

Eesti Veeprojekt OÜ
Pikk 12, 51009 Tartu
veeprojekt@veeprojekt.ee
Reg. nr. 10913769
Tel 740 9361
Faks 740 9367

EK109137690001	17.03.2003
EP109137690001	17.03.2003
MP0068-00	29.06.2004
531MA MM002211 EEG000015	09.09.2004
ISO 9001:2008	29.06.2004
TEL001494	19.05.2010

Töö nr 2010
Tellija:
Narva mnt 7a, Tallinn,
15172
Reg nr 10913769

Kavadi järve ja seonduvate hüdrotehniliste ehitiste uuringud

Köide I-1

Kavadi järvega seonduvate hüdrotehniliste ehitiste uuring

Juhataja:

TOOMAS KOOSKORA

Koostaja:

Meelis Viirma
Kutsetunnistus 109045

Tartu, juuni 2020

Sisukord

1 Sissejuhatus	4
2 Lähtematerjalid	6
3 Topogeodeetilised uuringud.....	6
4 Hüdroloogiliste karakteristikute määramine	7
5 Kavadi järve ja Alajärve iseloomulikud andmed	10
6 Hüdrotehniliste ehitiste seisukord ja võimalikud veetasemed	15
6.1 Kavadi järve ülevool Klaarika kinnistul	15
6.2 Uue-Saaluse veski	21
6.3 Tondi veski.....	26
6.4 Alajärve ülevool Kõivasaare kinnistul	29
6.5 Truup Iskna jõel	31
7 Kavadi järve veetaseme muutmise mõju.....	32
7.1 Mõju kallasrajale.....	32
7.2 Mõju Kavati ja Päikesepõllu kinnistutele	34
7.3 Mõju Kalde kinnistule.....	39
7.4 Muud viited Kavadi järve veetaseme võimalikule kõrgusele.	40
8 Kavadi järve veetaseme reguleerimise mõju.....	43
8.1 Mõju Alajärvele	43
8.2 Mõju Iskna jõele, Voki ojale ja Holsta ojale.....	46
8.3 Mõju Kavadi järvele	47
9 Kavadi järve ja Alajärve veevahetuse reguleerimine	48
10 Kokkuvõte.....	50

Töö koosseis

Köide I-1 Kavadi järvega seonduvate hüdrotehniliste ehitiste uuring

Köide I-2: Kavadi järve limnoloogiline kirjeldus

Köide II-1 Kavadi järvega seonduvate hüdrotehniliste ehitiste tehnilised lahendused

Lisad

Lisa 1 - Topogeodeetilised uuringud (2020)

Lisa 2 – Uue-Saaluse paisu inventariseerimise andmed (2012)

Lisa 3 – Tondi veski paisu inventariseerimise andmed (2012)

Lisa 4 – Kavadi järve optimaalse veetaseme ja veerežiimi hindamine. Veetaseme
absoluutkõrguse määramine (2007)

Lisa 5 – Veepindade kontuurid (2020)

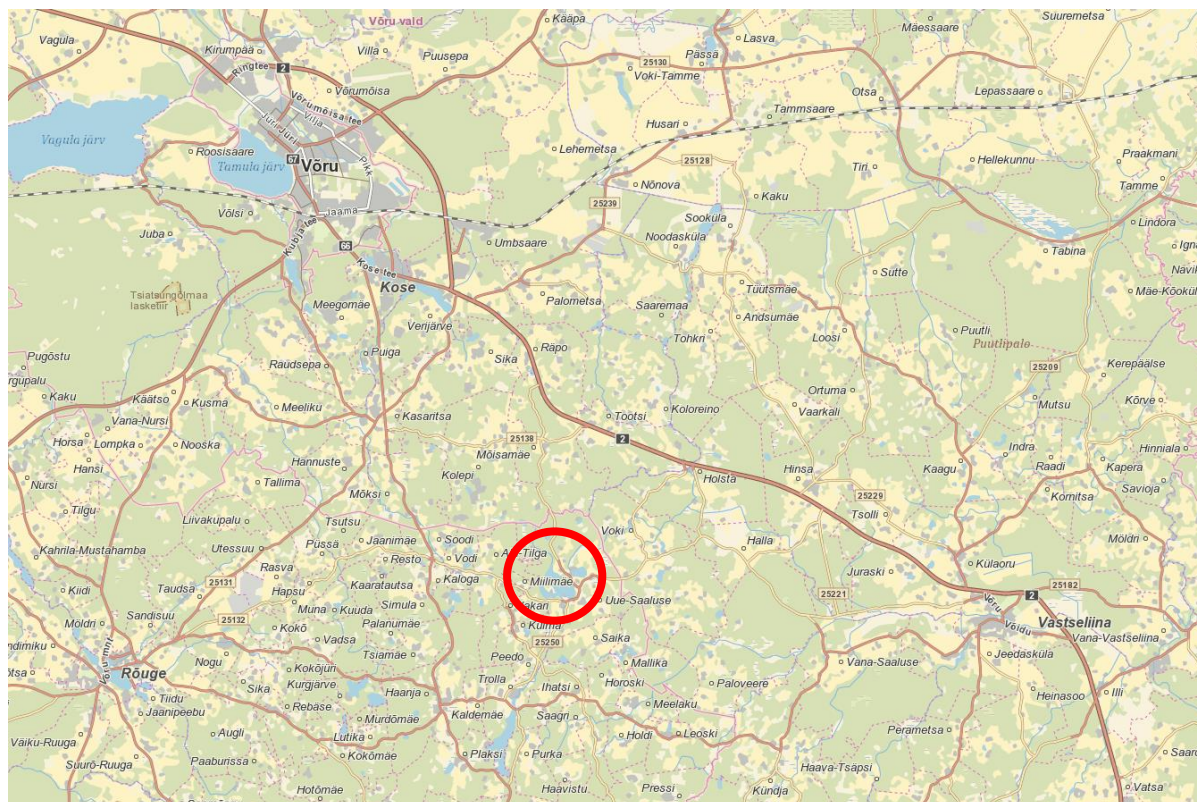
1 Sissejuhatus

Töö koosneb kahest osast, millest esimene osa jaguneb omakorda kaheks köiteks. Töö I osa eesmärgid:

1. määrata Kavadi järve optimaalne veetase, mille juures oleks tagatud nii Natura elupaiga esinduslikkus kui järve kallakraja ja järve kaldal elavate inimeste vara säilimine ning hinnata järve pindala ja veetaseme võimalikku muutust viimase 25 aasta vältel.
2. Uurida Kavadi järve põhiväljavoolude seisukorda ning teha kindlaks, millises ulatuses ja proportsioonis need võimaldavad veetaset reguleerida vältides Alajärve üleujutusi.

Töö II osa eesmärgiks on esitada tehnilised lahendused olukorra parandamiseks ja veetaseme reguleerimiseks.

Töös on kasutatud Maa-ameti geoportali kaardimaterjale. Kasutatud fotod on tehtud aruande koostaja poolt kui konkreetse foto juures ei ole märgitud teisiti.



Joonis 1 . Kavadi järve ja Alajärve asukoha skeem 1



2 Lähtematerjalid

Kavadi järve ja Alajärve valgala suuruse ja iseloomu määramiseks on kasutatud Maa-ameti geoportaali kaardimaterjali. Vooluhulga arvutamisel on lähtutud Kuivendussüsteemide projekteerimise juhendis (RPUI „Eesti Maaparandusprojekt“, Tallinn 1989) toodud metoodikast.

Kavadi järve optimaalse veetaseme ja veerežiimi hindamiseks on 2007 aastal koostatud ekspertarvamus (koostaja Margo Hurt, veetaseme mõõdistaja OÜ Maamõõdu ja Arhitektuuribüroo, vt lisa 4).

Hüdrotehnilised ehitised on inventariseeritud 2012. ja 2013. aastal, Tõkestusrajatiste inventariseerimine vooluveekogudel kalade rändetingimuste parandamiseks, hange I ja II (koostajad Eesti Veeprojekt OÜ jt, tööd nr 0212 ja 0712). Töö mahus on kirjeldatud Kavadi ja Alajärve väljavooludel asuvaid ehitisi ja mõõdetud järvede veetasemed uurimiskuupäeval.

Enne 1.01.2018 mõõdetud veekogude veetasemete kõrgused arvutati EH2000 süsteemi kõrgusteks kasutades Maa-Ameti arvutusmootorit <http://www.maaamet.ee/rr/ymudel/> . EH2000 süsteemis olev absoluutkõrgus erineb BK77 süsteemis olevast absoluutkõrgusest praktilistes arvutustes 15 cm võrra ($BK77+0.15=EH2000$). Varasemate kaartide ja mõõdistuste kasutamisel tuleb sellega arvestada.

3 Topogeodeetilised uuringud

Topogeodeetilised uuringud on tehtud 2020. aasta mais Alt ja Ülevalt OÜ poolt. Maa-ameti LiDAR andmete alusel on koostatud järve ümbruse maapinna mudel ja selle põhjal samakõrgusjoontega aluskaart. Uuringute tulemused on esitatud lisa 1.

4 Hüdroloogiliste karakteristikute määramine

Kavadi järve vooluhulgad on arvatud järve põhjatipust väljuva Iskna jõe ristlõikes (ülevool Klaarika kinnistul) olukorras, kus Uue-Saaluse veski ülevoolu kaudu vett Alajärve ei juhita (väljavool Kavadi järvest toimub ainult Iskna jõkke).

Alajärvest ärajuhitavad vooluhulgad on arvatud ühe veelaskme kohta st olukorras, kus vett juhitakse ära kas Tondi veski paisu veelaskme või Kõivasaare kinnistul asuva veelaskme kaudu. Kavadi järve valgala pindalaks on Maa-ameti geoportaali kaardimaterjali alusel saadud 10.13 km² ja Alajärve valgala pindalaks 0.19 km². Valgalade plaan on näidatud joonisel 3. Arvatud vooluhulgad on esitatud tabelis 1.

Kevadiste maksimaalsete hetkeliste vooluhulkade arvutamiseks on kasutatud Kuivendussüsteemide projekteerimisjuhendi valemeid 1...6:

$$Q_{p\%} = \frac{K_{p\%} * h_{p\%} * \mu * \delta * \delta_1 * \delta_2}{(A + 1)^n} * A$$

kus

$Q_{p\%}$ - kevadine maksimaalne äravool ületustõenäosusega $p\%$

K_0 - parameeter, mis iseloomustab kevadise suurvee moodustumise intensiivsust. $h_{p\%}$ - kevadise suurvee äravoolukiht (mm) ületustõenäosusega $p\%$

$$h_{p\%} = h_0 * (\Phi * C_v + 1)$$

kus

h_0 - kevadine suurveeaegne keskmine äravoolukiht

C_v - tõenäosuskõvera variatsioonikoefitsient

Φ - tõenäosuskõvera ordinaat

μ - koefitsient, mis arvestab äravoolukihi statistiliste parameetrite ebaühtlust

δ - koefitsient, mis arvestab veehoidlate ja tiikide ning läbivoolujärvede reguleerivat mõju maksimaalsele äravoolule

$$\delta = \frac{1}{1 + C * A_j}$$

kus

C - koefitsient, mille suurus määratakse sõltuvalt kevadisest keskmisest
- suurveeaegsest äravoolukihist h_0

A_j - valgala keskmine järvesus (%)

$$A_j = \sum_{i=1}^n \left(100 * S_j * \frac{A_j}{A^2} \right)$$

kus

S_j - järve veepeegli pindala km^2

A_i - järve valgala pindala km^2

A - valgala pindala km^2

δ_1 - koefitsient, mis arvestab metsade mõju maksimaalsele äravoolule

$$\delta_1 = \frac{\alpha_1}{(A_m + 1)^{n_2}}$$

kus

A_m - metsade pindala % valgala pindalast

α_1 - metsavööndis 1.0

n_2 - metsavööndis 0.22

δ_2 - koefitsient, mis arvestab soode mõju maksimaalsele äravoolule

$$\delta_2 = 1 - 0.8 * \lg(0.1 * A_s + 1)$$

kus

A_s - soode pindala % valgala pindalast

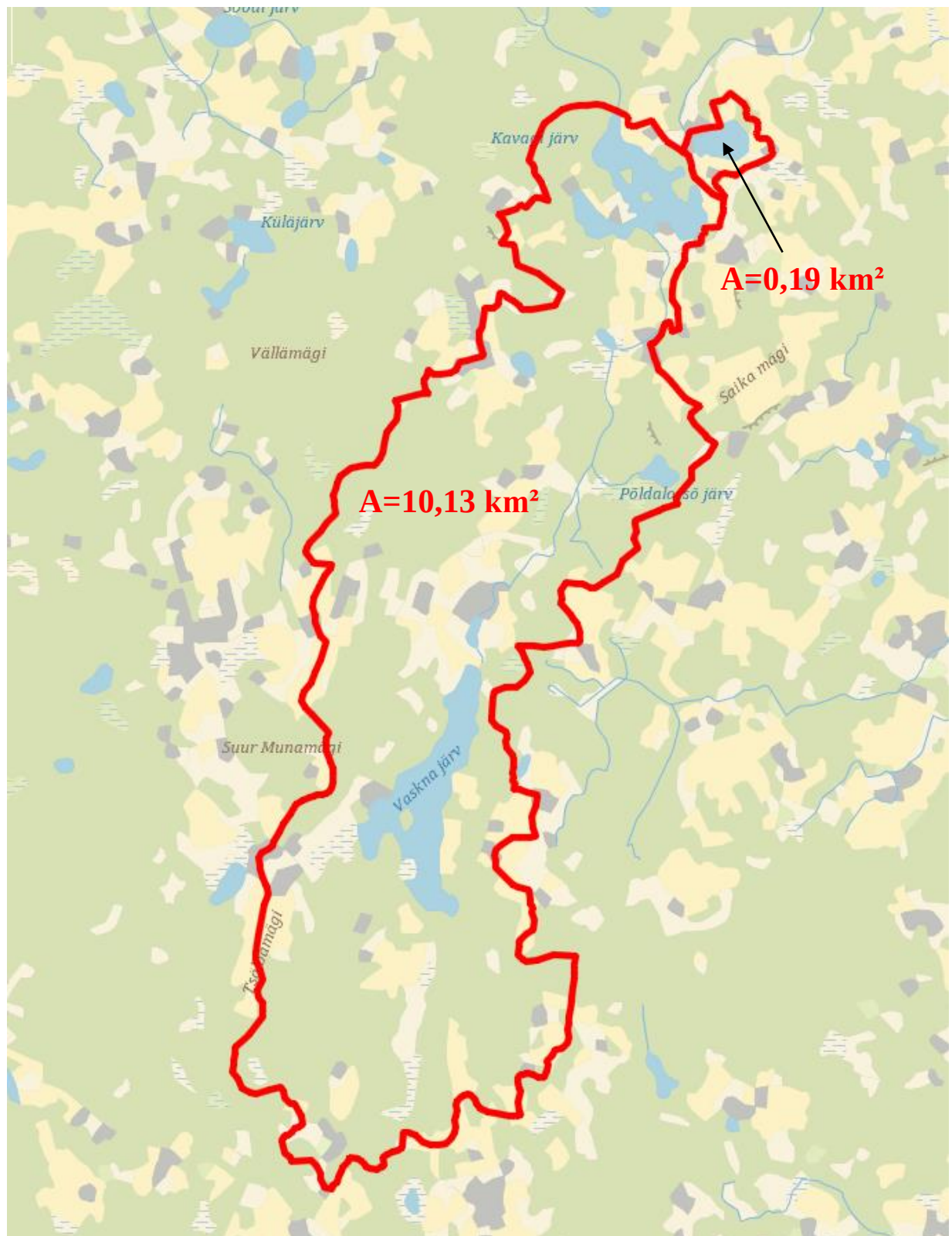
n - astendaja, Eestis 0.18

A - valgala pindala (km^2)

Tabel 1. Kavadi järve ja Alajärve väljavoolude arvutuslikud vooluhulgad

Jrk nr	Ületustõenäosus (%)	Vooluhulk Kavadi järvest (m^3/s)	Vooluhulk Alajärvest (L/s)
1	1	1.26	16
2	2	1.14	14
3	3	1.07	13
4	5	0.98	12
5	10	0.85	11
6	25	0.67	9
7	50	0.51	6

Märkus: Tegelik vooluhulk Alajärvest on allikate tõttu arvutuslikust vooluhulgast ilmselt suurem



Joonis 3. Valgalade plaan

Aastakeskmise äravoolu arvutamiseks on kasutatud Kuivendussüsteemide projekteerimisjuhendi valemeid 8 ja 9:

$$\bar{q} = \bar{q}k + \Delta q$$

$$\Delta q = 0,020 * a + 0,30 * q_{95\%} - 1$$

kus

$\bar{q}$ - aastakeskmise äravool (äravoolunorm)

$\bar{q}k$ - aasta kliimaatiline äravoolunorm

a - võsastunud ja metsastunud liigniiskete mineraalmaade ning kuivendatud madalsoode pindala % valgala pindalast

q_{95%} - keskmine aasta minimaalne äravoolumoodul ületustõenäosusega 95%

Kavadi järve aastakeskmise arvutuslik äravool on 80 L/s ja Alajärve aastakeskmise arvutuslik äravool on 2 L/s. Allikalise toite tõttu on tegelik äravool ilmselt arvutuslikust suurem, kuid teadaolevalt ei ole mõõtmisi tehtud.

5 Kavadi järve ja Alajärve iseloomulikud andmed

Alljärgnevalt on kokku võetud erineval ajal tehtud mõõdistuste andmed vt tabelid 2 ja 3.

Erinevused erinevate kaardimaterjali alusel mõõdetud veepeegli pindalades on selgitatavad plaanimaterjali ebatäpsusega ja Keskonnaregistris märgitud 29,5 ha võib lugeda tegelikkusele vastavaks. Järve saarte pindala on Keskonnaregistris märgitust ilmselt suurem. Võrreldes plaanimaterjalil märgitud veetaseme kõrgusi ja mõõdetud kõrgusi, on näha veetaseme absoluutkõrguse suurenemine. See ilmneb ka mõõdetud sügavuste võrdlemisel. Varasema mõõdistusega on saadud järve suurimaks sügavuseks 8.2 m, hilisema mõõdistusega üle 9 m.

Järve maht on hinnatud tuginedes seni tehtud mõõdistusele (1952 ja 2018, vt Joonis 4, Joonis 5). Järve veevahetus on arvatud lähtuvalt aastakeskmisest arvutuslikust äravoolust 80 L/s ja sellest lähtuvalt saab hinnata veevahetuse Keskonnaregistris märgitust väiksemaks.

Kavadi järve ja Alajärve ümbrise samakõrgusjooned LiDAR andmete alusel 10 cm lõikevahega on esitatud lisas 1. Võrdluseks on lisas 5 veepinnad Eesti põhikaardilt ja NSVL 1970. aasta topokaardilt. Kõrgusjoon 211.50 on madalaim, mida oli võimalik LiDAR andmetest eristada enne Klaarika kinnistul oleva betoonülevoolu lagunemist. LiDAR mõõdistamise ajal oli veetase sellest kõrgusest mõnevõrra madalam. Andmed on esitatud tabelis 2 ja 3.

Tabel 2. Kavadi järve (VEE2143700) iseloomulikud andmed

Andmete allikas	Veepeegli		Saarte pindala (ha)	Kaldajoone pikkus (m)	Keskmine sügavus (m)	Suurim sügavus (m)	Maht m ³ *10 ³	Veevahetus kordi aastas
	kõrgus (EH2000)	pindala (ha)						
Keskkonnaregister	-	29.5	1.4	6130	3.5	8.2	959	4
NSVL 1949. a topokaart	210.55	29.3	2.8	5570	-	-	-	-
NSVL 1970. a topokaart	210.85	28.8	2.9	5940	-	-	-	-
Eesti põhikaart 2020	211.70	29.5	2.8	6000	-	-	-	-
1952. a uuringud, ZBI*	-	26.8	2.8	5555	3.4	8.2	966	2.6
2018. a uuringud, M.Palo ja A.Roots*	-	-	-	-	3.3	9 <	1008	2.5
Eesti põhikaart 1996	210.85	-	-	-	-	-	-	-
Ettepanek 2007. a ekspertarvamuses (M.Hurt)	211.35	-	-	-	-	-	-	-
Inventariseerimine 1.04.2012	211.45	-	-	-	-	-	-	-
Marko Palo 7.11.2019	211.49	-	-	-	-	-	-	-
Marko Palo 8.02.2020	211.12	-	-	-	-	-	-	-
8.05.2020 (käesolev töö)	211.11	-	-	-	-	-	-	-
26.05.2020 (käesolev töö)	211.09	-	-	-	-	-	-	-
LiDAR andmed **	211.50	31.5	2.4	8315	-	-	-	-

Märkused:

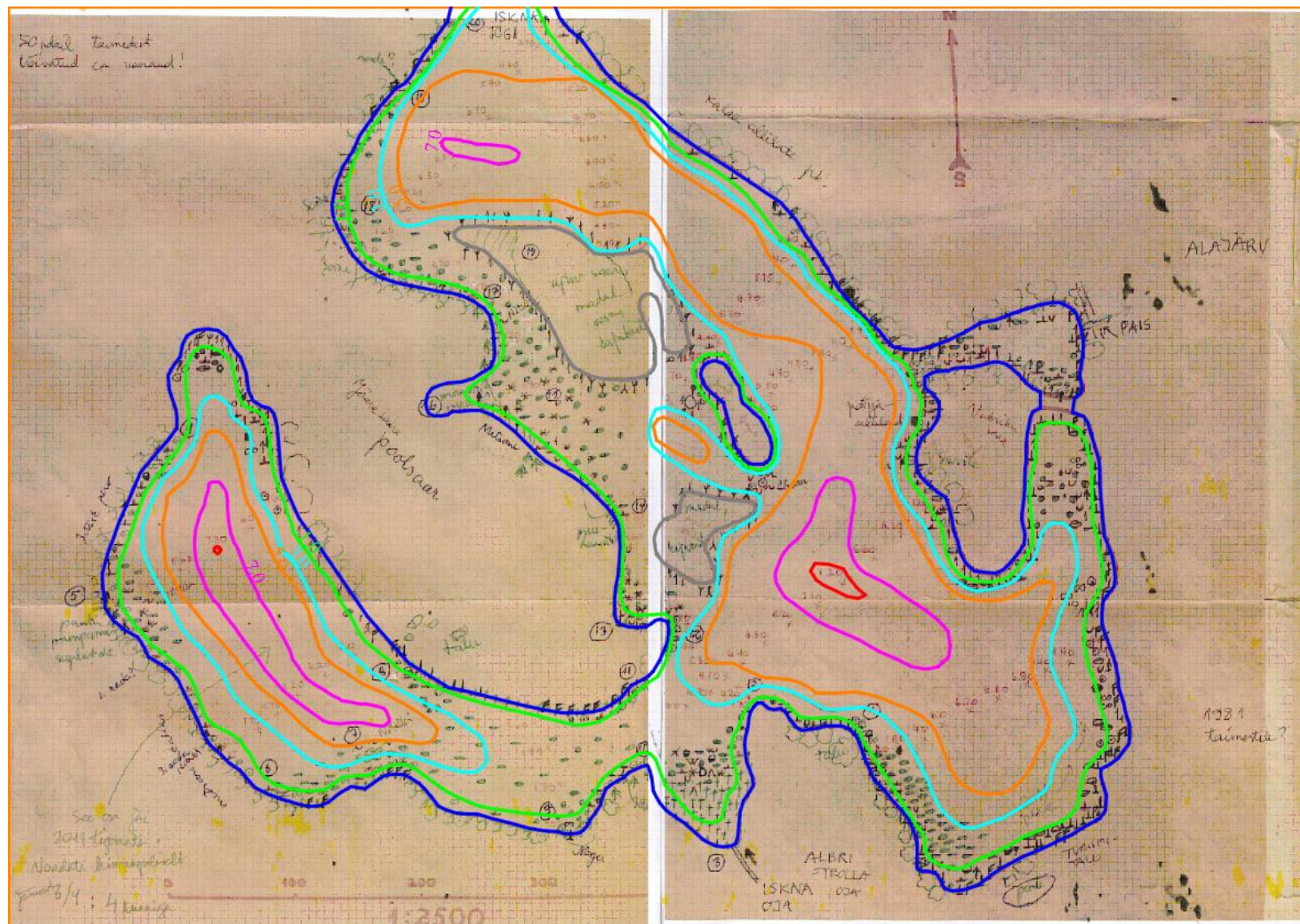
* - Kui eeldada, et järve mahtu mõõdeti 1952 aastal veetasemel 210.85 ja 2018 aastal veetasemel 211.00 (vt foto 24), siis kujuneks järve arvutuslikuks mahuks veetasemel 211.35 ümberarvutatuna **1100** tuhat m³.

** - LiDAR andmete põhjal koostatud pinnamudeli järgi on kõrgusel 211.50 järve veepeegli pindala tegelikkusest suurem ja saarte pindala väiksem (vt lisa 5). Näiteks hõlmab kõrgusjoonega piiratud ala eneses Kavadi, Kalde ja Albri kinnistu madalaid kaldaalasid, sh puudega kaetud õõtsikut. Niisuguste alade pindala on ca 1ha. Arvestades asjaolu, et kõrgusjoon 211.50 hõlmab madalat ala kogu kaldajoone pikkuses, mis ei pruugi olla veepeegel, siis võib Keskkonnaregistrisse kantud järve veepeegli pindala ja kaldajoone (LiDAR joone pikkus on ühtlustamata ja seetõttu tegelikust kaldajoonest kindlasti pikem) pikkuse tegelikkusele vastavaks lugeda. Saarte pindala on realselt 2.8 ha.

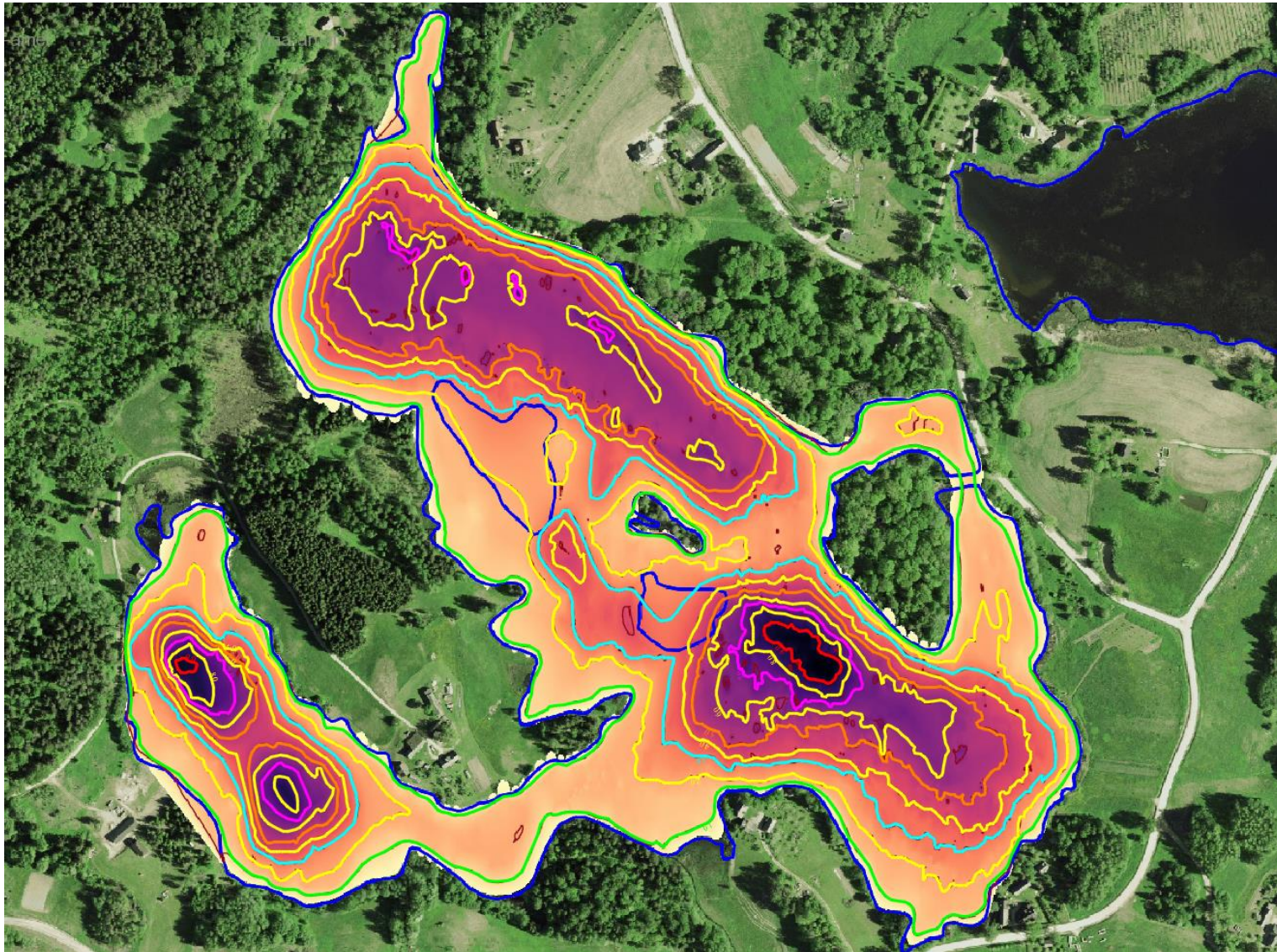
Tabel 3. Alajärve (VEE2143600) iseloomulikud andmed

Andmete allikas	Veepeegli		Saarte	Kaldajoone	Keskmine	Suurim	Maht	Veevahetus
	kõrgus (EH2000)	pindala (ha)	pindala (ha)	pikkus (m)	sügavus (m)	sügavus (m)	m ³ *10 ³	kordi aastas
Keskkonnaregister	-	6.3	0	1233	2.9	8.8	122	-
NSVL 1949. a topokaart	-	6.8	0	1170	-	-	-	-
NSVL 1970. a topokaart	207.75	7.0	0	1270	-	-	-	-
Eesti põhikaart 2020	208.40	6.3	0	1240	-	-	-	-
Eesti põhikaart 1996	207.75	-	0	-	-	-	-	-
Inventariseerimine 31.08.2012	208.15	-	-	-	-	-	-	-
30.04.2020 (käesolev töö)	208.16	-	-	-	-	-	-	-
8.05.2020 (käesolev töö)	208.12	-	-	-	-	-	-	-
26.05.2020 (käesolev töö)	208.15	-	-	-	-	-	-	-
LiDAR andmed *	208.30	6.5	0	1970	-	-	-	-

*Märkus: LiDAR andmete alusel otsustades oli järve veetase mõõdistamise ajal kõrgusel ca 208.30 (vt lisa 5). Arvestades asjaolu, et kõrgusjoon 208.30 hõlmab madalat ala kogu kaldajoone pikkuses, mis ei pruugi olla veepeepeegel ja veepinna kõrgus 208.30 ei ole tavapärane, siis võib Keskkonnaregistrisse kantud järve veepeegli pindala ja kaldajoone (LiDAR joone pikkus on ühtlustamata ja seetõttu tegelikust kaldajoonest kindlasti pikem) pikkuse tegelikkusele vastavaks lugeda.



Joonis 4. Aastal 1952 koostatud sügavuste plaan. (veepinna kõrgust plaani koostamise ajal ei ole märgitud).



Joonis 5. 2018. aasta augustis koostatud sügavuste plaan. (veepinna kõrgus oli orienteerivalt 211.00 m abs EH2000).

6 Hüdrotehniliste ehitiste seisukord ja võimalikud veetasemed

6.1 Kavadi järve ülevool Klaarika kinnistul

Tegemist on raudbetoonist lailäviülevool, millega juhitakse vesi Kavadi järvest Iskna jõkke. Ülevoolu ülaveepoolse serva kõrguseks mõõdeti 8.05.2020 211.29...211.31. Aastal 2012 tehtud inventariseerimise (vt lisa 2) ajal mõõdeti kõrguseks 211.41, millest saab järeldada betoonplaadi (või vähemalt selle ülaveepoolse serva) vajumist ca 10 cm võrra võrreldes aastaga 2012. Aastal 2007 koostatud ekspertarvamuses (vt lisa 4) soovitati siis veel rajamata ülevoolu kõrguseks 211.35 ja lähteülesandes märgitud info kohaselt fikseeriti betoonülevoolu kõrgus peale ülevoolu rajamist kõrgusele 211.35. Ülevoolu kohta projekti-ega teostusdokumentatsiooni teadaolevalt ei ole koostatud ja seetõttu ei ole teada millisele kõrgusele ülevool tegelikult rajati. Mõõdetud veetasemete kõrgused on esitatud lisades. Ülevool on rajatud ilma veetaseme reguleerimise võimaluseta. Juhul kui Uue-Saaluse veski veelase puuduks, sõltuks vee tase ülevoolul ja seega ka Kavadi järves juurdevoolust järve. Praegusel ajal ei täida Klaarika kinnistul asuv ülevool algselt kavandatud eesmärki ja kokkuvõtlikult tuleb ülevoolu seisukorda lugeda puudulikuks.



Foto 1. Vaade ülevoolule ülavee poolelt (30.04.2020). Vee tase on 20 cm ülevoolulävest madalamal (8.05.2020).



Foto 2. Vaade ülevoolule alavee poolelt (30.04.2020). Vesi väljub betoonplaadi alt.

Algselt kavandatu kohaselt pidi vesi voolama üle betoonläve. Olukorras kus juurdevool ületab aurumise ja filtratsiooni (läbi veekogu põhja ja kallaste ning väljavooludel paiknevate ehitiste), peaks Kavadi järve veetase olema vähemalt 211.30 (eeldusel, et vee taset ei alandata Uue-Saaluse veski kaudu Alajärve suunates).



Foto 3. Vaade ülevoolule alavee poolelt (08.05.2012, foto Urmas Nugin 2012).



Foto 4. Vaade ülevoolule ülavee poolt (8.05.2012). Vee tase on 10 cm ülevoolulävest kõrgemal (Foto Urmas Nugin 2012).

Praeguseks on vesi tunginud ülevoolu betoonplaadi alt läbi ning vee tase tõuseb betoonläve tasemele ainult suurvee ajal. Millise vooluhulga juures see täpselt toimub ja kui kõrgele veetase Kavadi järves siis tõuseb, ei ole rajatise praeguse seisundi korral võimalik arvutada. Teadaolevalt toimus vee läbimurre 2019 aastal (Päikesepõllu kinnistu Marko Palo info). Vesi siseneb konstruktsiooni betoonülevoolu mõlema nurga alt ja hajub siis ühtlaselt betoonplaadi all. Kindlasti ei ole praegu tegemist stabiliseerunud olukorraga. Tõenäoliselt järves veetaseme tõustes suureneb betoonplaadi alt läbivoolav vooluhulk, materjali uhutakse plaadi alt veelgi rohkem välja ja läbivool plaadi alt suureneb seeläbi veelgi. Ühtlasi alaneb seeläbi peale suurvee taandumist Kavadi järve veetase olenevalt ärauhutud materjali hulgast. Seni kuni vooluhulk betoonplaadi alt on võrreldes suurveeaegse vooluhulgaga ebaoluline, ülevoolu lagunemine järve suurveeaegset veetaset oluliselt ei alanda.

Eeldusel, et kogu vesi voolab ära üle betoonist ülevoolu (st voolamist betooni all ei toimu, ja vett Alajärve ei juhita ja ülevoolu Päikesepõllu kinnistu kaudu ei toimu) tõuseks järve veetase 1% ületustõenäosusega vooluhulga $1.26 \text{ m}^3/\text{s}$ korral arvutuslikult kõrguseni 211.65. Vee tase võib tõusta samale kõrgusele ka väiksema vooluhulga korral ülevoolu ummistumise tõttu jää või ujuprahiga. Siiski ei tõuse ka erakordne vee tase kõrgemale kui ca 211.60...211.70, sest vesi hakkab voolama läbi Päikesepõllu kinnistu madala ala (kõrgus ca 211.50).



Foto 5. Iskna jõgi ülevoolust allavoolu (30.04.2020). Suurvee ajal väljub vesi voolusängist.

Aastal 2007 koostatud ekspertarvamuses on märgitud: „põhjapoolne väljavool on lagunenu, mistõttu vesi voolab valdavalt läbivooluks paigaldatud toru kõrvalt (pinna ära uhitud). Samas ei ole põhjapoolne väljavool väikse läbilaskevõime tõttu (ca 10 aastat tagasi paigaldatud torud ja pinna) taganud suurvee ärajuhtimist“ (vt Foto 6).



Foto 6. Vaade veelaskmele alavee poolt (17.01.2007, foto Margo Hurt)



Foto 7. Vaade ülevoolule ülavee poolt (17.01.2007, foto Margo Hurt).

Samuti on 2007. aastal koostatud ekspertarvamuses märgitud, et 17.01.2007 ülevaatuse ajal oli vee tase Uue-Saaluse veski sissevooluavast 22 cm allpool. Käesolevas töös mõõdeti sissevooluava lae kõrguseks 211.68, mis tähendab, et veetaseme kõrgus 17.01.2007 oli 211.46 (vt Foto 13). Millisel kõrgusel enne betoonläve rajamist olnud toru täpselt oli, selle kohta mõõtmisandmed puuduvad, kuid teades toru läbimõõtu DN400 ja veepinna kõrgust 211.46, võib foto (vt Foto 8, Foto 8) alusel väita toru põhja kõrguseks ca 211.30...211.35,

mis orienteerivalt võrdub 2007 ekspertarvamuses soovitud optimaalse veetaseme kõrgusega. Nõustuda tuleb ka seisukohaga, et enne betoonülevoolu rajamist veelaskmeks olnud toru ei olnud suurvee äravoolu tagamiseks sobiv lahendus.



Foto 8. Keraamiline toru ülevoolutoru (17.01.2007, foto Margo Hurt).

Käesolevas töös mõõdeti Iskna jõe põhja kõrguseks betoonlävest allavoolu ca 210.40...210.50, seega ei olnud tavaline Kavadi järve veepind kunagi tõenäoliselt madalamal kui 210.60 (kui seda ei alandatud Uue-Saaluse veski veelaskme kaudu või ei olnud veevaene aeg, mille ajal aurumine ja lekked ületasid juurdevoolu). Praeguse läve edasisel lagunemisel jääb põhjapoolse väljavoolu kõrgust määrama Iskna jõe põhja kõrgus. Olukorras, kus väljavoolu Alajärve ei toimuks, kujuneks pikaajaliseks veetasemeks 210.70...210.80, mis on lähedane enne betoonläve rajamist 1970. Aasta NSVL topokaardil märgitule. Kavadi järve ja Alajärve veelaskmete praeguse seisukorra juures võib veevaesel ajal tekkida olukord, kus vee tase Kavadi järves langeb betoonplaadi alla uuristatud vooluteedest madalamale ning Uue-Saaluse veski veelaskme lekke (või avarii) tõttu vee vool Iskna jõkke lakkab.

Säilinud kirjavahetusest (refereeritud alljärgnevalt) on võimalik järeldada, et enne 2000 aastat tehti töid järve veetaseme tõstmiseks. Tööde käigus asendati praegu Klaarika kinnistul

asuva betoonülevoolu asukohas paiknenud puitkonstruktsioon toruga ja ehitati ülevooluga piirnevat tammi kõrgemaks. Materjale, mis tööde toimumise aja täpselt määraksid, leida ei õnnestunud. Viite tööde toimumise kohta 90-ndatel saab Kavati (18101:001:0374) kinnistu omaniku Väino Palo poolt Võrumaa Keskkonnateenistusele saadetud kirjast, mis on dateeritud 25.11.2004. Kirjas on märgitud, „et mõned aastad tagasi aeti kinni loode poolne ülevool, paigaldati loomulikust tasemest hulga kõrgemale 40 cm läbimõõduga keraamiline toru“. Kirjas on viidatud seejärel alanud üleujutustele Kavati kinnistul ja probleemi kohta avalduse tegemisele 01.08.2000. Keskkonnaameti vastuskirjast (30.12.2004 nr 44-6-1/2925-2) saab viite, et tööd praeguse betoonülevoolu asukohas toimusid 1995...1997. Samas kirjas on viidatud Kavadi järve tavapärasest madalamale (10.09.2004 tehtud vaatlusel 25...30 cm) veetasemele tulenevalt Uue-Saaluse veski veelaskme lagunemise tagajärjel.

Pragune betoonülevool rajati 2007 aasta teises pooles. Töid tehti olemasoleva rajatise hoolduse ja remondi raames. Viited selle kohta sisalduvad säilinud kirjavahetuses (Haanja Vallavalitsuse kiri 23.01.2007 nr 15-4/45, Riikliku Looduskaitsekeskuse Põlva-Valga-Võru regiooni e-kiri 16.07.2007 töid teostanud ettevõttele Aigren OÜ). Ülevoolu rajamise kõrgus lähtus 2007. aastal koostatud ekspertarvamusest, milles on märgitud, et võrreldes varasemate Kavadi järve kõrguse andmetega on 2007.a. eksperthinnangus optimaalseks pakutud veetaseme kõrgus suurem, sest eesmärgiks on tagada võimalikult soodsad tingimused järve hea seisundi säilimiseks. Samas ei ole ekspertarvamuses välistatud ka madalamat veetaset kui see on põhjendatud. Teadaolevalt madalamate veetasemete põhjendatuse analüüsimiseks töid varasemalt tehtud ei ole.

6.2 Uue-Saaluse veski

Uue-Saaluse veski veelase on raudbetoonist sissevooluotsakuga truupveelase, mille avas paiknevate puitkilpidega on võimalik Kavadi järve veetaset reguleerida ja muuta Alajärve juhitavat vooluhulka. Vee taset on teoreetiliselt võimalik alandada kuni kõrguseni ca 210.00. (vee alt mõõdeti varjade ees põhja kõrguseks 209.90). Uurimistööde ajal oli varja ülapinna kõrgus 211.02..211.04. *Kui Klaarika kinnistu veelase (läve kõrgus ca 211.30) ei oleks lagunened st voolamist läbi konstruktsiooni ei toimuks, oleks enamusel aastast kogu Kavadi järvest väljuv vooluhulk Uue-Saaluse veski veelaskme varjakõrguse 211.02 korral voolanud Alajärve.*

Varja ees oli veelase ummistunud sette ja ujuprahiga ca 1 m paksuselt (vt Foto 14). Vee sügavus prahi peal oli 0.2 m. Praht oli kandunud ka üle varja, kus selle paksus vahetult varja järel oli ca 0.8 m. Praht oli kandunud kuni turbiinikambrini. Veelaskme sissevoolu ummistumine on regulaarne. Ilma setet ja prahti varjade ümbrusest eemaldamata varjade eemaldamine ja tagasipaigaldamine võimalik ei ole. Uue-Saaluse veski veelaset remonditi teadaolevalt samal ajal Klaarika kinnistul asuva ülevoolu rajamisega 2007. aastal. Veelaskme konstruktsiooni mõõtmel lubavad sellest läbi juhtida kogu Kavadi järve siseneva vooluhulga (sh suurveeaegse), kuid veskit läbiva veelaskme seisukord on puudulik ning veevoolu jätkumine läbi veelaskme koos külmumistega võib viia suurema varinguni. Praegu on hoone all olevas kanalis toimunud väiksemad varingud. Kanali välisseintest on kive välja varisenud (seinas on augud) ja näha on läbivad praod. Varisemisohu tõttu ei olnud võimalik kanalit alaveepoolt sisenedes terves ulatuses uurida. Ülavee poolt kanalisse sisenemiseks tuleks järve veetaset alandada ja praht ning sete eemaldada. Käesoleva töö käigus tehtud topogeodeetiline mõõdistus on esitatud lisa 1.

Üle Uue-Saaluse veski veelaskme kulgeb tolmuva kattega 25133 Räpo-Uue-Saaluse tee. Teealuse osa seisukorda tuleks hinnata sillainseneril ja vajadusel seada liikluspiirangud. Veelaskme praeguses seisukorras tuleks vee pikaajalist juhtimist kanalis vältida. Praegu toimub vee vool kanalis peamiselt üle varja, vähemal määral toimub voolamine tulenevalt varja ebatihedusest.



Foto 9. Sissevool veskikanalisse (30.04.2020).



Foto 10. Veskikanali lõunasein (30.04.2020)



Foto 11. Väljavool veskikanalist (30.04.2020)



Foto 12. Veskikanal, vaade turbiinikambrist ülesvoolu (30.04.2020)

Juhul kui Uue-Saaluse veski veelaskme ees olevad varjad lagunevad, alaneb Kavadi järve veetase ca 1 m võrra.



Foto 13. Sissevool veskikanalisse (17.01.2007, foto Margo Hurt).



Foto 14. Sissevool veskikanalisse (26.05.2020)

6.3 Tondi veski

Tondi veski veelase on raudbetoonist sissevooluotsakuga truupveelase, mille avas paiknevate puitkilpidega on võimalik Alajärve veetasel reguleerida ja muuta Voki ojja juhivat vooluhulka. Veelase koosneb kaetud kanali osast, avatud kanaiosast ja turbiinišahtist. Vee taset on teoreetiliselt võimalik alandada kuni kõrguseni 207.31 eemaldades puitvarjad. Uurimistööde ajal oli varja ülapind kõrgusel 208.31. Alajärve paisutamiseks ja veetaseme reguleerimiseks on välja antud tähtajatu vee erikasutusluba nr. L.VV/328835.

Aastal 2012 tehtud inventariseerimise (vt lisa 3) ajal mõõdeti veetaseme kõrguseks 208.15, käesoleva töö käigus 208.16, 208.12, 208.15 ja seega ei ole vee tase oluliselt muutunud. Varja ülapind oli sammaldunud ja tõenäoliselt ei olnud sealt vett pikemat aega üle voolanud. Samuti ei ole varjasid lisatud ega eemaldatud. Varja ette oli kandunud ujuprahti ja varja esine oli täissettinud. Varja eemaldamisel kanduks materjal veelaskmes allavoolu. Ülevoolu puudumise tõttu ujuprahti veelaskme kaetud osasse edasi kandunud ei ole.



Foto 15. Sissevool veskikanalisse (30.04.2020).

Veelaskme seisukorda praegustes töötingimustes, st olukorras kus vett (vähemalt enamusel ajast) veelaskmest läbi ei juhita, võib sissevoolupoolses (tee alune osa DN750 ja sissevooluotsak) osas lugeda rahuldavaks. Otsaku ja kanali betoonkonstruktsioonis on praod, kuid suuremad deformatsioonid puuduvad. Veevool kanalisse tuleneb peamiselt puitkilpide ebatihedusest ja filtratsioonist läbi kanali seinte. Teest allavoolu (st teest

allavoolu kaetud kanalisosa, avatud kanal, turbiini šahti) on veelaskme seisukord puudulik. Kanali katteplaadi armatuurteras on paljandunud ja korrodeerunud.



Foto 16. Sissevool veskikanalisse (30.04.2020).



Foto 17. Veelase, vaade ülesvoolu (30.04.2020)



Foto 18. Veelase, vaade allavoolu.



Foto 19. Vaade turbiinikambrile.

Turbiinišahti on kanalist eraldatud suure praoga. Kanali maakividest sein prao piirkonnas on lagunenud ja kivid välja langenud. Väljavool turbiinišachtist toimub šahti

betoonkonstruktsioonis oleva augu kaudu (osaliselt ilmselt ka läbi põhja ja sāngi varisenud müüride kivide filtreerudes). Nähtav, veelaskme sissevoolu mõõtmatega kooskõlas olev väljavooluava turbiinisahatist puudub (ilmselt on mattunud varisenud konstruktsioonide alla). Pidevaks vee äravooluks (näiteks Alajärve põhiväljavooluna) ei ole veelase praegu kasutatav.

Üle veelaskme kulgeb kruuskattega kohalik tee. Teealuse veelaskme osa seisukorda tuleks hinnata sillainseneril ja vajadusel seada liikluspiirangud. Vee teadlikku pikaajalist juhtimist veelaskmesse tuleks rajatise praeguses seisukorras vältida.

Juhul kui Tondi veski veelaskme ees olevad varjad lagunevad, alaneb Alajärve veetase ca 0,8 m võrra.

6.4 Alajärve ülevool Kõivasaare kinnistul

Veelase koosneb neljast plasttorust läbimõõduga DN500, vt Foto 21. Ülevool on rajatud ilma veetaseme reguleerimise võimaluseta. Torude põhja kõrgused sissevoolul on 208.02...208.06, äravool toimub Voki oja. Alajärve veetase välitööde ajal oli 208.16...2018.12. Veetasemel 208.15 on arvutuslik väljavool 50 l/s. Veevaesel ajal määrab Alajärve veetaseme kõrguse eelkõige madalaima toru põhja kõrgus 208.02. Juurdevoolu lakkamise ja intensiivse aurumise korral võib Alajärve veetase alaneda sellest allapoole. Torude ümbrus on täidetud ehitusprahiga, mille tüki suurus ületab plasttoruga vahetus kokkupuutes lubatud puistematerjali terasuurst. Nähtavaid kahjustusi toru sisepinnal ei avastatud. Veelaskme sisse- ja väljavool on kindlustamata, järve ja veelaskme sissevoolu vaheline voolusāng on veetaimestikku täis kasvanud. Suvisel ajal täitub voolusāng veetaimestikuga veelgi rohkem ning äravool võib olla oluliselt takistatud. Kindlustiste puudumisest hoolimata ei ole alaveepoolses sāngis olulist erosiooni tekkinud. Ilmselt on vooluhulk pikaajaliselt olnud piisavalt väike ja taimestik on erosiooni arenemise tõkestamiseks olnud piisav. Veelase ummistub regulaarselt kobraсте tegevuse tõttu. Ummistusega kaasneb Alajärve veetaseme tõus ja ummistava materjali eemaldamise korral suureneb Alajärvest väljavoolava vee hulk kordades.

Üle veelaskme kulgeb pinnastee, pinnasekihi paksus torude lael on väiksem plasttorude puhul nõutavast ning raskema sõiduki korral on oht torude deformeerumiseks. Käesoleva töö käigus tehtud topogeodeetiline mõõdistus on esitatud lisas 1.



Foto 20. Vaade veelaskme sissevoolule



Foto 21. Vaade veelaskme väljavoolule

Veetasemel 208.22 on ärajuhitud vooluhulk arvutuslikult 140 l/s. Veelaskme mõõtmed võimaldavad veetasemel 208.35 ära juhtida vooluhulga 0.4 m³/s ja see on kooskõlas ka ca 100 m allavoolu jääva truubi DN600 läbimõõduga. Kõrgema veetaseme korral hakkab vesi voolama üle Kõivasaare kinnistu (vt Joonis 13). Avatud ja töökorras Tondi veski veelaskme korral oleks Alajärve veetasemel 208.35 läbi Alajärve võimalik praegu ära juhtida kogu Kavadi järve sisenev vooluhulk (sh suurvee aegse 1.26 m³/s). Siiski ei ole see mõistlik.

Teadaolevalt paikneb ka ca 600m allavoolu Voki ojal Sinisilla (18101:001:0980) ja Vesiveski (18101:001:0530) piiril (st kohas, kus Tondi veski ja Kõivasaare ülevoolu vooluhulgad voolavad samas sängis) samuti DN600 truup, ning kogu suurveeaegse vooluhulga läbilaskmiseks on truup ebapiisav. Alajärvest allavoolu ei ole Voki oja ja sellel paiknevaid veelaskmeid täpsemalt uuritud. Lähtudes Alajärve veelaskmete praegusest olukorrast ja allavoolu teadaolevate truupide läbimõõdust tuleks piirduda Alajärvest väljajuhitava vooluhulgaga kuni 0,4 m³/s. Nii suur vooluhulk on võimalik juhtides vett juurde Kavadi järvest. Tuleb arvestada, et nii suur vooluhulk on võimalik ka olukorras, kus Uue-Saaluse veski kaudu vett Alajärve üldse ei juhita ja eemaldatakse Kõivasaare veelaskme ette kibraste poolt kantud materjal, mis on tinginud Alajärvest tavapärasest kõrgema veetaseme.

6.5 Truup Iskna jõel

Truup paikneb Kavadi järve sissevoolul, üle veelaskme kulgeb tolmuva katteda 25132 Rõuge-Vastseliina tee. Truubi sissevoolupoolne otsak on lagunenu, toimub tee mulde varisemine. Ühe meetri pikkustest raudbetoontorudest rajatud truup vajab asendamist.



Foto 22. Vaade veelaskme sissevoolule



Foto 23. Vaade veelaskme väljavoolule

Truubi läbimõõt on DN750, kõrgus sissevoolul 211.41 ja väljavoolul 211.21, veepinna kõrgus oli 8.05.2020 vastavalt 211.55 ja 211.54. Truubi väljavool (211.21) on madalamal kui Iskna jõe väljavool Kavadi järvest (betoonülevoolu läve kõrgus 211.29...211.31) ja betoonülevoolu tekitatav paisutus mõjutab truubi töötingimusi.

7 Kavadi järve veetaseme muutmise mõju

7.1 Mõju kallasrajale

Kavadi järve kaldad on valdavalt kõrged ning veetaseme muutmine ei muuda enamuses järve perimeetrist järveäärse maastiku läbitavust. Kõige olulisem on veetaseme muutmise mõju Kavati (18101:001:0374) ja Päikesepõllu (18101:001:0375) kinnistutele ja seda on käsitletud eraldi peatükis.

Oluliselt on mõjutatud Kavadi kinnistu (18101:001:1970, kus kalda kõrgus on ulatuslikult 211.50. Seda piirkonda läbib ka Kavadi järve matkarada, kuhu on rajatud laudtee.



Foto 24. Laudtee Kavadi kinnistul Kavadi järve matkarajal

Oluliseks võib lugeda mõju Albri (18101:001:0542, Järvesaare (18101:001:0621) ja Kalde (18101:001:0301) kinnistule, kus samuti leidub madalat, kõrgusel 211.40...211.70 asuvat ala. Kohati on eelpool nimetatud (v.a. Albri) kinnistutel kaldavööndis õõtsik ja kaldavööndi läbimine veepiiri läheduses (kallasrajal) olenemata veetasemest ei ole võimalik.

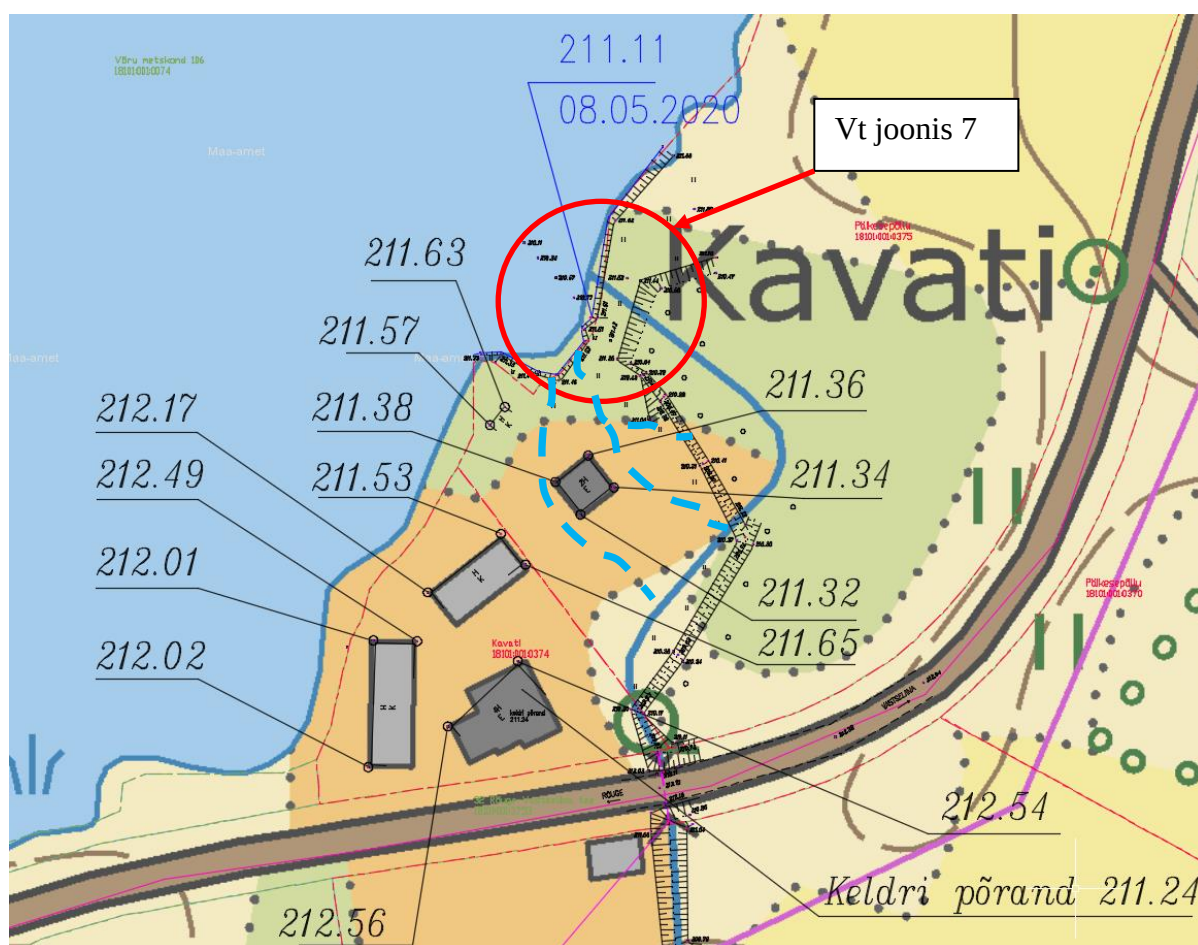


Foto 25. Õõtsik Kavadi kinnistu hoonete juures

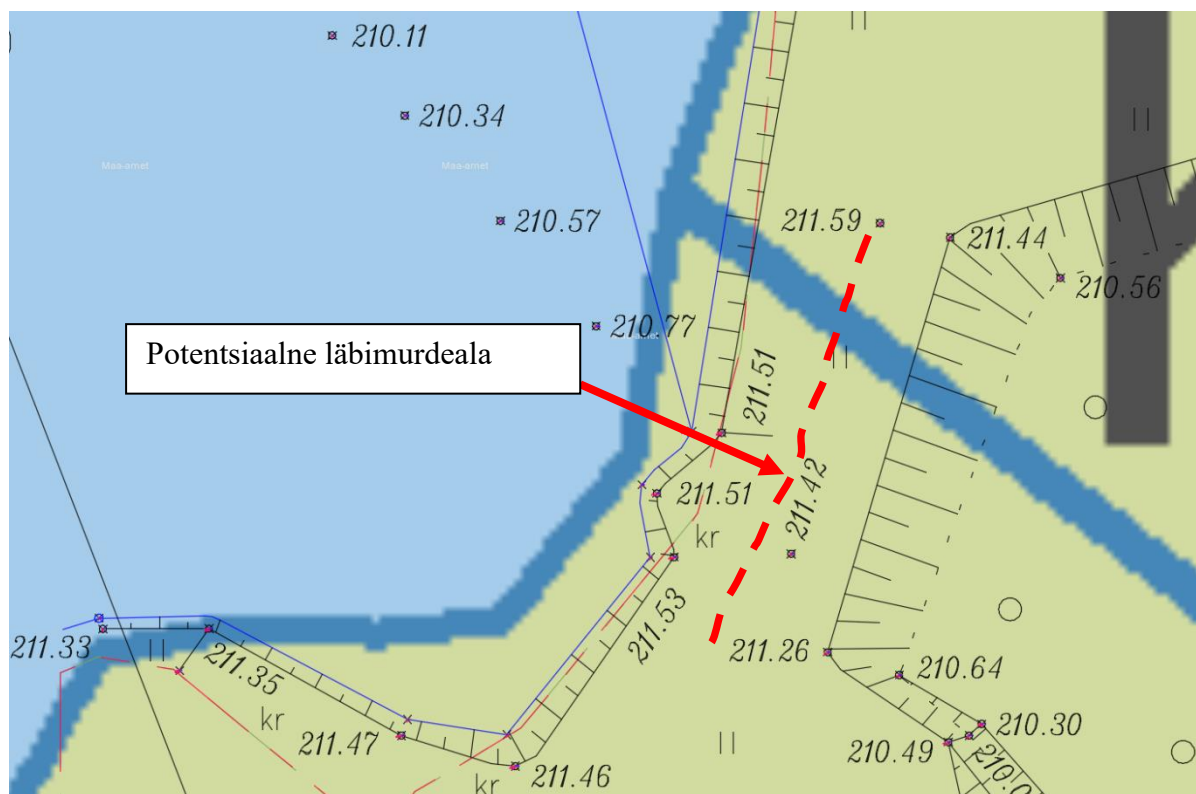
7.2 Mõju Kavati ja Päikesepõllu kinnistutele

Suurim on veetaseme muutmise mõju Kavati (18101:001:0374) ja Päikesepõllu (18101:001:0375) kinnistutele. Madalaim on maapind Päikesepõllu kinnistul asuvate hoonete (võetud kasutusele 1977) juures, kus maapinna kõrgused on vahemikus 211.30...211.40. Enne Klaarika kinnistul paikneva betoonülevoolu lagunemist oli Kavadi järve veetase hoone ümbruse maapinnast kõrgemal ja vee valgumist kinnistule takistas ainult järveäärne kõrgem kallas (211.45...211.60) ja endine teetamm, mida kinnistu omanik on lainetuse mõju vastu kividega kindlustanud. Sisuliselt oli järve veepind kaldaga samal kõrgusel ning kinnistu omaniku sõnul on toimunud aegajalt üleujutusi, mille ajal vesi voolab üle järvest välja ka lõuna poole voolavasse kraavi.

Kavati kinnistul asuvate hoonete (võetud kasutusele 1920) juures on maapind mõnevõrra kõrgem, ca 212.00 (üks nurk siiski 211.53), kuid eluhoone keldri põrand (kõrgus 211.24) asub allpool järve veepinda.



Joonis 6. Maapinna kõrgused Kavati ja ja vooluteed Päikesepõllu kinnistutel

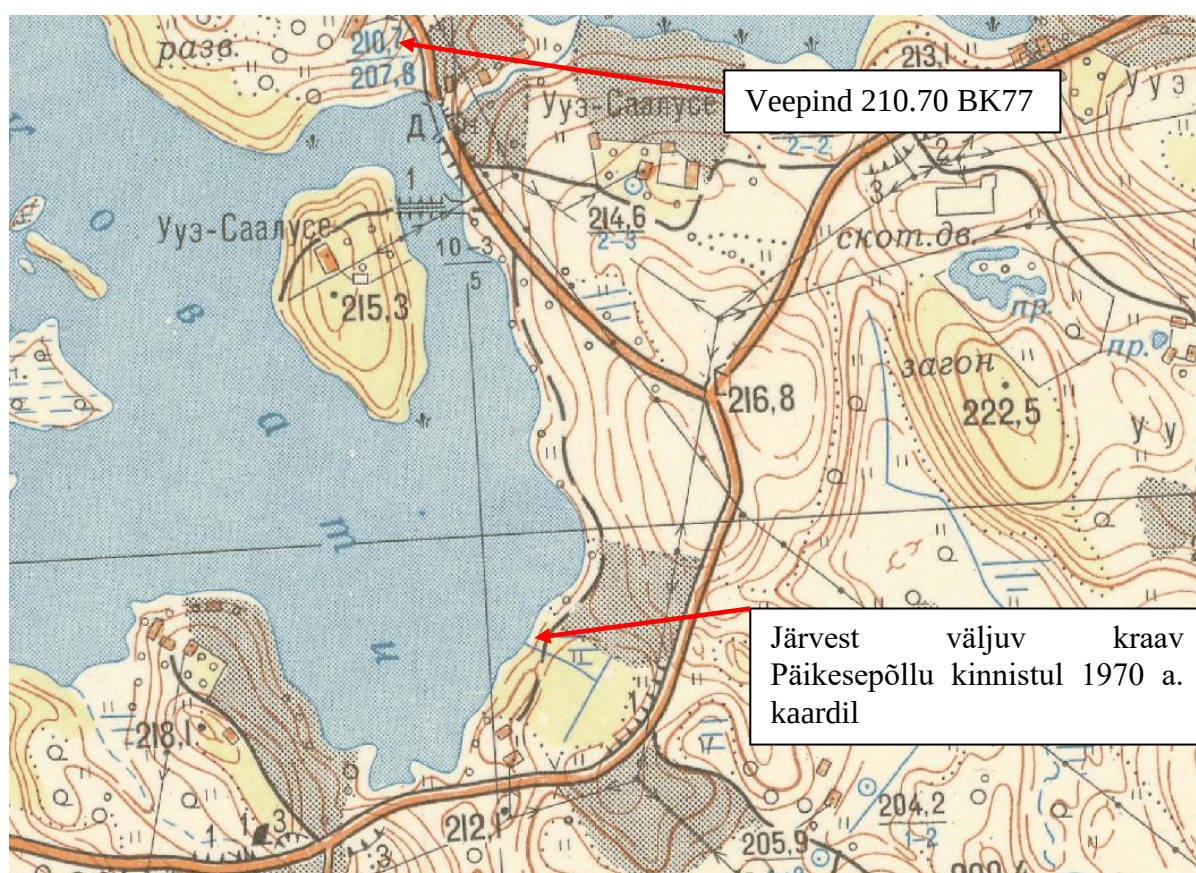


Joonis 7. Kalda kõrgused Päikesepõllu kinnistul

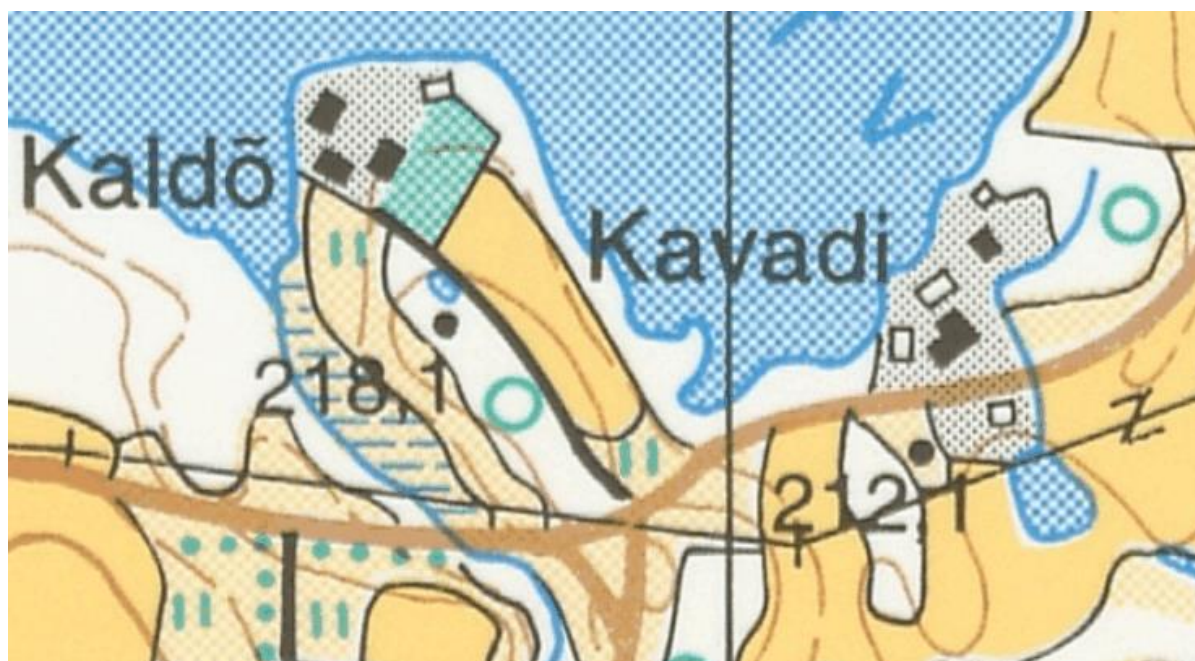
Kinnistuid kuivendab kinnistutel asuv kraav, mis juhib ära järvest kagusse imbuva / maapinnal väljavoolava vee. Kraav rajati maaomaniku sõnul ca 100 aastat tagasi. Põhikaardil ja ka osadel ajaloolistel kaartidel (näiteks NSVL 1970. a topokaart, mille järve veepinna kõrgus on märgitud 210.7 BK77 ehk 210.85 EH2000) on kraav näidatud järvest väljuvana. Samas 1996 aasta põhikaardil kraavi ühendust järvega näidatud ei ole, kuid 2003 ja hilisematel kaartidel on kraav taas näidatud järvest väljuvana. (vt Joonis 8, Joonis 9, Joonis 10). Tegelikult kraav praegu järvega ühenduses ei ole (vt Foto 26). Kinnistu omaniku Marko Palo sõnul ei ole kraav järvega kunagi otse ühenduses olnud ja vesi on kraavi alati imbunud läbi kalda.

Sisuliselt toimib järve kallas ca 25...30 m pikkusel lõigul pinnastammina, mis takistab järve veetaseme alanemist. Maaomaniku sõnul oli järve kaldal kuni 1970-nate alguseni tee ja tegemist on teetammiga (tee on näidatud ka NSVL 1970 aasta topokaardil). Kraavi põhja kõrgus / maapinna kõrgus tammi taga on 210.50....210.60 (st sama kõrgus, mis on Iskna jõe põhja kõrgus järvest väljumisel Klaarika kinnistul). Olukorras kus tavaliselt on vee tase kaldaga (tammi ülapiinnaga) samal kõrgusel, tekib veetaseme tõustes ülevool mööda maapinda, millega olenevalt voolu kiirusest kaasneb erosioon. Protsessi tagajärjel uhutakse

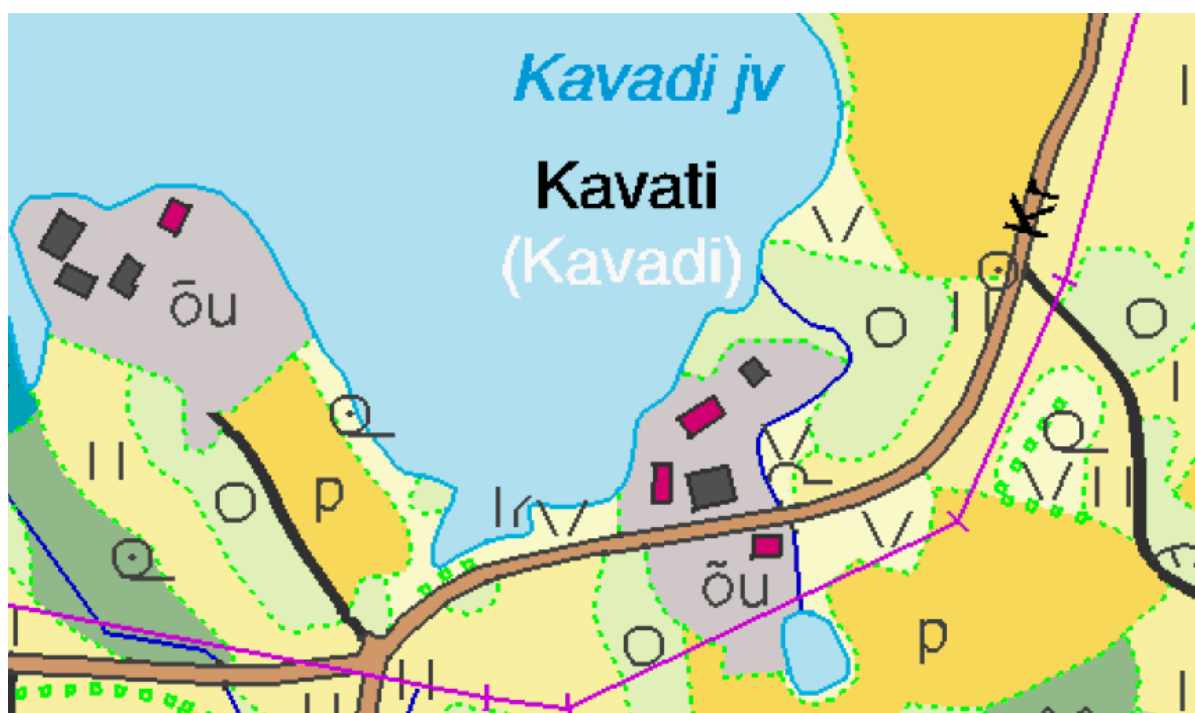
madalaimas kohas pinnasesse voolusäng (vt. Foto 26) ja järve veetase alaneb kontrollimatult. Kaasneb oht allavoolu paikneva 25132 Rõuge-Vastseliina tee tee muldele, milles paikneb vee läbijuhtimiseks DN600 truup. Üle Rõuge-Vastseliina tee vesi voolama ei hakka, sest tee pind on kõrgusel 212.10...212.20, kuid olenevalt järvest väljavoolavast vooluhulgast võib vee tase tee mulde taga võrdsustuda järve veetasemega ja tee mulle ei ole kindlasti kavandatud töötama veehoidla tammina. Niisugustes oludes on Päikesepõllu kinnistul oleva kaldakindlustuse olemasolu kindlasti aidanud läbimurde tekkimise tõenäosust vähendada, kuid avarii oht maapinnaga samal kõrgusel oleva veepinna ja lainetuse korral on reaalne.



Joonis 8. Järve kaguosa 1970 a. plaanil



Joonis 9. Järve kaguosa 1996 a. põhikaardil



Joonis 10. Järve kaguosa 2003 a. põhikaardil

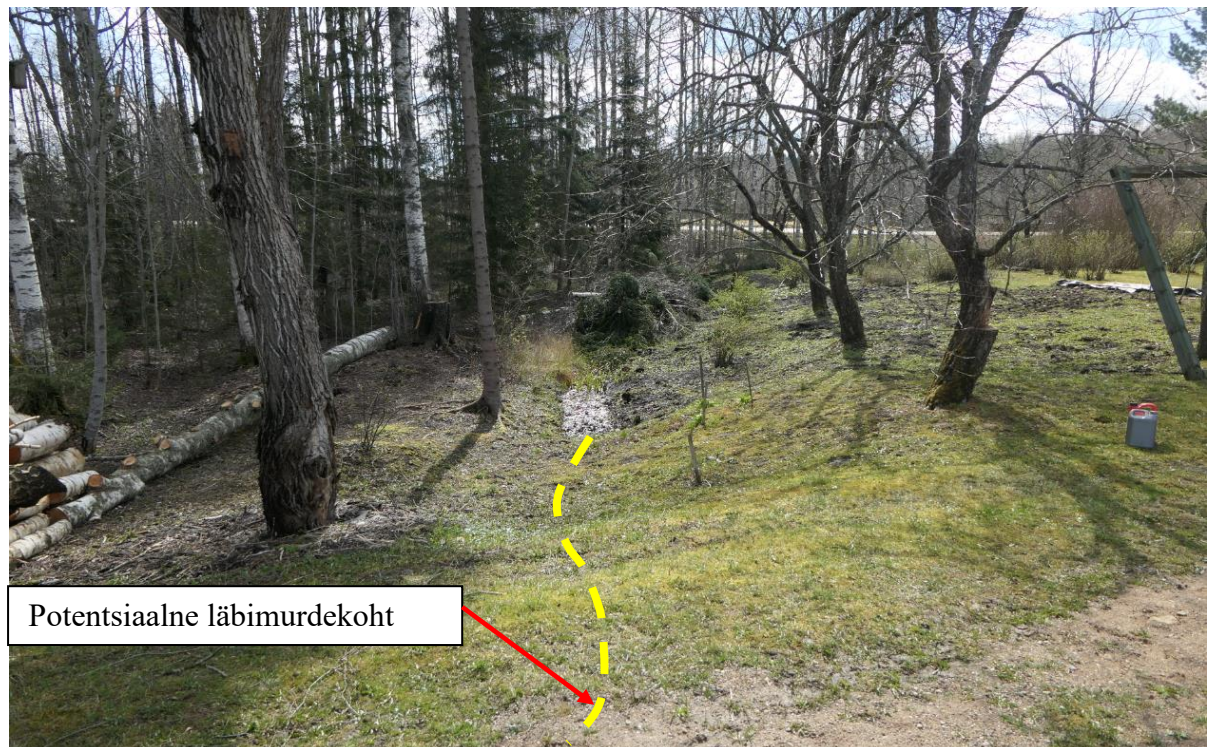


Foto 26. Kraav Päikesepõllu kinnistul



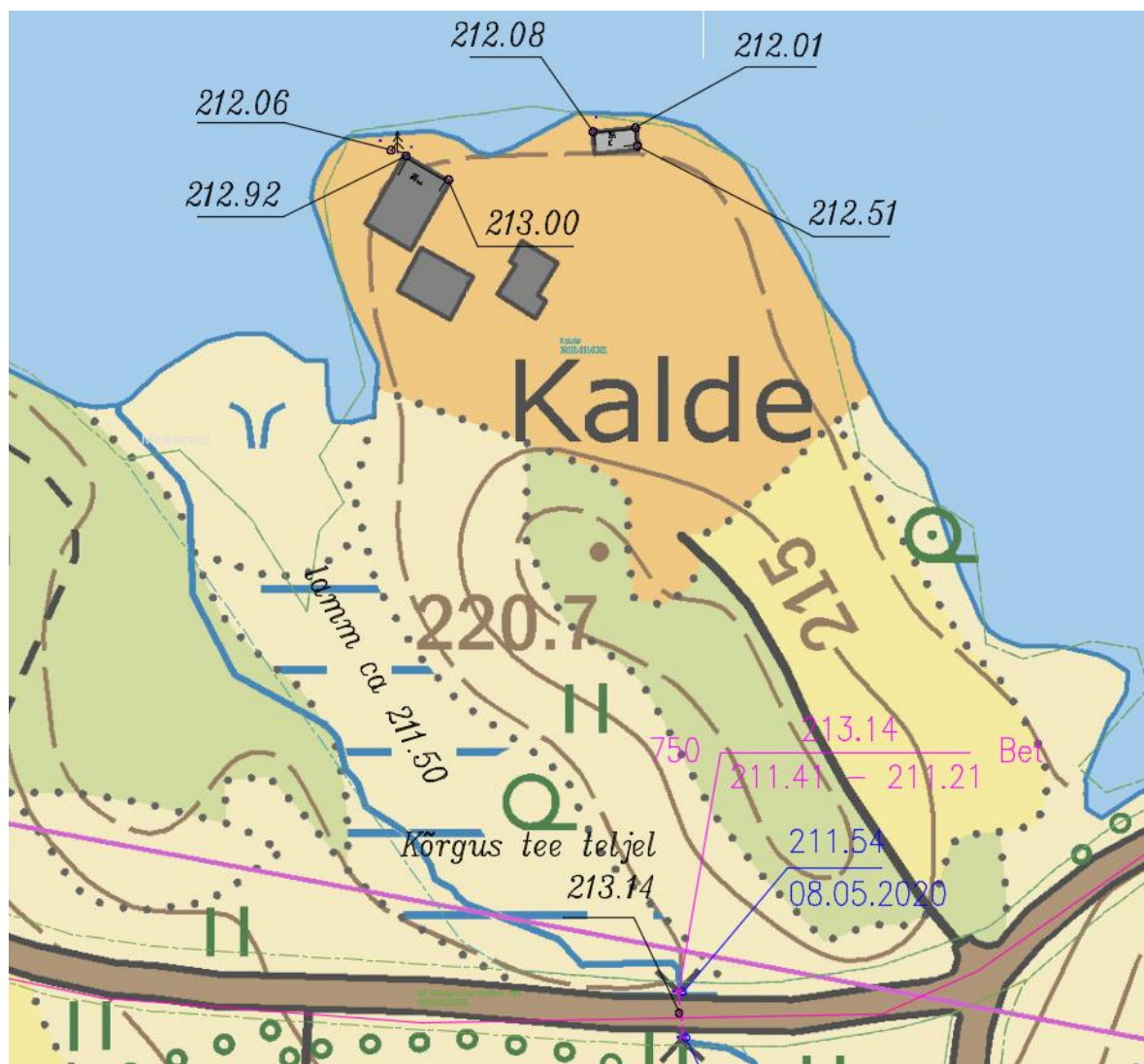
Foto 27. Kaldakindlustis Päikesepõllu kinnistul

Kokkuvõtlikult on eeltoodust võimalik järeldada, et Päikesepõllu ja Kavati kinnistutele hoonete ehitamise ajal oli järve veetase praegusest oluliselt madalam (erialakirjandus soovitab asulates kuivendusnormi 1,0 m ja seda võib pidada mõistlikuks ka hajaasustuses

paiknevate hoonete puhul). Ei ole usutav, et hooned ehitati alale, mis oli veepinnaga samal kõrgusel. Järveäärsed madalad alad on soised, kohati õõtsikuga ja kui veetase 211.40 ja rohkem oleks enne hoonestamist olnud pikaajaline, siis oleks ala olnud hoonestamiseks sobimatu (või oleks seda tulnud täita enne ehitamist veepinnast kõrgemaks). Vaadates Klaarika kinnistul Kavadi järvest väljuva Iskna jõe põhja kõrgust on tõenäoline, et järve veetase oli pikaajaliselt enne Klaarika kinnistule betoonist ülevoolu ehitamist ajaloolistel kaartidel (NSVL 1970 aasta topokaart, Eesti põhikaart 1996) näidatud kõrgusel 210.85 (või sellele lähedasel kõrgusel). Vältööde tegemise ajal olnud veetasemest (211.12...211.09) oli see vee tase 25 cm madalam.

7.3 Mõju Kalde kinnistule

Kalde (18101:001:0301) kinnistu hooned asuvad valdavalt kõrgemal kui 212.00 (madalamad nurgad kõrgusel ca 212.00). Iskna jõgi suubub Kavadi järve läbi Kalde kinnistu. Jõe soine lamm paikneb madalamal kui 212.00, olles valdavalt kõrgusel 211.50. Enne Klaarika kinnistul asuva betoonist ülevoolu lagunemist oli vee tase lammi pinnaga samal kõrgusel, Eesti 2020 põhikaardile kantud veetaseme 211.70 korral oleks lamm üle ujutatud. Ühelgi kaardil ei ole ala aga näidatud veekoguna.

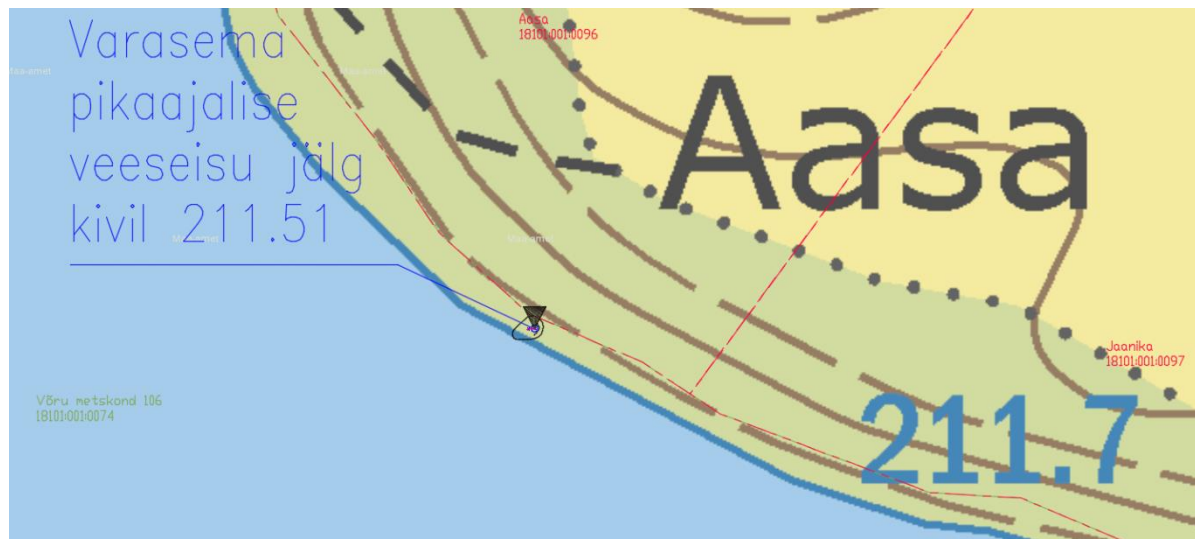


Joonis 11. Maapinna kõrgused Kalde kinnistul ja Iskna jõe sissevool järve

7.4 Muud viited Kavadi järve veetaseme võimalikule kõrgusele.

Eesti põhikaardil 2020 on märgitud Kavadi järve veetasemeks 211.70. Tegemist ei ole reaalselt võimaliku kõrgusega. Ei ole reaalne, et järve veetase oleks 3 m laiuse ülevoolu läve kõrguse 211.30 korral pikaajaliselt olnud 40 cm kõrgem (niisugune olukord vastaks 1% ületustõenäosusega vooluhulga igapäevasele olemasolule). Allavoolu on Iskna jõe süng ainult ca 1.0...1.2 m lai ja 30...40 cm sügav ning on ilmne, et enamusel ajast voolab vesi süngis. Samuti voolaks vesi järve taseme 211.70 korral 20..30 cm kihina üle Päikesepõllu kinnistu õueala. 25133 Räpo-Uue-Saaluse tee pinna kõrguseks madalaimas kohas veski veelaskmest ca 30 m lõunapoolse mõõdeti (08.05.2020, vt lisa 1) 211.65....211.72. Veetaseme

211.7 korral hakkaks vesi üle tee voolama. Seega ei saa põhikaardile kantud vee piir olla kooskõlas kaardile märgitud veetaseme kõrgusega.



Joonis 12. Veepinna kõrgus Eesti põhikaardil 2020

Aasa kinnistu piiril paikneval kivil mõõdeti 8.05.2020 enne betoonülevoolu lagunemist olnud veepinna jälje kõrguseks ca 211.50. Uue-Saaluse veski sisevooluotsaku betoonil mõõdeti veepinna jälje kõrguseks ca 211.40. Veepinna jälje mõõtmistäpsuseks võib lugeda 5 cm. Tulemused on kooskõlas 1.04.2012 inventariseerimisel (211.45) ja Marko Palo 7.11.2019 poolt mõõdetud kõrgusega 211.49. Kalde talu perenaise Hille-Reet Sisase sõnul oli kivi enne betoonülevoolu rajamist orienteerivalt veepiiril ja see info on kooskõlas fotodel näha olevaga. Viies uuema ja vanema foto proportsiooni (vt Foto 28), oli vee tase 1956 aasta fotol ca 210.65, mis on kooskõlas NSVL 1949. a ja 1970. a. topokaartidel märgitud kõrgustega (vastavalt 210.55 ja 210.85). Kindlasti ei ole vee tase fotol betoonregulaatori lagunemise eelsel kõrgusel 211.30...211.50.

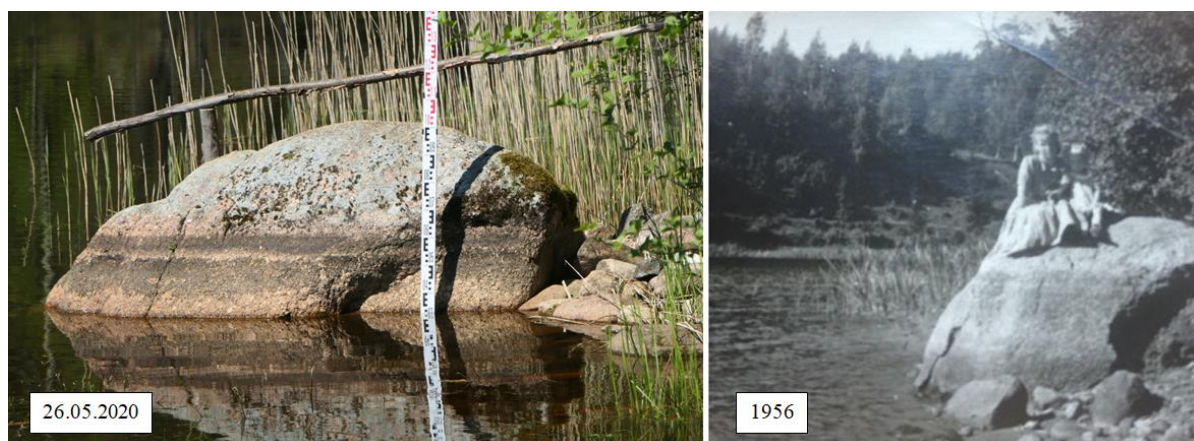


Foto 28. Kivi Aasa kinnistul (1956 aasta foto Marko Palo kogust)

Viite praegusest oluliselt madalamale veetasmele saab ka alljärnevalt fotolt (foto tegemise aasta ei ole teada).



Foto 29. Kavadi järve kallas (foto Marko Palo kogust)

Tuginedes ülevaatusel ajal ja aastal 2018 tehtud fotole (Foto 30) ujumiskoha sillast oli vee tase 2018 augustis ca 10 cm madalam 2020 mais olnust (ja ca 211.00 ja vastavalt 211.09). Seega alanes vee tase järves kuival suvel allapoole betoonülevoolu taset (betoonülevoolu seisundi ja võimaliku lekke kohta info puudub).

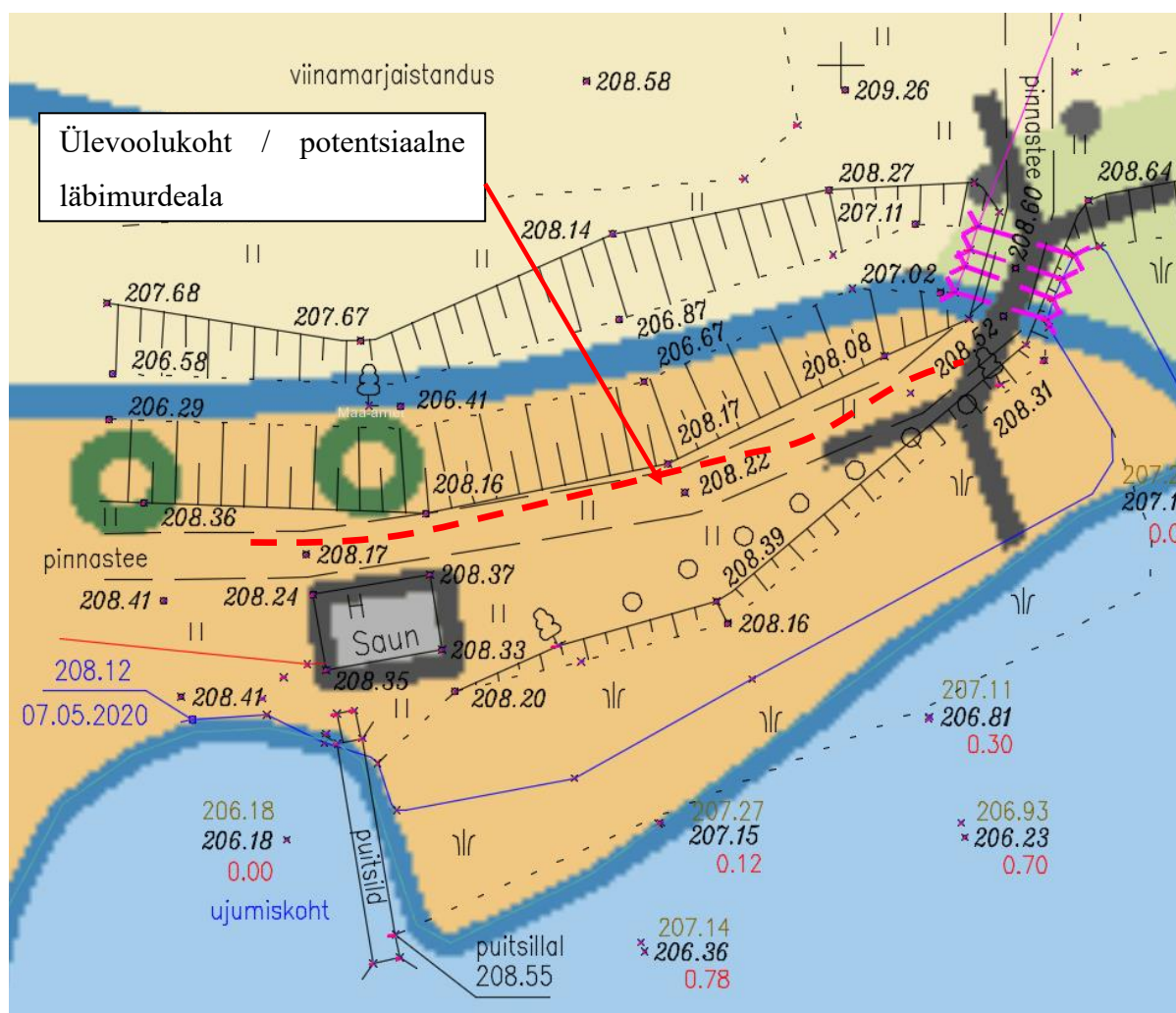


Foto 30 . Veetase ujumiskoha silla juures

8 Kavadi järve veetaseme reguleerimise mõju

8.1 Mõju Alajärvele

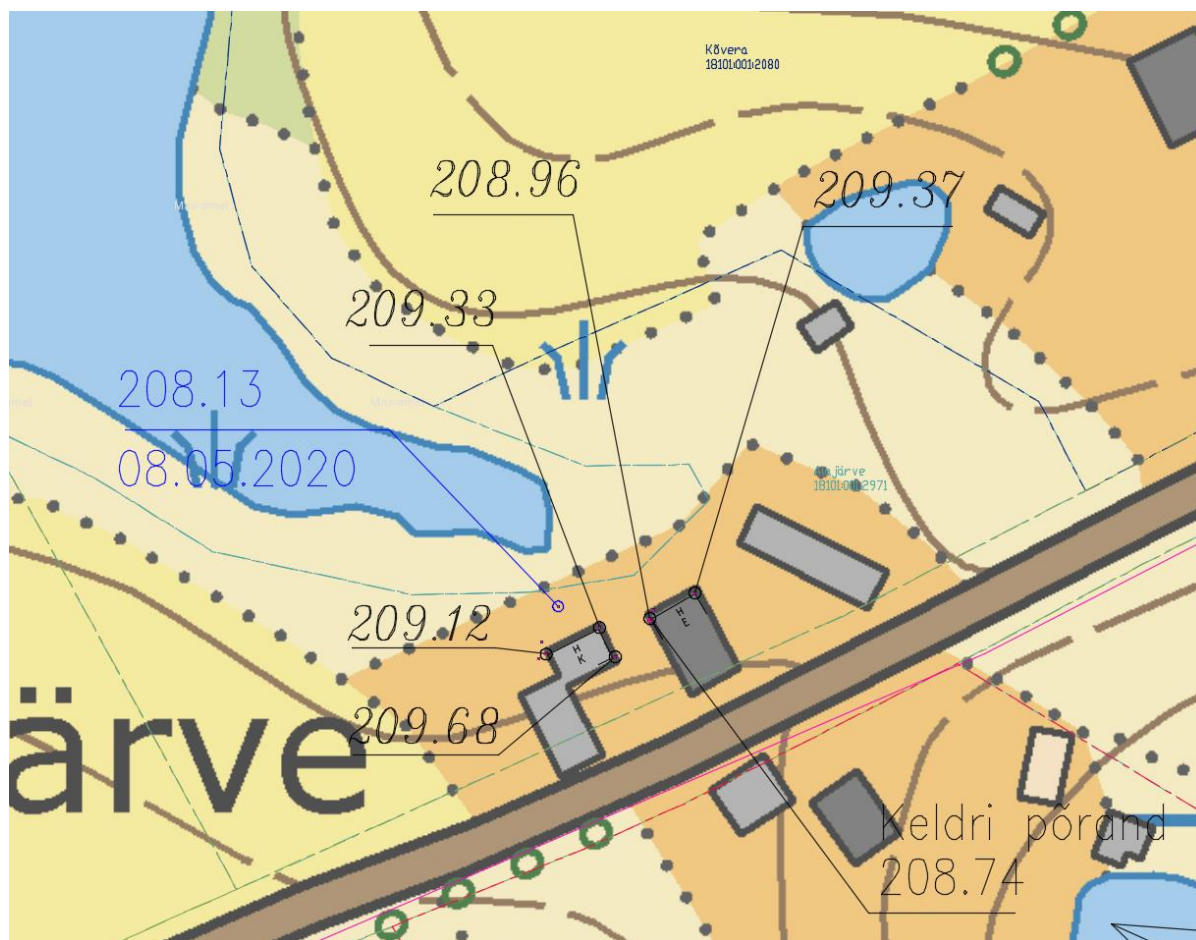
Uue-Saaluse ja Tondi veski töötamise ajal juhiti vesi Kavadi järvest valdavalt Voki oja. Kuidas jagunes vooluhulk ajal kui veskid olid töökorras, kuid neid ei kasutatud, ei ole teada. Peale veskite sulgemist olukord tõenäoliselt muutus ja enamus veest voolas Kavadi järvest Iskna jõkke (eeldusel, et Uue-Saaluse veski veelaskme varjadega ei hoitud vee taset madalamal Iskna jõe põhja kõrgusest järvest väljavoolul). Täpset vooluhulga jaotust peale veskites veekasutuse lõpetamist ei ole paraku võimalik kindlaks teha, sest ei ole teada kui kõrgel paiknes Uue-Saaluse veskikanali sissevoolul paiknev vari. Uurimistööde ajal 30.04.2020...8.05.2020 oli Alajärve veetase kõrgusel 208.16...2018.12, mis on kooskõlas 31.08.2012 inventariseerimisel saaduga 208.15. NSVL 1970. aasta topokaardil on märgitud veetaseme kõrguseks 207.75 ja 1996 a. Eesti põhikaardil on näidatud sama kõrgus. Kas kõrgus põhikaardi koostamisel täpsustati või kasutati vanema kaardi andmeid, ei ole teada. Millal täpselt vee taset ca 30...40 cm tõsteti ei ole samuti teada, kuid viimased ca 10 aastat on see ilmselt olnud valdava osa ajast samal kõrgusel. Erandiks on olnud ka lähteülesandes kirjeldatud olukorrad, kui Kavadi järve veetaseme alandamiseks juhiti vett Alajärve nii palju, et sellega kaasnes madalama ala üleujutus ja vesi voolas Kõivasaare (18101:001:1960) kinnistul üle Alajärve ja Voki oja eraldava pinnastee.



Joonis 13. Kõivasaare kinnistu sauna ja ülevoolu piirkond

Eesti põhikaardil 2020 on märgitud Alajärve veetaseme kõrguseks 208.40. Alajärve ja Voki oja eraldava pinnastee kõrgus on ca 208.20 ja sauna ümbruse kõrgus 208.35....208.40. Alajärve veetaseme kõrgusel 208.40 oleks sauna ümbrus üle ujutatud ja vesi voolaks üle tee. Ülevoolutorude DN500 põhja kõrgus on 208.02...208.06 ja ei ole reaalne, et Alajärve pikaajaline veetase on torude põhja kõrgusest ca 35 cm kõrgem. Seega ei saa põhikaardile kantud vee piir olla kooskõlas kaardile märgitud veetaseme kõrgusega.

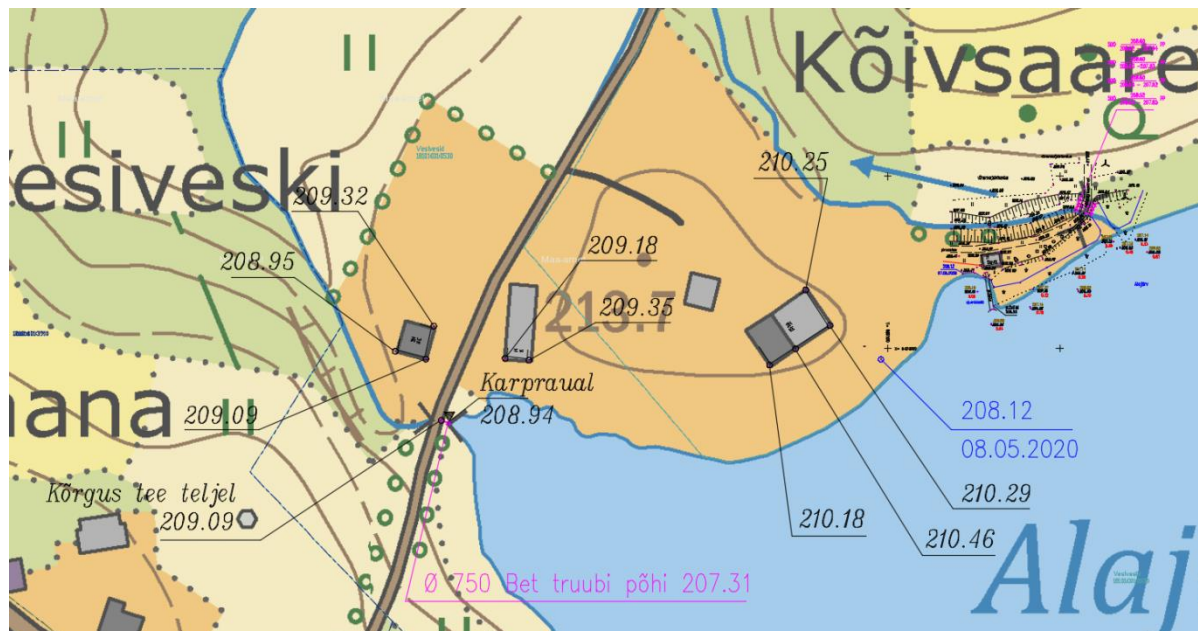
Alajärvega piirneva Alajärve (18101:001:2971) kinnistu hoonete madalaimad nurgad asuvad kõrgusel 208.95...209.15 ja Vesiveski (18101:001:0530) kinnistu hoone madalaimad nurgad kõrgusel 209.20...209.40. Alajärve kinnistul oleva hoone keldri põranda kõrgus on 208.74, keldris oli ülevaatus ajal vesi.



Joonis 14. Alajärve kinnistu hoonete piirkond

Alajärve enda valgalalt pärinev vooluhulk järveäärsete madalamate alade üleujutust põhjustada ei saa, 4xDN500 veelase on vee äravooluks piisav. Probleeme võib tekkida torude ning järve ja veelaskme sissevoolu vahelise voolusängi täiskasvamise, täissettimise või ummistumise korral jää ja ujuprahiga või kobraсте tegevuse tulemusena. Täiendava vooluhulga juhtimine Alajärve Kavadi järve valgalalt järve veevahetuse parandamisel on jätkuvalt soovitatav. Täiendava vooluhulga suunamisel Alajärve tuleks aga säilitada järve praegune veetase (208.10...208.15). Alajärve suunatav vooluhulk võiks praegu Kõivasaare kinnistul olevate ülevoolutorude kõrguse korral olla maksimaalselt 50 L/s. Vee juhtimiseks Kavadi järvest Alajärve tuleks rajada uus veelase või kapitaalselt olemasolevat remontida. Alajärve veelaskme ja järve vaheline voolusäng tuleks puhastada. Alajärve veevahetuse suurendamiseks ja veetaseme reguleerimiseks tuleks Alajärve olemasolev veelase ümber ehitada. Ümberehitamise võimalusi käsitletakse köites II-1. Alajärve juhitava vooluhulga suurus ei sõltu Kavadi ega Alajärve veetasemest, vaid vooluhulga reguleerimisest Uue-Saaluse veski veelaskmega. Järvede veetasemete vahe oli käesoleva töö välitööde ajal ca 3 m

ning vee juhtimine Alajärve on jätkuvalt võimalik olenemata sellest, millisel kõrgusel täpselt on kummagi järve veetasemed konkreetsel hetkel.



Joonis 15. Vesiveski ja Kõivasaare kinnistu hoonete piirkond.

8.2 Mõju Iskna jõele, Voki ojale ja Holsta ojale.

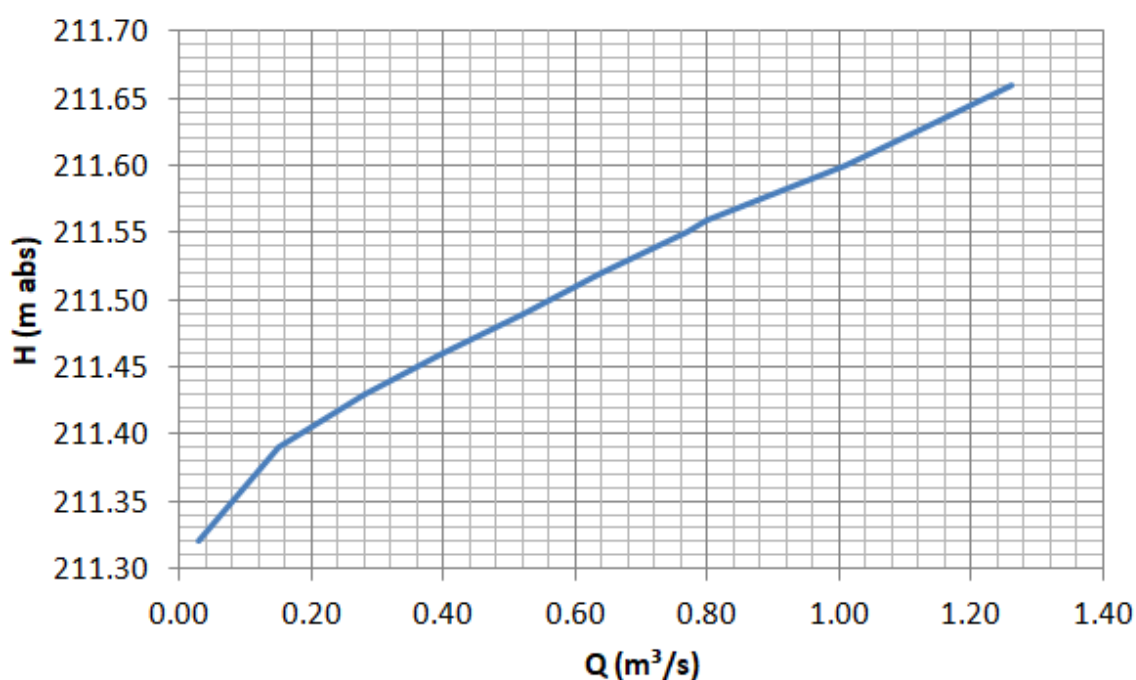
Kavadi järve veetaseme reguleerimisega Uue-Saaluse paisul on praegu võimalik muuta Iskna jõkke juhitava vooluhulga suurust või väljavool veevaesel ajal üldse lõpetada alandades Kavadi järve veetaseme madalamale Iskna jõe põhja kõrgusest järvest väljavoolul. Ilmselt on selliseid olukordi Uue-Saaluse veski töötamise ajal korduvalt ka ette tulnud. Niisugusel juhul juhitaks vesi Kavadi järvest Vokki oja, sealt edasi Holsta oja ning tagasi Iskna jõkke Kütiorust olesvoolu. Seega mõjutab vooluhulga reguleerimine Iskna jõe lõiku Kavadi järve ja Holsta oja vahelisel lõigul (ca 7,5 km), Holsta oja Voki oja suudmest allavoolu (ca 2,8 km) ning Voki oja kogu pikkuses (3,7 km), mis kokku annab ca 14 km vooluveekogu koos nendel asuvate looduslike järvede ja paisjärvede ja läbivoolutiikidega. Kütiorust allavoolu Kavadi järve ja Alajärve veetaseme reguleerimine sisulist mõju ei avalda. Kirjeldatud mõjutatavatel vooluveekogude lõikudel ei ole kalastik veekogu seisundi hindamisel indikaator, aastal 2012 tehtud tõkestusrajatiste inventariseerimisel ei peetud kõnealustel lõikudel asuvate kaladele ületamatute paisude juures rändetingimuste parandamist

vajalikuks. Kõikidel mõjutatavatel vooluveekogude lõikudel esineb sirgestatud (kraaviks kaevatud) lõike.

Eeldusel, et Kavadi järvest juhitakse vett ka edaspidi sarnaselt praegusele samaaegselt nii Alajärve kui otse Iskna jõkke, on Kavadi järve ja Alajärve veetaseme ja väljuva vooluhulga reguleerimise mõju allavoolu jäävate veekogude seisundile tõenäoliselt ebaoluline. Vajadusel võib selle seisukoha paikapidavust kontrollida nimetatud mõjutatavate vooluveekogude lõikude täiendava uuringuga.

8.3 Mõju Kavadi järvele

Rohkem kui 10 aastat tagasi Klaarika kinnistule rajatud betoonülevooluga (läve kõrgus 211.30) kavandati Kavadi järve tavaline veetase kõrgusele ca 211.30...211.40.



Joonis 16. Kavadi järve veetase erineva ületustõenäosusega vooluhulkade korral praeguse betoonülevoolu korral enne ülevoolu lagunemist.

Eelpool toodud analüüs näitab, et ülevoolu rajamise ja rekonstrueerimisega perioodil 1997...2007 aastal tõusis Kavadi järve veetase varasemalt pikaajaliselt olnust kõrgemaks. Lähtudes Iskna jõe põhja kõrgusest rajatud betoonülevoolust allavoolu (ca 210.50),

Päikesepõllu kinnistu hoonestatud ala kõrgusest (ca 211.50) ning 1970. aasta NSVL topokaadil ning 1996. aasta Eesti põhikaardil näidatud veepinna kõrgusest 210.85 tõusis pikaajaline vee tase vähemalt 0,5 m, tõenäoliselt aga 0,6...0.7 m. Veetaseme tõstmine suurendas Päikesepõllu kinnistul oleva endise teetammi (kõrgus ca 211.50) ja Uue-Saaluse veski veelaset ületava 25133 Räpo-Uue-Saaluse tee (madalaima koha kõrgus ca 211.70) avarii toimumise tõenäosust ja seeläbi Kavadi järve veetaseme järsu alanemise tõenäosust (koos kaasnevate kahjudega ümbruskonnale).

Olenevalt sellest, kas Kavadi järve järvest juhitakse vett valdavalt Alajärve või Iskna jõkke muutub järve põhjaosa (ja eriti põhjapoolse sopi, millest väljub Iskna jõgi) veevahetus. Seetõttu on mõistlik jätkuvalt juhtida enamus vett järvest välja Iskna jõe kaudu. Järve läänesopi (Kavadi kinnistu piirkond) veevahetust ühe või teise väljavoolu eelistamine ei mõjuta.

Teadaolevalt valiti Kavadi järv Natura2000 alade koosseisu enne 2004. aastat st enne kui 90-ndate teisel poolel tõstetud veetase sai kujuneda tavapäraseks. Seega veetaseme alandamisel tasemele, kus see oli enne ca 1997..1999 aastat on loogiline eeldada Natura2000 väärtuste säilimist vähemalt valiku eel olnud tasemel. Samuti ei nähtu Haanja looduspargi kaitsekorralduskavast, et veetaseme alandamine takistaks seatud kaitse eesmärkide täitmist. Veetaseme alandamisel (tasemelt 211.35 tasemeni 210.85) väheneb järve arvutuslik maht ca 10 %. Veetaseme alandamise võimalikku mõju järve tänase uurituse alusel ja täiendavalt vajalikke uuringuid on käsitletud köites I-2. Juhul kui peetakse otsuse tegemisel vajalikuks, tuleb veetaseme alandamise mõju hinnata vähemalt keskkonnamõju eelhindanguga.

9 Kavadi järve ja Alajärve veevahetuse reguleerimine

Veevahetuse reguleerimine kuulub lähteülesande järgi käsitlemisele töö teises osas köites II-1 koos tehniliste lahenduste kirjeldamisega. Kuna vooluhulga ja seeläbi ka veevahetuse reguleerimise põhimõtted ning kaasnevad mõjud on sisendiks tehniliste lahenduste koostamisel, siis on teemat käsitletud käesolevas köites.

Kavadi järve läänesopi veevahetus ei sõltu ilmselt oluliselt sellest, kuidas jaguneb järvest välja juhitav vooluhulk Uue-Saaluse veski ja Klaarika kinnistu veelaskmete vahel. Tõenäoliselt sõltub sellest aga järve põhjaosa ja idaosa veevahetus. Vee erikasutusloas on märgitud Alajärve veetaseme kõrguseks 208.15, mis vastab arvutuslikule vooluhulgale 50

l/s. Ilma Kavadi järvest vett juurde juhtimata Alajärve veetase alaneb. Samas ei saa vooluhulk Kavadi järvest Alajärve olla konstantselt 50 l/s, sest niisugusel juhul juhitaks enamusel ajast vesi Iskna jõe asemel Alajärve (Kavadi järve sisenev aastakeskmise arvutuslik vooluhulk on 80 l/s). Samuti ei saa Uue-Saaluse veski praeguse veelaskme varja ülapinna kõrgus olla konstantne, sest suurvee ajal tõuseb Kavadi järve pind arvutuslikult üle 30 cm ja sellise surve korral ülevoolul oleks arvutuslik vooluhulk Alajärve ca 0.3 m³/s. Seega tuleb Uue-Saaluse veski veelaskmes olevate varjadega Alajärve juhitavat vooluhulka reguleerida ka edaspidi.

Vooluhulga jaotuse otsustamiseks ei ole praegu väga head alust. Alajärve valgala suurus on 2% Kavadi järve valgast, mis valgala suuruse alusel jagades tähendaks maksimaalselt 25 l/s juhtimist Alajärve olukorras, kus Kavadi järve siseneb 1% ületustõenäosusega vooluhulk 1.26 m³/s. Niisugusel alusel otsustamine vähendab oluliselt Alajärve veevahetust võrreldes praeguse olukorraga.

Järvede mahu erinevus on ca 8 korda ja kui lähtuda jaotamisel järvede mahust, siis oleks vooluhulga 1.26 m³/s jaotus vastavalt 1.11 m³/s Iskna ja 0.14 m³/s Alajärve. Aasta keskmise vooluhulga 80 l/s korral oleks arvutuslik jaotus vastavalt 71 l/s ja 9 l/s. Kavadi järve põhjasopi veevahetus väheneks niisuguse jaotuse korral arvutuslikult 12% (st võrreldes olukorraga, kus vett Alajärve ei juhitata). Ilma vee juhtimiseta Kavadi järvest Alajärve oleks Alajärve veevahetus ca 1 kord 2 aasta jooksul. Kavadi järvest vooluhulga 9 l/s juhtimise korral Alajärve oleks Alajärve veevahetus ca 2.8 korda aastas.

Siiski ei pruugi vooluhulga jaotus järve mahu alusel vastata siiani olnud olukorrale. Tulenevalt asjaolust, et Uue-Saaluse ja Tondi veskite töötamise ajal juhiti Alajärve oluliselt rohkem vett kui voolas välja Iskna jõkke (veevaesal ajal ehk kogu Kavadi järve voolav vesi?), siis on Alajärve veevahetus olnud vähemalt sellel ajal oluliselt (kordades) suurem.

Tulenevalt teadmisest, et 90-ndatel Klaarika kinnistule ehitatud ja 2007 rekonstrueeritud veelaskme kõrgus põhjustas Kavadi järve veetaseme tõusu ning Kavati ja Päiksepõllu kinnistute olukorra leevendamiseks alandati ebaregulaarselt Uue-Saaluse veski varjade ülapinna kõrgust, millega kaasnes Alajärve juhitava vooluhulga suurenemine, siis ilmselt on ka viimasel 20...25-l aastal olnud vooluhulk Alajärve oluliselt suurem kui keskmiselt 9 l/s. Ilmselt on ka praeguses olukorras Alajärve veevahetus tõenäoliselt suurem, kuna Uue-

Saaluse veelaset regulaarselt ei hooldata st veetaseme tõustes ei lisata operatiivselt varjale kõrgust. Puudub ka vee erikasutusluba paisutamiseks (Keskkonnaameti info).

Alajärv vajab täiendavat uurimist eesmärgiga vähemalt kaudselt (vee keemia, taimestiku jms alusel) hinnata järve senist veevahetust. Alajärve juhitava vooluhulga ja seeläbi veevahetuse vähendamisega võime küll vähendada Alajärve ümbruse kinnistute üleujutuse tõenäosust, kuid muuta ebasoovitavalt järve praeguseks kujunenud elukeskkonda, mis on kujunenud lahutamatu Kavadi järvega. Alajärve täiendavalt vajalikke uuringuid on käsitletud köites I-2.

10 Kokkuvõte.

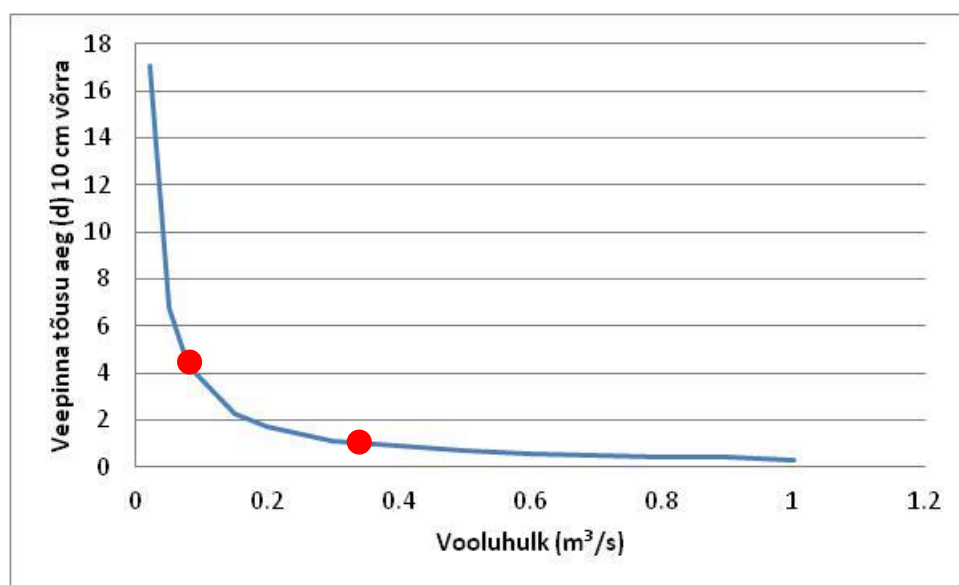
Veepiiri asukoha võrdlemine erinevatel 1:10000....1:50000 mõõtkavaga kaartidel ei anna usaldusväärset infot veetaseme kohta, sest toimunud muutuste mastaap ei ole niisugune, mis selle mõõtkavaga kaartidel kajastuks. Kindlasti on ka vanemad kaardid, mis on koostatud enne ortofotode tegemist, kaldajoone ja veepeegli kuju detailides ebatäpsemad. Ebatäpsuste võrdlemine veetaseme muutumise kohta usaldusväärset infot ei anna.

Kaartidel näidatud veepiiri asukohast informatiivsemaks ja usaldusväärsemaks on seetõttu loetud instrumentaalseid mõõdistusi sh kaartidel märgitud veepinna kõrgusarve, kaudset tuletamist mõõtkavas fotode alusel, mõõtmisi lindi ja latiga olemasolevatest objektidest. LiDAR andmete alusel on võimalik järeldada, et mõõdistuse ajal olnud Kavadi järve veetase oli mõnevõrra madalamal kui 211.50, kuid kõrgemal kui 211.40. Kuna veetaseme tõusmisel kõrgemaks kui 211.50 hakkas vesi voolama üle Päikesepõllu kinnistu, siis sellest kõrgemal (st praegusel põhikaardil märgitud kõrgusel) ei ole saanud Kavadi järve pikaajaline veetase kunagi olla.

Samuti on veepinna alandamise ettepaneku tegemisel peetud usutavaks, et niiskustingimused Päikesepõllu (18101:001:0375) ja Kavati (18101:001:0374) kinnistutel on võrreldes hoonete ehitamise ajaga oluliselt muutunud tulenevalt Kavadi järve veetaseme tõstmisest. Käesoleva töö tegemise ajal olnud, Klaarika (18101:001:0098) kinnistul oleva betoonülevoolu lagunemise tulemusel alanenud Kavadi järve veetaseme kõrguse ca 211.10 korral ei ilmnunud järve perimeetril olukorda, mida oleks võinud pidada ebaloomulikuks.

Peamiseks probleemseks paigaks olid liigniisked Päikesepõllu ja Kavati kinnistud. Veetaset 211.40 ja kõrgemat tuleb pidada riskantseks ka Klaarika kinnistul asuva tammi (kõrgus ca

211.70) ja 25133 Räpo-Uue-Saaluse tee (pinnastammi harja ja maantee kõrgus 211.70) seisukohast. Väljavoolu võimaldavate veelaskmete ummistumise korral veerohke ajal võib vee tase järves vähem kui ööpäevaga tõusta mitukümmend sentimeetrit, millele lisandub lainetuse mõju. Algaseme 211.40 korral tähendab see seda, et vesi hakkab voolama üle Päikesepõllu kinnistu (vt Joonis 17) ja Klaarika kinnistul üle matkaraja veelaskmest vasakul. Näiteks vooluhulga 0.35 m³/s korral kulub selleks 1 ööpäev. Suurema vooluhulga korral on veetaseme tõus kiirem, väiksema korral aeglasem. Keskmise vooluhulga 80 L/s korral on 10 cm veetaseme tõusuks kuluv aeg väljavoolu puudumise korral arvutuslikult ca 4,5 ööpäeva.



Joonis 17. Veetaseme tõusuks 10 cm võrra kuluv aeg erinevate vooluhulkade korral olukorras kus väljavool Kavadi järvest puuduks.

NSVL 1949. aasta topokaardil oli kõrguseks märgitud 210.55. NSVL 1970. aasta topokaardil ja Eesti 1996. aasta põhikaardil on näidatud veepinna kõrgus 210.85. **Arvestades asjaolu, et teadaolevalt enne 90-ndate aastate lõppu kinnistutel liigniiskus praeguses tõsiduses probleemiks ei olnud ning järve veepinna tase oli hoonete rajamise ajal tõenäoliselt 1970. ja 1996. aasta kaartidel näidatule ligilähedane, siis on töö lõpptulemuseks ettepanek alandada Kavadi järve veetase kõrguseni 210.85 aasta keskmise arvutusliku vooluhulga 80 l/s korral.** Selleks tuleb kindlasti rekonstrueerida Klaarika (18101:001:0098) kinnistul asuv ülevool nii, et ülevooluläve kõrgus ehitatakse kõrgusele 210.80. Eeldusel, et sissevool järve ületab aurumise ja lekked läbi konstruktsioonide ning vee taset ei alandata Uue-Saaluse veski veelaskme kaudu, oleks järve minimaalne veetase kõrgusel 210.80. Kavadi järve sisenava aasta keskmise vooluhulga 80 l/s korral oleks järve veetase siis 210.85. Lisaks tuleks Uue-Saaluse veskihoone edasise lagunemise aeglustamiseks sulgeda

sissevool veskisse ning rajada hoonest väljapoole uus veelase koos veetaseme ja vooluhulga reguleerimise võimalusega. Rekonstrueerimise võimalikke lahendusi käsitletakse detailsemalt köites II-1.

Klaarika kinnistul oleva veelaskme veetihedaks muutmisest praegusel kõrgusel tuleks hoiduda.

Tondi veski veelaskme, mille konstruktsioon praegu põhimõtteliselt võimaldab veetaseme ja vooluhulga reguleerimist, kasutamine ilma rekonstrueerimata ei ole mõistlik. Kui Kõivasaare veelase töötab praegusel kujul ja Alajärve ei juhita Kavadi järvest vett enamusel ajast rohkem kui **50 l/s** või suurema vooluhulga lühiajalise juhtimise korral ei tõsteta järve veetaset sihilikult kõrgemale kui vee erikasutusloaga ette nähtud **208.15** on võimalik ka selle veelaskme rekonstrueerimisest praegu loobuda. Vee erikasutusloaga on jäetud võimalus lühiajaliselt kõrgemaks veetasemeks suurvee ajal, mis tähendab ka suuremat vooluhulka. Soovitav on rajada sisse- ja väljavoolule püsiv kindlustis ning veelaskme sissevool settest ja taimestikust puhastada.

Koostaja: Meelis Viirma