

Projekti LIFE Springday
LIFE12 NAT/EE/000860 raames aastatel 2014 – 2017
Kõrvemaa ja Kiigumõisa maastikukaitsealade Kiigumõisa
allikatel läbiviidud uuringute aruanne

Eesti Loodushoiu Keskus

2018



Sisukord

Sissejuhatus	3
Hüdroloogia	4
Taimestik	17
Suurselgrootud.....	23
Kalastik.....	27
Kokkuvõte	29
Summary	31

Sissejuhatus

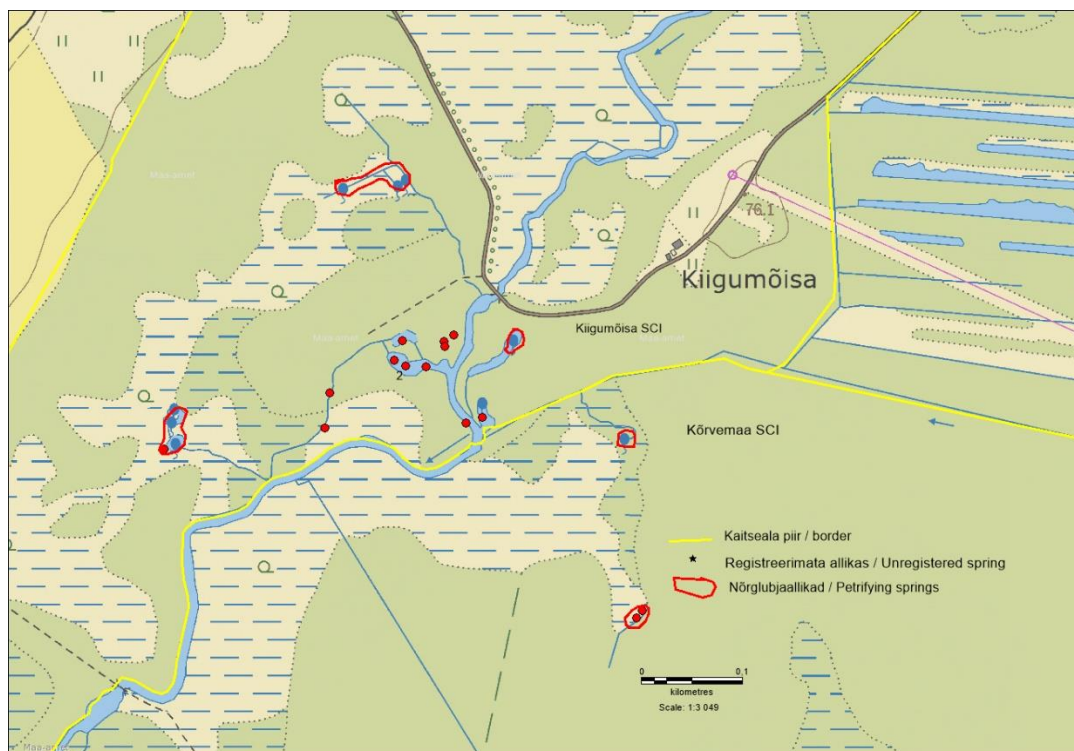
Eesti Loodushoiu Keskus viis aastatel 2013 – 2018 läbi nõrglubjaallikate kaitse ja soodsa seisundi taastamise projekti LIFE Springday. LIFE programm on loodud üleeuroopalise väärtusega ohustatud liikide ja elupaikade seisundi säilitamiseks ja parandamiseks selleks loodud Natura 2000 võrgustiku aladel. 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 looduslal ning Järvemaal Kõrvemaa looduslal.

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. 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 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 allikaalaseid. 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 Jõeleht, Raul Paat, Martin Liira. Taimestiku uuringud teostasid Nele Ingerpuu, Mare Toom ja Kai Vellak Tartu Ülikoolist. Henn Timm Eesti Maaülikooli Limnoloogiakeskusest viis läbi suurselgrootute uuringu. Tööde kavandamises, nende ulatuse ja võimalike mõjude hindamises elupaikadele osalesid Madis Metsur ja Eerik Leibak.

Suureks abiks tööde kavandamisel ja elluviimisel oli Olavi Randveer Keskkonnaametist.

Kiigumõisa allikate piirkonnas (Kiigumõisa ja Kõrvemaa looduslal Jägala jõe vasak- ja paremkaldal) fikseeriti kümme üsikut 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 1. Kiigumõisa allikad ja allikajärved Jägala jõe vask- ja paremkaldal.

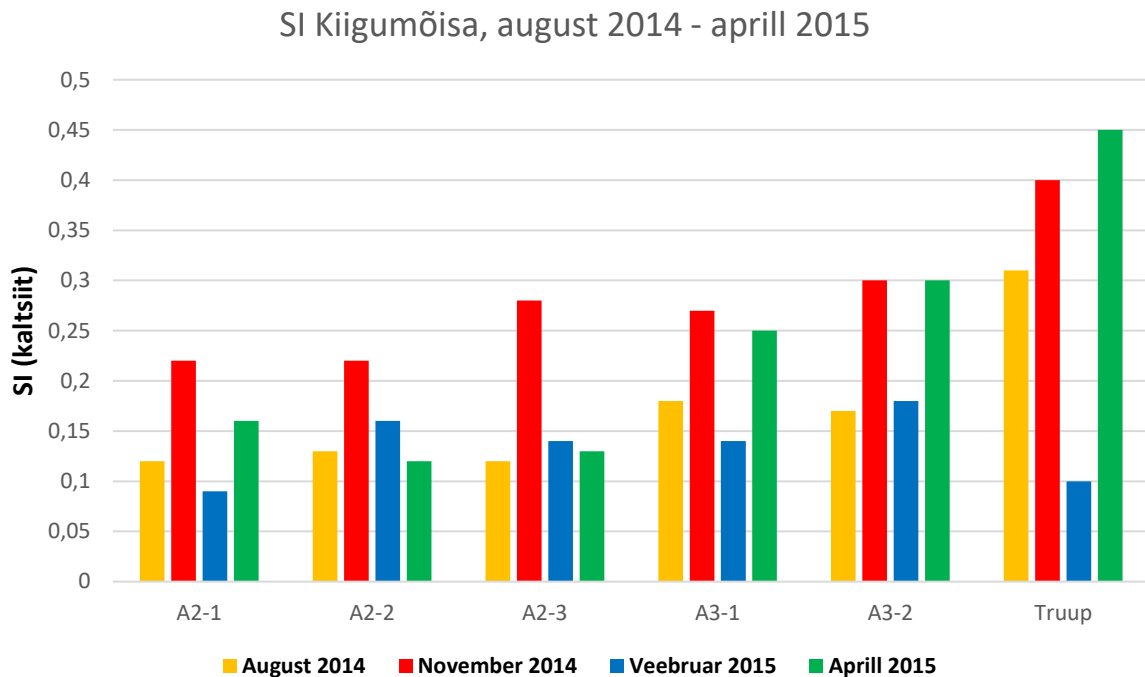
Hüdroloogia

Projekti eesmärk oli 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 rõhuanduritega (Schlumberg Mini-diver). Veekeemia uuringuteks võeti aastatel 2014-2015 kokku 4 veeproovi (igal aastaajal). Proovidest määrati kohapeal temperatuur, leelisus ja pH; laboris mõõdeti veel ionkromatograafia 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 (OTT MF PRO) erinevatel aastaegadel.

Kaltsiidi küllastusindeksi määramine

Allikavee küllastusindeksi määramiseks võeti proove 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 enamuse ajast on

maapinnale jõudev vesi kergelt kaltsiidi suhtes üleküllastunud olekus, kuid see pole piisav allikalubja laialdasemaks välja seadmiseks.



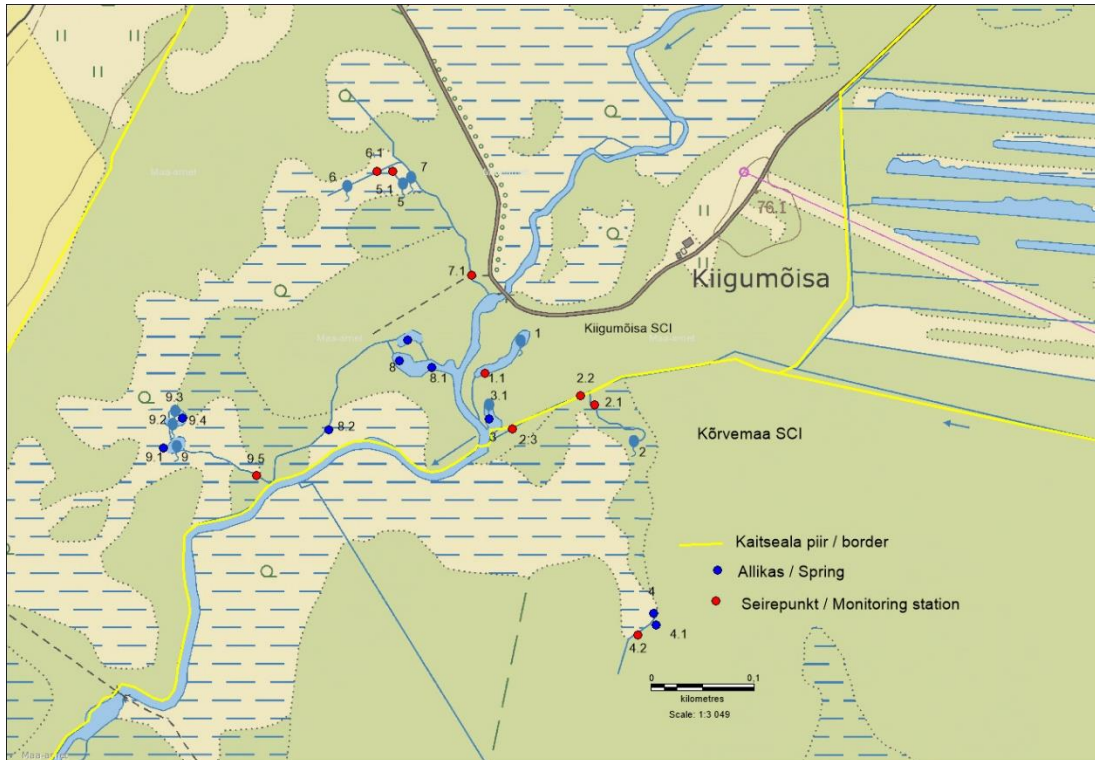
Joonis 2. Allikavee küllastusindeksid erinevatel kuudel Kiigumõisa seirealal.

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 ajanud küllaltki muutlik suurus ning mõjutatud ka teiste potentsiaalselt välja settivate või lahustuvate mineraalide esinemisest.

Vee vooluhulk

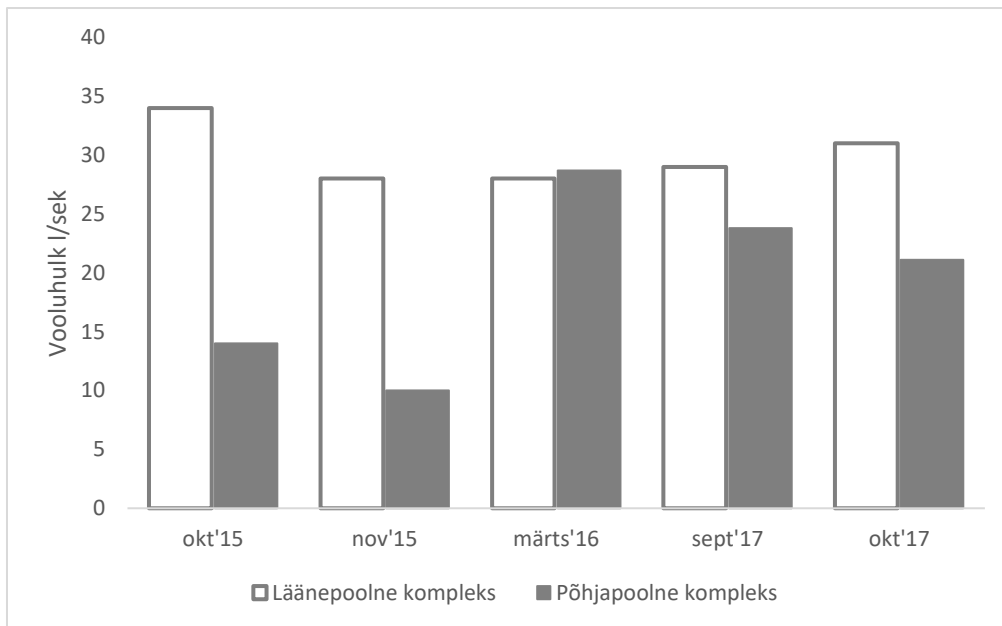
Üksikute allikalehtrite vooluhulka on Kiigumõisa allikate puhul raske välja tuua, kuna valdavalt tõusevad Kiigumõisa allikad maapinnale suuremates allikatiikides (nt allikaid 9.2, 9.3, 9.4 /8, 8.1/3, 3.1 sisaldavad tiigid), mis moodustavad ühise väljavooluga allikate kompleksse. Lisaks võib allikatiigile 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) koguvooluhulk 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 3. Kiigumõisa allikad ja mõõdukohad

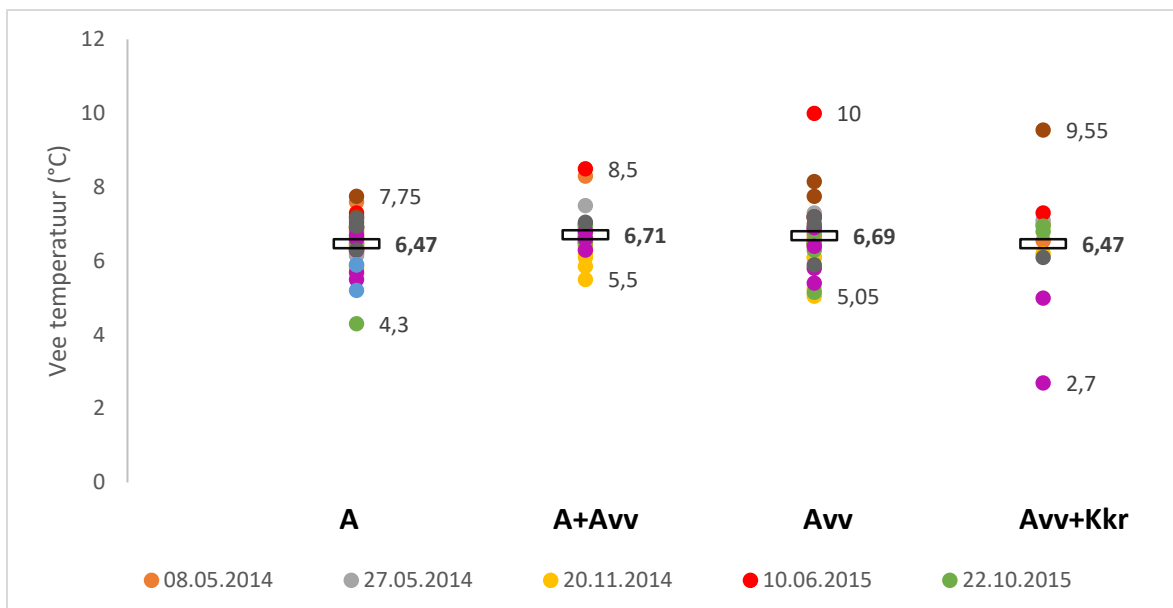
Põhjapoolse allikakompleksi koguvooluhulgad on mõõtmistel jäänud vahemikku 10-29 l/sek (keskmine 20 l/sek). Tunduvalt stabiilsemad ja keskmiselt kõrgemad näidud on olnud läänepoolsele kompleksile (28-34 l/sek; keskmine 30 l/sek). Võimalik, et põhjapoolsema allikakompleksi väljavooludesse lisandub periooditi 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 4. Kiigumõisa allikate koguvooluhulkade erinevus. Vooluhulkasid mõõdeti seirepunktides 7.1 ja 9.5.

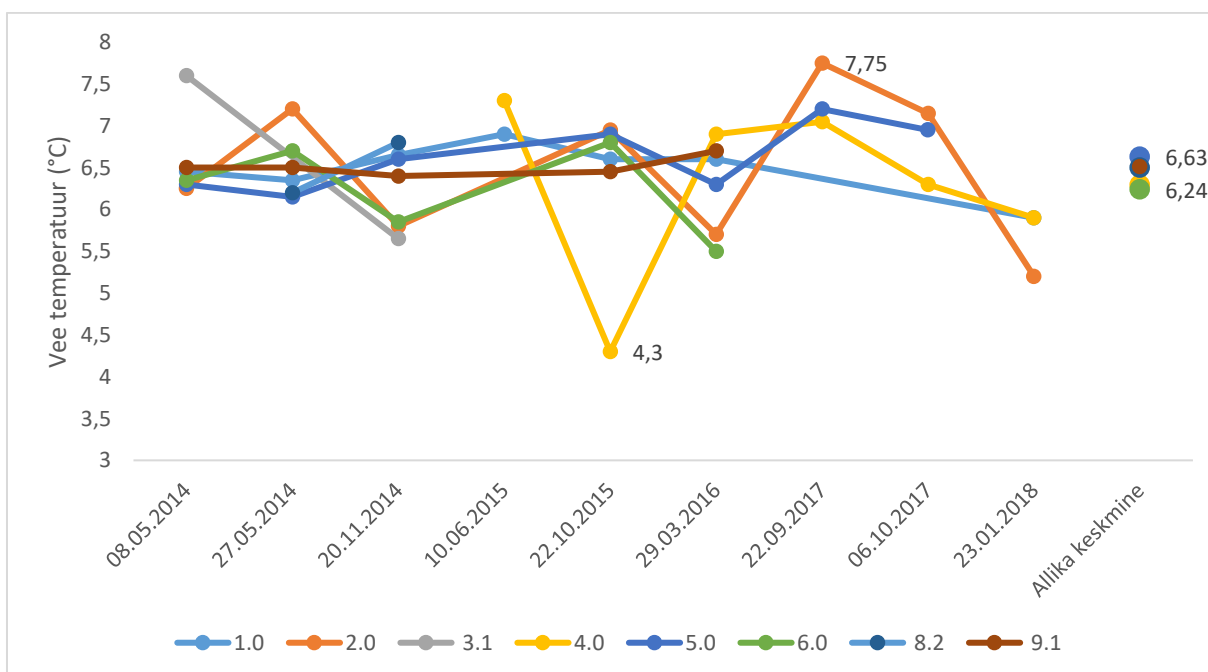
Vee temperatuur

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 5. 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 l pinnavee lehtrisse kandumisele (tuleb kõne alla ennekõike lehtri nr 2 puhul).



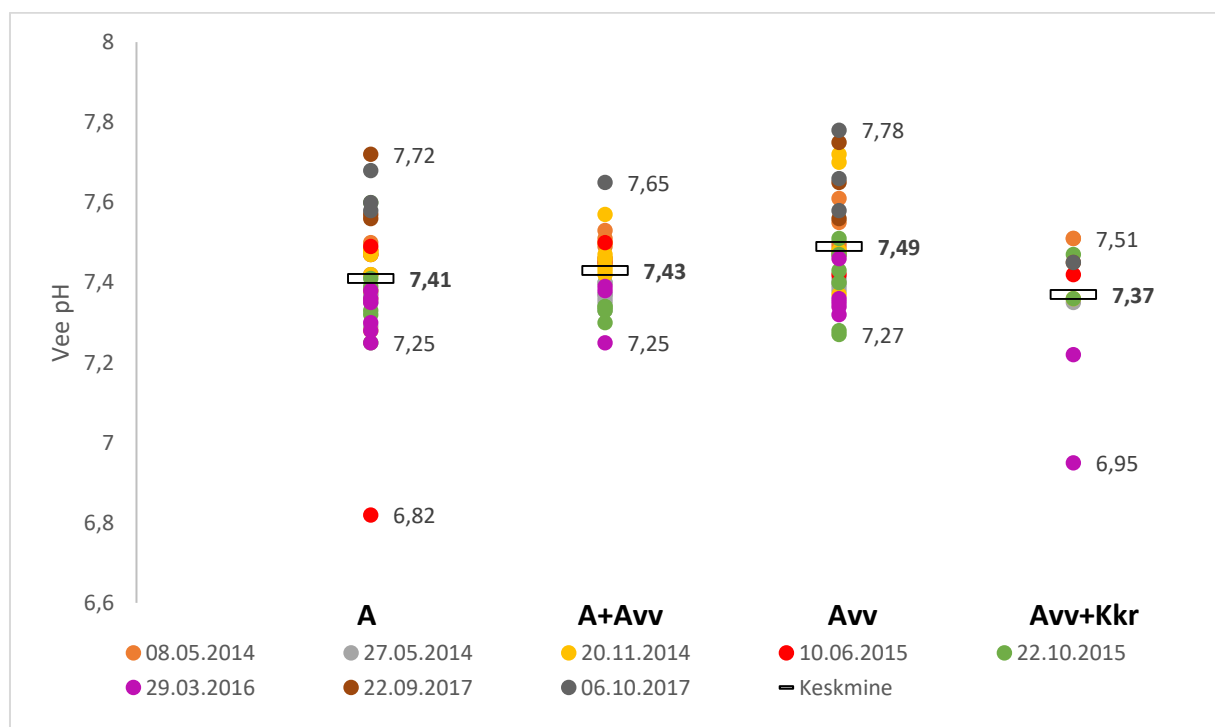
Joonis 6. Vee temperatuuri dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

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

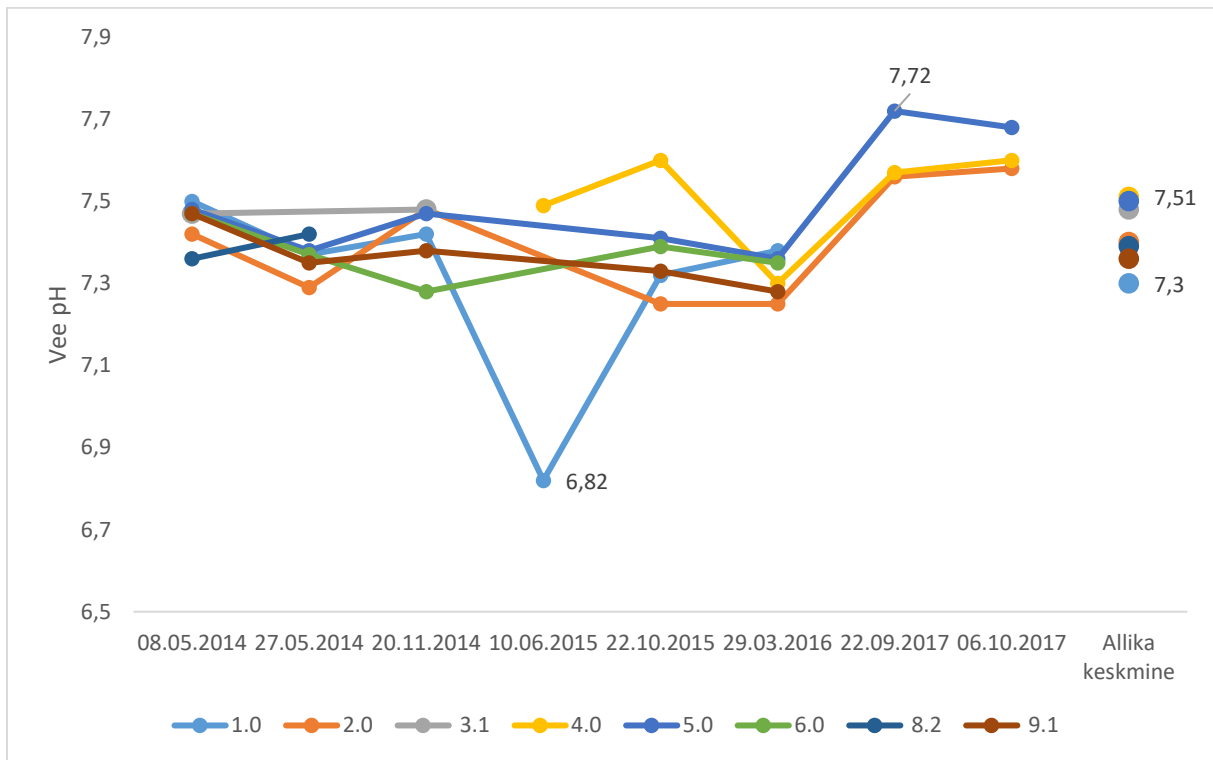
Kiigumõisa allikavee pH on lehtrites mõõdetuna olnud keskmiselt 7,41 jäädes üldjuhul vahemikku 7,25-7,72. Mõnevõrra kõrgemad on olnud allikate vee pH näidud väljavooludel (keskmiselt 7,49). See on ootuspärane eelkõige taimestiku elutegevusest tulenevalt. Sellistel väljavooludel, kus allikaveele lisandub 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 7. Vee pH väärtused Kiigumõisa allikalehtrites (A), allikate väljavoolu ojaades (Avv) ning väljavoolude nendel lõikudel, mis on segunenud soiste alade kuivenduskraavide veega (Avv+Kkr). Osad lehid 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

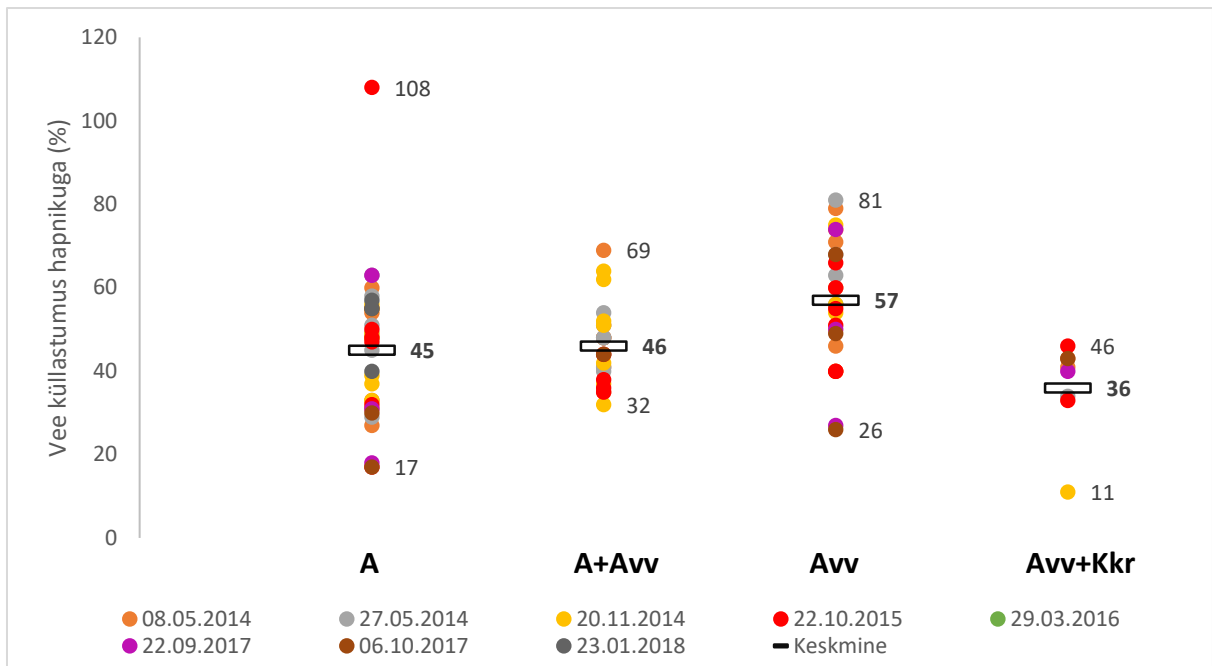
paisutustegevus. Oluline mõju vee pH-le on perioodil, kõrgemad vee pH näidud seostuvad intensiivsema vegetatsiooniajaga.



Joonis 8. Vee pH dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

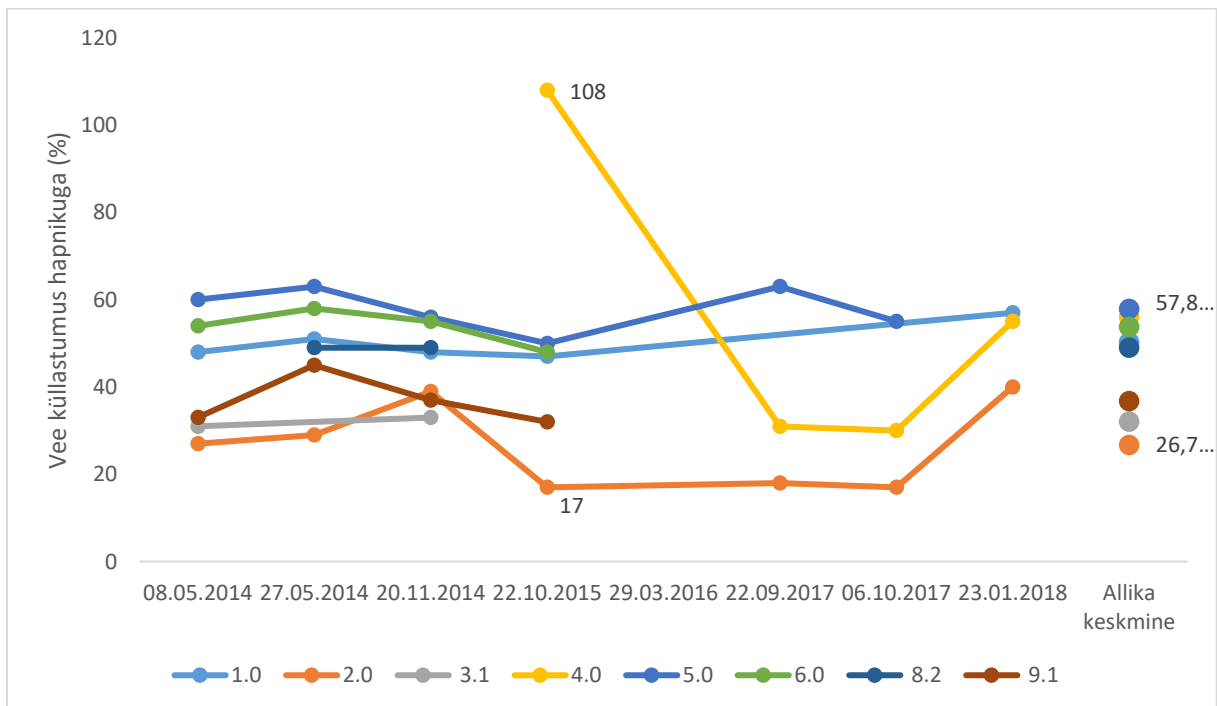
Vee hapnikusisaldus

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 kõrgeid hapnikunäidud loovad head eeldused allikate asustamiseks ja pidevaks kasutamiseks vee-elustiku (nt selgrootute ja kalade) poolt.



Joonis 9. Vee hapnikusisalduse 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).

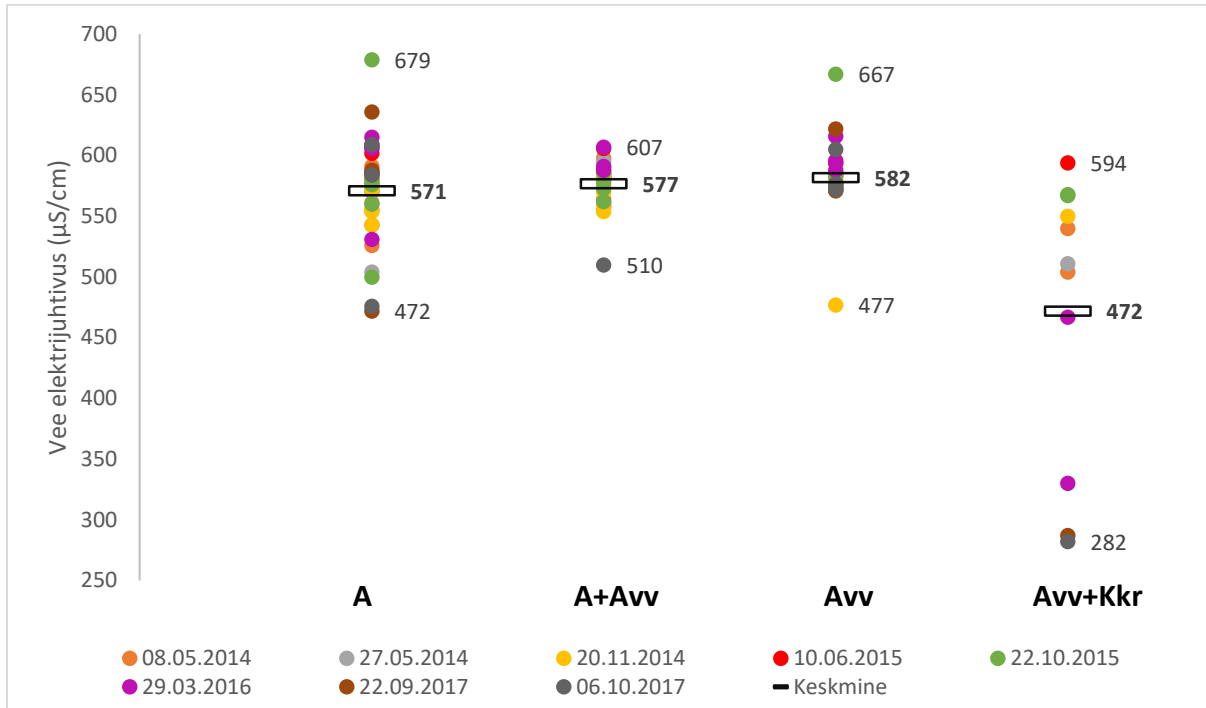
Püsivalt kõrgemad vee hapnikusisalduse näidud on olnud allikas nr 5. Kalastiku seire tulemuste põhjal on antud lehter kalade jaoks periooditi eelisatunud asupaik. Suhteliselt kesisemad vee hapnikusisalduse näidud olid allikas nr 2. Kõige suuremas ulatuses fikseeriti näitude kõikumist allikas nr 4.



Joonis 10. Vee hapnikusisalduse dünaamika Kiigumõisa allikalehtrites.

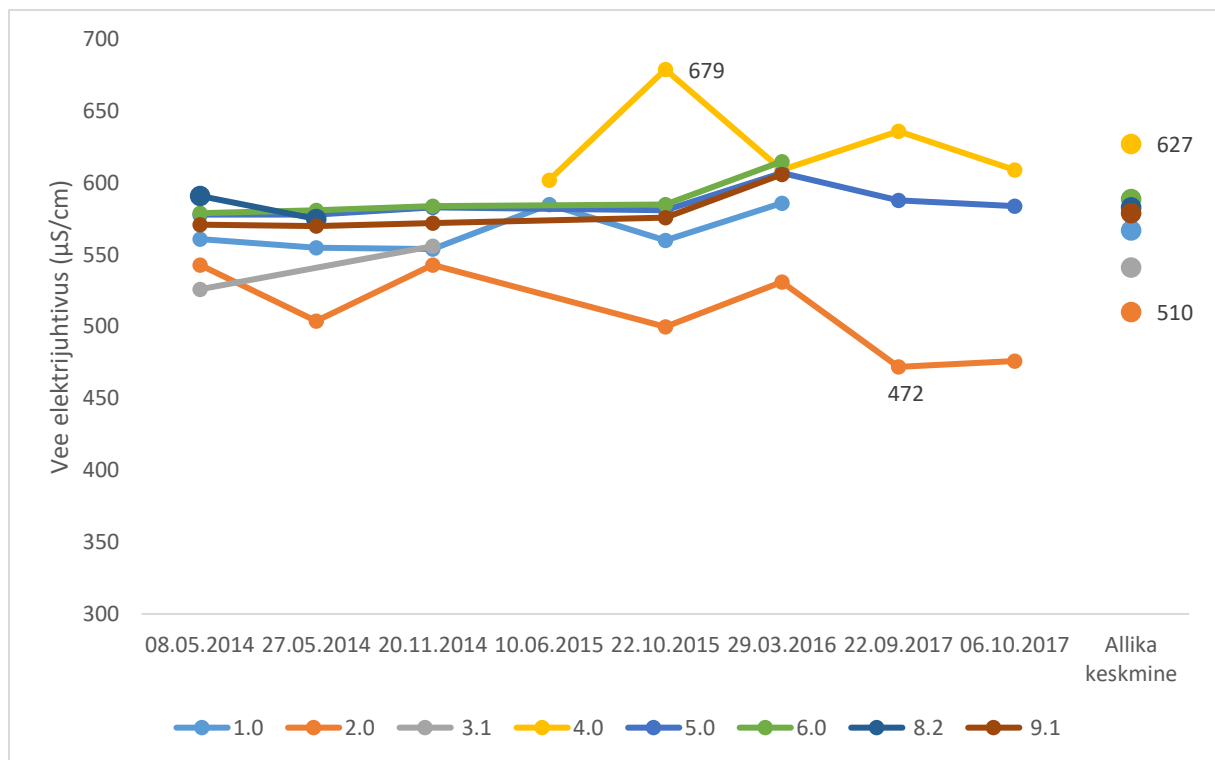
Vee elektrijuhtivus

Kiigumõisa allikavete elektrijuhtivus on lehtritest 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 11. 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 lehtritega 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 12. 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.

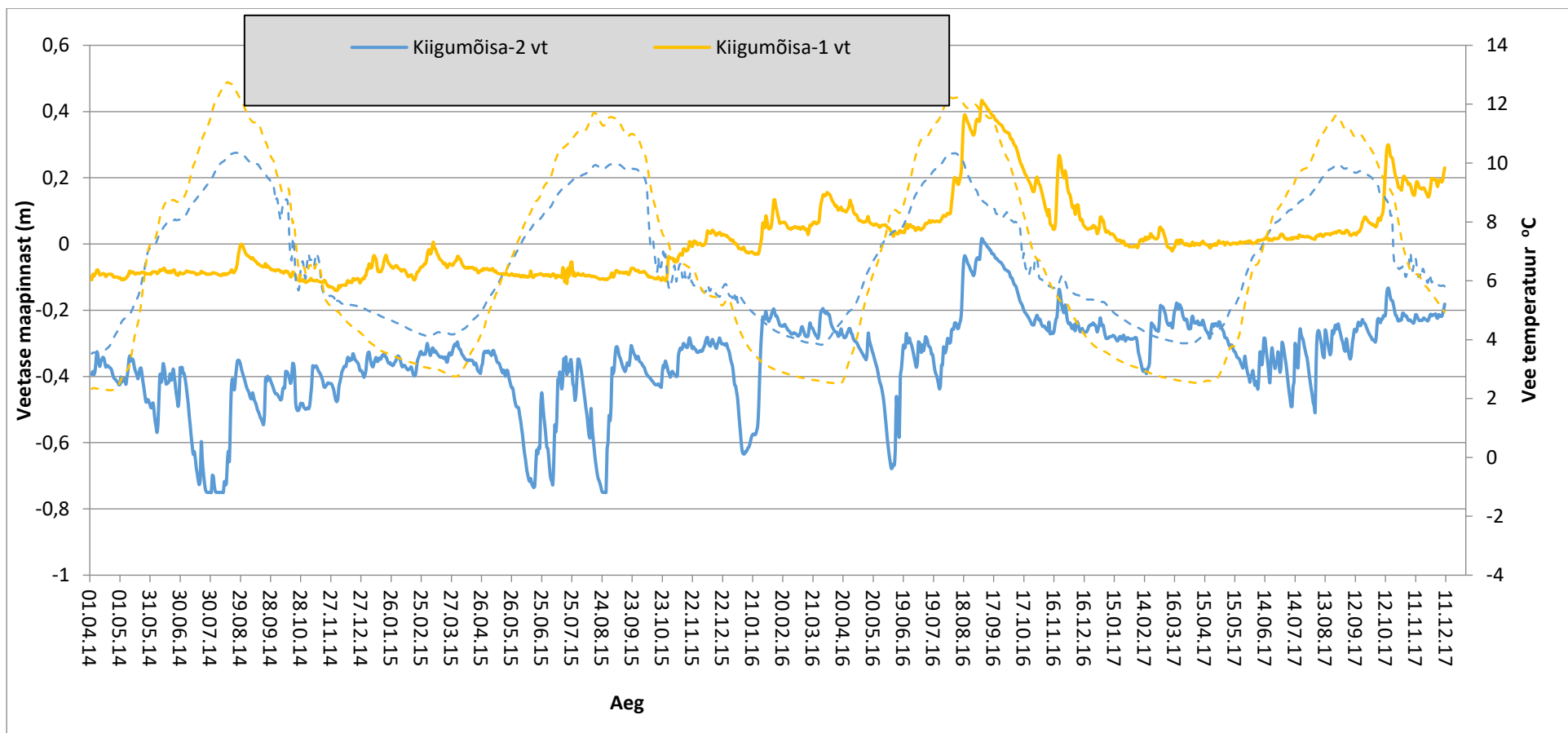
Piesomeetrite mõõtesamm on 3h, õhurõhu lahutamiseks kasutatakse Türi ilmajaama andmeid. Päevakeskmistatud seiretulemused ja Türi ilmajaama andmed perioodi 03.04.14 – 10.12.17 kohta on esitatud joonisel 28.

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.

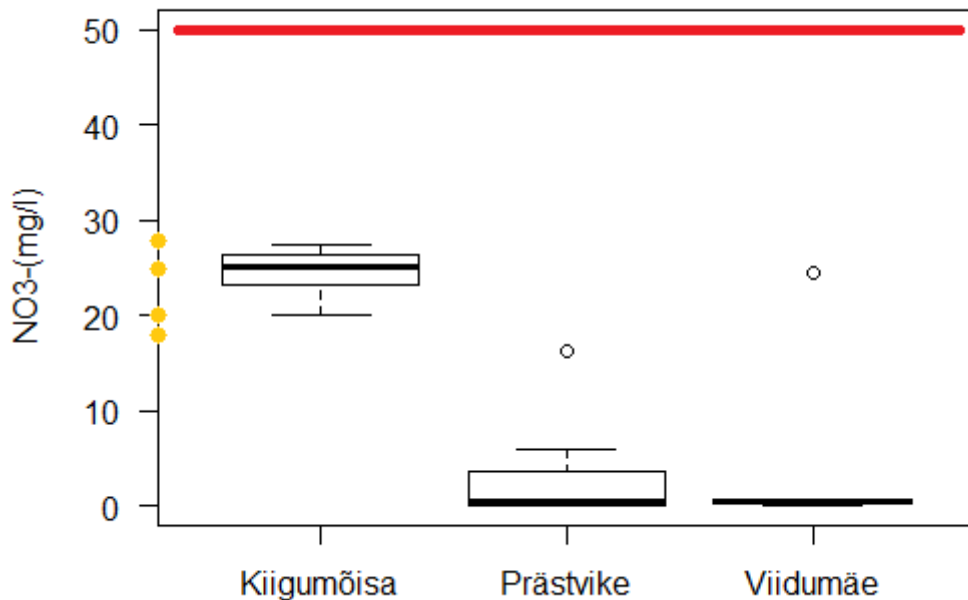
Allikast väljuv, ühtlaselt külm (7-9 °C) põhjavesi hoiab veetemperatuurid allikalehtris (seirepunkt 1) ühtlasemana võrreldes pinnase temperatuuriga lehtritest eemal (seirepunkt 2). Kõige kõrgemale tõusid veetemperatuurid kaevudes 2014 aastal, kõige jahedamal aastal (2017) aga olid suvised veetemperatuurid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



Joonis 13. Kiigumõisa veetasemed ja –temperatuurid perioodil 03.04.2014 – 10.12.2017

Põhjavee reostus ja toitained

Uuringualadel jäi allikate vee nitraatioonide sisaldus vahemikku 20 - 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 piirväärtusi (vt joonis). Nõrglubjaallikate puhul on leitud, et soovituslik on umbes poole rangematest piirmääradest 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 allikate vee nitraatioonide sisaldus oli soovituslike väärtustega võrreldes kriitilisel tasemel. Oluline on antud piirkonna põhjavee nitraatioonide kontsentratsiooni kõrgeks saanud sisaldusele tähelepanu pöörata ning vajadusel probleemi põhjustega tegeleda.



Joonis 14. 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 - 2017 taimestiku analüüse projekti allikate piirkonnas.

Ülalnimetatud käsiraamatus mainitud tunnusliikidest leiti uuritud piirkonnast nelja - *Palustriella falcata*, *Philonotis calcarea*, *Scorpidium cossonii*, *Cratoneuron filicinum*, *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Ingerpuu 2014, 2017).

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)



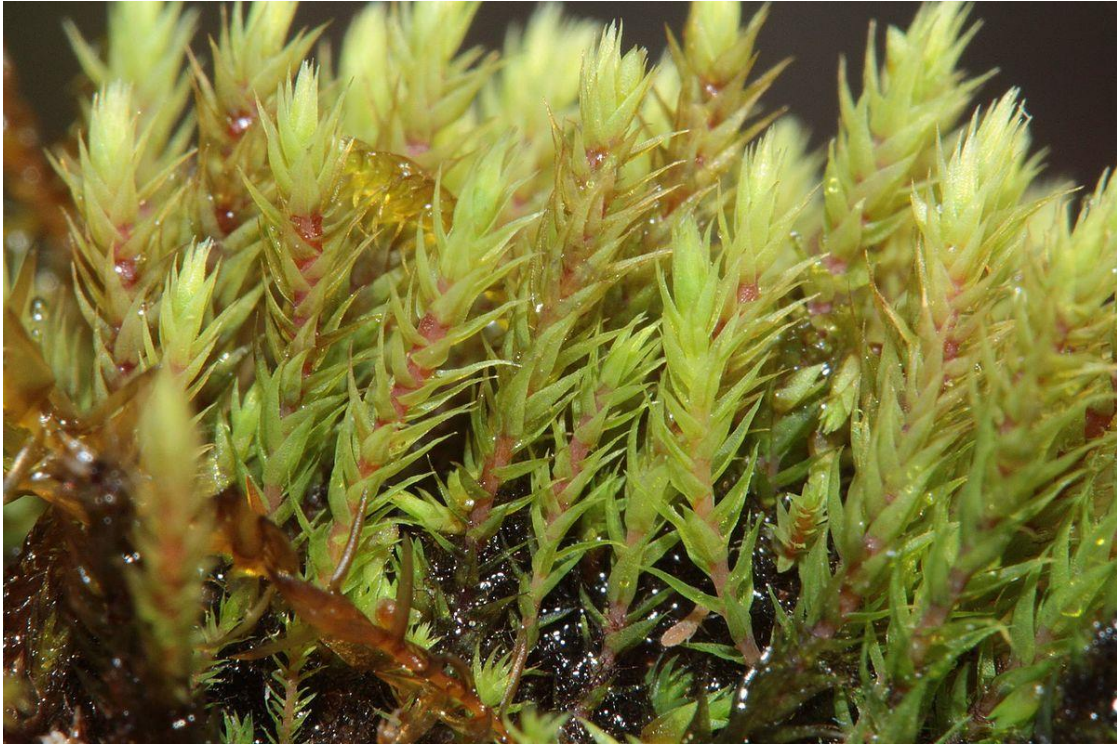
Kamm-roodik (foto: Nele Ingerpuu)



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-nõorsammal (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 tunnussambliigid seotud ainult nõrglubja-allikatega. Samas on ka kirjandusest teada, et nõrglubja-allikatel võib kohata ohtralt veel muidki sambliike. 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 sambliigid, s.t. kasvavad sadestunud nõrglubja sees ja/või on

varte alaosas ümbritsetud kivistunud lubjakihiga. Tähtis on muidugi ka tunnusliikide osalemine, kuid tuleb silmas pidada, et mõnikord neid ei pruugi esineda. Näiteks Viidumäe allikatel oli peale tunnusliikide ka soo-rasvasammal kaetud lubisetega.

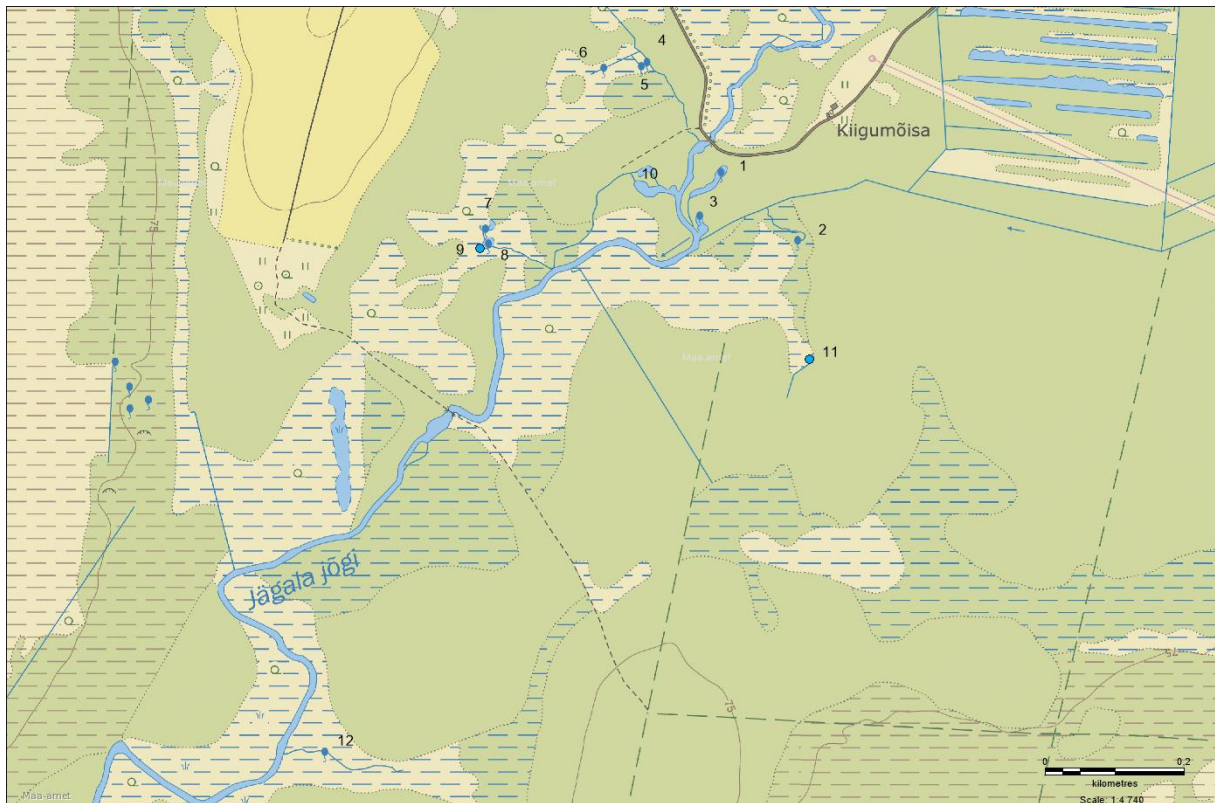
Kiigumõisas inventeeriti 2014. ja 2017. aastal kaheksat allikate piirkonda.

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*). Sagedaseimad 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 määndvetikaid (*Chara*), allikaojades oli ohtralt harilikku kuuskheina (*Hippuris vulgaris*).



Joonis 15. Kiigumõisa taimeistiku inventuuride ja seire kohad

Suurselgrootud

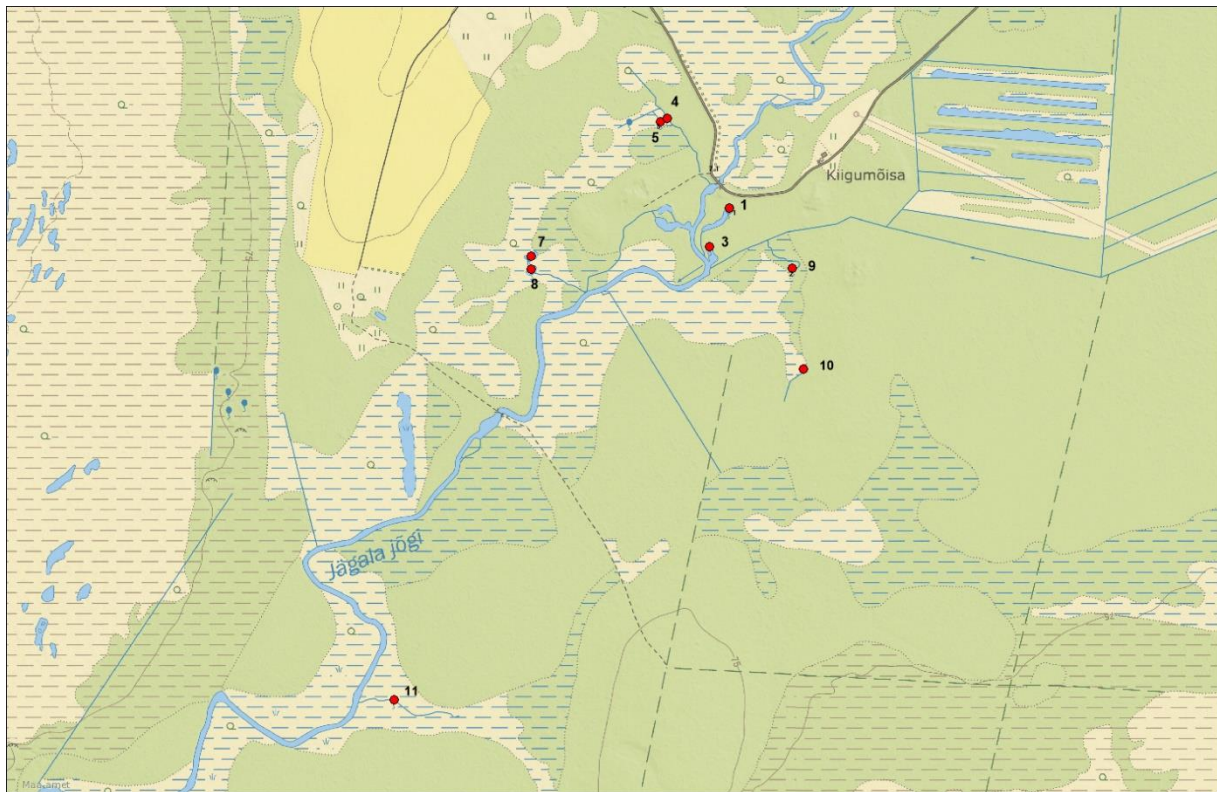
Suurselgrootute nime all mõistetakse palja silmaga nähtavaid loomi, läbimõõduga enamasti üle 0,5 mm. Nende hulka kuuluvad peamiselt põhjajaelised olendid: putukad, ämblikulaadsed, vähid, limused, ümarloomad, lame- ja rõngussid, käsnad ning sammalloomad.

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*”) taksonomiline 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 16. Suurselgrootute uuringu Kõrvemaa ja Kiigumõisa 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).

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).

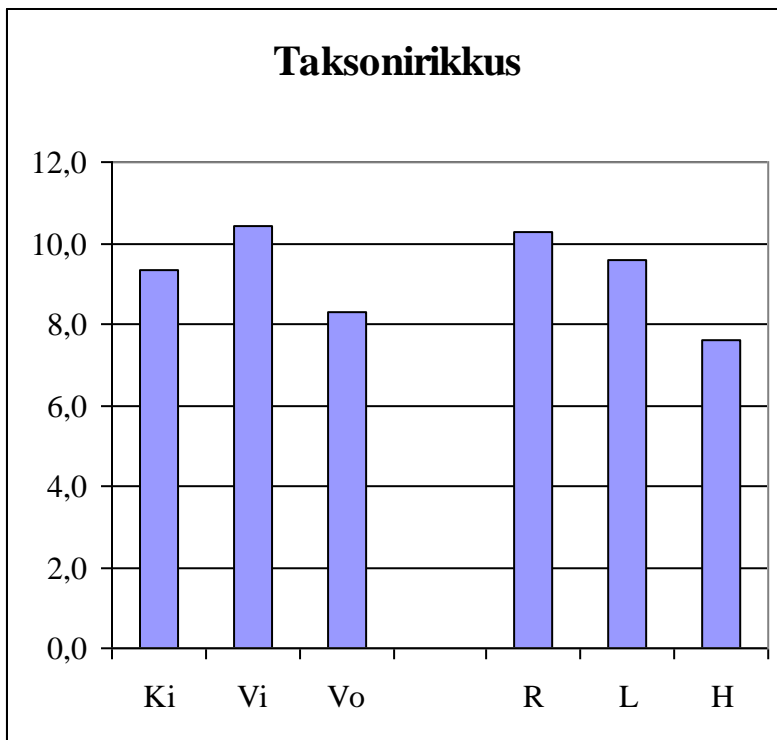
Aastatel 2014 – 2018 läbiviidud uuringutes oli kõige tavalisem rühm liigini määramata surusääsklaste sugukonna (*Chironomidae*) vastsed, keda leidis kõigis proovides. Peaaegu igal pool oli ka vesikakandit (*Asellus aquaticus*). Jõe-kirpvähki (*Gammarus pulex*) leidis kõigis Kiigumõisa allikates.

Tabel 1 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
Ki7	13	4,4	1,5
Ki8	12	4,2	1,3
Ki9	4	4,5	2,5
Ki10	10	5,4	2

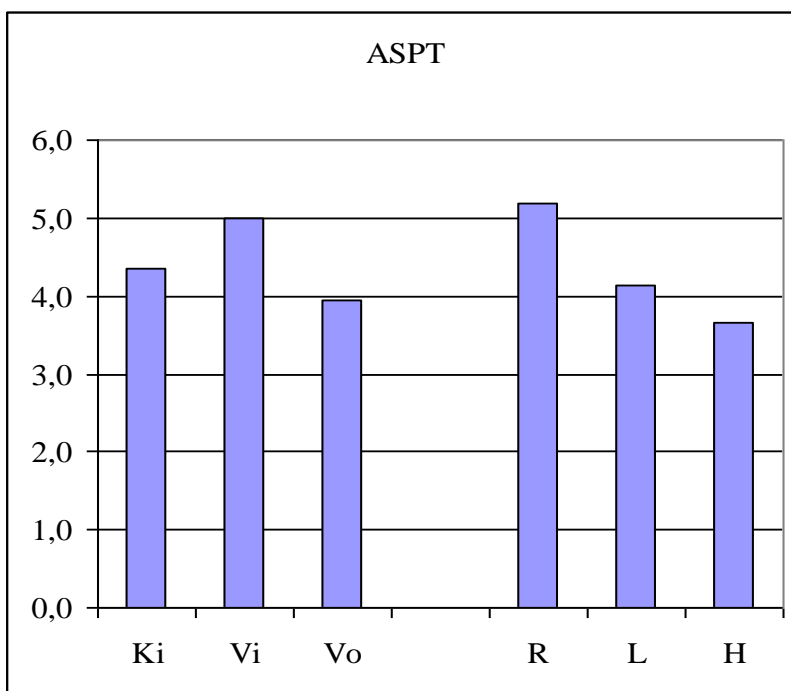
Kõige tavalisemad rühmad olid surusääsklaste sugukonna (*Chironomidae*) vastsed ja jõe-kirpvähk (*Gammarus pulex*). Kui herneskarpe (*Pisidium* sp.) leidis 2014. a. sageli, siis 2017. a. polnud neid üldse. Haruldastest liikidest võib esile tõsta ehmesiivalist *Molannodes tinctus* (nr. 3) ja vöötkiili *Cordulegaster boltonii* (nr. 1 ja 5). Kõigis kohtades oli 2017. a. vähem taksonid 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.

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 taksonid 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.

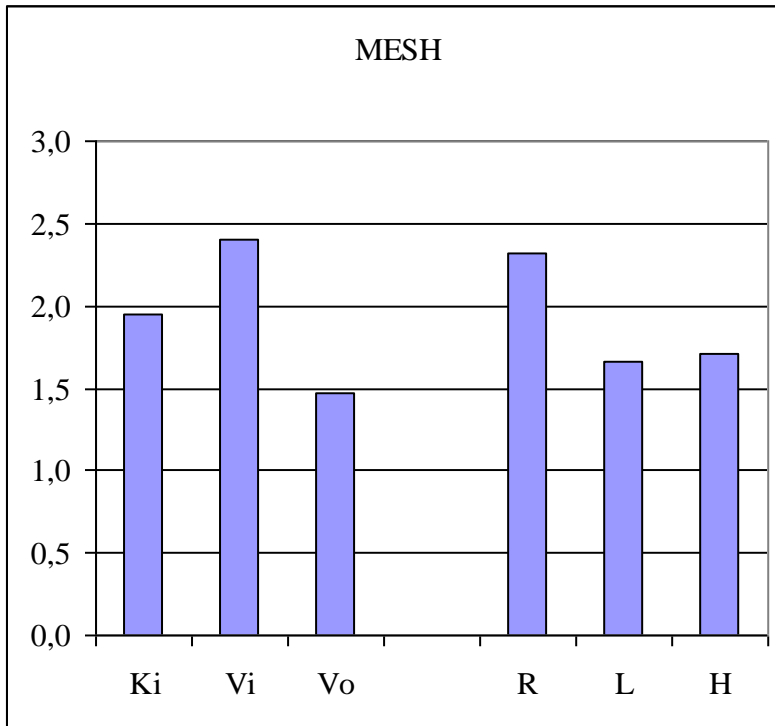


Joonis 17. Keskmine taksonirikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa.

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 18. Taksoni keskmine tundlikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa



Joonis 19. Keskmised hüdro-morfoloogilised tingimused suurselgrootute järgi, piirkondade ja allikatüüpide kaupa

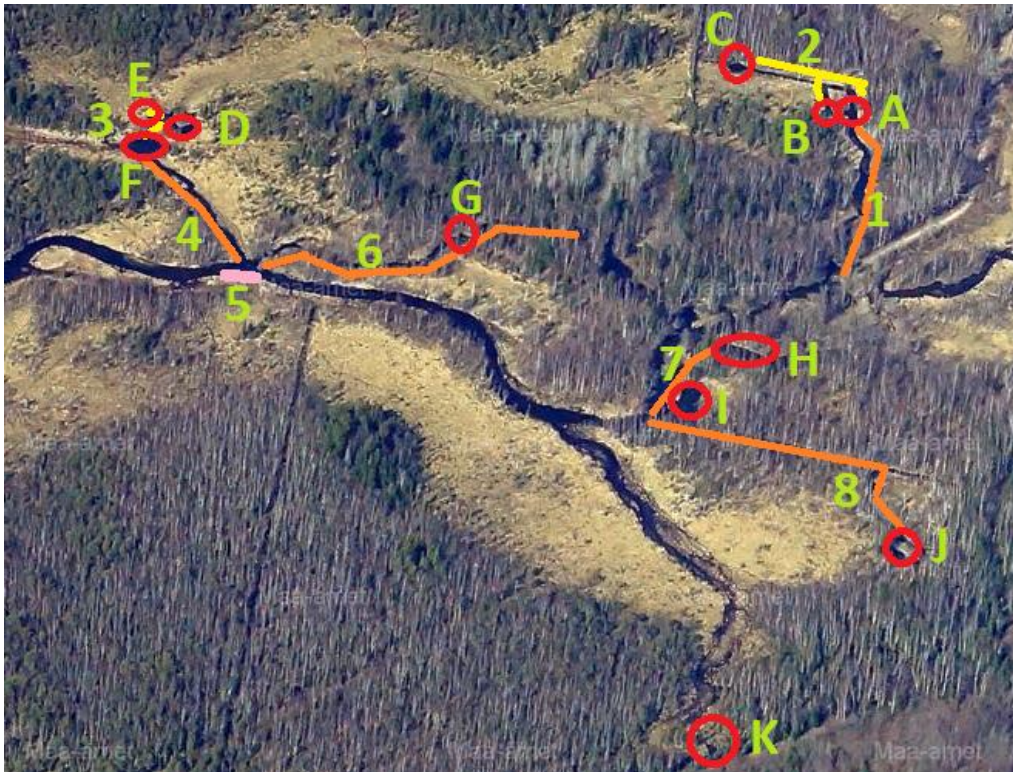
Kalastik

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 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, Kalastikku seirati ka vaatluste abil (sh veaalune fotograferimine).

Elektripüügil kasutati alalis-impulssvoolul, reguleeritava pinge, 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 20. Püügialade asendiskeem Kiiuõisa 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 püügitulmuste tabelis. Aluskaart: Maa-amet 2018.

Uuringualadel oli allikates levinuim (kuid mitte väga arvukas) kalaliik luukarits. Lisaks registreeriti Kiiuõisa allikates lepamaimu ja haugi. Talvitusperioodil võib kalade arvukus allikalehtrites olla väga kõrge, ulatudes tuhandetesse isenditesse. Kalade masskogunemist allikalehtritesse täheldati lepamaimu puhul. Allikalehtrite väljavooludes elutsesid veel lisaks nimetatud liikidele forell.

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 eelisesisus 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 letaalsust mõju.

Vee pH ja kareduse mõju kaladele

Kiigumõisa allikatel ja nende väljavooludel mõõdetud vee pH näitajad jäid vahemikku vastavalt 6,8-7,8. Seega oli uuritud allikavete pH kalade jaoks soodsas vahemikus (selleks loetakse üldiselt pH vahemikku 6,5-8,5).

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 reostatuse 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 künkas või ladestus, samuti tuumade (taimed, kivid) pinnale tekkiva lubjakihina. Tihti on allikalehtrites ja –ojades näha lubjahelbeid, mis suurema vooluga kantakse edasi. Kohati võib ilmnedu 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 talitus ka peatuda või hakata arenema uues asukohas.

Välitööde ja uuringute käigus täpsustusid aladel leiduvate allikate arv, asukohad ja elupaigatüübid. Kiigumõisa allikaalal Jägala jõe mõlemal kaldal fikseeriti lisaks teadaolevatele, keskkonnaregistri andmebaasidesse kantud allikatele kümme ühik

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.

Nõrglubja allikate kasvukohatüübi *7220 elupaigaspetsiifilistest, s.t. *ainult või peamiselt* Eestis lubjarikaste allikate läheduses ja allikasoodes kasvavatest **tunnusliikidest** (Ingerpuu 2017, Rikka 2016) leiti alal sirproodikut (*Palustriella falcata*). **Tinglikest tunnusliikidest** leiti Kiigumõisa allikate piirkonnast *Brachythecium rivulare* – lodu-lühikupar, *Cratoneuron filicinum* – sõnajalg-nöörsammal, *Ptychostomum pseudotriquetrum* – allika-pungsammal ja *Scorpidium cossonii* – tava-skorpionsammal. Soontaimedest leiti eristarna (*Carex appropinquata*).

Analüüsitulemuste põhjal saab öelda, et maapinnale jõudev vesi enamuse ajast kergelt kaltsiidi suhtes üleküllastunud olekus, kuid see pole alati ja igal pool piisav allikalubja laialdasemaks välja seadmiseks. 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 väljasetmise suurendamiseks saab kasutada järgnevat meetmeid: tõsta veetaset ja pikendada vee viibeaega 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.

Allikate vee pH ja elektrijuhtivuse näitajad vastavad üldiselt muude geograafiliste piirkondade nõrglubjaallika elupaigatüübile iseloomulikele suurustele. pH jääb vahemikku 7,25-7,72. Vee elektrijuhtivuse näitajad on mõõtmistel jäänud vahemikku 472-679 µS/cm. Kiigumõisa allikalehtrite vesi on suhteliselt hapnikurikas. Keskmise vee hapnikuga küllastumuse näit on 45%, harva on vesi olnud isegi hapnikuga üleküllastunud. Vee keskmine temperatuur allikalehtrites eri perioodidel toimunud mõõtmistel on olnud 6,5 kraadi. Sõltuvalt allikast ja mõõtmiskuupäevast on näidud kõikunud vahemikus 4,3-7,8 kraadi. Alla 5 kraadi on näit langenud harva.

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). Kiigumõisa allikate piirkonnas on see piirmäär lähedal, mistõttu tuleks selle põhjustele ja vähendamise võimalustele tähelepanu.

Selle elupaigatüübi pindala on reeglina väga väike ning seetõttu on vaja kaitsta ka ümbritsevat 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.

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.

According the information available, the pH and conductivity of petrifying springs in Estonia varies a lot. The pH of water of Kiigumõisa springs is ranging from 7,25-7,72. Electrical conductivity varies between 472-679 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The water has been oxygen rich – average 45%. Water temperature varies between 4,3-7,8°C.

Based on the results of the water chemistry analysis, it can be said that 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. 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 boita in a streams and flooded areas. It is necessary to avoid water pollution in order to preserve the habitat. It has been found that nitrate ions (NO₃⁻) should remain below 28 mg / l (Towards threshold values for nutrients 2016) in this habitat. In Kiiigumõisa springs the concentration of the nitrate ions is between 20 – 27,3 mg / l. This is close to the limit, so its causes and potential for reduction should be highlighted.

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.

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), four (*Palustriella falcata*, *Cratoneuron filicinum*, *Ptychostomum pseudotriquetrum* and *Scorpidium cossonii*) were found from the area, and of the vascular plants bird's-eye primrose (*Primula farinosa*) and fibrous tussock-sedge (*Carex appropinquat*) were found. According 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 *Catoscopium nigratum*, *Palustriella commutata*, *Palustriella falcata*, *Philonotis calcarea* and *Philonotis caespiticia*.