmijas un celtniecības industrijā, kā arī ārstnieciskais līdzeklis medicīnā – ārstnieciskajās dūņās un kā izejviela koagulantu ražošanā.

Rūpnieciskā sapropēja izmantošana veicina izpēti par šī resursa īpašībām un bagātību, kā arī palīdz mazināt klimata pārmaiņas un no fosiliem materiāliem iegūto izejvielu izmantošanu. Saldūdens ir galvenais dzīvības elements, taču saldūdens resursi ir apdraudēti intensīvas eitrofikācijas procesu (ezeru aizaugšanas) dēļ. Sapropēja nogulumu izvākšana no ezeriem (bagarēšana), ezeru rekultivācija palīdz uzlabot saldūdens resursu un ezeru ekosistēmu kvalitāti. Dabas resursu izmantošanai ir jābūt ilgtspējīgai, videi nekaitīgai un efektīvai, radot inovatīvus produktus ar augstu pievienoto vērtību, kas ir netoksiski, videi draudzīgi, ar spēju saistīt smagos metālus. Tādējādi ir iespējams ievērojami samazināt izdevumus saldūdens saglabāšanas un attīrīšanas pasākumiem ar augstu potenciālu ilgtspējīgai turpmākai ezeru izmantošanai tautsaimniecībā.

Sapropēja īpašības un sastāvs

Sapropeli veido trīs galvenās sastāvdaļas, kas savā starpā mijiedarbojas, – organiskā un minerālā daļa un sapropēja sastāvā ietilpstošie dzīvie organismi. Sapropēja sausnas saturs vidēji veido 5–20% ar masas blīvumu 1040–1080 kg/m³ (Kaķītis, 1999). Gaissausam sapropelī ir spīdīga griezumam virsma, un tajā esošie koloīdi pēc sacietēšanas sasniedz augstu cietības pakāpi (Bamberg, 1993).

Sapropēja organiskās vielas ir autohtonas un alohtonas izcelsmes. Sapropēja alohtonās izcelsmes komponents satur krasta erozijas materiālu, kas sastāv no minerālvielu daļiņām, kā arī no biogēnas izcelsmes neorganiskām vielām un ezera apkārtnē dzīvojošu dzīvnieku un augu atliekām, kas ieplūst no ezera sateces baseina ar lietus ūdeņiem, upēm, gaisa straumēm (Leonova et al., 2011; Liužinas et al., 2005).

Atkarībā no sapropēja sastāva tam var būt dažāda krāsa: tumši brūna (ar eļļainu spīdumu), gaiši vai tumši pelēka, brūngana, dzeltena, zaļgana, gaiši sārta. Sapropēja krāsu nosaka organiskās un minerālās vielas. Zaļu krāsu sapropeli nosaka hlorofils, ko satur zaļalģes, toties kramalģes rada rozā krāsu.

Latvijā izpētītajos ezeros apmēram 80% gadījumu organisko vielu saturs sapropēja sausnā ir augstāks par 60% (Vucāns, 1989). Pēc sastāva sapropēja sausnu var iedalīt trīs vielu grupās: minerālvielas (alohtonas izcelsmes), organisko vielu komplekss (augu un dzīvnieku atliekas), biogēnas izcelsmes neorganiskie komponenti (Stankeviča, Kļaviņš, 2013). Sapropēja organisko vielu daudzums sapropēja sausnā svārstās plašās robežās – no 15% līdz pat 90% un vairāk. Sapropēja organiskās masas elementsastāvs: ogleklis 50,8–59,2%, skābeklis 27,9–35,2%, ūdeņradis 6,7–7,4%, slāpeklis 4,7–5,4%, sērs 0,6–1,4% (Бракш, 1971; Vimba, 1956).

Atkarībā no sapropēja veidošanās apstākļiem un sastāva sapropēja organiskā daļa var saturēt atšķirīgas organisko vielu grupas: humusvielas 5,1–61,9%, hemiceluloze 9,8–52,5%, aminoskābes 9,8–17,8%, celuloze 0,4–6,0%, bitumi 6,8–15,2% (ШТИН, 2005).

Pārējo sapropēja sausnas sastāvdaļu, ko neveido organiskās vielas, sauc par pelniem, un to sastāvs var būt ļoti dažāds: SiO₂ 3,2–72,4%, CaO 2,5–33,5%, MgO 0,4–2,3%, P₂O₅ 0,14–0,27%, Fe₂O₃ 1,1–2,6%, Al₂O₃ 0,8–3,9% (ШТИН, 2005). Sapropeli ietilpst arī dažādi mikroelementi: Si, Al, Fe, Ca, Be, Sr, Mg, Ti, Na, K, V, Cr, Mn, Ag, Mo, Ga, Pb, As, Sn, P, S, Na, Sc, Ni, As, Rb, Y, V, I, Zr, Nb, Mo, Cd, Cs, Ba, La, Ce, Hf, Th (Leonova et al., 2011).

Viena no svarīgākajām valga sapropēja īpašībām ir tā koloidālā struktūra, kas nosaka sapropēja organisko koloīdo daļiņu spēju absorbēt lielu daudzumu ūdens, tāpēc tam ir augsta mitruma ietilpība, kas sasniedz 70–97% (Vimba, 1956), un zema filtrācijas pakāpe (Liužinas et al., 2005).

Dabīgi valga sapropēja struktūra ir viskoza, gelveidīga vai receklveidīga, plastiska ar augstām sorbcijas spējām (Vucāns, 1989; Skromanis u. c., 1989). Ja sapropēja mitruma daudzums samazinās līdz 60%, tā koloīdi sabrūk (Bamberg, 1993).

Sapropēja izmantošanas iespējas lauksaimniecībā

Bioogle ir vērtīgs blakusprodukts, kas rodas koģenerācijas stacijās, sadedzinot koksnī. To ir iespējams lietderīgi izmantot lauksaimniecībā. Bioogli iestrādājot augsnē, tiek sekmeņa oglekļa piesaiste, kā arī pozitīvi ietekmētas augsnes īpašības. Savukārt sapropelis ir vērtīgs Latvijas dabas resurss, kas ir izmantojams kā saistviela, turklāt tradicionāli to lieto arī kā augsnes ielabotāju vai papildmēslojumu (Stankeviča, Kļaviņš, 2013). No bioogles un sapropēja izgatavotās granulas ir paredzētas augsnes ielabošanai. Tās ir paredzētas lietot papildus citiem mēslojumiem, lai palielinātu to efektivitāti, vai arī atsevišķi. Sapropelis kompozīcijā tiek izmantots kā līmviela, kas papildina bioogles īpašības Produkta efektivitāti nosaka ilgnoturība, augsts pH, porainība, kopējās virsmas laukums, kas sekmē sorbcijas spēju. Produktam iespējams pievienot papildu piedevas, lai pielāgotu dažādām augsnēm un uzlabotu produkta mehāniskās īpašības.

Pētījuma mērķis bija noskaidrot bioogles un sapropēja granulu izstrādes iespējas un izvērtēt to īpašības. Pētījumā izmantotas bioogles, kas iegūtas pirolīzes procesā 600 °C

temperatūrā, par izejmateriālu ir izmantota dažādu lapukoku koksne. Sapropelis iegūts no Piksteres ezera Jēkabpils novadā, tam ir 97% mitrums un 83% organiskās vielas (no sausas).

Granulas tika izstrādātas, sadarbojoties ar Rūdolfa Cimdiņa Rīgas Biomateriālu inovāciju un attīstības centra pētniekiem. Tās tika veidotas, izmantojot ekstrūzijas metodi. Pēc šīs metodes granulu veidošanai vispiemērotākā bioogļu un sapropeļa attiecība ir 9:1 sausā gala produktā. Granulu izstrādes gaitā tām tika noteikta forma, garums, platums, mitruma saturs paraugā (1. tabula), vides reakcija, elektrovadītspēja.

Bioogles un sapropeļa granulu vides reakcija ūdens izvilkumā pH ir 10, bet elektrovadītspēja ir 703,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (granulai sadaloties, tā pakāpeniski pieaug). Izmantotā Piksteres ezera sapropeļa blīvums ir $1,028 \pm 0,003 \text{ g}/\text{m}^3$ (homogenizēts), $1,069 \pm 0,006 \text{ g}/\text{m}^3$ (nehomogenizēts).

1. tabula. Mitruma satura noteikšana bioogles un sapropeļa granulām

Sapropelis, %	96,71 \pm 0,22
Bioogles, %	3,14 \pm 0,19
Maisījums, %	74,04 \pm 0,27
Pēc ekstrūzijas – cilindrveidīgās granulas, %	63,19 \pm 0,36
Pēc formēšanas ar rotācijas kustībām – sfērveidīgās granulas, %	63,19 \pm 0,36
Pēc žāvēšanas – cilindrveidīgās granulas, %	3,56 \pm 0,39
Pēc žāvēšanas ar rotācijas kustībām – sfērveidīgās granulas, %	4,13 \pm 0,47

Mitrums katram paraugam noteikts 7 reizes.

Piksteres sapropeļa un bioogles granulas tilpummasa: pēc granulu tipa – cilindriskas pēc ekstrūzijas ($0,31 \pm 0,07 \text{ g}/\text{cm}^3$), sfērveidīgas pēc ekstrūzijas ($0,47 \pm 0,18 \text{ g}/\text{cm}^3$), sfērveidīgas pēc formēšanas ar rotācijas kustībām ($1,00 \pm 0,43 \text{ g}/\text{cm}^3$).

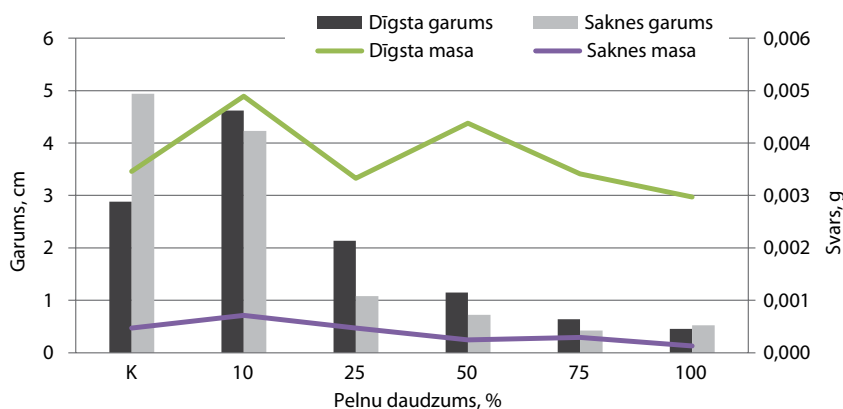
Piksteres sapropeļa un bioogles granulas beramblīvums: pēc granulu tipa – cilindriskas pēc ekstrūzijas ($0,226 \pm 0,005 \text{ g}/\text{cm}^3$), sfērveidīgas pēc formēšanas ar rotācijas kustībām ($0,236 \pm 0,001 \text{ g}/\text{cm}^3$). Granulu tilpummasa ir zema salīdzinājumā ar tirgū pieejamām presētajām bioogļu granulām.

Granulas satur 0,005–0,12 g/kg fosfora, 0,052 g/kg slāpekļa, 5,4–5,7 g/kg kālija, 19,6 g/kg kalcija, 0,002–0,003 g/kg dzelzs un 44,2 g/kg magnija augiem pieejamās formās. Granulu elementu sastāvs ir pietiekams, taču, lai nodrošinātu efektīvu augu attīstību, elementu sastāvs ir jāpielāgo augsnes vajadzībām. Izmantotajos izejmateriālos nav konstatēti smagie metāli, tādēļ tie ir uzskatāmi par droši izmantojamiem lauksaimniecībā.

Tika veikts pētījums par tīras bioogles (koksnes izcelsmes) ietekmi uz sēklu dīgspēju un augšanu. Novērtēta ietekme uz divdīgļlapja – ārstniecības kļiņģerītes *Calendula officinalis* sēklu dīgspēju un viendīgļlapja – pļavas skarenes *Poa pratensis* augšanu. Tika veikti divi tiešās saskarsmes dīgšanas testi ar dažādu bioogles koncentrāciju (5–100%). Dīgšanas testi ārstniecības kļiņģerītei veikti, izmantojot "Phytotestkit" plates. Sēklas tika diedzētas 15 dienas bioogles ūdens izvilkumā, tumsā, +20 °C temperatūrā. Tika mērīts sakņu un dīgstu garums, noteikta dīgstu un sakņu biomasa pēc žāvēšanas. Bioogle tika iegūta no Latvijas 10 kW koģenerācijas stacijas Tukumā.

Rezultāti liecina, ka bioogle 10% apmērā ir optimālais daudzums sēklu dīgšanai un augšanai, uzrādot lielāko masas pieaugumu un dīgsta garumu (sk. att.).

Testi parāda, ka bioogli var izmantot augu augšanas stimulēšanai.



Attēls. Ārstniecības klijģerītes dīgsta un saknes vidējais garums un sausnas masa, audzētas 15 dienas viegļajos pelnos

Sadarbojoties ar Rīgas Tehniskās universitātes Materiālu un konstrukciju institūta pētniekiem, tika izstrādātas sapropeļa un kūdras, kā arī sapropeļa granulas. Pētījumā tika noteiktas granulu fizikāli mehāniskās īpašības trīs veidu granulām: bēruma blīvums, ūdensuzsūce un granulu spiedes stiprība, vides skābuma reakcija. Pētījuma mērķis bija noskaidrot tīra sapropeļa, kūdrainā sapropeļa, kūdras un sapropeļa granulu izstrādes iespējas un to īpašības. Tika izmantots sapropelis no Vēveru ezera Rēzeknes novadā: mitruma saturs – 97,66%, blīvums – 1,08 g/cm³, organisko vielu saturs – 86,25%. Otrs izmantotais sapropelis pētījumā ir kūdrainais sapropelis: mitruma saturs – 90,45%, blīvums – 1,10 g/cm³, organisko vielu saturs – 81,34%.

No tīra sapropeļa un no kūdrainā sapropeļa iegūto granulu pH = 7, no sapropeļa un kūdras iegūto granulu pH = 5. Izveidotās granulas ūdens vidē sadalās lēni. Augsnes vidē granulu sadalīšanās notiek fiziskas iedarbības rezultātā.

Pētījumā par videi draudzīgu granulu lauksaimniecības vajadzībām izveidi no sapropeļa un kūdras tika noteikts bēruma blīvums (LVS EN 1097-3), ūdensuzsūce (LVS EN 1097-6), mehāniskā izturība (EN 1606). Bēruma blīvums granulām no tīra sapropeļa un ūdens ir 639,6 kg/m³, bet granulām no kūdrainā sapropeļa – 246,1 kg/m³, no sapropeļa un kūdras – 248,3 kg/m³. Ūdensuzsūce granulām no tīra sapropeļa un ūdens ir 78,9%, granulām no kūdrainā sapropeļa – 167,8%, bet sapropeļa un kūdras granulām – 163,9%. Mehāniskā izturība granulām no tīra sapropeļa un ūdens ir 1,06 MPa, granulām no kūdrainā sapropeļa – 0,46 MPa, bet granulām no sapropeļa un kūdras – 0,44 MPa. Rezultātā tika iegūtas granulas, kuru mehāniskā izturība ir pietiekama, lai tās varētu ilglaicīgi uzglabāt, pārvadāt un iestrādāt augsnē.

Sapropeļa kā saistvielas izmantošana kompozītmateriālos

Sapropelī ir konstatētas saistvielas īpašības, kuras raksturo hidrofobizējoša un salīmējoša spēja. Sapropelī piemīt labas adhēzijas īpašības, plastiskums, viskozitāte un adsorbācijas spējas (Штин, 2005). Slāpekli saturošas vielas, tajā skaitā brīvās aminoskābes, nosaka sapropeļa kā limvielas īpašības.

Sapropeli var izmantot kā saistvielas piedevu kokmateriālu ražošanas, linu un kaņepju apstrādes un pārstrādes, papīra – kartona ražošanas rūpniecības blakusproduktiem, lai ražotu siltumizolācijas un apdares plātnes. Sapropelis izmantots arī cementa saistvielas aizstāšanai, izstrādājot sapropeļbetonu, kas ir kompozītmateriāls celtniecībā, tam

par saistvielu ir ņemts sapropelis, bet par pildvielu – zāģu skaidas un grants (Brakšs u. c., 1960; Gružāns, 1960). Par sapropeļa kā saistvielas izmantošanas potenciālu ir veikti pētījumi Latvijā, Lietuvā, Baltkrievijā. Ir pētītas sapropeļa–salmu (Kasperīūnaite, 2006), sapropeļa–kaņepju spaļu (Pleikšnis, 2013) un sapropeļa–kaļķa–kaņepju–papīra pārstrādes blakusproduktu (Balčiūnas et al., 2016) izstrādes iespējas. Tehniskās pārbaudes rāda, ka sapropeļa kā saistvielas izmantošana kopā ar dažādiem blakusproduktiem, radot jaunus materiālus, ļauj gatavo produktu iekļaut siltumizolācijas materiālu kategorijā pēc tehniski kvalitatīviem rādītājiem.

Sapropelis kā līmviela – būtiskāko īpašību novērtējums (Obuka et al., 2016): būvniecības industrijā ir akūta nepieciešamība pēc jauna veida līmēm un saistvielām, kas veidotas uz dabisku (augu un dzīvnieku izcelsmes) vielu bāzes (Stefano et al., 2009). Mūsdienās izmantojamo sintētisko līmvielu sastāvā ir toksiskas vielas, kas rada veselības problēmas un vides piesārņojumu. Lielākoties līmvielas ir ražotas uz formaldehīda (urīnvielas–formaldehīds un fenolformaldehīds) bāzes, kas aptver 92% no kopējā līmes patēriņa. Formaldehīda līmes ir veidotas no neatjaunojamiem resursiem, un tās ir kaitīgas, iespējams, kancerogēnas. Pasaulē tiek veikti pētījumi, lai izstrādātu dažādas alternatīvas pašlaik izmantoto līmju aizstāšanai, piemēram, uz sojas bāzes veidotas koksnes līmes (Lei et al., 2014).

Šajā pētījumā tika izstrādāti kompozītmateriāli, izmantojot sapropeli kā līmvielu. Izmantoti divu veidu sapropeļa paraugi – zaļāļģu sapropelis, kas iegūts Vēveru ezerā, un zilāļģu sapropelis, kas iegūts Pilveļu ezerā. Sapropeļim tika noteiktas tādas raksturīpašības kā sausnas saturs, mitrums un blīvums. Līmvielas tika testētas, līmējot saplāksni un veicot materiāla mehāniskās pārbaudes: līmējuma stiprības pārbaudi, stiprības noteikšanu statiskā liecē (izmantojot LVS EN 314-2 un LVS EN 314-1 standartu), pielietojamības grupas (D₁ – D₄) noteikšanu sapropeļim kā līmei (izmantojot LVS EN 204 un LVS EN 205 standartu), gabalkūdras salīmēšanu ar sapropeli un stiprības noteikšanu stiepē perpendikulāri plātnes plaknei (izmantojot LVS EN 319 standartu).

No rezultātiem izriet, ka robežstiprības liecē mehāniskajām pārbaudēm sapropeļa līmvielai (EN 310 standarts – elastības moduļa un lieces spēka noteikšanai) augstāko rezultātu uzrāda Pilveļu ezera sapropelis (paralēli liecē – 88,7 MPa). Papildus nosakot pielietojamības grupu sapropeļim kā līmvielai, Pilveļu sapropeļa – dižskābarža paraugi uzrāda rezultātu 3,67 MPa. Toties gabalkūdras – Pilveļu sapropeļa paraugi – 0,077 MPa, gabalkūdras – Vēveru sapropeļa paraugi – 0,067 MPa.

Pētījumā par sapropeļa kā pildvielas kompozītmateriāliem tika veikts siltumvadītspējas tests, mainot sapropeļa veidus un pildvielas (Obuka et al., 2015). Tika izmantoti trīs veidu sapropeļi no Vēveru ezera (zaļāļģu) un Pilveļu ezera (zilaļģu) un karbonātiskais sapropelis no Padēja ezera. Kā pildvielas tika izmantotas kaņepju šķiedras un spaļi, koksnes šķiedra, bērza koksnes slīpputekļi. Šīs pildvielas ir lauksaimniecības un rūpniecības blakusprodukti, kuriem ir jāatrod otrreizējās izmantošanas iespējas. Iegūtie rezultāti parādīti 2. tabulā.

Pēc iegūtajiem rezultātiem var spriest, ka labākie rādītāji ir materiālam, kura sastāvā ir koksnes šķiedras un zaļāļģu sapropelis no Vēveru ezera. Rezultāti rāda, ka šiem kompozītmateriāliem ir līdzīgi rādītāji, tādējādi arī līdzīgas izmantošanas iespējas un potenciāls. Izveidoto kompozītmateriālu siltumvadītspēja gaissausā stāvoklī ir neliela jauktas, sīkporainas struktūras dēļ, un tiem ir raksturīga viendabīga šķiedru struktūra ar savā starpā saistītām un vaļējām porām. Izejvielu organiskās izcelsmes dēļ sapropeļa saistvielas un kaņepju spaļu kompozītmateriālam ir raksturīga neviendabīga struktūra, jo, granulometriski atšķirīgām daļiņām sakārtojoties, rodas tukšumi un nevienmērīga kompozīcija ar vājākiem ieslēgumiem, paraugam ātrāk deformējoties.

2. tabula. **Materiālu siltumvadītspējas izpētes rezultāti**

<i>Materiāls: saistviela–pildviela</i>	<i>Blīvums, kg/m³</i>	<i>Siltumvadītspēja, W/m·K</i>
Karbonātiskais un zaļālgū sapropelis – kaņepes	191	0,063
Karbonātiskais un zilaļģu sapropelis – kaņepes	200	0,059
Koksnes šķiedras – zaļālgū sapropelis	153	0,055
Koksnes šķiedras – zaļālgū sapropelis	202	0,060
Zaļālgū sapropelis – koksnes slīpputekļi	214	0,061
Zaļālgū sapropelis – koksnes slīpputekļi – silīcija dioksīds “Aerosil”	376	0,080

Pētījumā tika noteikta arī materiālu mehāniskā izturība. Iegūtie rezultāti rāda, ka spiedes deformācijā perpendikulāri un paralēli paraugu formēšanas virzienam augstākus rādītājus uzrāda kompozītmateriāli, kuru pildviela ir bērza koksnes slīpputekļi, bet saistviela ir zaļālgū sapropelis. Perpendikulāro deformāciju spiedes rezultāti variē no 0,67 līdz 0,76 MPa. Savukārt lineārās deformācijās rezultāts ir attiecīgi 0,72 un 0,67 MPa. Spiedes pretestības iegūtie rezultāti rāda, ka materiālu izturība ir pietiekama, lai tos izmantotu montāžas darbos un veidotu salīmējošus savienojumus.

Pētījumā par sapropeli kā kokskaidu saistvielu un kūdru kā kokskaidu saistvielu (Obuka u. c., 2013) materiālu siltumvadītspēja sasniedza 0,067 un 0,060 W/m·K. Pētījumā ņemts vērā saldēšanas ciklu skaits un testēto materiālu mitrums. No rezultātiem izriet, ka kūdras un kokskaidu plātnei siltumvadītspējas koeficients paaugstinās, bet sapropeļa un kokskaidu plātnei siltumvadītspējas koeficients samazinās saldēšanas ciklu gaitā. Salīdzinot iegūtos rezultātus, kur kompozītmateriāla mitrums ir no gaissausa stāvokļa līdz mitruma piesātinātam materiālam (12%), siltumvadītspējas koeficients attiecīgi ir sapropeļa–kokskaidu plātnei 0,050–0,060 W/m·K un kūdras–kokskaidu plātnei 0,055–0,064 W/m·K.

Šajā pētījumā tika noteikta arī materiālu mehāniskā izturība. Atkarībā no mitruma daudzuma mainās plātņu spiedes pretestība. Sapropeļa–kokskaidu spiedes pretestība ir 0,06 MPa, bet kūdras–kokskaidu spiedes pretestība ir 0,13 MPa. Turpretī lieces pretestība rāda, ka sapropeļa–kokskaidu izturība ir 0,02 MPa, bet kūdras–kokskaidu – 0,3 MPa. Spiedes un lieces pretestības rezultāti rāda, ka kompozītmateriālu stiprība ir pietiekama, lai ar tiem izstrādātu līmējošus savienojumus un veiktu montāžas darbus.

Secinājumi

Izmantojot vietējo resursu – sapropeli un ražošanas procesa blakusproduktus, ir iespējams izstrādāt videi draudzīgus kompozītmateriālus celtniecības nozarē, tos pielāgojot izmantošanas vajadzībām. Perspektīvs virziens sapropeļa izmantošanā lauksaimniecības jomā ir mēslojumu granulēšana, kas ļauj iegūt ilgas iedarbības produktu, kurš neput, nesablīvējas, ir ērti pārvadājams un lietojams.

Izmantotā literatūra

- [Anonīms]. Latvijas PSR Kūdras fonds uz 1980. gada 1. janvāri. Latvijas Valsts Meliorācijas projektēšanas institūts, Rīga, 1980, 716 lpp.
- Balčiūnas, G., Žvironaite, J., Vejelis, S., Jagniatinskis, A., Gaidučis, S. 2016. Ecological, thermal and acoustical insulating composite from hemp shives and sapropel binder. *Industrial Crops and Products Journal*, 91: 286–294.
- Bamberg, K. 1993. Ģeoloģija un hidroģeoloģija. Zvaigzne, Rīga.

- Brakšs, N., Alksne, A., Āboliņš, J., Kalniņš, A. 1960. Sapropēja un kūdras humīnskābes kā saistviela koksnēs atlikumu izmantošanā. Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis, 10 (159): 101–108.
- Gružāns, A. 1960. Sapropelbetons. LLA Raksti, IX sēj., 547.–561. lpp.
- Kaķītis, A. 1999. Energoekonomiskas sapropēja ieguves tehnoloģijas. Disertācija Dr. inž. zinātniskā grāda iegūšanai. LLU, Jelgava, 111 lpp.
- Kasperiuonaitė, D., Navickas, J., Vilkas, J. 2009. Investigation of Thermophysical Properties of Unburnt Clay Samples with Sapropel Additives. Rural Development 2009 Biometrics and Development of Electronic Media in Rural Area, Lithuania.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 1999. Latvijas standarts: Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana – 3. daļa: Irdena bēruma blīvuma un porainības noteikšana. LVS EN 1097-3. Latvija, Rīga.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 2007. Latvijas standarts: Siltumizolācijas materiālu lietošana būvniecībā – spiedes stiprības noteikšana. EN 1606. Latvija, Rīga.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 2013. Latvijas standarts: Minerālmateriālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 6. daļa: Daļiņu blīvuma un ūdens absorbcijas noteikšana. LVS EN 1097-6. Latvija, Rīga.
- Latvijas zemes dziļu resursi. 2001. Segliņš, V., Brangulis, A. J. (red.). Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga, 32 lpp.
- Lei, H., Du, G., Wu, Z., Xi, X., Dong, Z. 2014. Cross-linked soy-based wood adhesives for plywood. International Journal of Adhesion and Adhesives, 50: 199–203.
- Leinerte, M. 1988. Ezeri deg! Zinātne, Rīga, 94 lpp.
- Leonova, G. A., Bobrov, V. A., Lazareva, E. A., Bogush, A. A., Krinovogov, S. K. 2011. Biogenesis contribution of minor elements to organic matter of recent lacustrine sapropels (Lake Kirek as example). Lithology and Mineral Resources, 46 (2): 99–114.
- Liužinas, R., Jankevičius, K., Šalkauskas, M. 2005. Improvement of lake sapropel quality: a new method. Geografijos Metraštis, 3 (82), 44–55.
- Obuka, V., Korjajkins, A., Brencis, R., Preikšs, I., Purmalis, O., Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2013. Sapropēja – kūdras, sapropēja kokskaidu siltumizolācijas plāksnes un to īpašības. Rīgas Tehniskās universitātes Zinātniskie raksti. 2929. sēj. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija. Rīga, 127.–136. lpp.
- Obuka, V., Šinka, M., Kļaviņš, M., Stankeviča, K., Korjajkins, A. 2015. Sapropel as a binder: Properties and application possibilities for composite materials. 2nd International Conference on Innovative Materials, Structures and Technologies IOP Publishing IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 96: 1–10.
- Obuka, V., Veitmans, K., Vincēviča-Gaile, Z., Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2016. Sapropel as an adhesive: assessment of essential properties. Research for Rural Development, 2: 77–82.
- Pleikšnis, S., Dovgiallo, I. 2013. Thermal Insulation Materials From Sapropel And Hemp Shives (Cannabis Sativa L.). Environment. Technology. Resources Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference. Volume III. Rēzekne, Latvija, pp. 1–5.
- Skromanis, A., Anspoks, P., Grinbergs, V., Asars, A., Jermacāns, E., Kronbergs, E. 1989. Sapropēja ieguve un izmantošana kultūraugu mēslošanā Latvijā. Pagaidu ieteikumi. Zinātniski tehniskās informācijas pārvalde, Rīga.
- Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2013. Sapropelis un tā izmantošanas iespējas. Material Science and Applied Chemistry, 29: 109–126.
- Stefano, D., Marta, H., Ulrich, M., Emmerich, B. 2009. Bonding of spruce wood with wheat flour glue—Effect of press temperature on the adhesive bond strength. Industrial Crops and Products, 31: 255–260.
- Vimba, B. 1956. Sapropēja termiskā šķīdināšana un iegūto produktu ķīmiskais raksturojums. Disertācijas darbs ķīmijas zinātņu kandidāta grāda iegūšanai. Latvijas PSR Lauksaimniecības akadēmija, Pārtikas rūpniecības tehnoloģijas fakultāte, Ķīmijas katedra, Rīga.
- Vucāns, A. 1989. Pagaidu ieteikumi sapropēja pielietošanai augšņu pamatielabošanai un mēslošanai. Zinātniski tehniskās informācijas un propagandas centrs, Rīga.
- Бракш, Н. 1971. Сапропелевые отложения и пути их использования. Зинатне, Рига.
- Штин, С. 2005. *Озерные сапропели и их комплексное освоение*. Издательство Московского Государственного горного университета, Москва.

GRANULĒTS KŪDRAS–SAPROPEĻA AUGSNES SUBSTRĀTS

Vaira OBUKA¹, Karina STANKEVIČA¹, Nikolajs TOROPOVS²

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *vaira.obuka@gmail.com; karina.stankevica@gmail.com*

² Materiālu un konstrukciju institūts, Rīgas Tehniskā universitāte,
e-pasts: *nikolajs.toropovs@rtu.lv*

Kūdra ir plaši izplatīts un nozīmīgs resurss Latvijā, katru gadu tiek iegūti 1,2 mlj t kūdras. Viens no izplatītākajiem kūdras izmantošanas veidiem ir dārzkopībā – augsnes uzlabošanai. Sajaucot kūdru kopā ar augsni, var uzlabot tās struktūru un paaugstināt skābuma pakāpi. Viena no galvenajām kūdras īpašībām lauksaimniecībā ir spēja saglabāt mitrumu, kad augsne ir sausa, tādējādi nodrošinot ūdens apmaiņu augiem.

Toties kopējie sapropeļa resursi Latvijā ir aptuveni 2 mljrd m³. Sapropelis ir nogulumis, kas bagāti ar organiskajām vielām un nogulsņējas ūdenstilpēs. Sapropeļa izplatība un plašās izmantošanas iespējas padara to par nozīmīgu dabas resursu, ko var izmantot lauksaimniecībā, dārzkopībā, mežsaimniecībā, lopkopībā, ķīmijas un celtniecības industrijā, balneoloģijā un kosmetoloģijā (Stankeviča, Kļaviņš, 2013). Šajā pētījumā sapropelis un kūdra ir apskatīti kā potenciālie augsnes ielabotāji granulu veidā. Latvijā sapropelis līdz šim tika izmantots galvenokārt lauku mēslošanā. Papildus sapropelis ir izmantojams kā saistviela, piemēram, granulu izstrādē stiprības uzlabošanai (Obuka et al., 2015; Balčiūnas et al., 2016).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot kūdras–sapropeļa un sapropeļa granulu izveidošanas iespējas un izvērtēt to īpašības. Izmantotais sapropelis ir iegūts no Vēveru ezera Rēzeknes novadā, Latgalē. Vēveru ezera sapropelīm mitruma saturs ir 97,66%, zems blīvums – 1,08 g/cm³ un organisko vielu saturs 86,25%. Otrs izmantotais sapropelis pētījumā ir kūdrainais sapropelis, tā mitruma saturs ir 90,45%, organisko vielu saturs 81,34%, blīvums 1,10 g/cm³.

Granulas tika izgatavotas Rīgas Tehniskās universitātes Būvmateriālu laboratorijā. Izstrādājot sapropeļa–kūdras un sapropeļa granulas, saistviela pirms iestrādes tika mehāniski apstrādāta – sablenderēta līdz homogēnai masai. Pētījumā tika noteiktas testēšanas sapropeļa granulu fizikāli mehāniskās īpašības trīs veidu granulām. Tika noteikts bēruma blīvums, ūdenssūces testēšana un granulu spiedes stiprības testēšana, vides skābuma reakcija un elektrovadītspēja.

Granulām no tīra sapropeļa un ūdens pH = 7,35, granulām no kūdrainā sapropeļa un sapropeļa pH = 7,36, granulām no sapropeļa–kūdras pH = 4,52. Izveidotās granulas ūdens vidē sadalās lēni. Augsnes vidē granulu sadalīšanās notiek fiziskas iedarbības rezultātā.

Pētījumā par videi draudzīgu granulu izveidi lauksaimniecības vajadzībām no sapropeļa un kūdras tika noteikts bēruma blīvums (LVS EN 1097-3), ūdenssūce (LVS EN 1097-6), mehāniskā izturība (EN 1606). Bēruma blīvums granulām no tīra sapropeļa un ūdens ir 639,6 kg/m³, bet granulām no kūdrainā sapropeļa – 246,1 kg/m³, no sapropeļa–kūdras – 248,3 kg/m³. Ūdenssūce granulām no tīra sapropeļa un ūdens ir ≤ 78,9%, granulām no kūdrainā sapropeļa – 167,8%, sapropeļa–kūdras granulām – 163,9%. Mehāniskā

izturība granulām no tīra sapropeļa un ūdens ir 1,06 MPa, granulām no kūdrainā sapropeļa – 0,46 MPa, sapropeļa–kūdras granulām – 0,44 MPa. Rezultātā tika iegūtas granulas, kuru mehāniskā izturība ir pietiekama, lai tās varētu ilglaicīgi uzglabāt, pārvadāt un iestrādāt augsnē.

Izmantotā literatūra

- Balčiūnas, G., Žvironaite, J., Vejelis, S., Jagniatinskis, A., Gaidučis, S. 2016. Ecological, thermal and acoustical insulating composite from hemp shives and sapropel binder. *Industrial Crops and Products*, 91: 286–294.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 1999. Latvijas standarts: Minerālo materiālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana – 3. daļa: Irdena bēruma blīvuma un porainības noteikšana. LVS EN 1097-3. Latvija, Rīga.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 2007. Latvijas standarts: Siltumizolācijas materiālu lietošana būvniecībā – spiedes stiprības noteikšana. EN 1606. Latvija, Rīga.
- Latvijas Nacionālā standartizācijas institūcija. 2013. Latvijas standarts: Minerālmateriālu mehānisko un fizikālo īpašību testēšana. 6. daļa: Daļiņu blīvuma un ūdens absorbcijas noteikšana. LVS EN 1097-6. Latvija, Rīga.
- Obuka, V., Šinka, M., Kļaviņš, M., Stankeviča, K., Korjakins, A. 2015. Sapropel as a binder: Properties and application possibilities for composite materials. 2nd International Conference on Innovative Materials, Structures and Technologies IOP Publishing IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 96: 1–10.
- Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2013. Sapropelis un tā izmantošanas iespējas. *Material Science and Applied Chemistry*, 29: 109–126.

SAPROPEĻA–KAĻĶA SAISTVIELAS IZMANTOŠANAS POTENCIĀLS KAŅEPJU BETONA KOMPOZĪTMATERIĀLOS

Vaira OBUKA¹, Māris ŠINKA²

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: vaira.obuka@gmail.com

² Materiālu un konstrukciju institūts, Rīgas Tehniskā universitāte,
e-pasts: maris.sinka@rtu.lv

Sapropelis ir daļēji atjaunojams zemes dziļu resurss – tās ir irdenas un sīkgraudainas iekšzemes ūdeņu nogulsnes, kas bagātas ar organiskajām vielām. Sapropelis ir vērtīgs dabīgas izcelsmes resurss. Pieejamais sapropeļa apjoms Latvijā ir 2 mljrd m³. Pētījumā par sapropeļa–kaļķa saistvielas izmantošanas potenciālu kaņepju betona kompozītmateriālos tika izmantotas sapropeļa–kaļķa, magnija oksīda–hlorīda un kaļķa saistvielas un salīdzinātas gan savā starpā, gan ar literatūrā pieejamiem datiem. Kā pildvielas kompozītmateriālu izstrādē izmantoti kaņepju spaļi, koksnes šķiedra un bērza koksnes slīpputekļi. Šīs pildvielas ir lauksaimniecības un rūpniecības blakusprodukti, kuriem ir jāatrod otrreizējās izmantošanas iespējas.

Kaņepju–kaļķa kompozītmateriāla izmantošanai ir pozitīva ietekme uz apkārtējo vidi, kas saistīta ar CO₂ izmešiem. Abas tā sastāvdaļas uzņem CO₂ – kaļķis cietēšanas (karbonizācijas) procesā, bet kaņepes – augšanas laikā (Ip, Miller, 2012; Pretot et al., 2014). Arī sapropelis tā veidošanās laikā ir ieslēdzis sevī CO₂ organisko vielu veidā, tādējādi ir līdzvērtīgs kaņepju–kaļķa materiāliem.

Par sapropeļa kā saistvielas izmantošanas potenciālu ir veikti pētījumi Latvijā, Lietuvā un Baltkrievijā. Ir pētītas sapropeļbetona (Gružāns, 1960; Brakšs u. c., 1960), sapropeļa–salmu (Kasperīūnaite, 2006), sapropeļa – kaņepju spaļu (Pleikšnis, 2013) un kaļķa–kaņepju – papīra pārstrādes blakusproduktu (Balčiūnas et al., 2016) tehniskās īpašības. Tika secināts, ka, izmantojot sapropeli kā saistvielu kopā ar dažādiem materiāliem, gatavo produktu ir iespējams iekļaut siltumizolācijas materiālu kategorijā pēc tehniski kvalitatīviem rādītājiem. Sapropeļa saistvielas ražošanai tiek izmantots sapropelis ar organisko vielu saturu vairāk par 85% un slāpekli vairāk par 3,3% (Кырзо, 2005).

Rīgas Tehniskās universitātes pētījumi par kaņepju spaļu kā pildvielas un hidrauliskā kaļķa kā saistvielas materiālu atklāja, ka šo materiālu siltumvadītspējas un spiedes īpašības ir atbilstošas siltumizolācijas materiāliem (Šinka, 2014).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot, kādas ir iespējas izveidot kompozītmateriālus, izmantojot sapropeli un kaļķi kā saistvielu un kaņepju spaļus, koka šķiedras un bērza koksnes slīpputekļus kā pildvielu, un noteikt to optimālās īpašības. Kompozītmateriāli tika sagatavoti Rīgas Tehniskās universitātes Materiālu un konstrukciju institūta būvmateriālu laboratorijā. Izveidotajiem paraugiem tika noteikts blīvums, siltumvadītspēja un spiedes stiprība.

Dažādo kompozītmateriālu spiedes stiprība pārbaudēs ir redzama tabulā. Materiālu spiedes stiprībai ir potenciāls, lai tos izmantotu kā siltumizolācijas materiālus, arī kā pašnesošus, jo spiedes stiprība ir pietiekama, lai izturētu vismaz divu stāvu augstas sienas pašsvaru.

Tabula. Spiedes stiprība, siltumvadītspēja un kompozītmateriālu blīvums

<i>Materiāls: saistviela – pildviela</i>	<i>Blīvums, kg/m³</i>	<i>Spiedes stiprība, MPa</i>	<i>Siltumvadītspēja, W/m·K</i>
Sapropelis–kaļķis–kaņepes 1	306,88	0,25	-
Sapropelis–kaļķis–kaņepes 2	296,31		
Sapropelis–kaļķis–kaņepes 3	533,58	0,77	0,089
Sapropelis–kaļķis–kaņepes 4	540,59		
Kaļķis–kaņepes 1	302,40	0,29	-
Kaļķis–kaņepes 2	294,09		
Kaļķis–kaņepes 3	562,93	0,90	0,099
Kaļķis–kaņepes 4	498,32		
Sapropelis – koksnes šķiedra	319,00	0,19	0,060
Sapropelis – koksnes putekļi	470,00	0,67	0,061
Magnija hlorīds – kaņepes	506,80	1,80	0,095
Kaļķa–kaņepju–kompozīts	408,10	0,61	0,086

Sapropelis–kaļķis–kaņepes (1–4): kompozītmateriāli no sapropeļa–kaļķa saistvielas un kaņepju spaļiem.

Kaļķis–kaņepes (1–4): kompozītmateriāli no kaļķa saistvielas un kaņepju spaļiem.

Iegūtie rezultāti rāda, ka kompozītmateriāla kaļķa–kaņepju siltumvadītspēja (blīvums 408,10 kg/m³) ir vidēji zema – 0,086 W/m·K. Līdzīgi rezultāti ir sapropeļa–kaļķa–kaņepju materiālam – 0,089 W/m·K. Iegūtie rezultāti ir apmierinoši, tie ir līdzīgi pasaulē praksē lietotiem kaņepju spaļu materiāliem, un ar esošo regulējumu sienai, kas siltināta ar šādiem materiāliem, būtu jābūt apmēram 400 mm biežai, lai sasniegtu normatīvās vērtības (Šinka, 2014).

Pētījuma virziens ir perspektīvs, jo materiālam ir liels potenciāls samazināt globālo CO₂ izmešu daudzumu gan tiešā veidā no ražošanas, jo materiāla galvenās sastāvdaļas ir CO₂ neitrālas vai negatīvas, gan arī pastarpināti nodrošinot labāku ēku siltumnoturību, tādējādi samazinot nepieciešamo kurināmā daudzumu. Pētījums ir jāturpina, radot jaunus risinājumus sapropeļa–kaļķa kompozītmateriālu īpašību uzlabošanai.

Izmantotā literatūra

- Balčiūnas, G., Žvironaite, J., Vejelis, S., Jagniatinskis, A., Gaidučis, S. 2016. Ecological, thermal and acoustical insulating composite from hemp shives and sapropel binder. *Industrial Crops and Products Journal*, 91: 286–294.
- Brakšs, N., Alksne, A., Āboliņš, J., Kalniņš, A. 1960. Sapropeļa un kūdras humīnskābes kā saistviela koksnes atlikumu izmantošanā. *Rīga, Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis*, 10 (159): 101–108.
- Gružāns, A. 1960. Sapropeļbetons. *LLA Raksti*, IX sēj., 547.–561. lpp.
- Ip, K., Miller, A. 2012. Life cycle greenhouse gas emissions of hemp–lime wall constructions in the UK, *Conservation and Recycling*, 69 (2012): 1–9.
- Kasperiuonaitė, D., Navickas, J., Vilkas, J. 2009. Investigation of Thermophysical Properties of Unburnt Clay Samples with Sapropel Additives. *Rural Development 2009 Biometrics and Development of Electronic Media in Rural Area, Lithuania*.

- Pleikšnis, S., Dovgiallo, I. 2013. Thermal Insulation Materials From Sapropele And Hemp Shives (Cannabis Sativa L.). Environment. Technology. Resources Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference. Volume III. Rēzekne, Latvija, pp. 1–5.
- Pretot, S., Collet, F., Garnier, C. 2014. Life cycle assessment of a hemp concrete wall: Impact of thickness and coating, Building and Environment, 72 (2014): 223–231.
- Shea, A., Lawrence, M., Walker, P. 2012. Hygrothermal performance of an experimental hemp–lime building. Construction and Building Materials, 36: 270–275.
- Šinka, M., Šahmenko, G., Korjakins, A. 2014. Mechanical Properties of Pre-Compressed Hemp-Lime Concrete, Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering, 8 (3): 92–99. ISSN 2029-9990.
- Курзо, Б. В. 2005. Закономерности формирования и проблемы использования сапропеля. Минск.

PURVA ROBEŽU NOTEIKŠANA

Jovita PILECKA, Inga GRĪNFELDE, Maija BĒRZIŅA, Olga FROLOVA

Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Vides un būvzinātņu fakultāte,

Latvijas Lauksaimniecības universitātē, e-pasts: *jovita.pilecka@llu.lv*

Līdz 1940. gadam lauksaimniecības zemes pēc lietošanas veida iedalīja derīgajās un nederīgajās zemēs. Zemes, kas sevī ietvēra mežus purvājā un zāļu purvus, pieskaitīja pie derīgajām zemēm, bet sūnu un kūdras purvus iedalīja pie nederīgajām zemēm. 1946. gadā zemes lietošanas veidu sadalījums tika mainīts – viena grupa bija purvi, un otra grupa, kas ietver purvus, bija kūdras ieguvei izmantojamās zemes (VZM, 2013).

Purvi ir zemes virsas nogabali, kam ir raksturīgs pastāvīgs vai ilgstošs periodisks mitrums, specifiska veģētācija un kūdras uzkrāšanās (slāņa biezums, sākot no 30 cm) (LD, 1997). Purvi tiek uzskatīti par bioloģisku fenomenu, kas sevī uzkrāj informāciju par Zemes evolūciju un pagātņi. Tāpat kā meži, jūras, salas, upes, ezeri un kalni, arī purvi ir pasaules kopējās ainavas neatņemama sastāvdaļa (Callicott, Frodeman, 2009).

Aptuveni 6% no visas planētas sauszemes platības aizņem purvi. Boreālajos reģionos purvu īpatsvars sasniedz 11% no kopējās platības. Purvu ekosistēmas aizņem vairāk nekā 1280 mlj ha. Purvi var būt ļoti mazi vai sasniegt vairākus tūkstošus hektāru – tie var būt bagāti ar saldūdeņiem, kā arī nedaudz iesāļi. Purvi ir visvairāk apdraudētais zemes lietojuma veids. Pasaule kopš 1900. gada ir zaudējusi pusi purvu. Piemēram, ASV ir zaudējusi jau vairāk nekā pusi no saviem purviem. Eiropā vairums purvu ir nosusināti vai izstrādāti (Callicott, Frodeman, 2009). Pēc Latvijas Republikas Valsts zemes dienesta 2016. gada 1. janvāra datiem, Latvijā ir 2265,4 ha purvu jeb purvi aizņem 3,5% no Latvijas teritorijas (VZD, 2016a). Kūdras fondā ir atrodami izpētes materiāli par atradnēm ar kopējo platību 5598,6 km², tai skaitā 5078 kūdras atradņu ar 4444,5 km² lielu rūpniecisko nogulumu platību (Kūdras fonds, 1963). Latvijas zemju lietošanas veida uzskaites datus 1939. gadā purvi aizņēma 7% no valsts teritorijas platības jeb 4110 km² (Kanaviņš, 1999). Apskatot vēsturiskos datus par purviem, var secināt, ka 1681. gadā tika sagatavotas muižu kartes mērogā 1:10 400, ko mērnieki uzmērīja dabā. Ņemot vērā ieguldīto darbu un kartes mērogu, kartes bija precīzas, bet tajās nav precīzi iezīmētas purvu, mežu un pļavu kontūras, upju un ezeru krasti ir attēloti neprecīzi (VZD, 2017). Tātad purva un mežu robežu atdalīšana jau vēsturiski ir bijusi neprecīza.

Pētījuma mērķis ir atrast pazīmju kopu precīzu purvu robežu noteikšanai un izstrādāt metodi to pielietošanai purvu robežu noteikšanai pirms iesniegšanas apgrūtināto teritoriju informācijas sistēmā (ATIS). Šīs sistēmas darbību valstī regulē Apgrūtināto teritoriju informācijas sistēmas likums. ATIS likums paredz, ka ATIS būs pieejami dati par teritorijām, kurās ar normatīvajiem aktiem noteikti viens vai vairāki īpašuma lietošanas aprobežojumi. ATIS likuma mērķis ir nodrošināt sabiedrību ar aktuālu un publiski pieejamu informāciju par apgrūtinātajām teritorijām, piemēram, aizsargjoslām, mikroliegumiem, piesārņotām vietām un objektiem, kam nosaka aizsargjoslas. Tādējādi informācija par teritorijām ar lietošanas tiesību aprobežojumiem, tai skaitā purviem un purvu robežām, būtu pieejama

vienā informācijas sistēmā. Šāda sistēma nodrošinās precīzu datu pieejamību par apgrūtinātajām teritorijām un mazinās risku, veicot darījumus ar nekustamajiem īpašumiem zemes ierīcībā, būvniecībā, lauksaimniecībā, kā arī citās nozarēs (VZD, 2016b).

Kā pētījuma objekti ir izvēlēti divi purvi Latvijas teritorijā – Zaļais purvs, kas atrodas Ķemeru Nacionālā parka teritorijā, kur kūdras izstrāde pārtraukta 1960. gadā, un Nidas purvs, kas atrodas Kurzemes jūrmalā un kur notiek intensīva kūdras izstrāde.

Pēc likumos minētajām normām var secināt, ka aizsargjoslas netiek noteiktas ap visiem purviem. Aizsargjoslas ir tikai ap tiem purviem, kas ietilpst mežā vai pieguļ mežam, t. i., atrodas meža zemē (MK, 2013). Aizsargjoslas ap purviem tiek noteiktas, lai saglabātu bioloģisko daudzveidību un stabilizētu mitruma režīmu meža un purvu saskares (pārejas) zonā. Minimālie aizsargjoslu platumi ap purviem:

- 1) 10–100 ha lielām platībām – 20 m josla;
- 2) par 100 ha lielākām platībām – 50 m josla meža augšanas apstākļu tipos sausās, nosusinātās, slapjās minerālaugsnes un nosusinātās kūdras augsnes;
- 3) 100 m josla meža augšanas apstākļu tipos slapjās kūdras augsnes (Aizsargjoslu likums, 1997).

ATIS datus par purviem kā objektu un to robežām sniedz Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra (LĢIA) no topogrāfiskajām kartēm (mērogs 1:10 000). LĢIA kā galveno pamata materiālu topogrāfiskās kartes (mērogs 1:10 000) sastādīšanā izmanto ortofoto datus. Purvu ārējās robežas dabā nav strikti konstatējamas, kā arī ortofoto kartē purva ārējās robežas nav precīzi iespējams noteikt. Purvu platības robežas nosaka noteiktā laika posmā, kuram aerofotografēšanas cikls nav pakārtots, un līdz ar to kartēs parādītās robežas dažādos gadalaikos var būtiski atšķirties, ņemot vērā gruntsūdeņu līmeņa izmaiņas. Visi šie faktori nevar nodrošināt purvu robežu precīzu noteikšanu un attēlošanu topogrāfiskajās kartēs ar kļūdu, kas ir mazāka nekā purvu aizsargjoslas platums. Valsts meža dienests sniedz informāciju par aizsargjoslām ap purviem (MK, 2013).

Purva sākuma un beigu robežu nav iespējams precīzi noteikt, jo viena un tā pati teritorija var tikt novērtēta dažādi – vienam tas ir mitrs mežs, citam ar mežu apaudzis purvs. Purva noteikšana atšķiras gan no bioloģiskā viedokļa, gan zemes izmantošanas veida (NeoGeo, 2013). Pastāv vienota standarta trūkums purvu robežu noteikšanas kārtībā. Ņemot vērā šo problēmu, Amerikas Savienotās Valstis purva robežas nosaka atbilstoši pieņemtajām vadlīnijām, kas publicētas 2009. gadā. Datiem ir jābūt savienojamiem ar citām nacionālajām ģeogrāfiskajām platformām (FGDC, 2009). Vadlīniju izveide ir nozīmīga ne tikai saskaņotu datu kopu izveidei, bet arī lai veiktu pētījumus par purvu izmaiņām, kuri būtu statistiski pamatoti (Dahl, 1993).

Pētījuma rezultātā tika salīdzinātas vairākas kartes.

NeoGeo izstrādātas kartes purvu atrašanos norāda ar vienu koordinātu, kas neizsaka purva robežu un tā lielumu (1. un 2. att.) (NeoGeo, 2017).

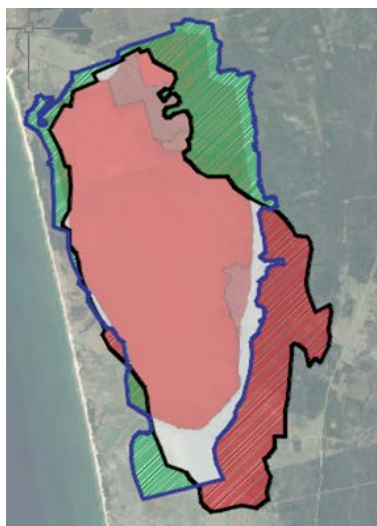
Izmantojot *AutoCAD* programmatūru, tika salīdzināta vēsturiskā Latvijas karte M 1:75 000 (melna kontūra) ar LVĢMC informācijas sistēmā pieejamo karti (zila kontūra) (3. un 4. att.) (LVĢMC, 2016; Topogrāfija, 2017). Nidas purva robežu kartē (3. att.) redzams, ka purva robeža ir palielinājusies ziemeļu virzienā, bet samazinājusies dienvidaustrumu virzienā, purva platība ir palielinājusies par 2,8%. Zaļā purva robežu kartē (4. att.) ir redzams, ka Zaļā purva robeža ir palielinājusies par 76,5%, tas ir skaidrojams ar to, ka jaunajā kartē vienā purvu masīvā tiek apvienoti trīs purvi – Zaļais, Raganas un Čaukciema purvs.



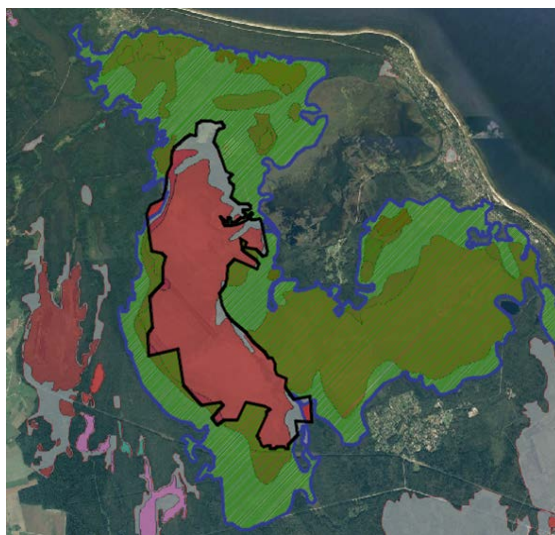
1. attēls. Nidas purva robežu karte
(NeoGeo purva karte)



2. attēls. Zaļā purva robežu karte
(NeoGeo purva karte)



3. attēls. Nidas purva robežu karte
(Google Earth un Topogrāfija.lv kartes)

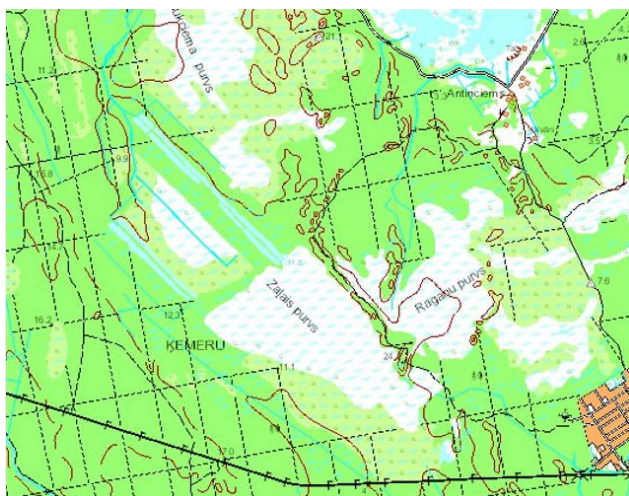


4. attēls. Zaļā purva robežu karte
(Google Earth un Topogrāfija.lv kartes)

LĢIA informācijas sistēmā pieejamās kartes norāda purvu robežas, kā arī kartēs ir norādītas grāvju sistēmas un kūdras izstrādes robežas (LĢIA, 2017).

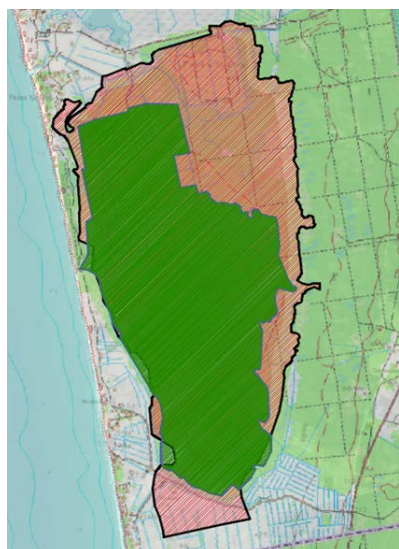


5. attēls. Nidas purva robežu karte (LĢIA karte)

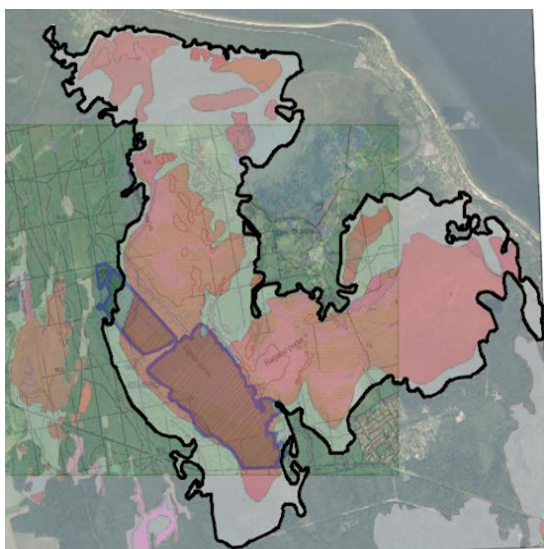


6. attēls. Zaļā purva robežu karte (LĢIA karte)

Salīdzinot (izmantota *AutoCAD* programmatūra) Valsts meža dienesta (VMD) kartes (kas arī sakrīt ar LVĢMC pieejamajām purva kartēm) ar LĢIA pieejamajām kartēm, var redzēt, ka Nidas purva robežu kartē (7. att.) purva robeža ir palielinājusies ziemeļu virzienā, purva platību atšķirība starp VMD un LĢIA ir 39,5%. Zaļā purva robežu kartē (8. att.) ir redzams, ka Zaļā purva robežu atšķirība starp VMD un LĢIA kartēm ir 88,7%, jo jaunajā kartē vienā purvu masīvā apvienoti Zaļais, Raganas un Čaukciema purvs.



7. attēls. Nidas purva robežu karte (LĢIA un VMD kartes)



8. attēls. Zaļā purva robežu karte (LĢIA un VMD kartes)

Lai noteiktu purvu robežas, ir nepieciešams izstrādāt vadlīnijas, kas ietvertu ne tikai informāciju par purvu robežām, bet arī detalizētu informāciju par purva veidošanos un biotopiem. Puru robežu noteikšanai ir svarīgi izmantot ortofoto kartes, kas iegūtas noteiktā laika posmā, jo purvu robeža ir cieši saistīta ar purva hidroloģisko režīmu un apaugumu.

Izmantotā literatūra

- Callicott, J. B., Frodeman, R. 2009. Encyclopedia of Environmental Ethics and Philosophy. Pieejams: <http://www.gmu.ac.ir/download/booklibrary/elibrary/Encyclopedia%20of%20Environmental%20Ethics%20and%20Philosophy.pdf> [Skatīts 15.10.2016.]
- Dahl, T. E. 1993. Monitoring wetland changes – the U.S. Wetlands Status and Trends Study. In: Moser, M. Prentice, R. C., Vessem, J. van (eds.). Waterfowl and Wetland Conservation in the 1990's A Global Perspective. The International Waterfowl and Wetlands Research Bureau. IWRB Special Publication No. 26, pp. 170–174.
- FGDC Federal Geographical Data Committee Wetland Subcommittee. 2009. Wetland Mapping Standart. Pieejams: https://geolativija.lv/geo/map?mapitemkey=3ba34268-0918-8a95-4c86-abb4146590a3&call_id=gallery [Skatīts 01.01.2017.]
- Kanaviņš, H. 1999. Kadastrs. Lekciju konspekti ZIS studentiem. Jelgava.
- Kūdras fonds. 1963. Latvijas PSR kūdras fonds pēc izpētes datiem uz 1962. g. 1. janvāri. Latvijas hidrotehnikas un meliorācijas zinātniski pētnieciskais institūts.
- LD. 1997. Latvijas daba 4. Enciklopēdija. Latvijas enciklopēdija, Rīga.
- LĢIA. 2017. Īpaši aizsargājamās dabas teritorijas. Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra.
- LVĢMC. 2016. Inovācijas kūdras izpētē un jaunu to saturošu produktu izveidē. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Pieejams: <https://lvgmc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4a7af415bf0d4fdb9d91058759dd9e85> [Skatīts 01.01.2017.]
- MK. 2013. Ministru kabineta komitejas 01.07.2013. sēdes lēmums. 2013. Grozījumi Apgrūtināto teritoriju informācijas sistēmas likumā. Pieejams: <http://titania.saeima.lv/LIVS11/saeimalivs11.nsf/0/D631AC6966BCC38DC2257BD40027D900?OpenDocument> [Skatīts 14.10.2016.]
- NeoGeo. 2017. Latvijas purvu karte. NeoGeo, cits ģeogrāfijas skatījums. Pieejams: <http://neogeo.lv/ekartes/purvi.html> [Skatīts 01.01.2017.]
- Topogrāfija. 2017. Latvijas laika karte. Mērniecības datu centrs. Pieejams: <http://topografija.lv/> [Skatīts 01.01.2017.]
- VZD. 2016a. Latvijas Republikas zemes pārskats 2015. Pakalpojumu un informācijas departamenta Datu analīzes un apmaiņas daļa. Valsts zemes dienests. Pieejams: http://www.vzd.gov.lv/files/zemes_parskats_2015.pdf [Skatīts 26.10.2016.]
- VZD. 2016b. Apgrūtināto teritoriju informācijas sistēma. Valsts zemes dienests. Pieejams: <http://www.vzd.gov.lv/lv/par-mums/darbibas-jomas/apgrutinato-teritoriju-informacija/> [Skatīts 26.10.2016.]
- VZD. 2017. Kadastra vēsture. Valsts zemes dienests. Pieejams: <http://www.vzd.gov.lv/lv/par-mums/valsts-zemes-dienests/vesture/> [Skatīts 01.01.2017.]
- VZM. 2013. Kadastrs: no viduslaiku nodevu saraksta līdz modernai informācijas sistēmai un daudzfunkcionālam kadastram. Valsts zemes dienests, Rīga.

ENERGOSEKTORA ADAPTĀCIJA KLIMATA PĀRMAIŅĀM

Oskars PURMALIS, Māris KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: oskars.purmalis@lu.lv; maris.klavins@lu.lv

Ievads

Lai veiksmīgi izstrādātu adaptācijas risinājumus, nodrošinot energosektora piemērošanos klimata pārmaiņām, vispirms jāizvērtē ne tikai prognozētās klimata pārmaiņas, bet arī potenciālais enerģētikas infrastruktūras kalpošanas laiks un nozares attīstības tendences. Enerģētikas infrastruktūrai ir relatīvi ilgs kalpošanas laiks, tas tiek lēsts ap 15–40 gadiem energoražotnēm un līdz pat 40–70 gadiem pārvades līnijām (Blumberga et al., 2016). Šādā kontekstā nozīmīgi ir izvērtēt klimata pārmaiņu prognozes arī ilgtermiņā, līdz pat 2100. gadam. Jau tiek izstrādāti dažādi adaptācijas risinājumi, un, piemēram, viens no stratēģijas “Eiropa 2020” pamatuzdevumiem ir “20/20/20” koncepta ieviešana, kas paredz līdz 2020. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas par 20%, palielināt energoefektivitāti par 20%, kā arī 20% enerģijas iegūt no atjaunojamajiem enerģijas resursiem (<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2020-energy-strategy>). Izvērtējot ilgtermiņa perspektīvas, nozīmīgas ir globālās attīstības tendences, kas enerģētikas nozarei nozīmē gan kopējo cilvēku skaita pieaugumu, gan potenciāli nepieciešamo enerģijas apjomu (Klimenko et al., 2010). Vienlaikus klimata mainībai un tās atšķirīgajam raksturam dažādās pasaules vietās un izstrādātajiem adaptācijas risinājumiem būtiski ir apzināties arī kopējos fosilo resursu krājumus un to rezerves, kā arī maksimāli iespējamo apjomu, ko var iegūt no atjaunojamiem resursiem (Moriarty et al., 2012). Tie ir gan grūti prognozējami tehnoloģiskie izaicinājumi un to risinājumi, gan kopējās enerģētiskās bilances veidošanās, gan energoresursu cena globālajā tirgū. Kopējās enerģētikas nozares tendencēs atsevišķos gadījumos tiek prognozēts atomenerģijas pieaugums kopējā bilancē (<http://www.nucnet.org/all-the-news/2008/10/31/japan-aims-for-67-nuclear-share-by-2100>).

Prognozētās klimata pārmaiņas Ziemeļeiropā

Klimata pārmaiņu starpvaldību padome (*Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC) izstrādājusi dažādus klimata attīstības scenārijus, piemēram A2 (straujš iedzīvotāju skaita pieaugums un intensīvs enerģijas patēriņš) un B2 (lēnāks iedzīvotāju skaita pieaugums un zemāks enerģijas patēriņš), kas ļauj aplūkot ilgtermiņā prognozētās pārmaiņas (1. tabula). Novērotās klimata mainības tendences un prognozes termiņam līdz 2100. gadam liecina par reģionālu variabilitāti starp dažādiem Eiropas reģioniem, piemēram, saistībā ar nokrišņu daudzumu, kura pieaugums gaidāms Ziemeļeiropā, taču samazinājums Dienvideiropā. Klimatisko pārmaiņu prognozes liecina par temperatūras pieaugumu (sevišķi ekstrēmi karstuma viļņi), ilgstošiem sausuma periodiem, kā arī ļoti intensīvām lietusgāzēm. Vismazākās izmaiņas sagaidāmas vidējā vēja ātruma izmaiņās, kā izņēmumu minot iespējamo vētru skaita pieaugumu ziemas sezonā, sevišķi izteikti Ziemeļeiropā un Centrāleiropā (IPCC, 2014).

1. tabula. **Prognozētās klimatisko parametru izmaiņas Ziemeļeiropā 2071.–2100. gada periodam salīdzinājumā ar 1971.–2000. gada periodu** (avots: IPCC, 2014)

<i>Klimatiskais parametrs</i>	<i>Izmaiņu raksturs</i>
Vidējā gada temperatūra	3,5–5,0
Dienas ar negatīvu temperatūru (< 0 °C)	-55 līdz -40
Vasaras dienu skaits gadā	5–14
Tropisko nakšu skaita izmaiņas gadā	1–7
Veģetācijas sezonas ilguma izmaiņas	27–46
Gada nokrišņu daudzuma summa, %	12–20

Prognozētās klimata pārmaiņas un to ietekme uz energosektoru

Prognozētajām klimatisko parametru izmaiņām ir ļoti plaša ietekme, tās skar vides un sociālās sistēmas dažādos līmeņos. Nākotnē līdz ar temperatūras pieaugumu ir prognozējamas veģetācijas sezonas ilguma izmaiņas, kas ne tikai ietekmēs kopējo gada produktivitāti, bet arī radīs risku, ka Latvijas teritorijā var ieviesties dažādu sugu augi un dzīvnieki – sekas pagaidām ir grūti prognozējamas. Prognozētie termālie ekstrēmi un sausums var radīt mirstību saistībā ar karstumu un cilvēku saslimstību, un ieildzis karstuma un sausuma laika apstākļu periods var radīt arī problēmas lauksaimniecībā, biomasas ieguvē un būt par iemeslu savvaļas ugunsgrēkiem mežos, krūmājos un purvos. Prognozētie klimatiskie apstākļi līdz ar kopējo temperatūras paaugstināšanos radīs nepieciešamību pēc enerģijas ēku, tai skaitā sabiedrisko un slimnīcas ēku, dzesēšanas siltajā sezonā, nedaudz samazinot pieprasījumu pēc enerģijas ziemās. Centrāleiropas pieredze liecina, ka ilgstošs sausums var radīt ievērojamas problēmas enerģijas iegūšanai no hidroelektrostacijām (HES). Vienlaikus mainīsies sezonālā upju dinamika, un Austrumeiropā, kur hidroloģisko režīmu lielā mērā nosaka arī sniega kušanas apjomi, klimata pārmaiņu rezultātā tiek prognozēti samazināti pavasara un vasaras noteces apjomi, bet pastiprināti ziemas noteces apjomi (Arnell, 1999). Tāpat tiek prognozēts, ka Latvijas teritorijā pavasara noteces maksimums samazināsies un norisināsies agrāk, jo nākotnē ir paredzams ledus un sniega segas perioda samazinājums upēs (Latkovska et al., 2012). Savukārt ekstrēms nokrišņu daudzums īsā laika posmā var radīt ūdens līmeņa celšanos ūdenstilpēs un pēkšņus liela apjoma plūdus (Andersson, 2013), kas bieži bez enerģētikas nozares plaši ietekmē dažādas jomas. Latvijā nākotnē ir sagaidāms, ka palielināsies arī vētru atkārtotās biežums un apjoms. Attiecībā uz energosektoru adaptācijas risinājumi šajā jautājumā ir būtiski, jo stipru vēju radītās vētras var būt par cēloni lieliem postījumiem mežsaimniecībai un elektrības līnijām pāri ekstsivām platībām Latvijā, kā arī radīt pārtraukumus vēja ģeneratoru darbībā. Vētras visbiežāk pavada arī vēja uzplūdi, kas savukārt var radīt applūšanu piekrastes teritorijās un izraisīt krastu eroziju, ietekmēt energoinfrastruktūras drošību. Ja spēcīgi nokrišņi ir novērojami vētru laikā (piemēram, sniegunis vai ledus lietus), var tikt paralizēta satiksme, vienlaikus ietekmējot gan mežsaimniecību, gan elektropārvades līnijas.

Energosektora adaptācija klimata pārmaiņām

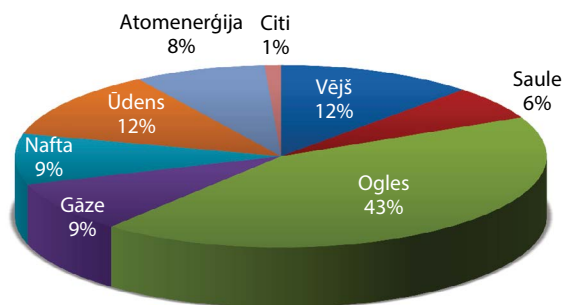
Globālā līmenī siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošana ir nozīmīgs siltumnīcefekta gāzu emisiju avots, radot ceturto daļu no kopējām SEG emisijām pasaulē (Kļaviņš et al., 2016). Tāpēc nozīmīgi ir ne tikai adaptēties klimata pārmaiņām, bet arī radīt un ieviest enerģijas ražošanas tehnoloģijas un to risinājumus, kas mazina siltumnīcefekta gāzu koncentrāciju gaisā. Ir zināmas iespējamās klimata pārmaiņu sekas, ar kurām jau

saskaramies (IPCC, 2014), tāpēc prioritāri tiek izstrādāti energosektora adaptācijas mērķi, lai piemērotu un uzlabotu jau esošās tehnoloģijas (Blumberga, 2016). Politiskā līmenī 2013. gadā tika pieņemta Eiropas Savienības adaptācijas stratēģija klimata pārmaiņām, kas nosaka regulējumu, kā Eiropas Savienībai sagatavoties esošajām un gaidāmajām klimata pārmaiņām. Šīs stratēģijas trīs izvirzītie mērķi paredz dalībvalstīm izstrādāt savas nacionālās adaptācijas stratēģijas, nodrošinot vadlīnijas un finansējumu, lai veicinātu pielāgošanās spējas; nodrošināt informētu lēmumu pieņemšanu un Eiropas Klimata adaptācijas platformas darbību; veicināt adaptāciju galvenajos klimata pārmaiņu riskiem pakļautajos sektoros (European Commission, 2013). Pašlaik 18 ES dalībvalstīs ir izstrādāta un tiek ieviesta klimata adaptācijas stratēģija, taču Latvija pagaidām ir starp valstīm, kuras nav izstrādājušas nacionālo stratēģiju (Blumberga, 2016).

Prioritāri energosektora nepieciešamību adaptēties nosaka dažādu sistēmu ievainojamība, kas izpaužas kā uzņēmība un nespēja tikt galā ar negatīvajiem klimata pārmaiņu radītajiem efektiem, tai skaitā klimata mainīgumu un ekstrēmiem laikapstākļiem (IPCC, 2007). Ievainojamības novērtējums palīdz labāk plānot un samazināt zaudējumu iespējamību, kā arī var palīdzēt novērtēt tagadnē pieņemtu lēmumu ietekmi nākotnē, izdarīt pareizās izvēles un paaugstināt adaptēšanās spējas (Patt et al., 2005). Sākotnēji adaptācija tika realizēta ar makroekonomiskās politikas līdzekļiem, pamatā, lai noteiktu robežas, pie kādas slodzes sistēma sabrūk. Tādējādi tika definēta minimālā programma rīcību, izdevumu un seku mazināšanai (Groulx et al., 2014). Pašlaik tiek uzsvērts: lai sekmētu adaptācijas plānošanu un ieviešanu, ir svarīga sadarbība visos politikas veidošanas un tās ieviešanas līmeņos, arī lokālā mērogā. Klimata pārmaiņu mazināšana lielā mērā ir atkarīga no valstu sadarbības saskaņā ar savstarpējas vienošanās principiem, bet adaptācija lielā mērā ir nacionāli (katras valsts) risināms politikas uzdevumu un rīcību kopums, tāpēc adaptācijai ir jābūt reģionālai (Kļaviņš et al., 2016).

Energosektora adaptācijas mērķu izpildei primārie pasākumi ir nodrošināt, lai būtu pieejama informācija par laikapstākļiem, to prognozēm, monitoringa datiem, enerģētikas datu integrētu analīzi, patēriņa analīzi, kā arī institucionālo attīstību (Blumberga, 2016). Tam seko energoavotu dažādošana, energoefektivitātes uzlabošana, pasākumu izstrāde, lai nodrošinātu energoinfrastruktūras piemērotību esošajām klimata pārmaiņām, vienlaikus nodrošinot nepieciešamo enerģiju, kas var mainīties sezonāli. Piemēram, paredzot ilgākus sausuma periodus vasarās un īsāku ledstāves ilgumu ziemās, HES pārvaldībā ir jāņem vērā, ka būs sagaidāmas izmaiņas iegūstamās elektroenerģijas apjomā un sadalījumā pa mēnešiem. Savukārt pazemes elektrolīnijas kabeļi mazinātu ar klimata pārmaiņām saistītos riskus elektroenerģijas pārdalē. Pieaugot vidējai gaisa temperatūrai, ziemas periodā, iespējams, vajadzēs mazāk apsildīt ēkas, bet vasaras periodā – nodrošināt kondicionēšanu. Nozīmīgas kļūst enerģijas rekuperācijas sistēmas ne tikai ventilācijas sistēmās, bet arī siltums, kas tiek iegūts, ražojot elektrību koģenerācijas stacijās, vasaras sezonā var tikt izmantots kā enerģijas avots gaisa atvēršanai, tādējādi sniedzot ieguldījumu SEG gāzu mazināšanai no energosektora, un nodrošinot enerģijas pieejamību arī ekstrēmu klimata parādību laikā. Prognozētais upju caurplūduma samazinājums vasarās rada ietekmi uz mazajiem HES, kuriem stingri jāievēro minimālā caurplūduma normas vasaras sausajos periodos, kas var radīt apstākļus, ka to ieguldījums enerģijas ražošanā vasarā varētu būt tuvs nullei (Aigars u. c., 2009). Stratēģijas “Eiropa 2020” pamatzudevumu izpildei, no vienas puses, ir nepieciešamas jaunas investīcijas atjaunojamos energoresursos (AER) un to izmantošanas attīstībā, kas līdzsvarotu pieaugošo elektroenerģijas patēriņu un samazinātu SEG emisijas, bet, no otras puses, Latvijā jau tagad ir relatīvi augsta AER proporcija enerģijas ieguvē (Kļaviņš et al., 2015).

Saistībā ar klimata pārmaiņām presē bieži minētais globālais jūras līmeņa pieaugums ir nozīmīga problēma, bet Latvijas kontekstā tā vairāk saistāma ar plūdu riska modelēšanu un krastu eroziju. Klimata pārmaiņu kontekstā adaptācijas risinājumi var ietvert vairākas jomas, kas cita citu papildina, un tomēr enerģētikas nozares piemērošanās ir būtiska. Izvērtējot šīs nozares vājās puses un attīstības ilgtermiņa perspektīvas, nozīmīgas ir globālās un arī lokālās attīstības tendences (Klimenko et al., 2010) gan tās patēriņa sadalījumā (sk. att.), gan ražošanas veidos, gan AER izmantošanas perspektīvā (2. tabula).



Attēls. **Globālais prognozētais enerģijas avotu sadalījums (%) 2050. gadā**
(Avots: <http://www.paulchefurka.ca/WEAP2/WEAP2.html>)

2. tabula. **Aplēstā maksimālā jauda, ko iespējams iegūt no atjaunojamiem resursiem**
(Avots: Abbott, 2010)

	<i>Maksimālā jauda, TW</i>	<i>Salīdzinājumā ar saules enerģiju, %</i>
Saule	85 000	100
Okeāna siltums	100	0,12
Vējš	72	0,08
Ģeotermālā enerģija	32	0,038
Hidroenerģija	7	0,008
Biomasa	6	0,008
Plūdmaiņas	3	0,003
Piekrastes viļņu enerģija	3	0,003

Neatkarīgi no dažādu avotu globālajām prognozēm katra izveidotā asociācija, kas ražo enerģiju, prognozē savu resursu pieaugumu un relatīvi bieži arī neizsmeļamās resursu rezerves un potenciālo jaudas kāpināšanu (<http://www.shell.com/content/dam/shell/static/public/downloads/brochures/corporate-pkg/scenarios/shell-energy-scenarios2050.pdf>; <http://fortune.com/2014/09/29/solar-power-could-be-worlds-main-energy-source-by-2050/>; [http://www.globalwarming-sowhat.com/renewable-energy/](http://www.globalwarming-sowhat.com/renewable-energy-/); <https://ourfiniteworld.com/2012/07/26/an-optimistic-energygdp-forecast-to-2050-based-on-data-since-1820/>; http://e360.yale.edu/feature/future_of_coal_will_boom_go_bust_as_climate_concerns_increase/2639/; <http://www.neimagazine.com/features/featurefinding-harmony-4869601/feature-finding-harmony-4869601-3.html>). Vienlaikus diezgan līdzīgi pasaulē tiek kategorizēti adaptācijas un problemātisko jautājumu risinājumi, viens no šādiem piemēriem ir atspoguļots 3. tabulā. Protams, potenciālajam plānam var sekot dažāda rīcība, turklāt dažādu nozaru adaptācijas darbības var pārklāties – tas būtībā akcentē gan informācijas, gan

zināšanu apriti un pieejamību, kas tiek minēts kā pirmais mērķis adaptācijas risinājumu izstrādē. Līdz ar citiem risinājumiem nevar piemirst par iedzīvotāju informēšanu un iesaistīšanos piemērošanās rīcību īstenošanā (Brügger et al., 2015).

3. tabula. **Energosektora adaptāciju risinājuma kategorijas** (Avots: UKCIP, 2007)

<i>Kategorija</i>	<i>Adaptācijas risinājumi</i>
Informācijas aprites un zināšanu uzlabošana	Nepieciešamo datu ievākšana un monitoring. Izpētes un informēšanas aktivitāšu veicināšana.
Institucionālā attīstība aktivitāšu īstenošanai	Institūciju kapacitātes, sadarbības efektivitātes, atbalsta un izpratnes paaugstināšana (no valdības un pašvaldībām).
Iespējamo risku minimizēšana	Aktivitāšu un infrastruktūras pārvietošana, lai mazinātu potenciālos riskus.
	Tādas infrastruktūras ieviešana, kas ir noturīga pret prognozētajām klimata pārmaiņām.
	Klimata pārmaiņām pielāgoties spējīgu, daudzveidīgu zemes izmantošanas stratēģiju un rīcību izstrāde un ieviešana.
	Glābšanas, nejaušību novēršanas un katastrofu novēršanas rīcības plānu uzlabošana un ieviešana.
Atbildības un risku pārvaldība	Pamatā uzsvērta apdrošināšana.
	Enerģijas avotu diversifikācija.
Saprātīga iespēju izmantošana un rīcību īstenošana	Uz pieprasījumu orientēts menedžments un plānošanas rīcības.
	Energoinfrastruktūras un avotu decentralizācija.
	Efektīva zemes izmantošanas plānošana un urbānais dizains, zināmā mērā arī ekodizains.

Balstoties uz klimatiskajām prognozēm, jau tagad ir skaidrs, ka vēja enerģijas izmantošanai Latvijā ir relatīvi limitētas izaugsmes iespējas, un, lai gan hidroenerģijas ražošana var būt dažāda, tomēr var būt sagaidāma šīs enerģijas lomas mazināšanās (galvenokārt HES) kopējā energobilancē (izņemot Skandināvijas valstis). Kaut gan tiek prognozēts nokrišņu daudzuma pieaugums, proporcionāli temperatūras pieaugumam ir sagaidāma arī iztvaikošanas palielināšanās, turklāt var mainīties upju noteces sezonālitate, jo vairs nav sagaidāma tik augsta pavasara palu notece kā agrāk. Jāpievērš uzmanība enerģijas bilances mainībai gada griezumā, jo vairs nebūs nepieciešams tik intensīvs enerģijas patēriņš aukstajā sezonā, bet pieaugs nepieciešamība pēc dzesēšanas vasarās, ko rada ne tikai klimata mainība, bet arī ēku energoefektivitātes paaugstināšana un saprātīga apsaimniekošana. Attiecībā uz izvīzītajiem mērķiem par atjaunojamo energoresursu izmantošanu pozitīvi vērtējama prognoze, ka atšķirībā no Dienvideiropas Latvijā ir sagaidāms biomasas ražošanas produktivitātes pieaugums. Savukārt tās samazinājums Dienvideiropā var ietekmēt globālo sadalījumu enerģētikas nozarē, kā arī radīt ietekmi uz ekonomiku, tai skaitā uz cilvēku migrāciju (“klimata bēgļi”) un tūrisma paradumiem. Nākotnē nesagatavoti valsts energosektori ar laicīgu adaptāciju pārmaiņām var radīt apstākļus, ka vasarās Dienvideiropā var būt enerģijas trūkums, kas var ietekmēt tās eksporta un importa bilanci, starptautisko cenu, kā arī nozīmīgi skart infrastruktūru (dzelzceļš, elektrības vadi u. c.) (IPCC, 2014). Karstuma viļņu un ekstrēmu lietaļu gadījumu skaita izmaiņas dažādas sociālās grupas var izjust atšķirīgi, zināmā mērā radot iespēju diversificēt pielāgošanās stratēģijas, taču lielākās daļas apdraudošo plūdu risku mazināšanai Latvijā ir pievērsta lielāka uzmanība,

kā arī novērojamas pozitīvas pārmaiņas. Savukārt atšķirībā no adaptācijas risinājumu sekēm plūdu risku mazināšanai lielākā daļa valstu, tai skaitā Latvija, ir salīdzinoši nesagatavotas sausuma periodiem un potenciālajiem masveida ugunsgrēkiem (IPCC, 2014).

Secinājumi

Pasaulē jau kādu laiku eksistē apziņa, ka klimats mainās, un šīs mainības ietekmes var būt ļoti daudzveidīgas un skart dažādas nozares, tāpēc ir nepieciešami risinājumi, lai mazinātu cilvēka radīto ietekmi uz klimatu, kā arī pielāgotos šīm pārmaiņām. Tautsaimniecībā un cilvēku dzīvē nozīmīga ir energoresursu pieejamība, tādējādi būtiski ir jautājumi par šī sektora gatavību piemēroties klimata pārmaiņām. Līdzšinējā pieredze liecina, ka šīm rīcībām un risinājumiem jābūt dažādos līmeņos, turklāt ar efektīvu datu ieguvu un informācijas apmaiņu par aktivitātēm un to efektivitāti. Pārdomāti adaptācijas risinājumi, kā energoefektivitātes paaugstināšana, klimata noturīgas infrastruktūras izveide, energoavotu diversifikācija un izpratnes un paradumu attīstīšana, nodrošinās kvalitatīvus dzīves apstākļus un gatavību klimata pārmaiņu radītajiem izaicinājumiem.

Pateicība

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas projekta “Energoefektīvi un oglekļa mazietilpīgi risinājumi drošai, ilgtspējīgai un klimata mainību mazinošai energoapgādei” (LATENERGI) atbalstu.

Izmantotā literatūra

- Abbott, D. 2010 Keeping the energy debate clean: how do we supply the world's energy needs? Proceedings of the IEEE, 98 (1): 42–66.
- Aigars, J., Apsīte, E., Bethers, U., Bruņeniece, I., Eberhards, G., Ikauniece, A., Jansons, V., Lapinskis, J., Seņņikovs, J., Sprinģe, G. (red.) 2009. Klimata mainība Latvijā: aktualitātes un piemērošanās pasākumi. KALME, Rīga.
- Andersson, L. 2013. Baltadapt Strategy for Adaptation to Climate Change in the Baltic Sea Region. A proposal preparing the ground for political endorsement throughout the Baltic Sea Region. Danish Meteorological Institute, Copenhagen.
- Arnell, N. W. 1999. Assessment of the impacts of the climate variability and change of the hydrology of Europe. In: Dam, J. C. van (ed.). Impacts of Climate Change and Climate Variability on Hydrological Regimes. Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, pp. 52–67.
- Blumberga, D. (red.) 2016. Biotehonomika. RTU, Rīga.
- Brügger, A., Morton, T. A., Dessai, S. 2015. Hand in Hand: Public Endorsement of Climate Change Mitigation and Adaptation. Plos ONE, 10 (4).
- European Commission. 2013. The EU Strategy on adaptation to climate change. Brussels.
- Groulx, M., Lewis, J., Lemieux, C., Dawson, J. 2014. Place-based climate change adaptation: A critical case study of climate change messaging and collective action in Churchill, Manitoba. Landscape and Urban Planning, 132: 136–147.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. 2007. Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Klimenko, V. V., Tereshin, A. G. 2010. World energy and climate in the twenty-first century in the context of historical trends: clear constraints to the future growth. Journal of Globalization Studies, 1 (2): 27–40.
- Kļaviņš, M., Purmalis, O. 2015. Potential Adaptation to Climate Change in the energy sector in Latvia. International Science and Business Forum. Riga, 2015, May 28–30.

- Kļaviņš, M., Zaļoksnis, J. (red.) 2016. Klimats un ilgtspējīga attīstība. LU, Rīga.
- Latkovska, I., Apsite, E., Elferts, D., Kurpniece, L. 2012. Forecasted changes in the climate and the river runoff regime in Latvian river basins. Vilnius. Baltica, 25 (2): 143–152.
- Moriarty, P., Honnery, D. 2012. What is the global potential for renewable energy? Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 244–252.
- Patt, A., Klein, R. J. T., Vega-Leinert, A. 2005. Taking the uncertainty in the climate-change vulnerability assessment seriously. External Geophysics, Climate and Environment, 337 (2005): 411–424.
- UKCIP. 2007. Local climate impacts profile [LCLIP]: a local climate impacts profile. UKCIP, Oxford.

Interneta resursi

- <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2020-energy-strategy>
- <http://www.nucnet.org/all-the-news/2008/10/31/japan-aims-for-67-nuclear-share-by-2100>
- <http://www.paulchefurka.ca/WEAP2/WEAP2.html>
- <http://www.shell.com/content/dam/shell/static/public/downloads/brochures/corporate-pkg/scenarios/shell-energy-scenarios2050.pdf>
- <http://fortune.com/2014/09/29/solar-power-could-be-worlds-main-energy-source-by-2050/>
- <http://www.globalwarming-sowhat.com/renewable-energy-/>
- <https://ourfiniteworld.com/2012/07/26/an-optimistic-energygdp-forecast-to-2050-based-on-data-since-1820/>
- http://e360.yale.edu/feature/future_of_coal_will_boom_go_bust_as_climate_concerns_increase/2639/
- <http://www.neimagazine.com/features/featurefinding-harmony-4869601/featurefinding-harmony-4869601-3.html>

KŪDRAS HUMUSVIELAS UN TO PIELIETOŠANAS IESPĒJAS

Oskars PURMALIS, Māris KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *oskars.purmalis@lu.lv; maris.klavins@lu.lv*

Ievads

Kūdra ir irdeni, degoši organiskas izcelsmes nogulumu, kas satur ne vairāk par 50% minerālvielu (no sausās vielas svara) (Kļaviņš, 2010). Kūdra veidojas, paaugstināta mitruma un skābekļa nepietiekamības apstākļos (purvos) uzkrājoties un nepilnīgi sadaloties (humificējoties) purvus veidojošajai veģetācijai (sūnas, spilves, grīšļi, ķērpji, krūmi, koki) (Cocozza et al., 2003). Purvu platības aizņem aptuveni 3% no sauszemes platības, turklāt aptuveni 87% purvu atrodas boreālajā un subarktiskajā reģionā (Vitt, 2006). Savukārt humusvielas (HV) veido būtisku daļu (var pārsniegt 50%) no kūdras, tādējādi sasniedzot ievērojamu apjomu un nozīmību organiskā materiāla biogeoķīmiskajā aprites ciklā (Jones et al., 1998; Tan, 2003), kā arī to potenciālajā izmantošanā. Tās veidojas, mikroorganismu klātbūtnē humificējoties augu izcelsmes biomolekulām (Wershaw, 2004). Ņemot vērā to veidošanās kompleksumu, atšķirīgo izcelsmi un relatīvi līdzīgās īpašības, HV tiek definētas kā dabiskas izcelsmes organiskas vielas ar heterogēnu struktūru, augstu molekulmasu un plašu krāsu diapazonu (no dzeltenas līdz melnai), kas veidojušās, sadaloties organiskajam materiālam mikrobiālā metabolisma klātbūtnē, un ir viens no visizplatītākajiem organismiem savienojumiem uz Zemes (Sutton et al., 2005).

Tautsaimniecības attīstības pamatā ļoti nozīmīga ir produktu radīšana, kuru realizācija ne tikai nodrošina darbvietas, bet arī rada ienākumus. Sevišķi nozīmīgi ir eksportspējīgi produkti, kuriem nereti nepieciešams gan veiksmīgs mārketinga modelis, gan augsta zināšanu kapacitāte. No kūdras tiek un tikuši radīti dažādi produkti, piemēram, kūdras vaski, sveķi, cukuri, fenoli, HV, aktivētā ogle u. c. Šī pētījuma mērķis ir aplūkot pašlaik esošās HV izmantošanas jomas, kas ļautu izvērtēt to izmantošanas potenciālu, kā arī radīt pamatu jaunu ideju radīšanai. Jaunu produktu un tehnoloģiju radīšana, izmantojot HV, ir saistīta ar tādām viedās specializācijas stratēģijas jomām, kā uz zināšanām balstīta bioekonomika, viedie materiāli, biotehnoloģijas un inženierzinātnes. Nākotnē radītie risinājumi un produkti spēs sniegt ieguldījumu efektīvā un ilgtspējīgā vietējas izcelsmes zemes resursu izmantošanā, ietverot dažādas tautsaimniecības nozares.

Kūdras humusvielas

Izpratne par humusvielām attīstījies jau senatnē, kad sadalījies nedzīvais organiskais materiāls tika raksturots kā *sapros* (no grieķu valodas) vai *humus* (no latīņu valodas) (Tan, 2003). Tieši latīņu valodas vārds saglabājies līdz mūsdienām, raksturojot tumšas krāsas organisko materiālu, kas veidojies no augu atliekām (Tan, 2003). Tās ir sastopamas augsnē, kūdrā, oglēs, ūdenstilpju sedimentos, ūdeņos, un tām ir būtiska loma vidē, piedaloties organiskā oglekļa akumulācijā, augsnes auglības uzlabošanā, oksidēšanās un reducēšanās procesos, kā arī veidojot kompleksus ar vidi piesārņojošām vielām, tādējādi ietekmējot to tālāko likteni vidē (Terashima et al., 2003; Sutton et al., 2005). Tradicionālais

HV frakciju iedalījums izveidots pēc to šķīdības, kura ir būtiska arī to ekstrakcijai ar sārmainiem šķīdumiem: 1) humīns, kas ir nešķīstoša HV frakcija; 2) humīnskābes, kas ir šķīstošas bāziskā vidē un nešķīst skābā vidē ($\text{pH} < 2$); 3) fulvoskābes, kas ir šķīstošas pie visām pH vērtībām (Sutton et al., 2005).

Lai veiksmīgi radītu un izvēlētos kūdras HV lietošanas jomas, nozīmīgi faktori ir to īpašības un strukturālie komponenti. Vēsturiski ir izvirzītas dažādas HV uzbūves koncepcijas, tās dēvējot par dabiskas izcelsmes polimēriem; supramolekulāriem agregātiem, micellām un to agregātiem (Sutton et al., 2005; Schaumann, 2006; Tan, 2011), nanodaļiņām (Tan, 2011). Vispārīgi raksturojot HV, tās var dēvēt par heterogēnām organiskajām vielām, kas sastāv no alitātiskiem polimēriem, polisaharīdiem, lignīna un tā degradācijas produktiem, līdz ar to arī aromātiskajiem savienojumiem (Schaumann, 2006). Vidē tās var samazināt šķīdumu virsmas spraigumu, jo, izveidojoties micellām (Wershaw, 1986; Wandruszka, 1998), kuru iekšpusē atrodas hidrofobas molekulu daļas, bet virsmu veido hidrofilas funkcionālās grupas (Wandruszka, 2000), tās spēj izkārtoties uz šķīdumu un gaisa kontaktvirsmas. Pēdējos gados sevišķi aktualizējusies koncepcija, kas HV dēvē par dabiskas izcelsmes nanodaļiņām (Tan, 2011), jo mikroskopijas rezultāti apliecina, ka tās spēj veidot dažāda izmēra sfēriskas, kā arī caurulītei un slānim līdzīgas daļiņas. HV formas, oglekļa daudzuma, uzvedības un augu augšanas stimulēšana ir ļoti līdzīga kā nanodaļiņām (Tan, 2011).

Lai gan HV kā vielu grupai ir relatīvi augsta līdzība, tomēr, vērtējot atsevišķas īpašības un parametrus, ir novērojamas arī pietiekami izteiksmīgas atšķirības, kas kūdras HV to praktiskajā izmantošanā atšķir, piemēram, no akmeņogļu HV. Purvos veidojas HV ar aromātiskāku struktūru nekā fulvoskābes, kas ir vieglāk degradējamas un, pastāvot ūdens infiltrācijai, var ne tikai ātrāk oksidēties kā lignīna atvasinājumi, bet arī, izskalojoties daļai organiskā materiāla, palikušajā materiālā (humīns) var tikt sasniegtas relatīvi augstas parafrīnu koncentrācijas (Hatcher et al., 1986). Purvos notiek organiskā materiāla (HV) pārveidošanās, t. i., relatīvs oglekļa daudzuma pieaugums un skābekļa, ūdeņraža samazinājums, mainās relatīvā C/N attiecība (Kalaitzidis et al., 2006), kā arī sadalās alkilsavienojumi, bet palielinās lipīdu daudzums, jo tie ir noturīgāki pret degradāciju (Gierlach-Hładoń et al., 2010). Būtiska ietekme uz kūdras HV struktūru un īpašībām ir akrotelmam, kurā notiek aeroba degradācija (Schellekens et al., 2009), kas ir atbildīga par metoksilgrupu degradāciju, kā arī intensīvas humifikācijas rezultātā novērojams augstāks aldehīdu un ketonu daudzums HV struktūrā (Kalaitzidis et al., 2006). Humificēts materiāls ir ne tikai vairāk transformēts, bet ir novērojama tā aromātiskuma un elementu attiecības H/C samazināšanās (McDonnell et al., 2001), ko apliecina arī atšķirības starp degradētiem un neskartiem purviem (Kalbitz et al., 2000), kā arī starp lauksaimniecībā izmantotajām zemēm un fulvoskābju saturu un struktūru tajās (Kalbitz et al., 1999). Salīdzinot reģionāli, tropu reģionu kūdrā ir augstāks fenolu savienojumu saturs nekā mērenās joslas purvos – to, no vienas puses, ietekmē atšķirīgi klimatiskie apstākļi, bet, no otras puses, veģetācijas veids un sastāvs (Tareq et al., 2004; Fong et al., 2007). Pētījumā, kurā aplūkota kūdra no Kanādas, novērots, ka augstāka fenolu un brīvo radikāļu koncentrācija ir kūdrai ar augstāku sadalīšanās pakāpi (Schnitzer et al., 1979), līdzīgi rezultāti iegūti arī Šveices kalnu purvā (Zaccone et al., 2008), kur fenolu daudzums pieaug gan kūdrā, gan attiecīgajās HV pašā profila virspusē un dziļākajos slāņos – to skaidro ar biodegradāciju aerobajā zonā, bet dziļākajos slāņos – ar lignīna polimēru demetilēšanos (Zaccone et al., 2008). Purvos līdz ar kūdras sadalīšanos samazinās ogļhidrātu daudzums un daļiņu izmērs, tādējādi arī ietekmējot organiskā materiāla fizikālās un ķīmiskās īpašības (Preston et al., 1989). Līdz ar daļiņu izmēru samazinājumu palielinās aromātiskums, karboksilgrupu koncentrācija, kā arī negatīvi lādēto funkcionālo grupu skaits un disociācijas pakāpe (Tombácz, 1999).

Kūdras humusvielas un to izmantošanas iespējas

Humusvielu īpašības, to ietekme vidē un veiksmīga izmantošana augu augšanas veicināšanā, kosmētikas līdzekļu ražošanā un medicīnā ļāvušas radīt dažādus produktus no HV ar atšķirīgu izmantojumu. Ir vairākas jomas, kur humusvielas tiek izmantotas: augu augšanas stimulēšana, terapeitiskas procedūras, antibakteriālie pārsēji, kā lopbarības piedevas, urbšanas šķīdumi, krāsvielas, piedevas asfalta un betona izgatavošanā, kompleksveidotāji vides piesārņojuma mazināšanai u. c. Tas nebūt nenozīmē, ka nepastāv jomas, kur HV, sevišķi kūdras HV (1. att.), varētu izmantot ļoti veiksmīgi.



1. attēls. Humusvielas, kas ekstrahētas no kūdras

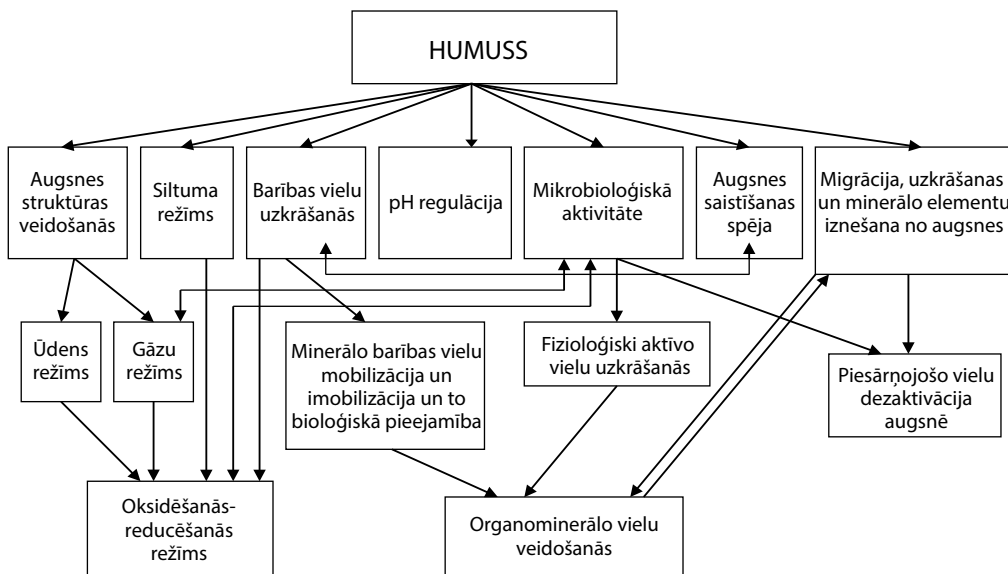
Izmantošana lauksaimniecībā

Humusvielas augsnē ir enerģijas avots tajā mītošajiem organismiem, jo tiem atšķirībā no virszemes augiem nav pieejama enerģija, kas rodas fotosintēzes procesā. Šis ir iemesls, kāpēc organisko vielu klātbūtnei ir milzīga nozīme, nodrošinot augsnē notiekošās metabolisma reakcijas. Tādi augšnes organismi kā aļģes, rauga sēnes, baktērijas, sēnes, nematodes, mikoriza u. c. veic būtiskas funkcijas – uzlabo augšnes auglību un struktūru, kā arī veicina augu augšanu un aizsardzību pret dažādām slimībām. Piemēram, augsnē esošās baktērijas rada polisaharīdu kompleksus, ar kuru palīdzību tiek veidotas augšnes piciņas (agregāti), uzlabojot augšnes struktūru. Aktinomicētes izdala antibiotikas, kas, uzņemtas augos, ļauj tiem kļūt neuzņēmīgākiem pret dažādām slimībām.

Humusvielas ir ne tikai enerģijas avots augsnē norītošajiem procesiem, bet tām ir arī liela nozīme ūdens piesātinājuma nodrošināšanā un uzturēšanā. Ūdens ir galvenais aģents augsnēs, kas nodrošina vielu šķīšanu, to plūsmu un uzņemšanu augos. Līdzīgas struktūras augsnē humusvielu spēja noturēt ūdeni augu sakņu sistēmas tuvumā ir septiņas reizes augstāka nekā tādas pašas augšnes mālu daļiņām. Tāpēc, lietojot humusvielas saturošu mēslojumu, var iegūt augstākas ražas arī ilgstošākos sausuma periodos. Līdz ar spēju ietekmēt ūdens režīmu tiek nodrošināts arī augšnes temperatūras režīms, kas tiek regulēts ar iztvaikošanas palīdzību (2. att.) (Орлов 1990).

Humusvielas augsnē ir arī efektīvs kompleksveidotājs, kas kopā ar baktēriju radītajiem cukuriem un mālu minerāliem veido kompleksus. Kompleksu veidošana rada irdenāku augšnes struktūru, kas uzlabo pārējos augšņu komponentus – gāzu apmaiņu ar atmosfēru, ūdens infiltrāciju u. c. Spēja veidot kompleksus būtiski ietekmē arī dažādus toksīnus (nikotīns, fenoli, antibiotikas, aflatoksīns u. c. pesticīdi), jo veidotie kompleksi tiek iekļauti HV struktūrā, tādējādi samazinot to toksiskumu. Mikrobiālās degradācijas procesu rezultātā kompleksu pastāvēšanas laiks vidē tiek samazināts. HV ir nozīmīgas augšnes

buferkapacitātes veidotājas, līdz ar to augsnes ir izturīgākas pret paskābināšanos. Tās ietekmē reakcijas ar metālu joniem, samazinot to pieejamību un toksiskumu augiem, t. i., humusvielu un smago metālu veidotie kompleksi ir mazāk toksiski augiem (piemēram, dzīvsudraba un kadmija savienojumi) vai kompleksu sastāvā kļūst nešķīstoši (svina savienojumi), tādējādi augi smagos metālus nevar uzņemt. HV reakcijas ar metālu joniem nav vērstas tikai vienā virzienā, t. i., tie netiek padarīti tikai augiem neuzņemami. Kompleksi ar tādiem elementiem kā Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Ca kļūst augiem pieejamāki un pilda mikroelementu funkcijas. HV regulējošā funkcija augsnē izpaužas arī kā metālu kompleksu – helātu veidošanās ar metālu joniem, elektrostātiski saistot pozitīvi lādētus metālu jonus uz humusvielu virsmas. Rezultātā var tikt kavēta mineralizācija (mazāk veidojas jauni minerāli – piemēram, Fe veidotais ortšteina podzola slānis, kā arī samazinās augsnes sasāļošanas risks), jo augsnēs ar augstu humusvielu saturu samazinās dažādu metālu savienojumu (karbonātu, oksīdu, sulfīdu, hidroksīdu) daudzums. HV savienojumi pasargā fosfātus no nešķīstošu savienojumu veidošanās, bet augi tos viegli atbrīvo ar dažādām organiskajām vielām, ko izdala to sakņu sistēmas (Орлов, 1990).



2. attēls. Humusvielu loma augsnes veidošanā, produktivitātē un tās aizsardzībā (pārveidots pēc Орлов и др., 2002)

Gan Latvijā, gan pasaulē ir pieejami dažādas izcelsmes HV ekstrakti un produkti, kas paredzēti augu augšanas veicināšanai. Līdz šim populārākie avoti HV izdalīšanai bija akmeņogles, turklāt nereti arī zemas kvalitātes organiskais materiāls. To pagatavošanas pamatā ir kūdras, komposta vai kāda cita organiskā materiāla apstrāde ar sārmainu materiālu, visbiežāk kālija hidroksīdu. Ekstrahētais šķīdums vai suspensija tiek piedāvāts patērētājiem, kuri to pēc ieteiktajām devām var sagatavot lietošanai uz augsnes vai tieši uz augu lapām. Tirdvū pieejami arī produkti ar pievienotām nepieciešamajām barības vielām vai mikroelementiem, kā arī specializēti humusvielu preparāti, kas domāti lietošanai, piemēram, balkona puķu, orhideju mēslošanai utt. Ņemot vērā šķidro mēslošanas līdzekļu loģistikas izmaksas, novērojama tendence, ka aizvien palielinās izžāvētu vai granulētu HV produktu īpatsvars.

Izmantošana medicīnā un kosmetoloģijā

Par HV sniegtajiem efektiem un veiktajiem pētījumiem medicīnā ir salīdzinoši plaši apraksti (Porsnovs et al., 2011; Krūmiņš et al., 2013). Ir zināms, ka humīnskābes ir galvenais kūdras organisko vielu komponents, kura ārstējošās īpašības ir pazīstamas jau kopš senatnes. Kūdras ārstējošā ietekme tika novērota Babilonijā un Romas Impērijā (Priegnitz et al., 1986). Mūsdienās pierādīts, ka kūdrai piemīt nozīmīgas antivīrusu, pretiekaisuma, hormonālo sistēmu stimulējošas, profibrinolītiskas (Klőcking, 1994) un smago metālu saistīšanas spējas. Humusvielas var mainīt dažādu enzīmu, sevišķi ādā esošu enzīmu, aktivitāti. Šis ir iemesls relatīvi plašai humusvielu izmantošanai vannas sāļu un ādas masku gatavošanā. Kombinācijā ar dažādiem konservantiem tās tiek izmantotas dažādu slimību ārstēšanai, kā arī tām piemīt potenciāls cīņai ar vēzi. Literatūrā visplašāk pieejamie pētījumi visbiežāk ir vecāki par 2000. gadu, kaut gan izpēte turpinās arī mūsdienās. Šie pētījumi biežāk ir atvasinājumi jau minētajām jomām, kad tiek pierādīti jauni efekti vai apliecināta kāda HV radīta pozitīva ietekme. Mūsdienās izteiktāk tiek pētīta HV kompleksveidošanās ar nanodaļiņām, visbiežāk cinka oksīdu, un veidoto kompleksu pielietošana vai nevēlamo efektu mazināšana, izmantojot HV preparātus. Viens no šo pētījumu mērķiem ir radīt netoksiskus nanodaļiņu nesējus ķermenī, visbiežāk asinsrites sistēmā. Jāatzīmē arī mūsdienu prakse medicīnā un farmācijā – testēt, pārbaudīt un sertificēt jaunus preparātus. Laiks no pierādīta pozitīva efekta līdz komerciālam produktam varētu būt ilgs, vienlaikus arī relatīvi dārgs, kas nosaka to, ka zinātniskajā literatūrā aprakstīts relatīvi daudz pozitīvu ietekmju un efektu, taču reālus produktus aptiekās ieraudzīt ir ļoti grūti.

Iepriekšminētie faktori radījuši priekšnoteikumus, ka HV pozitīvos efektus aizvien vairāk sāk novērtēt kosmetoloģijā, kur produktu radīšana un testēšana atšķiras no medicīnas tās klasiskajā izpratnē. Kosmetoloģijā biežāk izmantotās HV īpašības ir to antimikrobiālā, antiradikālā, pretvēža un ādas reģenerācijas aktivitāte. Radītie preparāti sniedz ieguldījumu hematomas, artrīta un osteohondrozes profilaksei, kā arī rada estrogēnu aktivitāti. Patentu literatūrā (Patent application No. DE 10025622 A1) minēta kūdras ekstraktu izmantošana pret novecošanas preparātu izgatavošanai kosmētikā. Savukārt citi kosmētikas ražotāji uzsver HV spēju uzlabot ādas mikrocirkulāciju, tai skaitā toksīnu aizvadišanu un labāku asinsriti. Tiek minēta kolagēna sintēzes uzlabošana, kas tieši atbild par ādas elastības nodrošināšanu. Balneoloģijā tiek gan izmantota HV terapeitiskā ietekme, gan procedūras tiek pasniegtas rituālu veidā vai kā plašāku procedūru sastāvdaļa.

Humusvielu izmantošana degradētas vides rekultivācijā

Tā kā humusvielu struktūrā relatīvi augstā koncentrācijā ietilpst karboksilgrupas, hidroksilgrupas, fenolu hidroksilgrupas u. c. funkcionālās grupas, kuras var veidot koordinatīvas saites ar metālu joniem, kā arī kompleksus ar organiskajām vielām, tās ļoti veiksmīgi var izmantot piesārņotas vides rekultivācijai. HV tiek izmantotas gan kā biosorbenti (Ansone et al., 2013), gan nesošie aģenti, gan kā piesārņojuma imobilizācijas risinājumi (Eglīte, 2007), turklāt tās var izmantot ūdeņos, augsnēs, izgatavotās skalošanas kolonnās, kā piedevas u. c. veidos.

Humusvielu un metālu jonu mijiedarbība ietekmē vidē esošo metālu kustīgumu un toksiskumu. Nozīmīgi, ka tikai 1/3 saistīšanas kapacitātes nosaka jonu apmaiņas reakcijas, bet pārējās nodrošina kompleksu veidošanas spēja. Turklāt HV virsmas platība ir līdz pat 2000 m²/g, kas ir ievērojami augstāka par citu vidē esošo minerālu virsmas platību un ir viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē humusvielu un metālu mijiedarbības intensitāti. Lielā īpatnējā virsma rada priekšnoteikumus to augstajai biosorbcijas kapacitātei un kopā ar augsto oglekļa saturu noder aktivētās ogles ražošanā. HV spēj ne tikai

mijiedarboties ar metālu joniem, veidojot kompleksus, bet arī vidē veicina daudzu metālu jonu reducēšanu, kas tieši ietekmē metālu kustīgumu vidē – piemēram, Fe^{3+} par Fe^{2+} , Cr^{6+} par Cr^{3+} . Taču katrs degradētas vides rekultivācijas plāns jāizstrādā ar individuālu pieeju problēmu novēršanai, jo HV spēj ne tikai samazināt metālu toksiskumu, bet ir veikti pētījumi, kas pierādījuši, ka humusvielas pazemes vidē var noteikt noglabātu radioaktīvo vielu kustīguma palielināšanos (Giesy et al., 1986), kā arī noteiktos apstākļos piesārņotās vidēs var tikt paaugstināts Hg kustīgums (Wallschläger et al., 1996; Weng et al., 2002).

Organiskās vielas var būt ļoti dažādas, tās var nonākt vidē kā atkritumi, izlijumu veidā vai pēc avārijām. Organiskās vielas var nebūt tikai dabiskas izcelsmes, produkti, kurus iespējams kompostēt, bet arī pesticīdi, naftas produkti, dažādi sadzīves ķīmijas produkti, pārklājumi u. c. Pētījumi par HV ir pierādījuši to spēju mijiedarboties ar dažādām organiskajām vielām, gan paaugstinot to šķīdību, gan paātrinot degradāciju. Nozīmīga loma ir HV spējai mijiedarboties gan ar hidrofobām, gan hidrofilām organiskajām vielām (Kļaviņš, 1998). Humusvielu un organisko vielu saistišanās intensitāte ir atkarīga no šo vielu struktūras, kompozīcijas, molekulu lieluma, aromātiskuma pakāpes, koncentrācijas un pH vērtībām vidē (piemēram, pesticīdu ķīmisko īpašību un sastāva lielā variabilitāte) (Gauthier et al., 1987; Murphy et al., 1994; Zimina, Ammosova, 1995; Chin et al., 1997; Saint-Fort, Visser, 1988).

Humusvielu un humātu kā produktu un piedevu izmantošana rūpniecībā

Kā nozīmīgs relatīvi populārs produkts bez mēslošanas līdzekļiem ir minami HV saturoši urbšanas šķīdumi uz ūdens bāzes, kas samazina urbšanas šķidrums viskozitāti un pārvēršanos želejā, kā arī noder kā šķīdinātāji, deflokulanti, dispersanti un reoloģiskie aģenti un šķidrums zudumu samazinoši līdzekļi.

Relatīvi daudzās nozarēs HV līdz šim lietotas kā piedevas, galvenokārt izmantojot to krāsainību un īpašības, kas spēj samazināt virsmas spraigumu, ietekmēt eļļu un vasku īpašības, mijiedarboties ar metālu joniem, absorbēt UV starojumu, mainīt gelu struktūru, nodrošināt produkta elastību un noturību pret novecošanos. Kā piedevas HV tiek izmantotas cementa un betona rūpniecībā, papīra un kartona ražošanā, bateriju un akumulatoru ražošanā, keramikas izgatavošanā, asfalta rūpniecībā, gumijas un tintes ražošanā. Tās var veiksmīgi izmantot kā līdzekļus pret putu veidošanos, kā enzīmu imobilizētājus, krāsu un dažādu pārklājumu ražošanā. Senatnē populārāka, bet tagad nedaudz novārtā pamesta ir pārtikas ražošanas un konservēšanas nozare, kaut gan ir pierādīts, ka humusvielas var noderēt kā pārtikas produktu konservanti (Painter, 1998).

Secinājumi

Kūdras humusvielas, kas izdalītas no dažāda tipa kūdras, pēc īpašībām var atšķirties, bet vēl izteiktāk tās atšķiras no ogļu un ūdeņu humusvielām. To heterogēnā struktūra un daudzveidīgais īpašību kopums nosaka to plašās lietošanas iespējas dažādās nozarēs, kur iespējams radīt daudzveidīgus produktus.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas “ResProd” atbalstu.

Izmantotā literatūra

- Ansone, L., Klavins, M., Eglite, L. 2013. Use of peat-based sorbents for removal of arsenic compounds. Central European Journal of Chemistry, 11 (6): 988–1000.
- Chin, Y. P., Aiken, G. R., Danielsen, M. K. 1997. Binding of pyrene to aquatic and commercial humic substances: the role of molecular weight and aromaticity. Environ. Sci. Technol., 31: 1630–1635.

- Cocozza, C. D., Orazio, V., Miano, T. M., Shoty, W. 2003. Characterization of solid and aqueous phases of a peat bog profile using molecular fluorescence spectroscopy, ESR and FT-IR, and comparison with physical properties. *Organic Geochemistry*, 34 (1): 49–60.
- Eglīte, L. 2007. Humusvielas, to mijiedarbība ar augsni veidojošajiem komponentiem un humusvielu imobilizācija. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 160. lpp.
- Fong, S. S., Mohamed, M. 2007. Chemical characterization of humic substances occurring in the peats of Sarawak, Malaysia. *Organic Geochemistry*, 38: 967–976.
- Gauthier, D. T., Seltz, W. R., Grant, L. C. 1987. Effects of structural and compositional variations of dissolved humic materials on pyrene K_{oc} values. *Environ. Sci. Technol.*, 21: 243–248.
- Gierlach-Hładoń, T., Szajdak, L. 2010. Physico-Chemical Properties of Humic Acids Isolated from an Eriophorum-Sphagnum Raised Bog. In: *Mires and Peat*. Ed. Kļaviņš, M. University of Latvia Press, Rīga.
- Giesy, P. J., Geiger, A. R., Keever, R. N., Alberts, J. J. 1986. UO_2^{2+} – humate interactions in soft, acid, humate – rich waters. *J. Environ. Radioactivity*, 4: 39–64.
- Hatcher, P. G., Spiker, E. C., Orem, W. H. 1986. Organic geochemical studies of the humification process in low-moor peat. In: *Peat and water: aspects of water retention and dewatering in peat*. Ed. Fuchsman, C. H. Elsevier, London, pp. 195–213.
- Jones, M. N., Bryan, N. D. 1999. Colloidal properties of humic substances. *Adv. Colloids Int. Sci.*, 78: 1–48.
- Kalaitzidis, S., Georgakopoulos, A., Christanis, K., Iordanidis, A. 2006. Early coalification features as approached by solid state ^{13}C CP/MAS NMR spectroscopy. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70 (4): 947–959.
- Kalbitz, K., Geyer, W., Geyer, S. 1999. Spectroscopic properties of dissolved humic substances – a reflection of land use history in a fen area. *Biogeochemistry*, 47 (2): 219–238.
- Kalbitz, K., Geyer, W., Geyer, S. 2000. A comparative characterization of dissolved organic matter by means of original aqueous samples and isolated humic substances. *Chemosphere*, 40 (12): 1305–1312.
- Kļaviņš, M. 1998. Aquatic humic substances. Latvian University, Rīga, 234 p.
- Kļaviņš, M. 2010. Kas ir kūdra. Pieejams: <http://www.lu.lv/vpp/zeme/kudra/parkudru/> [Skatīts 20.11.2014.]
- Klößing, R. 1994. Humic substances as potential therapeutics. In: *Humic substances in the global environment and implications on human health*. (Eds. Senesi, N., Miano, T. M. N. Y., Elsevier, pp. 1245–1257.
- Krūmiņš, J., Robalds, A., Purmalis, O., Ansonē, L., Poršņovs, D., Kļaviņš, M., Segliņš, V. 2013. *Scientific Journal of Riga Technical University, Material Science and Applied Chemistry*, 29: 82–84.
- McDonnell, R., Holden, N. M., Ward, S. M., Collins, J. F., Farrell, E. P., Hayes, M. H. B. 2001. Characteristics of Humic Substances in Heathland and Forested Peat Soils of the Wicklow Mountains. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 101B (3): 187–197.
- Murphy, M. E., Zachara, M. J., Smith, C. S., Phillips, L. G., Wietsma, W. T. 1994. Interaction of hydrophobic organic compounds with mineral – bound humic substances. *Environ. Sci. Technol.*, 28 (American Chemical Society): 1291–1299.
- Painter, J. T. 1998. Carbohydrate polymers in food preservation: an integrated view of the Maillard reaction with special reference to discoveries of preserved foods in Sphagnum – dominated peat bogs. *Carbohydrate polymers*, 36: 335–347.
- Porsnovs, D., Klavins, M. 2011. Kūdras pārstrādes produktu inovatīvās izmantošanas iespējas medicīnā un farmakoloģijā (apskats). *Scientific Journal of Riga Technical University, Material Science and Applied Chemistry*, 24: 82–88.
- Preston, C. M., Axelson, D. E., Lévesque, M., Mathur, S. P., Dinell, H., Dudley, R. L. 1989. Carbon-13 NMR and chemical characterization of particle-size separates of peats differing in degree of decomposition. *Organic Geochemistry*, 14 (4): 393–403.
- Priegnitz, H. 1986. *Wasserkund und Badelust*. Koehler & Amelang, Leipzig.
- Saint-Fort, R., Visser, S. A. 1988. Study of the interactions between atrazine, diazinon and lindane with humic acids of various molecular weights. *J. Environ. Sci. Health*, 23 (6): 613–624.

- Schaumann, G. E. 2006. Soil organic matter beyond molecular structure Part I: Macromolecular and supramolecular characteristics. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169 (2): 145–156.
- Schellekens, J., Buurman, P., Pontevedra-Pombal, X. 2009. Selecting parameters for the environmental interpretation of peat molecular chemistry – a pyrolysis-GC/MS study. *Organic Geochemistry*, 40: 678–691.
- Schnitzer, M. 1978. Humic substances: chemistry and reactions. In: *Soil organic matter*. Eds. Schnitzer, M., Khan, S. U. Elsevier, Amsterdam, pp. 1–64.
- Sutton, R., Sposito, G. 2005. Molecular structure in soil humic substances: The new view. *Environmental Science & Technology*, 39 (23): 9009–9015.
- Tan, K. H. 2003. *Humic Matter in Soil and the Environment: Principles and Controversies*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Tan, K. H. 2011. The new look and nanotube concept of humic acids. Soil Science website, Dr. Kim H. Tan. Pieejams: <http://drkhtan.weebly.com> [Skatīts 15.09.2014.]
- Tareq, S. M., Tanaka, N., Ohta, K. 2004. Biomarker signature in tropical wetland: lignin phenol vegetation index (LPVI) and its implications for reconstructing the paleoenvironment. *Science of the Total Environment*, 324 (1–3): 91–103.
- Terashima, M., Tanaka, S., Fukushima, M. 2003. Distribution Behavior of Pyrene to Adsorbed Humic Acids on Kaolin. *Journal of Environmental Quality*, 32 (2): 591–598.
- Tombácz, E. 1999. Colloidal properties of humic acids and spontaneous changes of their colloidal state under variable solution conditions. *Soil Science*, 164 (11): 814–824.
- Vitt, D. H., Wieder, R. K. 2006. Functional characteristics and indicators of boreal peatlands. In: *Boreal Peatland Ecosystems*. Eds. Vitt, D. H., Wieder, R. K. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Wallsclager, D., Desai, M. V. M., Wilken, R. D. 1996. The role of humic substances in the aqueous mobilization of mercury from contaminated floodplain soils. *Water, air and soil pollution*, 90. Kluwer academic publishers, Netherlands, pp. 507–520.
- Wandruszka, R. 1998. The micellar model of humic acid: evidence from pyrene fluorescence measurements. *Soil Science*, 163 (12): 921–930.
- Wandruszka, R. 2000. Humic acids: Their detergent qualities and potential uses in pollution remediation. *Geochemical Transactions*, 2: 38–42.
- Weng, L., Fest, E. P. M., Fillius, J., Temminghoff, E. J. M., Riemsdijk W. van 2002. Transport of humic and fulvic acids in relation to metal mobility in a copper – contaminated acid sandy soil. *Environ. Sci Technol.*, 36 (American Chemical Society): 1699–1704.
- Wersahw, R. L. 2004. Evaluation of conceptual models of natural organic matter (humus) from a consideration of the chemical and biochemical processes of humification. Scientific investigation report 2004–5121, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- Wersahw, R. L. 1986. A new model for humic materials and their interactions with hydrophobic organic chemicals in soil – water and sediment – water systems. *J. Contam. Hydrol.*, 1: 29–45.
- Zaccone, C., Said-Pullicino, D., Gigliotti, G., Miano, T. M. 2008. Diagenetic trends in the phenolic constituents of Sphagnum-dominated peat and its corresponding humic acid fraction. *Organic Geochemistry*, 39: 830–838.
- Zimina, V. A., Ammosova, M. Ya. 1995. Adsorption of simazine by humic acids of different origin. *Eurasian Soil Sci.*, 8: 952–955.
- Орлов, Д. С. 1990. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации, издательство Московского университета.
- Орлов, Д. С., Садовникова, Л. К., Лозановская, И. Н. 2002. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. *Высшая школа, Москва*, с. 334.

KŪDRAS UZKRĀŠANĀS INTENSITĀTE PURVOS

Oskars PURMALIS, Māris KĻAVIŅŠ, Inese SILAMIKELE, Eliza PLATPĪRE

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,

e-pasts: *oskars.purmalis@lu.lv; maris.klavins@lu.lv; inese.silamikele@lu.lv*

Ievads

Kūdra ir irdens vai vāji konsolidēts kaustobiolīts: degoši organogēni nogulumu, kas satur ne vairāk par 50% minerālvielu (no sausās vielas svara) (Kļaviņš, 2010). Tā veidojas paaugstināta mitruma un skābekļa nepietiekamības apstākļos (purvos), uzkrājoties un nepilnīgi sadaloties (humificējoties) purvus veidojošajai veģetācijai (sūnas, spilves, grīši, ķērpji, krūmi, koki) (Cocozza et al., 2003). Purvu platības aizņem aptuveni 4×10^6 km², kas ir aptuveni 3% no sauszemes platības, turklāt aptuveni 87% atrodas boreālajā un subarktiskajā reģionā (Vitt, 2006). Mitrājiem un purviem ir nozīmīga loma globālajā oglekļa aprites ciklā, un šīs teritorijas ir galvenie oglekļa uzkrājēji, jo augu produkcijas apjoms pārsniedz to sadalīšanās ātrumu. Mitrājos atrodas vairāk nekā 30% no kopējiem oglekļa krājumiem, kas ne tikai noder kā enerģijas avots, bet ir arī nozīmīgs buferis vidē noritošajos procesos (Makila, Moisanen, 2007). Ņemot vērā purvu anaerobo vidi, vecumu un kūdras slāņa biežumu, tie var tikt izmantoti kā arhīvs, lai rekonstruētu pagātnes klimatiskos apstākļus un veģetācijas attīstību (Zaccone et al., 2007; Hughes et al., 2012).

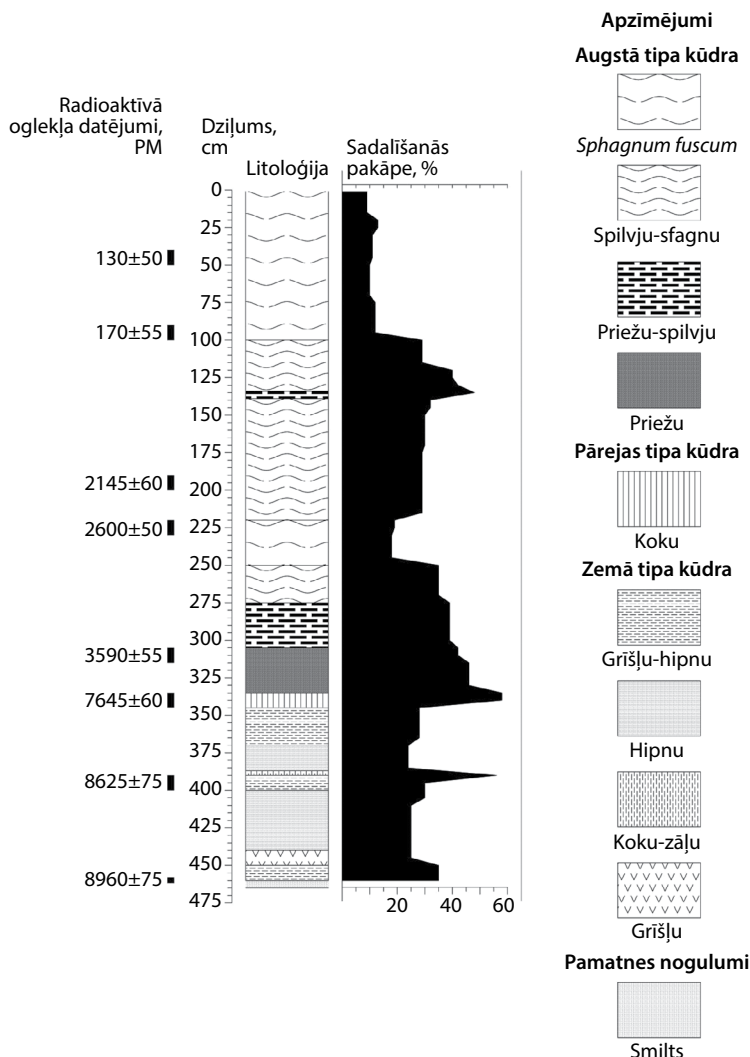
Ilgtermiņā kūdras uzkrāšanās temps un līdz ar to arī oglekļa akumulācija ir pārsteidzoši stabila neatkarīgi no tā, ka kūdras pieauguma ātrumam raksturīga liela īstermiņa variabilitāte (Belyea et al., 2001). Kūdras pieauguma ātrums dažādās zemeslodes vietās tiek lēsts atšķirīgi, bet Latvijā vēsturiski pieņemts, ka tas vidēji ir 1 mm gadā, bet tas ir atkarīgs gan no klimatiskajiem apstākļiem, gan veģetācijas un purva tipa. Analizējot kūdras slāņa biežumu purvā un to vecumu (¹⁴C datēšana), vidējās vērtības pētītajos purvos ilgtermiņā svārstās no 0,5 līdz 0,8 mm gadā, tas ir līdzīgi literatūrā atspoguļotajiem datiem (Aaby et al., 1975; Makila, 1997; Belyea et al., 2001). Šie rezultāti ir tikai vidējie rādītāji, ņemot vērā purva profila griezumus, bet vēsturiski ir bijis atšķirīgs pieauguma ātrums, kā arī kūdras sadalīšanās ātrums. Kūdras veidošanās un akumulācijas procesu var iedalīt divos posmos: 1) dzīvās organiskās masas uzkrāšanās, ko nodrošina kūdras veidotājaugu ikgadējais pieaugums, 2) organiskās masas pakāpeniska, nepilnīga sadalīšanās (Tjuremnov, 1976). Kūdras pieaugumu nozīmīgi ietekmē purva atrašanās vieta, klimatiskie apstākļi, veģetācijas veids (Belyea et al., 2001), bet tās sadalīšanās procesam ir selektīva daba, jo dažādām augu sugām un augus veidojošām struktūrām ir dažāds atmiršanas un sadalīšanās ātrums, kā arī šie procesi noris noteiktā secībā (Scheffer et al., 2001; Charman, 2002; Chambers et al., 2004; Bragazza et al., 2007), to būtiski ietekmē arī tādi vides parametri kā aerobais akrotelms un anaerobais katotelms (Zaccone et al., 2007).

Pētījuma mērķis ir noteikt kūdras uzkrāšanās intensitāti, balstoties uz divu dažādu purva profilu izpēti.

Materiāli un metodes

Eipuru purvs

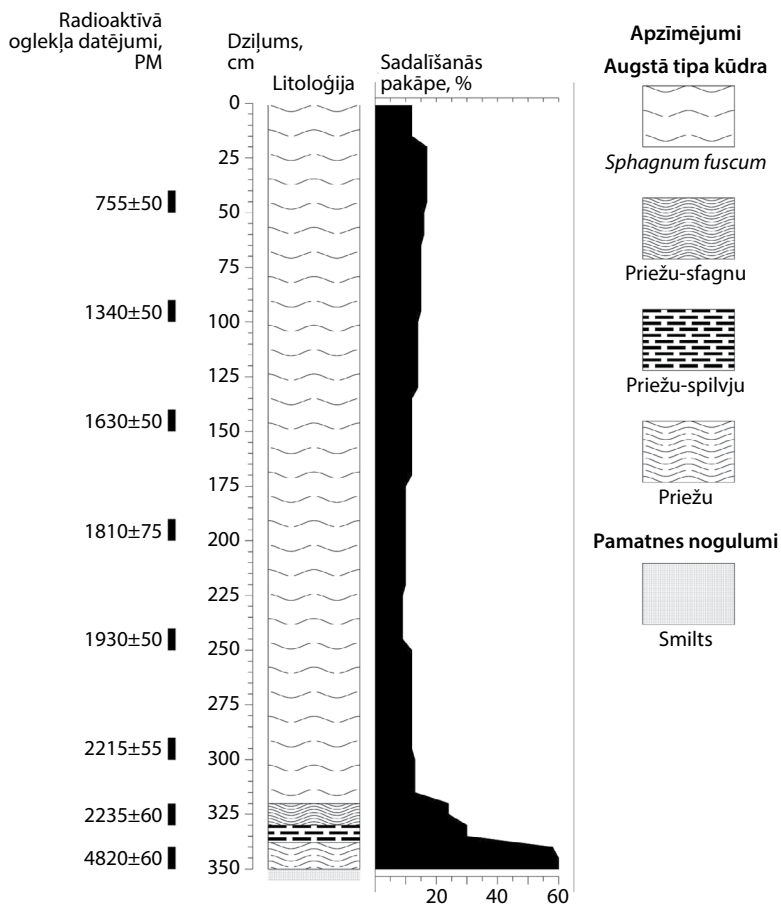
Eipuru purvs atrodas Viduslatvijas zemienes Ropažu līdzenumā, un tā platība ir 179 ha (Silamiķele, 2010). Eipuru purva kūdras profilu (57°14'53,4" N; 24°37'00,3" E) veido gan augstā, gan pārejas, gan zemā tipa purva kūdra (1. att.). Purva centrālajā daļā augstā tipa purva kūdra ir līdz 3,34 m dziļumam, pārejas tipa kūdra 3,34–3,45 m dziļumā, un no 3,45 m dziļuma sākas zemā tipa purva grīšļu–hipnu un hipnu kūdra.



1. attēls. Eipuru purva stratigrāfija, botāniskā sastāva raksturojums un sadalīšanās pakāpe

Dzelves purvs

Dzelves purvs atrodas Piejūras zemienu Rīgas līdzenumā. Tā platība ir 1315 ha, un purva lielāko daļu aizņem augstais purvs (1181 ha), kūdras slāņa vidējais biežums ir 1,6 m, bet maksimālais biežums vietām sasniedz 5 m (Silamiķele, 2010). Dzelves purva kūdras profilu (57°13'58,2" N; 24°30'12,2" E) veido augstā tipa kūdra, kas veidojusies no brūnā sfagna (*Sphagnum fuscum*) (2. att.).



2. attēls. Dzelves purva stratigrāfija, botāniskā sastāva raksturojums un sadališanās pakāpe

Kūdras vecums tika noteikts, veicot ^{14}C analīzes Tallinas Tehniskajā universitātē (Igaunija), bet radionuklīdu ^{210}Pb un ^{137}Cs saturs kūdras paraugiem noteikts Menas Universitātē (ASV).

Kūdras blīvums tika noteikts, purvā uz vietas veicot paraugu paņemšanu ar konstantu tilpumu. Paraugs tika iesaiņots, lai nezaudētu tā sākotnējo stāvokli transportēšanas laikā, un laboratorijā tika noteikts parauga blīvums un mitruma saturs pēc parauga izžāvēšanas 24 stundas 105 °C temperatūrā.

Lai izvērtētu purva pieauguma ātrumu, tas tika aprēķināts pēc vienādojuma (Turunen, 2003), kurš tika modificēts, šajā pētījumā neiekļaujot oglekļa saturu kūdrā:

$$A^c = r \times \rho \times C \times 1000, \text{ kur}$$

A^c – oglekļa akumulācijas ātrums (g C/m^2 gadā)

r – vertikālā pieauguma ātrums purvā (mm gadā)

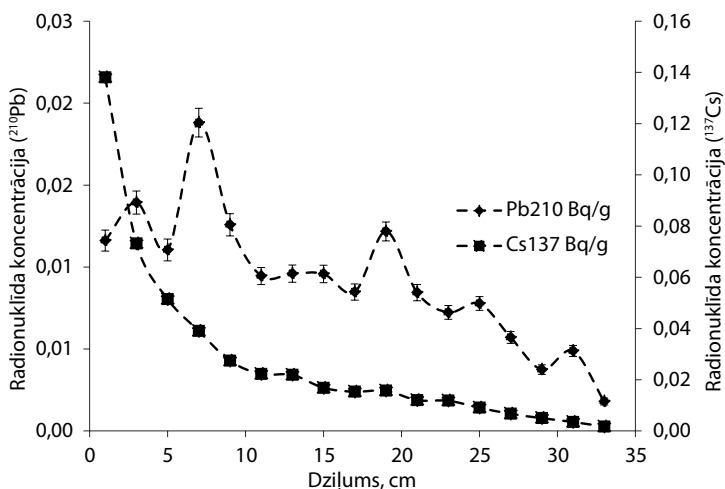
ρ – sausas kūdras blīvums (g/cm^3)

C – oglekļa daudzuma proporcija sausā kūdrā

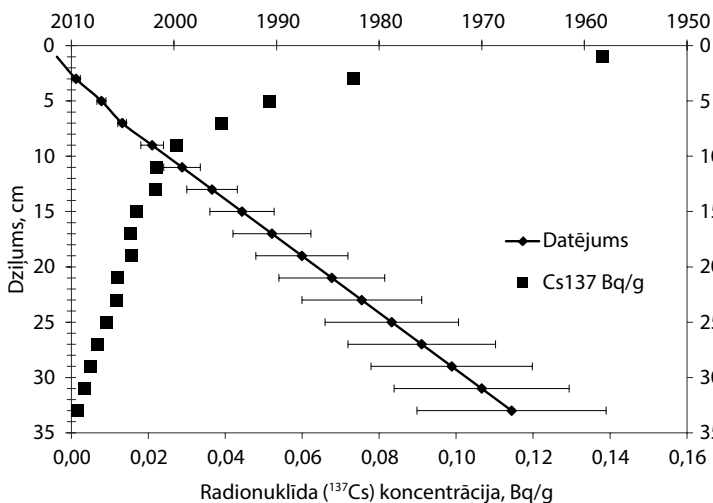
Rezultāti un diskusija

Lai noteiktu kūdras vecumu, tiek izmantotas dažādu radionuklīdu satura analīzes. Populārākās ir ^{14}C (Shotyk et al., 1998) un ^{210}Pb (Oldfield et al., 1979; Vile et al., 1995; 1999), kuru nosakāmais vecums ievērojami atšķiras, tādēļ vecāka organiskā materiāla noteikšanā izmanto ^{14}C (Shotyk et al., 1998). ^{210}Pb izmantojams relatīvi jaunāku nogulumu datēšanā, pamatojoties uz šī radionuklīda īpašībām un mobilitāti (Oldfield et al., 1979; Vile et al., 1999).

Pētījumu rezultātā, izmantojot ^{210}Pb koncentrācijas izmaiņas (3. att.), noteikts, ka Dzelves purvā pēdējos 44 gados uzkrājušies 34 cm augstā purva kūdras (4. att.), veidojot vidējo pieaugumu 0,77 mm gadā. Ņemot vērā, ka akrotelmā dominē ūdens limeņa fluktuācijas, līdz ar to arī mijas aerobie un anaerobie apstākļi un papildus notiek UV oksidācija pašā purva virskārtā, šāds kūdras pieauguma ātrums atbilst vidējam purvu pieauguma tempam, jo atkarībā no purva attīstības stadijas šis parametrs var ievērojami mainīties. *In situ* trīs gadus ilgos eksperimentos tādas purvu sūnu sugas kā *S. Acutifolia* un *S. magellanicum* spēj sasniegt ievērojami augstāku pieaugumu, kas attiecīgi ir 7–23 mm un 16–22 mm gadā (Wallén et al., 1988). Dzelves purvā aprēķinātais vidējais kūdras uzkrāšanās ātrums variē no 0,11 līdz 8 mm gadā, bet vidēji ir 0,73 mm gadā, kas ir mazāk, nekā tika uzskatīts līdz šim. Tam iemesls ir ne tikai kūdras sadalīšanās, bet arī tas, ka sablīvējoties kūdras daļiņas kļūst mazākas (Clymo, 1978), un tas purva virskārtā sākotnēji aplēsto pieauguma ātrumu (0,77 mm gadā) kopējā kūdras profilā visā tā attīstības gaitā samazina, kaut gan sausas kūdras blīvums ir relatīvi nemainīgs visā profilā (5. att.). Iespējamo masas bilances iztrūkumu, materiālam sablīvējoties, rada gāzu izdalīšanās, organisko vielu noplūde no purva ekosistēmas un paša materiāla transformācija humifikācijas procesu gaitā (Purmalis, 2015). Veicot detalizētāku analīzi, var novērot, ka uzkrāšanās intensitātei ir liela izkliede maksimālajās un minimālajās vērtībās, taču homogēnā profila vidusdaļā vidējais aplēstais kūdras pieauguma ātrums ir ap 24 mm gadā ar atsevišķiem ļoti intensīvas uzkrāšanās periodiem, kad bijuši optimāli apstākļi kūdras veidojošo sūnu sugu augšanai un to akumulācijai (Kalniņa et al., 2015). To apliecina arī organisko vielu transformācijas ātruma atšķirības, ko ietekmējusi apstākļu mainība pagātnē (Purmalis, 2015). ^{14}C datējumi šāda tipa homogēnam purva profilam ar relatīvi mazāku vecumu nekā Eipuram purvam rada pamatotas aizdomas, ka kopējā pieauguma ātrumā korekcijas ievieš purva virsmas pārvietošanās uz perifēriju, un sevišķi izteikti tas noticis pēdējos 1000 gados (2. att.). Nevar izslēgt iespēju, ka purvos ir apgabali, kur kādā no profiliem būtu iespējams identificēt tieši uzslīdējušo kūdras slāni. To rada augstajiem purviem raksturīgā kupola veidošanās, kā arī virsmas pārvietošanās gravitācijas spēka ietekmē (Warburton et al., 2004). Šādu likumsakarību apstiprina aprēķinātais kūdras pieauguma ātrums g/m^2 gadā (6. att.), kur uzkrāšanās ātruma mainību rada ievērojamā aprēķinātā kūdras pieauguma ātruma (gadā) variabilitāte starp profila dziļumiem ar zināmu materiāla vecumu, kas tieši ir atkarīga no ^{14}C datējumiem purva profilā.



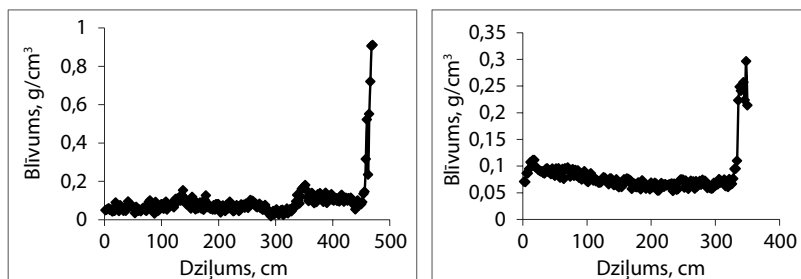
3. attēls. Dzelves purva profila augšējās daļas kūdrā esošo radionuklīdu (^{210}Pb un ^{137}Cs) saturs



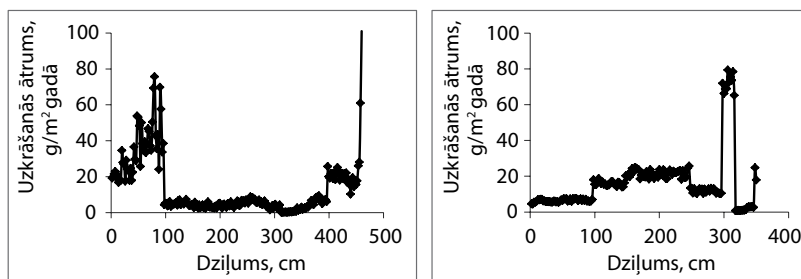
4. attēls. Dzelves purva profila augšējās daļas kūdrā esošo radionuklīdu (^{137}Cs) saturs un kūdras vecums

Eipuru purvs ir novietots relatīvi šaurā reljefa pazeminājumā, kur atšķirībā no Dzelves purva nav izveidojies izteikts augstajiem purviem tipisks kupols, līdz ar to pagātnē nav notikusi nozīmīga virskārtas pārvietošanās. Purva attīstības gaitā organiskā materiāla akumulācijas ātrums ievērojami atšķiries – tas bijis augstāks purva veidošanās sākuma stadijā un pēdējos aptuveni 3000 gados. Tam varētu būt samērā tieša ietekme uz purva tipiem, kas mainījušies purva attīstības gaitā līdz ar klimatiskajiem faktoriem un gruntsūdens plūsmu rakstura laika gaitā, neizslēdzot cilvēku darbības ietekmi. Šim purvam nav tādu kūdras pieauguma tempu kā Dzelves purvam, taču tas ir bijis relatīvi stabils – purva vidusdaļā ap 0,65 mm gadā, tas ir līdzīgi arī citiem pētītajiem purviem (Kalniņa et al., 2013). Daudzkārt necīgāks pieauguma ātrums bijis brīžos, kad kūdras pamatmasu veidojuši koki un bijusi izteiktāka organiskā materiāla degradācija, to apliecina kūdras sadalīšanās pakāpe (1. att.).

Kaut arī Eipuru purvam raksturīga liela botāniskā sastāva variabilitāte un liels vecums, izceļamas divas sugas, kas nodrošinājušas ātrāku kūdras pieaugumu, – hipni un brūnais sfagns, attiecīgi 2 un ap 4 mm gadā. Visos pētītajos purvos novērojama tendence, ka līdz ar optimālu apstākļu iestāšanos brūno sfagnu attīstībai (*Sphagnum fuscum*) raksturīga ļoti intensīva organiskā materiāla akumulācija (6. att.), kas pārsniedz 2 mm gadā, nereti pārsniedzot pat 8 mm gadā. Ilgtermiņā šo izaugsmes tempu kompensē purvos norītošie procesi un tos ietekmējošie faktori. Lai gan organiskā materiāla transformāciju ietekmē dažādu faktoru kopums, tomēr līdz ar klimatiskajiem apstākļiem jāuzsver arī purvu veģetācijas būtiskā loma (Hughes et al., 2012), jo to sastāvs un īpašības atšķiras: augstākai veģetācijai raksturīgs lignīns to sastāvā, zālaugiem raksturīga ātra sadalīšanās, bet sfagnu un grīšļu kūdrai raksturīga mikroorganismu darbības inhibēšana un līdz ar to arī kūdras sadalīšanās intensitāte (Verhoeven et al., 1995).



5. attēls. Eipuru (A) un Dzelves (B) purva profila izžāvētas kūdras blīvums



6. attēls. Eipuru (A) un Dzelves (B) purva profila kūdras (sausas) uzkrāšanās ātrums (g/m^2 gadā)

Iegūtos rezultātus salīdzinot ar zinātniskajā literatūrā minētajiem datiem, redzams, ka kopējās tendences ir līdzīgas, tomēr atrodamas arī atšķirīgas vērtības. Piemēram, Lielbritānijā esošā purva akrotelmā noteikts, ka kopējais tā pieaugums ir 2,21 cm gadā, kamēr masas pieaugums tiek vērtēts 2,21 g/m^2 gadā ar ietverto reālo vidējo akumulāciju 3,21 g/m^2 gadā, no kura sadalās aptuveni 1,22 g/m^2 gadā (Belyea et al., 2001). Somijā aprēķinātais (Makila, 1997) kūdras masas pieaugums vidēji ir augstāks nekā pētītajos purvos, taču, salīdzinot ar purvu produktivitāti dažādās klimatiskajās zonās, tiek sasniegta tropiskajā zonā (13,0–16,5 g/m^2 gadā) esošu purvu organiskā materiāla akumulācijas kapacitāte (Xintu, 2009).

Secinājumi

Lai gan, izdalot purva kūdras biezumu ar tā kopējo vecumu, tiek iegūts vidējais purva pieauguma ātrums gadā, tomēr reālais pieaugums ir augstāks, to ietekmē dažādi faktori. Tie ir klimatiskie apstākļi, veģetācijas tips, purva attīstības stadija u. c. Augstajos purvos, ja

tie nav degradēti un organiskā materiāla akumulāciju nodrošina sfagnu sugas, to virskārta spēj palielināties vairāk par 2 mm gadā, atsevišķos gadījumos pārsniedzot 1 cm. Tomēr bez organiskā materiāla akumulācijas purvos notiek arī šī materiāla sadalīšanās un transformācija, kuras ātrums ietekmē kopējo purva pieauguma ātrumu.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas "ResProd" atbalstu.

Izmantotā literatūra

- Aaby, B., Tauber, H. 1975. Rates of peat formation in relation to degree of humification and local environment, as shown by studies of a raised bog in Deninark. *Boreas*, 4 (1): 1–17.
- Belyea, L. R., Clymo, R. S. 2001. Feedback control of the rate of peat formation. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 268: 1315–1321.
- Bragazza, L., Siffi, C., Iacumin, P., Gerdol, R. 2007. Mass loss and nutrient release during litter decay in peatland: The role of microbial adaptability to litter chemistry. *Soil Biology and Biochemistry*, 39 (1): 257–267.
- Chambers, F. M., Charman, D. J. 2004. Holocene environmental change: contributions from the peatland archive. *The Holocene*, 14 (1): 1–6.
- Charman, D. 2002. Peatlands and environmental change. University of Plymouth, Plymouth, p. 301.
- Clymo, R. S. 1978. A Model of Peat Bog Growth. In: *Production Ecology of British Moors and Montane Grasslands*. Eds. Heal, O. W., Perkins, D. F. Springer-Verlag, Berlin, pp. 187–223.
- Cocozza, C. D., Orazio, V., Miano, T. M., Shotyk, W. 2003. Characterization of solid and aqueous phases of a peat bog profile using molecular fluorescence spectroscopy, ESR and FT-IR, and comparison with physical properties. *Organic Geochemistry*, 34 (1): 49–60.
- Hughes, P. D. M., Mallon, G., Essex, H. J., Amesbury, M. J., Charman, D. J., Blundell, A., Chambers, F. M., Daley, T. J., Mauquoy, D. 2012. The use of k-values to examine plant 'species signals' in a peat humification record from Newfoundland. *Quaternary International*, 268: 156–165.
- Kalniņa, L., Kuške, E., Ozola, I., Pujāte, A., Stivriņš, N. 2013. Kūdras uzkrāšanās intensitāte dažāda tipa un vecuma purvos Latvijā. No: Vietējo resursu (zemes dziļu, meža, pārtikas un transporta ilgtspējīga izmantošana – jauno produkti un tehnoloģijas) (NatRes). Rakstu krājums. Rīga, 52.–55. lpp.
- Kalnina, L., Stivrins, N., Kuske, E., Ozola, I., Pujate, A., Zeimule, S., Grudzinska, I., Ratniece, V. 2015. Peat stratigraphy and changes in peat formation during the Holocene in Latvia. *Quaternary International*, 383: 186–195.
- Kļaviņš, M. 2010. Kas ir kūdra. Pieejams: <http://www.lu.lv/vpp/zeme/kudra/parkudru/> [Skatīts 20.11.2014.]
- Makila, M. 1997. Holocene lateral expansion, peat growth and carbon accumulation on Haukkasuo, a raised bog in southeastern Finland. *Boreas*, 26 (1): 1–14.
- Makila, M., Moisanen, M. 2007. Holocene lateral expansion and carbon accumulation of Luovuo-ma, a northern fen in Finnish Lapland. *Boreas*, 36: 198–210.
- Oldfield, F., Appleby, P. G., Cambray, R. S., Eakins, J. D., Barber, K. E., Battarbee, R. W., Pearson, G. R., Williams, J. M. 1979. ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs and ²³⁹Pu Profiles in Ombrotrophic Peat. *Oikos*, 33 (1): 40–45.
- Purmalis, O. 2015. Kūdras humusvielas: to sastāvs un tā veidošanos ietekmējošie faktori. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 160 lpp.
- Scheffer, R. A., Logtestijn, R. S. P. van, Verhoeven, J. T. A. 2001. Decomposition of Carex and Sphagnum litter in two mesotrophic fens differing in dominant plant species. *Oikos*, 92 (1): 44–54.
- Shotyk, W., Weiss, D., Appleby, P. G., Cheburkin, A. K., Frei, R., Gloor, M., Kramers, J. D., Reese, S., Knaap, W. O. van der. 1998. History of Atmospheric Lead Deposition Since 12,370 ¹⁴C yr BP from a Peat Bog, Jura Mountains, Switzerland. *Science*, 281 (5383): 1635–1640.
- Silamiķele, I. 2010. Humifikācijas un ķīmisko elementu akumulācijas raksturs augsto purvu kūdrā atkarībā no tās sastāva un veidošanās. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 172 lpp.
- Tjuremnov, S. N. 1976. Torfjanije mestorozdenije. Nedra, Moskva, 488 s. (In Russian.)

- Turunen, J. 2003. Past and present carbon accumulation in undisturbed boreal and subarctic mires: a review. *Suo*, 54 (1): 15–28.
- Verhoeven, J. T. A., Toth, E. 1995. Decomposition of *Carex* and *Sphagnum* litter in fens: Effect of litter quality and inhibition by living tissue homogenates. *Soil Biology and Biochemistry*, 27 (3): 271–275.
- Vile, M. A., Novák, M., Brizova, E., Wieder, R. K., Schell, W. R. 1995. Historical rates of atmospheric Pb deposition using ^{210}Pb dated peat cores: Corroboration, computation, and interpretation. *Water Air Soil Pollut.*, 79 (1): 89–106.
- Vile, M. A., Wieder, R. K., Kelman, R., Novák, M. 1999. Mobility of Pb in *Sphagnum*-derived peat. *Biogeochemistry*, 45 (1): 35–52.
- Vitt, D. H., Wieder, R. K. 2006. Functional characteristics and indicators of boreal peatlands. In: *Boreal Peatland Ecosystems*. Eds. Vitt, D. H., Wieder, R. K. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Wallen, B., Falkengren-Grerup, U., Malmer, N. 1988. Biomass, productivity and relative rate of photosynthesis of *Sphagnum* at different water levels on a South Swedish peat bog. *Ecography*, 11 (1): 70–76.
- Warburton, J., Holden, J., Mills, A. J. 2004. Hydrological controls of surficial mass movements in peat. *Earth-Science Reviews*, 67 (1–2): 139–156.
- Xintu, L. 2009. Conditions of peat formation. In: *Coal, Oil Shale, Natural Bitumen, Heavy Oil and Peat*. Volume II. Ed. Jinsheng, G. Eolss Publishers, United Kingdom, pp. 298–308.
- Zaccone, C., Cocozza, C., Cheburkin, A. K., Shotyk, W., Miano, T. M. 2007. Enrichment and Depletion of Major and Trace Elements, and Radionuclides in Ombrotrophic Raw Peat and Corresponding Humic Acids. *Geoderma*, 141 (3–4): 235–246.

RADIOLOKĀCIJAS PIELIETOŠANA SAPROPEĻA IEGULU IZPĒTĒ

Oskars PURMALIS, Karina STANKEVIČA

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *oskars.purmalis@lu.lv; karina.stankevica@lu.lv*

Ievads

Ģeoradars kā ģeofizikālā izpētes metode plaši tiek lietota sedimentoloģijā, arheoloģijā, hidroloģijā, vides raksturošanā un pieder pie neinvazīvo izpētes metožu grupas (Ansell-metti et al., 2004; Parker et al., 2010). Tā darbības princips ir elektromagnētiskā impulsa signāla izplatīšana vidē un atstarotā signāla noteikšana, tādējādi ļaujot raksturot sedimentu slāņus vai atrast apraktus objektus (Neal, 2004). Sapropēja iegulu pētījumi ar ģeoradaru Latvijas teritorijā tika veikti komplekso ģeoloģisko sapropēja meklēšanas darbos (Anonīms, 1991–2000). Laikā no 1990. līdz 1992. gadam ar ģeoradaru “Торф” tika apsekoti pētāmie ezeri Liepājas (Латвгеология, 1991a), Ventspils (Латвгеология, 1991a), Rīgas un Limbažu rajonā (Латвгеология, 1992), turpmāko meklēšanas darbu laikā šī metode vairs netika izmantota. Tas ļauj domāt, ka metode nav pietiekami efektīva sapropēja iegulu izpētei, turklāt pastāv pētījumu rezultāti, kas apliecina, ka šāda veida detrits līdz ar citiem ietekmējošiem faktoriem (Neal, 2004) absorbē ģeoradara signālu (Pedley, Hill, 2003), kas šādos nogulumos reti sasniedz lielāku dziļumu par 6 m (Pedley et al., 2000). To apliecina arī skenējumi ezeros ar lielu nogulumu biezumu (Burlakovs et al., 2016).

Pētījuma mērķis ir noskaidrot ģeoradara izmantošanas iespējas un potenciālu ezeru pamatnes profilu, organisko nogulumu slāņa biezumu un stratigrāfijas izpētē.

Materiāli un metodes

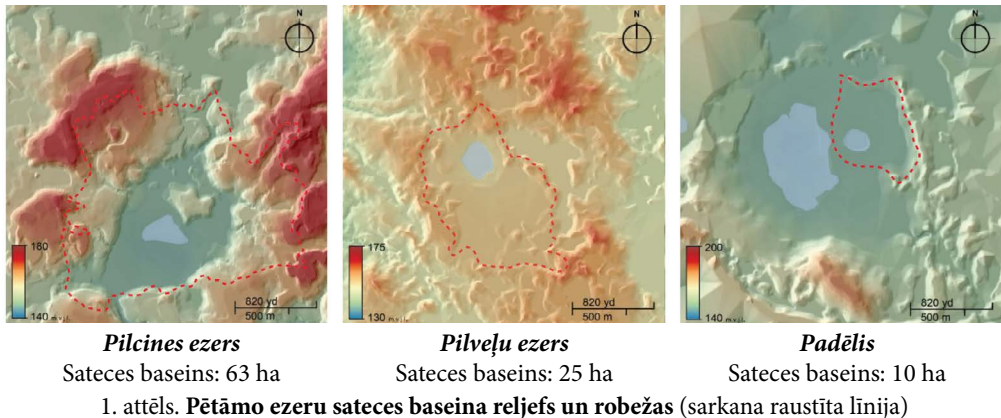
Pētījumam tika izvēlēti trīs ezeri – Pilcines ezers, Pilveļu ezers un Padēlis. Visi ezeri ir atzīti par rūpnieciskas nozīmes sapropēja iegulām (Geo-Konsultants, 1998). Ezeru spoguļa virsmas laukums nepārsniedz 10 ha, un to ieplakas lielāko daļu aizņem ezeru organiskie nogulumi (sk. tabulu). Visi ezeri atrodas Latgales augstienē: Pilcines ezers – Būrzavas paugurainē, Pilveļu ezers – Rāznava paugurainē, Padēlis – Maltas pazeminājumā.

Tabula. Pētāmo ezeru (sapropēja iegulu) raksturojums

(sastādīts pēc: Rūtiņa, 2014; Stankeviča, Kļaviņš, 2013; Stankeviča, 2011; Geo-Konsultants, 1998)

Ezers	Spoguļa laukums, ha	Ūdens vid. (maks.) dziļums, m	Ezera ieplakas aizpildīšanas koeficients	Sapropēja vid. (maks.) biezums, m	Sapropēja iegulas apjoms, m ³	Sapropēja tips
Pilcines ezers	7,2	0,7 (1,0)	0,9	4,1 (6,9)	287 000	organogēns silikātu
Pilveļu ezers	6,8	0,9 (1,0)	0,9	4,5 (5,9)	360 000	organogēns, organogēns silikātu
Padēlis	3,8	1,5 (2,0)	0,8	5,3 (6,1)	132 000	organogēns, karbonātu

Visu triju ezeru krastos un sateces baseinos (1. att.) ir izveidojušies purvu nogulumi. Kvartāra nogulumus Pilcines ezera sateces baseinā veido glacigēnie un glaciolimniskie nogulumi, Pilveļu ezera – glacigēnie un glaciofluviālie nogulumi, bet Padēļa – glaciofluviālie nogulumi (LVGD Kvartargeoloģija). Ezeri tika izvēlēti pēc tajos iegulošo sapropēja tipu dažādības, kas nosaka atšķirīgas sapropēja īpašības – pelnu un organisko vielu saturu, metālu saturu, mitrumu un blīvumu. Šāda atšķirīgu ezeru izpēte sniegtu labāku priekšstatu par ģeoradara jutību un iespējām šādu iegulu izpētē.



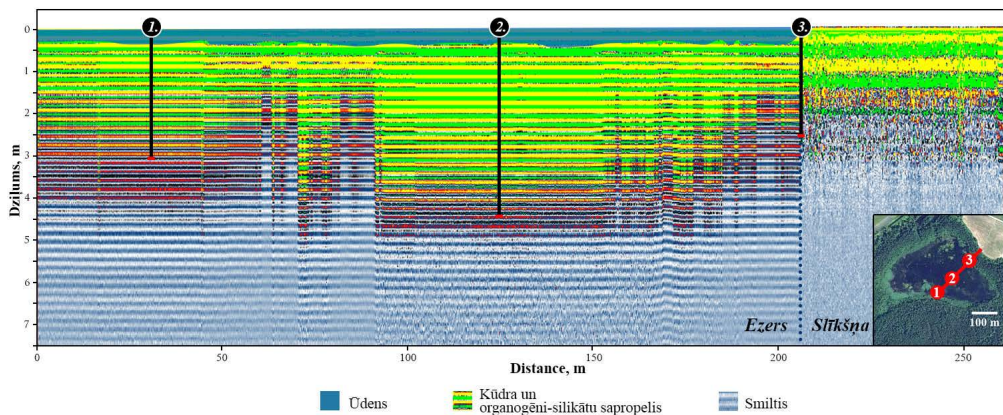
Pētāmo ezeru profilēšana tika veikta 2016. gada jūlijā ar SIA “Radar Systems” Latvijā ražoto ģeoradaru *Zond-12e Advanced* kopā ar divu dažādu ekranētu antenu sistēmām – 300 MHz un 500 MHz. Radiolokācijas profili tika iegūti no trīsvietīgas gumijas laivas, uz kuras grīdas tika izvietotas izmantotās antenas.

Iegūtās radiogrammas tika apstrādātas un analizētas *Prism 2.6* programmatūrā. Lai noņemtu traucējumus, kā arī veiksmīgāk identificētu sapropēja iegulu aprises un pēc sastāva atšķirīgus slāņus, tika izmantota funkcija *Background removal*, savukārt iegūto signālu pastiprināšanai proporcionāli laika aiztūrei tika lietota funkcija *Gain*. Iegūto ģeoradara datu interpretēšanā izmantoti dati no ezeru sapropēja pasēm (Geo-Konsultants, 1998) un ezeru stratigrāfiskās urbšanas darbiem Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes organizētajās ekspedīcijās uz ezeriem: 10.03.2011.–15.03.2011. (Stankeviča, 2011) un 27.02.2012.–07.03.2012. (Rūtiņa, 2014).

Rezultāti un diskusija

Pilcines ezera sapropelis tiek pieskaitīts pie organogēno silikātu tipa. Sapropēja mitrums iegulas griezumā variē no 89,13 līdz 91,31%, organisko vielu daudzums veido 54,64–68,98%, humusvielu daudzums – 78–24 mg/g, kas izteikts uz kopējo organisko vielu saturu. Būtiski atšķiras ezera pamatne, kur smilšaino, zem sapropēja iegulošo nogulumu mitrums vidēji ir 35,75%. Sapropēja organisko masu veido galvenokārt vaskulāro augu atliekas, bet zemākos slāņos palielinās kramaļģu un zilaļģu ipatsvars (Pundure et al., 2016). Ezera gultni klāj blīvas iegremdēto makrofītu audzes, kā arī ūdens augi veido salīdzinoši augstu (> 70 %) virsūdens aizaugumu. Pilcines ezerā ar ģeoradaru tika veikti 10 skenējumi taisnās līnijās pāri ezeram līdz tā krastam. Papildus atsevišķās vietās tika veikti ezera krasta radiolokācijas uzņēmējumi. Iegūtajās radiogrammās pēc apstrādes *Prism 2.6* programmatūrā ir iespējams izšķirt ūdens dziļumu, vietas ezera gultnē, kas klātas ar iegremdēto veģetāciju, kā arī pamatnes nogulumu dziļumu – aptuveni 4,1–4,5 m. Iegūtajā ģeoradara datu

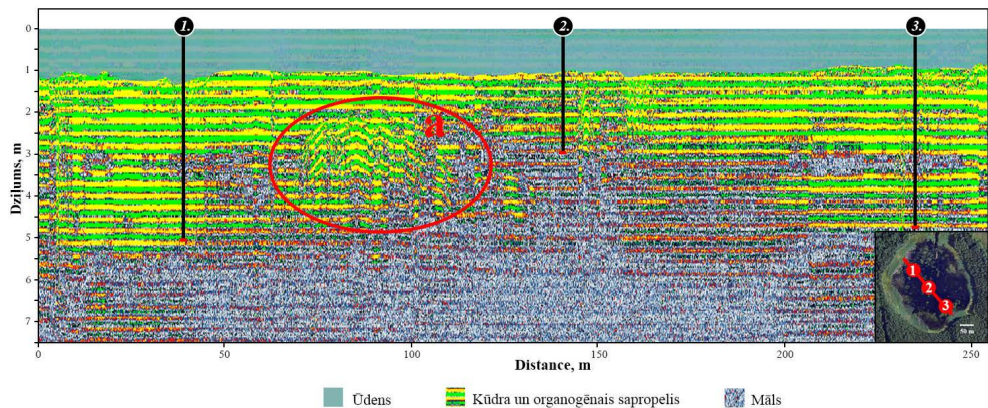
vizualizācijā (2. att.) ir novērojama arī sapropēja sastāva mainība, samazinoties organogēnā materiāla proporcijai un palielinoties kopējam sapropēja iegulas dziļumam, ko ilustrē arī attēla labajā pusē pievienotais krasta skenējums, kura pirmos divus metrus veido kūdrains detrits. Pētītajā ezerā radara signāla sekmīgo interpretāciju un saistību ar veikto urbumu datiem veicina izteiktā mitruma satura mainība sedimentos, kas ļauj saskatīt atšķirīgās slāņkopas, sevišķi robežu starp sapropeli un augsti pelnainiem nogulumiem ar relatīvi mazāku mitrumu. Tas saistāms ar faktu, ka radara signāla atstarojuma kvalitāte un asums atkarīgs no skenējamā slāņa biezuma un galvenokārt no elektriskās caurlaidības mainības šajā slānī, taču pakāpeniska samazināšanās vai adsorbēcija izraisa impulsa paplašināšanos (Annan et al., 1991). Augstais pelnu saturs papildus efektiem, ko izraisa organiskās vielas, rada ūdens adsorbēciju uz sedimentu daļiņām. Rezultātā izveidojas plāns daļiņu aptverošs ūdens slānītis, kura relatīvā elektriskā caurlaidība ir zema (Roth et al., 1990; 1992; Saarenketo, 1998), tas sevišķi efektīvi novērojams smiltīm un arī pētītā ezera glacigēnajos un glaciolimniskajos nogulumos.



2. attēls. Pilcines ezera skenēšanas profils ar zondēšanas rezultātiem

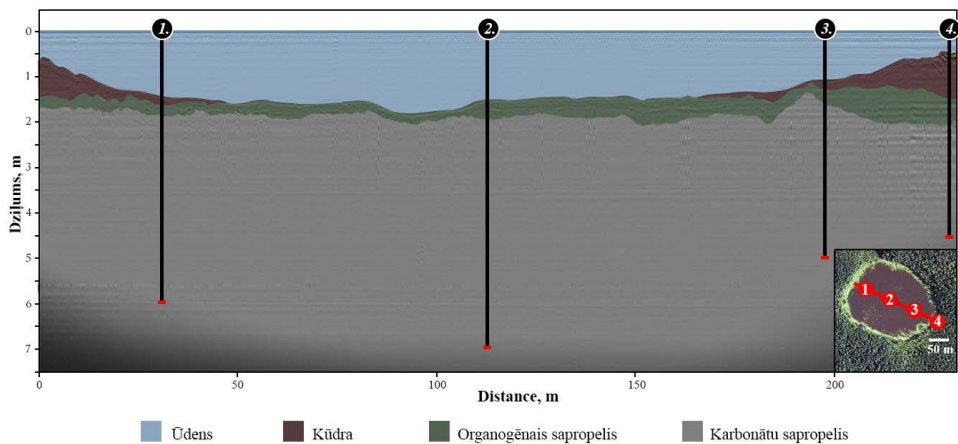
Pilveļu ezera spoguļa laukumā līdz sliksnām, kas atrodas gar ezera krastiem, tika veikti 20 ģeoradara skenējumi. Sapropēja krājumus Pilveļu ezerā veido galvenokārt organogēnais sapropelis, tieši kūdrains un zilaļģu sapropelis, kura vidējais biežums ir 4,5 m, dziļākajās vietās līdz pat 5,9 m (Geo-Konsultants, 1998). Iegūto datu interpretācija bez iepriekš veiktajiem zondēšanas rezultātiem būtu teju neiespējama, jo nogulumos tika novērota elektromagnētiskā impulsa izkliede un adsorbēcija, turklāt ezera gultni ir izmainījusi sapropēja smelšana no ezera pirms dažiem gadiem, un kūdras ieguve ezera ziemeļu krasta ap pagājušā gadsimta 50. gadiem. Neapstrādātos radara datus nebija identificējami atšķirīgi sapropēja slāņi, jo viss profils ir relatīvi homogēns, taču arī pamatnes nogulumi būtībā nebija saskatāmi neatkarīgi no metālu satura izmaiņām (Stankeviča et al., 2012). Šāds iznākums apliecina literatūrā aprakstīto fenomenu, ka šāda veida detrits (sapropelis) absorbē ģeoradara signālu (Pedley, Hill, 2003), turklāt notiek pakāpeniska signāla izkliede un adsorbēcija. To apliecināja arī sekli iegremdētās salas reljefa paaugstinājuma identificēšana ezerā, kur bija ievērojami mazāks (< 1 m) sapropēja biežums. Veicot būtisku iegūto datu apstrādi, ir iespējams vizualizēt organisko nogulumu biežumu ezerā, neizdalot atsevišķus sapropēja veidus (3. att.). Pilveļu ezera gultnes seklākajās vietās sapropēja krājumi ir ļabi novērtējami, kā arī redzami ezera pamatnes reljefa pacēlumi (3.1 att.). Atšķirībā no

Pilcines ezera šajā ezerā ir ievērojami mazāk virsūdens veģetācijas, kā arī iegremdētajai ūdens veģetācijai ir zems izvietojuma blīvums un biežums, ko apliecināja ar ģeoradaru iegūtie dati, kā arī relatīvi niecīgie signāla traucējumi no ūdens veģetācijas.



3. attēls. Pilveļu ezera skenēšanas profils ar zondēšanas rezultātiem

Padēļa skenēšanas profils uzskatāmi var atšķirt līdz 2 m biezu nogulumu slāņa sadaļumu, kas ietver kūdru, organisko un karbonātu sapropeli (4. att.). Pašlaik ezerā kūdrains materiāls, kas ir labs elektromagnētiskā signāla vadītājs (Theimer, 1994; Karušs, 2015), uzkrājas 50–75 m platā joslā gar ezera krasta līniju. Dziļāk par 2 m novietotais karbonātu sapropelis ar zemu organisko vielu saturu ir relatīvi grūti identificējams, to nosaka šī sapropēļa tipa daudzslāņainība, turklāt ļoti nelielā intervālā, kas rada mainīgu signāla izplatīšanās ātrumu un atšķirīgu dielektrisko caurlaidību. Pat interpretējot ģeoradara atstarotā signāla datu pozitīvās vērtības, ar salīdzinoši augstu noteiktību var minēt, ka karbonātu sapropelis ir daudzslāņains, taču identificējami ir tikai daži sapropēļa robežslāņi, bet pamatnes nogulumu tikai ar izteikti lielu nenoteiktību atsevišķās vietās ir saistāmi ar urbumu datiem.



4. attēls. Padēļa skenēšanas profils ar zondēšanas rezultātiem

Lai gan karbonātiskajam sapropelīm ar glaciofluviālajiem pamatnes nogulumiem vajadzētu veidot skaidri identificējamu robežslāni, tomēr šajā ezerā tas nav skaidri nosakāms, jo varētu būt vairāki būtiski traucējošie faktori. Ir pierādīts, ka liela nozīme ģeodara signāla izkļiedē un atstarošanā ir ūdens piesātinājums (Dam, Schlager, 2000; Koh, 2012), arī māliem un tiem līdzīgiem materiāliem ir izteikta signāla izkļiedēšanas spēja (Heteren et al., 1998; Bano et al., 2000). Padēli esošais karbonātiskā sapropēļa slānis izteiksmīgi izkļiedē radara signālu, ko pastiprina nogulumu daudzslāņainība. Savukārt atlikušā neizkļiedētā signāla likteni var ietekmēt apstākļu kopsakarība: ja zem karbonātiskā sapropēļa slāņa ir sedimentu slānis ar augstāku mitrumu un dielektrisko pretestību, bet zemāku elektrovadītspēju, fiziski varētu būt grūti saņemt interpretējamu atstaroto signālu un līdz ar to arī noteikt iegulas dziļumu, izmantojot tikai šo ģeofizikālo metodi.

Secinājumi

Veiktā pētījuma rezultāti un to atspoguļojums parāda, ka sapropēļa iegulu krājumu identificēšanā ir iespējams izmantot tādu ģeofizikālo izpētes metodi kā radiolokācija. Tomēr vidē var pastāvēt specifiski apstākļi, kas var ievērojami apgrūtināt iegūto datu interpretāciju bez kontroles urbumu veikšanas, jo sevišķi attiecībā uz dažādu sapropēļa tipu identificēšanu. Sevišķi sekmīgi šo metodi iespējams lietot kūdraino sapropēļa iegulu novērtēšanai, bet grūtības var sagādāt tādu nogulumu analīze, kuriem ir augsts mālu vai karbonātu saturs, kā arī tādu iegulu izpēte, kurām ir ļoti liels organiskā detrita biežums.

Izmantotā literatūra

- Annan, A. P., Cosway, S. W., Redman, J. D. 1991. Water table detection with ground penetrating radar. Society of exploration geophysicists annual meeting. Houston, Technical abstracts, pp. 494–496.
- Anonīms. 1990–2000. Pārskats par ezeru sapropēļu atradņu meklēšanas darbiem. Pases sapropēļa iegulām. Valsts ģeoloģijas fonds.
- Anselmetti, F., Fuchs, M., Beres, M. 2004. Sedimentological studies of Western Swiss lakes with high resolution reflection seismic and amphibious. GPR Profiling. 10th international conference on ground penetrating radar, 21–2 June 2004, Delft, The Netherlands.
- Bano, M., Marquis, G., Niviere, B., Maurin, J. C., Cushing, M. 2000. Investigating alluvial and tectonic features with ground-penetrating radar and analyzing diffractions patterns. *Journal of Applied Geophysics*, 43: 33–41.
- Burlakovs, J., Purmalis, O., Krievāns, M., Jani, Y. 2016. Ground-penetrating radar (GPR) geo-environmental screening in lakes of Latvia – Challenges and outcomes. 22nd European meeting of environmental and engineering geophysics, 4–8 September 2016, Barcelona, Spain.
- Dam, R. L. van, Schlager, W. 2000. Identifying causes of groundpenetrating radar reflections using time domain reflectometry and sedimentological analyses. *Sedimentology*, 47: 435–449.
- Geo-Konsultants. 1998. Pārskats par ezeru sapropēļa atradņu meklēšanas darbiem Rēzeknes, Preiļu un Jēkabpils rajonos. Valsts ģeoloģijas fonds, Rīga.
- Heteren, S. van, Fitzgerald, D. M., McKinlay, P. A., Buynevich, P. V. 1998. Radar facies of paraglacial barrier systems: coastal New England, USA. *Sedimentology*, 45: 181–200.
- Karušs, J. 2015. Radiolokācijas metodes izmantošana purvu nogulumu pētījumos. Promocijas darbs ģeoloģijas nozarē. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga. 131 lpp.
- Koh, G. 2012. Effects of soil texture and moisture on dielectric behavior at GPR frequencies. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Ground Penetrating Radar*, June 4–8, 2012 Shanghai, China. Eds Liu, L., Sato, M., Xie, X., Kong, F., Zhao, Y. Volume I, pp. 51–55.
- Latvijas Ģeoloģijas Dienesta Kvartāra nogulumu karšu mozaika mērogā 1:200 000. Pieejams: <http://www.geo.lu.lv/kartes>
- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth-Science Reviews*, 66: 261–330.

- Parker, R., Ruffell, A., Hughes, D., Pringle, J. 2010. Geophysics and the search of freshwater bodies: A review. *Science and Justice*, 50: 141–149.
- Pedley, H. M., Hill, I. 2003. The recognition of barrage and paludal tufa systems by GPR: case studies in the geometry and correlation of Quaternary freshwater carbonates. In: *Ground penetrating radar in sediments*. Eds. Bristow, C. S., Jol, H. M. The Geological Society, London, pp. 207–223.
- Pedley, H. M., Hill, I., Denton, P., Brasington, J. 2000. Three-dimensional modelling of a Holocene tufa system in the Lathkill Valley, north Derbyshire, using ground-penetrating radar. *Sedimentology*, 47 (3): 721–737.
- Pundure, L., Stankeviča, K., Kalnina, L. 2016. Paleoenvironmental reconstruction from Lake Sediments of Pilcine, Latvia. *Water Resources: Research and Management (Limnological school and workshop)*. Proceedings of the 5th International Young Scientists Conference. 5–8 September 2016, Petrozavodsk, Russia, pp. 183–189.
- Roth, C. H., Malicki, M. A., Plagge, R. 1992. Empirical evaluation of the relationship between soil dielectric constant and volumetric water content as the basis for calibrating soil moisture measurements by TDR. *J. Soil Sci.*, 43: 1–3.
- Roth, K., Schulin, R., Fluehler, H., Attinger, W. 1990. Calibration of time domain reflectometry for water content measurements using a composite dielectric approach. *Water Resour. Res.*, 26: 2267–2273.
- Rūtiņa, L. 2014. Sapropēja ekstraktvielu īpašības un to izmantošanas risinājumi. Dabaszinātņu maģistra darbs vides zinātnē. Latvijas universitāte, Rīga. 92 lpp.
- Saarenketo, T. 1998. Electrical properties of water in clay and silty soils. In: Sato, M., Versteeg, R. (eds.). *Ground penetrating radar (GPR '96)*. *Journal of Applied Geo-physics*, 40 (3): 73–88.
- Stankeviča, K. 2011. Sapropēja īpašības un tā izmantošanas iespējas. Dabaszinātņu maģistra darbs vides zinātnē. Latvijas Universitāte, Rīga. 109 lpp.
- Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2013. Sapropelis un tā izmantošanas iespējas. *Material Science and Applied Chemistry*, 29: 109–126.
- Stankeviča, K., Kļaviņš, M., Rutiņa, L. 2012. Accumulation of metals in sapropel. *Material Science and Applied Chemistry*, 26: 99–105.
- Theimer, B. D., Nobes, D. C., Wamer, B. G. 1994. A study of the geoelectrical properties of peatlands and their influence on ground-penetrating radar surveying. *Geophysical Prospecting*, 42: 179–209.
- Латвгеология. 1991а. Книга I – Лиепайский район. Результаты поисков месторождения сапропеля в озерах Лиепайского и Вентспилкого районов. Комплексная геологоразведочная экспедиция. Рига.
- Латвгеология. 1991б. Книга II – Вентспилский район. Результаты поисков месторождения сапропеля в озерах Лиепайского и Вентспилкого районов. Комплексная геологоразведочная экспедиция. Рига.
- Латвгеология. 1992. Результаты поисков месторождения сапропеля в озерах Рижского и Лимбажского районов. Комплексная геологоразведочная экспедиция. Рига.

AR PURVIEM UN KŪDRU SAISTĪTĀS TERMINOLOĢIJAS PROBLĒMAS UN DISKUSIJAS

**Inese SILAMIĶELE¹, Inārs DREIMANIS², Arturs JANSONS³,
Laimdota KALNIŅA¹, Oskars PURMALIS¹**

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *inese.silamikele@lu.lv; laimdota.kalnina@lu.lv; oskars.purmalis@lu.lv*

² E-pasts: *inars.dreimanis@gmail.com*

³ E-pasts: *arturs.jansons@homoecos.lv*

Pētījumos, ziņojumos un likumdošanas dokumentos izmantotajā terminoloģijā, kas saistīta ar purviem un kūdru, konstatējamas būtiskas atšķirības viena un tā paša jēdziena izmantošanā un interpretācijā. Atsevišķos gadījumos pat vienā nozarē tiek lietota atšķirīga terminoloģija. Atšķirība terminoloģijā starp dažādām nozarēm ir skaidrojama ar to, ka katras zinātnes un nozares speciālisti konkrēto dabas veidojumu/objektu uztver dažādi, uz purvu raugoties no sava rakursa un pieejas, vairāk vai mazāk izceļot vienu vai otru purvam raksturīgo pazīmi vai īpašību.

Purvu kā dabas veidojumu var identificēt gan ar tā pārmērīgo mitrumu (Brakšs, 1961; Zīverts, 1997), gan kūdras slāni, gan arī ar purvam raksturīgo augu sastāvu, tā īpatnībām un struktūru, gan arī kā lauksaimniecisko kultūru audzēšanas platību. Jēdziena apraksta būtība sadalās divās daļās – vides aizsardzība (uz kūdras iegulas esošā veģetācija un mitrums (Auniņš, 2013)) un saimnieciskā izmantošana, kas ietver gan derīgo izrakteņu ieguvī, gan lauksaimniecisko ražošanu, gan citus zemes izmantošanas veidus (Konrads, 1929; Šnore, 2004). Ģeologi un ar kūdras ieguvī saistītie speciālisti terminu “purvs” uztver kā zemes virsas nogabalu, kam raksturīgs pastāvīgs vai ilgstošs mitrums, kur notiek aktīva kūdras veidošanās un uzkrāšanās, kam raksturīga specifiska augu, dzīvnieku valsts un kur kūdras slāņa biezums sasniedz vismaz 30 cm (Bušs, 1981; Kuršs, 1997). Purva definīcijas lielāko daļu biologi un citi ar purva ekoloģiju un aizsardzību saistītie cilvēki uztver līdzīgi, bet atšķirīga ir pieeja, novērtējot kūdras slāņa biezumu. Ģeologiem ir ļoti svarīgs tieši kūdras slāņa biezums, un purvu viņi uztver kā ģeoloģisku ķermeni, kas veidojies tūkstošiem gadu ilgā laika posmā (Kalniņa, 2008), taču bioloģiem galvenā vērtība ir mūsdienu purvam raksturīgie biotopi, retās augu un dzīvnieku sugas (Auniņš, 2013). Tomēr, ņemot vērā, ka purvi pastāvīgi attīstās un mainās, pēc veģetācijas rakstura var noteikt tikai to pašreizējo attīstības fāzi (Markots et al., 1993).

Visos aspektos, kas ir saistīti ne tikai ar mūsdienu veģetāciju, bet ar purva nogulumiem, ir uzsvērts, ka noteikti jāņem vērā kūdras slāņa biezums (30 cm) kā purva robeža. Pretējā gadījumā, paplašinot purva robežu teritorijās, kur kūdras dziļums ir arī mazāks par 30 cm, kas būtībā ir pārpurvotas zemes, iegūtie dati uzrādīs lielākas purvu platības, nekā ir realitātē – gan atsevišķos purvos, gan arī visā valstī. Iekļaujot pārpurvotās zemes pie purviem, valstī ievērojami un formāli pieaugtu purvu (kūdrāju) platības, tāpēc plašāk un atbilstošāk jālieto jēdziens “pārpurvota zeme”, kuru raksturo kūdras slāņa biezums, kas ir mazāks par 30 cm, kaut arī šai teritorijai ir raksturīgi pārmitri apstākļi, specifiska augu un dzīvnieku valsts, kā arī tur notiek kūdras uzkrāšanās.

Atšķirīgo uzskatu un jēdziena “purvs” interpretācijas dēļ arī Latvijas likumdošanā netiek izmantota vienota purva definīcija, tādējādi bieži vien rodas grūtības objektīvi novērtēt purva robežas un pieņemt attiecīgus lēmumus, tajā skaitā precīzi noteikt aizsargjoslas ap purviem (Aizsargjoslu likums, Meža likuma, teritoriju detālplānojumi), kā arī var rasties citas problēmsituācijas. Spēkā esošajos teritoriju detālplānojumos purvi tiek pieskaitīti gan pie meža zemēm, gan pie ūdeņu teritorijām, bet pie purviem tiek pieskaitīti arī izstrādāti kūdras karjeri, tā kopumā radot uzskaitīto zemju lietošanas veidu neatbilstību reālajai situācijai dabā.

Šajā darbā apkopoti ar purviem un to nogulumiem saistītie un biežāk lietotie termini un to interpretācijas, kas atrodami interneta resursos (*www.letonika.lv*, akadēmiskā terminu vārdnīca), enciklopēdijās, normatīvajos aktos un likumos, zinātniskajā literatūrā, tehniskajā dokumentācijā. Iegūtie rezultāti rāda, ka nozares terminoloģiju nepieciešams inventarizēt, apkopot un precizēt, lai adaptētos mūsdienu prasībām un atvieglotu atbilstošo terminu lietošanu gan zinātniskos darbos, gan likumdošanā, kā arī lai panāktu vienādu purva jēdziena izpratni un lietošanu dokumentos, tai skaitā teritoriju plānošanas dokumentācijā. Atsevišķi termini līdz šim lietoti bez konkrētāka skaidrojuma, piemēram, “atradnes konservācija”, bet līdz ar nozares jomas attīstību parādās jauni, iepriekš nelietoti termini, piemēram, “paludikultūra”, “atjaunota suga” – tulkojot no angļu valodas *renewed*, *restored species*.

Terminu interpretācijas un izpratnes aktualizācija un debates ir atklātas un ir nozīmīgas nozares attīstībai. Šajā pārskatā iekļautie jēdzienu skaidrojumi paredzēti Latvijas kūdras atradņu datu kvalitātes analīzei, ieteikumiem to uzlabošanai un izmantošanai valsts stratēģijas pamatdokumentu sagatavošanā.

Darbs veikts ar biedrības “homo ecos” finansiālu atbalstu.

Izmantotā literatūra

- Auniņš, A. (red.) 2013. Eiropas savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. precizēts izdevums. LDF, VARAM, Rīga, 359 lpp.
- Brakšs, N. 1961. Purvi un kūdra. LPSR ZA izdevniecība, Rīga, 90 lpp.
- Borgmark, A. 2005. Holocene climate variability and periodicities in south-central Sweden, as interpreted from peat humification analysis. *The Holocene*, 15: 387–395.
- Bušs, K. 1981. Meža ekoloģija un tipoloģija. Zinātne, Rīga, 65 lpp.
- Clymo, R. S. 1983. Peat. In: Mires: swamp, bog, fen and moor. General studies. Ecosystems of the world, General studies. Ed. Gore, A. J. P. Elsevier, Amsterdam, pp. 159–224.
- FAO. 1998. World reference base for soil resources. World soil resources report No. 84, FAO, Rome, 88.
- Indāns, A. (red.) 1979. Ģeoloģija. Rīga, Zvaigzne, 375 lpp.
- Ingram, H. A. P. 1978. Soil layers in mires: function and terminology. *Journal of Soil Science*, 29: 224–227.
- Kalniņa, L. 2008. Purvu veidošanās un attīstība Latvijā. No: Pakalne, M. (red.). Purvu aizsardzība un apsaimniekošana īpaši aizsargājamās teritorijās Latvijā. Latvijas Dabas fonds, Rīga, 20.–25. lpp.
- Konvencija par starptautiskas nozīmes mitrājiem, īpaši kā ūdensputnu dzīves vidi. 1971. Ramsāre.
- Konrads, P. 1929. Novērojumi purvu kultūrā. Lauksaimniecības pārvaldes izdevums, Rīga, 188 lpp.
- Konvencija par starptautiskas nozīmes mitrājiem, īpaši kā ūdensputnu dzīves vidi. 1971. (Stājusies spēkā no 1975). Ramsāre.
- Kuršs, V., Stinkule, A. 1997. Latvijas derīgie izrakteņi. LU Ģeoloģijas institūts, Rīga, 200 lpp.
- Latvijas PSR Kūdras fonds. 1980. LPSR meliorācijas un ūdenssaimniecības ministrija. Latvijas Valsts Meliorācijas projektēšanas institūts, Rīga, 716 lpp.
- Latvijas Republikas Aizsargjoslu likums. Stājies spēkā 11.03.1997.

- Latvijas Republikas Meža likums. Stājies spēkā 24.02.2000.
- Latvijas Republikas Zemes pārvaldības likums. Stājies spēkā 30.10.2014.
- Markots, A., Zelča, L., Zelčs, V. 1993. Dinamiskie sūnekļi. Latvijas daba, 2. Gandrs, Rīga, 20.–21. lpp.
- Mežals, G. 1980. Meža augsnes zinātne. Zvaigzne, Rīga, 173 lpp.
- MK noteikumi Nr. 562 “Par zemes lietošanas veidu klasifikācijas kārtību un to noteikšanas kritērijiem”. Stājušies spēkā 25.08.2007.
- Nomals, P. 1936. Latvijas purvi. Latvijas zeme, daba un tauta, Latvijas daba II. Valtera un Rapas akciju sabiedrības apgāds, Rīga, 259.–320. lpp.
- Nusbaums, J., Rieksts, I. 1997. Purvi. Latvijas daba, Latvijas Enciklopēdija, 4. Rīga, 195.–199. lpp.
- Post, L. von. 1924. Das Genetische System der Organogenen Bildungen Schwedens. Committee Soil Sci., 22: 287–304.
- Silmiķele, I. 2010. Humifikācijas un ķīmisko elementu akumulācijas raksturs augsto purvu kūdrā atkarībā no tās sastāva un veidošanās. Promocijas darbs. LU, Rīga, 172 lpp.
- Strategy for Responsible Peatland Management. IPS, 2010.
- Šņore, A. 2004. Kūdra Latvijā. Latvijas Kūdras ražotāju asociācija, Rīga, 63 lpp.
- Ziverts, A., Jauja, I. 1997. Water resources of Latvia and a method for determination of the soil water regime in land evaluation. Proc. Latvian Academy of Sciences, Section B (3): 97–105.

<p><i>Rekomendētais termins lietošanai likumdošanas dokumentos / termins angļu valodā un tā sinonīmi</i></p>	<p><i>Termina skaidrojums / termina interpretācija citos aspektos / piezīmes</i></p>
<p>1</p>	<p>2</p>
<p>Purvs</p>	
<p>Purvs</p> <p><i>Mire, peatland swamp, marsh</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Purvs – zemes virsmas nogabals, kam raksturīgs pastāvīgs vai ilgstošs periodisks mitrums, specifiska veģetācija un kūdras uzkrāšanās. Saskaņā ar purvu klasifikāciju ģeoloģiskā aspektā purvainu vietu droši var saukt par purvu tikai tad, ja tajā nenosusinātā stāvoklī ir vismaz 30 centimetrus biezs kūdras slānis.</p> <p>Purvs ir tūkstošiem gadu ilgā laika posmā ģeoloģiskos procesos izveidojies dabas resurss. Šo terminu rekomendējam turpmāk izmantot dokumentos, kas saistīti ar kūdras resursu raksturošanu, novērtēšanu, kūdras ieguvu, teritorijas attīstību un plānošanu, kā arī citos dokumentos, kur purvs skatāms kā viens vesels objekts.</p> <p>Purvi var veidoties divos dažādos veidos: pārpurvojušies sauszemei vai aizaugot ūdenstilpēm, kā rezultātā veidojas un uzkrājas kūdra.</p> <p>Termina skaidrojums citā aspektā</p> <p>No bioloģiskās daudzveidības viedokļa par purvu var uzskatīt mitras vietas, kur notiek kūdras veidošanās neatkarīgi no kūdras slāņa biezuma. Arī vietā ar 5 centimetrus biezu kūdras slāni var būt sastopamas purviem raksturīgās augu sugas. Purvu biotopus raksturo noteikts augu un dzīvnieku kopums. Purvi – ekosistēmas, kur palielināta mitruma apstākļos ieviesušās mitrumu mīlošas augu sugas; tām atmiršot, veidojas kūdra, un koku augstums konkrētajā vietā nepārsniedz 5 m augstumu. / <i>Aizsargjoslu likums, 1. panta 15. punkts/</i></p> <p>Zeme ar pārmitrām, vāji aerētām kūdras augsnēm, kurās koku augstums konkrētajā vietā nevar sasniegt vairāk par septiņiem metriem un zemsedzē dominē dažādu grīšļu un sfagnu dzimtu sugas. /<i>MK noteikumi Nr. 562 “Par zemes lietošanas veidu klasifikācijas kārtību un to noteikšanas kritērijiem”/</i></p> <p>Purvs klasificējams kā meža zeme – zeme, uz kuras ir mežs, zeme zem meža infrastruktūras objektiem, kā arī mežā ietilpstošie pārplūstošie klajumi, purvi, lauces un tam piegulošie purvi. /<i>Meža likums, 1. panta 29. apakšpunkts/</i></p> <p>Meža ekoloģijas aspektā purvs ir ekosistēma ar pārmitrām, vāji aerētām kūdras augsnēm un specifisko purvu veģetāciju kā galveno organisko vielu ražotāju.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Vēsturiski termins <i>mire</i> angļu valodā tika lietots kā sinonīms terminam <i>peatland</i>, kas ietver visus purva tipus, kur notiek kūdras veidošanās. Tomēr pēdējā laikā ar purvu pētījumiem un apsaimniekošanu saistītā sabiedrībā dominē uzskats, ka termins <i>mire</i> attiecas tikai uz dabīgiem vai nedaudz ietekmētiem purviem, savukārt <i>peatland</i> attiecas gan uz purviem kopumā, gan arī uz jau ietekmētiem purviem, kūdrzemēm un kūdrājiem. Purvus var raksturot kā ekosistēmu ar pastāvīgu kūdras slāni, kas no tā attīstības un esošā stāvokļa iedalāms dažādās attīstības vai degradācijas pakāpēs.</p>

1	2
Vides resursu aizsardzība, zemes izmantošana, nekustamā īpašuma tiesību aprobežojumi	
<p>Aizsargjoslas ap purviem</p> <p><i>Protection zone around the mire</i></p>	<p>Termina skaidrojums Noteiktas platības, kuru uzdevums ir aizsargāt dažāda veida (gan dabiskus, gan mākslīgus) objektus no nevēlamas ārējās iedarbības, nodrošināt to ekspluatāciju un drošību vai pasargāt vidi un cilvēku no kāda objekta kaitīgās ietekmes. Aizsargjoslas ap purviem tiek noteiktas, lai saglabātu bioloģisko daudzveidību un stabilizētu mitruma režīmu meža un purvu saskares (pārejas) zonā.</p> <p>Piezīmes Minimālie aizsargjoslu platumi ap purviem tiek noteikti: 1) 10 līdz 100 hektārus lielām platībām – 20 metru josla; 2) par 100 hektāriem lielākām platībām – 50 metru josla meža augšanas apstākļu tipos uz sausām, nosusinātām, slapjām minerālaugsnēm un nosusinātām kūdras augsnēm un vismaz 100 metru josla meža augšanas apstākļu tipos uz slapjām kūdras augsnēm.</p>
<p>Aprobežojumi aizsargjoslās ap purviem</p> <p><i>Restrictions, limitations in protection zones around the mires</i></p>	<p>Termina skaidrojums Aprobežojumi ir ar likumu noteiktas darbības, kas tiek aprobežotas, ņemot vērā zemes, tai skaitā arī purvu, resursu taupīgu, racionālu izmantošanu, vides aizsardzības prasības u. tml., piem., atjaunošanu, u. tml.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Aprobežojumus aizsargjoslās ap purviem kā mitrzemēm nosaka Meža likums, kurā skaidrots, ka mežsaimniecībā purvi tiek klasificēti kā meži uz slapjām kūdras augsnēm. Savukārt meža zeme ir zeme, uz kuras ir mežs, zeme zem meža infrastruktūras objektiem, kā arī mežā ietilpstošie un tam piegulošie pārplūstošie klajumi, purvi un lauces.</p>
Hidrotehniskā būvniecība	
<p>Aizsprosts</p> <p><i>Barrage</i></p>	<p>Termina skaidrojums Hidrotehnisko būvju komplekss, kas nodrošina ūdens līmeņa regulēšanu, tai skaitā ūdens līmeņa pacelšanu ūdenstilpē vai ūdenstecē. Tiek izmantots purvu hidroloģiskā režīma atjaunošanas pasākumos.</p>
<p>Dambis</p> <p><i>Dam</i></p>	<p>Termina skaidrojums Hidrotehniska būve, ko ierīko, lai regulētu ūdens līmeni un/vai straumi gultnē, lai aizsargātu teritoriju pret applūšanu.</p> <p>Piezīmes Tiek izmantots galvenokārt purvu hidroloģiskā režīma atjaunošanas pasākumos.</p>
Bioloģiskā daudzveidība	
<p>Akači/ezeriņi</p> <p><i>Bog pools</i></p>	<p>Termina skaidrojums Purva akači/ezeriņi – nelielas ūdenstilpes ar stingriem krastiem, izveidojušies vietās ar apgrūtinātu noteci, reljefa lūzuma vietās vai vietās, kur saplūst dažādu virzienu filtrācijas plūsmas. To pamatnē uzkrājas kūdrains sapropelis vai dūņas.</p> <p>Piezīmes Reizēm šādos akačos sastop ūdensrožu <i>Nymphaeaceae</i> dzimtas augus un parasto pūsleni <i>Utricularia vulgaris</i>, kas liecina par gruntsūdens pieplūdi. Purva ezeriņi bieži vien veidojas, saplūstot vairākiem akačiem, tā ir ūdenstilpe ar stingriem krastiem, platība var variēt no vidēji 10 m² līdz 0,3 ha. Raksturīgi tikai augstajiem purviem. Parasti veidojas purva kupola pakājē.</p>

1	2
<p>Akrotelms</p> <p><i>Acrotelm</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Akrotelms ir purva augšējais ar skābekli bagātais slānis, kur notiek aktīva kūdras veidošanās, notiek intensīvas ūdens līmeņa svārstības, ko nosaka nokrišņi un ūdens apmaiņa ar blakus esošo teritoriju.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Akrotelma biezums variē no 5 līdz 50 cm atkarībā no purva mikroreljefa.</p>
<p>Aktīvs augsto purvu biotops</p> <p><i>Active raised bog habitat</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Augstā purva biotops jeb dzīvotne, kas pēc vides apstākļiem (mitrums, gaisma, augsne u.c.) aizņem samērā viendabīgu platību purvā vai tā daļā, kas piemērota konkrēti augstajam purvam raksturīgo augu, dzīvnieku un sēņu sugu aktīvai pastāvēšanai.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos</p> <p>Ombrotrofo jeb augsto purvu biotopi veidojas, kad augi barības vielas un ūdeni saņem tikai ar nokrišņiem. Augstie purvi ir ar daudzgadīgu veģetāciju, tajos dominē sfagni, kas ir galvenie kūdras veidotāji purvā. Lielākajā daļā purva jānotiek kūdras veidošanās procesam, taču pieļaujams šajā biotopā iekļaut arī augstos purvus vai to daļas, kur kūdras veidošanās kādu laiku nenotiek, piemēram, pēc ugunsgrēka, dabisko klimatisko ciklu, piemēram, sausuma periodu, laikā. /<i>Definīcija atbilst Eiropas Savienības īpaši aizsargājamam biotopam "7110* Aktīvi augstie purvi"</i>/</p>
<p>Degradēti augstie purvi, kuros iespējama vai noris dabiskā atjaunošanās</p> <p><i>Degraded raised bogs still capable of natural regeneration</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Augstie purvi vai kūdrāji, kuros izmainīts dabiskais hidroloģiskais režīms vai kuri daļēji izmantoti kūdras ieguvei, bet kuros iespējams atjaunot hidroloģisko režīmu un kūdras veidošanās ir sagaidāma 30 gadu laikā.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos</p> <p>/<i>Definīcija atbilst Eiropas Savienības īpaši aizsargājamam biotopam "7120 Degradēti augstie purvi, kuros iespējama vai noris dabiskā atjaunošanās"</i>/</p> <p>Piezīmes</p> <p>Nav iekļautas kūdras ieguves vietas, kā arī platības, kurās ieviešas daudzgadīga nitrofila veģetācija. Ievērojamu augāja daļu joprojām veido augstajiem purviem tipiskas augu sugas.</p>
<p>Degradēti purvi</p> <p><i>Degraded peatland</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Purva vai kūdrāja daļa, kurā ir izmainīts dabiskais hidroloģiskais režīms, kura ir nosusināta vai daļēji susināta, zaudējusi tās dabīgās funkcijas un kurā kūdras veidošanās un ekosistēmu funkcijas ir traucētas vai iznīcinātas. /<i>"Strategy for Responsible Peatland Management" IPS, 2010/</i></p>
<p>Lāmas</p> <p><i>Bog pools</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Lāmas ir ieplakas, kas augstā tipa purvos izveidojušās kūdras slāņu gravitācijas slidēšanas rezultātā un kas pastāvīgi ir pildītas ar ūdeni.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Veidojas tikai augstajos purvos. Var būt periodiski izžūstošas. Lāmas veidojas, augot purva kupolam un palielinoties spriegumam kupola nogāzēs, kā rezultātā veidojas dziļi koncentriski vai garenstiepti ieplisumi kūdras slāņos, kas var būt pildīti ar ūdeni vai kūdrinām duļķēm. Purva griezumā iezīmējas ar atšķirīgu kūdras slāņa fragmentu, kas norāda uz kūdras slāņu plīšanas rezultātā pārvietotu kūdras fragmentu no dziļākiem slāņiem. Negatīvās reljefa formas, kurās sastop gan lāmas, gan sliksņas, gan akačus jeb ezeriņus.</p>

1	2
<p>Liekņas</p> <p><i>Hollows</i></p>	<p>Termina skaidrojums Ģeoloģiskā un ģeogrāfiskā aspektā tiek saprasts kā viens no augstā purva mikroreljefa elementiem. Purva griezumā iezīmējas ar vājāk sadalījušos kūdru, jo tur, augiem atmirstot, ir augstāks gruntsūdens līmenis un traucēta skābekļa piekļuve, kas palēnina sadalīšanās procesu.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Mežu ekoloģijas aspektā termins "liekņa" nozīmē purvainu meža augšanas apstākļu tipu slapjās kūdraugsnēs, tādēļ jāuzmanās nesajaukt šos terminus.</p> <p>Piezīmes Raksturīgas augsto purvu mikroreljefam. Negatīvās reljefa formas, kurās sastop gan lāmas, gan sliķšņas, gan akačus jeb ezeriņus.</p>
<p>Mitrāji, mitrzemes</p> <p><i>Wetland</i></p>	<p>Termina skaidrojums Mitrāji ir vietas paaugstināta mitruma apstākļos. Purvi ir viens no mitrāju veidiem.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Saskaņā ar Ramsāres konvencijas 1. pantu mitrāji ir palienes, zāļu un kūdras purvi vai ūdeņu platības – dabiskas vai mākslīgas, pastāvīgas vai pārplūstošas, kurās ir stāvošs vai tekošs ūdens, saldūdens, iesālš vai sāļš ūdens, t. sk. jūras akvatorijas, kuru dziļums bēguma laikā nepārsniedz 6 metrus. Mitrzemes jeb mitrāji ir aizaugošas upes un ezeri, mitri un pārplūstoši meži un palieņu pļavas.</p> <p>Piezīmes Mitrāju sastāvā ir arī mitri zālāji, niedrāji vai atklātas ūdens platības neatkarīgi no tā, vai tiem ir dabiska izcelsme vai periodisks raksturs, ar stāvošu vai tekošu ūdeni, saldūdeni vai iesālūdeni. Latvijā ir izveidotas sešas Ramsāres vietas (sk. "Ramsāres vietas").</p>
<p>Pārejas purvi un sliķšņas</p> <p><i>Transition mires and quaking bogs</i></p>	<p>Termina skaidrojums Pārejas purvi ir purva attīstības cikla pārejas stadija no zāļu purva uz sūnu purvu, kuros sastopamas gan zāļu purvam, gan sūnu purvam raksturīgās augu sugas. Pārejas purvs, tāpat kā zāļu purvs, pieder pie minerotrofajiem purviem – tādiem, kuri saņem ūdeni un barības vielas no gruntsūdeņiem. Taču pārejas purvos barības vielu pieplūde ir traucēta, tādēļ barošanās apstākļi ir piemēroti ne tikai zāļu purva augiem, bet arī sūnu purva augiem.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Dažādas kūdru veidojošas augu sabiedrības, kuras izveidojušās, aizaugot un pāraugot barības vielām nabadzīgiem līdz vidēji bagātiem ezeriem, un kurās dominē zemi vai vidēji augsti grīšļi, zaļsūnas vai sfagni. Sliķšņas cieši saistītas ar amfibiskām un ūdensaugu sabiedrībām. Šajā biotopā iekļauj arī uzpūstā grīšļa <i>Carex rostrata</i> monodominanto audžu ieslēgumus ezeru krastu sliķšņās. /Definīcija atbilst Eiropas Savienības īpaši aizsargājamam biotopam "7140 Pārejas purvi un sliķšņas"/</p>

1	2
<p>Purva atjaunošana</p> <p><i>Regeneration of peatland</i></p>	<p>Termina skaidrojums Ietekmētu vai izstrādātu kūdras lauku reaktivācijas veids, kura mērķis ir atjaunot purva mitruma režīmu un purva veģētāciju, kā arī veicināt kūdras uzkrāšanās procesu.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Ietekmētas purva ekosistēmas mēģinājums atgriezt to pēc iespējas dabiskākā stāvoklī ar uzsvāru, lai ekosistēma turpinātu dabiski attīsties. Atjaunošanas pasākumu komplekss var ievērojami atšķirties atkarībā no tā, kādi purva ekosistēmas elementi ir ietekmēti visbūtiskāk.</p> <p>Piezīmes Purva atjaunošanas pasākumi ir atšķirīgi atkarībā no palikušā kūdras slāņa biezuma un īpašībām, kā arī no virsmas reljefa, ko savukārt nosaka izmantotais kūdras ieguves paņēmieni.</p>
<p>Purva degradācijas pakāpe</p> <p><i>Degree of degraded peatland</i></p>	<p>Termina skaidrojums Purva hidroloģiskā režīma izmaiņu un/vai kūdras ieguves rezultātā notikušas kūdras sastāva un citu īpašību izmaiņas.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Raksturojums, cik lielā mērā hidroloģiskā režīma izmaiņu rezultātā ir mainījusies purva ekosistēma, tās veģētācija un dzīvnieku valsts.</p> <p>Piezīmes “Life REstore” projektā izstrādāta purva degradācijas klasifikācija, kurā nodalītas 6 purva degradācijas pakāpes: 1. Minimāla – dabiska spontāna veģētācija, nenosusināts purvs, cilvēka ietekme saistīta ar medībām un ogu vākšanu, nelielas izmaiņas florā un faunā. 2. Neliela – purvs nedaudz susināts, nelielas veģētācijas izmaiņas. 3. Mērena – purvs ir nesen nosusināts, un tā rezultātā ir izmainījusies veģētācija. 4. Vidēja – ilgstoša, bet sekla nosusināšana, ilgstoša izmantošana, spontāna veģētācija. 5. Ievērojama – dziļa susināšana notikusi ilgtermiņā, purvā notikuši oksidācijas un nosēšanās procesi, ļoti izmainīta dabiskā purva veģētācija. 6. Maksimāla – intensīvi nosusināts purvs, kūdrā notiek erozijas un oksidācijas procesi.</p>
<p>Ramsāres vietas</p> <p><i>Ramsar Sites</i></p>	<p>Termina skaidrojums Ramsāres vietas ir noteiktas pēc bioloģiskiem parametriem “Par starptautiskas nozīmes mitrājiem, īpaši kā ūdensputnu dzīves vidi”, tādēļ netiek apskatītas ģeoloģiskā un ar kūdras ieguvī saistītā aspektā.</p> <p>Termina interpretācija citos aspektos Ramsāres konvencija “Par starptautiskas nozīmes mitrājiem, īpaši kā ūdensputnu dzīves vidi” (02.02.1971., spēkā stājās no 1975. g.).</p> <p>Piezīmes Sk. “mitrāji”. Latvijā noteiktas sešas Ramsāres vietas, kas ir nozīmīgas kā ūdensputnu vide un mitrāju ekosistēma: Teiču un Pelečāres purvs (kopā 24 000 ha), Engures ezers (18 000 ha), Kaņiera ezers (1200 ha), Lubānas mitrāju komplekss (47 902 ha), Ziemeļu purvi (5318 ha) un Papes mitrāju komplekss (51 725 ha).</p>

1	2
Derīgo izrakteņu izmantošana/ieguve	
Atradnes pase <i>Passport of deposit</i>	Termiņa skaidrojums Dokuments, kurā apkopota visa galvenā informācija par atradni.
Apauguma novākšana <i>Removal of woody plants, removal of forest vegetation</i>	Termiņa skaidrojums Veģetācijas novākšana, atsedzot kūdras iegulu virskārtu. Piezīmes Tiek izmantota kūdras atradnes sagatavošanas procesā kūdras ieguvei.
Atcelmošana <i>Stump grubbing</i>	Termiņa skaidrojums Kūdras lauka vai kāda tā iegulu slāņa sagatavošana ieguvei, no tā izņemot kūdrā esošos celmus un koksnes atliekas. Piezīmes Kūdrā esošo celmu un koksnes atlieku daudzums ir atkarīgs no purva vecuma, novietojuma un klimatisko apstākļu izmaiņām purva attīstības gaitā.
Bērtas kūdras blīvums, uzbērtas kūdras blīvums <i>Bulk density of strew peat</i>	Termiņa skaidrojums Ar frēzēšanas paņēmienu iegūto kūdras pārberot bērtne, gravitācijas spēku ietekmē kūdras daļiņas sablīvējas un palielinās kūdras blīvums. Piezīmes Frēzkūdras bērtne kūdrai ir atšķirīgs mitrums un blīvums salīdzinājumā ar purvā esošo kūdras.
Bērtne <i>Stockpile</i>	Termiņa skaidrojums Speciāli sagatavota vieta produkcijas pagaidu uzglabāšanai, kuru veido ar trijstūra šķērsriezumu, bet tās sānu garumu un platumu nosaka atkarībā no polietilēna plēves platumā, kuru izmanto bērtnes noseģšanai. Piezīmes Bērtne kūdra var sasilt, tādēļ regulāri tiek veikti temperatūras mērījumi.
Caurteka <i>Culvert</i>	Termiņa skaidrojums Caurule vai sistēma, kas ļauj ūdenim noplūst no viena grāvja uz otru arī gadījumos, kad tiek veidots ceļš.
Caurteka kartu grāvī <i>Culvert in field ditch</i>	Termiņa skaidrojums Caurule ūdeņu savākšanai no kartu grāvjiem un novadīšanai savācējgrāvī. Piezīmes Lai pilnīgi norisinātos purva nosusināšana, jābūt ūdens notecei no kartu grāvjiem uz tālāko meliorācijas sistēmu, taču ieguves tehnoloģiskajā procesā reizēm nepieciešama ceļa izveide. Līdz ar to caurtekas ierīkošana ir risinājums.
Caurteka savācējgrāvī <i>Culvert in main ditch</i>	Termiņa skaidrojums Caurule, kas ļauj savācējgrāvī pieplūstošos ūdeņus no kartu grāvjiem novadīt uz tālāko meliorācijas sistēmu. Piezīmes Kūdras lauku susināšana un noteikta mitruma režīma uzturēšana kūdras ieguves laikā.

1	2
Degradēta teritorija <i>Degradated area</i>	Termina skaidrojums Teritorija ar izpostītu vai bojātu zemes virskārtu vai pamesta apbūves, derīgo izrakteņu ieguves, saimnieciskās vai militārās darbības teritorija. /Zemes pārvaldības likums/
Ekskavācijas paņēmieni (gabalkūdras ieguvei) <i>Dredging (wet excavation) sod peat</i>	Termina skaidrojums Paņēmienu pamatā ir kūdras iegulas ieguve ar divām metodēm – daudzkausu ekskavatoru vai ar vienkāsa ekskavatoru. Lietojot šo paņēmienu, kūdra var tikt iegūta visā izstrādājamās iegulas dziļumā.
Frēzkūdra <i>Milled peat</i>	Termina skaidrojums Frēzkūdra ir ar frēzēšanas paņēmienu iegūta kūdra, kurai raksturīgas dažādu formu daļiņas, kuru izmērs variē no 5–6 mm līdz 26–60 mm). Piezīmes Frēzkūdra satur augu šķiedras, kas spēj uzlabot ūdens un gaisa apmaiņu augsnē. Frēzkūdras sastāvā ietilpst humīnskābes, kas īpaši palīdz augu aktīvai augšanai, un speciālie elementi – slāpekļi, fosfors, dzelzs, kālijs, kalciji.
Griezta kūdra <i>Sod peat</i>	Termina skaidrojums Griezta kūdra ir ar griešanas paņēmienu iegūta mitra dabīgas struktūras mazsadalījusies kūdra.
Grieztās kūdras ieguve <i>Cutted peat extraction</i>	Termina skaidrojums Grieztās kūdras ieguves metode tiek izmantota, lai iegūtu dabīgas struktūras mazsadalījušās kūdras blokus, līdz ar to tā ir izmantojama tikai iegulā ar dabisku struktūru.
Derīgo izrakteņu ieguves vietas konservācija <i>Conservation of the deposit extraction site</i>	Termina skaidrojums Derīgo izrakteņu ieguves vietas konservācija – pasākumu sistēma, kas īstenojama, uz laiku pārtraucot derīgo izrakteņu iegūvi, un kas nodrošina derīgo izrakteņu krājumu saglabāšanos un novērš izveidotās derīgo izrakteņu ieguves vietas (karjeru, lauku) negatīvu ietekmi uz apkārtējo vidi. Piezīmes Kūdras ieguves lauku (karjeru) konservācija ir pasākumu sistēma, kas kūdras izstrādes laukos nodrošina melioratīvās ietekmes daļēju vai pilnīgu apstādināšanu un nodrošina gruntsūdens līmeņa pacelšanos līdz kūdras lauku virsmai.
Izstrādāti frēzlauki vai lauki, kuros ieguve pārtraukta <i>Extracted or stopped to extract milled peat fields</i>	Termina skaidrojums Kūdras ieguves lauki, kuros notiek vai ir notikusi frēzkūdras ieguve. Ar frēzpaņēmienu kūdras iegulu no virskārtas nelielā slāņa dziļumā nostrādā pakāpeniski. Piezīmes Iegūstot kūdru no kūdrāja virsas ar šo paņēmienu, frēzlaukiem ir gluda virsma ar nelielu pazeminājumu vidū starp kartu grāvjiem.

1	2
<p>Kartu grāvis</p> <p><i>Extraction field ditch</i></p>	<p>Termiņa skaidrojums</p> <p>Kartu grāvji ir ik pa 20 m ierikoti nelieli 1,8 m dziļi grāvji visā kūdras ieguves lauku platībā, kas nodrošina lauka nosusināšanu un vajadzīgā mitruma uzturēšanu kūdras ieguves laikā.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Nosusināšana tiek veikta, ierīkojot un izmantojot detālā jeb kartu grāvju tīklu kūdras ieguves teritorijas iekšienē. Kartu grāvju dziļums ir atkarīgs no iegūstamās kūdras mitruma, kam ir jānodrošina nepieciešamā nosusināšanas norma. Tiek pieņemts, ka kartu grāvja ekspluatatīvajam dziļumam ir jābūt 1,8 m augstā tipa kūdras iegulā, skaitot no neprofilētu kartu virsas.</p>
<p>Kūdras lauks / kūdras ieguves vieta</p> <p><i>Peat extraction field</i></p>	<p>Termiņa skaidrojums</p> <p>Kūdrāja platība, kur notikusi vai notiek ieguve, vai platība, kas sagatavota ieguvei, ir nosusināta un kur kūdras mitrums no 90–96% (dabiski mitra kūdra) samazināts līdz 40–60%. Kūdras ieguvei sagatavota platība (novākts apaugums un zemsega, ierīkots grāvju tīkls, izbūvēta ceļu infrastruktūra), platība, kurā notiek kūdras ieguve, kā arī platība, kurā kūdras ieguve ir pārtraukta vai pabeigta neatkarīgi no sākotnējā zemes izmantošanas veida (mežs, lauksaimniecībā izmantojamā zeme vai mitrzeme).</p> <p>Piezīmes</p> <p>Pilnībā degradēts purvs, noņemts dabiskais veģetācijas slānis, kūdras ieguvei sagatavota platība (novākts apaugums un zemsega, ierīkots grāvju tīkls, izbūvēta ceļu infrastruktūra), platība, kurā notiek kūdras ieguve, kā arī platība, kurā kūdras ieguve ir pārtraukta vai pabeigta neatkarīgi no sākotnējā zemes izmantošanas veida (mežs, lauksaimniecībā izmantojamā zeme vai mitrzeme).</p>
<p>Kūdras ieguve ar frēzēšanas paņēmieni</p> <p><i>Extraction with milling techniques</i></p>	<p>Termiņa skaidrojums</p> <p>Kūdras ieguves lauku frēzkūdras frēzēšanas uzdevums ir iegūt no nogulas sasmalcinātas kūdras drupas, kas visātrāk spētu žūt. Frēzēšanas dziļums tiek regulēts atkarībā no lauka virsas žūšanas intensitātes saistībā ar meteoroloģiskiem apstākļiem un kūdras nogulas īpašībām. Vidējais frēzēšanas dziļums ir 12–15 mm.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Ar frēzēšanas metodi iegūst kūdru, ko izmanto enerģētikā un lauksaimniecībā.</p>
<p>Kūdras ieguve ar karjera paņēmieni</p> <p><i>Extraction techniques with caree</i></p>	<p>Termiņa skaidrojums</p> <p>Kūdras ieguve, rīkot ar lāpstām vai ekskavatoru. Mūsdienās retāk minēts termiņš, taču zināmā mērā šo var attiecināt arī uz gabalkūdras ieguves vietām, kur izstrādātā vieta ir ievērojami zemāka par apkārtējo platību. Agrāk kūdru ieguve mazākā platībā, bet gandrīz līdz pamatnes nogulumiem, tādējādi, neturpinot nosusināšanu, izraktā vieta piepildās ar ūdeni.</p>
<p>Rekultivācija</p> <p><i>Recultivation</i></p>	<p>Termiņa skaidrojums</p> <p>Degradētas vai ietekmētas vides sakopšana un atgriešana pēc iespējas dabiskākā stāvoklī atkarībā no vides apstākļiem un īpašnieka apsaimniekošanas plāniem.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Ir vairāki rekultivācijas veidi: renaturalizācija, ūdenstilpju izveidošana, izmantošana zemkopībā u. c., var minēt arī cilvēku radītā piesārņojuma utilizēšanu, lai samazinātu nelabvēlīgo ietekmi uz vidi.</p>

1	2
Renaturalizācija <i>Renaturalisation</i>	<p>Termiņa skaidrojums Dabīga purva ekosistēmas atjaunošanās, platībās notiek dabīgie procesi – apmežošanās un pārpurvošanās.</p> <p>Piezīmes Sekmīgāk atjaunojas karjeri, kur ir ūdens; frēzlauku pārpurvošanās notiek ievērojami ilgākā laikā, un tie ir tieši saistīti ar nosusināšanas sistēmu stāvokli.</p>
Savācējgrāvis/ kontūrgrāvis <i>Main ditch</i>	<p>Termiņa skaidrojums Kūdras ieguves lauku nosusināšana notiek, ierīkojot novadgrāvjus pa paredzētās darbības teritorijas perimetru, kas savāc ūdeņus no kūdras lauka iekšējiem grāvjiem jeb kartu grāvjiem.</p>
Ģeoloģiskais un ģeogrāfiskais aspekts	
Augstā tipa jeb ombrotrofais sūnu purvs <i>Raised, ombrotrophic bog</i>	<p>Termiņa skaidrojums Augstā tipa purvs ir purvu attīstības cikla pēdējā stadija, kurā augi barības vielas saņem tikai ar nokrišņiem, sarežģītos ģeoloģiskos un fizikālos procesos veidojas tikai augstajam purvam raksturīgs purva kupols un mikroreljefs. Galvenie kūdras veidotāji sūnu purvā ir sfagni, spilves un šeihcērijas.</p> <p>Termiņa skaidrojums citā aspektā Augstā tipa purvi bieži vien veidojas virs zemā un/vai pārejas purva kūdras slāņiem, kad tie kļūst tik biezi, ka tos veidojošie augi vairs nespēj iesūknēt ūdeņus un ieviešas augi, kas barojas no nokrišņu ūdeņiem. Aktīvi (neskarti) augstie purvi: ombrotrofie jeb augstie purvu augi barības vielas saņem tikai ar nokrišņiem. Tajos ūdens līmenis parasti ir augstāks nekā blakus esošajās teritorijās. Purva veģētāciju veido augi, kas spēj pastāvēt ar minerālvielām nabadzīgajos biotopos: sfagnu sūnas, spilves, šeihcērijas, kā arī purvu bērzi un purvu priedes. Raksturīga daudzgadīga veģētācija, kurā parasti dominē sfagni. Parasti augstajos purvos jānotiek kūdras veidošanās procesam, taču šajā biotopā pieļaujams iekļaut arī augstos purvus vai to daļas, kur kūdras veidošanās kādu laiku nenotiek, piemēram, pēc ugunsgrēka, dabisko klimatisko ciklu, piemēram, sausuma periodu, laikā.</p> <p>Piezīmes Augsto purvu augu barošanās notiek ar nokrišņu ūdeņiem, kuriem nav augsts minerālvielu saturs, līdz ar to būtiski atšķiras arī augstā purva veģētācija. To veido augi, kas spēj pastāvēt ar minerālvielām nabadzīgajos biotopos: sfagnu sūnas, spilves, šeihcērijas, kā arī purvu bērzi un purvu priedes. Nozīmīgākie augsta purva attīstībā ir sfagni, kas savas īpatnējās uzbūves dēļ spēj aizturēt nokrišņu ūdens daudzumu, kas 25–35 reizes pārsniedz to masu (Brakšs, 1961).</p>
Augstā tipa purva kūdras veidi <i>Types of raised, ombrotrophic bogs</i>	<p>Termiņa skaidrojums Augstā tipa kūdras parasti veidojas un uzkrājas virs zemā vai pārejas tipa kūdras, tai skaitā purvu kupolos, purva attīstības cikla stadijā, kad veģētācija barojas vairs tikai ar nokrišņu ūdeņiem. Tas ir visskābākais kūdras tips (pH = -2,5–4,0), kam raksturīga zema sadalīšanās pakāpe.</p> <p>Piezīmes Galvenie kūdras veidi ir: sfagnu, sfagnu–grīšļu, spilvju–sfagnu. Augstā tipa sfagnu, sfagnu–grīšļu, spilvju–sfagnu kūdras veido galvenokārt <i>Sphagnum magellanicum</i>, <i>Sph. fuscum</i>, <i>Sph. cuspidatum</i>, <i>Sph. angustifolium</i>, <i>Eriophorum vaginatum</i> un Ericaceae dzimtas sīkkrūmu un priežu atliekas. Kūdras krāsa dabiskā stāvoklī ir gaiša, dzeltenīgi brūna. Dabiskā minerālo daļiņu koncentrācija niecīga vai tās nav vispār.</p>

1	2
<p>Augstā purva mikroreljefs</p> <p><i>Raised bog microrelief</i></p>	<p>Termina skaidrojums Purva mikroreljefs veidojas nobriedušos augstajos purvos, kur mainīga lokāla mitruma un augu augšanas apstākļos dažādu augu atmirušās daļas sadalās un sablīvējas dažādi, kā rezultātā rodas atšķirības kūdras uzkrāšanās dinamikā.</p> <p>Piezīmes Konkrētā slāņa veidošanās laikā esošais hidroloģiskais režīms un tā izmaiņas var ietekmēt kūdru veidojošo augu sastāva izmaiņas nelielās platībās un tādējādi arī kūdras sastāva atšķirības tuvu esošos laukumos. Mikroreljefs raksturīgs augstajiem purviem attīstības brieduma stadijā, un tā struktūra veidojas galvenokārt atkarībā no mitruma, temperatūras apstākļiem, augu sugām, kūdras slāņa biezuma un hidroloģiskajiem apstākļiem. Mikroreljefa formu nodalīšanai tika precizēti jēdzieni: ciņu, ciņu-liekņu, grēdu-liekņu reljefa formas. Ciņi un grēdas ir pozitīvās reljefa formas, liekņas – negatīvās, kurās var būt lāmas, sliksņas, akači jeb ezeriņi. Augstajiem purviem raksturīgi ciņi, kuri vietumis veido garenstieptas ciņu grēdas. Ciņus augstajos purvos sastop gan malās, gan arī purva centrālajā daļā. Ciņu veidošanos veicina augi, kuri aug blīvos ceros, tādējādi sablīvējot augsni un traucējot tās aerāciju, kas savukārt izraisa atmirušo augu daļu vājāku sadalīšanos un uzkrāšanos.</p>
<p>Avotu purvi</p> <p><i>Spring fens</i></p>	<p>Termina skaidrojums Avotu purviem raksturīga ar karbonātiem bagātīgu (līdz pat 40%) kūdras slāņu veidošanās. Parasti šādu purvu izplatība ir neliela, bet kūdras slāņu biežums neliels vai arī nav izveidojies. Tas nosaka to, ka avotu purvi ne vienmēr ir apskatāmi ģeoloģiskā vai ar kūdras ieguvu saistītā aspektā.</p> <p>Piezīmes Viens no zemā tipa purviem.</p>
<p>Avoti un avoksnāji</p> <p><i>7160 Fenno scandinavian mineralrich springs and spring fens</i></p>	<p>Termina skaidrojums Purvi ar pastāvīgu gruntsūdeņu pieplūdi. Ūdens ir auksts, vai tam ir pastāvīga temperatūra, pateicoties straujajai ūdens kustībai, bagāts ar skābekli un minerālvielām. Avotiem var būt ūdenstilpe, kurā ūdens uzkrājas, izplūstot no zemes, un notece (strauts) ar tipisku veģetāciju. Avotu purvos ūdens sūcas caur augsni, sāk uzkrāties kūdrā, pastiprinot specifiskas veģetācijas augšanu. /Definīcija atbilst Eiropas Savienības īpaši aizsargājamam biotopam "7160. Minerālvielām bagāti avoti un avoksnāji"/</p>
<p>Celmainība</p> <p><i>Stump content</i></p>	<p>Termina skaidrojums Celmu daudzums kūdrā, ko var izteikt kā procentuālo daudzumu kūdrā.</p>
<p>Ciņu mikroreljefs</p> <p><i>Hillocks micro relief</i></p>	<p>Termina skaidrojums Mikroreljefa veids, kas veidojas, mainoties augu sugu sastāvam atkarībā no mitruma apstākļiem un purva struktūras.</p> <p>Piezīmes Raksturīgs tikai nobriedušiem augstā tipa purviem.</p>
<p>Degradēts purvs (kūdrājs)</p> <p><i>Degraded peatland</i></p>	<p>Termina skaidrojums Kūdrājs, kas zaudējis tā dabīgās funkcijas, kuram kūdras veidošanās un ekosistēmu funkcijas ir traucētas vai iznīcinātas. /"Strategy for Responsible Peatland Management" IPS, 2010/</p>
1	2

	<p>Piezīmes</p> <p>Kūdrājs, kurā veikta nosusināšana, samazinājies kūdras mitrums, palielinājies blīvums un teritorijā ir iespējams plānot kūdras ieguvi. Zemes nogabals, kur ir maz tipiskai purva veģetācijai raksturīgu sugu, vai arī kur ir fragmentāra veģetācijas izplatība vai tās nav vispār.</p>
<p>Derīgie izrakteņi</p> <p><i>Mineral resources</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Neorganiskas vai organiskas izcelsmes veidojumi (arī pazemes ūdeņi), kuru izmantošana ir praktiski iespējama un ekonomiski izdevīga. Tai skaitā kūdras iegulas līdz 5 hektāru platībā vienam īpašniekam piederoša īpašuma robežās.</p>
<p>Derīgo izrakteņu krājumu bilance</p> <p><i>Mineral resources balance</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Ģeoloģiskās informācijas apstrāde un apkopošana par derīgo izrakteņu (būvmateriālu izejvielu, kūdras, sapropeļa un dziedniecības dūņu) krājumu bilanci. Apkopojošais materiāls satur strukturētas ziņas par Latvijā izplatīto derīgo izrakteņu izmantošanu un krājumu izmaiņām.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Derīgo izrakteņu krājumu bilancē dati tiek strukturēti gan pēc derīgā izrakteņa veida, gan arī pēc administratīvi teritoriālās piederības. Papildus tiek sniegtas ziņas kā par jaunām derīgo izrakteņu atradnēm, kuru izmantošana ir sākusies tekošajā pārskata gadā, tā arī par atradnēm, kurās derīgo izrakteņu izmantošana pārskata gadā nav notikusi.</p>
<p>Eitrofiska kūdra</p> <p><i>Eutrophic peat</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Zemā tipa purvu kūdra veidojas bagātīgas minerālās barošanās (eitrofiskos) apstākļos.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Biezāki zemās kūdras slāņi ir tad, ja tā veidojusies, virs sapropeļa slāņa aizaugot ūdenstilpei. Zem augstā tipa un/vai pārejas kūdras zemā tipa kūdras slāņi parasti ir plāni, nepārsniedzot 1,0–1,5 m.</p>
<p>Fulvoskābe</p> <p><i>Fulvicacids</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Humusvielu frakcija, kas ir šķīstoša pie visām pH vērtībām.</p>
<p>Ģeoloģiskā urbšana</p> <p><i>Geological coring</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Ģeoloģiskā urbšana ir lauka pētījumu metode, kas tiek izmantota, lai, veicot urbšanu ar kamerurbi, iegūtu nogulumu serdi nogulumu īpašību novērtēšanai un tālākiem pētījumiem.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Ar kamerzondi no urbuma iegūto nogulumu serdi dokumentē – nosaka kūdras īpašības (krāsu, mitrumu, sadalīšanās pakāpi utt.), izmantojot von Posta skalu. Tiek paņemti paraugi (parasti viss monolīts jeb visa serde no kameras) tālākām analīzēm laboratorijā.</p>
<p>Ģeoloģiskā zondēšana</p> <p><i>Geological probing</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Ģeoloģiskā zondēšana ir lauka pētījumu metode, kas ietver zondēšanu ar zondi, nosakot kūdras iegulas dziļumu un vajadzības gadījumā arī kūdras slāņu raksturu un robežas.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Iegūtā informācija tiek fiksēta, izmantota šķērsgriezumu sastādīšanai, kā arī lai izvēlētos labākās vietas urbumu veikšanai un nogulumu paraugu iegūšanai.</p>

1	2
<p>Ģeoloģiskās izpētes pārskats</p> <p><i>Report of geological exploration</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Ģeoloģiskās izpētes rezultātu apkopojums, analīze un novērtējums un slēdziens par izpētes gaitā iegūto informāciju atbilstoši izvirzītajam mērķim. Pārskats satur visus datus, kas nodrošina iegūto rezultātu ticamības novērtēšanu, derīgo izrakteņu ieguves projekta sastādīšanu un derīgo izrakteņu izmantošanu.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Pārskatā ietver: vispārīgas ziņas par izpētīto teritoriju; izpētes darbu metodikas aprakstu; izpētītās teritorijas ģeoloģisko apstākļu raksturojumu; derīgo izrakteņu sastāva un tehnoloģisko īpašību raksturojumu; atradnes izmantošanas inženierģeoloģisko apstākļu raksturojumu; ziņas par atradnē konstatētajiem citiem derīgo izrakteņu veidiem; derīgo izrakteņu krājumu aprēķinu.</p>
<p>Hedotelms</p> <p><i>Hedotelm</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Apakšējais kūdras nogulumu slānis, kuru būtiski ietekmē grunts un spiedes ūdeņi, kā arī minerālās pamatnes ķīmiskais sastāvs.</p>
<p>Humīnskābes</p> <p><i>Humicacids</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Humusvielu frakcija, kas ir šķīstoša, ja $\text{pH} < 2$.</p>
<p>Humusvielas</p> <p><i>Humic substances</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Kūdras humusvielu molekulu struktūru, sastāvu un to molekulmasu ietekmē ne tikai izdalīšanas metodika, bet arī atšķirīgi prekursori (veģetācija). Sfagnu kūdrā ir relatīvi stabils un pret degradāciju noturīgs humīnskābes (HS), kamēr fulvoskābes (FS) ir relatīvi viegli degradējamas, kā arī sfagnu kūdras HS molekulu izmērs ir nedaudz mazāks nekā no grīšļu kūdras izdalītajām HS, taču, salīdzinot ar HS, kas izdalītas no citām vidēm, kūdras HS ir visaugstākā molekulmasa un dispersums, tālāk seko augsnes HS, bet mazākā molekulmasa un dispersums raksturīgs no ogleņiem izdalītajām HS.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Humusvielas ir bioloģiski noturīgas, lielmolekulāras, heterogēnas uzbūves dabiskas izcelsmes organiskas vielas ar plašu krāsu spektru (no dzeltenas līdz melnai).</p>
<p>Kūdras atradne</p> <p><i>Peat deposit</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Teritorija, kurā veikta ģeoloģiskā izpēte un atzīts, ka šī teritorija ir kūdrājs vai rūpnieciski izmantojams purvs, kuru iespējams izmantot kūdras ieguvei, tā ietver dažus slapjos meža tipus, nosusinātos purvus un kūdras ieguves vietas, kā arī nosusinātas lauksaimniecības un mežsaimniecības zemes. Pēc MK noteikumiem Nr. 570, rūpnieciski izmantojamā slāņa dziļums ir ne mazāks par 0,9 m nenosusinātai vai 0,7 m nosusinātai atradnei, vidējais dziļums 1,0 m un lielāks.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Par kūdras atradnēm nevar uzskatīt visu purvu teritoriju, bet tikai rūpnieciski izmantojamās platības, kā arī purvu teritorijas, kurās nav veikta ģeoloģiskā izpēte un teritorijai nav piešķirts atradnes statuss un sagatavota atradnes pase.</p>

1	2
<p>Kaļķaini zāļu purvi <i>Calcareous fens</i></p> <p>7230 <i>Calcareous fens</i></p>	<p>Termina skaidrojums Kaļķaini zāļu purvi veidojas vietās, kur tuvu zemes virsai atrodas vai izplūst virspusē ar kaļķiem bagāti gruntsūdeņi, kas ietekmē augāja sastāvu. Augiem atmirstot, veidojas ar karbonātiem bagāta kūdra. Parasti šādas kūdras slāņu biezums ir neliels vai arī nav izveidojies. Šādos gadījumos kaļķaini zāļu purvi nav apskatāmi ģeoloģiskā vai ar kūdras ieguvī saistītā aspektā.</p> <p>Termina skaidrojums citā aspektā Kaļķainu augtņu mitrāji, parasti zāļu purvi, kuros dominē zemie grišļi un zaļšūnas. Kūdras slānis var arī nebūt izveidojies. /<i>Definīcija atbilst Eiropas Savienības īpaši aizsargājamam biotopam "7230* Kaļķaini zāļu purvi"</i>/</p> <p>Piezīmes Viens no zemā tipa purvu veidiem.</p>
<p>Katotelms <i>Catotelm</i></p>	<p>Termina skaidrojums Katotelms ir purva neaktīvais jeb "nedzīvais" slānis zem virsējā ar skābekli bagātā akrotelma slāņa, to veido jau atmirušie augi – kūdra, un tajā valda anaerobi apstākļi.</p>
<p>Kūdra <i>Peat</i></p>	<p>Termina skaidrojums Kūdra ir irdeni vai vāji konsolidēti organogēni nogulumi, kas satur ne vairāk par 50% minerālvielu (no sausās vielas svara) un ir uzkrājušies, paaugstinātā mitruma un skābekļa nepietiekamības apstākļos nepilnīgi sadaloties atmirušajai augu biomasai.</p> <p>Piezīmes Kūdras sausā viela lielākoties sastāv no daļēji sadalījušos augu atliekām, augu audu sadalīšanas produktiem, šūnu struktūru zaudējušas, tumšas amorfas vielas: humusa, kā arī minerālvielām. Mitruma saturs dabiski mitrajā kūdrā parasti svārstās 85–95% robežās un ir atkarīgs no kūdras sadalīšanās pakāpes un tipa.</p>
<p>Kūdras īpašības <i>Peat characteristics/ parameters</i></p>	<p>Termina skaidrojums Kūdras īpašības ir parametri, kas raksturo konkrēto kūdras paraugu, slāni vai iegulu. Iegūtai kūdrai daudzas īpašības parasti ir mainījušās salīdzinājumā ar tām, kādas tai bija dabiskā stāvoklī.</p> <p>Piezīmes Kūdras (arī iegūtās) īpašības iedala: 1) vispārtehniskās īpašības (botāniskais sastāvs, sadalīšanās pakāpe, pelnainība, mitrums, sadegšanas siltums, skābums); 2) fizikālās īpašības (blīvums, mehāniskā izturība, mitrumietilpība un ūdens uzsūcamība, frakciju sastāvs, struktūra un porainība, dispersitāte, birstamība, rukums u. c.); 3) ķīmiskās īpašības (ķīmiskais sastāvs, elementsastāvs u. c.); 4) fizikāli ķīmiskās īpašības (siltumvadītspēja, elektrovadītspēja, katjonu sastāvs u. c.).</p>
<p>Kūdraina augsne <i>Peaty soil</i></p>	<p>Termina skaidrojums Kūdrainas augsnes veido mālainas vai smilšainas augsnes, kur organisko vielu piejaukumi ir ne vairāk par 50% un ne mazāk par 15%.</p>

1	2
Kūdras augsne / kūdraugsne <i>Peat soil</i>	Termina skaidrojums Par kūdras augsnēm jeb purva augsnēm sauc hidromorfas augsnes, kurām kūdras slānis dabiskos apstākļos ir biežāks par 30 cm un kuru virsējā kūdras slānī izplatītas augu saknes un noris augu atlieku sadalīšanās, pieplūstot ierobežotam gaisa daudzumam (Kārklīņš, 2009). Piezīmes Atkarībā no kūdras veidojošo augu atliekām kūdraugsnes iedala: zemā purva, pārejas purva un augstā purva kūdraugsnes. Pēc sadalīšanās pakāpes kūdraugsnes iedala: kūdraina augsne – 25%, trūdaini kūdraina – 25–45%, trūdaina – vairāk par 45%.
Kūdras botāniskais sastāvs <i>Peat botanical composition</i>	Termina skaidrojums Kūdras botāniskais sastāvs ir kūdras veidojošo dažādo augu atlieku daudzums procentos. Pēc tā tiek noteikts kūdras veids. Piezīmes Kūdras botānisko sastāvu parasti nosaka, paralēli nosakot kūdras sadalīšanās pakāpi.
Kūdras dūņas <i>Peat mud</i>	Termina skaidrojums Vāji konsolidēta, labi sadalījusies kūdra ar maz sadalījušos augu atliekām. Piezīmes Plaši tiek lietotas medicīnā.
Kūdras humifikācijas pakāpe <i>Peat humification degree</i>	Termina skaidrojums Procentos izteikta kūdras bezstruktūras daļas (humusa) attiecība pret visu kūdras aizņemto tilpumu. Piezīmes Humifikācija izprotama kā organisko vielu sadalīšanās un transformācija, tai skaitā humusvielu veidošanās. Humifikācijas pakāpes noteikšanai ieteikts lietot kopējās organiskās vielas kūdrā un humifikācijas gaitā veidoto humusvielu attiecību, kūdras sārmaina ekstrakta sorbcijas vērtību pie 540 nm, humīnskābju un fulvoskābju attiecības, kā arī veidoto humusvielu fluorescentās īpašības (Borgmark, 2005).
1	2
Kūdras iegula <i>Peat deposit</i>	Termina skaidrojums Derīgā izrakteņa iegula, kas ietver kūdras slāņu kopumu, kurš raksturo konkrētajā atradnē esošo dabas resursu.
Kūdras pelnainība <i>Peat ash content</i>	Termina skaidrojums Pelnainība ir kūdras nedegošās minerālās daļas attiecība procentos pret kūdras sausni. Dažādu purva tipu kūdrās pelnainība ir atšķirīga: zemā tipa purvos – 6–18%, pārejas tipa – 4–6%, augstā tipa – 2–4%.
Kūdras sadalīšanās pakāpe <i>Peat decomposition degree</i>	Termina skaidrojums Procentos izteikta kūdras sadalījušos augu šūnu daļas attiecība pret visu kūdras veidojošo augu atlieku daudzumu. Piezīmes Vāji sadalījusies kūdra – 5–20%, Vidēji sadalījusies kūdra – 20–35%, Labī sadalījusies kūdra – > 35%.

Kūdras skābums, pH <i>Peat pH</i>	Termina skaidrojums Oligotrofo jeb augstā tipa purvu kūdra (pH = 2,0–4,0); Mezotrofo jeb pārejas tipa purvu kūdra (pH = 4,0–5,5); Eitrofo jeb zemā tipa purvu kūdra (pH = 5,5–7,4).
Kūdrājs <i>Peatland</i>	Termina skaidrojums Kūdrājs – dabiski purvi, kūdras lauki, purvaini meži, kur pašlaik notiek vai ir pārtraukta kūdras veidošanās, kā arī lauksaimniecības zemes, kur uz kūdras cilmieža izveidojušās kūdras augsnes.
Kūdrzeme <i>Peatland</i>	Termina skaidrojums Zemes nogabali, kur ir veidojusies vai veidojas kūdra. Piezīmes Nogabalā var būt izplatītas mitrumu mīlošas, purviem raksturīgas augu sabiedrības, bet var būt sastopamas arī citas augu sabiedrības (pļavu, mežu utt.), kas ieviesušās dabas apstākļu izmaiņu vai cilvēka darbības ietekmētās teritorijās uz kūdrainām augsnēm. Kūdras uzkrāšanās notiek purva ekosistēmas ietvaros.
Mezotrofiska kūdra <i>Mesotrophic peat</i>	Termina skaidrojums Pārejas tipa purvu kūdra veidojas, atmirstot augiem, kas auguši jauktas minerālās barošanās (mezotrofiskos) apstākļos.
Oligotrofiska kūdra <i>Oligotrophic peat</i>	Termina skaidrojums Augsto purvu kūdra, kas veidojusies vājas minerālās barošanās (oligotrofos) apstākļos.
Pārejas tipa purvs <i>Transitional mire</i>	Termina skaidrojums Pārejas purvi veidojas jauktas barošanās apstākļos, kā rezultātā veidojas jaukta veģētācija un, augiem atmirstot, veidojas pārejas purva kūdra (Brakšs, 1961). Pārejas tipa purvs var veidoties virs zemā tipa kūdras slāņa, kas kļuvis tik biezs, ka gruntsūdeņi mazāk piekļūst purva virspusei un samazinās zāļu purviem raksturīgo augu daudzveidība un kūdras veidojošo augu sastāvā palielinās sfagnu īpatsvars. Izveidojoties biežam kūdras slānim, gruntsūdeņi mazāk piekļūst purva virspusei un samazinās zāļu purviem raksturīgais augājs. Piezīmes Pārejas purvos ir sastopamas dažādas kūdras veidojošas augu sabiedrības, kuras izveidojušās, aizaugot un pāraugot barības vielām nabadzīgiem līdz vidēji bagātiem ezeriem, un kurās dominē zemi vai vidēji augsti grīšļi, zaļsūnas vai sfagni. Slikšņas ir cieši saistītas ar amfībiskām un ūdensaugu sabiedrībām. Boreālajā reģionā šajā biotopā iekļauj arī minerotrofos purvus, kas nav lielāka purvu kompleksa sastāvdaļa, un uzpūstā grīšļa monodominanto audžu ieslēgumus ezeru krastu slikšņās. Pārejas purvi var veidoties arī reljefa pazeminājumos, kur izveidojušies pārmitri apstākļi un sākusi uzkrāties kūdra.

1	2
<p>Pārejas tipa purva kūdras veidi</p> <p><i>Peat types of transitional mire</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Pārejas tipa kūdrū veido augi dažādās sadalīšanās pakāpēs, kas dzīves laikā barības vielas uzņēmuši gan no gruntsūdeņiem, gan nokrišņiem (mezotrofi apstākļi). Sadalīšanās pakāpe ir atkarīga no veģetācijas rakstura – no vidējas līdz vājai. Līdz ar vidējo sadalīšanās pakāpi pH reakcija ~ 4,5. Krāsa tumša, brūngana. Sastāvā dominē koksnes atliekas, grīšļi un sfagni. Pārejas tipa kūdrā visbiežāk izdala koku, koku–grīšļu un koku–zaļu kūdras apakštipu. Pārejas tipa koku–grīšļu, zaļu–koku kūdras sastāv no oligotrofas un eitrofas augu valsts atliekām. Galvenie pārejas tipa kūdrū veidojošie augi ir grīšļi <i>C. lasiocarpa</i>, niedres <i>Phragmites australis</i>, šeihcērijas <i>Scheuchzeria palustris</i> un priedes <i>Pinus sylvestris</i>.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Kūdrū veidojošo augu sastāvs ir mainīgs pat nelielos attālumos atkarībā no tā, kurš augu barošanās veids konkrētajā vietā dominē. Parasti pārejas kūdras slāņi nav bieži, jo tos drīz vien pārklāj augstā tipa purvu kūdra.</p>
<p>Pārpurvošanās</p> <p><i>Paludification, bogging</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Pārpurvošanās ir eksodinamisks ģeoloģisks process, ko izraisa konkrētās vietas hidroloģiskā režīma izmaiņas, kas var būt saistītas ar gruntsūdens līmeņa vai virszemes ūdeņu līmeņa celšanos klimata pārmaiņu vai cilvēka darbības rezultātā.</p> <p>Ekoloģisko apstākļu izmaiņas izraisa augāju nomaiņu, mitrumu mīlošu floras sugu ieviešanos un pārpurvotas, ar organiskajām vielām bagātas (līdz 15%) augsnes izveidošanos.</p>
<p>Pārpurvota zeme</p> <p><i>Paludified ground</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Pārpurvota zeme ir nogabals, kuram raksturīgi pārmitri apstākļi, specifiska augu un dzīvnieku valsts, kā arī kūdras uzkrāšanās, bet kuram tomēr kūdras slāņa biezums ir mazāks par 30 cm.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Pārpurvotu zemi raksturo pārmitri apstākļi, specifiska augu un dzīvnieku valsts, kā arī tajā uzkrājas kūdra, bet kūdras slāņa biezums ir mazāks par 30 cm. Bioloģiskā aspektā to var uzskatīt par purvu.</p> <p>Iekļaujot pārpurvotās zemes pie purviem, valstī ievērojami pieaugtu purvu (kūdrāju) platības, tāpēc ir jānodala pārpurvota zeme no purviem vai/un kūdrājiem.</p>
<p>Purva attīstības cikls</p> <p><i>Mire development cycle</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Pilns purva evolūcijas cikls ietver tā attīstību no zemā purva uz pārejas purvu un tālāk uz augsto purvu un atbilstošu nogulumu uzkrāšanos. Atkarībā no purva veidošanās hidroģeoloģiskajiem apstākļiem purva griezumā var nebūt novērojams pilns attīstības cikls.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Daži zemā tipa purvi, kuros ir augsts gruntsūdens līmenis, bieža virszemes ūdeņu pietece vai kuri regulāri pārplūst, var visu laiku palikt zemā purva stadijā.</p> <p>Pārejas un augstā tipa purvi, paaugstinoties gruntsūdens līmenim, var veidoties arī tieši uz minerālzemes. Bieži vien vienā purva kompleksā ir pārstāvēti visi trīs purvu tipi, kuru izplatība var mainīties purva attīstības gaitā.</p>

1	2
Purva iepakla <i>Peatland, mire depression</i>	Termina skaidrojums Negatīva reljefa forma jeb pazeminājums reljefā, kur apgrūtinātas noteces apstākļos sāk uzkrāties kūdra un veidojas purvs. Tā var būt arī sekla ezera gultne, kuram aizaugot virs ezera nogulumiem sāk uzkrāties kūdra un veidojas purvs. Piezīmes Savukārt iepakla purvā var veidoties, gan aizaugot lāmām, gan arī veidojoties augstā purva mikroreljefam.
Purva rūda, limonīts <i>Bog ore, limonite</i>	Termina skaidrojums Purva rūda – limonīts (brūnā dzelzsrūda ($\text{FeO}(\text{OH})\cdot\text{nH}_2\text{O}$) ir pēcdeduslaikmetā veidojušies dzelzs oksīdu nogulumi, kas radušies, ar dzelzs savienojumiem bagātiem pazemes ūdeņiem nonākot Zemes virspusē. Piezīmes Purva rūdā jeb limonītā ($\text{FeO}(\text{OH})\cdot\text{nH}_2\text{O}$ dzelzs oksīda un hidroksīda formas attiecība dažādos limonīta paraugos nav konstanta.
Purva veidošanās <i>Mire formation</i>	Termina skaidrojums Purvs var veidoties, aizaugot sekla ūdenstilpei vai arī pārpurvojoties sauszemei pārmitros apstākļos, ko var izraisīt gruntsūdens līmeņa celšanās vai arī palielināts nokrišņu daudzums, kas ir lielāks par iztvaikošanu. Piezīmes Pārmitros apstākļos augiem atmiršot, mikroorganismi nevar pietiekami intensīvi sadalīt augu atliekas, jo tiem trūkst skābekļa. Tādējādi nepilnīgi sadalījušās augu atliekas sablīvējas un izveidojas kūdras slānis. Pārmitros apstākļos izveidojas tādu augu sabiedrības, kam nepieciešams liels mitrums vai kas spēj piemēroties šim mitrumam. Rudenī, veģetācijas periodam beidzoties, augi atmirst un satrūd – mikroorganismi un sēnes sadala organiskās vielas minerālvielās.
Purva nogulumu slāņu ģeoloģiskais griezumš <i>Geological section of peatland deposit</i>	Termina skaidrojums Purva nogulumu ģeoloģiskais griezumš, kurā vertikāli no apakšas uz augšu atbilstoši nogulumu uzkrāšanās secībai tiek attēloti visi kūdras slāņi. Šos atsevišķos griezumus parasti izmanto, lai sastādītu purva šķērsgriezumu.
Purva gultne <i>Peatland bottom</i>	Termina skaidrojums Negatīva reljefa forma, kurā virs smilts, morēnas, mālu vai aleirītu nogulumiem vai arī virs ezera nogulumiem (māli, sapropelis, dūņas u. c.) sākusi uzkrāties kūdra un izveidojies purvs.
Purva ģeoloģiskais šķērsgriezums <i>Geological cross-section of peatland</i>	Termina skaidrojums Ģeoloģiskais šķērsgriezums tiek izveidots horizontāli vai nu pāri visam purvam, vai tā daļai pēc ģeoloģiskajos pētījumos – ģeoloģiskajā urbšanā un zondēšanā – iegūtajiem datiem un izmantojot purva nogulumu slāņu ģeoloģisko griezumš informāciju.

1	2
<p>Purvu iedalījums pēc veģetācijas</p> <p><i>Mire classification according vegetation</i></p>	<p>Termina skaidrojums Kūdras botāniskais sastāvs norāda uz veģetācijas raksturu konkrētā kūdras slāņa veidošanās laikā. Pēc kūdru veidojošo augu atlieku sastāva izšķir zemā jeb zaļu tipa purvus, pārejas un augstā tipa jeb sūnu purvus.</p> <p>Piezīmes Pēc veģetācijas augu barošanās režīma īpatnībām un kūdru veidojošo augu sastāva un minerālvielu daudzuma izšķir zemos jeb zaļu (eitrofiskos) purvus, pārejas (mezotrofiskos) purvus un augstos jeb sūnu (oligotrofiskos) purvus.</p>
<p>Purvu nosusināšana</p> <p><i>Peatland drainage</i></p>	<p>Termina skaidrojums Purva ūdens režīma ietekmēšana un dabiskā mitruma būtiska samazināšana un gruntsūdens līmeņa pazemināšana, galvenokārt veicot melioratīvus pasākumus.</p>
<p>Purvu tipi</p> <p><i>Peatland, mire types</i></p>	<p>Termina skaidrojums Latvijā purva tipu galvenokārt nosaka pēc kūdras slāņus veidojošo augu sastāva un to barošanās veida; izšķir trīs purvu tipus – zemā tipa, pārejas tipa un augstā tipa purvus, kuriem raksturīgi konkrēti, tikai šim tipam specifiski kūdras veidi.</p> <p>Purvu tipu raksturu nosaka purva ģenēze, vecums, ģeogrāfiskais novietojums, minerālais pamatslānis, hidroloģiskais režīms, veģetācijas barošanās apstākļi, purva attīstības stadija un vairākas citas pazīmes.</p> <p>Termina skaidrojums citā aspektā Ekoloģijā purvu klasifikācija ir nedaudz atšķirīga un atkarībā no barošanās veida izšķir divus purvu tipus – ombrotrofus purvus un mineratrofus purvus. Ekoloģiskās klasifikācijas pazīmes vislabāk atspoguļo purva attīstības dinamiku. Ombrotrofo purvu veģetācija barības vielas un ūdeni uzņem tikai no nokrišņiem, un no tā izriet, ka ombrotrofie purvi pēc minerālbarošanās tipa atbilst augstajiem purviem.</p> <p>Piezīmes Par būtiskāko purva tipa pazīmi atzīst specifisko purva veģetāciju, kas atkarīga no augu barošanās apstākļiem, tādēļ Latvijā purva tipi tiek noteikti galvenokārt pēc to barošanās veida un veģetācijas rakstura, izšķirot trīs purva tipus: zemā tipa, pārejas tipa un augstā tipa purvus.</p>
<p>Purvu veidošanās priekšnoteikumi</p> <p><i>Preconditions for peatland formation</i></p>	<p>Termina skaidrojums Galvenie nosacījumi: 1) klimats ar lielāku nokrišņu daudzumu nekā iztvaikošana; 2) viegli viļņots reljefs ar apgrūtinātu noteci; 3) vāji caurlaidīgi vai necaurlaidīgi ieži ieklakā virskārtā; 4) bagātīga augu valsts ar lielu biomasas apjomu.</p>
<p>Purvu veidošanās, aizaugot ūdenstilpei vai ūdenstecei</p> <p><i>Filling-in, overgrowing</i></p>	<p>Termina skaidrojums Augiem atmirstot, ūdenstilpē sākumā veidojas un uzkrājas kūdrains sa-propelis, bet vēlāk kūdra un veidojas purvs.</p> <p>Piezīmes Seklos ezerus aizaugšana sākas pakāpeniski no piekrastes. Pašā seklākajā daļā tuvāk krastam sāk augt grīši, vilkvāļītes un citi augi, kas mīl mitrumu un stāvošus seklos ūdeņus. Palielinoties dziļumam, aug meldri, ūdensrozes un citi peldošie un iegremdētie ūdensaugi.</p>

1	2
<p>Purvu veidošanās, pārpurvojoties sauszemei</p> <p><i>Paludification</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Sauszemes pārpurvošanās ir viens no purvu veidošanās tipiem, ko veicina vairāki faktori, kas nereti darbojas vienlaikus: atmosfēras nokrišņi, ja tuvu virszemei ir ūdeni vāji caurlaidīgi iežu slāņi, tai skaitā arī ortšteina slānis, reljefa pazeminājumi ar vāju drenāžu, gruntsūdens tuvu zemes virspusei vai tā līmeņu maiņa.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Šādu purvu veidošanos visbiežāk izraisa gruntsūdens līmeņa paaugstināšanās, kas var notikt arī tādēļ, ka blakus teritorijā jau ir izveidojies purvs, kas savukārt ietekmē gruntsūdens līmeni blakus esošajās teritorijās. Tādējādi, atjaunojot kāda purva hidroloģisko režīmu, tas ir, paceļot gruntsūdens līmeni, var sagaidīt, ka pārpurvosies arī purvam piegulošās teritorijas.</p>
<p>Sapropelis</p> <p><i>Sapropel</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Sapropelis ir organogēni nogulumi, kas uzkrājušies ūdens vidē, stāvošās vai lēni caurtekošās ūdenstilpēs no ūdensaugu un dzīvnieku organismu atliekām, kā arī no ūdenstilpē esošām vai no sateces baseina ienestām minerālo vielu daļiņām.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Sapropelis ir daļēji un lēni atjaunojams zemes dziļu resurss. Sapropelis pēc savas konsistences ir želejveidīga, koloidālas struktūras masa, kurā organisko vielu daudzums variē no 15 līdz 95%, bet dabīgais mitrums var mainīties no 70 līdz 95%. Sapropelis var būt sastopams purvos zem kūdras, kas liecina, ka purvs veidojies, aizaugot ezeram.</p>
<p>Slikšņa</p> <p><i>Quaking</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Slikšņas veidojas aizaugošu ezeru krastos vai arī atsevišķās vietās augstajos purvos. Tām raksturīgs maz jaukts pusšķidrās kūdras sastāvs, kurā labi sadalījusies kūdra ietver maz vai praktiski nesadalījušās augu, visbiežāk grīšļu, atliekas. Slikšņa visbiežāk mēdz veidoties, aizaugot ezeram, atmirstot peldošajiem ūdensaugiem, kā rezultātā veidojas peldošs kūdras slānis, kurā pamazām sāk augt sauszemes mitraudži – grīšļi un kosas. Peldošā kūdras slāņa un augāja biezums var sasniegt 2 m.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Slikšņas var būt lāmas nākamā attīstības stadija. Sfagnu vietām var vairs nebūt, bet, ja tie ir, tad kopā ar purva šeihcēriju, dūkstu grīslī, trejlapu puplaksi. Staigns. Bieži vērojami atklātas kūdras laukumi, var būt izveidojušies arī atklāti ūdens laukumi, “krasti” nav stingri.</p>
<p>Von Posta skala</p> <p><i>The von Post Scale</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>L. von Posta sadalīšanās pakāpes noteikšanas skala izmantojama kūdras īpašību noteikšanai lauka apstākļos.</p> <p>Von Posts noteicis 10 kūdras sadalīšanās indeksus (H1 līdz H10) un mitruma indeksus (B1 līdz B5), ņemot vērā kūdras īpašības (ūdens daudzumu, krāsu, kūdras elastīgumu, augu atlieku redzamību), kuras viegli noteikt lauka apstākļos.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Von Posta skalu izmantot lauka apstākļos tūlīt pēc serdes iegūšanas ir ļoti svarīgi, jo kūdra oksidējoties strauji maina savas īpašības, it sevišķi krāsu.</p>

1	2
<p>Zemā tipa jeb mineratrofais zāļu purvs</p> <p><i>Fen, mineratrophic</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Zemā tipa purvi veidojas vietās, kur, pieplūstot minerālvielām bagātiem ūdeņiem (gruntsūdenim, upju, avotu vai virszemes ūdeņiem), veidojas pārmitri apstākļi un ieviešas mitrumu mīloši augi, vai arī aizaugot seklām ūdenstilpēm. Tiem atmirstot, veidojas zemā tipa kūdra. Atkarībā no galveno kūdru veidojošo augu procentuālā sastāva Latvijas purvos var izšķirt 15 zemā tipa kūdras veidus.</p> <p>Piezīmes</p> <p>Zemie purvi barojas ar minerālvielām bagātajiem gruntsūdeņiem, kā arī ar virszemes noteces ūdeņiem, kas ir bagāti ar minerālvielām. Zāļu purvu veģētāciju veido grīšļi, trejlapu puplaksis, purva vārnakāja, šaurlapu spilve, purva rūgtdille, pļavas vilkmēle, sūnas (starainā atskabardzene, parastā smailzarīte, adiantu spārnene, lielā samtīte, parastā dižsirpe), nereti sastopams purva bērzs un pelēkais kārkls.</p> <p>Zemā tipa purvi sastopami augsto purvu malās, upju palienēs un ezeru krastos. Par purva izcelsmi, aizaugot ezeram, liecina ezera nogulas – sapropelis.</p>
<p>Zemā tipa jeb zāļu purva kūdras veidi</p> <p><i>Peat types of mineratrophic fen</i></p>	<p>Termina skaidrojums</p> <p>Zemā tipa kūdru veido mitrumu mīloši augi, kam nepieciešami ar minerālvielām bagāti ūdeņi, kas arī nosaka to, ka zemā tipa kūdrās ir visaugstākais minerālvielu saturs (Brakšs, 1961). Zemā tipa kūdru parasti veido eitrofo augu atliekas ar augstu sadalīšanās pakāpi. Kūdras krāsa ir ļoti tumša, bet pH ir neitrāls (6–7) vai bāzisks, ja pH ir lielāks par 7. Galvenie zemā tipa kūdru veidi ir grīšļu, koku–grīšļu, koku–zāļu, hipnu un niedru kūdras. Galvenie zāļu kūdru veidojošie augi ir grīšļi <i>C. lasiocarpa</i>, <i>C. limosa</i>, <i>C. riparia</i> un niedres <i>Phragmites australis</i>, ko papildina kosu un koku atliekas. Kūdras sadalīšanās pakāpe parasti ir vidēja vai augsta (20–50% un vairāk).</p> <p>Piezīmes</p> <p>Zāļu purvos kūdras slāņa biezums bieži vien ir relatīvi neliels salīdzinājumā ar augstā tipa purviem, kā arī vērojama augsta pelnainības pakāpe (6–16%).</p>

PURVU VEIDOŠANĀS UN KŪDRAS UZKRĀŠANĀS APSTĀKĻU RAKSTUROJUMA NOZĪME IETEKMES UZ VIDI NOVĒRTĒJUMĀ

Ieva SILIŅA¹, Inārs DREIMANIS², Valdis POLMANIS³,
Laimdota KALNIŅA¹

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: ievasilina410@inbox.lv

² E-pasts: inars.dreimanis@gmail.com

³ SIA "Compaqpeat", e-pasts: valdis.polmanis@compaqpeat.lv

Ietekmes uz vidi novērtējumu (IVN) pasaulē veic jau gandrīz 50 gadus – kopš 1970. gada 1. janvāra, kad ASV Valsts prezidents pieņēma ASV nacionālo vides politikas aktu (Zeļeņākovā, Zvijākovā, 2016).

Latvijā prasības IVN procedūrai nosaka likums "Par ietekmes uz vidi novērtējumu" un Ministru kabineta 2015. gada 13. janvāra noteikumi Nr. 18 "Kārtība, kādā novērtē paredzētās darbības ietekmi uz vidi un akceptē paredzēto darbību". Saskaņā ar Latvijas Republikas likumu "Par ietekmes uz vidi novērtējumu" IVN procedūras mērķis ir izvērtēt, kāda ir paredzētās darbības īstenošanas iespējamā ietekme uz vidi, kā tā var radīt tiešas vai netiešas pārmaiņas vidē, kā arī ietekmē vai var ietekmēt cilvēku dzīves apstākļus, veselību un drošību, bioloģisko daudzveidību, augsni, gaisu, ūdeni, klimatu, ainavu, materiālās vērtības, kultūras un dabas mantojumu un visu minēto jomu mijiedarbību.

IVN procedūra ietver paredzētās darbības vai plānošanas dokumentus, kas saistīti ar paredzēto darbību iespējamo ietekmi uz vidi, vides aizsardzības prasības un noteikumus, nepieciešamos pētījumus un novērtējumu paredzētās darbības ietekmei, paredzot izstrādāt priekšlikumus nelabvēlīgas ietekmes novēršanai vai samazināšanai, ja tāda novērtējuma gaitā tiek konstatēta (Par ietekmes uz vidi novērtējumu, 1998).

Ģeoloģiskie apstākļi un ģeoloģiskā uzbūve bieži vien nosaka teritorijas bioloģisko daudzveidību, ainavas un citus būtiskus vides komponentus (Gavena, 2002). IVN procedūras mērķis ir iegūt visplašāko informāciju par paredzēto darbību, tai skaitā par esošajiem ģeoloģiskajiem apstākļiem, tās teritorijas novietojumu un raksturu, kā arī prognozēt iespējamās izmaiņas, realizējot darbību. Detāla ģeoloģiskā informācija IVN ir ļoti svarīga, lai raksturotu vides stāvokli paredzētās darbības vietā, kur tiek plānota derīgā izrakteņa ieguve vai ieguves teritorijas paplašināšana, arī kūdras ieguve.

Pētījumā analizēts, cik lielā mērā ņemts vērā purvu veidošanās un kūdras uzkrāšanās apstākļu raksturs IVN, raksturojot ģeoloģiskos un hidroģeoloģiskos apstākļus pirms kūdras ieguves un to, cik liela nozīme tiem ir, prognozējot paredzētās darbības iespējamās ietekmes uz apkārtējo teritoriju.

Likumā "Par ietekmes uz vidi novērtējumu" ar paredzētajām darbībām, kas saistītas ar derīgo izrakteņu iegūvi, ir noteiktas robežvērtības, kuras sasniedzot vai pārsniedzot ir jāveic IVN procedūra. Normatīvais akts nosaka ne tikai IVN nepieciešamību, bet arī tā principus, procesa termiņus un kārtību, kā arī procedūras koordināciju un pārraudzību.

Saskaņā ar likumā “Par ietekmes uz vidi novērtējumu” noteikto IVN nepieciešams:

- 1) paredzētajām darbībām, kuras ir saistītas ar likuma 1. pielikumā minētajiem objektiem;
- 2) paredzētajām darbībām saskaņā ar sākotnējo izvērtējumu;
- 3) paredzētajām darbībām saskaņā ar Latvijas Republikas noslēgtajiem starptautiskajiem līgumiem;
- 4) ja vairākas paredzētās darbības ietekmē vienu un to pašu teritoriju, ņemot vērā šo darbību kopējo un savstarpējo ietekmi;
- 5) izmaiņām esošajās darbībās:
 - a) ja izmaiņas atbilst šā likuma 1. pielikumā minētajām robežvērtībām,
 - b) ja izmaiņu rezultātā tiks sasniegtas vai pārsniegtas šā likuma 1. pielikumā minētās robežvērtības,
 - c) ja izmaiņas paredzētas šā likuma 1. pielikumā minētajā objektā, kuram ietekmes novērtējums līdz šim nav veikts, un ja izmaiņu apjoms ir 50 procenti no šā likuma 1. pielikumā minētās robežvērtības.

No normatīvā regulējuma izriet, ka, plānojot darbību derīgo izrakteņu atradnēs, pirms paredzētās darbības, kas saistās ar derīgo izrakteņu ieguvu, un pirms derīgo izrakteņu ieguves platība sasniedz jeb pārsniedz noteiktās robežvērtības, svarīgi ir noskaidrot darbības vietas ģeoloģisko uzbūvi, izvērtēt ģeoloģiskos apstākļus un novērtēt paredzētās darbības ietekmi uz vidi kontekstā ar šiem apstākļiem – tas parasti arī tiek ņemts vērā, sagatavojot IVN programmu paredzētajai darbībai.

Viens no svarīgākajiem uzdevumiem ģeoloģiskās informācijas izmantošanā IVN procesā ir nodrošināt pilnīgāku vides stāvokļa novērtējumu, kā arī dot pamatinformāciju vietu novērtējumam. IVN programmā kūdras ieguvei vai kūdras lauku paplašināšanai esošās situācijas raksturojumā tiek ietverta prasība sagatavot derīgo izrakteņu ieguvei paredzētās teritorijas ģeoloģiskās uzbūves un inženierģeoloģisko apstākļu raksturojumu, paaugstināta ģeoloģiskā riska nogabalu un mūsdienu ģeoloģisko procesu raksturojumu. Sagatavotajās programmās, kas izsniegtas IVN procedūru novērtēšanai kūdras ieguves kontekstā, netiek minēts, ka jāraksturo tieši purvu veidošanās un kūdras uzkrāšanās apstākļi, tomēr autoru ieskatā tie ir savstarpēji cieši saistīti un bieži vien, it sevišķi izvērtējot kūdras iegulas raksturojošos parametrus, izriet no tiem.

Viena no būtiskākajām ietekmēm, kas saistās ar kūdras ieguvu kūdras atradnēs, ir ietekme uz dabīgo hidroloģisko režīmu gan paredzētās darbības, gan arī tai piegulošajā teritorijā. Kūdras ieguve ir saistīta ar mērķtiecīgu gruntsūdens līmeņa pazemināšanu kūdras ieguves teritorijā, lai ierīkotu kūdras ieguves laukus un ar ieguvu saistīto infrastruktūru. Ierīkojot nosusināšanas sistēmas kūdras ieguves teritorijā, ir jāņem vērā ģeoloģiskie apstākļi gan atradnē, gan arī piegulošajās teritorijās, jo tiek ietekmēts gruntsūdens līmenis paredzētās darbības teritorijā, un tas arī atstāj zināmu ietekmi uz paredzētās darbības teritorijai piegulošajām platībām (Zelčs, Markots, 1999). Šajā aspektā detāla informācija par kūdras atradnes ģeoloģisko uzbūvi, ko nosaka nogulumu uzkrāšanās apstākļi, ir svarīga, jo ļauj labāk plānot gan atradnes sagatavošanu kūdras ieguvei, gan arī ieguvu un reaktivācijas procesus pēc kūdras lauka izstrādes.

Atbilstoši Ministru kabineta 2015. gada 13. janvāra noteikumu Nr. 18 “Kārtība, kādā novērtē paredzētās darbības ietekmi uz vidi un akceptē paredzēto darbību” 34.6.3. apakšpunktam, ja paredzētā darbība ietver dabas resursu ieguvu un izmantošanu, tad IVN ir jāraksturo un jānovērtē iespējamā darbības norises vieta. Normatīvajos aktos, kas regulē IVN prasības, nav noteikts, ka IVN ietvaros jāveic paredzētās darbības teritorijas ģeoloģiskais un hidroģeoloģiskais raksturojums, tomēr tas parasti tiek noteikts programmās, kuras

saskaņā ar likuma "Par ietekmes uz vidi novērtējumu" 16. panta 1. daļu izstrādājis Vides pārraudzības valsts birojs. IVN ir jāsaņem, pamatojoties uz programmā iekļautajām prasībām, kas izstrādātas, ņemot vērā konkrēto paredzēto darbību, kā arī ir dota norāde par institūcijām un organizācijām, ar kurām nepieciešams konsultēties vai kurām ziņojums iesniedzams pirms tā iesniegšanas atzinuma saņemšanai (Kārtība, kādā..., 2015).

Līdz ar to Vides pārraudzības valsts birojs nosaka IVN programmas saturu. Piemēram, Vides pārraudzības valsts biroja 2014. gada 20. marta "Programmā ietekmes uz vidi novērtējumam kūdras ieguvei atradnē "Lutinānu purvs" Balvu novadā" ir noteikti 9 punkti ar 39 apakšpunktiem, kas jāizpēta un jāietver IVN ziņojumā, no tiem septiņi apakšpunkti paredz raksturot paredzētās darbības vietas ģeoloģisko uzbūvi un sniegt hidroģeoloģisko raksturojumu (no tiem viens ir sadaļā "Paredzētās darbības raksturojums", divi – sadaļā "Esošās situācijas raksturojums", četri – sadaļā "Iespējamā ietekme uz vidi kūdras ieguves laukuma ierīkošanas un ekspluatācijas laikā").

Vides pārraudzības valsts biroja 2013. gada 22. augusta "Programmā ietekmes uz vidi novērtējumam kūdras ieguvei atradnē "Nidas purvs" Dienvidkurzemes mežsaimniecības Nicas meža iecirkņa teritorijā Rucavas novada Rucavas pagastā" ir noteikti 7 punkti ar 25 apakšpunktiem, kuriem savukārt ir 26 apakšpunkti, kas jāietver IVN (no tiem septiņi apakšpunkti paredz raksturot paredzētās darbības vietas ģeoloģisko uzbūvi un sniegt hidroģeoloģisko raksturojumu: četri ir sadaļā, kas nosaka raksturot paredzētās darbības vietu, un trīs sadaļā, kas nosaka raksturot paredzēto darbību, raksturot un novērtēt sagaidāmos ietekmju veidus).

Vides pārraudzības valsts biroja 2009. gada 21. janvāra "Programmā ietekmes uz vidi novērtējumam kūdras ieguves lauku paplašināšanai atradnē "Drabiņu purvs" Jelgavas rajonā, Valgundes novadā" ir noteikti 9 punkti ar 38 apakšpunktiem, kas jāietver IVN, no tiem pieci apakšpunkti paredz raksturot paredzētās darbības vietas ģeoloģisko uzbūvi un sniegt hidroģeoloģisko raksturojumu (no tiem viens ir sadaļā "Paredzētās darbības raksturojums", divi – sadaļā "Esošās situācijas raksturojums" un divi – sadaļā "Iespējamā ietekme uz vidi kūdras lauku ierīkošanas un ekspluatācijas laikā").

Iepazīstoties ar IVN ziņojumiem par kūdras lauku paplašināšanu Nidas, Drabiņu, Aknīstes, Getliņu un Aizkraukles purvā, var secināt, ka, raksturojot situāciju paredzētās darbības teritorijā un tās ģeoloģisko uzbūvi, ir izmantota dažādas detalitātes ģeoloģiskā informācija. Dažos ziņojumos ir izmantota informācija tikai no Valsts ģeoloģijas dienesta ģeoloģiskās kartes mērogā 1:200 000, kas sniedz vispārīgu informāciju. Vispārīga informācija sniegta arī par purva ieplaku veidojošo minerālo nogulumu raksturu.

Paredzētās darbības teritorijas ģeoloģisko un hidroģeoloģisko apstākļu apzināšanai, kā arī šo apstākļu un paredzētās darbības mijiedarbības novērtēšanai ir būtiska loma IVN procesos. Tie ir saistīti ar ietekmju novērtēšanu uz bioloģisko daudzveidību, ar dažādiem riska objektiem gan paredzētās darbības teritorijā, gan tās tuvākajā apkārtnē, ja tādi tiek identificēti. IVN nepieciešams darbībām, kas ir saistītas ar kūdras ieguves teritorijas būvniecības plānošanu, ietekmes mazinošo pasākumu plānošanu un realizēšanu. Tas ir svarīgi, izvēloties un plānojot derīgo izrakteņu vietas rekultivācijas pasākumus, kurus izstrādājot svarīgi ņemt vērā informāciju par purva veidošanās apstākļiem, kā arī zem kūdras esošo nogulumu litoloģiskajām īpatnībām un ūdens caurlaidību.

Lauka pētījumiem izvēlētā teritorija ir Lutinānu purvs, kas atrodas Austrumlatvijas zemienes ziemeļaustrumos, Adzeles pacēlumā. Pētījumi tiks veikti, lai noskaidrotu purva veidošanās un kūdras uzkrāšanās apstākļus. Lutinānu purvs izvēlēts, jo tā teritorijā 280 ha lielā platībā paredzēta kūdras ieguves lauku paplašināšana un pašlaik tiek veikta IVN procedūra.

Par pamatu Lutinānu purva kūdras ieguves plānošanai (arī krājumu aprēķināšanai) tiek izmantoti materiāli, ko, veicot detālo izpēti, sagatavojis Valsts meliorācijas projektēšanas institūts laika posmā līdz 1984. gadam (Nusbaums, 2013). Lai novērtētu, vai un cik lielā mērā ir mainījušās kūdras iegulu īpašības un apjomi pēdējo 30 gadu laikā, būtu lietderīgi veikt papildu pētījumus.

Lauka pētījumos tiks veikta zondēšana un ģeoloģiskā urbšana, iegūtajiem kūdras paraugiem tiks veiktas botāniskā sastāva, sadalīšanās pakāpes un citas analīzes, lai iegūtu informāciju par purva veidošanos un kūdras uzkrāšanās apstākļiem. Iegūtie rezultāti tiks salīdzināti ar Valsts meliorācijas projektēšanas institūta 1984. gadā iegūtajiem datiem un tiks izmantoti kūdras krājumu precizēšanai paredzētās darbības robežās.

Apkopojot iegūto informāciju, var secināt, ka purvu veidošanās un kūdras uzkrāšanās apstākļi mēdz tikt ņemti vērā, izvērtējot kūdras iegulas īpašības, bet biežāk tiek izmantoti, izvēloties rekultivācijas paņēmienus. Ir sagaidāms, ka tajos purvos, kuri veidojušies, aizaugot ūdenstilpēm, būs pietiekama gruntsūdeņu pieplūde, lai varētu ierīkot ūdenstilpes. Taču tādi purvi, kas izveidojušies, pārpurvojoties sauszemei, visticamāk, arī pēc kūdras ieguves papildināties ar ūdeni galvenokārt no atmosfēras nokrišņiem, un tajos var sagaidīt sekmīgāku augstā purva renaturalizācijas procesu attīstību un var stādīt arī sfagnus, jo būs skāba vide, kur pH mazāks par 4,5.

Izmantotā literatūra

- Gavena, I. (red.) 2002. Ietekmes uz vidi novērtējums. Rīga.
- Ietekmes uz vidi novērtējums [B. d.]. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Pieejams: http://www.varam.gov.lv/lat/darbibas_veidi/ietekmes_uz_vidi_novertejums/ [Skatīts 01.12.2016.]
- Kārtība, kādā novērtē paredzētās darbības ietekmi uz vidi un akceptē paredzēto darbību. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr. 18. Pieņemti 13.01.2015.
- Nusbaums, J. 2013. "Lutinānu" purva kūdras ieguves lauku paplašināšana. Rīga.
- Par ietekmes uz vidi novērtējumu. Pieņemts 14.10.1998. Latvijas Republikas Saeima.
- Vides pārraudzības valsts birojs. 2009. Programma ietekmes uz vidi novērtējumam kūdras ieguves lauku paplašināšanai atradnē "Drabiņu purvs", Jelgavas rajonā, Valgundes novadā. Rīga.
- Vides pārraudzības valsts birojs. 2013. Programma ietekmes uz vidi novērtējumam kūdras ieguvei atradnē "Nidas purvs" Dienvidkurzemes mežsaimniecības Nīcas meža iecirkņa teritorijā Rucavas novada Rucavas pagastā. Pieejams: http://www.vpvb.gov.lv/data/files/Programma_Nidas_purvs.pdf [Skatīts 26.12.2016.]
- Vides pārraudzības valsts birojs. 2014. Programma ietekmes uz vidi novērtējumam kūdras ieguvei atradnē "Lutināni" Balvu novadā. Rīga.
- Zelčs, V., Markots, A. 1999. Ģeoloģiskās informācijas izmantošana teritorijas attīstības plānošanā. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga.
- Zeļeņākovā, M., Zvijākovā, L. 2016. Risk analysis within environmental impact assessment of proposed construction activity. Elsevier. Pieejams: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925515300184> [Skatīts 06.01.2017.]

SAPROPEĻA DEFINĪCIJA UN KLASIFIKĀCIJAS IESPĒJAS

Karina STANKEVIČA, Māris KĻAVIŅŠ, Laimdota KALNIŅA

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: karina.stankevica@lu.lv

Sapropelis ir daļēji un lēni atjaunojams zemes dziļu resurss, ko veido organogēni nogulumi, kas uzkrājušies ūdens vidē, stāvošās vai lēni caurtekošās ūdenstilpēs no ūdensaugu un dzīvnieku organismu atliekām, kā arī ūdenstilpē esošām vai no sateces baseina ienestām minerālo vielu daļiņām. Atkarībā no ūdenstilpes fiziogēogrāfiskajiem apstākļiem, lieluma, hidroloģiskā režīma, gultnes un sateces baseina rakstura organiskās atliekas var uzkrāties kopā ar smilti, mālu vai aleirītiem, kā arī kalcija karbonātiem un citām vielām. Sapropelis pēc savas konsistences ir želejveidīga, koloidālas struktūras masa, kurā organisko vielu daudzums variē no 15 līdz 95%, bet dabīgais mitrums var mainīties 70 līdz 95%, taču, ja sapropelis izžūst, tad pēc tam to vairs nav iespējams samitrināt. Sapropelīm ir augsta viskozitāte, plastiskums, kā arī tam konstatētas līmvielas īpašības. Nogulumu krāsa var mainīties atkarībā no to sastāva. Visbiežāk tā ir tumši olīvbrūna, pelēka vai zaļgana. Sapropelis jeb gitija ir uzkrājies ezerā vai cita tipa ūdens vidē kopš holocēna sākuma, tikko klimatiskie apstākļi bija pietiekami ūdenstilpēs mītošās floras un faunas intensīvai attīstībai.

Vārds "sapropelis" cēlies no grieķu valodas vārda *sapros* 'sapuvis' + *pelos* 'dubļi', tātad nozīmē – sapuvuši dubļi. Sākotnēji šo terminu ieviesa, lai definētu tumšus, nekonsolidētus nogulumus, kas anaerobos apstākļos izveidojušies no augu un dažādu organismu atliekām ezeru vai seklu jūru gultnē. Mūsdienās ar vārdu "sapropelis" saprot subfosilus, ar organiskām vielām bagātus ūdenstilpju nogulumus.

Termins "gitija" galvenokārt tiek lietots Ziemeļeiropā paleolimnoloģiskajos pētījumos, lai definētu ar organiskajām vielām bagātu ezeru nogulumus. Terminu "gitija" pirmo reizi lietojis zviedru zinātnieks Hampus von Posts 1862. gadā, ar šo terminu apzīmējot gaišas krāsas organiskos nogulumus, kas sastāv no planktonu daļiņu, molusku čaumalu, hitīna palieku, putekšņu, sporu un minerālu daļiņu maisījuma un kas veidojušies eitrofās ūdenstilpēs. Mūsdienās ar terminu "gitija" (angļu val. *Gyttja*) dažādā zinātniskajā literatūrā tiek apzīmēti nogulumi, kas klasiskajā dabas resursu vai derīgā izrakteņa izpratnē attiecināmi uz sapropeli.

Ieteicamā sapropeļa definīcija ir šāda: sapropelis ir subfosili, koloidāli kontinentālo ūdenstilpju nogulumi ar smalkgraudainu vai želejveida struktūru, kas satur nozīmīgu daudzumu organisko vielu, augu un ūdenī mītošu organismu atlieku un pārsvarā nelielu neorganiskās izcelsmes komponentu saturu.

Latvijā, tāpat kā daudzās valstīs pasaulē, sapropeļa klasifikācija izstrādāta, uzskatot tos par organogēniem nogulumiem, par vērtīgu dabas resursu ar iespējamo pielietojumu lauksaimniecībā, balneoloģijā un rūpniecībā.

Sapropeļa atradnes Latvijas teritorijā ir izvietotas nevienmērīgi. Visvairāk sapropeļa atradņu ir augstieņu teritorijās, kur ir daudz nelielu ezeru, it sevišķi Latgales augstienē. Dabiskās izcelsmes sapropeļa īpašības un pieejamība ir iemesls tā plašajai izmantošanai lauksaimniecībā, ķīmijas industrijā, dārzkopībā un citās nozarēs.

Lai klasificētu sapropeli, zinātnieki, izvēloties atšķirīgus prioritāros kritērijus, ir izveidojuši dažādas sistēmas. Tā, piemēram, Lietuvas pētnieki iedalā šo nogulumu trīs tipos: biogēnajā, klastiskajā un jauktajā tipā. Sīkāk katrs tips iedalās klasēs un apakštipos, kas primāri izriet no to ķīmiskā sastāva un tālāk – no pelnainības un dažādu oksīdu klātbūtnes materiālā. Tā kā sapropēja sastāvs un īpašības ir atkarīgas no ļoti daudziem faktoriem šī noguluma veidošanās laikā, šajā klasifikācijā sapropelis tiek analizēts pēc septiņiem kvantitatīvajiem rādītājiem. Tas primāri ir sistematizēts četros tipos: biogēnais, silikātu, karbonātu un jauktais. Kā diagnostikas pazīme šajā klasifikācijā tiek izmantota arī pelnainība. Mazpelnainais sapropelis satur pelnu daudzumu, kas mazāks par 30%, savukārt pelnainais sapropelis satur 31–85% pelnu. Organiskais sapropelis ir ar organiskajām vielām bagātāks sapropēja veids (70–93%), kuram var būt paaugstināts skābums (pH 3,5–6). Jauktajā sapropelī ir liels daudzums organisko vielu (50–68%), tas ir bagāts ar kalciju, fosforu, slāpekli un mikroelementiem. Karbonāta un alumosilikāta sapropelīm ir liels mikroelementu saturs, taču organisko vielu saturs tajā ir vien 25–60%.

Tabula. Sapropēja klasifikācija

Tips	Klase	Veids	Apz.	Veida diagnostikas pazīmes					Izmantošana
				Pelnainība, %	Oksīdi sausnē, %		Bioloģiskais un mineraloģiskais sastāvs, %		
					Ca	Fe			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Biogēns	Organo-gēns	Kūdrains		< 30	< 8	< 5	augstākie augi	> 35	Humusvielu preparāti, augšanas stimulatori, celtniecības materiālu ražošana, mēslojums
		Zoogēns-alģu					dzīvnieki	> 15	Ārstnieciskās dūņas, bioloģiski aktīvas vielas, ķīmiskā pārstrāde, mēslojums
		Dažād-alģu					alģu summa	> 45	Ārstnieciskās dūņas, bioloģiski aktīvas vielas, ķīmiskā pārstrāde, mēslojums
		Zilaļģu					zilaļģes	> 35	Pildvielas, urbšanas šķīdumi, ārstnieciskās dūņas, saistviela, mēslojums
		Zaļalģu					zaļalģes	> 35	Urbšanas šķīdumi, ārstnieciskās dūņas, saistviela, mēslojums
	Kram-alģu	Kramalģu		< 65	< 8	< 5	kramalģes	> 35	Augšanas stimulatori, ārstnieciskās dūņas, mēslojums

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Silikātu	Organo- gēns- silikātu	Organo- gēns- smilšains		30-65	< 8	< 5	organiskas atliekas smilts	40 > 30	Mēslojums, ārst- nieciskās dūņas, urbšanas šķīdums, ķīmiskā pārstrāde	
		Organo- gēns- aleirītisks					organiskas atliekas aleirīts	40 > 30		
		Organo- gēns- mālais					organiskas atliekas māls	40 > 30		
		Kram- aļģu- smilšains					kramalģes smilts	< 20 > 30		
		Kram- aļģu- aleirītisks					kramalģes aleirīts	< 20 > 30		
		Kram- aļģu- mālais					kramalģes māls	< 20 > 30		
	Silikātu	Smilšains		65-85	< 8	< 10	smilts	30-50	Augsnes ielabotājs	
		Aleirītisks					aleirīts	30-50		
		Mālais					māls	30-50		
	Karbonātu	Karbo- nātu	Organo- gēns- kaļķains		< 30	6-20	< 5	organiskas atliekas kalcīts	40 < 20	Mēslojums, barības piedeva, ķīmiskā pārstrāde
			Smilšaini kaļķains		30-65	8-20	< 5	kalcīts smilts	< 20 30-50	Mēslojums, aug- snes kaļķošana
			Aleirītiski kaļķains					kalcīts aleirīts	< 20 30-50	
Mālaini kaļķains				kalcīts māls				< 20 30-50		
Kaļķaini smilšains				kalcīts aleirīts				< 20 > 50		
Kaļķaini aleirītisks				65-85	8-20	< 5	kalcīts māls	< 20 > 50	Piedeva augšņu uzlabošanai	
Kaļķaini mālais							kalcīts smilts	< 20 > 50		
Kaļķains				< 85	> 20	< 5	kalcīts	> 20	Augšņu kaļķoša- na, ārstnieciskās dūņas, dzīvnieku barības piedeva	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jauktais	Dzelzi saturošais	Organoģēns-limonītisks		< 65	< 8	5-10	limonīts	5-10	Mēslojums
		Kaļķaini limonītisks		< 65	8-20	5-10	limonīts	5-10	Augšņu kaļķošana, tamponāžas šķidrums, ārstnieciskās dūņas
		Limonītiski kaļķains		< 85	> 20	5-10	limonīts	5-10	Augšņu kaļķošana
		Limonītu		< 85	< 8	> 10	limonīts	> 10	Neizmanto
	Sēru saturošais	Sulfīdu		< 85	< 8	< 5	sulfīdi	> 10	
	Jauktais	Organoģēns-silikātu-kaļķains		< 30	8-20	< 5	silikāti karbonāti sulfīdi	< 10	Mēslojums, celtniecības materiālu ražošana, ārstnieciskās dūņas
		Silikātu-kaļķains-limonītisks		< 30	8-20	5-10	silikāti karbonāti limonīts	< 10	Urbšanas šķidrums, celtniecības materiālu ražošana, ārstnieciskās dūņas
		Organoģēns-silikātu-limonītisks		< 30	< 8	5-10	silikāti limonīts sulfīdi	< 10	Ārstnieciskās dūņas
		Organoģēns-kaļķains-sulfīdu		< 30	8-20	< 5	karbonāti sulfīdi	> 10	Ārstnieciskās dūņas

SAPROPEĻA RESURSU SISTEMATIZĀCIJA UN IZMANTOŠANAS POTENCIĀLA REGIONĀLAIS SADALĪJUMS LATVIJĀ

**Karina STANKEVIČA, Zane VINCĒVIČA-GAILE, Māris NARTIŠS,
Dāvis VARAKĀJS, Māris KĻAVIŅŠ, Laimdota KALNIŅA**

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *karina.stankevica@lu.lv*

Ievads

Latvija nav bagāta ar rūdu un citu stratēģiski nozīmīgu derīgo izraktenņu iegulām, tāpēc valsts rūpniecības attīstība tiek balstīta uz tādiem vietējiem dabas resursiem kā koksne un vietējiem nerūdu derīgajiem izrakteniem, kā smilts un grants, kūdra un sapropelis.

Sapropelis ir nozīmīgs organiskā materiāla izejvielu avots, kas veidojas iekšzemes ūdenstilpēs no atmirušu augu un ūdens organismu atliekām. Sapropēja resursu apjoms un plašās izmantošanas iespējas (Stankeviča, Kļaviņš, 2013) padara to par valsts mēroga stratēģisku dabas resursu ne tikai Latvijā, bet arī Lietuvā (Kozlovska et al., 2015), Igaunijā (IBP, 2015), Baltkrievijā (Kurzo et al., 2012), Krievijā un citās valstīs (ШТИН, 2005).

Latvijas teritorijā zinātniskā interese par sapropeli aizsākās pagājušā gadsimta sākumā. 20. gs. 20. gados Pētera Nomala vadībā tika uzsākta purvu sapropēja iegulu izpēte, tika apzinātas vairāk nekā 400 sapropēja atradnes purvos zem kūdras. Vēlāk šos pētījumus turpināja Latvijas Hidrotehnikas un meliorācijas zinātnes pētījumu institūts (Kaķītis, 1999). Ķīmiski tehnoloģiska sapropēja izpēte tika aizsākta 1950. gadā, un no 1957. gada līdz 1967. gadam to īstenoja Zinātņu akadēmijas Koksnes ķīmijas institūtā. Nikolaja Brakša vadībā aizsākās pirmie mērķtiecīgie ezeru sapropēja pētījumi. Mežsaimniecības problēmu institūtā, Koksnes ķīmijas institūtā un Latvijas Lauksaimniecības akadēmijā veiktie pētījumi atklāja sapropēja saistvielas spējas (Brakšs u. c., 1960; Gružāns, 1960). Sapropeli iespējams izmantot kokšķiedru un lauksaimniecības atkritumu plātņu, kā arī dažādu kompozītmateriālu izgatavošanā (Obuka et al., 2016). Šajā laikā tika apsekoti 250 Latvijas ezeri un iegūtajiem sapropēja paraugiem tika veiktas dažādas ķīmiskās analīzes un pētītas izmantošanas iespējas, izvirzot par galveno uzdevumu atrast veidu, kā sapropeli izmantot par augsnes mēslojumu (Бракш, 1971). Tomēr 20. gs. 70. gados, attīstoties masveida minerālmēslojuma ražošanas nozarei, sapropēja pētījumi tika pārtraukti, atsaucoties uz mākslīgo minerālmēslojumu augstāku efektivitāti (Kaķītis, 1999). Tikai 20. gs. 80. gadu beigās, izprotot organiskā mēslojuma nozīmi augsnes auglības nodrošināšanā, uzņēmums "Latvijas agroķīmija" (vēlāk "Ražība") atsāka sapropēja izpēti un izmantošanu lauksaimniecībā. Šajā jomā pētījumus atsāka arī Latvijas Lauksaimniecības akadēmija un Zemkopības zinātniskās pētniecības institūts. Laikā no 1990. gada līdz 2000. gadam tika meklētas ezeru sapropēja atradnes. Pārskatos par sapropēja meklēšanas darbiem pa Latvijas administratīvajiem rajoniem ir apkopoti gan iepriekš veikto sapropēja atradņu izpētes rezultāti, gan jauniegūti dati (Латвгеология, 1991; 1992; Latvijas ģeoloģija, 1994; Geo-Konsultants, 1995; 1996; 1997; 1998; 1999; 2000).

Lai informācija par sapropeļa resursu izvietojumu un krājumiem Latvijā kļūtu viegli pieejama sabiedrībai un lai tiktu apzinātas perspektīvas sapropeļa rūpnieciskās iegulas, kā arī lai būtu iespējams veikt inovatīvas analīzes, izmantojot ĢIS programmatūru, datus ir nepieciešams digitalizēt, izveidojot ezeru sapropeļa datubāzi, kas piesaistīta ĢIS ezeru un pagastu slāņiem atbilstoši spēkā esošajam administratīvi teritoriālajam iedalījumam. Tādējādi pētījuma mērķis ir sistematizēt pieejamo informāciju par ezeru sapropeļa resursiem Latvijas teritorijā, izveidojot sapropeļa datubāzi.

Materiāli un metodes

Par izejmateriālu ezeru sapropeļa datubāzes izveidošanai izmantoti Kompleksās ģeoloģiskās izpētes ekspedīcijas dati (Латвгеология, 1991; 1992; Latvijas ģeoloģija, 1994; Geo-Konsultants, 1995; 1996; 1997; 1998; 1999; 2000), kā arī citi avoti (Бракш, 1971; Leinerte, 1988; Latvijas ezeri, 2017).

Datubāze ir sagatavota ĢIS vidē *ESRI Shapefile* formātā LKS-92 TM koordinātu sistēmā ar mēroga noteiktību 1:10 000 un UTF-8 rakstzīmju kodējumu. Ezeru poligona slānis izveidots, par pamatu izmantojot *GIS Latvija 10.2* (Envirotech, 2013) brīvpieejas datubāzes ūdenstilpju slāni. Izveidotajā slānī ir iekļauta informācija par datubāzes objekta – ezera – parametriem (1. tabula), kas tika iegūti no dažādiem uzziņu avotiem.

Ezeri, kas nebija iekļauti *GIS Latvija* ūdenstilpju slānī, tika ievietoti no jauna izveidotā slānī, kombinējot datus no ortofoto un lielmēroga topogrāfiskajām kartēm (ORTOFOTO 3 NIR, 2009; TOPO 10 K PSRS).

1. tabula. Ezeru poligona slāņa atribūti

<i>Apzīmējums</i>	<i>Paskaidrojums</i>
OBJECTID	Objekta individuālais numurs
TIPS	Ezers (ar iespēju, paplašinot datubāzi, izvēlēties tipu: purvs, upe)
NOSAUKUMS	Objekta (ezers/purvs/upe) nosaukums
SHAPE_AREA	Objekta (ezers/purvs/upe) kartē iezīmētais poligona ūdens spoguļa laukums
S_IEGULA	(Ir) objekts skaitās rūpnieciski nozīmīga sapropeļa iegula; (Nav) objekts neskaitās rūpnieciski nozīmīga sapropeļa iegula
ESI_NR	Objekta numurs saskaņā ar ezeru sapropeļa atradņu pasēm
EZ_IEPLAK	Ezera ieplakas veids: starppauguru; noteces leja; aizsprosta katliene; glaciokarsta ieplaka utt. saskaņā ar informācijas avotu
EZ_NOT	Ezera ūdens režīms: caurteces, noteces, beznoteces
EZ_TROF	Ezera trofiskums: oligotrofs, eitrofs, distrofs utt.
AIZPILD	Ezerdobes aizpildīšanas koeficients (cik lielu daļu no ezerdobes aizņem sapropeļa nogulumu); lielums 0–1
UD_VID_DZ	Ezera ūdens vidējais dziļums (m) saskaņā ar informācijas avotu
UD_MAX_DZ	Ezera ūdens maksimālais dziļums (m) saskaņā ar informācijas avotu
UD_PLAT	Ezera ūdens platība (ha) saskaņā ar informācijas avotu
IZPET_LIM	Iegulas izpētes līmenis: (M) meklējumi, (I) izvērtēts, (D) detāls
AVOTS	Uzziņas avots

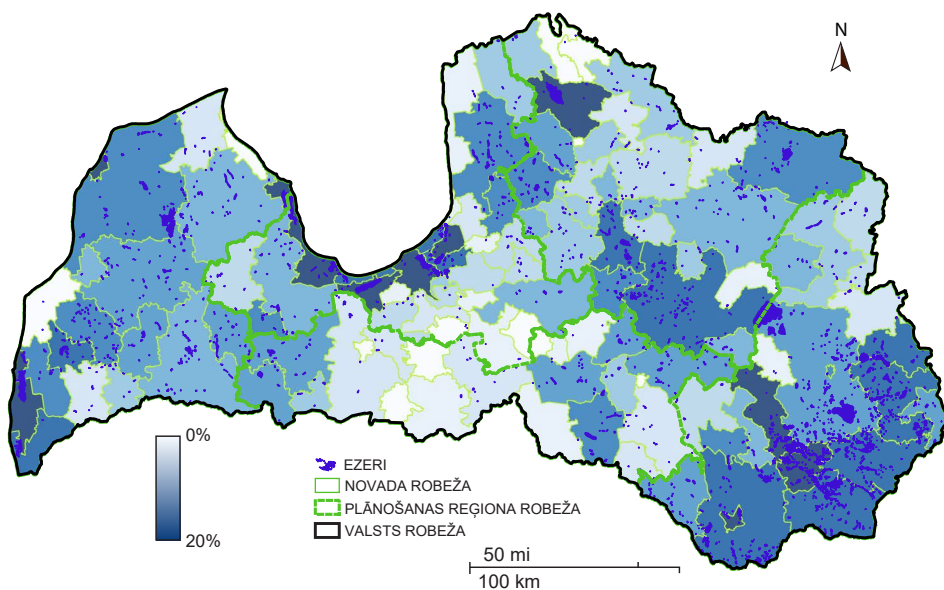
Ezeru sapropēja iegulas tika ievadītas datubāzē, izveidojot otro slāni. Tas ir sapropēja iegulu centroīdu (punktu) slānis, kur katrs objekts norāda noteiktas klases un noteikta veida sapropēja iegulas parametrus (2. tabula).

2. tabula. Ezeru sapropēja iegulu slāņa atribūti

<i>Apzīmējums</i>	<i>Paskaidrojums</i>
ID	Ja ezerā ir tikai viena sapropēja iegula, tad atbilst OBJECTID no ezeru slāņa. Ja ir vairākas iegulas, tad OBJECTID no ezeru slāņa tiek pievienots cipars no 1 līdz 9, skaitot no virsējās sapropēja iegulas
NOSAUKUMS	Objekta nosaukums saskaņā ar NOSAUKUMS no ezeru slāņa
KLASE	Sapropēja klase: O – organogēns OS – organogēns–silikātu K – karbonātu KR – kramains S – silikātu DZ – dzelzi saturošais
VEIDS	Sapropēja veids: za – zaļāļģu os – organogēns–smilšains ok – organogēns–kaļķains zi – zilāļģu oa – organogēns–aleirītisks sk – smilšaini kaļķains da – dažādaļģu om – organogēns–mālainis ak – aleirītiski kaļķains ku – kūdrainais ks – kramaļģu–smilšains mk – mālaini kaļķains zo – zoogēns–aļģu ka – kramaļģu–aleirītisks k – kaļķains kr – kramaļģu km – kramaļģu–mālainis ol – organogēns–limonītisks s – smilšains kl – kaļķaini limonītisks a – aleirītisks l – limonītisks m – mālainis s – sulfīdu
S_BIEZ_VID	Sapropēja slāņa vidējais biezums, m
S_BIEZ_MAX	Visa sapropēja slāņa maksimālais biezums ezerā, m
S_PLATIBA	Sapropēja rūpnieciskās iegulas platība, ha
MITRUMS	Sapropēja vidējais mitrums, %
PELNI	Sapropēja vidējā pelnainība, %
S_DAUDZ_M3	Sapropēja daudzums ar dabīgu mitrumu, tūkst. m ³
S_DAUDZ_T	Sapropēja masa ar mitrumu 60%, tūkst. t
PAMATNE	Ezera minerālā grunts zem sapropēja iegulas
ESI_Nr	Objekta numurs saskaņā ar ezeru sapropēja atradņu pasēm
Ca	Vidējais kalcija oksīda saturs iegulā, %
Fe	Vidējais dzelzs oksīda saturs iegulā, %

Rezultāti un diskusija

Datubāze kopumā satur informāciju par 1600 ezeriem visā Latvijas teritorijā. Ievadītie dati ļauj spriest par ezeru izvietojuma blīvumu Latvijas teritorijā, pēc nepieciešamības tos sagrupējot. 1. attēlā atspoguļota procentuālā attiecība, ko aizņem ezeri Latvijas novados. Dati atklāj, ka ezeru izvietojums ir nevienmērīgs; lielā daļā Zemgales (Lielupes apkārtnē) ezeru praktiski nav (tikai 0,4% no Zemgales plānošanas reģiona platības). Savukārt Mērsraga, Liepājas, Babītes novadā ezeru blīvums attiecībā pret novada teritoriju ir lielāks par 10%, kas ir augstākais rādītājs.



1. attēls. Ezeru izvietojuma blīvums Latvijas teritorijā

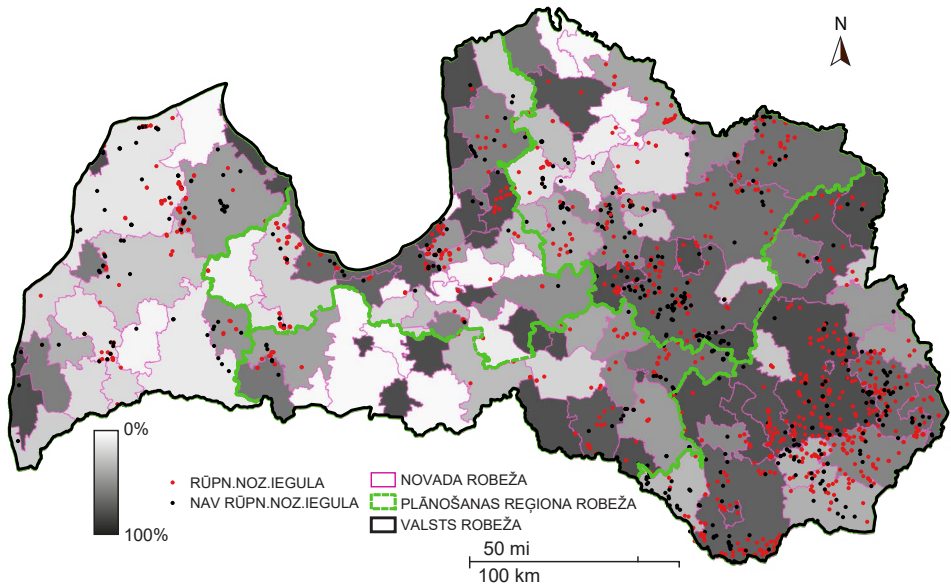
Attiecībā pret plānošanas reģiona kopējo teritoriju lielākais ezeru izvietojuma blīvums ir Kurzemes plānošanas reģionā (3,2%), tam seko Latgales (2,4%), Rīgas (1,7%), Vidzemes (1,0%) plānošanas reģions.

Sapropēja resursu meklēšanas darbi vispilnīgāk veikti Latgales plānošanas reģionā, kur no 942 ezeriem ir izpētīti 518 ezeri jeb 79% (2. att., 3. tabula).

3. tabula. Informācija par ezeriem un sapropēja atradnēm Latvijas plānošanas reģionos

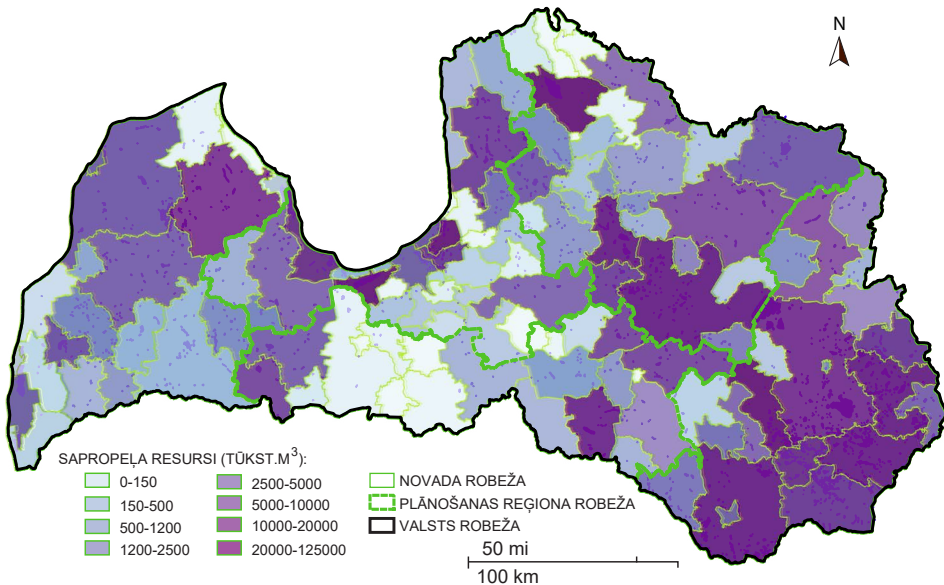
Plānošanas reģions		Informācija par ezeriem		Kopējais apzinātais sapropēja apjoms (tūkst. m ³)	Sapropēja sadalījums pa klasēm (%)					
Nosaukums	Terit. platība (km ²)	Kopējā platība (km ²)	Sapropēja izpētes pakāpe (%)		OS	K	O	DZ	KR	S
Rīgas	10 440,1	153,6	57,0	154 056,0	23,9	12,0	11,2	12,0	-	41,0
Kurzemes	13 598,5	212,4	53,6	69 700,9	32,2	9,5	6,9	3,1	0,5	47,8
Zemgales	10 734,2	56,3	61,4	94 644,0	65,6	3,9	28,5	0,3	0,4	1,3
Vidzemes	15 251,2	202,3	60,4	206 447,6	42,5	3,1	18,2	31,7	0,4	4,1
Latgales	14 565,0	331,5	79,0	404 822,1	63,5	5,1	19,9	1,2	-	10,4

Šajā reģionā ir pieejams vislielākais kopējais sapropēja apjoms – vairāk nekā 404 mlj m³, no kuriem > 60% veido organogēns silikātu sapropelis un gandrīz 20% organogēnais sapropelis, bet kramalģu sapropelis nav raksturīgs. Turklāt Latgales plānošanas reģionā atrodas lielākā daļa rūpnieciski nozīmīgo sapropēja iegulu.



2. attēls. Apzināto sapropeļa resursu procentuālais sadalījums Latvijā

Kaut gan Kurzemes plānošanas reģionā ir lielākā ezeru platība attiecībā pret reģiona teritoriju, no sapropeļa resursiem, kuru kopējais apjoms ir ap 70 mlj m³ (3. att.), gandrīz pusi veido sīlīkātu sapropelis, kam ir zems izmantošanas potenciāls.



3. attēls. Kopējais sapropeļa resursu apjoms Latvijas teritorijā

Arī Rīgas plānošanas reģionā, kur kopējais sapropēja apjoms ir lēsts ap 154 mlj m³, 41% ir silikātu un 12% dzelzi saturošs sapropelis, kam arī ir zems izmantošanas potenciāls (ШТИН, 2005).

Dati liecina, ka ezerdobju aizpildījumam ar sapropeli visaugstākais koeficients ir Latgales plānošanas reģionā (vidēji 0,61), bet viszemākais – Kurzemes plānošanas reģionā (0,54). Pārējos reģionos ezerdobju aizpildījums būtiski neatšķiras un ir 0,56–0,60.

Secinājumi

Līdz šim sapropēja meklēšana ir veikta vairāk nekā pusē Latvijas ezeru (kopējais ezeru skaits Latvijā ir vairāk nekā 2200), kuros kopumā apzināti apmēram 930 mlj m³ sapropēja, tas ļauj sapropeli vērtēt kā nozīmīgu Latvijas dabas resursu. Līdz ar to sapropēja datubāzes izveide ir nozīmīgs solis Latvijas dabas resursu apzināšanā un sistematizācijā gan attiecībā uz to izvietojumu, gan pieejamo apjomu, kas ir svarīgi ne tikai valsts mērogā, bet arī nodēriģi reģionālās uzņēmējdarbības veicināšanai. Datubāze ļaus efektīvāk veikt sapropēja resursu izmantošanas potenciāla aplēses un ekonomiskos aprēķinus.

Izmantotā literatūra

- Brakšs, N., Alksne, A., Āboliņš, J., Kalniņš, A. 1960. Sapropēja un kūdras humīnskābes kā saistviela koksnes atlikumu izmantošanā. Zinātņu Akadēmijas Vēstis, 10 (159): 101–108.
- Envirotech. 2013. GIS Latvija 10.2. Envirotech Homepage. Pieejams: <http://www.envirotech.lv/lv/aktualitates/gis-latvija-10-2/> [Skatīts 15.01.2017.]
- Geo Consultants SIA. 1995. Pārskats par ezeru sapropēju atradņu meklēšanas darbiem Madonas rajona ezeros. 3 grāmatās. LVĢMC, Rīga.
- Geo Consultants SIA. 1996. Pārskats par ezeru sapropēju atradņu meklēšanas darbiem Dobeles, Kuldīgas, Saldus, Talsu un Tukuma rajonos. 3 grāmatās. LVĢMC, Rīga.
- Geo Consultants SIA. 1997. Pārskats par ezeru sapropēju atradņu meklēšanas darbiem Valkas, Valmieras, Cēsu, Ogres, Bauskas un Aizkraukles rajonos. 4 grāmatās. LVĢMC, Rīga.
- Geo Consultants SIA. 1998. Pārskats par ezeru sapropēju atradņu meklēšanas darbiem Rēzeknes, Preiļu un Jēkabpils rajonos. 4 grāmatās. LVĢMC, Rīga.
- Geo Consultants SIA. 1999. Pārskats par ezeru sapropēju atradņu meklēšanas darbiem Alūksnes, Balvu, Gulbenes un Ludzas rajonos. 3 grāmatās. LVĢMC, Rīga.
- Geo Consultants SIA. 2000. Pārskats par ezeru sapropēja atradņu meklēšanas darbiem Krāslavas rajonā. 3 grāmatās. LVĢMC, Rīga.
- Gružāns, A. 1960. Sapropēļbetons. LLA Raksti, 9. sēj., 547.–561. lpp.
- IBP, Inc. 2015. Baltic countries (Estonia Latvia Lithuania) mineral industry handbook: Strategic information and regulations. Washington, IBP, p. 286.
- Kaķītis, A. 1999. Energoekonomiskas sapropēja ieguves tehnoloģijas. Promocijas darbs inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai. LLU, Jelgava, 111 lpp.
- Kozlovskā, J., Dumčius, A., Šerevičienē, V., Petraitis, E. 2015. Distribution of heavy metals in the lake Talkša (Lithuania) sapropel and possibilities of practical use. Environmental Engineering and Management Journal, 14: 29–35.
- Kurzo, B. V., Gajdukevich, O. M., Zhukov, V. K. 2012. Researches in the field of genesis, resources and development of sapropel deposits in Belarus. Nature management, 22: 57–66.
- Latvijas ģeoloģija. 1994. Pārskats par ezeru sapropēju atradņu meklēšanas darbiem Daugavpils rajonā. Rīga.
- Latvijas ezeri. Pieejams: <https://www.ezeri.lv/database/> [Skatīts 15.01.2017.]
- Leinerte, M. 1988. Ezeri deg! Zinātne, Rīga, 94 lpp.
- Obuka, V., Veitmans, K., Vincēviča-Gaile, Z., Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2016. Sapropel as an adhesive: assessment of essential properties. Research for Rural Development, 2: 77–82.
- ORTOFOTO 3 NIR. 2009. LĢIA Latvijas 3. etapa tuvā infrasarkanā spektra ortofoto karšu mozaika. LU ĢZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv/wms.html> [Skatīts 15.01.2017.]

- Stankeviča, K., Kļaviņš, M. 2013. Sapropelis un tā izmantošanas iespējas. *Material Science and Applied Chemistry*, 29: 109–126.
- ТОО 10К PSRS. Bijušās PSRS armijas ģenerālštāba 63. gada un 42. gada sistēmas topogrāfisko karšu mozaīka mērogā 1:10 000. LU ĢZZF WMS. Pieejams: <http://kartes.geo.lv/wms.html> [Skatīts 15.01.2017.]
- Бракш, Н. 1971. Сапропелевые отложения и пути их использования. Зинатне, Рига, 282 с.
- Латвгеология. 1991. Результаты поисков месторождения сапропеля в озерах Лиепайского и Вентспилкого районов. В 2-х книгах. Комплексная геологоразведочная экспедиция. Рига.
- Латвгеология. 1992. Результаты поисков месторождения сапропеля в озерах Рижского и Лимбажского районов. Комплексная геологоразведочная экспедиция. Рига.
- Штин, С. М. 2005. Озерные сапропели и их комплексное освоение. Москва, Московск. гос. горный университет, 373 с.

SPEKTROFOTOMETRA *PICARRO G2508* IZMANTOŠANAS IESPĒJAS SILTUMNĪCEFĒKTA GĀZU EMISIJU NOTEIKŠANAI DAŽĀDĀS AUGSNĒS

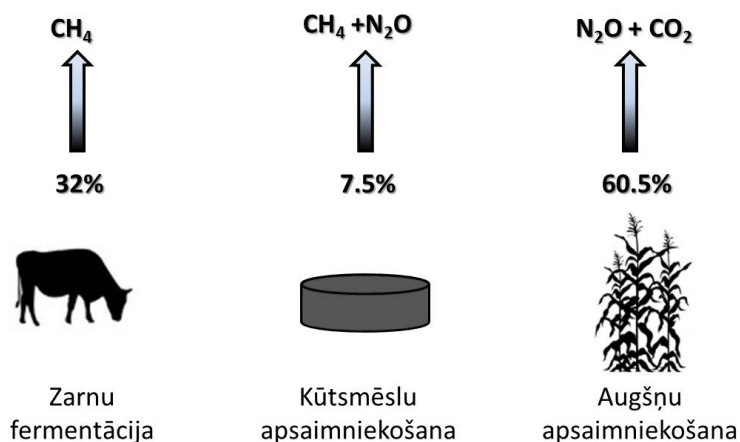
**Kristīne VALUJEVA, Inga GRĪNFELDE, Olga FROLOVA,
Jovita PILECKA, Laima BĒRZIŅA**

Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Vides un būvzinātņu fakultāte,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, e-pasts: *kristine.valujeva@llu.lv*

Ievads

Latvijas Republikas Saeima 1995. gadā ratificēja ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām. Konvencijas mērķis ir samazināt siltumnīcefekta gāzu (SEG) koncentrāciju atmosfērā līdz tādām līmenim, kas novērš bīstamu antropogēnu iejaukšanos klimata procesos. Latvijas saistības SEG emisiju samazināšanā nosaka 2002. gadā Saeimas ratificētais Kioto protokols. Otra Kioto protokola ietvaros līdz 2020. gadam Eiropas Savienībai un tādējādi arī dalībvalstīm ir jāsamazina emisijas par 20% salīdzinājumā ar 1990. gadu.

Lauksaimniecības sektors rada metāna (CH_4), slāpekļa (N_2O) un oglekļa dioksīda (CO_2) emisijas. SEG emisijas lauksaimniecībā rada lauksaimniecības dzīvnieku zarnu fermentācijas procesi, kūstmēslu apsaimniekošana, augšņu apsaimniekošana, kaļķošana, urīnvielas, minerālmēslu un organisko mēslu izmantošana, mājlopu ganīšana, kultūraugu atliekas, zemes lietojuma veida maiņa. Netiešās emisijas rada no atmosfēras piesaistītais slāpekļis un slāpekļa izskalošanās un notece. Procentuāli vislielākās emisijas lauksaimniecības sektorā rada augšņu apsaimniekošana (60,5%) un zarnu fermentācijas procesi (32%) (1. att.).



1. attēls. Galvenie SEG emisiju avoti lauksaimniecībā 2014. gadā (NIR, 2016)

Lauksaimniecības zemēs CO₂, N₂O un CH₄ emisijas ir atkarīgas no biofizikālajiem procesiem un organisko vielu uzņemšanas/sadalīšanās augsnē. Aerobos apstākļos augsnē veidojas CO₂, bet anaerobos apstākļos veidojas CH₄, minerālā slāpekļa nitrifikācijas un denitrifikācijas procesu rezultātā rodas N₂O emisijas.

CH₄ veidojas anaerobos apstākļos sezonāli vai pastāvīgi appludinātās augsnēs – šīs sistēmas ir nozīmīgi avoti, kas veicina metāna veidojošo mikroorganismu attīstību (Muñoz et al., 2010).

Kopējās N₂O emisijas ietekmē augsnes tips. Mālainās augsnēs ir augstākas N₂O emisijas nekā smilšainās augsnēs. Mālainās augsnēs ir maz makroporu, kas palielina anaerobo darbību augsnē un līdz ar to palielina N₂O emisijas (Signor et al., 2013).

CO₂ plūsma augsnēs ir atkarīga no sakņu elpošanas, fizikālajiem procesiem, kā arī no bioloģiskā materiāla sadalīšanās ātruma. CO₂ emisijas no augsnes veidojas ļoti mainīgās neviendabīgās augsnēs, un tās ietekmē mikroorganismu aktivitāte sakņu zonā, mikrobioloģiskie procesi, ražas pārpalikumi un izmantoto kūstmēsļu daudzums, kā arī mikroklimats un katalītiskās īpašības māla koloīdu šķīdumos (Muñoz et al., 2010).

Augsnes N transformācijas ātrums ir ievērojami lielāks lauksaimniecības zemēs ar augstāku organisko vielu daudzuma pieejamību nekā augsnēs ar zemu organisko vielu daudzumu. Augsnes apstrāde – uzāršana, mēslošana, kaļķošana, tauriņziežu kultūru sēšana, ganību apsaimniekošana – ietekmē N₂O veidošanās raksturu. Dažādas apsaimniekošanas metodes un tehnoloģijas var palīdzēt samazināt SEG emisijas no augsnes.

Neapstrādātās augsnēs, kas ir slikti aerētas, reģionos ar humīdo klimatu kopumā ir palielinātas N₂O emisijas, jo poru piepildījums ar ūdeni stipri ietekmē augsnes N₂O emisijas (Muñoz et al., 2010).

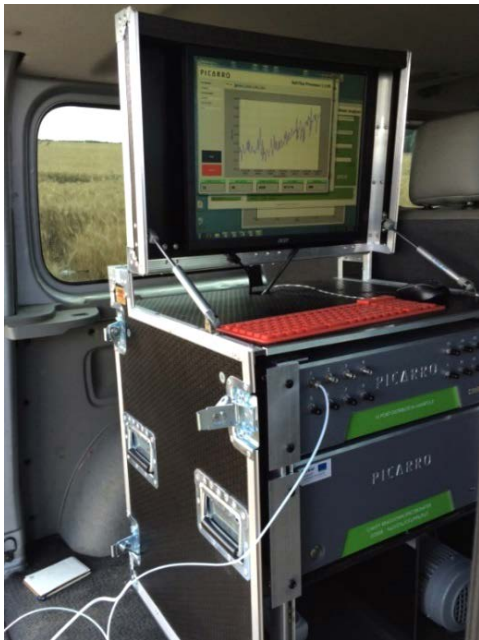
SEG emisiju mērījumiem tiek izmantota galvenokārt kameru metode, kur gāzu paraugs tiek ievākts manuāli ar noteiktu laika intervālu no izolētas kameras un analizēts laboratorijas apstākļos gāzu hromatogrāfā. Šī metode parasti dod 4–6 mērījumu punktus vienai kamerai, un tai ir zemāka precizitāte nekā spektrofotometram (Hensen et al., 2013; Christiansen et al., 2015). Pirmais rūpnieciski ražotais spektrofotometrs, ar kura palīdzību var izmērīt N₂O, CH₄, CO₂, NH₃ un H₂O vienlaicīgi ar 1 sekundes laika intervālu (Fleck et al., 2013), ļauj pētīt SEG emisijas no augsnēm, īpašu uzmanību pievēršot N₂O emisijām. Ir veikti daži pētījumi, lai noskaidrotu optimālu SEG emisiju mērījumu laiku (Gangon et al., 2016; Schmithausen et al., 2016; Brannon et al., 2016). Taču līdz šim nav skaidri definēts SEG emisiju mērījumu laiks, lai precīzi noteiktu emisiju apjomu, kuru ietekmē ne tikai augsnes apstākļi, bet arī strauji mainīgais gāzu sastāvs kamerā (Creelman et al., 2013). Vairākos pētījumos ir pierādīts, ka īsāks kameru aizvēršanas laiks būtiski samazina kļūdu iespējamību, kas saistās ar netipiskām gāzu sastāva izmaiņām kamerā mērījumu laikā (Cowan et al., 2014; Creelman et al., 2013; Venterea, Baker, 2008).

Materiāli un metodes

SEG mērījumi no augsnes tika veikti, izmantojot mobilo spektrofotometru *Picarro G2508* (2. att.), kas ļauj vienlaikus veikt piecu gāzu – N₂O, CH₄, CO₂, NH₃ un H₂O – mērījumus ar vienas sekundes vidējo intervālu. Iekārtas tehniskie parametri un tās izmantošanas iespējas ir sīkāk aprakstītas *Fleck et al.* (2013) pētījumā. Gāzu mērījumi tika veikti, izmantojot caurspīdīgas kameras, kuru pamatnes diametrs ir 23 cm, kameras tilpums – 3 l

(3. att.). Pamatne ir veidota no metāla, un tās apakšējā mala ir noasināta, lai to būtu vieglāk ievietot augsnē. Uz pamatnes novieto kupolu. Lai nodrošinātu gaisa necaurlaidīgu saslēgumu starp pamatni un kupolu, starp tiem ir rūpnieciski uzstādīta blīvgumija. Kameras savienojumus ar iekārtu *Picarro G2508* tika izveidots, izmantojot nerūsējošā tērauda savienojumus un 9 m garu teflona caurulīti, kuras iekšējais diametrs ir 1/16 collas un ārējais diametrs 1/8 collas, savukārt savienojums ar kameru tika veidots, izmantojot ātro savienojumu, kas izolēts ar gumijas blīvi.

Gaisa temperatūras mērījumi kamerā (2×) un augsnes temperatūras mērījumi tika veikti, izmantojot barometriskā spiediena mērītājus *Diver DI 500*, *Eijkelkamp*: āra gaisa mērītājs tika novietots ēnas pusē, kameras gaisa temperatūras mērītājs novietots kamerā tieši pirms kupola nostiprināšanas, un augsnes temperatūras mērīšanai iekārta ierakta augsnē 20 cm dziļumā.

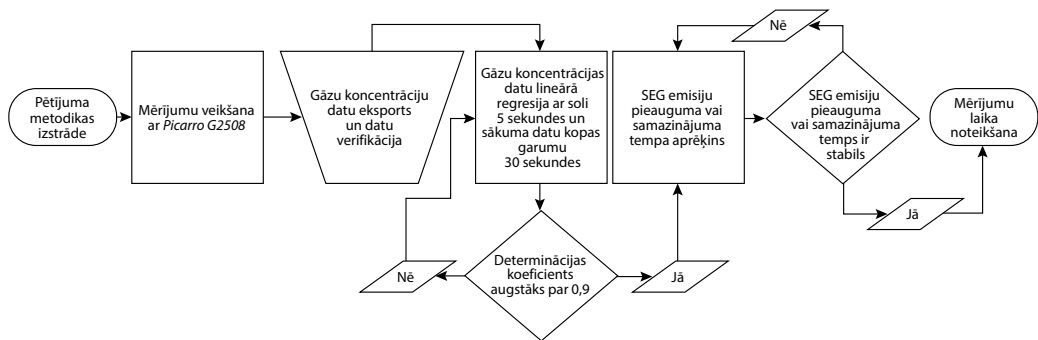


2. attēls. *Picarro G2508* (autors: J. Pilecka)



3. attēls. Kamera gāzu mērījumu veikšanai (autors: J. Pilecka)

Optimālā SEG emisiju mērījuma laika noteikšanas metodika ir redzama 4. attēlā. Lai noteiktu SEG mērījumu optimālo veikšanas ilgumu, tika analizēti augsnes emisiju dati kamerā, kurā mērījumi tika veikti 20 minūšu periodā (Anthony et al., 1995; Christiansen et al., 2011; Davidson et al., 2002). Veicot determinācijas koeficienta (R^2) aprēķinu, laika un koncentrāciju lineārai sakarībai (Conen, Smith, 2000; Forbrich et al., 2010; Kroon et al., 2008), laika intervāls tika palielināts ik pa 5 sekundēm, izmantojot lineārās regresijas metodi.



4. attēls. SEG emisiju mērījumu ilguma noteikšanas plūsmas diagramma

Iegūtās datu rindas tika apstrādātas, izmantojot šādu aprēķina algoritmu (Arhipova, Bāliņa, 2006):

$$C_i = E_i \cdot T + C_g$$

kur

C_i – gāzes koncentrācija, ppm

E_i – emisijas pieauguma vai samazinājuma temps, ppm/s

T – laiks, s

C_g – gāzes koncentrācija gaisā, ppm

$$R^2 = \left[\frac{n(\sum TC_i) - (\sum T)(\sum C_i)}{\sqrt{[n \sum T^2 - (\sum T)^2][n \sum C_i^2 - (\sum C_i)^2]}} \right]^2,$$

kur

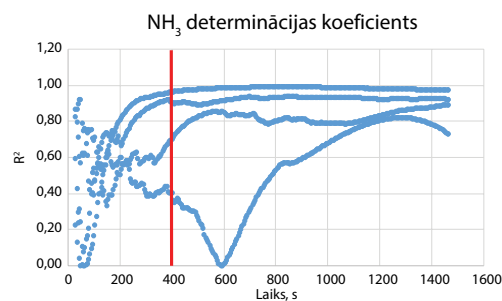
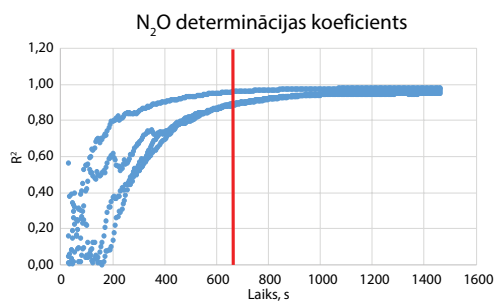
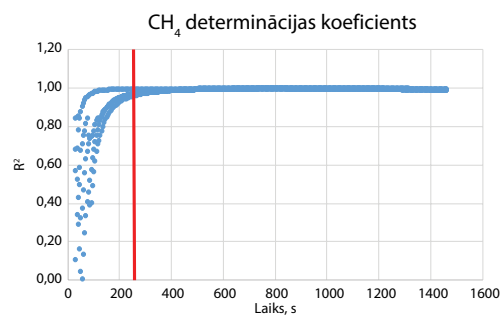
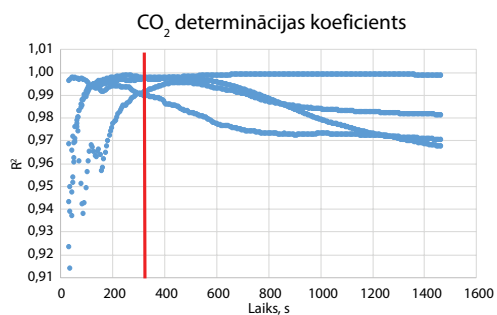
R^2 – determinācijas koeficients

T – laiks, s

C_i – gāzes koncentrācija gaisā, ppm

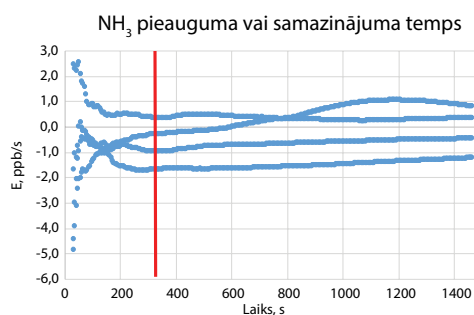
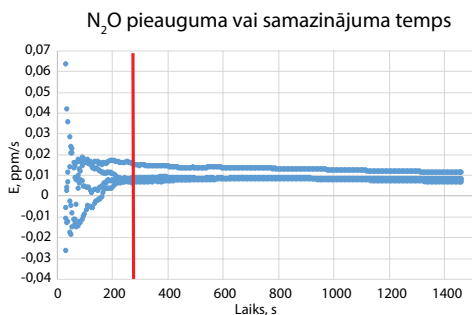
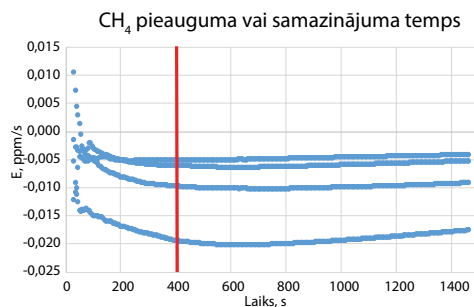
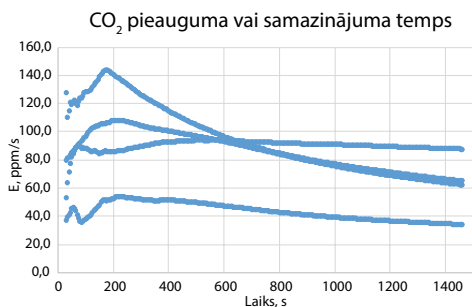
Rezultāti un diskusija

5. attēlā ir parādītas determinācijas koeficienta vērtības katrai gāzu mērījumu datu kopai atkarībā no mērījuma ilguma. R^2 vērtība CO_2 mērījumiem ir 200–300 sekundes, CH_4 mērījumiem – 200–300 sekundes, N_2O gāzei optimālais mērījumu laiks ir 650–800 sekundes, tas sakrīt ar *Christiansen et al.* (2015) pētījumā secināto, savukārt NH_3 lineārā regresijas metode nav izmantojama, jo R^2 vērtība ir ļoti svārstīga.



5. attēls. Determinācijas koeficienti katrai gāzu datu kopai

Identificējot emisijas pieauguma ātrumu, ir ieteicams neņemt vērā pirmās 200 sekundes, jo visām gāzēm šajā periodā tiek uzrādītas nepamatoti zemas vai nepamatoti augstas emisijas pieauguma ātruma vērtības, kas nostabilizējas pēc pirmajām 200 sekundēm (6. att.).



6. attēls. SEG emisiju pieauguma vai samazinājuma temps katrai gāzu datu kopai

Secinājumi

Procentuāli vislielākās emisijas lauksaimniecības sektorā rada augšņu apsaimniekošana (60,5%), piemēram, minerālmēsļu un organisko mēsļu izmantošana, augsnes kaļķošana, zemes lietojuma veida maiņa. Lai noteiktu emisijas apjomu un iegūtu statistiski nozīmīgus mērījumu datus, ir ieteicams neņemt vērā pirmās 200 sekundes, tāpēc CO₂ gāzei no iekārtas ieslēgšanas brīža mērījumus ir nepieciešams veikt 400–500 sekundes, N₂O gāzei – 850–1000 sekundes, CH₄ gāzei – 400–500 sekundes, savukārt NH₃ gāzes optimāla mērījumu laika noteikšanai ir nepieciešams izmantot citu metodi.

Izmantotā literatūra

- Anthony, W. H., Hutchinson, G. L., Livingston, G. P. 1995. Chamber measurement of soil-atmosphere gas exchange: linear vs. diffusion-based flux models. *Soil Science Society of America Journal*, 59 (5): 1308–1310.
- Arhipova, I., Bāliņa, S. 2006. *Statistika ekonomikā un biznesā*. Datorzinību Centrs, Rīga, 364 lpp.
- Brannon, E. Q., Moseman-Valtierra, S. M., Rella, C. W., Martin, R. M., Chen, X., Tang, J. 2016. Evaluation of laser-based spectrometers for greenhouse gas flux measurements in coastal marshes. *Limnology and Oceanography: Methods*, 14 (7): 466–476. DOI: 10.1002/lom3.10105.
- Chen, G. C., Tam, N. F. Y., Ye, Y. 2010. Summer fluxes of atmospheric greenhouse gases N₂O, CH₄ and CO₂ from mangrove soil in South China. *Sci Total Environ (AMSTERDAM; PO BOX 211, 1000 AE AMSTERDAM, NETHERLANDS)*, 408: 2761–2767.
- Chen, G. C., Tam, N. F. Y., Wong, Y. S., Ye, Y. 2011. Effect of wastewater discharge on greenhouse gas fluxes from mangrove soils. *Atmos Environ*, 45: 1110–1115.
- Chen, H., Winderlich, J., Gerbig, C., Hofer, A., Rella, C., Crosson, E., Pelt, A. V., Steinbach, J., Kolle, O., Beck, V. 2010. High-accuracy continuous airborne measurements of greenhouse gases (CO₂ and CH₄) using the cavity ring-down spectroscopy (CRDS) technique. *Atmospheric Measurement Techniques*, 3: 375–386.
- Christiansen, J. R., Barrera Romero, A. J., Jørgensen, N. O. G., Glaring, M. A., Jørgensen, C. J., Berg, L. K., Elberling, B. 2015. Methane fluxes and the functional groups of methanotrophs and methanogens in a young Arctic landscape on Disko Island, West Greenland. *Biogeochemistry*, 122: 15–33. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-014-0026-7>
- Christiansen, J. R., Korhonen, J. F. J., Juszczak, R., Giebels, M., Pihlatie, M. 2011. Assessing the effects of chamber placement, manual sampling and headspace mixing on CH₄ fluxes in a laboratory experiment. *Plant and Soil*, 343 (1–2): 171–185.
- Conen, F., Smith, K. A. 2000. An explanation of linear increases in gas concentration under closed chambers used to measure gas exchange between soil and the atmosphere. *European Journal of Soil Science*, 51 (1): 111–117.
- Cowan, N. J., Famulari, D., Levy, P. E., Anderson, M., Bell, M. J., Rees, R. M., Reay, D. S., Skiba, U. M. 2014. An improved method for measuring soil N₂O fluxes using a quantum cascade laser with a dynamic chamber. *European Journal of Soil Science*. DOI: 10.1111/ejss.12168.
- Creelman, C., Nickerson, N., Risk, D. 2013. Quantifying lateral diffusion error in soil carbon dioxide respiration estimates using numerical modeling. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 77: 699. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2012.0352>
- Davidson, E. A., Savage, K., Verchot, L. V., Navarro, R. 2002. Minimizing artifacts and biases in chamber-based measurements of soil respiration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 113 (1–4): 21–37.
- Fleck, D., He, Y., Alexander, C., Jacobson, G., Cunningham, K. 2013. Simultaneous soil flux measurements of five gases – N₂O, CH₄, CO₂, NH₃, and H₂O – with the Picarro G2508. *Picarro Appl. Note AN034*.
- Forbrich, I., Kutzbach, L., Hormann, A., Wilmking, M. 2010. A comparison of linear and exponential regression for estimating diffusive CH₄ fluxes by closed-chambers in peatlands. *Soil Biology and Biochemistry*, 42 (3): 507–515.

- Gagnon, S., L'Hérault, E., Lemay, M., Allard, M. 2016. New low-cost automated system of closed chambers to measure greenhouse gas emissions from the tundra. *Agricultural and Forest Meteorology*, 228–229: 29–41. DOI: 10.1016/j.agrformet.2016.06.012.
- Hensen, A., Skiba, U., Famulari, D. 2013. Low cost and state of the art methods to measure nitrous oxide emissions *Environ. Res. Lett.*, 8: 25022. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/025022>
- Kroon, P. S., Hensen, A., Bulk, W. C. M. van den, Jongejan, P. A. C., Vermeulen, A. T. 2008. The importance of reducing the systematic error due to non-linearity in N₂O flux measurements by static chambers. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 82 (2): 175–186.
- Latvijas Republikas likums “Par Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām”. Pieņemts 1995. gada 23. februārī. Pieejams: <http://m.likumi.lv/doc.php?id=34198>
- Muñoz, C., Paulino, L., Monreal, C., Zagal, E. 2010. Greenhouse gas (CO₂ and N₂O) emissions from soils: A review. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70 (3): 485–497.
- NIR. 2016. Latvia's National Inventory Report. Submission under UNFCCC and the Kyoto Protocol Common Reporting Formats (CRF), 1990–2014, Riga, p. 782.
- Schmithausen, A. J., Trimborn, M., Büscher, W. 2016. Methodological comparison between a novel automatic sampling system for gas chromatography versus photoacoustic spectroscopy for measuring greenhouse gas emissions under field conditions. *Sensors (Switzerland)*, 16 (10), art. No. 1638. DOI: 10.3390/s16101638.
- Signor, D., Cerri, C. E. P. 2013. Nitrous oxide emissions in agricultural soils: a review. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, 43 (3): 322–338.
- United Nations. 1998. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 21 p. Pieejams: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>
- Venterea, R. T., Baker, J. M. 2008. Effects of soil physical nonuniformity on chamber-based gas flux estimates. *Soil Science Society of America Journal*, 72 (5): 1410–1417. Cited 23 times. DOI: 10.2136/sssaj2008.0019.

**Latvijas Universitātes
75. zinātniskās konferences
ziņojumu tēzes**

PURVU STĀVOKLIS LATVIJĀ: 17 ĪPAŠI AIZSARGĀJAMO PURVU INVENTARIZĀCIJAS REZULTĀTI

**Liene AUNIŅA, Baiba BAMBE, Ilze ČAKARE, Anna MEŽAKA,
Anita NAMATĒVA, Vija KREILE, Inese SILAMIŅELE, Baiba STRAZDIŅA**
Latvijas Dabas fonds, e-pasts: *lsalmina@latnet.lv*

Pētījuma mērķis ir apkopot informāciju, kas iegūta, apsekojot un novērtējot purvu biotopu stāvokli 15 īpaši aizsargājamās dabas teritorijās. Apsekoti 18 purvi: 15 augstie purvi, viens pārejas purvs un viens zāļu purvs. Apsekojuma rezultāti apkopoti biotopu inventarizācijas anketās. Visos purvos konstatēti susināšanas grāvji, trijos purvos notikusi kūdras ieguve ar karjeru metodi, bet četros purvos ir kartu grāvji un daļa no purva tikusi sagatavota kūdras ieguvei, bet tā nav uzsākta. Visiem apsekotajiem lielākajiem purva ezeriem un akaču kompleksiem ir pazemināts ūdens līmenis. Spriežot pēc kartogrāfiskajos materiālos redzamajiem grāvjiem, ūdens līmenis ir ticis pazemināts jau 20. gadsimta sākumā.

Pētījums parāda, ka maz ir tādu augsto purvu, kuros ir atklāta purva ainava. Tikai trijos augstajos purvos ir atklāta augstā purva ainava, kas aizņem vairāk nekā 5 ha. Visus augstos purvus izmanto dzērveņu lasīšanai, dažus arī medībām. Visos augstajos purvos, izņemot vienu, konstatēts ciņu/grēdu-liekņu komplekss, kas aizņēma 5–80% no purva platības. Savukārt ciņu mikroreljefs, kas raksturīgs purva perifērijai un susināšanas ietekmētām augsto purva daļām, aizņēma 20–100%. Apsaugums ar strauji augošām priedēm purvos variē no 5 līdz 80%. Daļa augsto purvu ir nozīmīgi Latvijas kultūrvēstures objekti, jo tajos purva salās bijušas jaunsaimniecības, lauki un ganības, arī zemnīcas. Visiem purviem sagatavoti ieteikumi purvu biotopu stāvokļa uzlabošanai, un tie iesniegti Dabas aizsardzības pārvaldes administrācijai.

Ziņojums sagatavots ar Latvijas Vides aizsardzības fonda projekta Nr. 1-08/137/2016 “Prioritāri apsaimniekojamo purvu stāvokļa izvērtējums un apsaimniekošanas pasākumu plānu izstrāde” atbalstu.

FRĒZKŪDRAS IEGUVES IETEKME UZ AUGSTĀ PURVA HIDROLOĢISKO REŽĪMU

Inga GRĪNFELDE, Jovita PILECKA, Olga FROLOVA, Kristīne VALUJEVA

Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Vides un būvzinātņu fakultāte,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, e-pasts: *inga.grinfelde@llu.lv*

Viens no galvenajiem ilgtspējīgas tautsaimniecības attīstības pamatprincipiem ir ilgtspējīga resursu izmantošana. Palielinoties saimnieciskās darbības intensitātei, rodas nepieciešamība intensīvāk izmantot kūdras resursus. Viens no kūdras resursu ieguves veidiem ir frēzkūdras ieguve augsto purvu teritorijā. Lai noskaidrotu kūdras ieguves un tās vajadzībām ierīkoto nosusināšanas sistēmu darbības ietekmi uz gruntsūdens līmeņa izmaiņām, sadarbojoties SIA "Compaqpeat", SIA "DGE Latvija", Latvijas Lauksaimniecības universitātes Meža un ūdens resursu zinātniskajai laboratorijai un SIA "Grupa93", Nidas purva ziemeļu daļā tika ierīkots hidroloģiskais monitorings.

Kopumā ierīkoti deviņi urbumi piecos monitoringa punktos līnijā starp Nidas purva neskarto daļu un jau izstrādē esošo kūdras ieguves laukumu. Purva neskartajā daļā, kur kūdras biežums ir vislielākais, izvietoti trīs urbumi ar dažādiem filtra dziļuma intervāliem kūdras slāņa vertikālajā griezumā. Urbumu filtri ievietoti atšķirīgā kūdras slāņa dziļuma intervālā, kas ļauj sekot kūdras ieguves radītā pazeminājuma dinamiskajām izmaiņām gan plānā, gan arī griezumā. Atbilstoši daļēji ietekmētā zonā izvietoti divi urbumi ar dažādu filtru augstumu, pārējos monitoringa punktos – pa vienam.

Katrā monitoringa akā gruntsūdeņu līmeņu datu reģistrēšanai ievietots "Ejkelkamp" ražotais datu nolasīšanas automātiskais logeris DI 500. Katru stundu tiek nolasīti dati no ūdens staba virs logera un temperatūra, un dati tiek saglabāti logera atmiņā. Datu nolasīšana un verifikācija notiek reizi ceturksnī, un monitoringa rezultāti parāda iespējamo ietekmes zonas izplatību, taču ir nepieciešams veikt monitoringu ilgākā periodā, jo 2015. un 2016. gada ilgstošais sausums vasaras periodā radīja augstajam sūnu purvam netipisku hidroloģisko režīmu ar gruntsūdens līmeņa pazeminājumu līdz pat 60 cm no purva virsas. Pētījumu paredzēts turpināt pēc iespējas ilgāk, lai iegūtos datus varētu izmantot purva hidroloģisko procesu modelēšanai.

SŪNAUGI KĀ KŪDRU VEIDOJOŠAIS FAKTORS UN TO TELPISKĀ UN SEZONĀLĀ MAINĪBA LATVIJAS TERITORIJĀ

Laura KĻAVIŅA

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: laura.klavina@lu.lv

Interese par sūnaugiem pēdējās desmitgadēs ir būtiski pieaugusi to daudzveidīgā ķīmiskā sastāva dēļ. Attīstoties analītiskajām metodēm, ir pierādīts, ka sūnaugos ir atrodami daudzi unikāli sekundārie un primārie metabolīti ar bioloģisku aktivitāti. Sūnaugu kā zemāko augu ķīmiskais sastāvs ir maz pētīts, un liela daļa informācijas ir balstīta uz augstāko augu ķīmiju. Pētījumi rāda, ka augstākajos augos pastāv sezonāla un teritoriāla ķīmiskā sastāva mainība, tādēļ tiek pieņemts, ka ar sūnaugiem situācija ir analoga.

Sūnaugi ir būtisks ekosistēmu veidojošs elements, it īpaši ziemeļu reģionu ekosistēmā, kur ir ļoti daudz mežu un purvu. Purvos visbiežāk sastopamā sūnu suga ir *Sphagnum magelanicum*, kas sadalīšanās rezultātā veido kūdru. Kūdras ķīmisko sastāvu un īpašības būtiski ietekmē to veidojošo augu ķīmiskais sastāvs. Ņemot vērā to, ka sūnaugi ir viens no galvenajiem kūdras veidotājiem, to ķīmiskā sastāva un tā mainības izpēte ir svarīga, lai labāk izprastu kūdras veidošanās procesus. Ja pieņem, ka sūnaugu, tāpat kā augstāko augu, ķīmiskais sastāvs ir mainīgs, tad šo izmaiņu izpratne var sniegt jaunu informāciju ne tikai par sūnaugiem, bet arī par kūdras veidošanos.

Pētījuma mērķis ir saprast, vai sūnaugu ķīmisko sastāvu ietekmē telpiska vai sezonāla mainība. Sezonālās mainības novērtēšanai tika ievāktas četru sugu sūnas divu gadu veģetācijas sezonās. Telpiskās mainības novērtēšanai tika analizēti paraugi no 80 parauglaukiem. Vispārējā ķīmiskā sastāva novērtēšanai izmantotas spektrofotometriskās metodes, individuālu savienojumu noteikšanai – gāzes hromatogrāfija ar masas detekciju, tāpat telpiskās mainības novērtēšanai analizēts sūnu elementsastāvs.

Sezonālās mainības novērtējuma rezultāti atklāj būtiskas ķīmiskā sastāva atšķirības gan savienojumu dažādības, gan savienojumu daudzuma ziņā. Visaugstākais savienojumu daudzums un dažādība novērota rudens sezonā. Vislielākās izmaiņas novērotas lipīdu sastāvā. Tika novērotas arī nelielas atšķirības paraugu ķīmiskajā sastāvā dažādās ievākšanas vietās.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas “ResProd” atbalstu.

EKSTRAKCIJAS OPTIMIZĀCIJA NO VACCINIUM ĢINTS OGU SPIEDPALIEKĀM

Linards KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Bioloģijas fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *linards.klavins@gmail.com*

Kultivētas un savvaļā atrodamas ogas ziemeļu valstīs ir izcils lipīdu un antioksidantu avots. Antioksidatīvo aktivitāti ogās nodrošina plašs polifenolu sastāvs, kas iekļauj antociānus, flavonoīdus, flavanolus u. c. *Vaccinium* ģints ogas tiek izmantotas jau kopš senatnes, jo tām piemīt veselību uzlabojošas īpašības, bet tikai nesen šis dabas produkts tiek iekļauts moderno medikamentu sastāvā kā veselību veicinošs un uzlabojošs līdzeklis. Tieši labvēlīgais iespaids uz veselību ir ieinteresējis zinātniekus strādāt ar šīm ogām un pētīt to iespējamo izmantošanu, piemēram, dzērveņu sula, kas satur procianidīnus, tiek izmantota urīnceļu iekaisumu novēršanā, ko izraisa uropatogēna *E. coli* piestiprināšanās pie urīnceļu sienām.

Ogas tiek patērētas svaigā veidā vai no tām auksti izspiestas sulas veidā, sulas pārstrādes atkritumi ir ogu spiedpaliekas, kas satur ogu miziņas un sēkliņas. Visbiežāk šie industrijas pārpalikumi tiek izmesti vai kompostēti. Polifenolu sadalījums ogās ir nevienmērīgs, aptuveni 60–70% kopējo polifenolu atrodas sēkliņās, 28–35% miziņās un tikai aptuveni 10% ogas mīkstumā. Kopējais polifenolu un antociānu daudzums tika noteikts šādās *Vaccinium* ģints ogās: mellenēs (*Vaccinium myrtillus* L.), krūmmellenēs (*Vaccinium corymbosum* L.), brūklenēs (*Vaccinium vitis-idaea* L.) un dzērvenēs (purva un lielogu) (*Vaccinium oxycoccos* L.).

Šī pētījuma mērķis ir optimizēt ekstrakcijas apstākļus no *Vaccinium* ģints ogu spiedpaliekām analītiskai izmantošanai. Tika apskatītas dažādas ekstrakcijas metodes: Soxhlet, ultraskaņas ekstrakcija, mikroviļņu ekstrakcija, CO₂ ekstrakcija. Kaut arī ogu polifenolu ekstrakcija ir plaši pētīta, aktuāla ir ekstrakcijas pilnveidošana pārtikā izmantojamu ekstraktu iegūšanai.

Izmantojot eksperimenta dizaina pieeju (*Surface Response*), tika identificēta sistēma, kas piedāvā augstāko kopējo polifenolu un antociānu iznākumu. Tika noteikta optimālā šķīdinātāja/parauga attiecība, efektīvākā skābe un solvents, lai maksimizētu ekstrakcijas iznākumus. Labākie ekstrakcijas iznākumi tiek iegūti, izmantojot paskābinātu spirtu ar nelielu ūdens koncentrāciju un lietojot ultraskaņu. Ekstrakcijas efektivitāte aprakstīta, izmantojot kopējo polifenolu, antociānu, cukuru un sausnes daudzumu. Iegūto ekstraktu polifenolu sastāvs aprakstīts, izmantojot UHPLC-DAD.

Joprojām aktuāla ir polifenolu izdalīšana no spiedpaliekām ar videi draudzīgiem un pārtikā izmantojamiem šķīdinātājiem, šāda veida optimizācija ļauj identificēt svarīgākos faktorus, kas ietekmē ekstrakcijas iznākumu. Ņemot vērā polifenolu garšas uzlabošanas, struktūras veidošanas un krāsu īpašības, tiem ir liela industriālā vērtība, piemēram, polifenoli ietekmē lipīdu oksidāciju, kas ir viens no galvenajiem pārtikas uzglabāšanas un pārstrādes pasliktināšanās iemesliem. Turpmāki pētījumi ļaus izveidot industrijā izmantojamu ekstrakcijas shēmu, lai iegūtu pārtikā izmantojamu ekstraktu ar augstu polifenolu koncentrāciju.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas “ResProd” atbalstu.

KŪDRAS ĪPAŠĪBU IZPĒTES TENDENCES UN IZMANTOŠANAS IESPĒJU ATTĪSTĪBA

Māris KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Latvijas Universitāte, e-pasts: *maris.klavins@lu.lv*

Kūdra uzskatāma par vienu no būtiskiem Latvijas dabas vides resursiem, kas līdz šim izmantots visai ekstensīvi un mazefektīvi, lielā mērā tādēļ, ka trūkst izpratnes par kūdras īpašībām un izmantošanas iespējām. Pēdējā laikā ievērojami paplašinājusies kūdras īpašību un izmantošanas iespēju izpēte, tas lielā mērā saistās ar purvu aizsardzības aspektiem, tajā pašā laikā liela vērība pievērsta kūdras kā substrāta īpašībām un izmantošanas iespējām. Nozīmīgs kūdras īpašību izpētes virziens ir arī kūdras veidošanās procesa izpēte un to apstākļu analīze, kuri ietekmē kūdras īpašības. Liela vērība tiek pievērsta tam, kā humifikācijas process ietekmē humusvielu īpašības. Tomēr mūsdienu zinātnē kūdras masa tiek uzskatīta par svarīgu izejmateriālu, lai pētītu pagātnē notikušos procesus, piemēram, to, kā mainījusies cilvēka radītā slodze un metālu emisiju apjoms, jo tie uzkrājas un tiek fiksēti kūdras masā. Līdzīgi, izmantojot kūdras sastāvu, iespējams sekot veģetācijas un vulkāniskās aktivitātes mainībai.

Tomēr jāatzīst, ka kūdras īpašību izpēte joprojām visai ievērojami atpaliek no tā, ko būtu iespējams iegūt detalizētā izpētē. Būtiskākie kūdras izpētes virzieni:

- 1) kūdras sastāva un veidošanās apstākļu savstarpējās kopsakarības,
- 2) noteiktu biomolekulu transformācijas procesu raksturs humifikācijas gaitā,
- 3) jaunu kūdras izmantošanas iespēju pētījumi.

Pētījumi tiek veikti ar Valsts pētījumu programmas "ResProd" atbalstu.

KŪDRAS HUMUSVIELAS UN TO STRUKTŪRAS MODIFICĒŠANAS IESPĒJAS

Māris KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *maris.klavins@lu.lv*

Humusvielas ir augstmolekulāri polikatjonīti, kuri veidojas, sadaloties dzīvajai organiskajai vielai, un kurus raksturo augsts noturīgums vidē. Atkarībā no humusvielu šķīdības un molekulasmasas tās iedala humīnskābēs un fulvoskābēs. Nozīmīgi humusvielu uzbūves struktūrelementi ir augsti kondensētas poliaromātiskas struktūras, kuras savā starpā saista alifātiskas virknes.

Humusvielu kompleksā uzbūve nosaka to daudzpusīgās funkcijas vidē, kā arī humusvielu kā produkta plašās izmantošanas iespējas.

Pēdējā pusgadsimta laikā katru dekādi pieteikto patentu skaits, kuri saistīti ar humusvielu iegūvi un izmantošanu, ir divkārtšojies, iezīmējot vairākus humusvielu izmantošanas virzienus. Arī humusvielu īpašību izpētei veltītās literatūras apjoma straujais pieaugums apliecina šīs izpētes aktualitāti.

Humīnskābēm, kas ir humusvielu nozīmīgākās sastāvdaļas, piemīt šādas īpašības:

- 1) spēja ilgstoši akumulēt augšanai nepieciešamās barības vielas un mikroelementus, līdz ar to samazinot barības vielu daudzumu, kas, nokļūstot vidē, rada tās piesārņojumu;
- 2) spēja uzlabot barības apriti organismā (gan augu, gan dzīvnieku);
- 3) spēja augsnē regulēt augu barības vielu uzņemšanu, katjonu apmaiņu un skābekļa apmaiņu;
- 4) spēja aizsargāt no ārējās vides faktoriem un stiprināt augu un dzīvnieku organismu pret slimībām;
- 5) dažādu faktoru rezultātā spēja uzlabot fotosintēzes produktivitāti un palielināt hlorofila saturu augos, tādējādi paaugstinot ražību un augu izturību.
- 6) spēja efektīvi absorbēt dažādus kaitīgas vielas, kā toksiskos smagos metālus, un nodrošināt to izvadīšanu no organisma, tādējādi darbojoties kā bioregulatoriem.

Pastāv iespējas humusvielas modificēt, lai iegūtu to funkcionālus atvasinājumus jau ar pilnīgi atšķirīgu īpašību kopumu.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas "ResProd" atbalstu.

KŪDRA KĀ SORBENTS DABĀ UN TEHNOLOĢIJĀS

Māris KĻAVIŅŠ, Linda ANSONE, Artis ROBALDS, Dmitrijs PORŠŅOVŠ

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *maris.klavins@lu.lv*

Kūdra ir nozīmīgs dabas resurss, kura izmantošanas jomas pieaug, un, sarūkot tā pieejamībai, par neapšaubāmu var uzskatīt jaunu izmantošanas risinājumu izpēti. No izmantošanas viedokļa kūdru var definēt kā dabiski sastopamu daļēji degradētu biopolimēru heterogēnu maisījumu. Par daudzu biopolimēru dominējošo izmantošanas virzienu var uzskatīt modificēšanu, lai iegūtu atvasinājumus, modifikācijas produktus un citas vielas ar mērķtiecīgi izmainītām īpašībām. Šādu biopolimēru piemērs ir celuloze, kuras modifikācijas produktu skaits, to izmantošanas iespējas un ražošanas apjomi uzskatāmi par ļoti lieliem. Tajā pašā laikā kūdras modificēšanas iespējas ir pētītas relatīvi maz.

Kūdras modifikācijas nepieciešamību ietekmē arī vairākas kūdras īpašības, kas kavē kūdras produktus plaši izmantot. Šādu īpašību vidū var minēt kūdras 1) heterogēno sastāvu, kas ierobežo tās produktu standartizācijas iespējas; 2) skābo funkcionālo grupu (karboksilgrupas, fenolu hidroksilgrupas) augsto koncentrāciju kūdrā; 3) zemo mehānisko izturību; 4) izteikti hidrofilo raksturu u. c. Taču kūdras modifikācijas metodēm jābūt lētām, lai tiktu saglabāta galvenā kūdras izmantošanas priekšrocība – tās zemās izmaksas un ievērojamā virsma.

Par perspektīvu risinājumu kūdras modifikācijai var uzskatīt tās derivatizāciju un pieeju, kuru var nosaukt par hibrīdmateriālu sintēzi. Šo pieeju pamatā ir kūdras ķīmiska modifikācija, izmantojot reaģētspējīgus savienojumus, un cietas fāzes materiālu noturīga saistīšana uz kūdras virsmas. Kūdras modifikācijas risinājumi līdz ar to ietver graftpolimēru sintēzi uz kūdras virsmas vai neorganiskas fāzes materiāla izgulsnēšanu/uznešanu uz kūdras virsmas. Šāda pieeja nodrošina kūdras funkcionālo grupu spektra un reaģētspējas kardinālu nomainīšanu, vienlaikus saglabājot kūdras raksturīgās priekšrocības no ekspluatācijas viedokļa.

Pastāv iespēja kūdru modificēt, lai iegūtu tās funkcionālus atvasinājumus jau ar pilnīgi atšķirīgu īpašību kopumu.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas “ResProd” atbalstu.

DĒDĒJUŠU OĢĻU ĪPAŠĪBAS UN TO HUMUSVIELU RAKSTUROJUMS

Jānis KRŪMIŅŠ, Māris KĻAVIŅŠ

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: *krumins.janis@hotmail.com; maris.klavins@lu.lv*

Uzsākta detalizēta oģļu īpaģību izpēte, izmantojot līdz Ńim jomā nelietotas pētģjumu metodes. Oģļu īpaģības analizētas, izmantojot 3D fluorescences spektroskopģjas metodi, kas ļāvusi identificēt oģles veidoģošos komponentus, atseviģģki nodalot humusvielas, humģnskābes un fulvoskābes. Fluorescences metode ļāvusi identificēt tādus savģojumus kā antracēns, pirēns, naftalģns un citi.

Oģles analizētas, izmantojot arī gāzes hromatogrāģģjas maspektroskopģju, kurā noteikts alifātģsko monomģru, aldeģģģdu, ketonu un citu ķģmģsko savģojumu saturs. Tāpat oģles raksturotas, izmantojot elementsastāva analģzes (CHN) datus, kā arī infrasarkanu spektroskopģju (FTIR) un UV-Vis. Salģdzģnātas oģļu un kģdras īpaģģbas, jo, kā zināms, oģles ir nākamais etaps organģskāģ vielas transformāģģģjas procesā pēģ kģdras.

Pētģjums veikts ar Valsts pētģjumu programmas “ResProd” atbalstu.

OTRĒJIE SPIRTI SŪNAUGOS

Jorens KVIESIS

Vides zinātnes nodaļa, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: jorens.kviesis@inbox.lv

Alkanolu rašanās augos ar oglekļa skaitu, kas ir lielāks par C_{18} , tiek skaidrota kā suberīna un humīna hidrolīzes produktu rezultāts kutīnā. Augu epidermas šūnu apvalkos esošais kutīns satur cieši strukturētus vasku spirtus un taukskābes. Viena vai divas spirta grupas kutīna makromolekulā atrodas tikpat kā katras alkānu virknes vidusdaļā. Virknes molekulā savā starpā ir saistītas karbonskābju esteru formā. Iespējams, augu atmirušās daļas satur bojātas membrānu daļas un rezultātā hidroksi-alkāni vai dihidroksi-alkāni iešķīst ekstrakcijas sistēmas lietotajos šķīdinātājos pat bez priekšapstrādes (hidrolīzes) procedūras. Pētījumā identificētie 12,13-dihidroksinonaekozanols, 10,11-dihidroksiheptaekozanols un 10-nonaekozanols atbilst jau zināmai sakarībai, ka vasku molekulā ir nepāra skaits oglekļa skaitu. Dominējošais 10-nonaekozanols satur starp alkanoliem pētītajos sūnaugos ir neparasts, ņemot vērā, ka tik augsta oglekļa satura alkanoli parasti ir raksturīgi augstākajiem augiem. *Sphagnum* sūnas un īpaši kūdra (līdz 17%) satur *n*-alkan-1-olus ar oglekļa skaitu C_{20} , C_{22} , C_{26} un mazākā mērā C_{28} , C_{30} . Par otrējo spirtu saturu sūnaugos, turklāt ar nepāra oglekļa skaitu, literatūrā ziņas ir nepietiekamas un ierobežo iegūto rezultātu salīdzināšanu. Šis apstāklis liek pieņemt, ka kutīna kompozīcija var kļūt par vērtīgu sūnaugu taksonomijas kritēriju nākotnē.

Savienojumu identificēšanai lietota elektrontrieciņa jonizācija (ESI), kas aprīkota ar kvadrupola tipa masu spektrometru, kā arī ^{13}C un 1H NMR un infrasarkanā spektroskopija cietfāzes KBr. Ekstrakcija tika veikta ar heksāna/etilacetāta (70/30) šķīdinātāju maisījumu. Ietvaicētais šķīdums šķīdināts nelielā daudzumā dihlormetāna, un ar heksāna pārākumu tika iegūtas baltas nogulsnes. Nogulsnes filtrētas un mazgātas ar diizopropilesteri. Iegūti savienojumu silil-atvasinājumi un acetilformas masspektri gāzu hromatogrāfijā.

Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas "ResProd" atbalstu.

KRITĒRIJU IZSTRĀDE PAMESTO KŪDRAS ATRADŅU PIEMĒROTĪBAS ZEMKOPĪBAI NOTEIKŠANAI

**Dagnija LAZDIŅA, Ieva BEBRE, Laimdota KALNIŅA,
Līga VILKA, Dace ŠTERNE, Kristaps MAKOVSKIS,
Andis LAZDIŅŠ, Sarmīte RANCĀNE, Dina POPLUGA**

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", e-pasts: *dagnija.lazdina@silava.lv*

Izstrādātas un daļēji izstrādātas purvu teritorijas Latvijā aizņem aptuveni 4% no kopējās purvu platības (~ 0,57% valsts teritorijas). Tās ir cilvēka darbības ietekmētas un degradētas – nosusinātas un pēc kūdras ieguves pārveidotas, lai zemi varētu lietot citos veidos. Daļa izstrādāto platību ir atstātas renaturalizācijai, kas ne vienmēr ir efektīva. Izstrādātajās platības, kurās nenoris pašatjaunošanās vai apmežošanās, ir jāveic papildu aktivitātes. Lai veicinātu izstrādāto atradņu efektīvu izmantošanu, jāapzina informācija un jāanalizē kritēriji, kas ir svarīgi, lai izvēlētos labākos apsaimniekošanas paņēmienus un noskaidrotu dažādu kultūru audzēšanas iespējas kūdras laukos, kuros pārtraukta gaišās (augstā tipa) kūdras ieguve.

Izpildot a/s "Latvijas valsts meži" pasūtītu priekšizpētes pētījumu "Izstrādāto kūdras lauku izmantošana zemkopībai", ir izveidots kūdras lauku, licences platību tālākas mērķizmantošanas iespēju novērtēšanai pielāgots modelis "Kritēriji kūdras lauka stāvokļa atbilstībai renaturalizācijas veidam un zemkopības kultūrai". Šī kritēriju matrica palīdz novērtēt kultūraugu audzēšanas iespējas pēc kūdras ieguves pārtraukšanas. Sadarbojoties kūdras pētniekiem, mežzinātniekiem un agronomiem, apkopots to kritēriju saraksts, kas ir izmantojami lēmuma pieņemšanai par izstrādātā kūdras lauka stāvokļa piemērotību kāda kultūrauga audzēšanai, ūdenstilpju izveidošanai vai atstāšanai dabiskam renaturalizācijas procesam, ja tāds jau uzsācies. Sagatavoti apraksti par kultūru audzēšanai nepieciešamo pasākumu kopumu, tai skaitā augsnes sagatavošanas nepieciešamību, šī informācija iekļauta agrotehnikajos aprakstos, bet saimnieciskās darbības izmaksas atspoguļotas sociālekonomiskā aprēķina izejas datos. Sagatavotajā materiālā uzsvērts: jāņem vērā, ka purvu attīstību vairāk ietekmē tieši lokāli ģeoloģiskie un hidroģeoloģiskie apstākļi un pirms jebkuru rekultivācijas pasākumu veikšanas ir nepieciešama detalizēta vietas izpēte, lai tiktu pieņemts optimāls lēmums.

Pētījuma rezultāti publiski pieejami: <http://www.lvm.lv/petijumi-un-publicijas>

SILTUMNĪCEFĒKTA GĀZU EMISIJAS UN CO₂ PIESAISTE APSAIMNĪKOTU MITRĀJU AUGSNĒS

**Andis LAZDIŅŠ, Mārtiņš LŪKINS, Ainārs LUPIĶIS,
Aldis BUTLERS, Arta BARDULE**

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", e-pasts: *andis.lazdins@silava.lv*

Pētījuma mērķis ir apkopot pamatinformāciju par oglekļa dioksīda (CO₂) un citu siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijām no kūdras atradnēm, to ietekmi uz vidi pēdējo 20 gadu laikā, kā arī veikt Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējās konvencijas par klimata izmaiņām, Eiropas Savienības līmeņa lēmumu un zemes sektora SEG emisiju uzskaites metodiku analīzi.

Pētījumā secināts, ka Nacionālajā inventarizācijas ziņojumā mitrājos aprēķinātās emisijas ir mazākas par projektā noteiktajiem rādītājiem, taču projekta rezultāti vēl precizējami, papildinot Meža resursu monitoringa (MRM) parauglaukumu datubāzi ar kūdras ieguvei būtiskiem rādītājiem, tajā skaitā MRM parauglaukumos lietderīgi norādīt aptuvenu gruntsūdens līmeni (zemāk vai augstāk par 20 cm), lai sniegtu metāna (CH₄) emisiju aprēķiniem būtisku informāciju. Latvijā ir jāizstrādā nacionālas metodes CO₂ emisiju rēķināšanai no kūdras ieguves platībām un kūdras ražošanas procesa, tajā skaitā jānovērtē organisko vielu zudums vēja erozijas rezultātā, lai nodrošinātu atbilstību starptautiskajām SEG inventarizācijas vadlīnijām. Pārējām SEG pieļaujama noklusēto emisiju faktoru izmantošana, taču nacionālu emisiju faktoru izstrādāšana ļautu precīzāk novērtēt saimnieciskās darbības ietekmi uz SEG emisijām un izstrādāt pasākumu plānu emisiju samazināšanai.

Izmantojot noklusētos emisiju faktorus, kas doti SEG inventarizācijas vadlīnijās (IPCC, 2014), pētījumā konstatēts, ka SEG emisijas no izstrādātajām kūdras atradnēm un platībās, kur notiek kūdras ieguve, 2014. gadā bija 1,5 mlj t CO₂ ekv., tajā skaitā izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) emisijas, kas nav iekļautas nacionālajā SEG inventarizācijā. Pieņemot, ka kūdras ieguve pieaugs līdz Latvijas prognožu dokumentos iekļautajiem rādītājiem, SEG emisiju apjoms 2030. gadā pieaugtu līdz 2,3 mlj t CO₂ ekv. gadā. Aptuveni 20% no šīm emisijām veidosies ārpus mitrājiem, renaturalizētās, apmežotās vai par lauksaimniecībā izmantojamām zemēm transformētās izstrādātās kūdras atradnēs.

Kūdras fonda analīze rāda, ka puse kūdras fonda atrodas zemēs, kas atbilst mežaudžu kritērijiem, un vairāk nekā puse no šīm platībām ir meliorētas, bet kūdras ieguve nepalielinātu SEG emisijas no augsnes, ja aprēķinos izmanto noklusētos emisiju faktorus. Kopējās SEG emisijas no kūdras fondā iekļautajām atradnēm to rūpnieciskajās robežās ir 1,4 mlj t CO₂ ekv. gadā. CO₂ ekv. ir SEG daudzums, pārrēķināts CO₂ tonnās atbilstoši tā ietekmei uz klimata izmaiņām. Metāna CO₂ ekvivalents ir 25, bet slāpekļa oksīda (N₂O) ekvivalents ir 298.

Pētījuma rezultātu ieviešana nacionālajā SEG inventarizācijā būtiski uzlabos SEG emisiju uzskaites precizitāti, taču, lai ieviestu projekta rezultātus SEG inventarizācijā, kā arī lai novērstu iespējamo SEG emisiju pārvērtēšanu, ir jāpilnveido MRM zemes izmantošanas uzskaitē, iekļaujot tajā mitrāju apsaimniekošanai būtiskus rādītājus, piemēram,

gruntsūdens dziļumu, kūdras tipu virskārtā un kūdras slāņa biezumu. Ne mazāk svarīgi ir MRM parauglaukumiem, kas atrodas kūdras ieguves vietās, piešķirt kopīgu pazīmi, kas tos nošķir no citiem karjeriem, kā arī piešķirt renaturalizēto platību pazīmi kūdras ieguves vietām, kur atjaunots augsts gruntsūdens līmenis. Izmantojot applūdināto platību emisiju faktorus, jānovērtē arī kūdras ieguves vietās izveidojušos dīķu radītās SEG emisijas un nepieciešamības gadījumā, ja šī zemes izmantošanas kategorija izrādīsies emisiju pamatavots, jāizstrādā nacionāli emisiju faktori.

Mitrāji nav iekļauti saistībās, lai mazinātu ietekmi uz klimata izmaiņām, un paredzams, ka arī pēc 2020. gada ziņošana par SEG emisijām un CO₂ emisijām no mitrājiem būs brīvprātīga. Latvijai nav izdevīgi izvēlēties ziņot par SEG emisijām, kas radušās mitrājos, jo references periods (2005–2007) sakrīt ar ekonomiskās krīzes radīto tautsaimniecības lejupslīdi, kad kūdras ieguve un ar to saistītās SEG emisijas būtiski samazinājās salīdzinājumā ar vidējo līmeni. Atbilstoši pašreizējam Eiropas Parlamenta un Padomes regulas projekta tekstam (par zemes izmantošanā, zemes izmantošanas maiņā un mežsaimniecībā radušos siltumnīcefekta gāzu emisiju un piesaistījumu iekļaušanu klimata un enerģētikas politikas satvarā laikposmam līdz 2030. gadam) mitrāji neietekmēs fleksibilitātes mehānismu lietošanu lauksaimniecībā, ja nav izvēlēts risinājums brīvprātīgi ziņot par SEG emisijām no apsaimniekotiem mitrājiem.

MĀLU MINERĀLU UN HUMUSVIELU KOMPOZĪTU ĪPAŠĪBAS UN POTENCIĀLAIS PIELIETOJUMS

Rūta OZOLA¹, Māris KĻAVIŅŠ¹, Juris BURLAKOVŠ²

¹ Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte,
e-pasts: ozola.ruuta@gmail.com; maris.klavins@lu.lv

² Linneja Universitāte, e-pasts: juris.burlakovs@lnu.se

Mālu minerālu kristāliskā struktūra nosaka to spēju saistīt dažādas vielas ar sorbcijas un jonu apmaiņas palīdzību (Bergaya et al., 2006). Mālu īpašību uzlabošanas pamatā ir to struktūras pārveide jeb modifikācija, tādā veidā uzlabojot to fizikāli ķīmiskās īpašības. Viens no perspektīviem pētījumu virzieniem ir mālu modificēšana ar humusvielām, tādējādi iegūtajam kompozītmateriālam nodrošinot hidrofobas īpašības (Jin et al., 2016).

Pētījuma mērķis ir izpētīt mālu un mālu veidojošo minerālu mijiedarbību ar humusvielām, to raksturu un mehānismu, kā arī iegūto kompozītmateriālu izmantošanas iespējas vides un videi draudzīgu tehnoloģiju attīstībā. Pētījumā tika izvēlēti Latvijas dabiskie mālieži, uz kuru virsmas sorbētas dažādas izcelsmes humusvielas, tajā skaitā tās, kas atrodamas augsnē, sapropelī, kūdrā, ūdenī, kompostā un notekūdeņu dūņās. Humusvielu atšķirīgās fizikāli ķīmiskās īpašības galvenokārt nosaka kompozītmateriāla sorbcijas efektivitāti piesārņojuma izņemšanai no ūdens vides. Kā modeļa piesārņotāji tika izvēlētas farmaceutiski aktīvās vielas, kas mūsdienās ir aktuāla vides problēma, galvenokārt tāpēc, ka tradicionālajā notekūdeņu attīrīšanas procesā tās nereti efektīvi netiek izņemtas (Thiebault et al., 2015).

Modificētie mālu paraugi aprakstīti, izmantojot metodes, kas raksturo fizikāli ķīmiskās īpašības: Furjē transformācijas infrasarkanā starojuma spektroskopiju, skenējošo elektronmikroskopiju, rentgenstaru difraktometriju un termogravimetriju.

Pētījuma rezultātā jauniegūto mālu minerālu un humusvielu kompozītmateriālu izstrādei ir inovatīvs raksturs vietējo resursu izmantošanā un Latvijas dabas resursu ilgtspējīgas izmantošanas risinājumu veicināšanā.

Pētījums tiek veikts ar Valsts pētījumu programmas Nr. 2014.10-4/VPP-6/6 "ResProd" atbalstu.

Izmantotā literatūra

- Bergaya, F., Theng, B. K. G., Lagaly, G. 2006. Handbook of Clay Science, Developments in Clay Science, 1st ed. Elsevier, Amsterdam.
- Jin, X., Zheng, M., Sarkar, B., Naidu, R., Chen, Z. 2016. Characterization of bentonite modified with humic acid for the removal of Cu (II) and 2,4-dichlorophenol from aqueous solution. Applied Clay Science [in press].
- Thiebault, T., Guégan, R., Boussafir, M. 2015. Adsorption mechanisms of emerging micro-pollutants with a clay mineral: Case of tramadol and doxepine pharmaceutical products. Journal of Colloid and Interface Science, 453: 1–8.