



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE



Dabas aizsardzības pārvalde

LATVIJAS VALSTS MEŽI

KOKSNE • STĀDI • ATPŪTA



## PURVU DEGUMU IETEKMĒTĀS VIDES UN PURVA ATJAUNOŠANĀS INTENSITĀTES PĒTĪJUMI



### PROJEKTA ATSKAITE

*Projekta partneri:*

Dabas aizsardzības pārvalde  
Akciju sabiedrība "Latvijas valsts meži"  
Latvijas kūdras asociācija

*Projekta izpildītājs:*

Latvijas Universitāte,  
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

2019 – 2021

**Projekta vadītāja:** Dr.ģeogr. Inese Silamiķele,  
**Projekta izpildē iesaistītie speciālisti:**

Dr.ģeogr. Laimdota Kalniņa,  
Dr.ģeol. Normunds Stivriņš,  
Dr.ģeogr. Oskars Purmalis,  
Dr.ģeogr. Jānis Krūmiņš,  
Dr.ģeogr. Karina Stankeviča  
M. geol. Aija Ceriņa, ģeoloģe  
Alīna Škestere-Ķeša, dab.zin.bak.  
Aleksis Maksims, dab.zin.bak.  
Viesturs Ozols, dab.zin.mag.  
Gintars Krūmiņš, dab.zin.bak.  
Nils Ivanovs, dab.zin.bak.

**Pateicība par konsultācijām, padomiem un viedokļiem:** SIA “Laflora” izpilddirektoram **Ināram Dreimanim**, VUGD operatīvajam dežurāntam **Agrim Šūmanim**, VMD Meža un vides aizsardzības daļas vadītāja vietniekam **Zigmāram Jaunķīkim**, bijušajam Jelgavas rajona ugunsdzēsējam **Ziedonim Čeveram**, prof. **Mārim Kļaviņam**, VMPI “Silava” pētniecei Dr. biol. **Baibai Bambei**, Dr.biol. **Vizmai Nikolajevai**, PhD. **Andrejam Zubaničam**, Dr. ģeogr. **Anitai Namatēvai**, Dr.ģeogr. **Agnesei Priedei**, purvu biotopu ekspertei **M.dab.zin. Vijai Kreilei**, LVĢMC prognožu daļas vadītājam **A.Vīksnam**, atsaucīgiem kolēģiem un pētniekiem Dr. ķīm **Lindai Dobkevičai**, **Konstantīnam Viļiguram** un citiem, kuri interesējas par purvu un kūdras izpētes problēmām.

Fotogrāfiju autori: I.Silamiķele, B.Bambe, A.Jargans, D.Livkiša, L.Kalniņa, R.Mežaks, A.Namatēva, V.Kreile, M.Kitenberga, L.Strazdiņa

## ANOTĀCIJA

---

Projekta “Purvu degumu ietekmētās vides un purva atjaunošanās intensitātes pētījumi”, kura mērķis ir nodrošināt sadarbību starp purvus apsaimniekošanā iesaistītajām struktūrām purvu un kūdras resursu racionālai, ilgtspējīgai un atbildīgai izmantošanai, kā arī pētīt īpašību izmaiņas degšanas ietekmētajos kūdras slāņos kā noteicošo faktoru purva pašatjaunošanās spējas novērtēšanai zinātniski pamatotu apsaimniekošanas pasākumu izvēlei.

Projekta izstrādes laikā (2019. 01.02. - 2021.31.12) pirmoreiz Latvijā apkopota un analizēta informācija par ugunsgrēkiem Latvijā, veikti multidisciplināri pētījumi ugunsgrēku skartajos Sēmes, Saklaura un Bažu, Kalnasalas purvos, kā arī Cenas tīrelī, Teiču, trīšautru purvā ar mērķi novērtēt un raksturot veģetācijas un kūdras īpašību izmaiņas dažāda vecuma degumu teritorijās. Projektā izmantotas gan klasiskās pētījumu metodes, kā arī pirmoreiz kūdras pētījumos izmantotas jaunas, tai skaitā sfagnu poru mērījumi ar elektronmikroskopu, termogravimetriskā analīze, kā arī kūdras filtrācijas koeficienta noteikšana un kūdras mikrobioloģiskā analīze.

Iegūtie dati izmantoti purvu ugunsgrēku klasifikācijas izveidošanai, kā arī sagatavotas rekomendācijas degušu purvu apsaimniekošanai.

## **Izmantotie saīsinājumi:**

---

AAA – aizsargājamo ainavu apvidus

DAP – Dabas aizsardzības pārvalde

DL – īpaši aizsargājamas dabas teritorijas kategorija “dabas liegums”

ĪADT – īpaši aizsargājama dabas teritorija

HM - Hidroģeoloģiskais modelis

LVĢMC - Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

LVMI - Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

VMD - Valsts meža dienests

VUGD - Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienests

7110\* - ES nozīmes biotops “Aktīvi augstie purvi”,

7120 – ES nozīmes biotops “Degradēti augstie purvi, kuros iespējama vai noris dabiska atjaunošanās”

91D0\* - ES nozīmes biotops “Purvaini meži”

g.p.m. – gadi pirms mūsdienām – “mūsdienas” tiek skaitītas kopš 1950. gada.

kal. g.PM – kalibrētie gadi pirms mūsdienām

## Saturs

IEVADS .....	6
1. PURVU DEGUMU VISPĀRĪGS APSKATS.....	8
2. PĒTĪJUMU METODES.....	20
3. DEGUMI BAŽU PURVĀ .....	28
4. DEGUMI ĶEMERU TĪRELĪ .....	37
5. 2018. GADA UGUSGRĒKA VIETA SĒMES PURVĀ UN APKĀRTNĒ .....	40
6. DEGUMI SAKLAURA PURVĀ.....	61
7. DEGUMI TEIČU PURVĀ.....	76
8. DEGŠANAS IETEKMES RAKSTUROJUMUS CITOS APSEKOTAJOS PURVOS.....	83
9. DEGŠANAS IETEKME UZ KŪDRU .....	92
10. PURVU DEGUMU APSAIMNIEKOŠANAS PIEREDZE DAŽĀS EIROPAS VALSTĪS.....	103
11. IEGŪTO DATU IZVĒRTĒJUMS .....	107
12. REKOMENDĀCIJAS DEGUŠU PURVU APSAIMNIEKOŠANAI UN APSAIMNIEKOŠANAS PASĀKUMU EFEKTIVITĀTES NOVĒRTĒŠANAI .....	116
12.1. Kritēriji boreālo purvu degšanas intensitātes klasificēšanai	117
12.2. Sākotnējie apsaimniekošanas pasākumi degšanas seku ietekmes mazināšanai purvos	122
SECINĀJUMI .....	128
NOSLĒGUMS.....	129
IZMANTOTĀ LITERATŪRA .....	131
PIELIKUMI .....	140
Pielikums. Analizētie kūdras paraugi	140
Pielikums. Sugas	140
Pielikums. Bažu purvs	140
Pielikums. Ķemeru tīrelis	140
Pielikums. Sēmes purvs	140
Pielikums. Saklaura purvs	140
Pielikums. Citi purvi	140
Pielikums. Degušie purvi_foto.	140
Pielikums. Deguši purvi_saraksts	140
Pielikums. Termins	140
Pielikums. Publikācijas	140

## IEVADS

---

Klimata izmaiņas un pieaugošā cilvēka darbība izraisa izmaiņas vidi ietekmējošajos faktoros un to ietekmes būtiskumā. Viens no faktoriem, kura izpausme ir atkarīga gan no klimatiskajiem parametriem, gan cilvēka darbības, ir uguns. Uguns ir selektīvs evolūcijas spēks, kas var gan veicināt, gan kavēt konkrētām augu un dzīvnieku sugām piemēroties degšanas izraisītiem vides traucējumiem (Schwilk, 2003) un attiecīgi var ietekmēt visu ekosistēmu (biotopu) kopumā vai tikai atsevišķas augu vai dzīvnieku sugas (Rapport et al., 1998). Degšana ir viens no dramatiskākajiem ekosistēmas procesiem, kas ietekmē dzīves vidi un pasaulē tiek plaši pētīta un (Marcisz et al., 2015, Inoue et al., 2012). Cilvēka darbības ietekme kļuvusi tik liela, ka mūsdienās, vismaz Eiropas daļā, jau ilgāku laiku tiek runāts nevis par dabisku (Jansons, 2015), bet gan kā par cilvēku ietekmētu uguns režīmu. Attiecīgi būtu jāpielāgo teritoriju ugunsbīstamības prognozēšana.

Deg ne tikai sausas, bet arī pārmitras vietas – purvi un purvaini meži. Purvi tiek atzīti par bioloģiski un ekoloģiski nozīmīgām mitrāju ekosistēmām ar būtisku ietekmi oglekļa un siltumnīcgāzu bilancē klimata maiņas un pasiltināšanās kontekstā (Turetsky et al., 2015). Tiek uzskatīts, ka lielie purvu ugunsgrēki rada vismaz 15% no visas cilvēka darbības radītās siltumnīcas gāzu emisijām atmosfērā (Mitsch et al., 1986).

Atbilstošos hidroloģiskos apstākļos dabiskā sukcesija purvos norit salīdzinoši lēni. Viens no faktoriem, kas var strauji un uz ilgu laiku izmainīt vides apstākļus un sukcesijas gaitu purvos ir ugunsgrēks. Paaugstinoties vidējām gaisa temperatūrām un ieilgstot sausumam, sagaidāms, ka arī Latvijā ugunsbīstamo dienu skaits (Jansons, 2015) un degšanas gadījumu biežums purvos palielināsies (Donis, 2010).

Purvi un kūdrāji būtiski atšķiras ar uguns izplatības gaitu, kuru nosaka kūdras kā substrāta un degšanas materiāla specifiskās īpašības (Huang, Rein, 2018). Lai varētu novērtēt uguns lomu purvu attīstībā un degšanas ietekmi uz kūdras veidošanos, nepieciešams apkopot pieejamo informāciju par degšanas gadījumiem un ar zinātniskām metodēm analizēt datus, kas raksturo purvu ugunsgrēku izplatību, skarto platību, degšanas epizožu biežumu, to atkarību no klimatiskajiem un antropogēnajiem faktoriem, kā arī paliekošo ietekmi uz turpmāko veģetācijas un ainavas attīstības gaitu. Izpratni par situāciju apgrūtina fragmentētie vēsturiskie dati. Dati liecina, ka dabiskas izcelsmes, jeb zibens izraisīti ugunsgrēki mūsdienu Latvijā notiek ļoti reti (VMD dati). Purvu veģetācija nav pielāgojusies regulārai degšanai (Auniņš (red.) 2013). Tomēr, ugunsgrēki parasti izraisa izmaiņas purvu mikrotopogrāfijā (Bencoster, Vitt, 2005, Namatēva, 2011) arī kūdras īpašībās (Bencoster, Vitt, 2003). Visbiežāk purvu degumu ietekme uz apvidus hidroloģiju un veģetāciju ir lokāla. Purvu biotopos nav konstatētas tādas augu sugas, kuras sastopamas tikai degumos. Savukārt kukaiņu sugas svītrainais kapuķermis un degumu krāšņvabole ir tieši atkarīgas no uguns bojātu koku esamības (Vilks, 2019), t.sk. purvos.

**Projekta mērķis** ir nodrošināt sadarbību starp purvus apsaimniekošanā iesaistītajām struktūrām purvu un kūdras resursu racionālai, ilgtspējīgai un atbildīgai izmantošanai, kā arī pētīt īpašību izmaiņas degšanas ietekmētajos kūdras slāņos kā noteicošo faktoru purva pašatjaunošanās spējas novērtēšanai, piemērotāko un zinātniski pamatotu apsaimniekošanas pasākumu izvēlei.

### **Uzdevumi:**

1. Iegūt un apkopot saglabājušos informāciju par degumiem purvos un kūdrājos.
2. Veikt kūdras un veģetācijas pētījumus degušajās teritorijās.
3. Sagatavot boreālo purvu degšanas intensitātes klasifikatoru.
4. Sagatavot rekomendācijas degušu puvu apsaimniekošanai un apsaimniekošanas pasākumu efektivitātes novērtēšanai.
5. Sagatavot zinātniskās publikācijas un informēt sabiedrību par pētījuma rezultātiem.

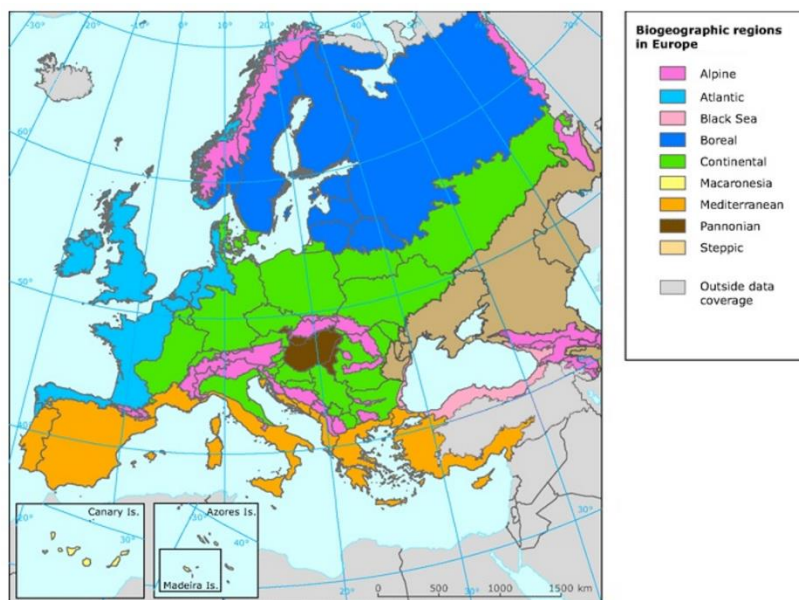
Ugunsgrēku atstātas pēdas ir konstatētas visos kūdrāju un purvu tipos Latvijā - zemajos purvos, pārejas purvos, sūnu purvos, kaļķainos purvos, kūdras ieguves laukos, degradētos kūdrājos. Informācija par ugunsgrēku vietām iegūta no teritoriju apsaimniekotājiem vai nozares ekspertiem, publicētās informācijas, kā arī pēc pazīmēm dabā – apdegušiem stumbriem un lokālām izmaiņām veģetācijā. Degšanas ietekmes raksturošanai izmantoti arī projektā iesaistīto pētnieku un konsultējošo ekspertu iepriekšējos gados iegūtā informācija un dati. Kūdras īpašību raksturošanai pirmo reizi Latvijā izmantota sfagnu poru izmēru novērtēšanas metode izmantojot elektronmikroskopu. Detalizēti pētīti degumi 5 purvos – Bažu purvā, Saklaura purvā, Ķemeru tīrelī, Teiču purvā un Sēmes purvā, kā arī atsevišķi degšanas gadījumi citos purvos. Projekta ietvaros veikta Ķemeru tīreļa un Sēmes purva nogulumu vecuma datēšana ar AMS <sup>14</sup>C metodi, kas ļauj konstatēt degšanas notikumus purva attīstības laikā.

Projekts izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē pateicoties LU efektīvas sadarbības projektu finansējumam un projekta partneru – Dabas aizsardzības pārvaldes, AS “Latvijas valsts meži”, Latvijas Kūdras asociācijas finansiālajam atbalstam.

## 1. PURVU DEGUMU VISPĀRĪGS APSKATS

Purvi ir visizplatītākais saldūdens mitrāju ekosistēmu veids, kas vienlaikus uzskatāmi par ģeoloģisku un bioloģisku veidojumu. Purvi ir unikālas hidroloģiskas sistēmas, kur virszemes ūdeņi un gruntsūdens veido vienotu, hidrauliski saistītu virszemes–pazemes ūdeņu kompleksu ar kopēju ūdens virsmu. Mitrāji ietver vienu trešdaļu pasaules augsnes oglekļa un 10% no pasaules saldūdeņu resursiem (Joosten, Clarke, 2002), tiem ir neaizvietoama nozīme bioloģiskās daudzveidības un klimata regulēšanā.

Purvu platība pasaulē tiek vērtēta kā 4,23 miljoni km<sup>2</sup> jeb aptuveni 2,84% no kopējās sauszemes platības un tie sastopami gan aukstā un mērenā, gan tropiskā klimata zonās, bet to izvietojums ir nevienmērīgs. Lielākā daļa purvu (~350 miljoni ha) atrodas ziemeļu puslodes mērenā klimata zonā un aptver lielas platības Ziemeļamerikā un Eiropas ziemeļdaļā, galvenokārt Somijā, Zviedrijā, Norvēģijā, kā arī Krievijas ziemeļrietumu daļā. Ievērojamas purvu platības ir arī Baltijas Valstīs. Latvijas ietilpst boreālajā biogeogrāfiskajā reģionā (1.1. att.), bet klimata mainības apstākļos mūsdienu veģētācija veidojas atbilstoši hemiboreāliem klimatiskajiem apstākļiem (Laiviņš, 1998).



1.1. attēls. Biogeogrāfiskie rajoni Eiropas daļā (www.fs.fed%).

Pēc Greisvaldes Universitātes 2017. gada pētījuma datiem (Tanneberger et al., 2017) aprēķināts ka Igaunijā purvi aizņem 20,23% no valsts teritorijas, Lietuvā 9,89%, bet Latvijā 11,64% (kas ir vairāk nekā minēts agrāk publicētajos informācijas avotos – 10,4 % (Pakalne, Kalnina, 2005). Latvijā purvi ir izplatīti visā valsts teritorijā, bet purvu platība un novietojums dažādos dabas apvidos ir atšķirīgs. Vislielākā purvainība Latvijā ir Austrumlatvijas zemienē, Viduslatvijas un Piejūras zemienē, kur atrodas pēc platības lielākie purvi, Teiču purvs (14 074 ha) un Lielais Ķemeru tūrelis (5000 ha). Purvi Latvijā ir veidojušies pēdējo 11 000 gadu laikā, taču pēdējos 100 gados tos būtiski ietekmējusi cilvēka darbība: nosusinot kūdras ieguvei, pārveidošanai par lauksaimniecības zemēm vai mežu augšanas apstākļu uzlabošanai.

Purvus raksturojošā pazīme ir kūdras veidošanās pārmitros apstākļos, uzkrājoties augu atmīrušajām daļā. Kūdra ir poraina un satur lielu daudzumu (līdz pat 99%) organisko vielu. Latvija atrodas klimatiskajā zonā, kur nokrišņu daudzums pārsniedz iztvaikošanu, radot priekšnosacījumu tam, lai purvi savas attīstības gaitā pakāpeniski aizņemtu arvien plašākas



teritorijas un mijiedarbotos ar mežiem gan uzvirzoties mežu teritorijām, augot purva kupolam un kūdras slāņiem slīdot, gan otrādi - mainoties klimatiskajiem un hidroloģiskajiem apstākļiem, purviem aizaugot ar mežu.

## Vispārīgā informācija par kūdru

Kūdra ir šķiedraina masa, kas veidojusies paaugstināta mitruma un ierobežotas skābekļa piekļuves apstākļos sadaloties un uzkrājoties atmirušajām augu daļām un neliela daudzuma minerālu ieslēgumiem. Dažāda dziļuma kūdras slāņos atrodamas atšķirīgu kūdras veidotāju augu atliekas, tāpēc kūdra pēc sava botāniskā sastāva ir daudzveidīga. Augu grupas, kas augšanas procesā barojas ar atmosfēras nokrišņiem, veido augstā tipa kūdru, bet augi, kas augot barojās ar gruntsūdeņiem – zemā tipa kūdru. Boreālajā zonā ļoti liela loma kūdras uzkrāšanā ir sfagniem.

*Kūdras sadalīšanās pakāpe* ir cieši saistīta ar humusvielu daudzumu kūdras masā. Labi sadalītai kūdrai ir vairāk humusvielu nekā vāji sadalītai kūdrai. Kūdru pēc augu atlieku sadalīšanās pakāpes iedala trīs tipos: vāji sadalījusies, kur kūdras sadalīšanās pakāpe ir zem 20%, vidēji sadalījusies, kur sadalīšanās pakāpe ir starp 20% un 30%, un labi sadalījusies kūdra, kur sadalīšanās pakāpe ir lielāka par 30% (Šnore, 2013). Kūdras sadalīšanās pakāpe tiek noteikta, lai izprastu kā ir mainījušies nogulumu uzkrāšanās apstākļi un purvu hidroloģiskais režīms.

Par *kūdras mitrumu* sauc ūdens daudzumu, kas izteikts procentos no kopējās kūdras masas (relatīvais mitrums) vai gramos uz sausas vielas gramu (absolūtais mitrums).

Par *kūdras pelnainību* sauc minerālvielu sastāvdaļu procentuālo attiecību pret absolūti sausu kūdras masu.

*Zemā purva tipa purva* kūdra veidojas sadaloties zaļajām sūnām, lapu koku atliekām, grīšļiem, un lakstaugiem purvos, kas atrodas nogāžu piekājēs un upju palienēs. Zemā tipa purvu augi barojas ar minerālvielām bagātiem gruntsūdeņiem un virszemes noteces, kā arī palu ūdeņiem. Gruntsūdeņus šajā purva attīstības stadijā ietekmē arī purva ieplaku veidojošie nogulumu, kas var būt gan morēna un māls, gan smilts, līdz ar to šeit ir salīdzinoši augsts minerālvielu saturs. Purvos, kuri ir izgājuši pilnu attīstības ciklu, zemā tipa purvu kūdras slāņa biezums ir relatīvi neliels salīdzinājumā ar augstā purva tipa kūdras slāņu biezumu, kā arī vērojama augstāka mineralizācijas pakāpe (6 - 16%). Kūdras sadalīšanās pakāpe zemā purva tipa kūdrai ir vidēja līdz augsta (25 – 50% un vairāk), raksturīga tumša krāsa. Kūdras reakcija parasti ir gandrīz neitrāla un pH ir aptuveni 5,5-8. Zemā purva tipa kūdra ir bagāta ar barības vielām, jeb eitrofa, vāji skāba vai neitrāla, dažreiz pat sārmaina (pH – aptuveni 7). Zemā tipa kūdrā fosfora ir ievērojami vairāk nekā augstā purva tipa kūdrā – līdz 1% un vairāk. Slāpekļa saturs zemā tipa kūdrā – 2,5–3%, dažreiz līdz 4%. Kālija saturs zemā tipa kūdrā – 0,05–0,15%.

Zemā purva tipa kūdru lielākajā daļā purvu pārsedz plānāks vai biezāks *pārejas purva tipa* kūdras slānis. Pārejas purvos, palielinoties kūdras slāņa biezumam, samazinās augu barošanās iespēja no gruntsūdeņiem, tādējādi minerālvielu ziņā tie paliek nabadzīgāki un augi barojas gan no gruntsūdeņiem, gan no nokrišņiem. Kūdra kļūst skābāka (pH 4,5-5,5). Pārejas purva kūdras slāņi parasti nav biezi (0,2-1,5 m), kas norāda uz to, ka jaukta augu barošanās (gruntsūdeņu un atmosfēras nokrišņu) nepastāv ilglaicīgi. Pārejas tipa kūdru veido oligotrofu un eitrofu augu atliekas dažādā sadalīšanās pakāpē. Kūdras sadalīšanās var mainīties no vidējas līdz mazai pakāpei atkarībā no kūdras botāniskā sastāva un purva hidroloģiskā režīma.

*Augstā tipa purvu* attīstība ir saistīta ar strauju dažādu sfagnu sugu un citu ombrotrofu augu, kas barojas tikai ar nokrišņu ūdeņiem, ieviešanos purva veģētācijas sastāvā, piemēram: brūnie sfagni (sugu latīniski nosaukumi pievienoti 2. pielikumā), šeihcērijas un spilves, plaši ieviešas Magelāna sfagns, polijlapu andromeda, sila virsis. Purva pēdējā attīstības stadijā, kad augi barojas vairs tikai no nokrišņu ūdens, veidojas augstā tipa sfagnu, sfagnu-grīšļu, spilvju-

sfagnu un citu veidu kūdras, kas uzkrājas purvu kupolos. Šie ir kūdras veidi, kas uzkrājušies visskābākajā vidē, pH 4,0-2,8, parasti ar mazu sadalīšanās pakāpi, gaiši brūnu krāsu un labi saskatāmām augu atliekām. Dabiskā minerālo daļiņu koncentrācija niecīga vai tās nav vispār. Augstie purvi ir ļoti mitri, dabiskā stāvoklī sasniedzot 90 līdz 96 %. To nodrošina tas, ka augstā purva tipa kūdras slāņus veido galvenokārt sfagni, kuru poru uzbūve ir piemērota ūdens uzsūkšanai un saglabāšanai. Augstā tipa kūdrā ir maz fosfora – mazāk par 0,1%, slāpekļa saturs aptuveni 1%, maz kālija – 0,05–0,15%.

Mūsdienās purvi pārsvarā robežojas ar mežiem, tāpēc to apsaimniekošanas pasākumi, ieskaitot ugunsdrošību, jāveic kompleksi, ņemot vērā gan mežu, gan purvu vides īpatnības. Ir sagaidāms, ka klimata mainības un antropogēnās darbības palielināšanās dēļ ugunsgrēku aktivitāte un to skartās mežu un purvu platības palielināsies (Khabarov et al., 2016).

## Kūdras un purvu ugunsgrēki

**Ugunsgrēks** ir nevēlama un nekontrolēta uguns izplatīšanās. Lai rastos ugunsgrēks, ir jābūt degošam materiālam un aizdedzināšanas avotam. Par degošu ir uzskatāms materiāls, kas, iedarbojoties aizdedzināšanas avotam, aizdegas, gruzd vai pārogļojas un pēc aizdedzināšanas avota iedarbības izbeigšanās turpina degt, gruzdēt vai pārogļoties.

Savvaļas ugunsgrēku cēloņi ir tikai 2-3 dabiski fizikāli procesi: zibens, vulkāna izvirdums un kādi īpaši specifiski notikumi, piemēram tādi kā meteorīta izraisīta aizdegšanās, bet antropogēnas izcelsmes ugunsgrēku iemesli ir visdažādākie (Donis, 2010).

Ugunsgrēkus dabā raksturo (Wein, 1983; Brooks et al., 2004):

- 1) degšanas biežums jeb teritorijas atkārtotas degšanas intervāls jeb cikliskums,
- 2) degšanas intensitāte jeb karstums, kas rodas degšanas laikā,
- 3) degšanas apjoms jeb nodegušās teritorijas platība,
- 4) ugunsgrēka ietekmes veids (skrejuguns, vainaguguns un zemdega).
- 5) sezonālitate, ko nosaka degmateriāla pieejamība un klimats.

Gruntsūdens līmenis ir rādītājs, kas norāda uz kūdrāju hidroloģisko stāvokli. Normālos apstākļos kūdrāji nav pakļauti uguns bīstamībai, jo tiem raksturīga spēja noturēt un absorbēt ūdeni. Viens no būtiskākajiem iemesliem kādēļ meži un purvi ir pakļauti uguns riskam ir mežu izciršana un purvu meliorēšana. Tāpēc gruntsūdens līmenis ir viens no galvenajiem rādītājiem uguns bīstamības izvērtēšanā. Silviana, Saharjo and Sutikno, 2020 norāda, ka gruntsūdens līmenis, kas zemāks par 40 cm sausajā sezonā paaugstina uguns bīstamību līdz pat 99,63 %.

Ugunsgrēks notiek, kad sakrīt tam piemērotie apstākļi – ir aizdegšanās ierosinātājs un ir degšanai piemērots materiāls piemērotos apstākļos ar skābekļa pieejamību. Augsts mitruma saturs parasti novērš aizdegšanos un palēnina uguns izplatīšanos, jo ir nepieciešama augstāka temperatūra, lai sasildītu materiālu līdz tā aizdegšanās jeb uguns punktam. Mazāk blīvu materiālu, piemēram, zāli un lapas, ir vieglāk aizdedzināt, jo tie satur mazāk ūdens nekā blīvāks materiāls, piemēram, zari un stumbri. Izzuvuši augi ir vieglāk uzliesmojošāki. Vienkāršotā shēmā - augāja aizdegšanās ir iespējama, kad karstums to izžāvē.

Ogles fosilos nogulumos norāda, ka savvaļas ugunsgrēki sākušies drīz pēc sauszemes augu parādīšanās pirms 420 miljoniem gadu. Savvaļas ugunsgrēkiem visā sauszemes dzīvības vēsturē noteikti ir bijusi izteikta evolucionāra ietekme uz floru un faunu un to apdzīvoto ainavu. Ugunsgrēku pēdas purvos novērojamas kā apdeguši koki un kvēpi uz stumbriem, bet kūdras slāņos kā dažāda biezuma oglīšu slāņi dažādā dziļumā. Kūdras kā organiskā materiāla sadegšanas un līdz ar to arī siltuma izplatības dziļumu regulē ūdens līmenis (Zoltai et.al., 1998, Bencotter and Vita, 2015). Gruntsūdens līmenis pazeminās sausāku klimatisko apstākļu laikā, kad paātrinās kūdras sadalīšanās procesi un veidojas blīvāki slāņi. Kūdras blīvumu ietekmē ne tikai hidroloģiskie un klimatiskie apstākļi, bet arī konkrētās vietas veģetācija, sūnu, koku un

krūmu īpatsvars. Tikpat svarīgs aspekts ir ugunsgrēki, pēc kuriem kūdras virskārta apdeg vai daļēji nodeg, tāpēc var veidoties blīvāks ogļu un sadegušā materiāla slānis. Sablīvētas kūdras virskārtas ūdens mazcaurlaidīgāka slāņa veidošanās var veicināt ūdens uzkrāšanos un kādā laika posmā var izraisīt teritorijas pārmitrināšanu vai pat lokālu applūšanu ierobežotas ūdens mijiedarbības aktīvās ūdensapmaiņas zonā dēļ. Vairākkārtīga degšana var būt iemesls, kāpēc dažkārt purva virskārta ir ļoti blīva vai raksturota kā cieta. Šādas lokālas īpatnības var tikt novērotas arī purvos, kuros nav veikta susināšana vai citāda cilvēku izraisīta vides apstākļu maiņa un nereti pat vizuāli var tikt novērots kā citādi neizskaidrojams "sausuma" apgabals.

Attiecībā uz ugunsgrēku izcelšanos, augstie (oligotrofie) purvi ir jutīgāki par zemajiem purviem (Turetsky et al., 2004) un parasti ugunsgrēki tajos notiek sausajā sezonā, parasti tas ir skrejuguns (Zoltai et al., 1998), kas mozaikveidā ietekmē gan veģetāciju, gan purva mikroreljefu (Foster 1986; Wein, 1983). Oligotrofās purvu daļas pret uguni parasti ir izturīgākas un tajās apdeg tikai sfagni un kūdras virsējais slānis. Tomēr, atkarībā no kūdras mitruma, skrejuguns var ietekmēt kūdras virsējo slāni 5 - 10 cm vai pat 15 cm dziļumā. Ūdens līmenis attiecībā pret purva virskārtu regulē organiskā materiāla sadegšanas dziļumu, un teorētiski, arī uguns temperatūru. Degšana izraisa kūdras slāņu un masas zudumus (t.sk. oglekļa zudumus), kas īsā laikā maina veģetācijas augšanas apstākļus. Dziļāko kūdras slāņu degšana un gruzdēšana (līdz pat 50 cm dziļumā) notiek retāk un parasti purvos, kuros ir ļoti zems gruntsūdens līmenis. Vairāk apdraudētas ir sausajos gados stipri izkaltušās eitrofās un mezotrofās purvu malas. Seklāki kūdras nogulumu šeit var izdegt līdz pat minerālgruntij.

Uguns izplatīšanās un degšanas intensitāte ir atkarīga no vēja ātruma. Vēja ietekmē notiek ātrāka izžūšana un palielinās arī uguns izplatīšanās ātrums. Liesmas sasilda gaisu līdz 800 °C turpinot sildīt un žāvēt arī materiālu līdz tas aizdegas. Tā kā reālos apstākļos ugunsgrēks parasti norisinās atklātā vietā, tad siltuma starojuma ietekmē ap to uzsilst degošie materiāli, bet apkārt esošajā atmosfēras gaisā nonāk degšanas procesā radušās karstās gāzes un citi degšanas produkti. Tā rezultātā novērojama gaisa konveccionālā plūsma, kad sasilušais gaiss izplešas un ceļas augšup ievēlot jaunu, vēsāku gaisu no apkārtējām teritorijām termiskajās kolonnās. Norisinās termiskā konvekcija. Lielas vertikālas temperatūras un mitruma atšķirības veicina specifisku mākoņu veidošanos, spēcīgu vēju un uguns virpuļus ar ātrumu lielāku par 80 kilometriem stundā. Konvekcijai ir liela nozīme ugunsgrēka attīstībā un izplatībā, un tā ir atkarīga arī no gaisa plūsmas apkārt ugunsgrēka vietai. Ugunsgrēka gadījumā bieži vien ļoti liela nozīme konvekcijas plūsmā atkal ir vējam un tā stiprumam. Stiprā vējā karstā gaisa plūsma var pārvietoties ļoti tuvu zemes virsmai. Spēcīga vēja apstākļos uguns izplatās vairākas reizes ātrāk nekā bezvējā. Konvekcijas plūsmas palīdz izžāvēt un uzsildīt ugunsgrēka frontes priekšā esošo materiālu, un siltuma starojuma ietekmē tas aizdegas daudz ātrāk. Šī iemesla dēļ vējš ir jāuzskata par vissvarīgāko faktoru, kas var noteikt ugunsgrēka frontes degšanas intensitāti, attīstības ātrumu un virzienu. Savvaļas ugunsgrēks var pārvietoties ar ātrumu vairāk kā 10 km/h stundā mežos un 22 km/h zālājos.

Gaisa mitrums jeb ūdens tvaiku forma gaisā arī ietekmē materiālu mitrumu un zināmā mērā arī tā degamību. Lielākā daļa slapja, mitra ("zaļa") materiāla nedeģ vai deg ļoti slikti, kamēr tas neizžūst. Dienā gaiss parasti ir ar mazāku mitruma daudzumu nekā naktī, tāpēc naktī degšana kļūst lēnāka, jo degošie materiāli absorbē mitrumu no gaisa. Ja relatīvais gaisa mitrums pazeminās līdz 30–40 procentiem, tad ugunsbīstamība ievērojami pieaug. Atsevišķās dienās vasaras laikā Latvijā novērota gaisa relatīvā mitruma pazemināšanās līdz pat 15–20 procentiem.

Degšana var apstādināt kūdras veidošanos un ar to saistīto oglekļa uzkrāšanos, bet vienlaikus var mainīt nobiru mineralizācijas ātrumu un faktiski palielināt strukturālo un bioloģisko daudzveidību pēc ugunsgrēka, tādejādi tiešā veidā ietekmējot oglekļa ciklu. Pasaules mērogā, kūdras degšanas procesā radītās siltumnīcas gāzu apjoms tiek vērtēts kā 13-40% no visām antropogēni radītajām siltumnīcas gāzēm gadā. Ir sagaidāms, ka klimata mainības un

atropogēnās darbības palielināšanās dēļ ugunsgrēku aktivitāte un to skartās gan mežu, gan purvu platības palielināsies (Khabarov et al., 2016).

Sūnu purvu ugunsgrēkos raksturīga ir skrejuguns, ko nosaka arī koku stāva mazais blīvums. Varētu būt sagaidāms, ka teritorijās ar mežiem ir ļoti augsta ugunsbīstamība tieši esošā degšanai pieejamā materiāla veida dēļ – daudz koksnes, tomēr blīvi meži parasti nodrošina arī lielāku ēnu, līdz ar to zemāku apkārtējo temperatūru un lielāku mitrumu, tāpēc tie var būt mazāk pakļauti ugunsgrēkiem, atsevišķi gan vērtējot materiāla, mitruma, vēja un citu ietekmējošo faktoru kombinācijas.

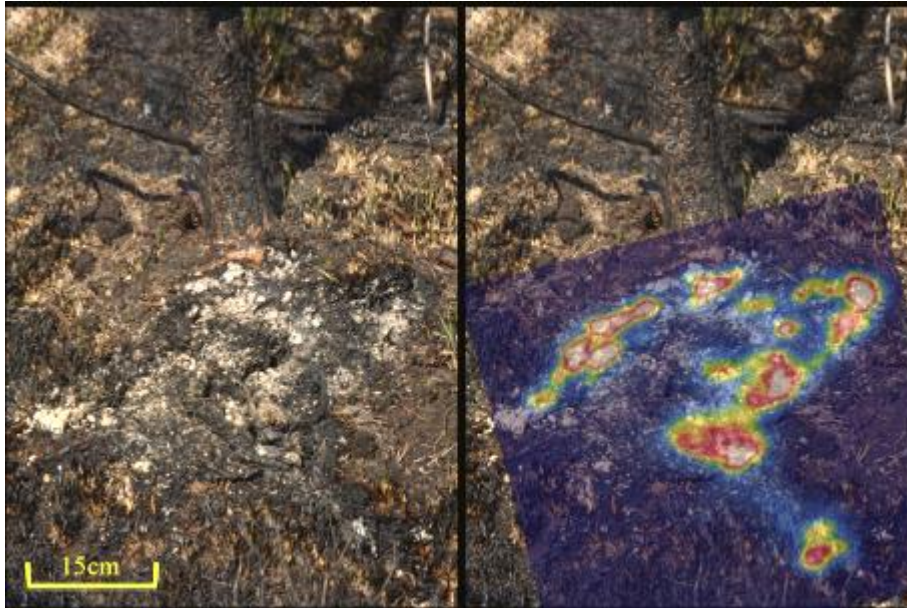
## Gruzdēšana

Porainās vielās un substrātos degšana var izpausties kā gruzdēšana. Kūdra ir materiāls, kurā gruzdēšana piemērotos apstākļos ir bieži novērojama. Salīdzinājumā ar atklātas liesmas degšanu, gruzdēšanai nepieciešamā temperatūra, izplatīšanās ātrums un izdalītā enerģija ir zemāka (1.2., 1.3. att.). Gruzdēšanas temperatūra purvu ugunsgrēkos ir no 200 līdz 600 °C, bet atklātas liesmu ugunsgrēkos ~1500 °C (Prat-Guitart, 2016; Rein, 2016a). Gruzdēšanas izplatīšanās ātrums var variēt no 1 mm līdz pat 50 mm stundā (Drysdale 1998). Kūdras dūmi parasti ir biežāki par dūmiem, kas rodas degot augiem, piemēram – degot kūlai. Dūmus sastāvu lielā mērā ietekmē materiāla degšanas temperatūra. Zemās temperatūras rezultātā notiek nepilnīga sadegšana un rodas lielāks gāzu daudzums un izdalās ievērojams daudzums sīko putekļu daļiņu. Meklējot informāciju par purvu ugunsgrēku izpētes vēsturi, atrodama atsauce uz 17.gs. pierakstu par kūdras gruzdēšanas radīto sadūmojumu vairāk kā 1000 km lielā attālumā no Vācijas līdz pat Francijai un Ungārijai dienvidiem (Fowler et al., 2020). Šāda sadūmojuma iemesli tiek skaidroti ne tikai ar tā brīža meteoroloģiskiem apstākļiem, bet arī ar cilvēku darbību, to, ka katru gadu Vācijā tikuši nodedzināti ap 50 000 akru zemes.



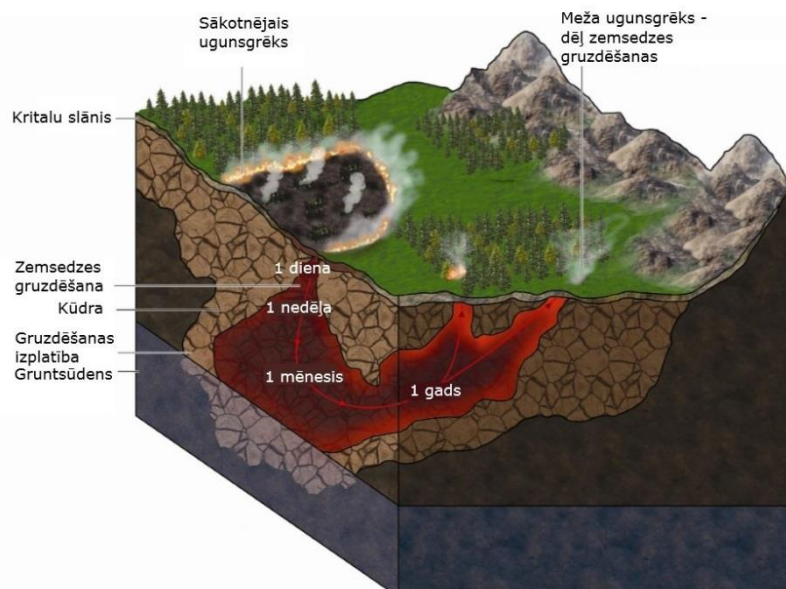
Degšana Gruzdēšana

1.2. attēls. Atšķirība starp degšanu un gruzdēšanu purvā (pārveidots no Rein et al., 2008)



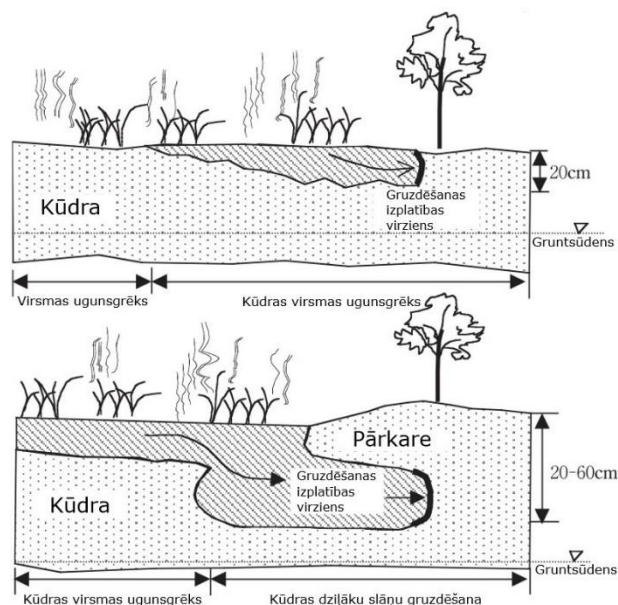
**1.3. attēls.** Kūdras gruzdēšanas zem koka. Kreisajā pusē redzamas ogļu un pelnu paliekas. Labajā attēlā parādīts infrasarkanā staru attēls, kurā var redzēt, ka notiek aktīva kūdras gruzdēšana. Infrasarkanā staru attēla krāsu gamma: sarkans – augstāka temperatūra, zils – zemāka temperatūra. Attēli uzņemti 24 h pēc tam, kad sācies purva ugunsgrēks Īrijā (foto: © Prat-Guitart, 2015).

Lai arī gruzdēšanas izplatīšanās ātrums nav liels, paaugstinātā karstuma izkliede un pārnese var notikt ilgstoši (1.4. att.). Pie labvēlīgiem meteoroloģiskajiem un vides apstākļiem (zems gruntsūdens līmenis), sākotnējais atklātas liesmas ugunsgrēks var pāriet gruzdēšanas tipa ugunsgrēkā, bet pēc kāda laika, piekļūstot skābeklim, atkal var atjaunoties degšana ar liesmu



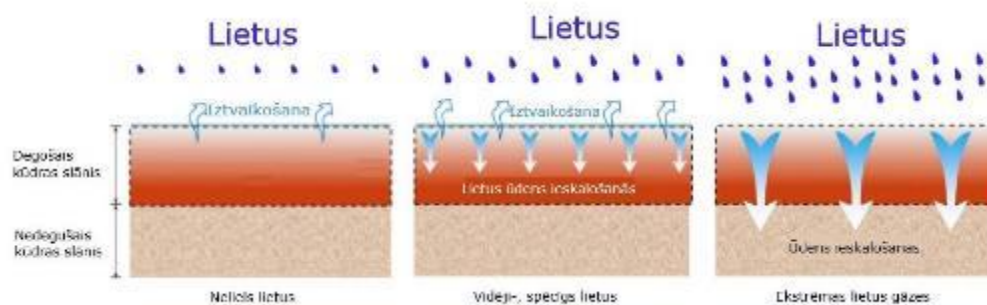
**1.4. attēls.** Ugunsgrēka attīstības iespējamais scenārijs purvainā apvidū (pārveidots no Rein 2009).

Purvos viens no būtiskākajiem gruzdēšanas radītiem apdraudējumiem ir dziļāku slāņu izdegšana un tukšumu veidošanās, kad var veidoties bīstamas kūdras pārkares, kuras purva virspusē vizuāli nav iespējams identificēt (1.5. att.).



**1.5. attēls. Gruzdēšanas izplatība purvā, tukšumu un pārkares veidošanās (pārveidots no Usup et al., 2004).**

Pētījumos noskaidrots, ka minimālais nokrišņu daudzums, lai purva ugunsgrēks nodzēstos ir 4 mm/h (Lin et al., 2020). Palielinoties nokrišņu apjomam (1.6. att.), attiecīgi samazinās kūdras gruzdēšanas apslāpēšanai nepieciešamais laiks.



**1.6. attēls. Nokrišņu intensitātes ietekmes modelis.**

Minimālais ūdens dziļums gruzdēšanas apdzēšanai ekstrēmu lietus gāzu apstākļos ir 13 mm (Lin et al., 2020). Tomēr šādas ekstrēmas lietus gāzes nav bieži sastopamas. Ņemot vērā, ka jau mūsdienu un nākotnes meteoroloģiskajām tendencēm ir saglabāt tādu pašu nokrišņu apjomu, bet to izkrišana notiktu retāk un lielākā apjomā, tad varētu būt, ka dabīgie apstākļi veicinās labāku potenciālo kūdras ugunsgrēku/gruzdēšanas apdzēšanu.

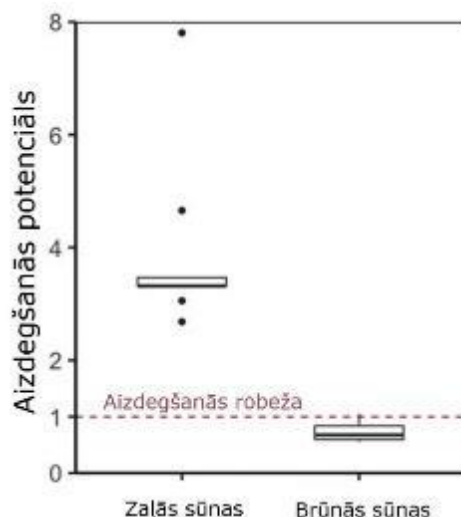
## Ugunsgrēku ietekme uz purvu veģetāciju

Pastāv dažādas metodes, lai noteiktu ugunsgrēku ietekmi uz veģetāciju, kā arī izmērīt šo ietekmju ilgumu. Visbiežāk tiek izmantotas ekoloģiskās pētījumu metodes, kuras galvenokārt balstās uz monitoringu un novērojumu datiem (Bond, Wilgen, 1996, Zalite et. al., 2012). Diemžēl ar ekoloģiskajiem novērojumiem nav iespējams pilnībā konstatēt, kāda veģetācija pastāvēja pirms ugunsgrēka. Degšanas laikā uguns var daļēji vai pilnībā iznīcināt koku un krūmu stāvu un lakstaugu stāvu, tomēr parasti koku, krūmu un lakstaugu sugas spēj pārdzīvot arī postošus ugunsgrēkus, ja uguns neskartajā kūdras slānī saglabājas to sakņu sistēma.). Intensīvas degšanas laikā, kad izdeg dziļš kūdras slānis, augstais purvs var nonākt agrīnākā sukcesijas stadijā, var ieviesties pārejas purva augājs, ciņu mikroreljefa sugas nomaina liekņu sugas. Piemēram, Mannikjarves purva Igaunijā un Kontolanrahkas purva Somijā paleoekoloģisko pētījumos konstatēts, kūdras slāņos pirms ugunsgrēka veģetāciju veidojušas sauso ciņu sfagnu (*Sphagnum* spp.) sugas un virši, bet slāņos pēc ugunsgrēka *Sphagnum-Eriophorum* sugu sabiedrības norāda uz mitru apstākļu esamību uzreiz pēc ugunsgrēkiem. Tam var būt vairāki iemesli un kā nozīmīgākie minami kūdras virskārtas sablīvēšanās, tādējādi ietekmējot ūdens apmaiņu, gan virskārtas materiāla sadegšana, samazinot esošā materiāla daudzumu (dziļumu) virs gruntsūdens pjezometriskā līmeņa.

Veģetācijas attīstība pēc ugunsgrēka galvenokārt ir atkarīga no diviem faktoriem: ugunsgrēka individuālā rakstura un pirms-ugunsgrēka veģetācijas. Vienlaikus, svarīga ir sugu izturība (tolerance) pret degšanu. Kritiskās temperatūras sliekšnis, kas izraisa augu bojāeju, ir 50–60 °C (Wein, 1983). Sfagni visdrīzāk aiziet bojā no augstās temperatūras ugunsgrēka laikā nevis no tā, ka tie aizdegas (Foster, Glaser, 1986).

Gadījumos, kad purva virskārta ir sadegusi un stipri izkarsēta, tā var palikt atklāta (bez veģetācijas) vairākus gadus palielinot gan virsmas erozijas riskus, gan mainot virszemes ūdens noteci un tā krāsu. Izdegušo platību kolonizācija bieži atsākas ar *Polytrichum* spp. (Masing, 1998), bet sfagni var atjaunoties tikai pēc laika, dažkārt pat vairāk kā 50 gadiem (IUCN UK). Viena no pirmajām sugām, kas kolonizēs izdegušo purva virsmu bieži būs *S. capillifolium*. No sfagnu sugām *Sphagnum capillifolium* un *S. tenellum* ir jutīgi, *S. papillosum*, *S. auriculatum*, *S. cuspidatum*, *S. magellanicum* ir ar lielāku izturību, bet *S. fuscum* un *S. imbricatum* ir visizturīgākie pret ugunsgrēku radītu traucējumu. Šo sugu pielāgošanās spējas ar blīvi veidotajiem ciņi efektīvi saglabā mitrumu un tādējādi tie var labāk pārdzīvot ugunsgrēku (Wieder, Scott 2009) un ļauj izdzīvot pat diezgan degradētos apstākļos. Pēc uguns ietekmes sukcesijas gaitā var ienākt augu sugas, kas nav raksturīgas biotopam un kas turpmāk var gan palielināt biotopa jutību pret uguni (Brook et al., 2004), gan arī to samazināt.

Būtiska loma purvu ugunsgrēkos ir viršiem un vaivariņiem, bieži sastopamiem purvu augiem, kas bagāti ar ēteriskām eļļām un ir viegli uzliesmojoši, aug blīvi un veicina ātru uguns izplatīšanos. Uguns var izplatīties arī pa sausajiem sfagnu-ķērpju-viršu ciņiem, bet mitrās ieplakas bieži paliek neskartas (Masing, 1998; Wein, 1983; Turetsky et al., 2004). Pēc-ugunsgrēka sukcesijas gaitā virši atjaunojas ātri, bet pat atjaunojoties sfagniem piemērotam mikroklimatam, ciņainais purva mikroreljefs var atjaunoties tikai pat pēc vairākiem gadu desmitiem. Pēc atkārtotiem, intensīviem ugunsgrēkiem, izveidojoties sablīvētajiem kūdras slāņiem, augstajos purvos var veidoties slapjajiem virsājiem līdzīgi apstākļi (tāda situācija novērota starpvīgu purvu degumos Slīteres Nacionālajā parkā un Ādažu militārajā poligonā. Zemas intensitātes virsmas ugunsgrēki būtiski neietekmē sfagnu attīstību, bet, ja degot skarti dziļāki kūdras slāņi (5-6 cm), samazinās sfagnu un palielinās vaskulāro augu izplatība (Wein et al. 1983), jeb - mazas intensitātes virsējo slāņu degšana pēc-ugunsgrēku sukcesijā veicina sūnu izplatību (1.7. att.), bet dziļo slāņu ugunsgrēki veicina vaskulāro augu sabiedrību ieviešanos (Sillasoo et al., 2011).



**1.7. attēls. Aizdeģšanās potenciāls virsējos 6 cm zaļsūnām un brūnām sūnām (Deane et al., 2020).**

Veģetācijas atjaunošanās izpētē pēc ugunsgrēkiem ir novērojams, ka visbiežāk dominējoši pēc-ugunsgrēku purva ainavā ir virši un makstainā spilve. Virši ir starp pirmajiem, kas pēc ugunsgrēka kolonizē nodegušo vietu, jo to sēklu dīģšanas spējas iegūst no jaunajiem pēc-ugunsgrēku mitruma un gaismas pieejamības apstākļiem, bet spēcīgā veģetatīvā augšana un attīstītā sakņu sistēma vēlāk nodrošina pamatu ciņu atjaunošanai (Hakan, Jeglum, 2015). Karstums pozitīvi iedarbojas uz sēklām, rada labvēlīgus apstākļus dīģšanai. Virša sēklas var glabāties sēklu bankā vismaz 100 gadus (Liv et al., 2005, 2012).

Makstainā spilve arī ir ļoti konkurētspējīga suga traucētās ekosistēmās, tomēr paleoekoloģiskie pētījumi norāda, ka tai ne vienmēr ir tik nozīmīga loma augu sabiedrību attīstībā pēc ugunsgrēka (Tuittila et al., 2007). Viršu un citu sīkkrūmu dominance pēc degšanas ieskicē arī vietējo apstākļu transformāciju mainoties pH vērtībai, minerālvielu saturam, sablīvējoties virskārtai, kas nosaka daudz labvēlīgākus apstākļus šīm sugām nevis sfagniem.

Viena no ugunsgrēku ietekmēm ir atklātu vietu (bez kokiem) veidošanās. Tie ir mēreni mitri oligotrofo purvu apgabali ar vāji attīstītu (neizteiktu) mikroreljefu, ar Magelāna sfagnu, šaurlapu sfagnu, Baltijas sfagnu veidotām fitocenozēm ar bagātīgu spilvju klātbūtni un retiem purvu sīkkrūmiem. Kopumā līdzena mikroreljefa apstākļos sastopami atsevišķi ciņi, kas klāti ar *Polytrichum strictum*, *Dicarnum bergeri*.

Šāda mikroreljefa un sugu attīstība varētu būt iemesls pagātnē notikušajiem ugunsgrēkiem, ko apliecina arī novērojumi, ka nelielā dziļumā ciņos ļoti bieži var atrast apdegušu priežu stumbru celmus. Šāda attīstības hronoloģija ar uguns klātbūtni var veicināt atklātu vietu veidošanos, un kā viens no veicinošiem faktoriem varētu būt salīdzinoši selektīva tieši augstāku un sausāku cinišu degšana, kas zināmā mērā atkal var veicināt priežu spēju iesēties un atjaunoties.

Veģetācija veida ietekme uz potenciālu ugunsgrēku izcelsmi un izplatību novedusi arī pie mēģinājumiem šādi klasificēt purvu teritorijas. Piemēram Krievijā, kur purvu degšanas problemātikai pievērsta liela uzmanība, degšanas ietekmētās kūdrāju teritorijas klasificētas 6 klasēs (Sirin et al., 2020): “kaila kūdra” - tukšas un apdegušas vietas ar retu veģetācijas segumu, ieskaitot dažus mazus kokus un krūmus; 2) “sausī zālāji” - ar ugunspuķēm, skraju niedru, bērzu un kārkļu sabiedrībām, kas veidojas, atjaunojoties kailai un degušai kūdrai pamestās lauksaimniecības zemēs; 3) “priede” - ar priedēm dažādās augšanas stadijās; 4) “vītols – bērzs” - dominē vītoli un bērzi, reizēm alkšņi un apses, galvenokārt aizaugušos frēzlaukos; 5) “slapji zālāji” - slapjiem apgabalos aizaug ar vilkvāļtēm, grīšļiem, niedrēm, ūdensaugiem un spilvēm; 6) “ūdens” - ūdenstilpes, ieskaitot tās, kas izveidojušās pēc kūdrāju atkārtotas uzpludināšanas.



Lai gan pasaulē un Latvijā ir novēroti gadījumi ar pārsteidzoši strauju veģetācijas attīstību pēc purvu ugunsgrēkiem, tomēr daudzos gadījumos veģetācijas atjaunošanās līdz pirms-ugunsgrēka stāvoklim pēc lieliem ugunsgrēkiem var ilgt no 200 līdz 250 gadiem (Sillasoo et al., 2011). Lielākoties, dzīvotne sāk atkopties uzreiz pēc ugunsgrēkiem taču, lai pilnībā atkoptos, var būt pietiekams arī īsāks laika posms – daži desmiti gadu. Nozīmīgas veģetācijas sastāva izmaiņas notiek tikai pēc visintensīvāko ugunsgrēku gadījumiem (Sillasoo et al. 2011), kad augu ataugšanu kavē karstuma izraisītā kūdras sterilizācija iznīcinot sēklu un sporu dīgtspēju, notikt kūdras erozija, un mainoties apdegušās kūdras īpašībām, mainās mitruma režīms un līdz ar to, mitruma režīmam atbilstošās sugas, bet pret degumiem jutīgas sugas un var uz laiku izzust no veģetācijas sastāva (Firesafemarin). Par nesēn notikušiem ugunsgrēkiem var liecināt plašākas *Cladina spp.* audzes. Literatūrā par degšanas indikatoru tiek minētas *Cladonia floerceanā* un *C. portentosa*. Latvijā šīs sugas parasti atrodamas uz smilšainas augsnes un trūdošas koksnes (Āboliņa u.c., 2015). Būtiskākās izmaiņas augājā novērojamas purvos vietās ar seklākiem kūdras slāņiem. Pelnu slānis rada mēslojumu oligotrofajos apstākļos un padara vidi auglīgāku un vismaz īslaicīgi piemērotu purviem netipiskiem augiem un straujākai koku augšanai.

Boreālo augsto purvu pazīme ir izteikts mikroreljefs jeb mikrotopogrāfija. Augstuma starpība starp zemām ieplakām – liekņām (negatīvajām reljefa formām) un ciņu virsām (pozitīvajām reljefa formām) boreālo purvu mikroreljefā var sasniegt līdz pat 50 cm, un tas ir primārais gradients, kas nosaka sūnu un ķērpju sabiedrību sastāvu. Mikroreljefa veidošanos ietekmē autogēni procesi, kas rodas dažādu sūnu sugu atšķirīgā uzkrāšanās dažāda kūdras blīvuma telpiskā mainībā un kūdras nogulumu virsmas augstuma starpībā (Benscoter et al. 2005a). Lēna ciņu sūnu sadalīšanās pakāpe attiecībā pret pazeminājumu sugām ir relatīva un saglabā strukturālo integritāti kūdras griezumos (Turetsky et al., 2008). Lielāka sablīvēšanās un iegrimšana ieplakās rodas kūdras augstākas sadalīšanās rezultātā. Mikroformu augstuma atšķirības veidojas no tā atrašanās vietas vai zem ūdens līmeņa var pastiprināt mikrotopogrāfisko gradientu, dodot priekšroku un pielāgojoties mitrām ieplaku sugām seklā ūdens līmeņa dziļumā un tādas ciņu veidojošai sugai kā brūnajam sfagnam (Rydin, 1993). Tādējādi sūnu īpašības saistībā ar ekohidroloģiju, galvenokārt sadalīšanās, liecina par sugu atšķirībām dažādā kūdras blīvumā un mitruma noturībā, kā rezultātā veidojas mikroreljefs. Tā būtiski ietekmē arī uguns uzvedību un degšanas intensitāti purvos ugunsgrēku laikā. Vairākās valstīs ir veikta dati analīze un izveidojies uzskats, ka notiek cikliska ugunsgrēku atgriešanās. Piemēram Kanādas rietumu daļā kontinentālo purvos pašreizējo ugunsgrēku atgriešanās intervāls ir aptuveni 120 gadi (Wieder et al., 2009). Tomēr dabisko ugunsgrēku aktivitāte Ziemeļamerikā boreālajā daļā pēdējās desmitgadēs uzrāda pieaugošu tendenci augsto purvu degšanas apjomam, biežumam un intensitātei, jo šie kūdrāji ir pakļauti lielākam aizdegšanās riskam (Turetsky et al., 2011; Kettridge et al., 2015).

## Ugunsgrēku dinamika

Cēloņsakarību izpratni starp agrākajiem un mūsdienu ugunsgrēkiem var panākt, sintezējot datus no daudzām teritorijām un, pēc iespējas, apvienojot makroskopisko ogļišu analīžu datus ar ziedputekšņu datiem. Identificējot putekšņus, augu makroskopisko atlieku un ogļu daļiņas, kas uzkrājas purvā (kūdrā) kopš tā veidošanās sākuma, var rekonstruēt veģetācijas un ugunsgrēku notikumu dinamiku. Degšanas intensitāte un biežums ietekmē izmaiņas veģetācijā un kūdras fizikālās un ķīmiskās īpašībās. Ja tiek veikta liela mēroga datu sinhronizācija vai meta analīze, ir svarīgi zināt arī par iespējamām kļūdām un nepilnībām, kas saistītas ar nogulumos esošajiem ogļišu datiem. No tām visbūtiskākās ir ogļu datu telpiskā neprecizitāte, kas izriet no fakta, ka ogļu daļiņas tiek pārnestas gaisā mainīgos attālumos un,

ka nogulumu ierakstu hronoloģiskā precizitāte parasti ir samērā plaša, jo īpaši tad, ja to pamatā ir tikai radioaktīvā oglekļa datējumi. Vispārīgā gadījumā lielāki oglekļa gabali norāda uz mazāku uguns intensitāti, bet mazāki – uz lielāku, savukārt lielāki oglekļa gabali nespēj izplatīties tik tālu kā mazāki, tādēļ tie ir neapšaubāms pierādījums tieši lokālai degšanai.

Arī Latvijas mežu un purvu ekosistēmās uzkrājušies nogulumi ietver bagātīgu oglekļa daudzumu, kas liecina par ugunsgrēku biežumu un nozīmi tūkstošgadu laikā un uguns kā selektīva evolūcijas spēka ietekmi uz sugu un dzīvotņu spēju pielāgoties šādam traucējumam (Schwilk, 2003, Stivrins et al., 2019). Uzkrātie klimatisko novērojumu dati parāda, ka biežāku ugunsgrēku periodu izmaiņu iemesli boreālajā un hemiboreālajā zonā saistāmi ar lokāliem un reģionāliem klimatiskajiem apstākļiem (sausumu). Ugunsgrēki purvos parasti notiek gados ar nelielu nokrišņu apjomu un augstu sezonas Saules insolāciju (Wein, 1983; Power *et al.* 2008, Aakala et al., 2018). Tomēr vienlaikus kūdras nogulumu analīze parāda diezgan regulāru ugunsgrēku liecību sastopamību dažādos laika posmos, neatkarīgi no tobrīd valdošajiem klimatiskajiem apstākļiem. Savvaļas ugunsgrēku izplatība mainās arī atkarībā no esošā uzliesmojošā materiāla, tā vertikālā izvietojuma. Degšanai piemērota materiāla veidošanos daļēji nosaka topogrāfija, kas nosaka tādus faktoros kā pieejamā saules gaisma un ūdens augu augšanai. Ugunsgrēku iemesli tāpat ir atšķirīgi. Jau iepriekš minēts, dabiskie cēloņi ir zibens un vulkānu izvirdumi. Parādoties cilvēkam tie saistīti ar cilvēka aktivitātēm sākot jau ar laiku, kad pirmie cilvēki ienāca konkrētajās teritorijās – tradicionāli saistībā ar lauksaimniecību vai mežsaimniecību, bet vēlāk lielāko daļu ugunsgrēku izraisa cilvēku neuzmanīga rīcība smēķējot, kurinot ugunsurus vai izklaides braucienos ar motorizētu transportu – jeb aktivitātēm, kas saistītas ar rekreāciju un atpūtu. Kanādā un Ķīnas ziemeļrietumos kā galvenais aizdegšanās avots mūsdienās joprojām ir zibens. Āfrikā, Centrālamerikā, Fidži, Meksikā, Jaunzēlandē, Dienvidamerikā un Dienvidaustrumu Āzijā ugunsgrēkus var saistīt ar cilvēku darbību lauksaimniecībai un lopkopībai, bet Ķīnā un Vidusjūras baseinā ugunsgrēku galvenais iemesls ir cilvēku neuzmanība. Amerikas Savienotajās Valstīs un Austrālijā kā ugunsgrēku avotu var izsekot gan zibens spērieniem, gan cilvēku darbībām (piemēram, dzirkstelēm mašīnās, izmestiem cigarešu izsmēķiem vai dedzināšanai). Ugunsgrēku izcelšanās iemesli kūdrājos bieži saista ar kūdras ieguvī. Strādājot vasaras mēnešu tveicīgajās dienās, kad gaisa temperatūra sasniedz pat 30° C un sastrādātās kūdras virskārtas mitrums ir zem 20 procentiem, kūdras aizdegšanās cēlonis var būt sīko kūdras putekļu sakaršana uz tehnikas dzinēja kolektoriem (tomēr vienlaikus, ievērojot ugunsdrošības noteikumus, šāda iespēja, tiek samazināta līdz minimumam un arī degšanas vieta ir salīdzinoši vieglāk un ātrāk sasniedzama, lai uguni savlaicīgi apdzēstu).

Boreālo un hemiboreālo zonu purvos ugunsgrēki ir bijusi regulāra parādība pat reģionos ar minimālu cilvēku ietekmi. Domājams, ka laikā pirms cilvēku ierašanās, ugunsgrēki mitrājos dega visu vasaru, gan gruzdot kūdrā, gan pietiekami sakarstot atkal uzliesmojot (Frost, 1995a). Ierodoties pirmajiem iedzīvotājiem un teritorijās uzsākot aktīvu saimniecisko darbību ar uguns palīdzību tika atbrīvota platība dzīvošanai, medībām un lauksaimniecībai. Nozīmīga informācija par purvu un mežu degšanu iegūta organogēno nogulumu pētījumos Skandināvijā. Noskaidrots, ka ugunsgrēku bijis mazāk vidusholocēnā (pirms 8200. līdz 4200. gadam), bet lielāks ugunsgrēku skaits fiksēts vēlajā holocēnā, pēdējo 4200 gadu laikā. Biežāk ugunsgrēki notikuši ap 1500. gadu, bet turpmākajos gadsimtos notikusi pakāpeniska ugunsgrēku skaita samazināšanās.

Klimata apstākļu ietekme uz degšanas iespējamību ir svarīga, lai prognozētu klimata pārmaiņu ietekmi uz ekosistēmu pakalpojumiem kādā reģionā. Aplūkojot pieejamos datus par ik gadu izdegušo platību un ugunsgrēku laika apstākļu mainību no 1901. līdz 2017. gadam, secināms, ka pastāv pozitīva korelācija starp biomas mēroga uguns aktivitātes indeksu un jūnija vasaras Ziemeļatlantisko atmosfēras variāciju (veicina sausumu), kas norāda uz liela mēroga atmosfēras cirkulācijas nozīmi. Nākotnē ievērojamie pozitīvie Ziemeļatlantijas atmosfēras

variācijas apstākļu būs sastopami biežāk, kas var veicināt periodus ar ļoti mazu nokrišņu daudzumu, kas, savukārt, var radīt priekšnoteikumus ugunsgrēku attīstībai un plašāku teritoriju izdegšanai boreālajā zonā. Arī klimatisko parametru regulētais sugu sastāvs un funkcionālā daudzveidība netieši ietekmē ugunsgrēku izcelšanās priekšnoteikumus (Bencoster, Vitt, 2008). Vairums ugunsgrēku notiek gados, kad ir zems gada vidējais nokrišņu daudzums (Wein, 1983). Boreālajā reģionā novērojama tendence palielināties ugunsgrēku skaitam pavasara un vasaras sākuma mēnešos (Bourgeau-Chavez et. al., 2020).

Ugunsgrēku izcelšanās biežums holocēna laikā tiek skaidrota galvenokārt ar klimata pārmaiņu radīto ietekmi, bet cilvēka darbības ietekme tiek atzīta kā mazāk nozīmīga (Blarquez et al., 2018). Ugunsgrēku atkārtšanās (*FRI - fire return intervals*) holocēnā ir  $164 \pm 134$  gadi (iespējams, bieži tie ir virsmas ugunsgrēki mazās platībās). Konstatētās lielās izmaiņas veģetācijā un cilvēka demogrāfiskā izaugsme pēdējos 1500 gadus, varējušas izraisīt novēroto FRI pagarinājumu ( $301 \pm 201$  gadus), kas noticis bez būtiskām klimata pārmaiņām. Mitrajos purvainu mežos ugunsgrēku izcelšanās intervāls ir ap 100 gadiem (Päätaalo 1998) Kūdras nogulumos, kas atbilst Dzelzs laikmeta sākumam un hemiboreālajam periodā oglītes parādās biežāk nekā temporālā perioda slāņos (Blarquez et al., 2018).

Ja notiek atkārtota ugunsgrēka izcelšanās uguns iepriekš jau skartā purva teritorijā, vai ugunsgrēka ietekmes intensitāte ir pietiekami liela, var notikt veģetācijas nomaiņa. Īss uguns atkārtšanās intervāls nozīmē mazāku laiku sfagnu segas atjaunošanai pēc ugunsgrēka, un citu, konkurēt spējīgāku sūnu un vaskulāro augu sugu ieviešanos nodegušās platības. Svarīgi atzīmēt, ka atkārtotu ugunsgrēku apstākļos kūdra, kas sadeg, ir vecāka un uzkrājusi senāku oglekli, kas degšanas rezultāta izdalās gaisā (līdz pat  $315 \text{ kg C m}^{-2}$ ), tādejādi radot negatīvu ietekmi uz oglekļa uzkrāšanu un siltumnīcefekta gāzu izplūdi (Turetsky et al., 2015; Wieder et al., 2009).

*Pilns purvu attīstības cikls ietver zemā, pārejas un augstā tipa purva attīstības pakāpes. Purvi savas attīstības gaitā pakāpeniski ir aizņēmuši arvien plašākas teritorijas un bijuši mijiedarbībā ar mežiem gan purva kupolam augot un kūdras slāņiem slīdot un uzvirzoties mežu teritorijām, gan arī otrādi - mainoties klimatiskajiem un hidroloģiskajiem apstākļiem, purviem aizaugot ar mežu.*

*Boreālajā zonā vienīgais dabiskais ugunsgrēka izcelšanās cēlonis ir zibens. Zibens izraisīti ugunsgrēki, kas izplatās tālāk par zibens aizdedzināto koku ir reti. Palielinās cilvēku neuzmanīgas rīcības gadījumu skaits, kas kļūst par galveno neplānotas degšanas ierosinātāju savvaļā, t.sk. purvos. Pateicoties substrāta mitrumam, degšana purvos ir iespējama tikai īstenojoties vairāku apstākļu kombinācijai. Purvo galvenie uguns izplatīšanos ietekmējošie faktori ir purva virskārtas sausums, mikroreljefs, koksnainu sakņu daudzums un ļoti būtisks ir vēja stiprums ugunsgrēka laikā. Degšanas izraisīti bojājumi purva veģetācijā ir atkarīgi no degšanas intensitātes un biežuma, taču liela mēroga ugunsgrēku gadījumos samazinās sfagnu pārklājums un līdz ar to spēja veidot jaunu sfagnu kūdru. Kā liela mēroga traucējums, uguns ietekmē visu ekosistēmu un izjauc visu struktūru funkcionēšanu. Nelieli ugunsgrēki parasti būs ar mazu negatīvu ietekmi, ātrāku veģetācijas atjaunošanos un var tik vērtēti kā nebūtiski ekosistēmas funkcionalitātei un attīstībai. Atkarībā no konkrētās vietas apstākļiem, ugunsgrēku ietekme uz ekosistēmas turpmāko attīstību var būt gan negatīva, gan pozitīva.*

## 2. PĒTĪJUMU METODES

---

### Lauka pētījumi

#### Purvu degumu apsekojumi

Dažāda vecuma ugunsgrēku vietas purvos un purvainos mežos apsekotas ar mērķi noskaidrot kādu ietekmi degšana atstājusi uz purva vai kūdrāja virsmas reljefu, veģetāciju un virsējo kūdras slānis ugunsgrēka gadījumā, kādas ir vizuāli novērtējamās ugunsgrēku radītās sekas. Apsekojumi veikti izvēlētajos purvos ar maršrutu metodi 2019., 2020., 2021. gadā.

#### Kūdras paraugu ievākšanas metodika un sagatavošana analīzēm

Lai iegūtu nepieciešamo priekšstatu par izpētes teritorijām, Projekta izstrādes laikā ievākti paraugu monolīti nogulumu pētīšanai. Kūdras paraugu ņemšanas vietu izvēli noteica vizuāli konstatētā deguma vieta purvā. Vispirms veikta ģeoloģiskā urbšana izmantojot mīksto nogulumu kameru urbi. Kameras tipa mīksto iežu urbja konstrukcija sastāv no 0,5 m garas griežamās lāpstas un savstarpēji savietojamām 1 m garām nerūsējošā tērauda caurulēm. Urbis ļauj iegūt 5 cm diametra kūdras paraugu serdi vēlamajā dziļumā. Sēmes un Bažu purvos kūdras paraugu ņemšana veikta secīgi līdz minerālajam horizontam, vai (Saklaura purva) dziļuma intervālos, kuros potenciāli varētu būt augsta iespēja konstatēt degumus pagātnē.

Kūdras slāņu stratigrāfijas pētījumiem izmantoti secīgi, nesajaukti paraugi. Iegūtie kūdras monolīti uz lauka aprakstīti, foto dokumentēti un pārvietoti atbilstošos 0,5 m garos plastmasas konteineros un mitruma zuduma novēršanai iesaiņoti polietilēna plēvē, un tajā pašā dienā nogādāti uz Latvijas Universitāti, kur tie uzglabāti horizontālā stāvoklī 4 – 6 °C temperatūrā.

Atsevišķos gadījumos kūdras paraugi analīzēm iegūti izvēloties pētāmo slāni izraktā kūdras bedrē un izgriežot paraugu nepieciešamajā lielumā ar līdz pat 30 cm gariem asmeņiem. Pētījumiem izmantoti arī kūdras paraugi no kūdras izstrādes laukiem, no vietām, kur fiksēti ugunsgrēki un arī no nedegušajām vietām.

### Laboratorijas pētījumu metodes kūdras sastāva un īpašību raksturošanai

#### Kūdras botāniskais sastāvs

Kūdras botāniskā sastāva analīze sniedz svarīgu informāciju, kas ļauj noskaidrot kūdras veidu un purva augu segas attīstības dinamiku un izmaiņas. Kūdras botāniskā sastāva noteikšana notiek pamatojoties uz kūdras makroskopiskajām un mikroskopiskajām pazīmēm, noskaidrojot galvenos augus, kas veido kūdras nogulumu parauga sastāvu. Lai noteiktu kūdras veidojošos augus un to procentuālo sastāvu izmantots nežāvēts (svaigs) materiāls. Mikroskopiskajai analīzei izmantoja augu šķiedras, kas palikušas uz sieta pēc 10–15 g liela kūdras parauga skalošanas zem tekošas ūdens strūkļas. Augu šķiedras un atliekas analizēja izmantojot mikroskopu ar palielinājumu ~ 100 reizes. Kūdras botānisko sastāvu nosaka ne tikai mikroskopiski, bet arī makroskopiski pielietojot augu makroskopisko atlieku analīzi jeb karpoloģiju. Augu (sub-)fosilijas, kas ir saskatāmas ar neapbruņotu aci vai ar stereoskopisko mikroskopu tiek dēvētas par augu makroskopiskajām atliekām.

Metodes protokola pamatā ir GOST 21123-85, kas nosaka, ka viens redzes lauks uzskatāms par 100%. Aplūkojot 10 redzes laukus ņēma vērā kūdras komponentu procentuālās attiecības (kūdras veidojošo augu ekoloģiskās īpatnības un to piederību noteiktam purva veģetācijas tipam), pēc kā noteica kūdras veidu (Krūmiņš u.c. 2012). Kūdras botāniskais

sastāvs un kūdras sadalīšanās pakāpe izteikta procentos. Grafiskajam attēlojumam izmantota TILIA programmatūra.

### **Granulometriskā analīze**

Minerālu (galvenokārt kvarca) graudu esamība organogēno nogulumu sastāvā norāda uz vēja darbību pagātnē. Jo augstāka kvarca graudu koncentrācija, jo spēcīgāks vējš vai pat vētra bijusi. Ņemot vērā Bažu purva fiziogēogrāfisko novietojumu un ģeoloģisko situāciju, smilts graudi kūdrā var nonākt kāpu un piekrastes smilts pārpūšanas/izpūšanas epizožu laikā. Granulometriskais sastāvs analizēts no 1 cm<sup>3</sup> paraugiem (kopā 325 paraugi). Katrs paraugs karsēts 550 C 4 stundas, lai atbrīvotos no organogēnās komponentes. Pāri palikušais saturs skalots vieglā ūdens strūklā cauri 160 μm sietam. Materiāls no sieta pārvietots uz petri stikla plates un izskaitītas visas paraugā esošās smilts daļiņas. Skaitīšana veikta izmantojot stereomikroskopu. Kvarca graudu identificēšanā pielietota arī polarizējošā gaismas komponente mikroskopā, kas ļauj nošķirt kvarca minerālus no cita veida minerāliem. Šoreiz kvarcs bija dominējošais smilts veidojošais minerāls (>99%), līdz ar to, atsevišķi netika veikta citu minerālu salīdzinošā analīze. Kvarca graudu rezultāti izteikti koncentrācijā uz 1 cm<sup>3</sup>.

### **Kūdras sadalīšanās pakāpes noteikšana**

Pēc sadalīšanās pakāpes kūdras iedala trīs tipos: maz sadalījusies (sadalīšanās pakāpe ir mazāka nekā 20%); vidēji sadalījusies (sadalīšanās pakāpe 20–30%); labi sadalījusies kūdra (sadalīšanās pakāpe ir lielāka nekā 30%) (Šnore, 2013). Kūdras sadalīšanās pakāpe ir cieši saistīta ar humusvielu daudzumu – kūdras masā kūdrā ar augstāku sadalīšanās pakāpi ir vairāk humusvielu nekā vāji sadalītā kūdrā. Kūdras sadalīšanās pakāpe ir netiešs hidroloģisko apstākļu indikators, jo pie zemāka ūdens līmeņa purvā notiek kūdras sadalīšanās, bet pie augstāka ūdens līmeņa kūdra maz sadalās, tas ir, pat nesadalās. Šis process skaidrojams ar skābekļa pieejamību akrotelmā, kā rezultātā var notikt intensīvāki sadalīšanās procesi. Hidroloģiskie apstākļi purvā var mainīties dažādu faktoru dēļ, kā piemēram, cilvēka izraisītas nosusināšanas, klimata izmaiņu un ugunsgrēku dēļ.

Kūdras sadalīšanās pakāpe noteikta, raksturojot attiecības starp humusa saturu un visas kūdras masu. Sadalīšanās pakāpe noteikta vizuāli ar mikroskopisko metodi. Sākotnēji kūdras sadalīšanās pakāpi noteica, vizuāli, nosakot kūdras plastiskumu, elastīgumu, augu atlieku daudzumu un to saglabāšanās pakāpi, ūdens daudzumu, tā krāsu un dzidrumu. Kūdras sadalīšanās pakāpe noteikta Latvijas Universitāte Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Kwartārģeoloģijas laboratorijā, atbilstoši GOST 21123-85 (Mezhgosudarstvennij standart, 2006. GOST 28245e89. Torf. Metodi opredeljenija botanicheskogo sostava I stepeni pazlozhenija – metodes apraksts izstrādāts 1985. gadā un joprojām tiek izmantots Latvijā kā lietišķajos, tā arī zinātniskajos pētījumos, kuru rezultāti publicēti augsti indeksētos nozīmīgos starptautiskos žurnālos (Kalniņa et. al., 2015).

### **Ogļu makroskopisko atlieku analīze**

Makroskopiskās ogles ir pirolīzes procesa pārpalikumu (nepilnīgas sadedzināto organisko materiālu) produkti jeb priogēnais ogleklis. Makroskopisko ogļu (> 100 μm) klātbūtne kūdras nogulumos liecina par lokāliem ugunsgrēkiem konkrēto nogulumu slāņu uzkrāšanās laikā (Oris et al., 2014, Stivrins et al., 2019, Whitlock et al., 2003).

Ogļu makroskopisko atlieku analīze *Bažu purva* nogulumiem veikta Latvijas Universitātes Dabaszinātņu akadēmiskā centra Kwartārvides laboratorijā. No urbuma serdes katra centimetra, izmantojot paraugošanas lāpstiņu, noņemts 1 cm<sup>3</sup> nogulumu. Nogulumu tilpuma precīzai nomērīšanai izmantota šai procedūrai pielāgota šlirce. Nogulumu paraugi ievietoti iepriekš

marķētā ķīmikāliju izturīgās plastmasas tūbiņās un pievienota balinoša viela – nātrijs hipohlorīts (NaClO 10 – 12 %). Balinātājs iedarbojas uz augu atliekām, padarot tās gaiši brūnas vai caurspīdīgas, taču neietekmē ogles, kas atvieglo ogļu identificēšanas procesu. Paraugi balinātājā turēti tik ilgi līdz vizuāli novērota parauga pietiekama izbalēšana, kas ir aptuveni 30 minūtes (ilgums atkarīgs no balinātāja un nogulumu sastāva). Pēc balināšanas, paraugi skaloti vājā ūdens strūkļā caur 160 μm sietu. Uz sieta pāri palikušais nogulumu materiāls ar destilēta ūdens strūkļu pārvietots atpakaļ uz attiecīgo tūbiņu. Izskalotajiem paraugiem pievienots aptuveni 10 – 20 ml ūdens un tie pārlieti uz petri plates. Ogļu makroskopisko atlieku analīzē izmantots stereomikroskops ZEISS STEMI, kur paraugi apskatīti 30 – 50 reizu palielinājumā.

Ugunsgrēku rekonstruēšanai Bažu purvā makroskopisko ogļu rezultātu statistiskā analīze veikta CHAR (*CharAnalysis*) programmā, kura izmantojot attiecīgus algoritmus, aprēķina ugunsgrēku atkārtšanās intervālus un ugunsgrēku notikumu biežumu. Turpmāk šī informācija kalpos kā references punkts, lai salīdzinātu ugunsgrēku režīmus arī mūsdienās un nākotnē. *CharAnalysis* programmā ogļu koncentrācija (ogļu daļiņas/cm<sup>3</sup>) tiek pārveidota par ogļu uzkrāšanās apjomu gadā (ogļu daļiņas cm<sup>2</sup>/gadā). Dati interpolēti un izlīdzināti ar slidošas mediānas metodi 500 gadu laika logā. Ogļu koncentrācijas pīķi, kas iezīmē ugunsgrēkus, noteikti atņemot fona troksni ( $C_{background}$ ) no interpolētajām vērtībām ( $C_{interpolated}$ ). Lai nošķirtu ar fona trokšņa radīto variāciju no ugunsgrēkiem (*threshMethod*), izmantots Gausa modelis. Ogļu koncentrācijas vērtības, kas pārsniedza modelētā trokšņa sadalījuma 95. procentīli identificētas kā ugunsgrēku notikumi. Veicot analīzi programmā *CharAnalysis*, iegūts ugunsgrēku skaits analizētajā laika periodā un vidējais ugunsgrēku atkārtšanās intervāls.

## Palinoloģiskie un mikroskopisko oglišu pētījumi

Palinoloģisko pētījumu pamatā ir putekšņu analīze, kas ir paleoekoloģiska metode un balstīta uz augu spēju producēt putekšņus un sporas, kas ar vēja, ūdens un kukaiņu palīdzību izplatās kilometriem tālu un. Nosēžoties uz zemes virsas, tie nokļūst purvu vai ezeru nogulumos, kuri uzkrājas, jaunākiem slāņiem pārsedzot vecākos un pie limitētiem skābekļa apstākļiem saglabājas pat miljoniem gadu. Putekšņu kopums nogulumos veido tā saucamo putekšņu spektru, kas, ņemot vērā katra auga producēto putekšņu apjomu, atbilst veģetācijas sastāvam. Veicot putekšņu analīzi paralēli tiek uzskaitītas arī mikroskopiskās ogļu daļas (20–100 μm). Veicot putekšņu analīzi datu apstrādi, tiek rekonstruēta augu valsts, bet paaugstināta mikroskopisko ogļu koncentrācija savukārt liecina par apkārtņē esošu degšanu. Putekšņi kopā ar mikroskopisko oglišu datiem, kas ir tāda paša izmēra kā putekšņi, pārvietojas zināmā attālumā, tādēļ nogulumu slāņī putekšņu spektrs raksturo plaša reģiona veģetāciju un mikroskopiskās ogles sniedz liecības par iespējamu ugunsgrēku esamību pagātnē.

## Elektronmikroskopija

Elektronmikroskopija veikta ar mērķi izpētīt kūdras struktūru un ķīmisko sastāvu. Salīdzinot dažādas (degušas un dabiskas kūdras pētījuma rezultātus var secināt kādas izmaiņas ir notikušas kūdras sastāvā degšanas rezultātā. Elektronmikroskopijas metodes pamatā izmantots skenējošais elektronmikroskops Phenom ProX, pateicoties kuram iespējams iegūt attēlus ar ļoti augstu izšķirtspēju.

Daļa no iegūtajiem rezultātiem ir attēli, kas norāda uz dažādiem morfoloģiskiem raksturlielumiem un īpatnībām. Pie attēliem norādīti visi attiecīgie parametri, kas elektronmikroskopa attēlu izmantotājiem ir informatīvi un norāda attiecīgos darba apstākļus. Attēliem, kas gatavoti kā attēli aplūkošanai un morfoloģijas izvērtēšanai, pamatā ir 10kV (kilovoltu) režīms. Attēliem, kas pievienoti šī Projekta ziņojumā un izmantoti ķīmiskajai analīzei izmantots 15 kV jaudīgs elektronu kūlis un Point intensitāte, lai precīzāk raidītu kūli, tādējādi panākot rentgenstaru emisiju no materiāla. Ķīmiskās analīzes pamatā ir disperģētās

enerģijas rentgenstaru spektroskopija. Kad paraugam raidīts elektronu kūlis, materiāls sāk emitēt rentgenstarus, kurus uztver rentgenstaru detektors mērot materiālam (ķīmiskajam elementam) raksturīgo starojumu, kas rodas ierosmes rezultātā. Impulsu skaitu sekundē (*cps*) salīdzina ar kopējo elementa testa signālu skaitu.

EDS (*energy dispersive spectroscopy*) precizē raksturlielumi: augstas kvalitātes silikona drifta detektors ar aktīvo virsmu 25 mm<sup>2</sup>. Ultra-plāns silīcija nitrīda (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) detektora logs ļauj detektēt ķīmiskos elementus no bora līdz amerīcijam (5. - 95. elements). EDS izšķirtspēja 132 eV (mangāna K-alfa pīķim), maksimālā emitēto rentgenstaru uztveršana 300'000 signālu sekundē.

### Kūdras karsēšanas zudumu analīze

Lai izprastu nogulumu sastāva raksturu, viena no svarīgākajām metodēm ir nogulumu karsēšanas zudumu analīze (*LOI*), kas tiek uzskatīta par ātru un lētu veidu, kā, neveicot sarežģītas ģeokīmiskas analīzes, var precīzi noteikt dabīgā mitruma, organisko, karbonātisko un minerālo vielu relatīvo saturu nogulumos. Metodes būtības pamatā ir veikt secīgus masas zudumu mērījumus pēc noteiktā temperatūra karsētiem nogulumu paraugiem. Nogulumu karsēšanas zudumu analīze ir balstīta uz paraugu secīgu karsēšanu +105 °C, +550 °C un +950 °C temperatūrā speciālās mufelkrāsnīs pēc starptautiski atzītas metodikas (Heiri et al., 2001).

Lai konstatētu izmaiņas kūdras sastāvā, atbilstoši nogulumu veidam un pētījuma mērķim, kūdras paraugi karsēšanas zudumu analīzei ņemti pa 1 cm<sup>3</sup> ik pa 1 cm vai 5 cm no nogulumu monolīta. Zināmā apjoma nogulumu nosvērti un salikti izkarsētos un nosvērtos porcelāna tīģeļos. Tālāk veikta to secīga karsēšana konkrētās temperatūrās. Zudumu masu, kas radusies karsēšanas laikā aprēķina, nosverot paraugus pirms un pēc dedzināšanas. Pirmā karsēšana notiek kūdras mitruma noteikšanai karsējot paraugus 12 stundas +105 °C žāvskapī (*Ostfildren* 2). Otrajā solī paraugs karsēts 500–550° C temperatūrā un šajā brīdī organika sadeg, bet pāri paliek pelni, kas sastāv no karbonātiem un minerālajām vielām. Pēc tam, lai uzzinātu cik daudz nogulumos ir tieši minerālo vielu, paraugu karsē +950° C temperatūrā 2 h. Iegūtie karsēšanas zudumu analīzes rezultāti atspoguļoti diagrammā, kas iegūta ar datorprogrammu TILIA (Grimm, 1992).

### Kūdras dabīgā blīvuma noteikšana

Pēc kūdras dabīgā blīvuma var noteikt, kāda ietekme ir purva nosusināšanai vai arī kādam citam faktoram, piemēram, degšanai, uz kūdras sablīvēšanos. Kūdras blīvums izteikts kā neizjaukta un neizkustināta monolīta parauga tilpuma un pilnībā sausa, izžāvēta parauga attiecība. Katrs paraugs žāvēts 12 stundas žāvskapī 105°C temperatūrā, lai iegūtu gaisausu paraugu. Dabīgais blīvums aprēķināts pēc formulas (2):

$$\rho_{dab} = \frac{V_{mon\_parauga}}{m_{gaisausa\_parauga}} \quad (2), \text{ kur}$$

$\rho_{dab}$  – dabīgais blīvums

$V_{mon\_parauga}$  – monolīta parauga tilpums

$m_{gaisausa\_parauga}$  – gaisausa parauga masa

### pH, kopējo izšķīdušo cietvielu un kūdras elektrovadītspējas noteikšana

Kūdras paraugu pH mērījumi veikti paraugu šķīdumā ar reaģentu masas attiecību 1:5. Šķīdumu sagatavo no 1 kūdras daļas un 5 reaģenta daļām, neatkarīgi no tā, vai tas ir 0,01 M CaCl<sub>2</sub> vai dejonizēts ūdens. Erlenmeijera kolbā nosver 10 g sausas kūdras un tai pievieno 50

ml dejonizēta ūdens. Pēc šķīduma izveidošanas paraugs ievietots paraugu kratītājā *Biosan PSU-20i* un kratīts 12 stundas. Pēc kratīšanas paraugs vienu stundu atstāts miera stāvoklī, pēc tam filtrē caur filtrpapīru, mēra ar pH metru. Kopējo izšķīdušo vielu daudzumu (TDS) izmēra filtrētā paraugam, parādot organisko un neorganisko vielu kopējo daudzumu šķīdumā (Krūmiņš u.c. 2012)..

Elektrovadītspēja (EVD) ļauj novērtēt kopējo kūdrā izšķīdušo cietvielu daudzumu, kā arī kopējo ūdenī izšķīdušo jonu daudzumu. Elektrovadītspēju ietekmē purva ģeoloģiskās īpašības un hidroloģiskie apstākļi, piesārņojums un citi faktori. Svaigu kūdru ievieto stikla Petri traukā un 12 stundas karsē 105 °C temperatūrā. Tad sauso paraugu pārnes uz smalcinātāju, pēc tam homogenizē un ievieto Erlenmeijera kolbā, un tam pievieno 50 ml dejonizēta ūdens. Pēc tam paraugu 1 stundu krata orbitālajā kratītājā. Pēc tam paraugus filtrē un ar filtrātā mēra elektrovadītspēju.

### **Kūdras termiskā apstrāde**

Izvēlēti divi dažādi kūdru paraugi - daļēji sadalījusies un koksējusies kūdra. Paraugi smalki samalti un homogenizēti. Katrs paraugs samitrināts demineralizētā ūdenī un liekais ūdens izspiests, lai no kūdras iegūtu mitru kūdru, kas pēc iespējas vairāk pielīdzināma dabiskiem apstākļiem. Apmēram 100 ml mitras kūdras blīvi iesaiņota atsevišķā čuguna kapsulā un karsēta mufelkrāsnī (*Nabertherm B180*). Katru paraugu karsēja 4 temperatūrās: 150 °C; 225 °C; 300 °C un 375 °C) 2 stundas ar temperatūras paaugstināšanas režīmu 5 °C/min. Pēc pāroģļošanās paraugi atdzesēti un iesaiņoti plastmasas maisiņā turpmākai analīzei (Krūmiņš u.c. 2012).

### **3D fluorescences emisiju spektri**

Humusvielu šķīdumi tiek pagatavoti koncentrācijās ne vairāk kā 50 mg/l. Sagatavoto paraugu ierosmes - emisiju matricas spektrs uz *AQUALOG* fluorometra analizēts izmantojot 1 cm stikla kivetī. Emisijas spektri tika skenēti no 250 līdz 600 nm un no 250 līdz 600 nm ar ierosmes viļņa soļa garumu 5 nm. Iegūtos spektrus analizēja *PARAFAC*, izmantojot programmatūru *MATLAB R2014a* v. 5.3.0.532. Fluorescences intensitāte ( $I_{460}/I_{510}$ ) tika noteikta, izmantojot fluorescences intensitāti pie 460 un 510 nm, kas tika izmantota kā humifikācijas indikators (Milori et al., 2002).

### **UV spektru uzņemšana**

UV spektri tika uzņemti ar Thermospectronic Helios  $\gamma$  UV (Thermo Electron Co) spektrofotometru, izmantojot 1-cm kvarca kivetī. UV spektru attiecības  $E_2/E_3$  (Peuravuori et al., 1997) un  $E_4/E_6$  (Chen et al., 1977) aprēķinātas, izmantojot spektra absorbcijas vērtības pie viļņu garuma 280 un 360, kā arī 465 un 665 nm. UV spektri tika uzņemti kūdras ekstraktiem - 25 mg/l, izmantojot 0,1 M NaOH.

### **Furjē transformācijas infrasarkanās gaismas spektru noteikšana**

Furjē transformācijas infrasarkanās gaismas spektri tika uzņemti ar PerkinElmer Spectrum BX FTIR infrasarkanā spektroskopu. Spektri tika uzņemti diapazonā no 4000  $\text{cm}^{-1}$  līdz 400  $\text{cm}^{-1}$ , izmantojot KBr tabletes, kuras pagatavoja sajaucot 1 mg izzāvēta parauga ar 400 mg KBr.

### **TOC (total organic carbon) analīze**



Analīzēm tika izmantots 10 ml 400–450 mg/L humīnskābju šķīdums un atšķaidīts līdz 50 ml ar demineralizētu ūdeni (*MiliQ*). TOC analīzes veiktas, izmantojot *Shimadzu TOC-V CSN* kopējā organiskā oglekļa analizatoru, kas darbojās 720 °C temperatūrā. Katrs parauga mērījums veikts divos atkārtojumos, un, ja abu mērījumu SD > 3%, tika veikts atkārtots mērījums. Iegūtās vērtības aprēķinātas kā TOC mg uz g sausas kūdras.

10 ml 400–450 mg / l humusvielu parauga pievienoja 1 ml 6 M HCl, atdzesēja 24 stundas un filtrēja caur kroku filtru. Humīnskābes atdalītas no šķīduma, attiecīgi fulvoskābes palika filtrātā. Ar dejonizētu ūdeni filtrātu atšķaidīja līdz 50 ml un analizēja izmantojot oglekļa analizatoru. Iegūtās vērtības tika aprēķinātas kā TOC (fulvoskābes) mg uz g sausas kūdras. Humīnskābju koncentrācija paraugos aprēķināta no TOC koncentrācijas atņemot kopējo TOC (fulvoskābes) koncentrāciju. Humīnskābju daudzums kūdrā tiek izteikts kā TOC (humīnskābes) mg/g sausas masas.

### **Lipīdu ekstrakcija no kūdras**

1 g parauga pievieno 10 ml CHCl<sub>3</sub>. Pēc 24 stundu nostādināšanas šķīdumu filtrē caur filtrpapīru iepriekš nosvērtā Petri traukā, lai atdalītu lipīdus no ekstrahējamā materiāla. Tiek nosvērti gaissausie lipīdi Petri platē. Starp tukšo (sauso) Petri trauku un žāvēto Petri trauku ar lipīdiem, aprēķina svara starpību un izsaka procentos.

### **Metālu saturs**

Metālu satura noteikšana tika veikta aptuveni 1,0 g parauga iesverot spiedienizturīgā teflona kapsulā. Sekojoši tika pievienoti 9 ml koncentrētas analītiski tīras HNO<sub>3</sub> un 1 ml analītiski tīra H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> un veikta ekstrakcija mikroviļņu ekstrakcijas blokā (Milestone ETHOS EASY) 200°C temperatūrā, 49 bāru spiedienā 20 minūtes. Ekstrahētie paraugi tika filtrēti un atšķaidīti līdz 50 ml ar destilētu ūdeni un analizēti izmantojot ICP-OES spektroskopiju (Thermo Scientific iCAP 7000).

### **Termogravimetriskā analīze**

*TA instruments - Waters LLC SDT Q600* tika izmantots, lai veiktu termisko analīzi - termogravimetriju (TG) un diferenciālo termogravimetriju (DTG). 5 mg sagatavotā parauga tiek karsēti nelielā tīģelī. Pirolīzes process tika nodrošināts inertā atmosfērā ar slāpekļa gāzes plūsmu 100 ml/min. TG procesa laikā tika izmantots pastāvīgs karsēšanas ātrums 20 °C/min. Paraugus karsēja no istabas temperatūras līdz 105 °C, 5 minūtes turēja izotermiski, lai noteiktu mitruma daudzumu, un pēc tam sildīja līdz 900 °C, kur paraugus 5 minūtes turēja izotermiski skābekļa atmosfērā, lai noteiktu fiksētā oglekļa un pelnu saturu. Visas TG analīzes laikā tika reģistrēti dati par svara izmaiņām (w%) un atvasinātā svara izmaiņām (w%/°C).

### **Humusvielu ekstrakcija no kūdras**

1 g kūdras parauga nosvēra un pievienoja 50 ml 4% NaOH (*CENTRO-CHEM*). Paraugus ievietoja orbitālajā kratītājā (*Biosan PSU-20i*) un kratīja 24 stundas. Pēc kratīšanas paraugi tika filtrēti caur filtrpapīru. 1 ml katra parauga pārnesa 100 ml mērkolbā un 100 reizes atšķaidīja ar destilētu ūdeni. Kopējais organiskā oglekļa saturs humusvielu šķīdumos analizēts ar kopējā organiskā oglekļa analizatoru (*Shimadzu TOCV-CSN*). Lai no fulvoskābēm izgulsnētu humīnskābes, 20 ml katra kūdras ekstrakta ar koncentrētu sērskābi (*Sigma-Aldrich*) paskābināti līdz pH 2. Izgulsnējušās humīnskābes atdalītas no fulvoskābēm filtrējot fulvoskābes šķīdumu caur filtrpapīru. Katru fulvoskābju šķīdumu atšķaida 10 reizes un analizē ar kopējā organiskā oglekļa analizatoru (*Shimadzu TOCV-CSN*).

## Jonu un makroelementu noteikšana

Jonu un makroelementu noteikšanai izmantoti divi dažādi kūdras veidi – daļēji sadalījusies un koksējusies kūdra. Katru kūdras paraugu dažādos apstākļos karsē mufelkrāsnī (*Nabertherm B180*): sausās kūdra paraugi karsēti 375 °C un 900 °C temperatūrā; 375 °C temperatūrā karsēta kūdra vēlreiz karsēta 900 °C temperatūrā. Gan svaigu paraugu, gan iegūtos pelnus samērcēja 100 ml destilētā ūdenī un kratīja orbitālajā kratītājā (*BioSan PSU-20i*) 24 stundas pie 200 apgriezieniem minūtē. Pēc kratīšanas paraugi tika filtrēti caur filtrpapīru. Na; Ca; Mg un K tika analizēti filtrētā ūdens fāzē ar ICP-OES (*Thermo Scientific iCAP 7000*). Sulfāta jonus filtrētā ūdens fāzē mērija ar spektrofotometru (*Hach-Lange DR 2800*) ar viļņa garumu 610 nm. Kūdras ūdens ekstraktu titrēja ar 0,02M AgNO<sub>3</sub>, izmantojot kālija hromātu kā indikatoru hlorīda jonu noteikšanai (Krūmiņš u.c. 2012).

## Kūdras vecuma noteikšana

Nogulumu vecuma noteikšana pētījumu teritorijās nepieciešama, lai precīzāk varētu interpretēt no urbumiem iegūto paraugu analīžu datus, kā arī novērtēt, kad tieši notikusi degšana pētītajos purvos pagātnē. Paraugi tiek ievākti no konkrētas purva kūdras nogulumu griezuma vietas, kurā pēc citu analīžu rezultātiem konstatētas izmaiņas kūdras sadalīšanās pakāpē, botāniskajā sastāvā vai arī oglekļu un minerālvielu daudzumā, kā arī citos parametros. Lai nogulumu datējums un konkrētā notikuma apstākļus noteiktu pēc iespējas precīzāk, katrs paraugs ievākts no 1 cm bieza nogulumu intervāla.

Nogulumu datēšanai izmantota akseleratora masspektrometrijas radioaktīvā oglekļa (<sup>14</sup>C AMS) metode. Radioaktīvā oglekļa datēšanas metode ir oglekli saturošu materiālu absolūtā vecuma noteikšana, izmantojot radioaktīvā oglekļa izotopa <sup>14</sup>C daudzumu (koncentrāciju). Radioaktīvais ogleklis ir nestabils un strauji pārvēršas <sup>12</sup>C izotopā. Radioaktīvais ogleklis atmosfērā rodas nepārtraukti kosmiskā starojuma ietekmē, dzīvajos organismos tas nonāk fotosintēzes un barības ķēdes ceļā. Kamēr organisms ir dzīvs, tajā izotopu <sup>12</sup>C un <sup>14</sup>C attiecība ir tāda pati kā atmosfērā. Organismam nomirstot, tas vairs neuzņem oglekli no atmosfēras un notiek <sup>14</sup>C sabrukšana vienmērīgā ātrumā. Zinot <sup>12</sup>C un <sup>14</sup>C attiecību organismā, iespējams noteikt laiku, kad šis organisms ir bijis dzīvs.

Radioaktīvā oglekļa metode neuzrāda kalendāros gadus, tāpēc nepieciešama iegūto rezultātu kalibrēšana un par nulles gadu tiek ņemts 1950. gads. Šis gads iezīmē laika robežu, pēc kuras ir mākslīgi un būtiski mainījusies oglekļa izotopu attiecība atmosfērā saistībā ar kodolieroču izmēģinājumiem. Līdz ar to, ja tekstā, piemēram, tiek minēts laiks (vecums) “3000 gadus pirms mūsdienām”, ar to tiek saprasts 0 (jeb 1950. gads) – 3000 = 1050 gads pirms Kristus dzimšanas. Ja gadi pirms mūsdienām ir ar negatīvu zīmi, tad tas nozīmē, ka nogulumu ir jaunāki par 0. gadu (jaunāks par 1950. gadu). Šos gadus “pirms mūsdienām” iespējams, izteikt BC/AD laika skalā (jeb before Christus (BC) vai Anno Domini (AD)), jeb p.m.ē. un m.ē. (pirms mūsu ēras vai mūsu ērā).

Sadarbībā ar Tallinas Tehnoloģiju universitātes Ģeoloģijas nodaļu (Siim Veski projekts PRG323) bija iespēja izveidot Bažu purva dziļuma-vecuma modeli. Lai aprēķinātu vecumu, kas izteikts kalibrētajos gados pirms mūsdienām, izvēlētiem nogulumu serdes dziļumiem, pamatojoties uz dažādos dziļumos esošu nogulumu datējumiem. Radioaktīvā oglekļa datējumu kalibrēšanai izmantota IntCal20 kalibrēšanas datu bāze. Dziļuma-vecuma modelis konstruēts lietojumprogrammā *RStudio*, izmantojot pakotni *clam v2.3.2*. Datu interpolēšanā izmantota nogludināta splaina metode ar nogludināšanas pakāpi 0,3. Datējumi veikti Poznaņas datēšanas laboratorijā Polijā.

Nogulumu vecuma noteikšana pētījumu teritorijās Sēmes, Saklaura un Lielā Ķemeru Tīreļa purvos ar  $^{14}\text{C}$  AMS (akseleratora masas spektrometrija pielietota, lai precīzāk interpretētu no urbumiem iegūto paraugu analīžu datus, kā arī lai novērtētu, kad tieši notikusi degšana pētītajos purvos pagātnē. Paraugi datēšanai ievākti no konkrētas purva griezuma vietas, kurā pēc citu analīžu rezultātiem konstatētas izmaiņas kūdras sadalīšanās pakāpē, botāniskajā sastāvā, vai arī ogļišu un minerālvielu daudzumā, kā arī citos parametros. Lai nogulumu datējums un konkrētā notikuma apstākļi tiktu noteikti pēc iespējas precīzāk, katrs paraugs ievākts no 1cm bieza nogulumu intervāla. Nogulumu absolūtā vecuma noteikšanai atbilstoši akseleratora masas spektrometrija metodikai, sagatavoti un nosūtīti akreditētai un Eiropā atzītai A. Mickieviča universitātes radiooglekļa datēšanas laboratorijai Poznaņā. Datēšanai izmantotas gan sūnu atliekas, tajā skaitā sfagnu stumbri ar lapiņām, gan arī kūdrā esošo koku ogļītes, ogļoti un neogļoti koku mizas fragmenti, kā arī grīšļu un niedru saknītes.

### Kūdras paraugu testēšana un filtrācijas koeficienta noteikšana

Paraugi testēti Latvijas ģeotehniskajā laboratorijā, atbilstoši grunts testēšanas standartam LVS EN ISO 17892-11:2019. Lai noteiktu filtrācijas koeficientu kūdras paraugiem tika izvēlēts oedometra tipa aparāts. Kūdras paraugs tika izgriezts ar oedometra gredzenu, kuram tika izmērīts augstums un gredzena iekšējais diametrs. Veicot parauga izgriešanu ar gredzenu, tika pievērsta uzmanība kūdras stāvoklim, šķiedrainai kūdrai gredzena iekšmalas tika apsmērētas ar mālu, lai testēšanas gaitā ūdens neplūstu gar gredzena malām. Gredzens tiek ievietots oedometra tipa aparātā. Aparāts tiek novietots uz stabilas, nekustīgas plātnes. Testēšana tika veikta fiksētā gredzena iekārtā, kur iekārtas trauka pamatnē atrodas caurulīte, kas savienota ar ūdens plūsmas mērīšanas sistēmu. Paraugs ar gredzenu tiek ievietots metāla traukā starp divām porainām diskveida plāksnēm, augša saskrūvēta ar iekārtas apakšējo daļu, nodrošinot, ka ūdens netiek ārā.

Sākumā paraugs piesātina ar ūdeni. Parauga piesātināšana ar ūdeni oedometra tipa aparātā notiek no apakšas uz augšu. Caurlaidības tests veikts, fiksējot laika intervālā ūdens sākotnējo un beigu augstumu plūsmas mērīšanas sistēmā. Filtrācijas koeficienta aprēķināšana veikta ar krītošu spiedaugstumu pie gradienta 360 mm, un pie  $t = 22^{\circ}\text{C}$ . Veicot testu tiek noteikts grunts mitrums,  $w$  (%) un grunts blīvums  $\rho_0$ ,  $\text{Mg}/\text{m}^3$ . Filtrācijas koeficienta aprēķini veikti pēc formulas (3), ņemot vērā iepriekš veiktos mērījumus.

$$k = \frac{a_{in} * l}{A * \Delta t} * \ln \left( \frac{\Delta h_{t1}}{\Delta h_{t2}} \right), \quad (3), \text{ kur:}$$

$k$  = filtrācijas koeficients (m/s),  
 $a_{in}$  = caurules šķērsriezuma laukums,  
 $l$  = filtrācijas ceļa garums,  
 $A$  = parauga šķērsriezuma laukums,  
 $\Delta t$  = laika pieaugums starp diviem nolasījumiem,  
 $\Delta h_{t1/t2}$  = ūdens līmenis.

### Kultivējamo baktēriju un sēņu kopskaita noteikšana

LU Bioloģijas fakultātē, Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas katedrā veikta mikrobioloģiskā izpēte 12 kūdras paraugiem. Ievācot kūdras paraugi ievietoti sterilos konteineros un novietoti aukstumkamerā. Izpēte sāka 20 stundu laikā pēc paraugu ievākšanas. Kultivējamo baktēriju kolonijas veidojošo vienību (kvv) daudzuma noteikšanai izmantota R2A barotne (Sifin, Vācija). Sēņu kvv noteikšanai izmantota iesala ekstrakta agara barotne (MEA; Biolife, Itālija).

Gatavotas paraugu suspensijas (10 g parauga uz 90 ml sterila ūdens). Pēc 30 min. maisīšanas gatavotas suspensiju atšķaidījumu sērijas un pa 0,1 ml no katra atšķaidījuma divos

atkārtojamos uzņests un izkliedēts Petri traukos ar baktēriju un sēņu barotnēm. Petri trauki inkubēti istabas temperatūrā ( $21\pm 2$  °C) 10 dienas. Sēņu kvv skaitītas pēc 3-4 dienām, bet baktēriju kvv – pēc 6-10 dienām. Aprēķināts baktēriju un sēņu kvv daudzums vienā gramā mitra parauga. Pēc mitruma satura noteikšanas paraugos aprēķināts baktēriju un sēņu kvv daudzums vienā gramā sausa parauga.

## Kamerālie darbi

### Kartogrāfiskā materiāla izstrāde

Projekta ietvaros izvērtēti AS Latvijas valsts meži valdījuma zemēs konstatētie degumi kūdrājos laika posmā no 2010. līdz 2018. gadam. Datu kopā iekļauto degumu vietu lokalizācijas noteikšanai izmatota LVM brīvpieejas karšu pārļūks LVM GEO (<https://www.lvmgeo.lv/kartes>, LGIA 2013). Karšu izveidei izmantoti GIS Latvija 10.2 datu bāzes telpiskie dati, par purviem, mežiem, plānošanas reģioniem u.c.

Kartējamo datu kopa papildināta ar Projekta laikā iegūto informāciju par degumu vietām purvos. Informācija par ugunsgrēkiem iegūta arī analizējot literatūrā pieejamos datus, aculiecinieku ziņojumus, Dabas aizsardzības pārvaldes īstenotā projekta “Dabas skaitīšana” (Priekšnosacījumu izveide labākai bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai un ekosistēmu aizsardzībai Latvijā”) materiālus, kā arī projekta dalībnieku personisko informāciju.

*Pētījamā ievākto kūdras paraugu skaits un paraugu izmantošanas veids apkopots 1. pielikumā.*

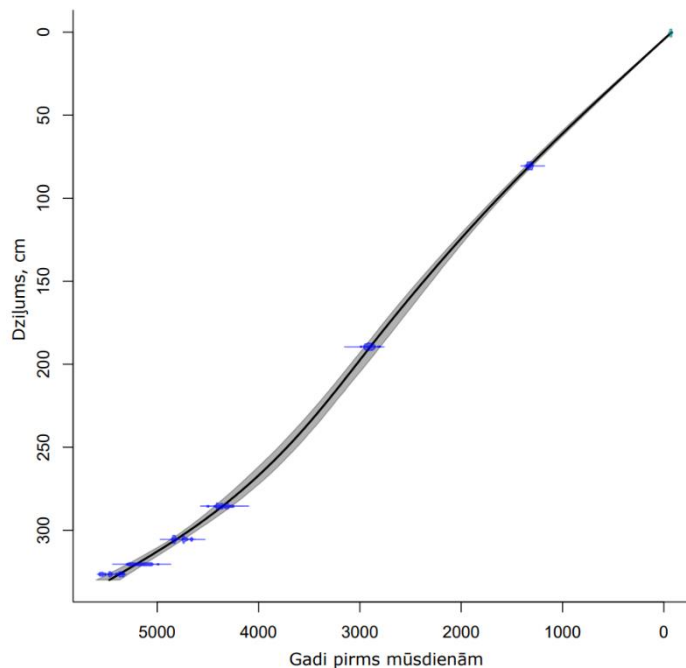
## 3. DEGUMI BAŽU PURVĀ

---

**Bažu purvs** atrodas Natura 2000 īpaši aizsargājamā dabas teritorijā Slīteres nacionālajā parkā (kods: LV0200300). Purvs veidojies Piejūras zemienu Irves līdzenuma ziemeļu daļā, kuru pirms 8000-4000 gadu ir klājuši Baltijas jūras Litorīnas jūras stadijas ūdens līmeņi un saistītie piekraste vaļņi un sēkļu veidojumi. Pēc Litorīnas jūras stadijas regresijas un ūdens līmeņa pazemināšanās jūras piekrastē atklājās plašas teritorijas, kur attīstījās aktīvi eolie procesi, kā rezultātā uz jau esošajiem Litorīnas jūras veidojumiem attīstījās kāpu – ieplaku vai kangaru - vīgu komplekss ar vēdekļa formu tā austrumu daļā. Pa vīgām starp kangariem plūda nelielas ūdensteces, kas laika gaitā aizauga un vīga sāka pārpurvoties (Kalniņa, 2021). Purva pamatnes rietumu daļai ir raksturīga vairākus kilometrus garu, līdz 50 m platu un 2 – 3 m augstu, paralēli bijušajam jūras krastam orientētu krasta vaļņu vai seno priekškāpu/kāpu mija, kuras vienu no otra atdala šauras ieplakas (Eberhards, 2003).

Bažu purva 2020. gadā veikto  $^{14}\text{C}$  datējumu rezultāti (3.1. att.) liecina, ka purvs izveidojies pirms 5500 gadiem. Līdzīgu purva veidošanās sākumu uzrāda arī 2004. gadā veikto pētījumu ietvaros iegūtie rezultāti (Pakalne, Kalniņa, 2005). Ņemot vērā, ka abi datējumi iegūti no Bažu purva rietumu daļas un līdz šim nav zināmi citi datējumi no purva austrumu vai ziemeļu daļas, tad uzskatāms, ka kopumā, Bažu purva vecums ir 5500 gadu. Protams, minimālas atšķirības vecuma ziņā ir iespējamas citviet purvā, bet tas tad parādītu purva laiktelpiskās attīstības dinamiku laterālā un vertikālā virzienā, nevis norādītu uz citu vecumu, jo Bažu purva attīstība agrāk par šo laiku nav iespējama Litorīnas jūras stadijas regresijas laika dēļ. Pārpurvojoties starpkāpu ieplakām jeb vīgām un pēc tam jau pilnīgi aizaugot, kūdra pārklāj arī kangarus (šajā gadījuma kāpu augšējā daļa), tādejādi izveidojot plašu purvu ar ļoti nelīdzenu

pamatni, jo relatīvā augstuma starpība starp vigas pamatni un kangara virsotni var sasniegt pat 20 m. Purvā kūdras slāņu biezums atšķiras pat ļoti nelielā (~1 m) attālumā un svārstās no 0,5 – 4 m (Pakalne, Kalniņa, 2005).



**3.1. attēls. Dziļuma-vecuma modelis Bažu purva nogulumu serdei. Zilā krāsā norādīti  $^{14}\text{C}$  AMS datējumi. Pelēkā krāsā norādīts aprēķinātais kļūdas diapazons. Melnā krāsā – vidējais svērtais vecums attiecīgajam dziļumam. Kreisajā pusē (y ass) dziļums, apakšā (x ass) vecums norādīts kalibrētajos gados pirms mūsdienām (mūsdienas=1950. gads).**

Mūsdienās Bažu purvs ir 2646 ha liels, pārsvarā augstā tipa purvs ar raksturīgu liekņu – ciņu mikroreljefu. Tā kā tas ir vēl salīdzinoši jauns purvs, tad purva kupols vēl nav izveidojies un līdz ar to nav augstajiem purviem raksturīgo lāmu. Nozīmīgu ietekmi uz Bažu purva ekosistēmu atstāja ugunsgrēks, kas izcēlās 1992. gada jūlijā (3.2. att.). Uguns virzījies 10 km platā joslā ar ātrumu 1 km/h un ilga 49 dienas (Slīteres NP...).



**3.2.. attēls. Ugunsgrēkā skartā platība Bažu purvā un tā apkārtnē  
(E.Pēterhofa sagatavots attēls Slīteres nacionālā parka  
apsaimniekošanas plāna izstrādei).**

Vigas ar zāļu purviem, pārejas purviem un purvainiem mežiem cieta mazāk, tajās izplatījās zemdega, neskarot dziļākus kūdras slāņus. Savukārt kangarus skāra skrejuguns, kas sausajos priežu mežos palielināja atmirušās koksnes daudzumu līdz pat 65 % (Zalīte et al., 2012). 1992. gada Bažu purva ugunsgrēks uzskatāms (3.3., 3.4. att.) par lielāko zināmo purva ugunsgrēku Latvijas teritorijā, bet arī vēlākajos gados nelielās platībās purva daļas ir degušas atkārtoti. Analizējot kūdras nogulumus konstatēta periodiska degšana visā purva attīstības laikā ar ugunsgrēka atkārtošanos vidēji ik pēc 130 gadiem.



**3.3. attēls. Apdegušo priežu stumbri Bažu purvā (foto: M. Pakalne, 2014, Slīteres NP...).**

**3.4. attēls. Deguma vieta 2021.gadā, (foto: I.Silamiķele).**

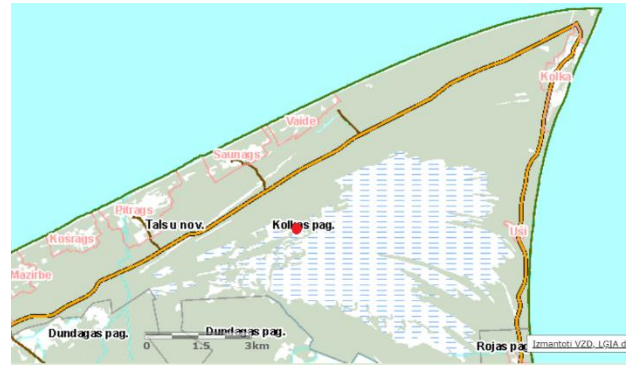
Viens no mazāka mēroga ugunsgrēkiem notika, piemēram, 2005. gadā. Ugunsgrēka ietekmi uz veģētāciju aprakstīja Slīteres nacionālā parka botāniķe Ilze Rēriha. Konstatētās augu sabiedrību reakcijas vērtētas kā tipiskas un līdzīgas arī citos aprakstītajos ugunsgrēkos. Secināts, ka sukcesijas gaitā jau 9-10 gadus pēc ugunsgrēka sākotnējā Bažu purva veģētācija ir stabilizējusies un atjaunojusies (Zālīte et al., 2012), un būtiskas izmaiņas veģētācijā un augu segumā vairs nav novērojamas. Ugunsgrēka sekas visilgāk saglabājušās koku un ķērpju stāvā, apdegušās priedes un pastiprināta ķērpju, it īpaši kladoniju *Cladonia* spp. ieviešanās uz apdegušajiem sfagnu ciņiem. Deguma vietā konstatēta arī invazīva sūnu suga parastā liklape *Campylopus introflexus* (Slīteres NP), kas Latvijā sastopama degradētos augstajos purvos.

***Bažu purva 2005. gada deguma vietas izpēte***

Bažu purva 2005. gada deguma teritorija apsekota 2019. gada 26. augustā. Starpkāpu ieplakā pētījumiem iegūts 3,3 m biezs nogulumu slānis ( 3.5. att., 3. pielikums).



a)



b)

### 3.5. attēls. Paraugošanas vieta.

Paraugu iegūšanas procesā (3.6. att.), novērtējot nogulumu sastāvu, jau vizuāli bija redzamas makroskopiskās ogles dziļākos kūdras slāņos, kas liecina par ugunsgrēkiem pagātnē (3.7. att.).



3.6. attēls. Nogulumu paraugošana Bažu purvā, 2019.g. (no kreisās puses: N.Stivriņš, A. Maksims, foto: M.Kitenberga).



3.7. attēls. Makroskopiskās ogles dziļākos kūdras nogulumos ir liecības par seno laiku ugunsgrēkiem (foto: I.Silamiķele).

Apsekotās vīgas veģetācijā, vairāk kā 15 gadus pēc ugunsgrēka, dominē sila virsis un makstainā spilve, sastopamas lācenes, dzērvenes, reti – apaļlapu rasene, vīgas malās lielākas audzes veido melnā vistene (3.8. att.). Saudzis daudz priežu sējeņu. Pēdējās divas sausās vasaras ietekmējušas veģetācijas stāvokli – izkaltušas spilvju lapas un sfagni (3.10. att.). Vīgas mikroreljefs ir ciņains, bet ciņi ir irdeni un tuvu viens pie otra. Par degumu liecina atsevišķas nokaltušas priedes. Uz blakus esošām kāpām priežu stumbru apkvēpumi saglabājušies un joprojām labi redzami (3.9., 3.11. att.).



**3.8. attēls.** 2005. gada deguma vieta Bažu purva vigā. (foto: I.Silamiķele).



**3.9. attēls.** Pēc deguma uz priedes saglabājušās kvēpi un rētas (foto: I.Silamiķele).



**3.10. attēls.** Sausie sfagni un grīšļu lapas ir bīstams degmateriāls (foto: I.Silamiķele).



**3.11. attēls.** Uz kāpas un ieplakas purvā dominē sila virsis, tomēr skaidri saskatāma robeža starp to augšanas apstākļu ietekmi uz audzi – smiltīm vai kūdras (foto: I.Silamiķele).

Bažu purva veidošanās sākumā (5500.–4900. g.p.m.) kūdra uzkrājās ar ātrumu 0,3 mm gadā, bet uzkrāšanās apjoms palielinājās un sasniedza savu maksimumu 0,8 mm gadā pirms 3000.g.p.m. Pēdējo 3000 gadu laikā kūdras uzkrāšanās apjoms ir pakāpeniski sarucis līdz vidēji 0,6 mm gadā.

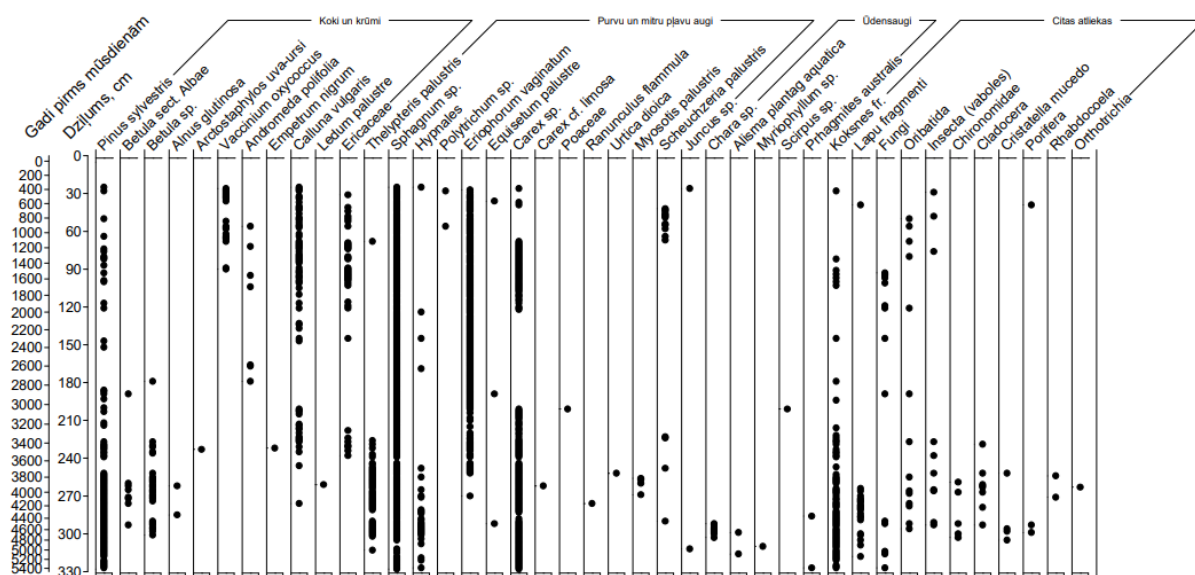
### **Bažu purva kūdras nogulumu izpētes rezultāti**

Bažu purva kūdra uzkrājusies samērā vienmērīgi un kopumā to var raksturot kā augstā tipa kūdru, taču tā pirmsākumos tas veidojies kā zemā purva tipa zāļu purvs. Par to liecina agrākajos pētījumos purva rietumdaļā veikto kūdras botāniskā sastāva un sporu-putekšņu analīžu rezultāti. Purvs sācis veidoties aizaugot vigām, kurās sākusī uzkrāties smilšaina zemā tipa zāļu kūdra (Pakalne, Kalniņa, 2005). Smilšu klātbūtne visticamāk ir eolo procesu darbības



rezultāts. Sporu un putekšņu spektru sastāvs ļauj secināt, ka purva veidošanās sākumā Bažu purva reģionā ir bijusi holocēna klimatiskā optimuma beigu fāzei raksturīga veģetācija, bet apkārtnē ir bijuši izplatīti ar platlapjiem bagāti meži, kuru sastāvā ir bijis ievērojams daudzums platlapju (vīksnas, liepas un ozola).

Lai arī Bažu purva attīstības sākuma stadijas nogulumos identificētas ūdensaugu atliekas, kas norāda uz paaugstinātu ūdens līmeņa esamību, dominējošās ir purvu un mitru pļavu augu sugas (... att.). *Carex* (grīši) ģints augi auguši 5500. – 3000. g.p.m., 1800. – 1100.g.p.m., ap 600. un 400. g.p.m. un sastopami mūsdienu Bažu purva ainavā arī pašlaik. Lielāka koku klātesamība purvā bijusi līdz 3200.g.p.m., kad to apjoms nedaudz samazinājies, kā uz to netieši norāda augu atlieku izklidētais raksturs (3. pielikums). Protams, tas, ka augu atliekas netiek atrastas vēl nenorāda, ka koki tajā brīdī nav tur auguši. Koku atlieku samazinājums un krūmu palielinājums iespējams liecina par purva attīstības un lokālo apstākļu izmaiņām, kā arī purvam aizņemot arvien plašākas teritorijas, tās kļūst atklātākas. Koki un sīkrūmi Bažu purvā ir izplatīti un skatoties uz augu atlieku analīžu rezultātiem var skaidri saskatīt kopējās iezīmes starp ugunsgrēku notikumiem un koku-sīkrūmu esamību. Augstākās ogļu koncentrācijas fiksētas brīžos (3.12. att.), kad lokāli auguši koki, it sevišķi, purva attīstības sākumdaļā.



**3.12. attēls. Bažu purva kūdra identificētās augu makroskopiskās atliekas. Ar punktiem norādīta atlieku esamība konkrētajā dziļumā/laikā.**

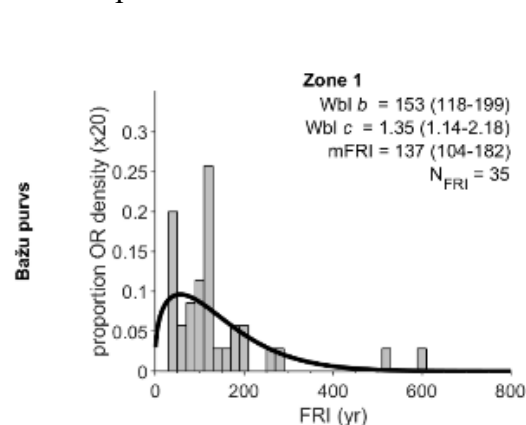
Priede ir viena no koku sugām, kura ir pielāgojusies ugunsgrēkiem un uzskatāma par ugunsgrēkus veicinošu sugu (Kitenberga, 2019). Bažu purva ugunsgrēku rekonstrukcija, kas balstīta uz ogļišu īpatsvaru kūdras slāņos liecina, ka pēdējo 5600 gadu laikā Bažu purvā bijuši vismaz 35 ugunsgrēki. Biežāk tie notikuši 5500.–4000. gadus pirms mūsdienām, jeb purva izveides sākumposmā kad vēl pastāvēja silti un sausi klimatiskie apstākļi laikā, un 3000.–2000. gadus pirms mūsdienām. Savukārt pēdējo 2000 gadu laikā ugunsgrēku biežums ir samazinājies. Atsevišķi ugunsgrēki tiešā paraugošanas vietas tuvumā notikuši ap 3900., 3050., 2880., 2780., 2480., 2330., 2190., 2015., 1545., 950., 745., 553. gadus pirms mūsdienām (*mūsdienas=1950. gads*). Pēdējos 200–400 gados ugunsgrēku skaits samazinājies un notiek vidēji ik pēc 137 gadiem (104 – 182).

Sporu-putekšņu analīzes ietvaros iegūto mikroskopisko (25 μm) ogļišu putekļu dati liecina par biežiem un intensīviem degšanas gadījumiem purva attīstības sākuma posmā, kas vēlāk ir samazinājies. Taču, uzkrājoties augšējam kūdras slānim sākot no 0,7 m, degšanas biežums palielinās, kā arī labi iezīmējas 1992. gada degšanas notikums (Pakalne, Kalniņa,

2005). Pēdējos 250 gados palielinājies ugunsgrēku biežums apkārtnes mežos (Kitenberga et al., 2019). Turpmāk šī informācija kalpos kā reference, lai salīdzinātu ugunsgrēku atkārtšanās biežumu mūsdienās un nākotnē. Ugunsgrēku skaita samazinājums ogļu datos nenozīmē, ka ugunsgrēki nav notikuši vispār pēdējo 400 gadu laikā. Ugunsgrēku rētas kokos Bažu purvā liecina, ka ugunsgrēki bieži notikuši pēdējo 250 gadu laikā (Kitenberga et al., 2019). Ugunsgrēku rekonstrukcija, kas balstīta uz ogļišu īpatsvaru kūdras slāņos visā purva griezumā, liecina, ka ugunsgrēku atkārtšanās notiek ik pēc 137 gadiem (104 – 182) (3.13., 3.14. att.). Dažādas intensitātes un veidu (tipu) ugunsgrēki atstāj atšķirīgas pēdas. Iegūtie rezultātu interpretācija ļauj pieņemt, ka, iespējams, agrāk ugunsgrēki bija intensīvi (dominēja lapotņu ugunsgrēki) un producēja lielāku apjomu ogļu koncentrāciju, bet tuvāk mūsdienām dominē “vieglāki” un skrejuguns ugunsgrēki, kas atstāj liesmu vērpešu rētas stumbros.

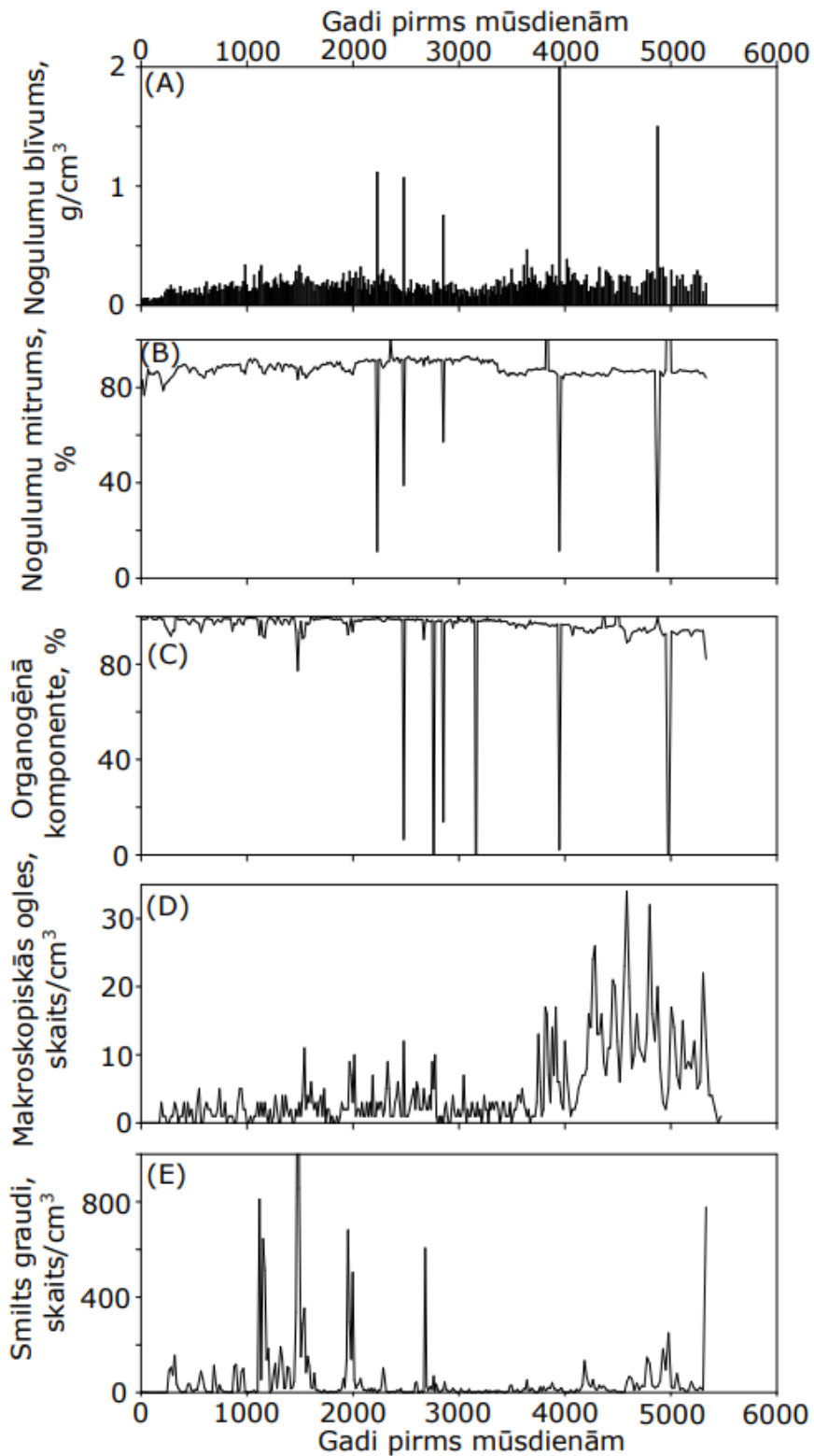


3.13. attēls. Dažāda blīvuma kūdras slāņi Bažu purvā (foto: I.Silamiķele).

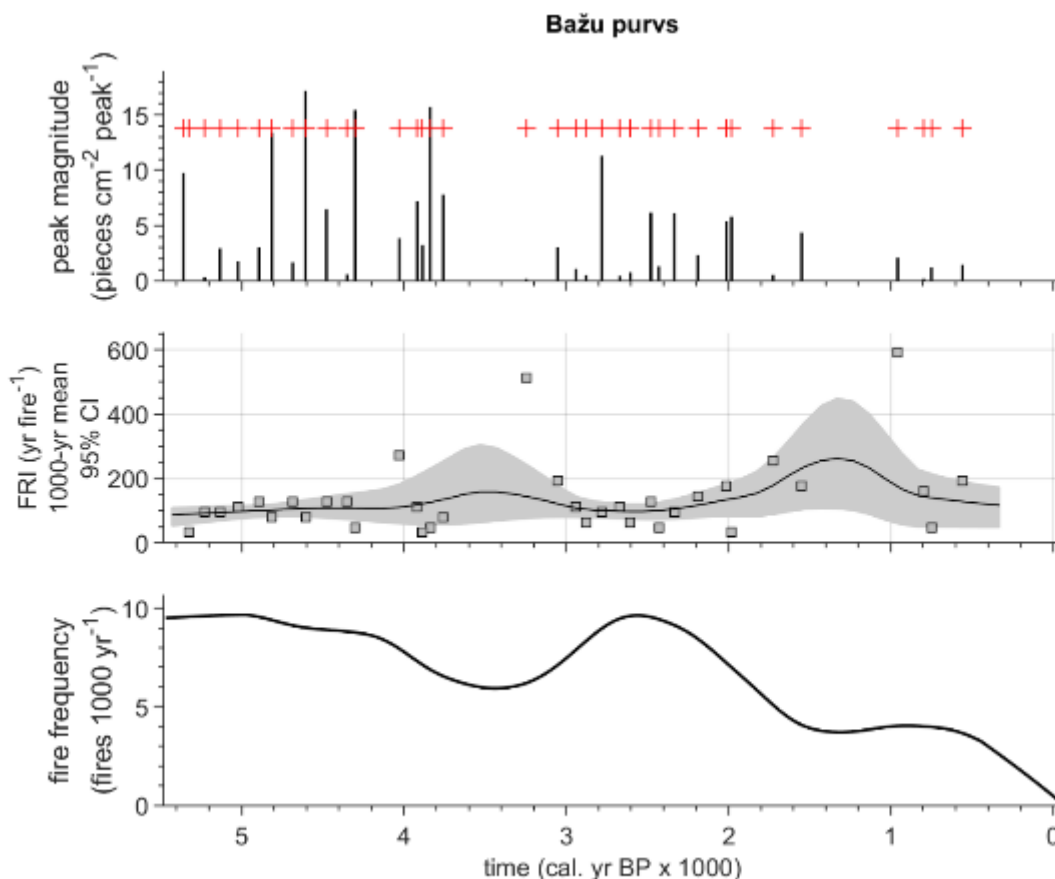


3.14. attēls. Ugunsgrēku atgriešanās intervāls (FRI) Bažu purvā. Uz horizontālās ass norādīti gadi, jeb, pēc cik gadiem ugunsgrēki atkārtojas. mFRI – ugunsgrēku atkārtšanās intervāla mediāna. N<sub>FRI</sub> – ugunsgrēku skaits.

Augstā purva tipa kūdra sastāv galvenokārt no organogēnās komponentes, kurai ir relatīvi neliels blīvums. Kūdras blīvuma izmaiņu rezultāti liecina, ka bijušas vairākas epizodes, kad kūdras blīvums palielinājies (3.15. att.). Atsevišķi vērtību pīķi nav kļūdas, kā tas pirmajā brīdī varētu šķist. Bažu purvs atrodas piejūras reģionā un to ieskauj smilšainu kāpu reljefs. Spēcīgāku vēju un vētru gadījumos purvā var tikt iepūstas smiltis. Izskaitot smilts (kvarca) graudus no kūdras paraugiem konstatēts, ka paaugstinātas smilts koncentrācijas bijušas ap 5000., 4700., 4180., 2680., 2280., 1950., 1480., 1120., 320. g.p.m. (3.16. att.). Loģiski skaidrojams augstais smilts piejaukums pašā purva izveides sākumā, jo Bažu purvs veidojies uz smilts nogulumiem. Kūdras blīvums atkarīgs gan no veģetācijas, tā arī no hidroloģiskajiem un klimatiskiem apstākļiem, bet tas var mainīties, ja konkrētajā vietā, auguši, piemēram, krūmi un koki. Pludmales/kāpu smilts koncentrācijas palielināšanās nogulumos arī var palielināt kūdras blīvumu, ko varētu skaidrot jau ar vēja saistītiem (iespējams, vētru) procesiem. Ūdens līmenis varēja kristies sausāku klimatisko apstākļu laikā, un tā rezultātā, paātrināt kūdras sadalīšanās procesu un veicināt blīvāku slāņu veidošanās. Vēl viens svarīgs aspekts ir jau pieminētie ugunsgrēki, pēc kuriem virskārtas daļa vairāk vai mazāk apdega veidojot blīvāku ogļu un sadegušā materiāla slānis.



3.15. attēls. Bažu purva kūdras nogulumu (A) blīvums ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), (B) mitrums (%), (C) organogēnā komponente (%), (D) makroskopiskās atliekas ( $\text{skaits}/\text{cm}^3$ ), (E) smilts (kvarca) graudi ( $\text{skaits}/\text{cm}^3$ ).



**3.16. attēls. Bažu purva ugunsgrēku rekonstrukcijas rezultāti. Sākot no augšas: vērtību (pīķu) lielums izteikts makroskopisko ogļu daļiņās cm<sup>2</sup>; ugunsgrēku notikumu atkārtošāns intervāls (FRI) 1000 gadu laika logā (slīdošais laika logs) (jo augstāka vērtība, jo ilgāks laiks pagājis līdz nākamajam ugunsgrēkam, tas ir, ugunsgrēki atkārtējušies retāk); ugunsgrēku biežums (*fire frequency*) 1000 gadu laika logā (slīdošais laika logs) (jo augstāka vērtība, jo biežāk/vairāk ugunsgrēku). Horizontālā ass norāda gadus (1 = 1000 gadi) pirms mūsdienām (mūsdienas = 1950.g.).**

Sākot ar 5300. gadu, tomēr, augsni jau klāja veģetācija un palielināts smilts apjoms kūdrā saistāms ar vētrainumu. Purva izveides sākumposmā vēl pastāvēja silti un sausi klimatiskie apstākļi, bet zināms, ka šis laiks ir pārejas posms no siltiem-sausiem uz mitriem-vēsiem klimatiskiem apstākļiem Vētru epizožu rekonstrukcijas balstoties uz smilts graudu koncentrāciju kūdrā veiktas dažādās pasaules valstīs, un Bažu purva rezultāti pēc to publicēšanas zinātniskajā žurnālā papildinās šāda veida ierakstu. Bažu purvā konstatētās vētru epizodes atsevišķos gadījumos sakrīt ar ugunsgrēku laiku. Kā zināms, tad vējgāžu rezultātā var palielināties sausas biomasas apjoms, kurš tālāk var veicināt ugunsgrēku notikumu attīstību (pie nosacījuma, ja ir sausi apstākļi un ir negaiss ar zibeni).

Virskārtas sablīvēšanās ir bieži novērota purvu ugunsgrēkos, kas arī izraisa ūdens mazcaurlaidīga slāņa izveidošanos uz kādu noteiktu brīdi un veicina teritorijas pārmitrināšanu (pat lokālu applūšanu). Atsevišķi kūdras blīvuma pieauguma pīķi sakrīt ar aptuveno ugunsgrēku laiku. Šīs pazīmes var norādīt uz kūdras raksturlielumu izmaiņām, kuras notikušas ugunsgrēku ietekmē, jeb - noticis ugunsgrēks, pēc kura kūdra sablīvējusies, ko ietekmējuši kūdras mineralizēšanās un īslaicīgas susināšanās procesi.

Rezultāti uzskatāmi parāda, ka ugunsgrēku atkārtotās kūdras nogulumu ievākšanas apvidū ir augsta, to nosaka smilšainajās augsnēs augošā veģetācija un klimatiskie faktori. Analizētās Bažu purva vigas apvidū atsevišķi ugunsgrēki notikuši ap 3900., 3050., 2880., 2780., 2480., 2330., 2190., 2015., 1545., 950., 745., 553. gadus pirms mūsdienām (mūsdienas=1950. gads). Pēdējos 200–400 gados ugunsgrēku skaits samazinājies un notiek vidēji ik pēc 137 gadiem (104 – 182). Pēdējo 2000 gadu laikā ugunsgrēku biežums ir samazinājies.

Bažu purvā notikušie ugunsgrēki ir veicinājuši gan plašas atklātas ainavas veidošanos, kura ir neaizvietojami svarīga putnu sugām, gan arī veicinājusi intensīvāku aizaugšanu priedi.

#### 4. DEGUMI ĶEMERU TĪRELĪ

**Lielais Ķemeru tīrelis** ir purvu biotopu komplekss, kas ietver tipisku augsto (sūnu) purvu ar izteiktu ciņu–lāmu kompleksu. Purvā sastopamo dabas vērtību dēļ Lielais Ķemeru tīrelis iekļauts Ķemeru nacionālā parka (ĶNP) sastāvā, *Natura 2000* teritoriju tīklā (kods: LV0200200), administratīvi atrodas Rīgas rajonā. Liecības par degumiem Ķemeru tīrelī tā attīstības gaitā konstatētas jau agrākos pētījumos (Pakalne, Kalnina, 2005). 1999. gada augustā Ķemeru tīrelī izcēlās ugunsgrēks, kas izplatījās gar tīreļa ZA malu. Ugunsgrēks izcēlies uz kādas purva salas. Apdega gan sūnu purvs, purvainas mežs pie kāpas un arī meži uz kāpas gar purva malu, kopumā > 300 ha (4.1., 4.2. att.) Izstrādājot ĶNP dabas aizsardzības plānu 2002.–2015. gadam tika nolemts, ka ugunsgrēka vieta paliks kā zinātniskās izpētes poligons un dabiskas attīstības teritorija, tāpēc nodegušie koki netika vākti ārā.



Zivju ērgļa ligzda kokā, kas nokaltuši pēc degšanas. Ķemeru tīrelis.

4.1. attēls. A.Petriņa foto



4.2. attēls. Deguma vieta 2020. gadā (foto: A.Jargans)

Degumu vietā tika uzsākta veģetācijas atjaunošanās gaitas izpēte. Tomēr apmēram 5 ha aizaugošā deguma teritorijā tika veikta kopšanas cirte, izcērtot bērzus. Šobrīd šajā daļā ir mazāks apaugums ar kokiem un krūmiem. Veiktajos pētījumos par veģetācijas atjaunošanās gaitu pēc ugunsgrēka (Čerļenoka, 2014) secināts, ka pirmajos gados pēc deguma ieviesušās ruderalas sugas un parauglaukumos palielinājies kopējais konstatēto sugu skaits, salīdzinot ar situāciju uzreiz pēc deguma, bet 6 gadus pēc deguma veģetācija praktiski ir atjaunojusies un sugu skaits atkal samazinājies līdz sūnu purviem tipiskajam stāvoklim. Apsekojot deguma vietu 2020. gada augustā, redzams, ka purva malā gar kāpu intensīvi aug bērzi (4.3., 4.4. att.)

un priežu sējeņi, bet dziļāk purva daļā dominē sila virsis. Ir daudz kritalu un dažāda izmēra un stāvokļa stubeņi. Nogāzušies un stipri sadalījušies ir arī degušie koki uz kāpas, intensīvi atjaunojas gan priede, gan bērzs. Vērtējot situāciju degšanas vietā uz kāpas, kritalas laika gaitā sadaloties bagātinās augsni ar barības vielām, radot auglīgākus augšanas apstākļus, bet jaunie koki ir blīvi un radīs diezgan lielu noēnojumu, kas varētu nebūt labvēlīgi nabadzīgu augteņu augu sabiedrību un mežu tipu (sila) attīstībai. Līdzīgi var notikt arī purva deguma daļā – blīvais krūmājs radīs daudz lapu un skuju nobiru nevis uzkrāsies kūdrā, bet bagātinās augsni ar barības vielām, radot vēl piemērotākus apstākļus intensīvākai koku un krūmu augšanai. Sfagnu sega ir atjaunojusies un notiek aktīva kūdras uzkrāšana (4.5. att.).



4.3. attēls. Purva degumā dominējošs sila virsis, sfagnu sega atjaunojusies (foto: A.Jargans)



4.4. attēls. Deguma vietā biezas krūmu un viršu audzes (foto: I.Silamiķele)



a)

4.5. attēls. Sfagnu slānis veidojies pēc ugunsgrēka, 11 cm un 17 cm dziļumā no virskārtas konstatētas koksnes oglekļa (foto; I.Silamiķele).



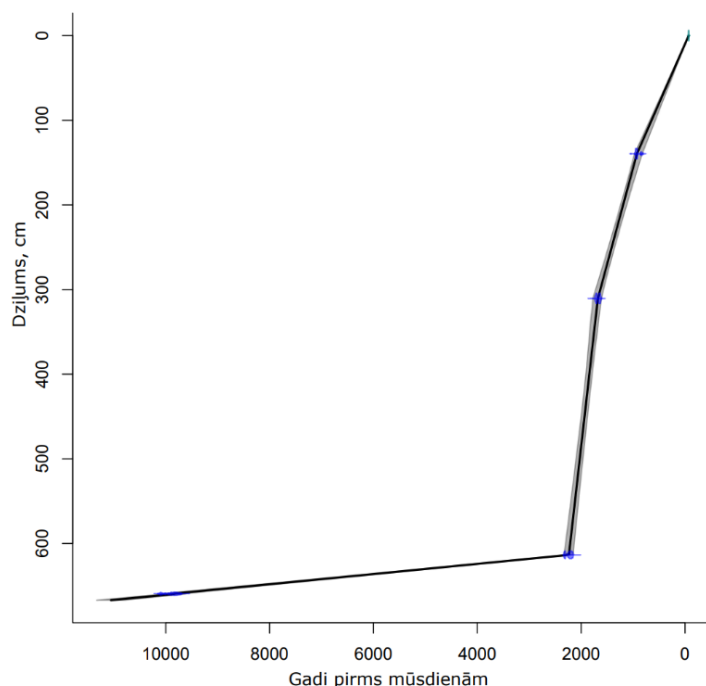
b)

Projekta izstrādei 2020. gada 14.jūlijā ievākti kūdras paraugi (4. pielikums). Ķemeru tīreļa vecuma noteikšanai kūdras nogulumi datēti izmantojot 14C datēšanas metodi un mērītas tikai augu atliekas, kas sniedz precīzāku rezultātu salīdzinājumā ar konvencionālo masas datēšanas metodi. Kopumā datēti 5 paraugi (4.1. tabula). Iegūtie rezultāti liecina, ka Ķemeru purvs sāka veidoties pirms 10890 gadiem (4.6. att.) ļauj labāk izvērtēt kūdras uzkrāšanās gaitu. Kopš purva izveides brīža līdz pat 2235. gadam pirms mūsdienām kūdras uzkrāšanās apjoms bijis ļoti minimāls, tikai 0,06 mm gadā. Savukārt pēdējo 2235 gadu laikā kūdras uzkrāšanās

apjoms strauji palielinājies un vidēji uzkrājušies 3 mm gadā (4.6. att.). Iegūtie rezultāti liecina, ka pēdējos 2000 gados palielinājies mitrums Ķemeru purvā, kas nodrošinājis strauju augstā tipa purva attīstību. Skatoties detālāk, kūdras uzkrāšanās apjoms laika posmā 2235.–1680. g.p.m. (g.p.m.) bija 0,54 mm gadā, 1680.–920. g.p.m. 0,22 mm gadā, 920. g.p.m. –mūsdienas 0,14 mm gadā. Pie šādiem kūdras uzkrāšanās apjomiem sanāk, ka tieši pēdējo 2300 gadu laikā uzkrājušies 6,10 m kūdras, kas sevī attiecīgi ietvērusi nozīmīgu apjomu oglekļa no atmosfēras CO<sub>2</sub>. Lai šis uzkrātais ogleklis nenonāktu atpakaļ atmosfērā, nozīmīgs aspekts ir preventīvas aktivitātes, lai purvā. nenotiktu ugunsgrēki.

#### 4.1.tabula. Analizēto Ķemeru tīreļa kūdras paraugu datēšanas rezultāti.

Parauga dziļums, cm	Datēšanas laboratorijas piešķirtais identifikācijas kods	Vecums, <sup>14</sup> C	Vecums, kalibrētie gadi
Kemeri 140–139	Poz-128942	1020 ± 30 BP	900–970
Kemeri 310–311	Poz-128941	1795 ± 30 BP	1600–1750
Kemeri 432–433 A	Poz-129787	2460 ± 30 BP	2365–2710
Kemeri 614–613	Poz-128940	2240 ± 30 BP	2150–2340
Kemeri 660–659	Poz-128906	8820 ± 50 BP	9680–10150



4.6. attēls. Dziļuma-vecuma modelis Ķemeru purva nogulumu serdei. Zilā krāsā norādīti <sup>14</sup>C AMS datējumi. Pelēkā krāsā norādīts aprēķinātais kļūdas diapazons. Melnā krāsā – vidējais svērtais vecums attiecīgajam dziļumam. Kreisajā pusē (vertikālā ass) dziļums, apakšā (horizontālā ass) vecums, kurš norādīts kalibrētajos gados pirms mūsdienām (mūsdienas=1950. gads).

## Makroskopisko atlieku raksturojums Ķemeru tīreļa nogulumos

Griezuma pamatnē virs smilšainiem nogulumiem, kas satur kūdras piejaukumu, iegūļ zemā tipa kūdra, kura dominē sīkas lakstaugu saknītes. Kūdras slānī no 660–659 cm dziļumā (atbilst laikam 9890.–9810.g.p.m.) dominē lakstaugu sakņu un sakneņu fragmenti, sastopami koksnes fragmenti un *Pinus* mizas fragmenti. Pa retam sastopamas *Phragmites* un *Scheuchzeria* atliekas, pa retam – *Sphagnum* lapas (4. pielikums 4.1. tabula,). Augstāk iegūļ kūdra, kur 615–613 cm dziļumā (2485.–2235.g.p.m.) sfagnu sūnu atliekas sastopamas lielākā skaitā nekā dziļākos slāņos, sastopami Ericacea zariņu fragmenti. Šajā dziļumā konstatētas *Cladium mariscus* sēklas, kas norāda, ka zemā purva augāja veidošanos ietekmējuši karbonātus saturoši gruntsūdeņi. Dziļuma intervālā 433–432 cm (1905.–1900.g.p.m.) starp lakstaugu atliekām dominē *Scheuchzeria* lapu fragmenti, sastopami Ericaceae lapu (*Andromeda polifolia*) un zariņu fragmenti, nedaudz sfagnu sūnu lapas, sporangiji un stumbru fragmenti. Iespējams – pārejas tipa purva kūdra.

Dziļuma intervālā 313–310 cm (1685.–1675.g.p.m.) dominē *Sphagnum* augstā tipa sūnu kūdra ar nelielu vaskulāro augu (Ericaceae) atlieku piejaukumu.

Dziļuma intervālā. 140–139 cm (930.–920.g.p.m.) dominē *Pinus* skuju un mizu fragmenti. Daudz sfagnu sūnu lapu, nedaudz spilvju stumbru fragmenti un Ericaceae, tai skaitā *Empetrum*, lapu fragmenti. augstā tipa kūdra. Turpmākajos pētījumos būtu ieteicams veikt augu makroatlieku analīzi zemā tipa kūdrai griezumā pamatnē, lai noskaidrotu pilno *C.mariscus* atlieku izplatības areālu kūdras nogulumu vertikālajā griezumā, it īpaši ņemot vērā *C.mariscus* plašo sastopamību Ķemeru apkārtnē un literatūrā pieminēto šīs sugas iespējamo korelāciju ar degšanas notikumiem.

*Ķemeru purva kūdras griezumā veicot mikroskopisko atlieku un ogļišu putekļu (>25 μm) analīzi, degšanas pēdas atrastas dažādos dziļumos, kas atbilst laika posmiem: 1) 2210.–2030.g.p.m. (jeb 260.–80. g.p.m.ē.), 2) 1845.–1675.g.p.m. (jeb 105.–275.g.m.ē.), 3) 1500.–1410.g.p.m. (jeb 450.–540.g.m.ē.) un 4) 430.g.p.m.–mūsdienas (1520.–2020.g.m.ē.).*

## 5. 2018. GADA UGUSGRĒKA VIETA SĒMES PURVĀ UN APKĀRTNĒ

2018. gadā 17. jūlijā izcēlās ugunsgrēks kūdras ieguves atradnē “Lielsalas purvs” (Valdgales pagastā), kas izplatījās uz pieguļošajiem purviem un mežiem dabas liegumā “Stiklu purvi” (5.1., 5.2. att.), kopumā skarot 1353 ha lielu teritoriju. Uguns tikusi pāri arī pārmitrām vietām, kurām potenciāli vajadzēja kalpot par uguns izplatīšanās barjeru.

Dabas liegums, Natura 2000 teritorija “Stiklu purvi” (kods: LV0518900) dibināts 1977. gadā, kopējā platība 7244 ha, atrodas Talsu novada Valdgales pagastā, un Ventspils novada Usmas un Puzes pagastos. 2006. gadā teritorijai izstrādāts dabas aizsardzības plāns 2006.–2018. gadam. Dabas aizsardzības plāna izstrādes laikā vēl nebija radušās tādas situācijas, kuru dēļ ugunsbīstamībai tiktu pievērsta papildus uzmanība, lai gan šāds jautājums ir pacēlies plāna apspriežu laikā, pieminot gan kūdras ieguves un kūdras lauku paaugstināto ugunsbīstamību, gan problemātisko dzērveņu laiku, kad teritorijā uzturas daudz cilvēku, kaut arī pēc klimatiskajiem parametriem – laiks pēc 1. septembra mežos vairs netiek atzīts par ugunsnedrošu.

2019., 2020. un 2021. gados apsekoti apmēram 350 ha deguma platības Sēmes, Trīšautpurvā un Bērzipurvā un to apkārtnē, kuri ietilpst Natura 2000 īpaši aizsargājamā dabas liegumā „Stiklu purvi”.



Karsto, sauso un vējaino meteoroloģisko apstākļu rezultātā, 2018. gada ugunsgrēkā kūdras atradnē “Lielsalas purvs”, uguns no kūdras laukiem strauji pārvietojusies pāri salīdzinoši platajam kontūrgrāvim un aizdedzinājusi piegulošo Sēmes purva daļu. Sēmes purvs atrodas Kursas zemienes Ugāles līdzenumā un ir viens no Stiklu purvu kompleksa augstā tipa jeb sūnu purviem ar raksturīgu mikroreljefu un augu valsti. Daļa no purva ietilpst, bet daļa (šobrīd sagatavota kūdras ieguvei) robežojas ar dabas liegumu „Stiklu purvi”.



5.1. attēls. Kūdras laukiem piegulošais Sēmes purvs mēnesi pēc ugunsgrēka (foto: A.Namatēva).

5.2. attēls. Ugunsgrēka mozaikveida ietekme Sēmes purva 2018. gada degumā, mēnesi pēc ugunsgrēka (foto: A.Namatēva).

Līdzīgi kā citi Stiklu purvu masīva purvi, Sēmes purvs veidojies ieplakā, kas radusies ledāja kušanas ūdeņu un Baltijas ledus ezera darbības procesos. To rezultātā ieplakas virsas reljefs ir viegli viļņots, reljefa padziļinājumi mainās ar nelielām minerālsalām, kuras veido gan morēna, gan Baltijas ledus ezera smilšainie nogulumu. Sākotnēji purvs sācis veidoties dziļākajos nevienmērīgās akumulācijas līdzenuma ieplakas padziļinājumos, kur vēl bija saglabājušās nelielas un seklas Baltijas ledus ezera palikšņu ūdenstilpes. Tās pakāpeniski aizauga un aizpildījās ar kūdrainu sapropeli. Pirms 2500 gadiem virs sapropeļa un arī uz smilšainajiem nogulumu seklākajos reljefa pazeminājumos sāka uzkrāties kūdra (2. tabula.) līdz purva pamatnes reljefs izlīdzinājās un kūdra turpināja uzkrāties arī uz minerālajiem nogulumu. Mūsdienās Sēmes purva kūdras slāņa biezums, atkarībā no purva pamatnes reljefa parametriem sasniedz 4 līdz 5 m.

**2. tabula. Analizēto Sēmes purvu kūdras paraugu vecums, gadi pirms mūsdienām.**

Parauga dziļums, cm	Vecums
Sēmes 390-388	2505 ± 30 BP
Sēmes 385-384	5920 ± 40 BP
Sēmes 355-354	2425 ± 30 BP
Sēmes 230-228	2060 ± 35 BP
Sēmes 183-182	1825 ± 30 BP
Sēmes 160-161	1650 ± 30 BP
Sēmes 78-79	1315 ± 30 BP

Sēmes purvā sastopamas augstiem purviem raksturīgas sugas: sila virsis, makstainā spilve, purva vaivariņš, parastais baltmeldrs, lāmu malās aug purva šeihcērija, ieplakās garsmailes sfagns. Starp viršiem un vaivariņiem izplatīta melnā vistene. Sfagnu segā dominē Magelāna sfagns, brūnais sfagns, iesārtais sfagns; starp sfagniem sastopama purva krokvācelīte. Salīdzinoši sausākos apstākļos blīvāku priežu audzēs ciņos sastopams kadiķu

dzegužlins. Purva centrālā daļa klaja, izklaidus augošās priedes šeit nepārsniedz 10% projektīvā seguma un 2 m augstumu. Priežu blīvums un augstums palielinās purva malas joslā.

Pāroglota kūdra, apdegušie sfagni, priedītes un bērziņi ļauj izsekot ugunsgrēka izplatībai un ietekmei. Izdegušā slāņa biezums ir mainīgs un atkarīgs no mikroreljefa, būtiskāk apdeguši ciņi un ciņus veidojošie augi. Visvairāk deguši ir sfagnu ciņi, kas, domājams, ir bijuši sausāki. Tajos degušā slāņa biezums sasniedz pat 25-35 cm, kamēr ieplakās starp ciņiem tas ir apmēram 10 cm. Kūdras paraugu analīzēs konstatēts, ka kūdras ieguves laukā degušās kūdras mitrums ir mazāks par 7%, kas karstajā laikā, kad kūdra aizdegās noteikti bija vēl mazāks. Taču jau 10 cm dziļumā nosusinātajā laukā mitrums sasniedz 50%, bet 20 cm dziļumā 75-80%, kas arī ir viens no faktoriem, kāpēc kūdras laukā nav dedzis biezāks kūdras slānis. Degšanas ietekme purvā ir nevienmērīga, uz ciņiem augiem apsvilušas galotnes, bet dziļāk ciņos un ieplakās esošie augi ir izdzīvojuši, jo bijuši mitrāki, vai arī uguns tik strauji gājis pāri, ka nav spējījis tos izžāvēt līdz tādām stāvoklim, lai tie aizdegtos (skat. augstāk 5.2. att.). Tomēr, daļai ciņu izdegusi tieši pamatne. Visticamāk, tas saistīts ar to, ka šo ciņu kodolu veido vairāk sadalījušies augi, kas karstajā laikā bija vairāk izžuvuši nekā ciņu virskārta. Mikroreljefa formas un tos veidojošie augi sasilst atšķirīgi. Neatkarīgi no tā, ka augu virsmas temperatūru būtiski ietekmē laika apstākļi (vējš, gaisa temperatūra) un paša auga mitrums, neliela temperatūras starpība saglabājas arī starp apdegušo un neapdegušos veģētāciju, piemēram, apsekojuma laikā veiktie mērījumi pāroglotos laukumos svārstās 19,6 - 10 °C, bet uz gaišas neapdegušo sfagnu ciņu virsmas – 13,9 - 14,7 °C, degušajā ieplakā starp ciņiem - 16,5 °C. Raksturīgi, ka visdziļāk degšana notikusi pie kokiem - apdeguši ne tikai priedīšu stumbri, bet degušas arī saknes, tādejādi degums gājis dziļāk un izveidojušās bedres (5.3., 5.4, 5.5, 5.6. att.).



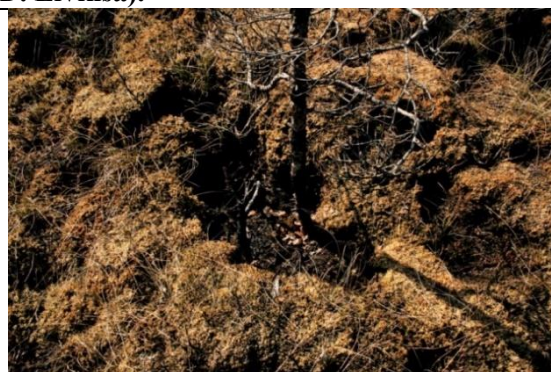
5.3. attēls. Ciņu virskārtu veidojošajiem augiem apdegušas galotnītes (foto: D. Livkiša).



5.4. attēls. Lieli ciņi apdeg nevienmērīgi (foto: D. Livkiša).



5.5. attēls. Izdeguši ciņus veidojošie augi to pamatnē zem dzīvās augu kārtiņas (foto: D.Livkiša).



5.6. attēls. Uguns skartajā Sēmes purva daļā apdeguši priedīšu stumbri un degušas arī saknes, tādejādi degums ir gājis dziļāk (foto: D.Livkiša).

Gadu pēc ugunsgrēka deguma vietā izklaidus sastopamas raksturīgās nezāļu sugas – šaurlapu ugunspuķe, sūrenes (5.7. att.). Pēc ugunsgrēka kūdras lauku nomalē, kur nav veikta degušās kūdras savākšana, pat pēc gada saglabājušās degšanas pēdas un joprojām redzama degusi, pārņēlušies augšējā (2-5 cm) sausā kūdras kārtā arī Sēmes purvā (5.8., 5.9. att.).



3.5. attēls. Deguma vietās Lielsalas kūdras laukos ieviešas purviem netipiski augi – šaurlapu ugunspuķe (foto: L.Kalniņa).



3.6. attēls. Uguns skartā Sēmes purva daļa, kas robežojas ar Lielsalas kūdras atradnes laukiem (foto: L.Kalniņa).

Gadu pēc degšanas sfagnu sega saglabājusies ne mazāk kā 80% apmērā, deguma kvēpi un bojāta miza uz purva priežu stumbriem sasniedz 1,5-2 m augstumu, bet lapones bojātas tikai nedaudz. Veģetācija atjaunojas, mozaīkveidā sastopamas aktīviem purviem raksturīgas sugas – purva krokvēcelīte, makstainā spilve, dzegužlini, dzērvenes, vistenes, lācenes. Ataug ugunsgrēkā cietušie virši. Lakstaugu segums – 80 %, vēl redzami izdeguši ciņi. Sēmes purva austrumu malā zemsedze uguns ietekmē cietusi vairāk – 2 gadus pēc ugunsgrēka sfagnu sega nav atjaunojusies, lielus pārklājumus veido dzegužlini, maršancijas, virši, spilves un andromedas. Ugunsgrēkā cietuši gandrīz visi koki (5.10. att.)



3.7. attēls. Kūdras laukos apdegusi kūdra (foto: L.Kalniņa).



5.10. attēls. 2018. gada ugunsgrēka vieta Sēmes purva austrumu daļā 2021. gada maijā. Visi koki gājuši bojā (foto: I.Silamiķele).

Divus gadus pēc ugunsgrēka, apkārtējos degušajos mežos mitrā laikā joprojām var just specifisku aromātu, kuru rada apdegusi kūdra un tās izgarotie savienojumi. Apkvēpuši koku stumbri, apdeguši ciņi un kūdras laukumi, kuros veģetācija vēl nav atjaunojusies sastopama arī Trīšautpurva un Bērzipurva pārejas purva daļās ( 5.11., 5.12. att.). Likumsakarīgi, ka mitrākās,



**5.11. attēls.** Pārejas purva josla Bērzipurvā 2 gadus pēc ugunsgrēka (foto: I.Silamiķele).



**5.12. attēls.** Pārejas purvā spilvju ciņa pamatnē apdegusi kūdra (foto: I.Silamiķele)

purvainākās platībās veģetācijas sega atjaunojas ātrāk. Dabiskiem mežiem un purviem neraksturīgās – ruderālās vai nezāļaugu sugas (krustaines, meža jānītis, šaurlapu ugunspuķe, dziedniecības pienene) konstatējamas arī degušos sausieņu mežos. Degumu vietās mežos raksturīga bērzu un apšu sējeņu savairošanās (5.13., 5.14. att.), mainīgās maršancijas un niedres audzes. Nav gan informācijas par to, cik plaši niedres bija izplatītas pirms ugunsgrēka.



**5.13. attēls.** Deguma vietā izplatās apšu un bērzu sējeņi (foto: I.Silamiķele).



**5.14. attēls.** Deguma vietā izplatās apšu un bērzu sējeņi (foto: I.Silamiķele).

Degšanas ietekmētajās platībās 2 gadus pēc ugunsgrēka novērojama mitrummīlošu augu sugu izplatīšanās, vietām vērojamas pazīmes veidoties apstākļiem, kas var veicināt vai iniciēt pārpurvošanos, t.sk. sausieņu mežu tipos. Daļa uguns bojāto koku ir nogāzušies. Vietās, kur kūdras slāņus izdeguši ap koku saknēm, gaidāma turpmāka koku izgāšanās tuvākajos gados.

## Sēmes purva deguma vietas pētījumu rezultāti

Sēmes purvā veikti 3 zondējumi un divi urbumi ar mērķi meklēt liecības par senākiem ugunsgrēkiem. Lauka pētījumos, veicot ģeoloģisko urbšanu ar mīksto nogulumu kamerurbi, iegūti nogulumu monolīti, kura dokumentēšana un nogulumu raksturošana veikta lauka apstākļos tūlīt pēc parauga iegūšanas izmantojot L. von Posta metodi. Ņemot vērā to, ka šī metode ir aptuvena, laboratorijā veikta datu precizēšana, izmantojot stereo mikroskopu STEMI 2000C atbilstoši reģionam speciāli izstrādātajam, pieņemtajam un līdz šim saglabātajam standartam GOST 28245-89 (Издательство стандартов,1989), kā arī veicot nogulumu vispārējā sastāva, botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes, pH, blīvuma un mineraloģiskās analīzes (5. pielikums). Nogulumus veido dažāda purvu tipa kūdras ar dažādu sadalīšanās pakāpi, kas liecina gan par klimatisko gan arī par kūdras uzkrāšanās apstākļu izmaiņām.

1. urbuma dziļums 3,5 m, 2. urbums 3,9 m dziļš. Kūdras paraugu novērtējums lauka apstākļos ļāva secināt, ka kūdras uzkrāšanās Sēmes purvā ilgstoši notikusi līdzīga mitruma apstākļos (5.15. att.), kas veicinājuši maz sadalījušās kūdras uzkrāšanos. Tomēr atsevišķos laika posmos mitrums purvā bijis mazāks, tāpēc starp maz sadalījušās kūdras slāņiem konstatēti arī plāni (2-10 cm) vidēji sadalījušies (tumšāki) kūdras starpslāņi.

2021. gadā maijā deguma teritorijā atšķirīgās vietās ievākti kūdras paraugi degšanas ietekmētās kūdras caurlaidības raksturošanai (5.16. att.).



5.15. attēls. Kūdras monolīta paraugs no Sēmes purva 1. urbuma (foto: D.Livkiša).



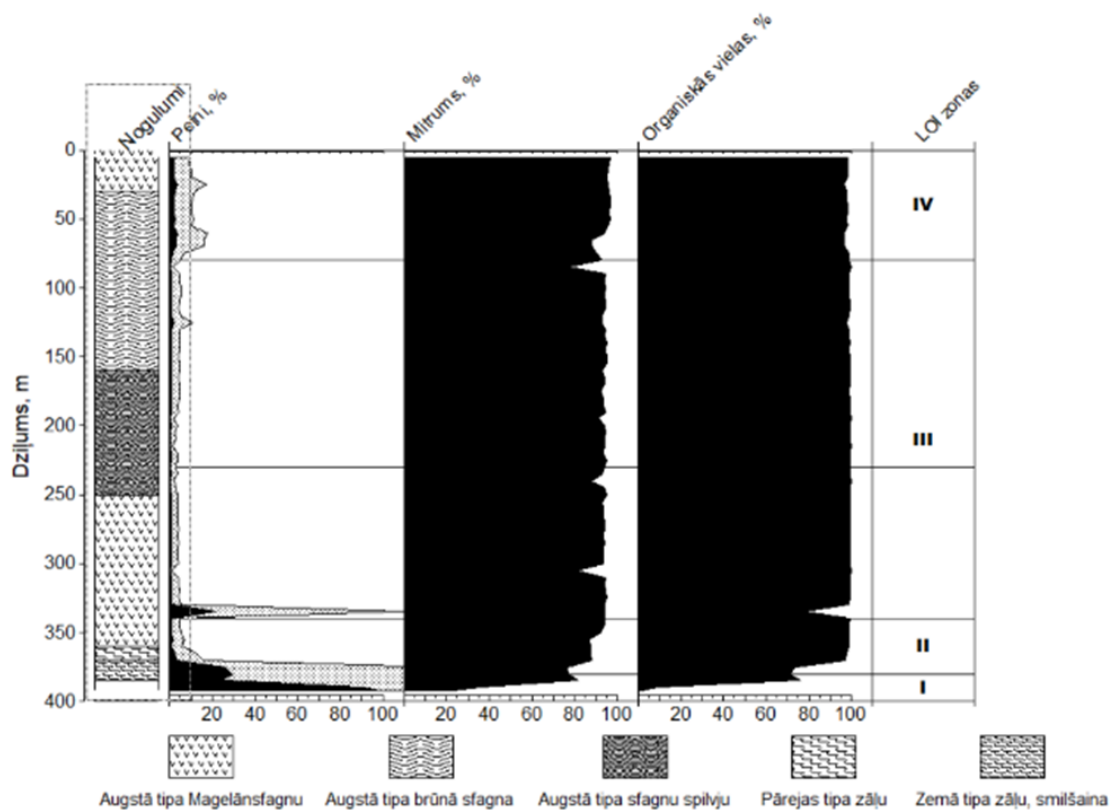
5.16. attēls. Parauga ievākšanas vieta (foto: I.Silamiķele).

## Sēmes purva nogulumu sastāva izmaiņas

### Karsēšanas zudumu analīze

Nogulumus karsēšanas zudumu analīze tiek izmantota, lai noskaidrotu nogulumu dabisko mitrumu, organisko vielu daudzumu, kas uzkrājas augos, un pelnu apjomu, kas ietver karbonātus, kas izgulsnējas nogulumos kālcija karbonātu formā, un minerālo vielu, procentuālo saturu kūdras vai citu nogulumu paraugos. Šī metode ir balstīta uz secīgu paraugu karsēšanu 105 °C un 500 °C temperatūrās speciālās mufelkrāsnīs (Heiri et al., 2001). Šie parametri raksturo nogulumu sastāva izmaiņas, tajā skaitā, izmantojot arī citu analīžu datus, ļauj ieraudzīt iespējamās ugunsgrēku pazīmes senatnē, par ko var liecināt palielināts pelnu saturs.

Atbilstoši pelnu daudzuma sadalījuma un organisko vielu daudzuma izmaiņām griezumu nogulumu sastāvā, pēc karsēšanas zudumu analīzes rezultātā iegūtajiem datiem sastādītājā diagrammā var nodalīt četras zonas (I-IV) (5.17. att.).



5.17. attēls. Organisko vielu un pelnu sadalījuma izmaiņas Sēmes purva urbuma nogulumu griezuma sastāvā. Ēnojums pelnu grafikā attēlo patieso datu 5x palielinājumu, lai varētu labāk saskatīt šī parametra vērtības.

Griezuma apakšējo I zonu (380-400 cm) raksturo vislielākais minerālo vielu daudzums, sasniedzot 95%, kas liecina par to, ka griezuma apakšējo slāni veido minerālie nogulumi. Virzienā uz augšu nogulumu sastāvā strauji samazinās pelnu daudzums un, palielinoties organisko vielu klātbūtnei, var spriest par kūdras uzkrāšanās un purva veidošanās sākumu. Analizējot kūdras botānisko sastāvu un veicot augu makroskopisko atlieku analīzi, konstatēts, ka šajā griezuma intervālā (zona I) ir vislielākā oglīšu koncentrācija, kas liecina par plašiem ugunsgrēkiem purva ieplakas teritorijā un tās apkārtnē.

II zona nodalīta intervālā 335-380cm, kuras apakšējā daļā ir neliels (5-7%) pelnu daudzums, bet augšējā daļā tas palielinās līdz 25%. Iespējams, ka šajā laikā purva teritorijā ir izmainījušies hidroloģiskie apstākļi, jo oglītes šajā intervālā nav konstatētas. Šīs zonas augšējā robeža iezīmē arī izteiktas izmaiņas kūdras botāniskajā sastāvā.

III zona nodalīta griezuma intervālā 80-335 cm, kurā nav konstatētas būtiskas izmaiņas pelnu un organisko vielu daudzuma sadalījumā. Arī dabiskā mitruma rādītāju fluktuācijas ir nelielas.

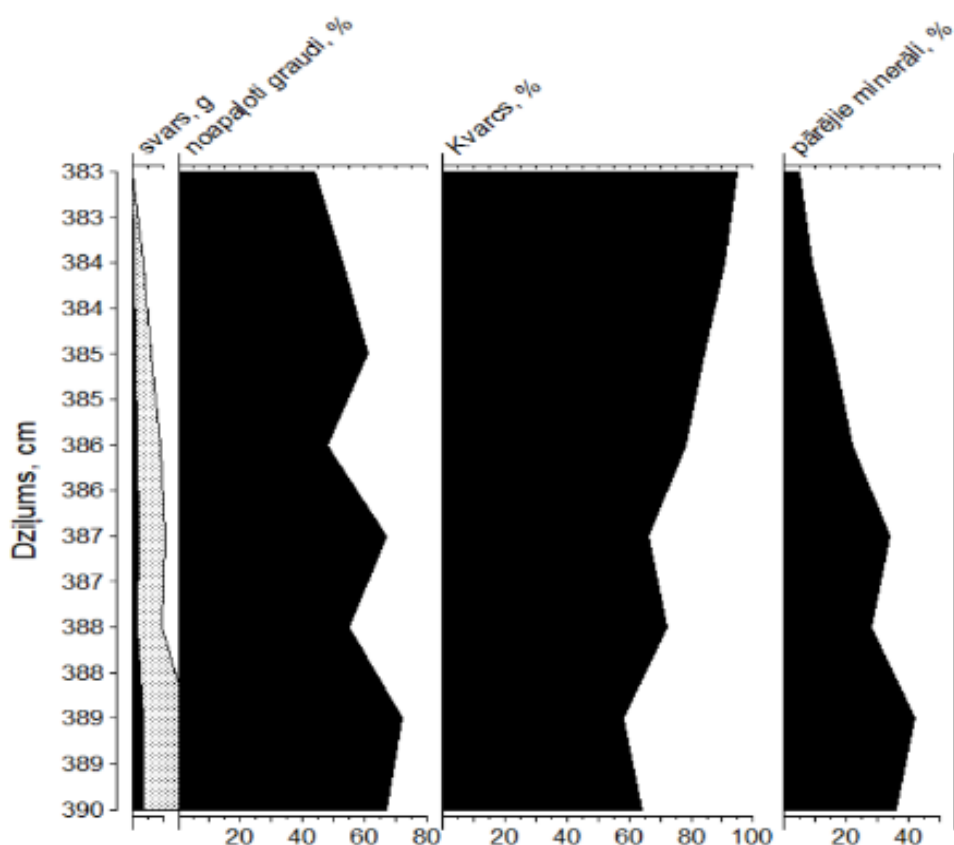
IV zona nodalīta griezuma augšējā intervālā 0-80 cm, kuras apakšējā robeža iezīmē izteiktu minerālo vielu un dabiskā mitruma daudzuma samazināšanos, taču zonu kopumā raksturo minerālo vielu daļas palielināšanās līdz 5%. Oglīšu daudzums šajā intervālā ir nedaudz lielāks, kā griezuma vidusdaļā (80-330 cm). Ņemot vērā, ka 2018. gadā šo vietu skāra ugunsgrēks, bija sagaidāma ievērojami lielāka oglīšu klātbūtne, taču iespējams, ka šai vietai

uguns bija strauji pārskrējusi pāri, neatstājot ievērojamu oglīšu daudzumu. Pastāv varbūtība, ka oglīšu putekli pa sfagniem ieskaloti nedaudz dziļāk. Uz to vedina domāt nedaudz palielināts pelnu daudzums visā augšējā 70 cm intervālā

### ***Griezuma pamatnes minerālo nogulumu raksturojums***

Sēmes purva 2. urbuma pamatnē konstatēta salīdzinoši ievērojams minerālo nogulumu daudzums kopā ar oglītēm. Bija svarīgi noteikt kādos vides apstākļos sācis veidoties purvs un kāda bijusi nogulumu uzkrāšanās vide, tādēļ veikta šo nogulumu minerālās daļas analīze, nosakot minerālo graudu raksturu un sastāvu (5.18. att.).

Mineralogiskā analīze veikta polarizācijas gaismas mikroskopā 100x palielinājumā, nosakot minerālo sastāvu, graudu noapaļotību un virsmas raksturu. Graudu noapaļotības analīze balstīta uz Pettijohn F. J. klasifikācijas (Pettijohn, 1987) metodi. Graudu noapaļotība kopā ar to virsmas raksturojumu ļauj spriest par vidi kādā nogulumi uzkrājušies. Ievērojamais noapaļoto graudu pārsvars, kā arī to gludā virsma ļāva secināt, ka nogulumi purva ieplakā pirms purva veidošanās ir atradušies ūdens vidē. Ņemot vērā lielo pelnu daudzumu šajā intervālā, kā arī augu atlieku makroskopiskajā analīzē konstatēto oglīšu klātbūtni, var secināt, ka ieplakā ir bijusi ūdenstilpe, kuras krastos ir izcēlies ugunsgrēks



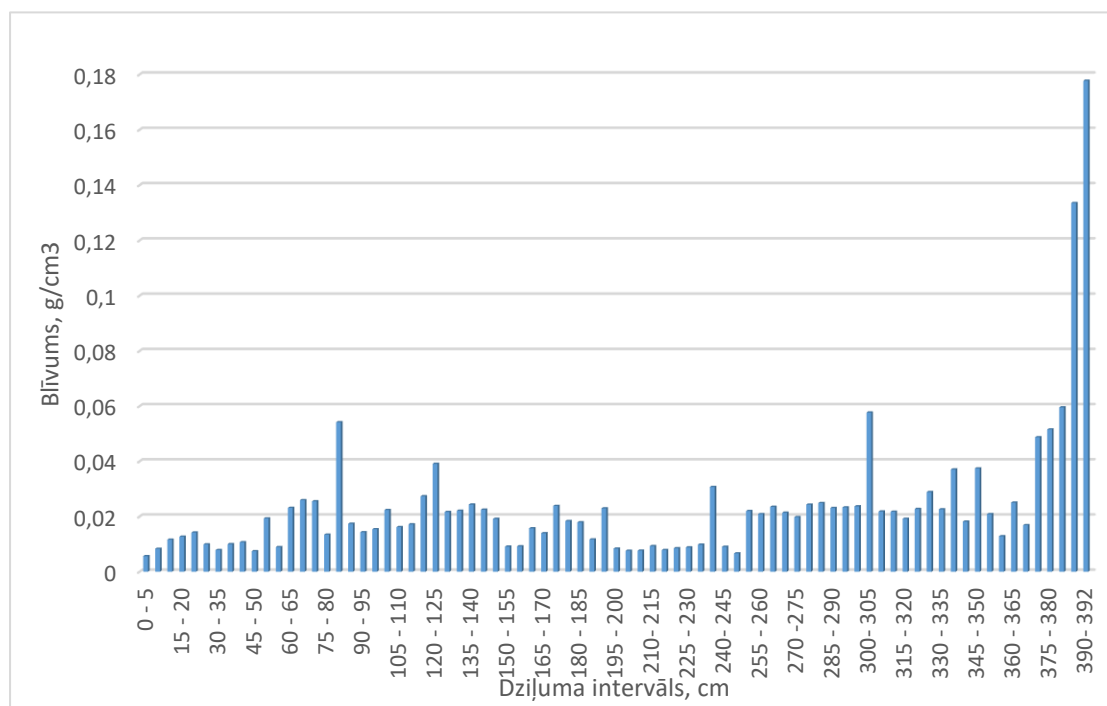
**5.18. attēls. Sēmes purva 2. urbuma nogulumu griezuma pamatnes minerālā sastāva raksturojums.** Ēnojums svara līknei attēlo patieso datu 5x palielinājumu.

Nogulumu sastāvā dominē kvarcs, kura īpatsvars palielinās virzienā uz augšu, taču minerālu graudu noapaļotība un arī minerālu kopējais svars samazinās, palielinoties biomasai un sākot uzkrāties kūdrai.

### **Kūdras dabīgā blīvuma noteikšana**

Kūdras dabīgais blīvums ir svarīgs raksturlielums kūdras izpētē. Pēc tā var noteikt, kāda ietekme ir purva nosusināšanai vai arī kādam citam faktoram, piemēram, degšanai, uz kūdras sablīvēšanos (5.19. att.). Kūdras blīvums tiek izteikts kā neizjaukta un neizkustināta monolīta parauga tilpuma un pilnībā sausa, izžāvēta parauga attiecība (Krūmiņš u.c., 2012). Paraugi no monolīta ņemti ik pēc 5 cm. Katrs no paraugiem tika žāvēts 12 stundas žāvskapī 105°C temperatūrā, lai iegūtu gaissausu paraugu. Dabīgais blīvums tiek aprēķināts pēc atbilstošās formulas.

Griezuma apakšējā daļā 370-390 cm ir novērojamas būtiskas kūdras blīvuma izmaiņas. Kūdras blīvums šajā intervālā palielinās līdz 0,06 g/cm<sup>3</sup>. Nogulumu slānī, kurš veidojies purva ieplakas pamatnē kūdras sastāvā ir ievērojams minerālo daļiņu (smalku/aleirītisku smilšu) un ogļiņu daudzums, bet blīvums strauji pieaug līdz 0,17 g/cm<sup>3</sup>. Kūdras blīvums griezuma augšējā intervālā 0-255 cm mainās no 0,01 līdz 0,02 g/cm<sup>3</sup>, kurā uzkrājusies augstā purva tipa kūdra. Intervālā 255-370 cm kūdras blīvums palielinās līdz 0,02 g/cm<sup>3</sup>. Griezuma apakšējā daļā 370-390 cm ir novērojamas būtiskas kūdras blīvuma izmaiņas. Kūdras blīvums šajā intervālā palielinās līdz 0,06 g/cm<sup>3</sup>.



**5.19. attēls. Nogulumu blīvuma izmaiņas Sēmes purva nogulumu griezumā.**

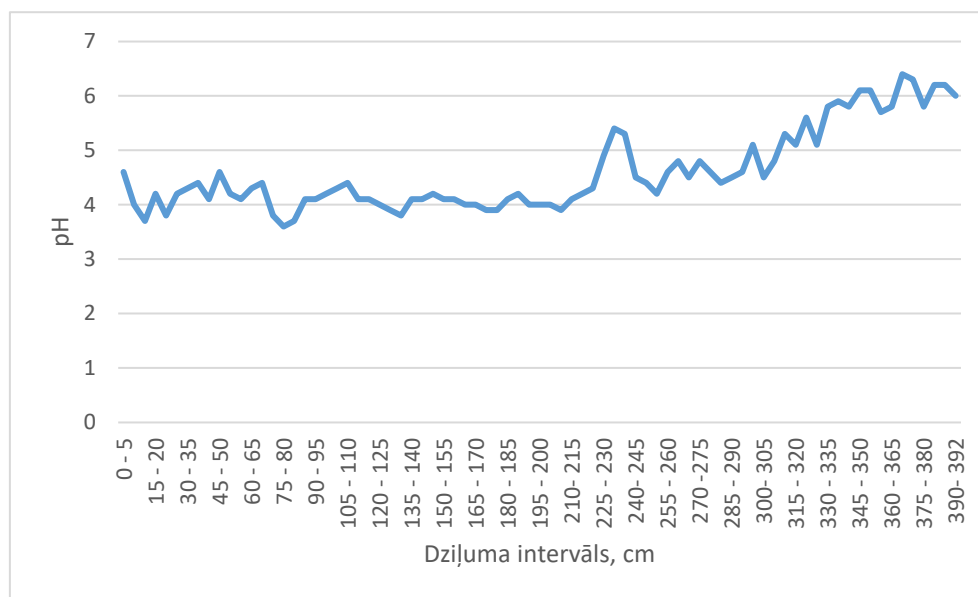
Nogulumu slānī, kurš veidojies purva ieplakas pamatnē kūdras sastāvā ir ievērojams minerālo daļiņu (smalku/aleirītisku smilšu) un ogļiņu daudzums ir redzams, ka blīvums strauji pieaug līdz 0,17 g/cm<sup>3</sup>.

### **Nogulumu pH noteikšana**

Sēmes purva kūdras griezumā pH vērtības mainās no 3,6 nogulumu augšējā daļā intervālā 0-225 cm līdz 6,4 intervālā 230-392 cm (5.20. att.). Būtiskas pH vērtību palielināšanās ir konstatētas griezuma apakšējā daļā (330 – 392 cm) tuvojoties purva smilšainajai pamatnei. Kūdras skābums jeb pH skaitlis parasti raksturo konkrēto kūdras tipa veidošanās vidi. Salīdzinot pētītā Sēmes purva skābuma izmaiņas griezumā, var secināt, ka tajos nav vērojamas atšķirības un novirzes no parasti novērotajiem rādītājiem. Analizējot klasisko purva attīstības



ciklu no zemā, uz pārejas un augsto purvu pH skaitlis mainās no 5-7 zemā tipa kūdrā līdz 2,8 līdz 4 augstajā purvā



5.20. attēls. Kūdras pH izmaiņas Sēmes purva nogulumu griezumā.

Kūdras virskārtā 0-0,05 pH ir palielinājies līdz 4,7, kas nedaudz augstāka vērtība, kas paraksti raksturīga augstā tipa kūdrā un ko, iespējams, varētu skaidrot ar ugunsgrēka ietekmi.

#### *Augu makroskopisko atlieku sastāva izmaiņas Sēmes purva nogulumu griezumā*

Paraugu apstrādes gaitā, veicot augu makroatlieku atdalīšanu no nogulumiem ar flotācijas (sadala paraugu vieglajā un smagajā frakcijā: vieglā daļa uzpeld, smagā nogrimst) metodi, konstatēts, ka griezuma apakšējā daļā virs smilts nogulumiem int. 390-382 cm kūdra satur smalkgraudainas smilts piejaukumu, kura daudzums virzienā no apakšas uz augšu pakāpeniski samazinās. Starp augu atliekām kūdrā dominē lakstaugu atliekas – grīšļu (*Carex*) saknīšu, sakneņu un lapu fragmenti, nelielā daudzumā atsevišķos intervālos konstatētas purva šeihcērijas un niedru atliekas (5. pielikums). No sfagnu sūnām sastopamas tikai to lapiņas nelielā daudzumā. Gandrīz visos paraugos sastopami *Pinus* mizas fragmenti, daļa no tiem ogļota. Sastopamas arī sīkas koksnes un lakstaugu ogļītes. Domājams, ka šajā dziļumā izplatītā kūdra pieskaitāma zemā tipa grīšļu-koku kūdrā. Intervālā 355-345 cm dominē spilvju atliekas. Arī vecuma datēšanas nolūkā detālāk pētītajā paraugā (int. 355-354 cm) dominē *Carex* saknītes, daudz spilvju *Eriophorum* stuburu un lapu fragmentu, *Sphagnum* lapas, sastopamas arī sīkas koksnes ogļītes, *Andromeda polifolia* lapas un sēklas. Slānis atbilst pārejas tipa kūdras īpašībām.

Intervālā 355-345 cm dominē *Eriophorum* atliekas. Vecuma datēšanas nolūkā detālāk pētītajā paraugā (int. 355-354 cm) dominē *Carex* saknītes, daudz *Eriophorum* stuburu un lapu fragmentu, *Sphagnum* lapas. Retāk sastopamas sīkas koksnes ogļītes, *A.polifolia* lapas un sēklas (5. pielikums, 5.7. tabula 8. paraugs). Domājams – pārejas tipa kūdra.

Int. 230-223 cm pētītajos paraugos (230-229 cm, 229-228 cm) dominē sfagnu sūnu atliekas – sastopami gan to stuburi ar zariņiem kopa ar lapām, gan atsevišķas lapas. Pa retam paraugos atrodamas Hipnales sūnu stuburi ar lapiņām. Konstatēts arī *Vaccinium myrtillus* un viršu atliekas. Slānis atbilst augstā tipa sfagnu kūdras pazīmēm.

Int. 185-184 cm dominē sfagnu atliekas, bet augstāk int. 184-182 cm. kopā ar sfagnu sūnām daudz spilvju atlieku. Pa retam sastopami *Ericaceae* zariņu fragmenti. Slānis atbilst augstā tipa sfagnu-spilvju kūdrai.

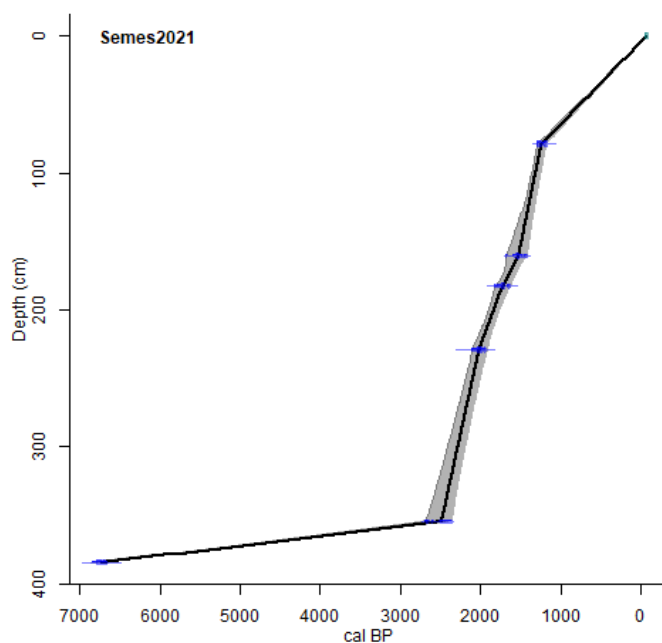
Līdzīgs augu makroatlieku sastāvs arī dziļuma int. 164-160 cm, ko raksturo atliekas no detāli pētītā int. 161-160 cm. Int. 79-78 cm noteikt augstā tipa sfagnu kūdra, kurā dominē *Sphagnum* sūnas, pa retam sastopami sīkrūmu zariņu fragmenti. No sfagnu sūnām šajā griezuma apakšējā intervālā sastopamas tikai to lapiņas nelielā daudzumā. Gandrīz visos paraugos sastopami priežu mizas fragmenti, daļa no tiem oglota. Sastopamas arī sīkas koksnes un lakstaugu oglītes. Domājams, ka šajā dziļumā izplatītā kūdra pieskaitāma zemā tipa grīšļukoku kūdrai.

Secināms, ka Sēmes purva nogulumos, veicot nogulumu makroatlieku analīzi, degšanas pazīmes (makroskopiskās oglītes) novērojamas griezuma apakšējā daļā, kur dominē zemā tipa un pārejas tipa kūdras.

Veicot detālus purva griezuma un kūdras pētījumus, nozīmīga ir nogulumu datēšana ar radioaktīvā oglekļa metodi, jo tā atspoguļo nogulumu uzkrāšanās ātrumu apstākļu izmaiņas, kā arī sniedz priekšstatu, kādā laika posmā tas ir noticis.

Sēmes purva griezuma nogulumu vecums noteikts Poznaņas Universitātes radioaktīvai oglekļa datēšanas laboratorijā datējot sešus paraugus ar AMS  $^{14}\text{C}$  metodi, kas ļauj precīzi noteikt nogulumu vecumu.  $^{14}\text{C}$  koncentrācija atmosfērā ir izmainījusies un sakarība starp  $^{14}\text{C}$  gadiem un kalendārajiem gadiem nav lineāra (Blaauw, 2010), līdz ar to radioaktīvā oglekļa datēšanas rezultātā iegūtie  $^{14}\text{C}$  gadi parasti tiek kalibrēti kalendārajos gados (kal. g. PM – kalendārie gadi pirms mūsdienām).

Pēc nogulumu datējumu rezultātiem izveidots dziļuma–vecuma modelis (5.21. att.), kas parāda nogulumu uzkrāšanās gaitu attiecīgā laika periodā.



**5.21. attēls. Dziļuma-vecuma modelis Sēmes purva nogulumu serdei. Zilā krāsā norādīti  $^{14}\text{C}$  AMS datējumi. Pelēkā krāsā norādīts aprēķinātais kļūdas diapazons. Melnā krāsā – vidējais svērtais vecums attiecīgajam dziļumam. Kreisajā pusē (vertikāla ass) dziļums, apakšā (horizontālā ass) vecums, kurš norādīts kalibrētajos gados pirms mūsdienām (mūsdienas=1950. gads).**

Rezultāti norāda uz to, ka Sēmes purva 1. urbuma teritorijā 384 cm dziļumā pirms 6900 kal. g.PM uzkrājusies smilts ar augu atliekām, bet virs tās 355-354 cm dziļumā pirms 2500 kal. g.PM uzkrājusies pārejas purva tipa zāļu kūdra. To savukārt intervālā 230-228 cm pārklāj augstā purva tipa brūno sfagnu kūdra, kas uzkrājusies 2100 kal.g.PM., bet dziļuma intervālā 183-182 cm uzkrājusies augstā purva tipa spilvju-sfagnu kūdra kuras noteiktais absolūtais vecums ir 1995 kal.g.PM. Savukārt 160-161 cm dziļumā to pārsedz augstā purva tipa brūno sfagnu kūdra, un tās vecums ir 1800 kal.g.PM.. Savukārt 78-79 cm dziļumā pirms 1315 kal.g.PM. uzkrājusies augstā purva tipa spilvju-sfagnu kūdra, kurā konstatēti ogļišu fragmenti, kas liecina par degšanu purvā pirms 1315-1305 kal.g.PM.

Kūdra Sēmes purvā sākusi uzkrāties virs smilts ar augu atliekām pirms 2500 kal. g.PM, Šo pēdējo 2500 gadu laikā kūdra Sēmes purvā uzkrājusies 3-4 mm gadā.

### ***Kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes raksturojums***

Kūdras sastāva un sadalīšanās pakāpe noteikta, lai pēc iespējas precīzāk varētu raksturot nogulumu griezumam un, noteiktu kūdras tipu un veidu, kā mainījušies nogulumu uzkrāšanās apstākļi. Jo labāk sadalījies kūdra, jo sausāki ir bijuši apstākļi tās veidošanās laikā salīdzinot ar apstākļiem, kuros veidojusies vājāk sadalījies kūdra. Kūdras sadalīšanās pakāpe ir cieši saistīta ar humusvielu daudzumu kopējā kūdras masā. Kūdrai, kas ir labi sadalījies ir vairāk humusvielu nekā vāji sadalītai kūdrai. Kūdras primāri iespējams izšķirt trīs tipos: vāji sadalījies, kur kūdras sadalīšanās pakāpe ir zem 20%; vidēji sadalījies, kur sadalīšanās pakāpe ir starp 20% un 30%, un labi sadalījies kūdra, kur kūdras sadalīšanās pakāpe ir virs 30% (Šnore, 2013).

Atlasītajos paraugos, kas ņemti dažādos kūdras nogulumu griezumam intervālos, kur varēja redzēt un bija nosakāmi citādāki kūdras veidi, kas noteikti, pamatojoties uz kūdras makroskopiski un mikroskopiski nosakāmajām pazīmēm, noteikta sadalīšanās pakāpes un pēc tam kūdras paraugi sagatavoti botāniskā sastāva noteikšanai.

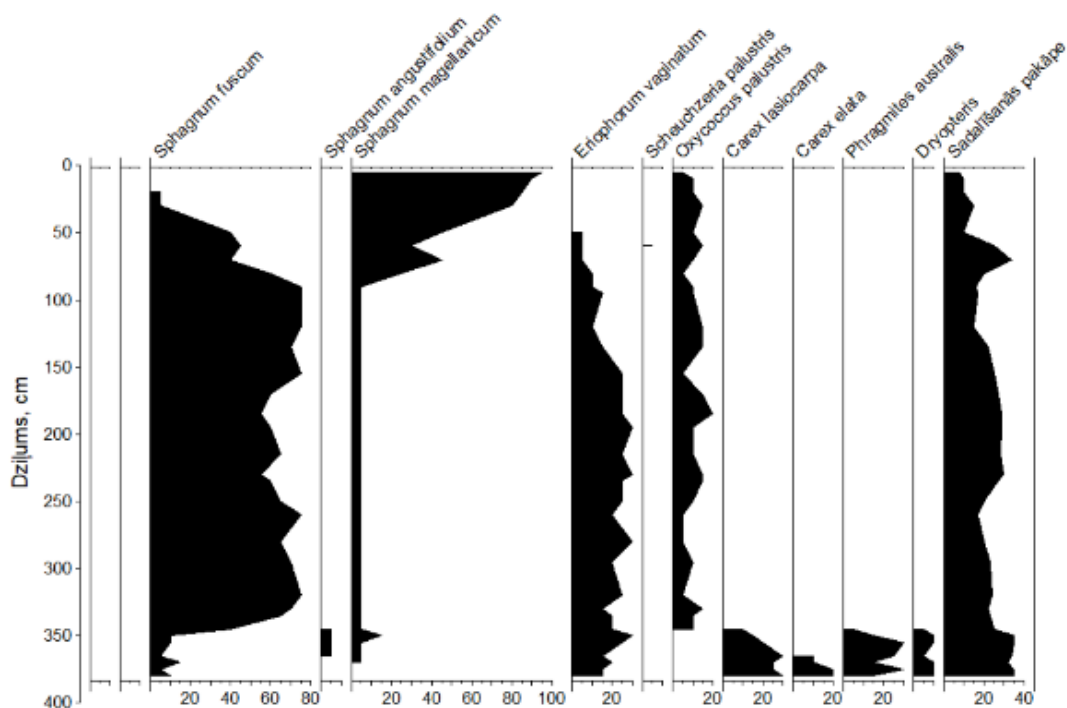
Botāniskajai analīzei izmantoti svaigi kūdras paraugi pēc tās sadalīšanās pakāpes noteikšanas. Kūdras paraugi mazgāti caur sietu (acs izmērs 0,25 mm) un izmantotas augu atliekas, kas paliek uz sieta. Pēc kūdras skalošanas caur sietu to analizē gaismas mikroskopā ar 100 reizu palielinājumu. Pieņemts, ka redzeslauks atbilst 100%, un paraugam analizēti vairāki redzeslauki, tādējādi palielinot metodes precizitāti (Krūmiņš u.c., 2012). Pareizai augu atlieku noteikšanai izmantoti augu atlieku noteicēji, kas atvieglo sugu noteikšanas procesu. Pēc galvenajiem noteiktajiem augiem, kas kopā sastāda 100%, ņemot vērā to savstarpējās attiecības, iespējams noteikt kūdras veidu. Nosaukuma izveidei lieto dominējošos augus, kuru nav mazāk par 20%. Pēc šiem kūdras veidotājaugiem iespējams noskaidrot, kādam purvam atbilst konkrētais augs vai augi (Krūmiņš, 2012).

Pētītajā Sēmes purva nogulumu griezumam kūdras veidojošo augu sastāvā nodalāmi divi izteikti atšķirīgi intervāli (5.22. att.). Griezumā no 3,50 m dziļuma virzienā uz augšu augu atlieku sastāvā vērojama liela vienveidība. Pārsvārā dominē sfagnu, spilvju un dzērveņu atliekas. Intervālā no 0-60 cm no sfagniem dominē Magelāna sfagns, kuru griezumā virzienā uz leju nomaina brūnais sfagns, kas kūdras sastāvā dominē līdz 3,4 m dziļumam, kurā notiek būtiska kūdras veidojošo augu sastāva izmaiņas. Tas liecina, ka šajā dziļumā (šajā attīstības stadijā) purvā sākuši dominēt augstajam purvam raksturīgie augi – sfagni, spilves, dzērvenes, kas barojas no nokrišņu ūdeņiem.

Sēmes purvā tā veidošanās sākumā, salīdzinoši īsu laika posmā kūdras ir veidojuši zemajam purvam raksturīgie augi, kas barojas no gruntsūdeņiem, tajā skaitā pūkaugļu grīslis, augstais grīslis un niedres. Kūdras sadalīšanās pakāpe mainās no maz sadalījušās (8-15%) griezumam augšējā daļā, kā arī intervālā no 0,8-1,2 m, līdz vidējai sadalīšanās pakāpei no 20-

30%, kas pārsvarā dominē griezumā. Griezuma apakšējā intervālā no 3,40 līdz 3,85 m kūdras veido labi sadalījusies zemā purva tipa zāļu kūdra.

Salīdzinot pētījumā iegūtos var secināt, ka purvs veidojies pārmitros apstākļos uz smalkām smiltīm. Tā sākotnējā stadijā ir izveidojies zemā tipa purvs. To veidojošā kūdra ir labi sadalījusies, smilšaina, blīva un tajā konstatēts ievērojams daudzums oglišu, kas liecina par ugunsgrēkiem purva veidošanās sākumā.

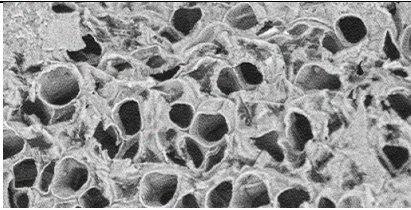
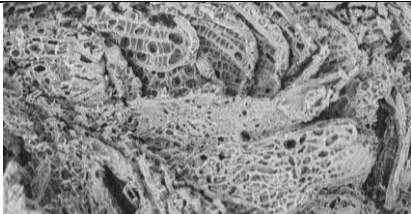
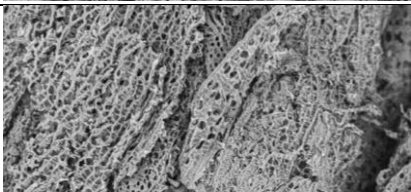
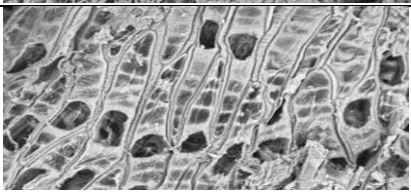

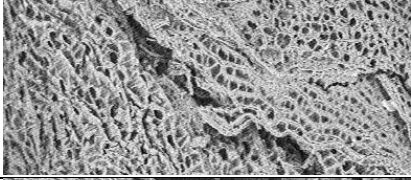
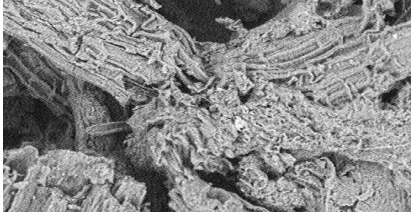


5.22. attēls. Galveno kūdras veidojošo augu sastāva izmaiņas Sēmes purva nogulumu griezumā.

Griezumā augstāk izteiktu pazīmju par degšanu nav. Griezuma virsējā slānī, purva virskārtā konstatēts neliels daudzums oglišu, kas norāda, ka degšana šajā vietā nav bijusi intensīva. Jāatzīmē, ka oglišu fragmentu klātbūtne bieži vien ir saistāma ar lielāku kūdras sadalīšanās pakāpi, kas savukārt norāda uz sausākiem klimatiskajiem apstākļiem kūdras veidošanās konkrētajā intervālā.

### *Sēmes purva kūdras paraugu poru mērījumi ar elektronmikroskopu Phenon*

Sēmes purva griezumā visā dziļumā kūdras sastāvā ir konstatēti sfagni, tādēļ bija iespējams veikt sfagnu poru lielumu mērījumus, lai noteiktu to izmaiņas purva attīstības gaitā, jo tas ir viens no būtiskākajiem rādītājiem par kūdras īpašību – blīvuma un caurlaidības raksturošanai. Ar elektronmikroskopu tika mērītas sfagnu poras visā Sēmes purva 1. griezumā, lai noteiktu kādi faktori ietekmējuši kūdras veidošanās apstākļus, pievēršot uzmanību gan klimata un hidroloģisko apstākļu izmaiņām, gan arī liecības par iespējamajiem paleougunsgrēkiem. Veikto sfagnu poru izmēru pētījumu rezultāti un to salīdzinājums ar pārējiem kūdras īpašību analīžu datiem, ļāva secināt, ka kūdras veidojošo sfagnu poru izmaiņas ir atšķirīgas dažādos intervālos (5.23. att.).

Parauga dziļums, cm	Poru izmērs, $\mu\text{m}$	Attēls
25	17,70	
75	12,50	
155	13,70	
255	15,25	
305	13,05	
345	13,52	
375	5,05	

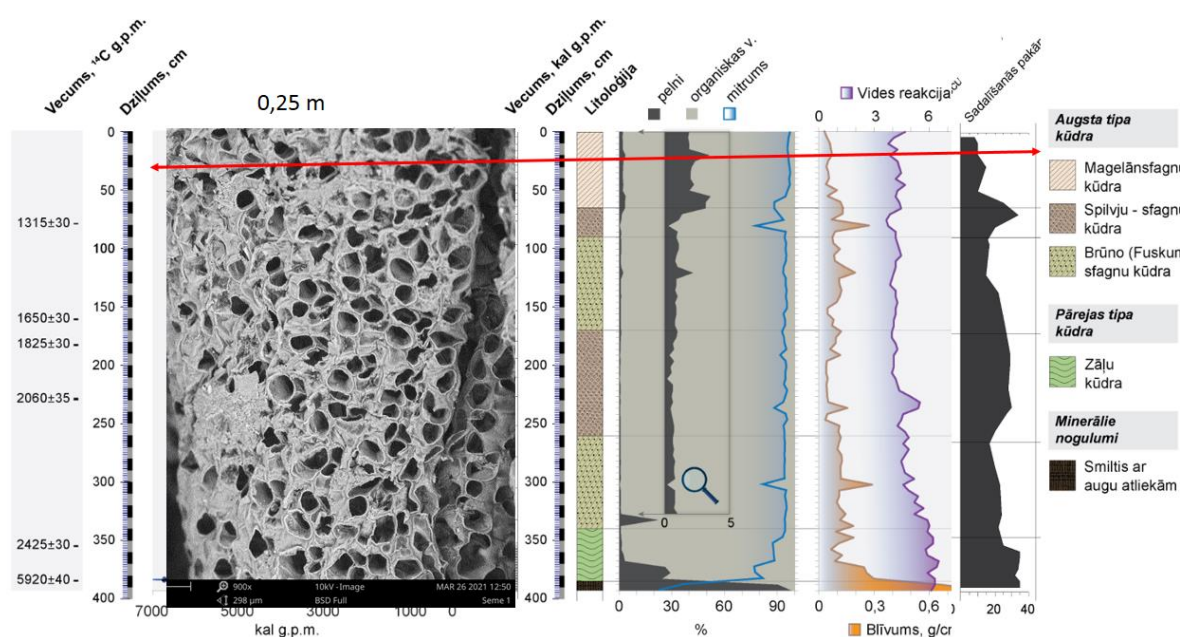
**5.23. attēls. Kūdras paraugu sfagnu poru mērījumi ar elektronmikroskopu Phenon Sēmes purva 1. griezumā.**

Kūdras struktūras un poru lieluma izmaiņu izpētes ietvaros ar skenējošo elektronu mikroskopu konstatēts, ka sfagnu poru izmēru vērtības svārstās no 17,70  $\mu\text{m}$  augšējā dziļuma intervālā 0,25 cm, samazinās līdz 12,49  $\mu\text{m}$  dziļumā 0,75 cm, kur palielinās kūdras sadalīšanās pakāpe un blīvums, bet samazinās mitruma saturs. Tas, kā arī ogļiņu fragmentu un Gelasinosporu klātbūtne liecina, ka izmaiņas kūdras veidošanās apstākļos ir ietekmējuši ne tikai klimatiskie apstākļi, bet arī ugunsgrēks (van Geel, 1978; Feeser, O'Connel, 2009), kas,

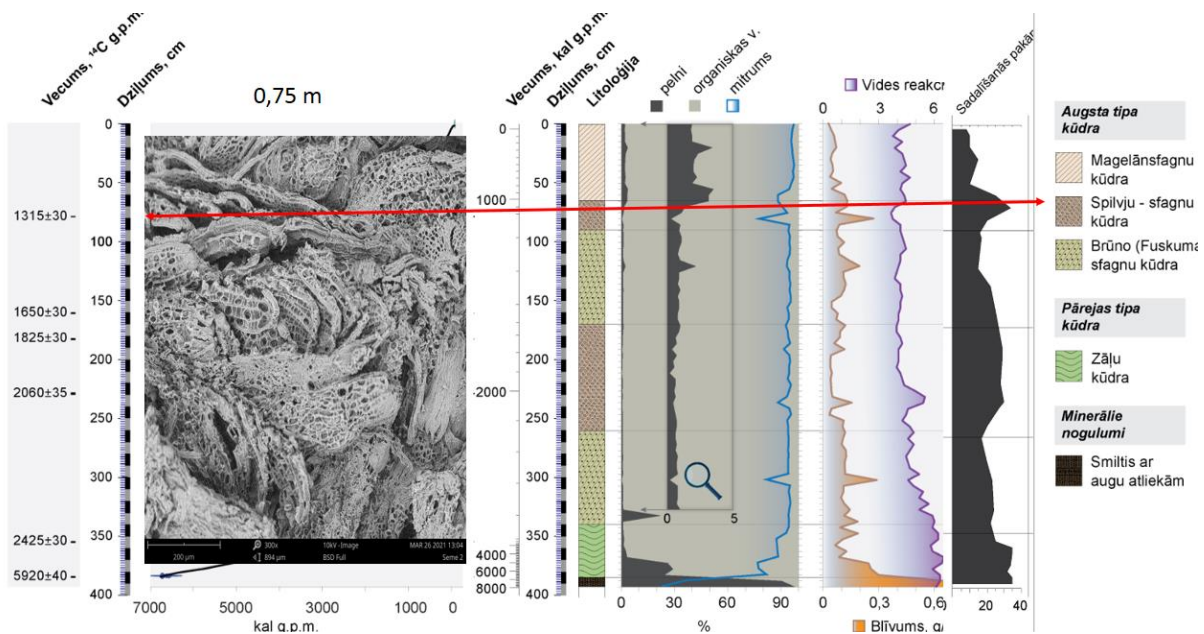
savukārt, iespējams ir saistīts ar sausākiem laika apstākļiem. Dziļumā intervālā 2,55 m poru izmērs atkal palielinās līdz 15,25  $\mu\text{m}$ , kas norāda uz zemu kūdras sadalīšanās pakāpi paaugstinātu ūdens līmeni purvā. Griezuma apakšējā daļā intervālā 3,75 m dziļumā mērītās sfagnu poras ir ļoti mazas, tikai 5,05  $\mu\text{m}$ . Šajā dziļumā pārējie kūdras pētījumu dati norāda uz salīdzinoši augstu kūdras sadalīšanās pakāpi, sasniedzot pat 40%, lielāko blīvumu un pelnu daudzumu, kā arī konstatēta ievērojams daudzums salīdzinoši lielu (>100  $\mu\text{m}$  ogļišu fragmentu). Minētais ļauj secināt, ka Sēmes purva attīstības sākuma posmā ugunsgrēki ir bijuši samērā bieži tiešā purva tuvumā.

### Sēmes purva deguma novērtējums

Salīdzinot pētījumā iegūtos datus var secināt, ka purvs veidojies pārmitros apstākļos uz smalkām smiltīm, sākotnējā stadijā izveidojies zemā tipa purvs (5.24., 5.25 att.).



**5.24. attēls.** Kūdras īpašību raksturojošo īpašību salīdzinājums un kūdras struktūru Sēmes purva griezumā 0,25 m dziļumā.

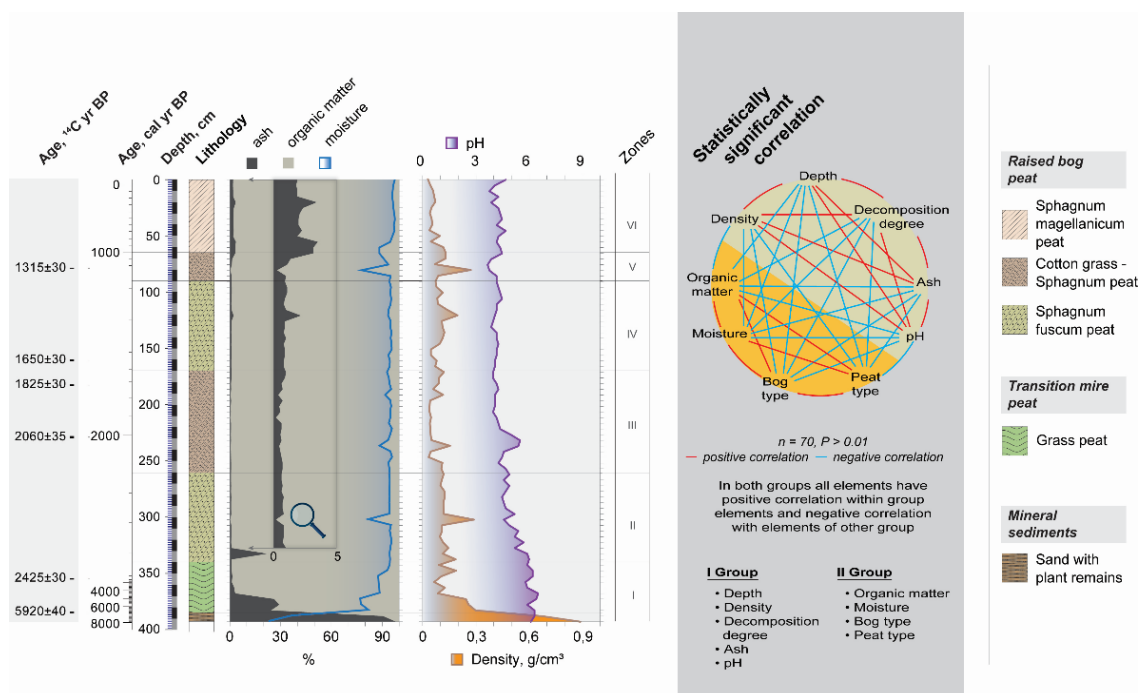


5.25. attēls. Kūdras īpašību raksturojošo īpašību salīdzinājums un kūdras struktūru Sēmes purva griezumā 0,75 m dziļumā.

Apstrādājot urbuma Sēme1 nogulumu sastāva, karsēšanas zudumu, mitruma, dabiskā blīvuma, pH analīzēs iegūtos datus un veicot komponentu analīzi, statistiski nozīmīgās korelācijas, kur  $n=70$  ir pozitīvā korelācija, bet  $P>0,01$  ir negatīvā korelācija, nodalītas divas grupas:

1. dziļums, blīvums, sadalīšanās pakāpe, pelnu daudzums un pH vērtības;
2. organiskās vielas, mitrums, kūdras tips, kūdras veids.

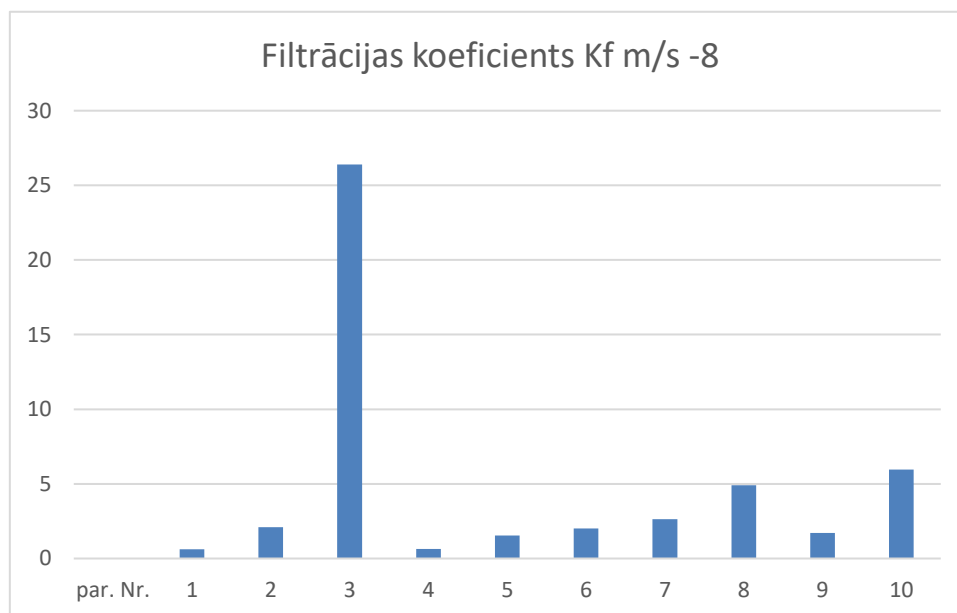
Konstatēts, ka abās grupās visiem elementiem ir pozitīva korelācija grupas iekšienē un negatīva korelācija ir ar elementiem no citām grupām (5.26. att.).



5.26. attēls. Sēme 1 urbumā iegūtajos kūdras paraugos noteikto īpašību vērtību salīdzinājums un datu statistiskā analīze (Kalniņa et. al., 2021).

## Stiklu purvu degumu vietu kūdras paraugu pētījumi

Apsekojot ugunsgrēka vietu dabas liegumā “Stiklu purvi” paņemti kūdras paraugi filtrācijas, kūdras blīvuma analīzēm, sfagnu poru mērījumiem ar elektronmikroskopu Phenon. Lai iegūtu pēc iespējas plašāku informāciju, paraugi ņemti no dažādām vietām, piemēram: Nr. 1. deguša purva daļa, Nr. 4. apkaltusi lāmas virsma, Nr. 7. purvainā meža daļa (5. pielikums 5.6. tabula). Katrā paraugā tika analizēti trīs intervāli kas ietver degušos un nedegušos slāņus. Analizējot Latvijas ģeotehniskajā laboratorijā iegūtos rezultātus, var secināt, ka kūdras filtrācijas koeficients mainās no 0,616 m/s paraugā Nr. 1. no degušā purva daļas (skat. 5.16. att. 46.lpp., 5.27. att.) ar izteiktu degšanas ietekmi un 0,632 m/s paraugā nr. 4. no apkaltušas lāmas virsmas līdz 26,4 m/s no parauga Nr. 3. no apdeguša ciņa ar sfagniem, kas ļoti augsts, neskatoties uz to, ka kūdras blīvums šajā paraugā ir salīdzinoši liels, sasniedzot 1,21 Mg/m<sup>3</sup>, tas būtiski samazinās sausam paraugam un ir mazs 0,08 Mg/m<sup>3</sup> (5. pielikums, 5.6. tabula., 5.25. att.). Pārējos degšanas skartajos paraugos zems filtrācijas koeficients 1,55 m/s konstatēts paraugā nr. 5. no meža salas (5.28. att.) un 1,72 m/s paraugā Nr. 9. no netraucēta purva (5.29. att.).



5.27. attēls. Kūdras paraugu filtrācijas analīzes rezultātu diagramma.



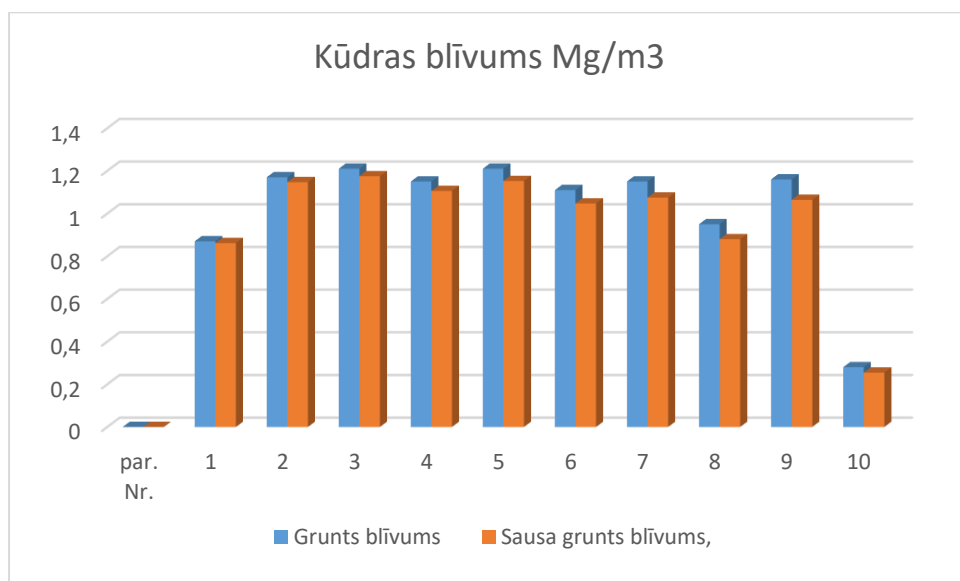
5.28. attēls. Paraugā Nr. 5. labi saskatāma ogļu kārta.



5.29. attēls. Paraugs Nr. 9. no degšanas mazietekmētas purva daļas.



Analizējot iegūtos rezultātus var secināt, ka degšanas rezultātā ir mainījušās kūdras īpašības. Pierādās, ka ar degšanu izteiktāk skartajos kūdras slāņos ir palielinājies kūdras blīvums (5.30. att.) un samazinājies kūdras filtrācijas koeficients, kas ilgtermiņā varētu veicināt ūdens uzkrāšanos un, iespējams intensīvāku kūdras veidošanās atsākšanos pēc degšanas.



**5.30. attēls. Kūdras blīvuma ( $r_0$ , Mg/m<sup>3</sup>) analīzes rezultātu diagramma.**

Iegūtie rezultāti liecina, ka paraugā nr. 1., kam noteikts mazs filtrācijas koeficients (0,619-8 m/s) augšējā un apakšējā paraugā nebija saglabājušās poras, bet vidējā paraugā sfagnu poru izmērs ir 13,9 ( $\mu\text{m}$ ), kas liecina, ja arī paraugs nav uguns skarts, tomēr tas ir ietekmēts. Parauga nr. 4. (apkaltusi lāmas virsma) augšējais intervāls ir ļoti aglomerējies, ar zemu filtrācijas koeficientu un tam vizuāli nevar izšķirt mērījumiem derīgas poras. Pārējos paraugos poru izmēri sasniedz 16,03 un 14,79  $\mu\text{m}$ .

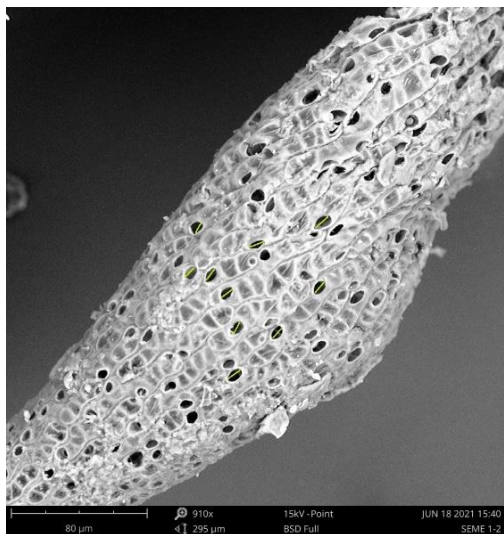
### ***Kūdras paraugu analīze ar elektronmikroskopu kūdras porozitātes noteikšanai***

Elektronmikroskopā Phenon mērītas sfagnu poras paraugos no deguma vietām dabas liegumā "Stiklu purvi" trīs raksturīgākajos paraugos: Nr. 1. deguša purva daļa, Nr. 4. apkaltusī lāmas virsma, Nr. 7. degušā purvainā meža daļa (5.1. tabula).

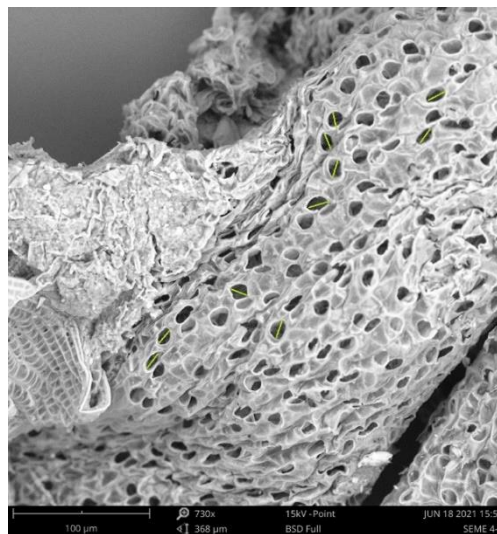
**5.1. tabula. Dabas lieguma "Stiklu purvs" kūdras paraugu sfagnu poru mērījumi ar elektronmikroskopu Phenon.**

Paraugs	Mikrometri ( $\mu\text{m}$ )										Vidējais poras izmērs ( $\mu\text{m}$ )
Stikli 1-1	Paraugā nav porainās daļas, lai veiktu mērījumus										
Stikli 1-20	13,20	14,00	14,10	13,30	13,00	15,30	15,00	13,00	13,10	15,00	<b>13,90</b>
Stikli 1-3	Paraugā nav porainās daļas, lai veiktu mērījumus										
Stikli 4-4	Ļoti aglomerējies paraugs, kuram vizuāli nevar izšķirt mērījumiem derīgas poras										
Stikli 4-50	15,00	16,10	14,80	16,00	17,10	15,50	17,00	19,10	14,50	15,20	<b>16,03</b>
Stikli 4-60	15,40	17,50	15,50	12,60	12,20	12,90	12,60	13,20	17,80	18,20	<b>14,79</b>
Stikli 7-70	7,10	9,20	7,30	8,40	8,00	7,10	7,40	7,90	7,30	8,10	<b>7,78</b>

Mērījumu rezultāti paraugā Nr. 1. no deguša purva daļas uzrāda vidēju sfagnu sporu izmēru -13,90  $\mu\text{m}$ , kas liecina, ka degšana šai vietā nav bijusi intensīva, ar augstu temperatūru (5.30. att.). Mērījumu rezultāti paraugos nr. 4-1. un 4-2. no apkaltušas lāmas virsas (5.31. att.) uzrāda sfagnu poru izmēru -16,03  $\mu\text{m}$  un 14,79  $\mu\text{m}$ , kas liecina, ka sfagnu

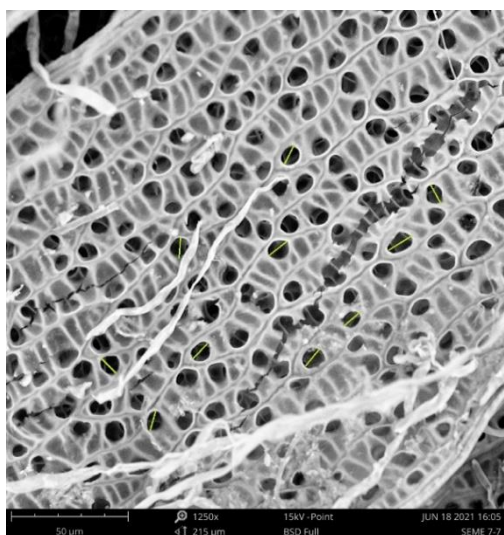


**5.30. attēls. Sfagnu poru mērījumi paraugā Stikli 1. – vidējais lielums 13,90  $\mu\text{m}$**

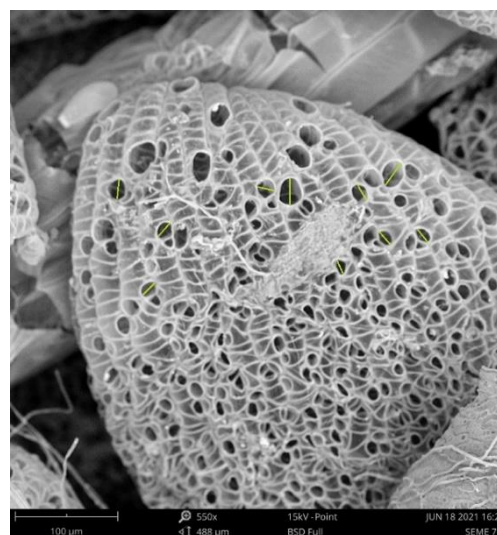


**5.31. attēls. Sfagnu poru mērījumi paraugā Stikli 4. – vidējais lielums 16,03  $\mu\text{m}$**

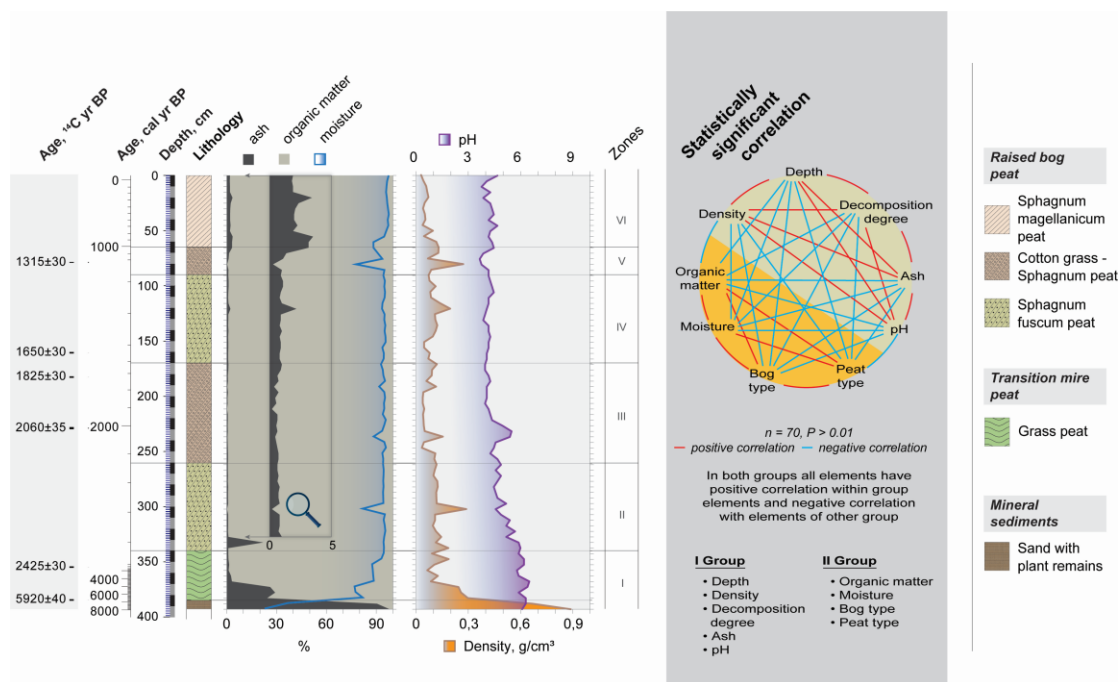
poru izmēri ir lieli, tomēr tos salīdzinot redzams, ka augšējā paraugā (nr. 4-1) poras ir lielākas nekā apakšējā paraugā (Nr. 4-2) (5.32. att.). Tas liecina, ka lāmas apkalšana nav ietekmējusi sfagnu poras. Sfagnu poru izmēri paraugā Nr. 7-1. no purvainā meža daļas ir ievērojami mazāki – vidēji 7,78  $\mu\text{m}$  un liecina par to, ka sfagnus ir ietekmējuši ilgstoši susināšanas procesi (5.33. att.).



**5.32. attēls. Sfagnu poru mērījumi paraugā Stikli 4. – vidējais lielums 14,79  $\mu\text{m}$**



**5.33. attēls. Sfagnu poru mērījumi paraugā Stikli 7. – vidējais lielums 7,78  $\mu\text{m}$**



**5.34. attēls. Sēme 1 urbumā iegūtajos kūdras paraugos noteikto īpašību vērtību salīdzinājums un datu statistiskā analīze (Kalniņa et.al., 2021).**

Apstrādājot urbuma Sēme1 nogulumu sastāvu, karsēšanas zudumu, mitruma, dabiskā blīvuma, pH analīzēs iegūtos datus un veicot komponentu statistiski nozīmīgās korelācijas, kur  $n=70$  ir pozitīvā korelācija, bet  $P>0.01$  ir negatīvā korelācija nodalītas divas grupas:

- 1) dziļums, blīvums, sadalīšanās pakāpe, pelnu daudzums un pH vērtības;
- 2) organiskās vielas, mitrums, kūdras tips, kūdras veids.

Konstatēts, ka abās grupās visiem elementiem ir pozitīva korelācija grupas iekšienē un negatīva korelācija ir ar elementiem no citām grupām.

## Trīšautpurva nogulumu raksturojums

Trīšautpurvs ir viens no Stiklu purvu kompleksa augstā tipa jeb sūnu purvs purviem. Tas, līdzīgi kā citi Stiklu masīva purvi Ugāles līdzenumā izveidojies Baltijas ledus ezera līča nevienmērīgas akumulācijas līdzenuma ieplakās. Kūdras uzkrāšanās Trīšautu purvā sākusies jau agrajā holocēnā pirms apmēram 8000 gadu. Īpaši intensīva augstā tipa kūdras veidošanās un uzkrāšanās vērojama kopš subboreālā laika jeb pēdējos 3500 gados. Purva veidošanās ir ietekmējies piejūras klimats, kā arī reljefs un mālainie, vāji caurlaidīgie ieži purva ieplaku pamatnē.

Lai noskaidrotu purva nogulumu īpašību izmaiņas 2018. gada ugunsgrēka ietekmē, analizēti kūdras paraugi nosakot tajos kūdras botānisko sastāvu, sadalīšanās pakāpi, ķīmisko sastāvu un arī veiktas kūdras mikrobioloģiskās analīzes.

Veicot ievāktu kūdras paraugu botāniskā sastāva un kūdras sadalīšanās pakāpes analīzes, konstatēts, ka purva virskārtā, kuru skāris degums ir izveidojušas dažāda veida augstā purva tipa kūdras (5.2. tab.). Salīdzinot kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās analīzes rezultātus st purvā (T1, T5, T6) un blakus esošajā mežā (T2, T3) ievāktajiem paraugiem var secināt, ka kūdra paraugā T2 (dedzis mežs) ir labi sadalījusies (32 %) un pēc botāniskā sastāva noteikta kā augstā tipa priežu - sfagnu kūdra. Dominējošās priežu atliekas liecina, ka priedes šeit ir augušas jau ilgstoši. Vienlaikus, kūdras sastāvā ir dažādu sfagnu atlieku un salīdzinoši daudz arī viršu (20%) atlieku. Parauga (T2) sastāva analīzes dati uzrāda mazāko mitrumu (73,37 %)

no analizētajiem kūdras paraugiem un augstāko pelnu saturu (2,19 %), kas ir likumsakarīgi skaidrojams ar ievākšanas vietu – mežu. Pārējiem paraugiem, kas ievākti purvā, ir raksturīga vidēja sadalīšanās pakāpe (21-16 %). Kūdras paraugā T6, kurš paņemts 8-12 cm dziļumā dominē šaurlapu sfagnu atliekas (50 %) sadalīšanās pakāpe noteikta kā vāja (19%).

### 5.2. tabula Trišautpurva kūdras paraugu sastāva analīzes dati.

	Mitrums, %	Organisko vielu saturs, %	Pelni, %	pH (ūdens izvilkums)	EVS (ūdens izvilkums)
T1	93,02	97,98	2,02	5,97	49,7
T2	73,37	97,81	2,19	5,87	21,68
T3	92,18	99,60	0,40	5,82	26,7
T4	91,69	99,54	0,46	5,26	43,0
T5	91,53	99,20	0,80	5,59	36,1
T6	92,90	99,30	0,70	5,85	18,94

Organisko vielu satura analīze parāda tipisku purvu organiskā materiāla klātbūtni, un to augstās vērtības apliecina materiāla organisko izcelsmi ar izteikti zemu pelnu saturu. Līdzīgi kā literatūrā raksturotajos degšanas gadījumos, arī Trišautpurva un apkārtnes kūdras paraugos, kas ir apdeguši/deguši, ir novērojams augstāks pelnu saturs (T2 - deguša meža daļa). Līdz ar šīm ietekmēm un pelna satura pieaugumu, ir novērojama arī pH vērtību izmaiņa, tai paaugstinoties. Trišautpurva raksturotajos paraugos vides reakcijas (pH) vērtības (ūdens izvilkumu) ir paaugstinātas, salīdzinot ar dabisku augstā purva kūdru.

Kūdras paraugu mikrobioloģiskās analīzes (5.3, 5.4., 5.5. tab.) parāda, ka kopumā kūdras paraugos bija maz mikroorganismu, salīdzinot ar aramzemi vai meža augsni. Visvairāk baktēriju bija T2 paraugā, kas ievāks meža deguma daļā. Novērojams, ka sēņu daudzums samazinās reizē ar dziļumu (zem 5 cm), kā tas parasti ir raksturīgi. No sēnēm dominē Trichoderma un Penicillium - saprotrofi, kas izkonkurē citus.

### 5.3. tabula. Mikroorganismu daudzums 1 gramā mitras augsnes [kolonijas veidojošās vienības (kvv)/g]

kvv/g *10 <sup>2</sup>	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sēnes	3,6	5,6	2,0	100,0	3,6	11,6
Baktērijas	14,4	280,0	28,0	5,6	18,0	200,0
tai skaitā aktinobaktērijas	2,4	0,0	27,6	0,0	0,0	0,0

### 5.4. tabula. Mikroorganismu daudzums 1 g sausas augsnes (aprēķināts, ņemot vērā mitruma saturu)

mitrums, %	83,3	79,0	77,5	67,5	88,4	75,0
kvv/g *10 <sup>2</sup>	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sēnes	21,2	26,7	8,7	303,0	16,4	46,4
Baktērijas	84,7	1333,3	121,7	17,0	81,8	800,0
tai skaitā aktinobaktērijas	14,1	0,0	120,0	0,0	0,0	0,0
baktērijas/sēnes	4,0	49,9	14,0	0,1	5,0	17,2
sēnes/baktērijas	0,25	0,02	0,07	17,82	0,20	0,06

### 5.5. tabula. Identificētās dominējošo mikroskopisko sēņu ģintis

Paraugs	Sēnes
T1	<i>Penicillium, Geotrichum, Trichoderma</i>
T2	<i>Cladosporium</i>
T3	<i>Paecilomyces</i>
T4	<i>Penicillium, Trichoderma</i>
T5	<i>Mucor, Penicillium, Trichoderma, Cladosporium</i>
T6	<i>Penicillium, Trichoderma, Cladosporium</i>

2018. gada ugunsgrēks būtiski ietekmējis Sēmes purva turpmāko attīstību mozaikveidā nodedzinot augāju līdz kūdras slāņiem. Pārogļotu augu atlieku un pelnu kārtā apsekotajās teritorijās svārstījās no 2 – 15 cm, kūdras slānis vietām nodedzis 2-5 cm dziļumā. Degšanas ietekmē purva virskārtā izveidojusies blīvāka ogļu un kūdras kārtiņa. Traucēta sfagnu attīstība – izveidojusās platības bez sfagniem. Ugunsgrēks ietekmējis arī pārejas purvu un purvaino mežu vides apstākļus. Koku stāvs vietām pilnībā nodedzis un paredzama arī turpmāka koku kalšana. Apsekotajā Sēmes purva daļā, pilnībā nodegušas priedes, kas bija saaugušas susināšanas ietekmē un šo koku bojā eju, ja tie izgāzīsies var vērtēt kā labvēlīgu plašākas atklātas purva ainavas veidošanai. 2 gadus pēc ugunsgrēka degšanas pēdas joprojām ir izteiktas.

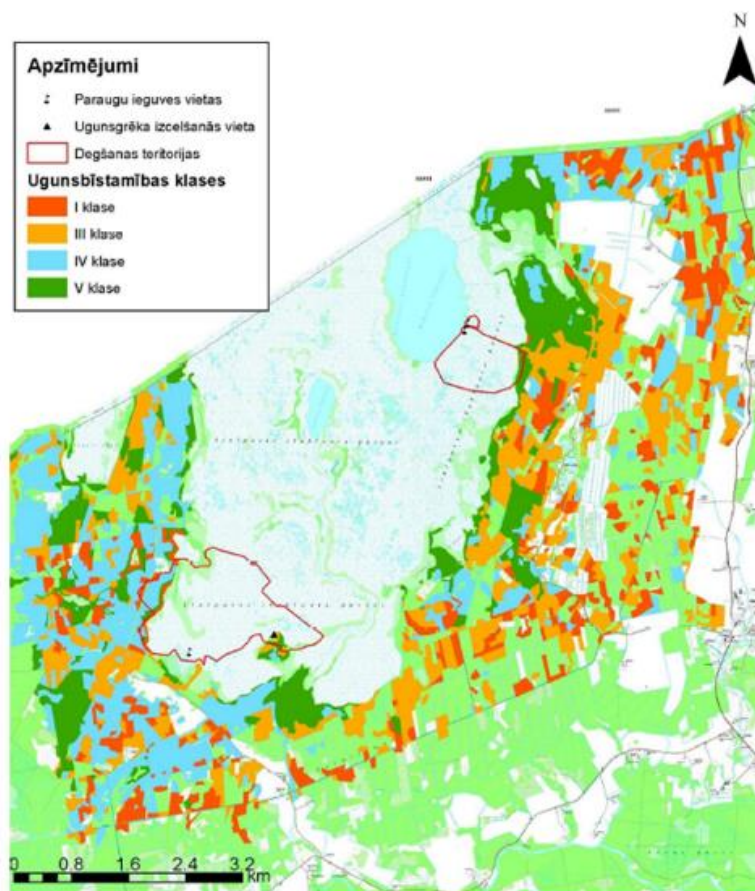
## 6. DEGUMI SAKLAURA PURVĀ

**Saklaura (Oļļas, Ramatas purvs)** atrodas Viduslatvijas zemienes, Metsepoles līdzenumā un ir viens no Natura 2000 īpaši aizsargājamās teritorijas dabas lieguma „Ziemeļu purvi” (Natura 2000 kods: LV0000130) ietilpstošajiem pārrobežu purviem (daļa no purva teritorijas atrodas Igaunijas Rongu purvā), administratīvi ietilpst Alojās novada Staiceles pagastā un Mazsalacas novada Ramatas pagastā. Kopējā purva platība ir 2903 ha, tā pamatni veido vāji caurlaidīgi mālaini sarkanbrūnas morēnas nogulumu. Tas ir augstā tipa purvs ar raksturīgu mikroreljefu un akačiem un 2 ezeriem – Ramatas Mazezeru (25 ha) un Ramatas Lielezeru (162 ha) (DAP, 2011).

Saklaura purva attīstību negatīvi ietekmējis 19. gs. beigās izraktie meliorācijas grāvji purva DR daļā un pie Ramatas Lielezera. Nosusināšanas rezultātā purvā palielinājies viršu segums un samazinājies sfagnu segums. Vairāk ietekmētajās purva daļās izveidojies slēgts koku stāvs (Pakalne u.c., 2016).

Projekta ietvaros Saklaura purvā analizēti kūdras nogulumu no trīs teritorijām, kurās pēdējo 50 gadu laikā notikusi degšana. Lielākas ugunsgrēks izcēlās 2018. gada augustā purvā 3 dienas pēc zibens spēriena kokā netālu esošajā mežā. Zibens spērienā kokam atsprāguši koksnes fragmenti un nodegusi galotne. Pēc negaisa, degšana kokā ir beigusies, tomēr spēriena vietā ir palikušas gruzdošas koka skaidas, kas tuvāko dienu laikā, gaisa temperatūrai pieaugot, izbirusas koka pakājē esošajā sūnu virskārtā un izraisījušas degšanu. Sarežģītās piekļuves dēļ ugunsgrēka vietai, uguni neizdevās ātri apdzēst un tā strauji izplatījās. Sausajā vasarā izkaltušie virši un vaivariņi ar augsto ēterisko vielu saturu bija labs degmateriāls.

Purvā vizuāli labi pamanāmas vēl 2 ugunsgrēku vietas - 1978. gadā 2 ha platībā dega Ramatas Lielezerā ietekošā grāvja labajā pusē, bet un 1992. gadā 100 ha platībā, purva ZA daļā, Ramatas Lielezera ietekošā grāvja kreisajā pusē (6.1. att.).



**2.1. attēls. Degumu vietas Saklaura purvā un apkārtējo mežu ugunsbīstamības klases.**

**1.– 1978. gada degums, 2. -1992. gada degums, 3. – 2018. gada degums (Ivanovs, 2020).**

1992. gadā purva dzēšanas darbi notikuši 2 dienas. Vietām kūdra izdegusi pat 1 metra dziļumā. Pēc aculiecinieka VMD Ziemeļvidzemes virsmežniecības inženiera Arņa Krastiņu ziņām, veģetācija sākusi atjaunojusies tikai pēc 10 gadiem. 2020. gadā, jeb 28. gadus pēc ugunsgrēka apsekojot 1992. gadā cietušo teritoriju, konstatēts, ka vizuāli joprojām redzami apdeguši koku stumbri, bet veģetācija daļēji atjaunojusies - izplatīta makstainā spilve, sila virši, sfagnu sega ir atjaunojusies, daudz priežu sējeņu (Ivanovs, 2020). Veģetācijas sastāva analīzi deguma vietās veikta Life projekta “Mitrāji” veģetācijas monitoringam rezultāti no 120 ierīkotajiem parauglaukumiem Sakalaura purvā uzrāda relatīvi zemu sugu daudzveidību (kopā 39 sugas). Konstatētas atšķirības sugu sastāva ziņā starp degušo un nedegušo purva daļu. Ugunsgrēka skartās un ar susināšanas ietekmētās daļas ir ar vislielāko koku un krūmu un ķērpju segumu. Nesen degušajās purva daļās raksturīgi kūdras laukumi bez veģetācijas, mazāka sugu daudzveidība, tomēr joprojām dominē sfagnu sūnu sugas, kuras izdzīvojušas mitrajās ieplakās. Lielāks sūnu, t.sk. sfagnu segums noteikts kontrolparauglaukumos (Dziļuma, 2019). Pēc ugunsgrēka izveidojusies atklāta platība ar izteiktu sila virša dominanci. Degšanas ietekmētajās teritorijās joprojām sastopamas Latvijā īpaši aizsargājamai augu sugas ciņu mazmeldrs un pundurbērzs.



**2.2. attēls. 1992. gada ugunsgrēka vieta klaja, izplatīti virši un ciņu mazmeldrs (foto: L.Strazdiņa)**

2018. gada degums atrodas purva R un DR daļā atrodas aptuveni 4 km attālumā no minētajām senākas degšanas teritorijām. Ugunsgrēks ilga 5 dienas. Purva kopējā izdegšanas platība ir 239,72 hektāri (6.3. att.).



**2.3. attēls. 2018. gada Saklaura purva ugunsgrēks (NBS, 2018).**

Zemsedze apdegusi nevienmērīgi – izdeguši laukumi mozaīkveidā ar vieglāk skartiem laukumiem. Lielo koku stumbri galvenokārt apkvēpuši, dziļu rētu maz. Acīmredzot, gruntsūdens līmenis Saklauru purvā tomēr bijis pietiekoši augsts un nodrošināja kūdras neizdegšanu dziļākos slāņos. 2019. gada augusta apsekojumā, jeb gadu pēc ugunsgrēka, skaidri bija saskatāma degšanas atstātā ietekme uz apkārtējo vidi (6.4., 6.5. att.) Cietuši koki (priedes, bērzi), sīkrūmi (sila virši, vaivariņi, dzērvenes) un lakstaugi (makstainā spilve, lācenes). Galvenokārt izdegušas purva mikroreljefa augstākās vietas – ciņi. Mazāk cietušas zemākās vietas, starp koku rindām, ieplakās, u.c. Vidēji nodegušā slāņa biezums ir 2 cm (Ivanovs, 2020). Vairāk ietekmētajās purva daļās izveidojies slēgts, koku stāvs, kas ugunsgrēka laikā būtiski apdedzis (6.6. att.).



**6.4. attēls. 2018. gada deguma vieta Saklaura purvā gadu pēc deguma (foto: I.Silamiķele)**



**6.5. attēls. Pundurbēza atjaunošanās 2018. gada degumā (foto: I.Silamiķele)**



**6.6. attēls. 2018. gada ugunsgrēkā apdegušās priedes susināšanas ietekmētajās platībās (foto: R.Mežaks).**

Purva attīstību negatīvi ietekmē 19. gs. beigās izraktie meliorācijas grāvji purva DR daļā. Palielināts viršu un samazināts sfagnu segums veidojies arī nosusināšanas rezultātā. Līdz ar šeit pārklājas 2 ietekmes - nosusināšana un degšana.

### **Griezuma Saklaurs 1 (2018.g. degums) kūdras raksturojums**

Lai noskaidrotu vai arī senākos laikos pētītajās vietās nav notikuši ugunsgrēki, veikta deguma teritoriju hronoloģiskās secības rekonstrukcija, sākot no vecākā līdz jaunākam. Kopumā pētīti trīs 50 cm gari virsējo kūdras nogulumu monolīti, kas iegūti no trim degumu vietām: Saklaurs-1 no 2018. g. deguma, Saklaurs-2 no 1992. g. deguma un Saklaurs-3 no 1978. g. deguma (6. pielikums). Kūdras nogulumu monolīti sadalīti sīkākās paraugu vienībās: 1978. g. degumam – 50 paraugi, katrs pa 1 cm; 1992. g. degumam – 10 paraugi, katrs pa 5 cm (sīkāk



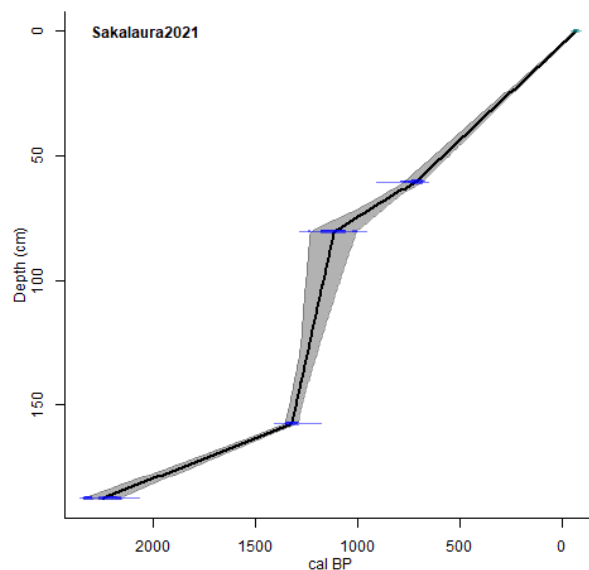
sadalot pirmos 5 cm pa 1 cm) un 2018. g. degumam – 10 paraugi, katrs pa 5 cm (sīkāk sadalot pirmos 5 cm pa 1 cm).

Nogulumu vecuma noteikšana pētījumu teritorijās ar  $^{14}\text{C}$  AMS. Paraugi izvēlēti no kūdras nogulumu griezuma vietas, kur pēc citu analīžu rezultātiem konstatētas izmaiņas kūdras sadalīšanās pakāpē, botāniskajā sastāvā, vai arī ogļišu un minerālvielu daudzumā. Datēšanai izmantoti gan sūnu atliekas, t.sk. sfagnu stumbri ar lapiņām, viršu zariņi, gan arī mizas fragmenti (6.1. tabula).

**6.1. tabula. Saklaura purva griezuma Saklaurs 1 datēšanai izmantotā materiāla raksturojums un vecums BP (pirms mūsdienām).**

Paraugošanas vieta un intervāls, cm	Datēšanai izmantotā materiāla raksturojums	Noteiktais absolūtais vecums, $^{14}\text{C}$ g.
Saklaurs S1 60-61	<i>Sphagnum</i> stumbri, <i>Pinus</i> skuju fragmenti	815 ± 30 BP
Saklaurs S2 80-81	<i>Eriophorum vaginatum</i> zariņi, lapiņu fragmenti	1190 ± 30 BP
Saklaurs S3 146-147	<i>Calluna vulgaris</i> zariņi, mizas fragmenti	940 ± 30 BP
Saklaurs S4b 157-158	<i>Calluna vulgaris</i> zariņi, mizas fragmenti	1405 ± 30 BP
Saklaurs S5 187-188	Koku atlieku fragmenti, <i>Calluna vulgaris</i> zariņi	2250 ± 30 BP

Informācija par Saklaura purva griezuma nogulumu vecumu iegūta datējot piecus paraugus ar AMS  $^{14}\text{C}$  metodi, kas ļauj precīzi noteikt nogulumu vecumu. Tomēr  $^{14}\text{C}$  koncentrācija laika gaitā atmosfērā ir izmainījusies un sakarība starp  $^{14}\text{C}$  gadiem un kalendārajiem gadiem nav lineāra (Blaauw, 2010), tādēļ radioaktīvā oglekļa datēšanas rezultātā iegūtie  $^{14}\text{C}$  gadi parasti tiek kalibrēti kalendārajos gados (kal. g. PM – kalendārie gadi pirms mūsdienām). Pēc nogulumu datējumu rezultātiem tika izveidots dziļuma–vecuma modelis (6.7. att.), kas parāda nogulumu uzkrāšanās gaitu attiecīgā laika periodā. Rezultāti norāda uz to, ka Saklaura purva 1. urbuma (2018.g. degums) teritorijā 188 cm dziļumā pirms 2770 kal. g.PM uzkrājusies gaiši brūna ar tumšākiem starpslāņiem, vidēji sadalījusies pārejas purva tipa sfagnu-grīšļu kūdra, kurā redzamas sfagnu un grīšļu atliekas, bet virs tās 157-158 cm dziļumā pirms 1400 kal. g.PM uzkrājusies maz sadalījusies augstā purva tipa sfagnu kūdra. Diagrammā redzams, ka tā joprojām turpina uzkrāties arī dziļuma intervālā 80-81 cm, kur tās noteiktais vecums ir 1200 kal. g.PM. Kūdras botāniskais sastāvs nav būtiski mainījies arī dziļuma intervālā 60-61 cm, kur kūdras vecums noteikts 850 kal. g.PM, taču šajā intervālā kūdras sastāvā ir lielāks brūno sfagnu īpatsvars, kas kūdru ļauj definēt kā augstā purva tipa brūno sfagnu kūdru ar neredzamiem lielāku kūdras sadalīšanās pakāpi, kas tomēr joprojām nosakāma kā maz sadalījusies, jo tā nesasniedz 20%.

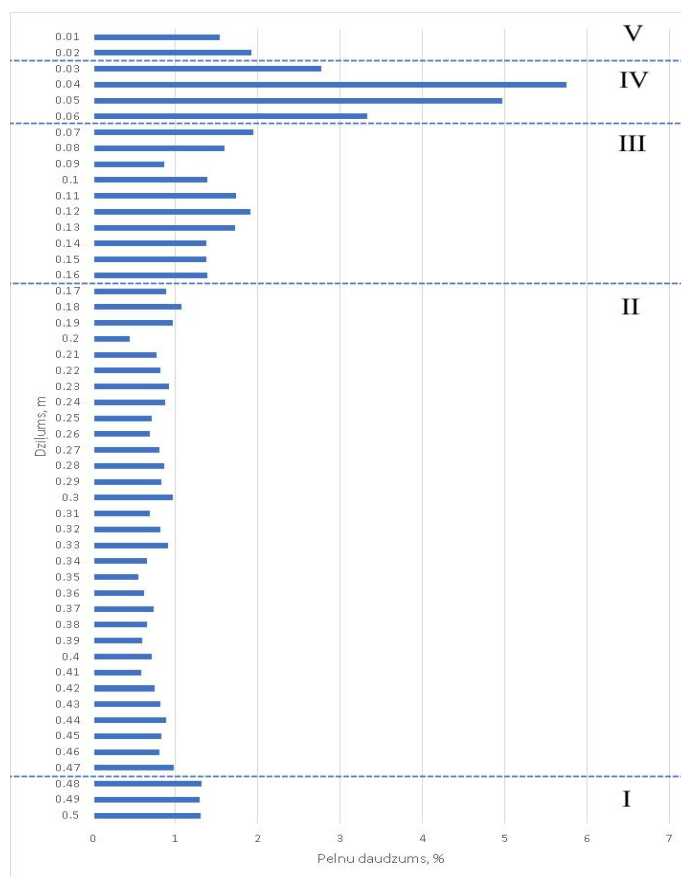


**6.7. attēls. Dziļuma-vecuma modelis Saklaura purva nogulumu serdei. Zilā krāsā norādīti <sup>14</sup>C AMS datējumi. Pelēkā krāsā norādīts aprēķinātais kļūdas diapazons. Melnā krāsā – vidējais svērtais vecums attiecīgajam dziļumam. Kreisajā pusē (vertikālā ass) dziļums, apakšā (horizontālā ass) vecums, kurš norādīts kalibrētajos gados pirms mūsdienām (mūsdienas=1950. gads).**

Kūdra Saklaura purva pētītajā 2018.gada deguma vietā sākusi uzkrāties pirms 2770 kal. g.PM,. Kā uzrāda dziļuma-vecuma līkne pēc datēšanas rezultātiem izveidotajā modelī, nogulumu uzkrāšanās intensitāte ir bijusi mainīga. Visintensīvākā tā ir bijusi dziļuma intervālā 75 cm-158 cm, kurā ir bijuši pārmitri labvēlīgi apstākļi sfagnu kūdras veidošanās intensitātei. Savukārt griezuma Saklaurs 1 augšējo 60 cm intervālā, tā ir būtiski samazinājusies, kas iespējams skaidrojams ar vairākkārtēju degšanu purvā, kā rezultātā ir bijis traucēts purva hidroloģiskais režīms un pazeminājies ūdens līmenis purvā.

### **Kūdras nogulumu izpēte Saklaura purva 1978. gada deguma vietā**

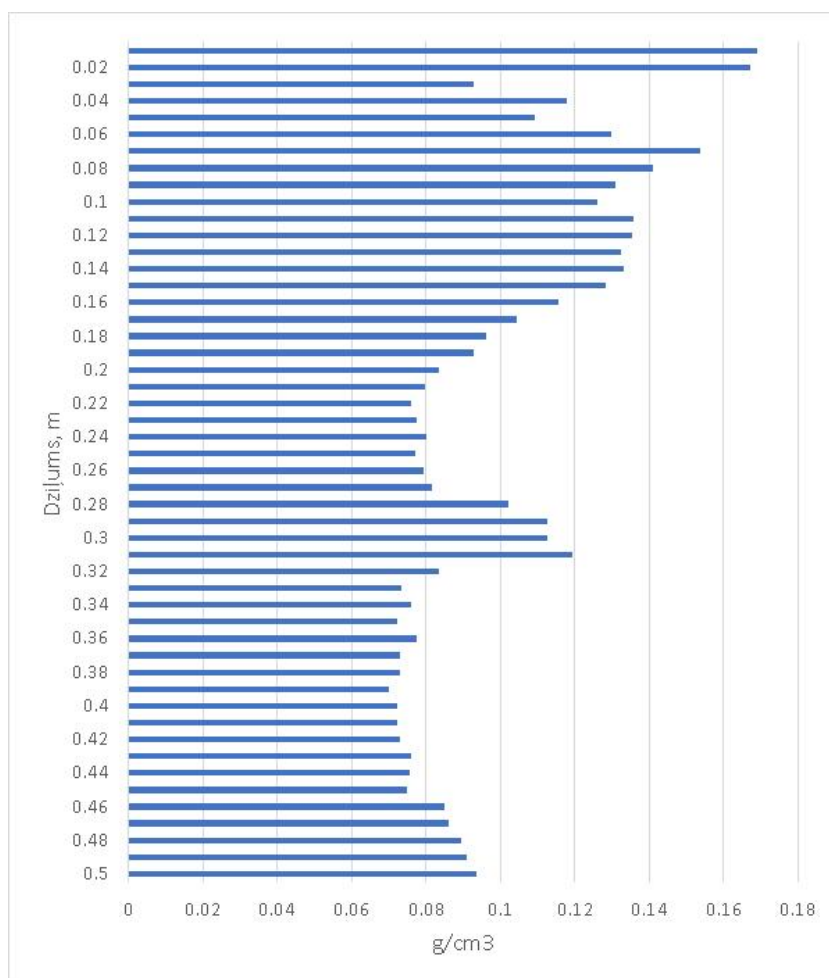
Karsēšanas zudumu analīzē 1978. gada deguma griezuma intervāla apakšējā daļā (0,5 – 0,48 m) noteiktais pelnu daudzums ir 1,3 % (I pelnu zona, tekstā turpmāk PZ). Pelnu daudzums griezumā augstāk samazinās līdz >1 % un tāds saglabājas līdz 0,16 m dziļumam (II PZ). Dziļuma intervālā no 0,16 līdz 0,07 m, pelnu daudzuma vērtības (%) pārsniedz 2% (III PZ). Kā redzams diagrammā (6.8. att.), lielākās procentuālās pelnu vērtības raksturīgas griezuma augšējā daļā, robežās starp 0,03 un 0,06 m, sasniedzot lielāko pelnu daudzumu – 5,75% (IV Z) 0,04 m dziļumā. Augšējā 0,02 – 0,00 m intervālā pelnu daudzumus būtiski samazinās līdz 1,54% (V PZ).



**6.8. attēls. Pelnu sastāva izmaiņas kūdras griezumā Saklaura purva 1978. gada deguma vietā.**

Šādas augstas pelnu koncentrācijas tuvu kūdras slāņa virskārtai skaidrojamas ar vairākiem faktoriem – salīdzinoši lielu augu biomasas daudzumu virskārtā, zemu mitruma līmeni, kas izraisa biomasas izžūšanu (Ratnaningsih, Prasytaningsih, 2017). Zemākais pelnu saturs šajā griezumā ir vērojams 0,2 m dziļumā, kurā arī bija novērojams lielākais mitruma līmenis – 93,66%.

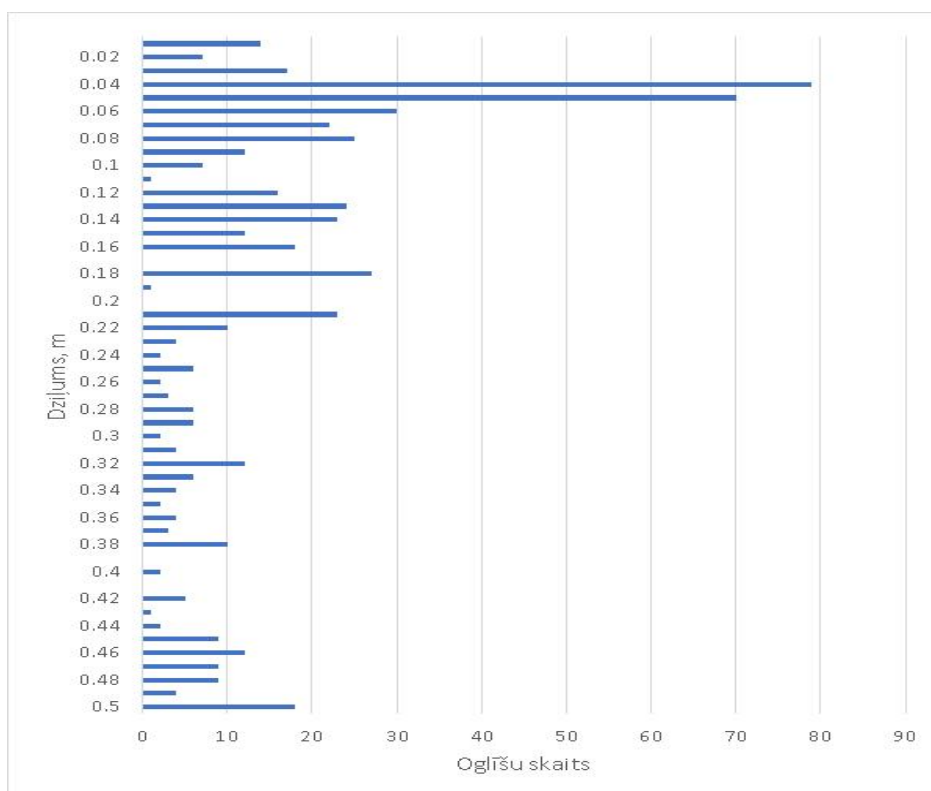
Dabiskā blīvuma analīzes rezultāti parāda, ka visā 1978. gada deguma nogulumu griezumā novērojamas vērtību svārstības (6.9. att.), kas liecina par nevienmērīgu kūdras blīvumu. Dziļākajos slāņos (no 0,5 līdz 0,32 m dziļumam), kūdras blīvuma svārstības ir 0,01 g/cm<sup>3</sup> robežās. Krass blīvuma pieaugums līdz pat 0,12 g/cm<sup>3</sup> novērojams griezuma vidusdaļā, lai gan ne karsēšanas zudumu analīze, ne makroskopisko oglīšu klātbūtne neuzrāda palielinātu sausināšanas ietekmi šajā intervālā. Strauja blīvuma palielināšanās ir vērojama augšējos kūdras slāņos, it īpaši griezuma virspusē (0,02 – 0,00 m), norādot uz iespējamām pārmaiņām pēc purva ugunsgrēka 0,04 līdz 0,07 m dziļumā (iespējams gruzdēšanas ietekmes dēļ).



**6.9. attēls. Saklaura purva 1978. gada deguma vietas dabiskā blīvuma izmaiņas kūdras nogulumu griezumā.**

Makroskopisko ogļišu sastopamība 1978. gada deguma vietā (6.10. att.) norāda uz diviem augstākajiem vērtību punktiem 0,5 m intervālā – 0,04 un 0,05 m. Šajā dziļumā ogļišu kopējais skaits sasniedz 79 un 70 ogļītes, kas norāda uz degšanas notikumu tieši šī kūdras slāņa veidošanās laikā. Taču jāatzīmē, ka nedaudz palielināts ogļišu daudzums (20) ir konstatēts griezuma intervālā 0,06 - 0,21 cm, ko iespējams, varētu skaidrot ar mikroskopisko ogļišu daļiņu ieskalošanos kūdras slānī dziļāk, kuru veido maz sadalījusies sfagnu kūdra.

Pēc ogļišu morfoloģijas klašu izpētes, degumā lielākais ogļišu skaits sastāvēja no lakstaugu (makstainās spilves, lācenes, rasenes), koku (parastās priedes, purva bērza), viendīgļlapju (parastā baltmeldra, kalmes un parastās smilgas) daļām, tajā skaitā, lapām, saknēm, kātiņiem. Vislielāko ogļišu formu variāciju 1978. gada degumā bija radījusi koksnes, bet vismazāko – lakstaugu sadegšana.



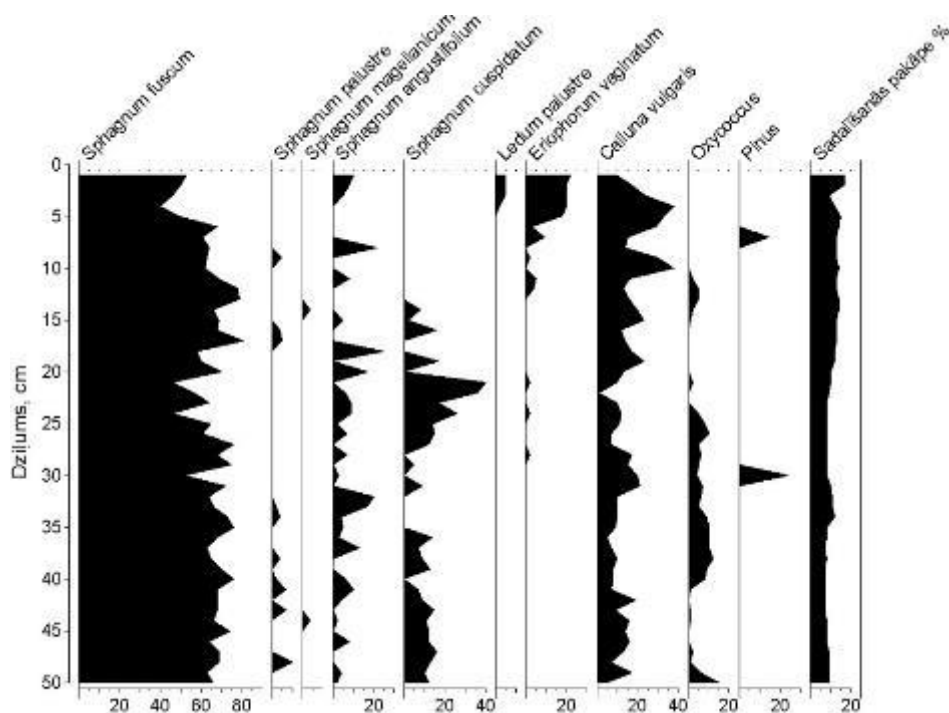
**6.10 . attēls. Makroskopisko oglišu koncentrācija Saklaura purva 1978. gada deguma vietas kūdras nogulumu griezumā.**

### ***Botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes analīze***

Analizējot botānisko sastāvu 1978. gada deguma vietā ņemtajos kūdras paraugos, no paraugā konstatētajām augu sugām dominēja sfagnu ģints augi, kopā sastādot aptuveni 80 %, no tiem 65 % brūnais sfagns. Rekonstruējot iespējamās izmaiņas sugu sastāvā pagātnē, diagrammā redzams ( 6.11. att.), ka brūnais sfagns ir sastopams visā laika intervālā 250 – 500 gadu robežās, sasniedzot savu minimumu (40%) 4 cm dziļumā, aptuveni, pirms 40 – 80 gadiem, kas varētu atbilst 1978. gadā notikušajam ugunsgrēkam šajā teritorijā. Var pieņemt, ka *S. fuscum* sastopamība samazinājusies degšanas ietekmē. Citas izplatītākās augu sugu grupas degumā ir sīkkrūmu un lakstaugu sugas. *Calluna vulgaris* kopumā sastāda 15%, dzērvene (3%) un makstainā spilve (3%). Deguma slānī (4 cm dziļumā) vērojams straujš sfagnu sugu izplatības kritums, *S. fuscum* samazinoties pat par 20% no sākotnējās sastopamības. *S. fuscum* zaudējot dominējošo statusu, par 38% pieaug krūmu un lakstaugu sugu izplatība: *E. vaginatum* par 20%, *Ledum palustre* par 5%. Vērojamas literatūrā aprakstītās sakarības (Sillasoo et al., 2011), ka pēc lielas intensitātes purva ugunsgrēkiem mainās augāja struktūras. Var pieņemt, ka ātraudzīgo sīkkrūmu un lakstaugu sugu dominance sfagnu sūnu vietā norāda uz lielas intensitātes ugunsgrēku.

50 cm intervālā, kas atbilst 250 – 500 gadu kūdras akumulācijas laika intervālam, sfagnu dzimtas augu izplatība ir bijusi salīdzinoši vienmērīga, *S.fuscum* sasniedzot augstāko koncentrāciju 17 cm dziļumā (81%) un zemāko 4 cm dziļumā (40%), attiecīgi palielinoties viršu sastopamībai. Kūdras slāņos tika atrastas arī liecības par *S. angustifolium*, *S. magellanicum*, *S. cuspidatum*, *S. palustre*, *Vaccinium oxiccocus*, *Pinus* izplatību degšanas skartajā teritorijā. Interesanti, ka degšana iespējams ir pozitīvi ietekmējusi *S. angustifolium* un *L. palustre* izplatību laikā, kad veidojās konkrētais kūdras slānis, kas griezumā atrodas 4 cm dziļumā, veicinot to stabilu ieviešanos un pieaugumu teritorijā pēc degšanas laika.

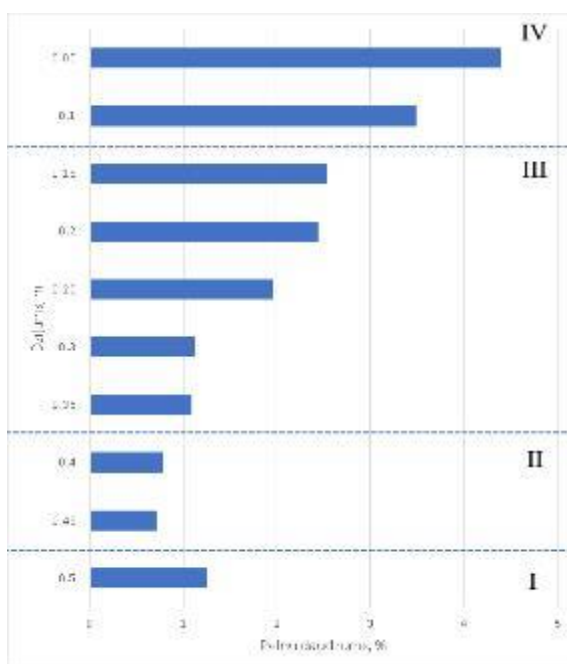
Veicot sadalīšanās pakāpes noteikšanu, noskaidrota parauga sadalīšanās pakāpe – vidēji tā ir 10% jeb mazzsadalījusies kūdra. Augstākā sadalīšanās pakāpe – 17% novērota 1 - 2 cm dziļumā.



6.11. attēls. Botāniskais sastāvs un kūdras sadalīšanās pakāpe Saklaura purva 1978. gada deguma vietā

### Kūdras nogulumu izpēte Saklaura purva 1992. gada deguma vietā

1992. gada deguma vietā analizēti kūdras nogulumi līdz 0,5 m dziļumam. Pelnu daudzums kūdras sastāvā ir 1,25 % (I pelnu zona, tekstā turpmāk PZ). Tas griezumā augstāk samazinās līdz >1% un tāds saglabājas līdz 0,35 m dziļumam (II PZ). Dziļuma intervālā no 0,35 līdz 0,1 m pelnu daudzums pieaug līdz pat 2 %. Kā redzams diagrammā (6.12. att.), lielākais pelnu daudzums raksturīgs griezumuma augšējā daļā, robežās starp 0,1 un 0,05 m (IIIPZ), sasniedzot 4,39 % (IV PZ) 0,05 m dziļumā. Zemākais pelnu saturs šajā griezumā vērojams 0,45 m dziļumā, kurā arī bija novērojams lielākais mitruma līmenis 92,27%.

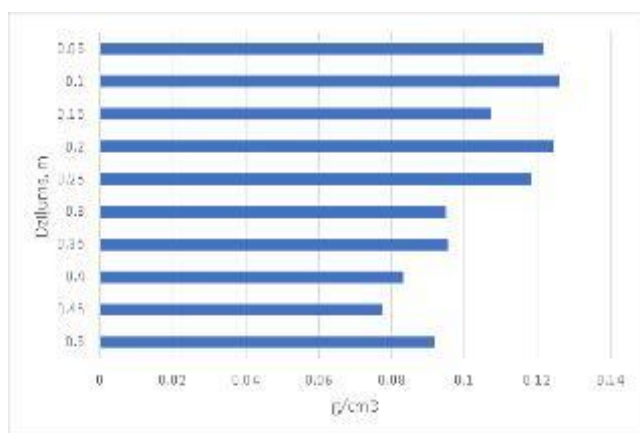


6.12. attēls. Pelnu sastāva izmaiņas kūdras griezumā Saklauru purva 1992. gada deguma vietā.

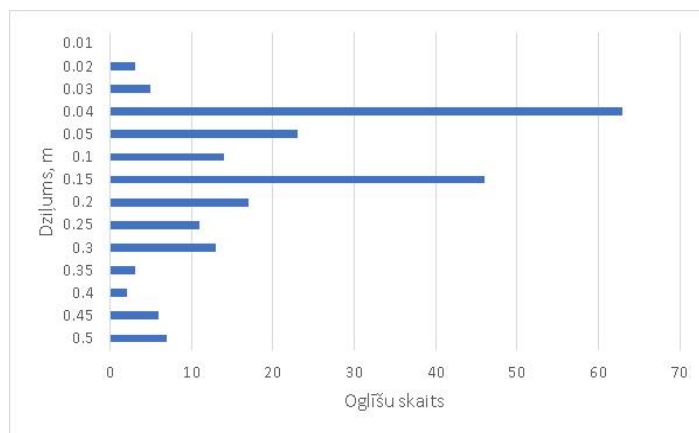
Dabiskā blīvuma analīzes rezultāti parāda, ka visā 1992. gada deguma vietas kūdras nogulumu griezumā novērojamas minimālas vērtību svārstības (6.13. att.). Dziļākajos slāņos (no 0,5 līdz 0,3 m dziļumam), kūdras blīvuma svārstības ir 0,01 g/cm<sup>3</sup> robežās, bet griezuma vidusdaļā (ap 0,25 m) novērojams krass blīvuma pieaugums vairāk par 0,12 g/cm<sup>3</sup>, un turpinās vienmērīgi līdz kūdras griezuma virsējiem slāņiem. Strauja blīvuma palielināšanās vērojama augšējos kūdras slāņos. Augstas blīvuma vērtības 0,05 m dziļumā norāda uz iespējamo purva ugunsgrēka ietekmi, veicinot kūdras slāņu ātrāku sadalīšanos un izžūšanu. Uz augstākas sadalīšanās pakāpes esamību 0,05 m intervālā norāda arī botāniskās sadalīšanās pakāpes metodē noteiktā sadalīšanās pakāpe (15% 0,03 m dziļumā).

Makroskopisko oglīšu izplatība purva griezumā 1992. gada deguma vietā (6.14. att.), norāda uz diviem augstākajām vērtībām 0,5 m intervālā – 0,04 un 0,15 m dziļumā. Lielākais oglīšu skaits 63 konstatēts 0,04 m dziļumā, kas ir nedaudz mazāks salīdzinājumā ar 1978. gada deguma vietas oglīšu pētījuma analīžu rezultātiem (70-79 oglītes). Tas, iespējams, ļauj domāt, ka 1992. gada degšana pētījuma vietā ir bijusi nedaudz mazāk intensīva, vai arī bijis mazāk koku. 1992. pētījuma vietas kūdras griezuma 0,15 cm dziļumā konstatētais oglīšu daudzums (46 oglītes) palielinājums, ņemot vērā nelielo attālumu starp abām deguma vietām, iespējams, ietver liecības arī par 1978. gada degumu.

Analizējot oglīšu morfoloģijas klases, degumā lielākais oglīšu skaits sastāvēja no koku - parastās priedes, purva bērza, kā arī lakstaugu makstainās spilves, viendīgļlapju parastā baltmeldra atliekām, tajā skaitā, lapām, saknēm, kātiņiem, kā arī sēklām (sila virša, brūnā sfagna un citām). Vislielāko oglīšu formu variāciju 1992. gada degumā bija izraisījuši koksnes (45), sēklu (41), zālaugu (33) un viendīgļlapju (25) sadegšana.



6.13. attēls. Saklaura purva 1992. gada deguma vietas kūdras griezuma dabiskā blīvuma raksturojums.



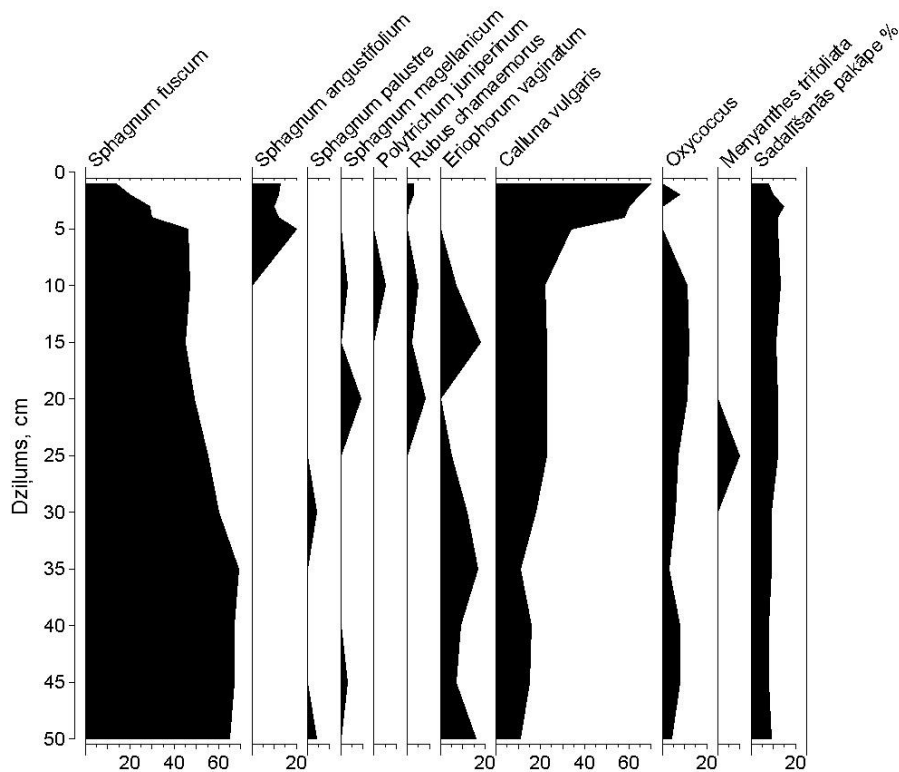
6.14. attēls. Makroskopisko oglīšu koncentrācija Saklaura purva 1992. gada deguma vietas kūdras griezumā.

### **Botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes analīze**

Analizējot botānisko sastāvu 1992. gada deguma vietā ņemtajos kūdras paraugos (6.15. att.), tajos dominēja sfagnu dzimtas augi, kopā sastādot aptuveni 54% no kopējā paraugā konstatēto sugu sastāva. Tos galvenokārt pārstāvēja *Sphagnum fuscum* (47%). Salīdzinoši lielu atlieku skaitu pārstāvēja sīkkrūmi *Calluna vulgaris* (32%), sasniedzot lielāko izplatības koncentrāciju virsējā kūdras slānī (70%). To vērā ņemams pieaugums ir novērojams 4 cm dziļumā, kad tie sasniedz 58 % un stabili progresē akumulējoties jaunai kūdrai. 3 – 4 cm dziļumā novērojams liels *S. fuscum* izplatības samazinājums (līdz pat 20%) un redzams

sīkkrūmu viršu, dzērveņu un lāceņu pieaugums. Tas varētu norādīt uz iespējamo degšanas ietekmi laika posmā pirms 30 – 60 gadiem, kad spēcīgas degšanas laikā var izdegt lieli sfagnu apjomi, tādējādi norādot uz samazinātu brūnā sfagna *S. fuscum* un *S. angustifolium* izplatību augšējos kūdras slāņos un veicinātu sīkkrūmu ieviešanos pēc deguma (Sillasoo et al., 2011). Samērā vienmērīgi visā paraugā ir novērojamas dzērveņu un makstainās spilves *Eriophorum vaginatum* esamība. Kūdras slāņos atrastas liecības arī par *Menyanthes trifoliata*, *Polytrichum juniperinum*, *S. magellanicum* un purva sfagna *S. palustre* izplatību deguma teritorijā senākos laikos.

Noteikta kūdras sadalīšanās pakāpe – vidēji 11% jeb mazzsadalījusies kūdra. Augstākā sadalīšanās pakāpe – 15% novērota 3 cm dziļumā, kas potenciāli atbilst laika posmam 30 – 60 kal.g. PM. un sakrīt ar laika posmu, kad šajā teritorijā norisinājās ugunsgrēks, kas varēja veicināt labāku veģētācijas atlieku sadalīšanos (sadegot, gruzdot).

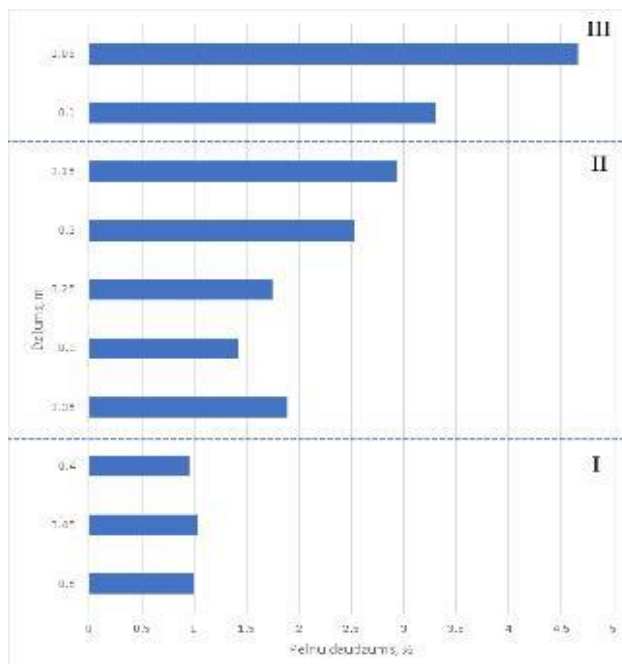


**6.15.attēls. Botāniskais sastāvs un kūdras sadalīšanās pakāpe kūdras nogulumu griezumā Saklaura purva 1992. gada deguma vietā**



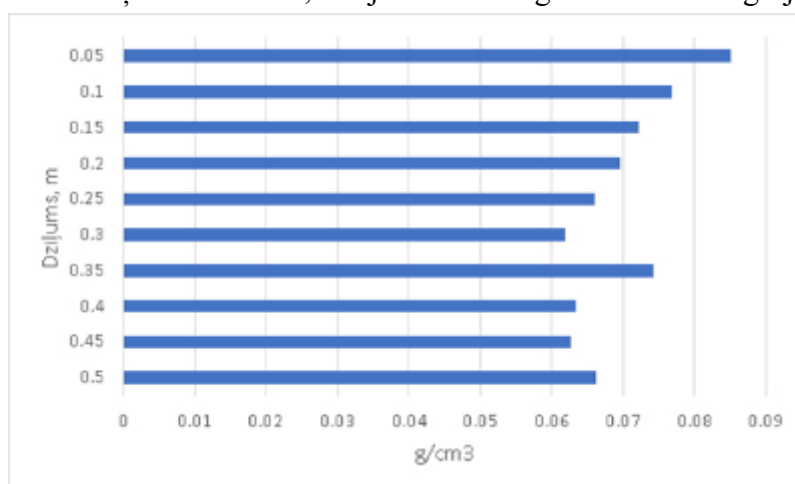
## Kūdras nogulumu izpēte Saklaura purva 1992. gada deguma vietā

2018. gada degumā, analizētā griezumā intervāla apakšējās daļas (0,5-0,35 m) pelnu daudzums kūdras sastāvā ir ap 1 % (I pelnu zona, tekstā turpmāk PZ). Tas griezumā augstāk (no 0,35 līdz 0,15 m) palielinās līdz gandrīz 3 % un tāds saglabājas līdz 0,1 m dziļumam (II PZ). Kā ir redzams diagrammā (6.16.att.), procentuāli lielākie pelnu daudzumi ir raksturīgi griezumā augšējā daļā, robežās starp 0,1 un 0,05 m, sasniedzot lielāko pelnu daudzumu – 4,66% (III PZ) 0,05 m dziļumā. Zemākais pelnu saturs šajā griezumā ir vērojams 0,4 m dziļumā, kurā arī bija novērojams lielākais mitruma līmenis 93,80% (6.17. att.).



6.16. attēls. Pelnu sastāva izmaiņas kūdras nogulumu griezumā Saklauru purva 2018. gada degumā.

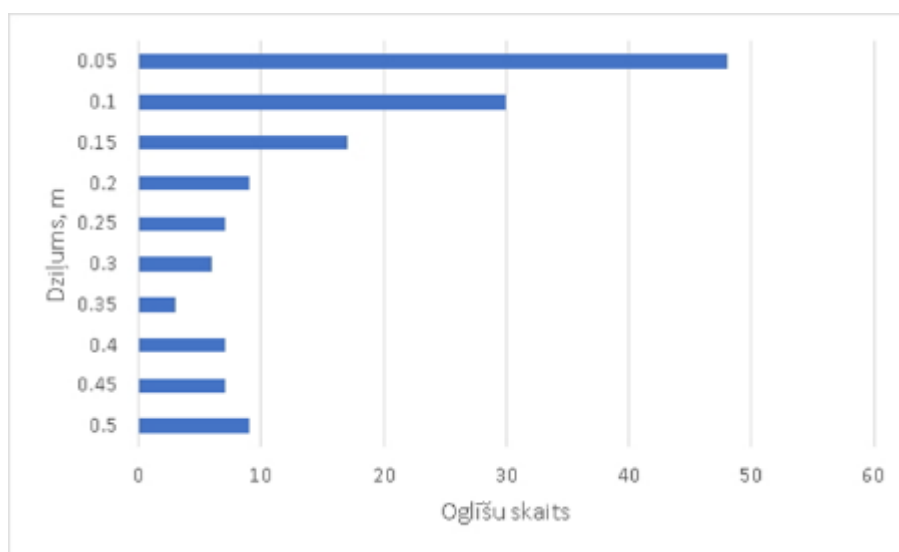
Dabiskā blīvuma analīzes rezultāti parāda, ka visā 2018. gada deguma urbuma nogulumu griezumā novērojamas minimālas vērtību svārstības (6.17. att.). Dziļākajos slāņos (no 0,5 līdz 0,4 m dziļumam), kūdras blīvuma svārstības ir 0,01 g/cm<sup>3</sup> robežās, bet griezumā vidusdaļā (ap 0,35 m) ir novērojams blīvuma pieaugums līdz 0,075 g/cm<sup>3</sup>, tad mazliet samazinās līdz 0,06 g/cm<sup>3</sup>. Vienmērīga blīvuma palielināšanās ir vērojama sākot no 0,3 m, līdz sasniedz maksimumu (0,085 g/cm<sup>3</sup>) 0,05 m dziļumā. Zināms, ka jaunākais degums notika augšējā kūdras slānī, tādēļ paaugstinātās blīvuma vērtības norāda uz degšanas ietekmi uz kūdras īpašībām – sausināšanu, paaugstinātu sadalīšanās pakāpi, paaugstinātu oglekļa skaitu.



6.17. attēls. 2018. g. deguma kūdras parauga dabiskā blīvuma raksturojums.

### Makroskopisko oglīšu analīze

Makroskopisko oglīšu izplatība 2018. gada degumā (6.18. att.) norāda uz augstāko vērtību punktu griezuma virskārtā, intervālā 0,00-0,05 m, kuru veido augstā purva tipa sīkrūmu kūdra, kuras sastāvā dominē apdeguši sīkrūmi (65 %), pārsvārā dzērveņu un viršu atliekas. Nedaudz mazāk ir sfagnu sūnu atlieku – *Sphagnum fuscum* 25 % un šaurlapu sfagns *S. angustifolium*) 10 %. Šajā dziļumā, oglīšu koncentrācijas skaits sasniedz 48 un lielākais visā pētītās 2018. gada deguma vietas kūdras griezuma ir augšējā intervālā (0,00 - 0,5 m). Griezumā zemāk oglīšu skaits pakāpeniski samazinās, kaut arī 0,1 m dziļumā vēl ir salīdzinoši augsts, sasniedzot 30 oglītes, kas iespējams saistīts ar sīkāko oglīšu ieskalosanos dziļāk maz sadalījušās 5-10 % kūdras slānī. Analizējot oglīšu morfoloģijas klases, degumā lielākais oglīšu skaits bija no augu lapām un to dzīslējuma (piem. lapas no *Betula pubescens*), arī skujkoku skujām un viršu zariņiem..

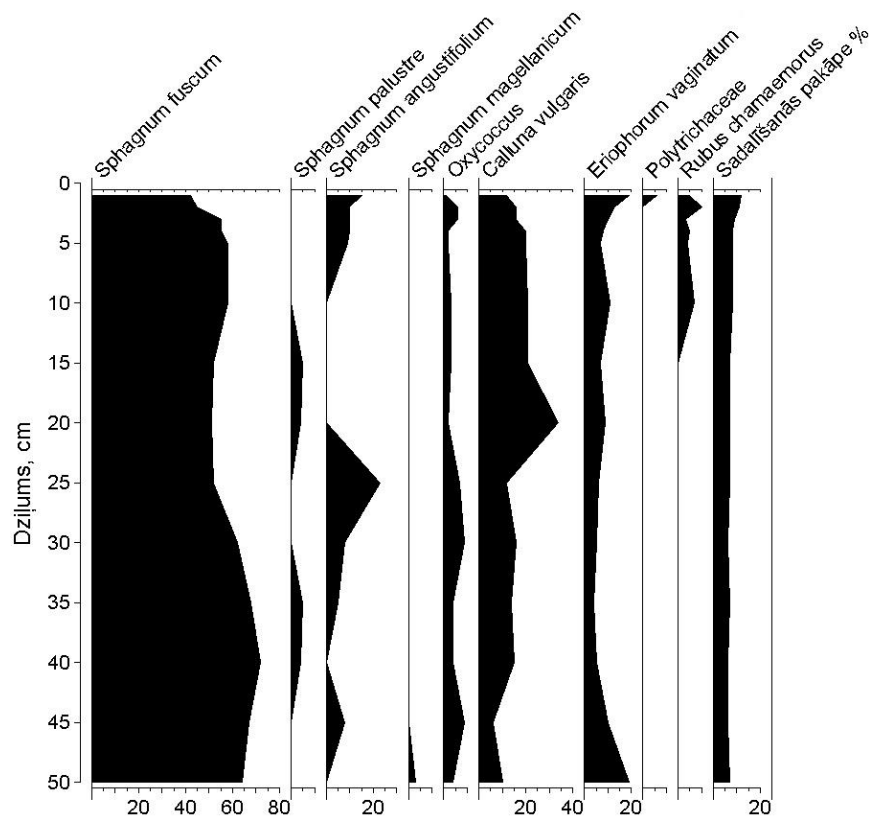


6.18. attēls. Makroskopisko oglīšu koncentrācija Saklaura purva 2018. gada degumā.

### Botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes analīze

Analizējot botānisko sastāvu 2018. gada deguma vietā ņemtajos kūdras paraugos (6.19. att.), konstatēts, ka tajos dominē sfagnu dzimtas augi, kopā sastādot aptuveni 65% no kopējā paraugā konstatēto sugu sastāva. Tos galvenokārt pārstāv *Sphagnum fuscum* (57%). Kūdras augsnes virskārtā, pēc ugunsgrēka izplatās tādas augu sugas, kā šaurlapu sfagns, makstainā spilve, parastais virsis, lācene, lielā dzērvene un dzegužlins. Redzams, ka ugunsgrēks nav dedzis ļoti dziļi, jo augšējos slāņos ir izplatīta sfagnu ģints ar *S. fuscum* un *S. angustifolium*, tomēr mazliet ir ietekmēta *C. vulgaris* izplatība teritorijā. Senākos kūdras slāņos novērojamas arī tādas sfagnu sugas kā *S. palustre* un *S. Magellanicum*.

Veicot sadalīšanās pakāpes noteikšanu, noskaidrota parauga sadalīšanās pakāpe – šī ir vidēji 8% jeb mazzadalījusies kūdra. Augstākā sadalīšanās pakāpe – 12% novērota kūdras virskārtā, norādot uz degšanas ietekmi uz sadalīšanās pakāpi.



6.19. attēls. Botāniskais sastāvs un kūdras sadalīšanās pakāpe Saklaura purva 2018. g. degumā.

## Saklaura purva degumu ietekmes novērtējums

Saklaura purvs pēdējo 45 gadu laikā dedzis 3 reizes – 1978., 1992. un 2018. gados. Pieņemot to, ka kūdras uzkrāšanās apjoms gadā ir aptuveni 1 – 2 mm (Stivriņš et al., 2017) un izmantojot makroskopisko ogļišu analīzes metodi, kūdras slāņu griezumā bija salīdzinoši vienkārši redzēt, kad ir notikusi degšana. 1978. gada degums bija vērojams 4 un 5 cm dziļumā (aptuveni pirms 40 - 50 gadiem). Līdz 5 cm dziļais ogļišu un pāraogļotu augu atlieku slānis kūdras virspusē turpmāk saglabās liecību par purva degšanu 2018. gadā. 1992. gada degumā, laboratorijā iegūtie dati nesakrīta ar vēsturisko informāciju, jo lielākam ogļišu skaitam vajadzēja uzrādīties 3 cm dziļumā (apzīmē laiku pirms 30 gadiem), tomēr lielākās koncentrācijas ir novērojamas slāni zemāk. Iespējamo datu nobīdi var skaidrot ar vairākiem faktoriem – nav precīzi novērtēts kūdras uzkrāšanās temps, gruzdēšanas ietekme, kas veicina izdegšanu dziļākos slāņos; dzīvo organismu aktivitāte kūdrā, vai ogļišu ieskalos dzīļākos slāņos.

Interesanti, ka kūdras nogulumu 15 cm dziļumā ir novērojams vēl viens ogļišu skaita krass pieaugums, norādot uz iespējamu pagātnes ugunsgrēku 1992. gada deguma teritorijā. Kopumā trīs degumu parauglaukumos ogļītes bija sastopamas gandrīz katrā kūdras griezumā slānī, norādot vai nu uz gruzdēšanas ietekmi dziļākos slāņos vai citu, iepriekš pieminēto faktoru ietekmi.

Kūdras raksturojošo īpašību izpētē, noteikta kūdras pelnainība un dabiskais blīvums. Noskaidrots, ka 1978. gada degumā, augstākās pelnu daudzuma vērtības koncentrējas griezuma augšējā daļā (3 – 6 cm dziļumā), kas atbilst pirms 40 gadiem notikušajam ugunsgrēkam. Kaut arī tipiski augstākās pelnu koncentrācijas ir tuvāk kūdras slāņa virskārtai,

kur ir liels, nesadalījušos augu biomasas daudzums; zems mitruma līmenis un ir notikusi zemāko slāņu pelnu akumulācija (Ratnaningsih, Prasytaningsih, 2017), šajā gadījumā pašā kūdras virskārtā (0 – 3 cm) ir daudz mazāks pelnu daudzums, nekā 3 – 6 cm dziļumā. Uz kopējā kūdras griezuma fona, 0 – 2 cm intervālā ir salīdzinoši augstas pelnu koncentrācijas - kādām tām būtu jābūt virskārtā, bet tās aizēno diagrammā attēlotais intervāls no 3 līdz 6 cm, kur skaidri redzama ugunsgrēka atstātā ietekme – degšana 4 cm dziļumā veicinājusi blakus slāņu sausināšanu, tādēļ gan 3, gan 5, gan 6 cm dziļumā ir augstas pelnu daudzuma vērtības. Visaugstākās dabiskā blīvuma vērtības 1978. gada deguma teritorijā bija novērojamas 0 – 2 cm dziļumā (0,17 g/cm<sup>3</sup>) domājams ir veidojušās pēc deguma ietekmē un norāda uz virsējā slāņa augsto sausuma līmeni. Interesanti būtu vērot, kas notiks vēlāk jo šobrīd ugunsgrēka teritorijā ir veiktas pārmaiņas - aizdambēts no Lielezera izejošais meliorācijas grāvis, paaugstinot gruntsūdens un mitruma līmeni šajā teritorijā. Runājot par pelnainības līmeni 1992. gada degumā, arī tajā augstākās pelnu koncentrācijas ir vērojamas kūdras griezuma virspusē (0 – 5 cm dziļumā).

Arī lielākais dabiskais blīvums (aptuveni ap 0,12 g/cm<sup>3</sup>) 1992. gada deguma vietas kūdras griezumā konstatēts virsējos slāņos. Līdzīgi, 2018. gada degumā, tāpat kā iepriekšējos, augstākā pelnu daudzuma vērtība (4,65%) ir virsējā kūdras griezuma slānī ap 0 – 5 cm robežās. Vērojot 10 un 15 cm dziļumā esošos kūdras griezuma slāņus, tie uz kopējā fona arī ir salīdzinoši augsti (3,48% un 2,5%), iespējams, ka 2018. g. deguma izraisītais karstums spēja sausināt tos pat tik lielā dziļumā un veicināt palielinātu pelnu koncentrāciju. 2018. g. degumā, dabiskais blīvums bija vislielākais virsējā slānī (0,085 g/cm<sup>3</sup>), kas varētu būt saistīts ar nesenā ugunsgrēka ietekmi. Tas liecina arī par to, ka veģetācija virs šī deguma vēl nav atjaunojusies un kūdra nav sākusi uzkrāties. Savukārt virs 1978. gada deguma ir jau uzkrājusies 3 cm bieza maz sadalījusies augstā purva tipa kūdra. Kā liecina botāniskā sastāva analīzes, tieši virs intervāla deguma pazīmēm ar lielāko ogļīšu skaitu un kūdras blīvumu, degšanas postītai purva veģetācijai atjaunojoties uzkrājas augstā purva tipa sīkkrūmu kūdra, kas liecina par intensīvu sīkkrūmu attīstību un sausākiem apstākļiem. Virs šī sīkkrūmu kūdras slāņa uzkrājusies maz sadalījusies brūnā sfagnu kūdra. Līdzīga veģetācijas atjaunošanās un kūdras veidošanās konstatēta arī pārējās pētījumu vietās. Virs 1992. gada deguma kopumā uzkrājusies 2 cm bieza maz sadalījusies augstā purva tipa kūdra, tieši virs deguma uzkrājoties sīkkrūmu kūdrai, bet virskārtā to pārsedz brūnā sfagna kūdra.

## 7. DEGUMI TEIČU PURVĀ

---

**Teiču purvs** atrodas Rēzeknes un Madonas rajona Madonas, Varakļānu un Krustpils novadā, Vidusdaugavas viļņotajā līdzenumā. Teiču purvs ir mūsdienās lielākais purvu masīvs Latvijā ar kopējo platību 14 500 ha. Purvā sastopamo dabas vērtību dēļ 1982. gadā nodibināts Teiču valsts rezervāts (tagad – “Teiču dabas rezervāts”) iekļauts *Natura 2000* teritoriju tīklā (kods LV0100500).

Zināmas vairākas ugunsgrēku vietas Teiču purvu kompleksa teritorijā. Lielākie no tiem bijuši 1914. un 1936. gados, kad lielās platībās degusi purva dienvidu daļa. 1964. gada ugunsgrēka rezultātā purva austrumu daļas perifērijas mežos ir mainīties koku sugu sastāvs, izveidojušās sekundāras bērzu audzes ar attīstītu lakstaugu-sīkkrūmu stāvu, vienlaikus pašā purva masīvā šajā apvidū acīmredzamas degšanas pēdas vairs nav novērojamas. Tomēr var pieņemt, ka tieši šie ugunsgrēki radījuši arī to kļājo ainavu, kas redzama no skatu torņa pie autoceļa A12 Jēkabpils-Rēzekne (7.1. att.).

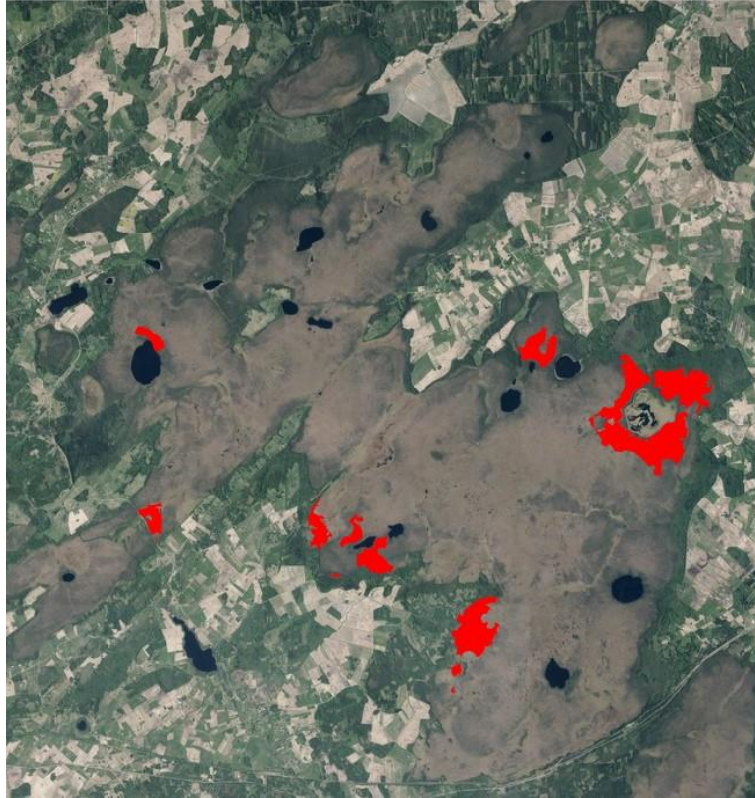


**7.1. attēls. Skats uz Teiču purva D daļu, kura daļēji veidojusies pēc plašā ugunsgrēka 20.gs. sākumā (foto: I.Silamiķele).**

Vairāki ugunsgrēki izcēlušies arī 20. gs. beigās. Mikroainavu struktūru aprakstus vietās, kur nepārprotami konstatētas degumu pēdas veikusi Dr.ģeogr. A. Namatēva (Namatēva, 2011). Piemēram, Kurtavas ezera austrumu malas degums, kurš labi redzams arī satelītainā (7.2. att.) ir atjaunojies ar purvam tipisku zemsedzes augāju, kurā liels īpatsvars makstainai spilvei, sila virsim un polijlapu andromedai, tomēr kokus stāvs joprojām būtiski atšķiras no apkārtnes. Redzams, ka ugunsgrēku vietas ir pie ezeriem, gar purva malu vai tuvu tai un purva aizdegšanās iemesli saistāmi ar cilvēka darbību. Lielākā daļa cilvēku (ogotāji, sēņotāji) nedodas purvā īpaši tālu. Ezeru piekrastes un purva malā gan dabiski (seklāks kūdras slānis), gan arī susināšanas grāvju ietekmē ir sausāki apstākļi un vieglāka pārvietošanās.

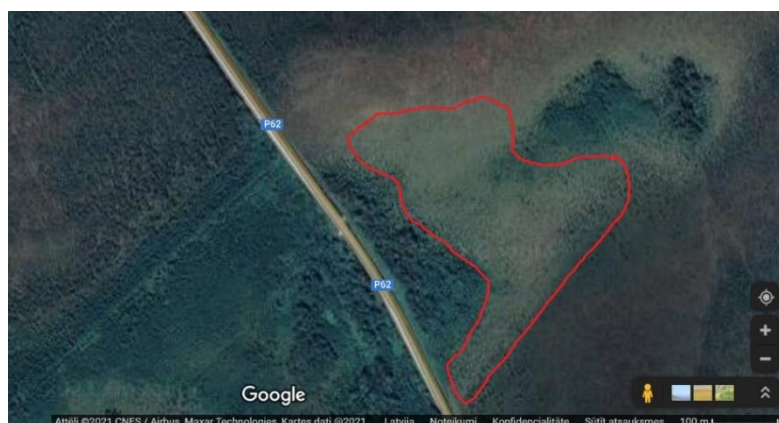


**7.2. attēls. Deguma vieta pie Kurtavas ezera satelītainā atpazīstama**



**7.3. attēls. Vizuāli konstatējamās degumu vietas Teiču purvā (A.Namatēva).**

1990-to gadu deguma vieta Teiču purva rietumu malā pie autoceļa P62 posma Atašiene-Mētriena) raksturojama ar divejādām ainavām. Daļu no deguma vietas šobrīd ir apaugusi ar blīvu priežu un bērzu jaunaudzī, acīmredzot izdegušā purvainā meža vietā, par ko liecina saglabājušos priežu forma un izmēri (7.4., 7.5., 7.6. att.). Saglabājušies lielo koku sausokņi, bet zemsedzē - tipiskas sūnu purvu sugas – makstainā spilve, sila virsis, polijlapu andromeda, ārkauša kasandra un degumu vietām raksturīgās dzegužlinu audzes.



**7.4. attēls. Apsekotā deguma vieta pie autoceļa P62.**



**7.5.attēls. Deguma vietā makstainā spilve 7.6. Ar priedēm un bērziem aizaugošs degums (foto: I.Silamiķele, 2020.)**

Sfagnu sega ir pilnībā atjaunojusies. Novērtētajā kūdras griezumā redzams, ka slāņi, kas veidojušies pēc ugunsgrēka ir irdeni, sfagni ir ātri auguši, kūdras veidošanās notiek (7.7. ,7.8. att.). Uz koku stumbriem saglabājušās kvēpu pēdas. Daļu no deguma teritorijas raksturo makstainās spilves audzes un ciņi klajākā ainavā



**7.7. attēls. Kūdras nogulumu augšējais slānis liecina par kūdras veidošanās procesiem atbilstošiem apstākļiem (foto: I.Silamiķele).**



**7.8. attēls. Grunstūdens līmenis ir atbilstošs sekmīgai sfagnu augšanai (foto: I.Silamiķele).**

1964. gada deguma vietā purva austrumu daļā (7.9. att.) pētījumus par sūnu un veģetācijas atjaunošanās gaitu veikusi Dr.biol. B. Bambe (Bambe, 1998). Atkārtotajos apsekojumos konstatēts, ka purvs agrāk bijis klajāks, ar izteiktāku viršu īpatsvaru (Šobrīd deguma ietekmētā platība turpina apmežoties un aizaugt ar bērziem. Labākus augšanas apstākļus kokiem veicinājuši arī grāvīši, bet šobrīd aizaug arī tie. Liesmu skartajiem kokiem deguma rētas ir līdz 1,5 - 2 m augstumam, bet pie sakņu pamatnes stumbri veseli.



**7.9. attēls. 1964. gada deguma vieta pie Vaboles ezera.**



**7.10. attēls. 1964. gada degums pie Vaboles ezera (foto: B.Bambe, 2020.)**



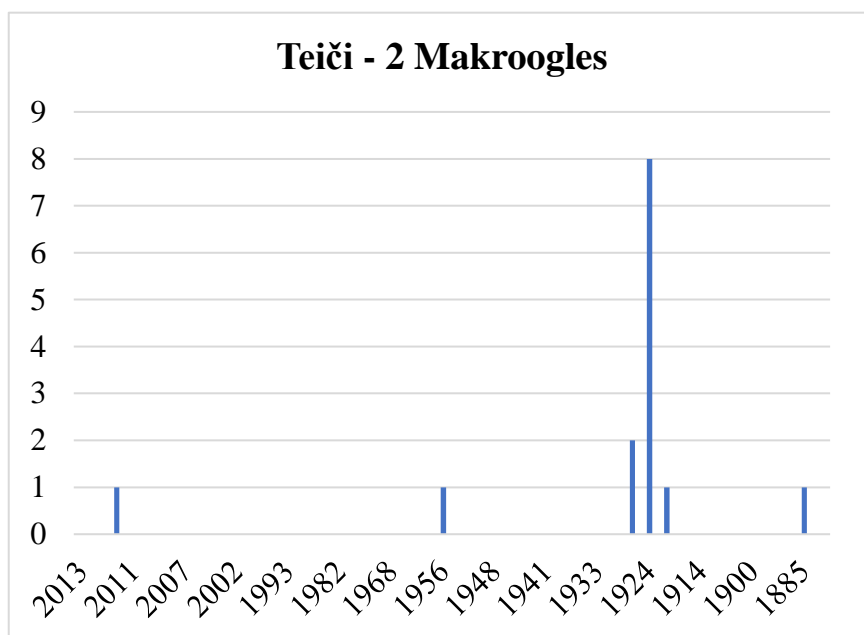
**7.11. attēls. Vairāk 50 gadus pēc degšanas saglabājušās uguns veidotas rētas (foto: B.Bambe).**

Pavisam Teiču purva masīva degumos A.Namatēva nodala 37 mikroainavas (Namatēva, 2011). Pārliecinošā vairākumā nepārprotami identificētajos dažādu vecumu degumos Teiču purvu masīvā konstatētas trīs mikroainavas veidojošās elementārās vienības: baltmeldra-andromedas 20 gadījumos, virša-spilves 15 gadījumos un “dzegužlins, andromeda, kasandra” 15 gadījumos. Piecas līdz 10 elementārās vienības identificētas 4 mikroainavās: “vaivariņš, kasandra” 9 gadījumos, spilvju ciņi 8 gadījumos, grīšļu-sfagnu 6 gadījumos, virša 5 gadījumos. Nodalītās mikroainavas izmantojamas degumu ietekmēto teritoriju daudzveidības raksturošanai arī pārējā Latvijas teritorijā.



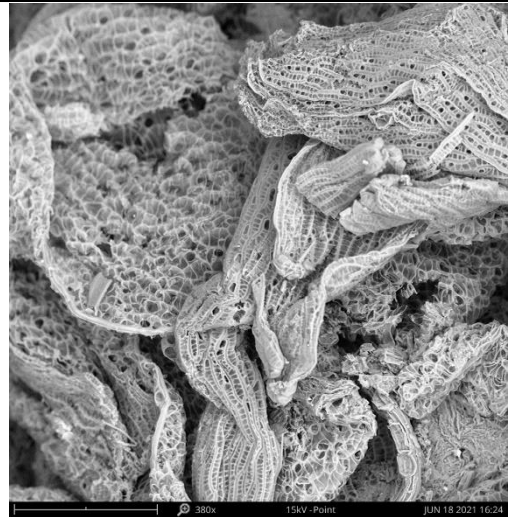
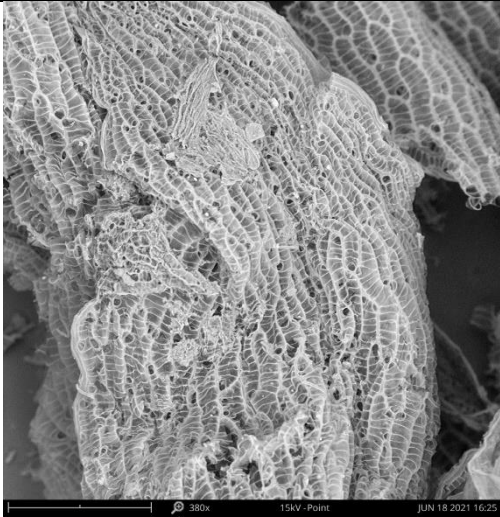
## Teiču purva kūdras nogulumu raksturojums

Veicot pētījumus Teiču purva Siksālas kupola augšējās slāņu kūdras nogulumos, konstatēts izteikts ogļu slānis, kurš datējams ar 1924. gadu (7.12. att.). Iegūtie rezultāti parāda, ka šajā purva daļā ugunsgrēki notikuši reti un tie nav ietekmējuši uzkrājušos kūdru (Stivrins et al., 2019). Dominējošās ogļu daļiņas bija koku ogļu pelni, kas liecina par mežainu apvidu. Ja būtu notikusi degšana purva klajā daļā, tad būtu bijušas sastopamas arī cita veida morfoloģiskās ogļu pelnu daļiņas.

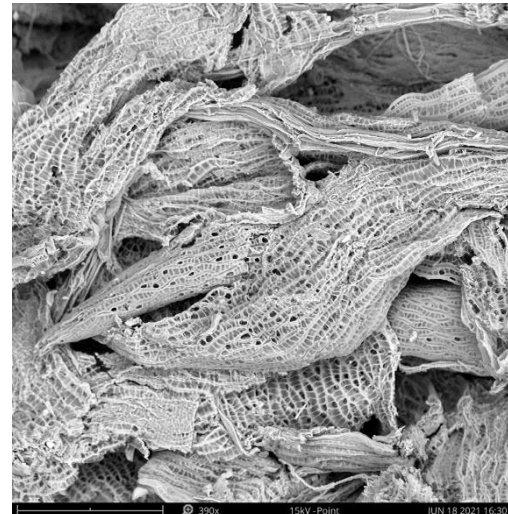
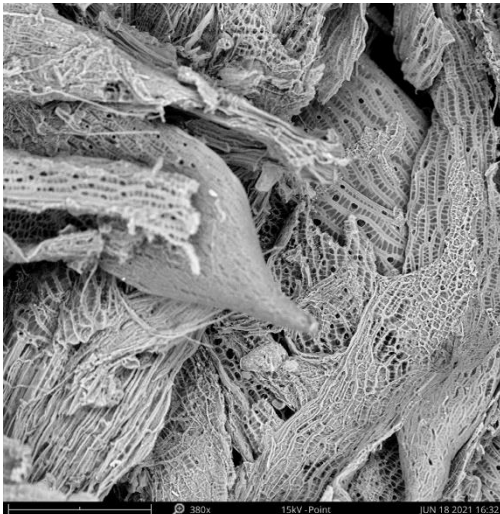


**7.12. attēls. Makroskopisko ogļu rezultāti Teiču purva Siksālas kupola nogulumu griezumam, kurš reprezentē pēdējos 150 gadus.**

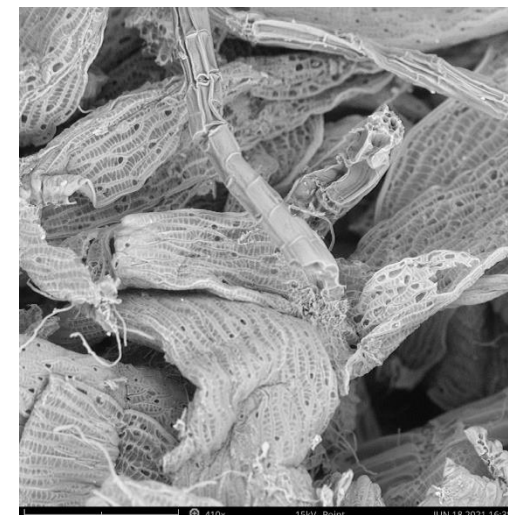
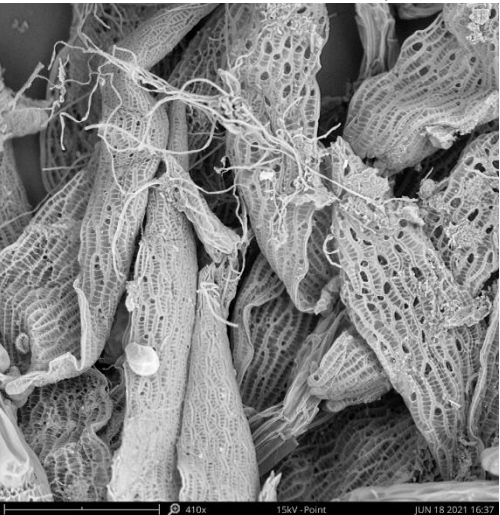
Iespējams, 1924. gada ugunsgrēks noticis mežainā vietā, jo dominējošās ogļu daļiņas bija koku ogļu pelni. Purvā koku daudzums ir salīdzinoši neliels un ja būtu notikusi atklātā daļā, tad būtu bijušas sastopamas arī cita veida morfoloģiskās ogļu pelnu daļiņas.



Teiču purva kūdras parauga augšējā daļā deguma pēdas vairs nav izteikti redzamas



Teiču purva kūdras parauga vidusdaļā sfagnus ir ietekmējusi degšana



Teiču purva kūdras parauga apakšējā daļā sfagnu poras ir ietekmētas, iemesls var būt susināšana vai arī degšana

**7.13. attēls.** Teiču purva kūdras paraugos elektronmikroskopā konstatēta degšanas ietekme uz sfagnu lapīņu struktūru un porām.

*Sīkāk analizētajos Teiču purva nogulumos konstatētie vēsturiskie degumi nav atstājuši būtisku ietekmi uz turpmāko kūdras uzkrāšanos. Degšanas izraisa izmaiņas purva mikroreljefā un veģetācijas struktūrās radot raksturīgas mikroainavu vienības, kuras var izmantot pēcugunsgrēku sukcesijas raksturošanai.*

## 8. DEGŠANAS IETEKMES RAKSTUROJUMUS CITOS APSEKOTAJOS PURVOS

### KALNASALAS PURVS

**Kalnasalas** (Kalnasolas, Beržovkas) purvs atrodas Mudavas (Veļikajas) zemienē, Abrenes nolaidenuma dienvidos glaciolīmnikā līdzenumā, 101-104 m vjl. Tas aizņem 688,58 ha, kurā iegulu veido augstā un pārejas purva tipa kūdras, ar maksimālo biezumu 4,5 m, vidēji 2,3 m. Administratīvi purvs atrodas Kārsavas novadā Goliševas un Malnavas novadā. Kūdras atradnē “Kalnasalas purvs” kūdras ieguve notiek 185,64 ha platībā.

Kūdras izstrādes lauku teritorijā 2019. gada 1. jūlijā izcēlies ugunsgrēks izplatījās arī tam pieguļošajās, susināšanas ietekmēto mežu platībās (8.1. att.). Kopumā ugunsgrēks skāra 20 hektāru lielu platību - kūdras lauki dega apmēram 14 ha platībā un pieguļošie meži apmēram 6 ha platībā.



8.1. attēls. 2019. gada jūlija ugunsgrēka vieta degradētā Kalnasalas purva kūdras lauka malā (foto: I.Silamiķele)



8.2. attēls. 2019. gada jūlija ugunsgrēkā zemsedzes veģetācija būtiski apdegusi arī pieguļošajā purvainajā mežā. (foto: I.Silamiķele)

Apsekojot ugunsgrēkā skartā meža teritoriju apmēram mēnesi pēc degšanas, konstatēts, ka zemsedzes veģetācija būtiski apdegusi un mozaikveidā izdegusi līdz kūdras slāņiem līdz pat

80-90% no kopējā pārklājum. Spilvju ciņi pārņojušies, koki apdeguši līdz 1,5 m augstumam. Pie koku stumbru pamatnēm vairākās vietās novērojamas dziļākas izdegušas bedres līdz 15 - 20 cm (8.2. att.). Kūdras slānis izdedzis nevienmērīgi. Fragmentāri nodeguši 1-2 cm līdz 4-6 cm no kūdras augšējā slāņa, bet vietām, mērījumos konstatēts, ka izdegušos ciņos degums bijis dziļāks, pat līdz 10-15 cm. Lai noskaidrotu vai purvā degšana notikusi arī agrāk, apmēram 50 m no degušā kūdras lauka, mežā (8.3. att.), kas aug uz 1 m dziļa kūdras slāņa, veikts urbums un iegūts 1 m garš kūdras monolīts, kura augšējā daļā (8.4. att.) labi saskatāmas pēdējā deguma pēdas, jeb apmēram 2 cm biezs ogļu slānis. Taču kūdras monolītā arī 80 cm un 85 cm dziļos slāņos vizuāli labi izteikti sīki slāņīši ar ogļīšu klātbūtni (8.5. att.; 8.1.tabula).



**8.3. attēls.** Urbuma un kūdras monolīta ņemšanas vieta Kalnasalas purvam piegulošajā purvainajā mežā (foto: I.Silamiķele)



**8.4. attēls.** Kūdras nogukumu paraugā labi redzami griezuma augškārtā pārņojušies kūdra (foto: I.Silamiķele)



**8.5. attēls.** Kalnasalas purva kūdras nogulumu paraugā 80 cm un 85 cm dziļumā labi redzami pārņojušās kūdras slāņīši, kas liecina par kūdras degšanu vismaz pirms 800 līdz 1000 gadiem (foto: I.Silamiķele)

Lai iegūtu datus par kūdras īpašībām purva attīstības gaitā, iegūtais kūdras monolīts tika sadalīts paraugos ik pa 5 cm kūdras botāniskā sastāva, kūdras sadalīšanās pakāpes un oglišu klātbūtnes daudzuma noteikšanai. Paraugi analizēti bioloģiskajā gaismas mikroskopā "Axiotar" ar 100x palielinājumu, kā arī ņemot vērā to, ka kūdra bija labi sadalījusies, lai noteiktu dominējošo augu šūnas, vajadzēja izmantot arī 400x palielinājumu (7. pielikums). Paralēli dominējošo augu noteikšanai identificēti arī mikroskopisko oglišu sastopami fragmenti, kuru izmērs pārsniedz 100 μm, kas tiek uzskatīti par lokālu ugunsgrēku indikatoriem (Toney, Anderson 2006) un liecina par ugunsgrēkiem nelielās kūdras platībās. Oglišu daudzums novērtēts procentuāli redzeslaukā un iedalīts grupās: ļoti daudz (>40%), daudz (30-40%), vidēji (15-30%), maz (<15%) un nav.

Ja kūdras ieguves lauku teritorijā augšējā slāni dominē augstā purva tipa sfagnu un sfagnu-spilvju maz un vidēji sadalījusies kūdra, tad purvainā meža teritorijā iegūtajos kūdras paraugos jau virsējo slāni veido pārejas purva tipa koku-sfagnu kūdra ar dominējošo pārejas tipa sfagnu fitocenozi, kuras ūdens režīms un minerālās barošanās apstākļi purvu nomalēs stipras drenāžas iecirkņos.

Līdzīgi kā daudziem purviem Latvijā arī Kalnasalas purva griezuma pamatnē 0,95-1,0 m dziļumā iegulošajos kūdras nogulumos ir daudz oglišu fragmentu – putekļu daļiņu klātbūtne, lielākā daļa no tām ir 100 μm, kas liecina, ka jau purva veidošanās sākumā purvā vai tā tuvumā ir bijuši ugunsgrēki. Tas iespējams var būt saistīts arī ar sausuma periodiem. Ļoti daudz (vairāk kā 40% redzeslaukā) vai daudz (30-40%) oglišu fragmentu konstatēts kūdrā purva dziļuma intervālā 0,75-0,85 m to pētot mikroskopā. Tas ļāva precizēt jau vizuāli redzamo oglišu slāni. Papildus apstiprinājumu par degšanu šajā intervālā deva arī Gelasinospora (1. tipa) sporu sastopamība, kas tiek uzskatīts par ugunsgrēku indikatoru (van Geel, 1978; Feeser, O'Connell, 2009). Liecības par degšanu konstatētas arī dziļuma intervālā 0.45-0.50 m un 0,05-0,15 cm dziļumā, kur kopā ar augsto oglišu fragmentu daudzumu sastopamas arī Gelasinosporas.

*Pētījumi deguma vietā Kalnasalas purvā ļauj secināt, ka Kalnasalas purva malā un iespējams arī visā purvā, ugunsgrēki ir notikuši vairākkārtīgi purva attīstības laikā. Jāuzsver, ka parasti runājot par ugunsgrēkiem purvos tiek minēti augstie jeb sūnu purvi, taču šajā pētījumā konstatēts, ka ugunsgrēki ir bijuši arī pārejas un zemā tipa purvos. Iespējams, ka arī paleougunsgrēki ir izcēlušies pārejas purvam blakus esošajā augstā purva daļā tad, un līdzīgi kā 2019. gadā izplatījušies tālāk. Oglišu fragmentu daudzums un Gelasinosporu klātbūtne ļauj pieņemt, ka degšana šajos intervālos ir bijusi ilgāka, jo ir izveidojusies labvēlīga vide Gelasinosporām.*

## CENAS TĪRELIS

Cenas tīrelis ir viens no lielākajiem purvu masīviem Latvijā, kurš līdz mūsdienām ir daļēji izstrādāts un nosusināts. Cenas tīreļa dienvidu un rietumu daļā notiek kūdras ieguve un purvs atrodas tuvu apdzīvotām vietām. Mazāk ietekmētajā daļā 342 ha platībā 20024. gadā izveidots dabas liegums "Cenas tīrelis", Natura 2000 teritorijas kods LV528700, administratīvi atrodas Mārupes un Olaines pagastos un dabas liegums "Melnā ezera purvs", Natura 2000 teritorija, kods: LV0528700.

Purvā zināmas vairākas nelielas dažādos laikos degušas platības purva malās, vietās kur senāk sarakti grāvji. Ilgākā laikā pēc ugunsgrēka joprojām saglabājušies nokaltušie koki un notiek aizaugšana ar blīviem bērzu krūmājiem (8.6. att.). Aktīvā purva daļā pēc ugunsgrēka dzīvotspēju saglabājuši tikai dažas priedes, deguma vietas zemsedzē dominē virši (8.7. att.)..



**8.6. attēls. Degradēta purva deguma apmežošanas. Cenas purvs apmežošanas (foto: A.Petriņš, ~2005.g), (LIFE Mitrāji).**



**8.7. attēls. Degums Cenas tīrelī (foto M.Pakalne (~2005. g.), (LIFE Mitrāji).**

2019. gada 21 maijā, domājams no kūdras putekļu aizdegšanās uz kāda motocikla vai kvadracikla izpūtēja, ugunsgrēks izcēlās kūdras ieguves lauku rietumu malā un izplatījās pieguļošajos mežos. Degumu bija iespējams apsekt vēl tā dzēšanas laikā (8.8., 8.9. att.). Kūdras laukiem pieguļošajos purvainajos mežos izdegusi visa zemsedze. Augšējais kūdras slānis nodedzis vismaz 3-5 cm dziļumā veidojot dziļākas bedres pie koku saknēm. Koku sakņu sistēma būtiski traumēta. Vēja nestas kvēlojošas daļiņas aizdedzināja pieguļošās platības vairākās vietās pat diezgan attālu, apgrūtinot ugunsgrēka ierobežošanu. Šajā situācija, no vienas sākotnējās aizdegšanās vietas izcēlās vairāki sekundāri uguns perēkļi, kas pēc izcelsmes saistīti ar vienu notikumu. Līdzīga ugunsgrēka izplatīšanās plašākā teritorijā notika arī no Lielsalas kūdras laukiem Stiklu purvos.



**8.8. attēls. Kūdras izstrādes laukiem pieguļošo teritoriju degšana (foto: I.Silamiķele)**



**8.9. attēls. Izdegusi zemsedze un fragmentāri kūdras augšējais slānis (foto: I.Silamiķele)**

2020. gada maijā ugunsgrēks izcēlās platībās, kurās kūdras ieguve pārtraukta un veikta renaturalizācija teritoriju apmežojot ar bērzu. Arī šajā gadījumā par ugunsgrēku izcelšanās iemeslu tiek minēta kūdras daļiņu nokļūšana uz motocikla vai kvadracikla izpūtēja iedzīvotājiem neatļauti braukājot gar kūdras laukiem. Apsekojot deguma vietu 2 mēnešu pēc

ugunsgrēka, redzams, ka degusi ir bērzu jaunaudzē nosusinātā kūdrājā, tomēr bērzu lapotne ir cietusi tikai daļēji un uguns nav spējusi iznīcināt spilvju ciņus un spilves ātri atjaunojas (8.10. att.). Abās degumu vietās ir izveidojies apdegušas/pārogļotas kūdras slānītis.



**8.10. attēls. Divus mēnešus pēc deguma kūdras laukos atjaunojas makstainā spilve (foto: I.Silamiķele).**

Pēc uzņēmuma pārstāvju informācijas, izstrādātajos kūdras laukos nelielās platības aizdegšanās ziemā notiek, tomēr parasti degumi tiek ātri apdzēsti.

Vieglākas vietas pieejamības dēļ vairāki ugunsgrēki izcēlušies arī dabas liegumā “Melnā ezera purvs” un tam tuvākajā apkārtnē. Dabas aizsardzības plānā (LIFE Mitrāji) norādīts, ka lieguma teritorijas D daļā teritorija pastiprināti aizaug ar sīkkrūmiem un kokiem ne tikai susināšanas, bet arī senāku ugunsgrēku ietekmē. Lielākais ugunsgrēks bija 2000. gadā, kad izdeguši vismaz 100 ha purva, bet kopā ar meža platībām 216 ha. Vairākkārtēja degšana notikusi arī vēlākos gados.

## **Dižpurvs (Lielais Ances purvs)**

2021. gada 23. jūnijā izcēlās ugunsgrēks dabas liegumā “Ances purvi un meži” (8.11. att.). Neskatoties uz ļoti apgrūtināto piekļūstamību, dienas laikā ugunsgrēks likvidēts, tomēr izdega 7,7 ha meža un purvu teritorijas. Degusī teritorija apsekota 2021. gada 13. jūlijā, 20 dienas pēc degšanas.

**Dižpurvs** (Ances Dižpurvs) atrodas dabas liegumā “Ances purvi un meži”, *Natura 2000* teritorija (kods: LV0523400), kas dibināts 1999. gadā 9822 ha platībā, administratīvi atrodas Ventspils novada Ances un Tārgales pagastos. Dabas liegumam izstrādāts dabas aizsardzības plāns (izstrādātājs SIA “Metrum”) laika posmam 2016.-2028. gadam. Dabas aizsardzības plānā aprakstot teritorijas veidošanās vēsturi un ietekmējošos faktorus, norādīts, ka 20. gs. šīs platības izmantotas padomju armijas vajadzībām un visā lieguma teritorijā mežos un purvos ir atrodamas degšanas pēdas. Ugunsgrēki vairākkārtīgi izcēlušies arī ap ezeriem makšķerniekiem un atpūtniekiem pavirši apdzēšot ugunsgrēkus vai izsmēķus. 103 ha liels ugunsgrēka purvā izcēlies 2009. gadā. Senas deguma pēdas, kas vēl saskatāmas kā kvēpi uz stumbriem un ogļišu paliekas konstatētas Dižpurvā vairākās vietās.



Ugunsgrēks Ances purvos un mežos (23.06.2021.)  
Foto: "Latvijas Valsts meži"

### 8.11. attēls. Lielais Ances purvs 24.jūnijs 2021. foto no interneta resursiem (LVM informācija)

20 dienas pēc ugunsgrēka apsekojot deguma vietu Dižpurva rietumu malā, redzams lieli apdeguši zilganās molīniju ciņi un izdeguši purvmiršu krūmi (8.12., 8.13., 8.14., 8.15. att.), kuriem nodegušas vecās, sausās lapas. Iespējams, ka tieši tās arī radīja iespēju kādai dzirkstelei izraisīt aizdegšanos. Degšanas apvidus ir zāļu purvs (8.13. att.) ar dominējošu purva mirti, kas ir suga ar paaugstinātu ēterisko vielu saturu. 20 dienas pēc degšanas redzams, ka lakstaugu veģetācija jau sāk atjaunoties. Šajā purva daļā augošā Latvijā īpaši aizsargājama augu suga parastā vairogplape *Hydrocotyle vulgaris* izmanto atbrīvojušos vietu, strauji un labi atjaunojas (8.18. att.).



8.12. attēls. Deguma vieta 20 dienas pēc ugunsgrēka (foto: I.Silamiķele).



8.13. attēls: Zemā kūdras nogulumu virsmu klāj plāna pelnu kārtiņa (foto: I.Silamiķele).





**8.14. attēls.** Zilganās molīnijas ciņiem nodegušas tikai sausās lapas. (foto: I.Silamiķele).



**8.15. attēls.** Ugunsneskartajā daļā redzama ugunsgrēkā cietušās veģetācijas struktūra – blīvas purvmiršu audzes un augsti molīniju ceri ar vecajām lapām (foto: I.Silamiķele).



**8.16. attēls.** Parastā vairogalape degumā 20 dienas pēc ugunsgrēka (foto: I.Silamiķele).



**8.17. attēls.** Degumā atjaunojas parastā vairogalape (foto: I.Silamiķele).



**8.18. attēls.** Ar krūmiem aizaug zāļu purvs ar senāka ugunsgrēka pēdām.

Senāka ugunsgrēka pēdas joprojām redzamas arī blakus esošajās vigās, kuras šobrīd strauji pārkrūmojas ar kārkliem (8.18. att.) un zaudē zāļu purviem raksturīgo ainavu un sugu struktūru.

## Baltmuižas purvs

Baltmuižas purvs atrodas *Natura 2000* teritorijā dabas liegumā “Baltmuižas purvs (LV0504300), Augšdaugavas (Jēkabpils) novada Gārsenes pagastā. Dabas liegums 874 ha dibināts 1977. gadā. Degumu pēdas konstatējamās gan uz purva minerālzemes saliņās, gan vietā, kas atrodas netālu no kūdras izstrādes laukiem, gan arī purva centrālajā daļā. Purvā kopumā diezgan liels aizaugums ar kokiem. Nezināma izcelsmes laika ugunsgrēka vieta apsekota 2020. gadā. Degšanas pēdas redzamas kā nokaltuši un rētaini koki, kvēpi atrodami uz stumbru pamatnes un irdenos ciņos vairāku ha platībā. 8.19. un 8.20. attēlos redzamajā degšanas vietā negatīva ietekme uz purvu nav novērojama, veģetāciju raksturo tipiskas purvu sugas, nav novērojama palielināta sīkkrūmu (viršu, vaivariņu) ekspansija vai aizaugšana ar bērzu un priežu sējeņiem.



**8.19. attēls.** attēls. Deguma vieta Baltmuižas purvā 2020. gadā, ugunsgrēka laiks nezināms (foto: I.Silamiķele)



**8.20. attēls.** Degumā vietā izplatīta makstainā spilve (foto: I.Silamiķele).

## Purvu degumi aizsargājamo ainavu apvidū “Ādaži”

Runājot par degšanas ietekmētiem purvu biotopiem jāpiemin specifiskie vides apstākļi, kas izveidojušies militārajā poligonā “Ādaži”. Unikālo dzīvotņu un ar to saistīto sugu daudzveidības dēļ militārā poligona platība 2004. gadā 10150 ha lielā iekļauta aizsargājamo ainavu apvidū “Ādaži” (*Natura 2000* teritorija, kods: LV0600800). Ainavas veidošanās poligonā kopš 20.gs. vidus notikusi cilvēka un militāro mācību darbības ietekmē. Daļa purvaino teritoriju tika nosusinātas, bet ietekmes ziņā pat lielāku (jo neparastāku) atstājis 1992. gada plašais ugunsgrēks poligona centrālajā un ziemeļu daļā, kas skāra arī apkārtējās platības (DAP, Ādaži). Ugunsgrēka sekas – purvos izdedzis kokaudzes stāvs (8.21. att.), vietām izdeguši kūdras slāņi, notikusi augtņu eutrofikācija. Atsevišķās purvu daļās vairākkārtēja degšana purvus pārvērtusi virsājos ar sekliem, blīviem kūdras slāņiem un kūdras uzkrāšanās pārtraukšanu (8.22. att.). Dabas aizsardzības plānā 2015.-2025. gadam (DAP, Ādaži) raksturots, ka daļa purvaino teritoriju ir grūti novērtējamas, jo ugunsgrēku ietekmē atrodas starpstāvoklī starp slapjo virsāju un purvu biotopiem, kūdras slānis nevienmērīgs. Šīs platības būtu piemērotas turpmākiem pētījumiem par kūdras veidošanās vai mineralizēšanās procesa aktivizēšanos.



**8.21. Attēls. Kēves purvs 2015. gadā attēls: (foto: I.Silamiķele).**



**8.22. attēls. Atkārtoti deguša purva kūdras nogulumu (foto: I.Silamiķele).**

## Kreiču purvs

**Kreiču purvs** atrodas Natura 2000 teritorijā dabas liegumā “Kreiču purvs” (LV0519100), dibināts 1999. gadā 2273 ha platībā, Kārsavas novada Goliševas pagastā un Ciblas novada Blontu pagastā ([www.daba.gov.lv](http://www.daba.gov.lv)). Teritorijai nav izstrādāts dabas aizsardzības plāns. Degšanas pēdas novērotas vairākās vietās, bet ar laika atstarpi neiespējami tieši nodalīt, kuri ir bijuši atsevišķi degšanas gadījumi, bet kur viens plašākā teritorijā. 8.23. un 8.24. attēlos redzams, ka konkrētā deguma vieta purva austrumu malā izcēlusies tobrīd diezgan mežainā apvidū, nevis atklātā sūnu purvā, par ko liecina koku stumbeņu augstums. Pēc ugunsgrēka ainava kļuvusi klajāka, dominē makstainā spilve, raksturīgas tipiskas purvu sugas un attīstīta sfagnu sega, purva apmežošanās un meža attīstība šeit ir apstādināta uz ļoti ilgu laiku. Jāpiebilst, ka lielu daļu Kreiču purva ietekmē to šķērsojošie susināšanas grāvji, kas izveidots jau 20. gs. sākumā. Degšanas ietekme konkrētajā vietā vērtējama kā pozitīva, jo, ugunsgrēkā nodeguši sīkkrūmi un koki, iespējams, tieši izveidojies ūdeni mazāk caurlaidīgajam kūdras virsējam slānim mazināta arī grāvja ietekme un veidojušies makstainai spilvei un sfagniem labvēlīgi augšanas apstākļi.



**8.23. attēls. Ugunsgrēka vieta Kreiču purvs, 2014. gada augustā, ugunsgrēka laiks nezināms (foto: I.Silamiķele).**

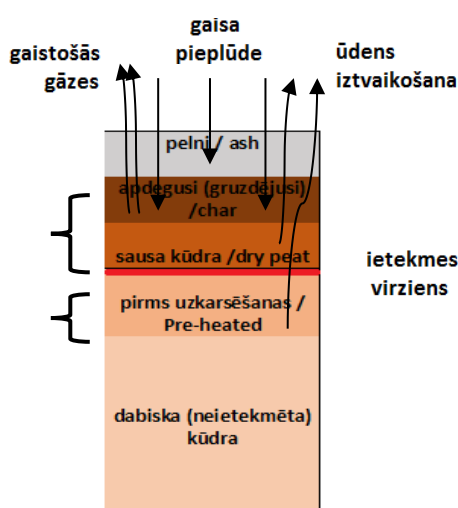


**8.24. attēls. Ugunsgrēka vieta Kreiču purvs, 2014. gada augustā, ugunsgrēka laiks nezināms (foto: I.Silamiķele).**

## 9. DEGŠANAS IETEKME UZ KŪDRU

Klimata pārmaiņas un cilvēku darbība, ierīkojot dažādas nosusināšanas sistēmas, arvien vairāk ietekmē boreālās zonas purvus un to ugunsdrošumu. Tajā pašā laikā, ugunsgrēku izcelšanās risks kūdras izstrādes laukos salīdzinājumā ar dabiskiem purviem ir daudz augstāks, bet vienlaikus visbiežāk arī pietiekami ātri lokalizējams un apdzēšams. Gan kūdras nozarē gan praktiskajā mežkopībā ir ļoti svarīgi prognozēt, pie kādiem substrāta (9.1.att.) un klimatiskajiem parametriem var notikt aizdegšanās un kādas būs sekas.

Lai arī apdegušā veģetācijā vai oglīšu slāņu veidā kūdras profilos konstatējamas liecības par uguns iedarbības veicinātām izmaiņām vidē, tomēr ugunsgrēku ietekme uz purvu ekosistēmām nav tik viennozīmīgi definējama vai prognozējama. Katrā individuālā degšanas gadījumā notiek atšķirīgas pārmaiņas, kas atkarīgas gan no ugunsgrēka intensitātes un uguns temperatūras, gan arī no konkrētās ekosistēmas raksturlielumiem. Ugunsgrēka ietekme ir atkarīga ne vien no uguns intensitātes un ugunsgrēka platības, bet arī no vides morfoloģijas, augu segas, kūdras sastāva un īpašībām (9.1. att.), tāpēc biežāk iespējams definēt vispārīgas izmaiņas, kas visdrīzāk skars konkrēto uguns ietekmēto teritoriju.



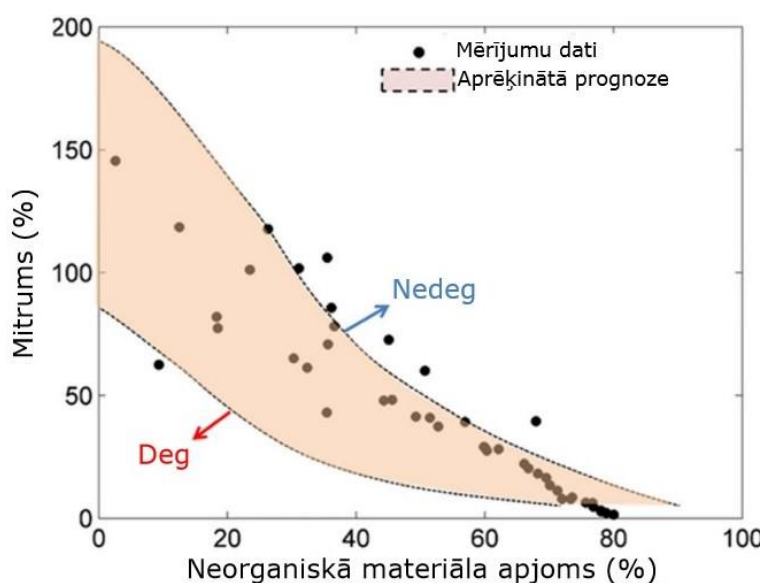
**9.1. attēls. Degšanas skarta kūdras profila shematisks attēlojums.**

Purva degšanas izpausmes ir būtiski atkarīgas no kūdras sastāva. Paaugstināta neorganiskā materiāla klātbūtne un paaugstināta mitruma pakāpe kūdrā samazina kopējo radīto siltumu, jo izdalītais siltums tiek absorbēts ūdens iztvaikošanas laikā, kā arī to absorbē minerālās daļiņas (neorganiskais materiāls), tādējādi samazinās kūdras aizdegšanās un gruzdēšanas risks. Šī sakarība izteikti novērojama zemajos purvos, kur kūdras ugunsgrēka izcelšanās riski ir niecīgi, tajā pašā laikā šeit var degt augu sega.

Kūdras aizdegšanās risks ir atkarīgs no tās sastāva un vides faktoriem. Specifiskos apstākļos novērojama kūdras pašai degšanās, kuras iemesli pagaidām vēl nav pilnībā noskaidroti. Zināms, ka kūdras pašai degšanās temperatūra ir salīdzinoši zema un ugunsgrēks var sākties temperatūrai sasniedzot vien 60°C. Kūdras uzsilšanu līdz kritiskajai temperatūrai var veicināt kūdras ķīmiskā aktivitāte, kas atkarīga no kūdras mitruma, pelnainības, siltumvadītspējas, blīvuma un citiem parametriem un mikrobioloģiskajiem procesiem. Pierādāma kūdras pašai degšanās novērota kūdras krautuvēs. Nav gūti pierādījumi par šāda

procesa iespēju dabiskos purvos. Zinātniskajā literatūrā ir daudz darbu, kuros vispusīgi aprakstīti procesi, kas notiek degot kūdrā: kas notiek ar oglekli, slāpekli, sēru, kāliju u.c., kā notiek barības vielām bagātu pelnu uzkrāšanās kūdras virsmā, vasku un bitumena nogulsnešanās, veidojot ūdeni atgrūdošu plēvi. Izdegušajās platībās tiek ietekmētas akrotelma funkcijas, pazemināts albedo, kā arī tiešā veidā traucēta augu un dzīvnieku sugu eksistence. Maz aplūkota tēma ir izdegušās kūdras daudzuma noteikšana pēc ugunsgrēka. Kūdras degšanas laikā tiek iznīcināts ievērojams daudzums organiskā materiāla un atmosfērā nokļūst lieli sauszemes oglekļa krājumi. Ja boreālais reģions turpinās sasilt ar ātrumu 0,44 °C/desmitgadē, var uzskatīt, ka oglekļa zudums no boreālo purvu ugunsgrēkiem var palielināties no 143 Mt 2015. gadā līdz 544 Mt 2100. gadā un līdz 28 Gt nākošajā gadsimtā (Sharoun et. al. 2021).

Empīriskie un eksperimentālie pētījumi rāda, ka pastāv zināma sakarība starp mitruma pakāpi un neorganiskā materiāla apjomu kūdrā un degšanas sliksni (9.2. att.).



**9.2. attēls. Mitruma pakāpes un neorganiskā materiāla apjoms kūdrā un likumsakarība degšanās sākumam (adaptēts no Restuccia et. al. 2017). Kūdras un organisko augšņu pašai degšanās sliksnis pie noteiktas mitruma pakāpes un neorganiskā materiāla daudzuma. Grafikā attēloti eksperimentu mērījumi un konkrētā modeļa aprēķinu prognoze, kura statistiski labi sakrīt ar mērījumiem.**

Purvos un kūdrainās teritorijās neorganiskā materiāla ir ļoti maz, līdz ar to, aizdegšanās sliksnis salīdzinoši zems. Karsēšanas zudumu analīzes rezultātā ir iespējams noteikt organiskā un neorganiskā materiāla relatīvās attiecības un tāda veida analīzes veiktas konkrētā projekta ietvaros. Minerālā materiāla klātbūtne un paaugstināta mitruma pakāpe kūdrā samazina kopējo radīto siltumu, jo izdalītais siltums tiek absorbēts ūdens iztvaikošanas laikā, kā arī to absorbē minerāli (neorganiskais materiāls), tādējādi samazinās aizdegšanās un gruzdēšanas potenciāls. Kūdra ar 50% mitruma saturu nespēj patstāvīgi gruzdēt, ja tās neorganiskās daļas saturs ir lielāks par 40% vai ja tilpuma blīvums ir lielāks par 287,5 kg/m<sup>3</sup>.

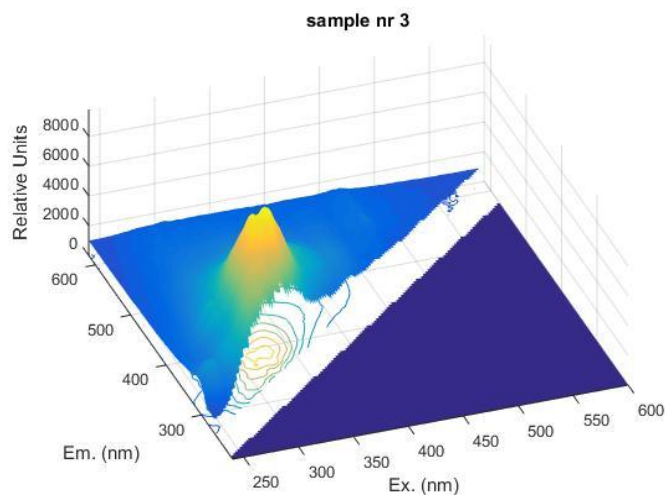
### **Degušas kūdras īpašību pētījumi**

Kūdras īpašību raksturojums parāda, ka degšana un gruzdēšana maina vairākus kūdrā nosakāmos parametrus. Oskidācijai pakļautais materiāls atstāj palielinātu pelnu daudzumu, kas

tieši atsaucas un pH (līdz 8) un elektrovadītspējas vērtību paaugstināšanos līdz 3,2 mS/cm. Elektrovadītspējas paaugstinājumu apliecina arī kūdras profilos konstatētā pelnainība, un parādāties minerāldaļiņām veiktajos mērījumos ar elektronmikroskopu. Vienlaikus oksidācijas procesiem, pastāvošās pirolīzes reakcijas un to produkti, gan to oksidācija izmaina tādus parametrus, kā kopējā organiskā un neorganiskā oglekļa daudzums, kuri paaugstinās. Elektronmikroskopijā iegūto elementu koncentrācijas to tieši neparāda, jo šie mērījumi iegūti punktos uz atsevišķu augu un kūdras daļiņu virsmas, kas var veicināt augstāku rezultātu variabilitāti. Sekojoši līdz ar paaugstinātu slāpekļa saturu paaugstinās arī tādas elementu attiecības kā C/H, bet samazinās C/N un O/C attiecības. Kūdras gruzdēšana ievērojami paaugstinājusi organiskā materiāla aromātiskumu (Zacccone et al., 2014). Tas tieši atsaucas arī uz kūdras hidrofobumu, un kopā ar karstuma ietekmē degradēto materiālu (tā porām) un ķīmiskā sastāva izmaiņām, rada apstākļus, ka šādu kūdru ir ļoti grūti samitrināt. Reālās degšanas laikā, kad notiek dzēšanas darbi, arī varētu izpausties šis fenomens, kad materiāls ir palicis hidrofobāks.

Degšanas procesiem, sevišķi nepilnīgai sadegšanai (oskidācijai) ir raksturīga arī poliaromātisko savienojumu veidošanās, kuru daudzums degušā/grudzējušā kūdrā var būt augstāks nekā neskartos purvos. Pētījumi Šveices augstajos purvos uzrāda poliaromātisko savienojumu klātbūtni, kas radušies atmosfēras nokrišņiem atnesot šos savienojumus no urbānām teritorijām, sevišķi, kur notikusi ogļu dedzināšana, to savienojumu summai svārstoties no 70,9 līdz 1265,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Zacccone et al., 2014).

Arī projekta laikā veiktajos pētījumos degšanas ietekmētā kūdrā konstatēta poliaromātisko savienojumu veidošanās. Veikta kūdras pārvērtību izpēte tās degšanas rezultātā, eksperimentāli modelējot degšanas un temperatūras ietekmi. Paraugos noteikts darvu saturs (vidēji sastāda ap 1 %), novērtēta kūdras mineralizācijas pakāpe un konstatēts, ka kūdras degšanas gaitā būtiski pieaug no tās izskalojamo vielu daudzums. Vienlaikus veikta degušas kūdras darvu rakstura izpēte, izmantojot fluorescences spektroskopiju. Kā redzams (9.3. att.), kūdras darvas satur daudz poliaromātisko savienojumu, kas ir potenciāli kancerogēni.



**9.3. attēls. Kūdras darbu ekstrakta 3D fluorescences spektrs. Konstatētie maksimumi pierāda poliaromātisko ogļūdeņražu klātbūtni.**

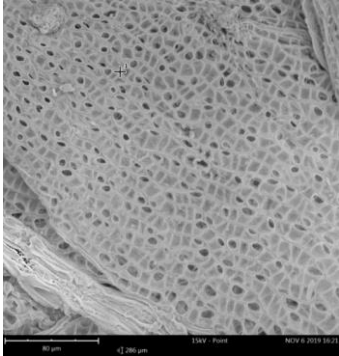
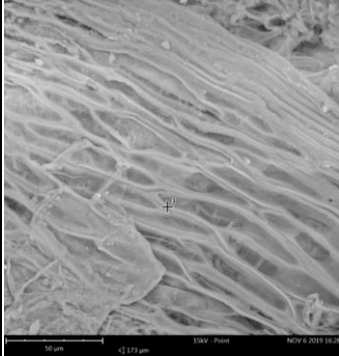
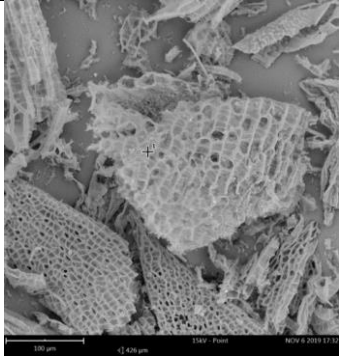
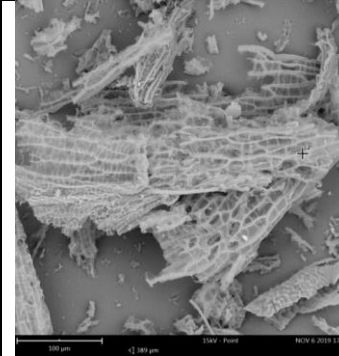
Lai labāk izprastu kūdras pārvērtības karšanas laikā, projekta ietvaros pētīta purva ugunsgrēkā apdegusi Saukas purva kūdra, kas salīdzināta ar dabiskas (uguns neskartas) kūdras fizikāli ķīmiskām īpašībām. Kūdru paraugi 2 h karsētas dažādās temperatūrās – 150, 225, 300, 375 °C. Veiktas analīzes ar skenējošo elektronmikroskopu, noteikts vasku un bitumenu

daudzums, pH vērtība, kopējās izšķīdušās daļiņas (TDS) un elektrovadītspēja (EVS) ūdens izvilkmā, kā arī kopējais organiskais ogleklis (TOC) 4% NaOH ekstraktā (9.1. tabula).

**9.1.tabula. Ekstrahējamo komponentu izmaiņas atšķirīgās temperatūrā karsētas kūdras paraugos.**

Kūdras paraugs	pH	TDS, mg/l	EVS, $\mu\text{S/cm}$	TOC, mg/g	W <sub>lipīdi</sub> , %
Degusi kūdra	4,50	55,9	110,0	193,7	1,23
Dabiska kūdra	4,97	43,8	86,9	149,4	1,15
Dabiska kūdra 150 °C	5,10	25,6	51,3	112,3	1,33
Dabiska kūdra 225 °C	5,00	38,3	72,2	70,9	1,85
Dabiska kūdra 300 °C	5,06	34,6	70,6	68,9	2,30
Dabiska kūdra 375 °C	6,28	15,2	31,4	17,8	1,95
Degusi kūdra 150 °C	4,56	50,9	101,2	164,5	1,45
Degusi kūdra 225 °C	4,58	60,4	111,4	147,5	2,50
Degusi kūdra 300 °C	5,28	27,6	63,4	71,8	3,20
Degusi kūdra 375 °C	5,37	17,0	35,0	12,1	2,80

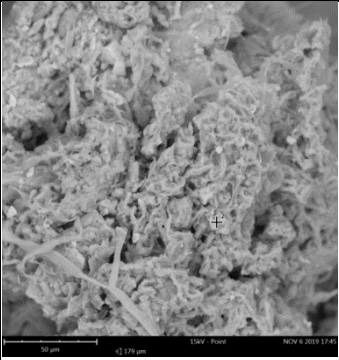
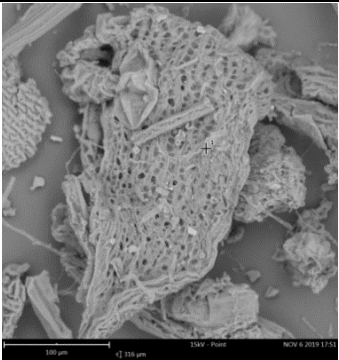
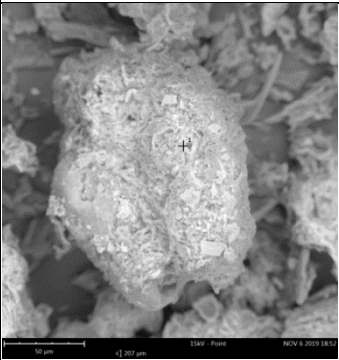
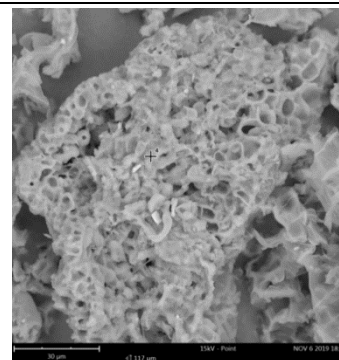
Zināms, ka degšana rada būtiskas un neatgriezeniskas struktūras izmaiņas kūdrai zaudējot savas sākotnējās īpašības, taču plašu pētījumu par dažādas temperatūras un degšanas intensitātes atšķirīgo ietekmi trūkst. Tāpēc šajā pētījumā eksperimentālā kārtā tika dedzināti kūdras paraugi, ar precīzi zināmu degšanas temperatūru, kas salīdzināti ar dabiskiem nedegušas kūdras paraugiem. Tā piemēram, eksperimentālā kārtā atsevišķi dabiskas kūdras paraugi (Saukas purvs) tika karsēti, lai izvērtētu kā atkarībā no temperatūras mainās kūdras īpašības un iegūtie dati sekojoši tika salīdzināti ar informāciju, kas iegūta analizējot uguns neskartus kūdras paraugus. Kūdras paraugi tika karsēti 150 °C un 375 °C temperatūrā un iegūtie rezultāti norāda uz pakāpeniskām izmaiņām gan kūdras struktūrā, gan arī ķīmiskajā sastāvā. Sfagnu lapām ir raksturīga poraina struktūra, kā rezultātā tās var uzsūkt lielu ūdens daudzumu. Arī sfagniem atmirstot, pateicoties šādai lapu struktūrai, tām joprojām ir liela ūdens uzsūkšanas un noturēšanas spēja, kas var saturēt 16 līdz 26 reizes vairāk ūdens nekā to sūnu atlieku sausais svārs. Šīs sfagnu lapu īpašības ir viens no faktoriem, kāpēc no sfagniem veidotas kūdras dabiskais mitrums var sasniegt pat 98-99%. Kā parādīts iegūtajos attēlos, pat karsējot 150 °C temperatūrā (9.4. att. augšējie attēli), nedegušas kūdras sfagnu lapu struktūra un poras joprojām ir labi saglabājušās. Taču, karsējot 375 °C temperatūrā (9.4. att. apakšējie attēli), mainās gan lapu struktūra, gan deformējas to poras, kas būtiski maina (sagrauj) kūdras struktūru un sekojoši maina arī kūdras īpašības (9.5. att. )

Kūdras paraugi no Saukas purva	Kūdras struktūra paraugs Nr.1	Kūdras struktūra Paraugs Nr.2	Parauga elementsastāvs																					
Dabiska kūdra, kas karsēta 150 °C			Paraugs Nr.1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>64.94</td> <td>71.16</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>35.06</td> <td>28.84</td> </tr> </tbody> </table> Paraugs Nr.2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>69.28</td> <td>75.03</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>30.72</td> <td>24.97</td> </tr> </tbody> </table>	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	64.94	71.16	C	35.06	28.84	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	69.28	75.03	C	30.72	24.97			
	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																					
O	64.94	71.16																						
C	35.06	28.84																						
Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																						
O	69.28	75.03																						
C	30.72	24.97																						
Dabiska kūdra, kas karsēta 375 °C			Paraugs Nr.1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>60.32</td> <td>65.80</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>27.09</td> <td>22.18</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>12.59</td> <td>12.02</td> </tr> </tbody> </table> Paraugs Nr.2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>63.44</td> <td>69.80</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>36.56</td> <td>30.20</td> </tr> </tbody> </table>	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	60.32	65.80	C	27.09	22.18	N	12.59	12.02	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	63.44	69.80	C	36.56	30.20
	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																					
O	60.32	65.80																						
C	27.09	22.18																						
N	12.59	12.02																						
Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																						
O	63.44	69.80																						
C	36.56	30.20																						

9.4. attēls. Dažādās temperatūrās karsētas dabiskas kūdras struktūra un ķīmiskais sastāvs.

Degušas kūdras ķīmiskajā sastāvā skābekļa procentuālais daudzums svārstījās no 61 līdz 68%, kas ir ļoti līdzīgi dabiskai kūdrai, taču degušai kūdrai ir ievērojami samazinājies oglekļa daudzums. Tomēr šie rezultāti un lapu struktūra un poru analīze liecina, ka ugunsgrēku gadījumos temperatūra ir augstāka nekā eksperimentos izmantotie 375 °C. Eksperimenta apstākļi ļāva iegūt analizējamu materiālu pirms straujas kūdras sadegšanas, kas parādīja, ka tomēr šādā temperatūrā kūdras struktūra tiek būtiski un neatgriezeniski ietekmēta, un kūdra ir zaudējusi savas sākotnējās īpašības (Noblea et al., 2019; Ozols et al., 2020).



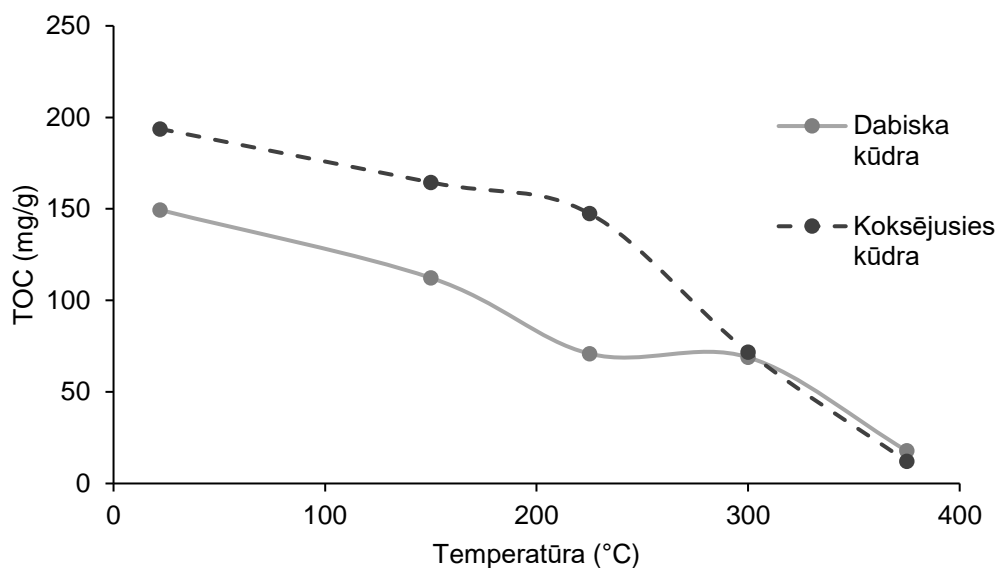
Kūdras paraugi no Saukas purva	Kūdras struktūra paraugs nr.1	Kūdras struktūra Paraugs nr.2	Parauga ķīmiskais sastāvs																														
Degusi kūdra, kas karsēta 150 °C			Paraugs Nr.1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>61.09</td> <td>58.06</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>23.86</td> <td>17.02</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>12.35</td> <td>20.61</td> </tr> <tr> <td>Al</td> <td>2.69</td> <td>4.32</td> </tr> </tbody> </table> Paraugs Nr.2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>68.13</td> <td>74.01</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>31.87</td> <td>25.99</td> </tr> </tbody> </table>	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	61.09	58.06	C	23.86	17.02	Si	12.35	20.61	Al	2.69	4.32	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	68.13	74.01	C	31.87	25.99						
	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																														
O	61.09	58.06																															
C	23.86	17.02																															
Si	12.35	20.61																															
Al	2.69	4.32																															
Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																															
O	68.13	74.01																															
C	31.87	25.99																															
Degusi kūdra, kas karsēta 375 °C			Paraugs Nr.1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>66.01</td> <td>60.45</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>24.87</td> <td>17.10</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>6.14</td> <td>9.87</td> </tr> <tr> <td>Br</td> <td>2.54</td> <td>11.60</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.44</td> <td>0.99</td> </tr> </tbody> </table> Paraugs Nr.2 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Elements</th> <th>Sastāvs, %</th> <th>Masas daļa, %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O</td> <td>67.93</td> <td>72.94</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>23.08</td> <td>18.61</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>8.99</td> <td>8.45</td> </tr> </tbody> </table>	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	66.01	60.45	C	24.87	17.10	Si	6.14	9.87	Br	2.54	11.60	K	0.44	0.99	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %	O	67.93	72.94	C	23.08	18.61	N	8.99	8.45
	Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																														
O	66.01	60.45																															
C	24.87	17.10																															
Si	6.14	9.87																															
Br	2.54	11.60																															
K	0.44	0.99																															
Elements	Sastāvs, %	Masas daļa, %																															
O	67.93	72.94																															
C	23.08	18.61																															
N	8.99	8.45																															

9.5. attēls. Dažādās temperatūrās karsētas degušas kūdras struktūra un ķīmiskais sastāvs.

Kūdras termiskās apstrādes laikā palielinās pH, bet ievērojami krītas izšķīdušo vielu elektrovadītspējas vērtības, kas tieši saistāms gan ar organiskā materiāla transformāciju un hidrofobuma paaugstināšanos, kas ietekmē arī tās saslapināšanās potenciālu un ekstrakcijas efektivitāti. Kopējā organiskā oglekļa un elektrovadītspējas nedaudz paaugstinātās vērtības, salīdzinot ar neapdegušu kūdras paraugu, apliecina materiāla transformāciju – pārveidošanos un pelnainības pieaugumu uz organiskā materiāla sarukuma bāzes. Tomēr organiskā oglekļa samazinājums, pieaugot karsēšanas temperatūrai, liecina gan par termodinamiski nestabilāku savienojumu hidrolīzi ekstrakcijas laikā, gan organisko vielu transformāciju, ko apliecina termogravimetrijas rezultāti.

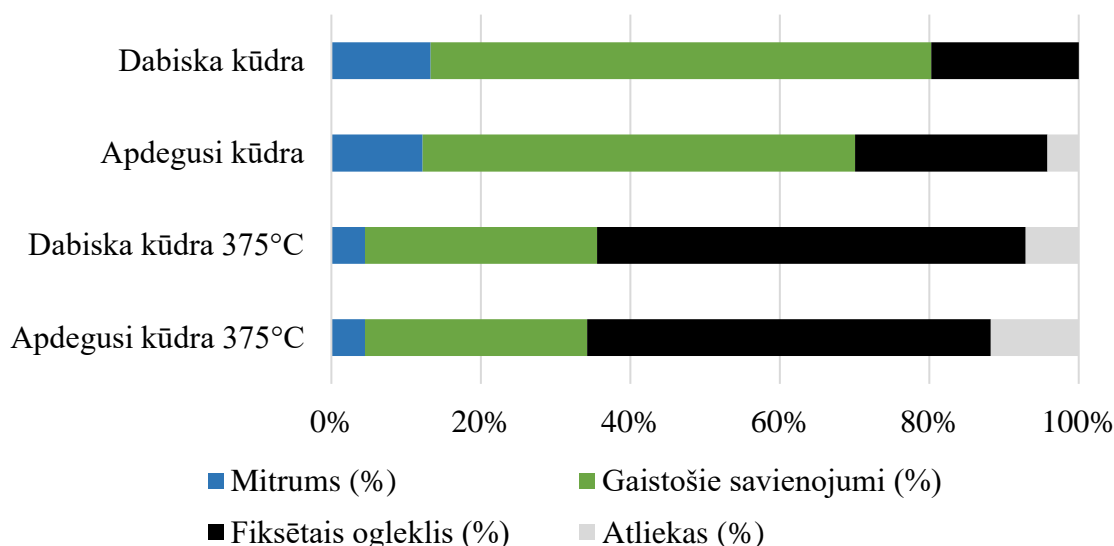
Kūdras termiskās pārveidošanās pirmais posms – saistītā ūdens atdalīšana notiek ~ 110 °C temperatūrā, kamēr 200-300 °C tiek degradēti mazāk kondensētie savienojumi, piemēram polisaharīdi, atsevišķas humusvielu daļas (9.6. attēls). Šajā temperatūras diapazonā virs 200°C

ievērojami izmainās kūdras īpašības, pieaugot tās hidrofobumam, sabrūkot hidrofilajām funkcionālajām grupām – hidroksil- un karboksilgrupām.



**9.6. attēls. Humusvielu koncentrācijas izmaiņas (izteikta kā kopējā organiskā oglekļa koncentrācija) kūdrā atkarībā no termiskās apstrādes temperatūras.**

Termogravimetrijas analīze neatklāj būtiskas atšķirības starp karsētiem paraugiem (dabīgas un apdegušas kūdras) pētīto temperatūru diapazonā, bet ir pamanāma oglekļa daļiņu klātbūtne apdegušajā (koksētā) kūdrā. Tomēr atkarībā no degšanas/gruzdēšanas apstākļiem un paaugstinātai temperatūrai pakļautajai kūdrai var notikt ļoti atšķirīgi procesi, sākot ar materiāla transformāciju līdz pilnīgai tā mineralizācijai. Piemēram tikai temperatūrās virs 350 °C notiek izteiktāka transformācija – pirolīze, ko var raksturot arī kā organiskā materiāla polimēru ķēžu destrukciju, un ko var labi novērot 9.7. attēlā, kur pastāvošās materiāla izmaiņas radījušas fiksētā oglekļa daudzuma palielināšanos.



**9.7. attēls. Sastāva analīze dabiskai un apdegušai kūdrai, kas karsēta 375 °C temperatūrā.**

Pret uguns iedarbību augsta jutība ir sēram, kura saturs samazināsies praktiski pie jebkādas intensitātes purva ugunsgrēka. Jau pie intensīvākiem, ilgstošākiem ugunsgrēkiem ir novērojama K satura samazināšanās, savukārt pret uguns iedarbību visnoturīgākie ķīmiskie elementi ir magnijs, kalcijs un mangāns un to saturs var pieaugt šiem elementiem nonākot kūdras sastāvā sadegot purva veģetācijas segai. Temperatūras iedarbībā norisinās ne tikai organiskā materiāla transformācija, bet tas var izmainīt arī minerālo komponenti. Temperatūras diapazonā no 300 līdz 600°C norisinās FeOH transformācija par FeO, savukārt intervālā no 450 līdz 500°C veidojas CaCO<sub>3</sub> un tādēļ temperatūrā virs 500 °C sāk pieaugt kūdras pH, bet temperatūrā virs 600°C CaCO<sub>3</sub> transformējas par CaO. Temperatūrai sasniedzot no 500 līdz 600°C, notiek kvēlojoša kūdras degšana, kam seko uzliesmošana un temperatūra paaugstinās no 800 līdz 1500°C. Temperatūrā virs 1000°C kūdras ogleklis nonāk atmosfērā pamatā ogļskābās gāzes formā.

Raksturīgi, ka degšanas rezultātā uzkrājas pelnu slānis, kā ietekmē pieaug kūdras pH līmenis, kas savukārt kūdru padara mazāk skābu un ļauj ieviesties no iepriekšējās atšķirīgai veģetācijai. Kūdras pH pieaugšana tāpat veicina arī kālija un magnija hidroksīda veidošanos un magnija un kalcija karbonātu veidošanos, kas stimulē jaunas augu valsts attīstību. Tomēr jāņem vērā, ka metāliskie elementi kūdras slāņos var migrēt, tāpēc izvērtējot elementu koncentrācijas kūdras slāņos, to nevar viennozīmīgi attiecināt tieši uz ugunsgrēka ietekmi.

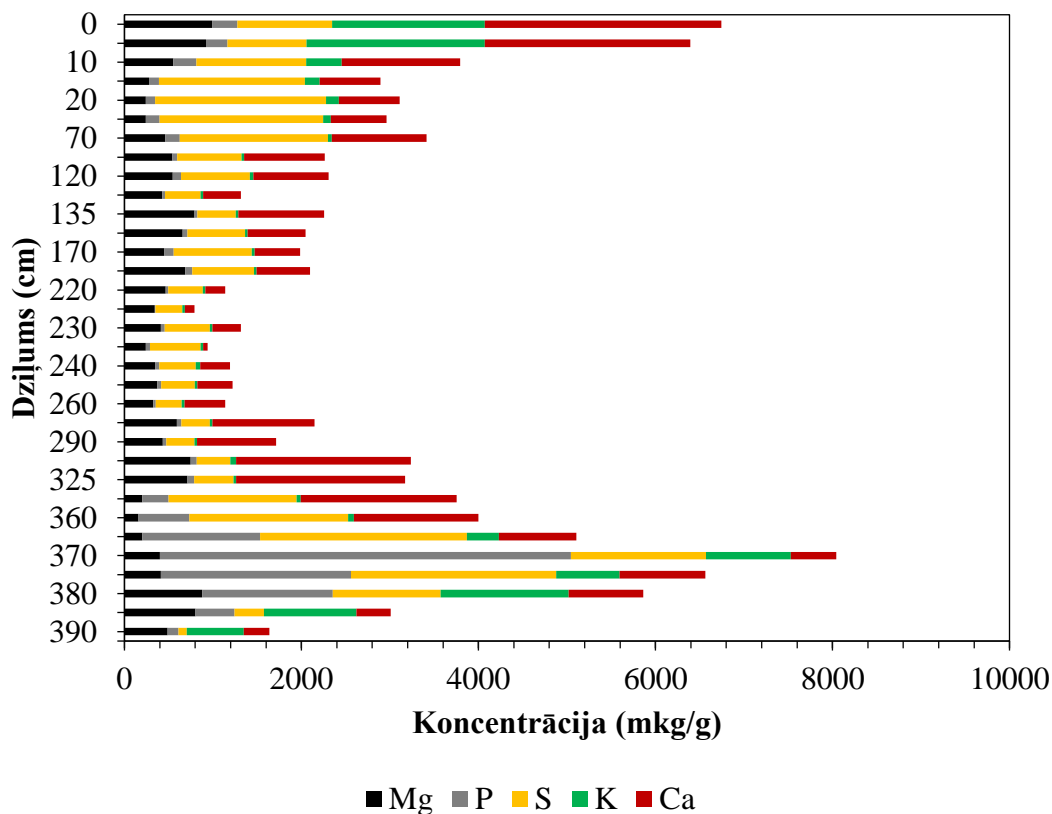
Analizējot dažādos purvos ievāktu kūdras paraugu īpašības, nebija zināms kādai temperatūrai tie tikuši pakļauta, tāpēc izvēlēti izpētes parametri, kas vairāk raksturo vides izmaiņas, mazāk pievēršoties organiskā materiāla transformācijas raksturošanai (9.2. tabula). Organisko vielu satura analīze parāda tipisku purvu organiskā materiāla klātbūtni, un to augstās vērtības apliecina materiāla organisko izcelsmi ar izteikti zemu pelnu saturu. Līdzīgi kā literatūrā raksturotajos degšanas gadījumos, arī projektā ievāktajos kūdras paraugos, kas ir apdeguši/degusi, loģiski ir novērojams augstāks pelnu saturs. Atkarībā no degšanas intensitātes, pēc tam sekojošajiem dzēšanas darbiem, vēja un nokrišņu ietekmes šī pelnu saturs svārstījās no 0,38 līdz pat 9,0 %. Līdz ar šīm ietekmēm un pelna satura pieaugumu, ir novērojama arī ūdens izvilkumu pH vērtību izmaiņa, tai paaugstinoties. Paaugstinājuma atšķirības ūdens izvilkumos pēc degšanas ietekmes svārstās no 0,05 līdz pat 1,03, taču pētīto paraugu starpā vairumam paraugu šīs atšķirības nav izteiksmīgas. Pelnu satura palielinājums rada augstāku minerālvielu saturu, kas var atspoguļoties arī attiecīgās ūdens izvilkumu elektrovadītspējas izmaiņas, kur pelnu šķīstošā frakcija rada kopējās vadītspējas izmaiņas. Ūdens izvilkumu elektrovadītspējai pētītajos kūdras paraugos ir ļoti augsta pozitīva korelācija ( $R^2=0,954$ ) ar pelnu satura izmaiņām. Elektrovadītspējas izmaiņas varētu būt viens no faktoriem, kas pēc degšanas, kavē sūnu sugu attīstību, taču starp pētītajiem paraugiem tikai Saklaura purva paraugs (RA1) varētu būt ar mazu ietekmi uz šo procesu. Savukārt, Trīšautpurva raksturotajos paraugos vides reakcijas (pH) vērtības (ūdens izvilkumu) ir paaugstinātas, salīdzinot ar dabisku augstā purva kūdru. pH vērtības KCl izvilkumā parāda reālo kūdras pH vērtību, kas atbilst augstajiem purviem, un degšanas apstākļu klātbūtne šo parametru būtiski neietekmē. Daudz nozīmīgāka ir minerālvielu daudzuma paaugstināšanās, tai skaitā uz organiskā materiāla samazinājumu (sadegusi kūdra/augi), kas var veicināt ūdens šķīdumu vides reakcijas un elektrovadītspējas izmaiņas. Pētītajos kūdras paraugos netika konstatēti apstākļi, kas apdraudētu sūnu sugu attīstību, kas liecina, ka šajās vietās, esot optimāliem mitruma apstākļiem, ir iespējama augstam purvam raksturīgas veģetācijas atjaunošanās.

**9.2. tabula. Kūdras paraugu īpašību raksturojums (T- Trīsšautpurva degums, S-Saukas purva, O-Cenas tīrelis, K1-gruzdējis cinis Kalnsalas purva degumā, L1-Lielsalas kūdras ieguves lauku degums)**

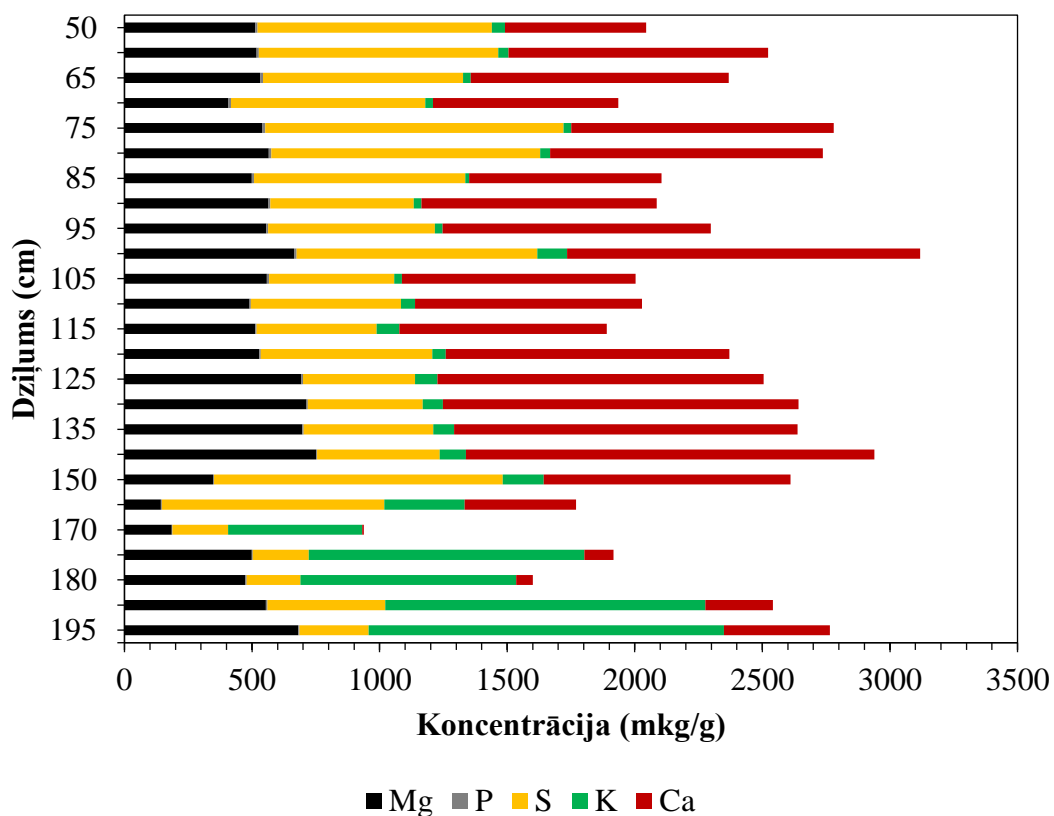
Paraugu izcelsme	Degusi (+)	Organisko vielu saturs, %	Pelnu saturs, %	pH	Elektrovadītspēja, $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH (KCl)	C/N
T1 (Trīsšautpurvs)	+	97,98	2,02	5,97	49,7	4,40	30,34
T2	+	97,81	2,19	5,87	21,68	3,60	49,78
T3	+	99,60	0,40	5,82	26,7	3,52	67,53
T4	+	99,54	0,46	5,26	43,0	3,74	72,34
T5	+	99,20	0,80	5,59	36,1	3,59	52,84
T6	+	99,30	0,70	5,85	18,94	3,50	64,33
Kalnsala	+	90,38	9,62	6,28	85,7	5,32	45,75
Ieguves lauks	+	94,66	5,34	5,70	31,8	3,17	50,24
Saklaura	+	91,70	8,30	5,20	102,2	3,73	42,85
Sauka 1	+	96,19	3,81	4,61	73,9	3,17	75,75
Sauka 2a	+	98,50	1,50	4,79	45,7	3,48	46,03
Sauka 2b	+	97,49	2,51	4,76	65,6	3,58	55,38
Sauka 3		99,61	0,39	4,88	36,1	3,25	102,09
Sauka 4A		99,70	0,30	5,34	26,15	3,21	100,99
Sauka 4B	+	98,78	1,22	5,13	35,0	3,03	41,31
Sauka 4C		99,55	0,45	5,56	20,74	3,27	78,00
Olaine 1		98,21	1,79	5,73	20,81	3,72	102,43
Olaine 2	+	97,83	2,17	5,39	37,8	3,26	71,18

Zīmīgi tas, ka degušajā/apdegušajā kūdrā ir vērojama C/N attiecības samazināšanās, kas saistāms ar relatīvu slāpekļa satura pieaugumu termiskās noārdīšanās laikā, jo vispirms sadalās zemākas stabilitātes augu sastāvdaļas – tādas kā polisaharīdi un celuloze, tādējādi radot C, O, H zudumus attiecībā pret N saturošiem peptīdiem.

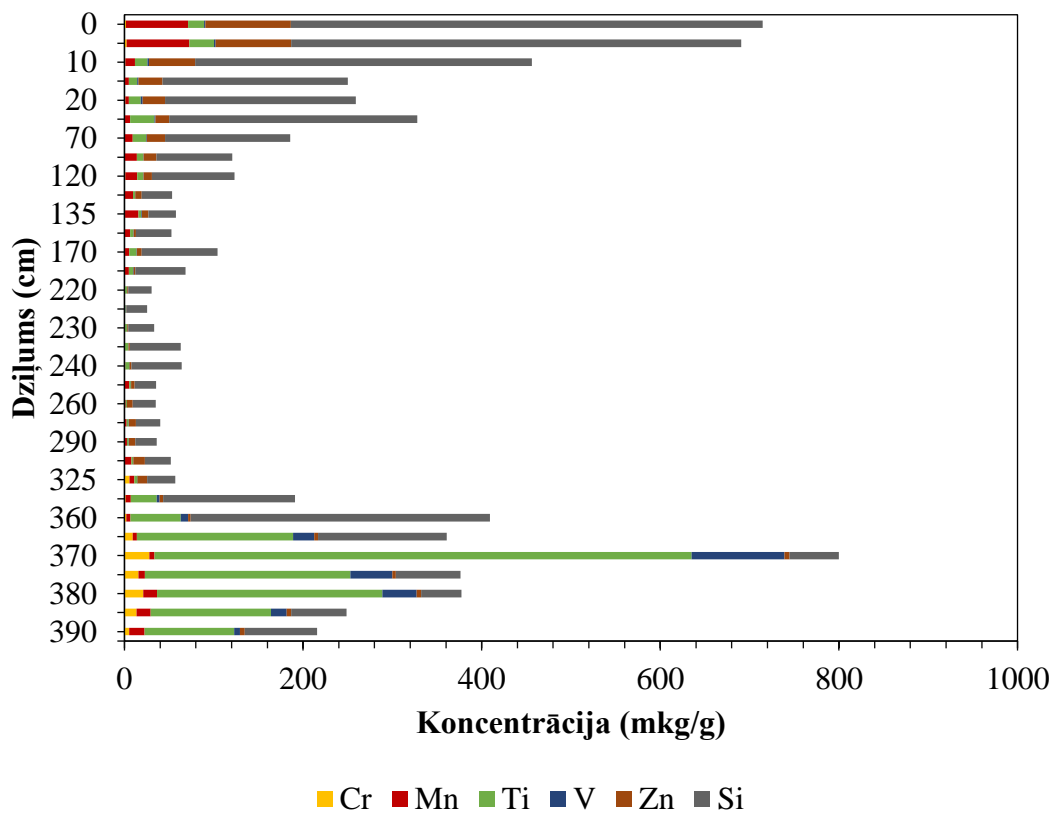
Aplūkojot barības vielu un mikroelementu sadalījumu purvu kūdras profilos (9.8., 9.9., 9.10., 9.11. att.) var novērot visai augstu mainību. Taču ir arī kopējas iezīmes ar degšanas neskartu kūdru, kur raksturīgas paaugstinātas metālu jonu koncentrācijas purva augšējos un apakšējos slāņos purvos, kuros bijuši ugunsgrēki var būt paaugstinātas metālu koncentrācijas vietās, kur notikusi pelnu akumulācija. Rezultāti uzrāda vides izmaiņas, kas atspoguļojas arī pH, elektrovadītspējas un relatīvās slāpekļa proporcijās. Arī šiem datiem piemīt variācijas atkarībā no konkrētiem vietējiem apstākļiem un situācijas, kuras būtiski var ietekmēt ne tikai ugunsgrēka apmērs, bet arī dzēšanas darbi, vēja un mikroreljefa ietekme. Piemēram, pelni var tikt selektīvi izkliedēti vēja un ūdens darbības ietekmē, kas var tieši atsaukties uz testēto parametru vērtībām.



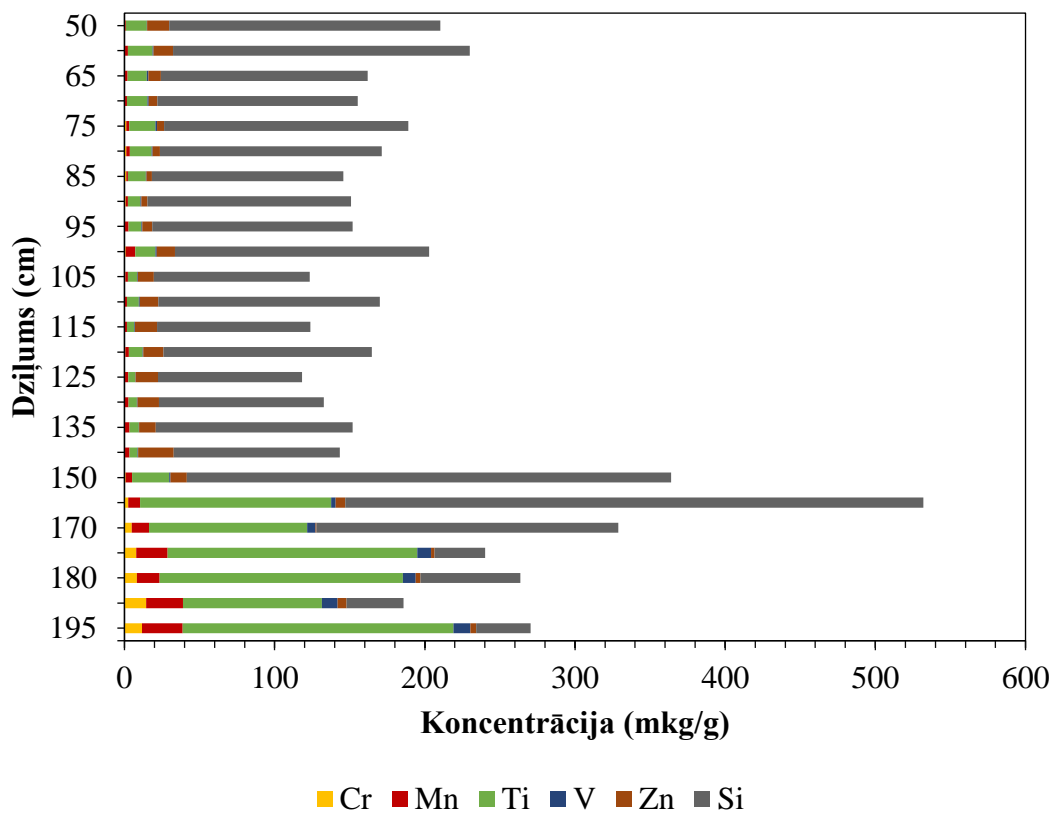
9.8. attēls. Barības vielu (Mg, P, S, K, Ca) izplatība Sēmes purva kūdras profilā.



9.9. attēls. Barības vielu (Mg, P, S, K, Ca) izplatība Saklaura purva kūdras profilā.



9.10. attēls. Mikroelementu izplatība Sēmes purva kūdras profilā.



9.11. attēls. Mikroelementu izplatība Saklaura purva kūdras profilā.

*Pētījuma izstrādes gaitā ievākti kūdras paraugi purvos ar dažādu purva deguma ietekmes pakāpi (Bažu purvs, Sēmes purvs, Stiklu purvu komplekss, Trīšautpurvs, Saukas, Teiču purvs, Saklaura purvs un Ķemeru tīrelis). Kūdras paraugi ņemti gan dabiskos purvos, gan arī kūdras izstrādes laukos. Neatkarīgi no paraugu ņemšanas vietas, tika konstatēts, ka uguns ietekmē samazinās kūdras hidrauliskā vadītspēja, tādejādi ugunsgrēka ietekmē izdegušās teritorijas var būt ilgstoši applūdušas, kas var ierobežot veģetācijas atjaunošanos.*

*Lai arī purvu ugunsgrēkiem raksturīgas daudz negatīvu ietekmju uz ekosistēmām, tomēr vērojamas arī pozitīvas ietekmes. Piemēram, organiskās vielas degšana var paaugstināt atsevišķu barības vielu pieejamību, lai gan var samazināt citu vielu saturu. Uguns veicina arī strauju kūdras mineralizēšanos, kas būtiski izmaina purva ekosistēmas turpmāko attīstību. Jāpiemin, ka precīzas likumsakarības starp ugunsgrēkiem un ķīmisko elementu saturu, tai skaitā arī barības vielu saturu, kūdrā nav skaidri definējamas, jo tās nosaka dažādu faktoru mijiedarbība, kā piemēram, ugunsgrēka intensitāte, veģetācijas raksturs, vides morfoloģija un citi. Tomēr ir zināms, ka tūlīt pēc ugunsgrēka barības vielu pieejamība paaugstinās, jo uguns ietekmē barības vielas sadegušajā veģetācijā tiek pārveidotas augiem vieglāk pieejamā formā. Kūdras organiskās vielas degšana veicina pastiprinātu  $NH_4$  un  $NO_3$  izdalīšanos vidē. Kā zināms, šie savienojumi ir galvenie slāpekļa avoti augiem un līdz ar to ugunsgrēks var ievērojami uzlabot slāpekļa pieejamību augiem, kas savukārt stimulē jaunas veģetācijas ieviešanos. Ugunsgrēks var veicināt arī kalcija, magnija un kālija satura pieaugumu kūdrā. Tajā pašā laikā, ugunsgrēks var arī veicināt mikroelementu pārvietošanos dziļāk kūdras slānī, kur augiem tie vairs nav sasniedzami.*

## **10. PURVU DEGUMU APSAIMNIEKOŠANAS PIEREDZE DAŽĀS EIROPAS VALSTĪS**

---

Visaktīvāk purvu ugunsgrēku izpētes boreālajā reģionā veikta reģionu lielākajās valstīs – Kanādā, Amerikas Savienotajās Valstīs, Krievijā, Zviedrijā un Somijā (Kunnas et. al., 2005, Morrissey et. al., 2000, Shaorun et.al., 2021). Galvenokārt tiek pētīta globālo klimata pārmaiņu radītā ietekme uz boreālo purvu teritorijām, t.sk. postošu un plašu ugunsgrēku iespējamības scenāriji nākotnē,  $CO_2$  un citu siltumnīcas gāzu atbrīvošana no uzkrātiem kūdras slāņiem un tās radītās vides apstākļu izmaiņas.

### **Somija**

Purvi klāj aptuveni 1/3 (10,4 milj. ha) Somijas teritorijas un 5,7 milj. ha tiek drenēti un izmantoti mežsaimniecības vajadzībām (Virtanen et al. 2003). Aptuveni 60 000 ha purvu teritorijās notiek aktīva kūdras ieguve (Svahnäck, 2007). Helsinku Universitātes Lauksaimniecības un Meža fakultātes zinātnieks Kajars Kosters (Kajar Köster) norādīja, ka informācija par purvu degšanu un to pēc degšanas apsaimniekošanu Somijā ir skopa. Publicētas tikai atsevišķas zinātniskās publikācijas par purvu teritoriju ugunsgrēkiem (Parviainen, 1996; Kunnas et al., 2005). Detālāka informācija pieejama atsevišķās publicētās un npublicētās atskaitēs par ugunsgrēkiem kopumā.

Savvaļas ugunsgrēku sezona Somijā parasti ir no maija līdz septembrim. Tas ir galvenokārt tādēļ, ka Somijas vasaras ir vēsas un samērā mitras. Kā liecina Somijas Meža dienesta statistika, tad ik gadu izdegušī platība un viena savvaļas ugunsgrēka skarto teritoriju apjoms

pēdējā gadsimtā ir ievērojami samazinājies. Vidēji izdegusī platība 1950. gados bija 5760 ha (10.1. tabula), bet 1970. gados jau vairs vidēji 936 ha (Lindberg, et al., 2020). Pēdējās desmitgadēs ik gadu izdegušas platības apjomi ir bijuši robežās starp 200 līdz 700 ha, tikai reizēm pārsniedzot 1000 ha (Peltola, 2014). Ilgākā laika posmā raugoties, vidējais ugunsgrēka lielums bija 70 ha no 1871. līdz 1900. gadam, bet 33 ha no 1901. līdz 1920. gadam, kamēr mūsdienās šis skaitlis ir vairs tikai 0,4 ha (Lindberg et al., 2020; Peltola, 2014).

Ņemot vērā ar mežu klātās teritorijas (kur iekļaujas arī purvu teritorijas) un, kas kopumā sastāda līdz pat 27 milj. ha, kopējā tendence ugunsgrēkiem ir samazināties. Dabīgas izcelsmes ugunsgrēki ir 10%, bet pārējiem 90% ir antropogēna izcelsme (10.2. tabula).

**10.1. tabula. Ugunsgrēki Somijā laika posmā no 1952. līdz 2011. g. (Somijas iekšlietu ministrijas dati, 2003).**

Laiks	Vidējais skaits gadā	Vidējā kopējā teritorija gadā (ha)
1952-1960	514	5760
1961-1970	487	1355
1971-1980	559	727
1981-1990	471	311
1991-2000	915	522
2001-2011	1470	625

**10.2. tabula. Ugunsgrēku izcelsme Somijā 1996. – 2002.g. (Somijas iekšlietu ministrijas dati, 2003).**

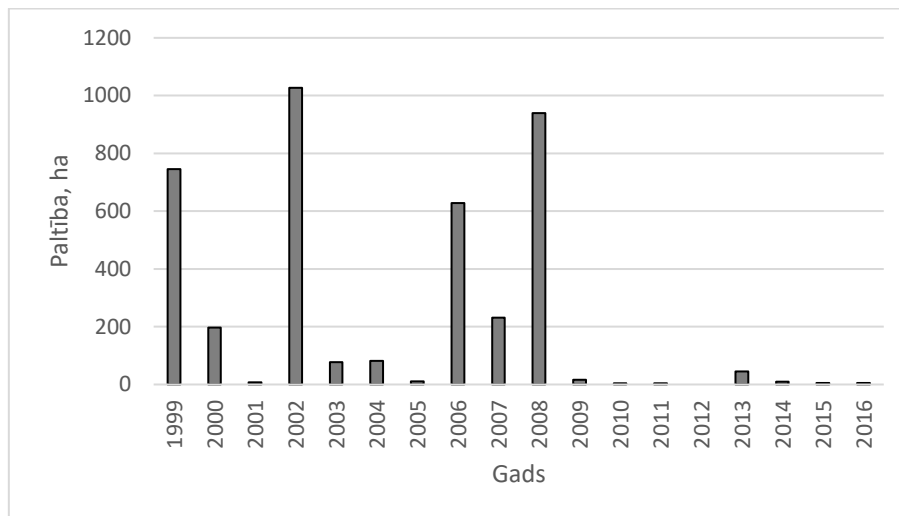
Aizdegšanās cēlonis	Gadījumu skaits
Apmetnes ugunsurs	2226
Sērkokociņi	782
Zibens	739
Cigarešu izsmēķi	583
Kūlas dedzināšana	309

Somijas klimatisko un bioģeogrāfisko apstākļu kombinācija neveicina lielu un ugunsgrēku rašanos un izplatību. Te jāpiemin arī ugunsgrēku preventīvo novēršanu, kuru atvieglo vairāki faktori: (1) ierobežota topogrāfija, (2) daudz dabisku ugunsgrēkus norobežojošu elementu (aptuveni 188 000 ezeri), (3) ļoti plašs ceļu tīkls un speciāli uzraktas minerālzemēs joslas. Visu šo faktoru iespaidā, ja arī rodas ugunsgrēki, tad tie galvenokārt ir zemas intensitātes virszemes ugunsgrēki un degšanas platības ir nelielas. Ugunsgrēki parasti neizplatās ārpus viena nogabala. Turklāt, Somijā meži ir sadalīti nelielos iecirkņos un tiek intensīvi apsaimniekoti –izmantojot kailcirtes paņēmieni un lielākā daļa biomasas, arī zari, tiek aizvākta no mežaudzēm īsā laika posmā.



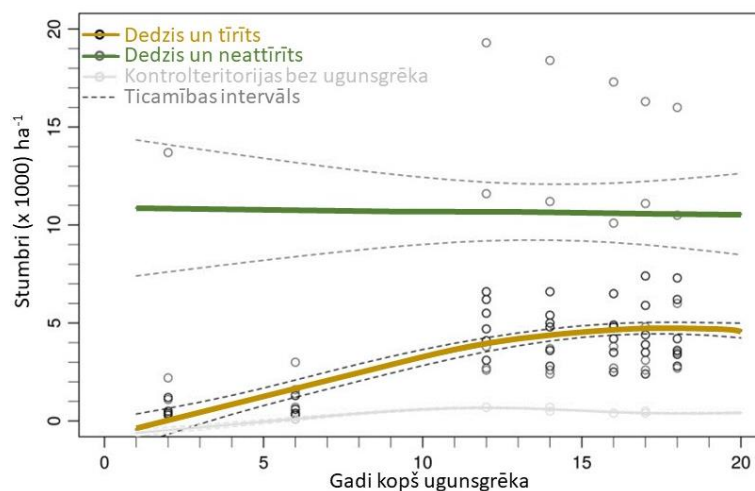
## Igaunija

Igaunijā nepastāv vienota datu bāze, kurā būtu konkrēti norādīti purvu ugunsgrēki. Igaunijas Dzīvības zinātņu universitātes, Mežu un lauku inženieru institūta direktors un vadošais pētnieks Mareks Metslaidis (Marek Metslaid) informē, ka statistiski, visi ugunsgrēki Igaunijā tiek uzskaitīti kā ainavas ugunsgrēki un netiek atsevišķi nošķirti ugunsgrēki mežos un purvos. Sākot ar 1999.gadu ir atsevišķas sadaļas datu bāzē, pēc kurām iespējams identificēt, vai degusi kūdraina augsne vai kūdra. Šo iespējams varētu izmantot, lai pateiktu, vai dedzis purvs vai nē. M. Metslaidis norāda, ka purvu degšanas problēmai līdz šim neviens nav pienācīgi veltījis uzmanību, pat Mežu Pētniecības Institūta darbības laikā. Pēc M. Metslaida veiktās statistikas analīzes, purvu ugunsgrēki Igaunijā notiek dažādos Igaunijas apriņķos, bet tas kopējais degušo purvu platību apjoms ir mainīgs no gada uz gadu (10.1. att.).



**10.1. attēls. Purvu ugunsgrēkos degušās purvu platības, ha Igaunijā. Sagatavoja Mareks Metslaidis (M. Metslaid, Igaunijas Dzīvības zinātņu universitāte).**

M.Metslaidis un K.Kosters ar kolēģiem ir pētījuši arī pēc-ugunsgrēku apsaimniekošanas jautājumus Igaunijas teritorijā un noteikuši koku reģenerācijas potenciālu pēc ugunsgrēka atkarībā no apsaimniekošanas stratēģijas. (piemēram, Parro et al., 2015, 10.2. att.).



## **10.2. attēls. Koku reģenerācijas potenciāls pēc ugunsgrēka atkarībā no apsaimniekošanas stratēģijas (modificēts pēc Parro et al., 2015).**

Konstatēts, ja koki no degušajām mežu teritorijām tiek izvākti, tad kopējais koku atjaunošanās apjoms turpmākajos gados ir mazāks nekā tas būtu, ja degusī teritorija tiktu atstāta nesakopta. Lai atjaunotu un uzturētu jauktas audzes pēc ugunsgrēka, dažu atlikušo koku saglabāšana var veicināt reģenerācijas atjaunošanos salīdzinājumā ar pilnīgu izciršanas stratēģiju. Te gan jāņem vērā, ka blīva mežaudze ar dzīviem kokiem vai liels daudzums mirušo koku atliekas (degšanas rezultātā vai sekundāro apstākļu dēļ) var kavēt teritorijas atjaunošanos. Līdz ar to tomēr jāizvērtē optimālāko degšanas ietekmēto un bojā gājušo koku izvākšanas apjomu.

### **Lietuva**

Kūdras ugunsgrēki Lietuvā rada daudz problēmu (Gaigalas, 2001). Piemēram, laikā no 1994. līdz 1999. gadam kūdras purvos kopumā notika 288 ugunsgrēki. Privatizācijas gaitā daudzi kūdras purvi ir zaudējuši īpašniekus un palikuši bez uzraudzības. Ugunsbīstamības ziņā visvairāk apdraudēti ir deviņi kūdras purvi, tostarp Tyruliai (3000 ha), Laukesa (2000 ha), Traksedži (1800 ha), Palios (1500 ha), Ežerelis (1 300 ha), Šepeta (700 ha), Šiluvos Tyrelis (600 ha), Sulinkai (600 ha) un Baltoji Voke (500 ha). Vairākkārtīgi dedzis ir Leporai (Leporjai) purvu pie Rekiva ezera (Rėkyva) pie Šauļiem. Purva kompleksā tiek izdalītas gan nosusinātas, gan kopš. 1964. gada regulāri degušas purva kompleksa daļas.

2000. gada 24. februārī Lietuvas valdība apstiprināja Lietuvas Republikas ārkārtas situāciju kritērijus un kūdras purvu ugunsgrēki izdalīts kā atsevišķs parametrs. Dokumentos norādīts, ka galvenie iemesli, kāpēc grūti organizēt meža ugunsgrēku apkarošanu un ugunsgrēku novēršanu, ir tas, ka nav vienotas programmas mežu un kūdras purvu ugunsgrēku novēršanai; nav skaidrs ugunsdrošības pasākumu finansēšanas mehānisms valsts un privātajos mežos; valsts mežu uzņēmumu un nacionālo parku tehniskā bāze ir pārāk neefektīva; nepietiekams finansējums; likumdošanas sistēma un zaudējumu piedziņas mehānismi nav pietiekami efektīvi.

Saskaņā ar Meža ugunsgrēku novēršanas noteikumiem Lietuvas meži iedalās trīs ugunsbīstamības klasēs: augsta, vidēja un zema. Ugunsbīstamības klašu sadalījumu īpatsvars: augsta – 40 %, vidēja – 23 % un zema – 37 %. Neviendabīgas (jauktas) dabiskās ugunsbīstamības meži ir sadalīti nevienmērīgi. Tie ietilpst augsta ugunsbīstamības klasē, tādējādi palielot šīs kategorijas īpatsvaru.

### **Lielbritānija**

Lielbritānijā vēsturiski plaši tiek izmantota kontrolēta purvu dedzināšana, lai iegūtu virsājus, kurus savukārt pēc tam regulāri dedzina virsāju atjaunošanai. Pēdējo gados tiek ieteikts samazināt kontrolētās dedzināšanas apjomus un vajadzību, vienlaikus atstājot iespēju izmantot šo paņēmieni īpašos apstākļos. Savvaļas ugunsgrēki Apvienotajā Karalistē ir epizodiski, sakrīt ar sausuma periodiem. Visā Eiropā tāds bija 2018. gads, kurā trīs nedēļas dega arī 1800 ha arī īpaši aizsargājamā dabas teritorijās Winter Hill un Stalybridge Moor, izdedzinot augāju līdz atklātai kūdrai un provocējot eroziju. Analizējot nekontrolēto ugunsgrēku izcelšanās iemeslus tiek uzsvērtā cilvēku ietekme ugunsgrēku izraisīšanā no griliem, cigaretēm un ļaunprātīga dedzināšana (England peat...).

## 11. IEGŪTO DATU IZVĒRTĒJUMS

Purvu pētniecībai Latvijas teritorijā ir vairāk kā gadsimtu ilga vēsture un nepārspējamu ieguldījumu devuši P.Nomala darbi. Savos rakstos par Latgales uz Zemgales purviem, sniedzot īsu pārskatu par katru purvu, lielā daļā no tiem pieminēta arī ugunsgrēku ietekme, vairākus gadījumus raksturojot kā “miris purvs”. Kopš 20.gs. beigām degšanas sekas purvos lielākoties aplūkota no veģetācijas izmaiņu viedokļa, piemēram, Bažu, Teiču un Ķemeru purvos. Joprojām skaitliski mazajā pētījumu skaitā nepietiekami apzināti citi aktuālie jautājumi – nav vērtēta ietekme uz kūdru. Dabiskas izcelsmes ugunsgrēki purvos Latvijas klimatā notiek ļoti reti, tādēļ purvu veģetācija un arī dzīvnieku sugas nav pielāgojušās regulārai degšanai. Galvenais faktors, kas ietekmē veģetācijas atjaunošanos pēc ugunsgrēka ir mitruma režīms. Vienlaikus papildus novērtējami arī citi faktori: degšanas intensitāte un tās ietekme uz kūdras īpašībām un tālāk secīgi uz augu sabiedrību struktūru. Kūdras ugunsgrēku specifika apskatīta Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta 2011. gadā sagatavotajā „Meža un kūdras ugunsgrēku dzēšanas vadītāja rokasgrāmata”. Ir apzināts, ka pēdējā gadsimtā lielu ugunsgrēku gadījumu risks pieaudzis, jo mežu platību un uzkrātās biomasas apjomi ir palielinājušies. Tas, ka liela daļa ugunsgrēku notikuši Rīgas un Daugavpils tuvumā vai pie purvu ezeriem, norāda uz cilvēka izraisītu aizdegšanos (Donis et al., 2017).

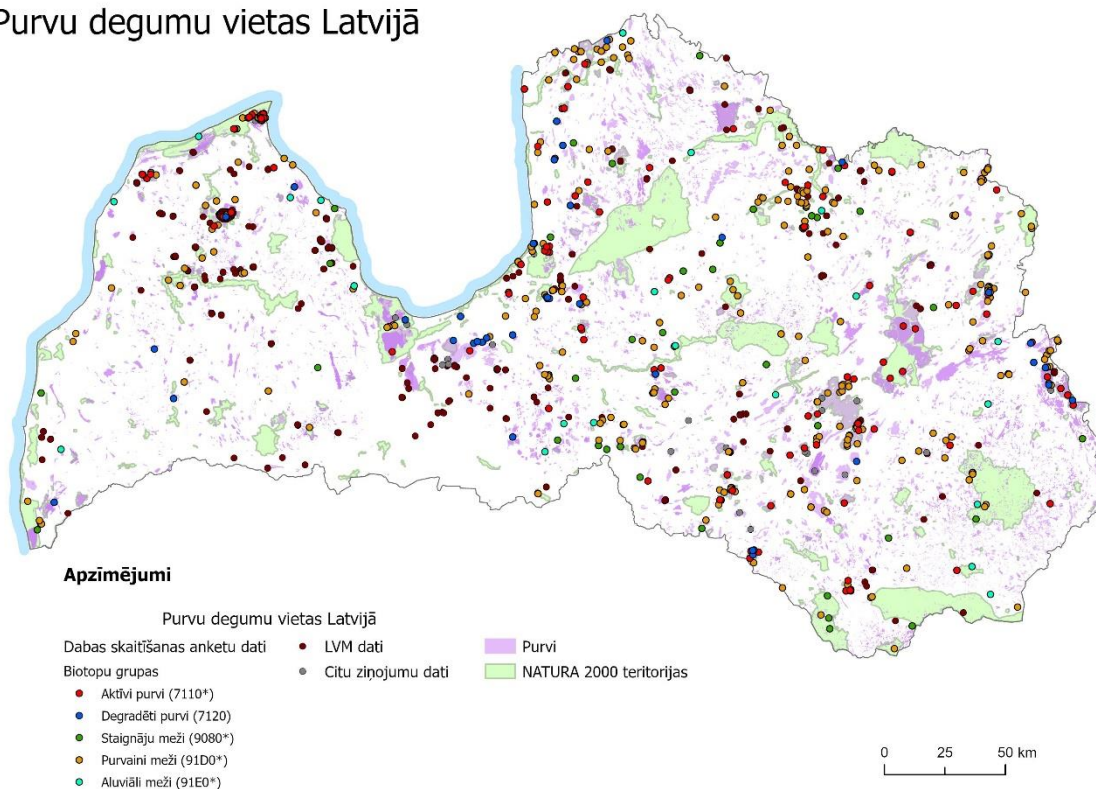
Ugunsgrēku gadījumu uzskaites precizitāte un ietekmes novērtēšana laika gaitā ir mainījusies. Vajadzība vai interese atsevišķi izdalīt purvu ugunsgrēkus nav bijusi uzskatīta par aktuālu. Ņemot vērā pieaugošo organisko (hidromorfo un pushidromorfo) augšņu un nogulumu nozīmi klimata kontekstā, sagaidāms, ka to uzturēšanai un saglabāšanai tiks pievērsta pastiprināta uzmanība, ko apstiprina Glāzgovas Klimata pakts (COP26), kur īpašs uzsvars likts uz purvu un organisko augšņu saglabāšanu. Tas arī nozīmē, preventīvi rīkoties, lai nenotiktu ugunsgrēki, kuri var emitēt atpakaļ atmosfērā CO<sub>2</sub> no organiskajām augsnēm, tai skaitā, kūdras. Lai varētu definēt apsaimniekošanas stratēģijas, pirms vēlamies ko pārvaldīt ir jāizprot pašas ekosistēmas un to funkcionalitāte, SEG, ugunsgrēku ietekme un sekas, t.sk. arī neizslēdzot uguns ietekmi

Purvi tiek pieskaitīti pie meža zemēm, tādēļ tie tiek iekļauti kopējā mežu ugunsgrēku statistikā. Pēc Valsts mežu dienesta datiem, 20. gadsimta otrajā pusē Latvijas mežiem postošs bijis 1963. gads, kad fiksēti 1489 ugunsgrēki, skarot 12 000 ha, 1992. gadā 1196 ugunsgrēkos cieta 8412 ha. Savukārt vismazāk dedzis 1987. gadā – 173 ugunsgrēks 47 hektāros. Ugunsgrēku izcelsmes novērtēšanā secināts, ka nepārprotami pieaug tādu ugunsgrēku skaits, kas saistītas ar cilvēku nevērīgu attieksmi un ļaunprātīgu dedzināšanu. Statistikas dati liecina, ka 83,5% gadījumos degšana sākusies pēc iedzīvotāju pavisas rīcības. Dzelzceļš vai militārās mācības izraisa 8% gadījumu, kūlas dedzināšana – 5%, mežstrādnieku neuzmanība – 3%, bet dabiskais faktors (zibens) – tikai 0,5%. Līdz ar to, 99,5% gadījumos meža ugunsgrēki izcēlušies cilvēku darbības rezultātā.

Kultūrvēsturisku informāciju par ugunsgrēku nozīmi var iegūt analizējot periodisko literatūru (9. pielikums) par 20. gs. sākumu. 30-to gadu avīzē ugunsgrēki aprakstīti kā nozīmīgi notikumi. Ugunsgrēki izcēlušies visai bieži un iemesli bijuši visdažādākie, arī visai neparasti. Gandrīz visos gadījumos minēts, ka uguns apdzēšana purvā bijusi sarežģīta un tajā iesaistīts daudz cilvēku. Diemžēl pēc purvu un ugunsgrēkiem tuvāko māju nosaukumiem ne vienmēr izdodas atrast periodikā nosauktās vietas mūsdienu kartēs, jo mainījušies gan māju nosaukumi, gan arī purvi vai transformējušies mežos.

Izmantojot dažādus informācijas avotus ir izstrādājot projektu iegūta informācija par vairāk kā 190 purviem, kuri pieminēti saistībā ar tajos notikušajiem ugunsgrēkiem pēdējo 90 gadu laikā (daži piemēri 8.pielikumā). Degšana notikusi purvos, kas atrodas 36 īpaši aizsargājamās dabas teritorijās. Šie skaitļi reprezentē tikai konkrētā pētījuma apjomu, apliecinātu degšanas notikuma vai purva deguma esamību, piemēram, no dabas aizsardzības plāniem, aculiecinieku ziņojumiem, kā arī projekta “Dabas skaitīšana” laikā iegūto informāciju. DAP īstenotā projekta “Dabas skaitīšana” laikā piesaistītie eksperti teritoriju apsekojumu anketās varēja aizpildīt novērojumus par degšanas pēdām un ietekmi. Lai gan pats anketu skaits neraksturo apsekošanas aptveri, projekta izstrādes laikā bija iespēja iepazīties ar 210 ziņojumiem par konstatētu degšanas vietu augstā (sūnu) purva biotopā (biotopa kods 7110\*), 44 ziņojumiem par degumiem degradētos augstajos purvos (7120), 332 ziņojumiem par degušiem purvainiem mežiem (91D0\*), kā arī 41 novērojumu par ugunsgrēkiem staignāju mežos (9080\*) un 24 – aluviālos mežos (91E0\*). Diemžēl, tieši liela izmēri ugunsgrēki pēdējos gadu desmitos notikuši tieši īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, grūti piekļūstamās vietās

### Purvu degumu vietas Latvijā



(11.1.att.).

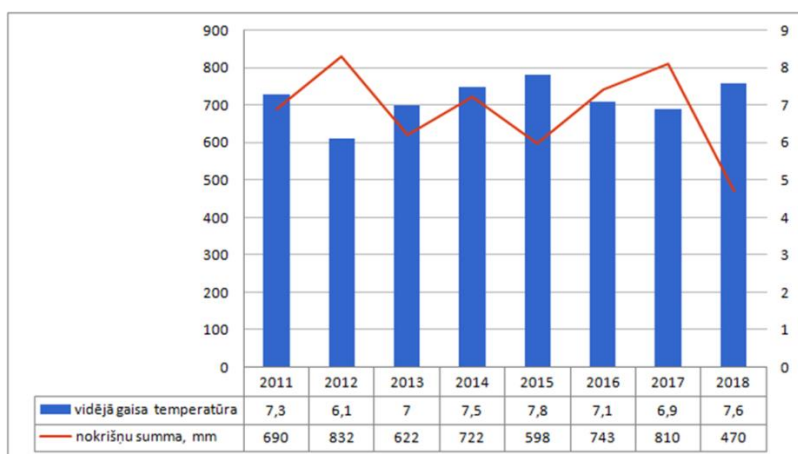
#### 11.1. attēls. Purvu un mežu uz kūdras augsnēm degumu vietas, kas iekļautas projekta izstrādes materiālos.

Atbilstoši pieejamajai informācijai un datiem, visvairāk purvainās vietās (purvos un purvainos mežos) reģistrēto ugunsgrēku ir nelielās platībās, līdz 0,5 ha, jo kopumā ugunsgrēki tiek ātri pamanīti un savlaicīgi apdzēsti pirms to tālākas izplatīšanās. Ugunsgrēku ātru likvidēšanu atvieglo ceļu un dzēšanas darbiem nepieciešamo infrastruktūru tuvums.

Piemēram, no 46 reģistrētajiem purvu ugunsgrēkiem laika posmā no 2011. līdz 2018. gadam 12 bija mazākā platībā par 0,1 ha, 12 platībā no 0,1 – 0,5 ha, 5 platībā no 0,5 – 1 ha, 10

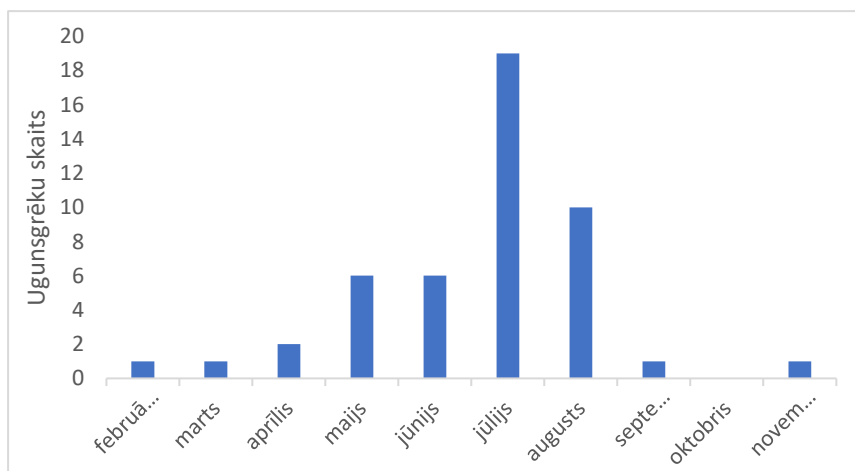
platībā no 1 – 5 ha, 6 platībā no 5 – 35 ha un 1 ugunsgrēks 2018. gadā ar platību 528,8 ha notika Talsu un Ventspils novados Stiklu purvos. Pēc VMD datiem pēdējo 50 gadu laikā tieši purvu kompleksu degumi veidoja lielākos ugunsgrēkus valstī – 1992. gadā jūlija ugunsgrēks 3312 ha Bažu purvā Slīteres nacionālajā parkā, šī paša gada augusta ugunsgrēks Ādažu militārajā poligonā izpletās 3000 ha lielā platībā, kur lielu daļu veido arī jau vairākkārtīgi deguši purvi un virsāji, bet 1353 ha purvu un mežu dega 2018. gadā dabas liegumā “Stikli”. 1999. gadā 337 ha galvenokārt purva zemes izdega Ķemeru tūrēlī.

Analizējot ugunsgrēku statistiku par laika posmu no 2000.–2021. gadam, apstiprinās gaidītā un zinātniskajā literatūrā minētā sakarība starp temperatūras un nokrišņu daudzuma attiecībām, kas redzamas arī gada vidējās gaisa temperatūras un nokrišņu summas attiecības diagrammā (11.2. att.). 2018. gadā, kad reģistrēts visvairāk ugunsgrēku (tieši purvos) kopš 2000. gada ir bijis viszemākais nokrišņu daudzums (470 mm) un augsta gada vidējā temperatūra (7,6 °C). Salīdzinoši zema gada vidējā temperatūra 6,1 °C un liels nokrišņu daudzums, jeb 832 mm bija raksturīgs 2012. gadā, kad purvos netika reģistrēts neviens ugunsgrēks.



**11.2. attēls. Gada vidējās gaisa temperatūras un nokrišņu summas Attiecība laika posmā no 2011. līdz 2018. gadam (autore: A.Šķestere-Keša)**

Analizējot pētījumā izmatotos datus, var secināt, ka purvu ugunsgrēki pēdējo 20 gadu laikā notikuši no februāra līdz novembrim. Visbiežāk ugunsgrēki notikuši jūlijā un augustā (11.3. att.). 2015. gadā viens ugunsgrēks izcēlies februārī, bet 2018. gadā viens ugunsgrēks izcēlies novembrī.

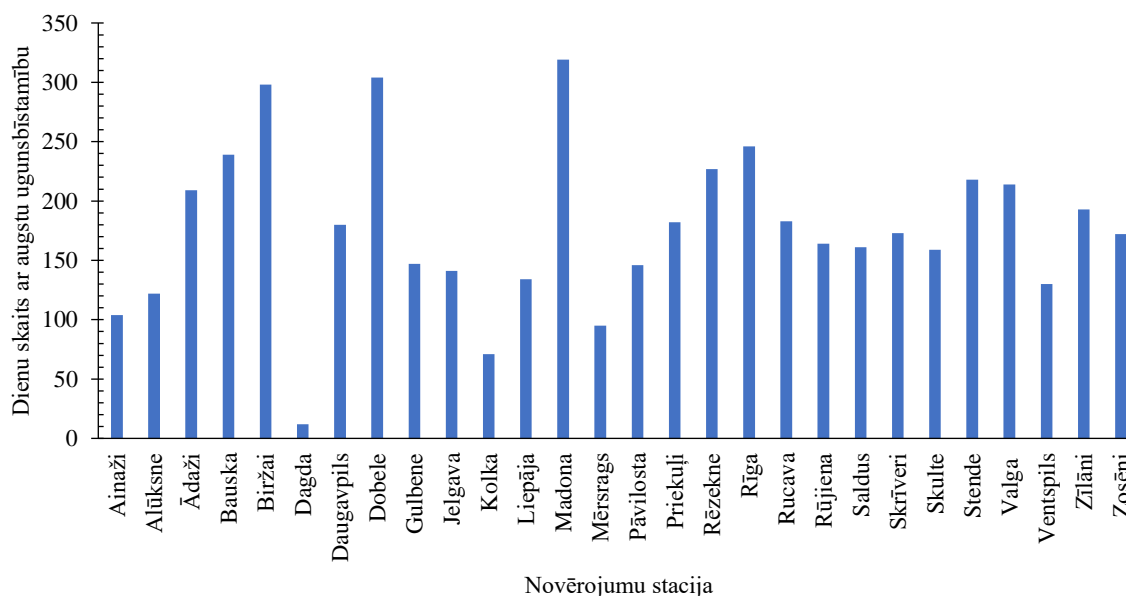


**11.3. attēls. Ugunsgrēku skaits purvos, mēnešos, laika posmā no 2011. līdz 2021. gadam.**

Lai nodrošinātu labāku ugunsapsardzību, VMD katru gadu izsludina ugunsnedrošo periodu, balstoties uz konkrētā gada klimatiskajiem datiem par gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu, kas var veicināt ugunsbīstamu apstākļu veidošanos meža zemēs. 20. gs. otrā pusē (Padomju laikā) par tādu noteica laika posmu no apmēram 15. –16. aprīļa atsevišķos gados no 01.04. vai 07.04) līdz 31. septembrim vai 31. oktobrim, papildus ļaujot virsmežniecībām noteikt citus – garākus datumus. Pēdējos 10 gados par ugunsnedrošu laika posmu tiek atzīts laiks apmēram no 17. –26. aprīlim (2016. gadā no 2. maija) līdz 6.septembrim – 9.oktobrim.

Atbilstoši LVĢMC izmantotai metodikai, Latvijā ugunsbīstamība mežos tiek kategorizēta piecās klasēs: 1. klase atbilst neesošai ugunsbīstamībai (degamības rādītājs no 0 līdz 299), 2. klase raksturo nelielu ugunsbīstamību (degamības rādītājs 300 - 999), 3. klase paaugstinātu ugunsbīstamību (degamības rādītājs 1000 - 3999), 4. klase atbilst augstai ugunsbīstamībai (degamības rādītājs 4000 - 9999), 5. klase raksturo ļoti augstu ugunsbīstamību (degamības rādītājs virs 10000). Degamības rādītājus aprēķina pa dienām, izmantojot maksimālo gaisa temperatūru iepriekšējā dienā, rasas punkta temperatūra un nokrišņu daudzuma summu pēdējo 24 stundu laikā..

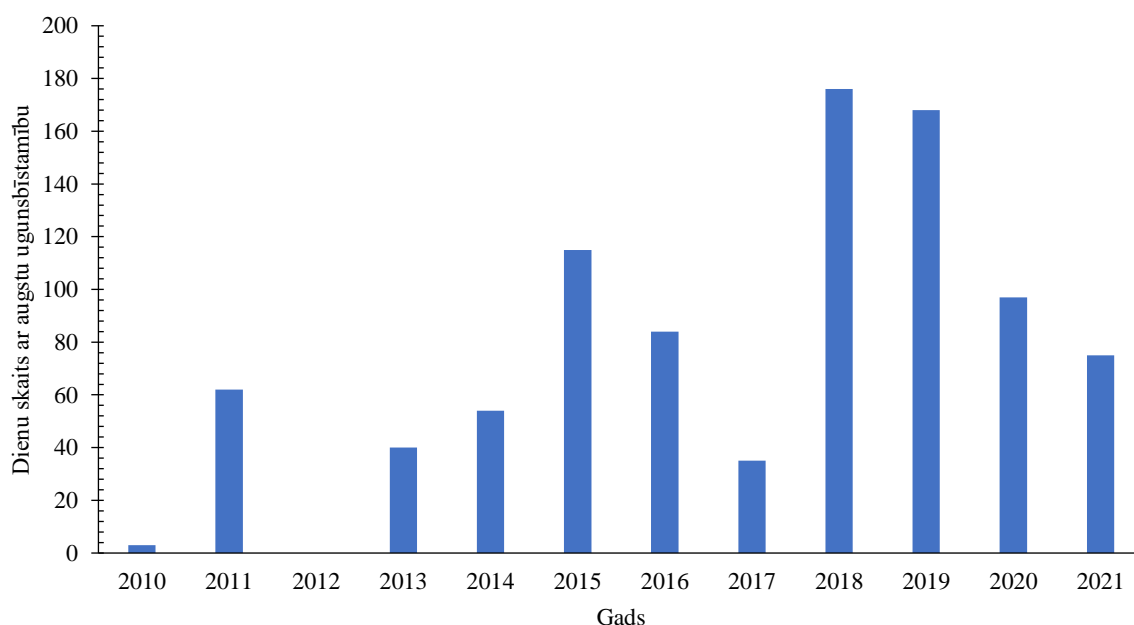
Izvērtējot pēdējās desmitgades (2010-2021) LVĢMC datus, skaitliski visaugstākais degamības rādītājs bijis 2014. gada 28.martā Madonā – 70807. Kopumā, pēdējo 10gadu laikā ir pagarinājies laika periods ar paaugstinātu ugunsbīstamību. 2010. gadā paaugstināta ugunsbīstamība bija novērojama tikai vasarā – maijā, jūnijā un jūlijā, bet 2011. gadā šāda bīstamība ieilga līdz septembrim. 2014. gadā paaugstināts ugunsbīstamības periods bija garāks, tas sakās jau martā un ilga līdz oktobra beigām, bet 2015. gadā pat līdz novembrim.. Visilgākais ugunsbīstamais periods bija 2018. un 2019. gada, kad augsta ugunsbīstamība bijusi vairāk nekā 160 dienas. Pēdējos piecos gados paaugstināts ugunsbīstamības periods ir nostabilizējies un ilgst no aprīļa līdz oktobrim, kas vidēji atbilst arī 20.gs.situācijai. Paaugstināta ugunsbīstamība bija novērojama praktiski visās novērojumu stacijās neatkarīgi no to atrašanās vietas (11.4. att.).



**11.4.attēls. Novērojumu stacijās fiksēto dienu skaits ar ļoti augstu ugunsbīstamību laika periodā no 2010. līdz 2021. gadam.**

Redzams, ka palielinās dienu skaits ar augstu un ļoti augstu ugunsbīstamību. Ļoti augsta ugunsbīstamība bijusi raksturīga 2018. gadā, laika periodā no maija līdz oktobrim, pēdējo desmit gadu laikā tik augsta un ilgstoša ugunsbīstamība nav bijusi. Ļoti augsta ugunsbīstamība pēdējo 10 gadu laikā kopumā fiksēta 21 novērojumu stacijā (no 27). Visvairāk ļoti augstas ugunsbīstamības dienu fiksēts Pāvilstas novērojumu stacijā, Ādažu novērojumu stacijā, Rīgas novērojumu stacijā un Bauskas novērojumu stacijā. Augsta ugunsbīstamībai pakļauta arī Madonas un Dobeles apkaime, bet augsta ugunsbīstamība visretāk bijusi noteikta Dagdas un Kolkas novērojumu stacijās.

Izvērtējot LVĢMC datu par pēdējiem 10 gadiem var secināt, ka ugunsbīstamības rādītāji būtiski atšķiras starp dažādām novērojumu stacijām un arī atšķirīgos novērojumu gados, kas norāda gan uz reģionālām iezīmēm, gan arī uz vispārējām klimatiskām pārmaiņām. Ļoti augsta ugunsbīstamība (5. klase) Latvijā tiek novērota tieši pēdējos gados, desmitgades (2010.-2020.) sākuma gados novērotas vien atsevišķas ļoti augstas ugunsbīstamības epizodes (11.5. att.)

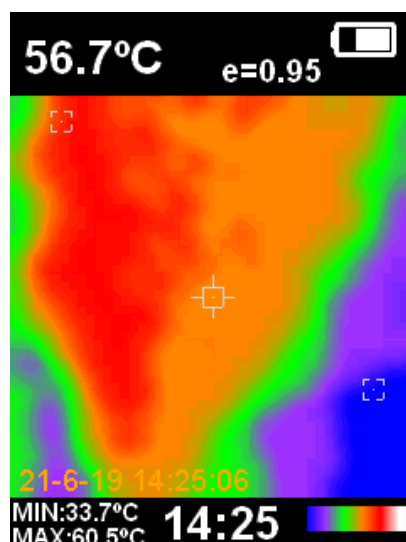


#### 11.5.attēls. Dienu skaita ar augstu ugunsbīstamību svārstības pēdējās desmitgades laikā.

2021. gada vasara raksturojās ar ilgstošiem sausiem un periodiski ekstrēmi karstiem laika apstākļiem. Lai raksturotu augāja un atklātas kūdras virsmas sakaršanas līmeni, nomērīta sūnu un kūdras virsmas temperatūra iegūstot termogrammas. Pie gaisa temperatūras 29–31 °C, konstatēts, ka atklāta, izkaltusi kūdrāja virsmas temperatūra sasniedz +43 °C līdz +54 °C (12.6. att.), Līdzīgu augstu temperatūru var sasniegt arī sfagnu sūnu ciņu virsma dabiskā purvā (12.7. att.) Nosusinātu kūdrāju virsma, kas ilgstoši saglabājusies atklāta, neapaugusi ar veģetāciju, saules, karstuma un sausuma daļēji imitē apdegšanas apstākļus un, iespējams, sterilizējas ne tikai sausuma, bet arī izkaršanas dēļ un kļūst hidrofobiska. VĢMC mērījumu datu kopā augstākā fiksētās augsnes virsmas temperatūras ir 02.08.1970. gadā Mērsragā +60 °C, bet laika posmā no 2000.-2021. gadam tie ir +57,7 °C 01.06.2016. Ventspilī.



11.6. attēls. Izkaltis kūdrājs Ķemeru Nacionālajā parkā var sakarst līdz 45 - 50 °C.



11. 7. attēls. Sūnu ciņa Ķemeru tīrelī termogramma 19.06.21.

Konstatēts, ka apsekotajos degumos, kūdras slāņi ir deguši nevienmērīgi, vidējais izdegšanas dziļums 2-3 cm, jeb pilnībā nodedzis vai pāroglējies ir kūdras slānis, kas veidojis ne mazāk kā 20-30 gadu laikā. Ja degšana būtiski ietekmējusi kūdras virskārtu, tad nākošo 20-30 gadu līdzvērtīgs kūdras apjoms izveidoties nespēs pat labvēlīgos klimatiskos apstākļos, jo uz vairākiem gadiem kūdras veidošanās būs pārtraukta. Vienlaikus, piemēram Ķemeru un Teiču purva degumu vietās pēc ugunsgrēka atjaunojusies pietiekami intensīva sfagnu augšana, lai kopš degšanas fakta izveidotu – 20-25 cm biezu irdeni slāni.

Projekta ietvaros novērtētajos degumos, kūdras slāņi nebija izdeguši tik dziļi, lai veidotu nozīmīgus pazeminājumus vai ieplakas, izņemot bedres pie koku saknēm.

Degšana parasti ir selektīva, mozaīkveidā un to ietekmē purva mikroreljefs – ciņi un ieplakas (Foster, Glaser, 1986; Wein, 1983). Tieši šādi Sēmes, Trišauta un Saklaura purvos uguns vietām izplatījusies tikai pa ciņiem, apdedzinot spilvju pudurus un sfagniem nosvilinot to galotnes daļu. Izteikts mikroreljefs jeb mikrotopogrāfija ir kopīga mitrāju, īpaši boreālo augsto purvu iezīme. Augstuma starpība starp zemām ieplakām un paaugstinātiem pauguriem purva mikroreljefā var sasniegt līdz pat 50 cm (piemēram, Baltmuižas purvā, Teiču purva degumos). kaut arī procesi, kas nosaka purva mikroreljefa formu veidošanās, ir salīdzinoši labi pētīti, tomēr ir mazāk zināms kā purva mikroreljefs saglabājas ilgos sekundārās sukcesijas periodos (piemēram, > 100 gadi) vai vairākos sukcesijas ciklos. Zemas vai vidējas intensitātes degšanai var būt nozīme mikrotopogrāfiskā gradienta pastiprināšanā, samazinot virsmas augstumu un atbalstot atgriezeniskās saites starp sugu sastāvu, kas uztur mikroreljefu un ekosistēmas darbību. Dziļākas ieplaku izdegšanas dēļ prognozēts, ka ugunsgrēks palielinās mikrotopogrāfiskā gradienta diapazonu (t.i., vertikālo attālumu starp ieplakām un ciņiem). Vajadzīgs lielāks pētījumu vietu un datu apjoms, lai labāk novērtētu degšanas ietekmi uz purva mikroreljefu.

Dr.ģeogr. A.Namatēva Latvijas augsto purvu pētījumos (Namatēva, 2011) konstatējusi, ka augstajos purvos dominē ietekmētus purvus raksturojošas mikroainavas, kurās veģetācijas sastāvu un mikroreljefu veidojušas hidroloģiskā režīma izmaiņas un degšana. Gadījumos, kad degšanas rezultātā pilnībā tiek iznīcināts sīkkrūmu un sūnu stāvs, tad spilve iegūst pilnīgu dominanci (Rodwell, 1991). Šāda situācija novērojama, piemēram, Krieču purvā un Baltmuižas purva deguma vietā pie purva malas.

Visās degumu vietās pēc degšanas novērojamas izmaiņas purva attīstības gaitā, novērotas pazīmes, kas raksturo biotopa degradēšanos – samazinājies sfagnu īpatsvars, palielinājies



sīkkrūmu blīvums. Raksturīga ir pieaugušo koku praktiski pilnīga bojā eja, acīmredzot tas skaidrojams ar sakņu apdegšanu un izkaršanu ilgāk gruzdošajā kūdrā, kas izsauc arī daļēji apdegušo koku bojā eju jau pēc ugunsgrēka. Teiču purva un Ķemeru tīreļa degumos novērojama intensīva aizaugšana ar bērziem un priedēm. Mūsdienu sasilšanas efektu uz degšanas notikumu biežuma palielināšanos var salīdzināt ar datiem, kas iegūti pētot holocēna klimatiskā optimuma (pirms 6000 līdz 7000 gadu) temperatūras, kad klimats ir bijis vēl siltāks un sausāks salīdzinot ar mūsdienām un gada vidējā temperatūra ir bijusi ~2,5-3,5°C augstāka (Seppä, Poska, 2004). Purvu ugunsgrēku izplatība un tā ietekme uz ekosistēmas ekoloģiju atšķiras no tā, kāds tas bijis cilvēka darbības praktiski neskartos apstākļos (Suveizda, 2016). Zibens izraisīti ugunsgrēki Latvijā ir mazāk par 1%, pārējie - cilvēka rīcība, gan neveiksmīgas nejaušības, gan paviršība.

Jāpieņem ka salīdzinoši plaši savvaļas ugunsgrēki plosījās karu laikā, bet pēckara periodā īpaši daudz degšanas gadījumu fiksēts 1963. un 1992. gados, bet mazāk – 1987. gadā. Padomju laika ugunsgrēku uzskaites sistēma neļauj nodalīt, cik liels % no tiem attiecas uz purvu teritorijām. Tomēr, lielu daļu no 20.gs. ugunsgrēku vietām joprojām var atrast pēc pēdām dabā – nokaltušiem kokiem, lokālām izmaiņām veģetācijā – blīvāks apaugums ar viršiem vai spilvēm, apdeguši koku stumbri, kas joprojām labi saglabājuši degumu pēdas arī pēc 60 gadiem.

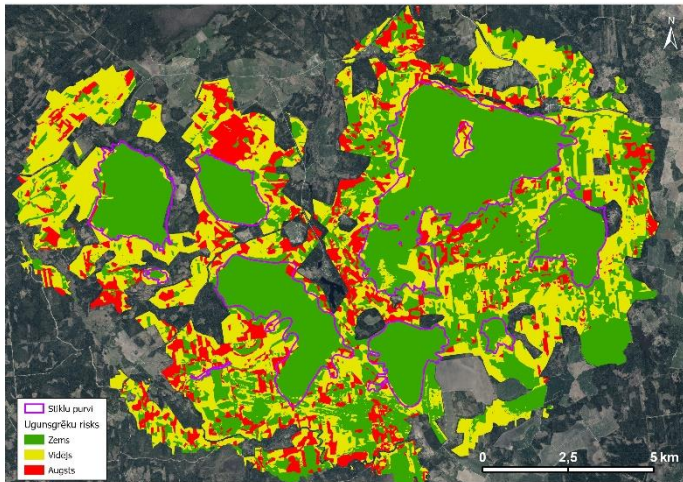
Ir priekšstats, ka ugunsgrēki visbiežāk skar nosusinātus kūdrājus, izdedzinot tos dziļāk un lielākās platībās, tomēr pētījumā konstatēts, ka lielākie ugunsgrēki notikuši tieši dabiskos purvos, jo tur ir apgrūtināta piekļuve, lai tos ierobežotu vai nodzēstu. Savukārt dziļās izdegšanas bedres saistītas ar koku celmu un sakņu izdegšanu. Ja nav citu provocējošu apstākļu, arī kūdras ieguvei sagatavotos laukos 10-15 cm dziļumā ir tāds kūdras mitrums, kas kavē degšanu. Projekta izstrādes laikā laboratorijas apstākļos noteikts, ka degušās kūdras mitrums ir mazāks par 7%, kas karstajā laikā, kad kūdra aizdegās iespējams tas bija vēl mazāks. Taču pētījumos konstatēts, ka jau 10 cm dziļumā nosusinātajā laukā kūdras mitrums sasniedz 50%, bet 20 cm dziļumā 85-90%, kas arī ir viens no faktoriem, kāpēc kūdras laukā nav dedzis biežāks/dziļāks kūdras slānis (Silamiķele et al., 2021).

Ugunij iznīcinot sfagnu slāni (akrotelmu) var attīstīties 2 tipiskākie scenāriji:

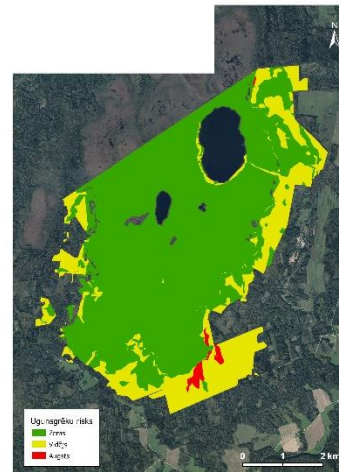
- 1) palielinās ūdens notece no purva, pastiprinās iztvaikošana un veidojas labvēlīga vide viršu izplatībai, veidojas sausāki apstākļi salīdzinot ar stāvokli pirms ugunsgrēka;
- 2) kūdras virskārtā veidojas ūdens mazcaurlaidīgs apdegušās un gruzdējušās kūdras slānis, kas apgrūtina ūdens noteci un izraisa kūdras virsmas pārplūšanu un mitrāku apstākļu veidošanos salīdzinot ar vietas stāvokli purvā pirms ugunsgrēka.

Ugunsgrēka paliekošās ietekmes būtiskums labāk novērtējams apmēram 5 gadus pēc degšanas fakta, nevis uzreiz pēc ugunsgrēka.

Mežu ugunsbīstamība tiek prognozēta balstoties uz meteoroloģiskajiem apstākļiem un mežu ugunsbīstamības klasēm. Atbilstoši esošai mežu ugunsbīstamības noteikšanas metodoloģijai, kā piemērs, noteiktas potenciālās ugunsgrēku riska zonās dabas lieguma “Stiklu purvu” teritorijās un Saklaura purvā (11.8., 11.9. att.). Meži uz kūdras augsnēm tiek atzīti par teritorijām ar zemu ugunsgrēku risku, bet purvi (piemēram, sūnu purvs) netiek vērtēti kā potenciāli ugunsbīstamas dabas teritorijas, t.s.k. arī tad, ja atrodas blakus kūdras ieguves teritorijām.



**11.8 attēls. Ugunsbīstamības prognozes versija DL “Stiklu purvi”.**



**11.9. attēls. Ugunsbīstamības prognozes versija Saklaura purvam.**

Parasti literatūrā tiek minēts, ka ugunsgrēki biežāk skar nosusinātus purvus. Tomēr reālā ugunsbīstamība un degamība ir pietiekami liela arī dabiskos purvos, par ko liecina biežie degšanas gadījumi. Ilgāka sausuma apstākļos, purvu virsma un augājs – gan sfagni augstajos purvos, gan graudzāļu un grīšļu ciņi ar sausām vecajām lapām pārejas un zāļu purvos, kļūst ugunsnedroši.

Mūsu pētījumā secināms, ka liela daļa degšanas vietu ir purva malā - kontaktzonā ar mežu, vai purvu ezeru krastos, jeb vietās, kur uzturas cilvēki. Pieņemot, ka vispārīgā gadījumā atpūtnieki un ogotāji nedodas purvā dziļāk par kilometru, šī zona būtu atzīstama par augsta ugunsbīstamības riska teritoriju. Augsts ugunsbīstamības risks ir arī purvos, kas robežojas ar kūdras izstrādes laukiem.

*Analizētā literatūra un pētījama gaitā iegūtie dati ļauj piekrist arī citos pētījumos izteiktiem secinājumiem:*

- *vairāk kā 99% gadījumos purvu ugunsgrēki Latvijā ir cilvēka darbības izraisīti;*
- *ugunsgrēka ietekme uz vidi jāsāk pētīt kopš degšanas brīža;*
- *ugunsgrēku apdzēšanas metodes ietekmē degšanas ietekmi un novērtēšanu;*
- *purvos un purvaino mežu biotopos ugunsgrēki rada pozitīvu ietekmi, ja rada atvērumus vainagu klāja vai veicina pārpurvošanos;*
- *ugunsgrēks, kas notiek degradētā (susinātā) purvā vai kūdrājā pastiprina tā degradāciju.*

Atšķirīgos apstākļos notikušu ugunsgrēku seku izvērtēšanai projekta izstrādes laikā 2019.-2021. gadā 12 purvos apsekotas 17 degšanas vietas (11.1. tabula) un ievākti kūdras paraugi.

**11.1. tabula. Apsekotās degumu vietas.**

Purva nosaukums, deguma vieta	Deguma vecums	Apsekošanas gads
Bažu purvs, sūnu purvs	15 gadi	2019. , 2021
	~20 gadi	2021.
Saklaura purvs, sūnu purvs	1 gads	2019.
	10 gadi	2019.
	41 gads	2019.
Kalnsalas purvs, purvainis mežs, degradēts purvs	1 mēnesis	2019.
Cenas tīrelis, purvainis mežs, kūdrājs	degšanas laikā	2019.
	2 mēneši	2020
Teiču purvs, sūnu purvs, purvainis mežs	64 gadi	2020.
	30 gadi	2020.
Baltmuižas purvs, sūnu purvs	25 gadi	2020.
Trišautpurvs, sūnu purvs, pārejas purvs	2 gadi	2020.
Bērzipurvs, pārejas purvs	2 gadi	2020
Sēmes purvs, sūnu purvs, purvainis mežs	1 gads	2019., 2020., 2021.
Dižpurvs, zāļu purvs	20 dienas	2021.
Raganu purvs, sūnu purvs	~60 gadi	2021.
Kēmeru tīrelis, sūnu purvs	5 gadi	2020.

Viens no projekta uzdevumiem bija veikt multidisciplinārus degšanas ietekmēto kūdras slāņu pētījumus, analizēt ar paleobotāniskām, fizikālām un ķīmiskām metodēm dažāda vecuma degušās kūdras augsnes un dažāda purvu tipa kūdras nogulumu profilus, salīdzināt un interpretēt iegūtos rezultātus, pievēršot uzmanību kūdras īpašību izmaiņām gan degšanas laikā ietekmētajos intervālos, gan arī virs tiem.

### Kūdras īpašības

Zināšanas par kūdras īpašību izmaiņām degšanas ietekmētajos kūdras slāņos ir svarīgas noteicošo faktoru purva pašatjaunošanās spējas novērtēšanai. Kūdras īpašību pētījumi veikti visā purva griezumā degumu skartajās vietās Bažu, Sēmes, Saklaura un Kalnsalas purvā. Atziņas par kūdras īpašību izmaiņām iegūtas salīdzinot un interpretējot dažādu analīžu rezultātā iegūtos datus un to savstarpējās sakarības. Veicot degumu skarto purvu teritoriju apsekošanu, tika konstatēts, ka degušo slāņu biezums ir neliels – kūdras laukos 2 līdz 5 cm, bet dabiskajos purvos pārsvarā variē no 5 līdz 15 cm, tādēļ veiktajos urbumos visā purva griezumā ņemti netraucēti kūdras monolīti, lai nogulumus varētu analizēt ar nepieciešamo intervālu.

Visa kūdras griezuma paraugus bija svarīgi analizēt, lai izpētītu cik bieži ugunsgrēki notikuši purva attīstības gaitā. Šādai informācijai ir ne tikai nozīme vēsturiskā aspektā, bet arī ļauj prognozēt kā kūdras veidošanās notiks arī purvos, kuros ugunsgrēks bijis nesens.

Lai pamanītu iespējamo degšanas notikumu, karsēšanas zudumu analīze (LOI) pārsvarā veikta ik pa 1 cm vai 5 cm, atkarībā no griezuma struktūras sarežģītības. Šī analīzes rezultātā iegūta informācija par mitruma, organisko vielu, karbonātu un minerālo vielu daudzumu izmaiņām purva attīstības laikā. Šos datus salīdzinot ar kūdras dabiskā blīvuma analīzes datiem, noteiktajiem kūdras tipiem var iegūt priekšsatu par notikumiem pagātnē. Svarīgu

informāciju apstākļu rekonstrukcijai purva attīstības gaitā sniedz kūdras botāniskā sastāva un sadalīšanās pakāpes analīzēs iegūtie dati, kas sniedz izpratni par to kā ir mainījušies nogulumu uzkrāšanās apstākļi tai skaitā, lai raksturotu purvu hidroloģiskā režīma pārmaiņas, ko var izraisīt gan klimata pārmaiņas, gan cilvēka darbības izraisītas pārmaiņas, gan ugunsgrēki.

Apkopjot un analizējot visu šo iegūto datu kopumu secināts, ka ir vērojamas būtiskas atšķirības starp purvā augstāk iegulošo kūdras slāņu īpašībām un kūdru purvu attīstības sākuma. Kūdru purvu attīstības sākumā raksturo lielāks minerālo vielu, blīvuma, pelnu daudzums, bet mazāks mitrums, kā arī konstatēts ievērojams ogļišu fragmentu, tajā skaitā daudz mikroskopisko ogļišu jeb ogļišu putekļu (100 μm) daudzums, kas liecina par ugunsgrēkiem purvu attīstības sākumā. Nosakot kūdras vecumu ar AMS <sup>14</sup>C analīzi, konstatēts, ka purvos apakšējie ar ogļītēm bagātie kūdras slāņi ir veidojušies dažādos laikos. Saklaura purvā pētījuma vietā kūdra sāka veidoties pirms 2770 kal. g.PM, savukārt Sēmes purvā kūdra sākusī uzkrāties 384 cm dziļumā pirms 6900 kal. g.PM uz smilts ar augu atliekām. Dati par to, ka kūdras slāņi purvu pamatnē ir bagāti ar ogļišu fragmentiem ir konstatēti arī citos projektā pētītajos purvos - Bažu purvā un Ķemeru tīrelī, kā arī tas atzīmēts vairākās publikācijās par purvu pētījumiem (Kalniņa et al., 2014). Minētais liecina, ka ugunsgrēki purvā vai to tiešā apkārtnē ir raksturīgi daudziem purviem Latvijā to veidošanās pirmsākumos. Jāatzīmē, ka šajā laikā galvenokārt ugunsgrēki ir bijuši zemā tipa vai pārejas tipa purvos. Ņemot vērā, ka purvi sākuši veidoties pirms vairākiem tūkstošiem gadu, maz ticams un nav arī datu, ka tie varētu būt cilvēku darbības izraisīti. Vairāku purvu (Bažu, Ķemeru tīrelī, Cenas tīrelī) liecības par degšanu ar pārtraukumiem ir praktiski visā purva griezumā, bet daļai, kā piemēram Sēmes purvam, tā vidusdaļā ir konstatēti tikai atsevišķi degšanas gadījumi. Taču visos projektā pētītajos purvos ievērojami biežāk un lielāks ogļišu daudzums vērojams griezumā augšējos slāņos (līdz 60 cm), kas skaidrojams ar vairākkārtēju degšanu purvos.

Minētie un arī citi kūdras īpašību parametri liecina, ka pētītajos purvos bijis traucēts hidroloģiskais režīms un pazeminājies ūdens līmenis. Liecības par sausākiem apstākļiem purvā gan klimatisko, gan arī susināšanas ietekmē, blakus citiem analīžu datiem, apstiprina arī ar elektronmikroskopu veiktie sfagnu poru mērījumi. Tie uzrāda, ka sausāku apstākļu gadījumā ne tikai palielinās kūdras sadalīšanās pakāpe, bet arī samazinās sfagnu poru izmēri (Kalniņa et al., 2021). Par sausākiem kūdras veidošanās apstākļiem tieši pēc ugunsgrēka liecina arī lielāks viršu atlieku īpatsvars kūdras sastāvā.

Neskatoties uz purvu dažādo vecumu, dziļumu un novietojumu, degšanas vēsturē iezīmējas kopējas likumsakarības: degšana purvu attīstības sākuma posmā, kad iespējams, izcēlās dabas procesu izraisīti ugunsgrēki, bet augšējos slāņos, kurus pārsvarā veido sfagnu sūnas, atkal palielinās liecību daudzums par ugunsgrēkiem, kurus visbiežāk izraisījuši cilvēki.

## **12. REKOMENDĀCIJAS DEGUŠU PURVU APSAIMNIEKOŠANAI UN APSAIMNIEKOŠANAS PASĀKUMU EFEKTIVITĀTES NOVĒRTĒŠANAI**

---

Degšanas ietekmē purvos un purvainos mežos veidojas vairākas raksturīgas pazīmes – nokaltuši koki, izdeguši laukumi, mainījusies veģetācijas struktūra.

Degšanas izraisīta ietekme var būt īslaicīga, ja augājs ātri (dažu gadu laikā) atkopjas un degšanas rezultātā kokaudzē tikai nedaudz palielinājies sausokņu īpatsvars, vai arī koku stāvs praktiski nav cietis.

Degšanas izraisīta ietekme var būt ilgstoša (ilgāka par 20 gadiem), ja degšana būtiski ietekmējusi kūdras slāņus tos fiziski nodedzinot vai izkarsējot.

Parasti purvos pēc ugunsgrēkiem netiek veikta mērķtiecīga apsaimniekošana, jo īsākā vai ilgākā laika periodā stabilām purvu ekosistēmām (ar maz traucētu hidroloģisko režīmu) piemīt spēja veiksmīgi pašatjaunoties. Tomēr, pat šādos apstākļos deguma vietā var veidoties purvam raksturīgs augājs, bet ar citādu veģetācijas struktūru (sugu īpatsvaru) salīdzinot ar situāciju pirms degšanas.

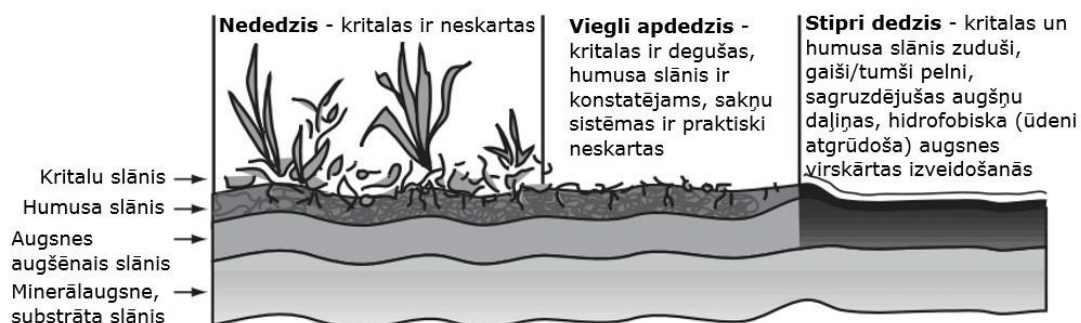
Apsaimniekošanas pasākumi ugunsgrēku vietās būtu nepieciešama tad, ja pēc degšanas iepriekš atklātās purva platības strauji aizauģ ar krūmiem un kokiem.

Purvu ugunsgrēkos vislielākā degšanas ietekme uz turpmāko purva attīstības gaitu ir sūnu stāva (sfagnu) bojājuma pakāpei (sfagni nodrošina kūdras veidošanos), bet mazāka loma ir kokaudzes bojājumiem. Vairumā gadījumu kokaudzes bojājumu degšanas ietekmētajā platībā var vērtēt kā pozitīvu faktu.

Pēc degšanas, reģistrējot informāciju par ugunsgrēku, būtu nepieciešams atzīmēt arī bojājuma pazīmi “degusi kūdra”, novērtējot degšanas ietekmi uz kūdras izdegšanas dziļumu.

### **12.1. Kritēriji boreālo purvu degšanas intensitātes klasificēšanai**

Ugunsdrošības nodrošināšanai katra valsts plāno preventīvos pasākumus, kas paredz ugunsgrēka bīstamības novērtējuma sistēmu izveidi, ugunsgrēka novēršanas stratēģiju izveidi kā arī ugunsgrēku un to seku aktīvu monitoringu (Vasilakos et al., 2007). Lai šos pasākumus īstenotu, nepieciešams izprast katra ugunsgrēka veida (projekta kontekstā – savvaļas ugunsgrēka) īpatnības, izdalot tās pazīmes, kas regulāri atkārtojas. Purvu un purvaino apvidu ugunsgrēkus, līdzīgi kā mežu ugunsgrēkus raksturo degšanas materiāls un tā piroklastiskie raksturlielumi, un konkrētā nogabala vides apstākļi. Sausa zemsedze un nobiras aizdegas ātrāk un pie relatīvi zemākas temperatūra, 400 °C, vienlaikus – tādi faktori kā degšanas intensitāte un karstums, kas rodas degšanas laikā, var aizdedzināt arī “slapju” materiālu pat pie zemākām temperatūrām. Ugunsgrēka lielums un intensitāte uz degšanas vietu – ekosistēmu (mežu, purvu) atstāj vai nu īslaicīgu vai paliekošu ietekmi (Noblea et al. 2019). Pieņemot, ka uguns ir dabisks un pat neaizvietojams faktors veiksmīgai dzīvotnes attīstībai, kā vienu no degšanas ietekmes veidiem var pieņemt arī tās neesamību (iztrūkumu). Šādā situācijā ekosistēmas attīstība noris turpinot uzkrāties nobiru slānim (12.1.1. att.). Citādi apstākļi veidojas, kad uguns ātri pārvirzās pāri kādai noteiktai teritorijai, kad sadeg neliels daudzums nobiru, bet pārējā augsnes sistēma netiek traumēta. Uguns var izraisīt tikai virspusējus, lokālus veģetācijas apdegumus, kas atjaunojas pietiekami ātri un nerada nopietnas paliekošas sekas, bet var arī būtiski traumēt kokus un sīkkrūmus, izdedzināt kūdras slāņus un radīt ilgstošu vai pat paliekošu ietekmi, mainīt hidroloģiskos apstākļus vai veicināt turpmākās veģetācijas struktūru attīstību.



### 12.1.1. attēls. Vispārējais augšņu novērtējums dažādu ugunsgrēku scenāriju rezultātā (adaptēts no Kolb, 2002)

Atkarībā no bojājumu apmēra, atšķirsies veģetācijas atjaunošanās veids, piemēram, vai augi ataug no sakņu sistēmas, vai veidos atvases, vai un cik ilgā laikā atjaunojas karstumā cietusī lapotne. Augstas degšanas intensitātes gadījumā nodeg augsnes augšējais slānis izveidojot hidrofobisku, jeb tādu, kura atgrūž ūdeni, slāni, tāpēc ūdens var uzkrāties un veidot pārmitrus apstākļus. Vizuāli novērtējot uguns radītos augāja un kūdras slāņu bojājumus var lemt par degradācijas stāvokli (Kolb, 2002).

Raksturojot purvaino teritoriju ugunsgrēkus izdalāmi konkrēti rādītāji:

- 1) degšanas biežums jeb teritorijas atkārtotas degšanas intervāls,
- 2) degšanas intensitāte jeb karstums (temperatūra), kas rodas degšanas laikā,
- 3) degšanas apjoms jeb nodegušās teritorijas platība,
- 4) ugunsgrēka ietekmes veids (skrejuguns, vainaguguns un zemdega),
- 5) degšanas sezonālitate, ko nosaka degmateriāla pieejamība un klimats.

Meža un kūdras ugunsgrēku dzēšanas vadītāja rokasgrāmatā (Anon, 2011) tiek aprakstīti mežu ugunsgrēku veidi, atsevišķi izdalot arī kūdras ugunsgrēkus. Novērtējot mežu ugunsgrēku raksturlielumu par zemdegu (kūdras) ugunsgrēki stiprumu rādītāju tiek teikts, ka, vājš ugunsgrēks, ir, ja izdegšanas dziļums ir līdz 25 cm, vidējs – 25–50, bet spēcīgs – vairāk par 50 cm dziļumu.

Analizējot novērotās ugunsgrēku sekas Latvijas purvos, redzams, ka visbiežāk ugunsgrēkos apdeguši koki, sīkkrūmi un zemsedze, tomēr kūdras slāņu izdegšanas dziļums nav liels, vidēji tie ir 3–5 cm, kas ir saistīts ar augstu purvu grunštūdens līmeni dabiskos purvos. Pat kūdras laukos, kuros notiek kūdras ieguve, sausā vasarā (piemēram, 2020. gada jūlijā), 15 cm dziļumā kūdra var būt piesātināta ar ūdeni (Silamikele et.al., 2021). Ilgstošākos degšanas gadījumos un kūdrai gruzdējot rodas 1–2 m dziļās bedres – parasti pie koku saknēm, vai kādos īpašos gadījumos pat zālajos, kas veidojusies uz kūdras augsnēm. Tomēr nav ziņu par tādiem ugunsgrēkiem purvos vai kūdrājos, kur vienlaidus dziļāk par 7–10 cm (neskaitot nodegušo ciņu augstumu) būtu izdeguši kūdras slāņi plašā platībā.

Ugunsgrēka izplatība un radītās sekas atkarīgas no tā, pēc cik ilga laika dzēšanas darbi uzsākti. Degumi parasti ir mozaīkveida – ar dažādu degšanas ietekmi dažādās vietās, līdz ar to, jo īpaši plašās teritorijās kūdras izdegšanas dziļums un ilgums ir atšķirīgs.

Veicot purvu ugunsgrēku ietekmes izpēti, t.sk. šī projekta ietvaros, ugunsgrēka ietekme uz veģetāciju vai mikroreljefu tiek analizēta pēc degšanas fakta. Jo ilgāks laiks pagājis kopš

degšanas fakta, jo grūtāk novērtēt senāk notikušās degšanas intensitāti. Atsevišķas pazīmes – piemēram, pilnībā nodedzis vai pēc ugunsgrēka nokaltis kokaudzes stāvs liecinās par lielas intensitātes (stipru) ugunsgrēku vēl daudzus gadus pēc degšanas. Degšanas seku un pēdu labāka izpratne ļaus labāk skaidrot izmaiņas mikroainavās. Ja vienlaikus pēc dzēšanas darbiem netiek atzīmēts, cik liela ir ietekme uz kūdras slāņiem (piemēram, vai tie ir deguši vai nodedzusi tikai veģetācija, jeb, cik liels ir kūdras slāņu bojājums), tad vēlāk šāda informācija, iespējams, vairs nav iegūstama. Tradicionāli, pēc ugunsgrēkiem purvainos apvidos pamatuzmanība tiek pievērsta kokaudzes stāvoklim. Pēc šādām pazīmēm tiek klasificēti ugunsgrēki purvos vairākās citās valstīs. Par “smagu” ugunsgrēku liecina acīmredzami degšanas pierādījumi pat pēc vairākiem gadiem (12.1.1. tabula), ugunsgrēku vecums tiek vērtēti kā “nesen notikuši” (<2 gadi) vai senāki (>2 gadi).

### 12.1.1. tabula. Purvu ugunsgrēku ietekmes klasifikācijas piemēri.

ASV Lauksaimniecības departaments (USDA Forest Service)	Īrija (Fernandez at al. 2013, 2014.)	Īrija (Hudspith at al.,2014, adapt. Koolb 2008)	Kanāda (Bourgeau- Chavez at all. 2020),
1. Nav pazīmju, pierādījumu par nesenu degšanu; 2. Viegla degšanas ietekme: <i>Sphagnum</i> , <i>Leucobryum</i> ciņi ir nedaudz bojāti. <i>Calluna vulgaris</i> bojāti, bet ataug, at-atjaunojas no veciem dzinumiem. 3. Smaga degšanas ietekme: <i>Sphagnum</i> , <i>Leucobryum</i> ciņi ir stipri bojāti, bet saglabājusies spēja atjaunoties, <i>Calluna vulgaris</i> aug/atjaunojas tikai aug no jauniem dzinumiem.	Ietekme uz 7110*un 7120 biotopiem: 1. liela, 2. vidēja, 3. zema; 4. bez ietekmes.	1. Nodedzis – augu daļas zaļas, nav tiešu pazīmju par karstu ma ietekmi; 2. Apdedzis -augiem daļa lapu apdegušas; 3. Virskārta, sūnas un augi apdeguši vai sadeguši. Augsnes virskārta cietusi dažus mm; 4. Vidējs vai smags virsmas apdegums – apogļojusies augi un kūdras virskārta. 5. Ļoti smags apdegums – izdeguši augsnes slāņi, atsegtas saknes	1. Viegls ugunsgrēks - zema intensitāte, apdeguši tikai koku stumbri, sausākās daļas, zemsedze neskarta vai maz skarta; 2. vidēji smags – apdeguši koki, daļēji nodedzusi zemsedze; 3. Smags ugunsgrēks – apdeguši koki, zemsedzes izdegusi vairāk par 50 %.

Analizējot projekta izstrādes laikā iegūtos datus, ekspertu pieredzi un literatūras datus, ugunsgrēku ietekmes uz purva ekosistēmu novērtēšanai ieteicams izmantot šādus **kritērijus**:

- Ugunsgrēka skartā platība un ietekme uz purva ekosistēmu:
  - nebūtiska, ja ugunsgrēka platība ir mazāka par 1 ha vai 10% no purva platības,
  - vidēji būtiska, ja ugunsgrēka platība ir 1–10 ha vai vairāk par 30% no purva platības;
  - būtiska, ja ugunsgrēka platība ir 10–50 ha un ne vairāk par 50% no purva platības;
  - ļoti būtiska, ja ugunsgrēka platība ir lielāka par 50 ha un vairāk par 50% no purva platības.
- Veģetācijas izdegšanas apjoms:
  - nebūtisks, ja apdedzis mazāka par 10% no veģetācijas,
  - vidēji būtisks, ja apdedzis ne vairāk par 50% no veģetācijas;
  - būtisks, ja apdedzis ne vairāk par 75% no veģetācijas;

- ļoti būtisks, ja apdedzis vairāk par 75% no purva platības.
3. Pēc degšanas atsegtās kūdras (bez veģetācijas) platības īpatsvars:
    - Nebūtisks, ja pēc degšanas atklātas kūdras laukumi nav izveidojušies vai arī kūdra atsegusies nelielos laukumos starp ciņiem;
    - Vidēji būtisks, ja pēc degšana izveidojušies atsegtas kūdras laukumi ne vairāk par 30% no purva platības
    - Būtisks, ja pēc degšanas atsegtas kūdras laukumi ir 30–75%
    - Ļoti būtisks, ja pēc degšanas atsegta kūdra ne mazāk kā 75% no purva platības.
  4. Kūdras izdegšanas dziļums (vidēji):
    - nebūtisks, ja kūdras slāņi nav skarti, nodeguši tikai sfagni, akrotelms ir maz ietekmēts, katotelms nav skarts;
    - Vidēji būtisks, ja kūdra izdegusi ne dziļāk par 1 cm; akrotelms ir ietekmēts, bet fragmentāri vēl saglabājies, katotelms ir maz skarts;
    - Būtisks, ja kūdra izdegusi 2–5 cm dziļumā, akrotelms ir nodedzis, katotelms ir skarts;
    - Ļoti būtisks, ja kūdra izdegusi dziļāk par 5 cm, akrotelms ir nodedzis, katotelms ir skarts;
  5. Ugunsgrēka ietekme uz veģetāciju dabiskā (maztraucētā) sūnu purvā (7110\* biotopa izpratnē):
    - nebūtiska, spēj īsā laikā (līdz 5 gadiem) patstāvīgi atjaunoties līdz stāvoklim, kas, līdzvērtīgs stāvoklim pirms ugunsgrēka, nav izmaiņu sugu sastāvā un saglabājas to savstarpējā proporcija;
    - vidēji būtiska, 10–20 gadu laikā spēj patstāvīgi atjaunoties līdz stāvoklim, kas, līdzvērtīgs stāvoklim pirms ugunsgrēka, nav izmaiņu sugu sastāvā, bet mainās to savstarpējās proporcijas;
    - būtiska, nespēj 20 gadu laikā patstāvīgi atjaunoties līdz stāvoklim pirms ugunsgrēka.
  6. Ugunsgrēka ietekme uz veģetāciju degradētā purvā (7120 biotopa izpratnē):
    - nebūtiska, ja pēc ugunsgrēka saglabājas degradēta purva statuss;
    - būtiska (pozitīva), ja pēc ugunsgrēka palielinās sfagnu īpatsvars, notiek 7120 sukcesija 7110\* virzienā.
  7. Ugunsgrēka vecums, jeb laiks, kas pagājis kopš degšanas fakta:
    - jauniem (neseni) līdz 5 gadiem, parasti šo gadu laikā sākotnējā veģetācija vēl nav atjaunojusies, svaigs degums ir nozīmīgs pirofilām kukaiņu sugām
    - veci ugunsgrēki – vecāki par 5 gadiem;
    - seni ugunsgrēki – vecāki par 100 gadiem.
  8. Degšanas biežums;
    - pirmreizējs ugunsgrēks;
    - degšana konkrētajā vietā ir atkārtojusies.

Latvijā mežu un purvu kā meža zemju daļas ugunsgrēkus iedala vainaugunī, zemsedzes ugunī un zemdegās. Izvērtējot starptautisko pieredzi un projekta rezultātus, ir priekšlikums arī Latvijā ugunsgrēkus un to radītos bojājumus purvu un kūdrāju platībās novērtēt ņemot vērā arī ietekmi uz kūdras slāni, ne tikai uz kokaudzi.(13.1.2. tabula).



## 12.1.2. tabula. Boreālo purvu degšanas intensitātes klasifikators.

<p><b>1. Degšanas intensitāte: vāja, viegls ugunsgrēks</b></p>	
<p><i>Raksturīgās pazīmes:</i> koku stumbri apsviluši vai apkvēpuši, zemsedze neskarta vai maz skarta, sfagnu sūnas, grīšļi un ķērpji ciņos gājuši bojā no izstarotā karstuma, bet nav pārņēmuši. Prognozējama ātra atjaunošanās, veģetācijas un mikroreljefa struktūras nemainīsies. Kūdras veidošanās nav traucēta.</p> <p><i>Kūdras bojājumu pakāpe:</i> nav.</p>	<p>Saklaura purvs (foto: I.Silamiķele)</p>
<p><b>2. Degšanas intensitāte: vidēja, vidēji stiprs ugunsgrēks</b></p>	
<p><i>Raksturīgās pazīmes:</i> kokiem nav nodedzis viss vainags (lapotne), degšanas siltums ietekmējis kokus, daļa vēlāk iet bojā, kūdras virskārtā sadegusi liela daļa organiskās materiāla, sadeguši sīkkrūmi, sūnu un virsējās kūdras slānis pārņēmušs mozaikveidā, līdz kūdras slāņiem izdeguši tikai atsevišķi laukumi. Prognozējama atjaunošanās 10–20 gadu laikā, daļa kokaudzes saglabājas, daļa saglabājas kā sausokņi, var izplatīties bērzu un priežu sējeņi, Kūdras veidošanās nepārtraucas, bet var būt īslaicīgi apgrūtināta.</p> <p><i>Kūdras bojājumu pakāpe:</i> vidēja, atsegta, degusi kūdra 30-50%, kūdras slāņi nav nodeguši dziļāk par 3 cm.</p>	<p>Saklaura purvs (foto: I.Silamiķele)</p>
<p><b>3. Degšanas intensitāte: stipra, smags ugunsgrēks</b></p>	
<p><i>Raksturīgās pazīmes:</i> sadeguši dzīvīgie koki ar lapotnēm, sadeguši un pārņēmušie lakstaugi un sūnas, degšanas rezultātā atsegtas koku saknes, vairāk kā 50% no skartās platības nodeguši vai pārņēmušie augšējie kūdras slāņi, izdeguši padziļinājumi purva virskārtā. Prognozējama ilgstoša atjaunošanās. Var mainīties nodegušās platības mikroainava un veģetācijas struktūra. Kūdras veidošanās tuvākajā laikā pēc ugunsgrēka nenotiek. Atjaunojoties veģetācijai, apdegušajās vietās sastopama parastā griezene.</p> <p><i>Kūdras bojājumu pakāpe:</i> stipra, vairāk kā 50% no platības nodedzis vairāk kā 3 cm kūdras slāņu virskārtas.</p>	<p>Sēmes purvs (foto: A.Namatēva)</p>

Novērtējot degšanas ietekmi jāņem vērā, ka degumi purvos parasti ir mozaikveida, nevienmērīgi, ar dažādu degšanas ietekmi dažādās mikroreljefa un apauguma vietās, līdz ar to, degšanas radīto ietekmju (bojājumu) novērtēšana var būt apgrūtināt.

Ugunsgrēku radīto seku likvidēšana degušos purvos, kas visbiežāk būtu saistāma ar bojātās kokaudzes izvākšanu Latvijā ir maz izmantota, jo tas ir finansiāli neizdevīgi un bieži arī nevajadzīgi, ja degšanas bojātās kokaudzes platība nav liela un purva hidroloģiskais režīms ļauj veģetācijai ātri atjaunoties. Tomēr jāņem vērā, ka degušajām platībām aizaugot ar mazvērtīgiem krūmājiem vai apmežojoties, šādi pasākumi var tikt uzskatīti par lietderīgiem. Gan ārvalstīs (piem. Vācijā (LIFE Peat restore), gan Latvijā (Apsaimniekošanas pasākumi...) purvu biotopu kvalitātes uzlabošanai tiek veikti pasākumi izcērtot purvos kokus un krūmus. Ja purvā izveidojies apaugums, kurš būtu izcērtams un ja šis apaugums pēc kāda deguma ir cietis, tad ir pamatoti to darīt. Saglabājamās sugām nepieciešamās degšanas radītās struktūras – resni apdeguši koki, kritālas. Izcirstos kokus nav nepieciešams izvākt no purva teritorijas, darbu gaitā tie būtu vismaz daļēji “iespiežami” kūdrā, šādi vienlaikus palielinot nogulumu organisko masu, gan arī neļaujot veidoties blīvajai hidrofobiskajai kūdras virskārtai.

Būtu jāapzin situācijas, kurās bojāto kokaudzi būtu pamatojums izvākt drīz pēc ugunsgrēka: piemēram, ja cietusi blīva, jaunu strauji augošu koku audze.

Degumos, kas izcēlušies īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, apsaimniekošanas pasākumi degšanas seku novēršanai parasti nav nepieciešami pat pēc stipriem ugunsgrēkiem un teritorijas atstājamas dabiskai attīstībai. Atsevišķos dabas aizsardzības plānos ir paredzēti pasākumi purvu biotopu kvalitātes uzlabošanai pēc ugunsgrēka. Piemēram, projekta “LIFE13 NAT/ILV/000578 “Prioritāro mitrāju biotopu aizsardzība un apsaimniekošana Latvijā. Slīteres nacionālā parka purvu apsaimniekošanas plāns: Bažu purvs, Pēterezera vīga, Kukšupes vīga un Jušu avots cirstu apkārtnē” plānoti apsaimniekošanas pasākumi, lai saglabātu cilvēka darbības mazskartas Bažu purva teritorijas, kas cietušas ugunsgrēkā. Izvēlētajās vietās plānota koku un krūmu izciršana gar apsaimniekotajiem meliorācijas grāvjiem (LIFE13 NAT/ILV/000578 ). ES Kohēzijas fonda projekta Nr.5.4.3.0/20/I/001 “Apsaimniekošanas pasākumu veikšana īpaši aizsargājamās dabas teritorijās un mikroliegumos biotopu un sugu aizsardzības stāvokļa uzlabošanai” ietvaros plānoti biotehniskie pasākumi purvu biotopu kvalitātes uzlabošanai, kuri tiks veikti arī ugunsgrēku skartās platībās Raganu purvā Ķemeru Nacionālajā parkā. Plānota strauji augošu priežu un bērzu apauguma samazināšana (Apsaimniekošanas pasākumi...).

## **12.2. Sākotnējie apsaimniekošanas pasākumi degšanas seku ietekmes mazināšanai purvos**

(vērtējot kā situāciju vispārīgā gadījumā, ĪADT biotopu apsaimniekošana notiek atbilstoši Dabas aizsardzības plāniem un teritorijas dibināšanas mērķim)

Analizējot projekta laikā iegūtos datus par degšanas ietekmi uz purviem un kūdrājiem, secināms, ka degšanas seku mazināšanai pēc intensīviem ugunsgrēkiem, lai veicinātu purvu vides apstākļu ātrāku atjaunošanos būtu nepieciešams īstenot biotehniskos apsaimniekošanas pasākumus. Biežāk sastopamo degšanas ietekmju novērtējums un rekomendējamie apsaimniekošanas pasākumi apkopti 12.2.1. tabulā.

**12.2.1. tabula. Rekomendējamie apsaimniekošanas pasākumi degšanas seku ietekmes mazināšanai purvos un kūdrājos**

	<p>Nodeguši priežu meži nosusinātās kūdras augsnēs (arī - aizaudzis purvs) purva ārmalā. Cenas tīrelis. Smags degums.</p> <p>Pirms degšanas kūdra veidojās, pēc deguma kūdras veidošanās nav iespējama.</p> <p>Apsaimniekošanas pasākumi – koku izciršana, virskārtas “uzaršana”, lai veidotos nevienmērīga virsma – ar ieplakām, kur uzkrāties ūdenim un ātrāk ieviesties sfagniem. Sfagnus un purva augāju var papildus transplantēt.</p>
	<p>Deguši priežu meži nosusinātās kūdras augsnēs purva ārmalā. Zemsedzes veģetācija sausuma un virskārtas blīvuma dēļ atjaunojas lēni.</p> <p>Kūdra neveidojas.</p> <p>Apsaimniekošanas pasākumi – vēlams veikt teritorijas “uzaršanu”, lai veidotos nevienmērīga virsma – ar ieplakām, kur uzkrāties ūdenim un ātrāk ieviesties sfagniem. Sfagnus un purva augāju var papildus transplantēt.</p>
	<p>Nodedzis koku stāvs, ieviešas priežu un bērzu sējeņi, bet tie nav blīvi un nav strauji augoši. Bažu purvs. Viegls degums.</p> <p>Kūdra veidojas.</p> <p>Apsaimniekošanas pasākumi – nav nepieciešami, ja sējeņi nesāk aktīvi augt. Sējeņu intensīvākās augšanas gadījumos tos vajag izplūkt.</p>



Nodedzis koku stāvs. Kokus stāvs rets. Vairākus gadus pēc ugunsgrēka lakstaugu stāvā dominē makstainā spilve.

Kūdra veidojas.

Apsaimniekošanas pasākumi – nav nepieciešami.



Deguma vietā izveidojušies lieli ciņi, ieviešas niedre. Blīvs apaugums. Lielais Mārku purvs. (foto: A.Namatēva)

Kūdras veidošanās daļēji apgrūtināta.

Apsaimniekošanas pasākumi – vēlama niedru izplatības ierobežošana.



Degums aizaug ar niedrēm, bet tai nav tendence dominēt, sfagnu īpatsvars nesamazinās. Lielais Mārku purvs (foto: V.Kreile).

Kūdra veidojas.

Apsaimniekošanas pasākumi – nav nepieciešami.



Nodedzis koku stāvs, 20 gadus pēc ugunsgrēka zemsedzē dominē sila virsis, strauji aizaug ar priedēm.

Atkarībā no degšanas intensitātes:

- 1) kūdras veidošanās nav traucēta,;
- 2) kūdras veidošanās apgrūtināta.

Apsaimniekošanas pasākumi:

– priežu un bērzu sējeņu savlaicīga izvākšana, nepieļaujot blīva aizauguma veidošanos purvā;

- koku un krūmu apauguma novākšana apglabājot to uz vietas purvā



Degradēta purva sektora deguma apmežošanās. Cenas purvs

Ar kokiem apauguša purva malas vai susināta purva (vai tā daļas) degums intensīvi izaug ar bērziem.

Cenas purvs.(foto: A.Petriņš)

Kūdras veidošanās notiek, bet turpmāk, palielinoties aizaugumam ar kokiem un krūmiem – būs apgrūtināta.

Apsaimniekošanas pasākumi – koku un atvašu izvākšana atstājot atsevišķus stubeņus.



Nodedzis susināšanas ietekmē veidojies koku stāvs purvā.

3 gadus pēc ugunsgrēka zemsedzē dominē dzegužlini un makstainā spilve. Sēmes purvs. Vidēji stiprs ugunsgrēks.

Kūdras veidošanās apgrūtināta.

Apsaimniekošanas pasākumi – nodegušā koku stāva mozaīkveidā izvākšana, pieļaujama koku “apglabāšana” uz vietas kūdrā



Koku stāvs purvā daļēji nokaltis pēc ugunsgrēka. Zemsedzē atjaunojusies mežainiem purviem raksturīga veģetācija.  
Baltmuižas purvs.

Kūdra veidojas.

Apsaimniekošanas pasākumi -nav nepieciešami.



Pārejas purvs.  
Apdedzis koku stāvs, daļa no tā tuvākajos gados iespējama ies bojā.

Bērzs purvs. Vidēji stiprs ugunsgrēks

Kūdra veidojas.

Apsaimniekošanas pasākumi – nav nepieciešami.



Dedzis zāļu purvs ar purvamiņu audzēm un molīņu ciņiem. Pēc ugunsgrēka prognozējama turpmāka ugunsnedrošu molīņu ciņu veidošanās.

Ances Dižpurvs. Vidēji stiprs ugunsgrēks.

Iespējama kūdras veidošanās.

Apsaimniekošanas pasākumi – bērzu un kārķu izciršana, iespējams, arī molīņu izplatības ierobežošana (ciņu norakšana).



Sen dedzis zāļu purvs aizaug ar kārkliem.

Kūdras veidošanās apgrūtināta.

Apsaimniekošanas pasākumi – nepieciešami zāļu purva saglabāšanai, krūmu izvākšana.

### Apsaimniekošanas pasākumu efektivitātes novērtēšana

Par efektīvu ietekmi tiek uzskatīta tāda, kas ļauj sasniegt vēlamo rezultātu. Purvu pamatfunkcija ir kūdras uzkrāšana. Līdz ar to, ja kāds veiktais pasākums atjauno kūdras uzkrāšanos pēc laika perioda, kad tā bijusi pārtraukta vai saglabā (netraucē) kūdras uzkrāšanās procesam) tad šāds pasākums uzskatām spar efektīvu. Ietekmētu purvu, t.sk. degušu, apsaimniekošanas pasākumi ir efektīvi ja:

- 1) saglabājusies vai atsākusies kūdras veidošanās, par ko liecina purviem raksturīgs augājs, kuram atmirstot sācis vedoties kūdras slānītis virs degšanas skartajiem nogulumiem;
- 2) nenotiek intensīva purva pārkrūmošanās vai apmežošanās.

Par indikatīvo rādītāju ierasti izmanto purva veidam tipisko sugu sastopamību. Purvu biotopu monitoringā ieteikts novērtēt sfagnu ģints, viršu, baltmeldru un parastās niedres sastopamību. Var pieņemt, ka kūdras veidošanas apstākļi ir stabili labvēlīgi, ja sfagnu pārklājums nav mazāks par 70%. Nepieciešams turpināt pētījumus par kūdras veidošanos pēc teritoriju apsaimniekošanas pasākumiem degradētos purvos vai kūdras lauku rekultivācijas .

Purvu nozīme tiek uzsvērtā visos ar klimatu un bioloģisko daudzveidību saistītos dokumentos, MK 26.08.2020. rīkojumā Nr. 476 “Valsts civilās aizsardzības plāns” mežu un kūdras purvu ugunsgrēki tiek ierindoti pie “dabas katastrofas klimatiskās” un atzīti kā nozīmīgi riski ar ļoti augstu ticamības līmeni. Atbilstoši EK regulas Eiropas parlamenta un padomes regula (ES) Nr. 1305/2013 (2013. gada 17.decembris) Par atbalstu lauku attīstībai no Eiropas lauksaimniecības fonda lauku attīstībai ELFLA un ar ko atceļ Padomes Regulu (EK) Nr. 1698/2005. 24. pantam “To mežu bojājumu profilaksi un atjaunošanu, ko izraisījuši mežu ugunsgrēki, dabas katastrofas un katastrofāli notikumi, tostarp kaitēkļu invāzijas un slimību uzliesmojumi un ar klimatu saistīti apdraudējumi”, uz atbalstu meža ugunsgrēku profilaksei ir tiesības pretendēt tikai par meža platībām, kas saskaņā ar dalībvalstu izstrādāto meža aizsardzības plānu klasificētas kā vidēji līdz augsta meža ugunsgrēku riska platības. Līdz ar to Latvijā purvi (sūnu purvs, zāļu purvs, pārejas purvs) tiešā veidā neatbilst šai kategorijai, jo neatbilst nevienai meža ugunsbīstamības klasei (jo nav mežs).

**Rekomendējam** purvu teritoriju ugunsbīstamības novērtēšanai lietot *purvu ugunsbīstamības klases* vai atbilstoši papildināt (paplašināt) mežu ugunsbīstamības klašu definīcijas:

**Purvu ugunsbīstamības klase** – purva ugunsbīstamības risku iespējamības relatīvais novērtējums atkarībā no konkrētā purva tipa un apauguma, kā arī kūdras ieguves lauku un apdzīvoto vietu tuvuma.

I klase – augsta ugunsbīstamība: 200 m plata josla purvā gar sūnu purvu, purvu ezeru un kūdras lauku malām,

II klase – vidēja ugunsbīstamība: zāļu purvi ar ietekmētu (zemu) gruntsūdens līmeni, izteiktiem grīšļu un graudzāļu ciņiem;

III klase – zema ugunsbīstamība: zāļu purvi un pārejas purvi ar augstu gruntsūdenslīmeni, sūnu purvu u purvu daļas tālāk par 300 km no purva, purvu ezeru un kūdras ieguves lauku malas

Purvu ugunsgrēku pētniecībai svarīgākie termini apkopoti 10. pielikumā.

## SECINĀJUMI

---

1. Pēdējo 15 gadu laikā ugunsgrēki Latvijas purvos izcēlušies vairāk kā 50 reizes, visbiežāk tie nav liekāki par 1 ha, jo tiek savlaicīgi nodzēsti, savukārt 2 ugunsgrēki šajā laika posmā lielāki – vairāk par 300 ha Saklaura purvā un vairāk par 500 ha Stiklu purvu kompleksa. Visplašākais mežu un purvu ugunsgrēks pēdējo 50 gadu laikā Latvijā reģistrēts 1992. gadā tagadējā Slīteres Nacionālā parka teritorijā, kad kopumā dega 3312 ha. Paaugstinoties vidējām gaisa temperatūrām un ieilgstot sausumam, sagaidāms, ka arī Latvijā palielināsies degšanas gadījumu biežums purvos.
2. Purvu ugunsgrēku ietekmes novērtēšanai svarīga ir degšanas izraisītā kūdru veidojošo augu un kūdras slāņa bojājuma pakāpes noteikšana.
3. Pētījuma laikā apsekotajās degumu vietās tika konstatēts, ka degušās kūdras īpašības nav izmainījušās tādā pakāpē, lai būtiski kavētu purvu pašatjaunošanos.
4. Lai gan ugunsgrēki purvos vērtējami arī kā dabiski un pat vēlami procesi, vismaz kādu laiku pēc ugunsgrēka novērojama purvu degradēšanās pazīmes. Tādēļ, konstatējot intensīva apauguma ar veidošanos ar kokiem un krūmiem, ir nepieciešams plānot atbilstošus biotehniskos apsaimniekošanas pasākumus.
5. Ugunsgrēkus purvos var klasificēt atbilstoši degšanas ietekmei uz veģētāciju un kūdru.
6. Degšanas rezultātā radīto bojājumu uzskaitē nepieciešams iekļaut degšanas ietekmētas kūdras novērtēšanu (ir vai nav izdeguši kūdras slāņi).
7. Purvu platības izdeg nevienmērīgi. Ja degšanas laikā netiek skarti kūdras slāņi, veģētācija atjaunojas dažu gadu laikā. Ja ugunsgrēka laikā nodeg kūdras virsējie slāņi, veģētācija atjaunojas lēni un veģētācijas sastāvs būtiski mainās.
8. Kūdras laukus ierobežojošie 3-5 m dziļi kontūrgrāvji neaptur uguns izplatību uz blakus esošajām purvu teritorijām, lai gan atsevišķo gadījumos to var mazināt.



9. Uguns izplatību un bīstami augstas temperatūras saglabāšanos ugunsgrēku gadījumos var veicināt augsts minerālvielu piejaukums kūdrā, kāds var būt sastopams grāvju atbērtnēs (sakarsētas minerālvielas ilgi uztur augstu temperatūru).
10. Netika konstatētas tādas augu sugas, kuru eksistencei kritiski nepieciešama degšanas ietekmēta vide purvos. Oglītes (liecība par ugunsgrēkiem), kas konstatētas īpaši aizsargājamo augu sugu dižās aslapes *Cladium mariscus* un parastā vairoglapes *Hydrocotyle vulgaris* atradnēs, liecina par iespējamu ugunsgrēku nozīmi šo sugu dzīvotnēs.
11. Pētījumā pirmo reizi Latvijā izmantota sfagnu poru izmēru analīze labi parāda sūnu kūdras ietekmētības pakāpi. Metode turpmāk attīstāma un izmantojama kūdras uzkrāšanās apstākļu novērtēšanai.
12. Izvērtējot katra deguma ietekmi, jāizvēlas atbilstošs apsaimniekošanas pasākums degšanas ietekmes mazināšanai.
13. Degšanas gadījumu biežums un izvietojums purvos, noteiktos apstākļos, liecina par purvu augstu ugunsbīstamību, tādēļ vismaz 200 m platā joslā gar purva malu un purvu ezeriem, nepieciešams tos iekļaut ugunsbīstamo teritoriju kategorijā.

## NOSLĒGUMS

---

Projekta rezultāti sniedz informāciju par ugunsgrēku norises vēsturi un ietekmi purvos (projekta izstrādes laikā sagatavoto publikāciju saraksts pievienots 11. pielikumā). Vērtējot ugunsgrēkus dabas vidē (mežā, purvā), būtu jānodala divu veidu degšanas ietekmes efekts. Viens no tiem ir savvaļas ugunsgrēks tā pamatizpratnē, kurā uguns darbojas kā dabisks vides faktors ar kopumā pozitīvu ekoloģisko efektu, kas tiek pieminēts daudzskaitlīgos zinātniskos pētījumos (Pausas, 2019): pēc izdegšanas veidojas atklātas vietas, jaunas nišas konkurences ziņā mazāk izturīgām vai gaismu mīlošām sugām vai no degumiem tiešā veidā atkarīgām sugām. Vienlaikus daļa ugunsgrēku izraisa destruktīvus traucējumus, kas izjauc dzīvotņu dabiskās sukcesijas gaitu ar nevēlamām sekām. Ietekme uz bioloģisko daudzveidību varētu būt gan pozitīva, neitrāla, gan degradējoša. Ugunsgrēku atzīstot kā kaitējumu, būtu nepieciešami degšanas izraisīto seku novēršanas pasākumi un degumu vietas apsaimniekošana, lai veicinātu nelabvēlīgās ietekmes (piemēram, krūmāju apauguma straujas palielināšanās) mazināšanu.

Ugunsgrēku biežums un izcelšanās vietas dabā (purvos, mežos) mūsdienās Latvijā nav pielīdzināms dabiskiem traucējumiem. Absolūti lielākā daļa no mežu un purvu ugunsgrēkiem Latvijā ir izcēlušies cilvēka darbības rezultātā. Cilvēka rīcības neprognozējamība liecina par pietiekami biežu ugunsgrēku izcelšanos platībās, kas atbilstoši vispārīgiem priekšstatiem par ugunsbīstamību neatbilstu ugunsnedrošām teritorijām. Degšanu var izraisīt gan neuzmanīga rīcība ar uguni (nepietiekami apdzēst ugunskurs vai cigaretes), nejaušība (apstākļu sakritība – transporta dzirksteles izraisīta degšana), gan arī apzināta kaitnieciska rīcība – meža vai purva aizdedzināšana. Lai atbilstošāk situācijai interpretētu ugunsgrēku kā “dabiska” faktora ietekmi, potenciālo ekoloģisko ieguvumu vai kaitējumu videi jāņem vērā tā izcelsmes veids.

Literatūras avotos degšana galvenokārt skatīta saistībā ar mežiem, norādot, ka tas ir sens skujkoku mežu traucētājfaktors un priekšnosacījums, lai audzes dabiski atjaunotos, bet mazāk

nozīmīgs audzēs uz mitrām augsnēm. Pieņemot, ka arī Latvijā sausos mežos degšanu var atzīt par vairāk vai mazāk dabisku faktoru, slapjo mežu un purvu degšana, ja tā tomēr ir notikusi, izraisa daudz paliekošāku ietekmi un rada lielākas nevēlamās izmaiņas uz abiotiskiem un biotiskiem faktoriem - vispirms, tā ir kūdras veidošanās procesa apstādināšana vai "sabremzēšana".

Neskatoties uz projekta laikā analizēto purvu dažādo vecumu, dziļumu un novietojumu, to degšanas vēsturē iezīmējas kopējas likumsakarības: purvi sākuši veidoties pirms Holocēna sākuma un nav datu, kas varētu apliecināt, ka degšanu purvu attīstības sākuma posmā varētu būt izraisījusi cilvēku darbība, ticami, ka tā izcēlās dabas procesu rezultātā, savukārt kūdras nogulumu augšējos slāņos palielinās liecību daudzums par ugunsgrēkiem, kurus visbiežāk izraisījuši cilvēki. Ja ūdens līmenis purvā ir pietiekami augsts, tad ugunsgrēka laikā nodeg tikai augāja virsējā daļa, bet pēc ilgstoša sausuma perioda vai pie zema ūdens līmeņa, dažādā dziļumā var izdegt arī kūdras slānis.

Lai gan kopumā veģetācija pēc ugunsgrēkiem purvos atjaunojas labi un pietiekami ātri, tā ietekme saglabājas ļoti ilgi. Pēc degšanas novērojami 3 iespējamie attīstības scenāriji:

1. vides apstākļi būtiski nemainās – ja degšanai bijusi zema intensitāte, degušas galvenokārt sūnas dabiskā purvā, uguns pārskrējusi pāri sūnu ciņiem, vai apdeguši tikai koku apakšējie zari; veģetācija atjaunojas pietiekami strauji, ar sila virsi un makstaino spilvi, dažkārt ar palielinātu polijlapu andromēdas īpatsvaru;
2. vides apstākļi kļūst sausāki nekā pirms ugunsgrēka - ja deg susinātas purva platības, degšana ir bijusi vidēji intensīva; degumos labi saglabājas un atjaunojas priede, ja ietekme bijusi lielāka – ieviešas bērzi. Sīkkrūmu stāvā pēc ugunsgrēkiem visbiežāk var dominēt vaivariņi vai virši, izplatīti dzegužlini, bet pēc kāda laika deguma vietās veidojas raksturīgi augsti (virs 30 cm) ciņi;
3. novērojama mitruma palielināšanās – pēc intensīvas degšanas teritorijās ar lielu sīkkrūmu, krūmu un koku īpatsvaru. Mitrumu palielināšanās saistāma gan ar ūdens iztvaikošanas samazināšanos caur lapām pēc augāja nodegšanas, gan ar blīvas apdegušas kūdras kārtiņas veidošanos, kas veicina būtisku tās filtrācijas samazināšanos un ūdens uzkrāšanos virspusē.

Purvu ugunsgrēku izpēte ir aktuāla tēma un to ietekmes novērtēšanai nepieciešams pētījumu turpinājums. Turpmāk nozīmīgi attīstīt sfagnu poru pētījumus vides apstākļu izmaiņu novērtējumam t.sk. pēc degšanas, kā arī kūdras mikrobioloģisko izpēti kā perspektīvu un pasaulē pēdējos gados arvien vairāk izmantotu metodi.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA

---

- Anon 2011. Meža un kūdras ugunsgrēku dzēšanas vadītāja rokasgrāmata.
- Auniņš, A. (red.) 2013. Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. precizēts izdevums. Latvijas Dabas fonds, Rīga, 356.
- Bambe, B. 1998. Purvu veģetācijas dinamika Teiču rezervātā. LU zinātniskie raksti Acta Universitatis Latviensis, 613, Latvijas purvu veģetācijas klasifikācija un dinamika, 56-66.
- Benscoter, B., W, Vitt DH, Wieder RK. 2005. Association of postfire peat accumulation and microtopography in boreal bogs. *Can J. For Res* 35:2188–93.
- Benscoter, B.,W, Wieder, R., K., 2003. Variability in organic matter lost by combustion in a boreal bog during the 2001 Chisholm fire. *Can J For Res* 33:2509–13.
- Benscoter, B.,W., Greenacre, D., Turetsky, M.,R., 2015. Wildfire as a key determinant of peatland microtopography. *Canadian Journal of Forest Research*, 2015, 45(8): 1132-1136.
- Blaauw, M. 2010. Methods and code for „classical” age – modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronolgy*. 5: 512.–518.
- Blarquez O. , Talbot J. , Paillard J., Lapointe-Elmrabti L.,Pelletier N., Gates St-Pierre C. 2018. Late Holocene influence of societies on the fire regime in southern Québec temperate forests, *Quaternary Science Reviews*, vol. 180, 63-74.
- Bond, W. J., B. W. van Wilgen 1996. Fire and plants. Chapman & Hall, London
- Bourgeau-Chavez L.L., Grelik S.L., Billmire M., Jenkins L.K., Kasischke E.S., Turetsky M.R. 2020. Assessing boreal peat fire severity and Vulnerability of peatlands to early season wildland fire. *Front. For. Glob. Change*, <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00020> )
- Bourgeau-chavez L.L., Grelik S.L., Billmire M., Jenkins L.K., Kasischke E.S., Turetsky M.R. 2020. Assessing boreal peat fire severity and Vulnerability of peatlands to early season wildland fire. *Front. For. Glob. Change*, <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00020>
- Brooks, T., Fonseca, G., A., Rodrigues, A.L., 2004. Species, Data, and Conservation Planning. *Conservation biology*, 18, 6. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00457.x>
- Canadian Forest Service Publications, 2017. Annual reports.
- Chen Y., Senesi N., Schnitzer M. 1977. Information provided on humic substances by E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub> ratios. *Soil Science Society of America Journal*, 41, 352–358
- Deane et al. 2020. Seismic lines in treed boreal peatlands as analogs for wildfire fuel modification treatments. *Fire*, 3, 21.
- DeBano, L., F. 1991. The effect of fire on soil properties. *Proceedings management and productivity of western-Montane. Forest Soils*, 8, 151-155.
- Donis J., Jansons Ā. (red.). 2010. Klimata izmaiņu radītie meža audzēšanas riski un to samazināšanas iespējas. *Uguns. Meža apsaimniekošana klimata izmaiņu kontekstā*. Silava, Salaspils, 17-21.
- Donis, J. et al. 2017. The forest fire regime in Latvia during 1922–2014. *Silva Fennica*, 51, 7746.
- Eberhards, G. 2003. Latvijas jūras krasti. LU, 292.

- England Peat action plan 2021. Department for Environment, Food & Rural Affairs <https://www.gov.uk/government/publications/england-peat-action-plan>
- Feeser, I., O'Connell, M. 2009. Fresh insight into long-term changes in flora, vegetation, land use and soil erosion in the karstic environment of the burren, western Ireland. *Journal of ecology*, 97: 1083–1100.
- Fernandez, F., Connolly K., Crowley W., Denyer J., Duff K. & Smith G. 2014. Raised Bog Monitoring and Assessment Survey 2013. Irish Wildlife Manuals, No. 81. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and Gaeltacht, Dublin, Ireland
- Foster, D., R., Glaser, P., H., 1986. The raised bogs of south-eastern Labrador, Canada: Classification, distribution, vegetation and recent dynamics. *Journal of ecology*, 74, 47–71. [Crossref Web of Science®Google Scholar](#)
- Fowler, D., Brimblecombe, P., Burrows, J., Heal, M., Grennfelt, P., Stevenson, D., Jowett, A., Nemitz, E., Coyle, M., Lui, X., Chang, Y., Fuller, G., Sutton, M., Klimont, Z., Unsworth, M., Vieno, M. 2020. A chronology of global air quality. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*. 378. 20190314. [10.1098/rsta.2019.0314](https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0314).
- Frost, C. C. 1995. Presettlement Fire Regimes in Southeastern Marshes, Peatlands, and Swamps Frost Plant Conservation Program, N.C. Department of Agriculture, P.O. Box 27647, Raleigh, NC 27611
- Frost, C.C. 1995. Pre-settlement fire regimes in south eastern marshes, peatlands and swamps. In *Fire in wetlands: a management perspective* (eds. S.I. Cerulean & R.T. Engstrom), Tall Timbers Research Station, Tallahassee 39 – 6.
- Gaigalas, G. 2001. Forest fires in Lithuania. *Int. Forest Fire News* 24: 35-40. <http://www.fao.org/3/AD653E/ad653e76.htm>
- Grimm, E., C., 1992. TILIA and TILIA-GRAPH: Pollen spreadsheet and graphics programs. 8th International Palynological Congress. Aix-en 2.
- Håkan, R., Jeglum, J., 2015. The Biology of Peatlands. 343. 1-400. [10.1093/acprof:osobl/9780199602995.001.0001](https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199602995.001.0001).
- 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 (1), 101-110.
- Huang X., Rein G. 2018. Upward-and-downward spread of smoldering peat fire Proceedings of the Combustion institute, 1-9.
- Hudspith, A. \*, Belcher C., M., Yearsley J.M. 2014. Charring temperatures are driven by the fuel types burned in a peatland wildfire
- Inoue, J., Nishimura, R., Takahara, H., 2012. A 7500-year history of intentional fires and changing vegetation on the Soni Plateau, Central Japan, reconstructed from macroscopic charcoal and pollen records within mire sediment. *Quaternary International*, 254, 12-17.
- IUCN UK, Committee Peatland Programme. Briefing Note Nr.8, Burning, 43-44.
- Jansons, Ā., Donis, J., Šņepsts, G., Jansons, J., Zadiņa, M. 2015. Meža ugunsbīstamības prognozes. *Mežzinātne*, 29, 70-83.

- Joosten, H., Clarke, D. 2002. Wise use of mires and peatlands. Background principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation group and International Peat Society, 304.
- 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 Holocen in Latvia. *Quaternary international*, 383, 186-195.
- Kalniņa, L., Kuške, E., Stivriņš, N. 2014. Formation and Development of Mires. In: Pakalne M., Strazdiņa L. (eds.) *Raised Bog Management for Biological Diversity Conservation in Latvia*. Hansa Print Riga, Rīga, 28-39.
- Kalniņa, L., Kļaviņš, M., Silamiķele, I., Dreimanis, I., Krūmiņš, J., Krīgere, I., Stankeviča, K., Žentiņa, A., 2021. Relationship between peat moisture and physical properties in differently affected peatlands (ID 73975). In: *Peatlands an peat – source of ecosystem services*. International Peatland Congress 2021, Book of Abstracts Oral Presentations, Tallinn.309-316.
- Kettridge N, Turetsky MR, Sherwood, J H, Thompson DK, Miller CA, Benscoter BW, Flannigan MD, Wotton BM, Waddington JM. 2015. Moderate drop in water table increases peatland vulnerability to post-fire regime shift. *Sci. Rep.* 5
- Khabarov, N., Krasovskii A., Obersteiber, E. 2016. Forest fires and adaptation options in Europe. *Regional Environmental Change*, 16, 21–30.
- Kitenberga, M., 2019. Hemiboreālo mežu degšanas vēsture un kokaudžu atjaunošanās degumos. Promocijas darbs. LVMI “Silava”,
- Kitenberga, M., Drobyshev, I., Elferts, D., Matisons, R., Adamovics, A., Katrevics, J., Niklasson, M., Jansons, A., 2019. A mixture of human and climatic effects shape the 250-year long fire history of a semi-natural pine dominated landscape of Northern Latvia. *Forest Ecology and Management*, 441, 192–201.
- Kolb, P. F., 2002. Tree and forest restoration following wildfire. In: Knight, J.E. (Ed.), *After Wildfire, information for landowners coping the aftermath of wildfire*. Montana State University Extension Agriculture and Natural Resources Program Bozeman, Montana.
- Kreile, V. Namatēva, A. 2007. Veģētācijas struktūra Teiču purva masīva Mindaugu kupola mikroainavās. Referātu tēzes, LU Zinātniskā konference, 55.
- Krūmiņš, J., Silamiķele, I., Purmalis, O., Stankeviča, K., Kuške, E., Pujāte, A., Ozola, I., Ceriņa, A., Rūtiņa L., Stivriņš, N., 2012. *Kūdras un sapropeļa pētījumu metodes*. L. Kalniņas un M. Kļaviņa red. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga. 25. – 30.
- Kunnas, J. 2005. A Dense and Sickly Mist from Thousands of Bog Fires: An Attempt to Compare the Energy Consumption in Slash-and-Burn Cultivation and Burning Cultivation of Peatlands in Finland in 1820-1920, *Environment and History*, 11(4), 431-446.
- Laiviņš M., 1998. Latvijas boreālo priežu mežu sinantropizācija un eitrofikācija. *Latvijas Veģētācija*, LU Bioģeogrāfijas laboratorija 1, 137.
- Lampin-Maillet, C., Mantzavelas, A., Galiana, L., Jappiot, M., Long-Fournel, M., Herrero C., Karlsson, O., Iossifina, A., Thalia, L., Thanassis, P., 2010. Wildland urban interfaces, fire behaviour and vulnerability: characterization, mapping and assessment. Research Report - European Forest Institute (EFI). 23.

- Lin, S., Yau Kuen Cheung, Y., K., Xiao, Y., Huang, X. 2020. Can rain suppress smoldering peat fire? 2020. *Science of The Total Environment*, Volume 727, 138468. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138468>
- Lindberg, H., Punttila, P., & Vanha-Majamaa, I. 2020. The challenge of combining variable retention and prescribed burning in Finland. *Ecological Processes*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0207-3>
- Liv, G., Velle, Liv, S., Nilsen, Vigdis, Vandvik, 2012. The age of Calluna stands moderates post-fire regeneration rate and trends in northern Calluna heathlands. *Applied Vegetation Science* 15, 119–128
- Liv, S. Nilsen Line Johansen Liv G. Velle. 2005. Early stages of Calluna vulgaris regeneration after burning of coastal heath in central Norway. *Applied Vegetation Science* 8: 57-64. © IAVS; Opulus Press Uppsala. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2005.tb00629.x> Citations: 22
- Marcisz, K., Tinner, W., Colombaroli, D., Kołaczek P., 2015. Long-term hydrological dynamics and fire history over the last 2000 years in CE Europe reconstructed from a high-resolution peat archive. *Quaternary Science Reviews*, 112, 138-152.
- Masing, V., 1998. Multilevel approach in mire mapping, research, and classification. Contribution to the IMCG classification workshop, March 25–29, Greifswald. <http://www.imcg.net/docum/greifswa/masing.htm>.
- Milori, D.M.B.P., Neto L.M., Bayer C., Mielniczuk J., Bagnato V.S. 2002. Humification Degree of Soil Humic Acids Determined by Fluorescence Spectroscopy. *Soil Science*, 167, 739-749
- Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G., 1986. *Wetlands*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Morrissey, L., A., Livingston, G., P., Zoltai, S., C., 2000. Influences of Fire and Climate Change on Patterns of Carbon Emissions in Boreal Peatlands. In: Kasischke E.S., Stocks B.J. (eds) *Fire, Climate Change, and Carbon Cycling in the Boreal Forest*. Ecological Studies (Analysis and Synthesis), vol 138. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-21629-4\\_24](https://doi.org/10.1007/978-0-387-21629-4_24)
- Noblea, A., Crowleb A., Glavesb D.J., Palmera S.M, Holden J. 2019. Fire temperatures and Sphagnum damage during prescribed burning on peatlands. *Ecological Indicators*. 103, 471-478.
- Oris, F., Ali A., A., Asselin, H., Paradis, L., Bergeron, Y., Finsinger, W., 2014. Charcoal dispersion and deposition in boreal lakes from 3 years of monitoring: differences between local and regional fires. *Geophys. Res. Lett.* 41, 6743–6752  
10.1002/2014GL060984
- Pakalne, M., Kalnina L. 2005. Mire ecosystems in Latvia. Steiner, G. M. (ed.). *Moo von Sibirien bis Feuerland / Mires - from Siberia to Tierra del Fuego*. Linz : [Biologiezentrum](http://www.biologiezentrum.at)
- Pakalne, M., Strazdiņa, L., Aleksāns, O. 2016. Latvijas purvu bioloģiskā nozīme , aizsardzība un biotopu atjaunošana. *Akadēmiskā dzīve*, 52: 12-27.
- Parro, K., Metslaid, M., Renel, G., Sims, A., Stanturf, J.A., Jõgiste, K., Köster, K. 2015. Impact of postfire management on forest regeneration in a managed hemiboreal forest, Estonia. *Canadian Journal of Forest Research*, 45, 1192–1197.

- Parviainen, J. 1996. Impact of fire on Finnish forest in the past and today, *Silva Fenn.*, 30 (2–3), 353-359.
- Pausas, J., G., Keeley, J., 2019. Wildfires as an ecosystem service. *Front Ecol Environ*, 17(5): 289–295, doi:10.1002/fee.2044
- Peltola, A. 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014 (Finnish Statistical Yearbook of Forestry). SVT Maa-, metsä- ja kalatalous 2014 (Official Statistics of Finland: Agriculture, forestry and fishery). Metsäntutkimuslaitos (Finnish Forest Research Institute).
- Pettijohn, F. J., Potter, Paul E., Siever, R., 1987. Sand and Sandstone.
- Peuravuori, J., Pihlaja K. 1997. Molecular size distribution and spectroscopic properties of aquatic humic substances. *Analytica Chimica Acta*, 337, 133-149
- Pitkänen, A., J. Turunen, and K. Tolonen (1999), The role of fire in the carbon dynamics of a mire, eastern Finland, The Holocene, 9(4), 453-462.
- Prat-Guitart N., Rein G., Hadden R. M., Belcher C. M., Yearsley J. M. (2016 b) Propagation probability and spread rates of self-sustained smouldering fires under controlled moisture content and bulk density conditions. *International Journal of Wildland Fire* 25, 456-465. <https://doi.org/10.1071/WF15103>
- Prat-Guitart, N., Rein, G., Rory, M., Hadden, R. H., Claire, M., Belcher, C. M., Yearsley, J. M., 2016. Effects of spatial heterogeneity in moisture content on the horizontal spread of peat fires. *Science of The Total Environment*, 572, 1422-1430.
- Priede, A. (red.). 2017. *Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā*. 4.sējums. Purvi, avoti un avoksnāji. Dabas aizsardzības pārvalde. Sigulda.
- Rapport, D., R., Costanza, McMichael, A., 1998. Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology & Evolution* 13:397–402.
- Ratnaningsih, A., T., Prasytaningsih, S., R., 2017. The Characteristics of Peats and CO2 Emission Due to Fire in Industrial Plant Forests. *International Conference on Environment and Technology (IC-Tech)*. Pekanbaru, IOP Publishing, 1.-5.
- Rein, G., 2009. Smouldering combustion phenomena in science and technology. *International Review of Chemical Engineering (I.RE.CH.E.)*, 1, 3 – 18.
- Rein, G., 2016a. Smoldering Combustion. In: Hurley M.J. et al. (eds) *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_19)
- Rein, G., Cleaver, N., Ashton, C., Pironi, P., Torero, J., L., 2008. The severity of smouldering peat fires and damage to the forest soil. *Catena*, 74, 304 – 309.
- Restuccia, F., Huang, X., Rein, G., 2017. Self-ignition of natural fuels: Can wildfires of carbon-rich soil start by self-heating? *Fire Safety Journal*, 91, 824 – 834.
- Rydin, H. 1993. Mechanisms of interactions among sphagnum species along water-level gradients. *Adv. Bryol.* 5: 153-185
- Rodwell, J.S. (Ed.), 1991. *Mires and heaths British Plant Communities*, 2. Cambridge University Press, Cambridge.
- Santisteban, J.I., Mediavilla, R., López-Pamo, E. 2004. Loss on ignition: a qualitative or
- Schwilk, D. W. 2003. Flammability is niche construction: canopy architecture affects fire intensity. *American Naturalist* 162: 725-733.

- Shaorun, L., S., Yanhui, L., Xinyan, H. 2021. Climate-induced Arctic-boreal peatland fire and carbon loss in the 21st century. *Science of The Total Environment*, Volume 796,
- Siegert, F., Zhukov, B., Oertel, D., Limin, S., Page, S., E., Rieley, J., O., 2004. Peat fires detected by the BIRD satellite, *International Journal of Remote. Sensing*, 25:16, 3221-3230, DOI: [10.1080/01431160310001642377](https://doi.org/10.1080/01431160310001642377)
- Sillasoo, Ü., Väliiranta, M., Tuittila, E.-S. 2011. Fire history and vegetation recovery in two raised bogs at the Baltic Sea. *Journal of vegetation science*, 22, 6.
- Silviana, S.,H, Saharjo, B.,H, Sutikno, S. 2020, Fire risk analysis based on groundwater level in rewetting peatland, Sungaitohor village, kepulauan Meranti district, Riau province. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, vol. 796.
- Sirin, A., A., Medvedeva, M., A., Joosten, H. 2020. Multispectral satellite based monitoring of land cover change and associated fire reduction after large-scale peatland rewetting following the 2010 peat fires in Moscow Region (Russia), *Ecological Engineering*, 19.
- Stivrins, N., Aakala, T., Ilvonen, L., Pasanen, L., Kuuluvainen, T., Vasander, H., Gałka, M., Disbrey, H., Liepins, J., Holmström, L., 2019. Integrating fire-scar, charcoal and fungal spore data to study fire events in the boreal forest of northern Europe. *The Holocene*. 1-11. [10.1177/0959683619854524](https://doi.org/10.1177/0959683619854524).
- Stivrins, N., Cerina, A., Gałka, M., Heinsalu, A., Lõugas, L., Veski, S., 2019. Large herbivore population and vegetation dynamics 14,600–8300 years ago in central Latvia, northeastern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 266: 42-51.
- Stivriņš, N., 2012. Kūdras un sapropeļa pētījumu metodes. Rīga, Latvijas Universitāte., 80.
- Stracher, G.B., Prakash, A., Rein, G. (eds.) 2015. *Coal and Peat Fires. A Global Perspective. Volume 4. Peat - Geology, Combustion, and Case Studies*. Elsevier, Amsterdam.
- Suveizda, L. 2016. Meža ugunsgrēki Latvijā laika periodā no 1990 līdz 2014. gadam. grām.: Aktuāli savvaļas sugu un biotopu apsaimniekošanas piemēri: meži.
- Svahnäck, L., 2007. Precipitation-induced runoff and leaching from milled peat mining mires by peat types: a comparative method for estimating the loading of water bodies during peat production.
- Šnore, A., 2013. Kūdras ieguve. Rīga, Nordik, 431.
- Tanneberger, F., Tegetmeyer, C., Busse, S., Barthelmes, A., S. Shumka, A. Moles Mariné, K. Jenderedjian, G.M. Steiner, F. Essl, J. Etzold, C. Mendes, A. Kozulin, P. Frankard, Đ. Milanović, A. Ganeva, I. Apostolova, A. Alegro, P. Delipetrou, J. Navrátilová, M. Risager, A. Leivits, A.M. Fosaa, S. Tuominen, F. Muller, T. Bakuradze, M. Sommer, K. Christanis, E. Szurdoki, H. Oskarsson, S.H. Brink, J. Connolly, L. Bragazza, G. Martinelli, O. Aleksāns, A. Priede, D. Sungaila, L. Melovski, T. Belous, D. Saveljić, F. de Vries, A. Moen, W. Dembek, J. Mateus, J. Hanganu, A. Sirin, A. Markina, M. Napreenko, P. Lazarević, V. Šefferoová Stanová, P. Skoberne, P. Heras Pérez, X. Pontevedra-Pomba, J. Lonnstad, M. Kuchler, C. Wüst-Galley, S. Kirca, O. Mykytiuk, R. Lindsay and H. Joosten, 2017. The peatland map of Europe. *Mires and Peat*, Volume 19, 1–17, <http://www.mires-and-peat.net/>, International Mire Conservation Group and International Peatland Society, DOI: [10.19189/MaP.2016.OMB.264](https://doi.org/10.19189/MaP.2016.OMB.264)
- Toney, J.L., Anderson, R.S. 2006. A postglacial palaeoecological record from the San Juan Mountains of Colorado USA: fire, climate and vegetation history. *The Holocene*, 16: 505–517. *Palaeoclimat, Palaeoecol.*, 252: 481–485.



- Tuittila, E.-S., Väiliranta, M., Laine, M., Korhola, A. 2007. Quantifying patterns and controls of mire vegetation succession in a southern boreal bog in Finland using partial ordinations. *Journal of vegetation science*, 31, 4. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02605.x>
- Turetsky, M., R, Crow, S., E, Evans, R., J., Vitt, D., H., Wieder, R., K., 2008. Trade-offs in resource allocation among moss species control decomposition in boreal peatlands. *J. Ecol.* 96(6): 1297-1305
- Turetsky, M., R., Amiro, B., D., Bosch, E., Bhatti, J., S., 2004. Historical burn area in western Canadian peatlands and its relationship to fire weather indices. *Global Biogeochemical Cycles*, 18, 1-9.
- Turetsky, M., R., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., Van der Werf, G. R., Watts, A., 2015. Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geoscience*, 8, 11–14.
- Turetsky, M., R., Kane, E., S., Harden, J., W., Ottmar, R., D., Manies, K., L, Hoy, E., Kasischke, E., S., 2011. Recent acceleration of biomass burning and carbon losses in Alaskan forests and peatlands. *Nat. Geosci.* 4(1): 27-31
- Usup, A., Hashimoto, Y., Takahashi, H., Hayasaka, H., 2004. Combustion and thermal characteristics of peat fire in tropical peatland in Central Kalimantan, Indonesia. *Tropics*, 14, 1 – 19.
- Valsts meža dienests. 2018. *Meža ugunsapsardzība*. Rīga, Valsts meža dienests.
- Van Geel, B. 1978. A palaeoecological study of holocene peat bog section in germany and the netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, coprophytes and animals. *Rev. Palaeob. Palynol.*, 31: 367–448.
- Vasilakos, C., Kalabokidis, K., Hatzopoulos, J., Kallos, G., Matsinos, Y., 2007. Integrating new methods and tools in fire danger rating. *International Journal of Wildland Fire*. 16. 306-316. 10.1071/WF05091.
- Virtanen, K., Hänninen, P., Kallinen, R.-L., Vartiainen, S., Herranen, T., Jokisaari, R., 2003, Suomen turvevarat 2000 Summary: The peat reserves of Finland in 2000. 1-101.
- Wein, R.W., MacLean, D., A. R.W. (ed.), 1983. *The Role of Fire in Northern Circumpolar Ecosystems. An overview of fire in northern ecosystems.* Canadian forest service publication, John Wiley & Sons Ltd., New York, New York, 1-18.
- Whitlock, C., Bartlein, P. J., 2003. Holocene fire activity as a record of past environmental change, in *The Quaternary Period in the United States*, eds Gillespie A. R., Porter S. C., Atwater B. F., ed. (Amsterdam: Elsevier; ), 479–490.
- Whitlock, C., Larsen, C. 2001. Charcoal as a fire proxy, in *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*, eds Smol J. P., Birks H. J. B., Last W. M. (Dordrecht: Springer), 75–97.
- Wieder K, Scott K., D, Kamminga K, Vile MA, Vitt DH, Bone T, Xu B, Benscoter BW, Bhatti JS. 2009. Postfire carbon balance in boreal bogs of Alberta, Canada. *Global Change Biol.* 15(1): 63-81
- Zaccone, C., Rein, G., D’Orazio, V., Hadden, R., Belcher, C., M., Miano, T.M. 2014. Smouldering fire signatures in peat and their implications for palaeoenvironmental reconstructions,

- Zalite, K., Kalvans J., Samite D., Rusina S., 2012. Use of Remotely Sensed Data and Vegetation Indices for Post-fire Vegetation Regeneration Observations in a Boreal Mire Complex. *Space Research Review*, Ventspils, Vol. 1, 5.
- Zoltai, S.C., Morrissey, L.A., Livingston, G.P. & De Groot, W.J. 1998. Effects of fires on carbon cycling in North American boreal peatlands. *Environmental Reviews* 6: 13 - 24.
- Издательство стандартов, 1989. ГОСТ 28245-89, Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения, Москва.
- Кац Р.Я., Кац С.В., Скюбеева С. А., 1977. Атлас растительных остатков в торфах”, изд. Недра, Москва.
- Тюремнов, С. Н. 1976. *Торфяные месторождения*. Москва, Недра.

### **Normatīvie akti:**

- Ugunsdrošības un ugunsdzēsības likums. 07.01.2020.
- MK rīkojums Nr. 696, 24.11.2020. “Par Kūdras ilgtspējīgas izmantošanas pamatnostādnēm 2020.-2030. gadam”
- MK rīkojums Nr. 476, 26.08.2020. “Valsts civilās aizsardzības plāns”
- EK regulas Eiropas parlamenta un padomes regula (ES) Nr. 1305/2013 (2013. gada 17.decembris) Par atbalstu lauku attīstībai no Eiropas lauksaimniecības fonda lauku attīstībai ELFLA un ar ko atceļ Padomes Regulu (EK) Nr. 1698/2005.

### **Nepublicētā literatūra:**

- Čerļenoka, K. 2014. Veģetācijas atjaunošanās gaita Lielajā Ķemeru tīrelī pēc 1999. gada ugunsgrēka, LU, bakalaura darbs.
- Dziļuma, L.I. 2019. Veģetācijas sastāva raksturojums Saklaura purva degumos. Rīga, LU, bakalaura darbs.
- Hmeļevska, J. 2015. Meža ugunsgrēki Latvijā un meteoroloģisko apstākļu ietekme uz tiem. LU, bakalaura darbs.
- Ivanovs, N. 2020. Ugunsgrēku ietekme uz kūdras īpašībām un veģetāciju Saklaura purvā. LU, bakalaura darbs.
- Krūmiņš, G. 2020. Latvijas mežu ugunsbīstamības novērtēšanas modeļa izveide. LU, bakalaura darbs.
- Namatēva, A., 2011. Mikroainavu telpiskā struktūra un to ietekmējošie faktori Austumlatvijas zemienes augstajos purvos. Promocijas darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 154.
- Stankeviča, L. 2016. Kūlas dedzināšanas izraisīto meža ugunsgrēku izplatība Latvijā un to noteicošie veģetācijas un ainavas faktori. LU, Bakalaura darbs.
- Vilks, K. 2019. “Īpaši aizsargājamo kukaiņu sugu un to dzīvotņu inventarizācija biotopu direktīvā iekļauto sugu un biotopu aizsardzības stāvokļa izvērtējuma kontekstā”, LU Bioloģijas fakultāte, Latvijas Vides aizsardzības fonda projekta (Reģ.nr. 1-08/160/2018) atskaite

Aizsargājamo ainavu apvidus „Ādaži” dabas aizsardzības plāns. 2015.-2025, <https://www.daba.gov.lv/lv/media/1068/download> (Atsauce tekstā (Ādaži, 2015).

Slīteres Nacionālā parka purvu apsaimniekošanas plāns: Bažu purvs, Pēterzera viga, Klukšupes viga, Jušu avoti Cirstu apkārtnē, LU, 2015.

Projekts “Prioritāro mitrāju biotopu aizsardzība un apsaimniekošana Latvijā”  
Mitrāji – LIFE13 NAT/LV/000578 (atsauce tekstā: LIFE Mitrāji)

Dabas aizsardzības pārvalde 2011. *Ziemeļu purvi*. Dabas aizsardzības pārvalde. Sk. 16.04.2019. Pieejams: [https://www.daba.gov.lv/public/lat/iadt/dabas\\_liegumi/ziemelu\\_purvi/](https://www.daba.gov.lv/public/lat/iadt/dabas_liegumi/ziemelu_purvi/) (atsauce tekstā: DAP, 2001)

ES Kohēzijas fonda projekts Nr.5.4.3.0/20/I/001 “Apsaimniekošanas pasākumu veikšana īpaši aizsargājamās dabas teritorijās un mikroliegumos biotopu un sugu aizsardzības stāvokļa uzlabošanai”, projekta materiāli, atsauce tekstā: Apsaimniekošanas pasākumi.

Teiču rezervāta dabas aizsardzības plāns. 2006. Ļaudona (atsauce tekstā: DAP Teiči).

LVĢMC dati par degamības rādītājiem.

#### **Interneta resursi**

<https://firesafemarin.org/create-a-fire-smart-yard/plants/fire-hazardous-plants/> (skatīts: 20.11.2021, atsauce tekstā: Firesafemari)

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/biogeographical-regions-in-europe-1tps://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/phraus/all.html#FIRE%20ECOLOGY> (skatīts 3.10.2021, atsauce tekstā: [www.fs.fed.us](http://www.fs.fed.us))

[https://www.lvmgeo.lv/kartes, LGIA 2013\).](https://www.lvmgeo.lv/kartes, LGIA 2013).)

## PIELIKUMI

---

Pielikums. Analizētie kūdras paraugi

Pielikums. Sugas

Pielikums. Bažu purvs

Pielikums. Ķemeru tīrelis

Pielikums. Sēmes purvs

Pielikums. Saklaura purvs

Pielikums. Citi purvi

Pielikums. Degušie purvi\_foto.

Pielikums. Deguši purvi\_saraksts

Pielikums. Termini

Pielikums. Publikācijas