

Viidumäe allikad

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

Tartu, 2015



Sisukord

Sissejuhatus	3
Hüdroloogia.....	4
Hüdrogeoloogia.....	4
Veekeemia.....	11
Karbonaadi-vee geokeemiline süsteem.....	12
Allikalubja olemus ja selle tekkimine.....	14
Veekeemia kokkuvõte.....	20
Taimestik.....	29
Nõrglubja-allikate kasvukohatüübi tunnus-samblaliikidest.....	30
Viidumäe allikate sammaltaimed.....	31
Soontaimed.....	40
Suurselgrootud.....	47

Sissejuhatus

Nõrglubjalasundit tekitavad allikad, nn nõrglubjaallikad on Euroopa Liidus kõrgelt väärtustatud ohustatud elupaigatüüp (Loodusdirektiiv *7220). Elupaigatüüpide käsiraamatu uuendatud versioonis (Interpretation Manual – EUR28 2013) iseloomustatakse *7220 elupaika kui üldiselt väikesemõõtmelisi karedaveelisi allikaid, kus toimub aktiivne nõrglubja moodustumine ning kus domineerivad samblad (*Cratoneurion commutati*). Allikate ja nendega seotud elupaikade säilimine looduslikus seisundis pole seni rakendatud kaitsemeetmetega alati garanteeritud. Looduslikke allikaid ja allikasoid on rikutud maaparandustöödega ja allikate kujundamisega tiikideks ning veehoidlateks. Lubjalasundit tekitavaid allikaid ja põhjaveesüsteeme on hävitatud lubja kaevandamisega. Osaliselt on olulisemad allikate alad kaitse all erinevate looduskaitse- ja maastikukaitsealadena või mõne pargi koosseisus. Osa allikaid on kaitse all üksikobjektidena. Mitmeid allikaid ja allikaalasi ei ole kantud vastavatesse registritesse ning nende asukohad on ebatäpsed, samuti esineb ebatäpsusi allikate tüpiseerimisel. Kuna just nõrglubjaallikad on tihti väikese vooluhulgaga, nn igritsevad allikad ja nende äratundmine ning asukoha määramine looduses võib olla keeruline, siis kaitse veekoguna alati ei toimi ja kaitset saab tagada elupaigatüübi kaitsmise kaudu. Kuna vee liikumine maapinnas on muutuv, ning nõrglubjaallika elupaiga kujunemine on keerukas kompleks füüsikalise-keemilistest ja bioloogilistest protsessidest, siis võib nõrglubjaallika talitus teinekord peatuda või hakata arenema uues asukohas. Nõrglubjaallika peamine tunnus - lubja settimine – saab toimuda mitmes erinevas vormis: võib moodustuda kungas või ladestus, samuti tuumade (taimede juured ja varred, kivid) ümber tekkiva lubjakihina. Tihti on allikalehtrites ja –ojades näha lubjahelbeid, mis suurema vooluga kantakse edasi.

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

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

Hüdroloogia

Hüdrogeoloogia

Metoodika

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

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

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

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

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

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

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

Tulemused

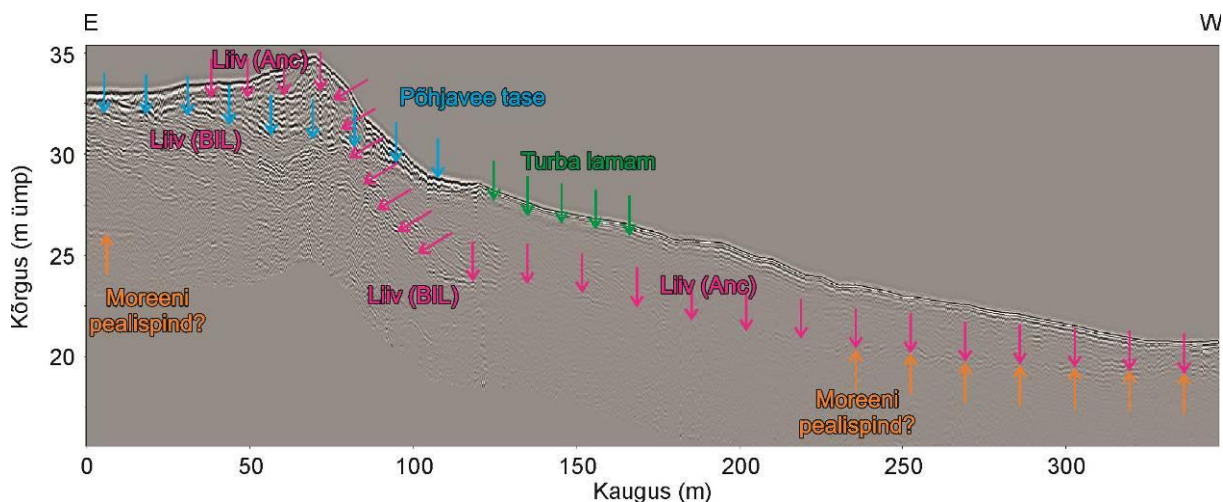
Viidumäe allikasood Saaremaal on ühed kõige esinduslikumad Eestis. Projekti raames seiratakse ning võetakse veeproove kahelt alalt: kuivendusest mõjutatud lõunaosast ning looduslikus seisundis olevate Nakimetsa allikate juurest (Joonis 1).



Joonis 1. Viidumäe projektialal asuvate seirepunktide asukohad. Lillaga on märgistatud veetasemete seirepunktid. Allikaid on projektiala väga suurel hulgal kõrgendiku jalamil ning seetõttu neid eraldi välja ei toodud. Taustaks varjutatud reljeef ning põhikaart (1:10 000).

Allikad paiknevad Lääne-Saaremaa keskkõrgendiku jalamil, mis koosneb glatsiofluviaalsest kruusast, liivast ning moreenist. Pinnavormi on hiljem tugevalt mõjutanud ka Läänemere erinevad staadiumid, eolne tegevus ning madalamat ümbrust ka turba ladestumine. Viimane on toimunud eelkõige kõrgustiku jalamil vanade rannavallide vahele tekkinud Suurissoos, mis on praeguseks tugevalt kuivendatud ning kasutusel turbatootmisala või põllumajandusmaana. Kohati leidub soid ka kõrgustiku peal olevates äravooluta nõgudes (Pitkasoo Joonisel 13, lõunapoolsetest seirepunktidest ida pool), nende äärealad on ilmselt olulised vee infiltreerumispunktid. Läbi vett hästi juhtivate liivade ja kruusade jõuab vesi kiiresti kõrgustiku jalamile kus asub ulatuslik allikate võõnd ning nende ümber kujunenud allikasood.

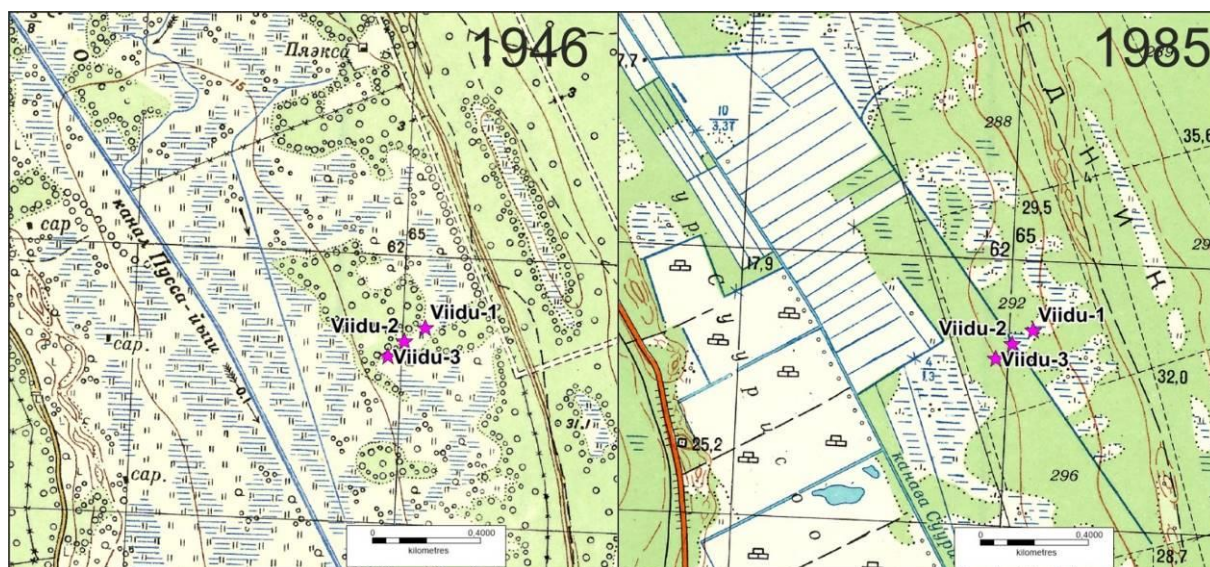
Kõrgendiku jalam on küllaltki arvestatava kaldega ning jalami ülaosas allikatest voolav vesi valgub lausaliselt mööda maapinda kuni kuivendussüsteemideni. Piirkonna üldisest geoloogilisest ehitusest annab ülevaate geoloogilise kaardistamise käigus loodud profiil, mis kulgeb lõunapoolsest seirealast ligikaudu 2 km lõunas kõrgendikuga risti (Joonis 2).



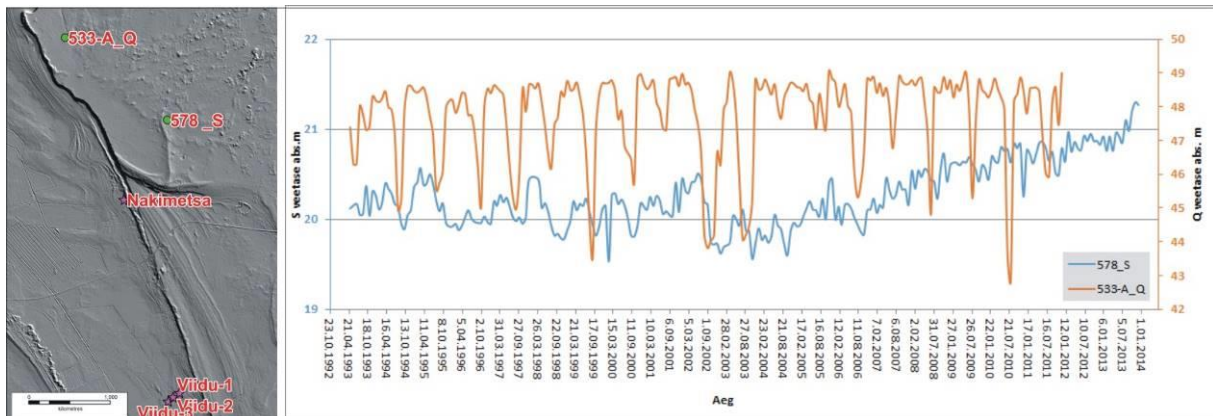
Joonis 4. Viidumäe allikate ümbruse georadari läbilõike tõlgendustega. Antsülusjärv on kulutanud Balti jääpaisjärve setetesse astangu ning kuhjanud astangu peale rannavalli. Turbakihi paksus on enamasti liiga väike, et antud läbilõikel tuvastada.

Viidumäe allikad asuvad kunagise Antsülusjärve ranna-astangu jalamil (Joonis 16). Astang on moodustunud Antsülusjärve kõrgeima veetaseme perioodil, mil järv kulutas astangu Balti Jääpaisjärve liiva-kruusa setetesse, mis levivad ka kaugemale ida suunas. Tegu on jalamil avanevate langallikatega, mis toituvad kõrgendiku lael infiltreeruvast veest ning on hüdrauliliselt seotud Siluri ülemise põhjaveekihi. Allikaid on küllalt põhjalikult uuritud kadunud Helle Kingi eestvõttel ning aastakümnete pikkuste, küll üsna hõredate, mõtetulemuste kirjeldused on mitmetes aruannetest ning ka trükitud teostes. Kõige ülevaatlikum on 2001. a Keskkonnatehnikas nr 4 ilmunud artikkel „Allikate kaitseväärtus ja allikaid ohustavad tegurid (Viidumäe looduskaitseala näitel)“.

Kuivenduse ajalugu ning mõju kirjeldus on küllalt põhjalikult antud Maa ja Vesi AS poolt koostatud projektis „Hinnang Viidumäe looduskaitse ala veerežiimi mõjutavate kuivendusobjektidele“. Kokkuvõtlikult võib öelda, et eriti suurt negatiivset mõju allikatest toituvatele soodele omasid 1960ndate lõpus rajatud ning aluspõhja avavad kraavid Suurissoos. Kuivendustööde tulemusena vähenesid allikate vooluhulgad (põhjuseks kraavide poolt tekitatud ulatuslik rõhulangus) ning allikatoitest ära lõigatud endised lagedad soolad võsastusid või metsastusid. Nimetatud projekti seletuskirjas kirjeldatud stsenaariumit kinnitavad ka ajaloolised kaardid (Joonis 5).



Joonis 5. Viidumäe kuivendusest mõjutatud lõunaosa maastiku võrdlused 1946. ja 1985. aasta 1:25 000 kaartide põhjal.



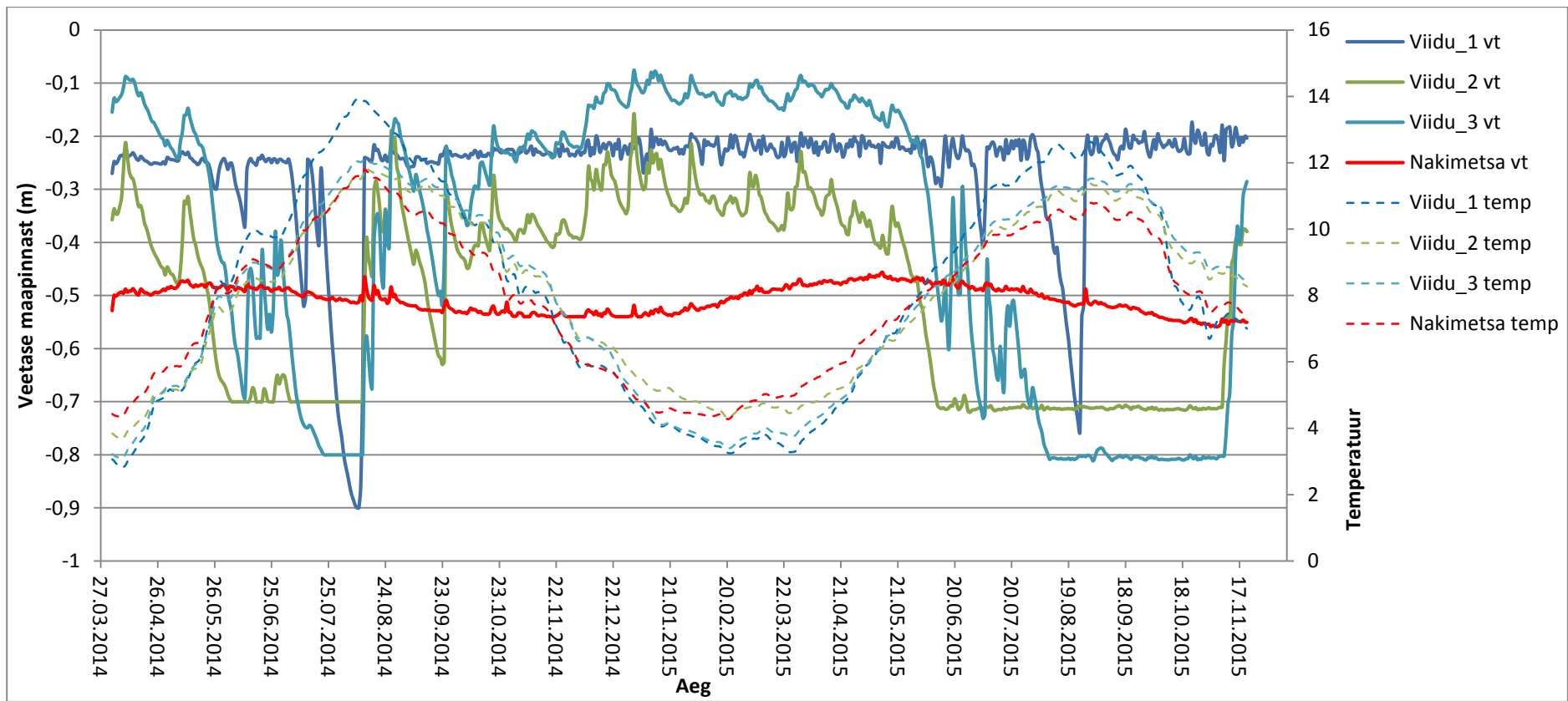
Joonis 6. Viidumäe seirealade lähistel teostatud põhjavee seirepunktide asukohad ja tulemused (andmed saadud Keskkonnaagentuurist).

Viidumäe oli ka ainuke kolmest seirealast, kus 5 km raadiuses on seiratud põhjaveetasemeid peale 1990-ndat aastat. Seda on tehtud kahes puuraugus meie seirealadest põhja pool ning mõõdetud on Kvaternaari veekompleksi (533-A_Q) ja sügavama Siluri veekompleksi veetasemeid (578_S). Mõlema seirekavu andmetes on näha veetasemete tõusu ca 1 m, mis Q veekompleksis algas 5-6 aastat varem kui S veekompleksis. Siluri veekompleks toitub Q kompleksi läbivast veest ning tüüpilised suve lõpu miinimumid jõuavad sinna 3 – 6 kuu pikkuse hilinemisega. Veetasemete tõus peaks avalduma ka allikate veerohkuse suurenemises, kuid selliseid seireandmeid teadaolevalt ei ole. Igal juhul on põhjavee tasemete tõus allikasooda taastamise seisukohalt kaasaitava iseloomuga.

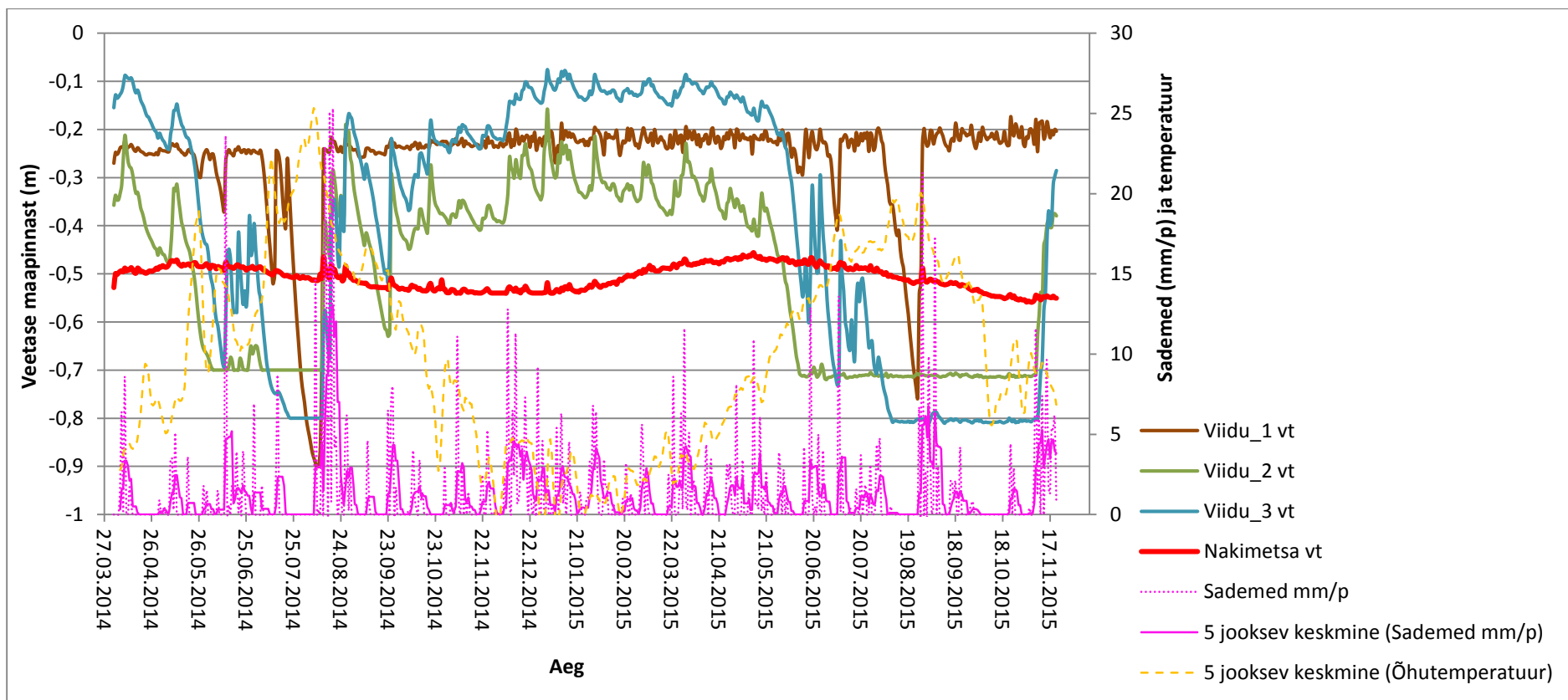
Seiresüsteem

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.

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 mõõtereade perioodi 03.04.14 – 17.11.15 kohta on Joonisel 7.



Joonis 7a. Viidumäe seirepunktides mõõdetud veetasemed ja -temperatuurid.



Joonis 7b. Viidumäe projektialal mõõdetud veetasemed ning samal ajal Vilsandis mõõdetud sademete ning õhutemperatuuride aegread.

Kuivendussüsteemidest mõjutatud Viidu 2 ja 3 seirepunktides langevad veetasemed kiiremini kaevupõhjast madalamale kui vähemmõjutatud Viidu-1 seirepunktis. Veetasemed on praktiliselt läbi kogu kasvuperioodi maapinnast sügavamal kui -0.7 - -0.8 meetrit, mis on kõigiti sobilik puude kasvuks ning ilmselt ka kunagiste lagedate allikasooe metsastumisel. Viidu-1 punktis langes veetase ajavahemikul 03.03.2014 – 13.06.2015 kaevu põhjast madalamale 2 päeval; Viidu-2 punktis 59 päeval ning Viidu-3 punktis 21 päeval.

Viidu-1 puhul on tegu kolmest Viidu seirepunktist kõige ühtlasema veetasemega, omapärane on siin esinev suhteliselt kiire ja sügav veetaseme langus kaevupõhjast madalamale juulis 2014 ja augustis 2015. See võib viidata väikese valguga 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 veend on väga väike ning vaba vee lõppemisel praktiliselt katkeb ka vee juurdevool allikatesse antud allikasoo osas.

Nakimetsa seirepunktis, mis asub vahetult allika kõrval, on veetase suhteliselt ühtlane ning veetaseme miinimum on erinevalt teistest hoopis talvel. Ühe aastase seirerea põhjal on raske põhjust pakkuda, kuid teoreetiliselt peaks see viitama suhteliselt suurele (nii pindalaliselt kui viibeaja mõttes) valglaele, kus tasanduvad sademete ebahütlusest tingitud veetasemete kõikumised ning pikaajalisemate trendide avaldumine kaugemal asuvate allikate juures jõuab kohale hilinemisega.

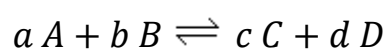
Veekeemia

Keemiliste reaktsioonide tasakaal ning küllastusindeks

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

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

Keemilise reaktsiooni võrrandist avaldatuna näeb massitoime seadus välja järgmiselt:



valem (1)

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

valem (2)

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

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

$$SI = \log Q/K$$

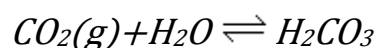
valem (3)

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

Karbonaadi-vee geokeemiline süsteem

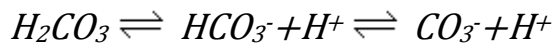
Karbonaatseid kivimeid ((lubjakivid ja dolomiidid) moodustavad põhiliselt Ca- ja Mg-karbonaadid, mis reageerivad kergesti põhjaveega ning muudavad selle „karedaks“. Lisaks lubja- ja dolokivimitele leidub karbonaatseid mineraale ka aktsessorsete mineraalidena või liivaterade vahelise tsemendina liivakivides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

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



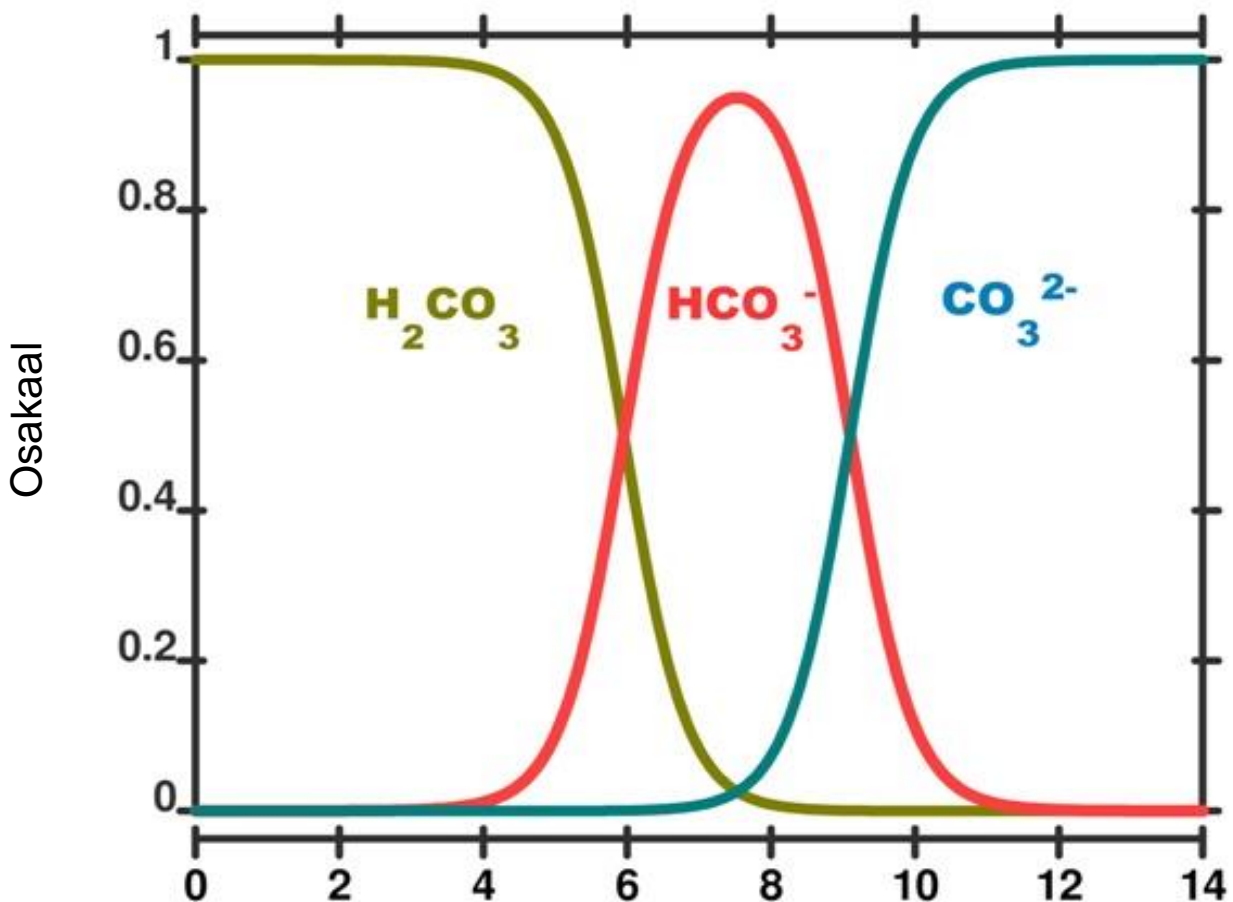
valem (4)

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



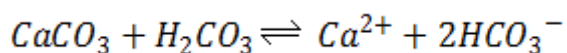
valem (5)

Sõltuvalt vee pH-st võib karbonaathappe dissotsiatsiooni produktid esineda looduslikes pinnase- ning põhjavetes peamiselt kolmes erinevas vormis. Vahemikus pH=6,35 ja pH=10,33 domineerib vees vesinikkarbonaatioon (HCO_3^-). Vee pH langemisel madalamale väärtusest 6,35 hakkavad veed küllastuma karbonaathappesest. Kui vee pH>10,33, muutub dominantseks karbonaatioon (CO_3^{2-}) (Joonis 8). Kaltsiumi- ning vesinikkarbonaatioonirikkad veed, mis on vajalikud allikalubja tekkimiseks, tekivad karbonaatkivimite lahustumisel karbonaathappesega (Langmuir, 1997).



Joonis 8. Karbonaathappe esinemise vorm looduslikes vetes sõltuvalt vee pH-st, temperatuuril 25° C.

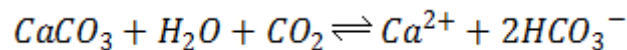
Kui kaltsiumkarbonaat lahustub karbonaathappes, saab seda iseloomustada järgneva reaktsioonivõrrandi abil (valem 6).



valem (6)

Kaltsiumkarbonaadi ja karbonaathappe vaheline reaktsioon (valem 6) on väga oluline mõistmaks karbonaatide käitumist looduslikes tingimustes. Ettepoole reaktsioon näitab, kuidas käituvad karbonaadid, kui need karbonaathappe tõttu keemiliselt murenevad. Tagurpidi reaktsioon väljendab aga olukorda, kuidas CaCO_3 lahusest välja settib. Reaktsioonivõrrandist väljendub ka pH mõju karbonaadi lahustumisele lahuses. Madalate pH väärtuste juures, kui enamus lahuses lahustunud karbonaadist on karbonaathappe (H_2CO_3) vormis, on eelistatud ettepoole reaktsioon. Lahuse pH kasvades kaldub reaktsioon karbonaadi settimise suunas, sest lahuses hakkavad domineerima aluselised OH^- ning nõrgalt happelised HCO_3^- ioonid.

Eelnev võrrand näitab ka, et reaktsiooni tasakaalu nihkumist produktide või saaduste poole ning karbonaadi lahustuvust mõjutab süsihappegaasi (CO_2) osarõhk. Süsihappegaasi osarõhust lahuses sõltub lahustunud karbonaathappe (H_2CO_3) kontsentratsioon (valem 7).



valem (7)

Igasugune protsess, mis tõstab lahusele kättesaadavat CO_2 kogust, suurendab CaCO_3 lahustuvust. Igasugune CO_2 vähenemine põhjustab karbonaadi väljasettimist lahusest. Tähtsaimad looduslikud protsessid, mis mõjutavad CaCO_3 lahustuvust ning reaktsiooni tasakaalu karbonaadi ja selle saaduste vahel, on näiteks temperatuuri muutused, rõhumuutused, orgaaniline aktiivsus ning orgaanika lagunemine (Krauskopf, 1967).

Süsihappegaasi kokkupuutel põhjaveega tekib karbonaathapet sisaldav lahusti, mis karbonaatkivimitega kokkupuutel neid keemiliselt lahustab. Põhjavette lahustunud kaltsium ja vesinikkarbonaatioonid liiguvad veekompleksis edasi, kuni keskkonnatingimuste muutumisel toimub vastupidine reaktsioon ning karbonaatne aines settib välja allikalubjana (CaCO_3) (Pentecost, 2005).

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 muutumistega vees. Süsihappegaasi nagu iga teise gaasi lahustuvus on külmas vees palju kõrgem kui kuumas. Sellest tulenevalt väheneb temperatuuri tõusul ka kaltsiumkarbonaadi lahustuvus ja ta settib settena välja.

Süsihappegaasi osarõhku vees võib mõjutada ka taimede fotosüntees, sest taimed (sh lubivetikad) kasutavad oma elutegevuse käigus vees olevat süsihappegaasi. Vastupidiselt fotosünteesile suurendab orgaanilise aine lagunemine 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).

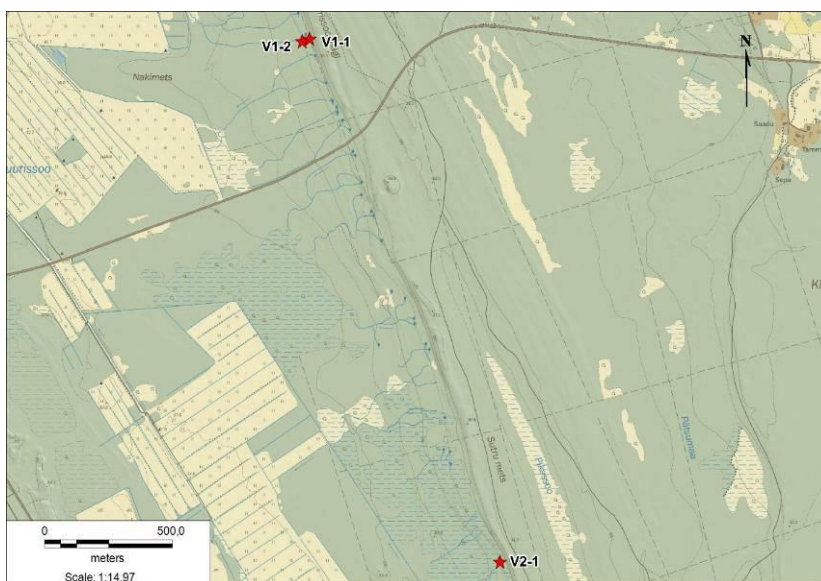
Kaltsiumkarbonaadi settimine on mõjutatud ka üleüldisest rõhust. Rõhu suurenemine tõstab kergelt CaCO₃ lahustuvust vees. Pinnaselähedastes keskkondades mõjutab rõhk karbonaadi lahustuvust siiski läbi lahustunud süsihappegaasi sisalduse vees. Antud juhul on süsihappegaasi sisaldus vees sõltuvuses ümbritseva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

Allikalupja võib tekkekohtade temperatuuride ning vees lahustunud CO₂ päritolu alusel jagada termaalse ja atmosfäärse tekkega lubjaks. Termaalselt tekkinud allikalubja puhul pärineb karbonaatkivimeid lahustav süsihappegaas termaalsetest protsessidest, mis toimuvad maakoos või isegi sellest sügavamal. Termaalselt moodustunud süsihappegaas lahustub 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.

Viidumäe seirepiirkond

Viidumäe allikad paiknevad Lääne-Saaremaa keskkõrgendiku jalamil. Kõrgendik koosneb glatsiofluviaalsest kruusast, liivast ning moreenist. Sealset pinnavormi on kujundanud erinevad Läänemere staadiumid, eolne tegevus ning ümbritsevaid madalamaid piirkondi turba ladestumine. Läbi vett hästijuhtivate kihtide jõuab põhjavesi kõrgendiku jalamile, kus on hulgaliselt infiltratsioonialasid. Nende allikate väljavoolukohtade ümber on tekkinud allikasood (vt aruande I osa). Viidumäe seirealal asub kolm seirepunkti: seireala põhjapoolses osas Nakimetsa allikate juures punktid V1-1 (allika väljavool maa seest) ja V1-2 (ca 5m kaugusel allika väljavoolu kohast) ning lõunapoolses osas seirepunkt V2-1 (allikavee väljavool maa seest) (Joonis 9).



Joonis 9. Viidumäe projektialal asuvate seirepunktide asukohad. Taustaks maa-ameti WMS-teenuse põhikaart.

Veekeemia meetodika

Seirepunktides on kohapealsete mõõtmistega määratud punktides oleva vee pH ning elektijuhtivus, kasutades portatiivseid pH- ning elektrijuhtivusmeetrit METTLER TOLEDO SevenGo pro™. Sama aparatuuri kasutamiseks on määratud ka vee temperatuur. Samuti on kohapeal läbi viidud veeproovide tiitrimine vee HCO_3^- ionkontsentratsiooni määramiseks, kasutades välitiitrimiskomplekti Hach Digital Titrator (Model 16900).

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

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

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

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

Veekeemia tulemused ja analüüs

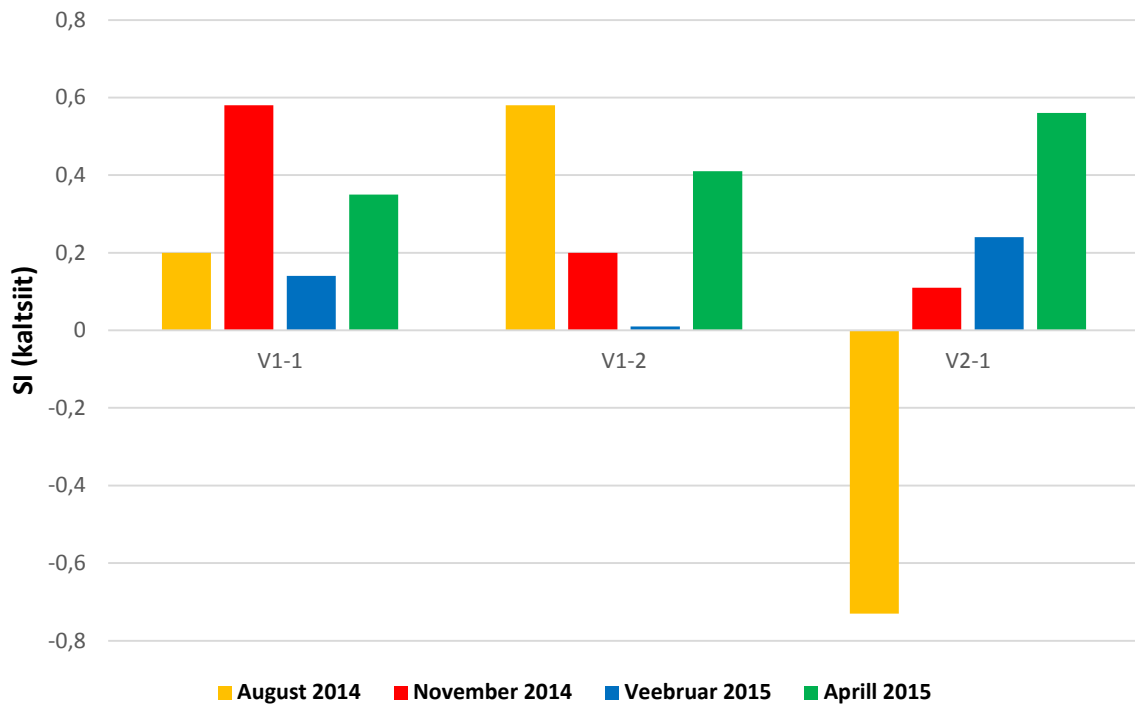
Kaltsiumkarbonaadi küllastusindeksi tulemused seirepiirkondades aastaaegade lõikes (august-suvi, november-sügis, veebruar-talv, aprill-kevad) on toodud Joonisel 10. Vertikaalteljel on karbonaadi küllastusindeks (SI) ning horisontaalteljel iga seirepunkt eraldi. Erinevate värvidega on tähistatud veeproovide võtmise aeg.

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

Saaremaal Viidumäe seirealal on vee küllastusindeks olnud seireperioodi jooksul positiivne, välja arvatud punkti V2-1 augustkuu proovide põhjal saadud negatiivne anomaalia. Kõige suurem üleküllastus ($0,58$) on modelleeritud punktides V1-1 (novembris) ja V1-2 (augustis). Kõige suurem alaküllastumus ($-0,73$) on saadud punktis V2-1 augustis, see tulemus erineb selgelt kogu ülejäänud Viidumäelt saadud andmetest, mis võib viidata pigem mõõte- või modelleerimisveale aga ka peale sisendandmete kontrollimist jäi tulemus samaks.

Viidumäe seireala punktides on näha küllastusindeksi suurt sesoonset kõikumist (Joonis 10). Kõige suurem kõikumine toimub seireala lõunapoolses osas asuvas punktis V2-1, kus kaltsiidi küllastusindeks tõuseb $-0,73$ -st kuni $0,56$ -ni. Samas punktis tuleb selgelt esile ka küllastusindeksi kasvamise trend augustist aprillini. Kuna allika väljavool punktis on kogu mõõteperioodi jooksul olnud väga nõrk ning sellest tulenevalt põhjavee kättesaamine raskendatud, on igal korral veeproovi sattunud mingi hulk orgaanikat, mis mõjutab mõningal määral tiitrimisega saadud leelisuse tulemust. Seireala põhjapoolses osas Nakimetsa allikate juures asuvate seirepunktide V1-1 ja V1-2 põhjavesi on kogu seireperioodi jooksul olnud kaltsiidi suhtes üleküllastunud.

SI Viidumäe, august 2014 - aprill 2015

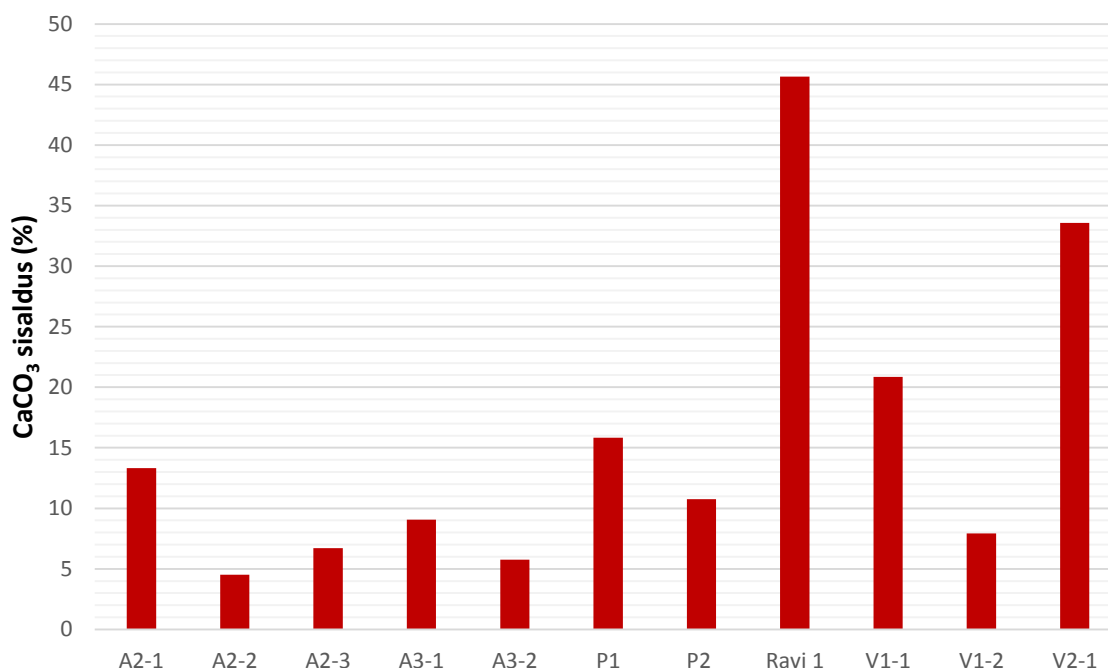


Joonis 10. Allikavee küllastusindeksid erinevatel kuudel Viidumäe seirealal Saaremaal. Mõõtepunkte (asukohad Joonisel 9).

Joonisel 11 on kajastatud aprilli välitööde käigus veeproovidele lisaks võetud setteproovides oleva kaltsiumkarbonaadi (CaCO_3) protsentuaalne sisaldus. Kõigis setteproovides oli kaltsiumkarbonaat esindatud. Kiigumõisa seirepunktis Truup setteproovi ei võetud, sest setted koosnesid seal lubjakivi veeristest. Kõige suurem karbonaadi sisaldus (45,65%) on proovis, mis on võetud Vormsi seirepunktist Ravi 1. Kõige väiksem protsentuaalne karbonaadi sisaldus (4,52%) on Kiigumõisa punktist A2-2 võetud proovis. Oluline on märkida, et antud töö raames ei eristatud allikalupja ning lubjakivi setetes. Seega ei saa kindlalt väita, et setetes olev kaltsiumkarbonaadi sisaldus tuleneb vaid allikalubjast, vaid osa sellest on kindlasti purustatud aluspõhjaline lubjakivi või dolomiit. Autoritel ei õnnestunud leida ühtegi meetodit kuidas allikalupja aluspõhjalistest karbonaatidest eristada peale visuaalse, mikroskoopilise vaatluse ning käsitsi eraldamise. Selline uuringumeetod aga ei mahu käesoleva töö raamidesse..

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

Setteproovide CaCO₃ sisaldus (%)



Joonis 11. Seirepunktidest aprillis võetud setteproovide kaltsiidi (CaCO₃) sisaldus protsentides.

Viidumäel jääb karbonaadi protsentuaalne hulk settes vahemikku 7 – 34%. Kõige suurem karbonaadi sisaldus Viidumäel on 33,56%, mis on punktis V2-1. Kõige väiksem sisaldus (7,92%) on Nakimetsas asuvas punktist V1-2 võetud setteproovis. Nakimetsa seirepunkti V1 setteproovides oleva karbonaadi vähenemine allika väljumiskohast äravoolu suunas näitab, et kaltsiumkarbonaat settib ka siin välja vahetult väljumiskoha juures. Viidumäe seirealal erineb teistest väga suure allikalise ala poolest, võib arvata, et allikad on seal olnud pikaajalised ning ka liikunud ja seega on allikalupja aeglaselt settinud välja küllaltki suurel alal pika aja (tuhanded aastad) jooksul. Settimise väikese kiiruse tõttu ei ole aga lasundid väga ulatuslikud ning allikalubi on terade kujul segunenud muu settega, ennekõike liivaga ning ei moodusta omaette lubjalasundit (vt ka aruande esimest osa).

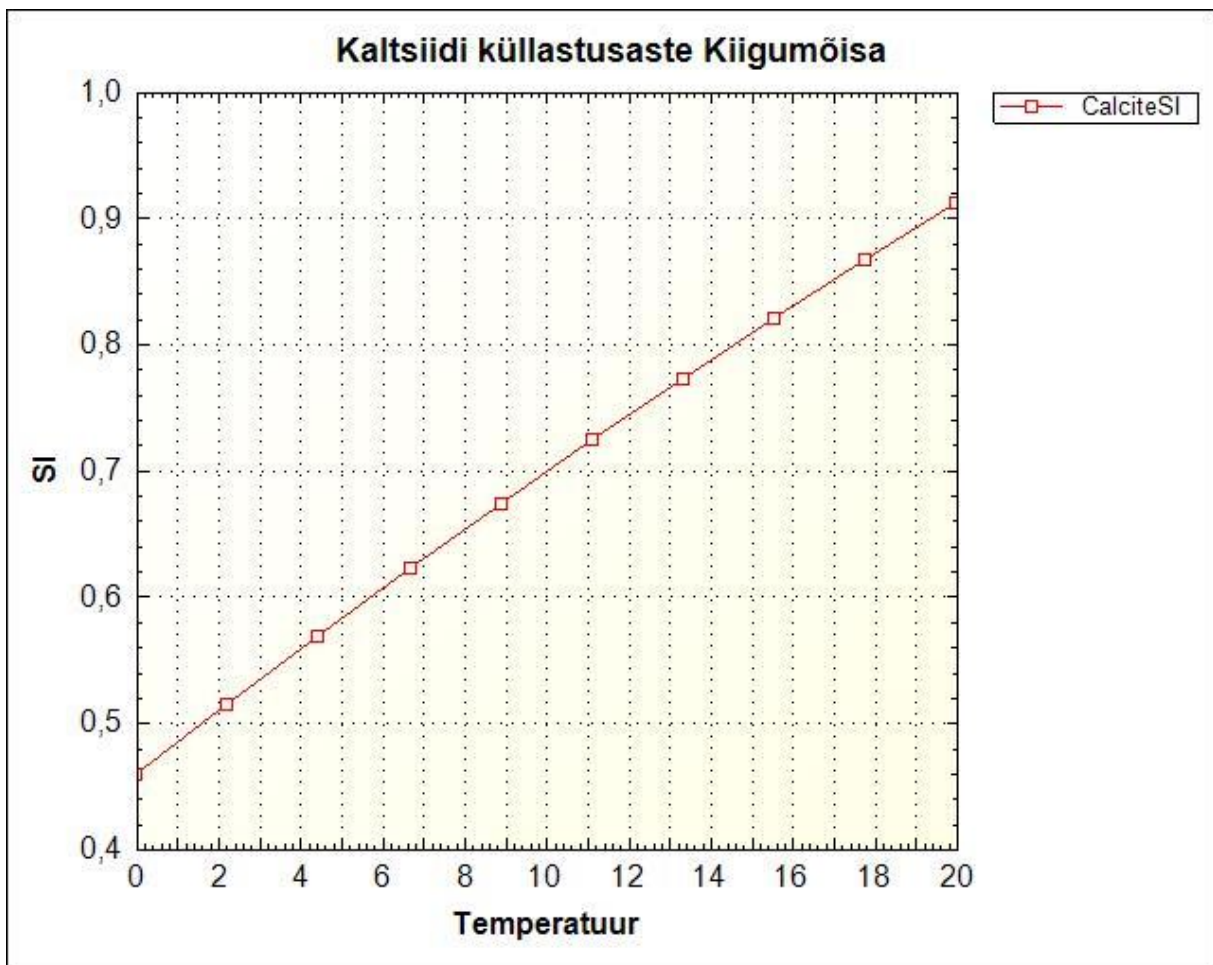
Eraldi lasundina on proovialadel allikalubi olemas ainult Vormis Lubikünka allika juures ja kas seal on tegu vaid paari meetrise läbimõõduga ning alla meetrise suhtelise kõrguse künkaga. Lasundina settimist soodustavad seal järgmised eripärad:

- väga väike, kuid suhteliselt ühtlane vooluhulk, mis ei vii sadestuvat lupja teradena kaugemale;
- avatud maastik, mistõttu allika on avatud päikesele. Koos väikese voolukiirusega lubab see vee temperatuuril kiiresti tõusta ning seega nihutada karbonaatide tasakaal väljasettimise suunas;
- otse allika väljumiskoha juures kasvava taimestik, mis kiirendab veelgi fotosünteesi abil CO₂ eemaldamist veest ning vastavalt karbonaatide tasakaalu nihkumist väljasettimise suunas.

Teoreetiliselt on nende eripärade mõju lahti seletatud veekeemia teoreetilistes peatükkides, kuid nad annavad üsna selged juhised võimalike meetmete jaoks, millega allikalubja väljasettimist saaks proovialadel suurendada. Selleks tuleb ennekõike suurendada vee viibeaega alal sulgedes või vähemalt osaliselt tõkestades praegu sealt vett kiiresti välja viivad kuivenduskraavid. Teiseks tuleks vähemalt osaliselt eemaldada kuivenduse tõttu tihenenud põõsa- ja puurinne, et võimaldada päikese ligipääsu

maa- ja veepinnani. See soovitus on siiski siin antud ainult allikalubja seadmise vaatepunktist; taimestikuga seotud kaalutlused on omaette teema, mida käesolev aruanne ei puuduta.

Pikem viibeaeg ning päikesevalguse juurdepääs tõstaks veetemperatuuri ning soodustaks allikalubja väljasettimist. Vee temperatuuri ja küllastusastmete (SI) seos on proovialadel esinevas temperatuurivahemikus praktiliselt lineaarne. Näitena on Joonisel 12 näidatud modelleeritud Kiigumõisa kaltsiidi küllastusastme ning vee temperatuuri vaheline seos. Sealt on näha, et kaltsiidi küllastusaste tõuseb ca 0,2 võrra kui vee temperatuur tõuseb 10° võrra. Veetemperatuuri peaks olema võimalik tõsta praeguselt 7-8° ca 20 kraadini, eeldusel vesi liigub ülepinnaliselt õhukese kihina üle päikesele avatud maapinna. Ideaalis võiks veetase ka suveperioodil olla pisut (mõned sentimeetrid) üle maapinna, et tagada allikasoo ühtlane toide ning vee maksimaalne soojenemine. Selline madal vesi ja päikesele avatus oleks sobilik ka rohttaimedele ning vetikatele, mis omakorda kiirendaks lubja väljasettimist. Vetikad oleksid soodsad nukleatsioonitsentrid lubja seadmiseks.



Joonis 12. Kaltsiidi küllastusastme sõltuvus temperatuurist „keskmise“ Kiigumõisa allikavee põhjal.

Veekeemia kokkuvõte

Veekeemia proove võeti kokku kolmel proovialal 12 kohast neljal korral aastas. Põhiliseks eesmärgiks oli kaltsiidi, kui allikalubi põhikomponendi, sisalduse määramine ning võimalust otsimine lubja väljasettimise suurendamiseks. Keemilise modelleerimise abil määrati kaltsiidi küllastusaste (SI), mis näitab antud komponendi ala- või üleküllastust konkreetsete keskkonnatingimuste juures, vastavalt peaks toimuma siis komponendi lahustumine või väljasettimine. Analüüsitulemuste põhjal saab öelda,

et kõigi uuringualade puhul on enamuse ajast maapinnale jõudev vesi kergelt kaltsiidi suhtes üleküllastunud olekus, kuid see pole piisav allikalubja laialdasemaks välja seadmiseks.

Allikalubja väljasettimise suurendamiseks saab kasutada järgnevaid meetmeid: tõsta veetaset ja pikendada vee viibeaega allikasoodes kraavide sulgemise või osalise tõkestamise abil; avada veega madalalt üleujutatud ala päikesevalgusele pöösa- ja puurinde (osalise) eemaldamise abil; soodustada taimestiku, eriti lubivetikate kasvu madalalt üleujutatud aladel ja voolusängides.

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

Kasutatud kirjandus

- Appelo, C.A.J., Postma, D. 1999. Geochemistry, groundwater and pollution. Rotterdam, A.A.Balkema publishers, 86-138.
- Bethke, C.M. 2008. Geochemical and biogeochemical reaction modeling. New York, Cambridge University Press, 543 pp.
- Bobbink, R., Beltman, B., Verhoeven, J.T.A., Whigham, D.F. 2006. Wetlands: Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 251-253.
- Faure, G. 1998. Principles and applications of geochemistry. New Jersey, Prentice-Hall, 600 pp.
- Heiri, O., Lotter, A.F., Lemcke, G. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* 25 (2001), 101–110.
- Kløve, B., Ala-aho, P., Bertrand, G., Boukalova, Z., Ertu, A., Goldscheider, N., Ilmonen, J., Karakaya, N., Kupfersberger, H., Kvoerner, J., Lundberg, A., Mileusnic', M., Moszczyńska, A., Muotka, T., Preda, E., Rossi, P., Siergieiev, D., Šimek, J., Wachniew, P., Angheluta, V., Widerlund, A. 2011. Groundwater dependent ecosystems. Part I: Hydroecological status and trends. *Environmental science & policy* 14 (2011), 770-781.
- Krauskopf, Konrad.B. 1967. Introduction to geochemistry. USA, McGraw-Hill book company, 721 pp.
- Langmuir, D. 1997. Aqueous environmental geochemistry. New Jersey, Prentice-Hall, 149-229.
- Paal, J., Leibak, E. 2011. Soode looduskaitseline inverteerimine. Tartu, Eestimaa Looduse Fond, 76-78.
- Pentecost, A. 2005. Travertine. Netherlands, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2-16.
- Raukas, A. Eesti loodus. 1995. Tallinn, Valgus ja Eesti Entsüklopeediakirjastus, 302-311.
- Rõõmusoks, A. 1983. Eesti aluspõhja geoloogia. Tallinn, kirjastus Valgus, 224 lk.
- Truus, L., Ilomets.M. 2012. Saladuslikud lubja-allikasood pakuvad peamurdmist tänini. – *Eesti Loodus*, 2005 (05), 16-20.

Lisa 1. Seiresüsteemi parameetrid

Koht	N	E	Asukoht	Diver ID	Diver sügavus (m)	Geoloogia
Viidumäe 1	6460086	388908	Allikasoo, 85 m kraavist nõlva suunas. Sambla mättas	790	-0.89	20, 30, 85 m kaugusel kraavist 0.2 turvas, 0.2 - 0.5 pt liiv, 0.5 - 0.7 rähkne sl moreen. Sügavamale ei saanud. Diver mättas.
Viidumäe 2	6460036	388830	Kraavist 14 m nõlvast eemale	754	-0.7	Geoloogia analoogne Viidumäe 1
Viidumäe 3	6459982	388770	Kraavist GPS järgi 85 m nõlvast eemale	679	-0.8	0.15 muld, 0.15-0.6 pt puhas liiv, 0.6-0.8 rähkne sl moreen. Sügavamale ei saanud

Lisa 2. Kogutud ja analüüsitud veekeemia andmed

Seireala	Viidumäe (Saaremaa)											
	25.-26.08.2014			8.-9.11.2014			26.-27.02.2015			21.-22. ja 27.04.2015		
Kuupäev												
Seirepunkt	V1-1	V1-2	V2-1	V1-1	V1-2	V2-1	V1-1	V1-2	V2-1	V1-1	V1-2	V2-1
Leelisus (mg-CaCO ₃ /l)	226	226	198	221	229	208	161	144	145	217	210	215
pH	7,37	7,75	6,5	7,844	7,456	7,412	7,57	7,49	7,72	7,604	7,767	7,841
F- (mg/l)	0,0899	0,0773	0,0634	0,327	0,0849	0,2935	0,3129	0,0728	0,0584	0,0899	0,1165	0,0822
Cl- (mg/l)	6,0126	6,5918	6,3936	5,9744	6,7308	18,0834	5,752	5,8267	8,4688	6,0786	5,769	7,6378
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	2,4772	2,4572	2,6514	2,449	3,6877	4,6409	2,7412	2,812	5,9864	2,9683	2,4478	5,255
Li+ (mg/l)	0,0004	0	0,0001	0	0,0001	0	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0001

Na+ (mg/l)	7,407	5,645	5,305	4,728	5,053	4,04	4,852	4,909	6,293	8,787	4,197	4,759
K+ (mg/l)	2,465	0,943	1,135	0,684	1,898	11,878	1,124	0,828	1,455	3,672	1,668	2,202
Mg2+ (mg/l)	0	0	0	9,532	10,686	7,189	10,204	9,482	7,581	20,318	19,779	20,3
Ca2+ (mg/l)	101,821	100,256	89,295	89,397	85,72	80,974	86,074	83,874	84,419	100,123	97,752	100,072
HCO3- (mg/l)	275,72	275,72	241,56	269,62	279,38	253,76	196,42	175,68	176,9	264,74	256,2	262,3
Temp (°C)	8,4	9,6	11,3	7,2	7,9	8,3	5,4	5,9	5,3	6	6,5	4,8
Elektrijuhtivus (µS/cm)	442	433	395	448	447	400	437	430	426	428	423	448
SI	0,58	-0,73	0,08	0,58	0,2	0,11	0,14	0,01	0,24	0,35	0,41	0,56
NO3- (mg/l)	0,351	24,3933	0,0076	0,6986	0,2842	0,2141	0,3689	0,6382	0,4736	0,614	0,4319	0,1733
NH4+ (mg/l)	0,394	1,953	0,392	0,622	0,821	0,664	0,427	0,373	0,425	0,821	0,578	0,625

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

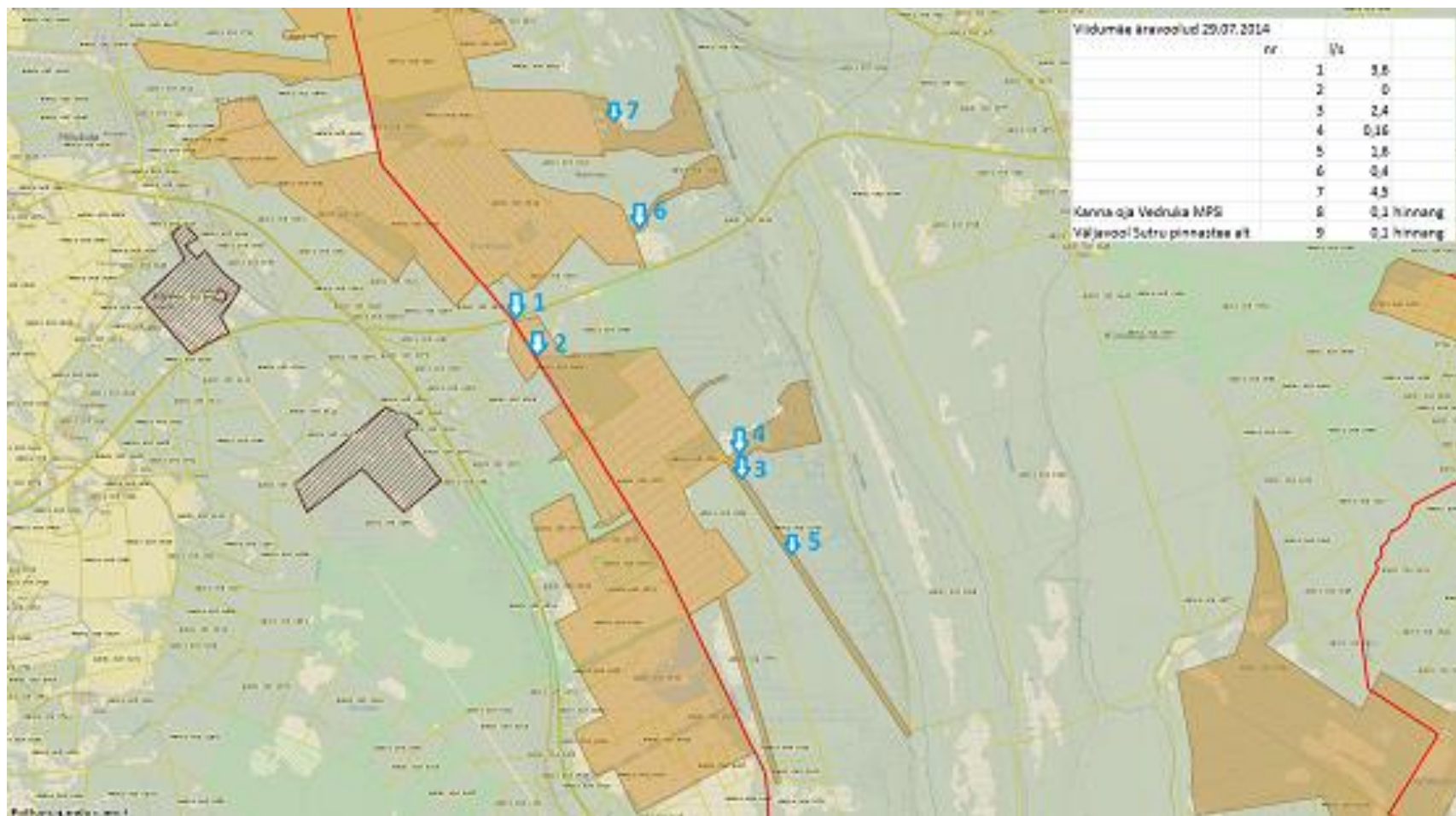
Seirepunkt	Sette kaal peale kuivatamist, koos kausiga (g)	Kaal peale kuumutamist 550 kraadi, koos kausiga (g)	Kaal peale kuumutamist 950 kraadi, koos kausiga (g)	Kausi kaal (g)	Kuivatatud sette kaal (g)	Kuumutuskadu CO ₂ (g)	CaCO ₃ sisaldus (%)
V1-1	38,395	37,465	36,268	25,34	13,055	1,197	20,85008
V1-2	66,926	66,606	65,773	43,018	23,908	0,833	7,923047
V2-1	45,42	44,624	44,401	43,909	1,511	0,223	33,56069

Lisa 4. Kohapeal kogutud veekeemia andmed

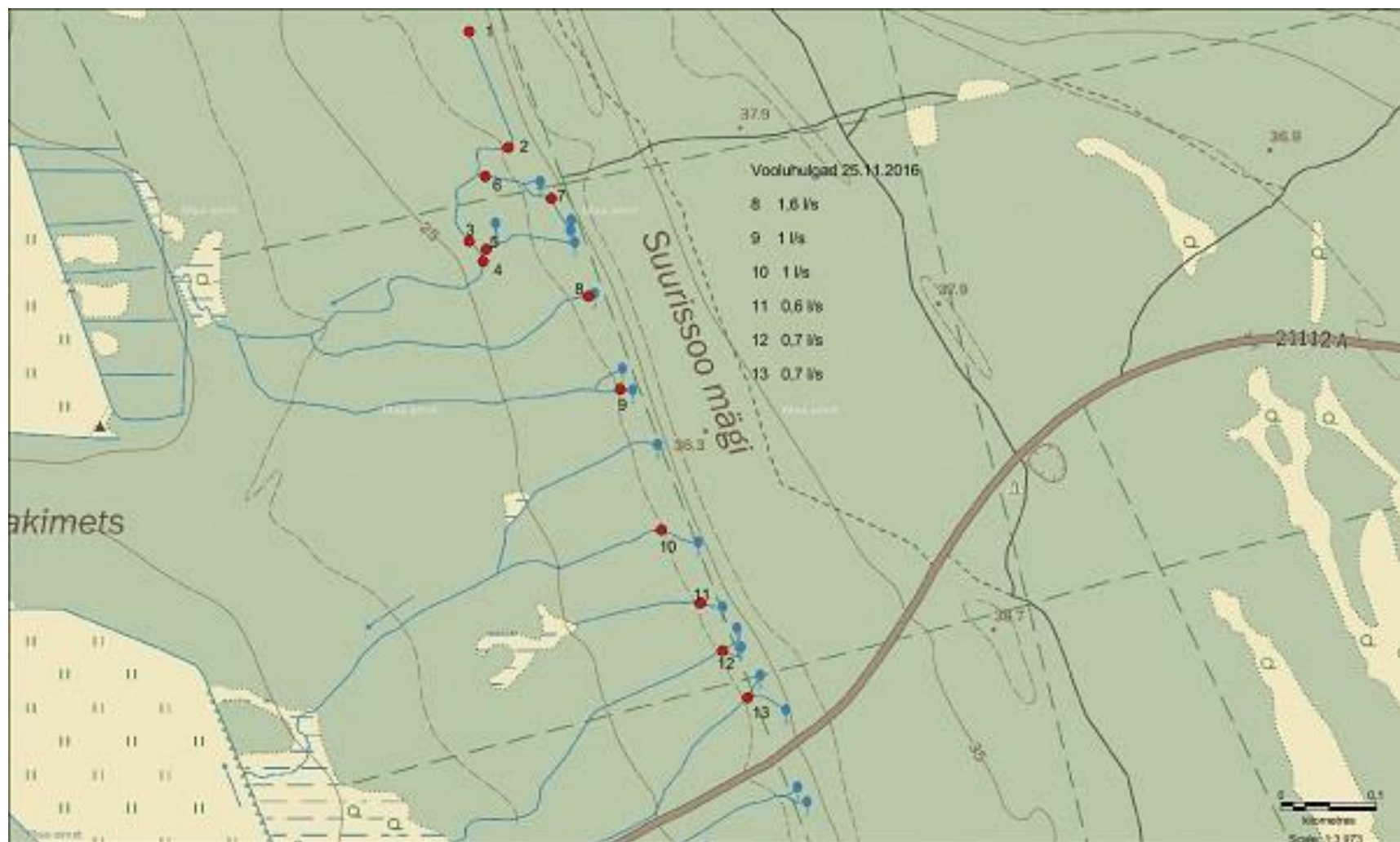
Seire punkt	pH			EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$			t, $^{\circ}\text{C}$			t, $^{\circ}\text{C}$		O ₂ , ppm		O ₂ , %	
	31.05.2014	29.07.2014	25.11.2015	31.05.2014	29.07.2014	25.11.2015	31.05.2014	29.07.2014	25.11.2015	31.05.2014	25.11.2015	31.05.2014	25.11.2015	31.05.2014	25.11.2015
1	7,71	7,68		449	453		9,1	18,7		8,8		7,1		78	
2	7,98	7,84		458	446		9,4	16,8		9,2		11,1		96	
3	8,14	8,07		438	424		9,9	19,5				10,2		91	
4	8,14	7,71		437	443		9,7	13,9		9,4		10,7		94	
5	7,87	7,91		435	408		8,1	17,2		8		9,5		80	
6	7,93	7,65		423	412		8,7	13,8		8,4		10,2		87	
7	7,72	7,67		427	412		8,2	10,8		7,9		8,5		72	
8	7,78	7,72		455	425		7,7	13,7		7,4		9,3		77	
9	7,88	7,79		421	407		9	16,8		8,6		9,6		82	
10	7,87	7,78	7,91	424	340	452	8,7	13,9	6	8,4	5,4	9,5	10,7	81	84
11	7,76	7,72	7,9	423	412	434	8,3	12	6,2	8,2	5,7	8	10,8	67	86
12	7,86	7,72	7,88	419	408	438	8,8	13,3	6	8,5	5,4	9,2	10,3	79	81
13	7,97	7,89	7,96	427	406	430	8,3	12,8	6,2	8,1	5,5	10,1	11,3	86	90
271			8,19			414				5,7		5,3		11,5	90
270						416				5,1		4,6		12,7	98
269						403				5,2		4,7		11,3	87
262						407				5,8		5,4		10,7	84
199			7,78			416				4,2		3,7		12,1	91
208			7,56			434				6,2		5,8		4,6	38
258						428				7,1		6,5		8,4	69

Seirepunktide asukohad on toodud joonistel 14 ja 15.

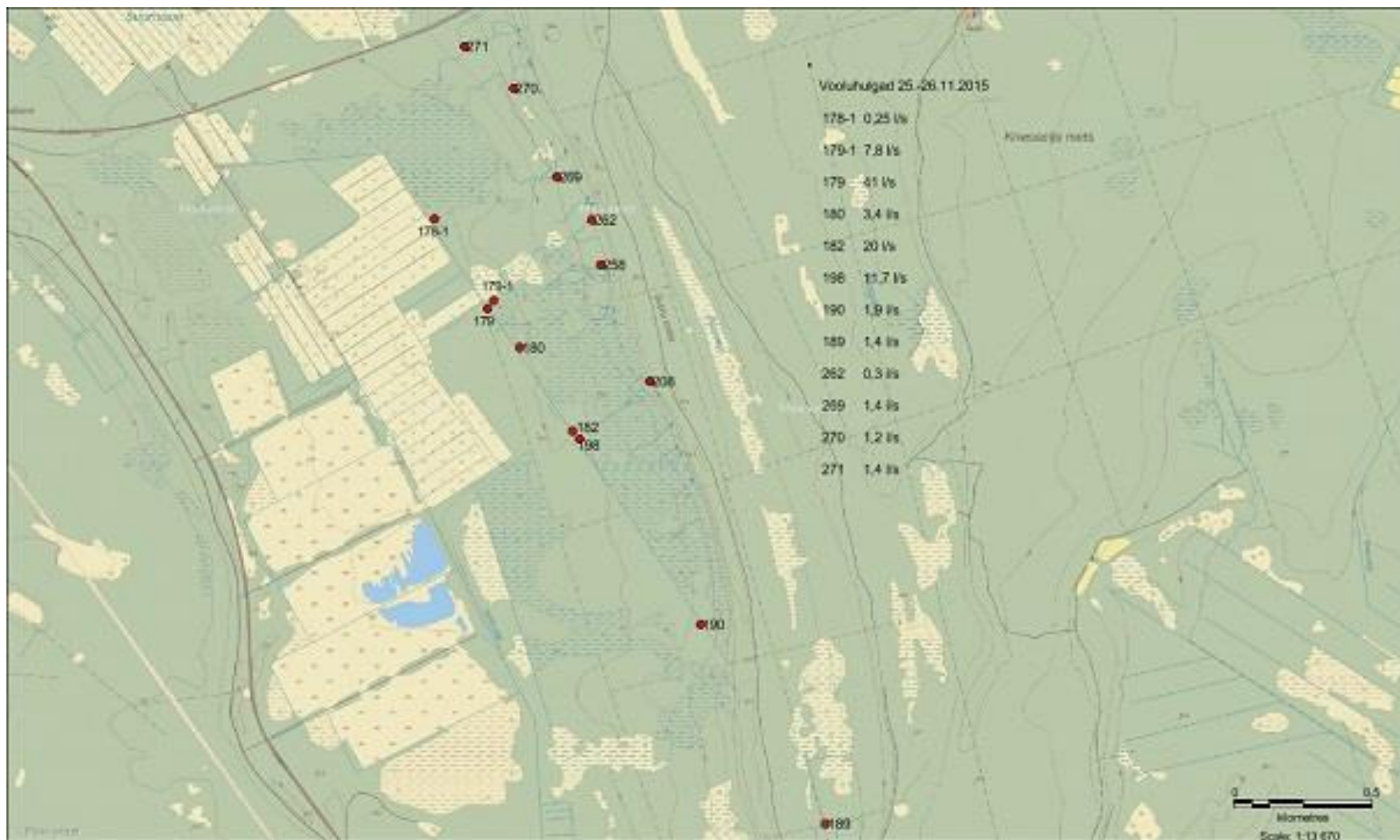
Joonistel 13 ja 14 on toodud vooluhulkade mõõtmise asukohad ja vooluhulgad.



Joonis 13 Vooluhulgad voolunõvades, 29. juuli 2014



Joonis 14 Põhjapoolsete allikate seirepunktid ja vooluhulgad



Joonis 15 Vooluhulgad Suurissoo peakraavis, 25.-26. november 2015

Taimestik

Sammaltaimed

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

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

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

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

Käesolevas aruandes antakse ülevaade nõrglubja-allikate taimedest. Inventuurid teostati vahemikus mai kuni august, 2014. Taimestik inventeeriti allikate sees ning kõige lähemas ümbruses, paiguti ka allikaojade ja allikavee laiainõrgumise alal, Viidumäel ka allikaojade kraavi suubumise kohtades. Sammaltaimede inventuurid teostati aruande autori poolt. Soontaimede inventuuri teostas Mari Reitalu. Suurem osa sammaltaimedest koguti kaasa ning määrati laboratoorselt. Määratud proove säilitatakse Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi herbaariumis. Taksonoomia aluseks sammaltaimede puhul on Hill et al. (2006) ja Söderström et al. (2007), soontaimede puhul Krall et al (2010).

Nõrglubja-allikate kasvukohatüübi tunnus-samblaliikidest

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

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

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

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

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

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

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

Nagu eespool näha, ei ole sugugi kõik elupaigatüübi tunnussambliigid seotud ainult nõrglubja-allikatega. Samas on ka kirjandusest teada, et nõrglubja-allikatel võib kohata ohtralt veel muidki sambliihte. 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 sambliihte, s.t. kasvavad sadestunud nõrglubja sees ja/või on varte alaosas ümbritsetud kivistunud lubjakihiga. Tähtis on muidugi ka tunnusliikide osalemine, kuid tuleb silmas pidada, et mõnikord neid ei pruugi esineda. Näiteks Viidumäe allikatel oli peale tunnusliikide ka soo-rasvasammal kaetud lubisetega. Lisaks peab uurima allikaid ka geoloogiliselt – kas ja kui sügav on allikalubja kiht.

Viidumäe allikate sammaltaimed

Viidumäel inventeeriti kokku 12 immitsevat, keskmist või suuremat allika väljavoolu kohta, neljas kohas ojakaldaid ja kaks allikaoja kraavi suubumise kohta (vt. kaart, punktid 18 ja 20). Kokku leiti inventeeritud kohtades 31 sammaltaime liiki, neist 8 helviksambla ja kolm turbasambliihte. 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 (Foto 1). 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 (Tabel 1). Tähelepanuväärivatest liikidest leiti kahes kohas teise kategooria kaitsealust liiki mustpeasammalt (*Catocopium nigritum*, Foto 2), 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-nöorsammalt (*Cratoneuron filicinum*).

Nõrglubja-allikate tunnusliikidest olid ohtralt ja dominantidena esindatud kamm-roodik (Foto 3), 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 (nr. 13, Foto 4), teised asuvad lagedamal (nr. 19, Foto 5). Mõnede allikate alal oli näha metssigade tuhnimise jälgi.



Foto 1. Kauni sirbiku (*Scorpidium revolvens*) settelubjaga kaetud varte alaosad.



Foto 2. Mustpeasammal (*Catoscopium nigratum*) Viidumäel allikaoja kaldal.



Foto 3. Kamm-roodik (*Palustriella commutata*) allikas nr. 16. All vasakul näha lubjasettega kaetud vars.



Foto 4. Kamm-roodik (*Palustriella commutata*) domineerib metsaaluses allikas nr 13.



Foto 5. Nõrglubja-allikas (nr.19) Viidumäe astangu lõunaosas.

Kokkuvõtte sammaltaimedest

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

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

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

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

- Dražina, T., Špoljar, M., Primc, B. Ja Habdija, I. 2013. Small-scale patterns of meiofauna in a bryophyte covered tufa barrier (Plitvice Lakes, Croatia). *Limnologica – Ecology and management of Inland Waters* 43(6): 405-416.
- Hájek, M., Hekera, P. & Hájková, P. 2002. Spring fen vegetation and water chemistry in the Western Carpathian flysch zone. *Folia Geobotanica* 37: 205-224.
- Heery, S. 2007. A survey of tufa-forming (petrifying) springs in the Slieve Bloom, Ireland. *A Report for Offaly & Laois County Councils*.
- Hill, M. O., Bell, N., Gruggeman-Nannenga, M. A., Bruges, M., Cano, M. J., Enroth, J., et al. 2006. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *Journal of Bryology*, 28, 198.267.
- Interpretation Manual – EUR28. 2013. *Interpretation Manual of European Union Habitats*.
<http://eunis.eea.europa.eu/references/2435>
- Krall, H., Kukk, T., Kull, T., Kuusk, V., Leht, M., Oja, T., Pihu, S., Reier, Ü., Zingel, H. & Tuulik, T. 2010. *Eesti taimede määraja*. Loodusfoto.
- Kukk, T. & Kull, T. (toim.). 2005. Eesti taimede levikuatlas. Tartu.
- Küttim, M. 2013. Samblakoosluste mikrotopograafiline jaotus ja kasv nõrglubja-allikasos".
 Magistritöö. TLU Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut. Juhendaja Mati Ilomets
- Pentecost, A. 1981. The tufa deposits of the Malham district, North Yorkshire. *Field Studies* 5: 365-387.
- Rodwell, J. 1995 British Plant communities 4: Aquatic communities, swamps and tall herbs.
Cambridge University Press
- Soudzilovskaia, N.A., Cornelissen, J.H.S., During, H.J., van Logtestijn, R.S.P., Lang, S.I. & Aerts, R. 2010. Similar cation exchange capacities among bryophyte species refute a presumed mechanism of peatland acidification. *Ecology* 91(9): 2716-2726.
- Söderström, L., Urmi, E., and Váňa, J. 2007. The distribution of Hepaticae and Anthocerotae in Europe and Macaronesia . Update 1.427. *Cryptogamie, Bryologie*, **28**, 299.350.
- van Dort, K., van Oirschot-Beerens, L. & Weinreich, H. 2012. Bryophyte vegetation in petrifying springs with tufa in Limburg (The Netherlands). *Natuurhistorisch Maandblad*.
- Vellak, K. & Ingerpuu, N. 2012. The State of Bryophyte Conservation in Estonia. *Studia bot. hung.* 43: 59-68.

Lisa 1. Viidumäe allikate sammaltaimede nimekiri

Kirjelduste numbrid joonisel 1 ja koordinaadid tabelis 1.

D – dominantliik, KD – kaasdominant. Elupaigatüübi 7220 tunnusliigid ja allikate väljavoolupunktid rasvases kirjas.

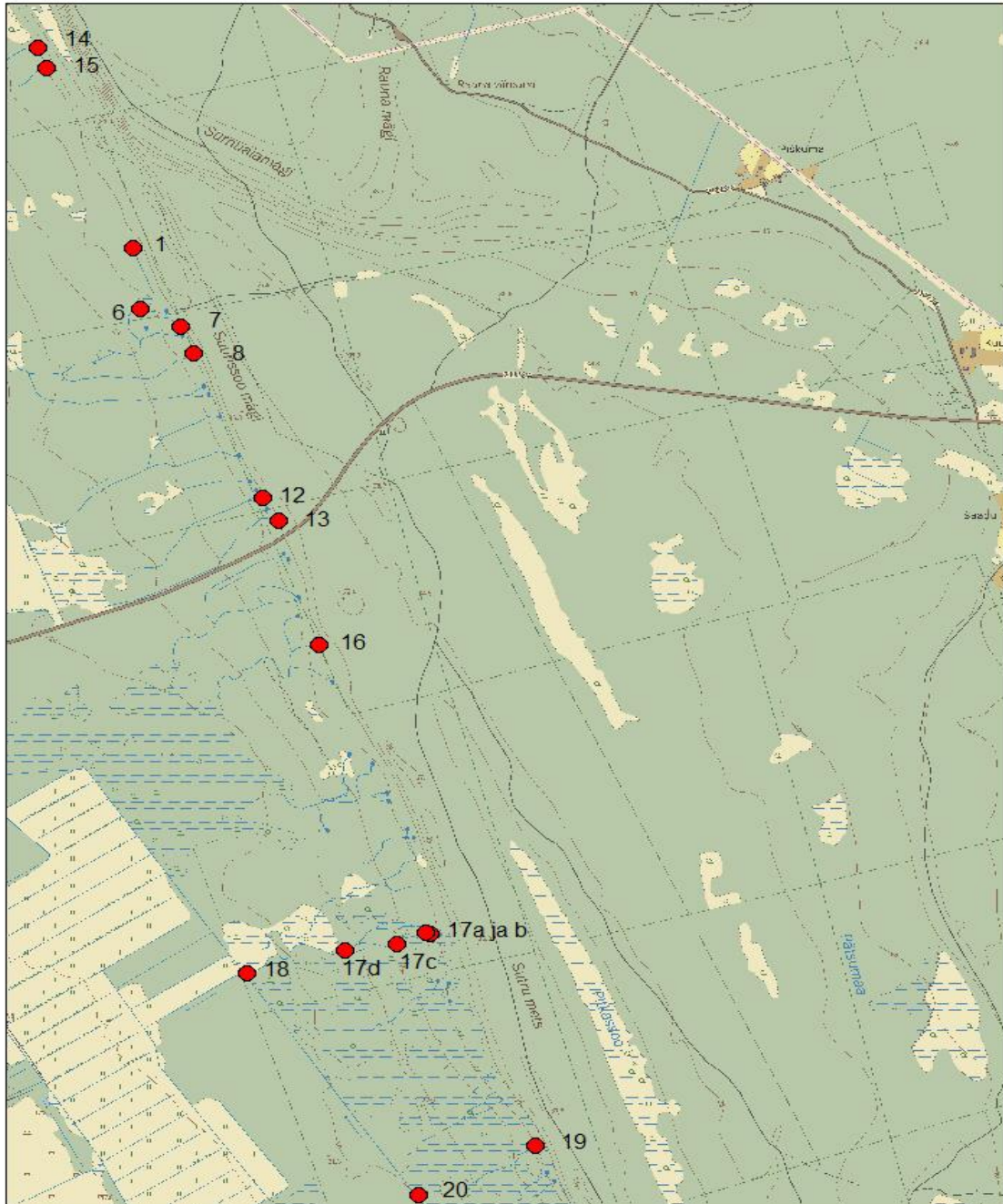
KIRJELDUSE NR	18	13	17d	17c	7	19	15	17a	17b	6	20-19 vahel	16	8	14	12	20	1
Amblystegium serpens														x			
Aneura pinguis		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x			
Aulacomnium palustre										x							
Bryum pseudotriquetrum	x	x	x	x	x	x	x		x	D	x	KD	D	x	x	x	x
Calliergonella cuspidata										x						x	x
Calypogeia muellerana												x	x		x		
Calypogeia sphagnicola									x								
Campyliadelphus chrysophyllus	x							x								x	
Campylium protensum					x							x					
Campylium stellatum	x		x	x	x	KD	x	x	x	D	x	x		x		x	
Catoscopium nigratum			x			x											
Cephalozia lunulifolia												x					
Ctenidium molluscum				x		x		x	x	x		x				x	
Fissidens adianthoides	x					x	x		x				x	x	x		x
Fissidens osmundoides	x											x					

Fontinalis antipyretica				x													
Leiocolea bantriensis			x	x		x					x						D
Mnium hornum												x					
Palustriella commutata		D	x	D	D		D			D	x	D		D	D		
Palustriella falcata		x				D	x	x	x	D	x		D	D			

Tabel 1 järg

KIRJELDUSE NR	18	13	17c-18 vahel	17c	7	19	15	17a	17b	6	20-19 vahel	16	8	14	12	20	1
Philonotis caespitosa				x						x			D				
Plagiomnium elatum					x												
Preissia quadrata	x		x			x			x		x		x			x	
Rhizomnium punctatum		x			x		x					x	x	x	x		
Riccardia multifida									x								
Riccia latifrons		x													x		
Scorpidium revolvens	x		D	x		KD		D	D	D	x			D		x	
Scorpidium scorpioides								x									
Sphagnum austinii											x						
Sphagnum capillifolium										x		x	x				
Sphagnum subnitens									x	x	x				x		

Viidumäe allikate vaatluspunktid



Joonis 1 Viidumäe allikate taimestiku vaatluspunktid

Tabel 1. Viidumäe allikate vaatluspunktid.

punkti nr.	x-koordinaat	y-koordinaat	ümbritsevad kooslused	rohurinde ÜKV %	märkused
14	22,08956	58,29363	O palumetsa nõlv, S soostunud mets, N allikasoo	mättaid 15%	
15	22,08996	58,29316	O palumetsa nõlv, S ja N soostunud mets	20	
1	22,09360	58,28897	soostunud mets	40	ca 3 jm
6	22,09396	58,28752	soostunud mets	7	ojade ühinemiskohas
7	22,09557	58,28714	O palumetsa nõlv, mujal soostunud mets	20	varjukas
8	22,09613	58,28652	O palumetsa nõlv, mujal soostunud mets	5	varjukas
12	22,09904	58,28314	palumännik N, O ja S; W-kaartes soostumas	10	varjus, põhi mudane
13	22,09967	58,28262	O -suunas kaugele palumetsa kooslusesse uuristunud	10	väga varjukas
16	22,10145	58,27969	O palumetsa nõlv, mujal metsas rabastumise märke	15	
17a	22,10614	58,27294	ümberringi allikasoo	15	kulune
17b	22,10602	58,27295	rabastumiskolletega mätastest ümbritsetud	15	
17c	22,10485	58,27269	ümberringi madal (allika-)soomets	10	metssead voolusängis tegutsenud
17d	22,10285	58,27248	allikasoo	15	
18	22,09901	58,27191	kuivendusest mõjutatud allikasoo ; üle kraavi kõdusoomets	40	suubumine kraavi
19	22,11060	58,26799	allikasoo; väljavool sumbub W-kaartes pilliroostikus	10	
20	22,10605	58,26677	allikasoo; mikroreljeef tugevalt mätlik	50	suubumine kraavi

Soontaimed

Elupaigatüüp 7220* Nõrglubjalasundit moodustavad allikad (nõörsamblakooslused - *Cratoneurion*) Eestis ja mujal Euroopas

Nagu kõigi loodusdirektiivi I lisa elupaigatüüpide puhul, nii saame ka nõrglubja-allikate kohta esialgse põhi-info kätte „Euroopa Liidu elupaikade tõlgendamise käsiraamatu“ (ELET käsiraamat) eestikeelsest meie oludele kohaldatud variandist (Paal, 2004) ja veidi täiendatuna ka selle 2013.a. uuendatud versioonist. Nendes käsiraamatutes toodud kirjelduste põhjal võib see elupaigatüüp paikneda niihästi metsades kui ka avatud maastikul, seejuures enamasti väikse pindalaga laikudena ja nende taimestik on ülekaalus sammaltaimed. Käsiraamatu järgi esineb elupaigatüüp Belgias, Iirimaa, Itaalias, Luksemburgis, Prantsusmaal, Rootsis, Saksamaal, Soomes, Suurbritannias. Sammaltaimede kõrval on nõrglubja-allikatele iseloomulikena nimetatud mitmeid Eesti flooras puuduvaid soontaimeliike: *Arabis soyeri*, *Cochlearia pyrenaica*, *Saxifraga aizoides*; boreaalses piirkonnas täiendavalt veel *Epilobium davuricum* ja *Juncus triglumis*. Ka elupaigatüübi 7220 Põhjamaade vastetena esitatud *Philonotis*- ja *Cratoneuron*-tüüpi allikasoodes on nimetatud dominantidena mõned Eestis puuduvad liigid (*Saxifraga stellaris*, *Viola biflora*, *Epilobium alsinifolium*). Eesti liikidest on käsiraamatus välja toodud hariliku võipätaka *Pinguicula vulgaris* ja eristarna *Carex appropinquata* esinemine; Põhjamaade vastavate allikasoodega on meil ühised liigid põld- ja liivosi (*Equisetum arvense* ja *E. variegatum*) ning soo-koeratubakas *Crepis paludosa*.

J. Paali 2004. aasta käsiraamatu järgi sarnaneb elupaigatüübi 7220 taimkate Eestis üldjoontes niihästi lubjarikaste madalsoode (elupaigatüüp 7210) kui ka allikasoodes (elupaigatüüp 7160) omaga ja Eesti taimkatte kasvukohatüüpidest nimetataksegi sobivaks vasteks allikasoo kasvukohatüüp. Tunnustaimedena esitatakse soontaimedest lubikas *Sesleria caerulea*, pääsusilm *Primula farinosa*, raudtarn *Carex davalliana* jt tarnad, lemmelill *Tofieldia calyculata*, pruun sepsikas *Schoenus ferrugineus*, harilik porss *Myrica gale*, kuninga-kuuskjalg *Pedicularis sceptrum-carolinum*, kuradi- ja kahkjaspunane sõrmkäpp *Dactylorhiza maculata* ja *D. incarnata*, harilik kõoraamat *Gymnadenia conopsea*, soo-neiuvaip *Epipactis palustris*. Ilmselt ekslikult on tunnustaimedena esitatud ka hall ja tõmmu käpp *Orchis militaris* ja *O. ustulata*, kes tegelikult on Eestis kuivade ja/või parasniiskete niitude liigid ja soodes ei kasva. Elupaigatüüpide käsiraamatu vahendusel on see eksitav info edasi läinud ka Eesti Looduse nõrglubja-allikasoid käsitlevasse artiklisse (Ilomets, M. Ja Truus, L. 2012).

Soontaimede inventuur Viidumäe valitud vaatluspunktides

Projekti LIFE SPRINGDAY LIFE 12 NAT/EE/000860 raames läbi viidud soontaimede inventuur toimus projektijuhi poolt välja valitud 13 vaatluspunktis, millele töö käigus lisandus veel kolm. Vaatluskohtade täpsemad asukohad valiti välja koos Nele Ingerpuuga, kes inventeeris sammaltaimi samades punktides. Suurem osa välitöödest toimus 17. juunil 2014, samal ajal Nele Ingerpuu sammaltaimede inventuuriga. Hilisema arenguga taimeliikide määramiseks ning vaatluskohtade asukohtade täpsustamiseks ja iseloomustamiseks tehti täiendavaid vaatlusi veel 7. juulil ning 3., 15. ja 21. oktoobril 2014.a. Valitud vaatluspunktides paiknevad 11 otseselt allikate avamuste piirkonnas, üks kahe voolusängi ühinemiskohas, kolm väikse allikalise oja kulgemise teel ja kaks allikaliste ojade kuivenduskraavi suubumise kohtades. Vaatluspunktide koordinaatide määramiseks kasutati Garmin GPS-seadet Dacota 20 ja need on esitatud tabelis 1, kus peale koordinaatide märgitakse ka allikat ümbritsev taimekooslus ning vajadusel mõned muud selgitavad märkused. Vaatluspunktide asukohad on märgitud joonisel 1 esitatud kaardile. Välitööde käigus registreeriti vaatluspunktides kõik otseselt allikate avamuse piirkonnas ja lisaks sellele ca 10cm ulatuses ka allikat ümbritseval taimestunud alal kasvavad soontaimeliigid. Liikidele anti nende ohtruse/katteväärtuse koguhinnang 5-palli süsteemis või vajadusel hinnang „+“ ühe üksiku isendi märkimiseks. Kõigi soontaimeliikide esinemise põhjal on koostatud koondtabel, mis esitatakse käesoleva aruande lisana. Koondtabelisse on liigid kantud ladinakeelsete nimede tähestikulises järjekorras ja nende nimetused on vastavuses Eesti taimede

määraja kolmanda, parandatud trüki nomenklatuuriga (Krall et al., 2010). Looduskaitsealused taimeliigid on nimekirjas paksu fondiga esile toodud; eraldi veeruna on välja toodud veel nende vaatluspunktide arv, kust liiki leiti, samuti liikide arv vaatluspunktide kaupa. Vaatluspunktides määrati ka rohurinde üldkatteväärts, mis on kantud iseseisva veeruna tabelisse 1.

Välitööandmete analüüs

Välitööde käigus kirjeldati 16 vaatluspunkti ja seal registreeriti kokku 96 soontaimeliiki. Kõige sagedamini esinevad liigid olid seejuures järgmised: harilik peetrileht *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. Vaatluspunktide soontaimeliikide arv kõikus vahemikus 10 kuni 37. Kõige vähem – 10 liiki – registreeriti seejuures tõmbiõiese loa domineerimisega ja metssigade poolt kahjustatud voolusängis (punkt 17c) ja ühe allikalise oja kuivenduskraavi suubumise kohas (punkt 18). Üle 25 liigi leiti kuuest vaatluspunktist. Liikide arv oli kõrge avatud klibuse põhjaga allikates, kus taimestik oli koondunud mätasteks (punktid 14, 15, 19 ja tinglikult ka 8), samuti palumetsa nõlva alla uuristunud kohtades, kus liike oli rohkem metsaliikide arvel (punktid 12, 13, 16). Domineerivate liikidena esinesid pruun sepsikas *Schoenus ferrugineus*, niidutarn *Carex lepidocarpa*, tõmbiõiene luga *Juncus subnodulosus*, harilik sinihelmikas *Molinia caerulea*, tedremaran *Potentilla erecta*, harilik peetrileht *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 käopõll *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. II kaitsekategooria liigid on Russowi sõrmkäpp *Dactylorhiza russowii* (punktid 17b ja 20), tõmbiõiene luga *Juncus subnodulosus* (punktid 17a, 17b, 17c, 17d ja 19), kärbesõis *Ophrys insectifera* (ainult punktis 6), alpi võipätkas *Pinguicula alpina* (punktides 6, 8, 12, 14, 17b ja 19) ja saaremaa robirohi *Rhinanthus osiliensis* (ainult punktis 20). Viimane on ühtlasi ka loodusdirektiivi II lisa liik. III kaitsekategooria liigid on järgmised: kahkjaspunane sõrmkäpp *Dactylorhiza incarnata* (punktides 17b ja 20), kuradi-sõrmkäpp *Dactylorhiza maculata* (punktid 12, 14 ja 15), laialehine neuuvaip *Epipactis helleborine* (ainult punktis 1), soo-neiuvaip *Epipactis palustris* (punktid 13 ja 17c), harilik käoraamat *Gymnadenia conopsea* (punktid 12, 16 ja 20), suur käopõll *Listera ovata* (punktid 12 ja 13) ja harilik porss *Myrica gale* (punktides 1, 7,8, 12,14, 15, 16, 17a, 17b, 17d).

Soode, eriti allikasoodede jaoks tüüpiliste liikide kõrval esineb allikalistel aladel ka neid ümbritsevalt mineraalselt pinnaselt siia jõudnud liike. Metsataimedest olid vaatluspunktides sagedamad võsaulane *Anemone nemorosa*, metsmaasikas *Fragaria vesca*, laanelill *Trientalis europaea*, lillakas *Rubus saxatilis*, mustikas *Vaccinium myrtillus*; niiduliikidest sulg-aruluste *Brachypodium pinnatum* ja keskmine 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. See kajastub käesoleva aruande tabelis 1, kus on esitatud kõigi vaatluspunktide soontaimeliikide üldkatteväärtsus (ÜKV). ÜKV kõigub vahemikus 5 kuni 50%, kusjuures kuuel juhul on see 10% või alla selle. ÜKV on 40-50% ainult ühel soostunud metsa lagendikul (punkt 1) ja allikaliste ojade kuivenduskraavi suubumise kohtades (punktid 18 ja 20). Samas käsiraamatus märgitakse ka seda, et nõrglubja-allikad on sageli väikese pindalaga ja nad võivad esineda nii metsades kui ka avatud maastikul. Tabelist 1 on näha, et Viidumäe allikate valitud vaatluspunktideks on niihästi metsaga ümbritsetud (1, 6, 7, 8, 12, 13, 16) kui ka suhteliselt lagedatel allikasoodel paiknevaid punkte (17a, b, c ja d; osaliselt ka 14).

Soovitused edaspidiseks

Kui allikasoodede veerežiimi parandamiseks käesolevas projektis ette nähtud ja läbi viidavate tegevuste mõju tahetakse tulevikus jälgida muuhulgas ka allikate soontaimeliikide inventuuride käigus, siis tuleb arvestada, et see mõju saab kindlasti olema aeglane ja sellepärast peaks kordusinventuurid planeerima pikema perioodiga, mis oleks vähemalt viis või soovitavalt kuni kümme aastat. Selleks, et jälgida veerežiimi muutmise toimet allikasoodele kui terviklikule kooslusele, võiks seda korraldada projektiala lõunaosas Sutru metsa nõlva all, kus asub taimekoosluste riikliku seire raames aastatel 1999 ja 2004 kirjeldatud seireruut.

Kasutatud materjal

Ilomets, M., Pajula, R. 2012. Juhend Loodusdirektiivi I lisa soo-elupaigatüüpide seisundi hindamiseks. MTÜ Eesti Märjalade Ühingu töövõtulepingu nr. 4-1.1/214 aruanne.

Ilomets, M., Truus, L. 2012. Saladuslikud lubja-allikasood pakuvad peamurdmist tänini. Eesti Loodus 2012, 5.

Interpretation Manual – EUR28. 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats.

Krall, H., Kukk, T., Kull, T., Kuusk, V., Leht, M., Oja, T., Pihu, S., Reier, Ü., Zingel, H., Tuulik, T. 2010. Eesti taimede määraja. Eesti Loodusfoto.

Paal, J. 1997. Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. Tallinn.

Paal, J. 2004. „Loodusdirektiivi“ elupaigatüüpide käsiraamat. Digimap OÜ.

Pahlsson, L. (ed.). 1994. Vegetationstyper i Norden. TemaNord 1994:665.

Lisa 2 Viidumäe allikate soontaimede nimekiri

Taimeliik/vaatluspunkti number	1	6	7	8	12	13	14	15	16	17a	17b	17c	17d	18	19	20	esinemiste arv
Achillea millefolium														+			1
Agrostis canina			1	1		1											3
Agrostis gigantea		+			1		1		1								4
Agrostis stolonifera					1				1								2
Anemone nemorosa			+	1		+		+									4
Angelica sylvestris				1										+			2
Asperula tinctoria														1			1
Betula pubescens juv			1	1					1								3
Brachypodium pinnatum			1			2		1									3
Briza media					1			1	+								3
Calamagrostis arundinacea	1			2	+		1										4
Calamagrostis canescens			1														1
Calamagrostis neglecta			1														1
Calluna vulgaris							+	+	1	+		+			+		6
Cardamine amara									1								1
Carex davalliana	2	1			2				2							2	5
Carex dioica				1		1		1	1						1		5
Carex flacca	1	1	2	2	2	2	1	2	2						1		10
Carex hostiana	1							1		1			1		1		5
Carex lepidocarpa		3	1		1		2	1	+								6
Carex nigra	1																1
Carex panicea	2	2	2		2	1	1	2	1	1	+	1	1	1	1	1	15
Carex vaginata						1											1
Cirsium heterophyllum	3		2	2			1		2					1			6
Cirsium oleraceum						2		1									2
Cirsium palustre		1			+		+										3
Crepis paludosa			3	1													2
Dactylorhiza incarnata											+					+	2

Taimeliik/vaatluspunkti number	1	6	7	8	12	13	14	15	16	17a	17b	17c	17d	18	19	20	esinemiste arv
Dactylorhiza maculata					+		+	+									3
Dactylorhiza russowii											+				+		2
Deschampsia cespitosa				2	1	2											3
Deschampsia flexuosa				1													1
Drosera anglica		1					1			3	2				2		5
Drosera rotundifolia													1		1		2
Eleocharis quinqueflora													1		1		2
Empetrum nigrum										+		+					2
Epipactis helleborine	+																1
Epipactis palustris						1						1					2
Equisetum arvense	2	2	3	2													4
Equisetum fluviatile																+	1
Equisetum hyemale							1										1
Equisetum palustre		1			1												2
Equisetum pratense					3	2	2	1	1								5
Equisetum variegatum		1				1			1								3
Eriophorum latifolium		+						1		1						1	4
Festuca ovina									1								1
Festuca rubra							+										1
Filipendula ulmaria						1											1
Fragaria vesca						+			+								2
Frangula alnus	1			1	1			+									4
Galium boreale			1						1								2
Geum rivale						1			1								2
Gymnadenia conopsea					1				1							+	3
Hieracium sp						2											1
Juncus alpinus				1													1
Juncus nodulosus							1	1	1							1	4
Juncus subnodulosus										2	3	3	3		3		5
Juniperus communis juv		+															1
Ledum palustre				1													1

Taimeliik/vaatluspunkti number	1	6	7	8	12	13	14	15	16	17a	17b	17c	17d	18	19	20	esinemiste arv
Linum catharticum													+		2		2
Listera ovata					+	+											2
Lonicera xylosteum								+									1
Luzula pilosa			+														1
Maianthemum bifolium				1		+											2
Melampyrum pratense									1								1
Melica nutans									+								1
Molinia caerulea	3	1	2		2		2	2	2	2	1		3	3	2	3	13
Myrica gale	1		1	2	1		1	1	1	1	+		2				10
Ophrys insectifera		1															1
Parnassia palustris							1	2					1		1	1	5
Phegopteris connectilis						1											1
Phragmites australis										1			+		1		3
Picea abies juv				1		+	+		1								4
Pinguicula alpina		2		1	2		2				1				2		6
Pinguicula vulgaris		1		1	2		2	1	1						+	1	8
Pinus sylvestris juv							+		+	+	+				+		5
Polygala amarella							+		1	+			1		1		5
Potentilla erecta	1		1	1	1		1	2	1	2	1	1	2	2	3	3	14
Primula farinosa		2		1	2		3	2		2		1	2	2	3	2	11
Prunella vulgaris			1	1	1	1			1								5
Pteridium aquilinum	+			1													2
Ranunculus acris					1				2								2
Rhinanthus osiliensis																1	1
Rubus saxatilis				1		1			1								3
Schoenus ferrugineus		2					3	1		3	1	+	4		3	3	9
Scorzonera humilis								1									1
Sesleria caerulea		2	2	2	2		2	2	1		1			1	1	2	11
Solidago virgaurea				+												+	2
Sorbus aucuparia				1													1
Succisa pratensis	2	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	3	1	2	3	16

Taimeliik/vaatluspunkti number	1	6	7	8	12	13	14	15	16	17a	17b	17c	17d	18	19	20	esinemiste arv
Tofieldia calyculata		1			1		2	1	1	2		1	2		2	1	10
Trichophorum cespitosum										1							1
Trientalis europaea	+			+		+		+									4
Tussilago farfara				1	1	3			1								4
Vaccinium myrtillus			1	2	1	1		1	1								6
Veronica officinalis						+											1
Viola riviniana				+													1
Liike kokku	16	21	21	33	29	27	28	29	37	18	13	10	16	10	24	18	

Suurselgrootud

Suurselgrootute nime all mõistetakse palja silmaga nähtavaid loomi, läbimõõduga enamasti üle 0,5 mm. Nende hulka kuuluvad peamiselt põhjaelulised olendid: putukad, ämblikulaadsed, vähid, limused, ümarloomad, lame- ja rõngussid, käsnad ning sammalloomad. Hõljumiloomadega võrreldes on nende eelisteks lai levik, suur liigiline ja toitumistüüpide mitmekesisus; kaladega võrreldes vähene liikuvus, pisikutega võrreldes pikk eluiga. Taimedest erinevalt leidub suurselgrootuid ka pimedas (võrade varjus või sildade all). Neid on kerge koguda ja lihtne määrata. Tundlike taksonite (liikide või suuremate süstemaatiliste rühmade) leidmine näitab, et mitte ainult kogumishetkel, vaid vähemalt nende senise eluaja jooksul pole veekogus olulisi kahjustusi toimunud. Suurselgrootuid leidub igal aastaajal ning nad reageerivad inimtegevusele tugevalt ja sageli ennustatavalt. Looduskaitsealuseid ja ohustatud sisevete suurselgrootute liike on Eestis praegu kokku 93. Natura 2000 liike (Euroopa Nõukogu Direktiiv..., 1992) on 11, kaitstavaid liike (Looduskaitseeadus, 2004) 10 (kõik Natura liigid peale jõevähi), ning Eesti Punase Raamatu (2008) liike 90. Viimane sisaldab palju liike, kes uuematel andmetel ohustatud ei ole.

Keskonnaregistris (<http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main>) on 2013. a. seisuga üle 900 allika. A. Seire on Pandivere kõrgustikult lähtuvate allikate suurselgrootute kohta koostanud ülikooli lõputöö (1975) ning ülevaate surusääsklastest (1978). Põgusalt on allikate kui selgrootute elupaiku iseloomustanud ka T. Timm ja A. Järvekülg (1975). Eesti Maaülikooli limnoloogiakeskuse suurselgrootute andmebaasis on alates 1990. a. 25 proovi 14 erinevast allika kohta. Kõige rohkem on uuritud Nakimetsa allikaoja Viidumäel Saaremaal (praeguses töös Viidumäe allikas nr. 5).

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

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

2. Uurimisala

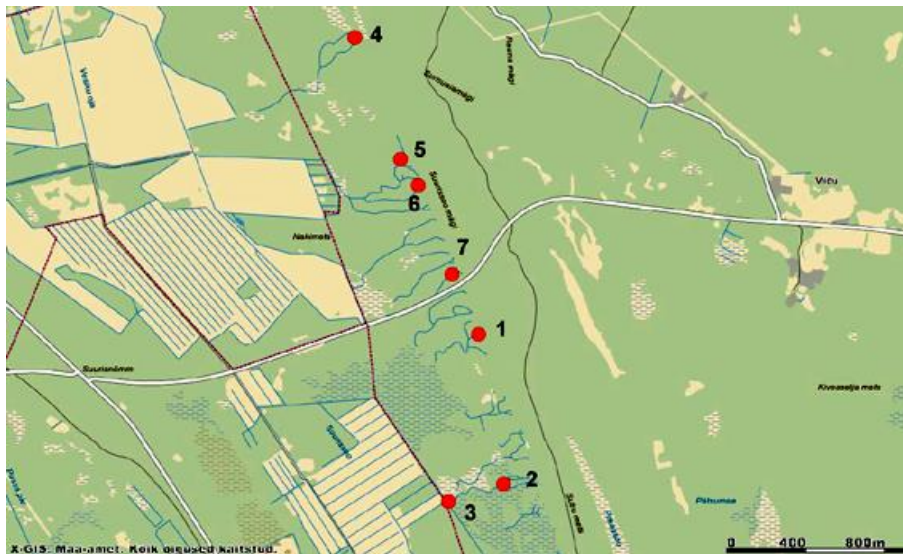
Uurimiskohad valis ja nummerdas Mart Thalfeldt Loodushoiu Keskusest järgmiselt (tabel 1, joonised 1-4).

Tabel 1 Viidumäe allikad (Saaremaa, Vesiku oja valgala), 7 kohta

Uuritud kohtade kirjeldus. N - põhjalaius. E - idapikkus. L - limnokreen, R - reokreen, H - helokreen. * - peaaegu kuivanud

Ala ja nr.	N	E	Tüüp
Viidumäe			
1	58,279	22,101	R
2	58,273	22,103	R
3	58,272	22,099	R
4	58,295	22,090	H
5	58,287	22,094	R
6	58,287	22,095	H
7	58,282	22,099	R

Uuritud kohtades oli proovivõtmise ajal veetase enamasti madal. Viidumäe allikad olid enamasti ojad, peale kahe soise (nr. 4 ja 6).



Joonis 3. Viidumäe proovikohad

Meetodid

Välitööd tehti 2. (Kiikumõisa), 11. (Vormsi) ja 22. mail (Viidumäe) 2014. a. Geograafilised koordinaadid määrati GPS 315 "Magellan" abil. Allikatüübid (kas reo-, limno- või helokreen) hinnati silma järgi.

Suurselgrootuid püüti veekogude põhjast standardkavaga (raami serva pikkus 25 cm, sõelaava läbimõõt 0,5 mm, varre pikkus 1 m) (European..., 1994). Paljude allikate väga väikese pindala tõttu koguti igal pool ainult kvalitatiivsed proovid. Igast allikast võeti üks proov. Loomad ning kahva sattunud muu tahke materjal fikseeriti kohapeal 96% piirituses; loomad sortiti, loendati ja määrati laboris. Määramistase oli vastavuses mageveekogude seisundi hindamise juhendiga (Timm & Vilbaste 2010).

Uuritud kohtadel iseloomustati suurselgrootute liigistiku järgi ka keskkonnaseisundit (ASPT indeks, Armitage et al. 1983) ning hüdromorfoloogilisi 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).

4. Tulemused

Kokku saadi 20 proovist 795 isendit, mis kuulusid 57 taksonisse. Taksonite nimekiri on tabelis 2. Kõige tavalisem rühm oli praeguses töös 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 ja Viidumäe allikates, kuid ta puudus Vormsil. Herneskarpe (*Pisidium* sp.) leidis sagedamini kui mujal Viidumäe allikates. Haruldastest liikidest võib esile tõsta ehmeistiivalist *Molannodes tinctus* (Viidumäe allikas 4). Viidumäel oli mitmes kohas (nr. 2, 3 ja 5) ka vöötkiili (*Cordulegaster boltoni*). Muud harvemini esinenud taksonid on tavalised loomad ja nende katkendlik leidumine allikates oli tõenäoliselt põhjustatud juhuslikkusest.

Tabel 2

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

Ladina nimi	Vi1	Vi2	Vi3	Vi4	Vi5	Vi6	Vi7
<i>TURBELLARIA</i>							
<i>Dendrocoelum lacteum</i>					1		1
<i>OLIGOCHAETA</i> Gen. sp.							
<i>HIRUDINEA</i>							
<i>Erpobdella octoculata</i>							
<i>BIVALVIA</i>							
<i>Pisidium</i> sp.		21	6	18	2	10	
<i>Sphaerium corneum</i>							
<i>GASTROPODA</i>							
<i>Bithynia tentaculata</i>				5			
<i>Galba truncatula</i>							

Ladina nimi	Vi1	Vi2	Vi3	Vi4	Vi5	Vi6	Vi7
<i>Planorbis planorbis</i>				12			
<i>Radix balthica</i>							
<i>Stagnicola palustris</i>							
CRUSTACEA							
<i>Asellus aquaticus</i>		1	2	5	1		
<i>Gammarus pulex</i>	8	8	7	6	4	6	5
<i>Ostracoda</i> Gen. sp.							
ARACHNIDA							
<i>Argyroneta aquatica</i>							
<i>Hydrachnidia</i> Gen. sp.			1	2			
EPHEMEROPTERA							
<i>Baetis</i> sp.		1			9		1
<i>Cloeon dipterum</i>							
ODONATA							
<i>Aeshna</i> sp.							
<i>Calopteryx virgo</i>			4				
<i>Cordulegaster boltoni</i>		3	17		1		
<i>Libellula quadrimaculata</i>							
<i>Somatochlora flavomaculata</i>							
PLECOPTERA							
<i>Nemoura cinerea</i>				3	1		1
HETEROPTERA							
<i>Gerris argentatus</i> /sp.			1				
<i>Sigara striata</i>							
<i>Velia saulii</i>			1				
COLEOPTERA							
<i>Agabus</i> sp.							

Ladina nimi	Vi1	Vi2	Vi3	Vi4	Vi5	Vi6	Vi7
<i>Anacaena</i> sp.				1		1	
<i>Dytiscus</i> sp.							
<i>Elodes</i> sp.	3	3			1		1
<i>Enochrus</i> sp.							
<i>Haliphus</i> sp.							
<i>Hydroporus</i> sp.							
<i>Rhantus</i> sp.							
TRICHOPTERA							
<i>Halesus tessellatus</i> /sp.			5				
<i>Hydropsyche angustipennis</i>					2		
<i>Hydroptila</i> sp.							
<i>Limnephilus binotatus</i> /sp.							
<i>Limnephilus rhombicus</i>							
<i>Limnephilus stigma</i>				1			
<i>Limnephilus</i> sp. 1			5	10			
<i>Limnephilus</i> sp. 2							
<i>Molannodes tinctus</i>				1			
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	5	1			1		1
<i>Potamophylax latipennis</i>	2	1	2		2	2	
<i>Trichostegia minor</i>							
DIPTERA							
<i>Ceratopogonidae</i> Gen. sp.	1			1			
<i>Chironomidae</i> Gen. sp.	4	6	21	30	4	8	13
<i>Culicidae</i> Gen. sp.							
<i>Dicranota</i> sp.	1				1		1
<i>Diptera</i> Gen. sp.							

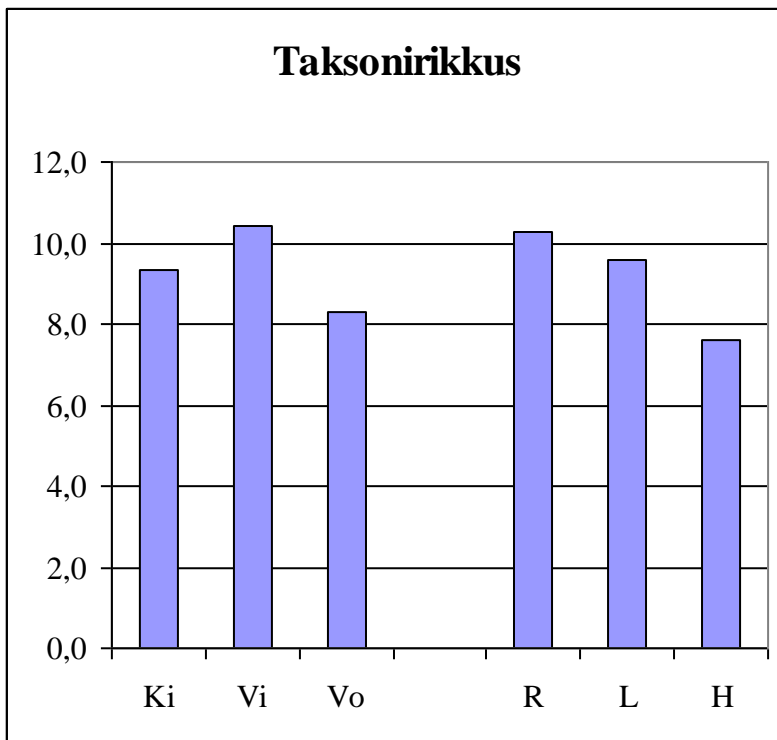
Ladina nimi	Vi1	Vi2	Vi3	Vi4	Vi5	Vi6	Vi7
<i>Dixidae</i> Gen. sp.							
<i>Eloeophila</i> sp.	3	1					
<i>Gnophomyia</i> sp.							
<i>Ptychoptera</i> sp.	2	5					
<i>Simuliidae</i> Gen. sp.		20	2				
<i>Tabanidae</i> Gen. sp.							

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

Tabel 3

Isendite arv (Ni), taksonite arv (Nt), taksoni keskmine tundlikkus (ASPT) ning voolukiiruse ja põhja iseloomu indeks (MESH) uuritud kohtades. Allikatüübid: L - limnokreen, R - reokreen, H - helokreen. Vi - Viidumäe

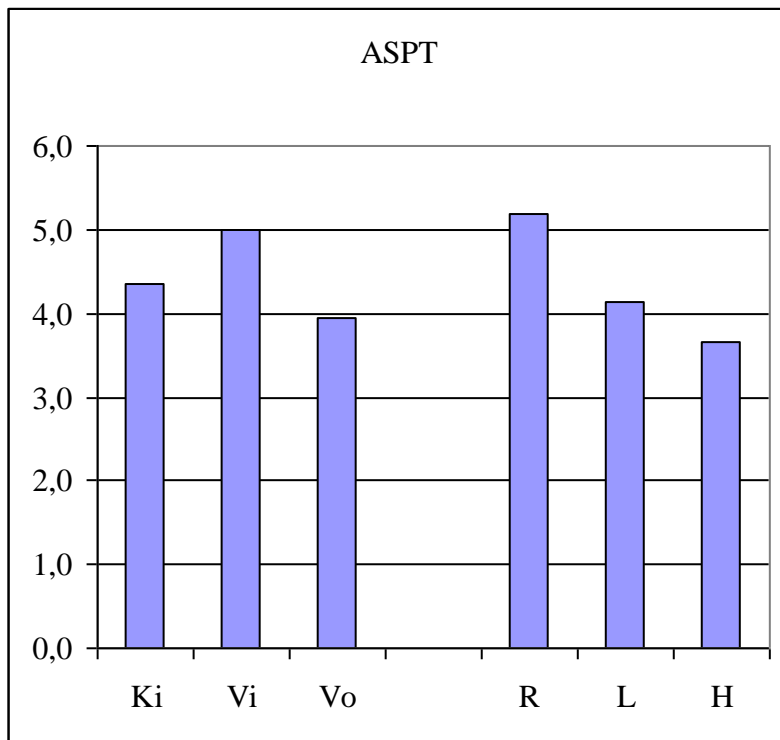
Koht	Ni	Nt	ASPT	MESH	Allikatüüp
Vi1	29	9	5,4	2,71	R
Vi2	71	12	5	2,55	R
Vi3	74	13	5,2	2,18	R
Vi4	95	13	4,33	1,8	H
Vi5	30	13	5,33	2,58	R
Vi6	27	5	4,6	2,25	H
Vi7	24	8	5,14	2,71	R



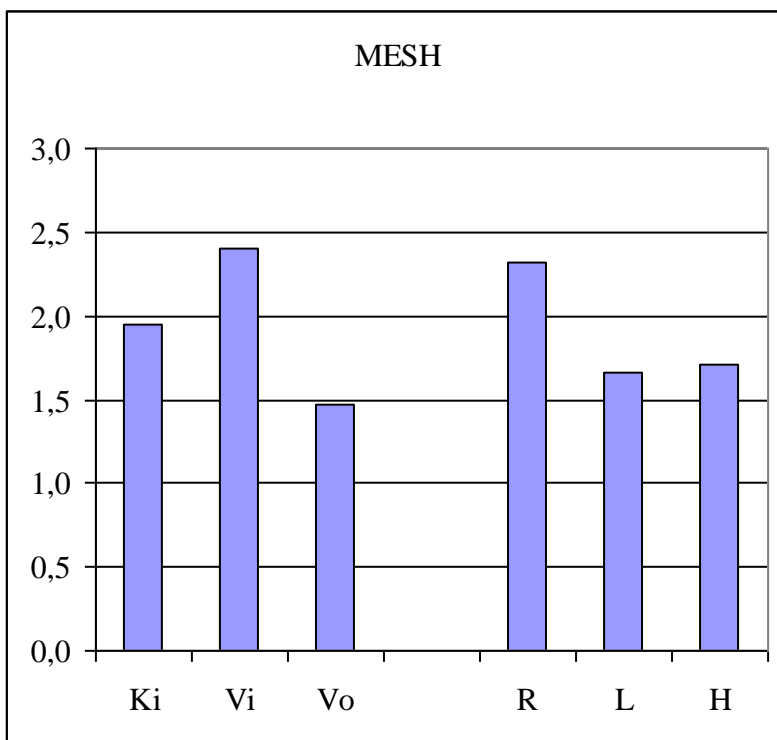
Joonis 5. Keskmine taksonirikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa. Siin ja järgmistel joonistel lühendid nagu tabelis 3

Isendite arvu lähemalt analüüsida pole mõtet, sest tegu oli kvalitatiivsete proovidega. Joonistelt nähtub, et ülejäänud kolme tunnuse keskväärtused järgisid sarnast mustrit. Kõige kõrgemad olid need Viidumäel, millele järgnesid Kiigumõisa ja Vormsi. Kõige rohkem ja kõige tundlikumaid taksonid oli voolavates vetes (reokreenides), mida kinnitas ka samade kohtade MESH-indeksi kõrgeim keskmine väärtus (joonis 7). Nagu tabelist 3 näha, oligi just Viidumäe piirkonnas kõige rohkem reokreene. Taksonirikkuse ja tundlikkuse poolest järgnesid reokreenidele limnokreenid ja helokreenid: s.t. soistes allikates oli keskmiselt kõige vähem ja kõige tundetumaid liike.

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



Joonis 6. Taksoni keskmine tundlikkus piirkondade ja allikatüüpide kaupa



Joonis 7. Keskmised hüdro-morfoloogilised tingimused suurselgrootute järgi, piirkondade ja allikatüüpide kaupa

Vaatamata proovide suhteliselt väikesele arvule (kokku 20), oli neid siiski peaaegu sama palju kui varem üldse samalaadilisi proove EMÜ andmebaasis. A. Seire (1975, 1978) kogutud proovid olid praegustest oluliselt teistsuguse eesmärgiga (suunatud peamiselt loomastiku asustustiheduse, biomassi ja eriti surusääsklaste liigilise koosseisu hindamiseks), ja pole praegu enam kättesaadavad. Tulemused sobivad ka seniste teadmistega taksonirikkuse ja taksonite tundlikkuse kohta veekogudes. Vooluveses on nad looduslikult kõrgemad kui seisuveses (Pinnaveekogumite... 2009). See leidis kinnitust ka nüüd: varem väga vähe uuritud väikevetes - allikates.

Kirjandus

Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., Furse M.T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333-347.

Barquin J., Death R.G. 2009. Physical and chemical differences in karst springs of Cantabria, northern Spain: do invertebrate communities correspond? *Aquatic Ecology* 43: 445-455.

Botosaneanu L. (ed.), 1998. *Studies in crenobiology. The biology of springs and springbrooks.* Backhuys Pubs, Leiden.

Cantonati M, Gerecke R, Bertuzzi E, 2006. Springs of the Alps - sensitive ecosystems to environmental change: From biodiversity assessments to long-term studies. *Hydrobiologia* 562: 59-96.

Dumnicka E, Galas J, Koperski P., 2007. Benthic invertebrates in karst springs: Does substratum or location define communities? *International Review Of Hydrobiology* 92: 452-464.

Dumnicka E., Galas J., Jatulewicz, I., Karlikowska J., Rzonca B., 2013. From spring sources to springbrook: Changes in environmental characteristics and benthic fauna. *Biologia* 68: 142-149.

Eesti Punane Raamat, 2008. Ohustatud seened, taimed ja loomad: Andmebaas Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi juures.

Euroopa Nõukogu direktiiv, 1992. Euroopa Nõukogu direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimestiku kaitse kohta.

European Committee for Standardization, 1994. Water quality – Methods for biological sampling – Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates. EN 27828. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.

Fumetti, S. von, Nagel P., 2012. Discharge variability and its effect on faunistic assemblages in springs. *Freshwater Science* 31: 647-656.

Glazier D. S., 2012. Temperature affects food-chain length and macroinvertebrate species richness in spring ecosystems. *Freshwater Science* 31: 575-585.

Hoffsten P.O., Malmqvist B., 2000. The macroinvertebrate fauna and hydrogeology of springs in central Sweden. *Hydrobiologia*. 436: 91-104.

Ilmonen J., 2009. Benthic macroinvertebrate and bryophyte assemblages in boreal springs: Diversity, spatial patterns and conservation. *Acta Universitatis Ouluensis A, Scientiae Rerum Naturalium* 523.

Ilmonen J., Mykra H., Virtanen R., Paasivirta L., Muotka T., 2012. Responses of spring macroinvertebrate and bryophyte communities to habitat modification: community composition, species richness, and red-listed species. *Freshwater Science* 31: 657-667.

Ilmonen J., Paasivirta L., 2005. Benthic macrocrustacean and insect assemblages in relation to spring habitat characteristics: patterns in abundance and diversity. *Hydrobiologia* 533: 99-113.

Ilmonen J., Paasivirta L., Muotka T., 2006. Changes in spring macroinvertebrate assemblages following catchment-scale restoration: first results. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 1377-1382.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Seire A., 1978. On the Chironomidae fauna of the Pandivere springs. *Hydrobiological Researches (Tartu) VII*: 58-70 (vene k.).
- Staudacher K., Füreder L., 2007. Habitat complexity and invertebrates in selected alpine springs (Schutt, Carinthia, Austria). *International Review of Hydrobiology* 92: 465-479.
- Zollhöfer J.M., Brunke M., Gonser T., 2000. A typology of springs in Switzerland by integrating habitat variables and fauna. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 121: 349-376.
- Timm T., Järvekülg A., 1975. Eesti allikad ekstreemse elupaigana ja nende kaitse. Eesti loodusharulduste kaitseks. Tallinn, 76-89.
- Verdonschot P.F.M., Schot J.A., 1987. Macrofaunal community-types in helocrene springs. *Res. Inst. for Nature Manag., Annual Report 1986*. Arnhem, Leersum and Texel, 85-103.
- Virtanen R., Ilmonen J., Paasivirta L., Muotka T., 2009. Community concordance between bryophyte and insect assemblages in boreal springs: a broad-scale study in isolated habitats. *Freshwater Biol.* 54: 1651-1662.
- Wood, P.J., Gunn, J., Smith, H., Abas-Kutty, A., 2005. Flow permanence and macroinvertebrate community diversity within groundwater dominated headwater streams and springs. *Hydrobiologia* 545: 55-64.