

**JÄÄKSOODE VEEREŽIIMI TAASTAMISE KOMPLEKSUURINGU VAHEARUANNE
PROJEKTI 1. ETAPI KOHTA (2018.a.)**

1. PROJEKTI KESTUS	Algus 24.04.2017 (kuu/aasta):	Lõpp: 01.09.2023 (kuu/aasta)
---------------------------	---	--

2. PROJEKTI TAOTLEJA (teadusasutus): Tartu Ülikool
Telefon: +372 7 375826
Aadress: Ülikooli 18, 50090 Tartu
Registrikood: 74001073
Panga rekvisiidid: SEB Pank AS, Tornimäe 2, 15010 TALLINN, arvelduskonto (IBAN): EE281010102000234007 , SWIFT/BIC: EEUHEE2X , käibemaksukohustuslase nr (VAT number): EE100030417 , tehingupartneri kood (TP kood): 605201

3. PROJEKTI JUHT:	Ain Kull (Ees- ja perekonnanimi)	Vanemteadur, PhD (Amet, teaduskraad)
--------------------------	-------------------------------------	---

4. PROJEKTI PÕHITÄITJAD ARUANDEPERIOODI VÄTEL		
Projekti põhitäitjad:		
Ees- ja perekonnanimi	Teaduskraad	Ametikoht
1. Ain Kull	PhD	loodusgeograafia vanemteadur
2. Valentina Sagris	PhD	geoinformaatika teadur
3. Edgar Karofeld	PhD	rakendusökoloogia vanemteadur
4. Kai Vellak	PhD	taimeökoloogia vanemteadur
5. Gert Veber	MSc, doktorant	keskkonnaspetsialist
6. Edgar Sepp	MSc, doktorant	geoinformaatika spetsialist
7. Marko Kohv	PhD	rakendusgeoloogia teadur
8. Mae Uri	Dipl./BSc	spetsialist (keemik)

Projektiga seotud abitööjõud:		
1. Birgit Viru	MSc	doktorant
2. Iuliia Burdun	MSc	doktorant
3. Tauri Tampuu	MSc	doktorant
4. Merle Muru	PhD	teadur

5. PROJEKTI KULUD ARUANDEPERIOODIL 2018.a. 25451.25 eurot	
	Kokku
Töötasud (põhitäitjad + abitööjõud)	5384.91
Sotsiaalmaks	1777.02
Töötuskindlustusmaks	43.07
Ostetud teenused	1124.80
Lähetuskulud	3144.02
Materjalid, tarvikud, masinad, seadmed	8944.96
Muud kulud	5032.47
Kokku	25451.25

Ostetud teenuste selgitus	1124.80	Mullaanalüüsid (v.a. mulla süsinikusisaldus, mis analüüsi geogr. osak. laboris)
Lähetuskulude selgitus	3144.02	Kõik lähetused on seotud välitöödel gaasi- ning veeproovide regulaarse kogumisega, drooniseire ning taimkatteseirega.
Materjalide, tarvikute, masinate ja seadmete selgitus	8944.96	Soetati veetasemete automaatlõiged, drooniseireks kalibreeritud peegeldusnäitajatega referentsplaadid, taimkattepuksiruumide märkimiseks plastikvaid, mõõteseadmete patareid, mõõdulindid jmt. tarvikud
Muude kulude selgitus	5032.47	Tartu Ülikooli üldkulueraldis (20%) RMK-lt 2018.a. laekunud lepingutasult

6. PROJEKTI TÄITMISE VAHEARUANNE

Jääksoode taastamisprojektidele sisendi andmine.

2018.a. osalesid Tartu Ülikooli esindajad regulaarselt Kõima, Maima, Laiuse ja Ess-soo taastamisprojektide arutelus ja andsid kogu projekteerimistööde perioodi ulatuses sisendit nii projekteerijale kui tellijale. Täiendavalt osaleti koos RMK esindajatega 8. märtsil Urvaste seltsimajas Ess-soo taastamistöödest huvitatud kodanikele ettekandega, mis tutvustas 2017.a. alanud, 2018.a. toimuvat ja kuni 2023.a. kavandatud tegevust Ess-soos.

Välitööd monitooringualadel.

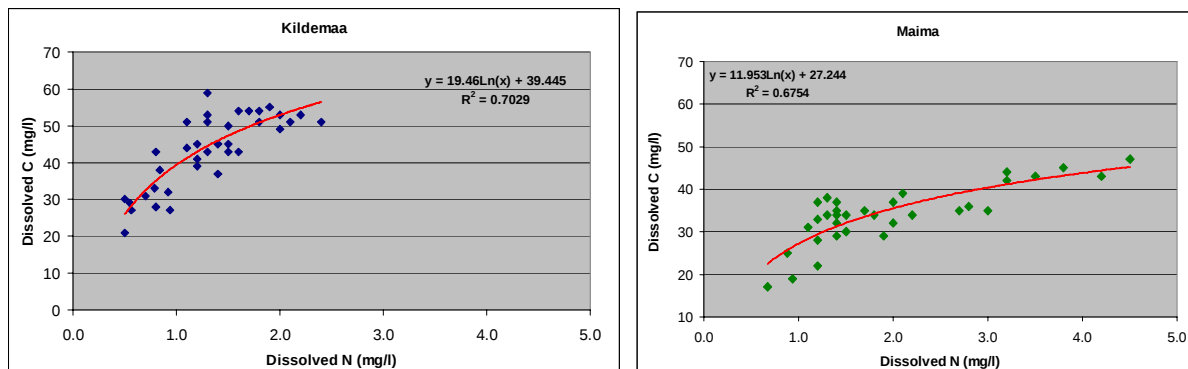
2018.a. on igakuiselt (Laiuse ja Ess-soo aladelt sügisest kevadeni kaks korda kuus) püsiproovialadelt kogutud gaasiproovid (CO_2 , N_2O , CH_4), mõõdetud vaatluskaevudes veetase, portatiivsete seadmetega O_2 sisaldus (mg/l) ning küllastatustase ($\text{O}_2\%$), pH, konduktiivsus ($\mu\text{S/cm}$), ORP (mV). Laboratoorselt on igakuiselt (Laiuse ja Ess-soo puhul kaks korda kuus) määratud vaatluskaevudest ning referentsaladega piirnevatest kraavidest kogutud veeproovidest üldsüsiniku ja üldläämmastiku, lahustunud üldsüsiniku, lahustunud orgaanilise süsiniku, lahustunud anorgaanilise süsiniku ning lahustunud üldläämmastiku sisaldus. Alustati igakuist kasvuhoonegaaside (CO_2 , N_2O , CH_4) voo mõõtmist tootmisväljakute vahelistest kraavidest.

Esmased tulemused näitavad, et kui 2017 keskmisest sademeterikkamal aastal oli CO_2 voog madal kuni mõõdukas ($30\text{--}50 \text{ mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) ja soodele iseloomuliku aastase käiguga, kus maksimaalsed väärtused ($52\text{--}123 \text{ C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) esinevad soojematel kuudel, siis 2018.a. mis oli tavapärasest oluliselt kuivem ning keskmisest soojem, oli gaasivoog intensiivsema mineraliseerumisprotsessi tõttu oluliselt suurem ($>100 \text{ mg C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) ja püsis kõrgena kauem (oktoobrini). Intensiivsest mineraliseerumisest andis 2018.a. kõige selgemalt tunnistust N_2O voog, mis looduslikes rabades on iseloomulikult väga madal ($<1.5 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) ent jääksoodes kõrgem. Kui 2017.a. oli emissioon Kõima, Ess-soo ja Laiuse $-0.7 \dots 0.5 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, $4.2 \dots 6.3 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ Kildemaa ja Maima jääksoos, siis 2018.a. oli emissioon ligi 2-2.5 korda kõrgem ja väga kõrge oli emissioon Kildemaa ($>25 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) ja Maima jääksoos ($>100 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Vaatamata pikaajalisest põuast (aprill-august) tingitud madalale veetasemele, oli kõrgema poorivee temperatuuri tõttu siiski ka metaani emissioon 2018.a. kõrgem ($\sim 10\%$) kui sademeterohkel 2017.a.

Tootmisväljakute vahelistest 1-1.2 m laiadest kraavidest gaasivoo mõõtmine tõi esile äärmiselt olulise aspektina, mida on vaja korrastamistööde juures arvestada, et vaatamata nende tühisele osakaalule jääksoode kogupindala mõttes (alla 0.05%) võib neist lenduda kuni 50% kogu jääksoo metaanist (voog ligi 50-200x suurem kui endistel tootmisväljakutel).

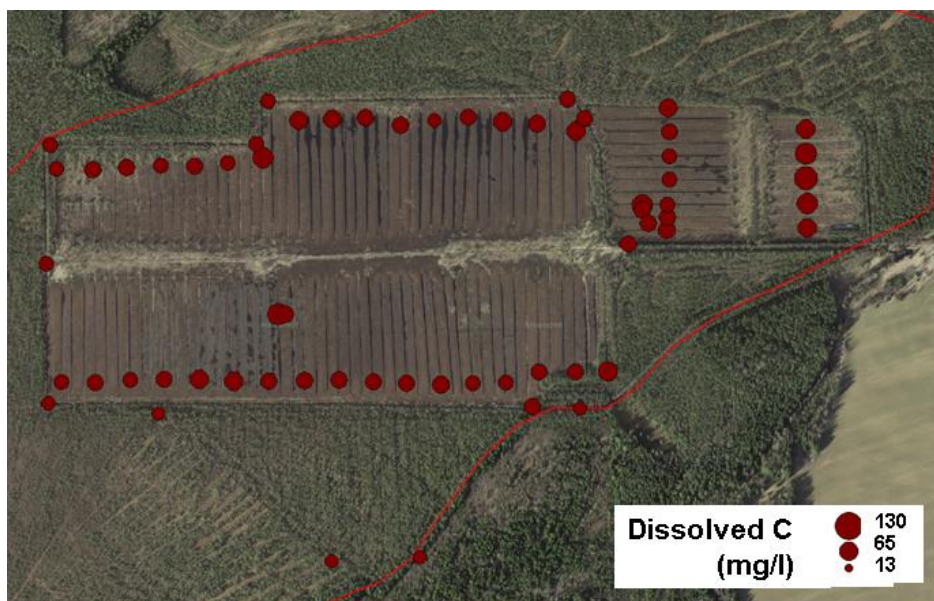
Veeseire tulemused näitavad, et 2018.a. kuival suvel langes minimaalne veetase Laiuse, Ess-soo ja Maima jääksoos ligi 40 cm sügavamale kui 2017.a. (vastavalt -46.7, -72.5 ja -55.2 cm) ja Kildemaa freesturbaväljal kuivas läbi kogu jääkturbalasund (68 cm). Kõima rabas, mis on lausaliselt turbasambalaga kaetud ja looduslikule seisundile kõige lähedasem, oli veetaseme alanemine väiksem.

Nii turbavees kui jääksoo kraavidest on süsinik ja lämmastik valdavalt lahustunud vormis, lahustunud ja lahustumata vormid aga omavahel tugevalt korreleeritud. Lämmastiku ja süsinikusisaldus oli mõõtmisperioodil kõrgem turbavees, kraavidest oli pindmise äravoolu ja sademetevee tõttu toimunud vähesel määral lahendumine. Küll aga on nii kraavi- kui turbavees lahustunud süsiniku (DC) ja lahustunud lämmastiku (DN) suhe väga heaks turba mineraliseerumise indikaatoriks: DN/DC suhe on seda kõrgem ja regressioonvõrrandi seos tugevam, mida enam on ala häiritud (joonis 1).

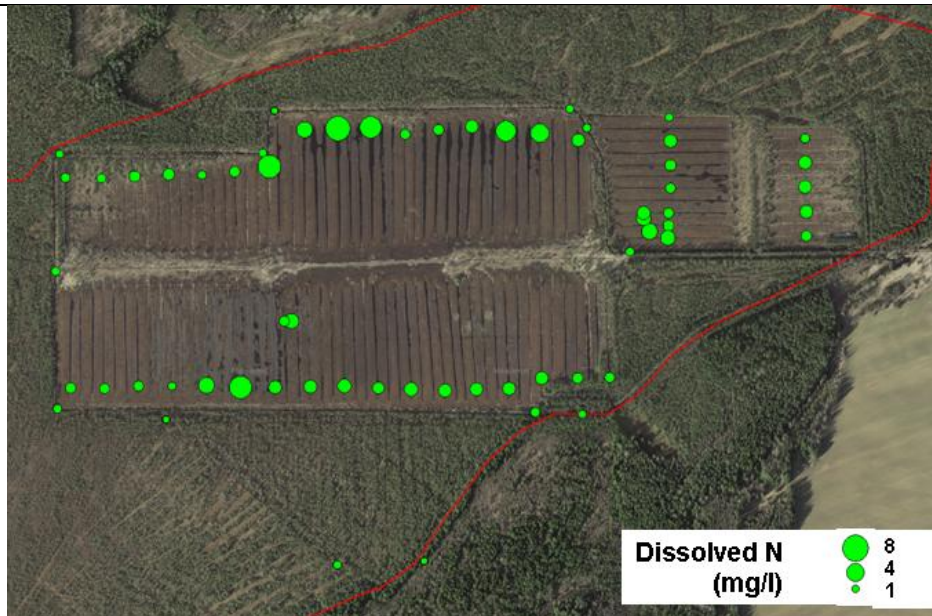


Joonis 1. Lahustunud süsiniku ja lahustunud üldlämmastiku vaheline seos Kildemaa ja Maima jääksoo näitel.

Veekvaliteedi näitajate ruumilise autokorrelatsiooni hindamiseks viidi läbi eksperiment, mille käigus koguti veeproovid nii tootmisväljakutevahelistest kraavidest, piirdekraavidest kui väljavooludest. Kevadsuviste veeproovide tulemused näitavad tugevat autokorrelatsiooni süsiniku kontsentratsiooni (joonis 2) ja mõõdukat korrelatsiooni lahustunud üldlämmastiku (joonis 3) osas. Plaanitud suvelõpu-sügisene kordusanalüüs jäi 2018.a. põuast tingitud kraavide läbikuivamise tõttu ära kuid kordusanalüüs on kavandatud 2019.aastaks.



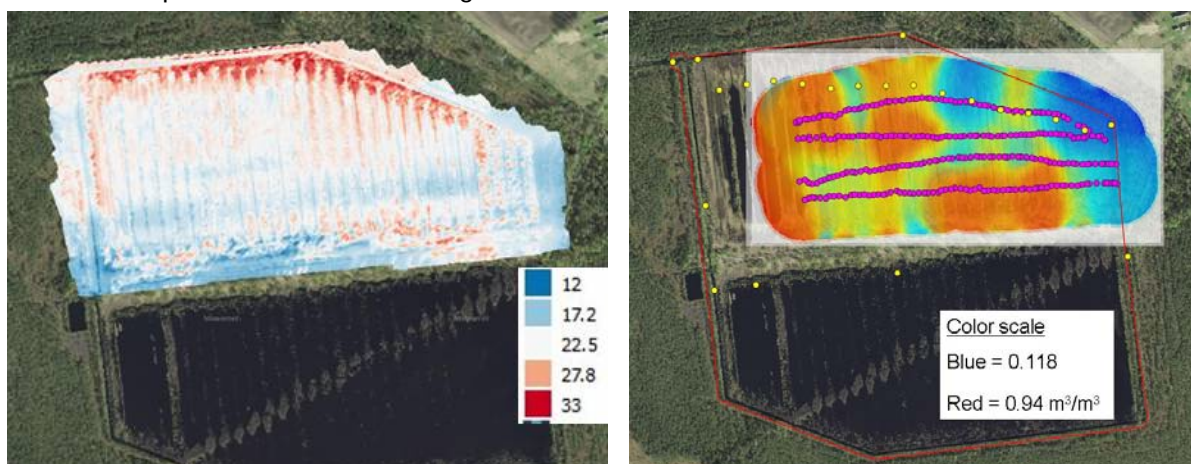
Joonis 2. Lahustunud süsiniku (DC) kontsentratsioon jääksoo kraavivees.



Joonis 3. Lahustunud lämmastiku (DN) kontsentratsioon jääksoo kraavivees.

2018.a. jätkati satelliitpiltide alusel seire metoodika väljatöötamise ja testimisega ja laiendati tegevust kasutamaks pilvisusest sõltumatut Sentinel-1 sünteetilise apertuurradari (SAR) andmeid maapinnaniiskuse ning veetaseme ülepinnaliseks hindamiseks.

Alustati drooniseirega ja metoodika väljatöötamisega. Peamised RGB kaameraga seotud metoodilised küsimused on seotud erinevate aastate lõikes homogeensete aegridade saavutamisega, sest vaatamata päikesekiirgusandurite ja kalibreeritud peegeldusplaatide kasutamisele on drooniseireks liiga suurte (eriti Ess-soo ja Maima) alade puhul probleemiks suur kiirgusspektri ajaline varieeruvus ja sellest tulenevalt piiratud automatiseeritud taimkatteklassifitseerimise edukus erinevate ülelendude vahel, aga ka isegi sama päeva lendude osas kui kiirgusintensiivsus jõudis pika lennuaja jooksul oluliselt muutuda. Lisaks RGB kaamerale katsetati Laiuse testalal ka infrapunakaameraga (IR) drooniseiret, et ühest küljest parandada RGB kaameraga kombineeritult taimkatteklasside eristamise võimet ja teiseks hinnata taimestumise edukust maapinna temperatuuri alusel (suvine kõrge pinnatemperatuur on hüpoteesikohaselt taimestumisele oluline takistus) ning maapinna erineva soojenemise kaudu (kaks ülelendu IR kaameraga hommikul jahtunud maapinnaga ning pärastlõunal maksimaalselt soojenenud maapinnaga ajal) välja töötada maapinna niiskuse arvutamise metoodika. Paralleelselt IR droonilennule viidi läbi ka maapinnal kontaktmeetodil pinnatemperatuuri ja mullaniiskuse (m^3/m^3) mõõtmine (joonis 4). IR kaameraga testiti ka erineva lennukõrguse mõju 5 m kõrguse muuduga vahemikus 35-150 meetrit, sobivaimaks lennukõrguseks on taimkattestruktuuri määramiseks 70-80 m, maapinna temperatuur hindamiseks piisab ka 150 m lennukõrgusest.



Joonis 4. IR kaameraga mõõdetud maapinna temperatuur (23.aug.2018, kl. 15) ja samal ajal maapinnal kontaktmeetodil mõõdetud mullaniiskuse (iga lilla ja kollane punkt tähistab mõõtepunkti).

Mullaseire viidi 2018.a. läbi kõikidel võrdlusaladel ja kõikidel korrastamisprojekti kavandatud eksperimendialadel. Nitraatlämmastiku sisaldus oli ootuspäraselt kõrgeim kõikidel mahajäetud freesturbaväljadel kuid üldlämmastiku sisaldus oli kõikide alade lõikes sarnane ($N_{\text{üld}}$ 1.1-1.6%), pisut madalam vaid turbavõtuaukudes turbasamblaga taastunud aladel ($N_{\text{üld}}$ 0.8-1.1%). Taastumise edukusele võib hakata mõju avaldama alade lõikes selgelt erinev Ca (424-3834 mg/kg) ja Mg sisaldus (194 – 819 mg/kg). Kuna kõige suuremaid muutusi ootame korrastamistöödega seoses süsinikus, siis lisaks tavapärasele üldsüsiniku ja orgaanilise süsiniku määramisele määrasime termogravimeetria meetodikal põhinevalt 275-325 °C juures suhkru- ja tselluloosi, 360-460 °C juures humiinainete ja 500-560 °C juures mittehüdrolüüsuvad jäägid. Süsiniku kvalitatiivseks (spektraal)analüüsiks oleme alustanud FTIR analüsaatoriga spektraalkõverate moodustamist, mis hüpoteesikohaselt peaks võimaldama eristada kiirelt toimuvaid kvalitatiivseid muutusi süsinikühendites taastamistööde (veetaseme muutuste ja biomassi moodustumise) mõjul.

2018 a suvel tehti taimkatte maapealse seire välitöid viies jääksoos (Kõima, Maima, Laiuse, Kildema ja Ess-soo), kus erinevas seisundis ja erineva korrastamismeetodiga aladel märgistati 1x1 m püsiruudud (kokku 156), võeti nende nurgapostide koordinaadid (RTK, kasutatakse ka drooniseirel ankurpunktidenä), püsiruudud fotografeeriti ja neil teostati taimkatte analüüs (üldkatvus, eri rinnete ja taimeliikide katvus) selgitamiseks korrastamise mõju iseärasusi ja dünaamikat järgnevate uuringute käigus. Laiuse jääksool väärib eraldi nimetamist invasiivne võõrliik võõr-kõverharjak *Campylopus introflexus*, mis Eestis ongi ilmunud just mahajäetud jääksoodele ja mille levikut ja tõrje vajadust tuleb eraldi jälgida. Vee- ja gaasiseire käigus avastati Laiuse jääksood läbiva tee muldelt ka kauni kuldkinga *Cypripedium calceolus* isendid.

Teavitustegevus:

Suuline ettekanne: A. Kull & G. Veber, Abandoned peat extraction sites – will future be wetter and better? 10.-12.10.2018 Tartu, 18th Baltic Peat Producers Forum.

Birgit Viru et al., Winter nitrous oxide and methane emissions from drained peatlands. BG2.17 – Peatlands under pressure, EGU General Assembly 2019. The abstract identification number EGU2019-15964.

7. PROJEKTIGA HAAKUVAD TEADUSTEEMAD, GRANDID, DOKTORI- JA MAGISTRITÖÖD, JÄRELDOKTORITE UURIMISTEEMAD, LEPINGUD:

2013-2018. Institutsionaalne uurimisteema IUT2-16: “Globaalne soojenemine ja maastike aineriing (Maastike struktuuri ja funktsioonide muutused seoses globaalse kliima soojenemise ja inimtegevusega ning aineriing modelleerimine ja ökotehnoloogiline reguleerimine)”; Ü. Mander vastutav täitja.

Gert Veberi doktoritöö: Kasvuhoonegaaside emissiooni ajalis-ruumiline dünaamika sooökosüsteemides kui soode puhervööndite määramise oluline kriteerium;

Birgit Viru doktoritöö: Spatio-temporal variability of snow cover in Estonia and its influence on greenhouse gas emission in winter;

Iuliia Burdun doktoritöö: Satellite-derived Land Surface Temperature (LST) as Proxy for Greenhouse Gas Fluxes in Boreal Peatlands.

Tauri Tampuu doktoritöö: Application of spaceborne SAR polarimetry and interferometry for landscape ecological studies in bogs.

8. Projekti juht (nimi): Ain Kull	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt	Kuupäev: 31.01.2019
---	---	----------------------------

9. Taotleja allkirjaõigusliku esindaja kinnitus aruande õigsuse kohta (nimi, amet): Ain Kull, vanemteadur	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt	Kuupäev: 31.01.2019
--	---	----------------------------

NB! Aruanne esitada elektrooniliselt aadressil katrin.kivioja@rmk.ee