

MTR majandustegevusteade EP10033667-0001  
MATER majandustegevusteade MP0008-00

Töö nr 171209

Tellija: MTÜ Lahepera Järv

Objekti asukoht: Tartu maakond  
Alatskivi vald  
Savimetsa, Lahe, Kesklahe, Lahepera, Rupsi külad

**LAHEPERA JÄRVE ÖKOLOOGILISE SEISUNDI  
PARANDAMISE INSENERTEHNILINE TEGEVUSKAVA**

Juhatuseliige



Avo Sulger

Autor



Kalev Raadla

Tallinn 2017.a.

**SISUKORD**

Lk.

<b>LAHEPERA JÄRVE ÜLDANDMED .....</b>	<b>3</b>
<b>SELETUSKIRI.....</b>	<b>3</b>
1. Üldosa .....	3
2. Naelavere peakraavi kaudu tuleva väliskoormuse vähendamine .....	4
3. Setete iseloomustus ja setete eemaldamise insenertehnilised meetodid .....	5
4. Muda käitlemise tehnoloogiad.....	7
4.1 Settebasseinides käitlemine.....	7
4.2 Muda käitlemine geotuubides .....	9
4.3 Separeerimine.....	10
4.4 Kokkuvõtte muda käitlemise tehnoloogiast .....	12
5. Tehnoloogiate võrdlemine, mahtude ja tööaegade kalkulatsioonid .....	13
<b>KOKKUVÕTE .....</b>	<b>13</b>

LISA 1	Valgala kaart
LISA 2	Võimalikud settebasseinide asukohad sette eemaldamise pinnad ja mahud aastate lõikes.
LISA 3	Järve idaosa muda käitlemisala asendiplaan
LISA 4	Muda separeerimistsehhi asendiplaan
LISA 5	Lahepera järve veesügavused ja mudakihi paksused

## LAHEPERA JÄRVE ÜLDANDMED

Lahepera järve veepeegli pindala	- 100,4 ha
Valgala pindala	- 29,4 km <sup>2</sup>
Normaalveetase	- 29,82 m abs
Veetase (max)	- 31,15 m abs
Keskmine sügavus	- 2,4 m
Suurim sügavus	- 4,2 m
Suurim mudakihi paksus	- 9,6 m
Keskmine mudakihi paksus	- 5,1 m
Vee maht järves	- 2,4 milj m <sup>3</sup>
Veevahetus	- 2,5 korda aastas
Põhjasetete maht	- 5,0 milj m <sup>3</sup>
Tervendamise I etapi muda eemaldamise maht	- 100 tuh m <sup>3</sup>
sh aastamaht	- 50 tuh m <sup>3</sup>

Lahepera järve ökoloogiline seisund 2014. a. seireandmete põhjal hinnati kesiseks.

## SELETUSKIRI

### 1. Üldosa

Käesolev insenertehniline tegevuskava on tellitud MTÜ Lahepera Järv poolt ja siintoodud meetodite kasutamisel aitab otseselt saavutada Lahepera järve hea seisundi ja säilitada selle ökoloogilist potentsiaali.

Lahepera järv paikneb Peipsiääre madaliku põhjaosas, loode-kagusuunalises vaondis, mis on Naelavere ürgoru jätkuks. Järv asub Peipsiga enam-vähem samal tasemel (30 m abs) ning on Peipsist eraldatud kitsa maaribaga. Järve ümbritseval tasandikul on pinnakatteks fluvioglatsiaalsed liivad ja kruusad, kohati ka punakaspruun moreen, enamasti aga järveliivad; viimaste all esineb järve ääres paiguti savi. Valitsevad kamar-leetmullad ja soostunud leetmullad. Kõrgemad alad on põldude all, madalamates kohtades on levinud niidud ja põõsastikud (Eesti järved, 1968).

Lahepera järve voolab loode poolt sisse umbes 7,5 km pikkune Naelavere oja. Oja kaudu kandub järve maaget (roostevett) ja huumusaineid. Järve keskosas on mõlema kalda lähedal kalda- ja põhja-allikaid. Järv on paarisaja meetri pikkuse ja keskmiselt 8 m laiuse Lahe jõe kaudu ühenduses Peipsi järvega. Lahe jõe voolukiirus, -hulk ja isegi voolusuund sõltub suuresti Peipsi järve veetasemest.

Lahepera järv on oluline veekogu Peipsi kalade koelmualana, veelindude rände- ja pesitsuspaigana. Samuti on järv oluline maastikuelemendina, kalastuspaigana jne. Järv on madal ja kinnikasvanud juba ammu, mis on viinud mõtted järve puhastamisele. Nõukogude perioodil oli see tõsiseltvõetav plaan. Koostati projekt *Lahepera järve sapropeelitootmise kompleks, tööprojekt, RPUI Eesti Maaparandusprojekt töö nr 12000834, Tallinn 1984*. Setete koostis oli selle projekti raames väga põhjalikult uuritud, ladustamiseks ka setteväljakute rajamist alustatud. Setteväljakute alale on tänaseks võsa ja mets peale kasvanud.

Tänapäeval peaks veekogu majandamist ja kaitset kavandama mitmekülgset ja jätkusuutlikult seetõttu koostati 2015.a Lahepera järve limnoloogiline uuring ja linnustiku inventuur.

Lahepera järvest koguti uuringute jaoks setteproovid 29.07.2015 neljast proovipunktist, mida analüüsiti laboratoorselt.

Teostatud uuringute tulemusena leiti, et madala, kinnikasvava järve põhjalikuks tervendamiseks on enamasti setete ja taimede eemaldamine. See tagab hea ökoloogilise seisundi pikemaks ajaks. Selle tegevuse eelduseks on väliskoormuse vähendamine, oleks esmatähtis vähendada väliskoormuse mõju Naelavere peakraavi kaudu. Seejärel sekundaarreostuse vähendamiseks eemaldada vähemalt

25 cm paksuse fosforirikis settekiht. Eelkõige oleks oluline eemaldada kõrge fosforisisaldusega sete koos ohtra taimestikuga sissevoolu lähedalt, samuti tagada Lahe jõe kaudu ühendus Peipsi järvega ka madalamate veeseisude korral.

Lahepera hoiuala kaitsekorralduskava 2011-2020 kohaselt on kõige olulisem setete eemaldamine Lahe jõest.

Taimestiku seisukohalt on esmalt oluline peatada või vähendada valgalalt järve jõudev reostus. Juhul kui setteid eemaldada lühikese aja jooksul suurelt alalt siis pärast tööde lõppu on veesisene taimestik kahjustunud ja selle seemnevaru hävinud (kuna see eemaldatakse koos setetega). Veesisese taimestiku taastumiseni on järv ebastabiilses seisundis, mis võib endaga aga kaasa tuua ulatuslikud „veeõitsengud“ ning ujuvate vetikamattide tekke järve pinnale. Seega on taimestiku seisukohalt mõistlikum kui sete eemaldatakse korraga väiksemas mahus ja etapiviisiliselt, andes enne uue setteemaldusperioodi algust aega eelmise piirkonna taimestikul taastuda.

Setet on võimalik eemaldada kas järve või järveosa (nt kaldaala) kuivale jättes või veetaset alandamata. Esimene variant sobib pigem paisjärvedele kui looduslikele järvedele. Lahepera järve veetaseme alandamine ei ole reaalne, järve suurust arvestades tuleb siin kasutada ujuvaid pinnasepumpasid.

Käesolevas tegevuskavas on analüüsitud kolme erinevat eemaldatud muda käitlemise tehnoloogiat: settebasseinides sette kuivatamine, geotuubides ja separeerimisega sette veestustamine.

Sette eemaldamise tehnoloogiate kirjeldamisel ja mahtude kalkuleerimisel on arvestatud I etapi töödega, mis kestab 2 aastat ja kus eemaldatava muda aastane maht on 50 tuh m<sup>3</sup>, seega kokku 100 tuh m<sup>3</sup>. Esimese aasta töömahtude hulka kuulub ka paaditee süvendamine maanteest Lahepera järve poole jääval alal, kus on ette nähtud süvendada 300 m pikkune ja 10 m laiune riba. See on esmajoones vajalik selleks, et pääseks paadiga Lahe jõe kaudu Peipsi järvele. Siin tuleb arvestada Projekterimisbüroo Maa ja Vesi AS poolt 2012. a koostatud töö nr 12981 *Lahepera järve väljavoolu Lahe jõe setetest puhastamise tööde projektis* esitatud nõudest, et ei tohi Lahepera järvest väljavoolul olevat künnist, mistõttu jäetakse nimetatud kohas 20 m lõik praegusesse olukorda.

Kokku on ette nähtud järvest eemaldada 500 tuh m<sup>3</sup> muda arvestades looduslikku lasundit. Muda ei eemaldata järve ida- ja lääneotstes olevatelt linnualadelt ja järve kaldavööndist, kus keskmise veeseisu (30,00 m abs) ajal vee sügavus on alla 1,0 m. Seega kokku eemaldatakse järvest 70 cm pealne mudakiht 71,5 ha suuruselt alalt. Muda eemaldamise ajad, alad ja mahud on näidatud joonisel lisa 2.

Lahe jõe suudmest maanteest Peipsi järve poole I etapi tööde käigus muda ja setteid ei eemaldata, suudme avamise projekti juurde pööratakse tagasi seejärel, kui järv on kasvõi osaliselt süvendatud.

Tänaseks on muda käitlemisaladena sobilikke alasid maaomanikega kooskõlastatud. Möödunud sajandi 80-ndatel aastatel töödega alustatud RMK halduses oleval metsaalale basseini rajamiseks ei andnud RMK nõusolekut. Seda ala saaks basseini ehitamiseks kasutada kui see võõrandatakse st riik müüb selle nt MTÜ Lahepera Järvele. Reljeefilt ja kraavide olemasolu suhtes on basseini rajamiseks sobilikud alad Kalda, Taarapõllu ja Arupõllu maaüksused (vt lisa 2), mis kõik on OÜ Friendslandile, kellelt on samuti negatiivne kooskõlastus kuna neil on PRIA toetusalune maa. Samas piirkonnas olevad teised põllumaad on samas staatuses. Väljavoolu alalt ja Lahe jõest eemaldatav sete on kõige ökonoomsem ladestada endisele poldrialale, mis jääb Lahe jõest lõuna poole Luige maaüksusele. Maaomanikuga on praeguseks suuline kokkulepe olemas.

Ühe variandina on separeerimise kompleksi väljaheitamine Linnutorni mü (12601:007:0113) kõrval olevale reformimata riigimaale (vt lisa 4) või metsas olevale settebasseini alale. Linnutorni mü kõrval oleva reformimata riigimaa suhtes on Maa-amet oma seisukoha öelnud, mis kokkuvõttes tähendaks selle maa omastamist oksioni teel.

## **2. Naelavere peakraavi kaudu tuleva väliskoormuse vähendamine**

Lahepera järve voolab loode poolt sisse umbes 7,5 km pikkune Naelavere peakraav, mis on oluline maaparanduse eesvooluna. Naelavere peakraavi valgala suubumisel Lahepera järve on 16,9 km<sup>2</sup>, mis moodustab kogu järve valgalast 57%. Kuna peakraavi valgalalt saabub järve põhiline kogus

reostuskoormusest siis käesoleva töö programmis oli ette nähtud kasutusele võtta järgmised meetmed:

- punktreostuse kollete väljaselgitamine ja nendest reostuse peakraavi kandumise meetmete kasutuselevõtmine;
- hajureostuse vähendamine (sõnniku ja väetiste laotamise eeskirjadest kinnipidamine, veekaitsetsooni laiendite tegemine, suudmelodude kasutuselevõtmine selleks võimalikes kohtades, enne peakraavi järve suubumist teha loduala)
- Naelavere peakraavi Alatskivi jõest lisavee juhtimine (vt lisa 1).

Naelavere peakraavi valgalas märkimisväärsed punktreostuskolded puuduvad st, et valgalal saab reostust vähendada põhiliselt sõnniku ja väetiste laotamise eeskirjadest kinnipidamisega. Naelavere pkr suudmesse tehniliku lodu rajamine võimalik ei ole, kuna tegemist on kaitsealuste lindude elupaigaga ning see ala on soovitatav jätta looduslikuks. Seetõttu on see meede väga küsitava väärtusega. Enne järve suubumist loduala tegemisel on probleemiks ka kuivendatud alade eesvoolus veepinna mõningane tõstmine.

**Vee juurdejuhtimise võimalust Alatskivi jõest** uuriti, mille tarbeks mõõdistati kraavi trass Alatskivi jõest Toruküla pkr ja Lahepera pkr kaudu Naelavere peakraavi. Lahepera järve veeseis oli 29,95 m. Alatskivi -Rootsiküla teel truubi juures (250 m jõest) oli veepind 32,02 m. Varasemad mõõtmised näitavad, et Alatskivi jõe veeseis selle kraavi suudmes on olnud 29,98 m st sama mis Lahepera ja Peipsi järvedes.

Juhul kui paisutada Alatskivi jõge kõrguseni 32,00 m ( äravoolukraavi põhi oleks ca 1 m sügavamal so 31,0 m) ja kraavile anda minimaalne lang 0,3‰ siis Alatskivi-Kolkja maanteetruubi kohal peaks olema truubi põhi 30,60 m. Tee pind on seal 38,80 m ja maapind 37,40 m. Kraavi sügavus tuleks maanteest ülesvoolu 37,4-30,6=6,8 m, edasi maapind tõuseb ja kõige kõrgemas punktis on see 38,50 m, seal oleks kraavi sügavus 7,5 m.

Vee juurdejuhtimine Alatskivi jõest ei ole teostatav. Sellise ühenduse tegemine nõuaks 1,5 km pikkuselt vähemalt 7 m sügavuse kraavi kaevamist ja samuti Alatskivi jõe paisutamist ligi 1,5 m. Sellise monstrumi tegemine piiratud vooluhulga lisamiseks Lahepera järve ei ole otstarbekas. Miinimumvooluhulga perioodil ei saa sealt praktiliselt vett võtta kuna sanitaarvooluhulk peab jääma ka Alatskivi jõkke. Lisaks on võimalik negatiivne mõju maakasutusele, mis tuleneb Alatskivi jõe paisutamisest. Alatskivi jõe ja Naelavere peakraavi veepinnad ühenduskraavi otstes on enam-vähem samal tasemel st teoreetiliselt oleks võimalik Alatskivi jõest vett Naelavere peakraavi juhtida aga kraavi keskosas kujuneks kraavi sügavuseks 6-7 m.

### ***3. Setete iseloomustus ja setete eemaldamise insenertehnilised meetodid***

Lahepera järve limnoloogiliste uuringute kokkuvõttes on soovitatud esmalt vähendada Naelavere peakraavi kaudu tulevat reostust ja seejärel sekundaarreostuse vähendamiseks eemaldada vähemalt 25 cm paksune fosforirikas settekiht. Sellise õhukese settekihi eemaldamine on tehnoloogiliselt keeruline ja arvestades sellega, et tähtis on ka veetaimede juurestiku eemaldamine on käesolevas töös ette nähtud eemaldada 70 cm mudakiht. Eelkõige on oluline eemaldada kõrge fosforisisaldusega sete koos ohtra taimestikuga sissevoolu lähedalt, samuti tagada Lahe jõe kaudu ühendus Peipsi järvega ka madalamate veeseisude korral. Esialgse plaaniga võrreldes on setete eemaldamise ala nihutatud väljapoole lindude elupaika järve edelaosas ja vee-elustiku tarbeks jäetakse ka puutumata järve madalad kaldaalad. Setet ei eemaldata kaldaaladelt kus vee sügavus on alla 1 m. Siin on võetud aluseks keskmine veeseis järves – 30,00 m abs. See vähendab küll fosfori eemaldamise tõhusust järvest, kuid aitab igal juhul järve ökoloogilist seisundit parandada. Käesoleva töö käigus mõõdistati vee sügavusi ja võrreldi neid 1983. aastal tehtud uuringute andmetega. Lisa 5 joonisele on kantud 1983. aasta uuringusihiid ja punktid ning ja vee sügavuse ja mudakihi paksuse andmed, millele on lisatud 2017.a täiendavalt mõõdistatud vee sügavused. Need vee sügavused on interpoleeritud vanadesse uuringupunktidesse. Vee sügavused on arvestatud veepeegli pinnast 30,00 m abs. Vee sügavus on keskmiselt vähenenud 10 cm, mida ei saa võtta

absoluuttse tõena kuna vee sügavuse mõõtmisel muda ülapiinna fikseerimine hõljuva muda korral ei ole hästi fikseeritav. 2017.a mõõtmise korral kasutati mõõtvarrast kaaluga 2 kg, mille otsas oli 10 cm läbimõõduga ketas. Varasema mõõdistamise metodika kohta andmed puuduvad.

Taimestiku seisukohalt mõistlikum kui sete eemaldatakse korraga väiksemas mahus ja etapiviisiliselt, andes enne uue setteemaldusperioodi algust aega eelmise piirkonna taimestikul taastuda. Arvestada võiks aastamahuga 50 tuh m<sup>3</sup>, mis keskmiselt 70 cm settekihi eemaldamisel annaks ühe aastase sette eemaldamise pinnaks 7,15 ha. Arvestades järve otstes olevaid linnualasid ja alla 1,0 m sügavust kaldaala, eemaldatakse sete 71,5 ha-lt, matemaatiliselt kuluks kogu järvel 0,7 m settekihi eemaldamiseks 10 aastat. Kas nii kiiresti võib kogu järve puhastada see selgub tööde tegemise käigus.

Kuivainesisaldus Lahepera järve settes on madal ja varieerub 4-11 % sette märgkaalust.

Esialgsetes arvutustes võetakse keskmiseks sette kuivaine sisalduseks 6 %. Sette kuivaine jaguneb veel omakorda orgaaniliseks, karbonaatseks ja terrigeenseks osaks. Lahepera järvesette ülemises 30 cm kihis kuivaine suurima osa moodustas terrigeenne aine, mis moodustas 56-66 % kuivaine sisaldusest. Kõrge terrigeense aine sisaldus võib tulla ühendusest Peipsiga Lahe jõe kaudu. Orgaanilise aine sisaldus oli ühtlane kõigis proovipunktides (35-44%) ja ei muutunud oluliselt sügavuse suurenedes. Kaltsiumkarbonaatide sisaldus oli madal kõikides proovides – alla 4-12 %. Sügavuse suurendes orgaanilise aine, kaltsiumkarbonaatide kui ka terrigeense aine sisaldused ei muutunud.

Järve sete on väga kergesti lenduv juba väiksemagi häiringu korral ning selle tagajärjel suureneb fosfori vabanemine settest vette. Seega tuleb töödeldav ala piirata, et vältida fosfori sisalduse suurenemist.

Käesolevas projektis on võrreldud sette eemaldamiseks 3 erinevat tehnoloogiat, kõigi kolme juures toimub järvest muda ammutamine pinnasepumbaga ja torustikuga pulbi transportimine töötlemiskohta.

Need alternatiivsed muda töötlemise tehnoloogiad on järgmised:

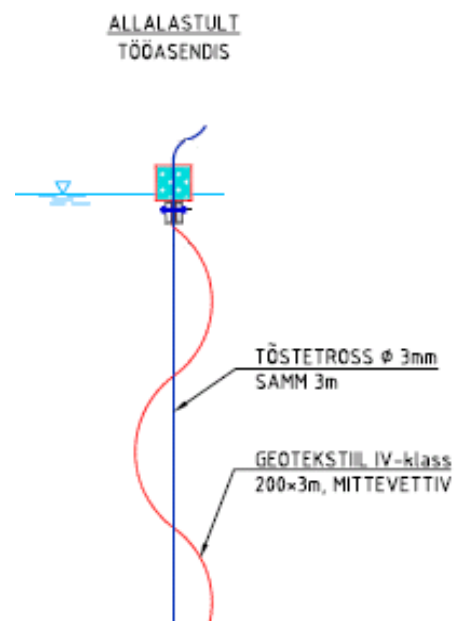
1. Settebasseinides sette kuivatamine ja pärast külmatsükli läbimist muda äravedu – Settebasseinides käitlemine
2. Sette veestustamine geotuubides- Geotuubides käitlemine
3. Sette veestustamine tsentrifugaaljõu toimel separaatorites- Separeerimine.

Kõikide tehnoloogiate korral on vaja setete pumpamise töödepiirkond eraldada järves geotekstiilist ekraaniga, et vältida vee segunemist ülejäänud järveveega. Samuti tagastuv vesi juhitakse geotekstiiliga eraldatud alale.

Enne tõkestusekraani eemaldamist lastakse heljumil settida aja jooksul, mis täpsustatakse tööde käigus visuaalse vaatlusega. Ekraani eemaldamiseks tõstetakse see tõstetrosside abil üles ja transporditakse uude kohta.

Eraldusekraanikraani kirjeldus:

- IV klassi mitteveetiv geotekstiil.
- Kett kaaluga 2 kg/m õmmeldud raskuseks kanga sisse.
- Tõstetross Ø3 mm, samm 3 m.
- Tõstetrossi kinnitus terasõõs Ø6 mm, samm 0,5 m.
- Ujukiks vahtplast.



Nii settebasseinide kui ka geotuubide kasutamise korral on vaja üsna suuri alasid kuhu ehitada setteväljakuid. Eriti palju pinda nõuab muda settebasseinides käitlemine. Need alad peaksid olema tasase reljeefiga ja paiknema järve lähipiirkonnas.

Kuna möödunud sajandi 80-ndatel tehti järvest muda (sapropeeli) eemaldamise projekt ja seda hakati ka ellu viima, mille käigus alustati settebasseinide rajamist järvest ca 1 km edelas, siis on otstarbekas kasutada seda ala ka nüüd mudakäitluseks. Kuigi puuduvad positiivsed kooskõlastused maaomanikega on käesolevas töös antud lahendus settebasseinide ehitamiseks metsaalale, mis on RMK halduses ja haritavale maale, mille omanik on OÜ Friendsland.

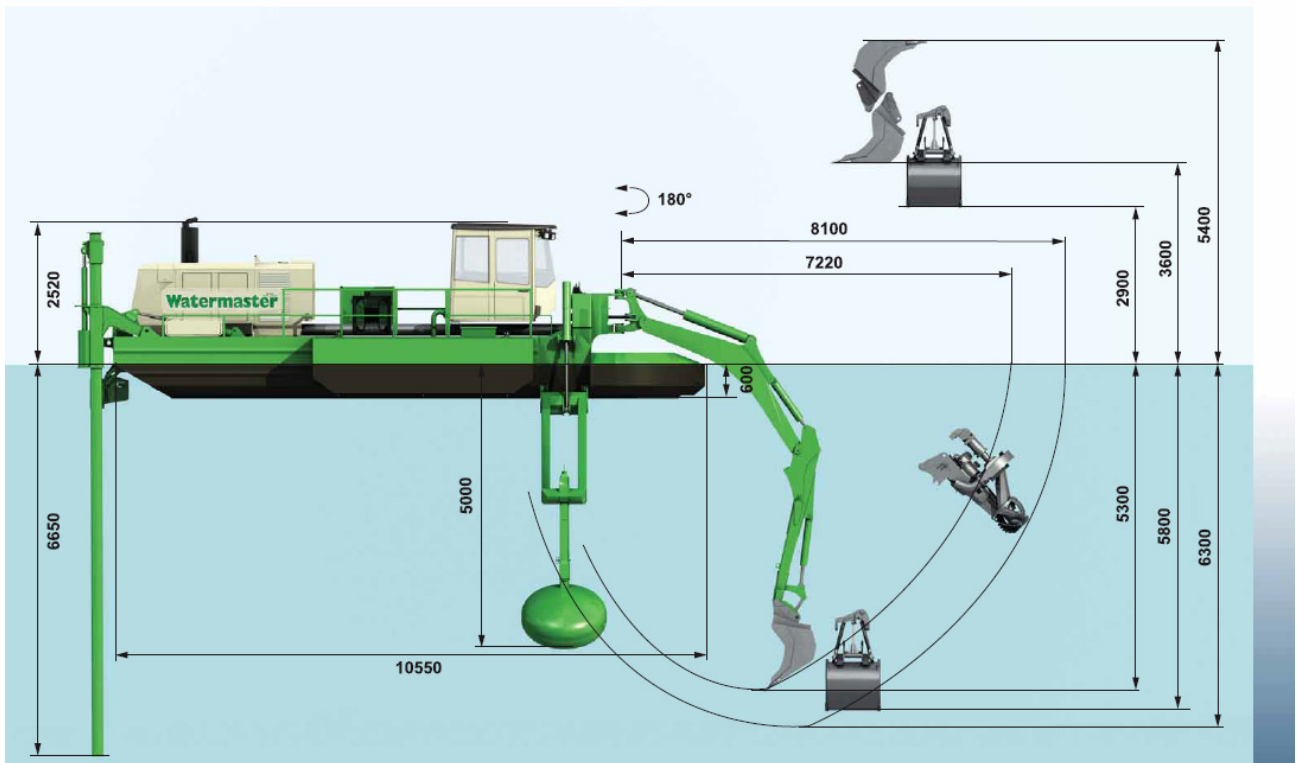
## 4. Muda käitlemise tehnoloogiad

### 4.1 Settebasseinides käitlemine

Antud tehnoloogia põhineb pinnaosakeste settimisel basseini põhja ja keskmiselt tuleb arvestada sellega, et pumbatava pulbi maht on kahekordne muda loodusliku lasundi maht. Seega ühe aasta mahu loodusliku lasundi 50 tuh m<sup>3</sup> muda mahutamiseks on vaja 100 tuh m<sup>3</sup> basseini mahtu.

Muda pumpamiseks kasutatakse amfiibmasinat Watermaster Classic IV või analoogset ujuvpumplat. See on võimeline setet pumpama kuni 1,5 km kaugusele. Watermasteri varustuses olev pinnasepump on jõudlusega 150-250 m<sup>3</sup>/h. Käesoleval juhul on arvestatud keskmiselt 180 m<sup>3</sup>/h. Tagastatava vee fosforisisaldust kontrollitakse neljal korral aastas ning vajadusel lisatakse kougulante (polümeeri Superfloc C496HMW) selleks ettenähtud basseinis. Tagastatava vee puhastamisel tekkivaid setteid eemaldatakse basseinist perioodiliselt ning töödeldakse koos veetustatud mudaga.

Watermaster 



Joonis 1 Watermaster Classic IV mõõdud

Vesi juhitakse järve tööalale tagasi olemasolevate kraavide kaudu.

Järve tööpiirkond piiratakse pontoonidele kinnitatud ja järve põhjani ulatuva kilega või geotekstiiliga, tõkestamaks taimetoitaineterikka vee ja kaevamisel üleskeerutatava heljumi kandumist järve teistesse piirkondadesse. Projektis on ette nähtud kilesein kinnitada kaldasse selliselt, et tagastuv vesi jääks kileseinaga eraldatud osa sisse.

Mudal lastakse settebasseinides seista läbi talve ning seetõttu saab äravedu toimuda alles kevadel.

Tühjendamine võtab aega ligi 2 kuud. I etapi tööperiood kestab 2 aastat.

Settebasseinidele on planeeritud kaks asukoha varianti.

### **I asukoha variant**

Möödunud sajandi 80-ndatel aastatel tehti järvest muda eemaldamise projekt<sup>1</sup> ja seda hakati ka ellu viima, mille käigus alustati settebasseinide rajamist järvest 1 km edelas. Mõistlik on kasutada seda ala ka nüüd mudakäitluseks. Basseinide ala suurus oli siis planeeritud 35 ha, kuhu on võimalik rajada tiike veepeegli 26 ha (Joonis 3). Käesoleva projekti I etapi tarbeks ei ole vaja kogu seda ala kasutada, piisab 10 ha-st kuid otstarbekas on võtta kasutusele planeeritud basseinide ala keskelt läbiminevast teest kogu põhjapoolne ala, kus on varem juba töödega alustatud. Sel juhul kujuneb basseinide 1,5 m täite korral veepeegli pinnaks 9,0 ha ja mahuks 135 tuh m<sup>3</sup>. Koos basseini piirava tee ja kraavidena oleks kasutatav pind 14 ha (Lisa 2).

Asukoha puuduseks on suur kaugus järvest, mis kaugemate alade pumpamisel vajab vahepumplat. Puuduseks on ka kaugus kõvakattega teest (2,3 km). Olemasolev kruusatee vajab regulaarset hooldust toodangu väljaveo perioodil. Kui arvestada kahekordse tee kulumiskihi remondiga kujuneb selle maksumuseks ca 30 tuh €.

Asukoha eeliseks on paiknemine metsas, kus tegevus häirib väheseid inimesi. Läheduses on üks ajuti (suvilana) kasutatav elamu.

### **II asukoha variant**

Alternatiivseks asukohaks on põllud järvest põhja pool, kus tuleb saada kokkulepe vähemalt 10 ha kasutamiseks. Puuduseks on siin haritava maa hõivamine settetiikidega, samuti elamute lähedus ning settetiikide kõrval olev kõvakattega 22242 Alatskivi-Varnja kõrvalmaantee, mille mahasõidud ja kasutamise kord tuleb Maanteeametiga kooskõlastada. Korraldada tuleb torustike läbiviimine maantee alt, milleks saab kasutada olemasolevaid truupe või suundpuurimisega viia torustik tee alt läbi.

Planeeritud settebasseinide alal paiknevad põhiliselt maaparandusehitisel 2020656000040/001/Kesk-Lahe ja väike osa ka 2020656000030/001/Kesk-Lahe, mis on dreanaažiga kuivendatud ala. Settebasseinide tammide ehitamiseks piisab 20 cm kasvukihist st, et dreanaaži nende rajamisega ei rikuta kuna see paikneb keskmiselt 1 m sügavusel. Settebasseinidest vee infiltreerumine põhjavette on minimaalne kuna esmalt jõuab see dreanaaži kaudu eesvoolukraavi, mille veed settebasseinide töötamise ajal juhitakse kileseinte vahel pumpamispiirkonda. Kuna settebasseinides tõstetakse veepind olemasolevast maapinnast ca 80 cm kõrgemale siis on vajalik vähemalt basseinide kompleksi põhja- ja lõunaküljele rajada täiendavad drenid, mis piiravad filtreeruva vee imbumist kõrvalaladele. Pärast basseinide likvideerimist tuleb kontrollida basseinide alal dreanaaži toimimisvõimet ja vajadusel see rekonstrueerida. Tagastuva vee järve juhtimiseks kasutatavat kraavi tuleb hooldada selliselt, et sellesse juhitud dreanaažisuudmed oleksid vegetatsiooniperioodil veepinnast kõrgemal.

**Nende mõlemale variandile lisandub paaditee** tarbeks maanteest Lahepera järve poole jääval alal süvendada 300 m pikkune ja 10 m laiune riba, mille pind on 0,3 ha ja eemaldatav sette maht 1,5 tuh m<sup>3</sup>. See on esmajoonel vajalik selleks, et pääseks paadiga Lahe jõe kaudu Peipsi järvele, praegu sügisel ajal juba keskmiste veeseisude korral on see väga raske. Töödega ei tohi rikkuda Lahepera järvest väljavoolul olevat künnist, mistõttu jäetakse nimetatud kohas 20 m lõik praegusesse olukorda. Paaditee põhi süvendatakse kõrguseni 28,60 m. Ortofotolt on näha, et

<sup>1</sup> Ruttar Roo (projekteainsener) 1984. Lahepera järve sapropeeli tootmise kompleks. RPUI Eesti Maaparandusprojekt.



praegu on suures osas sellel lõigul vaba veepind, mille laius on 3-4 m. Täiendavalt on vaja paaditeelt taimestikuga kaetud osa süvendada 6-7 m laiuselt.

Paaditeelt eemaldatav muda on ette nähtud pumbata järve kagukaldale rajatavasse settebasseini (Lisa 3).

Muda käitlemise alternatiivseks asukohana järgmise etapi töödel Lahepera järve idaosas on ka järvest kagusse jäävat endist poldriala, kuhu ühe variandina kaalutleti ka muda alalist ladustamist maapinna tõstmiseks. See variant loeti töö käigus kõlbmatuks konnade sigimisala rikkumise tõttu.

## 4.2 Muda käitlemine geotubides

Vedeljätmed või veekogude põhjamuda pumbatakse tahendamiseks suurtesse vett läbilaskvast sünteeskangast geokottidesse. Vesi nõrgub geokotist välja ning selle sisse jäävad tahked osised ja sellega seotud taimetoitained ning osaliselt raskmetalle ja naftasaadusi. Sette tahenemise kiirendamiseks lisatakse pinnasepumbast tulevale settepulbile enne geokotti jõudmist poliakrüüli (looduslik polümeer), mis soodustab vee eraldumist. Esialgne tahenemine on geokotis oluliselt kiirem kui settebasseinis, sest sellele aitavad kaasa sette oma raskus ja lisatud polümeer. Sette algmaht väheneb geokotis 2-4 korda.

Aastase mahu 50 tuh m<sup>3</sup> töötlemiseks vajalik pind on ca 4 ha, mis peab paiknema tammide vahel ja põhi kaetud geomembraaniga. Tuubide täitmine toimub mitmes järgus, vahepeal lastakse tuubidel veest tühjeneda.



**Foto 1 Geotubide täitmine ladestusplatsil**

Esialgse variandi korral, kui järvel töötamise aeg ei olnud nii piiratud, siis sette pumpamine oli ette nähtud analoogselt settebasseinide tehnoloogiale so Watermaster pinnasepumbaga, mille jõudluse juures võtaks aastase mahu pumpamine aega 3 kuud. Kuna järvel töötamine tuleb 2 kuu jooksul ära teha siis tuleb kasutada suurema tootlikusega pumpa. Pulp pumbatakse torustiku kaudu ladestusalale kus jaotustorustiku ja siibrite abil on võimalik pumbata mitmesse tuubi korraga. Geotubide kasutamisel hakkab läbi koti imunud vesi kohe tagasi voolama. Juhul kui tagastuva vee keemiline koostis nõuab järeltöötlust, siis selle tarbeks on ette nähtud vastav basseini. Tagastuv vesi voolab isevoolselt olemasoleva kraavi kaudu tagasi järve. Ladestusaladena on kasutatavad samad alad, mis settebasseinide korral ainult pind on tunduvalt väiksem kui settebasseinidel.

Kuna on soovitatav muda käitlemisel lasta sellel seista ka talvel tuubis, siis äravedu saab alata alles kevadel. Äravedu võtab aega ca 2 kuud st, et äraveetud alale saab järk-järgult paigaldada uusi geotube, mida hakatakse täitma.

### 4.3 Separeerimine

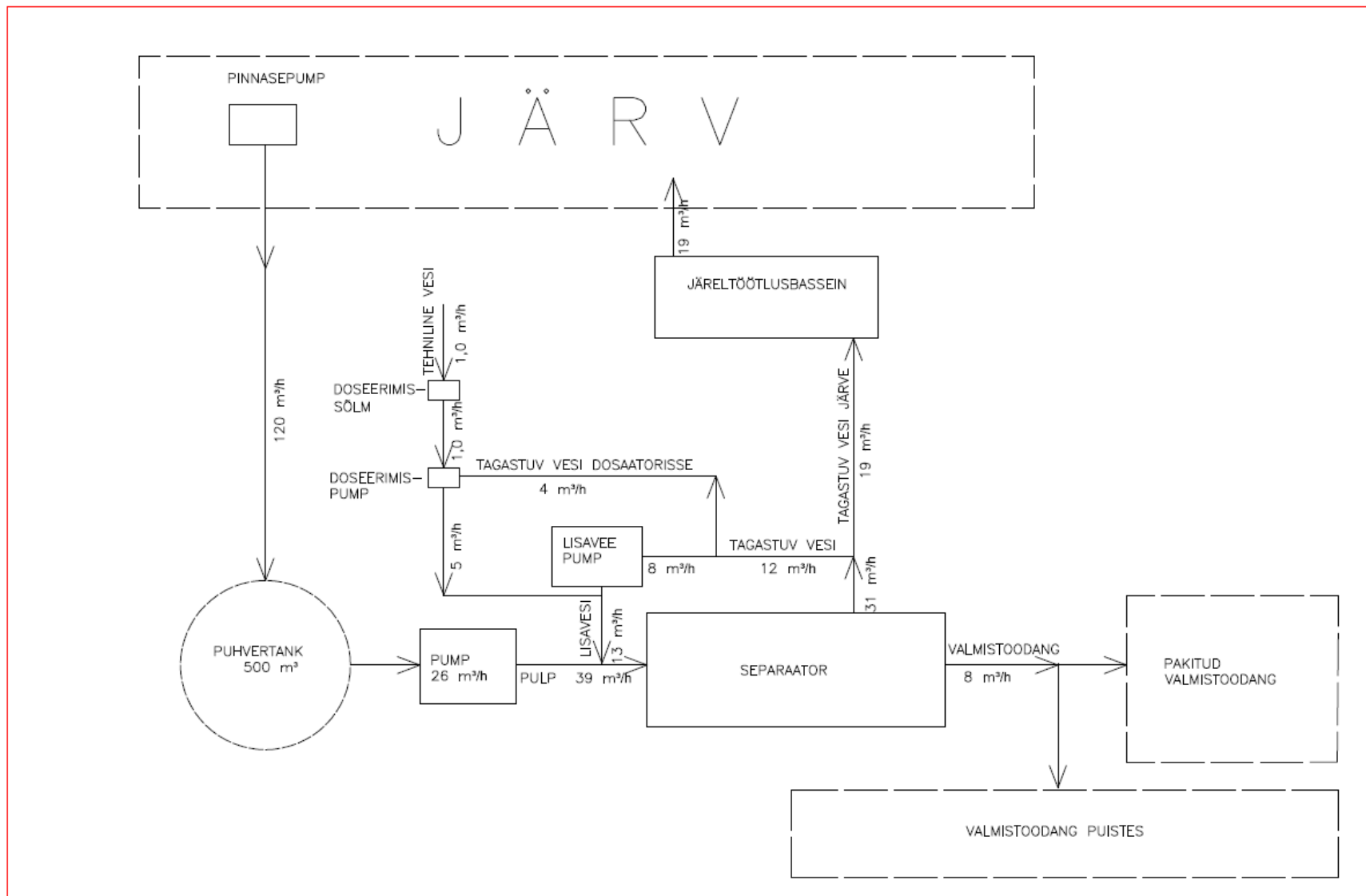
Järve põhjasette veestustamine separeerimise tehnoloogiaga põhineb tsentrifugaaljõu põhimõttel. Tahked osakesed on raskemad kui vesi ja need kogunevad kiiresti pöörleva separaatori välisseina, kust see juhitakse veest eraldi separaatorist välja.

Siin on esitatud separeerimise osas variant kahe separaatoriga, mis küll ei taga planeeritud aastamahu käitlemist kahe kuu jooksul aga kui leitakse kompromiss aastas pumpamise aja pikendamiseks siis on see tehnoloogia kasutatav.

Separeerimine toimub selleks rajatavas hoones, kuhu on ette nähtud paigutada 2 separaatorit, hoone kasulik pind on ca 600 m<sup>2</sup>. Separaatorite gabariidid on 4x12 m, lisaks veel pulbi etteande pumbad ja lisavee ning polümeeri lisamise süsteemid. Kahe separaatoriga süsteemi tarbitavaks võimsuseks kujuneb 200-250 kW. Muda pumpamiseks on planeeritud kasutada elektriajamiga pinnasepumpa, mis on väiksema jõudlusega kui diiselmootoriga Watermaster, kuna siin on dikteerivaks separaatorite jõudlus. Elektrilise pumba jõudluseks on arvestatud 100-120 m<sup>3</sup>/h, mille korral survetoru läbimõõt d160 mm. Sellise pumba võimsus on ca 25 kW ja pumba mootori käitamiseks on võimalik toide viia pumbani kaldalt kaabliga. Kaabel kinnitatakse ujuva survetoru külge. Separaatori normaalseks tööks on vajalik kuivaine sisaldus ca 2% st enne separaatorisse minekut lahjendatakse vastavalt pulpi täiendava vee lisamisega. Esialgseks käivitamiseks on vaja lisavett väljaspoolt juurde anda, hiljem saab lahjendusveena kasutada tagastuvat vett. Sellest tulenevalt separeerimise tehnoloogiat kasutades on järve tagastuv veekogus tunduvalt väiksem (ca 25%) kui settebasseinide ja geotuubide korral. Tagastuv vesi juhitakse järeltöötlusbasseini, kus kontrollitakse lämmastiku ja fosforisisaldust neljal korral aastas ning vajadusel lisatakse kogulante (polümeer Superfloc C496HMW). Tagastuva vee puhastamisel tekkivaid setteid eemaldatakse basseinist perioodiliselt ning töödeldakse koos veetustatud mudaga. Separeerimissõlme juurde kuulub ka puhvertank mahuga 500 m<sup>3</sup>, mis võimaldab järvel oleva pumba tööaega vähendada 6-le tunnile ööpäevas, kusjuures kahe separaatori kasutamisel kujuneb separaatorite tööpäeva pikkuseks 13 tundi 6 kuu jooksul. Separaatoriga käitlemise tehnoloogiline skeem on esitatud joonisel 2 ja separeerimistsehhi asendiplaan lisa 4.

Separaatorist väljuv aines osa pakitakse kottidesse ja osa ladustatakse puistena.

Separeerimistsehhi asukohaks sobib järve põhjakaldal Linnutorni maaüksuse kõrval asuv riigi omandis olev maaüksus. Lahepera järve kaitsekorralduskava kohaselt on sinna ette nähtud rajada paadisadam. Alternatiivseks variandiks on rajada separeerimistsehh järvest edelas olevale settebasseinide alale.



Joonis 2 Muda separeerimise tehnoloogiline skeem ühe seadme kasutamisel

#### 4.4 Kokkuvõtte muda käitlemise tehnoloogiast

Kõigi nende tehnoloogiatega korral on probleemiks järvel pumpamiseks lubatud aeg. Süvendustööd oli esialgses variandis planeeritud teostada perioodil juuli-november. **Keskkonnaameti hinnangul on töid võimalik teostada perioodil august-september.** Juuli esimesel perioodil ei ole kaitse-eesmärgiks olevate liikide, mustviire ja väikekajaka pojad veel lennuvõimestunud. Linnupojad on sellel perioodil võimelised eest ära ujuma, kuid kuna linnupojad on veel mitmeid nädalaid pesapaigatruud, siis ei ole lubatud nende pesapaikasid hävitada. Seega ei näe Keskkonnaamet võimalust süvendustööde läbiviimist juulikuus. Samuti on antud perioodil (august-september) tööde teostamine soodsam ka kalade noorjärkele.

Kui lähtuda ülaloodust siis peaks 2 kuuga aastase mahu ära pumpama. Pulbi aastane maht on 125 tuhat m<sup>3</sup> ja Watermasteriga arvestades, mille jõudlus on 180 m<sup>3</sup>/h, kulub selleks 695 tundi. 5-päevase tööpäeva korral on kokku 44 tööpäeva, tööpäeva pikkuseks kujuneb siis 16 tundi. Juhul kui teha 25 tööpäeva kuus siis 11 tundi.

Sellise lühikese ajaga arvestades on reaalne ainult settebasseinide variant kuna selleks võib kasutada ka suurema jõudlusega pumbasid. Normaalse töökorraldusega (8-tunnine tööpäev, 5-päevane tööpäev) peaks pumba tootlikkus olema 125 tuhat m<sup>3</sup>/352 tundi=355 m<sup>3</sup>/h. Selliseid pumbasid on turul olemas, elektrilised on suure võimsusega, mistõttu nende toide kaldalt kaabliga ei õnnestu. Kasutada saaks ujuvaid komplekte, millel on diiselmootoriga käitav generaator, mis paneb tööle pumba.

Vajalikku pinnasepumba suurt tootlikkust arvestades on geotuubide variant kasutatav, mitmesse tuubi korraga pumbates on võimalik kahe kuuga aastase mahu 50 tuhat m<sup>3</sup> looduslikku lasundit välja pumbata. Siin osutub raskendavaks teguriks materjalikulu ja selle hind. Valmistoodangu 1 m<sup>3</sup>-le materjalikulu (geotuubid, jaotustorustikud, siibrid, geomembraan) maksumus on juba kaks korda kallim kui settebasseinides muda käitlemine kokku.

Separatsioonid on väikese tootlikusega, ühe separaatori jõudlus on ca 13 m<sup>3</sup>/h looduslikku lasundit. Kui tööpäeva pikkus on 10 tundi ja 25 päeva kuus jõuab üks separaator kahe kuuga töödelda 6500 m<sup>3</sup> muda, aastamahu töötlemiseks läheb vaja 8 separaatorit. Sellise tehase käimapanemine aastas ainult 2-ks kuuks ei ole otstarbekas.

### 5. Tehnoloogiate võrdlemine, mahtude ja tööaegade kalkulatsioonid

Alljärgnevas tabelis on esitatud kalkulatsioonid I etapi 100 tuh m<sup>3</sup> muda käitlemiseks 2 aasta jooksul, kusjuures järvest pumpamine on ette nähtud 2 kuul (august, september) aastas

Jrk	Näitaja	Settebasseinid	Geotuubid	Separatuur	Märkused
1	Sette maht, tuh m <sup>3</sup>	100	100	100	50 tuh m <sup>3</sup> looduslikku lasundit aastas
2	Kaugus töötlemiskohta, torustiku pikkus, km	1,5	1,5	1,0	Tulevikus järve kaugematest osadest pumpamisel on vajalik kasutada vahepumplat.
3	Sette kuivaine sisaldus, %	6	6	6	Järve sette kuivaine sisaldus on 4-11%, arvutustes on võetud 6%.
4	Töötlemiseks vajalik pind, ha	10	4	2,0	Selitusväljakute pinna leidmisel on võetud 1 m <sup>3</sup> järves oleva profiilse muda m <sup>3</sup> -le 2,0 m <sup>3</sup> basseinide mahtu. Geotuubide korral on pind väiksem, kuna juba pumpamise ajal hakkab vesi tagasi voolama ja tuubid on kõrgemad kui settebasseinides pulbi sügavus.
5	Pinnasepumba tootlikkus	360 m <sup>3</sup> pulpi tunnis	360 m <sup>3</sup> pulpi tunnis	360 m <sup>3</sup> pulpi tunnis	2 kuuga aastase mahu pumpamiseks (125 tuh m <sup>3</sup> pulpi) Watermasteri tootlikusel 180 m <sup>3</sup> /h, kulub selleks 694 tundi aastas. 6-päevase tööädala korral on kokku 50 tööpäeva, tööpäeva pikkuseks kujuneb siis 14 tundi. Normaalse töökorraldusega (8-tunnine tööpäev, 5-päevane tööädal) peaks pumba tootlikus olema 125 tuh m <sup>3</sup> /352 tundi=355 m <sup>3</sup> /h, arvestuslikult 360 m <sup>3</sup> /h. Sobib ujuv diiselmootoriga käitatav generaator, mis paneb tööle pumba.
6	Pulbi kuivaine sisaldus, %	2,6	2,6	2,6	1 osa muda ja 1,5 osa vett so 40% profiilset mahtu
7	Sette profiilse mahu vähenemine, m <sup>3</sup> /h	360x0,4=144	360x0,4=144	360x0,4=144	
8	Pumba tööaeg, tundi/ööp	8	8	8	
9	Sette kaevand maht, m <sup>3</sup> /d	1152	1152	1152	
10	Separatuurite vajadus			8	Ühe separaatori tootlikkus on 13 m <sup>3</sup> /h looduslikku lasundit ja arvestades 12 tunnise tööpäevaga oleks vaja 50000/(13*12*44)=7,3 agregati
11	Tööpäevi aastas	44 50000/1152 m <sup>3</sup> /d=44	44 50000/1152 m <sup>3</sup> /d =44	44	Separatsioonisehhi ehitamine nii lühiajalise töötamisajaga aastas ei ole otstarbekas liiati kui pole selge töödega jätkamine järgnevates etappides. Ülesseatav võimsus sellisel kompleksil on ca 1000 kW
12	Valmistoodang, m <sup>3</sup> /aastas	30000	20000		
13	Valmistoodangu niiskus, %	80	70		
14	Äraveo kestus päevades	100 30000 m <sup>3</sup> /300 m <sup>3</sup> /d=100 päeva	67 20000 m <sup>3</sup> /300 m <sup>3</sup> /d=67 päeva		
15	Muda käitlemise maksumus, €/m <sup>3</sup>	10	30		Maksumus on antud valmistoodangu kohta. Hinna sisse ei ole arvestatud pinnasepumba maksumust samuti maa ostmiseks tehtavaid kulutusi. Maa ostmine annab hinnale juurde ca 1 €/m <sup>3</sup> .

Ülaltoodud kalkulatsioonide põhjal võib välja tuua erinevate tehnoloogiate eelised ja puudused.

### Plussid

#### **Settebasseinides muda käitlemisel**

Tehnoloogia lihtne  
Väike tööjõu vajadus

### Miinused

Nõuab palju pinda, raske leida sobivaid alasid  
Pikk tsükkel  
Äravedu peab toimuma lühikese aja jooksul või  
vaja täiendavaid basseine

#### **Geotuubides muda käitlemisel**

Käitlemise ala pind väike

Kõrge hind  
Pikk tsükkel  
Äravedu peab toimuma lühikese aja jooksul või  
topeltpind geotuubidele  
Geotuubid ühekordse kasutusega

#### **Separeerimine**

Käitlemise ala pind väike  
Lühike tsükkel  
Toodangu realiseerimise aeg pikk

Kõrge hind  
Suur energiakulu  
Esmane investeering kallis

### **KOKKUVÕTE**

Lahepera järve tervendamise insenertehniline tegevuskava tugineb järve geoloogiliste ja limnoloogiliste uuringute tulemustele. Nende uuringutega jõuti arusaamisele, et järve tervendamiseks on vajalik sealt muda eemaldada. Projekti esialgse lahenduse puhul oli eesmärgiks eemaldada muda alustades järve madalast läänesopist. See oli Limnoloogiakeskuse soovitus sisekoormuse võimalikult tõhusaks vähendamiseks. Ornitoloogide soovitusel jäetakse kaitsealuste lindude pesitsusalaks olev osaliselt taimestunud järve lääneosa looduslikule arengule. Samuti ei eemaldata muda mujalt järve kalda lähedalt (aladelt kus vee sügavus on alla 1 m). See väldib võimalikku mõju vingerja ja rohetondihobu ning kaitse- eesmärgiks olevate lindude pesitsusaladele.

Käesolev insenertehniline tegevuskava käsitleb I etapi töid, kus on ette nähtud eemaldada 100 tuh m<sup>3</sup> muda kahe aasta jooksul kolme erinevat tehnoloogiat kasutades no muda käitlemine settebasseinides, geotuubides ja muda separeerimine. Kõikide nende tehnoloogiate juures on ette nähtud muda transportimine käitlemisaladele pinnasepumba ja torustiku abil.

Erinevatel tehnoloogiatel on omad plussid ja miinused. Oluliselt kallim on geotuubides muda käitlemine kuna tuubid on kallid ja need on ühekordse kasutamiseks. Geotuubid sobivad pigem väiksematele mahtudele ja kitsastes oludes kasutamiseks. Separeerimine on väga energiamahukas ja agregaadid väikese jõudlusega ning esmane investeering kallis. Settebasseinides käitlemise korral on suur probleem basseinidele alade leidmine. Tehnilisest küljest on neid alasid järvest põhja- ja idapool piisavalt aga kokkuleppeid maaomanikega settebasseinide rajamiseks on väga raske saavutada. Praegu RMK halduses järvest idas olevat ala on võimalik kasutada juhul kui see müüki pannakse. Järvest põhjas olevat planeeritud settebasseinide ala kasutamine tuleks kõne alla selle rentimiseks mudakäitlemise ajaks.

Käesoleva tegevuskava põhjal koostatakse praegu KMH aruannet, kus analüüsitakse kõigi kolme tehnoloogiaga muda käitlemise mõju inimese tervisele, heaolule, keskkonnale, kultuuripärandile ja varale. KMH koostamise käigus on leitud, et lindude häirimisega seoses võib järvel mudapumbaga töötada vaid augustis ja septembris, mis seab kahtluse alla separaatorite kasutamiseks nende väikese jõudluse pärast. KMH-ga valitakse välja kasutatav tehnoloogia, aastased mahud, tööperioodid jm mille põhjal koostatakse projekt.

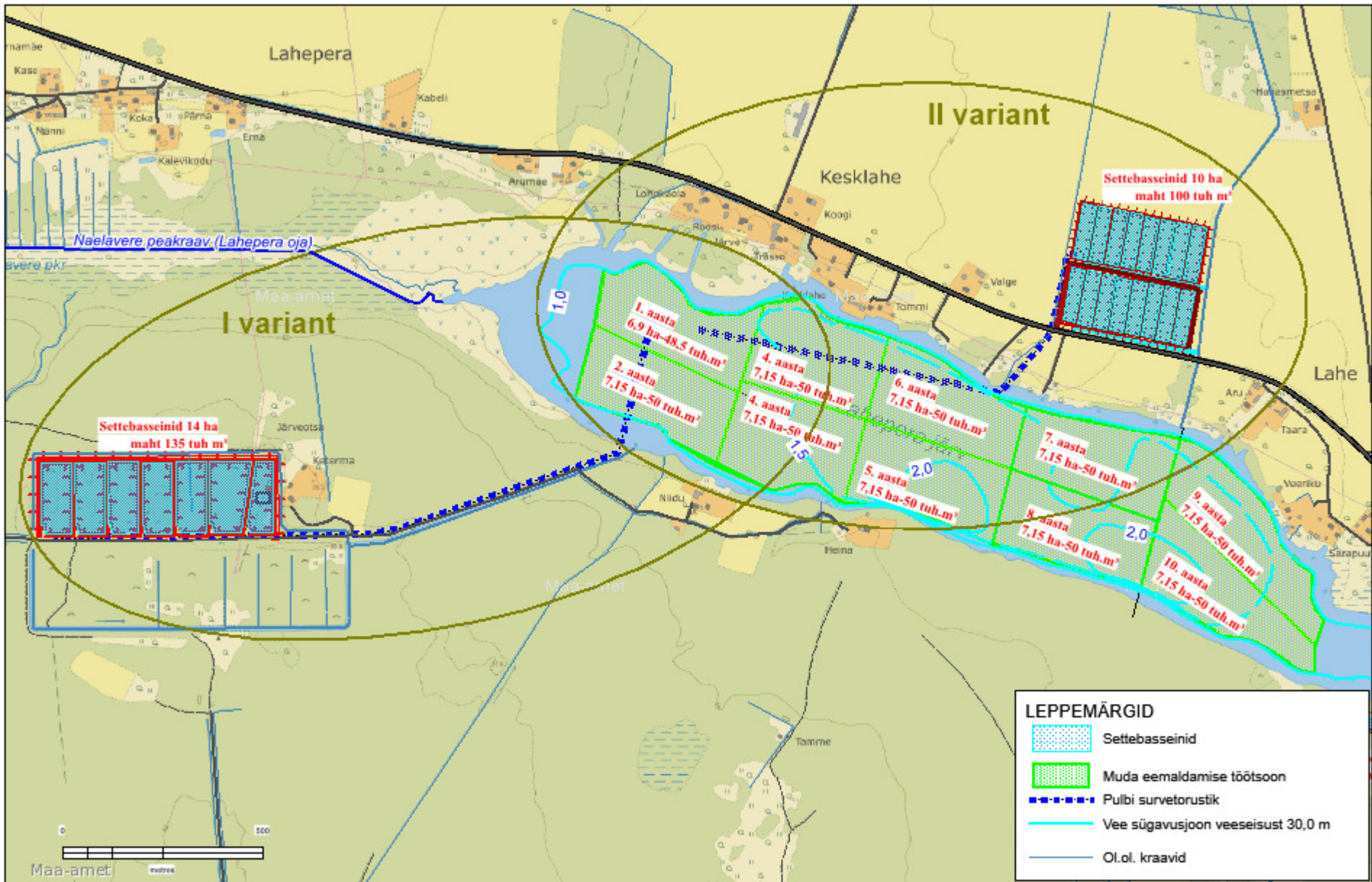


LISAD



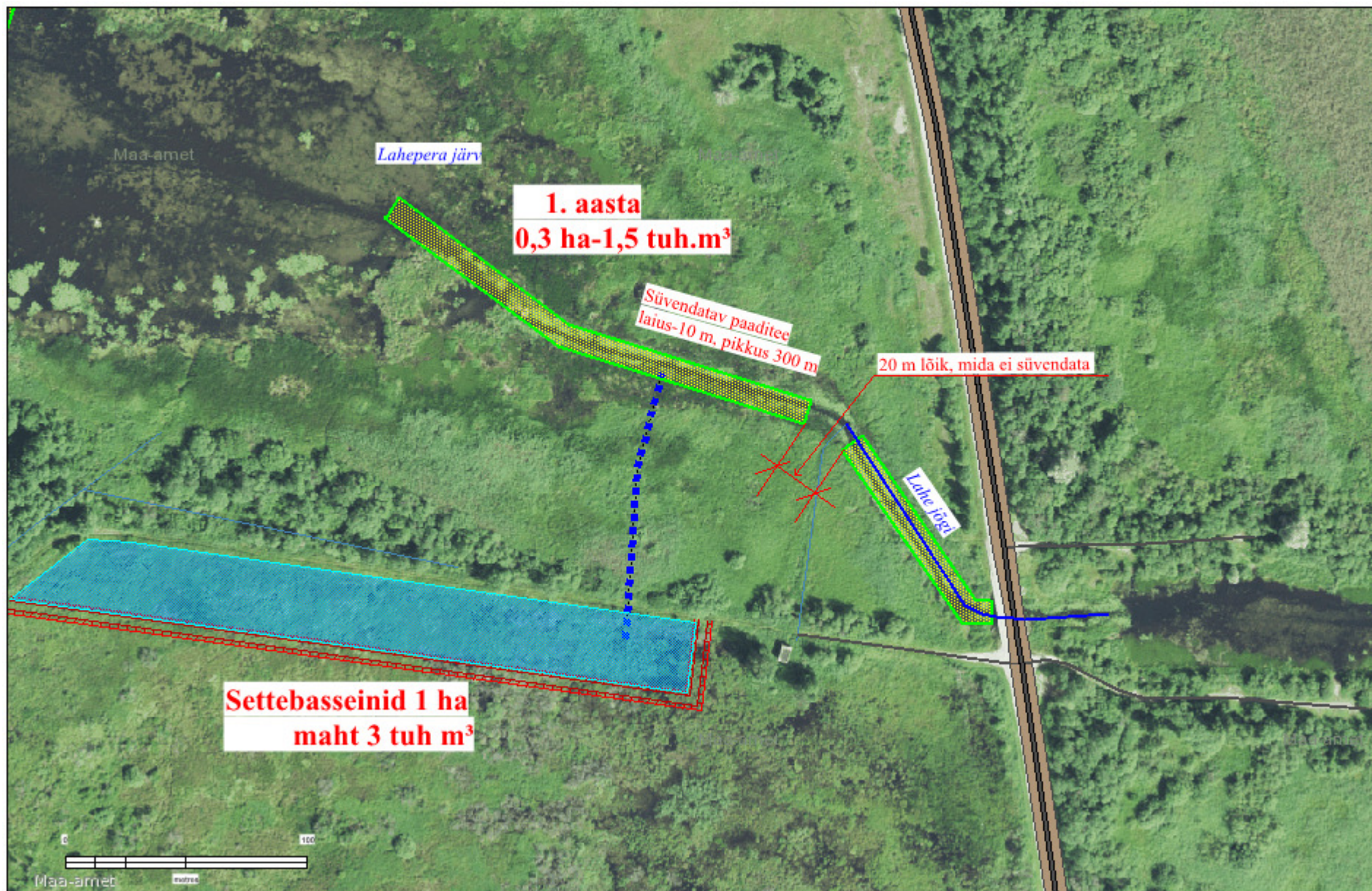
LISA 1 VALGALA KAART





LISA 2 VÕIMALIKUD SETTEBASSEINIDE ASUKOHAD JA SETTE EEMALDAMISE PINNAD NING MAHUD AASTATE LÕIKES





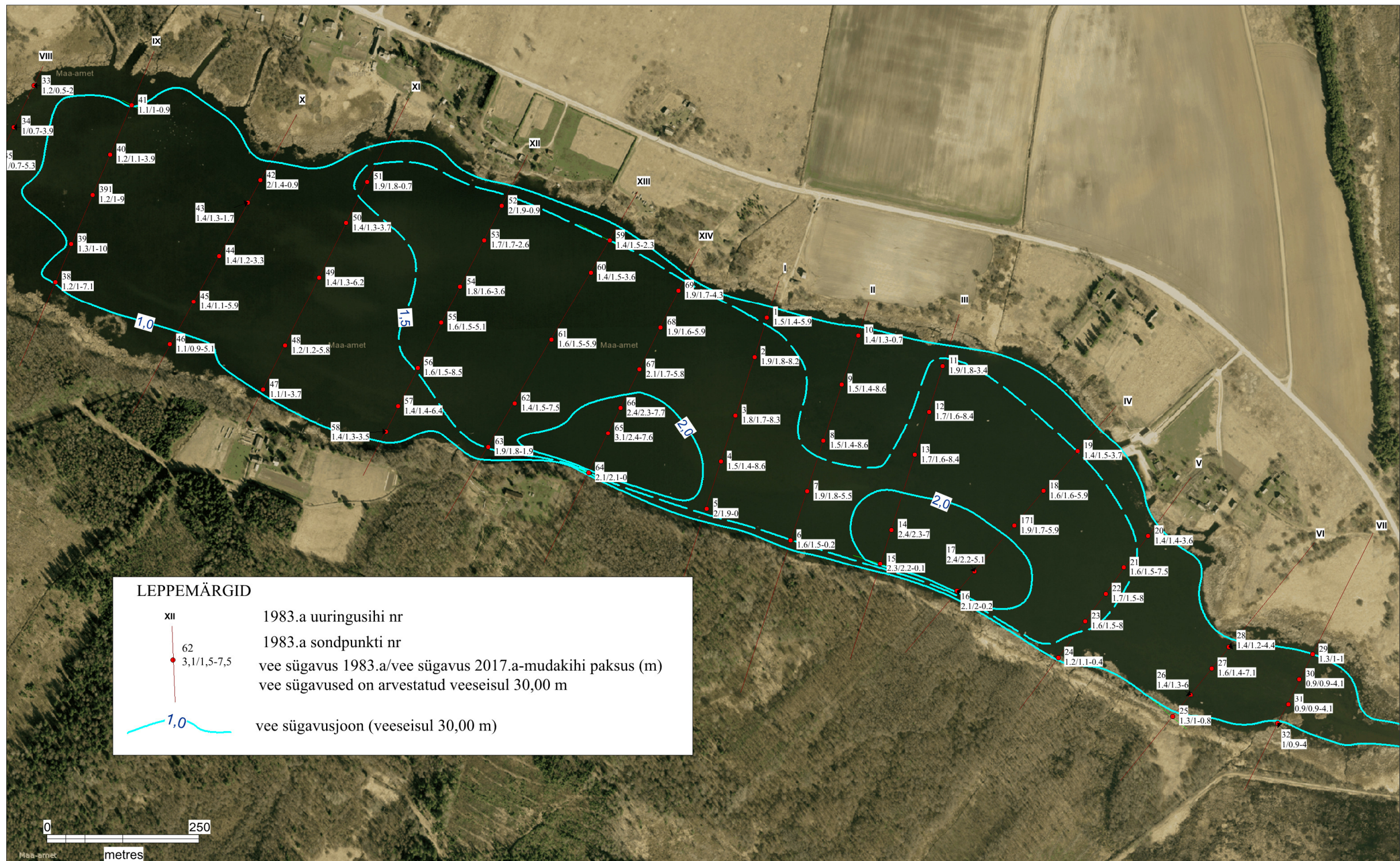
LISA 3 JÄRVE IDAOSA MUDA KÄITLEMISALA ASENDIPLAAN





LISA 4 MUDA SEPARIIMISTSEHHI ASENDIPLAAN





LISA 5 LAHEPERA JÄRVE VEESÜGAVUSED JA MUDAKIHI PAKSUSED



