

Prästviki järv ja allikad

*Projekti Life Springday LIFE12 NAT/EE/000860 raames 2013 – 2015 läbiviidud
hüdroloogiliste ja bioloogiliste uuringute aruanne*

Tartu, 2015



Sisukord

Sissejuhatus	2
Hüdroloogia.....	3
Veekeemia.....	3
Hüdrogeoloogia.....	19
Taimestik.....	27
Prästvik'i allikate sammaltaimed	29
Prästvik'i allikate soontaimed	33
Suurselgrootud	39
Kalastik.....	52

Sissejuhatus

Nõrglubjalasundit tekitavad allikad, nn nõrglubjaallikad on Euroopa Liidus kõrgelt väärtustatud ohustatud elupaigatüüp (Loodusdirektiiv *7220). Elupaigatüüpide käsiraamatu uuendatud versioonis (Interpretation Manual – EUR28 2013) iseloomustatakse *7220 elupaika kui üldiselt väikesemõõtmelisi karedaveelisi allikaid, kus toimub aktiivne nõrglubja moodustumine ning kus domineerivad samblad (*Cratoneurion commutati*). Allikate ja nendega seotud elupaikade säilimine looduslikus seisundis pole

seni rakendatud kaitsemeetmetega alati garanteeritud. Looduslikke allikaid ja allikasoid on rikutud maaparandustöödega ja allikate kujundamisega tiikideks ning veehoidlateks. Lubjalasundit tekitavaid allikaid ja põhjaveesüsteeme on hävitatud lubja kaevandamisega. Osaliselt on olulisemad allikate alad kaitse all erinevate looduskaitse- ja maastikukaitsealadena või mõne pargi koosseisus. Osa allikaid on kaitse all üksikobjektidena. Mitmeid allikaid ja allikaalasid ei ole kantud vastavatesse registritesse ning nende asukohad on ebatäpsed, samuti esineb ebatäpsusi allikate tüpiseerimisel. Kuna just nõrglubjaallikad on tihti väikese vooluhulgaga, nn igritsevad allikad ja nende äratundmine ning asukoha määramine looduses võib olla keeruline, siis kaitse veekoguna alati ei toimi ja kaitset saab tagada elupaigatüübi kaitsmise kaudu. Kuna vee liikumine maapinnas on muutuv, ning nõrglubjaallika elupaiga kujunemine on keerukas kompleks füüsikalise-keemilistest ja bioloogilistest protsessidest, siis võib nõrglubjaallika talitus teinekord peatuda või hakata arenema uues asukohas. Nõrglubjaallika peamine tunnus - lubja settimine – saab toimuda mitmes erinevas vormis: võib moodustuda kungas või ladestus, samuti tuumade (taimede juured ja varred, kivid) ümber tekkiva lubjakihina. Tihti on allikalehtrites ja –ojades näha lubjahelbeid, mis suurema vooluga kantakse edasi.

Eesti Loodushoiu Keskus viib aastatel 2013 – 2018 läbi nõrglubjaallikate kaitse ja soodsa seisundi taastamise projekti LIFE Springday. Allikate hea seisundi saavutamine ja hoidmine on keerukas, kuna sisaldab tervet kompleksi tegevusi alates põhjalike uuringute ja mõõdistuste teostamisest, õige hüdroloogilise režiimi kujundamisest, ebasobiva taimestiku eemaldamisest ning kaitsekorralduslike meetmekavade väljatöötamisest ja rakendamisest. Projekti käigus kavandatakse ja viiakse ellu nõrglubjaallikate hea loodusliku seisundi taastamiseks vajalikud tööd kolmel Natura 2000 alade võrgustiku kaitsealal: Vormsi saarel Vormsi maastikukaitsealal (Prästviki allikad), Saaremaal Viidumäe looduskaitsealal (Viidumäe allikad) ning Järvemaal Kiigumõisa ja Kõrvemaa maastikukaitsealadel (Kiigumõisa allikad). Kuna nõrglubjaallikaid ei ole Eestis väga põhjalikult uuritud, siis on eesmärgiks ka uuritavate alade hüdrogeoloogiliste ja bioloogiliste näitajate kirjeldamine, et määrata Eesti nõrglubjaallikatele iseloomulikud tunnused.

Käesolevasse aruandesse on koondatud aastatel 2013 – 2015 Vormsi saarel Prästviki järves ja järve põhjaosas asuvates allikates teostatud uuringute tulemused. Ekspertide poolt uuriti allikate hüdroloogilisi näitajaid – hüdrogeoloogiat ja keemiat, allikate ja allikaid ümbritsevate alade taimestikku, elustikust allikates elavaid suurselgrootuid ja kalastikku. Uuringud viidi läbi Loodushoiu Keskuse ja koostööpartnerite ekspertide poolt, osaliselt Loodushoiu Keskuse ja AS Maves vahelise lepingu täitmise käigus. Hüdrogeoloogilised uuringud viis läbi Tartu Ülikooli geoloogia osakonna töörühm: Marko Kohv, Argo Jõelet, Raul Paat, Martin Liira. Taimestiku uuringud teostasid Nele Ingerpuu ja Mare Toom Tartu Ülikooli botaanika osakonnast. Henn Timm Eesti Maaülikooli Limnoloogiakeskusest viis läbi suurselgrootute uuringu.

Eesti Maaülikooli Limnoloogiakeskuse töörühm Ingmar Otti juhtimisel hindas kavandatavate tegevuste mõjusid allikatoitelise Prästviki järve seisundile. Uuringu tulemused on koondatud eraldi aruandesse.

Suured tänud Elle Puurmanile abivalmiduse ja igakülgse kaasaaitamise eest!

Hüdroloogia

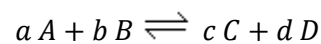
Veekeemia

Keemiliste reaktsioonide tasakaal ning küllastusindeks

Valdav osa reaktsioone maapinnal toimuvad tavaliselt vee juuresolekul. Vesi loob lahuselise keskkonna, kus ioonid ja molekulid saavad üksteist vastastikku mõjutada. Kui ioonid või molekulid saavad kokku, võivad nende vahel tekkida sidemed, mille tõttu saame öelda, et on toimunud keemiline reaktsioon ning tekkinud on saadused. Sellised keemilised reaktsioonid on kirja pandud valemitega, mis väljendavad reagentide ja saaduste masside ning laengute tasakaalu. Selliseid reaktsioonivalemeid kasutatakse, et mõista keemiliste reaktsioonide olemust (Faure, 1998).

Keemiliste reaktsioonide vastastikku toimumist ehk elementide lahustumist ning settimist iseloomustab massitoimeseadus. Massitoimeseadus väidab, et keemilised reaktsioonid jõuavad tasakaalu, kui ühtepidi toimuva reaktsiooni kiirus on võrdne sellele vastupidise reaktsiooni kiirusega (valem 1). Teades keemilises reaktsioonis reageerivate ainete ning nendest tekkivate saaduste molaarseid koefitsiente ja kontsentratsioone, saame massitoimeseaduse järgi leida selle tasakaalukonstandi K (valem 2). Tasakaalukonstant kehtib vaid juhul, kui reaktsioonis osalevate reageerivate elementide ning saaduste kontsentratsioonid ei muutu (Faure, 1998).

Keemilise reaktsiooni võrrandist avaldatuna näeb massitoime seadus välja järgmiselt:



valem (1)

$$\frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = K$$

valem (2)

Väikeste tähtedega (a, b, c, d) on tähistatud reaktsioonis osalevate ionide molaarseid koefitsiente, mis on saadud reaktsiooni tasakaalu viies. Tähtedega C ja D on tähistatud reaktsiooni saadused ning A ja B tähistavad lähteaineid. Tähed nurksulgudes on lähteainete ja saaduste kontsentratsioonid.

Üheks näiteks keemilises tasakaalus oleva vedeliku ja tahkise kohta on kivimi ning põhjavee vaheline reaktsioon. Hindamaks mineraalide küllastust looduslikes vetes, kasutatakse mõistet küllastusindeks SI (Langmuir, 1997). Teades fluidi sees olevate keemiliste elementide jagunemist, saab arvutada, milliste mineraalide suhtes on see alaküllastunud või üleküllastunud. Leides otsitava mineraali ionaktiivsusprodukti Q ning teades selle mineraali tasakaalukonstanti, saame arvutada mineraali küllastusindeksi SI selles fluidis, kasutades järgmist valemit:

$$SI = \log Q/K$$

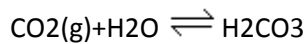
valem (3)

Lahus on tasakaalus, kui mineraali ionaktiivsusprodukt Q on võrdne selle tasakaalukonstandiga ning küllastusindeks on null. Kui mineraali küllastusindeks tuleb negatiivne, on fluid selle mineraali suhtes alaküllastunud. Positiivse tulemuse korral on fluid mineraali suhtes üleküllastunud. Kui küllastusindeks on positiivne, siis lahus on metastabiilses olekus ning üleküllastunud olekus mineraal võib settida välja. Väljasettimine võib olla aga takistatud teiste elementide takistava mõju tõttu, vajalike nukleatsioonitsentrite puudmise tõttu või muude protsesside tagajärjel (Bethke, 2008).

Karbonaadi-vee geokeemiline süsteem

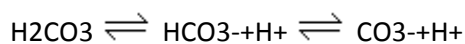
Karbonaatseid kivimeid ((lubjakivid ja dolomiidid) moodustavad põhiliselt Ca- ja Mg-karbonaadid, mis reageerivad kergesti põhjaveega ning muudavad selle „karedaks“. Lisaks lubja- ja dolokivimitele leidub karbonaatseid mineraale ka aktessorsete mineraalidena või liivaterade vahelise tsemendina liivakivides ning purustatud kujul ka purdsetes (Appelo ja Postma, 1999). Rusikareegel ütleb, et kui karbonaatseid mineraale on pinnases rohkem kui 1%, hakkavad need mõjutama pinnase ja põhjavee keemiat (Langmuir, 1997).

Nende lahustumisel mängib olulist rolli karbonaathape (H_2CO_3), mis on kõige suuremas koguses esinev hape looduslikes vetes. Karbonaathape tekib süsihappegaasi reageerimisel veega (valem 4) (Langmuir, 1997).



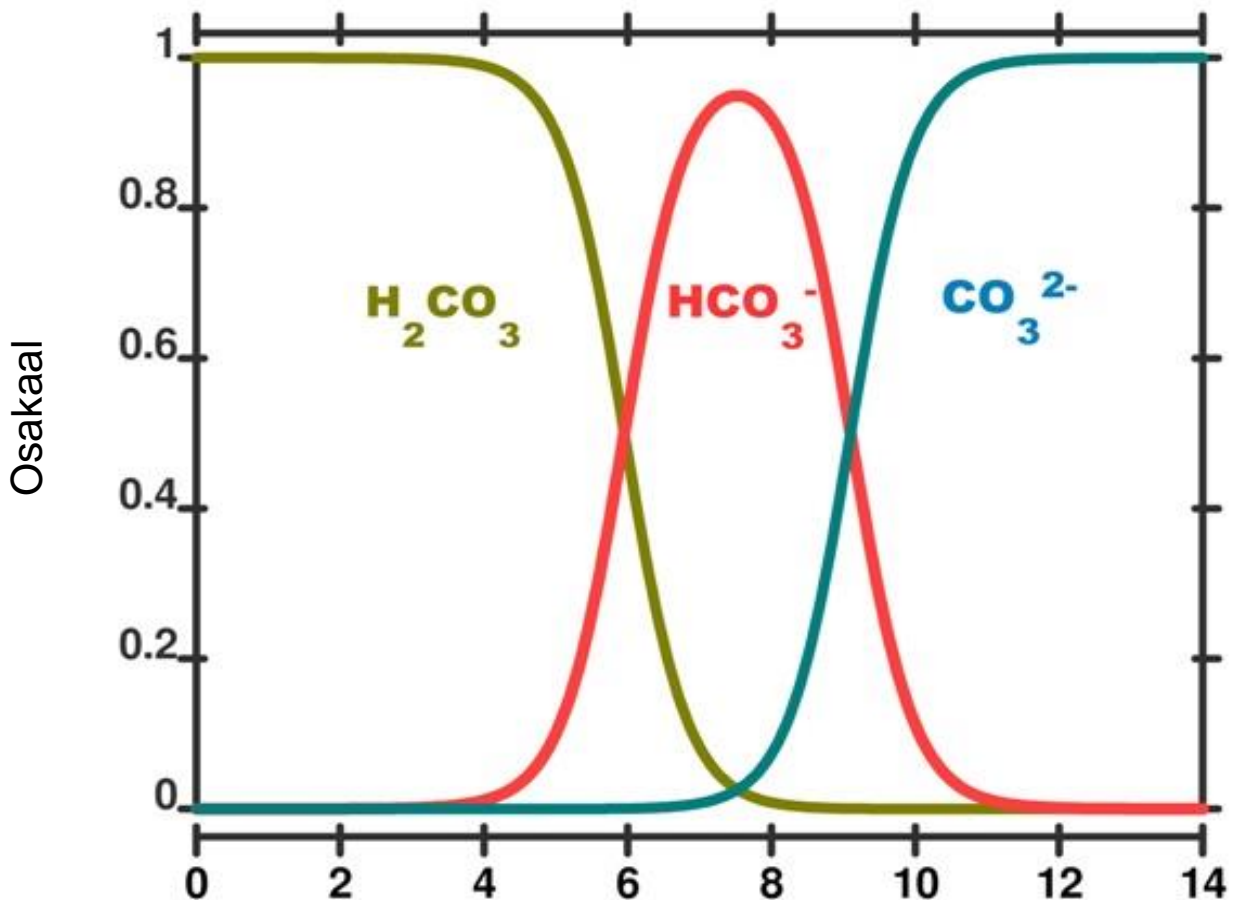
valem (4)

Karbonaathape on nõrk hape ja dissotseerub kergesti. Karbonaathappe dissotsiatsioon on kaheastmeline, kus esimeses järgus on produktiks bikarbonaatioon, ning teises järgus karbonaatioon (valem 5) (Krauskopf, 1967).



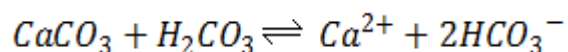
valem (5)

Sõltuvalt vee pH-st võib karbonaathappe dissotsiatsiooni produktid esineda looduslikes pinnase- ning põhjavetes peamiselt kolmes erinevas vormis. Vahemikus pH=6,35 ja pH=10,33 domineerib vees vesinikkarbonaatioon (HCO_3^-). Vee pH langemisel madalamale väärtusest 6,35 hakkavad veed küllastuma karbonaathappes. Kui vee pH>10,33, muutub dominantseks karbonaatioon (CO_3^{2-}) (Joonis 1). Kaltsiumi- ning vesinikkarbonaatioonirikkad veed, mis on vajalikud allikalubja tekkimiseks, tekivad karbonaatkivimite lahustumisel karbonaathappes (Langmuir, 1997).



Joonis 1. Karbonaathappe esinemise vorm looduslikes vetes sõltuvuses vee pH-st, temperatuuril 25^o C.

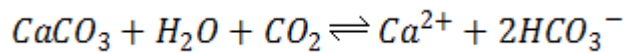
Kui kaltsiumkarbonaat lahustub karbonaathappes, saab seda iseloomustada järgneva reaktsioonivõrrandi abil (valem 6).



valem (6)

Kaltsiumkarbonaadi ja karbonaathappe vaheline reaktsioon (valem 6) on väga oluline mõistmaks karbonaatide käitumist looduslikes tingimustes. Ettepoole reaktsioon näitab, kuidas käituvad karbonaadid, kui need karbonaathappe tõttu keemiliselt murenevad. Tagurpidi reaktsioon väljendab aga olukorda, kuidas CaCO₃ lahusest välja settib. Reaktsioonivõrrandist väljendub ka pH mõju karbonaadi lahustumisele lahuses. Madalate pH väärtuste juures, kui enamus lahuses lahustunud karbonaadist on karbonaathappe (H₂CO₃) vormis, on eelistatud ettepoole reaktsioon. Lahuse pH kasvades kaldub reaktsioon karbonaadi settimise suunas, sest lahuses hakkavad domineerima aluselised OH- ning nõrgalt happelised HCO₃⁻ ioonid.

Eelnev võrrand näitab ka, et reaktsiooni tasakaalu nihkumist produktide või saaduste poole ning karbonaadi lahustuvust mõjutab süsihappegaasi (CO₂) osarõhk. Süsihappegaasi osarõhust lahuses sõltub lahustunud karbonaathappe (H₂CO₃) kontsentratsioon (valem 7).



valem (7)

Igasugune protsess, mis tõstab lahusele kättesaadavat CO₂ kogust, suurendab CaCO₃ lahustuvust. Igasugune CO₂ vähenemine põhjustab karbonaadi väljasettimist lahusest. Tähtsaimad looduslikud protsessid, mis mõjutavad CaCO₃ lahustuvust ning reaktsiooni tasakaalu karbonaadi ja selle saaduste vahel, on näiteks temperatuuri muutused, rõhumuutused, orgaaniline aktiivsus ning orgaanika lagunemine (Krauskopf, 1967).

Süsihappegaasi kokkupuutel põhjaveega tekib karbonaathapet sisaldav lahusti, mis karbonaatkivimitega kokkupuutel neid keemiliselt lahustab. Põhjavette lahustunud kaltsium ja vesinikkarbonaatioonid liiguvad veekompleksis edasi, kuni keskkonnatingimuste muutumisel toimub vastupidine reaktsioon ning karbonaatne aines settib välja allikalubjana (CaCO₃) (Pentecost, 2005).

Allikalubja olemus ja selle tekkimine

Allikalubi on kontinentaalsetes oludes keemiliselt settinud kaltsiumkarbonaat (CaCO₃), mis settib allikate, jõgede ja ojade ümbruses, vahetevahel ka järvedes. Allikalubjal on madal kuni keskmine poorsus. Enamus allikalubjast tekib kaltsium- ja vesinikkarbonaatiooniga küllastunud põhjavee süsihappegaasi sisalduse muutumisel (Pentecost, 2005).

Süsihappegaasi sisalduse muutus ja seeläbi kaltsiumkarbonaadi settimine või lahustumine vees(t) on eelkõige tingitud vee temperatuurist. Karbonaatide lahustuvus on otseselt seotud süsihappegaasi lahustuvuse muutumistega vees. Süsihappegaasi nagu iga teise gaasi lahustuvus on külmas vees palju kõrgem kui kuumas. Sellest tulenevalt väheneb temperatuuri tõusul ka kaltsiumkarbonaadi lahustuvus ja ta settib settena välja..

Süsihappegaasi osarõhku vees võib mõjutada ka taimede fotosüntees, sest taimed (sh lubivetikad) kasutavad oma elutegevuse käigus vees olevat süsihappegaasi. Vastupidiselt fotosünteesile suurendab orgaanilise aine lagunemine CaCO₃ lahustuvust vees. Aeroobsetes tingimustes eraldab orgaanilise aine lagunemine suures hulgas süsihappegaasi veekeskonda ja see omakorda muudab karbonaadid lahustavamaks (Krauskopf, 1967). CO₂ osarõhk vees on kõige väiksem päikesepaistelisel ajal, mil taimede fotosüntees on kõige intensiivsem – seega settib allikalupja kõige rohkem palaval suvepäeval päikese käes. Lahustunud süsihappegaasi kogus on suurem külmemas vees öösi, kui fotosüntees on päikesevalguse puudumise tõttu pidurdunud, kuid orgaanilise aine lagunemine ning rakuhingamine toimuvad (Langmuir, 1997).

Kaltsiumkarbonaadi settimine on mõjutatud ka üleüldisest rõhust. Rõhu suurenemine tõstab kergelt CaCO₃ lahustuvust vees. Pinnaselähedastes keskkondades mõjutab rõhk karbonaadi lahustuvust siiski läbi lahustunud süsihappegaasi sisalduse vees. Antud juhul on süsihappegaasi sisaldus vees sõltuvuses ümbritseva atmosfääri gaasi rõhust. Teoreetiliselt peaksid isegi väiksemad päevased rõhukõikumised avaldama mõju karbonaadi lahustuvusele kuid teadaolevalt praktiliselt seda täheldatud ei ole (Krauskopf, 1967).

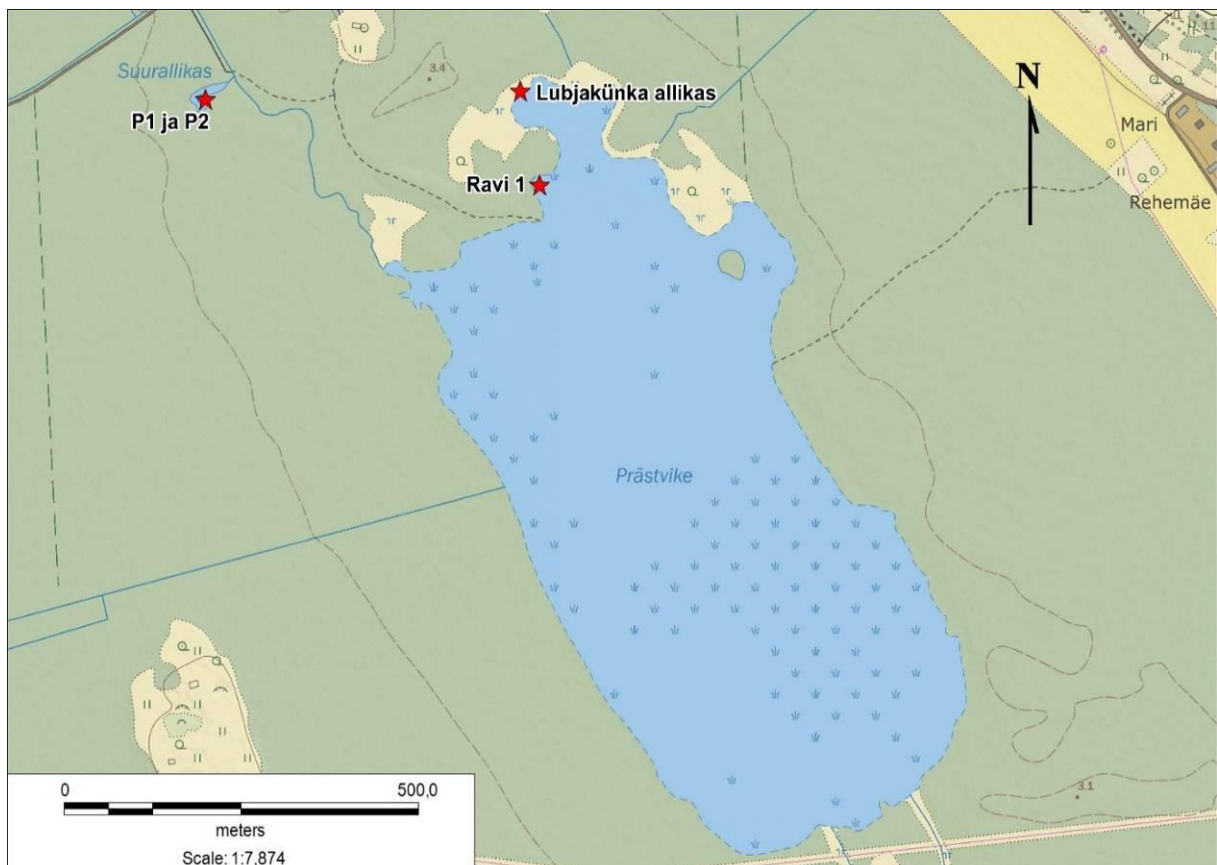
Allikalupja võib tekkekohtade temperatuuride ning vees lahustunud CO₂ päritolu alusel jagada termaalse ja atmosfäärse tekkega lubjaks. Termaalselt tekkinud allikalubja puhul pärineb karbonaatkivimeid lahustav süsihappegaas termaalsetest protsessidest, mis toimuvad maakoos või isegi sellest sügavamal. Termaalselt moodustunud süsihappegaas lahustub kõrgetemperatuurilises ning kõrge rõhu all olevas põhjavees. Tekkinud põhjavesi on suuteline lahustama suuri koguseid

karbonaatkivimeid. Termaalset allikalupja võib kuumaveeallikate läheduses settida välja suures koguses, kus nad moodustavad suuri kuhjeid, terrasse jms omapäraseid pinnavorme. Üks kuulsaimaid termaalse tekkega allikalubja leiukohti on Mammoth Hot Springs Ameerika Ühendriikides, Yellowstone'i rahvusparkis.

Teisel juhul settib allikalubi külmast põhjaveest. Tinglikult nimetame seda atmosfäärse tekkega allikalubjaks, sest karbonaatide lahustuvust põhiliselt kontrolliva süsihappegaasi päritolu on seotud maapealse taimestiku ja selle lagunemisega, ning mullaõhuga (Pentecost, 2005).

Eesti puhul saame rääkida vaid atmosfäärse tekkega allikalubjast.

Vormis seirepiirkond asub enamuses osas allikatest toituva Prästvike järve kallastel. Allikad avanevad maapinnal järve kallastel ning osad väljavoolukohad on ka järve sees. Suurim nendest on Suurallikas ning kõige tähelepanuväärsem on Lubjakünka allikas, kus allika ümber on moodustunud umbes 1 meetri kõrgune allikalubjast koosnev kungas. Lubjakünka allikast veeproove ei olnud kahjuks võimalik esinduslikult võtta, sest allika väljavool on väga väike. Vormsil asub samuti kolm seirepunkti: P1 (allika „keemise“ kohal) ja P2 (ca 5 m kaugusel „keemisest“) Vormsi Suurallika juures, ning Ravi 1 (allika „keemise“ kohal), kus põhjavesi väljub Prästvike järve selle põhjakaldal asuvast Ravi allikast (Joonis 2). Ravi allikast on võetud üks proov, sest allikas asub järves ning allikavee edasist voolu on raske määrata.



Joonis 2. Prästvike järve lähedal asuv Vormsi projektiala koos seirepunktidega. Märgitud on ka lubjakünka allika asukoht. Taustaks maa-ameti WMS-teenuse põhikaart.

Veekeemia meetodika

Seirepunktides on kohapealsete mõõtmistega määratud punktides oleva vee pH ning elektijuhtivus, kasutades portatiivseid pH- ning elektijuhtivusmeetrit METTLER TOLEDO SevenGo proTM. Sama aparatuuri kasutamisega on määratud ka vee temperatuur. Samuti on kohapeal läbi viidud

veeproovide tiitrimine vee HCO_3^- ioonkontsentratsiooni määramiseks, kasutades välitiitrimiskomplekti Hach Digital Titrator (Model 16900).

Tiitrimisel on kasutatud digitaalset büretti, mis väikeste annustena lisab hapet vette. Leelisuse määramiseks on kasutatud väävelhapet kontsentratsiooniga 1,6 eq/l ning indikaatorina rohelist-metüülpunast – indikaatorit. Tiitritud on metüülpunase pöördepunktini, pH väärtusega 4,5. Antud pH väärtuse juures muutub indikaatoriga algselt roheliseks värvunud vesi heleroosaks. Saadud tulemus korrutatakse läbi firma Hatch poolt välja arvatud kordajaga, mis sõltub põhjavee CaCO_3 sisalduse vahemikust. Veeproovidest HCO_3^- ioonkontsentratsiooni määramine tuleb teostada kohe peale proovivõttu, sest vee temperatuuri tõustes väheneb CO_2 lahustuvus vees ning sellega kaasneb ka HCO_3^- ioonkontsentratsiooni muutumine.

Laboratoorseteks mõõtmisteks on seirepunktides võetud veeproovid 0,5 l suurustesse plastikpudelitesse, mida on eelnevalt deioniseeritud veega pestud. Pudelid veeproovidega täideti kuni servani kohapeal ja suleti õhukindlalt. Laboris on veeproovidele tehtud kontrollitiitrimine, kasutades automaatset titratsiooniseadeldist Titroline 6000. Lisaks on laboris mõõdetud veeproovide anioonide ning kationide sisaldused, kasutades ionokromatograafi Dionex ICS-1000. Kationide mõõtmiseks on veeproovile tehtud 10-kordne lahjendus destilleeritud veega.

Saadud mõõtetulemusi on kasutatud kaltsiidi küllastusindeksi modelleerimiseks. Modelleerimisel on kasutatud vabavaralist tarkvara PHREEQc versiooni 3.1.5 (USGS, 2014). Proovide mõõtmiste käigus saadud vee pH, temperatuuri, HCO_3^- sisalduse ning anioonide ja kationide kontsentratsioonide modelleerimise käigus on saadud CaCO_3 küllastusindeksid.

Igast seirepunktist on aprillis 2015 võetud ka setteproov, et analüüsida settes oleva CaCO_3 sisaldust. Setteproovid on seirepunktides kohapeal homogeniseeritud ning pandud proovitopsidesse. Karbonaadi sisalduse määramiseks on mõõdetud kogus igast setteproovist asetatud portselankausikestesse ning erinevate temperatuuride juures ahjus kuumutatud. Esimese etapina on proove 105 °C juures kuivatatud. Järgmiseks on proove 550 °C juures kuumutatud, et vabaneda settes olevast orgaanilisest aineksest. Viimase etapina on temperatuur tõstetud 950 °C juurde, mille juures settes olev CaCO_3 laguneb ja eraldub süsihappegaas ning alles jääb CaO . Peale iga kuumutamisetappi on proovid koos portselankaussidega kaalutud. Kuumutuskadu on saadud 550 °C ja 950 °C juures kuumutatud setteproovide masside vahest. Saadud vahe näitab vaid proovist lendunud süsihappegaasi sisaldust. CaCO_3 protsendilise sisalduse saamiseks on kuumutuskadu läbi jagatud sette kuivkaaluga ning korrutatud teguriga 2,274, mis on saadud, jagades CaCO_3 molaarmassi CO_2 omaga (Heiri et al. 2001).

Veekeemia tulemused ja analüüs

Kaltsiumkarbonaadi küllastusindeksi tulemused seirepiirkondades aastaegade lõikes (august-suvi, november-sügis, veebruar-talv, aprill-kevad) on toodud Joonisel 3. Vertikaalteljel on karbonaadi küllastusindeks (SI) ning horisontaalteljel iga seirepunkt eraldi. Erinevate värvidega on tähistatud veeproovide võtmise aeg.

Küllastusindeksi kõige väiksem väärtus kogu seireperioodi jooksul on -0,73 (proov võetud Viidumäel punktist V2-1 augustis) ning kõige suurem 0,58 (proovid võetud samuti Viidumäel punktide V1-1 novembris ja V1-2 augustis). Kogu seireperioodi jooksul on põhjavesi seirepunktides olnud karbonaadi suhtes alaküllastunud kolmel korral. Selgelt tuleb esile põhjavee alaküllastumus Vormsil olevas Suurallikas (P1 ja P2) veebruaris ning juba mainitud negatiivse anomaalia Viidumäel punktis V2-1 augustis.

Veekeemia andmete põhjal (Lisa 2) võib välja tuua ka nitraatiooni (NO₃⁻) suurema kontsentratsiooni põhjavees, kui seda on Vormsil (0 – 16,17 mg/l) või Saaremaal (0,01 – 24,39 mg/l).

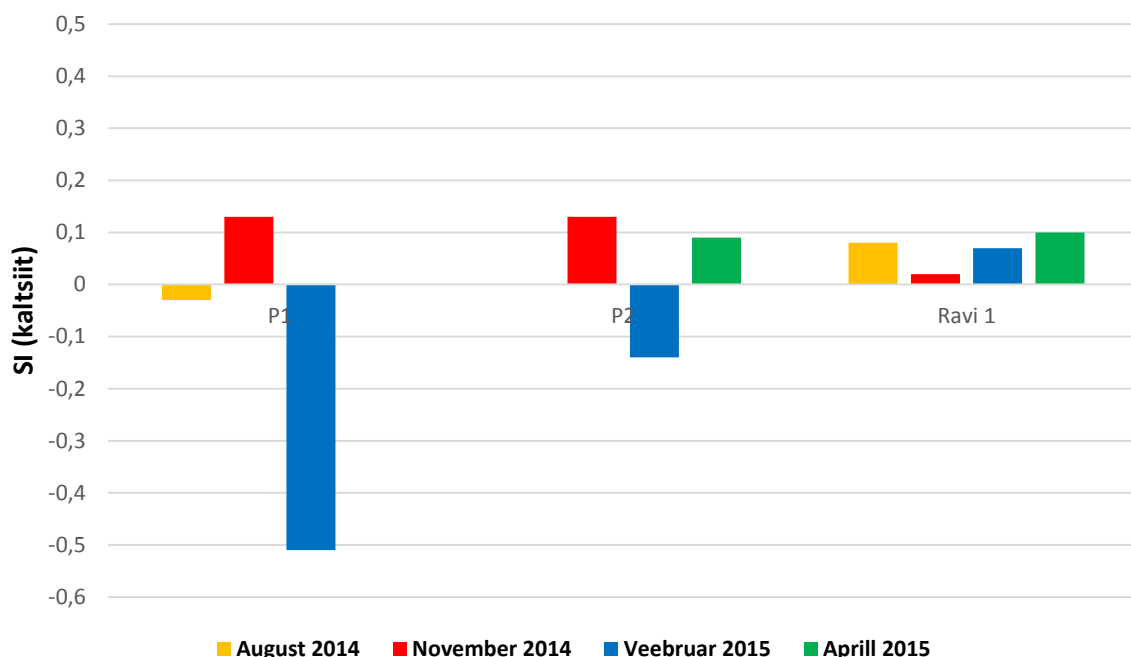
Vormsil Prästike järve kallastel asuva Suurallika seirepunktide (P1 ja P2) kaltsiidi küllastusindeksi väärtused on aastaaegade lõikes väga varieeruvad (Joonis 3). Kõige suuremat põhjavee alaküllastumust kaltsiidi suhtes (-0,51) on täheldatud punktis P1 veebruaris. Kõige suurem vee üleküllastumus kaltsiidi suhtes (0,13) on Vormsi uuringualal olnud novembris ning seda nii punktis P1 kui P2. Prästvike seirealal on kogu proovivõtu perioodi jooksul ainsana saadud modelleerides kaltsiidi küllastusindeksi väärtuseks 0 (punktis P1 aprillis), mis tähendab, et põhjavesi oli kaltsiidi suhtes tasakaalus.

Suurallikast umbes 500 m eemal asuvas Raviallikas on kaltsiidi küllastusindeksi kõikumine võrreldes kõigi teiste seirepunktidega väiksem. Kogu seireperioodi jooksul on Raviallikast väljuv põhjavesi olnud kaltsiidi suhtes üleküllastunud. Prästvike seirepunktide Ca²⁺ väärtused kõiguvad 63 – 129 mg/l vahel ning HCO₃⁻ kontsentratsioonid vahemikus 115 – 369 mg/l. Temperatuur seireperioodi jooksul kõigub vahemikus 2 – 8,4°C. Veekeemia andmete põhjal (Tabel 2) võib eraldi välja tuua kõrgenenud sulfaatiooni (SO₄²⁻) sisalduse Prästvike seireala põhjavetes, võrreldes Kiigumõisa ning Viidumäe omadega. Sulfaatiooni sisaldus kogu seireperioodi ulatuses kõigub vahemikus 42 – 75 mg/l.

Suur sulfaatiooni sisaldus võib tuleneda asjaolust, et põhjavesi läbib püriidirikkaid karbonaatkivimeid Eesti aluspõhjas. Vormsil olevat põhjavett võivad mõjutada maapinnale kõige lähemal asuvad Pirgu ning Vormsi lade. Vormsi lademe alumisel piiril Loode-Eestis on teada tugev sügavate soppidega püriidistunud katkestuspind. Samuti on püriidistunud sopiline katkestuspind Pirgu lademe alumiseks piiriks, mis lasub Vormsi lademe peal (Rõõmusoks, 1983). Merevee mõju näha ei ole, sest veeproovide Na⁺ ning Cl⁻ kontsentratsioonid vees on väikesed (Tabel 2).

Suurallikas (punktid P1 ja P2) olev negatiivne küllastusindeks veebruaris tuleneb vee tavalisest väiksemast Ca²⁺ ning HCO₃⁻ ionide kontsentratsioonist vees (Lisa 5). Lisaks eelnevalt mainitud ionide kontsentratsioonide muutumisele on märgata kõrgenenud NO₃⁻ sisaldust, mis võib viidata inimtegevusele, eelkõige allika läheduses toimuvale põllumajandusele. Veebruaris oli Suurallikast väljuv vesi omandanud ka ebatavaliselt kollaka värvuse, mis samuti võib viidata näiteks orgaanilise väetise sissekandele põllumajandusaladelt.

SI Prästvike, august 2014 - aprill 2015

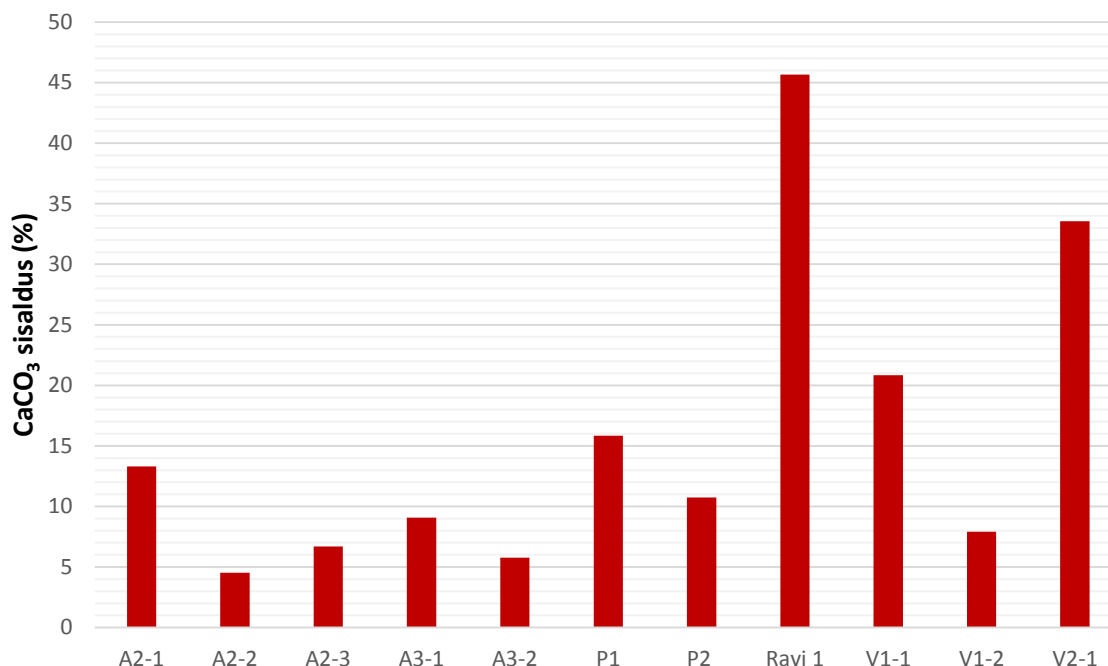


Joonis 3. Allikavee küllastusindeksid erinevatel kuudel Prästvike seirealal Vormsil. Mõõtepunktide (asukohad Joonisel 2).

Joonisel 4 on kajastatud aprilli välitööde käigus veeproovidele lisaks võetud setteproovides oleva kaltsiumkarbonaadi (CaCO_3) protsentuaalne sisaldus. Kõigis setteproovides oli kaltsiumkarbonaat esindatud. Kiigumõisa seirepunktis Truup setteproovi ei võetud, sest setted koosnesid seal lubjakivi veeristest. Kõige suurem karbonaadi sisaldus (45,65%) on proovis, mis on võetud Vormsi seirepunktist Ravi 1. Kõige väiksem protsentuaalne karbonaadi sisaldus (4,52%) on Kiigumõisa punktist A2-2 võetud proovis. Oluline on märkida, et antud töö raames ei eristatud allikalupja ning lubjakivi setetes. Seega ei saa kindlalt väita, et setetes olev kaltsiumkarbonaadi sisaldus tuleneb vaid allikalubjast, vaid osa sellest on kindlasti purustatud aluspõhjaline lubjakivi või dolomiit. Autoritel ei õnnestunud leida ühtegi meetodit kuidas allikalupja aluspõhjalistest karbonaatidest eristada peale visuaalse, mikroskoopilise vaatluse ning käsitsi eraldamise. Selline uuringumeetod aga ei mahu käesoleva töö raamidesse..

Siiski võib neis andmetes täheldada karbonaadi sisalduse vähenemise trendi allika maapinnale väljumise kohast kaugenemisel, mis viitab karbonaadi settimisele allikaveest. Trendi jälgivad kõik allikad, välja arvatud allikas 2 Kiigumõisas, kus 5 m kaugusel asuva punkti A2-3 setteproovi karbonaadi sisaldus on suurem kui ca 1 m kaugusel allikalehtri serval positsioneeruva punkti A2-2 oma. Eelnevalt mainitud trend tähendab, et suurem osa kaltsiumkarbonaati settib välja väga väikesel alal vahetult allika maapinnale väljumise läheduses („keemise“ kohas).

Setteproovide CaCO₃ sisaldus (%)



Joonis 4. Seirepunktidest aprillis võetud setteproovide kaltsiidi (CaCO₃) sisaldus protsentides.

Kõige märkimisväärsemal hulgal on karbonaati Vormsil asuvas punktis Ravi 1, kus settes leiduva CaCO₃ hulk küünib 45,65 %-ni. Üldiselt jääb settes oleva karbonaadi hulk 10 – 46% vahele. Kõige väiksem karbonaatides sisaldus (10,75%) on Vormsi proovis P2. Ravi allika settes oleva karbonaadi suur hulk võib tuleneda sellest, et allika väljavool asub lagedal alal ning on avatud päikesevalgusele. Maa seest väljunud põhjavee temperatuuri tõustes ning fotosünteesi tõttu intensiivistub allikalubja settimine veest.

Eraldi lasundina on proovialadel allikalubi olemas ainult Vormis Lubikünka allika juures ja kas seal on tegu vaid paari meetrise läbimõõduga ning alla meetrise suhtelise kõrguse künkaga. Lasundina settimist soodustavad seal järgmised eripärad:

väga väike, kuid suhteliselt ühtlane vooluhulk, mis ei vii sadestuvat lupja teradena kaugemale;

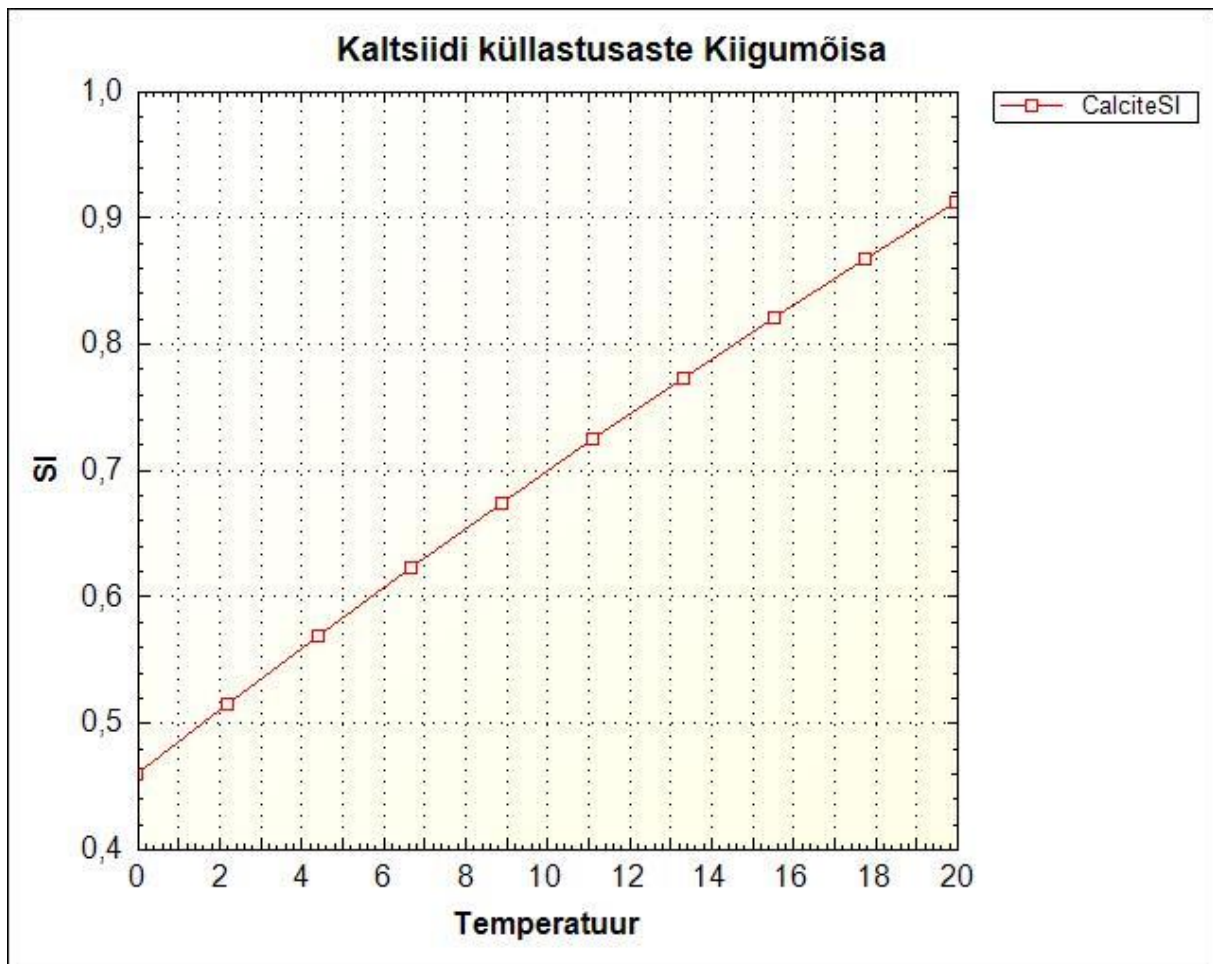
avatud maastik, mistõttu allika on avatud päikesele. Koos väikese voolukiirusega lubab see vee temperatuuril kiiresti tõusta ning seega nihutada karbonaatide tasakaal väljasettimise suunas;

otse allika väljumiskoha juures kasvava taimestik, mis kiirendab veelgi fotosünteesi abil CO₂ eemaldamist veest ning vastavalt karbonaatide tasakaalu nihkumist väljasettimise suunas.

Teoreetiliselt on nende eripärade mõju lahti seletatud veekeemia teoreetilistes peatükkides, kuid nad annavad üsna selged juhised võimalike meetmete jaoks, millega allikalubja väljasettimist saaks proovialadel suurendada. Selleks tuleb ennekõike suurendada vee viibeaega alal sulgedes või vähemalt osaliselt tõkestades praegu sealt vett kiiresti välja viivad kuivenduskraavid. Teiseks tuleks vähemalt osaliselt eemaldada kuivenduse tõttu tihenenud põõsa- ja puurinne, et võimaldada päikese ligipääsu maa- ja veepinnani. See soovitus on siiski siin antud ainult allikalubja settimise vaatepunktist; taimestikuga seotud kaalutlused on omaette teema, mida käesolev aruanne ei puuduta.

Pikem viibeaeg ning päikesevalguse juurdepääs tõstaks veetemperatuuri ning soodustaks allikalubja väljasettimist. Vee temperatuuri ja küllastusastmete (SI) seos on proovialadel esinevas

temperatuurivahemikus praktiliselt lineaarne. Näitena on Joonisel 5 näidatud modelleeritud Kiigumõisa kaltsiidi küllastusastme ning vee temperatuuri vaheline seos. Sealt on näha, et kaltsiidi küllastusaste tõuseb ca 0,2 võrra kui vee temperatuur tõuseb 10o võrra. Veetemperatuuri peaks olema võimalik tõsta praeguselt 7-8o ca 20 kraadini, eeldusel vesi liigub ülepinnaliselt õhukese kihina üle päikesele avatud maapinna. Ideaalis võiks veetase ka suveperioodil olla pisut (mõned sentimeetrid) üle maapinna, et tagada allikasoo ühtlane toide ning vee maksimaalne soojenemine. Selline madal vesi ja päikesele avatus oleks sobilik ka rohttaimedele ning vetikatele, mis omakorda kiirendaks lubja väljasettimist. Vetikad oleksid soodsad nukleatsioonitsentrid lubja seadmiseks.



Joonis 5 Kaltsiidi küllastusastme sõltuvus temperatuurist „keskmise“ Kiigumõisa allikavee põhjal.

Veekeemia kokkuvõte

Veekeemia proove võeti kokku kolmel proovialal 12 kohast neljal korral aastas. Põhiliseks eesmärgiks oli kaltsiidi, kui allikalubi põhikomponendi, sisalduse määramine ning võimalust otsimine lubja väljasettimise suurendamiseks. Keemilise modelleerimise abil määrati kaltsiidi küllastusaste (SI), mis näitab antud komponendi ala- või üleküllastust konkreetsete keskkonnatingimuste juures, vastavalt peaks toimuma siis komponendi lahustumine või väljasettimine. Analüüsitulemuste põhjal saab öelda, et kõigi uuringualade puhul on enamuse ajast maapinnale jõudev vesi kergelt kaltsiidi suhtes üleküllastunud olekus, kuid see pole piisav allikalubja laialdasemaks välja seadmiseks.

Allikalubja väljasettimise suurendamiseks saab kasutada järgnevaid meetmeid: tõsta veetaset ja pikendada vee viibeaega allikasoodes kraavide sulgemise või osalise tõkestamise abil; avada veega

madalalt üleujutatud ala päikesevalgusele pöösa- ja puurinde (osalise) eemaldamise abil; soodustada taimestiku, eriti lubivetikate kasvu madalalt üleujutatud aladel ja voolusängides.

Nimetatud meetmete abil on võimalik suurendada allikalubja väljasettimise hulka ja ala. Aruande tulemusi analüüsid on selge, et kaltsiidi küllastusaste on ajas küllaltki muutlik suurus ning mõjutatud ka teiste potentsiaalselt välja settivate või lahustuvate mineraalide esinemisest. Tervikpildi saamiseks tuleks võtta oluliselt tihedamalt veeproove ning suurendada modelleerimise mahtu, samas ei muudaks ilmselt saadavad tulemused praktiliselt rakendatavaid meetmeid kuivendusest mõjutatud allikasood seisukorra parandamiseks.

Kasutatud kirjandus

Appelo, C.A.J., Postma, D. 1999. *Geochemistry, groundwater and pollution*. Rotterdam, A.A.Balkema publishers, 86-138.

Bethke, C.M. 2008. *Geochemical and biogeochemical reaction modeling*. New York, Cambridge University Press, 543 pp.

Bobbink, R., Beltman, B., Verhoeven, J.T.A., Whigham, D.F. 2006. *Wetlands: Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 251-253.

Faure, G. 1998. *Principles and applications of geochemistry*. New Jersey, Prentice-Hall, 600 pp.

Heiri, O., Lotter, A.F., Lemcke, G. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25 (2001), 101–110.

Kløve, B., Ala-aho, P., Bertrand, G., Boukalova, Z., Ertu, A., Goldscheider, N., Ilmonen, J., Karakaya, N., Kupfersberger, H., Kvoerner, J., Lundberg, A., Mileusnic, M., Moszczyńska, A., Muotka, T., Preda, E., Rossi, P., Siergieiev, D., Šimek, J., Wachniew, P., Angheluta, V., Widerlund, A. 2011. Groundwater dependent ecosystems. Part I: Hydroecological status and trends. *Environmental science & policy* 14 (2011), 770-781.

Krauskopf, Konrad.B. 1967. *Introduction to geochemistry*. USA, McGraw-Hill book company, 721 pp.

Langmuir, D. 1997. *Aqueous environmental geochemistry*. New Jersey, Prentice-Hall, 149-229.

Paal, J., Leibak, E. 2011. *Soode looduskaitseline inventeerimine*. Tartu, Eestimaa Looduse Fond, 76-78.

Pentecost, A. 2005. *Travertine*. Netherlands, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2-16.

Raukas, A. *Eesti loodus*. 1995. Tallinn, Valgus ja Eesti Entsüklopeediakirjastus, 302-311.

Rõõmusoks, A. 1983. *Eesti aluspõhja geoloogia*. Tallinn, kirjastus Valgus, 224 lk.

Truus, L., Ilomets, M. 2012. Saladuslikud lubja-allikasood pakuvad peamurdmist tänini. – *Eesti Loodus*, 2005 (05), 16-20.

Lisa 1. Seiresüsteemi parameetrid

Koht	N	E	Asukoht	Diver ID	Diver sügavus (m)	Geoloogia
Prästvike 1	6539260	455614	Järve S küljes, veepeegli servas	800	-0.9	0.2 kõdu, turvas, 0.2-0.9 pt liiv orgaanikaga
Prästvike 2	6540156	454620	Suurallika järvest ca 1 m kaugusel	841	-0.9	0.1 turvas, 0.1-0.7 üpt liiv, 0.7 - 0.9 kruusliiv karpidega

Lisa 2. Kogutud ja analüüsitud veekeemia andmed

Seireala	Prästvike (Vormsi)										
Kuupäev	25.-26.08.2014		8.-9.11.2014			26.-27.02.2015			21.-22. ja 27.04.2015		
Seirepunkt	P1 (Suurallikas)	Ravi 1 (Raviallikas)	P1 (Suurallikas)	P2 (Suurallikas)	Ravi 1 (Raviallikas)	P1 (Suurallikas)	P2 (Suurallikas)	Ravi 1 (Raviallikas)	P1 (Suurallikas)	P2 (Suurallikas)	Ravi 1 (Raviallikas)
Leelisus (mg- CaCO ₃ /l)	277	251	284	285	255	95	198	251	299	302	277
pH	7,067	7,236	7,176	7,176	7,158	7,34	7,11	7,22	7,129	7,205	7,257
F- (mg/l)	0,3995	0,5288	0,5667	0,5522	0,5654	0,35	0,5754	0,6101	0,5463	0,5094	0,5533
Cl- (mg/l)	7,5831	9,5794	6,7035	6,9266	8,1832	6,1212	6,0072	7,7436	6,2471	6,0117	7,4681
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	49,9403	45,1933	71,1036	73,0717	42,5334	49,3669	65,2988	49,5336	72,9946	75,1283	47,8289
Li+ (mg/l)	0,003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0005	0,0003	0,0001	0,0001	0,0002

Na+ (mg/l)	5,217	6,4	5,089	4,928	5,99	4,421	4,125	6,328	4,66	4,166	4,953
K+ (mg/l)	2,731	3,433	3,251	3,052	3,869	2,282	3,764	3,576	1,903	1,8	2,231
Mg2+ (mg/l)	0	13,029	14,675	14,621	14,403	13,153	14,062	15,155	19,701	19,922	20,662
Ca2+ (mg/l)	110,722	105,814	128,295	127,422	107,862	63,802	120,148	112,46	98,58	98,607	100,594
HCO3- (mg/l)	337,94	306,22	346,48	347,7	311,1	115,9	241,56	306,22	364,78	368,44	337,94
Temp (°C)	7,4	7,7	7,1	7,7	8,2	2	5,3	7	7,8	8,4	7
Elektrijuhtivus (µS/cm)	603	533	661	660	573	422	597	604	653	655	594
SI	0,08	0,2	0,13	0,13	0,02	-0,51	-0,14	0,07	0	0,09	0,1
NO3- (mg/l)	0,1467	0	0,3553	0,6096	0	16,1717	5,9632	0	3,9457	3,3181	0
NH4+ (mg/l)	1,588	0,548	0,516	0,502	0,617	0,35	0,39	0,394	0,406	0,674	0,647

Lisa 3. Seirepunktidest võetud setteproovide analüüs, CaCO₃ sisalduse määramine.

Seirepunkt	Sette kaal peale kuivatamist, koos kausiga (g)	Kaal peale kuumutamist 550 kraadi, koos kausiga (g)	Kaal peale kuumutamist 950 kraadi, koos kausiga (g)	Kausi kaal (g)	Kuivatatud sette kaal (g)	Kuumutuskadu CO ₂ (g)	CaCO ₃ sisaldus (%)
P1	31,086	30,478	30,03	24,655	6,431	0,448	15,84127
P2	33,871	33,119	32,63	23,525	10,346	0,489	10,74798
Ravi 1	26,346	25,77	25,143	23,223	3,123	0,627	45,65476



Joonis 6 Mõõtepunktide asukohad

Hüdrogeoloogia

Metoodika

Projekti eesmärk on kolme ala allikate ning neid ümbritseva allikasoo iseloomustamine ning vee keemia ja dünaamika seiramine. Selleks töötati läbi projektialade kohta leitavad olemasolevad materjalid (valdavalt Eesti Geoloogia Fondist), puuriti allikate ümbrust soopuuriga ning tehti georadari profiile.

Georadariga profileerimist teostati uuringualadel 25.-26. juunil 2014. Mõõtmistel kasutati seadet Zond-12e koos 300 MHz antenniga. Mõõteaeag Kiigumõisa ja Vormsi aladel oli 200 ns ning Viidumäel 300 ns.

Georadari antenni külge oli ühendatud mõõteratas, mis tagas ühtlase mõõtesammu 5 cm. Profiilide positsioneerimiseks kasutati georadariga ühendatud GPS seadet Columbus V-800. Tüüpiliselt on profiilide asukohatäpsus lagedatel aladel parem kui 5 m ning võsas-metsas kuni 12 m (erandjuhtudel kuni 20 m).

Andmeid töödeldi programmiga Prism2. Töötlus sisaldas enamasti sagedusliku ribapääs filtreerimist ja signaali võimendamist, et paremini esile tuua geoloogilist infot ja vähendada mitmesugustest allikatest pärinevat müra. Reljeefiparanduse sisseviimiseks profiilidele kasutati Maa-ameti LIDAR andmestikku.

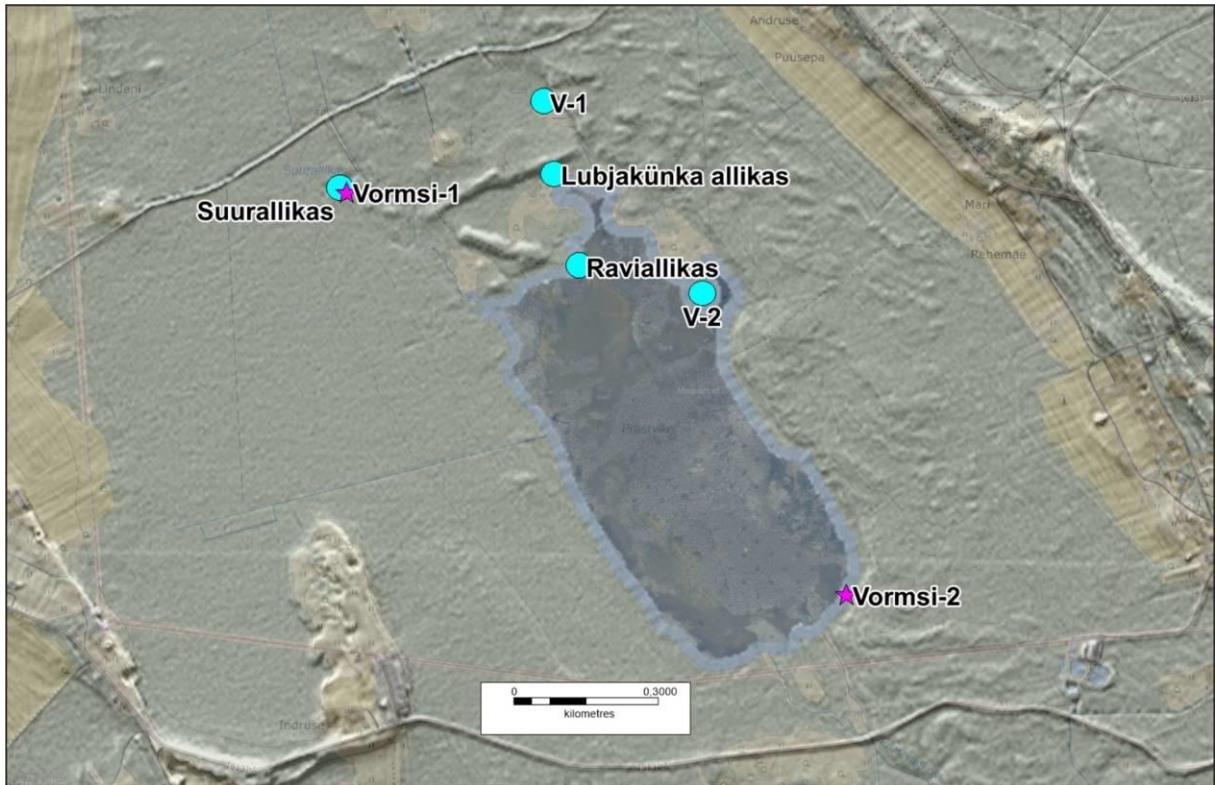
Läbilõigete ajaskaala sügavusskaalaks ümberarvutamiseks on vaja teada elektromagnetlaineline levikukiirus, mida omakorda kontrollib keskkonna suhteline dielektriline läbitavus (ϵ_r). Võimalusel kasutati ϵ_r määramiseks pinnases esinevatelt punktobjektidelt saabuvasid hüperboolseid peegeldusi. Nende puudumisel kasutati liiva-kruusa puhul põhjavee tasemest ülalpool ϵ_r väärtust 6 ja veeküllastunud keskkonnas $\epsilon_r = 25$, turba puhul $\epsilon_r = 70$. Peeneteralistes setetes, moreenis ja aluspõhja kivimites, kus põhjavee taset ei ole näha, või ka detailsemalt liigendamata koondläbilõigetel kasutati $\epsilon_r = 12 - 16$.

Veetasemete seireks rajati seirepunktid ning varustati need automaatsete rõhuanduritega (Schlumberg Mini-diver). Seirepunktide täpsed asukohad ning kirjeldus on esitatud Lisa 1.

Veekeemia uuringuteks valiti neljalt proovialalt valiti välja ka kolm lävendit, kust võetakse kokku 4 veeproovi (igal aastaajal). Proovidest määratakse kohapeal temperatuur, leelisus ja pH; laboris mõõdetakse veel täiendavalt ionkromatograafia mõningate vees olevate ionide kontsentratsioone. Veekeemia uuringuteks kasutatud metoodika on täpsemalt lahti kirjutatud peatükis: „Veekeemia metoodika“.

Tulemused

Vormis uuringuala asub valdavalt allikatoitelise Prästvike järve lähedal, kus mitmel pool avanevad nii maapinnal kui ka järve endas allikad (Joonis 6). Suurim nendest on Suurallikas (geoloogilise kaardistamise andmetel vooluhulgaga kuni 10 l/s) ning omanäoline Lubjakünka allikas, kus allika ümber on moodustunud allikalubjast koosnev, ca 1 m suhtelisel kõrgusega kungas.

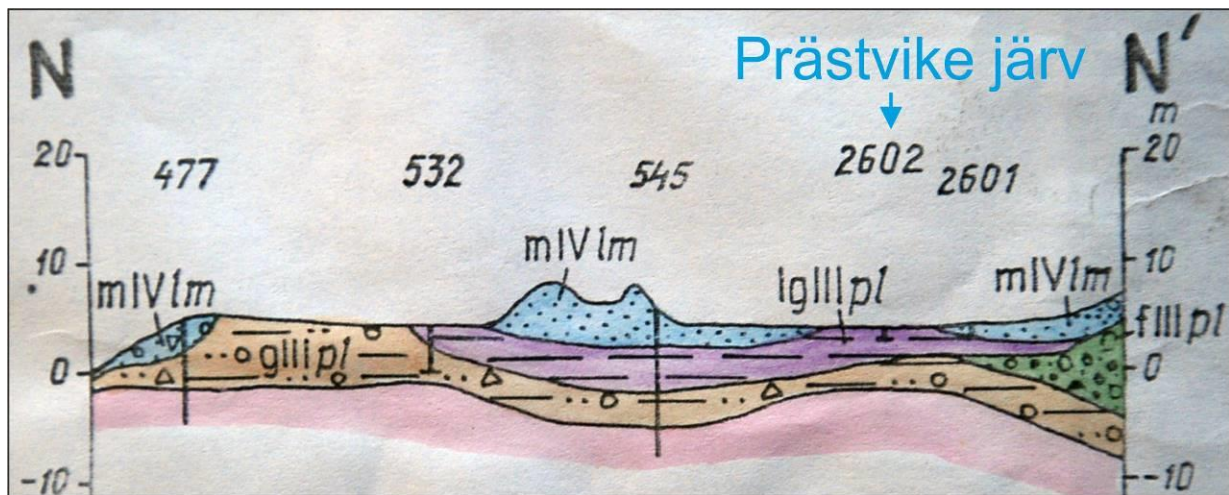


Joonis 6. Vormsi projektiala Prästvike järve ümbruses. Helesinisega on tähistatud suuremad allikad, lillaga veetaseme seirepunktid. Taustaks varjutatud reljeef ning põhikaart (1:10 000).

Prästvike järve puhul on tegemist jäänukiga kunagisest merelahest, mis maatõusu tõttu on tänaseks päevaks merest isoleeritud ning muutunud valdavalt allikatoiteliseks järveks. Tegemist on väga madala järvega, mis on praeguseks ajaks ca 80% ulatuses roostunud. Kunagine ulatuslik lahepõhi on praegu suhteliselt tasane soostuv mets, kus turbakiht ei ole veel jõudnud kasvada üle paarikümne sentimeetri paksuseks. Õhukese turbakihi all on tüüpiliselt merelised, karbikodadega peenliivad, mis lasuvad omakorda juba moreenil või jääjärvelistel aleuriitidel/peenliivadel.

Geoloogilise kaardistamise andmetel jääb Ordoviitsiumi lubjakividega algava aluspõhja pealispind ca 10 m sügavusele, kuid on küllalt ebaühtlase kõrgusega (Joonis 7). Vormsi läänes on ka väga õhukese või lausa puuduva pinnakattega alvareid, mis on kindlasti olulisteks infiltratsioonialadeks.

Üldiselt tasast lahepõhja liigestavad üksikud kunagised rannavormid, idast ja kirdest aga piirab lahte Hullo glatsiofluviaalse tekkega oos.



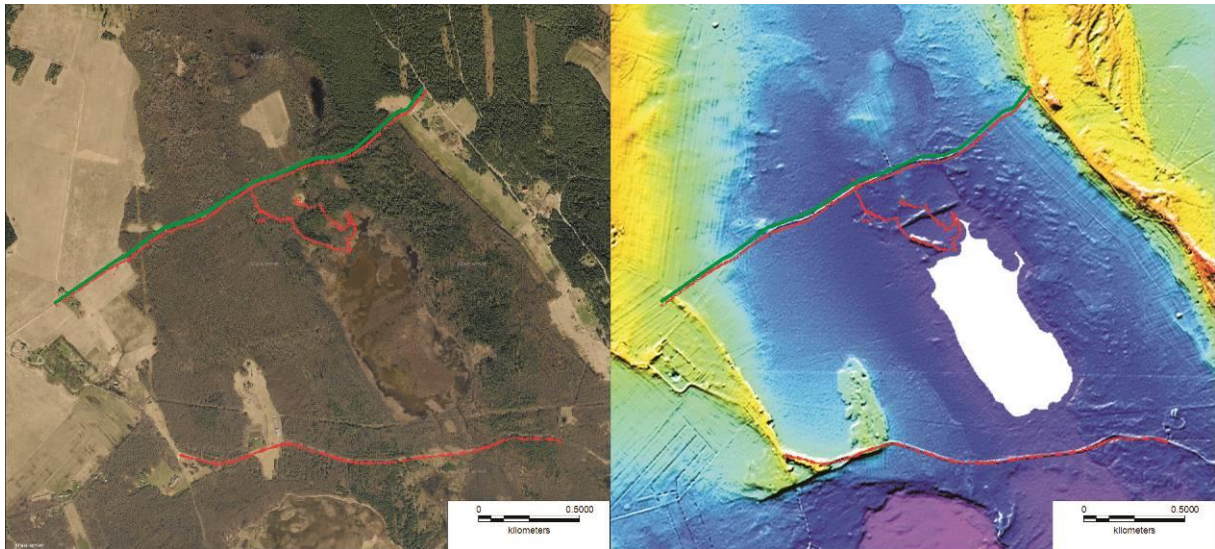
Joonis 7. Piki Vormsi lõunakallast läänest itta kulgev geoloogiline profiil kaardistamise andmetel. Helsenised on merelised liivad, lillad glatsiolimnilised aleuriidid/peenliivad, rohelised glatsiofluviaalsed kruusad/liivad, beež glatsiaalne moreen ning roosa aluspõhi.

Detailsemat uuringuala geoloogilist ehitust selgitati käesoleva projekti raames georadariga ning pistelise puurimisega Prästvike järve ning Suurallika ümbruses.

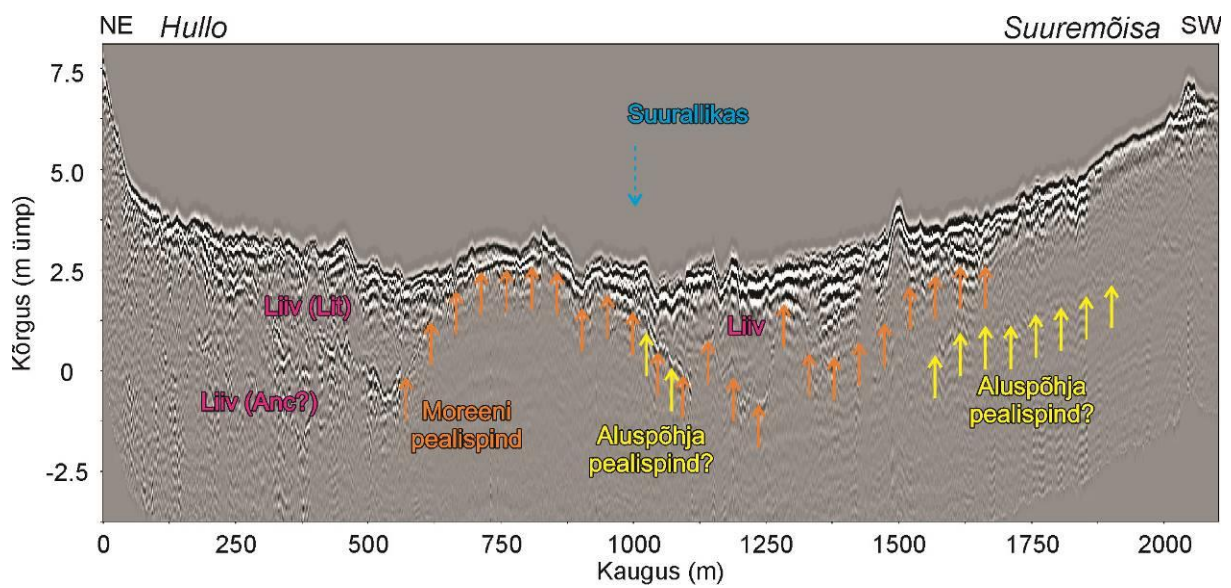
Suurallika ja Lubjakünka allika läheduses teostati georadariga profileerimist teeradadel ja looduslikel maastikel. Ala geoloogilise situatsiooni paremaks mõistmiseks tehti pikemad profiilid Hullo ja Suuremõisa vahelistel teedel Prästvike järvest nii põhja- kui ka lõunapool (Joonised 8 ja 9).

Allikate läheduses valdavad pinnakattes moreen, peeneteralised setted ja turvas/muda, mis sarnaselt Kiigumõisa allikate ümbrusele neelavad tugevalt radarisignaali ning ei võimalda üheselt hinnata pinnakatte paksust ja aluspõhja kivimite esinemise sügavust. Turbakihi paksus on enamasti all 0,5 m, maksimaalselt kuni 1 m. Suurallika ja järve põhjakaldal oleva vaatetorni vahel asuval seljandikul on näha, et pinnakatte paksus on vähemalt 3–4 m.

Allikad asuvad osaliselt liivakate setete alla mattunud moreenseljandiku lõunaosas. Seljandiku laius lääne-ida suunal on umbes 0,5 km ja suhteline kõrgus vähemalt 4–5 m (Joonis 10). Seljandikust Suuremõisa poole on profiilil näha veel kaks väiksemat seljandikku laiusega kuni 100 m ja suhtelise kõrgusega 1–2 m. Prästvike nõo kirdepoolsel küljel on jälgitavad jämedateralised setted (liiv, kruus), mille peegelduste muster (sisemine kihilisus, kulutuspinnaid, kivid) võimaldavad neid interpreteerida Litoriaamere ja Antsülsjärve rannikuvööndi seteteks. Joonisel 9 toodud läbilõikel on Suuremõisa poolses osas ligikaudu 3 m sügavusel jälgitavad peegeldused aluspõhja kivimite kihipindadelt.

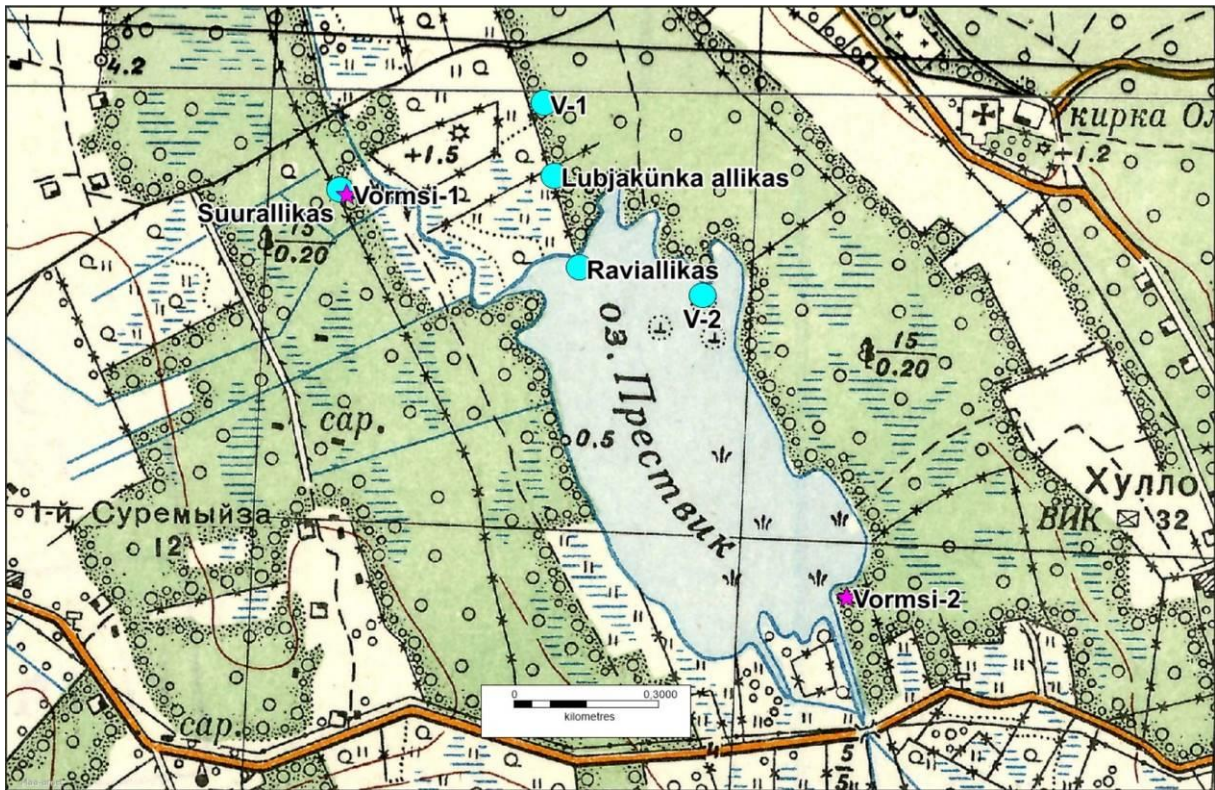


Joonis 8. Suurallika ja lubjakünka allika läheduses tehtud georadari profiilide asukoht (punased ristid). Roheline joon markeerib Joonisel 10 toodud läbilõike asukohta. Taustaks on Maa-ameti ortofoto ja varjutatud reljeef.



Joonis 9. Suurallika ja Lubjakünka allika ümbruse georadari läbilõige tõlgendustega. Sügavuskaala arvutamiseks kasutati $\lambda r=12$.

Prästvike järve ümbrus oli enne II MS karjatatav hõre soomets (Joonis 10). Kõrgematel aladel, nagu eespool mainitud rannavormid, olid aga heinamaad. Soometsa kuivendamiseks oli rajatud ka hõre kuivenduskraavide võrk, mis tänaseks päevaks on praktiliselt kadunud. Toonast, ilmselt pikka aega kestnud situatsiooni, iseloomustab väljavõte 1946. aasta kaardist.



Joonis 10. Situatsioon 1946. aastal Prästvike järve ümbruses vastavalt 1:25 000 kaardile

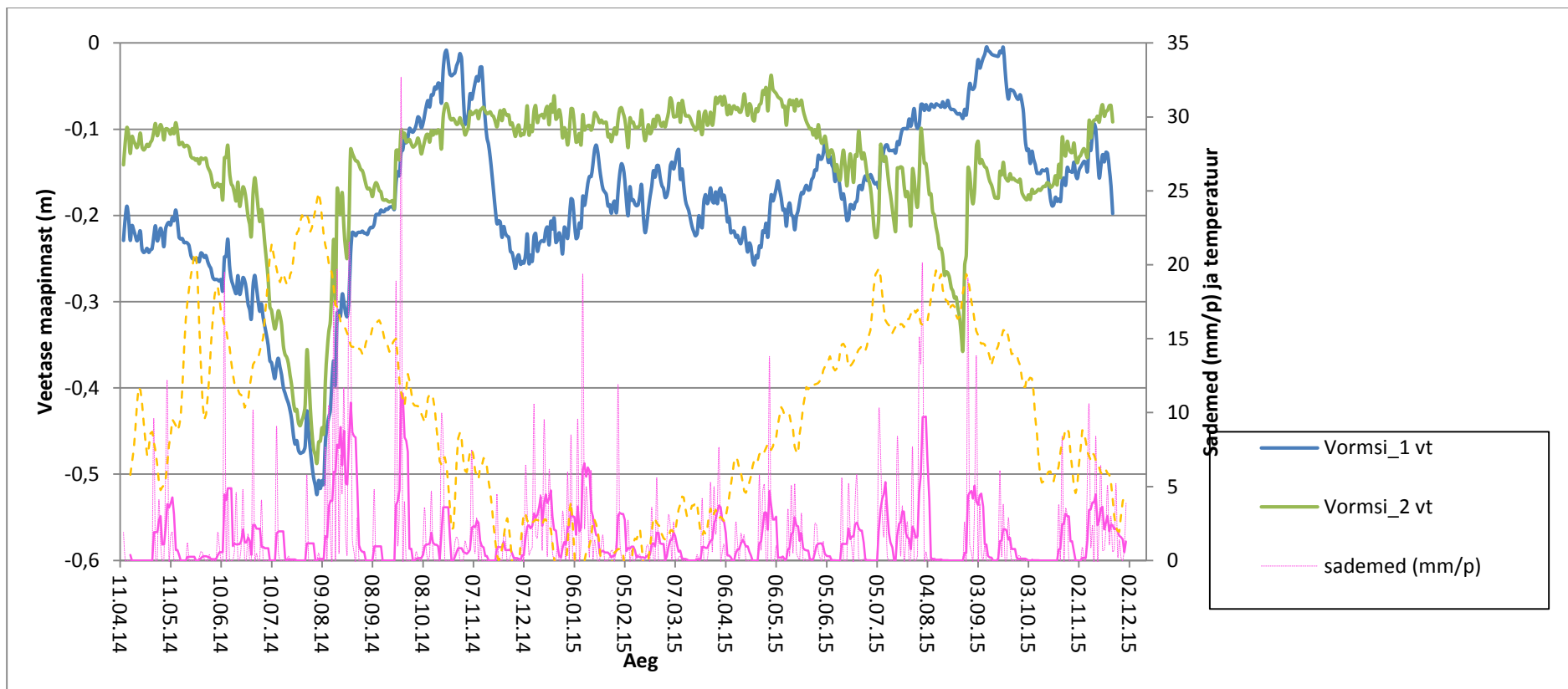
Nõukogude ajal ei rajatud märkimisväärseid uusi maaparandussüsteemi, va Suuremõisast Hulloste läbi soise alal mineva kruusatee külakraavid. Kohalike elanike sõnul võid järvest lõunas oleva tee rekonstrueerimisel vähesel määral langetada järve taset kontrollivat truupi, kuid täpsemaid andmeid selle kohta ei ole.

Kokkuvõtteks võib öelda, et kunagised kuivendussüsteemid ei oma enam negatiivset mõju ei allikate ega Prästvike järve veetasemetele. Küll võib inimtegevuse negatiivne mõju väljenduda suurenenud toitainete sissevoolus allikatesse (eriti Suurallikasse) ja ka järve, sest infiltratsiooniala kasutatakse siiani põllumajanduslikul otstarbel. 2014. aasta suve lõpus oli Suurallikas praktiliselt rohelist niitvetikat ääreni täis, mis viitaks suurele toitainete sisaldusele allikavees. Võetud veeproovid seda aga ei kinnita.

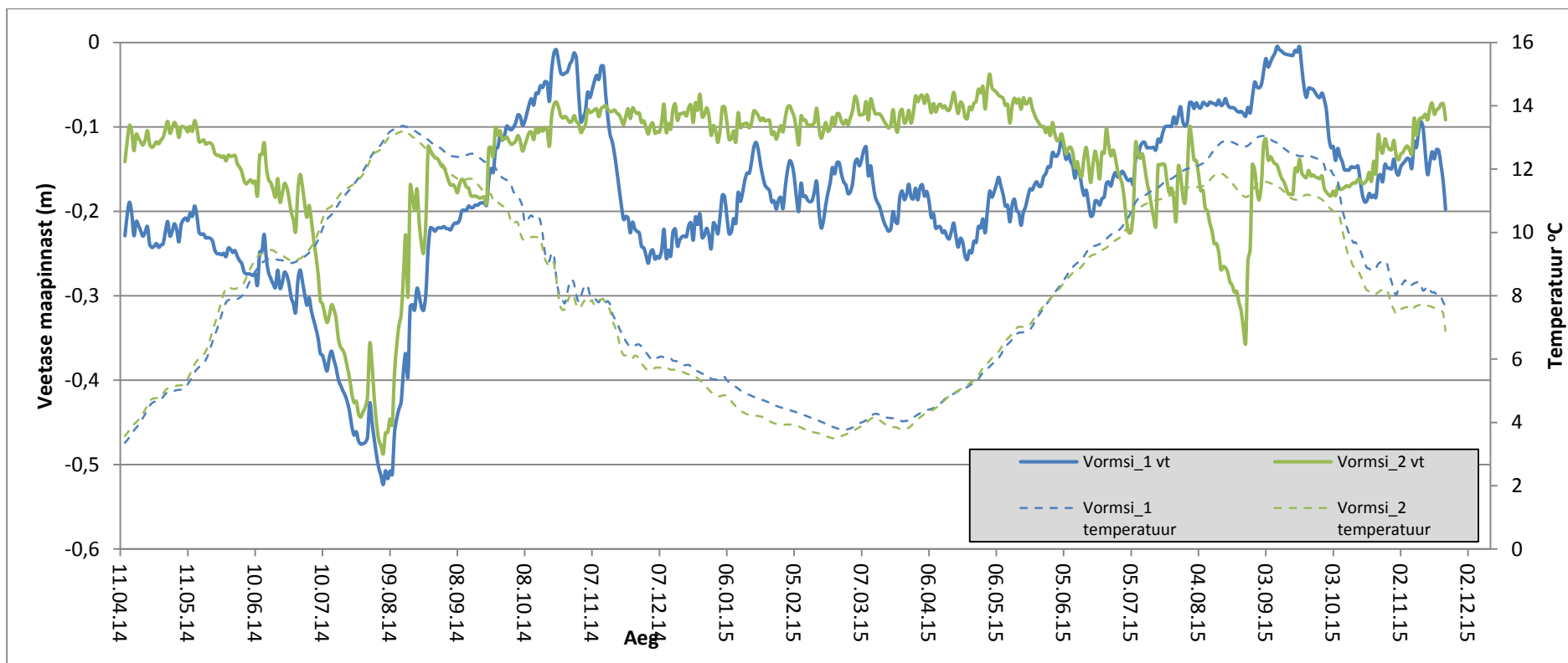
Seiresüsteem

Vormsis on kaks veetasemete seirepunkti: üks Suurallika kaldas, veepeeglist 1 m kaugusel ning teine Prästvike järve kagukaldal, veepeeglist ca 3 m kaugusel. Mõlemad piesomeetrid on kanalisatsioonitorudest tehtud filtratsioonikaevudes 0,9 m sügavusel maapinnast. Mõõtesamm on 3h ning õhurõhu andmetena kasutatakse Heltermaa ilmajaama andmeid.

Seirepunktides mõõdetud veetasemed perioodi 13.04.14 – 02.12.15 kohta on esitatud Joonisel 11.



Joonis 11a. Vormsi projektialal mõõdetud veetasemed.



Joonis 11b. Vormsis mõõdetud veetasemed ning samal ajaperioodil Heltermaal mõõdetud sademete ning õhutemperatuuride aegread.

Veetasemed käituvad kahes mõõtepunktis üsna sarnaselt, kõikudes amplituudiga ca 0,5 meetrit ning saavutades madalseisu mõõteseerias 2014. aasta augusti alguseks. Üsna järsud ja lühiajalised kõikumised viitaksid justkui suhteliselt väikesele valgale ning vett kandvate kivimite heale veejuhtivusele, mille tõttu üksikute tugevamate sadude ajal pinnasesse imbuv vesi jõuab kiiresti allikate kaudu tagasi maapinnale. Pikemad trendid nagu maist augustini näha olev veetasemete langus on põhjustatud ilmselt aurumise/sademete tasakaalu suvisest nihkumisest. Talvisel ajal on allika lähedal veetasemete kõikumised suuremad, samal ajal kui järve suurem valgla puhverdab edukamalt hoovihmadega saabuaid veehulki. Järve veetaseme puhul peab arvestama asjaoluga, et järve lõunaosas elavad koprad on sulgenud väljavoolutruupi, mida küll aeg-ajalt puhastati. 2015. aasta septembri lõpus – oktoobri alguses paigaldati uus truup ja võre, mis peaks ära hoidma kopra poolt paisu ehitamise. Seepeale rajasid koprad laiema paisu väljavooluoja ühele harule umbes 100 m kaugusele truubist põhja poole, tõstes veetaset paisu taga 25 – 30 cm.

Taimestik

Projekti „LIFE Springday - Conservation and restoration of petrifying spring habitats (code *7220) in Estonia” eesmärgiks on parandada nõrglubja-allikate seisukorda kolmes Eesti piirkonnas (Saaremaal, Vormsil ja Järvamaal) senise inimtegevuse mõju vähendamiseks. Peamiselt toimub see rajatud kraavide sulgemise abil. Selle tegevusega püütakse parandada ka Euroopa Liidu väärtustatud kasvukohatüübiga 7220 (nõrglubjalasundit moodustavad allikad) seostuvate haruldaste ja ohustatud liikide leviku- ja kasvuvõimalusi. Et hinnata tegevuste mõju liikidele projekti lõppedes aastal 2018, planeeriti sammal- ja soontaimede inventuur aastaks 2014.

Nõrglubja-allikate taimestikku on uuritud suhteliselt vähe. Kõikjal on nendes kooslustes tähtsaimateks sammaltaimed. Sammaltaimed võivad kaltsiumit siduda tänu nende heale katioonide vahetusvõimele (Soudzilovskaia et al. 2010). Eri maades on erinevusi selle kasvukohatüübi taimestiku koosseisus. Iirimaa on eristatud kaks nõrglubja-allikate taimestiku rühma: *Cratoneuron commutatum* – *Festuca rubra* ja *Cratoneuron commutatum* – *Carex nigra* (Rodwell 1995). Viimane neist on liigirikkam. Sammaldest seostuvad selle kasvukohaga kõige enam peale *Palustriella commutata* (endine sünonüüm *Cratoneuron commutatum*) ka *Cratoneuron filicinum* ja *Eucladium verticillatum*, soontaimedest *Equisetum telmateia* (Heery 2007). Pentecost (1981) järgi on Inglismaal selles elupaigatüübis samuti sagedaimateks liikideks eelnevalt nimetatud kaks esimest samblaliiki, väga sage on ka *Pellia fabbroniana* (praegune sünonüüm *Pellia endiviifolia*,). Lääne-Karpaatides esineb nõrglubjaallikatel *Carici flavae-Cratoneuretum* assotsiatsioon (Hájek et al. 2002). Horvaatia tufiastangute dominantliikideks on *Palustriella commutata* ja *Rhynchostegium riparioides* (Dražina et al. 2013). Hollandis märgitakse selle kasvukoha tunnusliikideks *Brachythecium rivulare*, *Cratoneuron filicinum* ja *Palustriella commutata*, viimane neist on Hollandis haruldane (van Dort et al. 2012). Nõrglubja-allikate samblafloora võib kõikjal olla küllaltki liigirikas, eelpool on loetletud vaid neis kooslustes märgitud enamlevinud samblaliike.

Euroopa Liidu elupaigatüüpide käsiraamatu uuendatud versioonis (Interpretation Manual – EUR28 2013) iseloomustatakse 7220 elupaika kui üldiselt väikesemõõtmelisi karedaveelisi allikaid, kus toimub aktiivne nõrglubja moodustumine ning kus domineerivad samblad (*Cratoneuron commutatum*). Taimedena mainitakse käsiraamatus järgmisi liike (siin toodud ainult Eestis esinevad liigid, sulgudes praegu kehtivad sünonüümid): soontaimedest *Pinguicula vulgaris* ja boreaalses regioonis *Carex appropinquata*; sammaltaimedest *Catocopium nigratum*, *Cratoneuron commutatum* (= *Palustriella commutata*), *C. commutatum* var. *falcatum* (= *Palustriella falcata*), *Cratoneuron filicinum*, *Eucladium verticillatum*, *Gymnostomum recurvirostrum* (= *Hymenostylium recurvirostre*), boreaalses regioonis *Drepanocladus vernicosus* (= *Hamatocaulis vernicosus*), *Philonotis calcarea*, *Scorpidium revolvens*, *S. cossonii*, *Cratoneuron decipiens* (= *Palustriella decipiens*), *Bryum pseudotriquetrum*.

Nõrglubja-allikate taimestiku kohta uuringud Eestis puuduvad. Küttim (2013) on uurinud Põhja-Eestis nõrglubja madalsood, kus levinumad samblaliigid olid *Campylium stellatum* ja *Scorpidium scorpioides*. Need liigid on lubjarikastes allikasoodes tavalised mujalgi Eestis.

Käesolevas aruandes antakse ülevaade nõrglubja-allikate taimedest kolmes Eesti piirkonnas. Inventuurid teostati vahemikus mai kuni august, 2014. Taimestik inventeeriti allikate sees ning kõige lähemas ümbruses, paiguti ka allikaojade ja allikavee laialinõrgumise alal N. Ingerpuu poolt.

Suurem osa sammaltaimedest koguti kaasa ning määrati laboratoorselt. Määratud proove säilitatakse Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi herbariumis. Taksonoomia aluseks sammaltaimede puhul on Hill et al. (2006) ja Söderström et al. (2007), soontaimede puhul Krall et al (2010).

Nõrglubja-allikate kasvukohatüübi tunnus-samblaliikidest

Euroopa Liidu elupaigatüüpide käsiraamatus on nimetatud 12 sammaltaimedest tunnusliiki (vt. eespool). Neist neli kuuluvad varem ühte perekonda *Cratoneuron*, mis on andnud nimetuse ka kasvukohatüübi 7220 kooslusele (*Cratoneurion*). Nüüdseks on kolm liiki paigutatud eraldi perekonda *Palustriella* (*P. commutata*, *P. falcata* ja *P. decipiens*). Neist neljast liigist just *Palustriella* perekonna liigid levivad peamiselt lubjarikaste allikate piirkonnas. Sõnajalg-nöör sammal (*Cratoneuron filicinum*) eelistab sammuti lubjarikkaid allikalisi kasvukohti, kuid kasvab ka jõgedes, kraavides, madalsoodes ja mujal märgades paikades. Eestis on see liik sage. Põhja-roodikul (*P. decipiens*) on Eestis teada vaid neli leiukohta, kõik kas allikates või allikasoodes. Eesti punases raamatus (2008) on see liik arvatud ohustatud liikide hulka. Kamm-roodik (*P. commutata*) levib Eestis pillatult, teada on ligi 20 leiukohta. Ka need leiukohad on kas allikasood või allikad. Sirp-roodik (*P. falcata*) on võrdlemisi haruldane liik, teada alla 10 leiukoha allikatest ja allikasoodest. Sirp-roodiku levik on veel pisut ebaselge, kuna varem arvati ta kamm-roodiku varieteediks.

Mustpeasamblal (*Catoscopium nigratum*) on Eestis teada 15 leiukohta, mis asuvad valdavalt allikasoodes või lubjarikastes madalsoodes. Paar leiukohta on praeguseks hävinud või vanade andmetega ja seetõttu on liik punases raamatus arvatud ohulähedaste hulka ning kuulub kaitsealuste liikide teise kategooriasse.

Tavasirbik (*Scorpidium cossonii*) ja kaunis sirbik (*S. revolvens*) kuuluvad varem sirbikute perekonda (*Drepanocladus*). Tegu on väga sarnaste liikidega, mille kindel eristamine on võimalik vaid mikroskoobi abil. Kui tavasirbik on Eestis väga tavaline, asustades mitmesuguseid soostuvaid niite, veekogude kaldaid ja madalsoid, siis kaunis sirbik levib pillatult (leiukohti paarikümne ligi), kuid tedagi kohtab peale allikaliste kohtade näiteks märjal loopealsel, õõtsikul ning isegi soostuvas metsas.

Väga tavaline liik nii allika- kui madalsoodes, veekogude kallastel kui ka soostuvatel niitudel on allikasoo-pungsammal (*Bryum pseudotriquetrum*).

Harulduste hulka Eestis kuulub aga männas-euklaadium (*Eucladium verticillatum*) kahe leiukohaga klindi nõrgvee piirkondades. Kuna mõlemad leiukohad põhinevad vanadel andmetel, on ta punases raamatus arvatud regionaalselt väljasurnud liikide hulka. Sarnastes kasvukohtades, märgadel paeseintel esineb pillatuna (üle 10 leiukoha) lubi-hümenostüülim (*Hymenostylium recurvirostrum*).

Lubi-allikasammal (*Philonotis calcarea*) levib Eestis pillatult ja seostub peamiselt allikate või allikasoodega, vaid üksikud leiud on ka lubjarikka veega kraavidest.

Harilik kurdsirbik (*Hamatocaulis vernicosus*) on Eestis küllalt tavaline, kuid tedagi kohtab peamiselt allikaliste järvede õõtsikutel või allikasoodes. Liik on tähtis selle poolest, et ta kuulub Loodusdirektiivi II lissasse ja Eesti kaitsealuste liikide kolmandasse kategooriasse, punases raamatus on ta ohulähedane liik, kuna paljud tema endistest kasvukohtadest on kuivendatud ja liik sealt kadunud (Vellak & Ingerpuu 2012).

Nagu eespool näha, ei ole sugugi kõik elupaigatüübi tunnussamblaliigid seotud ainult nõrglubja-allikatega. Samas on ka kirjandusest teada, et nõrglubja-allikatel võib kohata ohtralt veel muidki samblaliike. Kuidas siis ära tunda, et tegu on väärtusliku elupaigatüübiga? Ilmselt tuleb sellistes kasvukohtades jälgida kahte aspekti: 1) kas esineb allikaveest lubja sadenemist ja 2) kas sadenemises osalevad samblaliigid, s.t. kasvavad sadestunud nõrglubja sees ja/või on varte alaosas ümbritsetud kivistunud lubjakihiga. Tähtis on muidugi ka tunnusliikide osalemine, kuid tuleb silmas pidada, et mõnikord neid ei pruugi esineda. Näiteks Viidumäe allikatel oli peale tunnusliikide ka soo-rasvasammal kaetud lubisetega. Lisaks peab uurima allikaid ka geoloogiliselt – kas ja kui sügav on allikalubja kiht.

Prästvik'i allikate sammaltaimed

Vormsi saarel Prästvik'i järve ümbruses inventeeriti kuut allikat ja nende lähiümbrust. Kokku leiti 31 sammaltaime liiki, neist 5 helviksamblaliiki. Kõige sagedamad liigid olid teravtipp (*Calliergonella cuspidata*), suur tõmptipp (*Calliergon giganteum*), tavasirbik (*Scorpidium cossonii*), kaunis sirbik (*S. revolvens*), harilik tiivik (*Fissidens adianthoides*) ja suur lehiksammal (*Plagiomnium elatum*). Dominantliikideks hinnati teravtipp, suur tõmptipp, harilik vesisammal (*Fontinalis antipyretica*), sirp-roodik (*Palustriella falcata*), lubi-allikasammal (*Philonotis calcarea*) ja Raviallikat (nr. 5) ümbritsevas allikasooos harilik skorpionsammal (*Scorpidium scorpioides*, Tabel 1). Tähelepanuvääriva liigina leiti allika lähedalt kuivemalt mättalt Eestis väga haruldane väike mütshellik (*Physcomitrium eurystomum*).

Nõrglubja-allikate tunnusliikidest olid esindatud sõnajalg-nöörsammal (*Cratoneuron filicinum*), sirp-roodik, lubi-allikasammal, allikasoo-pungsammal, tavasirbik ja kaunis sirbik. Varasemate andmete järgi on leitud Vormsi Suurallika (nr. 1, foto 1) lähedalt ka harilikku kurdsirbikut (*Hamatocaulis vernicosus*), kuid seekordsel inventuuril liiki ei leitud. Väärtuslikeks allikateks selles piirkonnas tuleb lugeda lubjakühmusid moodustanud nr 5 (Raviallikas, foto 2), kus esinesid kõik piirkonnast leitud tunnusliigid ja nr. 3 (foto 3), kus leitud kolmest tunnusliigist kaks on eriti kasvukohaspetsiifilised (sirp-roodik ja lubi-allikasammal). Allikas nr 5 oli kõige liigirikkam ka kõigi sammalde poolest selles piirkonnas. Atraktiivsust ja liike lisab ka ümbritsev allikasoo. Siinselt allikakühmult leiti mitmeid lubjatükke, kus oli hästi näha tihedalt paiknevaid samblavarsi. Kui maikuus nirises allikast vett, siis augustikuuks oli allikas kuivanud. Kuivanud oli ka allikas nr. 3 (foto 4). Kolm tunnusliiki leiti ka allika nr. 7 ümbruses, kuid need on väiksema tähendusega, kuna levivad ka muudes kooslustes. Suurallika nagu ka ülejäänud Prästviki allikate vooluvees (v.a. nr. 5 ja nr. 3) oli eriti kevadel märgata hulgaliselt vetikaid (fotod 5 ja 6). See võib olla märk allikavee kõrgemast toitainete sisaldusest ja sellistes tingimustes peavad vastu vaid laia ökoloogilise amplituudiga liigid nagu suur tõmptipp ja teravtipp, mis domineerisidki nimetatud allikates, kuid mitte allikates 5 ja 3.



Foto 1. Vormsi Suurallikas.



Foto 2. Lubjakühmu moodustav Ravi allikas (nr. 5) maikuus.



Foto 3. Allikas nr. 3 maikuus.



Foto 4. Aiaga ümbritsetud ja kuivanud allikas nr. 3 augustikuus.



Foto 5. Allikas nr 4 maikuus.



Foto 6. Allikas nr 4 augustikuus.

Prästvik'i allikate soontaimed

Prästviki allikatelt leiti kokku 79 soontaimeliiki. Kõige sagedam puudest oli sanglepp (*Alnus glutinosa*), põõsastest paakspuu (*Frangula alnus*) ja rohttaimedest soo-ohakas (*Cirsium palustre*), soo-neiuvaip (*Epipactis palustris*), harilik angervaks (*Filipendula ulmaria*), läikviljane luga (*Juncus articulatus*), harilik parkhein (*Lycopus europaeus*), pilliroog (*Phragmites australis*) ning harilik tihashein (*Scutellaria galericulata*). Dominantideks ja kaasdominantideks olid: valge kastehein (*Agrostis stolonifera*), põistarn (*Carex vesicaria*), konnaosi (*Equisetum fluviatile*), läikviljane luga, pilliroog, pruun sepsikas (*Schoenus ferrugineus*). Kõige sagedasemaks ja domineerivamaks liigiks kogu piirkonnas on pilliroog. Kaitsealustest liikidest leiti kolmandasse kategooriasse kuuluvad kahkjaspunane sõrmkäpp (*Dactylorhiza incarnata*) ja soo-neiuvaip (*Epipactis palustris*) ning teise kategooriasse kuuluv soohiilakas (*Liparis loeselii*). Eestis vähemlevinud liikidest väärivad mainimist vesi-tarnhein (*Catabrosa aquatica*), niitjas penikeel (*Potamogeton filiformis*) ja lemmellill (*Tofieldia calyculata*, Tabel 2). Nii nagu sammaltaimede poolest nii ka soontaimede poolest on kõige liigirikkam Raviallika lubjakühm. Siit leiti 34 liiki soontaimi, nende hulgas kõik eelpool nimetatud kápalised ning ainsana elupaigatüüpide käsiraamatus märgitud soontaimest tunnusliik pääsusilm (*Primula farinosa*). See liik vajab kasvuks lubjarikkaid niiskeid kasvukohti ning tema levik on viimastel aastakümnetel eeskátt Ida-Eestis tublist vähenenud (Kukk & Kull 2005).

Kokkuvõte

Inventeeritud piirkondadest leiti kokku 59 liiki sammaltaimi (kolmelt alalt: Viidumäe, Prästvik, Kiigumõisa) ja 118 liiki soontaimi (kahelt alalt: Kiigumõisa ja Prästvik). Inventeeriti 29 allikat: Viidumäelt 11, Prästvikist 6 ja Kiigumõisast 12, lisaks mõned allikaoja servad ja ümbritsevad allikavee mõju all olevad kohad.

Kõigist inventeeritud piirkondadest leiti nõrglubja-allikate kooslustele (7220) iseloomulikke tunnusliike. Elupaigatüübi kirjelduses tunnusliikidena mainitud 12 samblaliigist (Interpretation Manual – EUR28. 2013) leiti inventeeritud kolmest piirkonnas kaheksa liiki (sõnajalg-nõorsammal, kamm-roodik, sirp-roodik, kaunis sirbik, tavasirbik, lubi-allikasammal, allikasoo-pungsammal ja mustpeasammal) ja soontaimedest kaks liiki (pääsusilm ja eristarn).

Nõrglubja-allikate elupaigatüüpi võib taimestiku alusel arvata kõik Viidumäel inventeeritud allikad, Prästviki allikatest nr. 5 (Raviallikas) ja allikas nr. 3 ja Kiigumõisa allikatest nr. 1. Neis toimub allikavee väljasettimine sammalde abil aeglasemalt voolavates allikaosades, mis on ka samblavarte ümber märgatav. Enamus Kiigumõisa allikatest moodustavad suhteliselt sügavaid allikalehtreid, kus samblad puuduvad ning soontaimi on mõned üksikud. Siin ääristavad samblad allikalehtreid kaugemal kõrge servana, kus lubja settimist otseselt märgata pole ning taimestik on madal soo ilmeline.

Nii Viidumäe kui Prästvik'i nõrglubja-allikate piires oli märgata metssigade tuhnimise jälgi. Prästviki lubjakühmudel olid neid eriti ohtralt. Et selgitada välja metssigade tuhnimise mõju taimekooslusele, piirati üks kühmudest aiaga. Nõrglubja-allikate seisund tundus esmase inventeerimise alusel hea. Kas suletavad kraavid nende seisukorda edendavad, on loodetavasti võimalik tuvastada projekti lõppedes.

Tabel 1. Prästvik'i allikate sammaltaimede nimekiri

Kirjelduste numbrid kaardil 2 ja koordinaadid tabelis 6. D – dominantliik, KD – kaasdominant. Elupaigatüübi 7220 tunnusliigid rasvases kirjas.

KIRJELDUSE NR	7	6	5	5 soo	4	3	1
<i>Aneura pinguis</i>			x				
<i>Brachythecium rivulare</i>		x					
Bryum pseudotriquetrum	x	x	x				
<i>Bryum sp</i>			x				
<i>Calliergon giganteum</i>	D	KD			D		KD
<i>Calliergonella cuspidata</i>	x	D	x	x	x	x	D
<i>Campyliadelphus</i>			x				
<i>Campyliadelphus elodes</i>				x			
<i>Campylium stellatum</i>	x		x			x	
<i>Chiloscyphos pallescens</i>		x					
<i>Cinclidium stygium</i>	x						
<i>Climacium dendroides</i>		x					
Cratoneuron filicinum			x		x		x
<i>Ctenidium molluscum</i>				x		x	
KIRJELDUSE NR	7	6	5	5 soo	4	3	1
<i>Fissidens adianthoides</i>	x	x	x	x			
<i>Fontinalis antipyretica</i>							KD
<i>Funaria hygrometrica</i>			x				
<i>Leptobryum pyriforme</i>			x				
<i>Marchantia polymorpha</i>	x						
Palustriella falcata			KD			x	
<i>Pellia endiviifolia</i>			x				
Philonotis calcarea			D			D	
<i>Physcomitrium</i>			x				
<i>Plagiomnium elatum</i>	x	x	x	x		x	x
<i>Plagiomnium ellipticum</i>		x	x				x
<i>Preissia quadrata</i>			x				
<i>Rhizomnium punctatum</i>							x
Scorpidium cossonii	x		x	x			x
Scorpidium revolvens	x		x	x		x	
<i>Scorpidium scorpioides</i>	x			D			

Tabel 2. Prästvik'i allikate soontaimede nimekiri

Kirjelduste numbrid kaardil 2 ja koordinaadid tabelis 6. D – dominantlik, KD - kaasdominant

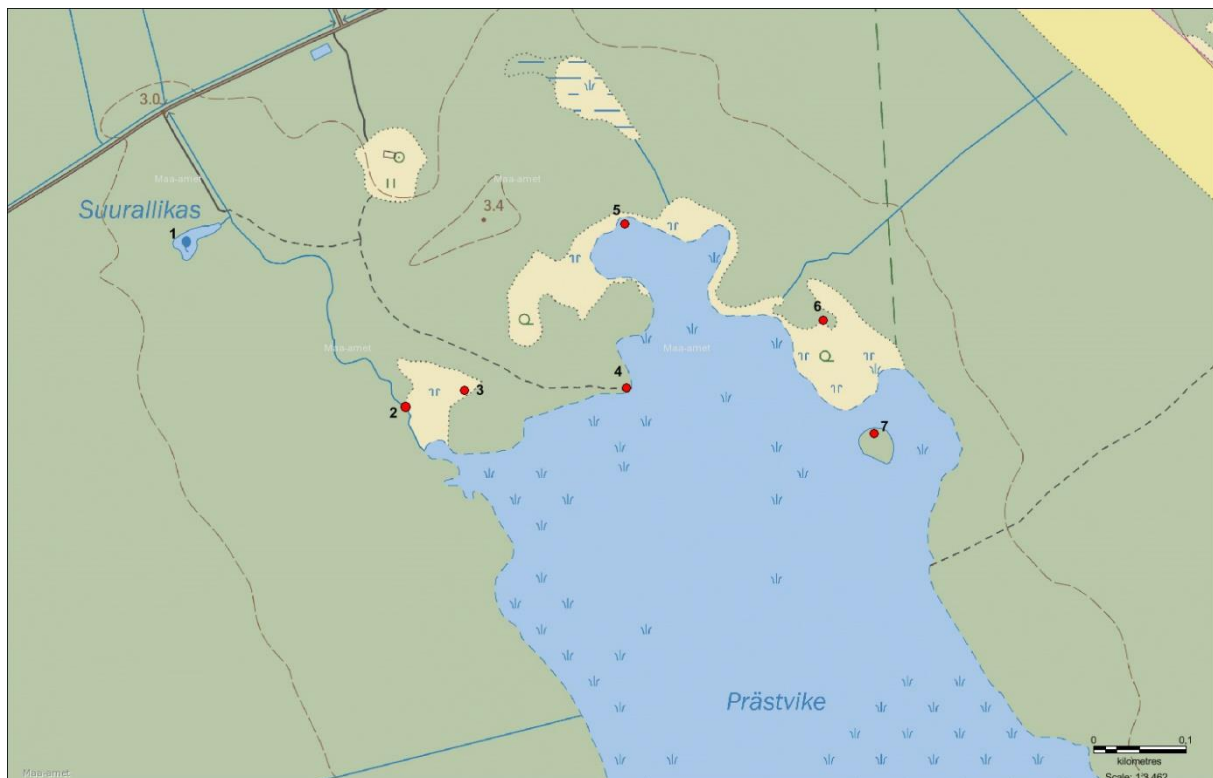
KIRJELDUSE NR	7	6	5	4	3	1
<i>Agrostis stolonifera</i>			x	KD	x	
<i>Alnus glutinosa</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Alnus incana</i>		x			x	x
<i>Angelica sylvestris</i>	x			x		x
<i>Betula pubescens</i>		x	x			x
<i>Briza media</i>					x	
<i>Caltha palustris</i>	x	x				
<i>Cardamine amara</i>	x			x		
<i>Carex cespitosa</i>	x			x		
<i>Carex diandra</i>		x				
<i>Carex flacca</i>			x		x	x
<i>Carex flava</i>					x	
<i>Carex hostiana</i>			x			
<i>Carex oederi</i>					x	
<i>Carex panicea</i>			x			
<i>Carex pseudocyperus</i>	x	x				
<i>Carex rostrata</i>		x				x
<i>Carex vesicaria</i>						D
<i>Catabrosa aquatica</i>						x
<i>Centaurea jacea</i>				x		
<i>Cirsium palustre</i>	x		x		x	x
<i>Convollaria majais</i>	x					
<i>Dactylorhiza baltica</i>			x			
<i>Dactylorhiza incarnata</i>			x			
<i>Dechampsia caespitosa</i>						x
<i>Eleocharis palustris</i>			x			
<i>Epilobium montanum</i>	x					
<i>Epilobium palustre</i>					x	x
<i>Epilobium sp</i>			x			
<i>Epipactis palustris</i>	x		x	x	x	
<i>Equisetum fluviatile</i>	D	D				
<i>Equisetum palustris</i>			x		x	
<i>Eriophorum latifolium</i>			x			
<i>Festuca rubra</i>					x	
<i>Filipendula ulmaria</i>	x	x		x		x
<i>Frangula alnus</i>	x		x	x		x
<i>Fraxinus excelsior</i>		x				x
<i>Galium palustre</i>	x	x				x
<i>Geum rivale</i>				x		
<i>Hippuris vulgaris</i>	x			x		x
<i>Juncus articulatus</i>			x	x	D	x
<i>Juniperus communis</i>			x			
<i>Lemna minor</i>	x					x
<i>Linum catharticum</i>			x		x	
<i>Liparis loeselii</i>			x			

KIRJELDUSE NR	7	6	5	4	3	1
<i>Lycopus europaeus</i>	x	x	x	x		
<i>Lysimachia vulgaris</i>	x	x		x		
<i>Lythrum salicaria</i>	x					
<i>Menyanthes trifoliata</i>	x		x			
<i>Molinia caerulea</i>			x		x	
<i>Padus avium</i>	x					x
<i>Parnassia palustris</i>			x		x	
<i>Peucedanum palustris</i>	x	x				
<i>Phragmites australis</i>	KD		KD	D	KD	x
<i>Picea abies</i>						x
<i>Pinus sylvestris</i>			x			x
<i>Plantago major</i>				x		
<i>Potamogeton filiformis</i>						x
<i>Potentilla erecta</i>			x	x	x	
<i>Potentilla palustris</i>		x		x		
<i>Primula farinosa</i>			x		x	
<i>Prunella vulgaris</i>			x			
<i>Ranunculus repens</i>				x		
<i>Rhamnus cathartica</i>	x					
<i>Rubus idaeus</i>		x				
<i>Salix aurita</i>			x			
<i>Salix cinerea</i>				x		
<i>Schoenoplectus lacustris</i>						x
<i>Schoenus ferrugineus</i>			D			x
<i>Scutellaria galericulata</i>	x	x		x	x	
<i>Sesleria caerulea</i>			x			
<i>Solanum dulcamara</i>	x	x				x
<i>Sorbus aucuparia</i>	x					x
<i>Succisa pratensis</i>			x	x	x	
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>						x
<i>Tofieldia calyculata</i>					x	
<i>Trientalis europaea</i>		x				
<i>Triglochin palustre</i>			x		x	x
<i>Tussilago farfara</i>			x			

Inventeeritud alade koordinaadid

Numbrite asukohad kaartidel

PRÄSTVIK	põhjalaius	idapikkus
1	58 58' 52,57"	23 12' 36,24"
3	58 59'47,64"	23 12'54,66"
4	58 59'48"	23 13'06,4"
5	58 59'53,58"	23 13'04,75"
6	58 59'51"	23 13'18"
7	58 59'46"	23 13'23"



Kirjandus

- Dražina, T., Špoljar, M., Primc, B. Ja Habdija, I. 2013. Small-scale patterns of meiofauna in a bryophyte covered tufa barrier (Plitvice Lakes, Croatia). *Limnologica – Ecology and management of Inland Waters* 43(6): 405-416.
- Hájek, M., Hekera, P. & Hájková, P. 2002. Spring fen vegetation and water chemistry in the Western Carpathian flysch zone. *Folia Geobotanica* 37: 205-224.
- Heery, S. 2007. A survey of tufa-forming (petrifying) springs in the Slieve Bloom, Ireland. A Report for Offaly & Laois County Councils.
- Hill, M. O., Bell, N., Gruggeman-Nannenga, M. A., Bruges, M., Cano, M. J., Enroth, J., et al. 2006. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology*, 28, 198-267.
- Interpretation Manual – EUR28. 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats. <http://eunis.eea.europa.eu/references/2435>
- Krall, H., Kukk, T., Kull, T., Kuusk, V., Leht, M., Oja, T., Pihu, S., Reier, Ü., Zingel, H. & Tuulik, T. 2010. Eesti taimede määraja. Loodusfoto.
- Kukk, T. & Kull, T. (toim.). 2005. Eesti taimede levikuatlas. Tartu.
- Küttim, M. 2013. Samblakoosluste mikrotopograafiline jaotus ja kasv nõrglubja-allikasoois". *Magistritöö*. TLU Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut. Juhendaja Mati Ilomets
- Pentecost, A. 1981. The tufa deposits of the Malham district, North Yorkshire. *Field Studies* 5: 365-387.
- Rodwell, J. 1995 *British Plant communities 4: Aquatic communities, swamps and tall herbs*. Cambridge University Press

Soudzilovskaia, N.A., Cornelissen, J.H.S., During, H.J., van Logtestijn, R.S.P., Lang, S.I. & Aerts, R. 2010. Similar cation exchange capacities among bryophyte species refute a presumed mechanism of peatland acidification. *Ecology* 91(9): 2716-2726.

Söderström, L., Urmi, E., and Váňa, J. 2007. The distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia . Update 1.427. *Cryptogamie, Bryologie*, 28, 299.350.

van Dort, K., van Oirschot-Beerens, L. & Weinreich, H. 2012. Bryophyte vegetation in petrifying springs with tufa in Limburg (The Netherlands). *Natuurhistorisch Maandblad*.

Vellak, K. & Ingerpuu, N. 2012. The State of Bryophyte Conservation in Estonia. *Studia bot. hung.* 43: 59-68.

Suurselgrootud

Suurselgrootute nime all mõistetakse palja silmaga nähtavaid loomi, läbimõõduga enamasti üle 0,5 mm. Nende hulka kuuluvad peamiselt põhjaelulised olendid: putukad, ämblikulaadsed, vähid, limused, ümarloomad, lame- ja rõngussid, käsnad ning sammalloomad. Hõljumiloomadega võrreldes on nende eelisteks lai levik, suur liigiline ja toitumistüüpide mitmekesisus; kaladega võrreldes vähene liikuvus, pisikutega võrreldes pikk eluiga. Taimedest erinevalt leidub suurselgrootuid ka pimedas (võrade varjus või sildade all). Neid on kerge koguda ja lihtne määrata. Tundlike taksonite (liikide või suuremate süstemaatiliste rühmade) leidmine näitab, et mitte ainult kogumishetkel, vaid vähemalt nende senise eluaja jooksul pole veekogus olulisi kahjustusi toimunud. Suurselgrootuid leidub igal aastaajal ning nad reageerivad inimtegevusele tugevalt ja sageli ennustatavalt. Looduskaitsealuseid ja ohustatud sisevete suurselgrootute liike on Eestis praegu kokku 93. Natura 2000 liike (Euroopa Nõukogu Direktiiv..., 1992) on 11, kaitstavaid liike (Looduskaitseadus, 2004) 10 (kõik Natura liigid peale jõevähi), ning Eesti Punase Raamatu (2008) liike 90. Viimane sisaldab palju liike, kes uuematel andmetel ohustatud ei ole. Keskkonnaregistris (<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main>) on 2013. a. seisuga üle 900 allika. A. Seire on Pandivere kõrgustikult lähtuvate allikate suurselgrootute kohta koostanud ülikooli lõputöö (1975) ning ülevaate surusääsklastest (1978). Põgusalt on allikate kui selgrootute elupaiku iseloomustanud ka T. Timm ja A. Järvekülg (1975). Eesti Maaülikooli limnoloogiakeskuse suurselgrootute andmebaasis on alates 1990. a. 25 proovi 14 erinevast allika kohta. Kõige rohkem on uuritud Nakimetsa allikaoja Viidumäel Saaremaal (praeguses töös Viidumäe allikas nr. 5).

Arvestades uuritud kohtade ning allikate koguarvu suhet, on allikate suurselgrootud Eestis järvede ja vooluvetega võrreldes väga vähe uuritud. Mujal Euroopas ning Põhja-Ameerikas leidub sellekohaseid kaasaegseid materjale rohkem. Mahukas selleteemaline artiklikogumik on ilmunud juba üle 15 aasta tagasi (Botosaneanu 1998). Soomes on allikate suurselgrootuid palju uurinud Jari Ilmonen Oulu Ülikoolist (Ilmonen & Paasivirta, 2005; Ilmonen et al. 2006, Ilmonen 2009, Ilmonen et al. 2009, 2012, 2013; Virtanen et al. 2009). Muudest lugudest võib näiteks tuua Austria (Staudacher & Füreder 2007), Hispaania (Barquin & Death 2009), Hollandi (Verdonschot & Schot 1987), Inglismaa (Wood et al. 2005), Itaalia (Cantonati et al. 2006, Maiolini & Silveri 2010, Marziali et al. 2010), Poola (Dumnicka et al. 2007, 2013; Rootsi (Hoffsten & Malmqvist 2000), Põhja-Saksa (Martin & Brunke 2012), Sloveenia (Mori & Brancelj 2006), Šveitsi (von Fumetti & Nagel 2012, Zollhöfer et al. 2000), Taani (Lindgaard 1995), Tšehhi (Kroupalova et al. 2011, Kubikova et al. 2012), USA idaosa (Glazier 2012, McCabe & Sykora 2000) vastavasisulised artiklid.

Allikate traditsioonilised tüübid on voolukiiruse ja põhja iseloomu järgi reokreen (allikaoja), helokreen (allikasoo või -lomp) ning limnokreen (allikatiik).

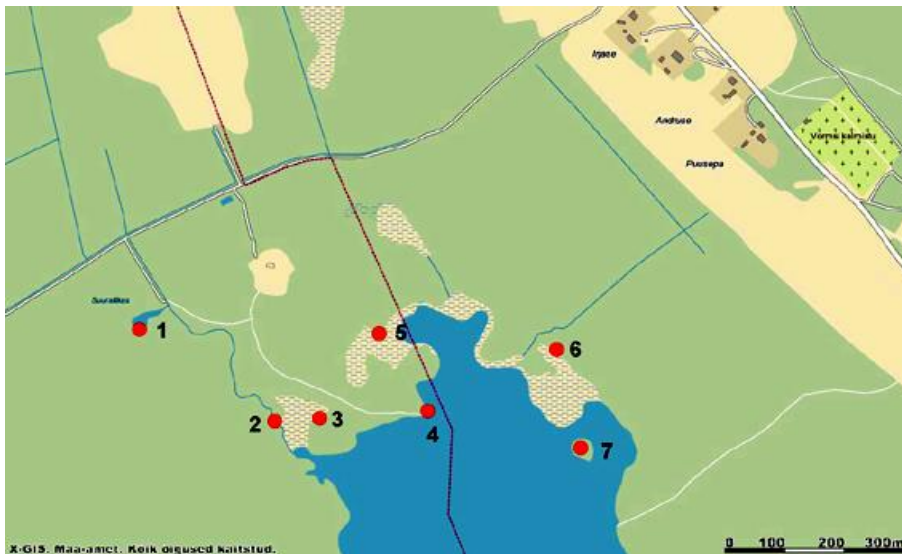
Uurimisala

Tabel 1 Vormsi allikad (Läänemaa, Vormsi saar, Prästvike järve ning Vae oja valgala), 7 kohta.

Vormsi

1	58,998	23,210	L
2	58,996	23,214	R
3	58,997	23,215	H*
4	59,000	23,218	L
5	58,999	23,218	H*
6	58,998	23,222	R+H
7	58,996	23,223	H*

Uuritud kohtades oli proovivõtmise ajal veetase enamasti madal, mõned kohad isegi peaaegu kuivanud (Vormsi, nr. 3, 5 ja 7). Vormsi allikad olid voolurežiimi järgi kõige mitmekesisemad, kuid samas osalt väga veevaesed. Vett oli palju Suurallikas (nr.1), sellest väljuvas Vae ojas (2) ning Prästvike järve servas olevas allikas nr. 4.



Joonis 1. Vormsi proovikohad

Meetodid

Välitööd tehti 11. mail 2014. a. Geograafilised koordinaadid määrati GPS 315 “Magellan” abil. Allikatüübid (kas reo-, limno- või helokreen) hinnati silma järgi.

Suurselgrootuid püüti veekogude põhjast standardkavaga (raami serva pikkus 25 cm, sõelaava läbimõõt 0,5 mm, varre pikkus 1 m) (European..., 1994). Paljude allikate väga väikese pindala tõttu koguti igal pool ainult kvalitatiivsed proovid. Igast allikast võeti üks proov. Loomad ning kahva sattunud muu tahke materjal fikseeriti kohapeal 96% piirituses; loomad sortiti, loendati ja määrati laboris. Määramistase oli vastavuses mageveekogude seisundi hindamise juhendiga (Timm & Vilbaste 2010). Uuritud kohtadel iseloomustati suurselgrootute liigistiku järgi ka keskkonnaseisundit (ASPT indeks, Armitage et al. 1983) ning hüdro-morfoloogilisi tingimusi (MESH indeks, Timm et al. 2011). ASPT (taksoni keskmine tundlikkus) võib kõikuda piirides 0-10 ja ta on seda suurem, mida parem on keskkonnaseisund. Eesti veekogudes on ASPT etalonväärtused vooluvete erinevates elupaikades 6,1-6,9, seisuvetes 5,6-6,3 (Pinnaveekogumite... 2009). ASPT on Eesti praegustest seisundiindeksitest ainus, mida saab kasutada ka ainult kvalitatiivsetes proovides, sest ta peaaegu ei sõltu proovi suurusest. MESH on elupaiga põhja iseloomu ja voolukiiruse kombinatsiooni hinnang loomaliikidest indikaatorite järgi. Teda saab samuti kasutada kvalitatiivsetel proovidel. Ta on seda suurem, mida kõvem põhi ja kiirem vool, väärtuste vahemik 0-3. MESH pole veel ametlik seisundiindeks. Eesti looduslikule lähedases seisundis vooluvetes on ta enamasti üle 2,5, väikestes kõva põhjaga järvedes 1-1,5 ning väikestes mudase põhjaga järvedes <1 (Timm et al. 2011).

Tulemused

Kokku saadi 20 proovist 795 isendit, mis kuulusid 57 taksonisse. Taksonite nimekiri on tabelis 2. Kõige tavalisem rühm oli praeguses töös liigini määramata sirusääsklaste sugukonna (Chironomidae) vastsed, keda leidis kõigis proovides. Peaaegu igal pool oli ka vesikakandit (*Asellus aquaticus*). Jõe-kirpvähki (*Gammarus pulex*) leidis kõigis Kiigumõisa ja Viidumäe allikates, kuid ta puudus Vormsil. Herneskarpe (*Pisidium* sp.) leidis sagedamini kui mujal Viidumäe allikates. Haruldastest liikidest võib esile tõsta ehmeistiivalist *Molannodes tinctus* (Viidumäe allikas 4). Viidumäel oli mitmes kohas (nr. 2, 3

ja 5) ka vöötkiili (*Cordulegaster boltoni*). Muud harvemini esinenud taksonid on tavalised loomad ja nende katkendlik leidumine allikates oli tõenäoliselt põhjustatud juhuslikkusest.

Tabel 2 Uuritud allikate suurselgrootute taksonid. Allikate numbrid on samad, mis tabelis 1.

Ladina nimi	Vo1	Vo2	Vo3	Vo4	Vo5	Vo6	Vo7
TURBELLARIA							
<i>Dendrocoelum lacteum</i>							
OLIGOCHAETA Gen. sp.						2	2
HIRUDINEA							
<i>Erpobdella octoculata</i>	1	2					
BIVALVIA							
<i>Pisidium</i> sp.	3		3		14		
<i>Sphaerium corneum</i>							
GASTROPODA							
<i>Bithynia tentaculata</i>					1		
<i>Galba truncatula</i>					1		
<i>Planorbis planorbis</i>	6			1	3		
<i>Radix balthica</i>				2	1		
<i>Stagnicola palustris</i>				3			
CRUSTACEA							
<i>Asellus aquaticus</i>	5		5	1	3	6	2
<i>Gammarus pulex</i>							
Ostracoda Gen. sp.							
ARACHNIDA							
<i>Argyroneta aquatica</i>					1		
Hydrachnidia Gen. sp.	1					1	
EPHEMEROPTERA							
<i>Baetis</i> sp.							
<i>Cloeon dipterum</i>	1			7	6		
ODONATA							

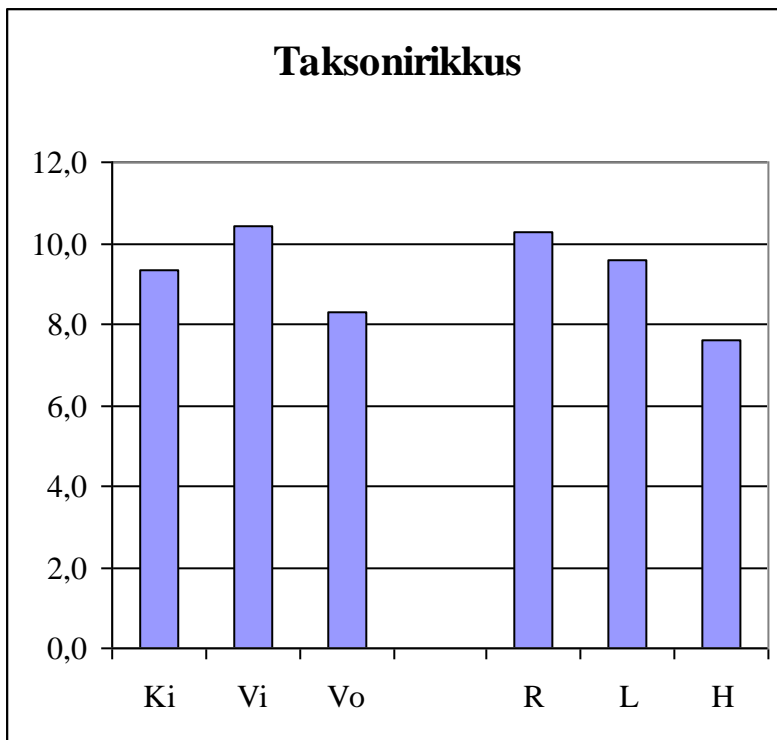
Ladina nimi	Vo1	Vo2	Vo3	Vo4	Vo5	Vo6	Vo7
Aeshna sp.					1		
Calopteryx virgo							
Cordulegaster boltoni							
Libellula quadrimaculata					2		
Somatochlora flavomaculata						2	
PLECOPTERA							
Nemoura cinerea						3	
HETEROPTERA							
Gerris argentatus/sp.	1						
Sigara striata	6	1					
Velia saulii							
COLEOPTERA							
Agabus sp.		1				1	
Anacaena sp.							
Dytiscus sp.							
Elodes sp.							
Enochrus sp.			1				
Haliphus sp.							
Hydroporus sp.							
Rhantus sp.				1			
TRICHOPTERA							
Halesus tessellatus/sp.							
Hydropsyche angustipennis							
Hydroptila sp.		15					
Limnephilus binotatus/sp.							
Limnephilus rhombicus							
Limnephilus stigma							
Limnephilus sp. 1	3	7				4	

Ladina nimi	Vo1	Vo2	Vo3	Vo4	Vo5	Vo6	Vo7
Limnephilus sp. 2							
Molannodes tinctus							
Plectrocnemia conspersa	1					2	
Potamophylax latipennis							
Trichostegia minor						4	
DIPTERA							
Ceratopogonidae Gen. sp.		1			1		
Chironomidae Gen. sp.	23	15	2	21	6	2	5
Culicidae Gen. sp.						9	
Dicranota sp.							
Diptera Gen. sp.			1				
Dixidae Gen. sp.							
Eloeophila sp.							
Gnophomyia sp.						2	
Ptychoptera sp.							
Simuliidae Gen. sp.							
Tabanidae Gen. sp.						1	

Uuritud kohtade iseloomustus suurselgrootute järgi allikatüüpide kaupa on tabelis 3 ja joonistel 5-7.

Tabel 3 Isendite arv (Ni), taksonite arv (Nt), taksoni keskmine tundlikkus (ASPT) ning volukiiruse ja põhja iseloomu indeks (MESH) uuritud kohtades. Allikatüübid: L - limnokreen, R - reokreen, H - helokreen. Vo - Vormsi

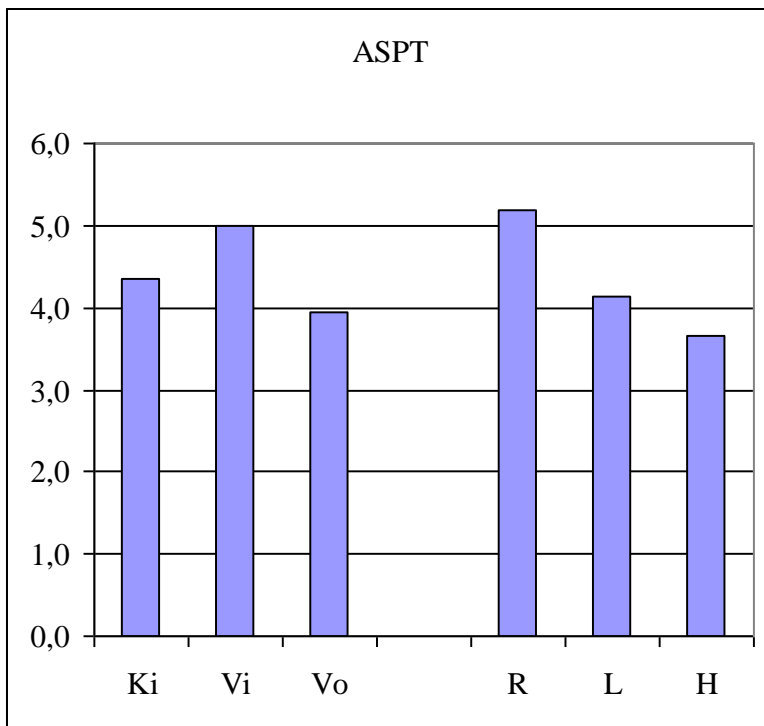
Koht	Ni	Nt	ASPT	MESH	Allikatüüp
Vo1	51	11	4,2	1,33	L
Vo2	42	7	4,67	1,75	R
Vo3	12	5	3,25	1,33	H
Vo4	36	7	3,33	1	L
Vo5	40	12	4,11	1,18	H
Vo6	39	13	6	1,71	R
Vo7	9	3	2	2	H



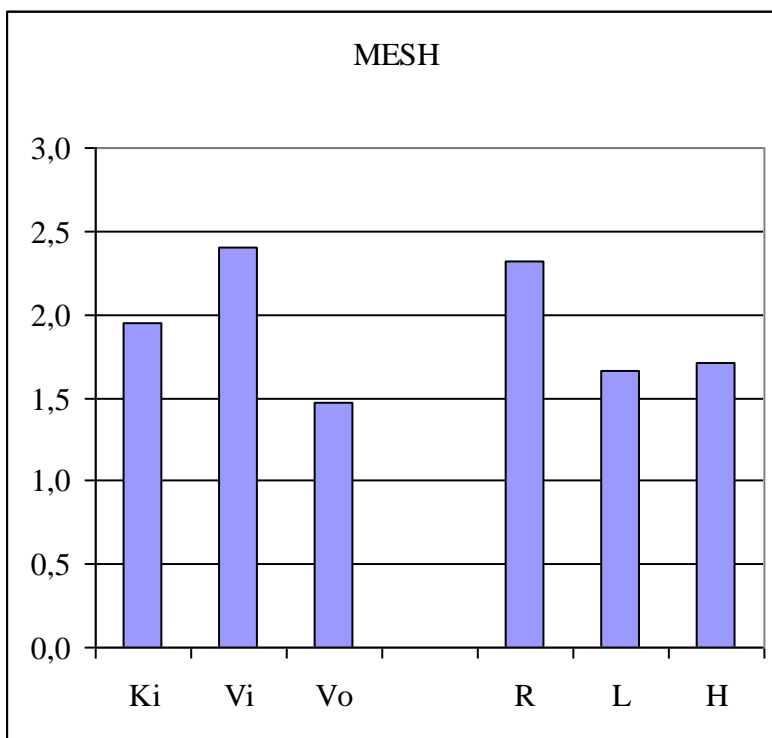
Joonis 2. Keskmine taksonirikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa. Siin ja järgmistel joonistel lühendid nagu tabelis 3

Isendite arvu lähemalt analüüsida pole mõtet, sest tegu oli kvalitatiivsete proovidega. Joonistelt nähtub, et ülejäänud kolme tunnuse keskväärtused järgisid sarnast mustrit. Kõige kõrgemad olid need Viidumäel, millele järgnesid Kiigumõisa ja Vormsi. Kõige rohkem ja kõige tundlikumaid taksoneid oli voolavates vetes (reokreenides), mida kinnitas ka samade kohtade MESH-indeksi kõrgeim keskmine väärtus (joonis 4). Nagu tabelist 3 näha, oligi just Viidumäe piirkonnas kõige rohkem reokreene. Taksonirikkuse ja tundlikkuse poolest järgnesid reokreenidele limnokreenid ja helokreenid: s.t. soistes allikates oli keskmiselt kõige vähem ja kõige tundetumaid liike.

MESH keskväärtus osutus helokreenides isegi napilt suuremaks kui limnokreenides, kuid see vahe oli tõenäoliselt ebaoluline. Et hinnata kirjeldatud erinevuste statistilist usaldusväärsust, peaks proovide arv olema oluliselt suurem, kui praeguses töös oli võimalik koguda.



Joonis 3. Taksoni keskmine tundlikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa



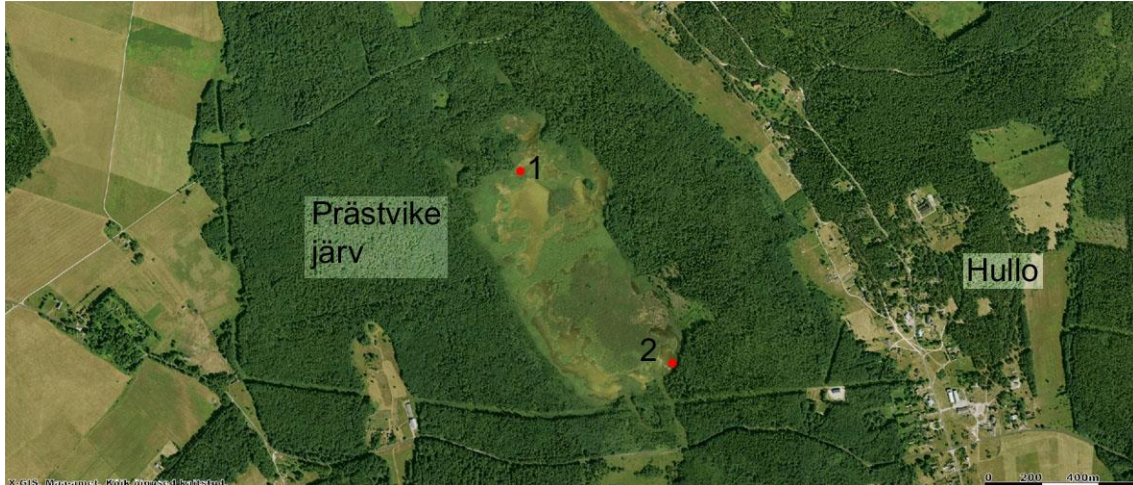
Joonis 4. Keskmised hüdro-morfoloogilised tingimused suurselgrootute järgi, piirkondade ja allikatüüpide kaupa

Vaatamata proovide suhteliselt väikesele arvule (kokku 20), oli neid siiski peaaegu sama palju kui varem üldse samalaadilisi proove EMÜ andmebaasis. A. Seire (1975, 1978) kogutud proovid olid praegustest oluliselt teistsuguse eesmärgiga (suunatud peamiselt loomastiku asustustiheduse, biomassi ja eriti surusääsklaste liigilise koosseisu hindamiseks), ja pole praegu enam kättesaadavad.

Tulemused sobivad ka seniste teadmistega taksonirikkuse ja taksonite tundlikkuse kohta veekogudes. Vooluveses on nad looduslikult kõrgemad kui seisuveses (Pinnaveekogumite... 2009). See leidis kinnitust ka nüüd: varem väga vähe uuritud väikevetes - allikates.

Prästvike järve suurselgrootutest 2015. a. suvel

15. augustil 2015. a. uuriti Prästvike järve (joonis 5) suurselgrootuid. Eesmärgiks oli kontrollida, kas järves leidub praegu Euroopa Loodusdirektiivi (Natura) liike, keda on sellest järvest varem tabatud.



Joonis 5. Uurimisala

Nagu näha jooniselt, leidub järves vaba vett väga vähe. Peamiselt on ta hõivatud roostikust. Ehkki vesi polegi väga sügav, on põhi väga mudane. Niisiis puuduvad järvel selgelt piiritletud kaldad, mis teeb talle ligipääsu ilma paadita keeruliseks (fotod 1 ja 2). 0,5 mm suuruse võrgusilmaga kahvaga võeti kvalitatiivne proov kahest kohast, põhja- ja kagukaldalt (joonis 5). Ligipääs kolmandale planeeritud kohale (edelakaldal) osutus kobraste poolt tugevasti üleujutatuks, nii et sinna minna ei saanudki.

Kahest kohast leiti kokku 19 liiki suurselgrootuid (tabel 4). Põhjapoolsest kohast saadi 12 ning kagupoolsest 15 liiki. Natura liike nende seas ei olnud. Järeldust nende puudumise kohta siiski teha ei tohiks, seda järgmistel põhjustel. Esiteks oli uurimisajaks suvi, mis paljude veeputukate jaoks tähendab aega, mille nad veedavad valmikutena väljaspool veekogu. Et rabakiilidest (*Leucorrhinia*), keda järvest on varem leitud, on vähemalt osa liike tõenäoliselt kaheaastase elutsükliga, oli lootust nende vastseid siiski ka suveajal tabada. Teiseks raskendas tööd keeruline juurdepääs järvele (ka kagukaldale liginemine oli päris keeruline), seega jäi uurimisala piiratuks. Loomade mitteleidmine kahes uuritud piirkonnas ei tõesta, et neid järves praegu pole. Kuid pole ka võimatu, et igal aastal nad seda järve ei asustagi. Usaldusväärsema info saamine eeldab põhjalikumat uurimist sobival aastaajal (maikuu) järve kõigist osadest, mis eeldab paadi kasutamist.

Tabel 4 Prästvike järvest 15. augustil 2015 tabatud suurselgrootute nimekiri

Järv: Prästvike	Järv: Prästvike
Koht: N kallas 59,000 N; 23,219 E	Koht: SSE kallas 58,991 N; 23,228 E
Aeg: 15.08.15	Aeg: 15.08.15
Det.: H. Timm	Det.: H. Timm
GASTROPODA	HIRUDINEA
Lymnaea stagnalis	Erpobdella sp.
Physa fontinalis	GASTROPODA
Planorbis sp.	Planorbis sp.
Radix balthica	Radix balthica
ARACHNIDA	ARACHNIDA
Hydrachnidia Gen. sp.	Argyroneta aquatica
EPHEMEROPTERA	EPHEMEROPTERA
Cloeon dipterum	Cloeon dipterum
HETEROPTERA	ODONATA
Cymatia coleoptrata	Coenagrionidae Gen. sp.
Ilyocoris cimicoides	HETEROPTERA
Notonecta glauca	Cymatia bonsdorffii
Sigara striata/sp.	Cymatia coleoptrata
LEPIDOPTERA	Gerris sp.
Pyralidae Gen. sp.	Ilyocoris cimicoides
DIPTERA	Notonecta lutea
Chironomidae Gen. sp.	Sigara striata/sp.
	TRICHOPTERA
	Agrypnia sp.
	LEPIDOPTERA
	Cataclysta lemnata
	DIPTERA
	Chironomidae Gen. sp.



Foto 1 Uurimisala Prästvike järve N kaldal



Foto 2 Uurimisala Prästvike järve SSE kaldal

Kirjandus

- Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., Furse M.T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.
- Barquin J., Death R.G. 2009. Physical and chemical differences in karst springs of Cantabria, northern Spain: do invertebrate communities correspond? *Aquatic Ecology* 43: 445-455.
- Botosaneanu L. (ed.), 1998. *Studies in crenobiology. The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Pubs, Leiden.
- Cantonati M, Gerecke R, Bertuzzi E, 2006. Springs of the Alps - sensitive ecosystems to environmental change: From biodiversity assessments to long-term studies. *Hydrobiologia* 562: 59-96.
- Dumnicka E, Galas J, Koperski P., 2007. Benthic invertebrates in karst springs: Does substratum or location define communities? *International Review Of Hydrobiology* 92: 452-464.
- Dumnicka E., Galas J., Jatulewicz, I., Karlikowska J., Rzonca B., 2013. From spring sources to springbrook: Changes in environmental characteristics and benthic fauna. *Biologia* 68: 142-149.
- Eesti Punane Raamat, 2008. Ohustatud seened, taimed ja loomad: Andmebaas Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi juures.
- Euroopa Nõukogu direktiiv, 1992. Euroopa Nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitse kohta.
- European Committee for Standardization, 1994. *Water quality – Methods for biological sampling – Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates*. EN 27828. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- Fumetti, S. von, Nagel P., 2012. Discharge variability and its effect on faunistic assemblages in springs. *Freshwater Science* 31: 647-656.
- Glazier D. S., 2012. Temperature affects food-chain length and macroinvertebrate species richness in spring ecosystems. *Freshwater Science* 31: 575-585.
- Hoffsten P.O., Malmqvist B., 2000. The macroinvertebrate fauna and hydrogeology of springs in central Sweden. *Hydrobiologia*. 436: 91-104.
- Ilmonen J., 2009. Benthic macroinvertebrate and bryophyte assemblages in boreal springs: Diversity, spatial patterns and conservation. *Acta Universitatis Ouluensis A, Scientiae Rerum Naturalium* 523.
- Ilmonen J., Mykra H., Virtanen R., Paasivirta L., Muotka T., 2012. Responses of spring macroinvertebrate and bryophyte communities to habitat modification: community composition, species richness, and red-listed species. *Freshwater Science* 31: 657-667.
- Ilmonen J., Paasivirta L., 2005. Benthic macrocrustacean and insect assemblages in relation to spring habitat characteristics: patterns in abundance and diversity. *Hydrobiologia* 533: 99-113.
- Ilmonen J., Paasivirta L., Muotka T., 2006. Changes in spring macroinvertebrate assemblages following catchment-scale restoration: first results. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 1377-1382.

Ilmonen J., Paasivirta L., Virtanen R., Muotka T., 2009. Regional and local drivers of macroinvertebrate assemblages in boreal springs. *Journal of Biogeography* 36: 822–834.

Ilmonen J., Virtanen R., Paasivirta L., Muotka, T. 2013. Detecting restoration impacts in inter-connected habitats: Spring invertebrate communities in a restored wetland. *Ecological Indicators* 30: 165-169.

Kroupalova V., Bojkova J., Schenkova J., Paril P., Horsak M., 2011. Small-Scale Distribution of Aquatic Macroinvertebrates in Two Spring Fens with Different Groundwater Chemistry. *International Review of Hydrobiology* 96: 235-256.

Kubikova L., Simon O. P., Ticha K., Douda K., Maciak M., Bily M., 2012. The influence of mesoscale habitat conditions on the macroinvertebrate composition of springs in a geologically homogeneous area. *Freshwater Science* 31: 668-679.

Lindegaard C., 1995. Chironomidae (Diptera) of European cold springs and factors influencing their distribution. *J. Kansas Entomol. Soc. Suppl.* 68: 108-131.

Looduskaitseeadus, 2004. *Riigi Teataja I*, 38, 258.

Maiolini B., Silveri L., 2010. EPT species distribution in 108 Alpine springs in Trentino (Italy). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 30: 1639-1642.

Marziali L., Lencioni V., Rossaro B. 2010. The chironomids (Diptera: Chironomidae) from 108 Italian Alpine springs. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 30: 1467-1470.

Martin P., Brunke M., 2012. Faunal typology of lowland springs in northern Germany. *Freshwater Science* 31: 542-562.

McCabe D.J., Sykora J.L., 2000. Community structure of caddisflies along a temperate springbrook. *Archiv fur Hydrobiologie.* 148:263-282.

Mori N., Brancelj A., 2006. Macroinvertebrate communities of karst springs of two river catchments in the Southern Limestone Alps (the Julian Alps, NW Slovenia). *Aquatic Ecology* 40: 69-83.

Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord, 2009. Keskkonnaministri 28. juuli 2009. a. määrus nr 44 (RTL, 06.08.2009, 64, 941) <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13210253&replstring=33>.

Seire A., 1975. Pandivere allikatest ja nende põhjaelustikust. Tartu Riiklik Ülikool, zooloogia kateeder. Diplomitöö.

Seire A., 1978. On the Chironomidae fauna of the Pandivere springs. *Hydrobiological Researches (Tartu) VII*: 58-70 (vene k.).

Staudacher K., Füreder L., 2007. Habitat complexity and invertebrates in selected alpine springs (Schutt, Carinthia, Austria). *International Review of Hydrobiology* 92: 465-479.

Zollhöfer J.M., Brunke M., Gonser T., 2000. A typology of springs in Switzerland by integrating habitat variables and fauna. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 121: 349-376.

Timm T., Järvekülg A., 1975. Eesti allikad ekstreemse elupaigana ja nende kaitse. Eesti loodusharulduste kaitseks. Tallinn, 76-89.

Verdonschot P.F.M., Schot J.A., 1987. Macrofaunal community-types in helocene springs. Res. Inst. for Nature Manag., Annual Report 1986. Arnhem, Leersum and Texel, 85-103.

Virtanen R., Ilmonen J., Paasivirta L., Muotka T., 2009. Community concordance between bryophyte and insect assemblages in boreal springs: a broad-scale study in isolated habitats. *Freshwater Biol.* 54: 1651-1662.

Wood, P.J., Gunn, J., Smith, H., Abas-Kutty, A., 2005. Flow permanence and macroinvertebrate community diversity within groundwater dominated headwater streams and springs. *Hydrobiologia* 545: 55-64.

Kalastik

Metoodika.

Elektripüügid toimusid 19.11.2014 seljaskantava alalisvoolul töötava elektripüügi agregaadiga. Allikalehtrites (sh –tiikides) toimus püük üldjuhul kaldalt kasutades vajadusel teleskoopkahva. Laiade ja raskemini läbipüütavate allikaojade ning –kraavide puhul, samuti nende suubimiskohtades (jõgi või järv) teostati püüke kahlates. Püügilõikudes määrati kalade liigiline kuuluvus, pikkus ja arvukus.

Võrgupüüke Prästviki järves teostati 2015. aastal 13. ja 14. oktoobril. Seirepüügil kasutati spetsiaalsed multisektsioonseid Nordic-tüüpi bentilisi (uppuvad) nakkevõrkusid (pikkus 36 m, kõrgus 1,5 m, silmasuurused 12 sektsioonis (sõlmest sõlmeni) 5-55 mm, kolm võrku) ja täiendavalt kolm 65 mm silmasuurusega võrku. Võrgud asetati püügile enne päikeseloojangut ja võeti välja järgmisel hommikul pärast päikesetõusu. Seljaskantava alalisvoolul töötava elektripüügi agregaadiga tehti püüke järve lõunaosa väljvooluojades ja kaldavööndis ning põhjaosas kaldavööndi roovabades kohtades.

Tulemused.

Allikad ja neist lähtuvad ojad ja kraavid pakuvad väikeste kehamõõtmetega kaladele (luukarits, lepamaim) võrdlemisi soodsaid talvitumistingimusi. Püüke viidi läbi talvitumisperioodi alguses, siis võis täheldada kalade peitumist allikalätetes olevate pinnamoodustiste ja roigaste varju, samuti allikatesse ja allikaojadesse (-kraavidesse) langenud puulehtede ning taimestiku vahele.

Prästvike järve allikate lehtrites ja nende väljavooludes kuni Prästvike järveni, samuti järve põhjaosas tabati 2014. aastal kaladest luukaritsat, teadaolevalt pole luukaritsat nendes piirkondades varem tabatud. Lääne maakonna rannikulõugaste uuringute käigus on 2011. aastal Prästvike järvest tabatud 4 liiki kalu: roosärge, särge, haugi ja ahvenat.

Luukaritsat esines kõige arvukamalt veerohke Suurallika väljavoolu ojas. Mõningates allikalehtrites luukarits puudus (nt Metsaallikas, Allikasaar), kuid esines nende väljavoolus. Elektripüüki teostati ka Prästvike järve kaldalähedastes piirkondades, kalu (luukaritsat) tabati vaid vaatetorni juures asuva ja n.ö. järveallika lehtris ja selle läheduses. Prästvike järve väljavooluks olevas ojas tabati ahvenat ja haugi, viimase arvukus oli võrdlemisi kõrge.

2015. aasta võrgupüügid andsid tulemuseks ühe 80,5 cm pikkuse haugi 65 mm silmasuurusega võrgust. Kõige kaldapoolsemas seirevõrgus tabati 12,5 mm sektsioonist üks särge pikkusega 99 mm ja kaaluga 8,8 grammi. Sama võrgu 15,5 mm sektsioonis oli särge pikkusega 110 mm, kaaluga 11,3 grammi. Järve põhjaosas nähti kümneid karplasi pikkusega 10 – 20 cm ja mitmeid hauge pikkusega ligikaudu 30 cm. Hulgaliselt (hinnanguliselt kuni 1000) oli näha 4 – 5 cm pikkuseid karplasi. Järve keskel väikestes roovabades kohtades oli näha 15 -20 cm pikkuseid hauge.



Vormsi, allikas metsas Prästviki järvest kirdes



Vormsi, allikas Prästviki järve põhjakaldal, november 2014



Vormsi, Prästviki järv, november 2014



Luukaritsad, Prästviki allikad, november 2014



Ahven, Prästviki järve väljavool, november 2014



Haug, Prästviki järve väljavool, november 2014



Roovaba ala Prästviki järve põhjaosas, oktoober 2015



Seirepüük Prästviki järve põhjaosas, oktoober 2015