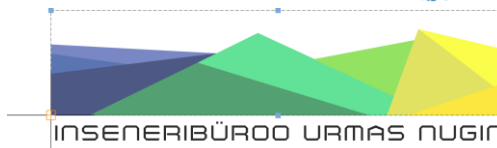




Registreerimisnumber



INSENERIBÜROO URMAS NUGIN

10696600

MTR: EH, EJ, EK, EO, EP 10696600-0001

EEG000179

MATER: MK, MU, MO, MP 0019-00

## Koostajad:

**Töö nr:** IB 2018062

### Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut

Mäealuse 14, Tallinn 12618  
Reg nr. 74001073

### Töö tellija:

#### Keskkonnaamet

Narva maantee 7a, Tallinn 15172  
Üldtelefon: 6807438  
E-post: info@keskkonnaamet.ee

### Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ

Tähe 106, 50107 Tartu

[ibun@ibun.ee](mailto:ibun@ibun.ee)

Reg nr. 10696600

Tel 730 3735, e-post: ibun@ibun.ee

# EELUURING MATSALU LAHE, KASARI JÕE LEHTERSUUDMEALA KALADE KUDE- JA TURGUTUSALA SEISUNDI PARENDAMISEKS

Koostajad:

Markus Vetemaa  
Mehis Rohtla  
Roland Svirgsden  
Urmas Nugin

(Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut)  
(Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut)  
(Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut)  
(Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ)

Uuringu teostamist toetas:



TARTU, september 2019

## Sisukord

<b>1. Sissejuhatus .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Matsalu lahe ja Kasari jõe delta üldisloomustus.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Ihtüoloogilised uuringud .....</b>	<b>7</b>
3.1 Kalade märgistamine .....	7
3.3 Tulemused .....	13
3.3.1 2018. aasta .....	13
3.3.2 2019. aasta .....	15
3.4 Kokkuvõtte ja järeldused .....	17
<b>4. Kasutatud kirjandus.....</b>	<b>23</b>

## 1. Sissejuhatus

Käesolev aruanne on Keskkonnaameti poolt tellitud uuringu „Eeluuring Matsalu lahe, Kasari jõe lehtersuudmeala kalade kude- ja turgutusala seisundi parendamiseks“ lõpparuanne. Töö eesmärk oli topo-geodeetiliste, ehitusgeoloogiliste ja ihtüoloogiliste uuringute läbiviimine Kasari jõe deltaalal ning Matsalu lahel kalade kudetingimuste ja vee liikumise parandamiseks. Töö käigus selgitati välja, kuidas ja millisel määral kasutavad kalad hetke olukorras antud alal olemasolevaid veekogusid kudealadena ja rändeteedena ning pakuti välja lahendusi, kuidas oleks võimalik Kasari delta kudealade seisundit parandada.

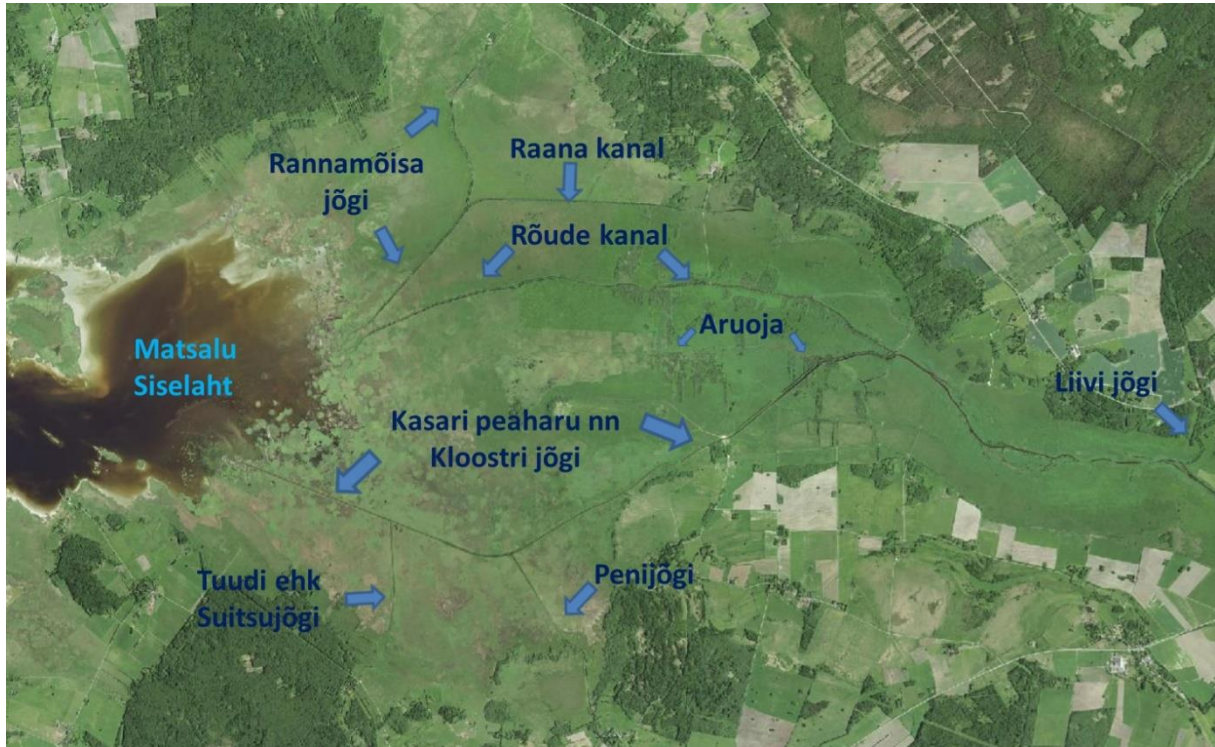
Töö viidi läbi Tartu ülikooli Eesti Mereinstituudi (projekti meeskond: Markus Vetemaa, Mehis Rohtla, Roland Svirgsden) ning Inseneribüroo Urmas Nugin OÜ koostöös. Kalade märgistamisel aitas 2018. aastal kaasa Meelis Tambets (MTÜ Eesti Loodushoiu Keskus).

## 2. Matsalu lahe ja Kasari jõe delta üldiseloostus

Matsalu laht ja Kasari jõe delta paiknevad kogu ulatuses Lääne-Eesti madalikul, ida suunas väga laugelt tõusvas orundis, kus maapinna tõus on keskmiselt 0,25 m/km (Meriste, 2005). Matsalu laht on ida-lääne suunas väljavenitatud kujuga, selle pindala on ligikaudu 67 km<sup>2</sup>, pikkus 16 ja laius 4-6 km (Mardiste ja Kaasik, 1985). Tegemist on madala lahega, mille keskmine sügavus on vaid 1,5 m. Eriti madal on lahe idaosa, kus sügavus jääb enamasti alla ühe meetri. Matsalu lahte iseloomustab tugev ida-lääne suunaline soolsusgradient. Lahe lääneosas, vastu Väinamerd, jääb soolsus tavapäraselt 5 - 6,5 ‰ vahele, seevastu idaotsas (Kasari delta harude suubumiskohtade läheduses) on soolsus reeglina alla 0,5 ‰ (Porgasaar ja Simm, 1985). Tugevate läänetuulte korral pressib Väinamerest lahte sisse soolasem vesi ning siis tõuseb ka lahe idaosa soolsus. Samas kevadeti ja sügiseti, kui suureneb märgatavalt Kasari jõe vooluhulk, magestub laht märgatavalt. Olenevalt tuulte suunast võib Matsalu lahe veetase suures ulatuses kõikuda, kusjuures veetaseme muutused võivad toimuda küllaltki lühikese aja jooksul (Mardiste ja Kaasik, 1985). Lahe idaosa ja Kasari delta lääneosa suured alad on kaetud roostikuga, mille pindala ulatub hinnanguliselt kuni 30 km<sup>2</sup>-ni (Ksenofontova, 1985). Roostik laieneb lääne suunas, mille tõttu väheneb Matsalu siselahe vabavee pindala. Viimasel kahel kümnendil on täheldatud roostiku lääne poole laienemise mõningast aeglustumist, kuid samas on toimunud olemasolevate roostike märgatav tihenemine (Meriste, 2005).

Kasari jõgi on Väinamere vesikonna suurima valgala (3210 km<sup>2</sup>) veerikkaim jõgi, mille pikkus on 112 km (Järvekülge, 2001). Jõe alamjooksu (Vigala jõe suudmest Matsalu lahte suubumiseni) iseloomustab väga väike lang, mis on keskmiselt 0,15 m/km. Alamjooksul moodustab Kasari ulatusliku delta. Umbes 11 km enne Matsalu lahte suubumist jaguneb jõgi kaheks haruks: Kasari peakanaliks (nn Kloostri jõgi) ja Rõude kanaliks. Enamus veest voolab läbi peakanali, ainult 10-20 % voolab läbi Rõude kanali (Ott ja Hödrejärvi, 1984). Kasari peaharusse suubuvad omakorda veel Penijõgi ja Tuudi (Suitsu) jõgi. Rõude kanal on enne suuet ühendatud Rannamõisa jõega, millesse omakorda suubub suurvee aegu Kasariga

ühenduses olev Raana kanal (Foto 1). Kasari delta harud on ümbritsetud ida poolses osas suurte luhamassiividega, millede kogupindala on kuni 40 km<sup>2</sup> ning läänepool eelpool mainitud roostikega. Luha- ja roostikumassiivid on olulisteks pesitsus- ja elupaikadeks paljudele linnuliikidele.



**Foto 1.** Kasari tänapäevane deltaharude paiknemine (aluseks Maaameti ortofoto).

Kasari jõge iseloomustab suur vooluhulkade varieeruvus. Loopmani (1979) järgi ulatuvad maksimaalsed vooluhulgad kevadise suurvee perioodil 500-750 m<sup>3</sup>/s, samas kui minimaalne suvine vooluhulk võib olla ainult 0,8-0,1 m<sup>3</sup>/s. Jõe keskmine aastane vooluhulk alamjooksul on 23-28 m<sup>3</sup>/s, sellega on ta Eestis suuruselt neljas. Suurest maksimaalsest vooluhulgast ja väga laugest reljeefist tingituna on Kasari alamjooksule iseloomulikud suured kevadised (vähemal määral ka suvised ning sügised) üleujutused (Foto 2). Üleujutusi põhjustavad nii Kasari jõe suured vooluhulgad kui ka kõrge merevee tase lahes või siis mõlema koosmõju (Mardiste ja Kaasik, 1985). Mereveetaseme tõus 0,5 m üle keskmise taseme põhjustab üleujutusi roostikus ja luha madalamas läänepoolses osas, kuid reeglina ei tõuse selle tõttu veetase luhtadel üle 0,25 m (Nõmm ja Arukaevu, 1984). Arvutuslikult on välja toodud, et kevadiste üleujutuste tekkeks on vaja, et Kasaris voolaks vähemalt 18 m<sup>3</sup>/s. Suvisel perioodil, kui kanalid on osaliselt taimestikku täis kasvanud, on vajalik vooluhulk 16-20 m<sup>3</sup>/s, seda vastavalt merevee tõusmisele või langemisele (Nõmm ja Arukaevu, 1984). Üleujutuste kestvus on tänapäeval võrreldes sajanditaguse ajaga suuresti vähenenud – kui 1924-29 aastatel oli keskmiselt 247 üleujutuspäeva aastas, siis aastatel 1965-69 vaid 78 päeva ning viimasel paaril aastakümnel on üleujutused sageli veelgi lühemad (Truus ja Sassian, 1999).

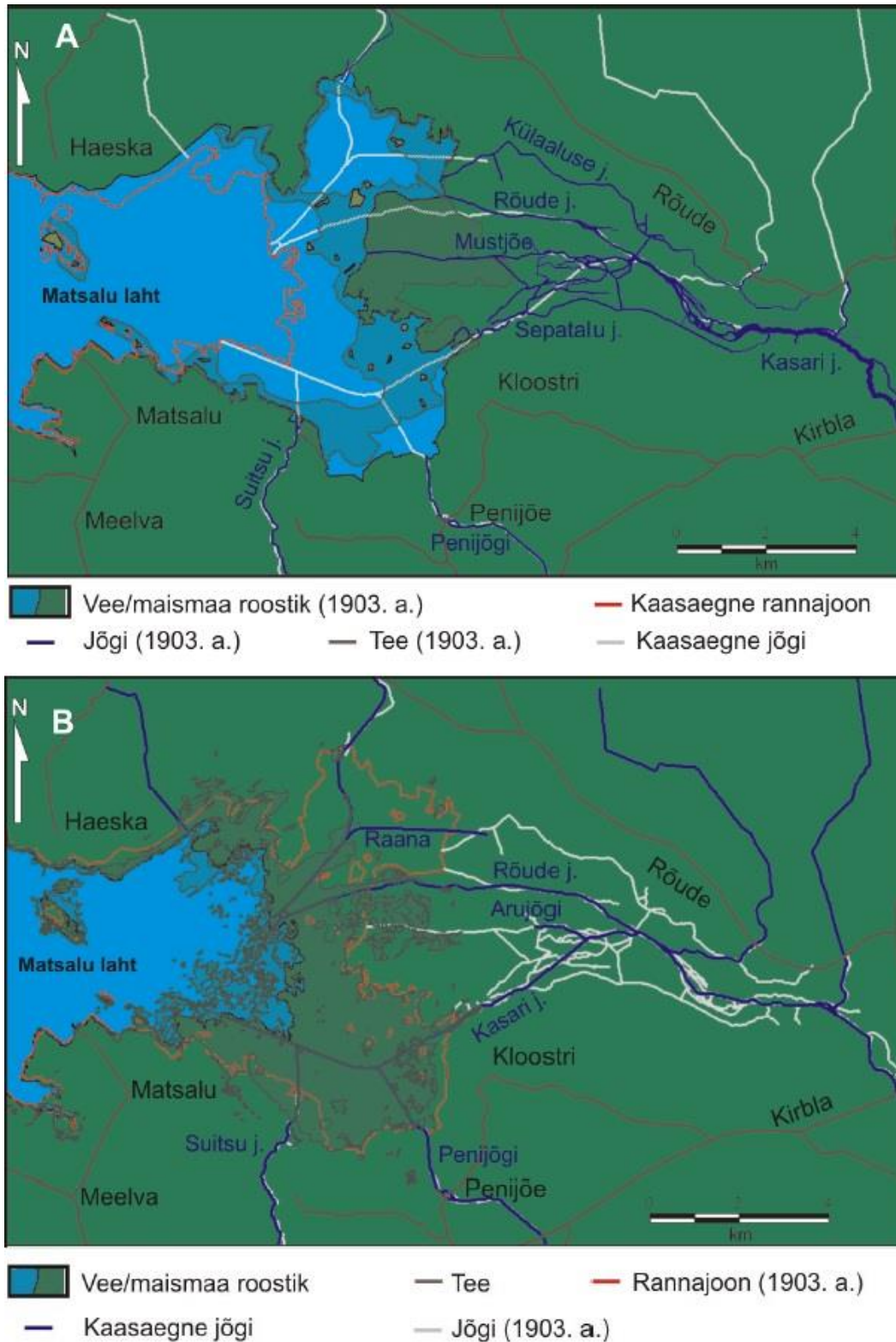


**Foto 2.** Kasari deltaala kevadine üleujutus. Keskel on näha Rõude kanalit koos sild-regulaatoriga, taamal paistab roomassiivi taga Matsalu siselaht. (03.04.19)

Tänapäevased Kasari delta harud on peaaegu kogu oma ulatuses tehislikud. Ulatuslik Kasari jõe süvendamine ning delta kanaliseerimine toimus aastatel 1926-38 (Viikmann, 1931; Kumari, 1966). Need tööd võeti ette vähendamaks pikkade suurvete mõju, sest tollal võis üleujutatud ala ulatuda kuni 112 km<sup>2</sup> (Veering, 1984), mis raskendas olulisel määral heinategu luhtadel. Kasari delta kuivendamise jaoks projekteeriti ja ehitati Riigi Sadamatehastes jõesüvendajad „Alfa“ ja „Beeta“ (Viikmann, 1931). Enne süvendamist harunes Kasari jõgi deltas paljudeks väikesteks harudeks, ainus suurem haru oli selleaegne peaharu Mustjõgi (Arujõgi). Ülejäänud tolleaegsed deltaharud olid vegetatsiooniperioodil tugevasti taimi täis kasvanud ning muutusid juba ühe kilomeetri kaugusel hargnemiskohtadest kinnikasvanud kraavideks. Sellest tingituna voolas tõenäoliselt üleujutuste ajal vesi lausaliselt üle luha, millega kaasnes peeneteralise materjali settimine kogu luhaalal (Meriste, 2005). Uued kaevatud kanalid ei järginud suuremas osas vanade looduslike jõgede sänge (Joonis 1). Praktiliselt uue kanalina rajati praegune peaharu (Kasari kanal), mida ei lõpetatud rannal, vaid kaevati tolleaegsest rannajoonest kuni umbes 8 km kaugusele madalasse merre. Sellesse kanalisse suunati ka eelnevalt eraldi merre suubunud Penijõgi ja Tuudi (Suitsu) jõgi. Süvendati ja kanaliseeriti ning kaevati osaliselt tolleaegsesse merre ka Rõude, Raana ja Rannamõisa jõed, kusjuures Raana jõgi lakkas olemast Kasari harujõgi. Endist peaharu Mustjõge (Aruoja) süvendati ainult kilomeetri pikkuselt ning hiljem täideti selle merepoolne ots pinnasetammiga takistamaks vee voolamist luhale ning võimaldamaks traktorite pääsu heinamaale (Meriste, 2005). Peale süvendamist täheldati märkimisväärset üleujutuste vähenemist (Kumari, 1973). Olulisima muutusena toimus kiire Matsalu lahe kirdesopi maismaastumine ning seniste roostike maismaaliste osade asendumine niidukooslustega (Meriste, 2005). Süvendamise tagajärjel katkes suurveeaegne toitaineterikka muda uhtumine luhtadele (praegused kanalid luhtadele setteid olulisel määral ei kanna), mille tagajärjel hakati juba 5-6 aasta möödudes täheldama luhaheina saagikuse langust, mis jätkus eelmise sajandi



lõpuni (Truus ja Sassian, 1999). Aastal 2011 rajati Rõude kanalile sild-regulaator, mille abil on võimalik mõningal määral veeseisu kanalis tõsta ja seeläbi pikendada üleujutuse kestvust, samuti võimaldab see tehnika transporti luhtadele. Samal otstarbel rajati 2014. aastal sild-regulaator ka Kasari peakanalile (nn Kloostri jõe).



**Joonis 1.** A – Kasari delta skeem 1903. aasta Vene üheverstase kaardi järgi; B – Kaasaegne Kasari delta skeem Eesti baaskaardi 1:50 000 järgi. (Meriste, 2005)

Matsalu laht koos Kasari deltaga on Väinamere tähtsaim kalade kudeala ning noorkalade kasvukoht (Erm jt., 1985; TÜ EMI, 2015). Matsalu lahe välisossa tulevad kevadeti sigima Läänemere avaosast ning Liivi lahest räimed ning Põhjamereest saabub kudema tuulehaug. Lisaks tavapärastele rannikumere kaladele nagu ahven, kiisk ja nurg, leidub lahes ka koha ja meritindi koelmuid. Läbi Kasari delta rändavad kärestikele kudema vimb ja teib, talvel ka luts. Üleujutatud luhad, mis soojenevad kevadel kiiremini kui meri ja jõed, on olulised koelmualad säinale, särjele ja haugile. Varasuvel liigub Kasari vanajõgedesse kudema latikas. Matsalu lahe ja Kasari alamjooksu kalastik on tugevalt sesoonse dünaamikaga, mida iseloomustab kevadine suur kudema tulevate kalade hulk (Vetemaa jt., 2006). Matsalu lahes on kokku teada vähemalt 47 sõõrsuu- ja kalaliigi esinemine, milledest osa, nagu näiteks vinträim ja nugakala, on leitud küll vaid üksikisenditena (Erm jt., 2002; Eschbaum jt., 2019). Kasari jões on kirjeldatud kokku 29 sõõrsuu- ja kalaliigi esinemine, milledest valdav enamus elab ka jõe alamjooksul Kasari deltas (Järvekül, 2001; TÜ EMI avaldamata andmed). Eraldi tuleb rõhutada Kasari delta luhtade kõrget potentsiaali luhaskudejatele, eelkõige säinale ja haugile. Pindalalt nii mastaapseid merega ühenduses olevaid koelmualasid nendele liikidele Eestis ega ka lähinaabruses ei leidu. Lisaks on mitmetele karplastele väga oluline koelmu- ning turgutusala Matsalu siselahe roosaarte vöönd. Kanalid ja jõeharud toimivad elutähtsate rändeteedena mitmetele sõõrsuu- ja kalaliikidele nende kuderände ajal Kasari jões ülesvoolu paiknevatele koelmutele ning sealt merre laskuvatele noorjärkudele. Kahjuks on tänapäeval suurvee periood delta kanaliseerimise, Kasari valgala kuivendamise ning osaliselt ka kliimamuutuse tõttu oluliselt lühem kui sajand tagasi, mis omab tugevat negatiivset mõju mitmete kalaliikide koelmute kvaliteedile. Tõenäoliselt on kõige rohkem kannatada saanud luhaskudejad.

Käesoleva uuringu ihtüoloogilises osas kasutati haugi kui luhaskudejate mudelliiki. Töö eesmärkideks oli välja selgitada: 1) millised delta veesooned ja alad toimivad tänapäeval kaladele kude- ja turgutusaladena, 2) praeguste deltaharude toimimine rändeteedena, 3) kinnikasvanud veesooned, millede taasavamine omaks suurimat positiivset mõju kalastikule ning 4) Rõude ja Kasari kanalitele rajatud sild-regulaatorite mõju kalade rännetele.

Käesoleva töö tulemused on eelduseks reaalsete parendamistöde sisu ja mahu planeerimiseks. Kuna töö eesmärgiks oli erinevate tehniliste meetmete ja ümberkujunduste kasulikkust hinnata ikkagi eeskätt ihtüoloogilisest aspektist, siis peab tulevikus võimaliku ehitusprojekti mõju teistele loomarühmadele ja elupaikadele üldiselt hindama enne selle teostamist komplekse keskkonnamõjude hinnangu abil.

### **3. Ihtüoloogilised uuringud**

#### **3.1 Kalade märgistamine**

Kokku märgistati 2018. ja 2019. aastal 106 haugi. 2018. aastal püüti märgistamiseks vajalikud kalad kinni kasutades nakkevõrke, kusjuures esimesed haugid püüti jää alt. 2019. aastal

kasutati samuti nakkevõrke, kuid osad kalad saadi ka kutselise kaluri mõrrast (n=8). Täpsemad märgistamise kuupäevad, valimi suurused ja kalade andmed on ära toodud tabelis 1. Enne märgistamist uinutati kalad kasutades bensokaiini, mille lõppkontsentratsioon vees oli 20 mg/l. Kalad märgistati kehavälise ankurmärgise ja kehasise hüdroadustilise märgisega (tüüp V13-69kHz, VEMCO; Foto 3). Kehasise märgise paigaldamiseks tehti uinutatud kala kõhule mõne cm pikkune sisselõige, mille kaudu viidi märgis kõhuõõnde. Haav suleti kahe õmblusega (Foto 4). Seejärel paigaldati kehavälise ankurmärgis, mis võimaldab kaluritel ja harrastuskalameestel märgistatud haige tuvastada ja võimalusel tagasi vette lasta. Märgistatud kalad paigutati uinutist toibuma puhta veega vanni. Kui haugidel oli taastunud normaalne mootorika, siis vabastati nad Matsalu siselahte.

**Tabel 1.** 2018. ja 2019. aastal Matsalu lahes märgistatud haugide märgistamise kuupäevad, valimi suurused, püügi- ja vabastamiskohad ning keskmised pikkused (sulgudes min ja max pikkused).

Märgistamise kuupäev	N	Püügikoht	Vabastuskoht	Keskmine täispikkus (mm)
<b>2018</b>				
30.03	31	Kolmenasva	Keemu muuli ots	670 (558–815)
09.04	10	Siselahe roosaared	Siselahe roosaared	653 (560–760)
12.04	21	Kolmenasva	Ummikrahu	631 (534–744)
<b>2019</b>				
15.03	2	Siselahe roosaared	Siselahe roosaared	676 (541–810)
20.03	9	Siselaht	Siselaht	575 (398–660)
26.03	5	Kolmenasva	Kolmenasva	603 (515–680)
29.03	20	Siselaht	Kolmenasva	604 (521–709)
02.04	8	Salmisopp	Ummikrahu	624 (464–1040)



**Foto 3.** Uuringus kasutatud märgised. Üleval kehasisene hüdroadustiline märgis ning all dart-tag tüüpi kehavälise ankurmärgis.





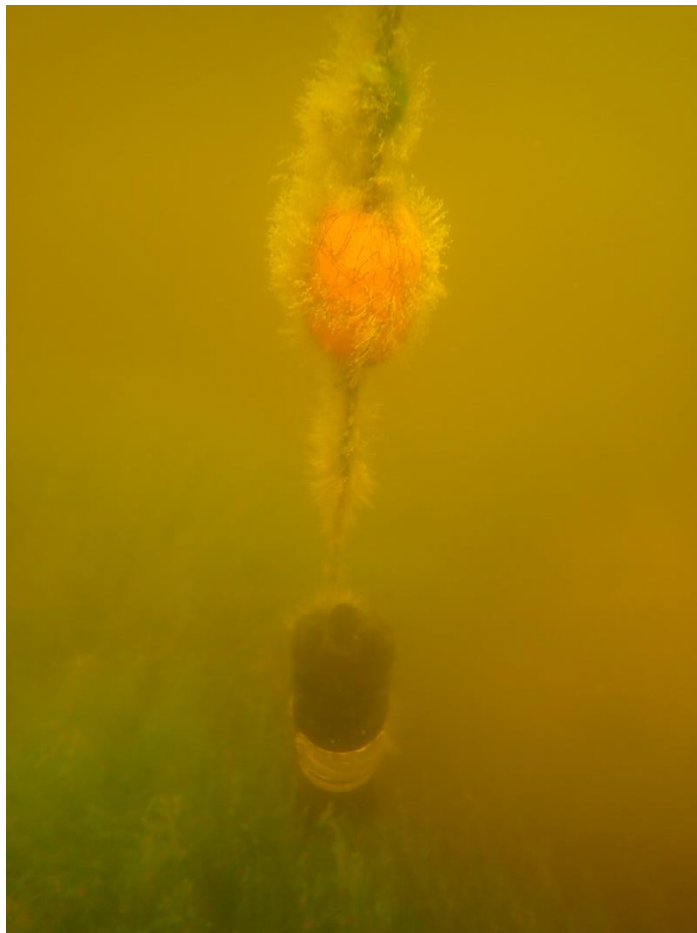
**Foto 4.** Hüdroakustilise märgise kehaõnde sisestamise jaoks oli vaja teha haugidele mõne sentimeetri pikkused sisselõiked, mis hiljem suleti kirurgiliste õmblustega. Kevadises külmas vees on infektsiooni tekkimise tõenäosus väike.

### 3.2 Hüdrofonide võrgustik

Haugidesse paigaldatud akustilised märgised väljastavad igale märgisele unikaalset helisignaali. Signaalide vastuvõtmiseks (kuulamiseks) on vaja kasutada spetsiaalseid vastuvõtjaid ehk hüdrofone (mudel VR2W-69kHz, VEMCO; Foto 5). Kui märgistatud kala ujub hüdrofoni kuuldekaugusesse, siis tema unikaalne signaal registreeritakse. Hüdrofonid ankurdati veekogu põhja raskustega ning tagamaks vastuvõtja püstist asendit veesambas varustati need ujukitega (Foto 6). Matsalu lahte ja Kasari delta harudesse paigaldati ulatuslik hüdrofonide võrgustik, mis kattis praktiliselt ära kogu Matsalu siselahe ja Kasari delta. 2018. aastal kasutati kokku 24 hüdrofoni, mis paigaldati 25 erinevasse asukohta (Liivi jões paiknenud hüdrofon tõsteti 11.06 ümber Matsalu siselahte) (Tabel 2 ja Joonis 2). Selgitamaks välja Rõude ja Kasari sild-regulaatorite läbitavust kalade poolt, paigutati mõlema regulaatori juures üks hüdrofon ca 200 m allavoolu ja teine ca 200 m ülesvoolu. 2018. aasta sügisel jäi üks hüdrofon Matsalu lahes kadunuks, tõenäoliselt olid sügistormid selle kandnud kaldaroostikku, kust seda kahjuks enam üles ei leitud. Üle talve jäeti lahte üks hüdrofon, valdav enamused jõgedes paiknenud vastuvõtjatest olid samuti sees läbi talve. 2019. aastal paigutati süsteemi kokku 22 hüdrofoni 22 erinevasse asukohta (Tabel 2 ja Joonis 3). Võrreldes eelneva aastaga tehti vastuvõtjate paiknemises mõningaid muudatusi. Loobuti Liivi jõe, Raana ülemise ja Kasari vanast sillast ülesvoolu paiknevast mõõtekohast, sest nendes ei tuvastatud 2018. aastal ühtegi kala. Samal põhjusel nihutati Rannamõisa ülemine hüdrofon ca kolm km allavoolu. Lahes vähendati vastuvõtjate arvu kuult neljale, sest eelneval aastal selgus, et osad vastuvõtjad dubleerivad üksteist. Selgitamaks välja, kas osad haugid liiguvad jõgesid kasutamata läbi roomassiivi otse luhale, paigutati 2019. aasta kevadel hüdrofonid luhaniidule mõlemale poole Neidissaare mäge.



**Foto 5.** Uuringus kasutati VEMCO poolt toodetud VR2W-69kHz hüdrofone.



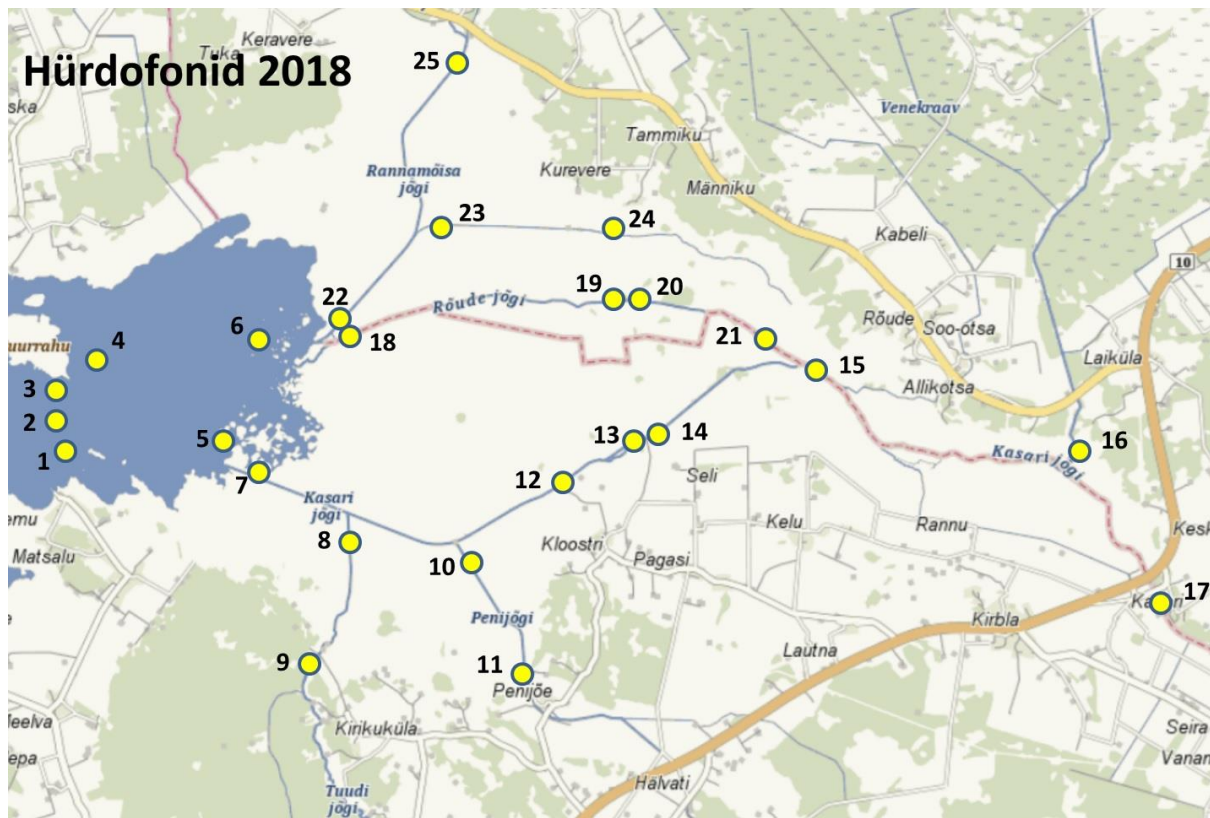
**Foto 6.** Hüdrofon registreerimas märgistelt tulevaid helisignaale. Vastuvõtja on ankurdatud veekogu põhja ning vajaliku püstise asendi tagab ujuk.

**Tabel 2.** Hüdrofonide paiknemine uuritavas süsteemis. Kaugused on antud vastava deltaharu suudmest (va Luht 1 ja Luht 2, kus kaugus on linnulennult Matsalu lahe vabavee piirist). Paigaldusaasta lahtris on ära toodud, millistel uuringuaastatel oli hüdrofon kasutuses. Üle talve olid sees kõik jõgedes paiknenud hüdrofonid, millede paigaldusaasta lahtris on märgitud mõlemad aastad, lisaks oli üle talve ka Laht 1 hüdrofon. Hüdrofonide jrk nr vastavad Joonistel 2 ja 3 toodud numbritele.

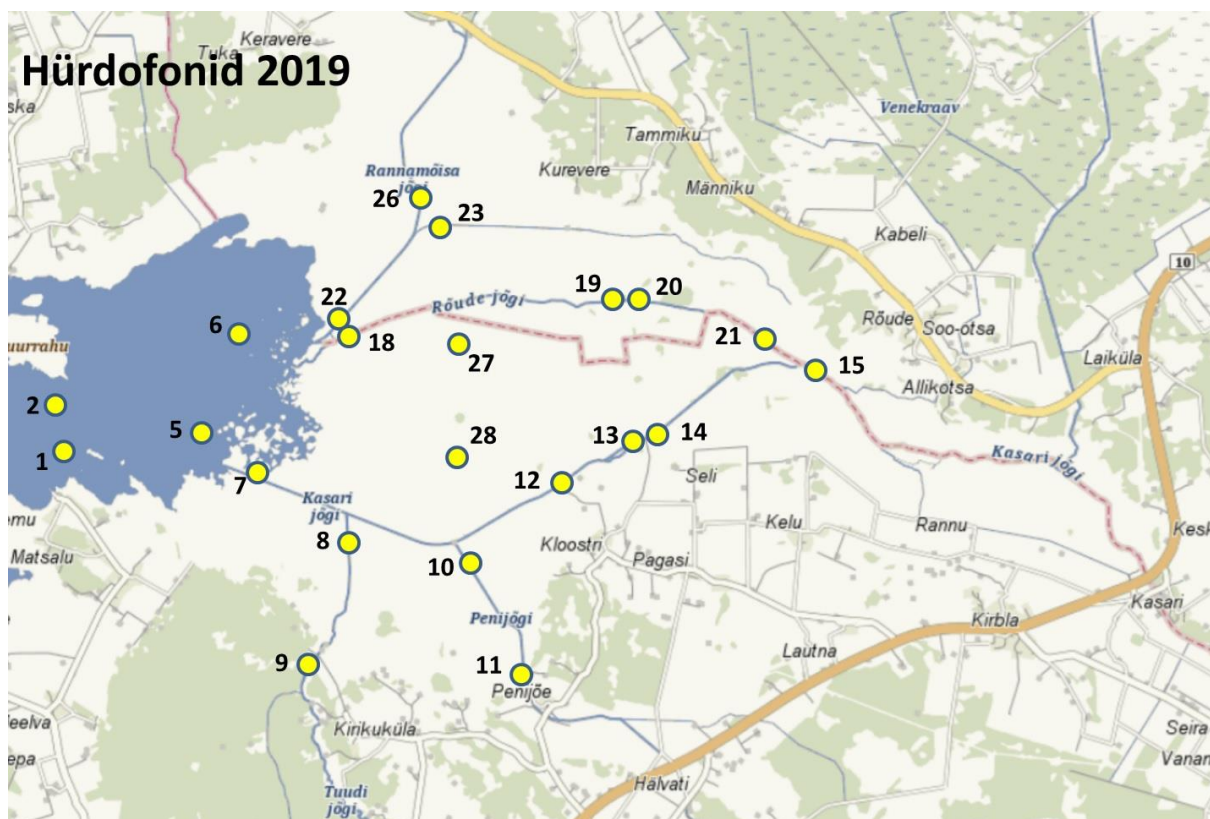
Hüdrofoni jrk nr	Hüdrofoni nimi	Kaugus suudmest (km)	Paigaldusaasta
1	Laht 1	-	2018; 2019
2	Laht 2	-	2018; 2019
3	Laht 3	-	2018
4	Laht 4	-	2018
5	Siselaht 1	-	2018; 2019
6	Siselaht 2 *	-	2018; 2019
7	Kasari alumine	0,8	2018; 2019
8	Tuudi alumine	2,8	2018; 2019
9	Tuudi ülemine	5,5	2018; 2019
10	Penijõe alumine	4,8	2018; 2019
11	Penijõe ülemine	7,4	2018; 2019
12	Mulin roos	6,3	2018; 2019
13	Kloostri regulaator alumine	8,0	2018; 2019
14	Kloostri regulaator ülemine	8,5	2018; 2019
15	Kelu	11,5	2018; 2019
16	Liivi jõgi *	16,5	2018
17	Kasari raudbetoonsild	19,5	2018
18	Rõude alumine	1,2	2018; 2019
19	Rõude regulaator alumine	6,1	2018; 2019
20	Rõude regulaator ülemine	6,4	2018; 2019
21	Rõude ülemine	8,7	2018; 2019
22	Rannamõisa alumine	1,1	2018; 2019
23	Raana alumine	3,5	2018; 2019
24	Raana ülemine	6,7	2018
25	Rannamõisa ülemine	6,8	2018
26	Rannamõisa keskmine	3,5	2019
27	Luht 1	3,3	2019
28	Luht 2	3,5	2019

\* Liivi jõe hüdrofon tõsteti 11.06.18 ümber siselahte





**Joonis 2.** Hürdofonide paiknemine 2018. aastal. Numbrid joonisel vastavad Tabelis 2 antud hürdofonide järjekorranumbritele.

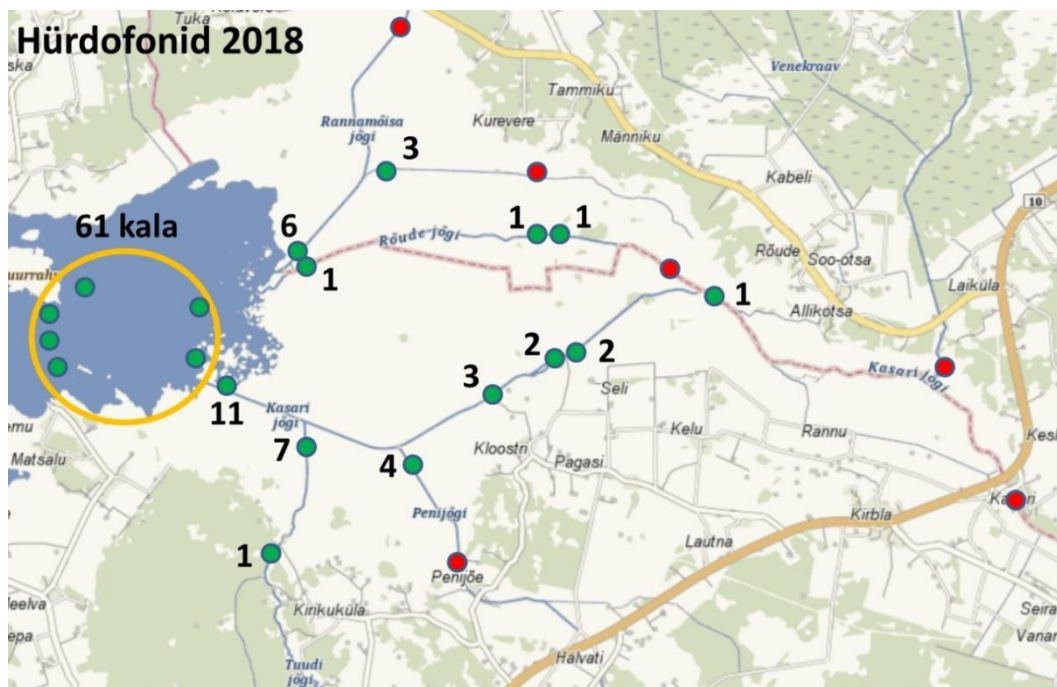


**Joonis 3.** Hürdofonide paiknemine 2019. aastal. Numbrid joonisel vastavad Tabelis 2 antud hürdofonide järjekorranumbritele.

### 3.3 Tulemused

#### 3.3.1 2018. aasta

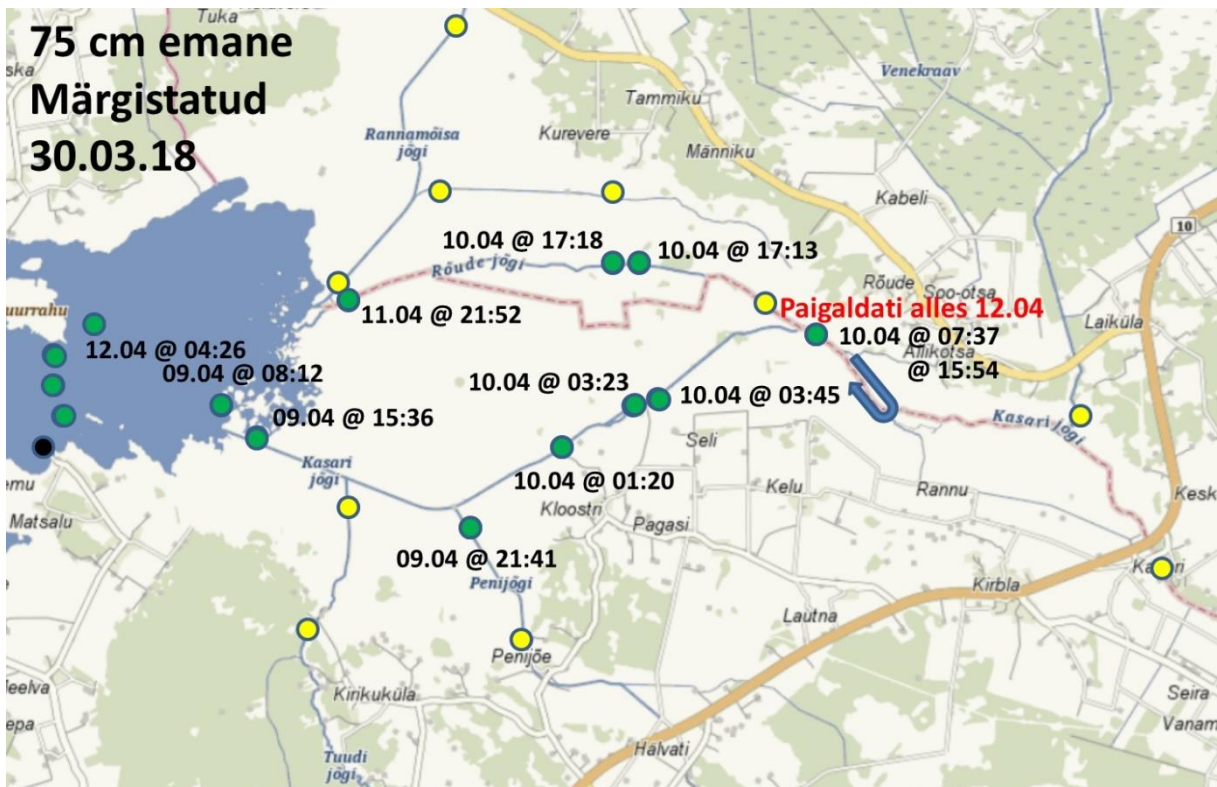
Kokku registreeriti 2018. aastal hüdrofonides 61 märgistatud haugi. Ühe haugi märgise signaali ei tuvastatud üheski jaamas, kuigi konkreetne kala vabastati vastuvõtja kuulderadiusesse. Suure tõenäosusega oli tegemist vigase märgisega. Tuvastatud 61-st haugist liikus kevadel jõgedesse 17 haugi ehk 28 %. Rohkem tuvastati haugedeltaharude alamjooksudel, ülesvoolu jäi neid vähemaks. Kõige ülemistes mõõtejaamades (Kasari vanasild, Liivi, Raana ülemine ja Rannamõisa ülemine) ei registreeritud ühtegi haugi. Täpsemad tuvastatud haugide arvud erinevates hüdrofonides on ära toodud Joonisel 4. Jökke tõusmine algas 06.04.18 ja viimane haug laskus tagasi lahte 16.05.18. Jõgedes viibiti alates mõnest tunnist kuni 31 päevani, kuid keskmiselt alla nädala. Kaks kala kadusid jõgedest ehk nende laskumist lahte ei tuvastatud ja hiljem neid jõgedes enam ei registreeritud. Tõenäoliselt sattusid need looduslike kiskjate või röövpüüdjate ohvriks. Suure tõenäosusega kasutasid ülejäänud 72 % märgistatud haugidest kudealadena Matsalu siselahe roosaarte vahelisi veealaid ning lahe kaldavööndit. Lisaks võib arvata, et mitte kõik jõgedesse liikunud haugid ei kasutanud sealseid alasid kudealadena (eriti haugid, kes viibisid jõgedes lühikest aega), vaid liikusid tagasi kudema siselahe roostikku. Eraldi tuleb välja tuua üks emane haug, kes tõusis jökke mööda Kasari peaharu kuni Keluni ning laskus seejärel alla mööda Rõude kanalit (Joonis 5). Kokku liikus see haug mööda jõgesid vähemalt 22 km, milleks kulus 54 tundi. Kudemine toimus tõenäoliselt Rõude kanali suudme ja sild-regulaatori vahelisel alal, kus kala viibis 28 tundi. Ühtegi märgistatud haugi peale kevadet enam jõgedes ei tuvastatud.



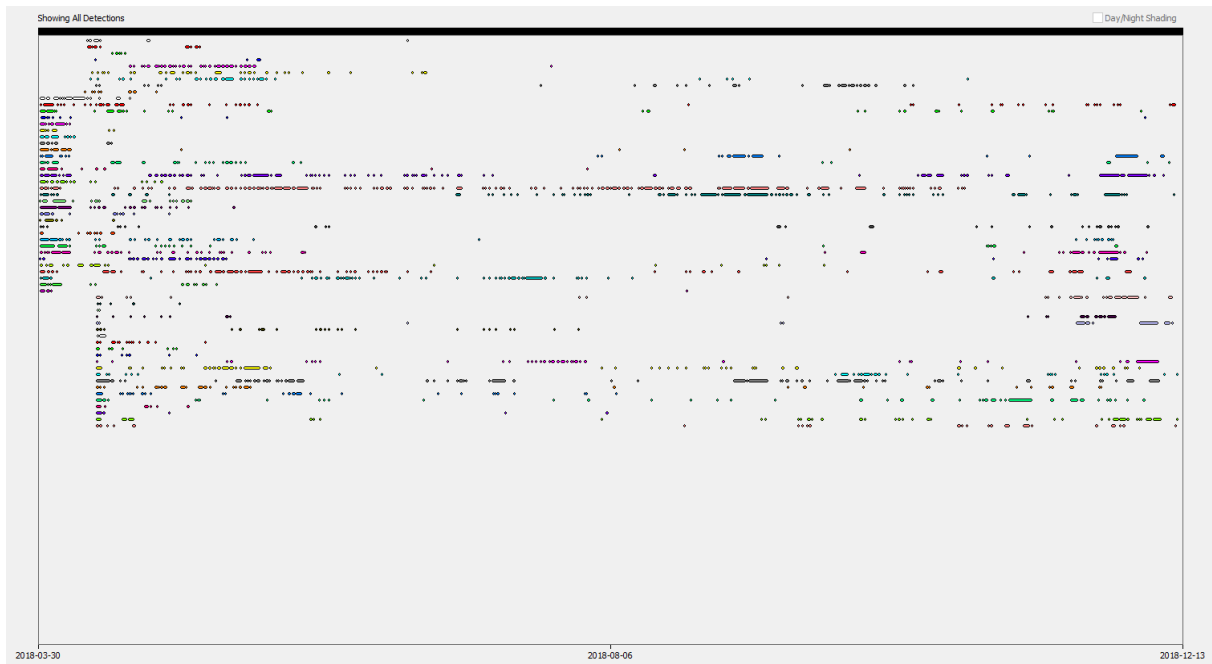
**Joonis 4.** 2018. aasta kevadel hüdrofonides registreeritud haugide arv. Rohelised ringid tähistavad hüdrofone, kus registreeriti vähemalt üks haug ning punased neid, kus ei registreeritud ühtegi kala. Numbrid ringide juures tähistavad mitu erinevat märgistatud haugi konkreetse jaama juures registreeriti (lahe jaamades on arv koondatud).



Kloostri sild-regulaatori läbis kaks märgistatud haugi ning Rõude oma üks. Kalu, kes sild-regulaatoreid poleks julgenud läbida, ei olnud, kuid nendeni jõudis kahe aasta lõikes ju vaid kolm märgistatud kala, mistõttu põhjapanevaid järeldusi teha ei saa. 2018. aasta kevadel olid regulaatorid kogu kevade alla lastud (s.t. veevoolu vähe mõjutavas) asendis, mille tõttu oli ka ootuspärane, et need ei kujutanud endast kaladele olulist rändetakistust. Lahes paiknevate hüdrofonide andmetest oli näha, et suveks liiguvad paljud kalad siselahest välja, kuid tulevad sügisel sinna tagasi (Joonis 6). Osad haugid viibisid siselahes püsivalt. Kalurite ja harrastuskalameeste poolt teatati 2018. aastal kokku seitsmest taaspüügist, milledest neljal juhul kala surmati ning kolmel korral lasti vette tagasi. Kõik taaspüügid tulid Matsalu lahest.



**Joonis 5.** Deltaharudes kõige pikema rände teinud haugi teekond. Musta ringiga on tähistatud vabastamise koht (30.03.18). Rohelised ringid tähistavad jaama, kus kala registreeriti. Ringide juures on hüdrofonis signaali registreerimise kuupäev ja esmane kellaeg. Rändeteekonna kogupikkus jõgedes oli 22 km ja kala läbis selle 54 tunniga. Kudemine toimus tõenäoliselt Rõude jõe suudme ja sild-regulaatori vahelisel alal, kus kala viibis ca 28 tundi. Rõude jõe ülemine vastuvõtja paigaldati alles 12.04.18 ning seetõttu ei saanud see jaam seda kala registreerida.



**Joonis 6.** Näide ühest Matsalu lahes paikneva hüdrofoni 2018. aasta andmestikust. Iga erinevat värvi horisontaalne värvirida tähistab erineva märgise signaali. Andmetest on näha, et suvel liiguvad mitmed haugid siselahest välja, kuid pöörduvad sinna sügisel tagasi. Samas näib, et osad haugid elavad piirkonnas paikselt aasta läbi.

### 3.3.2 2019. aasta

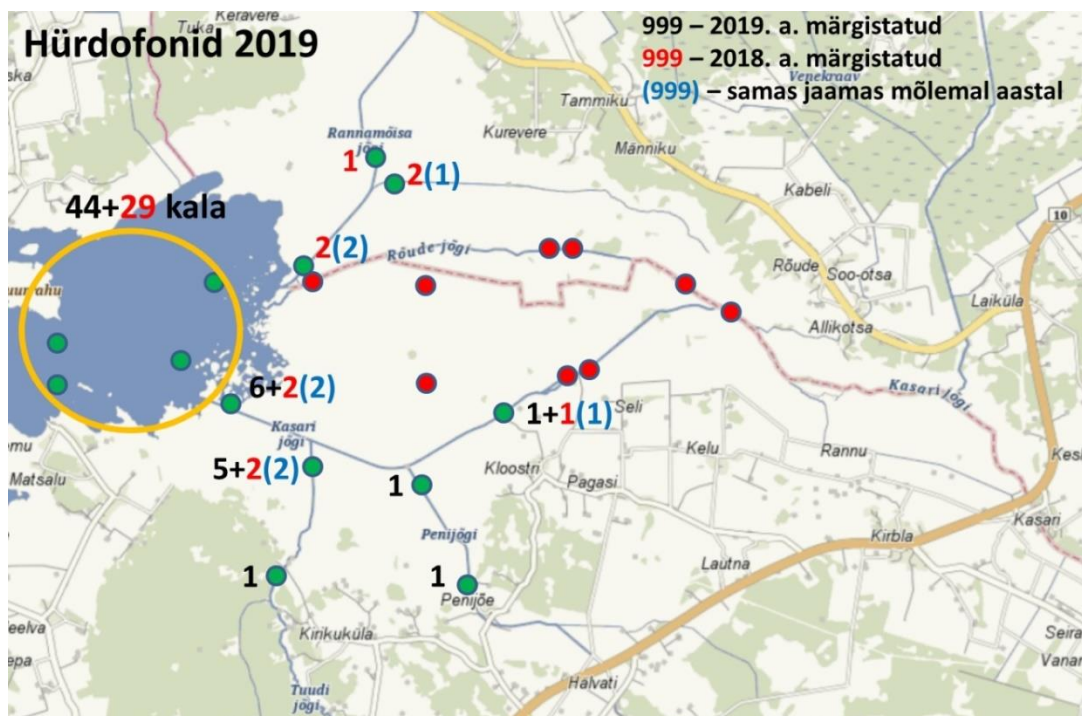
Kokku registreeriti 2019. aasta kevadel hüdrofonides 73 märgistatud haugi, kelledest 44 olid märgistatud samal aastal (s.t. kõik 2019. aastal pandud märgistest andsid ka registreeritud signaale) ja 29 aasta varem. Lisaks registreeriti üks haug lahe jaamas ainult talvel, kuid mitte enam kevadel. Seega saabus aasta 2019 kevadel Matsalu siselahte tagasi teoreetiliselt elus olevatest haugidest (teadaolevalt surmasid 2018. a. kalurid neli kala) tagasi 51 % (29 haugi 57-st). Ülejäänute saatus on teadmata, kuid kuna märgistatud suuruses haugidel väga palju looduslikke vaenlasi ei ole, siis võib oletada, et need kalad püüti enamuses välja. Välistada ei saa muidugi ka võimalust, et osad neist olid endiselt elus, kuid kudesid mõnes teises piirkonnas. Jõgedesse siirdus kokku 10 haugi, mis teeb kõikidest 2019. aasta kevadel Matsalu siselahtes olnud märgistatud haugidest 14 %, mida oli kaks korda vähem kui eelneval aastal (Joonis 7). Nendest kümnest jõkke siirdunud haugist olid neli märgistatud 2018. a. ning kuus 2019. a, kusjuures enamuses esimesel aasta märgistatud kaladest rändas täpselt samadesse kohtadesse kuhu 2018. a. (Joonis 7). Tuleb märkida, et kokku tuli 2019. a. siselahte kokku seitse haugi, kes tõusid eelmisel aastal jõgedesse, kuid sellel aastal otsustasid neist kolm kala mitte jõgedesse siirduda. Üheks sellisteks oli ka emane haug, kes 2018. a. tegi pikima 22 km rände. Aasta 2019 kevadel ei tõusnud kalad jõgedes nii kõrgele kui eelmisel aastal. Kasari peakanalis jäi kõrgeimaks punktiks „Mulin Roos“ ning Rõude kanalisse ei liikunud ühtegi haugi, kusjuures Rannamõisa jõkke siirdusid ainult 2018. a. märgistatud kalad.

Esimene kala tõusis jõgedesse 10.03.19, mis on tunduvalt varem kui eelneval aastal ning viimane kala laskus lahte 02.06.19, mis on jällegi märgatavalt hiljem kui 2018. a. Nagu

esimesel aastal, esines ka 2019 kevadel jõgedes teatud kalade kadu (üks märgistatud haug). Jõgedes viibiti alates mõnes tunnist (üks kala) kuni 55 päevani, keskmiselt alla kahe nädala, mis on pikem periood kui esimesel kevadel. Samamoodi nagu eelneval aastal kasutasid tõenäoliselt valdav enamus (86 %) märgistatud haugidest kudealadena Matsalu siselahe roosaarte vahelisi veealasi ning lahe kaldavööndit. Talvel ühtegi kala jõgedes ei registreeritud, kuid vastupidiselt eelmisele aastale liikusid jõgedesse suvel kaks kala, kusjuures need kalad ei olnud kevadel seda teinud.

2018. aasta andmestikku analüüsid tekkis kahtlus, et osad haugid võisid liikuda luhale otse läbi roomassiivi ilma jõgesid kasutamata. Selle välja selgitamiseks pandi 2019. aastal luhtadele vastu roomassiivi kaks mõõtejaama, kuid ühtegi märgistatud haugi neis hüdrofonides ei tuvastatud. Seega võib arvata, et valdav enamus haugid koeb tänapäeval ikkagi siselahe roosaarte vahel ning otse läbi roostiku luhale ei tungi.

Kokku andsid kalurid 2019. a. teada 12 taaspüügist, milledest viiel juhul kala surmati ning seitsmel korral vabastati. Üks taaspüügi teade tuli Kasari peakanalist ning ülejäänud Matsalu lahest. Tuleb mainida, et hüdrofonide andmete järgi jäid mitmed kalad kadunuks siselahe mõõtejaamade juures, mis annab alust kahtlustada, et need kalad püüti inimeste poolt kinni. Võib arvata, et tegemist oli röövpüüdjatega, sest Matsalu siselaht on kalapüügi keeluala ning see seletaks ka asjaolu, miks kadunud haugide kohta ei edastatud taaspüügi teateid. Samas püüavad siselahes ka mõned kutselised kalurid, kuid nendelt tuli kahe aasta jooksul vaid üks taaspüügi teatis. Välitööde käigus märgati mitmel korral eemalt siselabel tegutsevaid inimesi, kes kiiresti kadusid, mistõttu on alust pidada neid röövpüüdjateks.



**Foto 7.** 2019. aasta kevadel hüdrofonides registreeritud haugide arv. Rohelised ringid tähistavad hüdrofone, kus registreeriti vähemalt üks haug ning punased neid, kus ei registreeritud ühtegi kala. Mustad numbrid ringide juures tähistavad mitu erinevat 2019. a. märgistatud haugi konkreetse jaama

juures registreeriti, punased arvud 2018. a. märgistatuid ning sulgudes on toodud kalad, kes olid antud jaamas mõlemal aastal. Lahe jaamades on arv koondatud.

### 3.4 Kokkuvõtte ja järeldused

Käesoleva ihtüoloogilise uuringu tulemustest selgub, et tänapäeval tõuseb ainult väike osa meres elavatest haugidest jõgedesse kudema – märgistatud kalade põhjal ekstrapoleerides oli see number aastati 28 % (2018) ja 14 % (2019). Tulenevalt märgiste kõrgest hinnast ei olnud akustilisi märgiseid võimalik paigaldada nii paljudele kaladele, et oleks olnud võimalik kõrge statistilise usaldusväarsuse saavutamine, ent saadud tulemus annab siiski üsna hea üldise ülevaate. Lisaks on alust arvata, et kõik jõgedesse tõusnud kalad seal ei kudenud, vaid laskusid tagasi siselahte. Luhale paigaldatud mõõtejaamades ei registreeritud ühtegi haugi, mis näitab, et praegustes tingimustes haug luhtadele suurel hulgal kudema ei siirdu. Uued andmed (Svirgsden, Rohtla ja Vetemaa 2019, Keskkonnaameti poolt tellitud uuring, avaldamata) Matsalu piirkonnas asuva teise kudeala – Sauemere/Teorehe piirkonna – kohta näitavad, et enamikel aastatel võib luhas veetase langeda nii kiiresti, et suurem osa kooruvatest maimudest jäävad kuivale ja hukuvad. Niisiis on tõenäoline, et valikusurve töötab luhalkudejate kahjuks ning nende osakaal populatsioonis on märksa väiksem kui varem. Tõenäoliselt võib toimuda mõningane kudemine nendes luha osades, mis paiknevad vahetult praeguste vooluveekogude ääres. Kokkuvõttes näib, et uuritud aastatel kasutas valdav enamus haug kudemiseks Matsalu siselahe roosaarte vahelisi vabavee alasid. Jökke tõusnud haugid ei rännanud reeglina kuigi kaugemale ülesvoolu ja vaid üksikud jõudsid piisavalt kõrgele, et läbida ka sild-regulaatorid. Akustilise telemeetria andmed viitavad, et Matsalu lahes võib kalanduslik suremus haugi puhul olla üsna kõrge ning tõenäoliselt toimub siselahas kahjuks ka suhteliselt märgatav röövpüük. Samas ei ole muidugi teada, mil määral looduslikud kiskjad – näiteks merikotkas – suudavad kudejate arvukust mõjutada.

Kokkuvõtteks võib öelda, et Kasari delta kalastikule oli enne Teist Maailmasõda tehtud ulatuslik delta ja kogu jõestiku süvendamine ning kanaliseerimine väga negatiivse mõjuga. Selle tõttu kestab kaladele kudemiseks soodne kevadine üleujutus tänapäeval liiga lühikest aega. Luhale valgunud vesi juhitakse mööda kaevatud kanaleid merre ning veepeegli üldpindala väheneb kiiresti. Näiteks oli 2019. aasta kevadel aprilli keskpaigaks juba enamusest luhaaladelt vesi taandunud (Foto 7 ja 8). Sellistes tingimustes luhale koetud mari ja/või koorunud kalavastsed hukuvad. Ilmselt on just see põhjuseks, miks viimastel aastatel niivõrd väike osa haug jõgedesse tõuseb. On teada, et haugidel esineb koelmutruudus (Engstedt, 2014) ning kuna järglasi tekib vähe ja harva, siis on tõenäoline, et luhal kudeva haugi (ja ka teiste luhal kudevate liikide) rassid on Kasari deltal lühikeste üleujutuste tõttu jäänud vähearvukaks. Seega ei saa Kasari delta luhtasid tänapäeval enam pidada kaladele nii oluliseks kude- ja turgutusaladeks kui varem ning see tohutu potentsiaal on praeguste tingimuste tõttu suurel määral kasutamata. Samas võiksid just kevadel kiiresti ülessoojenevad üleujutatud alad olla haugidele sobivaimaks sigimispaiaks. Seevastu praegused kaevatud kanalid oma järskude nõlvade ja kiire vooluga ei sobi enamusele kalaliikidele kuigi hästi kude- ja elupaigaks ning arvestatav tähtsus on neil vaid rändeteedena.

Kõige rohkem aitaksid luhas kudejaid seega need meetmed, mis pikendaksid Kasari deltaalal üleujutuse perioodi. Puhtalt kalade sigimist vaadeldes oleks seega teoreetiliselt parimaks lahenduseks praeguste kanalite kas osaline või täielik sulgemine. Teiseks võimaluseks oleks ala madalat langust ära kasutades rajada madal pinnasetamm risti üle terve delta. Nimetatud meetmeid on selgitatud käesoleva projekti võimalikke tehnilisi meetmeid analüüsisvas eraldi olevas aruandes (koostaja Urmas Nugin). Mõlemad nimetatud lahendused pikendaksid luhas suurvee perioodi, kuid raskendaksid olulisel määral luha hooldamist, sest vee äravool oleks märksa aeglasem ja luht ei pruugiks heina niitmiseks sobilikul ajal raskeid masinaid kanda. Kuna näiteks paljudele linnuliikidele on aga niitmiseiga toimuv võsastumise ärahoidmine kriitilise tähtsusega ja kunagi sisuliselt vees toimunud käsitsi niitmine (misjärel heina kuivatati spetsiaalsetel kõrgematel alustel) ei ole tänapäeval enam võimalik, siis ei ole ka teada selliste drastiliste meetmete pikemaegne mõju.

Kaalumist ning täpsemat üldist ökoloogilist analüüsi väärriks ka kunstlik vee tõstmine väiksemates luha osades. Põhimõtteliselt võiks ju kunstlike vallide abil katsuda suurvee perioodi pikendada ka vaid piiratud aladel. Selline lahendus (nn „riisipõllud“) nõuaks pinnasevallide rajamist. Äravool kunstlikult üles paisutatud aladelt peaks toimuva läbi mõne sobivasse kohta paigaldatud regulaatori. Regulaatorite õige kasutamise korral oleks positiivne mõju haugile ja teistele luhal sigijatele väga suur, sest kudemiseks ja maimude kasvuks sobivat ala võiks suurendada ju lausa ruutkilomeetrite võrra, praegusega võrreldes mitmekordseks. Põhimõtteliselt ei välista lahendus kuidagi ka niitmist, veel vähem karjatamist. Sõltuvalt aastast näiteks mai teise pooleni pikendatud suurvee periood võimaldaks noortel haugidel kasvada nii suureks, et seejärel pärast regulaatorite avamist suudaks nad juba koos veega merre laskuda – samas oleks maa suve teiseks pooleks juba piisavalt kuiv kandmaks raskeid põllutöomasinaid. Mõnedel aladel ajaliselt pikemaks venitatud suurvee periood oleks ilmselt kasuks ka paljudele lindudele, sest just sellised tingimused valitsesid ju Matsalus enne kanalite kaevamist. Meetme peamiseks negatiivseks küljeks on vajadus inimese sekkumise järele, sest iga-aastaselt on ju vaja otsustada, millal asuda vett alandama. Rootsisis nimetatakse niisuguseid kunstliku veerežiimiga alasid „haugivabrikuteks“, sest nende abil on võimalik noorkalade arvu tõsta sadades kordades.

Ülal nimetatud suuri muutusi esile kutsuvate stsenaariumite kõrval oleks kergemini teostatav ja lihtsamini ette prognoositav (ning samuti selge positiivse mõjuga kalastikule) vanade deltaharude taasavamine. See omaks veelgi suuremat efekti kombineerituna meetmetega, mis vähendaksid olemasolevate kanalite veeläbilaskevõimet. Ka praeguses olukorras kandub suurvee perioodil vesi luhale eelkõige mööda vanasid deltaharusid ning juhatakse sealt minema mööda uusi kaevatud kanaleid (Meriste, 2005). **Kõige prioriteetsemaks selliseks tegevuseks tuleks pidada endise Kasari delta peaharu – Mustjõe (praeguse nimega Aruoja) – taasavamist, täpsemalt öeldes tõkestuse likvideerimist ning voolusängi terves pikkuses sügavamaks kaevamist.** Käesoleva uurimistöö osaks olnud mõõtmistööd ja neil tuginevad arvutused näitasid, et Aruoja veega täitmine mujal voolava vee tõkestamise abil ei pruugi õnnestuda, samuti kaasneks probleem, et oluliselt halveneks luha hooldamise võimalused nii niitmise kui karjatamise läbi. Ka praeguses olukorras on täheldatud, et Rõude ja Kloostri kanali vahelisele luhale kandub enam vesi mööda Aruoja. Tänapäeval on Aruoja



ülemjooks ca ühe kilomeetri ulatuses süvendatud ning see lõpeb pinnasetammiga, mis rajati sinna 1950ndatel tõkestamiseks vee edasist valgumist luhale. Allpool pinnasetammi on Kasari endise peaharu kulgemine veel looduses üsna hästi näha (Foto 9 ja 10), kuid suvisel kuivaperioodil säilib vesi ainult üksikutes väikestes madalmates kohtades ning vee voolamist seal ei toimu. Seega on ka madalatesse veesilmadesse jäävad kalad lõksus ning haavatavad intensiivse kiskluse poolt. Aruoja voolusängi süvendamise korral tuleks kaldad kaevata laugetena, misjärel elupaik sobiks erinevalt praegustest järskude kallastega kanalitest kalade elupaigaks ja kudealaks palju paremini. Lisaks oleksid voolusängi kalda äärsed luhad võibolla ka pikemalt üleujutatud, mis parendaks luhas kudejate kudetingimusi. Teise positiivse mõjuna võimaldaks lähedal olev jõesäng maimudel vee taganedes laiale luhale kuivale jäämise asemel sügavamasse vette jõuda, kus kuivale jäämist enam ka väga veevaesel ajal karta ei oleks, sest kanali põhi oleks allpool merepinda – just nagu praeguse Kasari põhikanali põhigi. Aruoja suue tuleks viia praeguste deltaharude suudmete vahelisse piirkonda, kus roostikus leidub mitmeid vabavee alasid, millede kinnikasvamine neist voolukanali läbijuhtimise tõttu tõenäoliselt oluliselt aeglustuks. Lisaks positiivsele mõjule kevadel omaks uus loodav voolusäng suvisel madalvee perioodil luhas kuivendavat mõju, mis hõlbustaks ala hooldamist. Kuna see meede ei pikendaks siiski üleujutuste perioodi tervel luhaalal, vaid looks lihtsalt uue piiratud suurusega soodsa elupaiga paljudele liikidele, siis järgmise etapina (kui Aruoja taastamise tulemuslikkus on juba selgunud) võiks kaaluda ka teiste vanade jõeharude taastamist. Siiski näitab käesoleva projekti tulemus, et veepeegli pindala kestmist suurendamist kevadsuvel on võimalik saavutada ikkagi vaid kaevamisega, mitte aga mingite kusagil toimuvate lokaalselt läbi viidud väiksemastaabiliste paisutustega – kui lahenduseks ei ole just ülal kirjeldatud peakanalite oluline sulgemine ja/või kogu piirkonda mere pool piirav tamm. Aruoja sängi süvendamisel tekkiva pinnase ladustamist ja selle mõju kogu elustikule on vaja täpsemalt analüüsida. Kindlasti ei tohiks tekitada ühtlasi valles mõlemale pool jõge, sest need takistaks kalade liikumist luha ja sängi vahel. Eelistatuim lahendus oleks ilmselt hajutatud „küngaste“ loomine, ent tagada tuleks nende edaspidine iga-aastane niitmine või karjatamine, sest niisugused kõrgemad ja kuivemad kohad hakkaks muidu kiiresti võsastuma. Puude ilmumine võiks aga avaldada negatiivset mõju näiteks kurvitsalistele, sest annaks vareslastele head võimalused kõrgemal kohal istudes avastada nende pesi.

Geograafiliselt väiksema mastaabiga tegevustest võiks kaaluda olemasolevate voolusängide vahetusse lähedusse rajatavaid ning nendega ühendusse jäävaid uusi kaeviseid. Kaeviseid võiks rajada olemasolevate veesilmade (kõige madalamad lohud piirkonnas) kohtadesse – praegu on sellised veesilmad enamasti täidetud väga paksu mudaga, mistõttu vabavee kihi paksus on kalade jaoks ebaoptimaalselt õhuke. Sellised rajatavad veealad sobiks mitmetele kalaliikidele, näiteks paljudele karplastele (ja ka haugile) nii kudepaigaks kui noorjärkude elupaigaks. Kohati on veesilmad olemas ja ka põhimõtteliselt sobivad, ent nad on vooluvetest sisuliselt eraldatud (ühendus tekib vaid lühikesel suurveeperioodil). Muidugi on Matsalus vajalik ka paljude selliste eraldi asetsevate veesilmade säilitamine praegusel kujul – kalade puudumine loob paremad elutingimused näiteks kiilivastsetele – ent niisuguste tööde kõrget maksumust arvestades ei ole kaeviste rajamine nagunii võimalik kuigi suurel alal.

Teiseks väiksemamahulisemaks ning tänaseid ökosüsteeme vähem mõjutavaks meetmeks võib soovitada olemasolevate kanalite järskudesse kallastesse väiksemõõtmeliste laugete „lahtede“ rajamist. Sellised lahekesed suurendaksid elupaikade mitmekesisust ja sobiksid, erinevalt sügavatest kanalitest, kaladele ka kudemiseks. Samas oleksid sellised lahed ja uued veealad (ka taastatud Aruoja) lisaks kaladele ka muule vee-elustikule sobivad – näiteks mitmetele veelindudele. Madalaid lahtesid saaks rajada ka kombineeritult Aruoja voolusängi taastamisega.

Käeseoleva uuringu alusel võib öelda, et praegused sild-regulaatorid ei võimalda kuigi märgataval määral suurvee ajalis-ruumilist ulatust pikendada. Seega on nende positiivne mõju kahjuks üsna lokaalne ning lühiajaline. 2018. a. läbisid märgistatud kalad regulaatorid probleemideta, kuid sel aastal varjeid kordagi üles ei tõstetud. 2019. a. ühtegi kala regulaatoriteni ei tõusnud. Kohapealsete vaatluste põhjal võib öelda, et olenevalt veetasemest võivad ülestõstetud varjed olla kaladele mõningaks rändetakistuseks, seda eriti halva ujumisvõimega liikidele. Vältida tuleks kõikide varjete ülestõstmist tingimustes, kus vooluhulk jões on niivõrd väike, et kogu vesi voolab üle varjete ehk ei toimu ülevoolu külgmistest avadest ega ka mööda luhta ümber regulaatorite. Kloostri regulaatori külgmisi avasid võiks täita paari üksiku suure kivirahnuga, mille taha tekiks kaladele puhkevõimalust pakkuvad keerised.

Kokkuvõtvalt tuleb nentida, et Matsalu siselahe ja Kasari lehtersuudmeala kalade kude- ja turgutusalade võimalikeks parendamistödeks on mitmeid erineva mõju, mastaabi ja maksumusega lahendusi ning kõige sobivama lahenduse leidmine eeldab laiapõhjalist arutelu erinevate spetsialistide ja huvigruppide vahel. Käesoleva töö ülesandeks oli välja selgitada erinevad võimalused ning hinnata nende sobivust kaladele – täpseid mõjusid muule elustikule saab hinnata juba keskkonnamõju käigus. Kahtlemata on aga finantseerimisvõimaluste tekkimise korral kalade kudemistingimusi võimalik parandada ka nii, et sellega ei kaasneks negatiivset mõju teistele elustiku rühmadele ning samuti poleks häiritud ala hooldamine.



**Foto 7.** Vaade Neidissaare mäele kagust. Luht on ligi 0,5 m veekihi all. (28.03.19)



**Foto 8.** Vaade Neidissaare mäele edelast. Luhalt on suurvesi juba taandunud ning võimalik sinna koetud kalamari hukkunud. (16.04.19)





**Foto 9.** Aruoja süvendatud lõik lõpeb hetkel pinnasevalliga. (08.05.19)



**Foto 10.** Kasari endise peaharu – Aruoja – vana sängi kulgemine on looduses veel jälgitav (08.05.19)

#### 4. Kasutatud kirjandus

Erm, V., Kangur, M. ja Turovski, A. (1985) Matsalu märgala kalastik. Rmt.: E. Kumari (koost.). Matsalu – rahvusvahelise tähtsusega märgala. Valgus, Tallinn. 199-215.

Erm, V., Kangur, M. ja Saat, T. (2002) Matsalu märgala kaladest ja kalapüügist 1980. aastatel. RMT.: T. Saat (toim.). Väinamere kalastik ja kalandus. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu. 122-158.

Engsdtedt, O., Engkvist, R. ja Larsson, P. (2014) Elemental fingerprinting in otoliths reveals natal homing of anadromous Baltic Sea pike (*Esox lucius* L.). Ecology of Freshwater Fish 23. 313-321.

Eschbaum, R., Jürgens, K., Špilev, H., Hube, I. K., Albert, A., Rohtla, M., Talvik, Ü., Saks, L., Hommik, K., jt. (2019) Eesti kalandussektori riikliku töökava täitmine ja analüüs, teadusvaatlejate paigutamine Eesti lipu all sõitvatele kalalaevadele ning teadussoovituste koostamine kalavarude haldamiseks 2018-2019. aastal. Tartu. 220 lk.

Järvekülg, A. (2001) Eesti jõed. Tartu Ülikooli kirjastus. Tartu. 534-531.

Ksenofontova, T. (1985) Matsalu lahe pilliroog ja roostikud. Rmt.: E. Kumari (koost.). Matsalu – rahvusvahelise tähtsusega märgala. Valgus, Tallinn. 113-135.

Kumari, E. (1966) Lindude laht. Valgus, Tallinn. 118 lk.

Kumari, E. (1973) Matsalu maastike looduslike komplekside kujunemisest viimase 100 aasta vältel. Rmt.: O. Renno (toim.). Matsalu maastik ja linnud. Valgus, Tallinn. 28-40.

Mardiste, H. ja Kaasik, T. (1985) Matsalu lahe ja Kasari jõe hüdroloogiline režiim. Rmt.: E. Kumari (koost.). Matsalu – rahvusvahelise tähtsusega märgala. Valgus, Tallinn. 15-25.

Meriste, M (2005) Matsalu märgala maismaastumine. Tartu Ülikooli geoloogia instituut, Tartu. Magistritöö. 57 lk.

Nõmm, A. ja Arukaevu, K. (1984) Kasari luha üleujutustest. Eesti NSV riiklike looduskaitsealade teaduslikud tööd, 4. Valgus, Tallinn. 50-56.

Ott, R. ja Hödrejärvi, H. (1984) Kasari delta vetest. NSV riiklike looduskaitsealade teaduslikud tööd, 4. Valgus, Tallinn. 39-49.

Porgasaar, V. ja Simm, H. (1985) Matsalu lahe hüdrokeemiline režiim. Rmt.: E. Kumari (koost.). Matsalu – rahvusvahelise tähtsusega märgala. Valgus, Tallinn. 26-35.

Truus, L. ja Sassian, K. (1999) Kasari jõe hüdroloogilise režiimi muutumine vooluteede



reguleerimise ja luha kuivendamise tagajärjel ning selle mõju Kasari luha taimkattele.  
Loodusevaatlusi 1997-1999. 105-111.

TÜ EMI (2015) Poolsiirdekalade kudealad Väinameres ja Liivi lahe põhjaosas: seisund ja  
kvaliteedi parandamise võimalused. Projekti lõpparuanne. Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituut.  
72 lk.

Veering, L. (1984) Sisevete muutused Matsalu märgalal (17.-20. saj.). Eesti Teaduste  
Akadeemia. Tallinna Botaanikaaed, Keskkonna uuringute sektor. Tallinn. 50 lk.

Vetemaa, M., Eschbaum, R., Verliin, A., Albert, A., Eero, M., Lillemägi, R., Pihlak, M. ja  
Saat, T. 2006. Annual and seasonal dynamics of fish in the brackish-water Matsalu Bay,  
Estonia. Ecology of Freshwater Fish 15. 211-220.

Viikmann, H. (1931) Veeteede valitsuse süvendustööde ujuvad abinõud ja nendega seotud  
süvendustööd. Tehnika ajakiri, 1. 9-10.