

Projekti LIFE Springday
LIFE12 NAT/EE/000860 raames aastatel 2014 – 2017
läbiviidud uuringute aruanne

Eesti Loodushoiu Keskus

2018



Sisukord

Sissejuhatus	2
Ülevaade allikatest	3
Hüdroloogia	7
Vormsi Prästvike allikad	10
Kiigumõisa allikad	19
Viidumäe allikad ja allikasood	29
Eesti nõrglubjaallikate vee pH ja elektrijuhtivus	37
Taimestik	41
Suurselgrootud	54
Kalastik.....	61
Kokkuvõte	65
Summary	67

Sissejuhatus

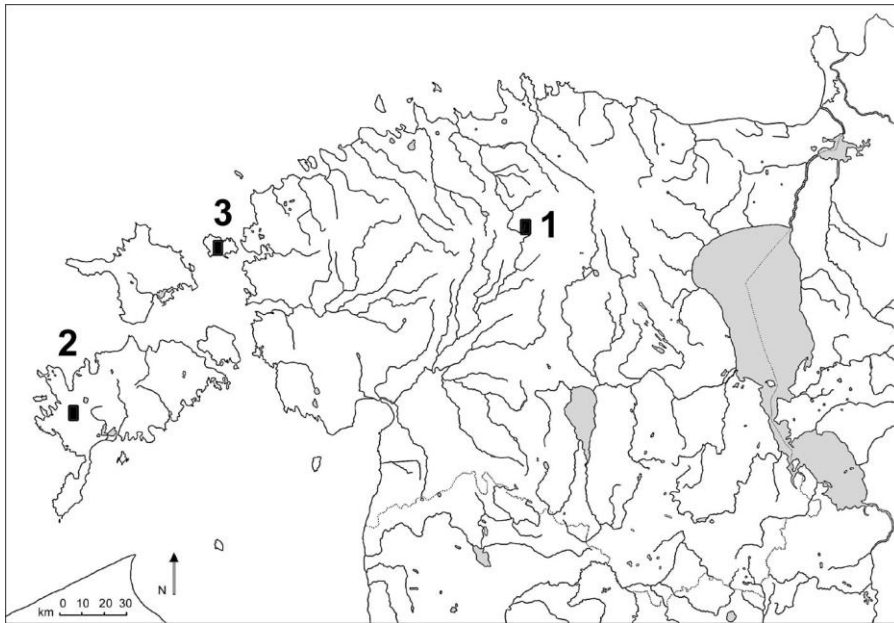
Eesti Loodushoiu Keskus viis aastatel 2013 – 2018 läbi nõrglubjaallikate kaitse ja soodsa seisundi taastamise projekti LIFE Springday. LIFE programm on loodud üleeuroopalise väärtusega ohustatud liikide ja elupaikade seisundi säilitamiseks ja parandamiseks selleks loodud Natura 2000 võrgustiku aladel. Eestis oli projekti taotluse kirjutamise ajal 23 Natura 2000 võrgustiku ala, kus kaitstava elupaigana esineb nõrglubjaallikaid. Lõplikus variandis valiti nende hulgast välja kolm ala, kus hakati tegevusi ellu viima: Vormsi saarel Vormsi maastikukaitsealal, Saaremaal Viidumäe loodusalal ning Järvemaal Kõrvemaa loodusalal.

Allikate hea seisundi saavutamine ja hoidmine on keerukas, kuna sisaldab tervet kompleksi tegevusi alates põhjalike uuringute ja mõõdistuste teostamisest, õige hüdroloogilise režiimi ja taimekoosluse kujundamisest ning kaitsekorralduslike meetmekavade väljatöötamisest ja rakendamisest. Kuna allikate ja allikasooide seisund ei sõltu ainult vee väljumise kohas valitsevatest tingimustest, vaid laiemalt kogu allikat toitval valgjal toimuvatest protsessidest ja tegevustest, siis viidi vajalikke uuringuid ja konkreetseid tegevusi ellu mitte ainult seni teadaolevate allikate avanemise kohtadel vaid laiemalt vastavalt iga piirkonna eripärale. Kuna allikate ja ka muude veekogude hüdroloogilist režiimi kujundavate tegevuste mõju põhjaveesüsteemidele ulatub sadade meetrite, kohati ka kilomeetrite kaugusele, siis ülevaate omamine allikaid ümbritsevatest aladest on hädavajalik. Uuringute ala määramisel võeti arvesse ka asjaolu, et allikate andmebaasides ei ole kajastatud kõiki allikaid, mis looduses aladel esinevad. Läbi töötati ka ajaloolisi materjale allikate ja maaparandussüsteemide kohta. Viidumäel ja Vormsi saarel jäid uuringud kaitseala piiresse. Kõrvemaa maastikukaitsealal tuli vaatluse alla võtta ka Kiigumõisa allikate ala, mis asub Jägala jõe paremkaldal Kiigumõisa maastikukaitsealal, kuna allikad moodustavad ühe hüdroloogilise süsteemi, mida tuleb vaadelda tervikuna. Edaspidi kasutatakse Kõrvemaa ja Kiigumõisa maastikukaitsealadel uuritud allikate kirjeldamisel üldist nimetust Kiigumõisa allikad. Selle nimetuse all on need allikad kantud ka keskkonnaregistri andmebaasidesse.

Käesolevasse aruandesse on koondatud aastatel 2014 – 2017 projekti aladel teostatud uuringute tulemused. Ekspertide poolt uuriti allikate hüdroloogilisi näitajaid – hüdrogeoloogiat ja -keemiat, allikate ja allikaid ümbritsevate alade taimestikku, allikates elavaid suurselgrootuid ja kalastikku. Täpsustati ka allikate asukohti ja kõigil projekti aladel fikseeriti mitmeid uusi allikaid ning allikaalasid. Uuringud viisid läbi Loodushoiu Keskuse ja koostööpartnerite eksperdid, 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, Mare Toom ja Kai Vellak Tartu Ülikoolist. Viidumäe taimestiku inventuure ja seiret teostasid Mari Reitalu ja Triin Reitalu. Henn Timm Eesti Maaülikooli Limnoloogiakeskusest viis läbi suurselgrootute uuringu. Limnoloogiakeskuse töörühm Ingmar Otti juhtimisel uuris Prästvike järve ja allikate seisundit ning andis soovitusi tööde teostamiseks. Tööde kavandamises, nende ulatuse ja võimalike mõjude hindamises elupaikadele osalesid Madis Metsur ja Eerik Leibak.

Suureks abiks tööde kavandamisel ja elluviimisel olid kohalike, pikaajalise kogemusega ekspertide teadmised piirkonnast ja varasematest tegevustest. Eriti tuleb ära märkida Mari Reitalu suurt panust projekti õnnestumisse Viidumäel ja Elle Puurmanni osa Vormsi saarel

tehtud tööde läbiviimisel. Oluline on ka Olavi Randveeru osalemine Kiigumõisa piirkonna tööde kavandamisel.



Joonis 1. Uurimisalade paiknemine Eestis. 1 - Kiigumõisa, 2 - Viidumäe, 3 - Vormsi

Ülevaade allikatest

Projekti käigus koostati ülevaade allikate seisundist ja kaitstusest Eestis. Eestis on erinevatel hinnangutel 5000 – 10000 allikat. Kuna allikaid väärtustatakse ja hoitakse erinevatel põhjustel, siis on ka erinevaid allikate registreerimise andmebaase mitu. Sellest tuleneb ka allikate arvu suur vahemik. Üks põhjus, miks täpset allikate arvu on võimatu määrata, on nende füüsilise ilmumise muutlikkus. Allikad hakkavad tööle või kuivavad sõltuvalt sademete hulgast. Neid võib ka hävitada inimtegevuse tulemusel. Allika võib „lämmatada“ ka liigse paisutamise või ka setete kuhjumisega. Sellisel juhul väljub põhjavesi kuskil mujal, kus põhjavee surve ületab vastusurve ja tekib uus allikas. Lisaks on paljud, eriti väiksemad ja nn igritsevad allikad varjatud, asudes soodes ja tihnikutes.

Allikate kaitstus.

Allikate kaitse nõudeid käsitletakse peamiselt looduskaitseaduses ja veeseaduses. Veeseadusega lahendatakse põhja- ja pinnavee kvaliteedi hoidmisega seotud ülesandid. Veeseaduse rakendamiseks on koostatud veemajanduskavad ja soovituslik „Hea põllumajandustava“. Looduskaitseadus kaitseb allikaid loodusobjektidena ja ka veekogudena inimtegevuse ohtude eest.

Muinsuskaitseaduse alusel kaitstakse allikaid („Ohvriallikad“) mälestistena. Neile saab kehtestada kaitsevööndi.

Metsaseaduse alusel kaitstakse vääriselupaiku, sh on võimalik kaitsta ka allikalisi alasid ja veekogude äärseid elupaiku.

Euroopa Liidu Loodusdirektiivi ja Natura 2000 võrgustiku alusel kaitstakse liikide elupaiku. Allikatest ja põhjavee väljavoolust sõltub mitmete väärtuslike elupaikade soodne seisund, sealhulgas: allikad ja allikasood (elupaiga kood 7160, EELIS registris 15.01.2018 esineb 54 kaitsealal ja 51 rahvusvahelise tähtsusega alal), lubjarikkad madalsood läänemõõkrohuga (7210*, 41 kaitse- ja rahvusvahelise tähtsusega alal), nõrglubja allikad (7220*, 16 kaitsealal ja 23 rahvusvahelise tähtsusega alal), liigirikkad madalsood (7230, 157 kaitsealal ja 131 rahvusvahelise tähtsusega alal).

Käesoleval ajal on kõige mahukamaks Keskkonnaregistri (KR) „**KR Veekogud Allikas**“ loetelu 1337 allika kirjega (15.01.2018 seisuga). See loetelu langeb valdavalt kokku ETAK andmebaasiga, mis kuvatakse Maa-ameti „põhikaardil“.

Looduslikult tundlikel aladel on registreeritud ja asukohad täpsustatud 157 (15.01.2018) allikat, allikajärvikut ja karstiala (KR – „looduslikult tundlikud alad – allikad“).

Kaitstavate loodusobjektidena on **üksikobjekt - allikas** KR nimekirjas 49 allikat (15.01.2018). On veel muid LK üksikobjekte (u 15?), mis on allikatega seotud.

Paljud allikad asuvad erinevatel kaitstavatel aladel ning võivad olla kaitse all kaitstava ala keskkonnamärgide kaudu.

Muinsuskaitse all on valdavalt „**ohvriallikatena**“ 110 allikat. Maa-ameti kaardirakendus „kultuuriväärtused“, kultuurimälestiste register.

Ürglooduse objektide hulgas on KR 223 allikatega seotud objekti (02.07.2015).

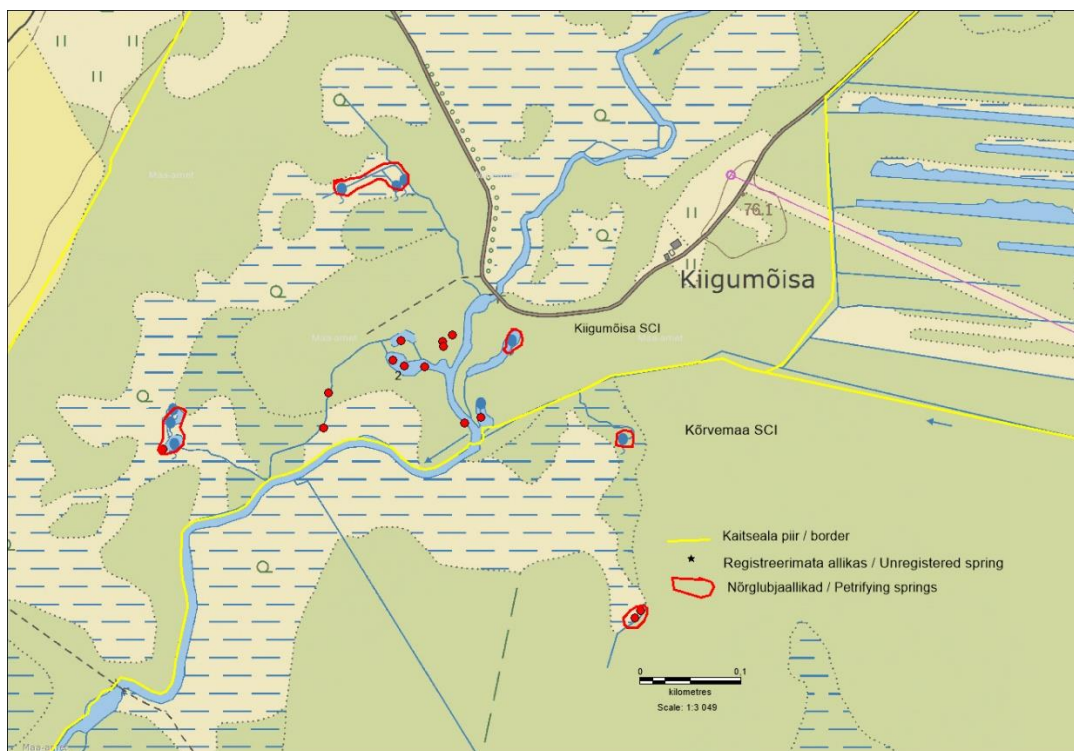
Allikaid on registreeritud ka **pärandkultuuri** objektide inventuuride raames (u 140). Maa-ameti kaardirakendus „pärandkultuur“.

Metsaseaduse alusel on vääriselupaigana registreeritud KR Vääriselupaigad registris 41 allikalist ala (15.01.2018).

Käsitajalistest materjalidest on kõige mahukam ning põhjalikum Rahvusarhiivis säilitatav **Gustav Vilbaste 1936.** aastal kogutud allikate ankeetlehtede kogu (1587 lk).

Kuna ülalootletud andmestikud kattuvad osaliselt, siis ülevaade allikate arvust ja asukohast ei ole täpne ja ilmselt kunagi ka lõplik. Seetõttu on iga põhjalik uuring oluline, et tagada allikate ja allikatest sõltuvate väärtuste säilimine ja kaitse. LIFE Springday projekti käigus täpsustasid projekti alade elupaikade ja veekogude andmestikud.

Kiigumõisa allikate piirkonnas (Kiigumõisa ja Kõrvemaa looduslal Jägala jõe vasak- ja paremkaldal) fikseeriti kümme üksikut allikat ja mitme allikagrupi poolt moodustatud suuremat seisuveekogu, mida olemasolevates registrites seni märgitud ei olnud. Ka Natura elupaikade andmestikud täienesid. Kiigumõisa looduslal määrati nõrglubjaallika elupaigatüüpi kolm allikate rühma, mis kanti 2017. aastal ka Natura standardandmebaasi.



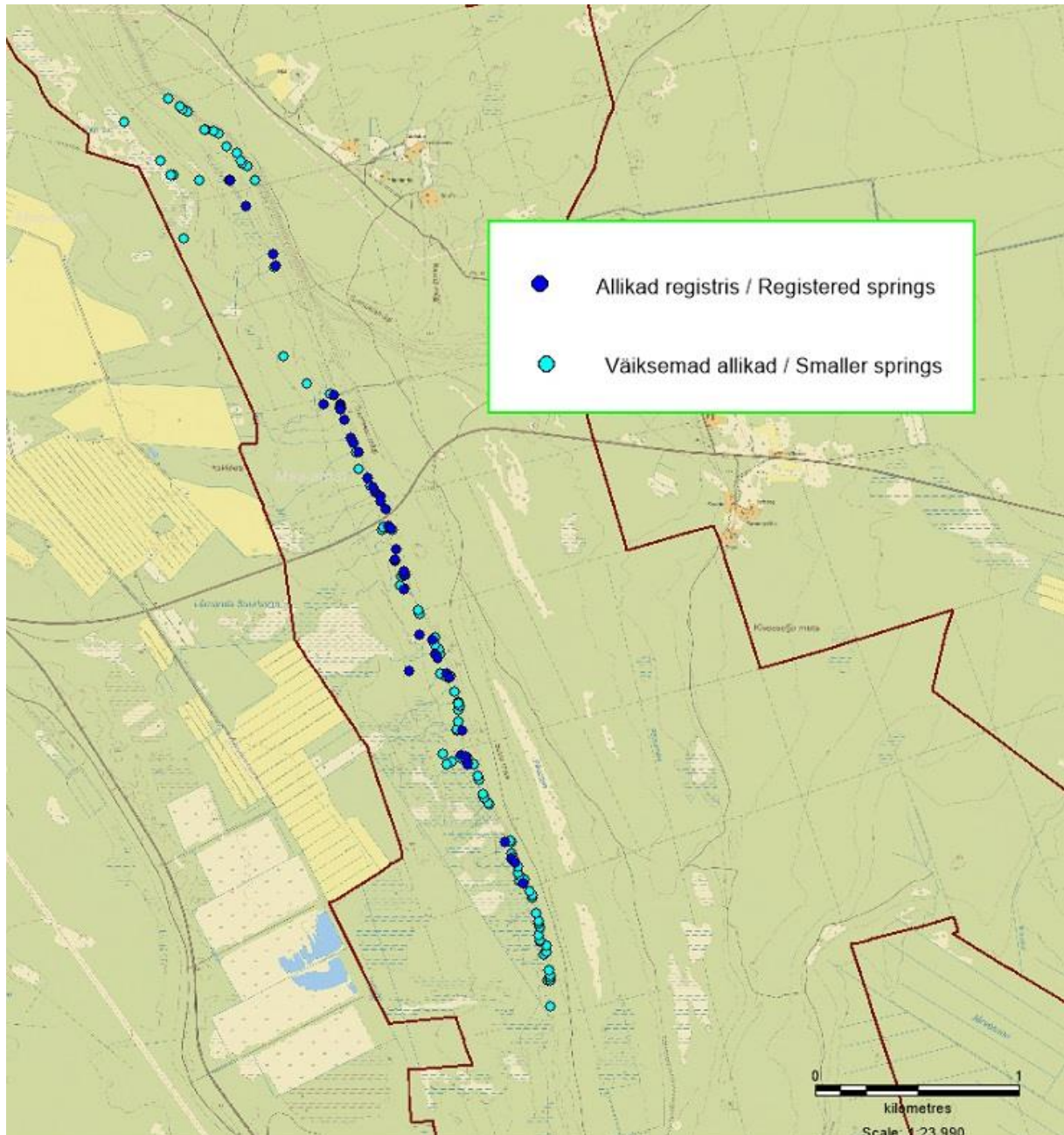
Joonis 2. Kiigumõisa allikad ja allikajärved Jägala jõe vask- ja paremkaldal.

Vormsi maastikukaitsealal Prästvike järve ümbruses vaadeldi kümmet allikat, milledest 2018. aasta alguses on veekogude (allikas) andmebaasis 1 – Suurallikas, mis on kantud ka Eesti põhikaardile. Ilmekateks ja esinduslikeks nõrglubjaallika elupaigatüüpi kuuluvaks määrasime kolm allikat, kusjuures üks on alles kujunema hakkav „noor“ allikas. Lubja settimine on vaadeldav ka Prästvike järve kaldal Allika matkaraja lõpus asuvas allikas.



Joonis 3. Allikad Vormsi saarel Prästvike järve põhjaosas

Viidumäe looduskaitsealal on käesoleval ajal veekogudena arvel 44 allikat. Projekti uuringute tulemusena oleme fikseeriti kaitsealal üle 100 suurema ja väiksema põhjavee väljumise koha. Kuna vee hulgal on tegu väikeste (vooluhulk tunduvalt alla 1 l/s) allikatega, siis veekogudena neid registreeritud ei ole. Loodusdirektiivi elupaigatüübina on kõik need allikad selgete nõrglubjaallika tunnustega – esinevad tunnusliigid ja selgelt on näha lubja settimine taimevartel ning muudel settetsentritel. Eriti esinduslikud on kaitseala keskosas Nakimetsa piirkonnas paiknevad allikalased alad, kus allikaoja põhjas ja kaldavööndis asuvad kivid ning kasvavad taimed on kaetud ohtra lubjakoorikuga. Ühe sellise ilmeka allikate grupini ulatub ka projekti käigus rekonstrueeritud Allikasoo õpperada.



Joonis 4. Viidumäe allikad. Suuremad (tumesinised, kokku 44 tk) on kantud veekogude registrisse. Väiksemad, „igritsevad“ allikad (helesinised, ligikaudu 90 tk) avanevad tihti soos ja on kaetud sammaldega. Viidumäe allikad on kõik määratud nõrglubjaallika elupaigatüüpi.

Hüdroloogia

Projekti eesmärk oli 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. Veetasemete seireks rajati seirepunktid ning varustati need automaatsete rõhuanuritega (Schlumberg Mini-diver). Veekeemia uuringuteks valiti neljalt proovialalt välja ka kolm lävendit, kust aastatel 2014-2015 võeti kokku 4 veeproovi (igal aastaajal). Proovidest määrati kohapeal temperatuur, leelisus ja pH; laboris mõõdeti veelioonkromatograafia mõningate vees olevate ionide kontsentratsioone. Täiendavalt mõõdeti välitööde käigus kohapeal vee pH, elektrijuhtivust, temperatuuri ja hapnikusisaldust (Eutech Cyberscan PC19 ja Marvet Junior) ning voolukiirusi ja vooluhulkasid mõõdeti käsitsi (OTT MF PRO) erinevatel aastaegadel.

Allikalubja olemus ja selle tekkimine

Allikalubi on kontinentaalsetes oludes keemiliselt settinud kaltsiumkarbonaat (CaCO_3), 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 muutumisega 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 CaCO_3 lahustuvust vees. Aeroobsetes tingimustes eraldab orgaanilise aine lagunemine suures hulgas süsihappegaasi veekeskkonda ja see omakorda muudab karbonaadid lahustavamaks (Krauskopf, 1967). CO_2 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 öösiti, 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 CaCO_3 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 CO_2 päritolu alusel jagada termalse ja atmosfäärse tekkega lubjaks. Termalselt tekkinud allikalubja puhul

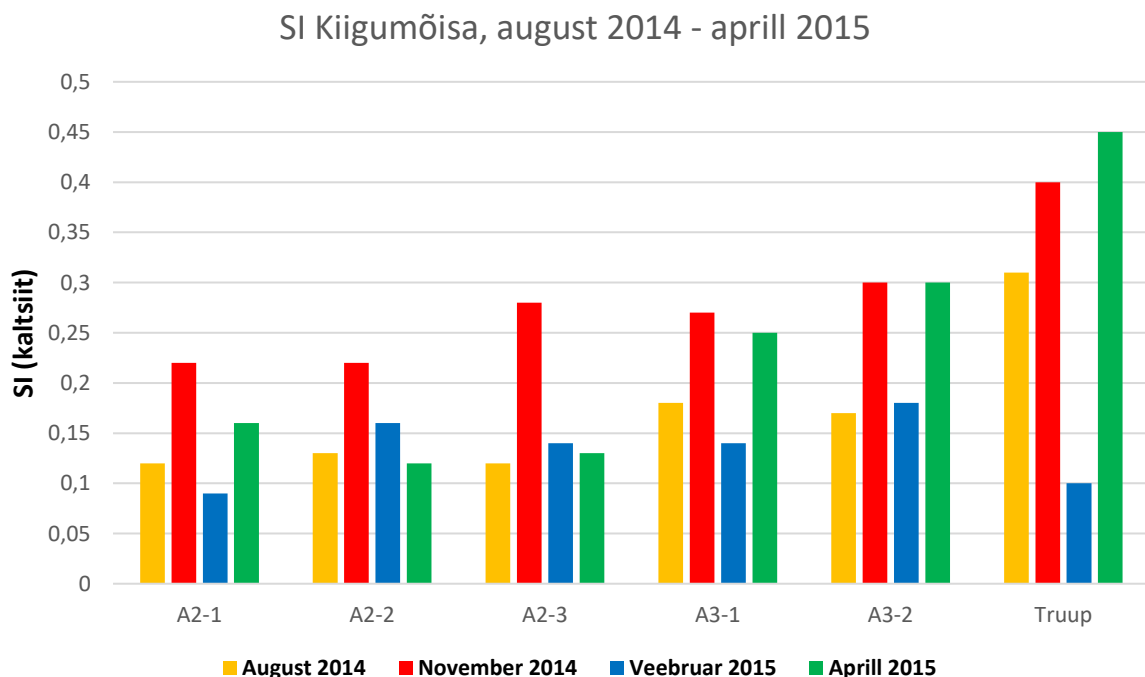
pärineb karbonaatkivimeid lahustav süsihappegaas termaalsetest protsessidest, mis toimuvad maakooses või isegi sellest sügavamal. Termaalselt moodustunud süsihappegaas lahustub kõrgtemperatuurilises ning kõrge rõhu all olevas põhjavees. Tekkinud põhjavesi on suuteline lahustama suuri koguseid karbonaatkivimeid. 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 rahvuspargis.

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.

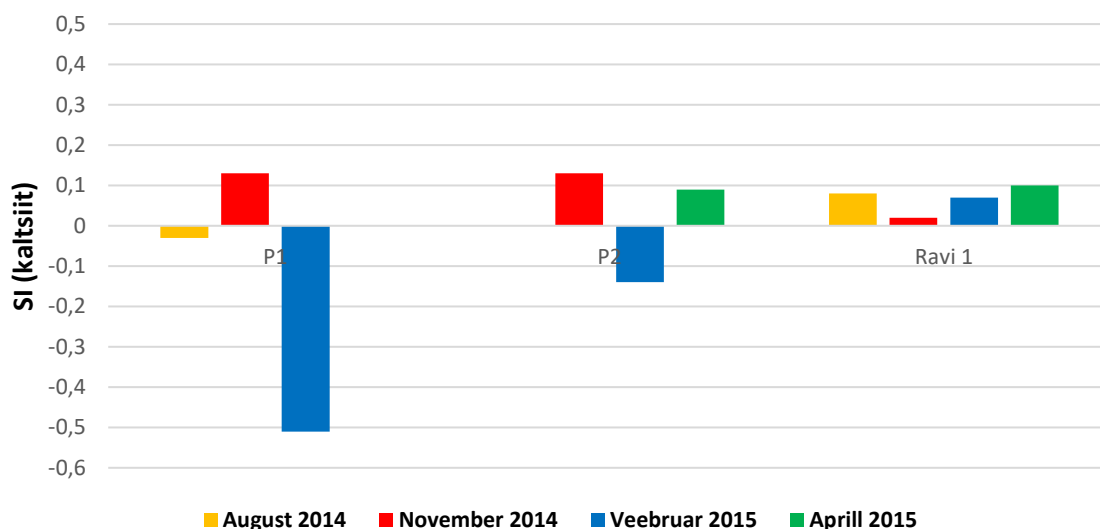
Kaltsiidi küllastusindeksi määramine

Allikavee küllastusindeksi määramiseks võeti proove kokku kolmel proovialal 12 kohast neljal korral aastas aastatel 2014 - 2015. 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.



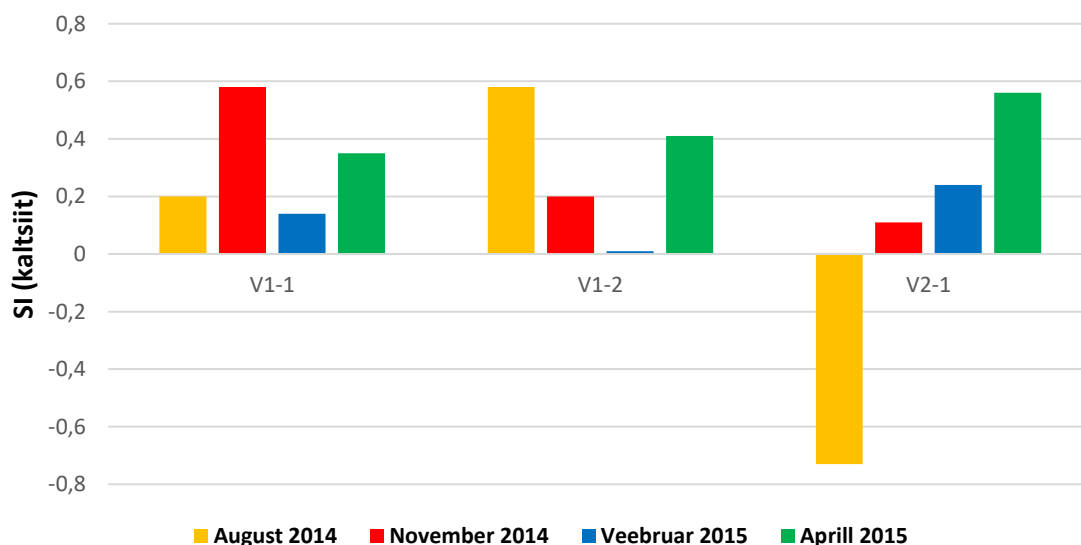
Joonis 5. Allikavee küllastusindeksid erinevatel kuudel Kiigumõisa seirealal.

SI Prästvike, august 2014 - aprill 2015



Joonis 6. Allikavee küllastusindeksid erinevatel kuudel Prästvike seirealal Vormsil.

SI Viidumäe, august 2014 - aprill 2015



Joonis 7. Allikavee küllastusindeksid erinevatel kuudel Viidumäe seirealal Saaremaal.

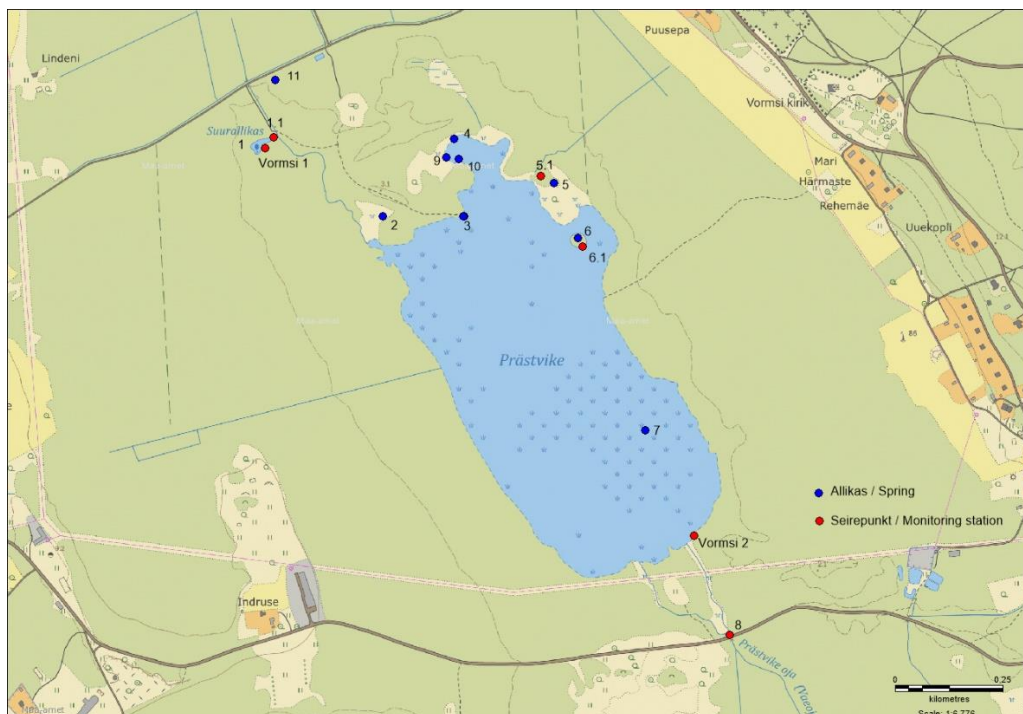
Allikalubja väljasettimise suurendamiseks saab kasutada järgnevat meetmeid: tõsta veetaset ja pikendada vee viibeaga allikasoodes kraavide sulgemise või osalise tõkestamise abil; avada veega madalalt üleujutatud ala päikesevalgusele põõsa- ja puurinde (osalise) eemaldamise abil; soodustada taimestiku, eriti lubivetikate kasvu madalalt üleujutatud aladel ja voolusängides. Tulemusi analüüsid on selge, et kaltsiidi küllastusaste on ajas küllaltki muutlik suurus ning mõjutatud ka teiste potentsiaalselt välja settivate või lahustuvate mineraalide esinemisest.

Vormsi Prästvike allikad

Vee vooluhulk

Vormsil Prästvike järve piirkonnas asuvatest allikatest suurim on Suurallikas (asukohajoonisel tähis nr 1). Allika vooluhulgad on allikalehtri väljavoolul läbiviidud mõõtmistel jäänud vahemikku 9-29 l/sek varieerudes seega enam kui kolmekordses vahemikus (keskmine 20 l/sek). Võrdluseks, vooluhulkade poolest ühe suurema allika (nr 5) vooluhulgad on samadel kuupäevadel läbiviidud mõõtmiste põhjal varieerunud enam kui 7 kordses vahemikus. Allika nr 5 vooluhulkade keskmine on olnud 4 l/sek. Huvitav on märkida, et kui 21.08.2017 mõõdeti allika nr 5 väljavoolul selle allika mõõterea suurim vooluhulk (11,8 l/sek), siis Suurallika vooluhulk oli samal päeval mõõterea madalaim. Ilmselt on siin oma osa allikate valgalade erinevas asetsuses ja eelnevate päevade hoovihmad võisid jaotuda allikate valgalade kaupa ebaühtlaselt.

Teiste Vormsi allikate vooluhulgad on üldiselt väiksemad. Tihtipeale jäävad need hinnanguliselt alla 1 l/sek (nt allikad 2 ja 4). Allika nr 6 väljavoolul on samuti mõõdetud madalaid vooluhulkasid (ligikaudu 1 l/sek), kuid ilmselt on tegelikud vooluhulgad suuremad, kuna konkreetse väljavoolu puudumise tõttu on kogu vooluhulka raske määrata. Sama kehtib visuaalselt suuremate vooluhulkadega allika nr 3 puhul, mis asub Prästvike järve kaldavööndis.

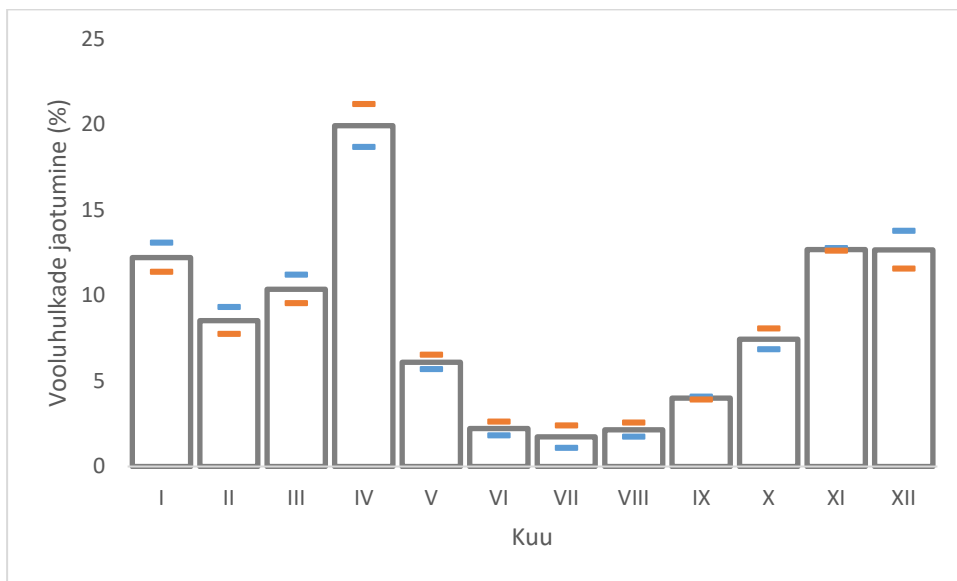


Joonis 8 Prästvike allikad ja mõõdukohad

Allikate vesi koondub Prästvike järve ning sealt edasi Prästvike ojja. Oja lähtel on vooluhulgad mõõtmistel jäänud vahemikku 8,9-127 l/sek (keskmine 53 l/sek). Oluline on märkida, et vooluhulkade suurus järve väljavoolul sõltub suuresti sealse kopraasurkonna hiljutisest paisutustegevusest. Niisiis on võimalik olukord, kui Prästvike oja vooluhulgad on väiksemad kui allikate vooluhulgad. Näiteks 21.07.2016 oli Suurallika vooluhulgaks 15,8

l/sek samal ajal kui järve väljavoolul oli vooluhulgaks kõigest nimetatud miinimum ehk ca 9 l/sek. Vooluhulkasid järve väljavoolul vähendas siis kindlasti ka soojadest ilmadest tulenev aurumine järve pinnalt.

Allikate vooluhulkade aastaringne dünaamika on sõltuvuses sademete rohkusest ja tüübist ning temperatuuri muutustest. Seega on mõjutegurid samad mis teistel vooluveekogudel. Olulise osa dünaamikast määravad ära konkreetse piirkonna kliimatilised iseärasused. Vormsi allikatele lähimad vooluhulkade mõõtmiste püsiseirejaamad asuvad Luguse (Hiiumaa) ja Vihterpalu (Loode-Eesti) jõgedel. Aastate 1970-2016 põhjal koostatud vooluhulkade keskmine jaotumus nendel jõgedel on toodud joonisel (andmete allikas: Riigi Ilmateenistus).



Joonis 9. Vooluveekogude aastase vooluhulga jaotumine kuude kaupa Loode-Eestis Luguse (sinine) ja Vihterpalu (oranž) jõe põhjal (Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal, 2018).

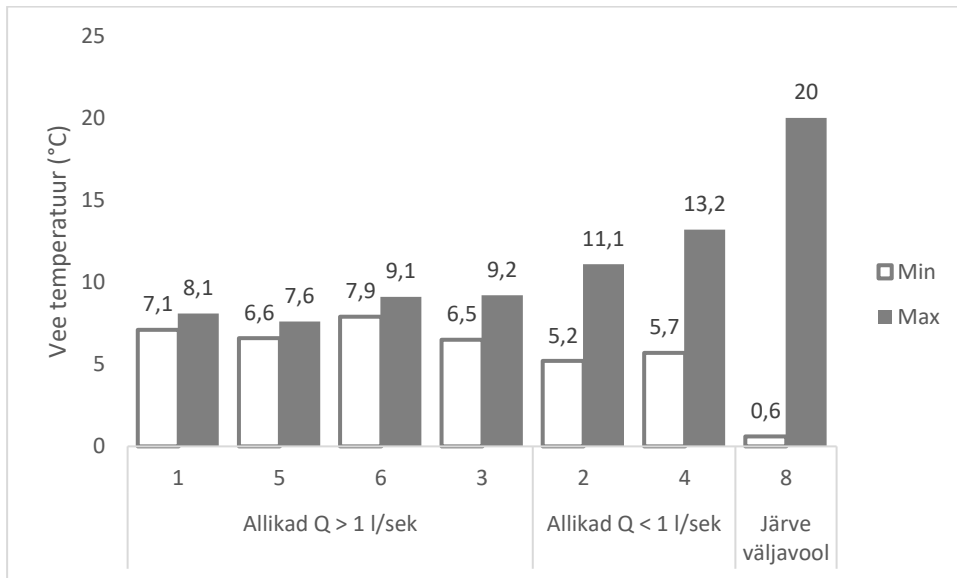
Väiksemate vooluhulkade puhul saab eeldada, et allikast väljuv vesi kandub allikalehtrist välja pikema aja jooksul ehk vee viibeag on pikem. Seega on suurem tõenäosus, et allikalubja moodustumise protsessid leiavad aset „keemiskohale“ lähemal. Vooluhulkade andmestikust lähtuvalt võib eeldada, et keskmiselt on allikast väljuva vee viibeag pikem suvekuudel ning lühem aprillis ja perioodil novembrist jaanuarini.

Vee viibeag allika läheduses sõltub lisaks vooluhulgale ka allikalehtri suurusest ehk vee mahutavusest. Seega võib suurema vooluhulgaga allika puhul allikatüüpi olemasolul vee viibeag allika läheduses olla ikkagi võrdlemisi pikem kui näiteks väga väikese allikalehtri ja mõnevõrra väiksemate vooluhulkade puhul (nt allikas 1 vs allikas 5). Vee viibeaga allika läheduses ja seega allikalubja väljasettimise tõenäosust lehttris on võimalik tõsta väljavoolukraavidel põhjakõrguse tõstmisega (antud tegevust viidi läbi Kiigumõisa ja Viidumäe projektialadel).

Vee temperatuur

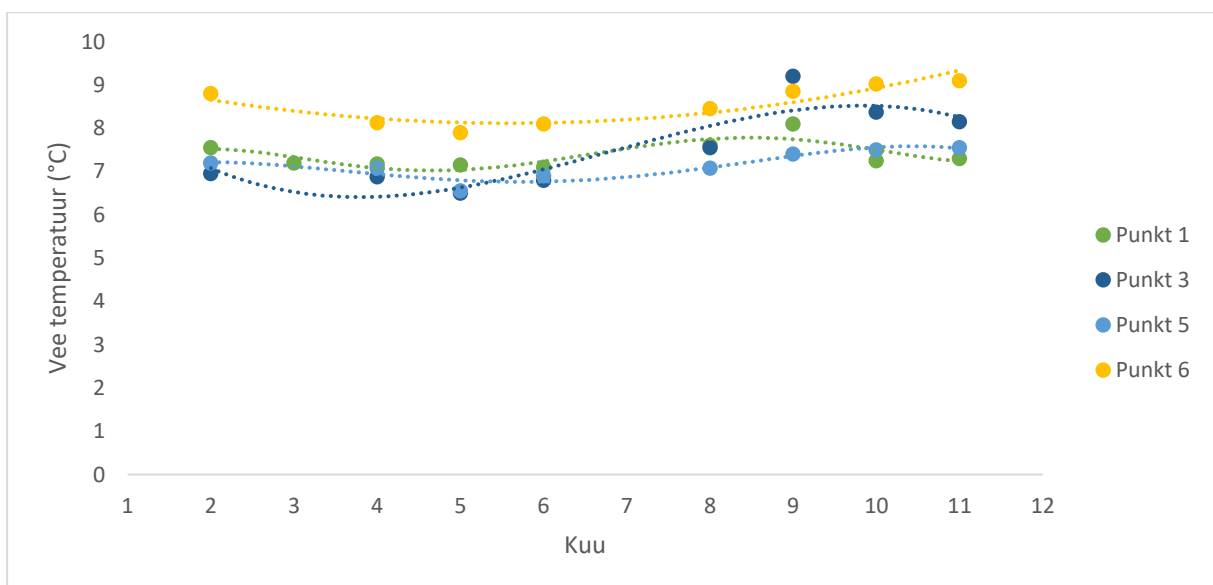
Allikavee temperatuur on Vormsi allikate lähte lähedal aastaringselt võrdlemisi stabiilne. Väikseim kõikumine mõõdeti suurima vooluhulgaga allikate nr 1 ja 5 lätetel, kus

veetemperatuur kõikus eri mõõtmistel maksimaalselt ühe kraadi ulatuses. Selle lähedale jäi antud mõõtetulemus ka allika 6 puhul (1,2 kraadi). Veidi suuremas vahemikus kõikusid näidud järve otseses mõjusfääris olevas allikas nr 3 (kuni 2,7 kraadi). Päikesele rohkem avatud ja väikeste vooluhulkade tõttu õhutemperatuuri poolt kergemini mõjutatavates allikates nr 2 ja 4 oli mõõdetud veetemperatuuri erinevus vastavalt 5,9 ja 7,5 kraadi. Võrdluseks, järve väljavooluks olevas Prästvike ojas oli vastav amplituud 19,4 kraadi ning seega, arvestades järve madalust ja veepeegli pinna suurust, ootuspäraselt kõrge.



Joonis 10. Minimaalsed ja maksimaalsed vee temperatuuri näitajad Vormsi allikalehtrites ja Prästvike ojas aastatel 2014-2018 toimunud mõõtmistel.

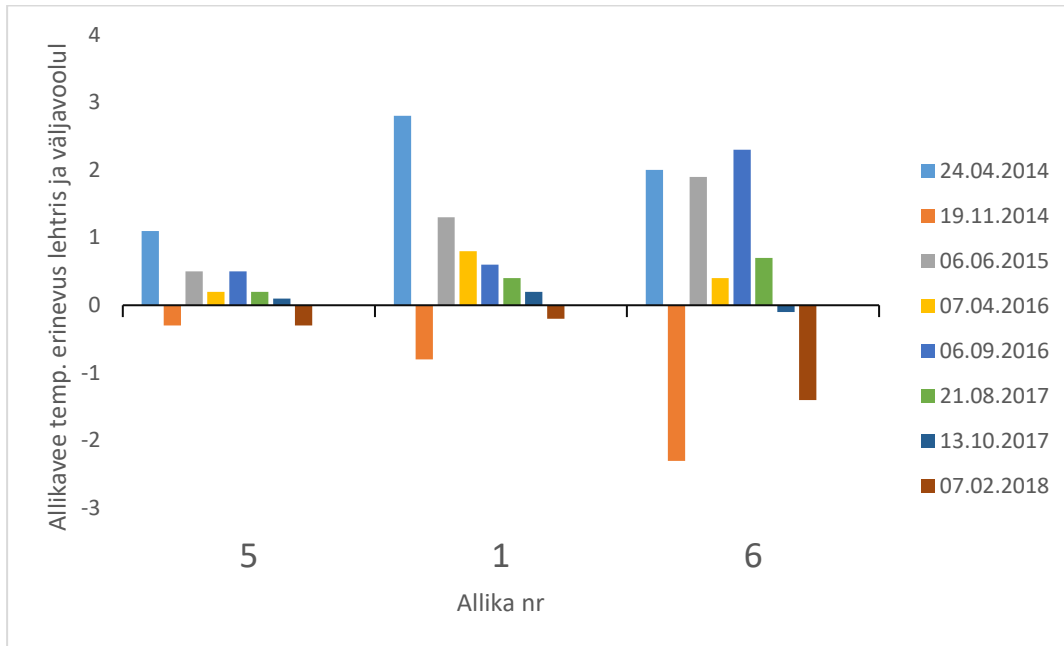
Vee temperatuuri kiiret soojenemist loetakse oluliseks faktoriks allikalubja tekkel. Sellistes allikates, kus vee temperatuuri kõikumise amplituud on suurem (nt allikad 2 ja 4), on ka allikalubja tekke tingimused vähemalt perioodiliselt soodsamad kui stabiilsemate oludega allikates.



Joonis 11. Suuremate allikalehtrite aastaringised veetemperatuuride muutused aastatel 2014-2018 toimunud mõõtmistel. Toodud on keskmised näitajad.

Suuremates allikatest on väikseim vooluhulk allikas nr 6 ning see kajastub ka selle allikalehtri võrdlemisi kõrgemas vee temperatuuris. Ilmselt tuleneb antud asjaolu vee pikemast viibest lehtripiirkonnas. Vee soojenemine on selles allikas ilmselt lokaalsem kui teistes suuremates allikalehtrites.

Allikalehtri/-tiigi ja selle väljavoolul mõõdetud veetemperatuuride erinevus annab täiendavaid vihjeid, kui suur on tõenäosus, et allikalubja moodustumine toimub allika „keemiskoha“ läheduses.

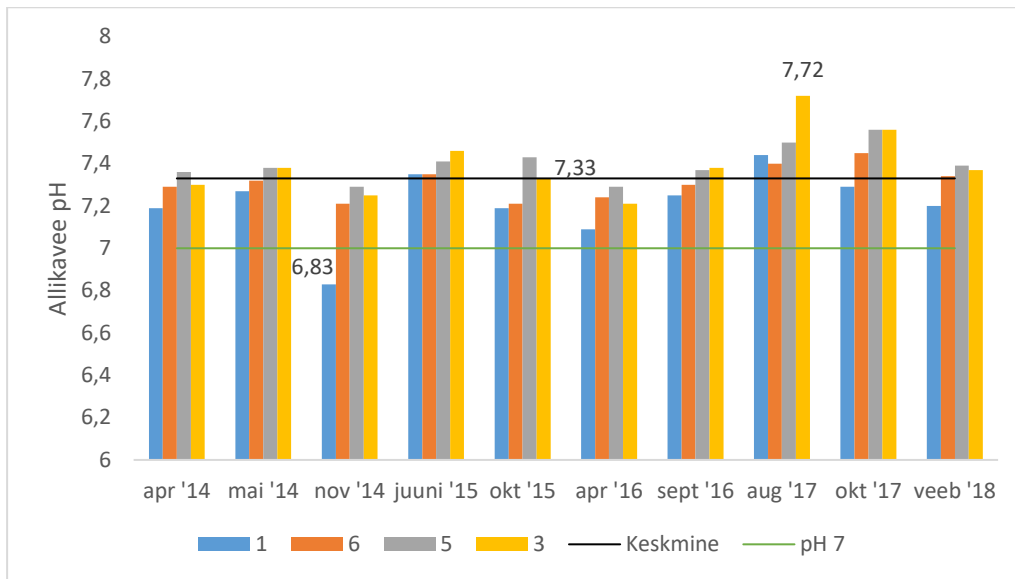


Joonis 12. Vee temperatuuri muutus allikalehtrist väljudes erinevatel kuupäevadel kolme allika näitel. Püstiteljel on toodud allika väljavoolu ja lehtri vee temperatuuride vahe.

Temperatuurimuutuste andmete kohaselt on võrdlemisi vähemtõenäoline, et allikalubja teke toimub allikalehtris allika nr 5 puhul. Ilmselt tuleneb see vooluhulkasid arvestades lehtri suhteliselt väikestest mõõtmetest, samuti lehtri varjatusest päikesele. Seevastu allika nr 1 ja nr 6 puhul on vee temperatuurimuutused allikalehtri juures suuremad. Veelgi suuremaid temperatuurierinevusi on mõõdetud allika nr 4 lehtris ja selle ümber (6,2 °C). Need andmed toetavad eelpoolleitud, et väiksemad vooluhulgad ning pikem viibeaeg (mis võib tuleneda lisaks väikestele vooluhulkadele ka lehtri/tiigi suhteliselt suurematest mõõtmetest) soodustavad periooditi vee temperatuuri kiiremat tõusu allikavee maa seest väljumise koha lähedal ning seeläbi suurendavad tõenäosust allikalubja tekkeks.

Vee pH

Vormsi allikavete pH on aluseline. Suuremate allikate keskmine pH oli 7,33 (vt joonis allpool). Nõrgalt aluselisi näite saadi allikalehtrites või nende väljavooludel väga harva (ca 2% mõõtekordadest). Keskmiselt natukene madalaimad näidud olid allikas nr 1 (keskmine pH 7,21). Samades allikates kõikus vee pH erinevate mõõtmiskordade puhul maksimaalselt 0,4-0,5 pH ühiku võrra.

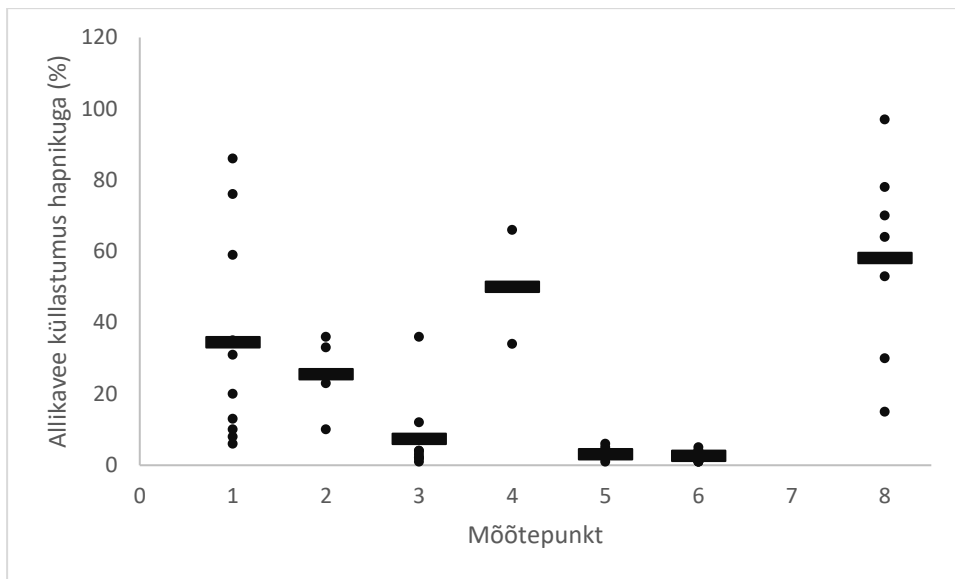


Joonis 13. Vormsi suuremate allikate 1, 3, 5 ja 6 vee pH allikalehtris vee „keemiskoha“ lähistel mõõdetuna erinevatel ajahetkedel.

Allikate vee pH näidud käitused üldjuhul mõõtekordadest sõltuvalt sarnaselt: periooditi oli kõigi allikate vee pH näit eelneva mõõtekorraga võrreldes kõrgenenud või madaldunud. Seega olid olulisemad allikavete pH-d mõjutavad tegurid kõigi allikate jaoks ühised. Vee pH-d mõjutavaid tegureid on palju. Üks neist on taimede fotosünteesiline aktiivsus. See muutub nii aasta kui ööpäeva lõikes. Allikavetes toimuvat taimede fotosünteesi mõju tasub põhjalikumalt vaadelda, kuna selle protsessi käigus seotakse veest süsihappegaasi ning suureneb tõenäosus lubja välja sadenemiseks.

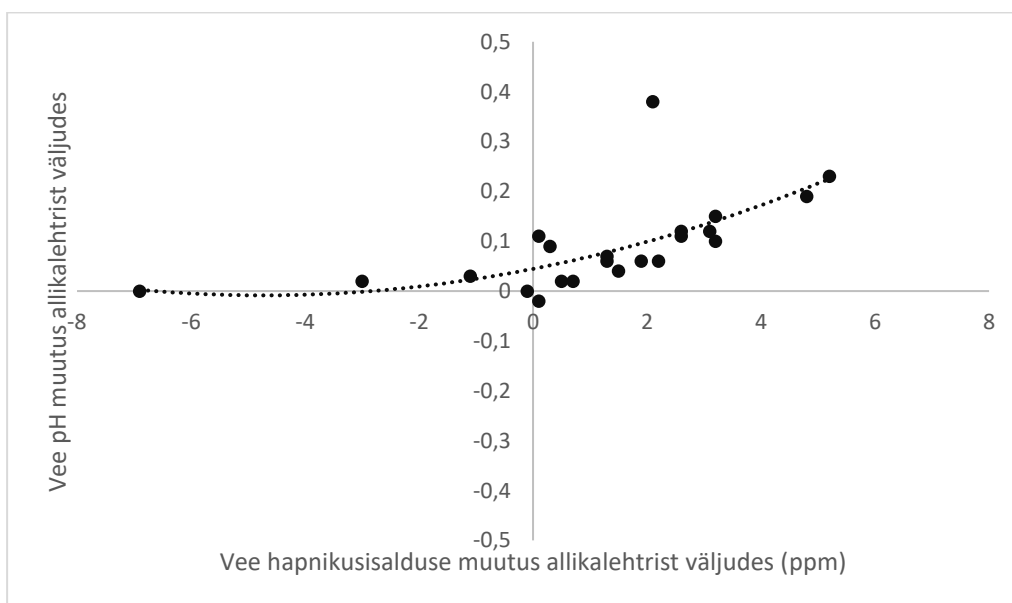
Vee hapnikusisaldus, seos pH näiduga

Teatud allikalehtritele on omane vee väga vähene hapnikusisaldus. Sellised allikad olid Vormsil nr 5 ja 6 ning valdavatel mõõtekordadel ka nr 3. Teatud mõttes on nendes lehtrites vee hapnikusisalduse näit mõõtekordadest sõltumatult üsna stabiilne. Teistes allikates võib vee hapnikusisaldus kõikuda suurtes piirides. Mingil määral on näit ilmselt sõltuv mõõtmiste kellaajast (võimalik, et ka anduri täpsest asukohast). Öösiti leiab aset taimestikurikkamas allikavees hapnikutarve, päeval jällegi hapniku tootmine. Sarnaselt osadele allikatele kõigub vee hapnikusisaldus suurtes piirides ka järve väljavoolel (mõõtepunkt nr 8, allolev joonis).



Joonis 14. Vee küllastumus hapnikuga Vormsi allikalehtrites (nr-d 1-6) ja järve väljavoolul (nr 8). Eraldi on joonisel toodud näitude keskvärtused mõõtepunktide kaupa.

Maa seest väljuva allikavee hapnikusisaldus hakkab väljavoolu suunal tõusma. Osa hapnikust lahustub vette otse õhust. Lisaks aitab päikesevalgusega perioodidel allikavee hapnikusisalduse tõusule kaasa lehtreis ning selle kallastel või väljavoolul kasvav veetaimestik. Taimestiku elutegevuse käigus süsihappegaasi ja seega ka karbonaathappe hulk vees väheneb ning vee pH muutub seeläbi aluselisemaks. Eelnevalt tulenevalt on ootuspärane, et mida kaugemale liigub vesi allika keemiskohast, seda hapnikurikkam ning kõrgema pH-ga vesi on (joonis allpool). Seejuures on kohane märkida, et tulenevalt allikavee temperatuuride aastaringsest stabiilsusest on roheline veetaimestik allikavees olemas ka siis kui aktiivne vegetatsiooniperiood on mujal lõppenud.

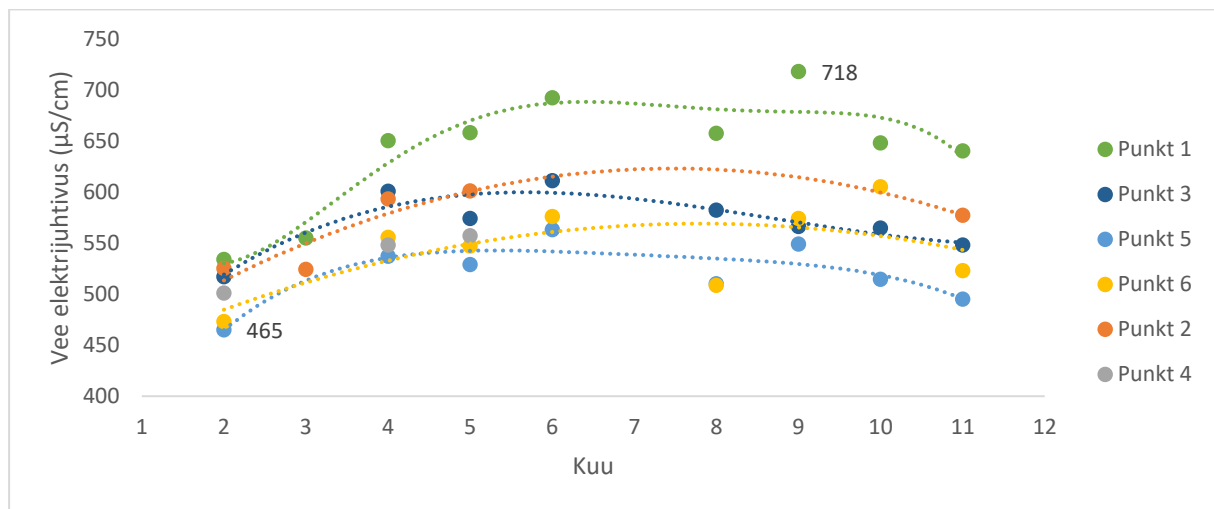


Joonis 15. Vormsi allikavete pH ja hapnikusisalduse muutumine allikalehtrist kaugenedes. Kasutatud on mõõtepunktide 1, 1.1, 5, 5.1, 6 ja 6.1 andmeid.

Vee elektrijuhtivus

Mida rohkem on allikavees lahustunud erinevaid katioone ja anioone seda kõrgem on vee elektrijuhtivuse näit. Vormsi allikavetes (punktid 1 ja 3) on teistest ionidest oluliselt kõrgem kaltsiumi- (Ca^{2+}) ja vesinikkarbonaatioonide (HCO_3^-) kontsentratsioon (vt hüdrokeemia ptk). Seega peegeldab Vormsi allikavete elektrijuhtivus suures osas allikalubja tekkeks vajalike komponentide olemasolu vees. Seega võib ka allikavee elektrijuhtivuse suurenemine ajas tähendada ühtlasi suuremat tõenäosust allikalubja tekkeks.

Vormsi allikavete elektrijuhtivus jäi allikalehtrites kõigil mõõtmiskordadel vahemikku 427-718 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Üldiselt olid kõrgemad näidud allikas nr 1 ning madalaimad allikas nr 5. Näib, et vee elektrijuhtivus on allikates üldiselt suurem soojematel perioodidel (joonis 16).



Joonis 16. Vormsi allikavete elektrijuhtivus mõõdetuna allikalehtrites. Toodud on erinevate aastate kuude keskmised näitajad.

Veetasemete mõõtmised

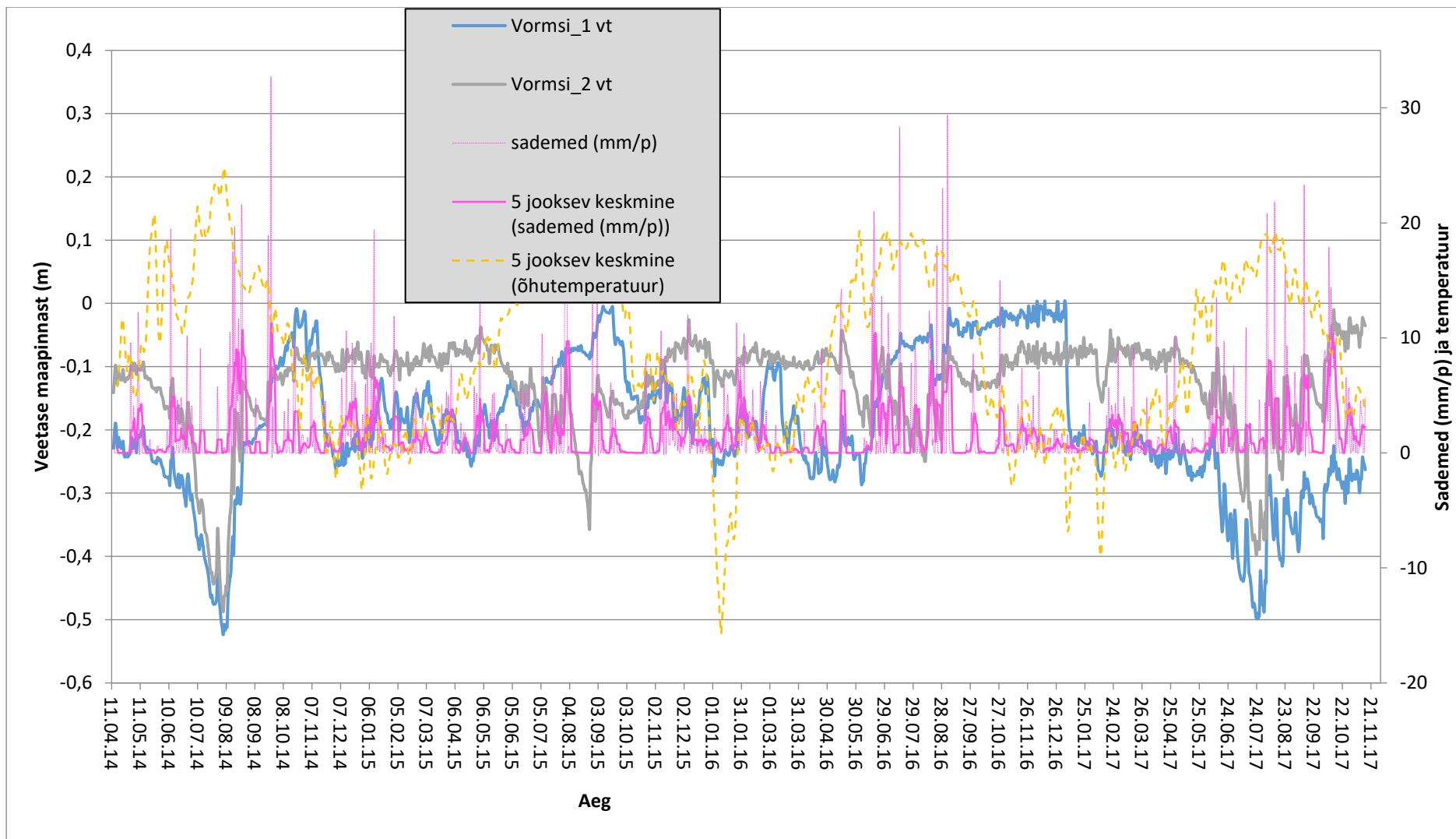
Vormsis on samuti kaks veetasemete seirepunkti: üks Prästvike järve kagukaldal (nr 2), veepeeglist ca 3 m kaugusel ning teine Suurallika kaldas (nr 1), veepeeglist 1 m kaugusel. Mõlemad piesomeetrid on kanalisatsioonitorudest tehtud filtratsioonikaevudes 0,9 m sügavusel maapinnast. Mõõtesamm on 3h ning õhurõhu andmetena kasutatakse Heltermaa ilmajaama andmeid.

Seirepunktides mõõdetud veetasemed, -temperatuurid ning ilmajaama andmed perioodi 13.04.14 – 15.11.17 kohta on esitatud joonisel 17.

Veetasemed käituvad kahes mõõtepunktis üsna sarnaselt stabiilsete ilmastikutingimuste korral nagu 2014 aasta, kõikudes amplituudiga ca 0,5 meetrit ning saavutades madalseisu mõõteseria 2014. aasta augusti alguseks. Suuremate sadude ja põuaperioodide vaheldumisel nagu 2015. ja 2016. aastal ilmnevad aga kahe mõõtepunkti valgalt saabuva vee viibeagade erinevus. Eriti ilmekas on selles suhtes 2015. aasta august-september, kus veerohke augusti tõttu üles tõusnud veetasemed kukuvad allikas suhteliselt kiiresti (suur aurumine väikesel, suure veejuhtivusega valgalt suve kuumimal perioodil) samal ajal kui järves säilib suhteliselt kõrge veetase – järve valgala on suurem ning lühike põuaperiood ei jõua seda veel mõjutada.

Üsna järsud ja lühiajalised kõikumised viitavad suhteliselt väikesele valglale ning vett kandvate kivimite väga heale veejuhtivusele. Pikemad trendid nagu maist augustini näha olev veetasemete langus on põhjustatud ilmselt aurumise/sademete tasakaalu suvise nihkumisest, kusjuures allika puhul on õhutemperatuuri mõju suurem kui järves.

Allika juures paiknev mõõtepost fikseeris kolme päeva jooksul jaanuaris 2017. ca 20 cm veetaseme languse, mis tundub olevalt püsiv keskmise taseme muutus. Kuna see langus toimus kolme päeva jooksul, siis ei saa olla põhjuseks diveri/mõõduposti liigutamine inimese poolt. Küll oli see periood kõige külmem sel talvel ning veetase maapinnal ning võib olla põhjuseks jää poolt mõõduposti tõstmine. Kuna mõõduposti ülemise ääre kõrgus fikseeriti paigaldamise käigus, siis on võimalik kontrollida posti asendit. Seda tuleb teha peale maapinna sulamist hiliskevadel.



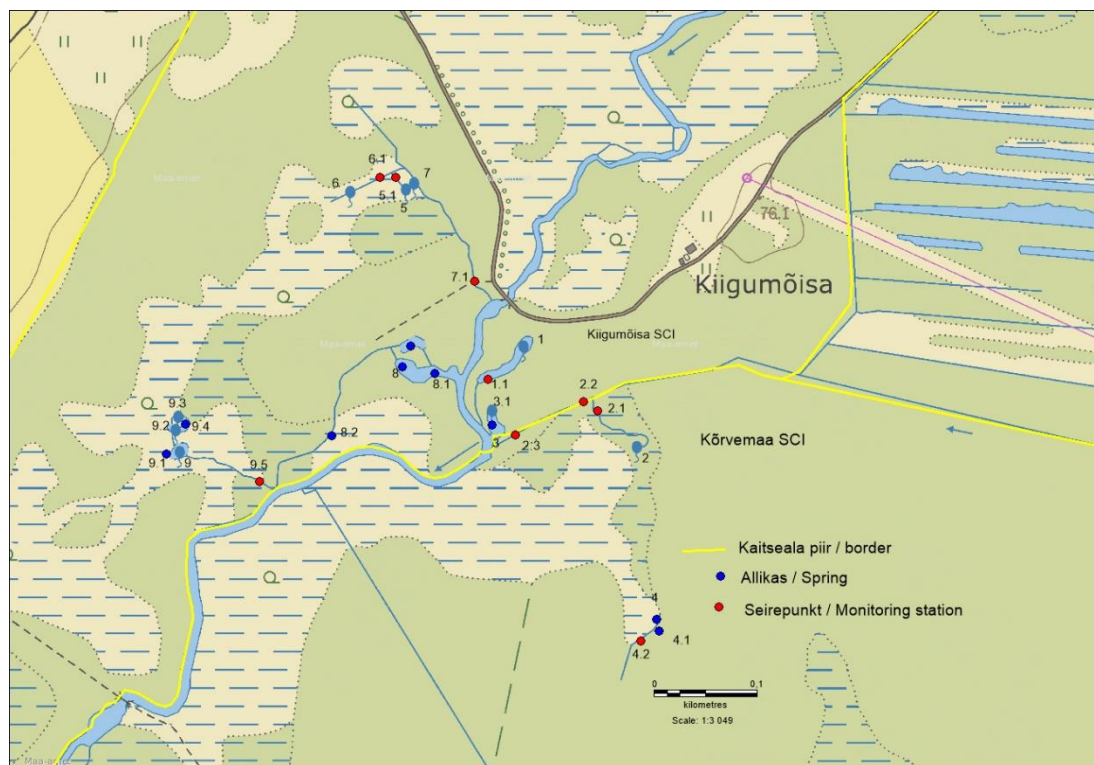
Joonis 17. Prästvike järve (Vormsi) veetasemete mõõteandmed perioodil 13.04.14 – 15.11.17 koos Heltermaa ilmajaama tähtsamate andmetega samal perioodil.

Kiigumõisa allikad

Vee vooluhulk

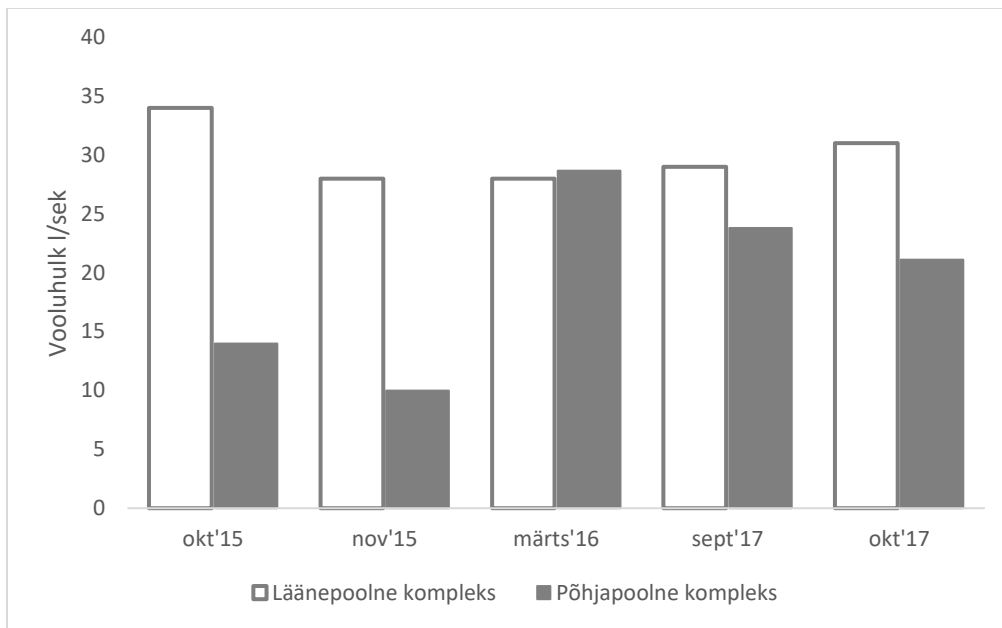
Üksikute allikalehtrite vooluhulka on Kiigumõisa allikate puhul raske välja tuua, kuna valdavalt tõusevad Kiigumõisa allikad maapinnale suuremates allikatiikides (nt allikaid 9.2, 9.3, 9.4 /8, 8.1/3, 3.1 sisaldavad tiigid), mis moodustavad ühise väljavooluga allikate kompleksse. Lisaks võib allikatiigile lisanduda (periooditi) vett Jägala jõest kõrgema veeseisuga tekkiva ühenduse kaudu (nt punkte 8 ja 8.1 sisaldav ala). Väga kõrge veetasemega katab allikalehtreid ja tiike ühine suurveeala. Täiendavad allikad võivad asuda nii allikakomplekside väljavoolul (nt punkt 7 ja punkt 9 lähedane lehter) kui ka väljavoolu vahetus läheduses (punkt 8.2). Allikalehtri nr 2 väljavoolule lisandub täiendavat vett soistelt aladelt vett koondavate kuivenduskraavide kaudu. Vooluhulkade jaotumist kuivenduskraavides mõjutab kopra paisutustegevus. Kuivenduskraavidest võib vett lisanduda mõõtepunktist 7.1 ülesvoolu jäävasse allikakompleksi väljavoolu ossa.

Üksikute allikate vooluhulkade näite koguti allikate nr 2 ja nr 6 puhul. Allika nr 2 väljavoolul (enne kuivenduskraavide vee lisandumist) on allika vooluhulgad olnud ligikaudu 24 l/sek (2017. aasta september ja oktoober). Kuivenduskraavid lisavad selle allika väljavoolule ligikaudu samas koguses vett. Ilmselt võib harva sattuda allikasse ka kuivendatavalt alalt pärinev vesi, kuna mõnikord on lehter sisaldanud pruunikat vett. Allikat nr 2 saab lugeda antud piirkonna mõistes suhteliselt suure vooluhulgaga allikaks. Näiteks, samadel kuupäevadel teostatud mõõtmiste põhjal oli kolme allikat sisaldava põhjapoolse kompleksi (5-7) kogu vooluhulk ligikaudu sama suur või isegi madalam (21 l/sek). Viie allikaga läänepoolse kompleksi (9.1-9.4) väljavoolul saadi samadel kuupäevadel küll kõrgeimaid näite (29 ja 31 l/sek), kuid lehtrite hulk on ka tunduvalt suurem.



Joonis 18. Kiigumõisa allikad ja mõõdukohad

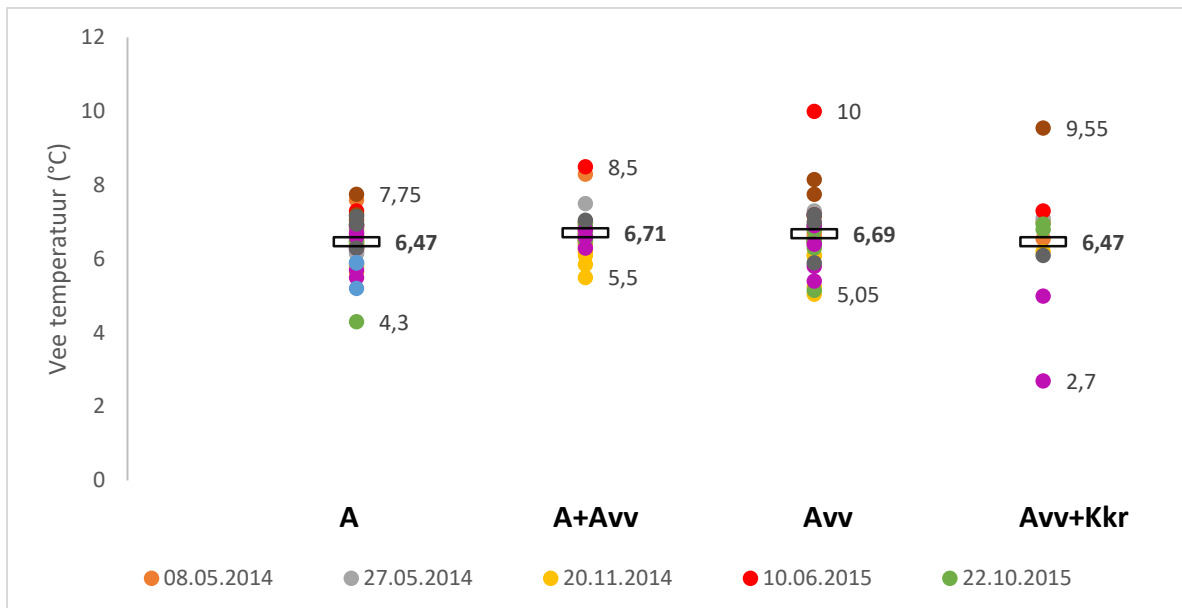
Põhjapoolse allikakompleksi koguvooluhulgad on mõõtmistel jäänud vahemikku 10-29 l/sek (keskmine 20 l/sek). Tunduvalt stabiilsemad ja keskmiselt kõrgemad näidud on olnud läänepoolsele kompleksile (28-34 l/sek; keskmine 30 l/sek). Võimalik, et põhjapoolsema allikakompleksi väljavooludesse lisandub periooditi proportsionaalselt suur hulk pinnavett. Näiteks, kui 2016. aasta märtsikuul oli eelneva sügisega võrreldes kompleksi koguvooluhulk suurenenud väga oluliselt, siis kompleksi osaks oleva allika nr 6 väljavoolul oli vooluhulk isegi pisut langenud (6 l/sek vs 5 l/sek). Taustaks, 2016. aasta märtsikuul oli allika nr 2 ja sellest kirdes asuva kuivendatava ala ühises kraavis vooluhulk rekordiliselt kõrge (72,5 l/sek; keskmine 40 l/sek) ehk siis pinnavett liikus sellel perioodil jõkke suurtes kogustes.



Joonis 19. Kiigumõisa allikate koguvooluhulkade erinevus. Vooluhulkasid mõõdeti seirepunktides 7.1 ja 9.5.

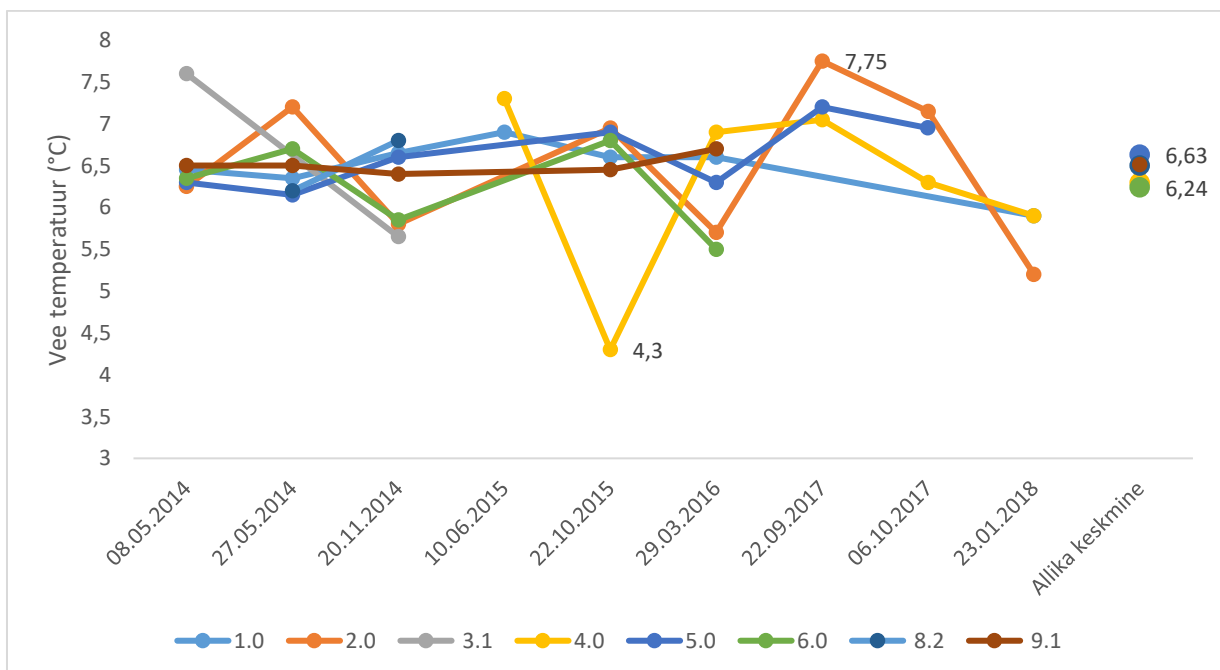
Vee temperatuur

Kiigumõisa nõrglubjaallikate lehtrites on eri perioodidel toimunud mõõtmistel vee keskmine temperatuur olnud 6,5 kraadi. Sõltuvalt allikast ja mõõtmiskuupäevast on näidud kõikunud vahemikus 4,3-7,8 kraadi. Alla 5 kraadi on näit langenud harva. Allikalehtrist kaugenedes vee temperatuuri näit muutub, muutuse suund sõltub õhutemperatuurist. Soojematel perioodidel võib allika väljavoolul vee temperatuur tõusta kümne kraadini (nt 10.06.2015), mis loob head eeldused allikalubja tekkeks, kuna süsihappegaasi lahustuvus vees väheneb. Allikast väljuva vee temperatuur võib kiiremini muutuda olukorras, kus väljavoolule lisandub kraavidest pinnavett (nt 29.03.2016). Viimane on õhutemperatuuri muutustele oluliselt tundlikum kui allikast väljuv põhjavesi.



Joonis 20. Vee temperatuuride väärtused Kiigumõisa allikalehtrites (A), allikate väljavoolu ojaades (Avv) ning väljavoolude nendel lõikudel, mis on segunenud soiste alade kuivenduskraavide veega (Avv+Kkr). Osad lehtrid asuvad teiste allikate väljavooludel (A+Avv).

Kiigumõisa allikate puhul pole võimalik välja tuua allikalehtreid, kus pidevalt oleks vee temperatuur teistest lehtritest madalam või kõrgem. Siiski näib teistest allikatest enam kõikuvat allikalehtrite nr 4 ja 2 näit ehk siis idapoolseimate allikate näidud. Nn anomaaliate põhjuseks võib olla allikalehtri vee temperatuuri püstsuunaline gradient (nt väga soojade või jahedate ilmade puhul). Samuti võib see viidata linnavee lehtrisse kandumisele (tuleb kõne alla ennekõike lehtri nr 2 puhul).



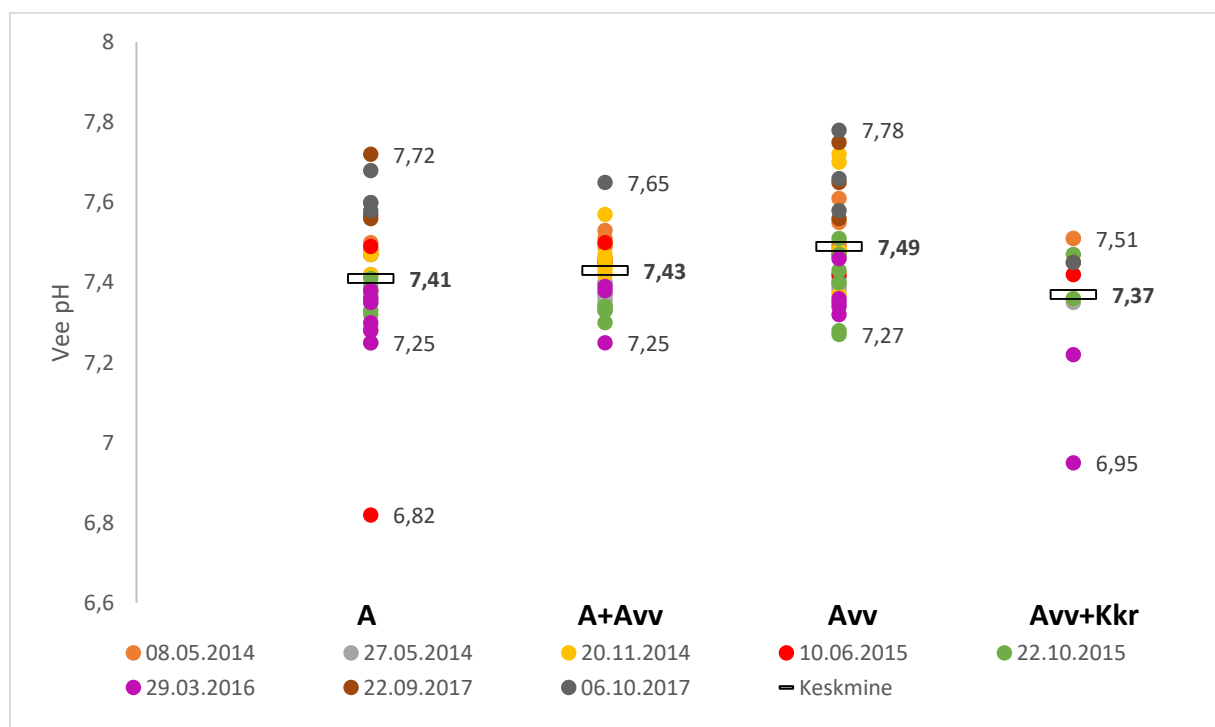
Joonis 20. Vee temperatuuri dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

Allikavee temperatuuri muutumist on võimalik vaadelda allikate nr 5 ja 6 ning allikakompleksi nr 9 puhul. Teiste allikate puhul toimub väljavooludel eri päritolu vete

segunemine ning sobilikud seirepunktid puuduvad. Nimetatud väljavoolude lõikes on suurimas ulatuses muutunud allika nr 6 vee temperatuur. Maksimaalne vee temperatuuri langus olnud 0,8 kraadi ning tõus 0,55 kraadi. Allikas nr 6 on ka vaatlusalusest kolmikust väikseima vooluhulgaga ehk siis eeldused vee soojenemiseks ongi suuremad. Teiste allikate väljavooludel on vee temperatuuri muutus olnud valdavalt 0,1 kraadi, maksimaalselt 0,3 kraadi. Seega on allika nr 6 väljavoolul soodsate olude korral temperatuurimuutustest tulenevalt suurem tõenäosus allikalubja tekkeks.

Vee pH

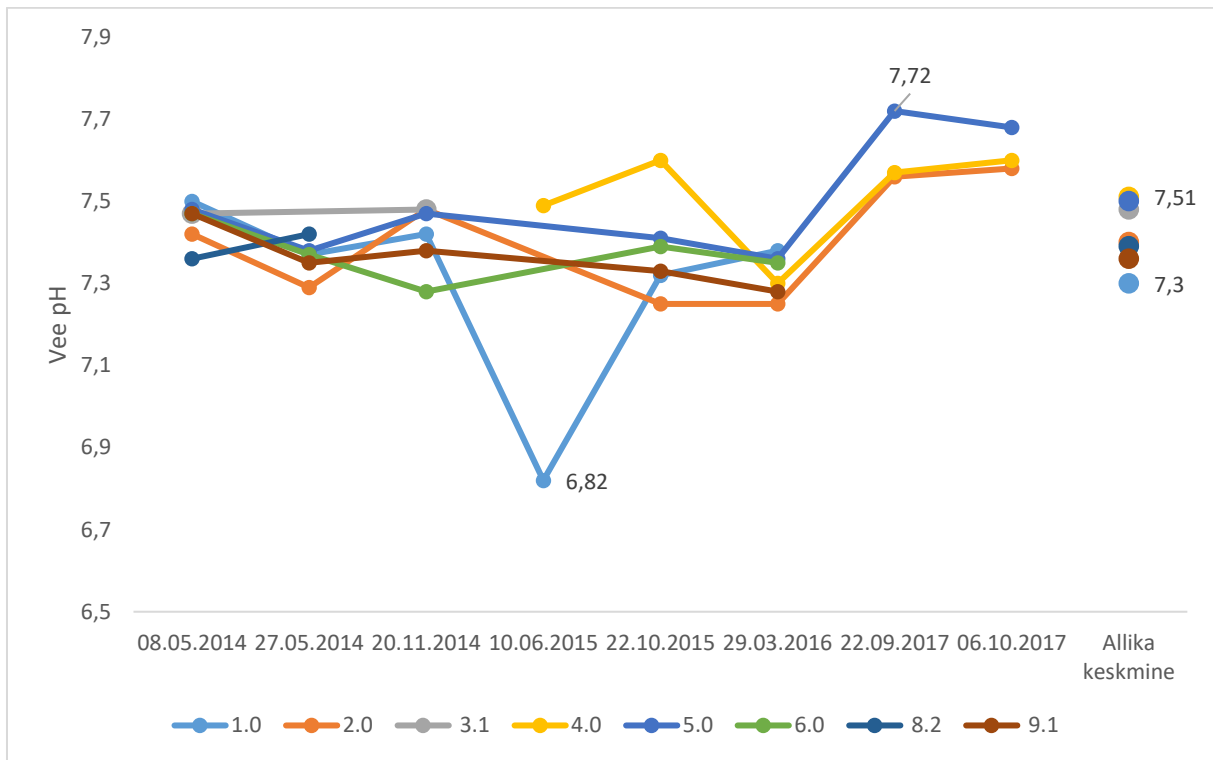
Kiigumõisa allikavee pH on lehtrites mõõdetuna olnud keskmiselt 7,41 jäädes üldjuhul vahemikku 7,25-7,72. Mõnevõrra kõrgemad on olnud allikate vee pH näidud väljavooludel (keskmiselt 7,49). See on ootuspärane eelkõige taimestiku elutegevusest tulenevalt. Sellistel väljavooludel, kus allikaveele lisandub rabatoitelist kuivenduskraavide vett, võib vee pH ka väljavoolul langeda. Viimane protsess ei suurenda tõenäosust lubja väljasetamiseks, küll aga teeb seda taimede elutegevus. Keskmine pH muutus allika väljavoolul on olnud allikate nr 5, 6 ja allikakompleksi nr 9 põhjal +0,3 pH ühikut. Kõige suurem vee pH tõus on seejuures olnud allikal nr 6.



Joonis 22. Vee pH väärtused Kiigumõisa allikalehtrites (A), allikate väljavoolu ojaes (Avv) ning väljavoolude nendel lõikudel, mis on segunenud soiste alade kuivenduskraavide veega (Avv+Kkr). Osad lehtrid asuvad teiste allikate väljavooludel (A+Avv).

Teistest Kiigumõisa allikatest eristuvad vee pH näitajate põhjal allikad nr 5 (üldiselt veidi kõrgema vee pH näiduga allikas) ning nr 2 (üldiselt veidi madalama vee pH näiduga allikas). Võib oletada, et allika nr 2 näitu võib mõjutada valgalal olev kraavide võrgustik ning kopra

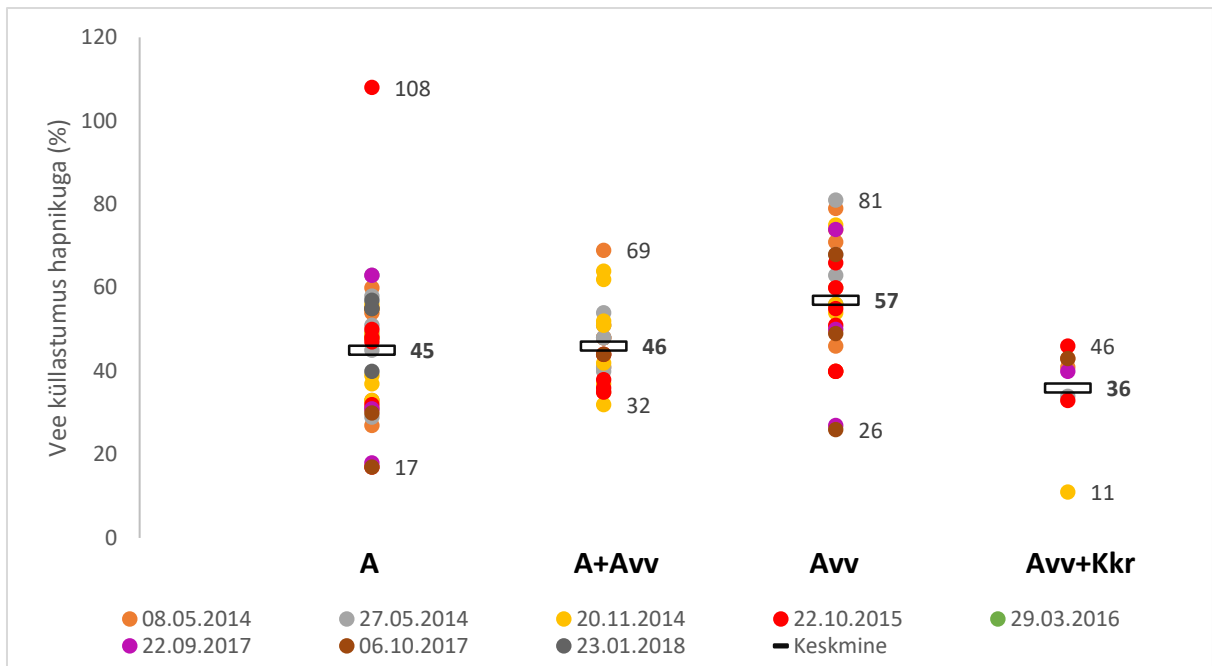
paisutustegevus. Oluline mõju vee pH-le on perioodil, kõrgemad vee pH näidud seostuvad intensiivsema vegetatsiooniajaga.



Joonis 23. Vee pH dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

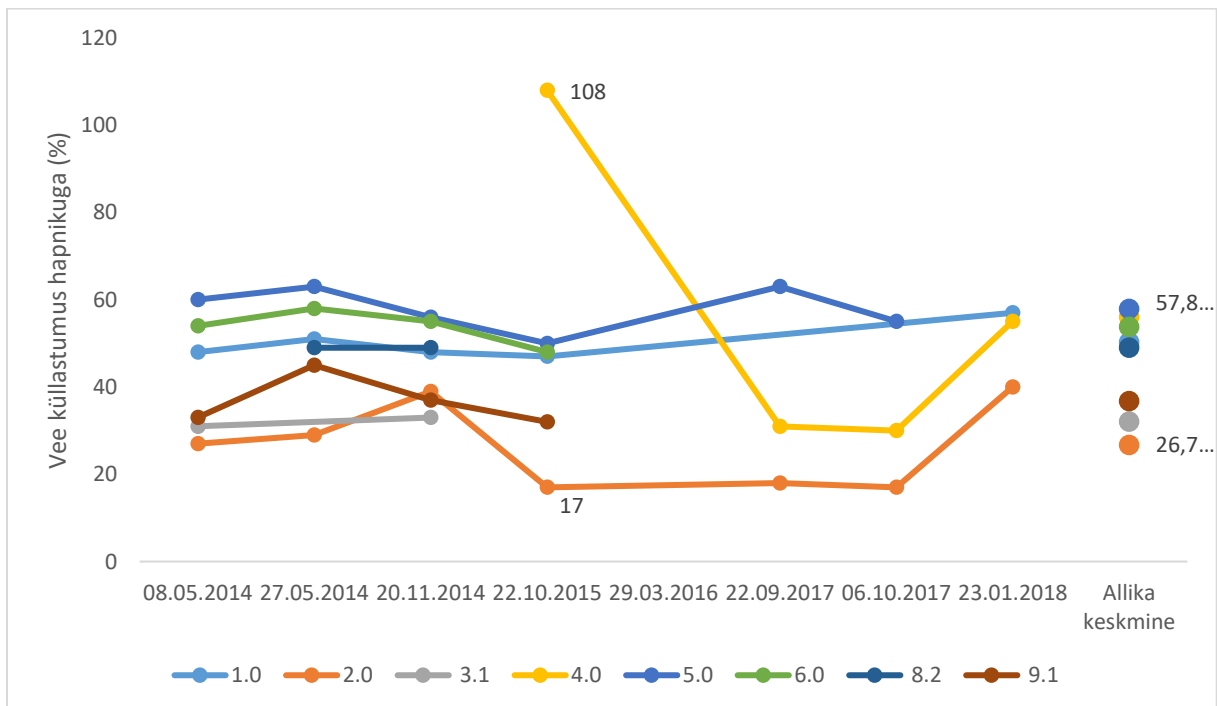
Vee hapnikusisaldus

Kiigumõisa allikalehtrite vesi on suhteliselt hapnikurikas. Keskmine vee hapnikuga küllastumuse näit on 45%, harva on vesi olnud isegi hapnikuga üleküllastunud. Kogu elustiku jaoks letaalseid tasemeid ei ole allikates fikseeritud (enamasti on näidud sellest palju kõrgemad). Väljavoolul lisandub hapnikku vette veelgi. Keskmiselt enam lisandub hapniku vette allika nr 6 väljavoolul (15%), seda allikate 5, 6 ja allikakompleksi nr 9 võrdluses. Taimestiku elutegevuse käigus seotakse veest süsihappegaasi, seeläbi suureneb tõenäosus allikalubja moodustumiseks. Suhteliselt kõrged hapnikunäidud loovad head eeldused allikate asustamiseks ja pidevaks kasutamiseks vee-elustiku (nt selgrootute ja kalade) poolt.



Joonis 24. Vee hapnikusisalduse väärtused Kiigumõisa allikalehtrites (A), allikate väljavoolu ojades (Avv) ning väljavoolude nendel lõikudel, mis on segunenud soiste alade kuivenduskraavide veega (Avv+Kkr). Osad lehtrid asuvad teiste allikate väljavooludel (A+Avv).

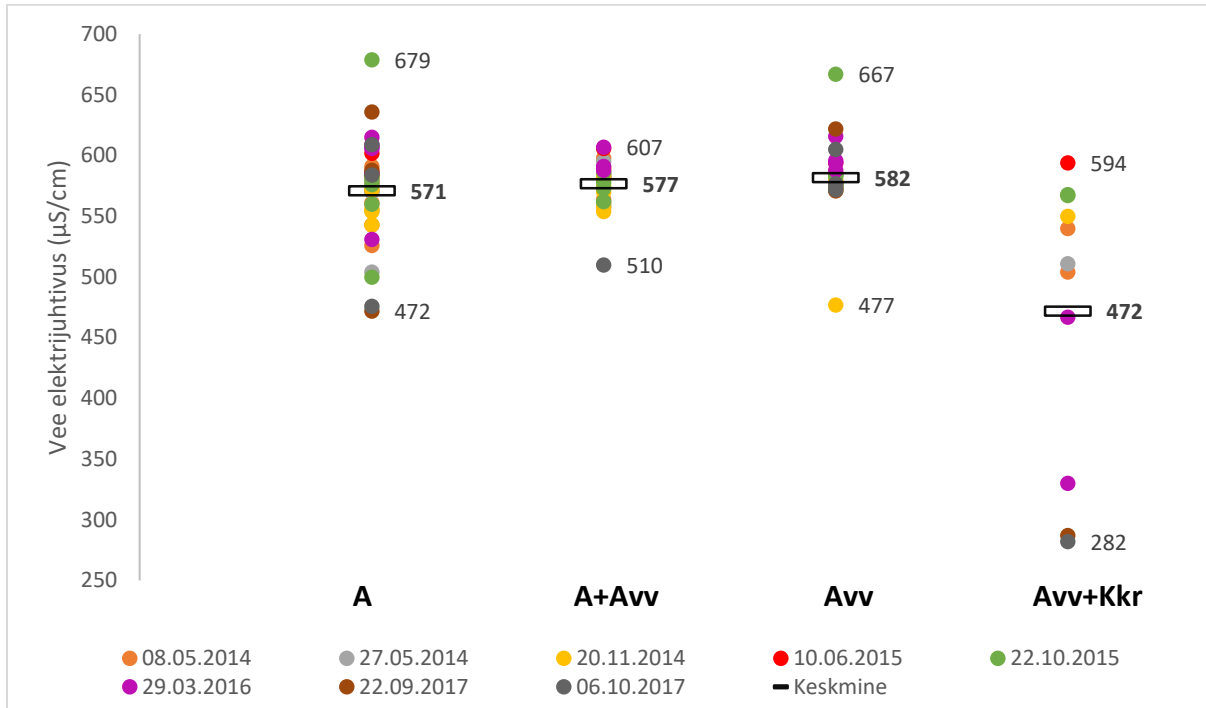
Püsivalt kõrgemad vee hapnikusisalduse näidud on olnud allikas nr 5. Kalastiku seire tulemuste põhjal on antud lehter kalade jaoks periooditi eelisatunud asupaik. Suhteliselt kesisemad vee hapnikusisalduse näidud olid allikas nr 2. Kõige suuremas ulatuses fikseeriti näitude kõikumist allikas nr 4.



Joonis 25. Vee hapnikusisalduse dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

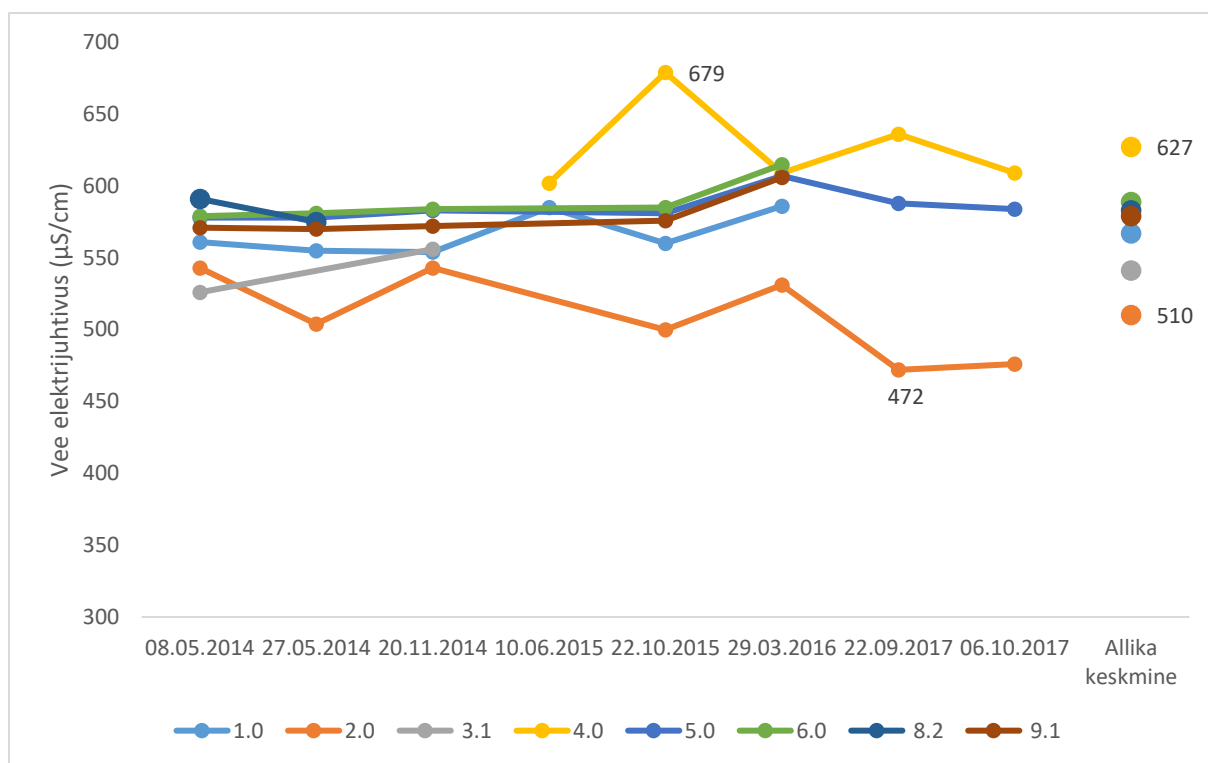
Vee elektrijuhtivus

Kiigumõisa allikavete elektrijuhtivus on lehitest mõõdetuna jäänud vähemikku 472-679 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (keskmine 571). Väljavooludel allikavee elektrijuhtivuses suuri muutusi ei toimu. Kui üldse, siis toimub allikate väljavoolul vee elektrijuhtivuse näidus kerge langus. Rohkem tundub see toimuvat allika nr 6 puhul, kus vee elektrijuhtivuse langus on väljavoolul keskmiselt olnud 8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mediaan). Vee elektrijuhtivuse langus võib muuhulgas olla allikalubja tekke tagajärg, kuna elektrit juhtivate ionide hulk lahuses väheneb.



Joonis 26. Vee elektrijuhtivuse väärtused Kiigumõisa allikalehtrites (A), allikate väljavoolu ojaades (Avv) ning väljavoolude nendel lõikudel, mis on segunenud soiste alade kuivenduskraavide veega (Avv+Kkr). Osad lehtrid asuvad teiste allikate väljavooludel (A+Avv).

Madalad vee elektrijuhtivuse näidud on omased mineraalainete vaese piirkonna vetele (nt rabaveetoitelised vooluveekogud). Seepärast on ootuspärane, et teatud perioodidel langeb vee elektrijuhtivuse näit kuivenduskraavidega liituvates allikate väljavooludes väga madalaks. Allika nr 2 väljavoolul on eelnimetatud tingimustel mõõdetud vee elektrijuhtivuseks minimaalselt 282 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Allika nr 2 vee elektrijuhtivus on teiste lehitritega võrreldes samuti eristuvalt madal olles keskmiselt kõigest 510 ühikut. Trend on olnud ajas alanev, mis võib tuleneda pinnavee suurenenud osakaalust allikalehtrist (ilmselt kopratammi mõju).



Joonis 27. Vee elektrijuhtivuse dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

Veetasemete mõõtmised

Kiigumõisa alal on kaks automaatset piesomeetrit, mis paiknevad kanalisatsioonitorudest valmistatud filterkaevudes maapinnast 0,85 m sügavusel. Kiigumõisa-1 asub vahetult allikalehtri servas ning Kiigumõisa-2 allikate väljavooluks süvendatud kraavist 12 m kaugusel võsastunud allikasoo.

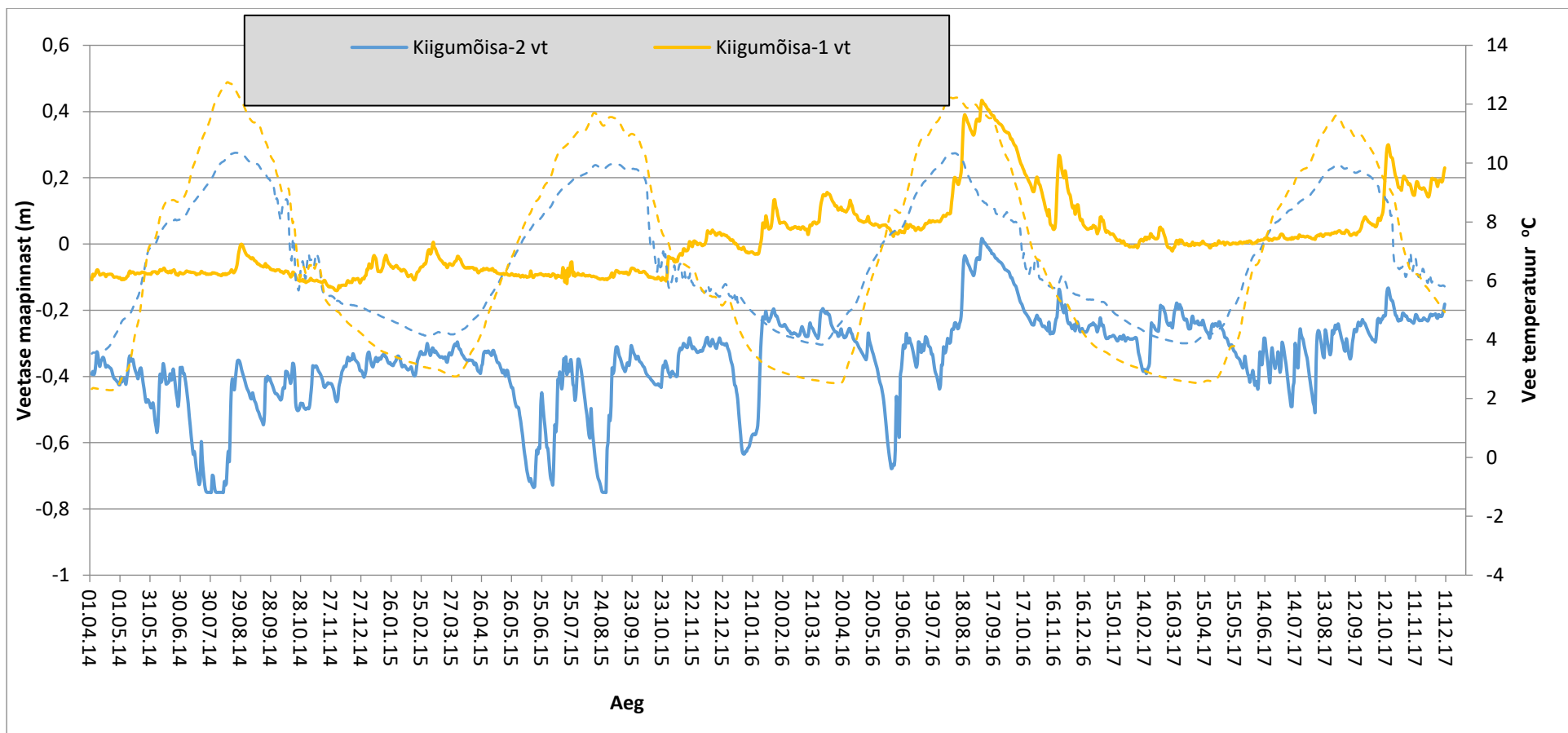
Piesomeetrite mõõtesamm on 3h, õhurõhu lahutamiseks kasutatakse Türi ilmajaama andmeid. Päevakeskmistatud seiretulemused ja Türi ilmajaama andmed perioodi 03.04.14 – 10.12.17 kohta on esitatud joonisel 28.

Veetasemete graafikudel on ootuspäraselt Kiigumõisa-1 joon praktiliselt tasane, sest see mõõdupunkt on otse allikalehtri ääres ning sealset taset kontrollib ennekõike väljavooluks oleva kraavi kõrgus. Tugevate vihmasadude ja lumesulamise korral suureneb allikast väljavool niivõrd, et veetase allikalehtris pisut tõuseb. Huvitav on veetaseme tõusu mõningane hiline mine, mis võib viidata vee viibeajale valglast. Alates 2015. novembrist on veetase tõusnud, olles suurema osa sellele järgnevast ajast isegi kõrgem kui ümbritsev maapind. Praeguse seireperioodi maksimumi saavutas veetase septembris 2016, kui veetase ulatus 0,43 m üle maapinna. Sellele aitas kaasa väga sademeterikas august 2016. Sel ajal olid üleujutatud ka suur osa allikalehtri ümbruse allikasoid, sest ka Kiigumõisa-2, mis asub allikatest kaugemal, näitab veetasest korraks üle maapinna. Madalaim veetase oli novembris 2014, sellele aitas kaasa suhteliselt sademetevaene aga soe sügis 2014. aastal. Alates 2016 aasta algusest on veetase olnud 1. Seirepunktis pidevalt kas maapinnal või üle selle; see on põhjustatud peamiselt suurtest sadudest muidu tüüpilisel madalveeperioodil augustis-

septembris. Veetasemete amplituud Kiigumõisa-1 seirepunktis on kogu seireperioodil olnud 0,57 m.

Teine seirepunkt on kraavist 15 m kaugusel võsastunud allikasoos ja sealne veetase kõigub rohkem, amplituudiga ca 0,8 m. Kõige madalamad on veetasemed sademetevaesel kasvuperioodil, kus andur jääb „kuivale“, sest veetase langes kaevu põhjast (-0,75 m maapinnast) madalamale. Metsasel alal toimub veetasemete langus 1-2 nädala jooksul. Siiski on see pigem erandlik nähtus, milleks on vaja pikemate sademetevaest perioodi. Sademeterikastel suvedel (2016 ja 2017) pole veetase enam kordagi langenud maapinnast sügavamale kui 0,5 m.

Allikast väljuv, ühtlaselt külm (7-9 °C) põhjavesi hoiab veetemperatuurid allikalehtris (seirepunkt 1) ühtlasemana võrreldes pinnase temperatuuriga lehtritest eemal (seirepunkt 2). Kõige kõrgemale tõusid veetemperatuurid kaevudes 2014 aastal, kõige jahedamal aastal (2017) aga olid suvised veetemperatuurid pea kraadi madalamad.



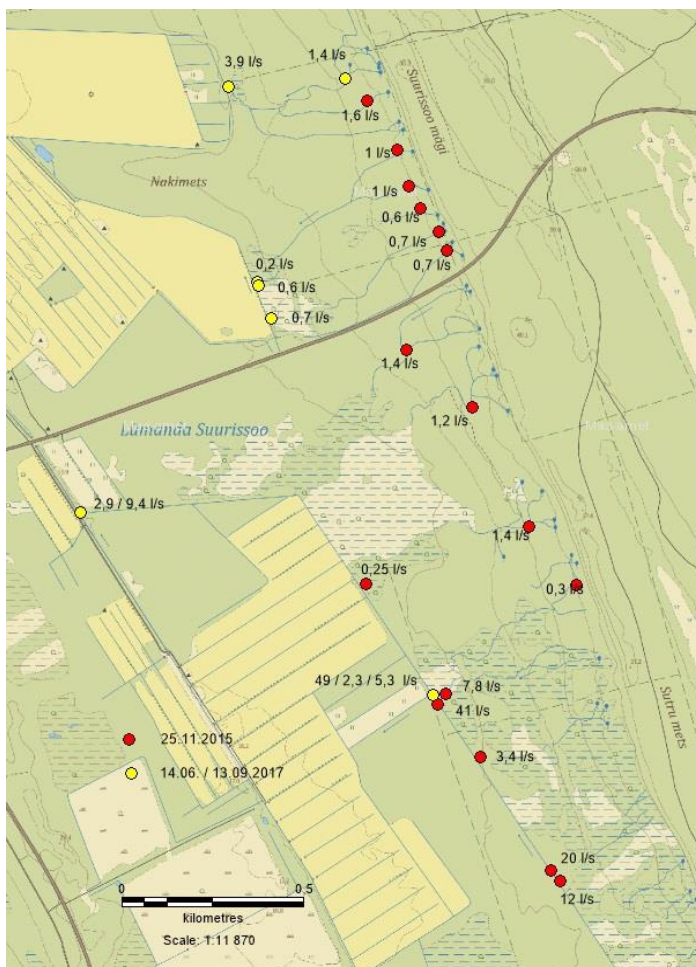
Joonis 28. Kiigumõisa veetasemed ja -temperatuurid perioodil 03.04.2014 – 10.12.2017

Viidumäe allikad ja allikasood

Vee vooluhulk

Viidumäe allikad on langeallikad erinevalt Kiigumõisa ja Vormsi tõusuallikatest. Allikad avanevad astangu nõlval ning allikavesi valgub nõlvaalusele soisele alale. Allikad on väikesed ja neid on rohkesti. Suurissoo ja Nakimetsa allikate ning kogujakraavide vooluhulkasid mõõdeti erinevatel aastatel ja aastaegadel (joonis 29). Vooluhulgad jäid allikate väljavoolul vahemikku 0,3-1,6 l/sek (keskmiselt 1,0 l/sek). Vooluhulgad võivad neis allikates olla ka tunduvalt väiksemad, näiteks 14.06.2017 oli allikate vooluhulk võrreldes 25.11.2015 tehtud mõõtmistega langenud sõltuvalt allikast 43-80%.

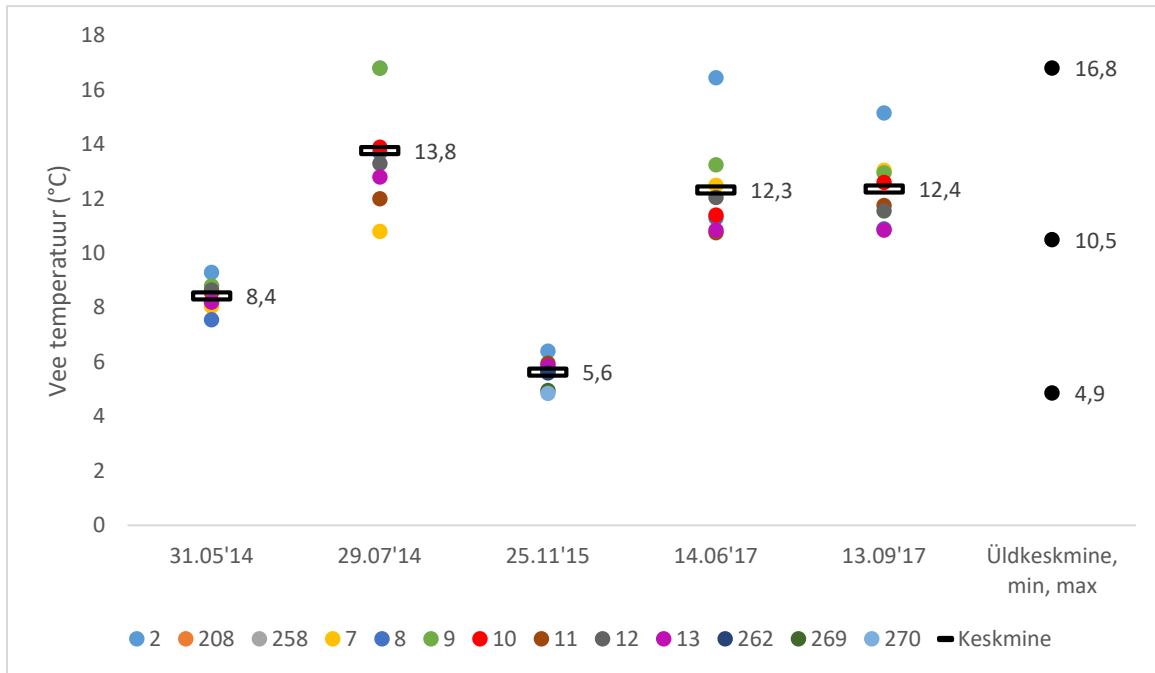
Maaparandussüsteemidega rikutud allika- ja allikasooelupaikade taastamiseks viidi projekti raames läbi kuivenduskraavide ja voolusängide sulgemisi. Kui sulgemisele eelneval perioodil mõõdeti suurimal kuivenduskraavil vee vooluhulgaks 48,8 l/sek (25.11.2015), siis hiljem on vooluhulgaks olnud maksimaalselt 5,3 l/sek. Seni kuivenduskraavidega allikasooost kiiresti väljunud vesi jääb nüüdsest soosse pikemalt püsima valgudes seal laiali ning võimaldades sealsetel allikasookooslustel taastuda. Ühtlasi soodustab eelnimetatud elukeskkonna taastamine allikalubja teket. Laiali valgunud vesi soojeneb hõlpsamini kui kuivenduskraave mööda kiirelt alalt eemale voolav vesi.



Joonis 29. Viidumäe Nakimetsa ja Suurissoo mõõdukohad

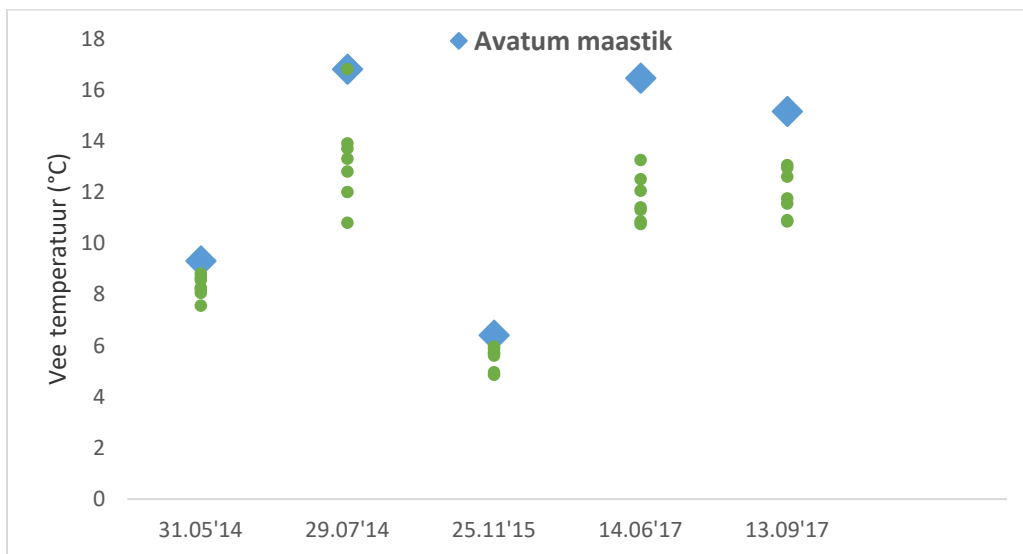
Vee temperatuur

Viidumäe nõrglubjaallikate väljavooludel on eri perioodidel toimunud mõõtmistel vee keskmine temperatuur olnud 10,5 kraadi. Sõltuvalt allikast ja mõõtmiskuupäevast on näidud kõikunud vahemikus 4,8-16,8 °C. Mõõtmiskuupäeva mõju vee temperatuurile on väga ilmne ja suur (vt joonis). See viitab allikate võrdlemisi väikestele vooluhulkadele – allikavesi jõuab väljavoolul soojadel perioodidel kiiresti soojeneda.



Joonis 30. Veetemperatuur Viidumäe allikate väljavooludel. Erinevad värvid tähistavad erinevate allikate väljavooludel olevaid mõõtepunkte.

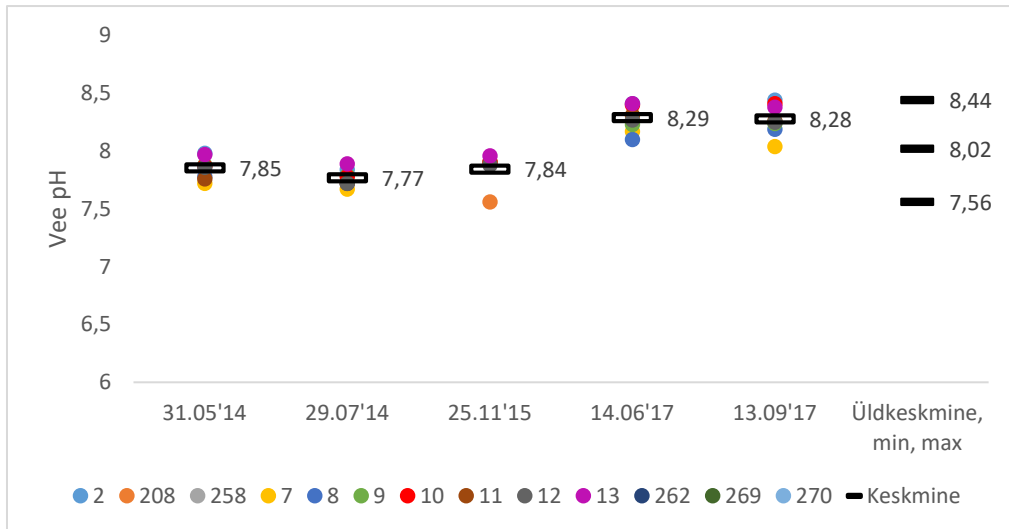
Samal kuupäeval võib erinevate allikate väljavooludel vee temperatuur erineda isegi 6 kraadi (joonis). Erinevused on suuremad soojematel perioodidel. Kõrgemad veetemperatuuri näidud on omased avatumal maastikul olevatele allikate väljavooludele. Päikesele avatud piirkondades toimub vee soojenemine kiiremini ja eeldused allikalubja tekkeks on soodsamad.



Joonis 31. Viidumäe nõrglubjaallikate väljavoolude vee temperatuuri sõltuvus ümbritseva maastiku tüübist.

Vee pH

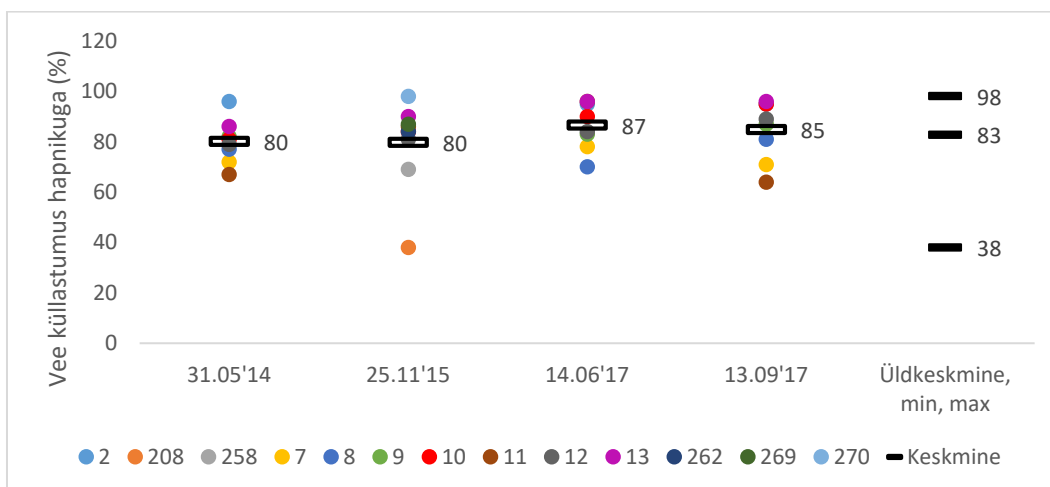
Viidumäe nõrglubjaallikate väljavooludel on vee pH olnud keskmiselt 8,02 jäädes vahemikku 7,56-8,44. Võrreldes Vormsi ja Kiigumõisa nõrglubjaallikatega on Viidumäe allikate vee pH näidud võrdlemisi kõrged. Osaliselt tuleneb see väljavoolude taimestikurikkusest ja vooluhulkade väiksusest, nähtavasti ka mõõtepunktide asetsusest (allikate väljavoolud). Allikalubja teket vee pH tõus soodustab.



Joonis 32. Viidumäe allikate väljavoolude vee pH tase. Erinevad värvid tähistavad erinevate allikate väljavooludel olevaid mõõtepunkte.

Vee hapnikusisaldus

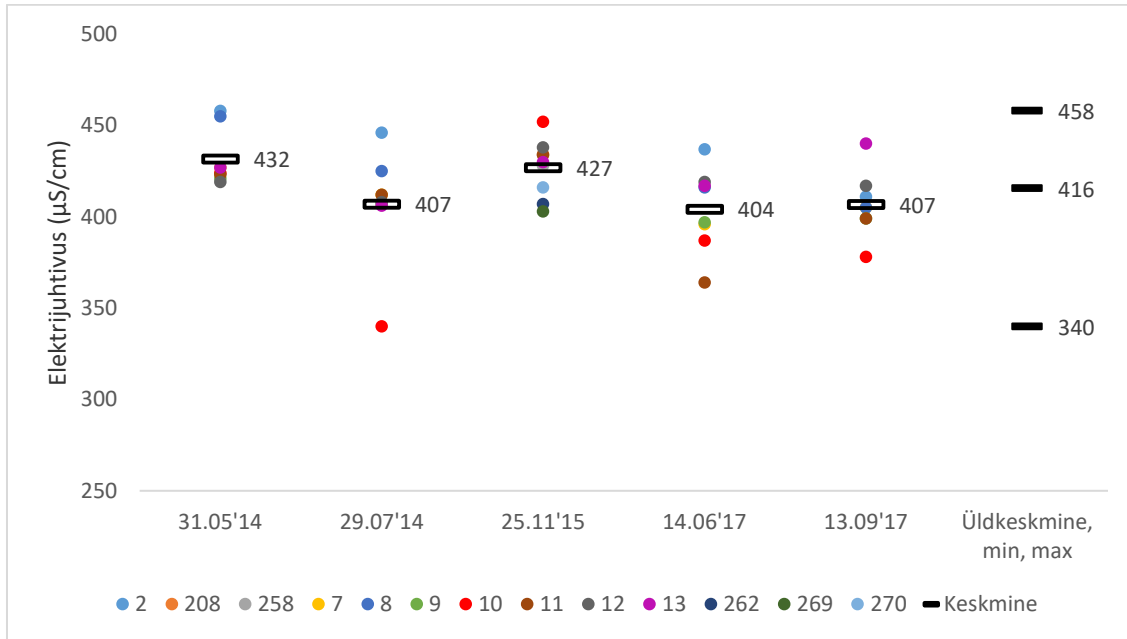
Viidumäe nõrglubjaallikate väljavooludele on omased vee kõrged hapnikusisalduse näidud. Vee hapnikuga küllastumuse protsent on olnud keskmiselt 83, väga harva on see langenud alla 67%. See viitab taimestiku aktiivsele elutegevusele ning seletab osaliselt ka allikate väljavooludel vee kõrgeid pH näite. Fotosünteesi tulemusel eemaldatakse veest süsihappegaas ja allikavee hapnikusisaldus ning pH tase tõusevad. Süsihappegaasi eraldumine allikaveest on allikalubja tekkel üks peamistest eeldustest. Vee kõrge hapnikusisaldus ja pH näit on selle protsessi toimumise indikaatoriteks.



Joonis 33. Viidumäe allikate väljavoolude vee küllastumus hapnikuga. Erinevad värvid tähistavad erinevate allikate väljavooludel olevaid mõõtepunkte.

Vee elektrijuhtivus

Viidumäe allikavete elektrijuhtivus jäi allikalehtrites kõigil mõõtmiskordadel vahemikku 340-458 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olles keskmiselt 416 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (joonis). Võrreldes tulemusi Vormsil ja Kiigumõisas mõõdetud nõrglubjaallikate veenäitudega võib kirjeldatud keskmist lugeda suhteliselt madalaks. Pole võimalik kindlalt öelda, kas see tuleneb madalamast ionide lahustumisest põhjavette või settib osa ioone sooladena (sh lubjakivina) veest välja allika läte ja mõõtepunkti vahelises väljavoolu lõigus.



Joonis 34. Viidumäe allikate väljavoolude vee elektrijuhtivus. Erinevad värvid tähistavad erinevate allikate väljavooludel olevaid mõõtepunkte.

Veetasemete mõõtmised

Viidumäel on kokku neli veetasemete seirepunkti: kolm (Viidu 1-3) paiknevad kuivendusest mõjutatud lõunaosas, maapinnast 0,7-0,8 m sügavusel. Kaks kaevu (Viidu-1 ja Viidu-3) paiknevad kraavi suhtes sümmeetriliselt 85 m kaugusel ning kolmas (Viidu-2) asub kraavist 15 m kaugusel läänes. Nakimetsa seirepunkt asub allikate avanemisalast ca 1 m ida (endise rannaastangu) pool, sügavus on -0,6 m maapinnast ning kaevu põhi on sisuliselt moreeni pinnal, mida mööda voolab liivastes merelistes setetes ka põhjavesi. Seega peaks Nakimetsa seirepunkt näitama loodusliku allika veetasemete kõikumist; Viidu-1 punkt esindama kraavist mõjutatud allikasood kraavi ja allikate vahel; Viidu 2 ja 3 aga kraaviga äralõigatud ja tugevamini mõjutatud allikasoid.

Märtsi lõpus 2017. aastal tõsteti Nakimetsa mõõdupunkt ümber Viidumäe taastamisala raadatud osale, suletud kraavist ca 15 m kaugusel lääne poole. Uue seirepunkti ruumiandmed on: koordinaadid 6459941.773; 388877.334; maapinna kõrgus on 19,77 m (Balti süsteemis).

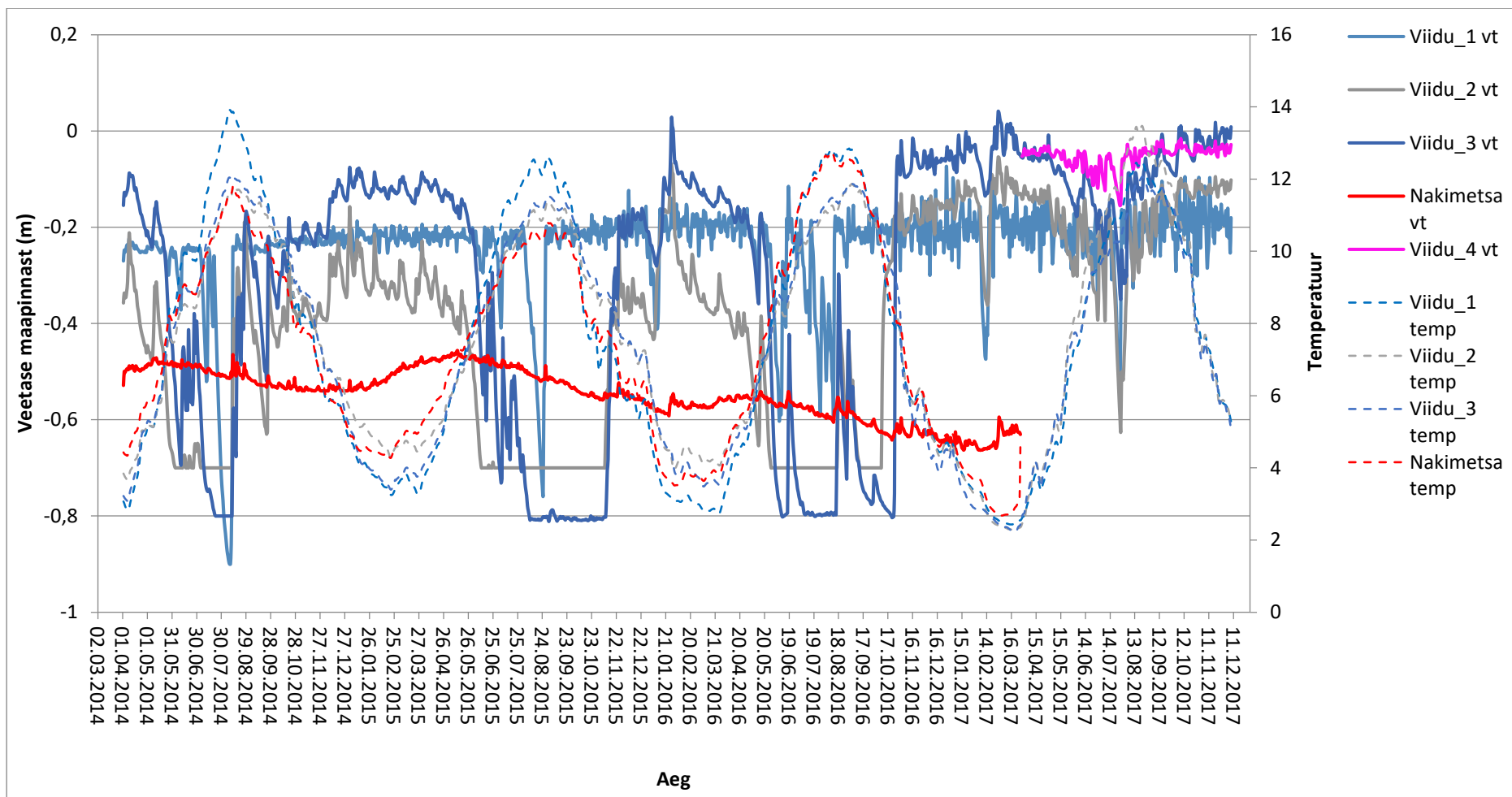
Kõik veetasemete seirepunktid on kanalisatsioonitorudest valmistatud filtratsioonikaevud, mis on varustatud 3h sammuga rõhku ja temperatuuri mõõtvate piesomeetritega. Õhurõhu andmetena kasutatakse Vilsandi riikliku ilmajaama andmeid. Veetasemete ja -temperatuuride

mõõteread perioodi 03.04.14 – 08.12.17 kohta koos Vilsandi ilmajaama andmetega on näidatud joonisel 35.

Kuivendussüsteemidest mõjutatud Viidu 2 ja 3 seirepunktides langesid veetasemed enne kraavide sulgemist kiiremini kaevupõhjast madalamale kui vähemmõjutatud Viidu-1 seirepunktis. Veetasemed on praktiliselt läbi kogu kasvuperioodi maapinnast sügavamal kui - 0.7 - -0.8 meetrit, mis oli kõigiti sobilik puud kasvuks ning põhjus kunagiste lagedate allikasoo metsastumisel. Viidu-1 punktis langes veetase seireperioodil kaevu põhjast madalamale 2 päeval; Viidu-2 punktis 313 päeval ning Viidu-3 punktis 115 päeval.

Viidu-1 puhul on tegu kolmest Viidu seirepunktist kõige ühtlasema veetasemega, omapärane on siin esinev suhteliselt kiire ja sügav veetaseme langus kaevupõhjast madalamale. See viitab toiteala „tühjaks“ saamisele, mistõttu nõlva ülaosas olevate allikate kaudu uut vett enam peale ei tulnud ning veetase kukkus nõlval väga kiiresti. Selleks toitealaks võib olla kõrgendiku lael olev Pitkasoo, kuhu kogunev vesi läbib kruusase kõrgendiku ning väljub selle allosas allikatena. Turba veeand on väga väike ning vaba vee lõppemisel praktiliselt katkeb ka vee juurdevool allikatesse antud allikasoo osas. 2016. ja 2017. a vihmastel suvedel seda ei juhtunud kordagi.

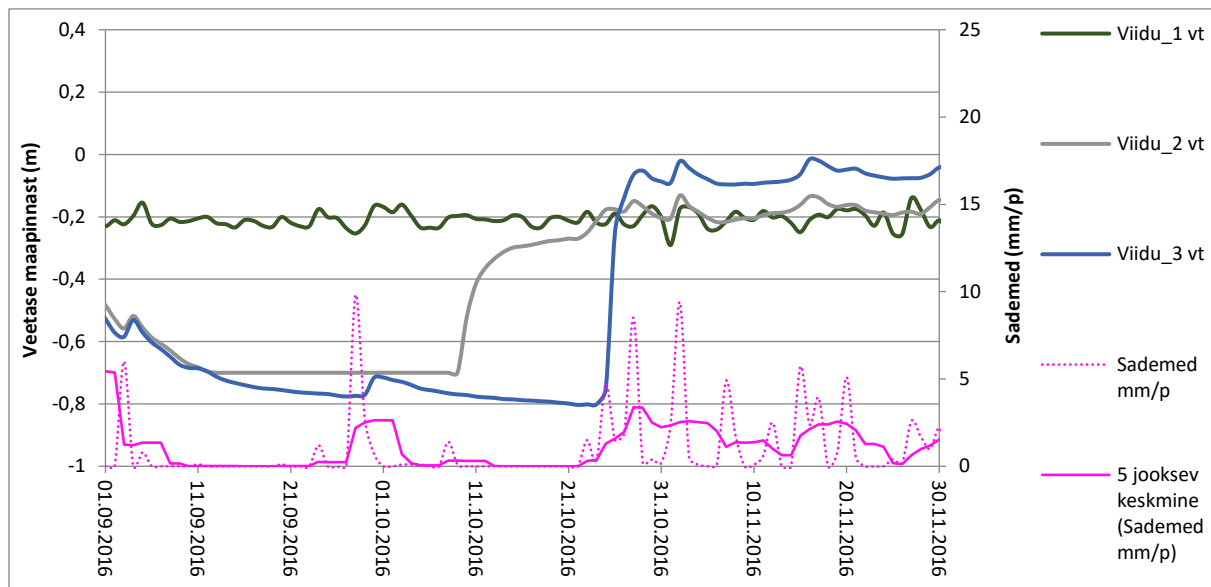
Nakimetsa seirepunktis, mis asub vahetult allika kõrval, on veetase suhteliselt ühtlane ning veetaseme miinimum on erinevalt teistest hoopis talvel. Teoreetiliselt peaks see viitama suhteliselt suurele (nii pindalaliselt kui viibeaja mõttes) valgale, kus tasanduvad sademete ebahühtlusest tingitud veetasemete kõikumised ning pikaajalisemate trendide avaldumine kaugemal asuvate allikate juures jõuab kohale hilinemisega. Nakimetsa ja Viidu-1 üldiseid trende vaadates on näha pikaajaline 2015. a suvest algav, vastavalt langev ja tõusev trend. Selle ulatus on küll üsna väike (0,05 – 0,1 m), kuid erinevat suunda on raske seletada. Ilmastikuandmed seletavad pigem Nakimetsa andmeid, sest Vilsandis ilmajaam andmetel oli 2016. Suhteliselt kuiv (va august). Samas on peab meeles pidama, et Vilsandi on otse rannikul, samas kui Viidumäe projektiala on juba merest kaugemal. Sademete puhul võib sellest tuleneda oluline erinevus.



Joonis 35. Viidumäe projektiala seirepunktides mõõdetud veetasemed ja -temperatuurid perioodil 03.04.14 – 08.12.17.

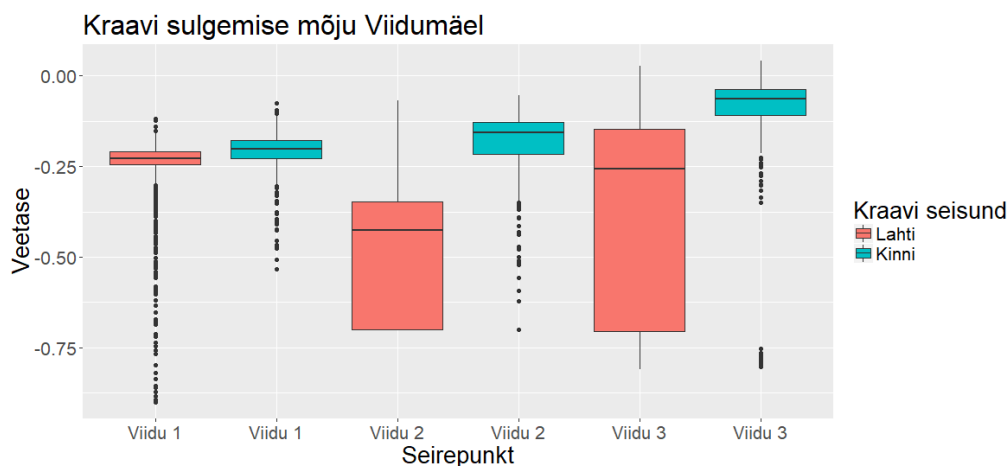
Kraavide sulgemise mõju Viidumäe veetasemetele

Viidumäel suleti vaatluspunktide 1 ja 2 vahelt läbi jooksnud kraav, mis avaldas selget mõju Viidumäe vaatlus punktide 2 ja 3 veetasemetele. Kraavi sulgemine oktoobris 2016. aastal avaldus kraavile lähemas 2. vaatluspunktis kiire, nädala jooksul toimunud mõõdetud veetasemete tõusmisega -0.7 m tasemele -0.25 m. Vaatluspunktis nr 3, mis asub kraavist kaugemal läänes, hakkas veetase tõusma pisut hiljem, esimeste sadude järel. Samas oli seal tõusu kiirus ning amplituud veelgi suurem, sisuliselt paari päevaga tõusis veetase 0.7 meetrit. Seda ajaperioodi iseloomustab joonis 36.

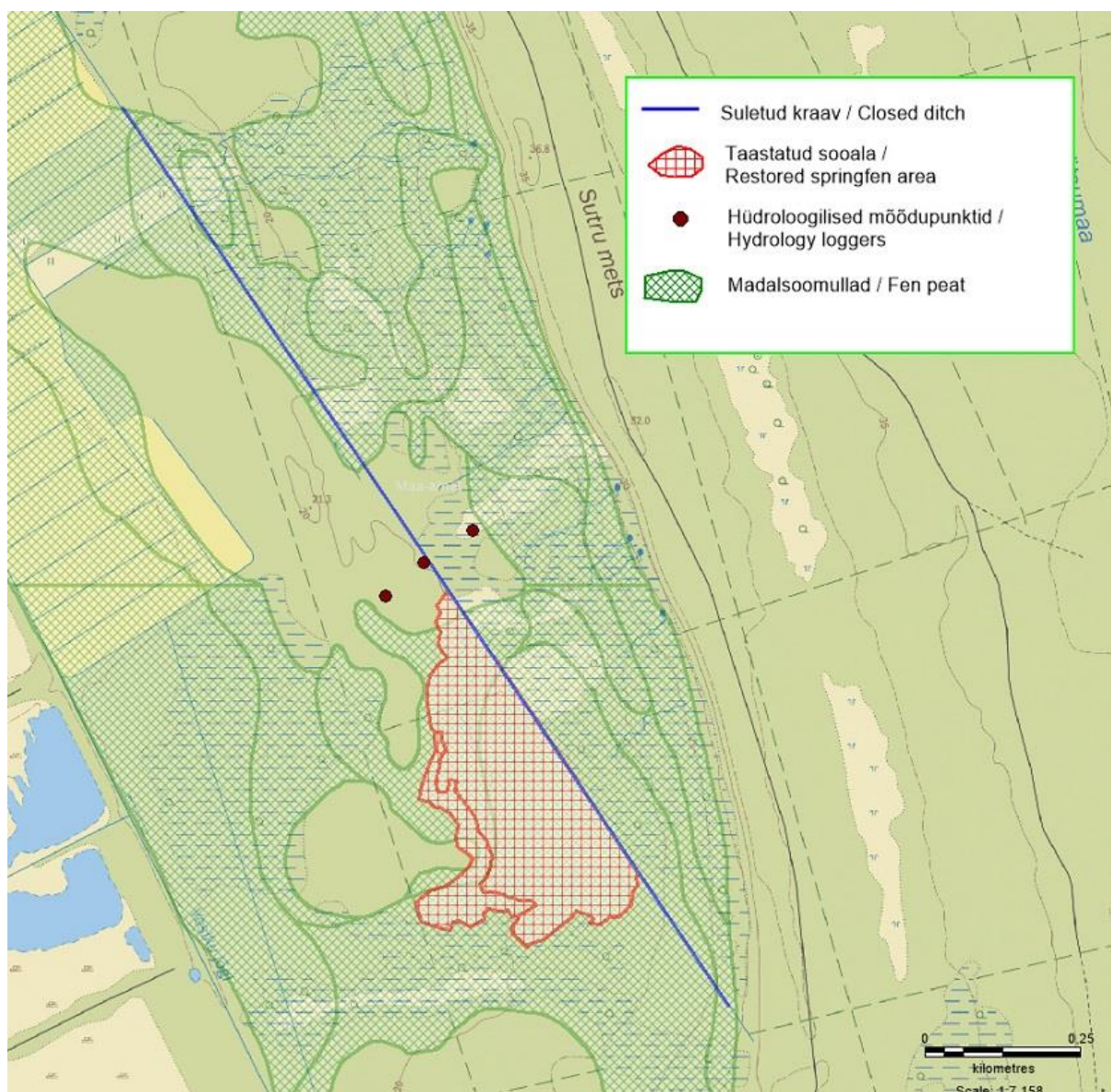


Joonis 36. Kraavide sulgemise (okt. 2016) mõju veetasemetele Viidumäel.

Sisuliselt ühtlustus vaatluspunktis 2. veetase looduslikult säilinud allikasoo (punkt 1) veetasemega ning 3. Punktis tõusis isegi maapinnale lähemale, samas üleujutust tekitamata. Sellised veetasemed peaks tagama lageda allikasoo taastumise. Lisaks veetaseme sügavusele maapinnast on ka oluline nende stabiilsus läbi kogu vegetatsiooniperioodi. Mida stabiilsem on veetase, seda soodsamad on tingimused allikasoole iseloomuliku taimestiku taastumiseks. Joonisel 37 on aegread jaotatud kaheks osaks; sulgemata ja suletud kraaviga. Kraavi sulgemine on muutnud veetasemed stabiilsemaks.



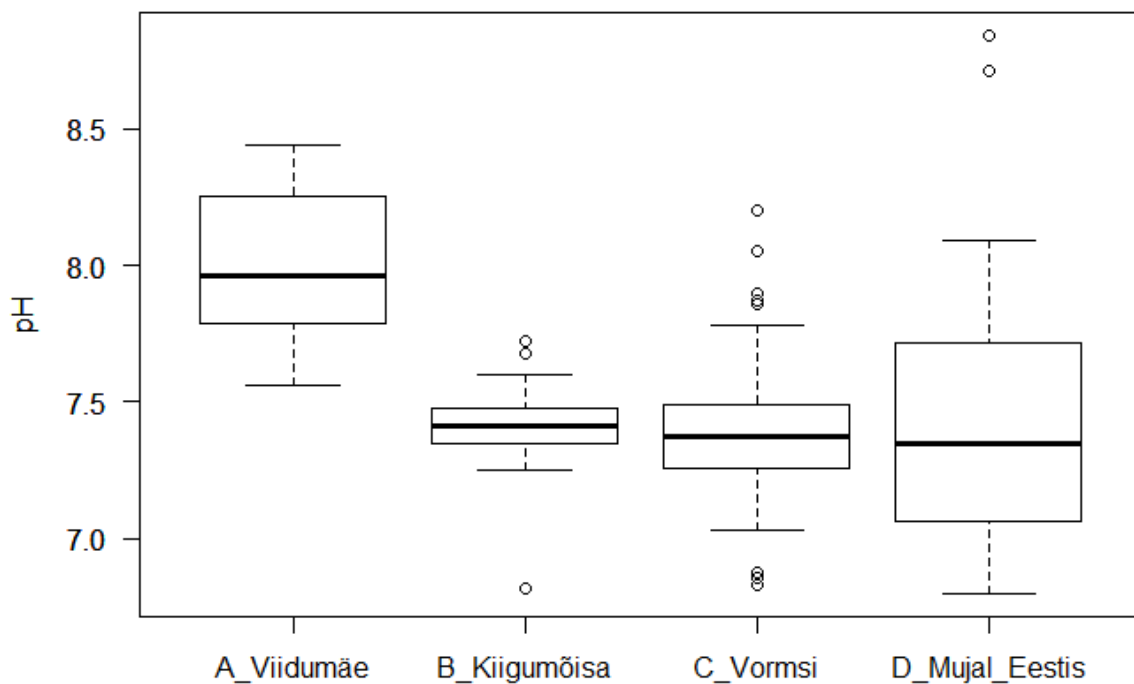
Joonis 37. Veetasemete hajuvus enne ja pärast kraavi sulgemist Viidumäel.



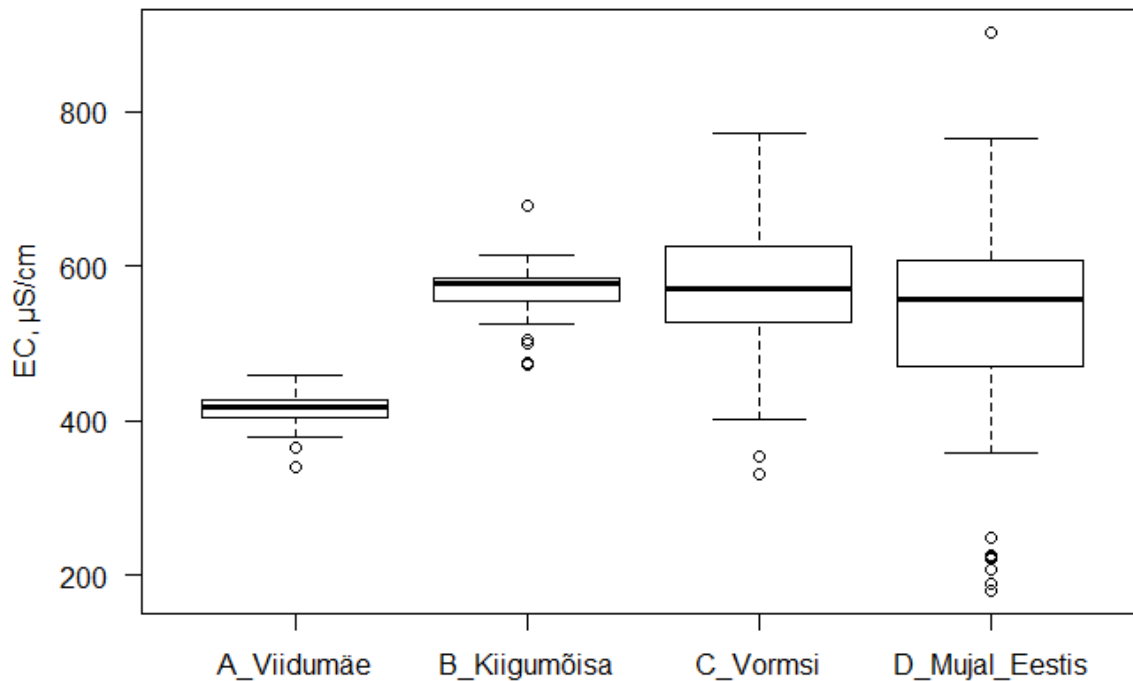
Joonis 38. Kõige suurem suletud kraav, veetasemete vaatluspunktid ja sooelupaiga taastamiseks raadatud metsaala Viidumäel Sutru soos. Mullastiku kaart näitab raadatud ala ajaloolise kasvukohatüübina sood.

Eesti nõrglubjaallikate vee pH ja elektrijuhtivus

Projekti LIFE Springday käigus uuritud allikatest on Kiigumõisa ja Vormsi allikavete keskmised pH ja elektrijuhtivuse näidud sarnased mujal Eestis mõõdetud näitude keskväärtusele. Seevastu Viidumäe näidud erinevad ülejäänud näitudest märgatavalt: pH on keskmiselt 0,6 ühikut kõrgem ja elektrijuhtivus keskmiselt 137 $\mu\text{S}/\text{cm}$ madalam (joonised). Osalt tuleneb see Viidumäe mõõdupunktide asumisest allikate väljavooludel, kuid see ei pruugi nähtust täielikult seletada. Vormsi allikate näitel tõuseb vee pH lätelt väljavoolu poole liikudes tüüpiliselt kuni 0,2 ühikut, maksimaalselt kuni 0,4 ühikut.



Joonis 39. Eesti nõrglubjaallikate vee pH näidud. A, B, C – käesoleva projekti raames kogutud andmestik; D – Ilometsa jt. uuringuaruanded aastatest 2011-2014.

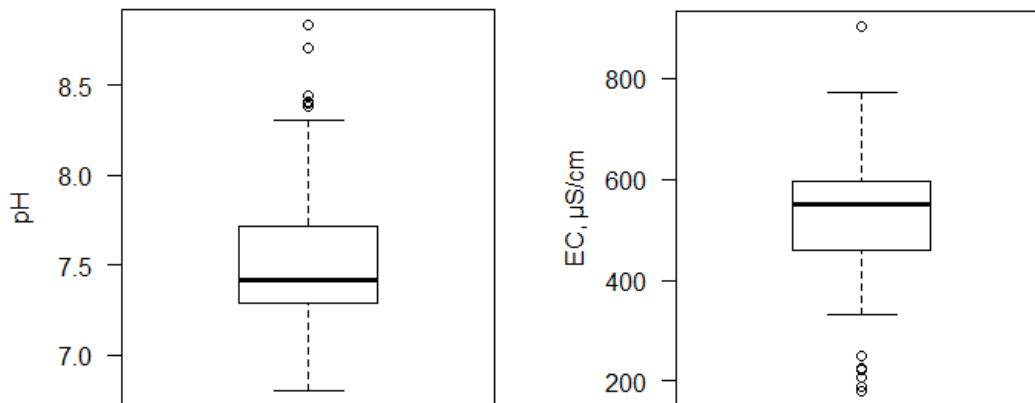


Joonis 40. Eesti nõrglubjaallikate vee elektrijuhtivuse näidud. A, B, C – käesoleva projekti raames kogutud andmestik; D – Ilometsa jt. uuringuaruanded aastatest 2011-2014.

Eeltoodud andmete ja hüdrokeemia peatükis esitatud andmete põhjal saab teha mõningaid üldistusi. Järgnevalt tuuakse välja mõned olulisemad Eesti nõrglubjaallikate vett iseloomustavad veenäitajad.

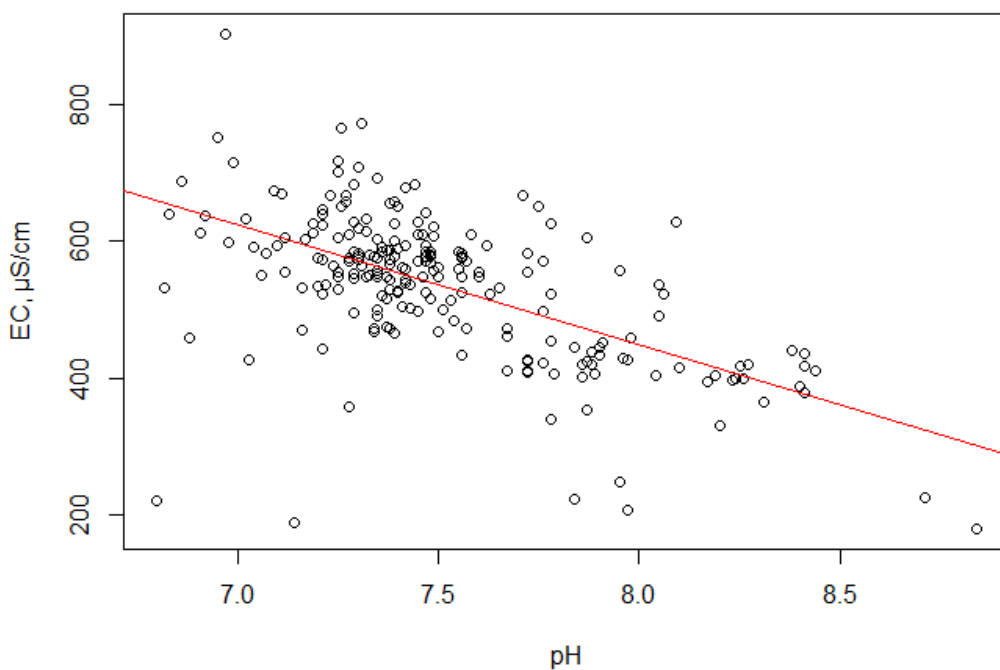
Eesti nõrglubjaallikate vee pH näitajad on mõõtmistel jäänud vahemikku 6,5-8,84 ühikut (n=270). Keskmine näit on olnud 7,4 (mediaan) ning 50% vaatlustest on jäänud vahemikku 7,29-7,65 ühikut (kvartiilhaare). Vee pH näidu langemine alla 6,8 ühiku on nõrglubjaallikates või nende väljavooludes haruldane (vaid 0,37% vaatlustest). Harva oli nõrglubjaallikates või nende lähedal väljavooludes vee pH näit kõrgem kui 8,5 ühiku (0,74% vaatlustest).

Eesti nõrglubjaallikate vee elektrijuhtivuse näitajad on mõõtmistel jäänud vahemikku 180-903 µS/cm (n=274). Keskmine näit on olnud 560 (mediaan) ning 50% vaatlustest on jäänud vahemikku 458-601 µS/cm (kvartiilhaare).



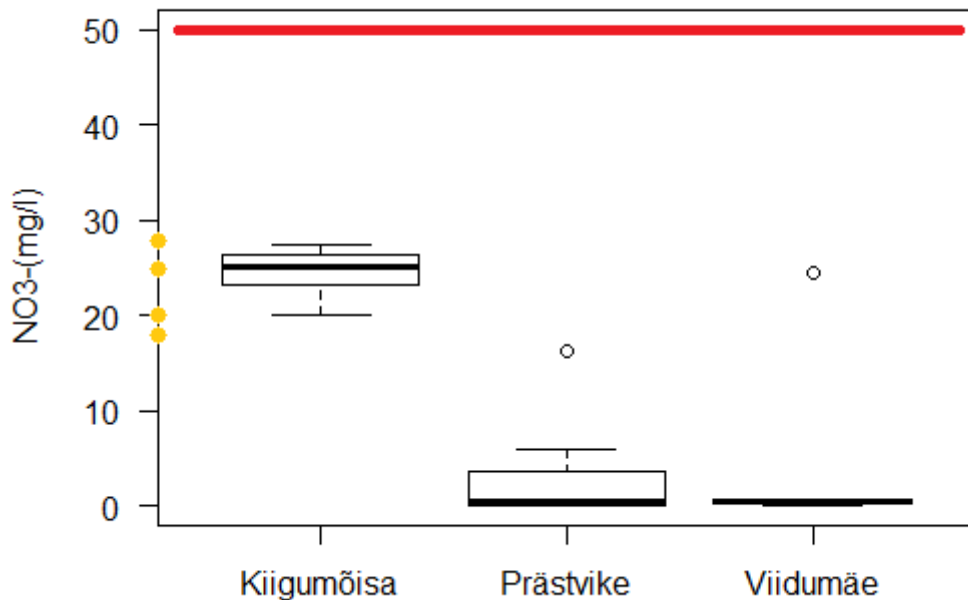
Joonis 41. Eesti nõrglubjaallikate vett iseloomustavad pH ja elektrijuhtivuse näitajad (koondandmestik).

Nõrglubjaallikate vee pH ja elektrijuhtivuse vahel ilmneb negatiivne korrelatsioon (joonis). Kõrgemate vee pH näitude juures on allikavete elektrijuhtivuse näit üldiselt madalam. Nimetatud seost viitab vee pH tõusu korral allikates ja nende väljavooludel allikalubja tekkele, mille puhul osad elektrit juhtivad ioonid sadenevad välja.



Joonis 42. Eesti nõrglubjaallikate vee pH ja elektrijuhtivuse vaheline seos.

Uuringualadel jäi neljakümne kaheksal mõõtekorrall nõrglubjaallikate vee nitraatioonide sisaldus vahemikku 0 - 27,3 mg/l. Mõõdetud väärtused jäävad ELi nitraadidirektiivis toodud nõuete piiresse, mille kohaselt ei tohi põhjavees nitraatioonide kontsentratsioon ületada väärtust 50 mg/l. Samas on mitmete uuringute abil välja toodud, et nõrglubjaallikate puhul on oluline mitte ületada oluliselt madalamaid piirväärtus (vt joonis). Nõrglubjaallikate puhul on leitud, et soovituslik on umbes poole rangematest piirmäärdest juhendumine kui seda on kehtestatud nõuetes toodu. Nitraatioonide kõrge kontsentratsioon on reeglina põllumajandusliku tegevuse tagajärg ning see põhjustab veekogude eutrofeerumist. Nõrglubjaallikate vees võib see tähendada antud elupaigatüübile omaste liikide kadumist või arvukuse vähenemist ning asendumist teiste liikidega. Kiigumõisa nõrglubjaallikate vee nitraatioonide sisaldus oli soovituslike väärtustega võrreldes kriitilisel tasemel. Oluline on antud piirkonna põhjavee nitraatioonide kontsentratsiooni kõrgeenenud sisaldusele tähelepanu pöörata ning vajadusel probleemi põhjustega tegeleda.



Joonis 43. Nitraatioonide sisaldus Kiigumõisa, Prästvike ja Viidumäe nõrglubjaallikate vetes. Punane joon - ametlik nitraatide piirmäär põhjavees (ELi nitraadidirektiiv), kollased punktid – erinevad soovituslikud nitraatide piirmäärad nõrglubjaallikate vees (vt ülevaadet Mars jt., 2016).

Taimestik

Oluliseks tunnuseks elupaikade klassifitseerimisel on neid asustavad taimestiku kooslused. Euroopa Liidu elupaigatüüpide käsiraamatu uuendatud versioonis (Interpretation Manual – EUR28 2013) iseloomustatakse nõrglubjalasundit moodustavate allikate elupaika (*7220) kui üldiselt väikesemõõtmelisi karedaveelisi allikaid, kus toimub aktiivne nõrglubja moodustumine ning kus domineerivad samblad (*Cratoneurion commutati*).

Taimestiku uuringutel võeti eesmärgiks kirjeldada projekti alade nõrglubjaallikate taimestikku. Projekti eesmärkide täitmiseks tehti aastatel 2014 - 2015 taimestiku analüüse kolmes projekti allikate piirkonnas. Kõigis neis leiti seda allikate elupaigatüüpi, kusjuures Viidumäel Sutru soos kuulusid sellesse kõik uuritud allikad. Aastatel 2016-2017 teostati kordus- ja lisainventuure, et registreerida, kas nii lühikese ajaga, on toimunud flooras mingeid muutusi ning fikseerida vahepeal teostatud taastamistöode (kraavi sulgemine, metsa raiumine) järgne taimestiku liigirikkus ja katvus, mida on hilisemalt võimalik edasiste projektide käigus analüüsida.

Euroopa Liidu elupaigatüüpide käsiraamatus (Interpretation Manual – EUR28 2013) mainitakse taimedena järgmisi liike (siin toodud ainult Eestis esinevad liigid, sulgudes praegu kehtivad sünonüümid): soontaimedest *Pinguicula vulgaris* ja boreaalses regioonis *Carex appropinquata*; sammaltaimedest *Catoscopium nigritum*, *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*. Neist neli kuulusid 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-nöörsammal (*Cratoneuron filicinum*) eelistab samuti 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.

Ülalnimetatud käsiraamatus mainitud tunnusliikidest leiti uuritud kolmest piirkonnast kaheksa (Ingerpuu 2014), millest enamlevinuteks osutusid seitse (*Palustriella falcata*, *P. commutata*, *Philonotis calcarea*, *Scorpidium cossonii*, *S. revolvens*, *Cratoneuron filicinum*, *Ptychostomum pseudotriquetrum*).

Eesti nõrglubja-allikate taimestikust valmis 2016. aastal magistritöö (Rikka 2016), kus seostati selle elupaigaga 18 samblaliiki, eespool märgitud tunnusliikidest osutusid sagedasemateks kolm liiki (*Ptychostomum pseudotriquetrum*, *Cratoneuron filicinum* ja

Palustriella falcata). Lisaks arvati selles töös Eestile iseloomulike tunnusliikide hulka ka lodu-lühikupar (*Brachythecium rivulare*).

Kasvukohatüübi tunnusliikide hulka on kirjanduses tihti arvatud ka laia ökoloogilise amplituudiga liike, mis sagedasti või dominantsena kasvavad huvipakkavas kasvukoha tüübis. Keskkonnatingimuste muutused ei pruugi nende kasvu piirata ning nad levivad hõlpsalt ka teistesse elupaigatüüpidesse. Tunnusliik peaks olema aga elupaigaspetsiifiline, s.t. ta kaob, kui pole temale sobivaid kitsamaid keskkonnatingimusi. Looduses nõrglubja-allikate tunnusliigi märkamine peaks tekitama huvi elupaiga vastu isegi siis, kui hetkel allika voolu ei täheldagi.

Nõrglubja allikate kasvukohatüübi *7220 elupaigaspetsiifilised, s.t. *ainult või peamiselt* Eestis lubjarikaste allikate läheduses ja allikasoodes kasvavad **tunnusliigid** on:

Catoscopium nigratum – mustpeasammal

Palustriella commutata – kammroodik

Palustriella falcata – sirproodik

Philonotis calcarea – lubi-allikasammal

Philonotis caespiticia – hõre allikasammal



Mustpeasammal (foto: Nele Ingerpuu)



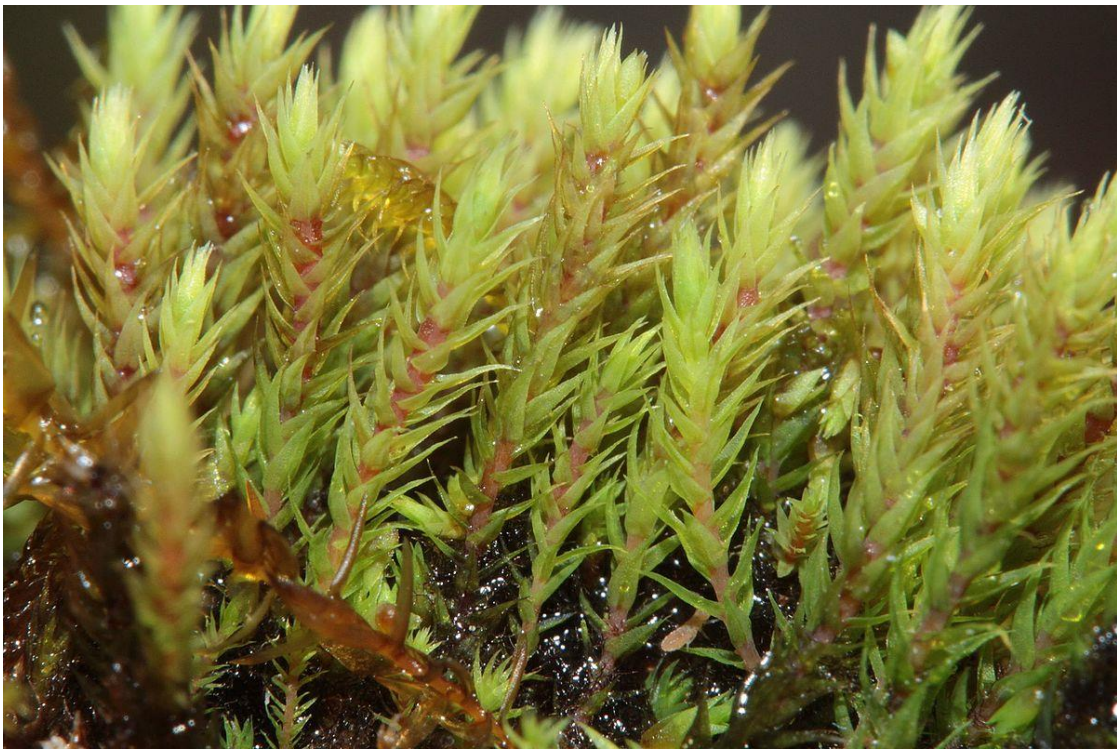
Kamm-roodik (foto: Nele Ingerpuu)



Sirproodik (foto: internet)



Lubi-allikasammal (Foto: Nele Ingerpuu)



Hõre allikasammal (Foto: Wikimedia)

Tinglikud tunnusliigid, mis eelistavad allikalisi elupaiku, kuid võivad kasvada ka mujal:
Brachythecium rivulare – lodu-lühikupar (kasvab sageli ka mitmesuguste veekogude kallastel ja lodudes)
Cratoneuron filicinum – sõnajalg-nöörsammal (tihti jõgede, ojade ja kraavide kallastel)



Lodu-lühikupar (foto: internet)



Sõnajalg-nöörsammal (foto: Nele Ingerpuu)

Veel tinglikumad tunnusliigid on Euroopa elupaigatüüpide käsiraamatus *7220 elupaiga tunnusliikideks arvatud, kuid meil väga sageli muudes elupaikades kasvavad liigid. Võiks isegi oletada, et need liigid on nimestikku sattunud degradeerunud kasvukohti arvesse võttes, sest nad ei hävi, kui spetsiifilised tingimused (voolav lubjarikas külm allikavesi) on kadunud. Need liigid osalevad lubja setitamisel, kuid ei ole otseselt „tunnusliigid“.

Ptychostomum pseudotriquetrum – allika-pungsammal (madalsoodes, veekogude kallastel, niisketel niitudel)

Scorpidium cossonii – tava-skorpionsammal (madalsoodes, lubjarikastel niisketel niitudel)

Scorpidium revolvens – kaunis skorpionsammal (madalsoodes, veekogude kallastel)

Eestis elupaigas 7220 sageli esinevad ja tihti domineerivad laia ökoloogilise amplituudiga liigid, mida leidub sagedamini teistes elupaikades ja mis kindlasti ei sobi tunnusliikideks: *Calliergonella cuspidata* – teravtipp (sage soostuvates metsades ja niitudel, madalsoodes, veekogude kallastel)

Campylium stellatum – täht-kuldsammal (sage madalsoodes, niisketel niitudel, veekogude kallastel)

Elupaika asustavad liike jaotatakse ka spetsialistideks (kitsa kohastumusega, õiged tunnusliigid) ja generalistideks (laia ökoloogilise amplituudiga). Antud juhul oleks spetsialistideks esimesed viis liiki (head tunnusliigid) ja generalistideks järgmised viis liiki (tinglikud tunnusliigid).

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 lubisettega.

Kiigumõisas inventeeriti 2014. ja 2017. aastal kaheksat allikate piirkonda.

Kiigumõisa allikate lähedusest leiti 2014. aastal 31 liiki sammaltaimi, nende hulgas neli helviksamblaliiki. Sagedaseimad liigid olid allika-pungsammal (*Bryum pseudotriquetrum*), suur tõmptipp (*Calliergon giganteum*), teravtipp (*Calliergonella cuspidata*), harilik kuldsammal (*Campyliadelphus chrysophyllus*), sõnajalg-nöörsammal (*Cratoneuron filicinum*) ja suur lehiksammal (*Plagiomnium elatum*). Dominantideks oli valdavalt teravtipp (foto 12), vähemal määral suur tõmptipp, täht-kuldsammal, sõnajalg-nöörsammal ja tavasirbik.

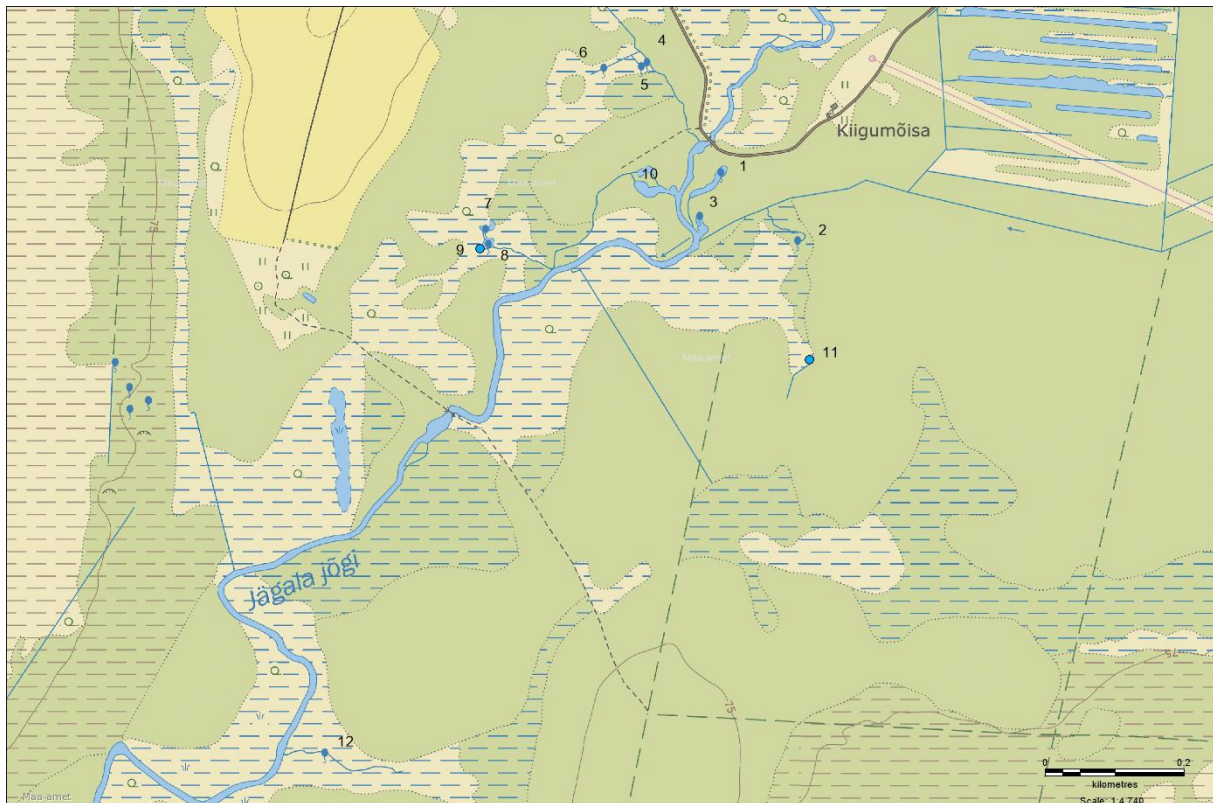
Tunnusliike oli kolm: allikasoo-pungsammal, sõnajalg-nöörsammal ja tavasirbik. 2017. aasta inventuuri käigus lisandus veel 8 samblaliiki, tunnusliikidest leiti ka sirp-roodikut (*Palustriella falcata*), harilikku skorpionsammalt (*Scorpidium scorpioides*) ja tava-skorpionsammal (*Scorpidium cossonii*). Peaaegu kõik Kiigumõisa allikad on sügavalehtrilised ja järvekesi moodustavad. Samblad kasvavad kõrgetel järskudel kallastel ning tõenäoliselt osalevad lubja setitamisel minimaalselt.

2014. aastal registreeriti Kiigumõisa allikate ümbrusest 91 soontaimeliiki. Kõige sagedamini esinesid piirkonnas harilik angervaks (*Filipendula ulmaria*) ja paakspuu (*Frangula alnus*). Dominantideks ja kaasdominantideks olid luhttarn (*Carex elata*), ääristarn (*C. hostiana*), hirsstarn (*C. panicea*), pudeltarn (*C. rostrata*), vesi-tarnhein (*Catabrosa aquatica*), soo-osi (*Equisetum palustre*), paakspuu (*Frangula alnus*), harilik sinihelmikas (*Molinia coerulea*),

soo-lõosilm (*Myosotis scorpioides*) ja harilik lubikas (*Sesleria coerulea*). Sagedasemad dominandid olid pudeltarn ja harilik sinihelmikas.

Kaitsealustest liikidest leiti kolmandasse kategooriasse kuuluvat kahkjaspunast sõrmkäppa (*Dactylorhiza incarnata*) ja soo-neiuvaipa (*Epipactis palustris*). Hajusa levikuga liikidest leiti allikas nr 1 vesi-tarnheina. Nõrglubja-allikate tunnusliikidest kasvas allika nr. 5 kallastel pääsusilm (*Primula farinosa*) ja allika nr. 6 kõrval oleva allika servas eristarn (*Carex appropinquata*). Viimane on Eestis suhteliselt tavaline liik (Kukk & Kull 2005) kasvades nii madalsoodes, soostunud niitudel kui kraavides.

Liigirohkeimateks osutusid teele lähim allikas (nr.1), kus kasvas 35 liiki ja sellest ca 100 m edelasse jääv allikas (nr. 3), ka 35 liigiga. Siinsete allikate ümbruse taimestikule on iseloomulik tarnade rohkus, samas puudus allikate läheduses pilliroog. Allikalehtrid olid taimedest peaaegu vabad, mõnel pool oli näha põhja katmas arvukamalt mändvetikaid (*Chara*), allikaojades oli ohtralt harilikku kuuskheina (*Hippuris vulgaris*).



Joonis 44. Kiigumõisa taimestiku inventuuride ja seire kohad

Viidumäe sammaltaimed. 2014. aastal inventeeriti kokku 12 immitsevat, keskmist või suuremat allika väljavoolu kohta, neljas kohas ojakaldaid ja kaks allikaoja kraavi suubumise kohta. Kokku leiti inventeeritud kohtades 31 sammaltaime liiki, neist 8 helviksambla ja kolm turbasamblaliiki. Kõige sagedamateks liikideks olid allika-pungsammal (*Bryum pseudotriquetrum*), täht-kuldsammal (*Campylium stellatum*), kamm-roodik (*Palustriella commutata*), sirp-roodik (*Palustriella falcata*), soo-rasvasammal (*Aneura pinguis*) ja kaunis sirbik (*Scorpidium revolvens*). Mitmel pool oli näha samblavarte alaosa ümbritsev lubikate. Domineerivateks liikideks olid samuti eelpool nimetatud liigid, v.a. soo-rasvasammal, lisaks veel Bantri lõhiksammal (*Leiocolea bantriensis*) ja hõre allikasammal (*Philonotis caespitosa*),

kumbki domineerivana vaid ühes kohas. Tähelepanuväärivatest liikidest leiti kahes kohas teise kategooria kaitsealust liiki mustpeasammalt (*Catospium nigratum*), suhteliselt harva esinevaid Bantri lõhiksammalt ja kattuvlehist turbasammalt (*Sphagnum austinii*).

Eelpoolnimetatud liike ei kohatud teistes inventeeritud piirkondades. Viidumäe oli ka ainuke ala, kus allikate läheduses leidis turbasamblaid. Lubjarikast vett taluvaid turbasamblaid on üldiselt vähe, nad kasvavad kõrgematel mätastel ja ei osale lubja setitamises. Viidumäel ei kohatud üldse allikate ümbruses Vormsi ja Kiigumõisa allikatel tavalisi suurt tõmtippu (*Calliergon giganteum*) ja sõnajalg-nöörsammalt (*Cratoneuron filicinum*).

Nõrglubja-allikate tunnusliikidest olid ohtralt ja dominantidena esindatud kamm-roodik, sirp-roodik, kaunis sirbik ja allikasoo-pungsammal, kahes kohas ka mustpeasammal. Märkimist väärib, et dominantidest tunnusliikidest kaks esimest puudusid allikaojade kraavi suubumise kohtades. Viidumäe inventeeritud allikatest kõik kuuluvad sammaltaimede koosseisu poolest elupaigatüüpi *7220 ning väärivad seega kaitset. Osa allikatest on rohkem puudest varjatud, teised asuvad lagedamal. Mõnede allikate alal oli näha metssigade tuhnimise jälgi.

2017. aastal Viidumäel Sutru soos inventeeriti kolm taastatud soo ala, kaks looduslikku soo ala ning üks soometsa ala. Aladel registreeriti kokku 41 liiki (Ingerpuu 2017). Suhteliselt liigirikkad, kuid väga väikese sammalde katvusega olid taastatud soolad ja soometsas paiknev ala. Sammalde katvus oli siin ainult mõni protsent, vaid taastamisalal oli ühe ruudu katvus 40% (see koosnes palusamblast, mis oli ilmselt raiel jäänud juhuslikult puutumatuks). Kahel taastataval alal ning metsa-alal oli üldine liigirikkus 15 liiki, ühel taastataval alal 6 liiki. Erilisi dominantliike ei esinenud. Taastatavatel aladel esines nii metsa-, soo- kui juhuslikke avakoosluste liike. Märkimisväärne on haruldase liigi laiuva mütshellikukese (*Physcomitrella patens*) esinemine kahel taastataval soosalal. Metsa-alal leidis tavalisi metsa- ja soosamblaid.

Taastamistöõde järel tõuseb ilmselt veetase kõigil aladel ning hakkab mõjutama edasist suktsessiooni. Raiutud aladel toimub see tõenäoliselt kõige kiiremini, sest vaba mullapinda on rohkem. Esialgu ilmuvad lühiealised pioneerliigid, mis hilisemalt asenduvad pikemaajaliste liikidega. Hakkab arenema konkurents nii sammaltaimede vahel kui sammaltaimedel soontaimedega. Koosluse stabiliseerumine võib võtta väga pika aja.

Viidumäe allikate soontaimede uuringuid teostati 2014. aastal, kui välitööde käigus kirjeldati 16 vaatluspunkti ja seal registreeriti kokku 96 soontaimeliiki (Reitalu 2014). Kõige sagedamini esinevad liigid olid seejuures järgmised: harilik peetriteht *Succisa pratensis* kõigis 16 punktis, hirsstarn *Carex panicea* 15 punktis, tedremaran *Potentilla erecta* 14 punktis, harilik sinihelmikas *Molinia caerulea* 13 punktis, pääsusilm *Primula farinosa* ja harilik lubikas *Sesleria caerulea* 11 punktis, vesihaljas tarn *Carex flacca* ja harilik porss *Myrica gale* 10 punktis. Domineerivate liikidena esinesid pruun sepsikas *Schoenus ferrugineus*, niidutarn *Carex lepidocarpa*, tõmbiõiene luga *Juncus subnodulosus*, harilik sinihelmikas *Molinia caerulea*, tedremaran *Potentilla erecta*, harilik peetriteht *Succisa pratensis*, villohakas *Cirsium heterophyllum*, seaohakas *Cirsium oleraceum*, soo-koeratubakas *Crepis paludosa*, põld- ja aasosi *Equisetum arvense* ja *E. pratense*, paiseleht *Tussilago farfara* ja teised.

Eesti taimkatte kasvukohatüüpidest on elupaigatüübi *7220 vasteks nimetatud allikasood ja vaatluspunktides on registreeritud peaaegu kõigi selle kasvukohatüübi raudtarna koosluse (*Caricetum davallianae*) ja pruuni sepsika- skorpionsambla koosluse (*Scorpidio-Schoenetum*) dominantsete ja tüüpiliste soontaimeliikide esinemine: pruun sepsikas *Schoenus ferrugineus*, raud-, ääris-, vesihaljas ja kahekojane tarn (*Carex davalliana*, *C. hostiana*, *C. flacca*, *C. dioica*), harilik lubikas *Sesleria caerulea*, harilik sinihelmikas *Molinia caerulea*, lemmelill *Tofieldia calyculata*, harilik ja alpi võipätkas (*Pinguicula vulgaris* ja *P. alpina*), harilik ädalalill *Parnassia palustris*, pikalehine huulhein *Drosera anglica*, soo-neiuvaip *Epipactis*

palustris. Enamus nendest liikidest on esitatud ka elupaigatüübi *7220 tunnustaimedena Eestis. J. Paali poolt loetletud tunnusliikidest esinesid vaatluspunktides veel harilik porss *Myrica gale*, kahkjaspunane ja kuradi-sõrmkäpp (*Dactylorhiza incarnata* ja *D. maculata*), harilik käoraamat *Gymnadenia conopsea* ja suur käöpõll *Listera ovata*. ELETi käsiraamatus elupaigatüübi *7220 iseloomulike soontaimedena nimetatud liikidest kasvas vaatluspunktides ainult harilik võipätkas *Pinguicula vulgaris*. Eestis kaitstavaid soontaimeliike registreeriti vaatluspunktides 12, nende seas viis II ja seitse III kaitsekategooria liiki.

Soode, eriti allikasoo jaoks tüüpiliste liikide kõrval esineb allikalistel aladel ka neid ümbritsevalt mineraalselt pinnaselt siia jõudnud liike. Metsataimedest olid vaatluspunktides sagedamad võsaülane *Anemone nemorosa*, metsmaasikas *Fragaria vesca*, laanelill *Trientalis europaea*, lillakas *Rubus saxatilis*, mustikas *Vaccinium myrtillus*; niiduliikidest sulg-aruluste *Brachypodium pinnatum* ja keskmise värihein *Briza media*. Aegadest, mil astangu jalamil paiknevaid allikalisi alasid karjatati, on siia püsima jäänud sellele maakasutusele omaseid liike nagu luht-kastevars *Deschampsia cespitosa*, mõru vahulill *Polygala amarella*, harilik käbihein *Prunella vulgaris*, paiseleht *Tussilago farfara* (punktis 13 lausa domineeriv liik).

ELETi käsiraamatu põhjal domineerivad elupaigatüübis *7220 sammaltaimed. Nii on ka Viidumäe allikalised alad sageli tugeva sammalkattega ja soontaimeliikide osatähtsus võib seejuures olla üsna väike. ÜKV kõigub vahemikus 5 kuni 50%, kusjuures kuuel juhul on see 10% või alla selle. ÜKV on 40-50% ainult ühel soostunud metsa lagendikul ja allikaliste ojade kuivenduskraavi suubumise kohtades. Samas käsiraamatus märgitakse ka seda, et nõrglubja-allikad on sageli väikese pindalaga ja nad võivad esineda nii metsades kui ka avatud maastikul. Vastavalt olid valitud ka vaatluspunktid.

Viidumäe allikate ja allikasoo seisundi parandamiseks toimus aastatel 2016-2017 mitmetes kohtades seisundit halvendavate kraavide sulgemine, kusjuures Sutru nõlva alust allikasood läbiva toimiva kraavi sulgemisega (projektis objekt nr. 9) kaasnes kraaviäärse kõdusoometsa raadamine. Nimetatud töödel on kahtlemata suur mõju allikasoo veerežiimile, lähiümbruse taimekooslustele ja taimeliikidele. Selleks, et kindlaks teha järgnevate muutuste olemust ja ulatust, tuleb kõigepealt kirjeldada vastavat algseisu. Sellel eesmärgil toimus 2015. aastal kraavide sulgemisele eelnenud seisundi kirjeldamine objekti nr. 9 ja astangu nõlva vahelises allikasoo 50 x 50m ruudu põhjal (Sutru allikasoo seire aruanne, Reitalu ja Ingerpuu, 2015). Seireala paikneb Sutru nõlva allikalisesest jalamist ca 100 m läänes ja suletud kraavini nr. 9 jääb ca 150 m. Seireala on huvipakkuv niihästi elupaikade kooslusena kui ka liigilise koosseisu poolest, ning on seetõttu olnud pikaajaliselt seire- ja uurimisobjekt juba alates aastast 1966. Aastakümnete jooksul juba kogutud ja veelgi lisanduv andmestik pakub võimaluse võrdlusteks ja üldistuste tegemiseks. Seetõttu valitigi projekti käigus kirjeldatava ruudu asukohaks 1999. ja 2004. aasta riikliku seire ruut, mille piiresse jäävad ühtlasi üks 1966/1976. aasta püsiruutudest, saaremaa robirohu ruuduseire ruut ning osa 1994. aastal kirjeldatud alast.

50 x 50m põhiruudu puu- ja põõsarinde puistu täiuseks (puud kõrgemad kui 2m) määrati 0,2. Puuliigid: sanglepp *Alnus glutinosa*, sookask *Betula pubescens*, harilik mänd *Pinus sylvestris*, harilik pihlakas *Sorbus aucuparia*. Vastavalt liikide osatähtsusele moodustub nendest liikidest puistu valem 5Mä3Lm2Ks+Pi. Puude järelkasvu ja põõsarinde katvuseks hinnati 30%.

Sammaltaimede põhiruudu 1x1m seireruutudel sammalde katvus kõikus 2 kuni 80 protsendini, keskmine katvus oli 21,3%. Sammaltaimi leiti kümnest ruudust kokku 26 liiki, neist 19 lehtsambaliiki ja 7 helviksambaliiki. Kõige sagedasemateks liikideks olid harilik tiivik (*Fissidens adianthoides*), kähar sulgsammal (*Ctenidium molluscum*) ja tähtkuldsammal (*Campylium stellatum*). Suurim katvus oli turbasammaldel. Rabastunud ruut oli peaaegu üleni

kaetud turbasamblaga, veel leidus turbasammalt ühes lagedal paiknevas ruudus ning pisut ka metsaruudus.

Soontaimede põhiruudu 1 x 1m seireruutudel rohurinde üldkatvuse protsent kõigub ruutudes vahemikus 25 – 90%, keskmisena 46%; varise ja kulu katvus vastavalt 10 – 90% ja keskmiselt 52%. Kümnest seireruudust on viis täiesti lagedad, st ilma puude järelkasvu ja põõsasteta, ülejäänud viies ruudus on nende katvuseks 5 – 40%.

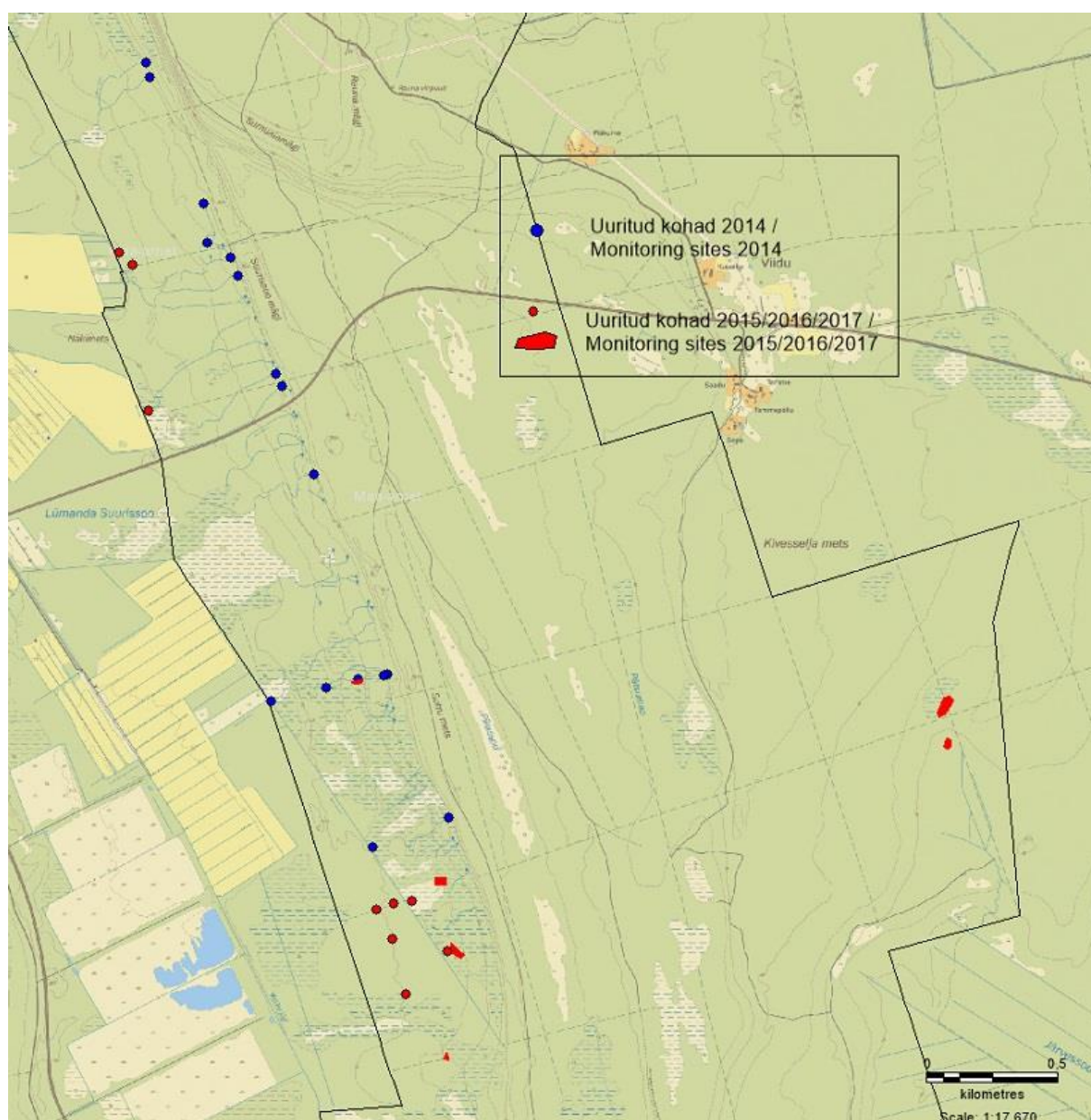
Kümne seireruudu soontaimeliikide koguarv on 50, kusjuures suurim liikide arv ruudus on 24 ja väiksem – 10. Suurem osa liikidest on iseloomulikud liigirikastele madal- ja allikasoo kooslustele. Kaitsealustest taimeliikidest esinevad ruutudes Russowi sõrmkäpp *Dactylorhiza russowii*, tõmbiõiene luga *Juncus subnodulosus* ja saaremaa robirohi *Rhinanthus osiliensis* II kaitsekategooriast ning III kaitsekategooria liigid soo-neiuvaip *Epipactis palustris*, laialehine neiuvaip *Epipactis helleborine* ja harilik porss *Myrica gale*. Seirealast läänekaartesse jääva kraavi sulgemine (projektis objekt nr 9) hakkab kindlasti mõjutama selle ala veerežiimi ning taimekooslusi. Nende muutuste kajastumine taimkattes võtab aga aega ja sellepärast pole otstarbekas siin kordusseiret teha varem kui kolmandal, äärmisel juhul teisel aastal pärast kraavi sulgemist. Vahepealsel perioodil võiks kontrollida ruutude tähistust ning vajadusel seda uuendada. Parema võrdlusmaterjali saamiseks tuleks järgmise seirekorra ajal kasutada praeguse seirega ühist metoodikat.

Suletud kraavi vahetus läheduses ning sellega piirneval raadatud alal on olukord teistsugune. Raadatud kõdusoometsa asemele hakkab kujunema uus taimekooslus ja selle arenemise jälgimiseks on vaja täiendavat seireala. Selleks viidi 2017. aastal läbi taimekoosluste seire veerežiimi muutmise ning metsa raadamisega mõjutatud aladel ja ühtlasi ka saaremaa robirohu seisundi hindamine (Ülevaade Viidumäel 2017. aastal läbi viidud seirest metsa raadamise ja kraavide sulgemise piirkondades, Reitalu 2017).

2015. aastal Sutru astangu all läbiviidud seire oli aluseks edasiste muutuste ulatuse ja olemuse jälgimisel taimekooslustes, kuid oluline on ka üksikute haruldaste taimeliikide käekäigu jälgimine muutunud oludes. Sellel eesmärgil võeti eraldi vaatluse alla **saaremaa robirohu** kui eriti olulise kaitsealuse taimeliigi esinemine projekti tegvustest mõjutatud aladel. Saaremaa robirohu kaitse korraldamiseks on 2011. aastal koostatud ja 2013. aastal kinnitatud tegevuskava, kus muuhulgas nähti ette selle liigi kõikide leiukohtade inventuur. 2013. aastal Pärandkoosluste Kaitse Ühingu poolt läbi viidud inventuuri käigus külastati kokku 100 leiukohta ja loendati ca 57 000 isendit. Suur osa saaremaa robirohu registreeritud leiukohtadest jääb Viidumäe looduskaitseala piiresse ning lähikonda; sealhulgas viis nendest jääb projekti objekti nr. 9 ja kaks objekti nr. 14 piirkonda. 2016. aastal viidi läbi nimetatud leiukohtade inventuur ja 2017. aastal seisundi seire projekti tööde teostamise mõjualadel (Robirohu seirest, Reitalu 2016 ja Ülevaade Viidumäel 2017. aastal läbi viidud seirest metsa raadamise ja kraavide sulgemise piirkondades, Reitalu 2017). Loendamise tulemused koos 2013. aasta inventuuri andmetega on esitatud tabelis 1, kus leiukoha koordinaadid on antud polügoni keskpunkti kohta. Liigi arvukuse kõikumine ja areaali asukoha muutus on iseloomulik üheaastastele taimeliikidele ja nii väheste vaatluste põhjal pole veel võimalik teha järeldusi kraavide sulgemise mõjust kasvukohatingimustele.

Tabel 1. Saaremaa robirohu isendite 2017. aasta loenduse andmed leiukohtades I, III, IV, VI ja VII

leiukoha number	x-koordinaat 2017	y-koordinaat 2017	isendite arv 2013	isendite arv 2017	märkused
I	22,104571	58,272640	58	162	leiukoht on nihkunud O-suunda
III	22,111649	58,263535	110	80	koosluste seirepunkti 5 lähedal
IV	22,111074	58,259896	85	105	polügon endine
VI	22,142823	58,272739	320	112	arvukuse järsk langus
VII	22,143042	58,27128	160	44	arvukuse järsk langus



Joonis 45. Viidumäe taimestiku inventuuride ja seire kohad

Objekti nr. 9 ümbruse taimekoosluste seire käigus augustikuus 2017 tutvuti põhjalikult raadatud ala taimestikuga ja oktoobrikuu keskpaigas vaadati lisaks üle objektid nr. 8, 11, 13 ja 14 koos vastavate tehnika liikumisteedega. Vaatluste tulemusena saaremaa robirohtu ei leitud. Tekitatud häiringud olid sellel ajal alles liiga värsked ja 2016. aasta sügisel viljunud taimede seemnete levimine häiringutele polnud võimalik. Vastavaid vaatlusi tuleks jätkata. Parimad võimalused saaremaa robirohu toetuspunktide tekkimiseks on seejuures objektidel 8, 9 ja 13.

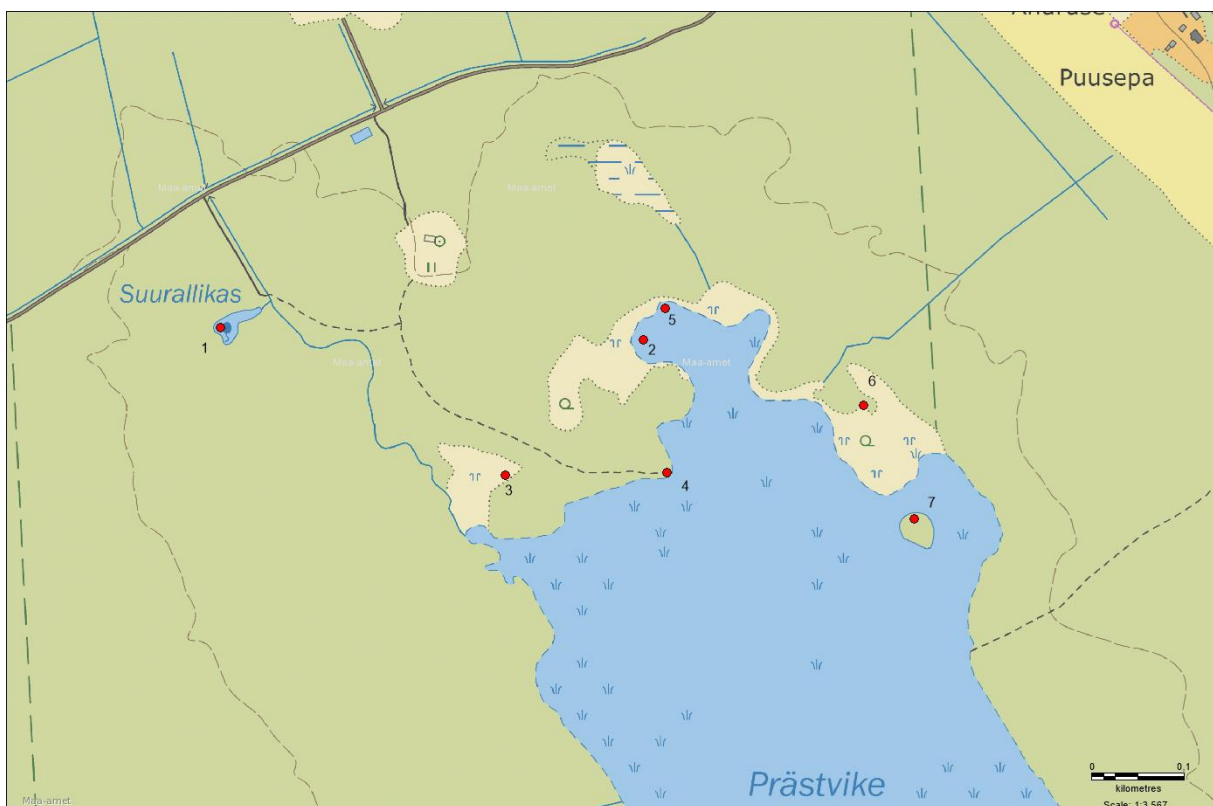
Vormsi saarel Prästvike järve ümbruses inventeeriti 2014. aastal kuut allikat ja nende lähiümbrust. Kokku leiti 31 sammaltaime liiki, neist 5 helviksamblaliiki. 2017. aastal läbiviidud kordusinventuuri käigus lisandusid kolm liiki, kõik lubjakünka allikal (Raviallikal). Kõige sagedamad liigid olid teravtipp (*Calliargonella cuspidata*), suur tõmptipp (*Calliargon 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 allikasoo harilik skorpionsammal (*Scorpidium scorpioides*). 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, kaunis sirbik. Varasemate andmete järgi on leitud Vormsi Suurallika (nr. 1) lähedalt ka harilikku kurdsirbikut (*Hamatocaulis vernicosus*), kuid 2014. aasta inventuuril liiki ei leitud. 2017. aastal aga leiti Suurallika ümbruses kaunis- skorpionsammalt. Väärtuslikeks allikateks selles piirkonnas tuleb lugeda lubjakühmusid moodustanud nr 5 (Raviallikas), kus esinesid kõik piirkonnast leitud tunnusliigid, nr. 3, kus leitud kolmest tunnusliigist kaks on eriti kasvukohaspetsiifilised (sirp-roodik ja lubi-allikasammal) ning 2017. aastal kirjeldatud uus, alles kujunev lubjaküngas (allikas nr 2). Vaid kühmu (läbimõõt 150 cm, kõrgus 5-7 cm) otsene ümbrus on pisut lagedam, mitmete veelombikestega, mis on kuni 20 cm sügavad, kus kasvab määndvetikat. Allika ümbruses domineerib lubi-allikasammal ja tava-skorpionsammal. Samblad katavad kohati 40-50% maapinnast. Nõrglubja allikate tunnusliikidest esines siin veel sirp-roodik. Allikas nr 5 oli kõige liigirikkam ka kõigi sammalde poolest selles piirkonnas. Atraktiivsust ja liike lisab ka ümbritsev allikasoo. 2017. aastal lisandus huvitav leid pudel-põisik (*Splachnum ampullaceum*). Nimetatud liik kasvab loomade sõnnikul ja viitab samuti sellele, et sammalde liigirikkuse suurendamiseks on oluline loomade olemasolu taimekooslustes.

Allikas nr 3 oli lisaks 2014. aastal domineerinud lubi-allikasamblale hakanud domineerima ka tava-skorpionsammal kaunis-skorpionsamla asemel. Nõrglubjaallikate samblakate oli 2017. aastal võrreldes 2014. aastaga kasvanud, ulatudes 30-40%-ni. Kolm tunnusliiki leiti ka allika nr. 7 ümbruses, kuid need on väiksema tähendusega, kuna levivad ka muudes kooslustes. Suurallika nagu ka ülejäänud Prästvike allikate vooluvees (v.a. nr. 5 ja nr. 3) oli eriti kevadel märgata hulgaliselt vetikaid. 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.

Prästvike allikatelt leiti kokku 79 soontaimeliiki. Kõige sagedam puudest oli sanglepp (*Alnus glutinosa*), põdsastest 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 soohilakas (*Liparis loeselii*). Eestis vähemlevinud liikidest väärivad mainimist vesi-tarnhein (*Catabrosa aquatica*), niitjas penikeel (*Potamogeton filiformis*) ja lemmellill (*Tofieldia calyculata*). Nii nagu sammaltaimede poolest nii ka soontaimede poolest on kõige liigirikkam Raviallika lubjakühm. Siit leiti 34 liiki soontaimi, nende hulgas kõik eelpool nimetatud käpalised ning ainsana elupaigatüüpide käsiraamatus märgitud soontaimest tunnusliik pääsusilm (*Primula farinosa*). See liik vajab kasvuks lubjarikkaid niiskeid kasvukohti ning tema levik on viimastel aastakümnetel eeskätt Ida-Eestis tublist vähenenud (Kukk & Kull 2005).



Joonis 46. Prästvike allikate taimestiku inventuuride ja seire kohad

Inventeeritud projekti piirkondadest leiti kokku 59 liiki sammaltaimi (kolmelt alalt: Viidumäe, Prästvike, Kiigumõisa) ja 118 liiki soontaimi Kiigumõisa ja Prästvike aladelt. Inventeeriti 31 allikat: Viidumäelt 11, Prästvikest 7 ja Kiigumõisast 13, lisaks mitmed 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 skorpionsammal, tava-skorpionsammal, lubi-allikasammal, allikasoo-pungsammal ja mustpeasammal) ja soontaimedest Kiigumõisas ja Prästvikes kaks liiki (pääsusilm ja eristarn). Viidumäel esinesid peaaegu kõigi selle kasvukohatüübi dominantsed ja tüüpilised soontaimed.

Suurselgrootud

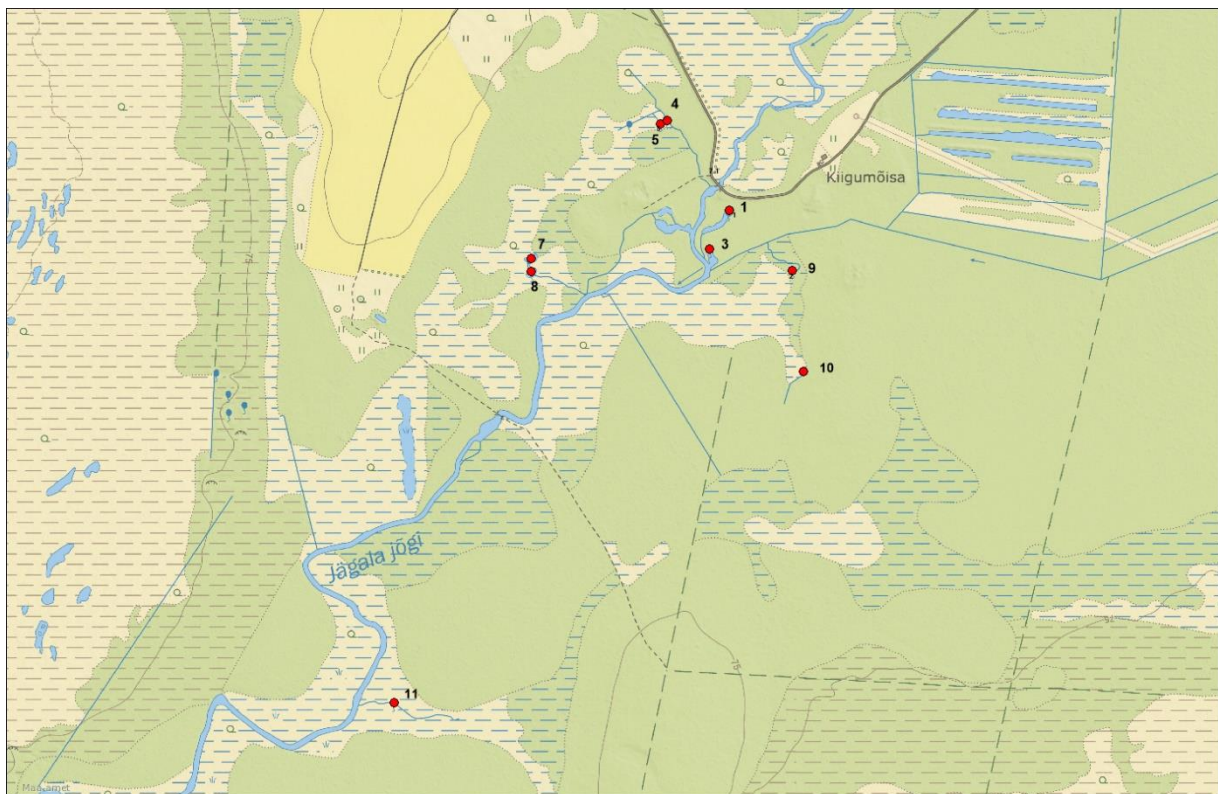
Suurselgrootute nime all mõistetakse palja silmaga nähtavaid loomi, läbimõõduga enamasti üle 0,5 mm. Nende hulka kuuluvad peamiselt põhjajaelised olendid: putukad, ämblikulaadsed, vähid, limused, ümarloomad, lame- ja rõngussid, käsnad ning sammalloomad.

Hõljumiloomadega võrreldes on nende eelisteks lai levik, suur liigiline ja toitumistüüpide mitmekesisus; kaladega võrreldes vähene liikuvus, pisikutega võrreldes pikk eluiga.

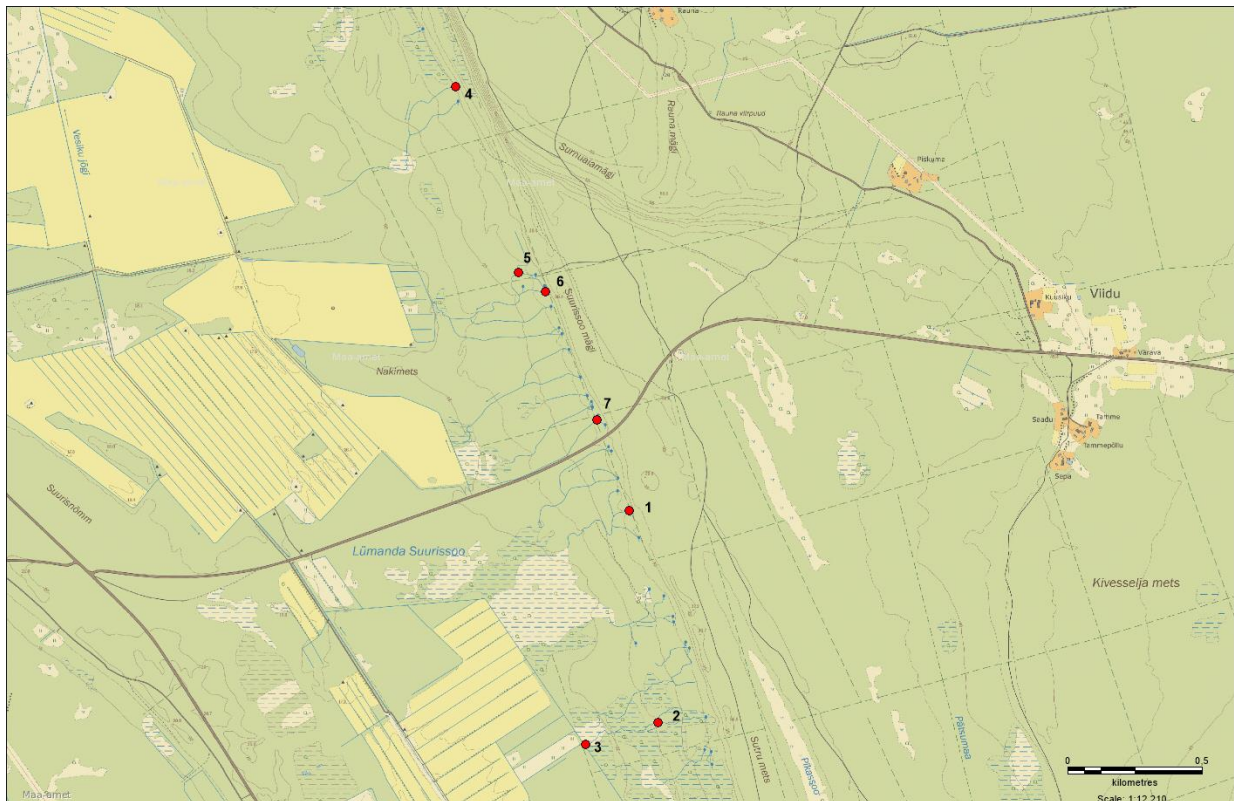
Taimedest erinevalt leidub suurselgrootuid ka pimedas (võrade varjus või sildade all). Neid on kerge koguda ja lihtne määrata. Tundlike taksonite (liikide või suuremate süstemaatiliste rühmade) leidmine näitab, et mitte ainult kogumishetkel, vaid vähemalt nende senise eluaja jooksul pole veekogus olulisi kahjustusi toimunud. Suurselgrootuid leidub igal aastajal 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.

Veepoliitika Raamdirektiivi (2002) järgi on suurselgrootute (“*macroinvertebrates*”) taksonoomiline koosseis ja arvukus veekogude bioseisundi hindamiseks hädavajalikud.

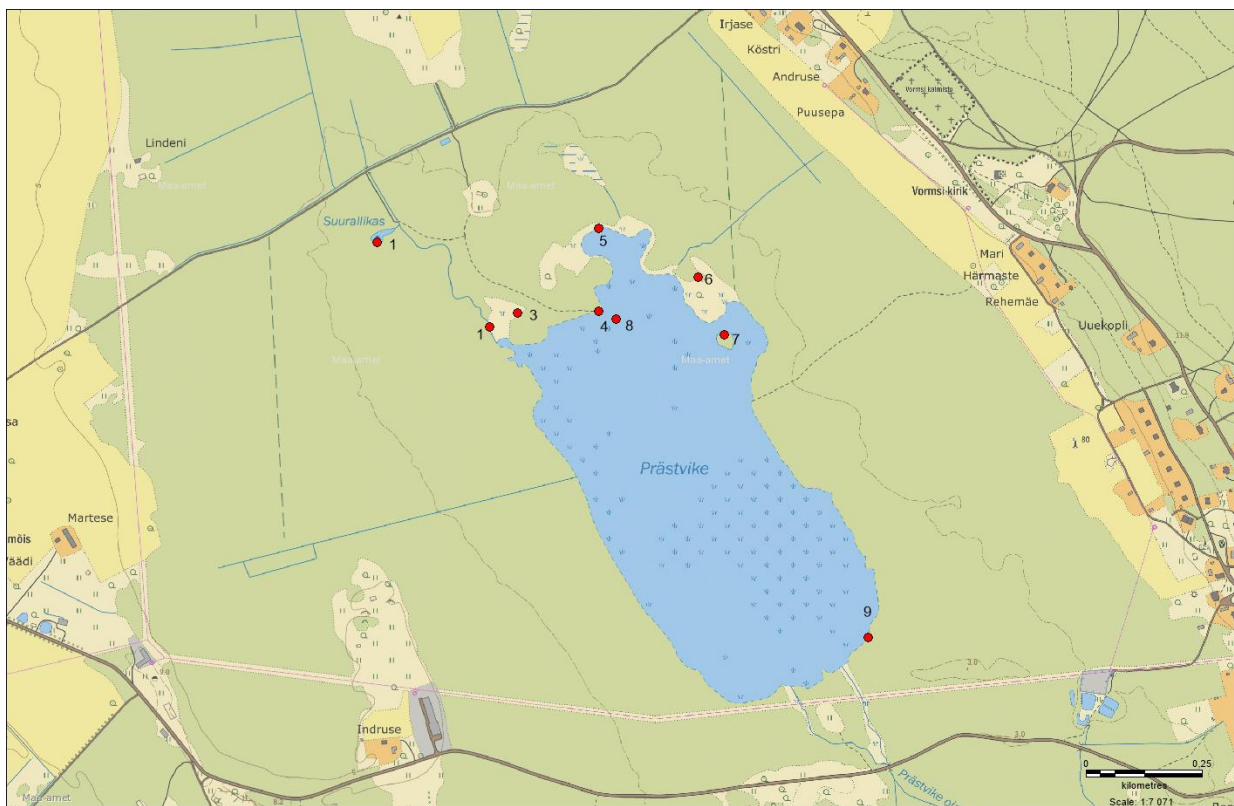
Uuringud tehti 2014. aastal kõikidel projekti aladel, 2015. aasta augustis Vormsi saarel Prästvike järvel, 2017. aastal Viidumäel ja Kiigumõisas.



Joonis 47. Suurselgrootute uuringu Kõrvemaa ja Kiigumõisa proovikohad



Joonis 48. Suurselgootute uuringu Viidumäe proovikohad



Jooni 49. Suurselgootute uuringu Vormsi proovikohad

Suurselgrootuid püüti veekogude põhjast standardkahvaga (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).

2015. aastal tehtud Prästvike järve uuringu eesmärgiks oli kontrollida, kas järves leidub praegu Euroopa Loodusdirektiivi (Natura) liike, keda on sellest järvest varem tabatud. 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 (PRÄSTVIKE JÄRVE SUURSELGROOTUTEST 2015. A. SUVEL, Henn Timm).

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).

Aastatel 2014 – 2018 läbiviidud uuringutes saadi kokku 30 proovist 57 taksonit. 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 allikates.

Tabel 2 Kiigumõisa taksonite arv (Nt), taksoni keskmine tundlikkus (ASPT) ning voolukiiruse ja põhja iseloomu indeks (MESH) uuritud kohtades.

Koht	Nt	ASPT	MESH
Ki1	9/5	4,6	1,9/2,5
Ki3	8	4	1,5
Ki4	7	4,67	2,4
Ki5	7	4,2	2,4

Koht	Nt	ASPT	MESH
Ki7	13	4,4	1,5
Ki8	12	4,2	1,3
Ki9	4	4,5	2,5
Ki10	10	5,4	2

Kõige tavalisemad rühmad olid surusääsklaste sugukonna (*Chironomidae*) vastsed ja jõe-kirpvähk (*Gammarus pulex*). Kui herneskarpe (*Pisidium* sp.) leidis 2014. a. sageli, siis 2017. a. polnud neid üldse. Haruldastest liikidest võib esile tõsta ehmeistiivalist *Molannodes tinctus* (nr. 3) ja vöötkiili *Cordulegaster boltonii* (nr. 1 ja 5). Kõigis kohtades oli 2017. a. vähem taksoneid kui 2014. a. (tabel 3). See võis olla tingitud ka eri aastaegadest (2014. a. kevadel, 2017. a. sügisel), kuid tõenäoliselt just 2017. a. väga madalast veetasemest. Enamikus kohtades oli vee suurim sügavus 1-2 cm ning suur osa põhjast üldse kuivanud.

Viidumäe uuritud kohtade iseloomustus suurselgrootute järgi on tabelis 3.

Tabel 3. Viidumäe taksonite arv (T), taksoni keskmine tundlikkus (ASPT) ning voolukiiruse ja põhja iseloomu indeks (MESH) uuritud kohtades

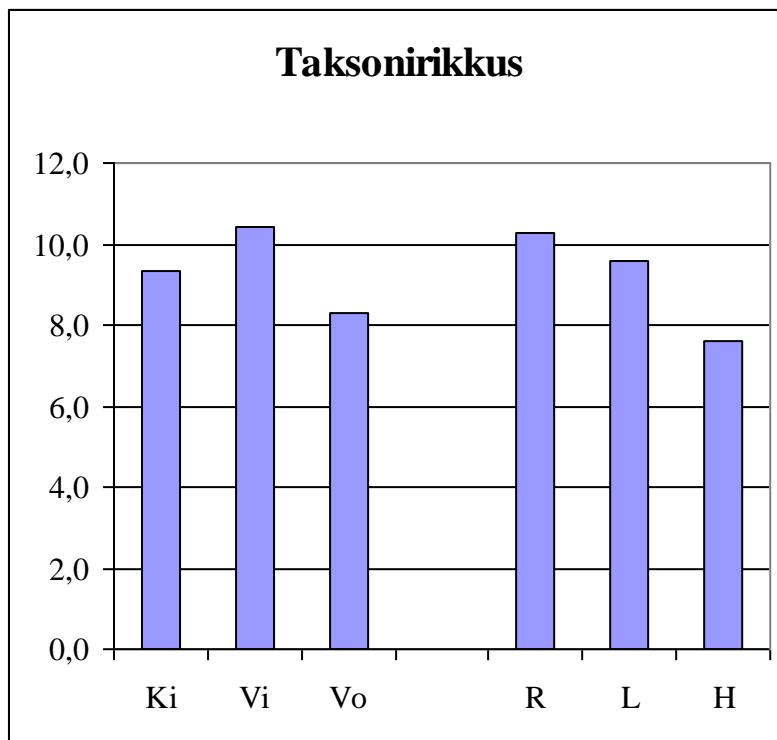
Koht	Aasta	T	ASPT	MESH	Aasta	T	ASPT	MESH
1	2014	9	5,4	2,71	2017	7	5,83	2,5
2	2014	12	5	2,55	2017	7	5,00	2,33
3	2014	13	5,2	2,18	2017	8	5,83	2,5
5	2014	13	5,33	2,58	2017	9	4,14	2,5
6	2014	5	4,6	2,25	2017	5	5,4	2,75
7	2014	8	5,14	2,71	2017	6	6,4	2,8

Kui taksonirikkus oli 2017. a. oluliselt madalam kui 2014. a., siis taksoni keskmine reostustundlikkus (ASPT) ja voolutundlikkus (MESH) olid 2017. a. enam-vähem samasugused. ASPT oli 2014. a. erandlikult madal allikas nr. 6 ning 2017. a. allikas nr. 5; samas 2017. a. erandlikult kõrge allikas nr. 7. Selliseid ootamatuid tulemusi põhjustas tõenäoliselt üldine madal taksonirikkus, kus mõne vähese liigi ilmumine või puudumine saab keskmist tugevasti mõjutada. Vaatamata madalale veeseisule ning napile taksonite arvule 2017. a., olid kirjeldatud muutused pigem loodusliku varieeruvuse ilming kui põhimõtteline häire.

Tabel 4. Vormsi Prästvike allikate taksonite arv (T), taksoni keskmine tundlikkus (ASPT) ning voolukiiruse ja põhja iseloomu indeks (MESH) uuritud kohtades

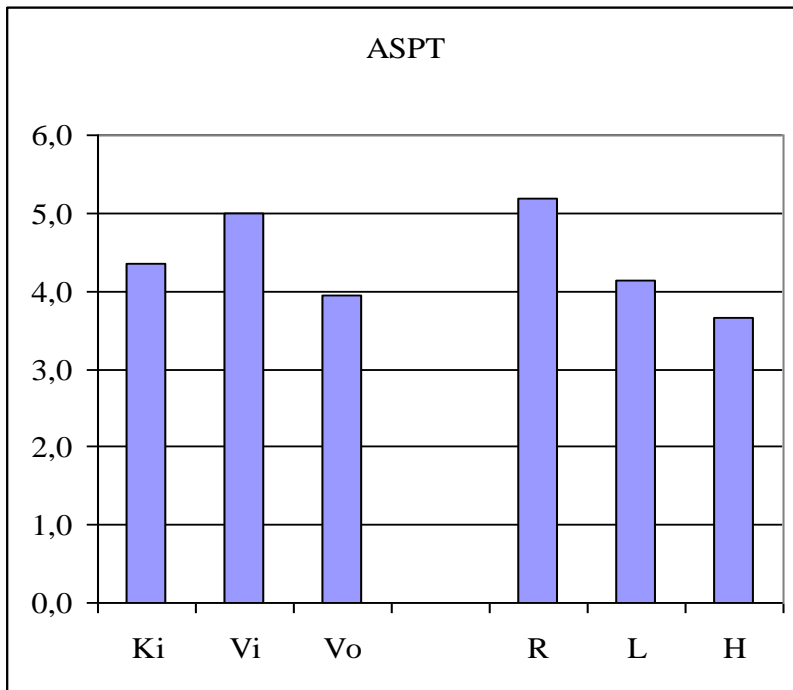
Koht	Ni	Nt	ASPT	MESH
Vo1	51	11	4,2	1,33
Vo2	42	7	4,67	1,75
Vo3	12	5	3,25	1,33
Vo4	36	7	3,33	1
Vo5	40	12	4,11	1,18
Vo6	39	13	6	1,71
Vo7	9	3	2	2

Isendite arvu (Ni) lähemalt ei analüüsitud, sest tegu oli kvalitatiivsete proovidega. Joonistelt nähtub, et ülejäänud kolme tunnuse (Nt, ASPT, MESH) keskvärtused 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 50). 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.

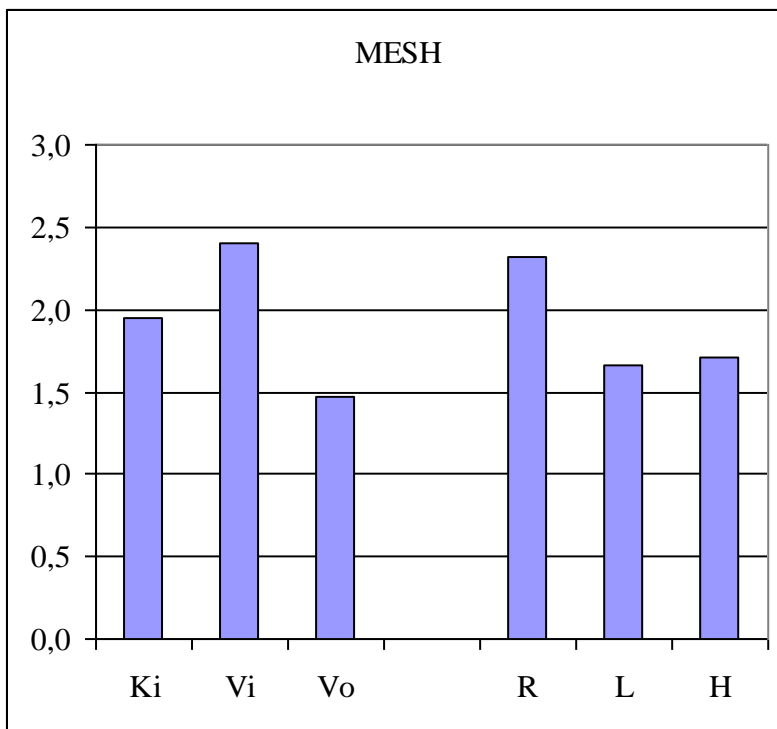


Joonis 50. Keskmine taksonirikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa.

MESH keskvärtus 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 51. Taksoni keskmine tundlikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa



Joonis 52. Keskmesed hüdro-morfoloogilised tingimused suurselgrootute järgi, piirkondade ja allikatüüpide kaupa

Vaatamata proovide suhteliselt väikesele arvule, 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 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. Uuritud allikatest suur osa kuulub Loodusdirektiivi nõrglubjaallikate elupaigatüüpi. Indeksite erinevused tulenevad peamiselt allikate hüdro-morfoloogilistest tingimustest ja antud tasemel seoseid vee omaduste ja põhjaloomastiku liigilise mitmekesisuse vahel välja tuua on võimatu.

Kalastik

Kalanduslikus plaanis peetakse allikaid väheolulisteks veekogudeks, seetõttu on neid vähe uuritud. Põhjavee seisundi iseloomustamise tõttu on aga allikate näitajad väga olulised. Allikate elustik, sealhulgas kalastik, on nimetatud näitajate üks komponent. Näiteks, allikate või nendega otseselt seotud veekogude kalastikulises koosseisus toimunud muutused võivad viidata inimtegevuse negatiivsele mõjule. Lisaks on olemas allikatele spetsialiseerunud liike, sealhulgas kalu (nt Euroopas *Cottus petiti*). Sellisel juhul on allikad äärmiselt olulised haruldaste liikide kaitse seisukohast. Allikate läheduses võivad asuda kaitsealuste liikide (nt ojasilm) kui ka teiste hinnatud kalaliikidele (nt forell) elupaigad, sealhulgas kudealad. Allikad võivad pakkuda kaladele teatud refuugiumiala raskete olude üleelamisel: allavoolu jäävate reostusallikate korral, teatud juhtudel ilmselt ka põua ja suurte külmade esinemisel.

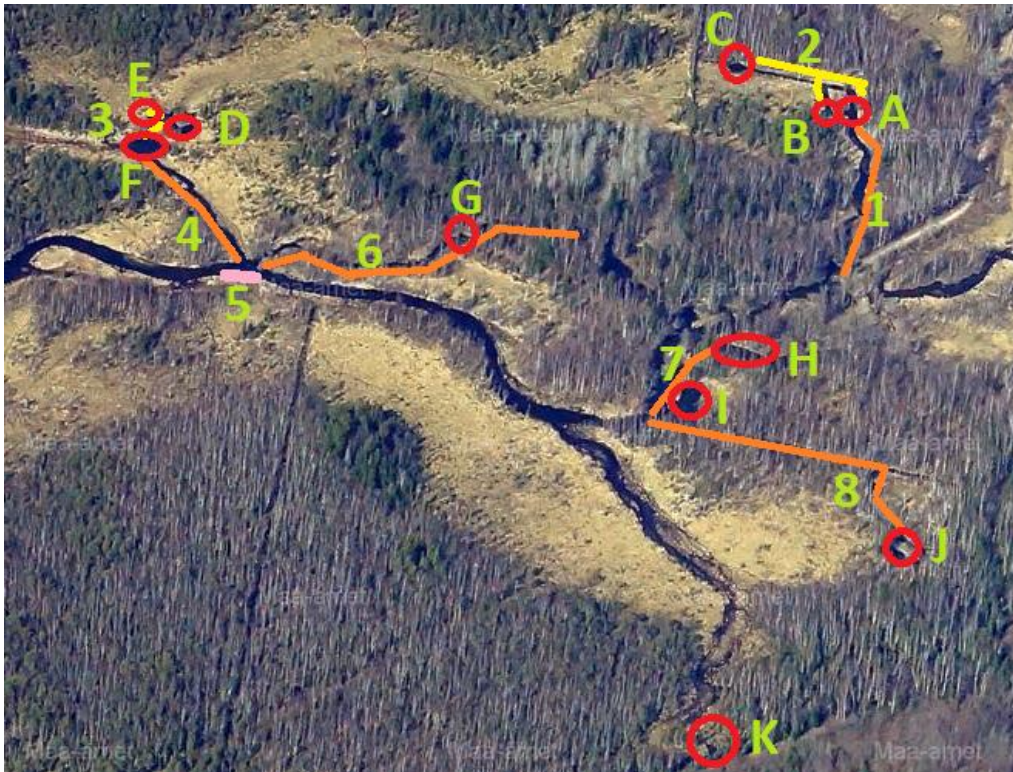
Allikate ja sealse elustiku kaitse ning muutuste jälgimise seisukohalt on äärmiselt oluline vaadelda võimalikke trende pikema ajaperioodi vältel. Selleks tuleb omada uuritava objekti kohta head võrdlusmaterjali minevikust. Aastatel 2014-2017 sai tänu projektile LIFE Springday võimalikuks koguda andmeid haruldase elupaigatüübitüübi nõrglubjaallikate kohta kahes Eesti piirkonnas: Vormsil ja Järvamaal. Kogutud andmed on vajalikud allikate ja nendega seotud elustiku (sh kalastiku) praeguse olukorra määramisel ning hädavajalikuks võrdlusbaasiks võimalike muutuste hindamisel tulevikus.

Allikate ihtüoloogilistel uuringutel teostati püüke nii allikates (allikatiikides) kui ka allikate läheduses olevates ja nendega ühendust omavates voolu ja seisuveekogudes.

Kalade püügiks kasutati erinevaid meetodeid. Peamiselt teostati püüke kasutades elektripüügivahendit, Prästvike järvel oli võimalik kasutada täiendavalt nakkevõrke ja Prästvike ojal kasutati silmutorbikuid. Kalastikku seirati ka vaatluste abil (sh veealune fotografeerimine).

Meetodite kombineerimine aitab saada paremat ülevaadet uuritavate veekogude kalastiku liigilisest koosseisust ja erinevate vanusjärgude olemasolust ning arvukusest. Elektripüük on oluline madalate veekogude ja vooluveekogude kalastiku määramisel, samuti väikeste kehamõõtmega isendite registreerimisel. Kuna elektripüüke teostatakse reeglina päevasel ajal püügiks ise aktiivselt liikudes, võrgupüüke jällegi öö vältel, siis annavad võrgupüügid olulist teavet liikide ja suurusjärgude kohta, kelle liikumismuster ei võimalda neid päevasel ajal uuritavas veekogu osas registreerida. Jõesilmu torbikud on vooluveekogudes efektiivsed seisevpüügivahendid suguküpsede jõesilmude registreerimisel.

Elektripüügil kasutati alalis-impulssvoolul, reguleeritava pingega, impulsi kestuse ja sagedusega töötavat elektripüügi agregaat. Püüti kaldalt või veekogus kahlates. Suuremate ja sügavamate allikalehtrite puhul püüti nende kaldapiirkonnas, teistes kogu ulatuses. Igas püügilõigus määrati püütud kaladel liigiline kuuluvus, mõõdeti isendite pikkus või määrati isendite kuuluvus pikkusrühma.

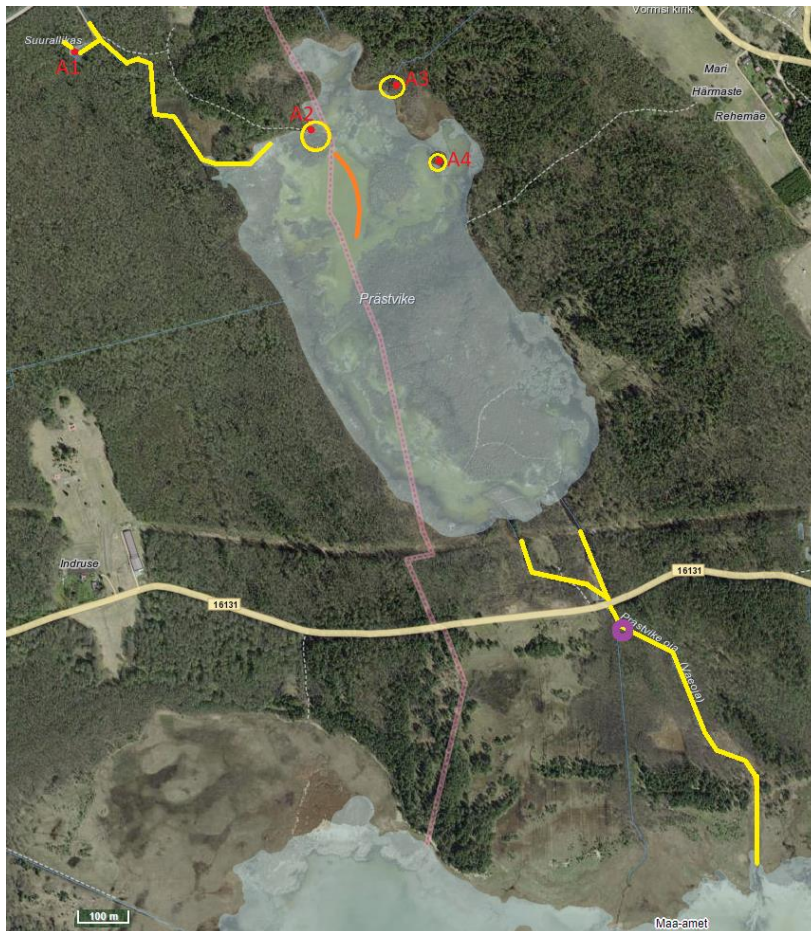


Joonis 53. Püügialade asendiskeem Kügumõisa allikate kalastiku uuringutel elektriagregaadiga aastatel 2014 ja 2017. Püügialad allikalehtrites on tähistatud punaste sõõridega, allikavahelistel aladel kollaste joontega, allikate ja Jägala jõe vahel oranžide joontega ning Jägala jões roosa joonega. Numbrid ja tähed viitavad tähistusele püügilemuste tabelis. Aluskaart: Maa-amet 2018.

Seirepüükidel nakkevõrkudega kasutati spetsiaalseid multisektsioonseid Nordic-tüüpi bentilisi (upuvad) nakkevõrke (pikkus 36 m, kõrgus 1,5 m, silmasuured 12 sektsioonis (sõlmest sõlmeni) 5-55 mm) ja täiendavalt 65 mm silmasuurega võrke. Võrgud asetati püügile enne päikeseloojangut ja võeti välja järgmisel hommikul pärast päikesetõusu.

Prästvike järvel teostati võrgupüüke perioodidel 13.10.2015-14.10.2015 ja 05.09.2016-06.09.2016. Võrgud asetati püüdma jadasse, mõlemal aastal samasse piirkonda. Jada otste koordinaadid olid põhjapoolses otsas: 58,9961247° N ja 23,2194000° E ja lõunapoolses otsas: 58,9947277° N ja 23,2201497° E. Jadas asetsesid eri tüüpi võrgud vaheldumisi, kokku oli püügi korraga 6 võrku. Võrgud asetsesid roovabas vees, roostikust kuni 30 m eemal. Kuigi püügialaks valiti järve sügavamad alad, oli püügipaigas veetase ebastandardtselt madal: 2015. aastal oli põhjataimestiku kohal vaba veekihi paksus ligikaudu 0,3 m, 2016. aastal vastavalt 0,4 m.

Torbikupüüke teostati ainult Prästvike ojal. Torbikud asetati püügile 04.05.2017 ja eemaldati püügilt 5.07.2017. Püügikohaks valiti lõik ojas maanteetruubist ca 35 m allavoolu (harukraavi hargnemiskohast allavoolu: BL: 58.98759, 23.22974). Püüti ka varasemal perioodil, kuid tulemusi arvestada ei saa, kuna torbikud olid rüüstatud.



Joonis 54. Aastatel 2014 kuni 2017 Vormsil Prästvike järvel, selle väljavoolul (Prästvike ojal), järve põhjapoolsetel allikatel (joonisel A1-A4) ning allikate väljavooludel ja harukraavidel teostatud kalastiku seirepüükide piirkonnad. Kollasega on tähistatud elektripüügialade asukohad, oranžiga püügiala nakkevõrgupüükidel, lilla sõõriga torbikuliini paigalduskoht ja punase punktiga allikalätteid, milles elektripüüke teostati. Aluskaart: Maa-amet 2018.

Uuringualadel (Vormsil ja Kiigumõisas) oli allikates levinuim (kuid mitte väga arvukas) kalaliik luukarits. Lisaks registreeriti Kiigumõisa allikates lepamaimu ja haugi, Vormsi Suurallikas särge. Talvitusperioodil võib kalade arvukus allikalehtrites olla väga kõrge, ulatudes tuhandetesse isenditesse. Kalade masskogunemist allikalehtritesse täheldati särje ja lepamaimu puhul. Allikalehtrite väljavooludes elutsesid veel lisaks nimetatud liikidele forell (Kiigumõisas) ning roosärg (Vormsil), tinglikult (Prästvike järves ja selle väljavoolu lähedal) ka ahven ja hõbekoger.

Vormsi allikates ja nende väljavooludes elutsesid pigem keskkonnatingimuste suhtes leplikumad liigid, Kiigumõisas ka nõudlikumad liigid (forell, lepamaim). Kalastiku koosseis ja täiendavad andmed viitavad, et võrdlemisi suuremad muutused kalade elukeskkondades on lähiminevikus aset leidnud pigem Vormsi allikate piirkonnas (järve hääbumist põhjustavad tegurid, rändetõkked). Mõningad maaparanduslikud mõjud allikatele nende väljavoolude kaudu on tuvastatavad või aimatavad Kiigumõisas, kuid tööde täpsem ulatus pole selge.

Allikalehtrite asustamiseks kalade poolt peavad olema täidetud mõned eeltingimused. Neist olulisim on vee piisava hapnikusisalduse olemasolu. Osades allikalehtrites võib maa seest pinnale tõusnud vee hapnikusisaldus olla nullilähedane, kalad sellises vees pikemalt elada ei suuda. Allikalehtrite asustamisel on eelisseisus vee madalamate hapnikusisalduste suhtes

tolerantsemad kalaliigid, samuti väiksema kehamõõtmega kalad. Tihtipeale on allikate veemaht väikene ning ligipääs nendeni väljavoolude kaudu raskendatud, kuna väljavoolul on vee sügavused väikesed ja voolusäng taimestikurikas.

Allikate kalastiku koosseisu määravad suuresti ära läheduses asuvad suuremad veekogud ning ühenduskraavide ja -ojade karakteristikud. Madalad ja laiad vee väljavoolud, mis on head allikalubja väljasettimise seisukohast, ei pruugi olla kaladele soodsad rändeteed. Väljavoolude õgvendamise ja kraavitamisega ongi ilmselt mitmete allikate puhul püütud ühenduse ja liigniiske maa kvaliteeti „parandada“. Kuigi see tegevus loob paremad eeldused allikalehtrites mitmekesisema kalastiku tekkeks, on tegu ikkagi nõrglubjaallika looduslikust olukorrast hälbimisega. Seega ei pruugi allikalehtrite mitmekesisem kalastik tähendada allika paremat seisukorda. Iseäranis on see nõnda olukorras, kus sellistes biotoopides (või nende naabruses) kasvatatakse võõra- või omamaiseid kalaliikide. Teisest küljest, kalavaesed allikad võivad olla küll täiesti normaalne nähtus, kuid vaesunud allikatiigi kalastik võib olla ka inimtegevuse tagajärjel perioodiliselt kuivaks jääva või reostunud allika tunnus.

Nõrglubjaallikate üheks tunnuseks on allikavee lubja väljasettimine allikalättes või selle lähedal, mis muudab põhja tooni heledamaks, kohati värvuselt valgeks. Allikalubja teke mõjutab kalade elu eeskätt elukeskkonna värvuse muutumise läbi. Varjumine hea nähtavusega ja valge põhjaga veekogudes on kaladele raskendatud, saagi leidmine neist toituvatele loomadele (nt haug, mink, jäälind) jällegi lihtsustatud. Reostatud aladel osutub tähtsaks nõrglubjaallika vee biokeemiline mõju, kuna kare vesi vähendab kaladele paljude reoainete letaalset mõju.

Vee pH ja kareduse mõju kaladele

Kiigumõisa ja Vormsi allikatel ja nende väljavooludel mõõdetud vee pH näitajad jäid vahemikku vastavalt 6,8-7,8 ja 6,8-8,2 ühikut. Seega oli uuritud allikavete pH kalade jaoks soodsas vahemikus (selleks loetakse üldiselt pH vahemikku 6,5-8,5). Prästvike järve väljavoolul oli vee pH kuni 8,36 ühikut, mis võib olla näiteks lutsu marjale osaliselt letaalne. Luts on üks kolmest liigist, kelle varasema olemasolu kohta on viiteid, kuid keda enam pole registreeritud.

Karedas vees suudavad mageveekalad erinevate toksiliste ainetega paremini toime tulla kui pehmes vees. Seega võivad, näiteks vee raskemetallidega (Cu, Zn, Cd jne) reostatuse korral, karedaveelistest allikatest toituvad veekogud pakkuda kaladele teatavaid eeliseid võrreldes pehmema veega elupaikadega. Kaltsiumkarbonaadi sisaldus jäi Suurallikas ja Ravi allikas vahemikku 95-302 mg/l (valdavalt üle 200 mg/l). Näiteks vee Cu sisaldus 10 µg/l on vikerforellile ohutu vaid vee karedusel 100 mg/l või rohkem. Sellist vase kontsentratsiooni on näiteks Jägala jões iseenesest mõõdetud (nt 2000. aastal jõe suudmes). Teatud mõttes on jõgede ülemjooksul ja allikatel vee reostatuse oht väiksem, kuna valgala pindala ja potentsiaalsete reostusallikate hulk on väiksem. Siiski, väikeste vooluhulkade tõttu on reostuse korral reoainete kontsentratsioonid tõenäoliselt kõrged.

Kokkuvõte

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*).

Nõrglubjaallika peamine tunnus - lubja settimine – saab toimuda mitmes erinevas vormis: võib moodustuda kungas või ladestus, samuti tuumade (taimed, kivid) pinnale tekkiva lubjakihina. Tihti on allikalehtrites ja –ojades näha lubjahelbeid, mis suurema vooluga kantakse edasi. Kohati võib ilmned suur rauaühendite väljasettimine (veepinnal „õlikiht“) või pehme, kohati hõljuv, kergelt ärakantav helepruunikas lubjasete. Kuna vee liikumine maapinnas on dünaamiline ning nõrglubjaallika elupaiga kujunemine on keerukas kompleks füüsikalise-keemilistest ja bioloogilistest protsessidest, siis võib nõrglubjaallika talitlus ka peatuda või hakata arenema uues asukohas.

Allikate ja nendega seotud elupaikade säilimine looduslikus seisundis pole seni rakendatud kaitsemeetmetega alati garanteeritud. Looduslike 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 piiritlemine looduses võib olla keeruline, siis kaitse veekoguna alati ei toimi ja kaitset saab tagada elupaigatüübi kaitsmise kaudu. Seetõttu on allikate säilimine kõige paremini tagatud kaitsealadel, kus nad täpsemate andmete puudumisel on kaitstud kas üksiku veekoguna või elupaigana mõne teise elupaiga sees. Siiski on põhjavee väljumiskohtade täpsem teadmine ja fikseerimine oluline põhjaveest sõltuvate veekogude ja elupaikade seisundi hindamiseks ja vajadusel kaitsemeetmete rakendamiseks.

Välitööde ja uuringute käigus täpsustusid aladel leiduvate allikate arv, asukohad ja elupaigatüübid. Kiigumõisa allikaalal Jägala jõe mõlemal kaldal fikseeriti lisaks teadaolevatele, keskkonnaregistri andmebaasisse kantud allikatele kümme üksikut allikat ja ka kaks mitmest allikast moodustunud allikajärvikut. Kiigumõisa maastikukaitsealal määrati nõrglubjaallika elupaigatüüpi kuuluvaks kolm allikat / allikaala, mis kanti Kiigumõisa loodusala kaitstavate elupaikade loetellu 2017. aastal. Täpsustusid ka Kõrvemaa maastikukaitsealal Jägala jõe vasakkaldal asuvate Kiigumõisa allikate andmed. Vormsi saarel Prästvike järve ümbruses ja Prästvike järves asub 10 allikat, milledest keskkonnaregistri Allikate andmebaasis on 1 – Suurallikas. Ülejäänud kuuest allikast polnud enne projekti algust mingeid andmeid kahe allika kohta, kusjuures mõlemad on esinduslikud nõrglubjaallikad. Viidumäel on keskkonnaregistrisse kantud üle 40 allika. Vältitööde käigus loendati alal oluliselt rohkem kui 100 peamiselt igritsevat, väikese vooluhulgaga allikat. Väärtuslik on teadmine, et kõik Viidumäe allikad klassifitseeruvad nõrglubjaallikateks.

Nõrglubja allikate kasvukohatüübi 7220 elupaigaspetsiifilised, s.t. *ainult või peamiselt* Eestis lubjarikaste allikate läheduses ja allikasoodes kasvavad **tunnusliigid** on (Ingerpuu 2017, Rikka 2016):

Catoscopium nigritum – mustpeasammal

Palustriella commutata – kammroodik
Palustriella falcata – sirproodik
Philonotis calcarea – lubi-allikasammal
Philonotis caespiticia – hõre allikasammal.

Analüüsitulemuste põhjal saab öelda, et kõigi uuringualade puhul on maapinnale jõudev vesi enamuse ajast kergelt kaltsiidi suhtes üleküllastunud olekus, kuid see pole alati ja igal pool piisav allikalubja laialdasemaks välja seadmiseks. Samas on väga ilmekaid ja esinduslikke allikalubja seadmise vorme näha Viidumäe ja Vormsi Prästvike järve lähedastes allikates. Ainult vee kaltsiidi küllastusindeksi alusel ei saa otsustada, et allikas kuulub nõrglubjaallika elupaigatüüpi. Allikalubja seadmine võib toimuda ka väga väikese üleküllastuse juures, kui termilised, bioloogilised ja morfoloogilised tingimused seda soosivad. Allikalubja väljasettmise suurendamiseks saab kasutada järgnevat meetmeid: tõsta veetaset ja pikendada vee viibeaega allikasoodes kraavide sulgemise või osalise tõkestamise abil; avada veega madalalt üleujutatud ala päikesevalgusele pöõsa- ja puurinde (osalise) eemaldamise abil; soodustada taimestiku, eriti lubivetikate kasvu madalalt üleujutatud aladel ja voolusängides.

Kõige ilmekamalt iseloomustab kraavide sulgemise mõju Viidumäe suuremate kraavide sulgemise tulemuste seire. Peale 1,6 km pikkuse allikasood läbiva kraavi sulgemist tõusis veetase pinnases kuni 0,7 m maapinnalähedaseks, ühtlasi vähenes ka veetaseme kõikumine esialgselt 30 cm'lt 10 cm'ni. Vee vooluhulgad, mis alalt peakraavi pidi ära juhiti, vähenesid ligikaudu 10 korda. Enne kraavi sulgemist olid kuni 49 l/s, peale tööde läbiviimist 5 l/s.

Allikate vee pH ja elektrijuhtivuse näitajad vastavad üldiselt muude geograafiliste piirkondade nõrglubjaallika elupaigatüübile iseloomulikele suurustele. pH jääb vahemikku 7,29 – 7,65. Vee pH näidu langemine alla 6,8 ühiku on nõrglubjaallikates või nende väljavooludes haruldane (vaid 0,37% vaatlustest). Harva oli nõrglubjaallikates või nende lähedal väljavooludes vee pH näit kõrgem kui 8,5 ühiku (0,74% vaatlustest).

Vee elektrijuhtivuse näitajad on mõõtmistel jäänud vahemikku 180-903 µS/cm. Keskmine näit on olnud 560 (mediaan) ning 50% vaatlustest on jäänud vahemikku 458-601 µS/cm (kvartilhaare).

Nõrglubja-allikate elupaiga säilimiseks on vajalik vältida veereostust. On leitud, et nitraatioonide (NO₃⁻) sisaldus peaks selles elupaigas jääma alla 28 mg/l (Towards threshold values for nutrients 2016). Käsitatud kolmes allikate piirkonnas ongi see nii, mis näitab nende allikate head seisundit ja sobivust tüüpiliste taimeliikide kasvuks.

Selle elupaigatüübi pindala on reeglina väga väike ning seetõttu on vaja kaitsta ka ümbritsevaid sookooslusi, mis tagavad stabiilsema veerežiimi ning läheduses olevate nõrglubja-allikate elupaigatüübi soodsama seisundi. Parima tulemuse pinnavee taseme tõstmiseks ja stabiilsema hüdroloogilise režiimi tagamiseks annab talitlevate kuivenduskraavide sulgemine. Märjaladele iseloomuliku taimekoosluse kujunemise soodustamiseks on vajalik ka kuivenduse mõjul pealekasvanud taimestiku eemaldamine.

Projekti tõttu muutus aktiivsemaks erinevate ametkondade koostööd allikate kaitseks tehtavate tööde läbiviimisel. Oluline samm parema kaitse tagamiseks oli maaparandussüsteemide, kui peamise veekogude ja vee-elupaikade seisundi negatiivse mõjutaja, registrite korrastamine ja mittevajalike kraavide registrist väljaarvamine. See võimaldab lõpetada maaparandussüsteemide hoolduse tulevikus ja lihtsustab kraavide

sulgemist kaitsealadel. Tehti ka ettepanekuid alade kaitsekorralduskavadesse, veemajanduskavadesse ja anti soovitusi maaparandussüsteemide hooldustööde kavandamiseks projekti aladel.

Projekti käigus kogutud teadmised allikate hüdroloogiast ja hüdrokeemiast, samuti taimestikust ja elustikust annavad väärtuslikku informatsiooni allikate seisundi hindamiseks, samuti vee-ökosüsteemide toimimise mõistmiseks.

Summary

Petrifying springs with tufa formation (*Cratoneurion*) is a highly valuable priority habitat (type *7220) within European Union. In the new, updated version of Interpretation Manual of European Union Habitats (Version EUR 28, April 2013), the habitat *7220 is characterized as generally small hardwater springs with active formation of tufa and dominated by bryophytes (*Cratoneurion commutati*). Until now, preserving these springs and their habitat has not always been guaranteed by existing protection measures. Natural springs and spring fens have been found damaged by amelioration and re-designing the springs into ponds or reservoirs. Springs and groundwater-systems linked to tufa deposits have been destroyed by limestone mining. Partly, the most important springs are under protection within various nature protection or landscape protection areas, or sometimes within some park. Some springs are protected as separate objects. However, many springs and their closer surroundings have not been covered by protective measures, their coordinates may be inexact, and sometimes their type is determined incorrectly. Since petrifying springs are often characterized by low flow – they are “seeping” springs – and noticing them and determining their exact location on landscape may be difficult, protecting them as a body of water is not always a viable solution. Therefore, better protection could be achieved by protecting the habitat type. Since the flow of water is not stable and evolution of a petrifying spring habitat is a complex of physico-chemical and biological processes, some petrifying springs may now and then stop and then emerge in another site. The main feature of a petrifying spring – formation of calcareous tufa deposits – may occur in different forms; it may form columns or deposits, or calcareous layers around some core (plants, stones). Often tufa flakes carried away by stronger flow could be seen at spring outlet and in its stream.

During the fieldwork and research, the number of springs, locations and habitat types found in the area was specified. At Kiigumõisa's springs area on both shores of the Jägala River, ten individual springs, as well as two waterbodies, formed from several springs, in addition to the known springs in the environmental registers databases, were identified. In Kiigumõisa Natura 2000 area, three springs/ spring-lakes belonging to the habitat type of the petrifying springs, were identified and included in the list of standard database of valuable habitats of the area, in 2017. The details of Kiigumõisa's springs on the left bank of the Jägala River were also specified in the Kõrvemaa Landscape Conservation Area. There are 10 springs on the Vormsi island near and in Lake Prästvike, from which one – Suurallikas (Great Spring) is registered in the Database of Environmental Registers. The remaining six springs did not have any data on two springs prior to the project, both of which are representative petrifying springs. More than 40 springs have been entered in the environmental register of the

Viidumäe area. In the course of the studies, there were considerably more than 100 mainly-low-flow springs counted. It is valuable to know that all sources of Viidumäe are classified as petrifying springs.

According to the information available, the pH and conductivity of petrifying springs in Estonia varies a lot. The pH is ranging from 6,5 to 8,4 (median 7,4, rarely higher than 8,5). Electrical conductivity varies between 180 - 903 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (median 560).

Based on the results of the water chemistry analysis, it can be said that for all areas of study, water that reaches the surface, is mildly over-saturated with calcium, but it is not always and everywhere sufficient for the precipitation of the tufa. At the same time, very vivid and representative forms of tufa formation are seen in gravity springs at Viidumäe and artesian springs at Vormsi island near Prästvike lake. On the basis of a water calcite saturation index alone, it can not be decided that the source is a petrifying spring habitat type. Sedimentation of the tufa can also occur at very low saturation level, when thermal, biological and morphological conditions favor it. The following measures can be used to increase the possibility of sedimentation process: to raise the water level and to extend the residence time by closing or partially blocking the ditches or rivulets; open a spring surrounding area of to sunlight. These measures will also contribute to development of the suitable vegetation and biota in streams and flooded areas. It is necessary to avoid water pollution in order to preserve the habitat. It has been found that nitrate ions (NO_3^-) should remain below 28 mg / l (Towards threshold values for nutrients 2016) in this habitat. This is the case in three project sites (Kohv, etc. 2015), which indicates the good condition of these springs and the suitability of the growth of typical plant species.

The best results for increasing the level of surface water and ensuring a more stable hydrological regime results in the closure of well-functioning drainage systems. It is also necessary to remove vegetation that has grown under the influence of drainage, to encourage the formation of a plant communities typical of wetlands.

In all the areas studied the total number of bryophyte species recorded was 59. The number of springs studied was 31: 11 in Viidumäe, 7 in Prästvik and 13 in Kiikumõisa; in addition, several sites by the spring streams and other areas under the influence of spring water were included into the study. Also, the areas affected by project activities were studied before and after execution of the activities.

Species characteristic to petrifying spring habitat type (*7220) were found from all the areas investigated. Of 12 bryophyte species mentioned as characteristic in the description of the habitat (Interpretation Manual – EUR28. 2013), eight (cratoneuron moss, *Palustriella commutata*, *Palustriella falcata*, rusty hook-moss, intermediate hook-moss, thick-nerved apple-moss, green bryum moss and black golf-club moss) were found from the three areas, and of the vascular plants bird's-eye primrose (*Primula farinosa*), fibrous tussock-sedge (*Carex appropinquat*) and common butterwort (*Pinguicula vulgaris*) were found. According to the studies, carried through in Estonia recently, bryophytes typical only for habitat type *7220 petrifying springs with tufa formation, growing in area of calcareous springs and spring mires are *Catocopium nigritum*, *Palustriella commutata*, *Palustriella falcata*, *Philonotis calcarea* and *Philonotis caespiticia*.

In the course of the project, cooperation between the different authorities during the Project planning and execution was made more active. An important step towards ensuring better protection of the springs and spring-fens was the updating and the removal of unnecessary ditches from the register of amelioration systems, as the main risk factor to the status of the vulnerable habitats. This will allow to stop the maintenance of drainage systems in the future and facilitate the closure of ditches in protected areas. Proposals were also made on site conservation management plans, water management plans and recommendations for the maintenance of the amelioration systems in the project areas.

The project's knowledge of hydrology and hydrochemical sources, as well as of flora and fauna, provides valuable information for assessing the status of sources, as well as understanding the functioning of aquatic ecosystems.