

Tellijä: Keskkonnaamet

Töö nr: 14089

Salajõe karstiaia uuring

Täitjad: Karl Kupits
Madis Metsur
Anneli Palo
Jüri Plado

Tallinn
juuni 2015



SISUKORD

1	SISSEJUHATUS.....	2
2	SALAJÕGI JA KAITSTAV ALA	3
2.1	Salajõgi.....	3
2.1.1	Üldised andmed	3
2.1.2	Jõe seisund.....	4
2.1.3	Salajõe vee kvaliteet varasemate veeanalüüside alusel.....	4
2.2	Kaitstav ala.....	6
3	UURINGUD JA TULEMUSED.....	13
3.1	Karstiga seotud ja vee-elupaigatüüpide inventuur	13
3.2	Salajõe hüdroloogia	14
3.3	Karstiaala geoloogiline kaardistamine ja hüdrogeoloogia	17
3.4	Karstiobjektide inventuur.....	21
3.5	Kaitsekorralduslikud meetmed	22
3.5.1	Kaitsekorra muutmise vajadus	22
3.5.2	Mõjutegurid ja meetmed.....	23
4	KASUTATUD ALLIKAD	26

1 SISSEJUHATUS

Käesolev töö telliti Keskkonnaameti poolt eesmärgiga saada vajalikud soovitused Salajõe maastikukaitseala ja Salajõe hoiuala kaitse korraldamiseks.

Lähteülesande alusel oli käesolev töö piiritletud Salajõe karstiaala uuringuga Salajõe karstiorus, Tiberna allikate juures ja nende vahelisel maa-aluse jõe alal. Tulemuste saavutamiseks nähti ette täiendavate andmete kogumine läbi hüdroteoloogilise uuringu ja elupaigatüüpide inventuuri.

Projekti tulemusi kasutatakse Salajõe maastikukaitseala ja Väinamere loodusala kaitse-eesmärkide saavutamiseks, väheuuritud elupaigatüüpide seisundi hindamiseks ja ohtude vältimiseks edasiste otsuste tegemisel.

Salajõe maastikukaitseala põhieesmärk on Läänemaa suurima karstiaala kaitse. Metsakaitse eesmärk kaitsealal on elustiku mitmekesisuse ja maastikuilme säilitamine.¹

Salajõe hoiuala kaitse-eesmärk on nõukogu direktiivi 92/43/EMÜ I lisas nimetatud elupaigatüüpide – lubjarikkal mullal kuivade niitude (6210*), loodude (6280*) ja liigirikaste madalsoode (7230) kaitse.²

Töös osalesid:

Karl Kupits	AS Maves, ala ülevaatus, andmete koondamine, aruande koostamine, lõppjärelused.
Madis Metsur	AS Maves, ala ülevaatus, maaparandus, surveegurid, aruande koostamine, lõppjärelused.
Artto Pello	AS Maves, ala ülevaatus, kaardianalüüs, kaarditöötlus
Eik Eller	AS Maves, sette sondeerimine
Tõnu Aamissepp	AS Maves, sette sondeerimine
Anneli Palo	OÜ Metsamutt, elupaigatüüpide inventuur
Jüri Plado	Tartu Ülikool, geoloogiline kaardistamine
Argo Jõelegt	Tartu Ülikool, geoloogiline kaardistamine
Kaidi Sarv	Tartu Ülikool, geoloogiline kaardistamine

2 SALAJÕGI JA KAITSTAV ALA

2.1 Salajõgi

2.1.1 Üldised andmed

Salajõe valgala merre suubumisel on Keskkonnaregistri³ andmetel 93,1 km² (juuni 2015). Enne jõe suubumist karsti on valgala hinnanguliseks suuruseks 70 km^{2,4}. Keskkonnaagentuurist (KAUR) tellitud hüdroloogiliste arvutuste andmetel on Salajõe valgala suuruseks suudmes 84,14 km² ja suubumisel karsti 53,43 km².

Oma nime on veekogu saanud sellest, et ta voolab keskjooksul ligi poolteist kilomeetrit maa all. Sealsete karstinähtuste kaitseks ongi loodud kahest lahustükist koosnev Salajõe maastikukaitseala ja hoiuala. See on suurim Läänemaa karstiaala ja võeti üksikobjektina kohaliku kaitse alla 1964. aastal.⁵

Salajõgi on ülemjooksul ligi kümme kilomeetri ulatuses õgvendatud ja saab lisavett Oru peakraavist. Salajõgi ja Oru peakraav on valdavas ulatuses riigi poolt korrashoitav maaparanduse eesvool. Alamjooksul saab Salajõgi lisavett Kärbla peakraavist, mis on samuti riigi poolt hooldatav eesvool (Joonis 1 – riigi poolt korrashoitavad eesvoolud on punasega tähistatud).



Joonis 1 Salajõgi ja maaparandussüsteemid

Maaparanduse eesvoole hooldatakse käesoleval ajal põllumajandusliku maakasutuse eesmärkidest lähtudes, tagamaks vee äravoolu põllumajandusmaalt. Hooldamata osades

on Salajõe ja Oru peakraavi ning Kärbla pkr tõkestanud koprad ja eesvoolud on kinni kasvanud, risustunud ning äravool on takistatud.⁴

Salajõgi valgub ülemjooksul laiali endise Suurjärve madalamasse nõkku, kus konkreetne voolusäng puudub.

Salajõgi saab osa veest Niibi turbatootmisalalt. Turbatootmisala (kokku 5,23 km²) jaguneb kolmeks osaks, milles tootmine toimub praegu Niibi ja Tui (Niibi III) osades. Niibi II ala on kuivendatud 2000ndate aastate algul. Maa-ameti ortofoto (22.07.2014) järgi hinnates on tootmisalast (5,2 km²) praegu taimkatteta (pruun) ligikaudu pool.

2.1.2 Jõe seisund

Salajõgi on Lääne-Eesti veemajanduskavas⁶ loetud looduslikuks vooluveekogumiks (tüüp I B – heledaveelised ja vähese orgaanilise aine sisaldusega jõed valgala suurusega 10–100 km²), mis on suurselgroogsete ja kalade varasemate uurimisandmete alusel heas ökoloogilises seisundis. Jõgi on heas seisundis olevaks loetud ka veekogumite seisundi 2013. aasta vahehindangus⁷.

Võrdlusjõena on Vihterpalu jõe ülemjooksu (Vihterpalu Piirsalu jõeni) seisund hinnatud käesoleva perioodi veemajanduskavas ja 2013. aasta vahehindangus kesiseks. Alamjooks aga heaks. Ülemjooksu surveteguriteks on maaparandus* ja põllumajandus.

2.1.3 Salajõe vee kvaliteet varasemate veeanalüüside alusel

Jõgede operatiivseire raames analüüsis Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK) 2013. aastal Salajõe vee kvaliteedi seisundit neljas punktis.

Analüüsiti BHT₅, heljum, N_{üld}, NH₄, NO₃, O₂, P_{üld}, pH, temperatuuri ja värvust. Proovid võeti juunis, juulis, augustis, septembris ja oktoobris ajavahemikul 11. juunist kuni 14. oktoobrini. Jõe füüsikalise-keemilise (FÜ-KE) seisundi koondhindang on enne karsti suubumist hea:

Tabel 1 Salajõgi, Vedra: veekogumi kvaliteedinäitajad

vk_tüüp	seis_kl	ÖSE	pH	O2%	BHT5	NH4-N	N_üld	P_üld	FÜ-KE
1B			6-9	59 [†]	1.6	0.11	1,1	0,050	21

FÜ-KE oli hea. pH oli vahemikus 6–9, elektrijuhtivus 438–570 µS/cm, heljum 2,5–11 mg/l ja värvus 160–290 mgPt/l.⁸

Operatiivseire käigus (ja ka muude eelnevate uuringute raames) on võetud mitmeid veeanalüüse jõe ülemjooksult. Lahustunud hapniku näitajate põhjal pole võimalik teha laiapõhjalisi järeldusi survetegurite olulisusest. Hapnikupuudus on paljude väikejõgede probleem. Näiteks väikejõgede seire järgi on 2013. aastal 33 % jõgedest⁹ ja 2014. aastal 21 % jõgedest¹⁰ hapniku sisalduse tõttu mittevastavas seisus (st kesine, halb või väga halb).

* Sarnaselt Salajõega voolab ka Vihterpalu jõgi läbi liigniiskete alade.

** Värvitud vastavalt seisundiklassile: kollane = kesine; roheline = hea; sinine = väga hea

Lisaks eeltoodud EKUK-i operatiivseire aruandele on teada järgmiselt kirjeldatud analüüsid.

Ettevõtte seire (Langham OÜ) 2004 kuni 2011 andmetel (saadud Keskkonnaametist) on määratud peamiselt heljumi sisaldust ja bioloogilist hapnikutarvet rabas ja eesvooludes. Mingeid anomaaliaid see seire tuvastanud ei ole. Heljumi sisaldus kõigub 6–20 mg/l. BHT on vahemikus 2–5 mgO/l.

Keskkonnainspeksiooni 2011. a setteproovide uuringu järeldus: Juhani kaevu sette ja Oru peakraavi sette proovide orgaanilise aine koostis on erinev.

Maves töös⁴ võetud veeproovid 01–05.2012. Töö peamiseks eesmärgiks oli uurida kas Salajõgi ja kaevud on reostatud või on nende vee kvaliteet halvem analoogsetes looduslikes tingimustes paiknevate vooluveekogude ja kaevudega võrreldes, sh tuvastada rabade heljumikoormuse võimalikku mõju kaevudele kõrgveeperioodil. Anomaalset heljumikoormust tuvastada ei õnnestunud. Küll leidis kinnitust vegetatsiooniperioodi väline oluline lämmastiku ja fosfori koormus kogu valgalalt. Sealjuures oli põldudel tuleva vee nitraatiooni (Oru peakraavis 35–44 mg/l) ja üldlämmastiku (Oru peakraavis 6 mg/l) sisaldused kõrgemad kui rabaveel. Olulist erinevust ei olnud Niibi rabast väljuva vee kvaliteedis ja Riguldi ülemjooksu vee kvaliteedis. Heljumi keskmine sisaldus karsti sisenevas vees oli 5 mg/l ja karstist väljuvas vees 3 mg/l. Heljumist 30% on mineraalne ois, ülejäänud orgaaniline aine.

Keemiline hapnikutarve (PHT) oli pinnaveeproovides 15–39 mg/l O₂. Väikseim näit oli Salajõe väljavoolualal Salajõe külas. Suurim Niibi rabast väljuvas kraavis 05.05.2012.

Steigeri töös¹¹ võetud veeproovid 05–10. 2013. Salajõest võeti proove kolmel korral (22. mai, 27. august ja 31. oktoober). Niibi turbatoomisala kuivendusveed ei suurenda lämmastiku ega fosfori väärtusi Salajões. Keskmine üldlämmastiku sisaldus oli jõe karsti suubumisel 3,7 mg/l ja üldfosfori sisaldus 0,1 mg/l. Kõrgemad sisaldused on tingitud vegetatsiooniperioodi väiksemast mõjust[‡] 2013. a operatiivseire tulemustega võrreldes. Keskmine heljumi sisaldus karsti sisenevas vees oli 7 mg/l.

Keemiline hapnikutarve (PHT) oli Salajõe karstiaia valgala pinnaveeproovides 15–39 (kuni 50 seisva veega) mgO/l. Madalvee perioodil eristub vee kvaliteedis keemilise hapnikutarbe (PHT) suurem sisaldus turbatootmisalade vees. Samas suveperioodil 2013 lakkas veevool Salajões Niibi ja Tui rabade vahelisel alal.

PHT võrdlusvalgatal. Riiklik jõgede hüdrokeemiline seire toimub **Vihterpalu jõel Vihterpalu seirepunktis**. Jõe valgatal ei ole praegu teada turbatootmisalade veelaske.

2012. aastal (12 veeproovi) muutus PHT Vihterpalu seirepunktis vahemikus 29–48 mgO/l, keskmine 37 mgO/l. Samal perioodil kui Maves võetud 2012. aasta veeproovid (jaanuar kuni mai, 5 veeproovi) on Vihterpalu jõe PHT vahemikus 29–39 mgO/l, keskmine 34 mgO/l, sealhulgas 02.05.2012 38 mgO/l.

2013. aastal (12 veeproovi) oli PHT Vihterpalus vahemikus 25–32 mgO/l, keskmine 29 mgO/l, mis on lähedane PHT näitajatega Steigeri aruandes toodud Salajõe karsti suubuva vee proovides kevadel ja sügisel. Salajõe karsti suubuva vee PHT näitaja (39

[‡] Taimetoitainete koormus soodustab taimestiku vohamist veekogus, taimestiku lagunemisel vabaneb vette omakorda orgaaniline süsinik. See on aastaegade vaheldumisega seotud protsess.

mgO/l) augustis 2013 (miinimumperiood) oli märgatavalt suurem Vihterpalu jõe 2013. aasta keskmisest näitajast ja lähedane Vihterpalu 2012 aasta keskmise PHT näitajaga.

Orgaanilise aine koormuse allikate üle mõtlemiseks annab põhjust järgmine võrdlus vaatlusperioodist 1992–2013 (Tabel 2):

Tabel 2 PHT dünaamika Vihterpalu vaatlusjaamas 1992 – 2013 (mgO/l)

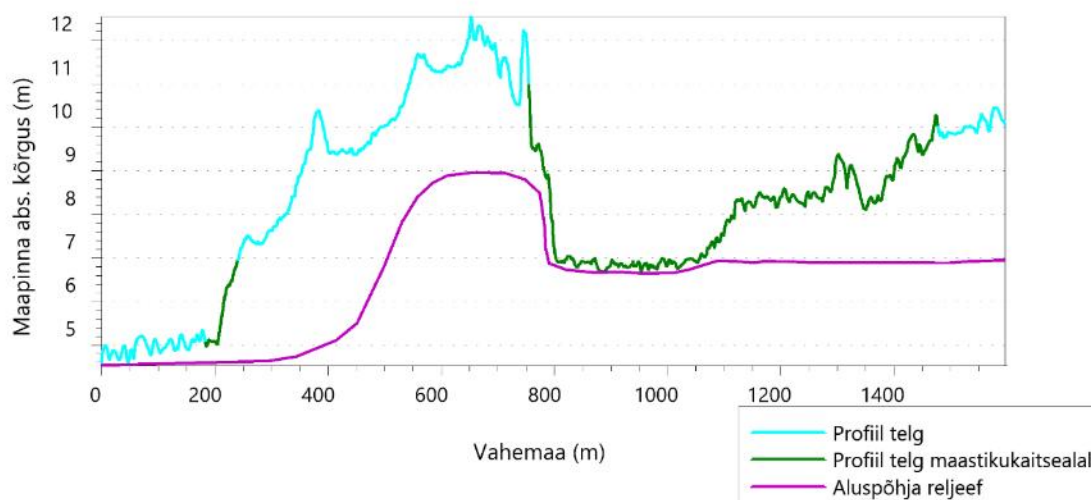
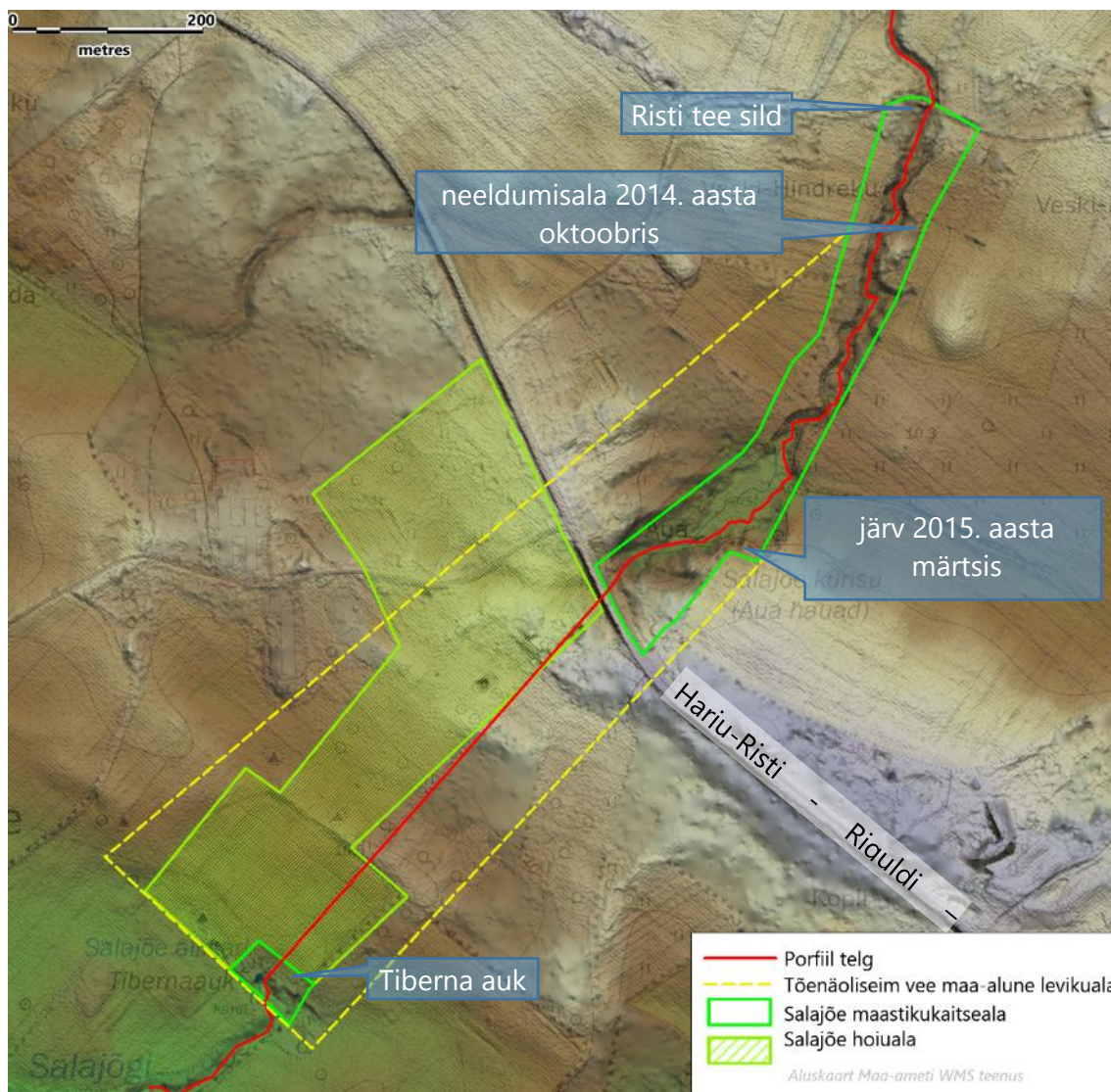
DEKAADI AASTA	1992 -94	2001 - 2003	2011 - 13
1		33	32
2	20	26	37
3	19	24	29
4	20		
3 aasta keskmine	20	28	33

Salajõe vee kvaliteet ega ökoloogiline seisund ei erine oluliselt analoogiliste jõgede vee kvaliteedist ega seisundist. Jõgede vee (ja põhjavee) orgaanilise aine sisalduse suurenemine ja värvuse tumedamaks muutumine esineb mitmel pool Eestis. Näiteks tuleb seetõttu Rapla seni maapinnalähedast lubjakivide põhjaveekihti kasutatav veehaare ümber ehitada sügavama Ordoviitsiumi – Kambriumi liivakivi veekihi kasutamisele¹². **Ei saa eeldada, et Salajõe vee kvaliteet hakkab vastama põhjavee joogiveeallika nõuetele, sh peab PHT väärtus olema alla 5 mg/l O₂.**

2.2 Kaitstav ala

Risti tee sillast allavoolu kaob jõgi mitmes kohas maa alla. Vooluhulk võib suurvee ajal ulatuda 2,2 kuupmeetrini sekundis. Maa-aluste vooluteede läbilaskevõime poolest (kuni 1,7 m³/s) on Salajõgi Eestis neljandal kohal.¹³

Neeldumisala on osaliselt võsastunud, 600 meetrit pikk ja 100 meetrit lai looklev org (Joonis 2, Foto 1). Selles on 35 eri arengujärgus karstilehtrit, millest suurimad, Haudadeks kutsutavad, on kuni 50 m pikad ja 20 m laiad. Suvel on nõgu kuiv, vee neelavad siis juba esimesed karstilehtrid, mis suudavad vastu võtta üle 170 l/s¹³ (Foto 2). Suurvee aegu voolab jõgi aga kuni maanteeni, mille ette moodustub neelamisvõime ületamise korral väike järv (Foto 3).



Joonis 2 Salajõe maastikukaitseala piirid ja reljeef



Foto 1 Salajõe org 21.07.2014



Foto 2 2014. aasta oktoobris neeldus jõgi 130 m kaugusel Risti tee sillast



Foto 3 2015. aasta märtsis moodustus järv Harju-Risti - Võntküla maanteest teises nõos

Risti tee sillast allavoolu 120 m ulatuses on jõgi kärestikuline (Foto 4).



Foto 4 Karestikuline jõelõik Risti tee sillalt vaatega allavoolu 31.10.2014

Kunagi oli karstinõgu tänu oma viljakale põhjale hea heinamaa.⁵ Nüüd, kui heina enam ei niideta, vahavad siin nõgesed, kasvavad põldmari ja humal (Foto 5).

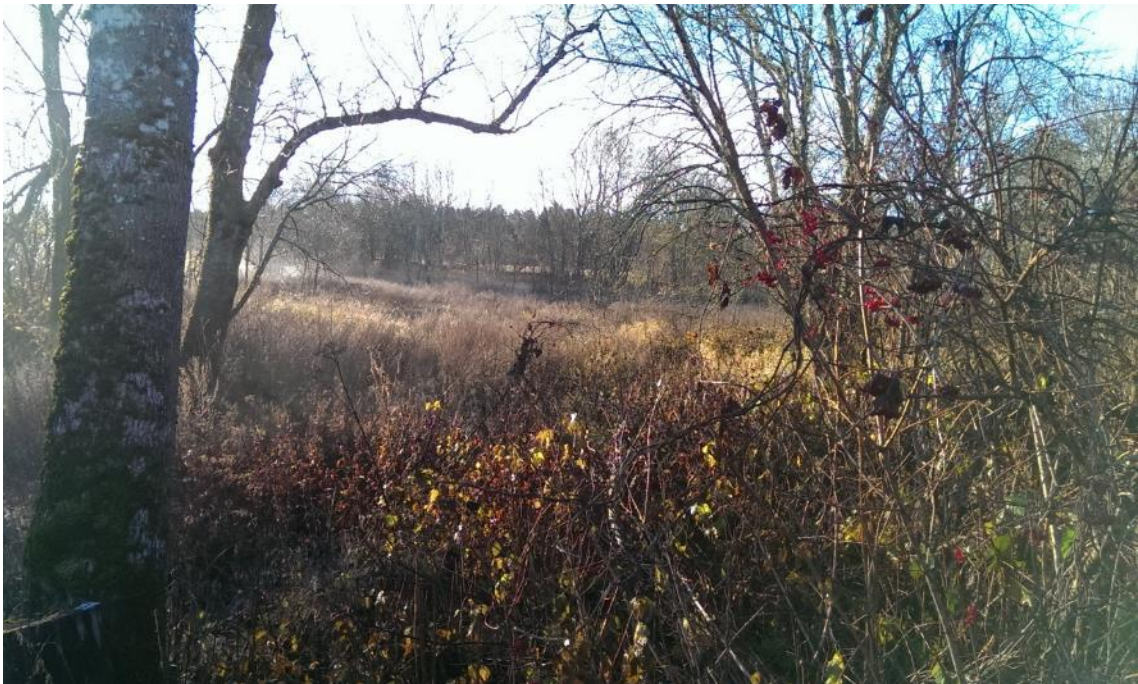


Foto 5 Maastikukaitsealal on maastikku kohati keeruline aimata (vaade piki orgu, voolusuunas) 31.10.2014

Suurvee ajal väljub jõgi maa alt 600 meetri kaugusel viimasest neeldumislehtrist. Maapind on seal paari meetri võrra madalam kui Salajõe suubumisel karsti (Joonis 2). Väljumiskoht – Tiberna auk (Foto 6-Foto 8) – on 5x20 m pindalaga ja 2,5 meetri sügavune nõgu, millest algavat ajutist jõelõiku kutsutakse ka Tiberna jõeks. Peale selle toovad jõevee maa peale Tiberna august omakorda 350–700 m kaugusel edela ja lääne pool asuvad rohked allikad Salajõe külas. Kuivematel aegadel väljub jõgi maa alt seal.



Foto 6 Tiberna auk (allikas) 22.07.2014



Foto 7 Tiberna auk veevaesel ajal 2014. aasta oktoobris



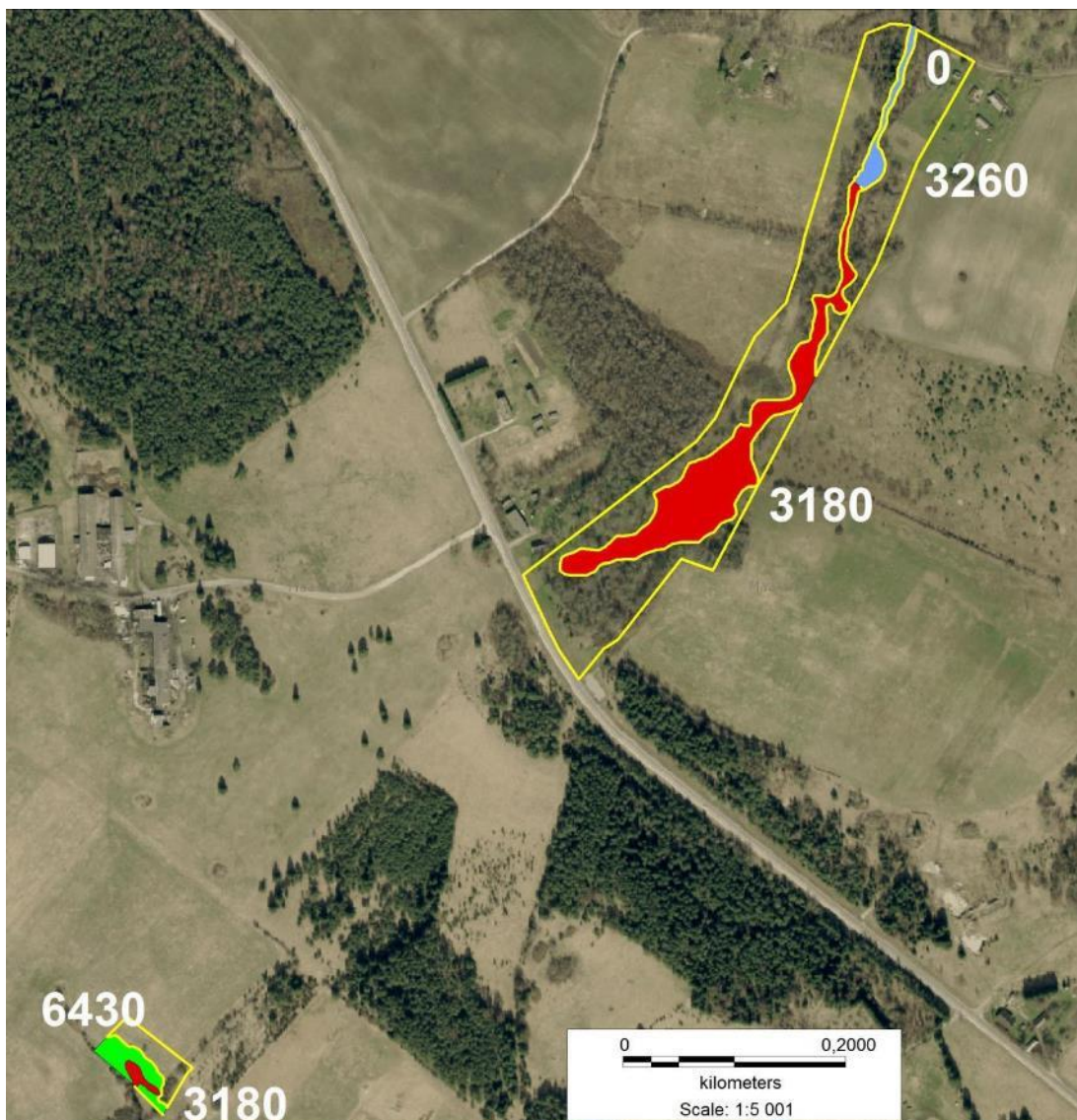
Foto 8 Tiberna auk veerikkal ajal 2015. aasta märtsi

3 UURINGUD JA TULEMUSED

3.1 Karstiga seotud ja vee-elupaigatüüpide inventuur

Uuringu aruanne on käesoleva töö lisas 1. Alljärgnevalt on toodud kokkuvõte.

Salajõe maastikukaitsealal leidub loodusdirektiivi elupaigatüüpe karstijärved ja järvikud (3180*), jõed ja ojad (3260), liigirikkad niidud lubjavesel mullal (6270*), niiskuslembesed kõrgrohustud (6430) ning Tiberna augus kaasnev elupaigatüüp allikad ja allikasood (7160). Inventeeritud elupaigad hõlmavad kokku ligikaudu 1,4 ha.



Joonis 3 Elupaigatüübid kaitsealal (A. Palo, Lisa 1)

Ala on suhteliselt hiljuti hooldatud, raiutud on halli leppa, kuivanud saari ja toomingavõsa, ka lähiaastatel võib osutuda vajalikuks mõne murdunud puu või oksa eemaldamine ning põõsastikku/järelkasvu ei tohiks lasta vohama. Liigirikkuse ja maastikulise atraktiivsuse suurendamiseks võib alal karjatada või niita, kuid pideva üleujutushäiringuga alad püsivad võsast vabad ka selleta. Karjatamise (lambad) puhul võib praegune 0-elupaiga-ala kujuneda vastavaks puiskarjamaa elupaigatüübile.

Külastajate heaolu silmas pidades võiks rada tihedamini niita, 31.07.2014 võis sellel näha kuni 20 cm kõrgust rohtu, sealhulgas kõrvenõgeseid. Suvel pole loodusobjekt siiski kuigi atraktiivne, sealhulgas rohkete hammustavate putukate tõttu, kes karstilohkudes nähtavasti soodsalt paljunevad.

Üldiselt on vee-elupaigad taimestiku osas tüüpilised ja heas seisundis, niidu-elupaik on nitrofiilne ja võsastuv.

Antud juhul on oluline eristada vee-elupaiga seisundit taimestiku ja loomastiku osas. Jõgede ja ojade elupaik inventeeritud lõigus on geomorfoloogiliselt ja taimestiku osas heas seisundis. Loomastiku head seisundit kinnitatud pole ning selle hindamisel tuleb vaadelda Salajõe tervikuna (maakerke tagajärjed suudmes, maaparanduse mõju ja maaparandussüsteemide hooldamisest loobumise mõju).

3.2 Salajõe hüdroloogia

Salajõel regulaarseid äravoolu mõõtmisi tehtud ei ole. Keskkonnamõju hindamise raames tehtud üksikmõõtmised kirjeldavad vooluhulki veeproovide võtmise lävendites veeproovide võtmise ajal. Lauge reljeefi tõttu endise Suurjärve nõos ja selle ümbruses on raske hinnata mõõtepunktide valgalade suurus.

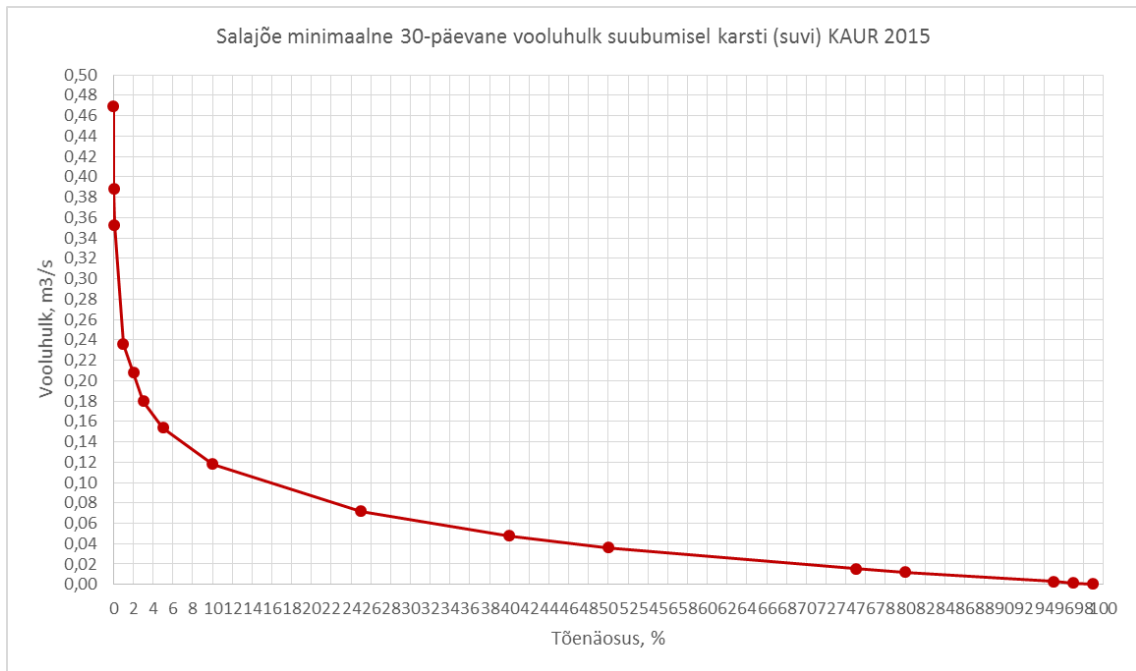
Valgala hüdroloogiliste seaduspäraste selgitamiseks telliti Salajõe valgala hüdroloogilised arvutused KAUR-ist.

Nendel andmetel on Salajõe valgala suurus jõe suudmes 84,14 km² ja suubumisel karsti 53,43 km².

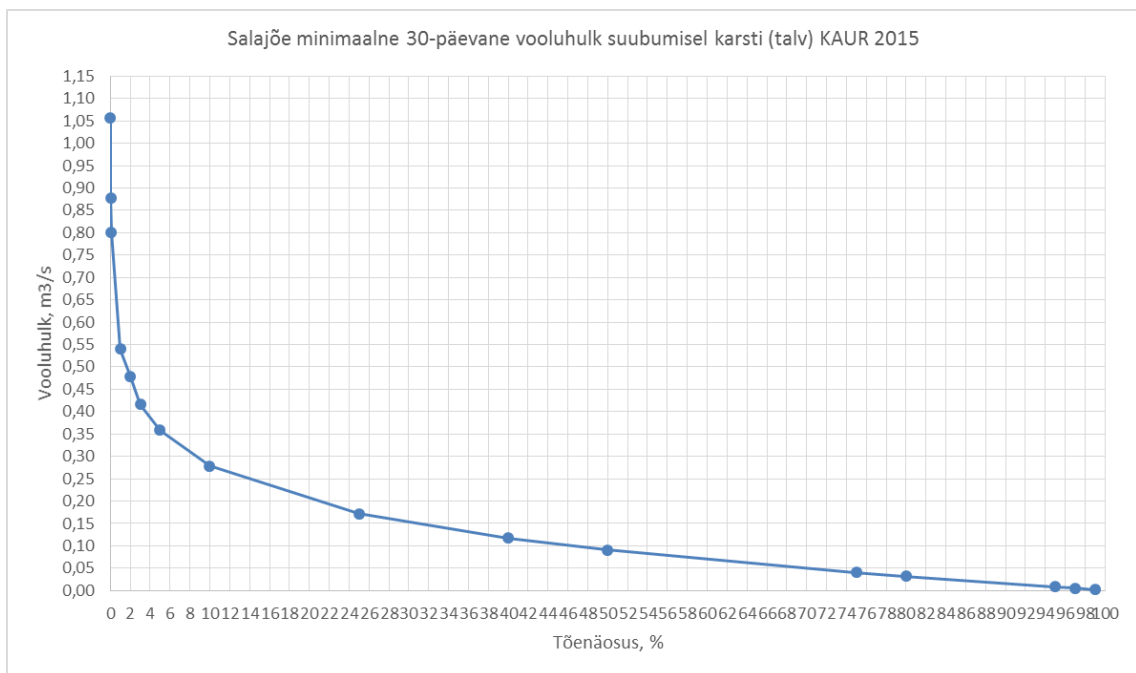
Täpsustatud valgalasse jääb turbatootmisalast 4,2 km², mis moodustab 7,8% Salajõe valgalast suubumisel karsti.¹⁴

Pikaajaline aastakeskmise äravool Salajõe suudmes on 0,77 m³/s ja suubumisel karsti on 0,49 m³/s (äravoolumoodul 9,2 l/s km², pinnavee äravool 290 mm aastas).

Jõe minimaalne 30-päevane suvine 50% tõenäosusega vooluhulk suubumisel karsti on 0,036 m³/s, minimaalne 30-päevane talvine 50% tõenäosusega vooluhulk suubumisel karsti 0,091 m³/s (Joonis 4 ja Joonis 5).

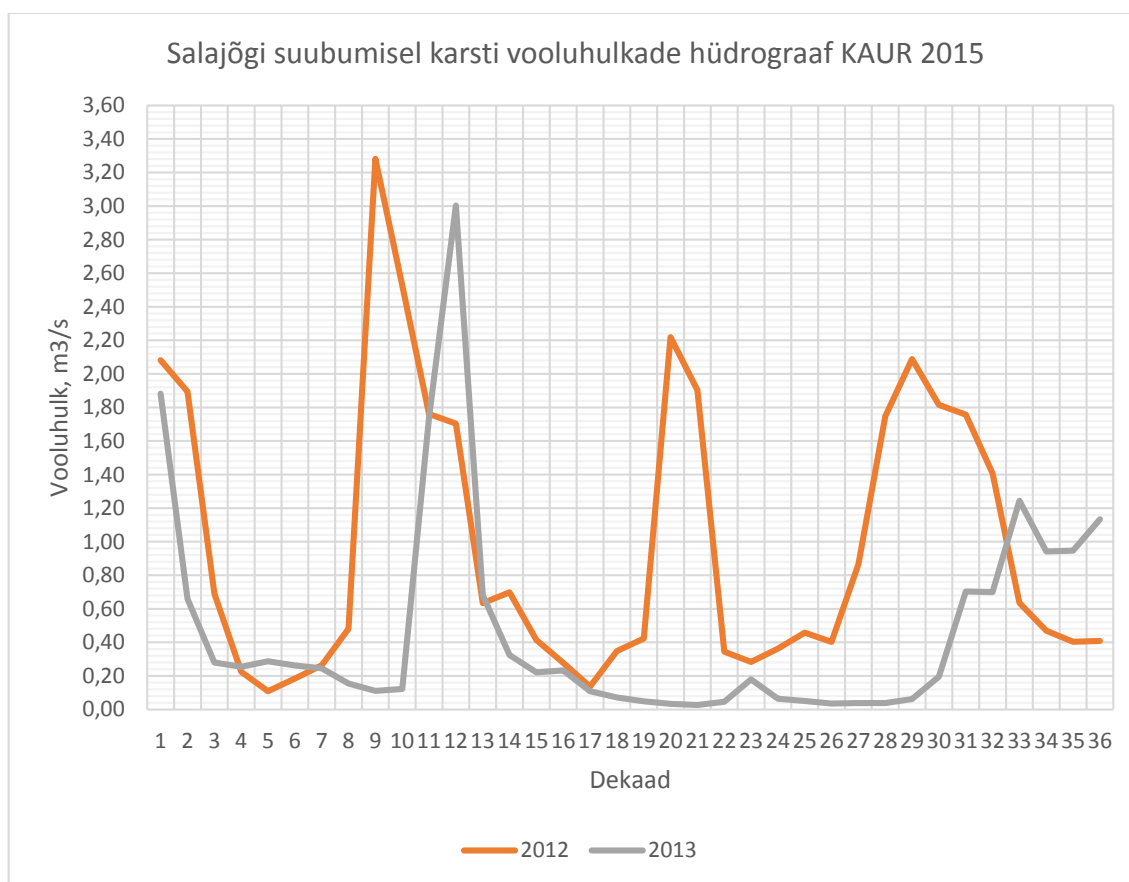


Joonis 4 Suvine 30-päevane vooluhulk karsti



Joonis 5 Talvine 30-päevane vooluhulk karsti

Äravoolu muutlikkust illustreerivad 2012 ja 2013 aasta hüdrograafid (Joonis 6).



Joonis 6 Hüdrograaf suubumisel karsti

Arutus äravoolu osatähtsusest turbarabast. Aastane äravool turbarabast sõltub aasta sademetest ja aurumisest ning pikaajaline aastakeskmine äravool kuivendatud soost ei erine oluliselt Salajõe valgala pikaajalisest keskmisest arvutuslikust äravoolust, mis on 290 mm aastas. Seda kinnitavad turbarabade äravoolu uuringud Soomes¹⁵.

Olemasolevate veeproovide alusel võib turbaraba väljavooludest allavoolu võetud veeproovides suuremat orgaanilise aine sisaldust märgata miinimumperioodil, sh eriti ilmekalt äravooluta perioodidel. Suurvee perioodil mõõdetavat vahet pinnavee orgaanilise aine sisalduses jälgitav ei ole. Sealjuures ei ületa orgaanilise aine sisaldus sama näitajat Vihterpalu võrdlusvalgala.

Loodusliku orgaanilise foonikoormuse suurenemist võib täheldada kogu Eestis, sealhulgas on keskmine PHT sisaldus Vihterpalu jões viimase 20 aasta jooksul suurenenud 20 mgO/l → 33 mgO/l.

Lähtudes sellest, et mõõdetav PHT suurenemine toimub ainult äravoolu miinimumperioodil, toimub foonist suurema kontsentratsiooniga orgaanilise aine sisaldusega väljavool turbakihist filtreeruva vee arvel. Põhjavee osatähtsust aastakeskmises äravoolus peegeldab miinimumäravoolu moodul, mis on 50% tõenäosusega 0,7 (suvi) – 1,7 (talv) l/s km². Lähtudes sellest saab orgaanilise aine koormuse suurenemise hindamisel arvesse võtta ainult turbatootmisala miinimumperioodide keskmine vooluhulga, mis moodustab Salajõe paljuaastasest

keskmisest äravoolust karsti 1-2%. Selle vooluhulgaga võiks siis korrutada hinnangulise koormuse suurenemise turbarabast miinimumperioodil.

Turbaraba äravoolu osatähtsus Salajõe karsti suubumisel on aasta keskmiselt kuni 8%. Kuid see ei tähenda proportsionaalset orgaanilise aine koormuse suurenemist turbatootmisaladelt foonikoormusega võrreldes, sest aastakeskmist orgaanilise aine koormuse suurenemist fooniga võrreldes veeanalüüsid ei kinnita.

3.3 Karstiaala geoloogiline kaardistamine ja hüdrogeoloogia

Salajõe on Lääne-Eesti suurim karstiaala, mis asub Ordoviitsiumi lubjakivi Pirgu lademe avamusel. Karstiaala on 20 ha suurune karstihäilude ja –lehtrite ala, kus Salajõgi maa alla kaob. Neeldumisala on 600 meetrit pikk, kohati kuni 100 meetrit lai ja kuni 7,5 m sügav kirde-edela-suunaline org, kus leidub 35 mitmesuguses arengustaadiumis karstilehtrit. Kõige edelapoolsemaid kuni 50 m pikkuseid, 20 m laiuseid ja 3–4,5 m sügavaid lehtreid nimetatakse kõrvalasetsenud talu järgu Aua haudadeks. Suviti on lehtrid kuivad. Jõgi väljub Aua haudadest ligikaudu 1 km kaugusel edelas Salajõe külas alaliste, kuid suurvee ajal lehtritest ~600 m kaugusel asuvate ajutiste allikate kaudu. Ajutised allikad annavad aastas vett tavaliselt vaid paar nädalat. Tuntuim ajutiste allikate grupp paikneb nn Tiberna augus, kuid alalised allikad levivad omakorda 350–700 m kaugusel edela ja lääne pool. Ajutisi allikaid leidub ka Vanatõnu ja Seasaare talude lähistel, kust saab alguse Vahuleeme jõgi.¹³ Salajõe neeldumis- ja allikateala vahel paiknevad üksikud langatuslehtrid. Nende üksikute leidude alusel oletas Heinsalu¹³, et jõgi on maa all tugevasti hargnenud. Sama autor on viidanud ka võimalikule karstioru all kulgevale kirde-edela-suunalisele tektoonilisele rikkevööndile aluspõhjas ning karstivormide viimase jääaja eelsele vanusele.

Geoloogilist osa puudutav uuringu aruanne on käesoleva töö lisas 2. Alljärgnevalt on toodud lisas esitatud aruande kokkuvõtte ning info paljandite kohta. Uuringu tulemuste põhjal koostatud kaart on lisatud kokkuvõtte juurde (Joonis 7).

Salajõe karstiaala geofüüsikalise uuringu käigus kaeti karstiaala ja selle vahetu lähiümbrus radariprofiilidega kogupikkuses 21,2 km. Aua haudade ja Tiberna augu vahelisel alal täiendati radariuuringuid kolme elektrometrilise profiiliga kogupikkuses 1,65 km.

Karst avaldub radariläbilõigetel aluspõhjasistest peegeldustena, mis mingis lõigus on ilma näiva põhjusega oluliselt suurema amplituudiga. Nähtust põhjustab tõenäoliselt kihipindasid mööda arenev väljalahustumine. Asukoha poolest on nähtus seostatav kunagise Sarapiku ojaga, mis toimis suurvee perioodidel. Pindmise karsti kohatisele esinemisele viitavad „mittesiledad“ peegeldused aluspõhja pealispinnalt.

Eritakistuse läbilõiked näitavad kihilist keskkonda. Suurema eritakistusega aluspõhjal lasub muutlik, kuid üldiselt väiksema eritakistusega pinnakate. Kvaternaarisetete pinnakihi muutlikkust põhjustab pinnakihi liivakuse ja niiskuse varieerumine. Pinnakatte sügavam osa on eeldatava karstivööndi läheduses muutlikum ja seda saab selgitada rohkem varieeruva niiskuserežiimiga karstivormide kohale jäävas pinnases.

Piir pinnakatte ja aluspõhja kivimite vahel ning karstivormide esinemiskohad ei ole eritakistuse läbilõigetel üheselt määratavad. Horisontaalselt kihipinnalõhesid pidi areneva karstumise tulemusena on aluspõhjakivimite ülaosa eritakistus vähenenud ning

seetõttu pinnakattest raskesti eristatav. Elektromeetriliste tööde tulemused toetavad seisukohta, et langatuslehtrite vähesus viitab maa-aluse jõe tugevale hargnemisele ja suurte tühemete puudumisele.

Tööde tulemusena on antud vee maa-aluste vooluteede peamine levikuala Aua haudade ja Tiberna allikate vahel.

Ülo Heinsalu on esitanud kahtluse, et alal võib olla geoloogilise rikke võõnd¹³. Üldisel (möötkava 1:200 000) geoloogilisel kaardil¹⁶ rikkevööndit märgitud pole. Käesoleva uuringu (Lisa 2) käigus läbi viidud elektromeetrilised mõõtmised ei toeta rikkevööndi ideed.

Tõenäoliselt on piirkonnas tegemist peamiselt aluspõhja pindmises osas levivate karstinähtustega. Moreeni aluses osas peab Aua haudade ja Tiberna allikate vahel olema lubjakividesse lahustunud suhteliselt avarad vooluteed, mis lasevad kõrge põhjavee taseme puhul läbi suure koguse vett, millest oluline osa voolab ära Tiberna allikast. Avatud vooluteede olemasolu kinnitab ka sette perioodiline väljakanne Tiberna allikast. Avatud väiksema vee läbilaskevõimega vooluteed väljuvad ka Salajökke Salajõe külas. Selles piirkonnas kvaliteetset põhjavett välja kujuneda ei saa.

Kui kaugemale Salajõest täpselt ulatub karsti suubuva pinnavee mõju on olemasolevate andmete põhjal raske öelda. Salajõest kaugemal kuivadel aladel esineb ka tavalisel moel sademetest läbi mulla ja pinnakatte toituv põhjavesi. Kuid aeroobse põhjaveekihi levik pindalaliselt ja sügavuse suunas on piiratud Salajõe karstiaala ja märgaladega, kus aeroobse põhjavee teke ei ole võimalik (vaata ka raamat *Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse 2005*).

Seega on piirkonnas lubjakivides kolme tüüpi põhjavett:

1. Pinnavee otsese mõju all olev karstitühemike vesi, mille kvaliteet on lähedane pinnaveele ning mis on avatud kõigile valgalalt tulevatele saasteainetele.
2. Kõrgematel aladel laiguti õhukese kihina leviv aeroobne põhjavesi, mida saab kasutada joogiks kui seda kohapeal ei reostata.
3. Anaeroobne põhjavesi, mida tuleb enne joogiks kasutamist töödelda (raua eemaldamine, märgalade lähedal võib esineda ka raskesti eemaldatav humiinaine).

Lähtudes geofüüsika tulemustest ning maapinna kõrgusmudelidest toimub peamine veevool suurvee ajal aluspõhja ülemises kihis Aua karstilehtrite, maapinnal tuvastatavate vajumislehtrite, Tiberna augu ja Salajõe lähte vahel, ehk siis kuni Tiberna auguni kaitseala piires (Joonis 7).

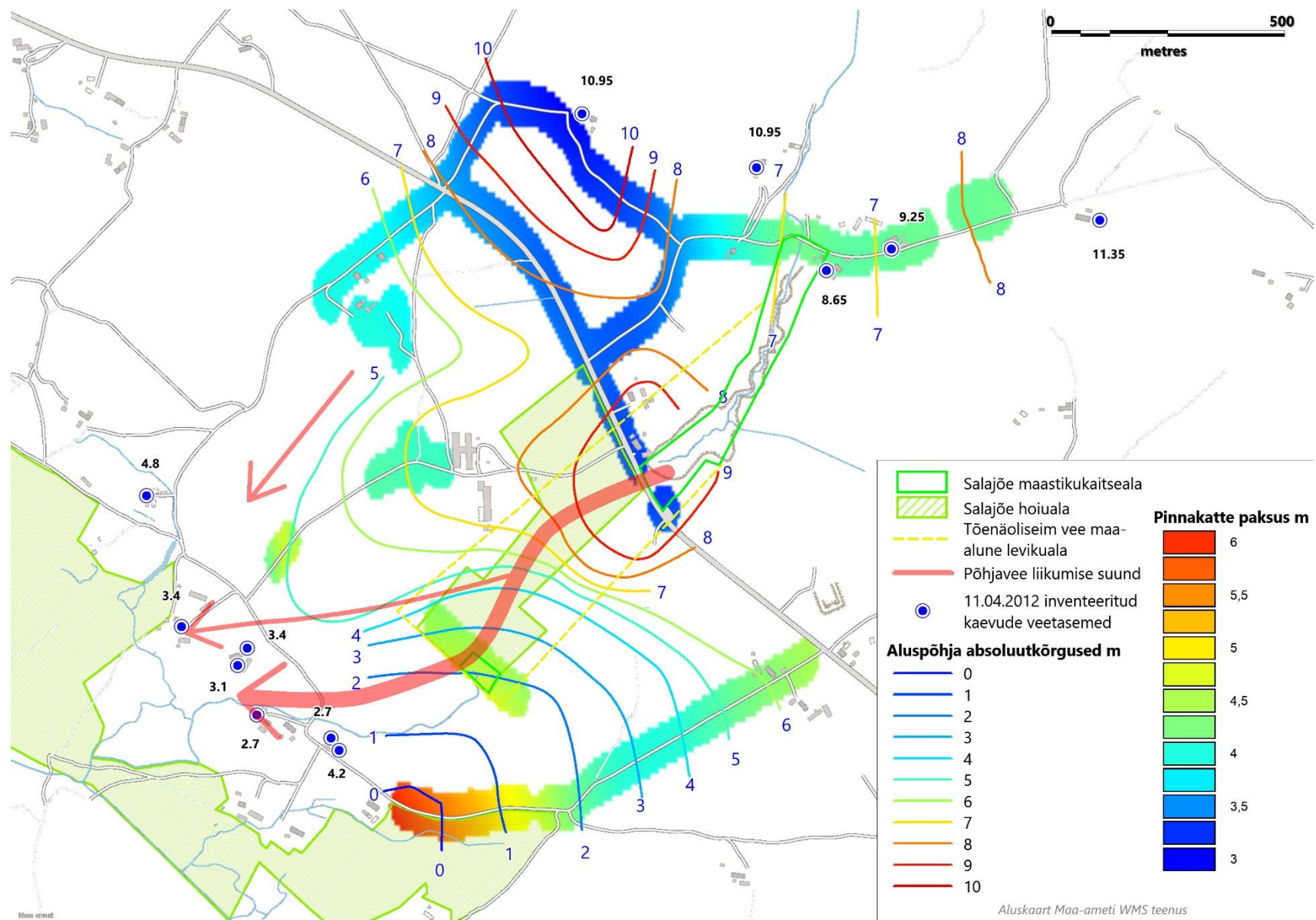
Käsitletaval alal langeb aluspõhja pind põhjast lõunasse ning edelasse. Aluspõhja kõrgus on Ingakülas 10 m abs, Salajõe oru ümbruses 7-9 m abs. Tiberna allika juures on aluspõhja kõrgus langenud paarile meetrile meretasemest ning mõnisada meetrit edela suunas juba mere tasemel. Aluspõhja järsku langust kompenseerib pinnakate, mis on Inga külas 3 m või alla selle, kuid Tiberna allika juures 5 m või üle selle.

26. mai 2015 uuringu tulemusi tutvustaval koosolekul tehti ettepanek, et uurimistöö raames oleks tulnud karstiaala ja selle ümbruse geoloogiliselt ja hüdrogeoloogiliselt uurida puurimis- ja katsetöödega. Käesoleva töö mahus ei olnud sellised tööd võimalikud. Täpsema informatsiooni saamiseks karsti leviku, põhjavee liikumisteede ja veetasemete muutuste kohta tuleks meie senise karstiuurimise kogemuse alusel rajada hulgaliselt eri konstruktsiooniga puurauke ning veetasemeid mõõta vähemalt aasta jooksul. Sellised

tööd võivad küll pakkuda loodusteaduslikku huvi, kuid ei aita oluliselt kaasa kaitsekorralduslike tegevuste planeerimisele. Kaitseala põhieesmärgi täitmiseks vajalik teave karstiaala kohta on olemas.

Salajõe küla ja ümbruskonna veevarustuse olukorra uuring on omaette spetsiifiline teema, mida ei saa lahendada kaitseala uuringutega.

Salajõe maastikukaitseala kaitsekorralduses **ei ole geoloogilise uurimise alusel tarvis** midagi olulist muuta. Nagu iga veekogu puhul, tuleks vältida reoainete sattumist veekogusse. Kuna pinnakate on Salajõe maa-aluse leviku alal suhteliselt paks siis ei ole tõenäoline väetiste sattumine karstivormidesse pinnakatet läbiva infiltratsiooni teel, välja arvatud langatuslehtrite kohal ja vahetus ümbruses.



Joonis 7 Pinnakatte paksus ja aluspõhja reljeef

3.4 Karstiobjektide inventuur

Hüdrogeoloogilise kaardistamise kõrval tegid AS Maves konsultandid ala vaatluse 31.10.2014. Selgitati kaitseala üldine seisukord, kõnniti läbi jõe org maastikukaitsealal, Tiberna auk ja selle ümbrus. Keskenduti sāngi settele ning paljanditele. Ala külastati ühes Keskkonnaameti esindajatega ja kohalikega 26.11.2014. Sette paksused mõõdeti käsisonadiga 2014. aasta detsembris. Suurveeaegse olukorraga tutvuti 12.03.2015. Viimasel külastusel polnud veetase küll maksimumi lähedane kuid piisav Tiberna allika tekkeks.

Vaatlusega selgitati, et jõe orus puuduvad selged aluspõhja paljandid. Oru ülemjooksul on küll näha pae pinda, kuid nende asend ja mosaiiksus viitab pigem sellele, et tegemist on aluspõhja küljest eraldunud pae lahmakatega (Foto 9).

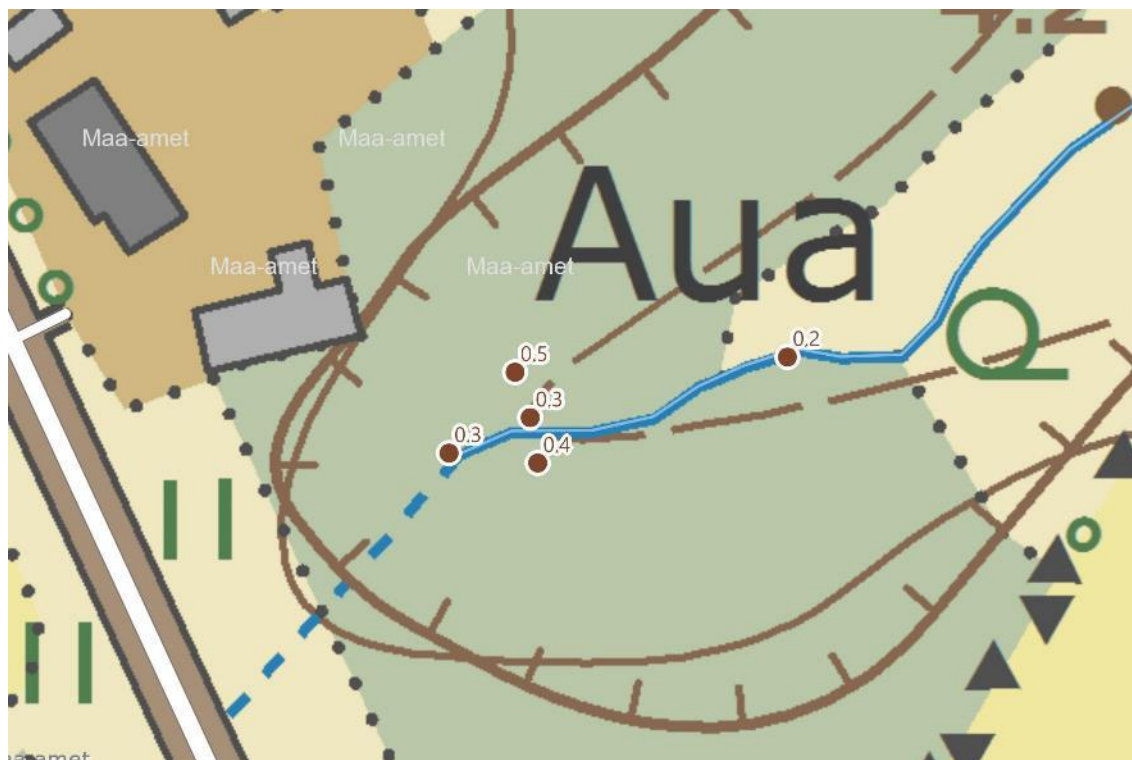
Kuna karstinähtused on tõenäoliselt tekkinud enne viimast jää-aega on raske hinnata, kui sügavale karstunud kivimid võivad ulatuda. Arvestades ka lähedalasuvat merelahte peaks suuremad karstitühemikud olema maapinna läheduses (kuni 10 m sügavusel maapinnast).⁴



Foto 9 Paeklibu jõe kaldal

Jõe kiirevoolulise ülemjooksu (150 m Risti tee sillast allavoolu) põhi on mineraalne. Liikudes mööda orgu allavoolu tekib kõvale mineraalsele pinnasele pehmem sete. Seal algavad laiemad nõod, kuhu suurvesi koguneb ja vool aeglustub oluliselt. Ülevalt tuleb

heljum, puit ja taimejäänused settivad aeglase vooluga osas. Sette paksus pole suur (Joonis 8). Aua hauas tehtud mõõtmise tulemuse võib suure tõenäosusega laiendada tervele orule (välja arvatud kärestiku osa).



Joonis 8 Sette paksus Aua hauas sondeerimisel (detsember 2014)

Tiberna augus saadi sondeerimisel orgaanilise aine seguse sette paksuseks 0,3 m misjärel on 0,6 m peenliiva ja kruusa segu. Seega lasub paekivi allika põhjas eeldatavalt 1 m sügavusel.

3.5 Kaitsekorralduslikud meetmed

3.5.1 Kaitsekorra muutmise vajadus

Piiranguvööndi kaitsekorraga on kaitsealal keelatud tegevused, mis võiksid otseselt karstiaala kahjustada: ehitustegevus, maaparandussüsteemide rajamine, maavarade kaevandamine, karstiga kaasneva põhjavee reostusohu vältimiseks taimemürkide ja väetiste kasutamine. Tulenevalt veeseadusest on allikate ja karstilehtrite ümbruses kuni 50 m ulatuses veepiirist või karstilehtri servast keelatud väetamine, taimekaitsevahendite kasutamine ja sõnniku hoidmine sõnnikuaunas. Kaitse eeskirjaga on keelatud veekogude veetaseme muutmine ja nende kallaste kahjustamine.

Kaitseala põhieesmärgiks on Läänemaa suurima karstiaala kaitse. Karstiaala ja geoloogiliste objektide säilimine on eeltoodud kitsendustega tagatud.

Salajõe maastikukaitseala kaitsekorralduskavaga 2013-2022 (KKK) seatakse kaitsekorraldusliku perioodi eesmärgiks Läänemaa suurima karstiaala ja geoloogiliste objektide säilimine 10 hektaril soodsas seisundis - säilinud geoloogiliste ja hüdrooloogiliste omadustega, puhaste lehtrisuudmetega ja võsast puhastatuna ning

looduskaitseks, teaduslikult, hariduslikult ja puhkemajanduslikult huvipakkuva objektina.

Töö koostajad ei pea vajalikuks muuta Salajõe maastikukaitseala kaitsekorralduskavas toodud põhimõtteid kuid seavad omalt poolt mõnede tegevuste rõhuasetused ja järjekorrad ning teevad ettepaneku selle alusel kaitsekorralduskava täpsustada.

3.5.2 Mõjutegurid ja meetmed

Karstiaala kui geoloogiline objekt.

Karstiaala on kujunenud pärast jääaega ja püsinud seniajani aastatuhandeid. Looduslikud protsessid (sh taimkatte ja maakasutuse muutused, setete liikumine, risustumine) karstiaala eksisteerimist geoloogilise objektina ei ohusta. Geoloogilise objektina püsib karstiaala suure tõenäosusega järgmise jääajani kui järgitakse eeltoodud kitsendusi tegevuste osas, mis võivad karstiaala otseselt kahjustada.

Karstiaala kui heakorrastatud (pärand)maastik, poollooduslikud elupaigad, hanede puhke ja toitumisala.

Pikaajaline eesmärk on traditsiooniline, avatud, kõrge esteetilise väärtusega, hea vaadeldavusega, eksponeeritud maastikuelementidega (karstivormid), hooldatud poollooduslike kooslustega maastik 16 hektaril.

Siinkohal on KKK ette nähtud asjakohased maastikuhooldustööd: risu, võsa ja kõrgrohustu eemaldamine 2,1 hektaril. Seda tuleb teha vähemalt 3 aasta jooksul, sellel perioodil on soovitatav niita kaks korda aastas kõrgrohustu kontrolli alla saamiseks.

Arvestades sette väikest tusedust jõe orus, sinna rasketehnikaga ligipääsetavust ning tööde tagajärgi (jõe orust tekib ehitusplats), on sette eemaldamise tõhusus kaheldav. Ekspertidele pole teada, et jõe orgu kaitsealal oleks viimase paari aastakümne jooksul puhastatud settest. Sette eemaldamine ei vähenda tõenäoliselt oluliselt ka juurde tuleva sette kandumist karsti (ja sealt edasi). Orgaanilise ja mineraalse aine segu kandub karsti ja sealt edasi. Võib eeldada, et seal on välja kujunenud tasakaaluolukord.

Aua haua põhjas on kaevu jäänused. See on karstiaala küllastajatele eriti ohtlik niitmata taimestiku puhul kuna pole hästi märgatav, kuid piisavalt sügav, et kukkumisel põhjustada vigastusi. Võimalused tuleks karstikaev (või vähemalt selle suue) rekonstrueerida ja eksponeerida kui omaaegse talumajapidamise osa. Kui rekonstrueerimine pole võimalik, tuleb see selgelt märgistada ja ümbritseda piirdega või likvideerida (nt täita suurte maakividega). Pärast oru niitmist saab selgitada, kas seal olevad muud lehtrid vajavad ka ohutuse eesmärgil märgistamist.

Kohalike andmetel on Tiberna auk ajaloos olnud settevaba nii, et allika põhjas paistab paas. Kuigi töö püsivus pole selge, on mõistlik allika põhi pinnakattest tühjaks tõsta. Sellist lähenemist soosib tehniliselt lihtne teostatavus. Allikale pääseb hõlpsalt ligi ning see on tühjendatav kopaga. Arvestades sondeerimise tulemusi, allika üldiseid mõõtmeid (100 m²) ja sette paksust, on tööde mahu suurusjärk on 100 m³.

Tegevuste järel on oluline perioodiline jälgimine nii karstiorus kui Tiberna allika alal. Muutused maastikul tuleb dokumenteerida (nt kaks korda aastas, sette kogunemine,

taimestiku kasv). See aitab otsustada tehtud töö jätkusuutlikkuse üle ning plaanida edasisi tegevusi. Pärast niitmist on võimalik tuvastada jõe orus olevate pugemite asukohad (LIDAR abil ja orus kõndides)

Karstiaia seos vee kvaliteediga.

Kohalikele elanikele teeb muret Salajõe vee kvaliteedi halvenemine, mis avaldub ka kaevude vee kvaliteedi halvenemises. Probleem on reaalne ja selle lahendamiseks tuleks alustada lähematest orgaanilise aine allikatest.

Jõe vee koostis kujuneb jõe valgala vee- ja aineringses.

Kuivadel kõrgematel aladel toitub põhjavesi sademetest läbi mullakihi ja aeroobse pinnasekihi tekib põhjaveekihi ülaosas aeroobse põhjavee kiht.

Lisaks sademetes lahustunud süsihappegaasile tekib süsihappegaas orgaanilise aine lagunemisel mikroorganismide kaasabil ning esineb seega praktiliselt kõikjal, sest on vees hästi lahustuv. Süsihappegaasi reageerimisel pinnases sisalduvate karbonaatidega tekib meie tüüpiline vesinikkarbonaati sisaldav põhjavesi.

Seda vett saab kasutada joogiveeks ilma töötlemata (kui ta pole saastatud). Vesi ei sisalda oluliselt orgaanilist süsinikku, sest orgaaniline aine mineraliseerub enne põhjavette jõudmist.

Kui taimetoitainete koormust jõgedele ja põhjaveele on Eestis pikka aega uuritud, siis orgaanilise aine ja selle peamise indikaatori orgaanilise süsiniku aineringe on vähe tähelepanu leidnud. Sealjuures on C ringe looduses üks olulisemaid protsesse¹⁷.

Orgaanilist süsinikku toodavad fotosünteesi abil taimed. Osa süsinikku läheb kõdunemise mõjul gaasina tagasi atmosfääri osa ladestub järvedes ja meres. Pikemaks ajaks ladestub süsinik turbas. Mulla süsiniku sidumise võime on piiratud, kui taimi (metsamaterjal, hein, taimekasvatustoodang) perioodiliselt ei koristata siis mingist tasemest alates sõltuvalt mullatüübist muld enam süsinikku juurde ei seo.

Niitmata rohumaa toodab tagasihoidlike arvestuste järgi kuivaines kuni 3 tonni taimejäänuseid hektari kohta aastas. Karstioru pindala on 2–3 ha. Kuna karstiorgu pole pika aja jooksul niidetud ning huumus ei saa siia lõputult koguneda, liigub osa orgaanilise aine massist koos jõe poolt kantavate mineraalse settega karstilõhedesse. Selle „seguga“ on osaliselt täitunud ka Tiberna auk.

Puidu- ja taimejäänuseid ja huumusaineid kantakse juurde ka valgalalt, seda eriti suurveeperioodidel. Sealhulgas liigub perioodiliselt allavoolu koprapaisude materjal ning paisude taha kogunenud setted.

Jõgi transportib orgaanilist ainet (suuremast väiksemale): puurondid, oksad, puulehed, taimeosakesed, heljum, lahustunud orgaaniline aine. Suuremad osad lagunevad aja jooksul ning vette jäädes kasutavad samuti veest hapnikku kuni orgaanilise aine täieliku mineraliseerumiseni.

Salajõe vees sisalduv orgaaniline aine kasutab lagunemisel ära moreenikihi alustes lubjakivi tühemikes sisalduvas vees oleva hapniku ning see vesi muutub anaeroobseks, kusjuures periooditi sedavõrd, et vabaneb väävelvesinik.

Kui soovitakse piirata karstilehtritesse siseneva orgaanilise aine kogust, tuleb tegevusi alustada kaitsealalt ja seejärel liikuda tegevustega jõge mööda ülesvoolu.

Orgaanilise aine koormuse vähendamiseks ja ka maastiku vaadeldavuse parendamiseks **on mõistlik jõe orgu kaitseala ulatuses niita (või karjatada), kusjuures niide tuleb eemaldada.** Niita on soovitatav kaks korda aastas. Eemaldada tuleb põõsarinne. Kaaluda tuleb veepiirile lähemal olevate puude raiet kuna nende lehed langevad orgu, mis omakorda tõstab (lagunemata) orgaanilise aine koormust. Poollagunenud lehed kanduvad karsti. Kindlasti ei tohi raadata kogu ala. Sellisel juhul on ka näha kuidas liigub sete ja orgaaniline aine jõeorus ja karstist Tiberna allikasse.

Võimalikud meetmed karstialast ülesvoolu.

Kaaluda ajutise prahitõkke paigaldamist ja regulaarset puhastamist ülalpool Vedra silda koos prahi mahu registreerimisega. Saadud kogemuse alusel võib kaaluda edasisi meetmeid.

Pealevoolavast veest setete ja risu eemaldamise lahenduste leidmist raskendab jõe vooluhulga suur varieeruvus. Seetõttu ei pruugi olla tõhus ka settetiigi rajamine kaitsealast ülesvoolu. Praegu pole ka selge, kui palju orgaanilist setet ja risu läbi Vedra silla lävendi tuleb võrreldes orus endas tekkiva settega.

Alternatiiviks on esmalt perioodiliselt puhastada jõelõiku ülalpool Vedra silda.

Niibi turbaraba orgaanilise aine koormust tuleb ohjata vee-erikasutusloas sätestatavate tingimustega, muuhulgas on soovitatav võimalikult kiiresti rekultiveerida alad, kus turbatootmine on lõppenud.

Seire

Soovitatav on karstioru perioodiline visuaalne seire suurveeperioodil ja selle järel.

Peenosakeste heljumi ning lahustunud aine juurdevoolu määramiseks kaitsealale on soovitatav võtta asjakohaseid veeproove karstiaala piiril oleva Vedra silla lävendist. Siin tuleks mõõta ka vooluhulka. Kaaluda võiks siia koostöös KAUR-iga Salajõe seirejaama rajada, kus toimuks pidev vooluhulga jälgimine ning veeproovide võtmine 12 korda aastas.

Erinevatel aastaegadel tuleb mõõta allikatest väljuva vee vooluhulka ning võtta neist veeproovid (KAUR).

4 KASUTATUD ALLIKAD

-
- ¹ Salajõe maastikukaitseala kaitse-eeskiri. Vabariigi valitsuse 26.04.2001 määrus nr 152. <https://www.riigiteataja.ee/akt/13130389>
- ² Hoiualade kaitse alla võtmine Lääne maakonnas. Vabariigi Valitsuse 28.02.2006 määrus nr 59.
- ³ <http://register.keskkonnainfo.ee>
- ⁴ Niiibi turbamaardla kuivendusvee mõju uuring Salajõe ja Riguldi jõgede ning neid ümbritsevate kaevude vee kvaliteedile. AS Maves 2012.
- ⁵ Eesti Loodus 2005/12 http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel1325_1314.html
- ⁶ Lääne-Eesti vesikonna veemajanduskava. Kinnitatud Vabariigi Valitsuse 1. aprilli 2010. a. korraldusega nr 118
- ⁷ Keskkonnaagentuur. <http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/veeulevaated>
- ⁸ Jõgede operatiivseire 2013. a. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus 2014. <http://seire.keskkonnainfo.ee/>
- ⁹ Jõgede ülevaateseire hüdrokeemilised uuringud 2013. aastal. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. 2014.
- ¹⁰ Jõgede ülevaateseire hüdrokeemilised uuringud 2014. aastal. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. 2014.
- ¹¹ Salajõe vee kvaliteet, puurkaevude vee kvaliteet ja puurkaevude filtreid ummistava sette uuring. OÜ Inseneribüroo Steiger, 2013
- ¹² Rapla linna uusküla veehaarde uuring. Maves AS, 2015.
- ¹³ Salajõgi. Ülo Heinsalu, Eesti Loodus, 1984.
- ¹⁴ KAUR 2015 hüdroloogilised arvutused
- ¹⁵ Turvetuotannon vaikutus hydrologiaan. Oulu ülikool, Björn Klöve ettekanne 22.05.2014.
- ¹⁶ Государственная геологическая карта (карта дочетвертичных отложений) 0-34-XII, IV (Хаапсалу). Министерство геологии СССР. 1971
- ¹⁷ Diana Enkeli 2006 CO₂ emissiooni uurimine manomeetrilisel meetodil naatriumkarbonaadi lahusest erinevates gaasikeskkondades. TÜ magistritöö keskkonnatehnoloogia erialal.